

بِسْمِ اللَّهِ الرَّحْمَنِ الرَّحِيمِ

خلاصہ کتاب فیزیولوژی اعصاب و غدد

نویسنده:

محمد علی ابراہیمی

فصل اول: واحدهای ساختاری بدن و ساختار بافت عصبی

یاخته (سلول): کوچکترین واحد ساختمانی بدن جانداران است.

✓ بدن آمیب‌ها از یک یاخته ساخته شده است و همه فعالیت‌های حیاتی را همان یک یاخته انجام می‌دهد.

✓ در بدن جانداران پر سلولی، هر یاخته قسمتی از فعالیت‌های حیاتی بدن را به عهده دارد.

بافت: مجموع یاخته‌هایی است که ساختمان یکسان دارند و کار یکسان انجام می‌دهد مانند بافت عصبی، بافت ماهیچه‌ای.

عضو: از ترکیب چند بافت مختلف که بصورت سازمان یافته به هم پیوسته است ایجاد می‌گردد.

✓ هر عضو، قسمتی از بدن است که یک یا چند کار معین برای تمامی بدن انجام می‌دهد مانند کبد و قلب.

دستگاه: مجموعه‌ای سازمان یافته از چند عضو مختلف است که هر یک از آنها کار معینی را در دستگاه به عهده دارند.

✓ دستگاه، بزرگترین واحد ساختمانی بدن انسان است که فعالیت‌های حیاتی گوناگون بدن را به عهده دارد مانند دستگاه

تنفس، دستگاه گردش خون و دستگاه گوارش.

بدن انسان: مجموعه‌ای از چند دستگاه است که با هماهنگی کامل کار می‌کنند و سلامت جسمی و روانی انسان، نتیجه این

هماهنگی بین دستگاه‌های مختلف است که توسط دستگاه‌های ارتباطی عصبی و غدد درون‌ریز انجام می‌شود.

هوموستازی: به ثبات شرایط و ترکیب مواد محیط داخلی بدن گفته می‌شود.

✓ دستگاه ادراری، غده‌های عرق و کبد، مواد زائد محیط داخلی را به بیرون از بدن هدایت می‌کنند.

◀ محیط داخلی موجودات پر سلولی شامل خون، لنف و مایع میان بافتی می‌شود.

◀ جانداران تک سلولی در صورت نامناسب شدن محیط زیستشان، حرکت می‌کنند و خود را به محیط مناسب می‌رسانند. در

جانداران پر سلولی، سلول‌ها در جای خود ثابت بوده و محیط داخلی باید گردش کند و با تغییرات مناسب، به حفظ حالت

پایدار کمک کند.

◀ مهمترین دستگاه‌هایی که در حفظ محیط داخلی نقش دارند، دستگاه عصبی و دستگاه غدد درون‌ریز هستند.

◀ دستگاه عصبی، فعالیت‌های شدید و سریع بدن نظیر انقباض عضلانی و وقایع احشایی را که دارای قدرت عمل و تغییر

سریع هستند و همچنین میزان ترشح برخی غدد درون‌ریز را کنترل می‌کند.

◀ دستگاه غدد درون‌ریز بطور عمده اعمال سوخت و ساز بدن را کنترل می‌کند.

بافت عصبی از ۲ دسته سلول تشکیل شده است:

۱. سلول‌های تحریک‌پذیر (نورون‌ها)

۲. سلول‌های غیر تحریک‌پذیر (شامل نوروگلی‌ها، سلول‌های آپاندایم در سیستم اعصاب مرکزی و سلول‌های شوان در سیستم

اعصاب محیطی)

نورون‌ها:

- ✓ این سلول‌ها در تمایز تدریجی یاخته‌ها در دیواره لوله عصبی اولیه جنینی پدید می‌آیند.
- ✓ تکثیر اغلب نورون‌ها پس از تولد متوقف می‌شوند. البته تعدادی از آنها در سال اول زندگی نیز به تقسیم شدن ادامه می‌دهند.
- ✓ در تمامی دوران زندگی، توانایی رشد خود را در سطح محدود حفظ می‌کنند.

ساختار نورون:

۱. **جسم (تنه) سلولی:** هسته سلول در این قسمت جای دارد.
۲. **دندريت (گیرنده یا آوران):** زائده‌های سیتوپلاسمی دارای غشای پلاسمایی که تعداد آنها بین ۵ تا ۷ عدد است و از جسم سلولی جدا می‌شوند.
- ✓ در دستگاه عصبی، جهت حرکت پیام‌های عصبی از دندريت‌ها بسمت جسم یا تنه نورون است.
- ✓ با رشد نورون در زندگی جنین و دوران رشد پس از تولد، تعداد دندريت‌ها، طول و میزان انشعابات آنها افزایش می‌یابد و به این ترتیب، سطح گیرنده نورون و ارتباط آن افزایش می‌یابد.
۳. **آکسون (وابران):** زائده‌های سیتوپلاسمی دارای غشای پلاسمایی که تعداد آن فقط یکی است.
- ✓ طول آکسون از میلی‌متر تا بیش از متر است.
- ✓ قطر آکسون در تمام طول آن یکسان است.
- ✓ رشته‌های آکسون در انتهای خود اغلب منشعب و هر انشعاب به یک برجستگی به نام تکمه سیناپسی ختم می‌شود.
- اصطلاح آوران و وابران فقط نسبت به جسم سلولی است.
- در دستگاه عصبی، جهت حرکت پیام‌های عصبی بصورت دندريت ← جسم سلولی ← آکسون ← تکمه سیناپسی است.

انواع نورون (از نظر شکل ظاهری):

- ✓ مهمترین وجه تمایز نورون‌ها از نظر شکل ظاهری، چگونگی خارج شدن زائده‌های سیتوپلاسمی از جسم سلولی است.
- ۱. **نورون‌های تک قطبی:** آکسون و دندريت، از یک نقطه جسم سلولی خارج می‌شوند.
- ✓ به این نورون‌ها، نورون T شکل هم می‌گویند. زیرا دو نوع زائده، نخست کنار هم از جسم سلولی خارج شده و پس از طی مسافت کوتاهی، به ۲ قسمت مرکزی و محیطی تقسیم می‌شوند.
- ✓ نورون‌هایی که در گره نخاعی قرار دارند، از این نوع هستند.
- ۲. **نورون‌های دو قطبی:** دو نوع زائده دندريت و آکسون بطور جداگانه و از دو نقطه مقابل هم از جسم سلولی خارج می‌شوند.
- ✓ نورون موجود در شبکیه چشم و مخاط بویایی از این نوع هستند.

۳. نورون‌های چند قطبی: از نقاط مختلف جسم سلولی که اشکال چند وجهی بصورت ستاره‌ای، هرمی و ... دارند، چند دندريت و یک آکسون خارج می‌شود.

✓ دندريت و آکسون در این نوع نورون، براحتی صورت می‌گیرد.

✓ اکثر نورون‌های دستگاه عصبی انسان از جمله سلول‌های هرمی شکل قشر مغز، از این نوع هستند.

انواع نورون از نظر نوع عملکرد:

۱. نورون حسی (آوران): نورون‌هایی هستند که پیام‌های عصبی را از محیط خارجی یا داخلی بدن، به دستگاه عصبی مرکزی می‌آورند.

✓ نورون‌های تک قطبی موجود در گره نخاعی یا نورون‌های حسی مربوط به مفاصل و قلب از این نوع هستند.

۲. نورون حرکتی (وابران): پیام‌های عصبی را از مراکز عصبی بسوی اندام‌های عمل کننده یعنی ماهیچه‌ها، غده‌ها و یا به نورون‌های حرکتی دیگر می‌رسانند.

✓ نورون‌هایی که در قشر حرکتی مغز قرار دارند از این نوع هستند.

۳. نورون رابط (واسطه‌ای): در بین نورون‌های حسی و حرکتی جای دارند و بین آنها ارتباط برقرار می‌کنند.

✓ فقط در دستگاه عصبی مرکزی جای دارند و پیام‌های عصبی را از یک قسمت مغز یا نخاع به قسمت‌های دیگر آن منتقل می‌کنند.

✓ نورون‌های دستگاه عصبی مرکزی بیشتر از نوع نورون‌های رابط هستند.

چگونگی انتقال پیام عصبی:

✓ نورون‌ها خاصیت گرفتن پیام، هدایت و انتقال اطلاعات عصبی را دارا هستند.

ترتیب انتقال پیام‌ها:

۱. دندريت‌های نورون‌های حسی تحت تاثیر محرک‌های خارجی (مانند نور یا صدا یا محرک‌های داخلی مانند کشش عضلات یا فشار وارد بر مفاصل) تحریک می‌شوند.

۲. پیام عصبی حاصل، پس از طی مسیر دندريت‌ها به جسم سلولی رسیده و توسط نورون‌های رابط که در دستگاه عصبی مرکزی جای دارند، دریافت می‌شود.

۳. پیام عصبی پس از گذشتن از جسم سلولی نورون رابط، به طرف آکسون نورون رابط حرکت می‌کند و از انتهای آکسون نورون رابط، به دندريت‌های نورون حرکتی انتقال می‌یابد.

۴. پس از ورود به جسم سلولی نورون حرکتی، این پیام، مسیر آکسون نورون حرکتی را طی می‌کند و پیام را یا به یک نورون حرکتی دیگر یا مستقیماً به عضو عمل کننده (غدد مترشحه داخلی یا عضلات حرکتی و یا عضله صاف) منتقل می‌کند و فعالیت آن را سبب می‌شود.

✓ در مسیرهای عصبی ساده، یک نورون حسی، یک نورون رابط و یک نورون حرکتی وجود دارد.

سیناپس: محل انتقال پیام عصبی از یک نورون به نورون دیگر و یا به اندام عمل کننده را سیناپس می‌گویند.

سلول‌های نوروگلی:

- ✓ قسمت اعظم بافت عصبی در دستگاه عصبی مرکزی از یاخته‌های غیر عصبی به نام نوروگلی و نیمی از وزن مغز و نخاع را تشکیل می‌دهند.
- ✓ در گره‌های عصبی خارج از دستگاه عصبی مرکزی و نیز در اطراف دستگاه عصبی پیرامونی حضور دارند.
- ✓ سلول‌های نوروگلی سیستم اعصاب مرکزی و محیطی از نظر شکل ظاهری باهم متفاوتند و در اندازه و اشکال مختلف در دستگاه عصبی حضور دارند.
- ✓ قطر نوروگلی‌ها بین ۴ تا ۴۰ میکرون بوده و دارای اشکال مکعبی، کروی یا ستاره‌مانند هستند و در اطراف خود زائده‌های سیتوپلاسمی متعددی دارند.
- ✓ سلول‌های نوروگلی در اطراف تارهای عصبی محیطی را سلول‌های شوان می‌نامند که غلافی به نام میلین را در گرداگرد تارهای عصبی ترشح می‌کنند.

کارکردهای انواع مختلف نوروگلی‌ها:

۱. از نظر مکانیکی نگهدارنده بافت عصبی و محافظت از آنها در برابر ضربه‌های وارده.
۲. بعنوان عایق در دستگاه عصبی عمل و نورون‌ها و زائده‌های آنها را از یکدیگر جدا می‌کنند و پخش یون‌ها را از نورون‌ها به اطراف در هنگام فعالیت محدود می‌کنند.
۳. با بیگانه‌خواری، مواد خارجی و بقایای سلولی را می‌بلعند و در عمل ترمیم‌های محدود و پر کردن فواصل و شکاف‌های حاصل از فاسد شدن نورون‌ها موثرند.
۴. مواد واسطه‌ای را که در سیناپس‌های محاور آزاد می‌شود، برداشت و ذخیره می‌کنند و در بعضی موارد آنها را بی‌اثر می‌کنند.
۵. غلاف میلین توسط نوع مخصوصی از نوروگلی‌ها ساخته و موجب نگهداری و بهبود جریان هدایت عصبی می‌شود.
۶. سلول‌های اپاندیمال نوعی از نوروگلی‌ها هستند که در اطراف کانال‌های مغزی نخاعی قرار دارند و در ترشح، جذب و انتقال مایع مغزی - نخاعی نقش اساسی دارند.
۷. دسته‌ای از سلول‌های نوروگلی که به ماکروگلیا معروفند بعلت تماس با عروق خونی و سایر نورون‌ها، می‌توانند یک راه داخل سلولی برای تغذیه انتشاری از دستگاه خونی و مایع مغزی - نخاعی ایجاد کنند.

ماده سفید در دستگاه عصبی:

- ✓ پیرامون تارهای عصبی را بافت سفید رنگی به نام میلین پوشانده است و به همین جهت، اینگونه تارهای عصبی، منظره‌ای سفیدفام دارند.
- ✓ تارهای عصبی که در دستگاه عصبی قرار دارند، اغلب فاقد میلین هستند.
- ✓ آن قسمتی از آکسون‌ها که در خارج از دستگاه عصبی مرکزی قرار دارند، دارای غلاف میلین هستند.

✓ ماده سفید در نخاع، پیرامون ماده خاکستری را احاطه کرده است اما در بعضی از قسمت‌های مغز (مخ و مخچه) که توسط ماده خاکستری پوشیده شده و در درون آن، هسته‌هایی از ماده سفید موجود است.

کارکرد غلاف میلین:

۱. **محافظت:** عصب را در برابر فشارها و آسیب‌ها حفظ و نگهداری می‌کند.
۲. **تغذیه:** تغذیه آکسون‌ها بوسیله غلاف میلین صورت می‌گیرد.
۳. **عایق‌کاری:** مانع از آن می‌شود که تکانه عصبی در طول آکسون، به اعضا یا تارهای مجاور انتقال یابد.

ماده خاکستری:

- ✓ حاوی تنه سلولی نورون‌ها و تارهای عصبی بدون میلین و تعداد کمی تار عصبی میلین‌دار است. به همین جهت منظره‌ای خاکستری رنگ دارد.
- ✓ ماده خاکستری در نخاع، در قسمت مرکزی بصورت یک توده پیوسته دیده می‌شود و توسط ماده سفید احاطه شده است.
- ✓ ماده خاکستری در مغز، در ۲ قسمت مرکزی و محیطی متمرکز است.
- ✓ قسمت مرکزی ماده خاکستری مغز بصورت توده‌های پراکنده دیده می‌شوند که به هسته‌های خاکستری مغز معروفند و حاوی هسته نورون‌های حسی و حرکتی اعصاب مغزی هستند. این هسته‌ها توسط ماده سفید احاطه شده‌اند.
- ✓ قسمت محیطی ماده خاکستری مغز بصورت پوششی، سطح خارجی مخچه و مخ را می‌پوشاند و به قشر خاکستری مخ و مخچه معروف است.

تار عصبی: زائده بلند نورون یعنی آکسون و گاهی دندریت که پوشیده از غلاف هستند و عمل انتقال پیام‌های عصبی را انجام می‌دهند را تار عصبی می‌نامند.

- ✓ محور اصلی تار، ادامه سیتوپلاسم سلول است و می‌تواند دارای غلاف یا بدون غلاف باشد.
- ✓ ابتدا و انتهای تار عصبی، فاقد هرگونه غلاف است.

عصب: دسته‌ای از تارهای عصبی که در بیرون مغز و نخاع قرار دارند و با مغز و نخاع در ارتباط هستند.

- ✓ هر عصب، از تعداد زیادی تارهای عصبی تشکیل یافته است.
- ✓ پیرامون هر عصب را غلافی که در حکم محافظ عصب است می‌پوشاند و در داخل عصب نیز هر دسته از تارهای عصبی را غلاف دیگری در بر گرفته است.

تحلیل و ترمیم عصب:

- ✓ اگر سیتوپلاسم یاخته‌ای را از هسته آن جدا کنیم، فعالیت حیاتی خود را از دست می‌دهد و می‌میرد.
- ✓ اگر تار عصبی آسیب ببیند و یا از تنه سلولی خود جدا شود، می‌میرد زیرا تارهای عصبی از سیتوپلاسم ساخته شده و فاقد هسته‌اند.
- ✓ نورون‌ها قابلیت تقسیم ندارند و اگر بمیرند، یاخته عصبی دیگری جایگزین آن نخواهد شد.

- ✓ سلول‌های شوان در قطب در حال تحلیل تار عصبی نه تنها از بین نمی‌روند، بلکه با تقسیم شدن، بر تعدادشان نیز افزوده می‌شود.
- ✓ پدیده ترمیم و عصب‌گیری مجدد اندام تنها در صورتی امکانپذیر است که با جراحی و بخیه زدن ظریف، دو سر قطع شده عصب بخوبی در مجاورت یکدیگر قرار گیرند.
- ✓ در جریان ترمیم، تارهای اعصاب سمپاتیک سریع‌تر از تارهای اعصاب دیگر ترمیم می‌شوند و بعد از آن، تارهای حسی و سپس تارهای حرکتی.
- ✓ تغییر رنگ پوست ناحیه آسیب‌دیده که نشانه ترمیم تارهای اعصاب سمپاتیک و تجدید فعالیت وازوموتور عروق خونی است، نخستین نشانه بهبود و ترمیم می‌باشد.
- ✓ پدیده ترمیم تارهای عصبی در دستگاه عصبی مرکزی (CNS) بدلیل پیچیدگی ساختمانی و سیناپس‌های زیاد آنها عملاً به نتیجه نمی‌رسد.

فصل دوم: فیزیولوژی سلول عصبی

- مصرف انرژی در سلول‌های عصبی نسبت به سایر سلول‌ها بیشتر است.
- انرژی سلول‌های عصبی از سوختن گلوکز حاصل می‌شود.
- وزن مغز در حدود ۲.۵٪ کل وزن بدن بوده در حالی که مقدار اکسیژن مصرفی ۲۵٪ کل بدن است.

خصوصیات عملکردی سلول عصبی:

۱. تحریک‌پذیری:

- ✓ سلول‌های عصبی آستانه تحریکی پایینی برای پاسخ دادن دارند.
- ✓ عامل تحریک‌کننده می‌تواند مکانیکی، الکتریکی و یا شیمیایی باشد.
- ✓ با وارد شدن هر نوع تحریک، دو نوع عدم تعادل فیزیکی و شیمیایی در سلول ایجاد می‌شود.

پتانسیل موضعی: غیرقابل انتشار بوده و بسته به اینکه در چه قسمتی از سلول اتفاق افتاده باشند، به پتانسیل‌های سیناپسی، مولد و الکترونیک معروفند.

تکانه عصبی: پتانسیل‌های قابل انتشار بوده که پاسخ سلول عصبی نامیده می‌شود.

- این دو (پتانسیل موضعی و تکانه عصبی)، تنها جواب‌های نورون‌ها و دیگر بافت‌های تحریک‌پذیر هستند.
- تکانه‌ها به دلیل هدایت یون‌ها از میان غشای سلول عصبی، به دنبال تغییراتی که در کانال‌های یونی غشای سلول ایجاد می‌شوند، بوجود می‌آیند.
- نورون در حال استراحت، سلولی است دارای بار الکتریکی که غشای سیتوپلاسمی آن قابلیت تحریک دارد.
- ماهیت تمام تکانه‌های عصبی در تمامی تارهای دستگاه عصبی یکسان است اما علت تفاوت در احساس، ناشی از محل و موقعیت تار عصبی تحریک شده در مغز است.

آستانه تحریک: میزان شدت یک محرک را که می‌تواند در یک سلول عصبی حساس، یک تکانه عصبی پدید آورد.

- ✓ حداقل شدت محرکی که می‌تواند یک نورون را تحریک کند با نورون دیگر متفاوت است.

قانون همه یا هیچ: اگر میزان تحریک زیر آستانه تحریک باشد، نورون هیچ پاسخی نمی‌دهد و اگر بالاتر از آن باشد، با حداکثر ممکن پاسخ می‌دهد و اگر بر شدت تحریک باز افزوده شود، بر شدت واکنش نورون اضافه نمی‌شود.

- ✓ این ویژگی (قانون همه یا هیچ) در سلول‌های عضلانی نیز وجود دارد.

پدیده‌های الکتریکی در سلول عصبی:

- ✓ هر سلول در حال استراحت، بار الکتریکی مثبت در سطح خارج و بار الکتریکی منفی در سطح داخل غشای خود دارد.
- ✓ اختلاف پتانسیل موجود بین سطح داخل و خارج غشای سلول حدود ۹۰- تا ۷۰- میلی ولت است که به آن پتانسیل استراحت می‌گویند.

✓ نوسان‌نمای پرتو (اسیلوسکوپ) کاتدی برای اندازه‌گیری وقایع الکتریکی در بافت زنده به کار می‌رود.

ساز و کارهای تحریک‌پذیری و هدایت در سلول عصبی:

✓ در هر سلول در حالت استراحت، بارهای الکتریکی مثبت در سطح خارج غشای سلول و بارهای منفی در سطح داخل آن قرار دارند.

✓ ماهیت تحریک‌پذیری، هدایت و انتقال تکانه‌های عصبی، شیمیایی - الکتریکی بوده و یون‌ها عامل بوجود آورنده این تغییرات الکتریکی در غشای سلول‌های عصبی و عضلانی هستند.

✓ غشای سیتوپلاسمی سلول‌های عصبی مانند سایر سلول‌ها خاصیت تراوایی انتخابی دارد یعنی به برخی از یون‌ها و مولکول‌های مایع خارج سلولی اجازه ورود به درون سلول یا برعکس را می‌دهد ولی به برخی دیگر، این اجازه ورود و خروج را نمی‌دهد.

✓ مهمترین یون‌هایی که در بوجود آوردن بار الکتریکی سلول عصبی نقش اصلی دارند، یون‌های سدیم و پتاسیم هستند.

✓ بیرون سلول در حال استراحت، یون‌های سدیم به مقدار بسیار زیاد پراکنده است و تا زمانی که سلول تحریک نشود، تغییری در غلظت یون‌های سدیم و پتاسیم خارج و داخل سلول ایجاد نمی‌شود. بر اثر تحریک، غشای یاخته دیپولاریزه شده و جریان حرکت یون‌های سدیم به طرف داخل سلول برقرار می‌شود و بار الکتریکی داخل سلول را مثبت می‌کند. همزمان، یون پتاسیم از داخل سلول خارج شده و غلظت آن در محیط خارج سلولی افزایش پیدا می‌کند.

✓ به ازای ورود هر ۳ یون سدیم، ۲ یون پتاسیم خارج می‌شود.

✓ اختلاف پتانسیل الکتریکی که در حالت جابجایی یون‌ها میان سطح داخلی و خارجی غشای سلول بوجود می‌آید، پتانسیل کار نامیده می‌شود.

✓ پتانسیل کار (موج دیپولاریزاسیون) که در نوروں بوجود می‌آید و در طول تار عصبی پدیدار می‌شود، تکانه عصبی خوانده می‌شود.

✓ تکانه عصبی از دندريت يا تنه سلولی شروع و سپس در امتداد آکسون منتشر می‌شود.

✓ تکانه عصبی در تارهای میلین‌دار سریع‌تر منتقل می‌شود زیرا در محل فرو رفتگی‌های غشای میلین (گره رانویه) پتانسیل کار از یک فرو رفتگی به فرو رفتگی بعدی می‌پرد و بر شتاب آن می‌افزاید.

۲. هدایت:

✓ نحوه قرار گرفتن نوروں‌ها در دستگاه عصبی بصورت زنجیروار و به گونه‌ای است که دندريت‌های نوروں‌های گیرنده، در ارتباط با محرک‌ها قرار دارند و آکسون‌های آنها با دندريت‌های نوروں دوم مربوط می‌شوند الی آخر. نهایتاً آکسون آخرین نوروں حرکتی به سلول یا عضو عمل کننده می‌رسد.

✓ در دستگاه عصبی، جهت هدایت تکانه عصبی، یک طرفی بوده و از دندريت به طرف جسم سلولی و از جسم سلولی به طرف آکسون است.

✓ قابلیت هدایت یا سرعت هدایت تکانه عصبی در طول یک تار مشخص، ثابت و از یک تار عصبی به تار دیگر، سرعت هدایت کاملاً متفاوت است.

✓ سرعت هدایت در تار عصبی به ضخامت تار عصبی (سرعت هدایت در تارهای عصبی ضخیم بیشتر است)، داشتن غلاف میلین (سرعت هدایت در تارهای میلین دار تا ۱۰ برابر بیشتر است) و تعداد گره‌های رانویه (هرچه تعداد و فاصله گره‌های رانویه در طول یک تار بیشتر باشد، سرعت هدایت تکانه بیشتر است) بستگی دارد.

✓ ضخیم‌ترین تارهای عصبی در انسان حدود ۲۰ میکرون است و سرعت هدایتی معادل ۱۲۰ متر بر ثانیه دارد.

۳. انتقال:

✓ نورن‌ها علاوه بر توانایی شکل‌دهی پیام عصبی و هدایت آن، توانایی انتقال تکانه عصبی به نورون‌ها یا اندام عمل‌کننده را دارا می‌باشند.

✓ یک آکسون می‌تواند انشعابات پدید کند و به دندریت‌های ۱۰۰۰۰ نورون متصل شود. همچنین یک دندریت می‌تواند از ۱۰۰۰۰ نورون دیگر تحریک دریافت کند.

✓ پدیده‌های شکل‌گیری، هدایت و انتقال تکانه‌های عصبی، پدیده‌های الکتروشیمیایی هستند و با تغییرات شیمیایی و بار الکتریکی نورون همراهند.

✓ مهمترین ویژگی سلول عصبی، انتقال تکانه‌های عصبی است که در محلی به نام سیناپس رخ می‌دهد.

سیناپس: محلی است که ۲ نورون یا یک نورون و یک عضو عمل‌کننده (ماهیچه یا غده) با یکدیگر مرتبط شده و تکانه عصبی از آنجا منتقل می‌شود.

تکمه سیناپسی: رشته آکسون در انشعابات پایانی خود به تعدادی شاخه یا پایانه منشعب شده و هر پایانه، به برجستگی تکمه‌مانندی ختم می‌شود.

✓ در یک ارتباط سیناپسی، نورون اول را نورون پیش سیناپسی و نورون یا سلول دوم را نورون یا سلول پس سیناپسی می‌گویند.

فضای سیناپسی: معمولاً در محل سیناپس‌های بین دو نورون یا نورون و عضله، فاصله‌ای بسیار باریک وجود دارد.

✓ انتقال یک تکانه عصبی در سیناپس‌ها حدود ۰.۵ تا ۱ هزارم ثانیه طول می‌کشد.

خستگی سیناپسی: اگر تعداد تحریکات در نورون پیش سیناپسی زیاد باشد، سبب می‌شود در زمانی کوتاه، تعداد زیادی از کیسه‌های حاوی انتقال‌دهنده عصبی موجود در نورون پیش سیناپسی مصرف شوند و نورون، زمان کافی برای تولید مجدد انتقال‌دهنده‌ها نداشته باشد. در این حالت، نورون پیش سیناپسی نمی‌تواند تکانه عصبی خود را به سلول پس سیناپسی منتقل کند.

انتقال دهنده‌های عصبی:

✓ اغلب از ترکیبات اسید آمینه یا از مشتقات اسیدهای آمینه هستند.

✓ از مهمترین آنها می‌توان به استیل کولین، نوراپی نفرین، سروتونین، دوپامین، اسید گاما آمینوبوتیریک (گابا)، ملاتونین، ماده P انکفالین‌ها و اندروفین‌ها اشاره کرد.

- ✓ نورون می تواند در غشای پس سیناپسی خود، گیرنده های متنوعی برای انواع انتقال دهنده ها داشته باشد.
- ✓ انتقال دهنده های پس سیناپسی بعد از ایجاد تحریک، یا تحت تاثیر آنزیم های ترشح شده پایانه سیناپسی تجزیه شده یا توسط پایانه سیناپسی مجددا جذب و ذخیره می شوند.
- ✓ عواملی که فعالیت انتقال دهنده ها را متوقف، تشدید یا آن را تغییر می دهند ممکن است رفتار، ادراک، تفکر و سایر فعالیت های بیولوژیکی شخص را شدیداً تحت تاثیر قرار دهند.

داروها و مواد موثر بر انتقال دهنده های عصبی:

۱. ماده مخدر LSD:

- ✓ عملی مشابه سروتونین (یکی از انتقال دهنده های عصبی در مغز) دارد.
- ✓ افزایش تحریک سلول های مغز توسط این ماده سبب اختلال روانی و روان پریشی شده و به شخص خوشحالی و از خود بی خودی غیرمعقول دست می دهد.

۲. آمفتامین:

- ✓ بعنوان داروی محرک هوش و حافظه و بیدار بودن در شب های امتحان بکار می رود.
- ✓ سبب افزایش ترشح دوپامین مغز می شود.
- ✓ افزایش ترشح دوپامین، سبب بروز بیماری اسکیزوفرنی (جنون جوانی) می شود.

۳. داروی کلرپرومازین:

- ✓ با تاثیر بر روی غشای پس سیناپسی و مسدود کردن گیرنده های دوپامین، فعالیت دوپامین را محدود می کند.
- ✓ دارویی مناسب برای درمان اسکیزوفرنی به شمار می رود.

انتقال دهنده های عصبی:

۱. استیل کولین:

- ✓ ساختمانی بسیار ساده داشته و یکی از رایج ترین انتقال دهنده های عصبی است.
- ✓ در تکمه های انتهایی آکسون نورون های پیکری، در محل صفح محرکه انتهایی و از همه تارهای عصبی پیش گرهی دستگاه عصبی خودکار ترشح می شود.
- ✓ نورون ترشح کننده آن را "کولینرژیک" می نامند.
- ✓ پس از تحریک در سلول پس سیناپسی، سریعاً تحت تاثیر آنزیم "کولین استراز" که توسط پایانه های نورون پیش سیناپسی تولید شده، تجزیه و بی اثر می شود.
- ✓ مهمترین محل تاثیر استیل کولین، در صفحه محرکه انتهایی (محل اتصال عصب به عضله یا غده) است.
- ✓ استیل کولین سبب انقباض سلول های عضلانی، انقباض عضله و حرکت عضو متصل به آن می شود.
- ✓ ضایعه در محل سیناپس ممکن است در غشای پیش سیناپسی، فضای بین سیناپسی یا غشای پس سیناپسی باشد.

✓ یکی از بیماری‌های مشهور در رابطه با ضایعات در محل سیناپس، بیماری "میاستنی گراو (شلی عضلات)" است. این بیماری باعث ضعف و خستگی سریع عضلات اسکلتی می‌شود.

۲. نوراپی نفرین یا نور آدرنالین:

- ✓ از نورون‌های رابط موجود در مغز و نخاع و از بیشتر تارهای عصبی پس‌گرهی دستگاه عصبی سمپاتیک ترشح می‌شود.
- ✓ نورون‌های ترشح‌کننده آن را نور آدرنرژیک یا آدرنرژیک می‌نامند.
- ✓ به نور آدرنالین، آدرنالین و دوپامین، کاتکولامین‌های اصلی انسانی گفته می‌شود.
- ✓ دوپامین ماده پیش‌ساخت نوراپی نفرین است که در حبابچه‌های موجود در انتهای عصبی آدرنرژیک تحت تاثیر آنزیم دوپامین بتاهیدروکسیلاز به نوراپی نفرین تبدیل می‌شود.
- ✓ دوپامین، از سیناپس برخی نورون‌های مغزی موثر بر حرکات و رفتار و نیز از گره‌های اعصاب سمپاتیک ترشح می‌شود.
- ✓ نورون‌های ترشح‌کننده دوپامین را دوپامینرژیک می‌نامند.

۳. سروتونین:

- ✓ از انتقال‌دهنده‌های عصبی نورون‌های مغزی است.
- ✓ نورون‌های تولیدکننده آن را سروتونرژیک می‌نامند.
- ✓ سروتونین پس از ترشح، توسط پایانه‌های آکسون جذب و یا توسط آنزیم MAO تجزیه می‌شود.

۴. اندروفین‌ها و انگفالین‌ها:

- ✓ به پپتیدی‌های شبه‌مخدري معروف هستند.
- ✓ در مغز و مجرای گوارشی، گیرنده‌هایی وجود دارد که مرفین به آنها وصل می‌شود.
- ✓ این مواد نقش واسطه سیناپسی را بازی و بعنوان ماده ضد درد عمل می‌کنند.

فصل سوم: ساختمان دستگاه عصبی انسان

- دستگاه اعصاب، باعث ایجاد هماهنگی شخص با محیط خارج و نیز باعث ایجاد هماهنگی بین دستگاه‌های مختلف بدن انسان می‌شود.
- ساختمان دستگاه عصبی به ۲ دسته دستگاه اعصاب مغزی نخاعی و دستگاه اعصاب خودکار تقسیم می‌شود.
- دستگاه اعصاب مغزی نخاعی و اعصاب خودکار شامل ۲ قسمت مرکزی و محیطی هستند.
- از نظر شکل ظاهری (مورفولوژی)، قسمت مرکزی را به بافت عصبی در داخل محفظه‌های استخوانی و قسمت محیطی را بخشی از بافت و رشته‌های عصبی می‌دانیم که در خارج از محفظه‌های استخوانی قرار دارند.

دستگاه اعصاب مغزی نخاعی:

- ✓ هماهنگی شخص با محیط خارج را برقرار می‌کند.

دستگاه اعصاب خودکار:

- ✓ هماهنگی دستگاه‌های مختلف بدن با همدیگر را برقرار می‌کند.
- ✓ شامل اعصاب سمپاتیک و پاراسمپاتیک است.

دستگاه عصبی مرکزی (CNS):

- ✓ بخشی از دستگاه عصبی است که تقریباً در مرکز بدن یعنی درون جمجمه و ستون مهره‌ها قرار دارد و شامل ۲ بخش مغز و نخاع می‌شود.
- ✓ بین دستگاه عصبی مرکزی و استخوان‌های محافظ آن، چند لایه و غشای موسوم به پرده‌های مننژ وجود دارد که وظیفه تامین حفاظت بیشتر بافت عصبی را بعهده دارد.

۱. **مغز:** بزرگترین بخش دستگاه عصبی است و از رشد حباب مغزی جنینی پدید می‌آید و شامل بخش‌های زیر است:

الف) مغز پیشین در بالا: به ۲ بخش تقسیم شده و هر بخش شامل نیمکره‌های مغز، رابط‌های دو نیمکره، تالاموس، هیپوتالاموس و اپی‌فیز است.

ب) مغز میانی در وسط: شامل پایه‌های مغز و برجستگی‌های ۴ گانه است.

ج) مغز پسین در پایین: شامل برجستگی‌های حلقوی (پل)، مخچه و پیاز نخاع است.

۲. **نخاع:** طناب سفیدرنگی بوده که در داخل ستون مهره‌ها قرار دارد.

دستگاه عصبی محیطی یا پیرامونی (PNS):

- ✓ به مجموعه اعصابی اطلاق می‌شود که وظیفه نقل و انتقال تکانه‌های عصبی را بین دستگاه عصبی مرکزی و اندام‌های مختلف بدن (پوست، ماهیچه‌ها و غدد) عهده‌دار هستند و شامل اعصاب زیر است:

۱. ۱۲ جفت اعصاب مغزی:

- ✓ هر جفت، بصورت قرینه از مغز خارج می‌شوند و سپس از یکی از سوراخ‌هایی که در قاعده جمجمه است بیرون می‌آیند.
- ✓ مبدا عمقی اعصاب مغزی، گروهی از سلول‌های عصبی است که در داخل بافت عصبی مغز قرار دارد و آنها را هسته‌های اعصاب مغزی می‌نامند.
- ✓ تارهای حرکتی که تکانه‌های عصبی را از مغز به خارج هدایت می‌کنند از همین سلول‌ها شروع می‌شوند.
- ✓ تارهای حسی که تکانه‌ها را از خارج به مغز می‌آورند، به این سلول‌ها ختم می‌شوند.
- ✓ مبدا ظاهری یا سطحی اعصاب مغزی، محلی است که تارهای عصبی از مغز خارج می‌شود.
- ✓ تمام اعصاب مغزی بجز جفت دهم، به قسمت‌های مختلف سر و گردن عصب می‌دهند.

۲. ۳۱ جفت اعصاب نخاعی:

- ✓ از نوع اعصاب مختلط بوده و از قسمت‌های مختلف نخاع منشأ می‌گیرند.

۳. اعصاب خودکار:

- ✓ واکنش‌های غیر ارادی بدن نظیر ضربان قلب، ریتم تنفس، انقباض ماهیچه‌های صاف و ترشح عرق را کنترل می‌کند.
- ✓ متشکل از مراکز و گره‌های موجود در داخل و خارج مغز و نخاع است و ریشه این اعصاب در مغز و نخاع قرار دارد که به اندام‌های خودکار بدن ختم می‌شود.
- ✓ زوج‌های سوم، هفتم، نهم و دهم از اعصاب مغزی، حاوی رشته‌های پاراسمپاتیک هستند.
- ✓ اعصاب نخاعی از زوج اول پستی تا زوج دوم کمری شامل رشته‌های سمپاتیک هستند.
- ✓ زوج‌های دوم، سوم و چهارم خاجی حامل رشته‌های پاراسمپاتیک هستند.
- ✓ کلیه اعصاب نخاعی هر ۲ نوع تار آوران و وابران را دارند و از نوع اعصاب مختلط هستند. یعنی هم تکانه‌های حسی و هم تکانه‌های حرکتی را منتقل می‌کنند.
- ✓ اعصاب مغزی ممکن است فقط حسی یا منحصرأ حرکتی باشند یا مانند اعصاب نخاعی هم حسی و هم حرکتی باشند.
- ✓ تارهای حرکتی اعصاب محیطی را آکسون نورون محیطی تشکیل می‌دهند.
- ✓ تارهای اعصاب حسی، دندریت نورون‌های محیطی یا راه‌های حسی هستند.
- ✓ دستگاه عصبی محیطی بطور عمده از تارهای عصبی‌ای تشکیل شده که تنه سلولی آنها در دستگاه عصبی مرکزی قرار دارد.
- ✓ در دستگاه عصبی محیطی توده‌های از سلول‌های عصبی وجود دارد که عبارتند از:
 - الف) تنه سلولی نورون‌های حسی اعصاب نخاعی که در گره‌های عصبی ریشه پسین اعصاب نخاعی قرار دارند.
 - ب) سلول‌های عصبی که در گره‌های اعصاب خودکار قرار دارند.
 - ج) تنه سلولی نورون‌هایی که در اندام‌های حس‌های ویژه قرار دارند به ویژه در چشم، گوش و بینی.

زوج	نام عصب	نوع تارها	عمل تارها
اول	عصب بویایی	حسی	بویایی
دوم	عصب بینایی	حسی	بینایی
سوم	عصب محرکه مشترک چشم	حرکتی	حرکات چشم
چهارم	عصب اشتیاقی	حرکتی	حرکات چشم
پنجم	عصب ۳ قلو	حسی، حرکتی	تارهای حرکتی: حرکات ماهیچه‌های جویدن تارهای حسی: حس قرینه، مخاط بینی، پوست صورت، حفره دهان
ششم	عصب محرکه خارجی چشم	حرکتی	حرکات چشم
هفتم	عصب صورتی	حسی، حرکتی، پاراسمپاتیک	تارهای حسی: چشایی پیشین زبان تارهای حرکتی: حرکت ماهیچه‌های صورت و پوست سر تارهای پاراسمپاتیک: ترشح غده‌های اشکی و بزاقی
هشتم	عصب شنوایی	حسی	تعادل - شنوایی
نهم	عصب زبانی - حلقی	حسی، حرکتی	تارهای حسی: حس چشایی یک سوم پسین زبان، حق حلق تارهای حرکتی: حرکات ماهیچه نیزه‌ای - حلقی
دهم	عصب واگ	حسی، حرکتی، پاراسمپاتیک	تارهای حسی: حس حلق و حنجره تارهای حرکتی: حرکات حلق و حنجره تارهای پاراسمپاتیک: احشای قفسه سینه و حفره شکم
یازدهم	عصب شوکی	حرکتی	حرکات بعضی از ماهیچه‌های گردن
دوازدهم	عصب زیر زبانی	حرکتی	حرکات ماهیچه زبان

فصل هفتم: ساختار فیزیولوژی مغز پسین و میانی

- ✓ مغز پسین، شامل مغز چهارم و پنجم است.
- ✓ مغز چهارم شامل پل مغزی در جلو و مخچه در عقب است.
- ✓ پیاز نخاع، مغز پنجم را تشکیل می‌دهد.
- ✓ بطن چهارم مغزی نیز که در دنباله مجرای مرکزی نخاع است، در مغز پسین جای دارد.
- ✓ مغز پسین به استثنای بخش کوچکی از پیاز نخاع، داخل جمجمه قرار دارد.

ساختار فیزیولوژیک پیاز نخاع:

- ✓ پیاز نخاع در بالای نخاع و جلوی مخچه قرار دارد و شکل خارجی آن کاملاً شبیه نخاع است.
- ✓ همان شیارهای پیشین، پسین و جانبی نخاع، در پیاز نخاع دیده می‌شود.
- ✓ در ۲ طرف شیار پیشین، دو برجستگی به صورت طناب‌های عصبی سفید رنگی دیده می‌شود که به هرم‌های پیشین معروفند و دنباله طناب‌های پیشین نخاع و گذرگاه تارهای حرکتی (دسته هرمی) هستند.
- ✓ در سطح پسین پیاز نخاع (۲ طرف شیار پسین)، دو طناب عصبی وجود دارد که ادامه طناب‌های پسین نخاع هستند که در نیمه فوقانی پیاز نخاع از هم دور می‌شوند و فضای مثلث شکلی را ایجاد می‌کنند که کف بطن چهارم است.
- ✓ از سطوح مختلف پیاز نخاع و حد فاصل آن با پل مغزی، اعصاب زوج ششم تا دوازدهم مغزی خارج می‌شوند.
- ✓ ماده سفید پیاز نخاع، گذرگاه راه‌های عصبی است.
- ✓ راه‌های عصبی نخاع، در پیاز نخاع باهم تقاطع می‌کنند یعنی تارهای عصبی یک طرف، به طرف مقابل می‌روند.

اعمال پیاز نخاع:

- ✓ گذرگاه راه‌های عصبی و ایستگاه تقویت‌کننده بین نخاع و مغز است.
- ✓ همانند نخاع، درگیر فعالیت‌های بازتابی و یکی از مراکز بازتابی مهم در بدن است.
- ✓ تفاوت بین پیاز نخاع و نخاع در این است که بازتاب‌های پیاز نخاع، پیچیده‌تر از بازتاب‌های نخاع هستند یعنی در قوس بازتاب‌های پیاز نخاع، اجزای بیشتری وجود دارند و اندام‌های متعددی در این بازتاب‌ها درگیر هستند.
- ✓ مراکز مغزی گوارش، تنفس و گردش خون، عمدتاً در پیاز نخاع قرار دارند.
- ✓ مرکز عصب واگ (جفت دهم از اعصاب مغزی) از پیاز نخاع منشأ و به احشا می‌رود.

فعالیت مراکزی که در پیاز نخاع قرار دارند:

- ✓ اعمال گوارشی نظیر فعالیت‌های ترشحی غده‌های معده و لوزالمعده، بلع، تهوع و استفراغ.
- ✓ اعمال تنفسی نظیر عطسه، سرفه، دم و بازدم، آسیب مرکز تنفسی که در کف بطن چهارم قرار دارد، توقف حرکات تنفسی را سبب می‌شود.
- ✓ فعالیت‌های مربوط به دستگاه گردش خون نظیر کند کردن ضربان قلب، تنظیم فشار خون یا تغییر قطر رگ‌ها.

✓ مرکز القای خواب سبک یا خواب به روال در بالای پیاز نخاع و پایین برجستگی حلقوی است.

پل مغزی:

- ✓ در بالای پیاز نخاع و در جلوی مخچه، بین مغز میانی و پیاز نخاع قرار دارد.
- ✓ در سطح پیشین آن شکافی وجود دارد که سرخرگ قاعده‌ای مغز از آن می‌گذرد.
- ✓ سطح پسین آن با سطح پسین پیاز نخاع، کف بطن چهارم را تشکیل می‌دهند.
- ✓ مانند پلی، قسمت‌های مختلف مغز به به هم می‌پیوندند و به مثابه ایستگاه تقویت‌کننده راه‌های عصبی است که از پیاز نخاع به قشر مخ می‌روند.
- ✓ مخچه توسط یک جفت پایه موسوم به پایه‌های مخچه‌ای، به پل مغزی وصل می‌شود.
- ✓ پل از ماده سفید و خاکستری تشکیل شده است.
- ✓ ماده خاکستری پل بصورت توده‌هایی درون ماده سفید پراکنده است.
- ✓ این توده‌ها، هسته اعصاب مغزی (جفت پنجم تا هشتم) هستند.

اعمال پل مغزی:

- ✓ اعمال پل مغزی شباهت زیادی به پیاز نخاع دارد.
- ✓ پل مغزی با داشتن هسته‌های مرکزی اعصاب حسی، حرکتی و خودمختار در حس‌ها و حرکات‌های مختلفی نظیر حرکات چشم و حس شنوایی دخالت دارد.
- ✓ پل مغزی، مرکز بعضی بازتاب‌ها مانند بازتاب قرنیه چشم و بازتاب‌های تنفسی است.
- ✓ در پل، دو مرکز تنفسی وجود دارد که یکی مانع از فعالیت مرکز دم در پیاز می‌شود و دیگری با کاستن از تعداد حرکات تنفسی، زمان دم را افزایش می‌دهد.
- ✓ پل مغزی بعنوان یک راه ارتباطی، محل عبور و تقویت تکانه‌های عصبی است که از مراکز بالایی بسوی مراکز پایین آن رفت و آمد دارند.
- ✓ مرکز القای خواب سنگین در ناحیه پشتی پل به نام لوکوس سرولئوس قرار دارد که مملو از انتقال‌دهنده اپی‌نفرین است.
- ✓ وارد آمدن آسیب به پل سبب اختلالات حسی و حرکتی مانند اختلال حرکت چشم (لوچ شدن چشم)، اختلال حس شنوایی و اختلال بازتاب قرنیه می‌شود.

شکل خارجی و ساختمان مخچه:

- ✓ مخچه در پشت پیاز نخاع، پل مغزی و در زیر نیمکره‌های مخ واقع شده است و به وسیله داس مخچه، از نیمکره‌های مخ جدا می‌شود.
- ✓ دارای یک قسمت میانی به نام کرمینه و دو توده بزرگ طرفی به نام نیمکره‌های مخچه است.
- ✓ کرمینه، دو نیمکره مخچه را به یکدیگر متصل می‌کند.

✓ مخچه به وسیله ۳ جفت پایه‌های مخچه، به قسمت‌های دیگر مغز می‌پیوندد. این پایه‌ها شامل راه‌های عصبی آوران و وابران هستند که وسیله ارتباط مخچه را با قسمت‌های دیگر مغز (مغز میانی، پل و پیاز نخاع) فراهم می‌آورند.

ساختمان داخلی مخچه:

✓ ماده خاکستری مخچه برخلاف نخاع و مانند نیمکره‌های مخ، در قسمت سطحی و ماده سفید، در قسمت داخلی این عضو قرار دارد.

✓ قسمتی از ماده خاکستری که سطح خارجی مخچه را می‌پوشاند، به قشر مخچه (کورتکس) معروف است.

✓ قشر مخچه ورقه نازکی از ماده خاکستری است که سطح خارجی مخچه را می‌پوشاند و به صورت چین‌ها و شیارهای ظریفی به درون بافت مخچه نفوذ می‌کند.

✓ در برش عرضی مخچه منظره‌ای شبیه به شاخه‌های درخت بوجود می‌آورد که کالبدشناسان قدیم، آن را درخت زندگی می‌نامیدند.

✓ ماده خاکستری بصورت هسته‌های پراکنده‌ای درون ماده سفید وجود دارند که از خارج به داخل عبارتند از:

۱. **هسته‌های دندانه‌ای:** خارجی‌ترین هسته و مانند کیسه چین‌داری است که گردن آن به طرف داخل قرار دارد.

۲. **هسته‌های لخته‌ای شکل:** مثلثی و شبیه لخته خون بوده و در داخل هسته دندانه‌ای جای دارند.

۳. **هسته‌های گروی:** توده‌های گرد و کوچکتر از هسته‌های لخته‌ای شکل هستند.

۴. **هسته‌های شیروانی:** بزرگتر از دو هسته قبلی (کروه و لخته‌ای) و در داخل آنها قرار دارند.

اعمال مخچه:

✓ از هنگام تولد تا ۲ سالگی، سرعت رشد مخچه، بیش از مخ بوده و تقریباً کامل می‌شود. کودک در این ۲ سال، حرکات اساسی خود را می‌آموزد.

✓ بسیاری از اطلاعات حسی از چشم، گوش، پوست، عضلات و مفاصل به مخچه می‌رسد و با داشتن این اطلاعات در هر لحظه، از وضعیت تعادلی بدن مطلع است.

✓ برخی حرکات را کنترل و هدایت می‌کند. در انجام حرکات موزون و ماهرانه مربوط به نشستن، ایستادن، راه رفتن، دویدن و ... به قشر مخ کمک می‌کند.

✓ تقریباً تمام حرکات بدن، پاندولی هستند. مثلاً زمانی که بازو را حرکت می‌دهیم، دامنه حرکت به اندازه‌ای است که برای متوقف کردن حرکت، ابتدا باید بر آن فایق آمد.

✓ تمام حرکات پاندولی بعلت داشتن اندازه حرکت، تمایل دارند زیادتر از حد خود انجام شوند.

✓ اگر زیادی حرکت در اعضای بدن سطحی اتفاق بیفتد، نشانه این است که مخچه دچار آسیب شده است زیرا مخچه، فرمان‌های حرکتی قشر مخ را براساس اطلاعات رسیده از گیرنده‌های مختلف اصلاح می‌کند و آنها را هماهنگ می‌سازد.

✓ مخچه حرکات را شروع نمی‌کند بلکه فرمان‌های حرکتی مخ را تعدیل و هماهنگ می‌سازد.

- ✓ بدون مخچه، حرکات صورت می‌گیرند منتها به نحوی نامتعادل و غیرهماهنگ. وظیفه مخچه، بیشتر مهار کردن حرکات است تا تحریک کردن.
- ✓ اختلال در مخچه با تظاهر عارضه‌هایی بخصوص در اعمال حرکتی همراه است.
- ✓ یکی از ویژگی‌های مهم اختلالات مخچه‌ای این است که تحریک قسمت کوچکی از قشر مخچه، به ندرت باعث ایجاد اختلال قابل تشخیص در عملکرد حرکتی می‌شود.
- ✓ برای اینکه ضایعه مخچه‌ای بتواند اختلال جدی و مداوم در مخچه ایجاد کند، باید یک یا چند هسته عمقی مخچه به همراه بخشی از قشر مخچه درگیر باشند.

اختلالات ناشی از آسیب مخچه:

۱. از بین رفتن هماهنگی، ظرافت و دقت در اعمال و ناتوانی در انجام حرکت موزون (آتاکسی).
۲. مشکل شدن حرکات، ناموزونی و پر پیچ و تاب شدن بدن. در ضایعات شدید، بیمار قادر به راه رفتن بطور خودکار نیست و مجبور است به روی هر جزء حرکت خود تامل کند. هدف‌گیری برای حرکت و جهت‌یابی دچار اشکال می‌شود.
۳. نیست‌آگموس مخچه‌ای یا لرزش کره‌های چشم هنگام تمرکز شخص روی اشیا.
۴. لرزش مخچه‌ای یا لرزش عضلات خصوصا دست‌ها هنگام تمرکز شخص بر حرکات ارادی مثل گرفتن لیوان آب.
۵. تکلم غیرقابل فهم می‌شود که به این حالت دی‌آرتری می‌گویند.

ضعف عضلانی (هیپوتونی):

- ✓ آسیب‌های عمقی مخچه به ویژه هسته‌های دندانه‌ای باعث کاهش تونوس (هیپوتونی) عضلات محیطی در همان طرف ضایعه می‌شود.

مغز میانی:

- ✓ قطعه باریک و کوچکی از بافت عصبی است که در میان مغز پیشین و مغز پسین قرار دارد.
- ✓ مغز میانی در قسمت جلو از پایه‌های مغزی و در قسمت عقب از برجستگی‌های چهارگانه ساخته شده و در بین این دو قسمت، قنات سیلویوس قرار دارد.

پایه‌های مغزی:

- ✓ مغز پیشین را به مغز پسین پیوند می‌دهد و تارهای عصبی آنها میان قشر مخ و سطوح دیگر مغز، رابطه برقرار می‌کند.
- ✓ ماده خاکستری پایه‌های مغزی، در داخل ماده سفید به صورت هسته‌هایی پراکنده است. این هسته‌ها شامل هسته‌های اعصاب جفت سوم و چهارم و عصب حلزونی و هسته‌های قرمز است.
- ✓ هسته‌های قرمز به وسیله راه‌های خارج هرمی با شاخ پیشین نخاع ارتباط دارد.

مهمترین اجزای ماده خاکستری پایه‌های مغز از جلو به عقب:

۱. ماده سیاه (جسم سیاه):

- ✓ شامل دو ورقه هلالی شکل و تیره رنگ هستند و هر کدام در درون یک پایه مغزی جای گرفته‌اند.
- ✓ انتهای بالایی ماده سیاه تا ناحیه زیر تالاموس ادامه می‌یابد.
- ✓ جسم سیاه از نورون‌های چند قطبی درشتی تشکیل شده است که درون آنها، رنگدانه سیاه ملانین وجود دارد.
- ✓ این سلول‌ها با بخش‌هایی از ماده خاکستری مغز پیشین موسوم به هسته دم‌دار و هسته عدسی در ارتباط هستند و از طریق ترشح انتقال‌دهنده عصبی دوپامین، آنها را تحریک می‌کنند.
- ✓ اختلال در نورون‌های جسم سیاه و عدم ترشح دوپامین توسط آنها، منجر به بیماری پارکینسون می‌شود.
- ✓ پارکینسون که به آن فلج آشفته نیز می‌گویند ناشی از تخریب گسترده جسم سیاه است. مشخصات آن عبارت است از: سفتی بخش عظیمی از عضلات بدن، لرزش غیر ارادی نواحی مبتلا حتی در حال استراحت، مشکل جدی در شروع حرکت (بی حرکتی)

۲. هسته‌های قرمز:

- ✓ دو هسته بیضی شکل هستند که در پشت اجسام سیاه، در نیمه بالایی مغز میانی جای دارند.
- ✓ متشکل از نورون‌های چند قطبی بزرگ و کوچک هستند.
- ✓ رشته‌های عصبی از قشر مخ و نیز از هسته‌های مخچه، تکانه‌هایی را وارد هسته‌های قرمز می‌کنند. از این هسته‌ها نیز تکانه‌های عصبی از طریق تارهای هسته‌ها قرمزی - پلی، قرمزی - پیاز نخاعی و قرمزی - نخاعی به ترتیب به هسته‌های عصبی پل، پیاز نخاع و نخاع می‌روند.

۳. ساختمان شبکه‌ای مغز میانی:

- ✓ در امتداد ساختمان شبکه‌ای ساقه مغز در پیاز نخاع و پل مغزی قرار دارد و از بالا، به ساختمان شبکه‌ای مغز واسطه‌ای مربوط می‌شود.
- ✓ ساختمان شبکه‌ای مغز میانی در جلوی قنات سیلویوس جای دارد و هسته‌های قرمز و سیاه نیز جزئی از آن محسوب می‌شوند.

۴. هسته‌های بین پایه‌ای:

- ✓ دو هسته کوچک هستند که در بین دو پایه مغز در عمق ماده سوراخ‌دار عقبی (که بین دو پایه مغزی جای دارند) واقع‌اند. این هسته‌ها به راه‌های بویایی مربوط می‌شوند.

۵. ماده خاکستری مرکزی:

- ✓ توده‌ای از ماده خاکستری است که اطراف قنات سیلویوس را فرا گرفته و هسته‌های اعصاب جفت چهارم و جفت سوم مغزی را تشکیل می‌دهد.
- ✓ ماده سفید، پایه‌های مغز متشکل از تارهای عصبی میلین‌داری است که بطور گروهی دسته تارهایی را تشکیل می‌دهند. این دسته تارها یا حرکتی یا حسی یا ارتباطی هستند.

- ✓ دسته تارهای حرکتی یا پایین‌رو، ماده سفید جلوی جسم سیاه را تشکیل می‌دهند.
- ✓ دسته تارهای حسی یا بالارو در ماده سفید پشت جسم سیاه جای دارند.
- ✓ دسته تارهای ارتباطی، یا بالارو هستند یا پایین‌رو.

برجستگی‌های چهارگانه:

- ✓ شامل دو برجستگی بالا که بیضی شکل و بزرگتر هستند و دو برجستگی پایینی که کروی و کوچک‌ترند.
- ✓ برجستگی بالایی به مغز واسطه‌ای مربوط شده و برجستگی پایینی در محل اتصال دو پایه مخچه‌ای بالا به مغز میانی قرار دارد.
- ✓ ساختار داخلی برجستگی‌های چهارگانه از ماده سفیدی است که هسته‌هایی از ماده خاکستری را در بر گرفته است.
- ✓ در هر برجستگی، هسته‌ای به نام خود آن برجستگی وجود دارد.
- ✓ تارهای عصبی مربوط به بینایی و مردمک چشم، به برجستگی‌های بالایی مربوط می‌شوند.
- ✓ قنات سیلویوس مجرای باریکی است که در مغز میانی قرار دارد و بطن‌های سوم و چهارم مغز را به هم می‌پیوندند.

اعمال مغز میانی:

- ✓ هسته‌های برجستگی‌های چهارگانه مرکز بازتاب‌های جهت‌یابی هستند که اعمال پیچیده‌ای را تنظیم می‌کنند.
- ✓ عکس‌العمل‌های حرکتی بدن در برابر تحریک‌های ناگهانی بینایی یا شنوایی بعهده برجستگی‌های چهارگانه است.
- ✓ قوس بازتاب مردمک (تنگ شدن مردمک چشم در مقابل تابش نور) در مغز میانی تکمیل می‌شود.
- ✓ بطور کلی دو برجستگی فوقانی، مرکز بازتاب‌های نوری، تغییر مردمک چشم و بازتاب تطابق چشم در مقابل تحریکات نور است.
- ✓ دو برجستگی تحتانی، ایستگاه تقویت راه‌های شنوایی و مرکز بازتاب‌های صوتی (آکوستیک) هستند.
- ✓ هسته‌های پایه‌های مغزی در تنظیم و توزیع قوام (تونیسیت) ماهیچه‌ای شرکت می‌کنند.
- ✓ مرکز بسیاری از بازتاب‌ها مانند بازتاب‌هایی که مربوط به وضع قرار گرفتن بدن هستند و بازتاب‌هایی که مربوط به سر پا ایستادن هستند، در مغز میانی قرار دارد.
- ✓ اگر نیمکره‌های مخ حیوانی را بردارند و مغز میانی و قسمت‌های دیگر را باقی بگذارند، حیوان می‌تواند بایستد و موقعیت خود را حفظ کند.
- ✓ آسیب مغز میانی (بر اثر تومور یا خونریزی) باعث اختلال مختلفی در قوام ماهیچه‌ای بخصوص پدیده جمود بی‌مغزی (قوام ماهیچه‌های بازکننده اندام‌ها، تنه و گردن بشدت افزایش می‌یابد) می‌شود.
- ✓ تکانه‌ها یا فرمان‌های عصبی از مغز میانی و از راه نخاع به ماهیچه‌ها می‌رسند.
- ✓ تکانه‌هایی که از مخچه، هسته‌های مغزی و قشر نیمکره‌های مخ به هسته‌های موجود در پایه‌های مغزی منتقل می‌شوند، فعالیت هسته‌های مغز میانی را تنظیم می‌کند.

فصل هشتم: ساختمان و عملکرد مغز پیشین

- ◀ در بالای مغز میانی جای داشته و بزرگترین قسمت مغز، مغز پیشین است.
- ◀ مغز پیشین از دو قسمت تشکیل شده است. قسمت عقب به نام مغز دوم یا مغز واسطه‌ای و قسمت جلویی به نام مغز پیشین یا نیمکره‌های مخ.
- ◀ از مهمترین بخش‌های دستگاه عصبی مرکزی به شمار می‌رود.
- ◀ سازمانی از مغز که در پستانداران قدیمی شکل گرفت و در پستانداران جدید از جمله انسان نیز به فعالیت خود ادامه می‌دهد، موسوم به دستگاه کناری است که در مغز پیشین جای دارد و مسئول اعمال حیاتی در سطح حیوانی است.
- ◀ قشر مخ در مغز پیشین وجود دارد که مخصوص پستانداران عالی بوده و مسئول اعمال عالی حیاتی نظیر تفکر و تکلم است.
- ◀ مخ، مهمترین مرکز حس، حرکت، ادراک، حافظه و هوش است.

ساختار و فیزیولوژی مغز واسطه‌ای:

- ✓ دیانسفال (مغز واسطه‌ای) بلافاصله در بالای مغز سوم قرار دارد و شامل اجزایی نظیر تالاموس، هیپوتالاموس، اپی‌تالاموس، ساب‌تالاموس، چهارراه بینایی، اجسام پستانی، اجسام زانویی، اپی‌فیز و بخشی از هیپوفیز است.

ساختار و عملکرد تالاموس:

- ✓ توده بزرگی از ماده خاکستری است که در قسمت پسین و میانی هر یک از نیمکره‌های مخ قرار دارد.
- ✓ ایستگاه تقویتی تمام تکانه‌های حسی غیر از حس بویایی است. یعنی تمام تمام راه‌های عصبی که تکانه‌ها را از گیرنده‌های سراسر بدن می‌آورند، به تالاموس می‌رسند و سپس این تکانه‌ها بوسیله تارهای عصبی از تالاموس به قشر مخ می‌روند.
- ✓ بر اثر فراهم آمدن تکانه‌های حسی در تالاموس، انسان می‌تواند از تغییرات دما و تغییرات میزان انقباض‌های ماهیچه‌ای آگاه شود و شکل و اندازه اشیایی را که با گیرنده‌های لمسی تماس می‌گیرند و همچنین نقطه‌ای از بدن که تحریک می‌شود را تشخیص دهد.
- ✓ با مراکز حرکتی نیز ارتباط عملی دارد و اعمال حرکتی قشر مخ را کم و زیاد می‌کند.
- ✓ تقریباً تمام گیرنده‌های حسی، ابتدا در تالاموس جمع می‌شوند.
- ✓ تالاموس علاوه بر ارتباط با گیرنده‌های حسی و قشر مخ، با هسته‌های قاعده‌ای مغز، هیپوتالاموس، مخچه و ساقه مغز نیز مرتبط است.
- ✓ با ورود تکانه‌های حسی به تالاموس، احساس‌های کلی و مبهم به صورت خوشایند یا ناخوشایند پدید می‌آیند.
- ✓ احساسات کلی و مبهم پس از ارتباط با قشر مخ، واضح شده و به خوبی درک می‌شوند.
- ✓ تحریک مناطق مختلف تالاموس، حساسیت نسبت به محرک‌های پوستی و عمقی را شدت می‌بخشد و آسیب به تالاموس یک طرف، سبب از بین رفتن یا تضعیف حس‌های پوستی طرف مقابل می‌شود و آستانه تحریک حس‌های محیطی بالا می‌رود یعنی محرک باید با شدت بیشتری وارد آید تا درک شود.

- ✓ کنترل حرکات ماهیچه‌های صورت در حالات عواطف شدید مانند ترس، خشم و درد نیز با تالاموس است.
- ✓ تالاموس در تنظیم و ادامه حالت هوشیاری نقش دارد.

ساختار و عملکرد هیپوتالاموس:

- ✓ در زیر تالاموس قرار دارد. در جلو با لوب پسین غده هیپوفیز ارتباط داشته و حاوی هسته‌های عصبی فراوان است.
- ✓ هیپوتالاموس و دستگاه‌های مرتبط با آن، بخش عمده‌ای از دستگاه لیمبیک (کناری) را تشکیل می‌دهند.
- ✓ دستگاه لیمبیک علاوه بر دست داشتن در کنترل رفتار، بسیاری از شرایط داخلی بدن نظیر دمای بدن، اسمولالیتیه مایعات بدن و محرک‌های خوردن و آشامیدن را به همراه وزن بدن کنترل می‌کند که به مجموع این اعمال داخلی، اعمال نباتی مغز می‌گویند. کنترل این اعمال، رابطه نزدیکی با رفتار دارند.
- ✓ یک درصد وزن مغز را تشکیل داده و یکی از مهمترین و جالب‌ترین بخش‌های دستگاه عصبی مرکزی است.
- ✓ با ترشح هورمون‌های آزادکننده و مهارکننده، باعث فعالیت خاصی در هیپوفیز شده و هیپوفیز نیز مستقیماً عملکرد بسیاری از غده‌های درون‌ریز را کنترل می‌کند.
- ✓ هیپوتالاموس را می‌توان رابط اصلی و پیونددهنده عمده دستگاه عصبی و دستگاه غدد داخلی دانست.
- ✓ هیپوتالاموس را می‌توان رابط بین دستگاه عصبی مرکزی و دستگاه عصبی خودمختار نیز دانست چون تعدادی از مراکز سمپاتیک و پاراسمپاتیک در آن قرار دارند.
- ✓ تنظیم قطر رگ‌های خونی، حفظ تعادل آب و الکترولیت‌ها، تنظیم سوخت و ساز مواد غذایی نظیر چربی‌ها، قندها و پروتئین‌ها، ترشح غده‌ها، تنظیم اشتها، تنظیم دمای بدن، میل و رفتارهای جنسی از جمله فعالیت‌های خودمختار هیپوتالاموس است.
- ✓ هیپوتالاموس با فعال کردن یا از فعالیت باز داشتن "دستگاه فعال‌کننده شبکه‌ای (RAS)" ساقه مغز، فعالیت قشر مخ را تحت تاثیر قرار می‌دهد و بر پدیده خواب یا تناب خواب و بیداری اثر می‌گذارد.
- ✓ آسیب هیپوتالاموس سبب اختلال در تنظیم دمای بدن، اختلال در ترشح غدد داخلی، اختلال در سوخت و ساز قندها، چربی‌ها، پروتئین‌ها، آب‌ها و نمک‌ها، اختلال در ساز و کار خواب و ایجاد حالت اغما، اختلالات جنسی، چاقی یا لاغری مفرط، بی‌تفاوتی یا نبود احساسات طبیعی و یا برعکس آن یعنی هیجان زیاد می‌شود.

ساختمان و فیزیولوژی مغز:

- ✓ مغز انسان، پیچیده‌ترین بخش دستگاه عصبی مرکزی است که از رشد بخش پیشین اولیه شکل می‌گیرد.
- ✓ شامل دو نیمکره مخ و ساخت‌هایی موسوم به رابط است که دو نیمکره را به هم مربوط می‌سازند.
- ✓ مغز دارای دو بطن جانبی است که در داخل دو نیمکره مخ جای دارند و از پایین، به بطن سوم ارتباط دارند.

ساختمان مخ:

- ✓ بزرگترین بخش مغز بوده و $\frac{7}{8}$ وزن آن را به خود اختصاص می‌دهد.
- ✓ در بالا و انتهای ساقه مغز قرار گرفته و مانند سرپوشی روی مغز واسطه‌ای را فرا می‌گیرد.

- ✓ یک شیار عمیق سهمی، مخ را به دو نیمکره چپ و راست تقسیم می‌کند که هر نیمکره، به اندازه یک مشت گره کرده است و در عمق این شیار، از طریق رابط‌هایی به یکدیگر متصل‌اند.
- ✓ سطح نیمکره‌های مخ به دلیل بالاتر بودن میزان رشد قشر خارجی از توده درونی، دارای چین‌خوردگی‌های متعددی است.
- ✓ به برجستگی‌های حاصل از این چین‌خوردگی، برآمدگی (شکنج) و به فرورفتگی‌های آن، شیار (بریدگی) می‌گویند.
- ✓ چین‌خوردگی‌ها هر نیمکره را به چند قطعه (لوب) اصلی و تعدادی برجستگی‌های فرعی تقسیم می‌کنند.
- ✓ هر نیمکره مخ شبیه به یک ربع بیضی است که دارای سه سطح خارجی (زبرین)، داخلی و زیرین است.

سطوح مخ:

۱. سطح خارجی:

- ✓ محدب بوده و در آن، شیارها و چین‌ها و شکنج‌های زیادی دیده می‌شود و در مجاورت استخوان جمجمه قرار دارد.

۲. سطح داخلی:

- ✓ عمودی و صاف بوده و شامل دو قسمت است. یکی قسمت فوقانی که آزاد است و فاصله میان دو نیمکره (شیار طولی) را تشکیل می‌دهد و قسمت تحتانی (جسم پینه‌ای) که دو نیمکره توسط آن به یکدیگر متصل شده‌اند.

۳. سطح زیرین:

- ✓ توسط شیار طرفی (سیلویوس) به دو قسمت پیشین و پسین تقسیم می‌شود.
- ✓ قسمت پیشین لوب پیشانی، قسمت پسین لوب گیجگاهی و پس سری است.

لوب‌ها و شیارهای مخ:

- ✓ لوب‌ها توسط شیارهای عمیقی از یکدیگر جدا می‌شوند و هریک، اعمال خاصی را بعهده دارند.
- ✓ هر نیمکره مخ به چهار لوب بزرگ و چند لوب کوچک تقسیم می‌شود.
- ✓ لوب‌های بزرگ عبارتند از لوب پیشانی، لوب آهیانه‌ای، لوب پس سری و لوب گیجگاهی.
- ✓ در هر نیمکره، شیارهای بی‌شماری وجود دارد و در فاصله میان دو شیار، برجستگی‌های مغز قرار دارند.

شیارهای مغز:

۱. شیار طرفی (سیلویوس):

- ✓ زیر لوب پیشانی و به طور افقی در سطح خارجی مغز کشیده شده است.
- ✓ مراکز تکلم و شنوایی در آن قرار دارد.

۲. شیار مرکزی (رولاندو):

- ✓ از قسمت میانی کنار فوقانی هر نیمکره به طرف پایین کشیده می‌شود و لوب‌های پیشانی و آهیانه‌ای را از یکدیگر جدا می‌کند.
- ✓ مرکز اعمال حرکتی و حسی است.

۳. شیار زیر پیشانی (سینگولی):

- ✓ در سطح داخلی نیمکره مخ در امتداد جسم پینه‌ای قرار دارد.
- ✓ قسمتی از قشر مخ که در مجاورت این شیار است، منطقه بویایی می‌باشد.

۴. شیار کالکارین:

- ✓ در سطح تحتانی - داخلی نیمکره مخ است و به دو شاخه تقسیم می‌شود.
- ✓ منطقه بینایی در این قلمرو قرار دارد.

۵. شیار جانبی:

- ✓ با مرکز بویایی در ارتباط است.

لوب‌های بزرگ مهم مخ:

۱. لوب پیشانی:

- ✓ تقریباً نیمه جلویی هر نیمکره را شامل می‌شود.
- ✓ نوک آن قطب جلویی مخ است و در عقب سطح خارجی به شیار مرکزی و شیار طرفی محدود می‌شود.
- ✓ سطح زیرین لوب پیشانی به شیار طرفی و سطح داخلی آن به قسمت جلویی شیار کمربندی ختم می‌شود.

۲. لوب آهیانه‌ای:

- ✓ در عقب لوب پیشانی و در نیمه عقبی بالای مخ قرار گرفته است.
- ✓ حد فاصل آن با لوب پیشانی که در جلو قرار دارد، شیار مرکزی است.
- ✓ خط فرضی که بالا و پایین شیار آهیانه‌ای پس سری را به یکدیگر وصل می‌کند، مرز جداکننده لوب آهیانه‌ای از لوب پس سری است.
- ✓ مرز جداکننده لوب آهیانه‌ای از لوب گیجگاهی نیز شیار طرفی و دنباله فرضی آن است که به وسط خط فرضی آهیانه‌ای پس سری متصل می‌شود.

۳. لوب گیجگاهی:

- ✓ بخش پایینی میانی نیمکره‌های مخ را شکل می‌دهد و در زیر لوب آهیانه‌ای قرار دارد.
- ✓ مرز بین لوب گیجگاهی و آهیانه‌ای، دنباله فرضی شیار طرفی است.
- ✓ حد فاصل لوب گیجگاهی و پس سری، بخش پایینی خط فرضی آهیانه‌ای - پس سری است.
- ✓ این لوب دارای چند برآمدگی فرضی است.
- ✓ بخش پیشین داخلی‌ترین برآمدگی فرعی به نام پارا هیپوکامپ نامیده می‌شود.
- ✓ قسمت جلویی این برآمدگی که به طرف بالا و عقب برگشته و شبیه قلاب شده است، به نام قلاب نامیده می‌شود.

۴. لوب پس سری:

- ✓ در قطب عقبی نیمکره‌های مخ قرار دارد و از کوچکترین لوب‌هاست.

- ✓ لوب پس سری دارای سه سطح زیرین، جانبی و داخلی است.
- ✓ از طریق شیار آهیانه‌ای - پس سری در داخل و از طریق خط فرضی آهیانه‌ای - پس سری در خارج، نیمکره‌های مخ از لوب‌های گیجگاهی و آهیانه‌ای جدا می‌شود.
- مشهورترین و رایج‌ترین تقسیم‌بندی نیمکره‌های مخ، تقسیم‌بندی برودمن است که در آن، سطح یا قشر نیمکره‌های مخ به ۴۷ بخش کوچک تقسیم و هریک با شماره‌ای خاص مشخص می‌شود.

ساختمان داخلی مخ:

- ✓ مانند ساختار خارجی آن، تقریباً حالتی قرینه دارد.
- ✓ هر نیمکره مخ مانند سایر قسمت‌های مغز از دو ماده سفید و خاکستری تشکیل شده است.
- ✓ طرز قرار گرفتن دو ماده سفید و خاکستری در مخ، نظیر مخچه است؛ یعنی لایه‌ای از ماده خاکستری موسوم به قشر مخ، تمامی سطح خارجی آن را فرا می‌گیرد و ماده سفید در میان آن جای دارد.

۱. ماده سفید مخ:

- ✓ در هریک از نیمکره‌های مخ، فاصله میان قشر مخ، جسم مخطط، تالاموس و هیپوتالاموس را ماده سفید پر کرده است.
- ✓ ماده سفید شامل تارهای عصبی است که قسمت‌های مختلف دستگاه عصبی مرکزی را به یکدیگر پیوند می‌دهد.
- ✓ برخی تارها، قسمت‌های مختلف یک نیمکره و برخی دو نیمکره را به هم ارتباط می‌دهند.
- ✓ برخی از تارهای عصبی، قشر مخ را با قسمت‌هایی از مخ که در زیر آن قرار دارد پیوند می‌دهد. قسمتی از ماده سفید که تارهای اخیر از آن منشأ می‌گیرند، به کپسول داخلی معروف است.
- ✓ کپسول داخلی بین هسته دم‌دار و تالاموس از یک طرف و هسته عدسی در طرف دیگر قرار دارد.
- ✓ تارهایی که از کپسول داخلی می‌گذرند، قسمتی از تارهایی هستند که از قشر مخ به طرف پایه‌های مغزی و سپس پل و پیاز نخاع و نخاع می‌روند و شامل راه‌های حسی و حرکتی (صعودی و نزولی) هستند.
- ✓ در داخل ماده سفید هریک از نیمکره‌های مخ، سه توده از جنس ماده خاکستری وجود دارد که به آنها هسته‌های قاعده‌ای می‌گویند و عبارتند از هسته دم‌دار، هسته عدسی و هسته (تیغه) پیش دیوار.
- ✓ به مجموع سه توده عصبی خاکستری و ماده سفیدی که آنها را به هم پیوند می‌دهد، جسم مخطط می‌گویند.
- ✓ هسته‌های قاعده‌ای به اتفاق هسته‌های قرمز در پایه‌های مغزی و بعضی دیگر از قسمت‌های مغز، مجموعاً دستگاه خارج هرمی را تشکیل می‌دهند.
- ✓ هسته‌های قاعده‌ای در انسان، به فعالیت منطقه حرکتی قشر مخ کمک می‌کنند.
- ✓ آسیب دستگاه خارج هرمی منجر به یک سلسله حرکات غیر ارادی یا برعکس، سختی و محدودیت حرکات می‌شود.
- ✓ نشانه آسیب هسته‌های قاعده‌ای که ممکن است در یک طرف یا دو طرف بدن ظاهر شود عبارتند از لرزش، سختی ماهیچه‌ها، مختل شدن راه رفتن و حفظ وضعیت بدن در فضا.

۲. ماده خاکستری مخ:

✓ شامل دو جزء قشر مخ و هسته‌های قاعده‌ای است.

قشر مخ:

- ✓ ورقه نازکی از ماده خاکستری به ضخامت ۳ تا ۵ میلیمتر که تمامی سطح نیمکره‌های مخ را به جز در قسمتی از سطح داخلی آن که به نیمکره دیگر متصل می‌شوند می‌پوشاند.
- ✓ قشر مخ در انسان، به حداکثر تکامل خود رسیده به طوری که سطح مخ به ۲۲۰۰ سانتیمتر مربع می‌رسد.
- ✓ یاخته‌ها و تارهای عصبی قشر مخ، مناطق ویژه‌ای را بوجود آورده‌اند که عبارتند از مناطق حرکتی، حسی و ارتباطی.

۱. منطقه حرکتی و مراکز حرکات ارادی بدن:

- ✓ در قسمت پسین لوب پیشانی یا بطور دقیق‌تر، در جلوی شیار مرکزی (رولاندو) قرار دارد.
- ✓ این مراکز، تمام حرکات ماهیچه‌ای ارادی بدن را کنترل می‌کنند. پس هر عضو و ماهیچه‌ای، مرکز مشخصی در مغز دارد.
- ✓ مرکز حرکتی هر عضو، در نیمکره مخالف است چون راه‌های حرکتی، همدیگر را در پیاپی نخاع یا پایین‌تر از آن قطع می‌کنند و به طرف مقابل می‌روند.
- ✓ مرکز حرکتی شست پا در کنار فوقانی نیمکره مخ شروع و به مرکز حرکات ماهیچه‌های صورت ختم می‌شود.
- ✓ تصویر مراکز حرکتی بدن بر روی قشر مخ، شبیه یک آدمک وارونه است.
- ✓ اندازه مرکز حرکتی هیچ تناسبی با اندازه عضو ندارد بلکه سطح آن متناسب با کاربرد و موارد استفاده آن عضو است.
- ✓ سطح مراکز حرکتی دست و پا و لب‌ها به اندازه سطح مراکز حرکتی بقیه ماهیچه‌های اندام‌های بالایی و پایینی است.
- ✓ در جلوی منطقه حرکتی، منطقه‌ای وجود دارد که تکانه‌های عصبی را به هسته‌های قاعده‌ای مغز منتقل می‌کند و در نتیجه، نورون‌های حرکتی نخاع را از طریق راه‌های خارج هرمی تحت تاثیر قرار می‌دهد.

۲. مناطق حسی و مراکز حسی‌ها:

- ✓ مراکز حسی عموماً در عقب شیار رولاندو و در سمت لوب آهیانه‌ای قرار دارند.
- ✓ هر نیمکره، تکانه‌های حسی طرف مقابل را دریافت می‌کند.
- ✓ مرکز حس بینایی، در بخش پس سری واقع شده است و راه‌های بینایی که از اجسام زانویی شروع می‌شوند، در این ناحیه ختم می‌شوند.
- ✓ مرکز حس شنوایی در لوب گیجگاهی و زیر شیار سیلوپوس است.
- ✓ مرکز حس چشایی و بویایی، در قسمت جلوی لوب گیجگاهی قرار دارند.
- ✓ قشر مخ با سایر قسمت‌های دستگاه عصبی به وسیله راه‌های عصبی ارتباط دارد.
- ✓ تکانه‌های حسی از راه اعصاب حسی (تارهای صعودی) به قشر مخ می‌روند و فرمان‌های حرکتی توسط اعصاب حرکتی (تارهای نزولی) از قشر مخ به اعضا می‌رسند.

۳. مناطق ارتباطی قشر مخ و اعمال آنها:

- ✓ مرتبط ساختن اطلاعات هر لحظه با اطلاعاتی که در گذشته کسب شده و مبادله و ترکیب آنها بر عهده منطقه‌های ارتباطی قشر مخ است.
- ✓ مراکز حسی و حرکتی فقط $\frac{1}{4}$ قشر مخ را اشغال کرده و ۷۵٪ باقیمانده را منطقه‌های ارتباطی یا وابسته می‌نامند.
- ✓ منطقه‌های ارتباطی در پیرامون منطقه‌های حسی قرار دارند و سطح وسیعی از آنها، جلوی منطقه حرکتی را اشغال کرده است.
- ✓ منطقه پیشین لوب پیشانی از لحاظ رفتار انسانی، اهمیت ویژه‌ای دارد و بنظر می‌رسد که حاصل تجربیات هرکس، در این مناطق ذخیره و وقتی این منطقه‌ها آسیب ببینند، شخصیت انسان دگرگون می‌شود و کنترل خود را بر اعمال و رفتار خویش از دست می‌دهد و سرخوشی، شادمانی و جست و خیز کودکانه می‌یابد و اعمال و رفتار او از قضاوت و دوراندیشی دور می‌شود.

مراکز تکلم و اختلالات آن:

- ✓ در نیمکره چپ مخ دو ناحیه به نام ناحیه بروکا و ناحیه ورنیکه وجود دارند که مراکز تکلم به شمار می‌روند.
- ✓ از نظر تقسیم‌بندی برودمن، ناحیه بروکا در منطقه ۴۴ و ۴۵ و ناحیه ورنیکه در منطقه ۲۲ برودمن قرار دارد.
- ✓ ناحیه بروکا، ماهیچه‌هایی را که موجب تولید گفتار (طرز ادا و تلفظ کلمات) می‌شوند را انتظام می‌دهد و اگر آسیب ببیند، این ماهیچه‌ها فلج نمی‌شوند و می‌توانند منقبض شوند اما این انقباض، کافی نخواهد بود. تکلم آنها تلگرافی بوده و مانند کودکانی هستند که تازه زبان باز کرده‌اند. در نوشتن نیز مشکل داشته اما نوشته‌ها را خوب می‌فهمند.
- ✓ منطقه ورنیکه، منطقه عالی اعمال فکری انسان شناخته می‌شود و سلامت این ناحیه برای شناخت الگوهای گویایی و درک و فهم زبان لازم است.
- ✓ تمام اعمال فکری انسان مبتنی بر درک و تکرار کلام است.
- ✓ منطقه ورنیکه، ناحیه اصلی درک کلام است و بین دو منطقه بینایی و شنوایی قرار دارد.
- ✓ منطقه بروکا و ورنیکه ارتباط نزدیکی باهم دارند.
- ✓ آسیب ناحیه ورنیکه سبب عدم درک شنیده‌ها و خوانده‌ها و عدم توانایی تکرار شنیده‌ها و خوانده‌ها می‌شود.
- ✓ منطقه بروکا با طرز ادا و تلفظ کلمه و منطقه ورنیکه با محتوا و معنای کلام ارتباط دارد.
- ✓ مرکز تکلم در افراد راست دست، در نیمکره چپ و در افراد چپ دست، در نیمکره راست قرار دارد یا بطور کلی، در نیمکره غالب قرار دارد.

تشریح فیزیولوژیک قشر مغز:

- ✓ قشر فعال مخ از لایه نازکی از نورون‌ها به ضخامت ۲ تا ۵ میلیمتر تشکیل شده که سطح تمام چین‌های مخ را می‌پوشاند و سطح کل آن حدود ۰.۲۵ متر مربع است.
- ✓ کل قشر مخ حدود ۱۰۰ میلیون نورون دارد.

قشر مخ از سطح به عمق:

۱. سلول‌های گرانولر:

- ✓ آکسون‌های کوتاه داشته و عمدتاً بعنوان نورن‌های واسطه‌ای داخل قشری عمل می‌کنند.
- ✓ برخی از آنها تحریکی بود و عمدتاً میانجی تحریکی گلوتامات را ترشح می‌کنند.
- ✓ سایر نورن‌ها مهاری بوده و عمدتاً میانجی مهاری اسید گاما آمینوبوتیریک یا گابا آزاد می‌کنند.
- ✓ نواحی حسی و نیز نواحی ارتباطی بین قشرهای حسی و حرکتی، دارای تراکم بالایی از این سلول‌ها هستند که حاکی از میزان بالای پردازش پیام‌های حسی وارد در نواحی حسی و پیام‌های تحلیلی شناختی در نواحی ارتباطی است.

۲. سلول‌های دوکی شکل و هرمی شکل:

- ✓ تقریباً منشا تمامی تارهای خروجی از قشر هستند.
- ✓ تعداد سلول‌های هرمی، بیشتر و بزرگتر بوده که منشا تارهای بزرگ و دراز عصبی هستند و تمام مسیرها را تا نخاع طی می‌کنند.

ارتباط عملکردی قشر مخ با تالاموس و سایر مراکز پایی:

- ✓ در صورتی که تالاموس همراه با قشر مخ آسیب ببیند، عملکرد مخ بسیار بیشتر از حالتی که قشر به تنهایی آسیب دیده باشد از دست می‌رود چون تحریک تالاموسی مخ برای تمام فعالیت‌های قشر لازم است.
- ✓ ارتباط قشر مخ و تالاموس، دو طرفه عمل می‌کنند. زمانی که ارتباط تالاموسی قطع می‌شود، اعمال ناحیه قشری مربوط، به کلی از بین می‌روند.
- ✓ قشر مخ را هم از نظر تشریحی و هم از نظر عملکردی می‌توان با تالاموس تقریباً یک واحد دانست. به همین دلیل به مجموعه تالاموس و قشر، دستگاه تالاموس قشری نیز می‌گویند.
- ✓ تمام مسیرهایی که از اعضای حسی به قشر می‌روند، از تالاموس می‌گذرند به استثنای تارهای عصبی دستگاه بویایی.
- ✓ نواحی اولیه حرکتی برای ایجاد انقباضات مجزای عضلانی، دارای ارتباط مستقیم با عضلات خاص هستند.
- ✓ نواحی اولیه حسی، حس‌های خاص (بینایی، شنوایی یا پیکری) را که از اعضای حسی محیطی به مغز ارسال شده‌اند شناسایی می‌کند.
- ✓ نواحی ثانویه، مفهوم اعمال نواحی اولیه را کشف می‌کند.
- ✓ نواحی مکمل و پیش حرکتی برای ایجاد الگوهای فعالیت حرکتی در کنار قشر اولیه حرکتی و هسته‌های قاعده‌ای عمل می‌کند.
- ✓ نواحی ثانویه حسی که در محدود چند سانتیمتری نواحی اولیه هستند، شروع به فهم پیام‌های خاص حسی می‌کنند مثل تصویر شکل، قوام یک شی در دست، رنگ، شدت نور، جهت خطوط و زاویه‌ها و سایر جنبه‌های دید و ترکیب فرکانس‌های صوتی، توالی فرکانس‌ها و علاوه بر اینها، پیام‌های شنوایی را نیز تعبیر می‌کنند.

نواحی ارتباطی:

- ✓ نواحی ارتباطی به نواحی ای گفته می‌شود که پیام‌های مناطق متعدد هر دو قشر حرکتی و حسی و نیز ساختمان‌های زیر قشری به آنجا آمده، دریافت و تحلیل می‌کنند.
- ✓ مهمترین نواحی ارتباطی عبارتند از: ناحیه ارتباطی آهیانه‌ای - پس سری گیجگاهی، ناحیه ارتباطی پره فرونتال، ناحیه ارتباطی لیمبیک.

۱. ناحیه آهیانه‌ای - پس سری گیجگاهی:

- ✓ از جلو به منطقه حس پیکیری، از عقب به قشر بینایی و از سمت طرفی به قشر شنوایی محدود است.
- ✓ این ناحیه سطح بالایی از معنای تفسیری را برای پیام‌های آمده از تمام نواحی حسی پیرامون خود فراهم می‌کند.

الف) تحلیل مختصات فضایی بدن:

- ✓ ناحیه‌ای از قشر آهیانه (پاریتال) پسین شروع می‌شود و تا درون قشر پس سری (اکسیپیتال) فوقانی امتداد می‌یابد.
- ✓ تحلیل مداوم مختصات فضایی تمام قسمت‌های بدن و نیز محیط اطراف بدن را بر عهده دارد.
- ✓ اطلاعات بینایی را از قشر پس سری خلفی و اطلاعات همزمان پیکری را از قشر آهیانه (پاریتال) قدامی می‌گیرد و مختصات را از روی آنها حساب می‌کند.
- ✓ اگر شخصی فاقد این ناحیه از مغز باشد، شناخت این را که دارای سمت مقابل بدن نیز هست از دست می‌دهد و در نتیجه وجود طرف مقابل را برای ادراک تجارب حسی یا طرح‌ریزی حرکات ارادی به حساب نمی‌آورد.

ب) درک کلام:

- ✓ ناحیه اصلی درک کلام موسوم به ورنیکه است که در پشت قشر اولیه شنوایی، در قسمت خلفی شکنج فوقانی لوب گیجگاهی قرار دارد.
- ✓ ناحیه ورنیکه، مهمترین منطقه در کل مغز برای اعمال عالی فکری است چون تقریباً تمام اعمال فکری، مبتنی بر کلام هستند.

ج) شروع پردازش کلام (خواندن):

- ✓ ناحیه شکنج زاویه‌ای برای بیرون کشیدن معنای کلماتی که دیده می‌شوند، لازم است و در غیاب آن، درک کلامی شخص از طریق شنیدن عالی خواهد بود ولی از طریق خواندن خیر.

د) ناحیه نامیدن اشیا:

- ✓ در طرفین قسمت‌های هر دو لوب پس سری قدامی و گیجگاهی خلفی وجود دارد.
- ✓ نام‌ها عمدتاً از طریق ورودی شنوایی آموخته می‌شوند در حالی که ماهیت فیزیکی اشیا عمدتاً از طریق ورودی بینایی آموخته می‌شوند.
- ✓ نام‌ها برای درک و هوش کلامی که در ناحیه ورنیکه، درست بالای ناحیه نام‌ها صورت می‌گیرند لازم است.

۲. ناحیه ارتباطی پره فرونتال:

- ✓ برای طرح‌ریزی الگوهای پیچیده و توالی حرکات در ارتباط نزدیک با قشر حرکتی عمل می‌کند.
- ✓ قشر پره فرونتال، اطلاعات حسی زیادی را درباره مختصات فضایی بدن برای طرح‌ریزی حرکات موثر لازم است را دریافت می‌کند.
- ✓ ناحیه پره فرونتال برای انجام روندهای طولانی فکری در ذهن هم لازم است.
- ✓ این ناحیه قادر به پردازش اطلاعات غیر حرکتی تفکر نیز هست.
- ✓ ناحیه ارتباطی پره فرونتال را غالباً برای پروراندن افکار، مهم توصیف می‌کنند.

ناحیه بروکا:

- ✓ ناحیه خاصی از قشر فرونتال (پیشانی) موسوم به ناحیه بروکا، مدار عصبی مربوط به ساخت کلمات را بوجود می‌آورد.
- ✓ بخشی از این ناحیه در قشر خلفی طرفی پره فرونتال و بخشی در ناحیه پیش حرکتی است.
- ✓ این ناحیه در ارتباط نزدیک با کرگز درک کلام ورنیکه در قشر ارتباطی گیجگاهی کار می‌کند.

۳. ناحیه ارتباطی لیمبیک (دستگاه لیمبیک):

- ✓ واژه لیمبیک به معنای کناری است.
- ✓ دستگاه لیمبیک به کل مداربندی نورونی کنترل‌کننده رفتار هیجانی و محرک‌های انگیزشی اطلاق می‌شود.
- ✓ هیپوتالاموس و ساختمان‌های مرتبط با آن، بخش عمده‌ای از دستگاه لیمبیک را تشکیل می‌دهند.
- ✓ این نواحی علاوه بر دست داشتن در کنترل رفتار، بسیاری از شرایط داخلی بدن نظیر دمای بدن، اسمولالیت مایعات بدن و محرک‌های آشامیدن و خوردن را به همراه وزن بدن کنترل می‌کند.
- ✓ به مجموع اعمال داخلی بدن، اعمال نباتی مغز می‌گویند و کنترل این اعمال، رابطه نزدیکی با رفتار فرد دارد.

تشریح عملکردی دستگاه لیمبیک و موقعیت کلیدی هیپوتالاموس:

- ✓ مجموعه‌ای از عناصر قاعده مغز بوده که باهم در ارتباط هستند که هیپوتالاموس در مرکز آن قرار دارد.
- ✓ دستگاه‌های زیر قشری دستگاه لیمبیک عبارتند از سپتوم، ناحیه کنار بویایی، اپی‌تالاموس، هسته قدامی تالاموس، قسمت‌هایی از هسته‌های قاعده‌ای، هیپوکامپ و آمیگدال.
- ✓ در پیرامون نواحی زیر قشری (مخ)، قشر لیمبیک قرار دارد که از حلقه‌ای از عناصر زیر قشر مخ تشکیل شده است. این حلقه (۱) در ناحیه اربیتوفرونتال سطح تحتانی لوب‌های فرونتال شروع می‌شود، (۲) در شکنج زیر جسم پینه‌ای در زیر بازوی قدامی جسم پینه‌ای رو به بالا امتداد می‌یابد، (۳) از بالای جسم پینه‌ای و روی سمت میانی (مدیال) نیمکره مخ در شکنج سینگولیت می‌گذرد و (۴) در پشت جسم پینه‌ای رو به پایین می‌رود و پس از گذر از روی سطح تحتانی، میان لوب گیجگاهی به شکنج پاراهیپوکامپ و آنکوس (قلاب) می‌رسد.
- ✓ بسیاری از اعمال رفتاری که بوسیله هیپوتالاموس و سایر ساختمان‌های لیمبیک برانگیخته می‌شوند، با واسطه هسته‌های مشبک (رتیکولر) ساقه مغز و هسته‌های مرتبط با آنها صورت می‌گیرند.

- ✓ بیشتر پیام‌های هیپوتالاموسی مربوط به کنترل دستگاه عصبی اتونوم از طریق هسته‌های واقع در ساقه مغز هدایت می‌شوند.
- ✓ مغز میانی قدامی، یک راه مهم ارتباطی بین دستگاه لیمبیک و ساقه مغز است که حامل تارهایی در هر دو جهت است و یک دستگاه ارتباطی خطی تنه‌ای را می‌سازد.
- ✓ دومین راه ارتباطی، از طریق مسیرهای کوتاه بین تشکیلات مشبک ساقه مغز، تالاموس و بیشتر نواحی مجاور قاعده مغز است.

هیپوتالاموس، مرکز اصلی کنترل دستگاه لیمبیک:

- ✓ با تمام سطوح دستگاه لیمبیک، مسیرهای ارتباطی دو طرفه دارد.
- ✓ پیام‌های خروجی خود را در ۳ جهت می‌فرستند: الف) رو به پایین به ساقه مغز، یعنی عمدتاً به نواحی مشبک مزانسفال، پل و بصل‌النخاع و سپس به دستگاه عصبی اتونوم، ب) رو به بالا به طرف بسیاری از نواحی عالی‌تر دیانسفال و مخ، به ویژه تالاموس قدامی و قشر لیمبیک، ج) به درون انفاندیبولوم (مخروط) جهت کنترل بیشتر اعمال ترشحی هر دو غده هیپوفیز خلفی و قدامی.
- ✓ کمتر از یک درصد وزن مغز را تشکیل می‌دهد و یکی از مهمترین مسیرهای خروجی کنترل‌کننده در دستگاه لیمبیک است.
- ✓ بیشتر اعمال نباتی و درون‌ریز بدن را به همراه بسیاری از جنبه‌های رفتار هیجانی را کنترل می‌کند.

اعمال نباتی و درون‌ریز هیپوتالاموس:

۱. تنظیم قلبی عروقی:

- ✓ تحریک هیپوتالاموس خلفی و طرفی، فشار شریانی و سرعت ضربان قلب را افزایش می‌دهد.
- ✓ تحریک ناحیه پره‌اپتیک، موجب کاهش سرعت ضربان قلب و فشار شریانی می‌شود.
- ✓ این اثرات از طریق مراکز قلب و عروق در نواحی مشبک بصل‌النخاع و پل مغزی اعمال می‌شوند.

۲. تنظیم دمای بدن:

- ✓ قسمت قدامی هیپوتالاموس به ویژه ناحیه پره‌اپتیک با تنظیم دمای بدن سر و کار دارد.
- ✓ اگر دمای خونی که در این قسمت جریان دارد افزایش یابد، فعالیت‌های نورون‌های حساس به دما زیاد می‌شود و بالعکس.

۳. تنظیم آب بدن:

- ✓ هیپوتالاموس، آب بدن را از دو طریق تنظیم می‌کند: الف) با ایجاد احساس تشنگی که موجود را وادار به نوشیدن آب می‌کند، ب) کنترل دفع آب از ادرار.
- ✓ ناحیه موسوم به مرکز تشنگی در هیپوتالاموس طرفی قرار دارد.

- ✓ زمانی که الکترولیت‌های داخل نوروں‌های مرکز تشنگی یا نواحی وابسته به هیپوتالاموس بیش از حد غلیظ شود، موجود تمایل شدیدی به آب پیدا می‌کند.
- ✓ کنترل دفع کلیوی آب عمدتاً بر عهده هسته سوپرا اپتیک است.
- ✓ نوروں‌های ناحیه دفع آب زمانی تحریک می‌شوند که مایعات بدن بیش از حد غلیظ شوند.
- ✓ تارهای این نوروں‌ها در انفاندیبولوم هیپوتالاموس رو به پایین می‌روند تا به غده هیپوفیز خلفی برسند و در آنجا هورمون آنتی دیورتیک (وازوپرسین) را ترشح کنند. این هورمون جذب خون شده و با اثر بر مجاری جمع‌کننده کلیه‌ها، موجب کم شدن دفع آب از ادرار می‌شود.

۴. تنظیم انقباضات رحم و تخلیه شیر از پستان‌ها:

- ✓ بعلت ترشح هورمون اکسی توسین در پایان دوران حاملگی، موجب انقباضات رحمی و پیشرفت زایمان می‌شود.

۵. تنظیم گوارشی و تغذیه:

- ✓ تحریک چند ناحیه هیپوتالاموس موجب احساس گرسنگی شدید، اشتهای شدي و ميل شديد برای جستجوی غذا می‌شود.
- ✓ ناحیه‌ای که بیشترین ارتباط را با گرسنگی دارد، هیپوتالاموس طرفی است.
- ✓ مرکزی که با میل به غذا مقابله می‌کند، در هسته شکمی میانی قرار دارد و مرکز سیری نامیده می‌شود. اگر این ناحیه را تحریک الکتریکی کنیم، موجود در حال خوردن، از غذا دست می‌کشد.

فصل دهم: دستگاه عصبی خودکار

- ◀ از بارزترین مشخصات سیستم عصبی خودکار، سرعت و شدت عمل آن در تغییر اعمال احشایی بدن است.
- ◀ همه تغییرات فوق العاده سریع، در دستگاه‌های دروغ سنج، منعکس کننده احساسات درونی شخص هستند.

ساختار دستگاه عصبی خودکار:

- ✓ عمدتاً توسط مراکز واقع در نخاع، ساقه مغز و هیپوتالاموس فعال می‌شوند.
- ✓ قسمت‌هایی از قشر مخ و دستگاه لیمبیک نیز می‌توانند بر روی دستگاه عصبی خودکار تاثیر بگذارند.
- ✓ سیستم عصبی خودکار، اغلب توسط بازتاب‌های احشایی عمل می‌کنند یعنی سیگنال‌های حسی که به گانگلیون‌های خودکار، نخاع، ساقه مغز یا هیپوتالاموس می‌روند، پاسخ‌های مناسب را به اندام‌های هدف انتقال می‌دهند تا فعالیت آنها را کنترل کنند.
- ✓ تکانه‌های وایران اتونوم از طریق ۲ شاخه عمده عصبی موسوم به سیستم سمپاتیک و پاراسمپاتیک هدایت می‌شوند.
- ✓ اعصاب سمپاتیک در نخاع، از بخش‌های نخاع پشتی شامل تی ۱ تا تی ۱۲ و ال ۱ و ال ۲ نخاع کمری منشا گرفته و ابتدا به زنجیره سمپاتیک و از آنجا به بافت‌ها و اندام‌هایی که توسط اعصاب سمپاتیک تحریک می‌شوند می‌روند.
- ✓ اعصاب پاراسمپاتیک از مغز یا قسمت نخاع شروع شده و به بافت‌ها و اندام‌های مربوطه می‌روند.
- ✓ در راه‌های حرکتی، نورون محیطی در داخل نخاع یا مغز قرار دارد و آکسون مستقیماً به عضو مربوط می‌رود.
- ✓ در دستگاه خودکار، دو نورون موجود است که یکی در نخاع یا مغز و دیگری در خارج دستگاه عصبی مرکزی و داخل گره‌های عصبی خودکار قرار دارد.
- ✓ تار عصبی قبل از گره را تار پیش‌گرهی و تار عصبی بعد از گره را (تکانه عصبی را به عضو می‌برد) تار پس‌گرهی می‌نامند.

گره عصبی: توده‌ای از نورون‌هاست.

- ✓ در بدن، دو نوع گره عصبی وجود دارد: الف) گره‌های نخاعی و مغزی که حاوی نورون‌های اعصاب حسی نخاع و مغز است، ب) گره‌های خودکار که حاوی نورون‌های حرکتی اعصاب خودکار هستند.

سازمان اعصاب سمپاتیک:

- ✓ نورون اول، (نورون پیش‌گرهی) اعصاب سمپاتیک در ماده خاکستری نخاع پشتی از تی ۱ تا تی ۱۲ و نخاع کمری از ال ۱ تا ال ۲ قرار دارند.
- ✓ گره‌های خودکار در کنار و جلوی دو طرف ستون مهره‌ای قرار دارند و زنجیری در امتداد ستون مهره‌ها تشکیل می‌دهند که از قاعده جمجمه تا انتهای استخوان دنبالچه کشیده شده است.
- ✓ بعضی نورون‌های پیش گانگلیونی سمپاتیک پس از خروج از شاخ قدامی نخاع، بدون دادن سیناپس، از زنجیر سمپاتیک و اعصاب اسپلانکنیک عبور می‌کنند و به قسمت مرکزی غده فوق کلیوی (آدرنال) می‌رسند و مستقیماً به سلول‌های تغییر شکل یافته‌ای اپی نفرین و نوراپی نفرین ترشح می‌کنند ختم می‌شود.

✓ سلول‌های ترشحی که از نظر جنینی از بافت عصبی منشا گرفته‌اند، به منزله گره سمپاتیک هستند و با آزاد شدن اپی‌نفرین و نوراپی‌نفرین در جریان خون، موجب افزایش تاثیر تحریک اعصاب سمپاتیک در بدن می‌شود.

ساختار دستگاه عصبی پاراسمپاتیک:

✓ تارهای عصبی پاراسمپاتیک از زوج‌های عصبی مغزی سوم، هفتم، نهم و دهم در پیاز نخاع و دومین و سومین اعصاب نخاعی خاجی و گاهی اولین تا چهارمین اعصاب خاجی، از سیستم عصبی مرکزی خارج می‌شوند.

✓ حدود ۷۵٪ کلیه تارهای پاراسمپاتی، در اعصاب واگ (زوج دهم) قرار دارند و به تمامی قسمت‌های سینه و شکم می‌روند.

✓ تارهای اعصاب واگ به قلب، ریه‌ها، مری، معده، روده باریک، نیمه ابتدایی کولون، کبد، کیسه صفرا، پانکراس و قسمت فوقانی حالب عصب می‌رساند.

✓ تارهای پاراسمپاتیک عصب زوج سوم، به مردمک و عضلات مژگانی چشم می‌روند.

✓ تارهای عصب زوج هفتم، به غدد اشکی، بینی و زیرفکی می‌روند.

✓ تارهای عصب نهم به غده پاروئید یا بناگوش می‌رود.

✓ تارهای سمپاتیک قسمت خاجی، در اعصاب نعوطنی که به اعصاب لگنی نیز موسوم‌اند، مجتمع می‌شوند و شبکه خاجی را در دو طرف نخاع بوجود می‌آورند و تارهای محیطی خود را در کولون نزولی، رکتوم، مثانه و قسمت تحتانی توزیع می‌کنند.

✓ قسمتی از تارهای پاراسمپاتیک ناحیه خاجی، به اندام‌های تناسلی خارجی می‌روند و موجب بروز واکنش‌های جنسی مختلف می‌شوند.

نورون‌های پیش‌گره‌ای و پس‌گره‌ای دستگاه پاراسمپاتیک:

✓ مانند دستگاه سمپاتیک، دارای نورون‌های پیش‌گره‌ای و پس‌گره‌ای است.

✓ تمام تارهای پیش‌گره‌ای به استثنای چند عصب جمجمه‌ای بدون انقطاع، به اندامی که باید توسط پاراسمپاتیک تحریک شود، سیر می‌کنند و به گره عصبی دستگاه پاراسمپاتیک که در جدار اندام قرار گرفته‌اند می‌رسند.

✓ طرز قرار گرفتن نورون‌های پس‌گره‌ای پاراسمپاتیک در خود اندام احشایی با طرز قرار گرفتن گره‌های سمپاتیک کاملاً تفاوت دارد زیرا جسم سلولی نورون‌های پس‌گره‌ای در زنجیره سمپاتیک یا در گره‌های مختلف دیگری در شکم قرار گرفته‌اند و در خود اندام یافت نمی‌شوند.

مشخصه‌های فعالیت شیمیایی دستگاه سمپاتیک و پاراسمپاتیک:

✓ تمام انتهای عصبی سمپاتیک و یا پاراسمپاتیک یکی از دو میانجی عصبی استیل‌کولین یا نوراپی‌نفرین را ترشح می‌کند.

✓ نورون‌هایی که استیل‌کولین ترشح می‌کنند کولینرژیک و نورون‌هایی که نوراپی‌نفرین ترشح می‌کنند، آدرنرژیک هستند.

✓ تمام نورون‌های پیش‌گره‌ای در اعصاب سمپاتیک و پاراسمپاتیک، کولینرژیک هستند.

✓ نورون‌های پس‌گره‌ای دستگاه سمپاتیک، معمولاً آدرنرژیک هستند.

✓ رشته‌های سمپاتیک که به غدد عرق عضلات راست‌کننده مو و معدودی از عروق خونی می‌روند، کولینرژیک هستند.

✓ انتهای عصبی سیستم پاراسمپاتیک، همگی استیل کولین ترشح می کنند و اکثر انتهای عصبی سیستم سمپاتیک، نوراپی نفرین ترشح می کنند.

نوراپی نفرین از ۳ طریق بعد از ترشح، برداشته می شود:

۱. جذب مجدد به داخل انتهای عصبی آدرنرژیک که ۵۰ تا ۸۰٪ از این طریق برداشت می شود.
 ۲. پخش به داخل مایعات اطراف و از آنجا به داخل خون.
 ۳. انهدام توسط آنزیم منوآمین اکسیداز
- ◀ نوراپی نفرین و اپی نفرین قسمت مرکزی غده فوق کلیه به حال فعال باقی می ماند تا اینکه به داخل کبد رود و در آنجا توسط آنزیم کاتکول متیل ترانسفراز منهدم می شود.
- ◀ نوراپی نفرین و اپی نفرین پس از ترشح در خون، برای ۱۰ تا ۳۰ ثانیه به طور فعال باقی می ماند.

تقسیم بندی شیمیایی دستگاه عصبی خودکار:

نورون های کولینرژیک شامل:

۱. تمام نورون های پیش گرهی اعم از سمپاتیک و پاراسمپاتیک.
 ۲. تمام نورون های پس گرهی اعم از پاراسمپاتیک از نظر ساختمان.
 ۳. تمام نورون های پس گرهی سمپاتیک که به غدد عرق عصب می دهند.
 ۴. تمام نورون های سمپاتیک که به عروق عضلات مخطط ختم می شوند، تحریک آنها موجب گشاد شدن عروق می شود.
- ◀ بقیه نورون های پس گرهی سمپاتیک، نور آدرنرژیک هستند.
- ◀ قسمت میانی (مدولای) غدد فوق کلیوی، یک گره سمپاتیک است.

گیرنده ها در دستگاه عصبی خودکار:

✓ مولکول پروتئین تغییر یافته، سلول را به یکی از دو روش زیر تحریک یا مهار می کند: الف) با ایجاد تغییر در نفوذپذیری غشای سلول، ورود یا خروج یک یا چند یون را به داخل سلول تسهیل می کند، ب) با فعال یا غیر فعال کردن یک آنزیم متصل به گیرنده، نقش خود را ایفا می کند.

۱. گیرنده های استیل کولینی (گیرنده های موسکارینی و نیکوتینی):

- ✓ استیل کولین، دو نوع گیرنده مختلف به نام های موسکارینی و نیکوتینی را فعال می کند.
- ✓ موسکارین (سم قارچ های سمی) فقط گیرنده های موسکارینی را فعال می کند اما گیرنده های نیکوتینی را فعال نمی کند.
- ✓ نیکوتین، فقط گیرنده های نیکوتینی و استیل کولین، هر دو نوع گیرنده را فعال می کند.
- ✓ گیرنده های موسکارینی در تمام اندام های هدف که توسط نورون های پس گرهی کولینرژیک سیستم سمپاتیک تحریک می شوند وجود دارند.

✓ گیرنده‌های نیکوتینی در سیناپس‌های بین نورون‌های پیش‌عقدی و نورون‌های پس‌گرهی سمپاتیک و پاراسمپاتیک در غشای تارهای عضلات اسکلتی در سیناپس عصبی عضلانی یافت می‌شوند.

۲. گیرنده‌های آدرنژیک (گیرنده‌های آلفا و بتا):

- ✓ گیرنده‌های بتا به گیرنده‌های بتا یک و بتا دو تقسیم می‌شوند.
- ✓ نوراپی‌نفرین و اپی‌نفرین توسط قسمت مرکزی غده فوق کلیه ترشح می‌شوند.
- ✓ نوراپی‌نفرین عمدتاً گیرنده‌های آلفا و کمی هم گیرنده‌های بتا را تحریک می‌کند.
- ✓ اپی‌نفرین هر دو نوع گیرنده را تقریباً یکسان تحریک می‌کند.
- ✓ اثرهای نسبی نوراپی‌نفرین و اپی‌نفرین توسط نوع گیرنده موجود در اندام‌ها معین می‌شود. اگر تمام گیرنده‌ها از نوع بتا باشند، تاثیر قوی‌تری خواهد داشت.

اثرهای دستگاه عصبی خودکار:

- ✓ تحریک سمپاتیک باعث بروز اثرهای تحریک در اندام می‌شود و تحریک پاراسمپاتیک اغلب فعالیت آن اندام را مهار می‌کند.

اندام	تحریک سمپاتیک	تحریک پاراسمپاتیک
مردمک چشم	گشاد شدن مردمک	تنگ شدن مردمک
غدد اشکی	ترشح اندک	ترشح فراوان
غدد عرق	تعریق فراوان	بی‌اثر
قلب	افزایش ضربان	کاهش ضربان
ناپژه‌های ریوی	گشاد شدن	تنگ شدن
کلیه‌ها	کاهش تولید ادرار	بی‌اثر
متابولیسم بازال	افزایش	بی‌اثر
مثانه و مجاری صفراوی	انبساط	انقباض

تونوس سمپاتیک و پاراسمپاتیک:

- ✓ فرکانس پایه فعالیت سیستم‌های سمپاتیک و پاراسمپاتیک را به ترتیب تونوس سمپاتیک و پاراسمپاتیک می‌نامند.
- ✓ ارزش تونوس آن است که به سیستم عصبی اجازه می‌دهد تا فعالیت یک اندام تحریک شده را افزایش یا کاهش دهد.
- ✓ تونوس سمپاتیک به طور طبیعی تقریباً تمام شریانچه‌های بدن را تا حدود نصف قطر حداکثرشان در حال تنگی نگاه می‌دارد.
- ✓ حذف اعصاب پاراسمپاتیک لوله گوارش توسط قطع اعصاب واگ می‌تواند باعث شل شدن شدید و طولانی معده و روده و نتیجتاً مانع حرکات پیشرونده لوله گوارش و یبوست شود.
- ✓ در حال طبیعی، تونوس پاراسمپاتیک لوله گوارش قوی است. این تونوس را می‌توان توسط مغز کاهش داد و از این طریق، حرکات لوله گوارش را مهار کرد. همچنین می‌توان تونوس را افزایش و فعالیت لوله گوارش را تشدید کرد.

- ✓ میزان طبیعی ترشح اپی نفرین از غده فوق کلیه در حال استراحت، ۰.۲ میکروگرم به ازای هر کیلوگرم وزن بدن در دقیقه و حدود ۰.۰۵ میکروگرم به ازای هر کیلوگرم وزن در دقیق نوراپی نفرین است که برای حفظ فشار خون در حد تقریباً طبیعی حتی در صورت قطع تمام اعصاب سمپاتیک سیستم قلبی عروقی کافی است.
- ✓ تونوس کلی سیستم عصبی سمپاتیک ناشی از ترشح پایه اپی نفرین و نوراپی نفرین علاوه بر تونوس ناشی از تحریک مستقیم سمپاتیک است.

فعالیت دستگاه عصبی سمپاتیک و پاراسمپاتیک در مقابله با استرس:

- ✓ در موارد متعددی، سیستم عصبی سمپاتیک تقریباً به صورت یک واحد کامل، تخلیه می شود که به این پدیده، تخلیه عمومی گفته می شود.
- ✓ تخلیه عمومی زمانی رخ می دهد که تالاموس بعلت وحشت، ترس یا درد شدید تحریک می شود. حاصل این امر، یک واکنش گسترده در تمام بدن به نام پاسخ هشدار دهنده یا استرسی است.
- ✓ اعمال کنترل کننده پاراسمپاتیک بسیار اختصاصی است.
- ✓ بازتاب های قلبی عروقی پاراسمپاتیک، فقط بر روی قلب عمل می کند و باعث کاهش تعداد ضربان قلب می شود.
- ✓ بازتاب های پاراسمپاتیک عمدتاً موجب ترشح بزاق در دهان و یا در سایر موارد، فقط موجب ترشح غدد معدی می شوند.

زمانی که منطقه وسیعی از دستگاه عصبی سمپاتیک به طور همزمان تخلیه می شود، این تخلیه توانایی بدن را برای انجام فعالیت شدید عضلانی از چندین راه افزایش می دهد:

۱. افزایش فشار شریانی
۲. افزایش میزان سوخت و ساز سلولی در سراسر بدن
۳. افزایش غلظت گلوکز خون
۴. افزایش گلیکولیز در کبد و عضله
۵. افزایش قدرت عضله
۶. افزایش فعالیت روانی
۷. افزایش سرعت انعقاد خون
۸. افزایش جریان خون به عضلات فعال همزمان با کاهش جریان به اندام هایی از قبیل لوله گوارش و کلیه ها که برای فعالیت سریع، مورد نیاز نیستند

➤ هدف سیستم سمپاتیک، تامین فعالیت اضافی برای بدن در حالات استرس است. این پدیده غالباً پاسخ استرسی سمپاتیک نامیده می شود.

➤ سیستم سمپاتیک در بسیاری از حالات هیجانی، شدیداً فعال می شود. مثلاً در حالت عصبانیت که عمدتاً بر اثر تحریک هیپوتالاموس ایجاد می شود.

واکنش ستیز (واکنش هشداردهنده سمپاتیک): در حالت عصبانیت که بر اثر تحریک هیپوتالاموس ایجاد می شود، سیگنال ها از طریق تشکیلات رتیکولار و نخاع به طرف پایین سیر می کنند و موجب تخلیه وسیع سمپاتیک می شوند و تمام اثرهای سمپاتیک بلافاصله بوجود می آیند.

✓ در این حالت موجود به طور آنی تصمیم می گیرد که بایستد و بجنگد یا فرار کند. هر دو مورد واکنش هشداردهنده سمپاتیک، فعالیت بعدی موجود را فوق العاده تشدید می کند.

فصل یازدهم: کلیات دستگاه غدد ترشحی داخلی

◀ دستگاه عصبی و غده‌های درون‌ریز (دستگاه آندوکرین) وظیفه سازماندهی، هدایت و یکپارچه‌سازی فعالیت‌های بدن را عهده‌دار هستند.

◀ دستگاه آندوکرین از راه‌های مختلف مخصوصاً از طریق هیپوتالاموس، با دستگاه عصبی مرتبط می‌شود.

وظایف عمومی دستگاه آندوکرین:

۱. برقراری حالت پایدار (هومئوستازیس) از طریق تشدید، تضعیف یا بازداشتن اعمال فیزیولوژیک بدن به منظور کنترل و حفظ ثبات ترکیب داخلی بدن.

۲. ایجاد یکپارچگی و هماهنگ‌سازی بین اعمال بخش‌های مختلف در مقابل تغییرات درونی و تحریکات بیرونی.

۳. کنترل و تنظیم اعمال زیستی مختلف نظیر تولید انرژی، تولید مثل، رشد و نمو و تمایز جنسی.

غده: مجموعه‌ای از سلول‌های پوششی تخصص یافته هستند که می‌توانند ترکیبات شیمیایی خاصی را تولید و ترشح کنند.

✓ از غده تیروئید ماده تیروکسین، از غدد اشکی و عرق، عرق و اشک، از غده لوزالمعده مایعات مخاطی و از غدد جنسی، هورمون‌های جنسی ترشح می‌شود.

✓ ترشح غدد می‌تواند به واسطه تحریک عصبی باشد که از طریق صفحه محرکه انتهایی یک تار عصبی حرکتی به غده می‌رسد و یا ماده‌ای شیمیایی که از طریق خون، غده را تحت تأثیر قرار می‌دهد.

انواع غده‌های ترشحی:

۱. **غده‌های ترشحی خارجی (غدد برون‌ریز):** دارای مجرای خروجی بوده و ترشحات خود را از طریق این مجرا، به خارج از بدن و یا اعضای درونی بدن می‌ریزند.

✓ عرق، چربی یا شیر حاصل از غده‌های برون‌ریز به سطح بدن را می‌یابند.

✓ ترشحات نای، غده‌های معدی و بخش‌هایی از ترشحات لوزالمعده به اندام‌های داخلی بدن ریخته می‌شوند.

۲. **غده‌های ترشحی داخلی (غدد درون‌ریز):** مجرای ترشحی مشخصی ندارند و ترشحات خود را که هورمون نام دارد از طریق مویرگ‌های اطراف، مستقیماً وارد جریان خون یا لنف می‌کنند.

✓ ترشحات غدد درون‌ریز از طریق جریان خون، بر روی سلول‌های هدف تأثیر می‌گذارند.

✓ مهمترین غدد درون‌ریز عبارتند از هیپوتالاموس، هیپوفیز، تیروئید، پاراتیروئید، جزایر لانگرهانس لوزالمعده، غدد فوق کلیوی، بیضه‌ها و تخمدان‌ها.

هورمون: ماده‌ای شیمیایی است که به وسیله یک یا مجموعه‌ای از یاخته‌ها ترشح می‌شود و به داخل مایعات بدن (خون و لنف) می‌ریزد و بر یاخته‌های دیگر بدن، اثر فیزیولوژیک دارد.

- ◀ هیپوتالاموس بعنوان سرپرست اصلی غدد داخلی عمل می‌کند و با ترشح هورمون‌هایی موسوم به عوامل آزادکننده و عوامل مهارکننده، فعالیت‌ها و ترشحات غده داخلی هیپوفیز را تحت کنترل و نظارت دارد.
- ◀ بعضی هورمون‌های هیپوفیز که به هورمون‌های محرک یا تروفیک مشهورند، رشد سایر غدد داخلی و یا افزایش ترشح هورمون‌های آنها را تحریک می‌کنند.

ساختمان شیمیایی هورمون‌ها:

۱. هورمون‌های استروئیدی:

- ✓ همگی دارای یک ساختمان شیمیایی مشابه کلسترول هستند و در اکثر موارد از خود کلسترول مشتق می‌شوند.
- ✓ توسط غدد خاصی ترشح می‌شوند مثلاً از قسمت قشری غدد فوق کلیه، هورمون‌های آلدوسترون و کورتیزول ترشح می‌شود. تخمدان‌ها، استروژن و پروژسترون و بیضه‌ها، تستوسترون ترشح می‌کنند.

۲. مشتقات اسید آمینه تیروزین:

- ✓ دو هورمون تیروئید یعنی تیروکسین و تری یدوتیرونین، اشکال یددار مشتقات تیروزین هستند.
- ✓ دو هورمون اصلی قسمت مرکزی غده فوق کلیه یعنی اپی نفرین و نوراپی نفرین، هردو کاتکولامین بوده و از تیروزین مشتق می‌شوند.

۳. پروتئین‌ها (پپتیدها):

- ✓ سایر هورمون‌های بدن، پروتئینی، پلی‌پپتیدی یا مشتقاتی از آنها هستند.
- ✓ هورمون‌های هیپوفیز قدامی، از مولکول‌های پروتئین بزرگ یا پلی‌پپتیدی بزرگ تشکیل شده‌اند.
- ✓ هورمون قسمت خلفی هیپوفیز یعنی هورمون ضد ادراری (ADH) و اکسی‌توسین، پلی‌پپتیدهایی هستند که فقط ۸ اسید آمینه دارند.
- ✓ انسولین، گلوکاگن و پاراتورمون از پلی‌پپتیدهای بزرگ هستند.

ساز و کارهای تولید و ذخیره هورمون‌ها:

- ✓ روش واحدی برای ترشح و ذخیره هورمون‌های آندوکرین وجود ندارد.
- ✓ تمام هورمون‌هایی که منشا پروتئین دارند، توسط رتیکولوم اندوپلاسمیک دانه‌دار سلول‌های غده‌ای ساخته می‌شوند.
- ✓ پروتئین اولیه که توسط رتیکولوم اندوپلاسمیک ساخته می‌شود، پرهورمون نام دارد و هیچگاه شبیه هورمون نهایی نیست.
- ✓ پرهورمون موجود در رتیکولوم اندوپلاسمیک تجزیه شده و پروتئین کوچکتری به نام پروهورمون می‌سازد.
- ✓ دو گروه هورمون‌های مشتق از تیروزین یعنی هورمون‌های تیروئید و مدولای آدرنال، توسط عمل آنزیم‌ها در بخش سیتوپلاسمی سلول‌های غده‌ای ساخته می‌شوند.
- ✓ هورمون‌های اپی نفرین و نوراپی نفرین به داخل وزیکول‌هایی که از قبل تشکیل شده‌اند، جذب و تا زمان ترشح، انبار می‌شوند.

✓ هورمون‌های متابولیک تیروئید (تیروکسین و تری‌یدوتیرونین) بصورت اجزای یک مولکول پروتئینی بزرگ به نام تیروگلوبولین ساخته می‌شوند.

✓ هورمون‌های استروئیدی قسمت قشری غده فوق کلیه، تخمدان‌ها و بیضه‌ها معمولاً در سلول غده‌ای بسیار کم ذخیره می‌شوند.

چگونگی شروع ترشح هورمون‌ها و مدت عمل آنها:

✓ هورمون‌های اپی‌نفرین و نوراپی‌نفرین ظرف ثانیه اولیه بعد از تحریک در پاسخ به محرک‌های اعصاب سمپاتیک ترشح کرده و ظرف ۱ دقیقه بعد از تحریک، به اوج فعالیت می‌رسند. مدت عمل آنها بیش از یک تا ۳ دقیقه بعد از پایان تحریک به طول نمی‌انجامد.

✓ هورمون‌های تیروئید قبل از آنکه ترشح شوند، گاهی برای چند ماه به شکل تیروگلوبولین در ذخیره می‌مانند و پس از ترشح، چندین ساعت تا چند روز وقت لازم است تا عمل آنها شروع شود. اثر آنها بر روی سوخت و ساز بدن می‌تواند تا ۶ هفته طول بکشد.

غلظت هورمون‌ها در گردش خون:

✓ غلظت هورمون‌ها در خون، در محدود حداقل یک پیکوگرم در هر میلی‌لیتر خون تا حداکثر چند میکروگرم در هر میلی‌لیتر خون است.

✓ سرعت ترشح هورمون‌های مختلف نیز بسیار کم است و عمدتاً بر حسب میکروگرم یا میلی‌گرم در روز تعیین می‌شود.

چگونگی کنترل ترشح هورمون‌ها:

✓ ترشح هورمون‌ها از طریق سازوکار خودتنظیمی منفی صورت می‌گیرد که مهمترین سازوکار تنظیم فعالیت هورمونی است.

✓ خودتنظیمی منفی به این معنی است که چگونگی کار یک دستگاه از طریق مقدار تولید محصول آن دستگاه کنترل و تنظیم می‌شود به این ترتیب که افزایش محصول از سرعت کار دستگاه می‌کاهد و کاهش محصول، آهنگ کار را می‌افزاید.

✓ هورمون پاراتورمون از غده پاراتیروئید و به هنگام کم شدن میزان کلسیم خون ترشح می‌شود.

✓ هورمون پاراتورمون موجب افزایش کلسیم خون می‌شود.

✓ عامل مهمی که در سازوکار خودتنظیمی کنترل می‌شود، معمولاً سرعت ترشح هورمون نیست بلکه میزان فعالیت اندام هدف است.

✓ تغییرات محیطی و عوامل روانی از دیگر عوامل موثر در میزان ترشح هورمون‌ها هستند.

✓ زیاد شدن طول روز از طریق هیپوتالاموس، بر روی هیپوفیز تاثیر می‌گذارد و هیپوفیز با افزایش هورمون‌های محرک غده‌های جنسی، آن غده‌ها را به ترشح بیشتر وادار می‌دارد.

✓ عوامل روانی نیز از طریق هیپوتالاموس، بر چگونگی عملکرد غدد داخلی تاثیر می‌گذارد. مثلاً ناراحتی‌های روانی و عاطفی سبب به تعویق افتادن فعالیت غدد جنسی و تاخیر در بلوغ می‌شود.

سازوکارهای فعال شدن هورمون‌ها:

✓ هی گیرنده هورمونی، معمولا برای یک هورمون بسیار اختصاصی است. یعنی نسوج هدفی که تحت تاثیر یک هورمون قرار می‌گیرند، همان‌هایی هستند که گیرنده‌های اختصاصی برای آن هورمون دارند.

مکان گیرنده‌های انواع مختلف هورمون‌ها:

۱. گیرنده‌هایی که در غشا یا روی سطح غشای سلولی قرار دارند:

✓ بیشتر برای هورمون‌های پروتئینی، پلی‌پپتیدی و کاتکولامینی (اپی‌نفرین و نوراپی‌نفرین) اختصاصی هستند.

۲. گیرنده‌هایی که در سیتوپلاسم سلول قرار دارند:

✓ خاص هورمون‌های استروئیدی هستند.

۳. گیرنده‌هایی که در هسته سلول قرار دارند:

✓ مخصوص هورمون‌هایی هستند که در سوخت و ساز نقش دارند مانند تیروکسین و تری‌یدوتیرونین.

تنظیم تعداد گیرنده‌ها:

✓ تعداد گیرنده‌های هدف ثابت نمی‌ماند چون پروتئین‌های گیرنده در واکنش‌ها از بین می‌روند و پروتئین‌های جدید توسط سازوکار مولد پروتئین سلول، تشکیل می‌شوند.

✓ تنظیم کاهشی گیرنده‌ها عبارت است از کاهش تعداد گیرنده‌ها بعزت غیرفعال شدن بعضی مولکول‌های گیرنده یا کاهش تولید مولکول‌ها.

سازوکار عمل هورمون‌ها:

۱. تغییر نفوذپذیری غشا:

✓ اپی‌نفرین و نوراپی‌نفرین اثرهای خاص و قدرتمندی در تغییر پتانسیل غشای سلول‌های عضلانی صاف دارند.

۲. فعال شدن آنزیم‌های داخل سلولی:

✓ فعال یا غیرفعال شدن یک آنزیم در غشای سلول که موجب مهار یا رهبری یک سری از واکنش‌ها در سلول می‌شود که به آن آنزیم، پیک دوم می‌گویند.

✓ انسولین از نوع آنزیم‌های پیک دوم است.

۳. فعال شدن ژن‌ها:

✓ هورمون‌های استروئیدی و تیروئیدی، به گیرنده‌های پروتئینی در داخل سلول متصل می‌شوند.

اندازه‌گیری غلظت هورمون‌ها در خون:

✓ از طریق روشی بسیار تخصصی به نام سنجش رادیوایمونولوژیک انجام می‌شود.

هیپوفیز پیشین:

۱. هورمون رشد (SH): سبب رشد تمام سلول‌ها و نسوج بدن می‌شود.
۲. آدرنوکورتیکوتروپین (ACTH): سبب ترشح هورمون آدرنوکورتیکال توسط قسمت قشری غدد فوق کلیوی می‌شود.
۳. هورمون محرک تیروئید (TSH): سبب ترشح تیروکسین و تری‌یدوتیرونین از تیروئید می‌شود.
۴. هورمون محرک فولیکولی (FSH): سبب رشد فولیکول‌ها در تخمدان‌ها قبل از تخمگذاری و پیشبرد مراحل تشکیل اسپرم در بیضه‌ها می‌شود.
۵. هورمون‌های لوتینی (LH): نقش مهمی در تخمک‌گذاری داشته و سبب ترشح هورمون‌های جنسی زنانه از تخمدان‌ها و تستوسترون از بیضه‌ها می‌شود.
۶. پرولاکتین: تکامل و رشد پستان‌ها و ترشح شیر را بعهده دارد.

هیپوفیز پسین:

۱. هورمون ضد ادراری (ADH، وازوپرسین): کلیه‌ها را وادار به حبس کردن آب می‌کند و آب بدن را افزایش می‌دهد. غلظت بالای وازوپرسین در سراسر بدن سبب تنگی عروق خونی می‌شود.
۲. اکسی‌توسین: رحم را در طی روند زایمان منقبض کرده و به خروج بچه هنگام زایمان کمک می‌کند. همچنین باعث انقباض سلول‌های اپی‌تلیال در پستان‌ها شده و شیر را در هنگام مکیدن پستان توسط نوزاد، به بیرون می‌راند.

قسمت قشری فوق کلیه:

۱. کورتیزول: اعمال سوخت و سازی فراوانی جهت سوخت و ساز پروتئین‌ها، کربوهیدرات و چربی‌ها دارد.
۲. آلدسترون: دفع پتاسیم از کلیه‌ها را افزایش و دفع سدیم را کاهش می‌دهد یعنی باعث افزایش سدیم و کاهش پتاسیم بدن می‌شود.

غده تیروئید:

۱. تیروکسین و تری‌یدوتیرونین: سرعت انجام واکنش‌های شیمیایی را در تمام سلول‌های بدن افزایش می‌دهد و سطح عمومی سوخت و ساز بدن را بالا می‌برد.
۲. کلسی‌تونین: رسوب کلسیم در استخوان‌ها را افزایش و غلظت کلسیم خارج سلولی را کاهش می‌دهد.

جزایر لانگرهانس غده پانکراس:

۱. انسولین: ورود گلوکز به داخل سلول‌های بدن را افزایش می‌دهد و سرعت سوخت و ساز کربوهیدرات‌ها را کنترل می‌کند.
۲. گلوکاگن: موجب آزاد شدن گلوکز از کبد به داخل جریان خون می‌شود.

تخمندانها:

۱. استروژن: تکامل و رشد اندام‌های جنسی زنانه، پستان و صفات ثانویه جنسی را تحریک می‌کند.
۲. پروژسترون: باعث پیشبرد تغییرات ترشی اندومتر رحم و تکامل و رشد دستگاه‌های ترشی در پستان‌ها می‌شود.

بیضه‌ها:

۱. تستوسترون: رشد اندام‌های جنسی مردانه را تحریک می‌کند. همچنین موجب تکامل و رشد و بروز صفات جنسی ثانویه در مردان می‌شود.

پاراتیروئید:

۱. پاراتیرومون: غلظت یون کلسیم در مایع خارج سلولی را توسط اعمال زیر کنترل می‌کند:

- الف) کنترل جذب کلسیم از روده‌ها
- ب) کنترل دفع کلسیم توسط کلیه‌ها
- ج) کنترل آزاد شدن کلسیم از استخوان‌ها

جفت:

۱. گوناوتروپین کوریونیک انسانی (HCG): موجب شروع فعالیت و پیشبرد فعالیت جسم زرد حاملگی و ترشح استروژن توسط جسم زرد می‌شود.
۲. استروژن: موجب پیشرفت رشد اندام‌های جنسی مادر و بعضی از نسوج جنین می‌شوند.
۳. پروژسترون: موجب رشد اندومتر قبل از لانه‌گزینی تخمک بارور شده می‌شود و احتمالاً موجب تکامل و رشد بعضی از اندام‌ها و نسوج جنین می‌شود و به پیشبرد تکامل و رشد دستگاه ترشی پستان‌های مادر کمک می‌کند.
۴. سوماتوتروپین انسانی: موجب رشد بعضی از نسوج جنین شده و به تکامل و رشد پستان‌های مادر کمک می‌کند.

➤ بدون هورمون رشد، شخص کوتوله باقی می‌ماند.

➤ بدون وجود تیروکسین و تری‌یدوترونین، تقریباً تمامی واکنش‌های شیمیایی بدن بسیار کند شده و شخص، تنبل و کندذهن می‌شود.

➤ بدون وجود انسولین، سلول‌های بدن کربوهیدرات‌های بسیار اندکی را می‌توانند برای تولید انرژی به مصرف برسانند.

اختلال در ترشح هورمون‌ها:

✓ به طور کلی اختلالات کار غده‌های داخلی به ۲ شکل اختلالات و بیماری‌های ناشی از زیادی هورمون‌ها و اختلالات و بیماری‌های ناشی از کمبود هورمون‌ها ظاهر می‌شود.

اختلالات ناشی از زیادی هورمون‌ها:

- ✓ افزایش یک هورمون می‌تواند ناشی از تشدید فعالیت سلول‌های غده داخلی مربوط و یا زیاد شدن تعداد سلول‌های غده باشد. ازدیاد تعداد سلول‌ها را تومور می‌نامند.
- ✓ تومور ممکن است بدخیم باشد که علت آن، سرطانی شدن بافت غده داخلی است.

انواع پرکاری:

۱. نوع اول: ازدیاد ترشح هورمون ناشی از پرکاری و یا تومور خود غده داخلی است.
 ۲. نوع دوم: در اثر تشدید فعالیت سلول‌ها یا تومور بافت غده هیپوفیز پدید می‌آید.
 ۳. نوع سوم: پرکاری یا تومور در بافت هیپوتالاموس است و سبب ازدیاد ترشح برخی از هورمون‌های آن می‌شود.
- ◀ گاهی اوقات ازدیاد یک هورمون ناشی از ایجاد یک غده یا تومور غیرطبیعی در نقطه‌ای از بدن و ترشح هورمون از این غده است. مثلاً هورمون پاراتورمون علاوه بر غده پاراتیروئید از تورمورهای نابجای شکل گرفته در کلیه و ریه نیز ترشح شود.
- ◀ گاهی اوقات اختلالات ناشی از زیادی هورمون باعث عدم تخریب یا کاهش سرعت تخریب هورمون در جریان خون اتفاق می‌افتد.

اختلالات ناشی از کمبود هورمون‌ها:

- ✓ کم‌کاری غده داخلی مانند پرکاری می‌تواند از نوع اول، دوم یا سوم باشد.
- ✓ کاهش فعالیت سلول‌های غده، تحلیل رفتن یا آتروفی سلول‌های غده و مصرف طولانی مدت هورمون بصورت مصنوعی منجر به کم‌کاری یا آتروفی سلول‌های غده می‌شود.
- ✓ داروها، مواد سمی و تابش‌های پرتوزا نیز منجر به آتروفی غده می‌شود.
- ✓ گاهی اوقات عدم پاسخ سلول‌های هدف به هورمون‌های موجود در خون می‌تواند عوارض کمبود هورمون را در پی داشته باشد.

فصل دوازدهم: ساختمان غده هیپوفیز و هورمون‌های آن

- نام دیگر هیپوفیز، پیتوئیتربوده و در حفره زین ترکی استخوان پروانه‌ای در قاعده جمجمه قرار دارد و توسط ساقه هیپوفیزی به هیپوتالاموس متصل می‌شود.
- به دو بخش هیپوفیز پیشین (آدنوهیپوفیز) و هیپوفیز پسین (نوروهیپوفیز) تقسیم می‌شود.
- در بین دو قسمت هیپوفیز، ناحیه کوچک و نسبتاً بی‌عروقی به نام ناحیه بینابینی قرار دارد.

در هیپوفیز پیشین، ۵ نوع سلول وجود دارد که:

۱. سلول‌های سوماتوتروپ (HGH): هورمون رشد انسان را ترشح می‌کنند.
۲. سلول‌های کورتیکوتروپ (ACTH): هورمون محرک غدد فوق کلیه را ترشح می‌کنند.
۳. سلول‌های تیروتروپ (TSH): هورمون محرک تیروئید را ترشح می‌کنند.
۴. سلول‌های گونادوتروپ (LH و FSH): هورمون‌های جنسی محرک فولیکولی و جسم زرد را ترشح می‌کنند.
۵. سلول‌های لاکتوتروپ (PRH): هورمون محرک تولید شیر هستند.

- ۳۰ تا ۴۰٪ سلول‌های هیپوفیز پیشین را سلول‌های سوماتوتروپ تشکیل می‌دهند.
- حدود ۲۰٪ سلول‌ها، کورتیکوتروپ هستند که کورتیکوتروپین ترشح می‌کنند.

کنترل ترشح هیپوفیز توسط هیپوتالاموس:

- ✓ هیپوتالاموس تقریباً تمام ترشحات هیپوفیز را توسط سیگنال‌های هورمونی یا عصبی کنترل می‌کند.
- ✓ ترشح هورمون‌های هیپوفیز پیشین توسط هورمون‌هایی به نام فاکتورهای آزادکننده و مهارکننده هیپوتالاموسی کنترل می‌شود.
- ✓ این هورمون‌ها از طریق هورمون خونی کوچکی به نام عروق پورت هیپوتالاموسی - هیپوفیزی به غده هیپوفیز پیشین حمل می‌شوند.
- ✓ هیپوتالاموس تقریباً از کلیه قسمت‌های سیستم عصبی سیگنال دریافت می‌کند.
- ✓ محرک‌های بویایی از طریق هسته‌های آمیگدالوئید، سیگنال‌های خود را به هیپوتالاموس می‌فرستند.
- ✓ هیپوتالاموس مرکز جمع‌کننده یا تنظیم‌کننده اطلاعاتی است که با سلامت بدن انسان سر و کار دارد.
- ✓ هیپوفیز و هیپوتالاموس مجموعه‌ای را تشکیل می‌دهند که رشد بدن، ترشح هورمون، میزان دفع آب از کلیه‌ها و ترشحات غده‌های جنسی، فوق کلیه و تیروئید را تنظیم می‌کند.

هورمون‌های آزادکننده و مهارکننده هیپوتالاموسی:

- ✓ بیشتر هورمون‌های هیپوفیز پیشین توسط هورمون آزادکننده کنترل می‌شوند.
- ✓ در مورد پرولاکتین، احتمالاً فاکتور مهارکننده است که بیشترین کنترل را اعمال می‌کند.

مهمترین هورمون‌های آزادکننده و مهارکننده هیپوتالاموس عبارتند از:

۱. هورمون آزادکننده هورمون محرک تیروئید (TRH): باعث آزادشدن هورمون محرک تیروئید از هیپوفیز می‌شود.
۲. هورمون آزادکننده رشد (GHRH): باعث آزاد شدن هورمون رشد می‌شود.
✓ هورمون مهارکننده هور رشد (GHIH) که همان سوماتوستاتین است.
۳. هورمون آزادکننده کورتیکوتروپین (CRH): باعث آزاد شدن آدرنوکورتیکوتروپین می‌شود.
۴. هورمون آزادکننده گونادوتروپین (GRH): باعث آزاد شدن هورمون محرک فولیکولی و هورمون لوتینی می‌شود.
۵. فاکتور مهارکننده پرولاکتین (PIF): باعث مهار ترشح پرولاکتین می‌شود.

هورمون رشد (GH):

- ✓ به استثنای هورمون رشد، کلیه هورمون‌های مهم هیپوفیز پیشین، اثرهای خود را تحریک غدد هدف اعمال می‌کنند.
- ✓ هورمون رشد، اثر خود را بر تمام بافت‌های بدن اعمال می‌کند.
- ✓ هورمون رشد (GH) که هورمون سوماتوتروپیک (SH) یا سوماتوتروپین نیز نامیده می‌شود، باعث رشد تمام بافت‌های قابل رشد بدن می‌شود.

اثرهای سوخت و سازی هورمون رشد:

۱. افزایش سرعت ساخت پروتئین در تمام سلول‌های بدن
 ۲. افزایش آزادسازی یا بسیج اسیدهای چرب از بافت‌های چربی بدن برای تولید انرژی
 ۳. کاهش میزان مصرف گلوکز در سراسر بدن
- ✓ هورمون رشد باعث سنتز پروتئین‌های بدن را افزایش می‌دهد، کربوهیدرات بدن را حفظ کرده و ذخایر چربی بدن را به مصرف می‌رساند.

عواملی که باعث افزایش میزان پروتئین‌ها و در نهایت رشد بدن انسان می‌شوند:

۱. تقویت انتقال اسیدهای آمینه از غشای سلول
 ۲. تقویت ترجمه RNA برای ساخت پروتئین در ریبوزوم‌ها
 ۳. افزایش نسخه‌برداری DNA هسته‌ای برای ساخت RNA
 ۴. کاهش کاتابولیسم (تجزیه) پروتئین‌ها و اسیدهای آمینه
- ✓ هورمون رشد، تقریباً تمام جنبه‌های جذب اسیدهای آمینه را در سلول‌ها تقویت می‌کند و در عین حال تجزیه پروتئین‌ها را کاهش می‌دهد.

تنظیم ترشح هورمون رشد:

- ✓ هورمون رشد پس از نوجوانی، به آهستگی همگام با افزایش سن کم می‌شود و سرانجام در سنین بسیار بالا به ۰.۲۵ میزان سطح هورمون در نوجوانی می‌رسد.
- ✓ حداکثر ترشح هورمون رشد، در شب و پس از خواب صورت می‌گیرد.
- ✓ انتقال‌دهنده‌های عصبی بخصوص نورآدرنالین در تنظیم ترشح آن دخالت دارند.
- ✓ کاهش قند خون موجب افزایش غلظت هورمون رشد در سرم می‌شود.
- ✓ فعالیت عضلانی، هیجانی، استرس‌های بدنی و روانی و مواد تب‌زا موجب افزایش ترشح این هورمون می‌شوند.
- ✓ هورمون رشد تحت دو فاکتور آزادکننده هورمون رشد (GHRH) و بازدارنده هورمون رشد (GHIH) یا سوماتواستاتین که از هیپوتالاموس ترشح می‌شوند قرار دارد.
- ✓ سوماتواستاتین از سلول‌های دلتای جزایر لانگرهانس هم ترشح شده و می‌تواند انسولین و گلوکاگن از سلول‌های بتا و آلفای جزایر لانگرهانس را هم مهار کند.

اختلالات ترشح هورمون رشد:

- ✓ کوتوله‌های پان‌هیپوپیتوتریسم (به معنای کاهش تمام هورمون‌های هیپوفیز) مرحله بلوغ را طی نمی‌کنند و هرگز هورمون‌های گونادوتروپین را به حدی ترشح نمی‌کنند که منجر به تکامل اعمال جنسی مشابه افراد بالغ شود.
- ✓ حدود ۳۳٪ کوتوله‌هایی که مبتلا به کمبود هورمون رشد هستند، از نظر جنسی بالغ و گاهی بچه‌دار می‌شوند.

۱. کوتولگی (دوارفسم):

- ✓ بعلت کمبود هورمون رشد در کودکی اتفاق می‌افتد.
- ✓ قسمت‌های مختلف بدن به طور متناسب با یکدیگر رشد کرده اما سرعت رشد بسیار کاهش یافته است.

۲. غول‌پیکری (ژیگانتیسم):

- ✓ افزایش هورمون رشد اگر قبل از استخوانی شدن غضروف رشد که در اپی‌فیز استخوان‌های دراز قرار دارد اتفاق بیفتد، موجب این عارضه می‌شود.
- ✓ در این حالت قد شخص ممکن است تا ۲.۵ متر هم برسد.
- ✓ علت غول‌پیکری هیپوفیزی ناشی از فعالیت بیش از حد سلول‌های اسیدوفیل مولد هورمون رشد در غده هیپوفیز است.
- ✓ معمولاً ژيگانتیسم حاصل توموری است که در هیپوفیز پیشین قرار دارد و با تخریب غده هیپوفیز، تومور به رشد خود ادامه داده و موجب کمبود تمامی هورمون‌های هیپوفیز پیشین و مرگ می‌شود.

۳. آکرومگالی (بزرگی اندام‌ها):

- ✓ در صورتی که افزایش ترشح هورمون رشد بعد از سن بلوغ و استخوانی شدن اپی‌فیز استخوان‌های بلند باشد، قد شخص نمی‌تواند بلند شود اما بافت‌های نرم می‌توانند به رشد خود ادامه داده و استخوان‌ها بصورت عرضی رشد می‌کنند.

- ✓ این حالت (رشد عرضی استخوان‌ها) بیشتر در استخوان‌های پهن و کوتاه که در اندام‌های سر و صورت و ستون مهره‌ها قرار دارند رخ می‌دهد.
- ✓ این عارضه معمولاً در دهه‌های چهارم و پنجم زندگی ظاهر می‌شود و قسمت‌های انتهایی بدن مانند چانه، استخوان‌های گونه، بینی و دست و پا بیش از اندازه رشد می‌کنند.
- ✓ نسبت ابتلا به این عارضه در مردان و زنان یکسان است و از لحاظ روانی، گوشه‌گیر هستند و با از بین رفتن تمایلات جنسی در هر دو جنس و قطع دوره ماهیانه در زنان همراه است.

هیپوفیز پسین (نوروهیپوفیز):

- ✓ هورمونی ترشح نکرده و دارای دو هورمون عصبی بوده که از ترشح‌های هیپوتالاموس هستند و بوسیله رشته‌های عصبی به نوروهیپوفیز می‌آیند و در نوروهیپوفیز ذخیره می‌شوند.
- ✓ دو هورمون اکسی‌توسین و آنتی‌دیورتیک (وازوپرسین) بر اثر تحریک عصبی هیپوتالاموس، از نوروهیپوفیز آزاد می‌شوند.
- ✓ دو هورمون فوق، پلی‌پتید هستند و شباهت زیادی از نظر مولکولی به یکدیگر دارند.

۱. هورمون اکسی‌توسین:

- ✓ در پایان دوره بارداری و در موقع زایمان، رحم را تحریک می‌کند و باعث انقباض آن می‌شود.
- ✓ گاهی اوقات برای کم کردن خونریزی‌های بعد از زایمان و افزایش انقباض رحم، از انواع تجارتنی اکسی‌توسین استفاده می‌شود.
- ✓ اکسی‌توسین باعث آزاد شدن شیر از سلول‌های غده‌های پستانی و جریان یافتن آن به داخل مجاری پستانی می‌شود.
- ✓ استرس‌های فیزیکی و روانی ممکن است اثر وقفه‌ای در ترشح اکسی‌توسین داشته و موجب کاهش آن شوند.

۲. هورمون آنتی‌دیورتیک (ضد ادراری، ADH یا وازوپرسین):

- ✓ مقدار بسیار جزئی آن مانع ترشح ادرار از کلیه‌ها (کاهش تولید ادرار) می‌شود.
- ✓ این هورمون با اثر وازوکنستریکتوری روی دیواره سرخرگ‌های کوچک، آنها را منقبض کرده و سبب بالا رفتن فشار خون سرخرگی می‌شود.
- ✓ مهمترین عمل ADH، زیادتر کردن جذب مجدد آب از لوله‌های ادراری در کلیه‌هاست.
- ✓ همچنین ماهیچه‌های صاف مجاری گوارشی را نیز تحریک می‌کند.
- ✓ افزایش فشار اسمزی پلاسما (کاهش حجم و فشار خون) باعث ترشح ADH می‌شود.
- ✓ مهمترین عارضه‌ای که بر اثر نارسایی نوروهیپوفیز ایجاد می‌شود، دیابت بی‌مزه است که بر اثر کم شدن ترشح ADH ایجاد می‌شود.
- ✓ کمبود ADH مانع جذب مجدد آب در لوله‌های ادراری شده و گاهی حجم دفع تا ۲۵ لیتر در شبانه‌روز می‌رسد.
- ✓ کاهش حجم خون، از محرک‌های قوی در ترشح ADH است و هنگامی که حجم خون ۱۵ تا ۲۰٪ کاهش یابد، میزان ترشح تا ۵۰ برابر میزان طبیعی بالا می‌رود.

➤ بخش میانی هیپوفیز، هورمونی به نام هورمون محرک ملانوسیت‌ها (MSH) می‌سازد که در تنظیم رنگدانه‌های پوست در دوزیستان و احتمالاً در انسان موثر است.