(FSH) دوره‌ی اسپرماتوزوئیدسازی را کامل می‌کند. در زنان هورمون‌های گونادوتروپین سبب بلوغ جنسی و بروز دوره‌های ماهانه می‌شود. هورمون محرک فولیکولی سبب رشد فولیکول‌های تخمدان می‌شود و به تخمک‌گذاری کمک می‌کند.

۵ــ هورمون محرک بخش قشری غده‌ی فوق کلیه: این هورمون، سبب تحریک و رها شدن هورمون‌های بخش قشری غده‌ی فوق کلیه می‌شود. اگر این هورمون افزایش یابد، بیماری کوشینگ را درپی دارد که در آن سیستم ایمنی بدن دچار ضعف می‌شود. میزان این هورمون در صبح به حداکثر و در انتهای روز به حداقل می‌رسد.

هورمون‌های بخش پسین هیپوفیز

این بخش، دو هورمون ترشح می‌کند :

۱ــ هورمون ضدادراری یا وازوپروسین[۱]

۲ــ هورمون اکسی توسین[۲].

۱ــ هورمون ضدادراری: این هورمون توسط هیپوتالاموس ساخته و در هیپوفیز پسین ذخیره می‌شود و سبب بالا بردن حجم خون و فشارخون می‌گردد. هنگامی که آب بدن کم می‌شود، این هورمون افزایش می‌یابد و سبب ورود آب به خون و بازجذب آب در لوله‌های ادراری می‌شود و از دفع آن از بدن جلوگیری می‌کند. وقتی آب بدن تأمین شد ترشح آن متوقف می‌گردد. میزان این هورمون در صبح زود بیش‌تر و در بعداز ظهر کم‌تر است.

هنگام تمرینات ورزشی، ترشّح هورمون ضد ادراری افزایش می‌یابد و سبب بازجذب آب از لوله‌های ادراری می‌شود. بنابراین، آب وارد خون می‌شود و بر حجم خون می‌افزاید. این پدیده به هنگام تمرین ورزشی سبب افزایش حجم ضربه‌ای قلب و خون‌رسانی بیش‌تر، می‌شود.

۲ــ هورمون اکسی‌توسین: در نرون‌های هیپوتالاموس ساخته و در هیپوفیز ذخیره می‌شود. عمل آن، اثر بر ماهیچه‌های صاف پستان و عضلات دیواره‌ی رحم است و سبب ترشح شیر می‌شود و هنگام زایمان نیز سبب خروج نوزاد از رحم می‌گردد.

غده‌ی صنوبری (پینه آل[۳]): این غده‌ی کوچک، که در سطح خلفی مغز در زیر نیم‌کره‌های مخ و بالای مخچه قرار دارد، «اپی‌فیز» نیز نامیده می‌شود. در مهره‌داران خونسرد آن‌را «چشم سوم» می‌گویند. عمل مهم این غده بر غدد جنسی و بخش قشری غده‌ی فوق کلیه است. ترشحات آن سبب به‌تأخیر انداختن بلوغ می‌شود، همچنین سبب افزایش هورمون آلدوسترون، که از بخش قشری غده فوق کلیه ترشح می‌شود، می‌گردد.

غده‌ی تیروئید

این غده در جلوی حنجره قرار گرفته (شکل ۳ــ۴) و نسبتاً درشت است و حدود ۲۰ گرم وزن دارد و از دو بخش چپ و راست تشکیل شده است. این غده، از تعداد زیادی فولیکول‌های بسته به‌وجود آمده است. تیروئید، سه نوع هورمون

شکل ۳ــ۴ــ نمای قدامی غده‌ی تیروئید

۱ــ Vasopressin ۲ــ Oxytocin ۳ــ Pineal

(T_3 و T_4 وکلسی‌تونین) را می‌سازد و ترشح می‌کند. یاخته‌های فولیکولی تیروئید هورمون‌های تیروکسین[1] وتری یدوتیرونین و یاخته‌های خارج فولیکولی که هورمون کلسی تونین[2] را می‌سازد.

عمل کلسی‌تونین تنظیم کلسیم و فسفر بدن است. این هورمون در کودکان به‌علت شدّت استخوان‌سازی نقش مهمی بازی می‌کند. افزایش کلسیم در خون به سرعت سبب بالا رفتن ترشّح کلسی‌تونین می‌شود و به این ترتیب، میزان ترشّح این هورمون تنظیم می‌گردد.

هورمون‌های تیروکسین و تری یدوتیرونین سبب افزایش سوخت و ساز بدن می‌شوند. یُدی که در بدن مصرف می‌شود بیش‌تر در ساختمان هورمون‌های تیروئید به‌کار می‌رود. بنابراین، کمبود یُد کار غده را مختل می‌کند. افزایش هورمون تیروئید بیش از حد طبیعی، سبب کاهش وزن، احساس گرما و افزایش تعریق، اسهال، خستگی مفرط و لرزش دست‌ها و عصبانیّت می‌شود، که آن را بیماری «پرکاری تیروئید» می‌گویند. در این بیماری کره‌ی چشم به‌طرف جلو می‌آید (اگزوفتالمی) که اگر شدید باشد به کوری منجر می‌شود. کاهش هورمون تیروئید سبب خواب‌آلودگی، افزایش وزن، یبوست، ورم بدن و تنبلی می‌شود.

در سنین رشد افزایش ترشّح هورمون تیروئید سبب ساخته شدن پروتئین‌ها می‌شود و سرعت رشد و نمو بالا می‌رود. بنابراین، دو اثر عمومی و اختصاصی دارد. نوزادان و کودکانی که دچار کاهش تیروکسین هستند از نظر ذهنی و رشد و نمو عمومی بدن دچار مشکل عقب‌ماندگی ذهنی می‌شوند، که به‌آن «بیماری کرتینیسم»[3] می‌گویند.

غدّه‌های پاراتیروئید

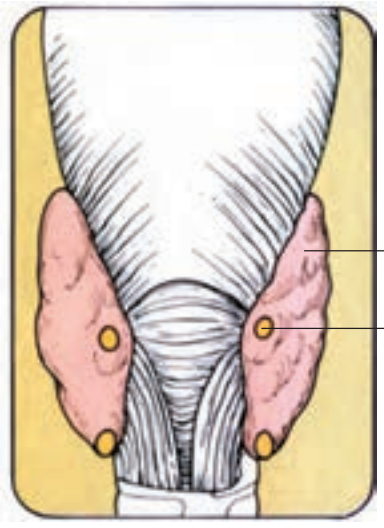
در پشت تیروئید چهار غده‌ی کوچک به‌نام پاراتیروئید قرار دارد (شکل ۴ــ۴) که جمعاً ۱۲۰ میلی‌گرم وزن دارند.

این غده، هورمونی به‌نام پاراتورمون را ترشح می‌کند. نقش آن جذب املاح کلسیم از استخوان و افزایش کلسیم خون است. کاهش این هورمون، سبب کاهش کلسیم خون و درنتیجه، گرفتگی عضلات حنجره و عضلات تنفسی و یا قلبی می‌شود، و منجر به مرگ می‌گردد.

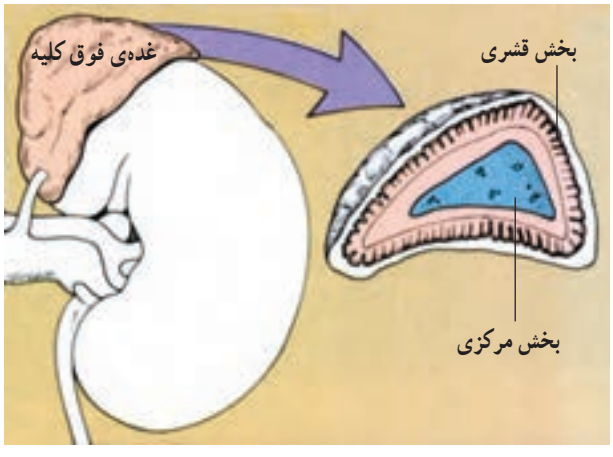
غلظت طبیعی کلسیم در خون حدود ۹/۴ میلی‌گرم درصد میلی‌لیتر خون است. بنابراین، هرگاه کلسیم خون افزایش یابد هورمون کلسی‌تونین سبب کاهش و هرگاه کلسیم کاهش یابد، پاراتورمون سبب افزایش آن می‌شود.

غدّه‌های فوق کلیه

وزن هر غده حدود ۵ گرم است و برروی کلیه‌ها قرار گرفته‌اند. هر غده از دو بخش قشری و مرکزی ساخته شده است (شکل۵ــ۴).



شکل ۴ــ۴ــ غده‌ی تیروئید و پاراتیروئید



شکل ۵ ــ۴ــ غده‌ی فوق کلیه

۱ــ Thyroxine ۲ــ Calcitonin ۳ــ Cretinism

بخش قشری فوق کلیه، هورمون‌هایی به‌نام کورتیکوستروئید را می‌سازد که از استروئید کلسترول ساخته می‌شوند. اما به‌طور کلّی، سه نوع هورمون از قشر ترشح می‌شود :

۱ــ گلوکوکورتیکوئیدها: مهم‌ترین آن‌ها کورتیزول است که سبب افزایش ساخته شدن گلوکز به‌وسیله‌ی کبد و افزایش مقاومت فیزیکی و فکری بدن می‌شود. کورتیزول، مصرف گلوکز در یاخته‌ها را کم می‌کند و سبب افزایش گلوکز خون می‌شود. کمبود ترشّح کورتیزول ممکن است سبب افسردگی شود. کورتیزول، در ترمیم زخم‌ها و التهاب‌ها مؤثّر است.

۲ــ مینرالوکورتیکوئیدها: مهم‌ترین آن‌ها آلدوسترون[1] است که بر نفوذپذیری لوله‌های ادراری اثر می‌گذارد و بازجذب سدیم را افزایش می‌دهد و این پدیده، سبب بازجذب آب نیز می‌شود. درنتیجه حجم خون افزایش می‌یابد. این هورمون، با تأثیر بر غدّه‌های بزاقی و روده، جذب سدیم را در روده‌ها بالا می‌برد و در غده‌های عرق دفع پتاسیم را افزایش می‌دهد. کاهش پتاسیم در بدن ضعف شدید عضلانی و فلج عضلات را درپی دارد.

۳ــ هورمون‌های جنسی بخش قشری: از این بخش، چند هورمون جنسی‌نر یعنی آندروژن‌ها و مقدار کمی استروژن و پروژسترون ترشح می‌شود. این هورمون در جنس‌نر به رشد اندام‌های جنسی در دوران کودکی کمک می‌کند. در زنان مقدار استروژن و پروژسترون کم است، اما اگر یکی از آندروژن‌ها به‌نام تستوسترون در زنان زیاد شود، نشانه‌های ثانویه‌ی جنسی مرد مثل بم شدن صدا و پرمویی دیده می‌شود.

بخش مرکزی غده‌ی فوق کلیه: هورمون‌های این بخش اپی‌نفرین (آدرنالین) و نوراپی‌نفرین (نورآدرنالین) است که هر دو را «کاتکولامین» می‌نامند. ترشح اپی‌نفرین، سبب افزایش ضربان قلب، فشارخون و کاهش قطر رگ‌های عضلات می‌شود و تجزیه گلیکوژن به گلوکز را در کبد افزایش می‌دهد. هم‌چنین، باعث افزایش گلوکز خون در قدرت عضلانی می‌شود و بدن را در مقابله با حوادث آماده می‌کند (هورمون جنگ و گریز).

غده‌ی لوزالمعده (پانکراس)

وزن آن حدود ۸۰ گرم است که در زیر معده قرار گرفته است. این غده هم برون‌ریز است و هم درون‌ریز. بخش برون‌ریز، ترشحات خود را به دوازدهه می‌ریزد. در ساختمان لوزالمعده دو بخش وجود دارد. یکی واحدهای ترشحی (آسینوس‌ها) که شیره‌ی لوزالمعده را می‌سازد و دومی جزایرلانگرهانس[2] که ترشّحات خود را به خون می‌ریزند (شکل ۶ــ۴).

شکل۶ــ۴ــ غده‌ی لوزالمعده

۱ــ Aldosterone ۲ــ Islet of Langerhans

لوزالمعده دو هورمون انسولین و گلوکاگن را ترشّح می‌کند. انسولین، سبب کاهش قندخون و گلوکاگن برعکس، باعث افزایش آن می‌شود. قسمتی از گلوکز، که از طریق روده جذب می‌شود، در کبد به‌صورت گلیکوژن در می‌آید. انسولین گلوکز را به اسیدهای چرب تبدیل می‌کند. پس از صرف غذا انسولین ترشّح می‌شود و درنتیجه گلوکز به درون یاخته‌های عضلانی وارد می‌گردد و یا مورد مصرف عضلات قرار می‌گیرد و یا به‌صورت گلیکوژن ذخیره می‌شود. کم‌بود انسولین سبب بیماری قند یا دیابت می‌شود. گلوکاگن سبب افزایش قندخون می‌شود و این کار را از طریق افزایش تجزیه‌ی گلیکوژن در کبد به عهده دارد. در هنگـام ورزش، قندخون کاهش می‌یابد. درنتیجه، ترشّح گلوکاگن افزوده می‌شود. مـقدار قـندخـون یک گـرم در لیتر است.

هنگام فعالیت عضلانی و ورزش، قندخون کاهش و ترشح گلوکاگن افزایش می‌یابد تا قند خون در حدّ طبیعی حفظ شود.

به این ترتیب، هر دو هورمون در تنظیم قندخون با یکدیگر همکاری می‌کنند.

در افراد دیابتی چون قندخون بالا می‌رود، گلوکز اضافی از ادرار دفع می‌شود و فرد دچار پر ادراری می‌شود. بنابراین، بیمار احساس تشنگی می‌کند و نیاز به آشامیدن آب دارد (پرنوشی).

غده‌های جنسی

بیضه‌ها و تخمدان‌ها دو غده‌ی دیگر هستند که تحت عنوان «غده‌های جنسی» از آن‌ها نام برده می‌شود. تخمدان‌ها در زن و بیضه‌ها در مرد وظیفه‌ی تولیدمثل را بر عهده دارند. (تولید اسپرماتوزوئید در مرد و تولید تخمک در زن) تخمدان‌ها در زنان، هورمون‌های استروژن و پروژسترون و بیضه‌ها در مردان هورمون تستوسترون را ترشّح می‌کند. به یاد داشته باشید که هورمون‌های تستوسترون و استروژن از بخش قشری غده‌ی فوق کلیه نیز ترشّح می‌شوند.

غده‌ی تیموس

غده‌ای است در جلوی نای که نقش ایمنی در دوران کودکی را بر عهده دارد. این غده به تدریج کوچک می‌شود و تأثیری در اعمال بدن ندارد.

به جدول ۱ــ۴ (خلاصه‌ی هورمون‌ها و اعمال آن) برای یادگیری بیش‌تر توجه نمایید.

جدول ۱ــ۴

نام غده	محل قرارگیری	نام هورمون	عمل
هیپوفیز	پایه‌ی مغز		
بخش پیشین		رشد	عمومی : رشد استخوان‌ها و عضلات در دوران رشد
		پرولاکتین	ساختن و ترشح شیر از پستان‌ها
		محرک تیروئید	تأثیر بر یاخته‌های تیروئید
		FSH	کامل کردن اسپرماتوزوئیدسازی در مرد و بلوغ جنسی و دوره‌ی ماهانه و رشد فولیکول‌ها در زن
		LH	تحریک یاخته‌های بینابینی بیضه‌ها در مرد و بلوغ جنسی در زن
		ACTH	تحریک و رها شدن هورمون‌های بخش قشری فوق کلیه
بخش پسین		ضد ادراری	بازجذب آب و سدیم در لوله‌های ادراری
		اکسی‌توسین	ترشح شیر و خروج نوزاد از رحم
پاراتیروئید	پشت تیروئید	پاراتورمون	جذب کلسیم از استخوان و افزایش کلسیم خون
تیروئید	جلوی حنجره	تیروکسین و تری‌یدوتیرونین	افزایش سوخت و ساز بدن و پروتئین سازی هنگام رشد.
		کلسی‌تونین	تنظیم کلسیم و فسفر و خون
غده‌ی فوق کلیه	روی کلیه‌ها		
بخش قشری		کورتیزول	افزایش ساخته شدن گلوکز و افزایش قندخون.
		آلدسترون	بازجذب سدیم و آب در لوله‌های ادراری.
		تستوسترون	رشد اندام‌های جنسی نر در دوران کودکی.
بخش مرکزی		اپی‌نفرین و نوراپی نفرین	افزایش ضربان قلب و فشار خون و کاهش قطر رگ‌های عضلات
لوزالمعده	زیرمعده	انسولین	کاهش قندخون و تولید گلیکوژن در کبد
		گلوکاگن	افزایش قندخون و تجزیه‌ی گلیکوژن در کبد
بیضه‌ها	قسمت پایینی شکم	تستوسترون	تولید اسپرماتوزوئید در مرد
تخمدان‌ها	قسمت پایینی شکم	استروژن و پروژسترون	تولید تخمک در زن

خودآزمایی

۱ــ اعمال هورمون‌های بخش پیشین و پسین هیپوفیز را به‌طور خلاصه توضیح دهید.

۲ــ اعمال هورمون‌های غده‌ی تیروئید را شرح دهید.

۳ــ عمل هورمون غده‌ی پاراتیروئید را توضیح دهید.

۴ــ هورمون‌های غده‌ی فوق کلیه در بخش قشری و مرکزی را با توجه به عمل آن شرح دهید.

۵ــ هورمون‌های لوزالمعده و اعمال آن را تعریف کنید.

۶ــ هورمون‌های جنسی بیضه‌ها و تخمدان‌ها را توضیح دهید.

فصل پنجم

فیزیولوژی دستگاه تنفس

اهداف رفتاری: دانش‌آموز در پایان این فصل باید بتواند :

۱ــ مسیر هوا را در داخل بدن تا رسیدن به شش‌ها بیان کند.

۲ــ هدف دستگاه تنفس را توضیح دهد.

۳ــ نقش بینی و حنجره، نای، نایژه‌ها و نایژک‌ها را بیان کند.

۴ــ حرکات دستگاه تنفس را به هنگام دم و بازدم توضیح دهد و عضلات تنفسی را بیان کند.

۵ــ تغییرات فشار هنگام دم و بازدم را شرح دهد.

۶ ــ تنظیم تنفس توسط اعصاب و مراکز عصبی مربوط را شرح دهد.

۷ــ حجم‌ها و ظرفیّت‌های شش‌ها و راه اندازه‌گیری آن‌ها را توضیح دهد.

۸ ــ رفلکس‌های دستگاه تنفس را بیان کند.

۹ــ تبادلات حبابچه‌ای و به‌طور کلّی، تبادلات گازهای تنفسی را شرح دهد.

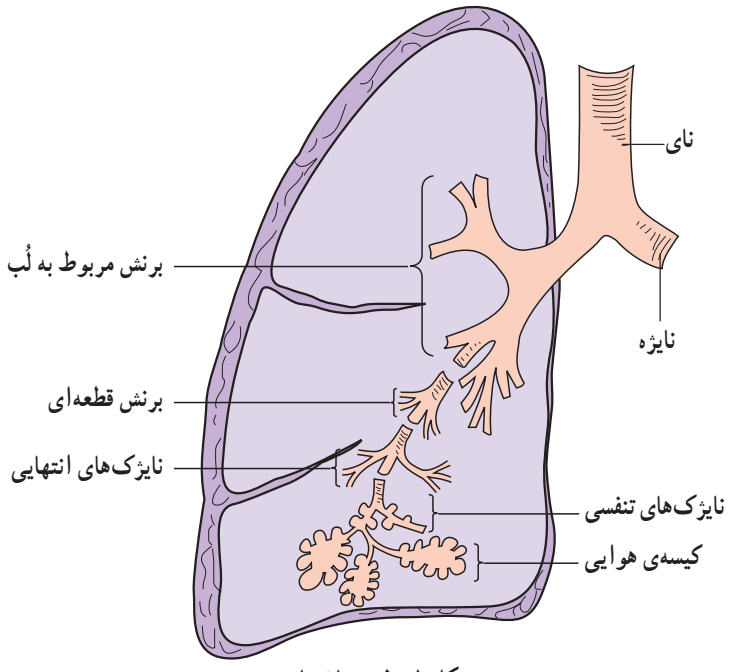
۱۰ــ انتقال گاز اکسیژن (O_2) و دی اکسیدکربن (CO_2) را در خون توضیح دهد.

دستگاه تنفس

از مسیرهای تنفسی و شش‌ها تشکیل شده است که مسیرهای تنفسی به‌ترتیب عبارت‌اند از بینی، حلق، حنجره، نای و نایژک‌ها (برونش‌ها).

این مسیرها، ضمن تصفیه‌ی هوای ورودی، آن را به درون شش‌ها و در نهایت به کیسه‌های هوایی(حبابچه‌ها)، که مهم‌ترین قسمت شش‌ها از نظر تبادل گازهاست،هدایت می‌کند.(شکل ۱ــ۵)

هدف دستگاه تنفس، دریافت اکسیژن از هوا و ارسال آن به سلول‌ها و دریافت دی‌اکسیدکربن



شکل ۱ــ۵ــ ساختمان شش

حاصل از سوخت و ساز مواد غذایی درون سلول‌ها و ارسال آن به بیرون از بدن است. می‌دانیم که برای سوخت و ساز مواد غذایی، نیاز به اکسیژن است و نتیجه‌ی مصرف آن تولید دی‌اکسیدکربن و آب و انرژی است.

نقش بینی و حنجره در تنفس

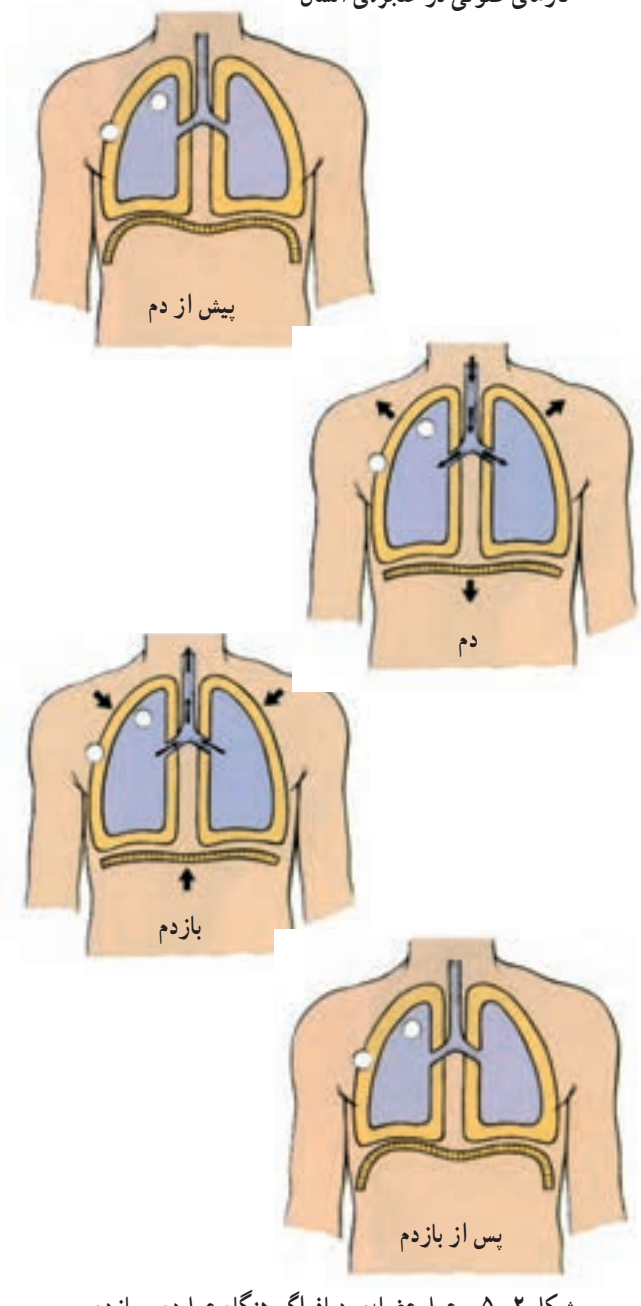
بینی، به سبب دارا بودن مژک و محیط مرطوب، هوای تنفسی را مرطوب و گرم می‌کند و ذرات خارجی را به‌وسیله مژک‌ها می‌گیرد (عمل تصفیه). سپس هوا به حنجره می‌رسد. در حنجره، تارهای صوتی قرار گرفته‌اند که با هوای بازدم، سبب ارتعاش و تولید صدا می‌شوند. هم‌چنین زائده‌ی اپیگلوت، به هنگام عمل بلع، مانع ورود غذا به درون نای می‌شود. هوا پس از حنجره وارد نای و سپس وارد نایژه‌ها و نایژک‌ها می‌شود و در نهایت به کیسه‌های هوایی می‌رسد. بنابراین، انتهایی‌ترین بخش دستگاه تنفس حبابچه‌ها یا کیسه‌های هوایی هستند. در طول مجاری تنفسی، ذرات و باکتری‌ها توسط مژک‌هایی که حرکت رو به بالا دارند، به‌طرف خارج دفع می‌شوند و به حبابچه‌ها راه نمی‌یابند. دور تا دور کیسه‌ی‌هوایی را شبکه‌ی موی‌رگی دربر گرفته که سبب تبادل گازها با خون است.

حرکات دستگاه تنفس

حرکات دستگاه تنفس به دو بخش دم و بازدم تقسیم می‌شود. هنگام دم، شش‌ها منبسط می‌شوند و هوا را به درون خود می‌کشند و هنگام عمل بازدم، شش‌ها جمع می‌شوند و هوای درون را به خارج می‌فرستند.

عضلات شرکت‌کننده در عمل دم و بازدم: عضله‌ی دیافراگم، که در کف قفسه‌ی سینه قرار دارد و شکم و قفسه‌ی سینه را از هم جدا می‌کند، درمواقع عادی به حالت گنبدی شکل قرار گرفته است و هنگام عمل دم، منقبض می‌شود و به‌صورت مسطح درمی‌آید (شکل۲ــ۵). بنابراین، فضای قفسه‌ی سینه گسترش پیدا می‌کند. هم‌چنین انقباض عضلات بین دنده‌ای خارجی و جناغی چنبری پستانی، سبب بالارفتن دنده‌ها و حرکت جناغ به جلو می‌شود، که در حالت تنفس آرام و طبیعی به‌کار

تارهای صوتی در حنجره‌ی انسان



شکل ۲ــ۵ــ عمل عضله‌ی دیافراگم هنگام عمل‌دم و بازدم

گرفته نمی‌شوند. از این طریق نیز شش‌ها فضای بیش‌تری پیدا می‌کنند. بازدم، یک عمل غیرفعال است زیرا عضلات به‌سبب برخورداری از خاصیّت ارتجاعی، به‌حالت اولیه برمی‌گردند و باعث خروج هوا از شش‌ها می‌شوند. در حالت استراحت تنها عضله‌ی دیافراگم باعث عمل دم و بازدم می‌شود.

اما به هنگام فعالیت‌های ورزشی، عضلات بین دنده‌ای خارجی و جناغی چنبری پستانی عمل دم و عضله‌ی شکمی و بین‌دنده‌ای داخلی، عمل بازدم را به‌صورت فعال درمی‌آورند. بنابراین، بازدم زمانی غیرفعال است که فرد در حالت استراحت باشد و یا به اعمال روزمره بپردازد.

چگونگی عمل تنفس

عمل دم[1]: با انقباض دیافراگم و عضلات بین دنـده‌ای خارجی آغاز می‌شود.

این عمل، به‌وسیله‌ی اعصاب فرنیک صورت می‌گیرد. در این هنگام، قفسه‌ی سینه از بالا و پایین و جلو باز می‌شود و بزرگ شدن قفسه‌ی سینه، سبب کاهش فشار در این ناحیه می‌گردد، به نحوی که فشار درون شش‌ها از فشار جو کم‌تر می‌شود و درنتیجه، هوا به‌داخل شش‌ها وارد می‌شود. جریان هوا آن‌قدر به شش‌ها وارد می‌شود تا فشار داخل شش‌ها با فشار خارج برابر گردد. باید توجه نمود که جریان هوا به داخل شش‌ها بستگی به اختلاف فشار جو و داخل حبابچه و مقاومت مجاری هوایی دارد. بیش‌ترین مقاومت در برابر جریان هوا در بینی وجود دارد.

عمل بازدم[2]: در تنفس آرام و در حالت استراحت، عمل بازدم غیرفعال است زیرا برگشت عضلات دم به حالت اولیه و استراحت و بازگشت ارتجاعی شش‌ها سبب بازدم می‌شود. در این زمان، فشار درون ریه‌ها از فشار جو بیش‌تر می‌شود و چون شش‌ها با محیط خارج در ارتباط‌اند، آن‌قدر هوا از ریه‌ها خارج می‌شود تا فشار دوباره با فشار جو برابر گردد و عمل بازدم کامل شود. در بازدم عمیق، به انقباض پرقدرت عضلات تنفسی نیاز است.

در هنگام فعالیت‌های ورزشی، بازدم به‌صورت فعال درمی‌آید. بنابراین، انقباض ماهیچه‌های شکمی و بین دنده‌ای داخلی نیز به این عمل کمک می‌کنند. عمل دم نیز به نوبه‌ی خود فعال می‌شود و علاوه‌بر عضلات بین دنده‌ای خارجی، یک ماهیچه‌ی دیگر کمک می‌کند. این ماهیچه «جناغی چنبری پستانی» نام دارد.

تغییرات فشار هنگام دم و بازدم

۱ــ فشار داخل جنب: منظور از فشار داخل جنب، فشاری است که بین دو لایه‌ی جنب وجود دارد. چون لایه‌ی جنب دو بخش دارد یک لایه به شش‌ها متصل است و لایه‌ی دیگر به روی دنده‌ها چسبیده است. بنابراین، در عمل دم جدار قفسه سینه متّسع و در نتیجه، فاصله‌ی بین دو لایه‌ی جنب بیش‌تر می‌شود و فشار منفی فضای جنب افزایش می‌یابد. این فشار باعث می‌شود شش‌ها، ضمن اتّساع یافتن، به سمت دنده‌ها نزدیک‌تر شوند. در عمل بازدم، عکس حالت فوق اتفاق می‌افتد، یعنی جدار قفسه‌ی سینه به‌سمت شش‌ها حرکت می‌کند. درنتیجه، فشار منفی فضای جنب کم‌تر می‌شود و این مسئله باعث می‌شود شش‌ها کوچک‌تر گردند و هوای داخل آن‌ها به بیرون رانده شود.

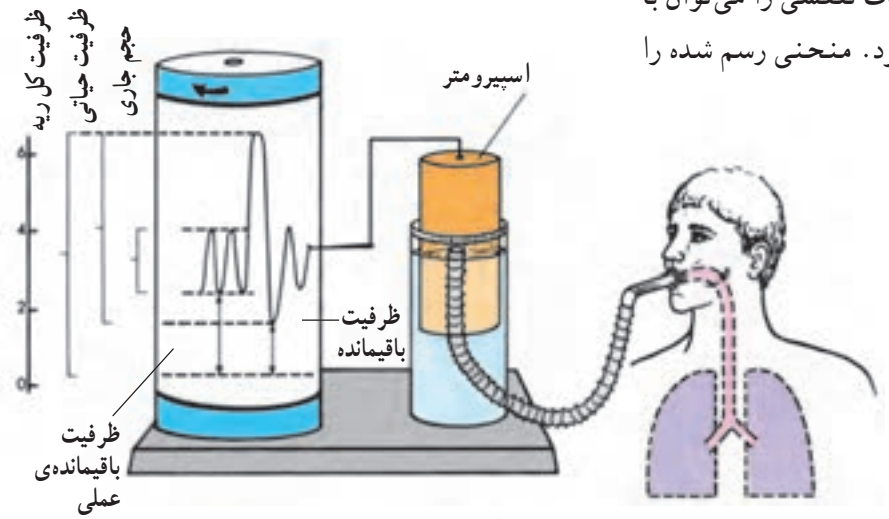
۲ــ فشار داخل شش‌ها: در مجاری هوایی و حبابچه‌های شش‌ها نیز، تغییرات فشار وجود دارد، که آن را تحت عنوان «فشار داخل شش» می‌نامند. هنگامی که داخل شش‌ها فاقد جریان هوا باشد، فشار درون حبابچه‌ها با فشار جو برابر است. هنگام عمل دم، فشار داخل شش‌ها کم می‌شود و هوا به درون شش‌ها جریان پیدا می‌کند تا فشار برابر گردد. آن‌گاه با رفع انقباض عضلات دم فشار داخل شش‌ها از فشار جو بیش‌تر می‌شود و

۱ــ Inspiration ۲ــ Expiration

هوا آن‌قدر به‌خارج جریان پیدا می‌کند تا فشار درون شش‌ها و جو برابر گردد.

حجم‌های شش‌ها

تغییرات حجم ناشی از حرکات تنفسی را می‌توان با دستگاهی به‌نام اسپیرومتر رسم کرد. منحنی رسم شده را «اسپیروگرام» می‌نامند (شکل ۳ــ۵).



شکل ۳ــ۵ــ دستگاه اسپیرومتر و اسپیروگرام

۱ــ حجم جاری: مقدار هوایی است که با یک دم و یا یک بازدم عادی به شش‌ها وارد و یا از آن خارج می‌شود و مقدار آن ۵۰۰ میلی‌لیتر است.

۲ــ حجم باقی‌مانده: مقدار هوایی است که پس از یک بازدم عمیق در شش‌ها باقی‌می‌ماند و مقدار آن ۱۲۰۰ میلی‌لیتر است.

۳ــ ظرفیت حیاتی: مقدار هوایی است که می‌توان آن‌را، پس از یک دم عمیق و با یک بازدم عمیق، خارج کرد، مقدار آن حدود ۴۷۰۰ میلی‌لیتر است.

۴ــ هوای مرده: مقدار هوایی که در مجاری تنفسی باقی می‌ماند و مقدار آن $\frac{۱}{۳}$ حجم جاری است.

تنظیم عصبی تنفس

مراکز تنفسی: در گذشته تصور می‌کردند که تنها یک مرکز تنفسی در بصل‌النخاع قرار دارد اما امروزه سه مرکز شناخته شده است.

۱ــ مرکز بصل‌النخاع، که حرکات دم و بازدم را به‌طور متوالی برعهده دارد.

۲ــ مرکز آپنوستیک[۱]، که در پل مغزی قرار گرفته است و سبب دم و کنترل عمق تنفس مداوم می‌شود.

۳ــ مرکز پنوموتاکسیک[۲]، که در پل مغزی قرار دارد و سرعت و الگوی تنفس را کنترل می‌کند و باعث می‌شود که مدت دم، کوتاه و سرعت تنفس، افزایش یابد.

هنوز اعمال این دو مرکز کاملاً شناخته نشده است.

تنظیم شیمیایی

هرگاه مقدار اکسیژن و یا دی‌اکسیدکربن و یا یون هیدروژن در خون تغییر یابد، در عمل دستگاه تنفسی نیز تغییراتی صورت می‌گیرد. کاهش اکسیژن و افزایش دی‌اکسیدکربن، سبب افزایش فعالیت دستگاه تنفس می‌شود درنتیجه، دی‌اکسیدکربن خارج

۱ــ Apneustic
۲ــ Penomotaxic

می‌شود و اکسیژن خون افزایش می‌یابد و مقدار آن در خون تنظیم می‌شود. هم‌چنین یون هیدروژن سبب افزایش فعالیت دستگاه تنفس می‌شود. تغییرات اکسیژن، دی‌اکسیدکربن و یون هیدروژن گیرنده‌هایی را که در سرخ‌رگ کاروتید و قوس آئورت قرار دارند، تحریک می‌کند و تحریکات به مراکز تنفسی ارسال می‌گردد و پاسخ مناسب داده می‌شود. این پاسخ، کاهش یون هیدروژن و دی‌اکسیدکربن را به‌همراه دارد.

تبادلات حبابچه‌ای

انتقال اکسیژن از هوای دم به موی‌رگ‌ها، که دور تا دور هر حبابچه را فراگرفته به سبب اختلاف فشار است. مقدار فشار اکسیژن در هوا و خون را «فشار سهمی[1]» می‌نامند و آن را با پی‌اُ۲ (PO_2)[2] نمایش می‌دهند.

جدول ۱ــ۵ مقایسه‌ی فشار سهمی گازها در حبابچه و هوای دم را، که سبب جابه‌جایی گازها می‌شود، نشان می‌دهد.

جدول ۱ــ۵ــ فشار سهمی O_2 و CO_2 در حبابچه و هوای‌دم

	هوای‌دم	هوای حبابچه
فشار O_2	۱۵۹/۲	۱۰۰
فشار CO_2	۰	۴۰

این جابه‌جایی (تبادل) از طریق انتشار صورت می‌گیرد. در موی‌رگ‌های اطراف کیسه‌های هوایی فشار اکسیژن کم‌تر از فشار آن در کیسه‌های هوایی است. بنابراین، اکسیژن از کیسه‌های هوایی به درون این موی‌رگ‌ها انتشار می‌یابد (جدول ۱ــ۵). از سوی دیگر، فشار دی‌اکسیدکربن در خون موی‌رگ‌ها نسبت به کیسه‌های هوایی بیش‌تر است. در نتیجه دی‌اکسیدکربن به درون کیسه‌های هوایی انتشار می‌یابد و هنگام بازدم خارج می‌شود. در مجاورت یاخته‌ها این حالت فشار گازها برعکس است و اکسیژن به درون یاخته و دی‌اکسیدکربن به خارج آن انتشار می‌یابد (جدول ۲ــ۵).

جدول ۲ــ۵ــ فشار سهمی O_2 و CO_2 در حبابچه، سیاه‌رگ، سرخ‌رگ و بافت.

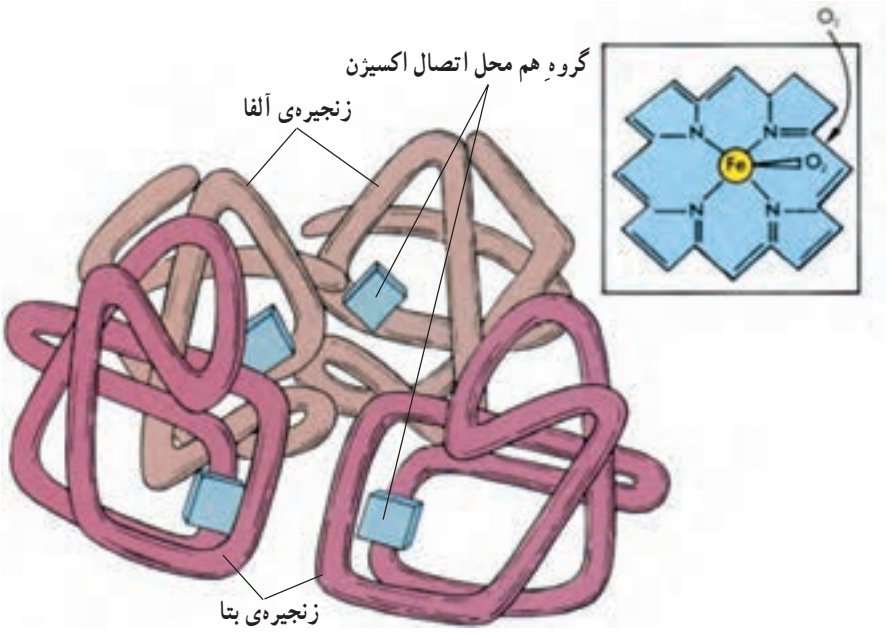
	حبابچه	خون سیاه‌رگی	خون سرخ‌رگی	بافت
فشار O_2	۱۰۰	۳۷	۱۰۰	۴۰
فشار CO_2	۴۰	۴۶	۴۰	۴۶

انتقال گازها در خون

۱ــ اکسیژن: اکسیژن به دو طریق در خون حمل می‌شود. مقدار اندکی به‌صورت محلول در پلاسما (۳٪) و بخش عمده‌ی آن به‌صورت ترکیب با هموگلوبین (۹۷٪) انتقال می‌یابد. هموگلوبین که ماده‌ی اصلی گلبول‌های قرمز است، دارای یک بخش پروتئینی و چهاربخش آهن‌دار است (شکل ۴ــ۵).

۱ــ فشار اعمال شده با یک گاز در مخلوطی از چند گاز برابر با فشاریست که به‌وسیله‌ی آن گاز به تنهایی ایجاد می‌شود.

۲ــ Pressure



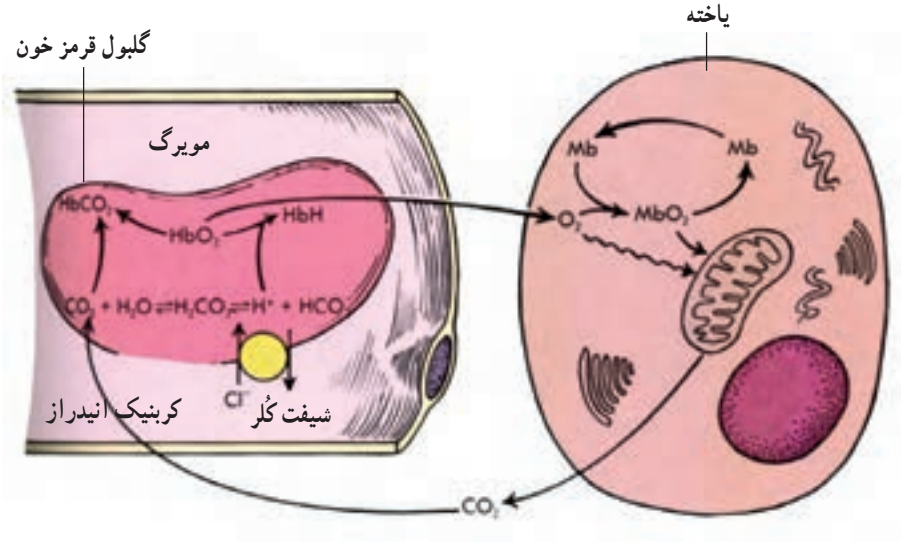
شکل ۴ــ۵ــ ساختمان هموگلوبین

این ماده، با اکسیژن میل ترکیبی زیادی دارد. هر اتم آهن می‌تواند با یک مولکول اکسیژن پیوند برقرار کند. بنابراین، هر مولکول هموگلوبین می‌تواند چهار مولکول اکسیژن را با خود حمل کند. توجه کنید که این پیوند ضعیف است و ترکیب حاصل را «اکسی هموگلوبین» می‌نامند. میزان ترکیب، به فشار اکسیژن بستگی دارد. هرگاه فشار اکسیژن کم شود، مقدار حمل اکسیژن توسط هموگلوبین کاهش پیدا می‌کند. به‌عنوان مثال، در ارتفاعات چون فشار اکسیژن کم می‌شود و ظرفیت حمل اکسیژن کاهش می‌یابد، دستگاه خون‌ساز بدن، گلبول قرمز بیش‌تری تولید می‌کند.

$$\text{Hb} + \text{O}_2 \xrightarrow{\text{در مجاورت کیسه هوایی}} \text{HbO}_2$$
(هموگلوبین) (اکسی هموگلوبین)

$$\text{HbO}_2 \xrightarrow{\text{در مجاورت بافت}} \text{Hb} + \text{O}_2$$

تبادلات بین خون و بافت‌ها: اکسیژن که توسط هموگلوبین در خون انتقال می‌یابد، از طریق موی‌رگ‌ها به بافت‌ها می‌رسد. می‌دانید که در نتیجه‌ی سوخت و ساز مواد غذایی در بافت‌ها، اکسیژن کاهش و دی‌اکسیدکربن افزایش می‌یابد. چون فشار اکسیژن در سرخ‌رگ‌ها بالاتر و فشار دی‌اکسیدکربن پایین‌تر است، از این رو، از طریق پدیده‌ی انتشار، اکسیژن به بافت‌ها و دی‌اکسیدکربن به مویرگ‌ها وارد می‌شود و درنتیجه‌ی این جابه‌جایی، بافت‌ها، اکسیژن موردنیاز خود را دریافت می‌کنند و دی‌اکسیدکربن را که یکی از مواد زاید حاصل از سوخت و ساز است، از دست می‌دهند. توجه کنید که در این‌جا، پیوند میان اکسیژن و هموگلوبین گسسته شده است و اکسیژن به درون بافت‌ها منتشر می‌شود (شکل ۶ــ۵).



شکل ۶ــ۵ــ تبادلات گازی بین خون و بافت‌ها

۲ــ دی‌اکسیدکربن: این گاز که در اثر سوخت و ساز، در بافت‌های بدن به‌وجود می‌آید، از طریق انتشار وارد خون می‌شود و از سه راه در خون حمل می‌گردد :

۱ــ به‌صورت محلول در پلاسما که مقدار آن جزئی‌ست.

۲ــ به‌صورت ترکیب با هموگلوبین (کربوکسی هموگلوبین) و بخش پروتئینی آن و یا سایر پروتئین‌های پلاسما، که این ترکیب را «ترکیبات کربامینه» می‌نامند.

۳ــ به‌صورت یون بی‌کربنات، که در اثر ترکیب آب با دی‌اکسیدکربن به‌وجود می‌آید و در گلبول قرمز تحت تأثیر آنزیم کربنیک انیدراز قرار می‌گیرد و عامل اسیدی آن (یون H^+) جدا می‌شود و یون بی‌کربنات به‌وجود می‌آید.

$$CO_2 + H_2O \rightleftharpoons CO_3H_2 \rightleftharpoons HCO_3^- + H^+$$

و از طریق خون حمل شده، به حبابچه‌ها می‌رسد و دی‌اکسیدکربن خود را از دست می‌دهد و از طریق بازدم خارج می‌شود.

برخی از بیماری‌های دستگاه تنفس

۱ــ ذات‌الریه یا سینه پهلو: این بیماری در اثر عفونت شش‌ها به‌وجود می‌آید که ممکن است توسط باکتری‌ها و یا ویروس‌ها تولید شده باشد. در این بیماری، کیسه‌های هوایی متورم می‌شود و چون درون آن از مایعات پر می‌شود، درنتیجه، اکسیژن‌رسانی کم‌تر می‌شود و تبادلات گازی کاهش می‌یابد.

۲ــ برونشیت: این عارضه در اثر تورم نای و یا نایژک‌ها بروز می‌کند و به‌علت عفونت توسط باکتری‌ها و ویروس‌ها و یا در اثر تحریکاتی مانند هوای آلوده و سیگار کشیدن ایجاد می‌شود.

تنفس: اگر تنفس به درستی انجام شود در میزان سلامتی فرد بسیار مؤثر است و دچار خیلی از امراض ریوی نمی‌شود. تنفس به دو شکل صورت می‌گیرد :

۱ــ تنفس شکمی: که صحیح‌ترین نوع تنفس است و به هنگام دم ناحیه شکم بالا و پایین می‌رود، یعنی پرده‌ی دیافراگم هم دخالت می‌کند.

۲ــ تنفس سینه‌ای (صدری): که نوع ناقص تنفس است وبه هنگام دم فقط ناحیه‌ی سینه بالا و پایین می‌رود. این نوع تنفس موجب امراض مختلف ریوی می‌شود.

فعالیت بدنی و تنفس

مناسب‌ترین فعالیت‌های بدنی تقویت دستگاه تنفس، اجرای فعالیت‌های استقامتی است. هم‌چنین فعالیت‌های استقامتی برای تقویت دستگاه گردش خون و قلب بسیار مفید است. به علاوه در این نوع فعالیت‌ها چربی‌های بدن مصرف می‌شود و تناسب اندام با وزن مناسب به‌دست می‌آید.

خودآزمایی

۱ــ نقش بینی را در تنفس، به‌طور خلاصه بیان نمایید.

۲ــ ماهیچه‌های تنفسی را به هنگام عمل دم نام ببرید و عمل آن‌ها را توضیح دهید.

۳ــ چگونه لایه‌ی جنب در عمل تنفس همکاری می‌نماید؟

۴ــ حجم‌ها و ظرفیت‌های شش‌ها با چه دستگاهی اندازه‌گیری می‌شود؟ دو حجم جاری و ظرفیّت حیاتی را تعریف کنید.

۵ــ تنفس چگونه توسط اعصاب کنترل می‌شود؟ مراکز عصبی را نام ببرید.

۶ــ چنانچه مقدار O_2 و CO_2 در خون کاهش و یا افزایش یابد، در عمل تنفس چه تغییری روی می‌دهد و بدن چگونه آن را تنظیم می‌نماید؟

۷ــ فشار سهمی چیست؟ اعداد مربوط به فشار O_2 و CO_2 در حبابچه، سیاه‌رگ، سرخ‌رگ و بافت را شرح دهید.

۸ــ ساختمان هموگلوبین را شرح دهید و نقش آن را در حمل اکسیژن توضیح دهید.

۹ــ راه‌های حمل دی‌اکسیدکربن در خون را نام ببرید.

۱۰ــ علت ذات‌الریه چیست؟