زیست یازدهم

درسنامهٔ درختی

گفتار ۱

نوار مغزی

- بررسی فعالیت‌های مغز را از طریق آن انجام می‌دهند.
- جریان الکتریکی ثبت شدهٔ یاخته‌های عصبی مغز می‌باشد.

یاخته‌های بافت عصبی

- خاصیت تحریک‌پذیری، تولید پیام عصبی و هدایت پیام عصبی در همان یاخته و انتقال پیام عصبی در یاخته‌های دیگر را دارند.

یاختهٔ عصبی (نورون)

- **اجزا:**
  - **جسم یاخته‌ای:**
    - واجد هسته می‌باشد و محل سوخت‌وساز یاختهٔ عصبی است.
    - پیام عصبی را مستقیماً یا از طریق دندریت دریافت می‌کند.
    - در هستهٔ خود معمولاً پس از تولد، همانندسازی ندارد.
  - دندریت (*دارینه*) ← رشته‌ای است که پیام عصبی دریافتی را به جسم یاختهٔ عصبی وارد می‌کند.
  - آکسون (*آسه*) ← رشته‌ای است که پیام عصبی را از جسم یاخته‌ای تا انتهای پایانهٔ آکسون خود هدایت می‌کند.
    - پیام عصبی را از انتهای آکسون خود به یاختهٔ دیگری منتقل می‌کند.
- معمولاً بعد از تولد قدرت تقسیم شدن ندارند. ← فقط ژنوم حلقوی راکیزهٔ آن همانندسازی دارد.

یاختهٔ غیرعصبی یا پشتیبان (نوروگلیاها)

- یاخته‌ای هسته‌دار با قدرت تقسیم می‌باشند که در اطراف رشته‌های **بسیاری** از نورون‌ها وجود دارند ولی پیام عصبی تولید نمی‌کنند.
- پوششی به نام غلاف میلین می‌سازد و دور رشته‌های بسیاری از نورون‌ها را می‌پوشاند.
- این یاختهٔ غیرعصبی، به دور رشتهٔ عصبی نورون می‌پیچد و میلین نایپوسته عایق را می‌سازد.
- انواع گوناگونی دارند و تعداد آن‌ها چند برابر یاخته‌های عصبی می‌باشد (*در نورون‌های کوچک‌ترند*).
- این یاخته‌ها، **داربست‌هایی** برای استقرار یاخته‌های عصبی ایجاد می‌کنند.
- علاوه بر عایق‌بندی، در دفاع از یاخته‌های عصبی و حفظ هم‌ایستایی یون‌های مایع **اطراف** نورون‌ها نیز می‌شوند.
- غلاف میلین در حقیقت خود یاختهٔ پشتیبان است که به دور بخشی از نورون پیچیده است.

گرهٔ رانویه

- منطقه‌ای در غشای بخش رشته‌ای نورون‌ها می‌باشد که در تماس با مایع بین‌یاخته‌ای می‌باشد.
- میلین در این گره‌ها وجود ندارد.
- پیام عصبی در این گره‌ها به صورت جهشی به سمت انتهای رشتهٔ دندریتی یا آکسونی هدایت می‌شود.
- در نورون‌های بدون میلین و در جسم یاخته‌ای هر نورونی وجود ندارند.

انواع یاخته‌های عصبی

نورون حسی

- پیام‌های حسی را از گیرنده‌های حسی به بخش **مرکزی** دستگاه عصبی (*مغز و نخاع*) می‌آورند.
- اغلب دندریت دراز میلین‌دار و آکسون کوتاه میلین دارند که هر دو از یک نقطهٔ جسم یاخته‌ای خارج می‌شوند.
- پیام عصبی خود را از طریق آکسون، به یاختهٔ عصبی دیگری منتقل می‌کند.

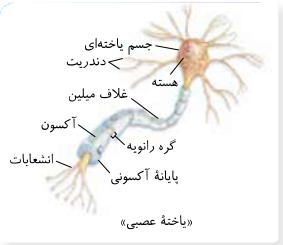
نورون رابط

- در مغز و نخاع وجود دارند و ارتباط بین یاخته‌های عصبی حسی و حرکتی را فراهم می‌کنند.
- در بخش محیطی دستگاه عصبی وجود ندارند.
- دندریت آن‌ها همواره با نورون حسی و آکسون آن‌ها همواره با نورون حرکتی ارتباط سیناپسی دارد.
- یک آکسون ولی تعداد زیادی دندریت دارد.

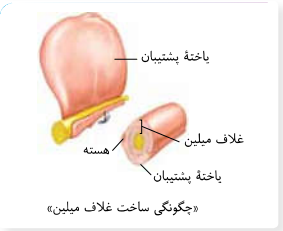
نورون حرکتی

- پیام عصبی را از بخش **مرکزی** دستگاه عصبی (*مغز و نخاع*) به سوی اندام‌های عمل‌کننده (*غدد و ماهیچه‌ها*) می‌برند.
- دندریت‌های کوتاه بدون میلین و یک آکسون دراز میلین‌دار دارند.
- پیام عصبی را به یاختهٔ غیرعصبی منتقل می‌کنند.

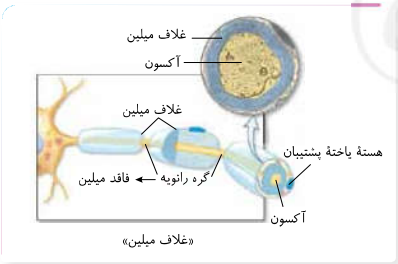
- هر نوع نورونی، فقط یک آکسون دارد.
- انتهای آزاد دندریت‌ها و آکسون‌ها همانند جسم یاخته‌ای، همواره و در هر نورونی فاقد میلین می‌باشند.



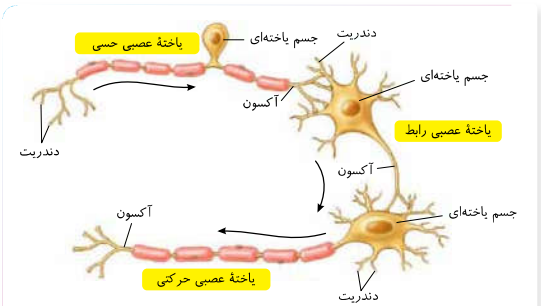
«یاختهٔ عصبی»



«چگونگی ساخت غلاف میلین»



«غلاف میلین»



«انواع یاخته‌های عصبی»

@JOZVEH30S

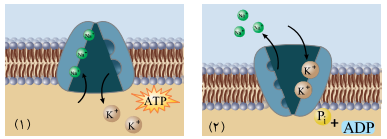
تحریک‌پذیری و ایجاد پیام عصبی در نورون‌ها

ویژگی نورون‌ها
- تحریک‌پذیری و ایجاد پیام عصبی
- هدایت پیام عصبی
- انتقال پیام عصبی

علت ایجاد پیام عصبی
- در اثر تغییر مقدار یون‌ها در دو سوی غشای یاختهٔ عصبی به وجود می‌آید.
- مقدار یون‌ها در دو سوی غشای یاخته‌ها یکسان نمی‌باشد و اختلاف پتانسیل الکتریکی دارند.
- همواره مقدار سدیم در خارج نورون و مقدار پتاسیم در داخل نورون بیشتر می‌باشد.

پتانسیل آرامش
- در حالتی که یاخته فاقد فعالیت عصبی یا پیام عصبی است و درون نورون نسبت به بیرون آن اختلاف پتانسیلی تقریباً معادل ۷۰− میلی‌ولت وجود دارد.
- در حالت پتانسیل آرامش کانال‌های دریچه‌دار سدیمی و پتاسیمی بسته می‌باشند و عبور یون‌ها فقط از کانال‌های پروتئینی **نشتی** غشایی صورت می‌گیرد.
- در حالت آرامش از طریق کانال‌های نشتی، یون‌های سدیم به سمت درون نورون و یون‌های پتاسیم به سمت بیرون نورون منتشر می‌شوند (*در جهت شیب غلظت*).
- کانال‌های نشتی و دریچه‌دار در غشای نورون‌های اختصاصی برای عبور یک نوع یون می‌باشد.
- در حالت آرامش، درون غشا از بیرون آن منفی‌تر می‌باشد و در حدود ۷۰− میلی‌ولت اختلاف وجود دارد.
- نفوذپذیری و خروج مقدار یون‌های **پتاسیمی** نسبت به ورود یون‌های سدیمی در حالت پتانسیل آرامش **بیشتر** صورت می‌گیرد.
- کانال‌های نشتی **همواره** باز می‌باشند ولی کانال‌های دریچه‌دار غشایی قدرت باز و بسته شدن دارند ولی هیچ‌کدام انرژی زیستی مصرف نمی‌کنند.

پمپ سدیم – پتاسیم
- پروتئینی در کل عرض غشای یاخته‌ها می‌باشد.
- عبور سدیم و پتاسیم را برخلاف شیب غلظت و با مصرف ATP (*انرژی زیستی*) انجام می‌دهد.
- در هر بار فعالیت پمپ، سه یون سدیم از یاخته خارج و دو یون پتاسیم وارد یاخته می‌شود.
- در هنگام پتانسیل آرامش سبب برقراری تعادل شیب غلظت سدیم و پتاسیم در دو سوی غشا می‌شوند.
- با هیدرولیز ATP، ابتدا سه یون سدیم با انتقال فعال خارج می‌شود و سپس دو یون پتاسیم با انتقال فعال وارد یاخته می‌شود.



«چگونگی کار پمپ سدیم – پتاسیم»

کانال‌های غشایی مخصوص سدیم یا پتاسیم
- همگی در جهت شیب غلظت یون خود را بدون صرف انرژی منتقل می‌کنند.
- نشتی سدیمی ← فاقد دریچه است ← همواره سدیم را به سمت داخل یاخته می‌آورد.
- نشتی پتاسیمی ← فاقد دریچه است ← همواره پتاسیم را به سمت خارج یاخته می‌برد ← تعداد آن از نشتی سدیمی بیشتر است.

دریچه‌دار سدیمی
- دریچهٔ آن به سمت خارج غشای یاخته می‌باشد.
- فقط در هنگام شروع پتانسیل عمل و ایجاد پیام عصبی باز می‌شود.
- سدیم‌ها را به سمت داخل یاخته می‌آورد.
- در قلهٔ پتانسیل عمل بسته می‌شوند.

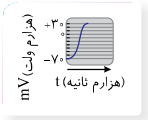
دریچه‌دار پتاسیمی
- دریچهٔ آن‌ها به سمت داخل غشا (*سیتوپلاسم*) می‌باشد.
- فقط بعد از قلهٔ پتانسیل عمل باز می‌شود.
- پتاسیم‌ها را به سمت خارج یاخته می‌برد.
- با بسته شدن آن پتانسیل عمل به آرامش تبدیل می‌شود.

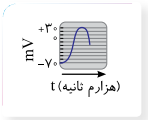
پتانسیل عمل
- در اثر تحریک یاختهٔ عصبی، در محل تحریک به‌طور ناگهانی، داخل نورون ابتدا مثبت‌تر می‌شود و پس از زمان کوتاهی دوباره به آرامش می‌رسد.

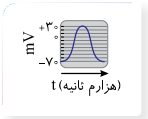
ابتدای پتانسیل عمل (بالارو نمودار)
- ابتدا کانال‌های دریچه‌دار سدیمی باز می‌شوند و ورود سدیم زیاد به نورون درون یاخته را از ۷۰− تا ۳۰+ تغییر می‌دهد.
- کانال‌های نشتی همواره بازند و کانال‌های دریچه‌دار پتاسیمی بسته می‌مانند.

ادامهٔ پتانسیل عمل (پایین‌روی نمودار)
- با بسته شدن کانال دریچه‌دار سدیمی و باز شدن کانال‌های دریچه‌دار پتاسیمی صورت می‌گیرد.
- درون نورون از اختلاف پتانسیل ۳۰+ دوباره به سمت ۷۰− می‌رود.
- خروج پتاسیم به صورت انتشار تسهیل شده عامل آن می‌باشد.

بعد از پایان پتانسیل عمل
- با بسته شدن کانال‌های دریچه‌دار پتاسیمی دوباره پتانسیل عمل به پتانسیل آرامش تبدیل می‌شود.
- در ابتدا تفاوت غلظت سدیم و پتاسیم با حالت آرامش اختلاف زیادی پیدا می‌کند.
- فعالیت بیشتر پمپ سدیم – پتاسیم موجب می‌شود که دوباره غلظت یون‌های سدیم و پتاسیم به حالت آرامش دربیایند.





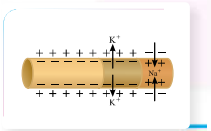


@JOZVEH30S
jozveh30s

- انتقال **پیام عصبی** ایجاد شده در رشتهٔ عصبی در اثر پتانسیل **عمل** می‌باشد که نقطه به نقطه به صورت پیوسته یا جهشی تا انتهای دندریت یا آکسون می‌رسد.

هدایت پیام عصبی

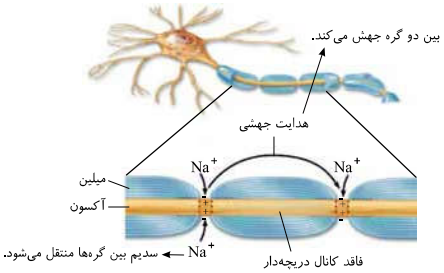
هدایت پیوستهٔ پیام عصبی



- در نورون‌های بدون میلین و در جسم یاخته‌ای هر نورونی صورت می‌گیرد.
- هر قسمتی که دارای پتانسیل عمل می‌شود، در قسمت قبلی آن آرامش ایجاد می‌شود و سبب تحریک قسمت بعد از خود می‌شود.
- در نورون‌های هم‌قطر، سبب جلو رفتن پیام عصبی با سرعت کمتر از هدایت جهشی می‌شود.

هدایت جهشی پیام عصبی

- در محل گره‌های رانویه، تعداد زیادی کانال دریچه‌دار وجود دارد ولی در فاصلهٔ بین دو گره، این کانال‌ها وجود ندارند.
- در نورون‌های میلین‌دار صورت می‌گیرد و سرعت **بیشتری** از هدایت پیوسته در نورون‌های **هم‌قطر** دارد.
- از یک گره رانویه به گره رانویه دیگر به صورت پرشی، پتانسیل عمل منتقل می‌شود.
- در قسمت‌های میلین‌دار آن، عبور یون‌ها و پتانسیل عمل صورت نمی‌گیرد.
- در ماهیچه‌های اسکلتی و نورون‌های حرکتی مربوط به آن‌ها اهمیت بسیاری دارد.
- بین دو گرهٔ رانویه، پیام عصبی هدایت می‌شود ولی در هر گره، انتقال سدیم سبب پتانسیل عمل می‌شود.



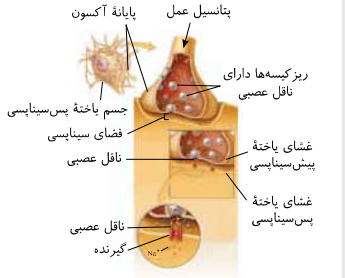
«هدایت جهشی در نورون میلین‌دار»

اختلال در هدایت جهشی پیام عصبی

- در بیماری *MS* در اثر نابودی یاختهٔ **پشتیبان** در سیستم عصبی **مرکزی** رخ می‌دهد
  - کاهش میلین
    - ارسال پیام‌های عصبی به درستی انجام نمی‌شود.
    - افزایش میلین ← سرعت هدایت پیام عصبی از حالت نرمال بیشتر می‌شود.
- بینایی و حرکت مختل می‌شود.
- فرد بی‌حسی و لرزش دارد.
- نوعی بیماری خودایمنی می‌باشد.

انتقال پیام عصبی

- به سیر پیام عصبی از یاختهٔ عصبی پیش‌سیناپسی به یاختهٔ پس‌سیناپسی گفته می‌شود.
- سیناپس (*همایه*)، **ارتباطی** ویژه برای انتقال پیام عصبی بین دو یاخته می‌باشد.
- بین یاختهٔ پیش‌سیناپسی با پس‌سیناپسی، فضایی به نام فضای سیناپسی وجود دارد.
- در نورون پیش‌سیناپسی، ناقل عصبی (*یک کربوهیدرات*) ساخته شده و در ریزکیسه‌های آن ذخیره می‌شود. ← ایجاد پتانسیل عمل سبب حرکت این ریزکیسه‌ها به سمت انتهای آکسون می‌شود.
- ریزکیسه‌های حاوی ناقل عصبی در طول سیتوپلاسم آکسون حرکت کرده تا به انتهای آکسون برسند.
- با رسیدن پیام عصبی به انتهای آکسون، غشای ریزکیسه‌های حاوی ناقل عصبی به غشای آکسون پیش‌سیناپسی متصل شده و ناقل‌های عصبی با برون‌رانی به فضای سیناپسی وارد می‌شوند.
- ناقلین عصبی، فضای سیناپسی را سیر کرده و به گیرندهٔ غشایی یاختهٔ پس‌سیناپسی (*نورون، غدهٔ ماهیچه*) که نوعی کانال دریچه‌دار سدیمی است، متصل شده و در آن تغییر پتانسیل الکتریکی ایجاد می‌کنند.
- وجود پتانسیل عمل (*پیام عصبی*) در یاختهٔ پیش‌سیناپسی، سبب تولید و هدایت ناقل عصبی در این یاخته می‌شود.
- ناقل عصبی می‌تواند سبب تحریک یا مهار یاختهٔ پس‌سیناپسی شود. ← در حالت تحریکی سبب باز شدن کانال دریچه‌دار سدیمی یاختهٔ پس‌سیناپسی می‌شود.
- ناقل عصبی هیچ‌گاه وارد یاختهٔ پس‌سیناپسی نمی‌شود.
- بعد از انتقال پیام عصبی، برای جلوگیری از انتقال بیش از حد پیام و امکان انتقال پیام جدید، یا باید ناقل عصبی با آندوسیتوز به یاختهٔ پیش‌سیناپسی برگردد و یا با آنزیم‌های مترشحه از یاختهٔ پیش‌سیناپسی تجزیه می‌شود.
- ناقل عصبی مهاری فقط در سیناپس بین دو نورون ترشح می‌شود.
- ناقل عصبی فقط به قصد تحریک ماهیچه، ترشح می‌شود.
- در سیناپس بین نورون حرکتی و ماهیچه‌ها ← در صورت ترشح شدن، فقط سبب باز شدن کانال دریچه‌دار سدیمی یاختهٔ ماهیچه‌ای می‌شود.
- برای به استراحت درآمدن ماهیچه، پیام عصبی ایجاد نمی‌شود و ناقل عصبی از نورون حرکتی آزاد نمی‌شود.
- تغییر در میزان طبیعی ناقل‌های عصبی ← سبب بیماری و اختلال در کار دستگاه عصبی می‌شود.



«آزاد شدن ناقل عصبی و اثر آن بر یاختهٔ پس‌سیناپسی»

@OZVEH30S
jozveh30s

گفتار ۲

- وظیفه
  - مراکز نظارت بر فعالیت‌های بدن می‌باشد.
  - اطلاعات دریافتی از محیط و درون بدن را دریافت کرده و تفسیر می‌کند ← به آن‌ها پاسخ می‌دهد.

قسمت‌های مختلف

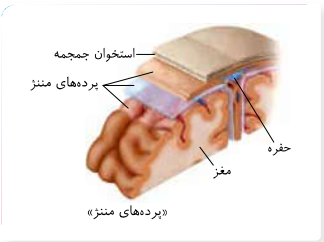
- مادهٔ خاکستری
  - بخش خارجی مغز و درونی نخاع به همراه برخی مراکز درون مغز را شامل می‌شود.
  - شامل جسم یاخته‌های عصبی و رشته‌های عصبی بدون میلین می‌باشد.
- مادهٔ سفید
  - بخش درونی مغز و بیرونی نخاع را ایجاد کرده است.
  - اجتماع رشته‌های میلین‌دار می‌باشد.

«برش عرضی مغز و نخاع»

دستگاه عصبی مرکزی

عوامل حفاظت‌کننده از مغز و نخاع

- استخوان‌ها
  - از دو نوع بافت اصلی پیوندی و پوششی به وجود آمده است.
  - استخوان‌های پهن جمجمه از مغز محافظت می‌کنند.
  - استخوان‌های نامنظم ستون مهره‌ها از نخاع محافظت می‌کنند.
- مننژ
  - سه پردهٔ پیوندی دارد که از مغز و نخاع محافظت می‌کند.
  - فضای بین پرده‌ها پر از مایع مغزی - نخاعی است ← ضربه‌گیر در مقابل عوامل خارجی می‌باشد.
  - در مغز لایهٔ خارجی و میانی آن صاف ولی لایهٔ داخلی آن چین‌خورده و دارای رگ‌های خونی است.
  - لایهٔ خارجی آن ضخیم‌ترین است.
  - لایهٔ میانی به سطح درونی خود رشته‌های ریزی به سمت لایهٔ داخلی دارد.
  - هر سه لایه در شیار بین دو نیمکرهٔ مخ وجود دارند ولی در شیارهای باریک، فقط لایهٔ داخلی آن وارد می‌شود.
- سد خونی - مغزی
  - مویرگ‌هایی پیوسته با بافت پوششی دارای یاخته‌های تنگاتنگ می‌باشد.
  - بسیاری از میکروب‌ها در شرایط طبیعی نمی‌توانند از این سد دفاعی عبور کنند.
  - O_2، CO_2، گلوکز، آمینواسیدها، برخی داروها و مواد اعتیادآور می‌توانند از این سد عبور کرده و به مغز وارد شوند.
  - در نخاع نیز به صورت سد خونی نخاعی دیده می‌شود.



«پرده‌های مننژ»

اجزای آن

- مغز
- نخاع

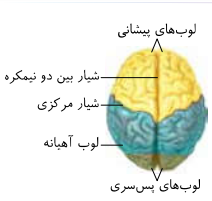
سه بخش اصلی مغز

مخ

- بیشتر حجم مغز را تشکیل می‌دهد ← دو نیمکره دارد که با رشته‌های عصبی متصل به هم هستند ← رابط‌های **سفید** پینه‌ای و سه‌گوش بین دو نیمکره وجود دارد.
- دو نیمکره به‌طور **هم‌زمان** از **همهٔ** بدن اطلاعات را گرفته و پردازش می‌کند ← فعالیت بخش‌های مختلف بدن را به‌طور **هماهنگ** کنترل می‌کند.
- بخش خارجی یا قشر آن خاکستری، **وسیع** و **نازک** چند میلی‌متری است
  - چین‌خوردگی‌ها و شیارهایی متعدد دارد.
  - شیارهای عمیق هر نیمکره را به چهار لوب تقسیم می‌کند.
  - سه بخش دارد
    - حسی ← پیام اندام‌های حس را دریافت می‌کند.
    - حرکتی ← به ماهیچه‌ها و غدد پیام می‌دهد.
    - ارتباطی ← بین حسی و حرکتی ارتباط می‌دهد. ← پر از نورون رابط می‌باشد.
  - جایگاه پردازش نهایی اطلاعات ورودی، یادگیری، تفکر و عملکرد هوشمندانه است.

«لوب‌های مخ از نیمرخ»

- هر نیمکرهٔ مخ
  - کارهای اختصاصی دارد.
  - توسط شیارهای عمیق به چهار لوب تقسیم شده است.
  - لوب پیشانی بزرگ و پس‌سری کوچک دارد.
  - بخش‌هایی از نیمکرهٔ چپ به توانایی در ریاضیات و استدلال مربوط است.
  - نیمکرهٔ راست در مهارت‌های هنری تخصص دارد.
  - مخچه به دو لوب پس‌سری و گیجگاهی مخ متصل است.
  - بین دو نیمکره شیار عمیق طولی بین دو نیمکره‌ای وجود دارد.
  - چهار لوب دارد
    - پیشانی ← به آهیانه و گیجگاهی متصل است.
    - آهیانه ← به پیشانی، گیجگاهی و پس‌سری متصل است.
    - گیجگاهی ← به پیشانی، آهیانه و پس‌سری متصل است.
    - پس‌سری ← به آهیانه و گیجگاهی متصل است.



«لوب‌های مخ از بالا»

@JOZVEH30S
jozveh30s

ساقهٔ مغز

- در جلوی مخچه و زیر مخ می‌باشد. ← سه بخش مغز میانی، پل مغزی و بصل‌النخاع دارد.
- مغز میانی ← در بالای پل مغزی قرار دارد ← یاخته‌های **عصبی** آن در شنوایی، بینایی و حرکت نقش دارند ← برجستگی چهارگانه بخشی از آن است.
- پل مغزی ← در تنظیم فعالیت‌های مختلف مثل تنفس، ترشح بزاق و اشک نقش دارد ← مدت زمان دم را تنظیم می‌کند.
- پل مغزی ← هورمون نمی‌سازد، در تنظیم گوارش و گردش خون مؤثر است.
- بصل‌النخاع ← پایین‌ترین بخش مغز بوده و در بالای نخاع قرار دارد ← تنظیم تنفس، فشار خون و زنش قلب را انجام می‌دهد.
- بصل‌النخاع ← مرکز اصلی بلع، تنفس و گردش خون می‌باشد.
- بصل‌النخاع ← مرکز انعکاس‌های عطسه، بلع و سرفه است.
- بصل‌النخاع ← گیرنده‌هایی حساس به افزایش CO_2 خون دارد ← آهنگ تنفس را بالا می‌برد.
- بصل‌النخاع ← تحت تأثیر فرمان پل مغزی و ماهیچه‌های نایژه و نایژک ← سبب توقف دم می‌شود.
- بصل‌النخاع ← به کمک پل مغزی، نیازهای غذایی و O_2 اندام‌ها را تنظیم می‌کند.

مخچه

- در پشت ساقهٔ مغز و چسبیده به لوب‌های پس‌سری و گیجگاهی می‌باشد.
- دو نیمکره و بخش **کرمینه** وسطی ارتباطی دارد.
- مرکز تنظیم وضعیت بدن و **تعادل** است.
- **پیوسته** از مغز، نخاع و اندام‌های حسی پیام می‌گیرد ← فعالیت ماهیچه‌ها و حرکات بدن را هماهنگ می‌کند.
- فعالیت‌های خود را به کمک مغز و نخاع انجام می‌دهد.
- از بخش دهلیزی گوش پیام می‌گیرد و سبب تنظیم تعادل می‌شود.

ساختارهای دیگر مغزی

نهنج‌ها (تالاموس‌ها)

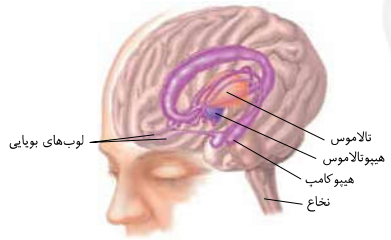
- محل پردازش **اولیه** و تقویت **اغلب** اطلاعات حسی هستند ← سپس آن‌ها را برای پردازش نهایی به بخش‌هایی از قشر مخ می‌فرستد.
- زیر رابط بینه‌ای و بالای ساقهٔ مغز می‌باشد.
- در پردازش حس بویایی نقشی ندارد.

زیرنهنج (هیپوتالاموس)

- در زیر تالاموس است ← تنظیم دمای بدن، تعداد ضربان قلب، فشار خون، خواب، گرسنگی و تشنگی را انجام می‌دهد.
- تعداد ضربان قلب و فشار خون را به کمک هورمون‌ها و بصل‌النخاع تنظیم می‌کند.
- هورمون‌های آزادکننده و مهارکنندهٔ خود را از راه رگ خونی به هیپوفیز پیشین می‌دهد.
- هورمون‌های اکسی‌توسین و ضد ادراری تولیدی خود را در هیپوفیز پسین ذخیره می‌کند.
- گیرنده‌های اسمزی آن در اثر غلظت بالای پلاسما تحریک می‌شود و در پی آن مرکز تشنگی درون آن نیز تحریک می‌شود.
- اشکال در آن می‌تواند سبب بیماری دیابت بی‌مزه شود.

سامانهٔ کناره‌ای (لیمبیک)

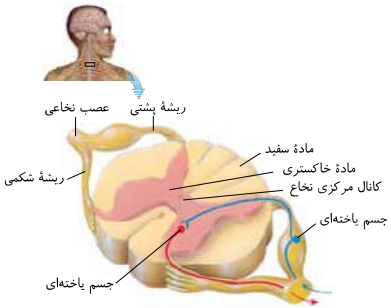
- از بالا با قشر مخ و از پایین با تالاموس و هیپوتالاموس ارتباط دارد و از جلو به لوب‌های بویایی متصل می‌باشد.
- در احساساتی مثل ترس، خشم، لذت، حافظه و یادگیری مؤثر است.
- اسبک مغز (*هیپوکامپ*) ← قسمتی از لیمبیک است که در تشکیل حافظه و یادگیری نقش دارد.
- اسبک مغز (*هیپوکامپ*) ← در اثر تخریب یا برداشتن آن، حافظهٔ جدید و کوتاه‌مدت و تبدیل آن به بلندمدت دچار اختلال می‌شود.
- اسبک مغز (*هیپوکامپ*) ← در اختلال آن ← نام افراد جدید را به خاطر نمی‌آورند.
- اسبک مغز (*هیپوکامپ*) ← در اختلال آن ← نام‌های جدید حداکثر فقط برای چند دقیقه در ذهن آن‌ها باقی می‌مانند.
- اسبک مغز (*هیپوکامپ*) ← خاطرات قدیمی با تخریب آن از بین نمی‌رود.
- اسبک مغز (*هیپوکامپ*) ← در قسمت پایین سیستم لیمبیک قرار گرفته است.



«سامانهٔ لیمبیک (بخش‌های بنفش رنگ)»

نخاع

- درون ستون مهره‌ها از زیر بصل‌النخاع تا **دومین** مهرهٔ کمری به عنوان طناب عصبی **پشتی** بدن وجود دارد ← طول آن از ستون مهره‌ها کوتاه‌تر است.
- ارتباط دهندهٔ مغز با اعصاب محیطی می‌باشد.
- مسیر عبور پیام‌های **حسی** از اندام‌های بدن به مغز و ارسال پیام‌های **حرکتی** از مغز به اندام‌ها می‌باشد.
- مرکز **برخی** انعکاس‌های بدن می‌باشد ← انعکاس‌های آن، سریع، غیر ارادی و بدون ارتباط با مغز می‌باشد.
- ۳۱ جفت عصب مختلط (*حس و حرکتی*) دارد ← هر عصب نخاعی ← یک ریشهٔ **پشتی حسی** آورندهٔ پیام دارد (*حاوی دندریت‌های حس و جسم یاخته‌ای آن‌هاست*).
- ۳۱ جفت عصب مختلط (*حس و حرکتی*) دارد ← هر عصب نخاعی ← یک ریشهٔ **شکمی حرکتی** خارج‌کنندهٔ پیام دارد (*حاوی آکسون‌های حرکتی می‌باشد*).
- بیرون آن مادهٔ سفید میلین‌دار و داخل آن مادهٔ خاکستری و کانال مرکزی دارد.
- نورون‌های رابط و دندریت به همراه جسم یاخته‌ای نورون حرکتی آن به‌طور کامل در مادهٔ خاکستری وجود دارد.



«عصب نخاعی»