

## Tecido Nervoso

**01** - (Ufmg) A unidade funcional do sistema nervoso é uma célula excitável, altamente especializada, o neurônio. Os neurônios, normalmente, apresentam três regiões principais: o corpo celular, os dendritos e o axônio. Observe as estruturas indicadas em 1, 2, 3, 4 e 5 da figura abaixo e assinale a alternativa correta.

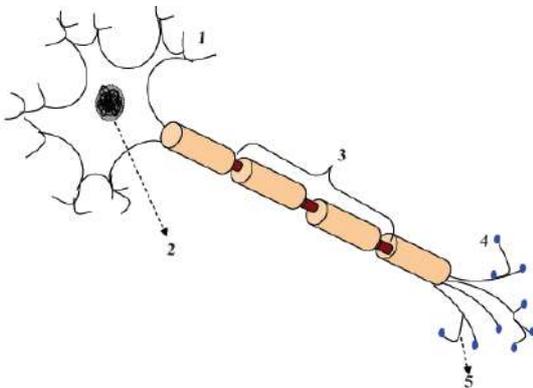
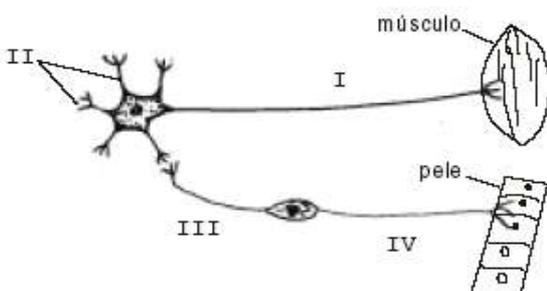


Figura. Ilustração esquemática de uma célula nervosa humana. Adaptado de Amabis & Martho. *Biologia das Células*. Vol. 1. Pg. 309.

- 5-dendrito, 3-corpo celular, 2-axônio, 1-botões sinápticos, 4-terminações axônicas.
- 1-corpo celular, 2-dendritos, 3-axônio, 4-telodendro, 5-terminações axônicas.
- 3-axônio, 2-corpo celular, 1-dendrito, 4-botões sinápticos, 5-telodendro.
- 2-corpo celular, 3-dendrito, 1-axônio, 4-telodendro, 5-terminações nervosas.
- 4-dendrito, 3-corpo celular, 1-dendrito, 2-terminações nervosas, 5-telodendro.

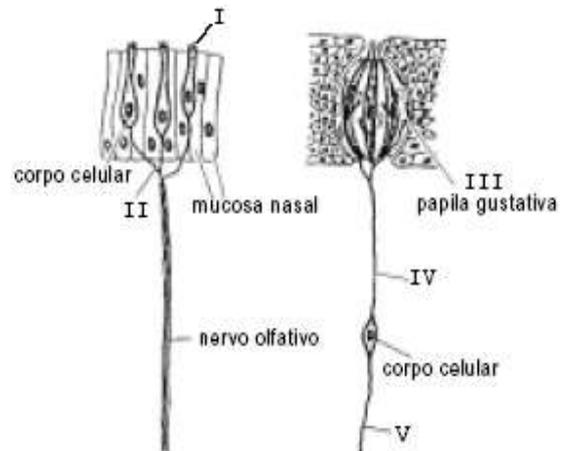
**02** - (Unifor) A figura abaixo representa dois neurônios em sinapse.



São dendritos os prolongamentos indicados somente em

- II.
- I e III.
- I e IV.
- II e III.
- II e IV.

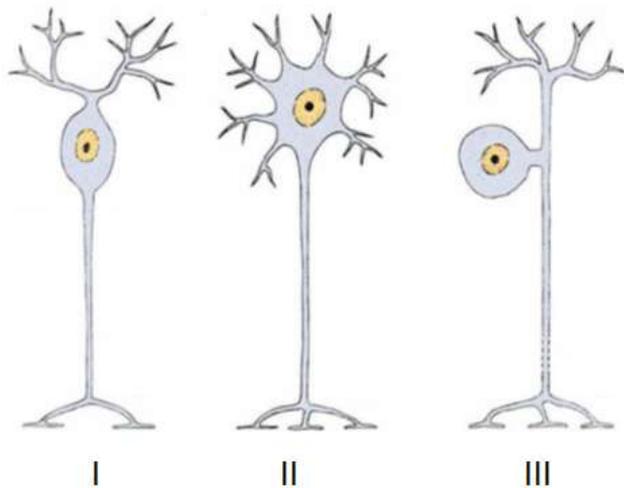
**03** - (Unifor) A figura abaixo esquematiza dois receptores de estímulos e respectivos nervos sensoriais.



Indicam axônios os números

- III e V.
- II e V.
- II e IV.
- I e IV.
- I e III.

**04** - (Fcm-jp) O tecido nervoso tem origem ectodérmica e forma um dos sistemas importantes na coordenação das funções dos diferentes órgãos: o sistema nervoso. Este é dividido em sistema nervoso central (SNC) e sistema nervoso periférico (SNP). Morfologicamente, os neurônios podem ter várias formas e tamanhos. Assinale a alternativa que classifica os tipos de neurônios presentes na figura abaixo.



- a) I – neurônio multipolar, II – neurônio pseudounipolar, III – neurônio bipolar.  
 b) I – neurônio pseudounipolar, II – neurônio multipolar, III – neurônio bipolar.  
 c) I – neurônio bipolar, II – neurônio multipolar, III – neurônio pseudounipolar.  
 d) I – neurônio bipolar, II – neurônio pseudounipolar, III – neurônio multipolar.  
 e) I – neurônio multipolar, II – neurônio bipolar, III – neurônio pseudounipolar.

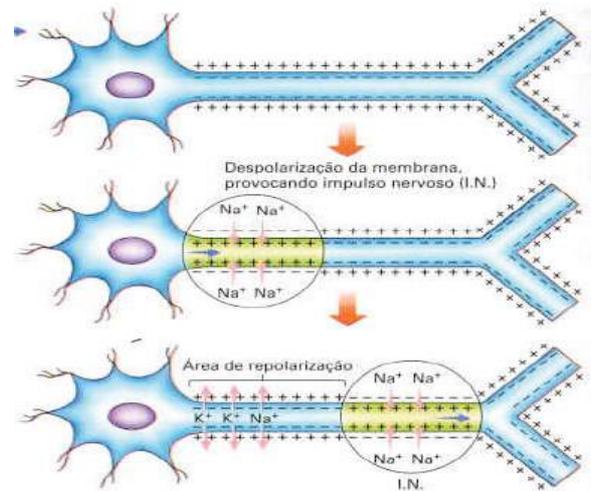
**05 - (Unp)** Analise atentamente as afirmativas feitas sobre o potencial de ação dos neurônios.

- I. Quando o neurônio está em repouso, sua membrana apresenta mais  $K^+$  na face externa da membrana se comparado com a face interna.  
 II. As concentrações de  $Na^+$  e  $K^+$  na membrana do neurônio são controladas pela bomba de sódio e potássio, que garante o estabelecimento do potencial de membrana e justifica o alto consumo energético dos neurônios.  
 III. O impulso elétrico percorre um neurônio sempre no sentido dos dendritos em direção ao axônio.

São verdadeiras as afirmativas:

- a) I, II e III.  
 b) I e II.  
 c) II e III.  
 d) I e III.

**06 - (Unichristus)** Observe a imagem abaixo.



Disponível em:

<http://www.google.com.br/imgres?q=impulso+nervoso&um=1&hl=pt-BR&sa=N&tbn=isch&tbnid=kR1jk02eEF-TM:&imgrefurl=http://www.cabuloso.xpg.com.br/Anatomia-Humana>

O processo representado acima é um fenômeno de natureza eletroquímica, autopropagado, que caminha pela membrana do neurônio. Com relação a esse assunto, depreende-se que

- a) ao ser estimulada, a membrana de um neurônio em repouso se despolariza. Na área estimulada, ocorre uma alteração momentânea na permeabilidade da membrana plasmática e a entrada de íons potássio.  
 b) ao período de despolarização, segue-se um período de repolarização, em que o sódio se difunde para o meio extracelular. Posteriormente, a bomba de sódio e potássio restabelece os gradientes normais destes íons na célula.  
 c) se o estímulo for de baixa intensidade, inferior ao limiar de excitação, as alterações sofridas pelo neurônio serão suficientes apenas para gerar um impulso nervoso de baixa propagação.  
 d) a membrana do neurônio em repouso é polarizada como uma pilha elétrica. Sua face interna representa o polo negativo, e a face externa funciona como polo positivo.  
 e) axônios amielínicos transmitem o impulso nervoso mais rapidamente que os mielinizados.

**07 - (Unichristus)** O fenômeno do potencial de ação em célula nervosa inicia-se com

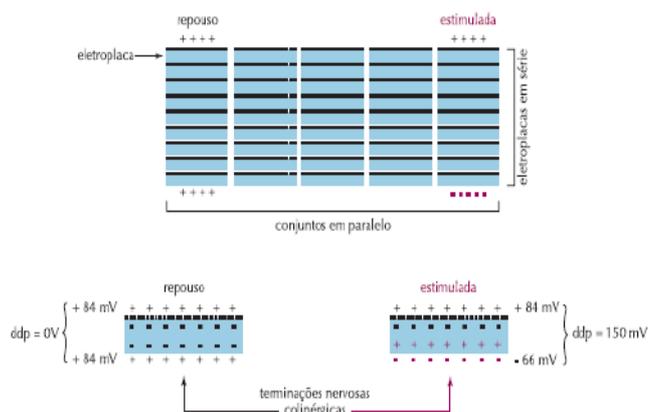
- a) entrada de íons sódio na célula, provocando despolarização acima do limiar da membrana.  
 b) hiperpolarização da membrana causada pela entrada de íons cloreto na célula.

c) entrada de íons potássio e sódio na célula, provocando despolarização acima do limiar da membrana.

d) entrada de íons sódio e saída de cloreto, provocando despolarização acima do limiar da membrana.

e) saída de potássio e entrada de cloreto, provocando despolarização acima do limiar da membrana.

**08 - (Uerj)** Alguns animais, como o peixe elétrico, conseguem gerar corrente elétrica pela simples migração de íons de metais alcalinos através de uma membrana. O órgão elétrico desse peixe é formado por células chamadas de eletroplacas, que são similares às musculares, mas não se contraem. Essas células são discos achatados, nos quais uma das superfícies é inervada por terminações nervosas colinérgicas. Quando estimuladas, apenas a superfície inervada é despolarizada. Milhares de eletroplacas empilham-se em série formando conjuntos que, por sua vez, se dispõem em paralelo. O esquema abaixo, representando esses conjuntos, detalha também a estrutura básica da eletroplaca e mostra os potenciais de repouso da membrana e a sua inversão na face inervada, quando o nervo é estimulado.



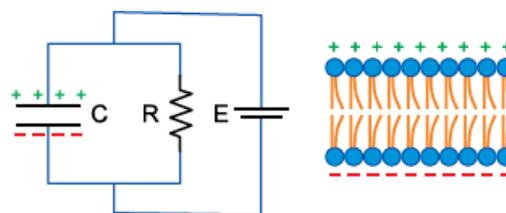
Como também ocorre na célula muscular, a inversão do potencial da superfície inervada da eletroplaca é consequência da rápida difusão para o interior dessa célula do seguinte íon:

- a)  $K^+$ .
- b)  $Na^+$ .
- c)  $Ca^{++}$ .
- d)  $Mg^{++}$ .

**09 - (Unesp)** A resposta das células a pulsos elétricos sugere que a membrana plasmática assemelha-se a um circuito elétrico composto por uma associação paralela entre um resistor (R) e um capacitor (C) conectados a uma fonte eletromotriz (E). A composição por fosfolipídios e proteínas é que confere resistência elétrica à membrana, enquanto a propriedade de

manter uma diferença de potencial elétrico, ou potencial de membrana, é comparável a um capacitor. (Eduardo A. C. Garcia. Biofísica, 2002. Adaptado.)

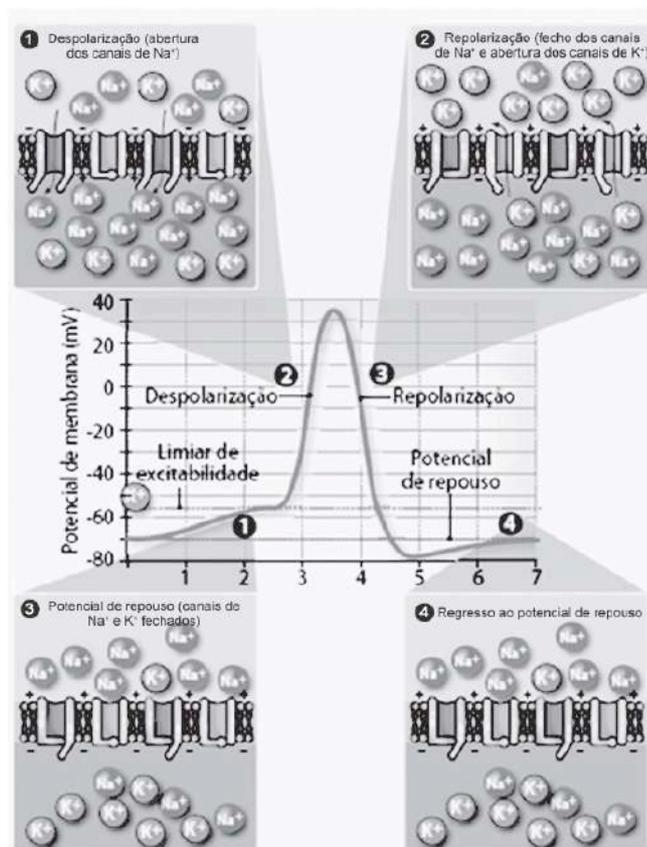
A figura mostra a analogia entre um circuito elétrico e a membrana plasmática.



A diferença de potencial elétrico na membrana plasmática é mantida

- a) pelo bombeamento ativo de íons promovido por proteínas de membrana específicas.
- b) pela difusão facilitada de íons através de proteínas canais que transpassam a membrana.
- c) pela constante difusão simples de íons por entre as moléculas de fosfolipídios.
- d) pela transferência de íons entre os meios extra e intracelular por processos de endocitose e exocitose.
- e) pelo fluxo de água do meio mais concentrado em íons para o meio menos concentrado.

**10 - (Unipê)**



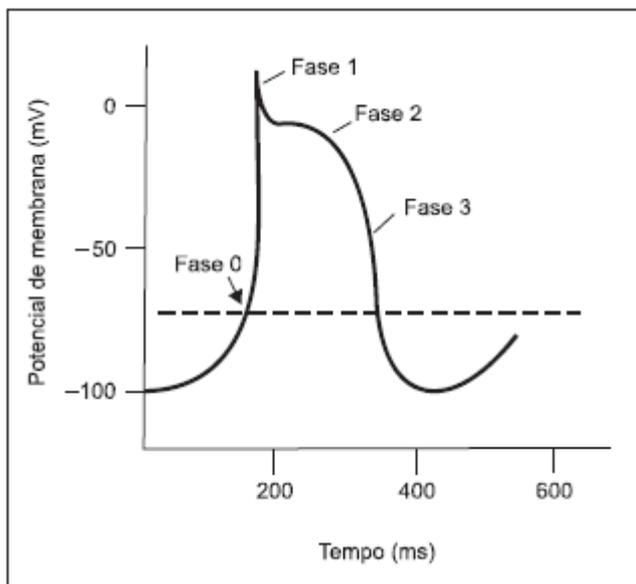
Analise as imagens destacadas e as afirmativas:

- I. Para que a situação 1 ocorra, não é necessária a hidrólise de ATP.
- II. A despolarização observada em 2 gera uma DDP igual a zero.
- III. A repolarização em 3 ocorre por conta do transporte facilitado do  $K^+$  para o interior do axônio.
- IV. O potencial de repouso depende da ação da bomba de  $Na^+/K^+$ .

A alternativa que contém todas as afirmativas corretas é a

- a) I, III e IV.
- b) III e IV.
- c) II e IV.
- d) II e III.
- e) I e IV.

**11 - (Enem)** As células possuem de membrana, que pode ser classificado em repouso ou ação, e é uma estratégia eletrofisiológica interessante e simples do ponto de vista físico. Essa característica eletrofisiológica está presente na figura a seguir, que mostra um potencial de ação disparado por uma célula que compõe as fibras de Purkinje, responsáveis por conduzir os impulsos elétricos para o tecido cardíaco, possibilitando assim a contração cardíaca. Observa-se existem quatro fases envolvidas nesse potencial de ação, sendo denominadas fases 0, 1, 2, e 3.

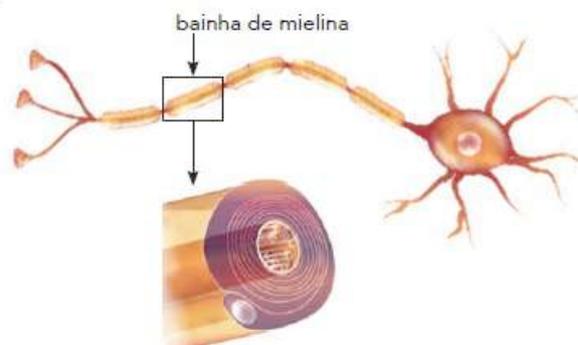


O potencial de repouso dessa célula é  $-100$  mV, e quando ocorre influxo de íons  $Na^+$  e  $Ca^{2+}$ , a polaridade celular pode atingir valores de até  $+10$  mV, o que se denomina despolarização celular. A modificação no potencial de repouso pode disparar um potencial de

ação quando a voltagem da membrana atinge o limiar de disparo que esta representada na figura pela linha pontilhada. Contudo, a célula não pode ser manter despolarizada, pois acarretaria a morte celular, mecanismo que reverte a despolarização e retorna a célula ao potencial de repouso. Para tanto, há o efluxo celular de íons  $K^+$ . Qual das fases, presentes na figura, indica o processo de despolarização e repolarização celular, respectivamente?

- a) Fases 0 e 2.
- b) Fases 0 e 3.
- c) Fases 1 e 2.
- d) Fases 2 e 0.
- e) Fases 3 e 1.

**12 - (Uerj)** O axônio de algumas células nervosas é envolvido pela bainha de mielina, uma membrana plasmática rica em lipídeos. Observe:

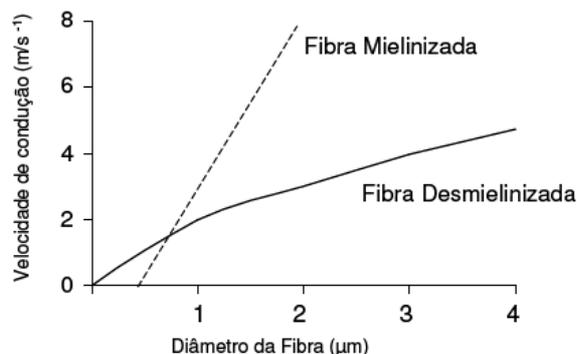


Adaptado de knoww.net.

A composição da bainha de mielina permite que ela desempenhe a seguinte função:

- a) isolar o impulso nervoso.
- b) aumentar a polarização do neurônio.
- c) fornecer energia para o sinal elétrico.
- d) estimular a bomba de sódio-potássio.

**13 - (Ufpi)** O gráfico a seguir mostra a relação entre a velocidade de condução do impulso nervoso e o diâmetro da fibra nervosa.



De acordo com o gráfico, analise as seguintes afirmativas.

I. O aumento do diâmetro da fibra nervosa só tem efeito na velocidade de condução em fibras mielinizadas.

II. Comparada à fibra desmielinizada, um pequeno acréscimo no diâmetro da fibra mielinizada tem significativo aumento na velocidade de condução do impulso nervoso.

III. Independentemente do tipo de fibra nervosa, a velocidade de condução do impulso nervoso é inversamente proporcional ao diâmetro da fibra.

Assinale a alternativa correta.

- a) Somente I é verdadeira.
- b) Somente II é verdadeira.
- c) Somente I e II são verdadeiras.
- d) Somente I e III são verdadeiras.
- e) Somente II e III são verdadeiras.

**14 - (Unifor)** E se ajudássemos os neurônios a "reparar" os danos causados pela esclerose múltipla? Esta é a pista que está sendo explorada por cientistas franceses para conter o avanço dessa doença autoimune e degenerativa, para a qual ainda não há cura. O desafio terapêutico na esclerose múltipla consiste em prevenir o avanço das deficiências, e uma das vias para conseguir isso é a reparação da mielina, que é destruída progressivamente pela doença.

[http://www.correiobraziliense.com.br/app/noticia/ciencia-e-saude/2017/05/31/interna\\_ciencia\\_saude,599187/a-esclerose-multipla-e-a-pista-da-reparacao-dos-neuronios.shtml](http://www.correiobraziliense.com.br/app/noticia/ciencia-e-saude/2017/05/31/interna_ciencia_saude,599187/a-esclerose-multipla-e-a-pista-da-reparacao-dos-neuronios.shtml). Acesso 3m 02 set. 2017 (com adaptações).

A busca pela reparação da bainha de mielina na esclerose múltipla se justifica pelo fato de que nessa doença ocorre

- a) aumento das expansões da membrana plasmática do axônio dos neurônios afetados na tentativa de melhorar a captação dos estímulos.
- b) propagação do impulso nervoso nos dois sentidos da fibra, causando, assim, um colapso do sistema nervoso.
- c) diminuição da velocidade ou interrupção da propagação dos impulsos nervosos nos neurônios afetados pela doença.
- d) aumento do tamanho das fendas sinápticas entre os neurônios afetados, dificultando a transmissão dos impulsos nervosos entre essas células.
- e) superprodução de neurotransmissores como mecanismo compensatório para facilitar a condução do impulso nervoso entre um neurônio e outro.

**15 - (Ufrgs)** Para que um impulso nervoso possa ser transmitido de um neurônio a outro, é necessária a liberação, na fenda sináptica, de mediadores químicos.

Um desses mediadores é a

- a) insulina.
- b) tirosina.
- c) vasopressina.
- d) acetilcolina.
- e) histamina.

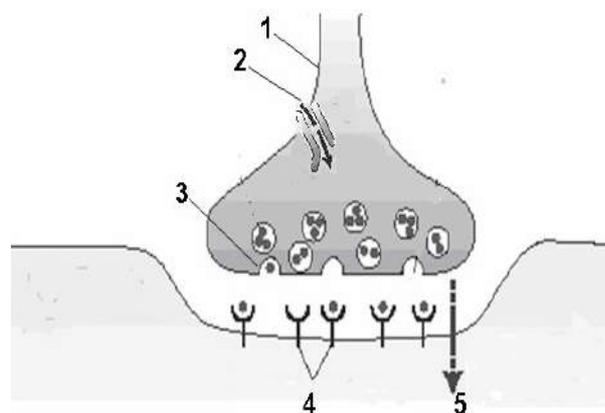
**16 - (Fuvest)** Examine a seguinte lista de eventos que ocorrem durante a propagação de um impulso nervoso:

- I. Neurotransmissores atingem os dendritos.
- II. Neurotransmissores são liberados pelas extremidades do axônio.
- III. O impulso se propaga pelo axônio.
- IV. O impulso se propaga pelos dendritos.
- V. O impulso chega ao corpo celular.

Que alternativa apresenta a sequência temporal correta desses eventos?

- a) V – III – I – IV – II.
- b) I – IV – V – III – II.
- c) I – IV – III – II – V.
- d) II – I – IV – III – V.
- e) II – III – I – IV – V.

**17 - (Ufpi)** Observe o esquema relativo à sinapse neuronal e marque a alternativa que contém somente informações corretas sobre os mecanismos funcionais pré e pós-sinápticos.



Sinapse neuronal. Adaptado de Lodish et al., 2005.

- a) A polarização da membrana (1) induz a abertura de canais de cálcio (2), nos quais o influxo promove a endocitose das vesículas (3), com a abertura das vesículas sinápticas e a liberação dos neurotransmissores, que se ligam aos receptores (4); e os íons  $\text{Na}^+$  polarizam a membrana pós-sináptica (5); ocasionando o impulso nervoso.

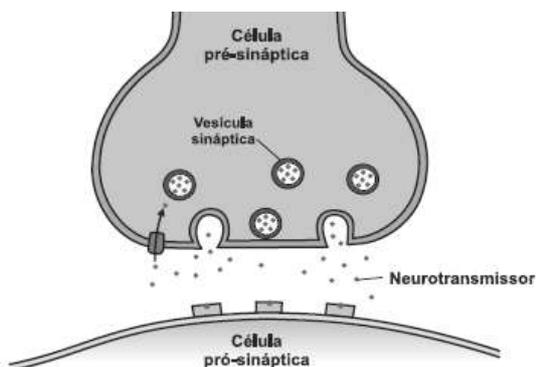
b) A polarização da membrana (1) ocasiona a liberação das vesículas sinápticas (3), as quais contêm substâncias denominadas neurotransmissores, que são mediadores químicos responsáveis pela transmissão do impulso nervoso, por meio de junções comunicantes que unem as células nervosas, permitindo a passagem de íons; o que ocasiona uma conexão elétrica, promotora da transmissão do impulso nervoso, com a polarização da membrana pós-sináptica (5).

c) A despolarização da membrana (1) ocasiona a abertura dos canais de cálcio (2) e o influxo de cálcio promove a exocitose das vesículas sinápticas com liberação de neurotransmissores (3), que se ligam aos receptores (4), deixando entrar íons  $\text{Na}^+$ ; o que promove a despolarização da membrana pós-sináptica (5), ocasionando a transmissão do impulso nervoso.

d) A união do neurotransmissor com o receptor (4) ocasiona somente efeitos excitatórios (3) sobre o neurônio seguinte do circuito, por causa da abertura de canais iônicos (1), os quais promovem a polarização da membrana e a transmissão do impulso nervoso (5).

e) O impulso nervoso (5), em todas as sinapses (4), transmite-se por meio de mediadores químicos, os quais vão ativar receptores de outros neurônios ou de células efetoras, por meio da polarização das membranas (1 e 5).

**18 - (Unipê)** A figura representa um tipo de sinapse muito comum, que garante a comunicação eficiente entre diversas partes do corpo.



Ainda considerando-se as informações sobre o sistema nervoso, analise as afirmativas e marque com V as verdadeiras e com F, as falsas.

( ) Os neurotransmissores liberados no espaço sináptico ligam-se a proteínas receptoras da membrana da célula pós-sináptica.

( ) Os neurotransmissores liberados pelo neurônio são rapidamente destruídos por enzimas, a fim de evitar uma estimulação na célula pós-sináptica além do necessário.

( ) A combinação do neurotransmissor com receptores na membrana da célula pós-sináptica resulta na mudança da permeabilidade da membrana e consequente entrada de íons  $\text{Na}^+$ , que gera um potencial de ação e propagação do impulso nervoso.

A alternativa que contém a sequência correta, de cima para baixo, é a

- a) VFF.
- b) VVV.
- c) VFV.
- d) FVF.
- e) FVV.

**19 - (Fcm)** *Crack* é uma droga feita a partir da mistura de cocaína com bicarbonato de sódio. Esta droga bloqueia a reabsorção da dopamina no mesencéfalo e no sistema límbico, aumentando o nível desse neurotransmissor e proporcionando sensação passageira de prazer. Com o uso, os neurotransmissores passam a produzir menos dopamina, diminuindo também o número de receptores para esse mensageiro.

*Linhares, 2006.*

O consumo dessa droga está levando milhares de jovens a dependência química, sem volta, uma vez que sua ação no cérebro altera a fisiologia das sinapses o que poderá acarretar ao seu usuário, paradas cardíacas, respiratórias e convulsões. Sobre as sinapses que ocorrem entre os neurônios podemos afirmar que elas podem ser classificadas morfolologicamente como:

- I. axodendríticas: ocorrendo entre axônios e o corpo celular;
- II. axoaxônica: ocorrendo entre axônio e axônio;
- III. axossomática: ocorrendo entre axônio e o corpo celular.

Assinale a alternativa correta:

- a) Somente a I está correta.
- b) As alternativas I e III estão corretas.
- c) Somente a II está correta.
- d) Somente a III está correta.
- e) As alternativas II e III estão corretas.

**20 - (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  
(adaptado).

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

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

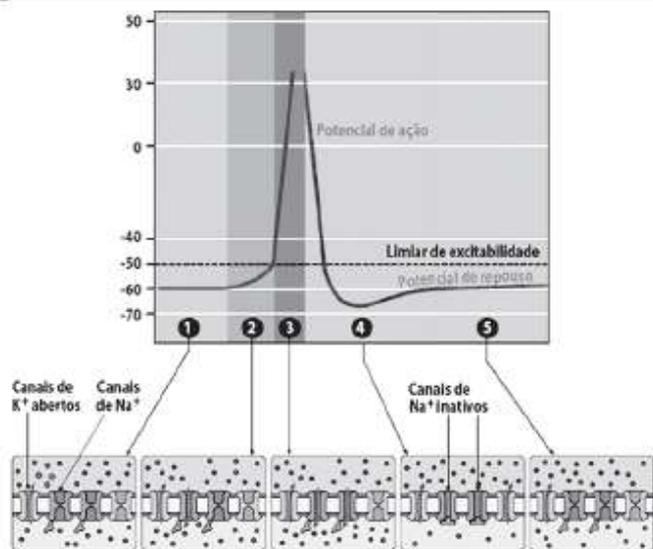
**notas**

## VESTIBULARES:

As questões abaixo são direcionadas para quem prestará vestibulares tradicionais.

Se você está estudando apenas para a prova do ENEM, fica a seu critério, de acordo com o seu planejamento, respondê-las ou não.

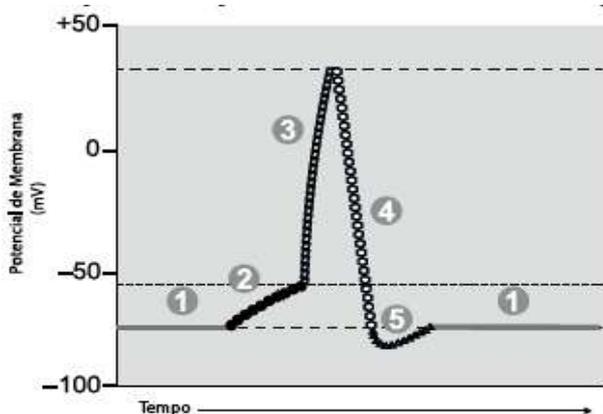
### 21 – (Uesb)



O gráfico demonstra a variação que ocorre nas fibras axônicas durante a transmissão do impulso nervoso. Em relação a esse evento, é correto afirmar:

- A despolarização do neurônio proporciona o seu repouso.
- A abertura dos canais de Na<sup>+</sup> promove a polarização do axônio.
- A hiperpolarização do axônio ocorre depois do fechamento dos canais de Na<sup>+</sup>.
- O potencial de repouso é adquirido de maneira passiva, por ação da bomba de Na<sup>+</sup>/K<sup>+</sup>.
- A abertura dos canais de K<sup>+</sup> promove o início da transmissão elétrica do impulso nervoso.

22 – (Facisa) As variações de voltagem que acompanham um potencial de ação estão ilustradas no presente gráfico.



[http://images.slideplayer.com/25/8101018/slides/slide\\_36.jpg](http://images.slideplayer.com/25/8101018/slides/slide_36.jpg)  
(adaptado)

Consoiciando as informações contidas na imagem com as relacionadas ao assunto em questão, analise as afirmativas que se seguem.

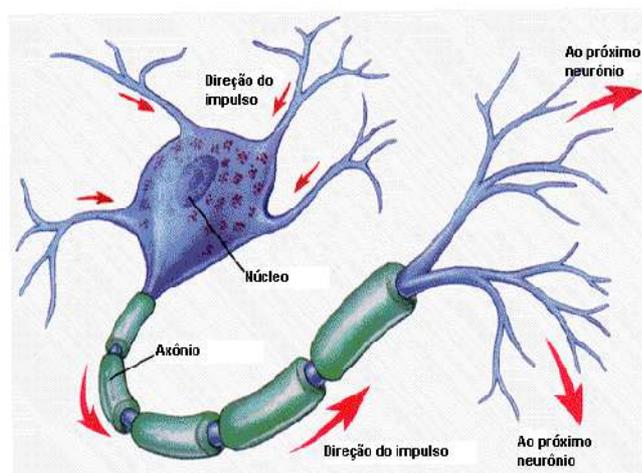
- Estímulos que atinjam o limiar de excitabilidade da célula (fase 2) geram um potencial de ação dentro de um princípio denominado de “tudo ou nada”.
- Na fase 3, a membrana celular torna-se extremamente permeável aos íons sódio, e ocorre, portanto, influxo de sódio e consequente aumento de carga positiva no interior da célula.
- Na etapa em que a célula parte de +35 mV e atinge -75 mV ocorre o fechamento dos canais de sódio e abertura dos canais de potássio e, deste modo, a repolarização.
- Na fase 1, a célula está em repouso, uma vez que há uma diferença de potencial elétrico entre as faces externa e interna da membrana, mantida por um mecanismo de bombeamento de íons.

Estão corretas

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

23 – (Facid) A condução do impulso nervoso no decorrer de uma fibra é seguida de modificações nos canais iônicos da membrana, o que ocasiona entrada de sódio e saída de potássio. Um fato curioso é que logo que uma célula nervosa conduz impulso nervoso, ela atinge o período refratário absoluto que

Diagrama de um neurônio



Acesso em 28/10/12 as 9h:30; Disponível em [www.sogab.com.br](http://www.sogab.com.br)

- a) é a manutenção dos canais iônicos sempre abertos, estimulando assim uma condução de impulsos.
- b) corresponde ao tempo em que a célula permanece inexcitável apesar de ser fornecido um estímulo.
- c) é o mesmo que hiperpolarização, onde um neurônio fica com o excesso de cargas positivas na parte externa.
- d) indica que o estímulo fornecido foi bem aquém do limiar excitatório, dificultando assim a novas conduções de impulsos.
- e) representa o fenômeno de bidirecionalidade, no qual um neurônio conduz impulso nervoso tanto do corpo celular para o axônio, como do axônio para o corpo celular.

**24 – (Uninassau)** O tecido nervoso tem origem ectodérmica e forma os órgãos que participam da coordenação do organismo. Sobre a morfologia e o funcionamento desse tecido, identifique a alternativa correta.

- a) Os neurônios podem ser classificados em aferentes ou motores, eferentes ou sensoriais e associativos ou interneurônios.
- b) A transmissão do impulso nervoso entre neurônios se dá através da sinapse. Nesta região, são liberados neurotransmissores guardados nas vesículas pré-sinápticas do axônio.
- c) Além dos neurônios, outras células compõem o tecido nervoso, como: a micróglia, o oligodendrócito e o fibroblasto.
- d) A transmissão do impulso nervoso ao longo do neurônio dá-se pela entrada de sódio e potássio na superfície interna da membrana, causando a despolarização.
- e) A fibra nervosa responde a “lei do tudo ou nada”, onde a excitação vai aumentando de acordo com a intensidade do estímulo.

**25 – (Fsm)** Todas as nossas sensações, sentimentos, pensamentos, respostas motoras e emoções, a aprendizagem e a memória, a ação das drogas psicoativas, as causas das doenças mentais, e qualquer outra função ou disfunção do cérebro humano não poderiam ser compreendidas sem o conhecimento do fascinante processo de comunicação entre as células nervosas (neurônios). Os neurônios precisam continuamente coletar informações sobre o estado interno do organismo e de seu ambiente externo, avaliar essas informações e coordenar atividades apropriadas à situação e às necessidades atuais da pessoa. Como os neurônios processam essas informações? Isso ocorre essencialmente graças aos impulsos nervosos. Um impulso nervoso é a transmissão de um sinal codificado de um estímulo dado ao longo da membrana do neurônio, a partir de

seu ponto de aplicação. Os impulsos nervosos podem passar de uma célula a outra, criando assim uma cadeia de informação dentro de uma rede de neurônios. Sobre o funcionamento das sinapses e suas características, marque a alternativa correta:

- a) As sinapses químicas possuem junções comunicantes (*gap*) que permitem o movimento de íons livres de uma célula para outra.
- b) As sinapses elétricas liberam substâncias chamadas neurotransmissores, como GABA e Glutamato.
- c) As sinapses químicas têm condução bidirecional, ou seja, essas estruturas transmitem sinais em duas direções.
- d) Há dois tipos principais de sinapses: sinapse química e elétrica, sendo quase todas as utilizadas pelo SNC da espécie humana do tipo sinapse química.
- e) Os neurônios pré-sinápticos que fazem parte da sinapse elétrica têm capacidade de produzir, armazenar e liberar diversos neurotransmissores, como acetilcolina e noradrenalina.

**26 – (Fcm)** A transmissão do impulso nervoso é feita através da sinapse; quando o estímulo nervoso chega à extremidade do axônio, este libera para a fenda sináptica um mediador químico conhecido como neurotransmissor. São neurotransmissores:

- a) Acetilcolina, serotonina e glucagon, GH.
- b) Serotonina, norepinefrina, insulina, TSH.
- c) Acetilcolina, serotonina, noradrenalina e adrenalina.
- d) Encefalinas, serotonina, tiroxina, insulina.
- e) Glicina, dopamina, tiroxina, ácido gama-aminobutírico (GABA).

**27 – (Famene)** Sobre os processos de sinapses nervosas e as substâncias retratadas de forma bem-humorada pela figura abaixo, as assertivas estão corretas, exceto:

## SEROTONINA E DOPAMINA



Tecnicamente, são as duas únicas coisas que você gosta de verdade.

(Fonte: <https://blog.bytequeueugosto.com.br/piada-nerd-2/>)

a) A serotonina está relacionada à depressão, ao sono e à regulação da temperatura corpórea. Já a dopamina regula certos hormônios produzidos na glândula hipófise e regula as emoções.

b) Os efeitos dos neurotransmissores são muito pesquisados em Medicina, e, muitas vezes, encontram-se incorporados a remédios. Certos medicamentos são capazes de elevar o humor e controlar a ansiedade através da diminuição dos níveis de serotonina.

c) A dopamina pertence ao grupo das catecolaminas, as quais podem ser inativadas por enzimas como a monoamino-oxidase (MAO), por exemplo.

d) Quando o impulso nervoso chega a regiões das extremidades axônicas, algumas vesículas membranosas se fundem à membrana plasmática, liberando os neurotransmissores no espaço sináptico por exocitose.

e) Após a passagem do impulso nervoso, os neurotransmissores que estão na fenda sináptica são degradados por enzimas específicas, acabando assim seus efeitos.

**28 – (Fcm)** Relacione cada termo com sua descrição e assinale a alternativa correspondente a sequência correta:

a. axônio	1. processo de um neurônio que recebe sinais.
b. dendrito	2. neurônio sensorial que transmite informações ao SNC.
c. aferente	3. processo longo que transmite sinais para célula-alvo.
d. eferente	4. região do neurônio onde os potenciais de ação iniciam.
e. zona de disparo	5. neurônio que transmite informação do SNC para as demais partes do corpo.

a) 1b, 2c, 3a, 4e, 5d.

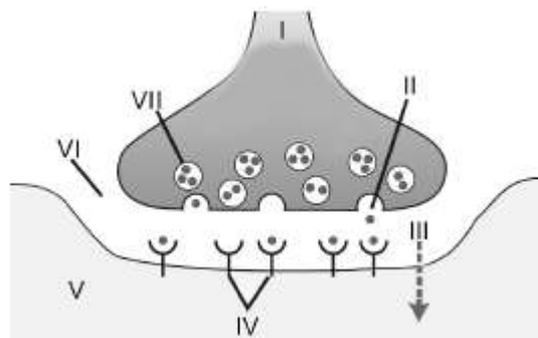
b) 1e, 2d, 3a, 4b, 5c.

c) 1a, 2c, 3b, 4d, 5e.

d) 1c, 2b, 3a, 4d, 5e.

e) 1d, 2e, 3c, 4a, 5b.

**29 – (Ufv)** O esquema com indicações (I a VII) representado abaixo corresponde a uma parte do processo da transmissão nervosa:



Assinale a alternativa que apresenta duas informações incorretas:

a) I representa o axônio e III a direção da transmissão do impulso.

b) V indica uma célula pós-sináptica e II o neurotransmissor.

c) VII corresponde à endocitose e IV à liberação de neurotransmissor.

d) VI indica o espaço sináptico e I a terminação pré-sináptica.

**30 – (Ufc)** Botox é um produto comercial que consiste da toxina botulínica que age bloqueando a função nervosa. É utilizado no tratamento de pessoas que sofrem de contrações anormais dos músculos, como também no tratamento cosmetológico dos sinais de envelhecimento facial. Esta neurotoxina atua como relaxante muscular e, assim, age:

I. bloqueando a liberação de acetilcolina nas terminações nervosas dos músculos.

II. impedindo que o músculo receba a mensagem do cérebro para se contrair.

III. inibindo a enzima acetilcolinesterase, que destrói a acetilcolina.

Assinale a alternativa correta.

a) Somente I é verdadeira.

b) Somente II é verdadeira.

c) Somente I e II são verdadeiras.

d) Somente III é verdadeira.

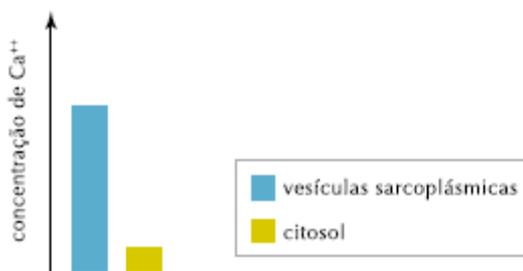
e) I, II e III são verdadeiras.

**31 – (Fmj)** O curare era, a princípio, um veneno utilizado pelos índios americanos, durante a caça. Grande parte dos princípios ativos atuantes vem de plantas do gênero *Strychnos*. Portanto, sua utilização como veneno paralisante vem de longa data, ao passo que a dosagem utilizada para relaxamento muscular

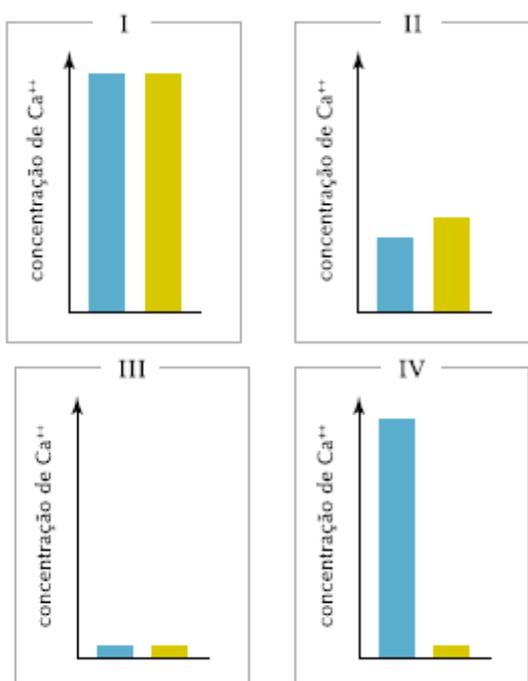
(como por exemplo, em cirurgias), é mais recente e resulta do conhecimento da sua atividade farmacológica, que é impedir a liberação de acetilcolina na placa motora. A utilização durante cirurgia é vantajosa porque:

- a) evita paradas respiratórias.
- b) evita paradas cardíacas.
- c) evita a contração muscular no órgão manipulado.
- d) estimula a contração muscular e o relaxamento.
- e) paralisa totalmente o corpo do paciente.

**32 – (Uerj)** O aldicarb, conhecido popularmente como chumbinho, é uma substância de alta toxicidade, derivada do ácido carbâmico. Ele age inibindo a acetilcolinesterase, enzima que, hidrolisando o mediador químico acetilcolina, desempenha um papel importante no processo de transmissão do impulso nervoso em sinapses como as encontradas nas junções neuromusculares. Observe a concentração de  $Ca^{++}$  medida em dois compartimentos de células musculares, em repouso, na ausência de aldicarb:



Nos gráficos a seguir, representados na mesma escala do anterior, observe algumas alterações na concentração de  $Ca^{++}$  nesses compartimentos:



O gráfico que mostra a ação do aldicarb, logo após sua penetração na junção neuromuscular, é o de número:

- a) I.
- b) II.
- c) III.
- d) IV.

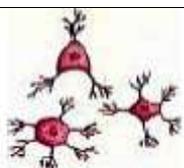
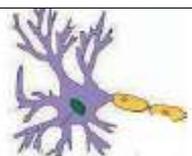
**33 – (Uff)** Na doença miastenia grave, o corpo humano produz anticorpos contra suas próprias moléculas de receptores de acetilcolina. Esses anticorpos ligam-se e bloqueiam os receptores de acetilcolina da membrana plasmática das células musculares. À medida que a doença progride, a maioria dos músculos enfraquece, e o doente pode apresentar dificuldades para engolir e respirar. Esses anticorpos:

- a) atuam como a acetilcolina, provocando permanente contração, fadiga e fraqueza muscular.
- b) impedem que a contração muscular seja estimulada pela acetilcolina.
- c) promovem a destruição dos receptores da sinapse elétrica, bloqueando a via aferente.
- d) ligam-se aos receptores de acetilcolina, inibindo a enzima acetilcolinesterase e, conseqüentemente, a transmissão dos impulsos nervosos.
- e) ligam-se aos receptores de acetilcolina, bloqueando a ação do sistema nervoso simpático.

**34 – (Fcm)** Assinale a alternativa incorreta

- a) os túbulos T e o retículo sarcoplasmático são componentes essenciais que participam da contração do músculo esquelético.
- b) os envoltórios de tecido conjuntivo dos nervos periféricos incluem o epineuro, perineuro e endoneuro.
- c) a laringe é responsável pela fonação e impede a entrada de comida e fluido no sistema respiratório.
- d) o osso é um tecido conjuntivo especializado.
- e) a medula óssea é formada por um tecido conjuntivo avascular.

35 – (Upe) O tecido nervoso é um dos mais especializados e complexos do corpo humano. Por meio dele, percebemos o mundo, aprendemos e armazenamos memórias. Sua origem é ectodérmica, sendo constituído por células altamente especializadas, responsáveis pela recepção e resposta adequada aos estímulos, atuando na condução do impulso nervoso. Em relação às células gliais, estabeleça relação entre o nome, o desenho e as funções de cada uma.

CÉLULAS	DESENHOS	FUNÇÕES
1. Oligodendrócitos	<p>A</p>  <p><a href="http://www.jornallivre.com.br/169319/o-que-eneuroglia.html">http://www.jornallivre.com.br/169319/o-que-eneuroglia.html</a></p>	I. São células fagocitárias, que participam tanto do processo de inflamação quanto da reparação do SNC. Também secretam diversas citocinas reguladoras do processo imunitário e removem os restos celulares, que surgem nas lesões do SNC.
2. Astrócitos	<p>B</p>  <p><a href="http://www.ebah.com.br/content/ABAAAfNH0AI/tecido-nervoso">http://www.ebah.com.br/content/ABAAAfNH0AI/tecido-nervoso</a></p>	II. São responsáveis por revestir os ventrículos do cérebro e o canal central da medula espinhal. Em alguns locais, por serem ciliadas, atuam na movimentação do líquido cefalorraquidiano.
3. Células de Schwann	<p>C</p>  <p><a href="http://www.jornallivre.com.br/169319/o-que-eneuroglia.html">http://www.jornallivre.com.br/169319/o-que-eneuroglia.html</a></p>	III. São responsáveis pela produção da bainha de mielina, que possui a função de isolante elétrico para os neurônios do SNC.
4. Células Ependimárias	<p>D</p>  <p><a href="http://www.jornallivre.com.br/169319/o-que-eneuroglia.html">http://www.jornallivre.com.br/169319/o-que-eneuroglia.html</a></p>	IV. Possuem a mesma função de uma outra célula descrita no quadro, embora formem a bainha de mielina em torno do axônio em neurônios do sistema nervoso periférico.
5. Células da Micróglia	<p>E</p>  <p><a href="http://cienciahoje.uol.com.br/colunas/bioconexoes/bacteriareprogramad ora">http://cienciahoje.uol.com.br/colunas/bioconexoes/bacteriareprogramad ora</a></p>	V. Participam do controle da composição iônica e molecular do ambiente extracelular dos neurônios, podendo influenciar a atividade e a sobrevivência deles, absorvem excessos localizados de neurotransmissores e sintetizam moléculas neuroativas.

Assinale a alternativa que apresenta a associação correta.

- a) 1-D-IV; 2-B-I; 3-A-II; 4-E-III; 5-C-V.
- b) 1-E-IV; 2-B-III; 3-C-V; 4-D-I; 5-A-II.
- c) 1-A-III; 2-C-V; 3-E-IV; 4-B-II; 5-D-I.
- d) 1-B-IV; 2-E-II; 3-D-V; 4-A-I; 5-C-III.
- e) 1-C-II; 2-A-IV; 3-B-I; 4-D-III; 5-E-V.

**36 – (Famene)** Sobre as células do Tecido Nervoso em humanos, é incorreto afirmar que

a) os oligodendrócitos são células maiores que os astrócitos e apresentam menor quantidade de prolongamentos celulares, os quais se inserem dentro das neurofibras presentes no sistema nervoso central, recheando-as com conteúdo disperso abaixo da membrana plasmática.

b) macrófagos especializados em fagocitar detritos e restos celulares presentes nesse tipo de tecido são designados como micróglia, os quais são células pequenas e com prolongamentos escassos comumente com muitas ramificações.

c) os astrócitos estabelecem uma ponte nutritiva entre os vasos sanguíneos e os neurônios, além de darem sustentação física ao tecido nervoso e participarem do processo de recuperação de lesões a esse tipo de tecido.

d) nos neurônios pseudounipolares, o impulso gerado no dendrito pode seguir diretamente para o axônio sem passar pelo corpo celular.

e) os gliócitos têm a função de proteger, envolver e nutrir os neurônios, promovendo também a sustentação física ao sistema nervoso, uma vez que mantêm os neurônios unidos.

**37 – (Fcm)** Maria Lúcia, 18 anos, sofreu desmielinização nervosa periférica, presumivelmente devido a resposta autoimune de alguma forma de infecção virótica. Com a perda da mielina, sua condução nervosa ficou gravemente comprometida. Maria Lúcia teve perda sensorial e fraqueza muscular que de modo significativo comprometeram sua capacidade de se mover. Foi confirmado que a doença atingiu o Sistema Nervoso Periférico (SNP). Pergunta-se: A perda da mielina dependeu de:

a) células de Schwann.

b) oligodendrócitos.

c) micróglia.

d) astrócitos.

e) células endoteliais.

**38 – (Facid)** O uso indiscriminado de drogas, lícitas ou não, como álcool, cocaína, bem como a ocorrência de acidentes ou doenças podem atingir o sistema nervoso central, tendo como consequência a existência de lacunas ou espaços deixados por neurônios que acabam morrendo. Em resposta a isso, determinadas células, de formato estrelado, irão sofrer um processo denominado gliose, que consiste em hiperplasia e hipertrofia das mesmas, na tentativa de minimizar as perdas de neurônios. Identifique as células envolvidas nesse processo de “cicatrização”, sabendo que as mesmas, além de sustentação, também se relacionam

com o controle da composição iônica e molecular do ambiente extracelular dos neurônios.

a) Astrócitos.

b) Oligodendrócitos.

c) Células de Schwann.

d) Micróglia.

e) Células endoteliais.

**39 – (Unichristus)** IMPULSOS INTERROMPIDOS. A Esclerose Múltipla (EM) é uma doença inflamatória crônica que atinge a substância branca do Sistema Nervoso Central (SNC) e, em particular, a bainha de mielina que isola as fibras nervosas e permite a transmissão de impulsos nervosos do cérebro ou da medula espinhal para todas as outras partes do corpo. Um processo patológico causa a perda da mielina em múltiplas zonas do SNC ou a formação das chamadas placas de desmielinização que, por sua vez, com o passar do tempo, podem evoluir e cicatrizar (esclerose). Quando as fibras nervosas perdem a parte da mielina que as reveste, os impulsos enviados não são mais transmitidos corretamente, provocando um dano neurológico permanente que varia de paciente para paciente conforme a localização das lesões. A perda da mielina é induzida por um processo inflamatório localizado no SNC que desencadeia uma reação imune crônica, voltada contra a própria mielina ou contra as células que a produzem (doença autoimune). Essa reação é promovida, principalmente, pelas células pertencentes à classe dos glóbulos brancos (linfócitos e células monocitárias) presentes na circulação periférica que alcançam o SNC. (...)

*Revista Viver Mente & Cérebro – Edição Especial no 5 – Doenças do Cérebro - Scientific American.*

Baseando-se no texto e em conhecimentos correlatos, pode-se afirmar que

a) os danos provocados pela esclerose múltipla não são muito intensos, uma vez que atingem apenas os prolongamentos das células nervosas e não o corpo celular.

b) a cicatrização mencionada no texto é benéfica, uma vez que promove a regeneração da bainha de mielina.

c) as fibras mielínicas não serão afetadas pelo processo patológico que conduz à EM.

d) a perda da bainha de mielina torna os impulsos nervosos mais rápidos nas fibras mielínicas, uma vez que não poderão mais ser transmitidos “aos saltos” e dependerão apenas da despolarização e da repolarização por meio das membranas dos axônios, como ocorre nas fibras não mielinizadas.

e) as células monocitárias citadas e presentes no SNC são denominadas micróglia e fazem parte das células da glia ou neurógliia.

**40** – (Uece) De dentro para fora, uma fibra nervosa é revestida pelos envoltórios de tecido conjuntivo denominados

- a) epineuro, endoneuro e perineuro.
- b) perineuro, endoneuro e epineuro.
- c) epineuro, perineuro e endoneuro.
- d) endoneuro, perineuro e epineuro.

**notas**

## Gabarito:

### Questão 1: C

**Comentário:** Os neurônios são células de uma aparência bem característica, dotados de três partes basicamente: o corpo celular, os dendritos e o axônio.

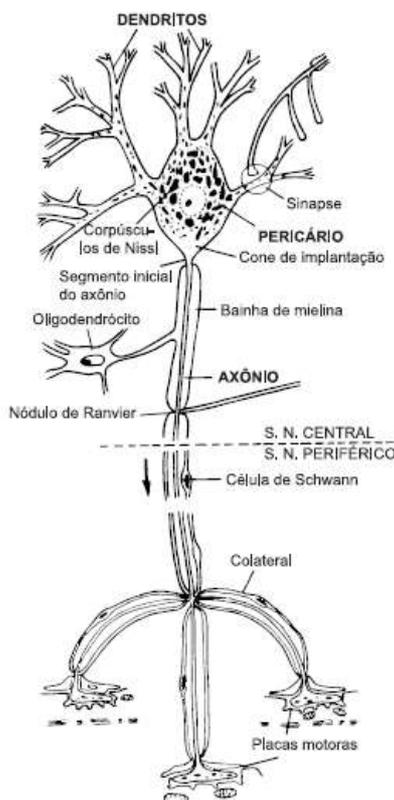
- O corpo celular, também chamado de centro trófico ou pericário apresenta um núcleo central bem evidente, além de retículo endoplasmático rugoso e complexo de Golgi bem desenvolvidos, relacionados à produção de neurotransmissores, substâncias químicas relacionadas à condução do estímulo nervoso de um neurônio para outro.

- Os dendritos são ramificações responsáveis pela recepção do impulso nervoso.

- O axônio é uma projeção longa e única, possuindo em sua parte final, denominada telodendro, uma série de ramificações, análogas aos dendritos, responsáveis pela transmissão do impulso nervoso. Axônios podem ter ramificações colaterais que lhes permitem transmitir o impulso nervoso para mais de um neurônio.

A bainha de mielina que envolve o axônio em seu trajeto no sistema nervoso central é produzida pelos oligodendrócitos. No sistema nervoso periférico, a bainha de mielina é produzida pelas células de Schwann.

Observe o esquema abaixo:



Assim:

- 1 representa dendritos;
- 2 representa o núcleo do corpo celular;
- 3 representa o axônio revestido pela bainha de mielina;
- 4 representa os botões terminais do axônio;
- 5 representa o telodendro do axônio.

### Questão 2: E

**Comentário:** O impulso nervoso é unidirecional, sendo recebido pelos dendritos, passando pelo corpo celular e sendo transmitido pelo axônio. Pode-se classificar os neurônios, funcionalmente, em dois grupos:

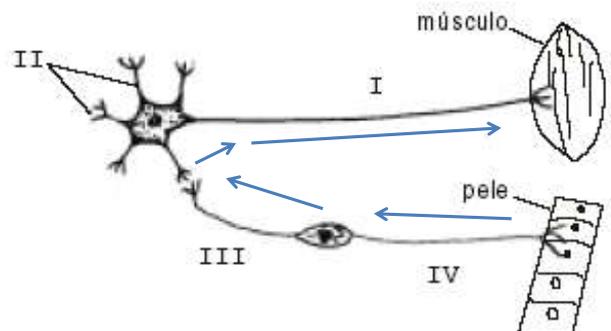
- neurônios sensitivos ou aferentes, que conduzem impulsos nervosos no sentido órgão-sistema nervoso central, trazendo informações sobre o meio ambiente ou sobre o estado dos diversos órgãos para que o sistema nervoso possa analisá-las;

- neurônios motores ou eferentes, que conduzem impulsos nervosos no sentido sistema nervoso central-órgão, levando ordens aos órgãos efetores (músculos e glândulas) para que eles ofereçam respostas adequadas de acordo com os estímulos captados pelo sistema sensorial.

Assim,

- I representa o axônio de um neurônio motor;
- II representa dendritos de um neurônio motor;
- III representa o axônio de um neurônio sensitivo;
- IV representa dendritos de um neurônio sensitivo.

O sentido de propagação do impulso nervoso a partir do estímulo na pele é IV – III – II – I, como observável abaixo:



São dendritos II e IV.

### Questão 3: B

**Comentário:** O impulso nervoso é unidirecional, sendo recebido pelos dendritos, passando pelo corpo celular e sendo transmitido pelo axônio. Pode-se classificar os neurônios, funcionalmente, em dois grupos:

- neurônios sensitivos ou aferentes, que conduzem impulsos nervosos no sentido órgão-sistema nervoso central, trazendo informações sobre o meio ambiente

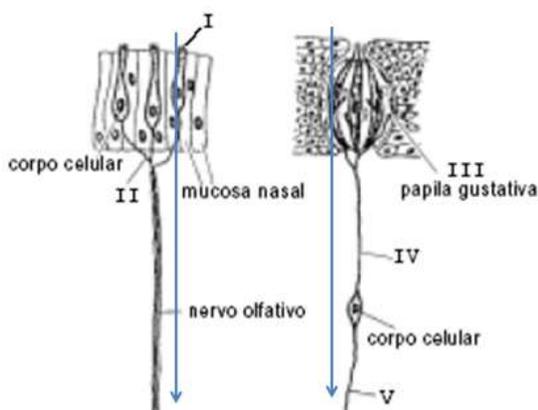
ou sobre o estado dos diversos órgãos para que o sistema nervoso possa analisá-las;

- neurônios motores ou eferentes, que conduzem impulsos nervosos no sentido sistema nervoso central-órgão, levando ordens aos órgãos efetores (músculos e glândulas) para que eles ofereçam respostas adequadas de acordo com os estímulos captados pelo sistema sensorial.

Assim, como ambos os neurônios representados são sensitivos:

- I representa dendritos dos neurônios olfativos;
- II representa um axônio de neurônio olfativo (que se reúne a outros idênticos para formar o nervo olfativo);
- III representa uma papila gustativa;
- IV representa um dendrito do neurônio que inerva a papila gustativa (que é bipolar, possuindo um único dendrito);
- V representa um axônio de neurônio que inerva a papila gustativa.

O sentido de propagação do impulso nervoso a partir do estímulo é representado abaixo.



São axônios II e V.

#### Questão 4: C

**Comentário:** Morfologicamente, os neurônios podem ser classificados em três grupos:

I. bipolares, com um único dendrito e um único axônio, estando relacionados a estruturas sensitivas do corpo humano e encontrados na retina, na mucosa olfativa e nos gânglios coclear e vestibular do ouvido.

II. multipolares, com muitos dendritos e um único axônio, sendo os mais comumente encontrados.

III. pseudounipolares, com um único dendrito bem alongado e um único axônio, saindo do mesmo ponto, com a vantagem de que o impulso nervoso não precisa passar pelo corpo celular, indo diretamente do dendrito para o axônio, acelerando a transmissão do mesmo, como o que ocorre nos gânglios espinhais

relacionados a atos reflexos que exigem uma velocidade muito grande da transmissão do impulso.

#### Questão 5: C

**Comentário:** Analisando cada item:

**Item I: falso.** A membrana do neurônio em repouso é polarizada devido à bomba de sódio e potássio, de modo que a face externa é positiva em relação à face interna e de modo que a concentração de sódio é maior no meio extracelular do que no meio intracelular e a concentração de potássio é maior no meio intracelular do que no meio extracelular.

**Item II: verdadeiro.** Como mencionado, a diferença de concentração de sódio e potássio é mantida pela bomba sódio e potássio, o que se dá com consumo de energia por ser um mecanismo de transporte ativo.

**Item III: verdadeiro.** A condução do impulso elétrico nervoso no neurônio é unidirecional, no sentido dendritos-corpo celular-axônio.

#### Questão 6: D

**Comentário:** Em repouso, devido à ação da bomba de sódio e potássio, o neurônio apresenta encontra-se polarizado de modo que a concentração de potássio é maior no meio intra do que no meio extracelular e a concentração de sódio é maior no meio extra do que no meio intracelular, com o meio extracelular positivo em relação ao meio intracelular negativo. Para que haja a condução do impulso nervoso, canais de sódio se abrem e permitem a entrada de sódio, de modo que o meio intracelular passa a ficar positivo em relação ao meio extracelular negativo, num fenômeno de despolarização de membrana ou inversão de polaridade da mesma. Essa inversão de polaridade estimula a abertura de novos canais de sódio, de modo que o processo se repete ao longo da membrana do neurônio. Após a condução do impulso nervoso, canais de potássio se abrem e permitem a saída de potássio, de modo que o meio extracelular volta a ficar positivo em relação ao meio intracelular negativo, num fenômeno de repolarização de membrana. A propagação da inversão de polaridade ou potencial de ação ao longo da membrana do neurônio caracteriza o impulso nervoso. Assim, analisando cada item:

**Item A: falso.** A despolarização do neurônio para a condução do impulso nervoso se dá pela entrada de sódio por difusão, e não de potássio.

**Item B: falso.** A repolarização do neurônio após a condução do impulso nervoso se dá pela saída de potássio por difusão, e não de sódio. Posteriormente, a bomba de sódio e potássio restabelece os gradientes

normais destes íons na célula através de transporte ativo.

**Item C: falso.** Existe uma inversão de polaridade mínima para abrir outros canais de sódio além daqueles abertos pelo estímulo inicial e, com isso, propagar o impulso nervoso. Essa inversão de polaridade mínima para abrir outros canais de sódio se chama de limiar de excitação. Se a inversão de polaridade for inferior ao limiar de excitação, o impulso nervoso não se propaga, e se a inversão de polaridade for igual ou superior ao limiar de excitação, o impulso nervoso se propaga sempre com a mesma intensidade, o que se chama de “Lei do Tudo ou Nada”.

**Item D: verdadeiro.** Como mencionado, a membrana do neurônio em repouso é polarizada de modo que sua face externa representa o polo positivo e a face interna representa o polo negativo.

**Item E: falso.** A bainha de mielina consiste em uma cobertura do lipídio esfingomielina sobre o axônio do neurônio, agindo como isolante elétrica e aumentando a velocidade de condução do impulso nervoso. Assim, axônios amielinizados sem bainha de mielina conduzem o impulso nervoso mais lentamente que os axônios mielinizados com bainha de mielina.

#### Questão 7: A

**Comentário:** Em repouso, devido à ação da bomba de sódio e potássio, o neurônio apresenta encontra-se polarizado de modo que a concentração de potássio é maior no meio intra do que no meio extracelular e a concentração de sódio é maior no meio extra do que no meio intracelular, com o meio extracelular positivo em relação ao meio intracelular negativo. Para que haja a condução do impulso nervoso, canais de sódio se abrem e permitem a entrada de sódio, de modo que o meio intracelular passa a ficar positivo em relação ao meio extracelular negativo, num fenômeno de despolarização de membrana ou inversão de polaridade da mesma. Essa inversão de polaridade estimula a abertura de novos canais de sódio, de modo que o processo se repete ao longo da membrana do neurônio. Após a condução do impulso nervoso, canais de potássio se abrem e permitem a saída de potássio, de modo que o meio extracelular volta a ficar positivo em relação ao meio intracelular negativo, num fenômeno de repolarização de membrana. A propagação da inversão de polaridade ou potencial de ação ao longo da membrana do neurônio caracteriza o impulso nervoso. Assim, o início do impulso nervoso é marcado pela entrada de íons sódio no neurônio, com consequente despolarização da membrana do mesmo.

#### Questão 8: B

**Comentário:** No processo de condução do impulso nervoso, os canais de sódio do neurônio se abrem imediatamente após o estímulo, permitindo a entrada de cargas positivas ( $\text{Na}^+$ ) na célula e a despolarização da membrana (passagem do potencial de membrana do repouso, que é negativo, a positivo), fechando-se em seguida. Os canais de potássio permitem a saída de cargas positivas ( $\text{K}^+$ ) do citosol da célula e promovem a repolarização da membrana (retorno do potencial de membrana de positivo a ao repouso, que é negativo). Como as células musculares conduzem o potencial de ação da mesma maneira que as células nervosas, a inversão do potencial da superfície inervada da eletroplaca é consequência da rápida difusão para o interior dessa célula de íon sódio ( $\text{Na}^+$ ).

#### Questão 9: A

**Comentário:** Em repouso, devido à ação da bomba de sódio e potássio, o neurônio apresenta encontra-se polarizado de modo que a concentração de potássio é maior no meio intra do que no meio extracelular e a concentração de sódio é maior no meio extra do que no meio intracelular, com o meio extracelular positivo em relação ao meio intracelular negativo. Para que haja a condução do impulso nervoso, canais de sódio se abrem e permitem a entrada de sódio por difusão facilitada, de modo que o meio intracelular passa a ficar positivo em relação ao meio extracelular negativo, num fenômeno de despolarização de membrana ou inversão de polaridade da mesma. Essa inversão de polaridade estimula a abertura de novos canais de sódio, de modo que o processo se repete ao longo da membrana do neurônio. Após a condução do impulso nervoso, canais de potássio se abrem e permitem a saída de potássio, de modo que o meio extracelular volta a ficar positivo em relação ao meio intracelular negativo, num fenômeno de repolarização de membrana. A propagação da inversão de polaridade ou potencial de ação ao longo da membrana do neurônio caracteriza o impulso nervoso. Assim, o início do impulso nervoso é marcado pela entrada de íons sódio no neurônio por difusão facilitada, com consequente despolarização da membrana do mesmo.

#### Questão 10: E

**Comentário:** Em repouso, devido à ação da bomba de sódio e potássio, o neurônio apresenta encontra-se polarizado de modo que a concentração de potássio é maior no meio intra do que no meio extracelular e a concentração de sódio é maior no meio extra do que

no meio intracelular, com o meio extracelular positivo em relação ao meio intracelular negativo. Para que haja a condução do impulso nervoso, canais de sódio se abrem e permitem a entrada de sódio, de modo que o meio intracelular passa a ficar positivo em relação ao meio extracelular negativo, num fenômeno de despolarização de membrana ou inversão de polaridade da mesma. Essa inversão de polaridade estimula a abertura de novos canais de sódio, de modo que o processo se repete ao longo da membrana do neurônio. Após a condução do impulso nervoso, canais de potássio se abrem e permitem a saída de potássio, de modo que o meio extracelular volta a ficar positivo em relação ao meio intracelular negativo, num fenômeno de repolarização de membrana. A propagação da inversão de polaridade ou potencial de ação ao longo da membrana do neurônio caracteriza o impulso nervoso. Analisando cada situação:

- Na região 1 do gráfico (figura 3), ocorre o potencial de repouso de membrana com o meio extracelular positivo em relação ao meio intracelular negativo, a concentração de sódio maior no meio extracelular do que no meio intracelular e a concentração de potássio maior no meio intracelular do que no meio extracelular, o que é mantido pela bomba de sódio e potássio;

- Na região 2 do gráfico (figura 1), ocorre abertura de canais de sódio, de modo que o sódio entra na célula por difusão e promove despolarização da membrana, com o meio intracelular passando a ficar positivo e o meio extracelular negativo, iniciando o impulso nervoso;

- Na região 3 do gráfico (figura 2), ocorre abertura dos canais de potássio, de modo que o potássio sai da célula por difusão e promove repolarização da membrana, com o meio intracelular voltando a ficar negativo e o meio extracelular positivo;

- Na região 4 do gráfico (figura 4), volta o potencial de repouso.

Assim, analisando cada item quanto à numeração das figuras (e não do gráfico):

**Item I: verdadeiro.** A situação da figura 1 (região 2 do gráfico) é a despolarização da membrana, que ocorre pela entrada de sódio por difusão facilitada, que não consome energia.

**Item II: falso.** A situação da figura 2 (região 3 do gráfico) não é a despolarização (que leva a DDP da membrana de um normal negativo para um valor positivo, e não zero), mas sim a repolarização (que leva a DDP da membrana de um valor positivo de volta ao valor normal negativo).

**Item III: falso.** A repolarização ocorre por difusão facilitada do  $K^+$  para o exterior (e não para o interior do axônio).

**Item IV: verdadeiro.** O potencial de repouso é originado por ação da bomba de  $Na^+$  e  $K^+$ .

#### Questão 11: B

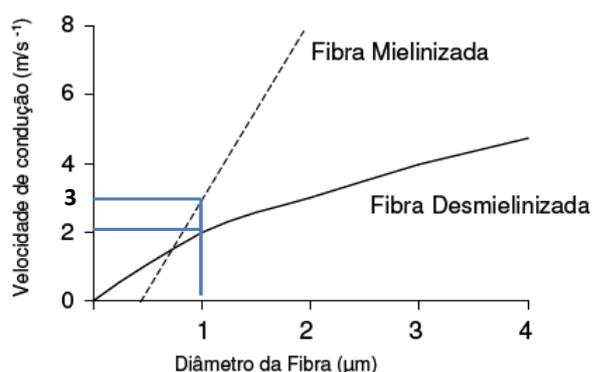
**Comentário:** No processo de condução do impulso nervoso, os canais de sódio do neurônio se abrem imediatamente após o estímulo, permitindo a entrada de cargas positivas ( $Na^+$ ) na célula e a despolarização da membrana (passagem do potencial de membrana do repouso, que é negativo, a positivo), fechando-se em seguida. Os canais de potássio permitem a saída de cargas positivas ( $K^+$ ) do citosol da célula e promovem a repolarização da membrana (retorno do potencial de membrana de positivo a ao repouso, que é negativo). Considerando que, no gráfico, o potencial de repouso é de  $-100mV$ , a passagem do potencial até o positivo (fase 0 e fase 1) é a despolarização, e a passagem do potencial de volta ao repouso (fase 3) é a repolarização.

#### Questão 12: A

**Comentário:** A bainha de mielina é constituída de um lipídio denominado esfingomielina e envolve o axônio, promovendo isolamento elétrico e aumentando a velocidade de condução do impulso nervoso. Assim, fibras mielinizadas conduzem o impulso nervoso mais velozmente que fibras desmielinizadas.

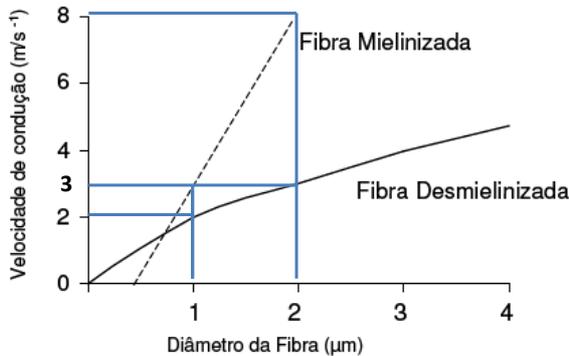
#### Questão 13: B

**Comentário:** A bainha de mielina envolve o axônio e aumenta a velocidade de condução do impulso nervoso. Assim, fibras mielinizadas conduzem o impulso nervoso mais velozmente que fibras desmielinizadas, para um mesmo diâmetro de fibra. Observe abaixo que, para um dado diâmetro da fibra ( $1 \mu m$ , por exemplo), a velocidade de condução do impulso é maior na fibra mielinizada ( $3 m/s$ ) do que na desmielinizada ( $2 m/s$ ):



Assim:

**Item I: falso.** O aumento do diâmetro da fibra nervosa aumenta a velocidade de condução tanto em fibras mielinizadas como em desmielinizadas. Ao aumentar o diâmetro da fibra (de  $1\mu\text{m}$  para  $2\mu\text{m}$ , por exemplo), a velocidade de condução aumenta na fibra mielinizada (de  $3\text{ m/s}$  para  $8\text{ m/s}$ ) e na fibra desmielinizada (de  $2\text{ m/s}$  para  $3\text{ m/s}$ ).



**Item II: verdadeiro.** Um acréscimo no diâmetro da fibra (de  $1\mu\text{m}$  para  $2\mu\text{m}$ , por exemplo) aumenta menos a velocidade na fibra desmielinizada, (de  $2\text{ m/s}$  para  $3\text{ m/s}$ , um acréscimo de 50%) do que na fibra mielinizada (de  $3\text{ m/s}$  para  $8\text{ m/s}$ , um acréscimo de mais de 100%).

**Item III: falso.** A velocidade de condução do impulso nervoso é diretamente proporcional ao diâmetro da fibra.

#### Questão 14: C

**Comentário:** A bainha de mielina consiste em uma cobertura do lipídio esfingomielina sobre o axônio do neurônio, agindo como isolante elétrica e aumentando a velocidade de condução do impulso nervoso. Pacientes com EM (esclerose múltipla) apresentam degradação da bainha de mielina, de modo a apresentarem dificuldades na condução do impulso nervoso, com sérios efeitos como dores e dificuldade de coordenação motora.

#### Questão 15: D

**Comentário:** A sinapse é a transmissão do impulso nervoso de um neurônio para outra célula (nervosa, muscular ou glandular). Numa sinapse, não há contato entre as duas células, mas um pequeno espaço denominado fenda sináptica. O neurônio anterior à fenda sináptica é dito neurônio ou fibra pré-sináptica, e o posterior é dito neurônio ou fibra pós-sináptica. Quando o impulso nervoso chega até a porção final do axônio, conhecida como telodendro, há abertura de canais de cálcio, que entra e ativa microfilamentos contráteis que promovem a exocitose das vesículas

sinápticas com neurotransmissores (como acetilcolina, noradrenalina e dopamina). Os neurotransmissores são lançados na fenda sináptica e se difundem para a membrana pós-sináptica, onde se ligam a receptores de membrana específicos. A interação entre receptor e neurotransmissores ativa a abertura de canais de sódio na membrana pós-sináptica, o que inicia uma nova onda de despolarização e inversão de polaridade que caracteriza o impulso nervoso. Assim, a acetilcolina é um neurotransmissor. (Insulina e vasopressina são hormônios, tirosina é um aminoácido e histamina é uma substância liberada pelos mastócitos no espaço intercelular do tecido conjuntivo para promover inflamação.)

#### Questão 16: B

**Comentário:** A sinapse é a transmissão do impulso nervoso de um neurônio para outra célula (nervosa, muscular ou glandular). Numa sinapse, não há contato entre as duas células, mas um pequeno espaço denominado fenda sináptica. O neurônio anterior à fenda sináptica é dito neurônio ou fibra pré-sináptica, e o posterior é dito neurônio ou fibra pós-sináptica. Quando o impulso nervoso chega até a porção final do axônio, conhecida como telodendro, há abertura de canais de cálcio, que entra e ativa microfilamentos contráteis que promovem a exocitose das vesículas sinápticas com neurotransmissores (como acetilcolina, noradrenalina e dopamina). Os neurotransmissores são lançados na fenda sináptica e se difundem para a membrana pós-sináptica, onde se ligam a receptores de membrana específicos. A interação entre receptor e neurotransmissores ativa a abertura de canais de sódio na membrana pós-sináptica, o que inicia uma nova onda de despolarização e inversão de polaridade que caracteriza o impulso nervoso. Esse impulso se inicia quando os neurotransmissores se ligam aos dendritos (I), havendo propagação pelos dendritos (IV), e daí pelo corpo celular (V), e daí então pelo axônio (III), que libera neurotransmissores (II) que reinicia o processo.

#### Questão 17: C

**Comentário:** A sinapse é a transmissão do impulso nervoso de um neurônio para outra célula (nervosa, muscular ou glandular). Numa sinapse, não há contato entre as duas células, mas um pequeno espaço denominado fenda sináptica. O neurônio anterior à fenda sináptica é dito neurônio ou fibra pré-sináptica, e o posterior é dito neurônio ou fibra pós-sináptica. Quando o impulso nervoso chega até a porção final do axônio, conhecida como telodendro, há abertura de canais de cálcio, que entra e ativa microfilamentos

contráteis que promovem a excitação das vesículas sinápticas com neurotransmissores (como acetilcolina, noradrenalina e dopamina). Os neurotransmissores são lançados na fenda sináptica e se difundem para a membrana pós-sináptica, onde se ligam a receptores de membrana específicos. A interação entre receptor e neurotransmissores ativa a abertura de canais de sódio na membrana pós-sináptica, o que inicia uma nova onda de despolarização e inversão de polaridade que caracteriza o impulso nervoso. Assim:

- 1 representa o botão terminal do telodendro do axônio do neurônio pré-sináptico;
- 2 representa um canal de cálcio no neurônio pré-sináptico;
- 3 representa neurotransmissores sendo liberados por excitação a partir da vesícula sináptica;
- 4 representa receptores pós-sinápticos;
- 5 representa a entrada de sódio na membrana do dendrito pós-sináptico;

Tem-se então que:

**Item A: falso.** A liberação dos neurotransmissores se dá por excitação, e não por endocitose.

**Item B: falso.** As sinapses não envolvem contato entre os neurônios, que são separados por uma fenda sináptica; assim não há junções comunicantes entre células nervosas.

Observação: Entre células cardíacas, ocorre um tipo especial de sinapse denominada sinapse elétrica, em que se dá a passagem de íons sódio por junções tipo *gap* (junções comunicantes).

**Item C: verdadeiro.**

**Item D: falso.** A união do neurotransmissor não tem ação sobre o neurônio pré-sináptico (1).

**Item E: falso.** A união do neurotransmissor não tem ação sobre o neurônio pré-sináptico (1).

### Questão 18: B

**Comentário:** Analisando cada item:

**1º item: verdadeiro.** Na sinapse química, o axônio libera neurotransmissores na fenda sináptica, os quais se ligam aos receptores pós-sinápticos de natureza proteica no dendrito do neurônio pós-sináptico. A interação dos neurotransmissores com seus receptores leva à abertura de canais de sódio e consequente geração de um novo impulso nervoso no neurônio pós-sináptico.

**2º item: verdadeiro.** Para interromper o impulso nervoso no neurônio pós-sináptico, deve-se remover os neurotransmissores de seus receptores, o que pode ser feito pela destruição dos neurotransmissores, como ocorre com a enzima acetilcolinesterase que destrói acetilcolina.

**3º item: verdadeiro.** Como mencionado, a ligação do neurotransmissor com os receptores pós-sinápticos leva à abertura de canais de  $\text{Na}^+$ , com geração de um potencial de ação e propagação do impulso nervoso.

### Questão 19: E

**Comentário:** As sinapses podem ser neuroneuronais, neuromusculares ou neuroglandulares. No segundo caso, o impulso é recebido numa região especial do músculo denominada placa motora. No último, o impulso é levado ao interior da glândula pela terminação nervosa de neurônios lá existente. As sinapses neuroneuronais podem ser de três tipos:

- axônico-dendríticas, sendo as mais comuns e ocorrendo entre axônios e dendritos;
- axônio-axônicas, ocorrendo entre axônios e axônios;
- axônio-somáticas, ocorrendo entre axônios e corpos celulares.

### Questão 20: B

**Comentário:** A sinapse é a transmissão do impulso nervoso de um neurônio para outra célula (nervosa, muscular ou glandular). Numa sinapse, não há contato entre as duas células, mas um pequeno espaço denominado fenda sináptica. O neurônio anterior à fenda sináptica é dito neurônio ou fibra pré-sináptica, e o posterior é dito neurônio ou fibra pós-sináptica. Quando o impulso nervoso chega até a porção final do axônio, conhecida como telodendro, há abertura de canais de cálcio, que entra e ativa microfilamentos contráteis que promovem a excitação das vesículas sinápticas com neurotransmissores (como acetilcolina, noradrenalina e dopamina). Os neurotransmissores são lançados na fenda sináptica e se difundem para a membrana pós-sináptica, onde se ligam a receptores de membrana específicos. A interação entre receptor e neurotransmissores ativa a abertura de canais de sódio na membrana pós-sináptica, o que inicia uma nova onda de despolarização e inversão de polaridade que caracteriza o impulso nervoso. Para interromper a propagação do impulso nervoso na sinapse, deve-se desligar o neurotransmissor de seu receptor, o que pode ser feito removendo-o de volta para o axônio (recaptação) ou destruindo-o (através de enzimas como a acetilcolinesterase). A toxina botulínica entra nos terminais axônicos impedindo a liberação de acetilcolina, e conseqüentemente impedindo que a fibra muscular receba o impulso nervoso que promove sua contração muscular.

### Questão 21: C

**Comentário:** Em repouso, devido à ação da bomba de sódio e potássio, o neurônio apresenta encontra-se polarizado de modo que a concentração de potássio é maior no meio intra do que no meio extracelular e a concentração de sódio é maior no meio extra do que no meio intracelular, com o meio extracelular positivo em relação ao meio intracelular negativo. Para que haja a condução do impulso nervoso, canais de sódio se abrem e permitem a entrada de sódio, de modo que o meio intracelular passa a ficar positivo em relação ao meio extracelular negativo, num fenômeno de despolarização de membrana ou inversão de polaridade da mesma. Essa inversão de polaridade estimula a abertura de novos canais de sódio, de modo que o processo se repete ao longo da membrana do neurônio. Após a condução do impulso nervoso, canais de potássio se abrem e permitem a saída de potássio, de modo que o meio extracelular volta a ficar positivo em relação ao meio intracelular negativo, num fenômeno de repolarização de membrana. A propagação da inversão de polaridade ou potencial de ação ao longo da membrana do neurônio caracteriza o impulso nervoso. Analisando cada situação:

- Na região 1 do gráfico, ocorre o potencial de repouso de membrana com o meio extracelular positivo em relação ao meio intracelular negativo, a concentração de sódio maior no meio extracelular do que no meio intracelular e a concentração de potássio maior no meio intracelular do que no meio extracelular, o que é mantido pela bomba de sódio e potássio;
- Nas regiões 2 e 3 do gráfico, ocorre abertura de canais de sódio, de modo que o sódio entra na célula por difusão e promove despolarização da membrana, com o meio intracelular passando a ficar positivo e o meio extracelular negativo, iniciando o impulso nervoso;
- Na região 4 do gráfico, ocorre abertura dos canais de potássio, de modo que o potássio sai da célula por difusão e promove repolarização da membrana, com o meio intracelular voltando a ficar negativo e o meio extracelular positivo; logo após essa repolarização, os canais de sódio ficam inativos, de modo que não abrem e não permitem a entrada de sódio, havendo somente a saída de potássio, que promove uma hiperpolarização da membrana, com o potencial ficando mais negativo que o de repouso;
- Na região 5 do gráfico, os canais de sódio ficam fechados, podendo ser abertos, e há pequena entrada de sódio, retornando a membrana ao potencial de repouso.

Assim, analisando cada item:

**Item A: falso.** A despolarização do neurônio tira o mesmo do repouso e inicia o impulso nervoso (propagação do potencial de ação).

**Item B: falso.** A abertura dos canais de  $\text{Na}^+$  promove a despolarização do neurônio (e não a polarização).

**Item C: verdadeiro.** A hiperpolarização do neurônio ocorre depois do fechamento dos canais de  $\text{Na}^+$ , que ficam inativos, mas os canais de potássio permanecem abertos, imediatamente antes do retorno ao repouso.

**Item D: falso.** O potencial de repouso é adquirido de maneira ativa (e não passiva) por ação da bomba de  $\text{Na}^+$  e  $\text{K}^+$ .

**Item E: falso.** A abertura dos canais de  $\text{Na}^+$  (e não de  $\text{K}^+$ ) promove o início da transmissão elétrica do impulso nervoso.

### Questão 22: E

**Comentário:** De acordo com a figura, temos que

- 1 representa o potencial de repouso;
- 2 representa a abertura dos primeiros canais de sódio pelo estímulo que desencadeia o impulso nervoso, levando à entrada de sódio e despolarização da membrana, o que, se atinge o limiar de excitação, leva à abertura de novos canais de sódio e à propagação do impulso nervoso;
- 3 representa a abertura de novos canais de sódio desencadeada pela despolarização que atingiu o limiar de excitação, com consequente propagação da inversão de polaridade que caracteriza o impulso nervoso;
- 4 representa a abertura de canais de potássio, o que leva à saída de potássio e repolarização da membrana;
- 5 representa o estado de hiperpolarização que caracteriza o período refratário no qual novos canais de sódio não podem ser abertos e um novo impulso nervoso não pode ser propagado até que o potencial de membrana volte ao repouso e os canais de sódio podem voltar a ser abertos por novos estímulos.

Assim, analisando cada item:

**Item I: verdadeiro.** Existe uma inversão de polaridade mínima para abrir outros canais de sódio além daqueles abertos pelo estímulo inicial e, com isso, propagar o impulso nervoso. Essa inversão de polaridade mínima para abrir outros canais de sódio se chama de limiar de excitação. Se a inversão de polaridade for inferior ao limiar de excitação, o impulso nervoso não se propaga, e se a inversão de polaridade for igual ou superior ao limiar de excitação, o impulso nervoso se propaga sempre com a mesma intensidade, o que se chama de “Lei do Tudo ou Nada”.

**Item II: verdadeiro.** Como mencionado, a despolarização e inversão de polaridade na fase 3 pela

entrada de sódio caracterizam a propagação do impulso nervoso.

**Item III: verdadeiro.** Como mencionado, a repolarização na fase 4 se dá pela saída de potássio.

**Item IV: verdadeiro.** Como mencionado, a célula na fase 1 está em seu potencial de repouso, o que se mantém devido à bomba de sódio e potássio.

#### Questão 23: B

**Comentário:** Em repouso, devido à ação da bomba de sódio e potássio, o neurônio apresenta encontra-se polarizado de modo que a concentração de potássio é maior no meio intra do que no meio extracelular e a concentração de sódio é maior no meio extra do que no meio intracelular, com o meio extracelular positivo em relação ao meio intracelular negativo. Para que haja a condução do impulso nervoso, canais de sódio se abrem e permitem a entrada de sódio, de modo que o meio intracelular passa a ficar positivo em relação ao meio extracelular negativo, num fenômeno de despolarização de membrana ou inversão de polaridade da mesma. Após a condução do impulso nervoso, canais de potássio se abrem e permitem a saída de potássio, de modo que o meio extracelular volta a ficar positivo em relação ao meio intracelular negativo, num fenômeno de repolarização de membrana. Enquanto há despolarização, inversão de polaridade e repolarização, a membrana neuronal não pode transmitir outro impulso nervoso. Isso ocorre porque os canais de sódio do neurônio entram num estado chamado inativo, no qual eles não podem ser abertos, não havendo a possibilidade de geração de um novo impulso nervoso. Este período em que não pode haver um novo impulso é de cerca de 0,0004 a 0,004 segundos e é dito período refratário. Isto equivale a dizer que, se dois estímulos atuarem sobre a membrana do neurônio num espaço de tempo menor que o período refratário, apenas o primeiro será transmitido.

#### Questão 24: B

**Comentário:** Analisando cada item:

**Item A: falso.** Pode-se classificar os neurônios, funcionalmente, em dois grupos, os neurônios sensitivos ou aferentes, que conduzem impulsos nervosos no sentido órgão-sistema nervoso central, trazendo informações sobre o meio ambiente ou sobre o estado dos diversos órgãos para que o sistema nervoso possa analisá-las, e os neurônios motores ou eferentes, que conduzem impulsos nervosos no sentido sistema nervoso central-órgão, levando ordens aos órgãos efetores (músculos e glândulas) para que

eles ofereçam respostas adequadas de acordo com os estímulos captados pelo sistema sensorial. Não há neurônios mistos, ou seja, simultaneamente sensoriais e motores. Com os nervos, a situação é diferente, pois existem nervos sensoriais, nervos motores e nervos mistos. Os interneurônios ou neurônios de associação ocorre na medula espinhal e conectam neurônios sensitivos e motores.

**Item B: verdadeiro.** A sinapse é a transmissão do impulso nervoso de um neurônio para outra célula (nervosa, muscular ou glandular). Nas sinapses químicas, os neurônios que interagem não estão em contato, se comunicando pela liberação de substâncias químicas denominadas neurotransmissores em espaços denominados de fenda sináptica. Esses neurotransmissores se ligam a receptores no neurônio pós-sináptico, desencadeando um novo impulso nervoso.

**Item C: falso.** Além dos neurônios, o tecido nervoso inclui células da glia ou neuróglia, como os astrócitos, as micróglia e os oligodendrócitos, mas não os fibroblastos (que pertencem ao tecido conjuntivo).

**Item D: falso.** Em repouso, devido à ação da bomba de sódio e potássio, o neurônio apresenta encontra-se polarizado de modo que a concentração de potássio é maior no meio intra do que no meio extracelular e a concentração de sódio é maior no meio extra do que no meio intracelular, com o meio extracelular positivo em relação ao meio intracelular negativo. Para que haja a condução do impulso nervoso, canais de sódio se abrem e permitem a entrada de sódio, de modo que o meio intracelular passa a ficar positivo em relação ao meio extracelular negativo, num fenômeno de despolarização de membrana ou inversão de polaridade da mesma. Após a condução do impulso nervoso, canais de potássio se abrem e permitem a saída de potássio, de modo que o meio extracelular volta a ficar positivo em relação ao meio intracelular negativo, num fenômeno de repolarização de membrana.

**Item E: falso.** Existe uma inversão de polaridade mínima para abrir outros canais de sódio além daqueles abertos pelo estímulo inicial e, com isso, propagar o impulso nervoso. Essa inversão de polaridade mínima para abrir outros canais de sódio se chama de limiar de excitação. Se a inversão de polaridade for inferior ao limiar de excitação, o impulso nervoso não se propaga, e se a inversão de polaridade for igual ou superior ao limiar de excitação, o impulso nervoso se propaga sempre com a mesma intensidade, o que se chama de “Lei do Tudo ou Nada”.

### Questão 25: D

**Comentário:** Sinapses químicas envolvem a liberação de neurotransmissores na fenda sináptica, ocorrendo entre o axônio de um neurônio e outro neurônio ou uma fibra muscular. Sinapses elétricas envolvem a passagem de íons por junções tipo *gap* dos discos intercalares entre células musculares estriadas cardíacas, sendo mais rápidas que as sinapses químicas e bidirecionais. Assim:

**Item A: falso.** Junções comunicantes (tipo *gap*) que permitem o movimento de íons ocorre nas sinapses elétricas, mas não nas químicas.

**Item B: falso.** Neurotransmissores como GABA e Glutamato ocorrem nas sinapses químicas.

**Item C: falso.** Sinapses químicas são unidirecionais, pois obrigatoriamente têm início na liberação de neurotransmissores pelo axônio, mas sinapses químicas são bidirecionais, pois o fluxo iônico nas junções tipo *gap* é livre em ambos os sentidos.

**Item D: verdadeiro.** Sinapses elétricas ocorrem principalmente no tecido muscular cardíaco e sinapses químicas são a maioria das que ocorrem no SNC.

**Item E: falso.** Como mencionado, sinapses elétricas não usam neurotransmissores.

### Questão 26: C

**Comentário:** Neurotransmissores ou neuormônios são substâncias que agem nas sinapses nervosas, possibilitando a passagem do impulso nervoso de um neurônio ao neurônio seguinte. São exemplos de neurotransmissores:

- acetilcolina, que age na contração muscular e no sistema nervoso autônomo parassimpático;
- serotonina, que age na regulação do humor;
- norepinefrina (= noradrenalina) e epinefrina (=adrenalina), que agem no sistema nervoso autônomo simpático em casos de situações de estresse;
- encefalinas e endorfinas, que agem promovendo relaxamento e inibição da dor, com efeito semelhante aos opioides (como morfina e heroína);
- dopamina, que age na coordenação motora e na produção da sensação de prazer;
- GABA (ácido gama-aminobutírico), que é o principal neurotransmissor de ação inibidora sobre o sistema nervoso central.

Observação: Glucagon, GH (hormônio do crescimento), insulina, TSH (hormônio estimulante da tireoide) e tiroxina são hormônios. Glicina é um dos 20 aminoácidos participantes da estrutura das proteínas.

### Questão 27: B

**Comentário:** Neurotransmissores ou neuormônios são substâncias que agem nas sinapses nervosas, possibilitando a passagem do impulso nervoso de um neurônio ao neurônio seguinte. São exemplos de neurotransmissores:

- acetilcolina, que age na contração muscular e no sistema nervoso autônomo parassimpático;
- serotonina, que age na regulação do humor;
- norepinefrina (=noradrenalina) e epinefrina (=adrenalina), que agem no sistema nervoso autônomo simpático em casos de situações de estresse;
- encefalinas e endorfinas, que agem promovendo relaxamento e inibição da dor, com efeito semelhante aos opioides (como morfina e heroína);
- dopamina, que age na coordenação motora e na produção da sensação de prazer;
- GABA (ácido gama-aminobutírico), que é o principal neurotransmissor de ação inibidora sobre o sistema nervoso central.

Enquanto os neurotransmissores estão ligados a seus receptores, o impulso nervoso continua sendo gerado no neurônio pós-sináptico. Para interromper a transmissão do impulso nervoso no neurônio pós-sináptico, o neurotransmissor deve ser removido de seu receptor, o que pode ser feito pela destruição do mesmo por enzimas, como ocorre com a acetilcolinesterase que destrói acetilcolina e a MAO (monoamino-oxidase) que destrói catecolaminas como adrenalina e dopamina. Assim, analisando cada item:

**Item A: verdadeiro.** A serotonina está relacionada à regulação do humor (de modo que sua falta acarreta em depressão), do sono e da regulação da temperatura corpórea. A dopamina está relacionada à regulação dos hormônios da glândula hipófise e das emoções (como na determinação das sensações de prazer).

**Item B: falso.** Alguns remédios regulam a produção corporal de neurotransmissores, mas não contêm neurotransmissores. Muitos antidepressivos agem na regulação dos níveis de serotonina para regular o humor, mas não contêm serotonina.

**Item C: verdadeiro.** Dopamina e adrenalina são conhecidas em conjunto como catecolaminas, sendo destruídas na sinapse por ação de enzimas como a monoamino-oxidase (MAO).

**Item D: verdadeiro.** A sinapse é desencadeada pela chegada do impulso nervoso aos botões terminais do axônio, levando à exocitose de vesículas membranosas contendo neurotransmissores, que são então liberados na fenda sináptica.

**Item E: verdadeiro.** A interrupção do efeito da sinapse se dá pela degradação dos neurotransmissores por ação de enzimas específicas.

#### Questão 28: A

**Comentário:** Fazendo a relação:

1. Neurônios recebem impulsos nervosos a partir de ramificações denominadas dendritos (b).
2. Neurônios sensitivos partem dos órgãos sensoriais e chegam ao SNC trazendo informações sensoriais, sendo também chamados de aferentes (c).
3. Neurônios emitem impulsos nervosos a partir de uma longa ramificação denominada axônio (a).
4. A região onde se inicia a geração do impulso nervoso no neurônio é denominada zona de disparo (e).
5. Neurônios motores partem do SNC para os órgãos efetores como músculos e glândulas levando informações para responder a estímulos do meio, sendo também chamados de eferentes (d).

#### Questão 29: C

**Comentário:** A sinapse é a transmissão do impulso nervoso de um neurônio para outra célula (nervosa, muscular ou glandular). Numa sinapse, não há contato entre as duas células, mas um pequeno espaço denominado fenda sináptica. O neurônio anterior à fenda sináptica é dito neurônio ou fibra pré-sináptica, e o posterior é dito neurônio ou fibra pós-sináptica. Quando o impulso nervoso chega até a porção final do axônio, conhecida como telodendro, há abertura de canais de cálcio, que entra e ativa microfilamentos contráteis que promovem a exocitose das vesículas sinápticas com neurotransmissores (como acetilcolina, noradrenalina e dopamina). Os neurotransmissores são lançados na fenda sináptica e se difundem para a membrana pós-sináptica, onde se ligam a receptores de membrana específicos. A interação entre receptor e neurotransmissores ativa a abertura de canais de sódio na membrana pós-sináptica, o que inicia uma nova onda de despolarização e inversão de polaridade que caracteriza o impulso nervoso. Assim:

- I representa o botão sináptico (ou botão terminal) do telodendro do axônio;
- II representa um neurotransmissor;
- III representa a geração de um novo impulso no neurônio pós-sináptico pela entrada de sódio no mesmo;
- IV representa receptores pós-sinápticos para os neurotransmissores;
- V representa o dendrito do neurônio pós-sináptico;
- VI representa a fenda sináptica;
- VII representa uma vesícula com neurotransmissores.

Tem-se então que:

**Item A:**

**1ª informação: verdadeira.** Como mencionado, I representa o botão sináptico (ou botão terminal) do telodendro do axônio.

**2ª informação: verdadeira.** Como mencionado, III representa a geração de um novo impulso no neurônio pós-sináptico pela entrada de sódio no mesmo.

**Item B:**

**1ª informação: verdadeira.** Como mencionado, V representa o dendrito do neurônio pós-sináptico.

**2ª informação: verdadeira.** Como mencionado, II representa um neurotransmissor.

**Item C:**

**1ª informação: falso.** VII representa uma vesícula com neurotransmissores, os quais são liberados por exocitose (e não por endocitose).

**2ª informação: falso.** Como mencionado, IV representa receptores pós-sinápticos para os neurotransmissores (e não a liberação dos neurotransmissores).

**Item D:**

**1ª informação: verdadeira.** Como mencionado, VI representa a fenda sináptica.

**2ª informação: verdadeira.** Como mencionado, I representa o botão sináptico (ou botão terminal) do telodendro do axônio pré-sináptico.

#### Questão 30: C

**Comentário:** A sinapse é a transmissão do impulso nervoso de um neurônio para outra célula (nervosa, muscular ou glandular). Numa sinapse, não há contato entre as duas células, mas um pequeno espaço denominado fenda sináptica. O neurônio anterior à fenda sináptica é dito neurônio ou fibra pré-sináptica, e o posterior é dito neurônio ou fibra pós-sináptica. Quando o impulso nervoso chega até a porção final do axônio, conhecida como telodendro, há abertura de canais de cálcio, que entra e ativa microfilamentos contráteis que promovem a exocitose das vesículas sinápticas com neurotransmissores (como acetilcolina, noradrenalina e dopamina). Os neurotransmissores são lançados na fenda sináptica e se difundem para a membrana pós-sináptica, onde se ligam a receptores de membrana específicos. A interação entre receptor e neurotransmissores ativa a abertura de canais de sódio na membrana pós-sináptica, o que inicia uma nova onda de despolarização e inversão de polaridade que caracteriza o impulso nervoso. Para interromper a propagação do impulso nervoso na sinapse, deve-se desligar o neurotransmissor de seu receptor, o que pode ser feito removendo-o de volta para o axônio (recaptação) ou destruindo-o (através de enzimas

como a acetilcolinesterase). A toxina botulínica entra nos terminais axônicos impedindo a liberação de acetilcolina (I), e conseqüentemente impedindo que a fibra muscular receba o impulso nervoso que promove sua contração muscular (II).

#### Questão 31: C

**Comentário:** A estricnina, assim como a toxina botulínica do Botox, impede a liberação de acetilcolina na placa motora, ou seja, na sinapse neuromuscular, de modo que impede a passagem do impulso nervoso do neurônio para a célula muscular, impedindo que o músculo se contraia e causando paralisia muscular. O uso da estricnina (curare) como veneno leva à morte por levar à asfixia devido à paralisia dos músculos respiratórios. Em cirurgias, o uso da estricnina pode ser útil por evitar a contração muscular no órgão manipulado durante o procedimento cirúrgico.

#### Questão 32: B

**Comentário:** A sinapse pode ser descrita como a passagem do impulso nervoso entre duas células, sendo um exemplo importante a sinapse neuromuscular entre o neurônio e a fibra muscular. O neurônio libera o neurotransmissor acetilcolina, que se liga na placa motora da fibra muscular e estimula o retículo sarcoplasmático (retículo endoplasmático liso da fibra muscular) a liberar íons  $Ca^{++}$  no sarcoplasma (citoplasma da fibra muscular). Os íons  $Ca^{++}$  no sarcoplasma induzem a interação entre actina e miosina e levam à contração. Enquanto a acetilcolina permanece ligada a seu receptor, a contração muscular continua sendo estimulada. Para interromper a contração, a enzima acetilcolinesterase destrói a acetilcolina, removendo-a da sinapse. Segundo o texto, o aldicarb inibe a acetilcolinesterase, de modo que a acetilcolina continua ligada a seu receptor, e conseqüentemente o retículo sarcoplasmático continua liberando íons  $Ca^{++}$  no sarcoplasma, de modo que, com o tempo, o teor de cálcio diminui nas vesículas sarcoplasmáticas diminui e aumenta no sarcoplasma (citosol). O único gráfico onde isso ocorre é o de número II.

Observação: O aldicarb (“chumbinho”) age como veneno porque, enquanto a acetilcolina permanece ligada a seu receptor, a fibra muscular permanece sendo estimulada a contrair, inibindo o relaxamento e promovendo paralisia muscular rígida, o que, no diafragma, leva à parada respiratória e conseqüente asfixia.

#### Questão 33: B

**Comentário:** A sinapse é a transmissão do impulso nervoso de um neurônio para outra célula (nervosa, muscular ou glandular). Numa sinapse, não há contato entre as duas células, mas um pequeno espaço denominado fenda sináptica. O neurônio anterior à fenda sináptica é dito neurônio ou fibra pré-sináptica, e o posterior é dito neurônio ou fibra pós-sináptica. Quando o impulso nervoso chega até a porção final do axônio, conhecida como telodendro, há abertura de canais de cálcio, que entra e ativa microfilamentos contráteis que promovem a exocitose das vesículas sinápticas com neurotransmissores (como acetilcolina, noradrenalina e dopamina). Os neurotransmissores são lançados na fenda sináptica e se difundem para a membrana pós-sináptica, onde se ligam a receptores de membrana específicos. A interação entre receptor e neurotransmissores ativa a abertura de canais de sódio na membrana pós-sináptica, o que inicia uma nova onda de despolarização e inversão de polaridade que caracteriza o impulso nervoso. Se, na miastenia grave, há produção de anticorpos contra os receptores de acetilcolina, não haverá a sinapse para estimular a contração muscular.

#### Questão 34: E

**Comentário:** Analisando cada item:

**Item A: verdadeiro.** Músculos estriados esqueléticos têm em suas células os túbulos T, que são invaginações da membrana plasmática que permitem que a despolarização de membrana do impulso nervoso se propague para mais próximo do retículo sarcoplasmático, facilitando que o mesmo libere os íons cálcio para desencadear a contração.

**Item B: verdadeiro.** Cada neurônio tem seu axônio envolvido por uma camada de mielina, formando a bainha de mielina nas fibras mielinizadas. Cada axônio é envolto ainda por uma camada conjuntiva, que é o endoneuro. Os axônios se juntam em feixes, e cada feixe é também delimitado por outra camada de tecido conjuntivo denso não modelado, que recebe o nome de perineuro. Os feixes de axônio são agrupados paralelamente e, da mesma forma que foi visto antes, também há uma camada de tecido conjuntivo envolvente, o epineuro. O conjunto de axônios e as várias camadas de tecido conjuntivo é dito nervo.

**Item C: verdadeiro.** A laringe é um órgão cartilaginoso que dispõe de uma válvula denominada epiglote, a qual abre para permitir a passagem de ar para a laringe e daí para a traqueia e demais componentes das vias

aéreas inferiores e se fecha para bloquear a passagem de alimento para as vias aéreas, de modo que o mesmo só pode ser conduzido ao esôfago e daí aos componentes seguintes do tubo digestivo.

**Item D: verdadeiro.** O tecido ósseo é um tipo de tecido conjuntivo especializado.

**Item E: falso.** A medula óssea é formada por tecido conjuntivo hematopoiético, sendo responsável pela formação dos elementos figurados do sangue e sendo vascular.

### Questão 35: C

**Comentário:** As células da glia ou neuróglias são células do tecido nervoso que desempenham funções secundárias, de apoio aos neurônios, realizando o preenchimento de espaços, cicatrização, defesa e nutrição do tecido nervoso.

1. Os oligodendrócitos apresentam poucas ramificações (A) atuam na proteção e nutrição dos neurônios, além de formar a bainha de mielina nos axônios do sistema nervoso central.

2. Os astrócitos são as maiores células da glia, apresentando muitas ramificações semelhantes a dendritos, o que confere às mesmas um aspecto estrelado (C), com algumas de suas ramificações (denominadas pés vasculares) ligando vasos sanguíneos e neurônios, com objetivo de promover a nutrição dos neurônios, além do processo de cicatrização do tecido nervoso.

3. As células de Schwann (E) são responsáveis pela formação da bainha de mielina no sistema nervoso periférico.

4. As células endodimárias são epitelioides (B), sendo justapostas, revestindo as cavidades do sistema nervoso e produzindo o líquido (líquido cefalorraquidiano) que banha o sistema nervoso.

5. As micróglias são as menores células da glia, sendo bastante ramificadas (D) e possuindo função de defesa através da fagocitose de microorganismos invasores, tendo origem nos monócitos do sangue, e por isso podendo ser considerados um tipo de macrófago.

### Questão 36: A

**Comentário:** Analisando cada item:

**Item A: falso.** Os astrócitos são as maiores células entre os glicócitos.

**Item B: verdadeiro.** Micróglias são macrófagos no tecido nervoso, sendo pequenas e ramificadas.

**Item C: verdadeiro.** Pés vasculares são pontes estabelecidas pelos prolongamentos dos astrócitos entre vasos sanguíneos e neurônios, possibilitando sustentação mecânica e nutrição das células nervosas.

Os astrócitos também agem na cicatrização de lesões no tecido nervoso.

**Item D: verdadeiro.** Neurônios pseudounipolares possuem um dendrito e um axônio saindo do mesmo ponto, de modo que o impulso nervoso pode passar do dendrito para o axônio sem passar pelo corpo celular.

**Item E: verdadeiro.** Gliócitos têm a função de apoio aos neurônios, como defesa (por micróglias), formação da bainha de mielina (por oligodendrócitos) e nutrição, sustentação e cicatrização (por astrócitos).

### Questão 37: A

**Comentário:** A mielina ou esfingomielina é um lipídio de cor branca com propriedades de isolante elétrico encontrado na membrana plasmática de certas células de apoio aos neurônios, como os oligodendrócitos no SNC e as células de Schwann no SNP. A membrana plasmática destas células se alonga e começa a envolver o axônio do neurônio, formando várias camadas concêntricas de membranas sem citoplasma entre elas. Em fibras ditas amielinizadas, os oligodendrócitos ou células de Schwann formam apenas uma camada de membrana ao redor do axônio. Em fibras ditas mielinizadas, formam várias camadas de membrana, caracterizando a chamada bainha de mielina, também chamada neurilema. Assim, no SNP, as células formadoras de bainha de mielina são as células de Schwann.

### Questão 38: A

**Comentário:** As células da glia ou neuróglias são células do tecido nervoso que desempenham funções secundárias, de apoio aos neurônios, realizando o preenchimento de espaços, cicatrização, defesa e nutrição do tecido nervoso. Os astrócitos são as maiores células da glia, apresentando muitas ramificações semelhantes a dendritos, o que confere às mesmas um aspecto estrelado, com algumas de suas ramificações (denominadas pés vasculares) ligando vasos sanguíneos e neurônios, com objetivo de promover a nutrição dos neurônios, além do processo de cicatrização do tecido nervoso.

### Questão 39: E

**Comentário:** Analisando cada item:

**Item A: falso.** A bainha de mielina consiste em uma cobertura do lipídio esfingomielina sobre o axônio do neurônio, agindo como isolante elétrica e aumentando a velocidade de condução do impulso nervoso. Pacientes com EM (esclerose múltipla) apresentam degradação da bainha de mielina, de modo a

apresentarem dificuldades na condução do impulso nervoso, com sérios efeitos como dores e dificuldade de coordenação motora.

**Item B: falso.** Regeneração é o reparo de uma estrutura por estruturas idênticas às originais, enquanto cicatrização é o reparo de uma estrutura através de fibras de proteicas, não recuperando a funcionalidade da estrutura original. O tecido nervoso não pode ser regenerado pela quase impossibilidade de formar novas células nervosas, de modo que o espaço deixado por neurônios mortos é preenchido com material cicatricial produzido por células da glia denominadas astrócitos, sem que haja regeneração da bainha de mielina ou dos neurônios e recuperação da funcionalidade do tecido nervoso cicatrizado.

**Item C: falso.** Como a EM afeta a bainha de mielina, afeta diretamente as fibras mielínicas.

**Item D: falso.** A perda da bainha de mielina torna os impulsos nervosos mais lentos nas fibras mielínicas do indivíduo com EM, uma vez que não poderão mais ser transmitidos de modo saltatório como ocorre nas fibras mielínicas de indivíduos saudáveis.

**Item E: verdadeiro.** As micróglia são as menores células da glia, sendo bastante ramificadas e possuindo função de defesa através da fagocitose de microorganismos invasores, tendo origem nos monócitos do sangue.

#### Questão 40: D

**Comentário:** Cada neurônio tem seu axônio envolvido por uma camada de mielina, formando a bainha de mielina nas fibras mielinizadas. Cada axônio é envolto ainda por uma camada conjuntiva, que é o endoneuro. Os axônios se juntam em feixes, e cada feixe é também delimitado por outra camada de tecido conjuntivo denso não modelado, que recebe o nome de perineuro. Os feixes de axônio são agrupados paralelamente e, da mesma forma que foi visto antes, também há uma camada de tecido conjuntivo envolvente, o epineuro. O conjunto de axônios e as várias camadas de tecido conjuntivo é dito nervo.

notas