

ANATOMÍA

T 7. Sistema muscular

1. Tejido muscular
2. Estructura del músculo esquelético.
 - Órganos musculares
 - Estructura microscópica y función
3. Funciones del músculo esquelético
 - Movimiento
 - Postura
 - Producción de calor
 - Fatiga
4. Papel de otros sistemas corporales en el movimiento
5. Unidad motora
6. Estímulo muscular
7. Tipos de contracción del músculo esquelético
 - Contracciones espasmódica y tetánica
 - Contracción isotónica
 - Contracción isométrica
8. Efectos del ejercicio sobre los músculos esqueléticos
9. Movimientos producidos por contracciones del músculo esquelético
10. Grupos musculares esqueléticos
 - Músculos de la cabeza y el cuello
 - Músculos que mueven las extremidades superiores
 - Músculos del tronco
 - Músculos que mueven las extremidades inferiores

Revisar el sistema muscular del tema 4 y los tipos de tejido muscular del tema 3.

Este tema se centra sobre todo en el músculo esquelético o voluntario.

Para una persona de unos 55kg de peso, casi la mitad son de "carne roja" o músculo esquelético, que se inserta en los huesos y permite el movimiento.

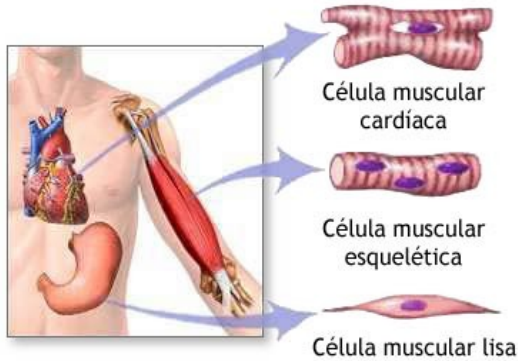
Este movimiento consiste en un acortamiento de las fibras musculares y se necesita energía química, en forma de ATP, que se transforma en energía mecánica, movimiento, y este proceso es más eficiente con oxígeno, en aerobiosis.

Estos movimientos, que van desde el parpadeo hasta una carrera, son imprescindibles para la supervivencia, ya que el movimiento es una parte importante del proceso de adaptación al medio.

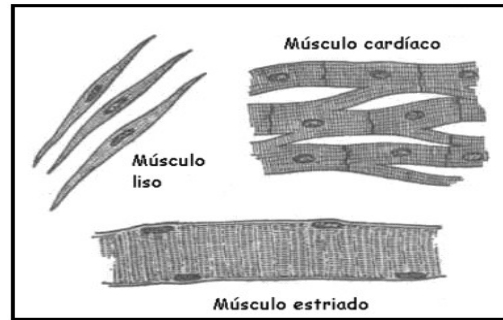
Los prefijos relacionados con los músculos son *mio-* y *sarco-*

1. Tejido muscular

Las células o fibras musculares se agrupan en fascículos, que a su vez forman el haz muscular o músculo. El **músculo esquelético**, que se inserta en los huesos, también se llama **estriado**, por la forma de sus fibras, o **voluntario**, porque se puede contraer voluntariamente.



ADAM.



Además de este tipo de tejido muscular, está el **músculo cardíaco**, un tipo especial de tejido muscular estriado, en este caso involuntario, que también presenta estriaciones transversales.

Y por otra parte existe el **tejido muscular liso**, también llamado **involuntario**, pues no es posible controlar sus contracciones, o **visceral**, ya que forma parte de las paredes de los vasos y de las vísceras.

Tejido muscular tipos

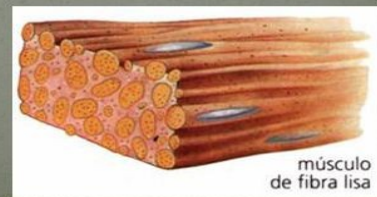
- **Fibra muscular lisa**, sin estriaciones, con células uninucleadas, largas y con forma de huso, rodean órganos internos y su contracción es lenta, involuntaria y resistente a la fatiga.
- **Fibra muscular estriada**, con miofilamentos que forman sarcómeros, en los que las proteínas contráctiles forman bandas claras y oscuras alternantes lo que les da apariencia estriada:
 - **Músculo esquelético**, mueven el esqueleto. Con células polinucleadas, su contracción es rápida, voluntaria y poco resistente a la fatiga.
 - **Músculo cardíaco**, exclusivo del corazón. Con células uninucleadas, su contracción es rápida e involuntaria.



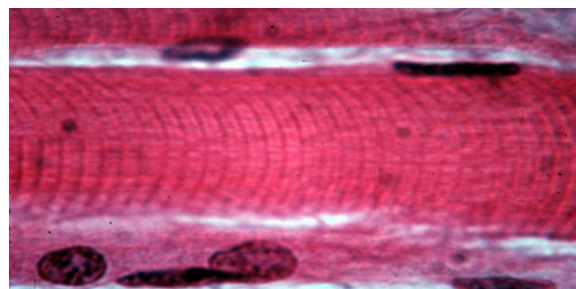
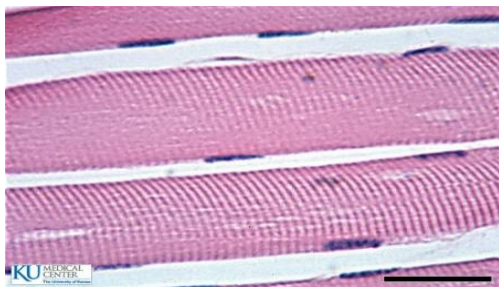
músculo de fibra estriada



tejido muscular de fibra estriada del corazón



músculo de fibra lisa



2. Estructura del músculo esquelético.

Órganos musculares

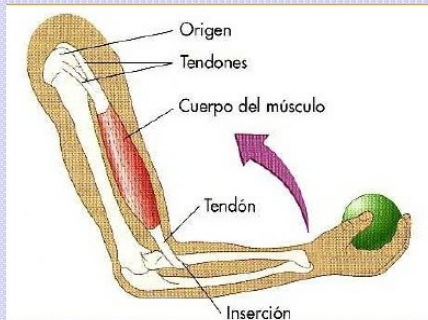
Un músculo esquelético es un órgano formado por fibras musculares esqueléticas y tejido conjuntivo. Este tejido conjuntivo fibroso envuelve cada fibra muscular individual, y luego a grupos de fibras llamadas fascículos, y luego a todo el órgano muscular. La **fascia** es el tejido conjuntivo laxo, la parte más externa de los músculos que son un material flexible y pegajoso que une músculos con huesos y piel.

En general, los músculos esqueléticos (el **cuerpo**) están entre dos huesos, uno más fijo (**origen**) y otro más móvil (**inserción**). Y los **tendones**, formados por tejido conjuntivo fibroso denso, anclan los músculos a los huesos, formando cordones o láminas de gran resistencia.

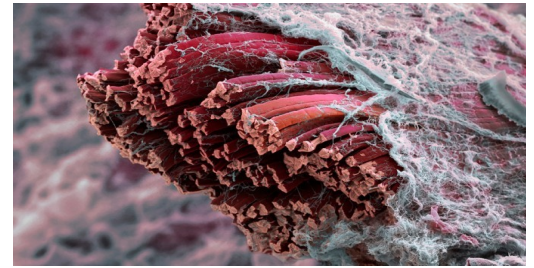
Entre algunos tendones y huesos hay **bolsas sinoviales**, llenas de líquido sinovial, que actúan como almohadillas facilitando el movimiento entre el tendón y el hueso cuando los músculos se acortan.



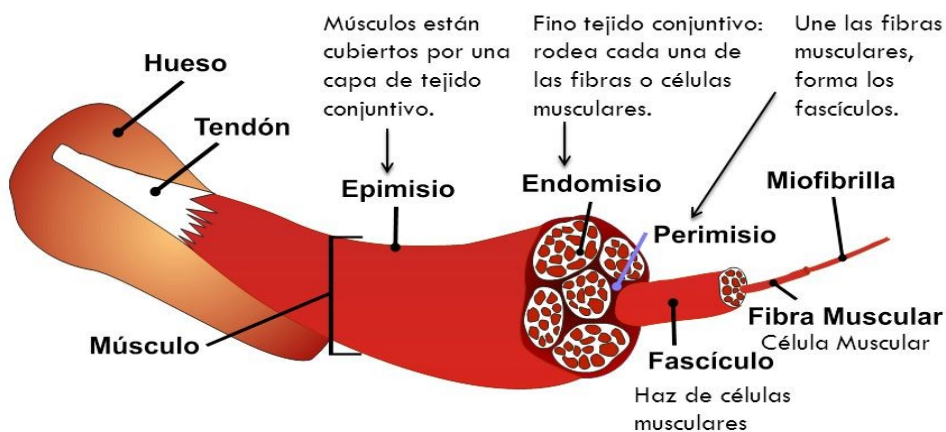
CONEXIONES DE UN MÚSCULO ESQUELÉTICO



Los músculos se encuentran anclados con firmeza en los huesos y los mueven cuando se contraen y acortan. El músculo se origina en una parte estable del esqueleto y se inserta en la parte del esqueleto (origen) que se mueve al contraerse el músculo (inserción)



Estructura Músculo Esquelético

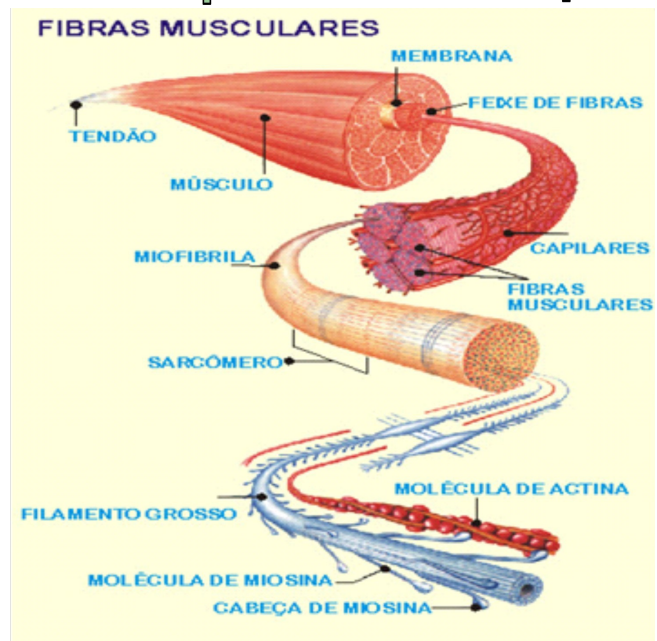
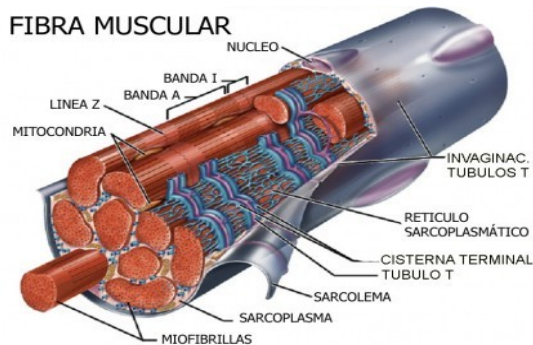
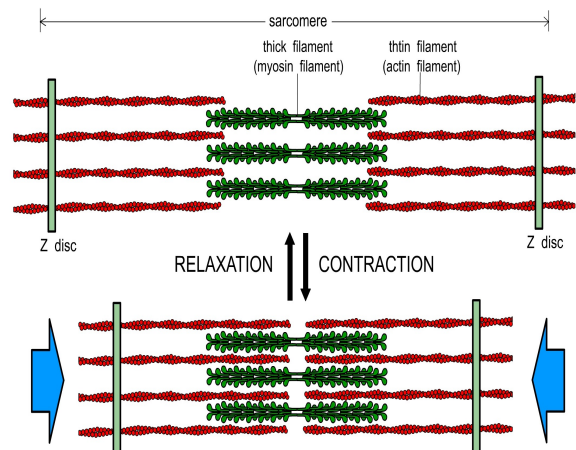
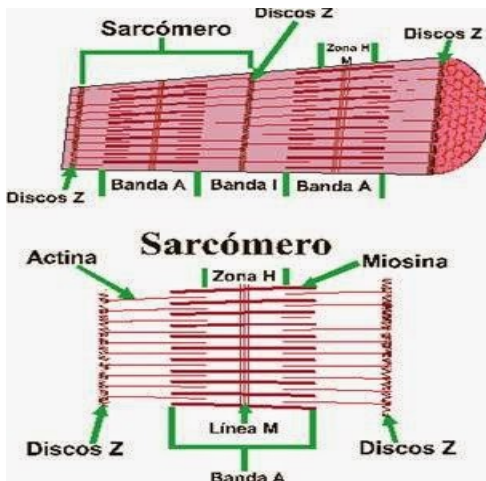
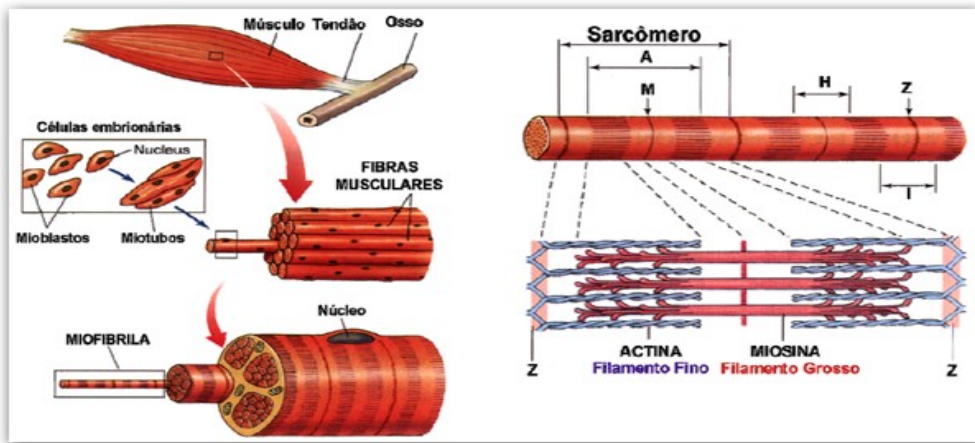


Estructura microscópica y función.

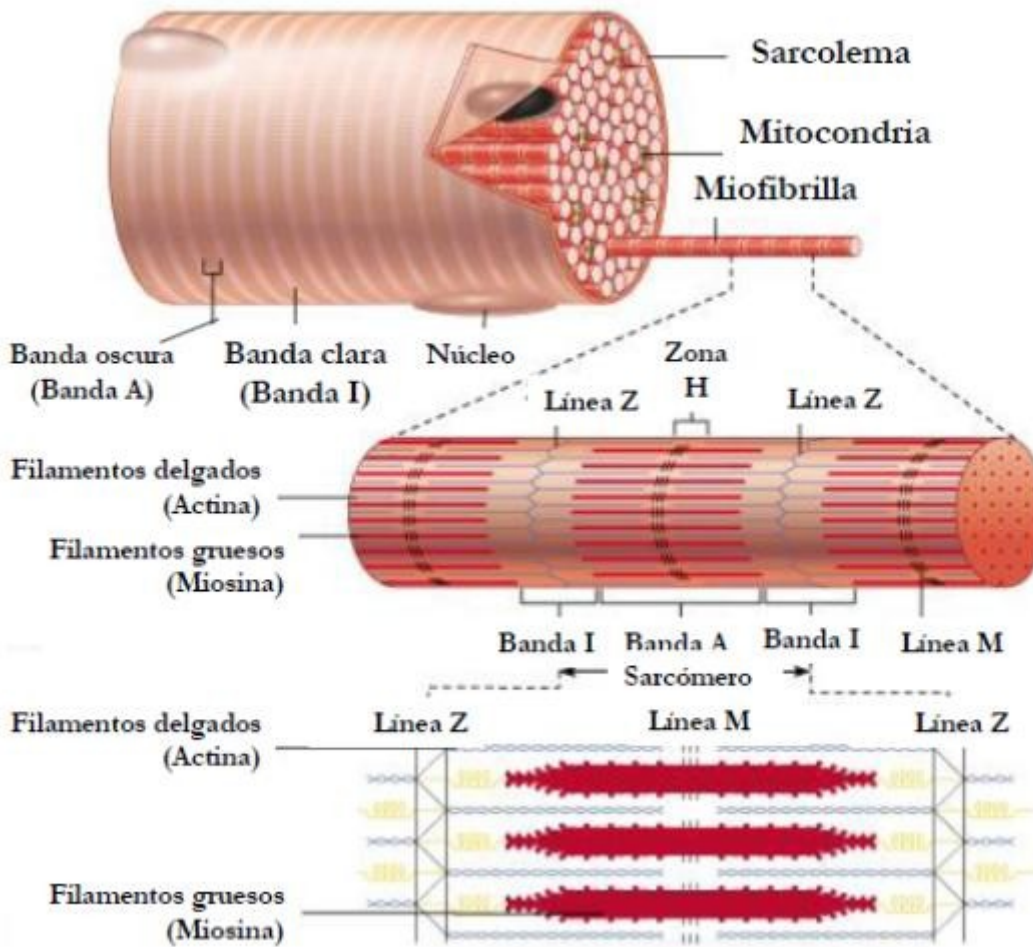
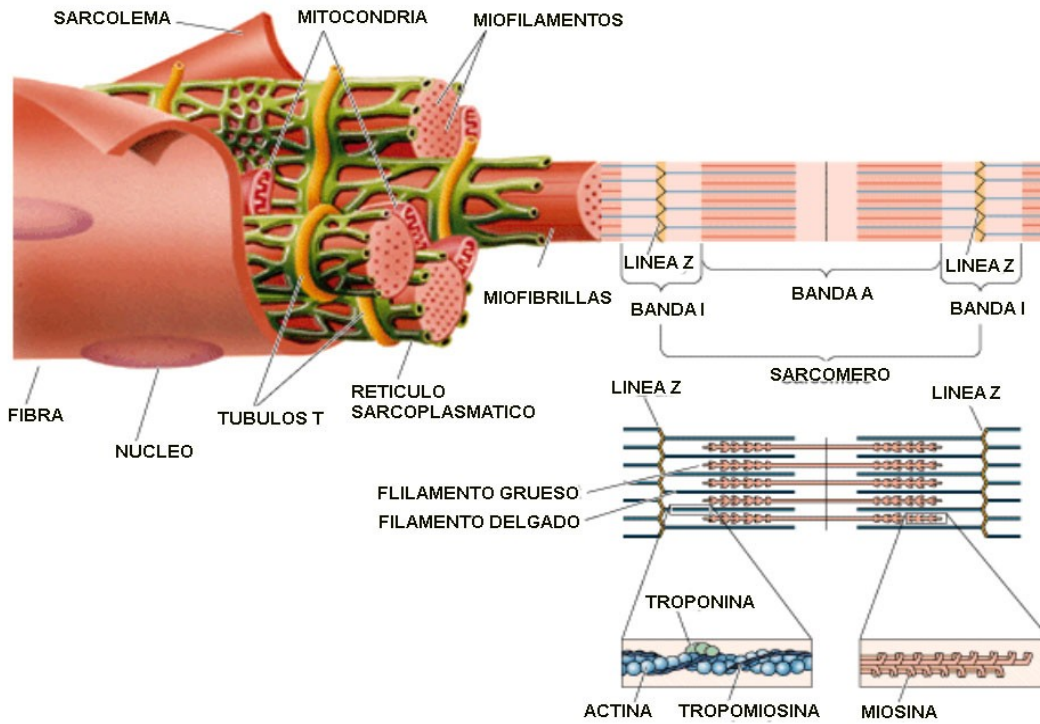
El tejido muscular esquelético está formado por unas células contráctiles alargadas, afiladas por los extremos, llamadas fibras musculares. El tejido conjuntivo que las envuelve las mantiene en grupos paralelos lo que permite que tiren en la misma dirección cuando se produce la contracción.

La estructura interna de cada fibra consiste en una serie de filamentos gruesos, hechos de una proteína llamada **miosina**, intercalados con unos filamentos finos, de otra proteína llamada **actina**.

La unidad contráctil de las fibras se denomina **sarcómero**, y al microscopio se observa como una serie de estriaciones transversales separadas por bandas oscuras.



ORGANIZACIÓN DE LA FIBRA MUSCULAR



Modelo de filamentos deslizantes. - explica la contracción del músculo esquelético.

Durante el estado relajado los iones de calcio están almacenados en el retículo endoplasmático de la célula. Cuando un estímulo nervioso llega, se liberan al citoplasma y ahí se unen a los filamentos de actina (finos) y permiten que las cabezas de los filamentos gruesos de miosina se conecten con la actina y tiren de ella, produciéndose la contracción del sarcómero. Este proceso también necesita energía que procede de la glucosa y otros nutrientes. La energía, en forma de ATP, se transfiere a las cabezas de miosina. Para ello se necesita oxígeno, por eso muchos músculos tienen un consumo elevado del mismo. Además, las fibras musculares contienen mioglobina, que completa el transporte del oxígeno por la hemoglobina de la sangre a los músculos.

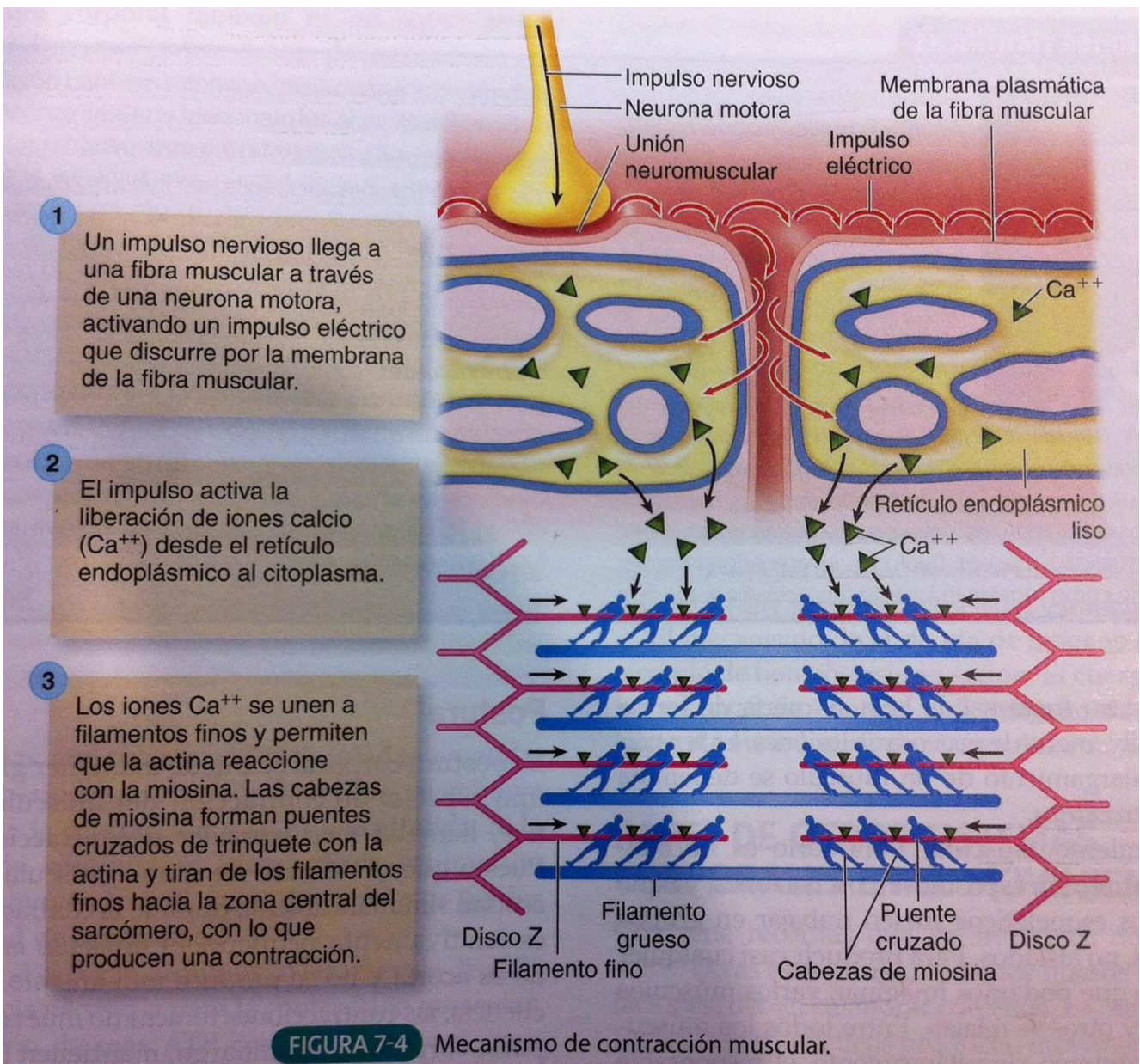


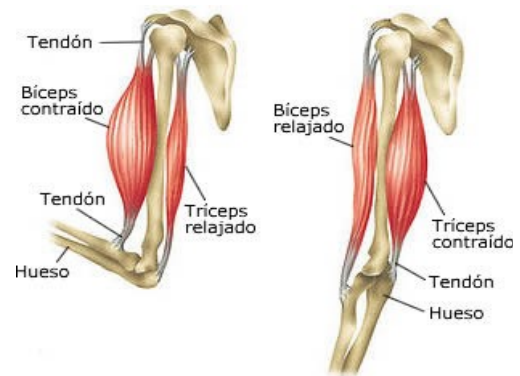
FIGURA 7-4 Mecanismo de contracción muscular.

3. Funciones del músculo esquelético

Movimiento.- los músculos mueven los huesos tirando de ellos; se mueve el hueso de inserción hacia el hueso origen, que permanece inmóvil. También se genera tensión al extender los músculos, separando el hueso de inserción del hueso de origen. La tensión durante el alargamiento de un músculo se denomina **contracción excéntrica**.

El movimiento muscular voluntario es normalmente uniforme, sin espasmos ni oscilaciones, y producido por grupos de músculos que trabajan coordinadamente.

El responsable principal de un movimiento se llama *agonista principal*, y los que le ayudan, *sinérgicos*. Si al contraerse éstos, otros se relajan, se llaman *antagonistas*.



Postura.- la postura se puede mantener gracias a un tipo especial de contracción llamada *tono muscular* o *contracción tónica*. En este caso no se produce ningún movimiento, pero se mantienen los músculos en posición. Este tono muscular equilibra la distribución del peso para cargar lo menos posible a los músculos, oponiéndose a la gravedad, manteniendo cabeza y tronco erguidos.

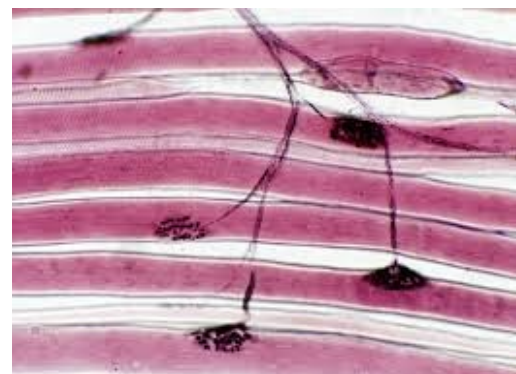
Producción de calor.- variaciones bruscas en la temperatura corporal (fiebres o hipotermia) pueden causar estragos en las células y daños en el organismo. La contracción de las fibras musculares produce la mayor parte del calor necesario para mantenerla temperatura corporal constante. Este calor procede de la energía que se pierde en la transferencia del ATP para producir la contracción muscular. Cuando ese calor es excesivo, por un esfuerzo excesivo, se libera mediante sudoración y sofocos.

Fatiga.- si se produce una estimulación continuada sin reposo de los músculos, disminuye la fuerza de contracción y se produce la fatiga. Como durante el ejercicio se consumen las reservas de ATP, y su formación requiere oxígeno, se produce una deuda de oxígeno, y en el proceso anaeróbico deformación de ATP se genera ácido láctico que las células deben eliminar, lo que se consigue con un aumento en la frecuencia respiratoria, que se produce después del esfuerzo. El nombre técnico para la deuda de oxígeno que utilizan los especialistas es *consumo excesivo de oxígeno tras el ejercicio* (COTE). Este es otro ejemplo de homeostasis, recuperación del equilibrio de oxígeno tras una alteración del mismo.

4. Papel de otros sistemas corporales en el movimiento

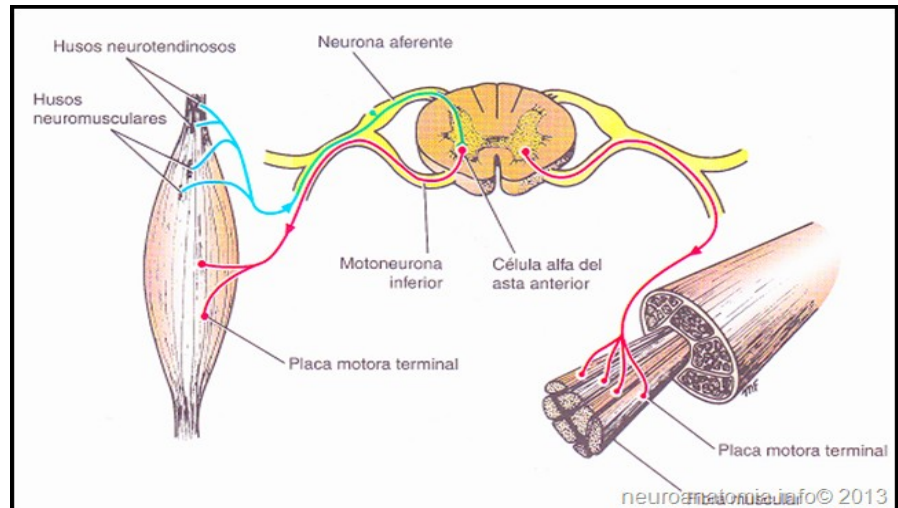
Los músculos no funcionan solos, colaboran en el movimiento tanto huesos y articulaciones como los sistemas respiratorio, circulatorio y nervioso. Transtornos en alguno de ellos implican problemas de movilidad, por ejemplo parálisis (problemas en la transmisión del impulso nervioso), esclerosis múltiple, tumor cerebral, lesión de médula espinal.... o artrosis, anomalías en el sistema esquelético.

En resumen: todas las partes del cuerpo son componentes de un gran sistema interactivo. El funcionamiento normal de una parte depende del funcionamiento normal de otras.

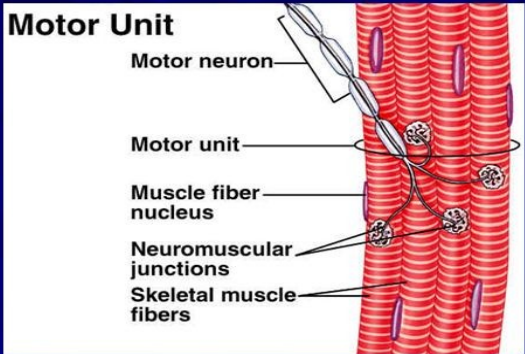
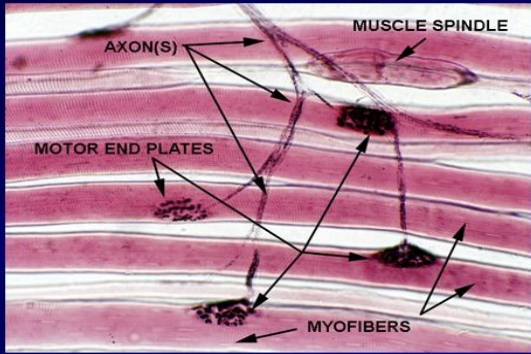


5. Unidad motora

Es el conjunto de una sola neurona motora y las células musculares inervadas por ella. El punto de contacto entre la terminación nerviosa y la fibra muscular se llama unión neuromuscular. Las neuronas motoras liberan neurotransmisores, sustancias químicas que desencadenan contracciones en las fibras musculares que inervan.



UNIDAD MOTORA



CONCEPTO: El conjunto formado por una neurona motora (motoneurona) α , o somática y toda la población de fibras musculares estriadas esqueléticas que ésta inerva, recibe el nombre de unidad motora. En la microfotografía, arriba a la izquierda, se puede observar, claramente, como un axón de una motoneurona, se divide en una especie de "ramillete" de terminaciones axonales y como cada una de ellas contacta con una fibra muscular esquelética en particular, formando una placa neuromuscular. Se observan, nítidamente, cinco terminales axonales formando cinco placas NM con cinco fibras diferentes. A la derecha, un dibujo que esquematiza la formación de una unidad motora.

6. Estímulo muscular

Una fibra muscular no se contrae hasta que el estímulo aplicado no supera cierta intensidad, es el *estímulo umbral*. La contracción muscular es un fenómeno de "todo o nada". Pero cada músculo está formado por muchas fibras musculares, cada una controlada por una unidad motora con su estímulo umbral, y esto permite que, con el mismo músculo, levantemos 2kg o 20kg, según el número de unidades motoras activadas con contracciones de distintas fuerzas. Pero siempre la respuesta de cada fibra es del tipo "todo o nada".

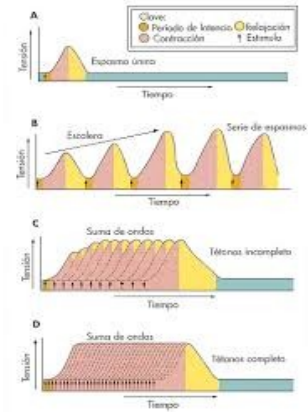
7. Tipos de contracción del músculo esquelético

Además de la contracción tónica, especializada en mantener el tono muscular y la postura, existen otros tipos de contracciones: espasmódica, tetánica, isotónica e isométrica.

Contracciones espasmódica y tetánica

El *espasmo* es una respuesta brusca a un estímulo, pero tiene una relevancia mínima en la actividad muscular normal. En general la vida cotidiana requiere movimientos musculares coordinados y fluidos, uniformes y progresivos.

La *contracción tetánica* es una respuesta más persistente que el espasmo. Se produce mediante una serie de estímulos continuados (unos 30 estímulos por segundo) que provocan que las sucesivas contracciones se “fundan” en una respuesta mantenida o *tétanos*.



Contracción isotónica

El músculo cambia de tamaño con la actividad. Suele producir movimiento en articulaciones. Si el músculo se acorta (la inserción se mueve hacia el origen) se habla de *contracción concéntrica*; si por el contrario el músculo se alarga (la inserción se mueve alejándose del origen) se llama *contracción excéntrica*. En realidad no es “contracción”, sino *tracción*, con o sin acortamiento.

Andar, correr, respirar, levantar, girar...son ejemplos de *contracción isotónica*.

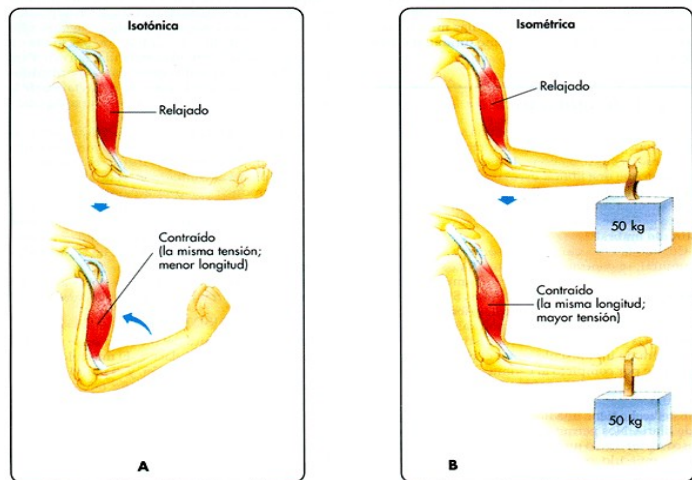
Contracción isométrica

Iso quiere decir *igual* (*isométrico* = *misma medida*) es decir, en esta *contracción* el músculo no cambia de tamaño, aumenta la tensión pero no existe *acortamiento* muscular, no se produce movimiento. Pero durante la *contracción isométrica* si que aumenta la tensión, por lo tanto este tipo de *contracciones* ayudan a fortalecer el músculo (por ejemplo, empujar un objeto inmóvil, una pared....)

Contracción isométrica e isotónica.

Isotónica	Isométrica
El músculo se acorta durante la <i>contracción</i> .	El músculo no se acorta durante la <i>contracción</i> .
El músculo se acorta contra una carga fija.	El músculo se contrae contra un transductor de fuerza, sin disminuir la longitud del músculo.

FIGURA 6-5. Tipos de *contracción muscular*. A, La *contracción isotónica* acorta el músculo y produce movimiento. B, En la *contracción isométrica* el músculo actúa con fuerza contra una carga, pero no se acorta.



8. Efectos del ejercicio sobre los músculos esqueléticos

El ejercicio regular y correctamente practicado, mejora todos los aspectos de la persona.

La inactividad prolongada puede producir *atrofia por desuso*. Por otra parte, el entrenamiento de fuerza (ejercicios isométricos y levantamiento de pesas) puede provocar *hipertrofia muscular*. Sin embargo, el entrenamiento de resistencia, o aeróbico, aumenta la capacidad muscular y al aumentar los vasos sanguíneos, mejora el aporte de oxígeno y glucosa, aumenta el número de mitocondrias y con ello la producción de ATP como fuente de energía.

9. Movimientos producidos por contracciones del músculo esquelético

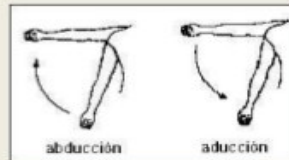
Los tipos de movimiento dependen de la forma de los huesos y del tipo de articulación.

En general, pueden ser:

Flexión/extensión; abducción/aducción; rotación y circunducción; supinación/pronación; flexión dorsal/flexión plantar; inversión/eversión.

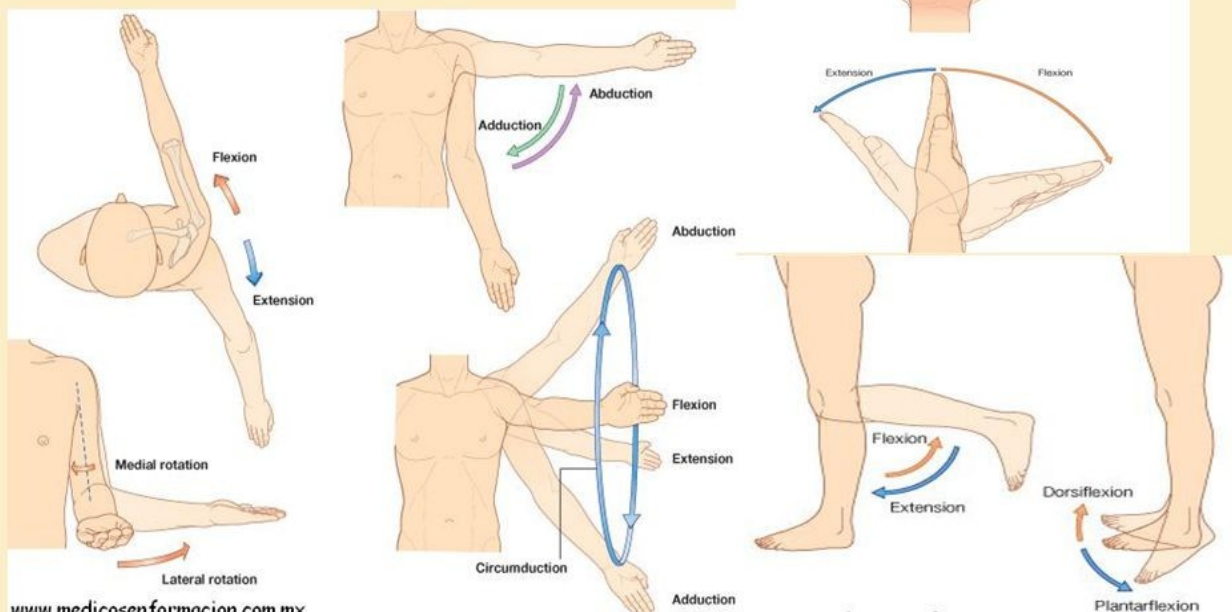
Movimientos musculares:

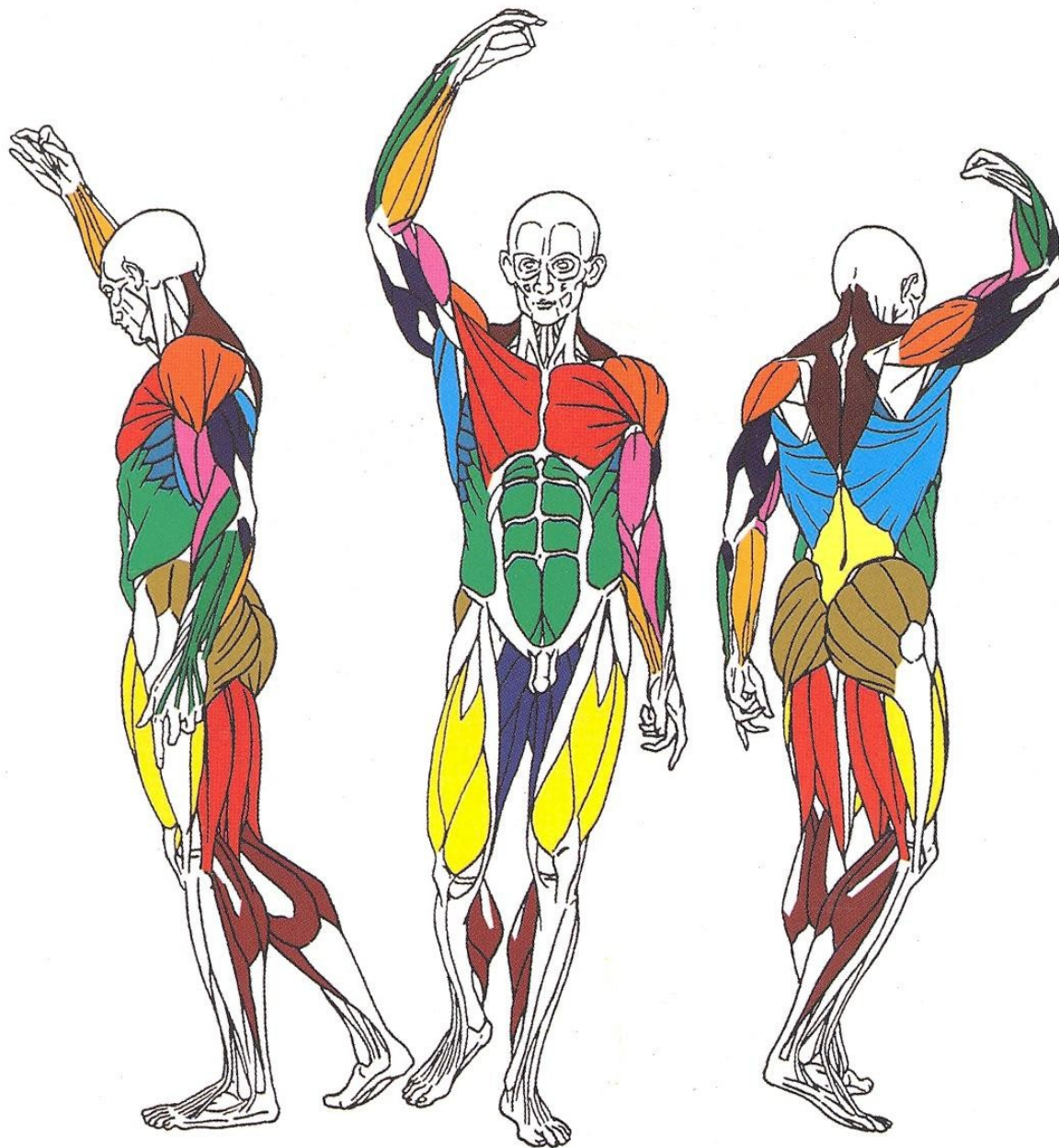
- **Flexión:** producen acortamiento del músculo.
- **Extensión:** producen un estiramiento de músculo.
- **Aducción:** movimiento de aproximación de un miembro a la línea media del esqueleto.
- **Abducción:** movimiento que alejan un miembro de la línea del esqueleto.
- **Pronación:** movimiento hacia adentro o abajo.
- **Supinación:** movimiento hacia afuera o arriba.



Movimientos musculares

- Flexión - extensión
- Aducción - abducción
- Supinación – pronación (rotación)





OS PRINCIPALES GRUPOS MUSCULARES

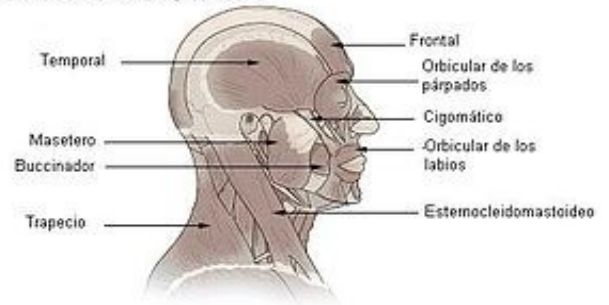
 Abdominales	 Extensores de las muñecas	 Isquiotibiales
 Aductores	 Glúteos	 Lumbares
 Dorsales	 Flexores de los brazos	 Gemelos
 Hombros	 Flexores de las muñecas	 Pectorales
 Extensores de los brazos	 Fijadores de los omoplatos	 Cuádriceps
		 Trapecios

10. Grupos musculares esqueléticos

Músculos de la cabeza y el cuello

Músculos de la expresión facial (frontal) expresa sorpresa, desagrado...; músculo del beso (orbicular de los labios), músculo de la sonrisa (cigomático), de la masticación (masetero y temporal), movimientos de la cabeza (esternocleidomastoideo y trapecio)

Músculos de la cara y el cuello



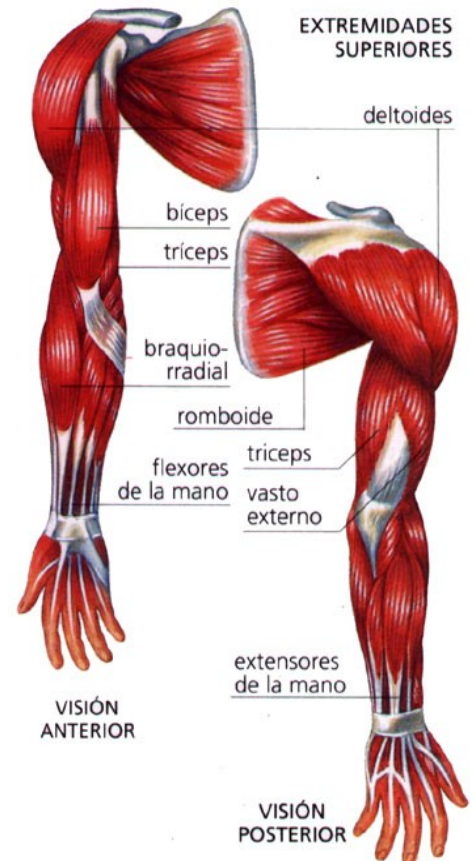
Músculos que mueven las extremidades superiores

La extremidad superior está conectada al tórax por el pectoral mayor, flexor (parte superior del pecho) y por el dorsal ancho, extensor (parte inferior de la espalda). Deltoides, abductor, en el hombro; bíceps braquial, flexor, en el brazo; tríceps braquial, extensor, dorso del brazo.

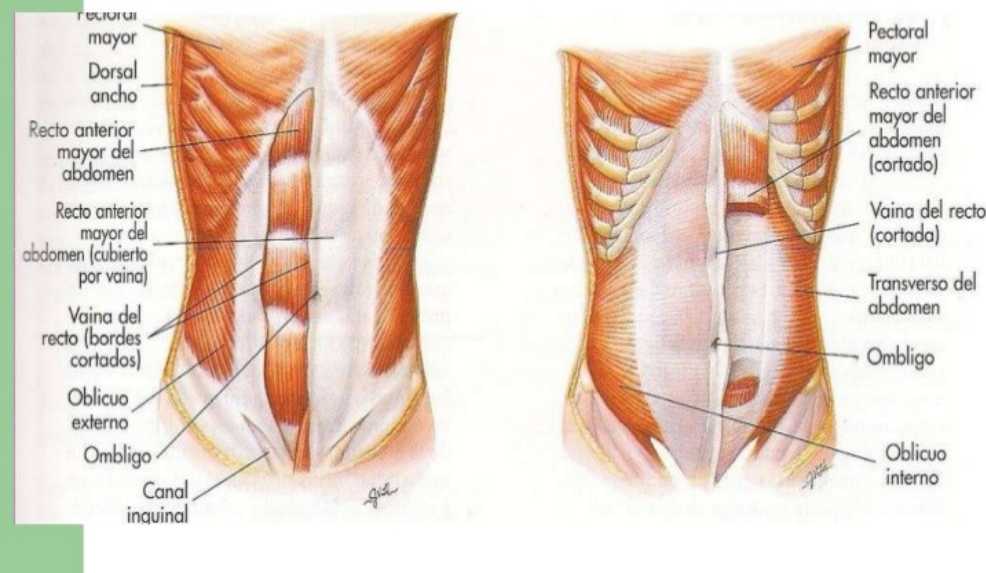
Músculos del tronco

Están dispuestos en tres capas en direcciones diferentes con el fin de proporcionar un soporte muscular muy fuerte que cubre y soporta la cavidad abdominal y sus órganos internos. Del exterior al interior esas capas son: oblicuo externo del abdomen, oblicuo interno del abdomen y transverso del abdomen. Además está el recto del abdomen, desde el tórax hasta el pubis.

Los músculos respiratorios (intercostales y diafragma) es estudiarán en el capítulo del sistema respiratorio.



Músculos del tronco



Músculos que mueven las extremidades inferiores

Psoas iliaco, flexor del muslo; glúteo mayor, extensor del muslo; músculos aductores, en el lado interno de los muslos; músculos del hueco poplíteo (semimembranoso, semitendinoso y bíceps femoral), flexores de las piernas; cuádriceps femoral (recto femoral, vasto intermedio, vasto medial y lateral) en el muslo; tibial anterior, flexión dorsal del pie; gastrocnemio (gemelos), flexión plantar; grupo peroneo, también flexión plantar del pie.

MÚSCULOS DE LAS EXTREMIDADES INFERIORES

