

TECIDO MUSCULAR

*Lucimara Pereira Lorente
Thays Helena M. dos Santos
Douglas Fernandes da Silva*

O tecido muscular possui origem mesodérmica, sendo constituído por células alongadas que contêm grande quantidade de filamentos citoplasmáticos de proteínas contráteis, geradoras de forças necessárias para a contração desse tecido por meio do consumo de energia (ATP). Existem três tipos de tecido muscular: estriado esquelético, estriado cardíaco e liso. Cerca de 40% do corpo humano é composto por músculo esquelético e 10% é composto por músculo liso e cardíaco.

DIFERENÇA ENTRE OS TECIDOS MUSCULARES

- O músculo estriado esquelético é formado por feixes de células cilíndricas muito longas e multinucleadas, que apresentam estriações transversais. Essas células têm contração rápida, rigorosa e voluntária.
- O músculo cardíaco apresenta discos intercalares que unem as células alongadas, o que propicia uma contração vigorosa, rítmica e involuntária.
- O músculo liso é formado por células fusiformes que não possuem estrias transversais. O processo de contração é lento e involuntário.

Músculo estriado esquelético

Cada fibra muscular contém de centenas a milhares de **miofibrilas**, sendo que cada uma delas é composta por cerca de 1.500 filamentos de miosina adjacentes e 3.000 filamentos de actina, longas moléculas de proteínas polimerizadas responsáveis pelas contrações reais musculares.

Os filamentos espessos recebem o nome de miosina, e os mais finos, de actina. Esses filamentos estão parcialmente interdigitados, fazendo com que a miofibrila alterne faixas escuras e claras.

As **faixas claras** contêm apenas filamentos de actina, denominadas faixas I por serem isotrópicas (sensíveis à luz polarizada). As **faixas escuras** contêm filamentos de miosina e são chamadas de faixa A por serem anisotrópicas à luz polarizada. O disco Z é composto por proteína filamentosa, sendo diferente dos filamentos de actina e miosina que cruzam a fibra transversalmente. O segmento da miofibrila situado entre dois discos Z é referido como sarcômero. Quando a fibra muscular está contraída, o comprimento do sarcômero é de cerca de 2 μm .

A membrana plasmática do músculo estriado esquelético é chamada de sarcoplasma e é revestida por uma fina camada de polissacarídeo contendo muitas fibrilas colágenas delgadas. Em cada extremidade da fibra muscular, essa camada superficial do sarcolema funde-se com o tendão. As fibras do tendão, por sua vez, se agrupam em feixes para formar os tendões dos músculos que depois ligam os músculos aos ossos. Cada fibra muscular é inervada por apenas uma terminação nervosa, situada perto do meio da fibra, conhecida como placa motora.

Contração muscular do músculo estriado esquelético

Na contração muscular do músculo estriado esquelético, os filamentos de actina se sobrepõem completamente aos filamentos de miosina. A contração ocorre mediante os seguintes passos:

- 1) Os potenciais de ação cursam do nervo motor até suas terminações nas fibras musculares;
- 2) O nervo secreta em cada porção acetilcolina;
- 3) Acetilcolina age abrindo canais de íons (cátions);
- 4) A abertura dos canais regulados pela acetilcolina permite grande quantidade de íons de sódio para dentro da célula. Essa ação é responsável

pela despolarização local que desencadeia um potencial de ação por toda a fibra;

- 5) O potencial de ação de propaga por toda a fibra e faz com que o retículo endoplasmático (sarcoplasmático no caso do tecido muscular) libere grande quantidade de cálcio para o citoplasma;
- 6) Os íons de cálcio ativam as fibras de miosina e actina que contraem por meio da utilização de ATP na fibra muscular;
- 7) Após alguns segundos, os íons cálcio são bombeados novamente ao retículo sarcoplasmático, cessando a contração muscular.

Músculo estriado cardíaco

O coração é composto por três músculos principais: músculo atrial, músculo ventricular e fibras excitatórias e condutoras. Os tipos atrial e ventricular de músculos contraem-se quase como os músculos esqueléticos, mas sua contração tem maior duração. Além disso, o coração é composto por três camadas de tecido: endocárdio, miocárdio e pericárdio.

Discos intercalados são membranas celulares que separam as células miocárdicas uma das outras. Ou seja, as fibras do músculo cardíaco são conectadas em série e em paralelo uma com as outras, o que possibilita maior propagação do potencial de ação.

Em cada disco intercalado, as membranas celulares se fundem entre si para formar as junções gap (comunicantes), que permitem a difusão rápida de íons e, por consequência, a disseminação do potencial de ação.

Músculo liso

O músculo liso é formado pela associação de células longas, mais espessas no centro e e que se afinam nas extremidades, com núcleo único e central. O tamanho da célula muscular lisa pode variar de 20 μm na parede dos pequenos vasos sanguíneos até 500 μm no útero gravídico.

Células musculares lisas

- São revestidas por lâmina basal e mantidas unidas por uma rede muito delicada de fibras reticulares. Essas fibras amarram as células musculares lisas umas às outras, de maneira que a contração simultânea de algumas ou de muitas células se transforma na contração do músculo inteiro.

- O sarcolema dessas células apresenta grande quantidade de depressões com o aspecto e as dimensões das vesículas de pinocitose, denominadas cavéolas. As cavéolas contêm íons Ca^{2+} , que serão utilizados para dar início ao processo de contração.
- Duas células musculares lisas adjacentes formam junções comunicantes, que participam da transmissão do impulso de uma célula para a outra.
- A região justanuclear do sarcoplasma apresenta algumas mitocôndrias, cisternas do retículo endoplasmático granuloso, grânulos de glicogênio e complexo de Golgi pouco desenvolvido.

As células musculares lisas apresentam corpos densos, estruturas densas dos elétrons que aparecem escuras nas micrografias eletrônicas. Os corpos densos se localizam principalmente na membrana dessas células, porém existem também no citoplasma. Embora dependa do deslizamento de filamentos de actina e de miosina, o mecanismo molecular de contração do músculo liso é diferente do observado nos músculos estriados esquelético e cardíaco.

Contração muscular

A contração ocorre por ação dos filamentos de actina estabilizados pela combinação com tropomiosina, porém não existem sarcômeros nem troponina. Os filamentos de miosina só se formam no momento da contração. Essas células musculares contêm miosina II, cujas moléculas se conservam enrodilhadas, exceto quando combinadas com um radical fosfato, quando se estiram em filamento. Nos outros tecidos musculares, a miosina é do tipo I e existe permanentemente estirada, constituindo os filamentos grossos.

A contração nas células musculares lisas ocorre da seguinte maneira:

- 1) Através do estímulo do sistema nervoso autônomo, íons Ca^{2+} migram do meio extracelular para o sarcoplasma (citosol) através de canais da membrana plasmática especializados no transporte desses íons. No músculo liso não existe retículo sarcoplasmático, que é um depósito de cálcio nos outros dois tipos de tecido muscular;
- 2) Os íons Ca^{2+} se combinam com as moléculas de calmodulina, uma proteína com afinidade para esses íons;
- 3) O complexo calmodulina- Ca^{2+} ativa a enzima quinase da cadeia leve da miosina II;

- 4) A enzima ativada fosforila as moléculas de miosina II. Uma vez fosforiladas, essas moléculas se distendem, tomando a forma filamentosa, deixam descobertos os sítios que têm atividade de ATPA e se combinam com a actina.

Essa combinação libera energia do ATP, que promove a deformação da cabeça da molécula de miosina II e o deslizamento dos filamentos de actina e de miosina II uns sobre os outros, como ocorre nos dois outros tipos de tecido muscular. Essas proteínas motoras (actina e miosina II) estão ligadas a filamentos intermediários de desmina e de vimentina que, por sua vez, prendem-se aos corpos densos da membrana da célula.

Isso provoca a contração da célula como um todo. Os corpos densos contêm a-actinina e são comparáveis às linhas Z dos músculos esquelético e cardíaco.

Lâmina: músculo estriado

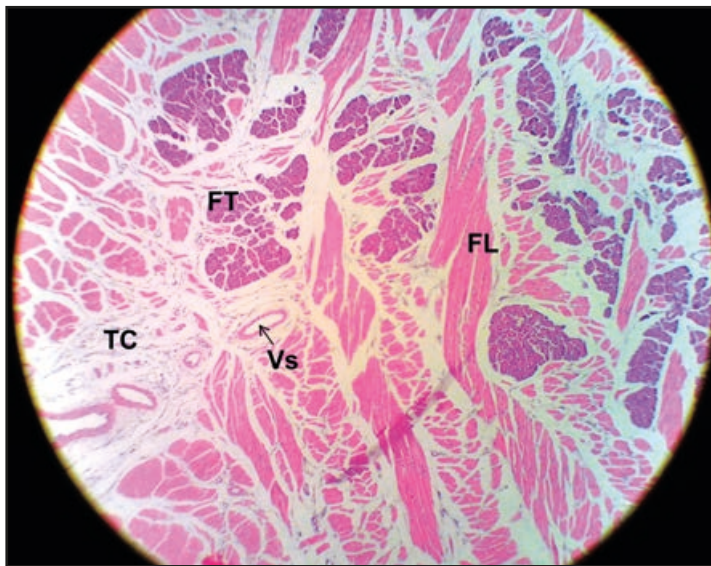


Figura 47 – Tecido muscular esquelético – língua. FT: fibras musculares estriadas esqueléticas em corte transversal; FL: fibras musculares estriadas esqueléticas em corte longitudinal; TC: tecido conjuntivo; Vs: vaso sanguíneo. Ampliação: 40x. (HE).



Figura 48 – Tecido muscular esquelético – língua. FT: fibras musculares estriadas esqueléticas em corte transversal; FL: fibras musculares estriadas esqueléticas em corte longitudinal; Em: endomísio; Pe: perimísio, Estr: estriações transversais nas fibras longitudinais; N: núcleo dos miócitos (periféricos). Ampliação: 400x. (HE).

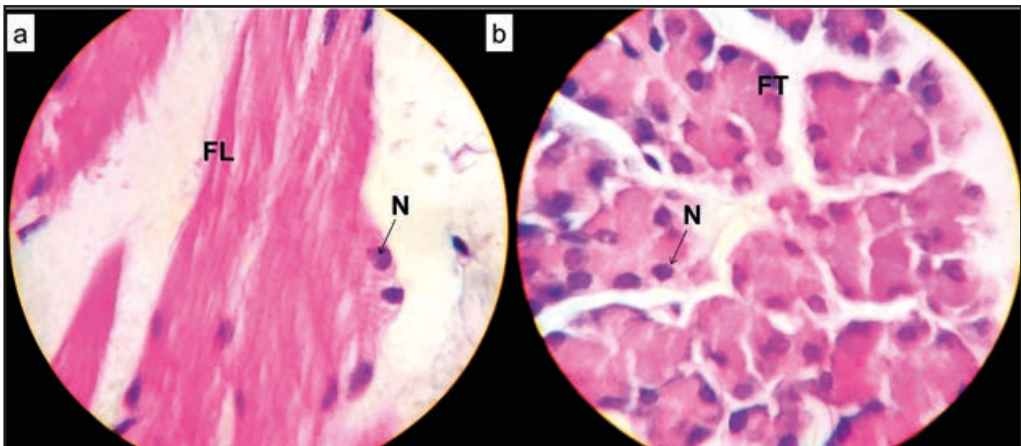


Figura 49 – Tecido muscular esquelético – língua. FT: fibras musculares estriadas esqueléticas em corte transversal; FL: fibras musculares estriadas esqueléticas em corte longitudinal; N: núcleo dos miócitos (periféricos). a) fibras longitudinais. b) fibras transversais. Ampliação: 1.000x. (HE).

Observe as células que compõe o tecido muscular esquelético, que são cilíndricas e muito alongadas (diâmetro de 10 a 100 μm e comprimento de 3 a 12 cm) e multinucleadas (N), com núcleos alongados e periféricos. No citoplasma, o citoesqueleto forma estriações transversais. Nota-se também a presença de tecido conjuntivo – que se apresenta organizado em três bainhas: epimísio, que circunda

todo o músculo; perimísio (Pe), que divide o músculo em fascículos; e endomísio (En), que circunda individualmente cada célula ou fibra muscular. Os vasos sanguíneos (Vs) penetram no músculo através de septos do tecido conjuntivo.

Lâmina: músculo cardíaco

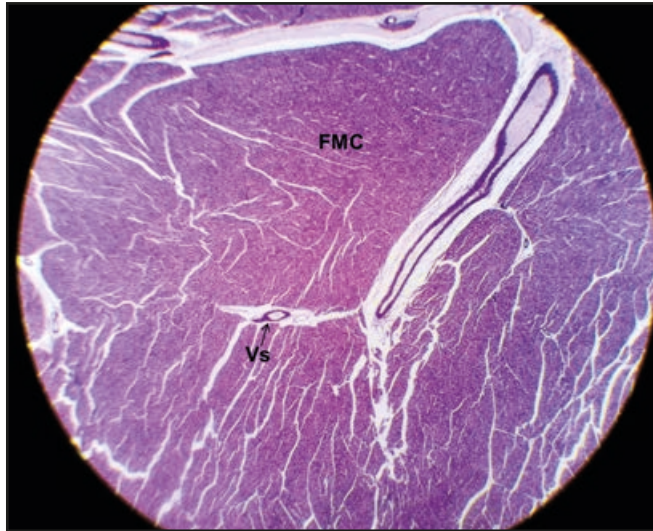


Figura 50 – Tecido muscular cardíaco – coração. FMC: fibras musculares estriadas cardíacas; Vs: vaso sanguíneo. Ampliação: 40x. (HE).

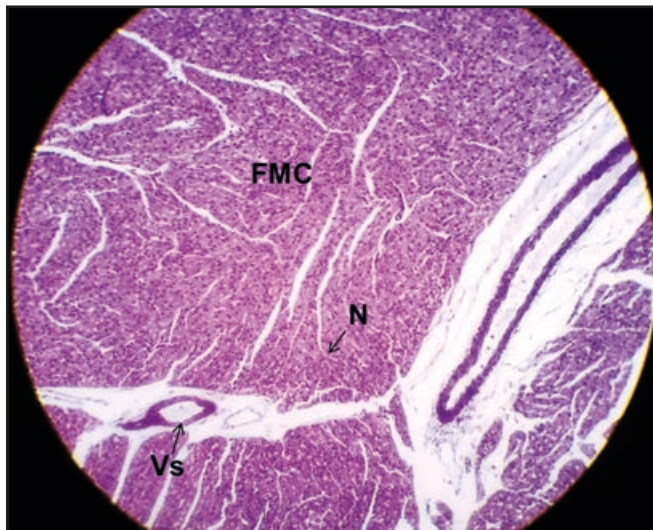


Figura 51 – Tecido muscular cardíaco – coração. FMC: fibras musculares estriadas cardíacas; Vs: vaso sanguíneo; N: núcleo celular. Ampliação: 100x. (HE).

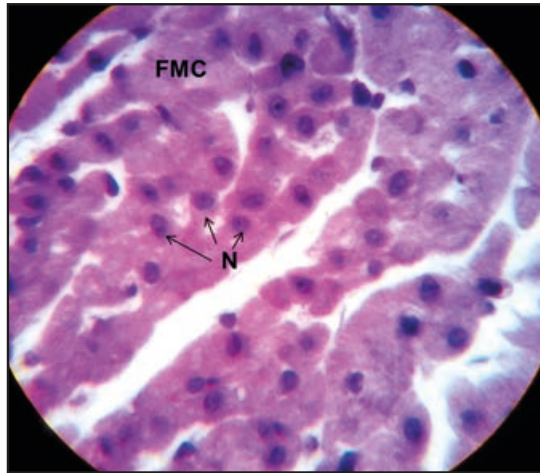


Figura 52 – Tecido muscular cardíaco – coração. FMC: fibras musculares estriadas cardíacas; N: núcleo celular. Ampliação: 1.000x. (HE).

Observe as células do tecido muscular cardíaco (FMC), que possuem aspecto cilíndrico, são ramificadas e apresentam extremidades irregulares. Essas células são conhecidas como fibras musculares cardíacas, células do miocárdio, miócitos, cardiócitos ou cardiomiócitos. Normalmente, apresentam um núcleo central (N) e o citoesqueleto forma estriações transversais no citoplasma. Em corte transversal, as células se apresentam justapostas, com contornos irregulares e perfis em vários tamanhos.

Lâmina: músculo liso



Figura 53 – Tecido muscular liso – intestino delgado, íleo. ML: músculo liso; MC: mucosa; TC: tecido conjuntivo; PS: plexo submucoso. Ampliação: 100x. (HE).

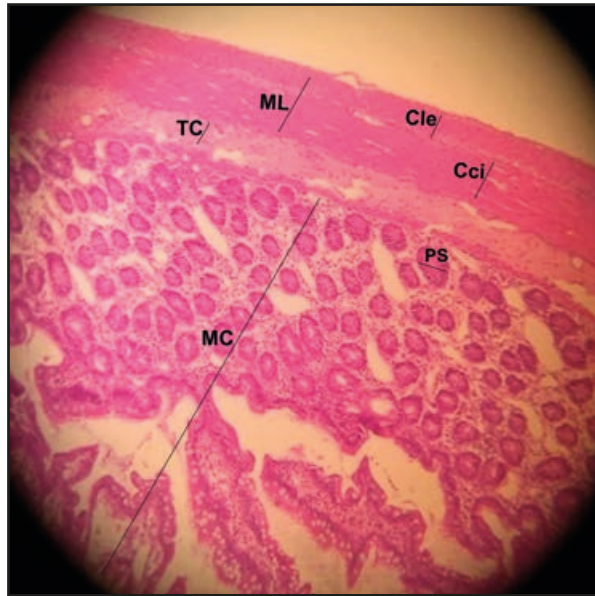


Figura 54 – Tecido muscular liso – intestino delgado, íleo. ML: músculo liso; Cle: camada longitudinal externa; Cci: camada circular interna; MC: mucosa; TC: tecido conjuntivo; PS: plexo submucoso. Ampliação: 400x. (HE).

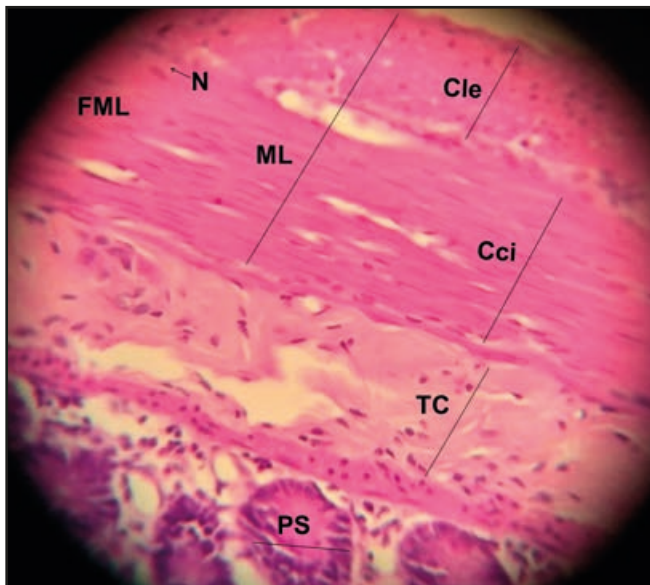


Figura 55 – Tecido muscular liso – intestino delgado, íleo. ML: músculo liso; Cle: camada longitudinal externa; Cci: camada circular interna; FML: fibra muscular lisa; TC: tecido conjuntivo; PS: plexo submucoso; N: núcleo. Ampliação: 1.000x. (HE).

Secção transversal do íleo, designado como a parte distal do intestino delgado. Pode-se observar que as células musculares lisas da camada interna estão dispostas longitudinalmente, enquanto as da camada externa estão dispostas transversalmente, além do plexo de Meissner ou plexo submucoso, que é responsável por controlar secreção local, absorção e contração do músculo submucoso, além de formar pregas na parede, com tecido conjuntivo subjacente.

Lâmina: músculo liso

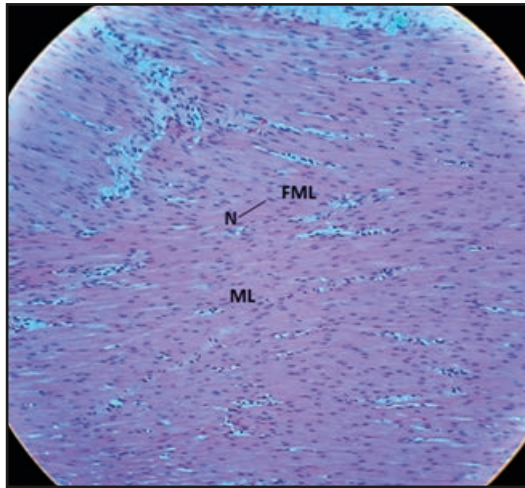


Figura 56 – Tecido muscular liso – estômago pilórica. ML: músculo liso; FML: fibra muscular lisa; N: núcleo. Ampliação: 100x. (HE).

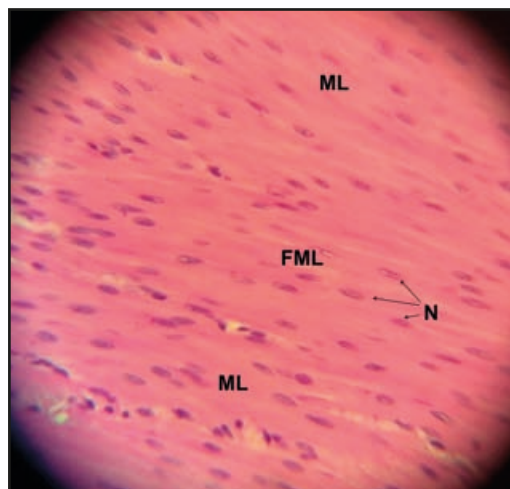


Figura 57 – Tecido muscular liso – estômago pilórica. ML: músculo liso; FML: fibra muscular lisa; N: núcleo. Ampliação: 400x. (HE).

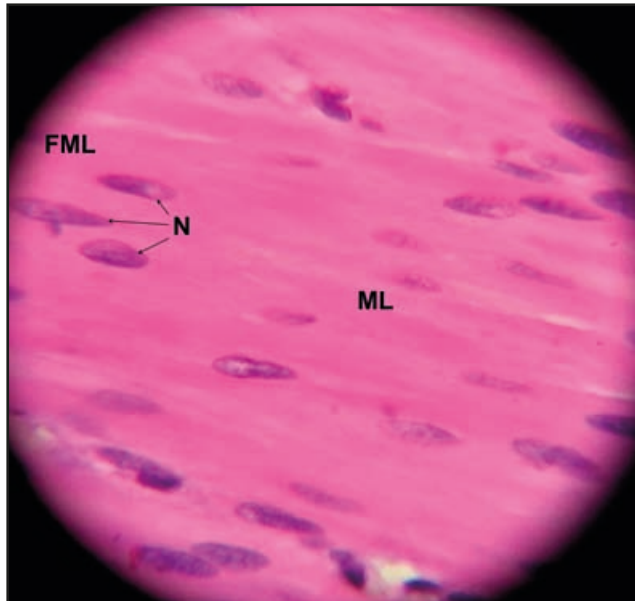


Figura 58 – Tecido muscular liso – estômago pilórica. ML: músculo liso; FML: fibra muscular lisa; N: núcleo. Ampliação: 1.000x. (HE).

A secção transversal pilórica do músculo liso do estômago apresenta longas fibras musculares lisas e fusiformes, isto é, mais espessas no centro e delgadas nas extremidades, com núcleo único e central, sem a presença de estriações no seu citoplasma. Cada fibra muscular lisa é circundada por uma lâmina basal e por fibras reticulares (nenhuma delas é visível nas imagens).

