



UNIVERSIDAD AUTONOMA DEL ESTADO DE MEXICO  
FACULTAD DE CIENCIAS  
LICENCIATURA EN BIOLOGIA

Unidad de Aprendizaje:  
**SISTEMAS ANIMALES**

**MONOGRAFIA:**  
**“SISTEMA MUSCULAR”**

Por  
<sup>1</sup>Dr. Hermilo Sánchez Sánchez  
<sup>1</sup>E-mail: [hss@uaemex.mx](mailto:hss@uaemex.mx)

Toluca, Méx., Septiembre 24 de 2019

**INDICE DE CONTENIDO**

PRESENTACION	3
OBJETIVO	3
SECUENCIA DIDACTICA	4
1. INTRODUCCION	5
2. FUNCIÓN	5
3. EL SARCÓMERO	6
4. TIPOS DE MÚSCULO	7
4.1 El músculo esquelético	
4.2 El músculo liso	
4.3 El músculo cardiaco	
5. LA FORMA DE LOS MÚSCULOS	9
6. CONTRACCIÓN MUSCULAR	11
1 Proteínas de los filamentos	
6.2 Acomplamiento excitación-contracción	
6.3 Ciclo de contracción	
7. CUIDADO DEL SISTEMA MUSCULAR	14
8. ENFERMEDADES	14
9. RESUMEN	16
10. BIBLIOGRAFIA	17

### **PRESENTACIÓN**

En la presente monografía se analiza el sistema muscular. El propósito de esta monografía es el de presentar una síntesis del sistema muscular como parte del programa de la unidad de aprendizaje “Sistemas Animales” del programa de la Licenciatura en Biología. La monografía corresponde a una revisión bibliográfica que concentra temas correspondientes a las unidades de la Unidad de aprendizaje mencionada.

### **OBJETIVO**

Mostrar una síntesis del sistema muscular utilizando. El sistema muscular es uno de los temas elementales del curso, el cual está relacionado con otros sistemas de los organismos.

SECUENCIA DIDACTICA



## 1. INTRODUCCION

En general, dentro del reino animal, el sistema muscular se encarga de producir la fuerza mecánica y el movimiento necesarios para la locomoción, permite la manipulación de diversos objetos, ayuda en la circulación de la sangre y el desplazamiento del alimento a través del tubo digestivo, y otros procesos importantes (Schmidt-Nielsen, 1983). De manera particular, en anatomía humana, el sistema muscular es el conjunto de los más de 650 músculos del cuerpo, cuya función principal es generar movimiento, ya sea voluntario o involuntario -músculos esqueléticos y viscerales, respectivamente. Algunos de los músculos pueden enhebrarse de ambas formas, por lo que se los suele categorizar como mixtos (Weichert y Presch 1989).

El sistema muscular humano es complejo y constituye el 40% del peso de un adulto, generando además la mayor parte de su calor corporal. Junto con el sistema óseo (huesos) y el articular (articulaciones), constituye el llamado sistema locomotor, encargado de los movimientos y desplazamientos del cuerpo.

Los músculos que componen este sistema están compuestos a su vez por células con alto nivel de especificidad, lo cual les confiere propiedades puntuales como la elasticidad (Randall et al, D. 2002).

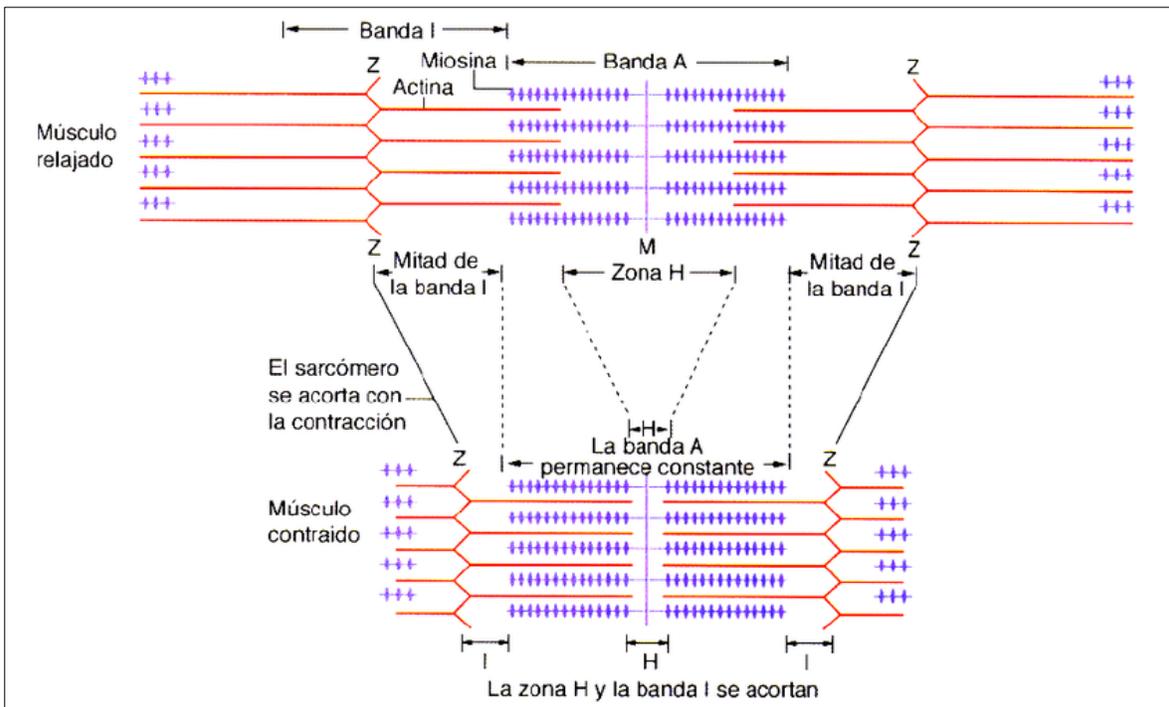
## 2. FUNCIÓN

Dentro de las funciones que cumple el sistema muscular se encuentran:

1. Locomoción: efectuar el desplazamiento de la sangre y el movimiento de las extremidades.
2. Actividad motora de los órganos internos: el sistema muscular es el encargado de hacer que todos nuestros órganos desempeñen sus funciones, ayudando a otros sistemas como por ejemplo al sistema cardiovascular.
3. Información del estado fisiológico: por ejemplo, un cólico renal provoca contracciones fuertes del músculo liso generando un fuerte dolor, signo del propio cólico.
4. Mímica: el conjunto de las acciones faciales, también conocidas como gestos, que sirven para expresar lo que sentimos y percibimos.
5. Estabilidad: los músculos conjuntamente con los huesos permiten al cuerpo mantenerse estable, mientras permanece en estado de actividad.
6. Postura: el control de las posiciones que realiza el cuerpo en estado de reposo.
7. Producción de calor: al producir contracciones musculares se origina energía calórica.
8. Forma: los músculos y tendones dan el aspecto típico del cuerpo.
9. Protección: el sistema muscular sirve como protección para el buen funcionamiento del sistema digestivo como para los órganos vitales.

### 3. EL SARCÓMERO

El sarcómero es la unidad anatómica y funcional del músculo estriado (en siguiente sección). Se encuentra limitado por dos líneas Z con una zona A (anisótropa) y dos semizonas I (isótropas). Está formado por actina y miosina. La contracción del músculo consiste en el deslizamiento de los miofilamentos finos de actina sobre los miofilamentos de miosina (miofilamentos gruesos), todo esto regulado por la intervención nerviosa y la participación del calcio. En la banda I del sarcómero pueden distinguirse los filamentos de actina (filamento fino) que nacen de los discos Z, donde existe la alfa actinina, que es la proteína que une la actina y la titina. Esta última es una proteína elástica (la más grande del organismo), y posee dos funciones: Mantiene a la miosina en su posición. Debido a que tiene una parte elástica, actúa como resorte recuperando la longitud de la miofibrilla después de la contracción muscular. En la banda A del sarcómero se encuentran los filamentos de miosina, responsables de la contracción muscular (Ross y Pawlina 2012).



[https://www.researchgate.net/figure/Figura-1-Arriba-Estructura-microscopica-de-la-sarcomera-filamento-de-actina-miosina\\_fig1\\_278392849](https://www.researchgate.net/figure/Figura-1-Arriba-Estructura-microscopica-de-la-sarcomera-filamento-de-actina-miosina_fig1_278392849)

Los sarcómeros son capaces de iniciar grandes movimientos al contraerse al unísono. Su estructura única permite que estas pequeñas unidades coordinen las contracciones de los músculos.

De hecho, las propiedades contráctiles del músculo son una característica definitoria de los animales, dado que el movimiento de los animales es notablemente suave y complejo. La locomoción requiere un cambio en la longitud del músculo a medida que este se flexiona, lo que requiere una estructura molecular que permita el acortamiento del músculo.

#### **4. TIPOS DE MÚSCULO**

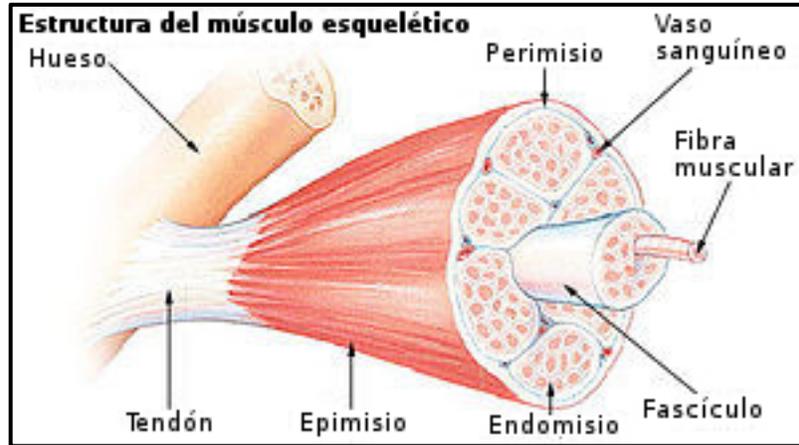
Se distinguen tres grupos de músculos, según su disposición:

El músculo esquelético  
El músculo liso  
El músculo cardíaco.

##### **4.1 El músculo esquelético**

El músculo esquelético o estriado es un tipo de músculo que tiene como unidad fundamental el sarcómero, y que presenta, al verlo a través de un microscopio, estrías que están formadas por las bandas claras y oscuras alternadas del sarcómero. Está formado por fibras musculares en forma de huso, con extremos muy afinados, y más cortas que las del músculo liso. Éstas fibras poseen la propiedad de la plasticidad, es decir, cambian su longitud cuando son estiradas, y son capaces de volver a recuperar la forma original. Para mejorar la plasticidad de los músculos, sirven los estiramientos. Es el encargado del movimiento de los esqueletos axial y apendicular y del mantenimiento de la postura o posición corporal. Además, el músculo esquelético ocular ejecuta los movimientos más precisos de los ojos (Tortora y Derrickson 2012).

El tejido musculo esquelético está formado por haces de células muy largas (hasta 30 cm), cilíndricas y plurinucleadas, que contienen abundantes filamentos, las miofibrillas. El diámetro de las fibras musculares estriadas esqueléticas oscila entre 10 y 100 micrómetros. Estas fibras se originan en el embrión por la fusión de células alargadas denominadas mioblastos. En las fibras musculares esqueléticas, los numerosos núcleos se localizan en la periferia, cerca del sarcolema. Esta localización característica ayuda a diferenciar el músculo esquelético del músculo cardíaco debido a que ambos muestran estriaciones pero en el músculo cardíaco los núcleos son centrales (Ross y Pawlina 2012).



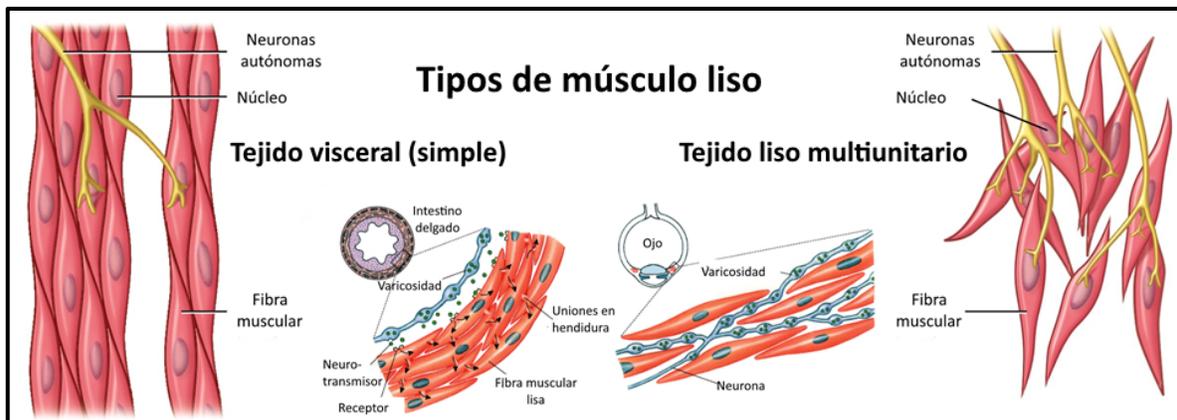
[https://es.wikipedia.org/wiki/M%C3%BAsculo\\_esquel%C3%A9tico](https://es.wikipedia.org/wiki/M%C3%BAsculo_esquel%C3%A9tico)

### 4.2 El músculo liso

El músculo liso, también conocido como visceral o involuntario, se compone de células en forma de huso que poseen un núcleo central que asemeja la forma de la célula que lo contiene, carecen de estrías transversales aunque muestran ligeramente estrías longitudinales. El estímulo para la contracción de los músculos lisos está mediado por el sistema nervioso vegetativo autónomo. El músculo liso se localiza en los aparatos reproductor y excretor, en los vasos sanguíneos, en la piel, y órganos internos (Ross y Pawlina 2012).

Existen músculos lisos unitarios, que se contraen rápidamente (no se desencadena inervación), y músculos lisos multiunitarios, en los cuales las contracciones dependen de la estimulación nerviosa. Los músculos lisos unitarios son como los del útero, uréter, aparato gastrointestinal, etc.; y los músculos lisos multiunitarios son los que se encuentran en el iris, membrana nictitante del ojo, tráquea, etc.

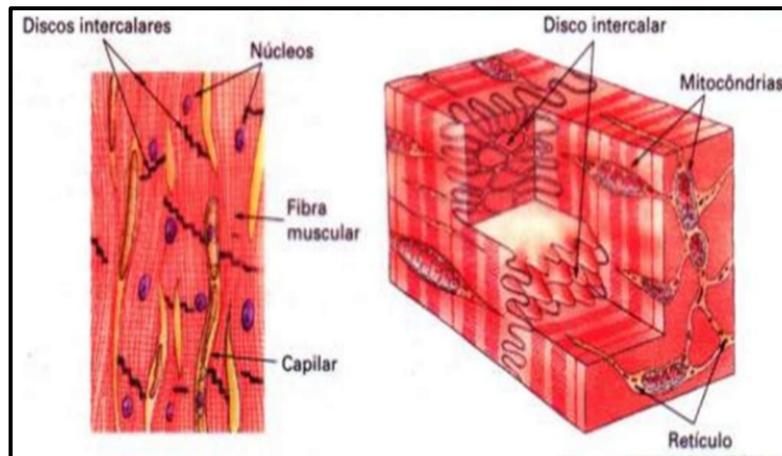
El músculo liso posee además, al igual que el músculo estriado, las proteínas actina y miosina.



<https://www.pinterest.com/pin/166633254946867439/?nic=1>

### 4.3 El músculo cardíaco

El músculo cardíaco (miocardio) es un tipo de músculo estriado encontrado en el corazón. Su función es bombear la sangre a través del sistema circulatorio por contracción. El músculo cardíaco generalmente funciona involuntaria y rítmicamente, sin tener estimulación nerviosa. Es un músculo miogénico, es decir autoexcitable (Ross y Pawlina 2012).



<https://www.slideshare.net/marielaterceros/musculo-cardiaco-mariela/5>

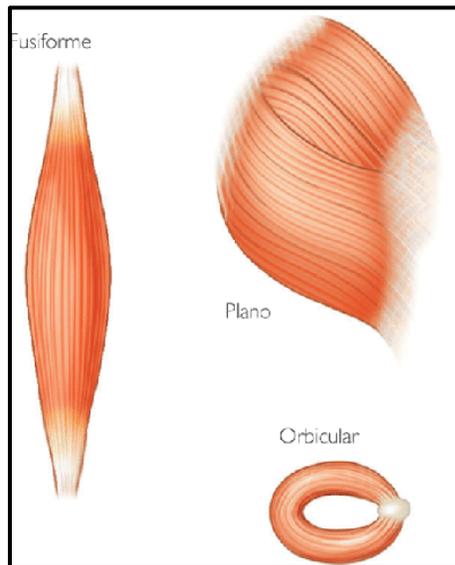
Las células musculares cardíacas o cardiomiocitos, son mucho más cortas que las musculares esqueléticas. La longitud de las células se puede apreciar por la distancia que hay entre las bandas oscuras denominadas discos intercalares. Estas bandas son realmente áreas, o discos, a modo de láminas que unen dos células contiguas. Son densos porque aquí se acumulan numerosas proteínas: conjunto de complejos de unión donde se pueden encontrar desmosomas, uniones adherentes y uniones estrechas. Los cardiomiocitos poseen un núcleo, aunque a veces se observan binucleadas, localizado en posición central. En el aumento de la vista longitudinal se observan estrías transversales que corresponden a la superposición de elementos del citoesqueleto y por ello es músculo estriado. Son células ramificadas, al contrario que las otros tipos de células musculares (Tortora y Derrickson. 2012).

El músculo cardíaco se contrae automáticamente a su propio ritmo, unas 100.000 veces al día. No se puede controlar conscientemente, sin embargo, su ritmo de contracción está regulado por el sistema nervioso autónomo dependiendo de que el cuerpo esté activo o en reposo.

## 5. LA FORMA DE LOS MÚSCULOS

Cada músculo posee una determinada estructura y entre ellas encontramos (Welsch, 2010):

1. Fusiformes o músculos con forma de huso. Son gruesos en su parte central y delgados en los extremos.
2. Planos y anchos, son los que se encuentran en el tórax (abdominales), y protegen los órganos vitales ubicados en la caja torácica.
3. Abanicoides o abanico, los músculos pectorales o los temporales de la mandíbula.
4. Circulares, músculos en forma de aro. Se encuentran en muchos órganos, para abrir y cerrar conductos. por ejemplo el píloro o el orificio anal.
5. Orbiculares, músculos semejantes a los fusiformes, pero con un orificio en el centro, sirven para cerrar y abrir otros órganos. Por ejemplo los labios y los ojos.



<http://ceipgloriafuertespeligros6a.blogspot.com/2014/11/conocimiento-tipos-de-musculos.html>

Del mismo modo, según el tipo de movimiento que realizan, se pueden clasificar en:

1. Flexores: producen movimiento de flexión.
2. Extensores: producen movimiento de extensión.
3. Aductores: producen movimiento para acercar un miembro y órgano al eje central del cuerpo.
4. Abductores: producen movimiento para alejar un miembro y órgano al eje central del cuerpo.
5. Pronadores: movimiento que dirige la mano o el antebrazo hacia la parte frontal posterior del cuerpo.
6. Supinadores: movimiento que dirige la mano o el antebrazo hacia la parte frontal anterior del cuerpo.

## **6. CONTRACCIÓN MUSCULAR**

La contracción muscular se refiere al proceso fisiológico durante el cual el músculo, por deslizamiento de las estructuras que lo componen; se acorta o se relaja. Su funcionamiento está estrechamente relacionado con la estructura de la fibra muscular y la transmisión del potencial eléctrico a través de las vías nerviosas. El modelo que describe la contracción muscular se conoce como mecanismo de deslizamiento de filamentos (Schmidt-Nielsen, 1983).

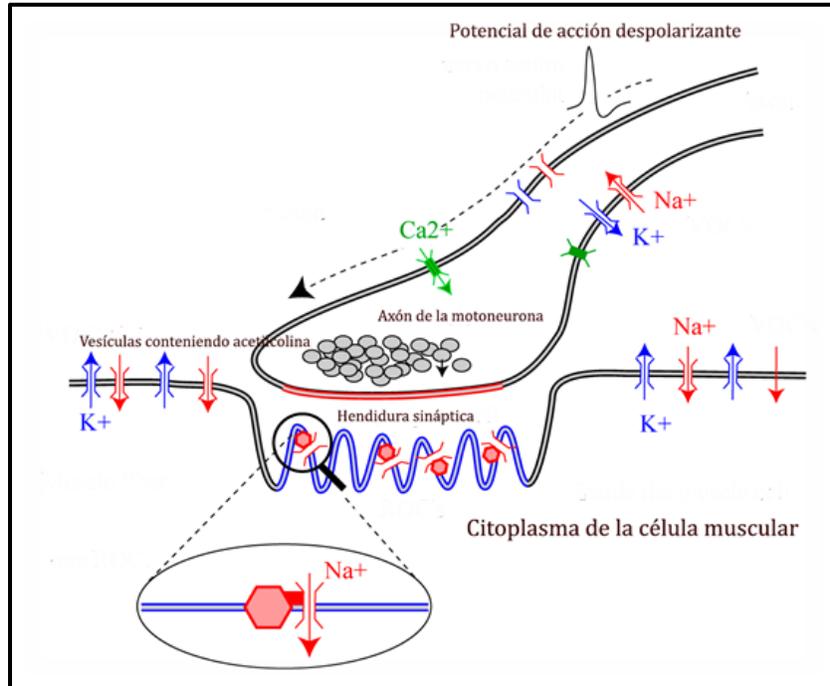
### **6.1 Proteínas de los filamentos**

Las miofibrillas se encuentran formadas por tres tipos de proteínas que pueden ser clasificadas de la siguiente manera:

1. Contráctiles, que generan la fuerza necesaria durante las contracciones: miosina y actina.
2. Reguladoras, que activan y desactivan el proceso de contracción: troponina y tropomiosina.
3. Estructurales, que alínean los filamentos y los conectan con el sarcolema: titina, miomesina, nebulina y distrofina.

### **6.2 Acoplamiento excitación-contracción**

El impulso nervioso generado en la neurona se transmite a lo largo del axón hasta llegar al bulbo terminal de este, donde abre compuertas de voltaje que permiten la entrada de calcio. El impulso presiona las vesículas de acetilcolina que existen en el interior del bulbo contra la membrana presináptica y, conjuntamente con el calcio que había entrado, provocan la expulsión por exocitosis del contenido de las vesículas a la hendidura sináptica. La acetilcolina liberada se une a sus receptores en la membrana postsináptica; los que son compuertas de ligando que se abren y permiten el paso de iones sodio que anteriormente se encontraban en la hendidura sináptica (Schmidt-Nielsen, 1983).



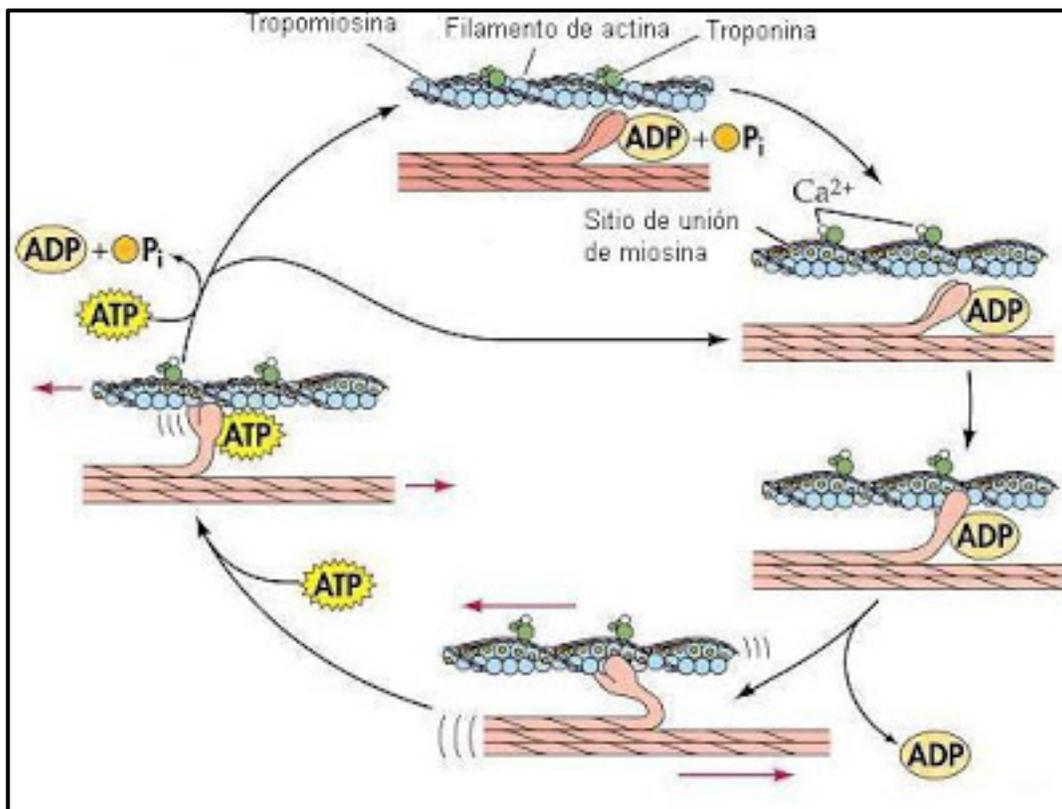
<http://www.info-farmacia.com/ultimas-publicaciones/bloqueantesneuromuscularesdesintesisenanestesia>

El paso de estos iones al interior de la fibra muscular genera una diferencia de potencial que se conoce; inicialmente con el nombre de Potencial de Placa Motora, y que al transmitirse por todo el sarcolema se convierte en un Potencial de Acción. Este Potencial de Acción circula por la membrana de la fibra muscular hasta llegar a unas invaginaciones conocidas como túbulos T, y que forman parte de una estructura denominada triada, conformada por un túbulo T y dos cisternas terminales del retículo sarcoplasmático. En estas cisternas se almacena calcio, que es liberado al citosol por la acción del impulso eléctrico sobre canales de compuerta de voltaje, y que se va a unir a la troponina que forma parte del complejo troponina-tropomiosina, encargado de obstaculizar los sitios de unión sobre el filamento de actina. Al producirse el complejo troponina-calcio, la tropomiosina deja libre los sitios de unión para que la cabeza de la miosina se inserte en ellos y comience así el deslizamiento de dichos filamentos (Tortora y Derrickson 2012).

### 6.3 Ciclo de contracción

La secuencia de fenómenos que da lugar al deslizamiento de los filamentos o sea el ciclo de contracción consta de cuatro etapas:

1. Hidrólisis de ATP: La cabeza de miosina contiene una bolsa de unión con el ATP y una ATPasa (enzima que hidroliza el ATP en ADP y un grupo fosfato). Esta hidrólisis le confiere energía a la cabeza de la miosina.
2. Formación de puentes cruzados: La cabeza de la miosina provista de energía se enlaza a los sitios de unión en la actina, posteriormente libera el grupo fosfato.
3. Fase de deslizamiento: Se abre la bolsa de la cabeza de la miosina y deja escapar el ADP durante este proceso la cabeza gira lo que genera fuerza hacia el centro de la sarcómera, con la que se desliza el filamento delgado sobre el grueso hacia la línea M.
4. Desacoplamiento: Al concluir la fase anterior, la cabeza de la miosina permanece unida a la actina hasta que se une a ella otra molécula de ATP, provocando que esta se separe y el proceso comience otra vez (Tortora y Derrickson. 2012).



<http://ivanfisio.blogspot.com/2012/10/contraccion-muscular.html>

## 7. CUIDADO DEL SISTEMA MUSCULAR

Para mantener al sistema muscular en óptimas condiciones, se debe tener presente una dieta equilibrada, con dosis justas de glucosa que es la principal fuente energética de nuestros músculos. Evitar el exceso en el consumo de grasas, ya que no se metabolizan completamente, produciendo sobrepeso. Para rutinas de ejercicios físicos prolongados, necesitan una dieta rica en azúcares y vitaminas.

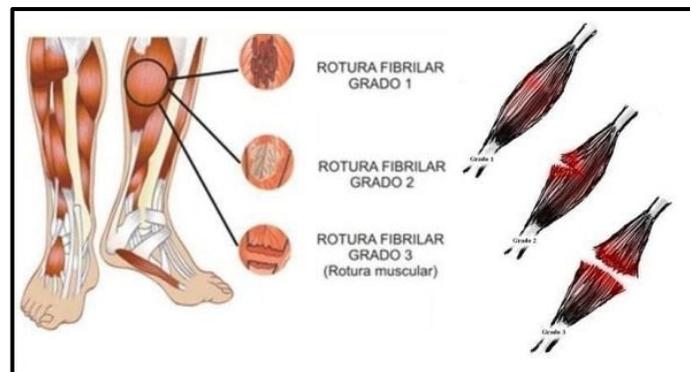
Además de una alimentación saludable se recomienda el ejercicio físico, el ejercicio muscular produce que los músculos trabajen, desarrollándose aumentando su fuerza y volumen, adquiriendo elasticidad y contractilidad, resistiendo mejor a la fatiga. También beneficia el desarrollo del esqueleto porque lo robustece, fortalece y modela, debido a la tracción que los músculos ejercen sobre los huesos, si los ejercicios son correctamente practicados, perfeccionan la armonía de las líneas y curvas.

El ejercicio ayuda al desempeño de los órganos. Aumenta el volumen torácico, mejora la respiración y la circulación sanguínea, ampliando el tamaño de los pulmones y del corazón. Otro efecto del ejercicio físico, es que provoca un aumento considerable en el apetito, favoreciendo la digestión y la asimilación de los alimentos (Liem et al. 2001).

## 8. ENFERMEDADES

Las enfermedades que afectan al sistema muscular pueden ser producidas por algunos virus que atacan directamente al músculo, también se experimentan dolencias por cansancio muscular, posturas inadecuadas, ejercicios bruscos o accidentes. Algunas enfermedades y dolencias que afectan al sistema muscular son:

1. Desgarro: ruptura del tejido muscular.



<https://losprimerosauxilios.net/como-tratar-un-desgarro-muscular/>

2. Calambre: contracción espasmódica involuntaria, que afecta a los músculos superficiales.
3. Esguince: lesión producida por un daño moderado o total de las fibras musculares.
4. Distrofia muscular: degeneración de los músculos esqueléticos.
5. Atrofia: pérdida o disminución del tejido muscular.
6. Hipertrofia: crecimiento o desarrollo anormal de los músculos, produciendo en algunos casos serias deformaciones. No obstante, la hipertrofia muscular controlada es uno de los objetivos del culturismo.
7. Poliomiélitis: conocida comúnmente como polio. Es una enfermedad producida por un virus, que ataca al sistema nervioso central, y ocasiona que los impulsos nerviosos no se transmitan y las extremidades se atrofién.
8. Miastenia gravis: es un trastorno neuromuscular, se caracteriza por una debilidad del tejido muscular y el sistema muscular es un componente ácido (Liem, et al. 2001).

## **RESUMEN**

El sistema muscular es uno de los más complejos e importantes sistemas del cuerpo. Dentro de las diversas funciones que cumple está la de brindar soporte, postura y movilidad al organismo. También es encargado de la generación de calor derivado de la contracción muscular.

Dentro del sistema muscular se pueden diferenciar tres tipos de músculos: el esquelético o estriado, el músculo liso, y, finalmente, el músculo cardíaco.

Derivado de la constante y, muchas veces, forzada ejecución de diversas actividades, el sistema muscular puede verse comprometido, siendo frecuentes diversas patologías derivadas, tal y como son los desgarros, calambres, atrofia muscular, entre otras. Un buen cuidado de este sistema involucra una dieta equilibrada así como ejercicio físico realizado de una manera adecuada.

**BIBLIOGRAFIA**

- Liem, K., Bemis W., Walker, W., y L. Grande. 2001. *Functional Anatomy of the Vertebrates: An Evolutionary Perspective* (3ed.) Cengage Learning, Inc. pp. 784. (ISBN: 0030223695).
- Nigam, H. C. 2008. *Biology of Chordates (Composite Volume)*. Vishal Publishing Co. India. pp 622 (ISBN: 81-88646-21-0).
- Nilsson, G. E. 2010. *Respiratory physiology of vertebrates, life with and without oxygen*. Cambridge University Press. UK. pp. 334. (ISBN: 9780521703024).
- Randall, D., W. Burggren y K. French. 2002. *Animal Physiology. Mechanisms and adaptations*. W.H. Freeman and Co. New York. (ISBN: 9780716738633).
- Ross, M. y W. Pawlina. 2012. *Histología, texto y atlas color con Biología Celular y Molecular* (6ed). Panamericana. China. pp. 974. (ISBN: 9500604353).
- Schmidt-Nielsen, K. 1983. *Fisiología Animal*. Ed. Omega. Barcelona, Esp. 499pp. (ISBN: 9788428202909).
- Tortora G. y B. Derrickson. 2012. *Principles of anatomy and physiology* (13 ed.). John Wiley & Sons, Inc. USA. pp. 1222. (ISBN: 0470565101).
- Weichert, C. y W. Presch. 1989. *Elementos de Anatomía de los cordados* (4ed). McGraw-Hill. pp. 531.
- Welsch, U. 2010. *Sobotta, Histología* (2ed.). Panamericana. España. pp. 593. (ISBN: 6077743917).
- Zboray, G., Kovács, Z., Kriska, G., Molnár, K. y Z. Pálfi. 2010. *Atlas of comparative sectional anatomy of 6 invertebrates and 5 vertebrates*. SpringerWienNewYork. Austria. pp. 295. (ISBN: 978-3-211-99762-8).

**Páginas Web**

- [https://www.researchgate.net/figure/Figura-1-Arriba-Estructura-microscopica-de-la-sarcomera-filamento-de-actina-miosina\\_fig1\\_278392849](https://www.researchgate.net/figure/Figura-1-Arriba-Estructura-microscopica-de-la-sarcomera-filamento-de-actina-miosina_fig1_278392849)
- [https://es.wikipedia.org/wiki/M%C3%BAsculo\\_esquel%C3%A9tico](https://es.wikipedia.org/wiki/M%C3%BAsculo_esquel%C3%A9tico)
- <https://www.slideshare.net/marielaterceros/musculo-cardiaco-mariela/5>
- <http://www.info-farmacia.com/ultimas-publicaciones/bloqueantesneuromuscularesdesintesisenanestesia>
- <http://ivanfisisio.blogspot.com/2012/10/contraccion-muscular.html>
- <https://losprimerosauxilios.net/como-tratar-un-desgarro-muscular/>