

## انتقال پیام عصبی

- یادآوری: گفتیم پتانسیل عمل در طول یاخته عصبی از یک نقطه به نقطه‌ی دیگر از همان یاخته منتقل می‌شود. به این اتفاق می‌گن هدایت پیام عصبی.
- ✓ حالا می‌خواهیم انتقال پیام عصبی را بگیریم. منظور از انتقال پیام عصبی این است که پتانسیل عمل (پیام عصبی) از یک یاخته عصبی به یاخته دیگر (عصبی و غیرعصبی) منتقل شود.
  - ✓ یاخته‌های عصبی به یکدیگر نچسبیده‌اند و با یکدیگر ارتباط ویژه‌ای به نام سیناپس ایجاد می‌کنند.
  - ✓ مواد لازم برای انتقال پیام عصبی:

- ۱ یاخته (عصبی) پیش سیناپسی      ۲ یاخته پس سیناپسی      ۳ سیناپس      ۴ انتقال دهنده‌های عصبی
- ۱ یاخته (عصبی) پیش سیناپسی

یاخته عصبی که پیام عصبی را به یاخته بعدی انتقال می‌دهد. بهش می‌گن، یاخته پیش سیناپسی.

نکته: همیشه، همه‌جا و در هر شرایطی، قطعاً یاخته پیش سیناپسی یاخته عصبی است و ویژگی همه یاخته‌های عصبی را دارد.

مشخصات یاخته پیش سیناپسی (که حتماً نوروئ است) موارد زیر می‌باشد:

- a\_ هدایت پیام عصبی تا پایانه‌ی آکسون      b- تولید و ذخیره انتقال دهنده‌ی عصبی      c- داشتن پایانه‌ی آکسون

نکته: انتقال دهنده‌ی عصبی طی فرآیند برون رانی ترشح می‌شود. مواظب باشید یاخته‌های عصبی که تولیدکننده‌ی هورمون هستند، نمی‌توانند انتقال دهنده عصبی ترشح کنند.

d- تبدیل اثر محرک به پیام عصبی

نکته: درون پایه‌ی آکسون یاخته پیش سیناپسی انتقال دهنده‌ی عصبی ذخیره می‌شود.

نکته: به طور کلی یاخته عصبی حسی، یاخته عصبی رابط و یاخته عصبی حرکتی می‌توانند یاخته پس سیناپسی یا پیش سیناپسی باشند.

ترکیب: درون شبکه‌ی چشم انسان، یاخته‌های عصبی تشکیل دهنده‌ی عصب بینایی (یاخته عصبی حسی) با یاخته پیش سیناپسی تشکیل سیناپس می‌دهند و نقش یاخته پس سیناپسی دارند.

نکته: یاخته عصبی پیش سیناپسی می‌تواند با دندریت، جسم یاخته‌ای و آکسون یاخته عصبی پس سیناپسی، سیناپس تشکیل دهد.

### ۲ یاخته پس سیناپسی

- ✓ یاخته پس سیناپسی، یاخته‌ای است که برای انتقال دهنده‌ی عصبی دارای گیرنده است و پیام عصبی توسط انتقال دهنده‌ی عصبی به آن منتقل می‌شود.
- یاخته عصبی، یاخته‌های ماهیچه‌ای و غده‌ها می‌توانند یاخته پس سیناپسی باشند.

ویژگی کلی همه‌ی یاخته‌های پس سیناپسی:

a- در غشای پلاسمایی آن‌ها برای انتقال دهنده‌ی عصبی گیرنده وجود دارد.

b- در مجاورت پایانه‌ی آکسون یاخته عصبی پیش سیناپسی قرار دارند.

c- بین یاخته پس سیناپسی و پایانه‌ی آکسون یاخته عصبی پیش سیناپسی فضای خالی و مایع بین یاخته‌ی وجود دارد.

d- همگی توانایی دریافت و هدایت پیام عصبی دارند.

۱- سه نوع یاخته‌ی ماهیچه‌ای در بدن آدم‌ها وجود دارد:

- a- ماهیچه‌ی صاف      b- ماهیچه‌ی اسکلتی      c- ماهیچه‌ی قلبی

✓ همه‌ی موارد بالا با نیاخته عصبی حرکتی سیناپس تشکیل می‌دهند و نقش یاخته پس سیناپسی دارند.

تذکر: موارد a, b, c هیچ‌گاه نمی‌توانند نقش یاخته پیش سیناپسی داشته باشند. چون یاخته عصبی نیستند.

۲- به طور کلی در بدن انسان‌ها دو نوع غده وجود دارد:

- a- غده‌ی درون‌ریز      b- غده‌ی برون‌ریز

موارد a, b نیز مانند ماهیچه‌ها فقط با یاخته عصبی حرکتی سیناپس تشکیل می‌دهند و فقط نقش یاخته پس سیناپسی دارند.

تذکر: موارد a, b مانند ماهیچه‌ها هیچ‌گاه نمی‌توانند نقش یاخته پیش سیناپسی داشته باشند.

نکته: موارد ۱ و ۲ قطعاً برای انتقال دهنده‌های عصبی که توسط یاخته عصبی حرکتی ساخته می‌شوند دارای گیرنده‌ی پروتئینی هستند.

### ۳ سیناپس (همایه)

- ✓ محلی را که در آن یک یاخته عصبی با یاخته دیگر ارتباط برقرار می‌کند، سیناپس (همایه) می‌نامند.
- در سیناپس‌ها، یاخته عصبی به یاخته دیگر نمی‌چسبد، بلکه بین پایانه‌ی یک آکسون (یاخته پیش سیناپسی) و یاخته دریافت کننده (یاخته پس سیناپسی)، فاصله‌ی کمی وجود دارد که به آن فضای سیناپسی می‌گویند.
- ✓ به طور کلی در سیناپس قسمت انتهایی غشای پایانه‌ی آکسون (مربوط به یاخته پیش سیناپسی) غشای یاخته پس سیناپسی (نورون یا غده یا ماهیچه) و فضای سیناپسی وجود دارد.

**نکته:** فضای بین پایانه‌ی آکسون یاخته عصبی پیش سیناپسی و یاخته پس سیناپسی (فضای سیناپسی) توسط مایع بین یاخته‌ی پر شده است و جز محیط داخلی می‌باشد.

**نکته:** در بخشی از غشای پلاسمایی یاخته پس سیناپسی که در فضای سیناپسی قرار دارد، تعداد زیادی گیرنده‌های انتقال دهنده عصبی وجود دارد.

**نکته:** سیناپس محلی است که در آن پیام عصبی که ماهیت الکتریکی دارد به پیام شیمیایی تبدیل می‌شود.

### ۴ انتقال دهنده‌های عصبی

- ✓ در سطح کتاب درسی باید بدانید که انتقال دهنده‌های عصبی مولکول‌های شیمیایی‌اند که پیام عصبی (که ماهیت الکتریکی دارد) به یاخته پس سیناپسی منتقل می‌کنند.

**در مورد انتقال دهنده‌های عصبی مطالب زیر را نوشتیم:**

- a-** در جسم یاخته‌ای یاخته عصبی پیش سیناپسی ساخته می‌شوند.
  - b-** درون وزیکول‌هایی در پایانه‌ی آکسون ذخیره هستند.
  - c-** طی فرآیند برون رانی از پایانه‌ی آکسون به مایع میان بافتی ریخته می‌شوند.
- ترکیب:** برای وقوع فرآیند برون رانی وجود یون کلسیم و انرژی زیستی (ATP) ضروری است.
- نکته:** طی فرآیند برون رانی انتقال دهنده‌های عصبی، بر وسعت غشای پلاسمایی پایانه‌ی آکسون یاخته عصبی پیش سیناپسی افزوده می‌شود.

**ترکیب:** مایع میان بافتی جزء محیط داخلی بوده و منشاء خونی دارد ولی جزء خون نیست.

**تذکر مهم:** انتقال دهنده‌های عصبی هیچ‌گاه وارد جریان خون نمی‌شوند.

**d-** فضای سیناپسی (مایع بین یاخته‌ی یا مایع میان بافتی) را طی می‌کنند.

**e-** به گیرنده‌های خود در غشای پلاسمایی یاخته پس سیناپسی (در سیناپس) متصل می‌شوند.

**f-** این اتصال قطعاً پتانسیل الکتریکی یاخته پس سیناپسی را تغییر می‌دهد.

**تذکر:** انتقال دهنده‌های عصبی توانایی عبور از غشای پلاسمایی یاخته پس سیناپسی ندارند و وارد یاخته پس سیناپسی نمی‌شوند.

**نکته:** انتقال دهنده‌های عصبی چون وارد جریان خون نمی‌شوند پس جریان خون در انتقال آن هیچ نقش مستقیمی ندارد.

**g-** ناقل‌های عصبی درون فضای سیناپسی عمر کوتاهی دارند و زود محو می‌شوند.

**h-** تخلیه ناقل‌های عصبی از فضای سیناپسی به دو روش امکان پذیر است :

۱: جذب دوباره ناقل به یاخته پیش سیناپسی

۲: تجزیه ناقل عصبی توسط آنزیم

**i-** تغییر در میزان طبیعی ناقل‌های عصبی منجر به بیماری و اختلال در کار دستگاه عصبی می‌شود. (بیماری‌هایی همچون آلزایمر و پارکینسون)

**ترکیب:** انتقال دهنده‌های عصبی برخلاف هورمون‌ها عمل سریع دارند اما مدت اثر آن‌ها کوتاه است.

**نکته:** همه‌ی انتقال دهنده‌های عصبی در پایانه‌ی آکسون ذخیره می‌شوند.

**نکته:** آن دسته از انتقال دهنده‌های عصبی که توسط جسم یاخته‌ای ساخته می‌شوند؛ توسط آکسون به پایانه‌ی آکسونی حمل می‌شوند.

**ترکیب:** هورمون‌هایی که توسط یاخته عصبی ساخته می‌شوند (اکسی توسین، ضد اداری، مهارکننده و آزاد کننده) وارد جریان خون می‌شوند و ناقل پیام عصبی نیستند.

### ۵ مراحل انتقال پیام عصبی

از اول تا آخرین مرحله که پیام عصبی از یاخته پیش سیناپسی به یاخته پس سیناپسی منتقل می‌شود، اتفاقات زیر رخ می‌دهد:

- ۱- پیام عصبی (که ماهیت الکتریکی دارد) به پایانه‌ی آکسون می‌رسد.
- ۲- وزیکول‌های حاوی انتقال دهنده‌ی عصبی به غشای پلاسمایی پایانه‌ی آکسون متصل می‌شوند.  
نکته: انتقال دهنده‌های عصبی قبلاً ساخته شده و درون وزیکول‌هایی در پایانه‌ی آکسون ذخیره شده‌اند.
- ۱- غشای پلاسمایی وزیکول حاوی انتقال دهنده، با غشای پلاسمایی در پایانه‌ی آکسون ادغام می‌شود و ناقل‌های عصبی به فضای سیناپسی ترشح می‌شود.  
نکته: فرآیند خروج انتقال دهنده‌های عصبی از نوع برون رانی (یون کلسیم + مصرف ATP) است.
- ۲- ناقل‌های عصبی (همان انتقال دهنده‌های عصبی) از فضای سیناپسی (نه خون) عبور کرده و خود را به یاخته پس سیناپسی می‌رسانند.  
نکته: انتقال دهنده‌های عصبی بدون دخالت جریان خون به یاخته پس سیناپسی می‌رسند.
- ۳- ناقل‌های عصبی به گیرنده‌های خود (که پروتئین‌اند) در غشای پلاسمایی یاخته پس سیناپسی متصل می‌شوند.
- ۴- پس از این اتصال اختلاف پتانسیل یاخته پس سیناپسی تغییر می‌کند. (حتماً این اتفاق رخ می‌دهد)
- ۵- یاخته پس سیناپسی مهار یا تحریک می‌شود (یکی از این دو حالت رخ می‌دهد نه هر دو).  
نکته: انتقال پیام عصبی یک طرفه و از یاخته پیش سیناپسی به طرف یاخته پس سیناپسی است.

بیشتر بدانید

وقتی پیام عصبی به پایانه‌ی آکسون می‌رسد ممکن است کلی اتفاق سرش بیاید:

- (a) ممکن است به یاخته پس سیناپسی منتقل شود.
- (b) ممکن است در مسیر انتقال خود از یکیاخته عصبی به یاخته دیگر متوقف شود.  
نکته: اگر حالت b رخ دهد دیگر انتقال دهنده‌ی عصبی آزاد نمی‌شود و پتانسیل یاخته پس سیناپسی تغییر نمی‌کند.

## ۶ گیرنده‌ی انتقال دهنده‌ی عصبی و چند تا چیز دیگر

- a- غشای پلاسمایی یاخته پس سیناپسی دارای تعداد زیادی گیرنده است.
  - b- بخشی از گیرنده از غشای یاخته به درون فضای سیناپسی بیرون زده است.
  - c- در بخشی از گیرنده که از غشای یاخته به درون فضای سیناپسی بیرون زده است نوع خاصی از انتقال دهنده‌ی عصبی جایگاه اتصال دارد و قالبی شکل است و با انتقال دهنده‌ی عصبی جفت و جور می‌شود (یعنی رابطه‌ی مکملی برقرار می‌کند)
  - d- بخش دیگر گیرنده از عرض غشای پلاسمایی (در محل سیناپس) عبور می‌کند و به درون یاخته پس سیناپسی راه می‌یابد.
  - e- پس از اتصال انتقال دهنده‌ی عصبی به گیرنده، گیرنده باز شده و ساختار کانالی تشکیل می‌دهد.
- چند نکته در مورد گیرنده‌ی ناقل‌های عصبی
- a- گیرنده‌های ناقل‌های عصبی اختصاصی عمل می‌کنند.
  - b- جنس گیرنده‌ها پروتئینی است و توسط یاخته پس سیناپسی ساخته می‌شوند.
  - c- اگر انتقال دهنده‌ی عصبی مهارتی به گیرنده متصل شود، گیرنده ساختار کانالی ایجاد کرده و باعث خروج یون پتاسیم از یاخته می‌شود و اختلاف پتانسیل یاخته را منفی‌تر می‌کند و تحریک پذیری یاخته کاهش می‌یابد.
  - d- اگر انتقال دهنده‌ی عصبی تحریکی به گیرنده متصل شود، گیرنده ساختار کانالی ایجاد کرده و باعث ورود یون سدیم به درون یاخته می‌شود. در این حالت اختلاف پتانسیل یاخته کاهش یافته و از میزان منفی بودن آن کم‌تر می‌شود. و تحریک پذیری یاخته افزایش می‌یابد.
  - e- در بخش سیناپس، در غشای پلاسمایی پایانه‌ی آکسون یاخته پیش سیناپسی برای ناقل‌های عصبی گیرنده وجود ندارد.
  - f- ناقل‌های عصبی پیام را به صورت یک طرفه از یاخته عصبی پیش سیناپسی به یاخته پس سیناپسی انتقال می‌دهند.
- نکته: پایانه‌های آکسون یک یاخته عصبی می‌تواند با چندین یاخته ایجاد سیناپس کند.
- گفتیم که مکانیسم خروج انتقال دهنده‌ی عصبی از پایانه‌ی آکسون، برون رانی است. به دلیل ترکیبی بودن کنکور شما هم ترکیبی باشید.

همه‌ی برون رانی‌های کتاب درسی:

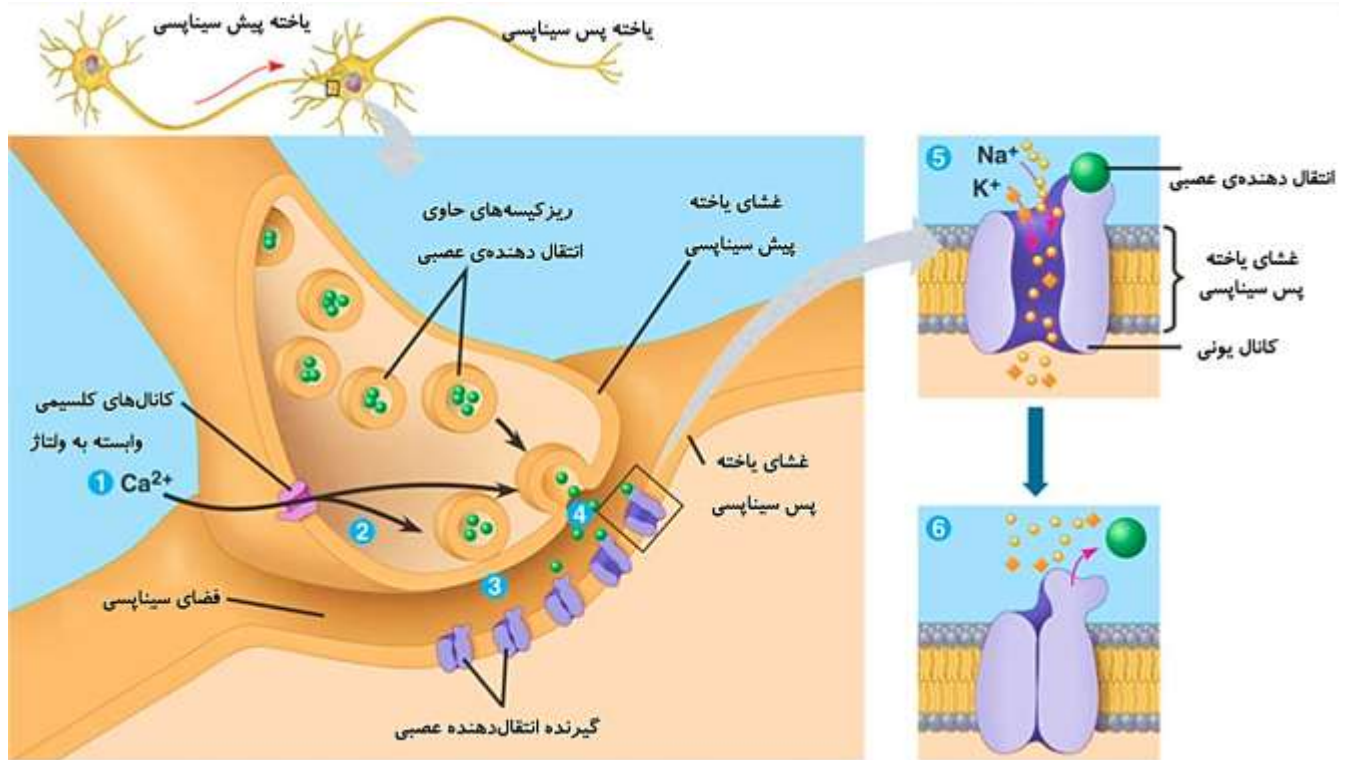
a- خروج پادتن از یاخته پادتن‌ساز b- خروج هیستامین و هیپارین از ماستوسیت‌ها و بازوفیل‌ها

c- خروج هورمون‌های پروتئینی از یاخته سازنده

مثال: اکسی‌تونین، ضد ادراری، کلسی‌تونین، هورمون‌های هیپوفیز پیشین و ...

d- خروج مواد دفعی درشت از آمیب و فاگوسیت‌ها (ماکروفاژها و نوتروفیل)

e- خروج پروتئین مکمل، اینترفرون از یاخته سازنده. f- خروج مواد ضد انگلی از ائوزینوفیل‌ها



لیموترش