



☆ از خون نوک انگشت برای تست سریع قند خون استفاده میشه.

☆ نوک انگشت تعداد گیرنده‌های تماسی بیشتری نسبت به بقیه بخش‌ها داره.

فصل ۴

تنظیم شیمیایی

تصور کنید روزی تمام وسایل ارتباطی مثل تلفن، اینترنت و رادیو در یک شهر قطع شود. آیا اداره کردن آن شهر ممکن خواهد بود؟ آیا می‌توان بخش‌های مختلف شهر را که در فواصل دور یا نزدیک قرار دارند، با یکدیگر هماهنگ کرد؟ آیا می‌توان یک خبر را به اطلاع همه مردم شهر رساند؟ در پریاختگان، یاخته‌ها نمی‌توانند از یکدیگر مستقل باشند. در فصل اول دیدیم که دستگاه عصبی، یکی از دستگاه‌های ارتباطی بدن است. اما دستگاه عصبی با تک یاخته‌های بدن ارتباط ندارد. در این فصل، با ارتباطات شیمیایی آشنا می‌شویم و خواهیم دید که چگونه بخش مهمی از فرایندهای بدن توسط آن انجام می‌شود.

☺ در رابطه با تفاوت دستگاه عصبی و تنظیم شیمیایی می‌تونیم اینجوری بیان کنیم که تأثیر دستگاه عصبی بر روی بخش‌های مختلف سریع‌تر از تأثیر هورمون است.

☺ پاسخی که هورمون ایجاد می‌کنه، پایداری بیشتری نسبت به دستگاه عصبی داره.

گفتار ۱

ارتباط شیمیایی

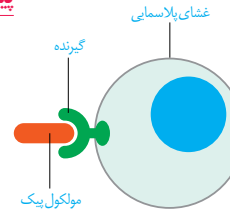
در فصل اول دیدیم که یاخته‌های عصبی ارتباط بین نقاط مختلف بدن را برقرار می‌کنند. در این گفتار، نقش مولکول‌ها را در برقراری ارتباط خواهیم دید.

پیک شیمیایی

پیک شیمیایی مولکولی است که پیامی را منتقل می‌کند. یاخته‌ای که پیام را دریافت می‌کند یاخته هدف نام دارد.

پیک، چگونه یاخته هدف را از میان انبوه یاخته‌ها پیدا می‌کند و پیام را اشتباهی به یاخته دیگر نمی‌رساند؟ یاخته هدف، برای پیک گیرنده‌ای دارد (شکل ۱). مولکول پیک، تنها بر یاخته‌ای می‌تواند تأثیر بگذارد که گیرنده آن را داشته باشد و این یاخته، همان یاخته هدف است.

بر اساس مسافتی که پیک طی می‌کند تا به یاخته هدف برسد، پیک‌ها را به دو گروه **کوتاه‌برد** و **دور‌برد** تقسیم می‌کنند.



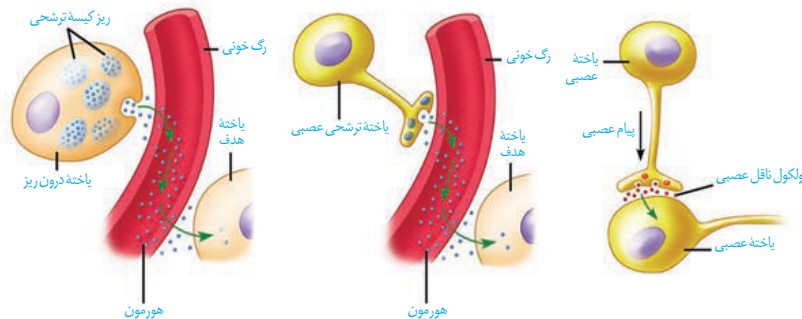
شکل ۱- پیک از طریق اثر برگیرنده اختصاصی خود در یاخته هدف در آن تغییر ایجاد می‌کند.

پیک‌های کوتاه‌برد

پیک کوتاه‌برد، چنان‌که از نام آن پیداست، بین یاخته‌هایی ارتباط برقرار می‌کند که در نزدیکی هم‌اند و حداکثر چند یاخته با هم فاصله دارند. ناقل عصبی یک پیک کوتاه برد است. این پیک از یاخته پیش‌همایه‌ای ترشح و بر یاخته پس‌همایه‌ای اثر می‌کند.

پیک‌های دور‌برد

پیک‌های دور‌برد پیک‌هایی هستند که به جریان خون وارد می‌شوند و پیام را به فاصله‌ای دور منتقل می‌کنند. **هورمون‌ها** پیک‌های دور‌بردند (شکل ۲).



- ☆ گیرنده مولکول پیک می‌تونه در غشای سلول قرار داشته باشه.
- ☆ هسته سلول در مکانی دورتر از مکان قرارگیری گیرنده قرار داره.
- ☆ پیک شیمیایی و گیرنده پیک به صورت اختصاصی عمل میکنن.
- ☆ گیرنده‌ای که در سطح غشای سلول قرار داره، از جنس پروتئین است.

== ناقل عصبی از چه سلول‌های ترشح میشه؟ از سلول‌های گیرنده تمایز یافته که می‌خوان پیام رو به سلول عصبی برسونن و همچنین سلول‌های عصبی.

== ناقل عصبی روی چه سلول‌هایی میتونه اثر بذاره؟ سلول‌های عصبی، ماهیچه و غده.

☆ ماهیچه صاف میتونه تحت تأثیر هورمون اکسی‌توسین و ماهیچه قلبی تحت تأثیر پیام تولید شده توسط شبکه هادی قلب انقباض خودش رو شروع کنه.

☆ موارد زیر رو هم به عنوان پیک‌های کوتاه برد می‌تونیم در نظر بگیریم: (۱) آنزیم القاکننده مرگ برنامه‌ریزی که بر روی سلول‌های آلوده به ویروس و سرطانی اثر می‌ذاره

(۲) پیک‌های شیمیایی تولید شده توسط دیواره مویرگ و درشت‌خوارها که بر روی گلبول‌های سفید خون مؤثره

(۳) اینترفرون نوع ۱ که بر روی سلول‌های سالم مجاور سلول آلوده به ویروس اثر می‌ذاره

(۴) هیستامین هم میتونه بر روی دیواره رگ‌ها اثر بذاره و باعث گشاد شدن رگ بشه

(۵) مواد ترشح شده از سلول‌های سرتولی که بر روی تمایز اسپرم موثرن

== آگه به هورمونی روی اندامی که ازش ترشح شده، اثر بذاره، بهش میگیم کوتاه برد؟ نه! مثلاً گاسترین از معده ترشح شده و بر روی معده اثر می‌ذاره اما پیک دور‌برد محسوب میشه.

☆ اینترفرون نوع ۲ نیز نوعی پیک شیمیایی است که باعث میشه ماکروفاژها فعال شن.

== امکانش است پیکی وارد خون شه اما کوتاه‌برد باشه؟ بله بلهههه! در عمل التهاب، پیکی که از دیواره مویرگ و درشت‌خوارها به درون خون ترشح میشه، کوتاه برد است.

☆ خون نوعی بافت پیوندی محسوب میشه بنابراین می‌تونیم بگیم پیک‌های شیمیایی دور‌برد توسط بافت پیوندی منتقل میشن.

☆ هورمون میتونه از سلول عصبی هم ترشح شه.

☆ هورمون و ناقل عصبی ترشح شده توسط سلول عصبی، از بخش پایانه آکسون با عمل آگروسیتوز خارج میشه.

☆ هورمون ترشح شده از سلول درون ریز، مستقیماً به خون وارد نمیشه. هورمون ابتدا به فضای بین سلولی وارد میشه و سپس به جریان خون میرسه.

== هورمون برای اثرگذاری بر روی سلول‌ها، حتماً باید از خون خارج و به فضای بین سلولی وارد شه؟ نه! آگه هورمونی بخواد مثلاً بر روی سلول‌های دیواره مویرگ اثر بذاره، در شرایطی که درون خون وجود داره، مستقیماً بر روی سلول‌های دیواره مویرگ اثر می‌ذاره.

☆ ناقل عصبی نمیتونه وارد سلول پس سیناپسی بشه اما هورمون میتونه وارد سلول هدف شه.

☆ گیرنده هورمون ترشح شده از سلول عصبی، میتونه درون سلول هدف باشه.

☆ در هر ریزکسیسه ترشحی، تعداد زیادی هورمون قرارگرفته.

☆ هورمون‌ها از سلول‌های درون ریز ترشح میشن اما ناقل عصبی از سلول‌های عصبی یا گیرنده‌ها ترشح میشن.

☆ ناقل عصبی میتونه مجدداً به سلول پس سیناپسی برگرده.

مجرای غده برون‌ریز در ترشح ماده ترش‌خی غده نقش ندارد.

غده درون‌ریز یا سلول درون‌ریز فاقد مجرا هستند اما غده برون‌ریز حتماً دارای مجرا است.

☆ با توجه به اینکه میدونیم سطح یا حفرات بدن توسط بافت پوششی پوشونده شده و ترشحات غده برون‌ریز به سطح یا حفرات بدن می‌ریزه، بنابراین میتونیم بگیم که ترشحات غده برون‌ریز حتماً با سلول پوششی در تماسه.

☆ **نمونه‌هایی از غدد برون‌ریز:** غدد بزاقی، غده‌های معده و روده، پیازی-میزراهی، پروستات و وزیکول سمینال.

== هر ماده‌ای که غده برون‌ریز تولید کنه، به محیط خارجی بدن وارد میشه؟ نه! مثلاً کربن‌دی‌اکسیدی که تولید میکنه رو به خون وارد میکنه.

شکل ۳- غده درون‌ریز و برون‌ریز

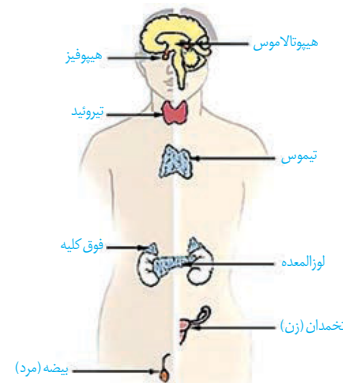
گاهی باخته‌های عصبی پیک شیمیایی را به خون ترشح می‌کنند؛ در این صورت، این پیک هورمون به شمار می‌آید، نه یک ناقل عصبی.

غده‌های بدن

هورمون‌ها از **یاخته‌های درون‌ریز** ترشح می‌شوند. این یاخته‌ها ممکن است به صورت پراکنده در اندام‌ها دیده شوند. مثال این یاخته‌ها را قبلاً دیده‌ایم. مثلاً در سال گذشته خواندیم که یاخته‌های درون‌ریز در معده و دوازدهه به ترتیب، هورمون گاسترین و سکرترین را ترشح می‌کنند. همچنین ممکن است یاخته‌های درون‌ریز را به صورت مجتمع یافت که در این صورت، **غده درون‌ریز** را تشکیل می‌دهند. ترشحات غده درون‌ریز به خون وارد می‌شود، اما غده برون‌ریز ترشحات خود را از طریق **مجرای** به سطح یا حفرات بدن می‌ریزد (شکل ۳).



مجموع یاخته‌ها و غدد درون‌ریز و هورمون‌های آنها را **دستگاه درون‌ریز** می‌نامند. این دستگاه به همراه دستگاه عصبی، فعالیت‌های بدن را تنظیم می‌کنند و نسبت به محرک‌های درونی و بیرونی پاسخ می‌دهند. تعدادی از غدد دستگاه درون‌ریز را در شکل ۴ می‌بینید.



شکل ۴- تعدادی از غدد درون‌ریز

☆ اندازه سلول‌های ترشح‌کننده در غدد فرق میکنه.

☆ در غده برون‌ریز، دورترین سلول از مجرای ترش‌خی، بزرگ‌ترین سلول غده‌ای.

☆ سلول‌های تشکیل‌دهنده مجرای ترش‌خی غده برون‌ریز با سلول‌های بافت پوششی در تماسه.

☆ مواد ترشح شده از غده برون‌ریز به محیط خارجی و مواد ترشح شده از غده درون‌ریز به محیط داخلی وارد میشه.

🗨 **به چه مورد دقت کن:** بین ما می‌گیم هورمون از سلول ترش‌خی ابتدا وارد فضای بین سلولی میشه و سپس به خون وارد میشه اما با توجه به اینکه کتاب در به کار بردن این ترتیب فرایند خیلی دقت نکرده، گفته "هورمون به درون خون ترشح میشه". پس اگه در تستی این جمله رو دیدی که میگه هورمون به درون خون ترشح میشه، عبارت رو درست در نظر بگیر ولی اگه دیدی طراح داره میگه هورمون مستقیماً به خون ترشح میشه، درسته طراح داره اونجا زحمت میکشه ولی ما به عنوان هوادارش دیگه باهش مشکل داریم و عبارت غلط میشه.

🗨 در دستگاه درون‌ریز هم سلول (سلول و غده) و هم مولکول (هورمون) میتونیم مشاهده کنیم.

☆ سطح خارجی غدد تیموس، لوزالمعده و فوق کلیه از بافت مشابهی تشکیل شده.

☆ بخش نازک لوزالمعده به کلیه چپ نزدیک‌تر.

== پایین‌ترین غده در بدن انسان، کدوم غده میشه؟ آفرین اگه گفتی غده جنسی، غلطه پایین‌ترین غده در بدن انسان، غده عرق است.

☆ پایین‌ترین غده درون‌ریز در بدن انسان سالم، غده جنسی است.

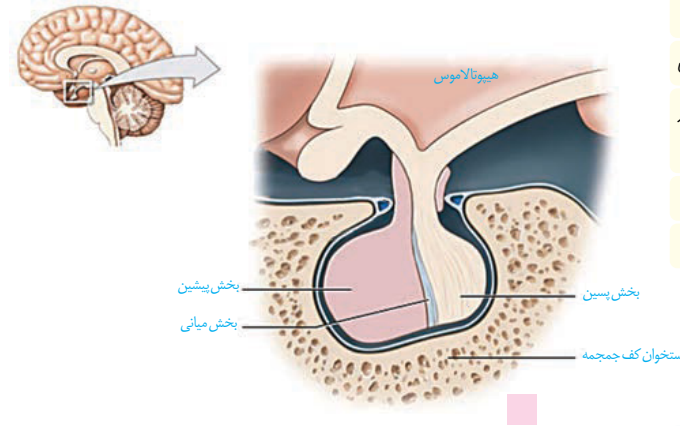
☆ بالاترین غده بدن انسان سالم، غده اپی‌فیز است.

گفتار ۲ غده‌های درون ریز

دستگاه درون ریز که غده‌ها بخش مهمی از آن اند، فعالیت‌های بدن را به وسیله هورمون‌ها تنظیم می‌کند. در این گفتار، غدد درون ریز و هورمون‌های آنها را در انسان بررسی می‌کنیم.

هیپوفیز

غده هیپوفیز تقریباً به اندازه یک نخود است و با ساقه‌ای به هیپوتالاموس متصل است (شکل ۵). این غده درون یک گودی، در استخوانی از کف جمجمه جای دارد. غده هیپوفیز سه بخش دارد که پیشین، میانی و پسین نامیده می‌شوند. عملکرد بخش میانی در انسان به خوبی شناخته نشده است.



شکل ۵- غده هیپوفیز

- ☆ بخش میانی هیپوفیز، از پایین به بالا ضخامت کمتری دارد.
- ☆ در محل ساقه اتصالاتی هیپوتالاموس به هیپوفیز، بخش میانی مشاهده نمیشد.
- ☆ ترتیب اندازه‌ها در هیپوفیز از بزرگ به کوچک (۱: هیپوفیز پیشین ۲: هیپوفیز پسین ۳: هیپوفیز میانی)
- ☆ در این تصویر، کیاسمای بینایی هم مشاهده می‌شود که به هیپوفیز پیشین نسبت به هیپوفیز پسین نزدیک تره.
- ☆ پایین‌ترین بخش هیپوفیز، مربوط به هیپوفیز پیشین است.
- ☆ استخوان جمجمه پهن است که فاقد مجرای مرکزی است.

- ☆ هورمون رشد باعث می‌شود:
- ۱) تقسیم میتوز افزایش پیدا کند.
- ۲) میزان تجزیه پروتئین سانترومری بیشتر شه (یکی از اتفاقات میتوز).
- ۳) نیاز به فولیک اسید و ویتامین B_{۱۲} جهت انجام عمل تقسیم افزایش پیدا کند.
- ☆ هورمون رشد برای افزایش قد، بر روی سلول‌های سر استخوان دراز اثری ندارد.

☆ در صورتی که معده آسیب ببیند، چون ویتامین B_{۱۲} به خوبی جذب نمیشد، فعالیت فولیک اسید هم مختل می‌شود و اثر هورمون رشد کاهش پیدا می‌کند.

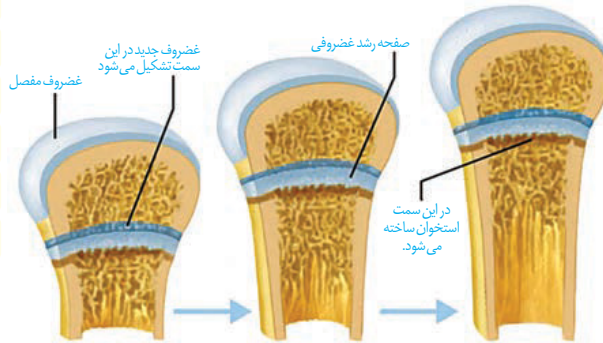
بخش پیشین

بخش پیشین تحت تنظیم هیپوتالاموس، شش هورمون ترشح می‌کند. هیپوتالاموس توسط رگ‌های خونی با بخش پیشین ارتباط دارد و هورمون‌هایی به نام آزادکننده و مهارکننده ترشح می‌کند که باعث می‌شوند هورمون‌های بخش پیشین ترشح شوند، یا اینکه ترشح آنها متوقف شود. به همین دلیل، غده هیپوتالاموس نقش مهمی در تنظیم ترشح سایر غده‌ها بر عهده دارد.

هورمون رشد، یکی از هورمون‌های بخش پیشین است که با رشد طولی استخوان‌های دراز، اندازه قد را افزایش می‌دهد. در نزدیکی دو سر استخوان‌های دراز، دو صفحه غضروفی وجود دارد که صفحات رشد نام دارند (شکل ۶) یاخته‌های غضروفی در این صفحات تقسیم می‌شوند. همچنان

- ☆ ارتباط هیپوتالاموس و هیپوفیز پیشین از طریق سیاهرگ است.
- ☆ هورمون آزادکننده ترشح شده از هیپوتالاموس سبب می‌شود میزان ترشح هورمون از هیپوفیز پیشین افزایش پیدا کند.
- ☆ هورمون آزادکننده و مهارکننده از سلول‌های عصبی (پایانه آکسون) ترشح می‌شوند.
- ☆ جهت افزایش ترشح هورمون، هیپوفیز پیشین انرژی بیشتری مصرف می‌کند.
- ☆ هورمون آزادکننده و مهارکننده بر روی هیپوفیز پسین مؤثر نیست.
- ☆ هورمون مهارکننده، ترشح هیپوفیز پیشین رو متوقف می‌کند.
- ☆ برای هورمون‌های محرک غدد جنسی، یک نوع هورمون آزادکننده وجود دارد.

رشد استخوان و افزایش قد، بعد از بلوغ هم ادامه پیدا میکند. زمانی که صفحه رشد بسته شه، تعداد گیرنده‌های هورمون رشد در بدن کاهش پیدا میکند. به استخوانی تبدیل می‌شوند. در این حالت، رشد استخوان متوقف می‌شود و می‌گویند «صفحات رشد بسته شده‌اند». تا زمانی که این صفحات بسته نشده‌اند، هورمون رشد می‌تواند قدر را افزایش دهد.



شکل ۶- صفحات رشد در استخوان‌های دراز و چگونگی رشد استخوان

هورمون اکسی‌توسین خروج شیر و انقباض عضلات رحم رو تحریک میکند.

با رفتار مکیدن نوزاد، ترشح هورمون اکسی‌توسین نیز بیشتر میشه.

هورمون‌هایی که از هیپوفیز پسین ترشح میشن، توسط سلول‌های عصبی هیپوتالاموس ساخته شدن.

هورمون ضداداری و اکسی‌توسین در یک اندام تولید و در اندامی دیگر ذخیره و ترشح میشه.

خروج هورمون‌های ضداداری و اکسی‌توسین از پایانه آکسون رخ میده. (با عمل اگروسیتوز)

هورمون ضداداری باعث همیشه غلظت ادرار افزایش پیدا کنه و میزان آب خون افزایش پیدا کنه که همین اتفاق باعث همیشه فشارخون بیشتر شه.

بنابراین میتونیم اندامی داشته باشیم که هورمون تولید نکنه اما ترشح کنه.

پرولاکتین بر روی سلول‌های ترشح کننده غدد شیری اثر میذاره اما اکسی‌توسین بر ماهیچه‌های صاف غدد شیری اثر میذاره.

هیپوتالاموس به دو صورت میتونه میزان آب بدن رو تنظیم کنه: (۱) تولید هورمون ضداداری که مستقیماً سبب افزایش بازجذب آب از نفرون به خون میشه

(۲) ترشح هورمون آزادکننده هورمون محرک غده فوق کلیه

بخش پسین

بخش پسین هیچ هورمونی نمی‌سازد. هورمون‌های بخش پسین در باخته‌های عصبی هیپوتالاموس تولید می‌شوند. این هورمون‌ها که در جسم یاخته‌ای ساخته شده‌اند از طریق آسه‌ها به بخش پسین می‌رسند (شکل ۷). دو هورمون به نام‌های ضد‌اداری، که در سال قبل با آن آشنا شدیم، و اکسی‌توسین، که در فصل ۷ با آن آشنا می‌شویم، در هیپوتالاموس ساخته و در بخش پسین، ذخیره و ترشح می‌شوند.

پرولاکتین هورمون دیگر بخش پیشین است. پس از تولد نوزاد، این هورمون، غدد شیری را به تولید شیر وامی‌دارد. تا مدت‌ها تصور می‌شد که کار پرولاکتین تنها همین است. اما اکنون شواهد روزافزونی مبنی بر نقش این هورمون در دستگاه ایمنی و حفظ تعادل آب به دست آمده است. در مردان، این هورمون در تنظیم فرایندهای دستگاه تولیدمثل نیز نقش دارد.

هورمون‌های محرک، چهار هورمون باقی‌مانده بخش پیشین را تشکیل می‌دهند. بخش پیشین با ترشح این هورمون‌ها فعالیت سایر غدد را تنظیم می‌کنند. هورمون محرک تیروئید، فعالیت غده سپردیس (تیروئید) را تحریک می‌کند؛ هورمون محرک فوق کلیه روی غده فوق کلیه تأثیر می‌گذارد و هورمون‌های محرک غده‌های جنسی که LH و FSH نام دارند، کار غده‌های جنسی (تخمدان و بیضه) را تنظیم می‌کنند.

پرولاکتین بر روی میزان تولیدات غده‌ای بیرون ریز مؤثره.

با افزایش تولید شیر، میزان تولید قند لاکتوز در غدد شیری هم افزایش پیدا میکنه.

تحریک گیرنده‌های مکانیکی مربوط به غدد شیری توسط مکیدن نوزاد، سبب افزایش تولید شیر میشه.

با توجه به اینکه هورمون پرولاکتین بر روی حفظ تعادل آب مؤثره، پس میتونیم بگیم بر روی میزان فشارخون نیز اثر داره.

در صورتی‌که ترشح پرولاکتین با اختلال مواجه شه، غلظت مواد در خون نیز تغییر میکنه و میتونه سبب تحریک گیرنده فشار اسمزی در هیپوتالاموس شه.

نقش پرولاکتین در دستگاه ایمنی و حفظ تعادل آب در مرد و زن مشاهده میشه.

هورمون‌های پرولاکتین و رشد جزئی از هورمون‌های محرک نیستن.

هورمون‌های محرک سبب میشن که غده دیگه ای، ترشح هورمون بیشتری داشته باشه.

هورمون‌های جنسی رو با هورمون محرک جنسی اشتباه نگیری. هورمون‌های جنسی شامل استروژن، تستوسترون و پروژسترون است.

هورمون‌های محرک، میزان مصرف انرژی و تنفس سلولی در سلول هدف رو افزایش میدن.

هورمون‌های تیروئیدی بر روی افزایش میزان تنفس سلولی در سلول‌ها نقش دارد.

با افزایش میزان هورمون‌های تیروئیدی، نیاز سلول به انسولین هم افزایش پیدا میکند، میدونی چرا؟ چون باید گلوکز بیشتری به سلول وارد شه و در اختیار سلول قرار بگیره.

هورمون‌های تیروئیدی با تأثیر بر سلول‌های ماهیچه‌ای و کبدی، سبب میشن ذخایر گلیکوژن کاهش پیدا کنه.

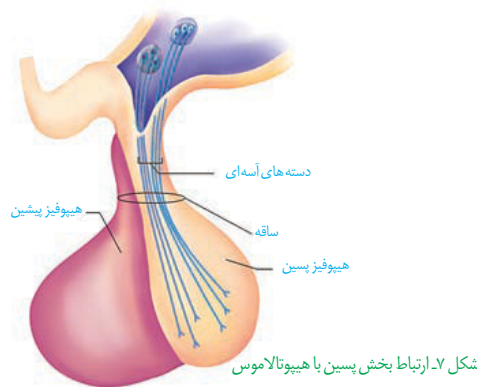
پس در شرایطی که بخوایم میزان تنفس سلولی در بدن رو افزایش بدیم، مسیر اینجوری میشه: ترشح هورمون آزادکننده از هیپوتالاموس ← ترشح هورمون محرک تیروئید ← افزایش هورمون‌های تیروئیدی ← تأثیر بر سلول هدف

با توجه به اینکه هورمون‌های تیروئیدی بر روی همه سلول‌های بدن گیرنده دارن، بنابراین میتونن از سد خونی-مغزی عبور کنن.

یه چی بگم دچار برگریزان شی! بین در شرایطی که فرد در معرض سرما قرار بگیره، به دلیل اینکه نیاز داره دمای بدنش رو افزایش بده (افزایش تنفس سلولی و تولید گرا)، بنابراین میزان ترشح هورمون محرک تیروئید افزایش پیدا میکنه.

هورمون تیروئیدی سبب میشه میزان فعالیت و تعداد میتوکندری افزایش پیدا کنه، بنابراین میتونیم بگیم این هورمون‌ها باعث میشن میزان همانندسازی DNA حلقوی، چرخه کربس، زنجیره انتقال الکترون و ... افزایش پیدا میکنه.

هورمون تیروئید با افزایش میزان واکنش تنفس سلولی، نیاز بدن به اکسیژن رو افزایش میده که سبب میشه مرکز تنفس در بصل النخاع فعالیت بیشتری داشته باشه.



شکل ۷-۱ ارتباط بخش پسین با هیپوتالاموس

طول آکسون‌های انتقال دهنده هورمون از هیپوتالاموس به هیپوفیز پسین، میتونه باهم متفاوت باشه.

قرارگیری جسم سلولی‌ها در هیپوتالاموس به صورتی است که دو مجموعه مشاهده میشه.

در هیپوفیز میتونیم دو بخش پیشین و پسین یا سه بخش پیشین، پسین و میانی رو داشته باشیم.

غده تیروئید

غده تیروئید شکلی شبیه به سپر دارد و در زیر حنجره واقع است (شکل ۸). هورمون‌هایی که از این غده ترشح می‌شوند، عبارت‌اند از: هورمون‌های تیروئیدی و کلسی‌تونین. هورمون‌های تیروئیدی دو هورمون یُد دار به نام‌های T_4 و T_3 هستند.

هورمون‌های تیروئیدی میزان تجزیه گلوکز و انرژی در دسترس را تنظیم می‌کنند. از آنجایی که تجزیه گلوکز در همه باخته‌های بدن رخ می‌دهد پس همگی، یاخته هدف این هورمون‌ها هستند.

در دوران جنینی و کودکی، T_4 برای نمو دستگاه عصبی مرکزی لازم است؛ بنابراین، فقدان آن به اختلالات نمو دستگاه عصبی و عقب ماندگی ذهنی و جسمی جنین می‌انجامد. اگر یُد در غذا به مقدار کافی نباشد، آن‌گاه هورمون تیروئیدی به اندازه کافی ساخته نمی‌شود. در این حالت غده هیپوفیز با ترشح هورمون محرک تیروئید، باعث رشد بیشتر غده می‌شود تا یُد بیشتری جذب کند. فعالیت بیشتر غده تیروئید منجر به بزرگ شدن آن می‌شود که به آن **گواتر** می‌گویند.

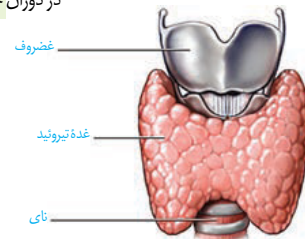
یُد در غذاهای دریایی فراوان است. مقدار یُد موجود در فراورده‌های کشاورزی و دامی یک منطقه، به مقدار یُد خاک بستگی دارد. با توجه به کمبود یُد در خاک کشور ما، همچون بسیاری از دیگر کشورها، برنامه‌های غذایی متکی به فراورده‌های غیر دریایی نمی‌تواند فراهم‌کننده یُد موردنیاز بدن باشد.

با توجه به اینکه غده تیروئید در زیر حنجره قرار گرفته پس میتونیم بگیم زیر تارهای صوتی و اپی‌گлот قرار گرفته.

نمی‌تونیم بگیم همه هورمون‌های ترشح شده از تیروئید، یُد دار هستن.

کلسی‌تونین جزئی از هورمون‌های تیروئیدی نیست اما هورمونی است که توسط غده تیروئید ترشح میشه که فاقد یُد است.

تحت تأثیر هورمون‌های محرک تیروئیدی، میزان ترشح هورمون‌های تیروئیدی افزایش پیدا میکنه.



شکل ۸-۱ نمای جلوی غده تیروئید

غده تیروئید در جلوی نای و زیر حنجره قرار گرفته.

فعالیت ۱

استفاده از نمک یُد دار می‌تواند یُد مورد نیاز بدن را تأمین کند. تحقیق کنید که نمک‌های یُد دار در چه شرایطی خواص خود را حفظ می‌کنند و چه غذاهایی مانع جذب یُد می‌شوند؟

در شرایطی که در ترشح هورمون‌های تیروئیدی در دوران جنینی و کودکی اختلال ایجاد شه، ارتباط بین مغز و نخاع تکمیل نمیشه و برخی اعمال مثل کنترل ارادی بنداره خارجی میزراه با اختلال مواجه میشه.

در شرایطی که میزان یُد در غذای فرد کم باشه، میزان فعالیت هیپوتالاموس و هیپوفیز پیشین افزایش پیدا میکنه.

- ☆ غدد پاراتیروئید اندازه برابری باهم ندارند.
- ☆ فاصله غدد پاراتیروئید باهم برابر نیست.
- ☆ غدد پاراتیروئید نیمه راست بدن نسبت به نیمه چپ، به هم نزدیک‌ترن.
- ☆ بالاترین و پایین‌ترین غده پاراتیروئید در نیمه چپ بدن قرار گرفته.

- ترشح هورمون‌های اپی‌نفرین و نوراپی‌نفرین از سلول‌های عصبی (نورون) اتفاق می‌وفته.
- ترشح هورمون از سلول عصبی از بخش پایانه آکسون مشاهده میشه.
- برای افزایش فعالیت و ترشح سلول‌های عصبی، به پتانسیل عمل و اتفاقاتش نیاز داریم.

- ☆ هورمون‌های اپی‌نفرین و نوراپی‌نفرین باعث میشن:
 - ۱) میزان فعالیت گره اول قلب جهت تولید پیام ضربان افزایش پیدا کنه (افزایش ارسال پیام از طریق صفحات بینابینی)
 - ۲) میزان نیروی وارد شده به دیواره رگ افزایش پیدا کنه
 - ۳) میزان نیاز سلول‌های به انسولین جهت ورود گلوکز به سلول‌ها بیشتر شه
 - ۴) میزان ذخایر گلیکوژن در کبد کاهش پیدا کنه
 - ۵) حجم تبادل شده طی یک بار تهویه ششی افزایش پیدا کنه
- در شرایطی که نایزک‌ها باز شن، حجم هوای موجود در مجاری تنفسی هم بیشتر میشه بنابراین میزان هوای مرده زیاد میشه.
- هنگامی که فشارخون افزایش پیدا میکنه، میزان فشار تراوشی جهت:
 - ۱) خروج مواد از مویرگ برای رسیدن به سلول و ۲) تراوش مواد از شبکه مویرگی گلوبمرول افزایش پیدا میکنه و ۳) گیرنده حساس به فشار هم تحریک میشه.

- ☆ با افزایش تراوش در کلیه، حجم ادرار افزایش پیدا میکنه.
- ☆ بخش قشری در مجاورت کپسول کلیه قرار میگیره.
- ☆ بر روی بخش قشری غده فوق کلیه، لایه دیگری قرار گرفته.

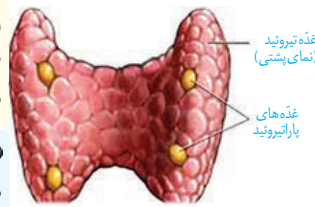
هورمون دیگر تیروئید، **کلسی‌تونین** است. زمانی که کلسیم در خوناب زیاد است، این هورمون از برداشت کلسیم از استخوان‌ها جلوگیری می‌کند.

غده‌های پاراتیروئید

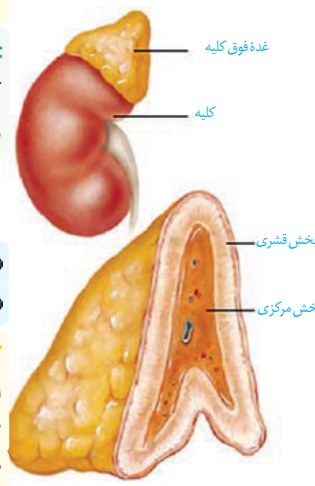
غده‌های پاراتیروئید به تعداد چهار عدد در پشت غده تیروئید قرار دارند (شکل ۹). این غدد، **هورمون پاراتیروئیدی** ترشح می‌کنند. هورمون پاراتیروئیدی در پاسخ به کاهش کلسیم خوناب ترشح می‌شود و در هم‌ایستایی کلسیم نقش دارد. این هورمون، کلسیم را از ماده زمینه استخوان جدا و آزاد می‌کند. همچنین باز جذب کلسیم را در کلیه افزایش می‌دهد. یکی دیگر از کارهای هورمون پاراتیروئیدی اثر بر ویتامین D است. این هورمون، ویتامین D را به شکلی تبدیل می‌کند که می‌تواند جذب کلسیم از روده را افزایش دهد؛ بنابراین کمبود ویتامین D باعث کاهش جذب کلسیم از روده می‌شود.

غده فوق کلیه

غده فوق کلیه روی کلیه قرار دارد و از دو بخش قشری و مرکزی تشکیل شده است که از همدیگر مستقل‌اند (شکل ۱۰).
بخش مرکزی ساختار عصبی دارد. وقتی فرد در شرایط تنش قرار می‌گیرد، این بخش دو هورمون به نام‌های **اپی‌نفرین** و **نور اپی‌نفرین** ترشح می‌کند. این هورمون‌ها ضربان قلب، فشار خون و گلوکز خوناب را افزایش می‌دهند و نایزک‌ها را در شش‌ها باز می‌کنند. چنین تغییراتی بدن را برای پاسخ‌های کوتاه مدت آماده می‌کند.
بخش قشری به تنش‌های طولانی مدت، مثل غم از دست دادن نزدیکان، با ترشح **کورتیزول** پاسخ دیرپا می‌دهد. این هورمون گلوکز خوناب را افزایش می‌دهد. اگر تنش‌ها به مدت زیادی ادامه یابد، کورتیزول دستگاه ایمنی را تضعیف می‌کند. هورمون دیگر بخش قشری **آلدوسترون** است که بازجذب سدیم را از کلیه افزایش می‌دهد. به دنبال بازجذب سدیم، آب هم بازجذب می‌شود و در نتیجه فشار خون بالا می‌رود.
 بخش قشری **هورمون جنسی** زنانه و مردانه را در هر دو جنس نیز ترشح می‌کند.



شکل ۹- غده‌های پاراتیروئید



شکل ۱۰- غده فوق کلیه

● کلسی‌تونین ربطی به هورمون محرک غده تیروئید نداره و مکانیسم تنظیمش به میزان کلسیم خوناب بستگی داره.

☆ در شرایطی که میزان کلسی‌تونین در بدن به صورت غیرطبیعی کاهش پیدا کنه، میزان کلسیم خوناب زیاد میشه که همین میتونه باعث شه:

- ۱) انقباض عضلات دیواره رگ افزایش پیدا کنه
 - ۲) امکان سگته قلبی وجود داره
 - ۳) پوکی استخوان رخ میده
- با توجه به اینکه کلسی‌تونین از برداشت کلسیم از استخوان جلوگیری میکنه، بنابراین میتونیم بگیم این برداشت توسط مکانیسمی در استخوان همیشه داره رخ میده اما کلسی‌تونین میاد جلوی اونو میگیره.

☆ در صورتی که کلسی‌تونین میزانش خیلی زیاد شه:

- ۱) در انقباض ماهیچه‌ها (هر سه نوع) اختلال ایجاد میشه
 - ۲) در روند انعقاد خون اختلال ایجاد میشه
- == این درسته بگیم که کلسی‌تونین از برداشت کلسیم از سلول‌هایی با کانال‌های سیتوپلاسمی جلوگیری میکنه؟ نهههههه! بین کلسیم از ماده زمینه‌ای استخوان جدا میشه، نه سلول استخوانی.

● هورمون پاراتیروئید بر روی چند سلول مختلف، اثرات متفاوتی داره.
 ● هورمون پاراتیروئید رفتاری خلاف هورمون کلسی‌تونین داره.

☆ افزایش غیرمعمول هورمون پاراتیروئید میتونه باعث شه که:

- ۱) پوکی استخوان رخ بده (افزایش احتمال شکستگی)
- ۲) سگته قلبی رخ بده
- ۳) انقباضات عضلات دیواره رگ‌ها رو مشاهده کنیم

● هورمون پاراتیروئید میتونه بر روی سلول (سلول‌های نفرن کلیه) یا مولکول (ویتامین D) اثر بذاره.

هورمون پاراتیروئید بر روی روده مستقیماً اثر نداره، بلکه فعالیت ویتامین D رو تغییر میده و این ویتامین بر روی سلول‌های ریزپرزدار دیواره روده اثر میندازه.

🔴 در شرایطی که غده فوق کلیه فعالیتش زیاد شه، نیاز به انسولین هم افزایش پیدا میکنه، میدونی چرا؟! چونکه گلوکز خوناب زیاد میشه، جهت ورود گلوکز به درون سلول به انسولین نیاز داریم (هم مرکزی اینجوریه، هم قشری).

☆ در شرایطی که فعالیت بخش قشری زیاد شه، به دلیل ضعف سیستم ایمنی، میتونیم مبتلا شدن سریع فرد به بیماری رو مشاهده کنیم.

🔴 به دنبال افزایش هورمون آلدوسترون، فشار وارد شده به دیواره رگ افزایش پیدا میکنه، بنابراین میتونیم موارد زیر رو مشاهده کنیم:

۱) خروج مواد از شبکه مویرگی جهت رسیدن به سلول‌ها افزایش پیدا میکنه

۲) تحریک گیرنده حساس به فشارخون در دیواره سرخرگ افزایش پیدا میکنه

🔴 هورمون ضدادراری باعث میشه مستقیماً آب بازجذب شه اما هورمون آلدوسترون باعث میشه مستقیماً سدیم بازجذب شه و آب طبق اسمز به خون وارد شه. ← سدیم باعث میشه فشار اسمزی خون افزایش پیدا کنه ← آب طبق اسمز از نفرون به خون وارد میشه

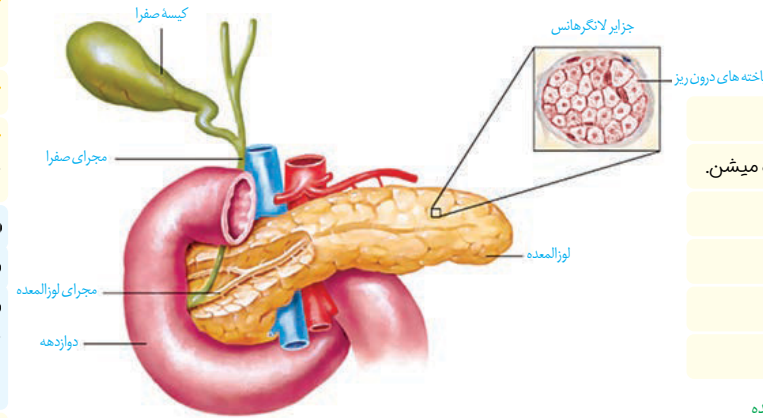
مسیر اینجوری میشه که: هورمون آلدوسترون باعث میشه سدیم درون ادرار کم شه و به خون وارد شه

🔴 بخش قشری ۵ نوع هورمون ترشح میکنه: ۲ نوع کورتیزول و آلدوسترون و ۳ نوع هم هورمون جنسی.

بخش برون ریز لوزالمعده، ترشحات خودش رو به مجرا و بخش درون ریز، ترشحاتش رو به خون وارد میکنه.

غده لوزالمعده

غده لوزالمعده از دو قسمت برون ریز و درون ریز تشکیل شده است (شکل ۱۱). بخش برون ریز، آنزیم‌های گوارشی و بیקרینات ترشح می‌کند که در سال گذشته با آن آشنا شدیم. بخش درون ریز به صورت مجموعه‌ای از یاخته‌ها در بین بخش برون ریز است که **جزایر لانگرهانس** نام دارند.



- ☆ سه نوع سلول در جزایر لانگرهانس وجود داره.
- ☆ در اطراف بخش‌های درون ریز لوزالمعده، لایه‌ای قرار گرفته که رگ‌های در آن بخش مشاهده میشن.
- ☆ سلول‌های درون ریز لوزالمعده فاصله بین سلولی اندکی دارن.
- ☆ اندازه سلول‌های درون ریز لوزالمعده باهم برابر نیست.
- ☆ مجرای درون لوزالمعده به سمت نازک‌تر لوزالمعده، نازک‌تر میشه.
- ☆ محتویات ترشعی برون ریز لوزالمعده از طریق دو مجرا به روده وارد میشه.

شکل ۱۱- لوزالمعده

از بخش درون ریز لوزالمعده دو هورمون به نام‌های **گلوکاگون** و **انسولین** ترشح می‌شوند. گلوکاگون در پاسخ به کاهش گلوکز خون ترشح شده، باعث تجزیه گلیکوژن به گلوکز می‌شود و به این ترتیب، قند خون را افزایش می‌دهد. انسولین در پاسخ به افزایش گلوکز خون ترشح و باعث ورود گلوکز به یاخته‌ها می‌شود و به این ترتیب، قند خون را کاهش می‌دهد.

اگر یاخته‌ها نتوانند گلوکز را از خون بگیرند، غلظت گلوکز خون افزایش می‌یابد. به همین علت گلوکز و به دنبال آن آب وارد ادرار می‌شود. چنین وضعیتی به **دیابت شیرین** معروف است.

در این نوع دیابت، یاخته‌ها مجبورند انرژی مورد نیاز خود را از چربی‌ها یا حتی پروتئین‌ها به دست آورند که به کاهش وزن می‌انجامد. بر اثر تجزیه چربی‌ها، محصولات اسیدی تولید می‌شود که اگر این وضعیت درمان نشود به اغما و مرگ منجر خواهد شد. علاوه بر آن، تجزیه پروتئین‌ها، مقاومت بدن را کاهش می‌دهد. بنابراین، افراد مبتلا به دیابت باید بهداشت را بیش از پیش رعایت کنند و مراقب زخم‌ها و سوختگی‌های هرچند کوچک باشند.

دیابت بر دو نوع است. در **نوع یک**، انسولین ترشح نمی‌شود یا به اندازه کافی ترشح نمی‌شود. این بیماری، یک بیماری خود ایمنی است که در آن دستگاه ایمنی یاخته‌های ترشح کننده انسولین در جزایر لانگرهانس را از بین می‌برد. این بیماری با تزریق انسولین تحت کنترل درخواهد آمد. در دیابت **نوع دو** اشکال در تولید انسولین نیست. در نوع دو انسولین به مقدار کافی وجود دارد، اما گیرنده‌های

✓= ورود گلوکز به هر سلولی به انسولین نیاز داره؟ نه. در هنگام ورود گلوکز از توده غذایی به سلول‌های پوششی دیواره روده باریک، نیازی به انسولین نیست.

● گلوکاگون بر روی سلول‌های کبد گیرنده داره و باعث میشه میزان گلوکز آزاد شده از سلول‌های کبد افزایش پیدا کنه.

✓= هر سلولی که گلیکوژن ذخیره کنه، گلوکاگون میتونه روش اثر بذاره؟ نه. ماهیچه گلیکوژن ذخیره میکنه اما گلوکاگون روی اون اثر نمیذاره.

● هورمون‌هایی که بر قند خون مؤثر هستند: انسولین، گلوکاگون، اپی نفرین و نوراپی نفرین، کورتیزول و هورمون‌های تیروئیدی.

● هورمون‌هایی که در تنظیم آب یا بر مقدار آب بدن مؤثر هستند: ضدادراری، پرولاکتین، آلدوسترون، انسولین و گلوکاگون.

● هورمون‌هایی که بر استخوان اثرگذار هستند: تیروئیدی، کلسی‌تونین، پاراتیروئیدی، رشد و هورمون جنسی.

☆ گلوکاگون باعث میشه میزان واکنش آبکافت در سلول‌های کبد افزایش پیدا کنه.

● در شرایطی که تجزیه چربی افزایش پیدا کنه، به دلیل تولید محصولات اسیدی (کاهش pH) میتونیم موارد زیر رو مشاهده کنیم:

- ۱) ترشح بیشتر یون هیدروژن در کلیه
- ۲) تغییر شکل پروتئین‌های خون

☆ در شرایطی که گلوکز خون افزایش پیدا کنه، میزان تراوش در کلیه افزایش پیدا میکنه.

☆ طی دیابت شیرین، گلوکز درون ادرار مشاهده میشه.

☆ با تجزیه پروتئین‌های خوناب طی دیابت شیرین، فشار اسمزی کاهش پیدا میکنه و میتونه باعث ادم شه.

● با تجزیه چربی، بزرگ‌ترین ذخیره انرژی در بدن کاهش پیدا میکنه.

● با تجزیه چربی، احتمال سکنه قلبی کاهش پیدا میکنه.

● در دیابت شیرین در هنگام تجزیه پروتئین‌های دفاعی، در شرایطی که خط دفاع اول به خوبی عمل نکنه، احتمال آسیب در برابر بیماری نسبت به فرد عادی افزایش پیدا میکنه.

☆ شباهت دیابت شیرین و بی‌مزه، افزایش حجم ادرار و تحریک مرکز تشنگی در هیپوتالاموس است.

در دیابت نوع یک:

۱) میزان مصرف انرژی سلول‌های ترشح کننده انسولین کاهش پیدا میکنه.

۲) سلول‌های ترشح کننده انسولین به عنوان عامل بیگانه تشخیص داده میشه.

۳) سلول‌های ترشح کننده گلوکاگون مشکلی براشون پیش نیمايد

● بیماری دیابت نوع یک، درمان نمیشه بلکه تحت کنترل درمیاد.

- در دیابت نوع دو، گیرنده وجود داره ولی پاسخی به هورمون انسولین نمیده.
- دیابت نوع دو در سنی ایجاد میشه که صفحه رشد بسته شده.
- بیماری دیابت نوعی بیماری ارثی است.
- برای ویژگی‌های مشترک دیابت نوع ۱ و ۲ میتونیم به موارد زیر اشاره کرد:
 - (۱) افزایش گلوکز خون
 - (۲) افزایش حجم ادرار (افزایش تراوش)
 - (۳) مصرف بیشتر چربی و پروتئین
 - (۴) کاهش pH خون و کاهش قدرت سیستم دفاعی

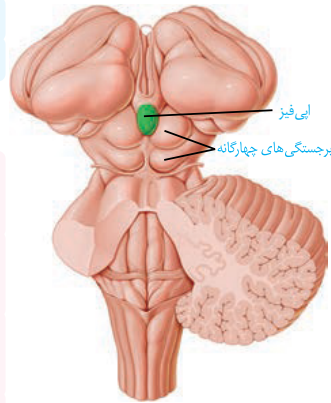
📌 برای تأثیر یک پیک شیمیایی بر روی سلول‌ها میتونیم مدل‌های

مختلفی رو ببینیم:

- (۱) یک نوع پیک شیمیایی، سلول‌های هدف متنوعی میتونه داشته باشه مثل هورمون‌های تیروئیدی.
 - (۲) یک هورمون میتونه بر روی اندام‌های مختلف اثرات متفاوتی داشته باشه مثل پرولاکتین و پاراتیروئید.
 - (۳) یک اندام میتونه هورمونی ترشح کنه که بر روی سلول‌های خودش مؤثر باشه، مثل هورمون‌های گاسترین (ترشح از معده و اثر بر معده) و هورمون‌های تیروئیدی که از تیروئید ترشح میشه و بر روی همه سلول‌های بدن گیرنده دارن.
 - (۴) هورمون‌های یک غده مثل لوزالمعده میتونن اثر مخالفی باهم داشته باشن.
 - (۵) یک سلول میتونه برای انواعی از پیک‌های شیمیایی گیرنده داشته باشه مثل سلول استخوانی که برای هورمون‌های تیروئیدی، پاراتیروئیدی، کلسی‌تونین و ... گیرنده داره.
 - (۶) چندین هورمون میتونن نتیجه مشابهی داشته باشن، مثل گلوکاگون، اپی‌نفرین، نوراپی‌نفرین و کورتیزول که قند خون رو زیاد میکنن و همچنین هورمون ضداداری و آلدوسترون که در نهایت سبب افزایش آب خون و کاهش آب ادرار میشن.
 - چرخه تنظیم بازخوردی، تنها روش تنظیم ترشح هورمون نیست.
 - نتیجه نهایی تنظیم بازخوردی، تغییر در میزان هورمون است.
- نتیجه نهایی تنظیم بازخوردی نمیتونه تغییر در مقدار محصول فعالیت هورمون باشه اما تغییر در مقدار محصول فعالیت هورمون، بخشی از نتایج تنظیم بازخوردی است.

انسولین به آن پاسخ نمی‌دهند. دیابت نوع دو از سن حدود چهل سالگی به بعد، در نتیجه چاقی و عدم تحرک در افرادی که زمینه بیماری را دارند ظاهر می‌شود.

فعالیت ۲ تحقیق کنید که برای پیشگیری از دیابت نوع دو چه باید کرد؟



شکل ۱۲- جایگاه غده‌ای ابن‌فیز

فعالیت ۲

سایر غدد درون‌ریز

غده‌ای فیزیکی دیگر از غدد درون‌ریز مغز است که در بالای برجستگی‌های چهارگانه قرار دارد (شکل ۱۲) و هورمون ملاتونین ترشح می‌کند. مقدار ترشح این هورمون در شب به حداکثر و در نزدیکی ظهر به حداقل می‌رسد. عملکرد این هورمون در انسان به خوبی معلوم نیست، اما به نظر می‌رسد در تنظیم ریتم‌های شبانه‌روزی ارتباط داشته باشد.

غده تیموس هورمون تیموسین ترشح می‌کند که در تمایز لنفوسیت‌ها نقش دارد. با تمایز لنفوسیت‌ها در فصل ۵ بیشتر آشنا خواهیم شد. همچنین عملکرد غده‌های جنسی و هورمون‌های آنها را در فصل ۷ خواهید دید.

گوناگونی پاسخ‌های یاخته‌ها به هورمون‌ها

ممکن است یک یاخته چند هورمون را دریافت کند یا اینکه چند یاخته، یک هورمون را دریافت کنند. براساس نوع هورمون و نوع یاخته هدف، پیام پیک به عملکرد خاصی تفسیر می‌شود. مثلاً وقتی هورمون پاراتیروئیدی که کلسیم خون را افزایش می‌دهد به کلیه می‌رسد، بازجذب کلسیم را زیاد می‌کند، اما همان هورمون در استخوان باعث تجزیه استخوان می‌شود و کلسیم را آزاد می‌کند.

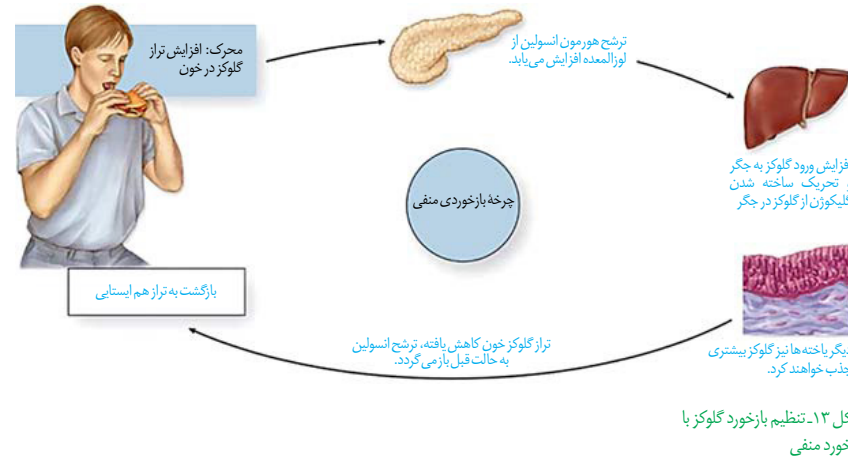
تنظیم بازخوردی ترشح هورمون‌ها

هورمون‌ها در مقادیر خیلی کم ترشح می‌شوند، اما با همین مقدار کم، اثرات خود را بر جای می‌گذارند. بنابراین، تغییر هرچند کم در مقدار ترشح هورمون‌ها اثرات قابل ملاحظه‌ای در پی خواهد داشت؛ به همین علت ترشح هورمون‌ها باید به دقت تنظیم شود.

چرخه تنظیم بازخوردی روش رایجی در تنظیم ترشح هورمون‌هاست که به دو صورت منفی و مثبت دیده می‌شود. در تنظیم بازخوردی منفی، افزایش مقدار یک هورمون یا تأثیرات آن، باعث کاهش ترشح همان هورمون می‌شود و بالعکس. بیشتر هورمون‌ها توسط بازخورد منفی تنظیم می‌شوند. تنظیم انسولین، مثالی از یک بازخورد منفی است (شکل ۱۳).

- ☆ اپی‌فیز بالاتر از برجستگی‌های چهارگانه قرار داره.
- میزان فعالیت و تنفس سلولی سلول‌های غده اپی‌فیز در شب به حداکثر میرسه.
- هورمون‌هایی که در ایمنی یا بر ایمنی بدن اثرگذار هستند: پرولاکتین، تیموسین، کورتیزول، انسولین.
- ☆ تیموس بخشی از دستگاه لنفی نیز می‌باشد.
- ☆ غده تیموس در نوزادی و کودکی فعالیت زیادی داره و به تدریج از فعالیتش کاسته میشه.
- ☆ در بیماری‌های سرطانی و ویروسی، میزان فعالیت غده تیموس افزایش پیدا میکنه.

در تنظیم بازخوردی مثبت، افزایش مقدار یک هورمون یا تأثیرات آن، باعث افزایش ترشح همان هورمون می‌شود. عملکرد اکسی‌توسین توسط چرخه بازخوردی مثبت تنظیم می‌شود که در فصل ۷ با آن آشنا خواهید شد.



ارتباط شیمیایی در جانوران

در دنیای جانوران از ارتباط شیمیایی نه فقط برای ارتباط بین باخته‌ها، بلکه برای ارتباط افراد با یکدیگر نیز استفاده می‌شود. **فرومون‌ها** موادی هستند که از یک فرد ترشح می‌شوند و در فرد یا افراد دیگری از همان گونه پاسخ‌های رفتاری ایجاد می‌کنند. مثلاً زنبور از فرومون‌ها برای هشدار خطر حضور شکارچی به دیگران استفاده می‌کند. مارها از فرومون‌ها برای جفت‌یابی و گریه‌ها از آن برای تعیین قلمرو خود استفاده می‌کنند.

با توجه به اینکه فرومون‌ها، از فرد خارج می‌شوند، بنابراین به صورت برون‌ریز ترشح می‌شوند.

☆ جفت‌یابی نوعی رفتار تولیدمثلی است. انتخاب جفت در بیشتر جانوران توسط ماده‌ها انجام می‌شود.

آیا هورمون میتونه از یک جاندار ترشح شه بر روی جاندار ديگه اثر بذاره؟ بله هورمون HCG از جنين ترشح ميشه و بر روی مادر اثر ميذاره.

فرومون از هردو نوع جانور مهره‌دار و بی‌مهره ترشح می‌شود.