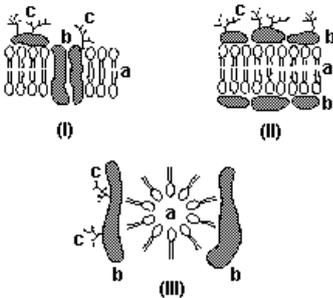


MEMBRANA PLASMÁTICA E TRANSPORTE

1) A seguir estão representados três modelos de biomembranas.



- A que constituintes da membrana se referem, respectivamente, as letras a, b e c?
- Qual dos modelos é atualmente aceito para explicar a estrutura das biomembranas?
- Qual a característica do modelo escolhido que lhe confere vantagem do ponto de vista de transporte através da biomembrana? Explique.

2) O atual modelo de estrutura da membrana plasmática celular é conhecido por modelo do mosaico fluido, proposto em 1972 pelos pesquisadores Singer e Nicholson. Como todo conhecimento em ciência, esse modelo foi proposto a partir de conhecimentos prévios. Um importante marco nessa construção foi o experimento descrito a seguir.

Hemácias humanas, que só possuem membrana plasmática (não há membranas internas) foram lisadas (rompidas) em solução de detergente, e os lipídios foram cuidadosamente dispersos na superfície da água. Foi então medida a área ocupada por esses lipídios na superfície da água e ficou constatado que ela correspondia ao dobro do valor da superfície das hemácias.

- Que conclusão foi possível depreender desse experimento, com relação à estrutura das membranas celulares?
- Baseado em que informação foi possível chegar a essa conclusão?

3) A membrana permite equilíbrio dinâmico ou regime estacionário? Explicar.

4) No início da década de 70, dois cientistas (Singer e Nicholson) esclareceram definitivamente como é a estrutura das membranas celulares, propondo-se o modelo denominado mosaico fluido. Os dois exemplos abaixo se referem a anomalias orgânicas que ocorrem em seres humanos e que estão relacionadas à constituição das membranas celulares.

Exemplo I:

“Os indivíduos com diabetes tipo II possuem, nas membranas citoplasmáticas de suas células, poucos **receptores para o hormônio insulina**, o que acarreta um acúmulo de glicose no sangue”.

Exemplo II:

“A fibrose cística é uma doença caracterizada pela secreção de muco muito viscoso e de difícil fluxo pelos ductos glandulares. Esse problema é desencadeado pela alteração molecular que inativa **os elementos bombeadores de cloro através das membranas citoplasmáticas das células**”.

Nos exemplos I e II, os constituintes das membranas destacados em negrito correspondem a:

- carboidratos, no exemplo I, e a proteínas, no exemplo II.
- proteínas, no exemplo I, e a lipídios, no exemplo II.
- proteínas, no exemplo I, e a carboidratos, no exemplo II.
- proteínas, nos dois exemplos.
- carboidratos, nos dois exemplos.

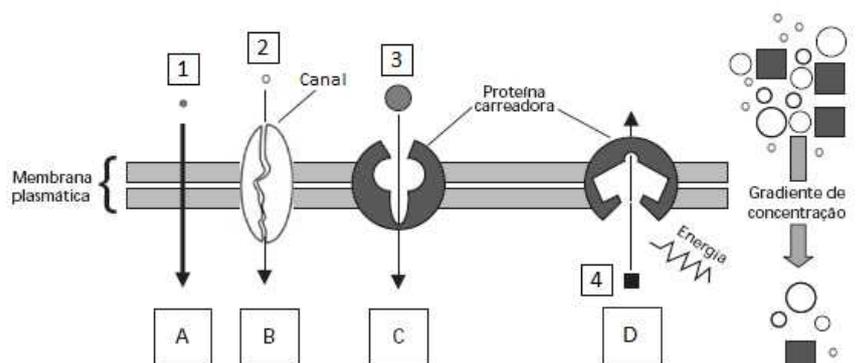
5) Observe o esquema ao lado para responder ao que se pede.

a) Das moléculas representadas por números, qual(is) é(são) certamente hidrofóbica(s) e qual(is) é(são) hidrofílica(s)? Justifique.

Hidrofóbica:

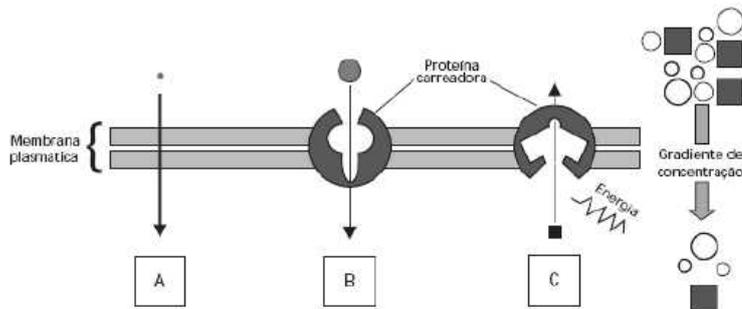
Hidrofílica:

Justificativa:



- b) Diferencie as proteínas transportadoras representadas na figura (canal e proteína carreadora).
 c) Que tipos de transportes estão representados pelas letras A, B, C e D?
 d) Por que há necessidade de gasto de energia para que o transporte D ocorra, mas não há tal necessidade para que B e C ocorram, se todos usam proteína transportadora?

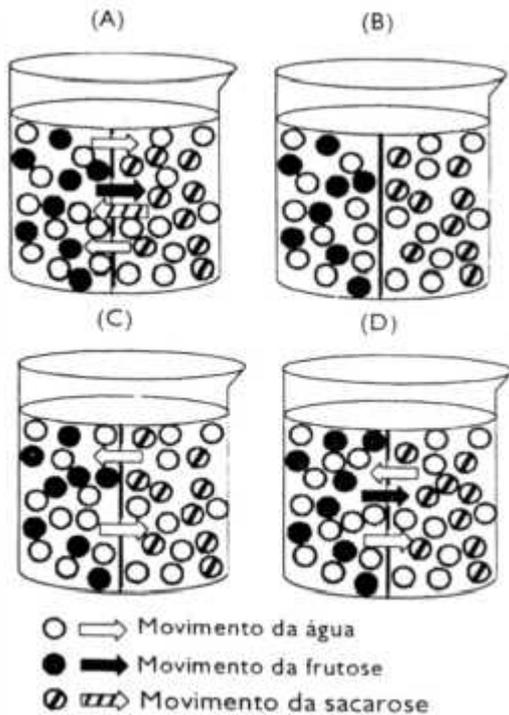
6) Ao estudar para a prova de Fisiologia, um estudante percebeu que ainda tinha dúvidas em relação aos processos de difusão simples, transporte passivo facilitado e transporte ativo através da membrana plasmática e pediu ajuda para um colega. Este utilizou a figura abaixo para explicar os processos. Para testar se o colega havia compreendido, indicou os processos como A, B e C e solicitou a ele que os associasse a três exemplos. Os exemplos foram: (1) transporte iônico nas células nervosas; (2) passagem de oxigênio pelos alvéolos pulmonares; (3) passagem de glicose para o interior das células do corpo humano.



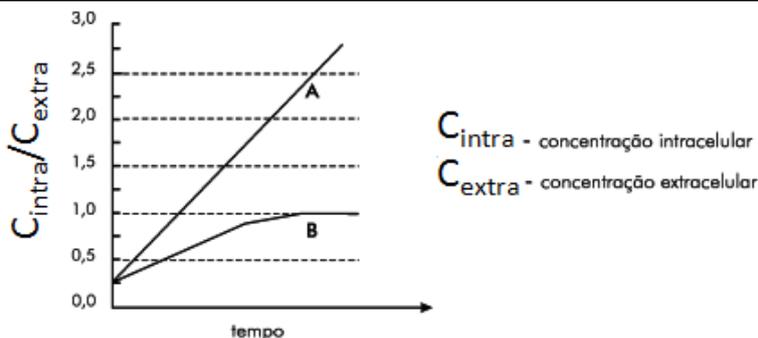
a) Indique as associações que o candidato deve ter feito corretamente. Explique em que cada um dos processos difere em relação aos outros.

b) Em seguida, o candidato perguntou por que a alface que sobrou do almoço, e tinha sido temperada com sal, tinha murchado tão rapidamente. Que explicação biologicamente correta o colega deveria apresentar?

- 7) Uma das mais importantes propriedades dos seres vivos é a de se manterem distintos do ambiente onde estão, embora possam interagir com ele, graças à membrana celular. Em qual dos recipientes abaixo está representada a propriedade fisiológica de semipermeabilidade da membrana? **Justifique sua resposta para validar a questão.**



- 8) Em condições adequadas, células foram incubadas com as substâncias A e B. A partir do momento inicial do experimento – tempo zero, foram medidas as concentrações intra e extracelulares e estabelecida a relação C_{intra}/C_{extra} para cada substância A e B. O gráfico abaixo mostra a variação dessas relações em função do tempo de incubação.

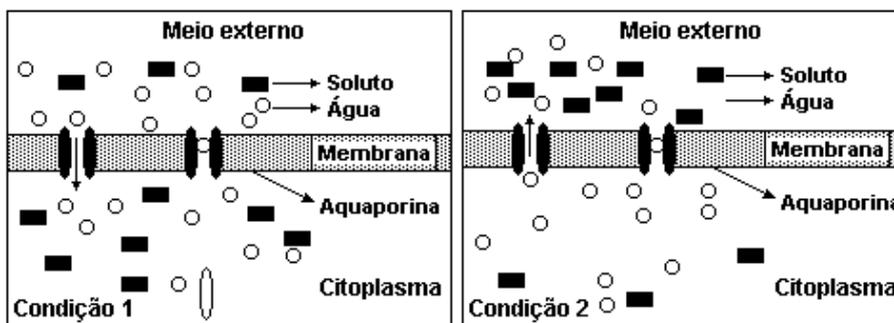


a) Com base na necessidade de gasto ou não de energia celular, cite os tipos de transporte das substâncias A e B, respectivamente, através da membrana plasmática. Justifique sua resposta, considerando a relação C_{intra}/C_{extra} para cada substância.

b) O cianeto de sódio é um inibidor da síntese de ATP na célula. Indique a consequência de sua presença no transporte da substância A e da substância B.

9) Sabe-se que, para as células exercerem suas funções, é necessário haver um controle da concentração interna de água e íons. Em 2003, o prêmio Nobel de química foi justamente para dois médicos norte-americanos que estudaram de que forma a água é transportada através da membrana celular de alguns tipos de tecidos, como o epitélio das glândulas lacrimais. Eles descobriram proteínas (aquaporinas), ao nível da membrana plasmática, que formam poros passivos para a água se movimentar. O sentido do movimento é dado pelo gradiente osmótico e a seleção das moléculas de água é feita pelo seu tamanho e carga elétrica.

"Ciência Hoje", n° 200, 2003 [adapt.]



Baseando-se no texto, nas figuras e em conhecimentos correlatos, responda ao que se pede.

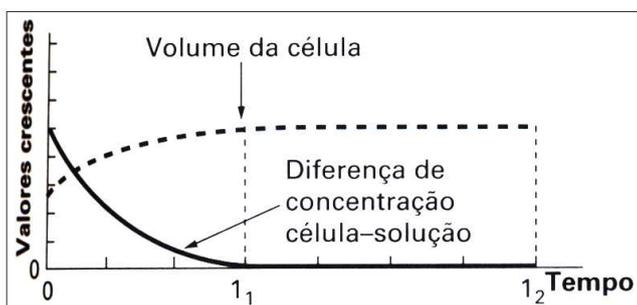
a) O processo representado nas figuras é passivo ou ativo? Justifique.

b) Qual o nome do processo representado na figura? Justifique.

c) Baseado nas figuras, como podemos classificar o meio externo da condição 1 e da condição 2 em relação à célula?
 - condição 1:
 - condição 2:

d) Qual será o possível efeito biológico deste transporte para as células representadas nas condições 1 e 2? Justifique.
 - condição 1:
 - condição 2:

10) Uma célula animal foi mergulhada em uma solução aquosa de concentração desconhecida. Duas alterações ocorridas encontram-se registradas no gráfico seguinte.

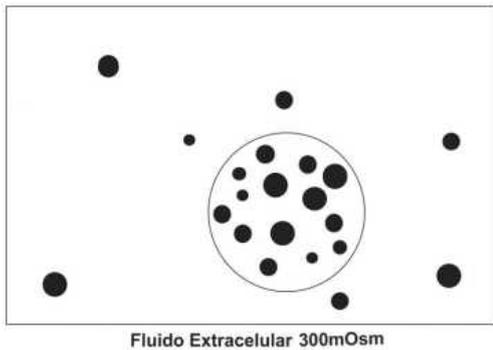


Pergunta-se:

a) Qual a tonicidade relativa da solução em que a célula foi mergulhada? Justifique.

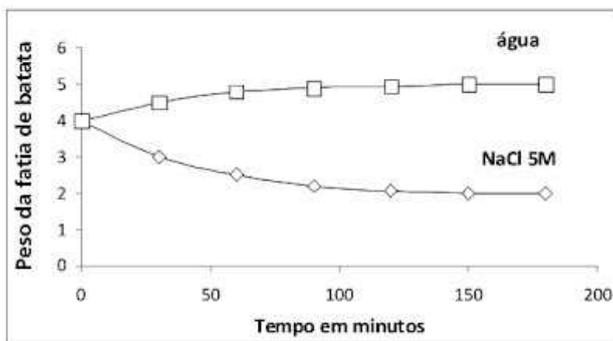
b) Qual o nome do fenômeno que explica os resultados apresentados no gráfico?

11) Observe, a seguir, o desenho esquemático de uma célula animal mergulhada em um fluido aquoso extracelular. Acerca do exposto, pergunta-se:



- a) Qual a tonicidade relativa do fluido em que a célula foi mergulhada?
- b) Qual o sentido da movimentação das moléculas de água por osmose?
- c) Explique o que acontecerá com a célula se o fenômeno descrito em **b** for muito significativo.
- d) Explique qual das soluções a seguir possui maior tonicidade/pressão osmótica.
 - solução de 1mM de glicose
 - solução de 1 mM de NaCl

12) Duas fatias iguais de batata, rica em amido, foram colocadas em dois recipientes, um com NaCl 5M e outro com H₂O. A casa 30 minutos as fatias eram retiradas da solução de NaCl 5M e da água destilada, enxugadas e pesadas. A variação de peso dessas fatias é mostrada no gráfico abaixo.



- a) Explique a variação de peso observada na fatia de batata colocada em NaCl 5M e a observada na fatia de batata colocada em água destilada.
- b) Hemácias colocadas em água destilada teriam o mesmo comportamento das células da fatia de batata em água destilada? Justifique.

13) Os componentes mais abundantes nas membranas celulares são os fosfolipídios e as proteínas. A membrana plasmática é de fundamental importância para a vida, uma vez que delimita o espaço interno da célula, isolando-a do ambiente ao redor, mas exercendo uma permeabilidade seletiva.

Sobre o tema membrana plasmática e transporte, julgue os itens abaixo, marcando **V** para as verdadeiras e **F** para as falsas e, em seguida, **justifique as afirmações INCORRETAS, corrigindo-as nos espaços apropriados** (não escreva nada nos espaços relacionados às afirmativas verdadeiras).

() Algumas proteínas existentes na membrana plasmática estão organizadas de modo a formar poros sempre abertos que permitem a passagem de certas substâncias, sendo estes chamados canais regulados por comportas.

() Vários elementos químicos chegam ao interior celular através de difusão facilitada, processo passivo que ocorre através das proteínas integrais da membrana.

() Mesmo existindo uma concentração maior de um determinado íon no interior da célula em relação ao líquido extracelular, pode haver entrada deste íon na célula por difusão facilitada.

() Uma função importante do transporte ativo realizado pela bomba de sódio e potássio é a de controlar o volume de cada célula, evitando que ela inche até estourar.

() Na osmose o transporte de solvente deve ocorrer do meio hipertônico para o meio hipotônico, de forma a garantir o equilíbrio osmótico entre diferentes compartimentos do organismo.

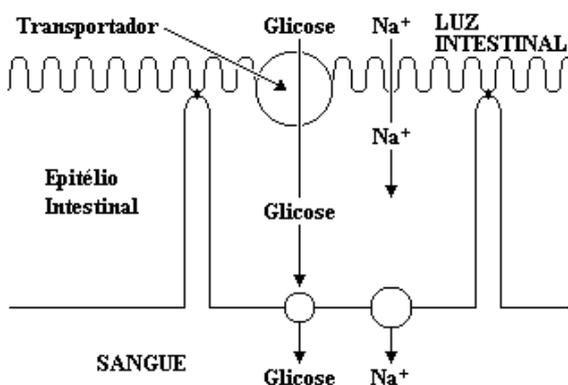
() No organismo humano, o processo de fagocitose realizado por neutrófilos, monócitos e macrófagos está envolvido nos mecanismos de defesa.

14) Qual o papel da bomba de sódio e potássio na osmose?

15) (UFRJ) O diagrama a seguir mostra como se passa a absorção de glicose e de Na⁺ numa célula do epitélio intestinal. As células possuem um transportador que liga-se simultaneamente a estes solutos e os transfere para o citoplasma.

Em seguida, a membrana plasmática, que contém bombas de sódio (enzima Na⁺K⁺ATPase), transporta ativamente o Na⁺ para o sangue.

Em casos severos de desidratação, como por exemplo no cólera, ocorre tanto perda de água quanto de Na⁺.



Examinando o diagrama e mediante conhecimentos sobre fisiologia da membrana celular e transporte, explique por que, nesses casos, a reposição de água é feita com mistura de açúcar e sal, ao invés de água pura.

BIOELETROGÊNESE

1) Diferencie gradiente elétrico de gradiente difusional.

2) Considere o sistema ao lado. Calcular o potencial de Nernst em condições de equilíbrio dos íons Na⁺ e Cl⁻ de (1) para (2) no sistema abaixo. O que pode ser deduzido sobre o sentido do fluxo iônico (de cada íon)?

Dados: considere o potencial do lado interno (1) de - 65 mV.

| M | |
|-------|-------|
| (1) | (2) |
| NaCl | NaCl |
| 0,1 M | 0,5 M |

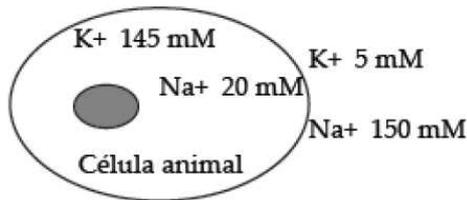
3) Calcular, no sistema abaixo, o potencial de Nernst em condições de equilíbrio do íon Ca²⁺ de:

| (1) | M | (2) |
|-------------------|---|-------------------|
| (+) | | (-) |
| CaCl ₂ | | CaCl ₂ |
| 0,5 M | | 0,2 M |
| + 50 mV | | - 50 mV |

- a) (1) para (2). O transporte é espontâneo? Explique.
- b) (2) para (1). O transporte é espontâneo? Explique.

4) A permeabilidade seletiva da membrana plasmática determina que as substâncias transportadas sejam selecionadas de acordo com suas características físico-químicas e suas concentrações nos meios interno e externo, de forma a manter o equilíbrio dinâmico do meio interno. Na temperatura normal do corpo (37°C), a diferença elétrica que vai calibrar uma dada diferença de concentração de íons univalentes pode ser determinada pela equação de Nernst, que pode prever o sentido do fluxo iônico para um determinado íon. Em relação ao tema, considere o sistema abaixo para responder ao que se pede:

Compartimento extracelular



a) Calcule o potencial de Nernst em condições de equilíbrio dos íons Na^+ e K^+ .

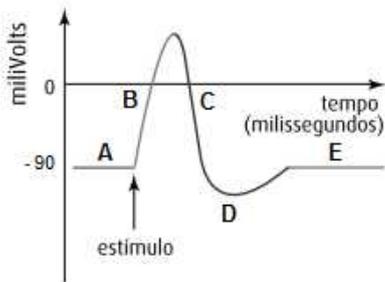
Dados: potencial da célula = -85 mV .
 $\log(0,1333) = -0,8752$; $\log(7,5) = 0,8752$
 $\log(0,0344) = -1,4624$; $\log(29) = 1,4624$

b) A partir do potencial medido (na figura) e o potencial calculado no item a, o que pode ser deduzido sobre o sentido do fluxo iônico?

5) Se o gradiente difusional e o gradiente elétrico possuem o mesmo sentido, o que se pode afirmar com relação ao tipo de transporte?

6) Todas as células do organismo humano possuem uma diferença de potencial elétrico entre as faces interna e externa da membrana plasmática. Nas células nervosas, essa diferença é denominada potencial de repouso, pois um estímulo é capaz de desencadear uma fase de despolarização seguida de outra de repolarização; após isso, a situação de repouso se restabelece. A alteração de polaridade na membrana dessas células é chamada de potencial de ação que, repetindo-se ao longo dos axônios, forma o mecanismo responsável pela propagação do impulso nervoso.

O gráfico a seguir mostra a formação do potencial de ação.



A) Em relação ao tema e ao gráfico, foram feitas as afirmativas abaixo. Julgue-as, marcando **V** para as verdadeiras e **F** para as falsas e, em seguida, **justifique as afirmações INCORRETAS, corrigindo-as nos espaços apropriados** (não escreva nada nos espaços relacionados às afirmativas verdadeiras).

() Como a difusão de íons a favor de gradientes de concentração é a mais importante causa de manifestação elétrica em sistemas biológicos, o potencial de repouso de 0 mV mostrado no gráfico é basicamente determinado pelo potássio.

() A atividade da Na^+/K^+ ATPase preserva as diferenças de distribuição iônica e, conseqüentemente, a capacidade da célula gerar potenciais de difusão, potenciais de membrana e, no caso das células excitáveis, potenciais de ação.

() Porque o sódio tem carga positiva e está mais concentrado no interior celular, qualquer estímulo que abra um canal de sódio vai permitir o efluxo de sódio devido ao gradiente de concentração, ocorrendo, assim, a despolarização, representada pela curva ascendente **B** no gráfico.

() Em alguns décimos de milésimos de segundos após a membrana ter ficado muito permeável aos íons sódio, os canais de sódio começam a se fechar e a rápida difusão dos íons potássio, mostrada na curva descendente **C**, permite o retorno ao potencial de repouso negativo da membrana, mostrado em **E**.

() Quando há uma redução no potencial de membrana, como mostrado no gráfico em **D**, dizemos que a célula está hiperpolarizada, tornando menos provável que a mesma gere um potencial de ação, portanto, ela é inibitória.

() O potencial de ação para um determinado neurônio varia de acordo com a intensidade do estímulo, isto é, para intensidades pequenas temos potenciais pequenos e para maiores, potenciais maiores.

7) Diferenciar

- a. potencial de repouso:
- b. potencial de difusão:
- c. potencial de equilíbrio:
- d. potencial de ação:
- e. período refratário:

8) Por que o potencial de repouso da membrana é basicamente determinado pelo potássio?

9) Descreva como o movimento dos íons gera o potencial de ação.

10) O que determina a atividade dos canais de sódio dependentes de voltagem?

11) Há diversas drogas que afetam o funcionamento dos neurônios. Considerando o funcionamento dessas células, responda as questões a seguir.

- a) A maioria dos anestésicos locais age bloqueando os canais de sódio dos neurônios. Qual é a relação entre o bloqueio desses canais e o efeito anestésico?
- b) Alguns tipos de inseticidas orgânicos, como os fosforados e os carbamatos, impedem a degradação da acetilcolina na sinapse neuromuscular, o que provoca a contração contínua dos músculos esqueléticos afetados. Explique por que ocorre essa contração muscular contínua.

12) A redução da concentração de K^+ no LEC (hipocalemia) pode provocar fraqueza muscular, câimbras e até paralisia. Tal fato pode ocorrer durante o uso de certos diuréticos (ex.: furosemida), caso não se reponha o K^+ , eliminado em excesso na urina. Por quê?

13) A ouabaína é uma substância orgânica extraída da planta *Strophantus gratus* e atualmente utilizada para tratar a insuficiência e a arritmia cardíaca, pois promove aumento da força de contração cardíaca e normalização do ritmo. A difenil-hidantoína (fenitoína) é um agente anticonvulsivante, usado para controlar certos tipos de convulsões e no tratamento da epilepsia, pois exerce um efeito estabilizador sobre as membranas excitáveis de diversas células, inclusive neurônios e miócitos cardíacos.

Sabendo-se que a ouabaína inibe a bomba Na^+/K^+ -ATPase e a fenitoína exerce seu efeito de estabilização de membranas por bloqueio dos canais de Na^+ , quais as consequências da utilização terapêutica ou experimental desses fármacos para as células excitáveis?

FISIOLOGIA DA CONTRAÇÃO MUSCULAR

A- MÚSCULO ESQUELÉTICO

1) (UFMG 2003 – Mod.) Observe a figura abaixo, onde estão representados alguns aspectos da organização estrutural do músculo esquelético.

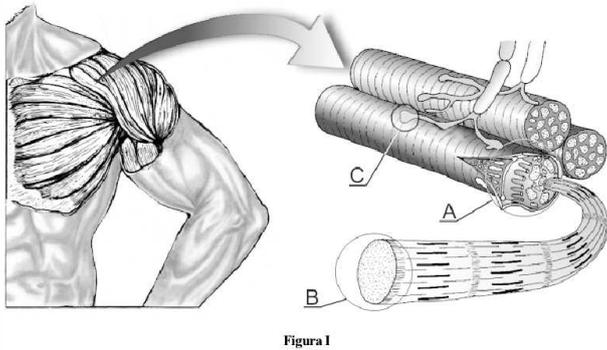


Figura I

a) **Nomeie** a célula assinalada com A e **explique** a importância da estrutura B para a função da célula A.

b) Atualmente, a aplicação de BOTOX – toxina produzida pela bactéria *Clostridium botulinum* – tem sido utilizada para diminuição de rugas de expressão na região superior da face. Geralmente, seu efeito dura alguns meses. Considerando a sequência de

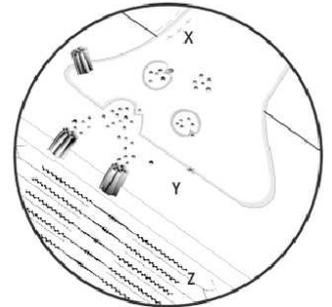


Figura II

eventos representados na figura II, a qual simula um detalhe da região C assinalada na figura I, cite a provável etapa – X, Y ou Z – de atuação do botox, justificando sua resposta.

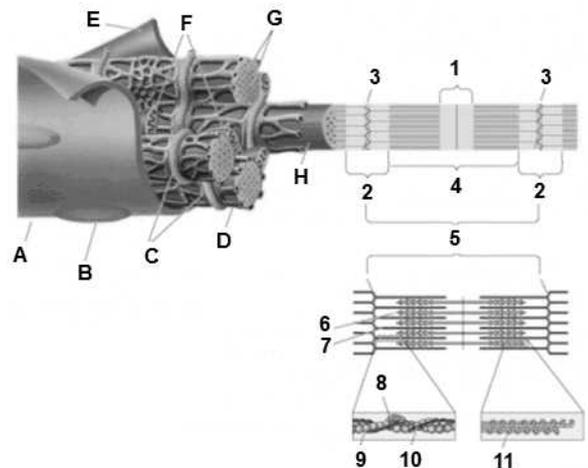
c) Cite e explique uma vantagem associada ao fato de os neurotransmissores serem encontrados no interior de vesículas envolvidas por membrana.

d) Explique por que o uso de pequenas doses injetáveis dessa toxina propicia essa minimização de rugas.

2) Observe a figura ao lado, onde estão representados alguns aspectos da organização estrutural do músculo esquelético.

a) **Nomeie** todas as estruturas representadas pelas letras e números.

b) Explique a importância da estrutura 5 para a função da fibra muscular, detalhando os papéis das estruturas numeradas de 8 a 11 no mecanismo de acoplamento excitação-contração.



3) (PISM-UFJF) Observe a figura ao lado e identifique o tipo de músculo encontrado em A e B:

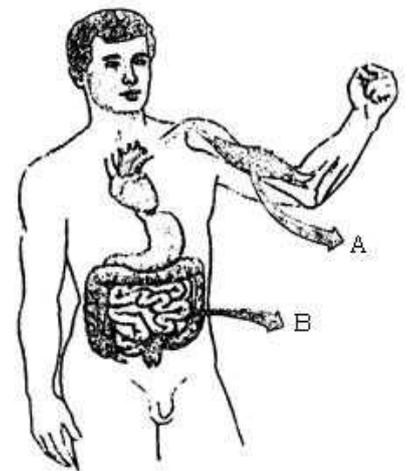
Observe a figura ao lado e identifique o tipo de músculo encontrado em **A** e **B**:

A. _____
 B. _____

b) Considerando o processo de respiração celular realizado pela célula muscular presente em **A**, analise a afirmativa abaixo. Você concorda com ela? Justifique sua resposta.

Um corredor que irá participar de uma competição de longa distância (10.000 metros) deve começar a corrida com o mesmo ritmo de um outro que irá correr numa prova de curta distância (100 metros).

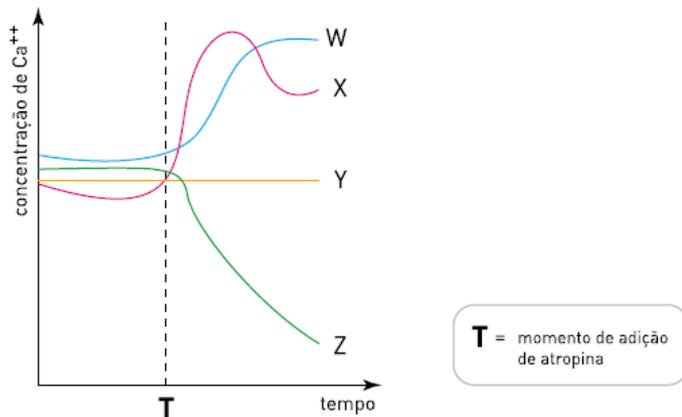
c) Com referência ao tipo de músculo identificado em **B**, qual a sua relação com o peristaltismo do esôfago, estômago e intestino? Quais as consequências dessa relação no processo digestivo?



4) (UERJ 2007) Nas sinapses neuromusculares, o impulso nervoso, ao atingir a terminação do nervo motor, promove a liberação, no espaço sináptico, do mediador químico acetilcolina. Esse mediador acopla-se, então, a seu receptor específico na membrana da célula muscular, provocando despolarização dessa membrana, o que dispara o processo de contração muscular. O medicamento atropina liga-se ao receptor da acetilcolina, impedindo que esse mediador atue na despolarização da membrana da célula muscular.

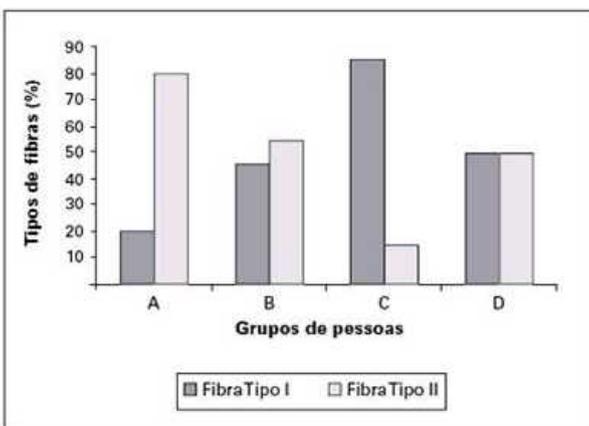
Em um músculo, cujo nervo motor foi continuamente estimulado, mediu-se o efeito da atropina sobre a concentração de Ca^{++} no citosol das células musculares.

No gráfico abaixo, uma das curvas representa as variações da concentração de Ca^{++} no citosol antes e após a adição de atropina.



- a) Indique a curva que mostra o efeito da atropina.
b) Qual o papel do Ca^{++} na contração muscular?

5) (UNICAMP/2007) As pessoas são incentivadas a praticar atividades físicas visando uma vida saudável. Especialistas em fisiologia do exercício determinaram a percentagem de fibras do tipo I e do tipo II encontradas em músculos estriados esqueléticos de quatro grupos de pessoas: atletas maratonistas(*), atletas velocistas(**), pessoas sedentárias e pessoas com atividade física moderada. Os resultados desse estudo são mostrados na figura abaixo.



- (*) corredores de longas distâncias
(**) corredores de curtas distâncias (ex.: 100 metros)

TABELA

| Fibra muscular tipo I | Fibra muscular tipo II |
|--------------------------------|---------------------------------|
| Contração lenta | Contração rápida |
| Metabolismo aeróbico | Metabolismo anaeróbico |
| Alta densidade de mitocôndrias | Baixa densidade de mitocôndrias |

(Figura e tabela adaptadas de Fox, E.L.; Mathews, D.K. Bases Fisiológicas da Educação Física e dos Desportos. Rio de Janeiro: Editora Guanabara, 1986, p. 72-74)

- a) Analise as informações da tabela e indique, entre os quatro grupos de pessoas (A, B, C ou D), mostrados na figura, qual grupo corresponde aos maratonistas e qual grupo corresponde aos velocistas. Justifique.
b) Se os dois grupos de atletas não fizerem um treinamento adequado, pode ocorrer nesses atletas dor muscular intensa durante ou após uma competição. A que se deve essa dor muscular? Explique.

6) (UNICAMP/2001) Ciência ajuda natação a evoluir. Com esse título, uma reportagem do jornal O Estado de S. Paulo sobre os jogos olímpicos (18/09/00) informa que: "Os técnicos brasileiros cobiçam a estrutura dos australianos: a comissão médica tem 6 fisioterapeutas, nenhum atleta deixa a piscina sem levar um furo na orelha para o teste do

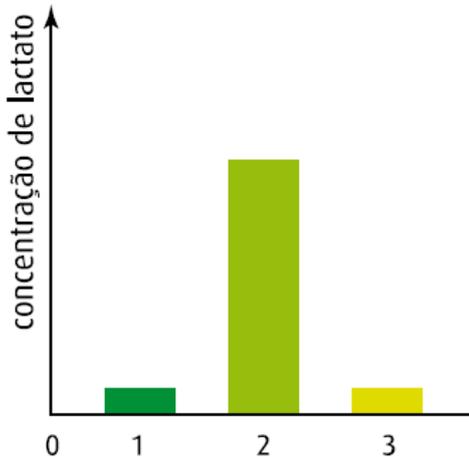
lactato e a Olimpíada virou um laboratório para estudos biomecânicos — tudo o que é filmado em baixo da água vira análise de movimento”.

- a) O teste utilizado avalia a quantidade de ácido láctico nos atletas após um período de exercícios. Por que se forma o ácido láctico após exercício intenso?
 b) O movimento é a principal função do músculo estriado esquelético. Explique o mecanismo de contração da fibra muscular estriada.

7) (UERJ 2008 – mod.) A concentração de lactato no sangue de uma pessoa foi medida em três diferentes momentos:

- 1) antes do início de um intenso exercício muscular;
 2) ao final desse exercício;
 3) algumas horas após seu final.

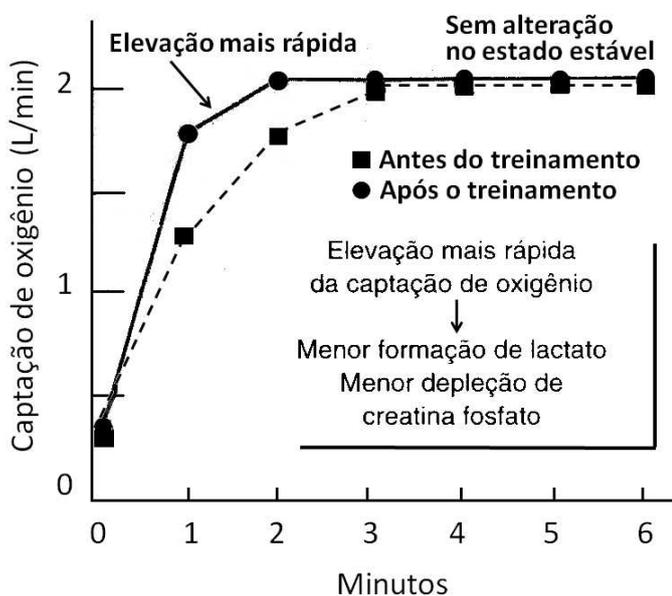
Os resultados obtidos estão representados no gráfico.



a) Explique o aumento da concentração de lactato sanguíneo observado e justifique a importância de sua produção para que as reações químicas da glicólise não sejam interrompidas.

b) Qual é a relação entre o aumento da concentração de lactato e a fadiga muscular periférica?

8) O gráfico a seguir refere-se à estabilização da captação de oxigênio (estado estável do consumo de oxigênio) em duas situações, antes e após o treinamento.



A partir da leitura do gráfico, analise as afirmativas a seguir.

I- O treinamento físico favorece o aumento da captação e utilização do oxigênio pelas células, sendo assim, há uma ativação mais rápida do sistema oxidativo de produção de energia, diminuindo a conversão do piruvato em lactato.

porque

II- no tempo em que se atinge o estado estável há importante aumento da utilização das gorduras como fonte energética, reduzindo significativamente a participação da glicose na formação de lactato.

Assinale a afirmativa **CORRETA**.

- a) As afirmativas I e II estão corretas, e a II é uma justificativa da I.
 b) A afirmativa I está correta, e a II é uma justificativa incorreta da I.
 c) A afirmativa I é incorreta e a II é verdadeira.
 d) As afirmativas I e II são proposições falsas.