

TECIDO MUSCULAR

Funções

- Locomoção;
- Postura;
- Respiração;
- Fala;
- Digestão;
- Propulsão;

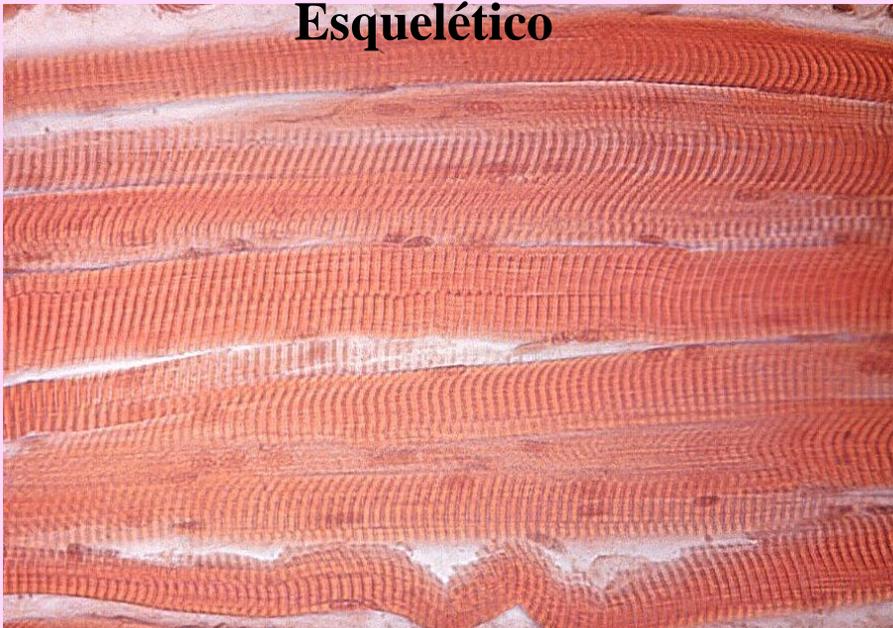
CONTRAÇÃO!!!!

Energia química → Energia mecânica

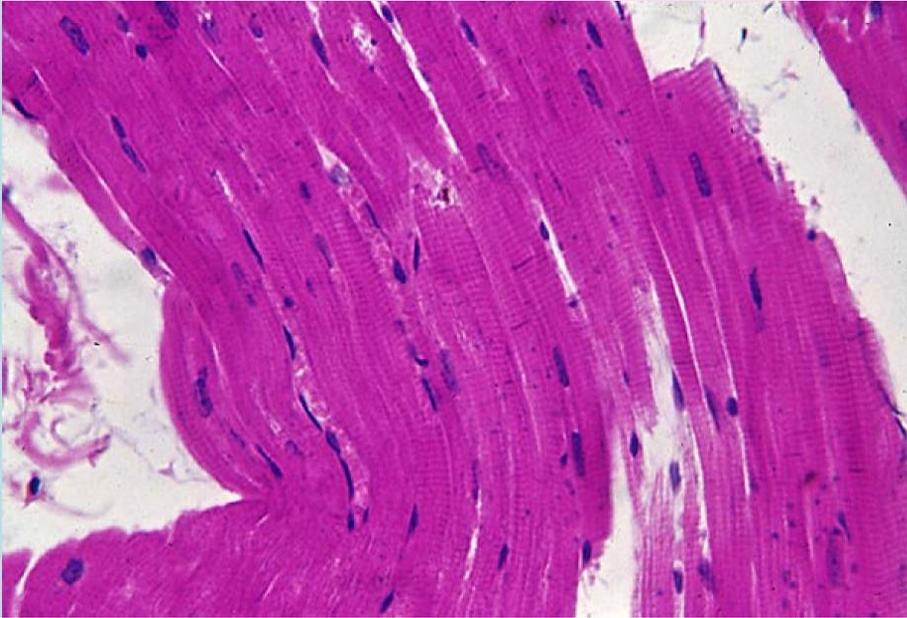
Tipos

- Tejido Muscular ESTRIADO
 - ESQUELÉTICO
 - CARDÍACO
- Tejido Muscular LISO

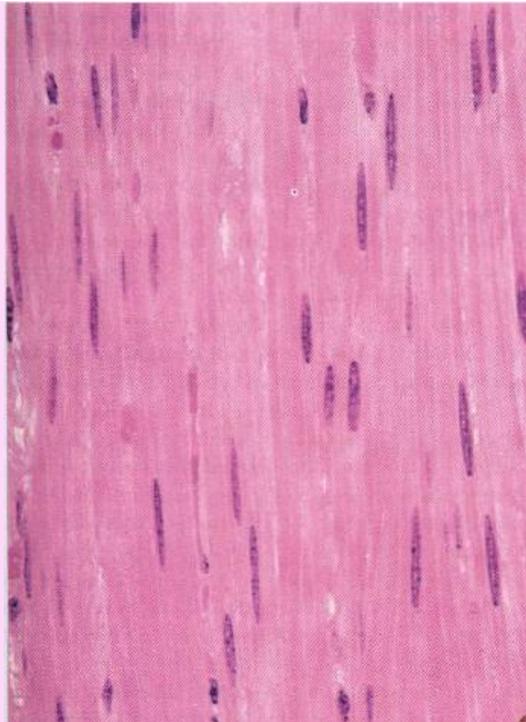
ESTRIADO Esquelético

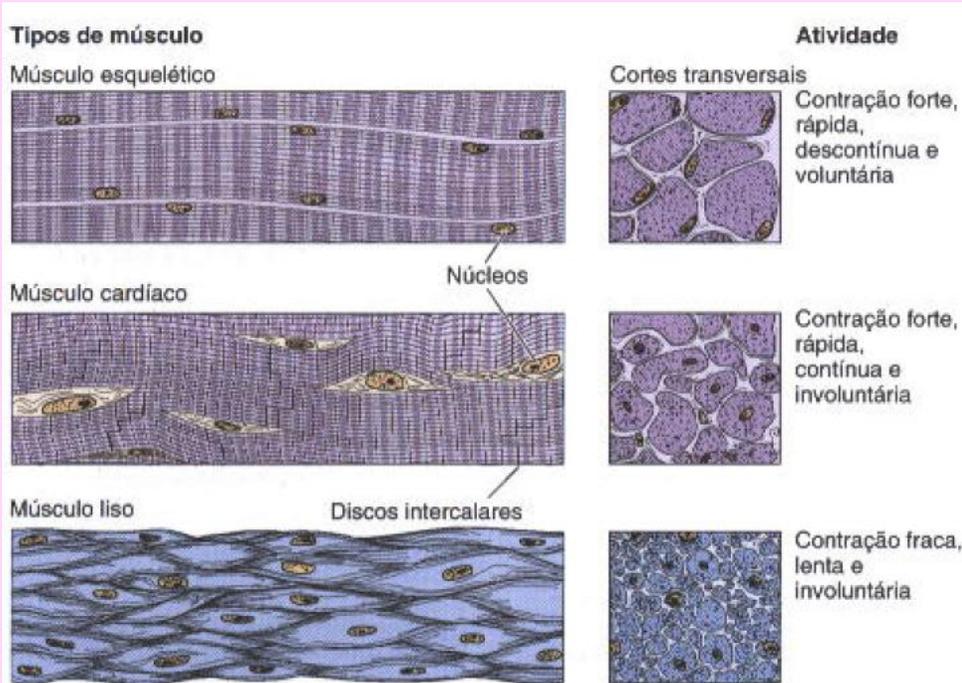


Estriado cardíaco



LISO





- CÉLULA = FIBRA MUSCULAR;
- MEMBRANA PLASMÁTICA = SARCOLEMA;
- CITOPLASMA = SARCOPLASMA;
- RETÍCULO ENDOPLASMÁTICO LISO = RETÍCULO SARCOPLASMÁTICO;

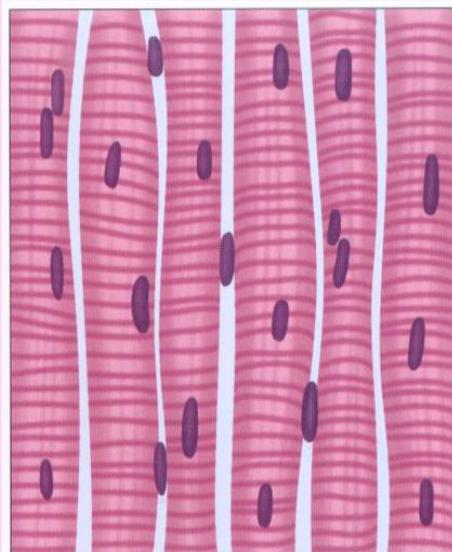
TECIDO MUSCULAR ESTRIADO ESQUELÉTICO

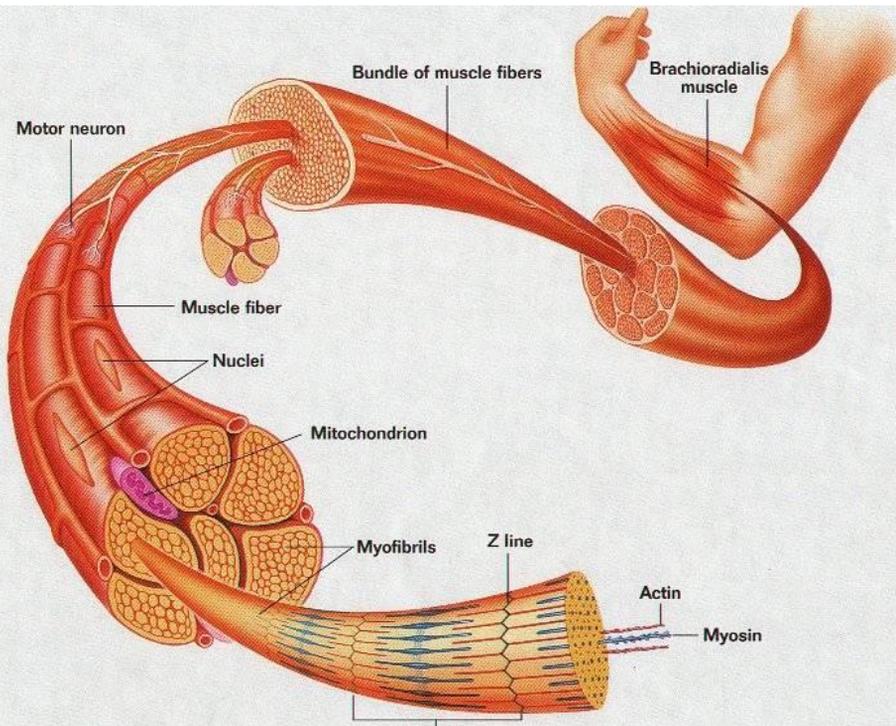
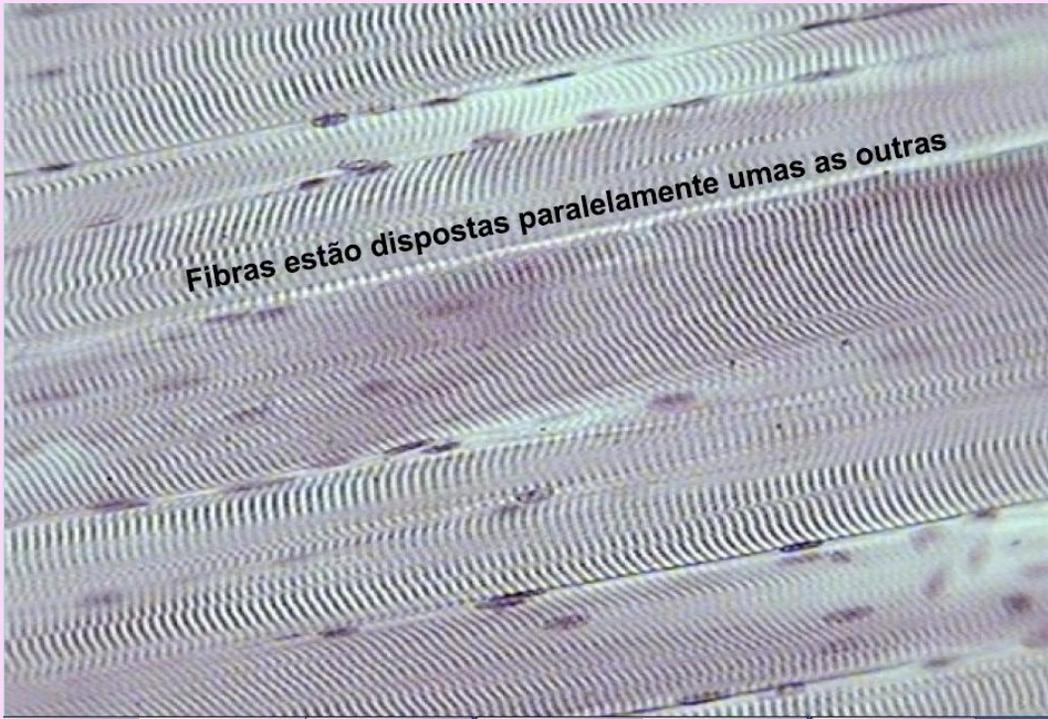
- MESODERMA;
- Locomoção, postura, fala;
- Controle voluntário;
- Contração vigorosa, descontínua e rápida;



TECIDO MUSCULAR ESTRIADO ESQUELÉTICO

- Células polinucleadas;
- Núcleo periférico;
- Fibras dispostas paralelamente;
- Longas e cilíndricas;
- Estriações transversais;
- Glicogênio;
- Mioglobina;

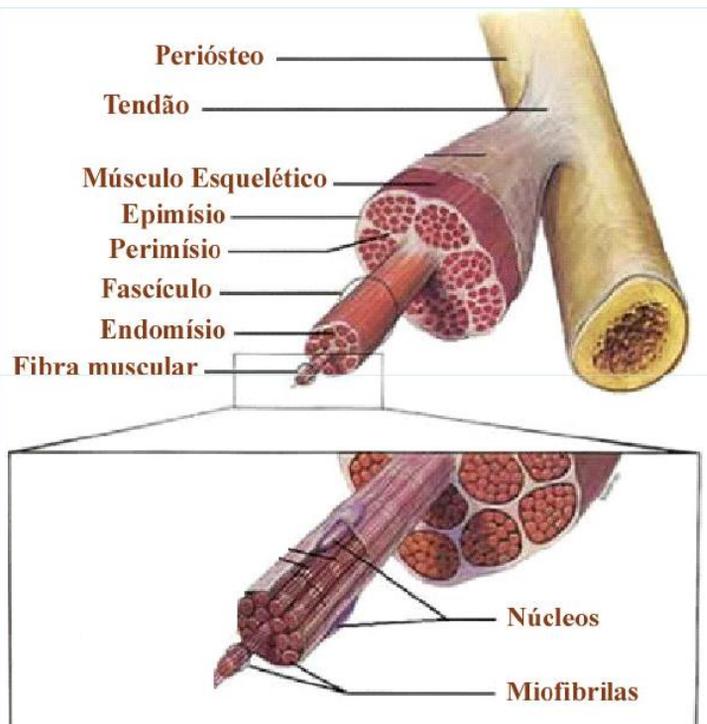




QUADRO 8.1 Tipos de Fibras Musculares Esqueléticas*

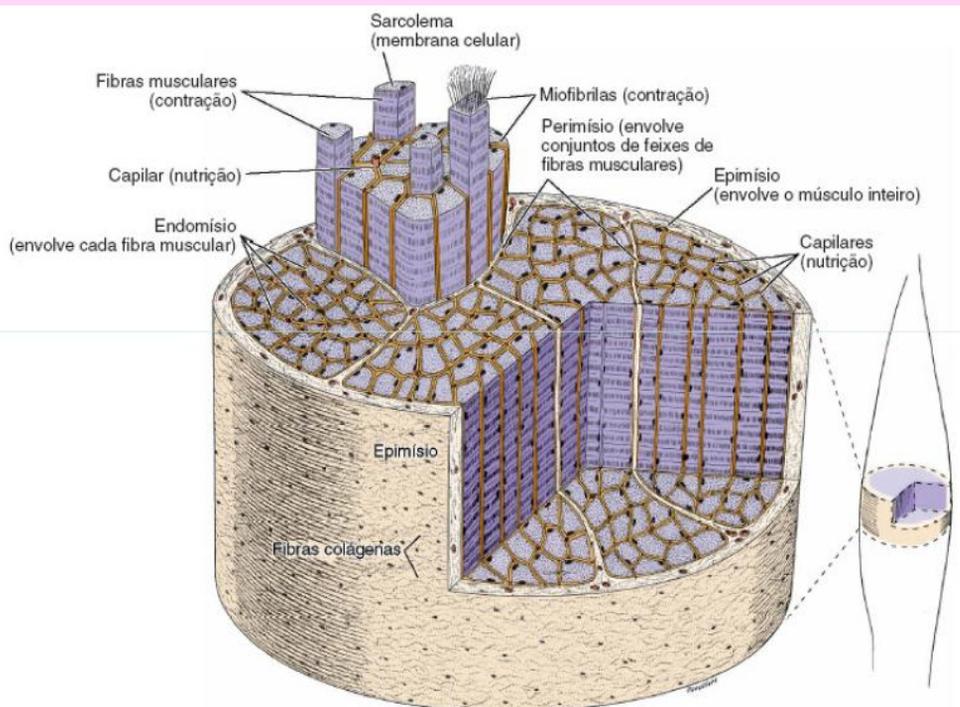
CARACTERÍSTICAS	FIBRAS MUSCULARES VERMELHAS	FIBRAS MUSCULARES BRANCAS
Vascularização	Rico suprimento vascular	Suprimento vascular mais pobre
Inervação	Fibras nervosas menores	Fibras nervosas maiores
Diâmetro das fibras	Menor	Maior
Contração	Lenta mas repetitiva; não se fatigam facilmente; contração mais fraca	Rápida, mas fatigam-se rapidamente; contração mais forte
Reticulo sarcoplasmático	Não é extenso	Extenso
Mitocôndrios	Numerosos	Poucos
Mioglobina	Ricas	Pobres
Enzimas	Ricas em enzimas oxidativas; pobres em adenosina trifosfatase	Pobres em enzimas oxidativas; ricas em fosforilases e adenosina trifosfatase

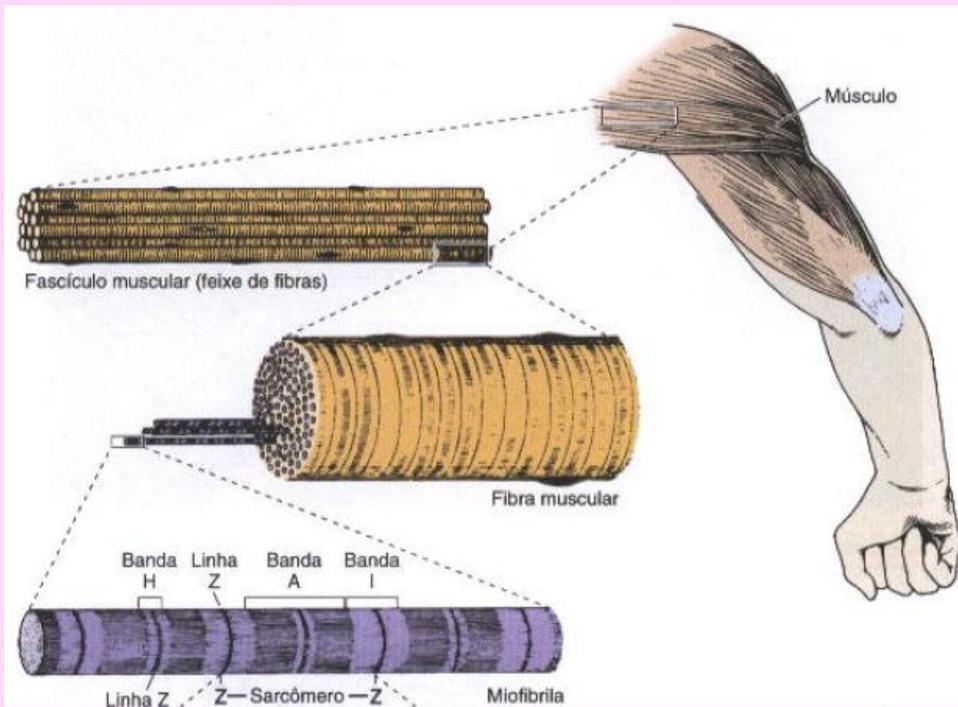
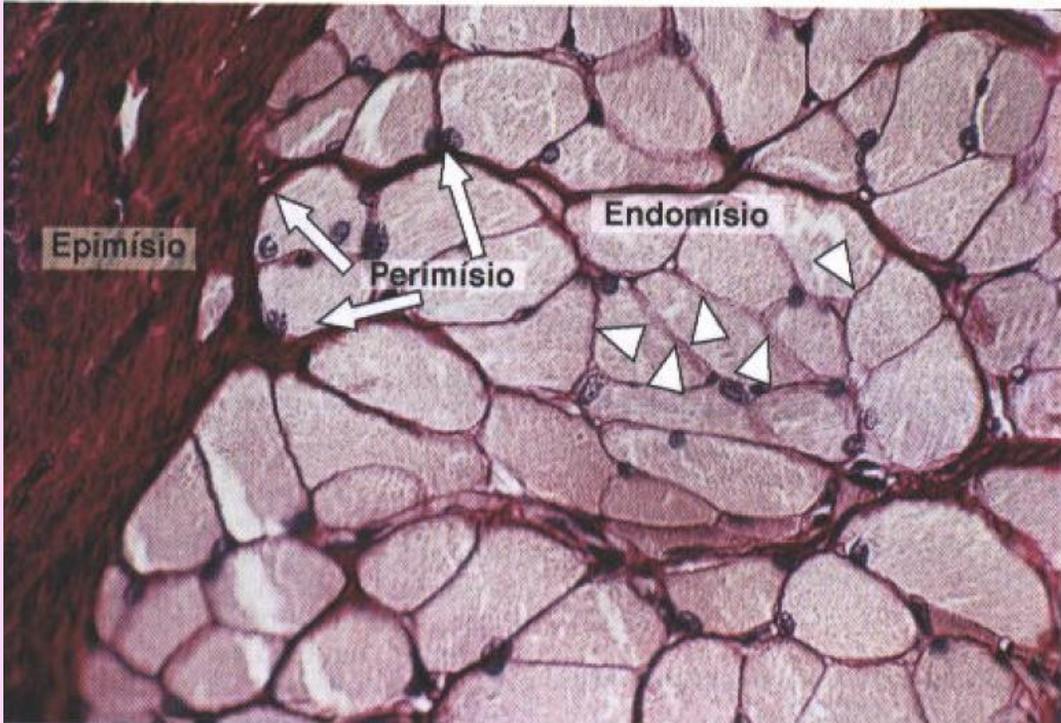
*As fibras musculares intermediárias possuem características situadas entre as fibras vermelhas e as brancas.

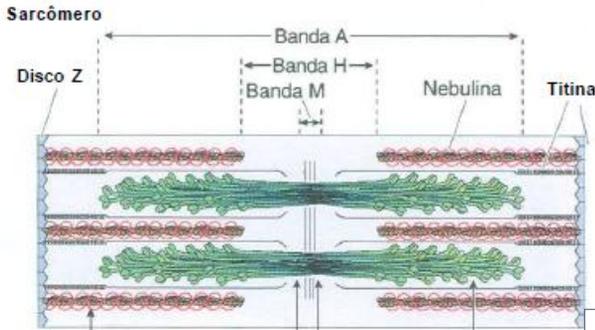


ENVOLTÓRIOS

- **EPIMÍSIO:** membrana de tecido conjuntivo denso não modelado
- **PERIMÍSIO:** tecido conjuntivo derivado do epimísio – envolve várias fibras musculares (fascículos)
- **ENDOMÍSIO:** fibras reticulares e lâmina lâmina basal – envolve cada célula muscular



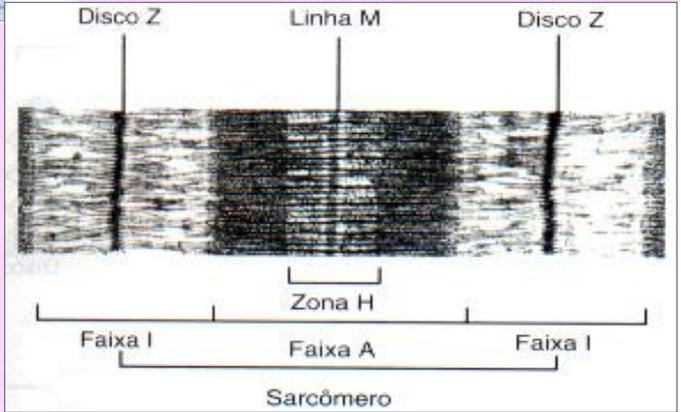




Sarcômero é a unidade funcional da fibra muscular. Seu encurtamento resulta no encurtamento da fibra e do músculo como um todo, resultando na **contração**. É formado por miofilamentos finos (actina, tropomiosina e troponina) e miofilamentos grossos (miosina) além de outras proteínas associadas, **sendo delimitado entre duas linhas Z**.

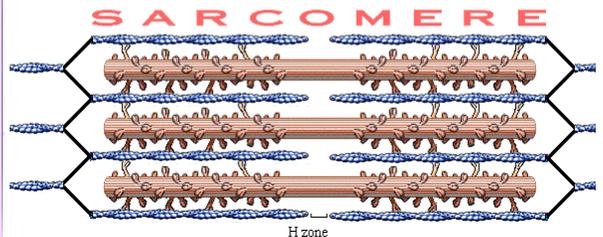
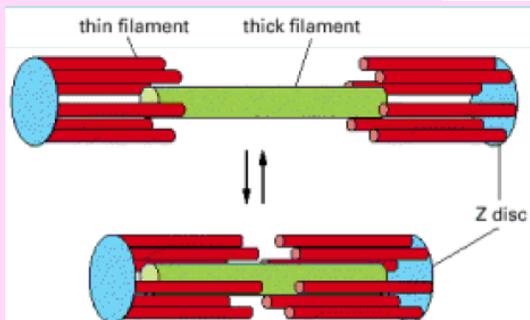
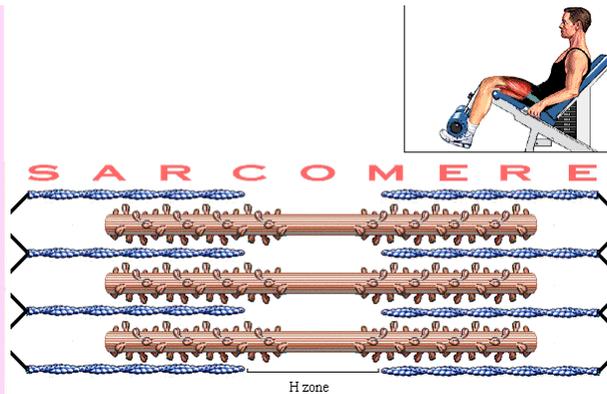
Durante a contração, o tamanho dos filamentos não muda, o que ocorre é o deslizamento dos filamentos finos (actina) sobre os grossos (miosina).

- Banda I: só filamentos finos;
- Banda A: filamentos finos e grossos;
- Linha H: só filamentos grossos;



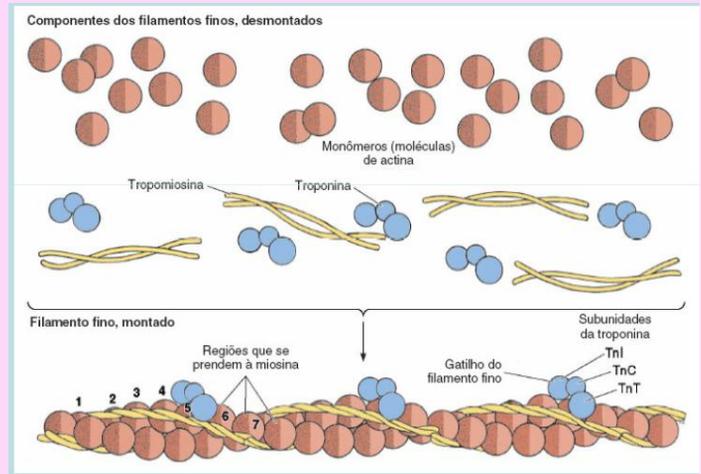
Na contração:

- Banda I e banda H diminuem de tamanho;
- Filamentos finos penetram na Banda A;
- Sobreposição completa dos filamentos;



Filamentos Finos

- Filamentos finos partem dos discos Z e projetam-se para o centro do sarcômero;
- Actina F: polímero de actina G;
- Extremidade mais do filamento presa ao disco Z por α -actinina;
- Duas cadeias de actina F enrolam-se uma em torno da outra formando uma hélice;



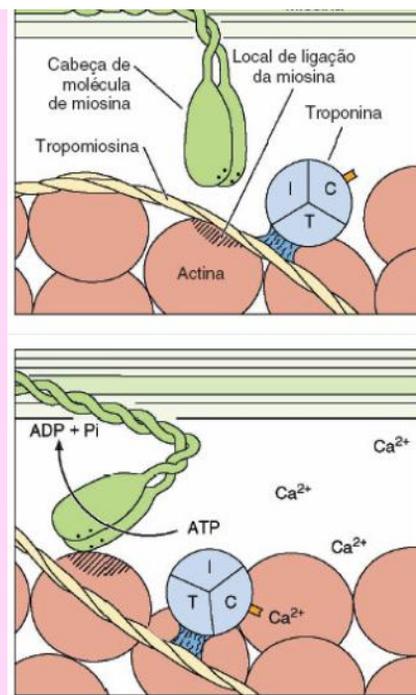
Tropomiosina: recobre os sítios ativos das moléculas de actina;

Troponina: composta de 3 polipeptídios globulares

TnT: liga a troponina à tropomiosina

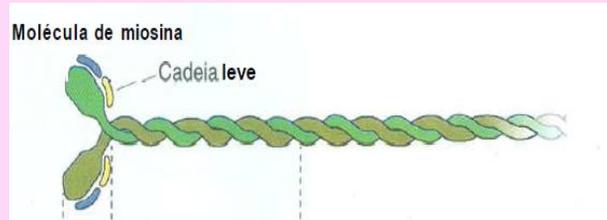
TnC: afinidade por Ca^{2+}

TnI: liga-se a actina, impedindo sua ligação com a miosina

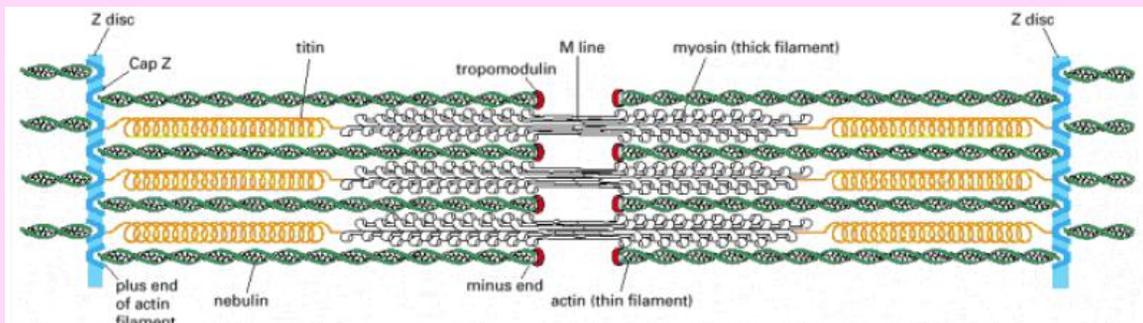


Filamentos Grosseiros

- cada filamento grosso é constituído por 200 a 300 moléculas de miosina;
- cada molécula de miosina é composta por duas cadeias pesadas e por dois pares de cadeias leves;
- Nas cabeças globulares da miosina, encontram-se os sítios fixadores de actina e o sítio que fixa e hidrolisa o ATP;



- Cada filamento grosso está circundado por seis filamentos finos
- As miofibrilas são organizadas por proteínas estruturais:
- Titina: 2 moléculas de titina estendem-se de cada metade de um filamento grosso até ao disco Z adjacente fixando o filamento grosso
- α -Actinina : prende os filamentos finos na linha Z
- Nebulina: envolve cada filamento fino em toda a sua extensão;
- Filamentos intermediários: desmina e vimentina: ligam as miofibrilas umas às outras
- A actina das miofibrilas está presa na membrana plasmática pela proteína distrofina



QUADRO 8.2 Proteínas Associadas ao Músculo Esquelético

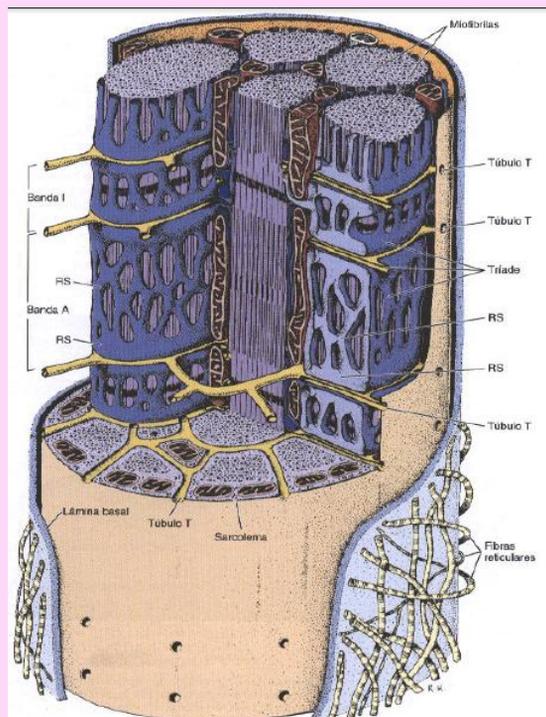
PROTEÍNAS	PESO MOLECULAR (kD)	SUBUNIDADES E SEU PESO MOLECULAR	FUNÇÃO
Miosina	510	2 cadeias pesadas, 222 kD cada; 2 pares de cadeias leves, 18 kD e 22 kD	Principal proteína do filamento grosso; sua interação com a actina hidrolisa ATP e produz a contração
Miomesina	185	Nenhuma	Une transversalmente os filamentos grossos que, na linha M, estão próximos uns dos outros
Titina	2.500	Nenhuma	Forma uma estrutura elástica que prende os filamentos grossos aos discos Z
Proteína C	140	Nenhuma	Liga-se aos filamentos grossos na linha M
Actina G	42	Nenhuma	Polimeriza-se para formar filamentos finos de actina F; a interação da actina G com a miosina auxilia a hidrolisar ATP, resultando na contração
Tropomiosina	64	2 cadeias, 32 kD cada	Ocupa os sulcos dos filamentos finos
Troponina	78	TnC, 18 kD TnT, 30 kD TnI, 30 kD	Liga cálcio Liga-se à tropomiosina Liga-se à actina, inibindo a interação actina-miosina
Actinina a	190	2 unidades, 95 kD cada uma	Ancora as extremidades mais dos filamentos finos ao disco Z
Nebulina	600	Nenhuma	Proteína do disco Z que pode auxiliar a actinina a ancorar os filamentos finos ao disco Z

ATP, trifosfato de adenosina.

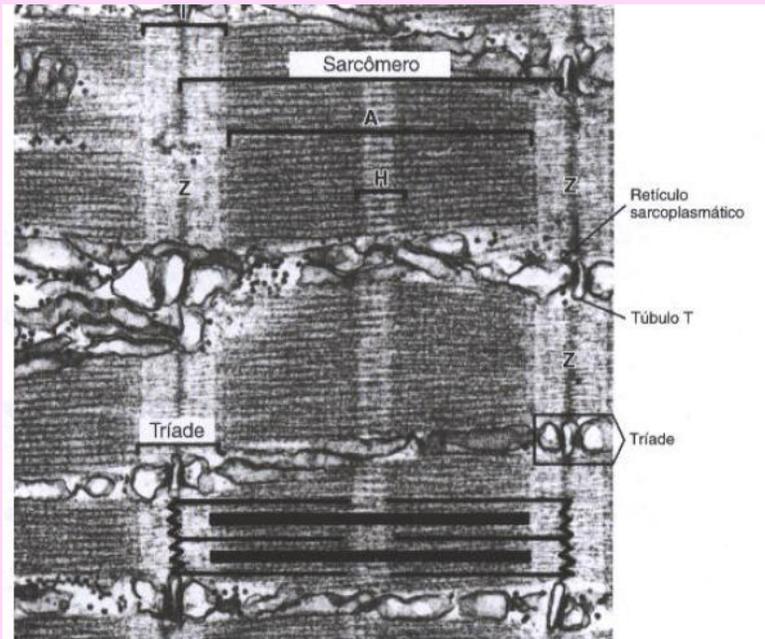
Túbulos T (transversos): invaginações do sarcolema para o interior da fibra muscular. Facilitam a condução das ondas de despolarização ao longo do sarcolema. Ficam entre as bandas A e I. Cada sarcômero possui 2 conjuntos de túbulos T.

RETICULO SARCOPLASMÁTICO:

- armazena Ca^{2+} ;
 - apresenta cisternas que cercam um túbulo T: TRÍADE
 - tem canais de Ca^{2+} dependentes de voltagem
 - regula a contração:
- seqüestra Ca^{2+} (com gasto de ATP) através da calcequestrina (relaxamento)
libera Ca^{2+} sem gasto de energia (contração)



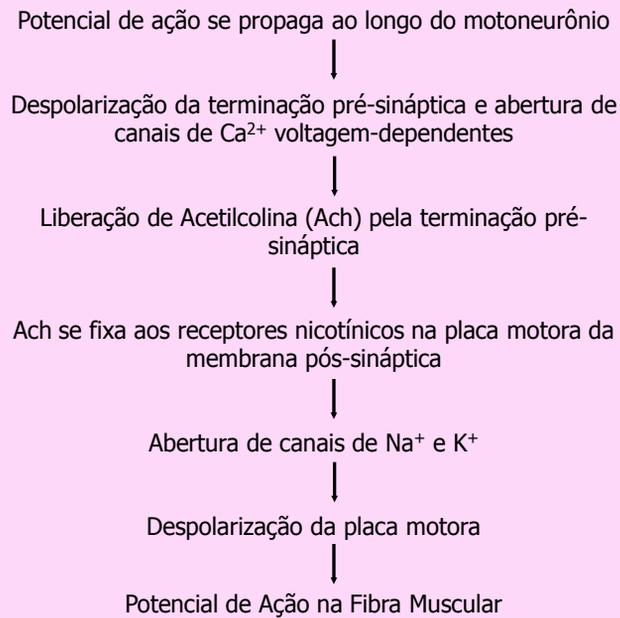
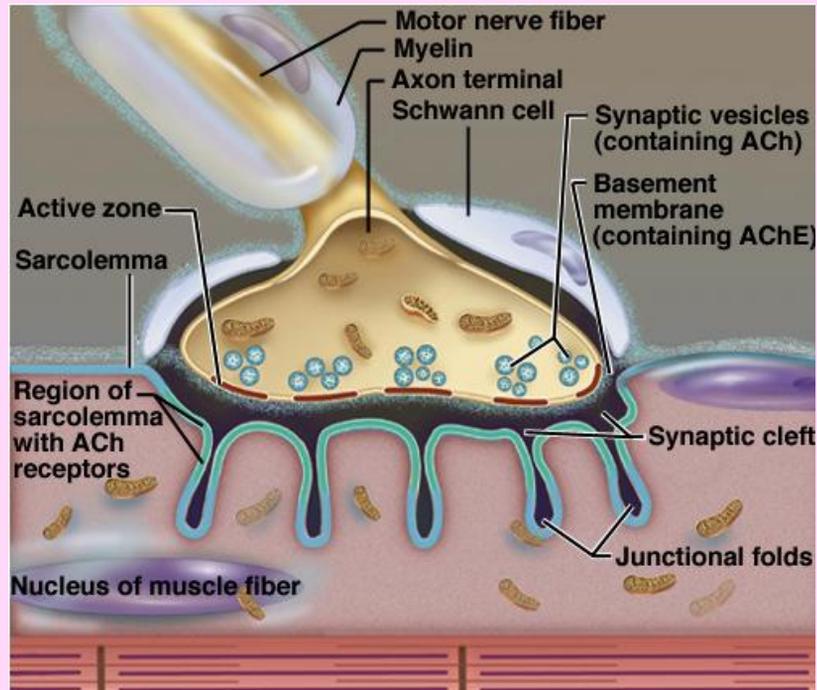
Tríade: 2 cisternas de retículo sarcoplasmático e um túbulo transverso. Nessa região o impulso passa do sarcolema para o retículo sarcoplasmático.



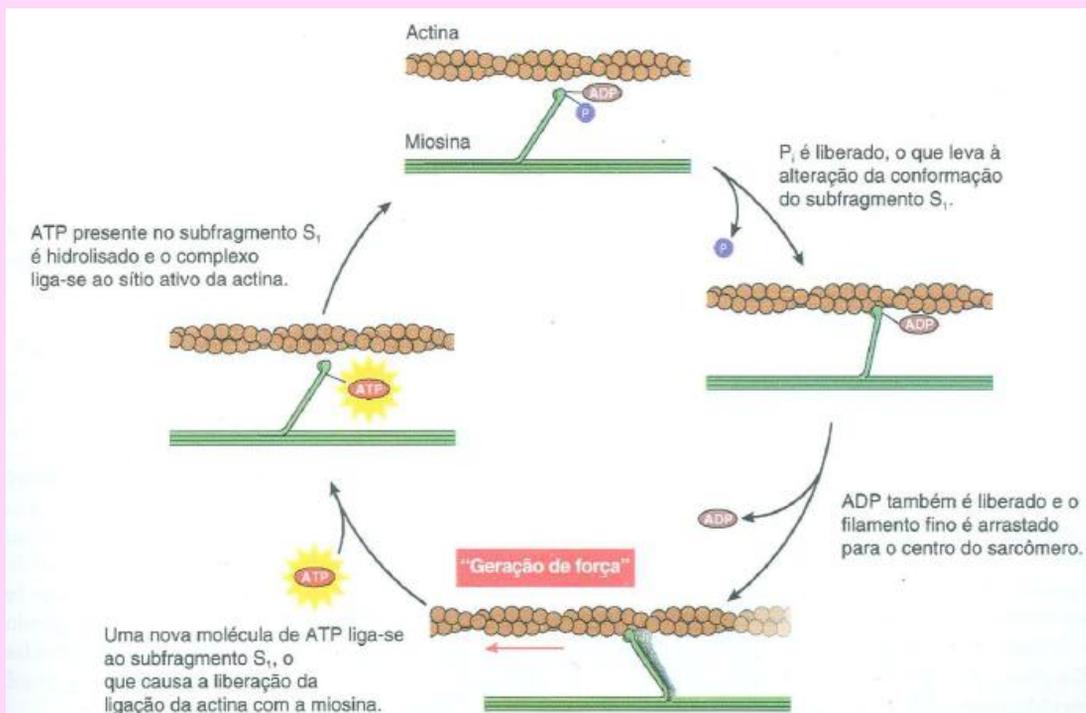
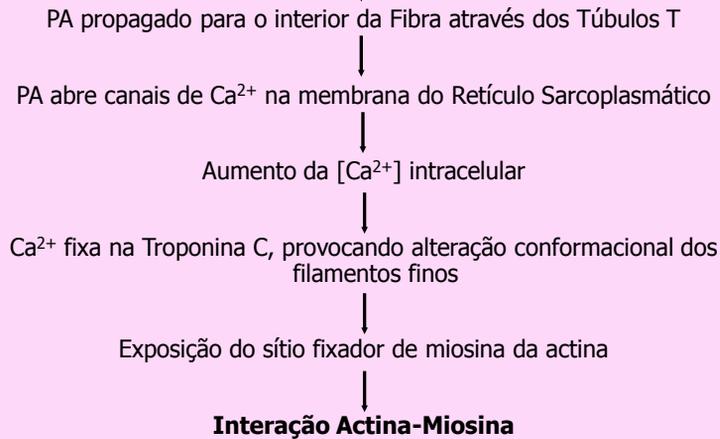
Inervação

Junção NEUROMUSCULAR:

- As células nervosas que suprem as fibras musculares são os **motoneurônios**.
- 1 único motoneurônio e as fibras musculares que inerva constituem uma **unidade motora**.
- **MÚSCULOS COM AÇÃO DELICADA: 1 NEURÔNIO MOTOR INERVA POUCAS FIBRAS MUSCULARES**
- **MÚSCULOS COM AÇÃO MAIS GROSSEIRA: 1 NEURÔNIO MOTOR INERVA MUITAS FIBRAS MUSCULARES**
- **Junção Neuromuscular:** sinapse entre o axônio do motoneurônio e a fibra muscular.



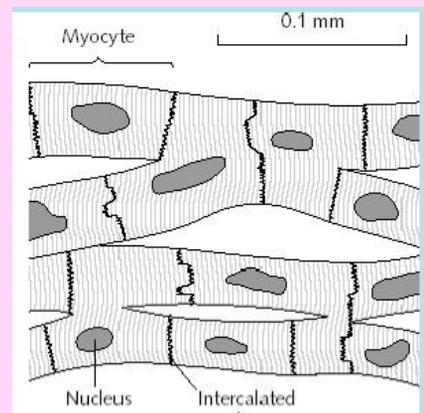
Potencial de Ação na Fibra Muscular



- Interação actina-miosina ativa **a ATPase** da miosina: **ATP é hidrolisado a ADP e Pi.**
- Quando as pontes cruzadas se desfazem, uma nova molécula de ATP se fixa à cabeça da miosina, iniciando novo ciclo.
- *Rigor mortis*: na ausência de ATP, as pontes não se desfazem.
- Os ciclos continuam até ocorrer a **diminuição da $[Ca^{2+}]$ intracelular.**
- **Relaxamento:** $[Ca^{2+}]$ menor que $10^{-7}M$ – Ca^{2+} insuficiente para ligar-se à troponina C – **alteração conformacional dos filamentos finos, recobrando o sítio fixador de miosina da actina.**

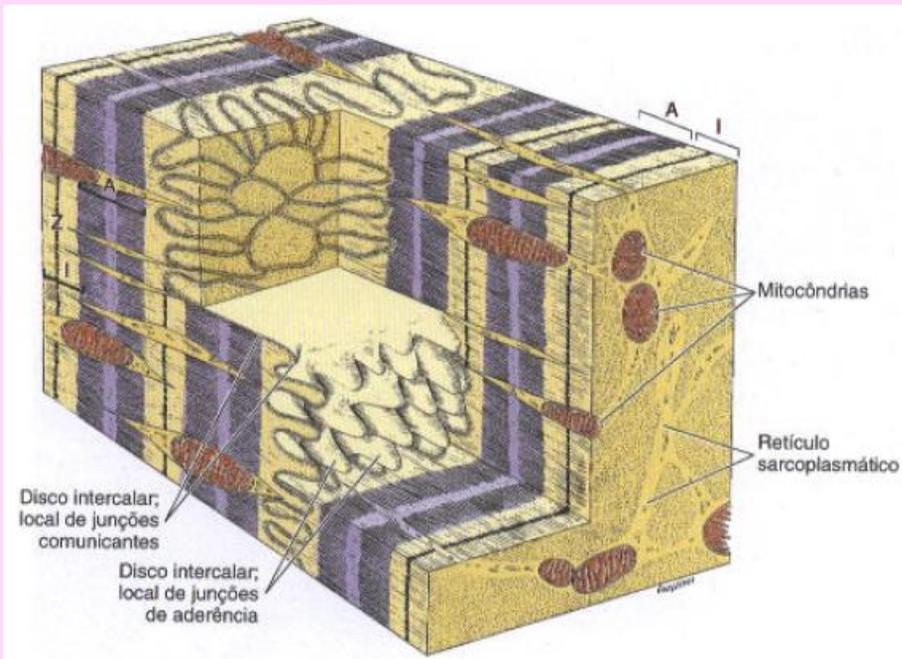
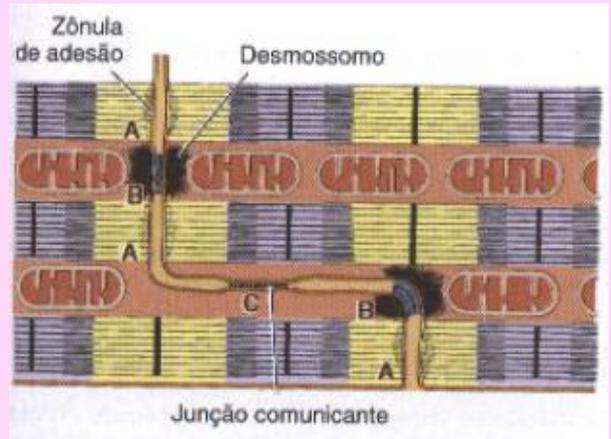
MÚSCULO ESTRIADO CARDÍACO

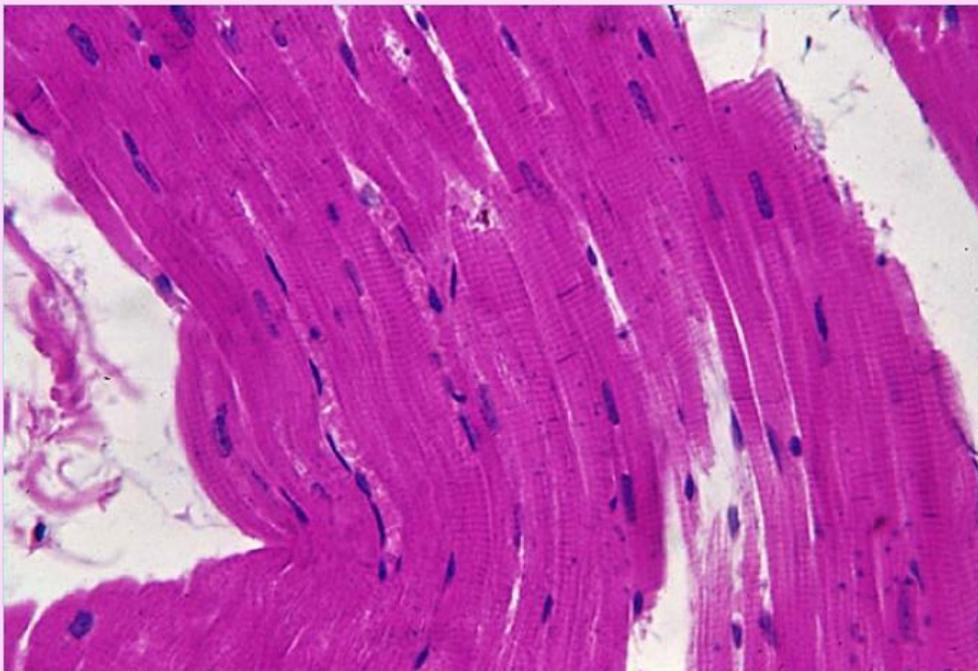
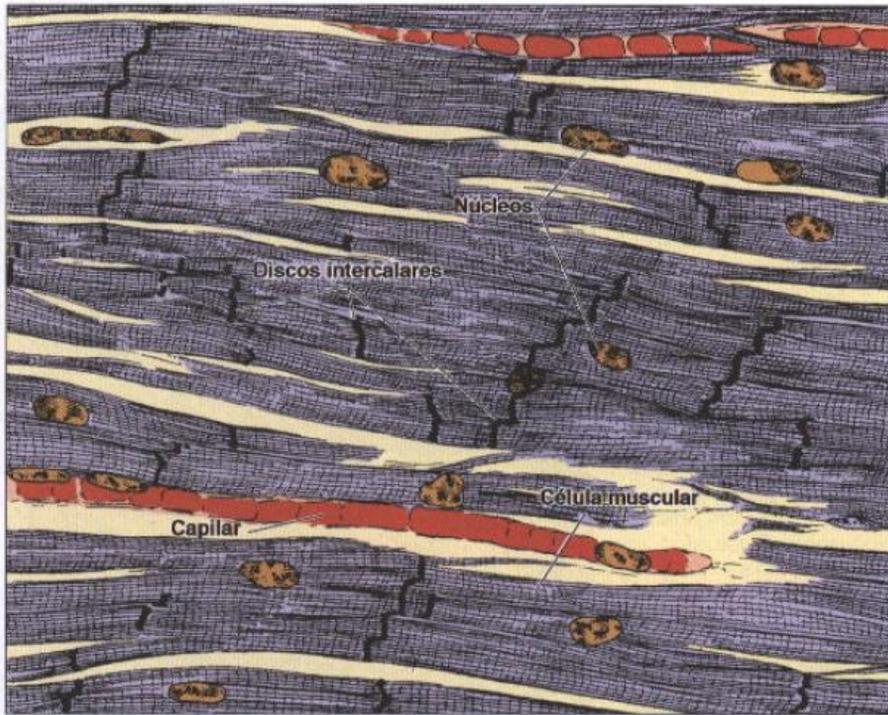
- Coração e veias pulmonares;
- Contração rítmica, espontânea e involuntária;
- Células ramificadas com um ou dois núcleos centrais;
- Numerosas mitocôndrias;
- Gotículas de triglicerídeos;
- Célula de Purkinje;
- Estriações (SARCÔMEROS);
- Díades (cisterna de retículos sarcoplasmático e túbulo transverso);



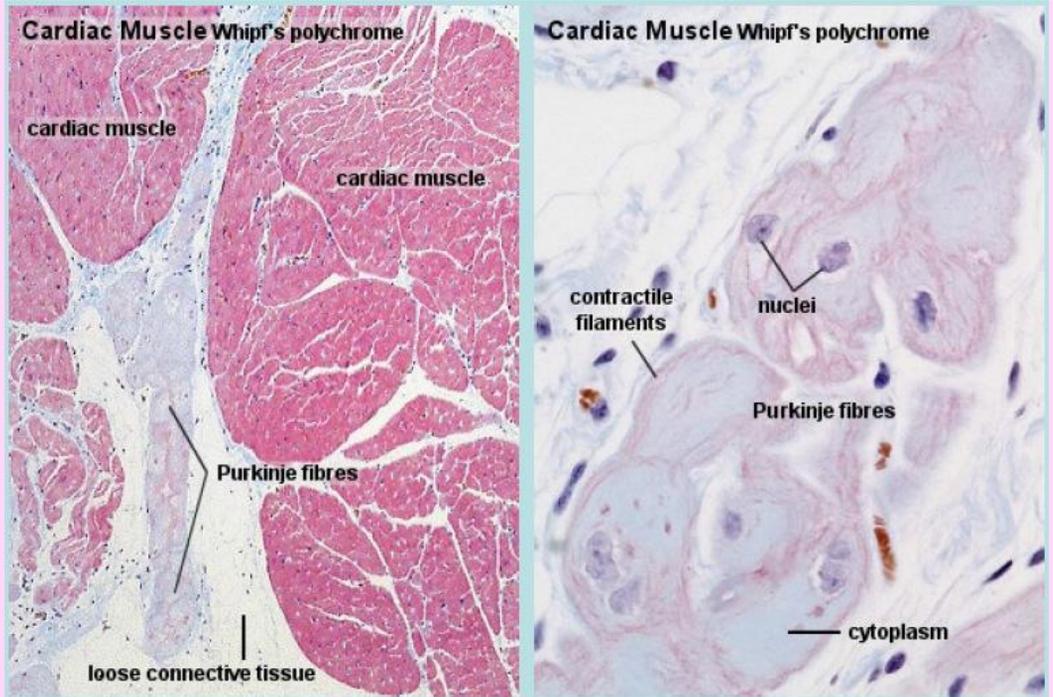
Unidas por DISCOS INTERCALARES:

- São análogos ao disco Z, onde os miofilamentos finos ficam presos;
- Região transversal: abundância de zonas de adesão e desmossomos;
- Região lateral: abundância de junções comunicantes = **SINCÍCIO**;



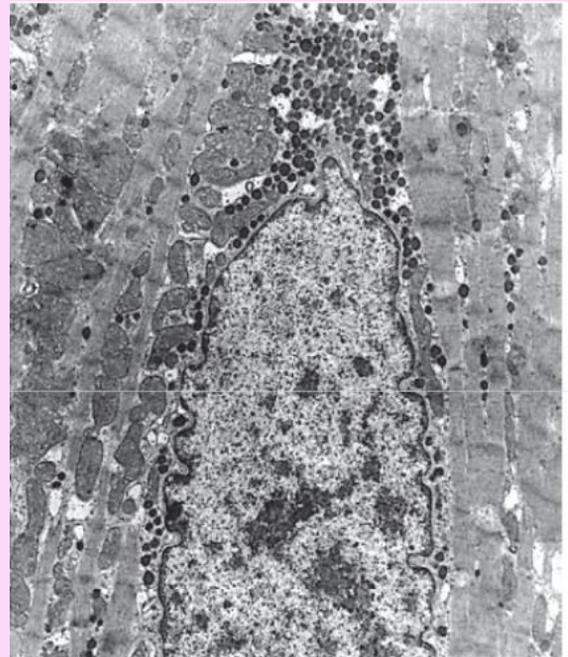


Fibra de Purkinje



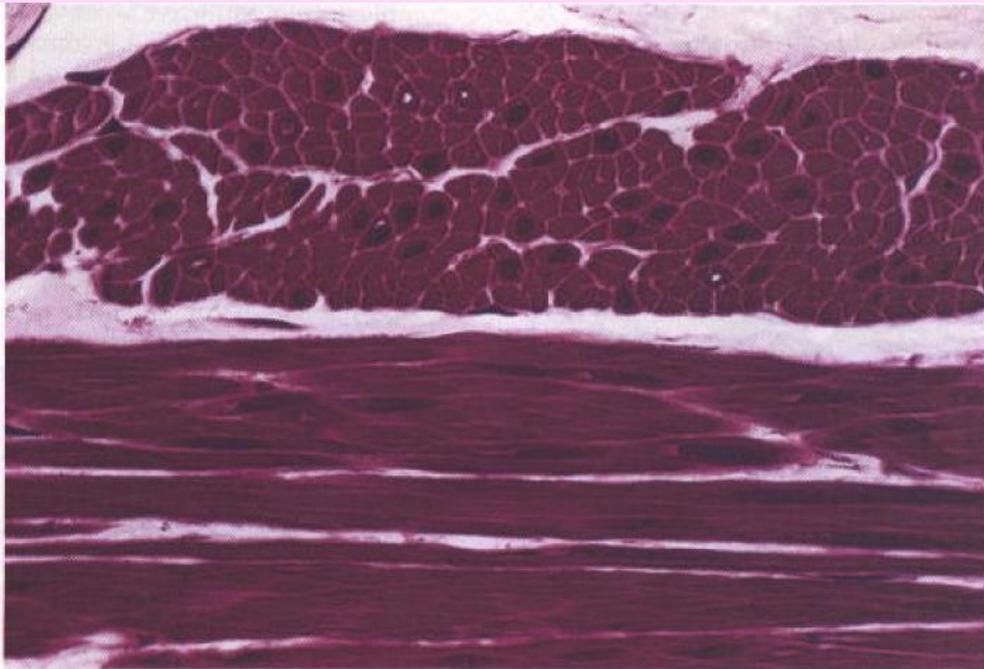
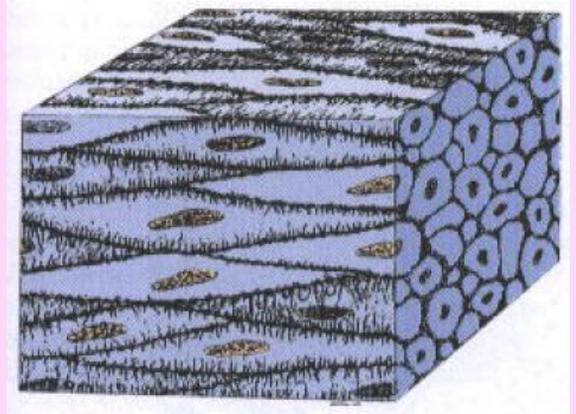
Grânulos de Peptídeo Natriurético Atrial:

- Produzidos em resposta ao aumento da pressão arterial;
- estimula a excreção de Na^+ e água pelos rins e leva ao relaxamento das fibras musculares lisas dos vasos sanguíneos;
- Diminuição da pressão arterial;

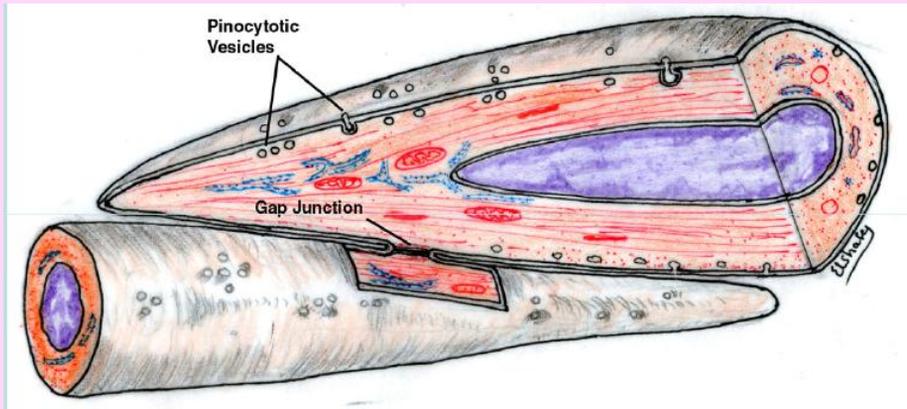


TECIDO MUSCULAR LISO

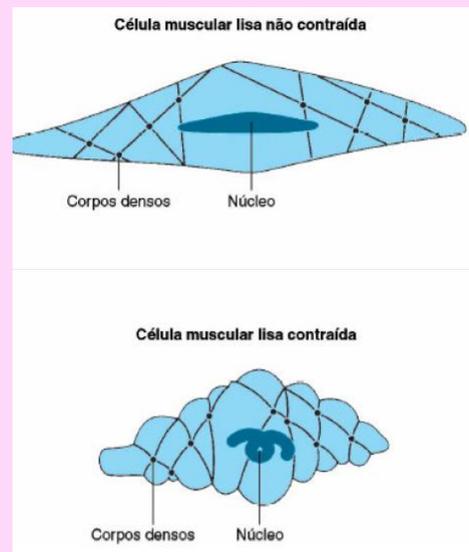
- Paredes de vísceras ocas (TGI, reprodutivo, urinário, respiratório, vasos sanguíneo);
- Controle involuntário (SNA);
- Contração lenta e prolongada;
- Células fusiformes com extremidades afiladas, núcleo central e oval;
- Camadas dispostas perpendicularmente (peristaltismo);



Cavéolas: vesículas pinocíticas contendo Ca^{++} ;

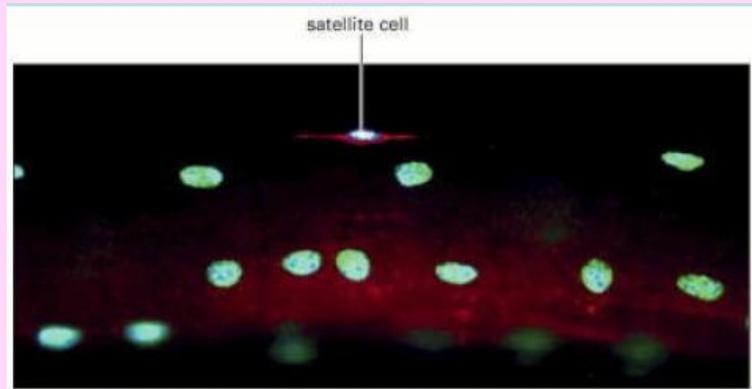


- **Corpos densos:** equivalentes aos discos Z, ancorados ao sarcolema ou no sarcoplasma. Composto por filamentos finos (**sem troponina**) e intermediários (vimentina e desmina);



REGENERAÇÃO:

- Músculo estriado esquelético: hiperplasia (LESÃO, CÉLULAS SATÉLITES) e hipertrofia;
- Músculo estriado cardíaco: cicatriz de conjuntivo (IAM);
- Músculo liso: hiperplasia de células musculares e/ou de fibroblastos;



QUADRO 8.3 Comparação entre os Três Tipos de Músculo

CARACTERÍSTICA	MÚSCULO ESQUELÉTICO	MÚSCULO CARDÍACO	MÚSCULO LISO
Sarcômeros	Sim	Sim	Não
Núcleos	Multinucleado; localização periférica	Um (ou dois); localização central	Um; localização central
Reticulo sarcoplasmático	Bem desenvolvido com cisternas terminais	Mal definido; alguns terminais pequenos	Pouco reticulo endoplasmático liso (mas não envolvido no armazenamento de cálcio)
Túbulos T	Sim; pequenos, participam da formação das triades	Sim; grandes, participam da formação das diádes	Não
Junções celulares	Não	Discos intercalares	Nexus (junções comunicantes)
Contração	Voluntária; "tudo ou nada"	Involuntária; rítmica e espontânea	Involuntária; lenta e vigorosa; não é "tudo ou nada"
Controle de cálcio	Calsequestrina nas cisternas terminais	Cálcio de fontes extracelulares	Cavéolas
Ligação de cálcio	Troponina C	Troponina C	Calmodulina
Regeneração	Sim, através das células satélites	Não	Sim
Mitose	Não	Não	Sim
Fibras nervosas	Somáticas motoras	Autônomas	Autônomas
Tecido conjuntivo	Epimísio, perimísio e endomísio	Bainhas de tecido conjuntivo e endomísio	Bainhas de tecido conjuntivo e endomísio
Características distintivas	Longas; cilíndricas; muitos núcleos periféricos	Células ramificadas; discos intercalares; um núcleo	Células fusiformes sem estrias; um núcleo

<https://www.youtube.com/watch?v=CxFYnFoKDn8>

https://www.youtube.com/watch?v=Klq_6JaTBBs