

# SISTEMA MUSCULAR

O tecido muscular é de origem mesodérmica, sendo caracterizado pela propriedade de contração e distensão de suas células, o que determina a movimentação dos membros e das vísceras. Há basicamente três tipos de tecido muscular: liso, estriado esquelético e estriado cardíaco.

Tecido muscular liso



Músculo liso: o músculo involuntário localiza-se na pele, órgãos internos, aparelho reprodutor, grandes vasos sanguíneos e aparelho excretor. O estímulo para a contração dos músculos lisos é mediado pelo sistema nervoso vegetativo.

Tecido muscular estriado



Músculo estriado esquelético: é innervado pelo sistema nervoso central e, como este se encontra em parte sob controle consciente, chama-se músculo voluntário. As contrações do músculo esquelético permitem os movimentos dos diversos ossos e cartilagens do esqueleto.

Tecido muscular cardíaco



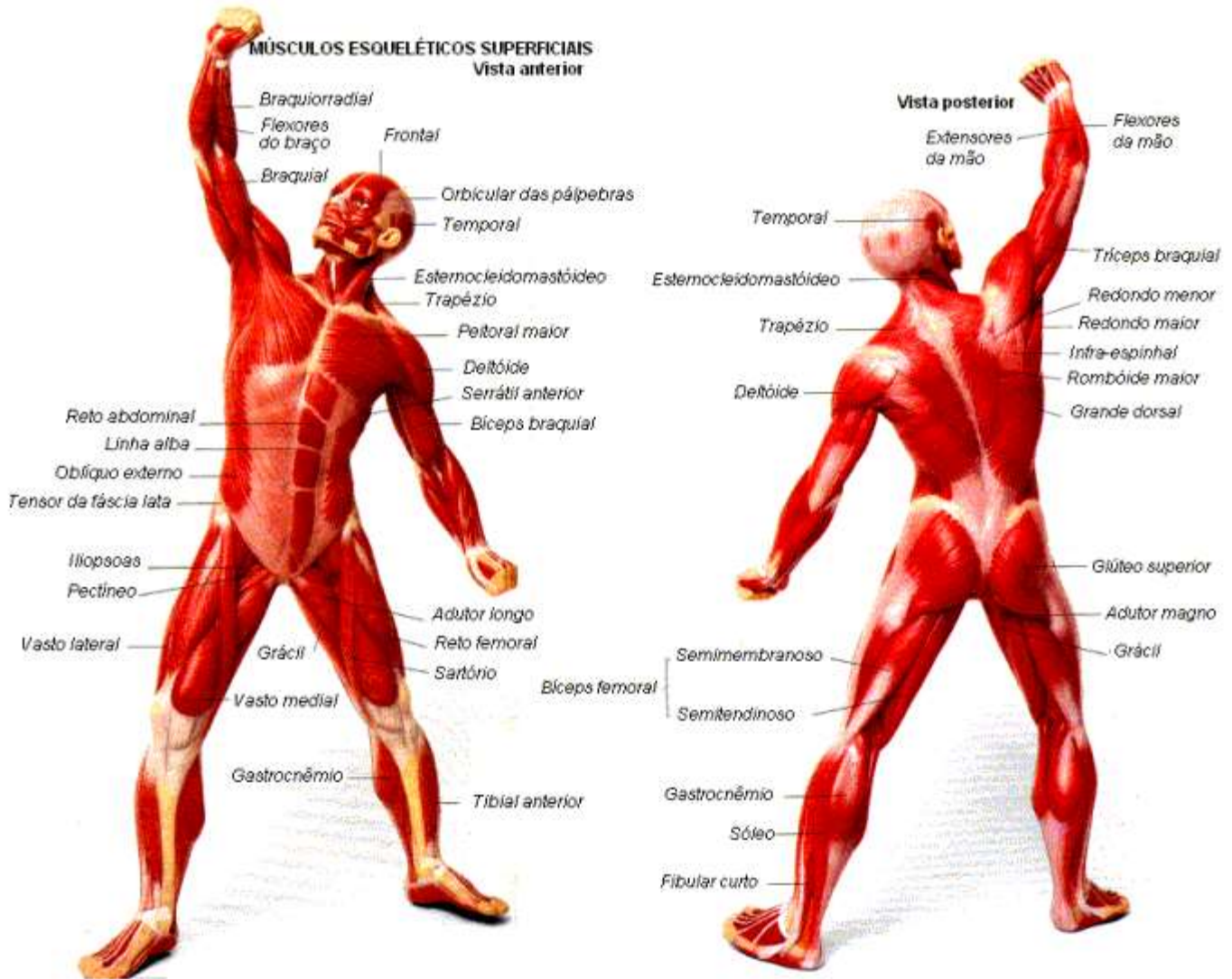
Músculo cardíaco: este tipo de tecido muscular forma a maior parte do coração dos vertebrados. O músculo cardíaco carece de controle voluntário. É innervado pelo sistema nervoso vegetativo.

Estriado esquelético	Estriado cardíaco	Liso
		
<p>Miócitos longos, multinucleados (núcleos periféricos).</p> <p>Miofilamentos organizam-se em estrias longitudinais e transversais.</p> <p><b>Contração rápida e voluntária</b></p>	<p>Miócitos estriados com um ou dois núcleos centrais.</p> <p>Células alongadas, irregularmente ramificadas, que se unem por estruturas especiais: <b>discos intercalares</b>.</p>	<p>Miócitos alongados, mononucleados e sem estrias transversais.</p> <p><b>Contração involuntária e lenta.</b></p>

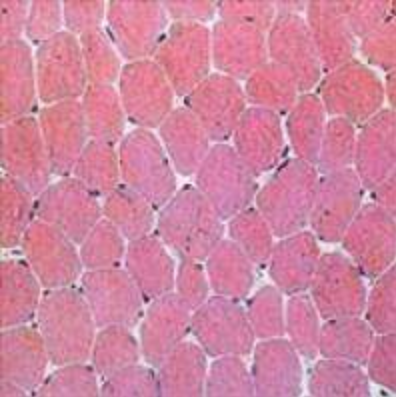
Contração involuntária, vigorosa e rítmica.

## Musculatura Esquelética

O **sistema muscular esquelético** constitui a maior parte da musculatura do corpo, formando o que se chama popularmente de **carne**. Essa musculatura recobre totalmente o esqueleto e está presa aos ossos, sendo responsável pela movimentação corporal.



Os músculos esqueléticos estão revestidos por uma lâmina delgada de tecido conjuntivo, o **perímio**, que manda septos para o interior do músculo, septos dos quais se derivam divisões sempre mais delgadas. O músculo fica assim dividido em feixes (primários, secundários, terciários). O revestimento dos feixes menores (primários), chamado **endomísio**, manda para o interior do músculo membranas delgadíssimas que envolvem cada uma das fibras musculares. A fibra muscular é uma célula cilíndrica ou prismática, longa, de 3 a 12 centímetros; o seu diâmetro é infinitamente menor, variando de 20 a 100 microns (milésimos de milímetro), tendo um aspecto de



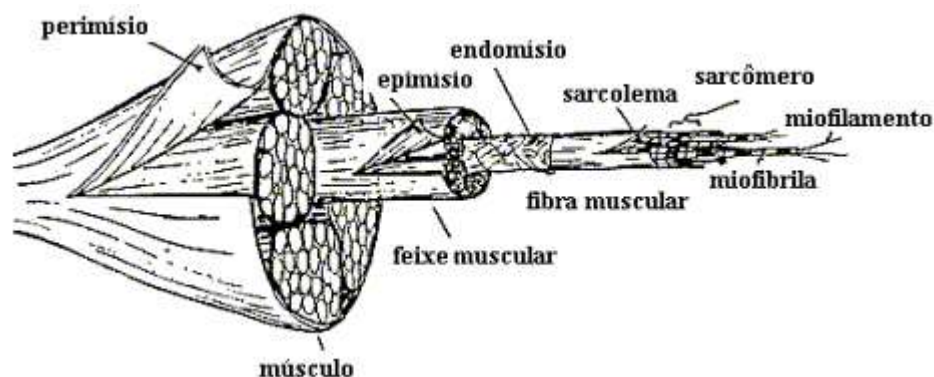
fundindo-se  
Dessa forma,  
músculo  
formado por  
percorrem o



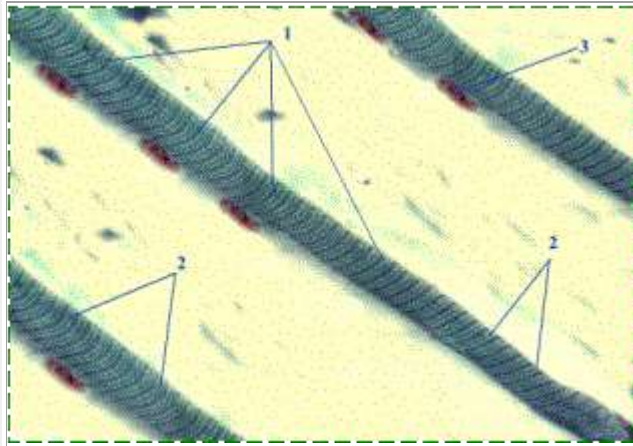
filamento fusiforme. No seu interior notam-se muitos núcleos, de modo que se tem a idéia de ser a fibra constituída por várias células que perderam os seus limites, umas com as outras. podemos dizer que um esquelético é um pacote longas fibras, que músculo de ponta a ponta.

No citoplasma da fibra muscular esquelética há muitas **miofibrilas** contráteis, constituídas por filamentos compostos por dois tipos principais de proteínas – a actina e a miosina. Filamentos de **actina** e **miosina** dispostos regularmente originam um padrão bem definido de estrias (faixas) transversais alternadas, claras e escuras. Essa estrutura existe somente nas fibras que constituem os músculos esqueléticos, os quais são por isso chamados **músculos estriados**.

Em torno do conjunto de miofibrilas de uma fibra muscular esquelética situa-se o **retículo sarcoplasmático** (retículo endoplasmático liso), especializado no armazenamento de íons cálcio.

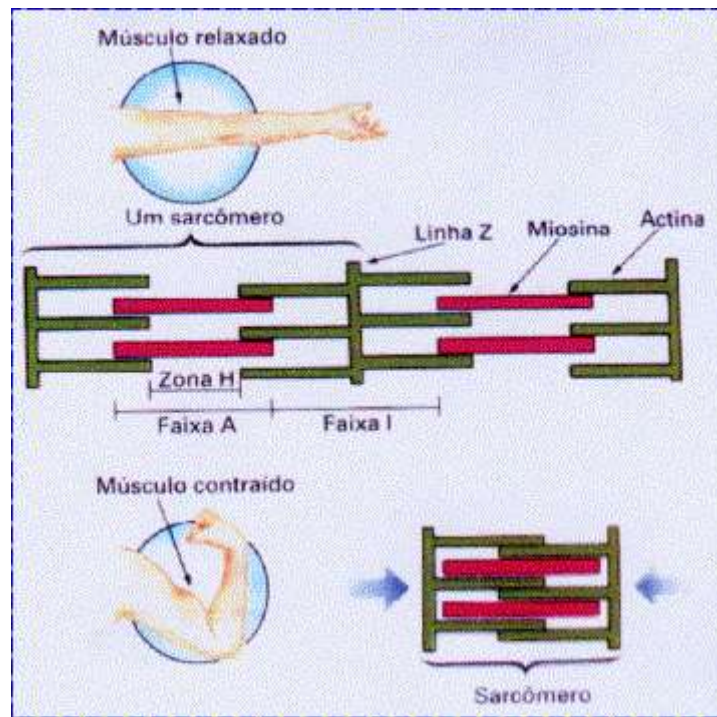


As miofibrilas são constituídas por unidades que se repetem ao longo de seu comprimento, denominadas **sarcômeros**. A distribuição dos filamentos de actina e miosina varia ao longo do sarcômero. As faixas mais extremas e mais claras do sarcômero, chamadas **banda I**, contêm apenas filamentos de actina. Dentro da banda I existe uma linha que se cora mais intensamente, denominada **linha Z**, que corresponde a várias uniões entre dois filamentos de actina. A faixa central, mais escura, é chamada **banda A**, cujas extremidades são formadas por filamentos de actina e miosina sobrepostos. Dentro da banda A existe uma região mediana mais clara – a **banda H** – que contém apenas miosina. Um **sarcômero** compreende o **segmento entre duas linhas Z consecutivas** e é a unidade contrátil da fibra muscular, pois é a menor porção da fibra muscular com capacidade de contração e distensão.

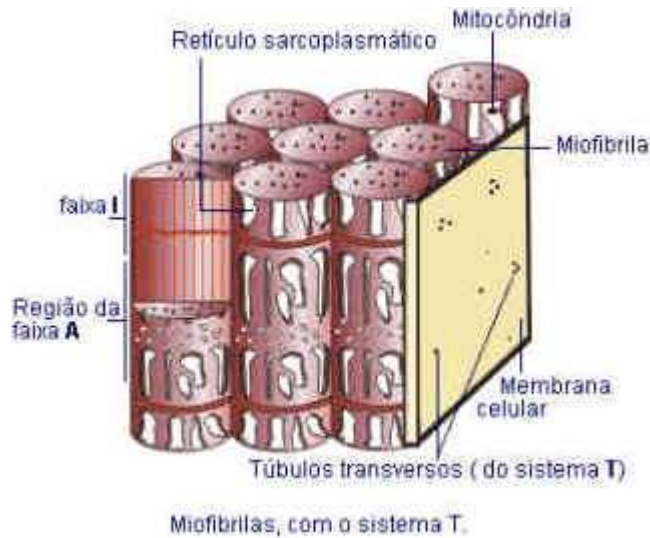


- 1- Bandas escuras (anisotrópicas – banda A).
- 2- Faixas claras (isotrópicas – banda I, com linha Z central).
- 3- Núcleos periféricos.

**Contração:** ocorre pelo deslizamento dos filamentos de actina sobre os de miosina e o sarcômero diminui devido à aproximação das duas linhas Z, e a **zona H chega a desaparecer**.



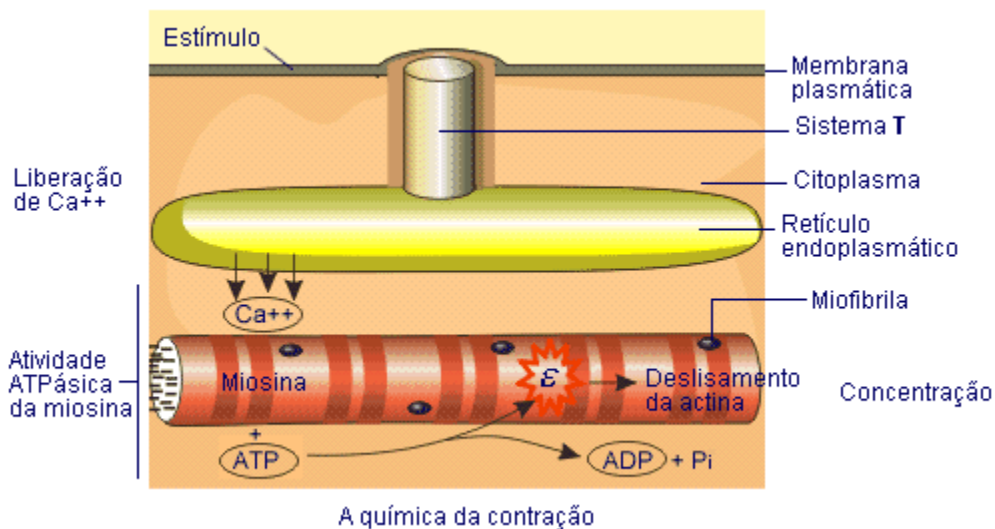
A contração do músculo esquelético é voluntária e ocorre pelo deslizamento dos filamentos de actina sobre os de miosina. Nas pontas dos filamentos de miosina existem pequenas projeções, capazes de formar ligações com certos sítios dos filamentos de actina, quando o músculo é estimulado. Essas projeções de miosina puxam os filamentos de actina, forçando-os a deslizar sobre os filamentos de miosina. Isso leva ao encurtamento das miofibrilas e à contração muscular. Durante a contração muscular, o sarcômero diminui devido à aproximação das duas linhas Z, e a zona H chega a desaparecer.



Constatou-se, através de microscopia eletrônica, que o **sarcolema** (membrana plasmática) da fibra muscular sofre invaginações, formando túbulos anastomosados que envolvem cada conjunto de miofibrilas. Essa rede foi denominada **sistema T**, pois as invaginações são perpendiculares as miofibrilas. Esse sistema é responsável pela contração uniforme de cada fibra muscular estriada esquelética, não ocorrendo nas fibras lisas e sendo reduzido nas fibras cardíacas.

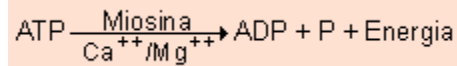
### *A química da contração muscular*

O estímulo para a contração muscular é geralmente um impulso nervoso, que chega à fibra muscular através de um nervo. O impulso nervoso propaga-se pela membrana das fibras musculares (sarcolema) e atinge o retículo sarcoplasmático, fazendo com que o cálcio ali armazenado seja liberado no hialoplasma. Ao entrar em contato com as miofibrilas, o cálcio desbloqueia os sítios de ligação da actina e permite que esta se ligue à miosina, iniciando a contração muscular. Assim que cessa o estímulo, o cálcio é imediatamente rebombeado para o interior do retículo sarcoplasmático, o que faz cessar a contração.



A energia para a contração muscular é suprida por moléculas de ATP produzidas durante a respiração celular. O ATP atua tanto na ligação da miosina à actina quanto em sua separação, que ocorre durante o relaxamento muscular. Quando falta ATP, a miosina mantém-se unida à actina, causando enrijecimento muscular. É o que acontece após a morte, produzindo-se o estado de rigidez cadavérica (rigor mortis).

A quantidade de ATP presente na célula muscular é suficiente para suprir apenas alguns segundos de atividade muscular intensa. A principal **reserva de energia** nas células musculares é uma substância denominada **fosfato de creatina (fosfocreatina ou creatina-fosfato)**. Dessa forma, podemos resumir que a **energia** é inicialmente fornecida pela respiração celular é armazenada como **fosfocreatina** (principalmente) e na forma de **ATP**. Quando a fibra muscular necessita de energia para manter a contração, grupos fosfatos ricos em energia são transferidos da fosfocreatina para o ADP, que se transforma em ATP. Quando o trabalho muscular é intenso, as células musculares repõem seus estoques de ATP e de fosfocreatina pela intensificação da respiração celular. Para isso utilizam o glicogênio armazenado no citoplasma das fibras musculares como combustível.



Uma teoria simplificada admite que, ao receber um estímulo nervoso, a **fibra muscular** mostra, em seqüência, os seguintes eventos:

1. O **retículo sarcoplasmático** e o **sistema T** liberam íons **Ca<sup>++</sup>** e **Mg<sup>++</sup>** para o citoplasma.
2. Em presença desses dois íons, a **miosina** adquire uma propriedade **ATP ásica**, isto é, desdobra o ATP, liberando a energia de um radical fosfato:
3. A energia liberada provoca o **deslizamento** da actina entre os filamentos de miosina, caracterizando o encurtamento das miofibrilas.

<http://www.afh.bio.br/sustenta/Sustenta4.asp>