

# V - PRINCÍPIOS DE HISTOLOGIA E FISIOLOGIA DO SISTEMA MUSCULAR.

## 1 - INTRODUÇÃO

O músculo serve como "motor" do corpo gerando forças mecânicas e tornando possível a locomoção, manipulação de objetos, circulação de sangue, propulsão de alimentos através do tubo digestivo e muitos outros movimentos.

Em muitos animais o tecido muscular é o tecido mais abundante. É um tecido especializado para **contração** e permite movimentos variados em animais. As células musculares são longas e estreitas sendo chamadas de **fibras**. As fibras musculares estão arranjadas em camadas, geralmente rodeadas por tecido conjuntivo constituindo os músculos. Os músculos, histologicamente, são constituídos por três tipos de tecido muscular: **esquelético, liso e cardíaco** (tabela 1).

**Músculo esquelético** - ligado aos ossos pode se contrair voluntariamente. Este tecido muscular permite que caminhemos, curvamos, escrevamos e que o corpo se mova. Possui uma aparência "listrada", com listras escuras e claras ou estriações, sendo também chamado de **músculo estriado**. Cada fibra de músculo esquelético tem diversos núcleos, que repousam sobre a membrana plasmática.

**Músculo cardíaco** - o principal tecido do coração é um tipo de tecido especial de músculo estriado que não está sob controle voluntário. As fibras do músculo cardíaco são "juntadas" nas porções terminais, ramificam-se e juntam-se novamente, formando redes complexas (sincício). Uma característica das fibras do músculo cardíaco é a presença dos **discos intercalados** - junções especializadas onde as fibras se juntam.

**Músculo liso** - não apresenta estriações, é involuntário. Cada célula fusiforme contém somente um núcleo. Constitui a parede de muitos órgãos, sendo responsável por movimentos internos como o movimento dos alimentos através do tubo digestivo.

Quanto a forma macroscópica, os músculos correspondem a dois tipos principais, longos e largos, conforme haja predominância do comprimento ou da superfície. Os longos podem ser fusiformes, cônicos e em fita; e os largos, triangulares, quadriláteros, circulares, etc.

Cada músculo possui, geralmente, dois **tendões** (ou aponeuroses) de inserção, que correspondem às extremidades que se fixam aos ossos ou outros órgãos. Há, no entanto, músculos nos quais uma das extremidades se apresenta constituída por duas, três ou mais porções, cada uma delas com seu tendão próprio, inserido, às vezes, em diferentes formações ósseas. A extremidade proximal de muitos músculos é denominada cabeça, a extremidade distal é denominada cauda e o meio de ventre ou corpo.

Os tendões de inserção, de cor branca brilhante, são constituídos essencialmente por tecido conjuntivo denso. São muito resistentes e praticamente inextensíveis. Os tendões, via de regra, são cilindróides ou em forma de fita. Quando laminares, são denominados aponeuroses de inserção.

**TABELA 1****Tipos de Tecido muscular**

|  | <b>Esquelético</b>            | <b>Liso</b>                  | <b>Cardíaco</b>   |
|--|-------------------------------|------------------------------|---|
| <b>Localização</b>                       | <i>ligado ao esqueleto</i>    | <i>parede de órgãos</i>      | <i>parede do coração</i>                                    |
| <b>Tipo de controle</b>                  | <i>voluntário</i>             | <i>involuntário</i>          | <i>involuntário</i>   |
| <b>Forma das fibras</b>                  | <i>alongadas, cilíndricas</i> | <i>alongadas, fusiformes</i> | <i>alongadas, cilíndricas, que se ramificam e se fundem</i> |
| <b>Estriações</b>                        | <i>presente</i>               | <i>ausente</i>               | <i>presente</i>   |
| <b>Núcleos por fibra</b>                 | <i>muitos</i>                 | <i>um</i>                    | <i>um ou dois</i>   |
| <b>Posição do núcleo</b>                 | <i>periférico</i>             | <i>central</i>               | <i>central</i>  |
| <b>Velocidade de contração</b>           | <i>mais rápido</i>            | <i>mais lento</i>            | <i>intermediário</i>  |
| <b>Habilidade de se manter contraído</b> | <i>pouca</i>                  | <i>grande</i>                | <i>intermediária</i>  |

**2 - ORGANIZAÇÃO DO MÚSCULO DOS VERTEBRADOS**

As fibras musculares esqueléticas estão organizadas em **feixes**, que são envolvidos por tecido conjuntivo o **epimísio**. Do epimísio partem septos muito finos que se dirigem para o interior do músculo, dividindo-o em **fascículos**. Estes septos são chamados de **perimísio**. Cada fibra muscular por sua vez é envolvida por uma camada muito fina de fibras reticulares formando o **endomísio**. (fig. 5.1).

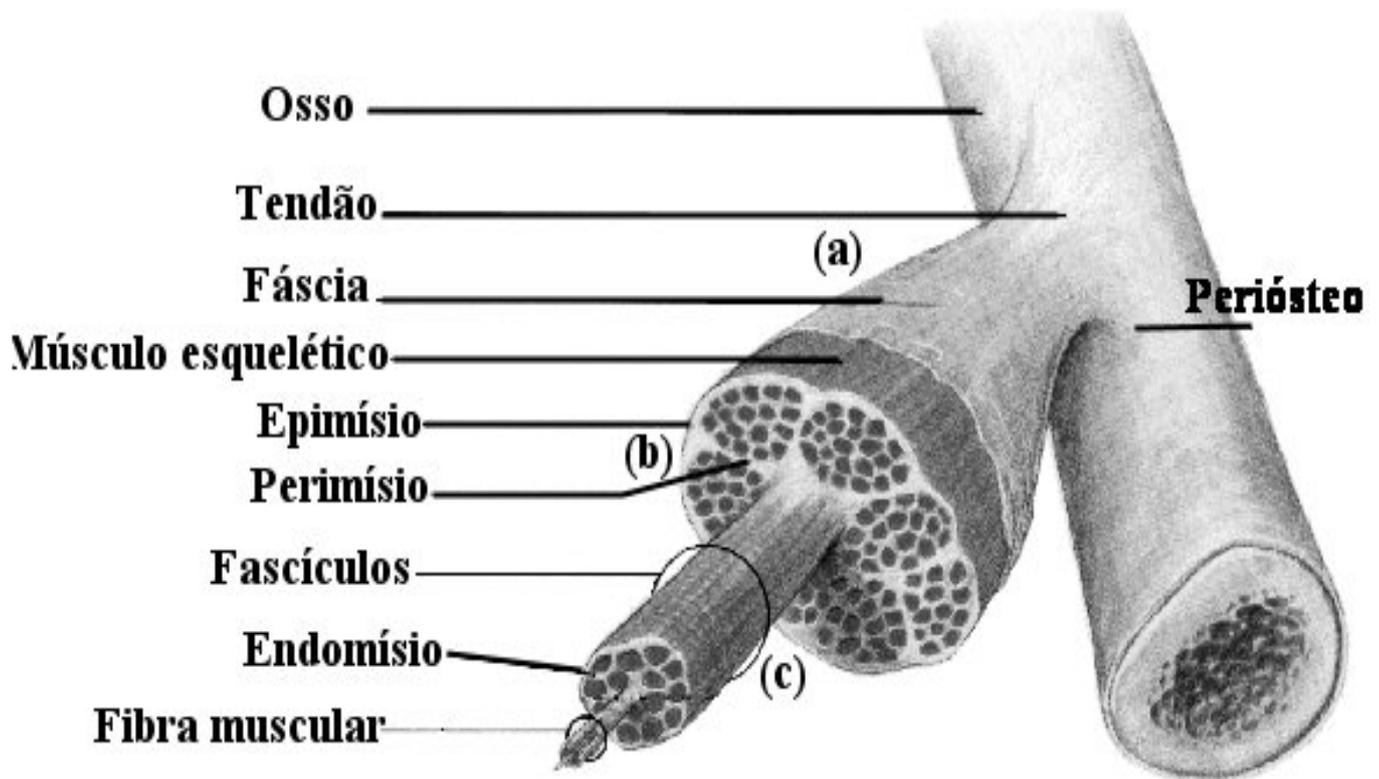


Fig. 5.1 - Um músculo esquelético é composto de uma variedade de tecidos, incluindo camadas de tecido conjuntivo; b) A fáscia cobre a superfície do músculo, o epimísio está situado abaixo da fáscia, e o perimísio se estende para dentro da estrutura do músculo onde separa células musculares em fascículos; c) Fibras musculares individuais são separadas pelo endomísio.

O tecido conjuntivo mantém as fibras musculares unidas, permitindo que a força de contração, gerada por cada fibra individualmente, atue sobre o músculo inteiro, contribuindo para a contração deste. É ainda através do tecido conjuntivo que a força de contração do músculo se transmite a outras estruturas como tendões e ossos.

A membrana da fibra muscular é denominada de **sarcolema** e o retículo endoplasmático de **retículo sarcoplasmático (RS)**. O RS tem como função armazenar íons  $Ca^{++}$ . As fibras musculares estriadas têm a forma de um cilindro. Cada fibra muscular é constituída por estruturas denominadas de **miofibrilas** (fig. 5.1). As miofibrilas são compostas por **miofilamento**. Os miofilamentos são constituídos pelas proteínas: **miosina** (filamentos grossos) e **actina** (filamentos mais finos) (fig.5.2a). Os filamentos de actina e de miosina são arranjados ao longo da fibra muscular e se sobrepõem. Esta sobreposição produz bandas microscópicas ou estriações, que é característica do músculo estriado.

Ao microscópio óptico a fibra muscular apresenta estriações transversais pela alternância de faixas claras e escuras. Ao microscópio de polarização a faixa escura é **anisotrópica** e recebe o nome de **banda A** (formada pelos miofilamentos de miosina), enquanto a faixa clara, ou **banda I**, é **isotrópica** (formada pelos miofilamentos de actina), (fig.5.2a). Dentro da banda A de uma fibra descontraída existe uma região mais clara, denominada **zona H**. No centro de cada banda I aparece uma linha transversal escura - a linha Z, que delimitem os sarcômeros. Um **sarcômero** é uma unidade funcional da contração muscular. Uma célula muscular tem entre dezenas e centenas de sarcômeros arranjados na miofibrila.

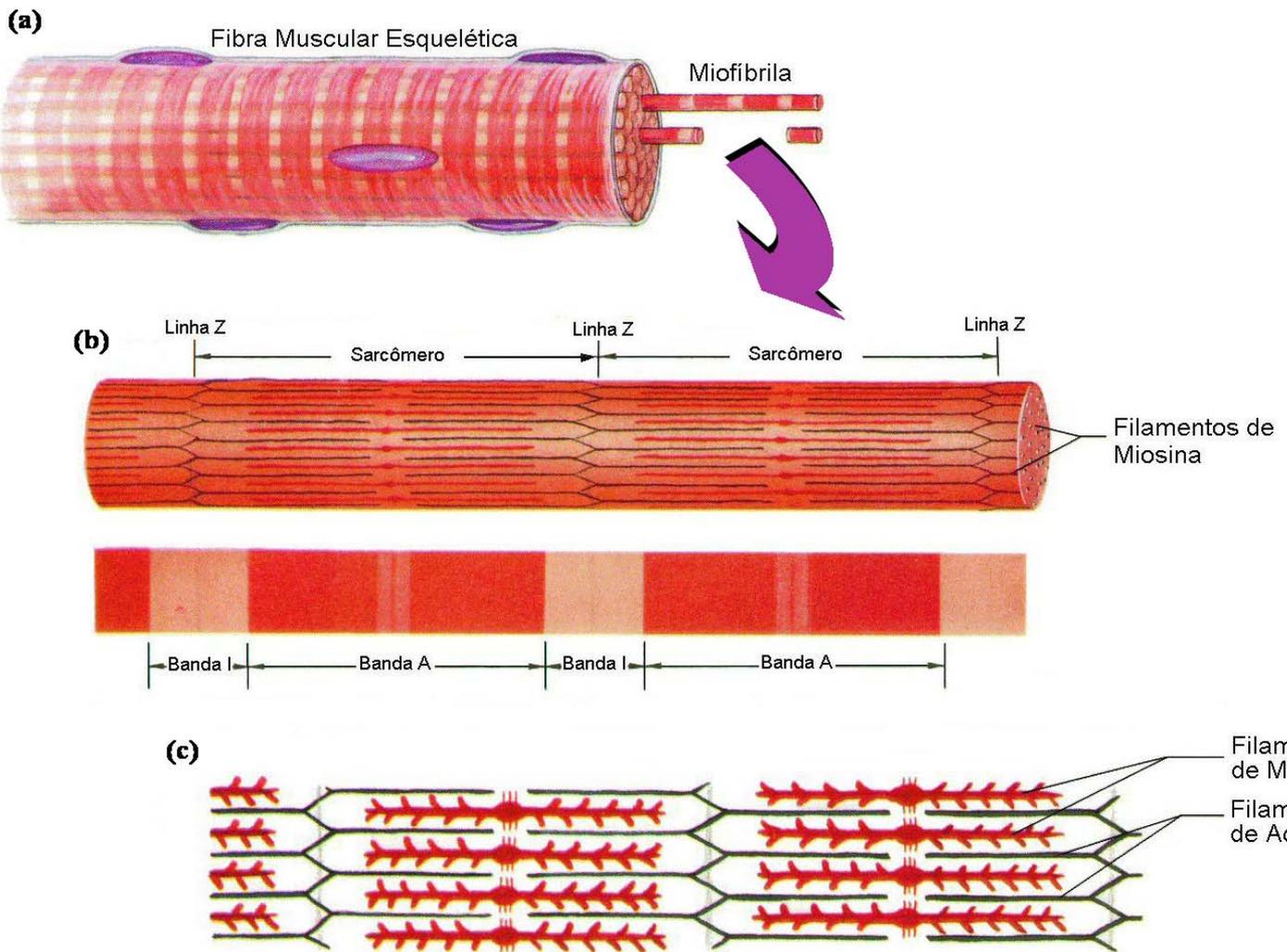
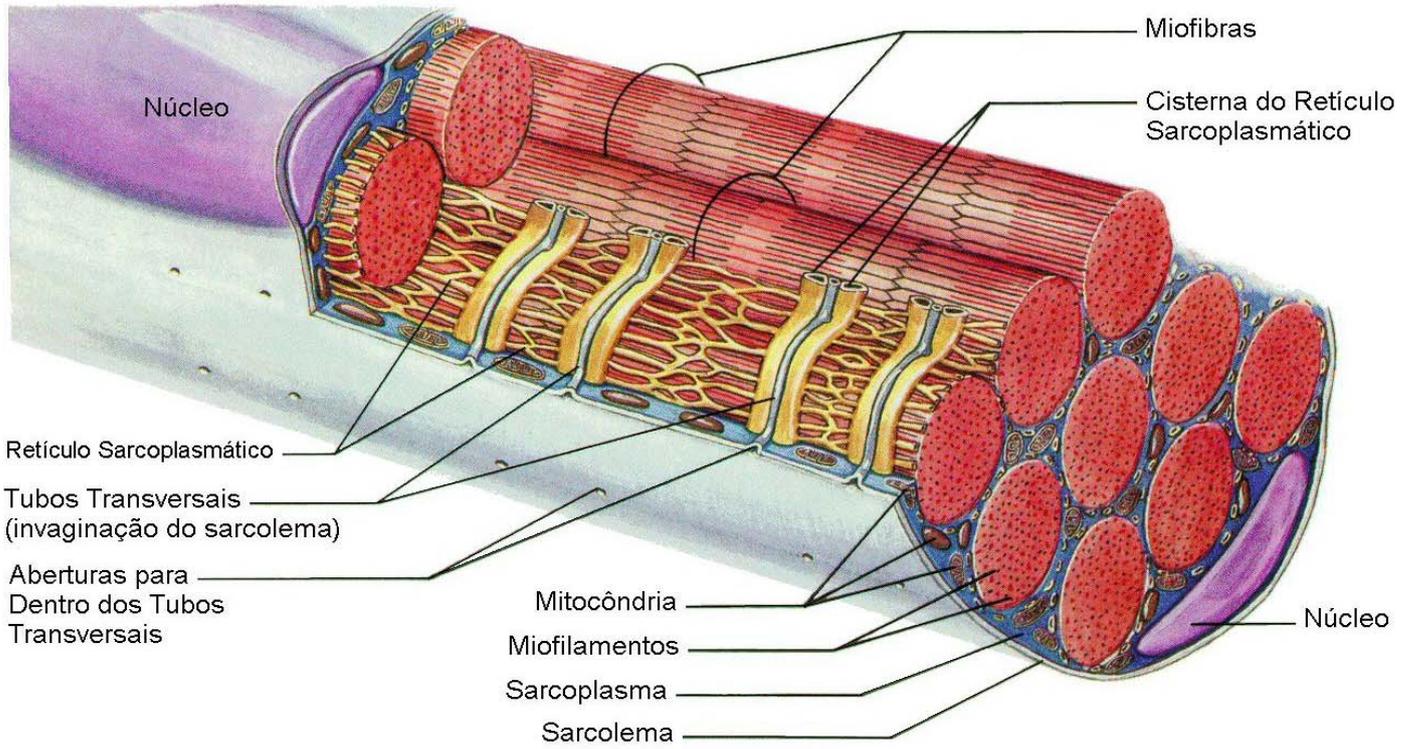


Fig. 5.2 Fibra Muscular Esquelética. a) Diagrama ilustrando a estrutura e a posição dos filamentos finos e grossos do sarcômero. b) Estrutura molecular do sarcômero. c) Arranjo estrutural das proteínas presentes nos músculos.