

خرید کتاب های کنکور

با تخفیف ویژه

و

ارسال رایگان

Medabook.com

+



مدابوک



یک جله تماس تلفنی رایگان

با مشاوران رتبه برتر

برای انتخاب بهترین منابع

دبیرستان و کنکور

۰۲۱ ۲۸۴۲۵۲۱۰



یاخته‌های بافت عصبی

گفتار ۱

درسنامه ۱ یاخته‌های بافت عصبی

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

بافت عصبی



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

پس در بافت عصبی، دو نوع یاخته وجود دارد:

۱- **یاخته‌های عصبی**، که یاخته‌های اصلی بافت محسوب می‌شوند.

۲- **یاخته‌های پشتیبان (نوروگلیاها)**، که فراوان‌ترین یاخته‌های بافت عصبی هستند و به عملکرد یاخته‌های عصبی کمک می‌کنند.

نورون‌ها

□ ساختار نورون‌ها

گفتمیم 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 در هر نورون، مقدار زیادی از سیتوپلاسم یاخته را به خود اختصاص می‌دهد.

نکته اغلب اندامک‌های نورون، در جسم یاخته‌ای قرار دارند؛ البته بعضی از اندامک‌ها مثل هسته و شبکه آندوپلاسمی، فقط در جسم یاخته‌ای دیده می‌شوند و در رشته‌های نورون نیستند. با توجه به کتاب درسی می‌دانیم که در پایانه آکسون، تعداد فراوانی میتوکندری وجود دارد.

نکته به‌طور کلی، دو نوع رشته به جسم یاخته‌ای متصل می‌شوند: ۱- دندریت که پیام را وارد جسم یاخته‌ای می‌کند و ۲- آکسون که پیام را از جسم یاخته‌ای تا انتهای خود هدایت می‌کند.

پس در واقع، **بسم یافته‌ای مرکز فرماندهی یافته است و بخش اصلی سوخت‌وساز یافته رو هم انجام می‌ده. یکی از اعمال سوخت‌وسازی که بسم یافته‌ای انجام می‌ده، تولید ناقل عصبی است که آفر همین گفتار، رابع بوش صمیمت می‌کنیم.**

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.

آنچه خواهیم خواند [گفتار ۱- فصل ۶ یازدهم] بعضی از یاخته‌ها، به‌طور موقت یا دائم، توانایی تقسیم را ندارند و وارد مرحله G₀ چرخه یاخته‌ای می‌شوند. نورون‌ها، جزء این یاخته‌ها هستند. در واقع، نورون‌ها به ندرت تقسیم می‌شوند.

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. حتی آکسون هم می‌تواند پیام را از جسم یاخته‌ای یا در محل سیناپس از یک یاخته عصبی دیگر دریافت کند.

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

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

هواستون باشه که پیام از هر بخشی از نورون می‌تونه شروع بشه اما در هر صورت به سمت پایانه آکسون می‌ره. یعنی مثلاً ممکنه که پیام از دندریت شروع بشه و به پایانه آکسون برسه یا اینکه حتی از وسط آکسون شروع بشه و به سمت پایانه آکسون بره. چیزی که مهمه اینه که مقصد همه یکیه!

دندریت ← جسم یاخته‌ای ← آکسون ← پایانه آکسون

□ عملکردهای نورون‌ها

یاخته‌های عصبی، دارای سه عملکرد خاص هستند:

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

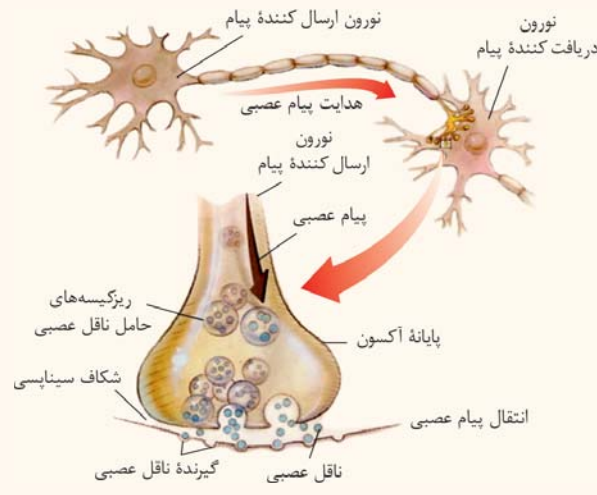
نکته تحریک‌پذیری فقط ویژگی یاخته‌های عصبی نیست و در بعضی از یاخته‌های دیگر بدن هم دیده می‌شود. مثلاً یاخته‌های بافت هادی قلب، خاصیت تحریک‌پذیری دارند. علاوه بر این، در فصل بعد با انواعی از گیرنده‌های حسی آشنا می‌شویم که یاخته عصبی نیستند ولی می‌توانند پیام عصبی را تولید و هدایت کنند.

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.

آنچه فوایم خواند [گفتار ۱- فصل ۲ یازدهم] 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 در اصل یاخته عصبی هستند، نه غیر عصبی.



□ یاخته‌های پشتیبان (نوروگلیا)

این یافته‌های عصبی ما، فعالیت همه‌های برن رو کنترل می‌کنن و یه پوری میشه گفت فرمانده کل برن هستن. اما فورشون به تنهایی نمی‌تونن کاراشون رو انجام برن و نیاز به پشتیبان دارن! گفتیم که در بافت عصبی، به جز 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.

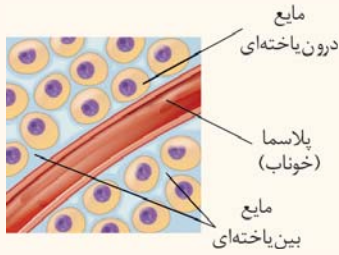
۲- **دفاع از یاخته‌های عصبی در برابر عوامل بیماری‌زا!**

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.

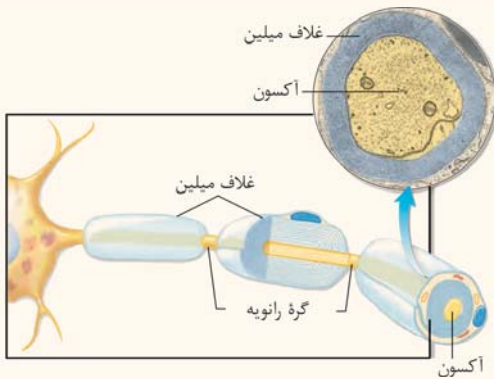
۱- سلول‌های میکروگلیا، گروهی از نوروگلیاها هستند که در دفاع بافت عصبی نقش دارند. این سلول‌ها، در واقع ماکروفاژهایی هستند که از تمایز مونوسیت‌ها در بافت عصبی ایجاد شده‌اند.

آن‌چه گذشت [گفتار ۱- فصل ۲ دهم] فضای بین‌یاخته‌های بدن انسان را مایع بین‌یاخته‌ای 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 بین‌یاخته‌ای، شبیه خوناب (پلاسما) است و مایع بین‌یاخته‌ای به‌طور دائم مواد مختلفی را با خون مبادله می‌کند.

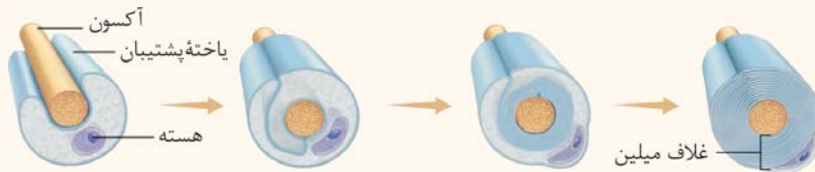


آن‌چه گذشت [گفتار ۱- فصل ۵ دهم] حفظ وضعیت درونی بدن در محدوده‌ای ثابت، برای تداوم حیات، ضرورت دارد. مجموعه اعمالی را که برای پایدار نگه‌داشتن وضعیت درونی جاندار انجام می‌شود، هم‌ایستایی (هومئوستازی) می‌نامند. هم‌ایستایی از ویژگی‌های اساسی همه موجودات زنده است.

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

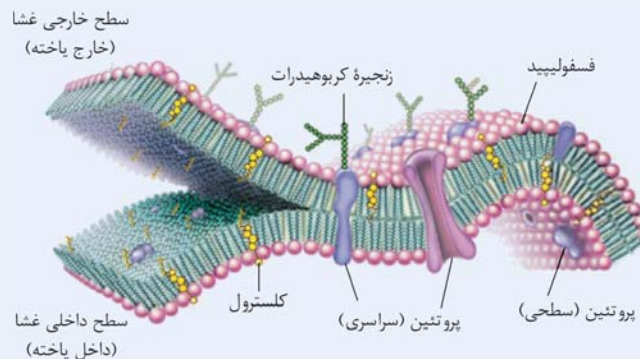


غلاف میلین را یاخته‌های پشتیبان می‌سازند. برای ساخت غلاف میلین، یاخته پشتیبان چندین دور به دور رشته یاخته عصبی می‌پیچد. برای درک بیشتر به شکل توجه کنید. در واقع غلاف میلین، همون غشای یاخته پشتیبان است. یاخته پشتیبان، چندین بار دور غشای آکسون یا دندريت می‌پیچد و یک عایق ایبار می‌کند. بنابراین، **پنس غلاف میلین از پنس غشای یافته است. ایشالا یادتون هست که پنس غشا چی بود؟ آگه نه، آن‌چه گذشت زیر رو بفونین از کتاب میکرو دهم!**



نکته غلاف میلین، پوششی چندلایه (نه یک‌لایه) در اطراف غشای آکسون یا دندريت است.

آن‌چه گذشت [گفتار ۱- فصل ۲ دهم] ساختار غشای یاخته: 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 به‌صورت **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، به‌صورت **زنجیره‌ای از مونوساکاریدها** (واحدهای سازنده مولکول‌های قندی) با مولکول‌های فسفولیپیدی و پروتئینی در تماس هستند.

جمع‌بندی

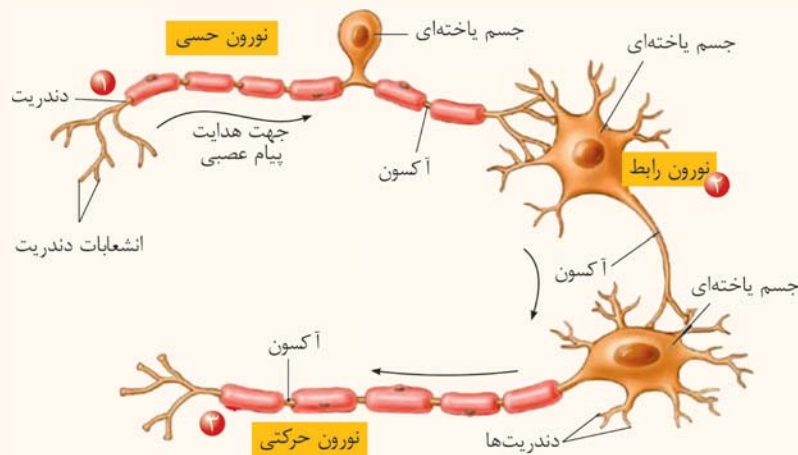
انواع یاخته‌های بافت عصبی

نوع یاخته بافت عصبی	یاخته عصبی (نورون)	یاخته غیرعصبی (نوروگلیا یا پشتیبان)
تحریک‌پذیری 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 ^۱	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 بصل‌النخاع 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 بدن تأثیر می‌گذاشته، نورون حرکتی بوده! مثلاً نورون‌های حرکتی که از بصل‌النخاع خارج می‌شوند و باعث انقباض ماهیچه‌های رمی 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 بنده‌ترین تا بعد هند تا نکته رابع به انواع این نورون‌ها بگیم.*



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 و حرکتی است.

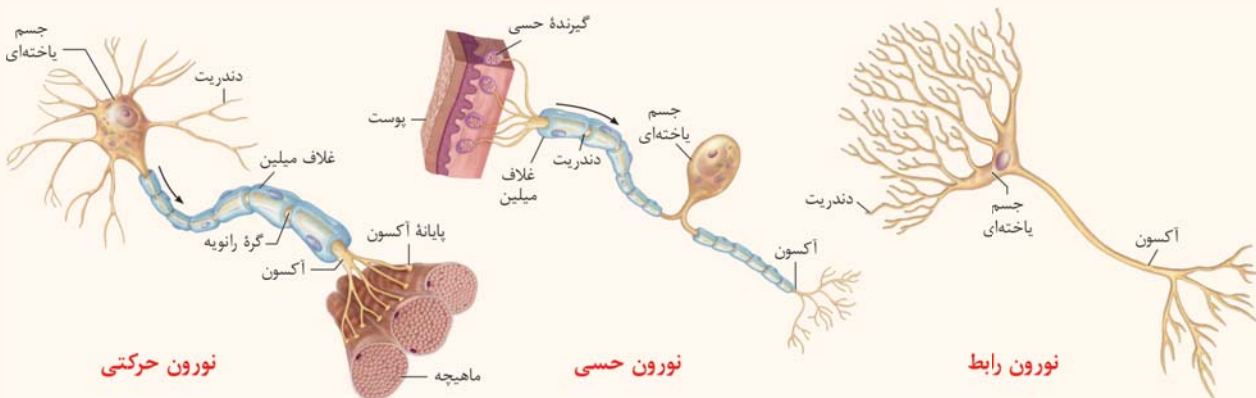
۱- در فصل ۶ می‌خوانیم که یاخته‌های عصبی معمولاً قدرت تقسیم ندارند و به ندرت ممکن است تقسیم شوند.

فعالیت کتاب درسی

ساختار نورون‌ها

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

- ۱- **غلاف میلین:** هر سه نوع نورون، می‌توانند غلاف میلین داشته باشند. 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.
- تکته** در نورون حرکتی و رابط، چندین دندریت وجود دارد ولی در نورون حسی، فقط یک دندریت وجود دارد. البته ابتدای دندریت نورون حسی هم دارای انشعاب است.
- ۳- **جسم یاخته‌ای:** اندازهٔ 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 رشتهٔ 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. **تکته** در انتهای آکسون، تعدادی انشعاب وجود دارد که به هر یک از آنها، پایانهٔ آکسون گفته می‌شود.
- تکته** در هر یاختهٔ عصبی، همواره فقط یک آکسون و فقط یک جسم یاخته‌ای وجود دارد. تعداد دندریت می‌تواند یک (در نورون حسی) یا چند تا (در نورون حرکتی و رابط) باشد.
- 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.



جمع‌بندی

انواع نورون‌ها

نوع یاختهٔ عصبی	حسی	رابط	حرکتی
غلاف میلین	در دندریت و آکسون	می‌تواند داشته باشد.	فقط در آکسون
تعداد دندریت	۱ (در ابتدا منشعب)	تعداد زیاد (پرانشعاب)	تعداد زیاد
انشعابات دندریت	کم	فراوان	متوسط
طول یاختهٔ عصبی	نسبتاً بلند	کوتاه	نسبتاً بلند
طول رشتهٔ یاختهٔ 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 مباهتی است که قبلی ارزش سؤال میار و معمولاً بپه‌ها هم توش مشکل دارن! برای همین قبلی مفصل و کامل توضیح داریم تا دیگه همه‌پیز رو بفهمین. پس لطفاً قبلی فوب به متن و شکل دقت کنین تا کامل براتون جا بیفته.

پیام عصبی در اثر تغییر مقدار یون‌ها در دو سوی غشای باخته عصبی به‌وجود می‌آید. از آنجا که مقدار یون‌ها در دو سوی غشا یکسان نیست، در دو سوی غشای باخته عصبی، مقدار بار الکتریکی متفاوت است و در نتیجه، بین دو سوی آن، اختلاف پتانسیل الکتریکی وجود دارد. تا این‌جا بفوایم به طور ساده بگیم این پوری میشه که درون و بیرون یافته، یون‌هایی وجود دارن 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 اختلاف وجود داره، بعوض اختلاف پتانسیل الکتریکی می‌گن.

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 پی واسمون ثبت کرده!

پتانسیل الکتریکی چیست؟

انرژی پتانسیل در توپ ذخیره می‌شود.



انرژی پتانسیل توپ به انرژی جنبشی تبدیل می‌شود.



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 تویی 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.

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 کنین که هم بیرون هم داخل، مثبت هستن ولی بار مثبت بیرون بیشتره. پس وقتی می‌فوایم اختلاف پتانسیل رو حساب کنیم می‌گیم:

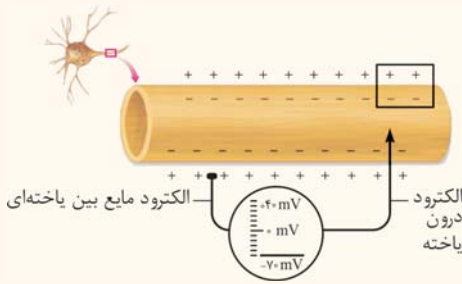
$$(+100) - (+200) = (-100)$$

اختلاف پتانسیل درون نسبت به بیرون

بار بیرون ← ← بار درون

فلاصه بفوایم بگیم، اختلاف پتانسیل به پیز نسبی هست و پتانسیل الکتریکی، مطلق! یعنی مثلاً می‌تونیم بگیم 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 جای «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 رابع به پتانسیل الکتریکی رو هم توی فیزیک می‌فونین.

پتانسیل آرامش یاخته عصبی

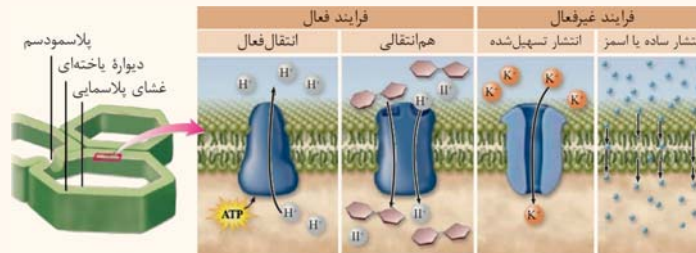


ثبات پتانسیل آرامش نورو

وقتی نورو فعالیت عصبی ندارد، در دو سوی غشای آن اختلاف پتانسیلی در حدود -70 میلی‌ولت برقرار است. به این اختلاف پتانسیل، پتانسیل آرامش می‌گویند. اما چرا این اختلاف پتانسیل ایجاب می‌کند؟ چرا غلظت یون‌ها در دو سمت به تعادل نمی‌رسد تا اختلاف پتانسیل صفر بشود؟ این پی‌زی هست که در ادامه می‌فویم 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 آوردم.

روش‌های عبور مواد از غشا

شکل زیر، 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، به صورت انتشار می‌باشند که ممکن است ساده یا تسهیل شده باشند. فرق انتشار تسهیل شده و انتشار ساده در این است که در انتشار تسهیل شده، عبور مولکول‌ها از عرض غشا با کمک پروتئین‌های سراسری غشا انجام می‌شود.

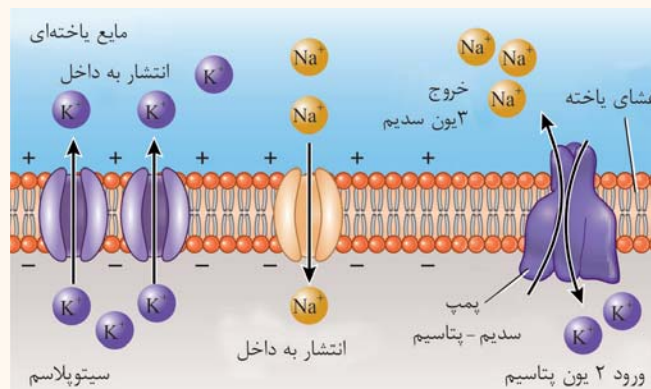
وضعیت غلظت یون‌ها در مایع بین یاخته‌ای و درون یاخته

برای بررسی پتانسیل الکتریکی نوروها، 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 در حالت استراحت، نفوذپذیری غشا نسبت به یون پتاسیم بیشتر از نفوذپذیری آن نسبت به یون سدیم است. به همین دلیل، مقدار یون سدیمی که وارد یاخته می‌شود، کم‌تر از مقدار یون پتاسیمی است که از یاخته خارج می‌شود؛ پس می‌توان گفت که به‌طور خالص، بار مثبت از یاخته خارج می‌شود و درون یاخته، نسبت به بیرون آن، منفی‌تر می‌شود. شکل، وضعیت یون‌ها در دو سوی غشا، میزان نفوذپذیری غشا به هر یون و فرایندهای مؤثر در جابه‌جایی یون‌ها در حالت آرامش را نشان می‌دهد.



نکته انتشار تسهیل شده یون‌ها با کمک کانال‌های یونی

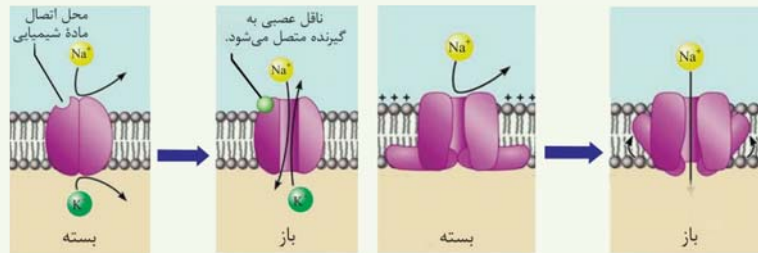
انتشار یون‌های سدیم و پتاسیم در عرض غشای یاخته، با روش انتشار تسهیل شده انجام می‌شود. در این روش، یون‌ها با کمک پروتئین‌های غشایی جابه‌جا می‌شوند. پروتئین‌هایی که یون‌ها را در انتشار تسهیل شده جابه‌جا می‌کنند، کانال نام دارند. دو نوع کانال در غشای یاخته وجود دارد:

۱- **کانال‌های نشتی (همیشه باز):** این کانال‌ها، همیشه باز و فعال هستند. بنابراین، یون‌ها می‌توانند به صورت 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:

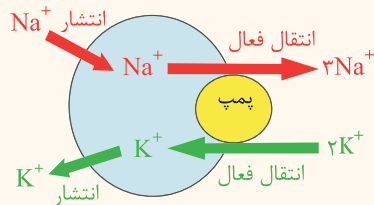
۱- **کانال دریچه‌دار ولتاژی** باز می‌شود که اختلاف پتانسیل معینی در یاخته وجود داشته باشد.

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:

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

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:

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

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

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

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.

تأثیر انتشار سدیم بر اختلاف پتانسیل: در حالت آرامش، یون‌های سدیم از طریق کانال‌های نشتی به یاخته وارد می‌شوند. نتیجه ورود سدیم به درون یاخته، مثبت‌تر شدن درون یاخته است. مثلاً، فرض کنید که در حالت طبیعی، ۴۰۰ یون سدیم بیرون یاخته وجود دارد و درون یاخته یون سدیمی وجود ندارد. اختلاف پتانسیل یاخته برابر است با:

$$(0) - (+400) = (-400)$$

نکته به اشتباهی که بعضی می‌کنن این هست که فکر می‌کنن در غشای یاخته فقط کانال نشتی پتاسیم وجود داره و این کانال، هم سدیم و هم پتاسیم رو عبور می‌ده ولی پتاسیم بیشتری عبور می‌ده! فُت این تفکر کاملاً اشتباه هست. در غشا هم کانال نشتی سدیم و هم کانال نشتی پتاسیم وجود دارد. هر کانال نیز به‌طور اختصاصی عمل می‌کند و 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:

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

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

$$(0) - (+400) = (-400)$$

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.

۱- تمامی اعداد ذکر شده فرضی و فقط برای درک بهتر هستند. علاوه بر این، اختلاف پتانسیل محاسبه شده نیز فرضی و فقط بر اساس مقایسه تعداد بارها می‌باشد.
 ۲- 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.

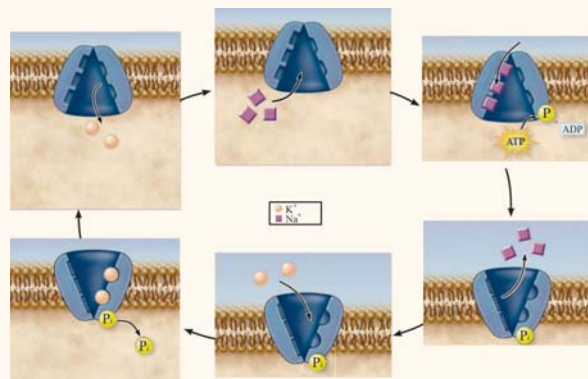
بررسی همزمان تأثیر انتشار سدیم و پتاسیم بر اختلاف پتانسیل: در حالت آرامش، تأثیر پتاسیم بر اختلاف پتانسیل یاخته بیشتر است و بنابراین، درون یاخته منفی‌تر است؛ زیرا، نفوذپذیری غشا نسبت به یون‌های پتاسیم بیشتر می‌باشد. مثلاً اگر انتشار پتاسیم، پتانسیل یاخته را 170 واحد منفی کند، انتشار سدیم فقط 100 واحد پتانسیل درون یاخته را مثبت می‌کند. بنابراین، اختلاف پتانسیل درون یاخته نسبت به بیرون یاخته برابر است با:

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

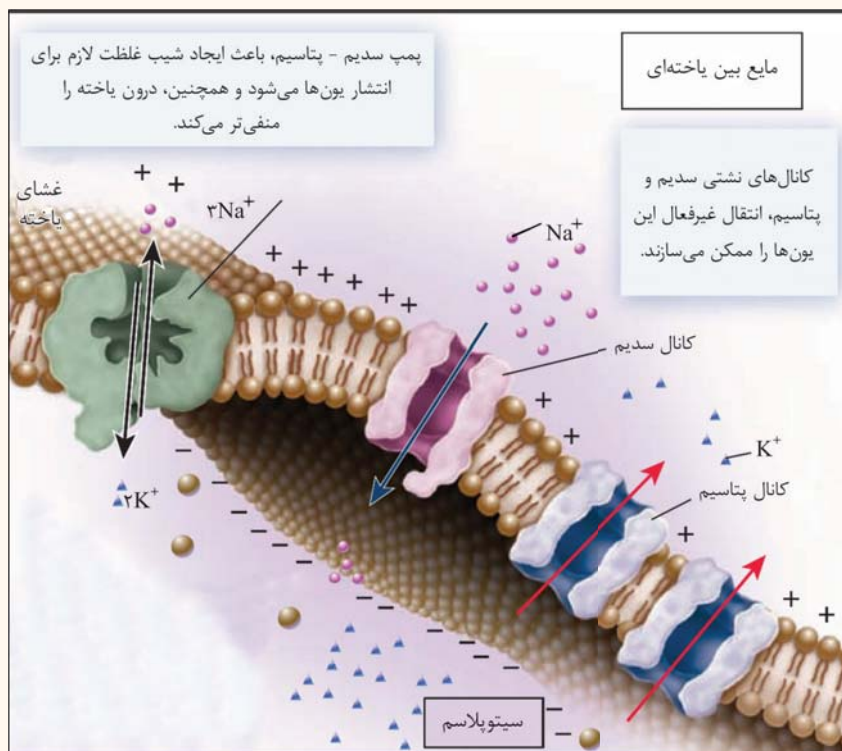
به این پتانسیل -70 میلی‌ولت، پتانسیل آرامش می‌گویند. یک عامل دیگر نیز در ایجاد اختلاف پتانسیل نقش دارند. اما چه عاملی باعث می‌شود که غلظت یون‌ها در دو سمت غشا به تعادل کامل نرسد؟ پمپ سدیم - پتاسیم!

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- 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 خارج شده از یاخته بیشتر از سدیم‌های وارد شده 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.

حالا که تا اینجا اومدیم و ریگه تموم شده پتانسیل آرامش، یه پند تا نکته ترکیبی با کتاب دهم بگیریم. این نکات، رابع به سریم و پتاسیم هستند.

آن‌چه گذشت [گفتار ۲- فصل ۲ دهم] لوزالمعده، مقدار زیادی بیکربنات سدیم ترشح می‌کند. بیکربنات، اثر اسید معده را خنثی و درون دوازدهه را قلیایی 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 به‌وسیله 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 نریمان روزنه، پمپ‌هایی وجود دارند که یون پتاسیم را جابه‌جا می‌کنند. تغییر غلظت پتاسیم در یاخته‌های نریمان روزنه، منجر به تغییر حجم یاخته و در نتیجه، باز و بسته شدن روزنه می‌شود.

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

درسه مه ۴ فعالیت الکتریکی نورون (۲): پتانسیل عمل

اگه تا اینجا شو فوب فهمیده باشین، ریگه بقیش کاری نداره! پس لطفاً اول مباحث قبلی رو فوب 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 تهریک میشه، در یه زمان خیلی کم داخل یافته مثبت‌تر میشه. حالا قبل از این‌که ادامه متن رو بفونین، به این فکر کنین که یه چیزی بود که باعث می‌شد درون یافته مثبت‌تر بشه؟

پتانسیل عمل چگونه ایجاد می‌شود؟

۱- پتانسیل آرامش: گفتیم که در غشای یاخته، کانال‌های نشستی و کانال‌های دریچه‌دار وجود دارند. گروهی از کانال‌های دریچه‌دار، با تغییر اختلاف پتانسیل باز می‌شوند و یون‌ها را عبور می‌دهند. گروهی دیگر از کانال‌ها نیز تحت تأثیر مواد شیمیایی (مثل ناقل‌های عصبی) باز می‌شوند.

در حالت آرامش، کانال‌های دریچه‌دار بسته هستند و فقط کانال‌های نشستی غشا می‌توانند انتشار تسهیل‌شده یون‌ها را انجام دهند. در نتیجه نفوذپذیری غشا برای پتاسیم نسبت به سدیم و هم‌چنین فعالیت پمپ سدیم - پتاسیم، اختلاف پتانسیل غشا در حالت آرامش، **مقداری منفی و برابر با ۷۰- میلی‌ولت است.**

۲- شروع پتانسیل عمل: وقتی که غشای نورون تحریک می‌شود، ابتدا کانال‌های دریچه‌دار سدیم باز می‌شوند و یون‌های سدیم فراوانی وارد یاخته می‌شوند. گفتیم 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.

۳- رسیدن به قله پتانسیل عمل: در نتیجه ورود شدید یون سدیم به درون یاخته عصبی، تراکم یون سدیم (دارای بار مثبت) درون یاخته عصبی افزایش می‌یابد و پتانسیل درون غشا مثبت‌تر می‌شود. زمانی که حداکثر مقدار بارهای مثبت درون یاخته عصبی وجود داشته باشد (حداکثر مقدار یون سدیم درون یاخته عصبی)، اختلاف پتانسیل دو سوی غشا برابر با $30+$ میلی‌ولت می‌شود.

نکته: کانال‌های دریچه‌دار سدیمی برای مدت کوتاهی باز هستند و پس از رسیدن اختلاف پتانسیل غشا به $30+$ میلی‌ولت بسته می‌شوند.

نکته: زمانی که اختلاف پتانسیل غشای یاخته به $30+$ میلی‌ولت می‌رسد، برای یک لحظه، همه کانال‌های دریچه‌دار غشای یاخته بسته هستند.

نکته: دقت داشته باشید که در اختلاف پتانسیل $30+$ میلی‌ولت، فقط کانال‌های دریچه‌دار سدیمی بسته می‌شوند و نمی‌توان گفت که کانال‌های دریچه‌دار پتاسیمی هم بسته می‌شوند؛ چون کانال‌های پتاسیمی از قبل بسته هستند و چیزی هم که بسته هست، دوباره بسته نمیشه!

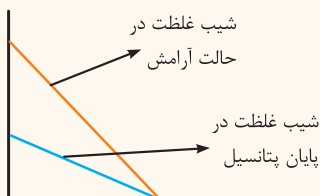
سپس، کانال‌های دریچه‌دار پتاسیم باز می‌شوند و یون‌های پتاسیم از یاخته خارج می‌شوند. گفتیم که نتیجه خروج یون پتاسیم از درون یاخته، منفی‌تر شدن درون یاخته است. بنابراین، با فعالیت این کانال‌ها، پتانسیل درون یاخته منفی‌تر می‌شود و مجدداً به حالت آرامش برمی‌گردد.

تا اینجا همه‌چی به نظر خوب می‌آید. پتانسیل عملشوی ایجاد کرده و دوباره برگشته به آرامش اولیه‌اش! اما آنگاه یک فکر کنیم می‌بینیم 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 بیاد سدیم اضافی رو بریزه بیرون و پتاسیم‌ها رو برگردونه درون یاخته. پس باز میریم سراغ پمپ سدیم - پتاسیم.

در پایان پتانسیل عمل (یعنی زمانی که پتانسیل عمل تمام شده است و پتانسیل غشا به حالت آرامش بازگشته است)، 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.

سؤال منظور از بازگشت شیب غلظت یون‌ها به حالت آرامش چیست؟



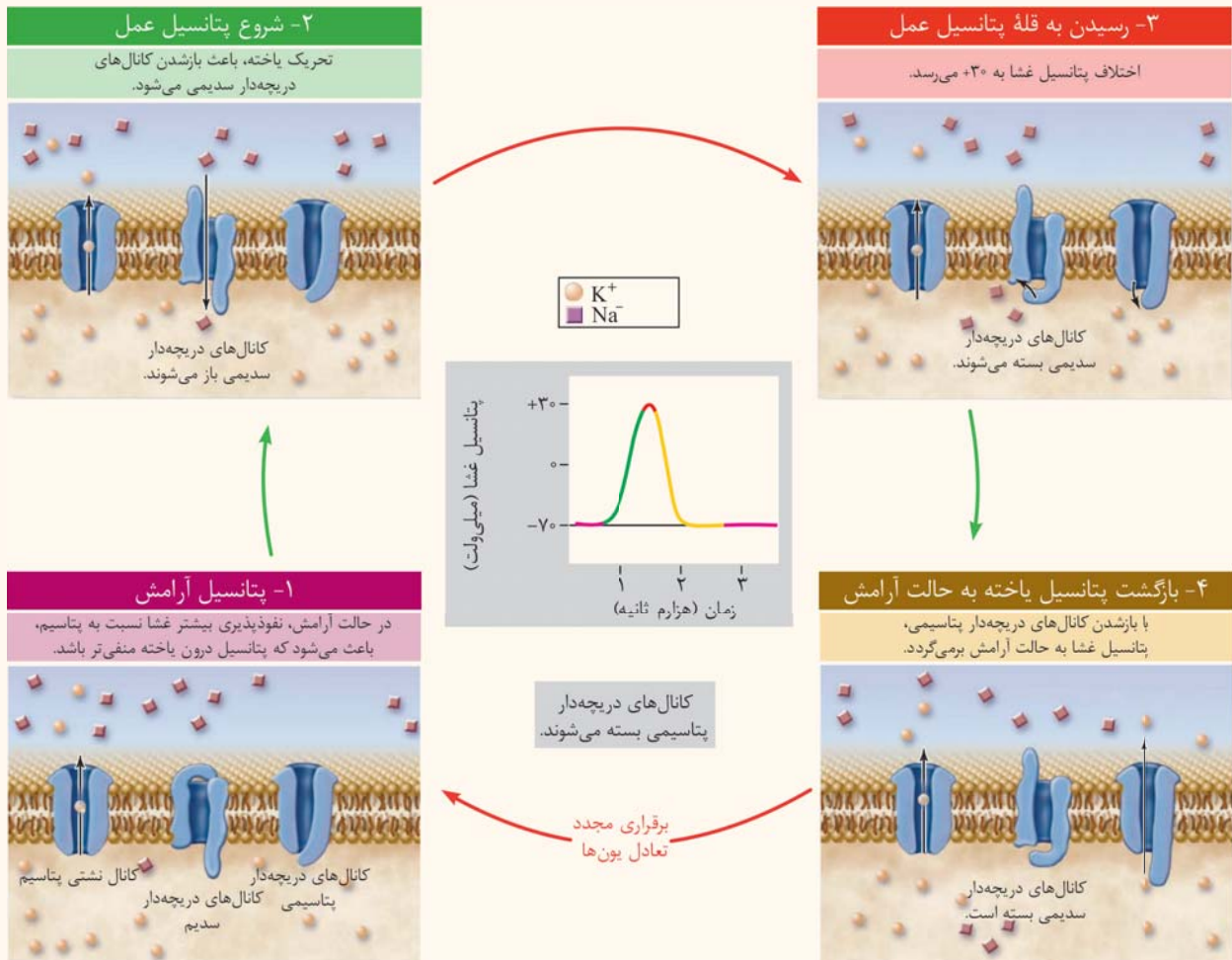
بزارین با یه مثال بررسی کنیم. فرض کنیم در حالت آرامش، بیرون یاخته 140 تا یون سدیم وجود داره و درون یاخته، 10 تا یون سدیم. در پتانسیل عمل تراکم یون سدیم درون یاخته بیشتر می‌شه و مثلاً مقدارش میرسه به 44 ؛ پس بیرون 100 تا یون سدیم می‌مونه. همونطور که می‌بینیم، در هر دو حالت مقدار یون سدیم در بیرون یاخته بیشتر از درون یاخته است و جهت شیب غلظت به سمت درون یاخته است ولی مقدار شیب غلظت تغییری نگرفته؛ چرا؟ مقدار شیب غلظت کم‌تر شده. در واقع چون اختلاف غلظت یون‌ها کم‌تر شده، مقدار شیب غلظت هم کم‌تر شده و در این زمان، یون‌ها تمایل کم‌تری برای ورود به درون یاخته دارن.

بزارین یه مثال دیگه بزنیم. به شکل دقت کنیم. در حالت آرامش، فرض می‌کنیم درون یاخته 140 یون پتاسیم و بیرون یاخته، 10 یون پتاسیم وجود داشته باشه. در پایان پتانسیل عمل، این مقدار تغییر می‌کنه و مثلاً میشه 100 یون پتاسیم درون یاخته و 54 یون پتاسیم در بیرون یاخته. در هر دو حالت، مقدار پتاسیم درون یاخته بیشتر از بیرون یاخته است اما میزان اختلاف غلظت یون‌ها و هم‌چنین نسبت مقدار یون‌های درون و بیرون یاخته تفاوت می‌کنه. کار پمپ سدیم - پتاسیم این هست که بیاد مقدار این اختلاف غلظت رو برگردونه به همون میزانی که در حالت آرامش بوده.



با توجه به این توضیحات، به نکته زیر دقت کنیم:

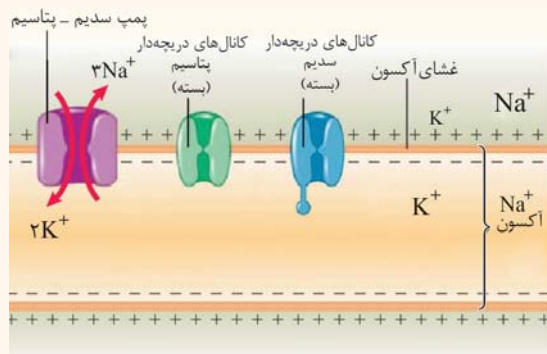
نکته: بازگشت پتانسیل یاخته به حالت آرامش، در نتیجه باز شدن کانال‌های دریچه‌دار پتاسیمی و خروج پتاسیم از یاخته انجام می‌شود. پمپ سدیم - پتاسیم، بعد از پتانسیل عمل، شیب غلظت یون‌ها (نه پتانسیل غشا) را به حالت آرامش بر می‌گرداند.



نگاه دقیق‌تر به پتانسیل عمل

□ پتانسیل آرامش: -70 میلی‌ولت

در این حالت، کانال‌های نشی، باز هستند! در نتیجه، سدیم وارد یاخته می‌شود و پتاسیم از یاخته خارج می‌شود. گفتیم که نفوذپذیری غشا نسبت به پتاسیم بیشتر است و خروج بیشتر پتاسیم، سبب منفی‌تر شدن درون یاخته می‌شود. 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 درجه‌دار سدیم و پتاسیم بسته هستند. در نتیجه فعالیت کانال‌های نشی و پمپ، پتانسیل غشا در حالت آرامش، -70 میلی‌ولت است.

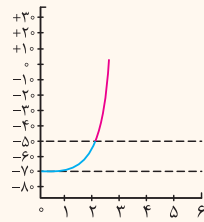
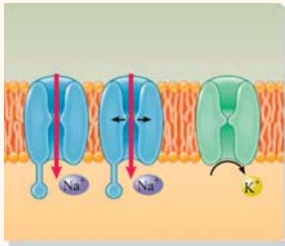


په‌ها ما از این‌ها به بعد، چیزی دیگر رابع به کانال‌های نشی و پمپ سریم - پتاسیم نمی‌گیریم. چون این پروتئین‌ها همیشه فعال هستند. بنابراین، ما همیشه ورود و خروج سریم و پتاسیم رو از طریق کانال و پمپ داریم. یعنی مثلاً پتاسیم با انتشار تسهیل‌شده از طریق کانال نشی از یافته خارج میشه و با انتقال فعال، توسط پمپ 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 به‌صورت غیرفعال است و خروج آن، به‌صورت فعال. در مورد پتاسیم نیز همیشه ورود آن به درون یاخته و خروج از یاخته وجود دارد. ولی ورود پتاسیم به‌صورت فعال است و خروج آن، به‌صورت غیرفعال.

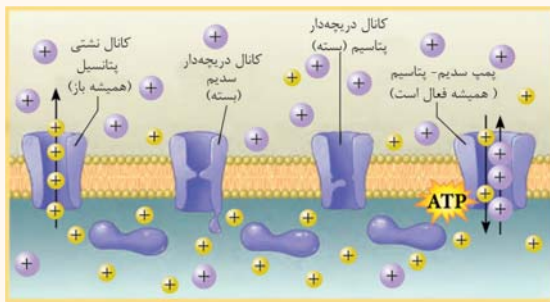
کانال‌های درجه‌دار پتاسیم	کانال‌های درجه‌دار سدیم	مقدار پتانسیل یاخته	پتانسیل آرامش
بسته	بسته	-70 میلی‌ولت	

□ شروع پتانسیل عمل: $(-70 \leftarrow +30)$ میلی‌ولت

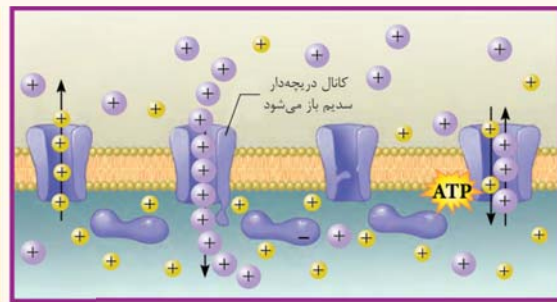


در پی تحریک یاخته عصبی، کانال‌های دریچه‌دار سدیمی باز می‌شوند. در نتیجه، تعداد زیادی یون سدیم به‌طور ناگهانی وارد یاخته عصبی می‌شوند. ورود یون‌های سدیم به درون یاخته باعث می‌شود که پتانسیل یاخته مثبت‌تر شود و پتانسیل یاخته از -70 میلی‌ولت به $+30$ میلی‌ولت برسد. دقت داشته باشید که در این زمان، کانال‌های دریچه‌دار پتاسیمی هنوز بسته هستند.

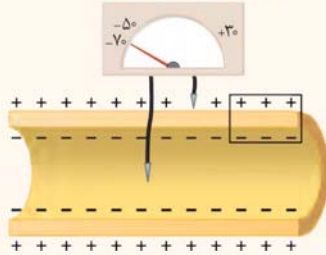
نکته گفتیم که در حالت آرامش، نفوذپذیری غشا برای پتاسیم نسبت به سدیم، بیشتر است. همین بیشتر بودن نفوذپذیری غشا برای پتاسیم، عامل اصلی در منفی‌تر شدن پتانسیل غشا در حالت آرامش است. اما در مرحله بالاروی پتانسیل عمل، باز شدن تعداد زیادی کانال دریچه‌دار سدیمی در غشای یاخته باعث می‌شود که نفوذپذیری غشا نسبت به یون سدیم، بیشتر از نفوذپذیری غشا نسبت به یون پتاسیم شود. این عامل باعث می‌شود که اختلاف پتانسیل درون غشا نسبت به بیرون غشا، مثبت‌تر شود.



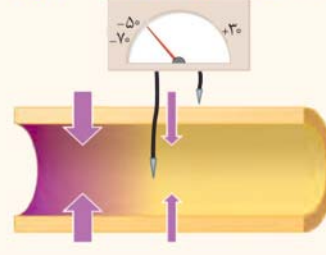
پتانسیل آرامش (-70 میلی‌ولت)



مرحله بالاروی منحنی پتانسیل عمل (-50 میلی‌ولت)



یون پتاسیم (+) یون سدیم (-)

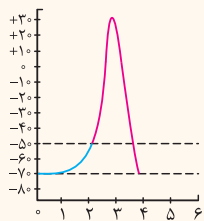
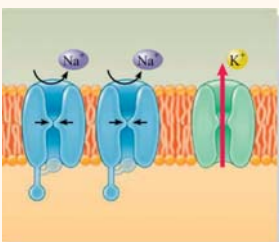


کانال‌های دریچه‌دار پتاسیم	کانال‌های دریچه‌دار سدیم	مقدار پتانسیل یاخته	شروع پتانسیل عمل
بسته	باز	$(-70 \leftarrow +30)$ میلی‌ولت	

□ قله پتانسیل عمل: $+30$ میلی‌ولت

وقتی پتانسیل یاخته به $+30$ میلی‌ولت می‌رسد، کانال‌های سدیمی بسته می‌شوند. در این زمان، همه کانال‌های دریچه‌دار یاخته بسته هستند. **نکته** حداکثر غلظت یون سدیم درون یاخته عصبی (= حداقل غلظت بیرون یاخته عصبی)، در قله پتانسیل عمل دیده می‌شود. **نکته** حداکثر مقدار بارهای مثبت درون یاخته عصبی (= حداقل مقدار بارهای مثبت بیرون یاخته عصبی)، در قله پتانسیل عمل دیده می‌شود.

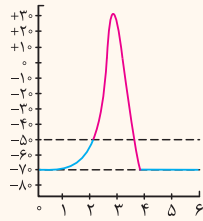
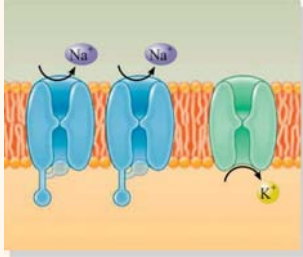
کانال‌های دریچه‌دار پتاسیم	کانال‌های دریچه‌دار سدیم	مقدار پتانسیل یاخته	قله پتانسیل عمل
بسته	بسته	$+30$ میلی‌ولت	



□ بازگشت به حالت آرامش: $(-70 \leftarrow +30)$ 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 می‌شوند. در نتیجه، پتانسیل یاخته دوباره منفی می‌شود و به حالت آرامش برمی‌گردد. دقت داشته باشید که در این زمان، کانال‌های دریچه‌دار سدیمی بسته هستند.

کانال‌های دریچه‌دار پتاسیم	کانال‌های دریچه‌دار سدیم	مقدار پتانسیل یاخته	بازگشت به حالت آرامش
باز	بسته	$(-70 \leftarrow +30)$ میلی‌ولت	



□ 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 می‌فروم چند تا سؤال ازتون بپرسم. اول سعی کنین نمودرون روی سؤالات فکر کنین و حتی اگه لازم شد برگردین عقب و به شکل‌ها نگاه کنین. در نهایت، پاسخ سؤالات رو با دقت بفونین تا آفرین نکات این مبحث رو هم یاد بگیرید.

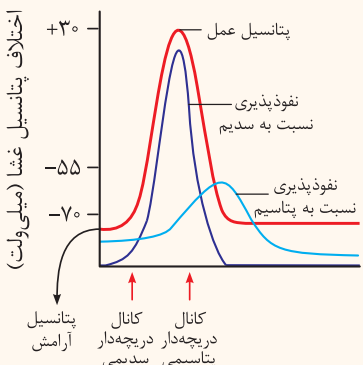
سؤال زمانی که پتانسیل یاخته ۲۰+ میلی‌ولت است، کدام کانال‌های دریچه‌دار باز هستند؟ اگه جوابتون سریمی هست، باید بگم که اشتباه کردین! اگه جوابتون پتاسیمی هست، باز هم اشتباه کردین!!! یک بار دیگه به نمودار نگاه کنین. برای پتانسیل‌های بین ۷۰- میلی‌ولت تا ۳۰+ میلی‌ولت (یعنی از ۶۹- میلی‌ولت تا ۲۹+ میلی‌ولت)، 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 مر نظر هست.

سؤال زمانی که پتانسیل یاخته از ۲۰+ به صفر میلی‌ولت می‌رسد، کدام کانال‌های دریچه‌دار باز هستند؟ اینها دیگه جواب مشخصه! فکر کنین باز هم دو حالت داره‌ها! سؤال داره 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 در کدام بخش از پتانسیل عمل، ورود یون سدیم به درون یاخته مشاهده می‌شود؟ اگه جوابتون پتاسیمی هست، 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 در طول پتانسیل عمل، یون‌های پتاسیم از یاخته خارج می‌شوند یا به آن وارد می‌شوند؟ ایشالا که گفتین هر دو مورد! اگه هم نگفتین یعنی باز هم بی‌دقتی کردین و بهتره که یه باره دیگه این درسنامه رو بفونین. 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 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 بیشترین اختلاف پتانسیل بین دو سوی غشا، در چه زمانی مشاهده می‌شود؟ احتمالاً جوابتون قله پتانسیل عمل، یعنی پتانسیل ۳۰+ است. اما ما گفتیم اختلاف پتانسیل نه پتانسیل! حالا یعنی چی؟ وقتی که اختلاف 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 بیار 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 قله پتانسیل عمل است؛ زیرا در این زمان، پتانسیل الکتریکی درون یاخته افزایش پیدا کرده است و حتی از بیرون یاخته بیشتر شده است.

سؤال کمترین اختلاف پتانسیل بین دو سوی غشا، در چه زمانی مشاهده می‌شود؟ با توجه به توضیحات سؤال قبلی، مطمئناً رنگه پوآبتون نباید ۷۰- میلی‌ولت باشد؛ اما آیا پوآبتون درست هست؟ گفتیم که اختلاف پتانسیل، ناشی از اختلاف مقدار بارهای الکتریکی در دو سوی غشا است. بنابراین، اگر مقدار بارهای الکتریکی در دو سوی غشا برابر باشد، اختلاف پتانسیل صفر می‌شود. در دو زمان‌ها، مقدار بارهای الکتریکی در درون و بیرون غشا با یکدیگر برابر است. البته هواستون باشد که گفتیم همیشه سریم در بیرون یافته بیشتر هست و پتاسیم در درون یافته، چیزی که اینها برابره، مجموع مقدار بارها در بیرون و مجموع مقدار بارها در درون هست. می‌رویم فسته شدرین! قول می‌دم سؤال بعری آفریش باشه و بعرضم یه جمع بندری داشته باشیم و بریم سراغ مبحث بعری.

سؤال زمانی که اختلاف پتانسیل بیرون غشا نسبت به درون ۳۰- میلی‌ولت است، کدام کانال‌های دریچه‌دار باز هستند؟ امیدوارم رنگه این بار دقت کرده باشید. گفتیم اختلاف 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 قله پتانسیل عمل است. در قله پتانسیل عمل، همه کانال‌های دریچه‌دار بسته هستند. قُب بالا فره رسدریم به آفر درسامه. اینها بعر از یه درسامه عالی! واستون یه جمع بندری عالی تر آماده کردیم!

جمع بندی

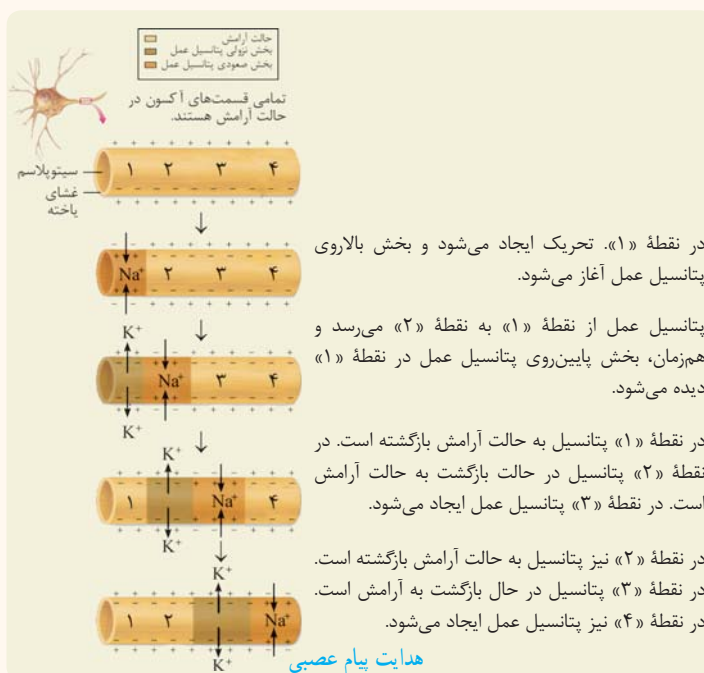
پتانسیل آرامش و پتانسیل عمل

مقدار پتانسیل (میلی‌ولت)	انتقال فعال	انتشار تسهیل شده				روش انتقال
	دارد	ندارد				مصرف انرژی ATP
	پمپ سدیم - پتاسیم	پتاسیم		سدیم		نوع پروتئین غشایی
		کانال دریچه‌دار	کانال نشستی	کانال دریچه‌دار	کانال نشستی	
-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
-۷۰ ← +۳۰	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 بعری انتقال پیدا کنه. پس در این درسامه، رابع به هدایت و انتقال پیام عصبی صحبت می‌کنیم.

پیام عصبی و هدایت آن

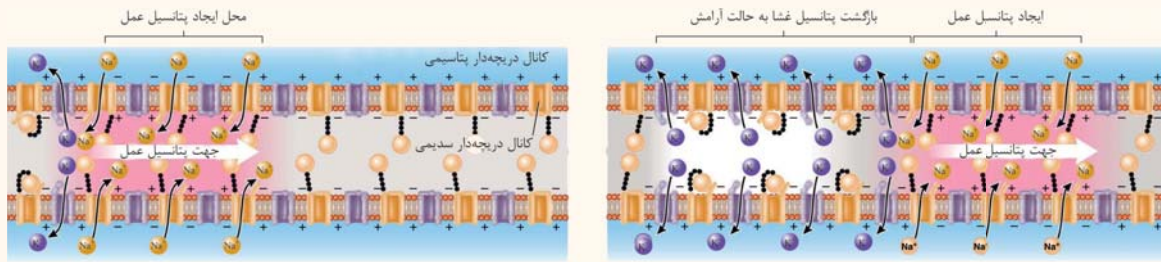


وقتی که پتانسیل عمل در یک نقطه از یاخته عصبی ایجاد می‌شود، نقطه به نقطه پیش می‌رود تا به انتهای رشته عصبی برسد. این جریان پتانسیل عمل را پیام عصبی می‌نامند.

پس وقتی که یک نقطه از یافته عصبی تحریک می‌شه، در اون نقطه اختلاف پتانسیل غشا مثبت تر میشه که به این می‌گن پتانسیل عمل. حالا اگه این پتانسیل عمل به صورت یک جریان الکتریکی در طول نورون هدایت بشه، بوش می‌گن پیام عصبی.

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 باز می‌گردد. 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.



پتانسیل عمل در طول نورون هدایت می‌شود تا به پایانه آکسون برسد. در هر زمان، در هر محل ایجاد پتانسیل عمل، کانال‌های دریچه‌دار سدیمی باز می‌شود و یون سدیم وارد یاخته عصبی می‌شود.

با حرکت پتانسیل عمل در طول نورون در نقاط قبلی، کانال‌های دریچه‌دار سدیمی باز می‌شوند و پتانسیل غشا در نقاط قبلی به حالت آرامش باز می‌گردند.

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

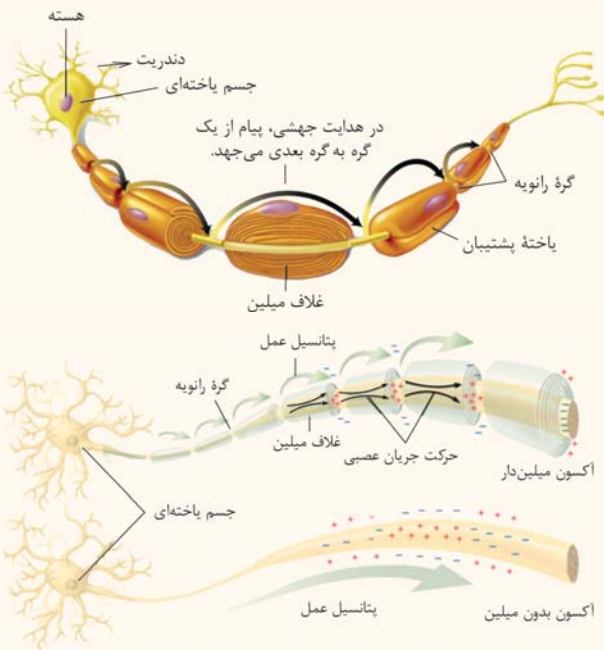
سؤال آیا هر رشته عصبی، میلیون‌دار است؟ جواب منفی است. همان‌طور که گفتیم، طبق توضیحاتی که قبلاً درباره انواع یاخته عصبی دادیم، آکسون بلند در نورون حرکتی دیده می‌شود و دندریت بلند، در نورون حسی. هم‌چنین گفتیم که آکسون نورون حرکتی و دندریت نورون حسی، میلیون‌دار هستند؛ بنابراین، انتظار داریم که همه رشته‌های عصبی، میلیون‌دار باشند اما در واقعیت چنین نیست. *حالا اینو از کجای کتاب درسی می‌فهمیم؟* *یه سری شاهد در کتاب درسی وپور راه که به ما می‌گن که رشته‌های عصبی بدون میلیون هم وپور دارن؛* ۱- در گفتار بعدی می‌خوانیم که در ماده خاکستری، رشته‌های عصبی بدون میلیون وجود دارد. ۲- در مبحث هدایت جهشی، کتاب درسی از «رشته‌های عصبی میلیون‌دار» و «رشته‌های بدون میلیون» استفاده کرده است. ۳- در ادامه می‌گوییم که هدایت پیام عصبی در رشته‌های عصبی میلیون‌دار، به‌صورت جهشی است ولی در این قسمت خواندیم که در یک رشته عصبی، پیام عصبی می‌تواند نقطه به نقطه (نه جهشی) منتقل شود. پس رشته عصبی بدون میلیون هم داریم.

نکته رشته‌های عصبی معمولاً دارای میلیون هستند ولی ممکن است رشته عصبی فاقد میلیون باشد.

نکته هدایت پیام عصبی در یک رشته عصبی، می‌تواند به‌صورت نقطه به نقطه (در رشته بدون میلیون) یا جهشی (در رشته میلیون‌دار) باشد.

□ هدایت جهش

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 میلیون‌دار بیشتر است. *بطوری ممکنه میلیونی که عایق است و بلوی 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 محل غلاف میلین پتانسیل عمل ایجاد نمی‌شود و فقط در گره‌های رانویه رشته عصبی پتانسیل عمل به‌وجود می‌آید. پس از ایجاد پتانسیل عمل، هدایت پیام عصبی در طول رشته عصبی دیگر به‌صورت نقطه به نقطه انجام نمی‌شود؛ بلکه از یک گره رانویه به گره رانویه بعدی می‌رود (می‌جهد). به این نوع هدایت پیام عصبی، **هدایت جهشی** می‌گویند. *مثل اینه که یه نفر بفواد تک‌تک پله‌ها رو بالا بره یا این‌که از هر پله بپره رو تا پله بالاتر. حالت اول می‌شه هدایت نقطه به نقطه و حالت دوم، هدایت جهشی.*

نکته برای انقباض ماهیچه‌های اسکلتی، سرعت ارسال پیام اهمیت زیادی دارد. بنابراین، نورون‌های حرکتی ماهیچه‌های اسکلتی میلیون‌دار است. *بازم هواستون باشه که بیشتر نورون‌های حرکتی میلیون‌دار هستن نه همه اونا.*

فعالیت کتاب درسی

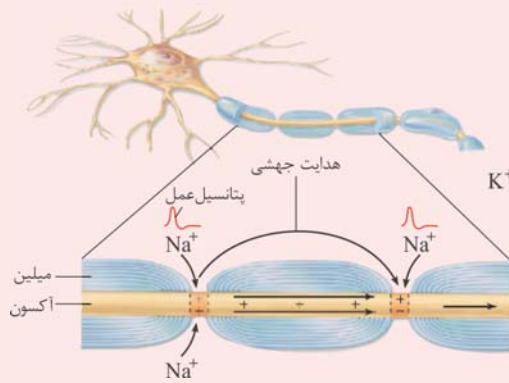
تولید پتانسیل عمل و هدایت آن

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

این توئی پروول جمع بندی اثر درسامه قبلی به طور کامل توضیح داریم. این یا هم واستون به صورت فاصله می‌گیریم پیوری هست ولی آگه توضیحات دقیق تر می‌فوائین، باید برگردین همون پروول رو بفونین.

- الف- پتانسیل آرامش (۷۰-): کانال دریچه‌دار سدیمی: بسته، کانال دریچه‌دار پتاسیمی: بسته، کانال‌های نشستی: باز
- ب- بخش صعودی پتانسیل عمل (۷۰- ← +۳۰): کانال دریچه‌دار سدیمی: باز، کانال دریچه‌دار پتاسیمی: بسته، کانال‌های نشستی: باز
- ج- بخش نزولی پتانسیل عمل (۳۰+ ← -۷۰): کانال دریچه‌دار سدیمی: بسته، کانال دریچه‌دار پتاسیمی: باز، کانال‌های نشستی: باز
- د- پایان پتانسیل عمل (۷۰ میلی‌ولت): کانال دریچه‌دار سدیمی: بسته، کانال دریچه‌دار پتاسیمی: بسته، کانال‌های نشستی: باز

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؟



همانطور که در شکل مشاهده می‌کنید، در گرهٔ رانویه تعداد زیادی کانال دریچه‌دار وجود دارد ولی در فاصلهٔ بین این گره‌ها (یعنی در جاهایی که غلاف میلین وجود دارد)، کانال دریچه‌دار مشاهده نمی‌شود؛ زیرا، پتانسیل عمل فقط در محل گره‌های رانویه ایجاد می‌شود و در قسمت‌هایی که غلاف میلین وجود دارد و ارتباط رشته با محیط بیرون قطع شده است، پتانسیل عمل به وجود نمی‌آید. بنابراین، زمانی که در یک گرهٔ رانویه پتانسیل عمل ایجاد می‌شود، نقطهٔ مجاور آن گره نمی‌تواند پتانسیل عمل ایجاد کند. اولین نقطهٔ بعدی که در آن امکان تولید پتانسیل عمل وجود دارد، گرهٔ رانویهٔ بعدی است که دارای کانال‌های دریچه‌دار می‌باشد. در نتیجه، پتانسیل عمل از یک گره به گرهٔ دیگر می‌رود و به این نوع هدایت پیام در طول یک رشتهٔ عصبی، هدایت جهشی می‌گویند.

نورون سالم



تغییر در میزان غلاف میلین نورون‌ها

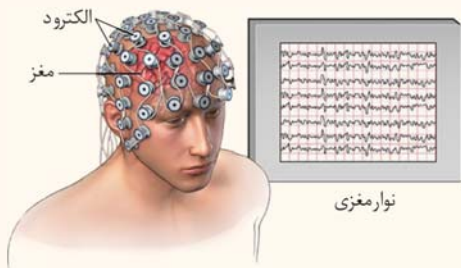
کاهش یا افزایش میزان میلین، به بیماری منجر می‌شود؛ مثلاً، در بیماری **مالتیپل اسکلروزیس (MS)**، یاخته‌های پشتیبانی که در سیستم عصبی مرکزی میلین می‌سازند، از بین می‌روند. در نتیجه، ارسال پیام‌های عصبی به درستی انجام نمی‌شود؛ بینایی و حرکت، مختل و فرد دچار بی‌حسی و لرزش می‌شود.

علائم بیماری MS بستگی به محل آسیب دارد. مثلاً مرکز اصلی تنظیم تعادل و حرکت، مخچه می‌باشد و اگر غلاف میلین نورون‌های مخچه آسیب ببینند، اختلالات حرکتی رخ می‌دهد. یا مثلاً در فصل بعد می‌خوانیم که مرکز پردازش پیام‌های بینایی، لوب پس‌سری می‌باشد و در نتیجه، آسیب غلاف میلین نورون‌های لوب پس‌سری باعث اختلال در بینایی می‌شود.

علائم بیماری MS، غلاف میلین یاخته‌های عصبی در دستگاه عصبی مرکزی (یعنی مغز و نخاع) آسیب می‌بیند و نه در دستگاه عصبی محیطی.

آنچه خواهیم خواند [گفتار ۳- فصل ۵ یازدهم] 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.

نوار مغزی چیست؟

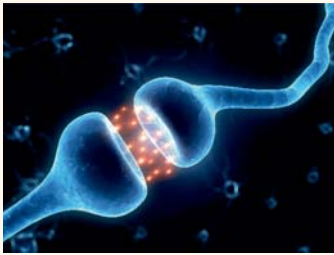


کتاب درسی نوار مغزی رو در اولین صفحهٔ فصل توضیح می‌ده اما چون اونجا هنوز با جریان عصبی آشنا نبودین، ما ترمیح داریم که اینجا رابع بوش توضیح بریم. فیلی ساره بفاویم بگیم، نوار مغزی یه چیزی مثل نوار قلب هست. برای تهیه نوار قلب، ما میایم یه سری الکتروود رو روی بدن قرار می‌دیم تا جریان الکتریکی تولیدشده توسط یافته‌های قلبی رو از سطح بدن دریافت کنیم. برای تهیهٔ نوار مغزی هم میایم یه تعدادی الکتروود رو روی مغز قرار می‌دیم و جریان الکتریکی یافته‌های عصبی رو از سطح سر دریافت می‌کنیم. وقتی جریان‌های عصبی از نواحی مختلف مغز دریافت می‌شوند و

به صورت منحنی نوار مغزی رسم می‌شوند، ما می‌توانیم متوجه شویم که میزان جریان عصبی در قسمت‌های مختلف مغز چقدر است. از نوار مغزی، برای بررسی فعالیت‌های مغز استفاده می‌شود و متخصصان مغز و اعصاب، می‌توانند با استفاده از نوار مغزی به بعضی از اختلالات مغز پی ببرند.

دقت داشته باشید که نوار مغزی فقط مربوط به مغز است و ارتباطی به نخاع ندارد.

سیناپس و انتقال پیام عصبی



گفتیم که یکی از ویژگی‌های یاخته‌های عصبی، انتقال پیام عصبی است. وقتی که پیام عصبی در یک یاخته عصبی ایجاد می‌شود، به یاخته بعدی منتقل می‌شود تا بتواند فعالیت آن یاخته را تغییر دهد. مثلاً نورون حرکتی ماهیچه دو سر بازو ترمیک همیشه؛ این نورون، باید پیام عصبی رو به ماهیچه دو سر بازو انتقال بده تا اون ماهیچه منقبض بشه. برای انتقال پیام عصبی، یاخته عصبی باید با یک یاخته دیگر ارتباطی ویژه برقرار کند که به آن سیناپس می‌گویند. **سیناپس (هما به):** به محل ارتباط ویژه یک نورون با یاخته دیگر (مثل یک نورون دیگر)، سیناپس می‌گویند. در بین یاخته‌ها در محل سیناپس، فاصله‌ای وجود دارد که به آن، فضای سیناپسی گفته می‌شود.

یاخته پیش سیناپسی و یاخته پس سیناپسی: در محل سیناپس، دو یاخته را می‌توان مشاهده کرد؛ یاخته اول که پیام عصبی در آن هدایت شده است و می‌خواهد پیام را به یاخته بعدی انتقال دهد، یاخته پیش سیناپسی نام دارد و یاخته دوم که پیام عصبی را دریافت می‌کند، یاخته پس سیناپسی است. **نکته** یاخته پس سیناپسی می‌تواند یک نورون، یک ماهیچه یا یک غده باشد. مثلاً نورون حسی می‌تواند نورون رابط را تحریک کند، نورون حرکتی می‌تواند باعث انقباض ماهیچه شود یا نورون حرکتی در دستگاه گوارش، می‌تواند باعث ترشح بزاق از غدد بزاقی شود. **ناقل عصبی:** در محل سیناپس، ماده‌ای از یاخته پیش سیناپسی آزاد می‌شود که به آن، ناقل عصبی گفته می‌شود. ناقل عصبی، بر روی یاخته پس سیناپسی تأثیر می‌گذارد و پیام عصبی را به یاخته پس سیناپسی منتقل می‌کند.

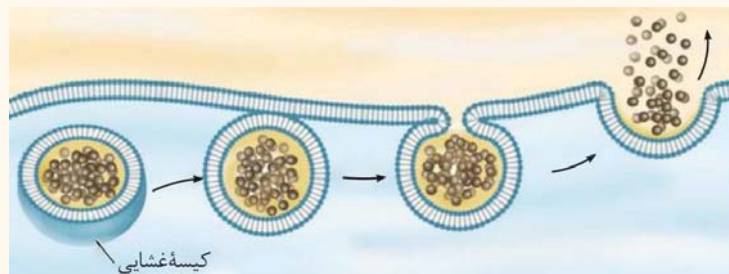
نکته انتقال پیام عصبی به صورت شیمیایی انجام می‌شود نه الکتریکی. اما برای هدایت پیام عصبی، جریان الکتریکی در طول رشته حرکت می‌کند. **آنچه خواهیم خواند [گفتار ۱- فصل ۴ یازدهم]** پیک شیمیایی مولکولی است که پیامی را منتقل می‌کند. پیک کوتاه‌برد، بین یاخته‌هایی ارتباط برقرار می‌کند که در نزدیکی هم هستند و حداکثر چند یاخته با هم فاصله دارند. ناقل عصبی یک پیک کوتاه‌برد است. این پیک از یاخته پیش سیناپسی ترشح و بر یاخته پس سیناپسی اثر می‌کند.

در مورد جنس ناقل‌های عصبی کتاب درسی صحبتی نکرده و بنابراین، لازم نیست که بروئین اما چون درم که در بعضی از کتاب‌ها و آزمون‌های آزمایشی این موضوع اشتباه گفته شده، به توضیح فاصله و در فاصله می‌گم که اصلاً نیازی هم نیست بفونیش! ناقل‌های عصبی انواع مختلفی دارند که به طور کلی شامل: ۱- استیل کولین، ۲- آمین‌ها، ۳- آمینواسیدها، ۴- گازها و ۵- پپتیدها می‌شوند. همونطور که می‌بینید، هیچ‌کروم از ناقل‌های عصبی پروتئینی نیستن. دوپامین و اپی‌نفرین که اسم آن‌ها در کتاب درسی ذکر شده است، جزء گروه فامی از آمین‌ها به نام کاتکول‌آمین‌ها (Catecholamine) هستن.

تولید و ذخیره ناقلین عصبی: ناقل عصبی، در جسم یاخته‌های نورون‌ها ساخته می‌شود و سپس، درون کیسه‌های کوچکی ذخیره می‌شوند. این کیسه‌ها، در طول آکسون هدایت می‌شوند و سپس، در پایانه آکسون جمع و ذخیره می‌شوند. **نکته** تولید ناقل‌های عصبی همواره انجام می‌شود نه فقط هنگام انتقال پیام عصبی.

□ مکانیسم انتقال پیام عصبی

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

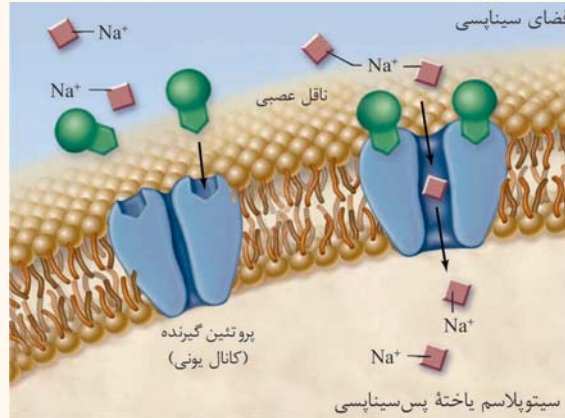


آنچه گذشت [گفتار ۱- فصل ۲ دهم] برون‌رانی (اگزوسیتوز)، فرایند خروج ذره‌های بزرگ از یاخته است. این فرایند، با تشکیل کیسه‌های غشایی همراه است و به انرژی ATP نیاز دارد.

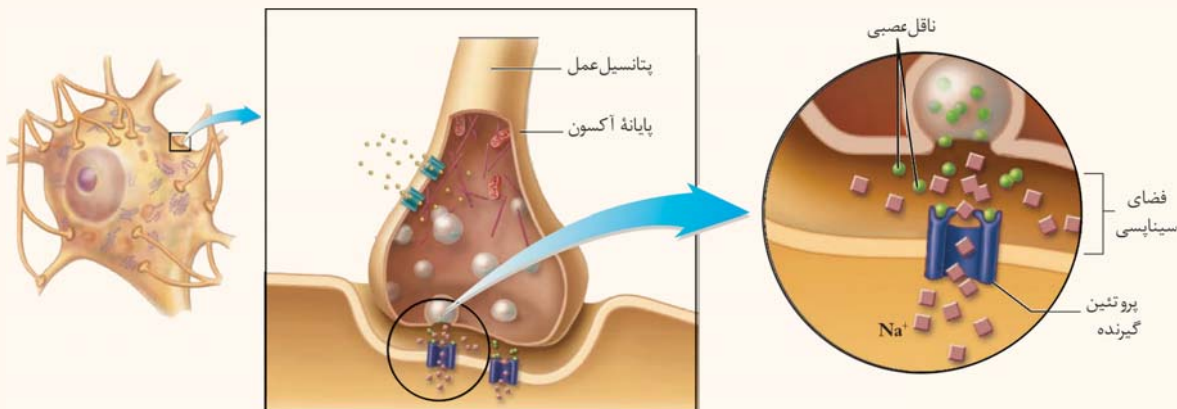
نکته در فرایند برون‌رانی (اگزوسیتوز)، ریزکیسه‌ها از یاخته خارج نمی‌شوند بلکه محتویات آن‌ها از یاخته خارج می‌شود. بنابراین، در فضای سیناپسی، ناقل عصبی مشاهده می‌شود اما ریزکیسه حاوی ناقل عصبی وجود ندارد.

۲- حرکت ناقل عصبی در فضای سیناپسی: ناقل عصبی، به دلیل انرژی جنبشی خود، در فضای سیناپسی منتشر می‌شود تا به غشای یاخته پس سیناپسی برسد. **۳- اتصال به گیرنده:** ناقل عصبی پس از رسیدن به غشای یاخته پس سیناپسی، 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، دریچه کانال باز می‌شود.

نکته گفتیم که کانال‌های دریچه‌دار به دو گروه وابسته به ولتاژ (اختلاف پتانسیل) و وابسته به مواد شیمیایی تقسیم می‌شوند. کانال‌های دریچه‌دار وابسته به مواد شیمیایی زمانی باز می‌شوند که یک ماده شیمیایی به آن‌ها متصل شود. در واقع، این نوع کانال‌ها مشابه یک گیرنده نیز عمل می‌کنند و ساختار شیمیایی آن‌ها به صورتی است که بخشی مکمل با ساختار شیمیایی ناقل عصبی دارد. در نتیجه، زمانی که ناقل عصبی به گیرنده خود متصل می‌شود، شکل سه‌بعدی پروتئین گیرنده تغییر می‌کند و امکان عبور یون‌ها از کانال فراهم می‌شود.



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



نکته هر زمان که ناقل عصبی به گیرنده خود در یاخته پس سیناپسی متصل می‌شود، قطعاً نوعی کانال دریچه‌دار در غشای یاخته باز می‌شود و در نتیجه تغییر نفوذپذیری غشا، اختلاف پتانسیل الکتریکی دو سوی غشا تغییر می‌کند، چه سیناپس تحریکی باشد و چه مهاری.

۵- تخلیه ناقل‌های عصبی باقی‌مانده: پس از آن‌که ناقل عصبی بر روی یاخته پس سیناپسی تأثیر گذاشت، ناقل‌های باقی‌مانده باید از فضای سیناپسی تخلیه شوند. دو دلیل برای تخلیه 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 یاخته ماهیچه‌ای و انقباض آن، لازم باشد که انقباض یاخته ماهیچه‌ای متوقف شود. لذا لازم است که ناقل‌های تحریک‌کننده ماهیچه از سیناپس جمع‌آوری شده باشند تا ناقل‌های مهاری بتوانند تأثیر خود را اعمال کنند.
- برای تخلیه ناقل‌های عصبی از فضای سیناپسی، دو راه وجود دارد: ۱- ناقل عصبی توسط یاخته پیش‌سیناپسی جذب شود و یا ۲- آنزیم‌های خاصی که از یاخته‌ها ترشح می‌شوند، ناقل عصبی را تجزیه کنند.

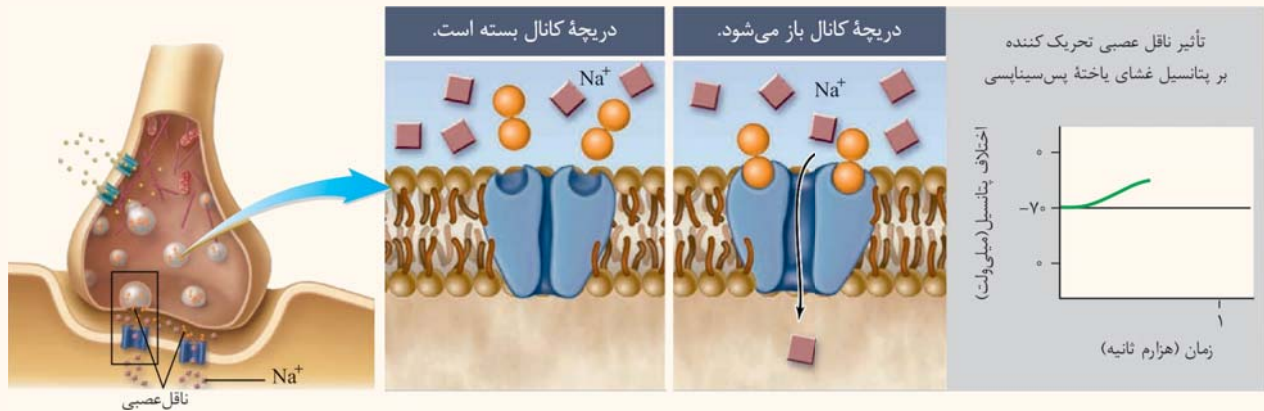
نکته تغییر در میزان طبیعی ناقل‌های عصبی، به بیماری و اختلال در کار دستگاه عصبی منجر می‌شود.

□ مثالی از تحریک یاخته پس سیناپسی توسط نورون پیش‌سیناپسی

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

مثلاً، اگر ناقل عصبی تحریکی باشد، دریچه 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، یاخته پس‌سیناپسی تحریک می‌شود و پیام عصبی می‌تواند در طول نورون، هدایت شود.

این پیژی که الان می‌فوا۴ بگم، یکم خارج از کتابه و نیازی نیست بلر باشین اما بد نیست بروین که در سیناپس مهار، پتانسیل درون یافته منفی تر میشه و در سیناپس تفریکی، پتانسیل درون یافته، مثبت تر. تفریکی رو که توضیح داریم اما رابع به مهار، وقتی که پتانسیل درون یافته منفی تر بشه، سفت تر می‌تونه به پتانسیل های مثبت برسه و بنابراین، احتمال ایجاد پتانسیل عمل دافلس کم تر میشه. اینپوره که یافته پس سیناپسی مهار میشه.



نکته همان طور که در شکل می‌بینید، در پایانه آکسون، تعداد زیادی میتوکندری وجود دارد. دلیل وجود تعداد زیاد میتوکندری، تأمین انرژی لازم برای برون رانی کیسه‌های حاوی ناقل عصبی است.

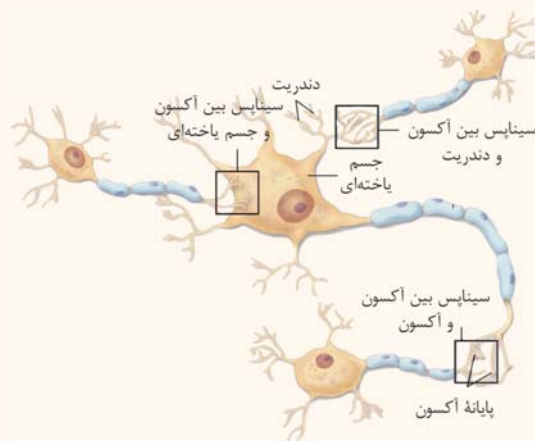
نکته همان طور که قبلاً نیز گفتیم، پایانه آکسون، بخش برجسته‌ای در انتهای آکسون است.

نکته آنژیمی که ناقل عصبی را تجزیه می‌کند، نوعی آنزیم برون‌یاخته‌ای محسوب می‌شود.

نکته ترشح ناقل عصبی از یاخته پیش سیناپسی، با روش اگزوسیتوز و جذب دوباره آن به یاخته پیش سیناپسی، با روش آندوسیتوز است.

محل های ارتباط سیناپس بین نورون ها

همانطور که قبلاً هم گفتیم، انتقال پیام همیشه از پایانه آکسون انجام می‌شود اما محل دریافت پیام می‌تواند هر یک از بخش‌های یک نورون پس سیناپسی باشد. شکل زیر، انواع سیناپس‌های بین نورون‌ها را نشان می‌دهد.



جمع بندی

هدایت و انتقال پیام عصبی

پس از ایجاد پتانسیل عمل در یک نقطه رشته عصبی (آکسون یا دندریت بلند)، جریان الکتریکی به صورت نقطه به نقطه یا جهشی در طول رشته حرکت می‌کند تا به پایانه آکسون برسد. در رشته‌های میلی‌دار، کانال‌های دریچه‌دار فقط در گره‌های رانویه وجود دارند و پتانسیل عمل فقط در گره‌های رانویه ایجاد می‌شود و به همین دلیل، هدایت پیام به صورت جهشی است. اگر تغییری در میزان میلی‌دار رشته‌های عصبی ایجاد شود، می‌تواند منجر به بیماری شود. مثلاً در بیماری MS، غلاف میلین نورون‌های دستگاه عصبی مرکزی آسیب می‌بیند و علائمی مانند اختلال در بینایی و حرکت، بی‌حسی و لرزش به وجود می‌آید. وقتی که پیام عصبی به پایانه آکسون می‌رسد، به یاخته بعدی انتقال پیدا می‌کند. انتقال پیام از طریق سیناپس انجام می‌شود. سیناپس، محلی است که در آن یاخته عصبی ارتباط ویژه‌ای با یاخته‌ای دیگر برقرار می‌کند. ناقل‌های عصبی در جسم یاخته‌ای تولید می‌شوند و در پایانه آکسون ذخیره می‌شوند. پس از رسیدن پیام به پایانه آکسون، ناقل‌های عصبی با برون رانی وارد فضای سیناپسی (فاصله بین یاخته پیش سیناپسی و پس سیناپسی) می‌شوند. ناقل عصبی به گیرنده پروتئینی خود در یاخته پس سیناپسی متصل می‌شود که نوعی کانال دریچه‌دار است. با باز شدن این کانال، نفوذپذیری غشا و در نتیجه، اختلاف پتانسیل دو سوی غشا تغییر می‌کند و یاخته تحریک یا مهار می‌شود. ناقل‌های عصبی نیز توسط یاخته پیش سیناپسی جذب یا توسط آنزیم تجزیه می‌شوند.

یه سری مطلب تکمیلی می‌فروایم این با بگیم تا ریگه هیچ نکته‌ای با نمونه باشه. داخل این گفتار، اکثر شکل‌ها خودتون به درسامه کامل داشتن، مثل شکل انواع یافته‌های عصبی، شکل پتانسیل عمل و...؛ ما نکات این شکل‌ها رو داخل درسامه کامل گفتیم. اما بعضی از نکات از شکل‌ها هم موندن که در کادر زیر می‌تونین بفونین.

نکات تکمیلی شکل‌های گفتار ۱

شکل «باخته عصبی»

✓ قطر آکسون نسبت به قطر دندریت بیشتر است.

✓ دندریت و پایانه آکسون، منشعب هستند. میزان انشعابات دندریت بیشتر است.

شکل «غلاف میلین و چگونگی ساخت آن»

✓ در مقطع عرضی رشته عصبی میلین دار، غلاف میلین بخش خارجی را تشکیل می‌دهد.

✓ یاخته پشتیبان سازنده غلاف میلین، هسته دارد. برای ساخت غلاف میلین، یاخته پشتیبان چند بار دور رشته عصبی می‌پیچد.

✓ بخش‌هایی از رشته عصبی که در آن‌ها غلاف میلین قطع می‌شود، گره رانویه نام دارد. بیشتر طول رشته عصبی میلین دار، دارای میلین است.

شکل «انواع یاخته‌های عصبی»

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

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 (Pi) 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.

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.

شکل «چگونگی ایجاد پتانسیل عمل»

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

✓ در دو زمان، همه کانال‌های دریچه‌دار سدیمی و پتاسیمی بسته هستند؛ قبل از شروع پتانسیل عمل و بعد از پایان پتانسیل عمل. در هر دو زمان، پتانسیل آرامش وجود دارد.

شکل «هدایت پیام عصبی»

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

شکل «تصویر سیناپس با میکروسکوپ الکترونی»

✓ جسم یاخته‌ای، پیام را از یاخته‌های عصبی دیگر دریافت می‌کند.

✓ هر جسم یاخته‌ای، به‌طور همزمان می‌تواند توسط چند یاخته عصبی دیگر تحریک شود.

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 داده‌شده 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.

نُست‌های گفنار ۱

یاخته‌های بافت عصبی

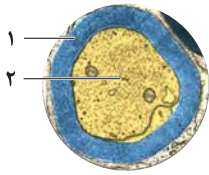
۲- بلاآفره رسیریم به اولین تست‌های فصل (۱). طبیعتاً قبل از اینکه بتونیم با سافتار دستگاه عصبی آشنا بشیم، باید یافته‌های عصبی رو بشناسیم.

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 به درستی کامل می‌کند؟

«شکل مقابل، 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 (۱) (۲) ۲ (۲) (۳) ۳ (۳) (۴) ۴ (۴)

۳- هر بخشی از یک یاختهٔ عصبی بدون میلین 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.

۴- یکم 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 میان‌بافت عصبی را تنظیم می‌کنند.

(ب) بر فعالیت رشته‌های عصبی فاقد گرهٔ 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 (۱) (۲) ۲ (۲) (۳) ۳ (۳) (۴) ۴ (۴)

۵- کدام عبارت، دربارهٔ بخش مشخص‌شده 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.



۶- در ادامه، می‌فوایم انواع یافته‌های عصبی رو بررسی کنیم. دقت داشته باشید که سؤالات این بخش فیزیکی مهم هستند. چون به‌شدت با مباحث قبلی و بعری 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 فیلی مومن! چون تقریباً به مرور کاملی روی نکات این قسمت داره! هتماً پاسفنامه تشریحی این دو سؤال رو فیلی دقیق بفونین.

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

- ۱) پیام عصبی را از جسم یاخته‌ای دور می‌کند - می‌تواند پیام عصبی را به یاختهٔ دیگری منتقل کند.
- ۲) در انتهای خود، تعداد زیادی میتوکندری دارد - پیام عصبی را به جسم یاختهٔ عصبی نزدیک می‌کند.
- ۳) می‌تواند پیام را به یاختهٔ 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 یاختهٔ عصبی
فعالیت کتاب درسی

- ۱) «۱» و «۳»، می‌تواند پیام‌های عصبی را از اندام‌های حسی دور کند.
 - 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 یاختهٔ عصبی که پیام را بخش مرکزی دستگاه عصبی می‌کند،
فعالیت کتاب درسی

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

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

فعالیت کتاب درسی

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

«در یاختهٔ عصبی رشتهٔ دورکنندهٔ پیام از جسم یاخته‌ای، و رشتهٔ نزدیک‌کنندهٔ پیام به جسم یاخته‌ای است.»

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

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

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

- ۱) در خارج از بخش مرکزی دستگاه عصبی، فعالیت کند.
- ۲) آکسونی طولی‌تر از دندریت داشته باشد.
- ۳) نسبت به رشته‌های عصبی هم‌قطر، پیام عصبی را آهسته‌تر هدایت کند.
- ۴) انشعابات در هر دو نوع رشتهٔ خود داشته باشد.

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

فعالیت کتاب درسی

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

- ۱) یاختهٔ 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 یاختهٔ 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 یاختهٔ عصبی حرکتی منتقل می‌کند.

دیگه همه چیز رو راجع به بافت عصبی گفتیم! به سری نکات ریژ دیگه هم مونده که ممکنه از زیر دستمون در رفته باشه که توی سؤال بعدی برر سیشون می‌کنیم.

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

- ۱) بلندترین رشتهٔ هر یاختهٔ 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 چند سال قبل، از بخش اول این فصل سوالی در کنگور نمی‌یومد. اما پدیداً توبه 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 پوشش دار 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 میلین دار است. (۴) فقط با یاخته‌های عصبی حسی در ارتباط است.



رسیدیم 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

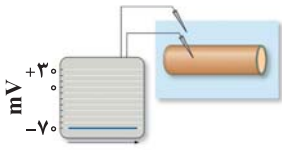
(۱) به‌طور اختصاصی برای خروج یون پتاسیم از یاختهٔ عصبی عمل می‌کند.

(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 خارج‌شده 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)

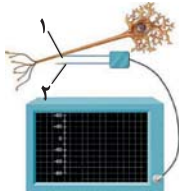
۳ (۳)

۲ (۲)

۱ (۱)

🩺 **آگه میکرو زیست‌شناسی ردهم رو فونده باشین، یارتون 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. می‌توایم 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»، به‌شدت 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 دریچه‌دار غشا عبور می‌کنند.
 (۲) ندارد - 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) +۲۰ - مقدار یون‌های مثبت در بیرون یاخته بیشتر است.
 (۲) -۷۰ - دریچه نوعی کانال غشایی باز است.
 (۳) +۳۰ - نفوذپذیری غشا نسبت به یون پتاسیم افزایش می‌یابد.
 (۴) -۳۰ - 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 ۷۰ 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 انواعی 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 بخش 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 ببری، به نکته مهم دارن و دقت زیادی می‌فوان.

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.

 که 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 دندریت، زمانی که بین دو سوی غشای یاخته، واحد اختلاف پتانسیل وجود دارد، قطعاً هستند.

- ۱) 30 - همه کانال‌های دریچه‌دار غشا بسته
- ۲) 70 - یون‌های پتاسیم نسبت به سدیم، دارای نفوذپذیری بیشتر
- ۳) 20 - کانال‌های دریچه‌دار سدیمی در حال بسته‌شدن
- 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.

۴ (۴)

۳ (۳)

۲ (۲)

۱ (۱)

۳۶- در یک یاختهٔ 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) دریچهٔ بعضی از کانال‌های غشایی به سمت داخل یاخته حرکت می‌کند.

🩹 قبل‌نما توجه به پتانسیل عمل فیلی بیشتر بود، اما به پندر سالیه که توجه به این مبدئ کم‌تر شده و بیشتر نکاتش به صورت ترکیبی در سایر قسمت‌ها مطرح میشن. اما به هر حال، مطمئن باشید باز هم توجه‌ها برمی‌گرده سمت پتانسیل عمل.

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

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

۳۸- برای رسیدن پتانسیل غشای یاختهٔ عصبی حسی از $+30$ میلی‌ولت به صفر،..... می‌شوند.

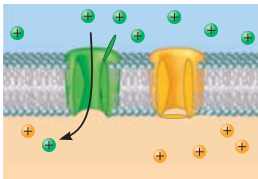
- (۱) فقط کانال‌های دریچه‌دار پتاسیمی، باز
- (۲) فقط کانال‌های دریچه‌دار سدیمی، باز
- (۳) مولکول‌های ATP توسط پمپ‌های سدیم - پتاسیم، مصرف
- (۴) کانال‌های دریچه‌دار سدیمی و پتاسیمی، هر دو باز

۳۹- کدام عبارت، در مورد پتانسیل عمل ایجاد شده در غشای یک یاختهٔ عصبی حسی، صحیح است؟

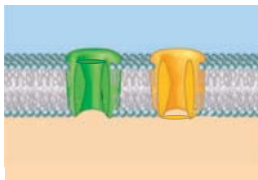
- (۱) در ابتدای پتانسیل عمل، کانال‌های دریچه‌دار پتاسیمی باز می‌شوند.
- (۲) بعد از پایان پتانسیل عمل، تراکم پتاسیم داخل یاخته شدیداً کاهش خواهد یافت.
- (۳) با نزدیک شدن پتانسیل عمل از صفر به $+30$ میلی‌ولت، کانال‌های دریچه‌دار پتاسیمی بسته می‌شوند.
- (۴) در پی بسته‌شدن کانال‌های دریچه‌دار سدیمی، پتانسیل درون یاخته نسبت به خارج منفی خواهد شد.

🩹 فُوب رسیریم به سؤالات شکل‌دار پتانسیل عمل. لطفأ فقط وقتی این بخش رو بنویس که تست‌های قسمت قبل رو بررسی کرده باشین. ما تا الان، کل نکات پتانسیل عمل رو گفتیم و به پورایی بررسی این بخش، مرور و جمع‌بندی نکات پتانسیل عمل هست. به همین خاطر، همهٔ نکات با بیان‌های مختلفی ذکر شدن، تا به جمع‌بندی کامل و عالی روی پتانسیل عمل داشته باشیم.

فعالیت کتاب درسی



فعالیت کتاب درسی



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

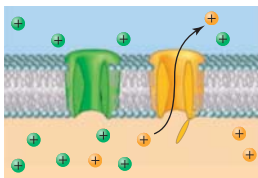
- (۱) همزمان با باز شدن کانال‌های دریچه‌دار سدیمی در نقطهٔ بعدی رشتهٔ عصبی
- (۲) هنگام وجود اختلاف پتانسیل بین دو سوی غشا و عدم فعالیت عصبی یاخته
- (۳) هنگام بازگشت پتانسیل غشا به حالت آرامش و منفی‌تر شدن پتانسیل درون
- (۴) پس از تحریک غشای یاختهٔ عصبی و همزمان با تغییر ناگهانی پتانسیل غشا

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

- «در یک یاختهٔ 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

(۱) ۱ (۲) ۲ (۳) ۳ (۴) ۴

فعالیت کتاب درسی

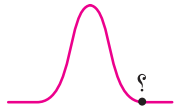


۴۲- زمانی که وضعیت کانال‌های غشای رشتهٔ عصبی مطابق شکل روبه‌رو باشد،.....

- (۱) عبور یون‌های سدیم از عرض غشای یاخته، فقط با مصرف انرژی زیستی ممکن می‌شود.
- (۲) خروج یون‌های پتاسیم از یاختهٔ 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 اینتا فوب متوجه شده باشین، تست‌های بعد فیلی واستون آسون فواهد بور و دیگه این مبدث رو قول! می‌شین. اما آگه هم هنوز بایی مونده که مشکل دارین، بعد از زدن این تست‌ها، شما هم قول فواهدر شد.

۴۳- با توجه به منحنی پتانسیل عمل مقابل، ایجاد پتانسیل مشخص شده در شکل، مستقل از است.



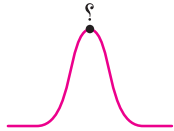
- ۱) تغییر مقدار یون پتاسیم در مایع میان‌بافتی
- ۲) عبور یون‌های مثبت از عرض غشای یاخته عصبی
- ۳) تجزیه ATP توسط نوعی پروتئین سراسری غشا
- ۴) تغییر شکل سه‌بعدی بعضی از کانال‌های پروتئینی

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



- ۱) انتشار تسهیل شده 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 مشخص شده 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 پتاسیم خارج یاخته نسبت به درون آن - انتشار تسهیل شده 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 انرژی خواه

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

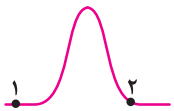
۴۸- در منحنی پتانسیل عمل غشای یک رشته عصبی، در نقطه‌ای که با علامت سؤال مشخص شده است، فقط



- ۱) بعضی از انواع یون‌های مثبت یاخته عصبی قادر به عبور از عرض غشا هستند.
- ۲) عبور یون‌ها از غشای یاخته با روش انتشار تسهیل شده 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.

آگه تا اینتا، سوالاتی 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 مشخص شده در نمودار پتانسیل عمل یک یاخته عصبی، درست است؟



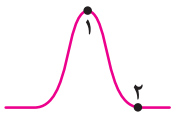
- ۱) بیشترین اختلاف بین مقدار یون‌های سدیم در درون و بیرون یاخته دیده می‌شود.
- ۲) برقراری شیب غلظت حالت آرامش یون‌ها، توسط نوعی پمپ غشایی انجام می‌شود.
- ۳) ایجاد پتانسیل آرامش در غشای یاخته، ناشی از فعالیت پمپ سدیم - پتاسیم است.
- ۴) انتشار تسهیل شده یون‌های Na^+ و K^+ از طریق کانال‌های غشایی، انجام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

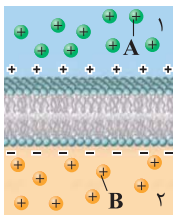
۵۲- در هنگام ثبت تغییرات پتانسیل الکتریکی غشای یک یاخته عصبی، در نقطه «۱»، نقطه «۲»، است.



- 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

📌 **پنر تا سؤال آخر این مبحث، ترکیبی از پتانسیل آرامش و پتانسیل عمل هستند.**

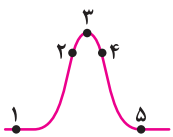
۵۳- شکل مقابل، بخشی از زندگی یک یاخته عصبی را نشان می‌دهد. اگر بخشی نشان‌دهنده مایع باشد،



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

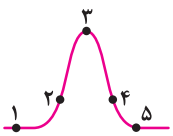
- ۱) «۱» - درون - یون B، فقط از طریق نوعی کانال دریچه‌دار یا پمپ از غشا عبور می‌کند.
- ۲) «۱» - بیرون - قطعاً بعضی از کانال‌های دریچه‌دار غشای یاخته باز هستند.
- ۳) «۲» - درون - A، نوعی یون است که توسط پمپ از یاخته خارج می‌شود.
- ۴) «۲» - بیرون - فعالیت عصبی در یاخته عصبی مشاهده نمی‌شود.

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.

- ۱) ۱ ۲) ۲ ۳) ۳ ۴) ۴

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 بی‌جنبه هستند! وقتی یه ماشون ترمیک بشه، می‌فوان به عالم و آدم فیر برن. کاش فقط بین فودشون هلس می‌کردن اما نه، به یافته‌های دیگه هم فیر میرن که آره، ما ترمیک شریم!

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 یک گره و سدیمی گره بعد، تقریباً همزمان است.

پاسخ‌های نشرچه

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

۱- دندریت، ۲- جسم یاخته‌ای و ۳- آکسون.

بررسی همه گزینه‌ها:

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 گزینه، 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.

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 ۴) 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 [گفتار ۱- فصل ۵ دهم] حفظ وضعیت درونی بدن در محدوده‌ای ثابت، برای تداوم حیات ضرورت دارد. مجموعه‌ای 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.

۱ ۳) 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 گزینه‌ها:

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 صحیح است. همه یاخته‌ها، غشایی با نفوذپذیری انتخابی دارند.

آنچه گزشت [گفتار 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 قرار دارند. دندریت‌ها و پایانه آکسون، منشعب هستند. 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.

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.

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.

۷) 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 همه گزینه‌ها:

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 دیگری 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.

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

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

بررسی همه گزینه‌ها:

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.

۶) 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 همه گزینه‌ها:

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. *هواستون باشه که یافته عصبی رابط، فقط درون دستگاه عصبی مرکزی وجود داره و طبق شکل کتاب درسی، با جسم یافته عصبی حرکتی، ارتباط داره. 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.

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

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.

۱۰ 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.**

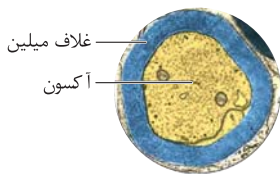
ب) در یاخته عصبی حسی، آکسون دارای غلاف میلین است و گره رانویه نیز دارد. دندریت یاخته عصبی حسی نیز طویل و میلین دار است.

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

د) در یاخته عصبی رابط، دندریت طویل وجود ندارد. دندریت نوروں رابط نیز دارای انشعابات زیاد است.

۱۱ همانطور که در شکل مشاهده می‌کنید، وقتی یاخته عصبی دارای غلاف میلین باشد، ضخامت رشته مشاهده شده، کم‌تر از کل ضخامت مشاهده شده است. پس در این سؤال، منظور یاخته‌های عصبی میلین‌دار هستند.

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) سرعت هدایت پیام عصبی به قطر رشته عصبی و غلاف میلین بستگی دارد. زمانی که دو رشته هم‌قطر باشند، رشته دارای غلاف میلین، هدایت پیام عصبی را سریع‌تر انجام می‌دهد.

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.

۱۲ 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 بروئین 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.

۴) در همه یاخته‌های عصبی، قسمت‌هایی فاقد غلاف میلین مشاهده می‌شوند. مثلاً، در رشته‌های میلین‌دار 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 «برق‌لاف» غلطه.

۸ 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 نشتی 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.

۹ 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 میلین‌دار 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 میلین‌دار قرار دارد.

۱۵ رابع به صورت سؤال که قبلاً صحبت کردیم. مستقیم بریم سراغ بررسی نورگزینه‌ها. در همهٔ یاخته‌های عصبی، جسم یاخته‌ای محلی برای قرارگیری هسته و انجام سوخت‌وساز است.

بررسی سایر گزینه‌ها:

۲ در نخاع، یاختهٔ عصبی رابط، فقط در مادهٔ خاکستری قرار دارد و در عصب نخاعی یافت نمی‌شود.

۳ دارینهٔ (دندریت) طویل و میلین دار، ویژگی یاخته‌های عصبی حسی است.

۴ این رو توی سؤال قبلی توضیح دادیم، اینجا نکش رو بگیریم:

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

۱۶ هر چهار مورد این سؤال، نادرست است. وقتی یاختهٔ 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 همهٔ موارد:

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

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

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

ج در هر بار فعالیت پمپ سدیم - پتاسیم، سه یون سدیم از یاختهٔ 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.

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

بررسی همهٔ گزینه‌ها:

۱ در همهٔ بخش‌های زندگی یک یاختهٔ عصبی، یون‌های پتاسیم می‌توانند از طریق کانال‌های نشستی از یاختهٔ عصبی خارج شوند.

۲ در مرحلهٔ بعدی فعالیت پمپ سدیم - پتاسیم، یون‌های پتاسیم وارد یاختهٔ عصبی می‌شوند و مقدار بارهای مثبت درون یاختهٔ 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.

۳ همهٔ یاخته‌های عصبی، توسط نوعی یاختهٔ پشتیبان (یاختهٔ 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 یاختهٔ عصبی رابط مشاهده می‌شود. یاختهٔ عصبی رابط، ارتباط لازم بین یاختهٔ عصبی حسی و حرکتی را فراهم می‌کند و همانطور که در شکل «انواع یاخته‌های عصبی» مشخص است، پیام را به یاختهٔ عصبی حرکتی منتقل می‌کند.

۱۳ یاخته‌های پشتیبان، انواع گوناگونی دارند که هرکدام، وظیفهٔ 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 (ردگزینهٔ ۲) و درستی گزینهٔ ۳).

بررسی سایر گزینه‌ها:

۱ در نخاع، بخش‌هایی از هر سه نوع یاختهٔ عصبی قابل مشاهده است. اما بلندترین رشتهٔ عصبی یاختهٔ عصبی حسی، که دندریت است، در خارج از نخاع قرار دارد. بلندترین رشتهٔ یاختهٔ عصبی رابط و حرکتی، آکسون است که درون دستگاه عصبی مرکزی نیز قرار دارد. اما یاختهٔ عصبی رابط، می‌تواند غلاف میلین نداشته باشد و توسط یاخته‌های پشتیبان عایق‌بندی نشود.

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

۱۴ فقط مورد (د)، صحیح است. اول از همه باید بگم که اطلاعات صورت سؤال خیلی اضافه است و طراح رامت می‌تونست بگه «پنر مورد دربارهٔ یافته‌های عصبی رابط، درست است؟». در واقع، بقیهٔ توضیحات صورت سؤال اضافی هست و نقشی در حل سؤال نداره. اصلاً توی صورت اصلی سؤال، چیز دیگه‌ای گفته شده بود که ما می‌بور شریم با کتاب‌های درسی چریدر مطابقتش بریم!

بررسی همهٔ موارد:

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

ج یاخته‌های عصبی رابط، ممکن است غلاف میلین نداشته باشند و توسط یاخته‌های پشتیبان پوشش‌دار نشوند.

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

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

۲۰۳ شکل، نشان‌دهنده «ثب پتانسیل آرامش» است.

بررسی همه گزینه‌ها:

(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 نشتی 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. موارد (ب) و (ج)، صحیح هستند. برای بررسی این سؤال، لازم است

۲۱۲

که به شکل «چگونگی کار پمپ سدیم - پتاسیم» دقت کنید.

بررسی همه موارد:

(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) 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.

(ه) وقتی که کانال‌های دریچه‌دار پتاسیمی باز و یون‌های پتاسیم خارج می‌شود، پتانسیل غشا دوباره به حالت آرامش بر می‌گردد. دقت داشته باشید

۲۲۳

که فعالیت پمپ سدیم - پتاسیم، شیب غلظت یون‌ها را به حالت آرامش برمی‌گرداند نه پتانسیل غشا.

بررسی همه گزینه‌ها:

(۱) زمانی که کانال‌های دریچه‌دار پتاسیمی باز باشند، مقدار یون‌های پتاسیم در مایع میان‌بافتی به‌شدت 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.

(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.

(۱۸۲) در حالت آرامش، در دو سوی غشای یاخته عصبی، اختلاف پتانسیلی در حدود 70 میلی‌ولت وجود دارد.

بررسی همه گزینه‌ها:

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

نکته عبور یون‌ها از غشا با کمک کانال‌های نشتی 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 نشتی وارد یاخته می‌شود و از طریق پمپ سدیم - پتاسیم، از یاخته خارج می‌شود.

(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 نشتی، 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.

۱۹۱

شکل، نشان‌دهنده «کانال نشتی پتاسیم» است.

بررسی همه گزینه‌ها:

(۱) همانطور که در شکل مشخص است، این کانال نشتی، به‌طور اختصاصی برای خروج یون پتاسیم از یاخته عصبی عمل می‌کند. در واقع، در غشای

یاخته کانال نشتی پتاسیم و کانال نشتی سدیم وجود دارد.

(۲) انتقال مواد از طریق کانال‌های نشتی، 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 نشتی پتاسیم

✓ در غشای یاخته، کانال‌های نشتی پتاسیم و کانال‌های نشتی سدیم وجود دارند. هر کانال، وظیفه اختصاصی دارد.

✓ در شکل، خروج یون‌ها از یاخته نشان داده می‌شود و شکل مربوط به کانال نشتی پتاسیم است.

✓ کانال‌های نشتی، پروتئین‌های سراسری هستند که در بین دو لایه غشا قرار می‌گیرند.

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 قابل‌مشاهده است. (۲۵ 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

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 بور؟

(۳) این گزینه همیشه فیلی پالشن برانگیز بوده و مطمئنم هنوزم هست. اما حرف فقط این بوده که شما درست فونرن گزینه‌ها رو هم یاد بگیرید. فُب 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 بفونین. گفته که مقدار پتانسیل درون غشا نسبت به بیرون آن، کم‌تر از -70 میلی‌ولت (مثلاً -60 میلی‌ولت)، منفی است؛ یعنی درون

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.

(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 بسته‌شدن هستند و تعداد کانال‌های باز، کم می‌شود. دقت داشته باشید که همواره، ورود سدیم به درون یاخته از طریق کانال‌های نشستی امکان‌پذیر است.

(۲۳ 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.
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 بالاوری 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.

(۲۴ ۳) در نمودار پتانسیل عمل، هر نقطه‌ای (به $+30$) در درون یاخته و هر -70 میلی‌ولت، یعنی -70 میلی‌ولت، یعنی درون غشا مثبت است.

بررسی همه‌گزینه‌ها:

(۱) در بخش نزولی پتانسیل عمل، نزدیک‌شدن اختلاف پتانسیل از $+20$ میلی‌ولت به صفر دیده می‌شود. در این بخش، پتانسیل درون غشا مثبت

مشاهده می‌شود. در حالی که در بخش پایین‌روی پتانسیل عمل، اختلاف پتانسیل از $+3^{\circ}$ میلی‌ولت تا -7° 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.

۲۸ | 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، همه‌ی کانال‌های دریچه‌دار یاخته بسته^۱ و اختلاف پتانسیل، برابر با -7° میلی‌ولت است. در حالت آرامش نیز پتانسیل -7° میلی‌ولت است و همه‌ی 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 تسهیل‌شده، بدون مصرف ATP و در جهت شیب غلظت خود، به یاخته^۲ عصبی وارد می‌شود (نه اینکه از آن خارج شود).

۲۹ | 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 نشستی از یاخته^۳ عصبی خارج می‌شود. سدیم نیز همواره از طریق کانال‌های نشستی 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.

۳۰ | 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^۴ عصبی هست.

بررسی همه‌گزینه‌ها:

(۱) رشته^۵ عصبی، آکسون یا دندریت بلند است و در یاخته^۶ عصبی حسی، رشته^۷ عصبی همان دندریت یاخته^۸ عصبی محسوب می‌شود. دندریت یاخته^۹ عصبی حسی، غلاف میلین دارد و هدایت پیام عصبی در آن، به‌صورت جهشی است نه نقطه‌به‌نقطه.

(۲) پس از تحریک یاخته^{۱۰} عصبی، در محل تحریک، در مدتی کوتاه و به‌طور ناگهانی، اختلاف پتانسیل دو سوی غشا تغییر می‌کند و درون غشا، مثبت‌تر می‌شود.

۱- 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.

غشا منفی‌تره نسبت به بیرون غشا و مقدار افتلاف بارهای دو سوی غشا هم افتلاف پتانسیلی کم‌تر از 7° میلی‌ولت ایجاد کرده.

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

(۴) گفتیم که کمی پس از ثبت اختلاف پتانسیل $+3^{\circ}$ میلی‌ولت، کانال‌های دریچه‌دار پتاسیمی باز می‌شوند اما بازگشت پتانسیل غشا به حالت آرامش، زمانی است که پتانسیل غشا به -7° 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.

۲۶ | ۴ پتانسیل عمل، در طول رشته^{۱۱} 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^{۱۲} 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^{۱۳} عصبی، کانال‌های دریچه‌دار سدیمی باز هستند.

بررسی سایر گزینه‌ها:

(۱) کانال‌های نشستی 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.

۲۷ | 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 -7° میلی‌ولت

۲) زمانی که اختلاف پتانسیل دو سوی غشا 70° میلی‌ولت است، نفوذپذیری غشا نسبت به پتاسیم بیشتر از سدیم است.

۳) در بخش صعودی پتانسیل عمل، در اختلاف پتانسیل 20° میلی‌ولت، کانال‌های دریچه‌دار سدیمی در حال بسته‌شدن هستند. در مورد اختلاف پتانسیل 20° میلی‌ولت و اختلاف پتانسیل 20° میلی‌ولت در بخش نزولی، این عبارت صحیح نیست.

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

۳۳ ۱ پس از افزایش شدید بار مثبت در یاخته عصبی و رسیدن پتانسیل درون غشا به 30° 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 نشستی و دریچه‌دار انجام می‌شود. با غیرفعال شدن کانال‌های دریچه‌دار، باز هم یون‌های پتاسیم می‌توانند از طریق کانال‌های نشستی 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.

۳۴ ۱ تغییر ناگهانی پتانسیل دو سوی غشا از 70° تا 30° میلی‌ولت، به معنای 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.

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 پیوستگی که داخل این گزینه گفته شده، مربوط به حالت آرامش یافته است. راستی، قبلاً هم به یایی داشتیم که پمپ سریم - پتاسیم باعث فقط شیب غلظت یون سریم می‌شود. 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.

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.

۳۱ ۲ برای حل این سؤال و سؤال بعری، باید هواستون باشه که هر اختلاف پتانسیلی (به‌جز 70° و 30° 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 نشستی، 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 نشستی 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 70° 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 30° میلی‌ولت، کانال‌های دریچه‌دار سدیمی بسته و کانال‌های دریچه‌دار پتاسیمی باز می‌شوند.

۳۲ 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)، هوار نقطه رو باید در نظر بگیریم؛ چون هم 20° میلی‌ولت می‌تونه باشه هم 20° میلی‌ولت، و برای هرکدوم هم دو حالت وجود داره.

بررسی همه گزینه‌ها:

۱) وقتی که اختلاف پتانسیل دو سوی غشا 30° میلی‌ولت است، کانال‌های دریچه‌دار سدیمی یا پتاسیمی باز هستند. وقتی اختلاف پتانسیل دو سوی غشا 30° میلی‌ولت است، کانال‌های دریچه‌دار سدیمی بسته می‌شوند و کانال‌های دریچه‌دار پتاسیمی باز می‌شوند.

۳۵ 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 به‌طور 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.

۳۶ 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.

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.

۳۷ 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. **نُپ تا اینجا گزینه (۱) و (۴) که میرن کنار؛ چون علاوه بر اینکه مفتشون به مفهوم رو می‌رسونن (فعالیت پمپ سدیم - پتاسیم)، با خارج کردن سدیم و وارد**

کردن پتاسیم، تأثیر مثبت هم دارن. اصلاً فور پمپ سدیم - پتاسیم است که شیب غلظت حالت آرامش رو دوباره ایبار 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.**

۳۸ ۱ برای رسیدن پتانسیل غشای یاخته عصبی از $+30$ میلی‌ولت به صفر، کانال‌های دریچه‌دار پتاسیمی باز می‌شوند.

۳۹ 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.

۴۰ 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.

۴۱ ۴ 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.

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.

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.

۱۴۶) 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.

۱۴۷) 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.

بررسی سایر گزینه‌ها:

۱) وقتی که یاخته عصبی در حالت آرامش قرار دارد، فعالیت عصبی ندارد. همچنین در نقطه مشخص شده، غلظت یون پتاسیم خارج از یاخته تغییری نمی‌کند^۲ و شیب غلظت یون‌ها ثابت باقی می‌ماند.

۲) همانطور که گفتیم، در نقطه مشخص شده، 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.

۱- انتشار تسهیل شده، 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.

۲- 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.

۳۴۲) 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.

۳۴۳) 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. حواستون هست که صورت سؤال گفته «مستقل» از پی هست؟

۳۴۴) 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.

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.

۳۴۵) 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.

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 نشتی وارد یاخته عصبی می‌شوند.

۴ ۵۱ 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 نشتی انجام می‌شود.

۳ ۵۲ 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 ریگه تا الان صد بار توضیح داریم. لازمه بازم بگیریم؟
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 ۵۳ 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 نشتی نیز می‌توانند از غشا عبور کنند.

۳ ۴۸ در نقطه مشخص شده، فقط کانال‌های دریچه‌دار سدیمی باز هستند و کانال‌های دریچه‌دار پتاسیمی بسته می‌باشند.

بررسی سایر گزینه‌ها:

۱) در نقطه مشخص شده، 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 ۴۹ 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 نشتی انجام می‌شود.

۲ ۵۰ 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 نشتی از یاخته خارج می‌شوند. البته در نقطه «۲»، عبور پتاسیم از طریق کانال‌های