

درس ۱۰ یاخته‌های بافت عصبی

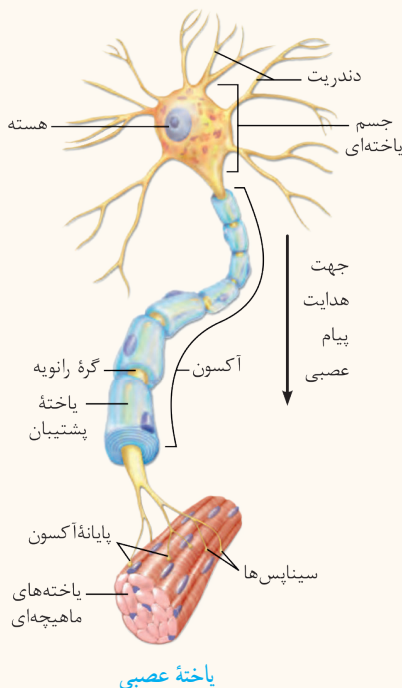
این فصل فیلی فصل مهمیه. هر چند اکثر سؤالاتش هفتی هستند، اما به هر حال مباحث بسیار سفت هم داره! پس از اولش با دقت بفونین تا کامل یاد بگیرین.

بافت عصبی

آنچه گذشت [گفتار ۱- فصل ۲ دهم] یاخته‌های عصبی (نورون‌ها) ۱. یاخته‌های اصلی بافت عصبی

هستند. این یاخته‌ها، با یاخته‌های بافت‌های دیگر مانند یاخته‌های ماهیچه ارتباط دارند.

یادآوری در علوم هشتم خواندیم که در بافت عصبی، یاخته‌هایی وجود دارند که فعالیت عصبی ندارند و به نورون‌ها کمک می‌کنند. به این یاخته‌ها، **یاخته‌های پشتیبان** می‌گویند.



نورون‌ها

□ ساختار نورون‌ها

گفتیم که بافت عصبی از یاخته‌های عصبی (نورون‌ها) و یاخته‌های پشتیبان تشکیل شده است. هر نورون، از سه بخش تشکیل شده است:

۱- جسم یاخته‌ای، محل قرارگیری هسته است. به جسم یاخته‌ای، رشته‌هایی متصل هستند که دندریت (دارینه) و آکسون (آسه) نام دارند. هم‌چنین، جسم یاخته‌ای بیشتر اندامک‌های نورون را دارد و **محل اصلی انجام سوخت و ساز** یاخته‌های عصبی است.

نکته جسم یاخته‌ای می‌تواند پیام عصبی را از دندریت دریافت کند. هم‌چنین، در محل سیناپس، جسم یاخته‌ای می‌تواند پیام عصبی را از پایانه آکسون یک نورون دیگر دریافت کند.

ترکیب [گفتار ۱- فصل ۶] بعضی از یاخته‌ها، به‌طور موقت یا دائم، توانایی تقسیم را ندارند و وارد مرحله G₀ چرخه یاخته‌ای می‌شوند. نورون‌ها، جزء این یاخته‌ها هستند.

۲- دندریت‌ها، رشته‌هایی هستند که پیام عصبی را دریافت و به جسم یاخته‌ای وارد می‌کنند.

۳- آکسون‌ها، رشته‌هایی هستند که پیام عصبی را از جسم یاخته‌ای تا انتهای خود هدایت می‌کنند. در انتهای آکسون، بخش‌های برجسته‌ای وجود دارند که به آن‌ها، **پایانه آکسونی** گفته می‌شود. در محل پایانه آکسون، نورون با یک یاخته دیگر ارتباط برقرار می‌کند و پیام عصبی از نورون به یاخته بعدی منتقل می‌شود.

نکته انتقال پیام عصبی از یک نورون به یک یاخته دیگر، فقط در محل پایانه آکسون انجام می‌شود. ولی هر سه بخش نورون می‌توانند پیام عصبی را از یاخته‌های دیگر دریافت کنند.

نکته جهت هدایت پیام عصبی در نورون، همواره **یک طرفه** است و به سمت پایانه آکسون می‌باشد.

□ عملکردهای نورون‌ها

یاخته‌های عصبی، دارای سه عملکرد خاص هستند:

۱- تحریک پذیری و تولید پیام عصبی: یاخته‌های عصبی، تحت تأثیر محرک‌ها، تحریک می‌شوند و پیام عصبی تولید می‌کنند.

۲- هدایت پیام عصبی: پیام عصبی، در طول نورون‌ها هدایت می‌شود و به سمت پایانه آکسون می‌رود.

۳- انتقال پیام عصبی: در محل پایانه آکسون، نورون با یاخته دیگری ارتباط برقرار می‌کند و پیام خود را به یاخته بعدی منتقل می‌کند.

نکته هدایت پیام عصبی، در طول یک نورون انجام می‌شود اما انتقال پیام عصبی از یک نورون به یک یاخته دیگر می‌باشد. یاخته دریافت‌کننده پیام عصبی، می‌تواند یک نورون دیگر، یک یاخته ماهیچه‌ای یا یک یاخته غده باشد.

۱- به طور کلی، متن درسنامه‌ها با استفاده از معادل‌های اصلی و علمی کلمات نوشته شده است، ولی جهت آشنایی با معادل‌های فارسی، حداقل یک بار هر معادل به کار رفته است. در تست‌ها نیز، فقط سؤالات تککور و آزمون با معادل‌های فارسی نوشته شده‌اند و در پاسخ‌نامه این سؤالات هم، هر دو معادل فارسی و لاتین استفاده شده‌اند.

ترکیب [گفتار ۱- فصل ۲] گیرنده حسی، یاخته یا بخشی از آن است که اثر محرک را دریافت کرده، می‌تواند آن را به پیام عصبی تبدیل و سپس، به دستگاه عصبی مرکزی ارسال کند. پس گیرنده‌های حسی هم سه عملکرد تحریک‌پذیری، هدایت پیام و انتقال پیام را دارند. البته، گروهی از گیرنده‌های حسی هم یاخته عصبی هستند.

انتقال پیام عصبی به یاخته بعدی

هدایت پیام عصبی در طول نورون

تولید پیام عصبی

تحریک نورون

یاخته‌های پشتیبان (نوروگلیا)

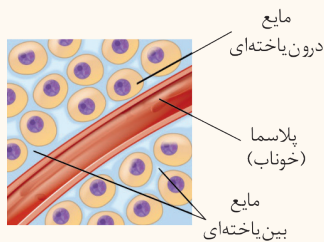
این یافته‌های عصبی ما، فعالیت همه‌ی برون‌کنترل می‌کنند و به‌پوری همیشه گفت‌فرمانده کل بدن هستند. اما فردشون به تنهایی نمی‌تونن کاراشون رو انجام بدن و نیاز به پشتیبان دارن! گفتیم که در بافت عصبی، به‌جز یاخته‌های عصبی، یاخته‌های غیرعصبی یا همان یاخته‌های پشتیبان (نوروگلیا) نیز وجود دارند. نکته تعداد نوروگلیاها چند برابر نورون‌هاست و انواع مختلفی دارند که هر کدام، وظیفه خاصی را برعهده دارند. یاخته‌های پشتیبان، وظایف مختلفی را در بافت عصبی برعهده دارند:

۱- ایجاد داربست برای استقرار یاخته‌های عصبی: برای این‌که نورون‌ها در جای مربوط به خودشان مستقر شوند، لازم است که گروهی از نوروگلیاها، داربستی برای قرارگیری آن‌ها ایجاد کنند. در واقع، این داربست محل قرارگیری هر نورون را مشخص می‌کند.

۲- دفاع از یاخته‌های عصبی در برابر بیماری‌زا

۳- حفظ هم‌ایستایی مایع اطراف یاخته‌های عصبی: در ادامه فصل می‌خوانیم که فعالیت نورون‌ها، وابسته به یون‌های موجود درون یاخته و بیرون یاخته است. بنابراین، لازم است که مقدار یون‌ها در مایع بین‌یاخته‌ای تنظیم شود.

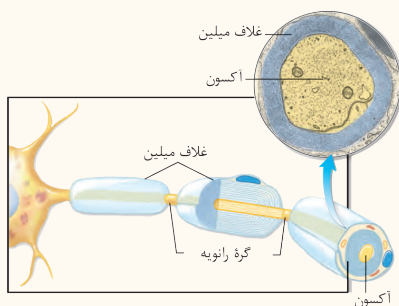
آنچه گذشت [گفتار ۱- فصل ۱ دهم] محیط جانداران همواره در تغییر است؛ اما جاندار می‌تواند وضع درونی پیکر خود را در حد ثابتی نگه دارد. این توانایی، مربوط به یکی از ویژگی‌های مشترک حیات به‌نام هم‌ایستایی (هومئوستازی) است.



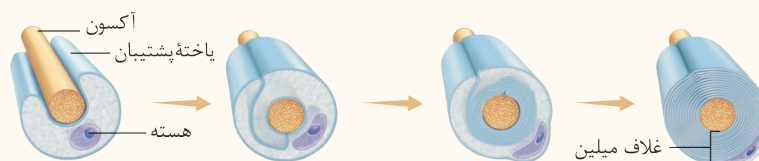
آنچه گذشت [گفتار ۱- فصل ۲ دهم] فضای بین یاخته‌های بدن انسان را مایع بین یاخته‌ای پر کرده است. این مایع، محیط زندگی یاخته‌هاست. یاخته‌ها، مواد لازم (اکسیژن و مواد مغذی) را از این مایع دریافت می‌کنند و مواد دفعی مانند کربن دی‌اکسید را به آن می‌دهند تا به کمک خون از بدن دفع شود. ترکیب مواد در مایع بین یاخته‌ای، شبیه خوناب (پلاسما) است و مایع بین یاخته‌ای به‌طور دائم مواد مختلفی را با خون مبادله می‌کند.

آنچه گذشت [گفتار ۱- فصل ۵ دهم] حفظ وضعیت درونی بدن در محدوده‌ای ثابت، برای تداوم حیات، ضرورت دارد. مجموعه اعمالی را که برای پایدار نگه‌داشتن وضعیت درونی جاندار انجام می‌شود، هم‌ایستایی (هومئوستازی) می‌نامند. هم‌ایستایی از ویژگی‌های اساسی همه موجودات زنده است.

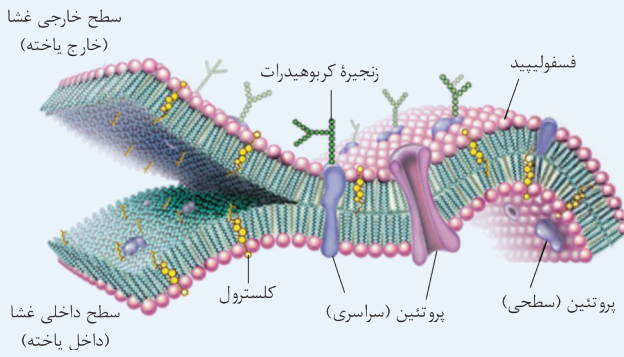
۴- ساخت غلاف میلین: در اطراف دندریت و آکسون بسیاری از نورون‌ها، غلاف میلین وجود دارد. غلاف میلین، پوششی در اطراف نورون‌هاست که آن‌ها را عایق‌بندی می‌کند. در دندریت یا آکسونی که میلین دارد، قسمت‌هایی از رشته فاقد غلاف میلین هستند که به آن‌ها، **گره رانویه** گفته می‌شود. راجع به عملکرد غلاف میلین، آخر همین گفتار بیشتر صحبت می‌کنیم.



غلاف میلین را یاخته‌های پشتیبان می‌سازند. برای ساخت غلاف میلین، یاخته پشتیبان چندین دور به دور رشته یاخته عصبی می‌پیچد. برای درک بیشتر به شکل توجه کنید. در واقع غلاف میلین، همون غشای یافته پشتیبان است. یافته پشتیبان، پندیرین بار دور غشای آکسون یا دندریت می‌پیچد و یک عایق ایوار می‌کنه. بنابراین، پس غلاف میلین از پس غشای یافته است. ایشالا یارتون هست که پس غشا پی بوره؟ آگه نه، آن‌چه گذشت زیر رو بفرستین از کتاب میکرو دهم!



آن‌چه گذشت [گفتار ۱- فصل ۲ دهم] ساختار غشای ساخته:



غشا از مولکول‌های لیپیدی، پروتئین‌ها و کربوهیدرات‌ها تشکیل شده است. بخش لیپیدی غشا، از مولکول‌های فسفولیپید و کلسترول تشکیل شده است. فسفولیپیدها، فراوان‌ترین مولکول‌های غشا هستند و در بین آن‌ها، مولکول‌های کلسترول قرار گرفته‌اند. همانطور که در شکل مشخص است، بخش لیپیدی غشا به صورت دولایه قرار دارد و پروتئین‌ها نیز در بین فسفولیپیدها قرار می‌گیرند. بخش پروتئینی غشا، شامل دو گروه پروتئین است. گروهی از پروتئین‌ها در سراسر عرض غشا وجود دارند. گروهی دیگر از پروتئین‌های غشا، فقط در یک سطح غشا قرار دارند و کل عرض غشا را طی نمی‌کنند.

بخش کربوهیدراتی غشا، فقط در سطح خارجی قابل مشاهده است. در این سطح، کربوهیدرات‌ها، به صورت زنجیره‌ای از مونوساکاریدها (واحدهای سازنده مولکول‌های قندی) با مولکول‌های فسفولیپیدی و پروتئینی در تماس هستند.

نوع یاخته بافت عصبی	یاخته عصبی (نورون)	یاخته غیرعصبی (نوروگلیا یا پشتیبان)
تحریک پذیری و تولید، هدایت و انتقال پیام عصبی	دارد	ندارد
رشته‌های سیتوپلاسمی	دندریت + آکسون	ندارد
توانایی تولید غلاف میلین	ندارد	دارد
فراوانی در بافت عصبی	کمترین	بیشترین
توانایی تقسیم	ندارد	دارد

درسنامه ۲ انواع نورون‌ها

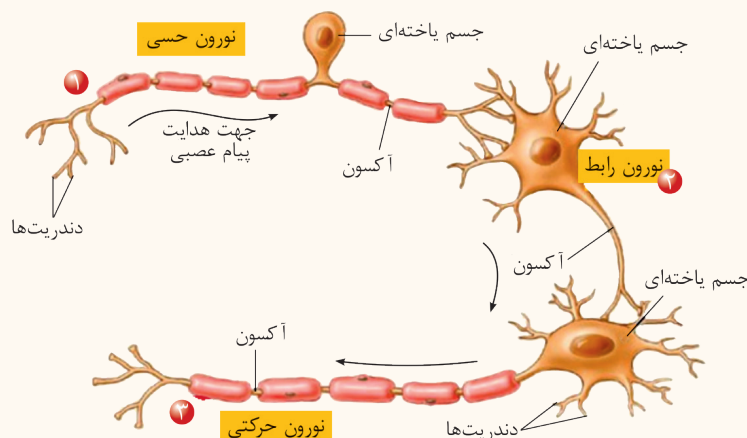
انواع نورون‌ها، از نظر کاری که انجام می‌دهند، به سه نوع مختلف تقسیم می‌شوند:

۱- نورون‌های حسی: این نورون‌ها، پیام‌های حسی را از گیرنده‌های حسی دریافت می‌کنند و به سوی بخش مرکزی دستگاه عصبی (مغز و نخاع) می‌آورند. ما تا الان کلی گیرنده حسی می‌شناسیم! از کجا؟ از کتاب دهم! فب احتمالاً یادتون نیست پس بریم برگردیم عقب!

آن‌چه گذشت [گفتار ۲- فصل‌های ۳ و ۴ دهم] گیرنده‌های فشاری و همچنین گیرنده‌های حساس به تغییرات اکسیژن، کربن دی‌اکسید و یون هیدروژن، انواعی از گیرنده‌های حسی هستند که پیام عصبی را به بصل‌نخاع در مغز وارد می‌کنند.

۲- نورون‌های حرکتی: پیام‌ها را از بخش مرکزی به سوی اندام‌ها مانند ماهیچه‌ها می‌برند. کلاً هر نورونی که تا الان فوندریم که می‌رفته به پای از برن تاثیر می‌گذاشته، نورون حرکتی بوده! مثلاً نورون‌های حرکتی که از بصل‌نخاع خارج می‌شوند و باعث انقباض ماهیچه‌های دمی می‌شوند.

۳- نورون‌های رابط: این نورون‌ها، فقط در دستگاه عصبی مرکزی (مغز و نخاع) قرار دارند و ارتباط لازم بین نورون‌های حسی و حرکتی را برقرار می‌کنند. فب حالا اول به نگاه به شکل زیر بندازیم تا بعد پند تا نکته راجع به انواع این نورون‌ها بگیریم.



نکته هر نورون رابط، همواره در ارتباط با دو نوع نورون دیگر است؛ نورون حسی و حرکتی.

نکته نورون حسی و حرکتی، بخشی در خارج از دستگاه عصبی مرکزی دارند و بخشی هم در دستگاه عصبی مرکزی. اما نورون رابط فقط در دستگاه عصبی مرکزی قرار دارد. در نورون حسی، جسم یاخته‌ای و دندریت کاملاً خارج از دستگاه عصبی مرکزی هستند ولی بخشی از آکسون وارد دستگاه عصبی مرکزی می‌شود. در نورون حرکتی، دندریت و جسم یاخته‌ای به‌طور کامل در دستگاه عصبی مرکزی قرار دارند. فقط بخش ابتدایی آکسون نورون حرکتی نیز در دستگاه عصبی مرکزی قرار دارد و ادامه آکسون، در خارج از دستگاه عصبی مرکزی است.

نکته نورون رابط معمولاً کوتاه‌تر از نورون حسی است.

فعالیت کتاب درسی

ساختار نورونها

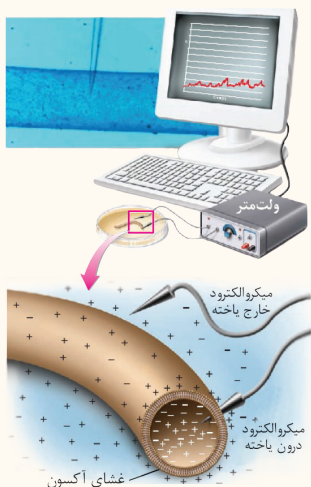
چه شباهت‌ها و تفاوت‌هایی بین ساختار سه نوع یاخته عصبی وجود دارد؟

- ۱- غلاف میلین:** در نورون حسی و حرکتی، غلاف میلین وجود دارد ولی در نورون رابط، غلاف میلین دیده نمی‌شود. در نورون حسی، هم دندریت و هم آکسون میلین دارند ولی در نورون حرکتی، فقط آکسون میلین دارد.
- ۲- دندریت:** در نورون حسی، دندریت طویل و میلین‌دار وجود دارد. در نورون حرکتی و رابط، دندریت‌های کوتاه و بدون میلین دیده می‌شوند. دندریت‌های نورون رابط، انشعابات زیادی دارند.
- ۳- جسم یاخته‌ای:** اندازه جسم یاخته‌ای در نورون حسی کم‌ترین و در نورون حرکتی، بیشترین است. جسم یاخته‌ای نورون رابط و حرکتی، در دستگاه عصبی مرکزی قرار دارد ولی جسم یاخته‌ای نورون حسی، در خارج از دستگاه عصبی مرکزی است.
- ۴- آکسون:** در نورون رابط و حرکتی، آکسون بلندترین رشته نورون است ولی در نورون حسی، طول آکسون از دندریت کم‌تر است. به‌طور کلی، در نورون حسی و رابط، آکسون کوتاه و در نورون حرکتی، آکسون بلند وجود دارد. آکسون در نورون حرکتی و حسی دارای میلین است ولی در نورون رابط، میلین ندارد.
- ۵- عملکرد:** نورون حسی، پیام را به دستگاه عصبی مرکزی نزدیک می‌کند و نورون حرکتی، پیام را از دستگاه عصبی مرکزی خارج می‌کند. نورون رابط، ارتباط بین نورون حسی و حرکتی را برقرار می‌کند و فقط درون دستگاه عصبی مرکزی مشاهده می‌شود.

نوع یاخته عصبی	حسی	رابط	حرکتی
غلاف میلین	در دندریت و آکسون	ندارد	فقط در آکسون
تعداد دندریت	۱ (در ابتدا منشعب)	تعداد زیاد (پرانشعاب)	تعداد زیاد
انشعابات دندریت	کم	فراوان	متوسط
طول یاخته عصبی	نسبتاً بلند	کوتاه	نسبتاً بلند
طول رشته یاخته عصبی	دندریت بلند + آکسون کوتاه	آکسون و دندریت کوتاه (آکسون < دندریت)	دندریت کوتاه + آکسون بلند
عملکرد	انتقال پیام از اندام حس به CNS*	برقراری ارتباط بین نورون حسی و حرکتی	انتقال پیام از CNS به اندام‌ها
محل حضور	دستگاه عصبی مرکزی و محیطی	فقط دستگاه عصبی مرکزی	دستگاه عصبی مرکزی و محیطی

* CNS: دستگاه عصبی مرکزی

درس‌نامه ۳ فعالیت الکتریکی نورون (۱): پتانسیل آرامش



این قسمت جزء مباحثی است که قبلی ارزش سؤال میار و معمولاً بپه‌ها هم توش مشکل دارن! برای همین قبلی مفصل و کامل توضیح دادیم تا دیگه همه چیز رو بفهمین. پس لطفاً قبلی قوب به متن و شکل دقت کنین تا کامل براتون بیافته.

پیام عصبی در اثر تغییر مقدار یونها در دو سوی غشای یاخته عصبی به‌وجود می‌آید. از آنجاکه مقدار یونها در دو سوی غشا یکسان نیست، در دو سوی غشای یاخته عصبی، مقدار بار الکتریکی متفاوت است و در نتیجه، بین دو سوی آن، اختلاف پتانسیل الکتریکی وجود دارد. تا این‌جا بفوایم به‌طور ساده بگیم این‌ه‌وری میشه که درون و بیرون یافته، یونها وجود دارند که بار الکتریکی ایجاد می‌کنن. این بار الکتریکی، باعث ایجاد پتانسیل الکتریکی می‌شه و چون مقدار بارها در دو سوی غشا یکسان نیست و پینشون افتلاف وجود داره، بهش افتلاف پتانسیل الکتریکی می‌کن.

روش اندازه‌گیری اختلاف پتانسیل الکتریکی نورون

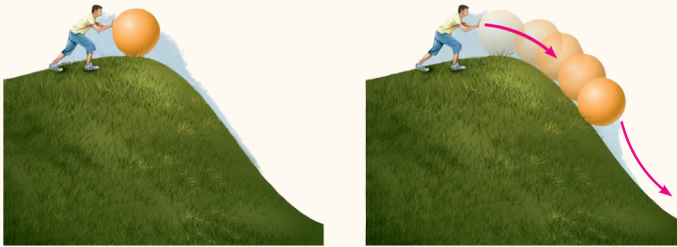
برای اندازه‌گیری پتانسیل نورون، از دو الکتروود استفاده می‌شود. یک الکتروود، در داخل غشای نورون قرار می‌گیرد و الکتروود دیگر، در محیط اطراف نورون. الکتروودها، به یک ولت‌متر بسیار حساس متصل می‌شوند که می‌تواند پتانسیل‌های الکتریکی در حد میلی‌ولت را نیز اندازه‌گیری کند. با استفاده از این دستگاه، می‌توان پتانسیل الکتریکی نورون در لحظه‌های مختلف را ثبت کرد. بریم ببینیم این دستگاه چي واسمون ثبت کرده!

پتانسیل الکتریکی چیست؟

تعریف انرژی پتانسیل: انرژی پتانسیل، انرژی ذخیره‌شده در ماده یا سامانه است. مثلاً، وقتی که فنری را فشار می‌دهیم و آن را فشرده می‌کنیم، در آن انرژی پتانسیل ذخیره می‌شود. وقتی که فنر را رها می‌کنیم، فشردگی فنر از بین می‌رود. یا اگر توپی در ارتفاع قرار بگیرد، دارای انرژی پتانسیل است و وقتی که رها می‌شود، حرکت می‌کند و انرژی پتانسیل آن به انرژی جنبشی تبدیل می‌شود. در تعریفی دیگر، انرژی پتانسیل توانایی انجام کار است.

انرژی پتانسیل در توپ ذخیره می‌شود.

انرژی پتانسیل توپ به انرژی جنبشی تبدیل می‌شود.



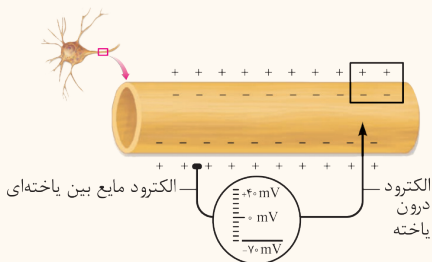
مواد تمایل دارند از جایی با انرژی پتانسیل بیشتر به جایی با انرژی پتانسیل کم‌تر بروند. مثلاً، در شکل بالا، انرژی پتانسیل توپ در بالای تپه، بیشترین مقدارش هست و در پایین تپه، انرژی پتانسیل کمترین مقدار اون هست. حالا وقتی توپ رو ول می‌کنیم، توپ به سمت پایین حرکت می‌کنه؛ از جایی با انرژی پتانسیل بیشتر به جایی با انرژی پتانسیل کمتر.

پتانسیل الکتریکی: وقتی بین دو محل (مثلاً درون یاخته و بیرون یاخته)، اختلاف غلظت بارهای الکتریکی وجود داشته باشد، اختلاف پتانسیل الکتریکی ایجاد می‌شود. مثلاً، اگر درون یاخته ۱۰۰ بار مثبت وجود داشته باشد و بیرون یاخته ۲۰۰ بار مثبت، پتانسیل الکتریکی درون یاخته نسبت به بیرون آن، ۱۰۰ واحد منفی‌تر است. دقت کنید که هم بیرون هم داخل، مثبت هستن ولی بار مثبت بیرون بیشتره. پس وقتی می‌فویام اختلاف پتانسیل رو حساب کنیم می‌گیم:

$$\text{اختلاف پتانسیل درون} \\ \text{نسبت به بیرون} \\ (+100) - (+200) = (-100) \\ \text{بار بیرون} \quad \text{بار درون}$$

فلاصه بفویام بگیریم، اختلاف پتانسیل یه چیز نسبی هست و پتانسیل الکتریکی مطلق! یعنی مثلاً می‌تونیم بگیریم که پتانسیل درون یافته ۱۰۰ هست و پتانسیل بیرون یافته، ۲۰۰. در این حالت، اختلاف پتانسیل درون یافته نسبت به بیرون یافته، ۱۰۰- است. چیزی که ما باهاش کار داریم، این اختلاف پتانسیل هست. اون دستگاه ولت‌سنج هم برای ما اختلاف پتانسیل رو حساب می‌کنه. اما فب هواستون باشه که در این مبحث، لفظ «پتانسیل» به پای «اختلاف پتانسیل» کاربرد داره. اما هر جا می‌گیم پتانسیل، منظورمون همون اختلاف پتانسیل هست. مثلاً، پتانسیل آرامش یعنی اختلاف پتانسیل درون یافته عصبی نسبت به بیرون یافته عصبی در حالت آرامش یافته (وقتی فعالیت عصبی نداره). توضیحات بیشتر راجع به پتانسیل الکتریکی رو هم توی فیزیک می‌فونین.

پتانسیل آرامش یاخته عصبی

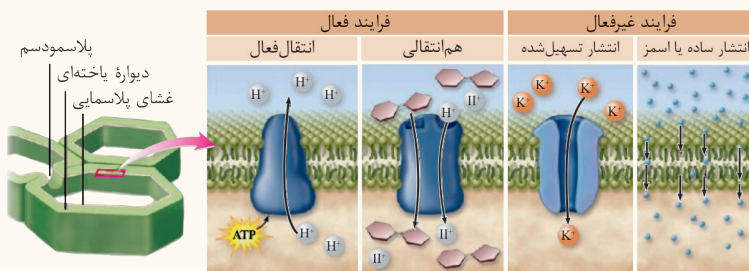


ثبت پتانسیل آرامش نورون

وقتی نورون فعالیت عصبی ندارد، در دو سوی غشای آن اختلاف پتانسیلی در حدود ۷۰- میلی‌ولت برقرار است. به این اختلاف پتانسیل، پتانسیل آرامش می‌گویند. اما چرا این اختلاف پتانسیل ایبار میشه؟ چرا غلظت یون‌ها در دو سمت به تعادل نمی‌رسه تا اختلاف پتانسیل صفر بشه؟ این چیزی هست که در ادامه می‌فویام راجع بهش صحبت کنیم. راستی، اینجا ما نیاز زیادی به روش‌های انتقال مواد از عرض غشا داریم. لطفاً برگردین و از فصل (۲) دهم، این مبحث رو مطالعه کنین. در زیر هم فاصله‌ای از این مبحث رو از کتاب میکرو دهم آوردریم.

روش‌های عبور مواد از غشا

شکل مقابل، انواع روش‌های عبور مواد از غشای یاخته را نشان می‌دهد. فرایندهای عبور مواد، به صورت فعال یا غیرفعال می‌باشند. از دو منظر، می‌توان این دو نوع فرایند را مقایسه کرد: **۱- جهت حرکت مواد:** در فرایندهای غیرفعال، مواد در جهت شیب غلظت خود جابه‌جا می‌شوند. نتیجه نهایی این فرایندها، یکسان شدن غلظت در دو سوی غشا می‌باشد.



۲- مصرف انرژی زیستی: در فرایندهای غیرفعال، انرژی زیستی مصرف نمی‌شود و انرژی جنبشی عامل حرکت مولکول‌هاست. در فرایندهای فعال، مصرف انرژی زیستی (مثل ATP) برای عبور مواد از غشا لازم است.

انتقال فعال، نوعی فرایند عبور مواد از غشای یاخته است که با کمک پروتئین‌های غشایی، مثل پمپ سدیم - پتاسیم، انجام می‌شود. هم‌انتقالی، نوع خاصی از انتقال فعال است که در آن، دو ماده به‌طور همزمان و در یک جهت از غشا عبور می‌کنند.

فرایندهای غیرفعال، به‌صورت انتشار می‌باشند که ممکن است ساده یا تسهیل‌شده باشند. فرق انتشار تسهیل‌شده و انتشار ساده در این است که در انتشار تسهیل‌شده، عبور مولکول‌ها از عرض غشا با کمک پروتئین‌های سراسری غشا انجام می‌شود.

□ وضعیت غلظت یون‌ها در مایع بین یاخته‌ای و درون یاخته

برای بررسی پتانسیل الکتریکی نورون‌ها، ما دو تا یون برامون اهمیت داره: **سدیم و پتاسیم.**

۱- یون سدیم (Na^+): غلظت یون‌های سدیم در بیرون غشا (مایع بین یاخته‌ای) بیشتر از داخل یاخته است. در نتیجه، یون‌های سدیم تمایل دارند در جهت شیب غلظت خود، وارد یاخته عصبی شوند.

۲- یون پتاسیم (K^+): غلظت یون‌های پتاسیم در داخل یاخته، بیشتر از مایع بین یاخته‌ای است. در نتیجه، یون‌های پتاسیم تمایل دارند در جهت شیب غلظت خود، از یاخته عصبی خارج شوند.

نکته: انتشار تسهیل‌شده یون‌ها با کمک کانال‌های یونی

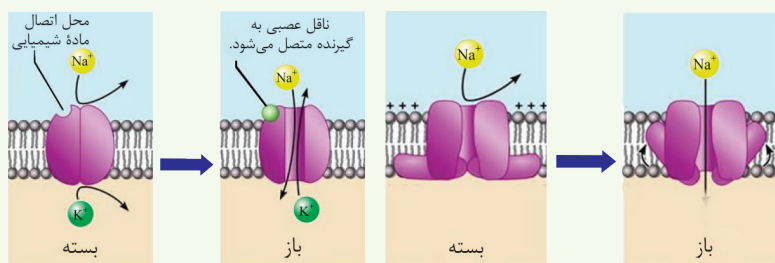
انتشار یون‌های سدیم و پتاسیم در عرض غشای یاخته، با روش انتشار تسهیل‌شده انجام می‌شود. در این روش، یون‌ها با کمک پروتئین‌های غشایی جابه‌جا می‌شوند. پروتئین‌هایی که یون‌ها را در انتشار تسهیل‌شده جابه‌جا می‌کنند، کانال نام دارند. دو نوع کانال در غشای یاخته وجود دارد:

۱- کانال‌های نشتی: این کانال‌ها، همیشه باز و فعال هستند. بنابراین، یون‌ها می‌توانند به‌صورت دائمی از طریق آن‌ها منتشر شوند.

۲- کانال‌های دریچه‌دار: کانال‌های دریچه‌دار، همیشه باز نیستند و فقط در شرایط خاصی باز می‌شوند. دو نوع کانال دریچه‌دار داریم:

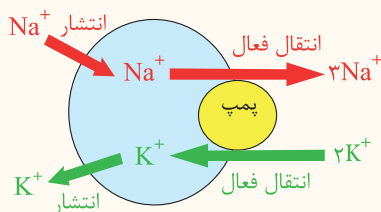
۱- کانال دریچه‌دار ولتاژی زمانی باز می‌شود که اختلاف پتانسیل معینی در یاخته وجود داشته باشد.

۲- کانال دریچه‌دار وابسته به مواد شیمیایی که در پاسخ به مواد شیمیایی باز یا بسته می‌شوند و در غشای یاخته پس‌سیناپسی وجود دارد.



کانال‌های دریچه‌دار وابسته به مواد شیمیایی

کانال‌های دریچه‌دار ولتاژی



دو عامل، در منفی‌تر بودن پتانسیل درون یاخته در حالت آرامش نقش دارند:

۱- کانال‌های نشتی سدیم و پتاسیم و ۲- پمپ سدیم - پتاسیم

۱- کانال‌های نشتی سدیم و پتاسیم

تأثیر انتشار پتاسیم بر اختلاف پتانسیل: در حالت آرامش، یون‌های پتاسیم از طریق کانال‌های نشتی از یاخته خارج می‌شوند. نتیجه خروج پتاسیم از درون یاخته، منفی‌تر شدن درون یاخته است. مثلاً، فرض کنید که در حالت طبیعی، ۲۰۰ یون پتاسیم درون یاخته وجود دارد و بیرون یاخته یون پتاسیمی وجود ندارد. اختلاف پتانسیل یاخته برابر است با:

$$(+200) - (0) = (+200)$$

اگر انتشار یون‌های پتاسیم تا زمان رسیدن به حالت تعادل ادامه پیدا کند، غلظت یون‌های پتاسیم در دو سمت یاخته برابر می‌شود. بنابراین، اختلاف پتانسیل برابر است با:

$$(0) - (+100) = (-100)$$

$$(0) - (+200) = (-200)$$

حال اگر تفاوت اختلاف پتانسیل اولیه و ثانویه را محاسبه کنیم، داریم:

در واقع در حالت دوم نسبت به حالت اول، پتانسیل یاخته منفی‌تر شده است. بنابراین، خروج یون‌های پتاسیم از درون یاخته، باعث منفی‌تر شدن پتانسیل درون یاخته می‌شود.

۱- تمامی اعداد ذکرشده فرضی و فقط برای درک بهتر هستند. علاوه بر این، اختلاف پتانسیل محاسبه‌شده نیز فرضی و فقط بر اساس مقایسه تعداد بارها می‌باشد.

تأثیر انتشار سدیم بر اختلاف پتانسیل: در حالت آرامش، یون‌های سدیم از طریق کانال‌های نشستی به یاخته وارد می‌شوند. نتیجه ورود سدیم به درون یاخته، مثبت‌تر شدن درون یاخته است. مثلاً، فرض کنیم که در حالت طبیعی، 400 یون سدیم بیرون یاخته وجود دارد و درون یاخته یون سدیمی وجود ندارد. اختلاف پتانسیل یاخته برابر است با:

$$(\circ) - (+400) = (-400)$$

نکته در غشای یاخته، هم کانال سدیمی وجود دارد و هم کانال پتاسیمی، هر کانال نیز به‌طور اختصاصی یک نوع یون را عبور می‌دهد.

اگر انتشار یون‌های سدیم تا زمان رسیدن به حالت تعادل ادامه پیدا کند، غلظت یون‌های سدیم در دو سمت یاخته برابر می‌شود. بنابراین، اختلاف پتانسیل برابر است با:

$$(+200) - (+200) = (\circ)$$

حال اگر تفاوت اختلاف پتانسیل اولیه و ثانویه را محاسبه کنیم، داریم:

$$(\circ) - (-400) = (+400)$$

در واقع در حالت دوم نسبت به حالت اول، پتانسیل یاخته مثبت‌تر شده است. بنابراین، ورود یون‌های سدیم به درون یاخته، باعث مثبت‌تر شدن پتانسیل درون یاخته می‌شود.

بررسی همزمان تأثیر انتشار سدیم و پتاسیم بر اختلاف پتانسیل: در حالت آرامش، تأثیر پتاسیم بر اختلاف پتانسیل یاخته بیشتر است و بنابراین، درون یاخته منفی‌تر است؛ زیرا، نفوذپذیری غشا نسبت به یون‌های پتاسیم بیشتر می‌باشد. مثلاً، اگر انتشار پتاسیم، پتانسیل یاخته را 170 واحد منفی کند، انتشار سدیم فقط

100 واحد⁺ پتانسیل درون یاخته را مثبت می‌کند. بنابراین، اختلاف پتانسیل درون یاخته نسبت به بیرون یاخته برابر است با:

$$(-170) + (+100) = (-70)$$

به این پتانسیل 70 - میلی‌ولت، پتانسیل آرامش می‌گویند. یک عامل دیگر نیز در ایجاد اختلاف پتانسیل نقش دارند. **اما چه عاملی باعث می‌شود که غلظت یون‌ها**

در دو سمت غشا به تعادل کامل نرسد؟ پمپ سدیم - پتاسیم!

۲- پمپ سدیم - پتاسیم

پمپ سدیم - پتاسیم، پروتئینی است که در غشای یاخته وجود دارد و وظیفه

جابه‌جایی یون‌های سدیم و پتاسیم **در خلاف جهت شیب غلظت** را دارد. در واقع،

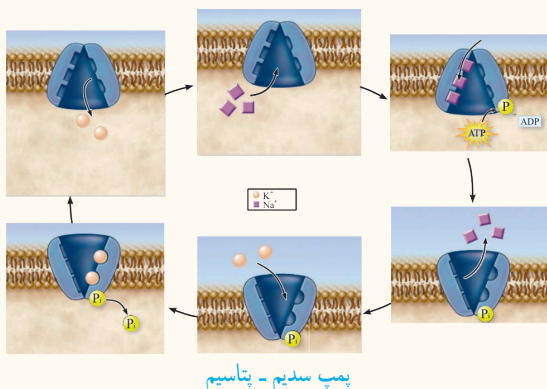
انتقال یون‌ها از طریق این پمپ، با **روش انتقال فعال** و همراه با **مصرف انرژی**

زیستی (ATP) است. در هر بار فعالیت پمپ سدیم - پتاسیم، سه یون سدیم از

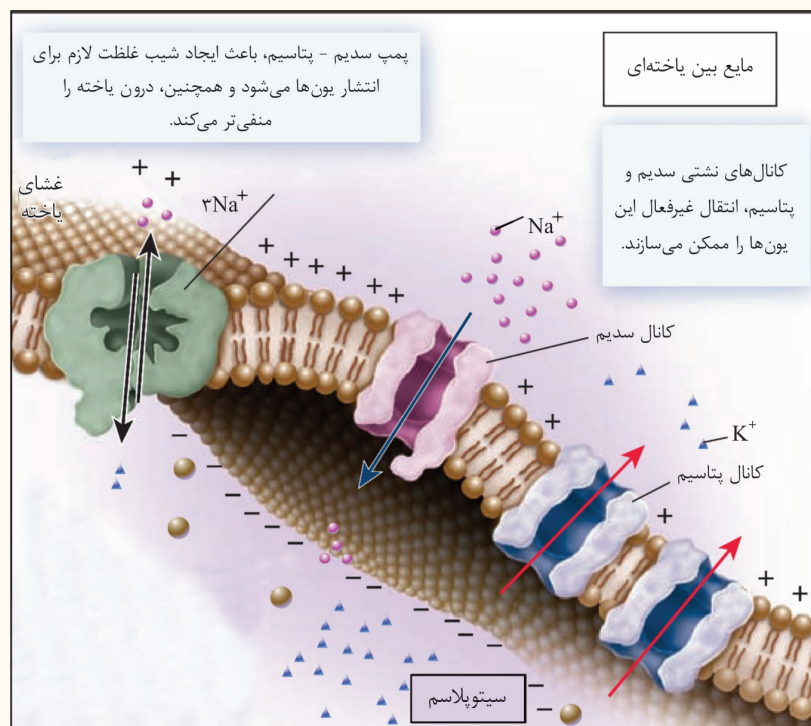
یاخته خارج و دو یون پتاسیم، وارد یاخته می‌شوند. بنابراین، می‌توانیم بگوییم که

به‌طور **خالص**، یک بار مثبت از درون یاخته خارج می‌شود و پتانسیل درون یاخته،

منفی‌تر می‌شود.



پمپ سدیم - پتاسیم



عوامل مؤثر در ایجاد پتانسیل آرامش

۱- دقت داشته باشید که سدیم و پتاسیم، هر دو بار مثبت دارند. بنابراین، ورود سدیم به درون یاخته باعث مثبت‌تر شدن درون یاخته می‌شود. خروج پتاسیم (بار مثبت) از درون یاخته نیز باعث منفی‌تر شدن درون یاخته می‌شود.

۲- باز هم یادآوری می‌کنم که تمامی این اعداد فرضی هستند و مقدار واقعی اعداد متفاوت است.

فعالیت کتاب درسی

پتانسیل آرامش

چه تفاوتی بین کار پمپ سدیم - پتاسیم و کانال‌های نشستی وجود دارد؟

- ۱- نیاز به مصرف انرژی: پمپ سدیم - پتاسیم، با مصرف انرژی ATP یون‌ها را جابه‌جا می‌کند ولی عبور یون‌ها از کانال‌های نشستی، بدون مصرف انرژی زیستی است.
- ۲- نوع روش عبور مواد از غشا: پمپ، جابه‌جایی مواد را با انتقال فعال انجام می‌دهد ولی کانال، با روش انتشار تسهیل شده.
- ۳- جهت حرکت یون‌ها: جابه‌جایی یون‌ها با کمک پمپ، در خلاف جهت شیب غلظت انجام می‌شود ولی انتشار یون‌ها از طریق کانال‌های نشستی، در جهت شیب غلظت است. بنابراین، سدیم از طریق کانال وارد یاخته ولی پتاسیم از یاخته خارج می‌شود. اما پمپ، سدیم را از یاخته خارج و پتاسیم را وارد می‌کند.

پمپ سدیم - پتاسیم، با مصرف ATP، یون‌ها را جابه‌جا می‌کند. انرژی لازم برای عبور یون‌ها از کانال‌های نشستی چگونه تأمین می‌شود؟

آنچه گذشت [گفتار ۱- فصل ۲ دهم] انتشار، جریان مواد از جای پرغلظت به جای کم‌غلظت (در جهت شیب غلظت) است. در این روش، مواد به دلیل داشتن انرژی جنبشی می‌توانند منتشر شوند.

چرا در حالت آرامش، بار مثبت درون یاخته‌های عصبی از بیرون آن‌ها کم‌تر است؟

دو عامل، در کم‌تر بودن بار مثبت درون یاخته نسبت به بیرون آن، نقش دارند:

- ۱- نفوذپذیری غشا نسبت به یون پتاسیم بیشتر است. در نتیجه، تعداد یون‌های پتاسیم خارج‌شده از یاخته بیشتر از سدیم‌های واردشده است.
- ۲- در هر بار فعالیت پمپ سدیم - پتاسیم، سه یون سدیم از یاخته خارج می‌شود و دو یون پتاسیم وارد یاخته می‌شوند. بنابراین، به‌طور خالص یک بار مثبت از یاخته خارج می‌شود.

هالا که تا اینجا اومریم و ریگه تموم شده پتانسیل آرامش، به هند تا نکته ترکیبی با کتاب دهم بگیریم. این نکات، رابع به سریم و پتاسیم هستن.

آنچه گذشت [گفتار ۲- فصل ۲ دهم] لوزالمعده، مقدار زیادی بیکربنات سدیم ترشح می‌کند. بیکربنات، اثر اسید معده را خنثی و درون دوازدهه را قلبایی می‌کند. به این ترتیب دیواره دوازدهه از اثر اسید حفظ و محیط مناسب برای فعالیت آنزیم‌های لوزالمعده فراهم می‌شود.

آنچه گذشت [گفتار ۳- فصل ۲ دهم] جذب گلوکز و بیشتر آمینواسیدها در روده باریک، همراه با سدیم و با روش هم‌انتقالی است. در این روش، سدیم از طریق انتشار تسهیل شده وارد یاخته می‌شود و انرژی لازم برای ورود گلوکز به درون یاخته نیز از انرژی شیب غلظت سدیم تأمین می‌شود. شیب غلظت سدیم، با فعالیت پمپ سدیم - پتاسیم حفظ می‌شود.

آنچه گذشت [گفتار ۲- فصل ۴ دهم] برای تبادل مواد در مویرگ‌ها، مولکول‌هایی که انحلال آن‌ها در لیپیدهای غشا، کم است، مثل گلوکز و یون‌های سدیم و پتاسیم، از طریق منافذ منتشر می‌شود.

آنچه گذشت [گفتار ۲- فصل ۴ دهم] مصرف زیاد نمک (افزایش سدیم)، می‌تواند به خیز منجر شود.

آنچه گذشت [گفتار ۳- فصل ۴ دهم] وجود یون‌های سدیم و پتاسیم در خوناب (پلاسما)، اهمیت زیادی دارد؛ چون در فعالیت یاخته‌های بدن نقش کلیدی دارند.

آنچه گذشت [گفتار ۲- فصل ۵ دهم] در نفرون‌ها، بعضی از سموم، داروها، یون‌های هیدروژن و پتاسیم اضافی به وسیله ترشح دفع می‌شوند.

آنچه گذشت [گفتار ۲- فصل ۵ دهم] غده فوق‌کلیه، هورمون آلدوسترون را ترشح می‌کند. هورمون آلدوسترون با اثر بر کلیه‌ها، بازجذب سدیم را باعث می‌شود. در نتیجه بازجذب سدیم، بازجذب آب هم در کلیه‌ها افزایش می‌یابد.

آنچه گذشت [گفتار ۳- فصل ۷ دهم] در غشای یاخته‌های نگهبان روزه، پمپ‌هایی وجود دارند که یون پتاسیم را جابه‌جا می‌کنند. تغییر غلظت پتاسیم در یاخته‌های نگهبان روزه، منجر به تغییر حجم یاخته و در نتیجه، باز و بسته شدن روزه می‌شود.

تا اینجا ریگه فکر می‌کنم ریگه سه سریم و پتاسیم! بریم ادامه بحث فورمون.

درسنامه ۴ فعالیت الکتریکی نورون (۲): پتانسیل عمل

اگه تا اینجا شو خوب فهمیده باشین، ریگه بقیش کاری نراره! پس لطفاً اول مباحث قبلی رو خوب مسلط بشین بعد بیاین اینجا.

پتانسیل عمل چیست؟

وقتی که نورون تحریک می‌شود، در محل تحریک، اختلاف پتانسیل دو سوی غشا به‌طور ناگهانی تغییر می‌کند و داخل یاخته از بیرون آن، مثبت‌تر می‌شود. به این تغییر، پتانسیل عمل می‌گویند. پس از مدت کوتاهی، اختلاف پتانسیل دو سوی غشا، دوباره به حالت آرامش برمی‌گردد. پس وقتی که یافته عصبی تحریک میشه، در یه زمان قبلی کم داخل یافته مثبت‌تر میشه. هالا قبل از اینکه ادامه متن رو بخونین، به این فکر کنین که چه چیزی بود که باعث می‌شد درون یافته مثبت‌تر بشه؟

پتانسیل عمل چگونه ایجاد می‌شود؟

گفتمیم که در غشای نورون‌ها، کانال‌های نشستی و کانال‌های دریچه‌دار وجود دارند. گروهی از کانال‌های دریچه‌دار، با تغییر اختلاف پتانسیل باز می‌شوند و یون‌ها را عبور می‌دهند.

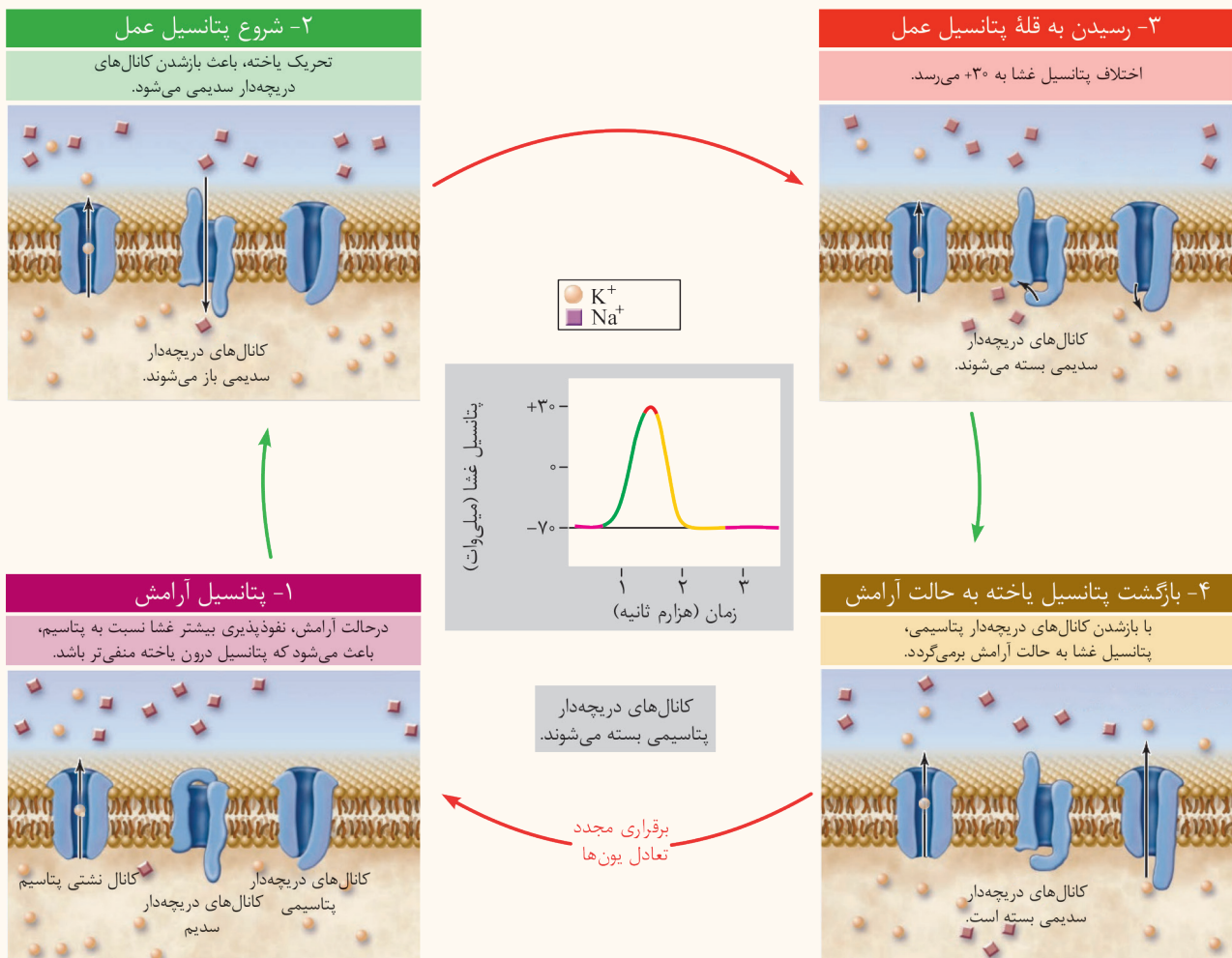
وقتی که غشای نورون تحریک می‌شود، ابتدا کانال‌های دریچه‌دار سدیم باز می‌شوند و یون‌های سدیم فراوانی وارد یاخته می‌شوند. گفتمیم که ورود یون سدیم به درون یاخته، منجر به مثبت‌تر شدن درون یاخته می‌شود. بنابراین، با ورود سدیم به درون یاخته، پتانسیل الکتریکی درون یاخته مثبت‌تر می‌شود و اختلاف پتانسیل، به حدود $+30$ میلی‌ولت می‌رسد. کانال‌های دریچه‌دار سدیمی، برای مدت زمان کوتاهی باز هستند و پس از رسیدن پتانسیل غشا به $+30$ میلی‌ولت، بسته می‌شوند.

سیس، کانال‌های دریچه‌دار پتاسیم باز می‌شوند و یون‌های پتاسیم از یاخته خارج می‌شوند. گفتمیم که نتیجه خروج یون پتاسیم از درون یاخته، منفی‌تر شدن درون یاخته است. بنابراین، با فعالیت این کانال‌ها، پتانسیل درون یاخته منفی‌تر می‌شود و مجدداً به حالت آرامش برمی‌گردد.

تا اینجا همه‌چی به نظر خوب می‌آید. یافته تحریک شده، پتانسیل عملش را ایجاد کرده و دوباره برگشته به آرامش اولیه‌اش! اما آنگه یک فکر کنین می‌بینین که یه مشکلی وجود داره: تعادل اولیه یون‌های سدیم و پتاسیم از بین رفته! الان سدیم به شدت درون یاخته انباشته شده و تراکم پتاسیم درون یاخته هم به شدت کم شده. پس اینجا باید یه چیزی باشه که بیار سدیم اضافی رو بریزه بیرون و پتاسیم‌ها رو برگردونه درون یاخته. پس باز میریم سراغ پمپ سدیم - پتاسیم.

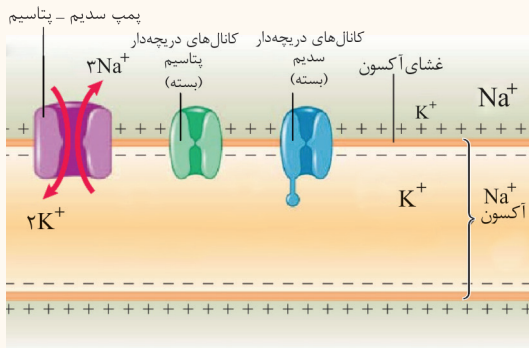
در پایان پتانسیل عمل، فعالیت پمپ سدیم - پتاسیم موجب می‌شود که شیب غلظت یون‌های سدیم و پتاسیم در دو سوی غشا، دوباره به حالت آرامش برگردد و تعادل اولیه یون‌ها ایجاد شود.

نکته: بازگشت پتانسیل یاخته به حالت آرامش، در نتیجه باز شدن کانال‌های دریچه‌دار پتاسیمی و خروج پتاسیم از یاخته انجام می‌شود. پمپ سدیم - پتاسیم، بعد از پتانسیل عمل، شیب غلظت یون‌ها (نه پتانسیل غشا) را به حالت آرامش بر می‌گرداند.



نگاه دقیق‌تر به پتانسیل عمل

پتانسیل آرامش: ۷۰- میلی‌ولت



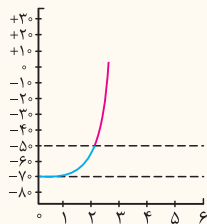
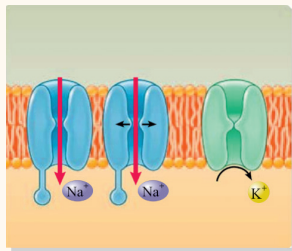
در این حالت، کانال‌های نشستی، باز هستند! **پشم بسته غیب گفتیم!** در نتیجه، سدیم وارد یاخته می‌شود و پتاسیم از یاخته خارج می‌شود. گفتیم که نفوذپذیری غشا نسبت به پتاسیم بیشتر است و به همین دلیل، پتانسیل غشا در حالت آرامش، ۷۰- میلی‌ولت است. در حالت آرامش، پمپ سدیم - پتاسیم نیز در غشا فعال است. این پمپ، ۳ یون سدیم را از یاخته خارج می‌کند و ۲ یون پتاسیم را وارد یاخته می‌کند. در نتیجه، یک بار مثبت از درون یاخته کم می‌شود و همچنین، شیب غلظت سدیم و پتاسیم نیز حفظ می‌شود. دقت داشته باشید که در این حالت، کانال‌های دریچه‌دار سدیم و پتاسیم بسته هستند.

بپه‌ها ما از اینجا به بعد، پی‌زی دیگه راجع به کانال‌های نشستی و پمپ سریم - پتاسیم نمی‌گیم. چون این پروتئین‌ها همیشه فعال هستند. بنابراین، ما همیشه ورود و خروج سریم و پتاسیم رو از طریق کانال و پمپ داریم. یعنی مثلاً پتاسیم با انتشار تسوییل شده از طریق کانال نشستی از یافته فارچ میشه و با انتقال فعال، توسط پمپ سریم - پتاسیم به یافته وارد می‌شه. بنابراین یک نکته:

نکته در هر زمانی، هم ورود سدیم به درون یاخته مشاهده می‌شود و هم خروج آن. ورود سدیم به صورت غیرفعال است و خروج آن، به صورت فعال. در مورد پتاسیم نیز همیشه ورود آن به درون یاخته و خروج از یاخته وجود دارد. ولی ورود پتاسیم به صورت فعال است و خروج آن، به صورت غیرفعال.

پتانسیل آرامش	مقدار پتانسیل یاخته	کانال‌های دریچه‌دار سدیم	کانال‌های دریچه‌دار پتاسیم
	۷۰- میلی‌ولت	بسته	بسته

شروع پتانسیل عمل: (۷۰- ← ۳۰+) میلی‌ولت



در پی تحریک یاخته عصبی، کانال‌های دریچه‌دار سدیمی باز می‌شوند. در نتیجه، تعداد زیادی یون سدیم به‌طور ناگهانی وارد یاخته عصبی می‌شوند. ورود یون‌های سدیم به درون یاخته باعث می‌شود که پتانسیل یاخته مثبت‌تر شود و پتانسیل یاخته از ۷۰- میلی‌ولت به ۳۰+ میلی‌ولت برسد. دقت داشته باشید که در این زمان، کانال‌های دریچه‌دار پتاسیمی هنوز بسته هستند.

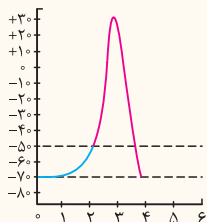
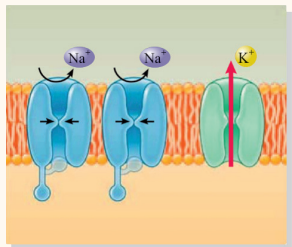
شروع پتانسیل عمل	مقدار پتانسیل یاخته	کانال‌های دریچه‌دار سدیم	کانال‌های دریچه‌دار پتاسیم
	(۷۰- ← ۳۰+) میلی‌ولت	باز	بسته

قله پتانسیل عمل: ۳۰+ میلی‌ولت

وقتی پتانسیل یاخته به ۳۰+ میلی‌ولت می‌رسد، کانال‌های سدیمی بسته می‌شوند. در این زمان، همه کانال‌های دریچه‌دار یاخته بسته هستند.

قله پتانسیل عمل	مقدار پتانسیل یاخته	کانال‌های دریچه‌دار سدیم	کانال‌های دریچه‌دار پتاسیم
	۳۰+ میلی‌ولت	بسته	بسته

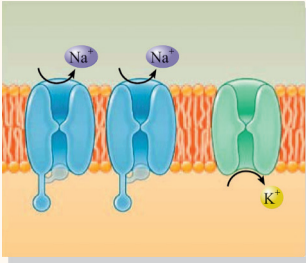
بازگشت به حالت آرامش: (۷۰- ← ۳۰+) میلی‌ولت



پس از بسته شدن کانال‌های دریچه‌دار سدیمی، کانال‌های دریچه‌دار پتاسیمی باز می‌شوند. در این زمان، یون‌های پتاسیم از یاخته خارج می‌شوند و پتانسیل درون یاخته منفی‌تر می‌شود. در نتیجه، پتانسیل یاخته دوباره منفی می‌شود و به حالت آرامش برمی‌گردد. دقت داشته باشید که در این زمان، کانال‌های دریچه‌دار سدیمی بسته هستند.

بازگشت به حالت آرامش	مقدار پتانسیل یاخته	کانال‌های دریچه‌دار سدیم	کانال‌های دریچه‌دار پتاسیم
	(۷۰- ← ۳۰+) میلی‌ولت	بسته	باز

□ بعد از پایان پتانسیل عمل: ۷۰- میلی‌ولت



در پایان پتانسیل عمل، پتانسیل یاخته به حالت آرامش برگشته است. در این زمان، همه کانال‌های دریچه‌دار بسته هستند ولی تعادل یون‌های سدیم و پتاسیم در دو طرف غشا، با حالت اولیه (آرامش) تفاوت دارد. برای برقراری مجدد تعادل یون‌های سدیم و پتاسیم، پمپ سدیم - پتاسیم با مصرف انرژی ATP یون‌ها را جابه‌جا می‌کند تا شیب غلظت یون‌ها به حالت آرامش برگردد.

کانال‌های دریچه‌دار پتاسیم	کانال‌های دریچه‌دار سدیم	مقدار پتانسیل یاخته	بعد از پایان پتانسیل عمل
بسته	بسته	۷۰- میلی‌ولت	

حالا می‌خواهیم تا سؤال ازتون بپرسم. اول سعی کنید فوراً روی سؤالات فکر نکنید و حتی اگر لازم شد برگردید عقب و به شکل‌ها نگاه کنید. در نهایت، پاسخ سؤالات رو با دقت بخونید تا آخرین نکات این مبحث رو هم یاد بگیرید.

سؤال ۱: زمانی که پتانسیل یاخته از ۲۰+ میلی‌ولت است، کدام کانال‌های دریچه‌دار باز هستند؟ اگر پوابتون سرد می‌هست، باید بگم که اشتباه کردین! اگر پوابتون پتاسیمی هست، باز هم اشتباه کردین!!! یک بار دیگه به نمودار نگاه کنید. برای پتانسیل‌های بین ۷۰- میلی‌ولت تا ۳۰+ میلی‌ولت، دو نقطه در نمودار پتانسیل عمل وجود دارد: ۱- بخش صعودی پتانسیل عمل و ۲- بخش نزولی پتانسیل عمل. بنابراین، باید در سؤال مشخص بشه که کدوم بخش مد نظر هست.

سؤال ۲: زمانی که پتانسیل یاخته از ۲۰+ به صفر میلی‌ولت می‌رسد، کدام کانال‌های دریچه‌دار باز هستند؟ اینجا دیگه پواب مشفیه! فکر نکنید باز هم در حالت دراه‌ها! سؤال دراه می‌گه که پتانسیل از ۲۰+ به صفر می‌رسه، یعنی بخش نزولی پتانسیل عمل. پس کانال‌های دریچه‌دار پتاسیمی باز هستند و کانال‌های سدیمی بسته هستند.

سؤال ۳: در کدام بخش از پتانسیل عمل، ورود یون سدیم به درون یاخته مشاهده می‌شود؟ اگر پوابتون بخش صعودی پتانسیل عمل، یعنی زمانی که پتانسیل از ۷۰- میلی‌ولت به ۳۰+ میلی‌ولت می‌رسه، هست، باید بگم باز هم اشتباه کردین! قبلاً گفتیم که در غشای یاخته، کانال‌های نشستی وجود دارند و بنابراین، به‌طور دائمی ورود یون سدیم به درون یاخته مشاهده می‌شود. هم‌چنین، خروج یون پتاسیم از طریق کانال‌های نشستی نیز همواره انجام می‌شود.

سؤال ۴: در طول پتانسیل عمل، یون‌های پتاسیم از یاخته خارج می‌شوند یا به آن وارد می‌شوند؟ ایشالا که گفتین هر دو مورد! اگر هم نگفتین یعنی باز هم بی‌دقتی کردین و بهتره که یه باره دیگه این درسنامه رو بخونین. گفتیم که خروج یون پتاسیم از یاخته، به‌صورت دائمی از طریق کانال‌های نشستی انجام می‌شود. ورود پتاسیم به درون یاخته نیز به‌صورت دائمی انجام می‌شود؛ زیرا، پمپ سدیم - پتاسیم همواره فعال است و دائماً یون‌های سدیم را از یاخته خارج و پتاسیم را به یاخته وارد می‌کند. بنابراین، همواره هم ورود و هم خروج یون‌های سدیم و پتاسیم مشاهده می‌شود.

سؤال ۵: در طول پتانسیل عمل، میزان نفوذپذیری غشا نسبت به یون‌های سدیم و پتاسیم، چه تغییری می‌کند؟ گفتیم که در طول پتانسیل آرامش، نفوذپذیری غشا نسبت به یون‌های پتاسیم بیشتر است و به همین دلیل، پتانسیل درون یاخته منفی‌تر می‌باشد. اما در پتانسیل عمل، در پی باز شدن کانال‌های دریچه‌دار سدیم، نفوذپذیری غشا نسبت به سدیم بیشتر می‌شود و این موضوع باعث می‌شود که پتانسیل درون یاخته مثبت‌تر شود. بنابراین، در بخش صعودی پتانسیل عمل، نفوذپذیری غشا نسبت به یون سدیم، بیشتر از یون پتاسیم می‌شود. پس از آن، در بخش نزولی پتانسیل عمل، به‌علت باز بودن کانال‌های دریچه‌دار پتاسیم و بسته بودن کانال‌های دریچه‌دار سدیمی، مجدداً نفوذپذیری غشا نسبت به یون پتاسیم بیشتر می‌شود و پتانسیل درون یاخته به حالت آرامش برمی‌گردد.

سؤال ۶: بیشترین اختلاف پتانسیل بین دو سوی غشا، در چه زمانی مشاهده می‌شود؟ احتمالاً پوابتون قلّه پتانسیل عمل، یعنی پتانسیل ۳۰+ است. اما ما گفتیم افتلاف پتانسیل! حالا یعنی چی؟ وقتی که پتانسیل یاخته ۷۰- میلی‌ولت است، بیشترین اختلاف پتانسیل وجود دارد. یعنی در این زمان، ۷۰ واحد اختلاف بین پتانسیل الکتریکی درون یاخته و بیرون یاخته وجود دارد. اما وقتی که اختلاف پتانسیل ۳۰+ میلی‌ولت است، ۳۰ واحد اختلاف بین پتانسیل الکتریکی درون یاخته و بیرون یاخته وجود دارد. حالا ۷۰ بیشتره یا ۳۰؟ شاید الان براتون این سؤال پیش بیاد که ۳۰+ از ۷۰- بیشتره. اما باید دقت داشته باشید که علامت (+) و (-) فقط نشان‌دهنده این است که درون یاخته نسبت به بیرون آن، منفی‌تر است یا مثبت‌تر. بنابراین، در پتانسیل آرامش، بیشترین اختلاف بین پتانسیل الکتریکی درون و بیرون یاخته وجود دارد اما بیشترین مقدار پتانسیل الکتریکی درون یاخته، در قلّه پتانسیل عمل است؛ زیرا در این زمان، پتانسیل الکتریکی درون یاخته افزایش پیدا کرده است و حتی از بیرون یاخته بیشتر شده است.

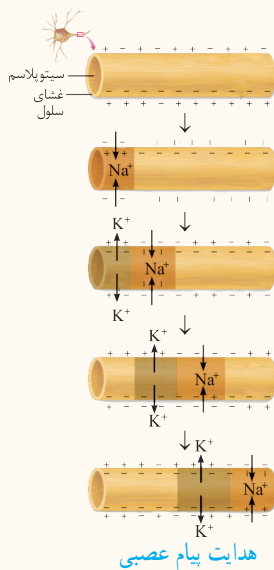
می‌روزم هسته شدین! قول می‌دم سؤال بعدی آفریش باشه و بعدش یه جمع‌بندی داشته باشیم و بریم سراغ مبحث بعدی.

سؤال ۷: زمانی که اختلاف پتانسیل بیرون غشا نسبت به درون ۳۰- میلی‌ولت است، کدام کانال‌های دریچه‌دار باز هستند؟ امیروارم دیگه این بار دقت کرده باشید. گفتیم افتلاف پتانسیل بیرون غشا نسبت به درون نه درون غشا نسبت به بیرون! پس در این حالت، اختلاف پتانسیل درون غشا نسبت به بیرون آن، ۳۰+ میلی‌ولت می‌باشد و منظور قلّه پتانسیل عمل است. در قلّه پتانسیل عمل، همه کانال‌های دریچه‌دار بسته هستند.

قُب بالاقره رسیدیم به آفر در سنامه. اینجا بعد از به در سنامه عالی! واستون به جمع بندری عالی تر آماده کردیم!

مقدار پتانسیل (میلی ولت)	انتشار تسهیل شده				روش انتقال	
	انتقال فعال	ندارد		مصرف انرژی ATP		
	دارد	ندارد		نوع پروتئین غشایی		
	پمپ سدیم - پتاسیم	پتاسیم		سدیم		
		کانال دریچه دار	کانال نشتی	کانال دریچه دار	کانال نشتی	
-۷۰	فعال	بسته	باز	بسته	باز	پتانسیل آرامش
-۷۰ ← +۳۰	فعال	بسته	باز	باز	باز	بخش صعودی پتانسیل عمل
+۳۰	فعال	بسته	باز	بسته	باز	قله پتانسیل عمل
+۳۰ ← -۷۰	فعال	باز	باز	بسته	باز	بخش نزولی پتانسیل عمل
-۷۰	فعال	بسته	باز	بسته	باز	بعد از پایان پتانسیل عمل

درسنامه ۵ فعالیت الکتریکی نورون (۳): هدایت و انتقال پیام عصبی



تا اینجا فهمیدیم که وقتی یک نقطه از نورون تحریک میشه، در همون نقطه پتانسیل عمل ایجا میشه. اما حالا باید پیام عصبی در طول نورون هدایت بشه و به انتهای نورون برسه و بعد از اون، به یافته بصری انتقال پیدا کنه. پس در این در سنامه، راجع به هدایت و انتقال پیام عصبی صحبت می‌کنیم.

پیام عصبی و هدایت آن

وقتی که پتانسیل عمل در یک نقطه از یاخته عصبی ایجاد می‌شود، نقطه به نقطه پیش می‌رود تا به انتهای رشته عصبی برسد. این جریان پتانسیل عمل را پیام عصبی می‌نامند.

برای هدایت پیام عصبی، در هر نقطه‌ای که تحریک می‌شود، یون‌های سدیم وارد نورون می‌شوند و سپس، یون‌های پتاسیم خارج می‌شوند. پس از پایان پتانسیل عمل، مقدار یون‌ها با فعالیت پمپ سدیم - پتاسیم به حالت آرامش بازمی‌گردد. ایجاد پتانسیل عمل در هر نقطه، باعث تحریک نقطه مجاور و باز شدن کانال‌های دریچه‌دار سدیم در آن نقطه می‌شود. بنابراین، در نقطه بعدی نیز پتانسیل عمل ایجاد می‌شود و همزمان، پتانسیل نقطه اولیه به حالت آرامش برمی‌گردد. این فرایند، در طول نورون تکرار می‌شود و ایجاد پتانسیل عمل در هر نقطه، باعث تحریک نقطه مجاور و ایجاد پتانسیل عمل در آن می‌شود. در نهایت، پتانسیل عمل به انتهای پایانه آکسون می‌رسد و در این زمان، انتقال پیام به یاخته بعدی انجام می‌شود.

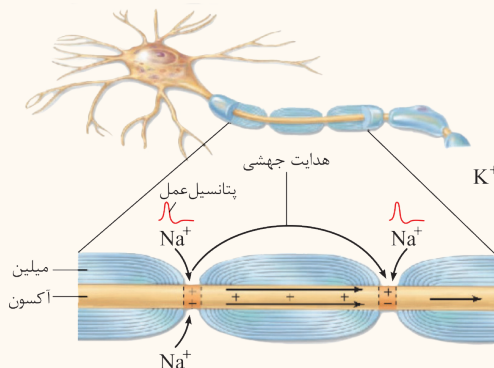
رشته عصبی چیست؟ به آکسون‌ها و دندریت‌های بلند، رشته عصبی می‌گویند. مثل آکسون نورون حرکتی و دندریت نورون حسی.

هدایت جهشی

دو عامل، در سرعت هدایت پیام عصبی در طول نورون نقش دارند: ۱- قطر رشته و ۲- وجود غلاف میلین. در بین رشته‌هایی که قطر یکسانی دارند، سرعت هدایت پیام در رشته‌های عصبی میلین‌دار بیشتر است. **پطوری ممکنه میلینی که عایق است و جلوی عبور یون‌ها از غشا رو می‌گیره، سرعت هدایت پیام عصبی در نورون رو افزایش بده؟** گفتیم که در رشته‌های دارای غلاف میلین، بخش‌هایی وجود دارند که فاقد میلین هستند و گره رانویه نام دارند. در محل گره‌های رانویه، غلاف میلین وجود ندارد و رشته عصبی با محیط بیرون از یاخته ارتباط دارد. اما در محل‌هایی که غلاف میلین وجود دارد، جلوی عبور یون‌ها از غشا گرفته می‌شود. بنابراین، در گره‌های رانویه پتانسیل عمل ایجاد می‌شود. پس از آن، هدایت پیام عصبی دیگر به صورت نقطه به نقطه انجام نمی‌شود؛ بلکه از یک گره رانویه، به گره رانویه دیگر می‌رود. به این نوع هدایت پیام عصبی، هدایت جهشی می‌گویند.

نکته در ماهیچه‌های اسکلتی، سرعت ارسال پیام اهمیت زیادی دارد. بنابراین، نورون‌های حرکتی آن‌ها میلین‌دار است.

نکته نورون رابط، برخلاف نورون حسی و حرکتی، غلاف میلین ندارد و به همین دلیل، سرعت هدایت پیام در نورون رابط، کم‌تر از نورون حسی و حرکتی است.



فعالیت کتاب درسی

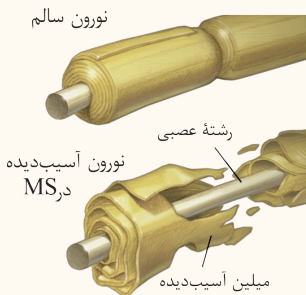
تولید پتانسیل عمل و هدایت آن

۱- وضعیت کانال‌های غشا یاختهٔ عصبی در چهار مرحلهٔ فعالیت یاختهٔ عصبی چگونه است؟

این رو توی جدول آخر درسنامهٔ قبلی، به‌طور کامل توضیح داریم. برای همین ریگه توضیح نمی‌دیم! برگردین همونجا بفرنین.

۲- گفته می‌شود در گره‌های رانویه، تعداد زیادی کانال دریچه‌دار وجود دارد. ولی در فاصلهٔ بین گره‌ها، این کانال‌ها وجود ندارند. این موضوع، با هدایت جهشی چه ارتباطی دارد؟

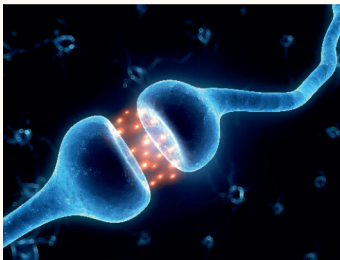
برای این‌که هدایت پیام عصبی انجام شود، باید هر نقطه تحریک شود و در آن پتانسیل عمل ایجاد شود. در فاصلهٔ بین گره‌های رانویه، که غلاف میلین وجود دارد، کانال دریچه‌دار یافت نمی‌شود و بنابراین، امکان ایجاد پتانسیل عمل وجود ندارد. اما در گره‌های رانویه، که تعداد زیادی کانال دریچه‌دار دارند، پتانسیل عمل به راحتی ایجاد می‌شود و هدایت جهشی پیام صورت می‌گیرد.



تغییر در میزان غلاف میلین نورون‌ها

کاهش یا افزایش میزان میلین، به بیماری منجر می‌شود؛ مثلاً، در بیماری مالتیپل اسکلروزیس (MS)، یاخته‌های پشتیبانی که در سیستم عصبی مرکزی میلین می‌سازند، از بین می‌روند. در نتیجه، ارسال پیام‌های عصبی به درستی انجام نمی‌شود؛ بینایی و حرکت، مختل و فرد دچار بی‌حسی و لرزش می‌شود.

ترکیب [گفتار ۳- فصل ۵] مالتیپل اسکلروزیس، نوعی بیماری خودایمنی است. در این بیماری، غلاف میلین اطراف یاخته‌های عصبی مغز و نخاع، مورد حملهٔ دستگاه ایمنی قرار می‌گیرد. در نتیجه، ارتباط بین دستگاه عصبی مرکزی با بخش‌های دیگر بدن، مختل می‌شود. در این بیماری، دستگاه ایمنی یاخته‌های پشتیبان میلین‌ساز را بیگانه تلقی می‌کند و به آن‌ها حمله می‌کند.



سیناپس و انتقال پیام عصبی

وقتی که پیام عصبی به پایانهٔ آکسون می‌رسد، لازم است که به یاخته بعدی انتقال پیدا کند. همانطور که در شکل مشاهده می‌کنید، در محل ارتباط یک نورون با یاختهٔ بعدی (که در اینجا نورون است)، فاصله‌ای وجود دارد و یاخته‌ها به هم نچسبیده‌اند.

سیناپس (همایه): به محل ارتباط یک نورون با یاختهٔ دیگر (مثل یک نورون دیگر)، سیناپس می‌گویند. در بین یاخته‌ها در محل سیناپس، فاصله‌ای وجود دارد که به آن، فضای سیناپسی گفته می‌شود.

یاختهٔ پیش‌سیناپسی و یاختهٔ پس‌سیناپسی: در محل سیناپس، دو یاخته را می‌توان مشاهده کرد؛ یاختهٔ اول که پیام عصبی در آن هدایت شده است و می‌خواهد پیام را به یاختهٔ بعدی انتقال دهد، یاختهٔ پیش‌سیناپسی نام دارد و یاختهٔ دوم که پیام عصبی را دریافت می‌کند، یاختهٔ پس‌سیناپسی است.

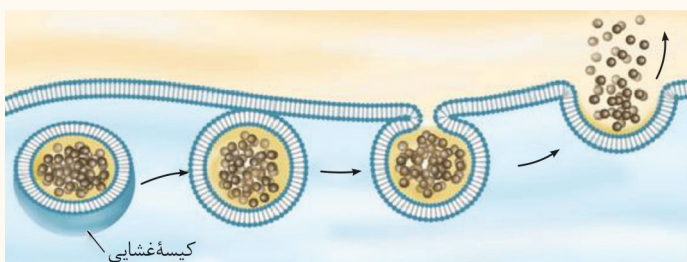
ناقل عصبی: در محل سیناپس، ماده‌ای از یاختهٔ پیش‌سیناپسی آزاد می‌شود که به آن، ناقل عصبی گفته می‌شود. ناقل عصبی، بر روی یاختهٔ پس‌سیناپسی تأثیر می‌گذارد و پیام عصبی را به یاختهٔ پس‌سیناپسی منتقل می‌کند.

تولید و ذخیرهٔ ناقلین عصبی: ناقل عصبی، در جسم یاخته‌ای نورون‌ها ساخته می‌شود و سپس، درون کیسه‌های کوچکی ذخیره می‌شوند. این کیسه‌ها، در طول آکسون هدایت می‌شوند و سپس، در پایانهٔ آکسون جمع می‌شوند.

□ مکانیسم انتقال پیام عصبی

۱- **آزادسازی ناقل عصبی:** وقتی که پیام عصبی به پایانهٔ آکسون می‌رسد، کیسه‌های حاوی ناقلین عصبی با غشای پایانهٔ آکسون ادغام می‌شوند و محتویات خود را با روش برون‌رانی آزاد می‌کنند. بدین ترتیب، ناقلین عصبی وارد فضای سیناپسی می‌شوند.

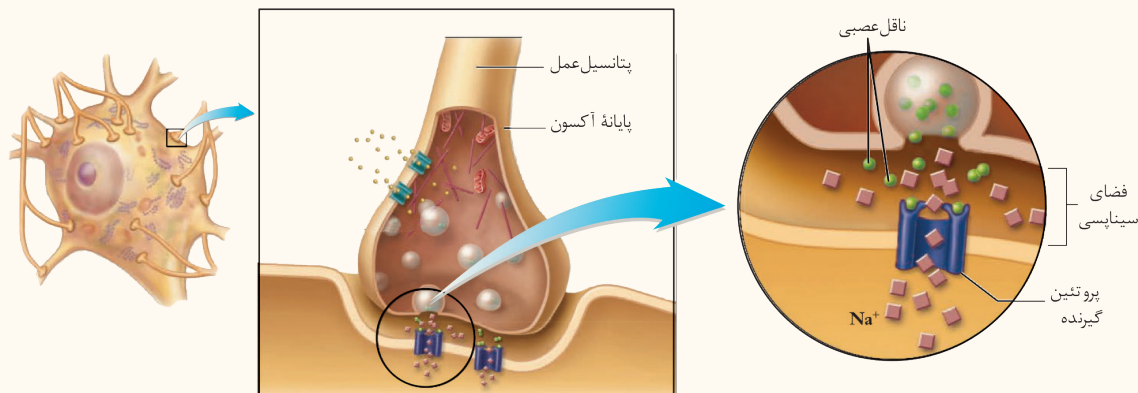
آنچه گذشت [گفتار ۱- فصل ۲ دهم] برون‌رانی (اگزوسیتوز)، فرایند خروج ذره‌های بزرگ از یاخته است. این فرایند، با تشکیل کیسه‌های غشایی همراه است و به انرژی ATP نیاز دارد.



۲- **حرکت ناقل عصبی در فضای سیناپسی:** ناقل عصبی، به دلیل انرژی جنبشی خود، در فضای سیناپسی منتشر می‌شود تا به غشای یاختهٔ پس‌سیناپسی برسد.

۳- **اتصال به گیرنده:** ناقل عصبی پس از رسیدن به غشای یاختهٔ پس‌سیناپسی، به پروتئینی به نام گیرنده متصل می‌شود. پروتئین گیرنده، در واقع نوعی کانال دریچه‌دار وابسته به مواد شیمیایی است. پس از اتصال ناقل عصبی به گیرنده، دریچهٔ کانال باز می‌شود.

۴- تغییر نفوذپذیری غشا: در اثر اتصال ناقل عصبی به گیرنده و باز شدن دریچه کانال، نفوذپذیری غشای یاختهٔ پس‌سیناپسی نسبت به یون‌ها تغییر می‌کند. در نتیجه، پتانسیل الکتریکی یاختهٔ پس‌سیناپسی نیز تغییر می‌کند. این تغییر ممکن است در جهت تحریک فعالیت یاختهٔ پس‌سیناپسی یا مهار آن باشد.



۵- تخلیهٔ ناقل‌های عصبی باقی‌مانده: پس از آنکه ناقل عصبی بر روی یاختهٔ پس‌سیناپسی تأثیر گذاشت، ناقل‌های باقی‌مانده باید از فضای سیناپسی تخلیه شوند. دو دلیل برای تخلیهٔ ناقل‌های عصبی از فضای سیناپسی وجود دارد:

- ۱- جلوگیری از انتقال بیش از حد پیام: مثلاً اگر یاخته ماهیچه‌ای بیش از حد تحریک شود، به شدت منقبض می‌شود و منجر به گرفتگی عضلات می‌شود.
 - ۲- امکان انتقال پیام‌های عصبی جدید: مثلاً ممکن است پس از تحریک یاختهٔ ماهیچه‌ای و انقباض آن، لازم باشد که انقباض یاختهٔ ماهیچه‌ای متوقف شود. لذا لازم است که ناقل‌های تحریک‌کنندهٔ ماهیچه از سیناپس جمع‌آوری شده باشند تا ناقل‌های مهاری بتوانند تأثیر خود را اعمال کنند.
- برای تخلیهٔ ناقل‌های عصبی از فضای سیناپسی، دو راه وجود دارد: ۱- ناقل عصبی توسط یاختهٔ پیش‌سیناپسی جذب شود و یا ۲- آنزیم‌های خاصی که از یاخته‌ها ترشح می‌شوند، ناقل عصبی را تجزیه کنند.

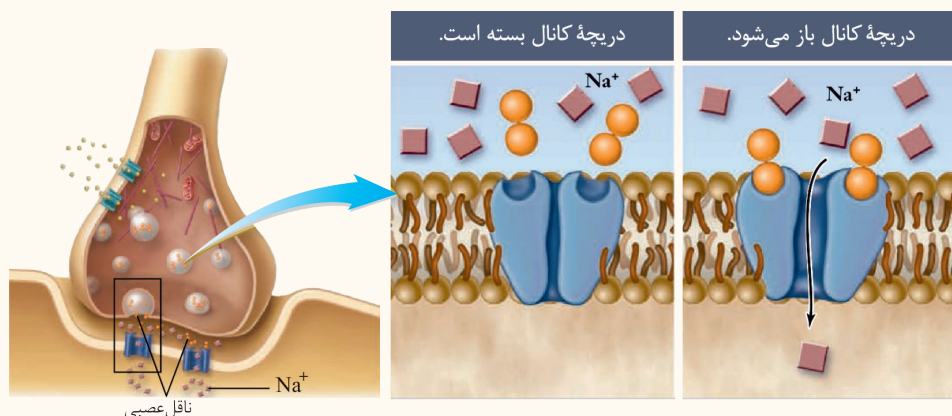
نکته تغییر در میزان طبیعی ناقل‌های عصبی، به بیماری و اختلال در کار دستگاه عصبی منجر می‌شود.

□ مثالی از تحریک یاختهٔ پس‌سیناپسی توسط نورون پیش‌سیناپسی

گفتیم که گیرندهٔ ناقل عصبی، در واقع نوعی کانال دریچه‌دار وابسته به مواد شیمیایی است. وقتی که ناقل عصبی به گیرنده متصل می‌شود، دریچهٔ کانال باز می‌شود و نفوذپذیری غشا نسبت به یون‌ها تغییر می‌کند.

مثلاً، اگر ناقل عصبی تحریکی باشد، دریچهٔ کانال‌های سدیمی باز می‌شود. در اثر باز شدن دریچه‌های سدیمی، یون‌های سدیم وارد یاخته می‌شوند و پتانسیل درون یاخته، مثبت‌تر می‌شود؛ در واقع، در اثر باز شدن کانال‌های دریچه‌دار سدیمی، پتانسیل عمل ایجاد می‌شود. بدین ترتیب، یاختهٔ پس‌سیناپسی تحریک می‌شود و پیام عصبی می‌تواند در طول نورون، هدایت شود.

این چیزی که الان می‌خوانیم بگم، یکم خارج از کتابه و نیازی نیست بلد باشیم اما بد نیست پروتئین که در سیناپس مهاری، پتانسیل درون یافته منفی تر میشه و در سیناپس تحریکی، پتانسیل درون یافته، مثبت‌تر. تحریکی رو که توضیح داریم اما رابع به مهاری؛ وقتی که پتانسیل درون یافته منفی تر بشه، سخت‌تر می‌تونه به پتانسیل‌های مثبت برسه و بنابراین، احتمال ایبار پتانسیل عمل دافش کم‌تر میشه. اینپوریه که یافتهٔ پس‌سیناپسی مهاری میشه.



نکته همان‌طور که در شکل می‌بینید، در پایانهٔ آکسون، تعداد زیادی میتوکندری وجود دارد. دلیل وجود تعداد زیاد میتوکندری، تأمین انرژی لازم برای برون‌رانی کیسه‌های حاوی ناقل عصبی است.

نکته همان‌طور که قبلاً نیز گفتیم، پایانهٔ آکسون، بخش برجسته‌ای در انتهای آکسون است.

نست‌های گفئار ۱

یاخته‌های بافت عصبی

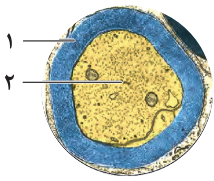
ب‌الافره رسیریم به اولین تست‌های فصل (۱). طبیعتاً قبل از اینکه بتونیم با سافتار دستگاه عصبی آشنا بشیم، بایر یافته‌های عصبی رو بشناسیم.

۱- وجه مشترک همهٔ یاخته‌های بافت اصلی سازندهٔ مغز انسان، در این است که

- (۱) تحریک‌پذیر هستند و پیام عصبی تولید می‌کنند.
 (۲) رشته‌های متصل به محل قرار گرفتن هسته دارند.
 (۳) غشایی با نفوذپذیری انتخابی نسبت به یون‌ها دارند.
 (۴) انشعابات متعددی در دو انتهای خود دارند.

۲- چند مورد، عبارت زیر را به‌درستی کامل می‌کند؟

- «شکل زیر، مقطعی عرضی از یک رشتهٔ عصبی را نشان می‌دهد. یاختهٔ «۱» یاختهٔ «۲»،»
 (الف) برخلاف - نوعی یاختهٔ سازندهٔ بافت عصبی محسوب نمی‌شود.
 (ب) همانند - محلی برای قرارگیری هسته و انجام سوخت‌وساز دارد.
 (ج) همانند - پس از تحریک، توانایی تولید، هدایت و انتقال پیام را دارد.
 (د) برخلاف - ممکن است در خارج از دستگاه عصبی مرکزی نیز مشاهده شود.



- ۱ (۱) ۲ (۲) ۳ (۳) ۴ (۴)

۳- هر بخشی از یک یاختهٔ عصبی رابط در نخاع،

- (۱) پیام عصبی را تا انتهای برجستهٔ خود هدایت می‌کند.
 (۲) می‌تواند پیام عصبی را دریافت و هدایت کند.
 (۳) محل اصلی انجام سوخت‌وساز یاخته محسوب می‌شود.
 (۴) مستقیماً پیام عصبی را به یاختهٔ دیگر منتقل می‌کند.

ب‌یکم با سافتار کلی یافته‌های عصبی آشنا شدیم. بعداً بیشتر هم با سافتار یافته‌های عصبی آشنا می‌شیم. اما قبل از اون، نوبت یافته‌های پشتیبان هست.

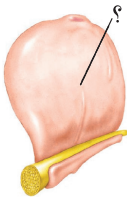
۴- چند مورد، دربارهٔ یاخته‌هایی از بافت عصبی صحیح است که نمی‌توانند به‌طور ناگهانی، اختلاف پتانسیل دو سوی غشای خود را تغییر دهند؟

- (الف) بعضی از آن‌ها، مقدار طبیعی یون‌ها در مایع میانی بافت عصبی را تنظیم می‌کنند.
 (ب) بر فعالیت رشته‌های عصبی فاقد‌گرهٔ رانویه تأثیری ندارند.
 (ج) تعداد آن‌ها، چند برابر سایر یاخته‌های بافت عصبی است.
 (د) همهٔ آن‌ها، توانایی پیچیدن به دور رشتهٔ عصبی را دارند.

- ۱ (۱) ۲ (۲) ۳ (۳) ۴ (۴)

۵- کدام عبارت، دربارهٔ بخش مشخص شده در شکل مقابل، درست است؟

- (۱) جسم یاخته‌ای برخلاف آن، محلی برای قرارگیری هسته دارد.
 (۲) همانند آکسون، برای فعالیت هر یاختهٔ عصبی مغز و نخاع لازم است.
 (۳) برخلاف یاختهٔ داربست‌ساز بافت عصبی، در بیماری MS آسیب می‌بیند.
 (۴) همانند یاختهٔ عصبی رابط، در خارج از دستگاه عصبی مرکزی نیز مشاهده می‌شوند.



در ادامه، می‌فوییم انواع یافته‌های عصبی رو بررسی کنیم. دقت داشته باشید که سؤالات این بخش خیلی مهم هستند. چون به‌شدت با مباحث قبلی و بعدی

این فصل ترکیب می‌شن و تقریباً توی اکثر سؤالات این فصل در کنگور، نکته‌ای از این قسمت هم وجود داره.

۶- در نوعی یاختهٔ عصبی که پیام را از گیرنده‌های حسی به سوی بخش مرکزی دستگاه عصبی می‌آورد، نوعی یاختهٔ عصبی که پیام را

فعالیت کتاب درسی

از بخش مرکزی دستگاه عصبی به سوی اندام‌ها می‌برد،

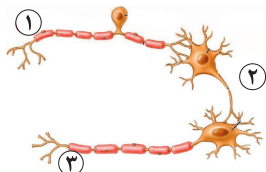
- (۱) برخلاف - محل قرارگیری هسته، درون دستگاه عصبی مرکزی مشاهده می‌شود.
 (۲) همانند - طول رشتهٔ نزدیک‌کنندهٔ پیام به جسم یاخته‌ای، بیشتر از رشتهٔ دیگر است.
 (۳) برخلاف - از محل پایانهٔ آکسون، پیام عصبی فقط به یاختهٔ عصبی منتقل می‌شود.
 (۴) همانند - در اطراف دندریت‌ها، پوشش ایجادشده توسط یاخته‌های پشتیبان وجود دارد.

این سؤال و سؤال بعدی قبلی مهمان! چون تقریباً به مرور کاملی روی نکات این قسمت داره! هتماً پاسفنامه تشریحی این دو سؤال رو قبلی دقیق بفونین.

۷- در یاخته عصبی حسی، نوعی رشته که به جسم یاخته‌ای متصل است و برخلاف رشته‌ای از یاخته عصبی حرکتی که غلاف میلین ندارد، قطعاً فعالیت کتاب درسی

- ۱) پیام عصبی را از جسم یاخته‌ای دور می‌کند - می‌تواند پیام عصبی را به یاخته دیگری منتقل کند.
- ۲) در انتهای خود، تعداد زیادی میتوکندری دارد - پیام عصبی را به جسم یاخته عصبی نزدیک می‌کند.
- ۳) می‌تواند پیام را به یاخته عصبی انتقال دهد - تحت تأثیر فعالیت یاخته‌های پشتیبان بافت عصبی قرار می‌گیرد.
- ۴) حداقل در بخشی از خود، عایق‌بندی نشده است - می‌تواند تحت شرایطی، پتانسیل داخل غشا را مثبت‌تر از بیرون آن کند.

فعالیت کتاب درسی



فعالیت کتاب درسی

۸- با توجه به شکل مقابل، می‌توان گفت که یاخته عصبی فعالیت کتاب درسی

- ۱) «۱» و «۳»، می‌توانند پیام‌های عصبی را از اندام‌های حسی دور کنند.
- ۲) «۲» برخلاف «۱»، می‌تواند درون دستگاه عصبی مرکزی، پیام را منتقل کند.
- ۳) «۳» همانند «۲»، حالت آرامش خود را با کمک انواعی از پروتئین‌ها حفظ می‌کند.
- ۴) «۱» برخلاف «۲»، در انعکاس نخاعی عقب کشیدن دست هنگام برخورد با جسم داغ نقش دارد.

۹- در نوعی یاخته عصبی که پیام را بخش مرکزی دستگاه عصبی می‌کند، فعالیت کتاب درسی

- ۱) از - دور - هر رشته یاخته عصبی، توسط یاخته پشتیبان عایق‌بندی می‌شود.
- ۲) درون - منتقل - فقط رشته‌های منشعب و کوتاه، پیام را دریافت می‌کنند.
- ۳) به - نزدیک - غشای جسم یاخته‌ای، بخشی از گره رانویه محسوب می‌شود.
- ۴) به - نزدیک - محل اصلی انجام سوخت‌وساز، بین دو رشته میلین‌دار قرار دارد.

لطفاً به تفاوت صورت این سؤال و سؤال قبلی دقت کنین!

فعالیت کتاب درسی

۱۰- چند مورد، برای تکمیل صحیح عبارت زیر مناسب نیست؟

«در یاخته عصبی رشته دورکننده پیام از جسم یاخته‌ای، و رشته نزدیک‌کننده پیام به جسم یاخته‌ای است.»

الف) حرکتی - طولی - فاقد غلاف میلین	ب) حسی - واجد گره رانویه - طولی و میلین‌دار
ج) حرکتی - دارای غلاف میلین - کوتاه و انشعاب‌دار	د) رابط - طولی و عایق‌بندی شده - دارای انشعابات زیاد
۱) ۱	۳) ۳
۲) ۲	۴) ۴

صورت سؤال بعدی و بعرض بررسی گزینه‌ها، یکم نیاز به دقت داره. لطفاً با دقت سؤال و پاسخ رو بفونین تا فوب متوجه بشین.

۱۱- در مقطع عرضی بخشی از نوعی یاخته عصبی، ضخامت رشته متصل به جسم یاخته‌ای، کم‌تر از کل ضخامت قابل مشاهده است. این یاخته عصبی، نمی‌تواند فعالیت کتاب درسی

- ۱) در خارج از بخش مرکزی دستگاه عصبی، فعالیت کند.
- ۲) آکسونی طولی‌تر از دندریت داشته باشد.
- ۳) ارتباط لازم بین انواع یاخته‌های عصبی را فراهم کند.
- ۴) انشعابات در هر دو نوع رشته خود داشته باشد.

همیشه برای جواب دادن به یک سؤال، نیاز نیست همه چیز رو بفونین!

فعالیت کتاب درسی

۱۲- در بافت عصبی بزرگترین لوب مخ انسان، هر یاخته‌ای که توسط فعالیت کتاب درسی

- ۱) یاخته عصبی رابط تحریک می‌شود، پیام عصبی را به مغز وارد می‌کند.
- ۲) داربستی در محل خود مستقر می‌شود، توسط نوعی نوروگلیا پوشانده می‌شود.
- ۳) نوعی یاخته غیرعصبی محافظت می‌شود، به تنهایی مقدار طبیعی یون‌های اطراف خود را حفظ می‌کند.
- ۴) آکسون بدون میلین خود، هدایت پیام را انجام می‌دهد، پیام را به یاخته عصبی حرکتی منتقل می‌کند.

دیگه همه چیز رو رابع به بافت عصبی گفتیم! به سری نکات ریز دیگه هم مونه که ممکنه از زیر دستمون در رفته باشه که توی سؤال بعدی بررسیشون می‌کنیم.

۱۳- کدام عبارت، درباره بافت عصبی، به‌طور صحیحی بیان شده است؟

- ۱) بلندترین رشته هر یاخته عصبی نخاع، توسط یاخته‌های پشتیبان عایق‌بندی می‌شود.
- ۲) وجه تمایز و تقسیم‌بندی یاخته‌های عصبی حسی و رابط، ساختار ظاهری آن‌ها هست.
- ۳) انواع گوناگونی از یاخته‌های عصبی و غیرعصبی با وظایف مختلف در بافت عصبی دیده می‌شوند.
- ۴) حداقل بخشی از آکسون بعضی از انواع یاخته‌های عصبی، در دستگاه عصبی مرکزی مشاهده می‌شود.

تا همین پند سال قبل، از بخش اول این فصل سوالی در کنگور نمی‌یومد. اما پدیداً توفه طراها به این بخش بیشتر شده و حتی در سوالات بقیه قسمت‌های فصل هم از نکات این قسمت استفاده می‌کنن.

۱۴- با در نظر گرفتن فرایند انعکاس عقب کشیدن دست هنگام برخورد با جسم داغ، چند مورد، دربارهٔ یاخته‌های عصبی رابطی که فقط در مادهٔ خاکستری نخاع یافت می‌شوند، درست است؟

داخل ۹۴

(الف) دارای دارینه‌های طویل هستند.

(ب) تنها با یاخته‌های عصبی حرکتی ارتباط دارند.

(ج) توسط یاخته‌های پشتیبان پوشش‌دار می‌شوند.

(د) در جابه‌جایی یون‌ها در دوسوی غشای بعضی یاخته‌های عصبی نقش دارند.

۱ (۱) ۲ (۲) ۳ (۳) ۴ (۴)

۱۵- در فرایند انعکاس عقب کشیدن دست هنگام برخورد با جسم داغ، کدام ویژگی در مورد هر یاختهٔ عصبی رابط موجود در بخش خاکستری نخاع، درست است؟

خارج ۹۴ با تغییر

(۱) محلی برای قرارگیری هسته و انجام سوخت‌وساز دارد.

(۲) در عصب نخاعی یافت می‌شود.

(۳) دارای دارینه‌های بسیار طویل و میلین‌دار است.

(۴) فقط با یاخته‌های عصبی حسی در ارتباط است.

تولید پیام عصبی

رسیریم به بخش اصلی فصل اول. بیشتر سوالات کنگور، از همین بخش مطرح می‌شن. این قسمت، مفهومی‌ترین قسمت فصل هم هست و باید با دقت بیشتری تست‌ها رو بررسی کنین.

۱۶- چند مورد، عبارت زیر را به‌طور نادرستی تکمیل می‌کند؟

«وقتی یاختهٔ عصبی حسی فعالیت عصبی ندارد، یکسان است.»

(الف) مقدار کل یون‌های مثبت در دو سوی غشا

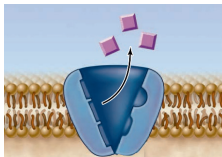
(ب) نفوذپذیری غشا نسبت به یون‌های سدیم و پتاسیم

(ج) تعداد یون‌های سدیم و پتاسیم جابه‌جا شده توسط پمپ

(د) مقدار یون‌های سدیم در بیرون غشای یاخته و داخل آن

۱ (۱) ۲ (۲) ۳ (۳) ۴ (۴)

۱۷- شکل زیر، بخشی از فعالیت نوعی پروتئین غشای یاختهٔ عصبی را نشان می‌دهد. بلافاصله پس از این بخش،



(۱) یون‌های پتاسیم می‌توانند از یاخته خارج شوند.

(۲) مقدار بارهای مثبت درون یاختهٔ عصبی کاهش می‌یابد.

(۳) ATP تجزیه می‌شود و انرژی آن در دسترس پروتئین قرار می‌گیرد.

(۴) جایگاه‌های ویژهٔ آزادشده در پروتئین، توسط یون دیگری اشغال می‌شود.

۱۸- کدام عبارت، وضعیت پروتئین‌های غشای یاختهٔ عصبی رابط را زمانی که اختلاف پتانسیلی در حدود ۷۰- میلی‌ولت در دو سوی غشا وجود دارد، به‌طور درستی بیان می‌کند؟

فعالیت کتاب درسی

(۱) همهٔ کانال‌هایی که پتاسیم از طریق آن‌ها از یاخته خارج می‌شود، بسته هستند.

(۲) عبور دوطرفهٔ یون‌ها از عرض غشا، با فعالیت انواعی از پروتئین‌های غشایی ممکن می‌شود.

(۳) هر پروتئین، فقط یک نوع یون دارای بار مثبت را در عرض غشای یاخته جابه‌جا می‌کند.

(۴) جابه‌جایی یون‌ها توسط پروتئین‌های غشایی، فقط بدون مصرف انرژی زیستی انجام می‌شود.

۱۹- در شکل مقابل، نوعی پروتئین غشایی نشان داده شده است که منفذی برای خروج یون‌ها از یاخته دارد. کدام عبارت، دربارهٔ این نوع پروتئین غشایی، صحیح است؟

فعالیت کتاب درسی

(۱) به‌طور اختصاصی برای خروج یون پتاسیم از یاختهٔ عصبی عمل می‌کند.

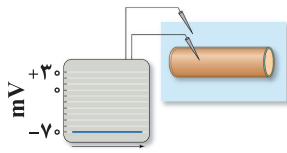
(۲) برای جابه‌جایی یون‌ها در عرض غشا، غلظت P_i در میان یاخته را افزایش می‌دهد.

(۳) فقط پس از مثبت‌تر شدن پتانسیل درون غشا، یون‌ها از طریق آن خارج می‌شوند.

(۴) فقط زمانی یون‌ها از طریق آن منتشر می‌شوند که اختلاف پتانسیل ۷۰- میلی‌ولت بین دو سوی غشا برقرار باشد.



۲۰- شکل زیر، اندازه‌گیری پتانسیل غشای آکسون یک یاخته عصبی را نشان می‌دهد. در زمان ثبت این پتانسیل الکتریکی، مقدار



(۱) یون‌های سدیم و پتاسیم در بیرون از یاخته عصبی، بیشتر از درون آن است.

(۲) یون‌های پتاسیم خارج شده از طریق کانال‌های سدیمی بیشتر از یون سدیم است.

(۳) یون‌های سدیم جابه‌جا شده توسط پروتئین انرژی‌خواه بیشتر از یون پتاسیم است.

(۴) بارهای منفی موجود در سطح خارجی غشای یاخته، بیشتر از سطح داخلی آن است.

۲۱- چند مورد، درباره ویژگی‌های پمپ سدیم - پتاسیم غشای یاخته عصبی صادق است؟

(الف) جایگاه اتصال یون‌های سدیم و پتاسیم یکسان است.

(ب) برای فعالیت خود، ATP را به ADP و P_i تبدیل می‌کند.

(ج) پس از آزاد شدن انرژی، شکل سه‌بعدی پروتئین تغییر می‌کند.


(د) فعالیت آن در پایان پتانسیل عمل، پتانسیل غشا را به حالت آرامش بر می‌گرداند.

۴ (۴)

۳ (۳)

۲ (۲)

۱ (۱)

 آله میکرو زیست‌شناسی دهم رو فونده باشین، یادتون هست که برای نوار قلب، ما اول کل نقاط الکتروکاردیوگرام رو بدون نمودار نوار قلب بررسی کردیم و بعد از اون، تک تک نقاط رو روی شکل هم بررسی کردیم. می‌فوایم همین کار رو برای پتانسیل عمل هم انجام بدیم.

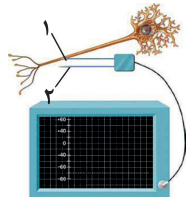
۲۲- با توجه به شکل روبه‌رو، وقتی که در مجاورت بخش می‌باشد،

(۱) مقدار یون‌های پتاسیم - «۲»، به شدت در حال افزایش - پتانسیل درون غشا مثبت‌تر می‌شود.

(۲) مقدار بارهای مثبت - «۱»، در بیشترین مقدار خود - کانال‌های دریچه‌دار سدیمی باز می‌شوند.

(۳) پتانسیل الکتریکی - «۲»، نسبت به بخش «۱»، منفی‌تر - غشای یاخته عصبی تحریک شده است.

(۴) تعداد کانال‌های دریچه‌دار پتاسیمی باز - «۱»، در حال کاهش - ورود سدیم به درون یاخته غیرممکن است.



۲۳- هر زمان که بین دو سوی غشای یاخته عصبی حرکتی، اختلاف پتانسیل وجود قطعاً

(۱) ندارد - یون‌ها از نوعی کانال دریچه‌دار غشا عبور می‌کنند.

(۲) دارد - مقدار یون‌های سدیم در دو سوی غشا برابر است.

(۳) دارد - کانال‌های دریچه‌دار سدیمی یا پتاسیمی باز هستند.

(۴) دارد - درون غشا نسبت به بیرون آن، مثبت‌تر است.

۲۴- هنگام فعالیت عصبی یاخته عصبی ماهیچه سه سر بازو، زمانی که اختلاف پتانسیل غشا از میلی‌ولت به صفر نزدیک می‌شود،

برخلاف حالت برعکس آن،

(۱) $+20$ - مقدار یون‌های مثبت در بیرون یاخته بیشتر است.

(۲) -70 - دریچه نوعی کانال غشایی باز است.

(۳) $+30$ - نفوذپذیری غشا نسبت به یون پتاسیم افزایش می‌یابد.

(۴) -30 - انتشار تسهیل‌شده یون‌های سدیم مشاهده می‌شود.

۲۵- پس از تحریک یاخته عصبی حسی نوک انگشتان، زمانی که در محل تحریک تعداد کانال‌های فعال در حال است، قطعاً

(۱) سدیمی - افزایش - اختلاف مقدار بارهای مثبت در دو سوی غشا افزایش می‌یابد.

(۲) سدیمی - کاهش - بلافاصله، شیب غلظت یون‌های سدیم، دوباره به حالت آرامش باز می‌گردد.

(۳) پتاسیمی - کاهش - مقدار پتانسیل درون غشا نسبت به بیرون آن، کم‌تر از 70 میلی‌ولت، منفی می‌باشد.

(۴) پتاسیمی - افزایش - بلافاصله، انتشار تسهیل‌شده یون‌های پتاسیم، پتانسیل غشا را به حالت آرامش بر می‌گرداند.

فعالیت کتاب درسی

۲۶- در یک یاخته عصبی رابط، هر زمان که

(۱) کانال‌های دریچه‌دار پتاسیمی باز هستند، همه کانال‌های سدیمی بسته می‌باشند.

(۲) اختلاف پتانسیلی بین دو سوی غشا وجود ندارد، کانال‌های دریچه‌دار پتاسیمی باز هستند.

(۳) یون سدیم از طریق کانال‌های دریچه‌دار از غشا عبور می‌کند، یون پتاسیم به یاخته وارد نمی‌شود.

(۴) کانال‌های دریچه‌دار سدیمی در نقطه مجاور محل تحریک اولیه باز می‌شوند، کانال‌های دریچه‌دار سدیمی محل تحریک بسته هستند.

۲۷- هنگامی که نفوذپذیری غشا نسبت به یون پتاسیم، بیشترین اختلاف را با نفوذپذیری نسبت به یون سدیم دارد، قطعاً

(۱) اختلاف پتانسیل بین دو سوی غشا، مقداری منفی است.

(۲) اختلاف مقدار بارهای مثبت بین دو سوی غشا، از حداکثر به حداقل تغییر می‌یابد.

(۳) عبور یون‌ها در جهت شیب غلظت از هر پروتئین غشایی، باعث کاهش اختلاف پتانسیل می‌شود.

(۴) کانال‌های پروتئینی ویژه‌ای در غشای یاخته، شیب غلظت نوعی یون مثبت در دو سوی غشا را تغییر می‌دهند.

۲۸- هنگامی که مقدار یون سدیم و پتاسیم درون یاخته عصبی، بیشترین اختلاف را با حالت آرامش دارد،

- (۱) اختلاف پتانسیل بیرون یاخته با درون یاخته، برابر با زمانی است که تمامی کانال‌های دریچه‌دار بسته هستند.
- (۲) فعالیت انوعی از پروتئین‌های غشایی، شیب غلظت یون‌ها در دو سوی غشا را به حالت آرامش بر می‌گرداند.
- (۳) ابتدا کانال‌های دریچه‌دار پتاسیمی بسته می‌شوند و سپس فعالیت پمپ سدیم - پتاسیم افزایش می‌یابد.
- (۴) یون‌های سدیم می‌توانند در جهت شیب غلظت و بدون مصرف ATP از یاخته عصبی خارج شوند.

۲۹- در بخشی نمودار پتانسیل عمل یک یاخته عصبی حسی، هیچ‌گاه رخ نمی‌دهد.

- (۱) صعودی - خروج پتاسیم از درون یاخته عصبی
 - (۲) پایین‌روی - ورود یون سدیم به سیتوپلاسم یاخته عصبی
 - (۳) بالاروی - بسته‌شدن کانال‌های دریچه‌دار پتاسیمی
 - (۴) نزولی - خروج سدیم از یاخته با مصرف انرژی زیستی
- ۳۰- کدام عبارت، درباره تغییر وضعیت یاخته عصبی حسی در پوست، پس از برخورد جسم داغ به انگشتان دست، درست نیست؟

- (۱) پتانسیل عمل به‌طور نقطه‌به‌نقطه در طول رشته‌های عصبی یاخته عصبی هدایت می‌شود.
- (۲) در مدتی کوتاه و به‌طور ناگهانی، اختلاف پتانسیل دو سوی غشا در محل تحریک تغییر می‌کند.
- (۳) مصرف ATP توسط پمپ سدیم - پتاسیم، نقشی در برگشت پتانسیل غشا به حالت آرامش ندارد.
- (۴) همزمان با بسته‌شدن کانال‌های دریچه‌دار پتاسیمی، شیب غلظت یون‌ها در دو سوی غشا با حالت آرامش تفاوت دارد.

📌 دو تا سؤال بصری، به نکته مهم دارن و دقت زیادی می‌خوان.

۳۱- زمانی که اختلاف پتانسیل بین دو سوی غشای یک یاخته عصبی میلی‌ولت است، قطعاً

- (۱) $+10$ - جابه‌جایی غیرفعال یون‌ها در عرض غشا، فقط با عبور از کانال‌های دریچه‌دار ممکن است.
- (۲) $+20$ - غلظت یون پتاسیم بیرون یاخته عصبی، کم‌تر از غلظت یون پتاسیم درون آن است.
- (۳) -70 - شیب غلظت یون‌ها توسط پمپ سدیم - پتاسیم، به حالت آرامش بر می‌گردد.
- (۴) $+30$ - تمامی کانال‌های دریچه‌دار مؤثر در تغییر پتانسیل غشا، بسته می‌شوند.

📌 آکه سؤال قبلی رو حل کردین، حالا دقت کنین و ببینین که این سؤال، چه تفاوتی با سؤال قبلی داره.

۳۲- در یاخته عصبی رابط ماده خاکستری نخاع، پس از اتصال ناقل عصبی به گیرنده‌های غشایی دندربیت، زمانی که بین دو سوی غشای یاخته، واحد اختلاف پتانسیل وجود دارد، قطعاً هستند.

- (۱) 30 - همه کانال‌های دریچه‌دار غشا بسته
- (۲) 20 - کانال‌های دریچه‌دار سدیمی در حال بسته‌شدن
- (۳) 70 - یون‌های پتاسیم نسبت به سدیم، دارای نفوذپذیری بیشتر
- (۴) صفر - پمپ‌های سدیم - پتاسیم از تجزیه ATP ناتوان

۳۳- هنگام ثبت اختلاف پتانسیل الکتریکی دو سوی غشای یاخته عصبی، زمانی که ماده‌ای مانع از فعالیت کانال‌های دریچه‌دار پتاسیمی شود، غیرممکن می‌شود.

- (۱) پس از افزایش شدید مقدار بار مثبت درون یاخته - بازگشت پتانسیل غشا به حالت آرامش
- (۲) پس از فعالیت کانال‌های دریچه‌دار سدیمی - مصرف ATP توسط پمپ سدیم - پتاسیم
- (۳) پس از بسته‌شدن کانال‌های دریچه‌دار سدیمی - خروج یون پتاسیم از یاخته عصبی
- (۴) پس از برقراری پتانسیل آرامش در یاخته - تغییر ناگهانی پتانسیل دو سوی غشا

۳۴- پس از تحریک غشای نوعی یاخته عصبی حسی در پوست، زمانی که اختلاف پتانسیل غشا از 70 - میلی‌ولت تا 30 + میلی‌ولت تغییر می‌کند،

- (۱) برای لحظه‌ای، عدم توازن بین بارهای الکتریکی در دو سوی غشا از بین می‌رود.
- (۲) یون‌های پتاسیم، با عبور از کانال‌های دریچه‌دار، از یاخته عصبی خارج می‌شوند.
- (۳) ابتدا، تغییر فعالیت کانال‌های دریچه‌دار، منجر به کاهش ورود سدیم به یاخته می‌شود.
- (۴) فعالیت پمپ سدیم - پتاسیم، باعث حفظ شیب غلظت اولیه یون‌ها بین دو سوی غشا می‌شود.

۳۵- چند مورد، عبارت زیر را به‌طور صحیحی تکمیل می‌کند؟

- «در بخش مرکزی دستگاه عصبی، مدت کوتاهی پس از غشای یاخته عصبی رابط،»
- (الف) تحریک نقطه‌ای از - اختلاف پتانسیل دو سوی غشا تغییر می‌کند.
 - (ب) عبور Na^+ از کانال‌های دریچه‌دار - کانال‌های دریچه‌دار پتاسیمی باز می‌شوند.
 - (ج) باز شدن دریچه کانال‌های پتاسیمی در - پتانسیل غشا به حالت آرامش بر می‌گردد.
 - (د) بسته‌شدن کانال‌های دریچه‌دار پتاسیمی - شیب غلظت یون‌ها به حالت آرامش باز می‌گردد.

۳۶- در یک یاخته عصبی مخچه، زمانی که اختلاف پتانسیل دو سوی غشا $+30$ میلی‌ولت می‌شود، بلافاصله
 (۱) تمامی کانال‌های دریچه‌دار یاخته برای مدتی بسته می‌شوند.
 (۲) حداکثر اختلاف شیب غلظت یون‌ها با حالت آرامش ایجاد می‌شود.
 (۳) بیشترین میزان نفوذپذیری غشا نسبت به یون سدیم مشاهده می‌شود.
 (۴) دریچه بعضی از کانال‌های غشایی به سمت داخل یاخته حرکت می‌کند.

🏠 قبل‌نا توبه به پتانسیل عمل خیلی بیشتر بود. اما به هند سالیه که توبه به این مبدئ کم‌تر شده و بیشتر نکاتش به صورت ترکیبی در سایر قسمت‌ها مطرح میشن. اما به هر حال، مطمئن باشید باز هم توبه‌ها برمی‌گرده سمت پتانسیل عمل.

۳۷- با فرض این که در انسان، تراکم یون پتاسیم داخل یاخته عصبی، شدیداً کاهش یافته و یون سدیم، درون یاخته انباشته گردد، در برقراری شیب غلظت حالت آرامش، اثر سوء دارد.

داخل ۸۷ با تغییر

- (۱) فعالیت پمپ سدیم - پتاسیم
 (۲) باز شدن کانال‌های دریچه‌دار پتاسیمی
 (۳) بسته‌شدن کانال‌های دریچه‌دار سدیمی
 (۴) فعالیت پروتئین‌های آبکافت‌کننده ATP در غشا

خارج ۸۷ با تغییر

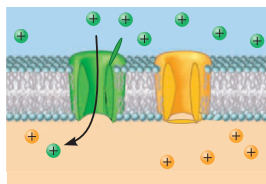
- ۳۸- برای رسیدن پتانسیل غشای یاخته عصبی حسی از $+30$ میلی‌ولت به صفر، می‌شوند.
 (۱) فقط کانال‌های دریچه‌دار پتاسیمی، باز
 (۲) فقط کانال‌های دریچه‌دار سدیمی، باز
 (۳) مولکول‌های ATP توسط پمپ‌های سدیم - پتاسیم، مصرف
 (۴) کانال‌های دریچه‌دار سدیمی و پتاسیمی، هر دو باز

داخل ۹۲ با تغییر

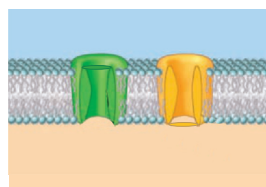
- ۳۹- کدام عبارت، در مورد پتانسیل عمل ایجاد شده در غشای یک یاخته عصبی حسی، صحیح است؟
 (۱) در ابتدای پتانسیل عمل، کانال‌های دریچه‌دار پتاسیمی باز می‌شوند.
 (۲) بعد از پایان پتانسیل عمل، تراکم پتاسیم داخل یاخته شدیداً کاهش خواهد یافت.
 (۳) با نزدیک شدن پتانسیل عمل از صفر به $+30$ میلی‌ولت، کانال‌های دریچه‌دار پتاسیمی بسته می‌شوند.
 (۴) در پی بسته‌شدن کانال‌های دریچه‌دار سدیمی، پتانسیل درون یاخته نسبت به خارج منفی خواهد شد.

🏠 فب رسیدیم به سؤالات شکل‌دار پتانسیل عمل. لطفاً فقط وقتی این بخش رو بخونین که تست‌های قسمت قبل رو بررسی کرده باشین. ما تا الان، کل نکات پتانسیل عمل رو گفتیم و به‌یورایی بررسی این بخش، مرور و جمع‌بندی نکات پتانسیل عمل هست. به همین خاطر، همه نکات با بیان‌های مختلفی ذکر شدن، تا به جمع‌بندی کامل و عالی روی پتانسیل عمل داشته باشیم.

فعالیت کتاب درسی



فعالیت کتاب درسی



۴ (۴)

۳ (۳)

۲ (۲)

۱ (۱)

۴۰- شکل مقابل، وضعیت کانال‌های غشای رشته عصبی را نشان می‌دهد.

- (۱) همزمان با باز شدن کانال‌های دریچه‌دار سدیمی در نقطه بعدی رشته عصبی
 (۲) هنگام وجود اختلاف پتانسیل بین دو سوی غشا و عدم فعالیت عصبی یاخته
 (۳) هنگام بازگشت پتانسیل غشا به حالت آرامش و منفی‌تر شدن پتانسیل درون
 (۴) پس از تحریک غشای یاخته عصبی و همزمان با تغییر ناگهانی پتانسیل غشا

۴۱- چند مورد، عبارت زیر را به‌طور صحیحی تکمیل می‌کند؟

«در یک یاخته عصبی، وضعیت کانال‌های غشایی می‌تواند مطابق شکل مقابل باشد.»

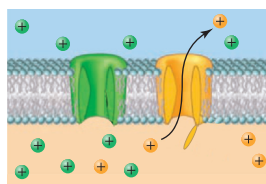
(الف) پس از برگشت پتانسیل غشا به حالت آرامش

(ب) وقتی که فعالیت عصبی در یاخته مشاهده نمی‌شود

(ج) بلافاصله پس از بسته‌شدن کانال‌های دریچه‌دار پتاسیمی

(د) زمانی که شیب غلظت یون‌های Na^+ مشابه حالت آرامش نیست

فعالیت کتاب درسی



۴۲- زمانی که وضعیت کانال‌های غشای رشته عصبی مطابق شکل روبه‌رو باشد،
 (۱) عبور یون‌های سدیم از عرض غشای یاخته، فقط با مصرف انرژی زیستی ممکن می‌شود.
 (۲) خروج یون‌های پتاسیم از یاخته عصبی، فقط از طریق کانال‌های دریچه‌دار انجام می‌شود.
 (۳) بازگشت پتانسیل غشا به حالت آرامش، فقط ناشی از عبور یون‌ها از کانال پتاسیمی است.
 (۴) شیب غلظت یون‌های سدیم و پتاسیم در دو سوی غشا، به حالت آرامش اولیه بر می‌گردد.

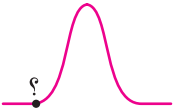
📌 **آگه تا اینفا فوب متوجه شده باشین، تست‌های بعد فیلی واستون آسون فواهد بود و دیکه این مبحث رو فول! می‌شین، اما آگه هم هنوز بایی مونده که مشکل دارین، بعد از زدن این تست‌ها، شما هم فول فواهدیر شد.**

۴۳- با توجه به منحنی پتانسیل عمل زیر، ایجاد پتانسیل مشخص‌شده در شکل، مستقل از است.



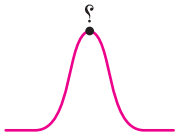
- (۱) تغییر مقدار یون پتاسیم در مایع میان‌بافتی
- (۲) عبور یون‌های مثبت از عرض غشای یاخته عصبی
- (۳) تجزیه ATP توسط نوعی پروتئین سراسری غشا
- (۴) تغییر شکل سه‌بعدی بعضی از کانال‌های پروتئینی

۴۴- تا قبل از نقطه مشخص‌شده با علامت سؤال در منحنی تغییر پتانسیل غشای یاخته عصبی، غیرممکن بوده است.



- (۱) انتشار تسهیل‌شده یون‌های سدیم در عرض غشای یاخته
- (۲) خروج سه یون سدیم از درون یاخته با مصرف انرژی زیستی
- (۳) تغییر ناگهانی پتانسیل غشا و مثبت‌تر شدن پتانسیل درون یاخته
- (۴) بیشتر بودن نفوذپذیری غشای یاخته برای پتاسیم نسبت به یون سدیم

۴۵- در منحنی تغییر پتانسیل الکتریکی غشای رشته عصبی، در نقطه‌ای که با علامت سؤال مشخص شده است،



- (۱) همه یون‌های مثبت، مقدار بیشتری در درون یاخته نسبت به بیرون آن دارند.
- (۲) بیشترین اختلاف بین مقدار بارهای مثبت درون و بیرون یاخته وجود دارد.
- (۳) ساختار سه‌بعدی گروهی از پروتئین‌های غشایی تغییر می‌کند.
- (۴) بلافاصله همه کانال‌های دریچه‌دار سدیمی بسته می‌شوند.

۴۶- در نقطه مشخص‌شده با علامت سؤال در منحنی تغییر پتانسیل الکتریکی غشا، به‌طور عمده ناشی از است.



- (۱) افزایش اختلاف مقدار بارهای الکتریکی بیرون و درون یاخته - فعالیت کانال‌های دریچه‌دار پتاسیمی
- (۲) بیشتر شدن مقدار پتانسیل خارج یاخته نسبت به درون آن - انتشار تسهیل‌شده یون‌های پتاسیم
- (۳) برگشت پتانسیل غشا به حالت آرامش - تولید فسفات و ADP توسط پمپ سدیم - پتاسیم
- (۴) حداکثر میزان اختلاف غلظت سدیم بین بیرون و درون یاخته - فعالیت پروتئین انرژی‌خواه

۴۷- در نقطه‌ای از منحنی تغییر پتانسیل غشا که با علامت سؤال مشخص گردیده است، در حال افزایش می‌باشد.



- (۱) فعالیت عصبی یاخته برخلاف غلظت یون پتاسیم خارج از یاخته
- (۲) مقدار یون‌های پتاسیم درون یاخته همانند مقدار کل یون‌های مثبت درون یاخته
- (۳) اختلاف مقدار بارهای الکتریکی دو سوی غشا همانند مصرف ATP در غشای یاخته
- (۴) مقدار یون‌های پتاسیم خارج یاخته در نقطه مجاور برخلاف فعالیت کانال‌های دریچه‌دار پتاسیمی در این نقطه

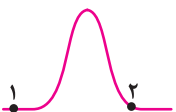
۴۸- در منحنی پتانسیل عمل غشای یک رشته عصبی، در نقطه‌ای که با علامت سؤال مشخص شده است، فقط



- (۱) بعضی از انواع یون‌های مثبت یاخته عصبی قادر به عبور از عرض غشا هستند.
- (۲) عبور یون‌ها از غشای یاخته با روش انتشار تسهیل‌شده مشاهده می‌شود.
- (۳) بعضی از کانال‌های دریچه‌دار غشا، اجازه عبور یون‌ها از غشا را می‌دهند.
- (۴) ورود یون‌های سدیم به درون یاخته عصبی قابل مشاهده است.

📌 **تا اینجا، سؤالاتی که بررسی کردیم مربوط به یک نقطه از پتانسیل عمل بودن. پند تا سؤال بعدی، دو تا نقطه رو با هم بررسی می‌کنن.**

۴۹- کدام عبارت، درباره هر دو نقطه مشخص‌شده در نمودار پتانسیل عمل یک یاخته عصبی، درست است؟



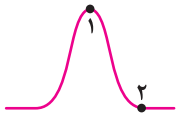
- (۱) بیشترین اختلاف بین مقدار یون‌های سدیم در درون و بیرون یاخته دیده می‌شود.
- (۲) برقراری شیب غلظت حالت آرامش یون‌ها، توسط نوعی پمپ غشایی انجام می‌شود.
- (۳) ایجاد پتانسیل آرامش در غشای یاخته، ناشی از فعالیت پمپ سدیم - پتاسیم است.
- (۴) انتشار تسهیل‌شده یون‌های Na^+ و K^+ از طریق کانال‌های غشایی، انجام نمی‌شود.

۵۰- با توجه به منحنی پتانسیل عمل یک آکسون بلند، کدام عبارت، وجه تمایز نقطه «۱» و «۲» در شکل زیر را بیان می‌کند؟



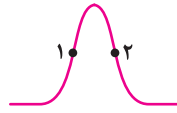
- (۱) عبور یون‌های پتاسیم از غشای یاخته عصبی در نقطه «۲»
- (۲) کاهش اختلاف مقدار یون‌های مثبت دو سوی غشا در نقطه «۱»
- (۳) اختلاف مقدار بارهای الکتریکی در دو سوی غشای یاخته در نقطه «۲»
- (۴) ورود سدیم به درون یاخته عصبی توسط کانال‌های غشایی در نقطه «۱»

۵۱- با توجه به شکل زیر، که منحنی پتانسیل عمل نوعی یاخته عصبی حسی را نشان می‌دهد، کدام عبارت، درست است؟



- ۱) در نقطه «۱» برخلاف نقطه «۲»، نفوذپذیری غشا نسبت به سدیم بیشتر از پتاسیم است.
- ۲) در نقطه «۲» برخلاف نقطه «۱»، گروهی از کانال‌های دریچه‌دار غشای یاخته بسته شده‌اند.
- ۳) در نقطه «۱» برخلاف نقطه «۲»، انتشار تسهیل‌شده یون سدیم به درون یاخته متوقف شده است.
- ۴) در نقطه «۲» برخلاف نقطه «۱»، شیب غلظت یون K^+ در دو سوی غشا با حالت آرامش تفاوت دارد.

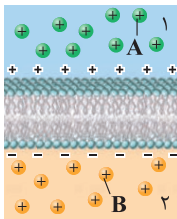
۵۲- در هنگام ثبت تغییرات پتانسیل الکتریکی غشای یک یاخته عصبی، در نقطه «۱»، نقطه «۲»، است.



- ۱) برخلاف - ورود تسهیل‌شده یون‌های سدیم به درون یاخته، قابل مشاهده
- ۲) همانند - اختلاف مقدار بارهای الکتریکی در دو سوی غشا، در حال کاهش
- ۳) برخلاف - مقدار بارهای مثبت در سمت بیرون غشای یاخته، در حال کاهش
- ۴) همانند - فعالیت بعضی از کانال‌های دریچه‌دار غشای یاخته، در حال افزایش

پند تا سوال آخر این مبحث، ترکیبی از پتانسیل آرامش و پتانسیل عمل هستند.

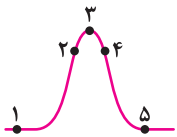
۵۳- شکل مقابل، بخشی از زندگی یک یاخته عصبی را نشان می‌دهد. اگر بخشی نشان‌دهنده مایع باشد،



یاخته باشد، (در هر سمت غشا، فقط بعضی از یون‌های دارای بار مثبت نشان داده شده‌اند).

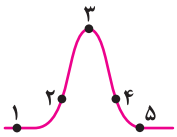
- ۱) «۱» - درون - یون B، فقط از طریق نوعی کانال دریچه‌دار یا پمپ از غشا عبور می‌کند.
- ۲) «۱» - بیرون - قطعاً بعضی از کانال‌های دریچه‌دار غشای یاخته باز هستند.
- ۳) «۲» - درون - A، نوعی یون است که توسط پمپ از یاخته خارج می‌شود.
- ۴) «۲» - بیرون - فعالیت عصبی در یاخته عصبی مشاهده نمی‌شود.

۵۴- با توجه به نمودار زیر، که پتانسیل عمل یک یاخته عصبی حرکتی را نشان می‌دهد، در نقطه



- ۱) «۱» و «۵»، پتانسیل بیرون غشا نسبت به درون آن، $+70$ میلی‌ولت است.
- ۲) «۴» برخلاف «۱»، پتاسیم فقط می‌تواند از یاخته خارج شود.
- ۳) «۵» و «۳»، تمامی کانال‌های دریچه‌دار غشا بسته می‌شوند.
- ۴) «۲» و «۴»، کانال‌های دریچه‌دار سدیمی بسته هستند.

۵۵- با توجه به شکل زیر، که نشان‌دهنده منحنی پتانسیل عمل یک یاخته عصبی رابط است، چند مورد، صحیح نمی‌باشد؟



- الف) در نقطه «۴» برخلاف نقطه «۲»، خروج Na^+ از یاخته عصبی مشاهده نمی‌شود.
- ب) بازگشت پتانسیل غشا به حالت «۵»، ناشی از فعالیت پمپ سدیم - پتاسیم است.
- ج) بیشترین اختلاف مقدار یون‌های مثبت در دو سوی غشا، در نقطه «۳» دیده می‌شود.
- د) در نقطه «۱» و «۵»، غلظت پتاسیم درون یاخته، بیشتر از غلظت آن در بیرون یاخته است.

۴ (۴)

۳ (۳)

۲ (۲)

۱ (۱)

فعالیت کتاب درسی



۵۶- با توجه به منحنی پتانسیل عمل زیر، در نقطه، کانال‌های دریچه‌دار بسته

- ۱) «۴» و «۱» - سدیمی همانند پتاسیمی - هستند.
- ۲) «۱» و «۳» - پتاسیمی همانند سدیمی - هستند.
- ۳) «۲» و «۴» - پتاسیمی برخلاف سدیمی - نیستند.
- ۴) «۳» و «۲» - سدیمی برخلاف پتاسیمی - نیستند.

هدایت و انتقال پیام عصبی

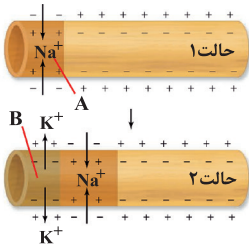
یافته‌های عصبی بی‌منه هستند! وقتی به‌باشون تفریک بشه، می‌فوان به عالم و آره فبر بدن. کاش فقط بین فودشون هلمش می‌کردن اما نه، به یافته‌های

دیگه هم فبر میرن که آره، ما تفریک شریع!

۵۷- وقتی پتانسیل غشا در یک نقطه از آکسون یک یاخته عصبی حرکتی به‌طور ناگهانی تغییر می‌کند،

- ۱) وضعیت کانال‌های دریچه‌دار غشا در نقاط مجاور هم، یکسان است.
- ۲) در هر زمان، اختلاف پتانسیل یک نقطه با نقطه قبلی متفاوت است.
- ۳) جریان نقطه‌به‌نقطه پتانسیل عمل به سمت پایانه آکسون ایجاد می‌شود.
- ۴) باز شدن کانال‌های دریچه‌دار پتاسیمی یک‌گره و سدیمی‌گره بعد، تقریباً هم‌زمان است.

۵۸- با توجه به شکل زیر، که نشان‌دهنده جریان پتانسیل عمل در یک یاخته عصبی رابط است، می‌توان گفت که



- (۱) در حالت «۲»، نوع کانال‌های دریچه‌دار باز در همه قسمت‌های غشا یکسان است.
- (۲) در حالت «۱»، مقدار یون‌های مثبت درون غشا در بخش A، کم‌تر از بیرون غشا است.
- (۳) پیام عصبی، در طول یاخته عصبی از سمت چپ به راست، نقطه به نقطه هدایت می‌شود.
- (۴) در حالت «۲»، غلظت یون‌های سدیم درون یاخته در بخش B، بیشتر از بیرون غشا است.

سؤال بصری، تسلطون روی متن کتاب رو یک مک‌بری می‌زنه! ببینیم مقدر دقت داشتن.

۵۹- با توجه به پیام عصبی، کدام عبارت، صحیح است؟

- (۱) بیماری مالتیپل اسکلروزیس، فقط باعث از بین رفتن بعضی یاخته‌های پشتیبان در مغز و نخاع می‌شود.
- (۲) در هر رشته عصبی میلین‌دار، سرعت هدایت پیام عصبی بیشتر از رشته‌های بدون میلین است.
- (۳) در یک یاخته عصبی حسی، فقط در محل گره‌های رانویه پتانسیل درون غشا مثبت‌تر می‌شود.
- (۴) جریان نقطه به نقطه پتانسیل عمل در رشته عصبی، پیام را به جسم یاخته‌ای نزدیک می‌کند.

۶۰- کدام عبارت، درباره آکسون یاخته‌های عصبی حرکتی درست است که پیام را به ماهیچه‌های اسکلتی انتقال می‌دهند؟

- (۱) پیام عصبی بیرون از رشته عصبی، از یک گره رانویه به گره دیگر می‌چهد.
- (۲) نابودی یاخته‌های پشتیبان آکسون در بیماری MS، منجر به اختلالات حرکتی در فرد می‌شود.
- (۳) کاهش ضخامت غلاف میلین آکسون برخلاف افزایش غلاف میلین، می‌تواند به بیماری منجر شود.
- (۴) فقط در محل‌هایی که رشته عصبی با محیط بیرون از یاخته ارتباط دارد، پتانسیل عمل ایجاد می‌شود.

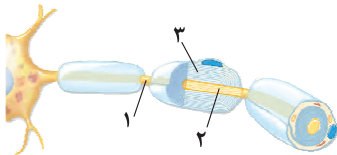
۶۱- کدام عبارت، درباره جریان پتانسیل عمل در یک رشته عصبی، صحیح است؟

- (۱) وجود غلاف میلین، تنها عامل مؤثر در افزایش سرعت هدایت پیام عصبی است.
- (۲) در بیماری MS، سرعت هدایت پیام در گروهی از یاخته‌های عصبی مغز و نخاع کم می‌شود.
- (۳) در هر دندریت بلند، هدایت پیام عصبی به‌صورت جهشی از یک گره به گره بعدی انجام می‌شود.
- (۴) هر چقدر تعداد گره‌های رانویه در یک رشته عصبی بیشتر باشد، سرعت هدایت پیام نیز بیشتر است.

این شکل مال اول فصله ولی اونجا از سؤال ندراره بوردیم. ولی فکر کردیم ما شکلی رو از قلم می‌اندازیم؟

۶۲- چند مورد، درباره شکل روبه‌رو، درست نیست؟

فعالیت کتاب درسی



۴ (۴)

- (الف) در بخش «۳» برخلاف بخش «۱»، غشای دولایه وجود ندارد.
- (ب) در بخش «۲» برخلاف بخش «۱»، کانال‌های دریچه‌دار سدیمی وجود ندارند.
- (ج) در بخش «۱» برخلاف بخش «۲»، ممکن است شیب غلظت یون‌ها تغییر کند.
- (د) در بخش «۱» برخلاف بخش «۲»، رشته عصبی در تماس با مایع میان‌بافتی است.

۳ (۳)

۲ (۲)

۱ (۱)

۶۳- در نوعی بیماری خودایمنی، دستگاه ایمنی به یاخته‌های پشتیبان پوشاننده گروهی از یاخته‌های عصبی دستگاه عصبی مرکزی حمله می‌کند و اختلالی در پردازش گروهی از پیام‌های عصبی ایجاد می‌شود. کدام عبارت، درباره این اختلال، صحیح نیست؟

- (۱) نسبت به حالت طبیعی، میزان تولید فسفات در میان‌یاخته رشته عصبی افزایش می‌یابد.
- (۲) سرعت هدایت کیسه‌های کوچک حمل‌کننده ناقل‌های عصبی در طول آکسون، کم می‌شود.
- (۳) دچار شدن به بی‌حسی و لرزش نمی‌تواند ناشی از اختلال در عملکرد یاخته‌های عصبی رابط باشد.
- (۴) به‌درستی انجام نشدن ارسال پیام‌های عصبی، می‌تواند منجر به اختلاف در بینایی و حرکت فرد شود.

با هدایت پیام آشنا شدیم. حالا ببینیم که انتقال پیام پیوری هست. اول دو تا سؤال حل کنیم که کل مباحث تا اینجای فصل رو شامل میشن.

۶۴- در بافت عصبی انسان، هدایت پیام عصبی انتقال آن،

- (۱) همانند - با کمک پیک‌های شیمیایی انجام می‌شود.
- (۲) برخلاف - فقط مربوط به یک یاخته عصبی است.
- (۳) همانند - ممکن است در ارتباط با یاخته‌های غیرعصبی باشد.
- (۴) برخلاف - مصرف انرژی زیستی در یاخته را افزایش می‌دهد.

۶۵- چند مورد، عبارت زیر را به‌طور مناسب کامل می‌کند؟

«هر یاخته عصبی، فاقد است.»

- (الف) در حالت آرامش - هر گونه فعالیت
- (ب) در دو انتهای خود - پوشش عایق
- (ج) در رشته‌های خود - ساختارهای غشادار
- (د) در بخش‌هایی از رشته‌های خود - توانایی ایجاد پتانسیل عمل

۴ (۴)

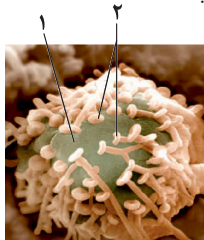
۳ (۳)

۲ (۲)

۱ (۱)

۶۶- کدام عبارت، درباره هر سیناپس دستگاه عصبی بدن انسان، صحیح است؟

- ۱) مولکول‌های ناقل عصبی، پس از حرکت در فضای سیناپسی، وارد یاختهٔ پس‌سیناپسی می‌شوند.
- ۲) کیسه‌های حاوی ناقل‌های عصبی، در فضای سیناپسی به سمت یاختهٔ پس‌سیناپسی حرکت می‌کنند.
- ۳) پس از اتصال ناقل عصبی به گیرندهٔ خود، ورود ناگهانی یون‌های سدیم به یاختهٔ پس‌سیناپسی مشاهده می‌شود.
- ۴) در پی باز شدن دریچهٔ گیرندهٔ یاختهٔ پس‌سیناپسی، نفوذپذیری غشا نسبت به یون‌ها و پتانسیل الکتریکی آن تغییر می‌کند.

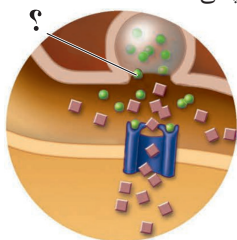


۶۷- شکل مقابل، نوعی سیناپس در مغز را نشان می‌دهد. قطعاً در صورت بخش است.

- ۱) تخلیه‌شدن ناقل‌های عصبی از فضای سیناپسی، امکان انتقال پیام جدید به - «۱»، فراهم نمی‌شود.
- ۲) عدم جذب دوبارهٔ ناقل‌های عصبی توسط - «۲»، پیام، بیش از حد به یاختهٔ پس‌سیناپسی منتقل می‌شود.
- ۳) رسیدن پیام عصبی به - «۲»، کیسه‌های کوچک تولیدشده در جسم یاخته‌ای، وارد شکاف سیناپسی می‌شوند.
- ۴) باز شدن کانال گیرنده در غشای - «۱»، نفوذپذیری غشا تغییر می‌کند و یاختهٔ پس‌سیناپسی تحریک می‌شود.

۶۸- پس از رسیدن پتانسیل عمل به پایانهٔ آکسون یک یاختهٔ عصبی حرکتی، همانند قبل ادامه خواهد داشت.

- ۱) اتصال ناقل عصبی به گیرندهٔ پروتئینی ویژهٔ خود در یاختهٔ پس‌سیناپسی ۲) هدایت کیسه‌های کوچک حامل ناقل‌های عصبی تا پایانهٔ آکسون
- ۳) پیوستن کیسه‌های غشایی به غشای پایانهٔ آکسون ۴) تغییر در پتانسیل الکتریکی یاختهٔ پس‌سیناپسی



۶۹- چند مورد، دربارهٔ مادهٔ مشخص شده با علامت سؤال در شکل روبه‌رو، صحیح است؟

- الف) در محل قرارگیری هستهٔ یاختهٔ پیش‌سیناپسی ساخته می‌شود.
- ب) ممکن است پتانسیل غشای یاختهٔ پس‌سیناپسی را مثبت‌تر یا منفی‌تر کند.
- ج) ممکن است تحت تأثیر آنزیم‌های ترشح‌شده از یاخته‌های سیناپسی قرار بگیرد.
- د) تغییر در میزان طبیعی آن در فضای سیناپسی، به اختلال در کار دستگاه عصبی منجر می‌شود.

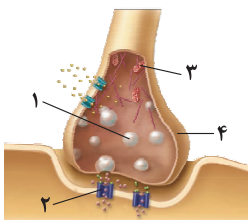
۱) ۱ ۲) ۲ ۳) ۳ ۴) ۴

۷۰- در محل ارتباط ویژهٔ یاخته‌های عصبی با یکدیگر، هر است.

- ۱) تغییری در نفوذپذیری غشای یاختهٔ پس‌سیناپسی، باعث تحریک آن می‌شود.
- ۲) نوع ناقل عصبی، اختلاف پتانسیل الکتریکی یاختهٔ پس‌سیناپسی را تغییر می‌دهد.
- ۳) گیرندهٔ غشای یاختهٔ پس‌سیناپسی، فقط یک جایگاه برای اتصال ناقل عصبی دارد.
- ۴) رشتهٔ آکسون، فقط توانایی انتقال پیام به یک بخش از یاختهٔ پس‌سیناپسی را دارد.

۷۱- چند مورد، دربارهٔ شکل روبه‌رو، صحیح نیست؟

- الف) بخش «۳»، فقط در تأمین انرژی لازم برای برون‌رانی بخش «۱» نقش دارد.
- ب) فعالیت بخش «۲» برخلاف بخش «۳»، فقط هنگام تحریک یاخته افزایش می‌یابد.
- ج) فقط پس از رسیدن پتانسیل عمل به بخش «۴»، بخش «۱» به انتهای آکسون هدایت می‌شود.
- د) بخش «۲» همانند غشای یاختهٔ «۴»، فقط پس از تأثیر ناقل عصبی، نفوذپذیری خود را تغییر می‌دهد.



۱) ۱ ۲) ۲ ۳) ۳ ۴) ۴

🚑 همونطور که می‌بینین، بعد از ۵ سال کنکور یارش به انتقال پیام عصبی افتاده. البته، به‌صورت ترکیبی در باهای دیگه ارزش سؤال می‌یومر اما قبلی کم. کلاً آگه با هر مبهمت دیگه‌ای از این فصل مقایسه کنین، کم‌ترین اهمیت رو داره، اما شما که شانس ندرین؛ یه‌دفعه دیرین سال شما ارزش سؤال اومر!

خارج ۸۹

۷۲- کیسه‌های کوچک حامل دوپامین، به غشای یاخته خود متصل می‌شوند.

۱) آسه - پس‌سیناپسی ۲) دارینه - سازنده ۳) آسه - سازنده ۴) دارینه - پس‌سیناپسی

۷۳- یک یاختهٔ عصبی با نوعی یاختهٔ غیرعصبی، ارتباط همایه‌ای دارد. انرژی زیستی حاصل از فعالیت آنزیم‌های راکیزه‌ها در این یاختهٔ

داخل ۹۴

عصبی، صرف کدام مورد نمی‌شود؟

- ۱) ساخت مولکول‌های ناقل عصبی
- ۲) اتصال ناقل عصبی به گیرندهٔ ویژه‌اش
- ۳) برقراری پتانسیل آرامش در غشای یاختهٔ عصبی
- ۴) آزادسازی ناقل عصبی به فضای سیناپسی

۷۴- در پی اتصال هر نوع ناقل عصبی به گیرندهٔ اختصاصی خود در مغز انسان، یاختهٔ عصبی پس‌سیناپسی ادامه می‌یابد. خارج ۹۴ با تغییر

- ۱) تولید و مصرف انرژی زیستی در
- ۲) ورود ناگهانی یون‌های سدیم به
- ۳) جذب دوبارهٔ ناقل عصبی به
- ۴) ورود بسیاری از مواد موجود در خون به

پاسخ‌های شش‌پاره

۲ هر یاخته عصبی، از سه بخش تشکیل شده است: ۱- دندریت، ۲- جسم یاخته‌ای و ۳- آکسون.

بررسی همه گزینیه‌ها:

۱) همانطور که در شکل «یاخته عصبی» مشخص است، پایانه آکسون دارای بخش‌های برجسته می‌باشد. آکسون‌ها، رشته‌هایی هستند که پیام عصبی را از جسم یاخته‌ای تا انتهای خود (پایانه آکسون)، هدایت می‌کنند. این گزینیه، درباره دندریت و جسم یاخته‌ای صحیح نیست.

۲) همه بخش‌های بدون میلین یک یاخته عصبی، توانایی دریافت و هدایت پیام عصبی را دارند. در بخش‌هایی که غلاف میلین وجود دارد، پیام عصبی دریافت نمیشود، تولید هم نمیشود. برای همین هم در این سؤال گفتیم یافته عصبی رابط؛ چون نورون رابط، غلاف میلین ندارد.

نکته یاخته‌های عصبی رابط، غلاف میلین ندارند.

۳) محل انجام سوخت‌وساز یاخته‌های عصبی، جسم یاخته‌ای است.

۴) پیام عصبی، از محل پایانه آکسون یک یاخته عصبی به یاخته دیگر منتقل می‌شود.

۲ موارد (الف) و (ج)، صحیح هستند. وقتی یاخته عصبی تحریک می‌شود، در محل تحریک، اختلاف پتانسیل دو سوی غشا به‌طور ناگهانی تغییر می‌کند. این تغییر را پتانسیل عمل می‌نامند. یاخته‌های پشتیبان، نمی‌توانند پتانسیل عمل را ایجاد کنند.

بررسی همه موارد:

الف) یاخته‌های پشتیبان، انواع گوناگونی دارند. بعضی از آن‌ها، در حفظ هم‌ایستایی مایع اطراف یاخته‌های عصبی (مثل حفظ مقدار طبیعی یون‌ها) نقش دارند.

آنچه گزشت [کفتار ۱- فصل ۵ دهم] حفظ وضعیت درونی بدن در محدوده‌ای ثابت، برای تداوم حیات ضرورت دارد. مجموعه اعمالی را که برای پایدار نگه‌داشتن وضعیت درونی جاندار انجام می‌شود، هم‌ایستایی (هومئوستازی) می‌نامند.

ب) در یاخته‌های عصبی میلین‌دار، غلاف میلین در بخش‌هایی از رشته قطع می‌شود. این بخش‌ها را گره رانویه می‌نامند. بنابراین، گره رانویه فقط در یاخته‌های عصبی دارای غلاف میلین وجود دارد. اما یاخته‌های پشتیبان، علاوه بر ساخت غلاف میلین، وظایف دیگری نیز دارند؛ این یاخته‌ها، داربست‌هایی را برای استقرار یاخته‌های عصبی ایجاد می‌کنند. همچنین، در دفاع از یاخته‌های عصبی و حفظ هم‌ایستایی مایع اطراف آن‌ها نقش دارند. بنابراین، یاخته‌های پشتیبان بر فعالیت یاخته‌های بدون غلاف میلین نیز مؤثر هستند.

نکته ادامه حیات و فعالیت طبیعی همه یاخته‌های عصبی، وابسته به یاخته‌های پشتیبان است.

ج) تعداد یاخته‌های پشتیبان، چند برابر یاخته‌های عصبی است.

۲ بافت اصلی سازنده مغز، بافت عصبی است. بافت عصبی از یاخته‌های عصبی و یاخته‌های پشتیبان (نوروگلیاها) تشکیل شده است.

نکته یاخته‌های پشتیبان، یاخته‌های غیرعصبی هستند ولی مربوط به بافت عصبی می‌باشند.

بررسی همه گزینیه‌ها:

۱) یاخته‌های عصبی سه عملکرد دارند: این یاخته‌ها تحریک‌پذیرند و پیام عصبی تولید می‌کنند؛ آن‌ها این پیام را هدایت و به یاخته‌های دیگر منتقل می‌کنند. یاخته‌های پشتیبان این عملکردها را ندارند.

۲) در یاخته‌های عصبی، جسم یاخته‌ای محل قرار گرفتن هسته و انجام سوخت‌وساز یاخته‌های عصبی است. دندریت‌ها و آکسون‌ها، رشته‌هایی هستند که به جسم یاخته‌ای متصل می‌شوند. یاخته‌های پشتیبان فاقد این رشته‌ها هستند.^۱

۳) این جمله، به عبارت کلی هست و در مورد همه یافته‌های زنده صریح است. همه یاخته‌ها، غشایی با نفوذپذیری انتخابی دارند.

آنچه گزشت [کفتار ۱- فصل ۲ دهم] نفوذپذیری انتخابی (تراوایی

نسبی) یعنی فقط برخی از مولکول‌ها و یون‌ها می‌توانند از غشا عبور کنند.

۴) همانطور که در شکل «یاخته عصبی» مشخص است، دندریت‌ها و پایانه آکسون، در دو انتهای یاخته عصبی دارند. دندریت‌ها و پایانه آکسون، منشعب هستند.

۱ فقط مورد (ب)، صحیح است. شکل، مربوط به مقطع عرضی «یک رشته عصبی میلین‌دار» است. بخش «۱»، غلاف میلین است که توسط یاخته پشتیبان ساخته می‌شود. بخش «۲» نیز آکسون یک یاخته عصبی است.

نکته در مقطع عرضی رشته‌های عصبی میلین‌دار، کل ضخامت قابل مشاهده، بیشتر از ضخامت رشته عصبی است.

بررسی همه موارد:

الف) بافت عصبی شامل یاخته‌های عصبی و یاخته‌های پشتیبان است.

ب) در یاخته عصبی، جسم یاخته‌ای محل قرار گرفتن هسته و انجام سوخت‌وساز یاخته‌های عصبی است. یاخته‌های پشتیبان نیز محلی برای قرارگیری هسته و انجام سوخت‌وساز خود دارند.

نکته همانطور که در شکل کتاب درسی مشخص است، در یاخته پشتیبان سازنده غلاف میلین، هسته در حاشیه یاخته قرار دارد.

ج) تحریک‌پذیری، تولید پیام و سپس هدایت و انتقال آن، ویژگی یاخته‌های عصبی است و یاخته‌های پشتیبان این توانایی را ندارند.

د) هم یاخته عصبی میلین‌دار و هم یاخته‌های پشتیبان سازنده میلین، در خارج از دستگاه عصبی مرکزی نیز دیده می‌شوند.

نکته تنها نوع یاخته عصبی که فقط در بخش مرکزی دستگاه عصبی وجود دارد، یاخته عصبی رابط است که غلاف میلین ندارد.

۱- آستروسیت‌ها (Astrocyte)، نوعی یاخته‌های پشتیبان هستند که رشته‌های شعاعی دارند. ولی چون در کتاب درسی به این نوع از یاخته‌های پشتیبان اشاره‌ای نشده است، ما نیز آن‌ها را در نظر نمی‌گیریم.

۲) رشته نزدیک‌کننده پیام به جسم یاخته‌ای، دندریت است. در یاخته عصبی حسی، طول دندریت بیشتر از آکسون است^۱ اما در یاخته عصبی حرکتی، طول دندریت کم‌تر از آکسون است.

نکته دندریت، پیام عصبی را به جسم یاخته‌ای نزدیک می‌کند و آکسون، پیام را از جسم یاخته‌ای دور می‌کند.

۳) یاخته‌های عصبی حسی، پیام عصبی را به دستگاه عصبی مرکزی می‌آورند و در آن‌جا، پیام را به یاخته‌های عصبی منتقل می‌کنند. اما یاخته‌های عصبی حرکتی، پیام را از مغز به سمت اندام‌ها می‌برند و می‌توانند پیام را به یاخته‌های غیرعصبی، نظیر یاخته‌های ماهیچه‌ای نیز منتقل کنند.

نکته یاخته‌های عصبی حسی و رابط، پیام عصبی را فقط به یاخته‌های عصبی دیگر منتقل می‌کنند.

۴) غلاف میلین، پوششی است که رشته‌های آکسون و دندریت بسیاری از یاخته‌های عصبی را می‌پوشاند. همانطور که در شکل «انواع یاخته‌های عصبی» مشخص است، دندریت یاخته عصبی حسی، غلاف میلین دارد اما دندریت یاخته عصبی حرکتی، فاقد غلاف میلین است.

۱ رشته‌ای از یاخته عصبی حرکتی که غلاف میلین ندارد، دندریت است. رشته‌ای از یاخته عصبی حسی که به جسم یاخته‌ای متصل است، می‌تواند دندریت یا آکسون باشد.

بررسی همه‌گزینه‌ها:

۱) در همه یاخته‌های عصبی، آکسون پیام را از جسم یاخته‌ای دور می‌کند. از محل پایانه آکسون، پیام عصبی به یاخته دیگری منتقل می‌شود. اما دندریت، هیچ‌گاه نمی‌تواند پیام عصبی را منتقل کند.

نکته دندریت و جسم یاخته‌ای، فقط می‌توانند پیام را دریافت کنند. ولی آکسون، هم می‌تواند پیام را دریافت کند و هم انتقال دهد.

۲) همانطور که در شکل سیناپس مشخص است، در محل پایانه آکسون، تعداد زیادی میتوکندری وجود دارد. این میتوکندری‌ها، وظیفه تأمین انرژی لازم برای برون‌رانی ناقل‌های عصبی را برعهده دارند. آکسون یاخته عصبی حسی، پیام را از جسم یاخته‌ای دور می‌کند ولی دندریت یاخته عصبی حرکتی، پیام را به جسم یاخته‌ای نزدیک می‌کند.

نکته بخشی از سوخت‌وساز یاخته‌های عصبی، توسط میتوکندری‌های پایانه آکسون انجام می‌شود.

۳) گفتیم که فقط آکسون، می‌تواند پیام را به یاخته دیگر منتقل کند. دقت داشته باشید که هر یاخته عصبی، تحت تأثیر فعالیت یاخته‌های پشتیبان قرار می‌گیرد. زیرا، یاخته‌های پشتیبان علاوه بر ساخت غلاف میلین، وظایفی دیگر مثل دفاع از یاخته‌های عصبی، هم‌ایستایی مایع اطراف آن‌ها و ... نیز برعهده دارند. البته، دندریت یاخته عصبی حرکتی فاقد غلاف میلین است و یاخته پشتیبان سازنده غلاف میلین، در اطراف دندریت این یاخته عصبی وجود ندارد.

۱- در یاخته عصبی حسی، کل بخش میلین‌دار، آکسون محسوب می‌شود و فقط بخش منشعب ابتدایی دندریت است. اما بر اساس کتاب درسی، ما کل بخشی که پیام را به جسم یاخته‌ای نزدیک می‌کند، دندریت در نظر می‌گیریم. پس آگه جایی دیدین که به اون قسمت گفته آکسون، بدونین که از نظر علمی درست گفته، اما بر اساس کتاب درسی و کنکور نه رجوع کنید به «هر غلطی، غلط نیست!» در مقدمه میکرو زیست‌شناسی دهم گاج.

د) غلاف میلین را یاخته‌های پشتیبان می‌سازند. یاخته پشتیبان، به دور رشته عصبی می‌پیچد و غلاف میلین را به‌وجود می‌آورد. دقت داشته باشید که با توجه به گوناگونی یاخته‌های پشتیبان، فقط بعضی از یاخته‌های پشتیبان می‌توانند غلاف میلین را بسازند نه همه آن‌ها.

۲ شکل، نشان‌دهنده «چگونگی ساخت غلاف میلین» است. بخش مشخص شده در شکل نیز یاخته پشتیبان سازنده غلاف میلین است.

بررسی همه‌گزینه‌ها:

۱) همانطور که در شکل «غلاف میلین» مشخص است، یاخته پشتیبان سازنده غلاف میلین نیز دارای هسته است. جسم یاخته‌ای نیز محل قرارگیری هسته یاخته عصبی است.

۲) آکسون، در همه یاخته‌های عصبی مغز و نخاع وجود دارد. ولی غلاف میلین، در بعضی از آن‌ها، مثل یاخته‌های عصبی رابط، وجود ندارد.

۳) در بیماری مالتیپل اسکلروزیس (MS)، یاخته‌های پشتیبانی که در سیستم عصبی مرکزی میلین می‌سازند، از بین می‌روند.

۴) یاخته‌های عصبی رابط، فقط در مغز و نخاع قرار دارند. اما یاخته‌های پشتیبان سازنده غلاف میلین، در خارج از دستگاه عصبی مرکزی هم مشاهده می‌شوند. مثلاً، بخش‌هایی از نورون حسی و حرکتی در خارج از دستگاه عصبی مرکزی قرار دارند و دارای میلین هستند.

شکل غلاف میلین و چگونگی ساخت آن

- ✓ یاخته پشتیبان سازنده غلاف میلین، هسته دارد. برای ساخت غلاف میلین، یاخته پشتیبان چند بار دور رشته عصبی می‌پیچد.
- ✓ در مقطع عرضی رشته عصبی میلین‌دار، غلاف میلین بخش خارجی را تشکیل می‌دهد.
- ✓ بخش‌هایی از رشته عصبی که در آن‌ها غلاف میلین قطع می‌شود، گره رانویه نام دارد. بیشتر طول رشته عصبی میلین‌دار، دارای میلین است.

۳ یاخته‌های عصبی حسی، پیام‌ها را از گیرنده‌های حسی به سوی بخش مرکزی دستگاه عصبی (مغز و نخاع) می‌آورند. یاخته‌های عصبی حرکتی، پیام‌ها را از بخش مرکزی دستگاه عصبی، به سوی اندام‌ها (مانند ماهیچه‌ها) می‌برند.

بررسی همه‌گزینه‌ها:

۱) محل قرارگیری هسته، جسم یاخته‌ای است. در یاخته عصبی حسی، جسم یاخته‌ای در خارج از دستگاه عصبی مرکزی قرار دارد اما در یاخته عصبی حرکتی، جسم یاخته‌ای درون دستگاه عصبی مرکزی مشاهده می‌شود. *مواستون باشه که یافته عصبی رابط، فقط درون دستگاه عصبی مرکزی و بورد دراره و طبق شکل کتاب درسی، با جسم یافته عصبی حرکتی، ارتباط دراره. بنابراین، جسم یافته عصبی حرکتی هم درون دستگاه عصبی مرکزی هست.*

نکته در یاخته عصبی رابط و حرکتی، جسم یاخته‌ای درون دستگاه عصبی مرکزی قرار دارد ولی در یاخته عصبی حسی، جسم یاخته‌ای در خارج از دستگاه عصبی مرکزی مشاهده می‌شود.

✓ کل یاخته عصبی رابط، آکسون یاخته عصبی حسی، دندریت و جسم یاخته عصبی حرکتی و ابتدای آکسون یاخته عصبی حرکتی، درون دستگاه عصبی مرکزی قرار دارند. دندریت، جسم یاخته‌ای و ابتدای آکسون یاخته عصبی حسی و همچنین، ادامه آکسون یاخته عصبی حرکتی، در خارج از بخش مرکزی دستگاه عصبی قرار گرفته‌اند.

۴ یاخته عصبی حسی، پیام را به دستگاه عصبی مرکزی، نزدیک می‌کند. یاخته عصبی حرکتی، پیام را از دستگاه عصبی مرکزی دور می‌کند. یاخته عصبی رابط، فقط درون مغز و نخاع قرار دارد و پیام را درون دستگاه عصبی مرکزی انتقال می‌دهد.

بررسی همه گزینه‌ها:

(۱) در یاخته عصبی حرکتی، فقط آکسون دارای غلاف میلین است و دندریت، میلین ندارد.

(۲) در یاخته عصبی رابط، دندریت‌ها رشته‌های منشعب و کوتاه هستند. در هر یاخته عصبی، هم دندریت، هم آکسون و هم جسم یاخته‌ای، می‌توانند پیام عصبی را دریافت کنند.

(۳) در یاخته عصبی حسی، جسم یاخته‌ای بین دو رشته میلین دار قرار دارد. اما دقت داشته باشید که جسم یاخته‌ای، گره رانویه ندارد؛ گره رانویه بخشی از یک رشته عصبی است که در آن، میلین قطع می‌شود.

(۴) محل انجام سوخت‌وساز در یاخته عصبی، جسم یاخته‌ای است. جسم یاخته عصبی حسی، بین دو رشته میلین دار قرار دارد.

۱ فقط مورد (د)، نادرست است. رشته دورکننده پیام از جسم یاخته‌ای، آکسون است و رشته نزدیک‌کننده پیام به جسم یاخته‌ای، دندریت.

بررسی همه موارد:

الف و ج) در یاخته عصبی حرکتی، آکسون طویل است. دندریت یاخته عصبی حرکتی نیز کوتاه و فاقد غلاف میلین است. **دندریت‌ها، رشته‌های عصبی دارای انشعاب هستند.**

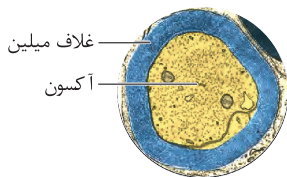
ب) در یاخته عصبی حسی، آکسون دارای غلاف میلین است و گره رانویه نیز دارد. دندریت یاخته عصبی حسی نیز طویل و میلین دار است.

نکته دندریت طویل و میلین دار، در یاخته عصبی حسی دیده می‌شود.

د) در یاخته عصبی رابط، آکسون غلاف میلین ندارد. دندریت نوروں رابط نیز دارای انشعابات زیاد است.

۳ همانطور که در شکل مشاهده می‌کنید، وقتی یاخته عصبی دارای غلاف میلین باشد، ضخامت رشته مشاهده‌شده، کم‌تر از کل ضخامت مشاهده‌شده است. پس در این سؤال، منظور یاخته‌های عصبی حسی و حرکتی هستند. البته، دقت داشته

باشید با توجه به «نمی‌تواند» در صورت سؤال، باید دنبال گزینه‌ای باشیم که درباره یاخته عصبی حسی و حرکتی صحیح نباشد.



(۴) در همه یاخته‌های عصبی، قسمت‌هایی فاقد غلاف میلین مشاهده می‌شوند. مثلاً، در رشته‌های میلین دار یاخته‌های عصبی حسی و حرکتی، میلین در بخش‌هایی از رشته‌ها قطع و گره‌های رانویه تشکیل می‌شود. بنابراین، قسمت اول این سؤال، می‌تواند دندریت یا آکسون باشد. همه یاخته‌های عصبی نیز تحریک‌پذیر هستند و می‌توانند پتانسیل عمل ایجاد کنند؛ در پتانسیل عمل، پتانسیل داخل غشا نسبت به بیرون آن، مثبت‌تر می‌شود. **این گزینه، به خاطر «برخلاف» غلطه.**

۳ شکل، نشان‌دهنده «انواع یاخته‌های عصبی» است. بخش‌های مشخص شده در شکل، به ترتیب عبارت‌اند از: ۱- یاخته عصبی حسی، ۲- یاخته عصبی رابط و ۳- یاخته عصبی حرکتی.

بررسی همه گزینه‌ها:

(۱) یاخته عصبی حسی، پیام عصبی را از اندام‌های حسی دور می‌کند. یاخته‌های عصبی حرکتی، پیام‌ها را به سمت اندام‌ها می‌برند.

(۲) یاخته عصبی رابط، درون دستگاه عصبی مرکزی قرار دارد و پیام را در دستگاه عصبی مرکزی انتقال می‌دهد. همانطور که در شکل کتاب درسی نیز مشخص است، یاخته عصبی حسی نیز وارد دستگاه عصبی مرکزی می‌شود و در آن‌جا، پیام را به یاخته عصبی رابط انتقال می‌دهد.

(۳) در حالت آرامش، در غشای یاخته‌های عصبی مولکول‌های پروتئینی وجود دارند که به عبور یون سدیم و پتاسیم از غشا کمک می‌کنند. کانال‌های نشستی سدیم و پتاسیم و همچنین، پمپ سدیم - پتاسیم، جزء این پروتئین‌ها هستند. دقت داشته باشید که پتانسیل آرامش در همه یاخته‌های عصبی وجود دارد.

(۴) در انعکاس نخاعی عقب کشیدن دست هنگام برخورد با جسم داغ، هر سه نوع یاخته‌های عصبی نقش دارند.

شکل انواع یاخته‌های عصبی

✓ یاخته عصبی رابط، برخلاف یاخته عصبی حسی و حرکتی، غلاف میلین ندارد.

✓ شکل ظاهری جسم یاخته‌ای در یاخته عصبی حسی، با یاخته عصبی رابط و حرکتی متفاوت است.

✓ در یاخته عصبی حسی، برخلاف یاخته عصبی رابط و حرکتی، دندریت طویل و میلین دار وجود دارد.

✓ در همه یاخته‌های عصبی، جهت کلی هدایت پیام، به سمت پایانه آکسون است: دندریت ← جسم یاخته‌ای ← پایانه آکسون

✓ در یاخته عصبی حسی، طول دندریت بیشتر از طول آکسون است. ولی در یاخته عصبی رابط و حرکتی، طول آکسون بیشتر از دندریت است.

✓ در یاخته عصبی حسی، یک رشته پیام را به جسم یاخته‌ای وارد می‌کند اما در یاخته عصبی رابط و حرکتی، چندین دندریت، پیام را وارد جسم یاخته‌ای می‌کنند.

✓ در یاخته عصبی رابط و حرکتی، جسم یاخته‌ای بین چند رشته کوتاه (دندریت) و یک رشته بلند (آکسون) قرار دارد.

بررسی همه گزینه‌ها:

(۱) بخشی از یاخته عصبی حسی و حرکتی، در خارج از دستگاه عصبی مرکزی قرار دارد.

(۲) در یاخته عصبی حسی، طول دندریت بیشتر از آکسون است. ولی در یاخته عصبی حرکتی، طول آکسون بیشتر از دندریت است.

(۳) یاخته عصبی رابط، ارتباط لازم بین یاخته‌های عصبی حسی و حرکتی را فراهم می‌کند. این گزینه، درباره یاخته عصبی حسی و حرکتی صحیح نیست و با توجه به «نمی‌تواند» در صورت سؤال، گزینه درست است.

(۴) همانطور که در شکل «انواع یاخته‌های عصبی» مشخص است، هم در دندریت و هم در آکسون یاخته‌های عصبی حسی و حرکتی، انشعابات وجود دارد.

۴ بعداً در گفتار (۲)، می‌فونیم که بزرگترین لوب مغ انسان، لوب پیشانی است. ولی این سؤال، هیچ ارتباطی با اون قسمت نداره و صرفاً کافیه برونین مربوط به مغز است. در واقع سؤال این هست: «در بافت عصبی مغز، هر یاخته‌ای که توسط ...».

بررسی همه گزینه‌ها:

(۱) یاخته عصبی حرکتی، توسط یاخته عصبی رابط تحریک می‌شود. این یاخته‌ها، پیام را از مغز خارج می‌کنند و به اندام‌ها می‌برند.

(۲) بعضی از یاخته‌های پشتیبان، داربست‌هایی را برای استقرار یاخته‌های عصبی ایجاد می‌کنند. یاخته‌های عصبی میلین‌دار نیز توسط نوروگلیا (یاخته پشتیبان)، پوشانده می‌شوند. دقت داشته باشید که تمام یاخته‌های عصبی داربستی برای استقرار در محل خود دارند اما همه آن‌ها، غلاف میلین ندارند.

(۳) همه یاخته‌های عصبی، توسط نوعی یاخته پشتیبان (یاخته غیرعصبی)، محافظت می‌شوند. حفظ هم‌ایستایی مایع اطراف یاخته‌های عصبی، مثل حفظ مقدار طبیعی یون‌ها نیز با همکاری بعضی از یاخته‌های پشتیبان انجام می‌شود.

(۴) آکسون بدون غلاف میلین، در یاخته عصبی رابط مشاهده می‌شود. یاخته عصبی رابط، ارتباط لازم بین یاخته عصبی حسی و حرکتی را فراهم می‌کند و همانطور که در شکل «انواع یاخته‌های عصبی» مشخص است، پیام را به یاخته عصبی حرکتی منتقل می‌کند.

۳ یاخته‌های پشتیبان، انواع گوناگونی دارند که هرکدام، وظیفه خاصی نیز برعهده دارند. مثلاً، بعضی از یاخته‌های پشتیبان غلاف میلین می‌سازند، بعضی در دفاع از یاخته‌های عصبی نقش دارند و ...؛ یاخته‌های عصبی نیز بر اساس کاری که انجام می‌دهند، تقسیم‌بندی می‌شوند (ردگزینه (۲) و درستی گزینه (۳)).

بررسی سایر گزینه‌ها:

(۱) در نخاع، بخش‌هایی از هر سه نوع یاخته عصبی قابل مشاهده است. اما بلندترین رشته عصبی یاخته عصبی حسی، که دندریت است، در خارج از نخاع قرار دارد. بلندترین رشته یاخته عصبی رابط و حرکتی، آکسون است که درون دستگاه عصبی مرکزی نیز قرار دارد. یاخته عصبی رابط، غلاف میلین ندارد و توسط یاخته‌های پشتیبان عایق‌بندی نمی‌شود.

(۴) همانطور که قبلاً گفتیم و در شکل «انواع یاخته‌های عصبی» نیز مشخص است، بخشی از آکسون یاخته عصبی حسی و حرکتی و کل آکسون یاخته عصبی رابط، در دستگاه عصبی مرکزی قرار دارد. بنابراین، این گزینه به دلیل قید «بعضی»، نادرست است.

۱ فقط مورد (د)، صحیح است. اول از همه باید بگم که اطلاعات

صورت سؤال خیلی اضافه است و طراح راحت می‌تونست بگه «چند مورد درباره یاخته‌های عصبی رابط، درست است؟» در واقع، بقیه توضیحات صورت سؤال اضافی هست و نقشی در حل سؤال نداره. اصلاً توی صورت اصلی سؤال، چیز دیگه‌ای گفته شده بود که ما مهجور شریم با کتاب‌های درسی چیرید مطابقتش بریم!

بررسی همه موارد:

(الف) داشتن دارینه (دندریت) طویل، ویژگی یاخته‌های عصبی حسی است. (ب) هر یاخته عصبی رابط، ارتباط لازم بین یاخته‌های عصبی حسی و حرکتی را فراهم می‌کند.

(ج) یاخته‌های عصبی رابط، غلاف میلین ندارند و توسط یاخته‌های پشتیبان پوشش دار نمی‌شوند.

(د) یاخته‌های عصبی رابط، می‌توانند پیام را به یاخته‌های عصبی حرکتی منتقل کنند و بدین ترتیب، نفوذپذیری غشای یاخته پس‌سیناپسی را تغییر دهند. بنابراین، در جابه‌جایی یون‌ها در دو سوی غشای یاخته‌های پس‌سیناپسی مؤثر هستند.

نکته هر یاخته عصبی، با انتقال پیام عصبی و تغییر در نفوذپذیری غشای یاخته پس‌سیناپسی، در جابه‌جایی یون‌ها در دو سوی غشای یاخته پس‌سیناپسی مؤثر است.

۱ رابع به صورت سؤال که قبلاً صحبت کردیم. مستقیم بریم سراغ

بررسی فودگزینه‌ها. در همه یاخته‌های عصبی، جسم یاخته‌ای محلی برای قرارگیری هسته و انجام سوخت‌وساز است.

بررسی سایر گزینه‌ها:

(۲) در نخاع، یاخته عصبی رابط، فقط در ماده خاکستری قرار دارد و در عصب نخاعی یافت نمی‌شود.

(۳) دارینه (دندریت) طویل و میلین‌دار، ویژگی یاخته‌های عصبی حسی است.

(۴) این رو توی سؤال قبلی توضیح دادیم. اینجا نکتش رو بگیریم؛

نکته هر یاخته عصبی رابط، پیام را از یاخته عصبی حسی دریافت و به یاخته عصبی حرکتی، منتقل می‌کند. بنابراین، یاخته‌های عصبی رابط در ارتباط با هر دو نوع یاخته عصبی قرار دارند و ارتباط لازم بین یاخته‌های عصبی حسی و حرکتی را فراهم می‌کنند.

۴ هر چهار مورد این سؤال، نادرست است. وقتی یاخته عصبی فعالیت

عصبی ندارد، در دو سوی غشای آن اختلاف پتانسیلی در حدود ۷۰- میلی‌ولت برقرار است. این اختلاف پتانسیل را پتانسیل آرامش می‌نامند.

بررسی همه موارد:

(الف) در حالت آرامش، مقدار یون‌های مثبت در دو سوی غشا، یکسان نیست، بار الکتریکی دو سوی غشای یاخته عصبی، متفاوت است و در نتیجه، بین دو سوی آن، اختلاف پتانسیل الکتریکی وجود دارد.

نکته هر زمان که بین دو سوی غشای یاخته عصبی، مقدار بارهای الکتریکی برابر نباشد، اختلاف پتانسیل وجود دارد.

(ب) در حالت آرامش، غشا به یون پتاسیم، نفوذپذیری بیشتری دارد.

۳) پمپ سدیم - پتاسیم، دو نوع یون دارای بار مثبت را در عرض غشا جابه‌جا می‌کند. اما کانال‌های غشا، فقط یک نوع یون (مثلاً فقط پتاسیم) را جابه‌جا می‌کنند. ۴) عبور یون‌ها از کانال‌های نشستی، انتشار تسهیل شده است و نیازی به مصرف انرژی زیستی ندارد. اما پمپ سدیم - پتاسیم، یون‌ها را در خلاف جهت شیب غلظت و با مصرف انرژی زیستی جابه‌جا می‌کند.

۱ شکل، نشان‌دهنده «کانال نشستی پتاسیم» است.

بررسی همه‌گزینه‌ها:

۱) همانطور که در شکل مشخص است، این کانال نشستی، به‌طور اختصاصی برای خروج یون پتاسیم از یاخته عصبی عمل می‌کند. در واقع، در غشای یاخته کانال نشستی پتاسیم و کانال نشستی سدیم وجود دارد. ۲) انتقال مواد از طریق کانال‌های نشستی، با انتشار تسهیل شده و بدون مصرف انرژی زیستی است. بنابراین، تبدیل ATP به ADP و P_i هنگام فعالیت این پروتئین‌ها مشاهده نمی‌شود. ۳ و ۴) منظور از مثبت‌تر شدن پتانسیل درون غشا، ایجاد پتانسیل عمل است. برقراری اختلاف پتانسیل 70^- میلی‌ولت در دو سوی غشا نیز مربوط به حالت آرامش است. همانطور که گفتیم، این کانال‌ها، همیشه باز هستند و بنابراین، در هر بخشی از زندگی یاخته عصبی، خروج یون‌ها از طریق آن‌ها مشاهده می‌شود.

شکل کانال نشستی پتاسیم

- ✓ در غشای یاخته، کانال‌های نشستی پتاسیم و کانال‌های نشستی سدیم وجود دارند. هر کانال، وظیفه اختصاصی دارد.
- ✓ در شکل، خروج یون‌ها از یاخته نشان داده می‌شود و شکل مربوط به کانال نشستی پتاسیم است.
- ✓ کانال‌های نشستی، پروتئین‌های سراسری هستند که در بین دو لایه غشا قرار می‌گیرند.

۲ شکل، نشان‌دهنده «ثبت پتانسیل آرامش» است.

بررسی همه‌گزینه‌ها:

۱) در حالت آرامش، مقدار یون‌های سدیم در بیرون یاخته از داخل آن بیشتر و در مقابل، مقدار یون‌های پتاسیم درون یاخته، بیشتر است. ۲) کانال‌های نشستی اختصاصی عمل می‌کنند و بنابراین، پتاسیم از طریق کانال‌های پتاسیمی از یاخته خارج می‌شود نه کانال‌های سدیمی. ۳) پمپ سدیم - پتاسیم، سه یون سدیم را از یاخته خارج و دو یون پتاسیم را به یاخته وارد و از انرژی مولکول ATP استفاده می‌کند. ۴) در حالت آرامش، سطح داخلی غشا، نسبت به سطح بیرونی آن منفی‌تر است. **۲۱** موارد (ب) و (ج)، صحیح هستند. برای بررسی این سؤال، لازم است که به شکل «چگونگی کار پمپ سدیم - پتاسیم» دقت کنید.

بررسی همه‌موارد:

الف) جایگاه اتصال یون‌های سدیم و پتاسیم یکسان نیست. ب) پمپ سدیم - پتاسیم، ATP را به ADP و P_i تبدیل می‌کند و از انرژی آزادشده استفاده می‌کند.

ج) در هر بار فعالیت پمپ سدیم - پتاسیم، سه یون سدیم از یاخته عصبی خارج و دو یون پتاسیم وارد آن می‌شوند.

د) در حالت آرامش، مقدار یون‌های سدیم در بیرون غشای یاخته‌های عصبی زنده، از داخل آن بیشتر است.

نکته به‌طور کلی، همیشه مقدار سدیم در بیرون یاخته بیشتر است و مقدار پتاسیم درون یاخته.

۱ شکل، نشان‌دهنده «چگونگی کار پمپ سدیم-پتاسیم» است و مرحله‌ای را نشان می‌دهد که در آن، یون‌های سدیم از یاخته عصبی خارج می‌شوند.

بررسی همه‌گزینه‌ها:

۱) در همه بخش‌های زندگی یک یاخته عصبی، یون‌های پتاسیم می‌توانند از طریق کانال‌های نشستی از یاخته عصبی خارج شوند. ۲) در مرحله بعدی فعالیت پمپ سدیم - پتاسیم، یون‌های پتاسیم وارد یاخته عصبی می‌شوند و مقدار بارهای مثبت درون یاخته عصبی افزایش می‌یابد. ۳) همانطور که در شکل کتاب درسی مشخص است، قبل (نه بعد) از این مرحله ATP تجزیه شده است و انرژی آن در دسترس پروتئین قرار گرفته است. ۴) همانطور که قبلاً گفتیم، جایگاه اتصال یون‌های سدیم و پتاسیم در پمپ، متفاوت است و یون‌های پتاسیم، جایگاه‌های متفاوتی را نسبت به جایگاه یون‌های سدیم اشغال می‌کنند.

شکل چگونگی کار پمپ سدیم - پتاسیم

- ✓ در پمپ سدیم - پتاسیم، ۵ جایگاه برای اتصال یون‌ها وجود دارد؛ ۳ جایگاه برای اتصال سدیم و ۲ جایگاه برای اتصال پتاسیم.
- ✓ پس از ورود یون‌های پتاسیم به درون یاخته، یون‌های سدیم به جایگاه ویژه خود متصل می‌شوند.
- ✓ پس از اتصال یون‌های Na^+ به جایگاه خود، ATP توسط پمپ به ADP و فسفات (P_i) تجزیه می‌شود، ساختار سه‌بعدی پمپ تغییر می‌کند و یون‌های سدیم از یاخته خارج می‌شوند.
- ✓ پس از خروج یون‌های سدیم از یاخته، یون‌های پتاسیم به جایگاه ویژه خود متصل می‌شوند.

۲ در حالت آرامش، در دو سوی غشای یاخته عصبی، اختلاف پتانسیلی در حدود 70^- میلی‌ولت وجود دارد.

بررسی همه‌گزینه‌ها:

۱) پتاسیم، از طریق کانال‌های نشستی و دریچه‌دار، می‌تواند از یاخته خارج شود. در حالت آرامش، کانال‌های دریچه‌دار بسته هستند ولی پتاسیم می‌تواند از طریق کانال‌های نشستی، از یاخته عصبی خارج شود.

نکته عبور یون‌ها از غشا با کمک کانال‌های نشستی و پمپ سدیم - پتاسیم، همواره انجام می‌شود.

۲) در حالت آرامش، یون‌ها هم به یاخته عصبی وارد می‌شوند و هم از آن خارج می‌شوند (عبور دوطرفه یون‌ها از عرض غشا). مثلاً، یون سدیم از طریق کانال‌های نشستی وارد یاخته می‌شود و از طریق پمپ سدیم - پتاسیم، از یاخته خارج می‌شود.

نکته در اختلاف پتانسیل 70° - میلی‌ولت، بیشترین اختلاف بین مقدار بارهای الکتریکی در دو سوی غشا وجود دارد.

بررسی همه‌گزینه‌ها:

۱) در طول پتانسیل عمل، یون‌ها از طریق کانال‌های دریچه‌دار از غشا عبور می‌کنند. در بخش بالاروی منحنی پتانسیل عمل، یون‌های سدیم از طریق کانال‌های دریچه‌دار غشا وارد یاخته می‌شوند و در بخش نزولی منحنی پتانسیل عمل، یون‌های پتاسیم از طریق کانال‌های دریچه‌دار، از یاخته خارج می‌شوند.

نکته در هر بخش از پتانسیل عمل (نه حالت آرامش)، فقط یک نوع از کانال‌های دریچه‌دار باز هستند. در حالت آرامش، همه کانال‌های دریچه‌دار بسته هستند.

۲) زمانی که اختلاف پتانسیل صفر است، مقدار کل بارهای درون و بیرون غشا برابر است؛ ولی مقدار یون‌های سدیم درون و بیرون یاخته برابر نیست.

نکته همواره، مقدار یون‌های سدیم در بیرون یاخته بیشتر است و مقدار یون‌های پتاسیم، درون یاخته. به همین دلیل، انتشار تسهیل‌شده یون‌های سدیم و پتاسیم از طریق کانال‌های نشستی، به‌طور دائمی انجام می‌شود.

۳ و ۴) گفتیم که در حالت آرامش نیز بین دو سوی غشا اختلاف پتانسیل وجود دارد. در این حالت، کانال‌های دریچه‌دار بسته هستند و پتانسیل درون غشا نسبت به بیرون آن، منفی‌تر است.

۳ در نمودار پتانسیل عمل، هر نقطه‌ای (به جز $+30$) در دو طرف محور دارد؛ یکی بخش صعودی منفی و یکی بخش نزولی. بنابراین، بایر هواسمون به هر دو بخش باشد.

بررسی همه‌گزینه‌ها:

۱) در بخش نزولی پتانسیل عمل، نزدیک شدن اختلاف پتانسیل از 20° + میلی‌ولت به صفر دیده می‌شود. در این بخش، پتانسیل درون غشا مثبت است و لذا، مقدار یون‌های مثبت در درون یاخته بیشتر از بیرون آن است.

۲) در هر بخشی از منحنی پتانسیل عمل، دریچه نوعی کانال دریچه‌دار باز است؛ در بخش صعودی، دریچه کانال سدیمی باز است و در بخش نزولی، دریچه کانال پتاسیمی.

۳) با نزدیک شدن پتانسیل غشا از 30° + میلی‌ولت به صفر، تعداد کانال‌های دریچه‌دار پتاسیمی باز افزایش می‌یابد و نفوذپذیری غشا نسبت به یون پتاسیم زیاد می‌شود. اما زمانی که پتانسیل غشا از صفر به 30° + میلی‌ولت نزدیک می‌شود، کانال‌های دریچه‌دار پتاسیمی همچنان بسته هستند و تغییر در نفوذپذیری غشا نسبت به یون پتاسیم ایجاد نمی‌شود.

۴) در همه قسمت‌های پتانسیل عمل، انتشار تسهیل‌شده یون‌های سدیم و پتاسیم از طریق کانال‌های نشستی قابل مشاهده است.

۳ در یاخته‌های عصبی، در محل تحریک پتانسیل عمل ایجاد می‌شود. وضعیت تعداد کانال‌های فعال در قسمت‌های مختلف پتانسیل عمل، مطابق جدول زیر است:

نوع کانال	دریچه‌دار سدیمی	دریچه‌دار پتاسیمی
↑ تعداد کانال‌های باز	پس از تحریک (کمی پس از 70° - میلی‌ولت)	بعد از 30° + میلی‌ولت
↓ تعداد کانال‌های باز	کمی قبل از 30° + میلی‌ولت	کمی قبل از رسیدن به پتانسیل 70° - میلی‌ولت

ج) پس از مصرف ATP، شکل سه‌بعدی پمپ سدیم - پتاسیم تغییر می‌کند تا جابه‌جایی یون‌ها انجام شود.

د) وقتی که کانال‌های دریچه‌دار پتاسیمی باز و یون‌های پتاسیم خارج می‌شود، پتانسیل غشا دوباره به حالت آرامش بر می‌گردد. دقت داشته باشید که فعالیت پمپ سدیم - پتاسیم، شیب غلظت یون‌ها را به حالت آرامش برمی‌گرداند نه پتانسیل غشا.

۳ شکل، نشان‌دهنده «اندازه‌گیری اختلاف پتانسیل الکتریکی دو سوی غشای یاخته عصبی» است. بخش «۱»، الکتروود درون یاخته عصبی و بخش «۲»، الکتروود مایع میان‌بافتی اطراف یاخته عصبی است.

بررسی همه‌گزینه‌ها:

۱) زمانی که کانال‌های دریچه‌دار پتاسیمی باز باشند، مقدار یون‌های پتاسیم در مایع میان‌بافتی به شدت افزایش می‌یابد. در این زمان، پتانسیل درون غشا منفی‌تر (نه مثبت‌تر) می‌شود.

۲) در هنگام پتانسیل عمل، پتانسیل داخل یاخته از بیرون آن، مثبت‌تر می‌شود. در قله نمودار پتانسیل عمل، یعنی وقتی پتانسیل 30° + میلی‌ولت است، بیشترین مقدار بارهای مثبت درون یاخته عصبی مشاهده می‌شود. در این زمان، کانال‌های دریچه‌دار سدیمی بسته می‌شوند و کانال‌های دریچه‌دار پتاسیمی باز می‌شوند.

نکته بیشترین مقدار بارهای مثبت درون یاخته عصبی، زمانی است که اختلاف پتانسیل 30° + میلی‌ولت مشاهده می‌شود.

نکته کمترین مقدار بارهای مثبت درون یاخته عصبی، در حالت آرامش (70° - میلی‌ولت) مشاهده می‌شود.

۳) وقتی که پتانسیل الکتریکی درون یاخته عصبی مثبت‌تر از بیرون یاخته باشد، یعنی پتانسیل الکتریکی بیرون یاخته، منفی‌تر از درون یاخته است. در این حالت، پتانسیل عمل در یاخته ایجاد شده است؛ ایجاد پتانسیل عمل، نشان می‌دهد که یاخته عصبی تحریک شده است.

۴) در بخش پایین‌روی منحنی پتانسیل عمل، کانال‌های دریچه‌دار پتاسیمی در حال بسته شدن هستند و تعداد کانال‌های باز، کم می‌شود. دقت داشته باشید که همواره، ورود سدیم به درون یاخته از طریق کانال‌های نشستی امکان‌پذیر است.

شکل اندازه‌گیری اختلاف پتانسیل الکتریکی دو سوی غشای یاخته عصبی

✓ برای اندازه‌گیری اختلاف پتانسیل دو سوی غشای یاخته عصبی، از دو الکتروود استفاده می‌شود؛ یک الکتروود درون یاخته قرار می‌گیرد و الکتروود دیگر در مایع اطراف یاخته.

۱ وقتی که مقدار یون‌ها در دو سوی غشا، یکسان نیست، اختلاف پتانسیل الکتریکی وجود دارد. زمانی که اختلاف پتانسیل الکتریکی، صفر می‌شود، یعنی اختلاف پتانسیل وجود ندارد، مقدار بارهای مثبت در دو سوی غشا برابر هستند. دقت داشته باشید که اختلاف پتانسیل صفر، مربوط به بخشی از پتانسیل عمل هست و وجود داشتن اختلاف پتانسیل، می‌تواند مربوط به حالت آرامش یاخته عصبی یا بخشی از پتانسیل عمل باشد.

نکته در اختلاف پتانسیل صفر، کم‌ترین اختلاف بین مقدار بارهای الکتریکی در دو سوی غشا وجود دارد.

بررسی همه‌گزینه‌ها:

۱) اختلاف مقدار بارهای مثبت در دو سوی غشا، باعث ایجاد اختلاف پتانسیل می‌شود. بنابراین، مقدار اختلاف پتانسیل (بدون در نظر گرفتن علامت)، نشان‌دهنده میزان اختلاف مقدار بارهای مثبت در دو سوی غشا است. بیشترین اختلاف، در حالت آرامش وجود دارد و زمانی که پتانسیل غشا از -70 میلی‌ولت به صفر می‌رسد، اختلاف مقدار کل بارها در دو سوی غشا کم می‌شود.

۲) شیب غلظت یون‌های سدیم و پتاسیم، پس از پایان پتانسیل عمل و با فعالیت پمپ سدیم - پتاسیم، به حالت اولیه خود باز می‌گردد. *هواستون به «بلافاصله» که بود؟*

۳) این گزینه همیشه فبلی پالش برانگیز بوده و مطمئنم هنوزم هست. اما هدف فقط این بوده که شما درست فونرن گزینه‌ها رو هم یاد بگیرید. فب گفتیم که منظور این گزینه، کمی قبل از رسیدن پتانسیل غشا به -70 میلی‌ولت است. مثلاً بر فرض الان پتانسیل غشا -60 میلی‌ولت است. حالا یه بار دیگه گزینه رو فونین. گفته که مقدار پتانسیل درون غشا نسبت به بیرون آن، کم‌تر از 70 میلی‌ولت (مثلاً 60 میلی‌ولت)، منفی است؛ یعنی درون غشا منفی‌تره نسبت به بیرون غشا و مقدار افتلاف بارهای دو سوی غشا هم افتلاف پتانسیلی کم‌تر از 70 میلی‌ولت ایبار کرده.

نکته هواستون باشه که علامت افتلاف پتانسیل، فقط مشفص می‌کنه که درون غشا منفی‌تره یا مثبت‌تر. افتلاف مقدار بارهای دو سوی غشا، بستگی به مقدار افتلاف پتانسیل (برون در نظر گرفتن علامت) داره. مسلماً این مبحث رو در فیزیک دقیق‌تر می‌فونین و بهتر درک می‌کنین.

۴) گفتیم که کمی پس از ثبت اختلاف پتانسیل $+30$ میلی‌ولت، کانال‌های دریچه‌دار پتاسیمی باز می‌شوند اما بازگشت پتانسیل غشا به حالت آرامش، زمانی است که پتانسیل غشا به -70 میلی‌ولت برسد. پس با توجه به «بلافاصله» این گزینه هم غلطه.

نکته برگشت پتانسیل غشا به حالت آرامش، مربوط به فعالیت کانال‌های دریچه‌دار پتاسیمی است.

نکته بعد از پایان پتانسیل عمل، بازگشت شیب غلظت یون‌ها به حالت آرامش، مربوط به فعالیت پمپ سدیم - پتاسیم است.

۴) پتانسیل عمل، در طول رشته عصبی نقطه به نقطه هدایت می‌شود تا به انتهای رشته برسد. به این جریان، پیام عصبی می‌گویند. همانطور که در شکل کتاب درسی مشخص است، وقتی که کانال‌های دریچه‌دار سدیمی در نقطه مجاور محل تحریک اولیه باز می‌شوند، کانال‌های دریچه‌دار سدیمی در محل تحریک اولیه بسته شده‌اند و کانال‌های دریچه‌دار پتاسیمی باز هستند.

نکته در هر زمان، فقط در یک نقطه از رشته عصبی، کانال‌های دریچه‌دار سدیمی باز هستند.

۱- علامت اختلاف پتانسیل، فقط نشان می‌دهد که درون غشا مثبت‌تر است یا منفی‌تر. مثلاً، در حالت آرامش، 70 واحد اختلاف بار بین دو سوی غشا وجود دارد و مقدار بارهای مثبت درون غشا، کم‌تر از مقدار بارهای مثبت در بیرون از غشا است.

بررسی سایر گزینه‌ها:

۱) کانال‌های نشتی غشای یاخته، همواره باز هستند.
۲) در اختلاف پتانسیل صفر، اختلافی بین پتانسیل دو سوی غشا وجود ندارد. اگر این زمان مربوط به بخش صعودی پتانسیل عمل باشد، کانال‌های دریچه‌دار پتاسیمی بسته هستند. ولی اگر مربوط به بخش نزولی پتانسیل عمل باشد، کانال‌های دریچه‌دار پتاسیمی باز هستند.

۳) پمپ سدیم - پتاسیم، همیشه فعال است و با فعالیت خود، یون‌های پتاسیم را به یاخته وارد و یون‌های سدیم را از یاخته خارج می‌کند.

۴) در بخش نزولی منحنی پتانسیل عمل، کانال‌های دریچه‌دار پتاسیمی باز هستند. در این زمان، بیشترین نفوذپذیری نسبت به یون پتاسیم وجود دارد و در نتیجه، بیشترین اختلاف بین نفوذپذیری غشا نسبت به پتاسیم و سدیم وجود دارد.

بررسی همه‌گزینه‌ها:

۱) در بخش پایین‌روی پتانسیل عمل، اختلاف پتانسیل بین دو سوی غشا می‌تواند مقداری مثبت یا منفی باشد.

۲) اختلاف مقدار بارهای مثبت، زمانی حداقل است که اختلاف پتانسیل صفر باشد و حداکثر اختلاف بارهای مثبت هم در اختلاف پتانسیل -70 میلی‌ولت مشاهده می‌شود. در حالی که در بخش پایین‌روی پتانسیل عمل، اختلاف پتانسیل از $+30$ میلی‌ولت تا -70 میلی‌ولت تغییر می‌کند.

۳) عبور یون‌ها از هر پروتئین غشا، در جهت شیب غلظت نیست؛ پمپ سدیم - پتاسیم یون‌ها را در خلاف جهت شیب غلظت جابه‌جا می‌کند.

۴) در بخش پایین‌روی پتانسیل عمل، خروج پتاسیم از طریق کانال‌های دریچه‌دار پتاسیمی باعث می‌شود که شیب غلظت این یون در دو سوی غشا تغییر کند.

۱) در پایان پتانسیل عمل، شیب غلظت یون‌های سدیم و پتاسیم، بیشترین اختلاف را با حالت آرامش دارد.

بررسی همه‌گزینه‌ها:

۱) در پایان پتانسیل عمل، همه کانال‌های دریچه‌دار یاخته بسته^۲ و اختلاف پتانسیل، برابر با -70 میلی‌ولت است. در حالت آرامش نیز پتانسیل -70 میلی‌ولت است و همه کانال‌های دریچه‌دار بسته هستند.

۲) در پایان پتانسیل عمل، فعالیت پمپ سدیم - پتاسیم (یک نوع پروتئین غشایی)، شیب غلظت یون‌های سدیم و پتاسیم را به حالت آرامش باز می‌گرداند.
۳) در پایان پتانسیل عمل، کانال‌های دریچه‌دار پتاسیمی بسته هستند نه اینکه بسته شوند.

۴) جریان یون‌های سدیم در جهت شیب غلظت، بدون مصرف ATP است ولی به سمت درون یاخته می‌باشد؛ یعنی، سدیم با انتشار تسهیل شده، بدون مصرف ATP و در جهت شیب غلظت خود، به یاخته عصبی وارد می‌شود (نه اینکه از آن خارج شود).

۲- دقت داشته باشید که در مبحث پتانسیل عمل، فقط کانال‌های دریچه‌دار سدیم و پتاسیم مد نظر هستند و سایر کانال‌های دریچه‌دار یاخته در نظر گرفته نمی‌شوند.

۳ بسته‌شدن کانال‌های دریچه‌دار پتاسیمی، در بخش نزولی (پایین‌روی) نمودار پتانسیل عمل دیده می‌شود.

بررسی سایر گزینه‌ها:

۱ و ۲) پتاسیم، همواره از طریق کانال‌های نشتی از یاخته عصبی خارج می‌شود. سدیم نیز همواره از طریق کانال‌های نشتی وارد یاخته می‌شود.

۴) پمپ سدیم - پتاسیم، همواره فعال است. فعالیت این پمپ، نیاز به مصرف انرژی زیستی (ATP) دارد و طی آن، سه یون سدیم از یاخته خارج و دو یون پتاسیم به یاخته وارد می‌شوند.

۱) پس از برخورد جسم داغ به انگشتان دست، یاخته‌های عصبی حسی در پوست تحریک می‌شوند و پتانسیل عمل ایجاد می‌شود. بنابراین، منظور سؤال ایجاد پتانسیل عمل در یاخته عصبی هست.

بررسی همه گزینه‌ها:

۱) رشته عصبی، آکسون یا دندریت بلند است و در یاخته عصبی حسی، رشته عصبی همان دندریت یاخته عصبی محسوب می‌شود. دندریت یاخته عصبی حسی، غلاف میلین دارد و هدایت پیام عصبی در آن، به صورت جهشی است نه نقطه‌به‌نقطه.

۲) پس از تحریک یاخته عصبی، در محل تحریک، در مدتی کوتاه و به‌طور ناگهانی، اختلاف پتانسیل دو سوی غشا تغییر می‌کند و درون غشا، مثبت‌تر می‌شود.

۳) برگشت پتانسیل غشا به حالت آرامش، در پی فعالیت کانال‌های دریچه‌دار پتاسیمی مشاهده می‌شود نه پمپ سدیم - پتاسیم.

۴) در پایان پتانسیل عمل، کانال‌های دریچه‌دار پتاسیمی بسته می‌شوند. در این زمان، شیب غلظت یون‌های سدیم و پتاسیم در دو سوی غشا با حالت آرامش تفاوت دارد. با فعالیت پمپ سدیم - پتاسیم، شیب غلظت یون‌ها نیز به حالت آرامش باز می‌گردد.

۲) برای حل این سؤال و سؤال بعدی، باید مواظبتون باشه که هر اختلاف پتانسیلی (به‌جز ۷۰- و ۳۰+ میلی‌ولت)، هم در بخش صعودی و هم نزولی پتانسیل عمل دیده میشه. بنابراین، برای گزینه (۱) و (۲) این سؤال، باید دو نقطه رو بررسی کنیم.

بررسی همه گزینه‌ها:

۱) در هر نقطه‌ای از پتانسیل عمل، جابه‌جایی یون‌ها در عرض غشا با سه روش امکان‌پذیر است: ۱- از طریق کانال‌های نشتی، ۲- از طریق کانال‌های دریچه‌دار و ۳- از طریق پمپ سدیم - پتاسیم.

نکته در پتانسیل آرامش و عمل، جابه‌جایی یون‌های سدیم و پتاسیم در یاخته‌های عصبی، فقط از طریق پروتئین‌های غشایی انجام می‌شود.

نکته جابه‌جایی غیرفعال یون‌های سدیم و پتاسیم، از طریق کانال‌های نشتی و دریچه‌دار و بدون مصرف انرژی زیستی است.

نکته جابه‌جایی فعال یون‌های سدیم و پتاسیم، توسط پمپ سدیم - پتاسیم و با مصرف انرژی زیستی انجام می‌شود.

۲) در هر زمانی از پتانسیل عمل، غلظت پتاسیم در درون یاخته عصبی، بیشتر از غلظت پتاسیم بیرون است.

۳) زمانی که اختلاف پتانسیل دو سوی غشا ۷۰- میلی‌ولت است، ممکن است مربوط به قبل یا بعد از پتانسیل عمل باشد. بعد از پتانسیل عمل، شیب غلظت یون‌ها با حالت آرامش تفاوت دارد اما قبل از پتانسیل عمل، تفاوتی ندارد.

۴) در اختلاف پتانسیل ۳۰+ میلی‌ولت، کانال‌های دریچه‌دار سدیمی بسته و کانال‌های دریچه‌دار پتاسیمی باز می‌شوند.

۲) تفاوت این سؤال با سؤال قبلی در اینه که اینها، فقط مقدار اختلاف پتانسیل گفته شده و علامتش رو نگفتیم. مثلاً برای گزینه (۳)، چهار نقطه رو باید در نظر بگیریم؛ چون هم ۲۰+ میلی‌ولت می‌تونه باشه هم ۲۰- میلی‌ولت. و برای هرکدوم هم دو حالت وجود دارد.

بررسی همه گزینه‌ها:

۱) وقتی که اختلاف پتانسیل دو سوی غشا ۳۰- میلی‌ولت است، کانال‌های دریچه‌دار سدیمی یا پتاسیمی باز هستند. وقتی اختلاف پتانسیل دو سوی غشا ۳۰+ میلی‌ولت است، کانال‌های دریچه‌دار سدیمی بسته می‌شوند و کانال‌های دریچه‌دار پتاسیمی باز می‌شوند.

۲) زمانی که اختلاف پتانسیل دو سوی غشا ۷۰- میلی‌ولت است، نفوذپذیری غشا نسبت به پتاسیم بیشتر از سدیم است.

۳) در بخش صعودی پتانسیل عمل، در اختلاف پتانسیل ۲۰+ میلی‌ولت، کانال‌های دریچه‌دار سدیمی در حال بسته‌شدن هستند. در مورد اختلاف پتانسیل ۲۰- میلی‌ولت و اختلاف پتانسیل ۲۰+ میلی‌ولت در بخش نزولی، این عبارت صحیح نیست.

۴) در هر زمانی از فعالیت یاخته عصبی، پمپ‌های سدیم - پتاسیم نیز فعالیت می‌کنند.

۱) پس از افزایش شدید بار مثبت در یاخته عصبی و رسیدن پتانسیل درون غشا به ۳۰+ میلی‌ولت، کانال‌های دریچه‌دار پتاسیمی باز می‌شوند تا پتانسیل به حالت آرامش برگردد. با جلوگیری از فعالیت کانال‌های دریچه‌دار پتاسیمی، بازگشت پتانسیل به حالت آرامش ممکن نیست.

بررسی سایر گزینه‌ها:

۲) در غشای یاخته عصبی، پمپ سدیم - پتاسیم همواره فعال است و می‌تواند ATP را مصرف کند.

۳) خروج یون‌های پتاسیم از غشای یاخته، از طریق کانال‌های نشتی و دریچه‌دار انجام می‌شود. با غیرفعال‌شدن کانال‌های دریچه‌دار، باز هم یون‌های پتاسیم می‌توانند از طریق کانال‌های نشتی از یاخته خارج شوند.

۴) تغییر ناگهانی پتانسیل دو سوی غشا و ایجاد پتانسیل عمل، مربوط به باز شدن کانال‌های دریچه‌دار سدیمی است نه پتاسیمی.

۱) تغییر ناگهانی پتانسیل دو سوی غشا از ۷۰- تا ۳۰+ میلی‌ولت، به‌معنای ایجاد پتانسیل عمل و مربوط به بخش صعودی نمودار پتانسیل عمل است. در این فرایند، برای لحظه‌ای اختلاف مقدار (عدم توازن) بارهای الکتریکی در دو سوی غشا از بین می‌رود و اختلاف پتانسیل صفر می‌شود.

نکته در بخش صعودی منحنی پتانسیل عمل، به دلیل باز شدن کانال‌های دریچه‌دار سدیمی، برای مدت کوتاهی نفوذپذیری نسبت به سدیم بیشتر از پتاسیم می‌شود.

۲ وقتی که تراکم پتاسیم داخل یاخته عصبی کم، و یون سدیم زیاد شده است، هر عاملی که پتاسیم را از یاخته خارج کند و یا سدیم را به یاخته وارد کند، در برقراری شیب غلظت حالت آرامش اثر سوء (منفی) دارد. **فُپ تا اینها گزینه (۱) و (۳) که میرن کنار، چون علاوه بر اینکه فُپتون یه مفهوم رو می‌رسونن (فعالیت پمپ سدیم - پتاسیم)، با فارغ کردن سریم و وارد کردن پتاسیم، تاثیر مثبت هم دارن. اصلاً فُپ پمپ سدیم - پتاسیم است که شیب غلظت حالت آرامش رو دوباره ایجا می‌کنه. با بسته شدن کانال‌های دریچه‌دار سدیمی نیز میزان ورود سدیم به یاخته کم می‌شود و این مورد نیز تأثیر مثبت دارد. اما باز شدن کانال‌های دریچه‌دار پتاسیمی، باعث می‌شود که پتاسیم بیشتری از یاخته عصبی خارج شود و در نتیجه، این مورد در برقراری شیب غلظت حالت آرامش اثر سوء دارد. راستی، منظور صورت سؤال پایان پتانسیل عمل است. در این زمان، کانال‌های دریچه‌دار پتاسیمی بسته می‌شوند، سدیمی‌ها که بسته شدن از قبل، فعالیت پمپ سدیم - پتاسیم هم بیشتر میشه.**

۱ برای رسیدن پتانسیل غشای یاخته عصبی از $+30$ میلی‌ولت به صفر، کانال‌های دریچه‌دار پتاسیمی باز می‌شوند.

۴ زمانی که پتانسیل غشا به $+30$ میلی‌ولت می‌رسد، کانال‌های دریچه‌دار سدیمی بسته می‌شوند (رد گزینه ۳). در این زمان، کانال‌های دریچه‌دار پتاسیمی باز می‌شوند و پتانسیل درون غشا منفی‌تر می‌شود تا در نهایت، نسبت به خارج یاخته منفی‌تر شود (درستی گزینه ۴).

بررسی سایر گزینه‌ها:

(۱) در ابتدای پتانسیل عمل، کانال‌های دریچه‌دار سدیمی باز می‌شوند.
(۲) در پایان پتانسیل عمل، تراکم پتاسیم داخل یاخته به شدت کم است اما با فعالیت پمپ سدیم - پتاسیم، تراکم پتاسیم داخل یاخته افزایش می‌یابد و شیب غلظت یون‌ها به حالت آرامش بر می‌گردد.

۴ شکل، مربوط به زمانی است که کانال‌های دریچه‌دار سدیمی باز هستند. وقتی که غشای یاخته عصبی تحریک می‌شود، کانال‌های دریچه‌دار سدیمی باز می‌شوند و درون غشا نسبت به بیرون آن، مثبت‌تر می‌شود.

نکته دریچه کانال‌های سدیمی، به سمت بیرون غشا باز می‌شود و دریچه کانال‌های پتاسیمی، به سمت درون یاخته.

بررسی سایر گزینه‌ها:

(۱) وقتی که در نقطه بعدی رشته عصبی، کانال‌های دریچه‌دار سدیمی باز می‌شوند، در همین نقطه از رشته عصبی، کانال‌های دریچه‌دار سدیمی بسته شده‌اند و کانال‌های دریچه‌دار پتاسیمی باز هستند.
(۲) در هنگام عدم فعالیت عصبی یاخته عصبی، یعنی در حالت آرامش، همه کانال‌های دریچه‌دار بسته هستند.
(۳) بازگشت غشا به پتانسیل آرامش، مربوط به فعالیت کانال‌های دریچه‌دار پتاسیمی است نه سدیمی.

بررسی سایر گزینه‌ها:

(۲) در بخش صعودی منحنی پتانسیل عمل، کانال‌های دریچه‌دار سدیمی باز می‌شوند نه پتاسیمی.

(۳) در ابتدای پتانسیل عمل، باز شدن کانال‌های دریچه‌دار سدیمی باعث می‌شود که نفوذپذیری غشا نسبت به یون سدیم افزایش پیدا کند و یون‌های سدیم بیشتری وارد یاخته عصبی شوند.

(۴) پس از پایان پتانسیل عمل (نه در بخش ابتدایی آن)، فعالیت پمپ سدیم - پتاسیم سبب برگشت (نه حفظ) شیب غلظت یون‌ها به حالت آرامش می‌شود. این چیزی که داخل این گزینه گفته شده، مربوط به حالت آرامش یافته است، راستی، قبلاً هم یه جایی داشتیم که پمپ سدیم - پتاسیم باعث حفظ شیب غلظت یون سدیم می‌شه. یادتون هست کجا؟

آنچه گذشت [گفتار ۳ - فصل ۲ دهم] در روده، گلوکز و بیشتر آمینواسیدها

با کمک پروتئین ویژه‌ای و همراه با یون سدیم، با روش هم‌انتقالی وارد یاخته پرز روده می‌شوند. شیب غلظت سدیم، با فعالیت پمپ سدیم - پتاسیم حفظ می‌شود.

۴ هر چهار مورد این سؤال صحیح است.

بررسی همه موارد:

(الف) وقتی یاخته عصبی تحریک می‌شود، در محل تحریک، اختلاف پتانسیل دو سوی غشای آن به طور ناگهانی (در مدت کوتاه) تغییر می‌کند و داخل یاخته از بیرون آن، مثبت‌تر می‌شود.

(ب) وقتی غشای یاخته عصبی تحریک می‌شود، ابتدا کانال‌های دریچه‌دار سدیمی باز می‌شوند و یون‌های سدیم فراوانی وارد یاخته و بار الکتریکی درون آن، مثبت‌تر می‌شود. پس از زمان کوتاهی، این کانال‌ها بسته می‌شوند و کانال‌های دریچه‌دار پتاسیمی باز می‌شوند.

(ج) پس از باز شدن کانال‌های دریچه‌دار پتاسیمی، یون‌های پتاسیم از یاخته عصبی خارج می‌شوند. این کانال‌ها در مدت کوتاهی بسته می‌شوند و بدین ترتیب، دوباره پتانسیل غشا به حالت آرامش بر می‌گردد.

(د) پس از بسته شدن کانال‌های دریچه‌دار پتاسیمی، با فعالیت پمپ سدیم - پتاسیم، شیب غلظت یون‌ها به حالت آرامش بر می‌گردد.

۴ در یاخته عصبی، بلافاصله پس از رسیدن اختلاف پتانسیل دو سوی غشا به $+30$ میلی‌ولت، کانال‌های دریچه‌دار پتاسیمی باز می‌شوند (رد گزینه ۱). همانطور که در شکل کتاب درسی مشخص است، دریچه کانال‌های پتاسیمی در سمت داخل غشای یاخته قرار دارد.

نکته در اختلاف پتانسیل $+30$ میلی‌ولت، تمامی کانال‌های دریچه‌دار سدیمی

و پتاسیمی برای لحظه‌ای بسته هستند. در این زمان، کانال‌های دریچه‌دار پتاسیمی باز می‌شوند و با خروج یون پتاسیم از یاخته عصبی، پتانسیل غشا شروع به منفی‌تر شدن می‌کند.

بررسی سایر گزینه‌ها:

(۲) حداکثر اختلاف شیب غلظت یون‌ها با حالت آرامش، مربوط به پایان پتانسیل عمل است.

(۳) بیشترین میزان نفوذپذیری غشا نسبت به یون سدیم، زمانی مشاهده می‌شود که کانال‌های دریچه‌دار سدیمی باز هستند؛ یعنی در بخش صعودی منحنی پتانسیل عمل.

بررسی سایر گزینه‌ها:

- ۱) در حالت آرامش، انتشار تسهیل‌شده یون‌های سدیم در عرض غشای یاخته، از طریق کانال‌های نشستی سدیم انجام می‌شود.
- ۲) در حالت آرامش، پمپ سدیم - پتاسیم، با مصرف انرژی زیستی (ATP)، سه یون سدیم را از یاخته خارج می‌کند.
- ۴) در حالت آرامش، نفوذپذیری غشا نسبت به یون پتاسیم، بیشتر از نفوذپذیری آن نسبت به سدیم است.
- ۳) زمانی که اختلاف پتانسیل دو سوی غشا به $+30$ میلی‌ولت می‌رسد، ساختار سه‌بعدی کانال‌های دریچه‌دار پتاسیمی تغییر می‌کند و این کانال‌ها باز می‌شوند.

بررسی سایر گزینه‌ها:

- ۱) همانطور که قبلاً هم گفتیم، همیشه مقدار سدیم در بیرون یاخته بیشتر است و پتاسیم درون یاخته.
- ۲) بیشترین اختلاف بین مقدار بارهای مثبت درون و بیرون یاخته، مربوط به حالت آرامش است.
- ۴) بلافاصله بعد از نقطه مشخص شده، کانال‌های دریچه‌دار پتاسیمی باز می‌شوند نه اینکه کانال‌های دریچه‌دار سدیمی بسته شوند.

- ۱) در نقطه مشخص شده، افزایش اختلاف مقدار بارهای الکتریکی در دو سوی غشا و منفی‌تر شدن درون غشا، ناشی از فعالیت کانال‌های دریچه‌دار پتاسیمی است.

بررسی سایر گزینه‌ها:

- ۲) همانطور که قبلاً هم گفتیم، همواره مقدار پتاسیم درون یاخته بیشتر از بیرون یاخته است.
- ۳) برگشت پتانسیل غشا به حالت آرامش، مربوط به کانال دریچه‌دار پتاسیمی است. تجزیه ATP توسط پمپ سدیم - پتاسیم و تولید ADP و فسفات، برای بازگشت شیب غلظت یون‌ها به حالت آرامش است.
- ۴) در پتانسیل عمل، با فعالیت کانال‌های دریچه‌دار سدیمی، اختلاف غلظت سدیم در دو سوی غشای یاخته کم می‌شود. در پایان پتانسیل عمل، فعالیت پمپ سدیم - پتاسیم شیب غلظت یون‌ها را به حالت آرامش بر می‌گرداند. در واقع، اختلاف غلظت سدیم بین بیرون و درون یاخته افزایش می‌یابد به بیشترین تعداد خود می‌رسد.

- ۴) وقتی که پتانسیل عمل در یک نقطه تمام می‌شود، در نقطه مجاور آن، کانال‌های دریچه‌دار پتاسیمی باز هستند و یون‌های پتاسیم از یاخته خارج می‌شوند. بنابراین، همانطور که در شکل «هدایت پیام عصبی» مشخص است، در نقطه مجاور، غلظت پتاسیم در خارج از یاخته در حال افزایش است. در نقطه مشخص شده، کانال‌های دریچه‌دار پتاسیمی بسته هستند و فعالیت آن‌ها افزایش نمی‌یابد.

۲- انتشار تسهیل‌شده، در جهت کاهش اختلاف غلظت عمل می‌کند. البته، به دلایل مختلف، از جمله فعالیت پمپ سدیم - پتاسیم، غلظت یون‌ها در دو سوی غشا به تعادل نمی‌رسد و همواره سدیم در بیرون یاخته و پتاسیم در درون یاخته بیشتر است. ولی طی پتانسیل عمل، اختلاف غلظت سدیم بیرون و درون یاخته و همچنین پتاسیم بیرون و درون یاخته، کم می‌شود.

شکل چگونگی ایجاد پتانسیل عمل

- ✓ در بخش نزولی منحنی پتانسیل عمل، کانال‌های دریچه‌دار سدیمی بسته و پتاسیمی باز هستند.
- ✓ در بخش صعودی منحنی پتانسیل عمل، کانال‌های دریچه‌دار سدیمی باز و پتاسیمی بسته هستند.
- ✓ دریچه کانال‌های سدیمی به سمت بیرون یاخته و دریچه کانال‌های پتاسیمی، به سمت درون یاخته باز می‌شود.
- ✓ در سه زمان، همه کانال‌های دریچه‌دار سدیمی و پتاسیمی بسته هستند؛ قبل از شروع پتانسیل عمل، در قله پتانسیل عمل و بعد از پایان پتانسیل عمل.

موارد (الف)، (ج) و (د)، مربوط به بعد از پایان پتانسیل عمل هستند^۱ و مورد (ب) نیز مربوط به پتانسیل آرامش است. با توجه به کادر نکات شکل، هر چهار مورد صحیح هستند.

۳ شکل، نشان‌دهنده زمانی است که کانال‌های دریچه‌دار پتاسیمی باز هستند. با عبور یون‌های پتاسیم از کانال‌ها، پتانسیل غشا دوباره به حالت آرامش بر می‌گردد.

بررسی سایر گزینه‌ها:

- ۱) عبور سدیم از عرض غشای یاخته، از طریق کانال‌های نشستی (بدون مصرف انرژی) و پمپ سدیم - پتاسیم (با مصرف انرژی) ممکن است.
- ۲) یون‌های پتاسیم، می‌توانند از طریق کانال‌های دریچه‌دار و نشستی از یاخته خارج شوند.
- ۴) بعد از پایان پتانسیل عمل و بسته شدن کانال‌های دریچه‌دار پتاسیمی، شیب غلظت یون‌ها به حالت آرامش بر می‌گردد.

۳ نقطه مشخص شده، بازگشت پتانسیل غشا به حالت آرامش را نشان می‌دهد. بازگشت پتانسیل غشا به حالت آرامش، مربوط به فعالیت کانال‌های دریچه‌دار پتاسیمی است. با باز شدن این کانال‌ها، یون‌های پتاسیم (K^+) از عرض غشای یاخته عبور می‌کنند (رد گزینه ۲) و مقدار پتاسیم در مایع میان‌بافتی افزایش می‌یابد (رد گزینه ۱). باز شدن کانال‌های دریچه‌دار پتاسیمی، نیازمند تغییر شکل سه‌بعدی این کانال‌ها و باز شدن دریچه آن‌ها است (رد گزینه ۴). دقت داشته باشید که بازگشت پتانسیل غشا به حالت آرامش، ارتباطی به فعالیت پمپ سدیم - پتاسیم و مصرف ATP توسط این پمپ ندارد (درستی گزینه ۳). بلکه این پمپ، شیب غلظت یون‌ها را به حالت آرامش بر می‌گرداند. مواستون هست که صورت سؤال گفته «مستقل» از پی هست؟

۳ نقطه مشخص شده، مربوط به شروع پتانسیل عمل است. در پتانسیل عمل، پتانسیل غشا به‌طور ناگهانی تغییر می‌کند و داخل یاخته از بیرون آن، مثبت‌تر می‌شود. تا قبل از شروع پتانسیل عمل، تغییر ناگهانی پتانسیل غشا امکان‌پذیر نیست.

۱- البته مورد (د) مربوط به بخش‌های دیگری مانند قله پتانسیل عمل نیز می‌باشد، ولی با توجه به قید «می‌تواند» در صورت سؤال، این بخش‌ها تغییری در پاسخ ایجاد نمی‌کنند.

بررسی سایر گزینه‌ها:

۲ در نقطه «۱»، اختلاف پتانسیل دو سوی غشا در حال نزدیک شدن به صفر است؛ یعنی اختلاف مقدار یون‌های مثبت در دو سوی غشا کم می‌شود. اما در نقطه «۲»، اختلاف مقدار بارهای مثبت در دو سوی غشا در حال افزایش است. **بررسی سایر گزینه‌ها:**

۱ هم در نقطه «۱» و هم «۲»، یون‌های پتاسیم از طریق کانال‌های نشستی از یاخته خارج می‌شوند. البته در نقطه «۲»، عبور پتاسیم از طریق کانال‌های دریچه‌دار نیز مشاهده می‌شود. در هر دو نقطه، جابه‌جایی یون‌ها توسط پمپ سدیم - پتاسیم نیز وجود دارد.

۳ در هر دو نقطه «۱» و «۲»، بین دو سوی غشای یاخته عصبی اختلاف پتانسیل وجود دارد. بنابراین، مقدار بارهای الکتریکی در دو سوی غشای یاخته نیز با هم اختلاف دارند.

۴ در هر دو نقطه، یون‌های سدیم توسط کانال‌های نشستی وارد یاخته عصبی می‌شوند. **۴ در نقطه «۲»**، شیب غلظت یون‌های سدیم و پتاسیم با حالت آرامش تفاوت دارد. اما در نقطه «۱»، فقط شیب غلظت یون سدیم با حالت آرامش تفاوت دارد. زیرا، هنوز کانال‌های دریچه‌دار پتاسیمی باز نشده‌اند.

بررسی سایر گزینه‌ها:

۱ در هر دو نقطه، نفوذپذیری غشا نسبت به پتاسیم بیشتر از نفوذپذیری نسبت به سدیم است.

۲ در نقطه «۲»، همه کانال‌های دریچه‌دار غشا بسته شده‌اند نه گروهی از آن‌ها. اما در نقطه «۱»، گروهی از کانال‌های دریچه‌دار (کانال‌های سدیمی)، بسته شده‌اند. **۳ در هر دو نقطه**، انتشار تسهیل‌شده سدیم به درون یاخته از طریق کانال‌های نشستی انجام می‌شود.

۳ در نقطه «۱»، سدیم از طریق کانال‌های دریچه‌دار وارد یاخته عصبی می‌شود و مقدار بارهای مثبت در بیرون غشای یاخته کم می‌شود. اما در نقطه «۲»، یون‌های پتاسیم از طریق کانال‌های دریچه‌دار از یاخته عصبی خارج می‌شوند و مقدار بارهای مثبت در بیرون یاخته زیاد می‌شود.

بررسی سایر گزینه‌ها:

۱ اینو دریگه تا الان صد بار توضیح داریم. لازمه بازم بگیم؟ **۲ در نقطه «۱»**، اختلاف مقدار بارهای الکتریکی در حال افزایش است و مقدار اختلاف پتانسیل زیاد می‌شود.

۴ در نقطه «۱»، فعالیت کانال‌های دریچه‌دار سدیمی در حال کاهش است و تغییری در فعالیت کانال‌های دریچه‌دار پتاسیمی ایجاد نمی‌شود. اما در نقطه «۲»، کانال‌های دریچه‌دار پتاسیمی باز می‌شوند.

۳ یون A و B، نماد یون‌هایی هستند که در یک سمت غشا فراوان‌تر هستند. مثلاً، اگر «۱» مایع بین‌یاخته‌ای و «۲» درون یاخته باشد، A یون سدیم است؛ زیرا مقدار سدیم در بیرون یاخته بیشتر از درون آن است. در این حالت، سدیم (A)، یونی است که توسط پمپ سدیم - پتاسیم از یاخته خارج می‌شود.

بررسی سایر گزینه‌ها:

۱ یون‌های سدیم و پتاسیم، علاوه بر کانال‌های دریچه‌دار و پمپ سدیم - پتاسیم، از طریق کانال‌های نشستی نیز می‌توانند از غشا عبور کنند.

۱) وقتی که یاخته عصبی در حالت آرامش قرار دارد، فعالیت عصبی ندارد. همچنین در نقطه مشخص‌شده، غلظت یون پتاسیم خارج از یاخته تغییری نمی‌کند^۱ و شیب غلظت یون‌ها ثابت باقی می‌ماند.

۲) همانطور که گفتیم، در نقطه مشخص‌شده، مقدار کل یون‌ها و همچنین مقدار هر یک از یون‌ها تقریباً ثابت باقی می‌ماند و لذا تغییری در اختلاف پتانسیل یاخته ایجاد نمی‌شود.

۳) از آنجا که اختلاف پتانسیل دو سوی غشا مقداری ثابت است و تغییر نمی‌کند، نتیجه می‌گیریم که مقدار بارهای الکتریکی در دو سوی غشا نیز تغییری نمی‌کند.

۳ در نقطه مشخص‌شده، فقط کانال‌های دریچه‌دار سدیمی باز هستند و کانال‌های دریچه‌دار پتاسیمی بسته می‌باشند.

بررسی سایر گزینه‌ها:

۱) در نقطه مشخص‌شده، هم یون‌های سدیم و هم پتاسیم، می‌توانند از غشای یاخته عصبی عبور کنند.

۲) علاوه بر انتشار تسهیل‌شده از طریق کانال‌ها، یون‌ها می‌توانند توسط پمپ سدیم - پتاسیم با انتقال فعال از غشا عبور کنند.

۴) با فعالیت پمپ سدیم - پتاسیم، یون‌های سدیم از یاخته عصبی خارج می‌شوند. در این نقطه، ورود یون‌های سدیم به درون یاخته از طریق کانال‌های غشایی نیز مشاهده می‌شود.

۲ در نقطه «۲»، پس از پایان پتانسیل عمل، با فعالیت پمپ سدیم - پتاسیم، شیب غلظت یون‌ها به حالت آرامش بر می‌گردد. در نقطه «۱» نیز شیب غلظت یون‌ها توسط پمپ سدیم - پتاسیم حفظ می‌شود.

نکته اگر پمپ سدیم - پتاسیم وجود نداشت، با انتشار تسهیل‌شده، غلظت یون‌ها در دو سوی غشا برابر می‌شد و شیب غلظت از بین می‌رفت.

نکته برقراری پتانسیل آرامش یا حفظ آن، مربوط به فعالیت پمپ سدیم - پتاسیم است. ولی در پتانسیل عمل، بازگشت پتانسیل غشا به حالت آرامش، مربوط به خروج یون‌ها از طریق کانال‌های دریچه‌دار پتاسیمی است.

بررسی سایر گزینه‌ها:

۱) بیشترین اختلاف بین مقدار یون‌های سدیم در درون و بیرون یاخته، در پتانسیل آرامش وجود دارد. اما دقت داشته باشید که نقطه «۲»، بلافاصله پس از پایان پتانسیل عمل است. در این نقطه، شیب غلظت یون‌ها با حالت آرامش فرق دارد و اختلاف مقدار یون‌های سدیم در درون و بیرون یاخته، کم‌تر از قبل از پتانسیل عمل است.

۳) در نقطه «۲»، برگشت پتانسیل غشا به حالت آرامش، مربوط به کانال‌های دریچه‌دار پتاسیمی است نه پمپ سدیم - پتاسیم.

۴) در نقطه «۱» و «۲»، انتشار تسهیل‌شده یون‌های سدیم و پتاسیم از طریق کانال‌های نشستی انجام می‌شود.

۱- حواستون باشه در گزینه (۴)، غلظت پتاسیم در نقطه مجاور بررسی شده بود ولی در این گزینه، در همین نقطه از یاخته عصبی باید بررسی کنیم.

۴ تغییر ناگهانی پتانسیل غشا، به معنای ایجاد پتانسیل عمل است. در آکسون یاخته عصبی حرکتی، غلاف میلین وجود دارد و هدایت به صورت جهشی است. همانطور که در شکل «هدایت پیام عصبی» مشخص است، وقتی که در محل تحریک کانال‌های دریچه‌دار پتاسیمی باز می‌شوند، در نقطه بعدی از غشا که تحریک می‌شود (مثلاً در گره رانویه بعدی)، کانال‌های دریچه‌دار سدیمی باز می‌شوند.

بررسی سایر گزینه‌ها:

۱) همانطور که در شکل «هدایت پیام عصبی» مشخص است، وقتی در یک نقطه از غشا کانال‌های دریچه‌دار سدیمی باز هستند، در نقطه قبلی کانال‌های دریچه‌دار پتاسیمی باز می‌باشند و در نقطه بعدی، کانال‌های دریچه‌دار بسته هستند. ۲) ممکن است در یک زمان، دو نقطه مجاور در حالت آرامش قرار داشته باشند. لذا، اختلاف پتانسیل آن‌ها برابر است.

۳) همانطور که گفتیم، در آکسون یاخته عصبی حرکتی غلاف میلین وجود دارد و لذا، هدایت پیام عصبی به صورت جهشی است نه نقطه‌به‌نقطه.

نکته هدایت نقطه‌به‌نقطه پیام عصبی در رشته‌های عصبی بدون میلین دیده می‌شود.

۳ همانطور که در شکل مشخص است، دومین نقطه‌ای که در آن پتانسیل عمل ایجاد می‌شود، در سمت راست نقطه اولیه قرار دارد. بنابراین، هدایت پیام عصبی به صورت نقطه‌به‌نقطه و از چپ به راست است.

بررسی سایر گزینه‌ها:

۱) در حالت «۲»، در نقطه اولیه کانال‌های دریچه‌دار پتاسیمی باز هستند و در نقطه بعدی آن، کانال‌های دریچه‌دار سدیمی. در سایر نقاط، همه کانال‌های دریچه‌دار بسته هستند.

نکته در هدایت پیام عصبی، وقتی در یک نقطه از رشته عصبی، کانال‌های دریچه‌دار سدیمی باز هستند، در نقطه بعدی، همه کانال‌های دریچه‌دار بسته می‌باشند و در نقطه قبل، کانال‌های دریچه‌دار پتاسیمی باز هستند.

۲) در حالت «۱»، در بخش A پتانسیل عمل ایجاد می‌شود و لذا، مقدار بارهای مثبت درون غشا در بخش A، بیشتر از بیرون غشا می‌شود.

۴) همانطور که در بخش قبلی گفتیم، همیشه غلظت سدیم در بیرون یاخته عصبی بیشتر از درون آن است.

شکل هدایت پیام عصبی

✓ در حالت آرامش، همه کانال‌های دریچه‌دار غشا بسته هستند.

✓ در یک رشته عصبی، در هر زمان، فقط در یک نقطه پتانسیل عمل ایجاد می‌شود.

✓ هدایت پیام عصبی در رشته‌های عصبی بدون میلین، به صورت نقطه‌به‌نقطه انجام می‌شود.

✓ در هنگام هدایت پیام عصبی در طول رشته عصبی، سه وضعیت مختلف قابل مشاهده است: ۱- در یک نقطه، کانال‌های دریچه‌دار سدیمی باز هستند. ۲- در نقطه قبلی آن، کانال‌های دریچه‌دار پتاسیمی باز هستند و ۳- در نقطه بعدی آن، همه کانال‌های دریچه‌دار بسته هستند.

۲) اگر «۱» بیرون غشا باشد، همانطور که در شکل مشخص است، بار آن مثبت‌تر است و بنابراین، می‌تواند مربوط به حالت آرامش یاخته عصبی باشد. در این حالت، کانال‌های دریچه‌دار بسته هستند.

۴) اگر «۲» بیرون غشا باشد، در بخش «۱» (درون غشا)، مقدار بار مثبت بیشتر از بیرون یاخته است. فقط در پتانسیل عمل است که پتانسیل درون غشا از بیرون آن مثبت‌تر می‌شود. بنابراین، در این حالت، فعالیت عصبی در یاخته مشاهده می‌شود.

شکل پتانسیل آرامش

✓ در حالت آرامش، پتانسیل درون غشا نسبت به بیرون آن منفی، غلظت پتاسیم درون یاخته بیشتر از بیرون آن و غلظت سدیم بیرون یاخته بیشتر از درون آن است.

۱) در نقطه «۱» و «۵»، پتانسیل آرامش وجود دارد. در این حالت، پتانسیل درون غشا نسبت به بیرون آن، -70 میلی‌ولت است. بنابراین، در حالت آرامش، پتانسیل بیرون غشا نسبت به درون آن، $+70$ میلی‌ولت است.

بررسی سایر گزینه‌ها:

۲) در هر زمانی از حیات یاخته عصبی، هم ورود و خروج پتاسیم دیده می‌شود و هم ورود و خروج سدیم. برای جابه‌جایی این یون‌ها، کانال‌های نشستی و پمپ سدیم - پتاسیم به‌طور دائمی فعالیت می‌کنند. کانال‌های نشستی، یون‌ها را در جهت شیب غلظت انتقال می‌دهند و پمپ سدیم - پتاسیم، در خلاف جهت شیب غلظت. بنابراین، همواره عبور دوطرفه یون‌ها از غشای یاخته مشاهده می‌شود.

۳) در نقطه «۳»، فقط کانال‌های دریچه‌دار سدیمی بسته می‌شوند و در نقطه «۵» هم فقط کانال‌های دریچه‌دار پتاسیمی.

۴) در نقطه «۲»، کانال‌های دریچه‌دار سدیمی باز هستند. ولی در نقطه «۴»، کانال‌های دریچه‌دار پتاسیمی باز و کانال‌های سدیمی بسته هستند.

۲ فقط مورد (د)، درست است. همیشه، غلظت پتاسیم درون یاخته بیشتر از غلظت آن در بیرون یاخته است.

بررسی سایر موارد:

الف) هم در نقطه «۴» و هم «۲»، خروج سدیم از یاخته عصبی از طریق پمپ سدیم - پتاسیم انجام می‌شود.

ب) بازگشت پتانسیل غشا به حالت آرامش، مربوط به کانال‌های دریچه‌دار پتاسیمی است نه پمپ سدیم - پتاسیم.

ج) همانطور که قبلاً هم گفتیم، بیشترین اختلاف مقدار یون‌های مثبت در دو سوی غشا، مربوط به حالت آرامش است.

۱) در نقطه «۱» و «۴»، همه کانال‌های دریچه‌دار یاخته بسته هستند. در نقطه «۲»، کانال‌های دریچه‌دار سدیمی باز و کانال‌های دریچه‌دار پتاسیمی بسته هستند. در نقطه «۳»، کانال‌های دریچه‌دار پتاسیمی باز و سدیمی بسته هستند.

نقطه روی نمودار	«۱»	«۲»	«۳»	«۴»
کانال دریچه‌دار سدیمی	بسته	باز	بسته	بسته
کانال دریچه‌دار پتاسیمی	بسته	بسته	باز	بسته

۴) هر چقدر تعداد گره‌های رانویه کم‌تر باشد، سرعت هدایت پیام عصبی بیشتر است. زیرا، بیشتر بودن تعداد گره‌های رانویه، به معنای کم‌تر بودن میزان غلاف میلین است. در واقع هر چه تعداد گره‌های رانویه بیشتر باشد، در نقاط بیشتری از رشته عصبی باید پتانسیل عمل ایجاد شود. بنابراین، سرعت هدایت پیام عصبی با افزایش تعداد گره‌های رانویه، کاهش می‌یابد.

نکته سرعت هدایت پیام عصبی با تعداد گره‌های رانویه، رابطه عکس دارد. هر چقدر تعداد گره‌های رانویه بیشتر باشد، سرعت هدایت پیام کمتر است.

۱ فقط مورد (الف)، نادرست است. شکل، نشان‌دهنده یک یاخته عصبی میلین‌دار است و بخش‌های مشخص شده در شکل، به ترتیب عبارت‌اند از: ۱- گره رانویه، ۲- بخشی از رشته عصبی که میلین دارد و ۳- میلین.

بررسی همه موارد:

(الف) غلاف میلین، در واقع همان غشای دو لایه یاخته پشتیبان است. رشته عصبی نیز غشای دو لایه دارد.

(ب) در گره‌های رانویه، تعداد زیادی کانال وجود دارد. ولی در فاصله بین گره‌ها، این کانال‌ها وجود ندارند.

نکته در رشته‌های عصبی میلین‌دار، فقط در گره‌های رانویه کانال‌های درپچه‌دار وجود دارند.

ج و د) در بخش «۲»، غشای رشته در تماس با محیط اطراف نیست و پتانسیل عمل هم ایجاد نمی‌شود. اما در گره رانویه، پتانسیل عمل تولید می‌شود. در پایان پتانسیل عمل، شیب غلظت یون‌ها با حالت آرامش تفاوت دارد.

۲ در فصل (۵) می‌خوانیم که بیماری MS، نوعی بیماری خودایمنی است. در این بیماری، پوشش اطراف یاخته‌های عصبی بخش مرکزی دستگاه عصبی، از بین می‌رود.

بررسی همه گزینه‌ها:

۱) با توجه به کاهش غلاف میلین، پتانسیل عمل در نقاط بیشتری از یاخته عصبی ایجاد می‌شود. به همین دلیل، در نقاط بیشتری فعالیت پمپ سدیم - پتاسیم دیده می‌شود. این پمپ، ATP را تجزیه و به ADP و فسفات تبدیل می‌کند.

۲) در اثر آسیب غلاف میلین، سرعت هدایت پیام عصبی کاهش می‌یابد. اما سرعت هدایت کیسه‌های کوچک حامل ناقل‌های عصبی و همچنین سرعت انتقال پیام، تغییری نمی‌کند.

۳ و ۴) در بیماری MS، ارسال پیام‌های عصبی به درستی انجام نمی‌شود. بینایی و حرکت مختل و فرد دچار بی‌حسی و لرزش می‌شود.

۲ هدایت پیام عصبی، فقط در طول یک یاخته عصبی انجام می‌شود اما انتقال پیام عصبی، از یک یاخته عصبی به یک یاخته دیگر است.

بررسی سایر گزینه‌ها:

۱) هدایت پیام، به صورت الکتریکی و با جابه‌جایی یون‌هاست اما انتقال پیام، با کمک پیک‌های شیمیایی (ناقل‌های عصبی) انجام می‌شود.

۳) هدایت پیام عصبی، در یاخته‌های عصبی انجام می‌شود اما انتقال پیام، ممکن است از یک یاخته عصبی به یاخته غیرعصبی (مثلاً ماهیچه) باشد.

۴) هدایت پیام عصبی و ایجاد پتانسیل عمل، باعث می‌شود که شیب غلظت یون‌ها تغییر کند و فعالیت پمپ سدیم - پتاسیم بیشتر شود. لذا، مصرف انرژی زیستی (ATP) را افزایش می‌دهد. انتقال پیام عصبی نیز با برون‌رانی ناقل‌های عصبی انجام می‌شود. برون‌رانی، نیاز به مصرف انرژی زیستی دارد.

۱ در بیماری مالتیپل اسکلروزیس (MS)، یاخته‌های پشتیبانی که در سیستم عصبی مرکزی (مغز و نخاع) میلین می‌سازند، از بین می‌روند.

بررسی سایر گزینه‌ها:

۲) هدایت پیام عصبی در رشته‌های عصبی میلین‌دار از رشته‌های بدون میلین هم‌قطر سریع‌تر است. بنابراین، ممکن است یک رشته عصبی میلین نداشته باشد اما به دلیل قطر بیشتر، سرعت هدایت پیام آن بیشتر باشد.

نکته سرعت هدایت پیام در رشته‌های عصبی، به قطر رشته عصبی و غلاف میلین بستگی دارد.

۳) مثبت‌تر شدن پتانسیل درون غشا، به معنی تشکیل پتانسیل عمل است. در یاخته عصبی حسی، هم در آکسون و هم در دندریت، غلاف میلین وجود دارد و پتانسیل عمل، در گره‌های رانویه ایجاد می‌شود. البته، همانطور که در شکل «انواع یاخته‌های عصبی» مشخص است، در انتهای دندریت و آکسون، غلاف میلین وجود ندارد. علاوه بر این، جسم یاخته‌ای نیز فاقد غلاف میلین و گره رانویه است ولی در آن، تولید پتانسیل عمل مشاهده می‌شود.

۴) در رشته عصبی میلین‌دار، جریان پتانسیل عمل به صورت جهشی است نه نقطه‌به‌نقطه. علاوه بر این، آکسون پیام را از جسم یاخته‌ای دور می‌کند اما دندریت، پیام را به جسم یاخته‌ای نزدیک می‌کند.

۴ در ماهیچه‌های اسکلتی، سرعت ارسال پیام اهمیت زیادی دارد. بنابراین، یاخته‌های عصبی حرکتی آن، میلین‌دار است. در یاخته‌های عصبی میلین‌دار، گره‌های رانویه وجود دارد. در محل این گره‌ها، میلین وجود ندارد و رشته عصبی با محیط بیرون از یاخته ارتباط دارد. بنابراین، در این گره‌ها پتانسیل عمل ایجاد می‌شود.

بررسی سایر گزینه‌ها:

۱) پیام عصبی، درون (نه بیرون) رشته عصبی از یک گره به گره دیگر هدایت می‌شود. ۲) یاخته‌های عصبی حرکتی که پیام را به ماهیچه‌های اسکلتی انتقال می‌دهند، مربوط به دستگاه عصبی محیطی هستند اما در بیماری MS، یاخته‌های پشتیبان سیستم عصبی مرکزی آسیب می‌بینند.

۳) کاهش یا افزایش میلین به بیماری منجر می‌شود!

۲ در بیماری MS، یاخته‌های پشتیبانی که در سیستم عصبی مرکزی میلین می‌سازند، از بین می‌روند. با از بین رفتن غلاف میلین در اطراف رشته‌های عصبی، سرعت هدایت پیام عصبی کاهش می‌یابد.

بررسی سایر گزینه‌ها:

۱) با توجه به متن کتاب درسی، مشخص است که علاوه بر غلاف میلین، قطر رشته عصبی نیز در سرعت هدایت پیام مؤثر است.

۳) وقتی پتانسیل عمل در یک نقطه از یاخته عصبی ایجاد می‌شود، نقطه‌به‌نقطه پیش می‌رود تا به انتهای رشته عصبی (آکسون یا دندریت بلند) برسد. بنابراین، با توجه به متن کتاب، مشخص است که هدایت نقطه‌به‌نقطه پیام عصبی در دندریت بلند هم امکان‌پذیر است.

۱- بیماری‌های مختلفی وجود دارند که به خاطر افزایش یا کاهش میلین ایجاد می‌شن و اینجوری نیست که فقط MS مربوط به تغییر میزان میلین باشد. مثلاً در بیماری L.hermite-Duclos، افزایش میلین در اطراف رشته عصبی وجود دارد.

نکته دقت داشته باشید که در فرایند برون‌رانی، محتویات کیسه‌های غشایی آزاد می‌شوند و خود کیسه از یاخته خارج نمی‌شود.

۴) با اتصال ناقل عصبی به گیرنده خود در غشای یاخته پس‌سیناپسی، نفوذپذیری غشای یاخته پس‌سیناپسی به یون‌ها و در نتیجه پتانسیل الکتریکی این یاخته، تغییر می‌کند. این تغییر، یاخته پس‌سیناپسی را تحریک و یا از فعالیت آن جلوگیری می‌کند.

شکل تصویر سیناپس با میکروسکوپ الکترونی

- ✓ جسم یاخته‌ای، پیام را از یاخته‌های عصبی دیگر دریافت می‌کند.
- ✓ هر جسم یاخته‌ای، به‌طور همزمان می‌تواند توسط چند پایانه آکسون (که می‌تواند مربوط به چند یاخته عصبی نیز باشد)، دیگر تحریک شود.

۲) **ناقل عصبی**، در جسم یاخته‌های عصبی ساخته و درون کیسه‌های کوچکی ذخیره می‌شود. این کیسه‌ها، در طول آکسون هدایت می‌شوند تا به پایانه آن برسند. وقتی پیام عصبی، به پایانه آکسون می‌رسد، این کیسه‌ها با برون‌رانی، ناقل را در فضای سیناپسی آزاد می‌کنند. بنابراین، گزینه (۲)، به‌صورت دائمی اما سه‌گزینه دیگر، فقط پس از رسیدن پتانسیل عمل به پایانه آکسون انجام می‌شوند و قبل از آن دیده نمی‌شوند.

۴) هر چهار مورد این سؤال، صحیح است. مولکول مشخص شده در شکل، ناقل عصبی است.

بررسی همه موارد:

الف) ناقل عصبی، در جسم یاخته پیش‌سیناپسی ساخته می‌شود. جسم یاخته‌ای، محل قرارگیری هسته و سوخت‌وساز یاخته است.

ب) ناقل عصبی، ممکن است تحریک‌کننده یا بازدارنده باشد. ناقل عصبی تحریک‌کننده، پتانسیل غشای یاخته پس‌سیناپسی را مثبت‌تر و ناقل بازدارنده، پتانسیل غشای یاخته پس‌سیناپسی را منفی‌تر می‌کند.

ج) پس از انتقال پیام، ناقل‌های عصبی باقی‌مانده در فضای سیناپسی، ممکن است توسط آنزیم‌هایی که از یاخته‌ها ترشح می‌شوند، تجزیه شوند.

د) تغییر در میزان طبیعی ناقل‌های عصبی، به بیماری و اختلال در کار دستگاه عصبی منجر می‌شود.

شکل آزاد شدن ناقل و اثر آن بر یاخته پس‌سیناپسی

- ✓ در پروتئین گیرنده ناقل، دو جایگاه برای اتصال ناقل وجود دارد.
- ✓ گیرنده ناقل عصبی، نوعی کانال دریچه‌دار است. کانال نشان داده شده در این شکل، مربوط به یون سدیم است.
- ✓ ناقل‌های عصبی با برون‌رانی به فضای سیناپسی آزاد می‌شوند. در این فرایند، سطح غشای یاخته پیش‌سیناپسی زیاد می‌شود.

۲) یاخته‌های عصبی، با یکدیگر ارتباط ویژه‌ای به نام سیناپس برقرار می‌کنند در محل سیناپس، پس از اتصال ناقل عصبی به گیرنده خود، نفوذپذیری غشای یاخته پس‌سیناپسی تغییر و در نتیجه، پتانسیل الکتریکی یاخته پس‌سیناپسی نیز عوض می‌شود.

نکته در هر سیناپس فعال، نفوذپذیری غشا و پتانسیل الکتریکی یاخته پس‌سیناپسی تغییر می‌کند.

۱) فقط مورد (ب)، صحیح است. همانطور که در شکل «انواع یاخته‌های عصبی» مشخص است، در دو انتهای یاخته‌های عصبی، غلاف میلین (پوشش عایق) وجود ندارد.

بررسی سایر موارد:

الف) یاخته‌های عصبی، در حالت آرامش فعالیت عصبی ندارند اما فعالیت‌های دیگری می‌توانند داشته باشند. مثلاً، تولید ناقل عصبی به‌صورت دائمی انجام می‌شود؛ حتی در حالت آرامش یاخته.

ج) منظور از ساختارهای غشادار، اندامک‌ها هستند. در رشته‌های یاخته‌های عصبی نیز اندامک وجود دارد. مثلاً، در پایانه آکسون میتوکندری وجود دارد.

د) در رشته‌های عصبی میلین‌دار، پتانسیل عمل فقط در گره‌های رانویه ایجاد می‌شود. اما در یاخته‌های عصبی بدون میلین، پتانسیل عمل در هر نقطه‌ای از رشته عصبی ایجاد می‌شود.

۴) ناقل عصبی پس از رسیدن به غشای یاخته پس‌سیناپسی، به پروتئینی به نام گیرنده متصل می‌شود. این پروتئین، کانال نیز هست که با اتصال ناقل عصبی به آن باز می‌شود. بدین ترتیب، ناقل عصبی نفوذپذیری غشای یاخته پس‌سیناپسی را به یون‌ها و در نتیجه، پتانسیل الکتریکی این یاخته را تغییر می‌دهد.

نکته گیرنده ناقل‌های عصبی، نوعی کانال دریچه‌دار است که تحت تأثیر مواد شیمیایی (ناقل عصبی)، باز می‌شود.

بررسی سایر گزینه‌ها:

۱) ناقل عصبی، به گیرنده غشای یاخته پس‌سیناپسی متصل می‌شود و وارد آن نمی‌شود.

۲) کیسه‌های حاوی ناقل‌های عصبی، وارد فضای سیناپسی نمی‌شوند بلکه محتویات خود را با برون‌رانی آزاد می‌کند.

۳) برخی ناقل‌های عصبی تحریک‌کننده و برخی بازدارنده‌اند. فقط اگر ناقل عصبی تحریک‌کننده باشد، ورود ناگهانی یون‌های سدیم به یاخته پس‌سیناپسی و ایجاد پتانسیل عمل دیده می‌شود.

۱) شکل، نشان‌دهنده «تصویر سیناپس با میکروسکوپ الکترونی» است. بخش «۱»، جسم یاخته پس‌سیناپسی است و بخش «۲»، پایانه آکسون یاخته پیش‌سیناپسی.

بررسی همه گزینه‌ها:

۱) پس از انتقال پیام، مولکول‌های ناقل باقی‌مانده، باید از فضای سیناپسی تخلیه شوند تا از انتقال بیش از حد پیام جلوگیری و امکان انتقال پیام‌های جدید فراهم شود.

۲) انتقال بیش از حد پیام به یاخته پس‌سیناپسی، ناشی از عدم تخلیه ناقل‌های عصبی از فضای سیناپسی است. تخلیه ناقل‌های عصبی ممکن است از طریق جذب دوباره آن‌ها به یاخته پیش‌سیناپسی یا تجزیه آن‌ها توسط آنزیم‌ها باشد. این گزینه، به خاطر «قطعه» غلطه!

۳) وقتی پیام عصبی به پایانه آکسون می‌رسد، کیسه‌های کوچک حامل ناقل‌های عصبی، با برون‌رانی ناقل را در فضای سیناپسی آزاد می‌کنند.

۱- وقتی که یک ناقل عصبی بازدارنده به گیرنده خود متصل می‌شود، کانال‌های دریچه‌دار کلر در یاخته عصبی باز می‌شوند و یون کلر (Cl⁻) وارد یاخته عصبی می‌شود. در این حالت، درون یاخته عصبی منفی‌تر می‌شود و رسیدن آن به پتانسیل عمل، سخت‌تر. در این حالت گفته می‌شود که یاخته عصبی مهار شده است.

۴ دستگاه عصبی مرکزی شامل مغز و نخاع است که مراکز نظارت بر فعالیت‌های بدن هستند. مغز و نخاع، در تنظیم فعالیت‌های مختلف بدن مانند فعالیت‌های انعکاسی نقش دارند. برخی از انعکاس‌ها، توسط نخاع کنترل می‌شوند و سایر انعکاس‌ها توسط مغز!

بررسی سایر گزینه‌ها:

۱) ماده خاکستری شامل جسم یاخته‌های عصبی و رشته‌های عصبی بدون میلین است. در مغز، بخش خارجی خاکستری است ولی در نخاع، بخش خارجی ماده سفید دارد.

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

۳) یاخته‌های بافت پوششی مویرگ‌های مغز به یکدیگر چسبیده‌اند و بین آن‌ها منفذی وجود ندارد.

آنچه گذشت [گفتار ۲ - فصل ۴ دهم] مویرگ‌های دستگاه عصبی مرکزی، از نوع پیوسته هستند. در این مویرگ‌ها، یاخته‌های بافت پوششی با همدیگر ارتباط تنگاتنگی دارند و ورود و خروج مواد در آن‌ها به شدت تنظیم می‌شود.

۱ شکل، نشان دهنده برش عرضی مغز است. بخش «۱»، ماده سفید و بخش «۲»، ماده خاکستری است.

بررسی همه گزینه‌ها:

۱) در اطراف مغز و نخاع، علاوه بر استخوان‌های جمجمه و ستون مهره، مایع مغزی - نخاعی نیز نقش ضربه‌گیری دارد.

۲) در ماده سفید، اجتماع رشته‌های عصبی میلین‌دار وجود دارد. یاخته‌های عصبی رابط، میلین ندارند و در ماده سفید یافت نمی‌شوند.

۳) در ماده خاکستری، جسم یاخته‌های عصبی و رشته‌های عصبی (آکسون‌ها یا دندریت‌های بلند) بدون میلین وجود دارند.

نکته آکسون‌ها و دندریت‌های بلند هم می‌توانند فاقد میلین باشند.

۴) یاخته‌های بافت پوششی مویرگ‌های مغز به یکدیگر چسبیده‌اند و بین آن‌ها منفذی وجود ندارد.

شکل «برش عرضی مغز و نخاع»

✓ در نخاع، ماده خاکستری به صورت یک ساختار H (پروانه‌مانند)، در بخش مرکزی قرار دارد و سایر بخش‌ها، ماده سفید دارند.

✓ در مغز، بخش‌های قشری دارای ماده خاکستری هستند و ماده سفید در بخش‌های مرکزی قرار می‌گیرد. البته قسمت‌هایی از بخش‌های مرکزی مغز نیز دارای ماده خاکستری است.

✓ هم در مغز و هم در نخاع، یک شیار جلویی و عقبی وجود دارد. در مغز، شیار عقبی (سطح پشتی) عمیق‌تر است ولی در نخاع، شیار جلویی (سطح شکمی).

۴ ماده خاکستری شامل جسم یاخته‌های عصبی و رشته‌های عصبی بدون میلین و ماده سفید، اجتماع رشته‌های میلین‌دار است. همانطور که در شکل «برش عرضی مغز و نخاع» مشخص است، قشر مخ و قسمت‌هایی از بخش‌های مرکزی مغز، دارای ماده خاکستری هستند. سایر قسمت‌ها، ماده سفید دارند.

نکته یاخته عصبی رابط، بدون میلین است و فقط در ماده خاکستری دیده می‌شود.

۱- در ارتباط با انعکاس‌ها، در ادامه فصل بیشتر خواهیم خواند.

بررسی سایر گزینه‌ها:

۱) ناقل‌های عصبی ممکن است تحریک‌کننده یا بازدارنده باشند؛ هر تغییری در نفوذپذیری غشا باعث تحریک یاخته پس‌سیناپسی نمی‌شود.

۳) همانطور که در شکل سیناپس مشخص است، گیرنده ناقل عصبی می‌تواند بیش از یک جایگاه برای اتصال ناقل عصبی داشته باشد.

۴) همانطور که در شکل سیناپس مشخص است، رشته آکسون می‌تواند پیام را به بخش‌های مختلفی از یاخته پس‌سیناپسی، مثلاً به جسم یاخته‌ای و دندریت، منتقل کند.

نکته یک آکسون، به طور همزمان می‌تواند پیام را به بخش‌های مختلفی از یک یاخته عصبی منتقل کند.

۴ هر چهار مورد این سؤال، نادرست است. شکل، نشان دهنده یک سیناپس است. بخش‌های مشخص شده در شکل، به ترتیب عبارت‌اند از: ۱- کیسه کوچک حاوی ناقل عصبی، ۲- پروتئین گیرنده در غشای یاخته پس‌سیناپسی، ۳- میتوکندری‌های پایانه آکسون و ۴- پایانه آکسون.

بررسی همه موارد:

الف) میتوکندری‌ها، در تأمین انرژی لازم برای برون‌رانی کیسه‌های غشایی و در انرژی لازم برای فعالیت پمپ سدیم - پتاسیم نقش دارند.

نکته در پایانه آکسون، میتوکندری‌های فراوان وجود دارد.

ب) ناقل‌های عصبی، می‌توانند تحریک‌کننده یا بازدارنده باشند. در هر صورت، پس از اتصال ناقل عصبی به گیرنده، که نوعی کانال دریچه‌دار هست، دریچه کانال باز می‌شود.

ج) همانطور که قبلاً هم گفتیم، هدایت کیسه‌های کوچک حاوی ناقل‌های عصبی به انتهای آکسون، به صورت دائمی انجام می‌شود و مستقل از هدایت پیام عصبی است.

د) تغییر در نفوذپذیری غشای یاخته عصبی، می‌تواند ناشی از اثر ناقل عصبی بر گیرنده در یاخته سیناپسی یا تحریک مستقیم خود یاخته عصبی (مثلاً توسط یک محرک خارجی) باشد.

۳ کیسه‌های کوچک حامل ناقل عصبی، به غشای آسه (آکسون) یاخته سازنده خود متصل می‌شوند و محتویات آن‌ها، با برون‌رانی آزاد می‌شود.

نکته دوپامین، نوعی ناقل عصبی است.

۲ اتصال ناقل عصبی به گیرنده ویژه آن در یاخته پس‌سیناپسی، نیازی به انرژی زیستی ندارد و به صورت غیرفعال انجام می‌شود. اما سایر گزینه‌ها، نیاز به انرژی زیستی دارند.

نکته برقراری پتانسیل آرامش در غشای یاخته عصبی (نه بازگشت پتانسیل غشا به حالت آرامش)، نیازمند فعالیت پمپ سدیم - پتاسیم است. این پمپ برای فعالیت خود، انرژی زیستی (ATP) مصرف می‌کند.

۱ در هر یاخته عصبی، همواره تولید و مصرف انرژی زیستی انجام می‌شود.

بررسی سایر گزینه‌ها:

۲) ورود ناگهانی یون‌های سدیم به یاخته عصبی، به معنای ایجاد پتانسیل عمل است. ممکن است که ناقل عصبی مهارکننده باشد و مانع ایجاد پتانسیل عمل در یاخته پس‌سیناپسی شود.

۳) ناقل عصبی، جذب یاخته پیش‌سیناپسی می‌شود نه پس‌سیناپسی.

۴) سد خونی - مغزی، جلوی ورود بسیاری از مواد موجود در خون به مغز را می‌گیرد.