

درسنامه

در این فصل می‌خواهیم به بررسی نقش **مواد شیمیایی** انتقال دهنده پیام در بدن بپردازیم و با نحوه ارتباط بین یاخته‌ها، دستگاه درون‌ریز و پیک‌های شیمیایی آشنا شویم.

نکته

در بدن جانداران **پریاخته‌ای**، **یاخته‌ها نمی‌توانند مستقل از یکدیگر باشند** چون بین آن‌ها تقسیم کار صورت گرفته است. از طرفی در فصل ۱ آموختیم که اعصاب و انشعابات آن که یکی از دستگاه‌های ارتباطی بدن می‌باشند با تک‌تک یاخته‌ها ارتباط ندارند. در این فصل با ارتباط شیمیایی بین یاخته‌ها آشنا می‌شویم و متوجه می‌شویم که مولکول‌هایی مثل هورمون‌ها و سایر پیک‌های شیمیایی بخش مهمی از فرایندهای ارتباطی بدن را انجام می‌دهند. این مولکول‌های شیمیایی، گیرنده‌هایی اختصاصی دارند که باید با برخورد به آن‌ها سبب پاسخ جاندار شوند.

نکته

غدد و یاخته‌های درون‌ریز، تولیدکننده هورمون‌ها هستند و **همانند** دستگاه عصبی، نقش مهمی در **تنظیم فعالیت‌های بدن** دارد.

گفتار ۱

ارتباط شیمیایی در بدن انسان

ارتباط بین نقاط مختلف بدن انسان توسط یاخته‌های عصبی (*یخذه‌های عصبی*) و **برخی مولکول‌ها** صورت می‌گیرد. در این گفتار به بررسی مولکول‌هایی می‌پردازیم که سبب ارتباط و انتقال پیام بین نقاط مختلف **دور و نزدیک** در بدن انسان می‌شوند. به این مولکول‌ها، پیک شیمیایی می‌گویند.

تعریف پیک شیمیایی

مولکول‌هایی که سبب **انتقال پیام** از یک نقطه بدن به نقطه دیگر می‌شوند را پیک شیمیایی می‌گویند. **انتقال دهنده‌های عصبی و هورمون‌ها** دو نوع اصلی از پیک‌های شیمیایی می‌باشند.

یاخته هدف

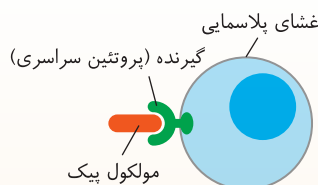
یاخته‌ای است که پیام را دریافت می‌کند و حاوی **گیرنده اختصاصی** برای پیک شیمیایی می‌باشد. پیک شیمیایی با شناسایی گیرنده اختصاصی خود که می‌تواند در سطح غشا یا درون یاخته هدف باشد، **فقط** بر روی یاخته هدف خود اثر می‌گذارد و پیام را اشتباهی به یاخته دیگر بدن منتقل نمی‌کند.

نکته

اغلب گیرنده‌های اختصاصی پیک‌های شیمیایی، **پروتئین‌های سراسری غشایی** می‌باشند. این گیرنده‌ها فقط در غشای یاخته‌های هدف وجود دارند و برخورد پیک شیمیایی به آن‌ها سبب تغییر در آن‌ها و تغییر در فعالیت یاخته هدف می‌شود.

نکته

دقت کنید که هورمون‌ها جنس‌های مختلف پروتئینی یا لیپیدی دارند ولی گیرنده هر هورمونی ساختار پروتئینی دارد (*بیشتر بدانید*).



انواع پیک‌های شیمیایی برحسب مسافت اثر

پیک‌های شیمیایی (*مانند ناقل عصبی و هورمون*) برحسب **مسافتی** که از **یاخته سازنده تا یاخته هدف** طی می‌کنند به دو گروه **کوتاه‌برد** و **دوربرد** تقسیم می‌شوند.

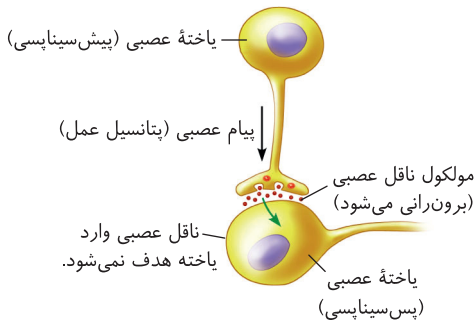
الف) پیک‌های کوتاه‌برد



این پیک‌ها بین **یاخته‌های نزدیک** به همدیگر ارتباط برقرار می‌کنند و فاصله یاخته تولید کننده پیک تا یاخته هدف **حداکثر چند یاخته** می‌باشد. **ناقلین عصبی** که در یاخته پیش‌سیناپسی ساخته و به فضای سیناپسی ترشح می‌شوند نوعی از پیک‌های **کوتاه‌برد** هستند. این ناقلین بر غشای یاخته پس‌سیناپسی اثر می‌کنند ولی وارد یاخته پس‌سیناپسی نمی‌شوند و گیرنده آن‌ها به صورت پروتئین سراسری اختصاصی در غشای یاخته هدف وجود دارد.

نکته

پیک‌های شیمیایی کوتاه‌برد، فقط ناقلین عصبی نیستند بلکه برخی مواد که روی عمل یاخته‌های مجاور اثر می‌کنند نیز در این گروه قرار می‌گیرند (مانند مواد هیستامین و اینترفرون که در فصل بعد می‌خوانید).



ناقل عصبی سبب فعال یا غیر فعال فعال کننده ← در یاخته هدف پتانسیل عمل ایجاد می‌کند (سبب ورود سریع می‌شود).
مهار کننده ← مانع ایجاد پتانسیل عمل در یاخته هدف می‌شود (فقط در سیناپس بین دو یاخته عصبی ترشح می‌شود).

نکته

وجود پتانسیل عمل سبب ساخت و هدایت ناقل عصبی در یاخته عصبی پیش‌سیناپسی می‌شود.

ب) پیک‌های دور‌برد (هورمون‌ها)



اگر پیک شیمیایی، پس از ساخته شدن در یاخته، ابتدا از راه آب میان‌بافتی وارد **خون** شود تا پیام خود را به اندام یا بافت دیگری در فاصله دور ببرد، به آن‌ها پیک‌های دور‌برد می‌گویند که همان هورمون‌ها می‌باشند.

نکاتی مهم در بررسی تست‌ها

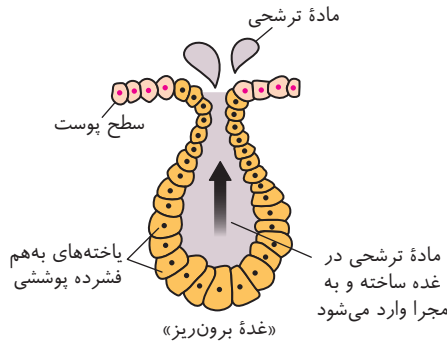
- برخی هورمون‌ها می‌توانند روی اندام یا بافت محل تولید خود نیز اثر کنند مثلاً هورمون **گاسترین** که در معده ساخته می‌شود و روی معده نیز اثر می‌کند ولی دقت کنید که گاسترین تولید شده در یاخته‌های نزدیک پیلور ابتدا به خون می‌رود و با جریان خود و طی مسافت طولانی دوباره روی معده اثر می‌گذارد.
- یاخته‌های عصبی، هم می‌توانند پیک کوتاه‌برد مثل انتقال دهنده عصبی بسازند و در فضای سیناپسی ترشح کنند و هم می‌توانند پیک دور‌برد یا همان هورمون بسازند و آن را به خون ترشح کنند. در هر صورت، پیک شیمیایی ابتدا وارد مایع بین‌یاخته‌ای از محیط داخلی می‌شود.
- انتقال دهنده عصبی** همواره روی غشای یاخته هدف گیرنده اختصاصی دارد ولی هورمون می‌تواند روی غشا یا درون یاخته هدف گیرنده داشته باشد (در شکل روبه‌رو هورمون وارد یاخته شده است).
- محل تولید ناقل عصبی و هورمون می‌تواند یکسان و در یک یاخته عصبی باشد ولی ناقل عصبی به فضای سیناپسی و هورمون در نهایت به خون وارد می‌شود (مثل غدد در مغز که بافت عصبی دارند و هورمون ترشح می‌کنند).
- همان‌طور که در شکل روبه‌رو مشاهده می‌کنید اغلب هورمون‌ها برای سیر مسیر خود از یاخته سازنده به یاخته هدف، حداقل دوبار باید از آب میان‌بافتی عبور کنند. یک‌بار برای انتقال از یاخته سازنده به خون و یک‌بار برای خروج از خون تا رسیدن به یاخته هدف.
- در یاخته عصبی، برای به حرکت درآمدن ریزکیسه حاوی ناقل عصبی، حتماً باید پیام عصبی در یاخته عصبی به صورت **پتانسیل عمل** ایجاد شده باشد. این پیام در انتهای آکسون سبب آگزوسیتوز (برون‌رانی) ناقل عصبی می‌شود ولی نمی‌توان با قاطعیت گفت که **خروج هورمون** از ریزکیسه‌های یاخته عصبی و غیر عصبی نیاز به تحریک الکتریکی ندارد.
- هر هورمونی می‌تواند از غشای یاخته‌های رگ خونی (سنگ‌فرش سرخ) و یاخته سازنده خود به راحتی عبور کند ولی فقط روی یاخته هدف خود اثر می‌گذارد و سبب تغییر فعالیت آن می‌شود.
- مایع بین‌یاخته‌ای، اولین بخش از محیط داخلی است که هر پیک شیمیایی به آن وارد می‌شود.
- مقایسه هورمون با انتقال دهنده عصبی:

انتقال دهنده عصبی	هورمون
از انتهای آکسون نورون‌ها ترشح می‌شود.	از یاخته عصبی یا هر یاخته درون ریز ترشح می‌شود.
اثر تند و کوتاه‌مدت دارد.	اثر کند و طولانی دارد.
بر یاخته‌ها (مجاور مؤثر است).	بر بافت یا اندام مجاور مؤثر است.
به فضای سیناپسی وارد می‌شود.	به خون وارد می‌شود.

غده‌های بدن

همان‌طور که در زیست دهم آموختید غده‌ها معمولاً از بافت‌های پوششی با فضای بین‌یاخته‌ای کم به وجود آمده‌اند که روی غشای پایه‌ای از پروتئین‌ها و هیدرات‌های کربن قرار گرفته‌اند و قدرت ترشح ماده دارند. در بدن دو نوع غده برون‌ریز و درون‌ریز وجود دارد که به بررسی آن‌ها می‌پردازیم (دقت کنید که برخی غده‌ها ترشح کننده هورمون‌ها نیز ماهیت عصبی دارند).

الف) غده‌های برون‌ریز

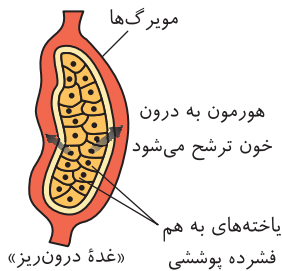


این غده‌ها حاوی یاخته‌های پوششی می‌باشند که ماده ترشچی خود را می‌سازند و به مجرای ویژه خود وارد می‌کنند. مجرای این غدد به سطح بدن (غده‌ها یا غده‌ها) یا به درون حفرات بدن (مثل غده بزاقی، برون‌ریز لوزالمعده، ترشح مجرای شش‌های گوسفند و...) راه دارد و ترشحات خود را به آن مناطق می‌ریزند.

نکته

یاخته‌های تشکیل دهنده غده‌های برون‌ریز، مانند هر یاخته دیگری، گازهای تنفسی O_2 و CO_2 را با خون مبادله می‌کنند. پس در این قسمت ما فقط در مورد مواد ترشچی این غده در حال بررسی هستیم که وارد مجاری خاص آن می‌شود.

ب) غده‌های درون‌ریز



غده‌هایی فاقد مجرای مشخص می‌باشند که هورمون می‌سازند و آن‌ها را وارد خون می‌کنند که در ادامه به‌طور کامل به بررسی آن‌ها می‌پردازیم.

نکته

هر دو نوع غده برون‌ریز و درون‌ریز اغلب حاوی یاخته‌های پوششی به هم فشرده می‌باشند که روی غشای پایه‌ای از رشته‌های پروتئینی و گلیکوپروتئینی قرار گرفته‌اند. البته دقت کنید که برخی غدد درون‌ریز هورمون‌ساز مثل غده مغزی و یا بخش مرکزی غده فوق کلیه از بافت عصبی تشکیل شده است.

دستگاه درون‌ریز

در بدن انسان، به مجموعه یاخته‌های درون‌ریز پراکنده و کل غدد درون‌ریز و هورمون‌های ساخته شده توسط آن‌ها، **دستگاه درون‌ریز** می‌گویند.

نکته

دستگاه درون‌ریز به همراه دستگاه عصبی، فعالیت‌های بدن را تنظیم می‌کند و نسبت به محرک‌های **درونی و بیرونی** پاسخ می‌دهند.

نکته

در بدن انسان، هورمون‌ها از **یاخته‌های درون‌ریز به خون** ترشح می‌شوند. این یاخته‌های درون‌ریز مجرای مشخصی برای خروج فرآورده خود ندارند و هورمون ساخته شده را به خون وارد می‌کنند. در بدن انسان برحسب پراکنده بودن این یاخته‌ها دو نوع یاخته درون‌ریز پراکنده و غده‌ای وجود دارد. مثلاً گروه ویژه‌ای از یاخته‌های کبد و کلیه‌ها که به تولید هورمون اریتروپوئیتین مبادرت می‌کنند.

انواع یاخته‌های درون‌ریز

۱) یاخته‌های درون‌ریز پراکنده

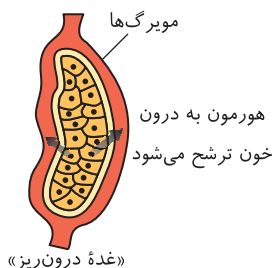
در برخی مواقع کار اصلی یک اندام تولید و ترشح هورمون نمی‌باشد. در این صورت این اندام یاخته‌هایی به صورت پراکنده دارد که هورمون می‌سازند و آن‌ها را به خون ترشح می‌کنند. در این حالت چون یاخته‌های هورمون‌ساز در یک جا تمرکز ندارند غده درون‌ریزی ایجاد نشده است. مثلاً در معده و روده که کار اصلی آن‌ها به ترتیب هضم و جذب مواد غذایی است، یاخته‌های درون‌ریزی وجود دارند که در سمت معده هورمون گاسترین و در سمت دوازدهه، هورمون سکرترین می‌سازند ولی نمی‌توان معده یا روده را به صورت یک غده درون‌ریز دانست (توجه داشته باشید که معده و روده نیز غددی در کایه مخاطی دارند و آن غدد می‌توانند یاخته‌های پراکنده درون‌ریز داشته باشند اما به آن‌ها غده درون‌ریز گفته نمی‌شود).

۲) یاخته‌های درون‌ریز متمرکز = غده درون‌ریز

در بیشتر موارد هورمون‌ها در **یاخته‌های متمرکز** ساخته می‌شوند که **اجتماع** آن‌ها را یک **غده درون‌ریز** می‌دانیم. کار اصلی غده درون‌ریز تولید هورمون می‌باشد، مثلاً غده لوزالمعده، تیموس، تخمدان و... انواعی از غدد درون‌ریز می‌باشند. یاخته‌های این غدد، هورمون مخصوص خود را می‌سازند و آن را از راه آب میان‌بافتی به رگ خونی اطراف غده می‌رسانند.

نکته

دقت کنید که تولید هورمون، کار اصلی غدد درون‌ریز می‌باشد ولی این غدد در کارهای دیگر بدن نیز نقش دارند. مثلاً لوزالمعده در ترشح آنزیم نیز علاوه بر تولید هورمون مؤثر است.

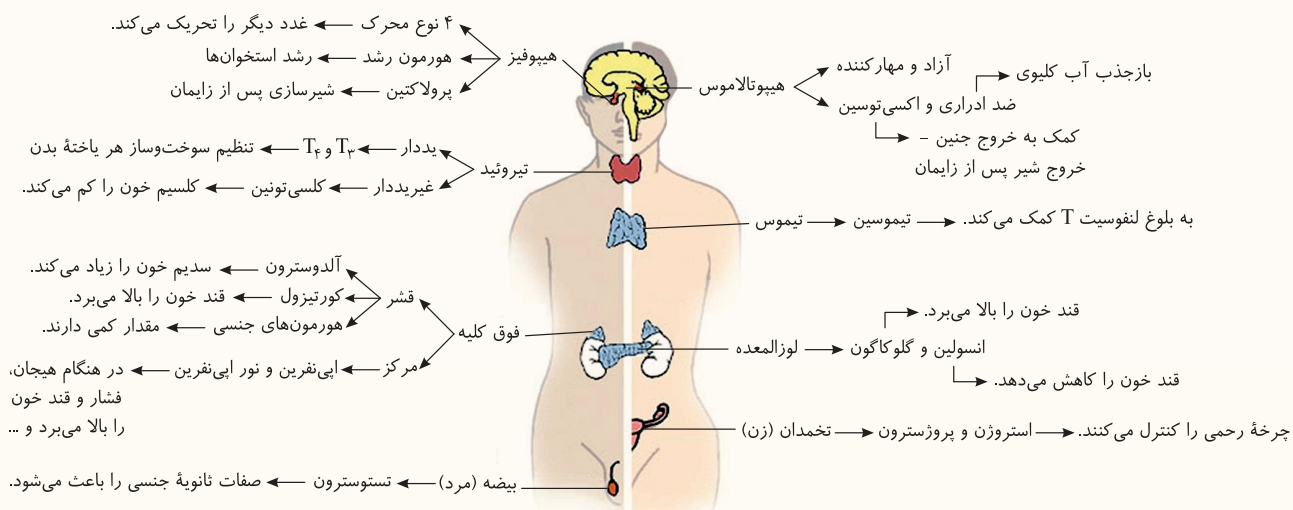


غدد درون ریز	غدد برون ریز
از یاخته‌های بافت پوششی بر روی غشای پایه و با بافت عصبی ایجاد شده‌اند.	از یاخته‌های بافت پوششی بر روی غشای پایه ایجاد شده‌اند.
مجرای مشخصی برای خروج فرآورده خود ندارند.	مجرای مشخصی برای خروج فرآورده خود دارند.
محصول خود (هورمون) را وارد خون می‌کنند.	محصول خود (مثل آنزیم، عرق و...) را به سطح بدن یا حفرات بدن می‌ریزند.

نکته

غدد درون ریز بدن شامل موارد زیر می‌باشند:

غده درون ریز	محل	هورمون‌ها
هیپوتالاموس	بالای ساقه مغز زیر تالاموس	آزادکننده‌ها مهارکننده‌ها ضد ادراری (ADH) اکسی‌توسین
هیپوفیز	زیر هیپوتالاموس	رشد - پرولاکتین - محرک تیروئید - محرک فوق کلیه - محرک جنسی (FSH و LH) (در بخش پیشین هورمون می‌سازد)
اپی فیز	بالای برجستگی‌های چهارگانه مغز میانی	تنظیم ریتم شبانه‌روزی را انجام می‌دهد.
تیروئید	جلوی نای در ناحیه گردن به صورت سپرمانند	هورمون‌های تیروئیدی یددار ($T_4 - T_3$) و هورمون غیریددار کلسی‌تونین
پاراتیروئید	پشت غده تیروئید	بالابرنده کلسیم خون با اثر بر کلیه، استخوان و فعال کردن ویتامین D
تیموس	پشت جناغ جلوی نای	تیموسین
فوق کلیه	چسبیده به بالای هر کلیه	بخش قشری: هورمون‌های آلدوسترون، کورتیزول و هورمون‌های جنسی استروژن، پروژسترون و تستوسترون می‌سازد. بخش مرکزی: اپی نفرین و نوراپی نفرین می‌سازد.
لوزالمعده	زیر معده و موازی با آن	انسولین - گلوکاگون
بیضه	کیسه بیضه خارج حفره شکمی	تستوسترون
تخمندانها	طرفین حفره شکمی	استروژن - پروژسترون



«تعدادی از غدد درون‌ریز»

درسنامه

گفتار ۲

غدد درون‌ریز اصلی در انسان

غدد درون‌ریز مجموعه‌ای از یاخته‌های **درون‌ریز متمرکز** می‌باشند که چون اغلب بافت پوششی دارند، مانند هر بافت پوششی روی **غشای پایه‌ای** از **گلیکوپروتئین** و **پروتئین** قرار گرفته‌اند. این غدد برای تنظیم فعالیت‌های بدن، هورمون می‌سازند ولی **مجرای مشخصی** برای خروج فراورده خود یا همان هورمون ندارند. هورمون ساخته شده خود را با مکانیسم‌های مختلف خارج کرده تا از راه آب میان‌بافتی به خون برسند.

یادآوری: هورمون هم از غدد درون‌ریز با یاخته‌های هورمون‌ساز متمرکز و هم از یاخته‌های پراکنده درون‌ریز هورمون‌ساز به خون ترشح می‌شوند.

نکته

دستگاه درون‌ریز به وسیله هورمون‌ها فعالیت‌های بدن را تنظیم می‌کند.

نکته

مویرگ خونی و لنفی اطراف غدد درون‌ریز از نوع منفذدار می‌باشد که منافذ زیاد یاخته‌ای برای عبور هورمون‌ها به همراه غشای پایه ضخیم دارند.

بررسی غدد درون‌ریز مهم در انسان

هیپوتالاموس

مرکزی در زیر تالاموس‌ها می‌باشد که علاوه بر اینکه تنظیم هم‌ایستایی بدن مانند دمای بدن، تعداد ضربان قلب، فشار خون، خواب، گرسنگی و تشنگی را انجام می‌دهد، با تولید هورمون‌هایی و به کمک غده هیپوفیز مسئول تنظیم کار **اغلب** غدد درون‌ریز مهم بدن می‌باشد. **این غده به همراه تالاموس در بالای ساقه مغز قرار دارند و هر دو توسط سامانه لیمبیک به قشر مخ متصل می‌شوند.**

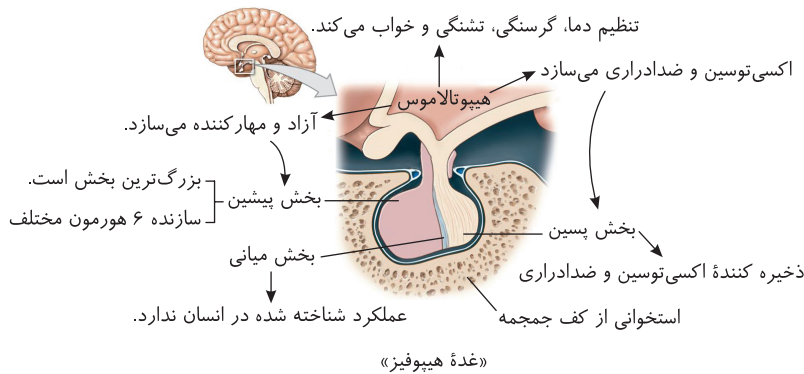
نکته

هیپوتالاموس هورمون‌های آزاد و مهارکننده برای تنظیم تولید هورمون‌های هیپوفیز **پیشین** ترشح می‌کند و هورمون‌های ضد ادراری (**آنتی‌دیورتیک**) و اکسی‌توسین را برای ذخیره شدن در هیپوفیز پسین می‌سازد. در جدول زیر با انواع هورمون‌های این مرکز مغزی آشنا می‌شوید.

هورمون	محل تولید	بافت هدف	نقش هورمون
آزادکننده‌ها	هیپوتالاموس	هیپوفیز پیشین	محرك ترشح ۶ هورمون مختلف از هیپوفیز پیشین می‌باشد.
مهارکننده‌ها	هیپوتالاموس	غده هیپوفیز پیشین	ترشح ۶ هورمون از هیپوفیز پیشین را کم یا متوقف می‌کند.
ضد ادراری	جسم یاخته‌ای یاخته‌های غده هیپوتالاموس	از طریق دسته‌های آکسونی ابتدا به غده هیپوفیز پسین می‌رود و ذخیره می‌شود تا از آنجا از طریق خون به کلیه‌ها برسد.	از هیپوفیز پسین وارد خون شده و سبب افزایش بازجذب آب از کلیه‌ها می‌شود.
اکسی‌توسین	جسم یاخته‌ای یاخته‌های غده هیپوتالاموس	از طریق دسته‌های آکسونی ابتدا به غده هیپوفیز پسین می‌رود و ذخیره می‌شود تا در موقع زایمان یا شیر دادن روی رحم یا غدد شیری اثر کند.	از هیپوفیز پسین وارد خون شده و سبب انقباضات رحم در زایمان و غدد شیری برای خروج شیر می‌شود.

چند نکته مهم در بررسی تست‌ها

- ارتباطی بین هورمون‌های هیپوتالاموسی و بخش میانی هیپوفیز در نظر نمی‌گیریم.
- هورمون‌های ضد ادراری (**آنتی‌دیورتیک** ADH) و اکسی‌توسین پس از ساخته شدن در جسم یاخته‌ای یاخته‌های عصبی هیپوتالاموسی از راه دسته‌های آکسونی که به هیپوفیز پسین متصل است، وارد هیپوفیز پسین می‌شوند و در پایانه آکسونی ذخیره می‌شوند. هورمون ضد ادراری در هنگام فشار اسمزی بالای خون (**پیرام**) و هورمون اکسی‌توسین در موقع زایمان یا شیر دادن از هیپوفیز پسین وارد خون شده و فعالیت خود را انجام می‌دهند.
- دقت کنید که دو هورمون ضد ادراری و اکسی‌توسین، **نمی‌توانند** از **محل تولید خود** یعنی از هیپوتالاموس وارد خون شوند بلکه ابتدا در هیپوفیز پسین ذخیره شده و سپس در **موقع لزوم** از آنجا به خون می‌ریزند.
- هیپوتالاموس با غده هیپوفیز پیشین از راه خونی ولی با هیپوفیز پسین از راه عصبی ارتباط دارد.
- غده هیپوتالاموس به کمبود آب پلاسما یا همان افزایش فشار اسمزی خون حساس است. این مرکز حاوی **گیرنده‌های اسمزی** و **مرکز تشنگی** نیز می‌باشد. از طرفی **هورمون ضد ادراری** می‌سازد تا با افزایش جذب آب سبب کاهش فشار اسمزی پلاسما و غلیظ شدن ادرار شود.
- هیپوتالاموس هم به‌طور مستقیم چون مرکز تشنگی است و هم به‌طور غیرمستقیم با واسطه محصول خود یعنی هورمون ضد ادراری در **تنظیم آب بدن** مؤثر است. علاوه بر آن این غده با تولید هورمون آزادکننده و اثر بر هیپوفیز پیشین سبب تولید هورمون محرک قشر غده فوق کلیه برای تنظیم آب بدن می‌شود. (ترشح و تنظیم مقدار هورمون آلدوسترون تولید شده در قشر غده فوق کلیه تحت کنترل هورمون آزاد کننده هیپوتالاموس می‌باشد تا مقدار سدیم و حجم آب پلاسما را تنظیم کند.)



این غده که تقریباً به اندازه یک نخود می‌باشد، به کمک **ساقه‌ای** به هیپوتالاموس متصل از آن آویزان می‌باشد. غده هیپوفیز در یک **گودی** واقع در **استخوانی از کف جمجمه** جای گرفته است و حاوی سه بخش پیشین (A)، میانی (B) و پسین (C) می‌باشد که به ترتیب فعالیت‌های آن و هورمون‌های آن‌ها را بررسی می‌کنیم.

نکته

بخش پیشین هیپوفیز، بزرگ‌ترین و بخش میانی آن، کم‌حجم‌ترین قسمت هیپوفیز را تشکیل داده‌اند.

● (A) بخش پیشین غده هیپوفیز (هیپوفیز پیشین)

این بخش از راه **خونی** و تحت کنترل هورمون‌های **آزاد و مهارکننده** هیپوتالاموسی، ۶ نوع هورمون مختلف تولید می‌کند. دوتای آن‌ها یعنی **هورمون رشد و پرولاکتین** مستقیماً روی بافت هدف خود اثر می‌کنند. چهارتای دیگر نیز **هورمون محرک** می‌باشند که سبب تنظیم فعالیت و ترشح هورمون از غدد تیروئید، فوق کلیه و غدد جنسی (بیضه یا تخمدان) می‌شوند.

- هورمون رشد → اثر بر استخوان‌ها و رشد بدن
- پرولاکتین → اثر بر غدد شیری و تولیدمثل
 - در تعادل آب، ایمنی و فرایند تولیدمثلی (مرزان) مؤثر است.
 - پس از زایمان سبب تولید شیر در غدد شیری زنان می‌شود.
- محرک تیروئیدی → اثر بر غده تیروئید → ترشح هورمون‌های تیروئید → تنظیم سوخت‌وساز همه یاخته‌های بدن
- محرک فوق کلیه → اثر بر فوق کلیه → ترشح هورمون‌های غده فوق کلیه
- محرک جنسی FSH → اثر بر بیضه یا تخمدان → تنظیم ترشح هورمون‌های جنسی و گامت‌زایی
- محرک جنسی LH → اثر بر بیضه یا تخمدان → تنظیم ترشح هورمون تستوسترون و جنسی زنانه

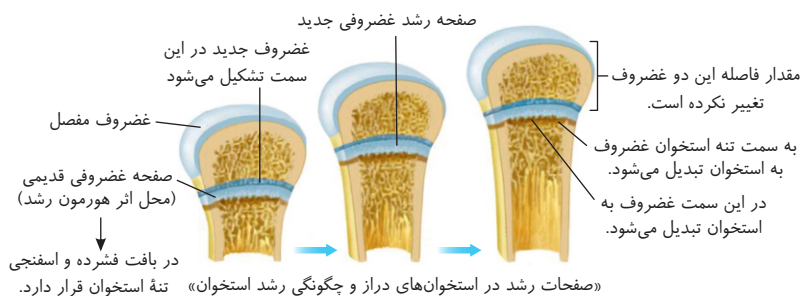
نکته

غده هیپوتالاموس و هیپوفیز روی فعالیت غدد پاراتیروئیدی، لوزالمعده، تیموس، اپی فیز و یاخته‌های درون ریز معده و روده یا ترشح اریتروپویتین از کبد و کلیه‌ها اثری ندارند.

بررسی هورمون‌های مترشحه از غده هیپوفیز پیشین

(۱) هورمون رشد (سوماتوتروپین)

این هورمون پلی‌پپتیدی تحت اثر هورمون آزادکننده، از هیپوفیز پیشین وارد خون می‌شود و تا چند سال **بعد از بلوغ** سبب **رشد طولی استخوان‌های دراز** می‌شود و تا این سنین باعث **افزایش اندازه قد** فرد می‌شود.



می‌سازند ولی به سمت داخل یا تنه استخوان، یاخته‌های غضروفی قدیمی طی تمایز به یاخته‌های استخوانی تبدیل می‌شوند. در نتیجه این صفحه رشد در منطقه بالاتر باقی می‌ماند و به تدریج بر مقدار بافت استخوانی تنه استخوان و طول استخوان افزوده می‌شود. رشد استخوان سبب افزایش طول قد در فرد می‌شود. **چند سال** که از دوران بلوغ فرد گذشت، این صفحات رشد غضروفی، کاملاً به صورت استخوانی درمی‌آیند و دیگر هورمون رشد روی **رشد طولی** آن‌ها مؤثر نمی‌باشد و رشد استخوان و فرد به صورت طولی متوقف می‌شود که به اصطلاح می‌گوییم **صفحات رشد بسته شده‌اند**.

چند نکته مهم در بررسی تست‌ها

- ۱ با افزایش رشد طولی استخوان، فاصله بین صفحه رشد غضروفی تا سر استخوان دراز و غضروف مفصلی آن ثابت باقی می‌ماند ولی بر مقدار طول بخش استخوانی **تنه** افزوده می‌شود. از طرفی دقت کنید که این صفحات رشد در **نزدیکی** دو سر استخوان **دراز** یعنی در حقیقت در **تنه** استخوان قرار دارند (نه در قسمت برآمده).
- ۲ اثر هورمون رشد بر استخوان‌های کوتاه و پهن نقشی در رشد **قدی** فرد ندارد ولی این هورمون روی **رشد طبیعی** هر استخوانی مؤثر است.
- ۳ همه استخوان‌ها، در ابتدای دوران جنینی که تشکیل می‌شوند غضروفی هستند ولی در تنه استخوان‌های دراز صفحات رشد، غضروفی باقی می‌مانند و دقت کنید که این صفحات به صورت غضروفی از ابتدا بوده‌اند و تا **چند سال بعد از سن بلوغ** آخرین قسمتی هستند که همواره تمایز می‌یابند و به استخوان تبدیل می‌شوند.
- ۴ به‌طور طبیعی برخی از بافت‌های پیوندی مثل غضروف به استخوان قابل تبدیل به هم می‌باشند.

(۲) پرولاکتین

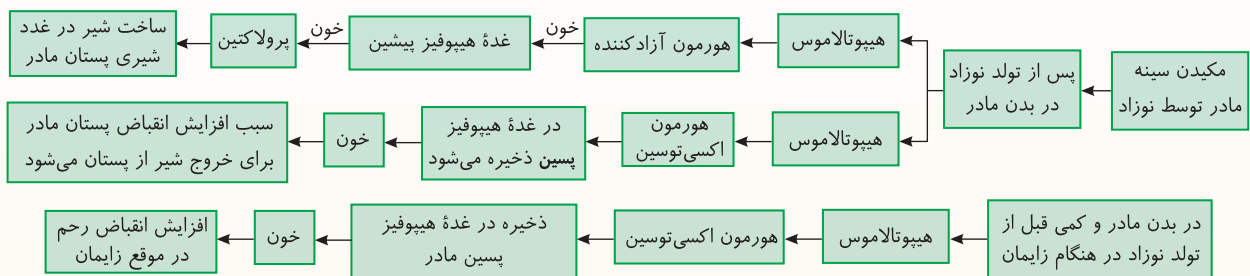
پرولاکتین هورمونی است که در بخش **پیشین** غده هیپوفیز ساخته و وارد خون شده و **پس از تولد نوزاد**، **غدد شیری مادر** را برای تولید شیر تحریک می‌کند. برخلاف تصور قدیمی که کار پرولاکتین را فقط تولید شیر می‌دانستند در حال حاضر این هورمون را در کمک به **دستگاه ایمنی و حفظ تعادل آب** نیز مؤثر می‌دانند.

نکته

هورمون پرولاکتین در **مردان** علاوه بر کمک به ایمنی و حفظ تعادل آب، سبب تنظیم فرایندهای **دستگاه تولیدمثل** نیز می‌شود.

نکته

هورمون پرولاکتین سبب شیرسازی و ورود شیر به غدد شیری می‌شود ولی هورمون اکسی‌توسین با افزایش انقباض غدد شیری سبب خروج شیر از پستان‌ها می‌شود. دقت کنید که مکانیسم ترشح هر دوی این هورمون‌ها در اثر مکیدن نوزاد، نوعی بازخوردی یا خودتنظیمی **مثبت** می‌باشد.



(۳) هورمون محرک تیروئیدی

این هورمون پروتئینی (پلی‌پپتیدی) با اثر بر **غده تیروئید** (سپریس) و ترشح هورمون‌های آن روی سوخت‌وساز بدن (تنظیم **تغیر یاخته‌ای**) مؤثر است (دقت کنید که کتاب درسی، هورمون محرک تیروئیدی را مؤثر در فعالیت‌های غده تیروئید دانسته است، پس مجبوریم در تنظیم تولید گلی‌توئین و گلیسیم خون نیز آن را مؤثر بدانیم).

(۴) هورمون محرک فوق کلیه

این هورمون روی فعالیت غده فوق کلیه و تنظیم هورمون‌های مترشحه از آن اثر دارد.

نکته

دقت کنید که در کتاب درسی یازدهم، هورمون محرک فوق کلیه را روی غده فوق کلیه مؤثر دانسته است و متأسفانه فرقی بین بخش قشری و مرکزی آن قائل نشده است.

(۵ و ۶) هورمون‌های محرک جنسی (FSH و LH)

دو هورمون **FSH** و **LH** را خیلی در تست‌ها دقت کنید. این دو، **هورمون محرک جنسی** هستند و در تنظیم کار و ترشح هورمون از غدد جنسی **بیضه و تخمدان** مؤثرند.

نکته

هورمون‌های محرک جنسی (FSH و LH) سبب تنظیم ترشح **هورمون‌های جنسی** استروژن، پروژسترون و تستوسترون از **غدد جنسی** بیضه یا تخمدان در مرد یا زن همچنین فعالیت‌های دیگر می‌شوند که به‌طور مفصل در فصل ۷ بررسی می‌کنیم.

نکته

هورمون محرک فوق کلیه نیز سبب تنظیم ترشح **مقدار کمی** هورمون‌های جنسی **استروژن، پروژسترون و تستوسترون** از بخش قشری غده فوق کلیه **هر دو جنس** مرد و زن می‌شود ولی این هورمون محرک روی غدد جنسی اثری ندارد.

نکته

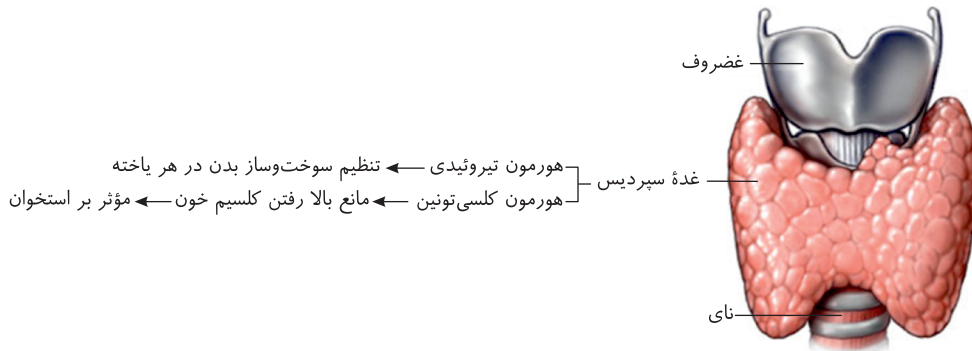
هورمون‌های آزادکننده و مهارکننده هیپوتالاموس و هورمون‌های محرک فوق کلیه و محرک جنسی (**FSH و LH**) از غده هیپوفیز پیشین در تنظیم ترشح هورمون‌های جنسی (**استروژن، پروژسترون و تستوسترون**) مؤثرند.

```

graph TD
    A[غده هیپوتالاموس] --> B[کمک به فعالیت عصبی]
    A --> C[تولید هورمون آزاد یا مهارکننده]
    A --> D[در جسم باخته‌ای نورون‌ها]
    
    B --> B1[تنظیم دمای بدن  
تنظیم ضربان قلب  
تنظیم خواب  
مرکز گرسنگی  
مرکز تشنگی  
تنظیم فشار خون]
    B1 --> B2[هورمون رشد]
    B1 --> B3[پرولاکتین]
    B2 --> B2a[مؤثر در رشد  
استخوان‌ها]
    B3 --> B3a["مؤثر در شیرسازی  
ایمنی  
در مردان  
تغذیه کار غدد جنسی"]
    
    C --> C1[خون]
    C1 --> C2[مؤثر بر بخش پیشین  
غده هیپوفیز]
    C2 --> C3[محرك تيروتيد]
    C2 --> C4[محرك فوق كلييه]
    C2 --> C5[محرك جنسی]
    C3 --> C3a[تنظیم ترشح  
هورمون‌های تیروئیدی]
    C4 --> C4a[تنظیم ترشح  
غده فوق کلیه]
    C5 --> C5a[FSH]
    C5 --> C5b[LH]
    C5a --> C5c["مؤثر بر بیضه‌ها  
و تخمدان‌ها"]
    C5b --> C5c
    C5c --> C5d[تنظیم ترشح هورمون‌های جنسی و ...]
    
    D --> D1[تولید هورمون  
ضداددراری]
    D --> D2[تولید هورمون  
اکسی‌توسین]
    D1 --> D1a[آکسون‌ها]
    D1a --> D1b[بخش پسین هیپوفیز]
    D1b --> D1c[خون]
    D1c --> D1d[بازجذب آب  
از کلیه‌ها]
    D2 --> D2a[آکسون‌ها]
    D2a --> D2b[بخش پسین هیپوفیز]
    D2b --> D2c[خون]
    D2c --> D2d["افزایش انقباض  
رحم و غدد  
شیری پستان"]
  
```

غده تیروئید (سپر دیس)

این غده در جلوی گردن و نای و در زیر حنجره به شکل یک سپر واقع شده است. غده تیروئید هورمون‌های تیروئیدی دی‌آمینواسیدی یددار (T_3 و T_4) و هورمون بدون ید کلسی‌تونین را به خون ترشح می‌کند.



از این نما غدد پاراتیروئیدی - نمای جلویی - از نمای جلویی به صورت سپر می‌باشد. مشخص نیستند.

«غده سپر دیس»

نکته

به این نکته در تست‌ها دقت کنید چون خیلی در کنکورهای چند سال اخیر تکرار شده است: وقتی در تستی عنوان می‌کند هورمون‌های مترشح از غده تیروئید، منظور طراح هم هورمون‌های T_3 و T_4 تیروئیدی برای تنظیم تجزیه گلوکز و انرژی در دسترس و هم هورمون کلسی‌تونین برای تنظیم کلسیم خون می‌باشد ولی وقتی در تست می‌گوید **هورمون‌های تیروئیدی!!** منظور طراح کلسی‌تونین نیست و فقط هورمون‌های یددار T_3 و T_4 مدنظر می‌باشد که مسئول متابولیسم و تنفس یاخته‌ای بدن هستند.

نکات هورمون‌های تیروئیدی (T_3 و T_4)

(الف) برای بیشتر بدانید فقط بهتون میگم که: این هورمون‌ها در غده تیروئید به صورت T_3 و T_4 ساخته شده و وارد خون می‌شوند و در مجاورت بافت هدف از خون خارج می‌شوند. هورمون T_4 در مجاورت یاخته هدف به صورت T_3 درآمده و همراه سایر هورمون‌های T_3 بر یاخته هدف تأثیر می‌گذارد.

(ب) هورمون‌های تیروئیدی (T_3 و T_4) در سوخت‌وساز بدن از جمله **تجزیه گلوکز در تنفس یاخته‌ای** و تولید ATP ، به عنوان رایج‌ترین انرژی زیستی در دسترس یاخته مؤثر می‌باشند. این هورمون‌ها در **همه یاخته‌های بدن گیرنده دارند** و بافت هدف آن‌ها به دلیل تنفس یاخته‌ای و تجزیه گلوکز در سراسر یاخته‌های بدن پراکنده می‌باشد. (هر یاخته زنده‌ای جز بافت هدف هورمون‌های یددار تیروئیدی T_3 و T_4 می‌باشد).

نکته

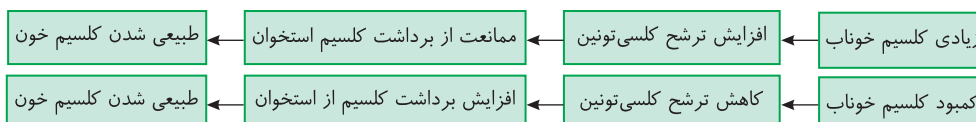
در زیست دوازدهم می‌خوانید که این هورمون با توجه به نسبت ATP به ADP در بدن، سبب انجام یا مهار واکنش‌های تنفس هوازی یاخته‌ای می‌شود.

(ج) هورمون تیروئیدی T_3 در دوران جنینی و کودکی برای **نمو و ایجاد دستگاه عصبی مرکزی** (مغز و نخاع) مؤثر و لازم می‌باشد. پس فقدان یا کم کاری غده تیروئید در این دوران می‌تواند سبب اختلال در نمو دستگاه عصبی و عقب افتادگی ذهنی و جسمی جنین، نوزاد یا کودک شود (**بیماری کرتینیسم**).

(د) **گوآتر به معنی بزرگ شدن غده تیروئید می‌باشد.** یکی از دلایل گوآتر این است که اگر مقدار ید در غذا کافی نباشد در این صورت هورمون تیروئیدی (T_3 و T_4) به اندازه کافی ساخته نمی‌شود. پایین بودن این دو هورمون در خون با خودتنظیمی منفی (بازخورد منفی)، سبب افزایش هورمون آزادکننده هیپوتالاموسی و سپس افزایش هورمون محرک تیروئیدی از بخش پیشین غده هیپوفیز می‌شود. هورمون محرک تیروئیدی سبب اثر بر غده تیروئید شده و رشد این غده را بیشتر می‌کند تا بتواند ید بیشتری را به سوی خود جذب کند. در این حالت به غده تیروئید بزرگ شده، گوآتر می‌گویند. (در حقیقت گوآتر در اثر فعالیت شدید غده تیروئید ایجاد می‌شود).
(ه) با توجه به اینکه ید در غذاهای دریایی به مقدار فراوانی وجود دارد ولی این عنصر در فرآورده‌های کشاورزی و دامی به مقدار ید در خاک بستگی دارد. در مناطقی مثل ایران و بسیاری از کشورهای دیگر مقدار ید در خاک کم می‌باشد و بدون استفاده از غذاهای دریایی نمی‌توان ید مورد نظر بدن را تأمین کرد (**الته استافره از نمک یددار می‌تواند ید مورد نیاز بدن را تأمین کند**).

هورمون کلسی‌تونین

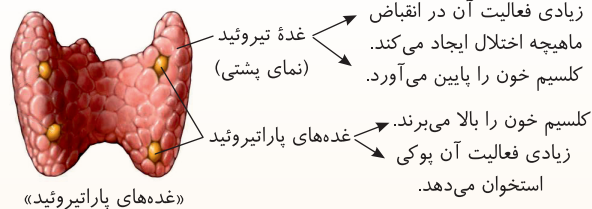
نوعی هورمون غیر یددار می‌باشد که توسط غده تیروئید ساخته شده و وارد خون می‌شود تا کلسیم خون را تنظیم کند. در حقیقت این هورمون زمانی که کلسیم خون در خونا یا پلاسما یک فرد بالا باشد، مقدارش بالا می‌رود تا از برداشت کلسیم از استخوان جلوگیری کند تا کلسیم اضافی به‌طور غیرمستقیم و بدون اثر مستقیم این هورمون از راه‌های دیگر مثل ادرار از بدن دفع شود. پس این هورمون کلسیم خون را کاهش می‌دهد و مانع پوکی استخوان می‌شود.



غده پاراتیروئید

چهار غده پاراتیروئید در گردن و در پشت غده تیروئید قرار گرفته‌اند که با ساخت و ترشح هورمون پاراتیروئیدی به خون سبب افزایش کلسیم خوناب (پلازما) می‌شوند.

نکته



هورمون پاراتیروئیدی و کلسی‌تونین تیروئیدی، روی هم‌ایستایی یا تنظیم مقدار کلسیم خوناب نقش دارند. در هنگام بالا بودن کلسیم خوناب، مقدار هورمون کلسی‌تونین بالا می‌رود تا برداشت کلسیم از ماده زمینه‌ای استخوان را کم کند. هنگامی که کلسیم خوناب مقدار کمتر از حد نرمال دارد، مقدار ترشح هورمون غده پاراتیروئیدی بالا می‌رود تا با اثر بر استخوان‌ها، کلیه‌ها و فعال کردن ویتامین D مقدار کلسیم پلاسما (خونابه) را بالا برده تا به حد نرمال برساند. در این حالت مقدار کلسی‌تونین کاهش می‌یابد.

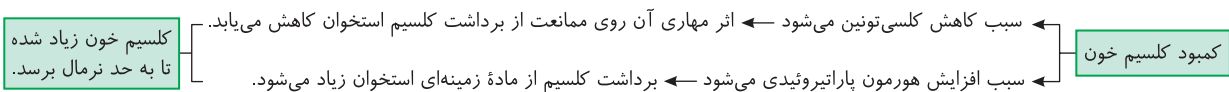
اثر بر استخوان: این هورمون، کلسیم ماده زمینه‌ای استخوان را جدا کرده و وارد پلاسما می‌کند (برای آن می‌تواند منجر به پوکی استخوان شود).

اثر بر کلیه: در هنگام کاهش کلسیم خوناب، هورمون‌های غده پاراتیروئیدی سبب افزایش بازجذب کلسیم از کلیه‌ها شده و مقدار کلسیم خون را تنظیم می‌کنند.

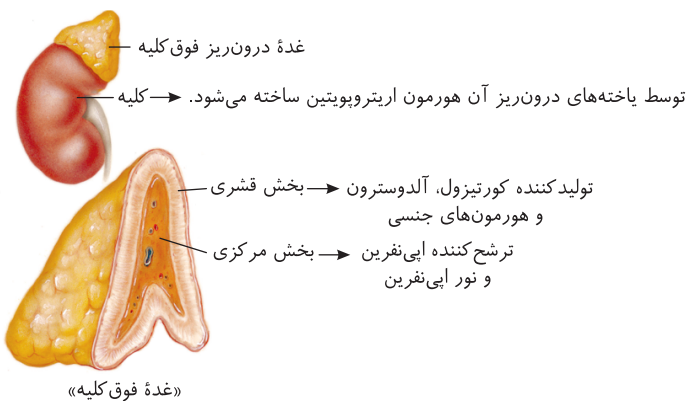
اثر بر ویتامین D: هورمون پاراتیروئیدی می‌تواند شکل ویتامین D را به صورتی تغییر دهد که اثر این ویتامین در روده سبب افزایش جذب کلسیم شده و کلسیم خوناب را بالا ببرد.

نکته

تنظیم مقدار یون کلسیم برای انعقاد خون در روند ایجاد لخته و همچنین برای انقباض ماهیچه‌های بدن و استحکام استخوان‌ها نقش بسیار مهمی دارد.



غده‌های فوق کلیه



دو غده درون ریز در دو طرف بدن چسبیده به بالای هر کلیه وجود دارند. هر کدام از غده فوق کلیه از دو بخش مستقل قشری و مرکزی با کارها و هورمون‌های مختلف تشکیل شده‌اند که آن‌ها را در ادامه بررسی می‌کنیم.

۱) بخش مرکزی غده فوق کلیه

این بخش اثراتی شبیه عصب سمپاتیک (هم‌حرح) برای شرایط آماده باش و تنش محیطی ایجاد می‌کند. بخش مرکزی غده فوق کلیه ساختار عصبی دارد و غده‌ای با ساختار پوششی نمی‌باشد. این بخش در شرایط تنش محیطی، به صورت آبی با تولید دو هورمون اپی‌نفرین و نوراپی‌نفرین باعث تغییراتی مثل افزایش ضربان قلب (اثر بر ریتم قلب)، فشار خون، گلوکز خوناب (انرژی در دسترس بدن) ↑ و گشاد کردن نایزک‌ها در شش‌ها می‌شود و بدن را برای پاسخ‌های کوتاه مدت به تنش‌ها آماده می‌کند.

نکته

کار اعصاب در مقایسه با هورمون‌ها، سریع‌تر و کم‌دوام‌تر می‌باشد. پس در هنگام تنش‌های محیطی ابتدا اعصاب سمپاتیک و سپس بخش مرکزی غده فوق کلیه با تولید هورمون‌ها نقش ایفا می‌کنند.

نکته

اپی‌نفرین و نوراپی‌نفرین تنها هورمون‌هایی هستند که مشترکاً هم قند خون، هم فشار خون و هم هوارسانی به حبابک‌های ششی را زیاد می‌کنند.

۲) بخش قشری غده فوق کلیه

این بخش از غده فوق کلیه می‌تواند توسط هورمون **کورتیزول** خود به تنش‌های **طولانی‌مدت** و عوارض آن‌ها پاسخ دهد و بدن را برای مقابله با تنش‌های مهم مثل غم از دست دادن نزدیکان مقاوم‌تر می‌کند.

نکته

در پاسخ به تنش‌های محیطی، بخش قشری پاسخ **دیرپای** بادوام ولی بخش مرکزی پاسخ کوتاه‌مدت آنی می‌دهد در حالی که پاسخ عصب سمپاتیک از هر دوی آن‌ها سریع‌تر و کم‌دوام‌تر می‌باشد.

● از نظر سرعت پاسخ به تنش‌های محیطی:

اعصاب سمپاتیک < بخش مرکزی غدد فوق کلیه < بخش قشری غدد فوق کلیه

کورتیزول: این هورمون در تنش‌های **طولانی‌مدت** با **افزایش گلوکز خون** و انرژی در دسترس بدن سبب پاسخ دیرپا می‌شود ولی اگر این تنش‌ها طولانی‌تر و بادوام‌تر شود، زیادی این هورمون می‌تواند **سبب تضعیف یا سرکوب سیستم ایمنی** نیز بشود (چون باعث تجزیه پروتئین‌ها از جمله پارتین‌ها می‌شود و احتمال بیماری‌ها نیز در فرد زیاد می‌شود).

آلدوسترون: این هورمون سبب افزایش بازجذب سدیم از کلیه‌ها شده و با افزایش فشار اسمزی خوناب در پی فعالیت آن، کلیه‌ها با بازجذب آب، حجم و فشار خون را به حد طبیعی برمی‌گردانند.

هورمون‌های جنسی: در هر دو جنس مرد و زن، مقداری از همه هورمون‌های جنسی استروژن، پروژسترون و تستوسترون به خون ترشح می‌شود.

هورمون‌های بخش قشری
غده فوق کلیه

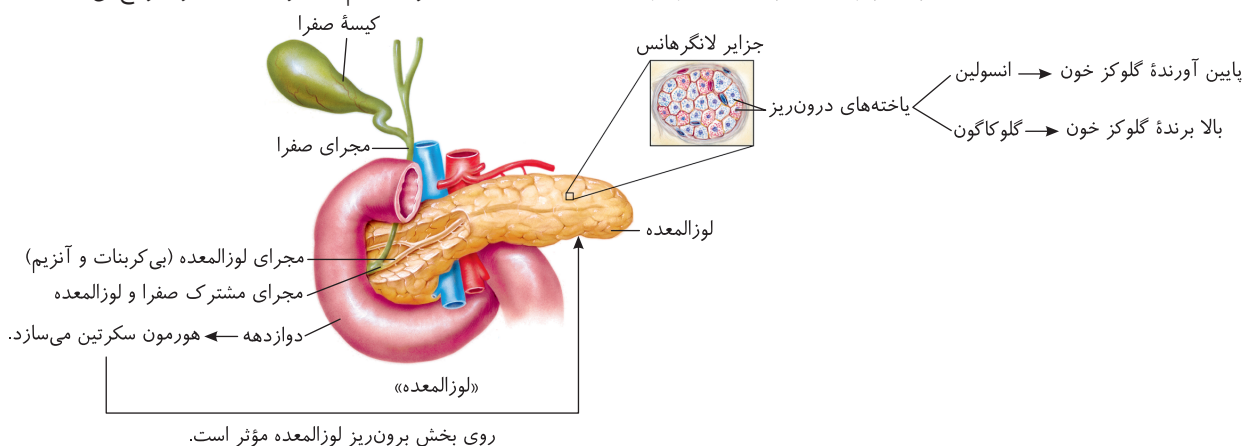
چند نکته مهم در بررسی تست‌ها

- هورمون‌های بخش مرکزی فوق کلیه (اپی نفرین و نوراپی نفرین)، **هم قند خون و هم فشار خون** را بالا می‌برند ولی در بین هورمون‌های بخش قشری، آلدوسترون **فقط فشار خون** را بالا می‌برد و کورتیزول **فقط قند خون** را بالا می‌برد.
- هر هورمونی که قند خون را بالا می‌برد، در حقیقت انرژی در دسترس یاخته‌ها یعنی گلوکز را برای تنفس یاخته‌ای و تولید ATP بالا می‌برد.
- هورمون‌های رشد، اپی نفرین، نوراپی نفرین، کورتیزول و گلوکاگون قند خون یعنی گلوکز خون و انرژی در دسترس بدن را بالا می‌برند ولی انسولین برعکس آن‌ها عمل می‌کند و گلوکز پلاسما را کاهش می‌دهد.
- مقدار ترشح هورمون‌های جنسی بخش قشری غده فوق کلیه **بسیار کمتر** از غدد جنسی بیضه و تخمدان می‌باشد ولی در غده فوق کلیه یک زن یا یک مرد علاوه بر هورمون‌های جنسی مربوط به آن فرد، هورمون جنسی مربوط به جنسیت دیگر نیز ترشح می‌شود.
- دقت کنید که هورمون‌های محرک جنسی روی ترشح هورمون‌های جنسی مترشحه از غدد فوق کلیه تأثیری ندارند.

مثال: در یک زن ← غدد ترشح‌کننده استروژن و پروژسترون ← دو تخمدان و دو غده فوق کلیه
← غدد ترشح‌کننده تستوسترون ← بخش قشری دو غده فوق کلیه

غده لوزالمعده

همان‌طور که در زیست دهم خواندید غده لوزالمعده یا پانکراس در **پشت** معده قرار گرفته است. این غده دارای یک بخش برون‌ریز با مجاری مشخص برای خروج فراورده خود یعنی **آنزیم‌های گوارشی و بیکرینات می‌باشد**. **لوزالمعده** همچنین دارای یک بخش درون‌ریز به نام **جزایر لانگرهانس** می‌باشد. جزایر لانگرهانس به صورت مجموعه‌ای از یاخته‌های **مترکز درون‌ریز** در بین بخش‌های برون‌ریز لوزالمعده قرار دارد که هورمون‌های **گلوکاگون و انسولین** را برای تنظیم قند خون به درون خون ترشح می‌کند.



نکات بخش برون ریز لوزالمعده

- ۱) آنزیم‌های مؤثر بر **گوارش شیمیایی** همه نوع مواد غذایی را به همراه بیکربنات زیادی وارد **دوازدهه** می‌کنند.
- ۲) پروتئاز مترشح از آن مانند سایر آنزیم‌های گوارشی، قوی و متنوع هستند ولی برخلاف آن‌ها به صورت **غیرفعال** وارد روده شده و سپس فعال می‌شود.
- ۳) در بین آنزیم‌های گوارشی پانکراس، فقط آمیلاز آن قدرت تولید مونومر یا مونوساکارید ندارد و حداکثر می‌تواند مالتوز دی‌ساکاریدی را از یک پلی‌ساکارید (نشاسته) جدا کند.
- ۴) تحریک غدد برون ریز لوزالمعده در اثر هورمون گوارشی سکر تین، سبب **افزایش ترشح بیکربنات لوزالمعده به دوازدهه** می‌شود.
- ۵) مجرای خروجی اصلی از بخش برون ریز لوزالمعده، در نهایت با مجاری صفراوی مشترک شده و به دوازدهه وارد می‌شوند.
- ۶) بیکربنات مترشح از لوزالمعده، سبب خنثی کردن اسید معده در دوازدهه می‌شود. به این ترتیب هم دیواره دوازدهه را از اثر اسیده معده حفظ می‌کند و هم محیط مناسب برای فعالیت آنزیم‌های درون روده باریک را فراهم می‌کند.

نکات بخش درون ریز لوزالمعده

- ۱) این بخش به صورت مجموعه‌ای از یاخته‌های پوششی کنار هم به صورت یک غده به نام جزایر لانگرهانس در **بین بخش برون ریز** وجود دارد. (اطراف جزایر *کُلترهانس یاخته‌های غدد برون ریز قرار دارد ولی خود این جزایر از یاخته‌های درون ریز اینر جدا اند*)
- ۲) جزایر لانگرهانس، بخش درون ریز هستند و مجرای مشخصی برای خروج فراورده خود ندارد.
- ۳) بخش درون ریز لوزالمعده برای تنظیم کننده قند خون دو هورمون ترشح می‌کند. انسولین کاهنده گلوکز خون و گلوکاگون افزایش دهنده قند خون (*گلوکز خون*) ترشح می‌کند.
- ۴) انسولین و گلوکاگون از یاخته‌های درون ریز **متفاوتی** از جزایر لانگرهانس لوزالمعده به خون ترشح می‌شوند.
- ۵) هورمون گلوکاگون با تجزیه گلیکوژن به گلوکز از مقدار ذخایر هیدرات کربنی **کبد** کم کرده و به مقدار گلوکز خون یا انرژی در دسترس تنفس یاخته‌ای می‌افزاید. این هورمون در پاسخ به **کاهش گلوکز خون**، ترشح می‌شود و قند یا گلوکز خون را بالا می‌برد.
- ۶) هورمون انسولین مهم‌ترین هورمون تنظیم کننده قند خون می‌باشد چون در مقابل مقدار زیادی هورمون افزایش دهنده قند خون، انسولین تنها هورمون **کاهنده قند خون** می‌باشد. **وقتی گلوکز خون زیاد باشد، ترشح انسولین بالا رفته و نفوذپذیری هر یاخته بدن را به گلوکز افزایش می‌دهد.** وقتی گلوکز به **درون یاخته‌ها** وارد شود **تنفس یاخته‌ای** زیاد شده و مقدار **تولید ATP** یا انرژی یاخته‌ای بالا می‌رود و **قند خون کاهش می‌یابد.** از طرفی انسولین، گلوکز خون را در کبد و ماهیچه که وارد می‌کند مقدار اضافه بر نیاز آن‌ها را دوباره به ذخایر گلیکوژنی تبدیل می‌کند.

چند نکته مهم در بررسی تست‌ها

- ۱) انسولین، انرژی در دسترس بدن یعنی گلوکز خون را کاهش می‌دهد ولی نفوذپذیری یاخته‌ها به گلوکز را زیاد می‌کند تا قند خون کم شود.
- ۲) انسولین با اثر بر ماهیچه و کبد، سبب ورود گلوکز به آن‌ها شده و این اندام‌ها گلوکز را برحسب نیاز خود تجزیه کرده و اضافی آن را به صورت گلیکوژن ذخیره می‌کنند ولی در سایر یاخته‌ها گلوکز ورودی فقط به مصرف تنفس یاخته‌ای می‌رسد و ذخیره نمی‌شود.
- ۳) هورمون‌های گلوکاگون، کورتیزول، اپی نفرین، نوراپی نفرین و هورمون رشد، قند خون را بالا می‌برند.
- ۴) ترشح هورمون‌های انسولین و گلوکاگون، توسط هیپوتالاموس و هیپوفیز کنترل **نمی‌شود**.
- ۵) هورمون‌های تیروئیدی و انسولین روی هر یاخته‌ای اثر می‌کنند (*این هورمون‌ها در هر یاخته بدن گیرنده اختصاصی دارند*). انسولین سبب افزایش نفوذپذیری یاخته‌ها به گلوکز می‌شود ولی هورمون تیروئیدی برحسب نیاز یاخته به **ATP**، مقدار تجزیه گلوکز یا تنفس یاخته‌ای را تنظیم می‌کند.
- ۶) در افراد سالم → کاهش گلوکز خون → گلوکاگون ↑ → تبدیل گلیکوژن به گلوکز ↑ → گلوکز خون ↑ → ترشح انسولین → نفوذپذیری یاخته‌ها به گلوکز ↑ → ورود گلوکز به درون سایر یاخته‌ها → تحت کنترل هورمون تیروئیدی → **ATP زیاد درون یاخته تولید می‌شود.**
- ۷) اگر هورمون انسولین وجود نداشت، گلوکزهای خون قدرت ورود به یاخته‌های بدن را نداشتند در این صورت گلوکز اضافی پلاسما وارد ادرار می‌شد. این حالت سبب غلیظ شدن ادرار و در پی آن افزایش حجم و آب ادرار می‌شود که سبب ایجاد بیماری دیابت شیرین خواهد شد.

دیابت

در انسان دو نوع بیماری دیابت شیرین و دیابت بی‌مزه وجود دارد که ویژگی مشترک هر نوع دیابتی **زیاد بودن حجم ادرار** می‌باشد.

انواع دیابت

۱) دیابت بی‌مزه

همان‌طور که در سال قبل دیدید در این نوع دیابت، هورمون **ضد ادراری** از غده هیپوتالاموس ترشح نمی‌شود و بازجذب آب به مقدار مناسب از کلیه‌ها صورت نمی‌گیرد به همین دلیل فرد ادرار رقیق زیادی از بدن خارج می‌کند. در ادامه، فرد احساس تشنگی زیادی دارد تا آب از دست رفته را برای توازن آب و یون بدن تنظیم کند.

نکته

در بیماری دیابت بی‌مزه، **مقدار قند خون** مشکلی ندارد و مشکل اصلی بدن، دفع آب اضافی می‌باشد. در این بیماری غده هیپوتالاموس در تولید **هورمون ضد ادراری** مشکل دارد و بازجذب آب از کلیه به خوبی صورت نمی‌گیرد در حالی که این بیماری به مقدار ترشح هورمون **آزاد و مهارکننده هیپوتالاموسی** وابسته نمی‌باشد.

● (۲) دیابت شیرین

اگر به هر **دلیلی**، یاخته‌های بدن نتوانند گلوکز را از خون بگیرند و در تنفس یاخته‌ای از آن **ATP** به دست بیاورند، مقدار گلوکز خون افزایش می‌یابد. وقتی گلوکز خون بالا برود، غلظت و فشار اسمزی خون نیز بالا می‌رود و به دنبال آن برای برقراری فشار اسمزی مناسب پلاسما، جذب آب از روده نیز افزایش می‌یابد و این افزایش حجم و فشار خون سبب خروج گلوکز و به دنبال آن آب زیاد از ادرار می‌شود.

نکته

در حالت عادی نباید در ادرار فرد سالم، گلوکز وجود داشته باشد. اگر به هر دلیلی، گلوکز در ادرار فرد ایجاد شود به معنی ایجاد بیماری دیابت شیرین در فرد می‌باشد.

علائم دیابت شیرین (مرض قند)

در این بیماران علائمی مثل **زیادی حجم ادرار، افزایش قند خون، پیدایش قند در ادرار و تشنگی به همراه نوشیدن زیاد وجود دارد.**

نکته

دقت کنید که **افزایش قند در ادرار** عبارت درستی برای بیماران دیابتی نیست چون در حالت عادی، در ادرار یک فرد **سالم** گلوکزی وجود ندارد. پس **پیدایش قند** در ادرار از علائم دیابت شیرین می‌باشد نه **افزایش قند** در ادرار!!!

نکته

در حالت عادی هورمون انسولین **نفوذپذیری یاخته‌ها به گلوکز** را زیاد می‌کند. یاخته می‌تواند از این گلوکز برای تنفس یاخته‌ای استفاده کند و یا در ماهیچه و کبد، با تولید گلیکوژن، مقدار ذخایر بدن را زیاد کند.

علت بیماری دیابت شیرین و عوارض آن

در بیماری دیابت شیرین به دلیل عدم قدرت یاخته‌ها در پذیرش گلوکز و نیاز آن‌ها به **ATP** با انرژی زیستی، **ابتدا** ذخایر **گلیکوژنی** بدن به گلوکز تبدیل شده **ولی چون نفوذپذیری یاخته‌ها به گلوکز کم شده است**، بیشتر این گلوکز از ادرار دفع می‌شود در حالی که باید از این گلوکز برای تولید **ATP** در تنفس یاخته‌ای استفاده کرد. وقتی ذخایر گلیکوژنی بدن رو به اتمام می‌گذارد و گلوکزها از ادرار دفع می‌شوند، بدن مجبور می‌شود برای تولید انرژی مورد نیاز خود ابتدا از **چربی** و سپس در موارد شدیدتر از **پروتئین‌های** خود برای **تولید انرژی** استفاده کند. با شروع تولید انرژی از چربی‌ها و سپس پروتئین‌ها، **کاهش وزن** در بدن آغاز می‌شود. پس از **قند**، در ابتدا **چربی‌ها** برای ایجاد انرژی به مصرف می‌رسند و در اثر **تجزیه چربی‌ها**، محصولات **اسیدی** تولید می‌شود که سبب پایین آوردن **pH** خون می‌شود. تغییر در **pH** سبب غیرفعال شدن آنزیم‌های بدن و در ادامه در صورت عدم درمان سبب به اغما رفتن و مرگ فرد می‌شود. پس از **قندها** و **چربی‌ها**، بدن برای به دست آوردن انرژی به سمت **خودسوزی** یعنی مصرف **پروتئین‌ها** می‌رود. پروتئین‌های بدن یعنی کلاژن‌ها، پادتن‌ها و سایر پروتئین‌های دفاعی در ایجاد اسکلت بدن و مقاومت بدن مؤثرند. سوء استفاده از پروتئین‌ها و تجزیه آن‌ها به منظور ایجاد انرژی سبب کاهش مقاومت بدن در مقابل عوامل بیماری‌زا و صدها مشکل دیگر می‌شود. در این موقع با کم شدن پروتئین‌های خون، موارد خیز یا ادم در فرد مشاهده می‌شود.

نکته

چون مقاومت ایمنی یا دفاعی بدن یک فرد دیابتی کاهش یافته است، این افراد باید **بهداشت** خود را بیش از پیش رعایت کنند و مراقب **زخم‌ها و سوختگی‌ها** (**هر چند کوچک**) برای ورود عوامل بیگانه به بدن باشند.

(۱) در این بیماری تولید و ترشح انسولین **متوقف می‌شود یا کاهش** می‌یابد و مقدار انسولین کافی نیست.

(۲) یک بیماری **خود ایمنی** می‌باشد.

(۳) دستگاه ایمنی فرد یاخته‌های تولیدکننده انسولین در جزایر لانگرهانس لوزالمعده را از بین می‌برد.

(۴) برای کنترل بیماران باید **تزریق انسولین** صورت بگیرد.

(۵) اغلب در سنین پایین‌تر از ۴۰ سال ایجاد می‌شود.

انواع دیابت شیرین

(۱) تولید انسولین در این بیماری هیچ اختلالی ندارد و انسولین به مقدار کافی در خون وجود دارد.

(۲) گیرنده‌های یاخته‌ها به انسولین پاسخ نمی‌دهند و گلوکز در اختیار یاخته‌ها قرار نمی‌گیرد.

(۳) اغلب از حدود سن ۴۰ سال به بعد رخ می‌دهد.

(۴) می‌تواند در اثر چاقی یا عدم تحرک که زمینه بیماری را دارند در سنین بالای ۴۰ سال رخ دهد.

نکته

دیابت نوع ۱ در اثر تخریب یاخته‌های درون‌ریز انسولین‌ساز لوزالمعده رخ می‌دهد ولی دیابت نوع ۲ در اثر اشکال در گیرنده انسولین در یاخته‌های هدف رخ داده است. در هر صورت در هر دو مورد، ورود گلوکز به یاخته‌ها و تنفس یاخته‌ای کاهش می‌یابد.

نکته

کاهش ترشحات بخش برون‌ریز لوزالمعده، سبب می‌شود که کمبود لیپاز آن در تجزیه چربی‌های روده باریک اختلال ایجاد شود. از طرفی کاهش ترشحات بخش درون‌ریز و انسولین آن، سبب افزایش مصرف و تجزیه چربی‌ها می‌شود.

غده اپی فیز



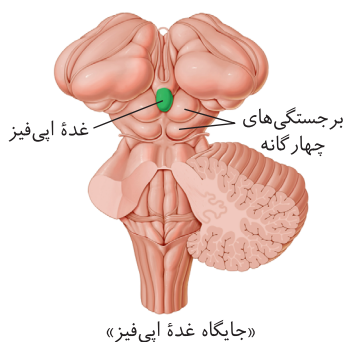
غده‌ای منفرد درون مغز در بالای **برجستگی‌های چهارگانه** مغز میانی یا در حقیقت بالای ساقه مغز می‌باشد. این غده، **هورمون ملاتونین** می‌سازد. تولید هورمون ملاتونین در پاسخ به تاریکی مثلاً در شب به حداکثر و در نزدیک ظهر به حداقل خود می‌رسد.

نکته

غده اپی فیز انسان وظیفه تولید هورمون ملاتونین دارد. وظیفه این **هورمون** در انسان به خوبی مشخص نیست ولی به نظر می‌رسد سبب تنظیم و در ارتباط با **ریتم‌های شبانه‌روزی** باشد.

نکته

در مغز گوسفند، غده اپی فیز در لبه پایین بطن سوم قرار دارد که در عقب آن برجستگی‌های چهارگانه وجود دارد.



«جایگاه غده اپی فیز»

غده تیموس



غده‌ای در جلوی نای و پشت جناغ می‌باشد که به کمک **هورمون تیموسین** مترشح خود در تمایز برخی لنفوسیت‌ها (**ت‌سل‌ها**) و ایمنی یاخته‌ای نقش دارد که ضد ویروس، سرطان، بافت پیوند شده و برخی باکتری‌ها می‌باشد. این غده در دوران کودکی و نوزادی فعالیت زیادی دارد اما به تدریج از فعالیت آن کاسته می‌شود و اندازه آن تحلیل می‌رود (**فصل ۵**). این غده در مسیر مجرای لنفی بزرگ سمت چپ بدن قرار گرفته است (**رسم**).

غدد جنسی



در زنان دو غده تخمدان با قدرت تولید هورمون‌های جنسی استروژن و پروژسترون و در مردان دو عدد بیضه با قدرت تولید هورمون جنسی تستوسترون می‌باشد که در فصل تولیدمثل (**فصل ۷**) آن‌ها را بررسی می‌کنیم. این غدد تحت کنترل مستقیم هورمون‌های محرک جنسی **FSH** و **LH** از هیپوفیز پیشین می‌باشند و به‌طور غیرمستقیم تحت کنترل هورمون آزادکننده و مهارکننده هیپوتالاموسی قرار می‌گیرند.

نکات اعمال هورمون‌ها روی یاخته‌ها



- همان‌طور که ملاحظه کردید **یک یاخته** می‌تواند تحت تأثیر **چند نوع هورمون مختلف** برای فعالیت‌های گوناگون قرار بگیرد. مثلاً استخوان‌ها تحت تأثیر هورمون رشد، T_3 و T_4 تیروئیدی، کلسی‌تونین، پاراتیروئیدی، انسولین و یا هورمون‌های جنسی مثل تستوسترون (**فصل ۷**) قرار می‌گیرند.
- ممکن است **چند یاخته متفاوت**، پیام **یک نوع هورمون** را دریافت کنند. مثلاً هورمون پاراتیروئیدی روی کلیه‌ها و استخوان اثر می‌کند یا هورمون‌های تیروئیدی و انسولین روی نفوذپذیری غشای یاخته‌های متفاوت برای جذب گلوکز از خون و تنظیم تجزیه آن عمل می‌کنند.
- هورمون‌ها همواره پیکی برای پیام خود هستند و اثر خود در یاخته هدف را براساس پیام پیک خود اعمال می‌کنند. براساس **نوع هورمون** و **نوع یاخته هدف**، پیام هورمون به عملکرد خاصی تفسیر می‌شود.

مثال برای فهم بهتر: هورمون پاراتیروئیدی سبب افزایش کلسیم خون می‌شود. این هورمون وقتی به کلیه‌ها می‌رسد، آنزیمی ایجاد می‌کند که سبب فعال شدن آنزیم‌هایی دیگر برای بازجذب کلسیم از کلیه می‌شود ولی در استخوان، آنزیمی را فعال می‌کند که سبب تجزیه استخوان شده و کلسیم را آزاد می‌کند. همین هورمون در روده باریک با فعال کردن ویتامین D به مقصود خود می‌رسد.

تنظیم مقدار هورمون‌ها در بدن



مقدار ترشح هورمون‌ها در بدن انسان **خیلی کم** می‌باشد. اما همین مقدار کم تأثیر بسیار مهمی در تنظیم فعالیت‌های بدن دارد. اگر همین مقدار کم هورمون‌ها به هر دلیلی تغییر جزئی کند، اثرات قابل ملاحظه‌ای در بدن ایجاد می‌کنند. پس باید مقدار هورمون‌ها در بدن به صورت بسیار دقیق تنظیم شود و در مواقعی ثابت، کم یا زیاد شود.

نکته

در برخی موارد اعصاب، مقدار ترشح هورمون‌ها را کنترل می‌کنند ولی مهم‌ترین روش برای تنظیم مقدار هورمون‌های بدن، **روش بازخوردی یا خودتنظیمی** ترشح هورمون‌هاست.

روش بازخوردی (خودتنظیمی)



روش رایجی برای تنظیم ترشح هورمون‌هاست که مقدار یک هورمون یا مقدار تأثیر هورمون در بدن سنجیده می‌شود و با توجه به نیاز بدن مقدار همان هورمون در بدن کم یا زیاد می‌شود یا تغییر نمی‌کند. این روش به دو نوع بازخوردی منفی (**خودتنظیمی منفی**) و بازخوردی مثبت (**خودتنظیمی مثبت**) تقسیم‌بندی می‌شود.

● الف) روش بازخوردی منفی (خودتنظیمی منفی)

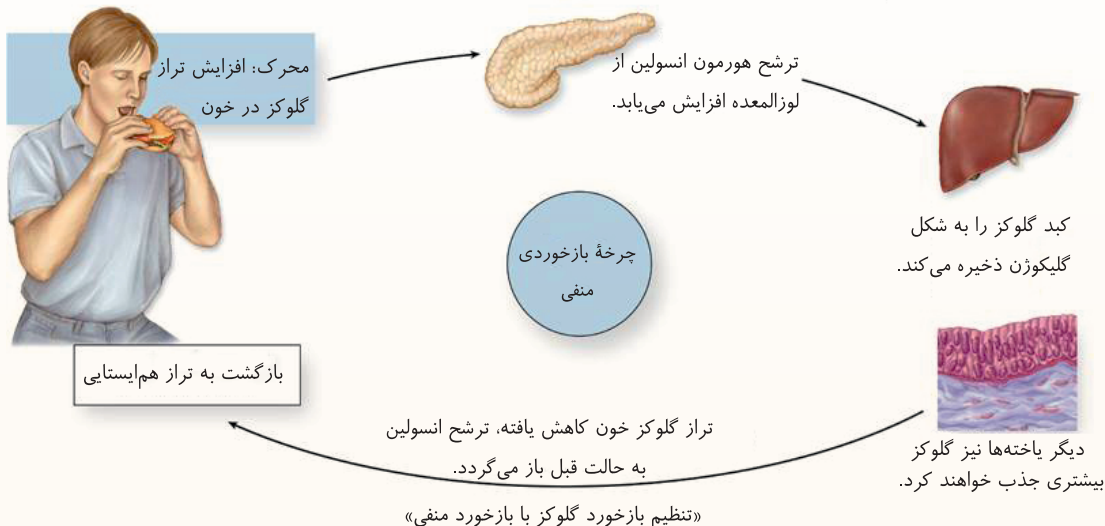
تنظیم مقدار **اغلب هورمون‌ها** در خون با روش **بازخوردی منفی** کنترل می‌شوند. بدن در این روش، مقدار یک هورمون یا تأثیر آن را می‌سنجد، اگر مقدار آن‌ها **بالتر** از حد مورد نیاز بدن بود، سبب **کاهش** ترشح هورمون مربوطه می‌شود و اگر مقدار آن هورمون از حد طبیعی مورد نیاز بدن **کمتر** بود، سبب تحریک ترشح دستگاه درون‌ریز برای ترشح بیشتر آن هورمون می‌شود. این مکانیسم سبب می‌شود تا مقدار هورمون مورد نظر همواره در حد مورد نیاز باقی بماند (به هر حال در این مکانیسم مقدار هورمون با مقدار قبل از بازخوردی سیر برعکس دارد).

مثالی از روش بازخوردی منفی برای تنظیم هورمون انسولین

می‌دانیم که وظیفه هورمون انسولین، پایین آوردن قند خون یا همان گلوکز خون می‌باشد. بعد از خوردن غذا به تدریج مقدار گلوکز خون بالا می‌رود. در این حالت لوزالمعده شروع به افزایش تولید انسولین کرده تا با اثر **بکند** و ماهیچه‌ها، گلوکز اضافی را از خون گرفته و به گلیکوژن ذخیره‌ای تبدیل کند و با اثر بر سایر یاخته‌های بدن قدرت جذب گلوکز آن‌ها را زیاد کرده تا تنفس یاخته‌ای و انرژی‌زایی افزایش یابد و بدین صورت مقدار قند خون پایین آمده و به حد طبیعی برسد. حالا که مقدار قند خون طبیعی شد، بدن آن را می‌سنجد و از اینجا به بعد با مکانیسم بازخوردی **منفی**، **مانع ترشح بیشتر** انسولین از لوزالمعده می‌شود.

نکته

به این کم شدن ترشح انسولین بعد از نرمال شدن قند خون، تنظیم بازخوردی یا خودتنظیمی منفی می‌گویند. در حقیقت بالا رفتن انسولین برای تنظیم قند خون، نوعی بازخوردی منفی نمی‌باشد. بلکه عمل آن هورمون را نشان می‌دهد ولی وقتی مقدار قند خون به حد طبیعی رسید، بدن با بازخوردی منفی، نمی‌گذارد مقدار انسولین از حد مورد نظر بالاتر برود. چون در این صورت مقدار قند خون به پایین‌تر از مقدار مورد نیاز یاخته‌ها می‌رسد.



● مثالی از بازخوردی منفی گلوکاگون

می‌دانیم که هورمون گلوکاگون، سبب افزایش گلوکز خون می‌شود. وقتی قند خون کم شود به‌طور طبیعی ترشح گلوکاگون از لوزالمعده زیاد شده تا با تجزیه گلیکوژن‌های **بکند**، مقدار گلوکز یا قند خون و انرژی در دسترس یاخته‌ها را بالا ببرد. وقتی مقدار قند خون طبیعی شد و بدن آن را سنجید حالا با مکانیسم بازخوردی **منفی**، مانع افزایش بیشتر ترشح گلوکاگون می‌شود.

نکته

در اینجا نیز دقت کنید که وقتی یک هورمون در حال انجام وظیفه خود می‌باشد، ترشح آن در بدن نوعی مکانیسم بازخوردی به حساب نمی‌آید ولی وقتی فعالیت هورمون سبب تنظیم عمل آن شد، سپس بدن با مکانیسم بازخوردی منفی مقدار ترشح آن را کاهش یا افزایش می‌دهد. مثلاً وقتی قند خون پایین است، ترشح زیاد گلوکاگون مکانیسم بازخوردی منفی نمی‌باشد ولی وقتی قند خون، از مقدار کم به مقدار طبیعی رسید، حالا بدن با تنظیم بازخوردی **منفی** **مانع ادامه** ترشح **زیاد** گلوکاگون می‌شود.

● ب) روش بازخوردی مثبت (خودتنظیمی مثبت)

در این روش که به **مقدار کمی** در بدن صورت می‌گیرد، افزایش مقدار یک هورمون یا تأثیر آن، باز هم بدن را وادار به افزایش ترشح همان هورمون می‌کند تا بدن به دلیل بیماری یا یک شرایط ویژه از حالت نرمال خارج شود.

نکته

مکانیسم بازخوردی مثبت در حالت‌های **غیرعادی** بدن انسان نیز صورت می‌گیرد که به نمونه‌هایی از آن اشاره می‌کنیم.

۱) بازخوردی مثبت تنظیم LH در دوره جنسی زنان

در فصل ۷ می‌آموزید که در وسط دوره جنسی زنان و در هنگام تخمک‌گذاری با اینکه ترشح زیاد استروژن و در پی آن مقدار LH در حال افزایش می‌باشد ولی بدن باز هم با مکانیسم بازخوردی مثبت، استروژن بالا، مقدار LH خون را نیز بالاتر می‌برد تا سبب تکمیل میوز ۱ در تخمدان و پاره شدن فولیکول برای تخمک‌گذاری شود (این فرایند حالت خاص و یک‌روز در ماه برای تخمک‌گذاری می‌باشد).

۲) بازخوردی مثبت اکسی توسین در هنگام زایمان

هنگامی که خانم بارداری دچار دردهای زایمان می‌شود، هورمون اکسی توسین در خون زیاد می‌شود تا انقباضات رحم زیاد شود و جنین سریع خارج شود ولی با اینکه انقباضات زیاد و زیادتر می‌شود ولی بدن با بازخوردی مثبت روی هیپوتالاموس اثر کرده و باز هم تولید اکسی توسین را زیاد کرده تا انقباضات بیشتر و با فاصله کمتر صورت بگیرند و جنین سریع‌تر از بدن خارج شود و نوزاد متولد شود.

۳) بازخوردی مثبت اکسی توسین و پرولاکتین با مکیدن سینه مادر توسط نوزاد

بعد از زایمان هورمون پرولاکتین بالا می‌رود تا شیرسازی در غدد شیری انجام شود ولی مکیدن نوزاد سبب سیستم بازخوردی مثبت شده و هم سبب افزایش ترشح اکسی توسین برای خروج شیر و هم افزایش پرولاکتین برای ساخت شیر می‌شود.

هورمون	محل تولید	اندام هدف	محرک تولید	اثر در بدن
آزادکننده	هیپوتالاموس	هیپوفیز پیشین	کاهش هورمون‌های غده هیپوفیز پیشین یا اثر آن‌ها	زیادی ترشح هورمون‌های هیپوفیز پیشین
مهارکننده	هیپوتالاموس	هیپوفیز پیشین	افزایش هورمون‌های هیپوفیز پیشین یا اثر آن‌ها	کم کردن ترشح هورمون‌های هیپوفیز پیشین
اکسی توسین	هیپوتالاموس	رحم یا غدد شیری	شروع فرایند زایمان یا مکیدن نوزاد	افزایش انقباضات رحم - خروج شیر از غدد شیری
ضد ادراری (ADH)	هیپوتالاموس	کلیه‌ها	افزایش فشار اسمزی پلاسما	افزایش بازجذب آب از کلیه‌ها
هورمون رشد	هیپوفیز پیشین	استخوان‌ها	نیاز بدن به رشد	رشد استخوان‌ها و قد انسان تا چند سال پس از بلوغ
پرولاکتین	هیپوفیز پیشین	در زنان غده شیری، سیستم ایمنی و تنظیم آب بدن در مردان سیستم ایمنی، تولیدمثلی و تنظیم آب	نیاز به تولید شیر در زنان پس از زایمان	تولید شیر در غدد شیری زن تنظیم فعالیت تولیدمثلی در مردان حفظ تعادل آب و ایمنی بدن در زنان و مردان
محرک تیروئیدی	هیپوفیز پیشین	غده تیروئید	کمبود هورمون تیروئیدی	افزایش هورمون‌های یددار غده تیروئیدی
محرک فوق کلیه	هیپوفیز پیشین	غده‌های فوق کلیه	کمبود هورمون‌های غده فوق کلیه یا اثر آن‌ها	زیادی ترشح هورمون‌های غده فوق کلیه
محرک جنسی FSH و LH	هیپوفیز پیشین	بیضه‌ها یا تخمدان‌ها	کمبود هورمون‌های جنسی	محرک ترشح هورمون‌های جنسی
هورمون‌های تیروئیدی T_4 و T_3	غده تیروئید	کل یاخته‌های بدن	کمبود سوخت‌وساز بدن	افزایش سوخت‌وساز و تنفس یاخته‌ای بدن
کلسیونین	غده تیروئید	استخوان	افزایش کلسیم پلاسما	مانع از تجزیه استخوان می‌شود و کلسیم خون را کم می‌کند.
هورمون‌های پاراتیروئیدی	۴ غده پاراتیروئید	استخوان کلیه‌ها ویتامین D	کاهش کلسیم پلاسما	افزایش برداشت کلسیم ماده زمینه‌ای استخوان افزایش بازجذب کلسیم از کلیه‌ها تغییر ویتامین D برای جذب کلسیم در روده
ایپی نفرین و نوراپی نفرین	مرکز غده فوق کلیه	اثر عمومی در بدن	تنش محیطی کوتاه‌مدت	افزایش ضربان قلب و فشار خون ↑ و قند خون ↑ و گشاد کردن نایزک‌ها
آلدوسترون	قشر غده فوق کلیه	کلیه‌ها	کمبود سدیم پلاسما یا کمبود حجم آب پلاسما	افزایش بازجذب سدیم و افزایش فشار خون
کورتیزول	قشر غده فوق کلیه	اثر عمومی بر کل بدن	تنش‌های محیطی طولانی و مهم	افزایش قند خون و کاهش عمل سیستم ایمنی

هورمون	محل تولید	اندام هدف	محرك تولید	اثر در بدن
هورمون‌های جنسی هر دو جنس	قشر فوق کلیه	اثر عمومی	نیاز به هورمون جنسی	تحریک گامت‌سازی و صفات ثانویه جنسی می‌دهند.
گلوکاگون	لوزالمعده (جزایر لانگرهانس)	کبد	قند خون پایین	تجزیه گلیکوژن کبد به گلوکز را زیاد می‌کند و قند خون را بالا می‌برد. (انرژی در دسترس بدن را زیاد می‌کند.)
انسولین	لوزالمعده (جزایر لانگرهانس)	کل بدن	افزایش قند خون	نفوذپذیری یاخته‌ها به گلوکز را بالا می‌برد و گلوکز خون یا انرژی در دسترس بدن را کم می‌کند.
ملاتونین	اپی فیز	معلوم نیست	تاریکی	تنظیم ریتم شبانه‌روزی
تیموسین	غده تیموس	سیستم ایمنی	نیاز به بلوغ لنفوسیت‌ها	بلوغ و تمایز لنفوسیت‌های T
گاسترین	یاخته درون‌ریز معده نزدیک پیلور	یاخته‌های کناری و اصلی غدد معده	نیاز به اسید و آنزیم معده	محرك ترشح اسید معده و آنزیم پپسینوژن
سکرتین	یاخته‌های درون‌ریز دوازدهه	بخش برون‌ریز لوزالمعده	کاهش آنزیم‌ها و بیکربنات روده باریک	محرك ترشح آنزیم‌ها و بیکربنات از لوزالمعده به روده باریک
اریتروپویتین	کبد و کلیه‌ها	مغز قرمز استخوان	کاهش گویچه قرمز	محرك تولید هموگلوبین و گویچه قرمز

کاهش فعالیت غده	عوارض
هیپوتالاموس و هیپوفیز	نامنظم شدن ترشح هورمون‌های محرك، رشد بدن و پرولاکتین هیپوفیز پیشین - افزایش دفع آب از ادرار - اشکال در خروج شیر و جنین از بدن - روی تنظیم سدیم خون، قند خون، سوخت‌وساز بدن، فعالیت‌های جنسی، خواب، گرسنگی، فشار اسمزی، فشار خون، زنبش قلب، هیجانات بدن، مقاومت با شرایط ناگوار مؤثر است.
تیروئید	(۱) مقدار تجزیه گلوکز و انرژی‌زایی یاخته، تنفس یاخته‌ای و واکنش‌های محتاج ATP در بدن دچار اختلال می‌شود. (۲) مقدار کلسیم خون زیاد می‌شود و برداشت کلسیم از استخوان‌ها افزایش یافته و سبب پوکی استخوان می‌شود.
پاراتیروئید	تنظیم کلسیم خون همانند کلسی‌تونین اختلال می‌یابد. کم کاری این غدد سبب کاهش کلسیم خون می‌شود. در حقیقت، کم کاری این غدد در تنظیم کلسیم خون، انعقاد خون، تولید لخته، فعال کردن ویتامین D، تراکم استخوان و مکانیسم انقباض ماهیچه‌ها و کار قلب و رگ‌ها اختلال ایجاد می‌کند.
مرکز فوق کلیه	نمی‌تواند در مقابل هیجانات و تنش‌های کوتاه‌مدت آبی واکنش افزایش قند، فشار خون و هوارسانی به شش‌ها را انجام دهد.
قشر فوق کلیه	نمی‌تواند در تنش‌های طولانی‌مدت سبب افزایش قند خون شود و پاسخ دیرپا به نیازهای عاطفی دهد. نمی‌تواند سبب تنظیم سدیم بدن شود و مقدار زیادی از سدیم را به دلیل کمبود آلدوسترون، وارد ادرار می‌کند.
لوزالمعده	سبب اختلال در قند خون، هیدرولیز غذا در دوازدهه و عدم تنظیم pH مناسب برای فعالیت آنزیم‌های روده می‌شود.
اپی فیز	اختلال در تنظیم ریتم شبانه‌روزی رخ می‌دهد.
تیموس	اختلال در بلوغ لنفوسیت‌های T رخ می‌دهد. مبارزه بدن در مقابل ویروس و سرطان کاهش می‌یابد.

نکات ارتباط شیمیایی در جانوران دیگر

- (۱) در جانوران، ارتباط شیمیایی علاوه بر اینکه در **ارتباط بین یاخته‌ها** و اندام‌های خود جاندار نقش دارد سبب **ارتباط با افراد دیگر** محیط نیز می‌شود.
- (۲) فرومون نوعی ماده **شیمیایی** است که در **جانوران مختلفی** از یک فرد ترشح می‌شود تا در فرد یا افراد دیگری از **هم‌گونه‌های** خود، **پاسخ رفتاری** مناسب ایجاد کند (سبب کمک در زندگی گروهی می‌شود).
- (۳) **زنبورها** با ترشح فرومون به **هم‌گونه‌های** خود اطلاع یا هشدار می‌دهند که شکارچی در محیط آن‌ها وجود دارد.
- (۴) **مارها** از فرومون برای **جفت‌یابی** استفاده می‌کنند.
- (۵) **گره‌ها** از **فرومون‌ها** برای **تعیین قلمرو** خود استفاده می‌کنند.
- (۶) فرومون همواره در هر جانوری توسط گیرنده‌های **شیمیایی** تشخیص داده می‌شود.