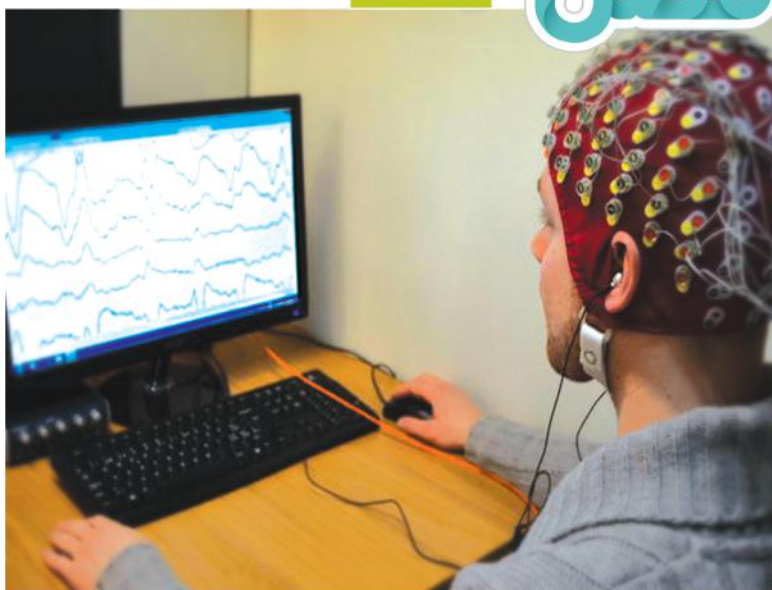




تنظیم عصبی

gajmarket.com

سیرتاپیار

مباحث مهم	ترکیبی	مستقل	تعداد کل سؤالات	
تولید و هدایت پیام عصبی -	۳	۵	۸	کنکور داخل و خارج ۹۸
نخاع - دستگاه عصبی جانوران - ساختار مغز -	۴	۲	۶	کنکور داخل و خارج ۹۹
دستگاه عصبی محیطی -	۵	۲	۲	کنکور داخل و خارج ۱۴۰۰
ساختار مغز حشرات (ترکیبی) - ساختار مغز سایر جانوران -	۶	۲	۸	کنکور داخل و خارج ۱۴۰۱
انعکاس عقب کشیدن دست				

فصل

۱

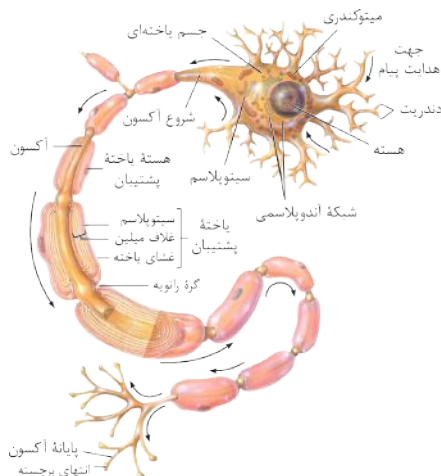
گفتار اول

یاخته‌های بافت عصبی

درس ۱ | یاخته‌های بافت عصبی

این فصل فیلی فصل مهمیه. هر چند اکثر سؤالاتش مفقی هستند، اما به هر حال مباحث بسیار سخت هم داره! پس از اولش با دقت بفوتین 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

گفتم 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، **جسم یافته‌ای مرکز فرماندهی یافته است و بخش اصلی سوخت‌وساز یافته رو هم انجام می‌ده. یکی از اعمال سوخت‌وسازی که جسم یافته‌ای انجام می‌ده، تولید ناقل عصبی است که آفر همین گفتار رابع بهوش صحبت 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 فوایم فواید [گفتار ۱- فصل ۶ یازدهم] بعضی از یاخته‌ها، به‌طور موقت یا دائم، توانایی تقسیم را ندارند و وارد مرحله G 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.

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

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. **مواستون باشد 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- تحریک پذیری 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 خواهیم 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.

تحریک نورون → تولید پیام عصبی → هدایت پیام عصبی در طول نورون → انتقال پیام عصبی به یاخته بعدی

🔍 یاخته‌های پشتیبان (نوروگلیا)

این یافته‌های عصبی ما، فعالیت همه‌ی برون‌کنترل می‌کنن و یه‌ه‌وری میشه گفت فرمانده کل بدن هستن. اما خودشون به تنهایی نمی‌تونن کاراشون رو انجام بدن و نیاز به پشتیبان دارن! گفتیم که در بافت عصبی، به‌جز یاخته‌های عصبی، یاخته‌های غیرعصبی یا همان یاخته‌های پشتیبان (نوروگلیا) نیز وجود دارند.

نکته تعداد نوروگلیاها چند برابر نورون‌هاست و انواع مختلفی دارند که هر کدام، وظیفه خاصی را برعهده دارند. یاخته‌های پشتیبان، وظایف مختلفی را در بافت عصبی برعهده دارند:

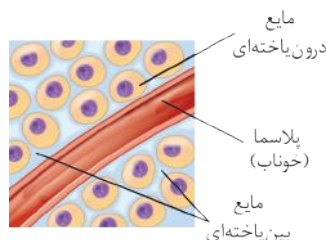
۱- ایجاد داربست برای استقرار یاخته‌های عصبی: برای این‌که نورون‌ها در جای مربوط به خودشان مستقر شوند، لازم است که گروهی از نوروگلیاها، داربستی برای قرارگیری آن‌ها ایجاد کنند. در واقع، این داربست محل قرارگیری هر نورون را مشخص می‌کند.

۲- دفاع از یاخته‌های عصبی در برابر عوامل بیماری‌زا^۱

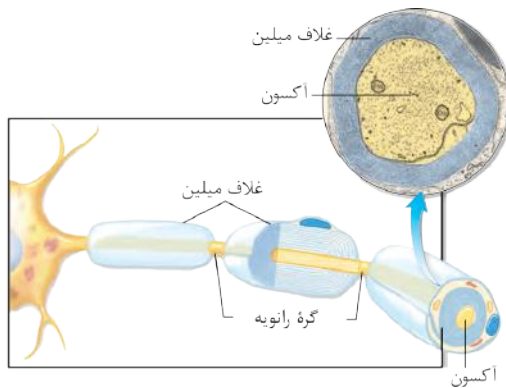
۳- حفظ هم‌ایستایی مایع اطراف یاخته‌های عصبی: در ادامه فصل می‌خوانیم که فعالیت نورون‌ها، وابسته به یون‌های موجود درون یاخته و بیرون یاخته است. بنابراین، لازم است که مقدار یون‌ها در مایع بین‌یاخته‌ای تنظیم شود.

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

آنچه گذشت [گفتار ۱- فصل ۲ دهم] فضای بین یاخته‌های بدن انسان را مایع 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.



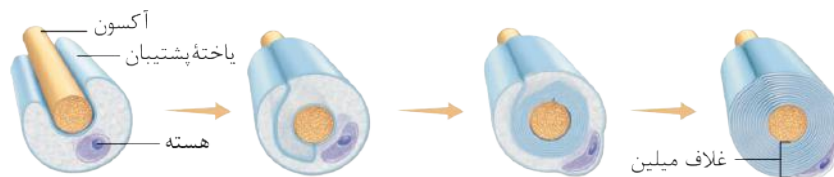
۱- سلول‌های میکروگلیا، گروهی از نوروگلیاها هستند که در دفاع بافت عصبی نقش دارند. این سلول‌ها، در واقع ماکروفاژهایی هستند که از تمایز مونوسیت‌ها در بافت عصبی ایجاد شده‌اند.



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

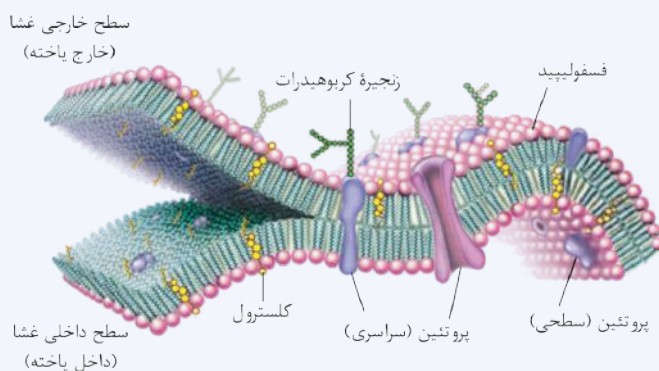
۴- ساخت غلاف میلین: در اطراف دندریت و آکسون بسیاری از نورون‌ها، غلاف میلین وجود دارد. غلاف میلین، پوششی در اطراف نورون‌هاست که آن‌ها را عایق‌بندی می‌کند. در دندریت یا آکسونی که میلین دارد، قسمت‌هایی از رشته فاقد غلاف میلین هستند که به آن‌ها، **گره رانویه** گفته می‌شود. راجع به عملکرد غلاف میلین، آخر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

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



نکته غلاف میلین، پوششی چندلایه (نه یک‌لایه) در اطراف غشای آکسون یا دندریت است.^۱

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 کلیسترول تشکیل شده است. فسفولیپیدها، فراوان‌ترین مولکول‌های غشا هستند و در بین آن‌ها، مولکول‌های کلیسترول قرار گرفته‌اند. همانطور که در شکل مشخص است، بخش لیپیدی غشا به صورت **دولایه** قرار دارد و پروتئین‌ها نیز در بین فسفولیپیدها قرار می‌گیرند.

بخش پروتئینی غشا، شامل دو گروه پروتئین است. گروهی از پروتئین‌ها در سراسر عرض غشا وجود دارند. گروهی دیگر از پروتئین‌های غشا، فقط در یک سطح غشا قرار دارند و کل عرض غشا را طی نمی‌کنند.

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

جمع‌بندی

انواع یاخته‌های بافت عصبی

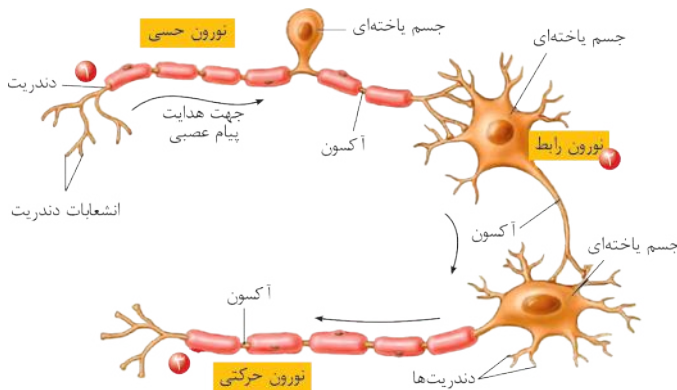
نوع یاخته بافت عصبی	یاخته عصبی (نورون)	یاخته غیرعصبی (نوروگلیا یا پشتیبان)
تحریک‌پذیری و تولید، هدایت و انتقال پیام عصبی	دارد	ندارد
رشته‌های سیتوپلاسمی	دندریت + آکسون	ندارد
توانایی تولید غلاف میلین	ندارد	دارد
فراوانی در بافت عصبی	کمترین	بیشترین
توانایی تقسیم	ندارد ^۱	دارد

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

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 گیرنده‌های حسی می‌شناسیم! از کجا؟ از کتاب دهم! فب احتمالاً یادتون نیست پس بریم برگردیم عقب! آن‌چه گذشت [فصل 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 یه بایی از بدن تأثیر می‌گذاشته، نورون حرکتی بوده! مثلاً نورون‌های حرکتی که از بصل‌النخاع خارج می‌شوند و باعث انقباض ماهیچه‌های دمی می‌شوند.
- ۳- نورون‌های رابط:** این نورون‌ها، فقط در دستگاه عصبی مرکزی (مغز و نخاع) قرار دارند و ارتباط لازم بین نورون‌های حسی و حرکتی را برقرار می‌کنند. فب حالا اول یه نگاه به شکل مقابل بندازین تا بعد پند 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.

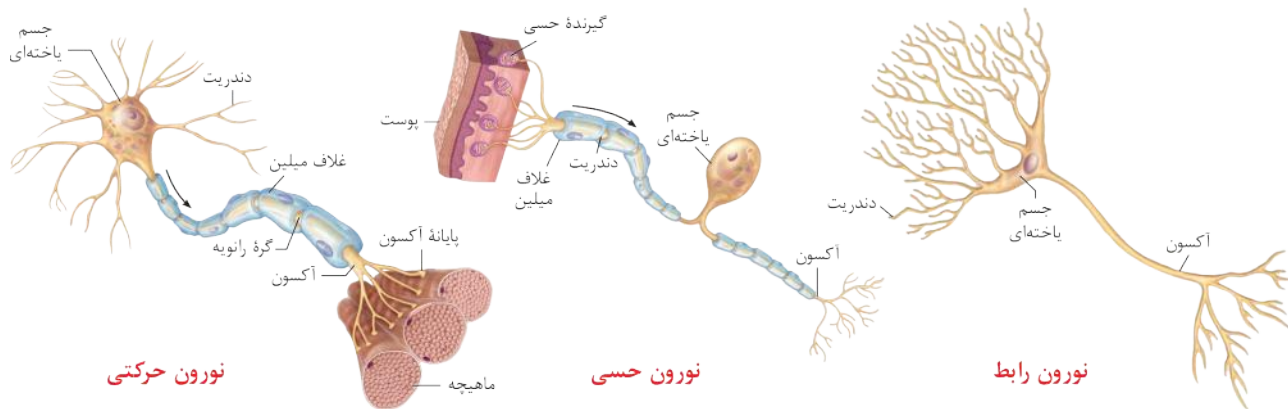
- نکته:** نورون حسی و حرکتی، بخشی در خارج از دستگاه عصبی مرکزی دارند و بخشی هم در دستگاه عصبی مرکزی. اما نورون رابط فقط در دستگاه عصبی مرکزی قرار دارد. در نورون حسی، جسم یاخته‌ای و دندریت کاملاً خارج از دستگاه عصبی مرکزی هستند ولی بخشی از آکسون وارد دستگاه عصبی مرکزی می‌شود. در نورون حرکتی، دندریت و 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.

فعالیت کتاب درسی

ساختار نورون‌ها

چه شباهت‌ها و تفاوت‌هایی بین ساختار سه نوع یاخته 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.
- نکته:** 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:** اندازه جسم یاخته‌ای در نورون حسی کم‌ترین و در نورون حرکتی، بیشترین است. جسم یاخته‌ای نورون رابط و حرکتی، در دستگاه عصبی مرکزی قرار دارد ولی جسم یاخته‌ای نورون حسی، در خارج از دستگاه عصبی مرکزی است.
- ۴- آکسون:** در نورون رابط و حرکتی، آکسون بلندترین رشته نورون است ولی در نورون حسی، طول آکسون از دندریت کم‌تر است. به‌طور کلی، در نورون حسی و رابط، آکسون کوتاه و در نورون حرکتی، آکسون بلند وجود دارد. آکسون در نورون حرکتی و حسی دارای میلین است ولی در نورون رابط، میلین ندارد.
- نکته:** در انتهای آکسون، تعدادی انشعاب وجود دارد که به هر یک از آن‌ها، پایانه آکسون گفته می‌شود.
- نکته:** در هر یاخته 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.



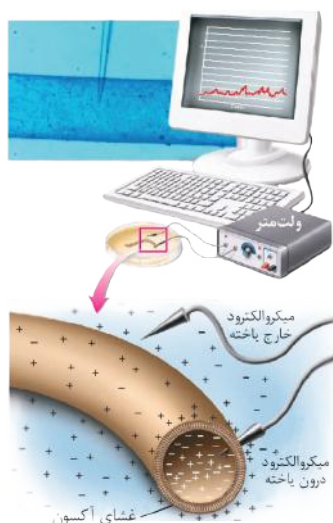
جمع‌بندی

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 مباهثی است که فیلی ارزش سؤال می‌دارد و معمولاً پدها هم توش مشکل دارند! برای همین فیلی مفصل و کامل توضیح داریم تا ریکه همه‌فیز رو بفهمین. پس لطفاً فیلی فوب به متن و شکل دقت کنین تا کامل براتون جا بیفته.

پیام عصبی در اثر تغییر مقدار یون‌ها در دو سوی غشای یاختهٔ عصبی به وجود می‌آید. از آنجا که مقدار یون‌ها در دو سوی غشا یکسان نیست، در دو سوی غشای یاختهٔ 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 این‌پوری میشه که درون و بیرون یافته، یون‌هایی وجود دارند که بار الکتریکی ایجاد می‌کنن. این بار الکتریکی، باعث ایجاد پتانسیل الکتریکی می‌شه و چون مقدار بارها در دو سوی غشا یکسان نیست و پینشون افتلاف وجود داره، بهش افتلاف پتانسیل الکتریکی 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 دستگاه‌پی واسمون ثبت کرده!

پتانسیل الکتریکی چیست؟

انرژی پتانسیل توپ به انرژی جنبشی تبدیل می‌شود. انرژی پتانسیل در توپ ذخیره می‌شود.



تعریف انرژی پتانسیل: انرژی پتانسیل، انرژی ذخیره شده 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، فشرده‌گی فنر از بین می‌رود. یا اگر توپی در ارتفاع قرار بگیرد، دارای انرژی پتانسیل است و وقتی که رها می‌شود، حرکت می‌کند و انرژی پتانسیل آن به انرژی جنبشی تبدیل می‌شود. در تعریفی دیگر، انرژی پتانسیل توانایی انجام کار است.

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 پتانسیلش کم‌ترین مقدارش هست. حالا وقتی توپ رو ول می‌کنیم، توپ به سمت پایین حرکت می‌کند؛ از جایی با انرژی پتانسیل بیشتر به جایی با انرژی پتانسیل کم‌تر.

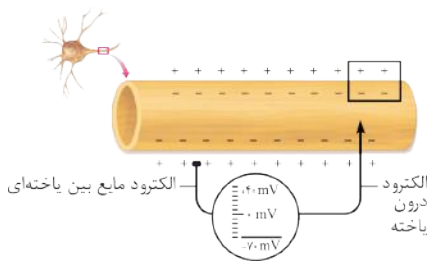
پتانسیل الکتریکی: وقتی بین دو محل (مثلاً درون یاخته و بیرون یاخته)، اختلاف غلظت بارهای الکتریکی وجود داشته باشد، اختلاف پتانسیل الکتریکی ایجاد می‌شود. مثلاً، اگر درون یاخته ۱۰۰ بار مثبت وجود داشته باشد و بیرون یاخته ۲۰۰ بار مثبت، پتانسیل الکتریکی درون یاخته نسبت به بیرون آن، ۱۰۰ واحد منفی‌تر است. دقت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

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

بار بیرون بار درون

فلاصه بفوایم بگیریم، اختلاف پتانسیل به پیز نسبی هست و پتانسیل الکتریکی، مطلقاً یعنی مثلاً می‌تونیم بگیریم که پتانسیل درون یاخته ۱۰۰ هست و پتانسیل بیرون یاخته، ۲۰۰. در این حالت، اختلاف پتانسیل درون یاخته نسبت به بیرون یاخته، ۱۰۰- است. پیزی که ما باهاش کار داریم، این اختلاف پتانسیل هست. اون دستگاه ولت‌سنج هم برای ما اختلاف پتانسیل رو حساب می‌کنه. اما فب هواسون باشه که در این مبث، لفظ «پتانسیل» به‌جای «اختلاف پتانسیل» کاربرد داره. اما هر جا می‌گیریم پتانسیل، منظورمون همون اختلاف پتانسیل هست. مثلاً، پتانسیل آرامش یعنی اختلاف پتانسیل درون یاخته عصبی نسبت به بیرون یاخته عصبی در حالت آرامش یاخته (وقتی فعالیت عصبی نداره). توضیحات بیشتر رابع به پتانسیل الکتریکی رو هم توی فیزیک می‌فونین.

پتانسیل آرامش یاخته عصبی



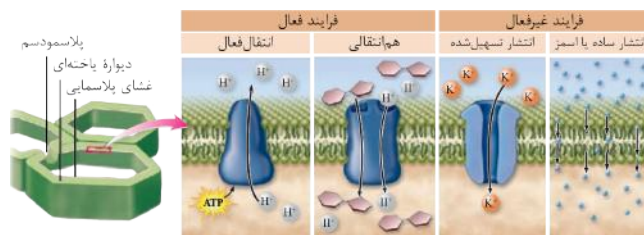
ثبت پتانسیل آرامش نورون

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

روش‌های عبور مواد از غشا

شکل مقابل، انواع روش‌های عبور مواد از غشای یاخته را نشان می‌دهد. فرایندهای عبور مواد، به‌صورت 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.

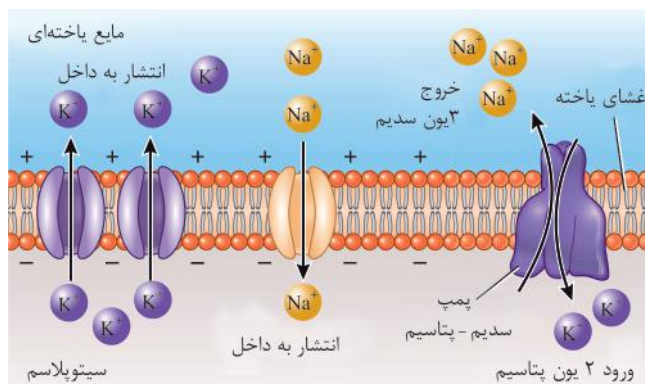
فرایندهای غیرفعال، به صورت انتشار می‌باشند که ممکن است ساده یا تسهیل‌شده باشند. فرق انتشار تسهیل‌شده و انتشار ساده در این است که در انتشار تسهیل‌شده، عبور مولکول‌ها از عرض غشا با کمک پروتئین‌های سراسری غشا انجام می‌شود.

□ وضعیت غلظت یون‌ها در مایع بین یاخته‌ای و درون یاخته

برای بررسی پتانسیل الکتریکی نورون‌ها، ما دو تایون 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 یاختهٔ 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 یاختهٔ 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 تسهیل‌شده یون‌ها با کمک کانال‌های یونی

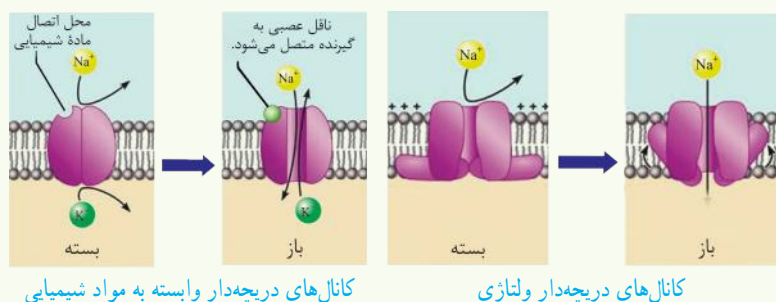
انتشار یون‌های سدیم و پتاسیم در عرض غشای یاخته، با روش انتشار تسهیل‌شده انجام می‌شود. در این روش، یون‌ها با کمک پروتئین‌های غشایی جابه‌جا می‌شوند. پروتئین‌هایی که یون‌ها را در انتشار تسهیل‌شده جابه‌جا می‌کنند، کانال نام دارند. دو نوع کانال در غشای یاخته وجود دارد:

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

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

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

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

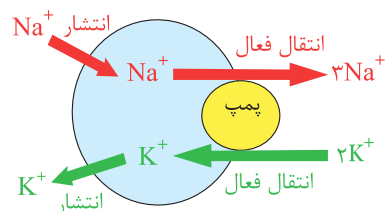


دو عامل، در منفی‌تر بودن پتانسیل درون یاخته در حالت آرامش نقش دارند:

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. نتیجهٔ خروج پتاسیم از درون یاخته، منفی‌تر شدن درون یاخته است. مثلاً، فرض کنید که در حالت



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

طبیعی، ۲۰۰ یون پتاسیم درون یاخته وجود دارد و بیرون یاخته یون پتاسیمی وجود ندارد. اختلاف پتانسیل یاخته برابر است با^۱:

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

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

برابر است با:

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

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

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

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

تأثیر انتشار سدیم بر اختلاف پتانسیل: در حالت آرامش، یون‌های سدیم از طریق کانال‌های نشستی به یاخته وارد می‌شوند. نتیجه ورود سدیم به درون یاخته، مثبت تر شدن درون یاخته است.^۱ مثلاً، فرض کنیم که در حالت طبیعی، ۴۰۰ یون سدیم بیرون یاخته وجود دارد و درون یاخته یون سدیمی وجود ندارد. اختلاف پتانسیل یاخته برابر است با:

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

نکته به اشتباهی که بعضی می‌کنن این هست که فکر می‌کنن در غشای یاخته فقط کانال نشستی پتاسیم وجود داره و این کانال، هم سدیم و هم پتاسیم رو عبور می‌ده ولی پتاسیم بیشتری عبور می‌ده! فب این تفکر کاملاً اشتباه هست. در غشا هم کانال نشستی سدیم و هم کانال نشستی 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:

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

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

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

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

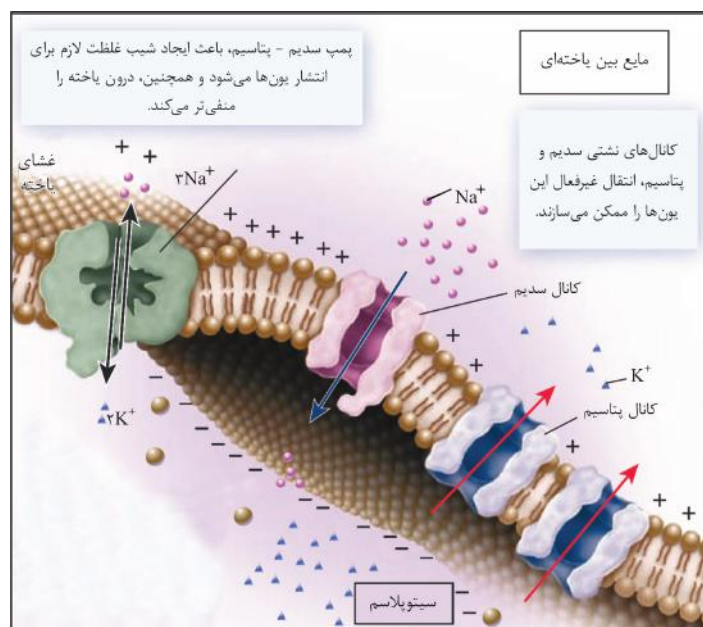
بررسی همزمان تأثیر انتشار سدیم و پتاسیم بر اختلاف پتانسیل: در حالت آرامش، تأثیر پتاسیم بر اختلاف پتانسیل یاخته بیشتر است و بنابراین، درون یاخته منفی تر است؛ زیرا، نفوذپذیری غشا نسبت به یون‌های پتاسیم بیشتر می‌باشد. مثلاً، اگر انتشار پتاسیم، پتانسیل یاخته را ۱۷۰ واحد منفی کند، انتشار سدیم فقط ۱۰۰ واحد^۲ پتانسیل درون یاخته را مثبت می‌کند. بنابراین، اختلاف پتانسیل درون یاخته نسبت به بیرون یاخته برابر است با:

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

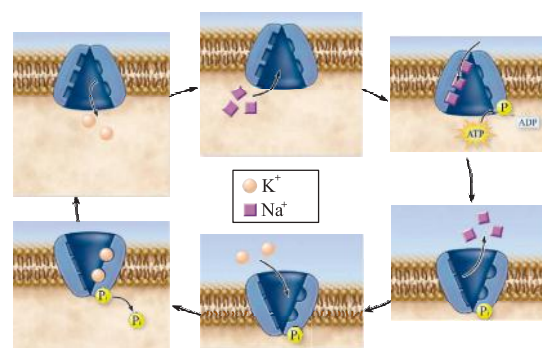
به این پتانسیل ۷۰- میلی‌ولت، پتانسیل آرامش می‌گویند. یک عامل دیگر نیز در ایجاد اختلاف پتانسیل نقش دارند. اما چه عاملی باعث می‌شود که غلظت یون‌ها در دو سمت غشا به تعادل کامل نرسد؟ پمپ سدیم - پتاسیم!

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، منفی تر می‌شود.



عوامل مؤثر در ایجاد پتانسیل آرامش



پمپ سدیم - پتاسیم

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

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

فعالیت کتاب درسی

پتانسیل آرامش

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

- ۱- نیاز به مصرف انرژی: پمپ سدیم - پتاسیم، با مصرف انرژی ATP یون ها را جابه جا می کند ولی عبور یون ها از کانال های نشستی، بدون مصرف انرژی زیستی است.
 - ۲- نوع روش عبور مواد از غشا: پمپ، جابه جایی مواد را با انتقال فعال انجام می دهد ولی کانال، با روش انتشار تسهیل شده.
 - ۳- جهت حرکت یون ها: جابه جایی یون ها با کمک پمپ، در خلاف جهت شیب غلظت انجام می شود ولی انتشار یون ها از طریق کانال های نشستی، در جهت شیب غلظت است. بنابراین، سدیم از طریق کانال وارد یاخته ولی پتاسیم از یاخته خارج می شود. اما پمپ، سدیم را از یاخته خارج و پتاسیم را وارد می کند.
- پمپ سدیم - پتاسیم، با مصرف ATP، یون ها را جابه جا می کند. انرژی لازم برای عبور یون ها از کانال های نشستی چگونه تأمین می شود؟
- آنچه گذشت [گفتار ۱- فصل ۲ دهم] انتشار، جریان مواد از جای پرغلظت به جای کم غلظت (در جهت شیب غلظت) است. در این روش، مواد به دلیل داشتن انرژی جنبشی می توانند منتشر شوند.

چرا در حالت آرامش، بار مثبت درون یاخته های عصبی از بیرون آن ها کم تر است؟

- دو عامل، در کم تر بودن بار مثبت درون یاخته نسبت به بیرون آن، نقش دارند:
- ۱- نفوذپذیری غشا نسبت به یون پتاسیم بیشتر است. در نتیجه، تعداد یون های پتاسیم خارج شده از یاخته بیشتر از سدیم های وارد شده است.
 - ۲- در هر بار فعالیت پمپ سدیم - پتاسیم، سه یون سدیم از یاخته خارج می شود و دو یون پتاسیم وارد یاخته می شوند. بنابراین، به طور خالص یک بار مثبت از یاخته خارج می شود.

هالا که تا اینجا اومریم و دیگه تموم شده پتانسیل آرامش، یه پندر تا نکته ترکیبی با کتاب دهم بگیریم. این نکات، راجع به سدیم و پتاسیم هستند.

- آنچه گذشت [گفتار ۲- فصل ۲ دهم] لوزالمعدة، مقدار زیادی بیکربنات سدیم ترشح می کند. بیکربنات، اثر اسید معده را خنثی و درون دوازدهه را قللیایی می کند. به این ترتیب دیواره دوازدهه از اثر اسید حفظ و محیط مناسب برای فعالیت آنزیم های لوزالمعدة فراهم می شود.
- آنچه گذشت [گفتار ۳- فصل ۲ دهم] جذب گلوکز و بیشتر آمینواسیدها در روده باریک، همراه با سدیم و با روش هم انتقالی است. در این روش، سدیم از طریق انتشار تسهیل شده وارد یاخته می شود و انرژی لازم برای ورود گلوکز به درون یاخته نیز از انرژی شیب غلظت سدیم تأمین می شود. شیب غلظت سدیم، با فعالیت پمپ سدیم - پتاسیم حفظ می شود.
- آنچه گذشت [گفتار ۲- فصل ۴ دهم] برای تبادل مواد در مویرگ ها، مولکول هایی که انحلال آن ها در لیپیدهای غشا، کم است، مثل گلوکز و یون های سدیم و پتاسیم، از طریق منافذ منتشر می شود.
- آنچه گذشت [گفتار ۲- فصل ۴ دهم] مصرف زیاد نمک (افزایش سدیم)، می تواند به خیز منجر شود.
- آنچه گذشت [گفتار ۳- فصل ۴ دهم] وجود یون های سدیم و پتاسیم در خوناب (پلاسما)، اهمیت زیادی دارد؛ چون در فعالیت یاخته های بدن نقش کلیدی دارند.

- آنچه گذشت [گفتار ۲- فصل ۵ دهم] در نفرون ها، بعضی از سموم، داروها، یون های هیدروژن و پتاسیم اضافی به وسیله ترشح دفع می شوند.
- آنچه گذشت [گفتار ۲- فصل ۵ دهم] غده فوق کلیه، هورمون آلدوسترون را ترشح می کند. هورمون آلدوسترون با اثر بر کلیه ها، بازجذب سدیم را باعث می شود. در نتیجه بازجذب سدیم، بازجذب آب هم در کلیه ها افزایش می یابد.
- آنچه گذشت [گفتار ۳- فصل ۷ دهم] در غشای یاخته های نگهبان روزنه، پمپ هایی وجود دارند که یون پتاسیم را جابه جا می کنند. تغییر غلظت پتاسیم در یاخته های نگهبان روزنه، منجر به تغییر حجم یاخته و در نتیجه، باز و بسته شدن روزنه می شود.
- تا اینجا فکر می کنم دیگه بسه سدیم و پتاسیم! بریم ادامه بحث هورمون.

درسنامه ۴ فعالیت الکتریکی نورون (۲): پتانسیل عمل

اگه تا اینجا شو فوب فهمیده باشین، دیگه بقیش کاری نداره! پس لطفاً اول مباحث قبلی رو فوب مسلط بشین بعد بیاین اینجا.

پتانسیل عمل چیست؟

وقتی که نورون تحریک می شود، در محل تحریک، اختلاف پتانسیل دو سوی غشا به طور ناگهانی تغییر می کند و داخل یاخته از بیرون آن، مثبت تر می شود. به این تغییر، پتانسیل عمل می گویند. پس از مدت کوتاهی، اختلاف پتانسیل دو سوی غشا، دوباره به حالت آرامش برمی گردد. پس وقتی که یافته عصبی تحریک میشه، در به زمان خیلی کم داخل یافته مثبت تر میشه. هالا قبل از این که ادامه متن رو بفونین، به این فکر کنین که چه چیزی بود که باعث می شد درون یافته مثبت تر بشه؟

پتانسیل عمل چگونه ایجاد می‌شود؟

۱- پتانسیل آرامش: گفتیم که در غشای باخته، 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 -70 میلی‌ولت است.

۲- شروع پتانسیل عمل: وقتی که غشای نورون تحریک می‌شود، ابتدا کانال‌های دریچه‌دار سدیم باز می‌شوند و یون‌های سدیم فراوانی وارد باخته می‌شوند. گفتیم که ورود یون سدیم به درون باخته، منجر به مثبت‌تر شدن درون باخته می‌شود. بنابراین، با ورود سدیم به درون باخته، پتانسیل الکتریکی درون باخته مثبت‌تر می‌شود.

۳- رسیدن به قله پتانسیل عمل: در نتیجه ورود شدید یون سدیم به درون باخته عصبی، تراکم یون سدیم (دارای بار مثبت) درون باخته عصبی افزایش می‌یابد و پتانسیل درون غشا مثبت‌تر می‌شود. زمانی که حداکثر مقدار بارهای مثبت درون باخته عصبی وجود داشته باشد (حداکثر مقدار یون سدیم درون باخته 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 باخته به $+30$ میلی‌ولت می‌رسد، برای یک لحظه، همه کانال‌های دریچه‌دار غشای باخته 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 نمی‌شود!

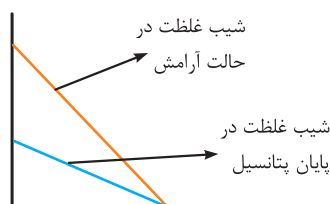
سپس، کانال‌های دریچه‌دار پتاسیم باز می‌شوند و یون‌های پتاسیم از باخته خارج می‌شوند. گفتیم که نتیجه خروج یون پتاسیم از درون باخته، منفی‌تر شدن درون باخته است. بنابراین، با فعالیت این کانال‌ها، پتانسیل درون باخته منفی‌تر می‌شود و مجدداً به حالت آرامش برمی‌گردد.

تا اینجا همه‌چی به نظر خوب می‌آید. پتانسیل عملشوی ایجاد کرده و دوباره برگشته به آرامش اولیه‌اش! اما آه یکم فکر کنین می‌بینین که به مشکلی وجود داره: تعادل اولیه یون‌های سدیم و پتاسیم از بین رفته الان سدیم به شدت درون باخته انباشته شده و تراکم پتاسیم درون باخته هم به شدت کم شده. پس

اینجا باید به چیزی باشه که بپار سدیم اضافی رو بریزه بیرون و پتاسیم‌ها رو برگردونه درون باخته. پس باز میریم سراغ پمپ سدیم - پتاسیم.

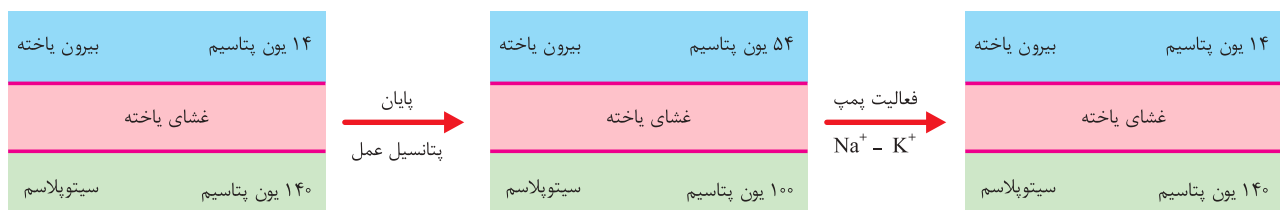
در پایان پتانسیل عمل (یعنی زمانی که پتانسیل عمل تمام شده است و پتانسیل غشا به حالت آرامش بازگشته است)، فعالیت پمپ سدیم - پتاسیم موجب می‌شود که شیب غلظت یون‌های سدیم و پتاسیم در دو سوی غشا، دوباره به حالت آرامش برگردد و تعادل اولیه یون‌ها ایجاد شود.

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



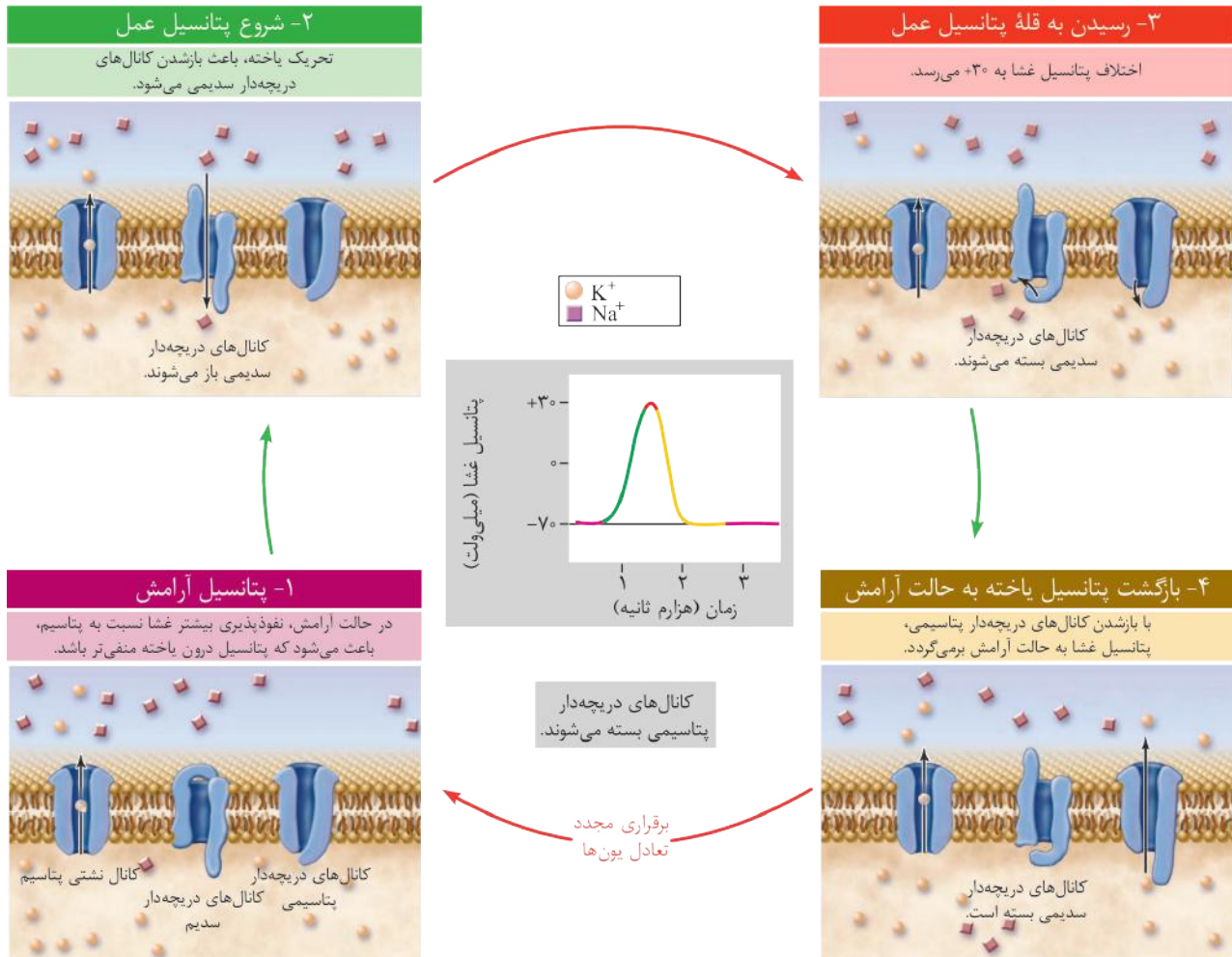
بزارین با به مثال بررسی کنیم. فرض کنین در حالت آرامش، بیرون باخته 140 تا یون سدیم وجود داره و درون باخته 4 تا یون سدیم. در پتانسیل عمل تراکم یون سدیم درون باخته بیشتر می‌شه و مثلاً مقدارش میرسه به 144 ؛ پس بیرون 100 تا یون سدیم می‌مونه. همونطور که می‌بینین، در هر دو حالت مقدار یون سدیم در بیرون باخته بیشتر از درون باخته است و جهت شیب غلظت به سمت درون باخته 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 باخته دارن.

بزارین به مثال دیگه بزنم. به شکل دقت کنین. در حالت آرامش، فرض می‌کنیم درون باخته 140 یون پتاسیم و بیرون باخته 14 یون پتاسیم وجود داشته باشه. در پایان پتانسیل عمل، این مقدار تغییر می‌کنه و مثلاً میشه 100 یون پتاسیم درون باخته و 54 یون پتاسیم در بیرون باخته. در هر دو حالت، مقدار پتاسیم درون باخته بیشتر از بیرون باخته است اما میزان اختلاف غلظت یون‌ها و هم‌چنین نسبت مقدار یون‌های درون و بیرون باخته تفاوت می‌کنه. کار پمپ سدیم - پتاسیم این هست که بپار مقدار این اختلاف غلظت رو برگردونه به همون میزانی که در حالت آرامش بوده.



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

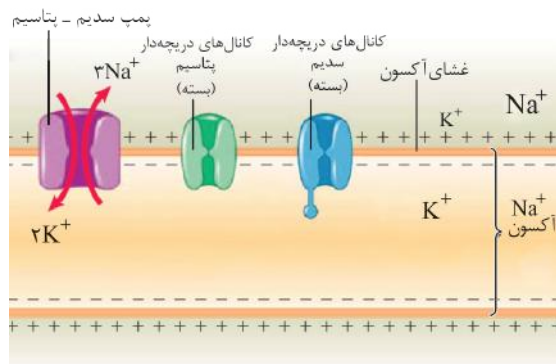
نکته بازگشت پتانسیل باخته به حالت آرامش، در نتیجه باز شدن کانال‌های دریچه‌دار پتاسیمی و خروج پتاسیم از باخته انجام می‌شود. پمپ سدیم - پتاسیم، بعد از پتانسیل عمل، شیب غلظت یون‌ها (نه پتانسیل غشا) را به حالت آرامش بر می‌گرداند.



نگاه دقیق‌تر به پتانسیل عمل

□ پتانسیل آرامش: -70 میلی‌ولت

در این حالت، کانال‌های نشتی، 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، 3 یون سدیم را از یاخته خارج می‌کند و 2 یون پتاسیم را وارد یاخته می‌کند. در نتیجه، یک بار مثبت از درون یاخته کم می‌شود و هم‌چنین، شیب غلظت سدیم و پتاسیم نیز حفظ می‌شود. دقت داشته باشید که در این حالت، کانال‌های دریچه‌دار سدیم و پتاسیم بسته هستند. در نتیجه فعالیت کانال‌های نشتی و پمپ، پتانسیل غشا در حالت آرامش، -70 میلی‌ولت است.

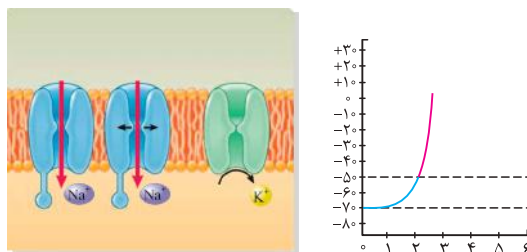


په‌ها ما از این‌ها به بعد، چیزی دیگر رافع به کانال‌های نشتی و پمپ سدیم - پتاسیم نمی‌گیم. چون این پروتئین‌ها همیشه فعال هستند. بنابراین، ما همیشه ورود و خروج سدیم و پتاسیم رو از طریق کانال و پمپ داریم. یعنی مثلاً پتاسیم با انتشار تسهیل‌شده از طریق کانال نشتی از یاخته خارج میشه و با انتقال فعال، توسط پمپ سدیم - پتاسیم به یاخته 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.

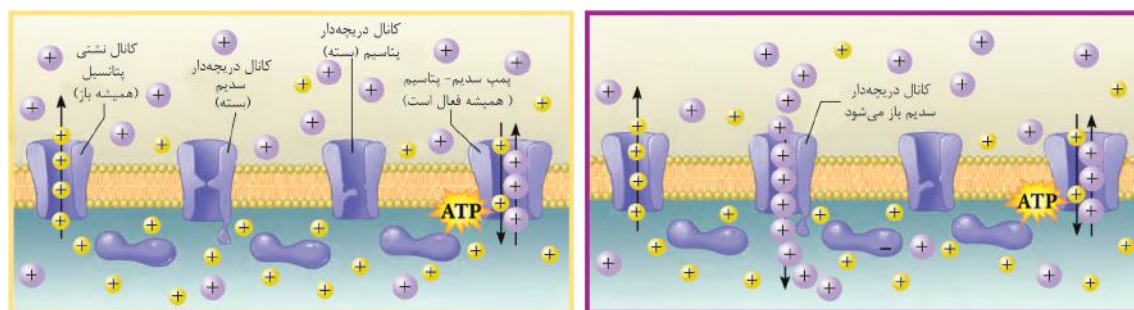
پتانسیل آرامش	مقدار پتانسیل یاخته	کانال‌های دریچه‌دار سدیم	کانال‌های دریچه‌دار پتاسیم
	-70 میلی‌ولت	بسته	بسته

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



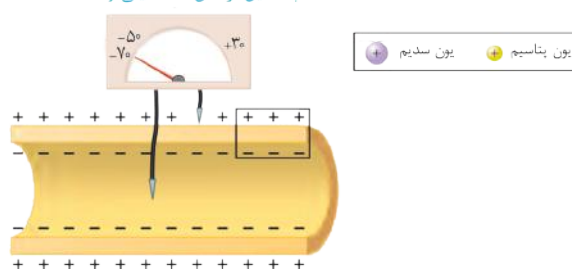
در پی تحریک یاخته عصبی، کانال‌های دریچه‌دار سدیمی باز می‌شوند. در نتیجه، تعداد زیادی یون سدیم به‌طور ناگهانی وارد یاخته عصبی می‌شوند. ورود یون‌های سدیم به درون یاخته باعث می‌شود که پتانسیل یاخته مثبت‌تر شود و پتانسیل یاخته از -70 میلی‌ولت به $+30$ میلی‌ولت برسد. دقت داشته باشید که در این زمان، کانال‌های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



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

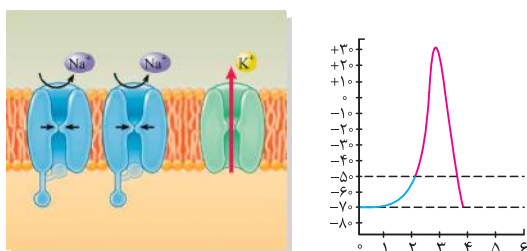
□ قله پتانسیل عمل: $+30$ میلی‌ولت

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.

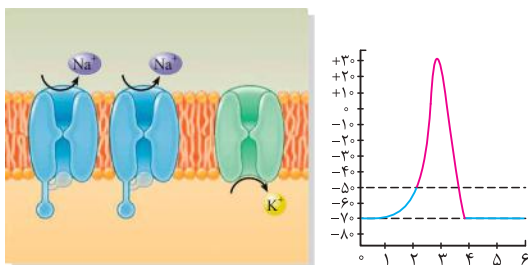
کانال‌های دریچه‌دار پتاسیم	کانال‌های دریچه‌دار سدیم	مقدار پتانسیل یاخته	قله پتانسیل عمل
بسته	بسته	$+30$ میلی‌ولت	



□ بازگشت به حالت آرامش: $(+30 \leftarrow -70)$ میلی‌ولت

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

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 کنید فوراً روی سؤالات فکر نکنید و حتی اگر لازم شد برگردید عقب و به شکل‌ها نگاه کنید. در نهایت، پاسخ سؤالات رو با دقت بفورین تا آفرین نکات این مبحث رو هم یاد بگیرید.

سؤال زمانی که پتانسیل یاخته ۲۰+ میلی‌ولت است، کدام کانال‌های دریچه‌دار باز هستند؟ اگر جوابتون سری می‌هست، باید بگم که اشتباه کردید! اگر جوابتون پتاسیم هست، باز هم اشتباه کردید! یک بار دیگر به نمودار نگاه کنید. 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؟ اینجا دیگر جواب مشخصه فکر نکنید باز هم دو حالت داره! سؤال داره می‌گه که پتانسیل از ۲۰+ به صفر می‌رسه، یعنی بخش نزولی پتانسیل عمل. پس کانال‌های دریچه‌دار پتاسیم باز هستند و کانال‌های سدیم بسته هستند.

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

سؤال در طول پتانسیل عمل، یون‌های پتاسیم از یاخته خارج می‌شوند یا به آن وارد می‌شوند؟ ایشالا که گفتید هر دو مورد! اگر هم گفتید یعنی باز هم بی‌دقتی کردید و بهتره که به باره دیگر این درسامه رو بفورین. گفتیم که خروج یون پتاسیم از یاخته، به‌صورت دائمی از طریق کانال‌های نشی 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 پیار 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 دیگه جوابتون نباید ۷۰- میلی‌ولت باشه؛ اما آیا جوابتون 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 زمان از منحنی پتانسیل عمل، اختلاف پتانسیل غشا صفر می‌شود. در این زمان‌ها، مقدار بارهای الکتریکی در درون و بیرون غشا با یکدیگر برابر است. البته مواظبتون باشه که گفتیم همیشه سدیم در بیرون یافته بیشتر هست و پتاسیم در درون یافته. چیزی که اینجا برابره، مجموع مقدار بارها در بیرون و مجموع مقدار بارها در درون هست. می‌دونم فسته شراین! قول می‌دم سؤال بعدی آفریش باشه و بعدشم به جمع‌بندی داشته باشیم و بریم سراغ مبث بعدی.

سؤال زمانی که اختلاف پتانسیل بیرون غشا نسبت به درون ۳۰- میلی‌ولت است، کدام کانال‌های دریچه‌دار باز هستند؟ امیدوارم دیگه 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. فب بالاخره رسیدیم به آفر درسامه. اینجا بعد از به درسامه عالی! واستون به جمع‌بندی عالی‌تر آماده کردیم!

جمع‌بندی

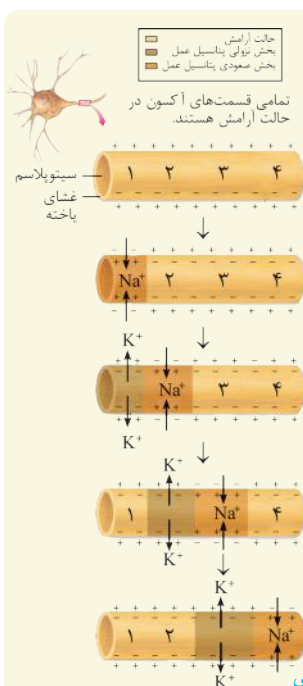
پتانسیل آرامش و پتانسیل عمل

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 نشتی	کانال دریچه‌دار	کانال نشتی	
-۷۰	فعال	بسته	باز	بسته	باز	پتانسیل آرامش
-۷۰ ← +۳۰	فعال	بسته	باز	باز	باز	بخش صعودی پتانسیل عمل
+۳۰	فعال	بسته	باز	بسته	باز	قله پتانسیل عمل
-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 ایجاد میشه. اما حالا باید پیام عصبی در طول نورون هدایت بشه و به انتهای نورون برسه و بعد از اون، به یافته بعدی انتقال پیدا کنه. پس در این درسنامه، راجع به هدایت و انتقال پیام عصبی صحبت می‌کنیم.

پیام عصبی و هدایت آن

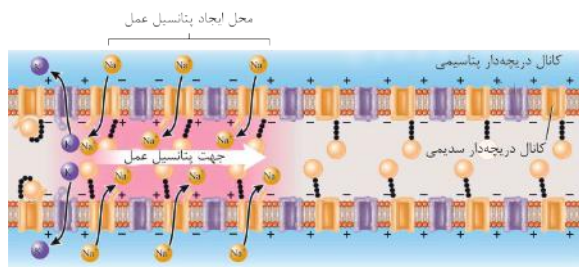


وقتی که پتانسیل عمل در یک نقطه از یاخته عصبی ایجاد می‌شود، نقطه به نقطه پیش می‌رود تا به انتهای رشته عصبی برسد. این جریان پتانسیل عمل را پیام عصبی می‌نامند.

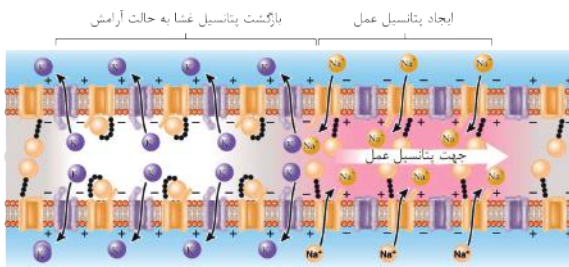
پس وقتی که یک نقطه از یافته عصبی تحریک می‌شه، در اون نقطه اختلاف پتانسیل غشا مثبت‌تر میشه که به این می‌گن پتانسیل عمل. حالا که این پتانسیل عمل به صورت یک جریان الکتریکی در طول نورون هدایت بشه، بهش می‌گن پیام عصبی.

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 آکسونی 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 پتاسیمی 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.

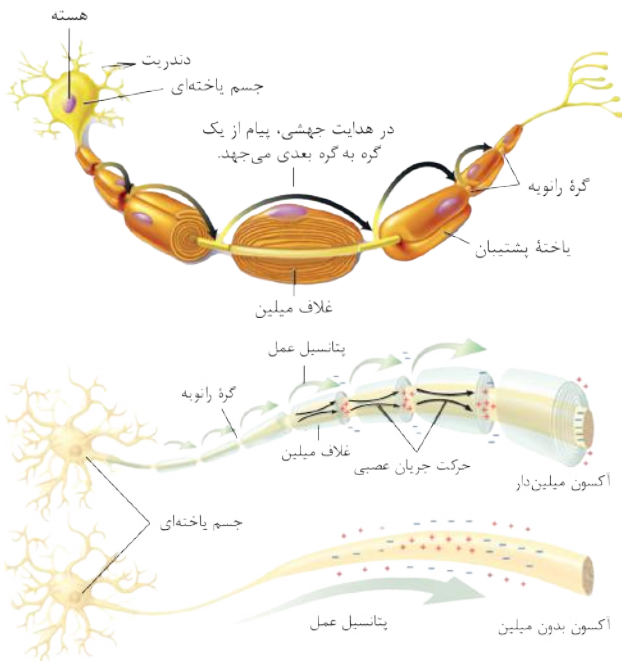
سؤال آیا هر رشته عصبی، میلین دار است؟ جواب منفی است. همان‌طور که گفتیم، طبق توضیحاتی که قبلاً درباره انواع یاخته عصبی دادیم، آکسون بلند در نورون حرکتی دیده می‌شود و دندریت بلند، در نورون حسی. هم‌چنین گفتیم که آکسون نورون حرکتی و دندریت نورون حسی، میلین دار هستند؛ بنابراین، انتظار داریم که همه رشته‌های عصبی، میلین دار باشند اما در واقعیت چنین نیست. *هالا اینو از کپای کتاب درسی می‌فهمیم؟* *یه سری شاهر در کتاب درسی ویدو داره که به ما می‌گن که رشته‌های عصبی بدون میلین هم ویدو دارن؛* ۱- در گفتار بعدی می‌خوانیم که در ماده خاکستری، رشته‌های عصبی بدون میلین وجود دارد. ۲- در مبحث هدایت جهشی، کتاب درسی از «رشته‌های عصبی میلین دار» و «رشته‌های بدون میلین» استفاده کرده است. ۳- در ادامه می‌گوییم که هدایت پیام عصبی در رشته‌های عصبی میلین دار، 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 میلین هم داریم.

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

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

□ هدایت جهشی

دو عامل، در سرعت هدایت پیام عصبی در طول نورون نقش دارند: ۱- قطر رشته و ۲- وجود غلاف میلین. در بین رشته‌هایی که قطر یکسانی دارند، سرعت هدایت پیام در رشته‌های عصبی میلین دار بیشتر است. *مطوری ممکنه میلینی که عایق است و جلوی عبور یون‌ها از غشا رو می‌گیره، سرعت هدایت پیام عصبی در نورون رو افزایش بده؟* گفتیم که در رشته‌های دارای غلاف میلین، بخش‌هایی وجود دارند که فاقد میلین هستند و گره رانویه نام دارند. در محل گره‌های رانویه، غلاف میلین وجود ندارد و رشته عصبی با محیط بیرون از یاخته ارتباط دارد. اما در محل‌هایی که غلاف میلین وجود دارد، جلوی عبور یون‌ها از غشا گرفته می‌شود.



بنابراین، در 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 این‌که یه نفر بفوار تک‌تک پله‌ها رو بالا بره یا این‌که از هر پله پیره 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 میلین دار است. باز هم هواسون باشه که بیشتر نورون‌های حرکتی میلین دار هستن نه همه اونا.

فعالیت کتاب درسی

تولید پتانسیل عمل و هدایت آن

۱- وضعیت کانال‌های غشای یاخته عصبی در چهار مرحله فعالیت یاخته عصبی چگونه است؟

اینو توی جدول جمع کنی آفر درسمه قبلی به طور کامل توضیح دادیم. این با هم واستون به صورت فاصله می‌گیریم پوری هست ولی آگه توضیحات دقیق تر می‌فواين، باید برگردین همون جدول رو بفونين.

الف- پتانسیل آرامش (۷۰-): کانال دریچه‌دار سدیمی: بسته، کانال دریچه‌دار پتاسیمی: بسته، کانال‌های نشتی: باز

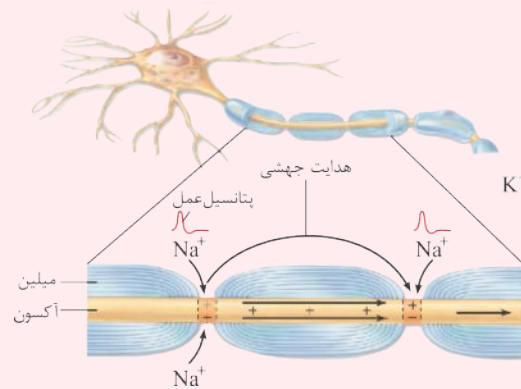
ب- بخش صعودی پتانسیل عمل (۷۰- ← ۳۰+): کانال دریچه‌دار سدیمی: باز، کانال دریچه‌دار پتاسیمی: بسته، کانال‌های نشتی: باز

ج- بخش نزولی پتانسیل عمل (۳۰+ ← ۷۰-): کانال دریچه‌دار سدیمی: بسته، کانال دریچه‌دار پتاسیمی: باز، کانال‌های نشتی: باز

د- پایان پتانسیل عمل (۷۰- میلی‌ولت): کانال دریچه‌دار سدیمی: بسته، کانال دریچه‌دار پتاسیمی: بسته، کانال‌های نشتی: باز

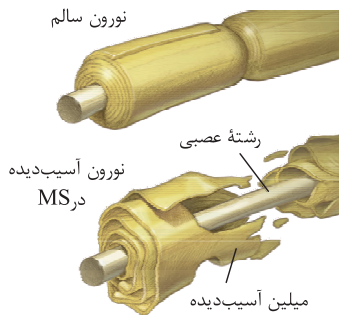
۲- گفته می‌شود در گره‌های رانویه، تعداد زیادی کانال دریچه‌دار وجود دارد. ولی در فاصله بین گره‌ها، این کانال‌ها وجود ندارند. این موضوع، با هدایت

جهشی چه ارتباطی دارد؟



همانطور که در شکل مشاهده می‌کنید، در گره رانویه تعداد زیادی کانال دریچه‌دار وجود دارد ولی در فاصله 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 گره رانویه پتانسیل عمل ایجاد می‌شود، نقطه مجاور آن گره نمی‌تواند پتانسیل عمل ایجاد کند. اولین نقطه بعدی که در آن امکان تولید پتانسیل عمل وجود دارد، گره رانویه بعدی است که دارای کانال‌های دریچه‌دار می‌باشد. در نتیجه، پتانسیل عمل از یک گره به گره دیگر می‌رود و به این نوع هدایت پیام در طول یک رشته عصبی، هدایت جهشی می‌گویند.

تغییر در میزان غلاف میلین نورون‌ها



کاهش یا افزایش میزان میلین، به بیماری منجر می‌شود؛ مثلاً، در بیماری **مالتیپل اسکلروزیس (MS)**،

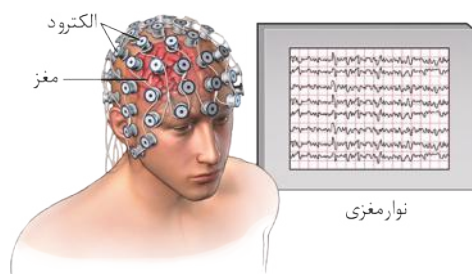
یاخته‌های پشتیبانی که در **سیستم عصبی مرکزی** میلین می‌سازند، از بین می‌روند. در نتیجه، ارسال پیام‌های عصبی به درستی انجام نمی‌شود؛ بینایی و حرکت، مختل و فرد دچار بی‌حسی و لرزش می‌شود.

نکته: علائم بیماری MS بستگی به محل آسیب دارد. مثلاً مرکز اصلی تنظیم تعادل و حرکت، مخچه می‌باشد و اگر غلاف میلین نورون‌های مخچه آسیب ببیند، 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.

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

آنچه فوایم فواند [گفتار ۳- فصل ۵ یازدهم] مالیتیپل اسکلروزیس، نوعی بیماری خودایمنی است. در این بیماری، غلاف میلین اطراف یاخته‌های عصبی مغز و نخاع، مورد حمله 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؟



نوار مغزی

کتاب درسی نوار مغزی رو در اولین صفحه فصل توضیح می‌ده اما چون اونجا هنوز با جریان عصبی آشنا نبودین، ما ترمیم داریم که اینجا رابع بخش توضیح بدیم. فیلی ساره بفوایم بگیریم. نوار مغزی به چیزی مثل نوار قلب هست. برای تهیه نوار قلب، ما میایم به سری الکتروده رو روی بدن قرار می‌دیم تا جریان الکتریکی تولیدشده توسط یافته‌های قلبی رو از سطح بدن دریافت کنیم. برای تهیه نوار مغزی هم میایم به تعدادی الکتروده 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.

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

سیناپس و انتقال پیام عصبی



گفتم 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 تریک میشه؛ 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 (همایه):** 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.

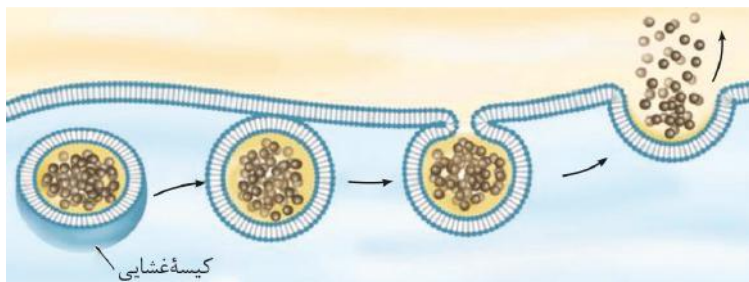
یاخته پیش سیناپسی و یاخته پس سیناپسی: در محل سیناپس، دو یاخته را می‌توان مشاهده کرد؛ یاخته اول که پیام عصبی در آن هدایت شده است و می‌خواهد پیام را به یاخته بعدی انتقال دهد، یاخته پیش سیناپسی نام دارد و یاخته دوم که پیام عصبی را دریافت می‌کند، یاخته پس سیناپسی است. **نکته** یاخته پس سیناپسی می‌تواند یک 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 فواید 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 فیس ناقل‌های عصبی کتاب درسی صحبتی نکرده و بنابراین، لازم نیست که برونین اما چون داریم که در بعضی از کتاب‌ها و آزمون‌های آزمایشی این موضوع اشتباه گفته شده، به توضیح فاصله و در هاشیه می‌گم که اصلاً نیازی هم نیست بفونیش! ناقل‌های عصبی انواع مختلفی دارن که به طور کلی شامل؛ ۱- استیل کولین، ۲- آمین‌ها، ۳- آمینواسیدها، ۴- گازها و ۵- پپتیدها می‌شن. همونطور که می‌بینین، هیچ‌کروم از ناقل‌های عصبی پروتئینی نیستن. دوپامین و اپی نفرین 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 یاخته‌ای 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

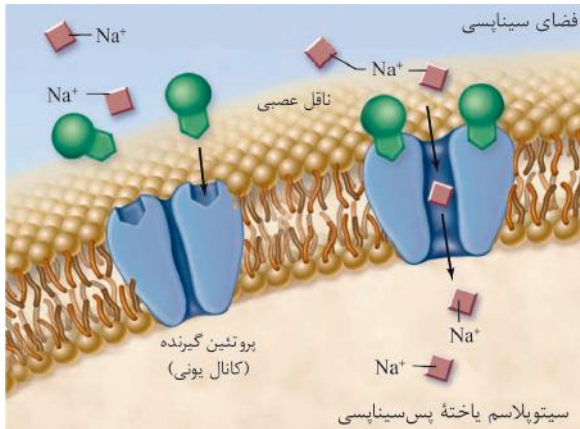


۱- آزادسازی ناقل عصبی: وقتی که پیام عصبی به پایانه آکسون می‌رسد، کیسه‌های حاوی ناقلین عصبی با غشای پایانه آکسون ادغام می‌شوند و محتویات خود را با روش برون‌رانی آزاد می‌کنند. بدین ترتیب، ناقلین عصبی وارد فضای سیناپسی می‌شوند.

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.

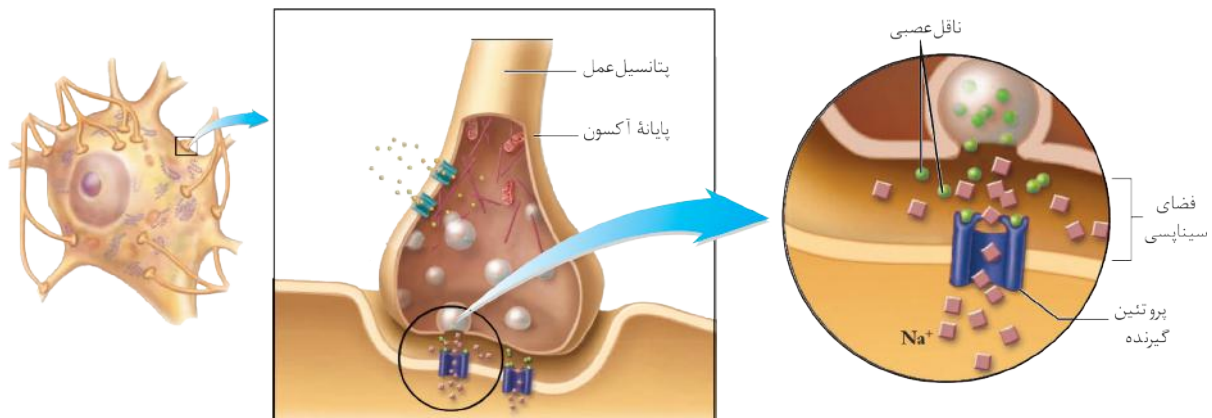
نکته در فرایند برون‌رانی (اگزوسیتوز)، ریزکیسه‌ها از یاخته خارج نمی‌شوند بلکه محتویات آن‌ها از یاخته خارج می‌شود. بنابراین، در فضای سیناپسی، ناقل عصبی مشاهده می‌شود اما ریزکیسه حاوی ناقل عصبی وجود ندارد.

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 به‌صورتی 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 مهار.

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 مهارتی 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.

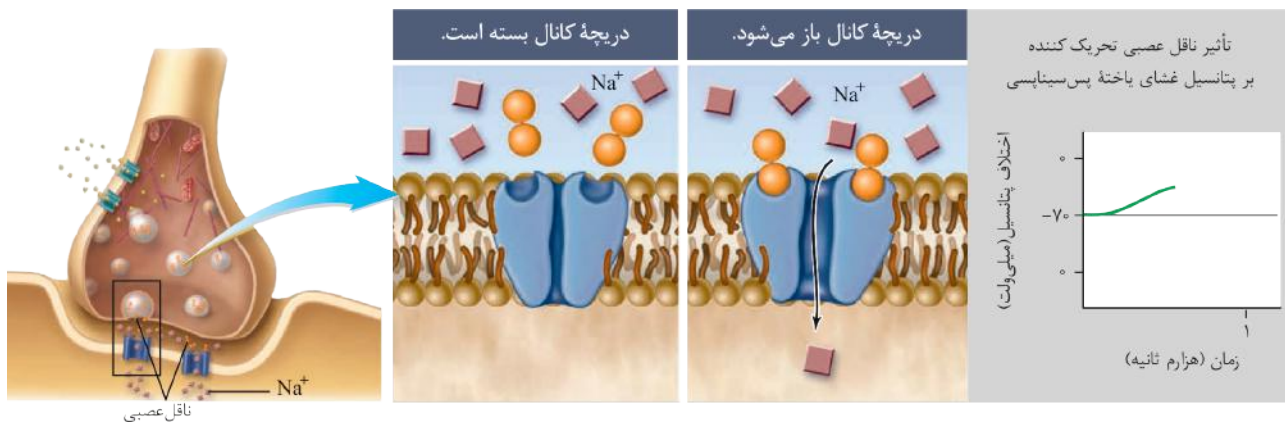
نکته تغییر در میزان طبیعی ناقل‌های عصبی، به بیماری و اختلال در کار دستگاه عصبی منجر می‌شود.

□ 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 چیزی که الان می‌فروام بگم، یکم فارغ از کتابه و نیازی نیست بلد باشین اما بر نیست برونین که در سیناپس مهارتی، پتانسیل درون یافته منفی‌تر میشه و در سیناپس تحریکی، پتانسیل درون یافته، مثبت‌تر. تمریکی رو که توضیح داریم اما رابع به مهارتی؛ وقتی که پتانسیل درون یافته منفی‌تر بشه، سفت‌تر می‌تونه به پتانسیل‌های مثبت برسه و بنابراین، احتمال ایجاد پتانسیل عمل (افش کلمه) کم‌تر میشه. اینجوریه که یافته پس‌سیناپسی مهارتی میشه.



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

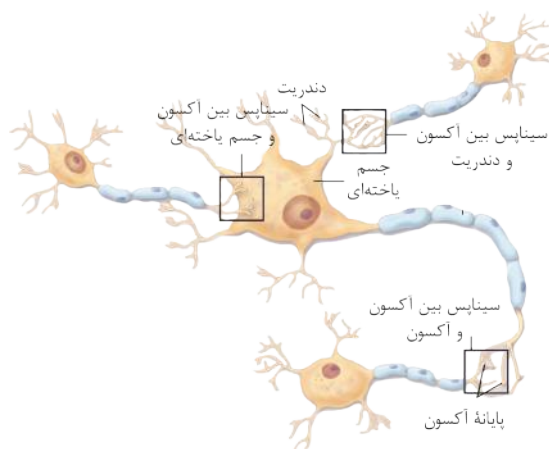
نکته همان طور که قبلاً نیز گفتیم، پایانه آکسون، بخش برجسته ای در انتهای آکسون است.

نکته آنزیمی که ناقل عصبی را تجزیه می کند، نوعی آنزیم برون یاخته ای محسوب می شود.

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 می شود اما محل دریافت پیام می تواند هر یک از بخش های یک نورون پس سیناپسی باشد. شکل زیر، انواع سیناپس های بین نورون ها را نشان می دهد.



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 می کند تا به پایانه آکسون برسد. در رشته های میلین دار، کانال های دریچه دار فقط در گره های رانویه وجود دارند و پتانسیل عمل فقط در گره های رانویه ایجاد می شود و به همین دلیل، هدایت پیام به صورت جهشی است. اگر تغییری در میزان میلین رشته های عصبی ایجاد شود، می تواند منجر به بیماری شود. مثلاً در بیماری MS، غلاف میلین نورون های دستگاه عصبی مرکزی آسیب می بیند و علائمی مانند اختلال در بینایی و حرکت، بی حسی و لرزش به وجود می آید. وقتی که پیام عصبی به پایانه آکسون می رسد، به یاخته بعدی انتقال پیدا می کند. انتقال پیام از طریق سیناپس انجام می شود. سیناپس، محلی است که در آن یاخته عصبی ارتباط ویژه ای با یاخته ای دیگر برقرار می کند. ناقل های عصبی در جسم یاخته ای تولید می شوند و در پایانه آکسون ذخیره می شوند. پس از رسیدن پیام به پایانه آکسون، ناقل های عصبی با برون رانی وارد فضای سیناپسی (فاصله بین یاخته پیش سیناپسی و پس سیناپسی) می شوند. ناقل عصبی به گیرنده پروتئینی خود در یاخته پس سیناپسی متصل می شود که نوعی کانال دریچه دار است. با باز شدن این کانال، نفوذپذیری غشا و در نتیجه، اختلاف پتانسیل دو سوی غشا تغییر می کند و یاخته تحریک یا مهار می شود. ناقل های عصبی نیز توسط یاخته پیش سیناپسی جذب یا توسط آنزیم تجزیه می شوند.

به سری مطلب تکمیلی می خوانیم این با بگیم تا رگه هیچ نکته ای با نمونه باشد. دافل این گفتار، اکثر شکل ها خودشان به درسامه کامل داشتن، مثل شکل انواع یافته های عصبی، شکل پتانسیل عمل و ... ما نکات این شکل ها رو دافل درسامه کامل گفتیم. اما بعضی از نکات از شکل ها هم مونرن که در کارر بعد می تونین بفونین.

نکات تکمیلی شکل‌های گفتار ۱

شکل «یاخته 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 میلین‌دار، 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 میلین‌دار، 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 میلین‌دار 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 (P_i) تجزیه می‌شود، ساختار سه‌بعدی پمپ تغییر می‌کند و یون‌های سدیم از یاخته خارج می‌شوند.

✓ پس از خروج یون‌های سدیم از یاخته، یون‌های پتاسیم به جایگاه ویژه خود متصل می‌شوند.

شکل «اندازه‌گیری اختلاف پتانسیل الکتریکی دو سوی غشای یاخته عصبی»

✓ برای اندازه‌گیری اختلاف پتانسیل دو سوی غشای یاخته عصبی، از دو الکترواد استفاده می‌شود؛ یک الکترواد درون یاخته قرار می‌گیرد و الکترواد 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.

فصل

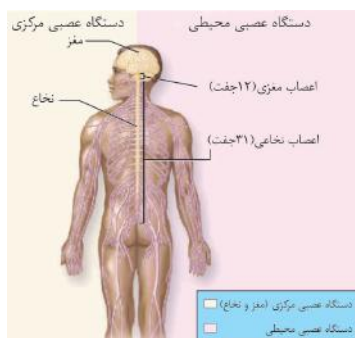
۱

گفتار دوم
ساختار دستگاه عصبی

۳۰

درسنامه ۶ اجزای دستگاه عصبی (۱): دستگاه عصبی مرکزی

تا این‌جا فهمیدیم که هر نورون پیوری کار می‌کند. اما بدن ما شبکه‌ای از میلیاردها نورون رو داره. می‌فوایم ببینیم که این نورون‌ها پیوری سازمان‌یابی میشن.



ساختار دستگاه عصبی

در بدن انسان، دستگاه عصبی دارای دو بخش مرکزی و محیطی است. بخش مرکزی دستگاه عصبی، شامل مغز و نخاع است. بخش محیطی نیز شامل اعصابی هست که در سراسر بدن پراکنده می‌شود و به دستگاه عصبی مرکزی اتصال دارند.

نکته همانطور که در شکل مشخص است، نخاع از ناحیه گردن شروع می‌شود و تا کمر ادامه دارد.

نکته اغلب اعصاب محیطی، ابتدا به نخاع متصل می‌شوند و پیام آن‌ها، از طریق نخاع به مغز می‌رود. ولی پیام‌های عصبی ناحیه صورت، مستقیماً و بدون عبور از نخاع، وارد مغز می‌شوند.

دستگاه عصبی مرکزی

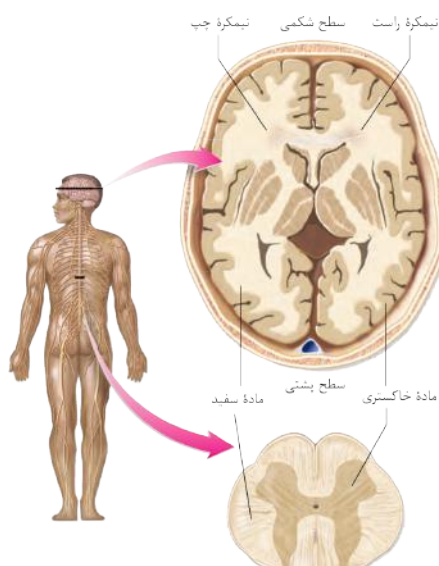
گفتیم که دستگاه عصبی مرکزی شامل مغز و نخاع است. مغز و نخاع، اطلاعات حسی دریافتی از درون بدن و محیط اطراف را تفسیر می‌کنند و به آن‌ها پاسخ می‌دهند. بدین ترتیب، مغز و نخاع می‌توانند فعالیت‌های بدن را کنترل کنند و لذا، مراکز نظارت بر فعالیت‌های بدن محسوب می‌شوند.

در ساختار مغز و نخاع، دو بخش متمایز وجود دارد:

۱- ماده سفید: اجتماع رشته‌های دارای غلاف میلین، بخش‌های سفیدی را در مغز و نخاع ایجاد می‌کند. در نخاع، ماده سفید در قسمت‌های کناری قرار گرفته است ولی در مغز، بخش مرکزی دارای ماده سفید است.

۲- ماده خاکستری: شامل جسم یاخته‌ای نورون‌ها و رشته‌های عصبی بدون میلین است. در نخاع، بخش مرکزی دارای ماده خاکستری است. ولی در مغز، بخش‌های قشری (خارجی) دارای ماده خاکستری می‌باشند.

نکته در قسمت‌هایی از بخش میانی مغز نیز ماده خاکستری دیده می‌شود.



شکل «برش عرضی مغز و نخاع»

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

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

✓ هم در مغز و هم در نخاع، یک شیار جلویی و عقبی وجود دارد.

درسنامه ۷ حفاظت از دستگاه عصبی مرکزی



محافظة از مغز و نخاع به عنوان اندامهایی که فعالیت کل بدن رو تنظیم می‌کنن، بسیار مهم است و این رو همه می‌دونن. در بدن انسان، راه‌های مختلفی برای محافظت از مغز و نخاع در نظر گرفته شده.

□ استخوان‌های جمجمه و ستون مهره‌ها

همانطور که در شکل مقابل می‌بینید، مغز و نخاع توسط محفظه‌ای استخوانی محافظت می‌شوند. در اطراف مغز، استخوان‌های جمجمه قرار دارند و در اطراف نخاع، استخوان‌های ستون مهره‌ها.

آنچه خواهیم خواند [گفتار ۱- فصل ۳ یازدهم] یکی از وظایف استخوان‌ها، حفاظت از اندام‌های درونی است. اسکلت استخوانی، بخش‌های حساسی مانند مغز، نخاع، قلب و شش‌ها را احاطه می‌کند.

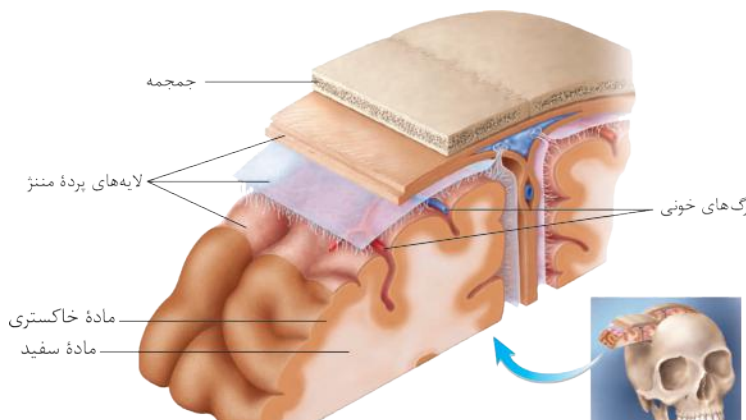
آنچه خواهیم خواند [گفتار ۱- فصل ۳ یازدهم] استخوان‌ها، اشکال مختلفی دارند. استخوان‌های جمجمه، از استخوان‌های پهن هستند. استخوان‌های ستون مهره از نوع استخوان‌های نامنظم هستند.

آنچه خواهیم خواند [گفتار ۱- فصل ۳ یازدهم] مفصل بین استخوان‌های جمجمه از نوع مفصل ثابت و مفصل بین استخوان‌های ستون مهره، از نوع مفصل لغزنده است.

□ پرده‌های مننژ

سه پرده از جنس بافت پیوندی، مغز و نخاع را احاطه کرده و از آن‌ها، محافظت می‌کنند. این پرده‌ها، پرده‌های مننژ نام دارند.

آنچه گذشت [گفتار ۱- فصل ۲ دهم] بافت پیوندی از انواع یاخته‌ها، رشته‌های پروتئینی به نام رشته‌های کلاژن و رشته‌های کشسان (ارتجاعی) و ماده زمینه‌ای که یاخته‌های این بافت، آن را می‌سازند، تشکیل شده است. این بافت، یاخته‌ها و بافت‌های مختلف را به هم پیوند می‌دهد. در انواع بافت پیوندی، مقدار و نوع رشته‌ها و ماده زمینه‌ای متفاوت است.



□ مایع مغزی - نخاعی: در فضای بین پرده‌های مننژ، مایعی

وجود دارد که به آن، مایع مغزی - نخاعی گفته می‌شود. این مایع، نقش ضربه‌گیری دارد و از دستگاه عصبی مرکزی در برابر ضربه محافظت می‌کند. مثلاً وقتی که سرتون رو تکلون می‌دین، مغز داخل سرتون تکلون می‌فوره و حتی ممکنه که به استفوان جمجمه برافور داشته باشه یا مثلاً زمانی که ضربه محکمی به سرتون وارد میشه، در این حالت‌ها، آگه شرت ضربه زیاده نباشه، معمولاً آسیب به مغز وارد نمیشه که علتش مایع مغزی - نخاعی است. مثل این هست که مغز رو انداخته باشیم داخل یه ظرف آب و بعد به سطح آب مشت بزنیم! مغز پیزیش میشه؟

شکل «پرده‌های مننژ»

- ✓ پرده مننژ سه لایه است. خارجی‌ترین لایه، ضخیم‌ترین لایه و داخلی‌ترین لایه، نازک‌ترین لایه است.
- ✓ رگ‌های خونساز مغز، در داخلی‌ترین پرده مننژ قرار دارند. بنابراین، سد خونی - مغزی در لایه داخلی مغز تشکیل می‌شود. لایه داخلی پرده مننژ در مغز، درون چین‌خوردگی‌های بخش قشری مخ نیز قرار دارد.
- ✓ در مغز، لایه داخلی در تماس با ماده خاکستری قرار دارد ولی در نخاع، در تماس با ماده سفید.
- ✓ در اطراف پرده میانی، تارهایی [مانند تار عنکبوت] وجود دارد.

□ سد خونی - مغزی و سد خونی - نخاعی



آنچه گذشت [گفتار ۲- فصل ۴ دهم] اندازه و تعداد منافذ مویرگی، در بافت‌های مختلف بسیار متفاوت است. مثلاً مویرگ‌های مغزی ممکن است هیچ منفذی نداشته باشند. مویرگ‌های دستگاه عصبی مرکزی، از نوع مویرگ‌های پیوسته هستند. در مویرگ‌های پیوسته، یاخته‌های بافت پوششی با همدیگر ارتباط تنگاتنگی دارند و ورود و خروج مواد به شدت تنظیم می‌شود.

یاخته‌های بافت پوششی مویرگ‌های مغز و نخاع به یکدیگر چسبیده‌اند و بین آن‌ها منفذی وجود ندارد. در نتیجه، بسیاری از مواد و میکروب‌ها در شرایط طبیعی نمی‌توانند به مغز وارد شوند. به این سد حفاظتی، در مغز سد خونی - مغزی و در نخاع سد خونی - نخاعی می‌گویند. البته، این سد کاملاً نفوذناپذیر نیست و مولکول‌های مفیدی مانند اکسیژن، گلوکز، آمینواسیدها و برخی داروها می‌توانند از این سد عبور کنند و به مغز یا نخاع وارد شوند.

نکته در برخی بیماری‌ها و یا هنگام آسیب دیواره مویرگ‌های مغز و نخاع، نفوذپذیری مویرگ‌ها افزایش می‌یابد و مواد غیرضروری، وارد آن‌ها می‌شوند.

نکته با توجه به اینکه در کتاب دهم خوانده‌ایم که مویرگ‌ها در دستگاه عصبی مرکزی (مغز و نخاع) از نوع پیوسته هستند، می‌توان متوجه شد که عامل حفاظتی مشابه سد خونی - مغزی در اطراف نخاع نیز وجود دارد.

درسنامه ۸ ساختار مغز (۱): مخ، مخچه و ساقه مغز

اجزای مغز



مغز، قسمتی از دستگاه عصبی مرکزی است که در ناحیه سر و درون جمجمه قرار دارد. مغز، از سه بخش اصلی مخ، مخچه و ساقه مغز تشکیل شده است. علاوه بر این سه بخش، ساختارهای دیگری نیز در مغز و در زیر قشر مخ وجود دارند که در اعمال مغز نقش مهمی دارند. تالاموس، هیپوتالاموس و سامانه لیمبیک، جزء این بخش‌ها هستند.

شکل مقابل، ساختار مغز را نشان می‌دهد. همانطور که در شکل مشخص است، مخ، بزرگترین بخش مغز است. ساقه مغز، پایین‌ترین بخش مغز است و مغز را به نخاع متصل می‌کند. در پشت ساقه مغز، مخچه قرار دارد. سایر ساختارهای مغزی نیز در این شکل مشخص هستند. در ادامه، به بررسی دقیق‌تر هر یک از این بخش‌ها می‌پردازیم.

لوب‌های مخ

شیارهای عمیق، هر یک از نیمکره‌های مخ را به چهار لوب پس‌سری، گیجگاهی، آهیانه و پیشانی تقسیم می‌کنند.

نکته به شیار بین لوب آهیانه و لوب پیشانی، شیار مرکزی می‌گویند.

نکته شیار بین دو نیمکره (شیار عقبی - جلویی) با همه

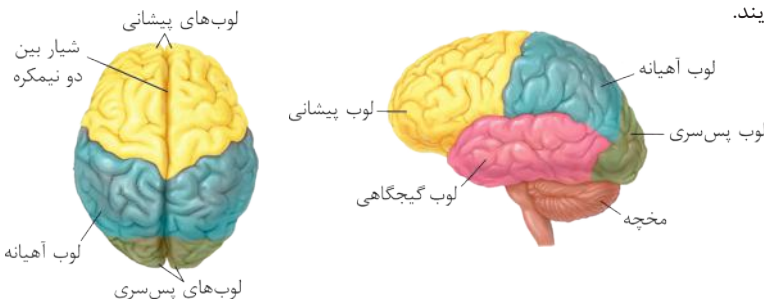
لوب‌های مخ در ارتباط است.

نکته لوب پیشانی، بزرگترین لوب مخ و لوب پس‌سری، کوچک‌ترین لوب هستند.

نکته در کل مخ، ۸ لوب و در هر نیمکره، ۴ لوب وجود دارد.

هر لوب، توسط شیار بین دو نیمکره از لوب مشابه خود جدا شده است.

آنچه خواهیم خواند [گفتار ۲ - فصل ۲ یازدهم] لوب پس‌سری، مرکز پردازش پیام‌های بینایی است.



شکل «لوب‌های مخ انسان»

✓ شیار عقبی - جلویی، بین دو نیمکره مخ قرار دارد.

✓ لوب گیجگاهی، پایین‌ترین لوب مخ است. لوب گیجگاهی و پس‌سری، مستقیماً در بالای مخچه قرار دارند.

✓ ارتباط مستقیمی بین لوب‌های پیشانی و پس‌سری وجود ندارد. به‌جز این، هر لوب با سایر لوب‌های مخ ارتباط مستقیم دارد.

✓ در هر نیمکره، لوب آهیانه و لوب گیجگاهی، با سه لوب مرز مشترک دارند. اما لوب پس‌سری و لوب پیشانی، فقط دو مرز مشترک دارند.

راستی! همانطور که داخل شکل می‌بینیم، در مخ تعداد زیادی شیار وجود دارد. بعضی از این شیارها عمیق نیستند و چین‌فروگی‌های قشر مخ رو ایوار می‌کنن. در حالی که بعضی دیگر از شیارها که عمیق هستن، میان لوب‌های مخ رو به‌وجود میارن. عمیق‌ترین شیار هم که بین دو نیمکره مخ قرار داره.

مخ

همانطور که در شکل دیدیم، مخ بیشتر حجم مغز را تشکیل می‌دهد.

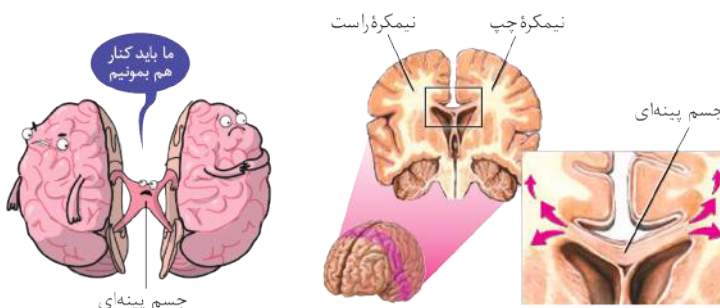
شیاری عمیق در وسط مخ، آن را به دو نیمکره چپ و راست تقسیم کرده است. دو نیمکره، با رشته‌های عصبی به هم متصل شده‌اند؛ رابط

پینه‌ای و رابط سه‌گوش (مثلی)، رابط‌های سفیدرنگی هستند که

ارتباط بین دو نیمکره مخ را برقرار می‌کنند.

نکته از آن جایی که رابط‌های بین نیمکره‌های مخ سفید رنگ هستند،

متوجه می‌شویم که دارای رشته‌های عصبی میلین‌دار می‌باشند.



□ نیمکره‌های مخ

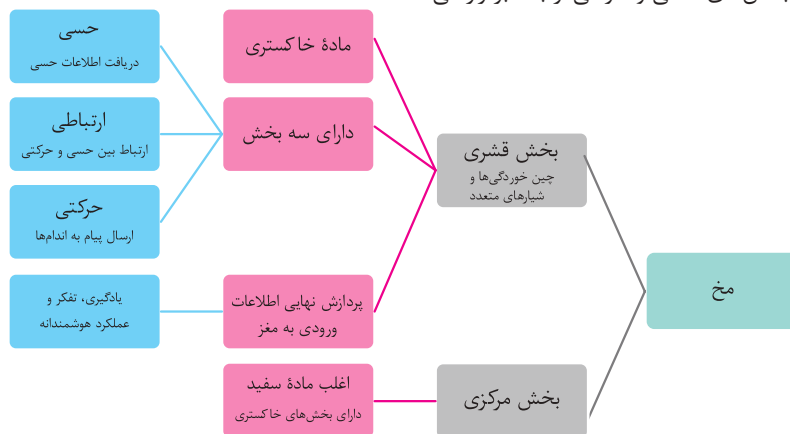
دو نیمکره مخ، به طور همزمان از همه بدن اطلاعات را دریافت و پردازش می‌کنند تا بخش‌های مختلف بدن به طور هماهنگ فعالیت کنند. هر نیمکره، فعالیت‌های اختصاصی نیز دارند؛ (رئوع‌کنید به شکل ورودی فصل)

۱- **نیمکره چپ:** بخش‌هایی مربوط به توانایی در ریاضیات و استدلال دارد. ۲- **نیمکره راست:** بخش‌هایی تخصص یافته برای مهارت‌های هنری دارد.

□ قشر مخ



بخش خارجی و سطحی نیمکره‌های مخ، **قشر مخ** نام دارد که از ماده خاکستری تشکیل شده است. چین خوردگی‌ها و شیارهای متعدد قشر مخ، سطح وسیعی با ضخامت چند میلی‌متر را تشکیل می‌دهد. در ساختار قشر مخ، بخش‌های حسی، حرکتی و ارتباطی وجود دارد؛ بخش حسی، پیام اندام‌های حسی را دریافت می‌کند. بخش حرکتی، به ماهیچه‌ها و غده‌ها پیام می‌فرستد. بخش ارتباطی، بین بخش‌های حسی و حرکتی ارتباط برقرار می‌کند.



نکته: قشر مخ، جایگاه پردازش نهایی اطلاعات ورودی به مغز است که نتیجه آن، یادگیری، تفکر و عملکرد هوشمندانه است.

□ مخچه

در پایین نیمکره‌های مخ و در پشت ساقه مغز، مخچه قرار دارد. مخچه، مرکز اصلی تنظیم وضعیت بدن و تعادل آن است. برای این کار، مخچه به‌طور پیوسته از بخش‌های دیگر مغز و نخاع و اندام‌های حسی (مثل پوست، چشم و گوش)، پیام‌هایی را دریافت و بررسی می‌کند. با پردازش این پیام‌ها، مخچه می‌تواند فعالیت ماهیچه‌ها و حرکات بدن را در حالت‌های گوناگون هماهنگ کند.

آنچه خواهیم خواند [گفتار ۱ و ۲ - فصل ۲ یازدهم] برای حفظ تعادل، مغز باید از گیرنده‌های حسی مانند گیرنده‌های تعادل در مجاری نیم‌دایره گوش داخلی و گیرنده‌های حس وضعیت در ماهیچه‌های اسکلتی، پیام دریافت کند.

□ فعالیت کتاب درسی

□ اعمال مغز

۱- وقتی که کسی ورزش می‌کند، چگونه تعادل خود را حفظ می‌کند؟

مخچه، به‌طور مداوم پیام‌هایی را از بخش‌های دیگر مغز، نخاع و اندام‌های حسی دریافت می‌کند و در هر لحظه، حرکت بعدی را پیش‌بینی می‌کند. بدین ترتیب، تعادل فرد حفظ می‌شود.

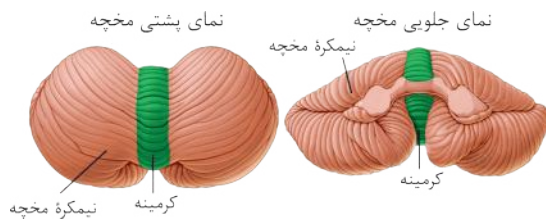
۲- هنگام راه رفتن با چشمان بسته، چه تغییری در راه رفتن فرد ایجاد می‌شود؟

یکی از اندام‌هایی که پیام حسی به مخچه ارسال می‌کند، چشم است. وقتی که چشم بسته باشد، میزان اطلاعات دریافتی توسط مخچه کم‌تر می‌شود و به عبارتی، هماهنگی حرکات بدن و حفظ تعادل، با مشکل مواجه می‌شود. البته با توجه به این‌که مخچه از بخش‌های دیگر نیز پیام‌های حسی دریافت می‌کند، فرد می‌تواند حرکت کند و تا حدودی نیز تعادل خود را حفظ کند.

نکته: علاوه بر مغز، نخاع، گوش، پوست و گیرنده‌های حس وضعیت، پیام‌های بینایی نیز در تغییر فعالیت مخچه نقش دارند.

۳- چگونه ممکن است با وجود سلامت کامل چشم‌ها، فرد قادر به دیدن نباشد؟

پس از این‌که نور توسط گیرنده‌های نوری در چشم تشخیص داده شد، پیام حسی باید به مغز ارسال شود و سپس در بخش‌های مربوط به بینایی در مغز، پردازش پیام بینایی صورت بگیرد تا فرد بتواند تصویر را ببیند. هر بخشی از این مسیر که آسیب ببیند، بینایی فرد از بین می‌رود. بنابراین، اختلال در بینایی فقط به دلیل آسیب در چشم نیست؛ مثلاً، ممکن است چشم و مسیر ارسال پیام کاملاً سالم باشد ولی مرکز پردازش پیام بینایی (در لوب پس‌سری مغز)، آسیب دیده باشد و فرد بینایی خود را از دست داده باشد.



نکته مخچه نیز مانند مخ، از دو نیمکره تشکیل شده است و دو نیمکره مخچه، توسط رابطی به نام کرمینه به یکدیگر متصل شده‌اند. همونطور که **داخل شکل می‌بینیم، شکل ظاهری این رابط شبیه به کرم هست**. در مخچه نیز مانند مخ بخش‌های سفید و خاکستری وجود دارند. قشر مخچه چین‌خورده و خاکستری است و ماده سفید، در بخش مرکزی قرار دارد. شکل ظاهری ماده سفید مخچه مانند یک درخت است و از این رو، به آن درخت زندگی گفته می‌شود.

ساقه مغز

ساقه مغز، از بالا به پایین، شامل مغز میانی، پل مغزی و بصل النخاع است و پایین‌ترین بخش مغز محسوب می‌شود.

□ مغز میانه

بالاترین بخش ساقه مغز است و در بالای پل مغزی قرار دارد. نورون‌های مغز میانی، در تنظیم فعالیت‌های مختلف از جمله **شنوایی، بینایی و حرکت** نقش دارند. **نکته** گفتیم که بخش‌هایی از مغز، پیام‌هایی را به مخچه ارسال می‌کنند. با توجه به نقش مغز میانی در حرکت، یکی از بخش‌هایی که پیام به مخچه ارسال می‌کند، مغز میانی است.

نکته برجستگی‌های چهارگانه بخشی از مغز میانی هستند.

آنچه فواید فواید [گفتار ۲- فصل ۲ یازدهم] پردازش نهایی اطلاعات بینایی در لوب پس‌سری انجام می‌شود. اما بخش‌های دیگری از مغز مثل مغز میانی نیز در پردازش این اطلاعات نقش دارند.

آنچه فواید فواید [گفتار ۲- فصل ۴ یازدهم] اپی‌فیز، یکی از غدد درون‌ریز مغز است که در بالای برجستگی‌های چهارگانه قرار دارد و هورمون ملاتونین را ترشح می‌کند.

□ پل مغزی

در تنظیم فعالیت‌های مختلف از جمله **ترشح بزاق، اشک و تنفس** نقش دارد.

آنچه گذشت [گفتار ۳- فصل ۲ دهم] وقتی که به غذا فکر می‌کنیم، بزاق ترشح می‌شود. با فعالیت دستگاه عصبی خودمختار، پیام عصبی مغز (پل مغزی) به غده‌های بزاقی می‌رسد و بزاق به شکل انعکاسی ترشح می‌شود. دیدن غذا و بوی آن نیز باعث افزایش ترشح بزاق می‌شود. **هالا با توبه به این پیروی که گفتیم، پند تا نکته داریم؛**

نکته جسم یاخته‌ای اعصاب خودمختار مربوط به تنظیم ترشح بزاق، در پل مغزی قرار دارد.

نکته مرکز عصبی ترشح بزاق در پل مغزی، از چشم و بینی نیز پیام‌های حسی دریافت می‌کند.

نکته ترشح بزاق، نوعی فعالیت انعکاسی و غیرارادی است که توسط پل مغزی کنترل می‌شود.

آنچه فواید فواید [گفتار ۱- فصل ۵ یازدهم] آنزیم لیزوزیم در بزاق و نمک و لیزوزیم در اشک بخش‌هایی از نخستین خط دفاع غیراختصاصی بدن هستند. پل مغزی، در تنظیم ترشح این مواد نقش دارد.

آنچه گذشت [گفتار ۲- فصل ۳ دهم] مرکز تنفس در پل مغزی، می‌تواند مدت زمان دم را تنظیم کند.

آنچه گذشت [گفتار ۲- فصل ۴ دهم] مرکز عصبی اعصاب خودمختار تنظیم‌کننده فعالیت قلب، در بصل النخاع و پل مغزی قرار دارد.

□ بصل النخاع

پایین‌ترین بخش مغز است. بصل النخاع، در تنظیم تنفس، فشار خون و ضربان قلب نقش دارد. همچنین، مرکز انعکاس‌هایی مانند عطسه، بلع و سرفه است. **ما با بصل النخاع قاطرات زیادی از کتاب دهم داریم؛ بریم به مرور کنیم ببینیم پیا فوندریم رابع بوش.**

آنچه گذشت [گفتار ۳- فصل ۲ دهم] انجام فعالیت‌های گوارشی باید با فعالیت‌های بخش‌های دیگر بدن نیز هماهنگ شود. مثلاً هنگام بلع و عبور غذا از حلق، مرکز بلع در بصل النخاع، فعالیت مرکز تنفس را که در نزدیک آن قرار دارد، مهار می‌کند. در نتیجه، نای بسته و تنفس برای زمانی کوتاه متوقف می‌شود. **آنچه گذشت [گفتار ۲- فصل ۳ دهم]** چنانچه ذرات خارجی یا گازهایی که ممکن است مضر یا نامطلوب باشند، به مجاری تنفسی وارد شوند، باعث واکنش سرفه یا عطسه می‌شود؛ در این حالت، هوا با فشار از راه دهان (سرفه) یا بینی و دهان (عطسه) همراه با مواد خارجی به بیرون رانده می‌شود. مرکز عصبی تنظیم سرفه و عطسه، در بصل النخاع قرار دارد.

آنچه فواید فواید [گفتار ۱- فصل ۵ یازدهم] عطسه و سرفه، جزء مکانیسم‌های دفاعی نخستین خط دفاع غیراختصاصی بدن هستند.

آنچه گذشت [گفتار ۲- فصل ۳ دهم] انقباض ماهیچه‌های تنفسی، تحت کنترل مرکز تنفس در بصل النخاع است. تنفس مرکز دیگری هم دارد که در پل مغزی واقع است و با اثر بر مرکز تنفس در بصل النخاع، دم را خاتمه می‌دهد. مرکز تنفس در پل مغزی، می‌تواند مدت زمان دم را تنظیم کند. ارسال پیام از ماهیچه‌های صاف دیواره نایژه‌ها و نایزک‌ها هنگام پر شدن بیش از حد شش‌ها، عامل دیگری در تغییر فعالیت بصل النخاع است که باعث می‌شود بلافاصله ادامه دم متوقف شود. علاوه بر این، بصل النخاع از گیرنده‌های حساس به افزایش کربن دی‌اکسید در خود بصل النخاع، و گیرنده‌های حساس به کاهش اکسیژن در سرخرگ آئورت و سرخرگ‌های ناحیه گردن نیز پیام عصبی دریافت می‌کند و آهنگ تنفس را تغییر می‌دهد.

آنچه گذشت [گفتار ۲- فصل ۴ دهم] افزایش و کاهش فعالیت قلب متناسب با شرایط، به وسیله اعصاب دستگاه عصبی خودمختار انجام می‌شود. مرکز هماهنگی این اعصاب در بصل النخاع و پل مغزی و در نزدیکی مرکز تنظیم تنفس قرار دارد.

آنچه گذشت [گفتار ۲ - فصل ۴ دهم] گیرنده‌های فشاری و گیرنده‌های شیمیایی سرخرگ‌های بدن، پس از تحریک، به مراکز عصبی تنظیم فشار خون در بصل النخاع، پیام عصبی می‌فرستند تا فشار سرخرگی در حد طبیعی حفظ، و نیازهای بدن در شرایط خاص تأمین شود. سازوکار حفظ فشار سرخرگی نیز نوعی فرایند انعکاسی است.

جمع‌بندی

بخش‌های اصلی مغز (مخ، مخچه و ساقه مغز)

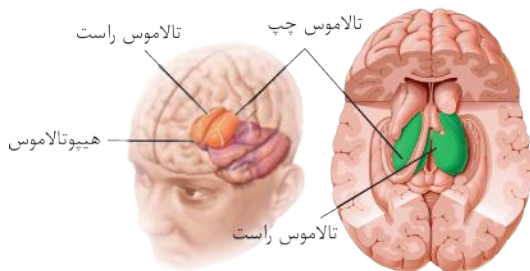
مخ، حجیم‌ترین بخش مغز است که توسط یک شیار عمیق جلویی - عقبی به دو نیمکره چپ و راست تقسیم شده است. دو رابط سفید رنگ (دارای رشته‌های میلین‌دار) به نام‌های پینه‌ای و سه‌گوش (مثلثی)، دو نیمکره مخ را به یکدیگر متصل می‌کنند. نیمکره‌های مخ، اطلاعات را از سراسر بدن دریافت می‌کند و اعمال بدن را هماهنگ می‌کنند. علاوه بر این، نیمکره راست برای مهارت‌های هنری و نیمکره چپ برای ریاضیات و استدلال تخصص‌یافته‌اند. قشر خاکستری مخ نیز دارای چین‌خوردگی‌ها و شیارهای متعدد است و مرکز پردازش نهایی اطلاعات حسی می‌باشد. نتیجه این پردازش، تفکر، یادگیری و عملکرد هوشمندانه است. مخچه نیز مانند مخ، توسط شیار عمیق به دو نیمکره تقسیم شده است که توسط کرمینه به یکدیگر متصل می‌شوند. مخچه، مرکز تنظیم وضعیت بدن و تعادل است و پس از دریافت پیام از مغز، نخاع و اندام‌های حسی، پیام‌ها را پردازش می‌کند و فرمان حرکتی را صادر می‌کند تا فعالیت ماهیچه‌ها و حرکات بدن در حالت‌های گوناگون تنظیم شوند.

ساقه مغز، در زیر مخ و جلوی مخچه قرار دارد و از سه بخش مغز میانی، پل مغزی و بصل النخاع تشکیل شده است. مغز میانی، در بینایی، شنوایی و حرکت نقش دارد و در آن، برجستگی‌های چهارگانه نیز قرار دارند. پل مغزی در تنظیم ترشح بزاق و اشک نقش دارد و هم‌چنین با همکاری بصل النخاع، تنفس را نیز تنظیم می‌کند. علاوه بر تنظیم تنفس، بصل النخاع مرکز برخی انعکاس‌های بدن (عطسه، بلع و سرفه) است و با همکاری هیپوتالاموس، فشار خون و ضربان قلب را تنظیم می‌نماید.

درسنامه ۹ ساختار مغز (۲): تالاموس، هیپوتالاموس و سامانه لیمبیک

تا اینجا، با بخش‌های اصلی مغز آشنا شدیم و فهمیدیم که هر گروه چه کاری انجام می‌دهد. اما سافت‌های رنگه‌ای هم وجود دارند که در کارهای مغز نقش دارند. تالاموس، هیپوتالاموس و سامانه لیمبیک، ساختارهایی در مغز هستند که به فعالیت‌های مغزی کمک می‌کنند.

تالاموس



محل قرارگیری: زیر رابط‌های نیمکره‌های مخ و در ارتباط با سامانه لیمبیک

وظیفه: (۱- پردازش اولیه و ۲- تقویت) اغلب اطلاعات حسی ورودی به مغز

اغلب پیام‌های حسی (به جز حس بویایی) که وارد مغز می‌شوند، در تالاموس‌ها گرد هم می‌آیند و پس از تقویت‌شدن توسط تالاموس‌ها و انجام پردازش اولیه، به بخش مربوطه در قشر مخ ارسال می‌شوند. گفتیم که قشر مخ، محل پردازش نهایی اطلاعات حسی است. نکته در مغز، دو عدد تالاموس وجود دارند که توسط رابطی به یکدیگر متصل شده‌اند.

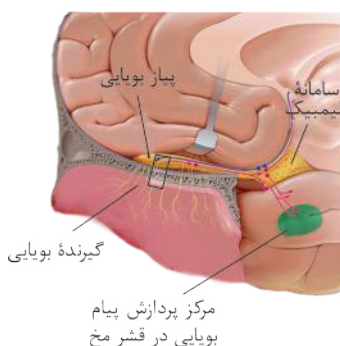
سؤال چرا اغلب (نه همه) اطلاعات حسی وارد تالاموس‌ها می‌شوند؟

۱- پیام‌های بویایی: در فصل (۲) می‌بینیم که گیرنده‌های بویایی بینایی، دقیقاً در زیر پیازهای بویایی قرار گرفته‌اند. وقتی که پیام بویایی توسط این گیرنده‌ها تولید می‌شود، آکسون گیرنده‌های بویایی از منافذ استخوان جمجمه عبور می‌کنند و وارد پیاز بویایی می‌شوند. سپس، پیام از پیاز بویایی و از طریق سامانه لیمبیک، به بخش مربوطه در قشر مخ ارسال می‌شود. همان‌گونه که مشاهده کردید، پیام بویایی بدون عبور از تالاموس، وارد قشر مخ می‌شود.

۲- پیام‌های ساقه مغز: علاوه بر پیام‌های بویایی، بعضی از پیام‌ها اصلاً وارد قشر مخ نمی‌شوند و لذا به تالاموس نیز نمی‌روند. مثلاً مرکز تنظیم تنفس در بصل النخاع و پل مغزی است و پیام‌های مربوط به تنظیم تنفس، وارد بصل النخاع می‌شوند. این پیام‌ها، به تالاموس نمی‌روند.

هیپوتالاموس

محل قرارگیری: در زیر تالاموس



وظیفه: ۱- برقراری ارتباط بین دستگاه‌های عصبی و هورمونی برای حفظ هم‌ایستایی بدن، ۲- تنظیم دمای بدن، ۳- تنظیم ضربان قلب، ۴- تنظیم فشار خون،

۵- تنظیم تشنگی و گرسنگی، ۶- تنظیم خواب

نکته: علاوه بر هیپوتالاموس، بصل النخاع نیز در تنظیم ضربان قلب و فشار خون نقش دارد. پل مغزی نیز در تنظیم فعالیت قلب نقش دارد.

آنچه گذشت [گفتار ۲- فصل ۴ دهم] مرکز هماهنگی اعصاب سمپاتیک و پاراسمپاتیک قلب در بصل النخاع و پل مغزی و در نزدیکی مرکز تنظیم تنفس قرار دارد. همکاری این مراکز، نیاز بدن به مواد مغذی و اکسیژن را در شرایط خاص به خوبی تأمین می‌کند.

آنچه فواید خواند [گفتار ۲- فصل ۴ یازدهم] علاوه بر هیپوتالاموس، اپی فیز نیز در تنظیم خواب مؤثر است. اپی فیز با ترشح هورمون ملاتونین در پاسخ به تاریکی، در ایجاد ریتم‌های شبانه‌روزی مؤثر است.

آنچه فواید خواند [گفتار ۲- فصل ۴ یازدهم] هیپوتالاموس، با ترشح هورمون‌های آزادکننده و مهارکننده، فعالیت ترشحی بخش پیشین هیپوفیز را کنترل می‌کند. علاوه بر این، هورمون‌های ضدادراری و اکسی‌توسین توسط هیپوتالاموس تولید و سپس در هیپوفیز پسین ذخیره می‌شوند.

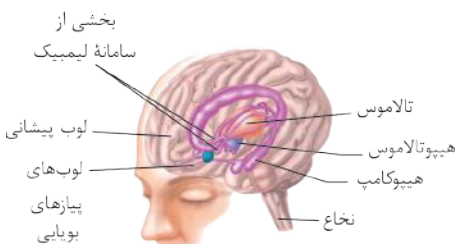
آنچه گذشت [گفتار ۲- فصل ۵ دهم] اگر غلظت مواد حل‌شده در خوناب (پلاسما) از یک حد مشخص فراتر رود، گیرنده‌های اسمزی در زیرنهج تحریک می‌شوند. در نتیجه تحریک این گیرنده‌ها، از یک سو مرکز تشنگی در هیپوتالاموس فعال می‌شود و از سوی دیگر، هورمون ضدادراری از غده هیپوفیز پسین ترشح می‌شود. اگر بنا به عللی هورمون ضدادراری ترشح نشود، بیماری دیابت بی‌مزه ایجاد می‌شود.

آنچه فواید خواند [گفتار ۲- فصل ۵ یازدهم] یکی از نشانه‌های بیماری‌های میکروبی، تب است. با ورود میکروب به بدن، بعضی از ترشحات آن‌ها از طریق خون به هیپوتالاموس می‌رسند و هیپوتالاموس، دمای بدن را بالا می‌برد.

آنچه فواید خواند [گفتار ۱- فصل ۲ یازدهم] گیرنده‌های دمایی، دندریت‌های یاخسته‌های عصبی حسی هستند. این گیرنده‌ها، در پوست و سیاهرگ‌های بزرگ بدن قرار دارند و به ترتیب، به تغییرات دمای محیط و خون حساس هستند. تنظیم دمای بدن، توسط هیپوتالاموس انجام می‌شود.

آنچه فواید خواند [گفتار ۲- فصل ۴ یازدهم] غده پینه‌آل (اپی فیز)، یکی از غدد درون‌ریز مغز است که هورمون ملاتونین را ترشح می‌کند. به نظر می‌رسد که این هورمون با ریتم‌های شبانه‌روزی ارتباط داشته باشد و همانند هیپوتالاموس، در تنظیم خواب مؤثر است.

سامانه لیمبیک (سامانه کناره‌ای)



تعریف: سامانه لیمبیک، مجموعه‌ای از ساختارهایی است که با قشر مخ، تالاموس و هیپوتالاموس ارتباط دارند که یکی از این ساختارها، هیپوکامپ می‌باشد.

وظیفه: سامانه لیمبیک در ایجاد احساساتی مانند ترس، خشم، لذت مؤثر است و هیپوکامپ لیمبیک نیز در حافظه و یادگیری نقش دارد. مثلاً وقتی به فاطمه فوب یار تون میار و فوشال می‌شیرن، زیر سر سامانه لیمبیک است.

نکته: همانطور که در شکل مشخص است، پیازهای بویایی به سامانه لیمبیک متصل هستند اما جزئی از سامانه لیمبیک محسوب نمی‌شوند.

□ هیپوکامپ (اسبک مغز)

وظیفه: هیپوکامپ، بخشی از سامانه لیمبیک است که در تشکیل حافظه و یادگیری نقش دارد. هیپوکامپ، در ایجاد حافظه کوتاه‌مدت و تبدیل آن به حافظه بلندمدت نقش دارد. وقتی چیز جدیدی رو می‌فایم وارر حافظه کنیم، ابتدا وارر حافظه کوتاه‌مدت میشه. مثلاً شما اسم یک نفر رو می‌شنوین؛ این اسم وارر حافظه کوتاه‌مدت میشه و شما تا مدتی این اسم رو یارتون هست. اما برای این‌که بعداً هم یارتون بیار، باید وارر حافظه بلندمدتتون بشه. اون‌جاست که دیگه توی حافظتون می‌مونه و شما بعداً هم یارتون میار. فب، حالا هیپوکامپ در حافظه کوتاه‌مدت و انتقال اون به حافظه بلندمدت نقش داره اما مسئول نگه‌داری اطلاعات حافظه بلندمدت نیست. به نظر تون آگه هیپوکامپ آسیب ببینه، چه اتفاقی می‌افته؟

آسیب هیپوکامپ: اگر هیپوکامپ آسیب ببیند یا با جراحی برداشته شود، حافظه فرد با مشکل مواجه می‌شود. این فرد، اطلاعات جدید را حداکثر فقط برای چند دقیقه در ذهن دارد و سپس فراموش می‌کند؛ مثلاً این افراد نمی‌توانند نام افراد جدید را حتی اگر هر روز با آن‌ها در تماس باشند، به‌خاطر بسپارند. البته، چون حافظه بلندمدت این افراد آسیب ندیده است، به یاد آوردن خاطرات مربوط به قبل از آسیب‌دیدگی، مشکل چندانی ندارد. مثلاً اگر هیپوکامپ یک فرد ۳۰ ساله آسیب ببینه، فرد فاطرات قبل از ۳۰ سالگی‌شو یارش هست اما بعد از اون، دیگه چیزی یارش نمی‌مونه. هر روز که بیدار میشه، همه‌چی واشش مثل روز قبل است و ریستارت میشه.^۴

۱- Hippocampus؛ هیپوکامپ، به معنای اسب دریایی است و علت نام‌گذاری این ساختار، شباهت ظاهری آن به اسب دریایی است.

۲- آگه از سخت‌افزارهای کامپیوتر اطلاع داشته باشید، مثل رابطه RAM و هارد دیسک است. وقتی که کامپیوتر روشنه، اطلاعاتی که همون لحظه استفاده و پردازش می‌شن، در RAM قرار دارن که معادل با حافظه کوتاه‌مدت است. وقتی که شما کامپیوتر رو خاموش می‌کنین، حافظه RAM پاک میشه و در استفاده بعدی قابل استفاده نیست. اما اطلاعات ذخیره‌شده در هارد دیسک، که معادل با حافظه بلندمدت است، بعداً نیز قابل استفاده هستن و حذف نمی‌شن.

۳- مثلاً به دلیل وجود نوعی تومور در هیپوکامپ

۴- به این نوع فراموشی، Anterograde Amnesia یعنی فراموشی پس‌گستر می‌گویند. فیلم «چپ‌دست» ساخته آرش معیریان، بر اساس این بیماری ساخته شده است.

پس به طور فاصله، در حالت طبیعی اطلاعات در حافظه کوتاه مدت ما ذخیره می‌شود که این کار هیپوکامپ هست. حافظه کوتاه مدت باعث میشه که ما هر چیزی رو برای مدت کوتاهی یادمون باشه. مثلاً وقتی اسم کسی رو می‌پرسین، تا چند دقیقه این اسم در حافظه شما هست. اما برای این که برای مدت طولانی تری یادتون بمونه، باید وارد حافظه بلند مدت بشه که اینم کار هیپوکامپ هست. وقتی اطلاعات وارد حافظه بلند مدت بشن، شما برای مدت خیلی زیادی اون اطلاعات رو یادتون می‌مونه؛ مثلاً همه شما اسم پدر و مادرتون رو می‌دونین، چون در حافظه بلند مدتتون هست. حالا آگه هیپوکامپ آسیب ببینه، دیگه این اطلاعات وارد حافظه بلند مدت نمی‌شن. شما هر چیزی که رو برای مدت کوتاهی یادتون هست و بعد از اون برای همیشه یادتون می‌ره. طبیعی هست که اطلاعات قبل از آسیب هیپوکامپ رو یادتون می‌مونه؛ چون اونو دیگه از هیپوکامپ خارج شدن و رفتن توی حافظه بلند مدت.

نکته تکرار اطلاعات برای چندین بار، باعث ذخیره سازی آن اطلاعات در حافظه بلند مدت می‌شود. به همین خاطر هست که می‌گن آگه می‌فواین چیزی رو فقط کنین، باید اون رو چند بار مرور کنین. پس از امروز برای این که اطلاعات زیستی در ذهنتون ثبت بشن و برن توی حافظه بلند مدتتون، هتماً مرور روزانه درس زیست رو انجام بدین.

درسنامه ۱۰ | تشریح مغز گوسفند

بررسی بخش‌های خارج مغز

□ مشاهده سطح پشتی

روی مغز بقایای پرده مننژ وجود دارد. وقتی که این پرده‌ها را جدا کنیم، می‌توانیم شیارهای مغز را بهتر ببینیم. در این سطح، از بالا به پایین به ترتیب، بخش‌های لوب‌های بویایی، نیمکره‌های مخ، نیمکره مخچه، کریمینه مخچه و نخاع دیده می‌شوند.

□ مشاهده سطح شکمی

وقتی که مغز را برگردانیم و بقایای پرده مننژ را جدا کنیم، از بالا به پایین بخش‌هایی که دیده می‌شوند عبارتند از: لوب‌های بویایی، کیاسمای بینایی، مغز میانی، پل مغزی، مغزی، مخچه، بصل النخاع و نخاع.



مشاهده بخش‌های درون مغز

۱- برای مشاهده سطح پشتی، مغز را طوری در ظرف تشریح قرار می‌دهیم که سطح پشتی آن را ببینیم. سپس با انگشتان شست، به آرامی دو نیمکره را از محل شیار بین آن‌ها از یکدیگر فاصله می‌دهیم و بقایای پرده مننژ را از بین دو نیمکره خارج می‌کنیم. در این حالت، نوار سفید رنگ رابط پینه‌ای را می‌بینیم.

۲- سپس با چاقوی جراحی در جلوی رابط پینه‌ای برش کم عمقی ایجاد می‌کنیم و رابط سه‌گوش را در زیر رابط پینه‌ای می‌بینیم.

نکته رابط سه‌گوش و پینه‌ای، دو رابط سفید رنگ بین دو نیمکره مخ هستند. رابط سه‌گوش، در زیر رابط پینه‌ای قرار دارد.

۳- در دو طرف رابط‌های نیمکره‌های مخ، فضای بطن‌های ۱ و ۲ مغز قرار دارد که در داخل آن‌ها، اجسام مخطط قرار دارند.

نکته شبکه‌های مویرگی که مایع مغزی - نخاعی را ترشح می‌کنند، درون بطن‌های ۱ و ۲ قرار دارند.

نکته منشأ مایع مغزی - نخاعی، خوناب است.

۴- با ایجاد یک برش طولی در رابط سه‌گوش، می‌توانیم تالاموس‌ها را در زیر رابط سه‌گوش ببینیم.

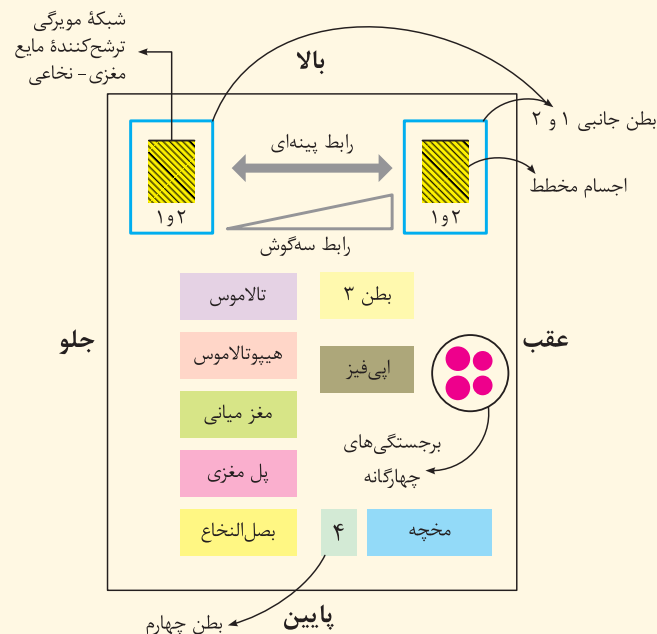
نکته بین دو تالاموس، رابطی وجود دارد که محکم نیست؛ در نتیجه، تالاموس‌ها با کم‌ترین فشار از هم جدا می‌شوند.

۵- در عقب تالاموس‌ها، بطن سوم و در لبه پایین آن‌ها، غده اپی‌فیز قرار دارد. در عقب اپی‌فیز نیز برجستگی‌های چهارگانه قرار دارند. در نهایت، می‌توانیم کریمینه مخچه را در امتداد شیار بین دو نیمکره مخچه برش دهیم تا درخت زندگی و بطن چهارم مغز را ببینیم.



جمع بندی

مغز گوسفند



۳۸

آموزش | فصل اول (تبخیم عصبی)

درس ۱۱ اعتیاد و تأثیر آن بر مغز

اعتیاد انواع مختلفی دارد؛ اعتیاد به سیگار، مواد مخدر، الکل، تلگرام، اینستاگرام و ...؛ متأسفانه همه اینها به شدت خطرناک هستند. مثلاً دو مورد آخر، ریسک بالایی برای نارسایی کلیوی دارند. البته انواع مفیدی از اعتیاد هم وجود دارد؛ مثل اعتیاد به فونرن کتاب های زیست شناسی گاج که حتی توصیه هم میشه!

اعتیاد چیست؟

تعریف: وابستگی همیشگی به مصرف یک ماده یا انجام یک رفتار است که ترک آن، مشکلات جسمی و روانی برای فرد به وجود می آورد.

مثال ۱- اعتیاد رفتاری: اعتیاد به اینترنت و بازی های رایانه ای ۲- اعتیاد به مصرف مواد مخدر، الکل و ...

عوارض: اعتیاد، نه فقط سلامت جسمی و روانی فرد معتاد، بلکه سلامت خانواده او و نیز افراد دیگر اجتماع را به خطر می اندازد. خشونت، دزدی و قتل، مثال هایی از عوارض اجتماعی اعتیاد است.

تأثیر مواد اعتیاد آور بر مغز

بار اول مصرف مواد اعتیاد آور، اختیاری است؛ اما مصرف مکرر مواد اعتیاد آور، تغییراتی را در مغز ایجاد می کند. بنابراین، علاوه بر وابستگی روانی فرد به مواد اعتیاد آور، وابستگی جسمی نیز ایجاد می شود و فرد نمی تواند با میل شدید برای مصرف مواد مقابله کند.

نکته: تغییرات ناشی از مواد اعتیاد آور در مغز، ممکن است دائمی باشند و به همین علت، اعتیاد را بیماری^۱ برگشت پذیر می دانند؛ یعنی، حتی سال ها پس از ترک اعتیاد، فرد در خطر مصرف دوباره قرار دارد.

چرا فرد معتاد تمایل به مصرف مواد اعتیاد آور دارد؟

بیشتر مواد اعتیاد آور، بر سامانه لیمبیک اثر می گذارند. گفتیم که این سامانه، در احساسات نقش دارد و تحت تأثیر مواد اعتیاد آور، ناقل های عصبی مثل دوپامین آزاد می کند. دوپامین، در فرد احساس لذت و سرخوشی ایجاد می کند. در نتیجه، فرد میل شدیدی به مصرف دوباره آن ماده دارد.

نکته: در اعتیاد، سامانه لیمبیک بیش از یک نوع ناقل عصبی آزاد می کند و یکی از انواع ناقل های عصبی آزاد شده، دوپامین است.

نکته: دوپامین نوعی پیک کوتاه برد (ناقل عصبی) است که در بروز گروهی از احساسات مثل لذت نقش دارد.

چرا پس از مدتی، میزان مصرف مواد اعتیاد آور افزایش می یابد؟

با ادامه مصرف مواد اعتیاد آور، دوپامین کمتری آزاد می شود و به فرد، احساس کسالت، بی حوصلگی و افسردگی دست می دهد. برای رهایی از این حالت و دستیابی به حالت سرخوشی اولیه، فرد مجبور است ماده اعتیاد آور بیشتری مصرف کند.

۱- هتماً شنیدین که میگن معتاد، بیمار است نه میهمان!

جمع بندی

بخش های اصلی مغز (مخ، مخچه و ساقه مغز)

مصرف اولیه ماده اعتیادآور ← ترشح دوپامین در لیمبیک ← ایجاد احساس لذت و سرخوشی
ادامه مصرف ماده اعتیادآور ← ترشح دوپامین در لیمبیک ← ایجاد احساس کسالت، بی حوصلگی و افسردگی ← افزایش مصرف

تأثیر مواد اعتیادآور بر مغز

تأثیر بر بخش هایی از قشر مخ ← توانایی قضاوت، تصمیم گیری و خودکنترلی فرد (به ویژه در مغز نوجوانان)
ایجاد تغییرات برگشتناپذیر در مغز ← غیرقابل بهبود یا نیازمند زمان طولانی (به ویژه در بخش های پیشین مغز)
ایجاد تغییرات دائمی در مغز ← برگشت پذیری اعتیاد ← احتمال مصرف دوباره، حتی سال ها پس از ترک مواد

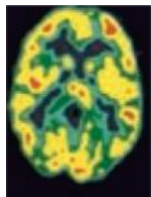
تأثیرات مضر ناشی از مصرف مواد اعتیادآور بر مغز

تا این جا به نظر میار مواد اعتیادآور بر که نیستن هیپی، فویم هستن؛ چون باعث میشن که فرد سرفروش بشه البته بگزریم از این که مصرف این مواد، علاوه بر هزینه های معنوی، هزینه های مادی زیادی رو هم داره. و البته ترشح غیرطبیعی ناقل های عصبی هم برای مغز فوب نیست. اما ببینیم که چه تأثیرات مضر دیگه ای بر روی مغز دارن که اینقدر مواد اعتیادآور بر هستن.

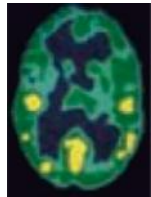
مواد اعتیادآور، بر بخش هایی از قشر مخ اثر می کنند و توانایی قضاوت، تصمیم گیری و خودکنترلی فرد را کاهش می دهند. این اثرات به ویژه در مغز نوجوانان شدیدتر است. این چیزا هست که باعث میشه مصرف مواد اعتیادآور بر باشه. مثلاً طرف مواد مصرف می کنه بعد بدون این که خودش بفهمه، میره آدم میکشه! و اینجاست که دیگه راه برگشتی نیست. پس چه بهتر که از همون اول آدم وارد این راه و مسیر نشه.

تأثیر مصرف کوکائین بر فعالیت مغز

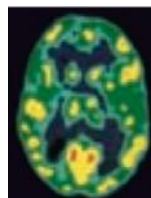
از سال قبل به یاد داریم که یاخته ها برای انجام فعالیت های خود نیاز به انرژی زیستی دارند و برای تأمین انرژی مورد نیاز خود نیز در فرایند تنفس یاخته ای، گلوکز را مصرف می کنند. بنابراین، بین میزان فعالیت یاخته ها و مصرف گلوکز، رابطه مستقیم وجود دارد. حالا می توانیم بررسی کنیم که مصرف کوکائین، چه تأثیری بر مصرف گلوکز در یافته های مغزی می ذاره.



الف- مصرف گلوکز در یک مغز طبیعی: شکل مقابل، میزان مصرف گلوکز در بخش های مختلف مغز را نشان می دهد. قسمت های زرد و قرمز، نشان دهنده مصرف بالای گلوکز توسط یاخته های مغز است. در هر قسمتی که تراکم ناحیه های زرد و قرمز بیشتر باشد، میزان مصرف گلوکز نیز بیشتر است؛ در نتیجه، میزان فعالیت مغز نیز در آن ناحیه بیشتر است.



ب- مصرف گلوکز در مغز، ۱۰ روز پس از آخرین مصرف کوکائین: مصرف مواد اعتیادآور مانند کوکائین باعث می شود که میزان مصرف گلوکز توسط یاخته های مغزی کاهش پیدا کند. همانطور که در شکل مشاهده می کنید، تراکم نواحی زرد و قرمز در مغز کم تر شده است که نشان دهنده کاهش مصرف گلوکز توسط مغز است؛ در نتیجه، میزان فعالیت های مغز نیز کم تر می شود. همچنین در شکل مشخص است که بیشترین میزان تغییر در فعالیت پس از مصرف کوکائین، در بخش های جلویی مغز (لوب پیشانی) اتفاق می افتد.



ج- مصرف گلوکز در مغز، ۱۰۰ روز پس از آخرین مصرف کوکائین: با گذشت زمان نسبتاً طولانی از آخرین مصرف کوکائین، میزان مصرف گلوکز در یاخته های مغزی افزایش پیدا می کند که این موضوع، نشان دهنده بهبود عملکرد مغز است. با این حال، میزان مصرف گلوکز هنوز هم کم تر از حالت طبیعی است؛ بنابراین، بهبود فعالیت مغز پس از مصرف قطع مواد مخدر، نیازمند زمان طولانی است و همچنین ممکن است که تغییرات برگشتناپذیری در مغز رخ دهد و بعضی از بخش های مغز، اصلاً بهبود پیدا نکنند.

نکته: با توجه به شکل مشخص است که سرعت بهبود علائم و افزایش فعالیت مغز، در بخش های عقبی مغز بیشتر از بخش های پیشین است.

اعتیاد به الکل

یکی دیگر از مواد اعتیادآور، الکل هست. علت مصرف الکل در افراد مختلف، می تواند ناشی از تصور نادرست برای احساس سرخوشی، فرار از بحران های روحی و یا فشار افراد نزدیک و هم سن باشد.

نکته: مقدار الکل (اتانول)، در نوشیدنی های الکلی متفاوت است و حتی کم ترین مقدار الکل، بدن را تحت تأثیر قرار می دهد.

تأثیر الکل بر مغز: وقتی الکل وارد دستگاه گوارش می شود، در آن جا به سرعت جذب و وارد جریان خون می شود. الکل می تواند از غشای یاخته های عصبی بخش های مختلف مغز عبور کند و باعث اختلال در فعالیت آن ها شود. این اختلال، با تأثیر بر فعالیت انواعی از ناقل های عصبی تحریک کننده و بازدارنده، مثل دوپامین، رخ می دهد.

اثرات ناشی از مصرف کوتاه مدت الکل: الکل باعث می شود که فعالیت های بدنی کاهش پیدا کند. علاوه بر این، موجب ایجاد ناهماهنگی در حرکات بدن می شود. اختلال در گفتار، از دیگر تأثیرات مصرف کوتاه مدت الکل است.

نکته مرکز تنظیم تعادل و وضعیت بدن، مخچه است. الکل با تأثیر بر مخچه، باعث ایجاد ناهماهنگی در حرکات بدن می شود.

نکته الکل فعالیت مغز را کند می کند و در نتیجه، زمان واکنش فرد به محرک های محیطی افزایش پیدا می کند.

اثرات ناشی از مصرف بلند مدت الکل: مشکلات کبدی، سکته قلبی و انواع سرطان از پیامدهای مصرف بلند مدت الکل است.

آنچه گزشت [گفتار ۲ - فصل ۲ دهیم] یاخته های کبد، صفرا را می سازند. صفرا در گوارش و ورود چربی ها به محیط داخلی نقش دارد. در نتیجه، مشکلات کبدی می تواند منجر به اختلال در جذب چربی ها و ویتامین های محلول در چربی و همچنین بیماری هایی مانند یرقان شود.

آنچه گزشت [گفتار ۱ - فصل ۴ دهیم] وقتی به بخشی از ماهیچه قلب اکسیژن نرسد، یاخته های آن می میرند که به آن، سکته یا حمله قلبی گفته می شود. در سکته قلبی، ارتفاع موج QRS در نوار قلب کاهش می یابد.

آنچه فوایم فواید [گفتار ۲ - فصل ۶ یازدهم] تومور توده ای است که در اثر تقسیمات تنظیم نشده ایجاد می شود. تومورها به دو نوع خوش خیم و بدخیم تقسیم می شوند که به نوع بدخیم، سرطان گفته می شود. توده های سرطانی توانایی متاستاز دارند. وراثت و محیط (مثل مصرف الکل) هر دو در ایجاد سرطان نقش دارند.

آنچه گزشت [گفتار ۳ - فصل ۲ دهیم] علاوه بر مصرف الکل، مصرف غذاهای چرب و شیرین و بروز علائم چاقی نیز می تواند سبب ایجاد انواعی از سرطان ها و افزایش احتمال سکته قلبی شود.

تا این جا، رابع به انواع تأثیرات اعتیاد صحبت کردیم. اما ما به سری نکته ترکیبی دیگر هم رابع به الکل و دخانیات داریم توی کتابا. بریم ببینیم چیه هستن.

آنچه گزشت [گفتار ۲ - فصل ۲ دهیم] سیگار کشیدن، مصرف نوشابه های الکلی، رژیم غذایی نامناسب و استفاده بیش از اندازه از غذاهای آماده و تنش و اضطراب، از علت های برگشت اسید معده به مری (ریفلاکس) هستند.

آنچه فوایم فواید [گفتار ۱ - فصل ۳ یازدهم] کمبود ویتامین D و کلسیم غذا، مصرف نوشیدنی های الکلی و دخانیات، با جلوگیری از رسوب کلسیم در استخوان ها، باعث بروز پوکی استخوان در مردان و زنان می شوند.

آنچه فوایم فواید [گفتار ۳ - فصل ۶ یازدهم] عوامل محیطی نیز می توانند موجب اختلال در تقسیم میوز شوند. مصرف دخانیات، نوشیدنی های الکلی، مجاورت با پرتوهای مضر و آلودگی ها نیز می توانند در روند جدا شدن کروموزوم ها در هر دو جنس، اختلال ایجاد کند.

آنچه فوایم فواید [گفتار ۳ - فصل ۷ یازدهم] عوامل بیماری زا و موادی مانند نیکوتین، کوکائین و الکل می توانند از جفت عبور کنند و بر روی رشد و نمو جنین تأثیر سوء بگذارند.

فعالیت کتاب درسی

اعتیاد

درستی یا نادرستی هر یک از عبارات های زیر را مشخص کنید.

۱- استفاده از قلیان به اندازه سیگار خطرناک نیست.

نادرست: هر وعده قلیان، معادل با کشیدن ۲۰ عدد سیگار است و ضررهای بسیار بیشتری دارد که مربوط به دود بیشتر، رطوبت دود و ... است.

۲- فرد با یک بار مصرف ماده اعتیادآور، معتاد نمی شود.

نادرست: اصولاً قدرت اعتیادآوری مواد مخدر با هم فرق می کند. به طوری که کوکائین، هروئین و مورفین بالاترین قدرت اعتیادآوری را دارند و با یک بار مصرف نیز می توانند باعث اعتیاد شود.

۳- مصرف تنباکو با سرطان دهان، حنجره و شش ارتباط مستقیم دارد.

درست: مواد سمی و جهش زای شیمیایی همراه با دود تنباکو وارد دهان شخص می شوند. مصرف تنباکو، با سرطان های دهان، حنجره و شش، ارتباط مستقیم دارد. **آنچه فوایم فواید [گفتار ۲ - فصل ۹ یازدهم]** آکالوئیدها در دور کردن گیاهخواران نقش دارند. نیکوتین که از آکالوئیدهاست، چنین نقشی در گیاه تنباکو دارد.

۴- مصرف مواد اعتیادآوری که از گیاهان به دست می آیند، خطر چندانی ندارد.

نادرست: مواد اعتیادآور گیاهان نیز بر سلامت روان و جسم فرد تأثیر می گذارند و خطرناک هستند. مواد اعتیادآور زیادی از مشتقات ترکیبات گیاهی به دست می آیند.

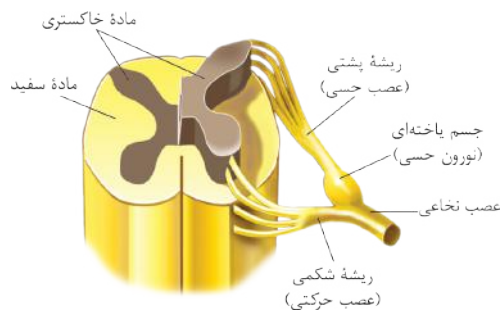
آنچه گزشت [گفتار ۱ - فصل ۶ دهیم] آکالوئیدها از ترکیبات گیاهی هستند و در شیرابه بعضی گیاهان به مقدار فراوانی وجود دارند. بعضی از آکالوئیدها اعتیادآور هستند.

درسنامه ۱۲ ساختار نخاع

نخاع، بخشی از دستگاه عصبی مرکزی است که ارتباط بین مغز و دستگاه عصبی محیطی را برقرار می‌کند. پیام حسی از اندام‌های بدن از طریق نخاع به مغز می‌روند و سپس، پیام‌های حرکتی مغز از طریق نخاع به اندام‌ها می‌رسد.

نکته: پیام‌های حسی صورت، مستقیماً و بدون دخالت نخاع به مغز می‌روند.

آنچه گذشت [کفتار ۲- فصل ۵ دهم] در نوزادان و کودکانی که هنوز ارتباط مغز و نخاع آنان به‌طور کامل شکل نگرفته است، تخلیهٔ مثانه به‌صورت غیرارادی صورت می‌گیرد. این موضوع نشان‌دهندهٔ این است که پس از تولد، ارتباط بین مغز و نخاع کامل نیست و مدتی طول می‌کشد تا این ارتباط تکمیل شود.



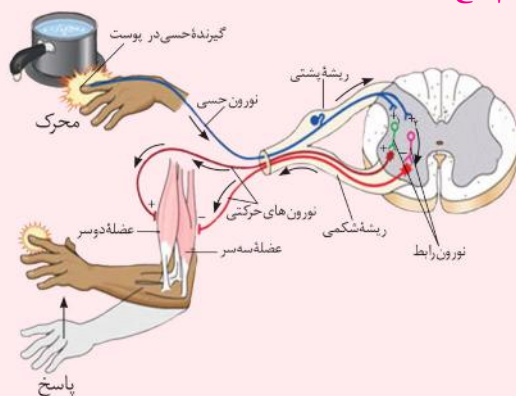
همانطور که قبلاً گفتیم، در ساختار نخاع، مادهٔ خاکستری در قسمت میانی قرار دارد و مادهٔ سفید آن را احاطه کرده است. بخش خاکستری نخاع، **ساختاری H شکل** را ایجاد کرده است که به آن، **ریشه‌های شکمی و پشتی اعصاب نخاعی** متصل می‌شوند. ریشهٔ پشتی، محل اتصال **عصب نخاعی حسی** است و اطلاعات حسی را به نخاع وارد می‌کند. ریشهٔ شکمی، محل اتصال **عصب نخاعی حرکتی** است و پیام‌های حرکتی را از نخاع خارج می‌کند. علاوه بر ارتباط مغز و دستگاه عصبی محیطی، نخاع، مرکز برخی از انعکاس‌های بدن است.

انعکاس نخاعی

انعکاس، پاسخ ناگهانی و غیرارادی ماهیچه‌ها به محرک‌ها است. مرکز بیشتر انعکاس‌های بدن، مثل بلع، سرفه و عطسه، مغز است. ولی برخی از انعکاس‌ها در نخاع انجام می‌شوند.

آنچه گذشت [کفتار ۲- فصل ۵ دهم] چنانچه حجم ادرار جمع‌شده در مثانه از حد مشخصی فراتر رود، کشیدگی دیوارهٔ مثانه باعث تحریک گیرنده‌های کششی و فرستادن پیام عصبی به نخاع می‌شود و بدین ترتیب، انعکاس تخلیهٔ ادرار فعال می‌شود. نخاع با فرستادن پیام عصبی به مثانه، ماهیچه‌های صاف دیوارهٔ مثانه را منقبض می‌کند.

فعالیت کتاب درسی



بررسی مسیر یک انعکاس نخاعی: انعکاس عقب کشیدن دست پس از برخورد به جسم داغ

پس از برخورد دست به جسمی داغ و احساس درد، دست خود را عقب می‌کشیم. این فرایند، نوعی انعکاس نخاعی است.

۱- برای بروز این انعکاس، چه رویدادهایی رخ می‌دهد؟

الف- انتقال پیام حسی به نخاع: وقتی که پس از برخورد دست با جسم داغ، گیرندهٔ حسی در پوست تحریک می‌شود، پیام حسی توسط یک نورون حسی و از طریق ریشهٔ پشتی نخاع، وارد نخاع می‌شود. این نورون حسی، دو نورون رابط را تحریک می‌کند:

- ۱- نورون رابطی که نورون حرکتی ماهیچهٔ دوسر جلوی بازو را تحریک می‌کند.
- ۲- نورون رابطی که نورون حرکتی ماهیچهٔ سهر پشت بازو را مهار می‌کند.

ب- تغییر فعالیت نورون‌های حرکتی متصل به نخاع: نورون رابطی که با نورون حرکتی ماهیچهٔ جلوی بازو (عضلهٔ دو سر) سیناپس دارد، نوعی ناقل عصبی تحریکی را آزاد و نورون حرکتی را تحریک می‌کند. نورون حرکتی نیز ماهیچهٔ دو سر را تحریک می‌کند و در نتیجه، ماهیچهٔ دو سر منقبض می‌شود و دست را بالا می‌کشد. نورون رابطی که با نورون حرکتی ماهیچهٔ پشت بازو (عضلهٔ سه سر) سیناپس دارد، نورون حرکتی را مهار می‌کند. در نتیجه، عضلهٔ سه سر نیز تحریک نمی‌شود و در حالت استراحت قرار می‌گیرد.

۲- نقش هر بخش درگیر در انعکاس عقب کشیدن دست چیست؟

گیرنده‌های حسی موجود در پوست دست، پیام حسی را دریافت و آن را به نخاع منتقل می‌کنند. در نخاع، پردازش پیام انجام می‌شود و سپس، پیام حرکتی لازم برای انقباض عضلات جلوی بازو، ارسال می‌شود. با انقباض عضلهٔ جلوی بازو و استراحت عضلهٔ پشت بازو، دست بالا می‌رود و از جسم داغ دور می‌شود.

۳- در انعکاس عقب کشیدن دست، کدام سیناپس‌ها تحریک‌کننده و کدام مهارکننده هستند؟

الف- سیناپس‌های تحریک‌کننده: سیناپس بین نورون حسی و نورون‌های رابط درون نخاع، سیناپس بین نورون رابط و نورون حرکتی ماهیچهٔ جلوی بازو، سیناپس بین نورون حرکتی ماهیچهٔ جلوی بازو و خود ماهیچهٔ جلوی بازو

ب- سیناپس مهارکننده: سیناپس بین نورون رابط و نورون حرکتی ماهیچهٔ پشت بازو

ج- سیناپس غیرفعال: سیناپس بین نورون حرکتی ماهیچهٔ پشت بازو و خود ماهیچهٔ پشت بازو. این سیناپس، غیرفعال است؛ زیرا، نورون حرکتی مهار می‌شود و پتانسیل عملی در آن تشکیل نمی‌شود. در نتیجه، پیام عصبی به پایانهٔ آکسون نمی‌رسد و انتقال پیام نیز صورت نمی‌گیرد.

نگاه دقیق‌تر به انعکاس عقب کشیدن دست

□ ارسال پیام حس به نخاع

وقتی که دست به جسم داغی برخورد می‌کند، گیرنده‌های درد در پوست تحریک می‌شوند و پیام عصبی به دستگاه عصبی مرکزی ارسال می‌کنند. حس درد، در ایجاد سازوکارهای حفاظتی (مثل انعکاس) نقش دارد و رسیدن پیام درد به نخاع، باعث آغاز فرایند انعکاس می‌شود.

نکته پیام درد، علاوه بر نخاع، به مغز نیز ارسال می‌شود. دقت داشته باشید که ادراک حس درد توسط مغز انجام می‌شود ولی انجام انعکاس عقب کشیدن دست، توسط نخاع کنترل می‌شود.

نکته جسم یاخته‌ای نورون حسی، در ریشه پشتی نخاع قرار دارد و به‌صورت یک بخش برجسته در ریشه پشتی قابل مشاهده است.

□ انتقال پیام از نورون حس به نورون‌های رابط

وقتی که آکسون نورون حسی وارد ماده خاکستری نخاع می‌شود، با دندربت‌های نورون‌های رابط واقع در ماده خاکستری سیناپس تشکیل می‌دهند. در این انعکاس، دو نورون رابط مؤثر هستند: ۱- یک نورون رابط، با نورون حرکتی ماهیچه دو سر بازو سیناپس تشکیل می‌دهد و ۲- نورون رابط دیگر، با نورون حرکتی ماهیچه سه سر بازو سیناپس تشکیل می‌دهد.

از پایانه آکسون نورون حسی، نوعی ناقل عصبی تحریک‌کننده آزاد می‌شود. ناقل عصبی به گیرنده خود در دندربت نورون‌های رابط متصل می‌شود و باعث تحریک این نورون‌ها و ایجاد پتانسیل عمل در آن‌ها می‌شود. بدین‌صورت، پیام عصبی در نورون‌های رابط ایجاد می‌شود.

نکته نورون حسی، با دو نورون رابط، سیناپس تشکیل می‌دهد. هر دو سیناپس نورون حسی، تحریکی هستند؛ در واقع، هر دو نورون رابط مسیر انعکاس تحریک می‌شوند و پتانسیل عمل تولید می‌کنند.

نکته هر کدام از نورون‌های رابط مسیر انعکاس، با نورون حرکتی یکی از ماهیچه‌های بازو سیناپس تشکیل می‌دهند.

□ انتقال پیام از نورون‌های رابط به نورون‌های حرکتی

۱- **نورون حرکتی ماهیچه دو سر بازو:** این نورون توسط نورون رابط قبلی خود تحریک می‌شود و پتانسیل عمل تولید می‌کند.

۲- **نورون حرکتی ماهیچه سه سر بازو:** این نورون، توسط نورون رابط قبلی خود مهار می‌شود؛ در نتیجه، تولید پتانسیل عمل و پیام عصبی در این نورون حرکتی مشاهده نمی‌شود و غیرفعال است.

نکته سیناپس بین نورون حرکتی ماهیچه سه سر بازو و نورون رابط، یک سیناپس مهار می‌کند. این سیناپس، تنها سیناپس مهار می‌باشد. در این سیناپس، ناقل عصبی بازدارنده باعث می‌شود که نورون حرکتی ماهیچه سه سر بازو پتانسیل عمل تولید نکند.

نکته دقت داشته باشید که نورون حرکتی ماهیچه سه سر بازو نیز تحت تأثیر ناقل عصبی بازدارنده، پتانسیل الکتریکی غشای خود را تغییر می‌دهد ولی این تغییر در جهت منفی‌تر شدن پتانسیل است نه تولید پتانسیل عمل.

□ انقباض ماهیچه دو سر بازو و عقب کشیدن دست

گفتیم که نورون حرکتی ماهیچه دو سر بازو توسط نورون رابط تحریک می‌شود؛ در نتیجه، در نورون حرکتی پتانسیل عمل ایجاد می‌شود. وقتی که پتانسیل عمل به پایانه آکسون نورون حرکتی می‌رسد، ناقل عصبی از پایانه آکسون آزاد می‌شود. ناقل عصبی که از پایانه آکسون نورون حرکتی ماهیچه دو سر آزاد می‌شود، نوعی ناقل عصبی تحریک‌کننده است. تحت تأثیر این ناقل تحریک‌کننده، ماهیچه دو سر بازو تحریک و منقبض می‌شود. با انقباض ماهیچه دو سر بازو، دست بالا می‌رود و احتمال آسیب دیدن آن توسط جسم داغ کاهش می‌یابد.

آنچه فواید خواند [گفتار ۲ - فصل ۳ یازدهم] با رسیدن پیام از مراکز عصبی، تحریک از طریق سیناپس ویژه‌ای از یاخته عصبی به یاخته ماهیچه‌ای می‌رسد و ناقل عصبی از پایانه یاخته عصبی آزاد می‌شود. با اتصال این ناقلین به گیرنده‌های خود در سطح یاخته ماهیچه‌ای، یک موج تحریکی در طول غشای یاخته ایجاد می‌شود. با تحریک یاخته ماهیچه‌ای، سرهای پروتئین‌های میوزین به رشته‌های اکتین متصل می‌شوند و ماهیچه منقبض می‌شود.

نکته سیناپس بین ماهیچه دو سر بازو و نورون حرکتی آن، یک سیناپس تحریک‌کننده است.

□ سیناپس ماهیچه سه سر بازو با نورون حرکتی آن

گفتیم که نورون حرکتی ماهیچه سه سر بازو توسط نورون رابط مهار می‌شود و در نتیجه، پتانسیل عمل تولید نمی‌کند. بنابراین، سیناپسی که نورون حرکتی ماهیچه سه سر بازو با ماهیچه تشکیل می‌دهد، نوعی سیناپس غیرفعال (نه مهار) است؛ یعنی در آن اصلاً ناقل عصبی آزاد نمی‌شود. این که گفتیم یعنی چی؟ وقتی که در یک یاخته عصبی، پیام عصبی تولید می‌شود، پیام به سمت پایانه آکسون حرکت می‌کند. وقتی که پیام به پایانه آکسون می‌رسد، ناقل عصبی از پایانه آزاد می‌شود. حالا اگر ناقل مهار می‌کند، به سیناپس می‌گن مهار و اگر ناقل تحریک‌کننده باشد، به سیناپس هم می‌گن تحریکی. اما زمانی که پتانسیل عمل در یاخته عصبی ایجاد نشود و به پایانه آکسون نرسد، اصلاً ناقل عصبی آزاد نمیشود. بنابراین، هیچ تغییری هم در فعالیت یافته پس‌سیناپسی ایجاد نمی‌شود. در این حالت، گفته می‌شود که سیناپس غیرفعال است و در اون، انتقال پیام انجام نمی‌شود.

جمع بندی

انعکاس عقب کشیدن دست پس از برخورد دست با جسم داغ

محل سیناپس	یاخته پیش سیناپسی	یاخته پس سیناپسی	نوع سیناپس
ماده خاکستری نخاع	یاخته عصبی حسی	یاخته عصبی رابط مرتبط با یاخته عصبی حرکتی ماهیچه دوسر	تحریک کننده
ماده خاکستری نخاع	یاخته عصبی حسی	یاخته عصبی رابط مرتبط با یاخته عصبی حرکتی ماهیچه سه سر	تحریک کننده
ماده خاکستری نخاع	یاخته عصبی رابط مرتبط با یاخته عصبی حرکتی ماهیچه دوسر	یاخته عصبی حرکتی ماهیچه دوسر	تحریک کننده
ماده خاکستری نخاع	یاخته عصبی رابط مرتبط با یاخته عصبی حرکتی ماهیچه سه سر	یاخته عصبی حرکتی ماهیچه سه سر	بازدارنده
خارج از نخاع	یاخته عصبی حرکتی ماهیچه دوسر	ماهیچه دوسر بازو	تحریک کننده
خارج از نخاع	یاخته عصبی حرکتی ماهیچه سه سر	ماهیچه سه سر بازو	غیرفعال

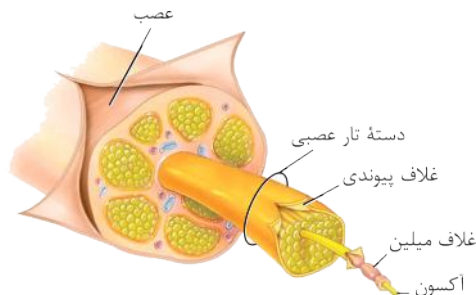
نوع یاخته عصبی	پتانسیل عمل	انتقال پیام	محل قرارگیری
یاخته عصبی حسی	+	تحریک کننده	۲ سیناپس با نورون های رابط
یاخته عصبی رابط مرتبط با یاخته عصبی حرکتی ماهیچه دوسر	+	تحریک کننده	۱ سیناپس با نورون حرکتی
یاخته عصبی رابط مرتبط با یاخته عصبی حرکتی ماهیچه سه سر	+	بازدارنده (مهارکننده)	۱ سیناپس با نورون حرکتی
یاخته عصبی حرکتی ماهیچه دو سر	+	تحریک کننده	۱ سیناپس با ماهیچه
یاخته عصبی حرکتی ماهیچه سه سر	ندارد	ندارد (غیرفعال)	۱ سیناپس با ماهیچه

درسنامه ۱۳ اجزای دستگاه عصبی (۲): دستگاه عصبی محیطی

بخشی از دستگاه عصبی که مغز و نخاع را به بخش های دیگر مرتبط می کند، دستگاه عصبی محیطی نام دارد.

اعصاب مغزی و نخاعی

دستگاه عصبی محیطی، شامل ۴۳ جفت (۸۶ عدد) عصب است: ۱۲ جفت عصب مغزی و ۳۱ جفت عصب نخاعی. این اعصاب، دستگاه عصبی مرکزی را به بخش های دیگر بدن مانند اندام های حسی و ماهیچه ها مرتبط می کنند.



عصب چیست؟ هر عصب، مجموعه ای از رشته های عصبی است که درون غلافی از جنس بافت پیوندی قرار گرفته اند. فُپِ الان براتون سؤال پیش میار که رشته (تار) عصبی چی هست؟

نکته: هواستون باشه که یافته عصبی، رشته عصبی و عصب تفاوت دارن؛

۱- **یاخته عصبی:** نوعی یاخته بافت عصبی است و از سه بخش دندریت، آکسون و جسم یاخته ای تشکیل شده است.

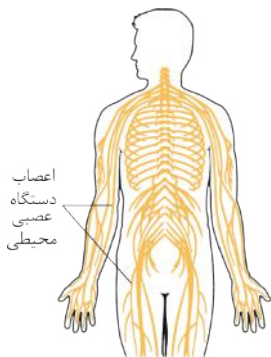
۲- **رشته (تار) عصبی:** آکسون بلند یا دندریت بلند است. مثل دندریت یاخته عصبی حسی یا آکسون یاخته عصبی حرکتی.

۳- **عصب:** وقتی تعدادی از رشته های عصبی در کنار یکدیگر قرار بگیرند و توسط غلافی پیوندی احاطه شوند، عصب تشکیل می شود.

آنچه خواهیم خواند [گفتار ۲ - فصل ۳ یازدهم] در ماهیچه اسکلتی نیز مجموعه رشته های ماهیچه ای توسط غلاف پیوندی احاطه شده اند.

اجزای دستگاه عصبی محیطی

دستگاه عصبی محیطی، شامل بخش حسی و حرکتی است. بخش حسی، شامل اندام ها و گیرنده های حسی است که در فصل بعدی با آن ها آشنا خواهیم شد. بخش حرکتی، پیام های حرکتی را از دستگاه عصبی مرکزی به اندام هایی مانند ماهیچه ها منتقل می کند.



خود بخش حرکتی، شامل دو بخش **پیکری** و **خودمختار** است. بخش پیکری، پیام‌های حرکتی را به ماهیچه‌های اسکلتی می‌رساند و معمولاً فعالیت‌های ارادی را کنترل می‌کند.

نکته: در بعضی از فعالیت‌ها، مثل انعکاس‌های نخاعی، ماهیچه‌های اسکلتی دارای عمل غیرارادی هستند. در این فرایندها، اعصاب پیکری فعالیت‌های غیرارادی ماهیچه‌ها را نیز کنترل می‌کنند. به عبارت دیگر، پیام‌های اعصاب پیکری معمولاً مربوط به فعالیت‌های ارادی ماهیچه‌های اسکلتی است اما می‌تواند پیام مربوط به فعالیت غیرارادی این ماهیچه‌ها را نیز حمل کنند. در هر دو حالت، کنترل ماهیچه‌های اسکلتی بدن توسط اعصاب پیکری صورت می‌گیرد نه اعصاب خودمختار.

□ بررسی مقایسه‌ای انواع انعکاس‌ها

۱- **مرکز تنظیم:** مرکز بسیاری از انعکاس‌های بدن، مغز و مرکز برخی از آن‌ها، نخاع است.

۲- **نوع ماهیچه‌ها:** انعکاس می‌تواند مربوط به ماهیچه اسکلتی (مثل انعکاس عقب کشیدن دست) یا صاف (مثل تخلیه مثانه) باشد.

۳- **عملکرد غیرارادی:** همه انعکاس‌ها به صورت غیرارادی انجام می‌شوند. البته، بعضی از انعکاس‌ها مثل تخلیه مثانه را می‌توان به صورت ارادی مهار یا تسهیل (نه کنترل) کرد.

۴- **اعصاب درگیر:** اگر انعکاس، مربوط به ماهیچه اسکلتی باشد تحت کنترل اعصاب پیکری است. اما اگر انعکاس مربوط به ماهیچه صاف باشد، توسط اعصاب خودمختار تنظیم می‌شود.

□ اعصاب خودمختار

بخش خودمختار دستگاه عصبی حرکتی، **فعالیت‌های غیرارادی** مانند فعالیت‌های مربوط به ماهیچه‌های صاف، ماهیچه قلبی و نیز غده‌های بدن را به صورت غیرارادی و نا آگاهانه کنترل می‌کند. این بخش دستگاه عصبی، همواره فعال است و از دو قسمت **سمپاتیک (هم‌حس)** و **پاراسمپاتیک (پاد هم‌حس)** تشکیل شده است.

نکته: اعصاب سمپاتیک و پاراسمپاتیک، معمولاً برخلاف یکدیگر کار می‌کنند. یعنی مثلاً آله بایی اعصاب سمپاتیک باعث افزایش فعالیت بطن، اعصاب پاراسمپاتیک برعکس عمل می‌کنند و فعالیت رو کم می‌کنند. حالا چرا این‌طوریه؟ برای اینکه فعالیت‌های حیاتی بدن در شرایط مختلف تنظیم شود.

آنچه گذشت [گفتار ۳- فصل ۲ دهم]: تنظیم عصبی دستگاه گوارش را بخشی از دستگاه عصبی به نام دستگاه عصبی خودمختار انجام می‌دهد. این دستگاه، با شبکه عصبی روده‌ای نیز ارتباط دارد و بر عملکرد آن تأثیر می‌گذارد. معمولاً، اعصاب پاراسمپاتیک فعالیت دستگاه گوارش را زیاد و اعصاب سمپاتیک، فعالیت دستگاه گوارش را کاهش می‌دهند.

□ اعصاب پاراسمپاتیک

فعالیت پاراسمپاتیک، باعث **برقراری حالت آرامش در بدن** می‌شود. در این حالت، فشار خون کاهش یافته و ضربان قلب کم می‌شود.

آنچه گذشت [گفتار ۲- فصل ۴ دهم]: اعصاب پاراسمپاتیک، به گره‌های شبکه هادی قلب متصل هستند. تحریک این اعصاب، فعالیت قلب را کاهش می‌دهد.

□ اعصاب سمپاتیک

هنگام هیجان و استرس، بخش سمپاتیک بر پاراسمپاتیک غلبه دارد و بدن را در حالت آماده‌باش نگه می‌دارد. در این حالت، بخش سمپاتیک سبب افزایش فشار خون، ضربان قلب و تعداد تنفس می‌شود و جریان خون را به سوی قلب و ماهیچه‌های اسکلتی هدایت می‌کند.

آنچه گذشت [گفتار ۲- فصل ۴ دهم]: اعصاب سمپاتیک، در بین یاخته‌های ماهیچه‌ای بطن پخش هستند و تحریک این اعصاب، فعالیت قلب را افزایش می‌دهد. اعصاب سمپاتیک، همچنین به رگ‌های خونی کلیه‌ها، روده‌ها، طحال و پوست متصل هستند تا در حالت فعالیت یا فشار روانی، رگ‌های خونی این اندام‌ها را تنگ کنند.

جمع‌بندی

اعصاب خودمختار

نوع فعالیت		اعصاب سمپاتیک	اعصاب پاراسمپاتیک
ماهیچه‌ها	جریان خون ماهیچه‌ها	↑	↓
	فعالیت انقباضی	↑	↓
دستگاه گردش خون	فشار خون	↑	↓
	ضربان قلب	↑	↓
	زمان هر دوره کار قلبی	↓	↑
دستگاه تنفسی	تعداد تنفس	↑	↓
	حجم جاری در هر بار تنفس	↔	↔
	حجم تنفسی در هر دقیقه	↑	↓
	سطح هوشیاری	↑	↓

جمع بندی

اجزای دستگاه عصبی

این شما و اینم کامل ترین جمع بندی اجزای دستگاه عصبی. برید هالشو ببرین.

بخش	محل	اجزا	وظیفه
دستگاه عصبی مرکزی (مراکز نظارت بر فعالیت های بدن)	مغز: در سر و درون جمجمه	اصلی	دریافت اطلاعات از همه بدن و پردازش نهایی ← یادگیری، تفکر و عملکرد هوشمندانه
			مخچه (دارای کرهینه و درخت زندگی)
			مغز میانی (دارای برجستگی های چهارگانه)
			تنظیم تنفس، ترشح بزاق و اشک
			تنظیم تنفس، فشار خون، ضربان قلب و برخی انعکاس ها (عطسه، بلع و سرفه)
		فرعی	پردازش اولیه و تقویت اغلب اطلاعات حسی ← ارسال به قشر مخ برای پردازش نهایی
			تنظیم دمای بدن، تعداد ضربان قلب، فشار خون، تشنگی، گرسنگی و خواب
			احساساتی مانند ترس، خشم، لذت + ایجاد حافظه کوتاه مدت و تبدیل آن به بلندمدت
			تنظیم ریتم های شبانه روزی (ترشح هورمون ملاتونین در پاسخ به تاریکی)
			تنظیم فعالیت های بدن با ترشح هورمون
دستگاه عصبی محیطی (۱۲ جفت عصب مغزی + ۳۱ جفت عصب نخاعی)	نخاع: در ستون مهره ها، از بصل النخاع تا مهره دوم کمر	بخش قشری (ماده سفید)	مسیر عبور پیام های حسی از اندام های بدن (به جز صورت) به مغز و ارسال پیام ها از مغز به اندام ها + مرکز برخی انعکاس های بدن (مثل تخلیه ادرار، عقب کشیدن دست)
		بخش مرکزی (ماده خاکستری)	
حرکتی	حسی	دریافت اثر محرک های خارجی، تبدیل اثر آن ها به پیام عصبی و ارسال پیام عصبی به دستگاه عصبی مرکزی	
		تنظیم فعالیت ماهیچه های اسکلتی	
	خودمختار (همواره غیر ارادی)	سمپاتیک (هم حس)	تنظیم فعالیت ماهیچه های صاف، قلبی و غدد: افزایش فشار خون، ضربان قلب و تعداد تنفس + افزایش جریان خون قلب و ماهیچه اسکلتی ← حالت آماده باش
		پاراسمپاتیک (پادهم حس)	تنظیم فعالیت ماهیچه های صاف، قلبی و غدد: کاهش فشار خون، ضربان قلب و افزایش فعالیت های گوارشی ← برقراری حالت آرامش در بدن

درسنامه ۱۴ ساختار دستگاه عصبی جانوران

تا این جا با ساختار دستگاه عصبی انسان آشنا شدیم. در ادامه، با ساختار دستگاه عصبی جانوران آشنا خواهیم شد.

دستگاه عصبی به مهرگان

هیدر



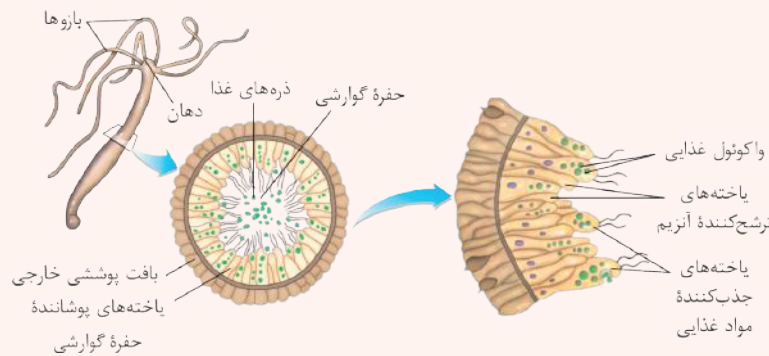
ساده‌ترین ساختار عصبی، شبکه عصبی در هیدر است. شبکه عصبی، مجموعه‌ای از نورون‌های پراکنده در دیواره بدن هیدر است که با هم ارتباط دارند. تحریک هر نقطه از بدن جانور، در همه سطح آن منتشر می‌شود. شبکه عصبی، یاخته‌های ماهیچه‌ای بدن را تحریک می‌کند.

نکته در هیدر، دستگاه عصبی فاقد تقسیم‌بندی مرکزی و محیطی است.

همه چیز درباره

هیدر

گوارش در حفره گوارشی [گفتار ۴ - فصل ۲ دهم] گوارش در بی‌مهرگانی مانند مرجان‌ها، در کیسه منشعبی به نام حفره گوارشی انجام می‌شود. این حفره، فقط یک سوراخ برای ورود و خروج مواد دارد. یاخته‌هایی در این حفره، آنزیم‌هایی ترشح می‌کنند که فرایند گوارش برون‌یاخته‌ای را آغاز می‌کنند. یاخته‌های این حفره، ذره‌های غذایی را با فاگوسیتوز دریافت می‌کنند. فرایند گوارش درون‌یاخته‌ای در کریچه‌های غذایی ادامه می‌یابد. ذرات غذایی با درون‌بری وارد یاخته می‌شوند.



تبادلات گازی [گفتار ۳ - فصل ۳ دهم] در تک‌یاخته‌ای‌ها و جانورانی مثل کرم پهن یا هیدر آب شیرین، گازها می‌توانند بین یاخته‌ها و محیط مبادله شوند. تبادل گازهای تنفسی در این جانداران، به روش انتشار انجام می‌شود.

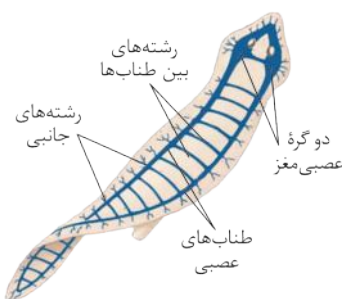
نکته هیدر، جانوری از گروه مرجانیان است و به شاخه کیسه‌تنان تعلق دارد.

گردش مواد در حفره گوارشی [گفتار ۴ - فصل ۴ دهم] در مرجانیان، مثل هیدر آب شیرین، کیسه گوارشی پر از مایعات، علاوه بر گوارش، وظیفه گردش مواد را نیز برعهده دارد.

نکته هیدر در آب شیرین زندگی می‌کند.

فرا نگه‌دار هیدر مهربان! بریم سراغ پلاناریا.

پلاناریا



در پلاناریا، دستگاه عصبی، شامل دو بخش مرکزی و محیطی است. بخش مرکزی دستگاه عصبی، شامل مغز، ۲ طناب عصبی موازی و رشته‌های کوچک بین طناب‌ها است. هر گره عصبی، مجموعه‌ای از جسم یاخته‌ای نورون‌هاست.

دو طناب عصبی موازی، بخش دیگری از دستگاه عصبی مرکزی را تشکیل می‌دهند. دو طناب عصبی موازی، با رشته‌هایی به هم متصل شده‌اند و ساختار نردبان‌مانندی را ایجاد کرده‌اند. در واقع مجموعه مغز و ساختار نردبان مانند، بخش مرکزی دستگاه عصبی را تشکیل می‌دهد. رشته‌های جانبی متصل به دستگاه عصبی مرکزی، بخش محیطی دستگاه عصبی را تشکیل می‌دهند.

همه چیز درباره

پلاناریا



گوارش در حفرة گوارشی [گفتار ۴ - فصل ۲ دهم] در برخی کرم‌های پهن، نظیر پلاناریا، گوارش با کمک حفرة گوارشی انجام می‌شود. در حفرة گوارشی پلاناریا، ابتدا حلق و سپس دهان وجود دارد. این حفرة گوارشی، در سراسر طول بدن کشیده شده است. مراحل گوارش نیز مشابه مرجانیان است؛ یعنی ابتدا گوارش برون‌یاخته‌ای انجام می‌شود و سپس با فاگوسیتوز، ذرات وارد یاخته‌های حفرة می‌شوند تا گوارش به صورت درون‌یاخته‌ای ادامه یابد.

تبادلات گازی [گفتار ۳ - فصل ۳ دهم] در تک‌یاخته‌ای‌ها و جانورانی مثل کرم پهن یا هیدر آب شیرین، گازها می‌توانند بین یاخته‌ها و محیط مبادله شوند. تبادل گازهای تنفسی در این جانداران، با روش انتشار انجام می‌شود.

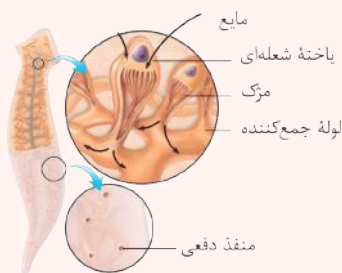
تکته پلاناریا نوعی کرم پهن است.

گردش مواد در حفرة گوارشی [گفتار ۴ - فصل ۴ دهم] در کرم‌های پهن آزادی مثل پلاناریا، انشعابات حفرة گوارشی به تمام نواحی بدن نفوذ می‌کند. به طوری که فاصله انتشار مواد تا یاخته‌ها بسیار کوتاه است. در این جانوران، حرکات بدن به جابه‌جایی مواد کمک می‌کند.

تکته پلاناریا، نوعی کرم پهن است که زندگی آزاد دارد و با کمک حفرة گوارشی، می‌تواند به گردش مواد و گوارش غذا بپردازد.

دفع و تنظیم اسمزی با پروتونفریدی [گفتار ۳ - فصل ۵ دهم] بیشتر بی‌مهرگان، دارای ساختار مشخصی برای دفع هستند. یکی از این ساختارها نفریدی است که برای دفع، تنظیم اسمزی یا هر دو مورد به کار می‌رود. نفریدی لوله‌ای است که با منفذی به بیرون باز می‌شود و ساده‌ترین نوع آن، پروتونفریدی، در پلاناریا وجود دارد. پروتونفریدی، شبکه‌ای از کانال‌هاست که از طریق منافذ دفعی به خارج بدن راه می‌یابند. کار اصلی پروتونفریدی در پلاناریا، دفع آب اضافی است و بیشتر دفع نیتروژن، از طریق سطح بدن انجام می‌شود. در طول کانال‌های پروتونفریدی، یاخته‌های شعله‌ای قرار دارند. مایعات بدن از فضای بین‌یاخته‌ای به یاخته‌های شعله‌ای وارد می‌شوند و ضربان مژه‌های این یاخته، مایعات را به کانال‌های دفعی هدایت، و از منافذ دفعی خارج می‌کند.

اینم از پلاناریا، حشرات و بقیه مهره‌داران از این فصل می‌مونن که تا آخر فط باهامون هستن.



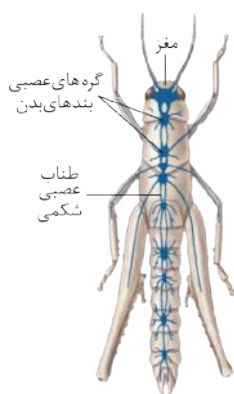
□ حشرات

در حشرات، دستگاه عصبی مرکزی شامل مغز و طناب عصبی شکمی است. مغز، از چند گره به هم جوش خورده تشکیل شده است. طناب عصبی شکمی، در طول بدن کشیده شده است و در هر بند از بدن، یک گره عصبی دارد. رشته‌های دستگاه عصبی محیطی نیز به گره‌های عصبی طناب عصبی شکمی متصل هستند. هر گره طناب عصبی، فعالیت ماهیچه‌های آن بند از بدن را تنظیم می‌کند.

تکته در حشرات و هیدر، رشته‌های عصبی در زائده‌های بدن (مثل پاها و بازوها) نیز گسترش پیدا کرده‌اند.

تکته در طناب عصبی حشرات و مهره‌داران، جسم یاخته‌ای وجود دارد.

تکته مغز حشرات، از چند گره به هم جوش خورده تشکیل شده است ولی مغز پلاناریا شامل دو گره جدا از هم است.



دستگاه عصبی مهره‌داران

در مهره‌داران، طناب عصبی، پشتی است و بخش جلویی آن برجسته شده و مغز را تشکیل می‌دهد. طناب عصبی درون سوراخ مهره‌ها و مغز درون جمجمه‌ای غضروفی یا استخوانی جای گرفته است. در مهره‌داران نیز دستگاه عصبی شامل دستگاه عصبی مرکزی و محیطی است. در بین مهره‌داران، اندازه نسبی مغز پستانداران و پرندگان (نسبت به وزن بدن) از بقیه بیشتر است.

آنچه خواهیم خواند [گفتار ۲ - فصل ۳ یازدهم] مهره‌داران اسکلت درونی دارند. در انواعی از ماهی‌ها مانند کوسه‌ماهی و سفره‌ماهی، جنس این اسکلت از نوع غضروفی است. ولی در سایر مهره‌داران، استخوانی است که غضروف نیز دارد.