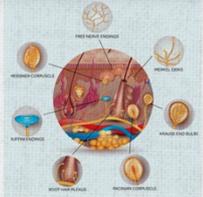
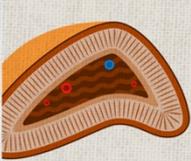


# Aula 05 Módulo 3



## DIREITOS AUTORAIS

Uma vez que o conteúdo da AnimaTherapy é protegido por lei de direitos autorais, Lei 9610/98, fica o aluno expressamente proibido de reproduzir e/ou comercializar o material didático deste curso de forma integral ou parcial (incluindo, por exemplo, vídeos, artigos, textos de autoria própria, imagens, apostilas e logo da AnimaTherapy), tanto para uso pessoal, profissional impresso ou uso digital em qualquer canal disponível na internet, como redes sociais ou intranet.

Fica vetado, portanto, o uso de qualquer material disponível neste curso para fins didáticos em instituições de qualquer natureza, por pessoas físicas e/ou jurídicas, que não tenham autorização escrita da AnimaTherapy.

O não seguimento dessa instrução caracterizará plágio, e o infrator poderá ser bloqueado da plataforma de estudos, ficando sujeito às ações judiciais cabíveis.

O uso do material é destinado, única e exclusivamente, ao aluno que se inscreveu e realizou o pagamento, não sendo permitida a revenda ou transferência dos dados de acesso a terceiros.

Agradecemos por respeitar nossos direitos autorais e nosso trabalho.



Themis Regina Kogitzki

Proprietária e Instrutora AnimaTherapy

**Anima**THERAPY®  
— CURSOS ONLINE —

## AULA 05

### MIOFIBRILAS

Consideravelmente mais numerosas que as mitocôndrias, as **miofibrilas** são organelas de formato cilíndrico filamentososo e bastante alongado, dispostas paralelamente ao longo do seu comprimento presentes no sarcoplasma como se fosse um punhado de espaguete.

Uma fibra muscular pode conter de centenas a milhares de filamentos ou miofilamentos, dependendo de seu diâmetro. Os miofilamentos apresentam bandas claras e escuras, que confere a característica de estriações visíveis ao microscópio de luz, o que caracteriza o tecido como estriado.

Cada miofibrila é envolta por uma espécie de membrana, o **retículo sarcoplasmático**, que lembra um tecido de renda envolvendo a miofibrilas, estudado na aula anterior, e que forma uma segunda rede de túbulos, o **sistema L** ou **sistema longitudinal**, disposto longitudinalmente às miofibrilas por toda a sua extensão.

Esses túbulos longitudinais individuais do sistema L, também chamados de **sarcotúbulos**, podem ser vistos regularmente ao longo das miofibrilas e são preenchidos com líquido intracelular.

Além do retículo sarcoplasmático, as miofibrilas, pode-se dizer dessa forma, que são formadas por uma sequência de sarcômero, que são as unidades básicas da contração muscular, o que isso significa? Significa que é o sarcômero que se contrai e não a miofibrila. Ela é muito grande para se contrair sozinha, por isso tem esses inúmeros compartimentos em sua extensão, que são os sarcomeros, e são os sarcomeros que se contraem todos juntos ao mesmo tempo para que a miofibrila possa reduzir de tamanho durante uma contração.

## MIOFILAMENTOS

As miofibrilas possuem em seu interior dois tipos diferentes de estruturas proteicas, denominadas **filamentos** ou **miofilamentos**: o filamento fino, composto pela proteína **actina** (e também por troponina e tropomiosina) e o filamento grosso, composto pela proteína **miosina**. Esses filamentos de actina e miosina não têm o mesmo comprimento da miofibrila; são menores e estão arranjados em compartimentos, como se a miofibrila fosse dividida em vários segmentos. Esses compartimentos proteicos, chamados de **sarcômeros**, constituem a unidade básica funcional da miofibrilas, ou seja, é a unidade contrátil da fibra muscular. Em uma miofibrila existem vários sarcômeros alinhados por toda a sua extensão, e é esse arranjo dos sarcômeros que dá origem às estrias da fibra muscular. É importante salientar que esse aspecto de estriações da fibra muscular deve-se ao alinhamento de sarcômeros entre todas as miofibrilas existentes em um determinado músculo, ou seja, o sarcômero de uma miofibrila está alinhado com os sarcômeros das miofibrilas que estão ao seu lado, e assim sucessivamente.

## SARCÔMERO

O sarcômero é marcado por algumas divisões, necessárias para o entendimento da contração muscular gerada pelos filamentos finos e grossos. São elas:

- **Linha Z:** Nas extremidades de cada sarcômero estão os filamentos finos de actina interconectados com proteínas transversas, formando a linha Z, que define as extremidades de um sarcômero. Ela é comum a ambos os sarcômeros divididos por ela. Esses filamentos finos estendem-se em direção à linha M, partindo de cada um dos lados do sarcômero, como se colocássemos as mãos com os dedos apontados uns para os outros.
- **Banda I** (banda clara, “I” de “isotrópica à luz” – aspecto da fibra quando vista pelo microscópio de luz): é o espaço que se observam apenas os filamentos finos, de actina.

- Banda A (banda escura, “A” de “anisotrópica à luz” – aspecto da fibra quando vista ao microscópio de luz): é o espaço que contém os filamentos grossos, de miosina, que podem ser ou não sobrepostos por filamentos finos. O filamento de miosina parece dois tacos de golfe entrelaçados. A banda A compreende todo o comprimento do filamento grosso, esteja ele sobreposto ou não por filamento fino de actina. A banda A inclui a linha M e a zona H, descritas abaixo.
- Zona H (ou **disco de Hensen**): é o centro da banda A, parte composta apenas por filamento grosso de miosina, sem nenhuma sobreposição.
- Linha M: a linha M transversa está localizada no centro da zona H. Nesse local, os filamentos grossos de miosina são ligados pelas proteínas da linha M.

## PROTEÍNAS MUSCULARES

As miofibrilas são compostas por diferentes tipos de proteínas musculares: (a) proteínas contráteis (actina e miosina), que geram a força durante a contração; (b) proteínas regulatórias (tropomiosina e troponina), que auxiliam a ativar e a desativar a contração muscular; (c) proteínas estruturais (titina, nebulina, miomesina e distrofina), que são responsáveis pelo alinhamento próprio dos filamentos dentro do sarcômero; (d) proteínas acessórias, como a desmina.

Os filamentos de **actina**, também chamados de **filamentos finos**, estendem-se a partir da linha Z. São formados por moléculas individuais de actina unidas entre si de modo a compor um cordão com formato de hélice, com um sítio de ligação para a cabeça da miosina. Essa ligação ocorre quando a **tropomiosina**, que recobre o sítio de ligação da actina, é afastada, deixando livre o ponto de ligação entre as duas proteínas contráteis (actina e miosina). Esse afastamento da tropomiosina acontece a partir do momento em que íons de cálcio se ligam à **troponina** e modificam sua estrutura, distanciando a tropomiosina dos sítios de ligação. Ao expor o sítio de ligação da actina, a miosina, também chamada de **filamentos grossos**, acopla-se a esse

sítio, ação denominada de **ponte cruzada**, e é nesse momento que se inicia uma contração muscular.

Com relação às proteínas estruturais, a **titina**, que é a maior de todas as proteínas e tem grande capacidade de elasticidade e extensibilidade, chega a ocupar metade de um sarcômero, ancorando os filamentos grossos da linha Z até a linha M e, assim, ajudando a estabilizar a posição do filamento. Essa proteína, justamente por sua elasticidade e extensibilidade, auxilia os sarcômeros a retornarem a seu tamanho normal, ou seja, ao tamanho que o músculo apresenta em repouso, após uma contração ou um alongamento.

A **nebulina**, por sua vez, ajuda a estabilizar os filamentos finos à linha Z do sarcômero. A **distrofina** é a proteína que liga os filamentos finos do sarcômero às proteínas integrais da membrana do sarcolema (a membrana da fibra muscular), e esta à matriz extracelular do tecido conjuntivo. Juntas, a nebulina e a distrofina auxiliam na transmissão da tensão gerada pelos sarcômeros aos tendões. A **miomesina** é a proteína estrutural que forma a linha M do sarcômero; liga-se à molécula de titina e liga os filamentos grossos de miosina adjacentes uns aos outros. Já a **desmina**, uma proteína encontrada nas linhas Z das células musculares estriadas, tem a finalidade de auxiliar na manutenção do aspecto estriado dos sarcômero além de fazer a conexão entre as linhas Z de miofibrilas adjacentes.

Conhecendo as proteínas que atuam nas fibras musculares, podemos agora desenhar a composição final de um músculo esquelético. Ele é composto por:

- 75% de água
- 5% de sal inorgânico e outras substâncias;
- 20% de proteínas, sendo:
  - Proteínas contráteis:
    - Actina e miosina;
  - Proteínas regulatórias:
    - Tropomiosina
    - Troponina
  - Proteínas estruturais:
    - Linha M;
    - Desmina;

- Alfa-actinina;
- Distrofina;
- Nebulina.

### **REFERÊNCIAS BIBLIOGRÁFICAS:**

- KÖNIG H.E., Liebich H.-G., Anatomia dos animais domésticos : texto e atlas colorido. – 6<sup>a</sup>. ed. – Porto Alegre : Artmed, 2016.
- DYCE, K.M., Sack, W.O., Wensing, C.J.G. Tratado de anatomia veterinária. - 4<sup>a</sup> ed – Rio de Janeiro: Elsevier, 2010.
- TORTORA, Gerard; NIELSEN, Mark T., Princípios de anatomia humana - 12<sup>a</sup> ed – Rio de Janeiro: Guanabara: 2013.
- HAM, A. W.; CORMACK, D. H. Histologia. 8.ed. Rio de Janeiro: Guanabara Koogan, 1983
- JUNQUEIRA, Luiz Carlos Uchoa. Biologia celular e molecular / L. C. Junqueira, José Carneiro. - 9.ed. - Rio de Janeiro: Guanabara Koogan, 2012.
- AARESTRUP, Beatriz J. Histologia essencial / B. J. Aarestrup. - [Reimpr.]. - Rio de Janeiro : Guanabara Koogan, 2018.
- JUNQUEIRA, L.C.; CARNEIRO, José. Histologia básica: texto e atlas – 13. ed. - Rio de Janeiro: Guanabara Koogan, 2018.
- KLEIN, Bradley G. **Cunningham tratado de fisiologia veterinária**. 5. ed. Rio de Janeiro: Elsevier, 2014.