

به نام خداوند جان و روان خداوند بخشنده مهربان

فصل دوم

اساس زیست شناسی رفتار

- آناتومی سیستم عصبی
- مهمترین تقسیم بندی از نظر آناتومی عبارت است از:
- الف) سیستم عصبی مرکزی : مغز و طناب نخاعی
- ب) سیستم عصبی محیطی : اعصاب پیکری و اعصاب خودمختار
- سیستم عصبی را بر اساس عملکرد به انواع سیستم های حسی، حرکتی و ارتباطی طبقه بندی می کنند.

○ الف) سیستم عصبی مرکزی

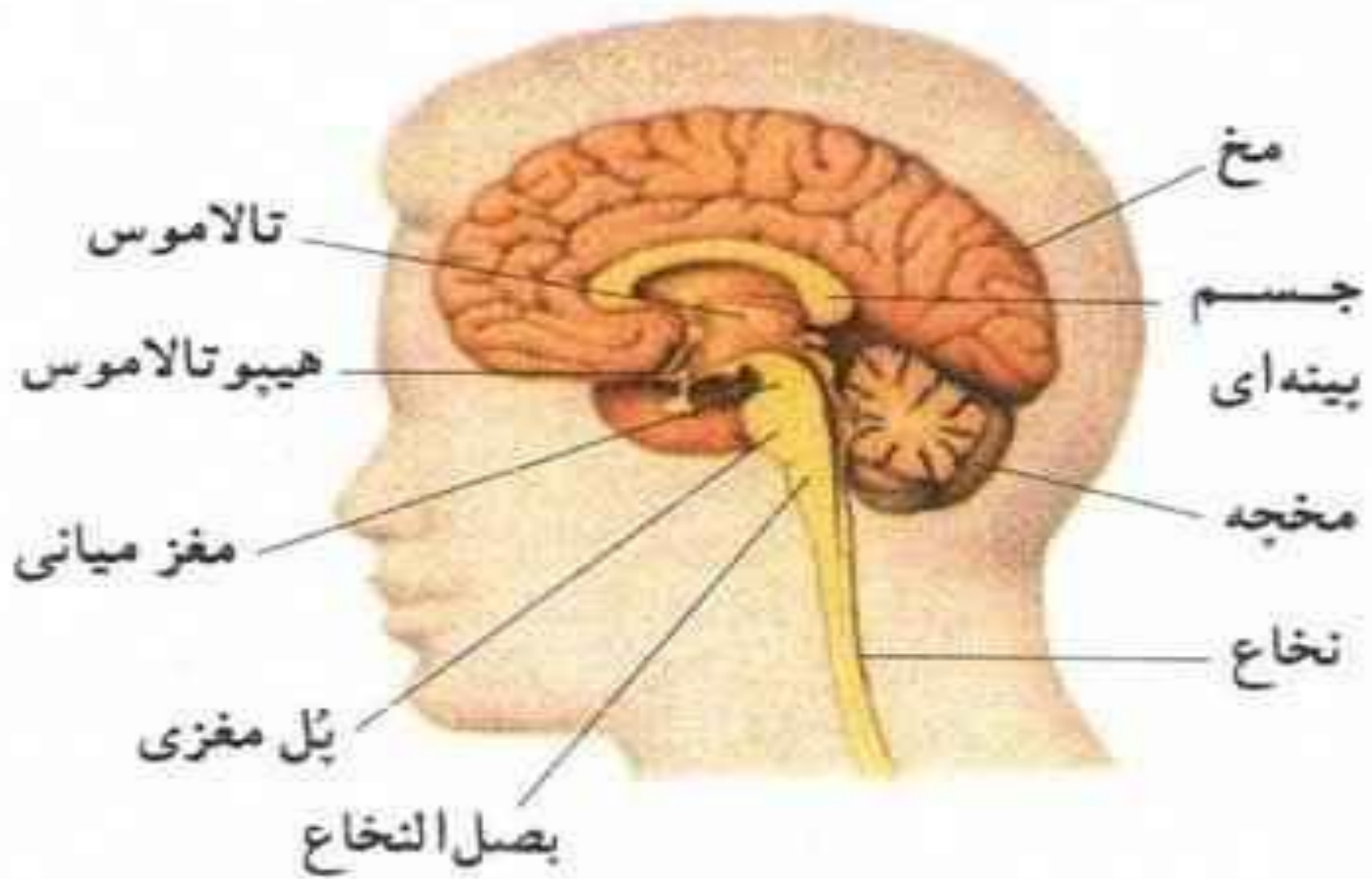
○ سیستم عصبی مرکزی، مرکز کنترل تمام سیستم های بدن است. این سیستم تمام اطلاعات محیطی را از راه اعصاب محیطی، جمع آوری و پردازش می کند، پاسخ های رفتاری را سازمان دهی می کند و حرکات ارادی را طراحی و اجرا نماید. خاطرات در سیستم عصبی مرکزی ذخیره و پردازش می شود و هم چنین، جایگاه یادگیری و تفکر نیز می باشد. سیستم عصبی به دو بخش مهم مغز و نخاع شوکی تقسیم می شود.

○ ۱- مغز

○ مغز انسان، حدود ۱۲۵۰ گرم وزن دارد و شامل مخ ، زیرقشری، ساقه مغز و مخچه می باشد.

○ مخ

مخ، به عنوان بزرگ ترین قسمت مغز حاوی ۷۰ درصد نورون های سیستم عصبی مرکزی است و به دو نیمکره راست و چپ تقسیم می شود. تمام فعالیت های عالی ذهنی مانند: تفکر، تکلم، یادگیری و حافظه، سازمان دهی حرکات ارادی و تجزیه و تحلیل نهایی پیام های حسی، مربوط به این بخش است. تمام سطوح مخ با پوششی از ماده خاکستری (سلول های قشری مغز) پوشیده شده است و در بخش عمقی ماده سفید، توده هایی از ماده خاکستری تحت عنوان هسته های قاعده ای وجود دارد.



● سلول های لایه های خارجی مخ را قشر مغز یا قشر مخ می گویند و بیشترین فعالیت مغز توسط این سلول ها انجام می گیرد. چین های پر پیچ و خم این ناحیه، نشان دهنده ی تکامل بیشتر انسان نسبت به سایر حیوانات می باشد. قشر مخ بیشترین اطلاعات را در خود ذخیره کرده است که بعد از برداشتن این قسمت، کلیه اطلاعات از بین می رود. بنابراین، محل اصلی ذخیره اطلاعات یا حافظه می باشد.

- قشر مخ را از نظر ساختمانی، ساختمان سلولی و فعالیت ها به صورت زیر تقسیم بندی کرده اند:
- الف) از نظر ساختمانی یا آناتومی، به چهار بخش پیشانی، گیجگاهی، آهیانه ای و پس سری تقسیم می شود.
- ب) از نظر ساختمان سلولی، برحسب ترتیب قرار گرفتن لایه های نورونی به شش لایه نورونی تقسیم می شود.
- ج) از نظر فعالیت ها و وظایف به نواحی حسی، حرکتی و ارتباطی تقسیم می شود.
- هم چنین، مخ به دو نیمکره راست و چپ تقسیم شود که توسط جسم پینه ای به هم متصل هستند.

○ بخش های قشر مخ و عملکرد آن ها

○ قشر مخ دارای شیارهای متعددی است که معروف ترین آن ها، شیارهای طرفی و شیارهای مرکزی می باشد. این شیارها، هر نیمکرهٔ مخ را به بخش های پیشانی، گیجگاهی، آهیانه ای و پس سری تقسیم می کنند.

○ بخش پیشانی: بخش پیشانی؛ شامل؛ قشر قدامی، قشر حرکتی و حرکتی مکمل، ناحیه بروکا و ناحیه چشمی فرونتال می باشد. عملکرد اصلی بخش پیشانی، رفتار حرکتی است. ناحیه قشر قدامی پیشانی در ارتباط با تشکیل شخصیت فرد است. اصولاً تفاوت عمدهٔ میان مغز میمون و انسان، وسعت بسیار زیاد قشر قدامی در انسان است. به همین جهت، این ناحیه را محل عقل برتر در انسان می دانند. هم چنین، ای ناحیه در ابتکار، قضاوت و تفکر نقش دارد.

○ ضایعات قشر قدامی پیشانی یا پره فرونتال قالباً منجر به تغییرات خلق، ضعف قضاوت، تخریب آگاهی اجتماعی، فقدان انگیزش و کندی تفکر می گردد. مرکز تکلم حرکتی (بروکا) در نیمکره غالب بخش پیشانی قرار دارد که در اکثر افراد سمت چپ است.

○ بخش گیجگاهی: نواحی شنوایی در بخش گیجگاهی قرار دارد. در نیمکره چپ بخش گیجگاهی، ناحیه حسی تکلم (ورنیکه) یا ناحیه درک کلام قرار دارد که توانایی فهم زبان نوشتاری و گفتاری را به انسان می دهد و فرد را قادر به خواندن جمله، فهمیدن و بلند گفتن آن جمله می کند. به طور کلی، بخش گیجگاهی دارای دو ناحیه حسی و درکی شنوایی است. ناحیه حسی شنوایی، حس های شنوایی یا پیام های شنوایی را از دو طرف بدن دریافت می کند و ناحیه شنوایی درکی، معنای صداها و کلمه های گفته شده را درک می کند.

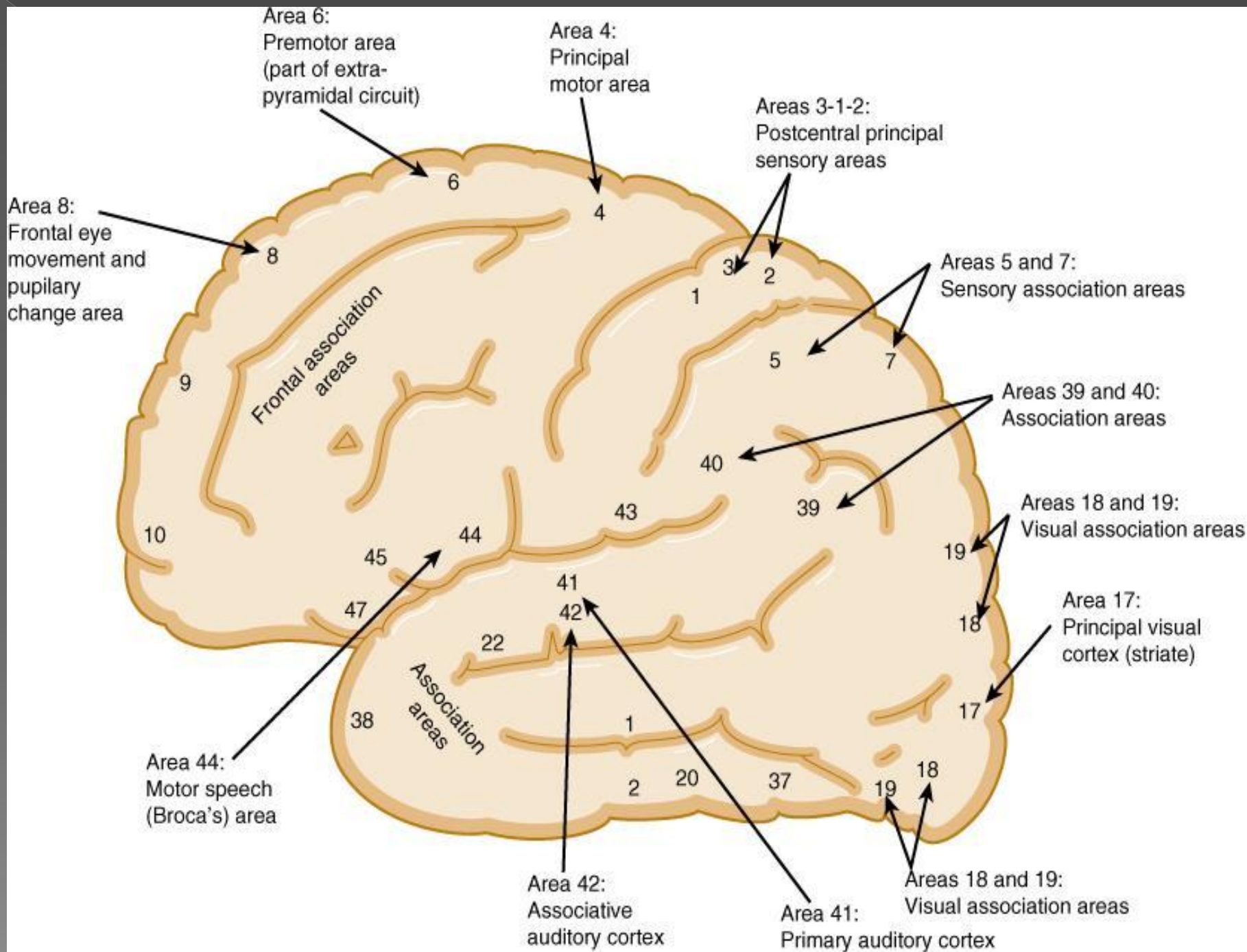
○ آسیب های وارد به بخش گیجگاهی، برحسب محل ضایعه، معمولاً، منجر به فراموشی، آشفتگی های شخصیتی (مانند: بی ثباتی هیجانی، پرخاشگری و رفتار ضد اجتماعی)، توهمات شنوایی، صرع روانی - حرکتی و کمبودهای حسی و میدان بینایی می شود.

● بخش آهیانه ای: بخش آهیانه ای در بعضی از تکالیف پیچیده مربوط به یک پارچه سازی اطلاعات؛ نظیر؛ شناخت، توانایی های دیداری - فضایی و شناخت نشانه های محیطی، درگیر است. وظیفه اصلی بخش آهیانه، دریافت و جمع بندی اطلاعات بینایی، لامسه و شنوایی است؛ به عنوان مثال، این بخش، فرد را قادر می سازد تا اجسامی را که در دستش قرار دارد (بدون آنکه نگاه کند)، تشخیص دهد. اختلال نیمکره غالب آهیانه (معمولاً طرف چپ)، منجر به نانویسی، منجر به انکار بیماری و بی توجهی به سمت مقابل بدن می گردد؛ مثلاً، بیمار مبتلا به سکتۀ طرف راست مغز، ممکن است، منکر فلج بودن دست چپ خود شود و بی توجهی کامل به سمت چپ بدن خود نشان دهد.

○ بخش پس سری: عملکرد بخش پس سری، پردازش و درک پیام های مربوط به بینایی است. ناحیه حسی بینایی، حس های مربوط به بینایی را دریافت می کند و ناحیه درک بینایی، مفهوم اشیای دیده شده و کلمه های نوشته شده را درک می کند. ضایعات پس سری منجر به کوری، توهم بینایی و اختلالات جهت یابی فضایی می گردد.

○ ساختمان سلولی قشر مخ

○ قشر مخ از شش لایه سلولی به نام های مولکولی، گرانولر خارجی، سلول های هرمی، گرانولر داخلی، سلول های بزرگ هرمی و سلول های دوکی یا چند شکل تشکیل شده است. برودمن در سال ۱۹۰۹، بر اساس ساختمان سلولی مغزی، حدود ۵۰ ناحیه مشخص در قشر مخ معین نمود که به نام نواحی برودمن معروف شد. امروزه برای اشاره به بسیاری از نواحی عملکردی قشر مخ، از اعداد آن استفاده می کنند.



- نواحی حسی - حرکتی قشر مخ
- قشر مخ را براساس وظایف و عملکرد به نواحی حسی، حرکتی و ارتباطی تقسیم می کنند. بخشی از قشر مخ که مسوؤل دریافت اطلاعات و درک و تفسیر آن ها است قشر حسی و بخش دیگری که مسوؤل کنترل حرکات بدن است، قشر حرکتی نامیده می شود.
- نواحی حسی: پیام هایی که از هر نوع گیرنده های حسی ارسال می شوند به ناحیه مخصوصی در قشر مخ فرستاده می شوند؛ مثلاً، حس های پیکری (اطلاعات حسی مربوط به تمام بدن، لامسه، گرما و سرما) به قشر حسی پیکری واقع در بخش آهیانه، حس های بینایی به قشر بینایی واقع در بخش پس سری و حس های شنوایی به قشر شنوایی واقع در بخش گیجگاهی فرستاده می شوند.

● هر ناحیه حسی، شامل ناحیه حسی اولیه و در کنار آن ناحیه ثانویه یا ارتباطی می باشد. پیام های حسی ابتدا به ناحیه حسی اولیه می رسند و سپس در ناحیه حسی ارتباطی با خاطرات مربوط به پیام های حسی گذشته، مقایسه می گردند. به این ترتیب، مفهوم پیام های حسی جدید، مشخص می شود؛ مثلاً، فرد که کلمه ای را می شنود، این کلمه پس از ثبت در ناحیه حسی اولیه به ناحیه حسی ارتباطی منتقل می شود تا مشخص شود که آیا سابقه ای از این کلمه در ناحیه ارتباطی وجود دارد یا خیر. اگر وجود داشت، مفهوم کلمه درک می شود. در غیر این صورت، فرد باید مفهوم کلمه را سؤال کند و در این ناحیه ذخیره نماید. در حقیقت درک تفسیر پیام ها توسط نواحی حسی ارتباطی صورت می گیرد و آسیب به این نواحی، درک مفهوم محرک های حسی را مختل می کند؛ مثلاً، اگر ناحیه حسی ارتباطی آسیب ببیند، بدون آن که کوری ایجاد شود، توانایی فرد برای تجزیه و تحلیل و درک پدیده های بینایی از بین می رود، یعنی، فرد شیئی را می بیند ولی اسم آن را نمی داند.

● نواحی حسی ارتباطی بینایی، شنوایی و پیکری، در بخش خلفی گیجگاهی نیمکرهٔ چپ (محل ارتباط بخش های پس سری، آهیانه ای و گیجگاهی) با یکدیگر تداخل می کنند و ناحیهٔ ورنیکه را تشکیل می دهند که مرکز شناسایی و درک محرک های حسی است. آسیب این ناحیه باعث ناتوانی در درک مفهوم کلمات نوشته شده می شود که به آن آفازی حسی می گویند.

● ناحیهٔ ورنیکه، مهم ترین منطقه در مغز از نظر اعمال عالی فکری مانند هوش است؛ چون تقریباً تمام اعمال فکری مبتنی بر کلام هستند. به همین جهت، اسامی دیگری نیز برای ناحیهٔ ورنیکه ذکر شده است؛ مانند: ناحیهٔ تفسیری عمومی، ناحیهٔ شناخت، ناحیهٔ آگاهی و ناحیه سوم ارتباطی.

○ نواحی حرکتی: در قشر مخ، سه ناحیه حرکتی وجود دارد: حرکت اولیه (اصلی)، ارتباطی یا پیش حرکتی و حرکتی مکمل.

○ ناحیه حرکتی اولیه، بلافاصله در جلوی شیار مرکزی؛ یعنی در بخش پیشانی قرار گرفته است که بر اساس نواحی برودمن، در ناحیه ۴ برودمن قرار دارد. این ناحیه از سلول‌های درشت هرمی شکل به نام نورون‌های بتز تشکیل شده است که تحریک آن‌ها موجب انقباض عضلات طرف مقابل بدن می‌شود. بقیه نورون‌هایی که پیام‌های حرکتی را از قشر مغز خارج می‌کنند به سلول‌های خارج هرمی مشهور هستند. اگر مرکز حرکتی عضلات مختلف بدن را در قشر حرکتی اولیه مشخص کنیم، نقش آدمکی ترسیم می‌شود که به آن آدمک حرکتی می‌گویند.

○ ناحیه حرکتی ارتباطی یا پیش حرکتی در تقسیم بندی برودمن با شماره ۶ مشخص می شود و درست جلوی قسمت های طرفی قشر حرکتی اولیه قرار دارد. تحریک این ناحیه موجب انقباضات پیچیده ای با شرکت چندین گروه عضله می گردد؛ مانند حرکت شانه ها و بازوها به شکل مناسب برای انجام کارهای خاص. ناحیه پیش حرکتی به کمک هسته های قاعده ای، تالاموس و ناحیه حرکتی اولیه، تشکیل نوعی دستگاه کلی پیچیده ای را می دهند که بسیاری از الگوهای فعالیت هماهنگ عضلانی در بدن را کنترل می کند.

● تحریک ناحیه^۱ حرکتی مکمل، غالباً منجر به حرکات دو طرفه و همزمان؛ مثلاً چنگ زدن در دست‌ها می‌شود که برای بالا رفتن از جایی لازم است. به طور کلی، این ناحیه در ایجاد حرکات وضعیتی دهنده^۲ بدن، حرکات ثابت‌کننده^۳ قسمت‌های مختلف بدن، حرکات وضعی سر و چشم‌ها و نظایر آن نقش دارد.

● در نواحی حرکتی، نواحی تخصص‌یافته‌ای وجود دارند که اعمال خاص حرکتی را کنترل می‌کنند. یکی از این نواحی، بروکا نام دارد که در ناحیه^۴ پیش‌حرکتی و بالای شیار طرفی قرار دارد. آسیب این ناحیه، موجب ناتوانی فرد در صحبت کردن می‌شود. به این اختلال، آفازی بروکا می‌گویند. ناحیه^۵ تخصص‌یافته^۶ دیگر، ناحیه^۷ مهارت‌های دستی است و تخریب آن باعث حرکات ناهماهنگ دست می‌گردد که به آن آپراکسی حرکتی می‌گویند.

تمام حرکات ارادی که توسط قشر مخ آغاز می گردد حاصل کار قشر در فعال کردن الگوهای عملی اندوخته شده در مناطق تحتانی مغز (نخاع، ساقه مغز، هسته های قاعده ای و مخچه) است.

سایر نواحی قشر مخ

غیر از نواحی حسی و حرکتی، نواحی دیگری در مخ وجود دارد که تحریک آن ها منجر بروز پدیده های حسی یا حرکتی نمی گردد. این نواحی در توانایی های عالی فکری و تجزیه و تحلیل کلی پدیده های عصبی و رفتاری و یادگیری های پیچیده و واکنش مناسب و هماهنگ دستگاه عصبی شرکت دارند. هم چنین، قشر مخ یک ناحیه وسیع مخصوص انبار کردن اطلاعات (حافظه) است.

○ نیمکره های مغزی

○ مخ به دو نیمکره راست و چپ تقسیم می شود. اعمال تفسیری عمومی ناحیه ورنیکه معمولاً در یکی از نیمکره ها، بیش از نیمکره دیگر تکامل پیدا کرده است. به همین جهت این نیمکره را نیمکره غالب می گویند. تقریباً در ۹۵ درصد مردم، نیمکره چپ، به عنوان نیمکره غالب شناخته می شود و در انجام اعمال بر نیمکره راست تقدم دارد. در زمان تولد نیز، نیمکره چپ اندکی بزرگ تر از نیمکره راست است و لذا، بیشتر مورد استفاده قرار می گیرد. به این ترتیب، میزان یادگیری در آن بیشتر از نیمکره راست می باشد. بنابراین، این مسأله نیز بر تکامل بیشتر می افزاید و در نهایت بر نیمکره راست غالب می گردد. در ۵ درصد بقیه مردم یا نیمکره راست غالب است یا هر دو نیمکره همزمان عملکرد دوگانه دارند.

○ هر نیمکره اعمال طرف مقابل بدن را کنترل می کند. به این ترتیب، ۹۵ درصد مردم که نیمکرهٔ چپ در آن ها غالب است، با دست راست کار می کنند. اطلاعات هر نیمکره از طریق جسم پینه ای به نیمکرهٔ دیگر منتقل می شود. این عمل باعث می شود، مغز به صورت واحد عمل کند. نیمکرهٔ چپ با فعالیت های پیچیدهٔ منطقی و تحلیلی، محاسبات ریاضی و تکلم سرو کار دارد و نیمکرهٔ راست در قابلیت های موسیقی، هنری و تصویرپردازی خیال و رؤیا نقش دارد. به همین جهت، آسیب نیمکرهٔ چپ در جریان سکته مغزی، از نظر بالینی، علایم ناتوان کننده تری در مقایسه با نیمکرهٔ راست به وجود می آورد.

○ ساقهٔ مغز

○ ساقهٔ مغز، بخشی از مغز است که نیمکره های مغزی را به طناب نخاع وصل می کند و از سه بخش عمده، از بالا به پایین تشکیل شده است؛ مغز میانی یا مزانسفال، پل مغزی یا پونز و بصل النخاع.

○ اساسی ترین اعمال این منطقه به تنفس، فعالیت قلبی- عروقی، خواب و هوشیاری مربوط است. آسیب این ناحیه ممکن است، سبب مرگ مغزی گردد.

● مخچه

● مخچه بزرگ ترین بخش مغز خلفی است و پشت ساقه مغز و اندکی بالاتر از بصل النخاع قرار گرفته است. مخچه از دو نیمکره که به وسیله ورمیس به یکدیگر متصل هستند، تشکیل شده است. نقش اصلی مخچه، هماهنگی حرکات بدن است. دستور هر حرکت که از سطوح بالاتر صادر می شود، برای هماهنگ شدن، مخچه وارد عمل می شود. مخچه گیرنده های مختلفی را در اختیار دارد که اصلی ترین آن ها گیرنده های گوش داخلی هستند. مخچه با استفاده از اطلاعات دریافتی از گوش داخلی، از حرکت بدن و وضعیت سر نسبت به بدن آگاهی پیدا می کند. هم چنین، از عضلات، مفاصل، پوست و اطلاعات بینایی نیز استفاده می کند و به این ترتیب، تعادل بدن را در زمان راه رفتن، ایستادن، دویدن و... حفظ می کند.

● ضایعات مربوط به مخچه به اختلالاتی؛ مانند آتاکسی و دیس متری تقسیم می گردد. در آتاکسی، فرد تلوتلو می خورد و نمی تواند مستقیم راه برود و در دیس متری، فرد نمی تواند فاصله ها را رعایت کند. مثلاً، ممکن است، بیش از حد جلو برود و به مانعی برخورد کند.

● بخش زیر قشری

● هسته های قاعده ای: در درون نیمکره های مغزی توده های خاکستری به نام هسته های قاعده ای وجود دارند که شامل: هسته دم دار، پوتامن، گلبوس پالیدوس، ماده سیاه و هسته ساب تالاموس هستند.

● هسته های قاعده ای در ارتباط نزدیک با بخش حرکتی قشر مخ هستند. در حقیقت وظیفه اصلی آن ها کنترل و یک پارچه سازی فعالیت های حرکتی می باشد؛ مثلاً، در نوشتن حروف الفباء اگر هسته های قاعده ای آسیب دیده باشند، فرد دقت لازم را نخواهد داشت و به گونه ای می نویسد که گویی برای نخستین بار در حال یادگیری نحوه نوشتن است. سایر فعالیت هایی که نیاز به دقت دارند؛ مانند برش کاغذ با قیچی، پرتاب توپ بسکتبال به درون حلقه و نظایر آن نیاز به دخالت هسته های قاعده ای دارد. اختلالات حرکتی مانند کره و پارکینسون، نتیجه ضایعات هسته های قاعده ای است.

● تالاموس: هر نیمکره مغز دارای یک تالاموس است. تالاموس توده ای خاکستری، بزرگ و بیضی شکل از هسته ها می باشد و در انسان یک ناحیه انتقال دهنده پیام های حسی است؛ یعنی، تمام پیام های حسی به جز بویایی، قبل از رسیدن به قشر مخ در این ناحیه تقویت می شوند. منطقه دیگریاز تالاموس نقش مهمی را در کنترل خواب و بیداری به عهده دارد و به عنوان بخشی از سیستم لیمبیک و تشکیلات مشبک محسوب می شود.

○ هیپوتالاموس:

○ هیپوتالاموس در بخش تحتانی دیوارهٔ خارجی بطن سوم قرار گرفته است و اعمال زیر را بر عهده دارد:

○ ۱- مراکز خوردن، نوشیدن و فعالیت های جنسی

○ ۲- تنظیم فعالیت غدد درون ریز

○ ۳- برقراری تعادل حیاتی؛ نظیر طبیعی بودن دمای بدن. اگر دمای بدن افزایش یابد، برای کاهش آن به حد طبیعی، فعالیت هایی مانند: اتساع عروق، عرق کردن و کاهش متابولیسم صورت می گیرد.

○ ۴- واکنش های هیجانی در برابر موقعیت های استرس زا. هیپوتالاموس مرکز فشار روانی است؛ زیرا، در زمان مقابله با موقعیت های اضطراری، فرایندهای فیزیولوژیکی را به کار می اندازد.

○ ۵- مرکز ساعت های زیستی: هستهٔ سوپراکیسماتیک در هیپوتالاموس، به وسیله ورودی بینایی فعال می شود. این هسته به نوبه خود موجب ترشح ملاتونین از غدهٔ پینه آل می گردد و به این ترتیب، فرد به خواب می رود.

● هیپوکامپ و آمیگدال: هیپوکامپ، یک قسمت طویل در قشر مخ است و در یادگیری نقش مهمی دارد. در بیمارانی که هیپوکامپ آن‌ها برداشته شده است، حافظه بلند مدت خود را به طور کامل از دست داده‌اند که به آن فراموشی قبلی (پیش‌گستر) می‌گویند.

● آمیگدال، مجموعه‌ای از هسته‌ها است که زیر قشر میانی قدامی هر لوب گیجگاهی قرار دارد و به کمک هیپوتالاموس و دستگاه لیمبیک، اعمالی مانند افزایش یا کاهش فشار شریانی تنگی یا کنده ضربان قلب را به عهده دارد. آمیگدال و هیپوکامپ دو جزء عمده سیستم لیمبیک هستند و در حافظه، هیجانات و رفتار خشن دخالت دارند.

○ سیستم لیمبیک : سیستم لیمبیک یا کناره ای، دسته ای از بخش های به هم پیوسته است که نقش مهمی در رفتارهای هیجانی دارد. سیستم لیمبیک در مرز بین دیانسفال و تالانسفال قرار دارد و به همین جهت، به این نام (لیمبیک یا کناره ای) خوانده می شود. هیپوتالاموس، هیپوکامپ، آمیگدال، بخش هایی از قطعه های گنجگاهی و پیشانی، سیستم لیمبیک را تشکیل می دهند. این سیستم پیام های حسی را از تالاموس و هیپوتالاموس دریافت کرده و سپس با توجه به واکنش های رفتاری و هیجانی مرتبط به خلق و خوی افراد، پردازش می کند. هم چنین، نقش مهمی را در حافظه به عهده دارد. مراکز لذت و تنفر یا پاداش و تنبیه در این سیستم قرار دارند. اگر قسمت تنبیه، شدیداً تحریک شود حیوان حالت خشم را پیدا می کند و اگر مراکز پاداش تحریک شود، حیوان آرام و رام می گردد.

● تشکیلات مشبک: از بصل النخاع تا قشر مغز،
تورینه ای موسوم به تشکیلات مشبک وجود دارد.
این تورینه از تعداد زیادی نورون و سیناپس
تشکیل شده است. تمام اطلاعات حسی که به
سیستم های عصبی مرکزی می روند از
تشکیلات مشبک عبور می کنند. تشکیلات
مشبک، نقش تحریک و فعال کننده قشر مغز را
به عهده دارد. به همین جهت، به آن سیستم
فعال کننده مشبک می گویند. داروهایی که این
سیستم را مسدود می نمایند، از رسیدن
اطلاعات حسی به قسمت خودآگاهی قشر مغز
جلوگیری می کنند؛ مثلاً داروهای بیهوشی، با
مسدود کردن این سیستم، مانع انتقال حس درد
به قشر مغز می شوند. تضعیف این سیستم
موجب خواب رفتن فرد می شود.

○ ۲- طناب نخاعی

○ نخاع داخل ستون مهره ها قرار دارد. از بالا به بصل النخاع و از پایین به دومین مهره کمری می رسد. نخاع یک بخش خاکستری در مرکز قرار دارد که کار آن پردازش اطلاعات است و یک بخش سفید در بیرون دارد. ۳۱ جفت عصب از آن بیرون می آیند که توسط آن ها اطلاعات از بخش های مختلف بدن به مغز و برعکس منتقل می شود. به عبارتی نخاع یک نقش ارتباطی دارد؛ یعنی، همه پیام های اندام ها را به مغز می فرستد و از مغز به اندام ها می رساند. هر پیام حسی که وارد نخاع می شود، موجب یک پاسخ موضعی و بازتابی می گردد و سپس این پیام به سطوح بالاتر؛ یعنی قشر مخ می رود تا موجب احساس خود آگاهانه حس ها شود.

● (ب) سیستم اعصاب محیطی

● سیستم اعصاب محیطی یک شبکه ارتباطی است که پیام‌ها را از یک قسمت به قسمت دیگر منتقل می‌کند و مانند پلی بین محیط و سیستم عصبی مرکزی عمل می‌کند. این سیستم از دو بخش تشکیل شده است:

● ۱- اعصاب پیکری

● اعصاب پیکری شامل دوازده زوج اعصاب مغزی و سی و یک زوج اعصاب نخاعی است. این اعصاب، پیام‌های حسی را به سیستم مرکزی وارد و پیام‌های حرکتی را از آن خارج می‌کنند. اعصابی که پیام‌ها را از اندام‌های حسی، عضلات و گیرنده‌های پوستی به سوی مغز منتقل می‌کنند، اعصاب اوران یا حسی و اعصابی که پیام‌ها را از مغز و نخاع به اندام‌ها می‌برند، اعصاب وایران یا حرکتی نامیده می‌شوند.

● ۲- اعصاب خود مختار

● اعصاب خودمختار، قسمت اعظم اعمال احشایی بدن را کنترل می کنند و به طور عمده به وسیله مراکز واقع در نخاع، تنه مغزی و هیپو تالاموس فعال می شوند. سیستم اعصاب خودمختار به دو بخش، سیستم عصبی سمپاتیک و پاراسمپاتیک تقسیم میشود:

● اعصاب سمپاتیک: این اعصاب از بین مهره اول پشتی و دوم کمری منشأ گرفته و به عقده سمپاتیک رفته و از آن به بافتها و اندامهایی که توسط آنها تحریک می شوند، می روند. رشته سمپاتیک بین نخاع و عقده سمپاتیک، پیش عقده ای و رشته عصبی پس از عقده سمپاتیک، پس عقده ای نام دارد.

● سیستم سمپاتیک در حالات هیجانی و استرس، فعال می شود. فعال شدن آن موجب آزاد شدن میانجی نورآدرنالین می گردد. فیبرهای ترشح کننده نورآدرنالین را آدرنرژیک می گویند. نورآدرنالین دو نوع گیرندهٔ آلفا و بتا دارد. گیرندهٔ آلفا موجب انقباض عضله و گیرندهٔ بتا موجب شل شدن عضله می گردد.

● بنابراین، نقش سمپاتیک بسته به دو نوع گیرنده، موجب انقباض یا انبساط عضله می گردد. البته گیرنده های موجود در عضله قلب که از نوع بتا هستند موجب افزایش ضربان قلب و ازدیاد نیروی انقباضی آن می شوند. به همین جهت، گیرنده های قلبی را بتا - یک و گیرنده های شل کردن عضله صاف را بتا - دو می نامند. در شرایط استرس زا، از بخش مرکزی غدد فوق کلیوی نیز آدرنالین آزاد می شوند که عمل سمپاتیک را تقویت می کنند.

● در حالات هیجانی، سمپاتیک به طور شدید فعال می شود و بخش های زیادی از آن، به طور همزمان تخلیه می گردد (تخلیه جمعی). این امر، قابلیت های بدن را در انجام فعالیت های شدید عضلانی افزایش می دهد؛ مانند: افزایش فشار خون، افزایش جریان خون عضلات فعال توأم با کاهش خون اعضای که برای انجام فعالیت سریع حرکتی به آن ها نیازی نیست، افزایش متابولیسم سلولی، افزایش غلظت گلوکز خون، افزایش فعالیت ذهنی و افزایش سرعت انعقاد خون. غالباً گفته می شود که هدف سیستم سمپاتیک، تدارک فعالیت اضافی در بدن در حالات استرس است که به آن واکنش جنگ و یا گریز می گویند.

○ اعصاب پاراسمپاتیک: پاراسمپاتیک دو منشاء مغزی و نخاعی دارد. منشاء مغزی آن، اعصاب مغزی زوج سوم، هفتم، نهم و دهم می باشد و منشاء نخاعی آن دومین، سومین و چهارمین عصب نخاعی ساکرال می باشد. سیستم پاراسمپاتیک نیز مانند سمپاتیک دارای نورون های پیش عقده ای و پس عقده ای است. تقریباً تمام پایانه های عصبی سیستم پاراسمپاتیک، استیل کولین آزاد می کنند به همین جهت، به آن ها کولینرژیک می گویند. استیل کولین موجب انقباض یا شل شدن عضله می گردد و پس از آزاد شدن به سرعت توسط آنزیم استراز تجزیه می شود.

○ سلول های تشکیل دهنده سیستم های عصبی

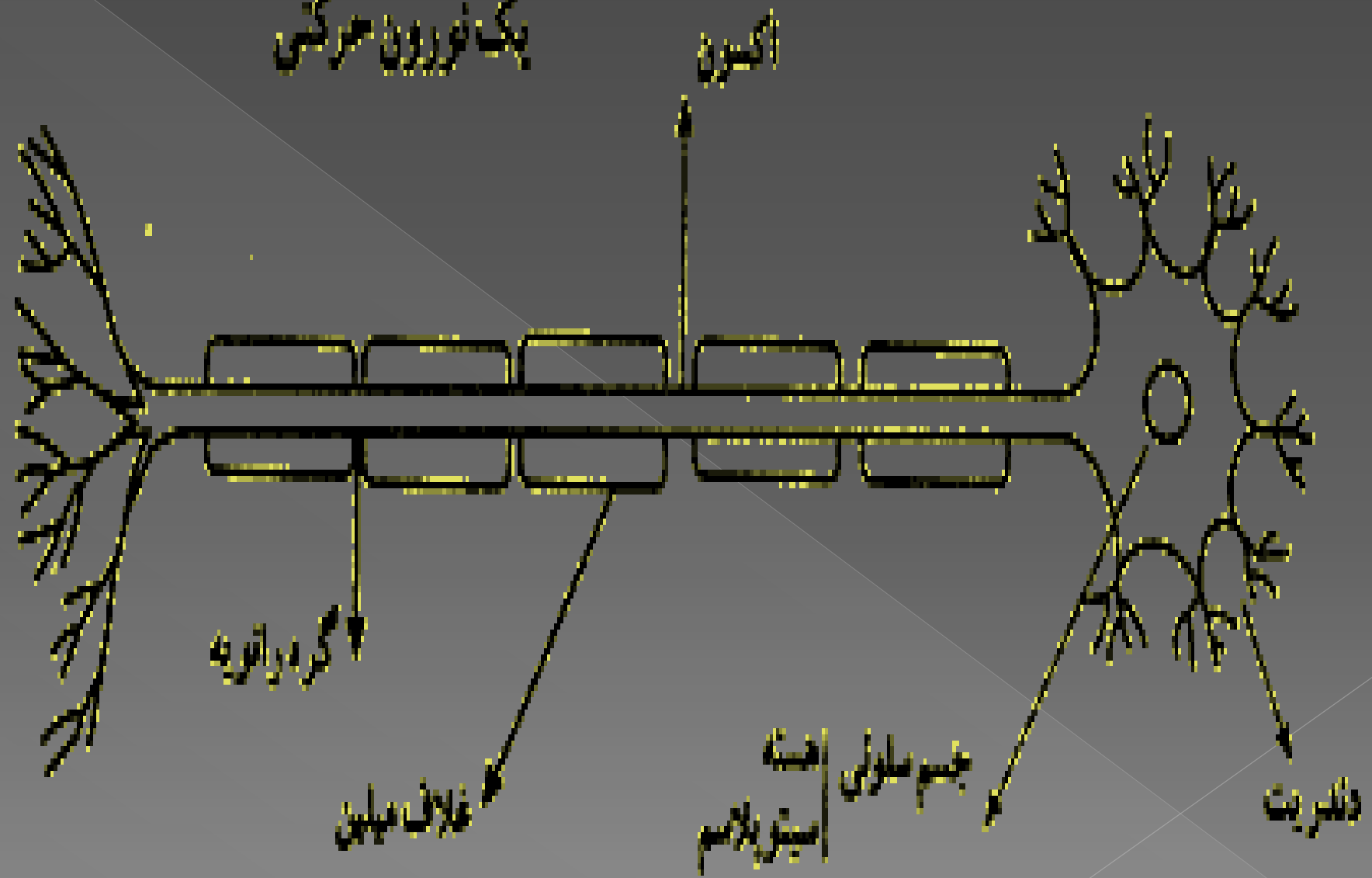
○ سیستم عصبی از دو نوع سلول تشکیل شده است:

○ الف) سلول های گلیال: گلیا به معنی چسب است؛ زیرا، به عنوان بافت همبند سیستم عصبی مرکزی می باشد که نورون ها را احاطه کرده است. تعداد آن ها از نورون ها بیشتر است. هم چنین، سلول های گلیال، مواد مغزی را برای نورون ها فراهم می کنند. در واقع کار این سلول ها در مغز خانه داری است. سلول های گلیال به انواع آستروسیت ها، اولیگودندروسیت ها، میکروگلیاها و آپاندیم ها تقسیم می شوند.

● (ب) نورون ها: نورون ها به عنوان واحد بنیادی دستگاه عصبی، نقش اصلی در دریافت، هماهنگی و انتقال اطلاعات، دارند. هر نورون از سه بخش جسم سلولی، اکسون تعدادی دندریت تشکیل شده است.

● اکسون زائده ی درازتری است که تکانه های عصبی را از جسم سلولی به نقاط دوردست هدایت می کند. دندریت ها، ضمایم نازکی هستند و به عنوان گیرنده عمل می کنند؛ یعنی، از اطلاعات ورودی خود را از نورون های دیگر می گیرند و به جسم سلولی انتقال می دهند. هر سلول عصبی با سلول های دیگر حدود ده هزار اتصال فیزیکی دارد. پس حتی یک فکر ساده هم مستلزم عملکرد همزمان میلیون ها سلول عصبی است.

بک نورون حرکتی



● نورون ها بر حسب تعداد زائده های خارج شده از جسم سلولی به انواع یک قطبی کاذب، دو قطبی و چند قطبی تقسیم می شوند. هم چنین، بر حسب کارکرد به سه دسته تقسیم می شوند: نورون های حسی که پیام ها را از گیرنده ها به سیستم عصبی مرکزی منتقل می کنند، نورون های حرکتی پیام ها را از مغز یا نخاع به اندام های عمل کننده می رسانند و نورون های رابط نیز پیام ها را از نورون های حسی به نورون های حرکتی و رابط دیگر می رسانند.

● سیناپس: محل اتصال دو نورون را سیناپس می گویند. این اتصال بین اکسون یک نورون با دندریت های نورون دیگر می باشد. در محل سیناپس برجستگی های کیسه مانند یا وزیکول هایی به نام پایانه های پیش سیناپسی وجود دارند که محتوای مواد شیمیایی به نام میانجی عصبی یا واسطه شیمیایی می باشند.

● میانجی ها: بر روی هر نورون هزاران پایانه سیناپسی وجود دارد. هر پایانه، ماده مشخصی را ترشح می کند که ممکن است، نورون بعدی را تحریک و یا مهار کند. بیش از ۵۰ نوع مختلف از مواد شیمیایی، به عنوان میانجی های سیناپسی شناخته شده است که معروف ترین آن ها عبارتند از:

○ ۱- استیل کولین

○ ۲- کاتکول آمین ها؛ مانند: دوپامین، آدرنالین و نورآدرنالین

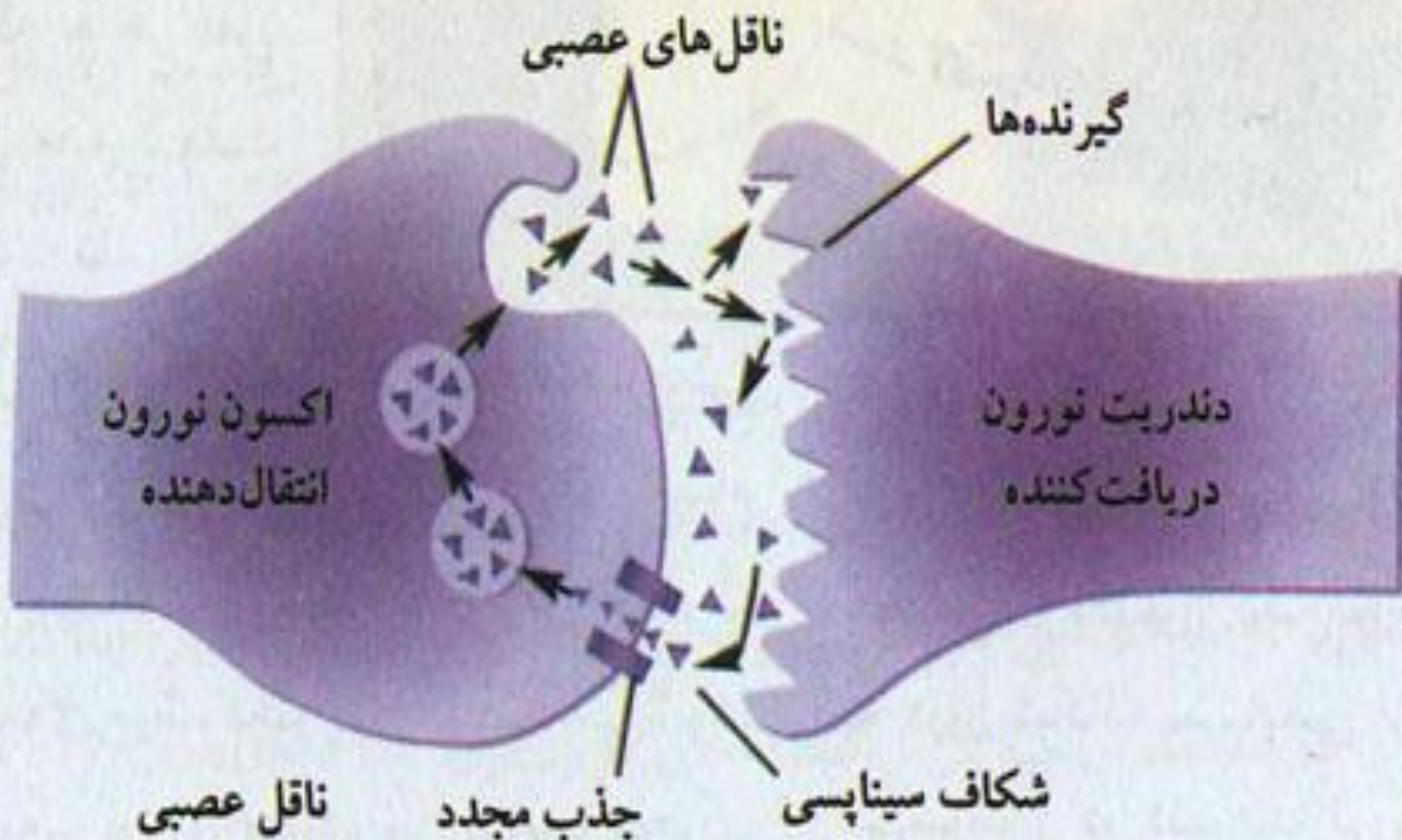
○ ۳- آمین ها؛ مانند: سروتونین و ملاتونین

○ ۴- اسیدهای آمینه؛ مانند اسید گاما آمینوبوتیریک (GABA، گلیسین، اسید گلوتامیک و آسپارتات

○ ۵- انکفالین ها، اندورفین ها، ماده P و پپتیدها

○ بخش عمده میانجی ها از تجزیه پروتئین های غذا به وجود می آیند. به این صورت که اسید آمینه ها توسط جریان خون از دستگاه گوارش به مغز منتقل می شوند و در درون نورون ها قرار می گیرند. بخشی از میانجی ها نیز در مغز ساخته می شوند.

ارتباط طبیعی میان نورون‌ها



○ میانجی‌ها در پایانه‌های عصبی و در داخل وزیکول‌های کوچک که در محل سیناپس‌ها قرار دارند ذخیره می‌شوند. هرگاه پتانسیل عمل به انتهای رشته عصبی می‌رسد، وزیکول‌ها، میانجی‌ها را به فضای سیناپسی آزاد می‌کنند. سپس میانجی‌ها آزاد شده با گیرنده‌ای ترکیب می‌شود که یکی از اجزای ساختمانی غشاء نورون بعدی (غشای نورون پس‌سیناپسی) است. این امر موجب باز شدن کانالی در داخل گیرنده غشای نورون بعدی (پس‌سیناپسی) می‌شود و اجازه می‌دهد تا یون‌ها از طریق این کانال‌جا به جا شوند. به این ترتیب، اطلاعات از نورونی به نورون بعدی منتقل می‌گردد.

● میناجی ها پس از آزاد شدن و عمل بر روی نورون بعدی، توسط آنزیم خاصی تجزیه شده و به فرآورده های غیرفعال یا حداقل با فعالیت کمتر، به نام متابولیت تبدیل می شوند و یا مجدداً جذب نورون اولیه می گردند. به عنوان مثال، استیل کولین با آنزیم کولین استراز غیرفعال می گردد؛ در حال که نورآدرنالین از طریق جذب مجدد غیرفعال می شود.

● مینجی های تحریکی و مهارتی: گروهی از میانجی ها باعث باز شدن کانال های سدیمی در نورون های بعدی می شوند و به این ترتیب، یون های مثبت سدیم به داخل غشاء را در جهت مثبت تا حد آستانه لازم تحریک بالا می برد و لذا، موجب تحریک نورون می گردد.

○ این گروه از میانجی‌ها را تحریکی می‌گویند؛ مانند استیل‌کولین، نورآدرنالین و گلوتامات. گروه دیگری از میانجی‌ها، کانال‌ها را نسبت به ورود یون‌های منفی کلر به درون نورون و خروج یون‌های پتاسیم از درون نورون نفوذپذیر می‌کنند که این کار موجب افزایش بار منفی داخل نورون شده و در نتیجه موجب مهار نورون می‌گردد. این گروه را میانجی‌های مهاری می‌گویند. دوپامین، سروتونین و گابا نمونه‌هایی از میانجی‌های مهاری هستند.

○ با توجه به این مکانیسم اثر داروهای روانپزشکی از طریق میانجی‌ها است، می‌توان نتیجه گرفت که احساس، ادراک، تفکر و سایر فعالیت‌های عالی روانی با فعالیت میانجی‌ها ارتباط دارند.

● فیزیولوژی اعصاب

● یکی از مسائل مهم در زیست شناسی رفتار، چگونگی فعالیت نورون ها، سیناپس ها و مواد میانجی در پردازش اطلاعات و تبدیل به علایم شیمیایی به فعالیت های الکتریکی می باشد.

● پردازش اطلاعات

● یکی از مهم ترین کار سیستم عصبی، پردازش اطلاعات وارده است به نحوی که پاسخ های فکری و حرکتی مناسب ایجاد شود. بیش از ۹۹ درصد از کل اطلاعات وارده به سیستم عصبی، توسط مغز به عنوان اطلاعات بی اهمیت کنار گذاشته شود؛ مثلاً، انسان در حالت عادی از قسمت های مختلف بدن خود که در تماس با لباس هستند یا از فشار صندلی، بی خبر است. چون اگر قرار بود، سیستم عصبی به کلیه محرک ها پاسخ دهد، انسان هرگز آرام و قرار نمی گرفت. بنابراین، فقط اطلاعات مهم حسی توسط مغز تفسیر شده و سپس به سوی نواحی حرکتی مربوطه در مغز هدایت می شوند تا پاسخ مطلوب را پدید آورند. این هدایت و پردازش اطلاعات به عملکرد انسجامی سیستم عصبی معروف است. این نقش مهم به عهده سیناپس ها می باشد؛ یعنی، سیناپس ها یک عمل انتخابی انجام می دهند و پیام های مهم و قوی را به نورون های بعدی منتقل می نمایند و پیام های ضعیف و کم اهمیت را متوقف می کنند.

○ انبار کردن اطلاعات

○ فقط قسمت کوچکی از اطلاعات حسی مهم موجب یک پاسخ حرکتی فوری می شوند. در واقع، بیشتر اطلاعات برای کنترل آتی فعالیت های حرکتی و برای استفاده در روند تفکر، انبار می شوند. قسمت اعظم این اطلاعات در قشر مخ انبار می شوند و بقیه نیز در نواحی قاعده ای مغز و نخاع انبار می شوند. انبار کردن اطلاعات را حافظه می گویند. این وظیفه مهم نیز به عهده سیناپس می باشد. هر بار که بعضی از انواع پیام های حسی خاص از یک سری سیناپس عبور می کنند، این سیناپس ها قادر می شوند که همان نوع پیام را برای دفعه بعد، بهتر عبور دهند. این روند تسهیل نام دارد.

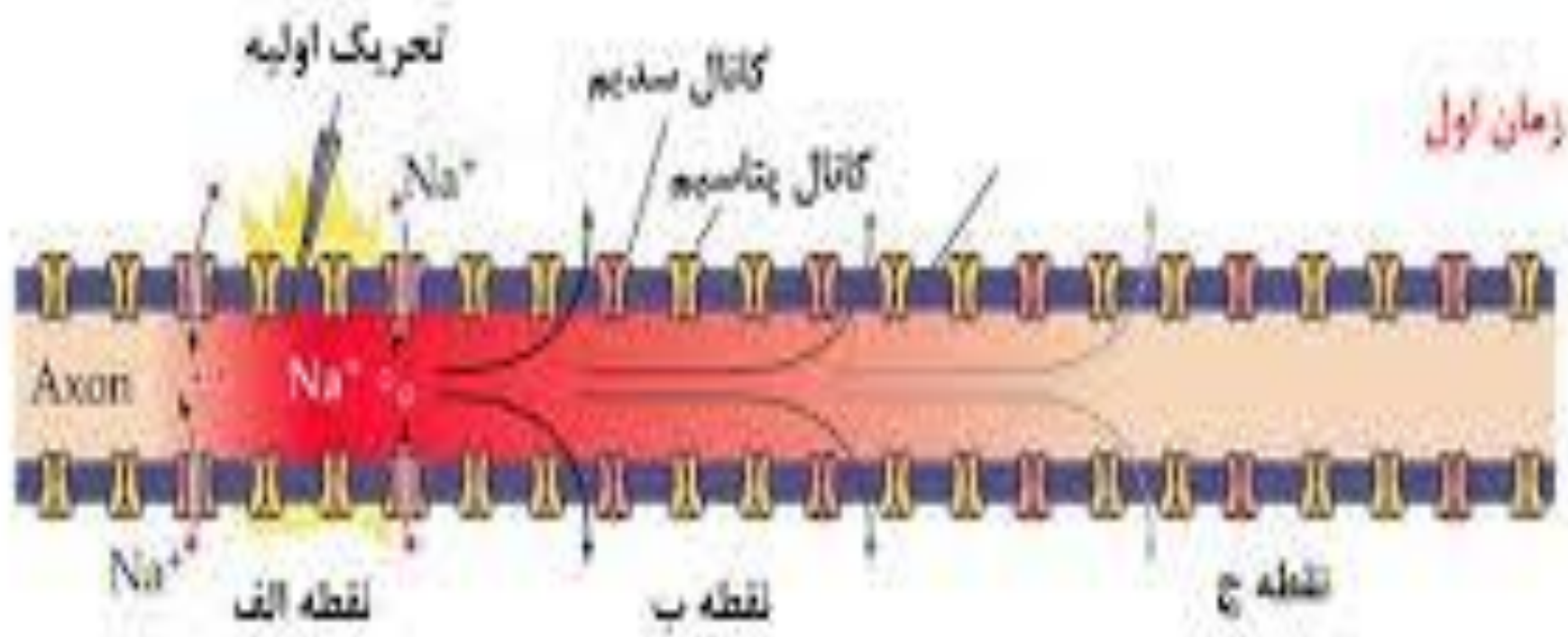
وقایع الکتریکی زمان تحریک نورون

- در درون نورون ها و گیرنده ها، محلول الکترولیتی وجود دارد که از نظر ترکیب یونی با مایع خارج نورون متفاوت است. به این صورت که مایع داخلی حاوی یون های مثبت پتاسیم، پروتئین و مولکول های عالی فسفردار و مایع خارجی حاوی یون های سدیم و کلر است. زمانی که نورون، تحت تاثیر هیچ محرکی نیست؛ یعنی، در حالت استراحت است، تراکم یون های پتاسیم در داخل نورون بیشتر از خارج آن و تراکم یون های سدیم در خارج نورون بیشتر از درون آن است. همواره یون های پتاسیم به علت تراکم زیاد در داخل، به بیرون می روند و یون های سدیم برعکس، به داخل وارد می شوند. اما در غشاء نورون ها، پمپ قوی سدیم - پتاسیم وجود دارد که همواره سدیم را بیرون و پتاسیم را به داخل پمپ می کند. به گونه ای که تعداد بارهای مثبتی که به بیرون پمپ می شوند، بیش از تعداد بارهای مثبتی است که به درون پمپ می شوند.

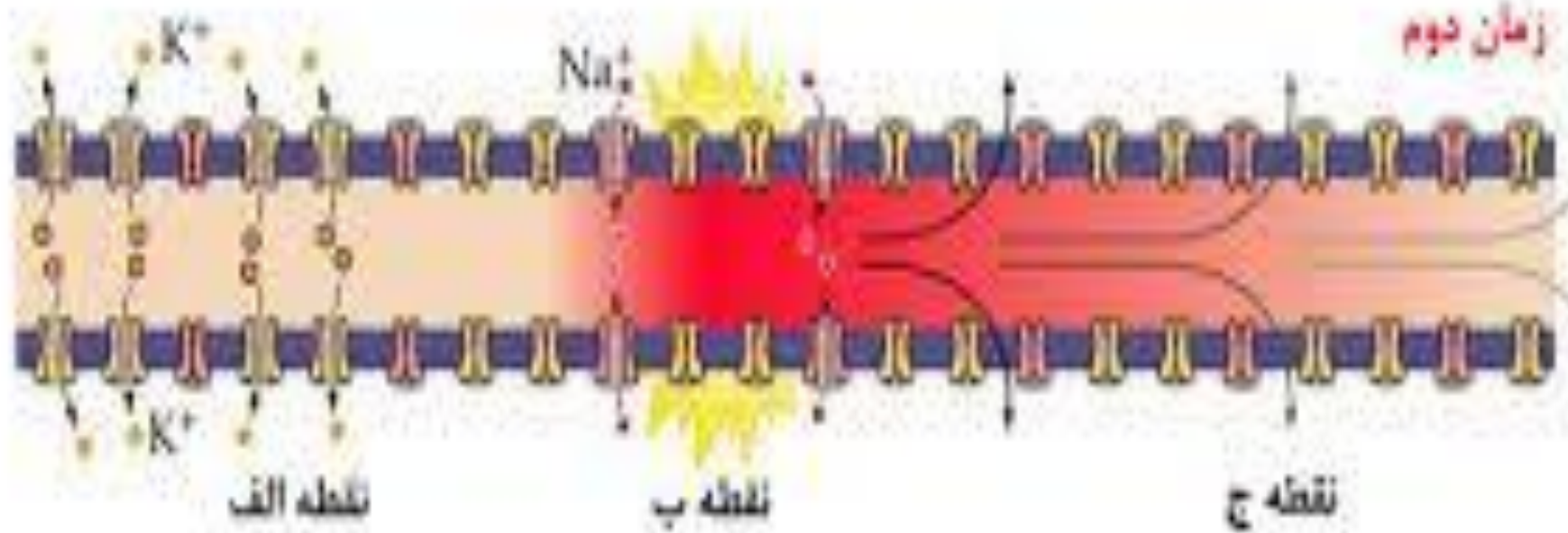
● به همین جهت، در داخل نورون، یون مثبت کمتری نسبت به بیرون آن، وجود دارد. در نتیجه به علت تعداد کم یون های پتاسیم و وجود مولکول های پروتئینی و ترکیبات آلی فسفات و سولفات، که دارای یون های منفی هستند، در داخل نورون، پتاسیم منفی به وجود می آید. چنین حالتی موجب به وجود آمدن اختلاف پتانسیل به مقدار ۷۰- میلی ولت، بین محیط داخل و خارج نورون می گردد که به پتانسیل استراحت معروف است. در این گونه مواقع نورون در حال پلاریزه است.

● هرگاه محرکی بر گیرنده ای اثر کند، نفوذپذیری غشاء نسبت به سدیم به شدت افزایش می یابد. در این حالت، یون های سدیم به داخل نورون هجوم می برند. سرازیری سریع یون های سدیم به داخل، باعث خنثی شدن بخشی از پتانسیل منفی نورون می شود. لذا، موجب کاهش میزان بار منفی داخل و کاهش اختلاف پتانسیل (مثلاً، از -70 به -45) می گردد. در این حالت، نورون دیپولاریزه می گردد و این تغییر ولتاژ (مثبت تر شدن)، پتانسیل عمل نامیده می شود. پس از این تغییر، پتانسیل عمل در طول آکسون پیش می رود و پشت سر آن کانال های سدیم مسدود می گردد تا مانع ورود بیشتر یون های سدیم به داخل نورون گردد. از طرفی، با باز شدن کانال های پتاسیم مقداری از یون های پتاسیم به بیرون از نورون می رود و به این ترتیب، دوباره، بار سلول منفی می شود. از آن جا که تولید پتانسیل عمل بعدی مستلزم خروج یون های سدیم اضافی از نورون است، پمپ سدیم - پتاسیم، بلافاصله سدیم را به خارج می رانده و مجدداً نورون به حالت استراحت باز می گردد که به مرحله ریپولاریزاسیون، موسوم است. نفوذپذیری غشاء نسبت به سدیم و سپس خروج سدیم در یک نقطه، به نقطه مجاور تغییر می کند و به صورت زنجیره ای در طول غشاء نورون حرکت می کند؛ مثل این که درهای یک ردیف کابینت، به نوبت باز و بسته می شوند.

زمان اول



زمان دوم



● به این ترتیب، پتانسیل در عمل، در طول سلول حرکت می کند تا به محل سیناپس برسد. وقتی به محل سیناپس رسید، میانجی ها را آزاد می کند. میانجی ها در بین شکاف سیناپسی منتشر می شوند و اطلاعات را به نورون بعدی منتقل می کنند. میانجی ها پس از انتشار در محل شکاف سیناپسی با پیرنده های موجود در غشاء نورون سیناپسی ترکیب می گردند و پتانسیل استراحت نورون بعدی را تغییر می دهند. اگر پتانسیل استراحت نورون بعدی را کاهش دهند، میانجی تحریکی و اگر افزایش دهند و آن را منفی تر سازند، میانجی مهارتی است.

● پتانسیل عمل فقط حدود $1/10000$ ثانیه طول می کشد. چون کانال های سدیمی برای مدت بسیار کوتاهی می توانند باز بمانند. به ارسال پتانسیل عمل توسط یک نورون شلیک گفته می شود. پتانسیل عمل از اصل همه یا هیچ پیروی می کند؛ یعنی، وقتی شدت یک تکانه الکتریکی به سطح معینی می رسد تکانه الکتریکی شلیک می شود و بدون آن که شدتش کم شود، طول آکسون را طی می کند.

سیستم هورمونی

سیستم عصبی و سیستم هورمونی، دو سیستم مهم در برقراری هماهنگی و تعادل کل بدن هستند و ارتباط بسیار نزدیکی با هم دارند. اصطلاح اندوکرینولوژی روانی - عصبی به روابط ساختمانی و عملکردی بین سیستم عصبی، هورمونی و رفتاری، اطلاق می گردد.

هورمون ها، مواد شیمیایی هستند که توسط غدد درون ریز به داخل خون آزاد شده و به اندام های هدف می رسند و عمل اختصاصی خود را اعمال می کنند. بعضی از هورمون ها؛ مانند هورمون رشد تیروکسین بر اکثر سلول های بدن اثر می کنند و بعضی دیگر فقط بر اندام های خاصی به نام اندام های هدف اثر می کنند.

● ترشح هورمون‌ها توسط نوروهورمون‌های مترشحه از هیپوتالاموس انجام می‌گیرد. هشدارهای شیمیایی موجب رهایی این نوروهورمون‌ها از هیپوتالاموس می‌گردد و انتقال آن‌ها به هیپوفیز قدامی، موجب تنظیم آزاد شدن هورمون‌های مربوطه می‌گردد. هورمون‌های مربوط هیپوفیزی به نوبه خود، مستقیماً بر روسی غدد درون ریز اثر کرده و موجب ترشح هورمون مورد نظر می‌گردند. هورمون مترشحه از طریق خون به سلول‌های هدف رسیده و با اتصال به گیرنده‌های خود، فعالیت خود را شروع می‌کند؛ مثلاً، هورمون آزادکننده کورتیکوتروپین از هیپوتالاموس، موجب تحریک هورمون آدرنوکورتیکوتروپین از هیپوفیز قدامی می‌گردد. این هورمون بر روی غدد آدرنال اثر کرده و موجب ترشح کورتیزول می‌گردد. به علاوه، این هورمون‌ها عمل پس‌خوراند دارند که ترشح نوروهورمون‌ها را تنظیم می‌کنند یا موجب مهار آن می‌گردند.

● محور هیپوتالامیک - هیپوفیز- آدرنال: این محور هسته مطالعات پسیکواندوکرین قرار گرفته است؛ زیرا. سطح CRH و ACTH و کورتیزول در پاسخ به عوامل استرس زا بالا می روند. مقدار افزایش آن ها به خصوصیات عامل استرس زا، ارزیابی فرد از آن و توان مقابله او بستگی دارد. اپی نفرین و نوراپی نفرین از قسمت مرکزی غدد فوق کلیوی ترشح می شوند. اپی نفرین در آماده کردن بدن برای مقابله با استرس نقش دارد. فعالیت های هورمونی این محور، علاوه برحالت انگیزتگی در زمان استرس، اثرات خاصی در پردازش حسی، خوگیری به محرک، درد، حساس شدن، خواب و حافظه دارد. اختلال در فعالیت این محور با اختلالات خلقی، استرس پس از سانحه، دمانس نوع آلزهایمر و حتی سوء مصرف مواد ارتباط دارد.

● محور هیپوتالامیک - هیپوفیز - گونداال: هورمون های گونداال، عمدتاً توسط تخمدان ها و بیضه ها ترشح می شوند. اما مقادیر قابل توجهی آندروژن ها از قشر آدرنال نیز ترشح می شوند. این هورمون ها، نقش اصلی را در تمایز و رشد جنسی دارند.

● محور هیپوتالامیک - هیپوفیز - تیروئید: هورمون های تیروئید بر روی تمام سلول های بدن عمل کرده و سرعت مصرف غذا و تبدیل آن به گرما و انرژی را افزایش می دهند. به همین جهت، کم کاری تیروئید در کودکان موجب کاهش رشد و نمو می گردد که به صورت کوتولگی به همراه عقب ماندگی ذهنی می گردد و به کرتینیسم معروف است. هم چنین، این محور، اثرات مستقیمی بر تحریک پذیری عصبی، رفتار و تنظیم میانجی ها دارد. پرکاری تیروئید معمولاً با احساس خستگی، تحریک پذیری، بی ثباتی هیجانی، تخریب بارز حافظه و تمرکز همراه است. کم کاری آن نیز احساس خستگی، کاهش میل جنسی، تخریب حافظه و تحریک پذیری می گردد.

- هورمون رشد: هورمون رشد یا هورمون سوماتوتروپ از هیپوفیز قدامی ترشح می شود. این هورمون تأثیرگذاری بر روی پروتئین سازی و تکثیر سلول ها سبب پیشبرد رشد گل بدن می گردد.
- کمبود هورمون رشد موجب تأخیر شروع بلوغ می گردد. سطح پایین هورمون رشد، ممکن است از تجربه های استرس آمیز ناشی شود. تجویز هورمون رشد به افراد مبتلا به کمبود آن. علاوه بر اثرات جسمی آشکارتر، روی عملکرد شناختی نیز اثر مثبت دارد.
- ملاتونین: ملاتونین هورمون غده صنوبری است. نقش های زیادی به غده صنوبری نسبت داده شده است؛ از جمله جایگاه روح، تقویت اعمال جنسی، پیشبرد خواب، بهبود خلق و افزایش طول عمر. فعالیت غده صنوبری توسط نوری که در روز به چشم ها می رسد کنترل می شود. پیام های نوری از چشم ها به هسته سوپراکیاسماتیک در هیپوتالاموس می روند و از آن جا به غده صنوبری رفته و آن را وادار به ترشح ملاتونین می نماید. مصرف ملاتونین، سرعت خواب رفتن و طول مدت و کیفیت خواب را بالا می برد.

● کروموزوم ها و ژن ها

- زندگی انسان با یک سلول واحد به نام سلول تخم، شروع می شود. در هسته این سلول ۴۶ کروموزوم قرار دارد که به استثنای سلول های نطفه، به صورت زوج هستند و هر کدام از یکی از والدین به فرزند می رسند. هر کروموزم از یک مولکول دراز دی اکسی ریبونوکلیک اسید یا DNA، تشکیل شده است. رشته DNA حدود دو میلی متر طول دارد. مولکول DNA شبیه نردبانی مارپیچی دو رشته ای است. هر کدام از این رشته ها نوکلئوتید نامیده می شود که از فسفات و دزوکسی ریبوز تشکیل شده است و این دو رشته توسط چهار باز به نام های آدنین، گوانین با سیتوزین جفت می شوند.
- ترتیب و توالی قرار گرفتن این بازها، رمز ژنتیکی را تشکیل می دهد. با توجه به این ترتیب و توالی این بازها، بسیار متفاوت است، DNA قابلیت آن را دارد که حاوی پیام های ژنتیکی متعدد و فراوانی باشد. ترتیب قرار گرفتن بازها، مشخص می کند که یک موجود، پرنده، شیر، ماهی یا میگل آنژ باشد.

● ژن قطعه ای از DNA است که حاوی اطلاعات ژنتیکی می باشد و برای سلول حکم الگو را دارد. همه DNA سلول، به عنوان ژنوم آن نامیده می شود. ژنوم انسانی از سی هزار تا پنجاه هزار ژن و حداقل 3×10^9 جفت باز تشکیل شده است. ژن ها نیز مانند کروموزم ها به صورت جفت قرار گرفته اند که یکی از کروموزوم های نطفه پدر و دیگری از کروموزوم های تخمک مادر است. در نتیجه هر کودکی تنها نیمی از کل ژن های هر یک از والد خود را دریافت می کند. تعداد ژن های هر کروموزوم حدود هزار و شاید هم بیشتر است. به دلیل کثرت تعداد ژن ها، احتمال این که دو نفر (حتی اگر خواهر و برادر هم باشند)، عیناً خصایص مشابهی را به ارث ببرند، بسیار کم است مگر این که دوقلوی یکسان باشند.

● در تعیین هر ویژگی، دو ژن نقش دارند و از هر ژن چند حالت مختلف، ممکن است، وجود داشته باشد. به حالت هایی از ژن که صفت یا ویژگی را تعیین می کند، ولی ممکن است، اشکال متفاوت آن صفت یا ویژگی را به نمایش بگذارد، آلل (ژن های هم ردیف) می گویند. در انسان ها، رنگ چشم قهوه ای و آبی وجود دارد و در هر رنگ آلل هایی بستگی دارد که از هر یک از والدین خود دریافت می کند. در تمام افراد یک گونه، آلل ها همیشه روی جفت کروموزوم همتا (همولوگ) و در یک جایگاه مشابه به نام لوکوس مستقر هستند.

● برای هر جفت آلل مخصوص در هر فرد، دو حالت پیش می آید. اگر فردی آلل های مشابه ای برای هر ژن از هر دو والد به ارث ببرد او را نسبت به آن صفت، خالص یا هموزیگوت می گویند. ولی اگر آلل های متفاوت به ارث ببرد، او را نسبت به آن صفت، ناخالص یا هتروزیگوت می نامند. اگر فردی برای صفت ناخالصی باشد، ممکن است، فقط یکی از آلل ها اثر خود را بروز دهد و اثر آلل دیگر پنهان بماند. در این صورت، آلل بروز داده شده را آلل غالب و آلل پنهان شده را آلل مغلوب می گویند.

○ صفات را با الفبای لایتن نشان می دهند که حرف بزرگ نشان دهندهٔ غالب بودن و حروف کوچک نشان دهندهٔ مغلوب بودن آن آلل است؛ به عنوان مثال، رنگ چشم قهوه ای که غالب است به صورت E و رنگ چشم آبی که مغلوب است به صورت e نشان می دهند. زمانی که صفتی به صورت EE یا ee نشان داده می شود، خالص و زمانی که به صورت Ee نشان داده می شود، ناخالص، می باشد.

○ بنابراین، هر فرد دو ژن برای هر صفت دارد. آلل های این دو ژن، ژنوتیپ فرد را تشکیل می دهد. طرز بروز ژنوتیپ خصوصیات مشهود؛ مانند: قد، رنگ چشم، هوش و ... را فنوتیپ می گویند.

○ صفات وابسته به جنس: هر سلول جنسی انسان، ۲۲ کروموزوم غیر جنسی به نام کروموزوم های اتوزوم و یک جفت کروموزوم جنسی غیر مشابه به نام های کروموزوم X و Y دارد. اگر هر دو کروموزوم جنسی، X باشد، فرزند دختر و اگر یک کروموزوم X و دیگری Y باشد، فرزند پسر خواهد بود. کروموزوم Y کوچک تر از کروموزوم X است و ژن های کمتری دارد. به عبارت دیگر، در کروموزوم X مردان، ژن هایی وجود دارد که آلل آن ها روی کروموزوم ها Y نیست. از آن جا که کروموزوم های X و Y جنسیت فرزند را تعیین می کنند؛ به صفاتی که ژن هایشان بر روی این کروموزوم ها قرار دارند، صفات وابسته به جنسی می گویند، مانند کوررنگی.