

فصل ۱ : تنظیم عصبی

یاخته‌های بافت عصبی

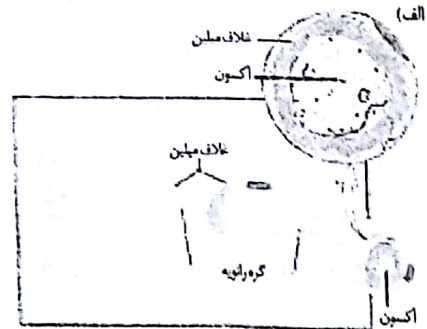
نکته ۱: می‌دانید بافت عصبی از یاخته‌های عصبی (نورون) و یاخته‌های غیر عصبی (سلول‌های پشتیبان) تشکیل شده است.

نکته ۲: سه عملکرد نورون عبارت‌اند از:

- ۱) تأثیرپذیر نسبت به محرک‌ها و پیام عصبی تولید می‌کند.
 - ۲) هدایت جریان عصبی از یک نقطه‌ی نورون به نقطه‌ی دیگر آن
 - ۳) انتقال آن از نورونی به سلول‌های پس‌سیناپسی (نورون، سلول‌های ماهیچه‌ای، سلول‌های بافت پوششی)
- نکته ۳: اجزای یک نورون:

- ۱- دندریت (دارینه)؛ رشته‌ای است که پیام‌ها را دریافت و به جسم یاخته‌ی عصبی وارد می‌کند.
- ۲- آکسون (آسه)؛ رشته‌ای است که پیام عصبی را از جسم یاخته‌ی خود تا انتهای خود که پایانه‌ی آکسون نام دارد، هدایت می‌کند. پیام عصبی از محل پایانه‌ی آکسون یک یاخته‌ی عصبی به یاخته‌ی دیگر (نورون یا سلول‌های ماهیچه‌ای یا سلول‌های بافت پوششی در غده‌ها) منتقل می‌شود.
- ۳- جسم یاخته‌ی؛ محل قرار گرفتن هسته و انجام سوخت و ساز (میتوکندری) یاخته‌های عصبی است و می‌تواند پیام نیز دریافت کند.

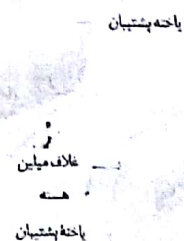
نکته ۲: یاخته‌ی عصبی پوششی به نام غلاف میلین دارد. غلاف میلین، رشته‌های آکسون و دندریت بسیاری از یاخته‌های عصبی را می‌پوشاند و آنها را عایق بندی می‌کند. غلاف میلین در بخش‌هایی از رشته قطع می‌شود. این بخش‌ها را گره‌رانونیه می‌نامند.



(ب)

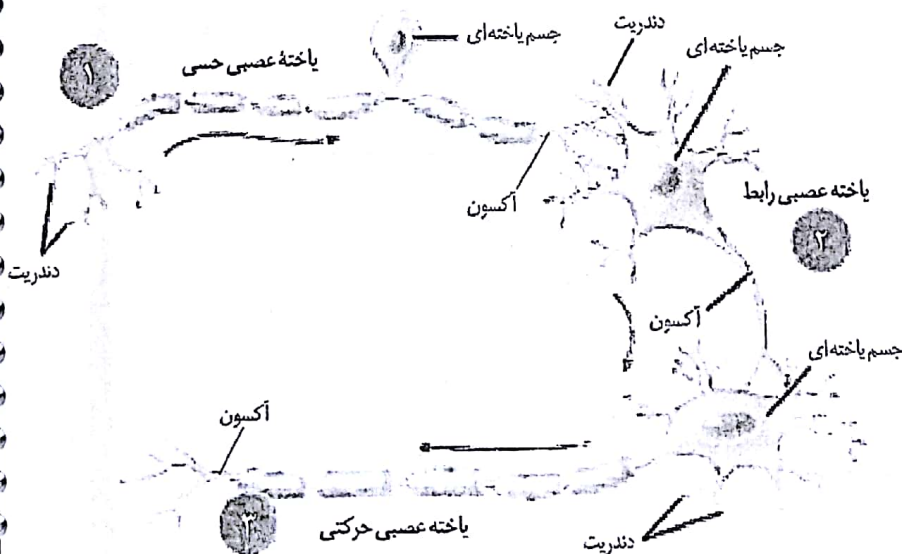


شکل ۱- یاخته‌ی عصبی



انواع یاخته‌های عصبی

- ۱- **یاخته‌های عصبی حسی** : پیام‌ها را از گیرنده‌های حسی به سوی بخش مرکزی دستگاه عصبی (مغز و نخاع) می‌آورند. نورون‌های حسی نخاع دارای یک عدد دندریت بلند میلین دار و یک آکسون کوتاه میلین دار هستند و انتهای دندریت می‌تواند به عنوان گیرنده‌های حسی (لمس، درد، فشار، گرما، سرما) عمل کند.
 - ۲- **یاخته‌های عصبی حرکتی** : فرمان‌های مغز و نخاع را به ماهیچه‌ها و غدد می‌برد. دارای چندین عدد دندریت کوتاه و منشعب و فاقد میلین است و دارای یک عدد آکسون بلند میلین دار است که انتهای آکسون منشعب است. سرعت هدایت در آکسون و دندریت‌ها متفاوت است چون دندریت‌های آن فاقد میلین است پس سرعت هدایت در دندریت آن کم‌تر است.
 - ۳- **یاخته‌های عصبی رابط** : در مغز و نخاع قرار دارند ارتباط لازم بین یاخته عصبی را فراهم می‌کنند. دارای چندین دندریت منشعب و کوتاه هستند. و از جسم سلولی آن یک آکسون خارج می‌شود. نورون‌های رابط در بخش‌های خاکستری مغز و نخاع قرار دارند فاقد غلاف میلین هستند. برای همین سرعت هدایت آن‌ها کم است و در MS آسیب نمی‌بینند.
- نکته ۱** : از جسم سلولی هر نورون فقط یک عدد آکسون خارج می‌شود، ولی هر آکسون دارای چند عدد پایانه‌ی سیناپسی است. یعنی هر نورون با سلول بعدی می‌تواند چندین سیناپس برقرار کند. توجه کنید که انتقال پیام عصبی فقط از انتهای آکسون صورت می‌گیرد.
- نکته ۲** : توجه کنید که دندریت و آکسون هسته ندارند و فاقد سانتزیول (میانک) هستند.
- نکته ۳** : تعداد دندریت‌های نورون رابط و نورون حرکتی از تعداد آکسونهای آن بیشتر است.
- نکته ۴** : توجه کنید که جسم سلولی و گره‌های رانویه و پایانه‌ی آکسون چون میلین ندارند در MS آسیب نمی‌بینند.



نوروگلیا (سلول پشתיبان):

سلول های هسته دار و غیر عصبی هستند و قدرت تقسیم دارند. سلول های پشתיبان جزء بافت عصبی اند، ولی توانایی هدایت و انتقال پیام عصبی را ندارند. برخی یاخته های پشתיبان به دور رشته ی یاخته ی عصبی می پیچید و غلاف میلین را به وجود می آورد. تعداد یاخته های پشתיبان چند برابر یاخته های عصبی است.

نکته ۱: سلول های پشתיبان انواع گوناگونی دارد (متنوع اند) این یاخته ها داریست هایی را برای استقرار یاخته های عصبی ایجاد می کند، برخی سلول های پشתיبان در دفاع از یاخته های عصبی و حفظ هم ایستایی (هوموستازی) مایع اطراف آن ها (مثل حفظ مقدار طبیعی یون ها) نیز نقش دارند. برخی به تغذیه نورونها کمک می کنند و برخی تولید غلاف میلین می کنند. این غلاف بر سطح خارجی اکسون حسی و حرکتی و دندریت حسی قرار می گیرد و باعث افزایش سرعت هدایت پیام عصبی در طول رشته عصبی می شود. چون باعث کاهش تماس غشاء سلول عصبی، با محیط اطراف می شود.

نکته ۲: غلاف میلین: چند لایه غشاء است که همان غشاء سلول های پشתיبان است. بنابراین از جنس پروتئین و فسفو لیپید و کربوهیدرات است توسط برخی از سلول های نوروگلیا ساخته میشود. غلاف میلین سرعت هدایت پیام عصبی (نه سرعت انتقال) را در طول یک نورون را زیاد می کند.

نکته ۳: اگر بگویند برخی یاخته های عصبی میلین می سازند غلط است. چون هیچ یاخته عصبی (هیچ نورونی) در هیچ جای دنیا میلین نمی سازد.

نکته ۴: اگر بگویند برخی یاخته های بافت عصبی میلین می سازند درست است، چون سلول های نوروگلیا جزء بافت عصبی هستند. اگر بگویند همه ی یاخته های بافت عصبی توانایی هدایت و انتقال پیام عصبی را دارند غلط است، چون بیشتر سلول های بافت عصبی سلول های پشתיبان هستند که توانایی هدایت و انتقال پیام عصبی را ندارند.

نکته ۵: بسیاری از نورون ها توسط غلاف میلین پوشانده شده اند. برخی نورون ها (مانند یاخته های عصبی رابط) فاقد غلاف میلین هستند، ولی توجه کنید که در اطراف همه ی نورون ها حتی نورون های رابط که فاقد غلاف میلین هستند، سلول نوروگلیا یافت می شود. که در دفاع و هم ایستایی نورون ها نقش دارند.

نکته ۶: همه ی نورون ها، درون هسته خود ژن میلین ساز دارند. ولی این ژن در سلول های عصبی خاموش است. این ژن فقط در برخی سلول های غیر عصبی بافت عصبی (برخی سلول های نوروگلیا) روشن می شود. آنزیم های میلین ساز در شبکه آندوپلاسمی صاف و شبکه آندوپلاسمی زبر یاخته های غیر عصبی (نوروگلیا) قرار دارند.

نکته ۷: مالتیپل اسکلروزیس (MS) بیماری خود ایمنی دیگری است که پادتن باعث تخریب غلاف میلین می شود سرعت هدایت پیام عصبی کم می شود (نه سرعت انتقال) در این بیماری میلین اطراف یاخته های عصبی در مغز نخاع مورد حمله دستگاه ایمنی قرار میگیرد و در قسمت هایی از بین می رود. بدین ترتیب در ارتباط دستگاه عصبی مرکزی با بقیه بدن اختلال ایجاد میشود.

نکته ۸: همه‌ی نورون‌ها:

- ۱- يك عدد هسته دارند كه در جسم سلولی قرار دارد. درون هسته‌ی هر نورون، ۴۶ عدد کروموزوم وجود دارد (۴۴ عدد کروموزوم غیر جنسی به نام اتوزوم و ۲ عدد کروموزوم جنسی)
- ۲- در هر فرد، هر نورون همه‌ی ژن‌های آن فرد را دارد. یعنی همه‌ی نورون‌ها همانند همه‌ی گلبول‌های سفید مجموع ژن‌های مشابهی دارند. مثلاً همه‌ی نورون‌ها ژن سازنده‌ی غلاف میلین و ژن سازنده‌ی هموگلوبین را دارند ولی این ژن‌ها در نورون‌ها خاموش اند.
- ۳- ریبوزوم دارند بنابراین در سیتوپلاسم نورون‌ها، آنزیم غیر پروتئینی (rRNA) در تبدیل آمینواسید به پلیمر (زنجیره پلی پپتیدی) نقش دارد.
- ۴- همه‌ی نورون‌ها دستگاه گلژی دارند که در نشانه‌گذاری و زیكول‌های حاوی انتقال دهنده‌ی عصبی نقش دارند.
- ۵- در همه‌ی نورون‌ها DNA خطی در هسته و DNA حلقوی در میتوکندری یافت می‌شود.
- ۶- در نزدیکی هسته‌ی نورون‌ها، دو عد سانتیریول وجود دارد.
- ۷- لیزوزوم دارند بنابراین در هضم اندامک‌های پیر و فرسوده نقش دارند..



حفاظت از مغز و نخاع :

دستگاه عصبی مرکزی (مغز و نخاع) از چند طریق محافظت می شود . یکی از عوامل محافظ، استخوان‌های جمجمه (پهن) و ستون مهره ها (نامنظم) هستند. علاوه بر استخوان‌های جمجمه و ستون مهره سه پرده از نوع بافت پیوندی به نام پرده‌های مننژ از مغز و نخاع حفاظت می‌کنند. فضای بین پرده‌ها در مغز و نخاع را مایع مغزی - نخاعی پر کرده است که مانند یک ضربه گیر، دستگاه عصبی مرکزی را در برابر ضربه حفاظت می‌کند.

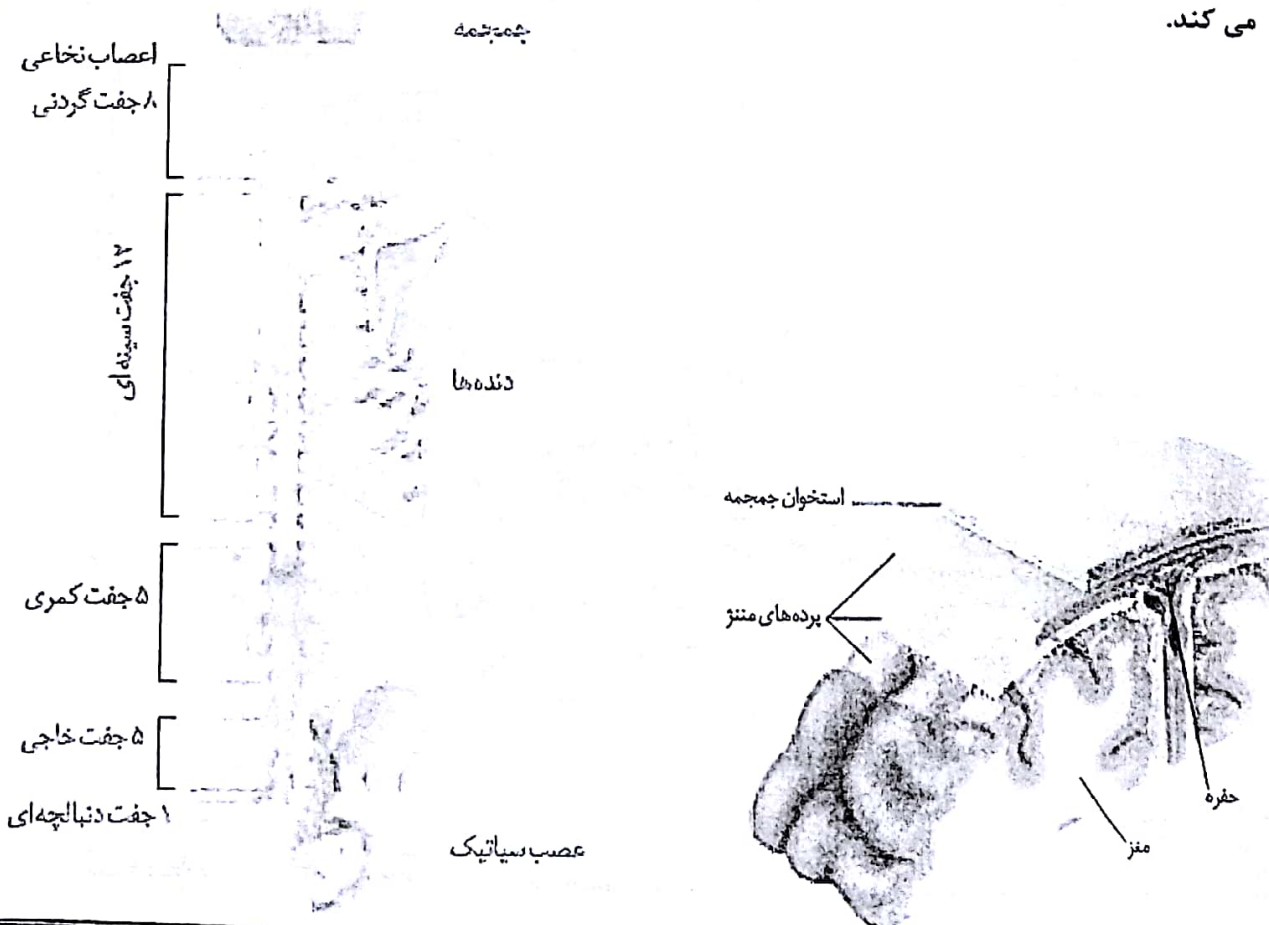
پرده ی مننژ:

۱- سخت شامه: پرده ی خارجی مننژ که از نوع بافت پیوندی رشته ای (متراکم) محکم است، و دو لایه دارد و در بین لایه‌های آن حفره‌های خونی کوچک و بزرگ دیده می‌شود. در فضای بین سلول‌های بافت پیوندی رشته‌ای پروتئین کلژن و الاستیک (رشته‌های کشسان یا ارتجاعی) وجود دارد که توسط یاخته‌های این بافت ساخته می‌شود. در بافت پیوندی متراکم (رشته‌ای)، میزان رشته‌های کلژن از بافت پیوندی سست بیشتر، تعداد یاخته‌های آن کمتر و ماده زمینه‌ای آن نیز اندک است ولی انعطاف پذیری آن کم‌تر است.

۲- عنکبوتیه: در زیر سخت شامه، عنکبوتیه قرار دارد که نوعی بافت پیوندی است.

۳- نرم شامه: لایه ی داخلی مننژ، نرم شامه نام دارد که دارای مویرگ‌های خونی فراوان است و بافت عصبی را تغذیه می‌کند در مغز و نخاع، فضای بین سخت شامه و نرم شامه، با مایعی به نام مایع مغزی نخاعی پر شده است. این مایع نقش ضربه گیر را دارد و از برخورد مغز و نخاع به استخوان‌ها در حین حرکت، جلوگیری

می‌کند.





نکته ۱: سلول‌های بافت پوششی (سنگ فرشی یک لایه) مویرگ‌های مغز و نخاع به یکدیگر چسبیده‌اند و بین آن‌ها منفذی وجود ندارد. در نتیجه بسیاری از مواد و میکروب‌ها در شرایط طبیعی نمی‌توانند به مغز وارد شوند. این عامل حفاظت کننده سد خونی-مغزی نام دارد. البته مولکول‌هایی مثل اکسیژن، گلوکز و آمینواسیدها می‌توانند از این سد عبور کنند و به مغز وارد شوند.

نکته ۲: مویرگ‌های نرم‌شانه تشکیل سد خونی مغزی می‌دهند. هم در مغز و هم در نخاع، سد خونی مغزی وجود دارد.

نکته ۳: مویرگ‌های مغزی کمترین نفوذ پذیری را دارند که سد خونی-مغزی را تشکیل می‌دهند. گلوکز و اکسیژن و CO_2 و آمینواسیدها و املاح از و برخی از مواد که در متابولیسم سلول‌های مغزی نقش ندارند (نیکوتین، هروئین، ...) و نیز برخی میکروب‌ها از سد خونی مغزی عبور می‌کنند.

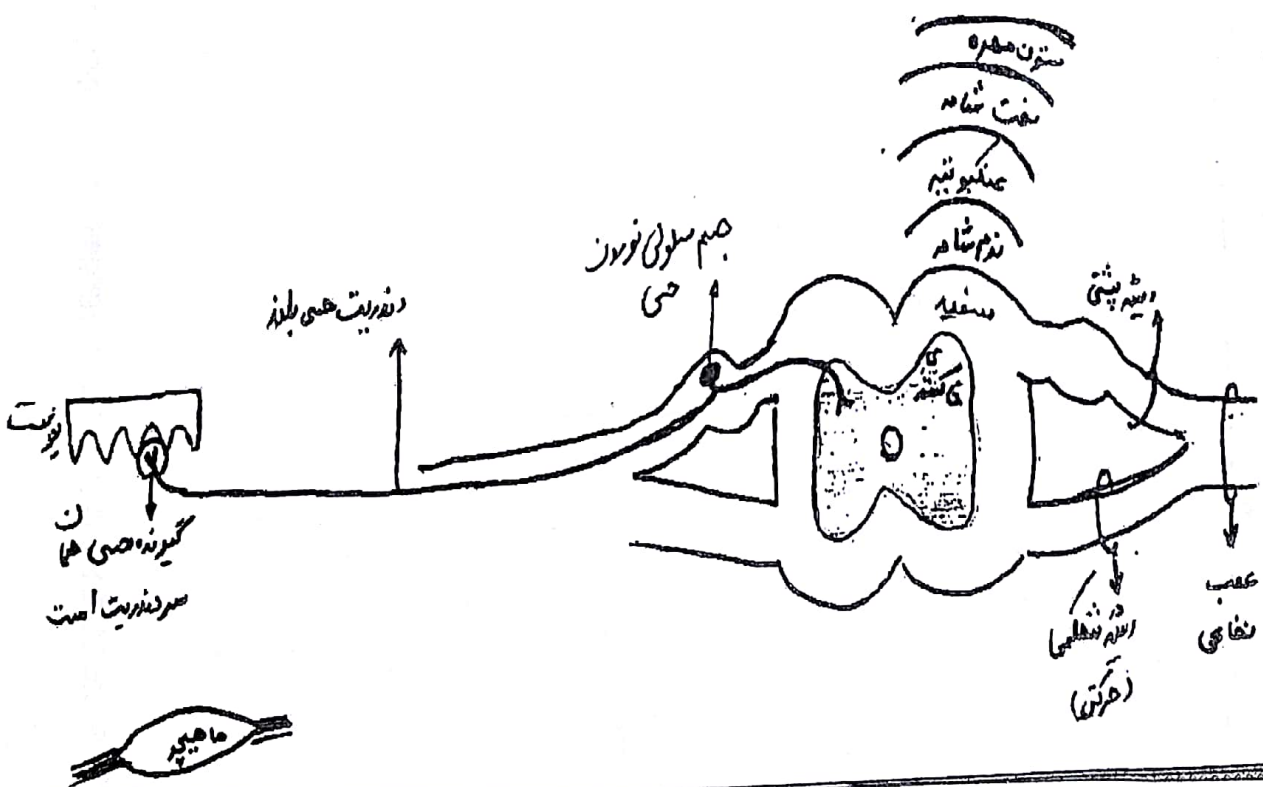
نکته ۴: در مغز زیر نرم‌شامه، قشر خاکستری مخ قرار دارد ولی در نخاع زیر نرم‌شامه بخش سفید قرار دارد.

نکته ۵: مایع مغزی نخاعی از پلاسمای خون منشاء می‌گیرد در فاصله بین سخت‌شامه و نرم‌شامه قرار دارد.

نکته ۶: در بین دو نیمکره‌ی مخ لایه‌ی درونی سخت‌شامه و همچنین عنکبوتیه و نرم‌شامه وجود دارد. ولی در بین شیارهای چین خوردگی‌های مخ سخت‌شامه وجود ندارد.

نکته ۸: اولین عامل حفاظت در مغز جمجمه (استخوان پهن) و در نخاع استخوان ستون مهره (استخوان نامنظم) است. که بخش اعظم آن بافت اسفنجی است که علاوه بر حفاظت، در ساخت عناصر خونی نقش دارند اندام هدف اریتروپویتین هستند. در هنگام کمبود اکسیژن در این سلول‌ها مصرف فولیک اسید و B_{12} و آهن افزایش می‌یابد و منجر به افزایش هماتوکریت (درصد تعداد سلول‌های خونی به حجم خون) می‌شود.

نکته ۹: متخصصان می‌توانند با استفاده از سرنگ مقداری از مایع مغزی - نخاعی را از بین مهره‌های کمر خارج کنند و با بررسی آن بیماری‌های احتمالی دستگاه عصبی را تشخیص دهند و یا از این راه داروهای مورد نیاز را به بدن وارد کنند.



نخاع

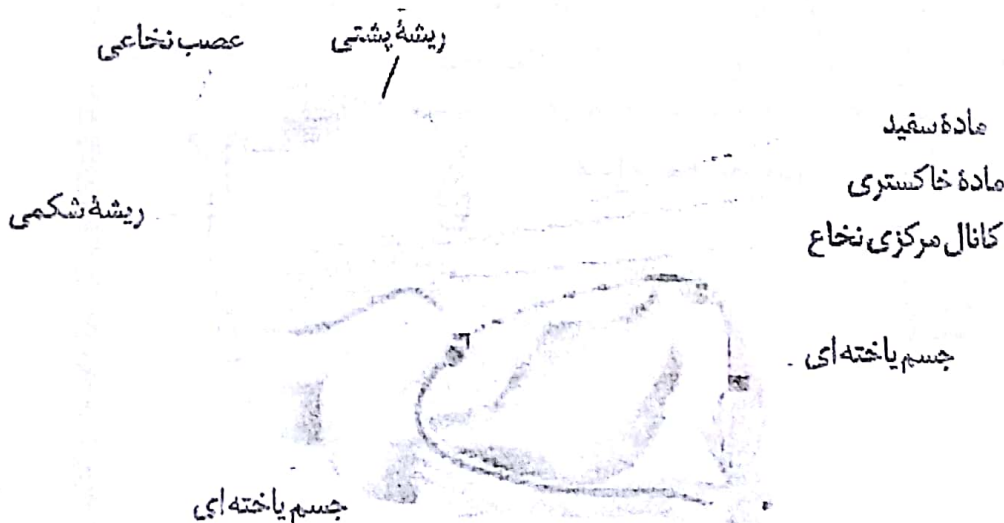
نخاع درون ستون مهره‌ها از بصل‌النخاع تا دومین مهره کمر امتداد دارد (بعد از کمر در داخل ستون مهره نخاع وجود ندارد). در فاصله‌ی ستون مهره‌ها و نخاع، مننژ سه لایه وجود دارد. نخاع مغز را به دستگاه عصبی محیطی متصل می‌کند و مسیر عبور پیام‌های حسی از اندام‌های بدن به مغز و ارسال پیام-ها از مغز به اندام‌هاست. علاوه بر آن نخاع، مرکز برخی انعکاس‌های بدن است همان‌طور که می‌دانید انعکاس پاسخ ناگهانی و غیرارادی ماهیچه‌ها در پاسخ به محرک‌هاست.

نکته ۱: در برش عرضی نخاع، دو بخش ماده خاکستری و ماده سفید دیده می‌شود. ماده خاکستری شامل جسم سلولی نورون‌ها و تعدادی نورون رابط است. ماده سفید محتوی آکسون و دندریت نورون‌هاست و بخش خاکستری را دربر گرفته است.

نکته ۲: هر عصب نخاعی دو ریشه دارد. یک عدد ریشه‌های پشتی محتوی نورون‌های حسی اند که اطلاعات را از گیرنده‌های حسی به دستگاه عصبی مرکزی وارد می‌کنند و یک عدد ریشه‌های شکمی محتوی نورون‌های حرکتی اند (دستگاه عصبی پیکری و خودمختار) که پاسخ حرکتی را از دستگاه عصبی مرکزی به ماهیچه‌ها و غده‌ها، منتقل می‌کنند.

نکته ۳: ۳۱ جفت عصب به نخاع متصل است. تمام اعصاب نخاعی مختلط هستند یعنی هم رشته‌ی نورون حسی و هم نورون حرکتی وجود دارد.

نکته ۴: هر عصب نخاعی مجموعه‌ای از هزاران رشته‌ی عصبی بلند است که شامل؛ آکسون نورون حرکتی و دندریت نورون حسی است و درون بافت پیوندی قرار گرفته‌اند. همه‌ی رشته‌های یک عصب نخاعی توسط غلاف میلین احاطه شده‌اند. ولی مجموعه‌ی این رشته‌ها با یک غلاف پیوندی رشته‌ای احاطه شده است.

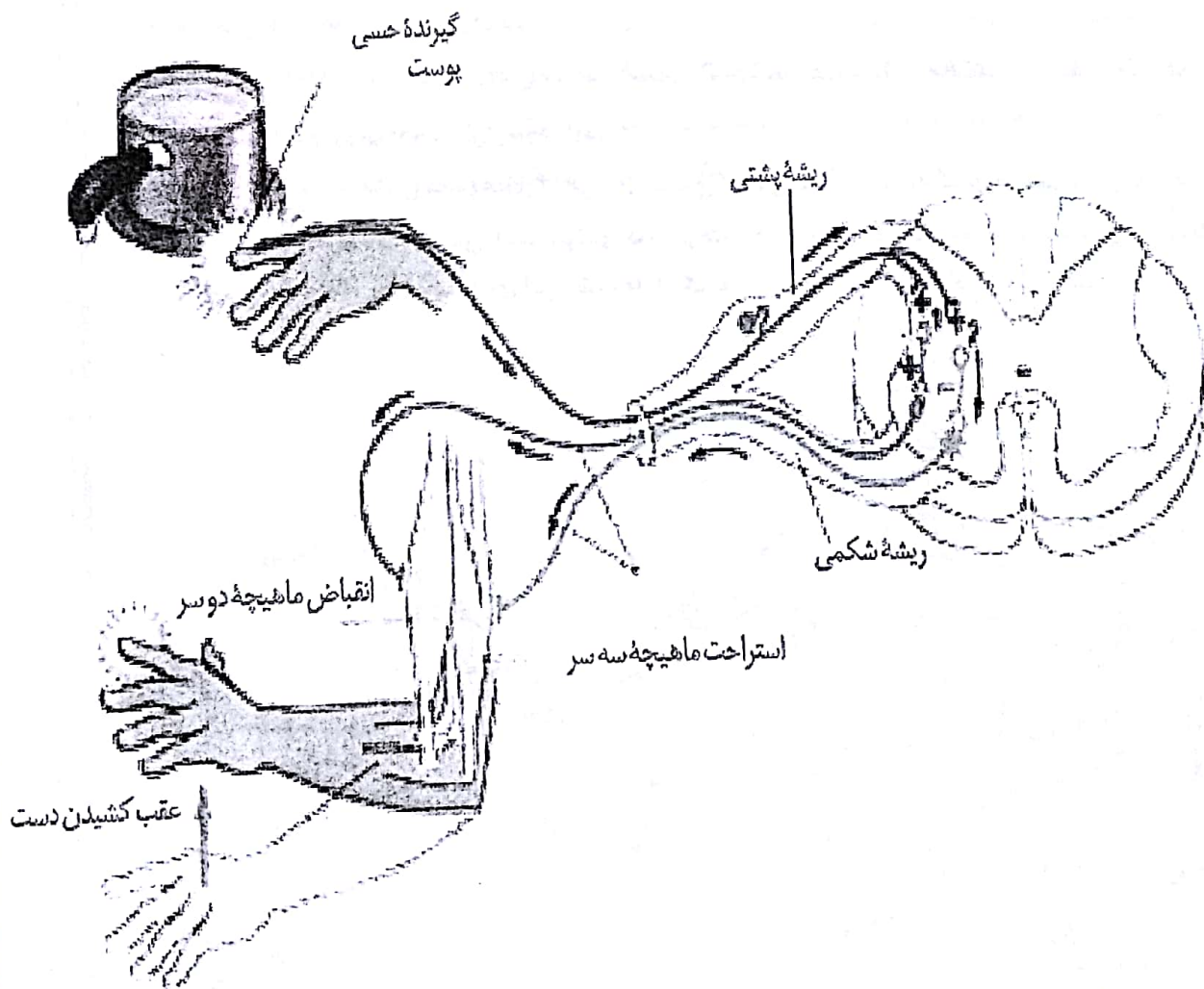


نکته ۵: در نخاع ۲۱ جفت عصب نخاعی (یعنی ۶۲ عدد عصب نخاعی) وجود دارد (۸ جفت گردنی، ۱۲ جفت سینه‌ای، ۵ جفت کمری، ۵ جفت خاجی و یک جفت دنبالچه‌ای) بنابراین نخاع دارای ۱۲۴ ریشه است. که ۶۲ ریشه پشتی (حسی) و ۶۲ ریشه شکمی (حرکتی) است.

نکته ۶: جسم سلولی نورون‌های حسی عصب نخاعی در ریشه پشتی نخاع واقع شده است. که مجموع آن‌ها تشکیل گره نخاعی را می‌دهد. ولی جسم سلولی نورون حرکتی در داخل ماده خاکستری نخاع است. توجه کنید که ریشه شکمی نخاع فاقد گره نخاعی (فاقد جسم سلولی نورون) است.

نکته ۷: اگر ریشه پشتی نخاع قطع شود فقط حس همان طرف آن فرد قطع می‌شود و اگر ریشه شکمی قطع شود فقط حرکت آن طرف قطع می‌شود. و اگر عصب نخاعی قطع شود هم حس و هم حرکت در آن طرف قطع می‌شود.

نکته ۸: در عصب نخاعی نورون رابط وجود ندارد.



انعکاس عقب کشیدن (flexor reflex):

۱- **یک دسته نورون حسی**: دندریت بلند آن میلین دار و از ریشه پشتی وارد نخاع می شود و جسم سلولی آن در ریشه ی پشتی نخاع (گره نخاعی) قرار دارد و آکسون کوتاه آن میلین دار و از طریق ریشه پشتی وارد نخاع می شود. پس از تحریک نورون حسی از پایانه های آکسونی آن استیل کولین ترشح می شود. آکسون نورون حسی با دو نوع نورون سیناپس برقرار می کند (نورون رابط تحریکی، نورون رابط مهاري). با انتقال پیام عصبی از نورون حسی، کانال های دریچه دار سدیمی هر دو نوع نورون پس سیناپسی باز می شود و در هر دو نوع نورون پس سیناپسی پتانسیل عمل ایجاد می شود.

۲- **نورون رابط تحریکی (تحریک کننده نورون حرکتی عضله دو سر جلو بازو)**: در ماده خاکستری نخاع قرار دارد، فاقد میلین است. توسط نورون حسی تحریک می شود و با باز شدن کانال های دریچه دار سدیمی، در آن پتانسیل عمل ایجاد می شود. از انتهای آکسون رابط تحریکی نوعی انتقال دهنده ی عصبی (به نام استیل کولین) آزاد می شود که این انتقال دهنده عصبی، باعث باز شدن کانال های دریچه دار سدیمی نورون پس سیناپسی (نورون حرکتی عضله دو سر جلو بازو) می شود.

۳- **یک دسته نورون حرکتی ماهیچه دو سر جلو بازو**: دندریت های کوتاه و منشعب و فاقد میلین دارد. جسم سلولی و دندریت های آن در ماده ی خاکستری نخاع قرار دارد، ولی آکسون آن بلند و میلین دار است و توسط نورون رابط تحریکی، تحریک می شود. آکسون این نورون از ریشه ی شکمی خارج می شود و از انتهای آن استیل کولین آزاد میشود که باعث انقباض عضله ی دو سر جلو بازو می شود.

۴- **نورون رابط مهاري (مهار کننده نورون حرکتی عضله سه سر عقب بازو)**: در ماده خاکستری نخاع قرار دارد و فاقد میلین است. توسط نورون حسی تحریک می شود. با باز شدن کانال های دریچه دار سدیمی، در نورون رابط مهاري پتانسیل عمل ایجاد می شود. از انتهای آکسون نورون رابط مهاري نوعی انتقال دهنده ی عصبی (به نام GABA) آزاد می شود که این انتقال دهنده عصبی، مانع باز شدن کانال های دریچه دار سدیمی نورون پس سیناپسی (حرکتی سه سر) می شود در نتیجه نورون حرکتی ماهیچه سه سر عقب بازو مهار می شود.

۵- **یک دسته نورون حرکتی ماهیچه سه سر عقب بازو**: که جسم سلولی آن در ماده ی خاکستری نخاع است دندریت های کوتاه و منشعب دارد و آکسون بلند آن از ریشه شکمی خارج می شود. نورون حرکتی سه سر عقب بازو توسط نورون رابط مهاري، مهار می شود. چون کانال های سدیمی آن باز نشده اند در آن پتانسیل عمل ایجاد نمی شود. برای همین ماهیچه سه سر عقب بازو تحریک نمی شود.

پیام عصبی چگونه ایجاد می‌شود؟

پیام عصبی در اثر تغییر مقدار یون‌ها در دو سوی غشای یاخته‌ی عصبی به وجود می‌آید. از آنجا که مقدار یون‌ها در دو سوی غشاء، یکسان نیست، در دو سوی غشای یاخته عصبی، بار الکتریکی متفاوت است و در نتیجه بین دو سوی آن، اختلاف پتانسیل الکتریکی وجود دارد.

پتانسیل آرامش: وقتی یاخته‌ی عصبی فعالیت عصبی ندارد، در دو سوی غشای آن اختلاف پتانسیلی در

حدود ۷۰- میلی‌ولت برقرار است. این اختلاف پتانسیل را پتانسیل آرامش می‌نامند.

در حالت آرامش، یاخته‌های عصبی زنده مقدار یون‌های سدیم در بیرون غشا بیشتر از داخل آن است و در مقابل مقدار یون‌های پتاسیم در درون یاخته، بیشتر است. در غشای این یاخته‌ها انواعی از مولکول‌های پروتئینی وجود دارند که به عبور یون‌های سدیم و پتاسیم از غشا کمک می‌کنند.

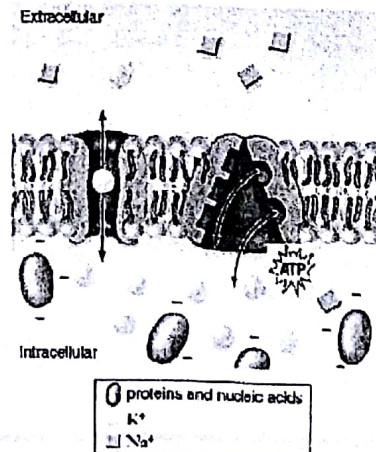
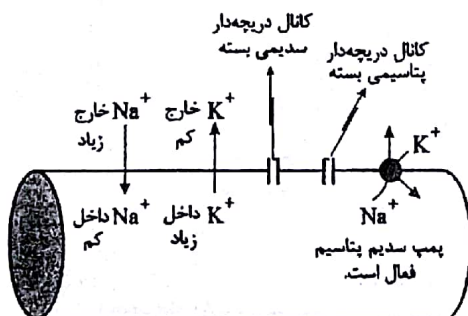
۱- مقدار Na^+ در خارج سلول زیاد است و در داخل سلول کم است برای همین Na^+ با انتشار تسهیل شده در جهت شیب غلظت، بدون صرف انرژی از طریق کانال‌های همیشه باز (بدون دریچه یا کانال‌های نشستی) به صورت غیرفعال وارد سلول می‌شود.

۲- مقدار K^+ در داخل سلول بیشتر از خارج سلول است. برای همین K^+ با انتشار تسهیل شده از طریق کانال‌های همیشه باز (بدون دریچه یا کانال‌های نشستی) در جهت شیب غلظت، بدون صرف انرژی به صورت غیرفعال از سلول خارج می‌شود. در حالت استراحت نفوذ پذیری غشا به یون‌های پتاسیم بیشتر از نفوذ پذیری آن به سدیم است برای همین مقدار K^+ که از سلول خارج می‌شود بیشتر از Na^+ است که وارد سلول می‌شود. برای همین بیرون سلول مثبت و داخل منفی است.

۳- کانال دریچه دار سدیمی و کانال دریچه دار پتاسیمی هر دو بسته اند (نه همگی کانال‌ها)

۴- پمپ سدیم-پتاسیم فعال است و با انتقال فعال با صرف انرژی و بر خلاف شیب غلظت با صرف یک عدد ATP سه عدد سدیم را از سلول خارج و دو عدد K^+ را وارد سلول می‌کند. این پمپ یک پروتئین حامل (ناقل) است که در عرض غشاء همگی نورون‌ها و همه ماهیچه‌ها وجود دارد. این پمپ عامل اصلی حفظ و ایجاد کننده‌ی پتانسیل آرامش در همه‌ی نورون‌ها و ماهیچه‌ها است. این پروتئین با بخش آبدوست (فسفات) و با بخش آبگریز (اسید چرب) به کاررفته در فسفولیپید در تماس مستقیم است.

۵- در حال آرامش سدیم و پتاسیم هم وارد و هم خارج می‌شوند.



پتانسیل عمل:

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

در غشای یاخته‌های عصبی، پروتئین‌هایی به نام کانال‌های دریچه‌دار وجود دارند که با تغییر ولتاژ باز می‌شوند و یون‌ها از آن‌ها عبور می‌کنند.

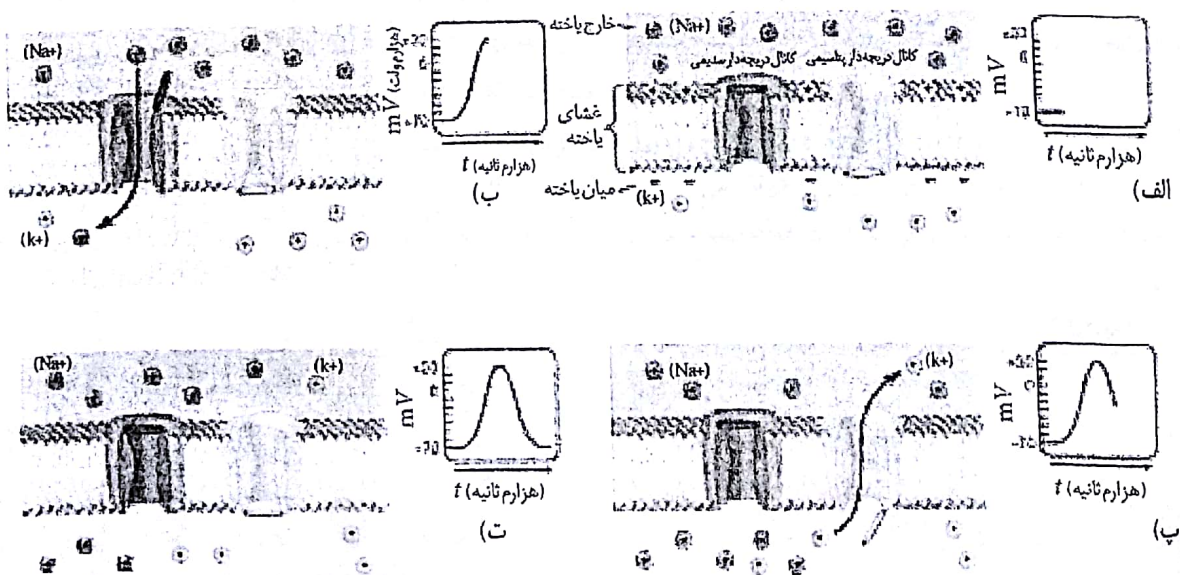
۱- ابتدا ناقل عصبی (مثل استیل کولین) به گیرنده‌های خود که همان کانال‌های دریچه‌دار سدیمی هستند، متصل می‌شود و غشای یاخته تحریک می‌شود.

۲- با اتصال ناقل عصبی به گیرنده خود، کانال‌های ولتاژی سدیمی باز می‌شوند و یون‌های سدیم فراوانی با انتشار تسهیل شده، بدون صرف انرژی در جهت شیب غلظت از طریق دو نوع کانال وارد یاخته می‌شود و بار الکتریکی درون آن، مثبت‌تر می‌شود و به $+30$ می‌رسد. زمانی که پتانسیل درون نورون از -70 به $+30$ می‌رسد، کانال‌های دریچه‌دار پتاسیمی بسته هستند، اگر بگویند بسته می‌شوند غلط است. چون از قبل بسته بوده‌اند.

۳- پس از زمان کوتاهی یعنی در $+30$ کانال‌های دریچه‌دار سدیمی بسته می‌شوند و کانال‌های ولتاژی پتاسیمی باز می‌شوند و یون‌های پتاسیم در جهت شیب غلظت با انتشار تسهیل شده بدون صرف انرژی از طریق دو نوع کانال از نورون خارج می‌شوند. و پتانسیل درون نورون از $+30$ به -70 می‌رسد.

۴- پس از مدت کوتاهی یعنی در پایان پتانسیل عمل، کانال‌های ولتاژی پتاسیمی (دریچه‌دار پتاسیمی) بسته می‌شوند به این ترتیب، دوباره پتانسیل غشای درون نورون به حالت آرامش (-70) بر می‌گردد.

۵- در پایان پتانسیل عمل، مقدار یون‌های سدیم و پتاسیم در دو سوی غشای یاخته با مقدار این یون‌ها در حالت آرامش تفاوت دارد. چون نسبت به حالت آرامش، سدیم داخل افزایش و پتاسیم داخل کاهش یافته است. در پایان پتانسیل عمل بعد از فعالیت بیشتر پمپ سدیم-پتاسیم موجب می‌شود شیب غلظت یون‌های سدیم و پتاسیم در دو سوی غشا دوباره به حالت آرامش باز گردد.



۶- وقتی پتانسیل عمل در یک نقطه از یاخته‌ی عصبی ایجاد می‌شود، نقطه به نقطه پیش می‌رود تا به انتهای رشته عصبی (آکسون یا دندریت بلند) برسد. این جریان را پیام عصبی می‌نامند. در طول یک رشته‌ی عصبی در یک لحظه می‌تواند بخشی در حالت آرامش و بخش دیگر در حالت پتانسیل عمل باشد.

نکته ۱: وقتی پتانسیل غشا به $+30$ رسید کانال دریچه‌دار سدیمی بسته می‌شود و بعد از بسته شدن کانال سدیمی، کانال دریچه دار پتاسیمی باز می‌شود، بنابراین در $+30$ هم کانال‌های دریچه‌دار سدیمی و هم کانال‌های دریچه‌دار پتاسیمی بسته هستند.

نکته ۲: در $+30$ در پی بسته شدن کانال سدیمی، کانال دریچه دار پتاسیمی باز می‌شود و با خروج ناگهانی K^+ غلظت پتاسیم در داخل سلول کاهش می‌یابد.

نکته ۳: در پایان پتانسیل عمل، کانال دریچه‌دار پتاسیمی بسته می‌شود و کانال دریچه دار سدیمی که از قبل بسته بوده، بسته باقی می‌ماند. در پایان پتانسیل عمل یعنی هنگامی که کانال‌های دریچه‌دار پتاسیمی بسته می‌شوند، نسبت به حالت آرامش، مقدار K^+ داخل نوریون کاهش یافته است و سدیم داخل نوریون افزایش یافته است.

نکته ۴: در پایان پتانسیل عمل یعنی در پی بسته شدن کانال پتاسیمی، پمپ سدیم-پتاسیم فعال‌تر می‌شود. برای همین با ورود پتاسیم به داخل سلول تراکم پتاسیم داخل سلول افزایش خواهد یافت و با خروج سدیم، غلظت سدیم در داخل سلول کاهش خواهد یافت. و به همین علت یون‌های سدیم و پتاسیم در دو سمت به حالت اولیه خود برگردد. توجه کنید که بعد از پتانسیل عمل پمپ سدیم-پتاسیم بیشترین انرژی را مصرف می‌کنند. دقت کنید که کانال دریچه‌دار سدیمی در این لحظه بسته نمی‌شود بلکه از قبل بسته بوده است.

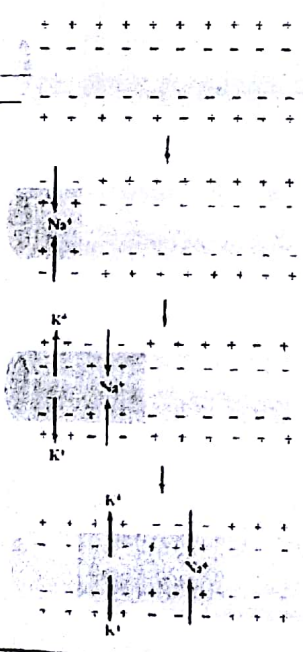
نکته ۵: در غشای یک نوریون سه نوع پروتئین در عبور Na^+ و K^+ نقش دارد (کانال‌های نشتی، کانال‌های دریچه‌دار و پمپ سدیم پتاسیم) هر سه نوع پروتئین در عرض غشاء قرار دارند، هم با بخش آبگریز و هم با بخش آب دوست، فسفولیپیدهای غشاء در تماس هستند.

نکته ۵: دریچه‌ی کانال سدیمی در سطح بیرونی غشاء سلول است ولی دریچه‌ی کانال پتاسیمی در سطح داخلی غشاء سلول است.

نکته ۶: توجه کنید که همواره مقدار سدیم خارج سلول بیشتر از سدیم داخل سلول است. و پتاسیم داخل سلول همواره بیشتر از خارج سلول است.

نکته ۷: هنگامی که پتانسیل دو طرف غشا صفر یا $+20$ یا -20 باشد وضعیت کانال‌های دریچه دار سدیمی و پتاسیمی چگونه است (بستگی دارد) اگر در شروع پتانسیل عمل باشد کانال دریچه دار سدیمی باز و دریچه دار پتاسیمی بسته است. ولی اگر در ادامه پتانسیل عمل باشد کانال دریچه دار سدیمی بسته و کانال دریچه دار پتاسیمی باز است.

نکته ۸: در طول پتانسیل عمل چهار بار اختلاف دو طرف غشا به 20 میلی‌ولت می‌رسد. و دو بار اختلاف دو طرف غشا به صفر می‌رسد.



گره‌های رانویه چه نقشی دارند؟

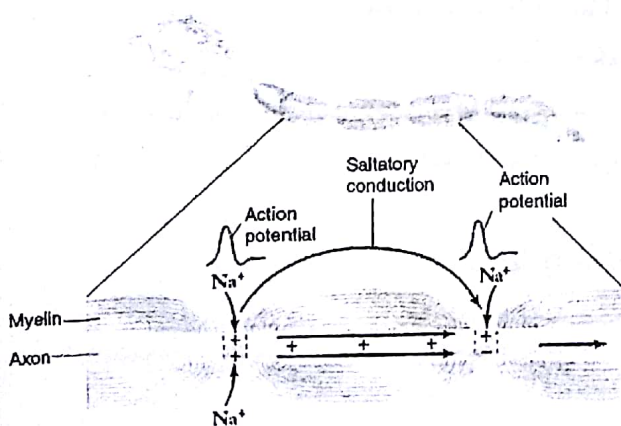
هدایت پیام عصبی در رشته‌های عصبی میلین‌دار، سریع‌تر از رشته‌های بدون میلین هم‌قطر، است؛ درحالی‌که میلین عایق است و از عبور یون‌ها از غشا جلوگیری می‌کند. دانستید در ساختار یاخته‌های عصبی میلین‌دار، گره‌های رانویه وجود دارد. این گره‌ها فاقد میلین‌اند و در محل آن‌ها رشته‌ی عصبی با محیط بیرون از یاخته ارتباط دارد. بنابراین در این گره‌ها پتانسیل عمل ایجاد می‌شود و پیام عصبی درون رشته‌ی عصبی از یک گره به گره دیگر هدایت می‌شود. در این حالت به نظر می‌رسد پیام عصبی از یک گره به گره دیگر می‌پرد. به همین علت، این هدایت را هدایت جهشی می‌نامند. سرعت حرکت پیام عصبی در یاخته‌های میلین‌دار تا صدبرابر بیشتر از یاخته‌های فاقد میلین است (شکل ۸).

نکته ۱: توجه کنید که هدایت و پتانسیل عمل در رشته‌های میلین‌دار جهشی است و فقط در گره‌های رانویه صورت می‌گیرد. در گره‌های رانویه تعداد زیادی کانال دریچه دار سدیمی و پتاسیمی وجود دارد، ولی در فاصله‌ی بین گره‌ها، این کانال‌ها وجود ندارند. برای همین پتانسیل عمل در گره‌های رانویه ایجاد می‌شود.

نکته ۲: سرعت هدایت پیام در رشته‌های عصبی از 0.2 m/s در رشته‌های نازک بدون میلین تا 120 m/s در رشته‌های میلین‌دار قطور متفاوت است. هر چقدر قطر نورون بیشتر باشد، سرعت هدایت (نه انتقال) بیشتر است.

بیشتر بدانید

برخی مواد می‌توانند از باز شدن کانال‌های دریچه دار سدیمی و در نتیجه هدایت پیام عصبی، جلوگیری کنند. این مواد بی‌حس‌کننده‌های موضعی نام دارند. با استفاده از این مواد، یاخته عصبی بی‌حس می‌شود. در بخش‌های مختلف دستگاه عصبی، مواد گوناگونی به عنوان ناقل عصبی فعالیت می‌کنند. دوپامین، سروتونین، هیستامین، آمینو اسیدهایی مانند گابا، آمینوبوتیریک اسید، گلوتامات، گلیسین و گاز نیتریک اکساید از این موادند. معمولاً گابا آمینوبوتیریک اسید و گلیسین، مهارکننده و گلوتامات تحریک کننده اند.

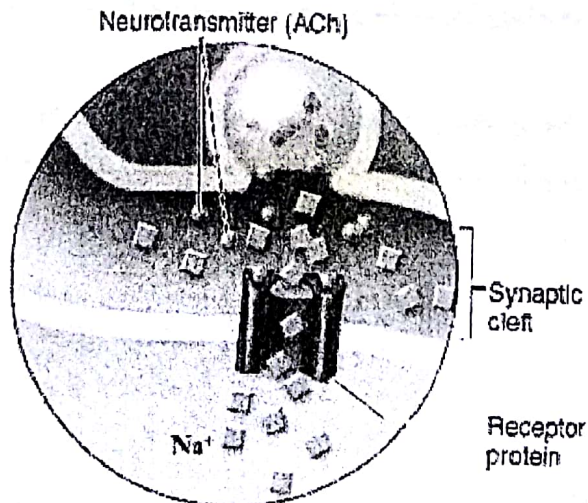
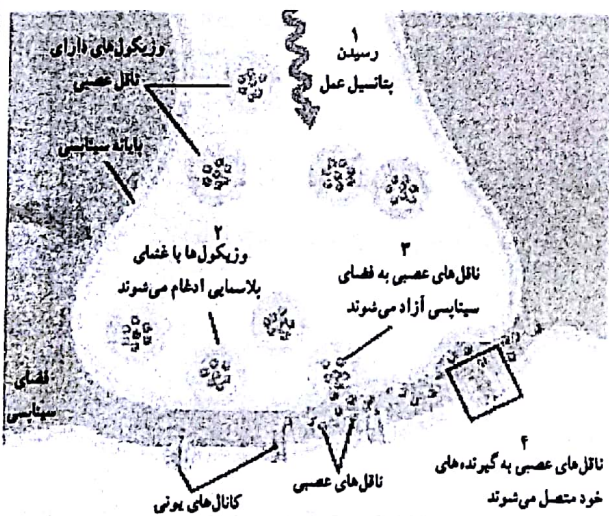
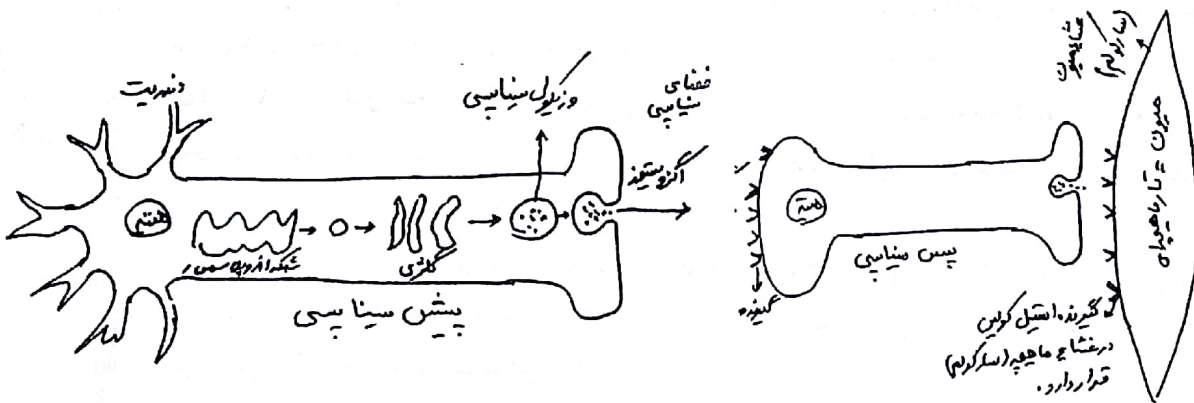


شکل ۸- هدایت جهشی در نورون میلین دار

یاخته‌های عصبی پیام عصبی را منتقل می‌کنند.

یاخته‌های عصبی به یکدیگر نجسبیده‌اند. یاخته‌های عصبی با یکدیگر ارتباط ویژه‌ای به نام سیناپس (همایه) برقرار می‌کنند. بین این یاخته‌ها در محل سیناپس، فضایی به نام فضای سیناپسی (شکاف سیناپسی) وجود دارد. برای انتقال پیام از یاخته عصبی انتقال دهنده (یاخته عصبی پیش سیناپسی)، ماده‌ای به نام ناقل عصبی در فضای سیناپسی آزاد می‌شود. این ماده در یاخته دریافت‌کننده (یاخته پس سیناپسی) پیام عصبی ایجاد می‌کند. نورون‌ها با سلول‌های ماهیچه‌ای نیز سیناپس دارند و با ارسال پیام موجب انقباض آنها می‌شوند.

نکته ۱: ناقل عصبی در جسم سلولی یاخته‌های عصبی ساخته و درون کیسه‌های کوچکی ذخیره می‌شود. این کیسه‌ها (وزیکول‌های سیناپسی) در طول اکسون هدایت می‌شوند تا به پایانه آن برسند. وقتی پتانسیل عمل به پایانه ی اکسون یک نورون پیش سیناپسی می‌رسد، کیسه‌های محتوی انتقال دهنده‌ها (وزیکول‌های سیناپسی) که از گلژی منشأ گرفته‌اند با غشای سلول سازنده ی خود (نورون پیش سیناپسی) آمیخته شده و محتویات خود را با برون رانی (اکزوسیتوز) و با صرف انرژی به درون فضای سیناپسی با آزاد می‌کنند. (توجه کنید که خود وزیکول‌ها وارد فضای سیناپسی نمی‌شوند بلکه محتویات خود را به فضای سیناپسی آزاد می‌کنند.) و انتقال دهنده ی عصبی از طریق فضای سیناپسی (بدون ورود به جریان خون) به سلول پس سیناپسی می‌رسند و سبب تغییر پتانسیل الکتریکی نورون پس سیناپسی می‌شود. که در جهت فعال کردن یا مهار کردن سلول پس سیناپسی عمل می‌کند.



نکته ۲: ناقل عصبی پس از رسیدن به غشای یاختهٔ پس سیناپسی، به پروتئینی به نام گیرنده متصل می شود. این پروتئین همچنین کانالی است که با اتصال ناقل عصبی به آن باز می شود. به این ترتیب، ناقل عصبی با تغییر نفوذ پذیری غشای یاختهٔ پس سیناپسی به یون ها، پتانسیل الکتریکی این یاخته را تغییر می دهد. براساس اینکه ناقل عصبی تحریک کننده یا بازدارنده باشد، یاختهٔ پس سیناپسی تحریک، یا فعالیت آن مهار می شود.

نکته ۳: توجه کنید که چه انتقال دهندهٔ فعال کننده باشد چه مهار کننده، باشد در جا به جایی یون های سلول پس سیناپسی نقش دارد و سبب تغییر پتانسیل الکتریکی نورون پی سیناپسی می شود. اگر کانال دریچه دار سدیمی باز شود، داخل نورون به $+30$ می رسد و پتانسیل عمل ایجاد می شود. اگر کانال دریچه دار پتاسیمی باز شود، با خروج K^+ از سلول، داخل نورون منفی تر می شود و نورون مهار می شود.

نکته ۴: پس از انتقال پیام، مولکول های ناقل باقی مانده باید از فضای سیناپسی تخلیه شوند تا از انتقال بیش از حد پیام جلوگیری و امکان انتقال پیام های جدید فراهم شود. این کار با جذب دوباره ناقل به یاخته پیش سیناپسی (نه پس سیناپسی) انجام می شود و یا آنزیم هایی ناقل عصبی را تجزیه می کنند. تغییر در میزان طبیعی ناقل های عصبی از دلایل بیماری و اختلال در کار دستگاه عصبی است.

نکته ۵: هدایت پیام عصبی در طول یک نورون صورت می گیرد که جهت هدایت از دندریت به جسم سلولی و از جسم سلولی به آکسون است و ماهیت هدایت پیام عصبی، الکتریکی است. البته توجه کنید که هدایت می تواند از جسم سلولی و یا از آکسون شروع شود و همیشه به انتهای آکسون ختم می شود. توجه کنید که در نورون های میلین دار هدایت پیام عصبی جهشی صورت می گیرد. (نه انتقال)

نکته ۶: انتقال پیام عصبی از یک نورون به یک سلول دیگر است توجه کنید که انتقال همیشه از انتهای آکسون صورت می گیرد. چون در تمام نورون ها انتقال دهنده های عصبی فقط از انتهای آکسون آزاد می شوند. هیچوقت از انتهای دندریت آزاد نمی شوند.

نکته ۷: سنتز و آزاد شدن انتقال دهنده های عصبی با صرف انرژی است. پایانه های آکسون دارای میتوکندری های فراوان است. که انرژی لازم برای آگزوسیتوز، انتقال دهنده های عصبی را فراهم می کند. ولی اتصال پیک شیمیایی به گیرنده، بدون صرف انرژی است.

نکته ۸: انواع سیناپس؛ ۱- آکسون به دندریت، ۲- آکسون به جسم سلولی ۳- آکسون به آکسون ۴- آکسون به میون ۵- آکسون به غده. بنابراین سلول های پس سیناپسی می تواند نورون و یا ماهیچه و یا بافت پوششی (غده) باشند.

نکته ۹: توجه کنید که انتقال دهندهٔ عصبی وارد نورون پس سیناپسین نمی شود. بلکه به گیرنده های خود در غشای سلول که در واقع همان کانال های یونی هستند، متصل می شوند. و سبب تغییر پتانسیل الکتریکی نورون پس سیناپسی می شود.

نکته ۱۰: رشته‌های از نورون که پیام عصبی را به جسم سلولی نزدیک می‌کنند (یعنی دندریت) توانایی آزاد کردن انتقال دهنده‌ی عصبی را ندارد. بنابراین نمی‌توان گفت که هر رشته‌ای که از جسم سلولی یک نورون خارج می‌شود توانایی آزاد کردن انتقال دهنده‌ی عصبی را دارد. (دندریت)

نکته ۱۱: توجه کنید که اگر پتانسیل عمل در جسم سلولی یک نورون ایجاد شود، این پتانسیل عمل فقط به یکی از رشته‌ها (یعنی فقط به سمت آکسون) هدایت می‌شود و به طرف بیشتر رشته‌ها (یعنی به سمت دندریت‌ها) هدایت نمی‌شود.

نکته ۱۲: بیشتر پیک‌های شیمیایی که در نورون‌ها ساخته می‌شوند، کوتاه‌برد (انتقال دهنده عصبی) هستند. ولی برخی دور‌برد (هورمون) هستند.

نکته ۱۱: ناقل عصبی (مانند استیل کولین)، پیک شیمیایی کوتاه‌برد هستند. برخلاف هورمون‌ها (پیک‌های دور‌برد) وارد جریان خون نمی‌شوند و سریع عمل می‌کنند و سریع تجزیه می‌شوند و عمر بسیار کوتاهی دارند.

نکته ۱۳: هورمون ضد ادراری و اکسی‌توسین پیک شیمیایی دور‌برد هستند و در جسم سلولی نورون‌های هیپوتالاموس ساخته می‌شوند، و از طریق جریان خون (نه فضای سیناپسی) به سلول هدف خود می‌رسند.

ساختار دستگاه عصبی:

در همهی مهره‌داران و بیشتر بی‌مهرگان دستگاه عصبی دو بخش مرکزی و محیطی دارد.

مرکزی	۱- مغز : مخ - مخچه - ساقه ی مغز - تالاموس ها - هیپوتالاموس - لیمبیک
	۲- نخاع : بخش خاکستری که بیشتر محتوی جسم سلولی نورو ن ها است و ماده ی سفید بخش های میلین دار نورو ن هاست .
محیطی	بخش حسی : که اطلاعات اندام های حس را به دستگاه عصبی مرکزی هدایت می کند
	بخش حرکتی
	۱- دستگاه عصبی پیکری : نورو ن های حرکتی محیطی که ماهیچه ی اسکلتی را تحریک می کند. که بیشتر ارادی هستند. ولی برخی نظیر انعکاس های نخاعی غیر ارادی هستند.
	۲- دستگاه عصبی خود مختار : سمپاتیک و پاراسمپاتیک که فقط غیر ارادی اند.

دستگاه عصبی محیطی

بخشی از دستگاه عصبی که مغز و نخاع را به بخش‌های دیگر مرتبط می‌کند، دستگاه عصبی محیطی نام دارد. نکته ۱: دستگاه عصبی محیطی دارای ۳۱ جفت عصب نخاعی ۱۲ جفت عصب مغزی است یعنی در کل ۴۳ جفت عصب (۸۶ عدد عصب) در انسان وجود دارد که دستگاه عصبی مرکزی را به بخش‌های دیگر بدن مانند اندام‌های حس و ماهیچه‌ها مرتبط می‌کنند. دستگاه عصبی محیطی شامل دو بخش حسی و حرکتی است.

بخش حرکتی دستگاه عصبی محیطی خود شامل دو بخش پیکری و خودمختار است. بخش پیکری پیام‌های عصبی را به ماهیچه‌های اسکلتی می‌رساند. بخش خودمختار کار ماهیچه‌های صاف، ماهیچه‌ی قلب و غده‌ها را به صورت ناآگاهانه تنظیم می‌کند و همیشه فعال است.

نکته ۲: حس سر و صورت و پیام‌های حسی گیرنده‌های چشم و گوش و زبان و بویایی توسط اعصاب مغزی به مغز ارسال می‌شود. این حواس وارد نخاع نمی‌شوند.

نکته ۳: در MS سیستم عصبی مرکزی آسیب می‌بیند. در MS اعصاب نخاعی که محیطی هستند آسیب نمی‌بینند.

الف- بخش پیکری دستگاه عصبی محیطی:

دستگاه عصبی پیکری شامل نورو ن های حرکتی محیطی هستند که تحت کنترل آگاهانه ما قرار دارند و ماهیچه های اسکلتی را تحریک می کنند، بعضی از فعالیت ها در این دستگاه، نظیر انعکاس های نخاعی غیر ارادی اند.

نکته ۴: در بروز همهی انعکاس‌ها، نورو ن و نوروگلیا نقش دارد. در بروز برخی از انعکاس‌ها، دستگاه عصبی خودمختار، نقشی ندارد. (مانند انعکاس زردپی زیر زانو). در بروز برخی از انعکاس‌ها، دستگاه عصبی پیکری، نقشی ندارد. (مانند انعکاس مردمک چشم)

نکته ۵: انعکاس در بی‌مهرگان هم وجود دارد. مثلاً شقایق دریایی و یا عروس دریایی با کوچک‌ترین تحریک مکانیکی، شاخک‌های حسی خود را منقبض می‌کنند.

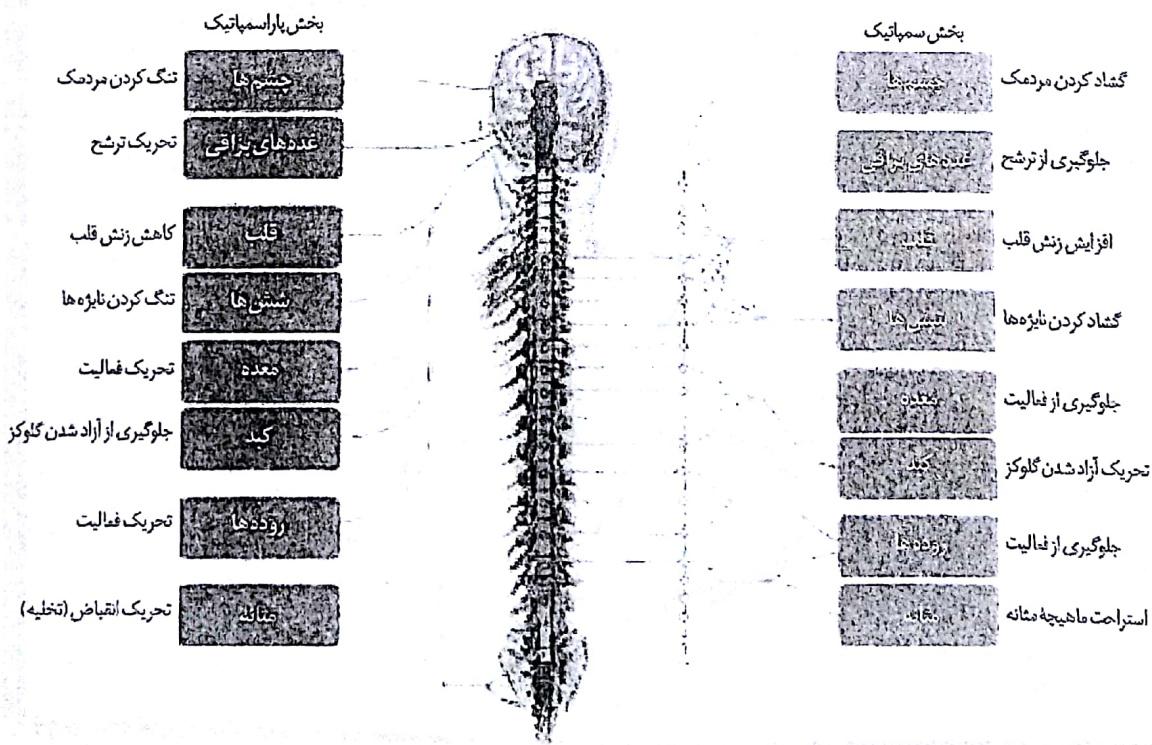
ب- بخش خودمختار دستگاه عصبی محیطی همیشه فعال است :

بخش خود مختار دستگاه عصبی محیطی، کار ماهیچه های صاف (عنبیه، جسم مزکی، پیلور، کاردیا، آنورت، مثانه ...)، ماهیچه قلب (میوکارد و بافت گرهی قلب) و غده‌ها را به صورت ناآگاهانه تنظیم می‌کند و همیشه فعال است. این دستگاه از دو بخش سمپاتیک و پاراسمپاتیک تشکیل شده است که معمولاً بر خلاف یکدیگر کار می‌کنند تا فعالیت های حیاتی بدن را در شرایط مختلف تنظیم کنند.

اعمال سمپاتیک (هم حس) :

بخش سمپاتیک هنگام هیجان بر بخش پاراسمپاتیک غلبه دارد و بدن را در حالت آماده باش نگه می‌دارد. ممکن است این حالت را هنگام شرکت در مسابقه ورزشی تجربه کرده باشید. در این وضعیت، بخش سمپاتیک سبب افزایش فشار خون، ضربان قلب و تعداد تنفس می‌شود و جریان خون را به سوی قلب و ماهیچه های اسکلتی هدایت می‌کند.

- ۱- افزایش قطر مردمک چشم با منقبض کردن ماهیچه‌های شعاعی عنبیه ۲- با تحریک گرهی پیش‌آهنگ باعث افزایش ضربان قلب و با تحریک میوکارد بطن‌ها باعث افزایش قدرت هر ضربه می‌شود. ۳- افزایش تعداد تنفس- افزایش قطر نایژه‌ها ۴- افزایش فشارخون و افزایش هدایت جریان خون به سوی قلب و ماهیچه‌های اسکلتی
- ۵- روی بخش مرکزی غدهی فوق کلیوی اثر می‌کند و از آنجا هورمون آدرنالین آزاد می‌شود. ۶- کاهش ترشح بزاق، ترشح آمیلاز و لیزوزیم و موسین بزاق را کاهش می‌دهد. ۷- کاهش ترشح آنزیم‌های لوزالمعده و ترشح صفراوی کبدی ۸- حرکات لوله‌ی گوارش (معده و روده) را کاهش می‌دهد و ترشح پسیپونون معده را کاهش می‌دهد. ۹- افزایش تجزیه گلیکوژن کبد و تحریک آزاد شدن گلوکز به خون



اعمال پاراسمپاتیک (پاد هم حس) :

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

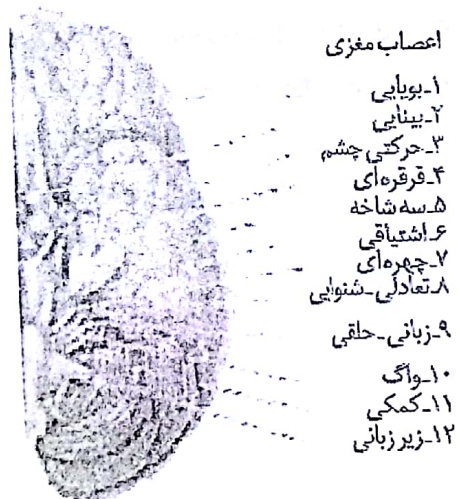
- ۱- باعث کاهش تعداد ضربان قلب و کاهش فشار خون می‌شود.
- ۲- باعث کاهش تعداد تنفس می‌شود. و باعث تنگ کردن نایژه‌ها می‌شود.
- ۳- پاراسمپاتیک در دستگاه گوارش، باعث آغاز فعالیت‌های گوارشی می‌شود، باعث افزایش حرکات و ترشحات روده و معده و ترشحات صفرا می‌شود. باعث افزایش ترشح آمیلاز و لیزوزیم و موسین بزاق می‌شود.
- ۴- با انقباض عضلات حلقوی عنبیه باعث کاهش قطر مردمک می‌شود.

نکته ۱: همه‌ی نورون‌های دستگاه عصبی پیکری و خود مختار حرکتی هستند و اگر بخواهند از نخاع خارج شوند از ریشه‌ی شکمی آن خارج می‌شوند نه از ریشه‌ی پشتی.

نکته ۲: توجه کنید که تنظیم انقباض ماهیچه‌های قلبی (میوکارد و بافت گرهی قلب) و صاف (عنبیه، پیلور، کاردیا، آنورت، مثانه) تحت کنترل نورون‌های دستگاه عصبی پیکری نیست.

نکته ۳: همه‌ی فعالیت‌های نورون‌های سمپاتیک و پاراسمپاتیک غیر ارادی است ولی توجه کنید که هر فعالیت غیر ارادی به عهدی دستگاه عصبی خود مختار نیست. برخی فعالیت‌های غیر ارادی به عهدی دستگاه عصبی پیکری است (مانند انعکاس زردپی زیرزانو)

نکته ۴: در انسان ۱۲ جفت عصب مغزی وجود دارد:



اعصاب مغزی

- ۱- بویایی
- ۲- بینایی
- ۳- حرکتی چشم
- ۴- قرقره‌ای
- ۵- سه شاخه
- ۶- اشتیاقی
- ۷- چهره‌ای
- ۸- تعادلی-شنوایی
- ۹- زبانی-حلقی
- ۱۰- واگ
- ۱۱- کمکی
- ۱۲- زیرزبانی

دستگاه عصبی مرکزی

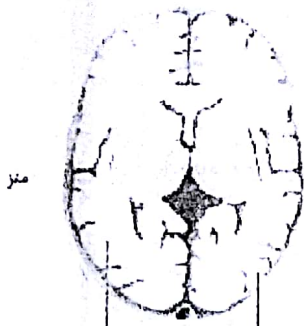
دستگاه عصبی مرکزی شامل مغز و نخاع است که مراکز نظارت بر فعالیت‌های بدن‌اند. این دستگاه اطلاعات دریافتی از محیط و درون بدن را تفسیر می‌کند و به آن‌ها پاسخ می‌دهد سفید. مغزو نخاع، از دو بخش، ماده خاکستری و ماده سفید تشکیل شده‌اند.

نکته ۱: در نخاع ماده‌ی خاکستری در وسط و بخش سفید در خارج قرار دارد ولی در مغز بخش خاکستری در خارج و وسط آن ماده‌ی سفید قرار دارد و در ماده‌ی سفید مغز هسته‌های خاکستری دیده می‌شود.

نکته ۲: ماده‌ی خاکستری شامل جسم سلولی نورون‌ها و رشته‌های عصبی بدون میلین و ماده‌ی سفید اجتماع رشته‌های میلین‌دار است.

مغز

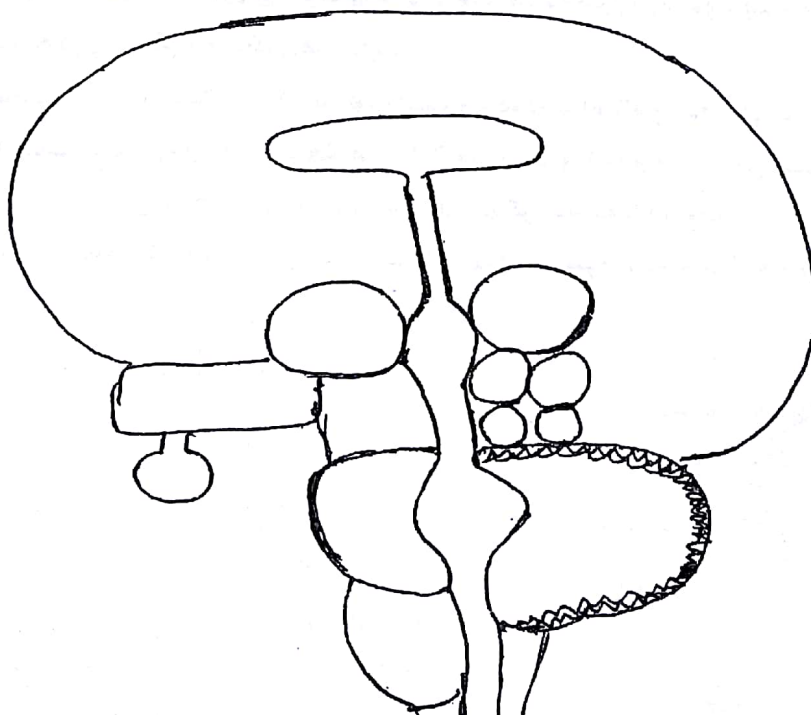
مغز درون جمجمه قرار دارد و همانطور که می‌دانید از سه بخش مخ، مخچه و ساقه مغز تشکیل شده است



ماده سفید

ماده خاکستری

نخاع



۱- نیمکره‌های مخ:

در انسان مخ بیشتر حجم مغز را تشکیل می‌دهد. دو نیمکره مخ با رشته‌های عصبی میلین‌دار به هم متصل‌اند. رابط‌های سفید رنگ به نام جسم پینه‌ای و سه گوش را که از رشته‌های عصبی میلین‌دار تشکیل شده‌اند دو نیمکره را به هم متصل می‌کنند. دو طرف این رابط‌ها، فضای بطن‌های ۱ و ۲ مغز و داخل بطن‌های ۱ و ۲، اجسام مخطط قرار دارند. شبکه‌های مویرگی که مایع مغزی نخاعی را ترشح می‌کند نیز درون این بطن‌ها دیده می‌شوند.

نکته ۱: دو نیمکره به طور همزمان از همه بدن اطلاعات را دریافت و پردازش می‌کنند تا بخش‌های مختلف بدن به طور هماهنگ فعالیت کنند.

نکته ۲: هر نیمکره کارهای اختصاصی نیز دارد؛ بخش‌هایی از نیمکره چپ به توانایی در ریاضیات و استدلال مربوط‌اند و نیمکره راست در مهارت‌های هنری تخصص یافته است.

نکته ۳: قشر مخ، بخش‌های حسی، حرکتی و ارتباطی دارد. بخش‌های حسی پیام اندام‌های حسی را دریافت می‌کنند. بخش‌های حرکتی به ماهیچه‌ها و غده‌ها، پیام می‌فرستند. بخش‌های ارتباطی بین بخش‌های حسی و حرکتی ارتباط برقرار می‌کنند.

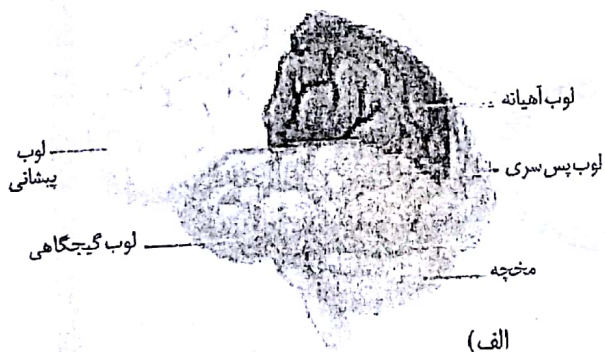
نکته ۴: قشر مخ جایگاه پردازش نهایی اطلاعات ورودی به مغز است که نتیجه آن یادگیری، تفکر و عملکرد هوشمندانه است.

نکته ۵: بخش خارجی نیمکره‌های مخ یعنی قشر مخ از ماده‌ی خاکستری است و سطح وسیعی را با ضخامت چند میلی‌متر تشکیل می‌دهد. قشر مخ چین خورده است و شیارهای متعددی دارد.

نکته ۶: شیارهای عمیقی هر یک از نیم کره‌های مخ را به چهار بخش یا لوب پس سری، گیجگاهی، آهیانه و پیشانی تقسیم می‌کند. پردازش نهایی اطلاعات بینایی در لوب پس سری و اطلاعات شنوایی در لوب گیجگاهی انجام می‌شود.

نکته ۷: شیار مرکزی بین لوب پیشانی و لوب آهیانه قرار دارد. لوب پیشانی در جلوی شیار مرکزی و لوب آهیانه در پشت شیار مرکزی قرار دارد.

نکته ۸: لوب پیشانی بزرگترین لوب است و با دو لوب آهیانه و گیجگاهی در تماس است. لوبی که پردازش اطلاعات شنوایی دارد (لوب گیجگاهی) با ۳ لوب دیگر و با مخچه در تماس است. لوب آهیانه با ۳ لوب دیگر در تماس است ولی با مخچه در تماس نیست. هر نیم کره مخچه با دو لوب پس سری و لوب گیجگاهی در تماس است. بنابراین مخچه با چهار لوب در تماس است (دو عدد پس سری و دو عدد گیجگاهی).



۲- مخچه:

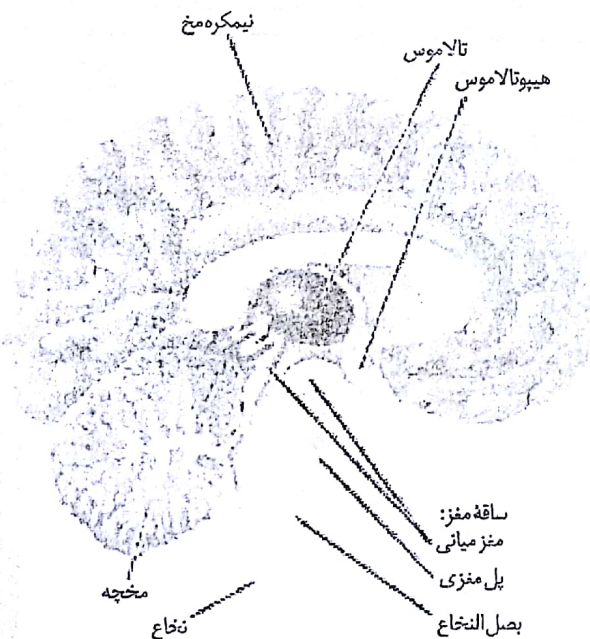
مخچه در پشت ساقه مغز و در زیر برجستگی‌های چهارگانه قرار دارند. مخچه از دو نیمکره که در وسط آنها بخشی به نام کرمینه قرار دارد تشکیل شده است. مخچه مرکز تنظیم وضعیت بدن و تعادل آن است. مخچه به طور پیوسته از بخش‌های دیگر مغز و نخاع و اندام‌های حسی (مثل مجاری نیم دایره‌ای گوش و ماهیچه اسکلتی و چشم) پیام دریافت و بررسی می‌کند تا فعالیت ماهیچه‌ها و بیشتر حرکات بدن را در حالت‌های گوناگون هماهنگ کند.

نکته ۱: توجه کنید که در برخی حرکات بدن (مانند انعکاس زردپی زیر زانو) مخچه دخالت ندارد. بنابراین نمی‌توان گفت که آسیب مخچه باعث اختلال در همه‌ی حرکات بدن می‌شود.

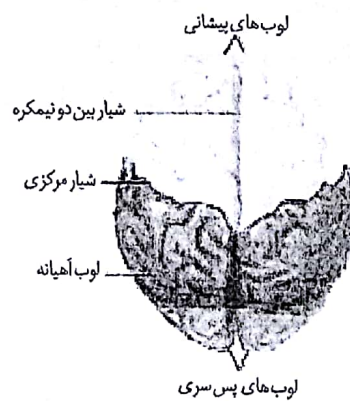
نکته ۲: قسمت خارجی مخچه خاکستری و چین‌خورده است که توسط مویرگ‌های نرم شامه تغذیه می‌شود و بخش سفید آن درون مخچه قرار دارد و به آن درخت زندگی می‌گویند. درخت زندگی چون میلین دارد می‌تواند در MS آسیب ببیند.

نکته ۳: در انسان بطن چهارم مغزی در بین مخچه و پل مغز قرار دارد یعنی جلوی مخچه و پشت پل مغزی قرار دارد.

نکته ۴: در نمای بالایی از مغز لوب پیشانی و آهیانه و پس سری دیده می‌شود ولی مخچه و لوب گیجگاهی دیده نمی‌شود



شکل ۱۶ - نیمه راست مغز



(ب)

۲- ساقه مغز:

ساقه‌ی مغز از مغز میانی، پل مغزی و بصل النخاع تشکیل شده است. بخش‌های خاکستری پراکنده در ساقه مغز، فعالیت‌های مختلف بدن مانند خواب و بیداری را تنظیم می‌کنند. جسم سلولی بیشتر اعصاب مغزی در ساقه‌ی مغز قرار دارند.

الف- مغز میانی: در بالای پل مغزی قرار دارد و نورون‌های آن در فعالیت‌های مختلف از جمله شنوایی، بینایی و حرکت نقش دارند. برجستگی‌های چهارگانه بخشی از مغز میانی هستند که به بینایی و شنوایی مربوط‌اند.

ب- پل مغزی: جلوی بطن ۴ قرار دارد، در تنظیم فعالیت‌های مختلف از جمله تنفس، ترشح بزاق، اشک و مخاط بینی نقش دارد.

ج- بصل النخاع: پایین‌ترین بخش ساقه مغز است که در بالای نخاع قرار دارد، در تنظیم تنفس، فشار خون و زنش قلب (گره پیش‌آهنگ) و در تنظیم دستگاه گوارش نقش دارد. و مرکز انعکاس‌هایی مانند عطسه، بلع و سرفه است.

تنظیم تنفس

نکته ۱: فرمان دم از مرکز تنفس در بصل النخاع توسط نورون‌های حرکتی به ماهیچه‌های دم صادر می‌شود. دم، با انقباض ماهیچه‌های دیافراگم (میان‌بند) و بین‌دند‌های خارجی آغاز می‌شود. با پایان یافتن دم، بازدم بدون نیاز به پیام عصبی، با بازگشت ماهیچه‌ها به حالت استراحت و نیز ویژگی کشسانی شش‌ها انجام می‌شود.

نکته ۲: تنفس، مرکز دیگری هم دارد که در پل مغز، واقع است و با اثر بر مرکز تنفس در بصل النخاع، دم را خاتمه می‌دهد. مرکز تنفس در پل مغز می‌تواند مدت زمان دم را تنظیم کند. عامل دیگری که در پایان دم مؤثر است، پیامی است که از شش‌ها ارسال می‌شود. اگر شش‌ها بیش از حد پر شوند، آنگاه ماهیچه‌های صاف دیواره نایژه‌ها و نایژک‌ها بیش از حد کشیده می‌شوند که خطرناک است. در این صورت، از این ماهیچه‌ها پیامی توسط عصب به مرکز تنفس در بصل النخاع ارسال می‌شود که بلافاصله ادامه دم را متوقف می‌کند.

نکته ۳: افزایش کربن دی‌اکسید و کاهش اکسیژن خون، از دیگر عوامل مؤثر در تنظیم تنفس‌اند. در بصل النخاع گیرنده‌های حساس به افزایش کربن دی‌اکسید وجود دارد که با تحریک آنها آهنگ تنفس افزایش می‌یابد.

نکته ۴: در خارج از مغز، گیرنده‌هایی وجود دارند که به کاهش اکسیژن حساس‌اند. این گیرنده‌ها بیشتر در سرخرگ آئورت و سرخرگ‌های ناحیه گردن که خون‌رسانی به سر و مغز را بر عهده دارند، واقع‌اند. چنانچه اکسیژن خون کاهش یابد، این گیرنده‌ها به بصل النخاع پیام عصبی ارسال می‌کنند.

ساختارهای دیگر مغز:

الف) تالاموس‌ها (نهنج):

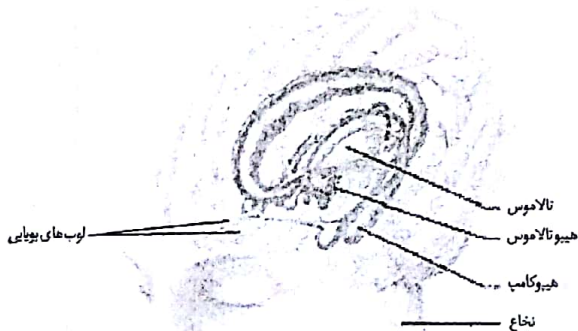
در بالای مغز میانی و زیر رابط‌های مغز (رابط پینه‌ای و سه گوش) قرار دارند. محل پردازش اولیه و تقویت اغلب اطلاعات حسی است. اغلب پیام‌های حسی (نه حرکتی) در تالاموس گرد هم می‌آیند تا به بخش‌های مربوط در قشر مخ، جهت پردازش نهایی فرستاده شوند. دو عدد تالاموس با یک رابط به هم متصل‌اند. در انسان در عقب و لبه‌ی پایین تالاموس‌ها، غده‌ی رومغزی (اپی‌فیز) قرار دارد. در پایین تالاموس‌ها، بطن سوم مغزی وجود دارد که توسط مجرایی به بطن چهارم وصل است.

ب) هیپوتالاموس (زیر نهنج):

هیپوتالاموس در زیر تالاموس قرار دارد با مرتبط‌کردن دستگام‌های عصبی و هورمونی، هم‌ایستایی (هوموستازی) بدن را حفظ می‌کند. هیپوتالاموس دمای بدن، تعداد ضربان قلب، فشار خون، تشنگی، گرسنگی و خواب را تنظیم می‌کند. هیپوتالاموس با ساخت یک سری هورمون (بیک‌های دور بُرد) باعث تنظیم فعالیت بسیاری از غدد درون ریز می‌شود. در هیپوتالاموس گیرنده‌های فشار اسمزی قرار دارند. هورمون ضد ادراری (آنتی‌دیورتیک) در جسم سلولی نورون‌های هیپوتالاموس ساخته می‌شود و باعث افزایش بازجذب آب در نفرون‌های کلیه می‌شود. و حجم ادرار را کاهش می‌دهد.

ج) لیمبیک (سامانه‌ی کنارهای):

لیمبیک شبکه‌ای از نورون‌ها است که با قشر مخ و تالاموس و هیپوتالاموس ارتباط در دارد و در احساسات مانند ترس، خشم، لذت و نیز حافظه نقش ایفا می‌کند. لوب‌های بویایی در تماس مستقیم با لیمبیک قرار دارند. نکته ۱: لیمبیک، به طور جداگانه تالاموس و هیپوتالاموس را به قشر مخ وصل می‌کند. توجه کنید که تالاموس را به هیپوتالاموس وصل نمی‌کند. لیمبیک همانند تالاموس و هیپوتالاموس در انتقال پیام‌های عصبی نقش دارند.



د) هیپوکامپ (اسبک مغز):

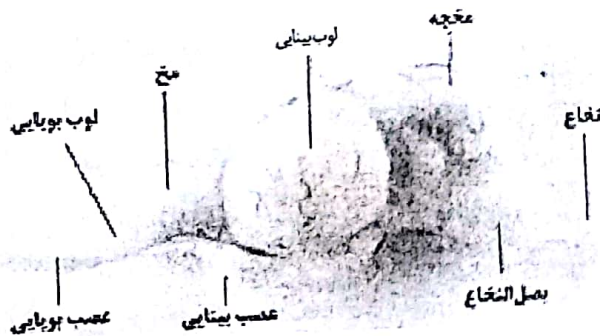
یکی دیگر از اجزای سامانه لیمبیک است که در داخل لوب گیجگاهی قرار دارد. هیپوکامپ در تشکیل حافظه و یادگیری نقش دارد. حافظه افرادی که هیپوکامپ آنان آسیب دیده یا با جراحی برداشته شده است، دچار اختلال می‌شود. این افراد نمی‌توانند نام افراد جدید را حتی اگر هر روز با آن‌ها در تماس باشند، به خاطر بسپارند. نام‌های جدید، حداکثر فقط برای چند دقیقه در ذهن این افراد باقی می‌ماند. البته آنان برای به یاد آوردن خاطرات مربوط به قبل از آسیب دیدگی، مشکل چندانی ندارند. پژوهشگران بر این باورند که هیپوکامپ در ایجاد حافظه کوتاه مدت و تبدیل آن به حافظه بلند مدت نقش دارد. مثلاً وقتی شماره تلفنی را می‌خوانیم یا می‌شنویم، ممکن است پس از زمان کوتاهی آن را از یاد ببریم ولی وقتی آن را بارها بکار ببریم، در حافظه بلند مدت ذخیره می‌شود.

غده رو مغزی (اپی فیز)

یکی از غدد درون مغز است که در بالای (برجستگی‌های چهارگانه) است. در انسان پشت تالاموس‌ها و پشت بطن ۳ قرار دارد هورمون ملاتونین ترشح می‌کند. مقدار ترشح این هورمون در شب به حداکثر و در نزدیکی ظهر به حداقل می‌رسد. عملکرد این هورمون در انسان به خوبی معلوم نیست. اما به نظر می‌رسد با ریتم‌های شبانه‌روزی ارتباط داشته باشد.

تشریح مغز ماهی؛

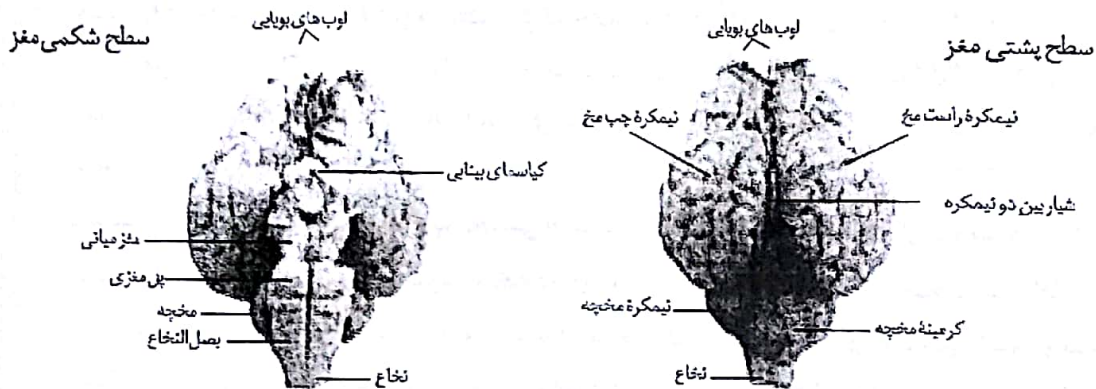
در ماهی در مقایسه با انسان لب‌های بویایی بزرگتر هستند ولی مغز آنها کوچکتر است. حس بویایی ماهی قوی‌تر از حس بویایی انسان است. لوب‌های بویایی بزرگ هستند و در بین مخچه و مخ قرار دارند.



تشریح مغز گوسفند

نکته ۱: در مشاهده سطح پشتی لوب‌های بویایی و نیم کره‌های مخ و شیار دو نیم کره و نیم کره مخچه و کرینه دیده می‌شود.

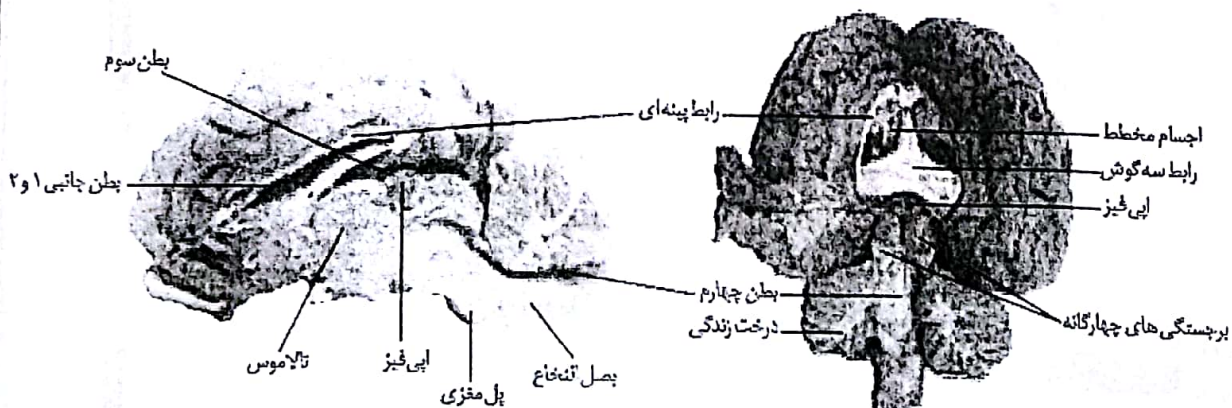
نکته ۲: در مشاهده سطح شکمی اگر لوب‌های بویایی به سمت بالا باشند، از بالا به پایین به ترتیب لوب‌های بویایی و کیاسمای بینایی و مغز میانی و خود مغز و مخچه و بصل النخاع دیده می‌شوند.



نکته ۳: مشاهده بخش درونی مغز؛ در حالی که نیمکره‌های مخ از هم فاصله دارند، با نوک چاقوی جراحی، در جلوی رابط پینه‌ای، برش کم عمقی ایجاد کنید و به آرامی فاصله نیمکره‌ها را بیشتر کنید تا رابط سه گوش را در زیر رابط پینه‌ای مشاهده کنید. دو طرف این رابط‌ها، فضای بطن‌های ۱ و ۲ مغز و داخل آنها، اجسام مخطط قرار دارند. شبکه‌های مویرگی که مایع مغزی نخاعی را ترشح می‌کند نیز درون این بطن‌ها دیده می‌شوند.

نکته ۴: اگر با چاقو در رابط سه گوش برشی طولی ایجاد کنیم، در زیر رابط سه گوش، تالاموس‌ها دیده می‌شوند که با یک رابط به هم متصل‌اند. و به کمترین فشار از هم جدا می‌شوند. در عقب تالاموس‌ها بطن سوم و در لبه‌ی پایین آن‌ها غده اپی‌فیز (رو مغزی) دیده می‌شود. در عقب اپی‌فیز برجستگی‌های چهارگانه قرار دارد.

نکته ۵: اگر کرینه مخچه را برش دهیم درخت زندگی را در داخل مخچه می‌بینیم و بطن چهارم در فاصله‌ی مخچه و بصل النخاع دیده می‌شود. که توسط مجرایی به بطن سوم متصل است.



اعتیاد :

اعتیاد وابستگی همیشگی به مصرف یک ماده یا انجام یک رفتار است که ترک آن مشکلات جسمی و روانی برای فرد به وجود می‌آورد. وابستگی به اینترنت یا بازی‌های رایانه‌ای نیز نمونه‌ای از اعتیادهای رفتاری‌اند. اعتیاد نه فقط سلامت جسمی و روانی فرد مصرف‌کننده بلکه سلامت خانواده او و نیز افراد دیگر اجتماع را به خطر می‌اندازد. ویرانی خانواده، ناامنی در اجتماع، خشونت، دزدی و قتل آسیب‌های دیگری است که اعتیاد به دنبال دارد.

مواد اعتیادآور و مغز :

نخستین تصمیم برای مصرف مواد اعتیادآور در اغلب افراد اختیاری است، اما استفاده مکرر از این مواد، تغییراتی را در مغز ایجاد می‌کند که فرد دیگر نمی‌تواند با میل شدید برای مصرف مقابله کند. این تغییرات ممکن است دائمی باشند. به همین علت، اعتیاد را بیماری برگشت پذیر می‌دانند که حتی سال‌ها پس از ترک مواد، فرد در خطر مصرف دوباره قرار دارد.

نکته ۱: مواد اعتیادآور بیشتر بر بخشی از سامانه‌ی لیمبیک اثر می‌گذارند و موجب آزاد شدن ناقل‌های عصبی از جمله دوپامین می‌شوند که در فرد احساس لذت و سرخوشی ایجاد می‌کند. در نتیجه فرد، میل شدیدی به مصرف دوباره آن ماده دارد. با ادامه مصرف، دوپامین کمتری آزاد می‌شود و به فرد احساس کسالت، بی‌حوصلگی و افسردگی دست می‌دهد. برای رهایی از این حالت و دستیابی به سرخوشی نخستین، فرد مجبور است، ماده اعتیادآور بیشتری مصرف کند.

نکته ۱: مواد اعتیادآور بر بخش‌هایی از قشر مخ تأثیر می‌گذارند و توانایی قضاوت، تصمیم‌گیری و خودکنترلی فرد را کاهش می‌دهند. این اثرات به ویژه در مغز نوجوانان شدیدتر است؛ زیرا مغز آنان در حال رشد است. مصرف مواد اعتیادآور ممکن است تغییرات برگشت ناپذیری را در مغز ایجاد کند. شکل ۱۸ اثر یک ماده اعتیادآور بر فعالیت مغز را با بررسی مصرف‌گلوکز در آن نشان می‌دهد

شکل ۱۸ تصویرها مصرف‌گلوکز را در مغز فرد سالم و فرد مصرف‌کننده کوکائین نشان می‌دهند. رنگ‌های آبی تیره و روشن مصرف‌کم و رنگ زرد و قرمز مصرف بالا را نشان می‌دهند. توجه کنید بهبود فعالیت مغز به زمان طولانی نیاز دارد؛ بخش پیشین مغز بهبود کمتری را نشان می‌دهد.



اعتیاد به الکل :

مقدار الکل (اتانول) در نوشیدنی های الکلی متفاوت است؛ حتی مصرف کمترین مقدار الکل، بدن را تحت تأثیر قرار می دهد. الکل در دستگاه گوارش به سرعت جذب می شود و چون در چربی محلول است از غشای یاخته های عصبی بخش های مختلف مغز عبور و فعالیت های آنها را مختل می کند.

الکل علاوه بر دوپامین، بر فعالیت انواعی از ناقل های عصبی تحریک کننده و بازدارنده تأثیر می گذارد. الکل کاهش دهنده فعالیت های بدنی است. موجب آرام سازی ماهیچه ها و ایجاد ناهماهنگی در حرکات بدن، اختلال در گفتار، کاهش درد و اضطراب، خواب آلودگی، اختلال در حافظه، گیجی و کاهش هوشیاری می شود. الکل فعالیت مغز را کند می کند و در نتیجه زمان

واکنش فرد به محرک های محیطی افزایش پیدا می کند. مشکلات کبدی، سکته قلبی و انواع سرطان از پیامد های مصرف بلند مدت الکل است.

پاسخ فعالیت‌های فصل ۱

فعالیت ۱: یاخته‌های عصبی حسی، معمولاً دندریت بلند و آکسون کوتاه دارند. در یاخته‌های حرکتی، آکسون بلند و دندریت کوتاه است. آکسون یاخته‌های عصبی رابط، معمولاً کوتاه است و این سلول‌ها پرانشعاب هستند.

فعالیت ۲: پمپ سدیم-پتاسیم با مصرف ATP سه یون سدیم را از سلول خارج و دو یون پتاسیم را به آن وارد می‌کند. یون‌های پتاسیم، بدون مصرف ATP و به علت شیب غلظت از راه کانال‌های نشتی سلول خارج می‌شوند و یون‌های سدیم با همین روش به سلول وارد می‌شوند.

۲. در حالت آرامش، یون‌های پتاسیم از راه کانال‌های نشتی سلول خارج می‌شوند و نفوذپذیری غشا به این یون‌ها زیاد است.

فعالیت ۳: با توجه به شکل ۷، در مرحله الف، کانال‌های دریچه‌دار بسته می‌شوند و چون کانال‌های نشتی و پمپ سدیم-پتاسیم در حال فعالیت‌اند، پتانسیل غشا ۷۰- میلی ولت است. در حالت ب، کانال‌های دریچه‌دار سدیمی باز و یون‌های سدیم وارد می‌شوند و پتانسیل غشا مثبت‌تر می‌شود. در حالت پ، کانال‌های دریچه‌دار پتاسیمی باز و پتانسیل غشا دوباره منفی می‌شود. در حالت ت، هر دو کانال دریچه‌دار بسته و پتانسیل آرامش برقرار می‌شود. در این حالت پمپ سدیم-پتاسیم شیب غلظت یون‌های سدیم و پتاسیم را برقرار می‌کند.

فعالیت ۴: وجود این کانال‌ها موجب حرکت یون‌ها (ورود و خروج آن‌ها) فقط در این گره‌ها می‌شود. در نتیجه پتانسیل عمل در این گره‌ها ایجاد و جریان عصبی سریع‌تر منتقل می‌شود.

فعالیت ۵: ۱- هنگام ورزش اندام‌هایی مانند چشم، گوش، پوست، پیام‌هایی برای مراکز عصبی به‌ویژه مخچه ارسال می‌کنند. مخچه با بررسی این اطلاعات پیام حرکتی را برای ماهیچه‌ها می‌فرستد تا با انقباض آن‌ها، تعادل بدن در هر حالتی حفظ شود.

۲- چون چشم‌ها بسته‌اند، اطلاعاتی از آن‌ها به مراکز عصبی مثل مخچه ارسال نمی‌شود؛ در نتیجه فرد نمی‌تواند به طور طبیعی راه برود.

۳- آسیب دیدن بخش‌هایی از مغز و راه‌های عصبی که به بینایی مربوط‌اند، موجب می‌شود با وجود سلامت چشم، فرد قادر به دیدن نباشد.

فعالیت ۶: فقط جمله‌ی سوم درست و بقیه نادرست‌اند. دانش آموزان با جمع‌آوری اطلاعات می‌توانند درباره‌ی هر جمله، اطلاعات بیشتری را بیابند و به کلاس ارائه کنند.

فعالیت ۸: ۱- نورون حسی پیام گیرنده‌ی حسی را به نخاع می‌برد و نورون‌های رابط، این پیام را دریافت می‌کنند. یکی از این نورون‌ها ماهیچه‌ی دوسر را منقبض و دیگری ماهیچه‌ی سه سر را به استراحت وادار می‌کند؛ در نتیجه دست عقب کشیده می‌شود.

۲- سیناپس نورون حسی به نورون‌های رابط ۱ و ۲ تحریکی، سیناپس نورون رابط ۱ به نورون تحریک کننده‌ی ماهیچه‌ی دوسر، تحریکی و سیناپس نورون رابط ۲ به ماهیچه‌ی سه سر بازدارنده است.