بسم الله الرحمن الرحیم

علی عباسی

دبیر زیست شناسی

دبیرستان نمونه دولتی صاحب الزمان (عج)

دبیرستان تیزهوشان شهید بهشتی

شهرستان چابهار

سال تحصیلی ۱۴۰۰

علی عباسی

نکات تکمیلی فصل ۱ زیست یازدهم

دستگاه عصبی
- بافت عصبی
  - سلول های عصبی(نورون)
    - دندریت
    - آکسون
    - جسم سلولی
  - سلول های غیر عصبی(پشتیبان)
- بافت غیر عصبی ← بافت های پوششی و پیوندی

تنها نورون ها نیستند که تحریک پذیرند، گیرنده های حسی و شبکه هادی قلب سلول هایی هستند که در آن ها پیام عصبی ایجاد می شود.

انتقال پیام عصبی می تواند به نورونی دیگر یا سلول ماهیچه ای و یا سلول های غده صورت گیرد.

در جسم سلولی و پایانه آکسونی نورون ها میتوکندری های فراوانی وجود دارد.

در جسم سلولی، هسته(DNA خطی) و بیشتر اندامک ها مثل شبکه آندوپلاسمی و جسم گلژی و میتوکندری(DNA حلقوی) داریم ولی تنها میتوکندری در سراسر نورون است.

پیام عصبی از دندریت به جسم سلولی و از آنجا به آکسون می رود البته خود جسم سلولی هم می تواند پیام را دریافت کند و به آکسون هدایت کند و از دندریت رد نشود.

هر نورون فقط یک هسته، یک جسم سلولی و یک آکسون دارد اما می تواند یک یا چند دندریت داشته باشد.

نورون ها سلول های تمایز یافته هستند که به ندرت در آن ها تقسیم سلولی و تقسیم هسته(میتوز) رخ می دهد.

غلاف میلین، غشای سلول های نوروگلیا هستند و جنس آن از فسفولیپید و پروتئین است.

در یک نورون، آکسون و دندریت می توانند میلین داشته باشند اما جسم سلولی و پایانه های آکسون در هیچ نورونی میلین ندارند.

وجود میلین باعث کاهش تماس غشای نورون با مایع بین سلولی اطرافش می شود.

یاخته عصبی حسی
۱-پیام عصبی را به سوی دستگاه عصبی مرکزی(مغز و نخاع) می برد.(پیام عصبی یا در بخشی از یک نورون حسی(گیرنده دما و سرما) یا در یک یاخته غیر عصبی(گیرنده بینایی) ایجاد شده است).
۲-جسم سلولی آن در دستگاه عصبی محیطی است.
۳-یک دندریت و یک آکسون دارد.
۴-دندریت نورون حسی از آکسون آن بلندتر است.(همیشه اینطور نیست،نورون های حسی بویایی)
۵-هم در اعصاب حسی و هم در اعصاب مختلط است.

یاخته عصبی حرکتی:
۱-پیام را از دستگاه عصبی مرکزی به سلول ماهیچه ای یا غده ای می رساند.
۲-جسم سلولی آن در دستگاه عصبی مرکزی است.
۳-دندریت های متعدد و آکسون منفرد دارد.
۴-آکسون بسیار بلندتر از دندریت هایش است.
۵-هم در اعصاب حرکتی و هم در اعصاب مختلط است.

یاخته عصبی رابط:
۱-در مغز و نخاع(دستگاه عصبی مرکزی) وجود دارد، در دستگاه عصبی محیطی (شبکیه چشم) هم داریم.
۲-ارتباط لازم بین یاخته های عصبی را فراهم می کند.
۳-آکسون منفرد و دندریت های متعدد دارد.

نورون های رابط فقط بین نورون های حسی با نورون های حسی(داخل شبکیه چشم)و نورون های حسی با نورون های حرکتی ارتباط برقرار می کند.

یاخته عصبی حسی و رابط، پیام عصبی را فقط به یاخته های عصبی دیگر منتقل می کنند.

همیشه مقدار سدیم بیرون یاخته بیشتر است و مقدار پتاسیم درون یاخته بیشتر است.(در همه سلول ها نه فقط نورون)

همیشه شیب غلظت پتاسیم به سمت بیرون و شیب غلظت سدیم به سمت داخل سلول است.

چرا در پتانسیل آرامش داخل منفی تر است:
۱-پمپ سدیم-پتاسیم طی هر بار فعالیت و با مصرف یک مولکول ATP ، ۳ یون سدیم از نورون خارج و ۲ یون پتاسیم وارد نورون می کند.
۲-نفوذ پذیری غشا نورون نسبت به یون پتاسیم بیشتر از یون سدیم است.(کانال های نشتی پتاسیمی در غشا بیشتر است) سدیم وارد شده به سلول کمتر از پتاسیم خارج شده از سلول است.

طی هر بار فعالیت پمپ سدیم-پتاسیم، ۵ یون جا به جا می شود. انتقال سدیم و پتاسیم توسط پمپ همزمان نیست؛ در یک مرحله ۳ یون سدیم خارج و در یک مرحله دیگر ۲ یون پتاسیم وارد می شود. پروتئین پمپ ضمن انتقال تغییر شکل می دهد.

پتانسیل عمل ۲ مرحله دارد
۱- مثبت شدن درون نسبت به بیرون
۲-منفی شدن درون نسبت به بیرون(بازگشت به پتانسیل اولیه)

برای اینکه در نورون پیام عصبی به وجود بیاید:
۱-یک گیرنده حسی غیر نورونی که توسط محرک، تحریک شده و اثرش را روی نورون می گذارد.
۲-نورون حسی که به وسیله اثر محرک تحریک می شود.
۳-یک نورون دیگر که خودش پتانسیل عمل دارد و آن را به نورون جدید منتقل می کند.

دریچه کانال دریچه دار سدیمی در بالا سمت خارج سلول قرار دارد و دریچه کانال دریچه دار پتاسیمی در پایین به سمت داخل سلول قرار دارد.

پمپ سدیم-پتاسیم در تمام طول پتانسیل عمل و آرامش در حال فعالیت است. کانال های نشتی هم که دریچه ندارند همیشه بازند.

تغییرات پتانسیل غشا هم در مرحله بالا روی پتانسیل عمل و هم در مرحله ی پایین روی پتانسیل عمل، ۱۰۰ میلی ولت است.

در قله نمودار(پتانسیل غشا ۳۰+) در یک لحظه هم کانال های دریچه دار سدیمی و هم کانال های دریچه دار پتاسیمی بسته هستند.

در انتهای پتانسیل عمل، ما پتانسیل حالت آرامش داریم، اما غلظت یون ها در دو سوی غشا، با غلظتشان در حالت آرامش تفاوت دارد و با فعالیت بیشتر پمپ سدیم-پتاسیم غلظت یون های سدیم و پتاسیم در دو سوی غشا دوباره به حالت آرامش باز می گردد.

در اختلاف پتانسیل صفر(بین پتانسیل ۷۰- و ۳۰+) مجموع بار الکتریکی یون های داخل با یون های خارج سلول برابر است نه اینکه شیب غلظت سدیم و پتاسیم صفر باشد.

در مرحله بالاروی پتانسیل عمل اختلاف پتانسیل دو طرف غشا کم می شود(۷۰ ⟵ صفر) و بعد افزایش می یابد(صفر ⟵ ۳۰) و در کل مرحله بالارو، بار مثبت درون سلول در حال افزایش است.

در مرحله پایین روی پتانسیل عمل ابتدا اختلاف پتانسیل دو طرف غشا کاهش می یابد(۳۰ ⟵صفر) و بعد افزایش می یابد (صفر ⟵۷۰) و در کل مرحله پایین رو بار مثبت درون سلول در حال کاهش است.

بیشترین اختلاف پتانسیل دو طرف غشا ۷۰- میلی ولت و کمترین اختلاف پتانسیل دو سمت غشا صفر است.

طی پتانسیل عمل، ۲ بار اختلاف پتانسیل دو سمت غشا صفر می شود.

کانال های دریچه دار سدیمی و پتاسیمی می توانند همزمان باهم باز باشند منتها در دو نقطه مختلف از نورون.

MS نوعی بیماری خود ایمنی که گلبول های سفید به سلول های پشتیبان سیستم عصبی مرکزی حمله و آن ها را از بین می برد.

بیماری MS باعث افزایش تماس غشای نورون ها در دستگاه عصبی مرکزی با مایع بین سلولی می شود.

هم قطر و هم میلین در سرعت هدایت پیام نقش دارد.

به آکسون یا دندریت بلند، رشته عصبی می گویند.

در فاصله بین دو گره رانویه پتانسیل عمل تشکیل نمی شود و فاقد کانال های دریچه دار هستند.

هدایت پیام عصبی در نورون های میلین دار هدایت جهشی و در نورون های فاقد میلین هدایت نقطه به نقطه است.

انتقال پیام از یک نورون به سلول دیگر شیمیایی اما هدایت در طول یک نورون الکتریکی است.

وزیکول ها با مصرف ATP در حضور یون کلسیم به کمک میکروتوبول ها به غشای پلاسمایی متصل می شوند و فرایند برون رانی صورت می گیرد و طی این فرایند غشای پلاسمایی نورون پیش سیناپسی افزایش می یابد.

همیشه سلول پیش سیناپسی نورون است در صورتی که سلول پس سیناپسی می تواند نورون، ماهیچه یا غده باشد.

پروتئین های کانالی گیرنده ها در غشای سلول پس سیناپسی، از نوع کانال دریچه دار هستند و گیرنده آن ها با مایع بین سلولی در ارتباط است.

سیناپس بین نورون و ماهیچه و سیناپس بین نورون و غده، همیشه از نوع تحریکی است اما سیناپس بین دو نورون می تواند مهاری یا تحریکی باشد.

اگر سلول پس سیناپسی نورون باشد، آکسون و پایانه آکسونی نورون پیش سیناپسی می تواند با دندریت و جسم سلولی نورون پس سیناپسی، سیناپس تشکیل دهد.

ناقل عصبی وارد سلول پس سیناپسی نمی شود، بلکه در سطح خارجی غشای آن به گیرنده ی خود متصل می شود.

دو تا ناقل روی گیرنده های یکی از کانال ها می شیند و باعث باز شدن کانال می شود.

سیناپس چه مهاری و چه تحریکی باشد، اختلاف پتانسیل نورون پس سیناپسی را تغییر می دهد(اگر مهاری باشد کانال های دریچه دار پتاسیمی باز و داخل سلول منفی تر می شود و اگر تحریکی باشد کانال های دریچه دار سدیمی باز(پتانسیل عمل رخ می دهد) و داخل سلول مثبت می شود).

ناقل های عصبی پیک های کوتاه بردند(ترکیبی فصل ۴ یازدهم).

گفتار ۲

- دستگاه عصبی
  - مرکزی(CNS)
    - مغز
      - مخ
      - مخچه
      - ساقه مغز
        - مغز میانی
        - پل مغزی
        - بصل انخاع
      - مراکز دیگر: تالاموس، هیپوتالاموس، هیپوکامپ، لیمبیک
    - نخاع
  - محیطی (PNS)
    - حرکتی
      - شامل مجموع نورون های حرکتی دستگاه عصبی محیطی
      - انواع
        - خودمختار
          - شامل مجموع نورون های حرکتی مرتبط با ماهیچه های قلبی، صاف و غده ها
          - همواره حامل پیام های حرکتی غیر ارادی
          - انواع
            - سمپاتیک
            - پاراسمپاتیک
        - پیکری
          - شامل مجموع نورون های حرکتی مرتبط با ماهیچه های اسکلتی
          - بیشتر مواقع حامل پیام های حرکتی ارادی اما گاهی اوقات غیر ارادی(انعکاس)
    - حسی ← شامل همه ی نورون های حسی(در اعصاب حسی و مختلط)

در مغز، سطح آن خاکستری و درون آن سفید اما در نخاع قسمت خارجی سفید و قسمت داخلی آن خاکستری است.

در بیماری MS بخش سفید مغز و نخاع مورد تهاجم دستگاه ایمنی قرار می گیرد.

استخوان ها خارجی ترین و سد خونی-مغزی نخاعی، داخلی ترین عامل محافظتی هستند.

از بین ۳ پرده مننژ خارجی ترین پرده بیشترین ضخامت و داخلی ترین پرده، کمترین ضخامت را دارد.

در شیارهای عمیق و نسبتا عمیق هر سه لایه پرده مننژ ولی در شیارهای کم عمق فقط لایه درونی دیده می شود.

داخلی ترین لایه پرده مننژ در جمجمه با ماده خاکستری مغز و در ستون مهره با ماده سفید نخاع تماس مستقیم دارد.

مراکز پردازش اطلاعات حسی در مناطق خاصی از قسر مخ قرار گرفته اند یعنی همه جای مخ همه ی حس ها را پردازش نمی کند.

لوب ها	مجاور است با ...
پیشانی	گیجگاهی-آهیانه
آهیانه	گیجگاهی-پس سری-پیشانی
گیجگاهی	پیشانی-آهیانه-پس سری
پس سری	گیجگاهی-آهیانه

مغز انسان ۷ شیار عمیق دارد و مخ به ۸ لوب تقسیم می شود.

لوب های پس سری و پیشانی مجاورتی با یکدیگر ندارند.

لوب های پس سری و گیجگاهی از قسمت پایین با مخچه مجاورت دارند.

ساقه مغز از بالا با مخ و از عقب با مخچه و از پایین با نخاع مجاورت دارد.

قشر مخ مرکز درک احساس ها و همه ی فکرها، عملکردهای آگاهانه و تصمیم گیری های ماست.

مغز میانی در جلوی مخچه و بالای پل مغزی قرار دارد. در بالای مغز میانی، تالاموس ها و هیپوتالاموس کمی جلوتر از مغز میانی قرار گرفته است.

پل مغزی از بالا با مغز میانی و از پایین با بصل النخاع در ارتباط است و از پشت با مخچه مجاورت دارد.

مرکز تنفس در بصل النخاع، مرکز صادر کننده دستور دم است و مرکز تنفس در پل مغزی با اثر بر مرکز تنفس در بصل النخاع دم را خاتمه می دهد و مدت زمان آن را تنظیم می کند.

در بصل النخاع گیرنده های حساس به افزایش کربن دی اکسید وجود دارد که با تحریک آن ها تنفس افزایش می یابد. گیرنده های حساس به کمبود اکسیژن که در قوس آئورت و سرخرگ های ناحیه گردن هم در صورت کاهش اکسیژن خون به بصل النخاع پیام عصبی ارسال می کنند.

افزایش و کاهش فعالیت قلب متناسب با نیاز بدن ما و به کمک بخش عصبی خود مختار انجام می شود. مرکز هماهنگی این اعصاب در بصل النخاع و پل مغزی در نزدیکی مرکز تنفس قرار دارد.

در مخچه همانند مخ بخش خاکستری (خارجی) و بخش سفید (داخلی) وجود دارد.

مخچه هم از دستگاه عصبی مرکزی و هم از دستگاه عصبی محیطی پیام دریافت می کند تا فعالیت ماهیچه ها و حرکات بدن را در حالت های گوناگون به کمک مغز و نخاع هماهنگ کند.

اندام های حسی
مغز
نخاع
← مخچه ← پیش بینی وضعیت ← ارسال پیام ← مغز و نخاع ← ارسال پیام حرکتی ← ماهیچه ها

مخچه برخلاف مخ هم اطلاعات حسی و هم اطلاعات حرکتی را دریافت می کند.

بطن های جانبی ۱ و ۲ در دو طرف رابط های نیمکره های مخ (رابط پینه ای و سه گوش) قرار دارد.

بطن ۳ در عقب تالاموس و بطن ۴ در روبه روی مخچه (در پشت ساقه مغز) قرار گرفته است.

بطن ۱ و ۲ بالاتر از بطن ۳ و بطن ۳ بالاتر از بطن ۴ قرار دارد.

اپی فیز در لبه پایین بطن ۳ و بالاتر از برجستگی های چهارگانه قرار دارد.

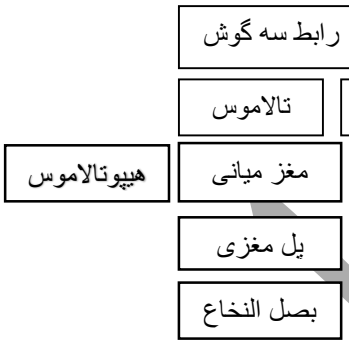
مایع مغزی-نخاعی از پلاسمای خون منشا می گیرد. این مایع از مویرگ های خونی بطن ۱ و ۲ مغزی ترشح شده و وارد فضای بین لایه های مننژ می شود.

مغز انسان ۲ تا تالاموس دارد. تالاموس ها درون هر نیمکره به صورت جدا قرار گرفته اند و با یک رابط به هم متصل اند.

مخ از همه بدن اطلاعات را دریافت و پردازش می کند اما تالاموس از اغلب نقاط بدن، پیام های حسی را می گیرد و پردازش اولیه می کند.(تالاموس اغلب پیام های حسی را هم تقویت می کند ولی مخ نه). پردازش اولیه اغلب پیام های حسی در تالاموس و پردازش نهایی همه پیام های حسی در قشر مخ انجام می شود.

تالاموس از هیپوتالاموس بالاتر و در پشت بطن ۱ و ۲ ، جلوی بطن ۳ و اپی فیز و پایین رابط سه گوش می باشد.

تعداد ضربان قلب و فشار خون هم توسط هیپوتالاموس و هم بصل النخاع تنظیم می شود.



در تنظیم خواب علاوه بر هیپوتالاموس غده اپی فیز هم موثر است.

مغز انسان ۲ تا هیپوکامپ دارد که در لوب گیجگاهی قرار دارند.

پیام عصبی حاصل از تحریک گیرنده های بویایی به پیاز های بویایی و از آنجا از طریق سامانه لیمبیک به قشر مخ برای پردازش می روند.(درک بویایی در قشر مخ صورت می گیرد.)

مصرف برخی مواد مخدر علاوه بر اثر بر مغز با ایجاد بیماری های تنفسی و سرطان های دهان، حنجره و شش ها ارتباط مستقیم دارد.

در مغز یک فرد معتاد به کوکائین، فعالیت سلول های لوب پیشانی(بخش پیشین مغز) دیرتر از سایر قسمت ها بهبود می یابد.

در فردی که کوکائین مصرف کرده لوب پس سری کمتر تحت تاثیر قرار می گیرد و پس از ترک ماده اعتیاد آور هم زودتر از سایر قسمت ها به حالت طبیعی بر می گردد.

الکل در دستگاه عصبی ۲ اثر دارد
- ۱-اختلال در فعالیت بخش های مختلف مغز
- ۲-اثر بر فعالیت ناقل های عصبی مختلف(هم بازدارنده ها و هم تحریک کننده ها) از جمله دوپامین

الکل علاوه بر دستگاه عصبی بر دستگاه گوارش (کبد)، قلب، عروق و دیگر دستگاه های بدن اثر مخرب دارد.

الکل تولید رادیکال های آزاد سمی را تشدید می کند که این باعث آسیب به بافت های بدن ما به خصوص کبد و نارسایی آن می شود.

الکل مانع از رسوب کلسیم در استخوان ها، اختلال در تقسیم میوز و اختلال در نمو جنین هم می شود.

مایع مغزی-نخاعی درون بطن های ۱، ۲، ۳، ۴ و کانال مرکزی نخاع در جریان است.

انسان دو پا و عمودی است و گوسفند چهار پا و افقی، پس معمولا به جای عبارت بالا و پایین در انسان، در گوسفند می گوییم جلو و عقب.

پیاز های بویایی هم در سطح پشتی و هم در سطح شکمی مغز گوسفند دیده می شوند.

در سطح پشتی برخلاف سطح شکمی پل مغزی، مغز میانی، بصل النخاع و کیاسما را نمی بینیم.

در بین برجستگی های چهارگانه، دو برامدگی جلویی(در انسان بالایی) نسبت به دو برامدگی عقبی(در انسان پایینی) بزرگتر است.

نخاع قسمتی از اطلاعات حسی مغز را تامین می کند و همین طور قسمتی از فرمان های حرکتی آن را به اندام ها می برد.(۱۲ جفت عصب مغزی به صورت مستقیم و بدون واسطه نخاع، حواس را می گیرند و دستور ها را می دهند.)

از قشر مخ وقتی به سمت پایین می آییم کارها غیر ارادی می شود.(مثلا بصل النخاع که اعمال حیاتی بدن مثل ضربان قلب و تنفس را به کمک هیپوتالاموس کنترل می کند غیر ارادی هستند) هر کاری که توسط خود نخاع انجام می شود غیر ارادی است.

نخاع هم به عضلات اسکلتی و ارادی و هم به عضلات صاف دستور حرکتی می دهد.

هم عضلات ارادی و هم عضلات غیر ارادی در انعکاس ها به صورت غیر ارادی رفتار می کنند.(انعکاس عقب کشیدن دست و انعکاس عضله مثانه)

بلع، عطسه، سرفه، ریزش اشک و ترشح بزاق انعکاس هایی هستند که نخاعی نیستند و مرکز تنظیم آن ها در مغز است.

اعصاب نخاعی مختلط هستند یعنی هم نورون حسی و هم نورون حرکتی درون هر عصب نخاعی است یعنی جهت حرکت پیام در اعصاب نخاعی دو طرفه است.

اعصاب نخاعی ۳۱ جفت (۶۲ تا) هستند، ۶۲ تا ریشه پشتی دارد و ۶۲ تا ریشه شکمی و مجموع ریشه ها می شود ۱۲۴ تا .

برخی از نورون های حسی می توانند مستقیما با نورون های حرکتی سیناپس بدهند بدون اینکه نورون رابطی بین آن ها وجود داشته باشد و یا اینکه برخی نورون های حسی که وارد نخاع می شوند اصلا در نخاع سیناپس نمی دهند و پیام را می برند به سمت مغز.

همه ی اعصاب نخاعی مختلط هستند ولی اعصاب مغزی هم عصب حسی، هم عصب حرکتی و هم عصب مختلط دارد.

در انعکاس عقب کشیدن دست هم بخش حسی دستگاه عصبی محیطی و هم بخش پیکری دستگاه عصبی محیطی و هم دستگاه عصبی مرکزی (نخاع) در گیرند.

مقایسه دو انعکاس عقب کشیدن دست و مثانه :

۱-عضله شرکت کننده در انعکاس عقب کشیدن دست اسکلتی اما در انعکاس تخلیه مثانه صاف است.

۲-نورون های حرکتی که در انعکاس تخلیه مثانه نقش دارند جز بخش خودمختار ولی در انعکاس عقب کشیدن دست جز بخش پیکری هستند.

۳- انعکاس فقط باعث انقباض عضله نمی شود بلکه می تواند باعث شل شدن یا مهار شدن و منقبض نشدن عضله هم شود.

بیشتر فعالیت های بخش پیکری و عضلات اسکلتی ارادی است.

برخی انعکاس ها نخاعی هستند.(بعضی موارد در قسمت هایی از مغز است)

نورون های حسی و حرکتی شرکت کننده در انعکاس حتما میلین دارند چون در انعکاس، سرعت هدایت پیام عصبی مهم است.

نورون های حرکتی پیکری همیشه فعال نیستند ولی نورون های حرکتی بخش خودمختار همیشه فعال اند.

همه ی کارهای حرکتی ارادی ما توسط بخش پیکری انجام می شود.

هر نورون حامل پیام حسی همواره به سیستم عصبی مرکزی نمی رود و هر پیام حرکتی هم از سیستم عصبی مرکزی نمی آید(مثلا شبکه عصبی روده ای که مستقل است).

ایجاد انقباض در قلب وظیفه بافت گرهی موجود در قلب که از سلول های ماهیچه ای تشکیل شده است.(گره سینوسی-دهلیزی ایجاد کننده انقباض) و اعصاب سمپاتیک و پاراسمپاتیک با اثر بر روی این گره می توانند سرعت انقباض قلب را بیشتر یا کندتر کنند.

انعکاس عقب کشیدن دست:

احساس داغی و درد و درک آن ها با قشر مخ و در مغز است ولی عملی که در این انعکاس اتفاق می افتد بر عهده نخاع است.

نخاع به مغز پیام می فرستد و مغز از انجام انعکاس نخاعی آگاه می شود با اینکه مغز در انجام آن نقشی ندارد و نمی تواند جلویش را بگیرد اما آن را درک می کند و می فهمد.

در این انعکاس ۵ نورون شرکت دارد و ۶ سیناپس که ۵ سیناپس فعال و ۱ سیناپس غیر فعال حضور دارند به شرح زیر:

۱-بین نورون حسی و نورون رابط اول (سیناپس تحریکی-در ماده خاکستری نخاع)

۲-بین نورون حسی و نورون رابط دوم (سیناپس تحریکی-در ماده خاکستری نخاع)

۳-بین نورون رابط و نورون حرکتی عضله جلو بازو(عضله دو سر) (سیناپس تحریکی-در ماده خاکستری نخاع)

۴-بین نورون رابط و نورون حرکتی عضله پشت بازو(عضله سه سر) (سیناپس مهاری-در ماده خاکستری نخاع)

۵-بین نورون حرکتی عضله جلو بازو و عضله جلو بازو(دو سر) (سیناپس تحریکی-خارج از ماده خاکستری نخاع)

این ۵ تا فعال هستند

۶-بین نورون حرکتی عضله پشت بازو و عضله پشت بازو(سه سر) (سیناپس غیرفعال-خارج از ماده خاکستری نخاع) ← ناقل عصبی آزاد نمی شود.

در پلاناریا مغز به علاوه ساختار نرده مانند هم پله ها و هم نرده ها جز دستگاه عصبی مرکزی هستند.

در ملخ تعداد گره ها بیشتر از تعداد بندهاست چون مغز ملخ از چندین گره تشکیل شده است.

	محل پروتئین	شکل پروتئین	مصرف انرژی زیستی	مولکول انتقال یافته	نتیجه فعالیت
پمپ پروتئینی سدیم-پتاسیم	غشای نورون	پروتئین ناقل با تغییر شکل حین فعالیت	دارد (انتقال فعال)	سدیم و پتاسیم	۱-افزایش سدیم در بیرون ۲-افزایش پتاسیم در درون ۳-منفی شدن درون ۴-حفظ اختلاف پتانسیل بیرون و درون
کانال نشتی سدیم	غشای نورون	پروتئین کانالی بدون دریچه با شکل ثابت	ندارد (انتشار تسهیل شده)	فقط سدیم	۱-افزایش سدیم درون ۲-امثبت شدن درون
کانال نشتی پتاسیم	غشای نورون	پروتئین کانالی بدون دریچه با شکل ثابت	ندارد (انتشار تسهیل شده)	فقط پتاسیم	۱-افزایش پتاسیم بیرون ۲-منفی شدن درون

نوع پروتئین	نیاز به مصرف انرژی	روش انتقال مواد	چه کار می کنند؟	در پتانسیل آرامش	در پتانسیل عمل
کانال های نشتی سدیمی	هر دو بدون مصرف ATP	انتشار تسهیل شده (در جهت شیب غلظت)	سدیم ، وارد	باز هستند	باز هستند
کانال های نشتی پتاسیمی			پتاسیم ، خارج		
پمپ سدیم-پتاسیم	با مصرف ATP	انتقال فعال (خلاف شیب غلظت)	سدیم ، خارج پتاسیم ، وارد	فعال است	فعال است (پس از پتانسیل عمل ، فعالیتش بیشتر است)
کانال های دریچه دار سدیمی	بدون مصرف ATP	انتشار تسهیل شده (در جهت شیب غلظت)	سدیم ، وارد	بسته اند	باز هستند (در پتانسیل ۷۰- تا ۳۰+)
کانال های دریچه دار پتاسیمی	بدون مصرف ATP	انتشار تسهیل شده (در جهت شیب غلظت)	پتاسیم ، خارج	بسته اند	باز هستند (در پتانسیل ۳۰+ تا ۷۰-)

وضعیت قرار گیری بخش های مختلف نورون ها در نخاع و ریشه های آن

نورون	محل قرارگیری دندریت	محل قرلر گیری جسم سلولی	محل قرلر گیری آکسون
حسی	بخشی در تمام طول عصب نخاعی و بخشی ریشه پشتی قبل از جسم سلولی	بیرون نخاع (ریشه پشتی)	بخشی بیرون نخاع(ریشه پشتی) و بخشی در ماده خاکستری نخاع
رابط	ماده خاکستری نخاع	ماده خاکستری نخاع	ماده خاکستری نخاع
حرکتی	ماده خاکستری نخاع	ماده خاکستری نخاع	بخشی در ماده خاکستری نخاع، بخشی در ماده سفید نخاع، بخشی در بیرون نخاع (ریشه شکمی) و بخشی در تمام طول عصب نخاعی

عباسی