۱ بافت عصبی

تعریف: یکی از چهار بافت اصلی بدن انسان که یاخته‌های آن با سایر یاخته‌های بدن ارتباط برقرار می‌کنند.

یاخته‌های غیرعصبی

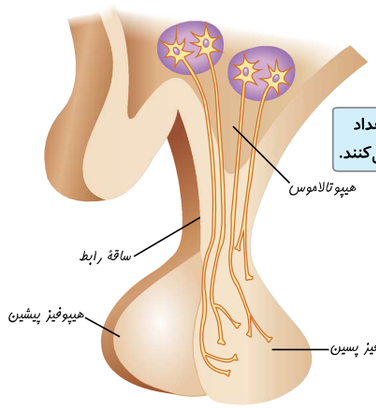
نام دیگر: یاخته‌های پشتیبان یا نوروگلیا

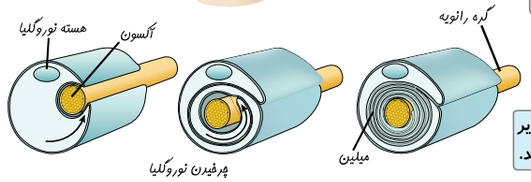
تعریف: بیشترین تعداد یاخته‌های بافت عصبی که از نظر تعداد چند برابر نورون‌ها هستند و به عملکرد آنها کمک می‌کنند.

نکته: از کنار هم قرارگیری چندین بافت عصبی، اندام عصبی، حاصل می‌شود.

نکته: از کنار هم قرارگیری چندین اندام عصبی،دستگاه عصبی، حاصل می‌شود.

ویژگی:
- این یاخته‌ها فعالیت عصبی ندارند و نمی‌توانند جریان الکتریکی درون خود ایجاد کنند.
- توانایی تولید، هدایت و انتقال پیام عصبی را ندارند.
- تنها گروهی از آنها رشته‌های سیتوپلاسمی دارند.
- توانایی تقسیم شدن دارند.
- انواع متنوعی دارند.
- فاقد آسه و دارینه‌اند.
- همانند نورون‌ها، هسته و سایر اندامک‌های جانوری را دارند.





وظایف:

ایجاد غلاف میلین:
- گروهی از یاخته‌های پشتیبان چندین دور در اطراف یک یاختهٔ عصبی می‌پیچند و باعث ایجاد غلافی به نام غلاف میلین می‌شوند.
- در بیماری مالتیپل‌اسکلروزیس یاخته‌های پشتیبان سازندهٔ غلاف میلین، آسیب می‌بینند.

دفاع از نورون‌ها: گروهی از یاخته‌های پشتیبان از نورون‌ها در برابر میکروب‌ها و عوامل بیگانه دفاع می‌کنند. (جزئی از سیستم دفاعی بدن هستند)

حفظ هم‌ایستایی (هومئوستازی):
- گروهی از یاخته‌های پشتیبان هومئوستازی مایع میان‌بافتی اطراف نورون‌ها را حفظ و تنظیم می‌کنند.
- مثال: تنظیم حد طبیعی یون‌های سدیم و پتاسیم اطراف یاخته‌های پشتیبان

ایجاد داربست برای استقرار نورون‌ها: گروهی از یاخته‌های پشتیبان حکم داربست را برای نورون دارند و باعث می‌شوند نورون‌ها در جای مخصوص خود جای بگیرند.

نکته: مجموعه اعمالی که به منظور حفظ حالت پایدار درونی بدن انجام می‌شود، هم‌ایستایی نام دارد.

یاخته‌های عصبی

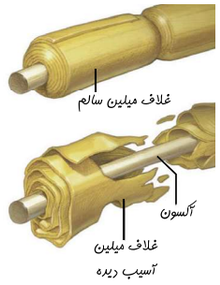
نام دیگر: نورون

تعریف: یاخته‌هایی با تعداد چندین برابر کمتر از یاخته‌های پشتیبان که کار اصلی دستگاه عصبی را انجام می‌دهند.

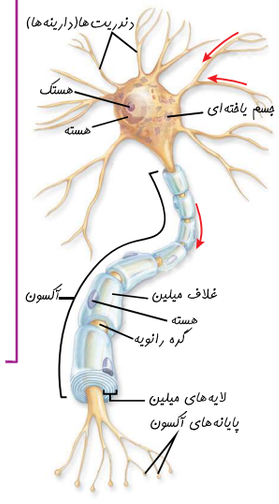
وظایف: تولید، هدایت و انتقال پیام عصبی

ویژگی

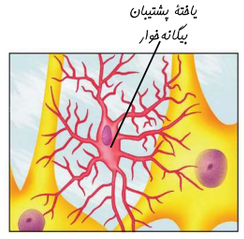
اجزا:



انواع یاخته‌ها



ادامهٔ یاخته‌های عصبی



جسم یاخته‌ای

نکته: علاوه بر جسم یاخته‌ای در راکیزه‌های دندریت و آکسون نیز واکنش‌های متابولیسمی رخ می‌دهند.

اندامک‌ها و اجزاء یاخته‌ای قرار گرفته در آن

هسته:
- در همهٔ نورون‌ها فقط یک عدد است.
- ویژگی‌هایی مانند شکل و اندازهٔ یاخته را تعیین می‌کند.
- مرکز فرماندهی یاخته است.

نکته: یاخته‌های عصبی در تشکیل نوار مغزی نقش دارند.

دستگاه گلژی: وظیفهٔ دسته‌بندی مواد را بر عهده دارد.

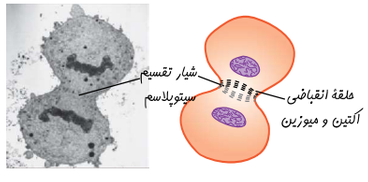
شبکهٔ آندوپلاسمی:
- کیسه‌های پهن و لوله‌ای از جنس غشاء که وظیفهٔ تولید لیپیدها و پروتئین‌ها را بر عهده دارند.
- بر دو نوع صاف و زبر می‌باشند.

راکیزه (میتوکندری):
- هر نورون تعداد زیادی راکیزه دارد.
- در داخل آن فرآیندهای مربوط به تولید انرژی انجام می‌شود.
- به واسطهٔ داشتن دنای حلقوی و تشکیلات لازم برای همانندسازی قادرند مستقل از یاخته تقسیم شوند.

لیزوزوم (کافنده‌تن):
- آنزیم‌های گوارشی مختلفی دارند.
- عمل هضم درون یاخته‌ای را انجام می‌دهند.

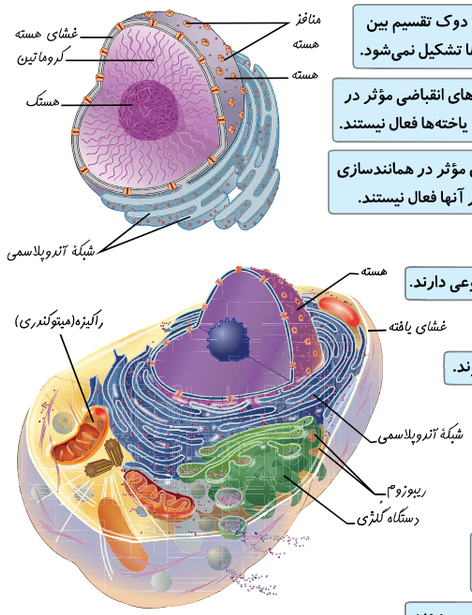
نکته: علاوه بر نورون‌ها، یاخته‌های دیگری مانند فاگوسیت‌ها نیز زوائد سیتوپلاسمی دارند.

عملکرد



آسه

ویژگی:
- تعداد آنها در بافت عصبی کمتر است.
- واجد رشته‌های سیتوپلاسمی‌اند و انواع متنوعی دارند.
- برخی از آنها توانایی انجام میتوز را دارند.
- اغلب وارد مرحلهٔ G_0 چرخهٔ یاخته‌ای می‌شوند.
- تمامی نورون‌ها هر سه بخش دندریت، آکسون و جسم یاخته‌ای را دارند.
- جهت حرکت در آنها از سمت دندریت به جسم یاخته‌ای و سپس آکسون است.
- می‌توانند با هر سه بخش خود پیام عصبی را از یاختهٔ دیگر دریافت کنند.
- مقدار زیادی سیتوپلاسم را به خود اختصاص می‌دهند.



به ندرت تقسیم می‌شوند.
- معمولاً در آن‌ها دوک تقسیم بین جفت سانتریول‌ها تشکیل نمی‌شود.
- معمولاً پروتئین‌های انقباضی مؤثر در سیتوکینز در این یاخته‌ها فعال نیستند.
- معمولاً آنزیم‌های مؤثر در همانندسازی دنای هسته در آنها فعال نیستند.

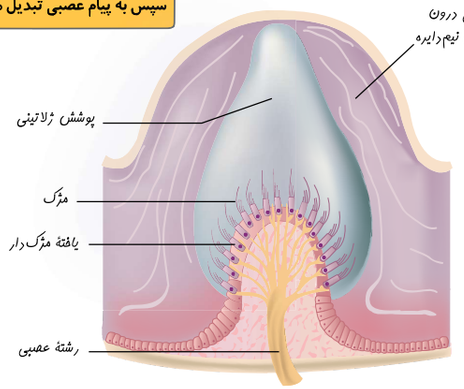
تعریف: بخشی از یاختهٔ عصبی که محل انجام سوخت‌وساز یاخته می‌باشد.

۲ نوار مغزی

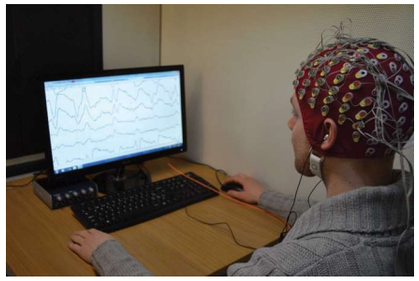
- ادامهٔ جسم یاخته‌ای
  - عملکرد
    - تولید مواد پر انرژی مانند ATP
    - تولید ناقل‌های عصبی
    - تولید انواع لیپیدها
  - ادامهٔ اجزاء
    - آسه
      - نام دیگر: آکسون(به معنای محور مانند)
      - وظیفه: پیام عصبی را از جسم یاخته‌ای گرفته و تا انتهای خود می‌برند تا به یاخته‌ای دیگر منتقل کنند.
      - ویژگی
        - در انتهای آن بخش حجیم شده‌ای به نام پایانهٔ آکسون قرار دارد.
        - در انتهای خود چندین شاخه دارند که در انتهای هر کدام از این شاخه‌ها پایانهٔ آکسون قرار دارد.
        - هر نورون فقط یک عدد آکسون دارد.
        - تعداد پایانه‌های آکسونی در نورون‌های مختلف، متفاوت است.
    - دارینه
      - نام دیگر: دندریت(به معنای درخت مانند)
      - وظیفه: پیام عصبی را به جسم یاخته‌ای وارد(نزدیک) می‌کند.
      - ویژگی
        - نوک آنها برخلاف نوک آکسون حجیم نمی‌باشد.
        - هر نورون می‌تواند یک یا چندین عدد دارینه داشته باشد.
        - قطر دندریت در یک نورون از قطر آسه کمتر است.

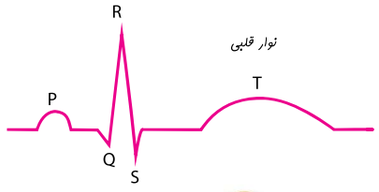
نکته
در بدن پروانهٔ مونارک نیز یاختهٔ عصبی یافت می‌شود که در تشخیص جایگاه خورشید نقش دارد.

نکته
رشته‌های سیتوپلاسمی منشعب شده از جسم یاخته‌ای بر دو نوع آسه و دارینه می‌باشند.



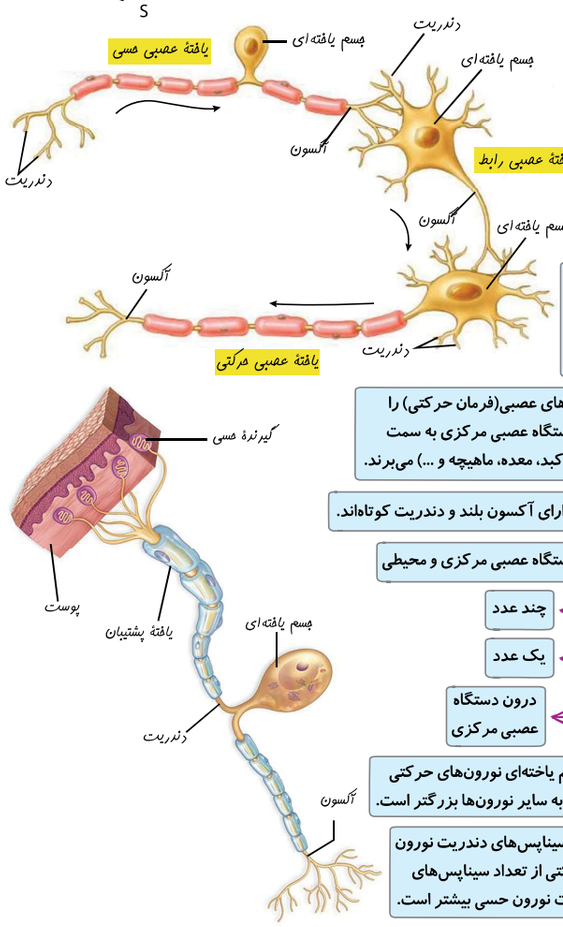
- نحوهٔ عملکرد
  - ۱. الکترودها جریان الکتریکی ایجاد شده توسط یاخته‌های مغز را دریافت کرده و به دستگاه منتقل می‌کنند.
  - ۲. جریان الکتریکی دریافت شده را به صورت امواج نمایش می‌دهند.
- اطلاعاتی که به متخصصان می‌دهد.
  - براساس شدت و فرم امواج بررسی می‌شود.
  - به آنها کمک می‌کند به اختلالات مغزی پی ببرند.
- ویژگی
  - همانند نوار قلبی از چندین موج تشکیل شده است.
  - نوار مغزی تنها به مغز مرتبط است نه نخاع!
  - در مقایسه با نوار قلب امواج پیچیده‌تری ثبت می‌کند.
  - در نوار مغزی تعداد امواج نسبت به تعداد نوار قلبی بیشتر است.

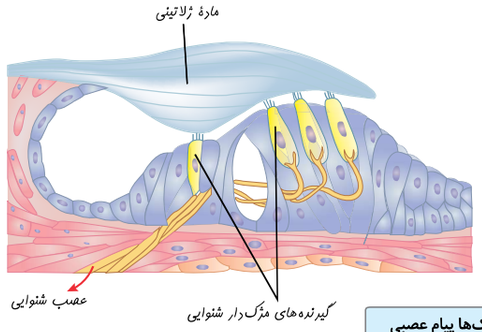


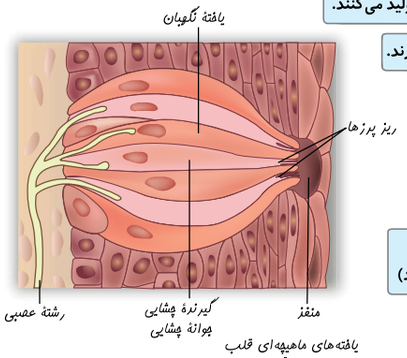


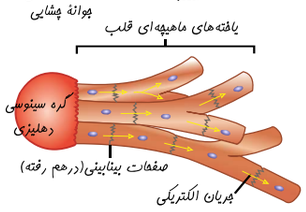
۳ انواع نورون‌ها

- طبقه‌بندی
  - نورون‌ها از نظر عملکردی به سه دستهٔ نورون حرکتی، حسی و رابط تقسیم‌بندی می‌شوند.
- نورون حرکتی
  - وظیفه: پیام‌های عصبی(فرمان حرکتی) را از دستگاه عصبی مرکزی به سمت اندام‌ها(کبد، معده، ماهیچه و ...) می‌برند.
  - ویژگی: معمولاً دارای آکسون بلند و دندریت کوتاه‌اند.
  - محل حضور: دستگاه عصبی مرکزی و محیطی
  - تعداد دندریت‌ها: چند عدد
  - تعداد آکسون‌ها: یک عدد
  - محل حضور جسم یاخته‌ای و دندریت: درون دستگاه عصبی مرکزی
  - سایر نکات
    - جسم یاخته‌ای نورون‌های حرکتی نسبت به سایر نورون‌ها بزرگ‌تر است.
    - تعداد سیناپس‌های دندریت نورون حرکتی از تعداد سیناپس‌های دندریت نورون حسی بیشتر است.
- نورون حسی
- نورون رابط









- برخی یاخته‌های دیگر که همانند نورون‌ها توانایی تولید پیام الکتریکی را دارند کدام‌اند؟
  - یاخته‌های شبکهٔ هادی قلب (گروهی از یاخته‌های میوکارد)
  - گیرنده‌های حسی
- سایر نکات
  - ۱. تحریک‌پذیری و تولید پیام عصبی
    - یاخته‌های عصبی در اثر تحریک محرک‌ها پیام عصبی را در قالب جریان الکتریکی درون نورون تولید می‌کنند.
  - عملکرد یاخته‌های عصبی
    - ۲. هدایت پیام عصبی
      - نورون‌ها توانایی هدایت پیام عصبی را در طول خود دارند.
      - پیام عصبی از دندریت به جسم یاخته‌ای و سپس به آکسون هدایت می‌شود.
    - ۳. انتقال پیام عصبی
      - نورون‌ها می‌توانند پیام عصبی ایجاد شده را به یاختهٔ مجاور انتقال دهند.
  - گیرنده‌های غیر نورونی کتاب درسی
    - گیرنده‌های مژکدار شنوایی انسان
    - گیرنده‌های مژکدار تعادلی انسان
    - گیرنده‌های مژکدار خط جانبی ماهی‌ها
    - گیرنده‌های چشایی در زبان و دهان انسان

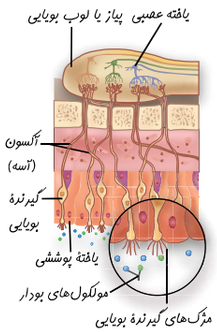
نکته
گیرنده‌های حسی یاخته یا بخشی از آن است که اثر محرک را دریافت کرده و سپس به پیام عصبی تبدیل می‌کند.

ادامهٔ یاخته‌های عصبی

ادامهٔ انواع نورون‌ها

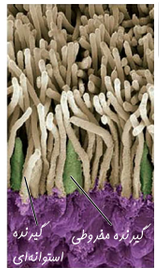
نورون حسی

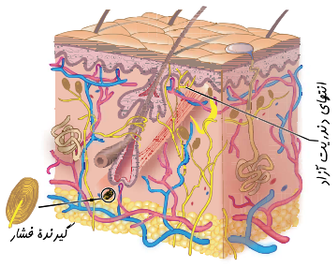
- وظیفه ← دریافت و جمع‌آوری اطلاعات از محیط درونی و بیرونی بدن و انتقال آن به دستگاه عصبی مرکزی
- محل حضور ← دستگاه عصبی مرکزی و محیطی
- طول یاخته ← بلند
- تعداد دندریت ← کم‌ترین در بین نورون‌ها(یک عدد)
- تعداد آکسون ← یک عدد
- طول آکسون ← کوتاه
- محل حضور جسم یاخته‌ای و دندریت ← خارج از دستگاه عصبی مرکزی

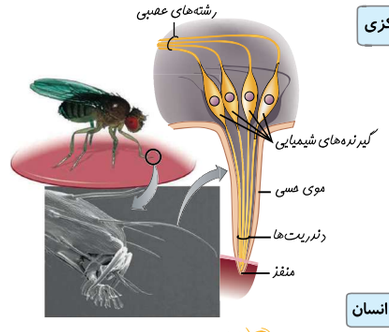


- سایر نکات
  - اندازهٔ جسم یاخته‌ای نورون حسی نسبت به نورون‌های دیگر کوچک‌تر است.
  - گیرندهٔ حسی، یاخته یا بخشی از آن است که اثر محرک را دریافت کرده و می‌تواند آن را به پیام عصبی تبدیل کند، البته گیرنده می‌تواند از جنس نورون نباشند.
  - انواع گیرنده‌هایی که از جنس نورون‌اند.
    - گیرنده‌های نوری چشم (مخروطی و استوانه‌ای)
    - گیرندهٔ درد، تماسی و پوست انسان
    - گیرندهٔ بویایی در سقف حفرهٔ بینی
    - گیرندهٔ شیمیایی موهای حسی مگس
  - گیرنده‌های فشاری در دیوارهٔ سرخرگ‌های گردش خون عمومی همانند گیرنده‌های حساس به کمبود اکسیژن و افزایش کربن دی‌اکسید و یون هیدروژن پس از تحریک به مراکز عصبی پیام میفرستند تا نیازهای بدن در شرایط خاص حفظ شود.

نکته
درخارج از مغز گیرنده‌های حساس به کاهش اکسیژن وجود دارند.



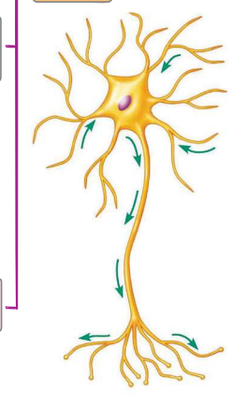




نکته
گیرنده‌های مژک‌دار شنوایی و تعادلی درون گوش نورون نیستند اما با نورون حسی سیناپس تشکیل می‌دهند.

نورون رابط

- تعریف ← نورونی که بین یاخته‌های عصبی حسی و حرکتی ارتباط برقرار می‌کند.
- موقعیت ← تنها در دستگاه عصبی مرکزی
- تعداد سیناپس‌های برقرارکننده
  - حداقل با یک نوع نورون(هر دو نورون حسی باشند)
  - حداکثر با دو نوع نورون(یک نورون حسی و دیگری حرکتی باشد).
- بررسی اجزاء
  - تعداد ← بیش‌ترین(چندین عدد)
  - طول ← کوتاه
  - دندریت
    - تعداد سیناپس در دندریت ← بیش‌ترین سیناپس نسبت به سایر نورون‌ها
    - موقعیت ← درون دستگاه عصبی مرکزی
  - جسم یاخته‌ای



نورون رابط

- تعریف ← نورونی که بین یاخته‌های عصبی حسی و حرکتی ارتباط برقرار می‌کند.
- موقعیت ← تنها در دستگاه عصبی مرکزی
- تعداد سیناپس‌های برقرارکننده
  - حداقل با یک نوع نورون(هر دو نورون حسی باشند)
  - حداکثر با دو نوع نورون(یک نورون حسی و دیگری حرکتی باشد).
- بررسی اجزاء
  - تعداد ← بیش‌ترین(چندین عدد)
  - طول ← کوتاه
  - دندریت
    - تعداد سیناپس در دندریت ← بیش‌ترین سیناپس نسبت به سایر نورون‌ها
    - موقعیت ← درون دستگاه عصبی مرکزی
  - جسم یاخته‌ای

ادامهٔ انواع نورون‌ها

نورون رابط

- تعریف ← نورونی که بین یاخته‌های عصبی حسی و حرکتی ارتباط برقرار می‌کند.
- موقعیت ← تنها در دستگاه عصبی مرکزی
- تعداد سیناپس‌های برقرارکننده
  - حداقل با یک نوع نورون(هر دو نورون حسی باشند)
  - حداکثر با دو نوع نورون(یک نورون حسی و دیگری حرکتی باشد).
- بررسی اجزاء
  - تعداد ← بیش‌ترین(چندین عدد)
  - طول ← کوتاه
  - دندریت
    - تعداد سیناپس در دندریت ← بیش‌ترین سیناپس نسبت به سایر نورون‌ها
    - موقعیت ← درون دستگاه عصبی مرکزی
  - جسم یاخته‌ای

نورون حسی

- وظیفه ← دریافت و جمع‌آوری اطلاعات از محیط درونی و بیرونی بدن و انتقال آن به دستگاه عصبی مرکزی
- محل حضور ← دستگاه عصبی مرکزی و محیطی
- طول یاخته ← بلند
- تعداد دندریت ← کم‌ترین در بین نورون‌ها(یک عدد)
- تعداد آکسون ← یک عدد
- طول آکسون ← کوتاه
- محل حضور جسم یاخته‌ای و دندریت ← خارج از دستگاه عصبی مرکزی

- سایر نکات
  - اندازهٔ جسم یاخته‌ای نورون حسی نسبت به نورون‌های دیگر کوچک‌تر است.
  - گیرندهٔ حسی، یاخته یا بخشی از آن است که اثر محرک را دریافت کرده و می‌تواند آن را به پیام عصبی تبدیل کند، البته گیرنده می‌تواند از جنس نورون نباشند.
  - انواع گیرنده‌هایی که از جنس نورون‌اند.
    - گیرنده‌های نوری چشم (مخروطی و استوانه‌ای)
    - گیرندهٔ درد، تماسی و پوست انسان
    - گیرندهٔ بویایی در سقف حفرهٔ بینی
    - گیرندهٔ شیمیایی موهای حسی مگس
  - گیرنده‌های فشاری در دیوارهٔ سرخرگ‌های گردش خون عمومی همانند گیرنده‌های حساس به کمبود اکسیژن و افزایش کربن دی‌اکسید و یون هیدروژن پس از تحریک به مراکز عصبی پیام میفرستند تا نیازهای بدن در شرایط خاص حفظ شود.

نکته
درخارج از مغز گیرنده‌های حساس به کاهش اکسیژن وجود دارند.

نکته
گیرنده‌های مژک‌دار شنوایی و تعادلی درون گوش نورون نیستند اما با نورون حسی سیناپس تشکیل می‌دهند.

ادامهٔ انواع نورون‌ها

نورون حسی

- وظیفه ← دریافت و جمع‌آوری اطلاعات از محیط درونی و بیرونی بدن و انتقال آن به دستگاه عصبی مرکزی
- محل حضور ← دستگاه عصبی مرکزی و محیطی
- طول یاخته ← بلند
- تعداد دندریت ← کم‌ترین در بین نورون‌ها(یک عدد)
- تعداد آکسون ← یک عدد
- طول آکسون ← کوتاه
- محل حضور جسم یاخته‌ای و دندریت ← خارج از دستگاه عصبی مرکزی

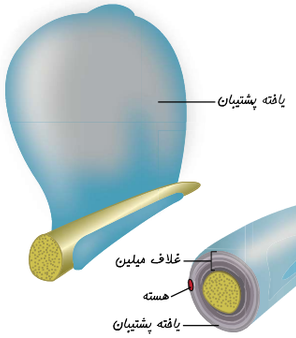
- سایر نکات
  - اندازهٔ جسم یاخته‌ای نورون حسی نسبت به نورون‌های دیگر کوچک‌تر است.
  - گیرندهٔ حسی، یاخته یا بخشی از آن است که اثر محرک را دریافت کرده و می‌تواند آن را به پیام عصبی تبدیل کند، البته گیرنده می‌تواند از جنس نورون نباشند.
  - انواع گیرنده‌هایی که از جنس نورون‌اند.
    - گیرنده‌های نوری چشم (مخروطی و استوانه‌ای)
    - گیرندهٔ درد، تماسی و پوست انسان
    - گیرندهٔ بویایی در سقف حفرهٔ بینی
    - گیرندهٔ شیمیایی موهای حسی مگس
  - گیرنده‌های فشاری در دیوارهٔ سرخرگ‌های گردش خون عمومی همانند گیرنده‌های حساس به کمبود اکسیژن و افزایش کربن دی‌اکسید و یون هیدروژن پس از تحریک به مراکز عصبی پیام میفرستند تا نیازهای بدن در شرایط خاص حفظ شود.

نکته
درخارج از مغز گیرنده‌های حساس به کاهش اکسیژن وجود دارند.

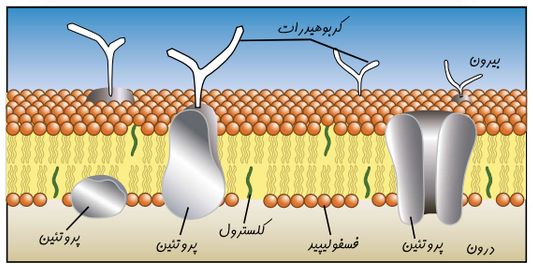
نکته
گیرنده‌های مژک‌دار شنوایی و تعادلی درون گوش نورون نیستند اما با نورون حسی سیناپس تشکیل می‌دهند.

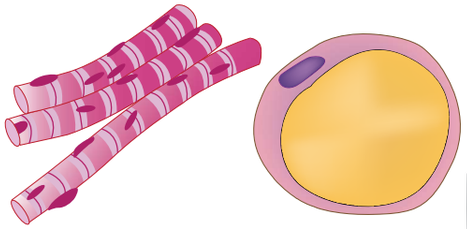
۴ غلاف میلین

- تعریف ← یاخته‌های پشتیبانی که اطراف دندریت‌ها و آکسون‌ها را فرا گرفته‌اند.
- جنس ← غشا(پلاسمایی) می‌باشد.
- ویژگی
  - ساختاری چند لایه دارد.
  - هدایت رشته‌های عصبی در رشته‌های میلین‌دار به صورت جهشی است.
  - براساس متن کتاب درسی هر سه نوع یاختهٔ عصبی می‌توانند میلین‌دار یا بدون میلین باشند!
  - مادهٔ سفید در دستگاه عصبی مرکزی اجتماعی از رشته‌های عصبی میلین‌دار است.
- وظیفه
  - عایق‌بندی رشته‌های آکسون و دندریت اغلب یاخته‌های عصبی(نقش حفاظتی)
  - سرعت هدایت پیام عصبی(نه انتقال) را در طول رشتهٔ عصبی نورون‌ها افزایش می‌دهند.
- یاختهٔ سازنده ← گروهی از یاخته‌های پشتیبان که تک‌هسته‌ای‌اند.
- بخش‌هایی از نورون که واجد غلاف میلین‌اند.
  - آکسون و دارینهٔ نورون حسی
  - آکسون نورون حرکتی
- سایر نکات
  - هستهٔ یاختهٔ پشتیبان سازندهٔ غلاف میلین در سمت خارجی غلاف میلین قرار دارد.
  - پایانهٔ آکسون و جسم یاخته‌ای در تمامی نورون‌ها فاقد غلاف میلین است.
- گرهٔ رانویه ← غلاف میلین در بخش‌هایی از رشتهٔ عصبی قطع می‌شود که به آن بخش گرهٔ رانویه می‌گویند.

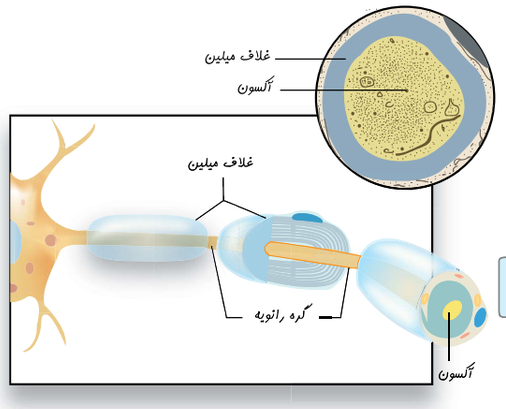


نکته
انواع یاخته‌هایی که هسته در آنها به غشای یاخته نزدیک است:
۱. یاخته‌های ماهیچهٔ مخطط
۲. یاخته‌های پشتیبان سازندهٔ میلین
۳. یاخته‌های انگشتری بافت چربی(در صورت وجود قطرات چربی)





نکته
هر چه قطر رشتهٔ عصبی بیشتر باشد، سرعت هدایت پیام عصبی در آن بالاتر است.



جسم یاخته‌ای

- اندازه ← متوسط
- موقعیت ← درون دستگاه عصبی مرکزی

آکسون

- تعداد ← یک عدد
- طول ← بلند
- موقعیت ← درون دستگاه عصبی مرکزی

نکته
در دندریت و آکسون نورون‌های حرکتی و رابط از چندین قطب یک زائدهٔ منشعب شده که این زائده خود به دو زائده تبدیل می‌شود.

نکته
ساختار نورون‌های رابط شبیه نورون‌های حرکتی است.

- ادامهٔ انواع نورون‌ها ← نورون رابط ← بررسی اجزاء
  - جسم یاخته‌ای
    - اندازه ← متوسط
    - موقعیت ← درون دستگاه عصبی مرکزی
  - آکسون
    - تعداد ← یک عدد
    - طول ← بلند
    - موقعیت ← درون دستگاه عصبی مرکزی
  - بخش‌هایی که میلین و گرهٔ رانویه دارند. ← گروهی از نورون‌های رابط

۵ تولید پیام عصبی

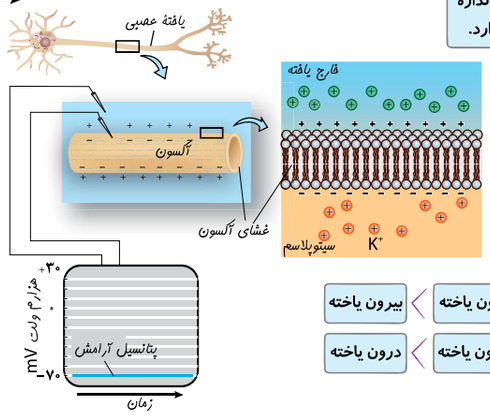
- چگونگی تولید ← در اثر تغییر مقدار یون‌ها در دو سوی غشای نورون به وجود می‌آید.
- میزان بار درون یاخته و بیرون آن ← میزان بار مثبت داخل یاخته کمتر از خارج آن می‌باشد.
- نحوهٔ اندازه‌گیری اختلاف پتانسیل الکتریکی دو سوی غشاء ← قرار دادن دو الکترود یکی درون و دیگری بیرون یاخته
- علت وجود اختلاف پتانسیل بین دو سوی غشاء ← تفاوت دو بار الکتریکی دو سوی غشای یاختهٔ عصبی
- نحوهٔ محاسبهٔ اختلاف پتانسیل ← تفاضل بار الکتریکی در درون یاخته از بیرون آن

بررسی پتانسیل آرامش

- تعریف ← هنگامی که یاختهٔ عصبی فعالیتی ندارد در دوسوی غشاء اختلاف پتانسیلی در حدود ۷۰- میلی‌ولت برقرار است که به آن پتانسیل آرامش می‌گویند.
- نحوهٔ سنجش بار الکتریکی ← داخل یاخته نسبت به خارج آن به اندازهٔ ۷۰ میلی‌ولت بار مثبت کمتری دارد.
- ویژگی
  - پتانسیل الکتریکی درون یاخته نسبت به بیرون آن منفی‌تر است.
  - تعداد یون مثبت بیرون یاخته بیشتر از یون مثبت درون آن می‌باشد.
  - در این حالت بار مثبت ورودی به یاخته کمتر از بار مثبت خروجی از آن است.
- مقایسهٔ یون‌ها
  - پتاسیم ← درون یاخته > بیرون یاخته
  - سدیم ← بیرون یاخته > درون یاخته
- عوامل مؤثر در ایجاد آن ← مولکول‌های پروتئینی مؤثر در جابه‌جایی سدیم و پتاسیم
- علت کمتر بودن بار مثبت درون یاخته نسبت به بیرون ← نفوذپذیری بالای غشای یاخته نسبت به پتاسیم به علت وجود کانال‌های نشتی پتاسیمی

مقایسهٔ یون‌ها در یاخته

- بارهای مثبت شامل یون‌های پتاسیم و سدیم‌اند که بخش عمدهٔ اختلاف پتانسیل ایجاد شده بر عهدهٔ آن‌هاست.
- یون‌های پتاسیم و سدیم هم درون یاخته قرار دارند و هم خارج از آن
- در خارج یاخته میزان یون سدیم بیشتری نسبت به داخل آن وجود دارد.
- در داخل یاخته یون پتاسیم بیشتری نسبت به خارج آن وجود دارد.



بررسی پتانسیل عمل

- ادامهٔ تولید پیام عصبی
- تعریف ← تغییر ناگهانی و شدید اختلاف پتانسیل دو سوی غشای یاختهٔ عصبی که در زمان بسیار کوتاهی داخل یاخته را نسبت به خارج آن مثبت‌تر می‌کند و سپس به حالت اولیه برمی‌گردد.
- علت تغییر ناگهانی پتانسیل غشاء ← فعالیت کانال‌های دریچه‌دار

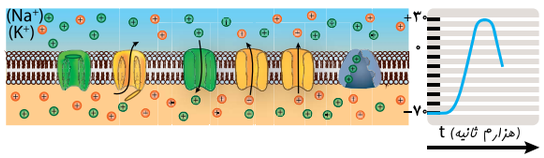
مراحل

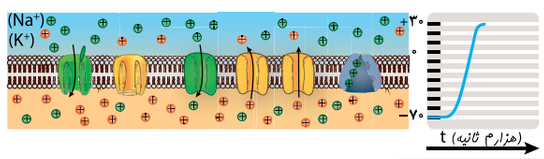
مرحلهٔ اول(باز شدن کانال‌های دریچه‌دار سدیمی)

- وقایع
  1. تحریک یاخته و باز شدن کانال‌های دریچه‌دار سدیمی
  2. ورود ناگهانی یون سدیم به درون یاخته
  3. مثبت‌تر شدن درون یاخته نسبت به بیرون آن
  4. بسته شدن کانال‌های دریچه‌دار سدیمی (در نوک قلهٔ پتانسیل عمل)
  5. رسیدن اختلاف پتانسیل دو طرف غشاء به ۳۰+ میلی‌ولت
- ویژگی‌های قلهٔ نمودار
  - حداکثر مقدار بار مثبت وجود دارد.
  - بیشترین میزان سدیم درون یاخته قرار دارد.
  - معادل زمانی است که اختلاف پتانسیل به ۳۰+ میلی‌ولت می‌رسد.
  - کمترین میزان سدیم در خارج از یاخته قرار دارد.
  - در یک لحظه تمامی کانال‌های دریچه‌دار سدیمی و پتاسیمی بسته هستند.
- ویژگی بخش بالا روی پتانسیل عمل
  - نفوذپذیری غشاء به یون سدیم در بیشترین حالت ممکن قرار دارد.
  - در این مرحله نفوذپذیری سدیم نسبت به پتاسیم بیشتر است.

مرحلهٔ دوم(باز شدن کانال‌های دریچه‌دار پتاسیمی)

- وقایع
  1. باز شدن کانال‌های دریچه‌دار پتاسیمی در اختلاف پتانسیل ۳۰ + میلی‌ولت
  2. خروج ناگهانی یون‌های پتاسیم از درون یاخته
  3. منفی‌تر شدن درون یاخته نسبت به بیرون آن و رسیدن اختلاف پتانسیل به ۷۰- میلی‌ولت
  4. بسته شدن کانال‌های دریچه‌دار پتاسیمی و بازگشت یاخته به حالت آرامش
  5. فعالیت بیشتر پمپ سدیم ـ پتاسیم
  6. پمپ دو یون پتاسیم از خارج به داخل یاخته و سه یون سدیم از داخل به خارج آن به ازای هر بار فعالیت، پمپ سدیم ـ پتاسیم که همراه با مصرف انرژی زیستی است.



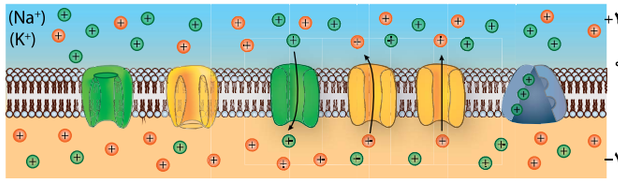


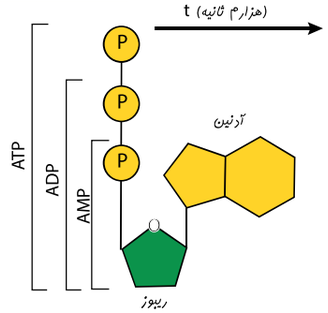
نکته
غشای نورون همانند غشای سایر یاخته‌ها بیش‌تر از فسفولیپیدها تشکیل شده است.

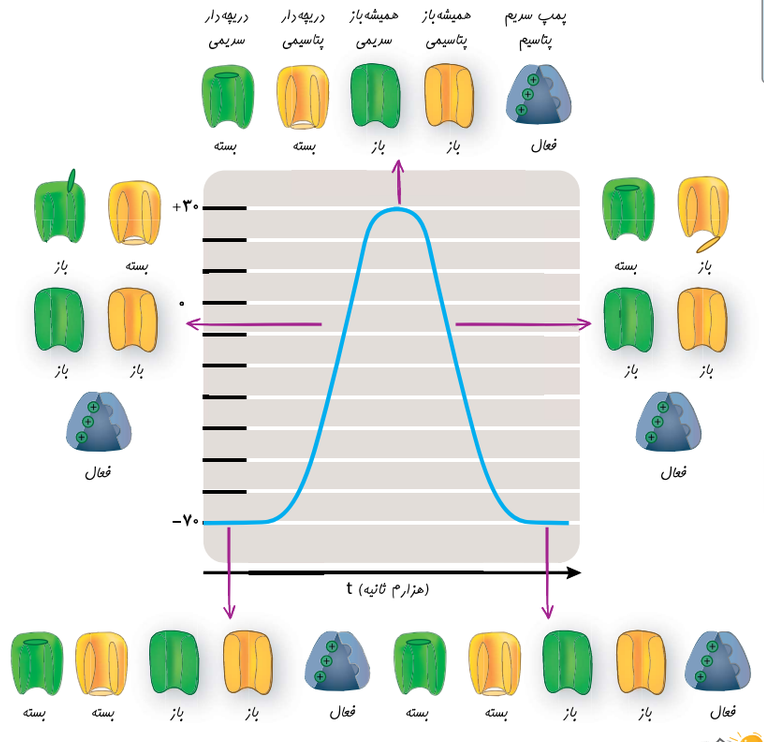
نکته
اندازه یون‌های سدیم و پتاسیم نسبت به مولکول‌های فسفولیپیدی کوچک‌تر است.

نکته
به هنگام ورود یون پتاسیم به درون یاخته، یون سدیم به جایگاه فعال خود در پمپ سدیم- پتاسیم متصل است.

- ادامهٔ بررسی پتانسیل عمل
  - علت کمتر بودن شیب غلظت یون سدیم و پتاسیم در پایان پتانسیل عمل نسبت به حالت آرامش ← زیرا در پتانسیل آرامش مقدار زیادی یون سدیم به یاخته وارد و مقدار زیادی یون پتاسیم از آن خارج می‌شود.
  - نحوهٔ جابه‌جایی یون سدیم و پتاسیم در پتانسیل عمل ← از طریق کانال‌های دریچه‌دار و کانال‌های نشتی
  - ویژگی مشترک همهٔ مراحل پتانسیل عمل
    - میزان پتانسیل داخل یاخته بیشتر از مایع میان‌بافتی است.
    - میزان سدیم خارج یاخته از داخل آن بیشتر است.
  - عملکرد پمپ سدیم- پتاسیم
    - در تمامی مراحل پتانسیل عمل فعال است.
    - فعالیت آن در پایان پتانسیل عمل به شدت بیشتر می‌شود تا میزان یون‌های سدیم و پتاسیم به حالت آرامش برگردد.
  - سایر نکات
    - با باز شدن کانال‌های دریچه‌دار سدیمی اختلاف پتانسیل، ۱۰۰ میلی‌ولت تغییر می‌کند (از ۷۰- میلی‌ولت تا ۳۰+ میلی‌ولت)
    - با باز شدن کانال‌های دریچه‌دار پتاسیمی اختلاف پتانسیل حدود ۱۰۰ میلی‌ولت تغییر می‌کند(از ۳۰+ میلی‌ولت به ۷۰- میلی‌ولت)
    - با فعالیت بیشتر پمپ سدیم-پتاسیم بعد از پتانسیل عمل، اختلاف پتانسیل هیچ تغییری نمی‌کند.
    - ولتاژ بین دو سمت یاخته دو بار یک عدد خاص می‌شود(مثلاً یک بار در بخش بالارو و یک بار در بخش پایین‌رو اختلاف پتانسیل ۱۹+ میلی‌ولت می‌شود)
    - در طی پتانسیل عمل ۴ بار اختلاف پتانسیل مشابه ایجاد می‌شود (بدون در نظر گرفتن علامت)
    - پتانسیل آرامش در همهٔ یاخته‌ها و پتانسیل عمل در اغلب یاخته‌ها می‌تواند تولید شود.
    - کانال دریچه‌دار پتاسیمی تنها یک دریچه به سمت سیتوپلاسم یاخته دارد.
    - کانال دریچه‌دار سدیمی تنها یک دریچه به سمت مایع میان‌بافتی(خارج یاخته) دارد.
    - کانال‌های دریچه‌دار سدیمی و پتاسیمی همانند سایر پروتئین‌ها در ساختار خود انواعی از پیوندهای اشتراکی و غیراشتراکی را دارند.







نکته
کانال‌های دریچه‌دار سدیمی و پتاسیمی تنها در زمان‌های خاصی باز می‌شوند.

نکته
پمپ سدیم- پتاسیم نسبت به کانال‌های نشتی اندازهٔ بزرگ‌تری دارد.

نکته
در پایان پتانسیل عمل به علت افزایش فعالیت پمپ سدیم ـ پتاسیم میزان مصرف ATP افزایش می‌یابد.

- جابه‌جایی در پتانسیل آرامش
  - وضعیت پمپ سدیم - پتاسیم
    - این پمپ فعال است و باعث خارج شدن سدیم از یاخته و وارد کردن پتاسیم به یاخته با صرف انرژی زیستی می‌شود.
    - به صورت خالص یک بار مثبت را از درون یاخته خارج می‌کند.
  - وضعیت کانال‌های نشتی سدیمی-پتاسیمی ← باز است(جابجایی سدیم طی انتشار تسهیل شده)
  - وضعیت کانال‌های نشتی سدیمی
    - باز است(جابه‌جایی پتاسیم طی انتشار تسهیل شده)
    - در غشای نورون‌ها تعداد کانال‌های نشتی پتاسیمی از کانال‌های نشتی سدیمی بیشتر است.
  - وضعیت کانال دریچه‌دار پتاسیمی ← بسته است.
  - اختلاف پتانسیل و تغییرات آن ← ۷۰mv- است و تغییرات ندارد.
  - بیش‌ترین تراکم یون سدیم ← خارج یاخته است.
  - بیش‌ترین تراکم یون پتاسیم ← داخل یاخته است.
  - وضعیت جابه‌جایی یون سدیم ← هم وارد و هم خارج می‌شود.
  - وضعیت جابه‌جایی یون پتاسیم
    - هم وارد و هم خارج می‌شود.
    - میزان پتاسیم داخل یاخته از خارج آن بیشتر است.
- ادامهٔ بررسی پتانسیل عمل
  - وضعیت غشاء در هنگام غیرفعال شدن پمپ سدیم ـ پتاسیم
    - به هم خوردن آرایش یون‌ها
    - به هم خوردن پتانسیل آرامش یون‌ها
    - شیب غلظت یون‌ها صفر می‌شود.
- بررسی زمانی پتانسیل عمل و آرامش ۶
  - زمان فعالیت پمپ سدیم ـ پتاسیم ← هم در پتانسیل عمل و هم در پتانسیل آرامش، پمپ سدیم-پتاسیم فعال است.
  - زمان‌هایی که کانال‌های دریچه‌دار سدیمی بسته‌اند ← پتانسیل آرامش + قلهٔ نمودار پتانسیل عمل + قسمت پایین رو پتانسیل عمل
  - زمان‌هایی که کانال دریچه‌دار پتاسیمی بسته‌اند ← پتانسیل آرامش + قلهٔ نمودار پتانسیل عمل + قسمت بالاروی پتانسیل عمل
  - زمان‌های ورود سدیم به درون یاخته
    - تمامی مراحل پتانسیل عمل از طریق کانال‌های نشتی
    - بخش بالاروی پتانسیل عمل توسط کانال‌های نشتی + کانال‌های دریچه‌دار سدیمی در بخش بالارو
  - نحوهٔ خروج سدیم از یاخته در پتانسیل عمل ← طی فعالیت پمپ سدیم ـ پتاسیم
  - چه زمانی نفوذپذیری غشاء به یون پتاسیم در بیشترین حالت ممکن است؟ ← بخش پایین‌رو پتانسیل عمل
  - چه زمانی اختلاف پتانسیل صفر می‌شود؟ ← مقدار بارهای مثبت دو سوی غشاء برابر است.
  - چه زمان‌هایی اختلاف غلظت یون‌های سدیم و پتاسیم در دو سوی غشاء نسبت به حالت آرامش کمتر است؟ ← بعد از پتانسیل عمل و قبل از فعالیت بیشتر پمپ سدیم ـ پتاسیم