

دانشگاه سindh نور

فیزیولوژی پیشرفته دستگاه اعصاب مرکزی

(کارشناسی ارشد تربیت بدنی)

دکتر محمد فشی

علیرضا شهنسوار

دکتر محمدرضا اسد

دکتر آذر آقاییاری

امروزه کتاب‌خوانی و علم‌آموزی، نه تنها یک وظیفه‌ی ملی، که یک واجب دینی است.

مقام معظم رهبری

در عصر حاضر یکی از شاخصه‌های ارزیابی رشد، توسعه و پیشرفت فرهنگی هر کشوری میزان تولید کتاب، مطالعه و کتاب‌خوانی مردم آن مرز و بوم است. ایران اسلامی نیز از دیرباز تاکنون با داشتن تمدنی چندهزارساله و مراکز متعدد علمی، فرهنگی، کتابخانه‌های معتبر، علما و دانشمندان بزرگ با آثار ارزشمند تاریخی، سرآمد دولت‌ها و ملت‌های دیگر بوده و در عرصه‌ی فرهنگ و تمدن جهانی به‌سان خورشیدی تابناک همچنان می‌درخشد و با فرزندان نیک‌نهاد خویش هنرنمایی می‌کند. چه کسی است که در دنیا با دانشمندان فرزانه و نام‌آور ایرانی همچون ابوعلی سینا، ابوریحان بیرونی، فارابی، خوارزمی و ... همچنین شاعران برجسته‌ای نظیر فردوسی، سعدی، مولوی، حافظ و ... آشنا نباشد و در مقابل عظمت آنها سر تعظیم فرود نیاورد. تمامی این افتخارات ارزشمند، برگرفته از میزان عشق و علاقه فراوان ملت ما به فراگیری علم و دانش از طریق خواندن و مطالعه منابع و کتاب‌های گوناگون است. به شکرانه‌ی الهی، تاریخ و گذشته ما، همیشه درخشان و پربار است. ولی اکنون در این زمینه در چه جایگاهی قرار داریم؟ آمار و ارقام ارائه‌شده از سوی مجامع و سازمان‌های فرهنگی در مورد سرانه‌ی مطالعه‌ی هر ایرانی، برایمان چندان امیدوارکننده نمی‌باشد و رهبر معظم انقلاب اسلامی نیز از این وضعیت بارها اظهار گله و ناخشنودی نموده‌اند.

کتاب، دروازه‌ای به سوی گستره‌ی دانش و معرفت است و کتاب خوب، یکی از بهترین ابزارهای کمال بشری است. همه‌ی دستاوردهای بشر در سراسر عمر جهان تا آنجا که قابل کتابت بوده است، در میان دست‌نوشته‌هایی است که انسان‌ها پدید آورده و می‌آورند. در این مجموعه‌ی بی‌نظیر، تعالیم الهی، درس‌های پیامبران به بشر، و همچنین علوم مختلفی است که سعادت بشر بدون آگاهی از آنها امکان‌پذیر نیست. کسی که با دنیای زیبا و زندگی‌بخش کتاب ارتباط ندارد بی‌شک از مهم‌ترین دستاوردهای انسانی و نیز از بیشترین معارف الهی و بشری محروم است. با این دیدگاه، به‌روشنی می‌توان ارزش و مفهوم رمزی عمیق در این حقیقت تاریخی را دریافت که اولین خطاب خداوند متعال به پیامبر گرامی اسلام (ص) این است که «بخوان!» و در اولین

سوره‌ای که بر آن فرستاده‌ی عظیم‌الشان خداوند، فرود آمده، نام «قلم» به تجلیل یاد شده‌است: «اقْرَأْ وَ رَبُّكَ الْأَكْرَمُ. الَّذِي عَلَّمَ بِالْقَلَمِ» در اهمیت عنصر کتاب برای تکامل جامعه‌ی انسانی، همین بس که تمامی ادیان آسمانی و رجال بزرگ تاریخ بشری، از طریق کتاب جاودانه مانده‌اند.

دانشگاه پیام‌نور با گستره‌ی جغرافیایی ایران‌شمول خود با هدف آموزش برای همه، همه‌جا و همه‌وقت، به‌عنوان دانشگاهی کتاب‌محور در نظام آموزش عالی کشورمان، افتخار دارد جایگاه اندیشه‌سازی و خردورزی بخش عظیمی از جوانان جویای علم این مرز و بوم باشد. تلاش فراوانی در ایام طولانی فعالیت این دانشگاه انجام پذیرفته تا با بهره‌گیری از تجربه‌های گرانقدر استادان و صاحب‌نظران برجسته کشورمان، کتاب‌ها و منابع آموزشی درسی شاخص و خودآموز تولید شود. در آینده هم، این مهم با هدف ارتقای سطح علمی، روزآمدی و توجه بیشتر به نیازهای مخاطبان دانشگاه پیام‌نور با جدیت ادامه خواهد داشت. به‌طور قطع استفاده از نظرات استادان، صاحب‌نظران و دانشجویان محترم، ما را در انجام این وظیفه‌ی مهم و خطیر یاری‌رسان خواهد بود. پیشاپیش از تمامی عزیزانی که با نقد، تصحیح و پیشنهادهای خود ما را در انجام این وظیفه‌ی خطیر یاری می‌رسانند، سپاسگزاری می‌نماییم. لازم است از تمامی اندیشمندانی که تاکنون دانشگاه پیام‌نور را منزلگاه اندیشه‌سازی خود دانسته و ما را در تولید کتاب و محتوای آموزشی درسی یاری نموده‌اند، صمیمانه قدردانی گردد. موفقیت و بهروزی تمامی دانشجویان و دانش‌پژوهان عزیز آرزوی همیشگی ما است.

دانشگاه پیام‌نور

فهرست مطالب

نه	پیشگفتار
۱	فصل اول: مقدمه‌ای بر سیستم عصبی و اجزای آن
۱	هدف کلی
۱	هدف‌های یادگیری
۱	مقدمه
۲	۱-۱ عملکرد هماهنگ سیستم عصبی و غدد درون‌ریز
۳	۲-۱ تبادل پیام در سیستم عصبی
۳	۳-۱ نورون یا سلول عصبی
۴	۴-۱ انواع نورون‌ها از نظر شکل و ساختار
۵	۵-۱ انواع نورون‌ها از نظر عملکرد
۶	۶-۱ آناتومی نورون
۸	۷-۱ پتانسیل استراحت غشای نورون
۹	۸-۱ عملکرد گیرنده‌ای
۹	۹-۱ عملکرد جمع‌پذیری یا پردازش
۱۰	۱۰-۱ صدور محرک (ایمپالس)
۱۰	۱۱-۱ هدایت پیام
۱۰	۱۲-۱ انتقال پیام
۱۱	۱۳-۱ اجزا سیستم عصبی
۱۲	۱۴-۱ سیستم عصبی مرکزی و اجزای آن
۱۲	۱-۱۴ مغز
۱۴	۲-۱۴ نخاع
۱۵	۳-۱۴ نوروگلیا
۱۶	۴-۱۴ دستگاه عصبی محیطی

۱۷	۵-۱۴-۱ تنظیم محیط خارجی نوروها
۱۹	خلاصه فصل اول
۲۱	خودآزمایی چهارگزینه‌ای فصل اول
۲۳	فصل دوم: میانجی و انتقال‌دهنده‌های عصبی
۲۳	هدف کلی
۲۳	هدف‌های یادگیری
۲۳	مقدمه
۲۴	۱-۲ میانجی‌ها
۲۶	۲-۲ طبقه‌بندی میانجی‌ها
۲۶	۱-۲-۲ میانجی‌های با وزن مولکولی کم
۲۹	۲-۲-۲ اسیدهای آمینه
۳۲	۳-۲-۲ آمین‌های بیوژنیک
۳۲	۴-۲-۲ کاتکولامین‌ها
۳۴	۵-۲-۲ سروتونین
۳۵	۳-۲ پپتیدهای عصبی
۳۷	۴-۲ چند اصل کلی درباره میانجی‌ها
۳۹	۵-۲ حمل آکسونی
۴۱	۶-۲ نروتروفین‌ها
۴۲	۷-۲ سازوکار انتقال نروتروفین‌ها در سیستم عصبی: با تأکید بر نقش موتور پروتئین‌ها
۴۲	۸-۲ طبقه‌بندی انتقال آکسونی
۴۳	۹-۲ نقش موتور پروتئین‌ها در انتقال درون نورونی
۴۴	خلاصه فصل دوم
۴۶	خودآزمایی چهارگزینه‌ای فصل دوم
۴۷	فصل سوم: کنترل عصبی
۴۷	هدف کلی
۴۷	هدف‌های یادگیری
۴۷	مقدمه
۴۸	۱-۳ سازمان سیستم عصبی حرکتی
۴۹	۲-۳ مغز
۵۱	۳-۳ طناب نخاعی
۵۳	۴-۳ سیستم عصبی محیطی
۵۶	۵-۳ قوس بازتاب خودمختار
۵۸	۶-۳ بازتاب‌های پیچیده
۵۹	۷-۳ بازتاب‌های فراگرفته‌شده
۶۰	۸-۳ آناتومی واحد حرکتی

۶۱	۹-۳ نورون حرکتی قدامی
۶۲	۱۰-۳ محل اتصال عصبی عضلانی (صفحه محرکه انتهایی)
۶۵	۱۱-۳ فیزیولوژی واحد حرکتی
۶۶	۱۲-۳ مشخصات تکانه‌ای
۶۷	۱۳-۳ مشخصات تولیدکنندگی تنش
۷۰	۱۴-۳ گیرنده‌های عضلات، مفاصل و تاندون
۷۰	۱-۱۴-۳ دوک عضلانی
۷۳	۲-۱۴-۳ اندام‌های وتري گلژی
۷۴	خلاصه فصل سوم
۷۵	خودآزمایی چهارگزینه‌ای فصل سوم
۷۷	فصل چهارم: سیستم عضلانی
۷۷	هدف کلی
۷۷	هدف یادگیری
۷۷	مقدمه
۷۸	۱-۴ انواع عضلات: عضله اسکلتی، قلبی و صاف
۷۹	۲-۴ ساختار عضله اسکلتی
۸۰	۳-۴ ترکیب شیمیایی عضله
۸۰	۴-۴ منبع خونی
۸۱	۵-۴ غشا سلول عضله
۸۳	۶-۴ فراساختار عضله اسکلتی
۸۴	۷-۴ سارکومر
۸۵	۸-۴ نحوه قرارگیری اکتین - میوزین
۸۷	۹-۴ فراساختار سارکومر
۸۸	۱۰-۴ ساختمان مولکولی سارکومر
۸۹	۱۱-۴ رشته‌های نازک
۹۰	۱۲-۴ رشته‌های ضخیم
۹۳	۱۳-۴ سیستم لوله‌ای T داخل عضله
۹۴	۱۴-۴ وقایع شیمیایی و مکانیکی طی انقباض و استراحت
۹۴	۱-۱۴-۴ تئوری لغزش فیلامان‌ها
۹۵	۲-۱۴-۴ عمل مکانیکی پل‌های عرضی
۹۷	۳-۱۴-۴ جفت‌شدن تحریک - انقباض
۹۸	۴-۱۴-۴ استراحت
۹۹	۱۵-۴ توالی وقایع طی تحریک - انقباض عضله
۹۹	۱۶-۴ انواع تار عضلانی
۱۰۱	۱-۱۶-۴ اندازه انواع تارهای عضلانی
۱۰۱	۱۷-۴ تارهای عضلانی تندتنش

۱۰۲	۱۸-۴ تقسیمات فرعی تارهای تندتنش
۱۰۲	۱۹-۴ تارهای عضلانی کندتنش
۱۰۳	۲۰-۴ تفاوت انواع تار عضلانی بین گروه‌های ورزشکاران
۱۰۵	خلاصه فصل چهارم
۱۰۶	خودآزمایی چهارگزینه‌ای فصل چهارم
۱۰۹	فصل پنجم: نروکاین‌ها
۱۰۹	هدف کلی
۱۰۹	هدف‌های یادگیری
۱۰۹	مقدمه
۱۱۰	۱-۵ نروکاین‌ها
۱۱۰	۲-۵ CNTF & LIF
۱۱۳	۳-۵ آنکوستاتین M-(OSM)
۱۱۵	۴-۵ اینترلوکین-۳۷
۱۱۵	۵-۵ خانواده اینترلوکین-۱۲
۱۱۹	۶-۵ اینترفرون گاما (IFN- γ)
۱۲۳	خلاصه فصل پنجم
۱۲۳	خودآزمایی چهارگزینه‌ای فصل پنجم
۱۲۵	پاسخ‌نامه
۱۲۷	منابع

پیشگفتار

یکی از مهم‌ترین بحث‌های فیزیولوژی و آناتومی سیستم عصبی را شامل می‌شود که علاوه بر تنظیم و مدیریت دستگاه‌های بدن در شرایط استراحت، عملکردهای ورزشی را نیز کنترل می‌کند. در همه کتاب‌های فیزیولوژی بخشی با نام سیستم عصبی وجود دارد که توضیحات کلی را در مورد سیستم عصبی ارائه می‌کند با این وجود زمینه‌های پیشرفته‌تر و پیچیده‌تر از سطح بافتی تا ملکولی مطالعات بیشتر و عمیق‌تری را مطالبه می‌کند. کتاب حاضر شامل ۵ فصل بوده که بحث‌های کلی و مقدماتی و نیز پیشرفته سیستم عصبی را ارائه می‌دهد و می‌تواند دانشجویان را در مقاطع تحصیلات تکمیلی یاری نماید. بدیهی است با توجه به پیچیده بودن سیستم عصبی، درک مفاهیم بیشتر در زمینه سیستم عصبی نیازمند به مطالعه منابع بیشتری است. با وجود تلاش وافر، اثر حاضر نیز خالی از اشکال نیست و کامل شدن آن نیاز به بررسی و پیشنهاد همه اساتید و دانشجویان دارد.

نویسندگان - پاییز ۹۷

فصل اول

مقدمه‌ای بر سیستم عصبی و اجزای آن

هدف کلی

آشنایی دانشجویان با پیش زمینه‌های سیستم عصبی و اجزای آن است

هدف‌های یادگیری

از دانشجویان انتظار می‌رود پس از مطالعه این فصل بتوانند:

۱. مبادله پیام در سیستم عصبی را توضیح دهند.
۲. نوروں و سلول عصبی را تشریح و توضیح دهند.
۳. نروگلیا و وظایف آن را توضیح دهند.
۴. تنظیم محیط نوروں را شرح دهند.

مقدمه

اساس عمل سیستم عصبی پدیده کنترل به وسیله مبادله پیام است. دستگاه عصبی همراه دستگاه غدد درون‌ریز، بیشتر وظایف کنترلی بدن را برعهده دارد. به‌طور کلی دستگاه عصبی، فعالیت‌های سریع بدن مثل انقباضات عضلانی، وقایع احشایی دارای تغییر سریع و حتی میزان ترشح برخی از غدد درون‌ریز را کنترل می‌کند. دستگاه عصبی از نظر پیچیدگی اعمال زیادی را انجام می‌دهد. این دستگاه به‌واقع، میلیون‌ها ذره اطلاعاتی را از اعضای حسی مختلف دریافت می‌کند و بعد با در نظر گرفتن مجموعه آن‌ها، پاسخ بدن را ارائه می‌دهد. طرح کلی دستگاه عصبی شامل دو قسمت مرکزی و

محیطی می‌شود و خود محیطی به دو قسمت گانگلیون‌ها و اعصاب محیطی تقسیم می‌شود.

اگرچه توضیح سیستم عصبی بسیار پیچیده‌است، در این فصل، تلاش شده‌است تا ساختمان و عمل سیستم عصبی به صورت کلی و ساده مورد توجه قرار گیرد.

۱-۱ عملکرد هماهنگ سیستم عصبی و غدد درون‌ریز

سیستم عصبی، به همراه سیستم غدد درون‌ریز^۱ محیط داخلی بدن موجود زنده را کنترل می‌کند. در واقع، در بیشتر موارد، سیستم عصبی، چگونگی عمل سیستم آندوکراین را نیز تحت کنترل خود دارد. فعالیت اکثر غدد درون‌ریز توسط هیپوفیز تنظیم می‌شود. تنظیم ترشح هورمون‌های هیپوفیز به نوبه خود از طریق نوروهورمون‌های نواحی میانی هیپوتالاموس صورت می‌گیرد که موسوم به هورمون‌های آزاد سازند. هورمون‌های آزاد سازنده از انتهای آکسون‌های نورون‌های هیپوتالاموس در ناحیه برجستگی میانی رها می‌شوند و توسط جریان خون سیستم باب هیپوتالاموس - هیپوفیز به هیپوفیز قدامی می‌رسند.

در کنترل عصبی، تغییرات محیط داخلی توسط گیرنده‌های حسی دریافت، و سپس با کنترل عمل سلول‌های عمل‌کننده^۲ مانند عضله صاف احشایی، عضله قلب و سلول‌های غده‌ای محیط داخلی، تنظیم می‌شود. سیستم عصبی، وضعیت محیط اطراف را نیز به وسیله گیرنده‌های حسی درک، و در ساده‌ترین شکل، به آن پاسخ می‌دهد. هدف از اجرای این چنین اعمال کنترلی، نگهداری محیط داخلی در محدوده مرزهای فیزیولوژیک است. به عنوان مثال، در سگ، در پاسخ به افزایش دمای محیط که موجب بالا رفتن دمای بدن می‌شود، حالت لَه‌لَه زدن به وجود می‌آید. عکس‌العمل در مقابل عوامل محیطی، می‌تواند موجب بروز رفتارهای پیچیده‌تری نیز شود. به عنوان مثال در موقع فرار از یک عامل آسیب‌رسان و یا دسترسی به غذا و یا جفت، سیستم عصبی با کنترل عمل عضلات اسکلتی (مخطط) بدن موجب حرکت و یا جابه‌جایی‌های لازم در بدن موجود زنده، می‌شود.

1. endocrine

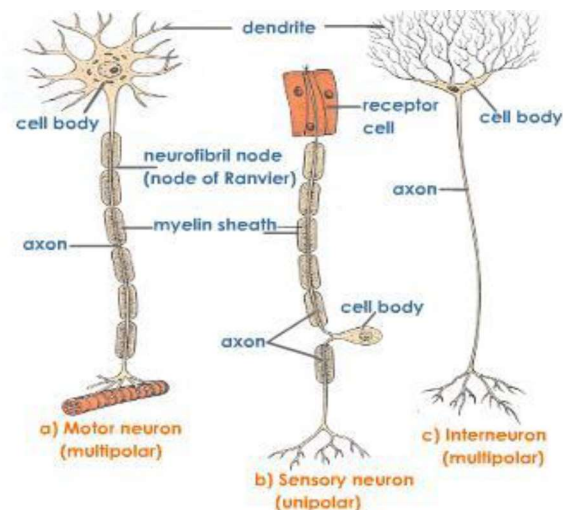
2. effector cells

مقدمه‌ای بر سیستم عصبی و اجزای آن ۳

یکی از جنبه‌های مهم سیستم عصبی، قابلیت یادگیری است. یادگیری، قابلیت موجود زنده را در حفظ حیات و بقای نسل، به میزان زیادی بالا می‌برد. یادگیری و حافظه (که خود ارتباط نزدیکی با یادگیری دارد) موجود زنده را قادر می‌سازد تا باکسب تجربه، رفتار خود را تغییر دهد.

۱-۲ تبادل پیام در سیستم عصبی

باتوجه به توانایی فوق‌العاده سیستم عصبی در برقراری ارتباط و مبادلهٔ پیام، سیستم عصبی قادر است اثرات کنترلی خود را بر محیط داخلی و محیط خارجی بدن اعمال کند. سلول‌های عصبی، که سازندهٔ سیستم عصبی هستند، بایکدیگر، با عضلات و سلول‌های ترشحی مرتبط می‌شوند.



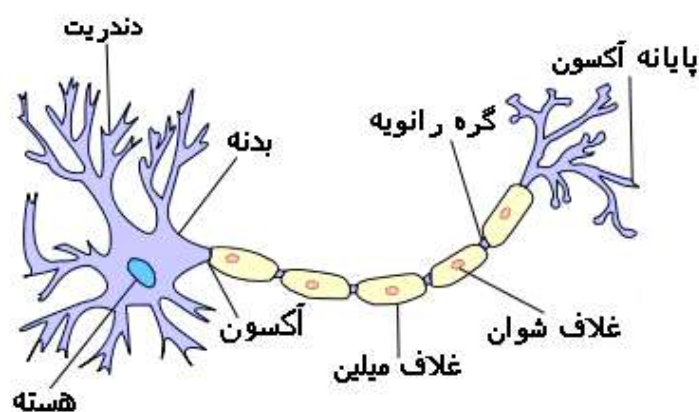
شکل ۱-۱. انواع سلول عصبی و اجزای آن

۱-۳ نورون یا سلول عصبی

به منظور انجام وظایف پیام‌رسانی، نورون‌ها بایستی ابتدا اطلاعات ورودی^۱ را از نورون‌های دیگر دریافت کنند، تا پس از تنظیم و پردازش پیام عصبی^۲ را که بازتاب این

1. inputs
2. signal

توازن است، به وجود آورند. پس از آن، پیام عصبی تولید شده بایستی به مناطق و نواحی موجود در حوزه‌ی ارتباطی نورون (حوزه‌ی ارتباطی نورون اول با نورون‌های دیگر، و یا با سلول‌های عمل‌کننده) فرستاده شود. در شکل ۱-۲ تصویر کلی از یک نورون ارائه شده است.



شکل ۱-۲. نمونه ای از یک سلول عصبی (نورون) و اجزای آن

۴-۱ انواع نورون‌ها از نظر شکل و ساختار

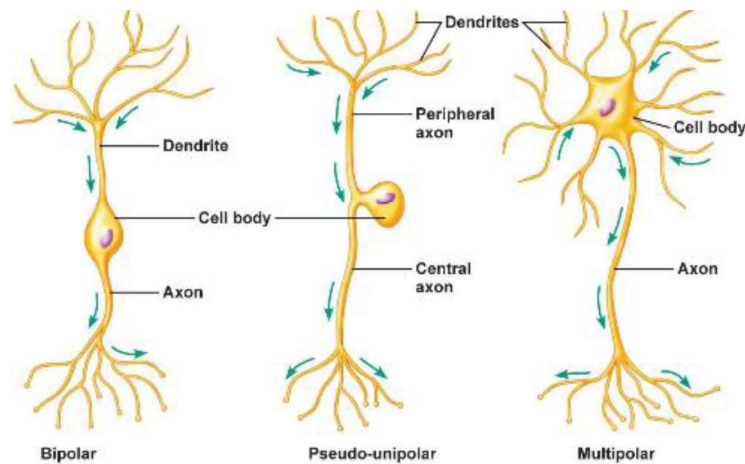
نورون یک قطبی^۱: ابتدا یک زائده خارج می‌شود که خود به دوشاخه تقسیم می‌شود. این دوشاخه از نظر ساختمانی شبیه آکسون هستند. یکی از شاخه‌ها پیام عصبی را به جسم سلولی منتقل می‌کند (به عنوان دندریت) و دیگری پیام را از جسم سلولی دور می‌کند (به عنوان آکسون). نورون‌های حسی دارای دندریت بلند و آکسون کوتاه هستند. دندریت این نورون‌ها از نظر ساختمانی شبیه آکسون است. به این نورون‌ها، نورون‌های یک قطبی کاذب نیز می‌گویند. به طور مثال می‌توان به نورون‌های گانگلیون (عقده) ریشه خلفی اعصاب نخاعی اشاره کرد که به عنوان نورون‌های حسی، پیام‌های عصبی محیط را به نخاع منتقل می‌کنند.

نورون دو قطبی^۲: دندریت و آکسون از دو قطب جسم سلولی خارج می‌شود (همانند نورون‌های دو قطبی شبکه چشم)

1. Monopolar neuron
2. Bipolar neuron

مقدمه‌ای بر سیستم عصبی و اجزای آن ۵

نورون چند قطبی^۱: دارای دندریته‌های فراوان و یک آکسون است (مانند نورون‌های پورکنز مخچه، نورون‌های شاخ قدامی نخاع و نورون‌های هرمی در قشر مغز)



شکل ۱-۳. انواع نورون از شکل و ساختار

۵-۱ انواع نورون‌ها از نظر عملکرد

نورون حسی یا آوران^۲: این نورون‌ها، پیام‌های عصبی را به طرف دستگاه عصبی مرکزی می‌برند. نورون‌های حسی محیطی را نورون‌های آوران اولیه می‌نامند.

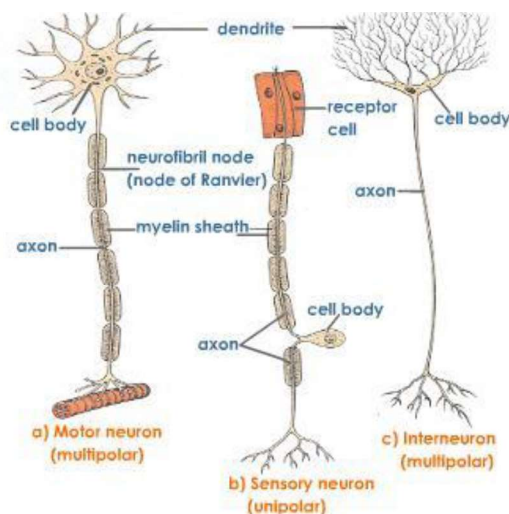
نورون حرکتی یا وبران^۳: پیام‌های عصبی را از دستگاه عصبی مرکزی به سمت محیط هدایت می‌کنند (یعنی به عضلات صاف، اسکلتی و قلبی یا غدد). نورون‌های سیستم خودمختار (سمپاتیک و پاراسمپاتیک) حرکتی هستند.

درموردی، نورون‌هایی که وارد قسمت خاصی از دستگاه عصبی مرکزی می‌شوند، اصطلاح نورون‌های آوران و در ارتباط با نورون‌هایی که از آن خارج می‌شوند عنوان نورون‌های وبران به کار می‌رود (مثلاً نورون‌های آوران و وبران مخچه).

نورون ارتباطی^۴ یا نورون بینابینی یا واسطه‌ای: نورون‌هایی هستند که وظیفه آن‌ها ارتباط نورون‌ها با یکدیگر در سیستم عصبی است. به عنوان مثال می‌توان به بسیاری از

-
1. Multipolar neuron
 2. Sensory, or Afferent neuron
 3. Motor, or Efferent neuron
 4. Connector, or association neuron

نورون‌های واسطه‌ای در طناب نخاعی، مخچه و قشر مغز اشاره کرد. نورون‌های واسطه‌ای ممکن است مهاری یا تحریکی باشند.



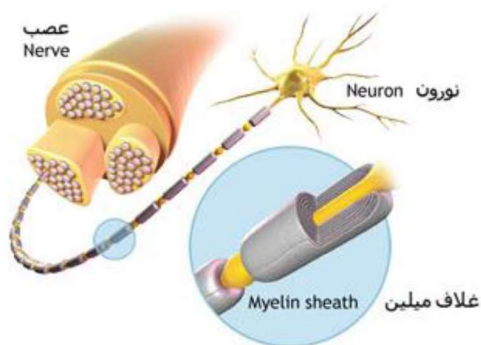
شکل ۱-۴. تصویری از نورون‌های حرکتی، حسی و ارتباطی

۱-۶ آناتومی نورون

جسم سلول عصبی در مغز یا نخاع قرار دارد. از جسم هر سلول عصبی تعداد زیادی رشته‌های کوتاه خارج می‌شود که به آن دندریت^۱ می‌گویند. کار دندریت‌ها دریافت پیام بین سلول‌های عصبی است همچنین از هر سلول عصبی یک رشته طویل و طولانی خارج می‌شود که به آن آکسون^۲ می‌گویند. از یک سلول عصبی حسی که در نخاع وجود دارد یک آکسون خارج می‌شود که به اندام حسی می‌رسد به‌طور مثال از یک سلول حسی که در نخاع کمر وجود دارد یک رشته آکسون خارج شده که به پوست نوک انگشت شست پا رسیده و حس آنجا را تأمین می‌کند. پس یک رشته آکسون می‌تواند بسیار طولانی و حتی بیش از یک متر باشد با این حال بسیار نازک بوده و با چشم غیر مسلح دیده نمی‌شود.

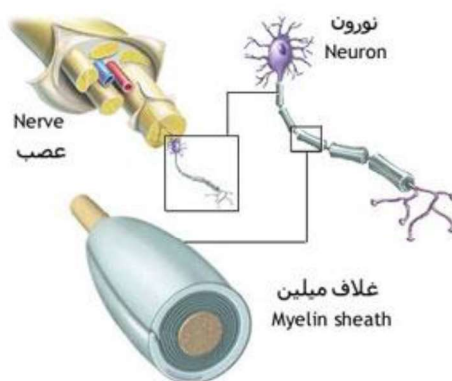
1. Dendrite
2. Axon

مقدمه‌ای بر سیستم عصبی و اجزای آن ۷



شکل ۱-۵. ساختار پایه نورون

درمورد سلول حرکتی هم همین‌طور است. به‌طورمثال از یک‌سلول عصبی حرکتی که در نخاع گردن وجود دارد یک رشته آکسون خارج‌شده که پس از طی مسیری طولانی به عضله کف دست رفته و موجب حرکت شست دست می‌شود. پس این تک رشته آکسون می‌تواند بسیار طولانی باشد ولی درعین حال آن‌قدر نازک است که فقط با میکروسکوپ دیده می‌شود. هزاران و میلیون‌ها آکسون در کنار هم قرار می‌گیرند تا یک عصب را درست کنند. این عصب که درواقع دسته‌ای از آکسون‌ها است با چشم دیده می‌شود.

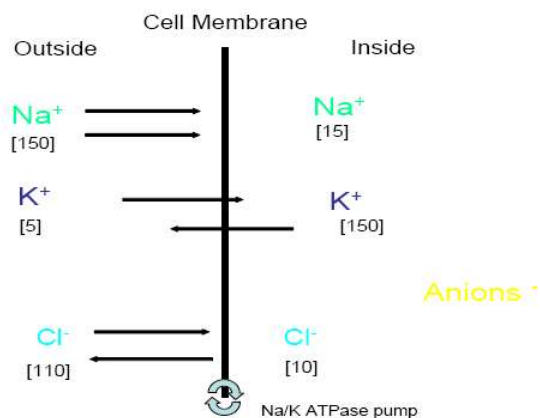


شکل ۱-۶. نحوه قرارگیری میلین بر روی آکسون

دورتادور هر آکسون را در طول مسیرش سلول‌هایی می‌پوشانند که به آن‌ها سلول شوان^۱ می‌گویند. در هریک میلی‌متر طول هر آکسون حدود ده سلول شوان وجود دارد. اینها سلول‌های محافظ عصب هستند. این سلول‌ها صفحه‌هایی را درست می‌کنند که به آن میلین^۲ می‌گویند. میلین مانند یک چسب نواری که دور حلقه مرکزی پیچیده شده دور آکسون می‌پیچد و به همین خاطر به آن غلاف میلین هم می‌گویند. وظیفه سلول شوان و غلاف میلین محافظت از آکسون و کمک به کار کرد و فعالیت صحیح آن است.

۷-۱ پتانسیل استراحت غشای نورون^۳

نورون‌ها نیز همچون سایر سلول‌های موجود در بدن یک ارگانیزم، دارای غشایی هستند که محتویات سلول را از محیط خارجی‌اش، جدا می‌کند. در دوطرف غشای سلول‌ها، به ویژه نورون‌ها، اختلاف بار الکتریکی (یون‌ها) وجود دارد، که در مقایسه با پتانسیل خارج غشا، سطح داخلی غشای سلول را در وضعیت پتانسیل منفی، نگه می‌دارد (تا حد چند ده میلی‌ولت). پتانسیل سطح خارجی سلول به عنوان پتانسیل پایه (صفر) در نظر گرفته می‌شود. وظایف و اعمال پیام‌رسانی^۴ سیستم عصبی به طور معمول با تغییرات پتانسیلی در غشای نورون‌ها، صورت می‌گیرد.



شکل ۷-۱. جریان الکتریکی (یون‌ها) در دوطرف نورون

1. Schwann cell
2. Myelin
3. resting membrane potential
4. signaling

۸-۱ عملکرد گیرنده‌ای^۱

نورون‌ها در مناطقی بنام سیناپس^۲ با یکدیگر ارتباط برقرار می‌کنند. در محل سیناپس، خصوصیات ساختمانی خاصی در هر دوسلول پیش‌سیناپسی و پس‌سیناپسی، به‌وجود می‌آید. نورون‌ها به یکی از دوروش زیر، بایکدیگر مرتبط می‌شوند: یا به‌کمک عبور جریان الکتریکی (که در اثر حرکت یون‌ها ایجاد می‌شود) و یا به‌وسیلهٔ آزادسازی انتقال‌دهنده‌های شیمیایی از نورون پیش‌سیناپسی و تأثیر آن‌ها برروی سلول‌های پس‌سیناپسی هدف. در هریک از دوروش فوق، برقراری ارتباط سیناپسی، یا می‌تواند موجب تغییراتی در نفوذپذیری^۳ غشای سلول پس‌سیناپسی (نسبت به یون‌ها) شود، و یا اینکه بر متابولیسم سلول پس‌سیناپسی، اثر گذارد. این چنین برقراری ارتباطات نورونی، می‌تواند یکی از دو اثر زیر را برروی سلول هدف، اعمال کند، یا سطح تحریک‌پذیری سلول هدف را افزایش دهد (اثرات تحریک‌کننده^۴) و یا اینکه سطح تحریک‌پذیری سلول هدف را کاهش دهد (اثرات مهارکننده^۵). تحریک به‌طورمعمول موجب دیپولاریزاسیون سلول هدف، می‌شود درحالی‌که اثرات مهارکننده می‌توانند سبب هیپرپولاریزاسیون شوند، و یا اینکه هیچ تغییری را در پتانسیل غشای سلول هدف، به‌وجود نیاورند. درهرحال، اثرات مهاری پتانسیل غشا را در سطحی تثبیت^۶ می‌کند که در آن سطح تحریک غشا بسیار دشوار است.

۹-۱ عملکرد جمع‌پذیری^۷ یا پردازش

در نورون‌ها اثرات تحریک‌کننده و مهارکننده می‌توانند با یکدیگر جمع شوند. در نورون‌ها این عمل، در درون اجزای گیرنده‌ی نورون^۸، یعنی دندریتها و جسم سلولی، صورت می‌گیرد.

-
1. receptive function
 2. synapse
 3. permeability
 4. stimulatory effects
 5. inhibitory effects
 6. clamp
 7. integrative function
 8. receptive components

۱-۱۰ صدور محرک (ایمپالس)^۱

در بسیاری از نورون‌ها، ایمپالس‌های عصبی، زمانی به وجود می‌آیند که پتانسیل غشای نورون به قدر کافی دپولاریزه شده، و به سطح آستانه^۲ معینی رسیده باشد. ایمپالس‌ها، وقایعی از نوع همه یا هیچ هستند؛ بدین معنی که همگی دارای یک اندازه و یک شکل هستند. نورون‌هایی که قادر به صدور ایمپالس هستند، اطلاعات عصبی را به شکل کد فرکانس^۳ به سوی سلول‌های هدفشان، ارسال می‌کنند.

۱-۱۱ هدایت پیام^۴

ایمپالس‌های عصبی فعالانه در طول آکسون^۵ هدایت می‌شوند. در آن دسته از سلول‌های عصبی که ایمپالس ایجاد نمی‌کنند، تغییرات پتانسیلی حاصل از اطلاعات ورودی به طور غیرفعال^۶ به پایانه‌های آکسونی^۷ هدایت می‌شوند.

۱-۱۲ انتقال پیام^۸

همچنان‌که اشاره شد، انتقال پیام بین دو نورون، می‌تواند ماهیت الکتریکی و یا شیمیایی داشته باشد. در انتقال پیام الکتریکی جریانات الکتریکی نورون اول به طور غیرفعال بر نورون بعدی اثر می‌گذارد. در انتقال پیام شیمیایی، تغییر پتانسیل الکتریکی نورون اول، منتهی به آزاد شدن ناقل عصبی شیمیایی^۹ می‌شود. مولکول‌های ناقل عصبی شیمیایی به طرف نورون دیگر انتشار یافته و با مولکول‌های گیرنده اختصاصی واقع بر روی غشای نورون دوم، ترکیب می‌شوند. کمپلکس حاصل، یا باعث تغییراتی در نفوذپذیری غشا (به انواع خاصی از یون‌ها) می‌شود، و یا اینکه متابولیسم سلول را تغییر می‌دهد.

1. impulse intlation
2. threshold
3. frequency code
4. conduction
5. nerve fibre
6. passive
7. axonal terminals
8. transmission
9. neurotransmitter

۱-۱۳ اجزا سیستم عصبی

سیستم عصبی را می‌توان مشتمل بر دوبخش عمده در نظر گرفت: سیستم عصبی مرکزی؛ و سیستم عصبی محیطی. سیستم عصبی مرکزی، دارای تعداد بسیار زیادی جسم سلولی نورو و زواید سیتوپلاسمی آنهاست، و مغز و نخاع را به وجود می‌آورد.

سیستم عصبی محیطی، دارای چندین فیبر عصبی است:

۱. گروهی از فیبرها که جسم سلولی آنها در داخل سیستم عصبی مرکزی جای دارند. این فیبرها از سیستم عصبی مرکزی خارج و به سوی عضلات پیش‌رفته و آنها را عصب‌رسانی می‌کنند؛

۲. گروهی که از سیستم عصبی مرکزی خارج و به طرف نوروهای دیگر، واقع در خارج از سیستم عصبی مرکزی پیش می‌روند؛

۳. فیبرهای عصبی که به سوی اندام‌های حسی محیطی، پیش می‌روند و جسم سلولی آنها به‌طور معمول در خارج از سیستم عصبی مرکزی، قرار گرفته است؛

۴. فیبرهای مربوط به سلول‌های عصبی که جسم سلولی و زوائد آنها به‌طور کامل در خارج از سیستم عصبی مرکزی قرار دارند.

سیستم عصبی پستانداران، شامل سه بخش است: بخش سوماتیک^۱، بخش احشایی^۲ و بخش آنتریک^۳.

بخش سوماتیک از اجزای زیر ساخته شده است:

الف) جزء آوران^۴ (یا مرکز بر) شامل آن دسته از فیبرهای عصبی است که با اندام‌های حسی واقع در پوست، عضلات، تاندون‌ها و بافت‌های زیرپوستی در ارتباط است. جسم سلولی این فیبرها، در خرج از سیستم عصبی مرکزی و در درون گانگلیون‌ها، قرار دارد.

ب) جزء وبران^۵ (یا محیط بر) مشتمل بر فیبرهای عصبی است که با عضلات اسکلتی مرتبط بوده، و جسم سلولی آنها در داخل سیستم عصبی مرکزی، قرار دارد.

1. somatic component

2. visceral component

3. enteric component

4. afferent

5. efferent