



شبكة نورونی

دستگاه عصبی

جانوران پرسلولی، برای ایجاد هماهنگی بین اعمال سلول‌ها و اندام‌های مختلف بدن خود و همچنین واکنش مناسب به محیط، نیاز به عوامل و دستگاه‌های ارتباطی دارند. دستگاه عصبی با ساختار و کار ویژه‌ای که دارد، در جهت ایجاد این هماهنگی به وجود آمده و تکامل حاصل کرده است. به‌عنوان مثال، اگر گربه‌ای که در حال استراحت است، بوی گوشت را استشمام کند، از جای برمی‌خیزد و پس از بوکردن فضای اطراف خود، مسیر بو را پیدا و به طرف منشأ آن حرکت می‌کند. در این مورد بوی گوشت موجب تحریک گیرنده‌های بویایی می‌شود و پس از اطلاع مراکز مغزی و نخاعی از طریق راه‌های بویایی، فرمان‌های لازم در مورد نوع حرکت و رفتار جانور صادر می‌شود.

هنگامی که غذا درون دهان قرار می‌گیرد، حرکات منظم آرواره‌ها، دهان و زبان، ابتدا موجب جویده شدن غذا می‌شود و سپس حرکات هماهنگ زبان و ماهیچه‌های گلو سبب بلع لقمه جویده شده، می‌شوند. در همان هنگام، ترشحات غده‌های بزاقی و شیره معده افزایش می‌یابد. همه این فعالیت‌ها نیاز

به نظم دارند. این عمل با کمک گیرنده‌هایی صورت می‌گیرد که وجود غذا را در نقاط مختلف دهان حس می‌کنند، اعصابی که این خبر را به مراکز تنظیم‌کننده در مغز ببرند و اعصابی که از این مراکز به عضلات و غده‌های گوارشی بروند.

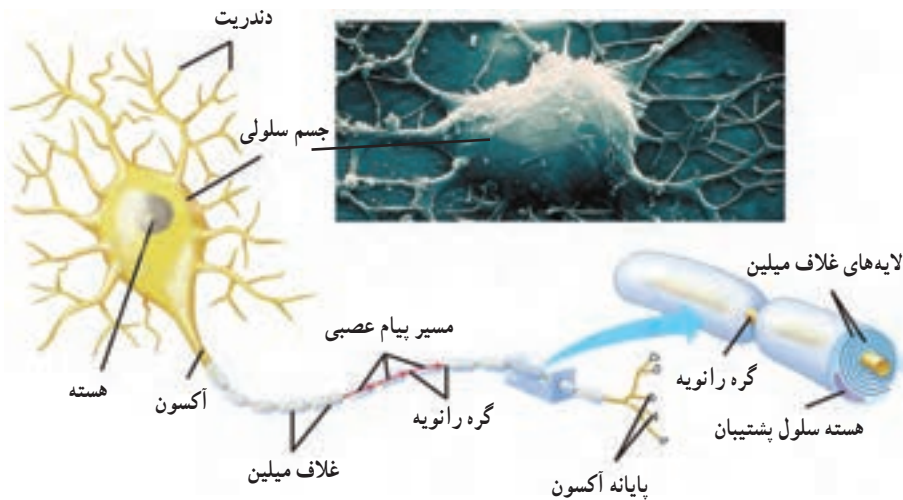
بنابراین فعالیت‌های عصبی جانوران، به‌طور کلی، به دو منظور انجام می‌شوند:

۱- تنظیم موقعیت جانور نسبت به محیط خارجی

۲- تنظیم فعالیت‌های درونی بدن

۱ ساختار و کار نوروها

نورون‌ها پیام‌های عصبی را به بافت‌ها و اندام‌های بدن، مانند ماهیچه‌ها، غده‌ها و نیز نورون‌های دیگر می‌فرستند و از این طریق با آنها ارتباط برقرار می‌کنند. سه ویژگی نورون عبارت‌اند از تأثیرپذیری نسبت به محرک‌ها که سبب ایجاد جریان عصبی می‌شود؛ هدایت جریان عصبی از یک نقطه نورون به نقطه دیگر آن و سرانجام انتقال آن از نورونی به سلول دیگر. نورون‌ها انواع گوناگونی دارند، ولی اساس ساختاری همه آنها، مثل شکل ۱-۲ است.



شکل ۱-۲- ساختار نورون

رشته‌هایی که از جسم سلولی نورون‌ها بیرون زده‌اند، بر دو نوع‌اند: ^۱ دندریت و ^۲ آکسون. دندریت‌ها پیام را دریافت می‌کنند و به جسم سلولی می‌آورند. آکسون پیام عصبی را از جسم سلولی تا انتهای خود هدایت می‌کند. انتهای آکسون را پایانه آکسون می‌نامند. پیام عصبی از محل پایانه آکسون از یک نورون به نورون، یا یک سلول دیگر انتقال می‌یابد.

۱- dendrite (درخت مانند (یونانی)

۲- axon (محور (یونانی)

نورون‌های میلین‌دار

بسیاری از نورون‌ها را لایه‌ای از جنس غشا (پروتئین و فسفولیپید) به نام «غلاف میلین»^۱ پوشانده است. میلین رشته‌های آکسون و دندریت را عایق‌بندی می‌کند. میلین را سلول‌های پشتیبان که آکسون و دندریت را احاطه کرده‌اند، تولید می‌کنند. میلین همچنین باعث می‌شود که پیام عصبی در آکسون و دندریت سریع‌تر حرکت کند. غلاف میلین در قسمت‌هایی از رشته قطع می‌شود. به این قسمت‌ها، «گره‌های رانویه»^۲ گفته می‌شود و در آنها غشای رشته در تماس با مایع اطراف آن قرار دارد. هدایت پیام عصبی در رشته‌های دارای میلین سریع‌تر است، زیرا وقتی جریان در طول رشته حرکت می‌کند، از یک گره به گره دیگر جهش می‌کند. بنابراین رشته‌های دارای میلین، پیام عصبی را بسیار سریع‌تر از رشته‌های بدون میلین، اما هم‌قطر، هدایت می‌کنند. وجود میلین به خصوص در نورون‌هایی که مربوط به حرکات سریع بدن هستند، بسیار مفید است.



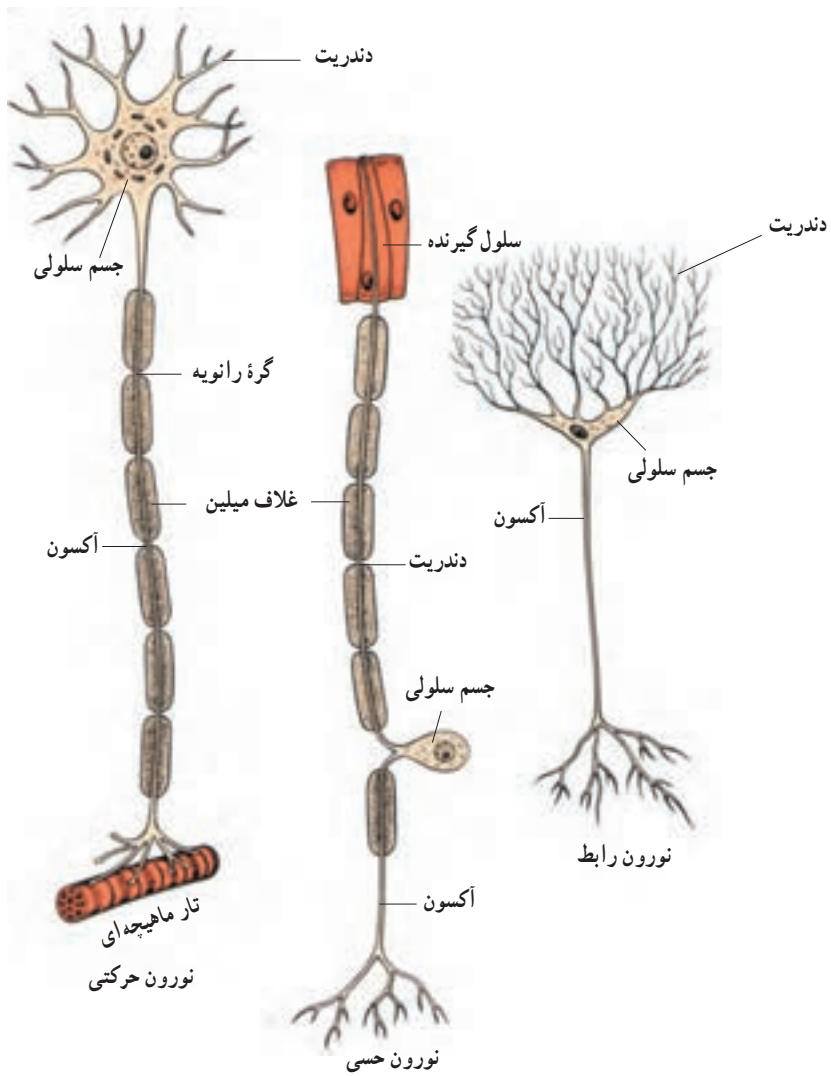
فعالیت ۱-۲- یک نورون بسازید.

با استفاده از شکل ۱-۲ و با هر ماده و یا ابزار مناسبی که در اختیار دارید، بخش‌های مختلف یک نورون را بسازید. برای زمینه کار می‌توانید از یک تکه تخته، فیبر یا یونولیت استفاده کنید. آکسون‌ها و دندریت‌ها را با استفاده از سیم، یا رشته‌های نخ به هم بافته شده، بسازید. با استفاده از یک روکش، غلاف میلین و گره‌های رانویه را مشخص کنید. با این کار شما ساختار نورون را هرگز از یاد نخواهید برد.

نورون‌ها از نظر عملی که انجام می‌دهند بر سه نوع‌اند: نورون‌های حسی، نورون‌های حرکتی و نورون‌های رابط (شکل ۲-۲).

۱- Myelin

۲- Ranvier (تلفظ نمی‌شود)



شکل ۲-۲- انواع نورون

فعالیت ۲-۲



با توجه به شکل ۲-۲ ویژگی‌های ساختاری نورون‌های حسی و حرکتی را با یکدیگر

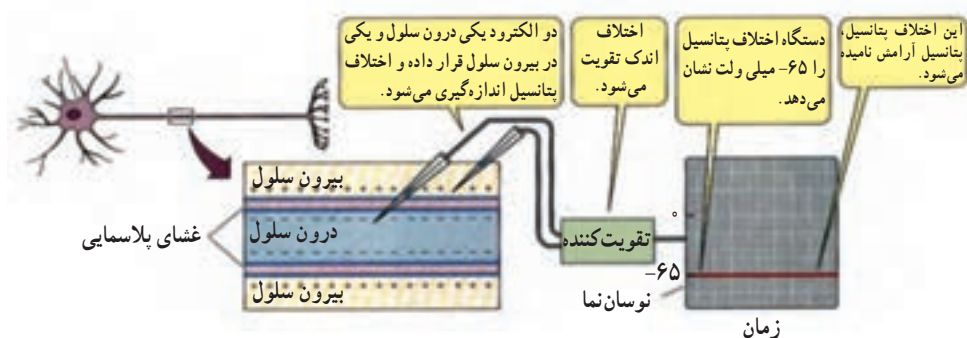
مقایسه کنید.

نورون‌های حسی اطلاعات را از اندام‌های حسی، مثل پوست به مغز و نخاع می‌رسانند. نورون‌های حرکتی، فرمان‌های مغز و نخاع را به ماهیچه‌ها و اندام‌های دیگر می‌برند. نورون‌های رابط بین نورون‌های حسی و حرکتی ارتباط برقرار می‌کنند.

فعالیت نورون

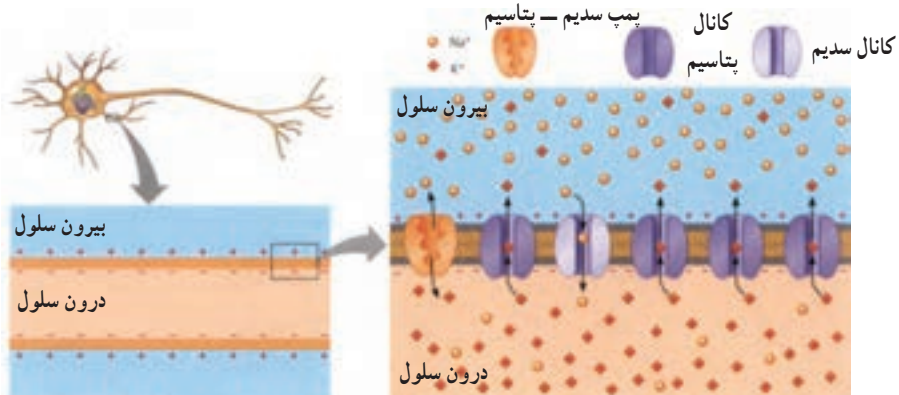
بین دو سوی غشای نورون اختلاف پتانسیل الکتریکی وجود دارد. این اختلاف پتانسیل الکتریکی به دو صورت مشاهده می‌شود.

پتانسیل آرامش: پژوهشگران با قراردادن دو الکترود بسیار ریز در دو سوی غشای آکسون دریافتند، زمانی که نورون در حال فعالیت عصبی نیست، بین دو سوی غشای نورون، اختلاف پتانسیلی معادل ۶۵- میلی‌ولت وجود دارد. به این اختلاف پتانسیل، پتانسیل آرامش گفته می‌شود (شکل ۲-۳).



شکل ۲-۳- چگونگی اندازه‌گیری اختلاف پتانسیل دو سوی غشای نورون

علت این اختلاف عدم توازن بارهای الکتریکی در دو سوی غشاست. به طوری که درون سلول نسبت به بیرون آن دارای بار الکتریکی منفی است. برای این پدیده دو علت وجود دارد؛ علت اول فعالیت پروتئین غشایی به نام پمپ سدیم - پتاسیم است که با صرف انرژی، سه یون سدیم (سه بار مثبت) را به خارج و دو یون پتاسیم (دو بار مثبت) را به داخل منتقل می‌کند. توجه داشته باشید که این کار سبب ایجاد اختلاف بار الکتریکی در دو سوی غشا می‌شود. دلیل دوم این است که در حالت آرامش، نفوذپذیری غشای سلول نسبت به یون‌های پتاسیم بسیار بیشتر از نفوذپذیری آن نسبت به یون‌های سدیم است (شکل ۲-۴).

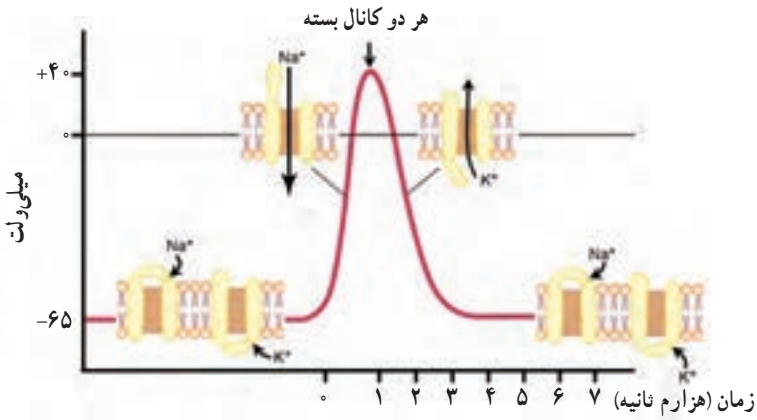
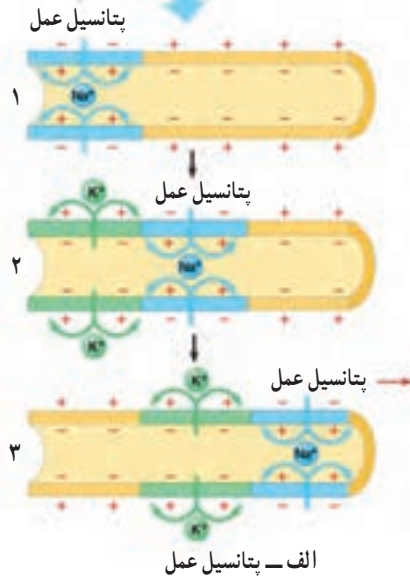


شکل ۲-۴- وضعیت غشا در حالت پتانسیل آرامش

پتانسیل عمل: پتانسیل عمل عبارت است از تغییر ناگهانی و شدید اختلاف پتانسیل بین دو سوی غشا. طی این تغییر، در زمان بسیار کوتاهی پتانسیل داخل سلول نسبت به خارج آن مثبت تر می شود و بلافاصله به حالت اول خود برمی گردد؛ یعنی مجدداً داخل سلول نسبت به خارج منفی تر می شود (شکل ۲-۵- الف).

چون پتانسیل عمل بعد از تولید در یک نقطه از سلول عصبی، در نقاط مجاور هم ایجاد می شود و نقطه به نقطه در طول رشته عصبی سیر می کند، به آن پیام عصبی نیز گفته می شود. در شکل ۲-۵- ب منحنی تغییر پتانسیل غشا را هنگام ایجاد پتانسیل عمل مشاهده می کنید؛ پژوهشگران دریافته اند که علت مثبت تر شدن پتانسیل درون سلول که در منحنی به صورت مرحله بالا رو دیده می شود، ورود ناگهانی یون های سدیم به داخل سلول است. همچنین علت پایین رفتن منحنی، خروج ناگهانی یون های پتاسیم از سلول است.

ورود ناگهانی یون های سدیم به داخل و خروج یون های پتاسیم از داخل سلول به علت وجود کانال های پروتئینی ویژه ای، به نام کانال های دریچه دار سدیمی و پتاسیمی است. هنگام پتانسیل عمل، کانال های دریچه دار سدیمی باز و سدیم وارد سلول می شود. در این حالت پتانسیل داخل سلول نسبت به خارج مثبت تر می شود. در مرحله بعد، کانال های دریچه دار سدیمی بسته و کانال های دریچه دار پتاسیمی باز می شوند. در پی باز شدن این کانال ها، پتاسیم از سلول خارج می شود و پتانسیل درون سلول نسبت به بیرون سلول منفی می شود. در این حالت کانال های دریچه دار پتاسیمی بسته می شوند. به این ترتیب پتانسیل غشا به حالت استراحت خود بازگشته است.



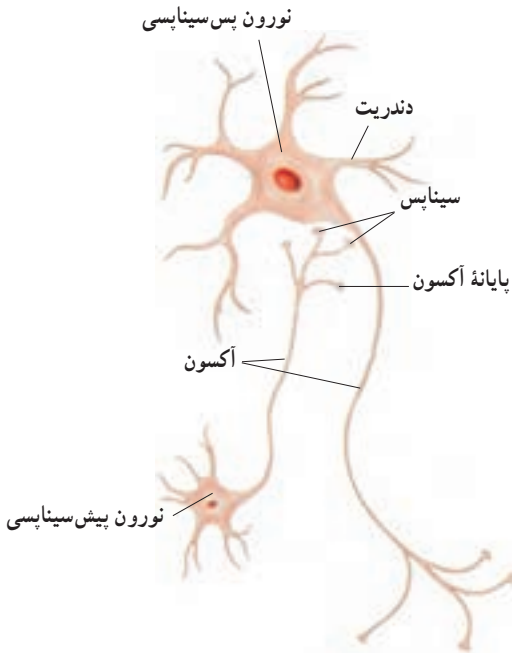
ب - منحنی تغییر پتانسیل غشا

شکل ۲-۵

بعد از پایان پتانسیل عمل، فعالیت بیشتر پمپ سدیم - پتاسیم سبب می شود غلظت یون های سدیم و پتاسیم در دو سمت سلول به حالت اولیه خود برگردند.

ارتباط نورون‌ها با یکدیگر و با سلول‌های غیر عصبی

وقتی پیام عصبی به پایانهٔ آکسون می‌رسد، می‌تواند به سلول‌های دیگر منتقل شود. محلی را که در آن یک نورون با سلول دیگر ارتباط برقرار می‌کند سیناپس^۱ می‌نامند (شکل ۲-۶).



شکل ۲-۶- سیناپس

در سیناپس‌ها، سلول نورون به سلول دیگر، نمی‌چسبد، بلکه بین پایانهٔ یک آکسون و سلول دریافت کننده، فاصلهٔ کمی وجود دارد که به آن فضای سیناپسی می‌گویند. در یک سیناپس، نورون انتقال دهنده، نورون پیش سیناپسی و سلول دریافت کننده، سلول پس سیناپسی خوانده می‌شوند. وقتی جریان عصبی به پایانهٔ آکسون نورون پیش سیناپسی می‌رسد، باید فضای سیناپسی را طی کند و به سلول پس سیناپسی منتقل شود. انتقال پیام عصبی از نورون پیش سیناپسی به سلول پس سیناپسی با آزاد شدن ماده‌ای که انتقال دهندهٔ عصبی نام دارد، انجام می‌شود.

انتقال دهنده‌های عصبی انواع گوناگونی دارند. مثلاً، یکی از انتقال دهنده‌های اصلی

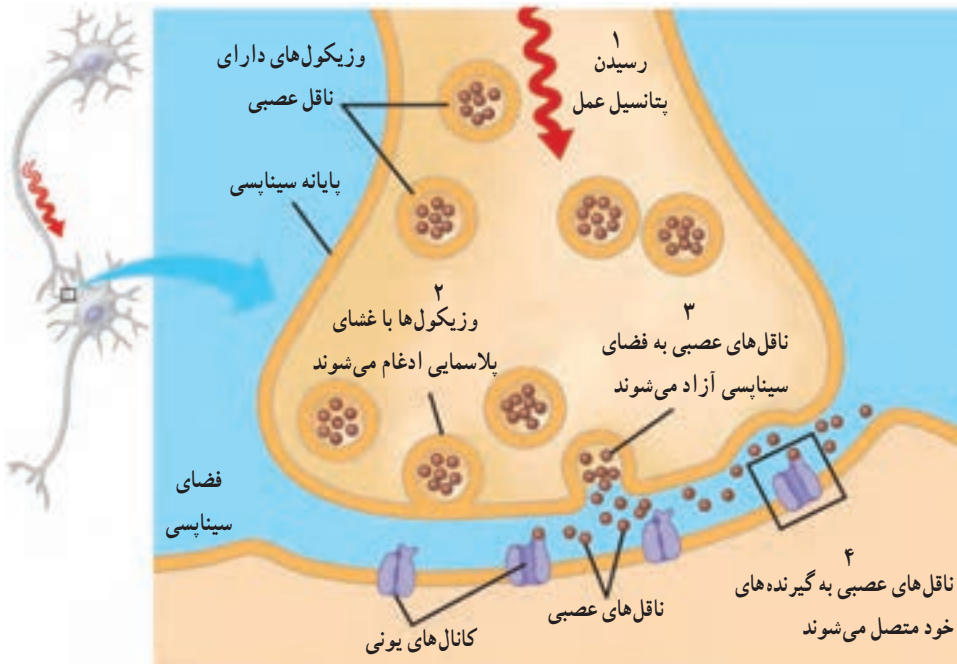
استیل کولین^۲ است.

۱- synapse

۲- acetylcholine

آزاد شدن انتقال دهنده های عصبی

وقتی پتانسیل عمل به پایانه آکسون یک نورون پیش سیناپسی می رسد، وزیکول های محتوی انتقال دهنده ها با غشای سلول آمیخته می شوند و مولکول های انتقال دهنده به درون فضای سیناپسی آزاد می شوند و سپس به سلول پس سیناپسی می رسند (شکل ۷-۲).



شکل ۷-۲

انتقال دهنده های عصبی پس از رسیدن به نورون پس سیناپسی، سبب تغییر پتانسیل الکتریکی آن می شوند. این تغییر ممکن است در جهت فعال کردن یا مهار کردن نورون پس سیناپسی باشد.

خودآزمایی ۱-۲



۱- ساختار یک نورون را توضیح دهید.

۲- وقایع انتقال جریان عصبی را در محل سیناپس به طور خلاصه بیان کنید.

اثر مواد اعتیادآور بر دستگاه عصبی مرکزی

بعضی مواد عملکرد دستگاه عصبی مرکزی را تغییر می دهند. الکل و مواد مخدری مانند نیکوتین، کوکائین و هروئین مثال هایی از این مواد هستند که اعتیاد به آنها مشکل بزرگ بعضی از جوامع امروزی است. همه این مواد می توانند باعث وابستگی روانی مصرف کننده شوند و بیشتر آنها موجب وابستگی جسمی نیز می شوند. همچنین کافئین که در قهوه یا نوشابه ها یافت می شود در افراد وابستگی ایجاد می کند.

اعتیاد چیست؟

اعتیاد پاسخی فیزیولوژیک است که مصرف مکرر مواد اعتیادآور باعث آن می شود. اعتیاد عملکرد طبیعی نورون ها و سیناپس ها را تغییر می دهد. هنگامی که ماده اعتیادآور عملکرد نورون یا سیناپس را تغییر داد، از آن پس آن نورون یا سیناپس به طور طبیعی کار نمی کند، مگر در حضور آن ماده. شخص با مصرف مکرر ماده اعتیادآور، به آن معتاد می شود و بدن او نسبت به آن ماده عادت می کند. شخص معتاد باید با گذشت زمان مقدار ماده ای را که مصرف می کند افزایش دهد، تا خواسته بدنش تأمین شود.

اعتیاد به نیکوتین

نیکوتین ماده ای اعتیادآور است که در برگ های گیاه تنباکو (توتون) یافت می شود. این ماده بسیار سمی است و سریعاً وارد جریان خون می شود. حدود ۶۰ میلی گرم از نیکوتین برای انسان کشنده و مرگ آور است.

متخصصین زیست شناسی عصب پس از مطالعاتی که روی چگونگی ایجاد اعتیاد به نیکوتین داشته اند، به این نتیجه رسیده اند که نیکوتین به علت شباهت ساختاری با استیل کولین به محل های مخصوصی در سلول های عصبی که به طور طبیعی محل گیرنده های استیل کولین هستند، متصل می شود. این جایگاه ها از مراکز کنترل مغز هستند که بسیاری از فعالیت های مغزی را کنترل می کنند.

اتصال نیکوتین به سلول های عصبی باعث ایجاد تغییرات زیادی می شود. بعد از مدتی بدن فرد سیگاری فقط در حضور نیکوتین (به جای استیل کولین) به طور طبیعی کار می کند و در صورت حذف نیکوتین، حالت طبیعی بدن مختل می شود. در این حالت تنها راه برای برقراری و نگهداری حالت طبیعی بدن سیگار کشیدن است. به این ترتیب می گوئیم چنین فردی معتاد به سیگار است.

مواد سمی و جهش‌زای شیمیایی همراه با دود تنباکو وارد دهان شخص می‌شوند و مخاط دهان، بینی و گلو را تحریک می‌کنند. دود تنباکو در شش‌ها جمع می‌شود و مژده‌های سطح دستگاه تنفسی را از کار می‌اندازد و ظرفیت تنفسی را کاهش می‌دهد. مصرف تنباکو با سرطان‌های دهان، حنجره و شش ارتباط مستقیم دارد. احتمال سقط جنین و به دنیا آمدن نوزاد مرده در زنانی که تنباکو مصرف می‌کنند، بیشتر است. احتمال ابتلا به موارد فوق در افرادی که در معرض دود تنباکو قرار دارند، همانند افرادی است که تنباکو مصرف می‌کنند.



بیشتر بدانید

الکتروآنسفالوگرافی (نوار مغزی)

الکتروآنسفالوگراف (Electro Encephalo Graph) دستگاهی است که به کمک آن امواج ناشی از جریان‌های بیوالکتریکی مغز را ثبت و اندازه‌گیری می‌کند. جریان‌های تولیدشده از طریق بافت‌های بدن که هادی جریان الکتریکی هستند، به الکترودهای دستگاه که به پوست سر متصل شده‌اند، وارد می‌شوند و سپس فعالیت الکتریکی مغز به صورت منحنی‌هایی به نام الکتروآنسفالوگرام روی نوار کاغذی و یا صفحه نمایش، ثبت می‌شود. از این منحنی‌ها برای تشخیص برخی بیماری‌های مغزی، استفاده می‌شود.

(Magnetic Resonance Imaging) M.R.I

یکی از روش‌های بررسی ساختار مغز، استفاده از میدان مغناطیسی است که به طور اختصاری با M.R.I نشان داده می‌شود. در این روش فرد در یک میدان مغناطیسی قوی قرار داده می‌شود و امواج خاصی از بافت‌های بدن عبور داده می‌شوند. این امواج پس از برخورد به بافت‌های بدن امواج الکترومغناطیسی آزاد می‌کنند که پس از پردازش با رایانه، تصاویری از بخش‌های مورد نظر به دست می‌دهند. در این تصاویر جزئیات بافت‌ها و بخش‌های سفید و خاکستری مغز به خوبی قابل تشخیص‌اند.

۲ ساختار و کار دستگاه عصبی

وظایف دستگاه عصبی به ارتباط‌های متقابل بین میلیون‌ها نورون وابسته است. شبکه‌های نورونی، به طور مداوم اطلاعاتی درباره شرایط داخلی بدن و شرایط محیطی، جمع‌آوری می‌کنند و پس از هماهنگی و تفسیر، به آنها پاسخ می‌دهند. نورون‌ها چگونه در دستگاه عصبی، سازمان یافته‌اند؟ همان‌طور که در شکل ۸-۲ نشان داده شده است، در دستگاه عصبی دو بخش اصلی وجود دارد؛ دستگاه عصبی مرکزی و دستگاه عصبی محیطی.



شکل ۸-۲- دستگاه عصبی انسان. بخش نارنجی رنگ دستگاه عصبی مرکزی و بخش بنفش رنگ دستگاه عصبی محیطی را نشان می‌دهد.

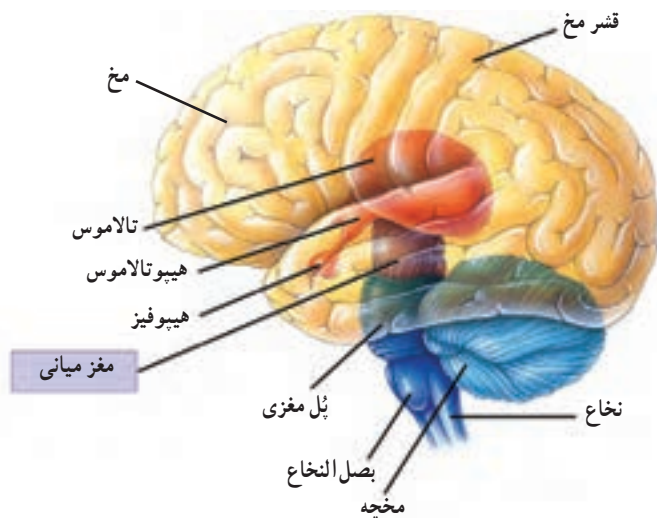
دستگاه عصبی مرکزی شامل مغز و نخاع است که مراکز نظارت بر اعمال بدن اند. این دستگاه اطلاعات دریافتی از محیط و درون بدن را تفسیر می‌کند و به آنها پاسخ می‌دهد. دستگاه عصبی مرکزی از دو بخش ماده خاکستری که بیشتر محتوی جسم سلولی نورون‌هاست و ماده سفید که اجتماع بخش‌های میلین‌دار نورون‌هاست، تشکیل شده است.

دستگاه عصبی محیطی شامل تعداد زیادی عصب است. هر عصب مجموعی از آکسون‌ها، دندریت‌ها یا هر دو آنهاست. دور این آکسون‌ها و دندریت‌ها را غلافی از بافت پیوندی پوشانده است. به آکسون‌ها، یا دندریت‌های بلند تار عصبی می‌گویند.

اعصاب محیطی سه نوع اند: اعصاب حسی که پیام‌های عصبی را از اندام‌ها به مغز می‌برند، اعصاب حرکتی که پیام‌های عصبی را از مغز و نخاع به ماهیچه‌ها یا غده‌ها می‌برند. اعصاب مختلط مجموعی از تارهای حسی و حرکتی هستند.

مغز

مغز مرکز اصلی پردازش اطلاعات در بدن است، به‌طور متوسط وزن مغز یک فرد بالغ ۱/۵ کیلوگرم است. افکار، عواطف، رفتار، ادراک، احساس و حافظه برعهده مغز است. هم‌اکنون که این متن را می‌خوانید، مغز شما در حال درک و پردازش اطلاعات دریافتی و یادگیری است. مغز شامل چند بخش است: مخ، مخچه و ساقه مغز از آن جمله‌اند (شکل ۹-۲).



شکل ۹-۲- نیمه راست مغز

مخ: مخ بزرگ‌ترین بخش مغز است و توانایی یادگیری، حافظه، ادراک و عملکرد هوشمندانه را دارد. مخ دارای یک لایهٔ خارجی چین‌خورده با برآمدگی‌ها و شیارهای بسیار است. این لایه قشر مخ نامیده می‌شود. یک شیار عمیق و طولانی در وسط، مخ را به دو نیمکرهٔ چپ و راست تقسیم می‌کند. نیمکره‌های مخ از طریق دسته‌ای از تارهای عصبی به نام جسم پینه‌ای، به یکدیگر مرتبط می‌شوند. به‌طور معمول، نیمکرهٔ چپ مخ اطلاعات حسی را از سمت راست بدن دریافت و حرکات آن را کنترل می‌کند و برعکس نیمکرهٔ راست، اطلاعات حسی را از سمت چپ بدن دریافت و حرکات آن بخش را کنترل می‌کند. علاوه بر آن هر یک از نیمکره‌ها، کارهای مخصوص به خود دارند. بیشتر پردازش اطلاعات حسی و حرکتی در قشر خاکستری مخ انجام می‌شود که لایهٔ خارجی چین‌خورده و نازک مخ است. چین‌خوردگی‌های قشر مخ، باعث افزایش سطح این ناحیه شده است و در عین حال این امکان را به‌وجود آورده است که مغز درون جمجمه جا بگیرد.

مخچه: مخچه در پشت ساقهٔ مغز قرار دارد و از دو نیمکره که در وسط آنها بخشی به نام گرمینه قرار دارد تشکیل شده است. این اندام مهم‌ترین مرکز هماهنگی و یادگیری حرکات لازم برای تنظیم حالت بدن و تعادل است و برای انجام این اعمال، اطلاعاتی را از ماهیچه‌ها، مفاصل‌ها، پوست، چشم‌ها و گوش‌ها دریافت می‌کند. به‌علاوه بخش‌هایی از مغز و نخاع که مربوط به حرکات بدن هستند، پیام‌هایی را به مخچه ارسال می‌کنند. وقتی راه می‌رویم، مخچه با پیش‌بینی وضعیت بدن در لحظهٔ بعد پیام‌هایی را برای مغز و نخاع می‌فرستد و موجب تصحیح و یا تغییر حرکت بدن می‌شود. به این ترتیب ما بدون برخورد به موانع، راه خود را ادامه می‌دهیم. صدمه به مخچه باعث می‌شود که فرد هنگام راه رفتن تلو تلو بخورد و اعمال خود را به‌طور غیرماهرانه انجام دهد. این فرد توانایی انجام حرکات دقیق را ندارد؛ نمی‌تواند یک خط مستقیم رسم کند و یا با چکش روی میخ بکوبد.

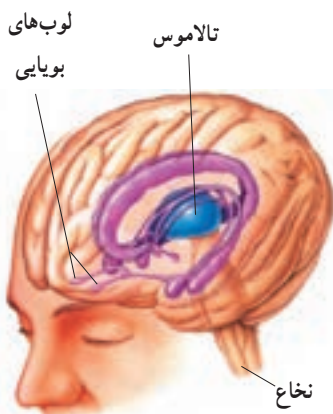
ساقهٔ مغز: ساقهٔ مغز در قسمت پایینی مغز قرار دارد و متشکل از بخش‌هایی است که از یک سو به نخاع منتهی می‌شوند و از سوی دیگر، به نیمکره‌های مخ و مخچه منتهی می‌شوند. ساقهٔ مغز شامل مغز میانی، پل و بصل‌النخاع است. بصل‌النخاع، بسیاری از اعمال حیاتی مربوط به فعالیت‌های بدن، مانند تنفس و ضربان قلب را تنظیم می‌کند. این ساختارها نقش مهمی در تنظیم فعالیت‌های بدن برعهده دارند (شکل ۱۰-۲).

مراکز مغزی دیگر: در بالای ساقهٔ مغز، مراکز مهم تقویت و انتقال پیام‌های عصبی وجود دارد که اطلاعات را بین بخش‌های مختلف مغز رد و بدل می‌کنند. از جملهٔ این مراکز تالاموس است که در پردازش اطلاعات حسی نقش مهمی دارد. اطلاعات حسی از اغلب نقاط بدن در تالاموس گردهم می‌آیند،



شکل ۱۰-۲- مقطع طولی ساقه مغز

تقویت می‌شوند و به بخش‌های مربوطه در قشر مخ فرستاده می‌شوند. درزیر تالاموس، هیپوتالاموس قرار دارد. هیپوتالاموس مرکز احساس گرسنگی و تشنگی و تنظیم دمای بدن است و نیز بسیاری از اعمال غده‌های ترشح‌کننده هورمون‌ها را تنظیم می‌کند. تالاموس و هیپوتالاموس را شبکه گسترده‌ای از نورون‌ها، به نام دستگاه لیمبیک^۱ به قسمت‌هایی از قشر مخ، متصل می‌کند و نقش مهمی در حافظه، یادگیری و احساسات مختلف، مانند احساس رضایت، عصبانیت و لذت، برعهده دارد (شکل ۱۱-۲).



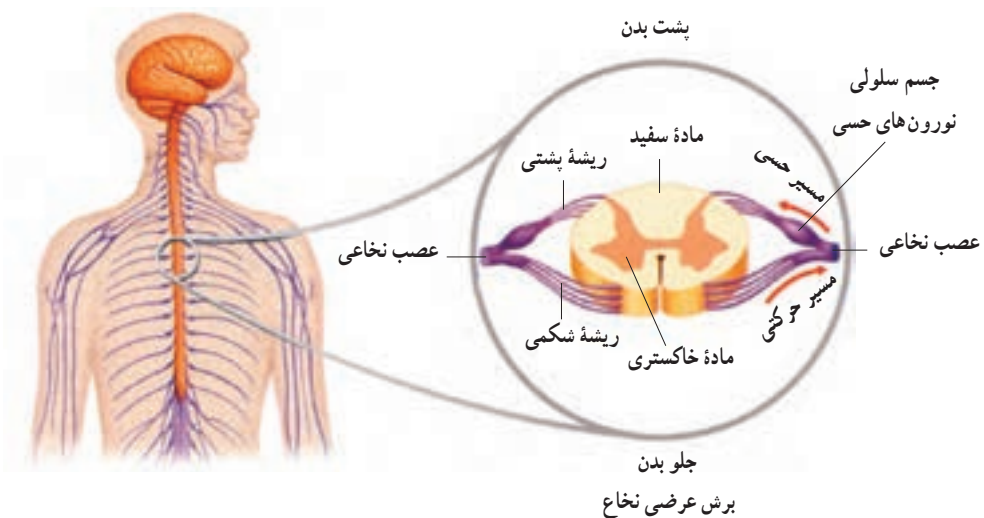
شکل ۱۱-۲- دستگاه لیمبیک. در این شکل بخش‌های تشکیل‌دهنده دستگاه لیمبیک و نیز قسمت‌های مرتبط با آن با رنگ بنفش مشخص شده‌اند.

نخاع

نخاع درون ستون مهره‌ها از بصل النخاع تا کمر امتداد دارد. نخاع، مغز را به دستگاه عصبی محیطی متصل می‌کند. مغز اطلاعاتی را که از طریق نخاع به سمت بالا می‌آیند، دریافت و همچنین از طریق آن، فرمان‌هایی را برای کنترل اعمال بدن، ارسال می‌کند (شکل ۱۲-۲). نخاع علاوه بر انتقال پیام‌ها، مرکز برخی از انعکاس‌های بدن است. انعکاس، پاسخ ناگهانی و غیرارادی ماهیچه‌ها در پاسخ به محرک‌هاست.

۳۱ جفت عصب به نخاع متصل است. هر عصب نخاعی یک ریشهٔ پشتی و یک ریشهٔ شکمی دارد. ریشه‌های پشتی محتوی نورون‌های حسی‌اند که اطلاعات را از گیرنده‌های حسی به دستگاه عصبی مرکزی وارد می‌کنند. ریشه‌های شکمی محتوی نورون‌های حرکتی‌اند که پاسخ حرکتی را از دستگاه عصبی مرکزی به ماهیچه‌ها و غده‌ها، منتقل می‌کنند.

در برش عرضی نخاع، دو بخش مادهٔ خاکستری و مادهٔ سفید دیده می‌شود. مادهٔ خاکستری شامل جسم سلولی نورون‌ها و تعدادی نورون رابط است. مادهٔ سفید محتوی آکسون و دندریت نورون‌هاست و بخش خاکستری را دربر گرفته است (شکل ۱۲-۲).



شکل ۱۲-۲- نخاع



بیشتر بدانید

آسیب نخاع

نخاع برخلاف سایر قسمت‌های بدن، پس از جراحات‌های عمیق، ترمیم نمی‌شود. نورون‌های آسیب‌دیده، پیام عصبی را منتقل نمی‌کنند و بسته به اینکه کدام قسمت نخاع صدمه دیده باشد، پاها و یا دست‌ها، برای همیشه از کار می‌افتند. امروزه به کمک دارویی ضد التهابی که حداکثر هشت ساعت بعد از ایجاد جراحی باید مصرف شود، اشخاص صدمه‌دیده می‌توانند بهبودی نسبی به دست آورند. از سوی دیگر مرگ و میر نورون‌ها و سلول‌های پشتیبان در قسمت صدمه‌دیده نخاع، حتی چند هفته پس از ایجاد جراحی همچنان ادامه می‌یابد. برخی از پژوهشگران تصور می‌کنند با جلوگیری از مرگ این سلول‌ها، می‌توان از فلیج شدن پاها و یا دست‌ها، جلوگیری کرد. در آزمایش‌هایی که روی موش‌ها انجام شده است، پژوهشگران موادی را یافته‌اند که از مرگ سلول‌های عصبی موش‌های صدمه‌دیده، جلوگیری می‌کنند. آنها در پی یافتن موادی هستند که از مرگ سلول‌های عصبی در انسان نیز، جلوگیری کنند.

از طرف دیگر، آکسون‌های صدمه‌دیده، قدرت رشد دوباره دارند، اما موادی در نخاع وجود دارد که از رشد آنها جلوگیری می‌کنند. اعصاب دستگاه عصبی محیطی، فاقد این مواد جلوگیری‌کننده هستند؛ در نتیجه آکسون‌های این اعصاب، می‌توانند به خوبی رشد کنند. پژوهشگران برای تحریک رشد آکسون‌های صدمه‌دیده نخاع، قسمت‌هایی از اعصاب محیطی را به نخاع پیوند زده‌اند. این پیوندهای عصبی تونل‌هایی را برای رشد دوباره آکسون‌ها، فراهم می‌کنند. موش‌هایی که عمل پیوند روی آنها انجام شده است، پس از سه هفته علائمی حاکی از بهبودی را نشان داده‌اند. پس از گذشت یک سال آنها می‌توانند روی پاها خود بایستند. چنین عملی هنوز در مورد انسان انجام نشده است.

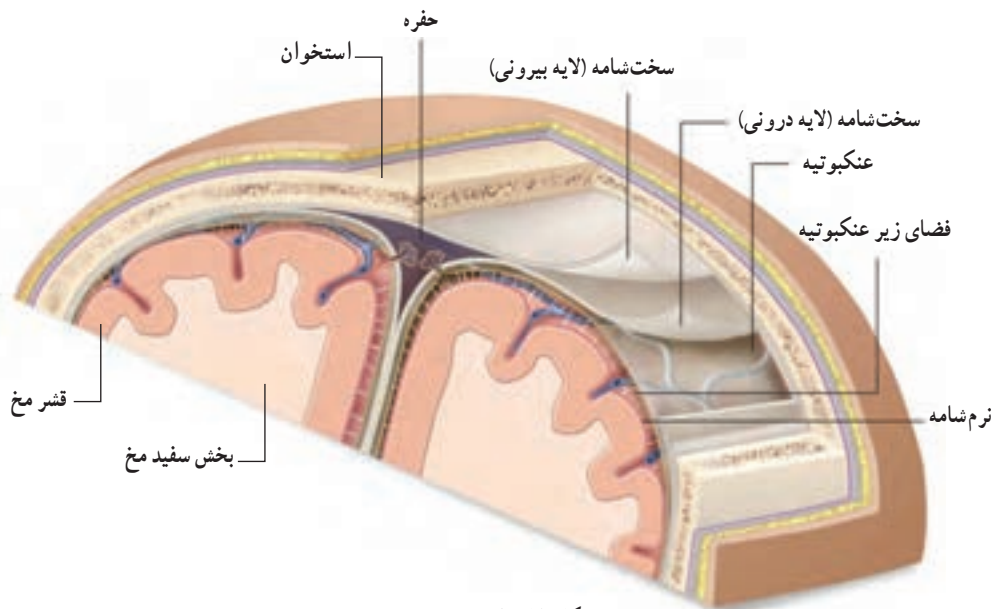
محافظت از دستگاه عصبی مرکزی

دستگاه عصبی مرکزی پستانداران از چند طریق محافظت می‌شود. اولین عامل، استخوان‌های مجسمه و ستون مهره‌ها هستند که جعبه‌ای محکم و استخوانی برای حفاظت مغز و نخاع به وجود می‌آورند. علاوه بر آن، مغز و نخاع را پرده‌ای به نام منژ،^۱ حفاظت می‌کند. پرده خارجی منژ که از نوع بافت پیوندی محکم است، سخت‌شامه نام دارد و در زیر آن عنکبوتیه قرار دارد (عنکبوتیه در زیر میکروسکوپ مثل تارهای عنکبوت است). لایه داخلی منژ نرم‌شامه نام دارد که دارای مویرگ‌های

^۱meninges تلفظ این واژه به فرانسه است.

خونی فراوان است و بافت عصبی را تغذیه می‌کند. فضای بین سخت شامه و نرم شامه، با مایعی به نام مایع مغزی - نخاعی پر شده است. این مایع نقش ضربه‌گیر را دارد و از برخورد مغز و نخاع به استخوان‌ها در حین حرکت، جلوگیری می‌کند (شکل ۱۳-۲).

بافت پوششی دیواره مویرگ‌های مغزی، فاقد منافذی هستند که در مویرگ‌های بافت‌های دیگر، دیده می‌شوند. در نتیجه بسیاری از مواد که در متابولیسم سلول‌های مغزی نقشی ندارند و نیز میکروب‌ها معمولاً نمی‌توانند وارد مغز شوند. به این عامل حفاظت‌کننده سد خونی - مغزی گفته می‌شود. البته موادی چون گلوکز و اکسیژن می‌توانند به سرعت از این سد بگذرند و وارد سلول‌های مغزی شوند.



شکل ۱۳-۲- پرده مننژ مغز

دستگاه عصبی محیطی

دستگاه عصبی محیطی، مغز و نخاع را به قسمت‌های دیگر بدن ارتباط می‌دهد و شامل ۳۱ جفت عصب نخاعی و ۱۲ جفت عصب مغزی است (شکل ۸-۲).

دستگاه عصبی محیطی، شامل دو بخش اصلی حسی و حرکتی است. بخش حسی که اطلاعات اندام‌های حس را به دستگاه عصبی مرکزی هدایت می‌کند. بخش حرکتی که ارسال پیام عصبی را به اندام‌های حرکتی برعهده دارد و شامل دو دستگاه مستقل است: دستگاه عصبی پیکری و دستگاه عصبی خودمختار.

دستگاه عصبی پیکری: نورون‌های حرکتی محیطی که ماهیچه‌های اسکلتی را تحریک می‌کنند، تحت کنترل آگاهانه ما قرار دارند. این نورون‌ها دستگاه عصبی پیکری را تشکیل می‌دهند. بعضی از فعالیت‌ها در این دستگاه، نظیر انعکاس‌های نخاعی غیرارادی‌اند. انعکاس‌های نخاعی، پاسخ‌های حرکتی مهره‌داران به محرک‌های محیطی‌اند و برای حفظ حیات آنها انجام می‌شوند. این انعکاس‌ها بسیار سریع‌اند، زیرا در انجام آنها، اغلب نخاع و دستگاه عصبی محیطی درگیرند و مغز نقشی ندارد. انعکاس زردپی زیر زانو، نمونه‌ای از این انعکاس‌هاست.

به شکل ۱۴-۲ نگاه کنید. وقتی پاهای شما در وضعیتی که در شکل می‌بینید به حالت آویزان قرار گیرند، اگر به زردپی زیر زانو ضربه‌ای وارد شود، پا ناگهان به سمت جلو حرکت می‌کند. ضربه وارد شده به زردپی، نورون حسی متصل به ماهیچه جلو ران را تحریک می‌کند. نورون حسی پیام عصبی را به نخاع ارسال می‌کند و نورون حرکتی مربوط، تحریک می‌شود و در نتیجه ماهیچه منقبض می‌شود و پا به سرعت بالا می‌آید. نورون حسی همچنین یک نورون رابط را در نخاع تحریک می‌کند و آن، نورون حرکتی مربوط به ماهیچه عقب ران را از فعالیت بازمی‌دارد. در نتیجه این ماهیچه در حالت استراحت قرار می‌گیرد.

پزشک‌ها، از این آزمایش برای بررسی سالم بودن مسیر انعکاس و نیز میزان اضطراب فرد، استفاده می‌کنند، یعنی هر قدر میزان اضطراب فرد بیشتر باشد، پا سریع‌تر پاسخ می‌دهد و بالاتر می‌آید.



شکل ۱۴-۲ انعکاس زردپی زیر زانو



فعالیت ۲-۳

با استفاده از یک چکش لاستیکی و به روش گفته شده، انعکاس زردپی زیر زانو را انجام

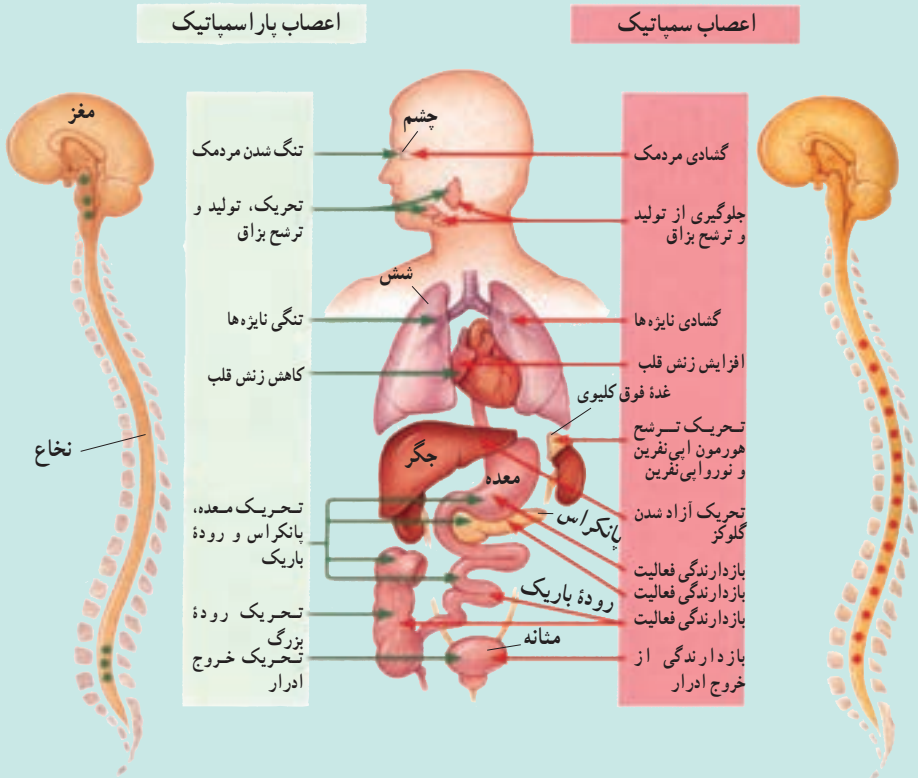
دهید.

دستگاه عصبی خودمختار: تنظیم انقباض ماهیچه‌های قلبی و صاف و همچنین تنظیم کار غده‌ها آگاهانه انجام نمی‌شوند. این اعمال را دستگاه عصبی خودمختار تنظیم می‌کند.

اعصاب پاراسمپاتیك^۱ و اعصاب سمپاتیك^۲ دو بخش دستگاه عصبی خودمختار هستند که حالت پایدار بدن را حفظ می‌کنند. عمل این دو بخش به طور معمول بر خلاف یکدیگر است. عمل پاراسمپاتیك باعث برقراری حالت آرامش در بدن می‌شود. در این حالت فشار خون کاهش می‌یابد و ضربان قلب کم می‌شود. پاراسمپاتیك در دستگاه گوارش، باعث آغاز فعالیت‌های گوارشی می‌شود. بخش سمپاتیك در مواقع هیجان‌های روانی یا جسمی بر پاراسمپاتیك غلبه دارد و بدن را به حالت آماده‌باش نگاه می‌دارد. ممکن است چنین حالتی را در هنگام شرکت در مسابقه ورزشی یا پاسخ دادن به سؤالات امتحانی تجربه کرده باشید. در این حالت بخش سمپاتیك سبب افزایش فشار خون، ضربان قلب و تعداد تنفس می‌شود و همچنین جریان خون را به سوی قلب و ماهیچه‌های اسکلتی هدایت می‌کند.

۱- parasympathetic

۲- sympathetic



شکل ۱۵-۲- دستگاه عصبی سمپاتیک و پاراسمپاتیک

خودآزمایی ۲-۲

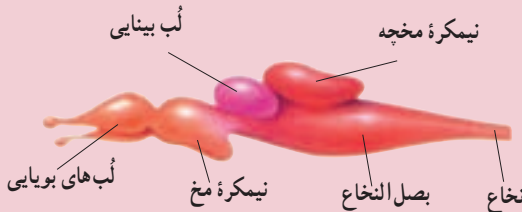


- ۱- عملکرد منچخه و ساقه مغز را توضیح دهید.
- ۲- مشخصات ریشه پستی و شکمی نخاع را بنویسید.



فعالیت ۴-۲

- ۱- چرا انعکاس نخاعی، سریع‌تر از یک حرکت ارادی، انجام می‌شود؟
- ۲- انعکاس‌ها رفتارهایی غریزی‌اند که به‌طور معمول آموخته نمی‌شوند. این رفتارها، برای موجودات زنده، چه مزیتی دارند؟
- ۳- طرح زیر، مغز ماهی را نشان می‌دهد، نیمکره‌های مخ ماهی با نیمکره‌های مخ انسان چه تفاوتی دارند؟ لُب‌های بویایی را که در شکل می‌بینید، محل دریافت پیام‌های عصبی از گیرنده‌های بینی است. لُب‌های بویایی ماهی در مقایسه با مغز انسان بزرگ‌تر است، این مطلب چه واقعیتی را درباره حس بویایی ماهی آشکار می‌کند؟



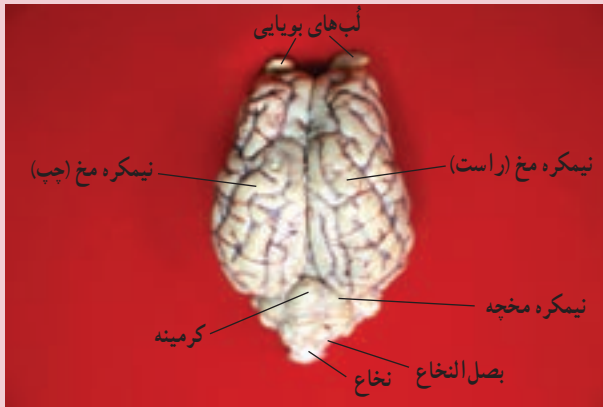
فعالیت ۵-۲

تشریح مغز گوسفند

- مواد و وسایل لازم: مغز سالم گوسفند، وسایل تشریح، محلول فرمالین، دستکش.
- بافت مغز نرم است بهتر است آن را ۴۸ تا ۷۲ ساعت قبل از تشریح در محلول فرمالین ۵ تا ۱۰ درصد قرار دهید. محلول فرمالین موجود در آزمایشگاه‌ها معمولاً ۳۶ درصد است که باید آن را ۴ بار رقیق کرد. چند ساعت قبل از تشریح، مغز را از محلول خارج کنید و در آب قرار دهید تا بو و اثر فرمالین کم شود. با این حال بهتر است هنگام کار از دستکش استفاده کنید.
- در صورت در اختیار نداشتن فرمالین مغز را مدت کوتاهی در آب جوش قرار دهید.

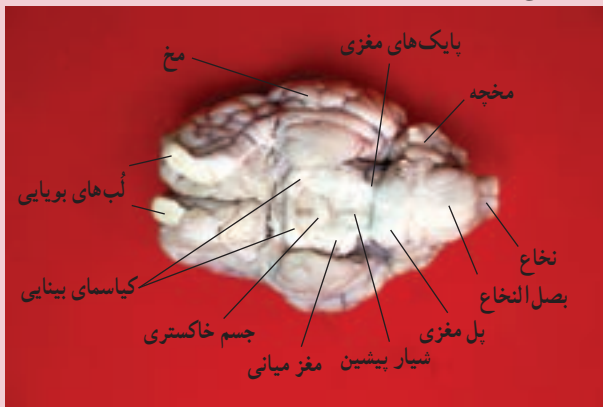
بررسی بخش‌های خارجی مغز

الف) مشاهده سطح پشتی (شکل ۱): روی مغز پرده نرم‌شامه و در بعضی قسمت‌ها مقداری عنکبوتیه وجود دارد. با پنس آنها را جدا کنید تا چین و شکنج‌های قشر مغز را بهتر ببینید. شکنج‌های عمیق مغز را شیار می‌نامند. یکی از این شیارها، شیار جلویی عقبی است که دو نیمکره را از هم جدا می‌کند. مخچه، کرینه، قسمت‌هایی از بصل‌النخاع، ابتدای نخاع و بخشی از لُب‌های بویایی را می‌توانید ببینید.



شکل ۱

ب) مشاهده سطح شکمی (شکل ۲): مغز را برگردانید و پرده‌های منژ آن را با احتیاط جدا کنید تا بخش‌های مغز را بهتر ببینید. در این حالت بخش‌های زیر را از بالا به پایین می‌توانید مشاهده کنید: لُب‌های بویایی، نیمکره‌های مخ، کیاسمای بینایی، جسم خاکستری (بخشی از هیپوتالاموس) محل اتصال هیپوفیز، مغز میانی، پایک‌های مغزی، شیار پیشین، پل مغزی، بصل‌النخاع، نیمکره‌های مخچه و قسمتی از نخاع.



شکل ۲

پ) مشاهده بخش‌های درونی مغز : مغز را در تشک طوری قرار دهید که سطح پشتی آن به سمت بالا باشد. با انگشتان شست دو نیمکره را قدری فاصله دهید و با پنس بقایای پرده‌های منتهی را که به صورت الیاف هستند از بین دو نیمکره خارج کنید تا نوار سفیدرنگ جسم پینه‌ای را ببینید. درحالی که نیمکره‌های مغز را کمی از هم جدا کرده‌اید با نوک اسکالپل در جلوی جسم پینه‌ای یک برش کم عمق ایجاد کنید. با ملایمت فاصله نیمکره‌ها را بیشتر کنید تا مثلث مغزی یا رابط سه گوش را در زیر جسم پینه‌ای ببینید. رأس مثلث مغزی به سمت جلو و قاعده آن به سمت عقب است. رابط پینه‌ای و سه گوش در عقب با هم یکی شده و در جلو از هم فاصله دارند و بین آنها پرده‌ای شفاف به نام سبتوم (دیواره) به صورت عمودی کشیده شده است که بطن‌های ۱ و ۲ را از هم جدا می‌کند. در مرحله بعد با احتیاط و با کمک اسکالپل در مثلث مغزی برشی طولی ایجاد کنید و در زیر آن تالاموس‌ها و رابط بین آنها را ببینید. توجه داشته باشید که تالاموس‌ها با کمترین فشار از هم جدا می‌شوند. در عقب تالاموس‌ها، بطن سوم به صورت محوطه باز قیف‌مانندی دیده می‌شود که از طریق مجرایی به بطن ۴ ارتباط دارد.

در لبه پایین بطن ۳، اَبی فیز (غده پینه‌آل) را می‌بینید. در عقب اَبی فیز چهار برجستگی به نام برجستگی‌های چهارگانه قرار دارند که دو برآمدگی جلویی بزرگ تر و برآمدگی‌های عقبی کوچک‌ترند. در مرحله بعد کریمینه را در امتداد شیار بین دو نیمکره ببرید و برش را ادامه دهید تا بطن ۴ مغز را ببینید. بخش سفید مخچه شبیه درختی است که در میان ماده خاکستری قرار دارد و به آن درخت زندگی می‌گویند.

تشریح مغز را می‌توانید با یک برش طولی عمیق ادامه دهید تا دونیمکره از هم جدا شوند و بخش‌های مختلف مغز را بهتر مشاهده کنید. در این حالت رابط پینه‌ای، رابط مثلثی و سبتوم را می‌توان به خوبی مشاهده کرد. در داخل نیمکره‌ها بطن‌های جانبی ۱ و ۲ و در کف آنها اجسام مخطط به صورت برجستگی‌هایی قرار دارند (شکل ۳).

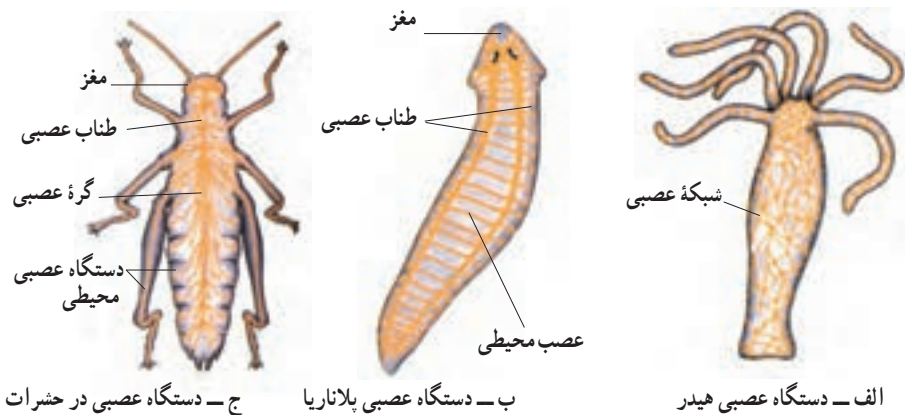


شکل ۳

دستگاه عصبی جانوران

سلول‌های عصبی جانوران مختلف، از نظر نحوه عمل بسیار شبیه یکدیگرند. اما در سازمان عصبی جانوران مختلف، گوناگونی‌های بسیاری به چشم می‌خورد. هیدر که از کیسه‌تنان است، یکی از ساده‌ترین دستگاه‌های عصبی را دارد. دستگاه عصبی هیدر به شکل یک شبکه عصبی است و شامل شبکه‌ای از رشته‌هاست که در تمام بدن جانور پخش شده‌اند. هیدر سر و مغز ندارد و نیز تقسیم‌بندی مرکزی و محیطی در دستگاه عصبی آن وجود ندارد. هیدر در آب زندگی می‌کند و می‌تواند به آهستگی در زیستگاه خود جابه‌جا شود؛ اما بیشتر اوقات به حالت ساکن و چسبیده به یک تکه سنگ، قرار گرفته است. شبکه عصبی برای ساختار بدن هیدر و نحوه فعالیت آن، کاملاً مناسب است (شکل ۱۶-۲-الف). بیشتر جانوران دارای سر و دم‌اند و سر آنها مجهز به اندام‌های حسی و مغز است. در سر پلاناریا که از کرم‌های پهن است، مغز کوچکی وجود دارد. مغز پلاناریا از گره‌های عصبی (توده‌هایی متشکل از جسم سلول نوروها) تشکیل شده است. این جانور دو طناب عصبی موازی (دسته‌هایی از آکسون‌ها و دندریت‌ها) دارد که همراه با مغز، دستگاه عصبی مرکزی آن را تشکیل می‌دهند و از این دو رشته اعصاب کوچک‌تری منشعب می‌شوند که دستگاه عصبی محیطی آن را تشکیل می‌دهند (شکل ۱۶-۲-ب). مغز حشرات از چند گره به هم جوش خورده تشکیل شده است (شکل ۱۶-۲-ج). طناب عصبی شکمی این جانوران در هر قطعه از بدن، دارای یک گره عصبی است. هر یک از این گره‌ها فعالیت ماهیچه‌های آن قطعه را کنترل می‌کنند.

در مهره‌داران نیز همان‌طور که در مورد انسان دیدید، دستگاه عصبی مرکزی شامل مغز و نخاع است، در این جانوران دستگاه عصبی محیطی نیز وجود دارد.



ج - دستگاه عصبی در حشرات

ب - دستگاه عصبی پلاناریا

الف - دستگاه عصبی هیدر

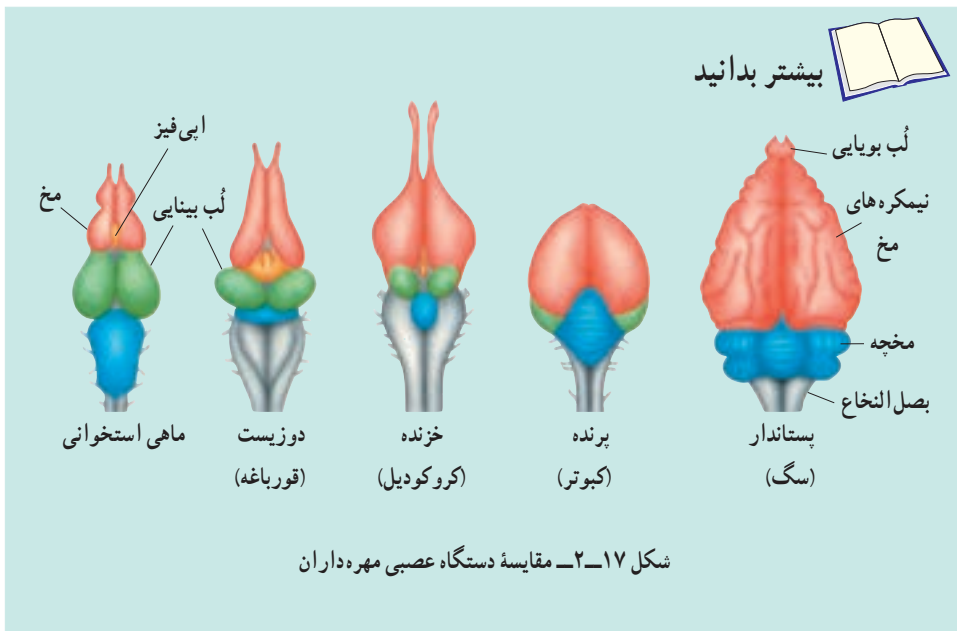
شکل ۱۶-۲ - دستگاه عصبی چند جانور

مقایسه مغز مهره‌داران

رفتارهای مختلف مهره‌داران مثل فرار از شکارچیان، جست و جوی غذا، جفت‌یابی و پرورش نوزاد، علاوه بر کنترل از طریق انعکاس، مستلزم هماهنگی بیشتر و در نتیجه توانایی بیشتر مغز برای ایجاد این هماهنگی است. مغز همه مهره‌داران دارای توانایی هماهنگ کردن اطلاعات دریافتی از محیط و دادن پاسخ‌های لازم و متناسب، به آنهاست.

در بین مهره‌داران، اندازه نسبی مغز پستانداران و پرندگان (نسبت به وزن بدن) بیشتر از سایرین است. نیمکره‌های مخ نیز در پرندگان و پستانداران، نسبت به سایرین رشد بیشتری دارد و همین امر امکان انجام رفتارهای پیچیده‌تر را در آنها در مقایسه با سایرین، فراهم آورده است.

در میان مهره‌داران، سطح قشر چین‌خورده مخ انسان نسبت به اندازه بدن، بیشترین مقدار را دارد و به این ترتیب مغز آدمی بیشترین قابلیت را برای انجام فعالیت‌های پیچیده‌ای چون حل مسئله و تفکر داراست. پس از انسان، چین‌خوردگی قشر مخ در سایر پرمات‌ها (نخستی‌ها) و وال بیشتر از دیگر مهره‌داران است. وال‌ها در زندگی اجتماعی خود دارای ارتباط‌های پیچیده‌ای از طریق ایجاد صدا هستند و بیشتر قشر مخ آنها، احتمالاً به پردازش اطلاعات در مورد صداها، اختصاص یافته است.



۱- پرمات‌ها گروهی از پستانداران و شامل لمورها، میمون‌ها و آدمیان هستند. رشد مغز پرمات‌ها قابل توجه است.