

1. TECIDO MUSCULAR

De origem mesodérmica, os tecidos musculares têm como principal característica a capacidade de **contração**, que terá como resultado a locomoção e outros tipos de movimento, como a contração dos órgãos do tubo digestório ou do coração.

As células dos tecidos musculares, denominadas **fibras musculares** ou **miócitos**, são alongadas, possuem tecido conjuntivo associado e são caracterizadas por terem em seu citoplasma grande quantidade de filamentos proteicos de **actina** e **miosina** (as chamadas **miofibrilas**; o prefixo **mio-**, do latim, se refere a músculo), que são responsáveis pela capacidade de contração e distensão dessas células. A actina é uma proteína do citoesqueleto celular (**microfilamentos**) e a miosina (**tipo 2**) é uma proteína associada ao citoesqueleto que permite a geração de movimento celular (contração). Essas estruturas podem ser revistas na Biologia Celular no capítulo sobre Citoesqueleto.

O **tecido muscular** pode ser classificado em três categorias: **tecido muscular liso**, **tecido muscular estriado esquelético** e **tecido muscular estriado cardíaco**, cada um deles, possuindo características próprias, relacionadas à morfologia e função que desempenham no organismo, bem como algumas características relacionadas à sua contração (Fig. 1). Independentemente do tipo, o tecido muscular é altamente vascularizado e inervado, e consome grandes quantidades de energia proveniente da quebra de ATP.

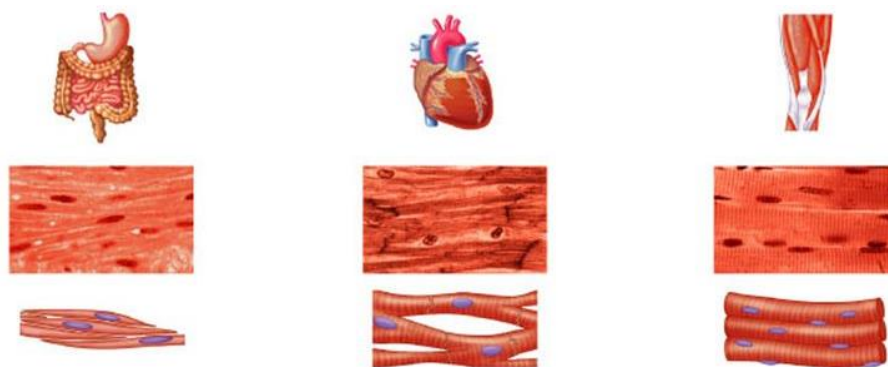


Figura 1: Tipos de tecido muscular: liso, estriado cardíaco, estriado esquelético

Vale ressaltar que o aspecto estriado das fibras musculares estriadas é dado pela organização estrutural dos miofilamentos e proteínas de ligação formando os sarcômeros (Fig. 2). O **sarcômero** é delimitado por duas linhas Z, das quais partem os microfilamentos de actina alternados por filamentos mais espessos de miosina no centro do sarcômero. As células musculares lisas, no entanto, não possuem essa organização sarcomérica, os microfilamentos de actina e a miosina 2 estão presentes para permitir a contração, mas não foram sarcômeros. A designação de tecido liso vem do fato deste músculo não possuir as estrias transversais como os demais tecidos musculares, devido à disposição distinta da miosina e actina no citoplasma.

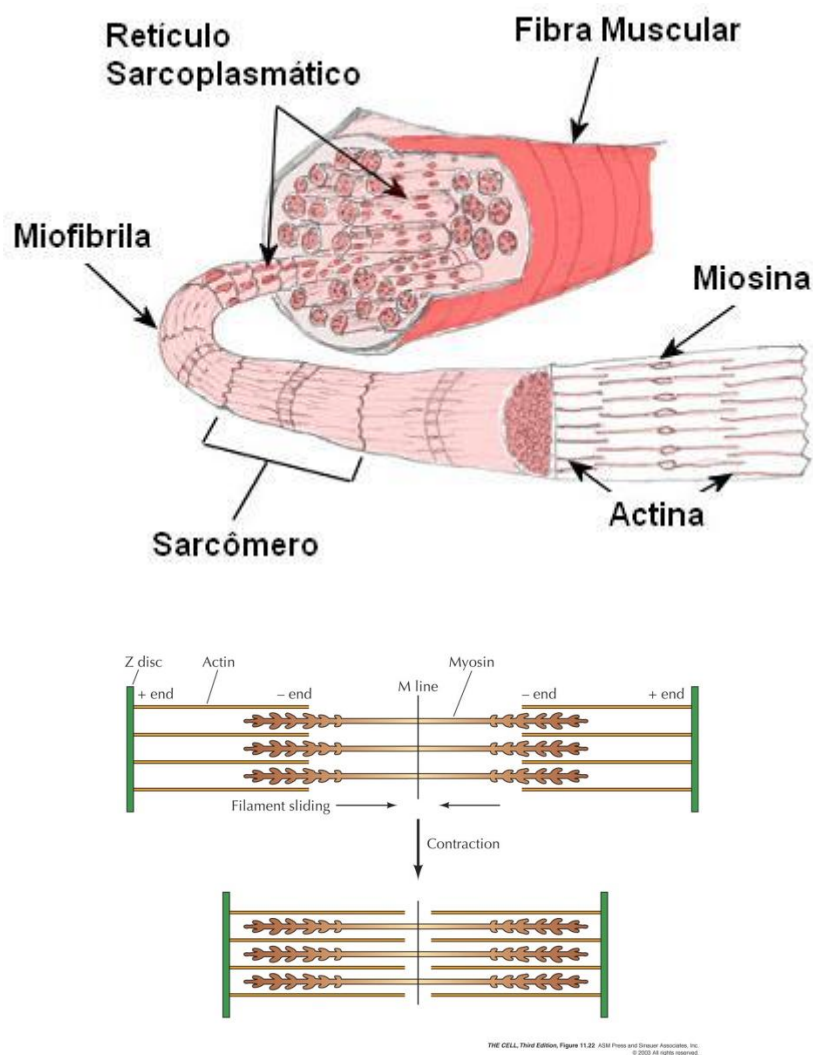


Figura 2: Organização dos filamentos de actina e miosina nos músculos estriados

Quanto às características individuais dos tipos de tecido muscular, o **músculo estriado esquelético** é o que é encontrado em maior proporção nos organismos, apresenta uma **contração forte, rápida, descontínua e voluntária**, dada por estímulos nervosos, estando ligado aos ossos por tendões, atuando na **movimentação geral do corpo**. Os miócitos musculares esqueléticos são **cilíndricos, multinucleados, com núcleos periféricos e muito longos** (de muitos centímetros), contendo um grande número de filamentos de actina e miosina, que observados ao microscópio, formarão as **estrias transversais**, típica dos músculos estriados, como já mencionado. Tais estrias são visíveis apenas quando as células musculares são observadas em **corte longitudinal**.

Referente à organização do tecido muscular estriado esquelético, suas fibras musculares quase sempre formam feixes que se unirão a outros feixes e o conjunto destes constituirão os **músculos**. Entre as fibras musculares (miócitos) individuais, há uma fina camada de tecido conjuntivo frouxo, que conterà os vasos sanguíneos, linfáticos e nervos, denominado **endomísio**. Reunindo as fibras musculares em grupos denominados **fascículos**, há uma segunda camada de tecido conjuntivo, neste caso, denso não modelado, chamada **perimísio**. Envolvendo um conjunto de feixes (ou fascículos) musculares, há ainda uma capa mais externa de tecido conjuntivo denso modelado, denominada **epimísio**, a qual conterà todos os fascículos do músculo (Fig. 3).

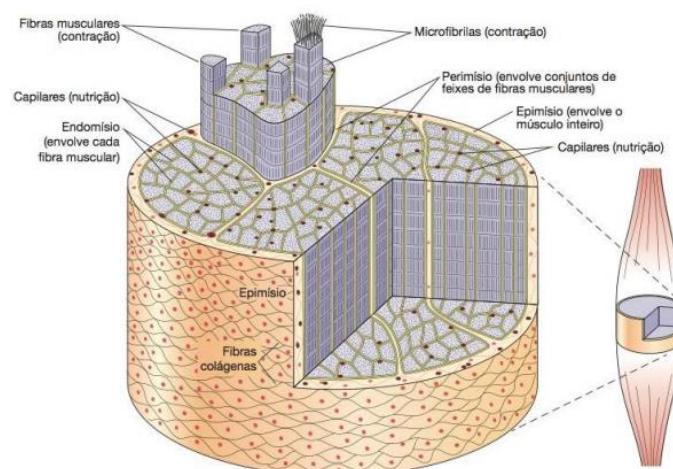


Figura 3: Organização do tecido muscular estriado esquelético pelo tecido conjuntivo para formar um músculo

O **músculo estriado cardíaco** é encontrado somente no coração e tem como principal função se contrair com a finalidade de **bombear sangue**. Seus miócitos também possuem estrias transversais, típicas dos tecidos musculares estriados, possuindo formato cilíndrico, porém são **menores** que os das células do músculo estriado esquelético, são **ramificados** e possuem apenas **um núcleo central**, além de junções comunicantes, de adesão e desmossomos que no seu conjunto são chamados de **discos intercalares**, que fazem a conexão elétrica entre todas as células do coração (Fig. 4). A **contração** deste músculo é **rápida** e **forte**, como no estriado esquelético, mas ao contrário deste, o estímulo para sua contração é **involuntário**, além de sua contração ser **contínua**. O impulso de contração que determina o **ritmo** do batimento cardíaco é gerado localmente pelas **fibras de Purkinje** (células musculares modificadas), que constituem um sistema especial de condução do estímulo elétrico no coração, permitindo que este se contraia de maneira coordenada e sem necessidade de estímulo nervoso (daí ser involuntário). O sistema nervoso interfere apenas na modulação do batimento cardíaco, acelerando ou diminuindo o ritmo, enquanto que o estímulo para o batimento e o seu ritmo é determinado pelas fibras de Purkinje. Entre as células deste músculo também ocorre pequena quantidade de tecido conjuntivo frouxo, mas que não se organiza em camadas como no estriado esquelético (não forma endomísio, perimísio e epimísio).

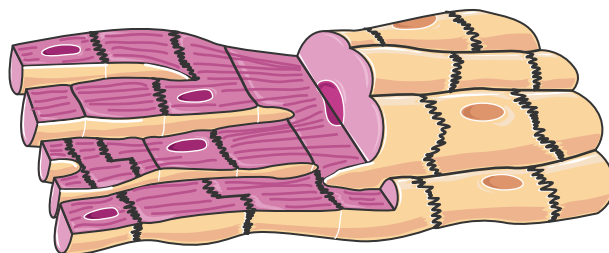


Figura 4: Tecido muscular estriado cardíaco

O **músculo liso**, por sua vez, é encontrado nos órgãos internos, como intestino, bexiga e útero, sendo responsável pelos movimentos peristálticos, responsáveis pela expulsão de urina ou contrações do parto, por exemplo, podendo ainda ser

encontrado na parede dos vasos sanguíneos, onde ajudam a regular a pressão sanguínea. Os miócitos do músculo liso são os **menores**, são **fusiformes** e **mononucleados**, com **núcleo centralizado**, **não** possuindo estrias transversais ou sarcômeros. A contração é **lenta**, **fraca** e **involuntária**, dada por estímulo nervoso, hormonal ou mecânico. As células lisas apresentam actina e miosina organizadas em paralelo entre, mas não na forma de sarcômero.

Vale ressaltar que as estruturas das células musculares possuem nomes específicos, como o **sarcolema** (membrana plasmática), o **sarcoplasma** (citoplasma) e o retículo **sarcoplasmático** (retículo endoplasmático liso). *Sarcos*, do grego, significa carne.

Contração muscular

Quanto à contração muscular, quando estimulado a se contrair, os filamentos de actina das fibras musculares deslizam entre os filamentos de miosina; como resultado, os miofilamentos não diminuem de tamanho, mas os sarcômeros ficam mais curtos e a célula muscular também se encurta. Nas células lisas, como os miofilamentos estão em várias direções, também há contração (a actina também desliza na miosina), mas da célula toda e não apenas no seu comprimento (Fig. 5), como ocorre nos estriados. Resumidamente, os filamentos de actina deslizam sobre os de miosina, devido a pontos de união que se formam entre esses dois filamentos. Para que o deslizamento ocorra, há a participação de grande quantidade de íons Ca^{2+} e ATP. Nesse caso cabe à molécula de miosina o papel de hidrolisar (quebrar) o ATP, liberando a energia necessária para a ocorrência de contração.

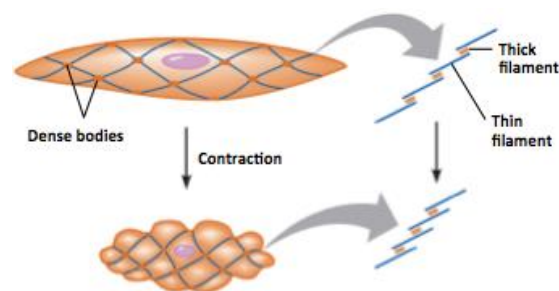


Figura 5: Miócito do tecido muscular liso

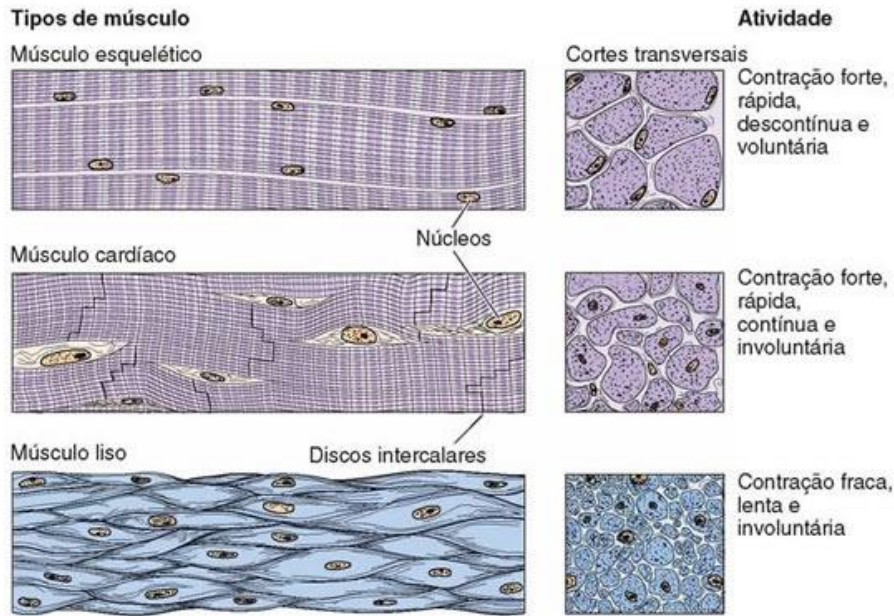
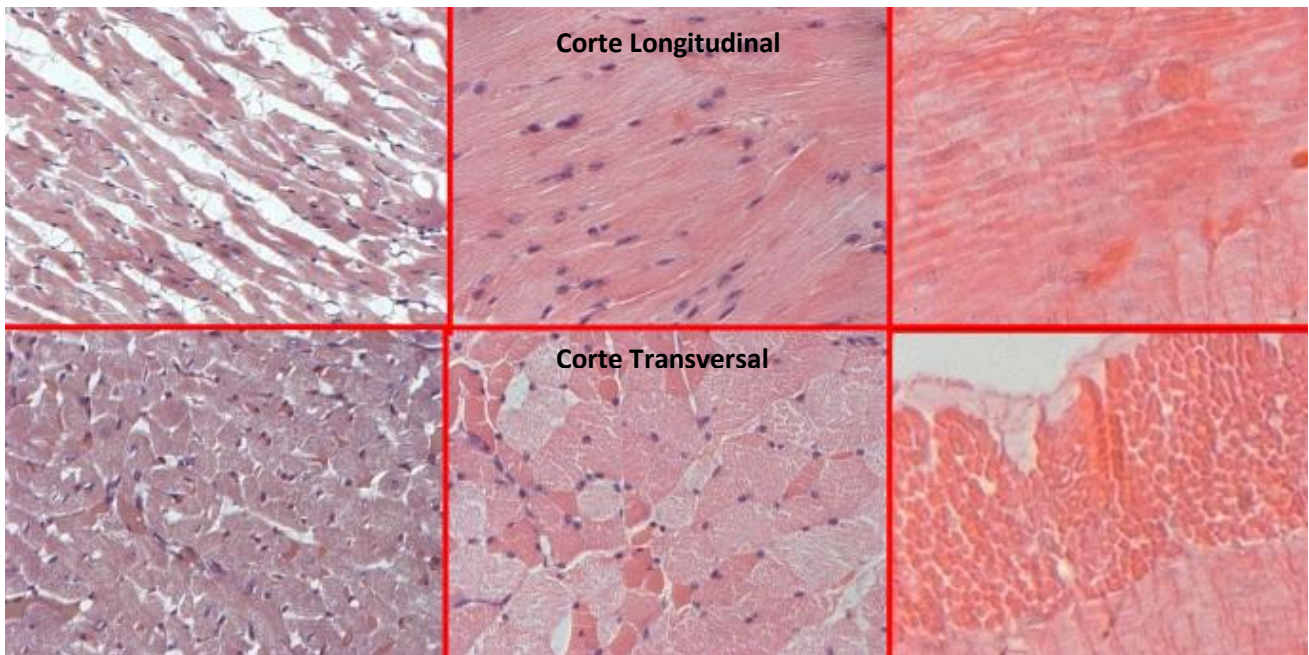


Figura 6: Esquema comparativo dos três tipos de tecido muscular em cortes longitudinais (à esquerda) e transversais

Músculo Estriado Cardíaco

Músculo Estriado Esquelético

Músculo Liso



-Revisão:

1. Descrever a estrutura e função do tecido muscular dos diferentes tipos de tecido comparar e contrastar as características de contração e de morfologia dos diferentes tipos de tecido

2. Descrever o mecanismo de contração muscular e relacionar com a estrutura da célula muscular (sarcômeros)
3. Descrever a organização do músculo pelo tecido conjuntivo
4. Identificar e reconhecer o tecido muscular e seus diferentes tipos

- Exercícios Propostos

1- Os músculos são tecidos especializados que constituem aproximadamente 40% de toda nossa massa corporal. Podemos classificá-los em três tipos básicos: estriado esquelético, estriado cardíaco e liso. O tipo liso não apresenta estrias transversais características dos outros tecidos musculares. Isso ocorre porque:

- a) não existem filamentos de actina e miosina nesse tipo de tecido muscular.
- b) existe apenas actina nesse tipo de tecido muscular.
- c) os filamentos de actina e miosina não estão organizados em um padrão regular nesse tipo de tecido muscular.

d) as células não estão agrupadas formando feixes nesse tipo de tecido muscular.

e) não se observa a presença de miosina nesse tipo de tecido muscular.

2- Existem três tipos de tecidos musculares: o estriado esquelético, o estriado cardíaco e o não estriado. Eles diferenciam-se por sua morfologia e também localização no corpo. Sobre o tecido muscular estriado cardíaco, marque a alternativa **incorreta**.

- a) O tecido muscular estriado cardíaco apresenta contração involuntária.
- b) O tecido muscular estriado cardíaco apresenta estrias transversais.

c) O tecido muscular estriado cardíaco apresenta células multinucleadas.

d) No tecido muscular estriado cardíaco, é possível observar os chamados discos intercalares, que são complexos juncionais.

e) O tecido muscular estriado cardíaco é encontrado apenas no coração.

3- No tecido muscular estriado esquelético, as células formam feixes. Estes são envolvidos por um tecido conjuntivo denso não modelado chamado de:

- a) epimísio.
- b) perimísio.
- c) endomísio.
- d) sarcômero.
- e) miofibrilas

4- O tradicional bife de carne de boi é constituído por:

- a) **tecido muscular** liso, que se caracteriza por apresentar contrações involuntárias.
- b) **tecido muscular** estriado fibroso, que se caracteriza por apresentar contração involuntária.

c) **tecido muscular** liso, que se caracteriza por apresentar contrações constantes e vigorosas.

d) **tecido muscular** estriado, caracterizado por apresentar contrações peristálticas reguladas pelo cálcio.

e) **tecido muscular** estriado esquelético, que se caracteriza por realizar contrações voluntárias.

5- Que tipo de músculo é responsável pela peristalse ao longo do trato digestório?

- a) cardíaco
- b) Voluntário
- c) Liso
- d) estriado
- e) esquelético

6- Sobre as células do **tecido muscular** esquelético, indique a alternativa incorreta.

- a) possuem filamentos finos de actina ancorados à linha Z.
- b) regulam a contração por meio do controle da liberação de cálcio do retículo sarcoplasmático.
- c) São cilíndricas e bem alongadas.
- d) contêm um único núcleo central.

- Resolução dos Exercícios

1- Alternativa "c". Apesar de os filamentos de actina e miosina estarem dispostos de acordo com o maior eixo da célula, eles não se organizam de uma maneira regular. Sendo assim, o tecido muscular liso não apresenta estrias transversais.

2- Alternativa "c". As células que formam o tecido muscular estriado cardíaco apresentam normalmente um núcleo central (mononucleadas).

3- Alternativa "b". Cada célula muscular, também chamada de fibra, é envolvida por tecido conjuntivo chamado de endomísio. O conjunto de fibras, ou seja, os feixes, é envolvido pelo perimísio.

4- Alternativa "e". O bife é constituído por tecido muscular estriado esquelético e sua característica é a contração voluntária. Esse tecido constitui o que algumas pessoas chamam de "carne".

5- Alternativa "c". O tecido muscular liso ou não estriado apresenta contrações involuntárias e é encontrado no esôfago, estômago e intestinos. Nesses órgãos, o músculo é responsável pelos movimentos peristálticos que deslocam o alimento pelo trato digestório.

6- Alternativa "d". O tecido muscular esquelético é caracterizado por suas células multinucleadas com núcleos posicionados na periferia da célula