مجموعه کتاب‌های

یازدهم

سونامی زیست شناسی

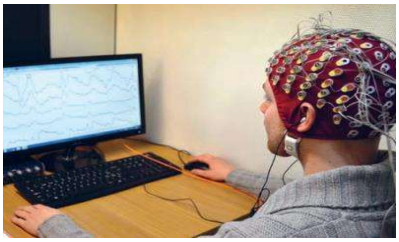
فصل اول: تنظیم عصبی

مؤلف:

اشکان زرندی

زیست شناسی

طراح جلد: شاهین صباغی



مقدمه

بچه‌ها تو همین بخش مقدمه حواستون باشه که نوار مغزی فعالیت الکتریکی نورون‌های **مغز** (نه دستگاه عصبی مرکزی) رو مورد بررسی قرار میده و کاری به نخاع نداره.

گفتار۱) یاخته‌های بافت عصبی

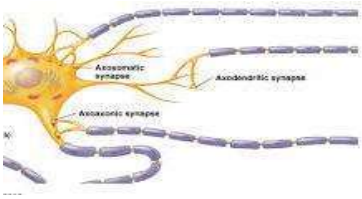
دستگاه عصبی »»»» از **اندام‌های** عصبی »»» از **بافت‌های** عصبی »»» از **یاخته‌های عصبی (نورون) و غیرعصبی (نوروگلیا)**

ویژگی(عملکرد) های یاخته‌های عصبی	
۱- تحریک‌پذیری	پیام عصبی را **تولید** می‌کنند.
۲- **هدایت** پیام عصبی	در طی یک نورون صورت می‌گیرد.
۳- **انتقال** پیام عصبی	انتقال پیام عصبی از یک نورون به یاخته دیگر (سیناپس)

الف) بررسی نورون‌ها (یاخته‌های عصبی)

اجزای تشکیل‌دهنده یاخته عصبی (نورون)		
اجزا	**نقش**	**ویژگی‌های شاخص**
۱- دندریت	رشته‌هایی که پیام عصبی را دریافت و به جسم یاخته‌ای یاخته عصبی وارد می‌کنند.	✓ **اغلب** به‌صورت رشته‌های منشعب‌اند. ✓ **اغلب** منظره شاخه درخت مانند دارند. ✓ می‌تواند مژک داشته باشد. (دندریت‌های نورون حسی بویایی)
۲- جسم سلولی	واسطه بین دندریت و آکسون	✓ **بیشترین حجم سیتوپلاسم** را به خود اختصاص داده است. ✓ **تراکم اندامک‌ها در** آن بیشتر است. ✓ محل قرار گرفتن هسته و **همیشه تک‌هسته‌ای (مونو نوکلئوس)** ✓ محل انجام سوخت‌وساز یاخته‌های عصبی ✓ محل تولید وزیکول‌های محتوی ناقل عصبی ✓ توانایی دریافت پیام را نیز دارد.
۳- آکسون	پیام عصبی را از جسم یاخته‌ای تا انتهای خود که پایانه آکسون نام دارد **هدایت** می‌کند.	✓ از یک‌سو به **جسم یاخته‌ای** متصل شده‌اند و از یک‌سو به **پایانه‌های آکسونی** ختم می‌شوند ✓ در **هدایت** پیام عصبی (جهت **یک‌طرفه**) نقش دارند. (**نه انتقال آن**) ✓ در آن غلاف میلین (نه همیشه) و گره رانویه مشاهده می‌شود . (گره رانویه خودش بخشی از آکسون است)
۴- پایانه‌های آکسون	بخشی از آکسون ها هستند که محل **انتقال** پیام عصبی (سیناپس) از یک نورون به یاخته دیگرند.	✓ محل ارتباط نورون‌ها با یکدیگر (سیناپس) ✓ محل ارتباط نورون‌ها با **یاخته ماهیچه‌ای** ✓ محل ارتباط نورون‌ها با **یاخته‌های غده** ✓ حاوی وزیکول‌های محتوی ناقل عصبی

نکته: هم دندریت‌ها و هم جسم یاخته‌ای و هم آکسون ها »»»» توانایی دریافت پیام عصبی (سیناپس با یک نورون دیگر) را دارند.



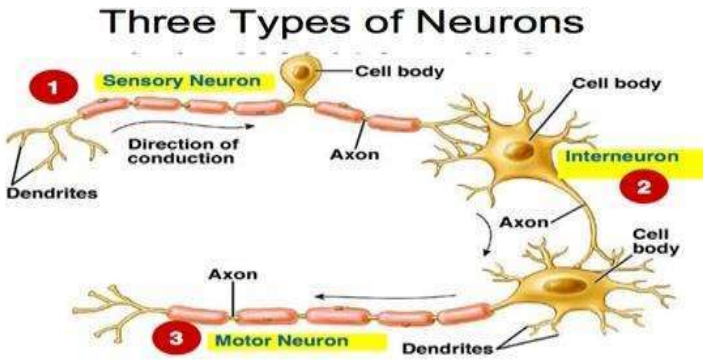
ب) بررسی نوروگلیا (یاخته پشتیبان)

- ✓ تعداد یاخته‌های پشتیبان چند برابر یاخته‌های عصبی است.
- ✓ یاخته‌های پشتیبان مانند نورون‌ها انواع مختلفی دارند »»» فقط **بعضی** از آن‌ها هستند که در تولید غلاف میلین نقش دارند.

ویژگی و عملکرد یاخته‌های پشتیبان (نوروگلیا)	
۱. **ایجادکننده داربست در بافت عصبی**	باعث استقرار یاخته‌های عصبی می‌شوند.
۲. **دفاع از یاخته‌های عصبی**	با عایق کردن نورون‌ها مانع از عملکرد یاخته‌های دستگاه ایمنی بر روی آن‌ها می‌شود . همچنین می‌تواند مانع از نفوذ میکروب‌ها می‌شود.
۳. **حفظ هم ایستایی مایع اطراف آن‌ها**	به دلیل ممانعت از عبور و مرور یون‌ها به درونِ یاخته عصبی مقدار طبیعی یون‌ها را حفظ می‌کند.
٤. ایجاد **غلاف میلین**	یاخته‌های پشتیبان غشای خود را به دور یاخته‌های عصبی می‌پیچند و غلاف میلین را به وجود می‌آورند »»» باعث **هدایت جهشی** پیام عصبی می‌شود.

انواع یاخته‌های بافت عصبی

طبقه‌بندی یاخته‌های عصبی بر اساس عملکرد		
نوع یاخته عصبی	**نقش**	**نحوه سیناپس**
یاخته عصبی حسی	پیام‌های عصبی را **از گیرنده‌های حسی** به‌سوی بخش دستگاه عصبی مرکزی (مغز و نخاع) می‌آورد.	با نورون رابط سیناپس می‌دهد.
یاخته عصبی رابط	رابطه‌ی بین یاخته عصبی را برقرار می‌کند. در **مغز و نخاع** قرار دارند.	با نورون حرکتی سیناپس می‌دهد.
یاخته عصبی حرکتی	پیام‌ها را از بخش مرکزی دستگاه عصبی (مغز و نخاع) به‌سوی اندام‌ها می‌برد.	با نورون دیگر، یاخته‌های ماهیچه یا غده سیناپس می‌دهد.



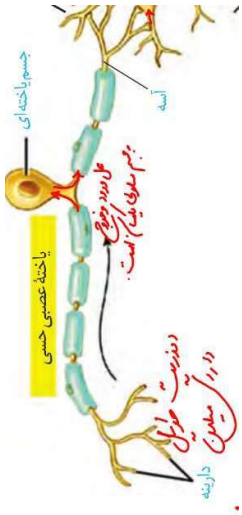
AshkanZarandi
اشکان زرندی
زیست شناسی

هر سه یاخته عصبی می‌توانند میلین دار یا بدون میلین باشند.

نکته: دندریت‌های نورون‌های حسی مانند آنچه که در گیرنده‌های بویایی دیده می‌شود، می‌توانند مژک داشته باشند.

ایستگاه آنالیز شکل) انواع یاخته های عصبی بر اساس شکل کتاب

الف) نورون حسی



۱. دندریت میلین دار (البته میتوانند هیچ یک از دندریت یا آکسون های این نورون میلین نداشته باشند)
۲. طول دندریت آن در مقایسه با آکسون آن بلندتر است (همیشه این گونه نیست)
۳. انشعابات دندریت آن ها زیاد نیست.
٤. جسم یاخته ای نسبتا کوچکی دارد.
٥. آکسون میلین دار دارد. طول آکسون در مقایسه با دندریت کوتاه تر است.
٦. این نورون تنها نورونی است که محل ورود دندریت و محل خروج آکسون یکسان است. (همیشه انگونه نیست)
۷. از نظر عملکردی این نورون پیام ها را به سوی دستگاه عصبی مرکزی می آورند.
۸. دندریت این نورون میتواند با یک نورون دیگر یا با گیرنده در ارتباط باشد.
۹. آکسون این نورون می تواند با نورون دیگر در ارتباط باشد.

نکته: در نورون حسی دندریت همیشه بلند از آکسون نیست »»» گیرنده شیمیایی در پای مگس + گیرنده بویایی)

ب) نورون حرکتی

۱. دندریت آن در این شکل بدون میلین است. ولی میتواند میلین نیز داشته باشد.
۲. دندریت در این نورون همیشه منشعب است.
۳. جسم یاخته ای بزرگتری نسبت به نورون های حسی و رابط دارد.
٤. طویل ترین آکسون در این نورون دیده می شود.
٥. اکسون آن میلین دار است.
٦. محل ورودی دندریت ها!! با محل خروج آکسون، متفاوت است.
۷. دندریت های این نورون می توانند با نورون های دیگر در ارتباط باشند.
۸. پایانه های اکسون این نورون میتوانند با نورون دیگر یا حتی یاخته ماهیجه یا غده در ارتباط باشند.

ج) نورون رابط

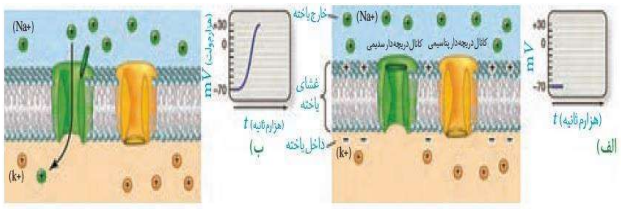
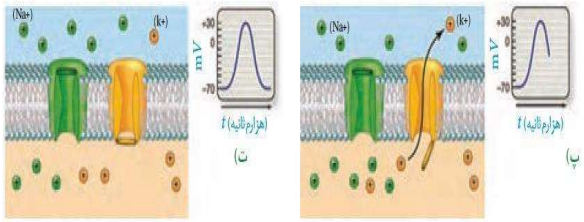
نورون رابط کوچکترین نورون است (در این شکل بزرگ نمایی شده است. بنابراین همه اجزای آن نسبت به نورون های حسی و حرکتی متفاوت است.

۱. دندریت در این نورون همیشه منشعب است.
۲. محل ورودی دندریت ها!! با محل خروج آکسون، متفاوت است.
۳. مهمترین نکته در مورد نورون های رابط این است که این نورون ها فقط در دستگاه عصبی مرکزی (مغز و نخاع) مشاهده می شوند.
٤. نورون های رابط در این شکل بدون میلین هستند ولی می توانند میلین نیز داشته باشند.

مقایسه ساختاری انواع یاخته عصبی بر اساس شکل کتاب				
		نورون حسی	نورون حرکتی	نورون رابط
دندریت	اندازه	بلند	کوتاه	کوتاه
	انشعاب	کم	زیاد	زیاد
	میلین	دارد	ندارد	ندارد
	در ارتباط	سلول گیرنده	در ارتباط با سایر نورون‌ها ازجمله نورون رابط	پایانه آکسون حسی
جسم سلولی	اندازه هسته	کوچک‌تر	بزرگ	متوسط
	محل اتصال به آکسون و دندریت	یک محل	چند محل	چند محل
آکسون	طول	کوتاه	بلندترین	بلند
	میلین	دارد	دارد	(می‌تواند داشته باشد)
پایانه آکسونی	سیناپس با	نورون‌های دیگر	نورون تار (نه تارچه) ماهیچه‌ای غدد	نورون‌های دیگر

نحوه ایجاد پیام عصبی در نورون

انواع پروتئین‌های غشای یاخته عصبی (نقش در عبور یون‌های سدیم و پتاسیم)		
نوع	نقش	توضیح
۱- کانال همیشه باز (نشتی) سدیمی	واردکردن یون‌های سدیم از فضای بین یاخته‌ای به درون‌یاخته	تعداد یون‌های پتاسیم خروجی بیشتر است چون غشا در حالت آرامش نسبت به یون‌های پتاسیم نفوذپذیرتر است. (چراکه تعداد کانال‌های همیشه باز (نشتی) پتاسیمی خیلی بیشتر از سدیمی است.)
۲- کانال همیشه باز (نشتی) پتاسیمی	خارج کردن یون‌های پتاسیم از درونِ یاخته عصبی به بیرون	
۳- پمپ سدیم – پتاسیم (پروتئین هیدرولیز کننده ATP)	سه یون سدیم را از یاخته عصبی خارج و دو یون پتاسیم را به آن وارد می‌کند.	نیازمند صرف ATP است. ابتدا یون‌های سدیم را از یاخته خارج می‌کند و سپس یون‌های پتاسیم را وارد می‌کند. (هم‌زمان نیست) پمپ سدیم - پتاسیم همیشه فعال است. بعد از پتانسیل عمل فعالیت آن بیشتر می‌شود.
۴- کانال‌های دریچه دار سدیمی	ورود تعداد فراوانی یون‌های سدیم از طریق این کانال‌ها	با تحریک شدن غشای یاخته و تغییر ولتاژ آن باز می‌شوند و در اثر ورود ناگهانی یون‌های سدیم داخل سلول مثبت‌تر می‌شود. مواد بی‌حس‌کننده موضعی از باز شدن آن‌ها جلوگیری می‌کنند.
۵- کانال‌های دریچه دار پتاسیمی	خروج تعداد فراوانی یون‌های پتاسیم از طریق این کانال‌ها	این کانال‌ها بعد از عملکرد کانال‌های سدیمی برای مدت کوتاهی باز و سریعاً بسته می‌شوند. »»» پتانسیل یاخته مجدداً به حالت آرامش بازمی‌گردد.

بررسی وقایع پتانسیل عمل	
۱. تحریک یاخته عصبی	**بخش صعودی** نمودار پتانسیل عمل و رسیدن به نقطه ۳۰+ 
۲. باز شدن کانال‌ها دریچه دار (ولتاژی) سدیمی	
۳. ورود ناگهانی مقدار فراوانی از یون‌های سدیم به درونِ یاخته	
٤. مثبت‌تر شدن موقتی بار الکتریکی درونِ یاخته	
٥. بسته شدن کانال‌های دریچه دار سدیمی (در مدت‌زمانِ کوتاه)	
٦. باز شدن کانال‌های دریچه دار پتاسیمی	**بخش نزولی** پتانسیل عمل و رسیدن به نقطه ۷۰- 
۷. خروج یون‌های پتاسیم از درونِ یاخته عصبی به بیرون آن	
۸. منفی شدن درون یاخته نسبت به بیرون آن	
۹. بازگشت اختلاف پتانسیل غشای یاخته عصبی به حالت آرامش	
۱۰. فعالیت **بیشتر** پمپ سدیم و پتاسیم	بعد از رسیدن اختلاف پتانسیل غشا به به ۷۰- میلی ولت

نکات مربوط به پتانسیل عمل:

۱) براثر افزایش شدت محرک، **میزان** پتانسیل عمل افزایش نمی‌یابد (نمودار از ۳۰+ بالاتر نمی رود) بلکه در **تعداد** بیشتری از نورون‌ها، پتانسیل عمل شکل می‌گیرد. (کمیت بیشتر می‌شود، نه کیفیت)

۲) با در نظر گرفتن فعالیت پمپ و کانال‌های نشتی می‌توان گفت: همواره یون سدیم و پتاسیم به داخل سلول وارد و از آن خارج می‌شوند.

۳) پتانسیل عمل در نورون‌های بدون میلین نقطه‌به‌نقطه (کند) و در نورون‌های میلین دار گره به گره هدایت می‌شود (هدایت جهشی) .

۴) در یک نورون هیچ‌گاه انباشته شدن یون‌های سدیم و پتاسیم را نخواهیم دید »»» چون پمپ همیشه در حال فعالیت است.

۵) در یک نمودار پتانسیل عمل کامل به عنوان مثال یاخته:

چهار بار اختلاف پتانسیل ۲۰ را تجربه می کند. / سه بار اختلاف پتانسیل ۳۰ را تجربه می کند / دو بار اختلاف پتانسیل ۴۰ را تجربه می کند.

۶) مکانیسم انتقالی در همه کانال‌ها انتشار تسهیل شده می‌باشد. پمپ سدیم – پتاسیم بر اساس انتقال فعال یون ها را عبور می دهد.

۷) کانال‌های دریچه دار برای ناقل عصبی گیرنده است. ***(بر اساس علمی این مطلب مورد تایید نیست ولی بر اساس کتاب صحیح است)***

۸) پمپ سدیم پتاسیم (پروتئین هیدرولیز کننده **ATP**)، می‌تواند در غشای اغلب یاخته‌ها حضور یابد.

۹) هر دو کانال دریچه دار میتوانند همزمان بسته باشند ولی هیچ یک از آن ها همزمان باز نیستند.

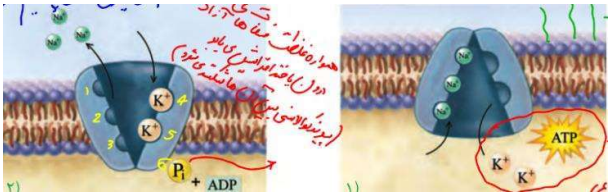
۱۰) در حالت آرامش همواره نفوذپذیری نورون به یون پتاسیم بیشتر است.

۱۱) حواستون باشه اگر در **یک نورون** همزمان در دو نقطه پتانسیل عمل ایجاد شده باشد »»» میتوان زمانی را یافت که هر دو کانال دریچه دار سدیمی یا پتاسیمی باز هستند. (این موضوع در یک نقطه از نورون صادق نیست)

۱۲) چه در بخش صعودی و چه در بخش نزولی نمودار پتانسیل عمل، اختلاف پتانسیل الکتریکی ابتدا **کاهش** (به صفر نزدیک می شود) و سپس **افزایش** می‌یابد.

۱۳) ترکیب با دوازدهم – دی ۱۴۰۱ - وقتی کانال دریچه دار سدیمی باز می شود »»»» یعنی تغییر شکل در پروتئین ایجاد می شود. پروتئین ها در حالت طبیعی در ساختار سوم دارای برهم کنش آبگریز هستند که شکل پروتئین را تغییر می کند. وقتی شکل پرتئین تغییر می کند، برهم کنش های آبگریز آن ها نیز تغییر می کند.

ایستگاه آنالیز شکل: پمپ سدیم – پتاسیم



۱. این پمپ یه پروتئین سراسری با ساختار چهارم پروتئینی است که هم دارای بخش آب دوست است (در تماس با سر فسفولیپید های غشا) هم دارای بخش آبگریز است (در تماس با اسید های چرب)

۲. این پمپ دارای فعالیت آنزیمی است. بخش آنزیمی آن در سمت درون یاخته ای واقع است که **ATP** را هیدرولیز کرده و به **ADP** تبدیل می کند. برای این کار پمپ نیازمن مصرف آب است. (شکست پیوند کوالانسی بین فسفات ها)

۳. این پمپ دارای ۶ جایگاه اتصالی است »»» ۳ تا برای یون سدیم / ۲ تا برای پتاسیم / یکی برای **ATP**

٤. اگر دهانه پمپ به سمت داخل باز باشد تمایل برای اتصال به یون سدیم بیشتر است.

٥. اگر دهانه به سمت خارج یاخته باز باشد تمایل برای اتصال به یون پتاسیم بیشتر است.

٦. ترتیب اتصال مواد و عملکرد پمپ به صورت زیر است:

۱) اتصال یون های سدیم ۲) اتصال ATP ۳) هیدرولیز ATP ۴) تغییر شکل پمپ ۵) خروج یون های سدیم

۶) اتصال یون های پتاسیم ۷) تغییر شکل پمپ ۸)خروج یون های پتاسیم

۷. از آنجایی که پمپ سدیم و پتاسیم یک پروتئین غشایی است توسط ریبوزوم های متصل به شبکه اندوپلاسمی زبر ساخته شده است.

گره رانویه چه نقشی دارد؟

عوامل مؤثر بر **سرعت هدایت** پیام عصبی دو چیز است:

۱. **قطر نورون** »»» هرچه قطر نورون بیشتر باشد سرعت هدایت پیام عصبی بیشتر می‌شود.

۲. **وجود غلاف میلین** »»» در نورون‌هایی که غلاف میلین دارند هدایت پیام عصبی به‌صورت جهشی صورت می‌گیرد.

ایستگاه آموزشی: بررسی بیماری MS

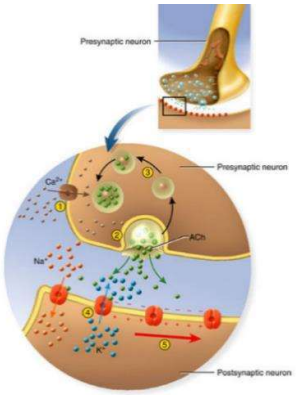
✓ یک بیماری خود ایمنی است »»» یعنی دستگاه ایمنی به یاخته های پشتیبانی که در تولید غلاف میلین نقش دارند، حمله می کند.

✓ باعث کاهش **سرعت** هدایت پیام عصبی می شود.

بیماری MS	
علائم	**توضیح**
۱. اختلال در بینایی	جزو بیماری‌های عصبی مرتبط به چشم طبقه بندی می شود.
۲. اختلال در حرکت	آسیب به یاخته های پشتبان نورون های حرکتی
۳. لرزش	ایجاد انقباض های غیر ارادی در ماهیچه های اسکلتی (این ماهیچه ها اساسا به صورت ارادی عمل می کنند مگر در انعکاس ها)

بررسی فرایند سیناپس (همایه) :

سیناپس (همایه)		
نوع یاخته	**نقش**	**توضیح**
نورون (یاخته) پیش سیناپسی	یاخته عصبی‌ای که قرار است انتقال پیام عصبی از انتهای آن صورت گیرد.	یاخته پیش سیناپسی یک نورون است . (در فصل دوم اشاره شده است که می‌تواند یک یاخته گیرنده نیز باشد.) ناقلین عصبی در جسم سلولی نورون پیش سیناپسی ساخته می‌شوند، از طریق آکسون تا پایانه آکسون هدایت می‌شوند و در پایانه‌های آکسونی مستقر می‌شوند و در انتظار پیام عصبی می‌مانند.
فضای سیناپسی	فضایی در محل سیناپس بین یاخته‌های پیش و پس سیناپسی که در آن ناقل عصبی از یاخته پیش سیناپسی **آزاد** (ترشح- کتاب ۴۰۲) می‌گردد.	در این فضا مانند سایر قسمت‌های بدن میزان فراوانی از یون‌های سدیم وجود دارند که تمایل دارند به‌جز کانال‌های همیشه باز سدیمی از طریق کانال‌های ولتاژی سدیمی نیز به داخل یاخته پس سیناپسی بروند ولی دریچه‌های کانال‌های ولتاژی سدیمی بسته است.
یاخته (نه نورون) پس سیناپسی	یاخته‌ای که قرار است پیام عصبی در آن ایجاد گردد.	می‌تواند یکی از یاخته‌های زیر باشد: ۱) نورون ۲) ماهیچه (منجر به انقباض ماهیچه) ۳) غده درون‌ریز(منجر به ترشح هورمون)



آیا ناقل عصبی به درون یاخته پس سیناپسی وارد می‌شود؟ هیچ‌گاه ناقل عصبی به درون سلول پس سیناپسی وارد نمی‌شود.

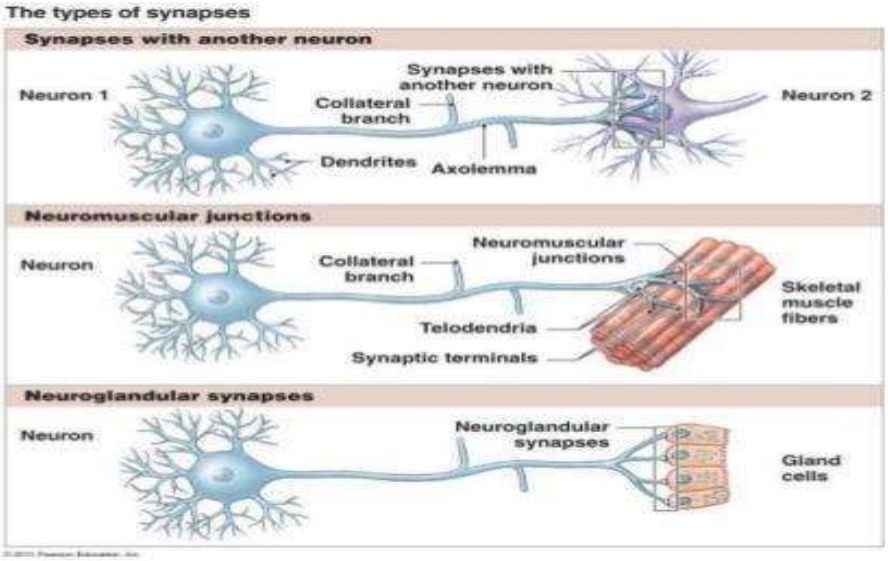
خودمونی:

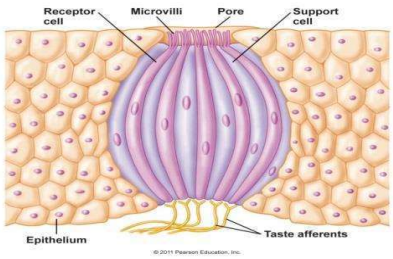
بچه‌ها طبق کتاب یاخته پیش سیناپسی یه نورونه ولی یاخته پس سیناپسی الزاماً یه نورون نیست (میتونه یاخته‌های غده یا ماهیچه باشه) درست؟؟ ولی من میخوام یه چیز دیگه بهتون بگم. یه کم جلو تر در فصل بعد میخونیم که در یه یاخته‌ای مثل گیرنده چشایی میتونه پتانسیل عمل به وجود بیاد (درواقع گیرنده‌های چشایی ازجمله یاخته‌های بافت پوششی زبان بودن با این تفاوت که یه کم نسبت به اونا زرنگ‌تر بودن و تونستن تمایز پیدا کنن و به‌این‌ترتیب پتانسیل عمل میتونه تو اونا شکل بگیره). این یاخته تا می تونن طی فرایند سیناپس، پتانسیل عمل شکل‌گرفته تو خودشون رو به یاخته‌های بعدی منتقل کنند.

انواع سیناپس

الف) سیناپس‌های نورونی

۱. نورون به نورون
۲. نورون به میون (ماهیچه)
۳. نورون به غده





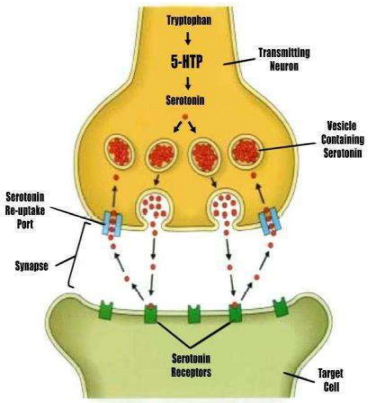
ب) سیناپس بین یاخته غیرعصبی با نورون (نوع ویژه‌ای از سیناپس)

یادمون باشه در فصل خواهیم دید در برخی گیرنده‌های حسی که درواقع سلول غیرعصبی هستند امکان ایجاد پتانسیل عمل و انتقال آن به نورونی که با آن‌ها در ارتباط است وجود دارد.
مانند آنچه که در گیرنده‌های چشایی خواهیم خواند.

بررسی گام‌به‌گام فرایند سیناپس

گام	محل رخداد
۱. ساخته‌شدنِ ناقل عصبی در جسم سلولی یاخته‌های عصبی (یا یاخته گیرنده)	یاخته سلولی (درمیان‌یاخته‌ی یاخته)
۲. ذخیره شدن و بسته‌بندی ناقلین عصبی درون کیسه‌های کوچک (وزیکول)	یاخته سلولی
۳. هدایت این کیسه‌های کوچک در طول آکسون تا رسیدن به پایانه آکسونی	آکسون
٤. استقرار این کیسه‌های کوچک در پایانه‌های آکسونی	پایانه آکسون
٥. **آزاد شدن** (ترشح شدن- کتاب ۴۰۲) ناقل عصبی درون این کیسه‌ها با فرایند برون‌رانی (نیازمند صرف **ATP**)	پایانه آکسونی و فضای سیناپسی/ در اثر رسیدن پیام عصبی (پتانسیل عمل) به پایانه‌های آکسونی این مرحله صورت می‌گیرد.
٦. طی کردن فضای سیناپسی توسط ناقل عصبی و رسیدن آن به غشای یاخته پس سیناپسی	در این حالت می‌توان گفت که پیام الکتریکی (پتانسیل عمل) به پیام شیمیایی (ناقل عصبی) تبدیل‌شده است
۷. اتصال ناقل عصبی به پروتئین‌های کانالی موجود در غشای یاخته پس سیناپسی »»» این اتصال منجر به باز شدن این کانال‌ها می‌شود.	در این حالت ناقل عصبی نفوذپذیری غشای یاخته عصبی به یون‌ها را تغییر داده است.
۸. ورود یون‌های سدیم از فضای بین یاخته‌ای به داخل یاخته پس سیناپسی »»» تغییر پتانسیل الکتریکی یاخته	این تغییر پتانسیل الکتریکی می‌تواند: ۱- یاخته عصبی را فعال کند. ۲- از فعالیت یاخته عصبی جلوگیری کند.

نکات مربوط به سیناپس:



۱. هر جا **پایانه آکسونی** دیده شود »»» امکان سیناپس وجود دارد.

۲. سیناپس عبارت‌اند از: فعالیت الکتریکی »»» شیمیایی »»» الکتریکی

۳. در سیناپس مفهوم هدایت، الکتریکی و مفهوم انتقال، شیمیایی است.

٤. هیچ‌گاه ناقل عصبی به درون یاخته پس سیناپسی وارد نمی‌شود. اما باید توجه شود که ناقل عصبی میتواند به یاخته پیش سیناپسی وارد شود (زمانی که با ناقلین عصبی باقی مانده در فضای سیناپسی با مکانسیم اندوسیتوز به یاخته پیش سیناپسی وارد می شوند)

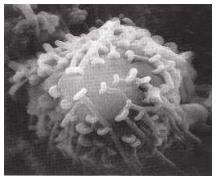
٥. در فضای سیناپسی علاوه بر مایع بین سلولی، ناقل عصبی و یون‌ها، **آنزیم** ها نیز مشاهده می‌شود. (آنزیم های برون سلولی »»» ساخته شده توسط ریبوزوم ها متصل به شبکه اندوپلاسمی زبر)

٦. هیچ‌گاه یاخته پیش سیناپسی به یاخته پس سیناپسی نمی‌چسبد. (عدم اتصال فیزیکی)

۷. فضای سیناپسی جز محیط داخلی محسوب می‌شود.

۸. اینطور نیست که وزیکول محتوی ناقل عصبی با رسیدن پیام عصبی **تولید** و **ترشح** شود. بلکه از قبل این وزیکول ها در جسم سلولی تولید شده‌اند به دنبال هدایت از طریق آکسون در پایان های اکسونی مستقر شد اند. با رسیدن پیام عصبی ترشح می شوند.

۹. هیچ وزیکولی وارد فضای سیناپسی نمی‌شود بلکه محتویات آن است که وارد فضای سیناپسی می شود.



۱۰. همواره حرکت وزیکول های محتوی ناقل عصبی هم جهت با پیام عصبی نیست »»» حواستون به ناقلین عصبی برگشتی از فضای سیناپسی باشه!!!!!

۱۱. به دنبال اگزوسیتوز محتویات وزیکول به درون فضای سیناپسی، میتوان افزایش مساحت غشای نورون پیش سیناپسی را متصور شد.

۱۲. چه خروج محتویات وزیکول ها (اگزوسیتوز) و چه بازگشت آن ها (اندوسیتوز) نیازمند صرف انرژی زیستی می باشد.

۱۳. حواست به این شکل باشه که داره سیناپس رو نشون میده اونم با میکروسکوپ الکترونی

سرنوشت ناقل‌های عصبی باقی‌مانده در فضای سیناپسی:

۱) دوباره جذب یاخته پیش سیناپسی می‌شود ۲) هضم آنزیمی »»» آنزیم تا از یاخته پیش سیناپسی ترشح می‌شوند.

انواع سیناپس بر اساس تحریکی یا مهاری بودن:

یادمون باشه اساساً سیناپس‌ها به یکی از دو صورت زیر هستن:

۱. سیناپس تحریکی »»» ایجادکننده پتانسیل عمل در یاخته پس سیناپسی در اثر باز شدن کانال‌های یونی سدیمی

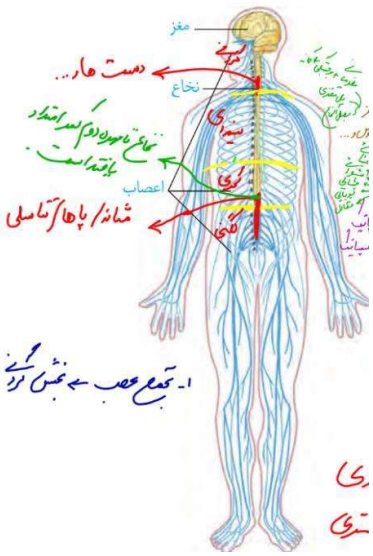
۲. سیناپس مهاری »»» **عدم** ایجاد پتانسیل عمل در یاخته پس سیناپسی در اثر باز شدن کانال‌های یونی پتاسیمی

نکته: در هر سیناپسی، چه تحریکی باشد و چه مهاری، اختلاف پتانسیل بین دو سوی غشای سلول تغییر می‌کند.

گفتار ۲) ساختار دستگاه عصبی

طبقه‌بندی دستگاه عصبی				
بخش مرکزی	مغز	مخ (بخش اصلی)		
		مخچه (بخش اصلی)		
		ساقه مغز (بخش اصلی)	مغزمیانی	
			پل مغزی	
			بصل النخاع	
		سامانه لیمبیک (بخش فرعی)	در ارتباط با تالاموس	
			در ارتباط با هیپوتالاموس	
			هیپوکامپ	
	نخاع	عصب‌های نخاعی به آن متصل می‌شوند.		
بخش محیطی	حسی	گیرنده‌های پیکری	در اغلب قسمت‌های بدن	
		گیرنده‌های ویژه	مستقر در اندام‌های حس درون سر	
	حرکتی	پیکری	ارادی (در موارد انعکاس غیرارادی عمل می‌کند)	
		خودمختار	غیرارادی	سمپاتیک
				پاراسمپاتیک

ایستگاه آنالیز شکل: بررسی شکل دستگاه عصبی مرکزی و محیطی



۱. بیشترین اعصاب منشا گرفته از نخاع در ناحیه گردن است.
۲. اعصاب دست ها به قسمت هایی از نخاع در حوالی گردن متصل می شود.
۳. اعصاب مغزی بدون وارد شدن به نخاع مستقیم به مغز رفته اند.
٤. طویل ترین اعصاب در پاها مشاهده می شود.
٥. به نواحی انتهایی نخاع اعصاب مربوط به بخش هایی مانند پاها، مثانه، اندام های تناسلی و .... وارد می شود.
٦. نخاع تا مهره دوم کمر امتداد یافته است.
۷. دو عصب از ناحیه پایینی مغز خارج شده و بدون عبور از نخاع به دنبال عبور از دیافراگم تا ناحیه کمر امتداد یافته اند.
۸. هر عصبی که مستیما به مغز وارد می شود لزوما از ناحیه سر نیست.