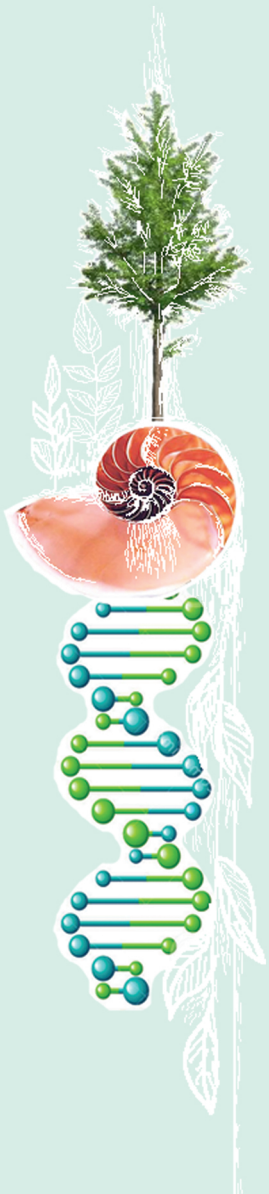


کتاب تست

زیست شناسی یازدهم

شیمی

رشته علوم تجربی

از مجموعه مرشد

مؤلفان:
سلیمان محبی
حکیمه حاتمی

مقدمه

به نام خداوند جان و خرد
کزین برتر اندیشه برنگذرد

با سلام و درود بر دوستان عزیز

زیست‌شناسی علاوه بر این‌که مهم‌ترین و تأثیرگذارترین درس گروه تجربی است، به علت ساختار منحصر به‌فرد خود، سخت‌ترین درس این گروه نیز به‌شمار می‌رود. لذا باید آن را با دقت خواند و نباید از هیچ‌کدام از مطالب ذکر شده در کتاب درسی به سادگی گذشت.

برای نوشتن کتاب «زیست یازدهم کیمیا» سختی‌های زیادی متحمل شدیم و تألیف کتاب مدت زیادی طول کشید اما حاصل کار، کتاب منحصر به‌فرد از نظر آموزش و بیان نکات کتاب زیست یازدهم شد. کتاب حاضر با کتاب‌های رنگارنگی که تا حالا دیده‌اید متفاوت است و در نوع خود بی‌نظیر؛ چراکه نگاهی متفاوت و ویژه به مفاهیم کتاب‌های درسی زیست‌شناسی یازدهم دارد.

کتابی که در دست دارید دارای ویژگی‌های بارز و محاسن فراوانی است که به برخی از آن‌ها اشاره می‌شود:

۱- نوع درسنامه‌ها: درس‌نامه‌های جامع به همراه نکات آموزشی ویژه با تصاویر مختلف و مرتبط با موضوع درس‌نامه‌ها از منابع علمی مختلف ارائه شده است. درسنامه‌هایی که نه صرفاً بیان جملات کتاب درسی یا خلاصه کتاب درسی باشند بلکه کاملاً موشکافانه، مفهومی و مقایسه‌ای مطالب کتب درسی را بررسی می‌کنند. هرجا لازم بود از کتاب دهم و علوم دوره راهنمایی و سایر فصول یازدهم مطالبی برای یادگیری بهتر آورده شده است. با خواندن درسنامه‌ها بسیاری از ابهام‌های کتاب درسی برطرف می شود و دانش‌آموز را بی نیاز از مطالعه کتاب‌های قطور رنگارنگ موجود در بازار می‌کند.

۲- داشتن شکل‌ها و جداول مقایسه‌ای ویژه و منحصر به‌فرد: می‌توان با جرأت گفت شکل‌های کتاب بی‌نظیر و حتی کم نظیر هستند. برای جمع‌آوری آنها از ده‌ها کتاب علمی معتبر به روز استفاده شده است. شکل‌هایی که بسیار آموزشی‌اند و در عین حال جذابیت کتاب را دوچندان کرده‌اند. خود این شکل‌ها به تنهایی به اندازه یک کتاب ارزش دارند. هر جا لازم شده مطالب به‌صورت جداول آموزشی برای یادگیری بهتر هم آورده شده است.

۳- بیان نکات مهم فعالیت‌ها و شکل‌های کتاب درسی: یکی دیگر از ویژگی‌های منحصربفرد کتاب این است که تمامی نکات شکل‌های کتاب درسی و حتی فعالیت‌های کتاب و هم‌چنین پاسخ فعالیت‌ها به‌صورت نکات ارائه شده‌اند.

۴- نوع تست‌ها: دانش‌آموز پس از خواندن کتاب درسی و درسنامه‌ها باید به سراغ تست‌ها برود. همه نکات لازم برای آموزش در درسنامه‌ها ارائه نشده است. بلکه برخی از نکات آموزشی خوب در تست‌ها هم گنجانده شده است. با حل تست‌ها نکات جدیدی یاد گرفته خواهد شد. بنابراین هنگام تست زنی به هیچ وجه درصد گیری و زمان گیری نشود. مهم این است که نکات آن تست را یاد بگیرد. بنابراین اگر شما بهترین درسنامه‌ها را هم که داشته باشید بازهم آموزش شما کامل نشده و باید تست بزنید. در پایان هر فصل تست‌های سراسری هم تا امسال بررسی شده‌اند.

تشکر و سپاس ویژه

- از تمامی همکاران و اساتید بزرگوارم از سرتاسر نقاط ایران‌زمین که ما را با نکته‌نظرات خود مورد لطف و حمایت قرار داده‌اند؛ به‌خصوص از استاد جلیلیان از خرمشهر و استاد رستمی از دلفان و سرکار خانم نسرین هاشمی.
- از سرکارخانم رادمنش و استاد عذار به خاطر تصاویر تشریح مغز و چشم
- از اساتید مشاوری که همراهی‌ام کرده‌اند به‌خاطر حمایت‌های بی‌دریغشان: علی سلیمانی، دکتر رضا اسلامی، امیر گنجعلی‌زاده و حسین فرهودی.
- از مدیران محترم مدارس به‌ویژه آقای یداله‌زاده، دکتر تاری و ...
- از برادر بزرگوار جناب آقای مهندس هادی عزیززاده دبیر مجموعه که زمینهٔ تدوین و نشر کتاب را فراهم آورده‌اند و دغدغه‌ای جز خدمت به فرزندان ایران سربلند را ندارند.
- از تمامی عزیزان و دانش‌آموزان خوبم چه پسر و چه دختر از سراسر کشور به‌خصوص از دانش‌آموزان سینا رحیمی، نیما پاکباز، علی زرینه‌نیا، سیدکسری پیراهش، عطا میرزایی و پوریا مهرآذین و سایر دانش‌آموزان و دوستانی که اسامی همهٔ آن‌ها در ذهنم نیست...
- از یکایک پرسنل صمیمی انتشارات مبتکران به‌ویژه از آقای حسین کشتی‌کار (صفحه‌آرا)، طوبی عینی‌پور (ویراستار)، زهرا گودرز و سمانه مسروری (گرافیست)، بهاره خُدامی (گرافیست) و مینا هرمزی (طراح جلد) و آسیه فلاح(هماهنگی)
- در خاتمه تشکر و سپاس ویژه از همسر عزیز و دو فرشتهٔ زندگی‌ام علی و مریم که از فرصت‌هایی که متعلق به آن‌ها بود، گذشت کردند تا چنین کتابی به نگارش درآید.

کلام آخر این‌که از همهٔ صاحب‌نظران، دبیران و دانش‌آموزان گرامی تقاضا دارم در صورت مشاهدهٔ هر گونه کاستی، آن را منعکس فرمایند و ما را از دعای خیر خویش فراموش نکنند.

پیروز باشید

سلیمان محبی

فهرست

عنوان	صفحه
مقدمه	۳
فصل اوّل: تنظیم عصبی	
گفتار ۱ : یاخته‌های بافت عصبی	۷
گفتار ۲ : ساختار دستگاه عصبی	۲۶
پرسش‌های چهارگزینه‌ای فصل اوّل	۵۵
فصل دوم: حواس	
گفتار ۱ : گیرنده‌های حسی	۷۳
گفتار ۲ : حواس ویژه	۸۰
گفتار ۳ : گیرنده‌های حسی در جانوران	۱۰۴
پرسش‌های چهارگزینه‌ای فصل دوم	۱۱۰
فصل سوم: دستگاه حرکتی	
گفتار ۱ : استخوان‌ها و اسکلت	۱۲۷
گفتار ۲ : ماهیچه و حرکت	۱۴۰
پرسش‌های چهارگزینه‌ای فصل سوم	۱۵۵
فصل چهارم: تنظیم شیمیایی	
گفتار ۱ : ارتباط شیمیایی	۱۶۵
گفتار ۲ : غدّه‌های درون‌ریز	۱۷۱
پرسش‌های چهارگزینه‌ای فصل چهارم	۱۹۸
فصل پنجم: ایمنی	
گفتار ۱ : نخستین خط دفاعی: ورود ممنوع	۲۱۲
گفتار ۲ : دومین خط دفاعی: واکنش‌های عمومی اما سریع	۲۲۲
گفتار ۳ : سومین خط دفاعی: دفاع اختصاصی	۲۳۸
پرسش‌های چهارگزینه‌ای فصل پنجم	۲۵۳
فصل ششم: تقسیم سلول	
گفتار ۱ : کروموزوم	۲۷۱
گفتار ۲ : میتوز	۲۸۰
گفتار ۳ : میوز و تولیدمثل جنسی	۲۹۲
پرسش‌های چهارگزینه‌ای فصل ششم	۳۰۴

عنوان	صفحه
فصل هفتم: تولید مثل	
گفتار ۱ : دستگاه تولیدمثل در مرد	۳۱۹
گفتار ۲ : دستگاه تولیدمثل در زن	۳۳۰
گفتار ۳ :رشد و نمو جنین	۳۴۴
گفتار ۴ : تولیدمثل در جانوران	۳۵۴
پرسش‌های چهارگزینه‌ای فصل هفتم	۳۶۲
فصل هشتم: تولیدمثل نهاندانگان	
گفتار ۱ : تولیدمثل غیرجنسی	۳۸۰
گفتار ۲ : تولیدمثل جنسی	۳۸۷
گفتار ۳ : از سلول تخم تا گیاه	۳۹۸
پرسش‌های چهارگزینه‌ای فصل هشتم	۴۰۹
فصل نهم: پاسخ گیاهان به محرک‌ها	
گفتار ۱ : تنظیم‌کننده‌های رشد در گیاهان	۴۲۵
گفتار ۲ : پاسخ به محیط	۴۳۶
پرسش‌های چهارگزینه‌ای فصل نهم	۴۴۹
پاسخ‌نامه	
فصل اوّل	۴۵۸
فصل دوم	۴۶۵
فصل سوم	۴۷۳
فصل چهارم	۴۷۷
فصل پنجم	۴۸۴
فصل ششم	۴۹۵
فصل هفتم	۵۰۱
فصل هشتم	۵۱۱
فصل نهم	۵۲۰

فصل اول

تنظیم عصبی

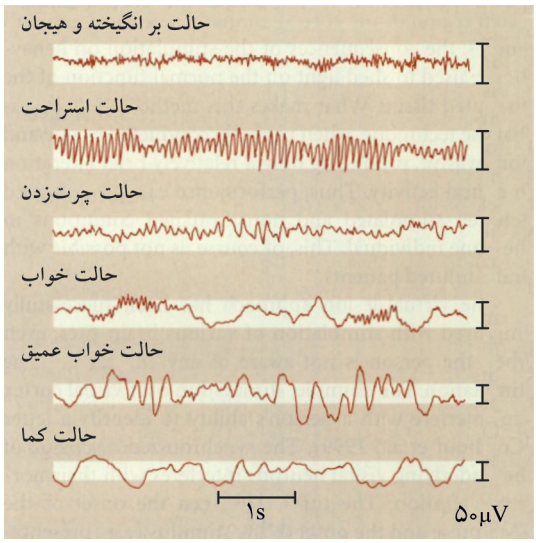
مقدمه

متخصصان برای بررسی فعالیت‌های مغز از نوار مغزی استفاده می‌کنند. نوار مغزی، جریان الکتریکی ثبت‌شده نورون‌های(سلول‌های عصبی) مغز است.

توجه نوار مغزی جریان الکتریکی ثبت‌شده سلول‌های عصبی مغز است نه سلول‌های پشتیبان.

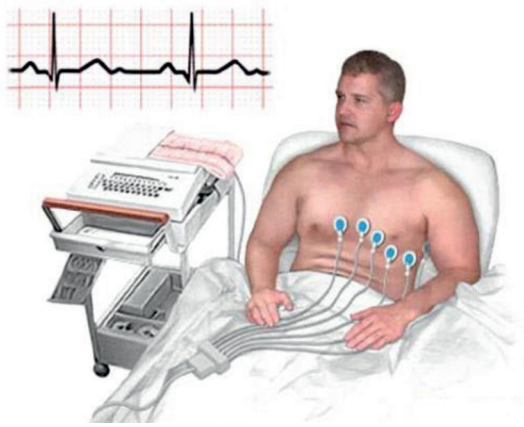
توجه متخصصان از این منحنی‌ها برای تشخیص بیماری‌های مغز استفاده می‌کنند.

خارج از گود: ثبت نوارمغزی (الکتروآنسفالوگرافی): فعالیت الکتریکی مغز را می‌توان با دستگاه الکتروآنسفالوگراف ثبت و اندازه‌گیری کرد و الکترودهای دستگاه را به پوست سر متصل می‌کنند. جریان الکتریکی مغز به شکل منحنی‌های الکتروآنسفالوگرام (نوارمغز) روی نوار کاغذی یا صفحه نمایش دستگاه ثبت می‌شود.



مروری بر گذشته {فصل ۴ کتاب دهم} جریانات الکتریکی قلب (منشأ آن گرهٔ سینوسی ـ دهلیزی است) از طریق الکترودهایی که در قسمت‌های مختلف پوست بدن قرار می‌دهند، توسط دستگاه الکتروکاردیوگراف به شکل یک منحنی به نام الکتروکاردیوگرام بر روی کاغذ مخصوص ترسیم یا روی صفحهٔ حساس نمایشگر نشان داده می‌شود.

توجه متخصصان از این منحنی‌ها برای تشخیص بیماری‌های قلبی استفاده می‌کنند.



گفتار ۱ سلول‌های بافت عصبی

دستگاه عصبی از بافت عصبی و غیرعصبی تشکیل شده است. از بافت‌های غیرعصبی این بافت می‌توان به بافت پیوندی و پوششی اشاره کرد.
بافت عصبی از نورون‌ها (سلول‌های عصبی) و سلول‌های پشتیبان (سلول‌های غیرعصبی) تشکیل شده است.

مروری بر گذشته {فصل ۱ کتاب دهم} تعدادی سلول با یکدیگر همکاری می‌کنند و یک بافت را به وجود می‌آورند.

مروری بر گذشته {فصل ۱کتاب دهم} بافت یکی از سطوح سامان‌یابی حیات می‌باشد.

سلول عصبی

سلول‌های عصبی نورون نام دارند و کاملاً تخصص یافته‌اند؛ به عبارت دیگر واحد ساختاری یا واحد عملی دستگاه عصبی‌اند. این سلول‌ها به ندرت تقسیم می‌شوند.

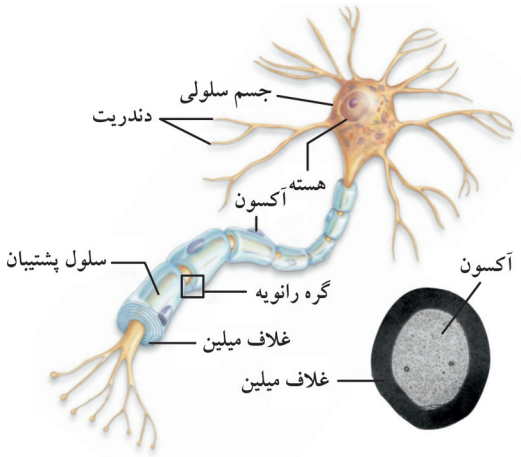
عملکرد

سلول‌های عصبی دارای چندین عملکرد هستند؛ تحریک پذیری، تولید پیام عصبی، هدایت پیام عصبی و انتقال پیام عصبی

ساختار

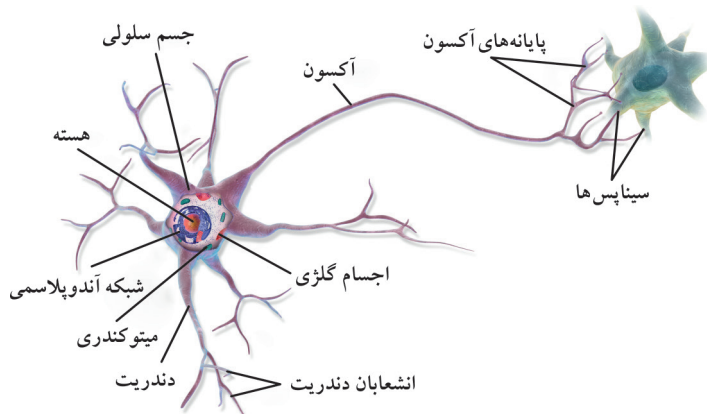
سلول عصبی از بخش‌های دندریت، جسم سلولی وآکسون تشکیل شده است.

- دندریت‌ها رشته‌هایی‌اند که پیام عصبی را دریافت و به جسم سلولی سلول عصبی وارد می‌کنند.
- جسم سلولی محل قرار گرفتن هسته و انجام سوخت وساز سلول‌های عصبی است و می‌تواند پیام را نیز دریافت کند (در سیناپس آکسون به جسم سلولی).
- آکسون‌ها رشته‌هایی‌اند که پیام عصبی را از جسم سلولی تا انتهای خود که پایانه آکسون نام دارد، هدایت می‌کنند.



توجه دندریت‌ها نزدیک کنندهٔ پیام عصبی به جسم سلولی و آکسون دور کنندهٔ پیام عصبی از جسم سلولی‌اند.

توجه هسته فقط در جسم سلولی قرار دارد ولی اندامک‌ها علاوه بر هسته در رشته‌ها هم مشاهده می‌شوند؛ به‌ویژه اندامک میتوکندری در پایانهٔ آکسون زیاد است.



غلاف میلین

سلول‌های عصبی، بخشی به نام غلاف میلین دارند. این غلاف رشته‌های آکسون و دندریت بسیاری از سلول‌های عصبی را می‌پوشاند و آن‌ها را عایق‌بندی می‌کند.

غلاف میلین در طول رشته‌ها پیوسته نیست بلکه در فواصل منظم قطع می‌گردد (تشکیل نمی‌گردد). هر یک از این بخش‌ها را گره‌های رانویه می‌نامند.

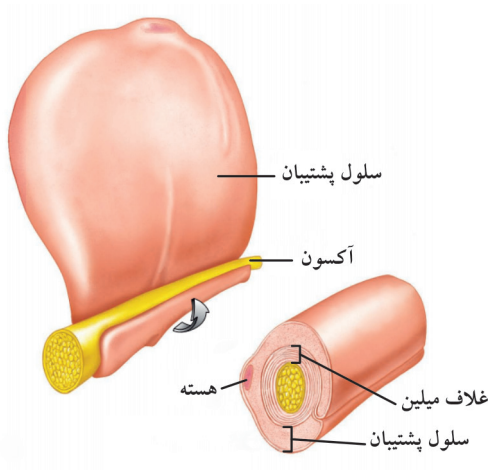
توجه *در محل گره‌های رانویه غشاء رشته (غشاء آکسون یا غشاء دندریت) به دلیل نبود غلاف میلین در تماس با مایع اطراف آن (مایع بین سلولی) است.*

توجه *بعضی از سلول‌های عصبی در اطراف رشته‌های عصبی خود غلاف میلین ندارند (مانند نورون‌های رابط)*

تشکیل غلاف میلین

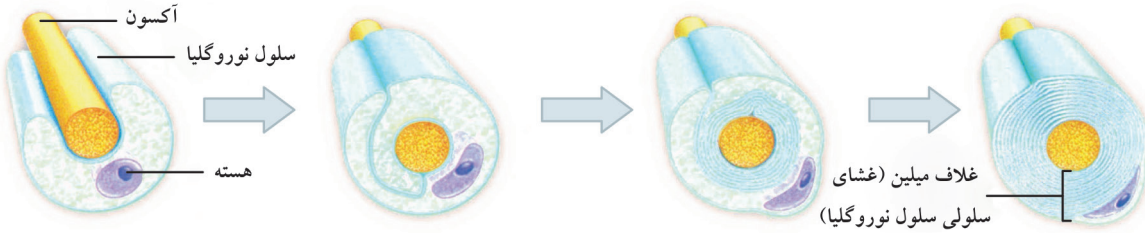
غلاف میلین را سلول‌های پشتیبان بافت عصبی می‌سازند. سلول پشتیبان به دور بخشی از رشته سلول عصبی می‌پیچد و غلاف میلین را به وجود می‌آورد.

غلاف میلین در اصل غشای سلولی سلول پشتیبان است که چندین دور اطراف دندریت یا آکسون می‌پیچد و چندین لایهٔ فشرده به‌وجود می‌آورد. پیچیدن غشای سلول پشتیبان، غلاف میلین را ایجاد می‌کند. آخرین لایهٔ پیچیده شده در اطراف رشته‌ها دارای سیتوپلاسم و هسته می‌باشد (همیشه هستهٔ سلول پشتیبان در سمت بیرونی قرار دارد). پس میلین قدرت ترمیم خود را خواهد داشت.



توجه *جنس غلاف میلین همان جنس غشای سلولی است، پس غلاف میلین در ساختار خود دارای فسفولیپید، پروتئین و کلسترول و حتی کربوهیدرات می‌باشد.*

توجه *غلاف میلین به جهت این که در اطراف رشته‌ها تشکیل می‌شود، باعث کاهش سطح تماس غشای رشته‌های عصبی با مایع بین سلولی می‌شود.*



نقش غلاف میلین

غلاف میلین دارای دو نقش مهم می‌باشد:

۱) عایق بندی کردن رشته‌های اکسون و دندریت

۲) افزایش سرعت هدایت پیام عصبی در طول دندریت و اکسون (هدایت جهشی پیام عصبی)

تغییرات غلاف میلین

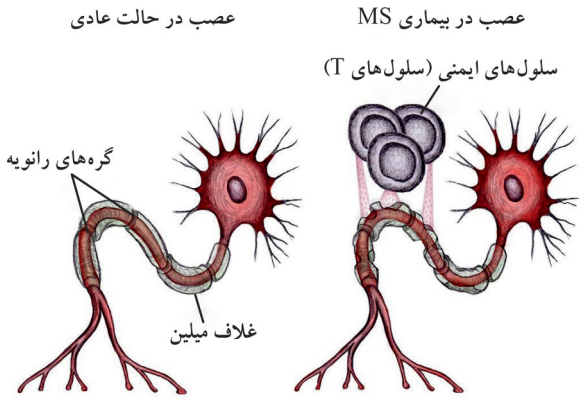
کاهش یا افزایش میزان میلین به بیماری منجر می‌شود (به‌هم خوردن هم ایستایی). مثلاً

◈ **در بیماری MS کاهش میزان میلین به بیماری منجر می‌شود.**

■ در بیماری MS سلول‌های پشتیبانی که در سیستم عصبی مرکزی میلین می‌سازند (نه سیستم عصبی محیطی)، از بین می‌روند. در نتیجه ارسال پیام‌های عصبی به درستی انجام نمی‌شود. بینایی (تاری دید و دوبینی) و حرکت، مختل و فرد دچار بی‌حسی و لرزش می‌شود.

■ بیماری MS نوعی بیماری خودایمنی است که در آن میلین اطراف سلول های عصبی در مغز و نخاع مورد حمله دستگاه ایمنی قرار می‌گیرد و در قسمت‌هایی از بین می‌رود. بدین ترتیب، در ارتباط دستگاه عصبی مرکزی با بقیه بدن اختلال ایجاد می‌شود.

■ در این بیماری نه تنها سرعت هدایت پیام عصبی در برخی از سلول‌های عصبی کاهش می‌یابد، بلکه ارسال پیام عصبی به ماهیچه‌های اسکلتی هم به درستی انجام نمی‌شود.



◈ **در بیماری اوتیسم افزایش میزان میلین به بیماری منجر می‌شود.**

در بیماری اوتیسم (نوعی اختلال رشدی است که با رفتارهای ارتباطی، کلامی غیر طبیعی مشخص می‌شود) افزایش میزان میلین به بیماری منجر می‌شود.

سلول‌های پشتیبان(نوروگلیا)

سلول پشتیبان، سلول غیرعصبی در بافت عصبی‌اند. این سلول‌ها دارای ویژگی‌های زیر هستند:

◈ توانایی تولید و هدایت پیام عصبی را ندارند. ← پس هر سلول بافت عصبی توانایی تولید پیام عصبی را ندارد.

◈ تعداد این سلول‌ها زیادتر از تعداد نورون‌ها ولی اندازهٔ کوچک دارند. ← انواع مختلف دارند.

◈ برخلاف اغلب نورون‌ها دارای توانایی تقسیم هستند.

◈ وظایف این سلول‌ها متعدد و متفاوت است:

■ داربست‌هایی برای استقرار سلول‌های عصبی ایجاد می‌کنند.

■ در پیرامون آکسون و دندریت‌ها می‌پیچند و آن‌ها را عایق می‌کنند (تولید غلاف میلین).

■ نقش محافظت و دفاع از سلول‌های عصبی را برعهده دارند(بیگانه خواری).

■ در حفظ هم ایستایی مایع اطراف سلول‌های عصبی (مثل حفظ مقدار طبیعی یون‌ها) نقش دارند.

یادمان باشد

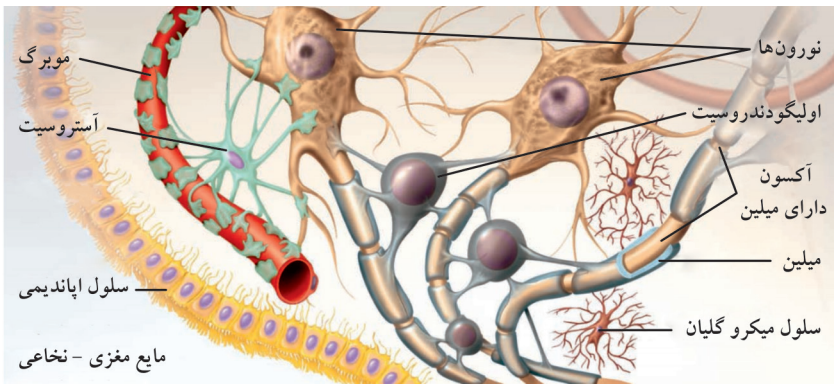
نوروگلیاها انواع مختلف دارند و همهٔ وظایف را یک نوع سلول پشتیبان انجام نمی‌دهد.

همهٔ نوروگلیاها سلول‌های غیرعصبی هسته‌دار هستند.

اغلب سلول‌های عصبی در اطراف خود دارای غلاف میلین هستند.

سلول‌های نوروگلیا با تولید غلاف میلین در انجام فعالیت‌های انعکاسی نقش مؤثری دارند. همچنین فعالیت همهٔ سلول‌های عصبی تحت تأثیر این سلول‌ها قرار می‌گیرند.

تقسیم سلولی در سلول‌های نوروگلیا صورت می‌گیرد ولی در نورون‌ها تقسیم سلولی به ندرت صورت می‌گیرد.



انواع سلول‌های پشتیبان و وظایف آن‌ها			
نوع سلول	دستگاه عصبی	وظیفه کلی	وظیفه جزئی
الیگودندروسیت	مرکزی	تولید غلاف میلین	تولید غلاف میلین
شوان	محیطی	تولید غلاف میلین	تولید غلاف میلین
اپاندیمی	مرکزی	حفاظت و دفاع	تولید مایع مغزی- نخاعی و حرکت آن
آستروسیت	مرکزی	تغذیه و حفاظت ایجاد داربست برای استقرار حفظ هم ایستایی	ایجاد سد خونی – مغزی، جذب ناقل‌های عصبی مازاد، اتصال سلول‌های عصبی به نرم شامه و مویرگ ها و تنظیم غلظت‌های یونی خارج سلولی اطراف نورون‌ها
میکروگلیال	مرکزی	حفاظت و دفاع	دارای نقش بیگانه خواری (فاگوسیتوز باکتری‌ها و خرده‌های سلولی)
استایلت	محیطی	ایجاد داربست برای استقرار حفظ هم ایستایی	حمایت ساختاری و متابولیکی

مقایسه سلول عصبی و پشتیبان		
مورد مقایسه	سلول عصبی	سلول پشتیبان
نوع سلول	عصبی	غیرعصبی
از سلول‌های بافت	عصبی	عصبی
وظایف	متعدد(گفته شده در متن درس)	متعدد (گفته شده در متن درس)
تعداد	کم	زیاد
اندازه	بزرگ	کوچک
انواع براساس کتاب	سه نوع	متعدد
تولید غلاف میلین	ندارد	دارد
ژن تولید غلاف میلین	دارد	دارد
توانایی تقسیم	به ندرت	دارد
تولید پیام عصبی	دارد	ندارد
بیماری	مانند آلزایمر	مالتیپل اسکلروزیس
کاربرد در تهیه کاریوتیپ	ندارد	دارد
ژنوم	دارد (هسته‌ای و سیتوپلاسمی)	دارد(هسته‌ای و سیتوپلاسمی)

انواع سلول‌های عصبی در بدن انسان

الف) بر اساس عملکرد

۱) نورون حسی

سلول‌های عصبی حسی، پیام‌ها را از گیرنده‌های حسی دریافت و آنها را به سوی دستگاه عصبی مرکزی (مغز و نخاع) می‌آورند. در این سلول‌ها

- **دندریت** بلند، میلین‌دار و متصل به سلول گیرنده می‌باشد (در ابتدای گروهی از نورون‌های حسی گیرنده وجود دارد).
- **جسم سلولی** در خارج از دستگاه عصبی مرکزی واقع است.
- **اکسون** کوتاه، میلین‌دار و سیناپس با دندریت نورون رابط یا دندریت نورون حرکتی دارد.

نکته اغلب نورون‌های حسی در اطراف دندریت و آکسون خود دارای غلاف میلین هستند. نورون‌های حسی شبکیه چشم و گیرنده‌های بویایی سقف بینی فاقد غلاف میلین هستند.

نکته نورون حسی معمولاً دندریت بلند و آکسون کوتاه دارد. دندریت نورون حسی بویایی کوچکتر از آکسون آن است.

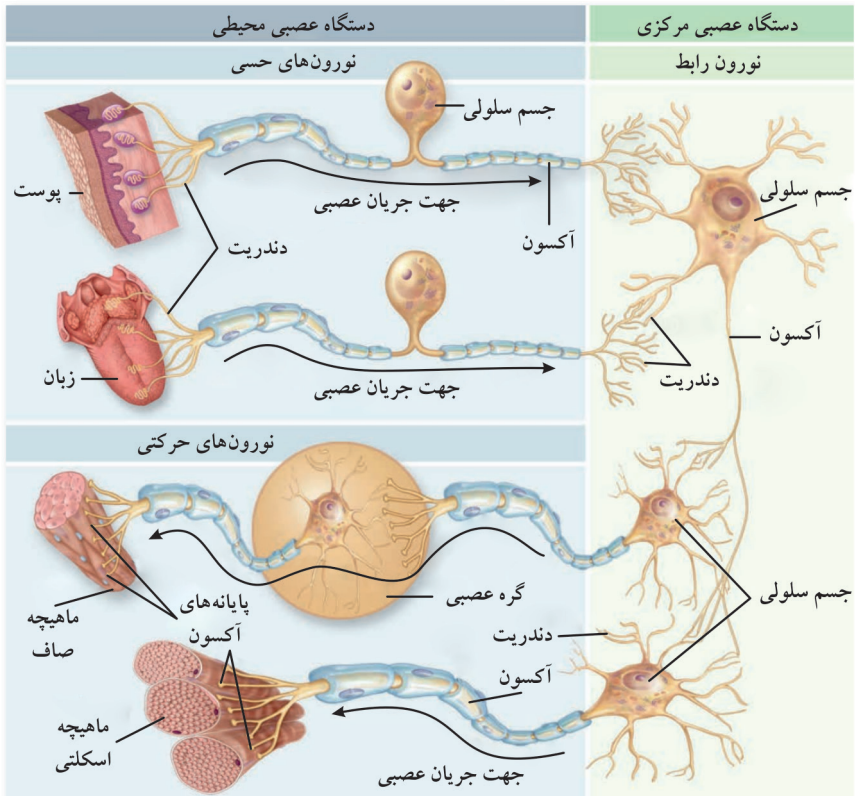
۲) نورون حرکتی

سلول‌های عصبی حرکتی وظیفه انتقال پیام‌های (فرمان‌های) مغز و نخاع به اندام‌ها (ماهیچه‌ها یا غدد) را بر عهده دارند. در این سلول‌ها

- **دندریت** کوتاه، بدون میلین و سیناپس با اکسون نورون حسی یا اکسون نورون رابط دارد.
- **جسم سلولی** در دستگاه عصبی مرکزی واقع است.
- **اکسون** بلند، میلین‌دار و سیناپس با سلول عضلانی یا سلول ترشحی دارد.

نکته آکسون نورون حرکتی بلندتر از دندریت آن است و در اطراف خود دارای غلاف میلین است؛ پس فقط در آکسون نورون حرکتی گره رانویه وجود دارد.

نکته در دندریت نورون حرکتی غلاف میلین وجود ندارد؛ پس سرعت هدایت پیام عصبی در آن کمتر از آکسون آن است.



نورون رابط

نورون‌های رابط وظیفهٔ فراهم کردن ارتباط لازم بین نورون‌های حسی و حرکتی را برعهده دارند. در این سلول‌ها:

- **دندریت** کوتاه، پرانشعاب، بدون میلین و سیناپس با اکسون نورون حسی یا اکسون نورون رابط دارد.
- **جسم سلولی** در دستگاه عصبی مرکزی واقع است.
- **اکسون** بلند، پرانشعاب، بدون میلین و سیناپس با دندریت نورون حرکتی یا دندریت نورون رابط دارد.

یادمان باشد

- سلول‌های عصبی رابط فقط در مغز و نخاع قرار دارند.
- نورون رابط فاقد میلین و گره رانویه است و در بخش خاکستری نخاع واقع‌اند (بعضی از نورون‌های رابط دارای میلین هستند).
- سرعت هدایت پیام عصبی در نورون‌های رابط از نورون حسی و حرکتی کم‌تر است.
- نورون‌های رابط کوتاه‌تر از سایر نورون‌ها هستند.

- سلول‌های عصبی رابط، نسبت به سلول‌های عصبی حسی و حرکتی کوتاه‌اند. پس این سلول‌ها دندریت و آکسون کوتاه‌تری نسبت به سلول‌های دیگری عصبی دارند هر چند آکسون بلندی نسبت به دندریت خود دارند.
- الزاماً بعد از نورون حسی، نورون رابط وجود ندارد. نورون‌های حسی و حرکتی می‌توانند مستقیماً با یکدیگر سیناپس تشکیل دهند.
- نورون‌ها رابط فقط در بخش مرکزی دستگاه عصبی قرار دارند. ولی بخش‌هایی از نورون‌های حسی و حرکتی در دستگاه عصبی مرکزی و بخشی دیگر در دستگاه عصبی محیطی قرار دارد.
- هر سلول عصبی فقط دارای یک آکسون و یک جسم سلولی است ولی پایانه آکسون در همهٔ نورون‌ها متعدداند، لذا هر آکسون می‌تواند با چند سلول دیگر ارتباط برقرار کند.

ب) بر اساس ساختار پایه

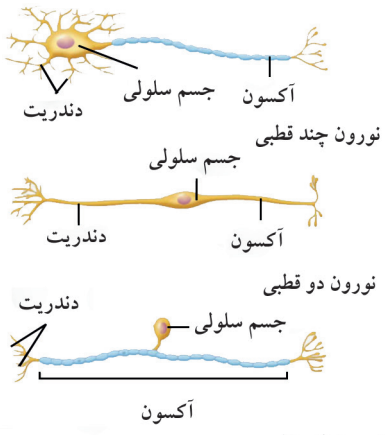
نورون تک قطبی

در این نوع نورون‌ها (مانند نورون‌های حسی نخاع، گیرنده‌های فشارخون در قوس آئورت) از یک قسمت جسم سلولی یک شاخه خارج می‌شود و خود آن به دوشاخه تقسیم می‌شود. این دوشاخه ازنظر ساختاری شبیه آکسون هستند. یکی از شاخه‌ها پیام عصبی را به جسم سلولی منتقل می‌کند (به‌عنوان دندریت) و دیگری پیام را از جسم سلولی دور می‌کند (به‌عنوان آکسون).

توجه بسیاری از نورون‌های حسی یک‌قطبی‌اند.

نورون دوقطبی

در این نوع نورون‌ها (مانند نورون‌های دوقطبی شبکیه چشم و بویایی)، دندریت و آکسون از دو قطب جسم سلولی خارج می‌شود.



انواع نورون بر اساس ساختار پایه

نورون چندقطبی

در این نوع نورون‌ها (مانند نورون‌های چندقطبی هیپوتالاموس، شبکیه چشم، بخش قشری مخ و ...)، چندین شاخه از جسم سلولی خارج می‌شود.

توجه بسیاری از نورون‌های حرکتی و همه نورون‌های رابط چندقطبی‌اند.

ج) بر اساس پوشش

بعضی از سلول‌های عصبی مانند نورون‌های حسی و حرکتی دارای پوشش میلینی و بعضی دیگر از سلول‌های عصبی مانند نورون‌های رابط فاقد پوشش میلینی هستند.

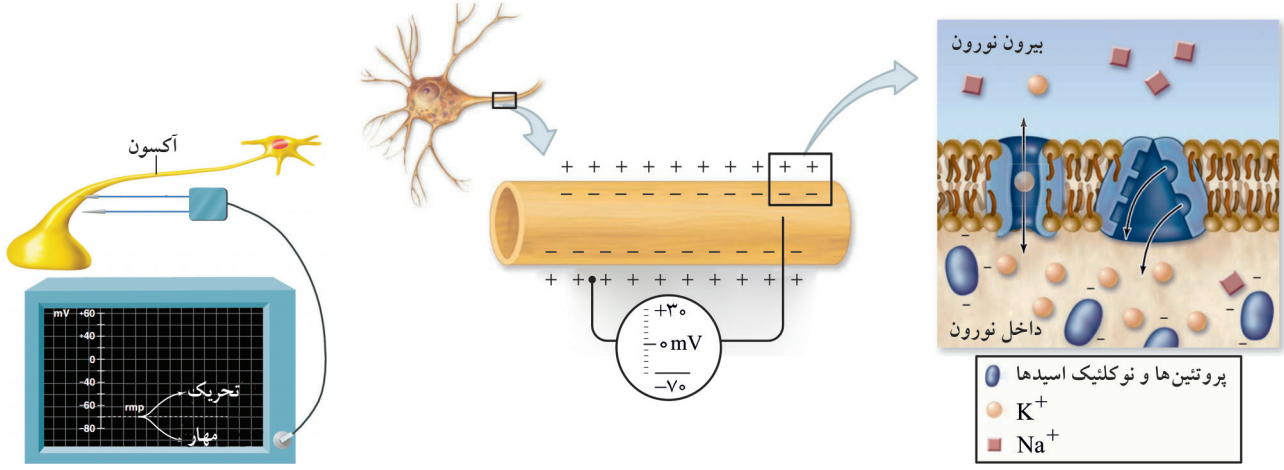
پیام عصبی

پیام عصبی در اثر تغییر مقدار یون‌ها در دو سوی غشای سلول عصبی به وجود می‌آید. از آنجا که مقدار یون‌ها در دو سوی غشا یکسان نیستند، بار الکتریکی در دو سوی غشای سلول عصبی، متفاوت است. در نتیجه بین دو سوی غشاء، اختلاف پتانسیل الکتریکی وجود دارد. این اختلاف پتانسیل الکتریکی به دو صورت پتانسیل آرامش و پتانسیل عمل می‌باشد.

پتانسیل آرامش

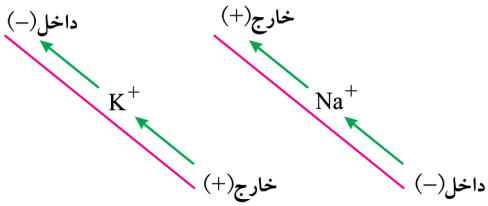
تعریف: وقتی سلول عصبی فعالیت عصبی ندارد، در دو سوی آن اختلاف پتانسیل الکتریکی حدود ۷۰- میلی ولت برقرار است. به این اختلاف پتانسیل، پتانسیل آرامش(پتانسیل استراحت) می‌گویند.

وضعیت پتانسیل الکتریکی بین دو سوی غشاء در حالت پتانسیل آرامش: درون غشاء نسبت به بیرون منفی‌تر است و علت این امر عدم توازن بارهای الکتریکی در دو سوی غشا می‌باشد.



دلایل منفی بودن درون نورون (عوامل دخیل در ایجاد پتانسیل آرامش)

۱) نفوذپذیری انتخابی غشاء سلول عصبی



- در حالت پتانسیل آرامش، مقدار یون‌های سدیم در بیرون غشای سلول‌های عصبی زنده از داخل آن بیشتر است و در مقابل مقدار یون‌های پتاسیم در درون سلول، از بیرون آن بیشتر است.
- در غشای سلول‌های عصبی انواعی از مولکول‌های پروتئینی وجود دارندکه به عبور یون‌های سدیم و پتاسیم از غشا کمک می‌کنند. از این پروتئین‌ها می‌توان به کانال‌های نشتی، کانال‌های دریچه‌دار و پمپ سدیم- پتاسیم اشاره کرد.

کانال‌های نشتی

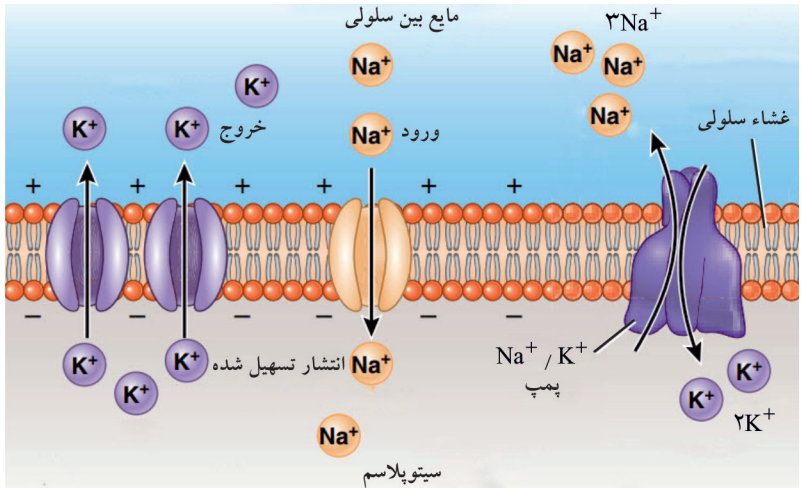
کانال‌های نشتی یکی از انواع مولکول‌های پروتئینی در غشای سلول‌ها از جمله سلول‌های عصبی می‌باشند که یون‌ها از آن‌ها بدون مصرف انرژی می‌توانند منتشر شوند. از راه این کانال‌ها، یون‌های پتاسیم خارج و یون سدیم به درون سلول عصبی وارد می‌شوند. مقدار یون‌های پتاسیم خارج‌شده از سلول بیش‌تر از تعداد یون‌های سدیم واردشده به درون سلول است. درنتیجه خروج زیاد یون‌های پتاسیم از سلول عصبی (و همچنین وجود آنیون‌های منفی در داخل سلول عصبی) داخل سلول در مقایسه با خارج آن منفی‌تر می‌گردد.

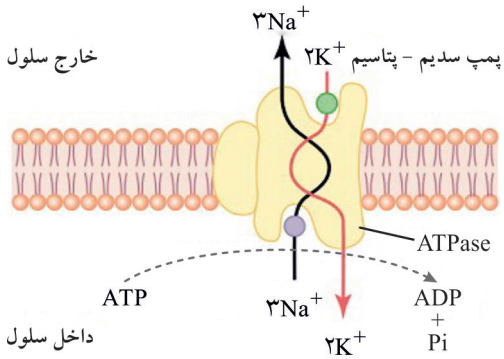
توجه در غشای سلولی نورون فراوان‌ترین کانال‌های نشتی مربوط به یون پتاسیم است.

توجه به دلیل نفوذپذیری زیاد غشاء سلول نسبت به یون پتاسیم، تعداد یون‌های پتاسیم خروجی بیشتر از تعداد یون‌های سدیم ورودی است.

یادمان باشد

- کانال‌های نشتی از نوع پروتئین‌های سرتاسری هستند و اختصاصی عمل می کنند.
- کانال‌های نشتی مربوط به یون‌های سدیم و پتاسیم در پتانسیل آرامش فاقد دریچه‌اند (از کانال‌های همیشه باز).
- عبور یون‌های سدیم و پتاسیم از کانال‌های نشتی از طریق انتشار تسهیل شده صورت می گیرد. پس عبور این یون‌ها از کانال‌های نشتی بدون مصرف انرژی ATP و در جهت شیب غلظت صورت می گیرد.





۲) فعالیت پمپ سدیم - پتاسیم

پمپ سدیم - پتاسیم، پروتئین دیگری است که در غشاء سلول‌ها از جمله سلول‌های عصبی وجود دارد. این پمپ برای فعالیت خود(انتقال فعال) از انرژی مولکول ATP استفاده می‌کند و در هر بار فعالیت، سه یون سدیم از سلول عصبی خارج و دو یون پتاسیم وارد آن می‌شوند.

با فعالیت پمپ سدیم - پتاسیم غلظت یون سدیم در خارج و غلظت یون پتاسیم در داخل سلول بیشتر می‌شود. پس داخل غشاء نورون در پتانسیل آرامش منفی می‌گردد.

نکته پمپ سدیم - پتاسیم با مصرف ATP انتقال یون‌ها را برخلاف شیب غلظت یون‌ها انجام می‌دهد.

نکته در هنگام پتانسیل استراحت، کانال‌های دریچه‌دار سدیم و پتاسیم بسته‌اند و پمپ سدیم - پتاسیم فعال است.

پمپ‌ها

پمپ‌ها همانند کانال‌ها از نوع پروتئین‌های سرتاسری هستند و اختصاصی عمل می‌کنند. پمپ‌ها طی فرایند انتقال فعال، موادی را برخلاف شیب غلظت با صرف انرژی زیستی جابه‌جا می‌کنند. در غشای سلول‌ها انواع پمپ وجود دارد.

پمپ سدیم - پتاسیم

- پمپ سدیم - پتاسیم در غشا انواع سلول‌های بدن ما از جمله سلول‌های عصبی و سلول‌های پوششی روده و... وجود دارد. این پمپ برای فعالیت خود (انتقال فعال) از انرژی مولکول ATP استفاده می‌کند.
- در این پمپ هر کدام از یون‌های سدیم و پتاسیم به جایگاه‌های خاص خود در پمپ متصل می‌شوند و با تجزیه یک مولکول ATP انرژی لازم برای جابجایی ۵ یون تأمین می‌شود (در هر بار فعالیت این پمپ با مصرف یک مولکولATP، سه یون سدیم از سلول خارج و دو یون پتاسیم وارد آن می‌شود). برای جابه‌جایی یون‌ها توسط پمپ سدیم - پتاسیم ساختار سه بعدی آن (به صورت طبیعی) تغییر می‌کند. توجه داشته باشیم که جابه‌جایی ۵ یون به صورت همزمان انجام نمی‌گیرد.

◈ تغییر ساختار سه بعدی پمپ می‌تواند در افزایش دمای زیاد بدن (تب‌های شدید) و یا تغییر شدیدPH محیط صورت بگیرید که باعث ناکارآمدی پروتئین ساختار پمپ می‌شود.

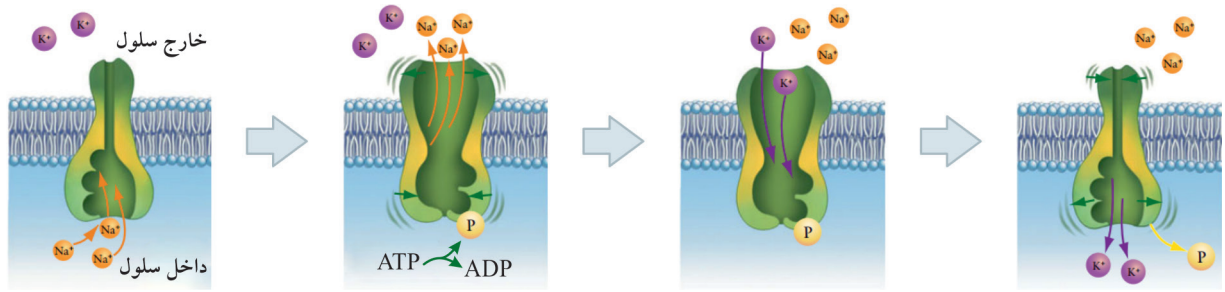
◈ پمپ سدیم – پتاسیم در سلو ل‌های عصبی در ایجاد پتانسیل آرامش نقش دارد.

مروری بر گذشته {فصل ۲ کتاب دهم} در سلول‌های پوششی روده، انرژی لازم برای انتقال گلوکز، از شیب غلظت سدیم فراهم می‌شود. شیب غلظت سدیم با فعالیت پروتئین انتقال‌دهندهٔ سدیم ـ پتاسیم حفظ می‌شود.

مروری بر گذشته {فصل ۲ کتاب دهم} در کتاب دهم خواندیم که گلوکز با کمک مولکول ویژه‌ای، همراه با سدیم به روش هم‌انتقالی وارد سلول پرز روده می‌شود. سپس گلوکز با فرایند انتشار تسهیل شده، وارد فضای بین‌سلولی می‌شود.

انتقال یون‌های سدیم و پتاسیم در پمپ

ابتدا سه یون سدیم به جایگاه خاص خود در پمپ متصل می‌شوند. بعد مولکولATP آن را فسفریله می‌کند. فسفریله شدن سبب تغییر شکل فضایی آن می‌شود. در مرحله بعد دو یون پتاسیم به جایگاه خود در پمپ متصل می‌شوند. این اتصال باعث دفسفریله شدن و برگشت پمپ به حالت اول می‌گردد.



مروری بر گذشته {فصل ۲ کتاب دهم}: **انتقال فعال**

◈ فرایندی که طی آن، سلول موادی را برخلاف شیب غلظت با صرف انرژی زیستی توسط بعضی از مولکول‌های پروتئینی غشا منتقل می‌کند، انتقال فعال نام دارد.

◈ انرژی انتقال فعال می‌تواند از مولکول ATP به دست آید (انرژی انتقال فعال دست می‌آید).

◈ برای انجام انتقال فعال، همیشه انرژی زیستی نیاز هست. امّا انرژی انجام انتقال فعال همیشه از مولکول ATP تأمین نمی‌شود بلکه در بیشتر موارد از مولکول ATP تأمین می‌شود.

◈ مثال برای انتقال فعال

- جذب اغلب قندهای ساده مثل گلوکز در رودهٔ باریک
- جذب اغلب آمینواسیدها در رودهٔ باریک
- جذب بعضی از مواد معدنی در رودهٔ باریک از جمله کلسیم و آهن
- فعالیت پمپ سدیم ـ پتاسیم در غشای سلول‌ها
- ترشح یون‌های کلرو پتاسیم و اوریک‌اسید از همولنف به لوله‌های مالپیگی حشرات
- جذب نمک و یون‌ها در آبشش ماهی‌های آب شیرین
- بازجذب بعضی از مواد در کلیه
- ترشح مواد (در بیش‌تر موارد) به داخل نفرون کلیه (ترشح بعضی از داروها، سموم و پتاسیم)
- انتقال یون‌ها از سلول‌های آندودرم و استوانه آوندی به سلول‌های آوند چوبی
- بارگیری آبکشی در مدل جریان توده‌ای
- باربرداری آبکشی در مدل جریان توده‌ای

پتانسیل عمل

وقتی سلول عصبی تحریک می‌شود، در محل تحریک، اختلاف پتانسیل دو سوی غشای آن به طور ناگهانی تغییر می‌کند و داخل سلول از بیرون مثبت‌تر می‌شود. این تغییر را پتانسیل عمل می‌نامند. پس از مدت کوتاهی، اختلاف پتانسیل دو سوی غشا، دوباره به حالت آرامش بر می‌گردد.

علت ایجاد پتانسیل عمل: تحریک شدن سلول عصبی

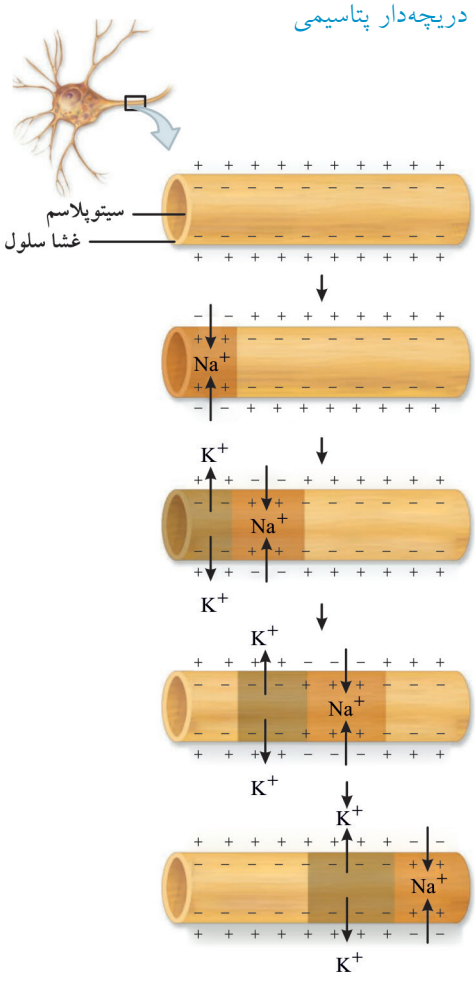
وضعیت پتانسیل الکتریکی دو طرف غشاء: درون غشاء نسبت به بیرون مثبت‌تر **در مدت زمان کوتاهی** ← ۳۰+ میلی ولت

دلیل: باز شدن کانال‌های دریچه دار سدیمی (به دلیل تغییر ولتاژ)

- یون‌های سدیم فراوانی وارد سلول می‌شود ← بار الکتریکی درون آن، مثبت‌تر می‌شود.
- باعث بالا رفتن نمودار پتانسیل الکتریکی غشاء می‌شود.
- این تغییر در زمان کوتاهی صورت می‌گیرد و بلافاصله به حالت اول خود بر می‌گردد و دوباره داخل نسبت به خارج منفی‌تر می‌شود (اختلاف پتانسیل دو سوی غشا، دوباره به حالت آرامش بر می‌گردد.).

علت بازگشت فوری پتانسیل عمل غشاء به پتانسیل آرامش ← باز شدن کانال‌های دریچه‌دار پتاسیمی

- پس از زمان کوتاهی کانال‌های دریچه‌دار سدیمی بسته می‌شوند و کانال‌های دریچه‌دار پتاسیمی باز و یون‌های پتاسیم خارج می‌شوند. این کانال‌ها هم در مدت کوتاهی بسته می‌شوند. به این ترتیب، دوباره پتانسیل غشا به حالت آرامش(۷۰-) برمی‌گردد.
- خروج پتاسیم به سمت خارج سلول عصبی ← داخل سلول منفی‌تر
- پایین آمدن نمودار پتانسیل الکتریکی



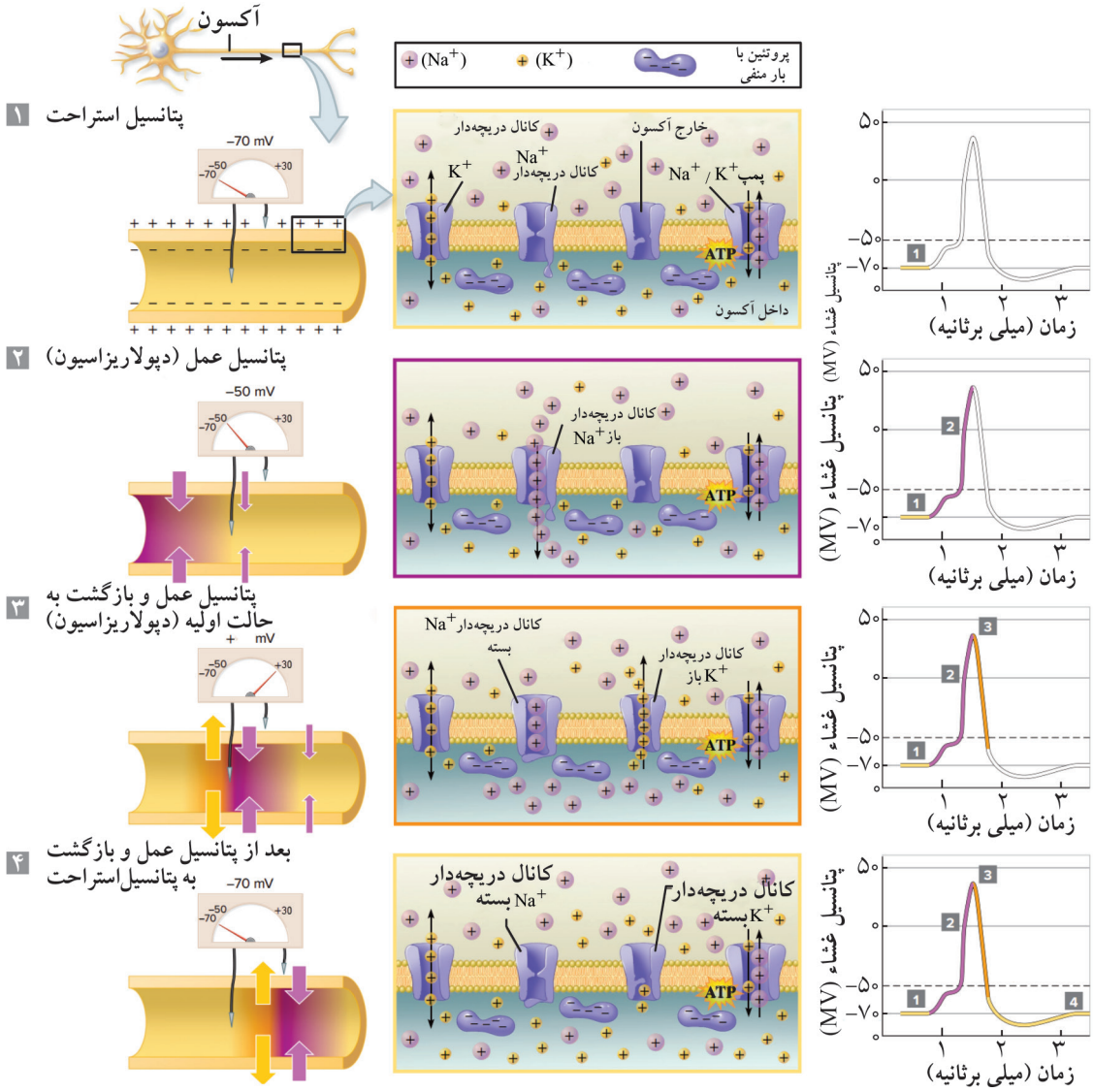
نوجه در پایان پتانسیل عمل، مقدار یون‌های سدیم و پتاسیم در دو سوی غشای سلول با مقدار این یون‌ها در حالت آرامش تفاوت دارد. فعالیت بیشتر پمپ سدیم - پتاسیم موجب می‌شود شیب غلظت یون‌های سدیم و پتاسیم در دو سوی غشا دوباره به حالت آرامش باز گردد.

نوجه وقتی پتانسیل عمل در یک نقطه از سلول عصبی ایجاد می‌شود، نقطه به نقطه پیش می‌رود تا به انتهای رشته عصبی (دندریت یا آکسون بلند) برسد.

یادمان باشد

- غشای سلول‌های عصبی، پروتئین‌هایی به نام کانال‌های دریچه‌دار وجود دارند که با تحریک سلول عصبی(تغییر ولتاژ) باز می شوند و یون‌ها از آن‌ها عبور می کنند.
- کانال‌های دریچه‌دار سدیمی و پتاسیمی وضعیت دریچه‌ها متفاوت است. دریچه کانال‌های سدیمی در سمت بیرون واقع شده و به سمت بیرون باز می‌شوند. دریچه کانال‌های پتاسیمی در سمت درون سلول واقع شده و به سمت درون سلول باز می‌شوند.
- کانال‌های دریچه‌دار سدیمی و پتاسیمی هرگز همزمان باز نیستند.
- کانال‌های دریچه‌دار سدیمی و پتاسیمی ممکن است همزمان بسته باشند.
- ورود سدیم و خروج پتاسیم در پتانسیل عمل نوعی انتشار تسهیل شده است.
- ورود سدیم با انتشار تسهیل شده و خروج آن با انتقال فعال است.
- ورود پتاسیم با انتقال فعال و خروج آن با انتشار تسهیل شده است.
- پمپ سدیم- پتاسیم هم در پتانسیل آرامش و هم در پتانسیل عمل و هم در بعد از پتانسیل عمل فعال است.

		توسط کانال نشتی	توسط کانال دریچه دار	توسط پمپ سدیم - پتاسیم
ورود سدیم به سلول عصبی	طی پتانسیل آرامش	با انتشار تسهیل شده	---	---
	طی پتانسیل عمل	با انتشار تسهیل شده	با انتشار تسهیل شده	---
خروج سدیم از سلول عصبی	طی پتانسیل آرامش	---	---	با انتقال فعال
	طی پتانسیل عمل	---	---	با انتقال فعال
ورود پتاسیم به سلول عصبی	طی پتانسیل آرامش	---	---	با انتقال فعال
	طی پتانسیل عمل	---	---	با انتقال فعال
خروج پتاسیم از سلول عصبی	طی پتانسیل آرامش	با انتشار تسهیل شده	---	---
	طی پتانسیل عمل	با انتشار تسهیل شده	با انتشار تسهیل شده	---



فعالیت نورون				
ویژگی مورد بررسی	پتانسیل آرامش	شروع پتانسیل عمل	ادامه پتانسیل عمل	بعد پایان پتانسیل عمل
کانال نشتی سدیم	باز	باز	باز	باز
کانال نشتی پتاسیم	باز	باز	باز	باز
کانال دریچه دار سدیم	بسته	باز	بسته	بسته
کانال دریچه دار پتاسیم	بسته	بسته	باز	بسته
پمپ سدیم - پتاسیم	فعال	فعال	فعال	فعال (بیشتر)
تراکم سدیم در بیرون سلول	زیاد	زیاد	زیاد	زیاد
تراکم پتاسیم در داخل سلول	زیاد	زیاد	زیاد	زیاد
تغییرات اختلاف پتانسیل	۷۰-	۷۰- به ۳۰+	۳۰+ به ۷۰-	۷۰-

موشکافی نمودار پتانسیل عمل

الف) مرحله پتانسیل آرامش

- میزان یون‌های سدیم در بیرون سلول و میزان یون‌های پتاسیم در درون سلول بیشتر است.
- نفوذپذیری غشاء نسبت به یون‌های پتاسیم بیشتر از نفوذپذیری نسبت به یون‌های سدیم است.
- کانال‌های همیشه باز(نشتی) سدیمی و پتاسیمی فعالیت دارند و کار جابه‌جایی یون‌های سدیم و پتاسیم بین دو سوی غشای سلول نورون را براساس شیب غلظت انجام می‌دهند.
- کانال‌های دریچه‌دار سدیمی و پتاسیمی بسته‌اند.
- پمپ سدیم- پتاسیم فعالیت دارد. این پمپ یون‌ها را برخلاف شیب غلظت بین دو سوی غشاء نورون جابه‌جا می‌کند.
- میزان اختلاف پتانسیل دو طرف غشاء نورون ۷۰- میلی ولت است (تقریباً ثابت).

ب) مرحله پتانسیل عمل

A) در مرحلهٔ بین ۷۰- تا ۰ (در مرحلهٔ صعودی نمودار)

- کانال‌های نشتی سدیم و پتاسیم فعالیت دارند و کار جابه‌جایی یون‌ها را بین دو سوی غشا نورون را انجام می‌دهند.
- پمپ سدیم- پتاسیم فعالیت دارد.
- کانال‌های دریچه دار سدیمی بازاند و یون‌های سدیم به مقدار فراوان با فرایند انتشار تسهیل شده وارد نورون می‌شوند. مقدار و غلظت یون‌های مثبت درون نورون رو به افزایش است.
- کانال‌های دریچه‌دار پتاسیمی بسته‌اند.
- درون سلول نسبت به بیرون منفی‌تر است. هرچند مقدار اختلاف پتانسیل الکتریکی رو به کاهش است.
- میزان تغییرات پتانسیل غشا ۷۰ میلی ولت است.

توجه *در نقطهٔ صفر بین دو طرف غشا نورون اختلاف پتانسیل وجود ندارد (مجموع بارهای دو سوی غشاء نورون برابر است). و این حالت در طول پتانسیل عمل دو بار اتفاق می‌افتد. در نقطه ۷۰- حداکثر پاختلاف پتانسیل الکتریکی وجود دارد.*

B) در مرحلهٔ بین ۰ تا ۳۰+ (در مرحلهٔ صعودی نمودار)

- کانال‌های نشتی سدیم و پتاسیم فعالیت دارند.
- پمپ سدیم- پتاسیم فعالیت دارد.
- کانال‌های دریچه‌دار سدیمی بازاند و یون‌های سدیم همچنان با فرایند انتشار تسهیل شده وارد نورون می‌شوند. پس مقدار یون‌های مثبت درون نورون رو به افزایش است.

- کانال‌های دریچه‌دار پتاسیمی بسته‌اند.
- درون سلول نسبت به بیرون مثبت‌تر است.
- میزان تغییرات پتانسیل غشاء ۳۰ میلی ولت است.

نوجه *مقدار یون‌های سدیمی درون سلول نسبت به مرحله A از پتانسیل عمل بیشتر است، چرا که تا این زمان ورود یون‌های سدیمی به درون سلول به دلیل باز بودن کانال‌های دریچه دار سدیمی ادامه دارد.*

در مرحله بین ۷۰- تا ۳۰+ (در مرحله صعودی نمودار)

- کانال‌های نشتی سدیم و پتاسیم فعالیت دارند.
- پمپ سدیم- پتاسیم فعالیت دارد.
- کانال‌های دریچه‌دار سدیمی بازاند و یون‌های سدیم به مقدار فراوان با فرایند انتشار تسهیل شده وارد نورون می‌شوند.
- کانال‌های دریچه‌دار پتاسیمی بسته‌اند.
- درون سلول نسبت به بیرون مثبت‌تر است (اختلاف پتانسیل بین دو طرف غشا افزایش می‌یابد).
- میزان تغییرات پتانسیل غشا ۱۰۰ میلی ولت است.

C) در نقطه ۳۰+ در قله نمودار

- کانال‌های نشتی سدیم و پتاسیم فعالیت دارند.
- پمپ سدیم- پتاسیم فعالیت دارد.
- کانال‌های دریچه‌دار سدیمی بسته‌اند.
- کانال‌های دریچه‌دار پتاسیمی بسته‌اند.
- درون سلول نسبت به بیرون مثبت‌تر است.

نوجه *در نقطه ۳۰+ بیشترین میزان یون‌های مثبت درون سلول عصبی مشاهده می‌شود. لذا در این وضعیت فشار اسمزی حداکثر و پتانسیل آب حداقل می‌باشد.*

D) در مرحله بین ۳۰+ تا ۰ (در مرحله نزولی نمودار)

- کانال‌های نشتی سدیم و پتاسیم فعالیت دارند.
- پمپ سدیم- پتاسیم فعالیت دارد.
- کانال‌های دریچه‌دار پتاسیمی بازاند و یون‌های پتاسیم با فرایند انتشار تسهیل شده از نورون خارج می‌شوند. پس مقدار یون‌های مثبت درون نورون رو به کاهش می‌باشد.
- کانال‌های دریچه‌دار سدیمی بسته‌اند.
- درون سلول نسبت به بیرون مثبت‌تر است.
- میزان تغییرات پتانسیل غشاء ۳۰ میلی ولت است.

E) در مرحله بین ۰ تا ۷۰- (در مرحله نزولی نمودار)

- کانال‌های نشتی سدیم و پتاسیم فعالیت دارند.
- پمپ سدیم- پتاسیم فعالیت دارد.
- کانال‌های دریچه‌دار پتاسیمی بازاند و یون‌های پتاسیم همچنان با فرایند انتشار تسهیل شده از نورون خارج می‌شوند. لذا مقدار یون‌های پتاسیم داخل نورون نسبت به مرحله D کمتر و درون سلول نسبت به بیرون منفی‌تر است.
- کانال‌های دریچه‌دار سدیمی بسته‌اند.
- درون سلول نسبت به بیرون منفی‌تر است.
- میزان تغییرات پتانسیل غشا ۷۰ میلی ولت است.

در مرحله بین ۳۰+ تا ۷۰- (در مرحله نزولی نمودار)

- کانال‌های نشتی سدیم و پتاسیم فعالیت دارند.
- پمپ سدیم- پتاسیم فعالیت دارد.
- کانال‌های دریچه‌دار پتاسیمی بازاند و یون‌های پتاسیم به مقدار فراوان با فرایند انتشار تسهیل شده از نورون خارج می‌شوند.
- کانال‌های دریچه دار سدیمی بسته‌اند.
- درون سلول نسبت به بیرون منفی‌تر است.
- میزان تغییرات پتانسیل غشا ۱۰۰ میلی ولت است.

ج) در مرحله بعد از پایان پتانسیل عمل

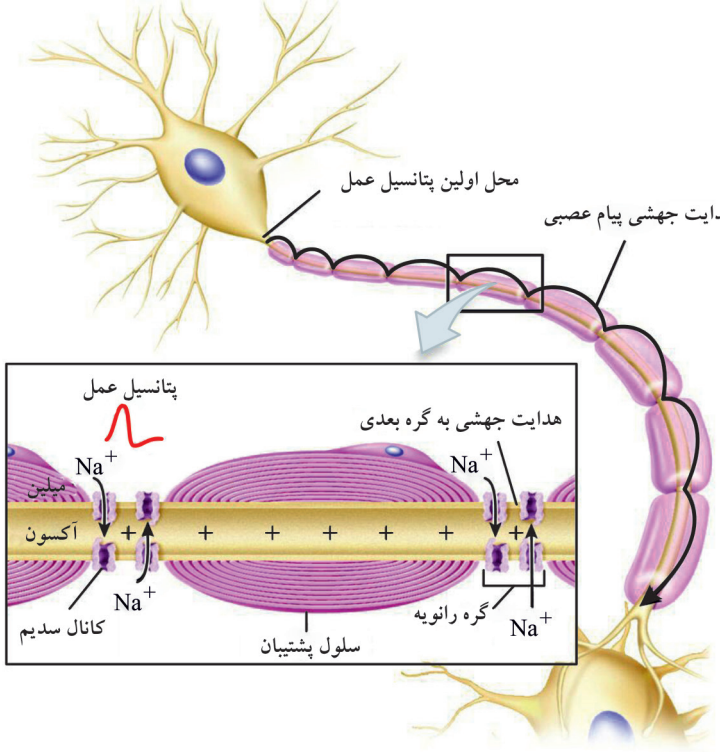
- کانال‌های نشتی سدیم و پتاسیم فعالیت دارند.
- پمپ سدیم- پتاسیم فعالیت بیشتر دارد و توازن یون‌ها را بین دو طرف غشا نورون برقرار می‌کند.
- کانال‌های دریچه‌دار پتاسیمی بسته‌اند.
- کانال‌های دریچه‌دار سدیمی بسته‌اند.
- درون سلول نسبت به بیرون منفی‌تر است.

توجه *در همه حالات (چه در پتانسیل آرامش، پتانسیل عمل و حتی بعد از پتانسیل عمل) همواره مقدار یون‌های سدیم در بیرون سلول بیشتر از درون سلول و مقدار یون‌های پتاسیم درون سلول بیشتر از بیرون سلول است. هر چند در طی پتانسیل عمل اختلاف غلظت این یون‌ها در بیرون و درون سلول کاهش می‌یابد.*

گره‌های رانویه

هدایت پیام عصبی در رشته‌های عصبی میلین‌دار، سریع‌تر از رشته‌های بدون میلین هم قطر است؛ در حالی که میلین عایق است و از عبور یون‌ها از غشا جلوگیری می‌کند.

در ساختار سلول‌های عصبی میلین‌دار، گره‌های رانویه وجود دارد. این گره‌ها فاقد میلین‌اند و در محل آن‌ها رشتهٔ عصبی با محیط بیرون از سلول ارتباط دارد. بنابراین در این گره‌ها پتانسیل عمل ایجاد می‌شود و پیام عصبی درون رشتهٔ عصبی از یک گره به گره دیگر هدایت می‌شود. در این حالت به نظر می‌رسد پیام عصبی از یک گره به گره دیگر می‌جهد. به همین علت، این هدایت را هدایت جهشی می‌نامند.



نکته سرعت حرکت پیام عصبی در سلول‌های میلین‌دار تا صد برابر بیشتر از سلول‌های فاقد میلین است.

نکته در محل گره‌های رانویه، تعداد زیادی کانال دریچه‌دار وجود دارد، ولی در فاصله بین گره‌ها، این کانال‌ها وجود ندارند. وجود این کانال‌ها با هدایت جهشی ارتباط دارد. به‌طوری که وجود این کانال‌ها موجب حرکت یون‌ها (ورود و خروج آنها) فقط در محل گره‌ها می‌شود. در نتیجه پتانسیل عمل در این گره‌ها ایجاد و جریان عصبی سریع تر منتقل می‌شود.

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