تنظیم هورمونی

هورمون‌ها مواد شیمیایی خاصی هستند که سلول‌های خاصی آن‌ها را به مقدار بسیار کم به درون خون ترشح می‌کنند و موجب تنظیم فعالیت‌های سلول‌های هدف در بدن می‌شوند. سلول‌هایی که تحت تأثیر هورمون قرار می‌گیرند، **سلول‌های هدف** نامیده می‌شوند. تأثیرات هورمون‌ها نسبت به پیام‌های عصبی بادوام‌تر بوده و دقیق‌تر عمل می‌کنند ولی سرعت عمل آن‌ها کم‌تر از پیام‌های عصبی است. به‌طور کلی می‌توان چهار عمل اصلی برای هورمون‌ها در نظر گرفت:

۱) تنظیم فرایندهای مختلف از قبیل رشد، نمو، تولید مثل و رفتار

۲) ایجاد هماهنگی بین تولید، مصرف و ذخیره‌ی انرژی

۳) حفظ حالت پایدار بدن، مانند ثابت نگه‌داشتن مقدار آب و نمک‌های مختلف درون بدن

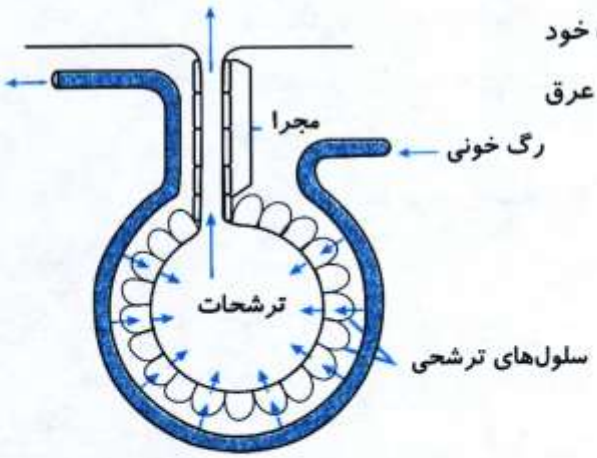
۴) وادارکردن بدن به انجام واکنش در برابر محرک‌ها، مانند ستیز و گریز

غده‌ها

غده‌ها بافت‌هایی هستند که سلول‌های آن‌ها، برای ترشح‌نمودن مواد ویژه، تخصص‌یافته‌اند. غده‌های درون بدن را می‌توان به دو گروه تقسیم نمود:

۱ غدد درون‌ریز: وظیفه‌ی اصلی آن‌ها ترشح هورمون است. ترشحات خود را به درون خون می‌ریزند. این غده‌ها مجرای مشخصی ندارند و ترشحات آن‌ها وارد رگ‌های خونی می‌شود؛ مانند غده‌ی تیروئید. در این فصل، با ساختمان و عملکرد این غدد و ترشحات آن‌ها آشنا می‌شویم.

۲ غدد برون‌ریز: این غده‌ها دارای مجرای مشخصی هستند و محتویات خود را از طریق آن مجرا به بیرون از محیط داخلی بدن می‌ریزند؛ مانند غدد عرق یا غدد دیواره‌ی لوله‌ی گوارش.

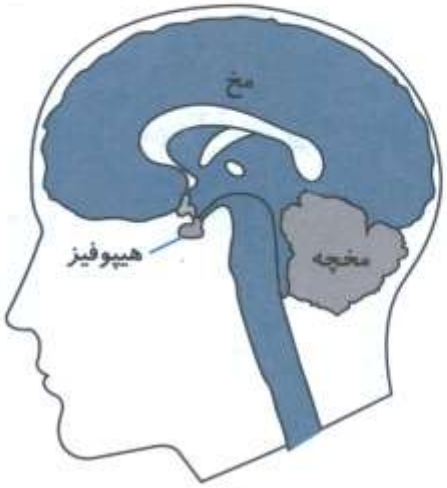


غده‌ی برون‌ریز

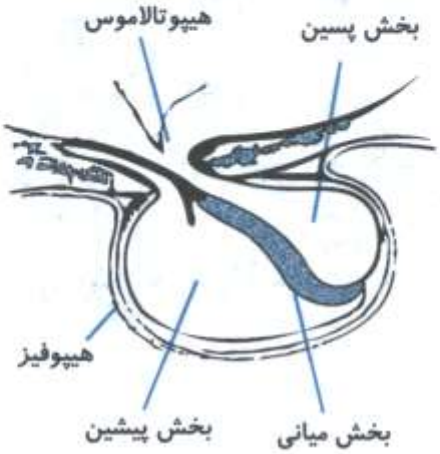
ماهیت شیمیایی هورمون‌ها: بیشتر هورمون‌ها به دو گروه آمینواسیدی و استروئیدی (نوعی لیپید) تعلق دارند. هورمون‌های جنسی و برخی از هورمون‌های غدد فوق‌کلیوی مانند کورتیزول استروئیدی هستند و هورمون‌هایی که از هیپوفیز ترشح می‌شوند و نیز انسولین ساختمان آمینواسیدی دارند.

غده‌ی هیپوفیز

این غده در بخش تحتانی مغز قرار دارد و یکی از پیچیده‌ترین غدد داخلی بدن به‌شمار می‌آید. برخی از هورمون‌های غده‌ی هیپوفیز فعالیت برخی از غده‌های درون‌ریز بدن را تنظیم می‌کنند. هیپوفیز شامل سه بخش پیشین، میانی و پسین است.



موقعیت غده‌ی هیپوفیز



بخش‌های مختلف هیپوفیز

الف هیپوفیز پیشین: شش هورمون ترشح می‌کند که شامل هورمون‌های زیر است:

۱. هورمون رشد یا سوماتوتروپ

۲. هورمون لاکتوژن یا پرولاکتین (تحریک‌کننده‌ی ترشح شیر)

۳. هورمون محرک تیروئید یا تیروتروپ

۴. هورمون محرک بخش قشری غده‌ی فوق‌کلیه یا کورتیکوتروپ

۵ و ۶. هورمون‌های محرک غدد جنسی یا گنادوتروپ‌ها

● **هورمون رشد:** اگر هیپوفیز جانوری را در دوران رشد خراب کنند، رشد آن متوقف می‌شود ولی اگر به چنین جانوری عصاره‌ی هیپوفیز تزریق شود، کمبود رشدش جبران می‌شود.

هورمون رشد با اثر بر بافت غضروفی استخوان‌ها، ساخت پروتئین در استخوان را زیاد می‌کند و موجب تکثیر سلول‌های استخوان‌ساز می‌شود و تبدیل غضروف به استخوان را آسان می‌نماید. ولی این تأثیر بر رشد استخوان‌ها غیر مستقیم است؛ یعنی این هورمون، کبد و بافت‌های دیگر را وادار به ساخت ماده‌ای می‌کند که به‌طور میانجی واکنش رشد را سبب می‌شود.

عوامل مختلفی در میزان ترشح هورمون رشد اثرگذارند. برای مثال، فعالیت بدنی موجب کاهش گلوکز خون می‌شود و کاهش گلوکز موجب افزایش ترشح هورمون رشد می‌شود. در حالت خواب عادی، ترشح هورمون رشد زیاد می‌شود. هنگام روزه‌داری و گرسنگی‌های طولانی، ترشح هورمون رشد زیاد می‌شود.

هورمون رشد بر روی قند خون نیز اثر دارد. نحوه‌ی اثر این هورمون بر قند خون در طرح زیر خلاصه شده است:

هورمون رشد ←
- چربی ← آزادسازی و تبدیل اسیدهای چرب
- آمینواسیدها ← انتقال از خون به سلول‌ها

← کاهش مصرف قند ← افزایش قند خون

● **رشد غیرطبیعی:** کاهش شدید یا افزایش شدید هورمون رشد سبب رشد غیرعادی می‌شود. کاهش شدید مقدار هورمون رشد در کودکی (قبل از بلوغ) موجب کوتاه‌قدی مفرط یا نانیسم می‌شود. افراد مبتلا به نانیسم هوش طبیعی دارند. هرگاه قبل از اتمام سن رشد به فرد هورمون رشد تزریق شود، این عارضه می‌تواند درمان شود.

افزایش بیش از حد هورمون رشد در دوران کودکی موجب بلندقدی بیش از حد یا ژیگانتیسم می‌شود. چنان‌چه افزایش غیرعادی هورمون رشد در دوران بلوغ یا بعد از آن رخ دهد، قد شخص بلندتر نمی‌شود بلکه بافت پیوندی او توسعه می‌یابد و قطر استخوان‌ها افزایش می‌یابد. اولین نشانه‌ی این بیماری نیاز به کفش بزرگ‌تر و تنگ‌شدن انگشتر است. این عارضه آکرومگالی نام دارد.

الف ب ج

ب هیپوفیز میانی: ظاهراً هیپوفیز میانی در انسان، نقش عمده‌ای بر عهده ندارد ولی در مهره‌داران ساده‌تر همچون دوزیستان و خزندگان هورمونی ترشح می‌کند به نام محرک ملاتونین که این هورمون باعث تغییر رنگ جانور می‌شود (مانند راسوها که در زمستان سفید و در تابستان رنگ تیره دارند) و موجب انتشار رنگدانه‌های سیاه ملانین و تیره‌شدن رنگ سلول‌های پوست می‌شود.

ج هیپوفیز پسین: این بخش از هیپوفیز ساختمان غده‌ای ندارد و بخشی از سیستم عصبی محسوب می‌شود. به عبارت دیگر، هیپوفیز پسین بخشی از هیپوتالاموس است زیرا انتهای آکسون نورون‌هایی است که جسم سلولی آن‌ها در هیپوتالاموس واقع است. هورمون‌های ADH (آنتی‌دیورتیک) و اکسی‌توسین (تسهیل‌کننده‌ی زایمان و ترشح شیر) در هیپوتالاموس ساخته شده و در هیپوفیز پسین ذخیره می‌شوند و به خون ترشح می‌شوند. هورمون ADH از طریق بازجذب آب از نفرون‌ها در کلیه‌ها، موجب کاهش حجم ادرار در مواقع لزوم می‌شود.

تیروئید

این غده در جلوی حنجره قرار گرفته و دارای دو بخش (لُب) است که به‌وسیله‌ی بخش میانی به هم متصل شده‌اند. هورمون‌های اصلی تیروئید، تیروکسین، تری یدوتیرونین و کلسی‌تونین هستند. در حدود ۹۰ درصد هورمون‌های غده‌ی تیروئید را تیروکسین تشکیل می‌دهد. عمل اصلی تیروکسین و سایر هورمون‌های یُددار تیروئید، تنظیم سوخت و ساز بدن است. هورمون‌های اصلی تیروئید موجب افزایش تعداد میتوکندری‌ها و آنزیم‌ها می‌شوند، چربی‌ها را تجزیه می‌کنند و تعداد ضربان قلب را افزایش می‌دهند.

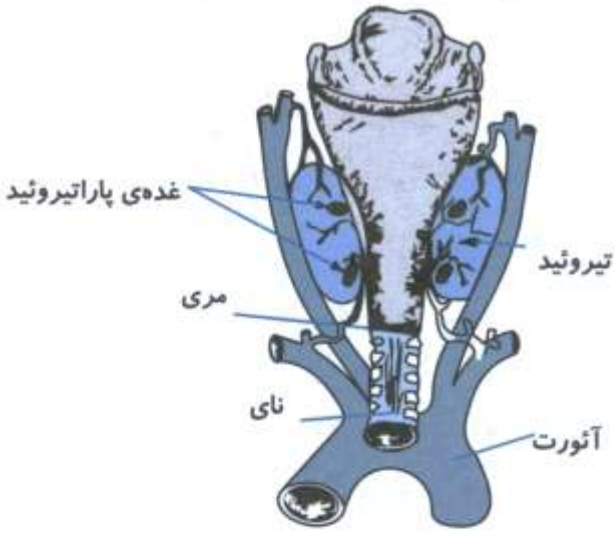
پرکاری تیروئید (هایپرتیروئیدیسم) با افزایش حجم غده (گواتر) و زیادشدن ترشح هورمون‌های آن همراه است. از نشانه‌های این بیماری مصرف بیشتر اکسیژن و گرمازایی بیشتر، ضعف، لرزش عضلات، خستگی شدید، بی‌خوابی و افزایش غدد مولد عرق است. کره‌های چشم بزرگ و به‌تدریج به سمت جلوی حدقه رانده می‌شود که در صورت تشدید آن، می‌تواند با کشیدگی عصب بینایی سبب کوری شود.

در حالت پرکاری تیروئید، به دلیل افزایش متابولیسم معمولاً وزن بدن کم می‌شود گرچه به علت نقش هورمون‌های تیروئید در افزایش اشتها، ممکن است علائم کاهش وزن ظاهر نشود.

عارضه‌ی کم‌کاری تیروئید (کاهش ترشح هورمون‌های تیروئید) نیز موجب گواتر می‌شود. خستگی، خواب‌آلودگی، کاهش ضربان قلب و کندشدن حرکات، کاهش شدید متابولیسم و پف‌آلودشدن زیر چشم‌ها در بزرگسالان از علائم کم‌کاری تیروئید است. کم‌کاری تیروئید در جنینی و کودکی باعث اختلال در رشد مغز (عقب‌افتادگی ذهنی) و رشد و نمو عمومی بدن می‌شود. کمبود یُد در رژیم غذایی که در غذاهای دریایی وجود دارد نیز موجب افزایش حجم تیروئید می‌شود.

کلسی‌تونین ترشح‌شده از تیروئید موجب کاهش تراکم کلسیم در خون می‌شود و از این نظر، برعکس هورمون پاراتیروئید عمل می‌کند. البته اثر کلسی‌تونین نسبتاً محدود است. کلسی‌تونین موجب افزایش مصرف کلسیم توسط استخوان‌ها می‌شود.

غدد پاراتیروئید



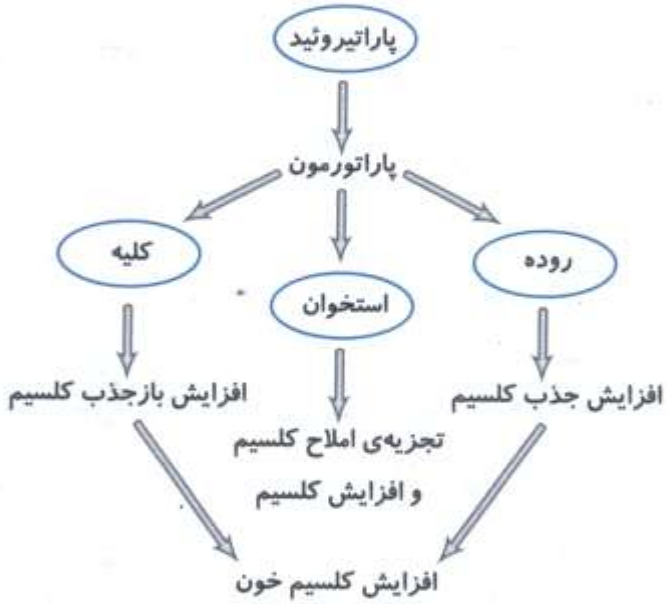
این غدد چهار عدد هستند و در پشت تیروئید قرار دارند. هورمون غدد پاراتیروئید پاراتورمون نام دارد که عامل تنظیم و تثبیت میزان یون کلسیم در خون است (حدود ۱۰۰ میلی‌گرم در لیتر پلاسما). پاراتورمون موجب افزایش میزان یون کلسیم در خون می‌شود. کمبود کلسیم در خون موجب تحریک‌پذیری بیش از حد سلول‌های عصبی، ماهیچه‌ای و قلب می‌شود. پاراتیروئید از ۳ طریق باعث افزایش کلسیم خون می‌شود:

۱ تجزیه‌ی بافت استخوانی و آزادکردن کلسیم (عکس کلسی‌تونین)

۲ افزایش بازجذب کلسیم از ادرار

۳ با فعال‌کردن ویتامین D باعث افزایش جذب کلسیم از روده می‌شود.

مکانیسم‌های اثر پاراتورمون بر غلظت کلسیم خون در طرح زیر آمده است:



غده‌ی پانکراس (لوزالمعده)

این غده علاوه بر بخش برون‌ریز آن که قوی‌ترین آنزیم‌های گوارشی و بی‌کربنات را به درون روده می‌ریزد، دارای بخش درون‌ریز نیز است که جزایر لانگرهانس نامیده می‌شود و شامل سه دسته سلول آلفا، بتا و دلتا است. تعداد جزایر لانگرهانس لوزالمعده حدود دو میلیون است که هر کدام شامل چندصد سلول‌اند.

سلول‌های آلفا ← هورمون گلوکاگون را می‌سازند (افزایش‌دهنده‌ی قند خون)

سلول‌های بتا ← هورمون انسولین را می‌سازند (کاهش‌دهنده‌ی قند خون)

سلول‌های دلتا ← هورمون سوماتوستاتین را می‌سازند (اثر بازدارنده بر ترشح سایر هورمون‌های لوزالمعده)

گلوکز مهم‌ترین منبع تولید انرژی برای سلول‌های بدن است. غلظت گلوکز خون باید در حدود یک گرم در لیتر ثابت بماند. برای مثال، گلوکز تنها ماده‌ای است که مغز از آن استفاده می‌کند. منبع اصلی تولید قند خون، گلیکوژن کبدی است. به‌طور کلی، به‌جز اثر هورمون رشد بر غلظت قند خون که به آن اشاره شد، غلظت قند خون تحت فعالیت هورمون‌هایی است که از سه غده ترشح می‌شوند.

نام هورمون	غده	مکانیسم اثر	اثر بر قند خون
انسولین	پانکراس	تبدیل گلوکز به گلیکوژن کبدی	کاهش
گلوکاگون	پانکراس	تجزیه‌ی گلیکوژن کبدی	افزایش
آدرنالین	فوق کلیوی	تجزیه‌ی گلیکوژن کبدی	افزایش
نورآدرنالین	فوق کلیوی	تجزیه‌ی گلیکوژن کبدی	افزایش
کورتیزول	فوق کلیوی	تجزیه‌ی پروتئین‌ها و تبدیل به گلوکز	افزایش

انسولین مهم‌ترین هورمون تنظیم‌کننده‌ی قند خون است و با مکانیسم‌های مختلفی همچون افزایش نفوذپذیری غشای سلولی نسبت به گلوکز، افزایش اکسیداسیون گلوکز و تبدیل آن‌ها به گلیکوژن، جلوگیری از تجزیه‌ی گلیکوژن و ... موجب کاهش قند خون می‌شود. تخریب سلول‌های لوزالمعده و کاهش تولید انسولین موجب بروز بیماری دیابت نوع (I) و کاهش تعداد گیرنده‌های انسولین موجب بروز بیماری دیابت نوع (II) می‌شود. از عوارض دیابت، دفع گلوکز اضافی به‌وسیله‌ی ادرار و افزایش حجم ادرار، لاغری، استفاده‌ی سلول‌ها از پروتئین و ضعیف‌شدن سیستم ایمنی بدن، تولید مواد سمی بر اثر متابولیسم ناقص چربی‌ها، به هم خوردن تعادل pH خون و ... است.

غدد فوق کلیه (آدرنال)

غدد فوق کلیوی دو غده هستند که بالای کلیه‌ها و چسبیده به آن‌ها قرار دارند و از دو بخش قشری و مرکزی تشکیل شده‌اند که هر یک غده‌ای کاملاً مستقل‌اند.

الف بخش قشری: هورمون‌های این بخش همگی از کلسترول ساخته شده‌اند و استروئید نامیده می‌شوند و شامل هورمون‌های زیر هستند:

۱) آلدوسترون (از لایه‌ی خارجی) ← بازجذب سدیم خون (در نتیجه، بالارفتن فشار خون برای مقابله با فشار روحی)

۲) کورتیزول (از لایه‌ی میانی) ← هورمون عواطف

۳) هورمون‌های جنسی (از لایه‌ی داخلی) ← بروز صفات جنسی

کورتیزول از نظر کثرت فعالیت‌هایی که انجام می‌دهد، از هورمون های بسیار مهم بدن است. کورتیزول در موارد ترمیم زخم‌ها، رفع التهاب در بافت‌ها، مقابله با شرایط ناگوار بدنی و محیطی مانند عفونت میکروبی، شوک‌های عصبی و عاطفی (مرگ عزیزان) گرما و سرما دخالت داشته و به کمک بدن می‌آید. کورتیزول با تجزیه‌ی پروتئین‌ها در کبد و تبدیل آن‌ها به قند، انرژی لازم برای سلول‌ها را فراهم می‌سازد.

ب بخش مرکزی: این بخش را که ارتباطی با بخش قشری ندارد، تحت کنترل دستگاه عصبی سمپاتیک است. هورمون‌های این بخش که به هورمون‌های ستیز وگریز نیز مشهورند، اپی‌نفرین و نور اپی‌نفرین (قبلاً آدرنالین و نورآدرنالین نامیده می‌شدند) نام دارند. اثر این هورمون‌ها آماده‌کردن بدن برای مواقع اضطراری است. این هورمون‌ها موجب افزایش ضربان قلب، تجزیه‌ی گلیکوژن و افزایش قند خون، گشادکردن رگ‌های ماهیچه‌ها، افزایش فشار خون و تحریک‌پذیری و حالت آمادگی بدن برای ستیز، گریز یا مسابقات ورزشی می‌شوند.

تیموس

غده‌ی تیموس در جلوی نای و پشت استخوان جناغ سینه قرار دارد. نقش مهم آن در فعالیت‌های ایمن‌سازی بدن به‌ویژه در دوران کودکی است. در این دوران، تیموس محل تکامل گروهی از لنفوسیت‌های بدن است. تیموس در کودکی بزرگ است ولی به‌تدریج تحلیل می‌رود و در هنگام بلوغ به حداقل اندازه‌ی خود می‌رسد و برداشتن آن بعد از بلوغ اثر زیادی در وضع طبیعی بدن ندارد؛ در حالی‌که این عمل در کودکی موجب کندی رشد و اختلالات شدید دستگاه ایمنی و اغلب منجر به مرگ می‌شود.

غدد جنسی (گُنادها)

غدد جنسی در مردان بیضه‌ها هستند که در کیسه‌ی بیضه و در خارج حفره‌ی شکمی قرار دارند. غدد جنسی در زنان تخمدان نام دارند که درون حفره‌ی شکم کنار رحم قرار دارند. به‌طور کلی، وظایف غدد جنسی را می‌توان به صورت زیر خلاصه نمود:

۱ تولید سلول‌های جنسی (گامت‌ها)

۲ ترشح هورمون‌های جنسی

وظایف هورمون‌های جنسی:
- رشد و نگه‌داری بافت‌های سازنده‌ی دستگاه تولید مثلی
- بروز صفات ثانویه‌ی جنسی

هورمون جنسی در بدن مرد تستوسترون نام دارد. هورمون‌های جنسی در بدن زن نیز استروژن و پروژسترون هستند. اگر به یک نوزاد لباس بپوشانیم، تشخیص دختر یا پسر بودن آن ممکن نخواهد بود ولی پس از بلوغ این کار به راحتی قابل تشخیص است. صفات ثانویه‌ی جنسی صفاتی هستند که در سن بلوغ تحت اثر هورمون‌های جنسی ظاهر شده، موجب تشخیص جنس نر و ماده از یکدیگر می‌شوند. از صفات ثانویه در جانوران می‌توان به یال شیر، دم قرقاول و تاج خروس و شاخ گوزن اشاره نمود. از صفات ثانویه جنسی در مردها، روییدن مو در صورت و بخش‌های دیگر بدن و بم‌شدن صدا است. تستوسترون در دوره‌ی بلوغ موجب تحریک رشد ماهیچه‌ها و استخوان‌ها می‌شود. علاوه بر آن، این هورمون موجب آغاز ساخت سلول‌های جنسی نر (اسپرم) می‌شود که تا پایان عمر ادامه می‌یابد (هرچند در کهن‌سالی کاهش چشم‌گیری پیدا می‌کند).

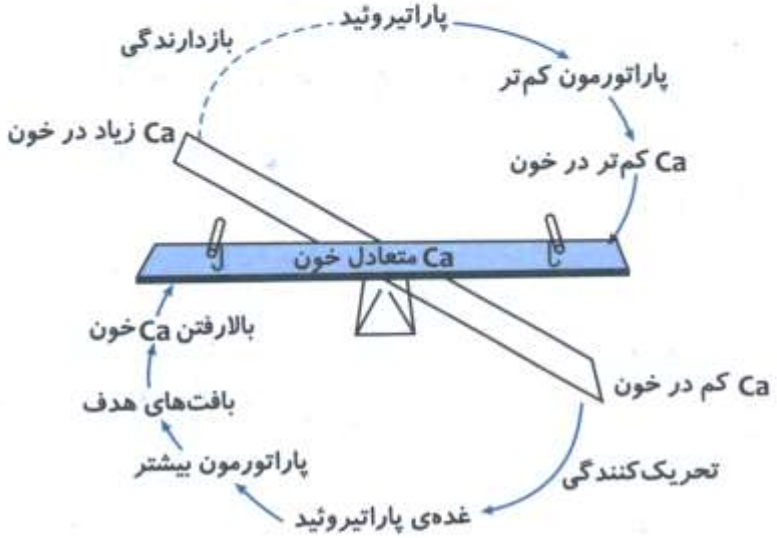
از صفات ثانویه‌ی جنسی در زن‌ها رشد سینه‌ها، رشد لگن و رویش مو در بعضی از بخش‌های بدن است. استروژن و پروژسترون از تخمدان‌ها ترشح می‌شوند. تخمدان‌ها از دوره‌ی بلوغ فعال می‌شوند و علاوه بر بروز صفات ثانویه‌ی جنسی، موجب فعال‌شدن و آزادسازی یک سلول جنسی ماده (تخمک) در هر ماه می‌شوند.

بلوغ، مرحله‌ای از رشد و تکامل است که حد فاصل دوران کودکی و نوجوانی رخ می‌دهد. این سن برای پسرها ۱۲ تا ۱۶ سالگی و برای دخترها ۱۱ تا ۱۵ سالگی است. در این دوران، علاوه بر تغییرات جسمی و بروز صفات ثانویه‌ی جنسی، فرد دچار تغییرات عاطفی و روحی می‌شود که از دلایل نیاز به توجه جدی به این دوران است.

تنظیم ترشح هورمون‌ها

ترشح هر هورمون باید تحت کنترل مکانیسم‌های تنظیمی باشد تا بتواند به نحو مطلوبی مؤثر واقع شود. به‌طور کلی، تنظیم هورمون‌ها بر اساس مکانیسم‌های خودتنظیم صورت می‌گیرد. این امر بیشتر در مواردی صدق می‌کند که عمل یک هورمون ثابت نگه‌داشتن یک متغیر در بدن باشد، (مانند نقش پاراتورمون در تثبیت کلسیم خون).

پاراتورمون غلظت Ca را در خون می‌سنجد. با کاهش Ca خون، پاراتیروئید فعال شده و پاراتورمون بیشتری می‌سازد. این امر موجب افزایش Ca در خون می‌شود و افزایش Ca خود باعث مهار پاراتیروئید و کاهش ترشح پاراتورمون می‌شود.



علاوه بر مکانیسم یادشده، نقش هیپوتالاموس و هیپوفیز کنترل‌کردن ترشح اولیه‌ی بسیاری از هورمون‌ها است. مواد ترشح‌شده از هیپوتالاموس به هیپوفیز پیشین می‌روند (بدون آن‌که در بدن پخش شوند). این مواد موجب تحریک یا مهار ساخت هورمون‌های محرک ترشح‌شونده از هیپوفیز پیشین می‌شوند (مانند هورمون محرک تیروئید). هورمون محرک از طریق خون به غده‌ی موردنظر می‌رسد و موجب تحریک فعالیت آن و ترشح هورمون موردنظر از غده‌ی ذکرشده می‌شود. به همین دلیل، می‌توان گفت هیپوفیز رابط دستگاه عصبی و هورمونی است.