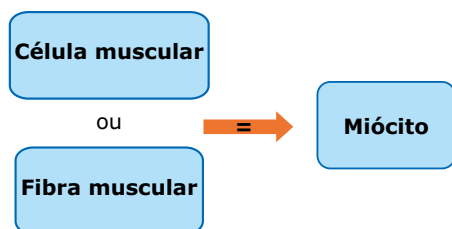


Tecido Muscular

O tecido muscular é formado por células alongadas, fusiformes (com extremidades afiladas) ou cilíndricas, denominadas miócitos ou fibras musculares, altamente especializadas em realizar contração, proporcionando, assim, os movimentos corporais.



As células musculares são tão diferenciadas e têm características tão peculiares que alguns de seus componentes receberam nomes especiais. A membrana plasmática pode ser chamada de sarcolema; o citoplasma (com exceção das miofibrilas), de sarcoplasma; o retículo endoplasmático, de retículo sarcoplasmático; as mitocôndrias, de sarcossomos.

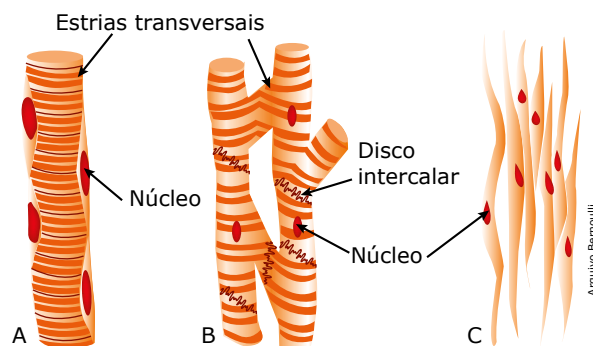
A célula muscular tem em seu citoplasma filamentos proteicos, denominados miofibrilas, constituídos principalmente de duas variedades de proteínas contráteis: actina e miosina. Entre as miofibrilas de actina e de miosina, encontram-se o retículo endoplasmático e as mitocôndrias. Resumidamente, a contração muscular é resultado do deslizamento dos filamentos de actina (mais finos) sobre os filamentos de miosina (mais grossos).

No citoplasma da célula muscular, podemos encontrar também uma proteína, de estrutura e propriedades semelhantes às da hemoglobina, denominada mioglobina. Essa proteína contém ferro e dá uma coloração avermelhada ao tecido. É capaz de ligar-se ao gás oxigênio, funcionando, portanto, como um reservatório de O₂ para a atividade muscular, tendo, inclusive, maior afinidade para com o O₂ do que a hemoglobina.

CLASSIFICAÇÃO

O tecido muscular apresenta as seguintes variedades:

- Estriado esquelético
- Estriado cardíaco
- Não estriado (liso)



Classificação do tecido muscular – A. Tecido muscular estriado esquelético; B. Tecido muscular estriado cardíaco; C. Tecido muscular não estriado (liso).

Tecido muscular estriado esquelético

Formado por células cilíndricas muito longas (podem chegar a 30 cm de comprimento, embora o diâmetro seja microscópico), multinucleadas (polinucleadas), com núcleos periféricos.

A fibra muscular estriada esquelética surge da reunião de várias células mononucleares durante a formação embrionária. Por isso, é considerada um sincício. Entretanto, durante o desenvolvimento do indivíduo, com o seu crescimento, as fibras musculares estriadas esqueléticas se alongam. Para suprir funcionalmente o longo sarcoplasma que se distende, os núcleos se dividem e novos núcleos se formam acompanhando o alongamento da fibra (célula). Assim, a fibra muscular estriada esquelética passa a ser considerada como um plasmódio. Podemos dizer, então, que inicialmente ela é um sincício e, depois, um plasmódio.

Por meio da microscopia eletrônica, foi constatado que o sarcolema (membrana plasmática) da fibra muscular estriada esquelética sofre invaginações, formando uma complexa estrutura de túbulos (sistema T) que envolvem as miofibrilas. Esses túbulos, assim como os canalículos do retículo endoplasmático, participam ativamente da troca de íons cálcio com o hialoplasma durante o mecanismo da contração muscular.

Em microscopia, a fibra estriada esquelética também mostra uma intercalação de faixas claras e escuras, conferindo à célula um aspecto estriado, o que justifica sua denominação. Tais faixas são resultantes da organização dos feixes das miofibrilas de actina e miosina que formam as chamadas estrias transversais.

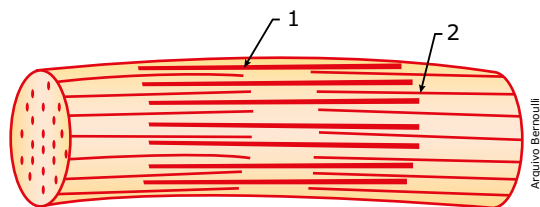


Diagrama do segmento de uma das numerosíssimas miofibrilas que ocorrem paralelamente ao maior eixo da fibra muscular estriada.
1. miofibrila de miosina; 2. miofibrila de actina.

O glicogênio, depositado sob a forma de grânulos, é abundante no sarcoplasma dessas células. Esse glicogênio funciona como depósito de energia, que é mobilizada durante a contração muscular.

As fibras musculares esqueléticas são de contração voluntária e, de acordo com sua estrutura e com uma composição bioquímica, podem ser classificadas em dois tipos: lentas e rápidas.

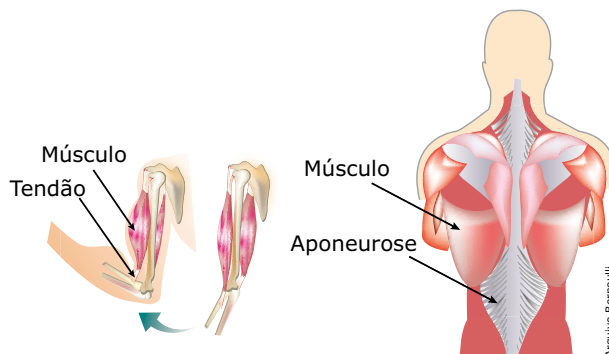
- A) Fibras lentas** – Possuem muitas moléculas de mioglobina, muitas mitocôndrias e são bem supridas de vasos sanguíneos. Têm coloração vermelho-escura. São altamente resistentes à fadiga. Como têm reservas substanciais de combustível (glicogênio e lipídios), suas mitocôndrias abundantes podem manter uma produção constante e prolongada de ATP se o oxigênio estiver disponível. Assim, obtêm energia para contração, principalmente por meio da respiração aeróbia, oxidando carboidratos e ácidos graxos. Essas fibras são adaptadas para contrações lentas e continuadas. Dessa forma, os músculos que têm elevadas proporções desse tipo de fibra são bons para o trabalho aeróbico de longa duração (isto é, trabalho que requer muito oxigênio). Os atletas que correm grandes distâncias, os esquiadores, os nadadores e os ciclistas têm os músculos do braço e das pernas constituídos, em sua maior parte, por fibras musculares esqueléticas desse tipo.
- B) Fibras rápidas** – Possuem pouca mioglobina, poucas mitocôndrias e poucos vasos sanguíneos. Têm cor vermelho-clara. Obtêm energia para a contração quase que exclusivamente por fermentação a partir da glicose e do glicogênio.

Por isso, tornam-se fatigadas rapidamente. Adaptadas para contrações rápidas e descontínuas (ou de curta duração), essas fibras são especialmente boas para um trabalho de curta duração que requer força máxima. Os campeões de levantamento de peso e os corredores de pequenas distâncias têm elevadas proporções dessas fibras nos músculos das pernas e dos braços.

Nos seres humanos, os músculos esqueléticos apresentam proporções diferentes dos dois tipos de fibras. A herança genética é o principal fator determinante da proporção de fibras de contração rápida e contração lenta em nossos músculos esqueléticos. Assim, existe alguma verdade quando se afirma que se nasce campeão para um determinado tipo de esporte. De certa forma, entretanto, podemos alterar as propriedades das fibras musculares esqueléticas com o treinamento aeróbico. Com o treinamento aeróbico, a capacidade oxidativa das fibras de contração rápida pode melhorar substancialmente. Portanto, uma pessoa que nasce com uma proporção elevada de fibras de contração rápida terá maior probabilidade de se transformar em um campeão de corrida de curta distância; assim como uma pessoa que nasce com uma proporção elevada de fibras de contração lenta terá maior probabilidade de se transformar em um campeão de maratona.

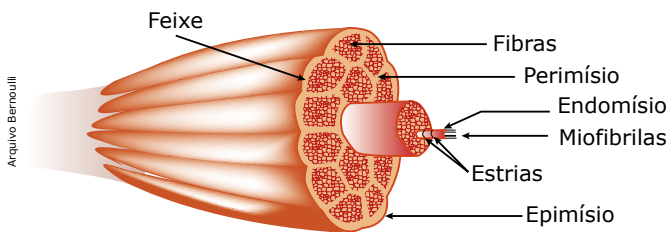
O tecido muscular estriado esquelético é o tecido que ocupa maior volume no corpo e, popularmente, é conhecido por carne; forma os chamados músculos esqueléticos, assim denominados por se acharem ligados aos ossos. Essa ligação pode ser feita por meio de tendões ou de aponeuroses.

Essas estruturas são esbranquiçadas, muito resistentes, constituídas por tecido conjuntivo denso, rico em fibras colágenas. Os tendões são cilíndricos ou, então, têm forma de fita, ao passo que as aponeuroses são laminares.



Tendões e aponeuroses.

Um músculo esquelético é um conjunto de feixes musculares. Um feixe muscular, por sua vez, é um conjunto de fibras musculares. O músculo esquelético, o feixe muscular e a fibra muscular esquelética estão envolvidos, respectivamente, pelas películas epimísio, perimísio e endomísio. O endomísio é uma fina camada de fibras reticulares que envolvem a fibra muscular; o perimísio é uma camada mais espessa de fibras reticulares e colágenas que envolvem o feixe muscular; o epimísio é uma resistente membrana de tecido conjuntivo denso não modelado que envolve o músculo.



Músculo estriado esquelético em corte transversal – Desenho esquemático mostrando a estrutura do músculo estriado esquelético. Observe que o músculo é completamente envolvido pelo tecido conjuntivo do epimísio. Deste, partem os septos do perimísio. Finalmente, vemos o endomísio, que envolve cada fibra muscular. Observe ainda que cada fibra muscular tem diversas estriações transversais, e que seu citoplasma é carregado de miofibrilas.

Tecido muscular estriado cardíaco

É formado por células alongadas, cilíndricas, cujas extremidades se encaixam, o que faz parecer que uma dá continuidade à outra. Muitas dessas células se anastomosam irregularmente, isto é, se ligam uma à outra por meio de ramificações.

Suas células geralmente são mononucleadas (raramente possuem dois núcleos) com os núcleos ocupando posição central. Entre uma fibra (célula) e outra, verifica-se a presença dos discos intercalares, que são regiões das membranas plasmáticas que determinam o limite entre as células. Correspondem, portanto, ao ponto de contato da extremidade de uma célula com a extremidade da outra. O estudo dos discos intercalares em microscopia eletrônica mostrou que eles são áreas especializadas em manter a coesão (união) entre as células musculares cardíacas.

As fibras cardíacas, à semelhança das esqueléticas, também apresentam estrias transversais, resultantes da organização dos feixes de miofibrilas, de actina e de miosina. Apresentam coloração vermelha e têm contração rápida e involuntária.

O tecido muscular estriado cardíaco forma o miocárdio (músculo do coração). O miocárdio é um músculo que independe do sistema nervoso central para sua contração, uma vez que possui automatismo próprio, ou seja, ele mesmo gera estímulos de natureza elétrica para sua contração, em uma região chamada de nódulo sinoatrial (marca-passo), localizada na parte superior direita do coração.

Tecido muscular liso

Formado por células fusiformes, mononucleadas, cujos núcleos ocupam posição central.

As células são pobres em mitocôndrias e em glicogênio, não possuem sistema T e o retículo sarcoplasmático é reduzido.

Suas miofibrilas de miosina e de actina são muito delgadas, o que explica o fato de serem pouco visíveis. Tais miofibrilas não se dispõem em feixes transversais, o que, por sua vez, explica a ausência de estrias transversais nessas células.

Apresentam coloração esbranquiçada (pouca ou nenhuma mioglobina) e contração lenta e involuntária, isto é, independente da vontade do indivíduo. A contração da musculatura lisa está sob o comando do SNA (sistema nervoso autônomo).

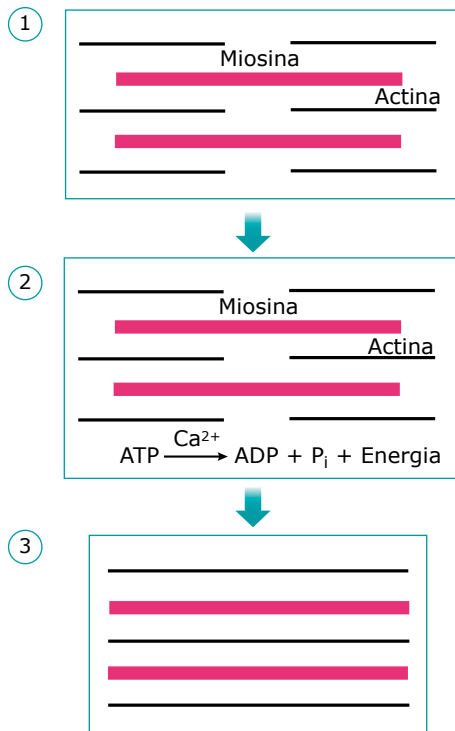
Suas fibras (células) se reúnem, dispostas paralelamente, formando feixes. Esses feixes constituem os chamados músculos lisos ou musculatura lisa. A musculatura lisa é encontrada nas paredes dos vasos sanguíneos (artérias, veias), do tubo digestório (esôfago, estômago, intestinos), da bexiga, das tubas uterinas, do útero, etc. Os movimentos peristálticos (peristaltismos) do tubo digestório e das tubas uterinas, bem como a contração da bexiga e do útero, decorrem da atividade da musculatura lisa existente nesses órgãos.

No caso da bexiga, sua musculatura é lisa e, portanto, a sua contração é involuntária. Contudo, existe um esfíncter (músculo em forma de anel) de músculo estriado na saída do órgão, denominado esfíncter vesical, de contração voluntária, o qual controla a liberação da urina. A micção ocorre quando o esfíncter relaxa (pela vontade do indivíduo), e a bexiga, que já estava contraída, é auxiliada pela contração dos músculos abdominais.

Pelo fato de estar presente em órgãos viscerais (estômago, intestinos, útero, etc.), o tecido muscular liso também é chamado de tecido muscular visceral.

CONTRAÇÃO MUSCULAR

O mecanismo da contração muscular é bastante complexo, envolvendo uma inter-relação de fenômenos físicos e químicos que requerem gasto de energia. Nas fibras musculares estriadas esqueléticas, tal mecanismo pode ser resumido, de forma bastante simplificada, da seguinte maneira:



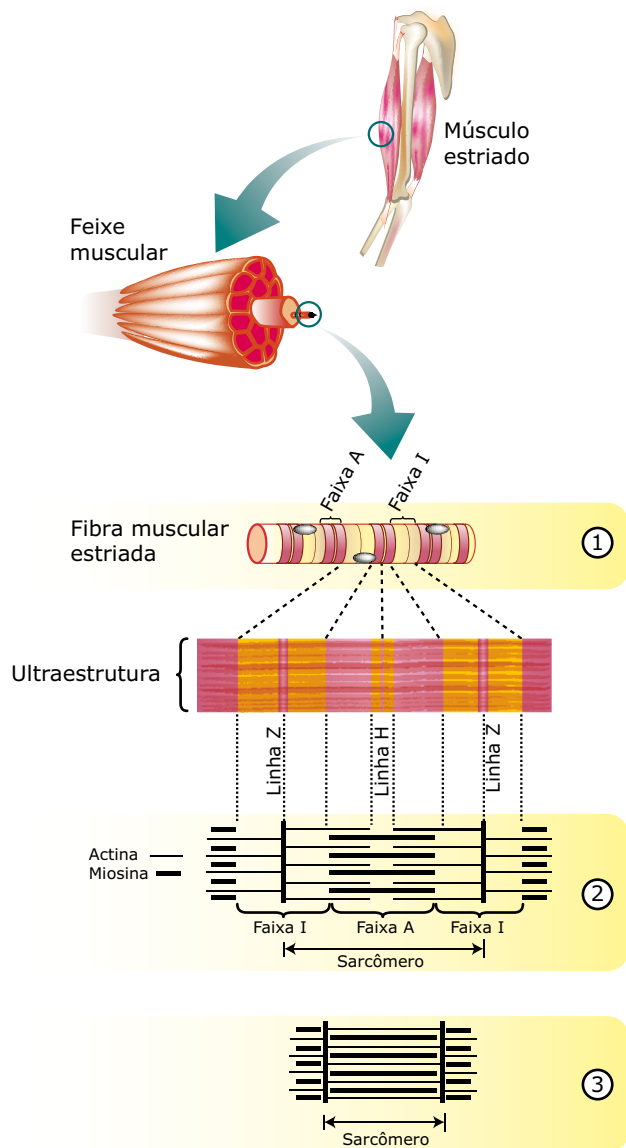
1. Quando recebem o estímulo para a contração, o retículo sarcoplasmático e o sistema T das fibras estriadas liberam íons de Ca^{2+} para o hialoplasma. Nas fibras lisas, os íons de cálcio não ficam armazenados no retículo sarcoplasmático, como acontece nas fibras estriadas. Na fibra lisa, esses íons são armazenados em vesículas ou depressões no sarcolema, sendo liberados frente ao recebimento do estímulo; 2. Em presença desses íons, a miosina adquire uma propriedade ATPásica, ou seja, desdobrando o ATP em ADP + P_i (fosfato inorgânico) e liberando energia;



3. A energia liberada é utilizada no ciclo da contração em que há o encurtamento da fibra muscular. Durante a contração, os filamentos de actina e de miosina conservam seus comprimentos originais, havendo, porém, o deslizamento dos filamentos mais finos (actina) sobre os mais grossos (miosina). É a chamada teoria dos filamentos deslizantes da contração muscular.

Nas fibras estriadas, esse mecanismo de contração é realizado simultaneamente por diversas unidades de contração, chamadas miômeros (sarcômeros).

Conforme já vimos, nas fibras musculares estriadas, as miofibrilas de actina e de miosina se organizam em feixes que formam um intercalamento de faixas claras e escuras. As faixas claras são denominadas faixas, bandas ou discos I (isotrópicas), e as faixas escuras, faixas, bandas ou discos A (anisotrópicas). Os termos isotrópica e anisotrópica são relativos às propriedades ópticas das duas diferentes proteínas. As faixas I apresentam no seu centro uma linha mais escura, denominada linha Z, e as faixas A têm, na região central, uma zona mais clara, conhecida por banda ou zona H.



1. Fibra muscular, mostrando as faixas A e as faixas I. No meio de cada faixa I, há uma linha Z. No meio de cada faixa A, existe uma zona H; 2. O sarcômero relaxado; 3. O sarcômero contraído.

As faixas I (mais claras) correspondem às regiões de superposição de segmentos dos filamentos de actina, e as faixas A (mais escuras), às regiões de superposição de segmentos dos filamentos de actina e de filamentos de miosina. Na fibra descontráida, há, no meio da faixa A, uma região formada apenas pela superposição de segmentos dos filamentos de miosina: é a zona H. As linhas Z são filamentos constituídos, principalmente, pela proteína tropomiosina e nelas se prendem os filamentos de actina. O espaço entre duas linhas Z consecutivas é denominado sarcômero. O sarcômero é a menor porção da fibra estriada capaz de sofrer contração e, por isso, é definido como a unidade contrátil ou funcional da fibra muscular estriada. Quando o sarcômero se contrai, os filamentos de actina deslizam sobre os de miosina. Com isso, as linhas Z se aproximam mais uma da outra, as faixas I diminuem (podendo mesmo desaparecer), a faixa A permanece com a mesma espessura e a zona H diminui, podendo até desaparecer.

A contração de todos os miômeros de uma fibra ao mesmo tempo, evidentemente, determinará a contração de toda a fibra muscular. Se todas as fibras que constituem o músculo também assim o fizerem, haverá contração do músculo por inteiro.

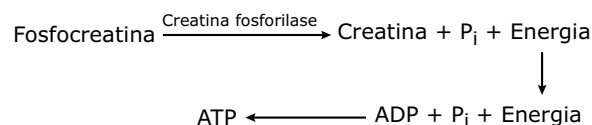
O músculo esquelético nunca fica completamente relaxado. Nele, algumas fibras estão sempre sendo estimuladas e se contraindo, mesmo quando o corpo está em repouso. Esse estado de contração parcial ou semicontração é conhecido como tônus muscular, que, além de manter a firmeza dos músculos, tem uma importância muito grande na manutenção da postura corporal. O tônus não decorre do funcionamento simultâneo de todas as fibras do músculo, mas é o resultado do trabalho ora de algumas, ora de outras, que se revezam. Pelo fato de haver esse revezamento na atividade das fibras, o tônus muscular não está sujeito a fadiga; assim, pode ser mantido durante horas a fio. O tônus está sendo constantemente reajustado pelo sistema nervoso.

A energia para a contração muscular é fornecida diretamente pelas moléculas de ATP quando ocorrer desdobramento em $ADP + P_i$ (fosfato inorgânico). Dessa forma, constantemente, moléculas de ATP estão sendo degradadas no interior das células musculares e, conseqüentemente, moléculas de ATP estão sendo formadas (produzidas) no interior dessas células.

O ATP consumido na contração muscular é produzido por meio de diferentes processos ou vias metabólicas.

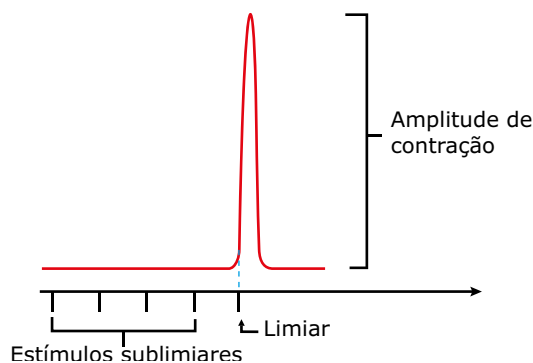
Entre eles, destacamos:

- A) Respiração celular** – É o principal processo formador de ATP nas células musculares. Assim, tanto a glicólise quanto o ciclo de Krebs e a cadeia respiratória produzem o ATP necessário à contração. É bom lembrar que, quando há deficiência no suprimento de oxigênio (anaerobiose) por um excessivo trabalho muscular, as células musculares também produzem ATP por meio da fermentação láctica.
- B) Transferência do radical fosfato da fosfocreatina** – Na fibra muscular, a fosfocreatina (creatina-fosfato) funciona como uma molécula auxiliar no armazenamento de energia. A fosfocreatina pode transferir o seu radical fosfato de alta energia para refazer o ATP a partir de ADP. Essa reação é catalisada por uma enzima, a creatina fosforilase (creatina fosforiltransferase). Dessa forma, quando o suprimento de ATP diminui, a creatina-fosfato fornece fosfato de alta energia para o ADP, o que permite a rápida formação de novas moléculas de ATP.

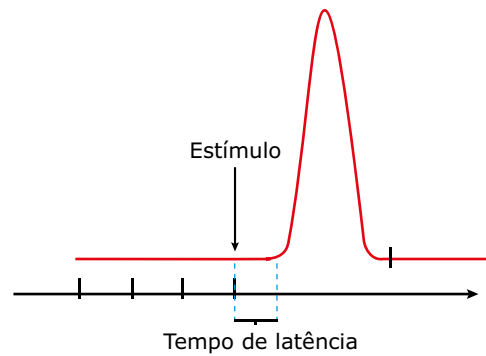


A fosfocreatina não fornece sua energia para ser usada diretamente na contração muscular. Essa substância funciona como um importante reservatório de energia nas células musculares. Quando desdobrada, fornece radical fosfato e energia para regenerar o ATP, mantendo seu nível constante.

As reações da contração muscular são desencadeadas quando a musculatura recebe um estímulo. Da intensidade desse estímulo dependerá o início ou não do mecanismo da contração. A menor intensidade de estímulo capaz de promover a contração é chamada de limiar de excitação.



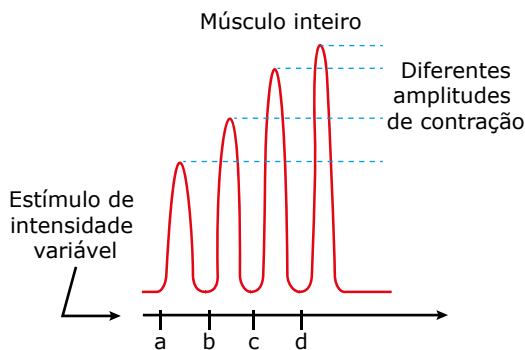
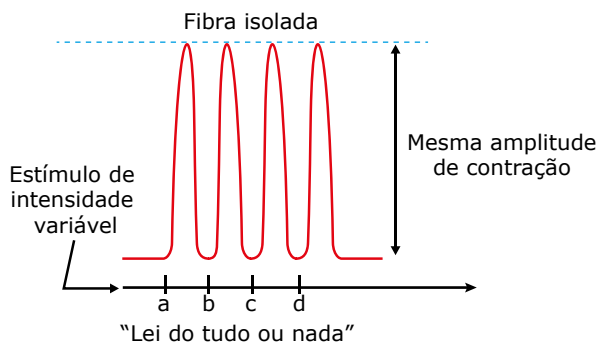
Acima do limiar, os estímulos sempre vão dar uma mesma amplitude de contração se considerarmos apenas uma fibra muscular. É a "lei do tudo ou nada". Essa lei diz que um estímulo ou é ineficaz ou provoca um grau máximo de contração da fibra, independentemente de sua intensidade. A "lei do tudo ou nada", entretanto, não vale para um músculo inteiro, pois, se o estímulo é muito mais forte, ele pode desencadear a contração em um número maior de fibras, aumentando, assim, o encurtamento do músculo todo. A gradação na força de contração do músculo, quando submetido a estímulos de intensidade diferentes, não se deve à resposta gradual de cada fibra muscular, mas sim à variação do número de fibras postas em atividade. O grau de contração de um músculo depende da quantidade de fibras estimuladas e da intensidade e da duração do estímulo. Uma estimulação fraca, por exemplo, resulta na contração de apenas algumas fibras e tem como resultado uma contração fraca do músculo. Quando muitas fibras são estimuladas simultaneamente, a contração do músculo é intensa.



VGIM

Contração muscular

Nessa videoaula, veremos como ocorre o mecanismo de contração muscular.



Quando um músculo recebe um estímulo, pode-se notar, no gráfico, que ele demora frações de segundo para iniciar efetivamente a contração. Esse pequeno intervalo de tempo entre a aplicação do estímulo e o início da contração é o chamado "tempo ou período de latência". O tempo de latência corresponde à fase bioquímica da contração, uma vez que, durante esse intervalo de tempo, ocorrem nas fibras musculares as reações químicas que visam a liberar energia para o ciclo da contração.

REGENERAÇÃO MUSCULAR

No indivíduo adulto, os três tipos de tecidos musculares, quando lesados, apresentam diferenças quanto à capacidade de regeneração.

No adulto, as células da **musculatura estriada esquelética** não se dividem, no entanto, admite-se que a sua capacidade de regeneração seja realizada com a participação de células conhecidas por **células satélites**. As células satélites, visíveis apenas no microscópio eletrônico, são mononucleadas, fusiformes, dispostas paralelamente às fibras musculares e localizadas dentro da lâmina basal que envolve os miócitos. Quando ocorre uma lesão na musculatura esquelética, as células satélites, que normalmente estão quiescentes (em repouso), entram em atividade, proliferam por mitose e se fundem umas às outras para formar novas fibras musculares esqueléticas. Quando o músculo esquelético é submetido a exercícios intensos, as células satélites também entram em atividade. Nesse caso, elas proliferam por mitoses e se fundem com as fibras musculares já existentes, contribuindo, assim, para o aumento (hipertrofia) do músculo.

Ao contrário do que acontece nos primeiros anos de vida, no indivíduo adulto, o **tecido muscular estriado cardíaco** praticamente não se regenera. As lesões no miocárdio são reparadas por proliferação do tecido conjuntivo, formando, no local, uma cicatriz.

O **tecido muscular liso** apresenta boa capacidade de regeneração. Ocorrendo nesse tecido uma lesão, as células que não foram destruídas entram em mitose e reparam o tecido lesado.

EXERCÍCIOS DE APRENDIZAGEM



01. (UFRGS-RS) As dores que acompanham a fadiga muscular têm como causa



- A) a utilização de lipídios como fonte de energia.
- B) o acúmulo de oxigênio produzido pela respiração.
- C) a perda da capacidade de relaxamento do músculo.
- D) o acúmulo de ácido láctico resultante da anaerobiose.
- E) a utilização do gás carbônico resultante da fermentação.

02. (UECE) O conceito de sarcômero engloba o de estruturas como sarcolema e retículo sarcoplasmático e está associado a um determinado tipo de tecido. Nessa estrutura temos a abundante presença de



- A) plastos e íons de magnésio.
- B) plastos e íons de cálcio.
- C) mitocôndrias e íons de magnésio.
- D) mitocôndrias e íons de cálcio.

03. (UFSC) O tecido muscular liso possui células



- A) bifurcadas, plurinucleadas, de contração lenta e involuntária.
- B) fusiformes, uninucleadas, de contração lenta e involuntária.
- C) fusiformes, plurinucleadas, de contração lenta e voluntária.
- D) cilíndricas, uninucleadas, de contração rápida e involuntária.
- E) cilíndricas, binucleadas, de contração rápida e voluntária.

04. (Unifor-CE) Considere os seguintes conjuntos de características:

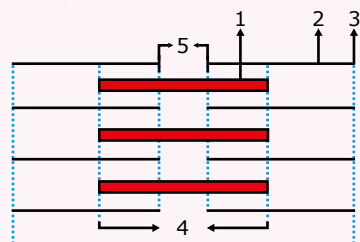


- I. Células com um único núcleo central.
- II. Células com muitos núcleos periféricos.
- X. Células com estrias transversais.
- Y. Células sem estrias transversais.
- a. Contração involuntária.
- b. Contração voluntária.

A associação que caracteriza o tecido responsável pelos batimentos cardíacos é:

- A) I - X - a C) I - Y - b E) II - Y - b
- B) I - X - b D) II - X - a

05. (PUC Minas) Sarcômero é a unidade contrátil da fibra muscular estriada. Observando com atenção o esquema de um sarcômero, os filamentos de miosina estão representados por



- A) 1. C) 3. E) 5.
- B) 2. D) 4.

EXERCÍCIOS PROPOSTOS



01. (UEPG-PR) A câibra é a contração abrupta, vigorosa, involuntária e dolorosa de um músculo, podendo ocorrer no exercício físico ou em repouso.



No que se refere ao procedimento correto, em caso de uma manifestação de câibra no momento da realização de atividade física, assinale a alternativa correta.

- A) Promover o alongamento do músculo atingido, massageando o local.
- B) Aumentar a intensidade da atividade física até que a contração termine.
- C) Aumentar o volume da atividade física até que a dor termine.
- D) Promover a flexão do músculo atingido.
- E) Aplicar gelo no local.

02. (PUC Minas) São dadas a seguir algumas características de três tipos de tecido muscular animal:



- I. Possui apenas um núcleo, com contração relativamente lenta.
- II. Apresenta células cilíndricas extremamente longas, multinucleadas, de contração rápida e voluntária.
- III. Tem células normalmente mononucleadas, de contrações rápidas e involuntárias, com presença de discos intercalares.

As características se referem, respectivamente, aos seguintes tecidos musculares:

- A) Liso, estriado esquelético e estriado cardíaco.
- B) Estriado esquelético, liso e estriado cardíaco.
- C) Estriado cardíaco, liso e estriado esquelético.
- D) Liso, estriado cardíaco e estriado esquelético.
- E) Estriado cardíaco, estriado esquelético e liso.

03. (UFLA-MG) Assinale a alternativa que caracteriza corretamente a fibra muscular estriada esquelética.

- A) Multinucleada, núcleos centralizados, contração involuntária
- B) Mononucleada, núcleo periférico, contração involuntária
- C) Mononucleada, núcleo centralizado, contração voluntária
- D) Multinucleada, núcleos periféricos, contração voluntária

04. (UERJ-2017) As células musculares presentes nas asas das aves migratórias possuem maior concentração de determinada organela, se comparadas às células musculares do restante do corpo. Esse fato favorece a utilização intensa de tais membros por esses animais.

Essa organela é denominada

- A) núcleo. C) lisossoma.
- B) centríolo. D) mitocôndria.

05.
10NR

(FASEH-MG-2018) As células dos músculos esqueléticos recebem o nome de fibras musculares, e a contração dessas fibras se dá pela ação de proteínas fibrilares contráteis. A aparência dessas proteínas ao microscópio ótico forma faixas claras e escuras, daí o nome de tecido estriado.

Assinale a alternativa correta que indica a estrutura formada por essas faixas.

- A) Sarcoplasma. C) Miofibrilas.
B) Sarcolema. D) Sarcômero.

06.

(Uncisal) Quase todas as funções do corpo são em partes musculares. Sem músculos os vertebrados não poderiam se mover, seus tecidos poderiam enfraquecer e os produtos de suas glândulas não poderiam ser distribuídos. O sistema muscular associado ao esqueleto é de grande importância nos mecanismos locomotores. Os vertebrados apresentam três tipos de músculos: estriado esquelético, não estriado e estriado cardíaco.

Dadas as proposições a seguir,

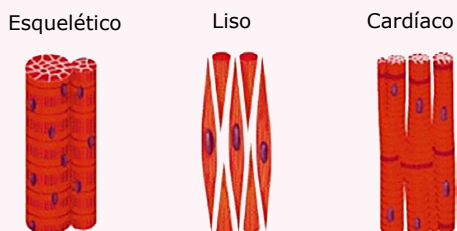
- I. Os músculos estriados são ligados ao esqueleto e apresentam contração voluntária.
II. Os músculos não estriados são encontrados na parede dos órgãos ocos e apresentam contração voluntária.
III. Os músculos estriados cardíacos formam o miocárdio e possuem fibras de contração involuntária.

Verifica-se que apenas

- A) I, II e III estão corretas.
B) I e II estão corretas.
C) I, II e III estão incorretas.
D) I e III estão corretas.
E) II e III estão corretas.

07.
7GDS

(FACISB) A figura mostra os três tipos de tecidos musculares.



Disponível em: <www.sobiologia.com.br> (Adaptação).

Sobre esses tecidos, é correto afirmar que

- A) o tecido muscular esquelético é formado por células mononucleadas adaptadas a contrações lentas e involuntárias.
B) o tecido muscular liso é o responsável pelos movimentos peristálticos do esôfago, estômago e intestinos.
C) as células do tecido muscular estriado cardíaco tornam as paredes dos átrios mais espessas que as dos ventrículos, no coração dos mamíferos.
D) as células do tecido muscular estriado cardíaco apresentam placas motoras e suas contrações são controladas pelo sistema nervoso central.
E) o tecido muscular esquelético, adaptado a movimentos lentos, apresenta apenas fibras brancas, uma vez que é pobre em mitocôndrias e mioglobina.

08.
4JBT

(UFU) A exposição *O fantástico corpo humano*, atualmente em cartaz em São Paulo, mostra corpos humanos inteiros e peças preservadas em silicone. O visitante dessa exposição poderá notar diversos feixes de fibras musculares e tendões em corpos mostrados em posições cotidianas, como alguém lendo um livro, chutando uma bola, comendo.

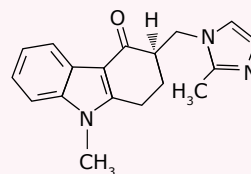
Em relação ao músculo esquelético, é correto afirmar que

- A) nas extremidades do músculo esquelético, formam-se bainhas de tecido conjuntivo frouxo, os tendões, que prendem o músculo ao osso.
B) o músculo esquelético propicia a locomoção, juntamente com os tendões e os ossos, devido à diminuição do comprimento dos sarcômeros das miofibrilas. No processo de contração muscular, os filamentos espessos de actina se sobrepõem aos filamentos delgados de miosina.
C) a contração do músculo esquelético é dependente de íons de sódio, armazenados no retículo endoplasmático, que favorecem ligação da actina com a miosina.
D) o músculo esquelético é formado por tecido muscular estriado esquelético e tecido conjuntivo rico em fibras colágenas, o qual envolve o músculo como um todo e mantém os feixes de fibras musculares, nervos e vasos sanguíneos unidos.

09.

(UNIFICADO-RJ) Ondansetrona é uma substância ativa de medicamentos, que possui atividade antiemética. É utilizada para controlar as náuseas e vômitos provocados por quimioterapia e radioterapia, assim como em pós-operatórios, pelo mesmo motivo. A Ondansetrona, ao ser usada na prevenção e tratamento de náuseas e vômitos, não estimula o peristaltismo gástrico ou intestinal.

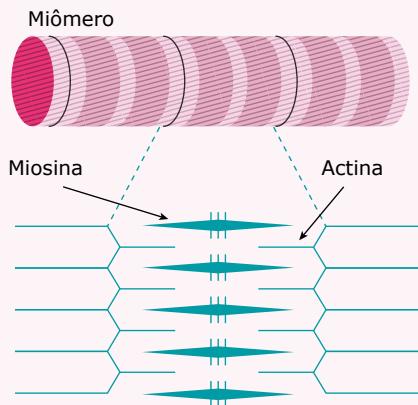
Sua fórmula estrutural está representada a seguir.



O peristaltismo gastrointestinal é promovido por um tecido que apresenta células

- A) mononucleadas e sem estrias no citoplasma.
B) com contrações rápidas, fortes e voluntárias.
C) ramificadas e unidas por discos intercalares.
D) que não contêm filamentos de actina e miosina.
E) multinucleadas e com grande retículo endoplasmático.

10. (UFRGS-RS) No miócito esquelético, as miofibrilas são constituídas por filamentos de actina e miosina, na disposição apresentada no esquema a seguir:

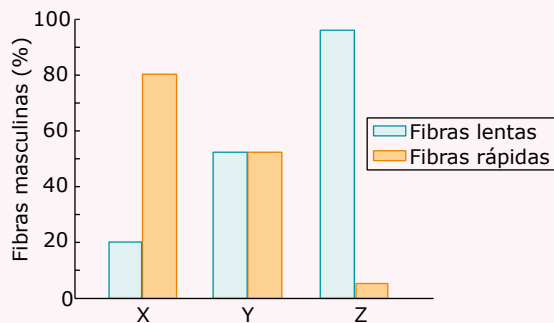


- O que acontece quando ocorre contração muscular?
- Diminuem os filamentos de actina e miosina.
 - Diminuem os filamentos de miosina.
 - Diminuem e se espessam os filamentos de miosina.
 - Os filamentos de actina deslizam entre os de miosina.
 - A linha Z torna-se mais espessa, englobando os filamentos de actina.

11. (UFPI) O ATP gasto durante a contração muscular é rapidamente repostado, graças a uma substância que transfere seu grupo fosfato energético para o ADP, transformando-o em ATP. Essa substância é denominada

- adenosina trifosfato.
- guanosina trifosfato.
- creatina-fosfato.
- miosina-fosfato.
- actina-fosfato.

12. (UFV-MG) O gráfico a seguir mostra a porcentagem de fibras musculares esqueléticas de contração rápida e de contração lenta nos músculos das pernas de três pessoas (X, Y e Z) com diferentes tipos de atividade física.



Com base no gráfico, calouros do curso de Educação Física concluíram que

- X deve ser um corredor velocista de 100 metros rasos, pois esforços intensos de curta duração exigem maior porcentagem de fibras rápidas.
- Y deve ser um adulto comum e ativo, pois esforços leves e de média duração exigem a mesma porcentagem de fibras rápidas e lentas.
- Z deve ser uma pessoa que apresenta lesão na medula espinhal, pois esforços moderados e de longa duração exigem maior porcentagem de fibras lentas.

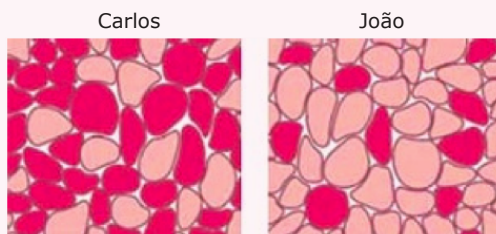
Estão corretas as conclusões:

- I, II e III.
- II e III, apenas.
- I e II, apenas.
- I e III, apenas.

13. (Unesp) As Olimpíadas de 2016 no Brasil contaram com 42 esportes diferentes. Dentre as modalidades de atletismo, tivemos a corrida dos 100 metros rasos e a maratona, com percurso de pouco mais de 42 km.



A musculatura esquelética dos atletas que competiram nessas duas modalidades apresenta uma composição distinta de fibras. As fibras musculares do tipo I são de contração lenta, possuem muita irrigação sanguínea e muitas mitocôndrias. Ao contrário, as fibras do tipo II são de contração rápida, pouco irrigadas e com poucas mitocôndrias. As fibras do tipo I têm muita mioglobina, uma proteína transportadora de moléculas de gás oxigênio que confere a estas fibras coloração vermelha escura, ao passo que as do tipo II têm pouca mioglobina, sendo mais claras. A imagem ilustra a disposição das fibras musculares de cortes histológicos transversais, vistas ao microscópio, da musculatura dos atletas Carlos e João. Cada atleta compete em uma dessas duas modalidades.



Disponível em: <www.victoris.urgent.br>.

Por que é possível afirmar que Carlos é o atleta que compete na maratona? Qual metabolismo energético predomina em suas fibras musculares?

Determine o metabolismo energético que predomina nas fibras musculares de João e explique por que ele é mais suscetível à fadiga muscular quando submetido ao exercício físico intenso e prolongado.

SEÇÃO ENEM

01. (Enem) A toxina botulínica (produzida pelo bacilo *Clostridium botulinum*) pode ser encontrada em alimentos malconservados, causando até a morte de consumidores. No entanto, essa toxina modificada em laboratório está sendo usada cada vez mais para melhorar a qualidade de vida das pessoas com problemas físicos e / ou estéticos, atenuando problemas como o blefaroespasm, que provoca contrações involuntárias das pálpebras.

BACHUR, T. P. R. et al. Toxina botulínica: de veneno a tratamento. *Revista Eletrônica Pesquisa Médica*, n. 1, jan. / mar. 2009 (Adaptação).

O alívio dos sintomas do blefaroespasm é consequência da ação da toxina modificada sobre o tecido

- glandular, uma vez que ela impede a produção de secreção de substâncias na pele.
- muscular, uma vez que ela provoca a paralisia das fibras que formam esse tecido.
- epitelial, uma vez que ela leva ao aumento da camada de queratina que protege a pele.
- conjuntivo, uma vez que ela aumenta a quantidade de substância intercelular no tecido.
- adiposo, uma vez que ela reduz a espessura da camada de células de gordura do tecido.

02. As fibras musculares esqueléticas podem ser classificadas em dois tipos: fibras lentas e fibras rápidas. O quadro a seguir mostra algumas diferenças entre esses dois tipos de fibras:

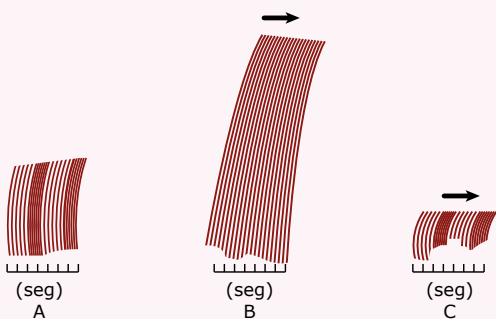
Fibras lentas	Fibras rápidas
Muitas moléculas de mioglobina	Poucas moléculas de mioglobina
Muitas mitocôndrias	Poucas mitocôndrias
Coloração vermelho-escuro	Coloração vermelho-clara
Adaptadas para contrações lentas e continuadas (longa duração)	Adaptadas para contrações rápidas e descontínuas (curta duração)

Em aves que voam pouco, como galinhas e perus, os músculos esqueléticos peitorais, que movimentam as asas, são empregados apenas para movimentos de curta duração. Em contrapartida, os músculos das coxas são usados de forma mais constante. Em aves migratórias, que voam grandes distâncias, acontece o contrário.

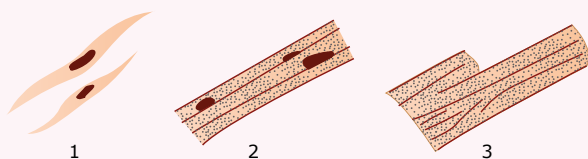
Com base nas informações do quadro e do texto, é correto dizer que

- A) os músculos peitorais da galinha e da ave migratória têm coloração vermelho-escuro.
- B) os músculos das coxas da galinha e da ave migratória têm coloração vermelho-clara.
- C) nas aves migratórias o músculo peitoral e o da coxa têm a mesma coloração.
- D) o músculo peitoral da galinha tem coloração vermelho-clara.
- E) nas aves migratórias todos os músculos têm coloração vermelho-clara.

03. O tecido muscular apresenta três variedades: não estriado (liso), estriado esquelético e estriado cardíaco. As figuras 1, 2 e 3 representam esquematicamente as fibras musculares dessas diferentes variedades do tecido muscular. Os gráficos (A, B e C) representam o registro de contração muscular normal de uma dessas três fibras comparado com os efeitos da aplicação das drogas atropina e muscarina.



Registro de contrações das fibras musculares (todos construídos na mesma escala)



Representação esquemática das fibras musculares

Com base nas informações das figuras e sabendo-se que a atropina e a muscarina agem antagonicamente sobre os batimentos cardíacos e, ainda, que o registro B mostra o efeito da atropina, conclui-se que a fibra que apresentou os registros A, B e C foi

- A) a fibra 1 e o registro A mostra o efeito da muscarina sobre ela.
- B) a fibra 1 e o registro B mostra o efeito da atropina sobre ela.
- C) a fibra 2 e o registro A mostra o efeito da muscarina sobre ela.
- D) a fibra 3 e o registro C mostra o efeito da muscarina sobre ela.
- E) a fibra 3 e o registro A mostra o efeito da atropina sobre ela.

SEÇÃO FUVEST / UNICAMP / UNESP



GABARITO

Meu aproveitamento

Aprendizagem

Acertei _____ Errei _____

- 01. D
- 02. D
- 03. B
- 04. A
- 05. A

Propostos

Acertei _____ Errei _____

- 01. A
- 02. A
- 03. D
- 04. D
- 05. D
- 06. D
- 07. B
- 08. D
- 09. A
- 10. D
- 11. C
- 12. B
- 13. Carlos é o maratonista, pois apresenta fibras musculares de contração lenta, com mais vasos sanguíneos, mioglobina e O₂. O metabolismo predominante é a respiração. João é o velocista, pois apresenta fibras musculares de contração rápida, menos capilares sanguíneos, mioglobina e O₂. O metabolismo predominante é o anaeróbico, que libera ácido lático, provocando fadiga.

Seção Enem

Acertei _____ Errei _____

- 01. B
- 02. D
- 03. D



Total dos meus acertos: _____ de _____ . _____ %