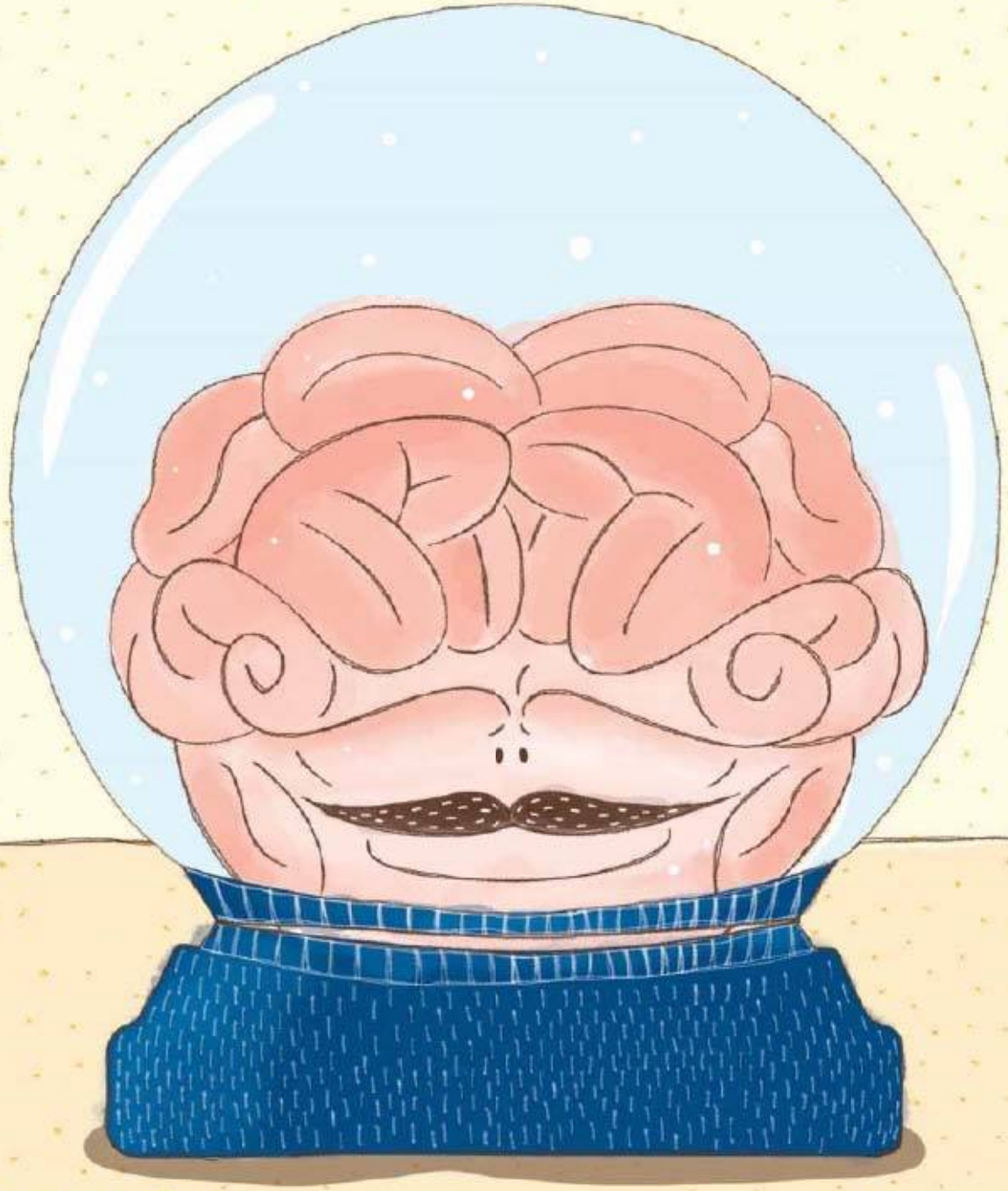
فهرست

فصل	درس‌نامه‌ها و تست‌ها	تست‌های ترکیبی	پاسخ‌نامهٔ تشریحی
تنظیم عصبی	۷	۷۲	۷۶
حواس	۱۰۶	۱۶۳	۱۶۶
دستگاه حرکتی	۱۸۹	۲۲۱	۲۳۶
تنظیم شیمیایی	۲۵۴	۲۹۶	۳۰۱
ایمنی	۳۲۳	۳۸۹	۳۹۳
تقسیم یاخته	۴۲۳	۴۹۰	۴۹۳
تولیدمثل	۵۲۵	۵۹۴	۵۹۸
تولیدمثل نهان‌دانگان	۶۲۷	۶۷۵	۶۸۰
پاسخ گیاهان به محرک‌ها	۷۰۸	۷۴۴	۷۴۸

نکته · نکات · حاشیه · یادآوری · ترکیب · پاورقی · مفهوم · جمع‌بندی

فصل ۱

تنظیم عصبی



ساختار و انواع سلول‌های بافت عصبی

۱ اول این‌که در سال قبل خواندید که «دستگاه»

سلول ‹ های شبیه به هم ‹ بافت ‹ های همکار ‹ اندام ‹ های مرتبط ‹ دستگاه

این‌جوری به وجود می‌آید:

مثلن در دستگاه عصبی، مغز و نخاع هر کدام یک اندام هستند و از در کنار هم قرارگرفتن چند نوع بافت به وجود می‌آیند؛ پس این کلیت یادتون نره.

در سال قبل خواندید سلول‌های اصلی بافت عصبی، نورون‌ها هستند. در واقع بافت عصبی دو نوع سلول دارد:

- نورون‌ها: سلول‌هایی عصبی هستند.
- سلول‌های پشتیبان (نوروگلیاها): سلول‌هایی غیرعصبی هستند.

پس در بافت عصبی علاوه بر سلول عصبی، سلول غیرعصبی (پشتیبان) هم هست.

دقت کنید که بافت عصبی (سلول عصبی + سلول پشتیبان) به همراه بافت‌های غیرعصبی (پوششی و پیوندی)، اندام‌های عصبی مثل مغز و نخاع و اعصاب محیطی را می‌سازد.

۲ پس دستگاه عصبی از بافت عصبی و بافت‌های غیرعصبی ساخته شده است و بافت عصبی خودش دو نوع سلول دارد، سلول عصبی (نورون) و سلول غیرعصبی (نوروگلیا).

نورون

۳ ۳ ویژگی نورون‌ها (سلول‌های عصبی دستگاه عصبی) شامل **تحریک‌پذیری** از محرک و ایجاد پیام عصبی، **هدایت** پیام عصبی و **انتقال** پیام عصبی به سلول‌های دیگر است.

۱ گیرندهٔ حسی، سلول یا بخشی از سلول است که نسبت به محرک‌ها (گرما، نور، صدا، فشار و ...) تأثیرپذیر است و تحریک می‌شود، یعنی گیرندهٔ حسی بعد از این‌که اثر محرک را دریافت کرد، می‌تواند آن را به پیام عصبی تبدیل کند. *سعی کنید در زندگی‌تان فعلی آدم تحت تأثیری نباشید!*

پس تحریک‌پذیری گیرنده‌های حسی باعث ایجاد جریان عصبی می‌شود.

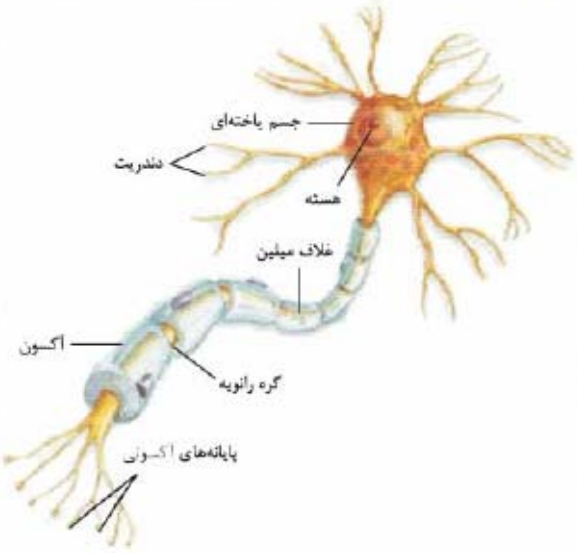
۲ نورون‌ها از یک منظر چیزی شبیه سیم رابط هستند که پیام عصبی را جابه‌جا می‌کنند. به حرکت پیام عصبی در طول یک سلول عصبی (نورون) هدایت جریان عصبی می‌گویند.

۳ به حرکت پیام عصبی از یک نورون به سلول دیگر، انتقال پیام عصبی می‌گویند. چرا نگفتیم از یک نورون به نورون دیگر؟ چون پیام عصبی می‌تواند به یک نورون یا یک سلول ماهیچه‌ای یا غده‌ها منتقل شود.

این ۳ خصوصیت فقط متعلق به سلول‌های عصبی یا نورون‌هاست، نه سلول‌های پشتیبان: ایجاد پیام عصبی، هدایت و انتقال آن.

نورون‌ها پیام عصبی را که نوعی پیام الکتریکی است، از محرک به دستگاه عصبی مرکزی می‌رسانند که البته خود دستگاه عصبی مرکزی هم از نورون ساخته شده است و در آن‌جا نورون‌ها پیام‌های عصبی را تفسیر و تحلیل می‌کنند و تصمیم می‌گیرند. نورون‌های دیگری این تصمیم را به عضلات (و غده‌ها) می‌رسانند.

وقتی شما دستتان را بلند می‌کنید، این نورون‌های شما هستند که دارند این کار را می‌کنند! وقتی شما فکر می‌کنید، این نورون‌هایتان هستند که دارند فکر می‌کنند! تقریبن هیچ انقباض و حرکتی در هیچ عضله‌ای (صاف، قلبی و مخطط) و هیچ ترشحی در هیچ جای بدن انجام نمی‌شود مگر به علت دستگاه عصبی! ضمن این‌که هیچ درک و شعوری نیست و هیچ ارتباطی با محیط نخواهد بود مگر به علت دستگاه عصبی که باعث و بانی آن است! خلاصه اگر دستگاه عصبی نباشد می‌شیم *پلیک و فلاص!*



۴ نورون‌ها مثل بقیهٔ سلول‌ها غشا و سیتوپلاسم دارند. هر نورون یک و فقط یک جسم سلولی دارد که دارای سیتوپلاسم بیشتری است. هستهٔ هر نورون که رهبری سلول را بر عهده دارد، در جسم سلولی آن قرار گرفته است. جسم سلولی محل انجام سوخت و ساز نورون‌ها هم هست. در جسم سلولی به وسیلهٔ میتوکندری انرژی تولید می‌شود و از این انرژی برای فعالیت‌های سلول و ساختن اجزای لازم برای سلول استفاده می‌شود.

نورون‌ها سلول‌هایی تک‌هسته‌ای هستند.

۲ نوع رشته از جسم سلولی نورون‌ها بیرون زده است: دارینه (دندریت) و آسه (آکسون).

- دارینه‌ها پیام را از محیط یا نورون قبلی دریافت می‌کنند و به جسم سلولی وارد می‌کنند. جسم سلولی هم پیام را به آسه می‌برد.
- آسه‌ها پیام را از جسم سلولی دور می‌کنند و آن را تا انتهای خود که پایانهٔ آکسون نام دارد، هدایت می‌کنند.

جهت حرکت پیام عصبی در یک نورون: دارینه ← جسم سلولی ← آسه

گفتیم که به حرکت پیام عصبی در طول یک نورون می‌گویند هدایت پیام عصبی (مسیر بالا). آن را با انتقال پیام عصبی اشتباه نگیرید.

جهت حرکت پیام عصبی در نورون‌ها به صورت کلاسیک! از دندریت به جسم سلولی و از جسم سلولی به آکسون است؛ یعنی دندریت پیام عصبی را از سلول عصبی قبلی دریافت می‌کند و به جسم سلولی هدایت می‌کند.

در کتاب می‌خوانیم جسم سلولی هم می‌تواند پیام عصبی دریافت کند؛ پس پیام عصبی از سلول‌های قبلی می‌تواند هم از طریق دندریت و هم از طریق جسم سلولی وارد نورون شود. بدیهی است پیامی که از طریق دندریت وارد نورون می‌شود، ابتدا به جسم سلولی و بعد به آکسون می‌رود اما پیامی که از طریق جسم سلولی وارد می‌شود، مستقیمن به آکسون می‌رود.

پیام بعد از آکسون به پایانهٔ آکسون می‌رود و از آن‌جا می‌تواند به یک نورون دیگر و یا یک سلول دیگر منتقل شود؛ پس **انتقال** پیام عصبی یعنی حرکت پیام عصبی از یک نورون به یک سلول دیگر از طریق پایانهٔ آکسون.

به نکات زیر هم توجه کنید:

۱ هر نورون فقط یک هسته، یک جسم سلولی و یک آسه دارد.

۲ یک نورون می‌تواند یک یا چند دارینه داشته باشد (بستگی به نوع نورونش دارد).

۳ هر چند همهٔ نورون‌ها فقط یک آکسون دارند اما پایانهٔ آکسون در همهٔ نورون‌ها متعدد است.

۴ نورون‌ها سلول‌هایی تمایزیافته و تک‌هسته‌ای هستند و تقسیم سلولی و تقسیم هسته (میتوز) به ندرت در آن‌ها رخ می‌دهد. به همین دلیل است که وقتی فردی سکته می‌کند یا قطع نخاع می‌شود، سلول‌های آسیب‌دیده یا مرده، معمولن به وسیلهٔ نورون‌های جدید جایگزین نمی‌شوند.

حواستان باشد که سلول عصبی و تار عصبی را با عصب اشتباه نگیرید. در علوم هشتم خواندیم به دندریت‌ها یا آکسون‌های بلند، **تار عصبی** می‌گویند. در حالی که مجموعه‌ای از تارها در کنار هم که توسط غلافی احاطه شده‌اند، **عصب** را تشکیل می‌دهند.

میلین

در علوم هشتم خواندیم که سلول‌های پشتیبان فعالیت عصبی ندارند و به نورون‌ها کمک می‌کنند. حالا این‌جا می‌خوانیم که چه کمکی می‌کنند. تعداد سلول‌های پشتیبان چند برابر سلول‌های عصبی است و انواع گوناگونی دارند. سلول پشتیبان به دور رشتهٔ عصبی پیچیده و غلاف میلین را می‌سازد. این سلول‌ها داربست‌هایی را برای استقرار سلول‌های عصبی ایجاد می‌کنند، هم‌چنین در دفاع از سلول‌های عصبی و حفظ هم‌ایستایی مایع اطراف آن‌ها (مثل حفظ مقدار طبیعی یون‌ها) نقش دارند.

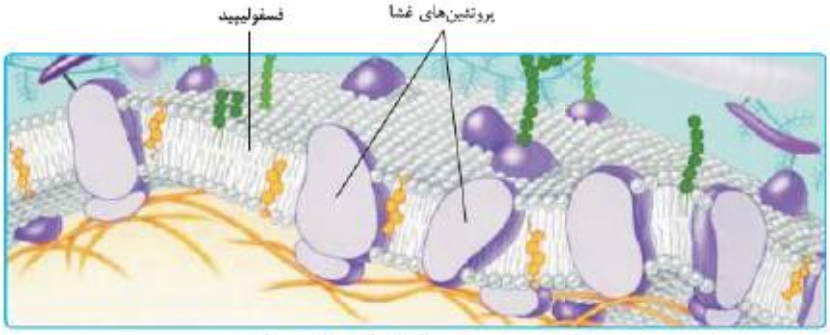
این جملهٔ مبهم کتاب درسی که انواعی از نوروگلیاها، داربست‌هایی برای استقرار سلول‌های عصبی ایجاد می‌کنند، از اون جمله‌هاست که بعید می‌دونیم کسی بتونه منظور رو از کتاب درسی بگیره! ولی ما بهتون می‌گیم که این جمله به دوران جنینی برمی‌گردد! زمانی که هنوز نورون‌ها تشکیل نشده‌اند، نوروگلیاها بستری (زمینه‌ای) را برای نورون‌ها ایجاد می‌کنند که نورون‌ها بفهمند در کجای آن بستر باید تشکیل شوند. نوروگلیاها، نورون‌ها را به مکان مناسبی که باید قرار بگیرند، هدایت می‌کنند.

در سال دهم خواندیم به مجموعهٔ اعمالی که برای پایدار نگه‌داشتن وضعیت درونی بدن انجام می‌شود، هم‌ایستایی (هومئوستازی) می‌گویند. در این‌جا می‌خوانیم سلول‌های پشتیبان به حفظ هم‌ایستایی مایع اطراف نورون‌ها کمک می‌کنند و با این کار در واقع ترکیب شیمیایی آن را ثابت نگه می‌دارند. در واقع یکی از راه‌های حفظ هم‌ایستایی، حفظ تعادل بین یون‌ها (کنترل مقدار یون‌ها) است.

سلول‌های پشتیبان چند نوع هستند که بعضی از آن‌ها در دفاع از سلول‌های عصبی، بعضی در حفظ هم‌ایستایی مایع اطراف سلول‌های عصبی، بعضی در ایجاد داربست برای سلول‌های عصبی (و بعضی در هر ۳تای این کارها!) و تعدادی در تشکیل غلاف میلین نقش دارند انواع سلول‌های پشتیبان شامل:

۱- سلول‌های سازندهٔ غلاف میلین: دو نوع هستند که یک نوع آن در دستگاه عصبی مرکزی و نوع دیگر در دستگاه عصبی محیطی، اطراف رشته‌های عصبی، میلین می‌سازند.

۲- **سلول‌های ستاره‌ای‌شکل: در دستگاه عصبی مرکزی هستند و وظایفی مثل تغذیهٔ نورون‌ها، پاک‌سازی مغز و از بین بردن مواد زائد با فرایند بیگانه‌خواری و حفظ هم‌ایستایی مایع احاطه‌کنندهٔ نورون‌ها را بر عهده دارند. ایجاد داربست برای استقرار نورون‌ها هم وظیفهٔ این سلول‌ها است. این سلول‌ها بستری را تشکیل می‌دهند که نورون‌ها را در محل نگه می‌دارد.**



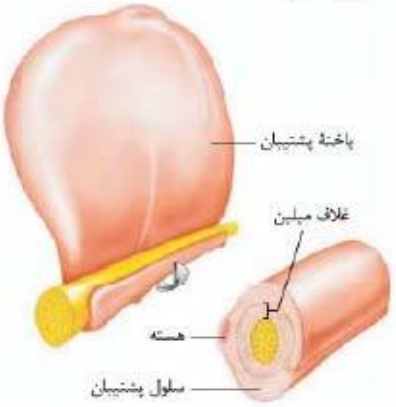
فسفولیپید + پروتئین را در غشای سلول می‌بینید.

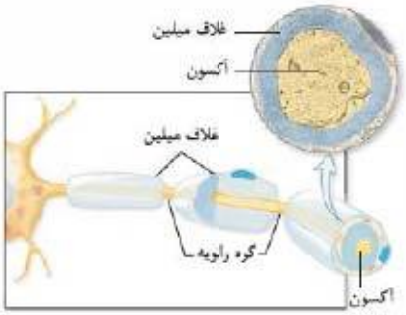
۳- ماکروفاژهای مستقر در دستگاه عصبی مرکزی: در دفاع از سلول‌های عصبی نقش دارند و با بیگانه‌خواری، سلول‌های آسیب‌دیده و میکروب‌های واردشده به مغز و نخاع را از بین می‌برند.

(۷) آن دسته از سلول‌های پشتیبان که وظیفهٔ عایق‌کردن نورون‌ها را بر عهده دارند، با غشایشان دور **بسیاری** از رشته‌ها (آکسون و دندریت) می‌پیچند و غلافی از جنس غشای سلول ایجاد می‌کنند. این غلاف که مثل غشای سلول از جنس فسفولیپید + پروتئین است، **میلین** نام دارد.

بسیاری از نورون‌ها میلین دارند نه همهٔ آن‌ها.

(۸) شکل ۲ قسمت «الف» خیلی خوب رابطهٔ غلاف میلین، سلول‌های پشتیبان و رشته‌ها (در این شکل آکسون) را نشان می‌دهد. در این نورون و نورون شکل ۱ می‌بینید که دندریت‌ها میلین ندارند اما آکسون میلین دارد. در شکل ۱ هم می‌بینید که چندین سلول پشتیبان پشت سر هم آکسون را در بر گرفته‌اند. با توجه به شکل ۲ قسمت «ب» می‌بینید که انگار سلول پشتیبان آکسون را کاملاً در بر گرفته است.





در واقع غلاف میلین همان غشای سلول پشتیبان است که چندین دور، دور رشتهٔ عصبی به صورت غلاف پیچیده است.

۱- وقتی بسیاری از نورون‌ها میلین دارند، یعنی تعداد کمی از آن‌ها میلین ندارند، نه در آسه و نه در دارینه؛ اما این‌طور هم نیست که یک نورون میلین‌دار همیشه هم آسه و هم دارینه‌اش میلین داشته باشد، گاهی هر دو و گاهی یکی از رشته‌ها در نورون‌های میلین‌دار، میلین دارند.

۲- در یک نورون آسه و دارینه **می‌توانند** میلین داشته باشند، اما جسم سلولی و پایانه‌های آکسون در هیچ نورونی میلین ندارند.

مقطع عرضی یک تار عصبی (آکسون) دارای میلین

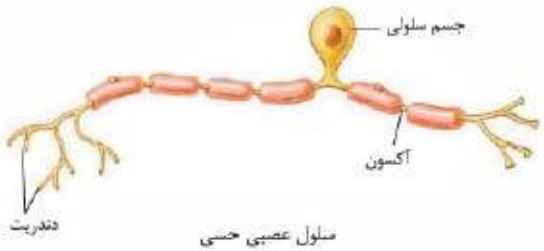
گفتیم میلین همان غشای سلول‌های پشتیبان است که دور رشته‌های سلول‌های عصبی پیچیده است. می‌دانید سلول پشتیبان نوعی سلول جانوری است و غشای آن همانند غشای همهٔ سلول‌های جانوری علاوه بر فسفولیپید و پروتئین، کلسترول دارد؛ پس میلین علاوه بر فسفولیپید و پروتئین، کلسترول هم دارد.

(۹) در یک رشتهٔ میلین‌دار بین دو سلول پشتیبان، غلاف میلین وجود ندارد و در آن نقاط میلین قطع می‌شود (غلاف میلین پیوسته نیست). به فاصلهٔ بین دو سلول پشتیبان که در آن‌ها میلین وجود ندارد، **گره رانویه** می‌گویند. هر جا که گره رانویه هست یعنی غلاف میلین نیست و در آن‌جا غشای رشته (که همان غشای نورون است) با مایع بین‌سلولی اطراف در تماس است.

انواع سلول‌های عصبی (نورون‌ها)

(۱۵) سلول‌های عصبی ۳ نوع هستند: حسی، حرکتی و رابط.

۱ سلول عصبی حسی:



سلول عصبی حسی

۱- به طور معمول پیام عصبی را از گیرنده‌های حس می‌گیرند و به دستگاه عصبی مرکزی (مغز و نخاع) می‌برند (چرا گفتیم به طور معمول! چون ممکن است نورون حسی خودش گیرنده باشد (دندریتش) و دیگر از هیچ گیرنده‌ای پیام دریافت نکند).

۲- جسم سلولی آن‌ها در دستگاه عصبی محیطی است.

۳- یک دندریت و یک آکسون دارند.

۴- دندریت آن‌ها بلندتر از آکسون آن‌ها است.

۵- آکسون و دندریتشان میلین دارد.

۶- هم در اعصاب حسی هستند و هم در اعصاب مختلط.

در علوم هشتم با عصب حسی آشنا شدید. آن‌جا خواندید عصب حسی، عصبی است که پیام را به مراکز عصبی (مغز و نخاع) می‌برد؛ پس عصب حسی دارای نورون‌های حسی است.

گیرندهٔ حسی خودش یک سلول یا بخشی از آن است که اثر محرک را دریافت و آن را به پیام عصبی تبدیل می‌کند. این پیام عصبی به نورون حسی منتقل می‌شود.

۲ سلول عصبی حرکتی:

۱- پیام را از دستگاه عصبی مرکزی به سلول ماهیچه‌ای یا غده‌ای می‌رساند.

۲- جسم سلولی آن در دستگاه عصبی مرکزی است (جلوتر می‌خوانید).

۳- دندریت‌های متعدد و فاقد میلین دارد.

۴- آکسون منفرد و دارای میلین دارد.

۵- آکسونش بسیار بلندتر از دندریت‌هایش است.

۶- هم در اعصاب حرکتی وجود دارد و هم در اعصاب مختلط.

سلول عصبی حرکتی

در علوم هشتم خواندید عصب حرکتی عصبی است که پیام را از مراکز عصبی (مغز و نخاع) دریافت کرده و به اندام‌هایی مثل دست و پا می‌برد؛ پس عصب حرکتی دارای نورون‌های حرکتی است که می‌تواند این کار را بکند!

۳ سلول عصبی رابط:

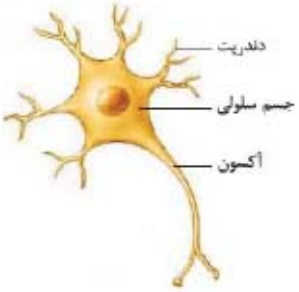
۱- بین سلول‌های عصبی حسی و حرکتی ارتباط برقرار می‌کند.

۲- پیام را از نورون‌های حسی می‌گیرند و به نورون‌های حرکتی می‌رسانند (رابط نورون حسی و حرکتی هستند).

۳- در مغز و نخاع هستند.

۴- آکسون منفرد و دندریت‌های متعدد دارند.

۵- آکسون و دندریت فاقد میلین دارند.



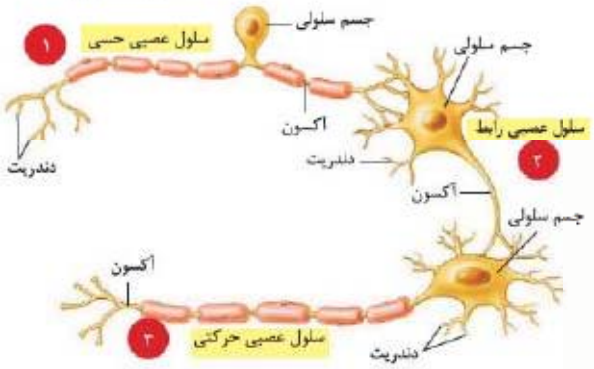
سلول عصبی رابط

۱- نورون‌های رابط میلین ندارند و سرعت هدایت پیام عصبی در آن‌ها کم است.

۲- نورون رابط معمولن از نظر اندازه کوتاه‌تر از نورون حسی و حرکتی است.

نام‌گذاری آکسون و دندریت در محدودهٔ کتاب درسی صورت گرفته است و با واقعیت علمی فاصله دارد. اما شما خودتان را ناراحت نکنید!

با توجه به شکل ۳ کتاب درسی رابطهٔ نورون حسی، رابط و حرکتی را متوجه می‌شوید. فرض کنید سوزنی به آهستگی! در نقطه‌ای از پای شما فرومی‌رود و در شما احساس درد به وجود می‌آورد. گیرنده‌های حسی در سلول‌های پوست، اثر محرک درد را دریافت کرده و به پیام عصبی تبدیل می‌کنند.



۱- این پیام عصبی از طریق نورون حسی منتقل می‌شود به نورون رابط در دستگاه عصبی مرکزی.

۲- می‌بینید که پایانهٔ آکسون نورون حسی پیام را به جسم سلولی نورون رابط (در مغز یا نخاع) می‌آورد. این پیام از طریق نورون رابط به نورون حرکتی منتقل می‌شود، از طریق پایانهٔ آکسون نورون رابط به جسم سلولی نورون حرکتی.

۳- نورون حرکتی این پیام را دریافت می‌کند (در واقع پیام مناسب برای واکنش مناسب را در مغز یا نخاع دریافت می‌کند) و آن را به ماهیچه‌ها می‌برد. وقتی این پیام به ماهیچه‌های پای ما برسد، ما پایمان را از حالتی که برایش ایجاد درد کرده بود، خارج می‌کنیم.

ساختار و انواع سلول‌های بافت عصبی

۱- کدام مورد برای تکمیل عبارت مقابل مناسب است؟ «هر سلول ..... در بافت عصبی، می‌تواند ..... .»

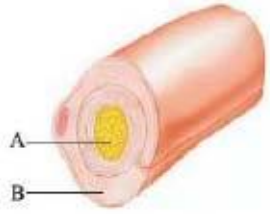
۱) عصبی ـ به دنبال تأثیر محرک حسی، پیام عصبی تولید نماید

۲) پشتیبان ـ به دور هر بخشی از نورون پیچیده و آن را عایق‌بندی کند

۳) عصبی ـ پیام عصبی را به نورون دیگری منتقل کند

۴) پشتیبان ـ بدون نیاز به هدایت پیام عصبی، به فعالیت‌های خود ادامه بدهد

۲- با توجه به شکل مقابل می‌توان گفت بخش ..... بخش ..... .



۱) A مانند ـ B، می‌تواند پیام تحریک را در طول خود هدایت نماید

۲) A برخلاف ـ B، موجب حفظ هم‌ایستایی مایع اطراف خود می‌شود

۳) B مانند ـ A، در تماس مستقیم با مایع بین‌سلولی قرار می‌گیرد

۴) B برخلاف ـ A، جزء سلول‌های سازندهٔ بافت عصبی محسوب نمی‌شود

۳- هر رشته‌ای که از جسم سلولی نورون‌ها بیرون زده است، ..... .

۱) توسط لایه‌های غلاف میلین احاطه شده است
۲) پیام عصبی را دریافت کرده و به جسم سلولی می‌آورد
۳) پیام عصبی را از جسم سلولی تا انتهای خود هدایت می‌کند
۴) می‌تواند از طریق غشای سلولی با محیط پیرامون در ارتباط باشد

۴- چند مورد از موارد زیر جملهٔ مقابل را به درستی تکمیل می‌کند؟ «در یاختهٔ عصبی ..... بخش دورکنندهٔ پیام از جسم سلولی، ..... و بخش نزدیک‌کنندهٔ پیام به جسم سلولی ..... است.»

الف ـ حرکتی ـ بلند ـ فاقد میلین
ب ـ حسی ـ دارای گره رانویه ـ بلند
ج ـ حرکتی ـ میلین‌دار ـ کوتاه
د ـ رابط ـ بلند و فاقد میلین ـ دارای انشعاب

۱) ۱ ۲) ۲ ۳) ۳ ۴) ۴

۵- کدام‌یک نادرست است؟

۱) غلاف میلین سبب افزایش تماس غشای سلولی رشتهٔ عصبی با محیط اطراف می‌شود.
۲) رشته‌های بیرون‌زده از جسم سلولی همگی دارای غشای پلاسمایی و سیتوپلاسم هستند.
۳) گره رانویه در فاصلهٔ بین دو سلول پشتیبان قرار دارد و در بسیاری از نورون‌ها دیده می‌شود.
۴) محل بیرون‌زدن دندریت و آکسون نورون‌های حسی از جسم سلولی، یکسان است.

۶- کدام مورد برای تکمیل عبارت مقابل نامناسب است؟ «وجود میلین در ..... دور از انتظار ..... .»

۱) دندریت نورون حسی مانند آکسون نورون حرکتی ـ نیست
۲) آکسون نورون رابط برخلاف دندریت نورون حسی ـ نیست
۳) دندریت نورون حرکتی مانند آکسون نورون رابط ـ است
۴) دندریت نورون رابط برخلاف آکسون نورون حسی ـ است

۷- هر رشته‌ای از نورون که ..... دارد، به طور حتم ..... است

۱) غلاف میلین ـ فاقد هسته
۲) گره رانویه ـ واجد قدرت انتقال پیام
۳) قدرت هدایت پیام ـ عایق‌بندی‌شده
۴) سیتوپلاسم ـ نوعی دندریت

۸- هر بخشی از یاختهٔ عصبی که ..... می‌تواند ..... .

۱) پیام عصبی را به جسم سلولی هدایت می‌کند ـ پیام تحریک را به یاختهٔ دیگری منتقل نماید
۲) قدرت انتقال پیام به سلول‌های دیگر را دارد ـ در تمام طول خود با غلاف میلین پوشیده شود
۳) حاوی هسته و سیتوپلاسم است ـ به کمک سلول‌های پشتیبان بافت عصبی عایق‌بندی شود
۴) پیام عصبی را از جسم سلولی دور می‌کند ـ حداقل در بخشی با مایع بین‌سلولی در تماس باشد

۹- چند مورد از موارد زیر عبارت مقابل را به نادرستی تکمیل می‌کند؟ «در یک نورون ..... .»

الف ـ حسی، جسم سلولی بین دو غلاف میلین قرار دارد
ب ـ حرکتی، هر انشعاب ایجادشده در انتهای آکسون، توسط میلین عایق می‌شود
ج ـ رابط، در اطراف جسم سلولی چندین آکسون منشعب و میلین‌دار مشاهده می‌شود
د ـ حرکتی، هدایت جریان عصبی از انتهای سلول به یاختهٔ دیگر امکان‌پذیر است

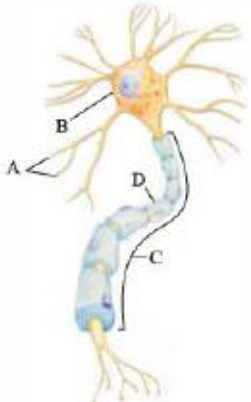
۱) ۴ ۲) ۳ ۳) ۲ ۴) ۱

۱۰- چند مورد از موارد زیر برای تکمیل عبارت مقابل مناسب است؟ «به طور معمول در نورونی که ....., تعداد دندریت ورودی به جسم سلولی و آکسون خروجی از آن با هم برابر ..... .»

الف ـ به دنبال تأثیر مستقیم محرک، تحریک می‌شود ـ است
ب ـ پیام عصبی را از مغز و نخاع خارج می‌کند ـ نیست
ج ـ پیام عصبی را بین یاختهٔ حسی و حرکتی منتقل می‌کند ـ است
د ـ دارای دندریت و آکسون میلین‌دار است ـ نیست

۱) ۱ ۲) ۲ ۳) ۳ ۴) ۴

۱۱- با توجه به شکل روبه‌رو چند مورد از موارد زیر صحیح است؟



الف ـ این نورون به طور حتم پیام خود را از مغز به ماهیچه آورده است.
ب ـ میزان انشعابات بخش A در نورون‌های مختلف متفاوت است.
ج ـ در بخش C پیام عصبی از یک نورون به یاختهٔ دیگر هدایت می‌شود.
د ـ سلول‌های بخش D در دفاع از سلول‌های عصبی و حفظ هم‌ایستایی مایع اطراف آن‌ها نقش دارند.

۱) ۱
۲) ۲
۳) ۳
۴) ۴

۱۲- نورون ..... می‌تواند ..... .

۱) رابط همانند حرکتی ـ چندین دندریت متصل به جسم سلولی داشته باشد

۲) رابط برخلاف حسی ـ دارای آکسون با انشعابات فراوان در انتهای خود باشد

۳) حرکتی همانند رابط ـ دارای رشته‌های میلین‌دار در طرفین جسم سلولی باشد

۴) حسی برخلاف حرکتی ـ پیام‌های عصبی را به یک یاختهٔ غیرعصبی انتقال دهد

۱۳- نورونی که ..... ممکن نیست ..... .

۱) در انتقال پیام عصبی به دستگاه عصبی مرکزی نقش دارد ـ دارای دندریت و آکسونی در یک راستا باشد

۲) در مغز با نورون‌های دیگر ارتباط برقرار می‌کند ـ دارای آکسون میلین‌دار باشد

۳) پیام‌های عصبی را از مغز خارج می‌کند ـ آکسون بلندتری از دندریت خود داشته باشد

۴) ارتباط نورون حسی و حرکتی را برقرار می‌کند ـ در فضای خارج از مغز و نخاع فعالیت کند

۱۴- فرض کنید پای شما روی یک میخ می‌رود، برای برداشته‌شدن پا از روی میخ، نورونی که ..... .

۱) زودتر از سایر نورون‌ها تحریک می‌شود، آکسون بلندتری از دندریت خود دارد

۲) پیام عصبی را به ماهیچهٔ پا منتقل می‌کند، در دندریت و آکسون خود میلین دارد

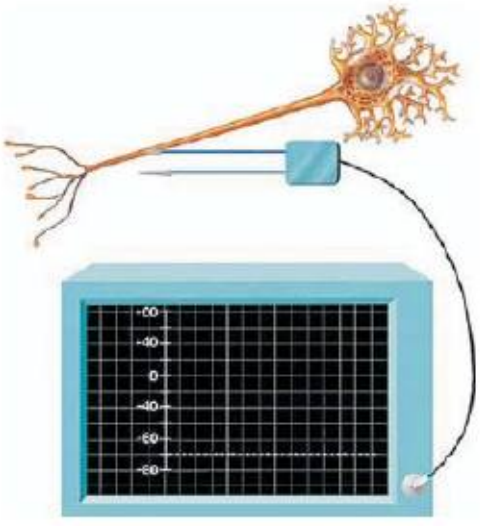
۳) پیام عصبی را به نورون حرکتی منتقل می‌کند، در خارج از مغز و نخاع فعالیتی ندارد

۴) به عنوان آخرین نورون تحریک می‌شود، در ساختار خود تنها یک دندریت و یک آکسون دارد

پتانسیل آرامش

۱ در مایع درون سلول (سیتوپلاسم) و مایع بیرون سلول (مایع بین‌سلولی یا همان مایع میان‌بافتی) کلی یون هست. در همهٔ بافت‌ها و همهٔ سلول‌ها این یون‌ها کلی کار می‌کنند مثل تنظیم آب، کمک به ورود و خروج مواد و ... . مقدار این یون‌ها در دو سمت غشای سلول‌های عصبی (و همهٔ سلول‌های زندهٔ بدن!) با هم یکسان نیست. این باعث می‌شود در دو سوی غشای سلول‌های عصبی، بار الکتریکی متفاوت باشد و در نتیجه بین دو سمت غشا، اختلاف پتانسیل الکتریکی به وجود بیاید. پس علت این اختلاف پتانسیل الکتریکی، عدم توازن بارهای الکتریکی در دو سمت غشاست (یعنی یه طرف غشا مثبت و یه طرف منفی).

۲ حالا اگر مقدار یون‌ها در دو سمت غشای سلول عصبی تغییر کند، در سلول عصبی، پیام عصبی ایجاد می‌شود. تغییر مقدار یون‌ها در دو طرف غشا، در اثر فعالیت عصبی در نورون رخ می‌دهد؛ یعنی فعالیت عصبی در نورون باعث می‌شود مقدار یون‌ها در دو سمت غشا تغییر کند و به دنبال تغییر مقدار یون‌ها، پیام عصبی به وجود می‌آید.

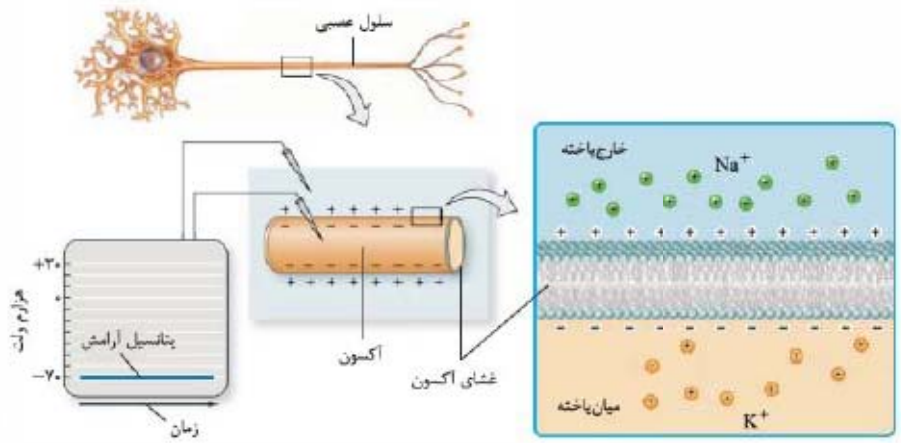


۳ با توجه به شکل ۴ می‌بینید که اختلاف پتانسیل الکتریکی دو سمت غشای سلول عصبی را به وسیلهٔ ۲ الکترود اندازه می‌گیرند، یکی را بیرون سلول می‌گذارند و دیگری را درون سلول. الکترودها به یک دستگاه ولت‌متر وصل هستند.

۴ وقتی یک نورون در حال فعالیت عصبی نیست، یعنی در حال هدایت پیام عصبی نیست و پیام عصبی در آن تشکیل نشده است، می‌گویند که در حالت استراحت یا آرامش است. در این حالت بین دو سمت غشا یک اختلاف پتانسیلی وجود دارد که به آن پتانسیل آرامش می‌گویند. پتانسیل آرامش غشا حدود ۷۰- میلی‌ولت است یعنی در حالت آرامش، درون نورون نسبت به بیرون آن ۷۰ میلی‌ولت منفی‌تر است.

۵ طبق قرارداد برای اندازه‌گیری پتانسیل غشا، مبدأ سنجش را درون سلول می‌گیرند. به همین دلیل می‌گویند پتانسیل غشا ۷۰- میلی‌ولت است؛ چرا که مبدأ، درون نورون قرار داده شده است و درون نسبت به بیرون ۷۰ میلی‌ولت منفی‌تر است. اگر از ما بپرسند پتانسیل بیرون نورون نسبت به درون آن چه‌قدر است، می‌گوییم ۷۰+ میلی‌ولت؛ چرا که بیرون نورون نسبت به درون آن ۷۰ میلی‌ولت مثبت‌تر است، پس ۷۰ میلی‌ولت یعنی بیرون و درون غشا نسبت به هم ۷۰ میلی‌ولت اختلاف پتانسیل (اختلاف ولتاژ) دارند و + و − یعنی مبدأ را کجا گرفته‌ایم و مبدأ مثبت‌تر است یا منفی‌تر. دقت کنید که اختلاف پتانسیل ذاتن عددی مثبت است و + و − متصل به آن، جهت و مبدأ مقایسه را نشان می‌دهد.

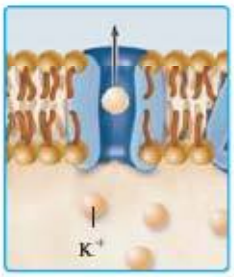
۶ در دستگاه عصبی و نورون‌ها، ۲ یون سدیم و پتاسیم در ایجاد اختلاف پتانسیل الکتریکی و ایجاد و هدایت پیام عصبی (حرکت پیام عصبی) در طول یک نورون اهمیت خیلی زیادی دارند. حالا چگونه؟ یون‌های سدیم و پتاسیم چگونه باعث ایجاد این اختلاف پتانسیل و پتانسیل آرامش نورون می‌شوند؟ در حالت آرامش غلظت یون‌های سدیم در خارج نورون (مایع میان‌بافتی ـ مایع بین‌سلولی) بیشتر از درون آن است. همین‌طور غلظت یون‌های پتاسیم درون سلول (سیتوپلاسم) بیشتر از بیرون سلول است. حالا چه‌طوری این‌طوری شد؟ دقت کنید غلظت سدیم و پتاسیم در همهٔ سلول‌ها این‌گونه است، نه فقط نورون‌ها.



حالا چرا غلظت سدیم در خارج سلول و غلظت پتاسیم در داخل سلول بیشتر است؟ جوابش پروتئین ناقلی است (نه کانالی) به نام **پمپ سدیم ـ پتاسیم**. این پمپ سدیم‌ها را برخلاف شیب غلظت، با مصرف انرژی (ATP) و با انتقال فعال پمپ می‌کند (می‌فرستد) جایی که بیشتر هستند (خارج نورون) و سدیم درون نورون را کاهش می‌دهد. با همین مکانیسم پمپ سدیم ـ پتاسیم، پتاسیم‌ها را برخلاف شیب غلظت، با مصرف انرژی و انتقال فعال می‌فرستد جایی که بیشتر هستند (درون سلول) و غلظت پتاسیم بیرون سلول را کاهش می‌دهد.

۷ می‌دانید که براساس قوانین انتشار، مواد از جایی که بیشتر هستند، دوست دارند بیایند به جایی که کم‌ترند. پس چرا سدیم در بیرون سلول بیشتر است و همواره بیشتر می‌ماند و پتاسیم در درون نورون بیشتر است و همواره بیشتر می‌ماند؟

در حالت آرامش چون غلظت سدیم بیرون بیشتر است، تمایل دارد براساس انتشار بیاید درون نورون، تا غلظت سدیم را در بیرون و درون نورون با هم برابر کند. همین‌طور پتاسیم‌ها طبق قانون انتشار تمایل دارند که از سلول خارج شوند. این اتفاق در حالت آرامش می‌افتد و سدیم و پتاسیم طی انتشار تسهیل‌شده و از طریق **کانال‌های نشتی** (کانال‌های بدون دریچه ـ پس همیشه باز هستند) و بدون مصرف انرژی، به ترتیب می‌روند درون سلول و می‌آیند بیرون. خب پس چرا باز هم در نهایت در پتانسیل آرامش غلظت سدیم در خارج سلول بیشتر است و غلظت پتاسیم در درون سلول؟ چون فعالیت پمپ سدیم ـ پتاسیم با مصرف انرژی و در خلاف شیب غلظت، برای بیرون‌بردن سدیم‌ها و به درون آوردن پتاسیم‌ها، بیشتر از ورود سدیم به سلول و خروج پتاسیم از سلول از طریق انتشار تسهیل‌شده، به وسیلهٔ کانال‌های نشتی، بدون مصرف انرژی است.



۱- ورود سدیم‌ها به درون سلول از طریق کانال‌های نشتی سدیمی و خروج پتاسیم‌ها از سلول از طریق کانال‌های نشتی پتاسیمی طی انتشار تسهیل‌شده صورت می‌گیرد. کانال نشتی پتاسیمی را در شکل ۶، قسمت «الف» می‌بینید. دقت کنید انتقال یون‌های سدیم و پتاسیم از غشای نورون، از طریق انتشار ساده یا انتقال فعال و بدون پروتئین (کانالی یا ناقل) ممکن نیست.

۲- در صفحهٔ ۴ کتاب درسی می‌خوانید یون‌های سدیم و پتاسیم از طریق **کانال‌های** نشتی منتشر می‌شوند. نه **کانال** نشتی. این‌طور نیست که یون‌های سدیم و پتاسیم هر دو از یک نوع کانال نشتی رد شوند. هر یون کانال نشتی مخصوص به خود را دارد. کانال نشتی در شکل ۶ قسمت «الف» مخصوص پتاسیم است که در حال خارج‌شدن از سلول است. می‌بینید فلشی که برای این کانال کشیده شده، یک‌طرفه و به سمت خارج سلول است. پس سدیمی از آن طرف از خارج سلول، به سلول وارد نمی‌شود. بنابراین این کانال، کانال منحصربه‌فرد پتاسیمی است! پس کانال‌های نشتی سدیمی با کانال‌های نشتی پتاسیمی فرق دارند و این کانال‌ها از هم مجزا هستند.

۸ پس به طور خلاصه در پتانسیل آرامش سدیم‌ها در جهت شیب غلظت می‌آیند داخل نورون (انتشار تسهیل‌شده ـ پروتئین کانالی نشتی دریچه‌دار!) و پتاسیم‌ها در جهت شیب غلظت با همان مکانیسم می‌روند بیرون نورون در مقابل پمپ سدیم ـ پتاسیم آن‌قدر فعالیت می‌کند که با مصرف انرژی، سدیم‌ها را در خلاف جهت شیب غلظت می‌فرستد بیرون نورون، طوری که غلظت سدیم با مصرف انرژی همیشه (در حالت آرامش) در بیرون نورون بیشتر از درون نورون باشد. در مورد پتاسیم هم همین‌طور، پمپ سدیم ـ پتاسیم به زور و با مصرف انرژی، غلظت پتاسیم را در درون نورون بیشتر از بیرون آن نگه می‌دارد.

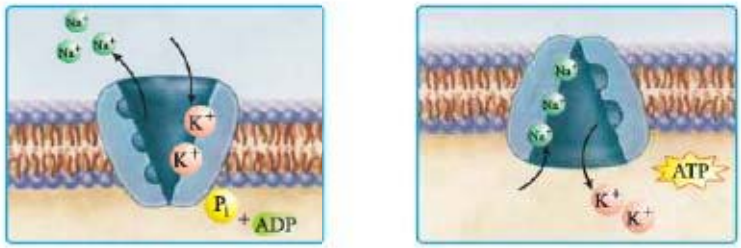
۹ *زرنگ باشید و گول نخورید!* ما تا این‌جا هنوز جواب سؤال اصلی را ندادیم. چرا درون نورون ۷۰ میلی‌ولت منفی‌تر از بیرون آن است؟ این‌که سدیم در بیرون غشا زیادتر از درون است و پتاسیم در درون زیادتر از بیرون است، ثابت نمی‌کند که درون باید منفی‌تر از بیرون باشد! اما واقعن چرا؟ دوتا دلیل داره:

۱ دلیل اول: طی هر بار فعالیت پمپ سدیم ـ پتاسیم و مصرف یک مولکول ATP، ۳ یون سدیم از سلول خارج می‌شوند و ۲ یون پتاسیم وارد نورون می‌شوند. این یعنی هر بار فعالیت، باعث ایجاد یک بار مثبت بیشتر در بیرون نورون (و در نتیجه منفی‌تر شدن درون نسبت به بیرون) می‌شود. پس فعالیت پمپ سدیم ـ پتاسیم باعث ایجاد اختلاف پتانسیل بین دو سمت غشای نورون و منفی‌تر شدن درون نورون نسبت به بیرون آن می‌شود.

۲ دلیل دوم: در حالت آرامش نفوذپذیری غشای نورون نسبت به یون پتاسیم بیش از یون سدیم است، یعنی در انتشار تسهیل‌شده، بدون مصرف انرژی و در جهت شیب غلظت، در واحد زمان تعداد پتاسیم‌هایی که از درون سلول می‌توانند بروند بیرون، بیشتر از تعداد سدیم‌هایی است که می‌توانند بیایند تو. پس انتشار سدیم و پتاسیم به طرز عجیبی باعث ایجاد اختلاف پتانسیل می‌شود. چون این انتشار انتخابی است. برای K^+ راحت‌تر رخ می‌دهد نسبت به Na^+: چون از راه کانال‌های نشتی پتاسیمی، K^+ بیشتری خارج می‌شود از سلول تا این‌که از راه کانال‌های نشتی سدیمی، Na^+ به سلول وارد شود.

۵ اگر نفوذپذیری غشا به یون‌های سدیم و پتاسیم یکسان بود و نفوذپذیری به پتاسیم نسبت به سدیم بیشتر نبود، در این حالت انتشار باعث از بین رفتن اختلاف پتانسیل می‌شد؛ پس کانال‌های نشتی و انتشار یون‌ها از آن‌ها باعث ایجاد و حفظ پتانسیل آرامش می‌شوند.

دقت کنید طی هر بار فعالیت پمپ سدیم ـ پتاسیم، ۵ یون جابه‌جا می‌شوند. در شکل ۶ قسمت «ب» پمپ سدیم ـ پتاسیم را می‌بینید که برای ۵ یون جایگاه دارد.



چگونگی کار پمپ سدیم ـ پتاسیم

پس تا این‌جا چندتا چیز یاد گرفتیم:

۱ سدیم‌ها و پتاسیم‌ها از طریق کانال‌های نشتی غیردریچه‌دار و انتشار تسهیل‌شده در جهت شیب غلظت، به ترتیب می‌آیند داخل و می‌روند بیرون. اما این اتفاق باعث انباشت سدیم درون سلول و خروج پتاسیم‌های زیاد از درون نورون نمی‌شود؛ چون:

۲ پمپ سدیم ـ پتاسیم با انتقال فعال و مصرف انرژی، غلظت سدیم را در بیرون و غلظت پتاسیم را در درون بالا نگه می‌دارد و عکس انتشار تسهیل‌شده عمل می‌کند.

۳ دلیل اول «۷۰»: طی هر بار فعالیت پمپ سدیم ـ پتاسیم، ۳ سدیم خارج و ۲ پتاسیم وارد سلول می‌شوند. این یعنی پمپ سدیم ـ پتاسیم باعث ایجاد اختلاف پتانسیل و منفی‌شدن درون نورون نسبت به بیرون آن می‌شود.

۴ دلیل دوم «۷۰»: در حالت انتشار (تسهیل‌شده) نفوذپذیری غشا نسبت به پتاسیم بیشتر از سدیم است و پتاسیم‌های بیشتری در جهت شیب غلظت از نورون خارج می‌شوند (نسبت به سدیم‌هایی که وارد می‌شوند). به همین دلیل این کار درون نورون را نسبت به بیرون آن منفی‌تر می‌کند.

پمپ سدیم ـ پتاسیم و کانال‌های نشتی هر دو هم باعث ایجاد پتانسیل آرامش و هم باعث حفظ آن می‌شوند.

جابه‌جا شدن یون‌ها در پتانسیل آرامش، براساس شیب غلظت هر یون است، نه براساس اختلاف پتانسیل الکتریکی. اگر براساس اختلاف پتانسیل الکتریکی بود، یون‌های پتاسیم، به علت منفی‌بودن درون، از سلول خارج نمی‌شدند و تازه سدیم‌ها هم می‌آمدند تو.

در مورد کانال‌های نشتی دقت کنید که پروتئینی هستند، همیشه بازند؛ یعنی دریچه ندارند، ورود و خروج مواد از آن‌ها از طریق انتشار تسهیل‌شده انجام می‌شود و بدون مصرف انرژی.

در سال گذشته خواندید انتشار تسهیل‌شده به وسیلهٔ پروتئین‌های غشایی که به شکل کانال عمل می‌کنند، انجام می‌شود. حرکت مواد در انتشار تسهیل‌شده در جهت شیب غلظت آن‌ها از جایی که تراکمشان بیشتر است به جایی که تراکمشان کم‌تر است، صورت می‌گیرد و انرژی زیستی (ATP) مصرف نمی‌کند.

پمپ سدیم ـ پتاسیم با مصرف انرژی، یون‌ها را جابه‌جا می‌کند. در سال گذشته خواندید پمپ یک پروتئین ناقل است که با روش انتقال فعال و با مصرف ATP کار می‌کند و یون‌ها را در خلاف جهت شیب غلظتشان جابه‌جا می‌کند؛ یعنی از جایی که زیاد هستند، می‌برد جایی که کم‌تر هستند.

۱- دقت کنید به دلیل نفوذپذیری بیشتر غشا به یون پتاسیم، خروج پتاسیم از طریق کانال‌های نشتی پتاسیمی نسبت به ورود سدیم از طریق کانال‌های نشتی سدیمی بیشتر است (کتاب نوشته تعداد یون‌های پتاسیم خروجی بیشتره)؛ بنابراین برایند فعالیت کانال‌های نشتی به نفع منفی‌شدن درون سلول نسبت به بیرون است (چون از طریق آن‌ها یون‌های مثبت، بیشتر خارج می‌شوند؛ تا این‌که بیشتر وارد شوند).

۲- تازه! برایند فعالیت پمپ سدیم ـ پتاسیم هم به نفع منفی‌شدن درون سلول است، چون با هر بار فعالیت پمپ، ۳ یون مثبت، خارج و ۲ یون مثبت وارد می‌شود (به مثبت‌های خارج اضافه می‌شود و از مثبت‌های داخل کم می‌شود!) و باعث منفی‌تر شدن درون نسبت به بیرون می‌شود.

پتانسیل آرامش

۱۵- هم‌زمان با پتانسیل آرامش در نورون، یون ..... از طریق ..... و ..... مصرف انرژی وارد ..... می‌شود.

۱) سدیم ـ کانال نشتی ـ با ـ سیتوپلاسم نورون
۲) پتاسیم ـ کانال نشتی ـ بدون ـ مایع بین‌سلولی
۳) سدیم ـ کانال دریچه‌دار ـ بدون ـ سیتوپلاسم نورون
۴) پتاسیم ـ کانال دریچه‌دار ـ با ـ مایع بین‌سلولی

۱۶- به هنگام پتانسیل آرامش در نورون، پروتئین ..... موجب ورود یون ..... به جایی می‌شود که غلظت آن یون در آن مکان ..... است.

۱) پمپ سدیم ـ پتاسیم ـ سدیم ـ کم
۲) کانالی نشتی ـ پتاسیم ـ زیاد
۳) پمپ سدیم ـ پتاسیم ـ پتاسیم ـ زیاد
۴) کانالی دریچه‌دار ـ سدیم ـ کم

۱۷- چند مورد از موارد زیر برای تکمیل عبارت مقابل مناسب است؟ «در پتانسیل آرامش، ..... نیاز به صرف انرژی زیستی ..... .»

الف ـ ورود سدیم به نورون مانند خروج پتاسیم از نورون ـ دارد
ب ـ ورود پتاسیم به مایع میان‌بافتی برخلاف خروج سدیم از آن ـ ندارد
ج ـ خروج پتاسیم از مایع میان‌بافتی مانند ورود سدیم به آن ـ دارد
د ـ خروج سدیم از نورون برخلاف ورود پتاسیم به نورون ـ ندارد

۱) ۱
۲) ۲
۳) ۳
۴) ۴

۱۸- چند مورد از موارد زیر به درستی بیان شده است؟

الف ـ در حالت طبیعی توازن بین بارهای الکتریکی دو سمت غشای نورون دیده نمی‌شود.

ب ـ در پتانسیل آرامش هیچ کانال دریچه‌داری فعالیت نمی‌کند.

ج ـ برای اندازه‌گیری پتانسیل آرامش دو الکترود را در دو طرف غشای نورون قرار می‌دهند.

د ـ پمپ سدیم ـ پتاسیم طی هر بار عملکرد، ۵ یون را هم‌زمان جابه‌جا می‌کند.

۱) ۱ ۲) ۲ ۳) ۳ ۴) ۴

۱۹- کدام مورد برای تکمیل عبارت مقابل مناسب نیست؟ «در پتانسیل آرامش میزان ..... بیشتر است.»

۱) انتشار یون‌های پتاسیم از یون‌های سدیم
۲) انتقال فعال یون‌های پتاسیم از یون‌های سدیم
۳) بار الکتریکی مثبت در خارج نورون از داخل آن
۴) انواع یون‌های جابه‌جاشده توسط پمپ از یک کانال

۲۰- اختلاف نفوذپذیری غشا نسبت به یون‌های سدیم و پتاسیم باعث ..... می‌شود.

۱) خروج بیشتر سدیم از سلول نسبت به ورود پتاسیم
۲) خروج بیشتر پتاسیم از سلول نسبت به ورود سدیم
۳) ورود بیشتر سدیم به سلول نسبت به خروج پتاسیم
۴) ورود بیشتر پتاسیم به سلول نسبت به خروج سدیم

۲۱- در پتانسیل آرامش یک نورون حسی چند مورد از موارد زیر دیده می‌شود؟

الف ـ ورود سدیم به سیتوپلاسم با صرف انرژی
ب ـ خروج پتاسیم از نورون بدون صرف انرژی
ج ـ خروج سدیم از نورون بدون صرف انرژی
د ـ ورود پتاسیم به مایع میان‌بافتی با صرف انرژی
هـ ـ ورود سدیم به مایع میان‌بافتی با صرف انرژی

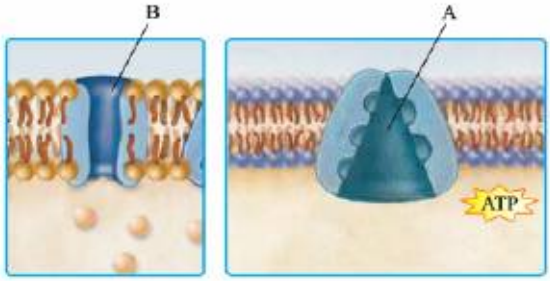
۱) ۱ ۲) ۲ ۳) ۳ ۴) ۴

۲۲- چند مورد از موارد زیر جملهٔ مقابل را به درستی تکمیل می‌کند؟ «هر پروتئینی در غشای نورون حرکتی در حال استراحت که ..... می‌تواند .....»

الف ـ سدیم را از سیتوپلاسم خارج می‌کند ـ پتاسیم را وارد مایع بین‌سلولی نماید
ب ـ پتاسیم را از سیتوپلاسم خارج می‌کند ـ سدیم را به بخش درونی نورون بفرستد
ج ـ سدیم را از مایع بین‌سلولی خارج می‌کند ـ پتاسیم را وارد سیتوپلاسم نماید
د ـ پتاسیم را از مایع بین‌سلولی خارج می‌کند ـ سدیم را به بخش بیرونی نورون بفرستد

۱) ۱ ۲) ۲ ۳) ۳ ۴) ۴

۲۳- چند مورد از موارد زیر جملهٔ مقابل را به درستی تکمیل می‌کند؟ «با توجه به شکل مقابل نمی‌توان گفت پروتئین ..... پروتئین .....»



الف ـ A مانند ـ B، توانایی جابه‌جایی دو نوع یون را دارد
ب ـ A برخلاف ـ B، موجب برقراری پتانسیل آرامش در سلول‌های عصبی مختلف می‌شود
ج ـ B مانند ـ A، موجب منفی‌تر شدن داخل نورون نسبت به خارج آن می‌شود
د ـ B برخلاف ـ A، در انتقال یون‌هایی با بار مثبت به درون نورون در جهت شیب غلظت نقش دارد

۱) ۱ ۲) ۲ ۳) ۳ ۴) ۴

۲۴- در حالت آرامش نورون کدام‌یک نادرست است؟

۱) اگر پمپ خراب شود، غلظت سدیم در دو طرف غشا برابر می‌شود.
۲) یون‌های پتاسیم بدون مصرف انرژی وارد مایع میان‌بافتی می‌شوند.
۳) یون‌های سدیم تمایل دارند درون سلول را منفی‌تر کنند.
۴) نفوذپذیری غشا به یون‌های پتاسیم بسیار بیشتر از نفوذپذیری آن به سدیم است.

۲۵- چند مورد از موارد زیر جملهٔ مقابل را به درستی تکمیل می‌کند؟ «در حالت آرامش نورون .....»

الف ـ مصرف انرژی باعث جابه‌جایی بیشتر سدیم‌ها نسبت به پتاسیم‌ها می‌شود
ب ـ فعالیت پمپ سدیم ـ پتاسیم برخلاف فعالیت کانال‌های نشتی، اختلاف پتانسیل غشا را افزایش می‌دهد
ج ـ پتاسیم‌ها بیشتر از سدیم‌ها بدون مصرف انرژی جابه‌جا می‌شوند
د ـ تعداد پتاسیم‌هایی که وارد سلول می‌شوند، بسیار بیشتر از سدیم‌هایی است که از آن خارج می‌شوند

۱) ۱ ۲) ۲ ۳) ۳ ۴) ۴

۲۶- در پتانسیل آرامش یک نورون ..... .

۱) بازبودن کانال‌های نشتی، موجب افزایش نفوذپذیری غشا به یون پتاسیم می‌شود

۲) ورود سدیم به مایع میان‌بافتی برخلاف خروج این یون از آن، نیازمند مصرف انرژی است

۳) به علت انتشار، سدیم‌ها در درون نورون انباشته می‌شوند

۴) اختلاف پتانسیل داخل سلول نسبت به خارج آن، ابتدا کاهش و سپس افزایش می‌یابد

۲۷- مصرف مولکول‌های **ATP** در پتانسیل آرامش موجب می‌شود که ..... .

۱) نفوذپذیری غشای پلاسمایی نورون به یون پتاسیم بیشتر از سدیم باشد

۲) یون‌های سدیم به داخل و یون‌های پتاسیم به خارج نورون وارد شوند

۳) پتانسیل الکتریکی داخل نورون نسبت به خارج آن منفی‌تر شود

۴) عملکرد کانال‌های نشتی، اختلاف پتانسیل دو سمت غشای پلاسمایی نورون را به سمت صفر نبرد

۲۸- چند مورد از موارد زیر جملهٔ مقابل را به درستی تکمیل می‌کند؟ «هر پروتئین غشای نورون که در پتانسیل آرامش موجب ..... شود، ..... .»

الف ـ افزایش سدیم مایع میان‌بافتی ـ برای یون سدیم اختصاصی شده است

ب ـ کاهش پتاسیم سیتوپلاسم نورون ـ تنها در مواقع خاصی منفذ خود را باز می‌کند

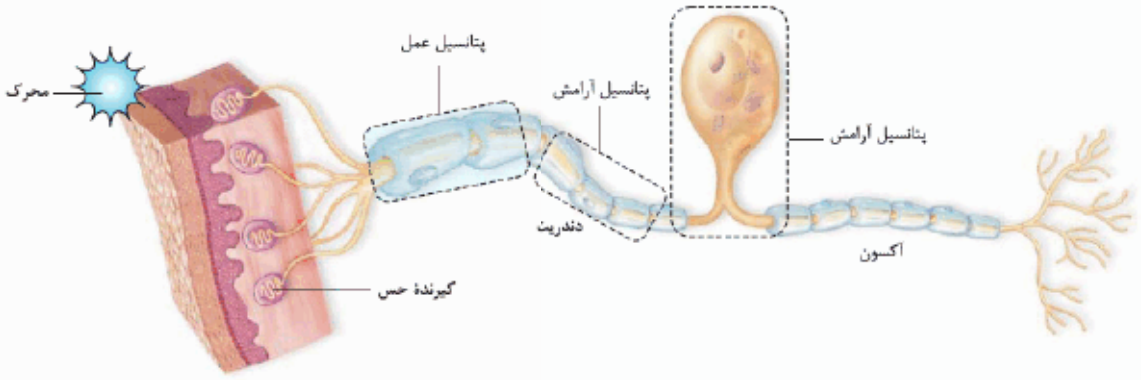
ج ـ افزایش پتاسیم سیتوپلاسم نورون ـ پتانسیل داخل نورون را نسبت به خارج آن منفی می‌کند

د ـ کاهش سدیم مایع میان‌بافتی ـ نیازی به صرف انرژی برای این کار ندارد

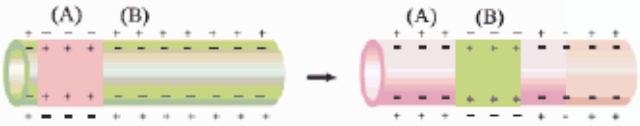
۱) ۱ ۲) ۲ ۳) ۳ ۴) ۴

پتانسیل عمل

وقتی یک محرک مؤثر، یک سلول گیرندهٔ حس (که سلول یا بخشی از آن است) را تحریک می‌کند، سلول گیرنده اثر محرک را دریافت و به پیام عصبی تبدیل می‌کند. سلول عصبی این پیام عصبی را از طریق دندریتش دریافت می‌کند. البته گیرندهٔ حسی می‌تواند سلول جدایی نباشد؛ یعنی می‌تواند قسمتی از نورون (دندریت نورون حسی) باشد. در این حالت در دندریت نورون حسی پیام عصبی تولید می‌شود و نورون پیام عصبی را از سلول دیگری دریافت نمی‌کند.



وقتی سلول عصبی تحریک می‌شود، در محل تحریک، اختلاف پتانسیل دو سمت غشای آن به طور ناگهانی تغییر می‌کند و داخل سلول نسبت به خارج آن مثبت‌تر می‌شود و بعد از مدت‌زمان کوتاهی، اختلاف پتانسیل دو سمت غشا دوباره به حالت آرامش برمی‌گردد. به این تغییر، پتانسیل عمل می‌گویند. پس پتانسیل عمل یعنی تغییر **ناگهانی** و **کوتاه‌مدت** اختلاف پتانسیل دو سوی غشا و بازگشت آن به حالت آرامش پس از این مدت‌زمان کوتاه. یادتان هست که در پتانسیل آرامش، درون غشا نسبت به بیرون آن منفی‌تر بود. در پتانسیل عمل، در زمان بسیار کوتاهی درون غشا نسبت به بیرون آن مثبت‌تر می‌شود و بلافاصله (در زمان کوتاهی) به حالت اول برمی‌گردد، یعنی دوباره درون، منفی‌تر از بیرون می‌شود. در واقع داستان از این قرار است که در زمان خیلی کوتاهی در نقطهٔ A، پتانسیل آرامش تبدیل به پتانسیل عمل می‌شود و بعد به سرعت پتانسیل عمل از نقطهٔ A رد شده، می‌رود به نقطهٔ B و در این حالت مجددن در نقطهٔ A پتانسیل آرامش برقرار می‌شود.



در واقع پتانسیل عمل ۲ قسمت دارد:

- مثبت‌شدن درون نسبت به بیرون
- منفی‌شدن درون نسبت به بیرون (بازگشت به حالت اولیه)

عبور یون‌ها از غشای سلول‌های عصبی طی پتانسیل عمل به وسیلهٔ پروتئین‌هایی انجام می‌شود که به آن‌ها کانال‌های دریچه‌دار می‌گویند. دو نوع کانال دریچه‌دار به جابه‌جایی یون‌ها و ایجاد پتانسیل عمل در سلول عصبی کمک می‌کنند: کانال‌های دریچه‌دار سدیمی و کانال‌های دریچه‌دار پتاسیمی. با تحریک سلول عصبی ابتدا کانال‌های دریچه‌دار سدیمی باز می‌شوند و یون‌های سدیم از طریق آن‌ها وارد سلول می‌شوند و درون سلول را نسبت به بیرون مثبت‌تر می‌کنند. پس از مدت‌زمان کوتاهی این دریچه‌ها بسته و کانال‌های دریچه‌دار پتاسیمی باز می‌شوند و یون‌های پتاسیم را از سلول خارج می‌کنند. این کانال‌ها هم پس از مدت کوتاهی بسته می‌شوند و به این ترتیب پتانسیل غشا دوباره به حالت آرامش یعنی پتانسیل ۷۰- میلی‌ولت برمی‌گردد. در پایان پتانسیل عمل هم فعالیت بیشتر پمپ سدیم ـ پتاسیم، جای یون‌های سدیم و پتاسیم را عوض می‌کند تا شیب غلظت این یون‌ها در دو سمت غشا با شیب غلظت آن‌ها در دو سمت غشا در حالت آرامش یکسان شود.

این یک شمای کلی از پتانسیل عمل بود. به زودی به جزئیات آن خواهیم پرداخت.

ورود سدیم‌ها از طریق کانال‌های دریچه‌دار سدیمی به سلول و خروج پتاسیم‌ها از طریق کانال‌های دریچه‌دار پتاسیمی از سلول، هر دو در جهت شیب غلظت، بدون مصرف انرژی و از طریق انتشار تسهیل‌شده انجام می‌شود.

یک سلول عصبی حتماً به وسیلهٔ یک محرک تحریک می‌شود و آن محرک باعث ایجاد پیام عصبی در سلول عصبی می‌شود. پیام عصبی که خودبه‌خود در سلول عصبی ایجاد نمی‌شود! در حالت طبیعی در سلول عصبی پتانسیل آرامش وجود دارد. برای این‌که در نورون پیام عصبی به وجود بیاید، یک محرک خارجی که اثرش را روی نورون می‌گذارد و یا یک نورون دیگر که خودش پتانسیل عمل دارد و آن را به نورون جدید منتقل می‌کند، باعث می‌شوند نورون جدید تحریک شود. این تحریک باعث می‌شود کانال‌های دریچه‌دار باز شوند و نورون فعلی! هم دچار پتانسیل عمل شود. پس منشأ این تحریک یا یک محرک خارجی یا داخلی است و یا یک نورون دارای پیام عصبی است که پیامش را به نورون فعلی می‌رساند.

کانال‌های دریچه‌دار سدیمی و پتاسیمی

می‌خواهیم ببینیم کانال‌های دریچه‌دار سدیمی و پتاسیمی چه مُدلی هستن. به شکل ۷ کتاب درسی نگاه کنید.

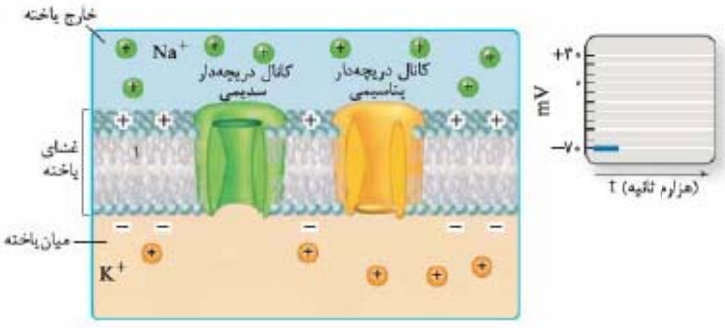
کانال دریچه‌دار سدیمی یک دریچه در بالا به سمت خارج سلول (در سمت خارج غشا) دارد که فقط موقع ورود یون‌های سدیم به درون سلول طی پتانسیل عمل باز است.

کانال دریچه‌دار پتاسیمی یک دریچه در پایین به سمت داخل سلول (در سمت داخل غشا) دارد که فقط هنگام خروج یون‌های پتاسیم از سلول طی پتانسیل عمل باز است.

چگونگی ایجاد پتانسیل عمل

بیایید با هم چگونگی ایجاد پتانسیل عمل در یک نقطه از سلول عصبی را با توجه به شکل ۷ کتاب مرحله به مرحله بریم جلو.

۱ مرحلهٔ پتانسیل آرامش (قبل از تحریک)



۱- شکل «الف» مرحلهٔ پتانسیل آرامش را نشان می‌دهد. همان‌طور که گفتیم و در این شکل هم می‌بینید در زمان پتانسیل آرامش، سدیم‌ها در بیرون سلول بیشتر هستند و پتاسیم‌ها در درون سلول.

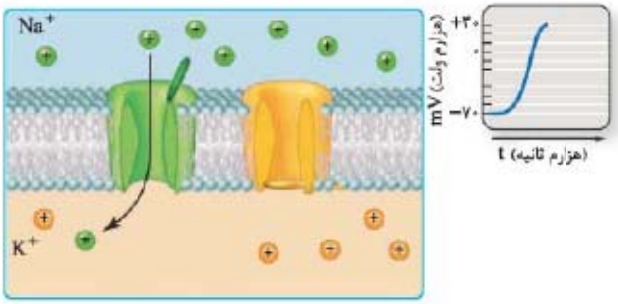
۲- در شکل می‌بینید که کانال دریچه‌دار سدیمی و پتاسیمی هر دو در این مرحله بسته‌اند و هیچ یونی از طریق آن‌ها جابه‌جا نمی‌شود.

۳- کانال نشتی همیشه باز است. با این‌که شما آن را در شکل نمی‌بینید ولی بدانید در شکل نیفتاده! ولی باز است و دارد سدیم‌ها و پتاسیم‌ها را در جهت شیب غلظتشان جابه‌جا می‌کند و چون به پتاسیم نفوذپذیری بیشتری دارد، پتاسیم‌ها را بیشتر خارج می‌کند. پمپ سدیم ـ پتاسیم را هم در شکل نمی‌بینید، ولی بدانید آن هم فعال است و دارد سدیم‌ها و پتاسیم‌ها را در خلاف جهت شیب غلظتشان جابه‌جا می‌کند.

بدانید و آگاه باشید که پمپ سدیم ـ پتاسیم در تمام طول پتانسیل عمل و آرامش در حال فعالیت است. کانال‌های نشتی هم که دریچه ندارند همیشه بازند!

۴- نمودار اختلاف پتانسیل دو طرف غشا در این مرحله (در حالت آرامش) یک خط راست است که عدد ثابت ۷۰- را نشان می‌دهد؛ یعنی پتانسیل درون نسبت به بیرون ۷۰- میلی‌ولت است (پتانسیل غشا ۷۰- میلی‌ولت است).

۲ مرحلهٔ صعودی (بالاروی) نمودار پتانسیل عمل

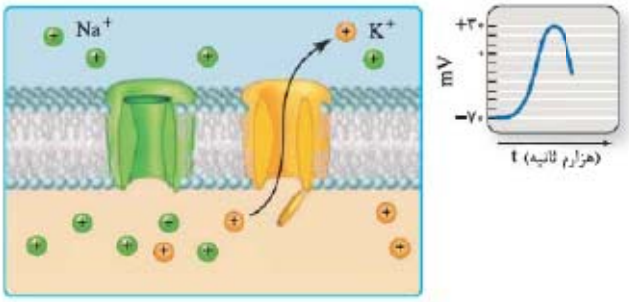


۱- در این مرحله یون‌های سدیم به صورت ناگهانی و از طریق کانال‌های دریچه‌دار سدیمی وارد سلول می‌شوند و درون سلول را نسبت به بیرون مثبت‌تر می‌کنند و پتانسیل غشا را از حدود ۷۰− به ۳۰+ میلی‌ولت می‌رسانند.

۲- در قسمت بالاروی (صعودی) نمودار، دریچهٔ کانال‌های دریچه‌دار سدیمی باز شده است و سدیم‌ها وارد سلول می‌شوند. ورود این یون‌ها از طریق انتشار تسهیل‌شده و در جهت شیب غلظت است. می‌بینید که در این مرحله کانال دریچه‌دار پتاسیمی هم‌چنان بسته است.

۳- دقت کنید در مرحلهٔ صعودی نمودار پتانسیل عمل، پتانسیل غشای درون سلول از ۷۰− می‌رسد به ۳۰+ میلی‌ولت. باز هم دقت کنید در این حالت درون سلول از ۷۰− اول می‌شود صفر و بعد می‌رسد به ۳۰+. یعنی تغییرات پتانسیل غشا در این حالت ۱۰۰ میلی‌ولت است (از ۷۰− تا ۳۰+).

۳ مرحلهٔ نزولی (پایین‌روی) نمودار پتانسیل عمل



۱- در این مرحله پتاسیم‌ها از طریق کانال‌های دریچه‌دار پتاسیمی از سلول خارج شده و درون سلول را نسبت به بیرون آن دوباره منفی‌تر می‌کنند.

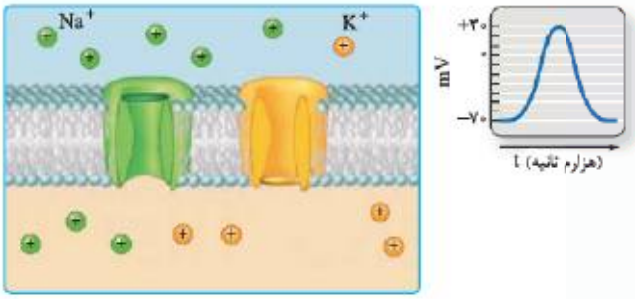
۲- با بازشدن دریچهٔ کانال‌های دریچه‌دار پتاسیمی، پتاسیم‌ها که درون سلول بیشتر از بیرون هستند، در جهت شیب غلظت، بدون مصرف انرژی، از طریق این کانال‌ها با انتشار تسهیل‌شده از سلول خارج می‌شوند.

۳- خروج پتاسیم از طریق کانال‌های دریچه‌دار از سلول، پتانسیل غشا را از ۳۰+ به ۷۰− میلی‌ولت می‌رساند. در این نقطه (پتانسیل ۷۰−) کانال‌های دریچه‌دار پتاسیمی بسته می‌شوند. دقت کنید طی خروج پتاسیم‌ها هم یک بار دیگر در یک لحظهٔ کوتاه اختلاف پتانسیل دو سمت غشا صفر شد، پتانسیل غشا از ۳۰+ رسید به صفر و بعد رسید به ۷۰−. تغییرات پتانسیل غشا در این مرحله هم ۱۰۰ میلی‌ولت است.

قلهٔ نمودار پتانسیل عمل، در پتانسیل ۳۰+ است. قبل از این نقطه کانال‌های دریچه‌دار سدیمی برای مدت‌زمان کوتاهی باز می‌شوند و سدیم‌ها وارد سلول می‌شوند. ورود سدیم‌ها باعث می‌شود پتانسیل غشا به ۳۰+ برسد. در نقطهٔ ۳۰+ کانال‌های دریچه‌دار سدیمی بسته می‌شوند و در نتیجه پتانسیل غشا از ۳۰+ مثبت‌تر نمی‌شود (دیگر سدیم بیشتری وارد نمی‌شود).

خب چرا در این نقطه پتانسیل غشا از ۳۰+ بیشتر نمی‌شود؟ چون کانال‌های دریچه‌دار سدیمی بسته شده‌اند. چرا پتانسیل غشا از ۳۰+ کم‌تر نمی‌شود! چون هنوز کانال‌های دریچه‌دار پتاسیمی باز نشده‌اند؛ پس دقیقن در یک لحظه هم کانال‌های دریچه‌دار سدیمی بسته شده‌اند و هم کانال‌های دریچه‌دار پتاسیمی باز نشده‌اند (هر دو کانال بسته‌اند) که این لحظه قلهٔ نمودار را تشکیل می‌دهد.

۴ مرحلهٔ فعالیت بیشتر پمپ سدیم ـ پتاسیم!



۱- اگر یادتان باشد، گفتیم که در پایان پتانسیل عمل، پمپ سدیم ـ پتاسیم، شیب غلظت یون‌های سدیم و پتاسیم دو سمت غشا را دوباره به حالت آرامش برمی‌گرداند (چون الان جاهاشون برعکس شده دیگه).

۲- در پایان پتانسیل عمل، پتانسیل درون غشا می‌رسد به ۷۰−. در این مرحله با فعالیت بیشتر پمپ سدیم ـ پتاسیم، جای سدیم‌هایی که آمدند داخل با پتاسیم‌هایی که رفتند بیرون عوض می‌شود. به وسیلهٔ این پمپ، سلول عصبی برای پتانسیل عمل بعدی آماده می‌شود.

دقت کنید در انتهای پتانسیل عمل ما یک **حالت آرامش** داریم، یک **پتانسیل حالت آرامش**

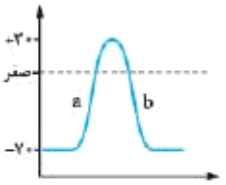
حالت آرامش حالتی است که هم پتانسیل آن، پتانسیل حالت آرامش و هم آرایش یون‌ها در آن مانند آرایش یون‌ها در حالت آرامش است. حالت دیگر این است که پتانسیل حالت آرامش وجود دارد اما خودِ حالت آرامش حاکم نیست؛ پس هر جا که پتانسیل حالت آرامش داشته باشیم، لزومن حالت آرامش وجود ندارد (یعنی در اختلاف پتانسیل ۷۰−). لزومن جای یون‌های سدیم و پتاسیم درست نیست و اتفاقن برعکس است! یعنی حالت رو نداریم اما پتانسیل رو داریم!). در واقع همهٔ ۷۰− ها، هم‌پتانسیل با حالت آرامش هستند (چون پتانسیل حالت آرامش ۷۰− است!) یعنی چه قبل از فعالیت پمپ و چه بعد از فعالیت بیشتر پمپ سدیم ـ پتاسیم و جابه‌جایی یون‌ها.

در واقع پتانسیل ۷۰− پتانسیل حالت آرامش است. اما این به معنی این‌که ما در حالت آرامش هستیم، نیست. پس اشتباه نکنید که در انتهای پتانسیل عمل وقتی به اختلاف پتانسیل ۷۰− می‌رسیم، یعنی به حالت آرامش می‌رسیم! ما به پتانسیل آرامش می‌رسیم، نه به حالت آرامش.

همیشه شیب غلظت پتاسیم به سمت بیرون و شیب غلظت سدیم به سمت داخل است. شاهدی بر این ادعا این است که در پایان پتانسیل عمل که غلظت سدیم درون سلول بسیار بیشتر از قبل شده و همین‌طور پتاسیم بیرون سلول خیلی بیشتر از قبل شده است، اما پمپ سدیم ـ پتاسیم **با صرف انرژی**، سدیم‌ها را بیرون و پتاسیم‌ها را داخل می‌کند. این یعنی سدیم‌ها هنوز تمایل دارند به سلول وارد شوند، پس یعنی شیب غلظتشان به سمت داخل سلول است و پتاسیم‌ها هنوز تمایل دارند از سلول خارج شوند، پس شیب غلظتشان به سمت بیرون سلول است.

این نکته فهمیدنش آسان نیست! با این‌که در پتانسیل عمل سدیم‌ها می‌آیند داخل و غلظت سدیم درون سلول بیشتر از قبل می‌شود، اما کماکان غلظت سدیم بیرون سلول بیشتر از غلظت سدیم درون سلول است. همین‌طور در مورد پتاسیم: با این‌که طی پتانسیل عمل، پتاسیم‌ها می‌روند بیرون و این اتفاق درون نورون را منفی‌تر از قبل می‌کند و غلظت پتاسیم بیرون افزایش می‌یابد، اما کماکان در این حالت هم غلظت پتاسیم درون سلول بیش از بیرون آن است.

حالا چرا این‌جوری؟! چرا با این‌که در مرحلهٔ صعودی نمودار پتانسیل عمل سدیم‌ها می‌آیند داخل، سدیم‌های درون بیشتر از سدیم‌های بیرون نمی‌شوند؟ چون سدیم‌ها آن‌قدر وارد می‌شوند که پتانسیل غشا را از ۷۰- برسانند به ۳۰+ و پتاسیم‌ها آن‌قدر خارج می‌شوند که پتانسیل غشا را از ۳۰+ برسانند به ۷۰-. سدیم‌ها آن‌قدر وارد نمی‌شوند که سدیم‌های درون بیشتر از بیرون شود و پتاسیم‌ها آن‌قدر خارج نمی‌شوند که پتاسیم‌های بیرون بیشتر از درون شود. این‌ها فقط با این هدف جابه‌جا می‌شوند که بتوانند پتانسیل غشا را بین ۷۰- و ۳۰+ و ۳۰+ و ۷۰- تغییر دهند. در اختلاف پتانسیل صفر (بین پتانسیل ۷۰ و ۳۰) مجموع بار الکتریکی یون‌های داخل با یون‌های خارج برابر است.



خیلی‌ها فکر می‌کنند که چون در حالت a، نمودار صعودی است، پس اختلاف پتانسیل غشا در حال افزایش است. این تصور کاملن غلط است. در واقع آن‌چه در مرحلهٔ a صعودی و در حال افزایش است، بار مثبت درون است؛ اما اختلاف پتانسیل دو طرف غشا از ۷۰ می‌رسد به صفر.

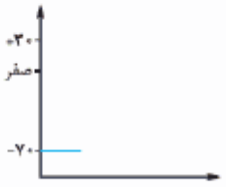
در این حالت اختلاف پتانسیل در حال کاهش است. نگویید از ۷۰- تا صفر در حال افزایش است! نه! اختلاف پتانسیل ۷۰ بیشتر از اختلاف پتانسیل صفر است (گفتیم که آن منفی خیلی هم منفی نیست و در واقع مبدأ مقایسه را نشان می‌دهد!)؛ پس در مرحلهٔ a ابتدا اختلاف پتانسیل دو طرف غشا کم می‌شود (۷۰ ← صفر) و بعد افزایش می‌یابد (صفر ← ۳۰). در مرحلهٔ b هم ابتدا اختلاف پتانسیل دو طرف غشا کاهش می‌یابد (۳۰ ← صفر) و بعد افزایش می‌یابد (صفر ← ۷۰).

خب حالا ببینیم در یک سلول عصبی بیشترین اختلاف پتانسیل دو طرف غشا در چه زمانی و کم‌ترین اختلاف پتانسیل در چه زمانی است.

خیلی‌ها فکر می‌کنند، در زمان پتانسیل عمل و در قلهٔ نمودار آن که اختلاف پتانسیل به ۳۰+ میلی‌ولت می‌رسد، ۳۰+ چون مثبت است، بیشترین اختلاف پتانسیل دو طرف غشاست. در حالی که این‌طوری نیست و ۷۰-، بیشترین اختلاف پتانسیل دو طرف غشا است که پس از خروج پتاسیم‌ها از نورون دیده می‌شود. پس بیشترین اختلاف پتانسیل دو طرف غشا ۷۰ میلی‌ولت است (گفتیم آن منفی مهم نیست! و داره درون رو نسبت به بیرون نشون میده!).

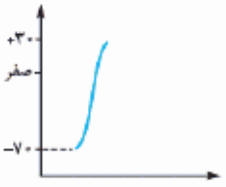
کم‌ترین اختلاف پتانسیل دو سمت غشا هم صفر است. طی پتانسیل عمل، ۲ بار اختلاف پتانسیل دو سمت غشا صفر می‌شود که هر ۲ بار هم حدودن اواسط پتانسیل عمل است؛ یک بار وقتی که کانال‌های دریچه‌دار سدیمی باز هستند و سدیم‌ها در حال ورود به سلول‌اند (مرحلهٔ صعودی نمودار، ۷۰- ← صفر) و یک بار هم وقتی کانال‌های دریچه‌دار پتاسیمی باز هستند و پتاسیم‌ها در حال خارج‌شدن از سلول‌اند (مرحلهٔ نزولی نمودار، ۳۰+ ← صفر).

جمع‌بندی کلی مرحله به مرحله از روی نمودار:



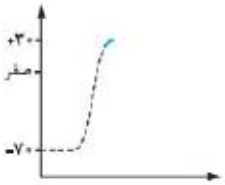
۱ پتانسیل آرامش:

- اختلاف پتانسیل دو سمت غشا: ۷۰-
- کانال‌های دریچه‌دار سدیمی: بسته
- کانال‌های دریچه‌دار پتاسیمی: بسته
- کانال‌های نشتی: باز!
- پمپ سدیم ـ پتاسیم: در حال فعالیت



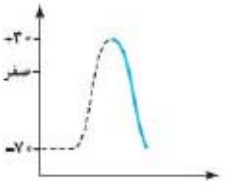
۲ مرحلهٔ صعودی نمودار پتانسیل عمل:

- تغییر پتانسیل دو سمت غشا: ۷۰- تا ۳۰+
- کانال‌های دریچه‌دار سدیمی: باز
- کانال‌های دریچه‌دار پتاسیمی: بسته
- کانال‌های نشتی: باز
- پمپ سدیم ـ پتاسیم: در حال فعالیت



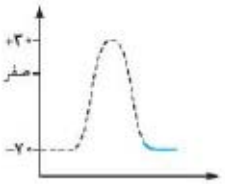
۳ قلهٔ نمودار پتانسیل عمل:

- اختلاف پتانسیل دو سمت غشا: ۳۰+
- در یک لحظهٔ کوتاه کانال‌های دریچه‌دار سدیمی بسته شده‌اند و کانال‌های دریچه‌دار پتاسیمی هنوز باز نشده‌اند.
- کانال‌های نشتی: باز
- پمپ سدیم ـ پتاسیم: در حال فعالیت



۴ مرحلهٔ نزولی نمودار پتانسیل عمل:

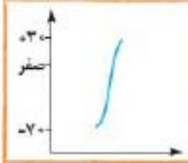
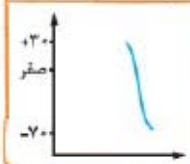
- تغییر پتانسیل دو سمت غشا: ۳۰+ تا ۷۰−
- کانال‌های دریچه‌دار سدیمی: بسته
- کانال‌های دریچه‌دار پتاسیمی: باز
- کانال‌های نشتی: *ول‌کن نیستن!*
- پمپ سدیم ـ پتاسیم: *بدتر از کانال‌های نشتی!!*



۵ فعالیت بیشتر پمپ سدیم ـ پتاسیم در پایان پتانسیل عمل:

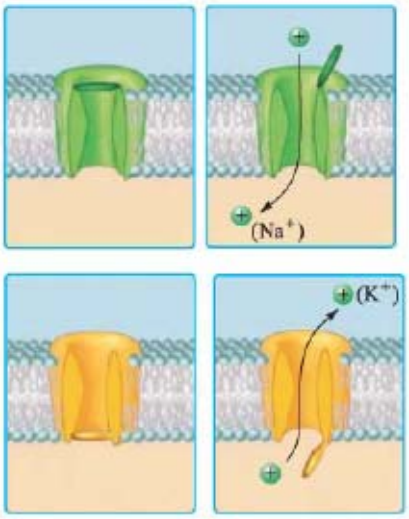
- اختلاف پتانسیل دو سمت غشا: ۷۰−
- کانال‌های دریچه‌دار سدیمی: بسته
- کانال‌های دریچه‌دار پتاسیمی: بسته
- کانال‌های نشتی: باز
- پمپ سدیم ـ پتاسیم: در حال فعالیت. با فعالیت بیشتر پمپ در این مرحله سدیم‌هایی که آمدند تو، می‌روند بیرون و پتاسیم‌هایی که رفتند بیرون، می‌آیند تو تا شیب غلظت این یون‌ها در دو طرف غشا به حالت آرامش برگردد.

۶ ۴تا از پروتئین‌های غشا در یک جدول!

نوع پروتئین	نیاز به مصرف انرژی	روش انتقال مواد	چه کار می‌کنند؟	در پتانسیل آرامش	در پتانسیل عمل	تصویر پتانسیل عمل
کانال‌های نشتی سدیمی	هر دو بدون مصرف ATP	هر دو انتشار تسهیل‌شده (در جهت شیب غلظت)	سدیم وارد	هر دو باز هستند	هر دو باز هستند	—
کانال‌های نشتی پتاسیمی			پتاسیم خارج			
پمپ سدیم ـ پتاسیم	با مصرف ATP	انتقال فعال (خلاف شیب غلظت)	سدیم خارج ـ پتاسیم وارد	فعال هستند	فعال هستند در پتانسیل	—
کانال‌های دریچه‌دار سدیمی	بدون مصرف ATP	انتشار تسهیل‌شده (در جهت شیب غلظت)	سدیم، وارد	بسته‌اند	باز هستند (در پتانسیل ۷۰− تا ۳۰+)	
کانال‌های دریچه‌دار پتاسیمی	بدون مصرف ATP	انتشار تسهیل‌شده (در جهت شیب غلظت)	پتاسیم، خارج	بسته‌اند	باز هستند (در پتانسیل ۳۰+ تا ۷۰−)	

چه اختلاف پتانسیلی برای تحریک کانال‌های دریچه‌دار لازم است؟

- کانال‌های دریچه‌دار سدیمی در پتانسیل ۷۰− باز می‌شوند و در پتانسیل ۳۰+ بسته می‌شوند؛ یعنی در پتانسیل ۷۰− تا ۳۰+ باز هستند. پس میزان تغییر پتانسیل غشا در زمان بازبودن این کانال‌ها ۱۰۰ میلی‌ولت است.
- کانال‌های دریچه‌دار پتاسیمی در پتانسیل ۳۰+ باز می‌شوند و در پتانسیل ۷۰− بسته می‌شوند؛ پس در محدودهٔ پتانسیل ۳۰+ تا ۷۰− باز هستند و تغییرات پتانسیل غشا در زمان بازبودن این کانال‌ها ۱۰۰ میلی‌ولت است.



جمع‌بندی کانالی: وضعیت کانال‌های دریچه‌دار سدیمی و پتاسیمی در پتانسیل آرامش و عمل

۱ کانال‌های دریچه‌دار سدیمی:

۱- فقط در مرحلهٔ صعودی نمودار پتانسیل عمل باز هستند (در پتانسیل ۷۰- تا ۳۰+). در بقیهٔ مراحل پتانسیل عمل و در پتانسیل آرامش بسته‌اند.

۲- در پتانسیل آرامش دریچهٔ آن‌ها بسته است.

۳- در پتانسیل عمل هنگام تحریک‌شدن، دریچهٔ آن‌ها در سمت خارج غشا باز می‌شود.

۲ کانال‌های دریچه‌دار پتاسیمی:

۱- فقط در مرحلهٔ نزولی نمودار پتانسیل عمل باز هستند (از پتانسیل ۳۰+ تا ۷۰-). در بقیهٔ مراحل پتانسیل عمل و در پتانسیل آرامش بسته‌اند.

۲- این کانال‌ها یک دریچه در سمت پایین دارند که در زمان پتانسیل آرامش بسته است.

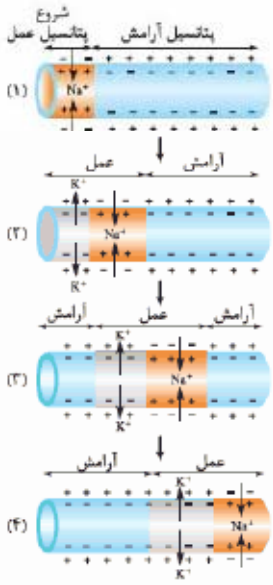
۳- در زمان پتانسیل عمل با بازشدن دریچهٔ کانال در سمت داخل غشا، باز می‌شوند.

پیام عصبی و هدایت آن و نقش گره رانویه در هدایت

۸ پیام عصبی همان پتانسیل عمل است. در واقع محرک با تبدیل پتانسیل آرامش نورون به پتانسیل عمل، پیام عصبی در آن ایجاد می‌کند. وقتی پتانسیل عمل در یک نقطه از سلول عصبی ایجاد می‌شود، نقطه به نقطه پیش می‌رود تا به انتهای رشتهٔ عصبی برسد. به این جریان، پیام عصبی می‌گویند.

۹ پیام عصبی (پتانسیل عمل) در طول نورون حرکت می‌کند به حرکت پتانسیل یا پیام عصبی در طول نورون، هدایت پیام عصبی می‌گویند. دقت کنید در یک لحظه همهٔ نورون دارای پتانسیل عمل و پیام عصبی نمی‌شود. پتانسیل عمل در یک نقطه از سلول عصبی ایجاد شده و نقطه به نقطه تا انتهای آکسون جلو می‌رود. وقتی پتانسیل عمل از نقطهٔ A به نقطهٔ B رفت، نقطهٔ A مجددن به پتانسیل آرامش برمی‌گردد.

۱۰ در این شکل‌ها هدایت پیام عصبی را از سمت چپ به سمت راست در طول نورون می‌بینید:



۱ در شکل (۱) می‌بینید در سمت چپ نورون با ورود یون‌های سدیم، پتانسیل عمل شروع شده است. سدیم‌ها وارد شده‌اند و درون را نسبت به بیرون مثبت کرده‌اند.

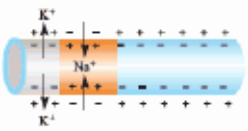
۲ در شکل (۲) در ادامهٔ پتانسیل عمل قبلی؛ در نقطهٔ قبلی در مرحلهٔ (۱) (که سدیم‌ها در حال ورود به سلول بودند)، پتاسیم‌ها در حال خروج از سلول هستند و درون را نسبت به بیرون منفی کرده‌اند. در نقطهٔ بعدی (نقطهٔ دیگری) پتانسیل عمل بعدی شروع شده و سدیم‌ها وارد سلول شده‌اند و درون را نسبت به بیرون مثبت کرده‌اند.

دقت کنید فلشی که با آن محدودهٔ پتانسیل عمل را در مرحلهٔ (۲) مشخص کرده‌ایم مربوط به یک نمودار پتانسیل عمل و یک نقطه نیست. خروج پتاسیم‌ها مربوط به پتانسیل عمل قبلی است (همان نقطه‌ای که در مرحلهٔ (۱) سدیم‌ها به آن وارد شده بودند) و ورود سدیم‌ها مربوط به پتانسیل عمل نقطهٔ جدید است که خروج پتاسیم آن را در مرحلهٔ (۳) می‌بینید.

۳ در مرحلهٔ (۳) می‌بینید که نقطهٔ اول کاملن به حالت آرامش برگشته است. نقطهٔ دوم در حال خارج‌کردن پتاسیم است و در نقطهٔ جدید دیگری کانال‌های دریچه‌دار سدیمی باز شده‌اند و یون‌های Na^+ در حال ورود به سلول هستند و درون را نسبت به بیرون مثبت کرده‌اند. فلش پتانسیل عمل در این مرحله هم مربوط به پتانسیل عمل دو نقطه است.

۴ پتانسیل آرامش در دو نقطهٔ اول، خروج پتاسیم در نقطهٔ سوم و شروع پتانسیل عمل (ورود سدیم) در نقطهٔ جدید ... .

همان‌طور که می‌بینید پتانسیل عمل همین‌طور! نقطه به نقطه از سمت چپ به سمت راست در حال حرکت است.

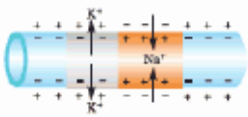


با توجه به این شکل‌ها می‌بینید که کانال‌های دریچه‌دار سدیمی و پتاسیمی می‌توانند هم‌زمان با هم باز باشند. منتها در **دو نقطهٔ مختلف** از نورون.

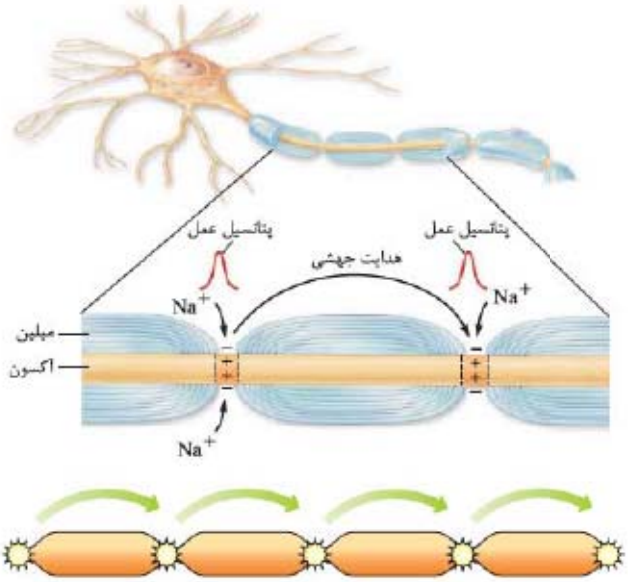
در این شکل می‌بینید هر دو کانال هم‌زمان باز هستند، اما مربوط به دو نقطهٔ مختلف و دو پتانسیل عمل جدا هستند.

در نقطهٔ اول کانال‌های دریچه‌دار سدیمی تبدیل به پتاسیمی شده!!! و در عین حال کانال‌های دریچه‌دار سدیمی نقطهٔ بعدی هم باز شده‌اند.

با توجه به این شکل به چیز دیگر هم متوجه می‌شویم و آن این‌که با تمام‌شدن پتانسیل عمل در **یک نقطه** از نورون، **همهٔ** کانال‌های دریچه‌دار پتاسیمی بسته نمی‌شوند. ممکن است در نقطهٔ دیگری باز باشند.



این شکل را نگاه کنید. در سمت چپ شکل در نقطهٔ اول پتانسیل عمل تمام شده (در حالت آرامش است) و کانال‌های دریچه‌دار پتاسیمی در این نقطه بسته شده‌اند. اما همان‌طور که می‌بینید در نقطهٔ بعدی کانال‌های دریچه‌دار پتاسیمی باز هستند. دیدید گفتم!



هدایت پیام عصبی در رشته‌های میلین‌دار؛ گره به گره

۱۱ در درس‌نامهٔ اول گفتیم نورون‌های میلین‌دار، گره رانویه دارند. در این نورون‌ها هر جا که گره رانویه وجود دارد، میلین وجود ندارد و در این محل‌ها غشای نورون با مایع بین‌سلولی (یا محیط اطراف) در ارتباط است. تماس مایع بین‌سلولی با غشای نورون فقط در گره‌های رانویه، باعث می‌شود هدایت پیام عصبی در رشته‌های میلین‌دار به صورت جهشی باشد. به نظر می‌رسد پیام عصبی از یک گره رانویه به گره رانویهٔ دیگر می‌جهد. به همین علت به این هدایت، **هدایت جهشی** می‌گویند.

۱۲ میلین‌ها باعث عایق‌شدن قسمت‌های دارای میلین می‌شوند و در آن قسمت‌ها پیام عصبی ایجاد نمی‌شود. در گره‌های رانویه که مایع خارجی سلول با غشای نورون در تماس است، پیام عصبی ایجاد می‌شود و پیام از یک گره به گره بعدی هدایت می‌شود. جهش پیام عصبی در نورون‌های میلین‌دار و این‌که در قسمت‌های میلین‌دار پیام عصبی ایجاد نمی‌شود، باعث افزایش سرعت هدایت پیام عصبی در این نورون‌ها می‌شود، پس سرعت هدایت پیام عصبی در نورون‌های میلین‌دار بسیار بیشتر از نورون‌های فاقد میلین است البته در صورتی که هم‌قطر باشند!

در قسمت‌های میلین‌دار یک نورون فقط در گره‌های رانویه پتانسیل عمل ایجاد می‌شود و به گره رانویه بعدی جهش می‌کند. پتانسیل عمل و پیام عصبی از قسمت‌های دارای میلین عبور نمی‌کند. به همین دلیل می‌گویند میلین، نورون‌ها را عایق می‌کند.

۱۳ در ماهیچه‌های اسکلتی سرعت هدایت پیام عصبی اهمیت زیادی دارد. به همین علت نورون‌های حرکتی که پیام حرکتی را به آن‌ها ارسال می‌کنند، میلین‌دار هستند. **کاهش یا افزایش** مقدار میلین این نورون‌های حرکتی (حتمن می‌دانید در آکسونشان میلین دارند) باعث ایجاد بیماری می‌شود. مثلن در بیماری مالتیپل اسکلروزیس (MS) سلول‌های پشتیبانی که در دستگاه عصبی مرکزی میلین می‌سازند، از بین می‌روند؛ در نتیجه ارسال پیام‌های حرکتی به ماهیچه‌های اسکلتی به درستی انجام نمی‌شود و علائمی مثل اختلال در بینایی و حرکت و بی‌حسی و لرزش در فرد بیمار به وجود می‌آید.

در فصل ۵ همین کتاب می‌خوانید که در بیماری خودایمنی MS (مالتیپل اسکلروزیس)، دستگاه ایمنی به غلاف میلین در دستگاه عصبی مرکزی (نه محیطی) حمله می‌کند و آن را از بین می‌برد. با این کار سرعت هدایت پیام عصبی در قسمت‌هایی از دستگاه عصبی مرکزی که مورد حمله قرار گرفته، کم می‌شود. در این بیماری، در ارتباط دستگاه عصبی مرکزی با بقیهٔ بدن اختلال به وجود می‌آید. دقت کنید کتاب درسی در این فصل نوشته در بیماری MS سلول‌های پشتیبان از بین می‌روند و در فصل ۵ نوشته غلاف میلین از بین می‌رود. باز هم دقت کنید این دو با هم تضاد ندارند چرا که گفتیم غلاف میلین همان غشای سلول‌های پشتیبان هستند.

۱- بیماری MS باعث افزایش تماس غشای نورون‌ها در دستگاه عصبی مرکزی با مایع بین‌سلولی می‌شود.

۲- مغز و نخاع (دستگاه عصبی مرکزی) از دو قسمت مادهٔ خاکستری و سفید تشکیل شده‌اند. مادهٔ سفید شامل رشته‌هایی است که میلین دارند و به خاطر وجود میلین سفیدرنگ است و مادهٔ خاکستری شامل جسم سلولی‌هاست که میلین ندارند و همین‌طور شامل رشته‌های بدون میلین.

هم میلین در سرعت هدایت نقش تعیین‌کننده دارد و هم قطر نورون. هر چه‌قدر قطر یک نورون بیشتر باشد، سرعت هدایت آن بیشتر است. کتاب با آوردن عبارت «هم‌قطر» به صورت غیرمستقیم گفته است که قطر علاوه بر میلین عامل مهمی در سرعت هدایت پیام عصبی است.

۱- نورونی که گره رانویه دارد، یعنی میلین هم دارد و برعکس.

۲- نورون‌هایی که مربوط به حرکات سریع بدن هستند (مثل انعکاس‌ها) میلین دارند. چون سرعت هدایت پیام عصبی در آن نورون‌ها باید زیاد باشد تا آن حرکات به اندازهٔ کافی سریع باشند.

۳- انعکاس‌ها را جلوتر می‌خوانید! حرکات غیرارادی که در طول تکامل شکل گرفته‌اند! مثلن وقتی دستتان را به جسم خیلی‌خیلی داغی می‌زنید به صورت غیرارادی آن را عقب می‌کشید، این حرکت نوعی انعکاس است که سرعت بالایی دارد و نورون‌های انجام‌دهنده‌اش میلین دارند.

۱۴ گفتیم در نورون‌ها و رشته‌های میلین‌دار، پتانسیل عمل از یک گره به گره رانویهٔ دیگر جهش می‌کند و در فاصلهٔ بین دو گره رانویه **تشکیل نمی‌شود**. فعالیت ۴ صفحهٔ ۷ کتاب درسی هم این موضوع را تأیید می‌کند که کانال‌های دریچه‌دار سدیمی و پتاسیمی که باعث ایجاد پتانسیل عمل می‌شوند، در رشته‌های عصبی میلین‌دار فقط در گره‌های رانویه وجود دارند. در واقع رشته‌های عصبی در فواصل بین دو گره رانویه (که زیر غلاف میلین قرار دارند) فاقد کانال‌های دریچه‌دار هستند، چون پتانسیل عمل در طول این رشته‌ها به طور پیوسته تشکیل نمی‌شود بلکه از یک گره رانویه جهش می‌کند به گره رانویهٔ بعدی؛ پس فقط گره‌های رانویه لازم است که پتانسیل عمل تشکیل بدهند و فقط آن‌ها لازم دارند که کانال‌های دریچه‌دار سدیمی و پتاسیمی داشته باشند. راستی! در نورون‌های فاقد میلین و همین‌طور در رشته‌های بدون میلینِ نورون‌ها که هدایت، جهشی نیست در تمام طول نورون و تمام طول رشته، کانال‌های دریچه‌دار سدیمی و پتاسیمی حضور دارند.

پتانسیل عمل و نقش گره‌های رانویه

۲۹- کدام‌یک از عبارت‌های زیر جملهٔ مقابل را به نادرستی تکمیل می‌کند؟ «طی پتانسیل عمل در یک نقطه از نورون، ..... .»

۱) اول کانال‌های دریچه‌دار سدیمی باز می‌شوند
۲) در انتها پتانسیل غشا حدوداً به اندازهٔ پتانسیل آرامش است
۳) در مرحلهٔ آخر کانال‌های دریچه‌دار پتاسیمی، پتاسیم‌ها را از سلول خارج می‌کنند
۴) درون نورون نسبت به بیرون آن ابتدا مثبت و سپس منفی می‌شود

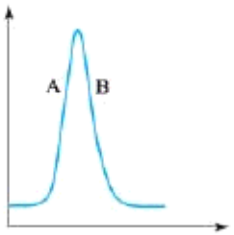
۳۰- ..... به ایجاد پتانسیل آرامش نورون کمک نمی‌کند.

۱) مصرف انرژی
۲) نفوذپذیری متفاوت غشای سلول‌ها به یون‌ها
۳) باز و بسته شدن کانال‌های دریچه‌دار
۴) خروج بیشتر یون‌های مثبت از سلول نسبت به ورود آن‌ها

۳۱- کدام‌یک نادرست است؟

۱) طی پتانسیل عمل اختلاف پتانسیل دو سمت غشا به صورت ناگهانی تغییر می‌کند.
۲) طی پتانسیل عمل در زمان کوتاهی پتانسیل داخل نورون نسبت به خارج مثبت‌تر می‌شود.
۳) به حرکت پتانسیل عمل در طول یک نورون، هدایت پیام عصبی می‌گویند.
۴) در انتهای پتانسیل عمل داخل غشا نسبت به بیرون آن مثبت‌تر است.

۳۲- شکل مقابل تغییرات اختلاف پتانسیل غشای یک نورون را در پتانسیل عمل نشان می‌دهد. فعالیت A به وسیلهٔ ..... و فعالیت B ..... صورت می‌گیرد.



۱) پروتئین ناقل ـ با مصرف انرژی
۲) پروتئین کانالی ـ با مصرف انرژی
۳) پروتئین ناقل ـ بدون مصرف انرژی
۴) پروتئین کانالی ـ بدون مصرف انرژی

۳۳- پمپ سدیم ـ پتاسیم برخلاف کانال‌های نشتی .....

۱) توانایی انتقال یون‌ها در خلاف جهت شیب غلظت را دارد
۲) موجب کاهش میزان یون‌های پتاسیم سیتوپلاسم نورون می‌شود
۳) تنها می‌تواند هم‌زمان با پتانسیل آرامش نورون فعالیت نماید
۴) موجب منفی‌تر شدن داخل نورون نسبت به مایع میان‌بافتی می‌شود

۳۴- با فرض این‌که در انسان تراکم یون پتاسیم داخل نورون شدیداً کاهش یافته و سدیم درون نورون انباشته گردد، ..... در برقراری پتانسیل آرامش اثر سوء دارد. *(سراسری ۸۷)*

۱) فعالیت پمپ سدیم ـ پتاسیم
۲) بازشدن کانال‌های دریچه‌دار پتاسیمی
۳) بسته‌شدن کانال‌های دریچه‌دار سدیمی
۴) فعالیت پروتئین هیدرولیزکنندهٔ ATP در غشا

۳۵- در انتهای پتانسیل عمل غلظت یون‌های سدیم در ..... سلول بیشتر از پتانسیل آرامش است ضمن این‌که یون‌های پتاسیم باید ..... تا غلظت یون‌ها به حالت اولیه برگردد.

۱) داخل ـ از سلول خارج شوند
۲) خارج ـ وارد سلول شوند
۳) داخل ـ وارد سلول شوند
۴) خارج ـ از سلول خارج شوند

۳۶- در یک نقطه از سلول عصبی، با رسیدن پتانسیل غشا به حدود ۲۰+، ..... از طریق کانال دریچه‌دار ..... می‌شود.

۱) ورود پتاسیم به سلول ـ بیشتر
۲) خروج پتاسیم از سلول ـ کم‌تر
۳) ورود سدیم به سلول ـ متوقف
۴) ورود سدیم به سلول ـ کم‌تر

۳۷- چند مورد از موارد زیر به نادرستی بیان شده است؟

الف ـ برای رسیدن پتانسیل غشای نورون از ۳۰+ به صفر، کانال‌های دریچه‌دار پتاسیمی باز می‌شوند.

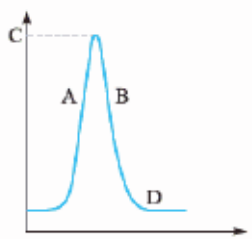
ب ـ در آخرین مرحلهٔ پتانسیل عمل، کانال‌های دریچه‌دار پتاسیمی بسته‌اند.

ج ـ بعد از پایان پتانسیل عمل، فعالیت پمپ سدیم ـ پتاسیم بیشتر می‌شود.

د ـ در یک نورون در حالت آرامش، درون نورون نسبت به بیرون ۷۰ میلی‌ولت منفی‌تر است.

۱) ۱
۲) ۲
۳) ۳
۴) ۴

۳۸- نمودار روبه‌رو، نمودار پتانسیل عمل در یک نقطه از نورون است. در قسمت A چه اتفاقی می‌افتد و پتانسیل غشا در نقطهٔ C چه‌قدر است؟



۱) یون‌های سدیم وارد نورون می‌شوند، ۳۰+
۲) یون‌های پتاسیم وارد نورون می‌شوند، ۳۰+
۳) یون‌های سدیم از نورون خارج می‌شوند، ۷۰−
۴) یون‌های پتاسیم از نورون خارج می‌شوند، ۷۰−

۳۹- با توجه به نمودار سؤال قبل، آخرین مرحلهٔ پتانسیل عمل ..... است و فعالیت پمپ سدیم ـ پتاسیم در ..... از بقیهٔ مراحل بیشتر است.

۱) D ـ B ۲) D ـ D ۳) B ـ D ۴) B ـ B

۴۰- رشته‌های آوران پیام‌های عصبی به جسم سلولی نورون، قطعاً ..... .

۱) از رشته‌های وابران پیام عصبی بلندتر هستند

۲) در تمام قسمت‌های خود در نورون حسی با غشای سلول پشتیبان در تماس هستند

۳) توسط لایه‌هایی از جنس غشای سلولی عایق شده‌اند

۴) در صورت میلین‌دار بودن، پیام عصبی را سریع‌تر هدایت می‌کنند

۴۱- کدام عبارت به درستی بیان شده است؟

۱) تنها عامل مؤثر در سرعت هدایت پیام عصبی، وجود یا عدم وجود میلین است.

۲) پیچیده‌شدن سلول پشتیبان به دور نورون، موجب جهشی‌شدن انتقال پیام عصبی می‌شود.

۳) در طول یک رشتهٔ عصبی میلین‌دار، تنها در گره‌های رانویه پتانسیل عمل ایجاد می‌شود.

۴) در هر نورون میلین‌دار بخشی وجود دارد که مانع از انتشار یون‌ها به منظور تولید پیام عصبی می‌گردد.

۴۲- کدام عبارت در مورد پتانسیل عمل ایجادشده در غشای یک نورون حسی، صحیح است؟ *(سراسری ۹۲ ـ با کمی تغییر)*

۱) در ابتدای پتانسیل عمل، کانال‌های دریچه‌دار پتاسیمی باز می‌شوند.

۲) در پایان پتانسیل عمل، تراکم پتاسیم داخل سلول شدیداً کاهش خواهد یافت.

۳) با نزدیک‌شدن پتانسیل عمل از صفر به ۳۰+، کانال‌های دریچه‌دار پتاسیمی بسته می‌شوند.

۴) در پی بسته‌شدن کانال‌های دریچه‌دار سدیمی، پتانسیل درون سلول نسبت به خارج منفی می‌شود.

۴۳- چند مورد از موارد زیر جملهٔ مقابل را به درستی تکمیل می‌کند؟ «طی فرایندهای پتانسیل عمل ..... .»

الف ـ پتانسیل غشا ۲ بار صفر می‌شود

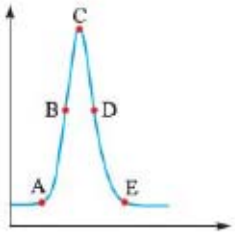
ب ـ حرکت یون‌ها از خلال غشای فسفولیپیدی ممکن نیست

ج ـ پتانسیل غشا در انتهای آن برابر با میزان پتانسیل غشا در زمان آرامش است

د ـ غلظت سدیم و پتاسیم داخل و خارج در پایان، شبیه ابتدای آن است

۱) ۱ ۲) ۲ ۳) ۳ ۴) ۴

با توجه به نمودار روبه‌رو به سؤالات ۴۴ تا ۴۶ پاسخ دهید.



۴۴- بیشترین غلظت سدیم مایع میان‌بافتی در نقطهٔ ..... وجود دارد و بیشترین اختلاف پتانسیل دو سمت غشا در نقطهٔ ..... است.

۱) E ـ A ۲) A ـ C ۳) C ـ A ۴) C ـ E

۴۵- بیشترین غلظت پتاسیم درون سلول در نقطهٔ ..... و بیشترین غلظت پتاسیم بیرون سلول در نقطهٔ ..... است.

۱) E ـ C ۲) C ـ E ۳) C ـ A ۴) A ـ C

۴۶- در نقاط ..... غلظت ..... درون سلول کم‌ترین اختلاف را با هم دارد.

۱) B و C ـ سدیم ۲) A و E ـ پتاسیم ۳) D و E ـ سدیم ۴) C و D ـ پتاسیم

۴۷- چند مورد از موارد زیر جملهٔ مقابل را به درستی تکمیل می‌کند؟ «هم‌زمان با پتانسیل عمل ..... .»

الف ـ ورود سدیم از کانال‌های فاقد دریچه دیده می‌شود

ب ـ اختلاف پتانسیل دو سمت غشا می‌تواند از حالت آرامش کم‌تر شود

ج ـ کانال‌های دریچه‌دار پتاسیمی همواره اختلاف پتانسیل دو سوی غشا را کاهش می‌دهند

د ـ ممکن نیست به منظور عبور و مرور یون‌ها در دو طرف غشا، انرژی زیستی مصرف شود

۱) ۱ ۲) ۲ ۳) ۳ ۴) ۴

۴۸- در نقطه‌ای از یک نورون حرکتی زمانی که مصرف ATP افزایش می‌یابد، ..... .

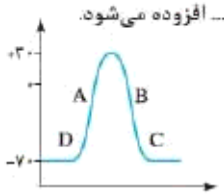
۱) یون سدیم از طریق کانال دریچه‌دار وارد می‌شود

۲) ورود یون‌های پتاسیم متوقف می‌شود

۳) جریان عصبی در حالت هدایت نیست

۴) تغییر ناگهانی در اختلاف پتانسیل الکتریکی دو سمت غشا رخ می‌دهد

۴۹- با توجه به شکل زیر در مرحلهٔ ..... منحنی پتانسیل عمل در یک نقطه از نورون، هم‌زمان با ..... بر مقدار ..... افزوده می‌شود.



۱) A ـ ورود یون‌های سدیم ـ خروج یون‌های پتاسیم
۲) B ـ خروج فعال یون پتاسیم ـ ورود یون‌های سدیم
۳) D ـ فعالیت پمپ سدیم ـ پتاسیم ـ فعالیت کانال‌های دریچه‌دار
۴) C ـ بسته‌شدن کانال‌های دریچه‌دار پتاسیمی ـ فعالیت پمپ سدیم ـ پتاسیم

۵۰- زمانی که اختلاف پتانسیل دو سوی غشا **۷۰−** است، ..... زمانی که اختلاف پتانسیل دو سوی غشا **۳۰+** است، قطعاً ..... .

۱) همانند ـ برخی از کانال‌های دریچه‌دار فعال می‌شوند
۲) برخلاف ـ پمپ سدیم ـ پتاسیم در حال فعالیت است
۳) همانند ـ نفوذپذیری غشا به یون پتاسیم زیاد می‌باشد
۴) برخلاف ـ تغییر پتانسیل غشا، پتانسیل درون یاخته را منفی‌تر می‌کند

۵۱- چند مورد از موارد زیر برای تکمیل عبارت مقابل مناسب نیست؟ «به طور معمول یک نورون حسی ..... است.»

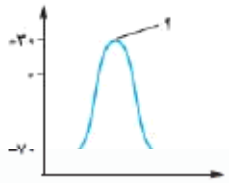
الف ـ در تمام طول رشته‌های خود، قادر به ایجاد پتانسیل عمل
ب ـ در دو انتهای خود، دارای غلافی از جنس غشا
ج ـ در حال استراحت، فاقد هر نوع فعالیت همراه با صرف انرژی
د ـ در حال فعالیت، فاقد هر نوع فعالیت بدون مصرف انرژی

۱) ۱ ۲) ۲ ۳) ۳ ۴) ۴

۵۲- هرگاه اختلاف پتانسیل درون نورون نسبت به بیرون آن به صفر نزدیک شود، ..... .

۱) یون‌های سدیم در حال انباشته‌شدن درون سیتوپلاسم نورون هستند
۲) گروهی از یون‌های مثبت در حال حرکت در خلاف جهت شیب غلظت هستند
۳) مصرف مولکول‌های ATP موجب تقویت اثرات انتشار در سلول می‌شود
۴) تنها یک نوع کانال می‌تواند یون‌های پتاسیم را در جهت شیب غلظت از خود عبور دهد

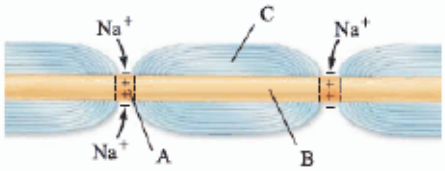
۵۳- چند مورد از موارد زیر عبارت مقابل را به نادرستی تکمیل می‌کند؟ «در منحنی تغییر پتانسیل الکتریکی در نقطه‌ای که با علامت سؤال مشخص شده است، نمی‌توان گفت ..... .»



الف ـ اختلاف پتانسیل دو سمت غشای یاختهٔ عصبی، در بیشترین حد خود قرار دارد
ب ـ ورود پتاسیم‌ها به درون سلول ممکن است
ج ـ هیچ‌یک از کانال‌های غشای یاختهٔ عصبی، یون‌ها را از خود عبور نمی‌دهند
د ـ تمام یون‌های مثبت، درون میان‌یاخته غلظتی بیشتر از بیرون یاخته دارند

۱) ۴ ۲) ۳ ۳) ۲ ۴) ۱

۵۴- با توجه به شکل مقابل نمی‌توان گفت (در) بخش ..... .



۱) A برخلاف B، فعالیت کانال‌های دریچه‌دار موجب ایجاد پتانسیل آرامش می‌شود
۲) B برخلاف C، می‌توان مولکول‌های دنای نوعی سلول بافت عصبی را مشاهده نمود
۳) B برخلاف A، نفوذپذیری غشا به یون پتاسیم موجب منفی‌تر شدن داخل نورون نمی‌شود
۴) A برخلاف C، توانایی هدایت‌کردن نوعی جریان عصبی را در طول خود دارد

۵۵- چند مورد از موارد زیر جملهٔ مقابل را به درستی تکمیل می‌کند؟ «در بخش ..... نمودار پتانسیل عمل یک یاختهٔ عصبی حسی، ..... .»

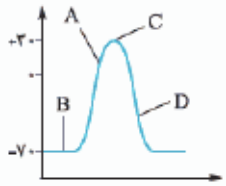
الف ـ صعودی ـ نهایتاً غلظت یون‌های سدیم درون سلول از بیرون آن بیشتر می‌شود
ب ـ نزولی ـ در یک نقطه اختلاف پتانسیل داخل و خارج نورون با هم برابر می‌شود
ج ـ صعودی ـ اختلاف پتانسیل داخل غشا نسبت به بیرون آن ابتدا کاهش و سپس افزایش می‌یابد
د ـ نزولی ـ یون‌های پتاسیم تنها می‌توانند از سیتوپلاسم وارد مایع بین‌یاخته‌ای شوند

۱) ۱ ۲) ۲ ۳) ۳ ۴) ۴

۵۶- به دنبال تحریک نقطه‌ای از نورون حسی در بدن انسان، پس از ..... .

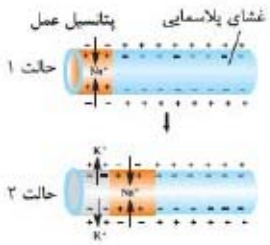
۱) بازشدن کانال‌های دریچه‌دار سدیمی، اختلاف پتانسیل دو سمت غشا افزایش می‌یابد
۲) افزایش فعالیت پمپ سدیم ـ پتاسیم، پتانسیل آرامش در دو سوی غشای نورون برقرار می‌شود
۳) بسته‌شدن کانال‌های دریچه‌دار پتاسیمی، شیب غلظت سدیم در دو سوی غشا به حالت آرامش برمی‌گردد
۴) رسیدن اختلاف پتانسیل داخل غشا به ۳۰+ میلی‌ولت، کانال‌های دریچه‌دار سدیمی باز می‌شوند

۵۷- با توجه به نمودار مقابل که در نقطه‌ای از نورون به وجود آمده است، می‌توان گفت در نقطهٔ ..... .



۱) A پتانسیل خارج نورون نسبت به داخل آن مثبت‌تر می‌شود
۲) B کانال‌های دریچه‌دار برخلاف کانال‌های نشتی فعالیتی ندارند
۳) C دریچه‌های پتاسیمی بسته و دریچه‌های سدیمی باز می‌شوند
۴) D پمپ سدیم ـ پتاسیم موجب برقراری پتانسیل آرامش در نورون می‌شود

۵۸- چند مورد از موارد زیر جملهٔ مقابل را به نادرستی تکمیل می‌کند؟ «با توجه به شکل مقابل در یک نورون ..... ،»



الف ـ در حالت ۲، پمپ سدیم ـ پتاسیم شروع به فعالیت خواهد کرد

ب ـ پیام عصبی در طول یاختهٔ عصبی از سمت چپ به راست هدایت می‌شود

ج ـ در حالت ۱، سدیم‌ها از طریق دو نوع کانال وارد سلول می‌شوند

د ـ در قسمت‌های مثبت درون غشا در حالت ۲، غلظت سدیم خارج نسبت به درون کم‌تر است

۱) ۱ ۲) ۲
۳) ۳ ۴) ۴

۵۹- چند مورد از موارد زیر به درستی بیان شده است؟

الف ـ پتانسیل عمل به وسیلهٔ انتشار تسهیل‌شده و بدون مصرف انرژی انجام می‌شود.

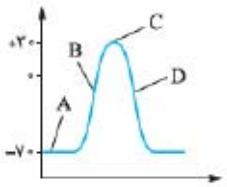
ب ـ ایجاد پتانسیل آرامش مستلزم فعالیت میتوکندری‌های سلول است.

ج ـ ورود سدیم به درون سلول در پتانسیل عمل، پتانسیل غشا را ۱۰۰ میلی‌ولت تغییر می‌دهد.

د ـ کانال‌های دریچه‌دار پتاسیمی بار مثبت درون سلول را همواره کاهش می‌دهند.

۱) ۱ ۲) ۲ ۳) ۳ ۴) ۴

۶۰- با توجه به نمودار مقابل که فعالیت الکتریکی در یک نقطه از یک سلول عصبی را نشان می‌دهد، می‌توان گفت در نقطهٔ ..... .



۱) D، حجم پتاسیم مایع بین‌سلولی برخلاف سدیم سیتوپلاسم تغییر می‌کند

۲) C، ورود یون‌های سدیم به درون سیتوپلاسم نورون متوقف می‌شود

۳) A، پروتئین‌ها با یا بدون مصرف انرژی بار مثبت بیرون را زیاد می‌کنند

۴) B، تولید مولکول‌های ADP توسط پمپ غشایی سلول قطع شده است

۶۱- هر کانالی که در غشای نورون ..... به طور حتم ..... .

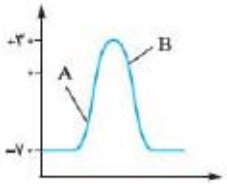
۱) با تحریک سلول عصبی باز می‌شود ـ یون‌ها را در خلاف جهت شیب غلظت جابه‌جا می‌کند

۲) همیشه باز است ـ قبل از فعال‌شدن پمپ سدیم ـ پتاسیم یون‌ها را جابه‌جا می‌کند

۳) دارای دریچه است ـ بدون مصرف انرژی به انجام اعمال تخصصی خود می‌پردازد

۴) یونی با بار مثبت را از خود عبور می‌دهد ـ بار الکتریکی داخل نورون را مثبت‌تر می‌کند

۶۲- با توجه به نمودار مقابل می‌توان گفت در نقطهٔ ..... نقطهٔ ..... .



۱) A مانند ـ B، یون‌ها تنها در جهت شیب غلظت خود جابه‌جا می‌شوند

۲) A برخلاف ـ B، ورود سدیم به درون سلول عصبی قابل مشاهده است

۳) B مانند ـ A، اختلاف پتانسیل دو سمت یاختهٔ عصبی در حال کاهش است

۴) B برخلاف ـ A، در بین کانال‌های غشایی تنها گروهی که دریچهٔ آن‌ها به سمت داخل نورون است، فعال هستند

۶۳- در نقطه‌ای از یک یاختهٔ عصبی هر زمان که ..... .

۱) یون‌های پتاسیم وارد مایع بین‌سلولی می‌شوند، یون‌های سدیم نمی‌توانند به این محل وارد شوند

۲) کانال‌های دریچه‌دار پتاسیمی باز هستند، کانال‌های عبوردهندهٔ سدیم از غشا هیچ نوع فعالیتی ندارند

۳) اختلاف پتانسیلی بین دو سوی غشا وجود ندارد، کانال‌های دریچه‌دار سدیمی بسته و غیرفعال هستند

۴) فعالیت پمپ منجر به بازگشت غشا به حالت آرامش می‌شود، تمام کانال‌های دریچه‌دار بسته هستند

۶۴- چند مورد از موارد زیر به درستی بیان شده است؟

الف ـ هستهٔ سلول پشتیبان در انتهای فرایند عایق‌بندی در بخش خارجی غلاف میلین‌دار قرار می‌گیرد.

ب ـ با بازشدن کانال دریچه‌دار پتاسیمی، اختلاف پتانسیل دو سمت غشای نورون، مداوماً کاهش می‌یابد.

ج ـ با بازشدن کانال دریچه‌دار سدیمی، اختلاف پتانسیل دو سمت غشای نورون، مداوماً افزایش می‌یابد.

د ـ ورود یون سدیم به درون نورون همیشه بیرون را نسبت به درون منفی‌تر می‌کند.

۱) ۱ ۲) ۲ ۳) ۳ ۴) ۴

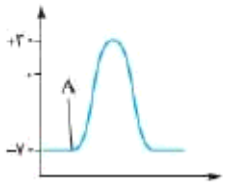
۶۵- در بخشی از نمودار تغییر پتانسیل غشای یک نقطه از نورون زمانی که اختلاف پتانسیل به ..... می‌رسد، به طور حتم ..... .

۱) ۱۰+ ـ کانال‌های دریچه‌دار سدیمی یون‌ها را از خود عبور می‌دهند

۲) ۲۰+ ـ مقدار یون‌های پتاسیم در بیرون از نورون بیشتر از داخل است

۳) ۳۰− ـ پمپ سدیم ـ پتاسیم در حال مصرف انرژی زیستی است

۴) ۴۰− ـ مقدار یون‌های منفی درون نورون بیشتر از بیرون آن است



۶۶- در منحنی تغییر پتانسیل غشای روبه‌رو ..... فقط بعد از نقطهٔ A امکان‌پذیر است.

۱) خروج یون سدیم از درون یاخته با مصرف انرژی

۲) انتشار تسهیل‌شدهٔ یون‌های سدیم در عرض غشای یاخته

۳) بیشتربودن نفوذپذیری غشای یاخته به پتاسیم نسبت به سدیم

۴) تغییر ناگهانی پتانسیل غشا و مثبت‌ترشدن پتانسیل درون یاخته

۶۷- کدام‌یک از عبارات زیر به درستی بیان شده است؟

۱) در پایان پتانسیل عمل، یون پتاسیم بیش از یون سدیم در خلاف جهت شیب غلظت خود جابه‌جا می‌شود.

۲) با هر بار ورود یون‌های سدیم به درون سیتوپلاسم نورون، نمودار اختلاف پتانسیل دو سمت غشای سلول بالا می‌رود.

۳) کانال‌های دریچه‌دار سدیمی پس از انجام فعالیت خود، در بخش داخلی غشای نورون مسیر منفذ خود را می‌بندند.

۴) ممکن است در طول یک نورون حرکتی کانال‌های دریچه‌دار سدیمی و پتاسیمی به صورت هم‌زمان باز باشند.

۶۸- چند مورد از موارد زیر جملهٔ مقابل را به درستی تکمیل می‌کند؟ «به هنگام پتانسیل عمل در یک نقطه از نورون حرکتی ممکن نیست ..... .»

الف ـ مصرف مولکول ATP موجب بازگشت دوبارهٔ غشا به پتانسیل آرامش گردد

ب ـ یک کانال نشتی یون‌ها را در بیش از یک جهت جابه‌جا نماید

ج ـ در اختلاف پتانسیل ۲۰+، کانال‌های دریچه‌دار سدیمی فعالیت نکنند

د ـ کانال‌های دریچه‌دار سدیمی و پتاسیمی به صورت هم‌زمان بسته باشند

۱) ۱ ۲) ۲ ۳) ۳ ۴) ۴

۶۹- تعدادی از کانال‌های دریچه‌دار در یک نقطه از غشای نورون ..... کانال‌های نشتی ..... .

الف ـ مانند ـ در زمان رسیدن اختلاف پتانسیل دو سمت غشا به ۳۰+، فعال هستند

ب ـ برخلاف ـ در صورت انتقال یون‌های متفاوت، نمی‌توانند به صورت هم‌زمان باز باشند

ج ـ مانند ـ همهٔ یون‌ها را در جهت شیب غلظت و به صورت اختصاصی جابه‌جا می‌کنند

د ـ برخلاف ـ یون‌ها را هم به سمت بیرون و هم به سمت داخل نورون هدایت می‌کنند

۱) ۱ ۲) ۲ ۳) ۳ ۴) ۴

۷۰- چند مورد از موارد زیر به نادرستی بیان شده است؟

الف ـ خروج پتاسیم از نورون از طریق کانال‌ها، همیشه در پی ورود سدیم به نورون انجام می‌شود.

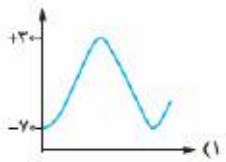
ب ـ خروج سدیم از نورون در پتانسیل عمل انجام نمی‌شود.

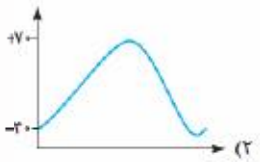
ج ـ ایجاد جریان عصبی در یک نورون باعث تحریک‌پذیری آن و هدایت جریان عصبی می‌شود.

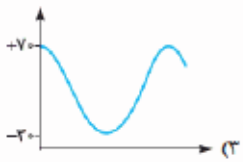
د ـ در پتانسیل آرامش اختلاف پتانسیل دو سمت غشا حداکثر ۱۰۰ میلی‌ولت بیشتر از پتانسیل عمل است.

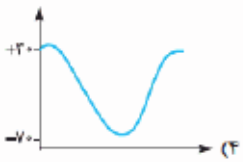
۱) ۱ ۲) ۲ ۳) ۳ ۴) ۴

۷۱- اگر در دستگاهی که اختلاف پتانسیل دو سمت غشای نورون را طی پتانسیل عمل اندازه می‌گیرد، جای الکترود (+) و (−) را با هم عوض کنیم، نمودار پتانسیل عمل غشا چگونه خواهد شد؟

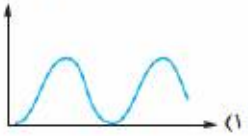
۱) 

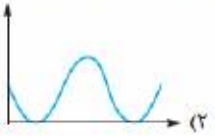
۲) 

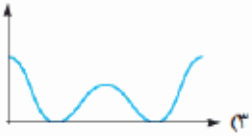
۳) 

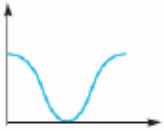
۴) 

۷۲- نمودار تغییرات اختلاف پتانسیل دو سوی غشای نورون، طی پتانسیل عمل چگونه است؟

۱) 

۲) 

۳) 

۴) 

۷۳- چند مورد از موارد زیر جملهٔ مقابل را به درستی تکمیل می‌کند؟ «به هنگام برقراری پتانسیل عمل در نقطه‌ای از یک نورون نخاعی، زمانی‌که اختلاف پتانسیل دو سمت غشا از ..... به صفر نزدیک می‌شود، ..... حالت عکس آن ..... .»

الف ـ ۷۰- ـ مانند ـ فعالیت پمپ سدیم ـ پتاسیم در غشا مهار شده است

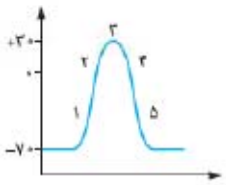
ب ـ ۲۰+ ـ برخلاف ـ پتانسیل الکتریکی بیرون غشا نسبت به درون منفی است

ج ـ ۳۰+ ـ برخلاف ـ حرکت پتاسیم از عرض غشا نسبت به سدیم بیشتر است

د ـ ۳۰- ـ مانند ـ انتشار یون‌های سدیم در جهت شیب غلظت دیده می‌شود

۱) ۱ ۲) ۲ ۳) ۲ ۴) ۴

۷۴- با توجه به منحنی روبه‌رو که تغییرات پتانسیل غشا را در بخشی از یک رشتهٔ عصبی نشان می‌دهد، چند مورد از موارد زیر جمله را به نادرستی تکمیل می‌کند؟ «در نقطه‌ای که با شمارهٔ (۴) نشان داده شده است ..... نقطهٔ ..... .»



الف ـ همانند ـ ۱، فعال‌شدن کانال‌های نشتی سدیمی، منجر به خروج سدیم از یاخته می‌شود

ب ـ همانند ـ ۵، پتانسیل داخل یاخته نسبت به خارج آن، منفی می‌باشد

ج ـ برخلاف ـ ۱، یون‌های سدیم در جهت شیب غلظت حرکت نمی‌کنند

د ـ برخلاف ـ ۲، پمپ سدیم ـ پتاسیم شروع به فعالیت می‌کند

۱) ۱ ۲) ۲ ۳) ۲ ۴) ۴

۷۵- هرگاه اختلاف پتانسیل دو سوی نقطه‌ای از غشای یک یاختهٔ عصبی در مغز ..... باشد، به طور حتم ..... .

۱) ۵+ ـ تنها یکی از کانال‌های عبوردهندهٔ پتاسیم باز است

۲) صفر ـ کانال‌های دریچه‌دار سدیمی باز و در حال فعالیت‌اند

۳) ۷۰- ـ پمپ سدیم ـ پتاسیم در حال فعالیت حداکثری می‌باشد

۴) ۲۰+ ـ هر کانال مؤثر در پتانسیل آرامش قدرت فعالیت دارد

۷۶- در یک نقطه از یک نورون رابط تحریک‌شده ..... .

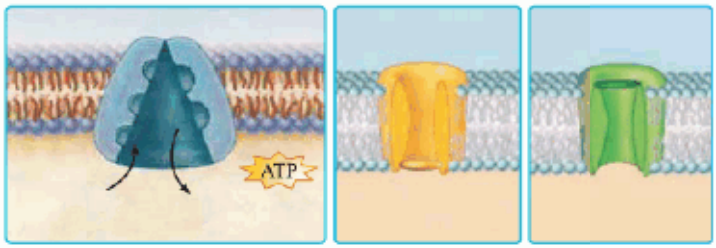
۱) پس از ثبت قلهٔ نمودار اختلاف پتانسیل داخل نسبت به خارج، همهٔ کانال‌هایی که سدیم را عبور می‌دهند، بسته می‌شوند

۲) در پایان پتانسیل عمل، با فعالیت بیشتر پمپ سدیم ـ پتاسیم، سدیم تنها می‌تواند وارد مایع بین‌سلولی شود

۳) کانال‌های دریچه‌دار پتاسیمی در زمانی باز می‌شوند که پتانسیل الکتریکی خارج نورون از داخل آن منفی‌تر باشد

۴) هرگاه اختلاف پتانسیل دو سمت غشای نورون در حال کاهش باشد، کانال‌های دریچه‌دار پتاسیمی در حال فعالیت هستند

۷۷- با توجه به شکل مقابل که بخشی از غشای یک نورون را نشان می‌دهد، می‌توان گفت مولکول ..... .



(۱) (۲) (۳)

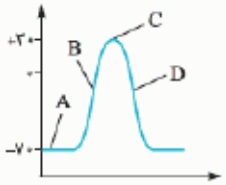
۱) ۲ همانند ۳، فقط با تحریک سلول عصبی فعال می‌شود

۲) ۱ برخلاف ۲، پس از تشکیل پیوندهای پپتیدی به وجود آمده است

۳) ۲ برخلاف ۱، تراکم پتاسیم در خارج از یاخته را افزایش می‌دهد

۴) ۳ همانند ۱، برای انجام فعالیت خود ATP را مصرف می‌کند

۷۸- با توجه به نمودار مقابل کدام عبارت به درستی بیان نشده است؟



۱) در نقطهٔ A، اختلاف پتانسیل بیشتری بین دو سمت غشا نسبت به C وجود دارد.

۲) در نقطهٔ B، تغییری در میزان پتاسیم میان‌یاختهٔ نورون صورت نمی‌گیرد.

۳) در نقطهٔ C، کم‌ترین بار مثبت در بیرون از نورون مشاهده می‌شود.

۴) در نقطهٔ D، مانند B ورود سدیم به سلول از طریق کانال‌ها صورت می‌گیرد.

۷۹- چند مورد از موارد زیر عبارت مقابل را به درستی تکمیل نمی‌کند؟ «در هنگام ثبت تغییرات پتانسیل عمل ایجادشده در یک نقطه از نورون رابط هر زمانی که ..... می‌شود، ..... .»

الف ـ اختلاف پتانسیل دو سوی غشا صفر ـ یکی از کانال‌های دریچه‌دار باز است

ب ـ نفوذپذیری غشا به یون‌های سدیم کم ـ پتاسیم‌ها در حال خروج از سلول هستند

ج ـ اختلاف پتانسیل دو سمت غشا حداکثر است ـ پمپ سدیم - پتاسیم حداکثر فعالیت را دارد

د ـ فعالیت پمپ سدیم - پتاسیم زیاد می‌شود ـ پتانسیل آرامش به وجود آمده است

۱) ۱ ۲) ۲ ۳) ۲ ۴) ۴

۸۰- چند مورد از موارد زیر برای تکمیل عبارت مقابل مناسب است؟ «به دنبال ایجاد پتانسیل عمل در یک نقطه از نورون رابط، ..... رخ می‌دهد.»

الف ـ بازشدن کانال سدیمی از رسیدن اختلاف پتانسیل به ۳۰+ میلی‌ولت، دیرتر

ب ـ افزایش فعالیت پمپ سدیم ـ پتاسیم از بازشدن کانال دریچه‌دار پتاسیمی، زودتر

ج ـ خروج پتاسیم از کانال‌های دریچه‌دار نورون از ایجاد پتانسیل آرامش در نورون، زودتر

د ـ رسیدن اختلاف پتانسیل به ۷۰- از برگشتن یون‌های سدیم به جای قبلی خود در حالت آرامش، دیرتر

۱) ۱ ۲) ۲ ۳) ۳ ۴) ۴

۸۱- چند مورد از موارد زیر عبارت مقابل را به درستی تکمیل می‌کند؟ «به فرض از کار افتادن کانال‌های دریچه‌دار پتاسیمی در یک نورون رابط، ممکن است ..... .»

الف ـ پس از تحریک‌شدن یاخته، اختلاف پتانسیل داخل سلول نسبت به خارج کاهش پیدا کند

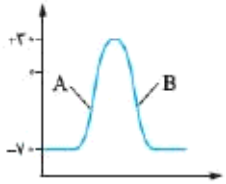
ب ـ یون‌های پتاسیم هم‌چنان در جهت شیب غلظت خود به بیرون از یاخته حرکت کنند

ج ـ پس از افزایش ناگهانی بار الکتریکی مثبت درون سلول، مجدداً پتانسیل آرامش برقرار گردد

د ـ به دنبال کاهش فعالیت کانال‌های دریچه‌دار سدیمی، فعالیت پمپ سدیم ـ پتاسیم متوقف شود

۱) ۱ ۲) ۲ ۳) ۳ ۴) ۴

۸۲- در منحنی مقابل که تغییر پتانسیل غشا را در نقطه‌ای از نورون نشان می‌دهد، در بخش A برخلاف بخش B ..... .



۱) تغییری در شکل سه‌بعدی بعضی پروتئین‌های غشا دیده می‌شود

۲) خروج غیرفعال یون‌های پتاسیم از یاخته غیرممکن است

۳) کانال‌های دریچه‌داری که دریچهٔ آن‌ها در سمت خارج است، باز می‌شوند

۴) اختلاف پتانسیل دو سمت غشا در حال افزایش است

۸۳- در یک سلول عصبی ..... در ایجاد و حفظ پتانسیل آرامش نقش ..... .

۱) بازشدن کانال‌های دریچه‌داری که دریچه‌های آن‌ها در سمت داخل غشا است مانند برگشتن یون‌های جابه‌جاشده به محل قبلی خود ـ دارد

۲) فعالیت انرژی‌خواه نوعی پروتئین غشایی برخلاف افزایش غلظت پتاسیم در بیرون نورون ـ ندارد

۳) تغییر غلظت یون سدیم در مایع بین‌یاخته‌ای مانند بازشدن منفذ پروتئین‌های غشا برای عبور پتاسیم ـ ندارد

۴) نفوذپذیری بیشتر غشا به یون‌های پتاسیم برخلاف فعالیت پروتئین‌هایی با منافذ همیشه‌باز ـ دارد

۸۴- چند مورد از موارد زیر عبارت مقابل را به درستی تکمیل می‌کند؟ «وقوع ..... هم‌زمان با ..... دور از انتظار ..... .»

الف ـ خروج هم‌زمان سدیم و پتاسیم از سیتوپلاسم نورون ـ حداکثر فعالیت پمپ سدیم ـ پتاسیم ـ است

ب ـ کاهش اختلاف پتانسیل الکتریکی دو سمت غشای نورون ـ ورود سدیم به میان‌یاختهٔ نورون ـ نیست

ج ـ شروع خروج پتاسیم از نورون توسط کانال پتاسیمی ـ کاهش اختلاف پتانسیل دو سمت غشا ـ است

د ـ ورود سدیم به درون نورون ـ بازبودن کانال‌های پتاسیمی در نورون ـ نیست

۱) ۱ ۲) ۲ ۳) ۳ ۴) ۴

۸۵- چند مورد از موارد زیر جملهٔ مقابل را به درستی تکمیل می‌کند؟ «در صورتی که فقط ..... موجود در غشای یک نورون غیرفعال گردد، ..... دور از انتظار است.»

الف ـ کانال‌های نشتی پتاسیمی ـ خروج یون پتاسیم از درون نورون

ب ـ پمپ سدیم ـ پتاسیم ـ کاهش شدید بار منفی داخل یاخته

ج ـ کانال‌های دریچه‌دار سدیمی ـ افزایش بار مثبت درون نورون نسبت به بیرون آن

د ـ کانال‌های دریچه‌دار پتاسیمی ـ برابرشدن اختلاف پتانسیل دو سمت غشا

۱) ۱ ۲) ۲ ۳) ۳ ۴) ۴

۸۶- در مراحل مربوط به پتانسیل عمل در نقطه‌ای از یک نورون، هنگامی که اختلاف پتانسیل بین دو سوی غشای نورون بیشتر می‌شود، قطعاً ..... .

۱) خروج یون سدیم از نورون صورت نمی‌گیرد

۲) یون پتاسیم به سیتوپلاسم نورون وارد می‌شود

۳) پتانسیل داخل نورون نسبت به بیرون آن مثبت است

۴) کانال‌های دریچه‌دار پتاسیمی بسته و کانال‌های دریچه‌دار سدیمی باز هستند

۸۷- چند مورد از موارد زیر عبارت مقابل را به نادرستی تکمیل می‌کند؟ «هنگامی که اختلاف پتانسیل دو سوی غشای نورون صفر است، قطعاً ..... .»

الف ـ یون سدیم به کمک کانال‌های دریچه‌دار به نورون وارد می‌شود

ب ـ یون سدیم از نورون به مایع بین‌یاخته‌ای وارد نمی‌شود

ج ـ پتانسیل داخل نورون نسبت به خارج در حال مثبت‌تر شدن است

د ـ یون پتاسیم به سیتوپلاسم نورون وارد می‌شود

۱) ۴ ۲) ۳ ۳) ۲ ۴) ۱

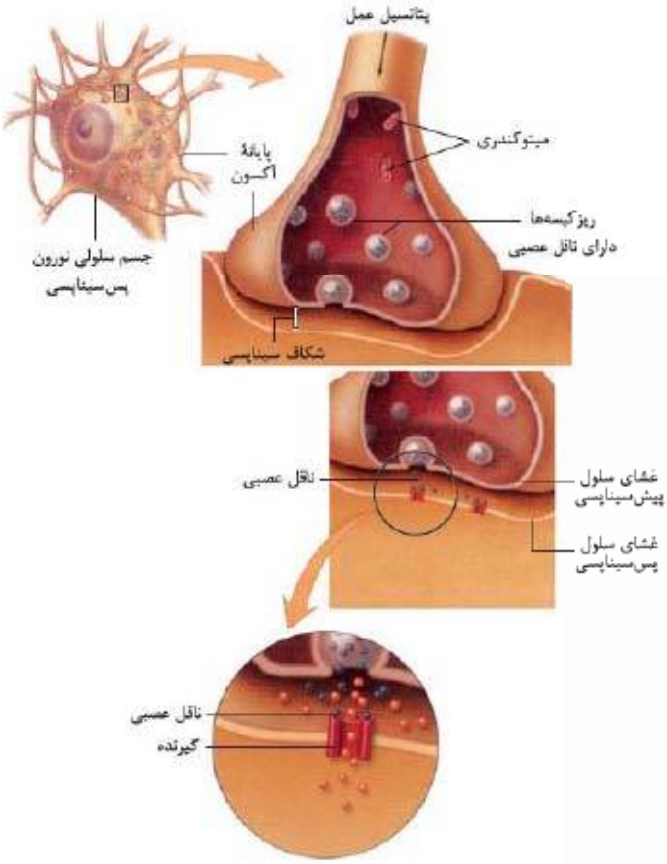
سیناپس(همایه)

۱ گفتیم که هدایت پیام عصبی یعنی حرکت آن در طول یک نورون و انتقال پیام عصبی یعنی حرکت آن از یک نورون به یک سلول دیگر.

نورون ← انتقال پیام عصبی ← سلول دیگر

سلول‌های عصبی با یکدیگر ارتباط ویژه‌ای به نام **همایه (سیناپس)** برقرار می‌کنند؛ انتقال پیام عصبی از طریق سیناپس انجام می‌شود. در محل سیناپس دو سلول داریم که غشاهایشان از هم کمی فاصله دارد و به هم نمی‌چسبند. به این فاصله می‌گویند **فضای سیناپسی** که یک فضای بین‌سلولی است؛ پس فضای سیناپسی، فضای بین سلول‌ها در محل سیناپس است. در سیناپس به سلولی که پیام را می‌آورد (انتقال می‌دهد)، می‌گویند **سلول پیش‌سیناپسی** که نورون است و یا یک سلول گیرنده. به سلولی که پیام عصبی را دریافت می‌کند، می‌گویند **سلول پس‌سیناپسی** که این سلول می‌تواند ۳ حالت داشته باشد: نورون، سلول غده‌ای (درون‌ریز ـ برون‌ریز) و سلول ماهیچه‌ای (اسکلتی، صاف، قلبی).

برای انتقال پیام عصبی، از سلول پیش‌سیناپسی ماده‌ای به نام **ناقل عصبی** در فضای سیناپسی آزاد می‌شود و این ماده بر روی سلول پس‌سیناپسی اثر می‌گذارد.



۲ وقتی پیام عصبی به پایانهٔ آکسونی رسید باید یک جوری این فاصله را طی کند. اما متأسفانه نمی‌تواند بپرد و خودش را به سلول پس‌سیناپسی برساند. انتقال پیام عصبی یک فرایند شیمیایی است؛ یعنی پتانسیل عمل که فرایندی الکتریکی است، در پایانهٔ آکسونی تبدیل به یک فرایند شیمیایی می‌شود. ناقل عصبی در جسم سلولی نورون‌ها ساخته و درون کیسه‌های کوچکی (ریزکیسه‌ها) ذخیره می‌شود. این کیسه‌ها در طول آکسون هدایت می‌شوند و به پایانهٔ آکسون می‌رسند. وقتی پیام به پایانهٔ آکسون می‌رسد باعث می‌شود کیسه‌های حاوی ناقل عصبی، به غشای سلول پیش‌سیناپسی متصل بشوند و از طریق برون‌رانی، ناقل عصبی را به درون فضای سیناپسی بریزند. در شکل روبه‌رو میتوکندری‌ها را در پایانهٔ آکسون می‌بینید. در پایانهٔ آکسون میتوکندری‌های زیادی وجود دارند که انرژی لازم برای برون‌رانی ناقل عصبی به شکاف سیناپسی را فراهم می‌کنند. ناقل‌های عصبی مولکول‌های کوچک شیمیایی هستند که پیام عصبی را در سیناپس منتقل می‌کنند. این ناقل‌های عصبی در سطح خارجی غشای سلول‌های پس‌سیناپسی **گیرندهٔ** پروتئینی دارند. ناقل‌ها به گیرنده‌های غشای سلول پس‌سیناپسی می‌چسبند.

این پروتئین‌های غشایی (گیرنده‌ها) کانال هم هستند و وقتی ناقل عصبی به آن‌ها متصل می‌شود، این کانال‌ها باز می‌شوند.

پروتئین‌های کانالی گیرنده‌ها در غشای سلول پس‌سیناپسی، از نوع کانال دریچه‌دار هستند.

اتصال انتقال‌دهندهٔ عصبی به گیرنده‌اش در غشای سلول پس‌سیناپسی باعث تغییر نفوذپذیری غشای سلول پس‌سیناپسی به یون‌ها و در نتیجه باعث تغییر پتانسیل الکتریکی سلول پس‌سیناپسی می‌شود. براساس این‌که ناقل عصبی تحریک‌کننده باشد یا بازدارنده، این تغییر پتانسیل باعث مهارشدن یا فعال‌شدن سلول پس‌سیناپسی می‌شود. چه این سلول نورون باشد، چه سلول ماهیچه‌ای باشد، چه سلول غده‌ای.

۳ پس مراحل انتقال پیام عصبی در سیناپس این‌جوری شد:

۱ رسیدن پیام عصبی به پایانهٔ آکسون

۲ اتصال ریزکیسه‌های حاوی ناقل عصبی به غشای سلول پیش‌سیناپسی

۳ برون‌رانی و ورود ناقل‌عصبی به فضای سیناپسی

۴ اتصال ناقل عصبی به پروتئین گیرنده در غشای سلول پس‌سیناپسی

۵ تغییر پتانسیل الکتریکی سلول پس‌سیناپسی

۶ مهار سلول پس‌سیناپسی یا تحریک آن (پتانسیل عمل در نورون، ترشح در غده و انقباض در عضله)

۳ ما ۲ نوع سیناپس داریم: سیناپس مهاری و سیناپس تحریکی. در سیناپس مهاری ناقل عصبیِ مهارکننده آزاد می‌شود و به غشای سلول پس‌سیناپسی می‌چسبد. در سیناپس تحریکی، سلول پیش‌سیناپسی ناقل تحریکی آزاد می‌کند. یک سیناپس می‌تواند در یک لحظه تحریکی باشد اما برای کار دیگری مهاری باشد (مثلن یک عضله در ران مهار می‌شود، چون نشسته‌ایم و بعد که راه می‌رویم باید فعال شود). چه در سیناپس مهاری و چه در سیناپس تحریکی، پتانسیل غشای سلول پس‌سیناپسی پس از اتصال ناقل عصبی تغییر می‌کند.

اگر سیناپس تحریکی باشد، اتصال ناقل عصبی به غشای سلول پس‌سیناپسی، باعث ایجاد پتانسیل عمل و بازشدن کانال دریچه‌دار سدیمی (اگر سلول پس‌سیناپسی نورون باشد)، انقباض ماهیچه (اگر سلول پس‌سیناپسی سلول ماهیچه‌ای باشد) و یا ترشح از غده (اگر سلول پس‌سیناپسی غده باشد) می‌شود.

گفتیم اگر سیناپس تحریکی باشد کانال‌های دریچه‌دار سدیمی در سلول عصبی باز می‌شوند و سدیم‌ها وارد سلول پس‌سیناپسی می‌شوند. اگر سیناپس مهاری باشد، در سیناپس مهاری با نشستن ناقل عصبی مهاری روی گیرنده‌های سلول پس‌سیناپسی، کانال‌های دریچه‌دار پتاسیمی این سلول باز می‌شوند و پتاسیم‌ها از سلول خارج شده و وارد فضای سیناپسی می‌شوند (این اتفاق در نهایت باعث منفی‌تر شدن داخل سلول (نسبت به پتانسیل آرامش) می‌شود). در هر دو صورت پتانسیل الکتریکی غشای سلول پس‌سیناپسی تغییر می‌کند.

۵ در مورد سیناپس و انتقال پیام عصبی به نکات زیر هم توجه بفرمایید:

۱ با توجه به شکل‌های ۳ و ۱۰ کتاب درسی متوجه می‌شوید که اگر سلول پس‌سیناپسی نورون باشد، آکسون و پایانهٔ آکسونی نورون پیش‌سیناپسی می‌تواند با **دندریت** و **جسم سلولی** سیناپس تشکیل دهد.

۲ سلول پیش‌سیناپسی و پس‌سیناپسی بودن یک رابطهٔ نسبی است نه مطلق. مثلن فرض کنید که نورون حسی A پیام را می‌برد به نورون رابط B و آن هم پیام را می‌برد به نورون حرکتی C. در این‌جا نورون رابط B برای نورون A، سلول پس‌سیناپسی است؛ در حالی که برای نورون C، سلول پیش‌سیناپسی است. این یعنی یک نورون می‌تواند (نه همیشه) در یک لحظه هم سلول پس‌سیناپسی باشد و هم سلول پیش‌سیناپسی.

۳ سلول‌های گیرندهٔ حس همیشه فقط می‌توانند سلول پیش‌سیناپسی باشند چون قبل آن‌ها سلولی نیست که پیام را به آن‌ها منتقل کند. البته در فصل بعد می‌خوانید که گیرندهٔ حس می‌تواند یک سلول پیش‌سیناپسی برای نورون حسی یا قسمتی از نورون حسی (دندریت نورون حسی) باشد. سلول‌های ماهیچه‌ای و غده‌ای هم همیشه سلول پس‌سیناپسی‌اند و هیچ‌وقت نمی‌توانند سلول پیش‌سیناپسی باشند.

۴ یادتان باشد که ناقل عصبی وارد سلول پس‌سیناپسی نمی‌شود، بلکه در سطح خارجی غشای آن به گیرنده متصل می‌شود.

دقت کنید تا این‌جا فهمیدیم دو نوع کانال دریچه‌دار سدیمی داریم. یک نوع کانال دریچه‌دار ولتاژی سدیمی بود که طی پتانسیل عمل باز می‌شد و سدیم‌ها از طریق آن وارد سلول می‌شدند. این‌جا با نوع دیگری کانال دریچه‌دار سدیمی آشنا شدید که در سلول پس‌سیناپسی یعنی در غشای دندریت یا جسم سلولی قرار دارد و پیام عصبی را می‌گیرد. این کانال‌ها گیرنده‌هایی دارند که به ناقل‌های عصبی حساس هستند (کانال‌های دریچه‌دار به تحریک سلول عصبی حساس بودند). طبق شکل ۱۰ قسمت «الف» می‌بینید که دوتا ناقل روی گیرنده‌های یکی از کانال‌ها می‌شینه و باعث بازشدن کانال‌ها می‌شه. پس تا این‌جا دو نوع کانال سدیمی شناختیم؛ حساس به تحریک (ولتاژ) و حساس به ناقل عصبی (مادهٔ شیمیایی).

۷ چون بعد از انتقال پیام عصبی، فضای سیناپسی باید از مولکول‌های ناقل عصبی باقی‌مانده تخلیه شود تا از انتقال بیش از حد پیام عصبی جلوگیری شود و امکان انتقال پیام‌های جدید هم فراهم باشد، بنابراین ناقل‌های عصبی باقی‌مانده یا زود در فضای سیناپسی توسط آنزیم‌هایی تجزیه می‌شوند و یا مجددن به سلول پیش‌سیناپسی جذب می‌شوند. اگر ناقل‌های عصبی باقی‌مانده، در فضای سیناپسی بمانند؛ اثر پیام عصبی برای همیشه باقی می‌ماند ولی اثر پیام عصبی بعد از مدتی باید متوقف شود. آنزیم‌ها با تجزیهٔ ناقل‌های عصبی باقی‌مانده در فضای سیناپسی باعث توقف اثر ناقل عصبی می‌شوند. اگر در میزان طبیعی ناقل‌های عصبی تغییر ایجاد شود، در کار دستگاه عصبی اختلال ایجاد شده و منجر به بیماری می‌شود.

۱- با توجه به موضوع بالا می‌توانیم نتیجه بگیریم در فضای سیناپسی فعالیت آنزیمی داریم.

۲- ناقل عصبی برای بازجذب‌شدن به سلول پیش‌سیناپسی، با درون‌بری (آندوسیتوز) به آن برمی‌گردد.

در فصل ۴ می‌خوانید مولکولی که پیامی را از یک نقطه به نقطهٔ دیگری می‌برد، پیک شیمیایی نام دارد. پیک‌های شیمیایی دو دسته‌اند: کوتاه‌بُرد و دوربُرد. ناقل‌های عصبی پیک‌های کوتاه‌برد هستند، چون بین سلول‌هایی ارتباط برقرار می‌کنند که در نزدیکی هم هستند و حداکثر چند سلول با هم فاصله دارند. این پیک‌ها از سلول پیش‌سیناپسی ترشح شده و بر سلول پس‌سیناپسی اثر می‌کنند. در مقابلِ ناقل‌های عصبی که پیک‌های کوتاه بُردند، هورمون‌ها پیک‌های دوربُردند، چون پیام را به فاصله‌ای دور منتقل می‌کند.

در همان فصل می‌خوانید گاهی نورون‌ها پیک شیمیایی را به خون ترشح می‌کنند که در این صورت این پیک یک هورمون محسوب می‌شود، نه یک انتقال‌دهندهٔ عصبی، پس داریم هورمونی که از نورونی ترشح می‌شود! مثل نورایی‌نفرین.

۸ به گیرنده‌های حس توجه ویژه بفرمایید. این سلول‌ها، سلول‌های پیش‌سیناپسی مطلق هستند نه نسبی، چون قبل از آن‌ها هیچ سلولی نیست. در فصل بعد می‌خوانید که سلول‌های گیرندهٔ حس ۳ حالت می‌توانند داشته باشند:

۱ در بینی و چشم: نورونی تمایزیافته باشند که با نورون حسی سیناپس دارند (سلول گیرنده، نورون پیش‌سیناپسی و نورون حسی، سلول پس‌سیناپسی).
۲ در گوش و زبان: سلولی غیرنورونی باشند که با نورون حسی سیناپس دارند (سلول گیرنده، سلول پیش‌سیناپسی و نورون حسی، سلول پس‌سیناپسی).
۳ در پوست: قسمتی از نورون حسی (دندریت نورون حسی) باشند که در این حالت خود نورون حسی، نورون پیش‌سیناپسی است.

دقت کنید که در حالت‌های ۱ و ۲ نورون حسی، نورون پس‌سیناپسی است، هر چند برای سلول بعدی‌اش (مثل نورون رابط) نورون پیش‌سیناپسی است.

پس با این حساب دقت کنید سلول پیش‌سیناپسی می‌تواند نورون نباشد چه نورون باشد چه نورون نباشد، حتمن در آن پیام عصبی تشکیل می‌شود.

اگر نورون نباشد به وسیلهٔ محرک، اگر نورون باشد به وسیلهٔ محرک یا نورون قبلی در آن پیام ایجاد می‌شود.

پس سلول پیش‌سیناپسی لزومن نورون نیست مثل یک سلول حسی شنوایی یا سلول چشایی. این سلول‌های گیرنده نوعی سلول تمایزیافته هستند، دارای ناقل عصبی هستند و با نورون حسی بعد از خود سیناپس برقرار می‌کنند.

سیناپس(همایه)

۸۸- انتقال پیام عصبی از یک نورون به نورون دیگر از طریق ..... صورت می‌گیرد.

۱) اتصال غشای دو سلول به هم
۲) ورود ناقل‌های عصبی به سلول پس‌سیناپسی
۳) خروج ناقل‌های عصبی از سلول پیش‌سیناپسی
۴) خروج یون‌ها از سلول پیش‌سیناپسی و ورود آن‌ها به سلول پس‌سیناپسی

۸۹- کدام‌یک از عبارت‌های زیر جملهٔ مقابل را به نادرستی تکمیل می‌کند؟ «ناقل‌های عصبی ..... .»

۱) وارد سلول پس‌سیناپسی می‌شوند
۲) از طریق برون‌رانی وارد فضای سیناپسی می‌شوند
۳) همیشه پتانسیل الکتریکی سلول پس‌سیناپسی را تغییر می‌دهند
۴) می‌توانند سلول پس‌سیناپسی را مهار یا فعال کنند

۹۰- کدام عبارت به درستی بیان شده است؟

۱) ناقل‌های عصبی تولیدشده در جسم یاخته‌ای، در پایانهٔ آکسون وارد ریزکیسه‌ها می‌شوند.
۲) ریزکیسه‌های حاوی ناقل عصبی در تمام طول آکسون یک نورون قابل مشاهده است.
۳) ریزکیسه‌های حاوی ناقل عصبی، به کمک فرایند برون‌رانی وارد فضای سیناپسی می‌شوند.
۴) ناقل‌های عصبی تولیدشده در جسم یاخته‌ای، از کانال‌های یاختهٔ پس‌سیناپسی عبور می‌کنند.

۹۱- ریزکیسه‌های حامل پیام درد، به غشای..... یاخته ..... خود متصل می‌شوند. *(سراسری خارج از کشور ۸۹ - با کمی تغییر)*

۱) آکسون ـ پس‌سیناپسی
۲) دندریت ـ سازنده
۳) آکسون ـ سازنده
۴) دندریت ـ پس‌سیناپسی

۹۲- بخشی از هر نورون که پیام عصبی را از جسم سلولی دور می‌کند، ..... بخشی از آن که پیام را به جسم سلولی نزدیک می‌کند، ..... . *(سراسری ۹۲ - با کمی تغییر)*

۱) برخلاف ـ دارای انشعابات فراوان می‌باشد
۲) مانند ـ توسط غلافی از جنس لیپید پوشانده شده است
۳) مانند ـ واجد شبکهٔ آندوپلاسمی گسترده و هسته می‌باشد
۴) برخلاف ـ می‌تواند از طریق غشای خود به ریزکیسه‌های حاوی ناقل عصبی بپیوندد

۹۳- هر یاخته در بافت عصبی قطعاً ..... .

۱) توانایی تولید و هدایت پیام‌های عصبی را دارد
۲) آکسون‌های خود را به کمک غلاف میلین عایق‌بندی می‌کند
۳) به کمک گروهی از اندامک‌های خود ناقل عصبی تولید می‌کند
۴) توسط پمپ سدیم ـ پتاسیم، فشار اسمزی خود را تنظیم می‌کند

۹۴- کدام گزینه دربارهٔ فرایند انتقال پیام عصبی درست است؟

۱) با افزایش سطح غشای نورون پیش‌سیناپسی همراه است.
۲) طی این فرایند، همواره پیام عصبی به نورون پس‌سیناپسی می‌رسد.
۳) در پی آزادشدن ناقل عصبی، یاختهٔ پس‌سیناپسی تحریک می‌شود.
۴) همواره در پی آزادشدن ناقل عصبی کانال‌های دریچه‌دار سدیمی یاختهٔ پس‌سیناپسی باز می‌شوند.

۹۵- چند مورد از موارد زیر جملهٔ مقابل را به درستی تکمیل می‌کنند؟ «در محلی که یک نورون با یاختهٔ دیگری ارتباط برقرار می‌کند، ..... .»

الف ـ ناقل‌های عصبی را می‌توان در خارج از ریزکیسه‌های سیناپسی مشاهده کرد.
ب ـ همواره بیش از یک نوع رشتهٔ سیتوپلاسمی در فرایند انتقال و دریافت نقش دارند.
ج ـ نورون پیش‌سیناپسی به ابتدای یاختهٔ پس‌سیناپسی متصل می‌شود.
د ـ یاختهٔ پیش‌سیناپسی به منظور تولید و ترشح ناقل‌های عصبی انرژی مصرف می‌کند.

۱) ۱
۲) ۲
۳) ۳
۴) ۴

۹۶- چند مورد از موارد زیر نادرست است؟

الف ـ ناقل‌های عصبی در هر نورون هم‌جهت با پیام عصبی حرکت می‌کنند.

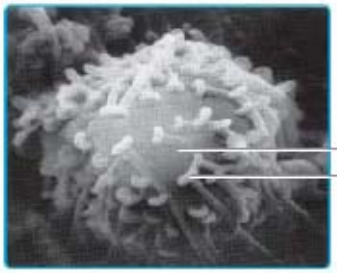
ب ـ دندریت همهٔ نورون‌ها به‌جز نورون‌های حسی، گیرندهٔ پروتئین ناقل عصبی را دارند.

ج ـ دو رشتهٔ عصبی متفاوت از دو نورون، قطعاً می‌توانند با هم سیناپس تشکیل دهند.

د ـ در یک سیناپس یک طرف همیشه پایانهٔ آکسون و طرف دیگر همیشه دندریت و جسم سلولی سلول پس‌سیناپسی است.

۱) ۱ ۲) ۲ ۳) ۳ ۴) ۴

۹۷- **با توجه به شکل مقابل می‌توان گفت که قطعاً بخش ..... .**



۱) A، پس از دریافت پیام از سلول‌های مجاور، پتانسیل الکتریکی خود را تغییر می‌دهد

۲) B، پس از تولید و بسته‌بندی ناقل‌های عصبی، موجب برون‌رانی آن‌ها از یاخته می‌شود

۳) A، پس از تحریک توسط ناقل‌های آزادشده از بخش B، کانال‌های دریچه‌دار سدیمی را در غشای خود باز می‌کند

۴) B، به کمک سلول‌های پشتیبان پوشیده شده و پتانسیل عمل در آن ایجاد نمی‌شود

۹۸- نمی‌توان گفت در هر همایهٔ بدن انسان ..... .

۱) رسیدن پیام عصبی به پایانهٔ آکسون برای انتقال پیام به سلول مجاور الزامی است

۲) فضایی بین نورون پیش‌سیناپسی و پس‌سیناپسی وجود دارد که به کمک مایع بین‌یاخته‌ای پر می‌شود

۳) محل تولید و ترشح مولکول‌های ناقل عصبی در سلول پیش‌سیناپسی متفاوت است

۴) بدون مصرف انرژی توسط سلول پیش‌سیناپسی، ورود ناقل عصبی به شکاف انجام‌پذیر نیست

۹۹- در هر سیناپس دستگاه عصبی انسان، ..... .

۱) با اتصال ناقل عصبی به گیرندهٔ خود، ممکن است پتانسیل الکتریکی سلول پس‌سیناپسی تغییر نکند

۲) ناقل عصبی از سلول پیش‌سیناپسی به فضای بین‌سلولی آزاد می‌شود

۳) ناقل‌های عصبی باقی‌مانده مجدداً به سلول پیش‌سیناپسی جذب می‌شوند

۴) یاختهٔ پس‌سیناپسی دارای رشته‌های سیتوپلاسمی می‌باشد

۱۰۰- به دنبال آغاز تحریک نقطه‌ای از یک نورون، هنگامی که پتانسیل درون یاخته نسبت به بیرون آن برای ..... بار به ..... می‌رسد، ..... .

۱) اولین ـ (+۲۵) ـ یون پتاسیم به نورون وارد نمی‌شود

۲) دومین ـ (−۱۵) ـ خروج یون سدیم از نورون ادامه دارد

۳) دومین ـ (+۲۰) ـ کانال‌های دریچه‌دار سدیمی باز هستند

۴) اولین ـ (−۳۰) ـ پتاسیم از طریق کانال‌های دریچه‌دار منتقل می‌شود

۱۰۱- چند مورد از موارد زیر، جملهٔ مقابل را به درستی تکمیل می‌کنند؟ «در سیناپسی که سلول پس‌سیناپسی آن یک نورون است، ..... .»

الف ـ جهت حرکت پیام عصبی همیشه یک‌طرفه است

ب ـ دو پایانهٔ آکسونی می‌توانند با هم سیناپس تشکیل دهند

ج ـ یک پایانهٔ آکسونی می‌تواند با یک جسم سلولی سیناپس تشکیل دهد

د ـ ناقل عصبی می‌تواند دریچهٔ پروتئین کانالی سلول پس‌سیناپسی را باز کند

۱) ۱ ۲) ۲ ۳) ۳ ۴) ۴

۱۰۲- **دو اتفاق آخر در انتقال پیام عصبی در همهٔ سیناپس‌ها کدام است؟**

الف ـ اتصال ناقل عصبی به گیرنده‌اش

ب ـ ورود ناقل عصبی به سلول پس‌سیناپسی

ج ـ برون‌رانی ناقل عصبی

د ـ تغییر پتانسیل غشا در سلول پس‌سیناپسی

هـ ـ بازشدن کانال دریچه‌دار سدیمی در سلول پس‌سیناپسی

۱) «د» و «هـ» ۲) «ج» و «د» ۳) «ب» و «د» ۴) «الف» و «د»

۱۰۳- کدام عبارت به درستی بیان نشده است؟

۱) گیرنده‌های مربوط به ناقل‌های عصبی، در زمان غیرفعال بودن سیناپس، دریچه‌های خود را بسته‌اند.

۲) تنها ناقل‌های عصبی تحریکی می‌توانند نفوذپذیری غشای سلول پس‌سیناپسی را به یون‌ها تغییر دهند.

۳) تا زمانی که ناقل‌های عصبی در فضای سیناپسی وجود داشته باشند، پیام جدیدی قابلیت انتقال نخواهد داشت.

۴) ناقل عصبی هم با فرایند برون‌رانی هم با درون‌بری می‌تواند از غشای سلول پیش‌سیناپسی عبور کند.

۱۰۴- چند مورد از موارد زیر برای تکمیل عبارت مقابل مناسب است؟ «در یک سیناپس بدن انسان ..... بوده و ..... نیست.»

الف ـ سلول پیش‌سیناپسی حاوی پیام عصبی ـ قادر به خارج‌کردن ریزکیسهٔ دارای ناقل عصبی از خود

ب ـ فضای سیناپسی دارای مایع بین‌یاخته‌ای ـ محلی برای تجزیهٔ ناقل عصبی

ج ـ گیرندهٔ مربوط به ناقل عصبی، نوعی کانال ـ قادر به عبوردادن ناقل عصبی

د ـ سلول پس‌سیناپسی قادر به جذب ناقل عصبی ـ دارای توانایی انتقال‌دادن پیام عصبی

۱) ۱ ۲) ۲ ۳) ۲ ۴) ۴

۱۰۵- چند مورد از موارد زیر جملهٔ مقابل را به درستی تکمیل می‌کنند؟ «در بخشی از هر نورون که گیرنده‌هایی برای ناقل‌های عصبی در غشای یاخته‌ای قرار می‌گیرد، ممکن نیست ..... .»

الف ـ پیام‌های عصبی به جسم یاخته‌ای نزدیک شوند

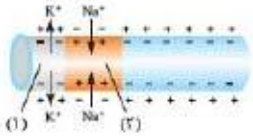
ب ـ دریچهٔ کانال‌های پتاسیمی در سطح خارجی غشا مشاهده شوند

ج ـ چند سیناپس منجر به تشکیل یک پاسخ شوند

د ـ کانال‌های دریچه‌دار در بخشی که دارای میلین است، قرار بگیرند

۱) ۱ ۲) ۲ ۳) ۲ ۴) ۴

۱۰۶- کدام گزینه دربارهٔ بخشی از آکسون که در شکل مقابل مشخص شده، نادرست است؟



۱) پیام عصبی از بخش (۲) به بخش (۱) هدایت می‌شود.

۲) یون سدیم همواره به سیتوپلاسم این آکسون وارد می‌شود.

۳) بخش (۲) به محل آزادسازی ناقل‌های عصبی نزدیک‌تر است.

۴) پمپ سدیم - پتاسیم در بخش (۱) نسبت به بخش (۲) فعالیت بیشتری دارد.

۱۰۷- در هر سیناپس بدن انسان، ..... .

۱) ناقل‌های عصبی می‌توانند موجب تحریک یاختهٔ پس‌سیناپسی شوند

۲) یاختهٔ پیش‌سیناپسی توانایی ایجاد پیام عصبی دارد

۳) آزادشدن ناقل‌های عصبی از پایانهٔ آکسون نوعی نورون حسی رخ می‌دهد

۴) در یاختهٔ پس‌سیناپسی، پیام عصبی در طول رشته‌های عصبی هدایت می‌شود

۱۰۸- هر جریان عصبی که در نورون ....، قطعاً ..... .

۱) حسی، در محل ساخت ناقل‌های عصبی حرکت کند ـ در رشته‌هایی ایجاد شده است که دارای انشعابات زیاد می‌باشند

۲) حسی، پس از تحریک آن به عنوان سلول گیرنده ایجاد می‌شود ـ از گره‌های رانویهٔ موجود در دو نوع رشته می‌تواند هدایت شود

۳) حرکتی، قابل انتقال به یاختهٔ رشته‌ای ماهیچه‌ای پس‌سیناپسی باشد ـ باعث آزادسازی مادهٔ تحریکی از پایانه‌های آکسون می‌شود

۴) رابط، به بخش‌های برجسته و منشعب انتهایی در بلندترین رشتهٔ سلولی نورون می‌رسد ـ با انتقال به یاختهٔ پس‌سیناپسی آن را فعال می‌کند

۱۰۹- در دستگاه عصبی انسان (در) هدایت پیام عصبی ..... انتقال آن، ..... .

۱) همانند ـ به صورت شیمیایی انجام می‌شود

۲) برخلاف ـ تنها در سلول‌های عصبی مشاهده می‌شود

۳) همانند ـ سلول‌های غیرعصبی نقش دارند

۴) برخلاف ـ نیازمند مصرف ATP می‌باشد

دستگاه عصبی مرکزی و حفاظت از آن

دستگاه عصبی مرکزی

دستگاه عصبی شامل دو بخش است: دستگاه عصبی مرکزی و دستگاه عصبی محیطی. به طور کلی دستگاه عصبی محیطی کارش دریافت، جمع‌آوری و گردآوری اطلاعات از بیرون و درون است و دستگاه عصبی مرکزی کارش هماهنگی، تفسیر و درک آن‌هاست. اگر لازم بود، دستگاه عصبی مرکزی به پیام رسیده (درونی یا بیرونی) پاسخ هم می‌دهد.

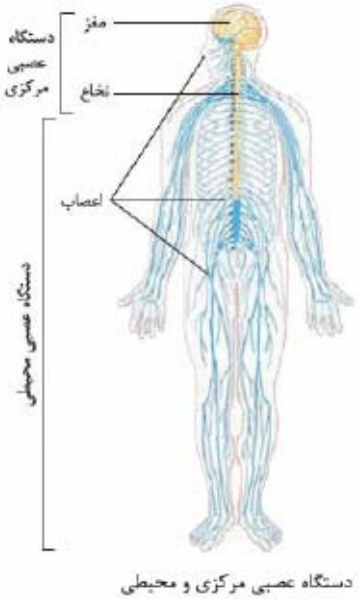
اگر به شکل ۱۱ دقت کنید می‌بینید که نخاع که قسمتی از دستگاه عصبی مرکزی است، تا پایین‌ترین نقطهٔ کمر ادامه ندارد، بلکه قسمت‌های پایین را اعصاب جداشده از نخاع تشکیل می‌دهند و جزء دستگاه عصبی محیطی هستند.

دستگاه عصبی مرکزی شامل مغز و نخاع است که این‌ها مراکز نظارت بر فعالیت‌ها و اعمال بدن هستند و اطلاعاتی را که به وسیلهٔ دستگاه عصبی محیطی دریافت می‌شود، تفسیر می‌کنند و به آن‌ها پاسخ می‌دهند (در صورت لزوم).

مغز و نخاع از دو بخش مادهٔ خاکستری و سفید تشکیل شده‌اند. مادهٔ خاکستری شامل جسم سلولی نورون‌هاست، هم‌چنین رشته‌های بدون میلین دارد. می‌دانید که جسم سلولی نورون‌ها میلین ندارد. مادهٔ سفید مغز و نخاع شامل رشته‌های (آکسون‌ها و دندریت‌های) میلین‌دار است و به علت دارابودن میلین سفیدرنگ است.

در مغز، سطح آن خاکستری (محل اجسام سلولی و رشته‌های بدون میلین) و درون آن سفید (محل رشته‌های میلین‌دار) است. اما در نخاع برعکس. قسمت خارجی نخاع، سفید و شامل رشته‌های میلین‌دار است و قسمت داخلی آن خاکستری و شامل اجسام سلولی و رشته‌های بدون میلین است.

در بخش خاکستری مغز، مادهٔ سفید نیست اما در شکل ۱۲ در درون مادهٔ سفید یک سری نقاط خاکستری می‌بینید. در واقع درون مغز و در میان مادهٔ سفید یک سری بخش‌های خاکستری هم وجود دارد که کتاب درسی به آن‌ها اشاره نکرده است. تالاموس و اجسام مخطط، بخش‌های خاکستری قسمت داخل مغز هستند که بین مادهٔ سفید قرار گرفته‌اند.



دستگاه عصبی مرکزی و محیطی

حفاظت از مغز و نخاع

دستگاه عصبی مرکزی (مغز + نخاع) از چند راه محافظت می‌شود:

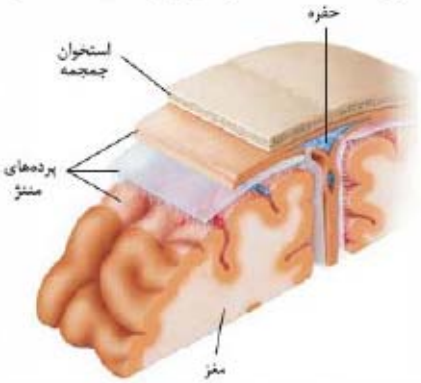
۱ استخوان‌های جمجمه (از مغز) و ستون مهره‌ها (از نخاع)

۲ سه پردهٔ مننژ از جنس بافت پیوندی

۳ مایع مغزی ـ نخاعی: نقش ضربه‌گیر

۴ بدانید که سد خونی ـ مغزی برخلاف اسمش هم در مغز وجود دارد و هم در نخاع و از ورود مواد درشت ازجمله میکروب‌ها و هم‌چنین بسیاری از مواد ازجمله موادی که در متابولیسم سلول‌های مغز نقشی ندارند، جلوگیری می‌کند.[1]

مغز در استخوان جمجمه و نخاع در ستون مهره‌ها محافظت می‌شوند. درون جعبه‌ای محکم و استخوانی. دقت کنید که در میان این ۴ عامل محافظتی! استخوان‌ها خارجی‌ترین محافظ هستند.



درست زیر استخوان جمجمه و ستون مهره‌ها سه پردهٔ مننژ را داریم که از نوع بافت پیوندی هستند. با توجه به شکل ۱۳ می‌بینید که خارجی‌ترین پردهٔ مننژ دو لایه دارد و فقط لایهٔ داخلی آن در شیار عمیق بین دو نیمکرهٔ مغز نفوذ می‌کند. در شکل ۱۳ می‌بینید بین لایهٔ بیرونی و لایهٔ درونی این پرده یک حفره وجود دارد.

این حفره‌ها در حکم یک جور سیاهرگ هستند و خون جمجمه را تخلیه می‌کنند. پردهٔ میانی مننژ قسمت‌های تارمانندی دارد که در فضای زیر آن هستند.

فضای بین پرده‌های مننژ را مایع مغزی ـ نخاعی پر کرده که مثل یک ضربه‌گیر عمل می‌کند و از دستگاه عصبی مرکزی در برابر ضربه محافظت می‌کند.

۱- *پاسخ به یک شبهه!*

خیلی‌ها فکر می‌کنند که سد خونی ـ مغزی فقط در بافت مغز وجود دارد و در نخاع یافت می‌نشود! ما تصمیم گرفتیم که با دلایل علمی و غیرعلمی! ثابت کنیم که این‌طوری نیست *(از پرادر!)* این سد هم در مغز هست و هم در نخاع؛ یعنی اصلن اصطلاح درست‌تر و علمی‌تر *(طبق کتاب نوروآناتومی پایینی استل)* سد خونی ـ مغزی ـ نخاعی است.

هدف سد خونی ـ مغزی چیست؟ این سد از ورود بسیاری از میکروب‌ها و مواد مضر به مغز جلوگیری می‌کند. از آن‌جایی که مغز و نخاع به واسطهٔ مایع مغزی ـ نخاعی با هم در ارتباط‌اند، اگر این سد در نخاع نبود، همهٔ این مواد مضر می‌توانستند وارد نخاع شده و از طریق مایع مغزی ـ نخاعی به مغز برسند؛ یعنی بنابر دلایل عقلی و منطقی این سد باید در نخاع هم باشد.

یک دانشمند *واقعن العلن!* به نام پل ارلیچ در سال ۱۸۸۲ به کمک آزمایشی این ادعا را ثابت کرد. او به کمک تزریق برخی رنگ‌های طبیعی مانند آبی تریپان (trypan blue) از راه سیاهرگ به حیوانات مشاهده کرد که به‌جز مغز و نخاع رنگ در تمامی بافت‌های بدن پخش می‌شود. خب اگر سد مذکور در نخاع نبود و نخاع مانند بافت‌های دیگر بدن بود این رنگ باید در نخاع هم دیده می‌شد و حتی به مغز هم می‌رسید.

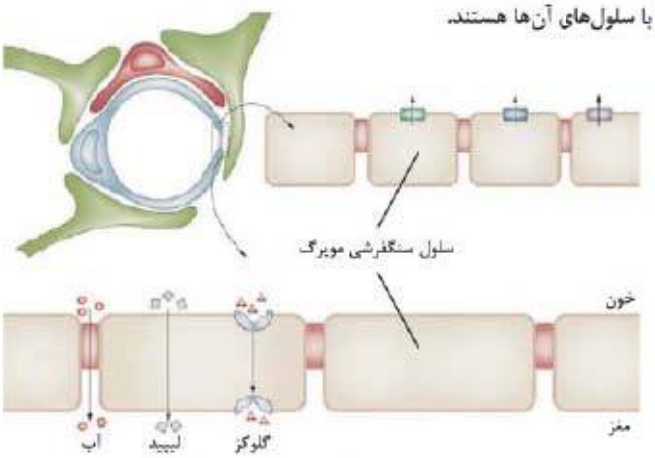
خلاصه این‌که هر چند در کتاب، درسی تاریخ خطاب به ذکر اصطلاح سد خونی ـ مغزی بسنده شده اما بر دوش ما بود که این فاصلهٔ مختصر را پرویم برای تنویر افکار!

۱- در بین ۴ عامل محافظتی ۱، ۲، ۳ و ۴ داخلی‌ترین عامل محافظتی، سد خونی ـ مغزی است. مویرگ‌ها و سد خونی ـ مغزی در اطراف تمام قسمت‌های مغز و نخاع در نزدیکی سلول‌های آن‌ها و در تماس مستقیم با **سلول‌های آن‌ها هستند.**

۲- دقت کنید مایع مغزی ـ نخاعی به صورت مستقیم با مغز و نخاع در تماس نیست، بلکه این داخلی‌ترین پردهٔ منتژ است که به صورت مستقیم با مغز و نخاع در ارتباط است.

۳- با توجه به شکل ۱۳ کتاب می‌بینید که در بین ۳ پردهٔ منتژ، خارجی‌ترین پرده بیشترین ضخامت را دارد و داخلی‌ترین پرده، کم‌ترین ضخامت را.

۴- در شکل ۱۳ کتاب درسی می‌بینید که در شیار عمیق بین دو نیمکرهٔ مغز، هر سه پردهٔ منتژ حضور دارند اما در شیارهای کم‌عمق قشر مخ فقط داخلی‌ترین پردهٔ منتژ نفوذ می‌کند.



سلول‌های پوششی مویرگ‌های مغز و نخاع منفذ ندارند.

۵ و اما سد خونی ـ مغزی: همهٔ مویرگ‌های بدن از یک لایه بافت پوششی تشکیل شده‌اند. بافت پوششی آن‌ها سنگفرشی تک‌لایه است. بین **سلول‌های پوششی مویرگ در همهٔ اندام‌ها به‌جز مغز و نخاع منفذ وجود دارد.**

۶ در سال گذشته خواندیم مویرگ‌های دستگاه عصبی مرکزی (مغز و نخاع)، بافت چربی، ماهیچه‌ها و شش‌ها از نوع پیوسته هستند. در مویرگ‌های پیوسته سلول‌های بافت پوششی ارتباط تنگاتنگی با هم دارند و ورود و خروج مواد در این نوع مویرگ‌ها به شدت تنظیم می‌شود.

دو نوع مویرگ دیگر، مویرگ‌های منفذدار و مویرگ‌های ناپیوسته هستند. مویرگ‌های منفذدار منافذ زیادی در غشای سلول‌های پوششی‌شان دارند. همراه با غشای پایهٔ ضخیم. این مویرگ‌ها لایه‌ای پروتئینی دارند که عبور مولکول‌های درشت مثل پروتئین‌ها را محدود می‌کند. مویرگ‌های منفذدار در کلیه‌ها، روده و غدد درون‌ریز وجود دارند.

مویرگ‌های ناپیوسته در مغز استخوان، جگر و طحال دیده می‌شوند. فاصلهٔ سلول‌های بافت پوششی در این مویرگ‌ها خیلی زیاد است. به صورتی که به شکل حفره‌هایی در دیوارهٔ مویرگ دیده می‌شود.

در مویرگ‌های مغز و نخاع سلول‌های بافت پوششی به یکدیگر چسبیده‌اند و بین آن‌ها منفذی وجود ندارد؛ پس این مویرگ‌های بدون منفذ یک سد درست می‌کنند برای مغز و نخاع به اسم سد خونی ـ مغزی. این سد جلوی عبور مولکول‌های درشت را از خون به فضای بین‌سلولی سلول‌های مغز و نخاع می‌گیرد. مولکول‌های کوچک مثل اکسیژن، آمینواسیدها، گلوکز، برخی داروها، اوره، کربن دی‌اکسید و ویتامین‌ها رد و بدل می‌شوند اما مولکول‌ها و مواد بزرگ مثل پروتئین‌ها نمی‌توانند رد شوند.

در کتاب می‌خوانیم بسیاری از مواد و نیز میکروب‌ها در شرایط طبیعی نمی‌توانند وارد مغز شوند. شما بدانید که سد خونی ـ مغزی براساس اندازه عمل می‌کند؛ یعنی چون منفذ ندارد، به میکروب‌ها که درشت هستند اجازهٔ عبور نمی‌دهد.

۱- جنس سد خونی ـ مغزی بافت پوششی سنگفرشی تک‌لایهٔ فاقد منفذ در مویرگ‌ها است.

۲- دقت کنید براساس متن کتاب درسی **بسیاری از** میکروب‌ها در **شرایط طبیعی** نمی‌توانند از سد خونی ـ مغزی رد شده و وارد مغز شوند. این یعنی برخی از میکروب‌ها می‌توانند از این سد رد شده و وارد بدن شوند. هم‌چنین یعنی! بسیاری از میکروب‌ها در شرایط طبیعی نمی‌توانند وارد مغز شوند، اگر این شرایط طبیعی به هم بریزد، میکروب‌ها از سد خونی ـ مغزی رد شده و وارد مغز می‌شوند.

۳- مایع مغزی ـ نخاعی و سد خونی ـ مغزی هم از مغز محافظت می‌کنند و هم از نخاع.

دستگاه عصبی مرکزی و حفاظت از آن

۱۱۰- چند مورد از موارد زیر در مورد دستگاه عصبی انسان نادرست است؟

الف ـ دستگاه عصبی انسان شامل مغز و نخاع است.

ب ـ دستگاه عصبی محیطی و مرکزی از دو بخش خاکستری و سفید تشکیل شده است.

ج ـ مادهٔ خاکستری شامل جسم سلولی نورون‌ها و رشته‌های عصبی بدون میلین است.

د ـ مادهٔ سفید مغز برخلاف نخاع، فقط در بخش‌های داخلی آن دیده می‌شود.

۱) ۴ ۲) ۳ ۳) ۲ ۴) ۱

۱۱۱- کدام عبارت به درستی بیان شده است؟

۱) دستگاه عصبی شامل مغز و نخاع می‌باشد که مراکز نظارت بر فعالیت‌های بدن هستند.

۲) دستگاه عصبی مرکزی اطلاعات دریافتی از بیرون و درون بدن را تفسیر و به آن‌ها پاسخ می‌دهد.

۳) بخش خاکستری دستگاه عصبی مرکزی برخلاف بخش سفید آن، شامل آکسون‌ها و دندریت‌ها است.

۴) مادهٔ خاکستری نخاع و مغز در مرکز و مادهٔ سفید، اطراف آن را احاطه کرده است.

۱۱۲- سد خونی ـ مغزی جلوی ورود مواد ..... را از ..... می‌گیرد.

۱) درشت ـ خون به فضای میان‌بافتی

۲) درشت ـ فضای میان‌بافتی به یاخته‌ها

۳) مضر ـ خون به فضای میان‌بافتی

۴) مضر ـ فضای میان‌بافتی به یاخته‌ها

۱۱۳- دستگاه عصبی ..... در بدن انسان ..... .

۱) محیطی ـ از دو بخش مادهٔ سفید و مادهٔ خاکستری تشکیل شده است

۲) مرکزی ـ در فضای بین پرده‌های مننژ از مایع مغزی ـ نخاعی پر شده است

۳) محیطی ـ شامل اعصابی است که همهٔ آن‌ها دستورات مغز و نخاع را به اندام‌ها می‌رسانند

۴) مرکزی ـ تنها توسط استخوان‌ها و پرده‌های مننژ محافظت می‌شود

۱۱۴- به طور معمول بخش ..... بخش ..... بیشتر محتوی ..... است.

۱) داخلی مغز مانند ـ خارجی نخاع ـ رشته‌های میلین‌دار

۲) خارجی مغز برخلاف ـ داخلی نخاع ـ جسم سلولی و رشته‌های بدون میلین

۳) داخلی نخاع مانند ـ داخلی مغز ـ رشته‌های میلین‌دار

۴) خارجی نخاع برخلاف ـ خارجی مغز ـ جسم سلولی و رشته‌های بدون میلین

۱۱۵- با توجه به شکل مقابل نمی‌توان گفت بخش ..... .

۱) A در تماس مستقیم با داخلی‌ترین پردهٔ مننژ قرار دارد

۲) B به کمک سد خونی ـ مغزی از عوامل بیگانه محافظت می‌شود

۳) A دارای رشته‌هایی است که در تمام طول خود میلین دارند

۴) B دارای رشته‌هایی است که سرعت هدایت پیام عصبی پایینی دارند

۱۱۶- چند مورد از موارد زیر به درستی بیان شده است؟

الف ـ اعصاب محیطی دست انسان، به نخاع ناحیهٔ گردنی متصل می‌شوند.

ب ـ مادهٔ خاکستری مغز به داخل مادهٔ سفید نفوذ می‌کند.

ج ـ دستگاه عصبی مرکزی تا بخش انتهایی کمر انسان امتداد پیدا کرده است.

د ـ ضخامت مادهٔ خاکستری در همهٔ بخش‌های داخلی نخاع برابر نیست.

۱) ۱ ۲) ۲ ۳) ۳ ۴) ۴

۱۱۷- کدام گزینه در رابطه با محافظت از دستگاه عصبی مرکزی بدن انسان به درستی بیان شده است؟

۱) مایع ضربه‌گیر تنها در لابه‌لای پرده‌های محافظت‌کنندهٔ مغز قابل رؤیت است.

۲) دو لایهٔ خارجی‌ترین پردهٔ مننژ می‌تواند به درون همهٔ شیارهای مغزی نفوذ نماید.

۳) در شیار طولی مغز، سه پردهٔ مننژ بین دو نیمکرهٔ مخ قرار گرفته‌اند.

۴) به طور معمول ضخامت پردهٔ داخلی مننژ از ضخامت پردهٔ خارجی بیشتر است.

۱۱۸- سطح داخلی مغز ..... و قسمت چین‌خوردهٔ آن ..... است.

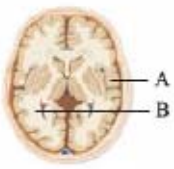
۱) دارای شیار ـ دارای رشته‌های بدون میلین

۲) دارای رشته‌های میلین‌دار ـ فاقد جسم سلولی نورون‌ها

۳) دارای مادهٔ سفیدرنگ ـ نازک و خاکستری‌رنگ

۴) فاقد میلین ـ ضخیم و سفیدرنگ

۱۱۹- با توجه به شکل مقابل می‌توان گفت، در بخش ..... .



۱) A مانند ـ B، رشته‌های عصبی مسئول هدایت جهشی پیام هستند

۲) A برخلاف ـ B، رشتهٔ عصبی در تمام طول خود با مایع بین‌سلولی در تماس است

۳) B مانند ـ A، در تمام طول رشتهٔ عصبی قابلیت تشکیل پتانسیل عمل وجود دارد

۴) B برخلاف ـ A، فعالیت سلول‌های پشتیبان در عایق‌بندی نورون زیاد نیست

۱۲۰- چند مورد از موارد زیر جملهٔ مقابل را به درستی تکمیل می‌کند؟ «در انسان نازک‌ترین پردهٔ مننژ ..... ضخیم‌ترین پردهٔ آن ..... دارد.»

الف ـ همانند ـ در تمام شیارهای مغز حضور
ب ـ همانند ـ در وسط خود حفره
ج ـ برخلاف ـ در تماس مستقیم با مویرگ‌های خونی قشر مغز و نخاع قرار
د ـ برخلاف ـ بیشترین فاصله را با استخوان‌ها

۱) ۱ ۲) ۲ ۳) ۲ ۴) ۴

۱۲۱- چند مورد از موارد زیر در مورد محافظت از دستگاه عصبی انسان درست است؟ «در بین پرده‌های مننژ، ..... نمی‌تواند .....»

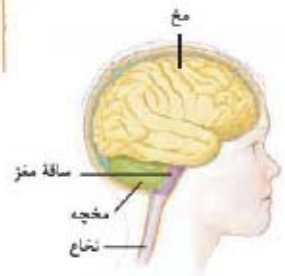
الف ـ خارجی‌ترین پرده ـ با نازک‌ترین پرده تماس مستقیم داشته باشد
ب ـ داخلی‌ترین پردهٔ ـ شیارهای مغز را بپوشاند
ج ـ پردهٔ میانی ـ با حفرهٔ موجود در خارجی‌ترین پرده در ارتباط باشد
د ـ لایهٔ بیرونی پردهٔ خارجی ـ به درون فضای دو نیمکره نفوذ کند

۱) ۴ ۲) ۳ ۳) ۲ ۴) ۱

۱۲۲- کدام‌یک نادرست است؟

۱) بین دو لایهٔ خارجی‌ترین پردهٔ مننژ در مغز حفره وجود دارد.
۲) داخلی‌ترین پردهٔ مننژ به داخل شیارهای کم‌عمق مغز نفوذ می‌کند.
۳) مننژ در مغز به قشر خاکستری مخ و در نخاع به بخش سفید آن چسبیده است.
۴) جنس سد خونی ـ مغزی، بافت پوششی سنگفرشی است و همیشه مانع از ورود میکروب‌ها می‌شود.

مغز



۱ **مغز از سه بخش اصلی مخ، مخچه و ساقهٔ مغز و چند مرکز دیگر (تالاموس، هیپوتالاموس، هیپوکامپ و لیمبیک)** تشکیل شده است. خود ساقهٔ مغز از بالا به پایین از مغز میانی، پل مغزی و بصل‌النخاع ساخته شده است.

نیمکره‌های مخ

۲ مخ بزرگ‌ترین بخش مغز است و در انسان بیشترین حجم مغز را تشکیل می‌دهد. مخ دو نیمکره دارد که به وسیلهٔ یک شیار عمیق از هم جدا می‌شوند. در میان شیارهای قشر مخ، یک شیار عمیق و طولانی در وسط آن وجود دارد و در واقع مخ از محل این شیار به نیمکرهٔ چپ و راست تقسیم می‌شود. این شیار عمیق را می‌توانید در شکل‌های ۱۳ و ۱۵ کتاب درسی ببینید. دو نیمکرهٔ مخ توسط رشته‌های عصبی به هم متصل‌اند که رابط‌های سفیدرنگ به نام **رابط پینه‌ای** و **رابط سه‌گوش**، از این رشته‌های عصبی هستند. این یعنی دو نیمکرهٔ مخ به‌جز این دو رابط، توسط رشته‌های عصبی دیگری نیز به هم متصل هستند. سفیدرنگ بودن این رشته‌ها نشان می‌دهد که میلین‌دار هستند، چون سرعت تبادل اطلاعات خیلی زیاد است، این رشته‌ها باید میلین‌دار باشند.

۳ دو نیمکره **به طور هم‌زمان** از **همهٔ بدن** اطلاعات حسی را دریافت و پردازش می‌کنند تا بخش‌های مختلف بدن به طور هماهنگ با هم فعالیت کنند. علاوه بر این هر نیمکره کارهای مخصوص به خود را نیز دارد. مثلن بخش‌هایی از نیمکرهٔ چپ، مخصوص توانایی در مسائل ریاضیات و استدلال است و بخش‌هایی از نیمکرهٔ راست در مهارت‌های هنری تخصص یافته است.

۴ بخش خارجی نیمکره‌های مخ یا همان قشر مخ از مادهٔ خاکستری است و سطح وسیعی را در مخ با ضخامت چند میلی‌متر تشکیل می‌دهد. اگر یادتان باشد گفتیم در مغز، سطح خارجی از مادهٔ خاکستری (شامل جسم سلولی نورون‌ها و رشته‌های بدون میلین) و بخش داخلی از مادهٔ سفید (رشته‌های میلین‌دار) تشکیل شده است.

قشر خاکستری مخ چین‌خورده است و شیارهای متعددی دارد و پردازش اطلاعات حسی و حرکتی در آن انجام می‌شود. قشر مخ دارای بخش‌های **حسی**، **حرکتی** و **ارتباطی** است. بخش‌های حسی از اندام‌های حسی، پیام‌های حسی را می‌گیرند، بخش‌های حرکتی به ماهیچه‌ها و غده‌ها پیام‌های حرکتی می‌فرستند و بخش‌های ارتباطی بین بخش‌های حسی و حرکتی ارتباط برقرار می‌کنند.

در فصل بعد می‌خوانید اندام‌های حسی ۵تا هستند: چشم‌ها، گوش‌ها، پوست، زبان و بینی.

نواحی خاصی از قشر مخ، ناحیهٔ حرکتی و نواحی خاصی، ناحیهٔ حسی هستند. نواحی حرکتی و حسی هر کدام به دو بخش اولیه و ثانویه تقسیم می‌شوند. نواحی حسی اولیه، حس‌های بینایی، شنوایی و پیکری (مثل درد) را که از اندام‌های حسی به مغز آمده‌اند، تشخیص می‌دهند. نواحی حسی ثانویه که در فاصلهٔ چند سانتی‌متری از نواحی حسی اولیه قرار دارند، اعمال نواحی اولیه را به صورت مفهوم درمی‌آورند و شروع به تجزیه و تحلیل پیام‌های حسی که دریافت کرده‌اند، می‌کنند. مثلن شکل جسمی را که در دست گرفته‌ایم، تفسیر می‌کنند یا مثلن تفسیر رنگ و شدت نور ـ .

نواحی حرکتی برای ایجاد حرکات، با عضلات در ارتباط مستقیم هستند. نواحی حرکتی تمام حرکات ماهیچه‌های ارادی بدن را کنترل می‌کنند و به این ترتیب حرکت هر اندام و هر ماهیچه، مرکز مشخصی در قشر مخ دارد. قشر حرکتی اولیه مربوط به انقباض عضلات ارادی است. قشر حرکتی ثانویه بیشتر مربوط به کنترل حرکات مهارتی است و ناحیهٔ حرکتی اولیه را کنترل می‌کند.

نواحی ارتباطی پیام‌های متعددی را از نواحی قشری حرکتی و حسی و همین‌طور از قسمت‌های زیر قشر مخ دریافت و تجزیه و تحلیل می‌کنند.

۲۲۳- چند مورد از موارد زیر برای تکمیل عبارت مقابل مناسب است؟ «در دستگاه عصبی ..... .»

الف ـ سنجاقک، همهٔ گره‌های عصبی درون مغز قرار نگرفته‌اند

ب ـ پلاناریا، دستگاه عصبی محیطی فقط شامل رشته‌های بین طناب‌های عصبی نمی‌شود

ج ـ گنجشک، اندازهٔ نسبی مغز نسبت به وزن بدن، از تمساح بیشتر است

د ـ هیدر، شبکهٔ عصبی باعث انتشار تحریک در کل بدن جانور می‌شود

۱) ۱ ۲) ۲ ۳) ۳ ۴) ۴

۲۲۴- می‌توان گفت ..... .

۱) در مغز پلاناریا رشته‌های سیتوپلاسمی نیز وجود دارد
۲) طناب عصبی ملخ برخلاف پلاناریا، جسم سلولی نیز دارد
۳) ضخامت طناب‌های عصبی پلاناریا از گره‌های عصبی مغز بیشتر است
۴) به هر یک از پاهای ملخ بیش از یک رشتهٔ عصبی محیطی وارد می‌شود

۲۲۵- در جانوری با ..... قطعاً ..... .

۱) طناب عصبی شکمی ـ می‌توان چندین مرکز خاکستری‌رنگ در هر بند مشاهده کرد
۲) ساده‌ترین ساختار عصبی ـ نورون‌های دستگاه عصبی محیطی در بدن پراکنده هستند
۳) دو طناب عصبی موازی ـ رشته‌های سیتوپلاسمی نورون‌ها در سر مشاهده می‌شوند
۴) طناب عصبی پشتی ـ بخشی از آن برجسته‌شده و درون سوراخ مهره‌ها جای می‌گیرد

۲۲۶- چند مورد از موارد زیر به درستی بیان شده است؟

الف ـ در سنجاقک همهٔ گره‌های عصبی در مغز تجمع پیدا نکرده‌اند.
ب ـ اندازهٔ نسبی مغز پرندگان از خزندگان بیشتر است.
ج ـ طناب‌های عصبی در پلاناریا جزء دستگاه عصبی مرکزی هستند.
د ـ تعداد گره‌های عصبی در بدن زنبور بیش از تعداد بندهای بدنش است.

۱) ۱ ۲) ۲ ۳) ۳ ۴) ۴

تست‌های ترکیبی

۲۲۷- مویرگ‌های موجود در نخاع ..... مویرگ‌های دیافراگم از نوع ..... هستند و در این نوع مویرگ، یاخته‌های پوششی ..... .

۱) همانند ـ منفذدار ـ ورود و خروج مواد را به شدت کنترل می‌کنند
۲) برخلاف ـ منفذدار ـ در دیوارهٔ خود منافذ بسیار زیادی دارند
۳) برخلاف ـ پیوسته ـ بر روی غشای پایه مستقرند
۴) همانند ـ پیوسته ـ ارتباط تنگاتنگی با یکدیگر دارند

۲۲۸- کدام گزینه دربارهٔ پمپ سدیم ـ پتاسیم در غشای یاخته‌های مختلف بدن درست است؟

۱) با بازشدن کانال‌های دریچه‌دار سدیمی نورون‌ها، انتقال سدیم به خارج از نورون را متوقف می‌کند.
۲) غیرفعال‌شدن آن در غشای یاخته‌های پوششی روده، جذب گلوکز را افزایش می‌دهد.
۳) در مجاورت ریزپرزهای سطح یاخته‌های پوششی روده، قرار گرفته است.
۴) با فعالیت خود، تمایل به جذب آب توسط سلول را کاهش می‌دهد.

۲۲۹- کدام گزینه عبارت مقابل را به نادرستی تکمیل می‌کند؟ «پمپ سدیم ـ پتاسیم که در گروه رانویه مستقر است، ..... .»

۱) حین ورود پتاسیم به نورون تغییرشکل می‌دهد
۲) گروهی از مواد تولیدشده در تنفس یاخته‌ای را مصرف می‌کند
۳) در پتانسیل عمل، غلظت سدیم درون نورون را کاهش می‌دهد
۴) به ازای خروج هر یون سدیم از نورون، یک یون پتاسیم را به نورون وارد می‌کند

۲۳۰- هر نوع پروتئین غشایی که یون پتاسیم را ..... می‌کند، ..... .

۱) از نورون خارج ـ در بخش‌هایی از پتانسیل عمل دریچهٔ خود را می‌بندد
۲) از نورون خارج ـ در انتقال مولکول‌های آب از عرض غشا نقشی ندارد
۳) به نورون وارد ـ حین ایجاد منحنی پتانسیل عمل غیرفعال است
۴) به نورون وارد ـ نوعی یون از میان‌یاختهٔ نورون خارج می‌کند

۲۳۱- دو موج پتانسیل عمل را در آکسونی که یک بار با غلاف میلین پوشیده شده و بار دیگر فاقد غلاف میلین در اطراف خود است، هدایت می‌کنیم. سرعت هدایت پیام عصبی و میزان تولید ADP در این آکسون در حالت اول نسبت به حالت دوم به ترتیب چگونه است؟

۱) بیشتر ـ بیشتر ۲) بیشتر ـ کم‌تر ۳) کم‌تر ـ بیشتر ۴) کم‌تر ـ کم‌تر

۲۳۲- بخشی از دستگاه عصبی مرکزی انسان که داخلی‌ترین پردهٔ منژ به مادهٔ ..... آن متصل است، نمی‌تواند ..... کند.

۱) خاکستری ـ حرکت عضلات اسکلتی را کنترل
۲) خاکستری ـ در عملکرد هوشمندانه نقش مهمی ایفا
۳) سفید ـ پیام عصبی بازشدن بندارهٔ داخلی میزراه را ارسال
۴) سفید ـ حرکات بدن در حالت‌های مختلف و فعالیت ماهیچه‌ها را هماهنگ

۲۳۳- چند مورد از موارد زیر، جملهٔ مقابل را به درستی تکمیل می‌کند؟ «در بدن یک فرد بالغ اعصاب هم‌حس ..... اعصاب پادهم‌حس، .....»

الف ـ همانند ـ در تغییر میزان فشار خون فرد نقش دارند
ب ـ برخلاف ـ در تحریک ایجاد انقباض ماهیچهٔ قلب نقش دارند
ج ـ برخلاف ـ ترشح سکرتین از یاخته‌های دوازدهه را کاهش می‌دهند
د ـ همانند ـ شدت حرکات قطعه‌قطعه‌کننده در محل تولید گاسترین را تغییر می‌دهند

۱) ۴ ۲) ۳ ۳) ۲ ۴) ۱

۲۳۴- اعصاب ..... می‌توانند با ..... باعث ..... شوند.

۱) هم‌حس ـ تأثیر بر ماهیچه‌های دیوارهٔ معده ـ کاهش قدرت حرکات قطعه‌قطعه‌کننده
۲) پادهم‌حس ـ تأثیر بر ماهیچه‌های دیوارهٔ رودهٔ باریک ـ افزایش شدت حرکات کرمی
۳) هم‌حس ـ ایجاد سیناپس در بافت گرهی ـ کاهش فاصلهٔ دو موج Q متوالی
۴) پادهم‌حس ـ ایجاد سیناپس در بطن ـ کاهش تعداد ضربان قلب

۲۳۵- کدام گزینه عبارت مقابل را به نادرستی تکمیل می‌کند؟ «در حالت آرامش نورون یونی که ..... مصرف ATP ..... می‌شود، .....»

۱) بدون ـ به درون‌یاخته، وارد ـ بازجذب آن در کلیه توسط هورمون آلدوسترون انجام می‌شود
۲) با ـ به درون‌یاخته، وارد ـ در کلیه، فقط به کمک فرایند تراوش از خون دفع می‌شود
۳) با ـ از درون‌یاخته، خارج ـ شیب غلظت آن در روده، به جذب گلوکز کمک می‌کند
۴) بدون ـ از درون‌یاخته، خارج ـ افزایش غلظت آن در خون، رگ‌ها را گشاد می‌کند

۲۳۶- کدام گزینه دربارهٔ دستگاه عصبی روده‌ای انسان درست است؟

۱) این دستگاه در دهان باعث تحریک ترشح براق می‌شود.
۲) مستقل از بخش خودمختار اعصاب حرکتی فعالیت نمی‌کند.
۳) تحت تأثیر اعصاب هم‌حس همواره فعالیت آن کاهش می‌یابد.
۴) از تجمع نورون‌های لایهٔ زیرمخاط و لایهٔ ماهیچه‌ای ایجاد می‌شود.

۲۳۷- در ساختار یک نورون ..... قطعاً ..... نمی‌تواند قرار داشته باشد.

۱) جسم یاخته‌ای ـ بین دو غلاف میلین
۲) گیرندهٔ ناقل عصبی ـ بر روی جسم یاخته‌ای
۳) محل اتصال دندریت و آکسون به جسم یاخته‌ای ـ در یک نقطه
۴) اندامک ذخیره‌کنندهٔ مولکول دنای خطی ـ در ساختار رشته‌های متصل به جسم یاخته‌ای

۲۳۸- چند مورد از موارد زیر دربارهٔ هر بخشی از مغز که در تنظیم فشار خون شرکت می‌کند درست است؟

الف ـ مغز را به نخاع مرتبط می‌کند.
ب ـ در تنظیم زنش قلب نقش ایفا می‌کند.
ج ـ جزئی از دستگاه لیمبیک محسوب نمی‌شود.
د ـ یکی از مراکز تنفس در این بخش قرار دارد.

۱) ۴ ۲) ۳ ۳) ۲ ۴) ۱

۲۳۹- چند مورد از مراکز عصبی زیر در پایین‌ترین بخش ساقهٔ مغز مستقر هستند؟

الف ـ مرکز تنظیم زمان دم
ب ـ مرکز بلع
ج ـ مرکز تشنگی
د ـ مرکز شروع عمل دم

۱) ۲ ۲) ۱ ۳) ۴ ۴) ۳

۲۴۰- کدام گزینه دربارهٔ بخشی از مغز که مرکز تنظیم ترشح بزاق در آن قرار دارد نادرست است؟

۱) بطن چهارم بین این بخش و درخت زندگی قرار دارد.
۲) برای توقف تنفس، پیام‌هایی را به شش‌ها ارسال می‌کند.
۳) مراکز تنظیم اعصاب خودمختار در این بخش و بصل‌النخاع قرار دارد.
۴) مرکز تنظیم برخی از انعکاس‌های بدن است.

۲۴۱- کدام گزینه دربارهٔ هیدر نادرست است؟

۱) گروهی از یاخته‌های پوششی کیسهٔ گوارشی آن به ترشح آنزیم گوارشی می‌پردازند.
۲) همهٔ یاخته‌های دیوارهٔ کیسهٔ گوارشی آن بر روی غشای پایه مستقر هستند.
۳) بازوهای این جانور با تحریک نورون‌های شبکهٔ عصبی حرکت می‌کنند.
۴) جریان حرکت مواد در کیسهٔ گوارشی این جانور یک‌طرفه است.

۲۴۲- چند مورد از موارد زیر، دربارهٔ پلاناریا درست است؟

الف ـ فاصلهٔ انتشار مواد تا یاخته‌های بدن این جانور، بسیار کوتاه است.

ب ـ در ساختار طناب‌های عصبی این جانور جسم یاخته‌ای وجود ندارد.

ج ـ به کمک نوعی سازوکار تنفسی ویژه، به تبادل گازهای تنفسی می‌پردازد.

د ـ دفع بیشتر مواد زائد نیتروژن‌دار را به کمک پروتونفریدی‌های خود انجام می‌دهد.

۱) ۳ ۲) ۲ ۳) ۴ ۴) ۱

۲۴۳- در ملخ .....

۱) فعالیت ماهیچه‌ای روده و مری با گره‌های عصبی مختلفی کنترل می‌شود
۲) لوله‌های مالپیگی در تراوش اوریک اسید و پتاسیم نقش دارند
۳) روده در قسمت‌های مختلف دارای قطر یکنواختی است
۴) همهٔ انشعابات تایدیسی با کیتین مفروش شده‌اند

۲۴۴- در بین مهره‌داران اندازهٔ نسبی مغز نسبت به وزن بدن پستانداران و ..... بیشتر از سایرین است و در همهٔ اعضای این دو گروه از جانوران، ..... .

۱) خزندگان ـ جدایی کامل بطنی رخ داده است
۲) خزندگان ـ سازوکار پمپ فشار منفی وجود دارد
۳) پرندگان ـ هوا به صورت یک‌طرفه در شش‌ها حرکت می‌کند
۴) پرندگان ـ خون ضمن یک بار گردش در بدن، دو بار از قلب می‌گذرد

۲۴۵- چند مورد از موارد زیر دربارهٔ هر بخشی از دستگاه عصبی مرکزی انسان که اعصاب حرکتی، پیام عصبی را از آن خارج می‌کنند نادرست است؟

الف ـ از مراکز نظارت بر فعالیت‌های بدن محسوب می‌شود.

ب ـ داخلی‌ترین پردهٔ مننژ، به مادهٔ خاکستری این بخش اتصال دارد.

ج ـ اعصاب حسی پیام عصبی را به این بخش وارد می‌کنند.

د ـ دستور بازشدن بنداره‌های میزراه را صادر می‌کند.

۱) ۱ ۲) ۲ ۳) ۲ ۴) ۴

۲۴۶- چند مورد از موارد زیر، عبارت مقابل را به درستی تکمیل می‌کند؟ «پلاناریا ..... دارد.»

الف ـ برخلاف هیدر، حفرهٔ گوارشی

ب ـ همانند قورباغه، در بدن خود حلق

ج ـ برخلاف کرم خاکی، پروتونفریدی

د ـ همانند ملخ، دستگاه عصبی مرکزی

۱) ۱ ۲) ۲ ۳) ۲ ۴) ۴

۲۴۷- چند مورد از موارد زیر جملهٔ مقابل را به درستی تکمیل می‌کند؟ «در انسان همهٔ انعکاس‌ها ..... .»

الف ـ سریع و غیرارادی هستند

ب ـ پاسخی حرکتی محسوب می‌شوند

ج ـ توسط دستگاه پیکری ایجاد می‌شوند

د ـ توسط عضلات اسکلتی ایجاد می‌شوند

هـ ـ مستقل از مغز هستند و مغز روی آن‌ها اثری ندارد

و ـ تحت کنترل نخاع هستند

۱) ۲ ۲) ۳ ۳) ۴ ۴) ۵

۲۴۸- کدام عبارت در مورد عوامل محافظت‌کننده از دستگاه عصبی مرکزی درست است؟

۱) مایع ضربه‌گیر فقط در محافظت از مغز نقش دارد.
۲) یک پردهٔ سه‌لایه در اطراف ناحیهٔ چین‌خوردهٔ مخ مشاهده می‌شود.
۳) پردهٔ محافظتی مغز از انواع سلول‌ها و رشته‌های پروتئینی تشکیل شده است.
۴) می‌تواند برخلاف مغز استخوان، دارای مویرگ‌هایی باشد که ورود و خروج مواد را به شدت تنظیم می‌کند.

۲۴۹- چند مورد از موارد زیر جملهٔ مقابل را به نادرستی تکمیل می‌کند؟ «در انسان همهٔ پیام‌های عصبی واردشده به ..... ابتدا از ..... عبور می‌کنند.»

الف ـ مخچه ـ بصل‌النخاع

ب ـ تالاموس ـ پل مغزی

ج ـ قشر مخ ـ تالاموس

د ـ هیپوتالاموس ـ دستگاه لیمبیک

۱) ۱ ۲) ۲ ۳) ۲ ۴) ۴

۲۵۰- چند مورد از موارد زیر به درستی بیان شده است؟

الف ـ همهٔ نورون‌های حرکتی، جزء دستگاه پیکری هستند.

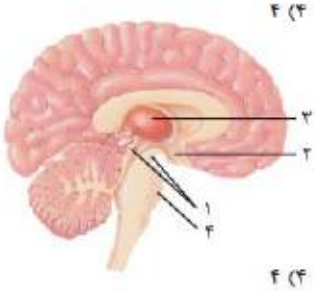
ب ـ همهٔ ریشه‌های شکمی جزء دستگاه عصبی پیکری هستند.

ج ـ هر انقباض ارادی کار اعضاب پیکری است.

د ـ هر انقباض غیرارادی کار اعضاب خودمختار است.

۱) ۱ ۲) ۲ ۳) ۲ ۴) ۴

۲۵۱- با توجه به شکل مقابل چند مورد از موارد زیر درست است؟



الف ـ بخش (۴) همهٔ پیام‌های مغزی را به بصل‌النخاع وارد می‌کند.

ب ـ بخش (۳) در انتقال پیام‌های حسی به مخ مؤثر است.

ج ـ بخش (۲) فقط از طریق سیناپس می‌تواند اطلاعات را دریافت کند.

د ـ بخش (۱) هم در بخش‌های حسی هم در بخش‌های حرکتی فعالیت می‌کند.

۱) ۱ ۲) ۲ ۳) ۲ ۴) ۴

پاسخ‌نامهٔ تشریحی

۱- گزینهٔ «۴» سلول پشتیبان نوعی سلول غیرعصبی است و بدون تولید و هدایت پیام عصبی، فعالیت می‌کند.

بررسی سایر گزینه‌ها گزینهٔ (۱): این‌که کتاب درسی گفته است تحریک‌پذیری از محرک حسی، جزء ویژگی نورون‌ها است، به این معنی نیست که هر نورون به وسیلهٔ محرک تحریک می‌شود. نورون‌ها با محرک‌ها یا به وسیلهٔ نورون‌های دیگر تحریک شوند. هر سلول عصبی در بافت عصبی تحریک‌پذیر است و تحریک می‌شود اما این تحریک همیشه به وسیلهٔ محرک نیست. محرک‌ها می‌توانند روی سلول‌های گیرنده اثر بگذارند و آن‌ها را تحریک کنند. گیرنده‌ها می‌توانند سلول عصبی یا بخشی از آن باشند و یا سلول عصبی نباشند. گیرنده‌هایی که سلول عصبی و یا بخشی از سلول عصبی هستند، مستقیمن به وسیلهٔ محرک تحریک می‌شوند./ گزینهٔ (۲): سلول پشتیبان نمی‌تواند به دور جسم سلولی بپیچد. ضمن این‌که هر سلول پشتیبانی تو کار عایق‌بندی نیست. بعضی از سلول‌های پشتیبان در دفاع از سلول‌های عصبی، بعضی در حفظ هم‌ایستایی مایع اطراف سلول‌های عصبی و بعضی در ایجاد داربست برای استقرار سلول‌های عصبی نقش دارند./ گزینهٔ (۳): هر سلول عصبی نمی‌تواند این کار را بکند! نورون‌های حرکتی سلول‌های عصبی‌ای هستند که به ماهیچه‌ها و غدد پیام حرکتی را می‌رسانند و نمی‌توانند پیام عصبی را به نورون دیگری منتقل کنند.

۲- گزینهٔ «۳» (A) بخشی از سلول عصبی و (B) سلول پشتیبان را نشان می‌دهد. هر دوی این‌ها در اطراف خود در تماس با مایع بین‌سلولی قرار می‌گیرند. در رشته‌های عصبی میلین‌دار، گره‌های رانویه که فاقد میلین هستند، در تماس با مایع بین‌سلولی قرار می‌گیرند.

بررسی سایر گزینه‌ها گزینهٔ (۱): سلول پشتیبان قادر به هدایت پیام عصبی نیست./ گزینهٔ (۲): فقط سلول پشتیبان قادر به حفظ هم‌ایستایی مایع اطراف خود است./ گزینهٔ (۴): سلول عصبی و سلول پشتیبان، دو نوع سلول بافت عصبی هستند (توجه کنید که سلول پشتیبان با این‌که نوعی سلول غیرعصبی است اما جزء بافت عصبی محسوب می‌شود).

۳- گزینهٔ «۴» رشته‌هایی که از جسم سلولی بیرون می‌زنند آکسون و دندریت هستند! که هر دو می‌توانند با محیط پیرامون در ارتباط باشند. اگر میلین نداشته باشند، در تمام طولشان با محیط بیرون در ارتباط هستند و اگر میلین داشته باشند، در محل گره‌های رانویه.

بررسی سایر گزینه‌ها گزینهٔ (۱): با توجه به شکل ۳ می‌بینید که دندریت‌های نورون حرکتی و دندریت‌ها و آکسون نورون رابط فاقد میلین هستند./ گزینهٔ (۲): در مورد دندریت درست است اما در مورد آکسون نه!/ گزینهٔ (۳): در مورد آکسون درست است اما در مورد دندریت نه!

۴- گزینهٔ «۴» همهٔ موارد درست هستند. بخش دورکنندهٔ پیام از جسم سلولی، آکسون و بخش نزدیک‌کننده پیام به جسم سلولی، دندریت است. با توجه به شکل ۳ کتاب درسی می‌بینید که:

(الف): در نورون حرکتی، آکسون بلند بوده و دندریت فاقد غلاف میلین است./ (ب): در نورون حسی، آکسون دارای غلاف میلین و در نتیجه گره رانویه بوده و دندریت بلند است./ (ج): در نورون حرکتی، آکسون میلین‌دار و دندریت کوتاه است./ (د): در نورون رابط، آکسون بلند و فاقد میلین بوده و دندریت انشعاب‌دار است.

۵- گزینهٔ «۱» غلاف میلین موجب پوشیده‌شدن رشتهٔ عصبی می‌شود و بنابراین از تماس آن با مایع بین‌سلولی می‌کاهد.

بررسی سایر گزینه‌ها گزینهٔ (۲): دندریت و آکسون هر دو دارای غشا و سیتوپلاسم هستند./ گزینهٔ (۳): با توجه به شکل ۱ کتاب درسی هر گره رانویه در بین دو سلول پشتیبان قرار می‌گیرد. هم‌چنین بسیاری از نورون‌ها غلاف میلین و در نتیجه گره رانویه دارند./ گزینهٔ (۴): با توجه به شکل ۳ کتاب درسی می‌بینید که در نورون‌های حسی دندریت و آکسون هر دو از یک نقطه بیرون زده‌اند.

۶- گزینهٔ «۲» وجود میلین در آکسون (و دندریت) نورون رابط دور از انتظار است. آکسون نورون رابط برخلاف دندریت نورون حسی، میلین ندارد. نورون‌های حسی در دندریت و آکسون و نورون‌های حرکتی فقط در آکسون خود، میلین دارند.

۷- گزینهٔ «۱» دندریت و آکسون می‌توانند میلین داشته باشند و همان‌طور که می‌دانید هیچ‌کدام هسته ندارند؛ هسته تنها در جسم سلولی دیده می‌شود.

بررسی سایر گزینه‌ها گزینهٔ (۲): دندریت و آکسون هر دو می‌توانند گره رانویه داشته باشند اما تنها آکسون قدرت انتقال پیام به سلول‌های دیگر را دارد./ گزینهٔ (۳): دندریت و آکسون هر دو می‌توانند پیام عصبی را هدایت نمایند اما لزومن این رشته‌ها دارای میلین و عایق‌بندی‌شده نیستند./ گزینهٔ (۴): دندریت و آکسون هر دو دارای سیتوپلاسم هستند.

۸- گزینهٔ «۴» آکسون‌ها پیام عصبی را از جسم سلولی دور می‌کنند. این رشته‌ها اگر فاقد میلین باشند، در تمام طول خود و اگر دارای میلین باشند، در گره‌های رانویه با مایع بین‌سلولی در تماس هستند.

بررسی سایر گزینه‌ها گزینهٔ (۱): دندریت‌ها پیام عصبی را به جسم سلولی هدایت می‌کنند اما توانایی **انتقال** پیام به سلول‌های دیگر را ندارند. انتقال پیام عصبی از سلول عصبی به سلول‌های دیگر فقط کار آکسون است./ گزینهٔ (۲): آکسون‌ها می‌توانند پیام را به سلول‌های دیگر منتقل کنند. این رشته‌ها در بخش‌هایی که گره رانویه نام دارند، با میلین پوشیده نمی‌شوند./ گزینهٔ (۳): جسم سلولی حاوی هسته و سیتوپلاسم است. این بخش نمی‌تواند توسط غلاف میلین عایق‌بندی شود.

۹- گزینهٔ «۲» موارد «ب»، «ج» و «د» نادرست هستند.

(الف): آکسون و دندریت نورون حسی هر دو دارای میلین هستند؛ بنابراین در نورون حسی، جسم سلولی بین دو غلاف میلین قرار می‌گیرد./ (ب): با توجه به شکل ۳ کتاب درسی می‌بینید که انشعابات آکسون در انتهای آن در نورون حرکتی (پایانهٔ آکسون) با غلاف میلین احاطه نشده‌اند./ (ج): باز هم با توجه به شکل ۳ کتاب درسی می‌بینید که یک آکسون میلین‌دار (مربوط به نورون حسی) در اطراف جسم سلولی نورون رابط دیده می‌شود. آکسون نورون حسی انشعاب ندارد، پایانهٔ آکسون منشعب است./ (د): انتقال پیام عصبی از انتهای سلول به یک سلول دیگر امکان‌پذیر است، نه هدایت پیام عصبی!

۱۰- گزینهٔ «۲» موارد «الف» و «ب» درست هستند.

(الف) و (د): نورون حسی به دنبال تأثیر مستقیم محرک حسی تحریک می‌شود. با توجه به شکل ۳ می‌بینید که در نورون حسی یک رشته دندریت میلین‌دار وارد جسم سلولی و یک آکسون میلین‌دار هم از آن خارج می‌شود./ (ب): نورون حرکتی پیام عصبی را از مغز و نخاع خارج می‌کند و دارای یک آکسون و چندین دندریت است./ (ج): نورون رابط پیام عصبی را بین نورون حسی و حرکتی منتقل می‌کند و دارای چندین دندریت و یک آکسون است.

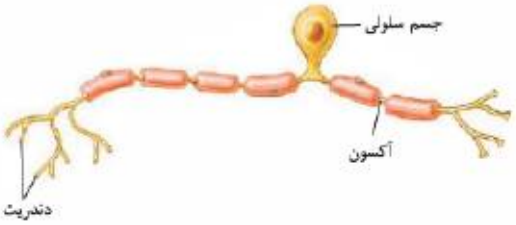
۱۱- گزینهٔ «۱» فقط مورد «ب» درست است.

(الف): شکل، نورون حرکتی را نشان می‌دهد. نورون حرکتی پیام عصبی را از دستگاه عصبی مرکزی یعنی مغز و نخاع به سمت ماهیچه‌ها و غده‌ها می‌آورد پس این نورون حرکتی ممکن است از نخاع خارج شده باشد، نه به طور حتم از مغز و ممکن است پیام حرکتی را به غده برساند، نه حتمن به ماهیچه./ (ب): بخش A، دندریت را نشان می‌دهد. با توجه به شکل ۳ کتاب درسی، میزان انشعابات دندریت در انواع نورون‌های مختلف، متفاوت است./ (ج): پیام عصبی از یک نورون به سلول دیگر منتقل می‌شود، نه هدایت./ (د): بخش D، غلاف میلین را نشان می‌دهد. می‌دانید که غلاف میلین به وسیلهٔ سلول‌های پشتیبان ساخته می‌شود. درست است که سلول‌های پشتیبان علاوه بر تولید غلاف میلین در دفاع از سلول‌های عصبی، حفظ هم‌ایستایی مایع اطراف آن‌ها و ایجاد داربست برای استقرار سلول‌های عصبی نقش دارند اما می‌دانید که سلول‌های پشتیبان انواع گوناگونی دارند و هر کدام از این کارها به وسیلهٔ نوع خاصی از سلول‌های پشتیبان انجام می‌شود. سلول پشتیبان در بخش D که میلین را ساخته‌اند، نمی‌توانند دفاع از سلول‌های عصبی و حفظ هم‌ایستایی مایع اطراف آن‌ها را هم انجام دهند. دفاع از سلول‌های عصبی و حفظ هم‌ایستایی مایع اطراف آن‌ها توسط سلول‌های پشتیبانی که در بخش D شکل وجود دارند و میلین را ایجاد کرده‌اند، انجام نمی‌شود، بلکه توسط انواع دیگری از سلول‌های پشتیبان انجام می‌شوند. در واقع نوعی از سلول‌های پشتیبان که در بخش D هستند فقط می‌توانند غلاف میلین را تشکیل دهند.

۱۲- گزینهٔ «۱» در نورون رابط و نورون حرکتی چندین دندریت به جسم سلولی متصل هستند.

بررسی سایر گزینه‌ها گزینهٔ (۲): در هر دو نوع نورون آکسون در انتهای خود (در پایانهٔ آکسون) دارای انشعاب است. شکل ۳ کتاب درسی را نگاه کنید./ گزینهٔ (۳): در طرفین جسم سلولی یعنی در دو طرف آن، فقط در نورون حسی در هر دو طرف جسم سلولی رشته‌های میلین‌دار وجود دارد./ گزینهٔ (۴): فقط نورون حرکتی می‌تواند پیام عصبی را به یک سلول غیرعصبی (ماهیچه و غده) انتقال دهد.

۱۳- گزینهٔ «۴» نورون رابط ارتباط عصبی بین نورون حسی و حرکتی را برقرار می‌کند. این نورون‌ها تنها در مغز و نخاع فعالیت می‌کنند.



بررسی سایر گزینه‌ها گزینهٔ (۱): نورون حسی در انتقال پیام عصبی به دستگاه عصبی مرکزی نقش دارد و دارای دندریت و آکسون هم‌راستا است./ گزینهٔ (۲): نورون‌های حسی و حرکتی و رابط، همگی می‌توانند در مغز با نورون‌های دیگر ارتباط برقرار کنند. نورون حسی و حرکتی آکسون میلین‌دار دارند./ گزینهٔ (۳): نورون‌های حرکتی پیام عصبی را از مغز خارج می‌کنند و دارای دندریت کوتاه و آکسون بلند می‌باشند.

۱۴- گزینهٔ «۳» دردی که با تماس پا با میخ ایجاد می‌شود، نقش محرک را دارد. برای برداشته‌شدن پا از روی میخ، نورون رابط باید پیام را به نورون حرکتی منتقل نماید. این نورون در خارج از مغز و نخاع فعالیتی ندارد.

بررسی سایر گزینه‌ها گزینهٔ (۱): نورون حسی زودتر از سایر نورون‌ها تحریک می‌شود. این نورون دندریت بلندتری از آکسون خود دارد./ گزینهٔ (۲): نورون حرکتی پیام عصبی را به ماهیچه منتقل می‌کند. این نورون در دندریت خود میلین ندارد./ گزینهٔ (۴): نورون حرکتی آخرین نورونی است که تحریک می‌شود. این نورون دارای یک آکسون و چندین دندریت است.

۱۵- گزینهٔ «۲» در پتانسیل آرامش از طریق کانال‌های نشتی سدیمی، یون‌های سدیم وارد سیتوپلاسم نورون و از طریق کانال‌های نشتی پتاسیمی، یون‌های پتاسیم وارد مایع میان‌بافتی می‌شوند. هر دوی این فرایندها بدون صرف انرژی صورت می‌گیرد. در پتانسیل آرامش کانال دریچه‌دار نداریم!!

۱۶- گزینهٔ «۳» در پتانسیل آرامش پمپ سدیم ـ پتاسیم یون‌های پتاسیم را در خلاف جهت شیب غلظت به داخل نورون وارد می‌کند. به عبارت دیگر این یون‌ها از جایی که مقدار کمی دارند به جایی که مقدار زیادی دارند، وارد می‌شوند.

بررسی سایر گزینه‌ها گزینهٔ (۱): پمپ سدیم را نیز در خلاف جهت شیب غلظت به بیرون از نورون که غلظت زیادی دارد، وارد می‌کند./ گزینهٔ (۲): کانال نشتی پتاسیمی موجب خروج پتاسیم از نورون و ورود آن به بخشی می‌شود که غلظت کمی دارد./ گزینهٔ (۴): در پتانسیل آرامش کانال‌های دریچه‌دار عمل نمی‌کنند.

۱۷- گزینهٔ «۲» موارد «ب» و «ج» درست هستند.

در پتانسیل آرامش ورود سدیم به نورون و خروج پتاسیم از نورون (ورود آن به مایع میان‌بافتی) بدون صرف انرژی و برعکس خروج سدیم از نورون و ورود پتاسیم به نورون در خلاف جهت شیب غلظت و همراه با صرف انرژی صورت می‌گیرد.

۱۸- گزینهٔ «۴» همهٔ موارد درست هستند.

(الف): علت اختلاف پتانسیل در حالت آرامش، عدم توازن بین بارهای الکتریکی در دو سمت غشای سلول است./ (ب): در حالت آرامش، سدیم و پتاسیم از طریق کانال‌های نشتی بدون دریچه جابه‌جا می‌شوند./ (ج): دو الکترود پتانسیل غشا را اندازه‌گیری می‌کنند. یکی پتانسیل خارج غشا (بیرون سلول)، یکی هم پتانسیل داخل غشا (درون سلول) را!/ (د): پمپ سدیم ـ پتاسیم در هر بار فعالیت، هم‌زمان ۳ سدیم را به خارج و ۲ پتاسیم را به داخل سلول می‌فرستد.

۱۹- گزینهٔ «۲» در پتانسیل آرامش، پمپ سدیم ـ پتاسیم در هر بار عملکرد خود همراه با صرف انرژی، سه یون سدیم را به خارج نورون و دو یون پتاسیم را به داخل نورون وارد می‌کند؛ بنابراین میزان انتقال فعال سدیم از پتاسیم بیشتر است.

بررسی سایر گزینه‌ها گزینهٔ (۱): در پتانسیل آرامش به دلیل نفوذپذیری بیشتر غشا به یون پتاسیم، این یون به مقدار بیشتری نسبت به سدیم از طریق کانال‌های نشتی پتاسیمی منتشر می‌شود./ گزینهٔ (۳): در پتانسیل آرامش، داخل نورون نسبت به خارج آن منفی‌تر است (بار مثبت خارج نورون نسبت به داخل بیشتر است)، به ۲ دلیل؛ یکی این‌که از طریق کانال‌های نشتی پتاسیمی تعداد یون‌های پتاسیمی که خارج می‌شود از سلول بیشتر است، نسبت به سدیمی که از طریق کانال‌های نشتی سدیمی، وارد سلول می‌شود، پس بار مثبت بیشتری از طریق این کانال‌ها از سلول خارج می‌شود. دومین دلیل عملکرد پمپ سدیم ـ پتاسیم است که با هر بار فعالیتش ۳ یون سدیم را خارج و ۲ یون پتاسیم را وارد سلول می‌کند؛ پس عملکرد پمپ هم بار مثبت بیشتری به بیرون نورون می‌فرستد و درون را نسبت به بیرون منفی‌تر می‌کند./ گزینهٔ (۴): پمپ ۳ یون سدیم و ۲ یون پتاسیم، پس دو نوع را جابه‌جا می‌کند اما کانال‌های نشتی هر کدام (سدیمی و پتاسیمی) یک نوع یون را از خود عبور می‌دهند.

۲۰- گزینهٔ «۲» سدیم، بیرون زیاد است و پتاسیم، درون زیاد است. از طرف دیگر نفوذپذیری غشای سلول به پتاسیم بیشتر از سدیم است یعنی پتاسیم که تمایل دارد خارج شود، بیشتر خارج می‌شود تا سدیم که تمایل دارد وارد شود. پس اختلاف نفوذپذیری غشا باعث خروج بیشتر پتاسیم نسبت به ورود سدیم می‌شود.

۲۱- گزینهٔ «۲» موارد «ب» و «ه» درست هستند.

(الف): در پتانسیل آرامش سدیم بدون صرف انرژی و از طریق کانال‌های نشتی سدیمی وارد نورون می‌شود./ (ب) و (د): در پتانسیل آرامش، پتاسیم بدون صرف انرژی و از طریق کانال‌های نشتی پتاسیمی از نورون خارج شده و وارد مایع میان‌بافتی می‌شود./ (ج) و (ه): در پتانسیل آرامش، سدیم همراه با صرف انرژی و از طریق پمپ سدیم ـ پتاسیم از نورون خارج شده و وارد مایع میان‌بافتی می‌شود.

۲۲- گزینهٔ «۲» موارد «ب» و «د» درست هستند.

(الف): پمپ سدیم ـ پتاسیم، سدیم را از سیتوپلاسم نورون خارج می‌کند و پتاسیم را نیز از مایع بین‌سلولی به داخل نورون می‌فرستد./ (ب) و (ج): کانال‌های نشتی سدیمی، سدیم را از مایع بین‌سلولی به داخل نورون می‌فرستند و نشتی‌های پتاسیمی! پتاسیم را از سیتوپلاسم خارج می‌کنند و به بیرون می‌فرستند./ (د): پمپ سدیم ـ پتاسیم موجب خروج پتاسیم از مایع بین‌سلولی و ورود آن به درون نورون می‌شود. هم‌چنین این پروتئین می‌تواند سدیم را از درون نورون به بخش بیرونی آن بفرستد.

۲۳- گزینهٔ «۲» موارد «الف» و «ب» درست هستند.

(الف): (A) پمپ سدیم ـ پتاسیم و (B) کانال نشتی را نشان می‌دهد. پمپ سدیم ـ پتاسیم دو یون سدیم و پتاسیم را جابه‌جا می‌کند اما کانال‌های نشتی توانایی جابه‌جایی یک نوع یون را دارند. کانال‌های نشتی سدیمی، سدیم و کانال‌های نشتی پتاسیمی، پتاسیم را جابه‌جا می‌کنند./ (ب): (A) برخلاف (B) غلط است. هر دو باعث ایجاد و برقراری پتانسیل آرامش می‌شوند./ (ج): پمپ با جابه‌جایی دو یون پتاسیم به داخل و سه یون سدیم به خارج نورون موجب منفی‌تر شدن پتانسیل داخل نسبت به خارج آن می‌شود. خروج بیشتر پتاسیم از کانال‌های نشتی نسبت به ورود سدیم باعث می‌شود کانال‌های نشتی هم همین تأثیر را روی پتانسیل غشا بگذارند./ (د): بله، کانال نشتی سدیمی، سدیم‌ها را در جهت شیب غلظت وارد نورون می‌کند، اما پمپ سدیم ـ پتاسیم، سدیم‌ها را در خلاف جهت شیب غلظت از نورون خارج می‌کند.

۲۴- گزینهٔ «۳» یون‌های سدیم بیرون زیادند، می‌خواهند بیایند تو و طبیعتن تو را مثبت می‌کنند چون بار مثبت دارند. پتاسیم‌ها درون زیاد هستند، دوست دارند بروند بیرون و بیرون را مثبت کنند و درون را منفی. در مورد گزینهٔ (۱) دقت کنید که در حالت آرامش غلظت سدیم در بیرون سلول بیشتر است و سدیم‌ها در جهت شیب غلظت وارد سلول می‌شوند. اگر پمپ سدیم ـ پتاسیم خراب شود، دیگر نمی‌تواند سدیم‌ها را در خلاف جهت شیب غلظت از سلول خارج کند و سدیم‌ها طی انتشار آن‌قدر وارد سلول می‌شوند تا غلظت آن‌ها در دو طرف غشای سلول برابر شود.

۲۵- گزینهٔ «۲» موارد «ب» و «د» نادرست هستند.

(الف): پمپ با مصرف انرژی، طی هر فعالیتش ۳ یون سدیم و ۲ یون پتاسیم را جابه‌جا می‌کند./ (ب): هر دوی این‌ها، هم پمپ و هم کانال‌های فاقد دریچهٔ نشتی باعث افزایش اختلاف پتانسیل می‌شوند. در واقع جمع عملکرد هر دوی این‌ها باعث اختلاف پتانسیل ۷۰- در دو سمت غشا می‌شود. هر کدام از این‌ها اگر حذف شوند، اختلاف پتانسیل از ۷۰ کم‌تر می‌شود. حالا کانال‌های نشتی چه‌طور باعث افزایش اختلاف پتانسیل می‌شوند؟ به علت نفوذپذیری بیشتر غشا به یون‌های پتاسیم. پتاسیم‌های خروجی نسبت به سدیم‌های ورودی بیشتر هستند (پس مثبت‌ها بیشتر خارج می‌شوند تا این‌که وارد شوند) و این باعث منفی‌تر شدن (افزایش اختلاف پتانسیل) داخل نسبت به خارج می‌شود. پس این کانال‌ها هم به افزایش اختلاف پتانسیل غشا کمک می‌کنند./ (ج): نفوذپذیری غشا به پتاسیم‌ها بیشتر از سدیم‌هاست و پتاسیم‌ها از طریق کانال‌های نشتی پتاسیمی بدون دریچه و بدون مصرف انرژی، بیشتر از سدیم‌ها جابه‌جا می‌شوند./ (د): به علت اختلاف نفوذپذیری غشا، نسبت به یون‌های سدیم و پتاسیم، پتاسیم‌هایی که **خارج می‌شوند** بسیار بیشتر از ... .

۲۶- گزینهٔ «۲» در پتانسیل آرامش، ورود سدیم به مایع میان‌بافتی تحت تأثیر عملکرد پمپ سدیم ـ پتاسیم و همواره با صرف انرژی صورت می‌گیرد. در حالی که خروج این یون از مایع بین‌سلولی از طریق کانال نشتی سدیمی و بدون صرف انرژی است.

بررسی سایر گزینه‌ها گزینهٔ (۱): کانال‌های نشتی که همیشه باز هستند. اگر این‌طوره که باید موجب افزایش نفوذپذیری غشا به یون سدیم هم بشوند! چون سدیم هم از این کانال‌ها عبور می‌کند. خب پس ربطی به بازبودن آن‌ها ندارد. تعداد یون‌های پتاسیم خروجی بیشتر از تعداد یون‌های سدیم ورودی است. علت این هم، نفوذپذیری بیشتر غشا به پتاسیم است./ گزینهٔ (۳): نه، چون پمپ سدیم ـ پتاسیم که نمرده!/ گزینهٔ (۴): در پتانسیل آرامش، اختلاف پتانسیل داخل نسبت به خارج ۷۰- است و تغییر محسوسی نمی‌کند. به همین دلیل نمودار اختلاف پتانسیل نیز به صورت مستقیم و بدون تغییر رسم می‌شود.

۲۷- گزینهٔ «۳» در پتانسیل آرامش پمپ سدیم ـ پتاسیم با مصرف ATP سه یون سدیم را به خارج و دو یون پتاسیم را به درون نورون وارد می‌کند و با این کار موجب مثبت‌تر شدن بخش بیرونی نورون می‌شود. به عبارت دیگر با این کار یک بار مثبت به خارج اضافه می‌شود (یک بار مثبت از داخل نورون کم می‌شود) و داخل نورون نسبت به خارج منفی‌تر می‌شود.

بررسی سایر گزینه‌ها گزینهٔ (۱): نفوذپذیری بیشتر غشا به یون پتاسیم نسبت به یون سدیم ربطی به پمپ سدیم ـ پتاسیم ندارد! ربطی به کانال‌های نشتی دارد! تعداد یون‌های پتاسیم خروجی از راه کانال‌های نشتی پتاسیمی بیشتر از تعداد یون‌های سدیم ورودی از کانال‌های نشتی سدیمی است، به علت نفوذپذیری بیشتر غشا به یون پتاسیم./ گزینهٔ (۲): کاملن برعکس! مصرف ATP توسط پمپ موجب بیرون‌رفتن سدیم و ورود پتاسیم به نورون می‌شود./ گزینهٔ (۴): عملکرد کانال‌های نشتی به تنهایی (با در نظر گرفتن پمپ سدیم ـ پتاسیم) در پتانسیل آرامش، اختلاف پتانسیل دو سمت غشا را به سمت صفر نمی‌برد. حتمن این‌طوری فکر می‌کنید: نبود پمپ باعث می‌شود یون‌های سدیم و پتاسیم در جهت شیب و با انتشار جابه‌جا شوند و باعث شوند اختلاف پتانسیل کاهش یافته و به سمت صفر برود. پمپ با جابه‌جایی یون‌ها (۳ سدیم به بیرون و ۲ پتاسیم به درون) در خلاف جهت شیب غلظتشان، باعث می‌شود اختلاف پتانسیل دو طرف غشا افزایش یافته و صفر نشود ولی این‌طوری فکر نکنید! چون اگر پمپ هم نباشد، به دلیل این‌که میزان انتشار یون‌های سدیم و پتاسیم از راه کانال‌های نشتی در جهت شیب غلظتشان با هم برابر نیست (تعداد پتاسیم‌های خروجی بیشتر از سدیم‌های ورودی است)، بار الکتریکی دو سمت غشا با هم تفاوت پیدا می‌کند و این موضوع نمی‌گذارد اختلاف پتانسیل دو سمت غشا به صفر برسد. اگر میزان جابه‌جایی یون‌های سدیم و پتاسیم از طریق انتشار با هم برابر بود، رفته‌رفته با نبود پمپ، اختلاف پتانسیل دو سمت غشا صفر می‌شد؛ پس اگر عملکرد پمپ سدیم ـ پتاسیم و مصرف ATP هم در پتانسیل آرامش نباشد، اختلاف پتانسیل دو سمت غشا صفر نمی‌شود، چون عملکرد کانال‌های نشتی اختلاف پتانسیل دو سمت غشا را افزایش می‌دهد.

۲۸- گزینهٔ «۲» موارد «ج» و «د» درست هستند.

(الف): پمپ سدیم ـ پتاسیم، سدیم را از نورون خارج و وارد مایع میان‌بافتی می‌کند؛ این پمپ در هر بار عملکرد سه یون سدیم و دو یون پتاسیم را جابه‌جا می‌کند. بنابراین هم برای یون سدیم هم برای یون پتاسیم اختصاصی است./ (ب): کانال نشتی پتاسیمی موجب خروج یون‌های پتاسیم از نورون می‌شود. این کانال منفذی ندارد که بخواهد آن را باز و بسته کند و همواره باز است./ (ج): پمپ سدیم ـ پتاسیم موجب ورود پتاسیم به درون نورون می‌شود. می‌دانید که پمپ با هر بار فعالیت سه یون سدیم را خارج و دو یون پتاسیم را وارد سلول می‌کند و با این کار باعث ایجاد یک بار مثبت بیشتر در بیرون سلول می‌شود (باعث منفی‌تر شدن درون نسبت به بیرون می‌شود). پس فعالیت پمپ، پتانسیل درون نورون را نسبت به بیرون آن منفی‌تر می‌کند. اگر یادتان باشد یکی از دلایل وجود اختلاف پتانسیل بین دو سمت غشا در حالت آرامش (۷۰-) و حفظ این اختلاف پتانسیل، وجود پمپ سدیم ـ پتاسیم بود./ (د): کانال نشتی سدیمی موجب خروج سدیم از مایع میان‌بافتی و ورود آن به درون نورون می‌شود. همان‌طور که می‌دانید این پروتئین نیازی به صرف انرژی ندارد.

۲۹- گزینهٔ «۳» طی پتانسیل عمل، کانال‌های دریچه‌دار پتاسیمی، پتاسیم‌ها را از درون می‌برند بیرون؛ اما این مرحلهٔ آخر پتانسیل عمل نیست. مرحلهٔ آخر فعالیت بیشتر پمپ برای جابه‌جاکردن یون‌ها است که شیب غلظت یون‌ها را در دو سمت غشا به حالت آرامش برمی‌گرداند.

۳۰- گزینهٔ «۳» کانال‌های دریچه‌دار سدیمی و پتاسیمی در پتانسیل عمل فعالیت می‌کنند. در پتانسیل آرامش سدیم‌ها و پتاسیم‌ها به وسیلهٔ کانال‌های نشتی غیردریچه‌دار و در جهت شیب غلظت جابه‌جا می‌شوند.

بررسی سایر گزینه‌ها گزینهٔ (۱): پمپ سدیم ـ پتاسیم!/ گزینهٔ (۲): نفوذپذیری بیشتر غشا به یون پتاسیم نسبت به یون سدیم./ گزینهٔ (۴): در پتانسیل آرامش خروج پتاسیم‌ها از سلول نسبت به ورود سدیم به داخل سلول بیشتر است (به دلیل نفوذپذیری بیشتر غشا به پتاسیم). همین‌طور پمپ سدیم ـ پتاسیم ۲ یون مثبت را وارد سلول و ۳ یون مثبت را از سلول خارج می‌کند (خروج بیشتر یون مثبت).

۳۱- گزینهٔ «۴» در انتهای پتانسیل عمل داخل غشا نسبت به خارج آن منفی‌تر می‌شود، یعنی در انتهای پتانسیل عمل، پتانسیل غشا دوباره به حالت اول برمی‌گردد. در مورد گزینهٔ (۲) بدانید که طی پتانسیل عمل، پتانسیل داخل نورون نسبت به خارج ابتدا مثبت و بعد منفی می‌شود.

۳۲- گزینهٔ «۴» کانال‌های دریچه‌دار سدیمی و پتاسیمی، پروتئین کانالی هستند دیگه! این کانال‌های دریچه‌دار از طریق انتشار تسهیل‌شده عمل می‌کنند و انرژی مصرف نمی‌کنند.

۳۳- گزینهٔ «۱» پمپ سدیم ـ پتاسیم موجب جابه‌جایی یون‌ها در خلاف جهت شیب غلظت می‌شود در حالی که همهٔ کانال‌ها (چه نشتی و چه دریچه‌دار) موجب انتقال یون‌ها در جهت شیب غلظت می‌شوند.

بررسی سایر گزینه‌ها گزینهٔ (۲): پمپ سدیم ـ پتاسیم با واردکردن پتاسیم به درون سیتوپلاسم، غلظت آن را در این محل افزایش می‌دهد./ گزینهٔ (۳): پمپ سدیم ـ پتاسیم همواره فعال است، چه در پتانسیل آرامش و چه در پتانسیل عمل./ گزینهٔ (۴): پمپ سدیم ـ پتاسیم موجب منفی‌تر شدن داخل نورون نسبت به خارج آن می‌شود اما نه برخلاف کانال‌های نشتی، بلکه همانند آن‌ها!

۳۴- گزینهٔ «۲» صورت سؤال در واقع می‌گوید نورونی در وضعیت پتانسیل عمل قرار گرفته و حالا که می‌خواهد به پتانسیل آرامش برگردد، کدام‌یک در ایجاد پتانسیل آرامش جدید اثر مخالف و بدی دارد؟!

بررسی سایر گزینه‌ها گزینه‌های (۱)، (۳) و (۴) شامل کارهایی است که به ایجاد پتانسیل آرامش کمک می‌کند. دقت کنید که پمپ سدیم ـ پتاسیم خودش نوعی پروتئین هیدرولیزکنندهٔ ATP در غشا است. بازشدن کانال‌های دریچه‌دار پتاسیمی، اتفاقی است که به پتانسیل عمل کمک می‌کند.

۳۵- گزینهٔ «۳» در انتهای پتانسیل عمل یون‌های سدیم در داخل سلول نسبت به پتانسیل آرامش بیشتر هستند (چرا که طی پتانسیل عمل آمده‌اند داخل) و پتاسیم‌ها هم در بیرون نسبت به پتانسیل آرامش بیشترند. یون‌های پتاسیم باید با کمک پمپ سدیم ـ پتاسیم بیایند داخل تا غلظت یون‌ها به حالت اولیه (قبل از پتانسیل عمل، یعنی پتانسیل آرامش) برگردد.

۳۶- گزینهٔ «۳» با رسیدن پتانسیل غشا به ۳۰+ در یک نقطه از نورون، دریچه‌های کانال‌های سدیمی بسته می‌شوند و ورود سدیم به سلول از طریق کانال‌های دریچه‌دار متوقف می‌شود.

۱ـ در پتانسیل آرامش، داخل غشا نسبت به خارج آن ۷۰ میلی‌ولت منفی‌تر است.	+۳۰ −۷۰	
۲ـ در پتانسیل عمل ابتدا یون‌های سدیم از طریق کانال‌های سدیمی (انتشار تسهیل‌شده) وارد می‌شود.	+۳۰ −۷۰	
۳ـ با ورود سدیم اختلاف پتانسیل غشا به ۳۰+ می‌رسد.	+۳۰ −۷۰	
۴ـ در مرحلهٔ بعد یون‌های پتاسیم خارج می‌شوند و پتانسیل غشا مجددن منفی می‌شود. ۵ـ در پایان پتانسیل عمل، جای یون‌های سدیم و پتاسیم به وسیلهٔ انتقال فعال (پمپ سدیم ـ پتاسیم) عوض می‌شود.	+۳۰ −۷۰	

۳۷- گزینهٔ «۱» فقط مورد «ج» نادرست است.

(الف): بله باز می‌شوند./ (ب): کانال‌های دریچه‌دار پتاسیمی در آخرین مرحلهٔ پتانسیل عمل باز نمی‌شوند. آخرین مرحله بعد از بسته‌شدن این کانال‌ها و هم‌زمان با حداکثر فعالیت پمپ سدیم ـ پتاسیم است./ (ج): دقت کنید که حداکثر فعالیت پمپ سدیم ـ پتاسیم **در پایان** پتانسیل عمل است نه پس از پایان پتانسیل عمل./ (د): بله در یک نورون در حالت استراحت اختلاف پتانسیل دو سمت غشا ۷۰− میلی‌ولت است، یعنی درون نسبت به بیرون ۷۰ میلی‌ولت منفی‌تر است.

۳۸- گزینهٔ «۱» در قسمت A کانال دریچه‌دار سدیمی باز است و یون‌های سدیم وارد نورون می‌شوند.

۳۹- گزینهٔ «۲» دقت کنید که D در پایان پتانسیل عمل اتفاق می‌افتد و آخرین مرحلهٔ پتانسیل عمل است. در پایان پتانسیل عمل (در نقطهٔ D) فعالیت پمپ سدیم ـ پتاسیم بیشتر می‌شود.

۴۰- گزینهٔ «۴» منظور از رشته‌های آوران پیام عصبی همان دندریت‌ها هستند که پیام عصبی را به جسم سلولی می‌آورند. هر رشته‌ای که دارای میلین باشد به خاطر داشتن گره رانویه و هدایت جهشی، پیام عصبی را بسیار سریع‌تر از رشته‌های بدون میلین هدایت می‌کند.

بررسی سایر گزینه‌ها گزینهٔ (۱): در نورون‌های حسی این‌جوری است! در نورون‌های رابط و حرکتی، آکسون بلندتر از دندریت است./ گزینهٔ (۲): اولن در محل گره‌های رانویه در تماس نیستند! دومن در شکل ۳ کتاب درسی می‌بینید ابتدای دندریت نورون حسی که انشعاب دارد، فاقد میلین (غشای سلول پشتیبان) است./ گزینهٔ (۳): در نورون‌های رابط و حرکتی، دندریت‌ها فاقد غلاف میلین هستند.

۴۱- گزینهٔ «۳» رشتهٔ عصبی میلین‌دار، تنها در محل گره‌های رانویه با محیط بیرون از یاخته (مایع بین‌یاخته‌ای) ارتباط دارد و می‌تواند پتانسیل عمل ایجاد کند. یادتان هست که در محل غلاف میلین، پتانسیل عمل ایجاد نمی‌شود، چون در این مناطق کانال‌های دریچه‌دار وجود ندارد. به همین دلیل پتانسیل عمل تشکیل نشده و پیام عصبی ایجاد نمی‌شود.

بررسی سایر گزینه‌ها گزینهٔ (۱): قطر رشتهٔ عصبی هم در سرعت هدایت پیام مؤثر است. کتابتون این‌طوری می‌گه که: هدایت پیام عصبی در رشته‌های عصبی میلین‌دار، سریع‌تر از رشته‌های بدون میلین **هم‌قطر** است./ گزینهٔ (۲): پیچیده‌شدن غلاف میلین (سلول پشتیبان) به دور رشتهٔ عصبی موجب جهشی‌شدن

هدایت پیام عصبی می‌شود، نه انتقال پیام عصبی!/ گزینهٔ (۴): در هر نورون میلین‌دار، بخشی از نورون مانع از انتشار یون‌ها به منظور تولید پیام عصبی **نمی‌شود**. درست است که در نورون‌های میلین‌دار، میلین جلوی انتشار یون‌ها برای تولید پیام عصبی را می‌گیرد ولی میلین **بخشی** از **نورون نیست**، بلکه بخشی از سلول پشتیبان است. *می‌دونم گول خوردی عزیزم!*

۴۲- گزینهٔ «۴» در پتانسیل عمل در پی بسته‌شدن کانال‌های دریچه‌دار سدیمی، کانال‌های دریچه‌دار پتاسیمی باز می‌شوند و پتاسیم‌ها از نورون خارج می‌شوند و پتانسیل داخل سلول نسبت به خارج آن منفی می‌شود.

بررسی سایر گزینه‌ها گزینهٔ (۱): در ابتدای پتانسیل عمل، کانال دریچه‌دار سدیمی باز می‌شود، نه پتاسیمی./ گزینهٔ (۲): در پایان پتانسیل عمل پمپ سدیم ـ پتاسیم با فعالیت حداکثری خود جای سدیم‌ها و پتاسیم‌ها را عوض می‌کند، یعنی سدیم‌ها را از سلول، خارج و پتاسیم‌ها را وارد سلول می‌کند؛ پس در پایان پتانسیل عمل غلظت پتاسیم داخل سلول بالا می‌رود./ گزینهٔ (۳): با نزدیک‌شدن پتانسیل عمل به ۳۰+، کانال‌های دریچه‌دار سدیمی بسته می‌شوند و کانال‌های دریچه‌دار پتاسیمی باز می‌شوند.

۴۳- گزینهٔ «۳» فقط مورد «د» غلط است.

(الف): اگر به نمودار پتانسیل عمل دقت کنید می‌بینید که پتانسیل و اختلاف پتانسیل غشا (این‌جا هر دو یکی‌ست چون صفر، مثبت و منفی ندارد!) ۲ بار صفر می‌شود. یک بار وقتی از ۷۰- به ۳۰+ می‌رود و بار دیگر وقتی از ۳۰+ به ۷۰- برمی‌گردد. در هر دو دفعه برای لحظهٔ کوتاهی پتانسیل غشا صفر می‌شود، یعنی بارهای مثبت و منفی بیرون و درون با هم برابر و اختلاف آن‌ها صفر می‌شود./ (ب): در پتانسیل عمل یون‌ها طی انتشار تسهیل‌شده و به وسیلهٔ کانال‌های دریچه‌دار سدیمی و پتاسیمی جابه‌جا می‌شوند، نه از طریق انتشار ساده و از خلال غشای فسفولیپیدی./ (ج): در انتهای پتانسیل عمل میزان پتانسیل غشا برابر است با میزان پتانسیل حالت آرامش: یعنی ۷۰- میلی‌ولت./ (د): غلظت سدیم و پتاسیم داخل و خارج غشا در پایان پتانسیل عمل برعکس ابتدای آن است چون در پایان پتانسیل عمل، پتاسیم‌ها رفته‌اند بیرون غشا و سدیم‌ها آمده‌اند درون سلول و جایشان برعکس ابتدای پتانسیل عمل است.

۴۴- گزینهٔ «۱» سدیم‌ها در پتانسیل آرامش و ابتدای پتانسیل عمل در بیرون بیشتر هستند و طی پتانسیل عمل می‌ریزند داخل سلول، پس سدیم مایع میان‌بافتی (خارج سلول) در ابتدای پتانسیل عمل (A) از همه بیشتر است. اختلاف پتانسیل دو سمت غشا در نقطهٔ A و E، ۷۰ است و در نقطهٔ C، ۳۰.

۴۵- گزینهٔ «۱» در پتانسیل آرامش پتاسیم در درون سلول بیش از بیرون آن است. ضمن این‌که در ابتدای پتانسیل عمل هم پتاسیم‌ها جابه‌جا نمی‌شوند؛ پس در A، B و C، پتاسیم درون سلول حداکثر و با هم برابر است. در نقطهٔ E، پتاسیم‌ها از داخل آمده‌اند بیرون و در بیرون در بیشترین مقدار ممکن هستند.

۴۶- گزینهٔ «۳» دقت کنید نقاط A ، B و C در مورد غلظت سدیم (درون و بیرون) با هم اختلاف دارند، چون سدیم دارد وارد می‌شود. غلظت پتاسیم در درون یا بیرون، در نقاط A ، B و C با هم برابر است. در مورد پتاسیم، غلظت آن در نقاط C ، D و E در درون و بیرون در حال تغییر است چون دارد خارج می‌شود، اما غلظت سدیم درون و بیرون، در نقاط C ، D و E تقریبن ثابت و با هم برابر است چون دیگر نوبت پتاسیم‌هاست.

۴۷- گزینهٔ «۲» موارد «الف» و «ب» درست هستند.

(الف): کانال‌های نشتی سدیمی فاقد دریچه، فاقد دریچه‌اند! و کسی نمی‌تواند جلوی ورود سدیم از طریق آن‌ها (ورود سدیم به سلول طبق انتشار) را بگیرد (یعنی حتمن به هنگام پتانسیل عمل هم بخشی از سدیم از طریق این کانال‌ها وارد نورون می‌شود)./ (ب): اختلاف پتانسیل دو سمت غشا در حالت آرامش ۷۰ میلی‌ولت است. طی پتانسیل عمل، با ورود سدیم‌ها به درون نورون، اختلاف پتانسیل از ۷۰ به صفر و از صفر به ۳۰ می‌رسد و با خروج پتاسیم‌ها از نورون، از ۳۰ به صفر و از صفر به ۷۰ می‌رسد. می‌بینید که هم‌زمان با پتانسیل عمل، اختلاف پتانسیل دو سمت غشا می‌تواند از حالت آرامش کم‌تر باشد مثل زمانی که اختلاف پتانسیل ۳۰ میلی‌ولت و یا صفر است./ (ج): کانال‌های دریچه‌دار پتاسیمی ابتدا اختلاف پتانسیل را از ۳۰ به صفر می‌رسانند (آن را کاهش می‌دهند) و بعد آن را از صفر به ۷۰ می‌رسانند (آن را افزایش می‌دهند)؛ پس کانال‌های دریچه‌دار پتاسیمی طی پتانسیل عمل همواره اختلاف پتانسیل دو سمت غشا را کاهش نمی‌دهند./ (د): برای خود پتانسیل عمل و ورود سدیم‌ها به سلول از طریق کانال‌های دریچه‌دار سدیمی و خروج پتاسیم‌ها از سلول از طریق کانال‌های دریچه‌دار پتاسیمی، انرژی مصرف نمی‌شود، اما این را بدانید که پمپ در همهٔ قسمت‌های پتانسیل عمل فعال است و برای عبور و مرور یون‌ها در دو طرف غشا انرژی مصرف می‌کند. تازه در انتهای پتانسیل عمل فعالیت پمپ برای جابه‌جایی یون‌های سدیم و پتاسیم بیشتر می‌شود.

۴۸- گزینهٔ «۳» در انتهای پتانسیل عمل فعالیت پمپ سدیم ـ پتاسیم افزایش می‌یابد و چون این پمپ برای انجام فعالیت خود به انرژی نیاز دارد، پس مصرف ATP هم در نورون افزایش می‌یابد. در انتهای پتانسیل عمل میزان پتانسیل غشا به اندازهٔ پتانسیل آرامش است (۷۰-) و فقط حالت و آرایش یون‌ها با حالت آرامش تفاوت دارد. در این زمان در این نقطه ما جریان عصبی نداریم. خبری از جریان عصبی نیست! جریان عصبی شامل قسمتی از پتانسیل عمل است که سدیم‌ها از طریق کانال‌های دریچه‌دار وارد و پتاسیم‌ها از طریق کانال‌های دریچه‌دار خارج می‌شوند. در انتهای پتانسیل عمل که پتانسیل به اندازهٔ پتانسیل غشا رسیده، دیگر جریان عصبی از این نقطه عبور کرده و رفته است و نداریمش!

بررسی سایر گزینه‌ها گزینهٔ (۱): در انتهای پتانسیل عمل کانال‌های دریچه‌دار فعال نیستند./ گزینهٔ (۲): اتفاقن در انتهای پتانسیل عمل با فعالیت بیشتر پمپ، پتاسیم‌هایی که خارج شده بودند، وارد سلول می‌شوند. پمپ در این زمان با فعالیت بیشتر، یون‌ها را به جای قبل بازمی‌گرداند: پتاسیم وارد سلول می‌شود./ گزینهٔ (۴): تغییر ناگهانی در اختلاف پتانسیل دو سمت غشا در انتهای پتانسیل عمل رخ نمی‌دهد. زمانی که مصرف ATP افزایش می‌یابد یعنی یون‌ها می‌خواهند جابه‌جا شوند. پس از افزایش مصرف ATP و جابه‌جایی یون‌ها و ایجاد حالت کامل آرامش برای نورون، تغییر ناگهانی در ... رخ می‌دهد!

۴۹- گزینهٔ «۴» پمپ سدیم ـ پتاسیم هم در حالت آرامش و هم در پتانسیل عمل فعالیت دارد، اما در پایان پتانسیل عمل (نقطهٔ C) چون شیب غلظت یون‌های سدیم و پتاسیم با حالت آرامش متفاوت است، فعالیت پمپ سدیم ـ پتاسیم جهت برقراری شیب غلظت یون‌ها در دو سوی غشا به حالت آرامش، افزایش می‌یابد.

بررسی سایر گزینه‌ها گزینهٔ (۱): در مرحلهٔ بالارو بر خروج یون‌های پتاسیم **افزوده نمی‌شود.** خروج پتاسیم از طریق کانال‌های نشتی پتاسیمی داریم اما چون در این مرحله کانال‌های دریچه‌دار پتاسیمی بسته‌اند، بر مقدار خروج یون‌های پتاسیم افزوده نمی‌شود./ گزینهٔ (۲): کانال‌های دریچه‌دار پتاسیمی و به طور کلی هر کانالی به صورت غیرفعال و در جهت شیب غلظت عمل می‌کنند./ گزینهٔ (۳): در پتانسیل آرامش، کانال‌های دریچه‌دار فعالیت ندارند.

۵۰- گزینهٔ «۳» نفوذپذیری غشا به پتاسیم همیشه زیاد است! و پتاسیم‌هایی که از طریق کانال‌های نشتی پتاسیمی از سلول خارج می‌شوند، زیاد هستند.

بررسی سایر گزینه‌ها گزینهٔ (۱): در اختلاف پتانسیل ۷۰- لزومن کانال‌های دریچه‌دار باز نمی‌شوند. چرا که امکان دارد اصلن پیام عصبی در نورون تشکیل نشود و نورون در حالت آرامش باشد./ گزینهٔ (۲): پمپ سدیم ـ پتاسیم در تمام مدت‌زمان فعالیت عصبی نورون به فعالیت خود ادامه می‌دهد./ گزینهٔ (۴): ۷۰-، منفی‌ترین اختلاف پتانسیل دو سمت غشا است و تغییر پتانسیل نمی‌تواند باعث منفی‌تر شدن آن شود (در محدودهٔ کتاب درسی شما البته 😉)

۵۱- گزینهٔ «۴» همهٔ موارد نادرست هستند.

(الف): بخش‌هایی از رشته‌های نورون حسی توسط غلاف میلین پوشیده شده است و پتانسیل عمل در این قسمت‌ها که اطراف آن‌ها میلین وجود دارد، ایجاد نمی‌شود./ (ب): در دو انتهای نورون حسی، در یک طرف پایانهٔ آکسون و طرف دیگر انشعابات دندریت قرار دارند که هر دو فاقد غلاف میلین (غلافی از جنس غشا) هستند (نورون حسی را در شکل ۳ ببینید)./ (ج): پمپ سدیم ـ پتاسیم در حالت استراحت فعال است و برای فعالیت خود انرژی مصرف می‌کند./ (د): در هنگام فعالیت و ایجاد پتانسیل عمل در یک نورون حسی، کانال‌های دریچه‌دار و کانال‌های نشتی فعالیت خود را بدون مصرف انرژی انجام می‌دهند.

۵۲- گزینهٔ «۲» اختلاف پتانسیل دو سمت غشای نورون دو بار به صفر نزدیک می‌شود: یک بار در فاز صعودی از ۷۰- به سمت صفر می‌رود و یک بار هم در فاز نزولی از ۳۰ به صفر نزدیک می‌شود. می‌دانید که در هر دو حالت پمپ سدیم ـ پتاسیم فعال است و یون‌های Na^+ و K^+ را در خلاف جهت شیب غلظت جابه‌جا می‌کند.

بررسی سایر گزینه‌ها گزینهٔ (۱): فقط در فاز صعودی که به سمت اختلاف پتانسیل صفر می‌رویم، کانال‌های دریچه‌دار سدیمی باز هستند و Na^+ زیادی وارد نورون شده و درون سیتوپلاسم آن انباشته می‌گردد./ گزینهٔ (۳): پمپ سدیم ـ پتاسیم با مصرف مولکول ATP مواد را در خلاف جهت شیب غلظت جابه‌جا می‌کند و هرگز موجب تقویت اثرات انتشار نمی‌شود بلکه اثرات آن را کم می‌کند؛ چون انتشار، یون‌ها را در جهت شیب غلظت جابه‌جا می‌کند در حالی که پمپ خلاف آن عمل می‌کند./ گزینهٔ (۴): همزمان با فاز نزولی دو نوع کانال می‌تواند K^+ را از خود عبور دهد: کانال‌های نشتی پتاسیمی و کانال‌های دریچه‌دار پتاسیمی.

۵۳- گزینهٔ «۴» فقط مورد «ب» جمله را به نادرستی تکمیل می‌کند. مورد «ب» را می‌توان گفت.

(الف): بیشترین اختلاف پتانسیل در پایان پتانسیل عمل است که ۷۰ میلی‌ولت است. دقت کنید وقتی می‌گوییم اختلاف پتانسیل، با مثبت یا منفی بودن کاری نداریم و فقط مقدار آن عدد (قدر مطلق آن عدد) مدنظر ما هست./ (ب): می‌توان گفت. پتاسیم‌ها همیشه از طریق پمپ سدیم ـ پتاسیم وارد سلول می‌شوند، چون پمپ همیشه (چه در آرامش چه در عمل) فعال است./ (ج): نمی‌توان گفت! چون کانال‌های نشتی همیشه عبور می‌دهند./ (د): سدیم همیشه بیرون سلول غلظت بیشتری دارد.

۵۴- گزینهٔ «۲» در C (غلاف میلین) مولکول دنای سلول پشتیبان (سلول غیرعصبی که جزئی از بافت عصبی است) یافت می‌شود اما در B (رشتهٔ عصبی) هیچ نوع مولکول دنای هسته‌ای وجود ندارد، چون تمام دنای هسته‌ای نورون در جسم سلولی آن است و در رشته‌های عصبی مثل دندریت و آکسون دنای هسته‌ای نداریم.

بررسی سایر گزینه‌ها گزینهٔ (۱): بخش A گره رانویه را نشان می‌دهد که در آن پتانسیل عمل ایجاد می‌شود و طی آن فعالیت کانال‌های دریچه‌دار پتاسیمی موجب ایجاد پتانسیل آرامش می‌شود ولی در بخش B که میلین وجود دارد، در فاصلهٔ بین دو گره، کانال‌های دریچه‌دار وجود ندارند. بنابراین اصلن پتانسیل عملی در این قسمت‌ها تشکیل نمی‌شود که بخواهد (با فعالیت کانال‌های دریچه‌داری که وجود ندارند!) به حالت آرامش برگردد./ گزینهٔ (۳): به علت وجود غلاف میلین در بخش B جابه‌جایی یون‌ها در دو سوی غشا اصلن انجام نمی‌شود و منفی‌تر و مثبت‌تر شدن داخل سلول رخ نمی‌دهد. نفوذپذیری زیاد غشا به یون پتاسیم موجب منفی‌تر شدن داخل نورون می‌شود./ گزینهٔ (۴): A، بخشی از آکسون یا دندریت یک نورون است و توانایی هدایت جریان عصبی را در طول خود دارد اما C سلول پشتیبان را نشان می‌دهد که اصلن در آن پتانسیل عمل و جریان عصبی تولید نمی‌شود.

۵۵- گزینهٔ «۲» موارد «ب» و «ج» درست هستند.

(الف): غلظت سدیم همواره در بیرون یاخته بیشتر از داخل آن است. حتی در قلهٔ نمودار پتانسیل عمل. در پتانسیل عمل در مرحلهٔ صعودی که سدیم‌ها وارد نورون می‌شوند، سدیم‌های درون بیشتر از سدیم‌های بیرون نمی‌شوند. یون‌های سدیم آن‌قدر وارد نمی‌شوند که سدیم‌های درون بیشتر از بیرون شود بلکه آن‌قدر وارد می‌شوند تا اختلاف پتانسیل دو سمت غشا را از ۷۰- به ۳۰+ برسانند./ (ب): وقتی نمودار پتانسیل عمل از نقطهٔ صفر رد می‌شود، در این نقطه اختلاف پتانسیل داخل و خارج نورون با هم برابر است. اختلاف پتانسیل صفر یعنی برایند بار یون‌های داخل سلول با یون‌های خارج سلول برابر است./ (ج): در بخش صعودی، پتانسیل غشا ابتدا از ۷۰ mV- تا صفر کاهش می‌یابد (یعنی وقتی به صفر می‌رسد اصلن اختلاف پتانسیلی بین بخش داخلی و خارجی غشا وجود ندارد) و سپس از صفر تا ۳۰+ افزایش پیدا می‌کند./ (د): همزمان با ثبت بخش نزولی نمودار، پمپ سدیم ـ پتاسیم فعال است و K^+ را از مایع بین‌یاخته‌ای وارد سیتوپلاسم می‌کند.

۵۶- گزینهٔ «۳» پس از بسته‌شدن کانال‌های دریچه‌دار پتاسیمی، فعالیت بیشتر پمپ سدیم ـ پتاسیم در انتهای پتانسیل عمل باعث می‌شود غلظت یون‌های Na^+ و K^+ در دو سوی غشا به حالت اولیه (آرامش) برگردد.

بررسی سایر گزینه‌ها گزینهٔ (۱): بازشدن کانال‌های دریچه‌دار سدیمی و ورود یون‌های Na^+ از مایع بین‌سلولی به سیتوپلاسم باعث می‌شود نمودار اختلاف پتانسیل دو سمت غشا به سمت صفر برود و اختلاف پتانسیل کم شود./ گزینهٔ (۲): ابتدا پتانسیل آرامش (۷۰-) برقرار می‌شود (در پی فعالیت کانال‌های دریچه‌دار پتاسیمی) سپس افزایش فعالیت پمپ سدیم ـ پتاسیم باعث می‌شود غلظت یون‌ها به حالت آرامش برگردد. در واقع می‌توانیم بگوییم که ایجاد پتانسیل آرامش (رسیدن اختلاف پتانسیل دو سمت غشا به میزان پتانسیل آرامش یعنی ۷۰- میلی‌ولت) نتیجهٔ افزایش فعالیت پمپ نیست و قبل از آن توسط کانال‌های دریچه‌دار پتاسیمی اتفاق می‌افتد./ گزینهٔ (۴): با رسیدن اختلاف پتانسیل غشا به ۳۰+ میلی‌ولت، کانال‌های دریچه‌دار سدیمی بسته می‌شوند.

۵۷- گزینهٔ «۲» در نقطهٔ B پتانسیل آرامش برقرار است. هنگام پتانسیل آرامش، کانال‌های دریچه‌دار فعالیتی ندارند اما کانال‌های نشتی مشغول هستند! و فعالیت می‌کنند. سدیمی‌ها، سدیم‌ها را وارد و پتاسیمی‌ها، پتاسیم‌ها را از سلول خارج می‌کنند!

بررسی سایر گزینه‌ها گزینهٔ (۱): در نقطهٔ A کانال‌های دریچه‌دار سدیمی باز هستند و با ورود Na^+ به درون یاختهٔ عصبی، پتانسیل داخل آن نسبت به خارج مثبت‌تر می‌شود و طبیعتن خارج نسبت به داخل منفی‌تر می‌گردد./ گزینهٔ (۳): در نقطهٔ C دریچه‌های سدیمی بسته می‌شوند!/ گزینهٔ (۴): در نقطهٔ D، فعالیت کانال‌های دریچه‌دار پتاسیمی را داریم که موجب می‌شود پتانسیل غشا دوباره به پتانسیل حالت آرامش برگردد. توجه کنید که با بسته‌شدن این کانال‌ها، میزان پتانسیل غشا به اندازهٔ پتانسیل آرامش و ۷۰- است اما آرایش یون‌ها برعکسِ حالت آرامش است.

۵۸- گزینهٔ «۲» موارد «الف» و «د» نادرست هستند.

(الف): پمپ سدیم ـ پتاسیم در غشای نورون همواره فعال است./ (ب): ابتدا کانال‌های دریچه‌دار سدیمی سمت چپ باخته باز شده‌اند و پتانسیل عمل از همین سمت شروع شده است. در حالت (۲) در همین نقطه کانال‌های دریچه‌دار پتاسیمی باز شده‌اند (پتانسیل عمل داره به آرامش تبدیل می‌شه) و در نقطهٔ بعدی کانال‌های دریچه‌دار سدیمی؛ پس پتانسیل عمل (پیام عصبی) در طول نورون از سمت چپ به سمت راست هدایت می‌شود./ (ج): بله در قسمتی که پتانسیل عمل در حال رخ‌دادن است! سدیم‌ها هم از طریق کانال‌های دریچه‌دار سدیمی و هم از طریق کانال‌های نشتی سدیمی وارد سلول می‌شوند./ (د): همواره غلظت سدیم در بیرون یاخته و غلظت پتاسیم در درون یاخته بیشتر است و این موضوع در طول پتانسیل عمل تغییر نمی‌کند.

۵۹- گزینهٔ «۳» فقط مورد «الف» نادرست است.

(الف): کانال‌های دریچه‌دار، سدیم و پتاسیم را در جهت شیب غلظت، بدون مصرف انرژی و از طریق انتشار تسهیل‌شده جابه‌جا می‌کنند اما در انتهای پتانسیل عمل، با فعالیت بیشتر پمپ سدیم ـ پتاسیم شیب غلظت یون‌های سدیم و پتاسیم در دو سمت غشا به حالت آرامش برمی‌گردد. پمپ یون‌ها را در خلاف جهت شیب غلظت، با مصرف انرژی و از طریق انتقال فعال جابه‌جا می‌کند./ (ب): پمپ سدیم ـ پتاسیم با مصرف انرژی به ایجاد پتانسیل آرامش کمک می‌کند. وظیفهٔ میتوکندری، تأمین انرژی برای سلول است./ (ج): قبل از شروع پتانسیل عمل (در پتانسیل آرامش) پتانسیل غشا ۷۰- میلی‌ولت است. با ورود سدیم به درون سلول پتانسیل غشا به ۳۰+ میلی‌ولت می‌رسد. پتانسیل غشا ابتدا از ۷۰- به صفر می‌رسد (تا این‌جا ۷۰ میلی‌ولت تغییر کرده) سپس از صفر به ۳۰ می‌رسد (۳۰ میلی‌ولت هم این‌جا تغییر می‌کند) $۱۰۰ = ۳۰ + ۷۰$./ (د): کانال‌های دریچه‌دار پتاسیمی طی پتانسیل عمل، پتاسیم‌ها را از سلول خارج می‌کنند و با این کار همواره بار مثبت درون سلول را کاهش می‌دهند.

۶۰- گزینهٔ «۳» هنگام پتانسیل آرامش (نقطهٔ A) کانال‌های پروتئینی نشتی پتاسیمی (با خارج‌کردن K^+ ـ بدون مصرف انرژی) و پمپ سدیم ـ پتاسیم (با مصرف انرژی) بار مثبت بیرون یاخته را زیاد می‌کنند.

بررسی سایر گزینه‌ها گزینهٔ (۱): در نقطهٔ D حجم سدیم سیتوپلاسم هم تغییر می‌کند. فعالیت پمپ سدیم ـ پتاسیم، سدیم را از سیتوپلاسم خارج و کانال‌های نشتی سدیمی، سدیم را وارد سیتوپلاسم می‌کنند./ گزینهٔ (۲): در نقطهٔ C کانال‌های دریچه‌دار سدیمی بسته می‌شوند و دیگر سدیم را وارد سلول نمی‌کنند اما یادتون نره که کانال‌های نشتی سدیمی هنوز هم فعال هستند و می‌توانند سدیم را وارد سلول کنند./ گزینهٔ (۴): پمپ سدیم ـ پتاسیم همواره فعال است و در طی فعالیت خود ATP مصرف و ADP تولید می‌کند.

۶۱- گزینهٔ «۳» کانال‌های دریچه‌دار سدیمی و پتاسیمی یون‌ها را در جهت شیب غلظت خود منتشر می‌کنند (انتشار تسهیل‌شده) و برای انجام اعمال تخصصی خود نیازی به مصرف انرژی ندارند.

بررسی سایر گزینه‌ها گزینهٔ (۱): کانال‌های دریچه‌دار با تحریک سلول عصبی باز می‌شوند و یون‌ها را در جهت شیب غلظت خود جابه‌جا می‌کنند (در واقع Na^+ از مایع بین‌سلولی (غلظت بیشتر) به سلول (غلظت کم‌تر) وارد می‌شود)./ گزینهٔ (۲): کانال‌های نشتی، فاقد دریچه بوده و همیشه بازند. این کانال‌ها همواره در حال فعالیت هستند و یون‌ها را جابه‌جا می‌کنند. در ضمن خود پمپ سدیم ـ پتاسیم هم همواره فعال است حتی در طی پتانسیل عمل!/ گزینه (۴): کانال‌های دریچه‌دار پتاسیمی (یا کانال‌های نشتی پتاسیمی) یون K^+ را از خود عبور می‌دهند اما همان‌طور که می‌دانید این کانال‌ها با خارج‌کردن K^+ از سیتوپلاسم نورون، داخل نورون را منفی‌تر می‌کنند.

۶۲- گزینهٔ «۳» در نقطهٔ A اختلاف پتانسیل بین دو سمت غشای نورون از ۷۰ به صفر در حال کاهش است و در نقطهٔ B هم اختلاف پتانسیل از ۳۰ به صفر در حال کاهش‌یافتن است.

بررسی سایر گزینه‌ها گزینهٔ (۱): همان‌طور که بارها گفتیم پمپ سدیم ـ پتاسیم در تمام مراحل پتانسیل عمل فعال است و یون‌ها را در خلاف جهت شیب غلظت خود جابه‌جا می‌کند./ گزینهٔ (۲): هم در A و هم در B یون Na^+ از طریق کانال‌های نشتی سدیمی وارد نورون می‌شود. توجه کنید که در نقطهٔ A یون سدیم می‌تواند از طریق کانال‌های دریچه‌دار سدیمی هم به نورون وارد شود./ گزینهٔ (۴): کانال‌های دریچه‌دار پتاسیمی در B و کانال‌های دریچه‌دار سدیمی در A باز هستند. دریچهٔ کانال‌های دریچه‌دار پتاسیمی در سمت داخل سلول و دریچهٔ کانال‌های دریچه‌دار سدیمی در سمت خارج سلول است؛ پس در نقطهٔ B برخلاف A کانال‌های دریچه‌دار پتاسیمی که دریچهٔ آن‌ها در سمت داخل نورون است، فعالیت می‌کنند، اما دوست من، کانال‌های نشتی هم در بین کانال‌های غشایی جای دارند! فعالیت دارند! و اصلن دریچه‌ای ندارند.

۶۳- گزینهٔ «۴» در پایان پتانسیل عمل، فعالیت پمپ سدیم ـ پتاسیم سبب می‌شود غلظت یون‌های سدیم و پتاسیم در دو سمت یاخته به حالت اولیه خود برگردد. با این اتفاق پتانسیل غشا به حالت آرامش بازمی‌گردد. در این زمان کانال‌های دریچه‌دار بسته هستند.

بررسی سایر گزینه‌ها گزینهٔ (۱): به دلیل وجود کانال‌های نشتی در غشای یاخته‌های عصبی و فعالیت همیشگی آن‌ها، سدیم همواره وارد یاخته می‌شود و پتاسیم از یاخته خارج می‌گردد. همین‌طور به دلیل وجود پمپ سدیم ـ پتاسیم در غشا و فعال‌بودن همیشگی آن، یون پتاسیم همواره وارد سلول و یون سدیم وارد مایع بین‌سلولی می‌شود./ گزینهٔ (۲): در بخش نزولی منحنی پتانسیل عمل، کانال‌های دریچه‌دار پتاسیمی باز هستند؛ در این زمان کانال‌های نشتی سدیمی (و حتی پتاسیمی!) به فعالیت خود ادامه می‌دهند./ گزینهٔ (۳): زمانی‌که اختلاف پتانسیل دو سوی غشا به صفر می‌رسد (اختلاف پتانسیلی بین دو سوی غشا وجود ندارد)، ممکن است در بخش صعودی منحنی پتانسیل عمل، کانال‌های دریچه‌دار سدیمی باز باشند یا در بخش نزولی منحنی پتانسیل عمل، کانال‌های دریچه‌دار پتاسیمی باز باشند.

۶۴- گزینهٔ «۱» فقط مورد «الف» درست است.

(الف): در شکل ۲ کتاب درسی که غلاف میلین و چگونگی ساخت آن نشان داده شده است، می‌بینید که سلول پشتیبان به دور رشتهٔ عصبی پیچیده شده و هستهٔ آن در قسمت خارجی غلاف میلین قرار می‌گیرد./ (ب): با بازشدن کانال‌های دریچه‌دار پتاسیمی (هنگام شروع فاز نزولی نمودار پتانسیل عمل) اختلاف پتانسیل ابتدا از ۳۰+ تا صفر کاهش می‌یابد و سپس از صفر تا ۷۰- افزایش می‌یابد. توجه کنید که علامت منفی در اختلاف پتانسیل ۷۰ - فقط بیانگر این است که درون سلول نسبت به بیرون منفی‌تر است. به خاطر همین در مقایسهٔ اختلاف پتانسیل آن را در نظر نگرفتیم و گفتیم اختلاف از صفر به ۷۰- زیاد می‌شود!! (ج): با بازشدن کانال‌های دریچه‌دار سدیمی (فاز صعودی نمودار پتانسیل عمل) اختلاف پتانسیل غشای نورون ابتدا از ۷۰- تا صفر کاهش و سپس از صفر تا ۳۰+ افزایش می‌یابد./ (د): ورود سدیم به درون سلول در زمان پتانسیل عمل این کار را می‌کند ولی در پتانسیل آرامش نه. در پتانسیل آرامش سدیم‌ها می‌آیند داخل و پتاسیم‌ها خارج می‌شوند، اما چون نفوذپذیری نسبت به پتاسیم بیشتر است، خروج یون‌های مثبت از سلول بیشتر است و درون نسبت به بیرون منفی‌تر می‌شود.

۶۵- گزینهٔ «۳» طبق نمودار، اختلاف پتانسیل دو سمت غشا دو بار به ۳۰- می‌رسد؛ یک بار وقتی از ۷۰- به ۳۰+ می‌رویم (فاز صعودی نمودار) و یک بار هم وقتی از ۳۰+ به ۷۰- می‌رویم (فاز نزولی). می‌دانید که پمپ سدیم ـ پتاسیم در هر دو حالت فعال است و برای انجام فعالیت خود انرژی زیستی مصرف می‌کند.

بررسی سایر گزینه‌ها گزینهٔ (۱): اختلاف پتانسیل دو سر غشا یک‌بار در فاز صعودی نمودار و یک بار در فاز نزولی نمودار به ۱۰+ می‌رسد. در فاز نزولی کانال‌های دریچه‌دار سدیمی بسته هستند و یون‌ها را از خود عبور نمی‌دهند./ گزینهٔ (۲): این را به خاطر بسپارید که **همیشه** (چه در آرامش چه در عمل!) مقدار یون‌های K^+ در داخل نورون و مقدار یون‌های Na^+ در خارج از نورون بیشتر است. در فاز نزولی زمانی که اختلاف پتانسیل به ۲۰+ می‌رسد، پتاسیم‌ها در حال خروج از سلول هستند اما دقت کنید با این اتفاق، مقدار پتاسیم‌های بیرون از درون بیشتر نمی‌شود. در واقع پتاسیم‌ها در فاز نزولی نمودار پتانسیل عمل آن‌قدر خارج می‌شوند که اختلاف پتانسیل دو سمت غشا را از ۳۰+ برسانند به ۷۰-. آن‌قدر خارج نمی‌شوند که پتاسیم بیرون بیشتر از درون شود./ گزینهٔ (۴): همان‌طور که تا حالا متوجه شدید وقتی دربارهٔ پتانسیل عمل صحبت می‌کنیم با یون‌های Na^+ و K^+ سروکار داریم و اشاره‌ای به یون‌های منفی نمی‌کنیم. در مورد این گزینه باید این طور می‌گفتیم «وقتی اختلاف پتانسیل به ۴۰- می‌رسد، مقدار یون‌های مثبت درون نورون کم‌تر از بیرون آن است».

۶۶- گزینهٔ «۴» با توجه به شکل بعد از نقطهٔ (A)، با بازشدن کانال‌های دریچه‌دار سدیمی، پتانسیل غشا به طور ناگهانی تغییر می‌کند و پتانسیل درون یاخته نسبت به بیرون مثبت‌تر می‌شود. گزینه‌های (۱)، (۲) و (۳) تا قبل از این نقطه هم امکان‌پذیر بوده‌اند! گزینهٔ (۱)، در مورد فعالیت پمپ و گزینه‌های (۲) و (۳) در مورد کانال‌های نشتی هستند.

۶۷- گزینهٔ «۴» همان‌طور که در شکل ۸ می‌بینید ممکن است کانال‌های دریچه‌دار سدیمی و پتاسیمی مربوط به **نقاط مختلف نورون** به صورت هم‌زمان باز باشند.

بررسی سایر گزینه‌ها گزینهٔ (۱): در پایان پتانسیل عمل فعالیت پمپ افزایش می‌یابد. پمپ در هر بار فعالیت خود ۳ یون Na^+ را از نورون خارج می‌کند (در خلاف شیب غلظت) و ۲ یون K^+ را به نورون وارد می‌کند (باز هم در خلاف جهت شیب غلظت). پس یون سدیم بیش از پتاسیم در خلاف جهت شیب غلظت خود جابه‌جا می‌شود./ گزینهٔ (۲): ورود یون‌های Na^+ می‌تواند توسط کانال‌های نشتی سدیمی و **هنگام پتانسیل آرامش** رخ بدهد که در این صورت اصلن نمودار اختلاف پتانسیل تغییری نمی‌کند و با بالارفتن همراه نیست!! گزینهٔ (۳): کانال‌های دریچه‌دار سدیمی مسیر منفذ خود را در بخش خارجی غشای نورون می‌بندند (*شکل ۷ «ب» و «پ»*).

۶۸- گزینهٔ «۲» موارد «الف» و «ب» درست هستند.

(الف): فعالیت کانال‌های دریچه‌دار پتاسیمی باعث بازگشت پتانسیل غشا به پتانسیل آرامش یعنی ۷۰- میلی‌ولت می‌شود. می‌دانید که این کانال‌ها برای انجام فعالیت خود نیازی به مصرف ATP ندارند. در واقع با بسته‌شدن کانال‌های دریچه‌دار پتاسیمی، پتانسیل غشا به پتانسیل آرامش برمی‌گردد. پمپ فقط جای یون‌ها را با هم عوض می‌کند تا آرایش یون‌ها مثل حالت آرامش شود./ (ب): کانال‌های نشتی همیشه باز و فعال هستند و هر کانال نشتی سدیمی و پتاسیمی یون‌ها را در یک جهت جابه‌جا می‌کند. کانال نشتی سدیمی، سدیم را وارد و کانال نشتی پتاسیمی، پتاسیم را خارج می‌کند./ (ج): وقتی اختلاف پتانسیل غشا از ۳۰+ به ۲۰+ می‌رود (فاز نزولی نمودار پتانسیل عمل) کانال‌های دریچه‌دار سدیمی فعالیت نمی‌کنند./(د): در قلهٔ نمودار پتانسیل عمل (نقطهٔ ۳۰+) در یک لحظه کانال‌های دریچه‌دار سدیمی بسته شده‌اند و کانال‌های دریچه‌دار پتاسیمی هنوز باز نشده‌اند. این یعنی هر دو نوع کانال‌های دریچه‌دار به صورت هم‌زمان بسته هستند.

۶۹- گزینهٔ «۲» موارد «الف» و «ج» درست هستند.

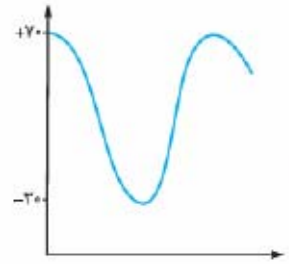
(الف): هنگام رسیدن اختلاف پتانسیل به ۳۰+؛ یعنی زمانی که داریم به ۳۰+ می‌رسیم (هنوز به قله نرسیدیم) کانال‌های دریچه‌دار سدیمی باز و کانال‌های دریچه‌دار پتاسیمی بسته هستند. کانال‌های نشتی هم که همواره فعال‌اند، پس تو زمانی که گزینه مدنظرشه هم کانال دریچه‌دار فعال داریم (سدیمی) و هم کانال نشتی./

(ب): در مورد کانال‌های دریچه‌دار باید کمی دراید به خرج بدهید. در هر نقطه از نورون با بسته‌شدن کانال‌های دریچه‌دار سدیمی، کانال‌های دریچه‌دار پتاسیمی باز می‌شوند. با این وجود در شکل ۸ می‌بینید که **در نقاط مختلف** یک نورون ممکن است کانال‌های دریچه‌دار مختلف به صورت هم‌زمان باز باشند. حالا چه‌طور؟ وقتی کانال‌های دریچه‌دار سدیمی یک نقطه باز می‌شوند، کانال‌های پتاسیمی نقطهٔ قبلی هنوز باز هستند./ (ج): کانال‌های دریچه‌دار یون‌ها را در جهت شیب غلظت و به صورت اختصاصی عبور می‌دهند، دریچه‌دار سدیمی و دریچه‌دار پتاسیمی ... . کانال‌های نشتی هم یون‌ها را در جهت شیب غلظتشان جابه‌جا می‌کنند، سدیم‌ها به درون و پتاسیم‌ها به بیرون و به صورت اختصاصی؛ کانال نشتی سدیمی و کانال نشتی پتاسیمی./ (د): کانال‌های نشتی سدیمی و دریچه‌دار سدیمی، یون‌های سدیم را به داخل سلول و کانال‌های نشتی پتاسیمی و دریچه‌دار پتاسیمی یون‌های پتاسیم را به خارج هدایت می‌کنند.

۷۰- گزینهٔ «۴» همهٔ موارد نادرست هستند.

(الف): دقت کنید که خروج پتاسیم از سلول در زمان پتانسیل آرامش هم از طریق کانال‌ها (کانال‌های غیردریچه‌دار پتاسیمی) انجام می‌شود؛ پس همیشه در پی ورود سدیم به نورون (در زمان پتانسیل عمل) نیست./ (ب): انجام می‌شود؛ در انتهای پتانسیل عمل وقتی که با فعالیت بیشتر پمپ، جای یون‌های سدیم و پتاسیم عوض می‌شود و به حالت آرامش برمی‌گردند، سدیم‌ها از سلول خارج و پتاسیم‌ها وارد سلول می‌شوند./ (ج): خیر، تحریک‌شدن نورون باعث ایجاد جریان عصبی در آن و هدایت پیام عصبی می‌شود./ (د): در پتانسیل آرامش اختلاف پتانسیل دو سمت غشا ۷۰- میلی‌ولت است و در پتانسیل عمل حداکثر ۳۰+ میلی‌ولت است؛ پس در زمان آرامش ۳۰ میلی‌ولت بیشتر است.

۷۱- گزینهٔ «۳» به طور قراردادی پتانسیلِ درون غشا نسبت به بیرون آن سنجیده می‌شود یعنی در حالت طبیعی می‌گوییم پتانسیل غشا ۷۰- است یعنی درون ۷۰ میلی‌ولت نسبت به بیرون منفی‌تر است اما وقتی جای الکترودها عوض شود، به دلیل تغییر مبدأ اندازه‌گیری، اختلاف پتانسیل ۷۰+ خواهد بود. یعنی همان اختلاف، با تغییر مبدأ اندازه‌گیری که به عبارتی یعنی **بیرون ۷۰ میلی‌ولت نسبت به درون مثبت‌تر است.** در این حالت با ورود یون‌های سدیم، درون مثبت خواهد شد و بیرون هم منفی‌تر و به دلیل کاهش سدیم‌های خارج سلولی، پتانسیل افت می‌کند (چون بیرون را نسبت به درون می‌سنجیم). این پتانسیل همین‌طور از ۷۰+ افت می‌کند تا به ۳۰- برسد. در نهایت بیرون نسبت به درون ۳۰تا منفی‌تر می‌شود. سپس پتاسیم‌ها خارج شده و بیرون را مثبت می‌کنند.



۷۲- گزینهٔ «۳» تغییرات اختلاف پتانسیل غشا یک عدد مثبت است، یعنی در پتانسیل آرامش، اختلاف پتانسیل ۷۰ است. از ۷۰ می‌آید می‌شود صفر و بعد، از صفر می‌شود ۳۰ و بعد، از ۳۰ دوباره می‌شود صفر و از صفر دوباره می‌شود حدود ۷۰؛ پس نمودار اختلاف پتانسیل، اول و آخرش باید ۷۰ را نشان دهد و یک قلهٔ ۳۰ در وسطش داشته باشد (که قله از ۷۰ پایین‌تر است) و باید ۲ بار هم نمودار x‌ها را لمس کند چرا که اختلاف پتانسیل غشا ۲ بار صفر می‌شود.

۷۳- گزینهٔ «۲» موارد «ج» و «د» درست هستند.

(الف): پمپ سدیم ـ پتاسیم در تمام مدت‌زمان فعالیت عصبی نورون به فعالیت خود ادامه می‌دهد./ (ب): زمانی که اختلاف پتانسیل دو سمت غشا ۲۰+ است چه در بخش نزولی و چه در بخش صعودی، یعنی پتانسیل درون غشا نسبت به بیرون غشا مثبت‌تر است این یعنی بیرون نسبت به درون منفی‌تر است. نه بابا! این جمله غلطش به خاطر «برخلاف» است./ (ج): در بخش صعودی منحنی پتانسیل عمل، اختلاف پتانسیل دو سمت غشا از ۷۰- به صفر نزدیک می‌شود و از صفر به ۳۰+ می‌رسد. در بخش نزولی، اختلاف پتانسیل از ۳۰+ به صفر و از صفر به ۷۰- می‌رسد. در بخش نزولی هنگامی که اختلاف پتانسیل از ۳۰+ به صفر نزدیک می‌شود، برخلاف حالت برعکس آن در بخش صعودی (یعنی اختلاف پتانسیل صفر به ۳۰+)، کانال‌های دریچه‌دار پتاسیمی باز هستند و پتاسیم‌ها در حال خارج‌شدن از سلول هستند. حتی کانال‌های نشتی هم در این زمان (مثل همیشه!) بازند و پتاسیم‌های خروجی بیشتر نسبت به سدیم‌های ورودی را باعث می‌شوند! نفوذپذیری‌شان به پتاسیم نسبت به سدیم بیشتر است!/ (د): به دلیل وجود کانال‌های نشتی سدیمی و همیشه‌فعال بودنشان! چه در آرامش و چه در تمام طول پتانسیل عمل، انتشار یون‌های سدیم در جهت شیب غلظت دیده می‌شود.

۷۴- گزینهٔ «۴» همهٔ موارد نادرست هستند.

(الف): کانال‌های نشتی در غشای نورون همیشه فعال هستند. کانال‌های نشتی سدیمی، سدیم را به نورون وارد و کانال‌های نشتی پتاسیمی، پتاسیم را از نورون خارج می‌کنند./ (ب): نقطهٔ (۴) و (۵) هر دو در مرحلهٔ نزولی نمودار پتانسیل عمل هستند که در آن اختلاف پتانسیل از ۳۰+ به ۷۰- می‌رسد، اما دقت کنید بین ۳۰+ تا صفر، پتانسیل درون سلول نسبت به بیرون مثبت است (نقطهٔ ۴) اما بین نقطهٔ صفر تا ۷۰- پتانسیل درون نسبت به بیرون منفی می‌شود (نقطهٔ ۵)./ (ج): سدیم‌ها به خاطر وجود کانال‌های نشتی سدیمی همیشه در جهت شیب غلظت حرکت می‌کنند!/ (د): پمپ سدیم ـ پتاسیم در غشای نورون همواره فعال است.

۷۵- گزینهٔ «۴» اختلاف پتانسیل دو سمت غشای یاخته دو بار به ۲۰+ می‌رسد، یک بار در فاز صعودی نمودار و بار دیگر در فاز نزولی. در هر دو حالت هم کانال‌های نشتی که دریچه ندارند و راهشون بازه (همان کانال‌های فعال در حالت آرامش!) فعال هستند و *دارن کار می‌کنن بدبخت!*

بررسی سایر گزینه‌ها! گزینهٔ (۱): اختلاف پتانسیل غشا یک بار در فاز صعودی نمودار ۵+ می‌شود و یک بار هم در فاز نزولی. هم‌زمان با فاز صعودی نمودار از بین کانال‌های عبوردهندهٔ پتاسیم فقط کانال‌های نشتی فعال هستند اما هم‌زمان با فاز نزولی نمودار همهٔ کانال‌های عبوردهندهٔ K^+ (کانال‌های دریچه‌دار پتاسیمی و کانال‌های نشتی) فعال هستند./ گزینهٔ (۲): اختلاف پتانسیل دو سمت غشا یک بار در فاز صعودی و یک بار هم در فاز نزولی صفر می‌شود. همان‌طور که می‌دانید هم‌زمان با فاز نزولی (یعنی از ۳۰+ تا ۷۰-) کانال‌های دریچه‌دار سدیمی بسته و فاقد فعالیت هستند./ گزینهٔ (۳): پمپ سدیم ـ پتاسیم فقط در انتهای پتانسیل عمل (۷۰- میلی‌ولت) فعالیت حداکثری دارد و به مرور زمان (که اختلاف پتانسیل هنوز هم ۷۰- میلی‌ولت مانده است) از این فعالیت کاسته می‌شود. در واقع هم در پایان پتانسیل عمل، اختلاف پتانسیل دو طرف غشا ۷۰- است و هم در زمان پتانسیل آرامش؛ اما از بین این دو فقط در زمان پایان پتانسیل عمل، برای این‌که شیب غلظت یون‌های سدیم و پتاسیم در دو سمت غشا به حالت آرامش برگردد، پمپ فعالیت **بیشتری** می‌کند. زمانی که پتانسیل غشا ۷۰- باشد ولی جای یون‌ها در دو سمت غشا درست باشد، فعالیت پمپ دیگر زیاد نیست.

۷۶- گزینهٔ «۳» کانال‌های دریچه‌دار پتاسیمی در اختلاف پتانسیل ۳۰+ باز می‌شوند. منظور از این اختلاف پتانسیل الکتریکی این است که داخل نورون نسبت به خارج آن به اندازهٔ ۳۰ mV مثبت‌تر است و طبیعتن پتانسیل الکتریکی خارج نسبت به داخل منفی‌تر.

بررسی سایر گزینه‌ها گزینهٔ (۱): با ثبت قلهٔ نمودار همهٔ کانال‌های دریچه‌دار سدیمی بسته می‌شوند اما کانال‌های نشتی که بسته نمی‌شوند! گزینهٔ (۲): درست است که پمپ سدیم ـ پتاسیم فقط سدیم را وارد مایع بین‌سلولی می‌کند اما در پایان پتانسیل عمل کانال‌های نشتی هم فعال هستند و نشتی‌های سدیمی می‌توانند Na^+ را وارد سیتوپلاسم نورون بکنند./ گزینهٔ (۴): وقتی اختلاف پتانسیل دو سمت غشای نورون از ۷۰ mV− تا صفر کاهش می‌یابد (بخشی از فاز صعودی نمودار پتانسیل عمل) کانال‌های دریچه‌دار پتاسیمی در حال فعالیت نیستند.

۷۷- گزینهٔ «۳» مولکول (۱) پمپ سدیم ـ پتاسیم، مولکول (۲) کانال دریچه‌دار پتاسیمی و مولکول (۳) کانال دریچه‌دار سدیمی را نشان می‌دهد.

کانال دریچه‌دار پتاسیمی، پتاسیم‌ها را در جهت شیب غلظت، از سلول خارج می‌کند اما پمپ سدیم ـ پتاسیم، پتاسیم‌ها را در خلاف جهت شیب غلظتشان وارد سلول می‌کند؛ پس کانال دریچه‌دار پتاسیمی برخلاف پمپ سدیم ـ پتاسیم، تراکم پتاسیم را در خارج از سلول افزایش می‌دهد.

بررسی سایر گزینه‌ها گزینهٔ (۱): در یک سلول عصبی، فقط کانال‌های دریچه‌دار سدیمی با تحریک سلول عصبی باز می‌شوند. کانال‌های دریچه‌دار پتاسیمی با تغییر اختلاف پتانسیل غشا باز می‌شوند (وقتی اختلاف پتانسیل دو سمت غشا به ۳۰+ می‌رسد)./ گزینهٔ (۲): در سال گذشته خواندیم پیوند پپتیدی، پیوند بین دو آمینواسید است. آمینواسیدها با پیوند پپتیدی به هم متصل شده و پروتئین‌ها را به وجود می‌آورند. پمپ سدیم ـ پتاسیم و کانال دریچه‌دار پتاسیمی هر دو پروتئینی هستند و هر دو پس از تشکیل پیوندهای پپتیدی به وجود آمده‌اند./ گزینهٔ (۴): کانال‌های دریچه‌دار برخلاف پمپ سدیم ـ پتاسیم، بدون مصرف انرژی کار می‌کنند!

۷۸- گزینهٔ «۲» در نقطهٔ B، کانال‌های نشتی و پمپ سدیم ـ پتاسیم فعال هستند و میزان K^+ را (نشتی‌ها نشتی پتاسیمی) در میان‌یاختهٔ نورون تغییر می‌دهند.

بررسی سایر گزینه‌ها گزینهٔ (۱): اختلاف پتانسیل در نقطهٔ A، ۷۰ میلی‌ولت و در نقطهٔ C، ۳۰ میلی‌ولت است؛ پس اختلاف پتانسیل در نقطهٔ A بیشتر از نقطهٔ C است./ گزینهٔ (۳): در نقطهٔ C مقدار سدیم زیادی از طریق کانال‌های دریچه‌دار وارد نورون شده و هنوز پتاسیم قابل توجهی نیز از نورون خارج نشده، پس درون نورون بیشترین بار مثبت و بیرون آن کم‌ترین بار مثبت را دارد./ گزینهٔ (۴): ورود Na^+ به درون نورون در نقطهٔ B از طریق کانال‌های نشتی سدیمی و دریچه‌دار سدیمی و در نقطهٔ D از طریق کانال‌های نشتی سدیمی صورت می‌گیرد.

۷۹- گزینهٔ «۱» فقط مورد «ب» نادرست است.

(الف): اختلاف پتانسیل دو سوی غشا هم در مرحلهٔ نزولی و هم در مرحلهٔ صعودی می‌تواند صفر باشد که در هر دو حالت یکی از کانال‌های دریچه‌دار سدیمی یا پتاسیمی باز است. در مرحلهٔ صعودی کانال دریچه‌دار سدیمی و در مرحلهٔ نزولی کانال دریچه‌دار پتاسیمی باز است./ (ب): نفوذپذیری غشا به یون‌های سدیم در مرحلهٔ نزولی نمودار پتانسیل عمل که کانال‌های دریچه‌دار پتاسیمی باز شده‌اند و پتاسیم‌ها در حال خروج از سلول هستند، کم می‌شود. دقت کنید در این زمان پمپ هم در حال فعالیت است و پتاسیم‌ها را وارد سلول می‌کند./ (ج): اختلاف پتانسیل حداکثر برای دو سمت غشا ۷۰ میلی‌ولت است که در انتهای پتانسیل عمل، قبل از حداکثر فعالیت پمپ و برگشتن یون‌ها به جای اولیهٔ خود، به وجود می‌آید. در انتهای پتانسیل عمل برای برگشت شیب غلظت یون‌ها به حالت آرامش، پمپ حداکثر فعالیت را دارد./ (د): در انتهای پتانسیل عمل فعالیت پمپ زیاد می‌شود. در این زمان پتانسیل غشا به اندازهٔ پتانسیل آرامش است و فقط آرایش یون‌ها با حالت آرامش فرق دارد.

۸۰- گزینهٔ «۱» فقط مورد «ج» درست است.

(الف): پس از رسیدن اختلاف پتانسیل داخل نسبت به خارج نورون به ۳۰+ میلی‌ولت، کانال‌های دریچه‌دار سدیمی بسته می‌شوند؛ پس بازشدن این کانال‌ها زودتر از رسیدن اختلاف پتانسیل به ۳۰+ رخ می‌دهد./ (ب): افزایش فعالیت پمپ سدیم ـ پتاسیم، در انتهای پتانسیل عمل و بعد از بسته‌شدن کانال‌های دریچه‌دار پتاسیمی اتفاق می‌افتد، یعنی افزایش فعالیت پمپ دیرتر از بازشدن کانال‌های دریچه‌دار پتاسیمی است./ (ج): ابتدا K^+ از طریق کانال‌های دریچه‌دار پتاسیمی خارج می‌شود و سپس پتانسیل غشا به مقدار پتانسیل آرامش می‌رسد./ (د): در انتهای پتانسیل عمل برگشتن یون‌ها به جای قبلی خود (حالت آرامش)، پس از رسیدن پتانسیل غشا به ۷۰- میلی‌ولت انجام می‌شود.

۸۱- گزینهٔ «۲» موارد «الف» و «ب» درست هستند.

(الف): پس از تحریک‌شدن نورون، در پی فعالیت کانال‌های دریچه‌دار سدیمی اختلاف پتانسیل از ۷۰ به صفر **کاهش می‌یابد** و سپس از صفر تا ۳۰+ میلی‌ولت افزایش پیدا می‌کند./ (ب): به کمک کانال‌های نشتی پتاسیمی، یون‌های پتاسیم هم‌چنان در جهت شیب غلظت خود به بیرون از یاخته حرکت می‌کنند./ (ج): پتانسیل آرامش در پی (پس از اتمام) فعالیت کانال‌های دریچه‌دار پتاسیمی برقرار می‌شود (یعنی بعد از این‌که تحت تأثیر کانال‌های دریچه‌دار سدیمی نمودار به قلهٔ خودش رسید و افزایش بار الکتریکی مثبت درون سلول رخ داد؛ کانال‌های دریچه‌دار پتاسیمی موجب ایجاد پتانسیل آرامش می‌شوند)؛ پس با فرض از کار افتادن این کانال‌ها برقراری مجدد پتانسیل آرامش غیرممکن می‌شود./ (د): فعالیت پمپ سدیم ـ پتاسیم هیچ‌گاه متوقف نمی‌شود.

۸۲- گزینهٔ «۳» بخش A مرحلهٔ صعودی نمودار پتانسیل عمل را نشان می‌دهد که با بازشدن کانال‌های دریچه‌دار سدیمی که دریچهٔ آن‌ها در سمت خارج غشا است نفوذپذیری غشا نسبت به این یون‌ها افزایش می‌یابد.

بررسی سایر گزینه‌ها گزینهٔ (۱): منظور از تغییر در شکل سه‌بعدی پروتئین‌ها همان فعالیت پمپ سدیم ـ پتاسیم است که با تغییر شکل سه‌بعدی یون‌ها را جابه‌جا می‌کند. در شکل ۶ قسمت «ب» تغییر شکل سه‌بعدی پمپ را هنگام فعالیت می‌بینید. همان‌طور که گفته شد در هر دو حالت پمپ سدیم ـ پتاسیم فعالیت دارد./ گزینهٔ (۲): در هر دو حالت یون‌های پتاسیم می‌توانند از طریق کانال‌های نشتی پتاسیمی از یاخته خارج شوند./ گزینهٔ (۴): در بخش A سدیم‌ها از طریق کانال‌های دریچه‌دار سدیمی وارد نورون می‌شوند و اختلاف پتانسیل دو سمت غشا را از ۷۰- به ۳۰+ می‌رسانند. اختلاف پتانسیل از ۷۰- به صفر و از صفر به ۳۰+ می‌رسد. وقتی اختلاف پتانسیل از ۷۰- به سمت صفر می‌رود، در حال کاهش است دیگه! از صفر به ۳۰+ در حال افزایش است.

۸۳- گزینهٔ «۱» دریچه‌های کانال‌های دریچه‌دار پتاسیمی در سمت داخل غشا است. بازشدن این کانال‌ها و خروج یون پتاسیم از آن‌ها در مرحلهٔ نزولی پتانسیل عمل، باعث می‌شود پتانسیل غشا به پتانسیل آرامش (۷۰-) برگردد (ایجاد پتانسیل آرامش). برگشتن یون‌های جابه‌جاشده به محل قبلی خود هم در انتهای پتانسیل عمل رخ می‌دهد که با فعالیت بیشتر پمپ سدیم ـ پتاسیم، یون‌ها آرایش پتانسیل آرامش را پیدا می‌کنند. پمپ چه کار می‌کند؟ با هر بار فعالیت ۳تا Na^+ را می‌فرستد بیرون و ۲تا K^+ را می‌آورد داخل. با این کار پمپ که آشنا هستید! باعث ایجاد پتانسیل آرامش می‌شود.

بررسی سایر گزینه‌ها گزینهٔ (۲): پمپ سدیم ـ پتاسیم در ایجاد و حفظ پتانسیل آرامش نقش دارد. افزایش غلظت پتاسیم در بیرون سلول هم چه توسط کانال دریچه‌دار پتاسیمی (همین الان بالا گفتیم!) و چه به وسیلهٔ کانال‌های نشتی پتاسیمی باعث ایجاد پتانسیل آرامش می‌شود./ گزینهٔ (۳): بازشدن منفذ پروتئین‌های غشا برای عبور پتاسیم همان بازشدن کانال‌های دریچه‌دار پتاسیمی است که نقش دارد ...!/ گزینهٔ (۴): نفوذپذیری بیشتر غشا به پتاسیم (چه از طریق کانال‌های دریچه‌دار پتاسیمی و چه کانال‌های نشتی پتاسیمی) همانند فعالیت کانال‌های نشتی که منافذ آن‌ها همیشه باز است، در ایجاد پتانسیل آرامش نقش دارد.

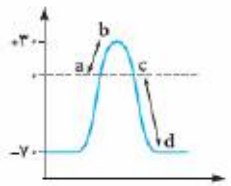
۸۴- گزینهٔ «۲» موارد «ب» و «د» درست هستند.

(الف): همزمان با حداکثر فعالیت پمپ سدیم ـ پتاسیم (ابتدای پتانسیل آرامش) خروج سدیم و پتاسیم از سیتوپلاسم نورون اتفاق می‌افتد. خروج K^+ توسط کانال‌های نشتی پتاسیمی و خروج Na^+ توسط پمپ سدیم ـ پتاسیم / (ب): اختلاف پتانسیل دو سمت غشا در دو بخش در حال کاهش است، یکی در فاز صعودی هنگامی که از پتانسیل $-70\,mV$ به صفر نزدیک می‌شویم و دیگری در فاز نزولی که از $+30\,mV$ به صفر نزدیک می‌شویم. در فاز صعودی کانال‌های نشتی سدیمی و کانال‌های دریچه‌دار سدیمی مشغول واردکردن سدیم به سیتوپلاسم هستند. در فاز نزولی هم فقط کانال‌های نشتی سدیمی این کار را انجام می‌دهند./ (ج): وقتی اختلاف پتانسیل دو سمت غشا در مرحلهٔ نزولی، از ۳۰+ به سمت صفر در حال کاهش است؛ همان اوایل ۳۰+ به سمت صفر، همزمان با شروع خروج پتاسیم‌ها از نورون توسط کانال‌های دریچه‌دار پتاسیمی است./ (د): کانال‌های پتاسیمی در مرحلهٔ نزولی نمودار پتانسیل عمل باز هستند و پتاسیم‌ها را از سلول خارج می‌کنند. سدیم همیشه می‌تواند از طریق کانال‌های نشتی سدیمی وارد سلول شود.

۸۵- گزینهٔ «۲» موارد «ب» و «ج» درست هستند.

(الف): در صورتی که کانال‌های نشتی (کانال نشتی پتاسیمی) غیرفعال بشوند، یون پتاسیم از طریق کانال‌های دریچه‌دار پتاسیمی می‌تواند از یاخته خارج شود./ (ب): پمپ سدیم ـ پتاسیم دو یون پتاسیم را به داخل یاخته و سه یون سدیم را به خارج از یاخته وارد می‌کند؛ بنابراین با یک بار فعالیت، اختلاف پتانسیل ۱- (داخل نسبت به خارج) ایجاد می‌کند. اگر پمپ سدیم ـ پتاسیم غیرفعال گردد، بار منفی داخل یاخته کاهش نمی‌یابد./ (ج): کانال‌های دریچه‌دار سدیمی باعث مثبت‌شدن درون نسبت به بیرون می‌شوند. در نتیجه در صورتی که غیرفعال شوند، بار مثبت یاخته نمی‌تواند افزایش یابد./ (د): طی پتانسیل عمل با عملکرد کانال‌های دریچه‌دار سدیمی و پتاسیمی، ۲ بار اختلاف پتانسیل دو سمت غشا برابر می‌شود و به صفر می‌رسد. یک بار در مرحلهٔ صعودی نمودار پتانسیل عمل (۷۰- ⟵ صفر ⟵ ۳۰+) و یک بار در مرحلهٔ نزولی نمودار (۳۰+ ⟵ صفر ⟵ ۷۰-). پس با غیرفعال شدن کانال‌های دریچه‌دار پتاسیمی، برابرشدن اختلاف پتانسیل دو سمت غشا دور از انتظار نیست، چون یک بار دیگر به وسیلهٔ کانال‌های دریچه‌دار سدیمی اختلاف پتانسیل دو طرف برابر با هم و صفر می‌شود.

۸۶- گزینهٔ «۲» در مسیر a به b و مسیر c به d اختلاف پتانسیل بین دو سوی غشای نورون در حال افزایش است.



در مسیر c به d یون پتاسیم توسط کانال‌های دریچه‌دار پتاسیمی و از طریق پمپ سدیم ـ پتاسیم به نورون وارد می‌شود. ولی در مسیر a به b فقط پمپ سدیم ـ پتاسیم در حال واردکردن یون پتاسیم به سیتوپلاسم نورون است.

بررسی سایر گزینه‌ها گزینهٔ (۱): پمپ سدیم ـ پتاسیم همواره یون سدیم را از نورون خارج می‌کند./ گزینهٔ (۳): در مسیر c به d، پتانسیل داخل نورون نسبت به بیرون آن منفی است./ گزینهٔ (۴): در مسیر c به d، کانال‌های دریچه‌دار پتاسیمی باز و کانال‌های دریچه‌دار سدیمی بسته هستند.

۸۷- گزینهٔ «۲» فقط مورد «د» درست است. هنگامی که کانال‌های دریچه‌دار سدیمی باز هستند (بخش صعودی منحنی پتانسیل عمل) و هنگامی که کانال‌های دریچه‌دار پتاسیمی باز هستند (بخش نزولی منحنی پتانسیل عمل)، اختلاف پتانسیل دو سوی غشای نورون، در دو نقطه صفر می‌شود.

(الف): نه، ممکن است در فاز نزولی باشیم! و کانال‌های دریچه‌دار پتاسیمی باز باشند و پتاسیم‌ها در حال خارج‌شدن از سلول./ (ب) و (د): پمپ سدیم ـ پتاسیم همواره فعال است و یون پتاسیم را به سیتوپلاسم نورون وارد می‌کند؛ هم‌چنین این پروتئین به طور پیوسته یون سدیم را از سیتوپلاسم نورون، به مایع بین‌یاخته‌ای می‌ریزد./ (ج): در بخش نزولی منحنی پتانسیل عمل، که پتانسیل داخل نورون، در حال منفی‌شدن است، برای یک لحظه، اختلاف پتانسیل دو سوی غشا صفر می‌شود.

۸۸- گزینهٔ «۳» در انتقال پیام عصبی که از طریق همایه (سیناپس) صورت می‌گیرد، ناقل‌های عصبی از طریق برون‌رانی از سلول پیش‌سیناپسی خارج می‌شوند، وارد فضای سیناپسی شده و به گیرنده‌های غشای سلول پس‌سیناپسی می‌چسبند.

بررسی سایر گزینه‌ها گزینهٔ (۱): در سیناپس، غشای دو سلول از هم فاصله دارند./ گزینهٔ (۲): ناقل‌های عصبی وارد سلول پس‌سیناپسی نمی‌شوند بلکه به گیرنده‌های غشای آن متصل می‌شوند./ گزینهٔ (۴): نه! انتقال پیام با ناقل‌های عصبی انجام می‌شود، نه با یون‌ها.

۸۹- گزینهٔ «۱» ناقل‌های عصبی وارد سلول پس‌سیناپسی نمی‌شوند، بلکه روی گیرنده‌هایشان بر روی غشای سلول پس‌سیناپسی قرار می‌گیرند.

بررسی سایر گزینه‌ها گزینهٔ (۲): ناقل‌های عصبی موجود در ریزکیسه‌ها از طریق برون‌رانی، وارد فضای سیناپسی می‌شوند./ گزینهٔ (۳): همیشه، چه ناقل عصبی تحریک کننده باشد، چه مهارکننده، پتانسیل الکتریکی سلول پس‌سیناپسی را تغییر می‌دهند./ گزینهٔ (۴): براساس این که ناقل عصبی تحریک‌کننده باشد یا بازدارنده، سلول پس‌سیناپسی تحریک و یا فعالیت آن مهار می‌شود.

۹۰- گزینهٔ «۲» ناقل‌های عصبی در جسم یاخته‌ای تولید شده و بسته‌بندی می‌گردند. سپس ریزکیسه‌های حاوی این ناقل‌ها از جسم سلولی وارد آکسون می‌شوند و تمام طول آکسون را طی می‌کنند تا به پایانهٔ آن برسند. پس ما می‌توانیم ریزکیسه‌های حاوی ناقل عصبی را در تمام طول آکسون (وقتی در طول حرکت به سمت پایانهٔ آکسون هستند) مشاهده کنیم.

بررسی سایر گزینه‌ها گزینهٔ (۱): همون‌طور که گفتیم ناقل‌های عصبی در همون جسم یاخته‌ای وارد ریزکیسه می‌شن!/ گزینهٔ (۳): توجه کنید که ریزکیسه‌های حاوی ناقل با غشای پایانهٔ آکسون ادغام می‌شوند و با برون‌رانی **خود ناقل عصبی** را به داخل فضای سیناپسی می‌فرستند، یعنی شما در فضای سیناپسی (شکاف سیناپسی) نمی‌توانید ریزکیسه‌های حاوی ناقل عصبی را ببینید./ گزینهٔ (۴): ناقل‌های عصبی روی کانال‌های سلول پس‌سیناپسی اثر می‌گذارند و آن را باز می‌کنند تا **یون‌ها** بتوانند از کانال عبور کنند نه خود ناقل.

۹۱- گزینهٔ «۳» همیشه کیسه‌های محتوی ناقل‌های عصبی به غشای آکسون یاختهٔ سازندهٔ خود (سلول پیش‌سیناپسی) متصل می‌شوند.

۹۲- گزینهٔ «۴» بخشی که پیام عصبی را از جسم سلولی دور می‌کند آکسون است و بخشی که پیام را به جسم سلولی نزدیک می‌کند، دندریت است. موقع انتقال پیام عصبی، غشای آکسون‌ها در پایانه‌های آکسون با غشای ریزکیسه‌های دارای ناقل عصبی آمیخته می‌شود و ناقل عصبی وارد فضای سیناپسی می‌شود.

بررسی سایر گزینه‌ها گزینهٔ (۱): برعکس، آکسون دارای انشعابات فراوان نیست./ گزینهٔ (۲): در نورون‌های رابط آکسون و دندریت هیچ‌کدام میلین ندارند. در نورون‌های حرکتی هم آکسون میلین دارد، دندریت ندارد./ گزینهٔ (۳): اینا تو جسم سلولی هستن.

۹۳- گزینهٔ «۴» در بافت عصبی علاوه بر نورون‌ها، یاخته‌های پشتیبان نیز وجود دارد. با رد گزینه باید این سؤال رو جواب بدید! جایی در کتاب درسی مستقیم نگفته ولی شما بدانید همهٔ سلول‌ها برای حفظ فشار اسمزی پمپ سدیم ـ پتاسیم دارند.

بررسی سایر گزینه‌ها گزینهٔ (۱): یاخته‌های پشتیبان توانایی تولید و هدایت پیام عصبی را ندارند./ گزینهٔ (۲): یاخته‌های پشتیبان آکسون ندارند./ گزینهٔ (۳): دیگه فک کنم تا این‌جا به این نتیجه رسیدید که یاخته‌های پشتیبان، پیام عصبی رو منتقل نمی‌کنن (یعنی اصلن در آن‌ها پیام عصبی ایجاد نمی‌شود) و در نتیجه ناقل عصبی هم تولید نمی‌کنن!

۹۴- گزینهٔ «۱» آزادشدن ناقل‌های عصبی با فرایند برون‌رانی صورت می‌گیرد. برون‌رانی با افزایش سطح غشای یاختهٔ پیش‌سیناپسی همراه است.

بررسی سایر گزینه‌ها گزینهٔ (۲): یاختهٔ پس‌سیناپسی ممکن است یک یاختهٔ ماهیچه‌ای یا یاختهٔ پوششی ترشحی (مربوط به غدد) باشد./ گزینه‌های (۳) و (۴): گروهی از ناقل‌های عصبی مهاری هستند و کانال‌های دریچه‌دار سدیمی یاختهٔ پس‌سیناپسی را باز نمی‌کنند.

۹۵- گزینهٔ «۲» موارد «الف» و «د» درست هستند.

(الف): محلی را که در آن یک نورون با یاختهٔ دیگری ارتباط برقرار می‌کند سیناپس می‌نامند. وقتی پتانسیل عمل به پایانهٔ آکسون یک نورون پیش‌سیناپسی می‌رسد، ریزکیسه‌های محتوی ناقل‌ها با غشای یاخته آمیخته می‌شوند و مولکول‌های ناقل عصبی با برون‌رانی به درون فضای سیناپسی آزاد می‌شوند و سپس به یاختهٔ پس‌سیناپسی می‌رسند./ (ب): اگر سلول پس‌سیناپسی (سلول دریافت‌کننده)، نورون نباشد (سلول ماهیچه‌ای یا غده باشد) که اصلن این‌ور رشتهٔ سیتوپلاسمی نداریم! و اون‌ور فقط یک نوع رشتهٔ سیتوپلاسمی داریم، یعنی آکسون سلول پیش‌سیناپسی./ (ج): چی؟! مگه اینا متصل می‌شن به هم؟ بین این دوتا سلول اصلن اتصالی در کار نیست./ (د): ناقل‌های عصبی در جسم سلولی نورون‌ها ساخته می‌شوند. خواندیم که جسم سلولی نورون محل سوخت و ساز نورون‌ها است. انرژی لازم برای این سوخت و ساز به وسیلهٔ میتوکندری‌های جسم سلولی فراهم می‌شود. برای تولید ناقل‌های عصبی از انرژی میتوکندری‌ها در جسم سلولی استفاده می‌شود. ناقل‌ها در ریزکیسه‌هایی ذخیره شده و به پایانهٔ آکسون می‌رسند. در پایانهٔ آکسون هم این ریزکیسه‌ها با برون‌رانی، ناقل را به فضای سیناپسی آزاد می‌کنند؛ پس ترشح آن‌ها هم (برون‌رانی انرژی مصرف می‌کند) همراه با مصرف انرژی است.

۹۶- گزینهٔ «۳» جملات «ب»، «ج» و «د» نادرست هستند.

(الف): ناقل‌های عصبی درون ریزکیسه‌ها و در جهت حرکت پیام عصبی حرکت می‌کنند./ (ب): دقت کنید که گیرنده‌های حس همیشه و فقط، سلول پیش‌سیناپسی هستند و هیچ سلولی نیست که پیام عصبی را به آن‌ها منتقل کند. نورون‌های حسی برای بعضی از این گیرنده‌های حس، سلول پس‌سیناپسی هستند و گیرندهٔ پروتئین ناقل عصبی دارند./ (ج): نه، منظور از رشتهٔ عصبی چیه؟ از نورون پیش‌سیناپسی فقط آکسون می‌تواند شرکت کند. سیناپس آکسون به دندریت داریم ولی سیناپس دندریت به آکسون نداریم. در صورتی که این جمله گفته دو رشتهٔ عصبی متفاوت قطعن می‌توانند سیناپس تشکیل دهند. دندریت پیش‌سیناپسی با آکسون پس‌سیناپسی نمی‌تواند!/ (د): در طرف دیگر یک سیناپس همیشه سلول پس‌سیناپسی است که این سلول پس‌سیناپسی می‌تواند نورون، سلول غدهای یا سلول ماهیچه‌ای باشد. سلول پس‌سیناپسی می‌تواند نورون نباشد.

۹۷- گزینهٔ «۱» A سلول پس‌سیناپسی و B پایانهٔ آکسون سلول پیش‌سیناپسی را نشان می‌دهد. همان‌طور که می‌دانید هر سلول پس‌سیناپسی با دریافت پیام عصبی (چه تحریکی و چه مهاری) پتانسیل الکتریکی خود را تغییر می‌دهد.

بررسی سایر گزینه‌ها گزینهٔ (۲): پایانهٔ آکسون نقشی در تولید و بسته‌بندی ناقل عصبی ندارد. این مولکول‌ها در جسم سلولی نورون پیش‌سیناپسی تولید می‌شوند./ گزینهٔ (۳): کانال‌های دریچه‌دار سدیمی فقط در غشای سلول‌های عصبی وجود دارند. سلول A می‌تواند نورون نباشد و سلول ماهیچه‌ای یا غده باشد./ گزینهٔ (۴): پایانهٔ آکسونی هیچ‌گاه با سلول پشتیبان پوشیده نمی‌شود و میلین ندارد.

۹۸- گزینهٔ «۲» در فضای بین دو سلول تشکیل‌دهندهٔ همایه همیشه مایع بین‌یاخته‌ای قرار دارد و ناقل‌های عصبی در این مایع حرکت می‌کنند تا به سلول پس‌سیناپسی برسند. اما توجه داشته باشید که سلول پس‌سیناپسی همیشه نورون نیست و مثلن می‌تواند سلول ماهیچه‌ای یا غده‌ای باشد. پس وقتی صورت سؤال گفته در هر همایه فضای بین **نورون‌های** پیش‌سیناپسی و پس‌سیناپسی جملهٔ درستی نیست.

بررسی سایر گزینه‌ها گزینهٔ (۱): متن کتاب! گزینهٔ (۳): ناقل عصبی در جسم یاخته‌ای تولید و از پایانهٔ آکسون ترشح می‌شود./ گزینهٔ (۴): خروج ناقل عصبی از نورون پیش‌سیناپسی توسط برون‌رانی و با مصرف انرژی انجام می‌شود. میتوکندری‌هایی که در پایانهٔ آکسون می‌بینید کارشان تأمین انرژی است.

۹۹- گزینهٔ «۲» ناقل عصبی از سلول پیش‌سیناپسی، با برون‌رانی به فضای سیناپسی (فضای بین‌سلولی) آزاد می‌شود.

بررسی سایر گزینه‌ها گزینهٔ (۱): ناقل‌های عصبی پس از رسیدن به سلول پس‌سیناپسی، سبب تغییر پتانسیل الکتریکی آن می‌شوند./ گزینهٔ (۳): ناقل‌های عصبی باقی‌مانده یا زود در فضای سیناپسی توسط آنزیم‌هایی تجزیه می‌شوند یا مجددن به سلول پیش‌سیناپسی جذب می‌شوند؛ پس این‌طور نیست که در هر سیناپس به سلول پیش‌سیناپسی جذب شوند./ گزینهٔ (۴): یاختهٔ پس‌سیناپسی می‌تواند نورون (دارای رشته‌های سیتوپلاسمی) یا یک سلول دیگر باشد.

۱۰۰- گزینهٔ «۲» منحنی پتانسیل عمل از یک بخش صعودی (از ۷۰- به ۳۰+) و یک بخش نزولی (از ۳۰+ تا حدود ۷۰-) تشکیل شده است. هنگامی که برای دومین بار پتانسیل درون نورون نسبت به بیرون آن به ۱۵- می‌رسد (بخش نزولی منحنی پتانسیل عمل) (**یعنی کلن همیشه!**) خروج یون سدیم توسط پمپ سدیم ـ پتاسیم صورت می‌گیرد.

بررسی سایر گزینه‌ها گزینهٔ (۱): همواره یون پتاسیم توسط پمپ سدیم ـ پتاسیم به نورون وارد می‌شود./ گزینهٔ (۳): هنگامی که در پتانسیل عمل، برای دومین بار پتانسیل درون نورون نسبت به بیرون آن به ۲۰+ می‌رسد، کانال‌های دریچه‌دار پتاسیمی باز و کانال‌های دریچه‌دار سدیمی بسته هستند./ گزینهٔ (۴): هنگامی که در پتانسیل عمل، برای اولین بار پتانسیل درون نورون نسبت به بیرون آن به ۳۰- می‌رسد (بخش صعودی منحنی پتانسیل عمل)، کانال‌های دریچه‌دار پتاسیمی بسته و کانال‌های دریچه‌دار سدیمی باز هستند.

۱۰۱- گزینهٔ «۳» موارد «الف»، «ج» و «د» درست هستند.

(الف): جهت حرکت پیام عصبی (انتقال پیام) همیشه از سلول پیش‌سیناپسی به سلول پس‌سیناپسی است./ (ب) و (ج): اگر سلول پس‌سیناپسی نورون باشد، پایانهٔ آکسونی سلول پیش‌سیناپسی می‌تواند با دندریت و جسم سلولی نورون پس‌سیناپسی، سیناپس ایجاد کند (**شکل ۳ و ۱۰**). دقت کنید که دو پایانهٔ آکسونی با هم سیناپس ایجاد نمی‌کنند./ (د): ناقل عصبی به گیرنده در غشای سلول پس‌سیناپسی متصل می‌شود. با این اتصال، پروتئین گیرنده که از نوع کانالی است باز می‌شود و به یون‌ها اجازهٔ عبور می‌دهد (اگر ناقل عصبی، تحریک‌کننده باشد).

۱۰۲- گزینهٔ «۴» سؤال سختی است احتمالن! مرحلهٔ (ب) که اصلن نداریم! یعنی ناقل عصبی اصلن وارد سلول پس‌سیناپسی نمی‌شود. اول برون‌رانی (ج)، بعد اتصال به گیرنده (الف) و بعد تغییر پتانسیل غشا (د). دقت کنید (ه) اتفاق می‌افتد اما نه در همهٔ سیناپس‌ها. در سیناپس‌هایی که نورون پس‌سیناپسی فعال می‌شود، پتانسیل عمل در آن نورون ایجاد می‌شود و سدیم‌ها از طریق کانال‌های دریچه‌دار وارد می‌شوند. اما در سیناپس‌های مهاری اصلن از این خبرها نیست و چون نورون پس‌سیناپسی مهار می‌شود، دیگر کانال دریچه‌دار سدیمی باز نمی‌شود و پتانسیل عمل ایجاد نمی‌شود. به علاوه مرحلهٔ (ه) فقط در صورتی رخ می‌دهد که سلول پس‌سیناپسی، نورون باشد. در سیناپس نورون با عضله و نورون با غده، این اتفاقات رخ نمی‌دهد.

۱۰۳- گزینهٔ «۲» همهٔ ناقل‌های عصبی با تأثیر بر گیرندهٔ خود بر غشای سلول پس‌سیناپسی، باعث تغییر نفوذپذیری غشای آن به یون‌ها می‌شوند. این موضوع هم در رابطه با ناقل‌های تحریکی صدق می‌کند هم در رابطه با ناقل‌های مهاری.

بررسی سایر گزینه‌ها گزینهٔ (۱): کانال‌های سطح سلول پس‌سیناپسی دارای دریچه هستند و تنها زمانی دریچهٔ خود را باز می‌کنند که در تماس با مولکول‌های ناقل عصبی قرار بگیرند. پس زمانی که سیناپس فعال نیست و ناقل عصبی ترشح نمی‌شود، دریچه‌های این کانال‌ها نیز بسته است./ گزینهٔ (۳): برای این‌که یک پیام جدید به سلول پس‌سیناپسی فرستاده شود باید ناقل‌های عصبی قدیمی از فضای سیناپسی برداشته شود./ گزینهٔ (۴): بله، برون‌رانی برای آزادشدن ناقل عصبی به فضای سیناپسی و درون‌بری برای جذب دوبارهٔ ناقل عصبی به این سلول.

۱۰۴- گزینهٔ «۲» موارد «الف» و «ج» درست هستند.

(الف): سلول پیش‌سیناپسی تحریک شده (یا به وسیلهٔ محرک یا به وسیلهٔ نورون قبلی) و پیام عصبی در آن ایجاد می‌شود. پس حاوی پیام عصبی است که آن را به وسیلهٔ ناقل عصبی به سلول پس‌سیناپسی انتقال می‌دهد. سلول پیش‌سیناپسی هیچ‌گاه ریزکیسهٔ حاوی ناقل عصبی را از خودش خارج نمی‌کند بلکه ناقل عصبی را از خود خارج کرده و وارد فضای سیناپسی می‌کند./ (ب): فضای سیناپسی همواره با مایع بین‌یاخته‌ای پر می‌شود. در این فضا ممکن است ناقل عصبی تجزیه شود و یا این‌که ناقل عصبی به درون سلول پیش‌سیناپسی بازگردد./ (ج): گیرنده‌های ناقل عصبی در سلول پس‌سیناپسی نوعی کانال دریچه‌دار هستند و یون‌های خاصی را از خود عبور می‌دهند. توجه داشته باشید که ناقل عصبی تنها روی این گیرنده‌ها قرار می‌گیرد، تأثیر می‌گذارد و از آن‌ها عبور نمی‌کند./ (د): هیچ سلول پس‌سیناپسی نمی‌تواند ناقل عصبی جذب کند. این مولکول‌ها می‌توانند با اتصال به پروتئین گیرنده، سلول‌های پس‌سیناپسی را تحریک نمایند. سلول پس‌سیناپسی اگر از نوع نورون باشد می‌تواند خودش پیام عصبی را به سلول دیگری منتقل نماید.

۱۰۵- گزینهٔ «۲» موارد «ب» و «د» درست هستند.

(الف): همان‌طور که در شکل ۳ می‌بینید، بخش حاوی گیرنده (سلول پس‌سیناپسی) برای ناقل عصبی، می‌تواند جسم یاخته‌ای یا دندریت باشد. دندریت‌ها رشته‌هایی‌اند که پیام‌ها را دریافت و به جسم یاخته‌ای یاختهٔ عصبی وارد می‌کنند./ (ب): در دندریت‌ها و جسم سلولی گیرنده‌هایی برای ناقل‌های عصبی وجود دارد. همان‌طور که در شکل ۷ می‌بینید دریچهٔ کانال سدیمی در سطح خارجی غشا و دریچهٔ کانال پتاسیمی در سطح داخلی غشا قرار گرفته است./ (ج): همان‌طور که در شکل ۳ می‌بینید امکان تشکیل چند سیناپس وجود دارد، که برایند فعالیت این سیناپس‌ها منجر به تشکیل یک پاسخ می‌شود./ (د): کانال‌های دریچه‌دار در قسمت‌های میلین‌دار وجود ندارند.

۱۰۶- گزینهٔ «۱» در بخش ۱یون K^+ از طریق کانال‌های دریچه‌دار از نورون خارج می‌شود. K^+ در بخش نزولی منحنی پتانسیل عمل از نورون خارج می‌شود. یون سدیم نیز از طریق کانال‌های دریچه‌دار سدیمی در بخش صعودی پتانسیل عمل (بخش ۲) به نورون وارد می‌شود. توجه داشته باشید پس از این‌که پتانسیل عمل در یک نقطه ایجاد می‌شود، در پی آن در نقاط مجاور نیز ایجاد می‌شود و به این فرایند، هدایت عصبی می‌گویند. دقت کنید بخش (۱) مرحلهٔ نزولی نمودار یک پتانسیل عمل است که قبلن در همین نقطه طی مرحلهٔ صعودی، سدیم‌ها در حال واردشدن به سلول بودند. پس مرحلهٔ صعودی را پشت سر گذاشته و وارد مرحلهٔ نزولی شده است. بخش (۲) مرحلهٔ صعودی نمودار یک پتانسیل عمل دیگر و جدید است. این‌طوری در نظر بگیرید که در بخش (۱) پتانسیل عمل داره تبدیل می‌شه به پتانسیل آرامش و بخش (۲) تازه شروع کرده به تشکیل پتانسیل عمل، پس هدایت پیام از بخش (۱) به سمت بخش (۲) است.

بررسی سایر گزینه‌ها گزینهٔ (۲): یون سدیم همواره از طریق کانال‌های نشتی سدیمی به نورون وارد می‌شود./ گزینهٔ (۳): محلی که ناقل‌ها از آن آزاد می‌شوند (محل آزادسازی) یعنی پایانهٔ آکسون. این پیام در آکسون، در حال حرکت به سمت پایانهٔ آکسونی است. جهت حرکت پیام از بخش (۱) به بخش (۲) است. بخش (۲) به پایانه‌های آکسونی (محل انتقال پیام عصبی) نزدیک‌تر است./ گزینهٔ (۴): پمپ سدیم ـ پتاسیم در تمام طول پتانسیل عمل در حال فعالیت است ولی در انتهای پتانسیل عمل پس از این‌که خروج K^+ از طریق کانال‌های دریچه‌دار تمام شد، با فعالیت بیشتر شیب غلظت یون‌های Na^+ و K^+ را به حالت آرامش برمی‌گرداند. در این شکل، بخش (۱) در مرحلهٔ نزولی است. در این بخش در انتهای عمل، پمپ با فعالیت بیشتر یون‌های Na^+ و K^+ را به جای خود برمی‌گرداند.

۱۰۷- گزینهٔ «۲» سلول پیش‌سیناپسی اگر نورون باشد که تکلیفش معلوم است! نورون‌ها سلول‌هایی تحریک‌پذیرند و پیام عصبی تولید می‌کنند. در نورون‌ها به وسیلهٔ محرک یا نورون قبلی‌شان، پیام ایجاد می‌شود. اگر سلول پیش‌سیناپسی نورون نباشد (سلول گیرندهٔ حس باشد) به وسیلهٔ محرک، تحریک شده و اثر محرک را به پیام عصبی تبدیل می‌کند.

بررسی سایر گزینه‌ها گزینهٔ (۱): ناقل‌های عصبی پس از رسیدن به نورون پس‌سیناپسی، سبب تغییر پتانسیل الکتریکی آن می‌شوند. این تغییر ممکن است در جهت مهارکردن سلول پس‌سیناپسی باشد./ گزینهٔ (۳): نه، مگه فقط نورون‌های حسی، سلول‌های پیش‌سیناپسی هستند؟ نورون رابط با نورون حرکتی و نورون حرکتی با سلول ماهیچه‌ای و یا غده‌ای می‌تواند سیناپس تشکیل دهد که در این حالت‌ها به ترتیب نورون رابط و نورون حرکتی، نورون‌های پیش‌سیناپسی هستند و از پایانهٔ آکسون آن‌ها ناقل عصبی آزاد می‌شود./ گزینهٔ (۴): در هر سیناپسی که سلول پس‌سیناپسی، نورون نیست که پیام عصبی را در طول رشته‌هایش هدایت کند. تازه اگر هم یاختهٔ پس‌سیناپسی، نورون باشد؛ سیناپس باید، سیناپس تحریکی بوده باشد که در نورون پیام عصبی تشکیل شود ... .

۱۰۸- گزینهٔ «۲» نورون حسی هم در دندریت و هم در آکسون خود دارای غلاف میلین است و در نتیجه در دو نوع رشتهٔ خود دارای گره رانویه و هدایت پیام عصبی می‌باشد.

بررسی سایر گزینه‌ها گزینهٔ (۱): محل ساخت ناقل‌های عصبی هر نورون، جسم سلولی آن می‌باشد. جریان عصبی که از جسم سلولی عبور می‌کند، ممکن است در دندریت ایجاد شده باشد یا این‌که در خود جسم سلولی ایجاد شده باشد. دندریت حسی انشعابات زیادی ندارد./ گزینهٔ (۳): ممکن است ناقل عصبی که در سیناپس آزاد می‌شود از نوع مهاری باشد./ گزینهٔ (۴): بلندترین رشتهٔ خارج‌شده از نورون رابط، آکسون آن می‌باشد که در انتهای خود انشعاباتی دارد که همان پایانه‌های آکسون می‌باشند. بخش‌های انتهایی پایانه‌های آکسون، برجسته می‌باشند و محل انتقال پیام عصبی هستند. نورون رابط با آزادکردن ناقل‌های عصبی خود، می‌تواند یاختهٔ پس‌سیناپسی را تحریک یا مهار کند.

۱۰۹- گزینهٔ «۳» بله! نوروگلیاها سلول‌های غیرعصبی بافت عصبی هستند. این سلول‌ها با ساخت میلین برای نورون‌ها سرعت هدایت پیام عصبی را در آن‌ها بالا می‌برند. پس در هدایت پیام عصبی در نورون‌ها نقش دارند. دیگه بالأخره از طرفی سلول‌های ماهیچه‌ای و غده‌ها، سلول‌های پس‌سیناپسی هستند که از نورون پیام عصبی دریافت می‌کنند. در واقع نورون‌ها به این سلول‌های غیرعصبی، پیام عصبی را منتقل می‌کنند. پس این سلول‌های غیرعصبی در انتقال پیام‌های عصبی درگیر هستند! و نقش دارند.

بررسی سایر گزینه‌ها گزینهٔ (۱): هدایت پیام عصبی به صورت الکتریکی (انتقال یون‌ها با بار الکتریکی) انجام می‌شود، در حالی که انتقال پیام عصبی، شیمیایی (ناقل‌های عصبی که مولکول‌هایی شیمیایی‌اند) می‌باشد./ گزینهٔ (۲): هدایت پیام عصبی هم در نورون‌ها دیده می‌شود هم در سلول‌های گیرندهٔ حسی (مثل سلول‌های گیرندهٔ چشایی). پس هدایت می‌تواند در سلول‌هایی غیر از سلول‌های عصبی هم دیده شود. انتقال هم که گفتیم، سلول پس‌سیناپسی هم می‌تواند سلول عصبی باشد هم سلول غیرعصبی مثل سلول ماهیچه‌ای یا غده./ گزینهٔ (۴): برون‌رانی ناقل‌های عصبی در انتقال پیام عصبی و فعالیت پمپ سدیم ـ پتاسیم در هدایت پیام عصبی نیازمند انرژی می‌باشند. در انتهای پتانسیل عمل، پمپ جای سدیم‌ها و پتاسیم‌ها را عوض می‌کند. اگر این کار انجام نشود، پتانسیل عملی در کار نیست. به حرکت پتانسیل عمل در طول نورون، هدایت پیام عصبی گفته می‌شود.

۱۱۰- گزینهٔ «۳» موارد «الف» و «ب» نادرست هستند.

(الف): دستگاه عصبی انسان از دو بخش محیطی و مرکزی تشکیل شده است که بخش مرکزی آن شامل مغز و نخاع است./ (ب): فقط دستگاه عصبی مرکزی بخش خاکستری و سفید دارد./ (ج): شک نکن که درسته!/ (د): با توجه به شکل ۱۲، مادهٔ سفید مغز در بخش داخلی آن دیده می‌شود.

۱۱۱- گزینهٔ «۲» دستگاه عصبی شامل دستگاه عصبی محیطی و مرکزی می‌باشد. دستگاه عصبی مرکزی شامل مغز و نخاع است که مراکز نظارت بر فعالیت‌های بدن هستند. این دستگاه اطلاعات دریافتی از محیط و درون بدن را تفسیر می‌کند و به آن‌ها پاسخ می‌دهد.

بررسی سایر گزینه‌ها گزینهٔ (۱): دستگاه عصبی مرکزی شامل مغز و نخاع است./ گزینهٔ (۳): بخش سفید و خاکستری هر دو دارای آکسون و دندریت (رشته‌های عصبی) هستند. بخش سفید رشته‌های میلین‌دار، بخش خاکستری رشته‌های بدون میلین./ گزینهٔ (۴): در برش نخاع، مادهٔ خاکستری در مرکز قرار دارد و سفید آن را احاطه کرده است، در حالی که قشر مخ خاکستری و قسمت مرکزی‌اش سفید است.

۱۱۲- گزینهٔ «۱» سد خونی ـ مغزی لایه‌ای از بافت پوششی مویرگ‌های دستگاه عصبی مرکزی است که منفذ ندارند. نبود این منافذ باعث می‌شود که مولکول‌های درشت نتوانند از مویرگ (خون) وارد فضای میان‌بافتی مغز شوند.

۱۱۳- گزینهٔ «۲» فضای بین پرده‌های مننژ را مایع مغزی ـ نخاعی پر کرده است.

بررسی سایر گزینه‌ها گزینهٔ (۱): دستگاه عصبی **مرکزی** شامل دو بخش مادهٔ خاکستری و سفید است./ گزینهٔ (۳): اعصاب محیطی می‌توانند پیام‌ها را از اندام‌های بدن به مغز و نخاع ببرند./ گزینهٔ (۴): نه، سد خونی ـ مغزی و مایع مغزی ـ نخاعی هم از دستگاه عصبی مرکزی محافظت می‌کنند.

۱۱۴- گزینهٔ «۱» بخش خارجی مغز و بخش داخلی نخاع از مادهٔ خاکستری تشکیل شده است. مادهٔ خاکستری هم شامل جسم سلولی نورون‌ها و رشته‌های عصبی بدون میلین است. بخش داخلی مغز و بخش خارجی نخاع از مادهٔ سفید که تجمع رشته‌های میلین‌دار است، تشکیل شده است.

۱۱۵- گزینهٔ «۳» (A) مادهٔ سفید و (B) مادهٔ خاکستری نخاع را نشان می‌دهد. در مادهٔ سفید رشته‌های میلین‌دار دیده می‌شود اما همان‌طور که می‌دانید رشته‌های میلین‌دار در تمام طول خودشان با این ماده پوشیده نشده‌اند و در گره‌های رانویه میلین وجود ندارد.

بررسی سایر گزینه‌ها گزینهٔ (۱): داخلی‌ترین پردهٔ مننژ با بخش خارجی دستگاه عصبی مرکزی (بخش سفید نخاع و بخش خاکستری مغز) در تماس است./ گزینهٔ (۲): همهٔ سلول‌های بدن ازجمله مغز و نخاع در نزدیکی‌شان مویرگ وجود دارد؛ پس تمام قسمت‌های مغز و نخاع در اطراف خود دارای مویرگ و سد خونی ـ مغزی هستند./ گزینهٔ (۴): در مادهٔ خاکستری نخاع میلین وجود ندارد. بنابراین رشته‌های موجود در مادهٔ خاکستری، هدایت جهشی پیام ندارند. می‌دانید که هدایت جهشی، مربوط به گره‌های رانویه است که در رشته‌های عصبی میلین‌دار وجود دارد.

۱۱۶- گزینهٔ «۳» موارد «الف»، «ب» و «د» درست هستند.

(الف): طبق شکل ۱۱ کتاب درسی اعصاب محیطی دست به نخاع در ناحیهٔ گردن متصل می‌شوند./ (ب): اگر به شکل ۱۲ نگاه کنید می‌بینید که مادهٔ خاکستری قشر مغز در محل شیارهای کم‌عمق و شیارهای عمیق مغز به داخل مادهٔ سفید نفوذ کرده است./ (ج): با توجه به شکل ۱۱ کتاب می‌بینید که نخاع تا اواسط کمر امتداد می‌یابد، نه انتهای کمر./ (د): اگر به شکل ۱۲ نگاه کنید متوجه می‌شوید که ضخامت مادهٔ خاکستری در همهٔ بخش‌های نخاع یکسان نیست.

۱۱۷- گزینهٔ «۳» با توجه به شکل ۱۳ کتاب می‌بینید که بین دو نیمکرهٔ مخ (که ساختار عصبی دارند) هر سه پردهٔ مننژ دیده می‌شوند.

بررسی سایر گزینه‌ها گزینهٔ (۱): نه، پس پرده‌های محافظت‌کنندهٔ نخاع چی؟ مایع ضربه‌گیر مغزی ـ نخاعی فضای بین پرده‌های مننژ را پر کرده است./ گزینهٔ (۲): از بین دو لایهٔ خارجی‌ترین پردهٔ مننژ فقط لایهٔ داخلی به شیار عمیق بین دو نیمکره نفوذ می‌کند و هیچ‌کدام به شیارهای کم‌عمق قشر مخ نفوذ نمی‌کنند./ گزینهٔ (۴): ضخامت پردهٔ خارجی بیشتر از دو پردهٔ دیگر است.

۱۱۸- گزینهٔ «۳» با توجه به شکل ۱۲ بخش خارجی مغز از لایهٔ نازک، چین‌خورده و خاکستری‌رنگ تشکیل شده است و بخش داخلی آن **عمدتن** سفیدرنگ و اجتماع رشته‌های میلین‌دار است.

بررسی سایر گزینه‌ها گزینهٔ (۱): سطح داخلی مغز شیار ندارد! در شکل ۱۳ می‌بینید که هیچ‌کدام از شیارهای قشر وارد بخش سفید نشده‌اند./ گزینهٔ (۲): قسمت چین‌خوردهٔ مخ دارای جسم سلولی نورون‌ها است./ گزینهٔ (۴): سطح داخلی مخ میلین دارد و قسمت چین‌خوردهٔ آن نیز خاکستری‌رنگ می‌باشد.

۱۱۹- گزینهٔ «۲» بخش (A) مادهٔ خاکستری و بخش (B) مادهٔ سفید مغز را نشان می‌دهد. در مادهٔ خاکستری رشته‌های عصبی میلین ندارند و در تمام طول خود با مایع بین‌سلولی در تماس هستند اما در مادهٔ سفید که رشته‌ها میلین دارند، تنها در گره‌های رانویه با مایع بین‌سلولی در تماس هستند.

بررسی سایر گزینه‌ها گزینهٔ (۱): در بخش (A) رشته‌های عصبی میلین ندارند و بنابراین پیام عصبی را به صورت جهشی هدایت نمی‌کنند./ گزینهٔ (۳): در رشته‌های میلین‌دار، پتانسیل عمل تنها در گره رانویه تشکیل می‌شود و در بخش‌های میلین‌دار پتانسیل عمل ایجاد نمی‌شود./ گزینهٔ (۴): در بخش سفید مغز و نخاع، رشته‌های عصبی میلین دارند. همان‌طور که می‌دانید میلین توسط سلول‌های پشتیبان تولید می‌شود؛ پس در مادهٔ سفید فعالیت سلول‌های پشتیبانی که میلین می‌سازند، زیاد است.

۱۲۰- گزینهٔ «۲» موارد «ج» و «د» درست هستند. نازک‌ترین پرده، داخلی‌ترین پرده است و ضخیم‌ترین پرده، خارجی‌ترین پرده.

(الف): فقط نازک‌ترین پرده در همهٔ شیارهای مغز نفوذ می‌کند (شیار عمیق و کم‌عمق)./ (ب): دو لایهٔ ضخیم‌ترین پرده در وسط خود حفره دارند./ (ج): با توجه به شکل ۱۳ می‌بینید که مویرگ‌های خونی قشر مغز در تماس نزدیک با داخلی‌ترین (نازک‌ترین) پردهٔ مننژ هستند./ (د): نازک‌ترین پرده روی سطح مغز و نخاع است و ضخیم‌ترین پرده زیر استخوان‌های جمجمه و ستون مهره‌ها قرار دارد؛ پس نازک‌ترین پردهٔ مننژ بیشترین فاصله را با استخوان‌ها و ضخیم‌ترین پرده کم‌ترین فاصله را با استخوان‌ها دارد.

۱۲۱- گزینهٔ «۳» موارد «الف» و «د» جمله را به درستی تکمیل می‌کنند.

(الف): خارجی‌ترین پرده نمی‌تواند با نازک‌ترین پرده که پردهٔ داخلی است، تماس مستقیم داشته باشد./ (ب): داخلی‌ترین پرده شیارهای قشر مخ را می‌پوشاند./ (ج): در شکل ۱۳ می‌بینید که ارتباط دارند! به صورت خارج از کتاب بدانید که اون قلمبه‌هایی که از پردهٔ میانی به حفرهٔ پردهٔ خارجی رفتند، برآمدگی‌های غشای پردهٔ میانی هستند که به حفرهٔ بین دو لایهٔ پردهٔ خارجی نفوذ می‌کنند و باعث می‌شوند مایع مغزی ـ نخاعی از فضای زیر پردهٔ میانی وارد سیستم سیاهرگی شود./ (د): با توجه به شکل ۱۳ می‌بینید که لایهٔ بیرونی خارجی‌ترین پردهٔ مننژ به شیار بین دو نیمکرهٔ مغز نفوذ نمی‌کند. لایهٔ داخلی این پرده به این شیار نفوذ می‌کند.

۱۲۲- گزینهٔ «۴» در کتاب درسی می‌خوانیم سد خونی ـ مغزی جلوی ورود **بسیاری** از مواد و میکروب‌ها را در شرایط طبیعی به مغز و نخاع می‌گیرد؛ پس عدم ورود میکروب‌ها به مغز همیشگی و قطعی نیست. درستی سایر گزینه‌ها را نیز با توجه به شکل‌های ۱۲ و ۱۳ کتاب می‌توانید متوجه شوید.

۲۲۵- گزینهٔ «۳» پلاناریا دو طناب عصبی موازی دارد. در شکل ۲۱ قسمت «ب» می‌بینید که رشته‌های کوچکی که از طناب‌های عصبی بیرون زده‌اند، در سر پلاناریا هم هستند.

بررسی سایر گزینه‌ها گزینهٔ (۱): در حشرات طناب عصبی شکمی در هر بند از بدن یک گره عصبی (تودهٔ خاکستری‌رنگ از جسم سلولی نورون‌ها) دارد، نه چند گره عصبی./ گزینهٔ (۲): ساده‌ترین دستگاه عصبی در هیدر وجود دارد. هیدر شبکهٔ عصبی دارد و تقسیم‌بندی مرکزی و محیطی در آن وجود ندارد./ گزینهٔ (۴): مهره‌داران طناب عصبی پشتی دارند. بخشی از طناب عصبی مهره‌داران که برجسته می‌شود، درون جمجمه قرار می‌گیرد، نه سوراخ مهره‌ها.

۲۲۶- گزینهٔ «۴» همهٔ موارد درست هستند.

(الف): در حشرات علاوه بر مغز، طناب عصبی در هر بند از بدن دارای یک گره عصبی است./ (ب) و (ج): بله درست هستند و متن کتاب درسی!/ (د): بله، چون هر بند از بدن یک گره عصبی دارد، به علاوه این‌که مغز حشرات هم از چند گرهٔ به هم جوش‌خورده تشکیل شده است؛ پس نهایتاً تعداد گره‌های عصبی از تعداد بندهای بدن بیشتر است.

۲۲۷- گزینهٔ «۴» مویرگ‌های موجود در دستگاه عصبی مرکزی (مغز و نخاع) و ماهیچه‌ها از نوع پیوسته هستند. در این نوع مویرگ، یاخته‌های پوششی ارتباط تنگاتنگی با هم دارند.

سایر گزینه‌ها درست نیستند! چون فقط «همانند ـ پیوسته» درست است!

۲۲۸- گزینهٔ «۴» این پمپ با هر بار فعالیت، ۳تا یون سدیم به بیرون می‌فرستد و ۲تا یون پتاسیم را به درون سلول وارد می‌کند؛ یعنی غلظت درون سلول کم می‌شود. پس فشار اسمزی درون سلول و به تبع آن تمایل به جذب آب هم کم می‌شود.

بررسی سایر گزینه‌ها گزینهٔ (۱): پمپ سدیم ـ پتاسیم موجود در غشای نورون‌ها همواره فعال هستند./ گزینهٔ (۲): ورود گلوکز به یاخته‌های پوششی روده، طی فرایند هم‌انتقالی و به کمک شیب غلظت سدیم صورت می‌گیرد. غیرفعال شدن این پروتئین در یاخته‌های پوششی روده، باعث انباشته‌شدن سدیم در یاخته‌های پوششی روده شده و با کاهش شیب غلظت سدیم، باعث کاهش جذب گلوکز در روده می‌شود (*زیست دهم ـ صفحهٔ ۳۹*)./ گزینهٔ (۳): با توجه به شکل ۳۱ صفحهٔ ۳۹ کتاب زیست دهم می‌بینید که پمپ سدیم ـ پتاسیم در مجاورت غشای پایهٔ یاخته‌های پوششی روده (نه مجاور سطح یاخته) قرار دارد.

۲۲۹- گزینهٔ «۴» پمپ سدیم ـ پتاسیم به ازای خروج سه یون سدیم از نورون، دو یون پتاسیم را به نورون وارد می‌کند. خب شما که ریاضیتون خیلی خوبه، بگید به ازای خروج هر سدیم چندتا پتاسیم وارد می‌شده؟ آفرین $\frac{2}{3}$!

$$\frac{3Na^+ \mid 2K^+}{1Na^+ \mid xk^+} \Rightarrow x = \frac{2}{3}$$

بررسی سایر گزینه‌ها گزینهٔ (۱): پمپ سدیم ـ پتاسیم با فرایند انتقال فعال، یون سدیم را از نورون خارج و یون پتاسیم را به نورون وارد می‌کند. حین انتقال فعال، شکل این پروتئین تغییر می‌کند. این را می‌توانید در شکل ۶ کتاب ببینید./ گزینهٔ (۲): ATP مولکولی پرانرژی است که طی تنفس یاخته‌ای تولید می‌شود (*زیست دهم ـ صفحهٔ ۴۸*). انتقال فعال با مصرف ATP صورت می‌گیرد./ گزینهٔ (۳): در انتهای پتانسیل عمل، فعالیت پمپ سدیم ـ پتاسیم افزایش یافته و یون سدیم را از نورون خارج می‌کند.

۲۳۰- گزینهٔ «۴» کانال‌های نشتی پتاسیمی و کانال‌های دریچه‌دار پتاسیمی همواره یون پتاسیم را از نورون خارج می‌کنند و پمپ سدیم ـ پتاسیم، پتاسیم را به نورون وارد می‌کند. پمپ سدیم ـ پتاسیم ضمن خروج سه یون سدیم از نورون، دو یون پتاسیم را به نورون وارد می‌کند.

بررسی سایر گزینه‌ها گزینهٔ (۱): کانال‌های نشتی، فاقد دریچه هستند!/ گزینهٔ (۲): مولکول‌های آب به علت اندازهٔ کوچک می‌توانند از کانال‌های پروتئینی نشتی عبور کنند و یا از فضاهای بین مولکول‌های لیپیدی، انتشار پیدا کنند (*زیست دهم ـ صفحهٔ ۲۳*)./ گزینهٔ (۳): پمپ سدیم ـ پتاسیم همواره فعال است.

۲۳۱- گزینهٔ «۲» در نورون‌هایی که غلاف میلین دارند، پیام عصبی به صورت جهشی هدایت شده و به همین علت با سرعت بیشتری صورت می‌گیرد. هم‌چنین در حالتی که نورون غلاف میلین دارد، کانال‌های دریچه‌دار فقط در گره رانویه وجود دارند و باز می‌شوند و به همین علت در انتهای پتانسیل عمل پمپ سدیم ـ پتاسیم فقط در این محل‌ها فعالیت خود را افزایش می‌دهند، در حالی که در هدایت در آکسونی که فاقد غلاف میلین و گره رانویه است، پمپ سدیم ـ پتاسیم در نقاط متعددی از نورون به فعالیت می‌پردازد و مصرف ATP (و در نتیجه، تولید ADP) در این نورون‌ها بیشتر است. در صورتی که در آکسون پوشیده شده با میلین فقط در محل گره‌های رانویه فعالیت پمپ، مصرف ATP و تولید ADP افزایش پیدا می‌کند.

۲۳۲- گزینهٔ «۴» داخلی‌ترین پردهٔ منتژ به مادهٔ خاکستری مغز و مادهٔ سفید نخاع متصل است. مخچه، حرکات بدن در حالت‌های مختلف و فعالیت ماهیچه‌ها را هماهنگ می‌کند. مخچه نیز جزئی از مغز است و داخلی‌ترین پردهٔ منتژ با بخش خاکستری آن در تماس است، نه با بخش سفیدش.

بررسی سایر گزینه‌ها گزینهٔ (۱): حرکات عضلات اسکلتی ارادی بوده و توسط قشر خاکستری مخ کنترل می‌شود./ گزینهٔ (۲): قشر مخ در عملکرد هوشمندانه نقش مهمی دارد./ گزینهٔ (۳): بازشدن بندارهٔ داخلی میزراه به صورت غیرارادی (انعکاس) صورت می‌گیرد. در فصل ۵ زیست دهم خواندیم که مرکز انعکاس تخلیهٔ مثانه نخاع است.

۲۳۳- گزینهٔ «۳» موارد «الف» و «ج» جملهٔ داده‌شده را به درستی تکمیل می‌کنند.

(الف): اعصاب هم‌حس باعث افزایش فشار خون و اعصاب پادهم‌حس باعث کاهش فشار خون می‌شوند./ (ب): تحریک ایجاد انقباض در سلول‌های ماهیچهٔ قلب به وسیلهٔ شبکهٔ گرهی انجام می‌شود *(زیست دهم ـ صفحهٔ ۶۸)*./ (ج): تحریک اعصاب هم‌حس معمولن فعالیت دستگاه گوارش را کاهش و تحریک اعصاب پادهم‌حس فعالیت‌های گوارشی مانند ترشح سکرتین را افزایش می‌دهد *(زیست دهم ـ صفحهٔ ۴۱)*./ (د): گاسترین را یاخته‌های ترشح‌کنندهٔ هورمون در معده ترشح می‌کنند. در معده حرکات قطعه‌قطعه کننده صورت نمی‌گیرد *(زیست دهم ـ صفحهٔ ۴۲)*.

۲۳۴- گزینه‌های «۲» تحریک اعصاب پادهم‌حس می‌تواند در افزایش شدت حرکات گوارشی و افزایش ترشح شیره‌های گوارشی نقش داشته باشد *(زیست دهم ـ صفحهٔ ۴۱)*.

بررسی سایر گزینه‌ها گزینهٔ (۱): در معده حرکات قطعه‌قطعه کننده انجام نمی‌شود و این حرکات فقط در روده قابل مشاهده هستند./ گزینه‌های (۳) و (۴): اعصاب هم‌حس با یاخته‌های ماهیچه‌ای بطن‌ها و اعصاب پادهم‌حس با گره‌های بافت هادی قلب ارتباط دارند و به ترتیب با ایجاد سیناپس با سلول‌های ماهیچه‌ای بطن‌ها و سلول‌های ماهیچه‌ای گره‌های بافت هادی، تأثیر خود را می‌گذارند.

۲۳۵- گزینهٔ «۲» در حالت آرامش یون پتاسیم بدون مصرف انرژی و به کمک کانال‌های نشتی پتاسیمی از نورون خارج می‌شود و یون سدیم هم بدون مصرف انرژی از طریق کانال‌های نشتی سدیمی به نورون وارد می‌شود. پمپ سدیم ـ پتاسیم نیز همواره با مصرف ATP یون سدیم را از نورون خارج و یون پتاسیم را به نورون وارد می‌کند. مقداری یون پتاسیم با فرایند تراوش به کیسول بومن وارد می‌شود. بخشی نیز طی فرایند ترشح، از مویرگ‌های دورلوله‌ای به فضای گردیزه‌ها وارد می‌شود. دقت کنید در فرایند تراوش، همه چیز به غیر از پروتئین‌ها و سلول‌های خونی، وارد کپسول بومن می‌شوند *(زیست دهم ـ صفحه‌های ۹۲ و ۹۳)*.

بررسی سایر گزینه‌ها گزینهٔ (۱): هورمون آلدوسترون با اثر بر کلیه‌ها باعث بازجذب سدیم می‌شود *(زیست دهم ـ صفحهٔ ۹۵)*./ گزینهٔ (۳): گلوکز در روده باریک به کمک شیب غلظت یون سدیم جذب می‌شود *(زیست دهم ـ صفحهٔ ۳۹)*./ گزینهٔ (۴): افزایش غلظت پتاسیم در خون، باعث گشادشدن رگ‌ها می‌شود *(زیست دهم ـ صفحهٔ ۷۸)*.

۲۳۶- گزینهٔ «۴» دستگاه عصبی روده‌ای از تجمع نورون‌های لایهٔ زیرمخاط و لایهٔ ماهیچه‌ای ایجاد می‌شود. شبکه‌ای از سلول‌های عصبی در لایهٔ ماهیچه‌ای و لایهٔ زیرمخاط لولهٔ گوارش وجود دارند *(زیست دهم ـ صفحهٔ ۲۹)*.

بررسی سایر گزینه‌ها گزینهٔ (۱): دستگاه عصبی روده‌ای از مری تا مخرج وجود داشته و در دهان مشاهده نمی‌شود *(زیست دهم ـ صفحهٔ ۴۱)*./ گزینهٔ (۲): دستگاه عصبی روده‌ای مستقل از اعصاب خودمختار (هم‌حس و پادهم‌حس) فعالیت می‌کند؛ ولی اعصاب خودمختار می‌توانند بر عملکرد آن اثر بگذارند *(زیست دهم ـ صفحهٔ ۴۱)*./ گزینهٔ (۳): اعصاب هم‌حس **معمولن** باعث کاهش فعالیت‌های گوارشی می‌شوند.

۲۳۷- گزینهٔ «۴» دنای خطی در هسته ذخیره می‌شود. هسته در جسم یاخته‌ای قرار دارد و در دندریت و آکسون‌ها مشاهده نمی‌شود.

بد نیست بدونید: علاوه بر دنای خطی، دنای حلقوی هم وجود دارد. دنای حلقوی در باکتری‌ها، راکیزه و سبزدیسه‌ها دیده می‌شد.

بررسی سایر گزینه‌ها گزینهٔ (۱): در نورون‌های حسی جسم یاخته‌ای می‌تواند بین دو غلاف میلین قرار بگیرد، مثلن نورون حسی ریشهٔ پشتی نخاع./ گزینهٔ (۲): گیرندهٔ ثاقل عصبی بر روی جسم یاخته‌ای قابل مشاهده است./ گزینهٔ (۳): در نورون حسی شکل ۳ کتاب درسی می‌بینید که دندریت و آکسون متصل به جسم سلولی، از یک نقطهٔ مشترک از آن خارج شده‌اند.

۲۳۸- گزینهٔ «۳» موارد «ب» و «ج» درست هستند. زیرنهنج و بصل‌النخاع در تنظیم فشار خون نقش دارند.

(الف): بصل‌النخاع مغز را به نخاع مرتبط می‌کند، اما زیرنهنج در برقراری ارتباط بین مغز و نخاع نقشی ندارد./ (ب): بصل‌النخاع و زیرنهنج هر دو در تنظیم ضربان قلب نقش دارند./ (ج): هیچ‌کدام از این دو جزئی از لیمبیک نیستند!/ (د): در سال گذشته در فصل تنفس در صفحهٔ ۵۸ خواندیم که دو مرکز تنفس در مغز وجود دارد. مرکز شروع عمل دم در بصل‌النخاع است. مرکز دیگر تنفس در پل مغزی قرار دارد.

۲۳۹- گزینهٔ «۱» موارد «ب» و «د» در بصل‌النخاع (پایین‌ترین بخش ساقهٔ مغز) واقع شده‌اند.

(الف) و (د): مرکز تنظیم مدت‌زمان دم در پل مغزی قرار دارد و با ارسال پیام‌های عصبی به مرکز تنفس در بصل‌النخاع (مرکز شروع عمل دم) دم را متوقف می‌کند *(زیست دهم ـ صفحهٔ ۵۸)*./ (ب): مرکز بلع در بصل‌النخاع (در نزدیکی مرکز تنفس) قرار دارد./ (ج): مرکز تشنگی در زیرنهنج واقع شده است.

۲۴۰- گزینهٔ «۲» پل مغزی در تنظیم ترشح بزاق نقش دارد. مرکز تنفس در پل مغزی با اثر بر مرکز تنفس در بصل‌النخاع، دم را متوقف می‌کند. پس با ارسال پیام‌هایی به مرکز تنفس در بصل‌النخاع باعث توقف دم می‌شود نه ارسال پیام به شش‌ها *(زیست دهم ـ صفحهٔ ۵۸)*.

بررسی سایر گزینه‌ها گزینهٔ (۱): بطن چهارم در پشت پل مغزی و جلوی مخچه قرار دارد./ گزینهٔ (۳): مرکز تنظیم اعصاب هم‌حس و پادهم‌حس (خودمختار) در پل مغزی و بصل‌النخاع در نزدیکی مرکز تنظیم تنفس قرار دارد *(زیست دهم ـ صفحهٔ ۷۸)*./ گزینهٔ (۴): در سال گذشته خواندیم که بزاق به شکل انعکاسی ترشح می‌شود *(زیست دهم ـ صفحهٔ ۴۱)*.

۲۴۱- گزینهٔ «۴» در هیدر دهان، محل خروج مواد دفعی از کیسهٔ گوارشی نیز هست. هیدر فقط یک سوراخ برای ورود و خروج مواد دارد، به همین علت جریان حرکت مواد در کیسهٔ گوارشی دوطرفه است *(زیست دهم ـ صفحهٔ ۴۴)*.

بررسی سایر گزینه‌ها گزینهٔ (۱): در صفحهٔ ۴۴ زیست دهم در فصل دوم خواندیم که **یاخته‌هایی** در حفرهٔ گوارشی، آنزیم‌ها را برای گوارش برون‌سلولی به داخل حفره ترشح می‌کنند؛ بنابراین در کیسهٔ گوارشی هیدر گروهی از یاخته‌های پوششی به ترشح آنزیم‌های گوارشی می‌پردازند./ گزینهٔ (۲): همهٔ یاخته‌های پوششی کیسهٔ گوارشی هیدر بر روی غشای پایه قرار دارند. با توجه به شکل ۳۹ صفحهٔ ۴۴ زیست دهم می‌بینید که سطح داخلی دیوارهٔ کیسهٔ گوارشی هیدر یک لایه سلول دارد، پس همهٔ آن‌ها بر روی غشای پایه قرار دارند. اگر چند لایه سلول داشت فقط سلول‌های لایهٔ پایینی بر روی غشای پایه بودند./ گزینهٔ (۳): در هیدر شبکهٔ عصبی وجود دارد که باعث تحریک سلول‌های ماهیچه‌ای بدن و حرکت بازوهای این جانور می‌شود.

۲۴۲- گزینهٔ «۲» موارد «الف» و «ب» درست هستند.

(الف): در کرم‌های پهن آزادزی مانند پلاناریا، انشعابات حفرهٔ گوارشی به تمام نواحی بدن نفوذ می‌کند و فاصلهٔ انتشار مواد تا یاخته بسیار کوتاه است *(زیست دهم ـ صفحهٔ ۸۴)*./ (ب): در پلاناریا جسم سلولیِ سلول‌های عصبی به صورت دو گره عصبی در سر، مغز را تشکیل می‌دهند./ (ج): در پلاناریا هر یاخته به طور مستقیم به تبادل گازهای تنفسی می‌پردازد و سازوکار تنفسی در آن وجود ندارد *(زیست دهم ـ صفحهٔ ۶۰)*./ (د): دفع بیشتر مواد زائد نیتروژن‌دار در پلاناریا از سطح بدن انجام می‌شود *(زیست دهم ـ صفحهٔ ۹۶)*.

۲۴۳- گزینهٔ «۱» در طناب عصبی شکمی حشرات گره‌های عصبی متعددی وجود دارد؛ در هر بند بدن یک گره. هر گره فعالیت ماهیچه‌های آن قطعه از بدن را کنترل می‌کند. مری و روده در قطعه‌های مختلفی از بدن قرار دارند و فعالیت ماهیچه‌های آن‌ها توسط دو گره عصبی مختلف کنترل می‌شوند. با توجه به شکل ۳۹ فصل ۲ زیست دهم می‌توانید ببینید که مری و روده در بندهای مختلفی قرار دارند.

بررسی سایر گزینه‌ها گزینهٔ (۲): اوریک اسید و پتاسیم به لوله‌های مالپیگی ترشح می‌شوند نه تراوش! *(زیست دهم ـ صفحهٔ ۹۷)*./ گزینهٔ (۳): با توجه به شکل ۳۹ فصل دوم زیست دهم می‌بینید که این‌طوری نیست! قسمت میانی نسبت به سایر قسمت‌ها قطر کم‌تری دارد./ گزینهٔ (۴): انشعابات انتهایی نایدیس‌ها فاقد کیتین هستند *(زیست دهم ـ صفحهٔ ۶۰)*.

۲۴۴- گزینهٔ «۴» در بین مهره‌داران اندازهٔ نسبی مغز نسبت به وزن بدن در پستانداران و پرندگان بیشتر از سایرین است. در این جانوران گردش خون مضاعف وجود دارد و خون ضمن یک بار گردش در بدن دو بار از قلب عبور می‌کند *(زیست دهم ـ صفحهٔ ۸۶)*.

بررسی سایر گزینه‌ها گزینهٔ (۱): جدایی کامل بطنی فقط در برخی از خزندگان مانند کروکودیل رخ داده است *(زیست دهم ـ صفحهٔ ۸۶)*. ضمن این‌که اصلن خزندگان غلط!/ گزینهٔ (۲): همهٔ پستانداران و بیشتر خزندگان سازوکار پمپ فشار مثبت دارند *(زیست دهم ـ صفحهٔ ۶۲)*. ضمن این‌که اصلن خزندگان غلط!/ گزینهٔ (۳): در پستانداران برخلاف پرندگان جریان هوا در شش‌ها دوطرفه است. جریان هوا در شش‌های پرندگان یک‌طرفه و از عقب به جلو است *(زیست دهم ـ صفحهٔ ۶۲، شکل ۲۷)*.

۲۴۵- گزینهٔ «۲» موارد «ب» و «ج» نادرست هستند. اعصاب حرکتی پیام عصبی را از مغز و نخاع خارج می‌کنند.

(الف): مغز و نخاع از مراکز نظارت بر فعالیت‌های بدن هستند./ (ب): داخلی‌ترین پردهٔ منتژ در مغز به مادهٔ خاکستری و در نخاع به مادهٔ سفید اتصال دارد./ (ج): اعصاب حسی، پیام عصبی را به مغز وارد می‌کنند، نه به نخاع. دقت کنید اعصاب نخاع مختلط هستند./ (د): دستور بازشدن بندارهٔ خارجی میزراه، از مغز و دستور بازشدن اسفنکتر داخلی میزراه از نخاع (انعکاس تخلیهٔ ادرار) ارسال می‌شود *(زیست دهم ـ صفحهٔ ۹۴)*.

۲۴۶- گزینهٔ «۳» فقط مورد «الف» نادرست است.

(الف): هیدر و پلاناریا هر دو حفرهٔ گوارشی دارند *(زیست دهم ـ صفحهٔ ۴۴)*./ (ب): پلاناریا دارای حلق است. می‌توانید در شکل ۳۹ صفحهٔ ۴۴ زیست دهم آن را ببینید. قورباغه نیز به کمک عضلات حلق و دهان خود هوای دمی را با پمپ فشار مثبت به شش‌ها می‌راند *(زیست دهم ـ صفحهٔ ۶۲)*./ (ج): کرم خاکی متانفریدی و پلاناریا پروتونفریدی دارد *(زیست دهم ـ صفحهٔ ۹۶)*./ (د): در پلاناریا همانند ملخ دستگاه عصبی تقسیم‌بندی محیطی و مرکزی دارد.

۲۴۷- گزینهٔ «۱» موارد «الف» و «ب» درست هستند. همهٔ انعکاس‌ها غیرارادی و سریع و پاسخ حرکتی محسوب می‌شوند. چرا پاسخ حرکتی هستند؟ چون در همهٔ انعکاس‌ها عضله‌ای منقبض می‌شود و این یعنی عضله به محرک پاسخ می‌دهد. برخی انعکاس‌ها تحت کنترل نخاع هستند نه همهٔ آن‌ها. انعکاس تخلیهٔ مثانه انعکاسی است که توسط دستگاه عصبی خودمختار (نه پیکری) و عضلات صاف مثانه (نه اسکلتی) انجام می‌شود. در زیست دهم در فصل ۵ انعکاس تخلیهٔ مثانه را خواندید. مغز روی این انعکاس اثر دارد: چون اسفنکتر خارجی میزراه از عضلات مخطط (اسکلتی) ساخته شده است و عملکرد آن تحت کنترل مغز است. مغز این اسفنکتر را به صورت ارادی بسته (منقبض) نگه می‌دارد.

۲۴۸- گزینهٔ «۴» سلول‌های پوششی مویرگ‌های مغز به یکدیگر چسبیده‌اند و بین آن‌ها منفذی وجود ندارد. این مویرگ‌ها سد خونی ـ مغزی را به وجود می‌آورند که از ورود بسیاری از مواد و میکروب‌ها در شرایط طبیعی جلوگیری می‌کند. در سال گذشته خواندید مویرگ‌های پیوسته منفذ ندارند؛ پس مویرگ‌های مغز از نوع پیوسته هستند و ورود و خروج مواد از آن‌ها به شدت تنظیم می‌شود. اما در مغز استخوان مویرگ‌ها از نوع ناپیوسته هستند. در این نوع مویرگ‌ها، فاصلهٔ سلول‌های پوششی از یکدیگر زیاد است و به شکل حفره‌هایی در مویرگ دیده می‌شود.

بررسی سایر گزینه‌ها گزینهٔ (۱): فضای بین پرده‌ها را مایع مغزی ـ نخاعی پر کرده است که مانند یک ضربه‌گیر، دستگاه عصبی مرکزی (مغز + نخاع) را در برابر ضربه حفاظت می‌کند./ گزینه‌های (۲) و (۳): **سه پرده** از نوع **بافت پیوندی** به نام پرده‌های منتژ از مغز و نخاع حفاظت می‌کنند. بافت پیوندی از انواع سلول‌ها و رشته‌های پروتئینی به نام رشته‌های کلاژن و رشته‌های کشسان (ارتجاعی) و مادهٔ زمینه‌ای که سلول‌های این بافت آن را می‌سازند، تشکیل شده است.

۲۴۹- گزینهٔ «۴» همهٔ موارد نادرست هستند.

(الف): مخچه به طور پیوسته از بخش‌های دیگر مغز، نخاع و اندام‌های حسی پیام دریافت می‌کند. پیام‌های دریافتی از مغز و اندام حسی مثل چشم در سطحی بالاتر از بصل‌النخاع به مخچه وارد می‌شوند و از بصل‌النخاع عبور نمی‌کنند./ (ب): اعصاب نخاعی همگی از طریق ساقهٔ مغز وارد مغز می‌شوند پس همگی از پل مغزی عبور می‌کنند اما اعصاب مغزی چون در سر هستند و بالاتر از ساقهٔ مغز قرار دارند، مستقیمن وارد مغز می‌شوند و از ساقهٔ مغز عبور نمی‌کنند مثل عصب بینایی./ (ج): برخی پیام‌های حسی مانند پیام بویایی بدون عبور از تالاموس به قشر مخ منتقل می‌شوند./ (د): برای این‌که ثابت کنیم همهٔ پیام‌های عصبی واردشده به هیپوتالاموس از لیمبیک عبور نمی‌کنند، کافی است یک مثال نقض بیاوریم. در فصل ۵ زیست دهم خواندیم هیپوتالاموس گیرنده‌های اسمزی دارد که تحریک آن‌ها از یک طرف مرکز تشنگی در هیپوتالاموس را فعال می‌کند و از طرف دیگر باعث ترشح هورمون ضدادراری از هیپوفیز پسین می‌شود. این گیرنده‌ها در صورت افزایش فشار اسمزی خون تحریک می‌شوند و پیام عصبی در آن‌ها ایجاد می‌شود که گفتیم یک اثر آن، تحریک مرکز تشنگی در هیپوتالاموس است. این پیام عصبی در هیپوتالاموس از طریق محرک ایجاد و منتقل شد و ربطی به دستگاه لیمبیک نداشت.

۲۵۰- گزینهٔ «۱» فقط مورد «ج» درست است.

(الف): همهٔ نورون‌های حرکتی جزء دستگاه عصبی پیکری نیستند. بخش حرکتی دستگاه عصبی محیطی شامل دستگاه عصبی پیکری و دستگاه عصبی خودمختار است./ (ب): انعکاس تخلیهٔ مثانه، انعکاسی نخاعی است اما می‌دانید که این انعکاس مربوط به عضلات صاف و دستگاه عصبی خودمختار است. پس این انعکاس نشان می‌دهد که نورون‌های حرکتی ریشهٔ شکمی می‌توانند جزء دستگاه عصبی پیکری نباشند و باعث فعالیت غیرارادی عضلات صاف شوند./ (ج): هر انقباض ارادی کار دستگاه عصبی پیکری است. چون دستگاه عصبی خودمختار نمی‌تواند انقباض ارادی انجام دهد./ (د): با این‌که دستگاه عصبی خودمختار نمی‌تواند باعث انقباض ارادی شود اما دستگاه عصبی پیکری می‌تواند در انعکاس‌ها باعث فعالیت غیرارادی شود. پس لزومن هر انقباض غیرارادی کار دستگاه عصبی خودمختار نیست.

۲۵۱- گزینهٔ «۲» موارد «ب» و «د» درست هستند. بخش‌های (۱) تا (۴) به ترتیب مغز میانی، هیپوتالاموس، تالاموس و پل مغزی را نشان می‌دهند.

(الف): مخچه از بخش‌های دیگر مغز پیام دریافت می‌کند. پیام‌های مغز از راه پل مغزی می‌توانند وارد مخچه شوند؛ پس پل مغزی پیام‌های مغزی را علاوه بر بصل‌النخاع، وارد مخچه نیز می‌کند (همهٔ پیام‌های مغزی را وارد بصل‌النخاع نمی‌کند)./ (ب): اغلب پیام‌های حسی در تالاموس گرد هم می‌آیند تا به بخش‌های مربوط در قشر مخ، جهت پردازش نهایی فرستاده شوند./ (ج): نه! هیپوتالاموس گیرنده هم دارد می‌دانید که در محل گیرنده، سیناپس تشکیل نمی‌شود. مثلن گیرنده‌های اسمزی هیپوتالاموس (فصل ۵ زیست دهم) با افزایش فشار اسمزی خون (در اثر کم‌شدن آب بدن) تحریک می‌شوند و پیام عصبی ایجاد می‌کنند؛ پس هیپوتالاموس از طریق گیرنده‌هایش و با محرک هم می‌تواند اطلاعات را دریافت کند./ (د): بله مغز میانی در فعالیت‌های مختلف مثل شنوایی و بینایی (حسی) و حرکت نقش دارد.