



پوهنځی طب بلخ



# اناتومی و فزیولوژی انسان (جلد دوم)

۱۳۹۱

پوهندوی محمد ظاهر نسیمی

Ketabton.com

www.ketabton.com

بِسْمِ اللَّهِ الرَّحْمَنِ الرَّحِيمِ

# اناتومی و فزیولوژی انسان (جلد دوم)

مؤلف: پوهندوی محمد طاهر نسیمی

۱۳۹۱

اسم کتاب	اناتومی و فزیولوژی انسان (جلد دوم)
مؤلف	پوهندوی محمد طاهر نسیمی
ناشر	پوهنځی طب بلخ
وب سایت	<a href="http://www.ba.edu.af">www.ba.edu.af</a>
تاریخ نشر	۱۳۹۱
چاپ	مطبعه افغانستان تایمز، کابل
داوولود	<a href="http://www.ecampus-afghanistan.org">www.ecampus-afghanistan.org</a>
تیراژ	۱۰۰۰

کتاب هذا توسط موسسه همکاری های اکادمیک آلمان (DAAD) از بودیجه وزارت خارجه فدرالی آلمان تمویل شده است. امور اداری و تخنیکي کتاب توسط موسسه افغانیک انجام یافته است. مسؤلیت محتوا و نوشتن کتاب مربوط نویسنده و پوهنځی مربوطه میباشد. ارگان های کمک کننده و تطبیق کننده مسؤل نمی باشند.

اگر میخواهید که کتابهای تدریسی شما چاپ گردد، با ما به تماس شوید:

داکتر یحیی وردک، وزارت تحصیلات عالی، کابل

تلفون دفتر ۰۷۵۶۰۱۴۶۴۰

ایمیل [wardak@afghanic.org](mailto:wardak@afghanic.org)

آی اس بی ان 4-978849280827

تمام حقوق نشر و چاپ همراهی نویسنده محفوظ است



## پیام وزارت تحصیلات عالی

در جریان تاریخ بشریت کتاب برای کسب علم و دانش نقش عمده را بازی کرده و جز اساسی پرورده درسی بوده که در ارتقای کیفیت تحصیلات دارای ارزش خاص میباشد. از اینرو باید با در نظر داشت ستندردها و معیارهای شناخته شده جهانی و ضروریات جوامع کتب و مواد درسی جدید برای محصلین آماده و چاپ گردد.

از اساتید محترم موسسات تحصیلات عالی کشور قلبا اظهار سپاس و قدردانی مینمایم که با تقبل زحمات در جریان سالهای متمادی با تالیف و ترجمه کتب ممد درسی دین ملی خود را ادا نموده اند و از سایر اساتید و دانشمندان گرانقدر نیز صمیمانه تقاضا مینمایم که در رشته های مربوطه خود کتب و سایر مواد درسی را تهیه نمایند تا بعد از چاپ در دسترس محصلین گرامی قرار داده شوند.

وزارت تحصیلات عالی وظیفه خود میداند تا جهت ارتقای سطح دانش محصلین عزیز کتب و مواد درسی جدید و معیاری را آماده نماید.

در اخیر از وزارت خارجه کشور آلمان، موسسه DAAD، سایر ادارات و اشخاصیکه زمینه چاپ کتب طبی اساتید محترم پوهنخی های طب کشور را مهیا ساخته اند صمیمانه تشکر مینمایم و امیدوارم که این کار سودمند ادامه یافته و به سایر بخش ها نیز گسترش یابد.

بااحترام

پوهاند دوکتور عبیدالله عبید  
وزیر تحصیلات عالی  
کابل ۱۳۹۱

## چاپ کتب درسی پوهنخی های طب

### استادان گرامی و محصلین عزیز!

کمی بود و نبود کتب درسی در پوهنتون های افغانستان از مشکلات عمده به شمار می‌رود. محصلین و استادان با مشکلات زیاد روبرو می‌باشند، آنها اکثراً به معلومات جدید دسترسی نداشته و از کتاب ها و چپتر های استفاده مینمایند که کهنه بوده و در بازار به کیفیت پایین فوتوکاپی می‌گردد.

برای رفع این مشکلات در دو سال گذشته ما چاپ کتب درسی پوهنخی های طب پوهنتون های کشور را آغاز نمودیم و تا اکنون ۶۰ عنوان کتب درسی را چاپ نموده و به تمام پوهنخی های طب افغانستان ارسال نموده ایم.

این در حالی است که پلان ستراتیژیک وزارت تحصیلات عالی (۲۰۱۰ - ۲۰۱۴) کشور بیان می‌دارد:

« برای ارتقای سطح تدریس، آموزش و آماده سازی معلومات جدید، دقیق و علمی برای محصلان، باید برای نوشتن و نشر کتب علمی به زبان های دری و پشتو زمینه مساعد گردد. برای ریفورم در نصاب تعلیمی ترجمه از کتب و مجلات انگلیسی به دری و پشتو حتمی و لازمی می‌باشد. بدون امکانات فوق ناممکن است تا محصلان و استادان در تمامی بخش ها به پیشرفت های مدرن و معلومات جدید زود تر دسترسی بیابند.»

استادان و محصلین پوهنخی های طب با مشکلات زیاد مواجه اند. تدریس به میتود کهنه، عدم دسترسی به معلومات و مواد جدید درسی و استفاده از کتب و چپتر های که به کیفیت بسیار پایین در بازار دریافت می‌گردد از جمله مشکلات عمده در این راستا می‌باشد. باید آن عده از کتاب هاییکه توسط استادان تحریر گردیده اند جمع آوری و چاپ گردند. با در نظر داشت حالت بحرانی کشور جنگ زده ما به دوکتوران ماهر و ورزیده نیاز داریم تا بتوانند در بهبود و ارتقای تحصیلات طبی و صحت عامه در کشور سهم فعال بگیرند. از اینرو باید توجه زیادتر برای پوهنخی های طب جلب گردد.

تا به حال ما به تعداد ۶۰ عنوان کتب مختلف طبی برای پوهنخی های طب ننگرهار، خوست، هرات، کندهار، بلخ هرات و کابل را چاپ نموده ایم و پروسه چاپ ۵۰ عنوان دیگر جریان دارد که یک نمونه آن همین کتابی است که فعلاً در دسترس شما قرار دارد. قابل یاد آوری است که تمام کتب چاپ شده مذکور بصورت مجانی برای پوهنخی های طب کشور توزیع گردیده اند.

به اثر درخواست وزارت محترم تحصیلات عالی، پوهنتون ها، استادان محترم و محصلین عزیز در آینده می‌خواهیم این پروگرام را به بخش های غیر طبی

( ساینس ، انجنیری ، زراعت و سایر بخش ها ) و پوهنخی های دیگر هم توسعه دهیم و کتب مورد نیاز پوهنتون ها و پوهنخی های مختلف را چاپ نماییم.

از آنجاییکه چاپ نمودن کتب درسی یک پروژه پروگرام ما بوده، بخش های کاری دیگر ما بطور خلاصه قرار ذیل اند :

### چاپ کتب درسی طبی

کتابی که در اختیار شما است، نمونه از فعالیت های ما میباشد. ما میخواهیم که این روند را ادامه دهیم تا بتوانیم در زمینه تهیه کتب درسی با پوهنتون های کشور همکاری نماییم و دوران چپتر و لکچرنوت را خاتمه دهیم و نیاز است تا برای موسسات تحصیلات عالی کشورسالانه به تعداد ۱۰۰ عنوان کتاب درسی چاپ گردد.

### ۲. تدریس با میتود جدید و وسایل پیشرفته

در جریان سال ۲۰۱۰ توانستیم در تمام صنوف درسی پوهنخی های طب بلخ، هرات، ننگرهار، خوست و کندهار پروجیکتورها را نصب نماییم. برای ایجاد محیط مناسب درسی باید تلاش گردد که اطاق های درسی و کنفرانس و لابراتوارها مجهز به مولتی میدیا، پروجکتور و سایر وسایل سمعی و بصری گردند.

### ۳. ارزیابی ضروریات

وضعیت فعلی (مشکلات موجوده و چالش های آینده) پوهنخی های طب باید بررسی گردد و به اساس آن به شکل منظم پروژه های اداری، اکادمیک و انکشافی به راه انداخته شود.

### ۴. کتابخانه های مسلکی

باید در تمام مضامین مهم و مسلکی کتب به معیارهای بین المللی به زبان انگلیسی خریداری و به دسترس کتابخانه های پوهنخی های طب قرار داده شود.

### ۵. لابراتوارها

در پوهنخی های طب کشور باید در بخش های مختلف لابراتوارهای فعال وجود داشته باشد.

## ۶. شفاخانه های کدري

هر پوهنځی طب کشور باید دارای شفاخانه کدري باشد و یا در یک شفاخانه شرایط برای تریننگ عملی محصلین طب آماده گردد.

## ۷. پلان ستراتژیک

بسیار مفید خواهد بود که هر پوهنځی طب در چوکات پلان ستراتژیک پوهنتون مربوطه خود دارای یک پلان ستراتژیک پوهنځی باشد.

از تمام استادان محترم خواهشمندیم که در بخش های مسلکی خویش کتب جدید تحریر، ترجمه و یا هم لکچرنوت ها و پیپر های خود را ایدیت و آماده چاپ نمایند. بعداً در اختیار ما قرار دهند، تا به کیفیت عالی چاپ و به شکل مجانی به دسترس پوهنځی های مربوطه، استادان و محصلین قرار داده شود. همچنان در مورد نکات ذکر شده پیشنهادات و نظریات خود را به آدرس ما شریک ساخته تا بتوانیم مشترکاً در این راستا قدم های مؤثرتر را برداریم. از محصلین عزیز نیز خواهشمندیم که در امور ذکر شده با ما و استادان محترم همکاری نمایند.

از وزارت محترم خارجه آلمان و مؤسسه DAAD (همکاری های اکادمیک آلمان) اظهار سپاس و امتنان مینماییم که تاکنون چاپ 90 عنوان کتب طبی درسی را به عهده گرفته که از آن جمله پروسه چاپ 50 عنوان آن جریان دارد. از پوهنځی طب پوهنتون ماینز آلمان (Mainz/Germany) و استاد پوهنځی مذکور دوکتور زلمی توریال، Dieter Hampel و مؤسسه افغانیک نیز تشکر میکنیم که در امور اداری و تخنیکی چاپ کتب با ما همکاری نمودند.

بطور خاص از دفاتر جی آی زیب (GIZ) و (Center for International Migration and Development) یا مرکز برای پناهنده گی بین المللی و انکشاف که برای من امکانات کاری در طی دو سال گذشته در افغانستان را مهیا ساخته است نیز اظهار سپاس و امتنان مینمایم.

از دانشمند محترم پوهاند دوکتور عبیدالله عبید وزیر تحصیلات عالی، محترم پوهنوال محمد عثمان بابری معین علمی وزارت، محترم پوهندوی دوکتور گل حسن ولیزی معین اداری و مالی، روسای محترم پوهنتون ها، پوهنځی های طب و استادان گرامی تشکر مینماییم که پروسه چاپ کتب درسی را تشویق و حمایت نمودند.



همچنان از همکاران محترم دفتر هر کدام دوکتور محمد یوسف مبارک، عبدالمنیر رحمانزی، احمد فهیم حبیبی، سبحان الله و همت الله نیز تشکر مینمایم که در قسمت چاپ نمودن کتب همکاری نمودند.

داکتر یحیی وردک، وزارت تحصیلات عالی  
کابل، نومبر سال ۲۰۱۲ م

نمبر تیلیفون دفتر: ۰۷۵۶۰۱۴۶۴۰

ایمیل آدرس: wardak@afghanic.org  
textbooks@afghanic.org

## پیشگفتار

در نصاب تعلیمی صنف چهارم رشته بیولوژی پوهنخی های تعلیم و تربیه پوهنتونهای افغانستان، مضمونی تحت عنوان اناتومی و فزیولوژی انسان گنجانیده شده است که در سمستر های هفتم و هشتم جداگانه تدریس می گردد. متأسفانه کتابهای اناتومی و فزیولوژی انسان در حال حاضر اکثر فقط برای محصلان رشته های طبی تهیه می شوند.

با توجه به این مطلب و نبود کتاب جامع که در این زمینه جوابگوی برنامه درسی پوهنخی های تعلیم و تربیه که به تربیه معلمان مصروف هستند دیپارتمنت بیولوژی و شورای علمی پوهنخی تعلیم و تربیه پوهنتون بلخ وظیفه سپرد تا طبق مفردات درسی، با در نظر داشت ساعات درسی و پلان تعلیمی منظور شده، جهت ترفیع به رتبه علمی پوهنوال کتاب حاضر (اناتومی و فزیولوژی انسان) را تألیف نمایم.

با نام و یاری خداوند سبحان و استعانت از آخرین رسول و فرستاده او که همواره مشوق فراگیری علم و دانش بوده اند، به تألیف کتاب مورد نظر آغاز کردم. البته قبل از تألیف این کتاب، در سالهای قبل، فصلهای مختلف آن در رشته ساینس انستیتوهای پیداکوژی وقت تدریس می گردید. با ارتقای انستیتوت پیداکوژی به پوهنخی تعلیم و تربیه و تطبیق سیستم کریدت ضرورت آماده سازی کتاب مذکور با در نظر داشت پیشرفتهای همه جانبه در ساحه علوم برجسته تر گردید.

این کتاب با در نظر داشت مفردات درسی فعلی و انکشاف بعدی کشور در 15 فصل تهیه گردیده است. در آخر هر فصل یک عنوان برای بیان روابط سیستمهای مختلف بدن گنجانیده شده است تا محصلان تصویر مشخص از همکاریهای هومیوستازی سیستمها با هم، داشته باشند.

در این کتاب به ارایهٔ درسهای اناتومی و فزیولوژی برای محصلان پوهنخې های تعلیم و تربیهٔ پوهنتونهای افغانستان پرداخته شده، اساس کار آن بر چاپ یازدهم کتاب Principles of anatomy and physiology، چاپ هشتم کتاب Essential of Human Anatomy and Physiology و چاپ چهارم کتاب Essential of Anatomy and Physiology که مشخصات مکمل آنها در آخر این کتاب آمده است، گذاشته شده است؛ ولی هر جا که لازم بود با استفاده از سایر منابع علمی معتبر جهانی به توضیح مطالب مغلق علمی پرداخته شده مطالب درسی نیز به زبان ساده و روان بیان گردیده است.

برای اینکه مبانی اناتومی و فزیولوژی برای همهٔ محصلان و علاقمندان به آسانی درک شوند، کلیه مطالب اساسی به طور مختصر و مفید با اتکا به آخرین دست آورد های علمی، توضیح گردیده، در صورت نیاز از تصاویر رنگه با توضیحات کامل و روشن استفاده به عمل آمده است.

برای این که محصلان توانسته باشند در جریان مطالعهٔ کتاب، اندازهٔ دانش و مهارتهای کسب شدهٔ خود را ارزیابی بتوانند در آخر هر فصل پرسشهای آموزشی گنجانیده شده است.

در این کتاب توجهٔ خاصی به زبان علمی شده، کوشش به عمل آمده است تا اصل اصطلاحات علمی تذکر داده شده و در صورت امکان مترادفهای متداول دری آنها نیز به کار برود. امید محصلان به یادگیری اصل اصطلاحات به زبان ریشه یی آنها اقدام کرده، کمتر به ترجمهٔ شان توجه مبذول نمایند.

برای جلوگیری از خستگی خواننده و سهولت در فهم مطالب در آخر کتاب، فرهنگ واژه ها و اصطلاحات جا داده شده است که به آسانی ترجمهٔ اصطلاحات لاتین و انگلیس را به دری در اختیار قرار می دهد و نیز برای اینکه آدرس دقیق اصطلاح علمی به آسانی در یافت شده بتواند فهرست اعلام (Index) در آخر کتاب گنجانیده شده است.

کتاب اناتومی و فزیولوژی انسان که با مشخصات فوق آماده شده است نه تنها برای محصلان رشته های بیولوژی پوهنځي های تعلیم و تربیه مفید می باشد؛ بلکه برای استادان و محصلان سایر رشته های پوهنتونها، به خصوص محصلان رشته های طبی و معاونیت‌های طبی و آنهایی که در شفاخانه ها مصروف اجرای وظیفه هستند، نیز مفید خواهد بود.

امید است زحماتی که در جهت تألیف این کتاب از سال 1386 شمسی در جهت رفع کمبود کتابهای درسی پوهنځي های تعلیم و تربیه به عمل آمده است مورد قبول جامعه علمی تربیه معلمان قرار گرفته و گام کوچکی در راه خود کفایی علمی کشور عزیز مان افغانستان محسوب گردد.

با وجود تلاش زیاد مؤلف، در صورتی که صاحبان بصیرت و معرفت در جریان مطالعه به کاستیهایی بر می خورند مؤلف را آگاه سازند؛ تا در آینده به رفع این کمبودها اقدام گردد.

و من الله توفیق

پوهندوی محمد طاهر نسیمی

عقرب 1388

شهر مزار شریف — افغانستان



---

---

## سپاسگاری

---

---

استادان عالیقدری که در پوهنتونها و موسسات تحصیلات عالی افغانستان مصروف تدریس مضامین بیولوژی می باشند آگاه اند که تا امروز در زمینهٔ اناتومی و فزیولوژی انسان لکچرنوتهای متعددی با میتودها و شیوه‌هایی متنوع و مختلف توسط استادان محترم به صورت مستقلانه در هر موسسهٔ تحصیلی تهیه و تدریس گردیده است؛ اما کتاب جامعی که توسط مرجع ذیصلاحی مانند ریاست انسجام امور اکادمیک و استادان صاحب نظر تایید شده باشد تألیف و در اختیار استادان پوهنتونها و موسسات تحصیلات عالی در سراسر افغانستان قرار نگرفته است تا به صورت واحد تدریس گردد. کمبود کتاب درسی در این زمینه از نیازمندی‌های اولیهٔ وزارت محترم تحصیلات عالی می باشد.

خوشبختانه، در این اواخر با مساعد شدن شرایط، عده‌ی زیادی از استادان محترم کمر همت بسته به تألیف ده‌ها عنوان کتاب درسی مورد نیاز وزارت محترم تحصیلات عالی پرداخته‌اند. از جملهٔ این کتب درسی، یکی هم کتاب دست‌داشته می باشد که به اجازه، حمایت و تشویق وزارت محترم تحصیلات عالی مخصوصاً ریاست محترم انسجام امور اکادمیک، ریاست محترم پوهنتون بلخ، ریاست محترم پوهنخ‌ی تعلیم و تربیهٔ پوهنتون بلخ تألیف و در اختیار استادان گرانقدر، محصلان عزیز و دیگر علاقمندان در پوهنخ‌ی‌های تعلیم و تربیه، طب و معاونیتهای طبی قرار خواهد گرفت. می‌خواهم از تمام مراجع

محترم نهایت تشکر و ابراز سپاس نموده، موفقیت‌های مزید شان را در ارایه خدمات صادقانه فرهنگی و علمی از خداوند متعال مسئلت نمایم.

مسلماً تألیف کتاب جامع در زمینهٔ آناتومی و فزیولوژی انسان ایجاب صرف وقت، تلاش شبانه روزی طاقت فرسا و حتی داشتن تیم کاری را می‌کند؛ چنانچه در کشور های دیگر این امر مهم توسط کار تیمی و گروهی اجرا می‌گردد. مؤلف نیز این خدمت علمی را به راهنمایی و کمک استادان گرانقدر هر یک محترم پوهاند دکتور نوراحمد میرازی آمر دیپارتمنت بیولوژی پوهنځي ساینس پوهنتون کابل، محترم پوهاند دکتور محمد افضل انور استاد پوهنتون طب کابل، محترم پوهاند محمد حلیم آمر دیپارتمنت بیولوژی پوهنځي علوم طبیعی پوهنتون تعلیم و تربیهٔ کابل، محترم پوهنوال عبدالقدوس ندیمی استاد دیپارتمنت بیولوژی پوهنځي علوم طبیعی پوهنتون تعلیم و تربیهٔ کابل انجام داده است، که با لطف فراوان این بزرگواران، اثری که در پیش چشمان شما خوانندهٔ عزیز قرار دارد، مورد تایید قرار گرفته و با صدور تقریظ‌های عالمانهٔ آنها اجازهٔ چاپ یافته است. از حضرات شان اظهار سپاس و تشکر می‌نمایم. همچنان از زحمات استاد محترم پوهنوال صالح محمد دور اندیش استاد دیپارتمنت زبان و ادبیات دری پوهنځي ادبیات و علوم بشری پوهنتون بلخ که در قسمت تصحیح این اثر از نگاه شیوهٔ نگارش معیاری مؤلف را یاری و کمک رسانیده اند، قلباً قدر دانی نموده موفقیت‌های روز افزون شان را از بارگاه ایزد منان آرزو مندم.

با احترام

پوهندوی محمد طاهر نسیمی

---

---

## فهرست مطالب

---

---

عنوان	صفحه	عنوان	صفحه
فصل نهم - سیستم اندوکراین انسان	283	هورمونهای دیگر.....	311
غده های اندوکراین.....	284	فکتورهای رشد.....	311
هورمونها.....	285	هورمونها و استرس.....	312
تصنيف کیمیاوی هورمونها.....	287	پیری و سیستم اندوکراین.....	313
انتقال هورمونها توسط خون.....	289	خلاصه فصل.....	314
کنترول ترشح هورمونها.....	289	پرسشهای آموزشی.....	317
گیرنده های هورمونها.....	290	فصل دهم - سیستم دوران خون انسان	319
انواع گیرنده ها.....	291	خواص فیزیکی خون.....	320
پاسخ گیرنده ها.....	291	ترکیب خون.....	320
غده پیتوتتری و هیپوتالاموس.....	293	پلازما.....	320
هورمونهای هیپوفیز قدامی.....	294	عناصر متشکله و یا اجزای حجروی خون.....	322
هورمونهای هیپوفیز خلفی.....	297	ساخته شدن حجرات خون.....	322
غده تایراید.....	298	کریوات سرخ خون.....	323
غده های پاراتایراید.....	300	فزیولوژی کریوات سرخ خون.....	324
غده ادرینال.....	302	ساخته شدن کریوات سرخ خون.....	325
پانکراس، انسولین و دیابتها.....	305	حجرات سفید خون.....	327
خصیه ها و تخمدانها.....	309	انواع حجرات سفید خون.....	328
تایموس.....	310	صفحات دمویه.....	329
جسم صنوبری.....	310		



صفحه	عنوان	صفحه	عنوان
350	کنترل قطر رگهای خون	330	بند آوردن خون
351	تبادلۀ مواد در عروق شعریه	332	کنترل لخته شدن خون
352	برگشت وریدی	333	گروههای خون
353	دوران سیستمی	333	گروههای خون ABO
354	دورانهای اختصاصی	334	انتقال خون
356	فیزیولوژی دوران خون	336	گروه خون Rh
356	نبض	336	قلب
356	فشار خون	337	حفره های قلب
358	کنترل فشار خون	338	والوهای قلب و جریان خون
359	نوسانات فشار خون	340	خون رسانی به عضلات قلب
359	پیری و سیستم عروقی قلبی	340	فزیولوژی قلب
360	اختلالات سیستم دوران خون	343	فکتورهای کنترل کننده قلب
363	خلاصۀ فصل	343	دوران کاردیاک
365	پرسشهای آموزشی	342	صدای قلب
<b>فصل یازدهم - سیستم لمفاوی و دفاع</b>		345	تعداد ضربان قلب
367	<b>بدن انسان</b>	345	تغییرات برقی قلب
368	رگهای لمفاوی	345	منبع انرژی میکوگارد
370	عقدۀ های لمفاوی	345	برونده قلبی
372	اعضای دیگر لمفاوی	346	رگهای خون
373	سیستم ایمنی	346	شریانها و شریانچه ها
374	دفاع غیر اختصاصی بدن	347	عروق شعریه و سینوزوئیدها
	دفاع اختصاصی بدن یا سیستم ایمنی اکتسابی	349	ورید ها و وریدچه ها
380		350	خون رسانی به رگهای خون

عنوان	صفحه	عنوان	صفحه
انواع پاسخهای ایمنی	381	حلقوم	402
انتی جینها	381	حنجره	402
حجرات سیستم ایمنی	383	قصبهٔ الریه	403
لمفوسایتها	383	برونکیهای اصلی	404
ماکروفاژها	384	ششها	404
پاسخهای ایمنی هومورال و یا ایمنی به واسطهٔ		غشاء های تنفسی	405
انتی بادی	385	فزیولوژی تنفسی	406
ایمنی هومورال فعال و غیر فعال	386	میخانیکیت تنفسی	407
ایمنی غیر فعال	386	شهیق	407
انتی بادیها	387	ذفیر	408
عملکرد انتی بادیها	388	حجم و ظرفیت تنفسی	409
پاسخهای ایمنی حجروی و یا ایمنی به واسطه		صداهای تنفسی	409
حجره	389	تبادلۀ گازها	410
تحمل ایمنی	390	حرکات غیر تنفسی هوا	410
انتقال عضو و مسترد شدن آن	390	تنفس خارجی	410
پیری و سیستم لمفاوی	391	انتقال گازها توسط خون	411
اختلالات سیستم لمفاوی - ایمنی	392	تنفس داخلی	415
خلاصهٔ فصل	394	کنترول تنفس	416
پرسشهای آموزشی	397	فکتورهایی که سرعت و عمق تنفس را متأثر	
<b>فصل دوازدهم - سیستم تنفسی انسان</b>		می سازند	416
	399	پیری و سیستم تنفسی	418
اناتومی و وظیفوی سیستم تنفسی	400	اختلالات تنفسی	419
بینی	400	خلاصهٔ فصل	421
		پرسشهای آموزشی	423

صفحه	عنوان	صفحه	عنوان
450	نوترنتهای ضروری	فصل سیزدهم - سیستم هاضمه و	
450	کیلوکالوری	425	میتابولیزم بدن انسان
450	منابع غذایی نوترنتهای اصلی	426	اناتومی سیستم هاضمه
450	کاربوهایدریتها	427	اعضای کانال هاضمه
451	چربیها	427	دهان
451	پروتئینها	427	حلقوم
451	ویتامینها	429	مری
457	هیپرویتامینوز	430	معدہ
457	ضد ویتامینها	432	روده کوچک
457	منرالها	434	روده بزرگ
458	میتابولیزم حجروی	436	اعضای ضمیمه کانال هاضمه
458	میتابولیزم کاربوهایدریتها	436	غده های لعابیه
459	میتابولیزم چربیها	437	دندانها
460	میتابولیزم پروتئینها	439	پانکراس
461	نقش مرکزی کبد در میتابولیزم	439	کبد و کیسه صفرا
462	میتابولیزم و انتقال کلسترول	439	کیسه صفرا
463	تعادل انرژی	440	وظایف سیستم هاضمه
464	تنظیم دریافت غذا	442	فعالیتهای دهن، حلقوم و مری
465	میزان میتابولیزم قاعده وی	444	فعالیتهای معدہ
466	میزان مجموعی میتابولیزم	446	فعالیتهای روده کوچک
467	بر آورد انرژی روزانه	448	فعالیتهای روده بزرگ
467	سوء تغذیه	449	تغذیه
469	تنظیم حرارت بدن	449	مواد مغذی

عنوان	صفحه
پیری و سیستم هاضمه	471
اختلالات سیستم هاضمه	472
خلاصه فصل	475
پرسشهای آموزشی	477
فصل چهاردهم - سیستم بولی انسان	479
کلیه ها	480
نفرونها و ساخته شدن ادرار	482
خون رسانی به کلیه ها	486
ساخته شدن ادرار	487
خواص ادرار	491
حالبها	493
مثانه	493
مجرای خروج ادرار	494
ادرار کردن	495
مایع، الکترولیت و تعادل تیزاب - قلوی	495
ثبات تعادل آب و الکترولیت‌های خون	498
تنظیم هورمونی جذب مجدد و ترشح لوله یی	497
ثبات تعادل تیزاب - القلی خون	498
بفرهای خون	498
کنترولهای سیستم تنفسی	500
میکانیزم کلیه وی	501
پیری و سیستم بولی	502
اختلالات سیستم بولی	504
خلاصه فصل	505
پرسشهای آموزشی	507
فصل پانزدهم - سیستم تولید مثل	
انسان	509
اناتومی سیستم تولید مثل	510
خصیه ها	510
سیستم مجاری	511
غده های ضمیمه وی و منی	513
منی	514
اعضای تولید مثل خارجی در مردان	514
وظایف تولید مثل مردان	515
اسپرما توجنز	515
تولید هورمون تستوستیرون	518
اناتومی سیستم تولید مثل زنان	519
سیستم مجاری	520
اعضای تولید مثل خارجی در زنان	523
وظایف تولید مثل زنانه و دورانها	524
پروسه تولید حشرات جنسی و دوران تخمدان	
	524
دوران رحمی یا دوران قاعده گی	527
تولید هورمون توسط تخمدان	529
غده های شیری	530
خلاصه یی از وقایع حامله گی و انکشاف جنینی	
	531

عنوان..... صفحه

531.....	القاح
533.....	وقایع انکشاف جنینی و فیتوسی
537.....	اثرات حامله گی بر مادر
539.....	وضع حمل، زایمان
539.....	شروع زایمان
540.....	مراحل زایمان
542.....	جلوگیری از حامله گی
544.....	پیری و سیستم تکثری
546.....	اختلالات سیستم تولید مثلی
549.....	خلاصه فصل
551.....	پرسشهای آموزشی
553.....	پاسخ به پرسشهای آموزشی
557.....	فرهنگ واژه ها و اصطلاحات
575.....	فهرست اعلام
593.....	منابع و مأخذ



## فهرست اشکال

شکل	صفحه	شکل	صفحه
شکل 112: ساختمان حلقوم.....	401	شکل 96: سیستم اندوکراین.....	286
شکل 113: ساختمانهای منطقه تنفسی.....	405	شکل 97: هیپوتالاموس و هیپوفیز.....	293
شکل 114: آناتومی غشاء های تنفسی.....	407	شکل 98: غده تاپراید.....	298
شکل 115: اعضای کانال هاضمه و اعضای ضمیمه وی انسان.....	427	شکل 99: ساختمان پانکراس.....	308
شکل 116: نمای سجیتال حفره دهانی و حلقوم.....	428	شکل 100: چگونگی شاخه شدن کریوات سرخ خون.....	323
شکل 117: مقطع قدامی معده.....	431	شکل 101: موقعیت قلب در حفره صدری.....	337
شکل 118: اثنا عشر و اعضای مربوطه.....	433	شکل 102: ساختمان داخلی قلب.....	339
شکل 119: ساختمان روده کوچک.....	435	شکل 103: شکل ظاهری و سیستم کروناری قلب.....	340
شکل 120: ساختمان روده بزرگ.....	436	شکل 104: طبقات ساختمانی رگهای خون....	347
شکل 121: مقطع طولی یک دندان آسیاب بزرگ.....	438	شکل 105: انواع عروق شعریه خون.....	348
شکل 122: حرکات پرستالتیک و قطعه قطعه کننده مجرای هاضمه.....	442	شکل 106: دوران خون جنینی.....	355
شکل 123: سمت حرکت امواج پرستالتیک در معده.....	446	شکل 107: روابط رگهای لمفاوی با رگهای خون.....	369
شکل 124: اعضای سیستم بولی.....	481	شکل 108: توزیع رگها و عقده های لمفاوی در بدن.....	370
شکل 125: ساختمان نفرون.....	486	شکل 109: ساختمان یک عقده لمفاوی.....	371
شکل 126: آناتومی داخلی کلیه.....	487	شکل 110: اعضای لمفاوی.....	371
		شکل 111: اعضای سیستم تنفسی.....	400

شکل ..... صفحه

- شکل 127: ساختمان مثانه و مجرای خروج ادرار در یک زن ..... 493
- شکل 128: مقطع سجیتال خصیه و اپیدیدیمس ..... 512
- شکل 129: اعضای تولید مثل مردانه ..... 515
- شکل 130: اسپرماتوجنز ..... 516
- شکل 131: ساختمان اسپرم ..... 518
- شکل 132: نمای سجیتال تخمدان انسان که مراحل انکشاف یک فولیکول را نشان می دهد ..... 520
- شکل 133: اعضای تولید مثل زنانه ..... 520
- شکل 134: مهبل، رحم و تخمدانها ..... 522
- شکل 135: اعضای خارجی سیستم تولید مثل زنانه ..... 523
- شکل 136: اووچنز ..... 525
- شکل 137: دورانهای تخمدان و رحمی (قاعدگی) ..... 529
- شکل 138: غده های شیری زنانه ..... 531
- شکل 139: مراحل مختلف انکشاف زایگوت تا اواخر بلاستوسیست ..... 534
- شکل 140: جنین 22 روزه ..... 535
- شکل 141: سه مرحله زایمان ..... 542



---

---

## فهرست جداول

---

---

- جدول ..... صفحه
- جدول 7: روابط هومیوستاتیک سیستم اندوکرین با بقیه سیستمهای بدن. 315
- جدول 8: گروههای خون و چگونگی سازگاری آنها در موقع انتقال خون... 335
- جدول 9: روابط هومیوستاتیک سیستم دوران خون با بقیه سیستمهای بدن 364
- جدول 10: روابط هومیوستاتیک سیستم لمفاوی و ایمنی با بقیه سیستمهای بدن  
395 .....
- جدول 11: روابط هومیوستاتیک سیستم تنفسی با بقیه سیستمهای بدن..... 422
- جدول 12: روابط هومیوستاتیک سیستم هاضمه با بقیه سیستمهای بدن 476
- جدول 13: فلتر شدن، جذب مجدد و اطراح مواد در سیستم بولی..... 490
- جدول 14: روابط هومیوستاتیک سیستم بولی با بقیه سیستمهای بدن..... 506
- جدول 15: انکشاف فیتوس انسان..... 536
- جدول 16: روابط هومیوستاتیک سیستم تولید مثل با بقیه سیستمهای بدن 550

## مقدمه

یکی از بهترین راه ها برای ستایش خداوند متعال شناخت انسان است. قرآن عظیم الشان پیوسته انسان را به تفکر و تأمل در وجود خویش فرا می خواند تا بتواند نشانه ها و آثار شگفت انگیز حکمت الهی را آشکار سازد. با فرا گرفتن علمی مانند آناتومی و فزیولوژی انسان (Human Anatomy & Physiology) هر فرد می تواند متناسب به ظرفیتهای دانش و معنویت خود به این شناخت دست یافته، به مقام شامخ علم و حکمت الهی سر تعظیم فرود آورد.

آناتومی و فزیولوژی انسان عبارت از مطالعه ساختمان کلی بدن، نحوه تشکیل آن از دیدگاه میکروسکوپی و ماکروسکوپی و وظایف بدن انسان می باشد. بدن انسان از بخشهای پیچیده با وظایف هماهنگ که توسط سیستم مغلق کنترل و مقابله به حالت پایدار ادامه می یابد، تشکیل شده است. هماهنگی وظایف تمام بخشهای بدن اجازه این را می دهد تا محرکها کشف گردند، طور مثال غروب را ببینیم و به تحریکات پاسخ دهیم، یا دست خود را از آتش دور نماییم، اعمال دماغی مانند به خاطر آوردن و فکر نمودن ... و غیره را انجام دهیم.

مطالعه آناتومی و فزیولوژی برای آنهایی که به نحوی با علوم صحتی و تعلیمی - تربیتی سر و کار دارند مهم می باشد. زیرا داشتن معلومات دقیق از ساختمان و وظیفه بدن انسان، به آنها کمک می نماید ضمن آشنایی با مبانی نظری این علم، بتواند سیستمهای مختلف بدن خود را به نحو بهتر شناخته هنگام اجرای وظیفه تعلیمی و تربیتی، وظایف خود را به نحو بهتر انجام دهند.

اطلاع از ساختمان و فزیولوژی بدن انسان به ما اجازه می دهد تا بدانیم که چگونه بخشهای مختلف بدن با هم کار می نمایند و بدن در برابر یک تحریک چگونه پاسخ می دهد. همچنان، دانش ساختمان و فزیولوژی بدن انسان اساس دانش انسان را در باره

امراض فراهم می نماید. بطور مثال، در یک نوع مرض قند (نوع I) به نام دیابت شیرین (Diabetes mellitus) غدهٔ Pancreas به اندازهٔ کافی هورمون Insulin ترشح نمی نماید. بدون مقدار کافی هورمون انسولین، مقدار کافی قند به حجرات وارد نمی شود، و به این ترتیب حجرات از این منبع انرژی محروم گردیده و در نتیجه شخص دچار سوء تغذی می گردد.

در این کتاب، آناتومی و فزیولوژی انسان مورد مطالعه قرار داده شده، دانسته خواهد شد که تفکیک آناتومی و فزیولوژی از یک دیگر امکان پذیر نیست؛ زیرا ارتباط تنگاتنگی میان ساختمان و عمل بدن انسان وجود دارد و همین ارتباط است که از آن یک سیستم زندهٔ دینامیک و یکپارچه ساخته است.

آناتومی عبارت از علمی است که ساختمان، شکل و اجزای بدن، نحوهٔ تشکیل آن از دیدگاه Microscopic و Macroscopic و روابط آنها با یک دیگر را بررسی و مطالعه می نماید. اصطلاح Anatomy از کلمهٔ یونانی Anatome گرفته شده، به معنای تسلیخ نمودن، قطع و جدا نمودن اجزای بدن برای مطالعه می باشد. آناتومی مطالعات وسیعی را احتوا می نماید، مثلاً مطالعهٔ ساختمان اجزای بدن، انتظام مایکروسکوپی و عملیه های که در نتیجهٔ آنها این اعضاء انکشاف نموده اند، همه توسط آناتومی صورت می گیرد. در مجموع، آناتومی رابطه بین ساختمان اجزای بدن و وظایف آنها را بررسی می نماید. مثلاً ساختمان استخوان انگستان زمینهٔ آن را فراهم می آورد تا انگستان وظایف متنوع و مخصوص را با مؤثریت به انجام رسانند. هم چنان استخوان دارای استحکام و قوت می باشد زیرا حجرات استخوانی دارای پوشش سخت منرالی می باشد. دانستن رابطه بین ساختمان و وظیفه موجب می شود تا ما آناتومی را به آسانی بدانیم و آن را تقدیر کرده در پیشبرد مؤفقانهٔ وظیفهٔ تعلیمی و تربیتی خود استفادهٔ بهینه از آن نماییم. آناتومی دارای شاخه های زیر است:

آناتومی اجزای بزرگ (Macroscopic anatomy = Gross Anatomy): مطالعهٔ ساختمانهایی است که به اندازهٔ کافی بزرگ بوده بدون کمک مایکروسکوپ توسط چشم دیده می شوند.

آناتومی اجزای کوچک (Microscopic Anatomy): مطالعهٔ حجرات و انساج است که به کمک مایکروسکوپ دیده می شوند.

اناتومی سیستمهای بدن (Systemic anatomy): مطالعه سیستمهای بدن مانند سیستم دوران خون، اعصاب، اسکلت، عضلات و غیره می باشد. در این کتاب عمدتاً اناتومی سیستمیک بررسی می گردد.

اناتومی مقایسه وی (Comparative Anatomy): مطالعه ساختمانهای بزرگ یک پستاندار و ارتباط آن به جسم انسان می باشد. اناتومی مقایسوی معمولاً توسط شاگردان به نام (اناتومی پشک) نیز یاد می شود.

رشته های کوچکتر دیگر شامل جنین شناسی (Embryology)، نسج شناسی (Histology) و حجره شناسی (Cytology) می شود.

اصطلاح (Physiology) از لغت یونانی Physis به معنی فزیک و یا طبیعت گرفته شده است و علمی است که با اعمال (Functions) و عملیه های حیاتی بدن سالم، اعضاء و سیستمهای موجودات زنده و اجزای آن سر و کار داشته علل و میکانیسمهای این فعالیتها را توضیح و قانونمندیهای وظایف جسم زنده را در ارتباط متقارب با محیط خارجی تحقیق می نماید. در فزیولوژی ساختمانها به صورت واحداث فعال و پویا (Dynamic) در نظر گرفته می شود نه اجزای ساکن و تغییر ناپذیر. اهداف اصلی فزیولوژی از این قرار اند:

1. فهم چگونگی پاسخ بدن به محرکها،

2. فهم چگونگی تداوم حالت پایدار بدن در موجودیت تغییرات پی هم محیطی.

فزیولوژی دارای شاخه های مختلف می باشد. از جمله از فزیولوژی انسان (Human physiology) که عبارت از مطالعه وظایف بدن انسان است و شامل فزیولوژی حجروی (Cellular physiology) و فزیولوژی سیستمها (Systemic physiology) می گردد، می توان نام برد.

علم اناتومی و فزیولوژی انسان با علوم دیگر رابطه نزدیک داشته با به میان آمدن تحولات در دست آورد های سایر علوم، همه روزه دچار تغییر شده شکل و فورم تازه به خود می گیرد. از آن جا که همه ساله تحقیقات علمی اختصاصی تر شده می روند و شاخه های جدید علم را به وجود می آورند؛ لذا بر علاوه شعبات فوق الذکر شعبات دیگر علم اناتومی و فزیولوژی نیز وجود دارند.

---

## سیستم اندوکراین انسان

---

### اهداف

پس از مطالعه این فصل شما قادر خواهید بود تا

1. چگونگی کنترل وظایف بدن توسط سیستم‌های عصبی و اندوکراین را با یکدیگر مقایسه نمایید،
2. رابطه بین هورمونها، مولیکولهای گیرنده و محل اتصالات گیرنده را توضیح نمایید،
3. چگونگی پاسخ دادن گیرنده‌های متصل به غشاء و گیرنده‌های داخل حجروی را به هورمونهای داخلی توضیح نمایید،
4. صنفهای عمده هورمونها را براساس ساختمان کیمیاوی آنها دست نموده چگونگی اثر آنها را بر انساج و تولید پاسخ در آنها را توضیح نمایید،

هومیوستاز به انتظام دقیق اعضاء و سیستم‌های اعضای بدن متکی است. سیستم عصبی و سیستم اندوکراین (Endocrine system) دو سیستم اصلی هستند که مسئولیت انتظام و هماهنگی سیستم‌های بدن را به دوش دارند. هرگاه در وظایف یکی از این دو سیستم اختلال ایجاد شود حالت هومیوستاز بدن نیز بر هم می خورد.

گرچند، تنظیم عصبی و اندوکرینی از بعضی جهات با همدیگر مشابه هستند؛ اما در اصول کلی از همدیگر تفاوت دارند. سیستم عصبی وظایف انساج را از طریق فرستادن پتانسیلهایی عمل توسط اکسونهایی که از انتهایشان مواد کیمیاوی

(Neurotransmitters) آزاد می شود کنترل می نمایند و سیستم اندوکراین برای اجرای وظیفه میانجیها (Mediators) یا هورمونهایی به داخل جریان خون آزاد می نماید. وظایف سیستم عصبی و سیستم اندوکراین به این هورمونها مربوط می شود. سیستم عصبی غالباً به سرعت عمل نموده و اثرات کوتاه مدت دارد در حالیکه سیستم اندوکراین بسیار به آهسته گی عمل نموده اثرات طولانی دارد. در مجموع، هر تحریک عصبی یک عضو مخصوص را کنترل می نماید در حالیکه هر تحریک اندوکرینی اثرات عمومی و وسیع بر بدن دارد.

وظایف اساسی سیستم اندوکراین از این قرار اند: توازن آب، انقباضات رحم و آزاد ساختن شیر، نمو، میتابولیزم و بلوغیت انساج، انتظام آیونها، انتظام ضربان قلب و فشار خون، کنترل قند خون، انتظام سیستم ایمنی و کنترل وظایف تولید مثل.

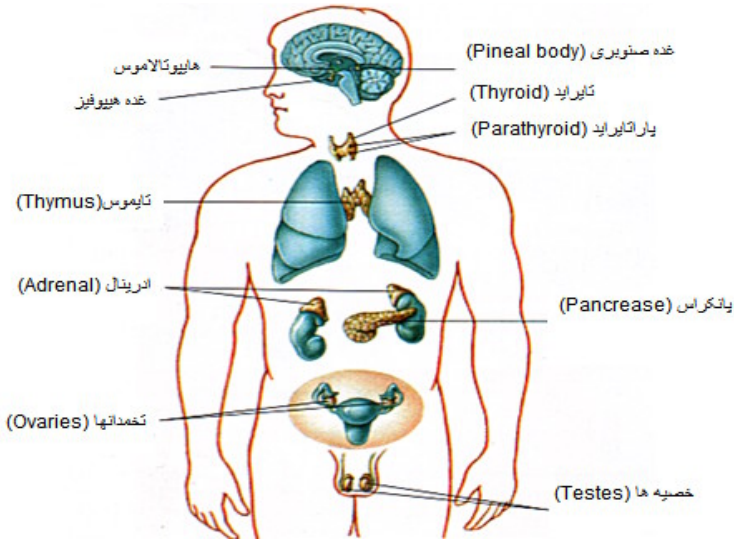
## غده های اندوکراین

اصطلاح Endocrine از کلمه یونانی Endo و krino به معنی (در) و (جدا نمودن) مشتق شده است. غده های اندوکراین را به نام غده های فاقد مجرا (Ductless glands) نیز یاد می نمایند.

غده های اندوکراین شامل Thyroid، Parathyroid، Hypophysis or pituitary، Adrenal و غده صنوبری می شود. گرچند تعداد زیاد اعضاء و انساج مانند Hypothalamus، Thymus، پانکراس، تخمدانها (Ovaries)، خصیه ها (Testes)، کليه ها، معده، کبد، روده کوچک، پوست، قلب، انساج شحمی و Placenta نیز هورمون ترشح می نمایند؛ اما از جمله غده های اندوکراین حساب نمی شوند. (شکل 96).

سیستم اندوکراین تمام غده های اندوکراین، اعضاء و انساج ترشح کننده هورمون را در بر می گردد. بعضی از اعضای سیستم اندوکراین بر علاوه ترشح هورمونها وظایف دیگری نیز انجام می دهند. مثلاً یک بخش غده پانکراس هورمون ترشح می نماید در حالیکه بخش دیگر آن انزایم ترشح می نماید.

علم مطالعه ساختمان و وظیفه غده های اندوکرین، مطالعه هورمونهای اتوکرین، پاراکرین، نیوروهورمونها، تشخیص و تداوی اختلالات سیستم اندوکرین، Endocrinology نامیده می شود.



شکل 96: سیستم اندوکرین.

## هورمونها

اصطلاح Hormone از کلمه یونانی Hormone به معنی (به حرکت انداختن) مشتق شده است. غالباً ماده کیمیاوی که توسط غده های اندوکرین ترشح می شوند به نام هورمون یاد می شود. هورمونها، مولیکولهای میانجی یی هستند که دور از محل ترشح، در نقاط مختلف بدن بر حجات تأثیر نموده فعالیت آنها را به شیوه ویژه انتظام می بخشد. تمام هورمونها این خصوصیات را نشان می دهند. هورمونها به گروههای زیر تقسیم می شوند:

1. بخش عمده هورمونها، مولیکولهایی اند که از حجات ترشحي یک منطقه بدن آزاد شده به مایع بین النسجی (Interstitial fluid) وارد می شوند و از آن جا به عروق شعریه خون داخل شده توسط خون غرض تولید پاسخ به مناطق دیگر بدن منتقل می شوند، اینها به نام هورمونهای سیار (Circulating Hormones) یاد می شوند.

2 گروه دیگر به نام هورمونهای منطوقی (Local Hormones) یاد می شوند که در یک ناحیه حجره تولید می شوند و به بخش دیگر همان حجره منتقل شده به گیرنده بی در سایتوپلازم و یا هسته حجره می چسبند و یا اینکه بدون وارد شدن به جریان خون به حجرات مجاور داخل شده وظایف آنها را نیز متأثر می سازند. هورمونهای منطوقی به دو دسته تصنیف می شوند:

- هورمونهای اتوکراین (Autocrine Hormones)، توسط حجرات ترشح شده بر گروهی از حجرات مشابه خودش تأثیر دارند. مثلاً ماده کیمیاوی نظیر Prostaglandins، از عضلات لشم و صفحات دمویه که در پاسخ به التهاب ترشح می شوند از این جمله اند. این مواد کیمیاوی حجرات عضلات لشم رگهای خونی را منبسط ساخته و پلاکتهای خون (Thrombocytes) را متراکم می سازد. در نتیجه رگهای خون اتساع یافته و لخته تولید می شود.
- هورمونهای منطوقی که بر انواع دیگر حجرات در همسایه گی حجرات ترشح کننده اثر دارند، به نام Paracrine Hormones یاد می شوند. مثلاً پیتایدی به نام Somatostatin که توسط حجرات غده پانکراس ترشح می شود در همان موقعیت، ترشح هورمون انسولین را توسط حجرات دیگر غده پانکراس مهار می نماید. مثال دیگر هورمونهای پاراکراین گاز نایتریک اکساید (NO) است که توسط انساج آستر کننده رگهای خون آزاد می شود. نایتریک اکساید موجب انبساط رشته های عضلات لشم مجاور در رگهای خون شده باعث ازدیاد قطر رگهای خون می شود.

3. Pheromones، هورمونهایی اند که توسط یک موجود زنده به داخل محیط آزاد شده سلوک موجودات زنده دیگر را تغییر می دهند. طور مثال در بعضی مواقع Pheromones در ادرار سگها و پشکها منحیث سیگنالهای بویایی آزاد می شوند که بیانگر میل آنها به زاد و ولد است. ظاهراً Pheromones در انسانها نیز تولید می شوند؛ اما اهمیت آنها واضح نیست. طورمثال، فرومونهایی که توسط زنان تولید می شوند طول دوران عادت ماهانه زنان دیگر را متأثر ساخته می تواند.



4. Neurohormones، هورمون‌هایی اند که به وسیلهٔ حجرات سیستم عصبی ترشح می‌شوند. مانند Oxytocin و هورمون ضد ادراری.

5. تعدیل کننده های عصبی (Neuromodulators) و میانجی‌های عصبی هورمون‌های اند که توسط حجرات عصبی پیش ساینپسی ترشح می‌شوند و بر نیورون‌های پس ساینپسی اثر می‌گذارند.

بسیاری هورمون‌ها برای اجرای یک وظیفهٔ خاص مطابقت نموده اند؛ در حالیکه عدۀ دیگر این قابلیت را ندارند و تعداد زیاد میانجی هم منجیث هورمون‌ها و هم نوروهورمون‌ها اجرای وظیفه می‌نمایند. طور مثال، نور اپی نفرین هم به حیث میانجی عصبی و هم به حیث هورمون اجرای وظیفه می‌نماید، و Prostaglandins هم به حیث میانجی عصبی، هم تعدیل کنندهٔ عصبی و هم هورمون‌های پاراکرین و اتوکرین اجرای وظیفه می‌نمایند.

### تصنیف کیمیاوی هورمون‌ها

از نظر کیمیاوی هورمون‌ها را به دو گروه عمده تصنیف نموده می‌توانیم: (1) هورمون‌های منحل در شحم و (2) هورمون‌های منحل در آب.

1. **هورمون‌های منحل در آب:** شامل هورمون‌های پروتئینی، پپتیدی، هورمون‌های امین و هورمون‌های ایکوسانوئید می‌شوند. هورمون‌های این کتگوری به گیرنده های موجود در غشای حجروی می‌چسبند، به استثنای هورمون‌های پپتیدی که از غدهٔ تایراید ترشح شده در غشای حجروی نفوذ نموده به گیرنده های داخل حجروی می‌چسبند. انواع هورمون‌های منحل در آب از این قرار اند:

- بعضی هورمون‌ها از جنس پروتئین هستند. اکثریت هورمون‌های بخش قدامی غدهٔ هایپوفیز شامل آن‌هایی که نمو، میتابولیزم و فعالیت‌های تولید نسلی را کنترل می‌نمایند از همین دسته هورمون‌ها اند. بعضی از هورمون‌های پروتئینی مانند هورمون محرک تایراید (Thyroid Stimulating Hormones) گروه‌های الحاقی کاربوهایدریت دارند و به همین دلیل به نام هورمون‌های گلایکوپروتئینی (Glycoprotein Hormones) یاد می‌شوند.

- هورمونهای پیتایدی که از زنجیره‌های کوتاه امینواسیدها ترکیب یافته‌اند. مانند هورمونهای بخش خلفی غدهٔ هایپوفیز که وظایفی مانند خارج شدن شیر از پستان و حجم ادرار در کلیه را کنترل می‌نمایند.
- بعضی هورمونها صرف از یک امینواسید ساده ترکیب شده‌اند؛ اما از نظر کیمیاوی تغییر کرده‌اند. مثلاً یک مولیکول کاربن دای اکساید را از آن دور نموده‌اند. از آن جا که در مولیکول، گروه امین ( $\text{NH}_3^+$ ) باقیمانده است به نام هورمونهای امین یاد می‌شوند. هورمونهایی بخش میدولای ادرینال از این گروه‌اند.
- Eicosanoids، گروهی از مرکبات کیمیاوی را تشکیل می‌دهند که از اسید چرب به نام Arachidonic acid مشتق شده‌اند. اینها به استثنای کریوات سرخ خون وسیعاً در همهٔ انساج بدن پراکنده‌اند و منحيث هورمونهای پاراکرین و اتوکراین اجرای وظیفه می‌کنند. بعضی از Prostaglandins باعث انقباض عضلات لشم مانند اتساع رگهای خون می‌گردند. بعضی دیگر، باعث انقباض عضلات لشم مانند انقباض عضلات رحم در جریان عملیهٔ ولادت می‌گردند. هم چنان Prostaglandins در التهابها نیز نقش دارند. اینها توسط انساج صدمه دیده آزاد شده باعث اتساع رگهای خون، آماس منطقه و درد می‌شوند. Prostaglandins که توسط پلاکتهای خون آزاد می‌گردند در تولید لختهٔ خون نقش دارند. اثرات ضد درد و التهاب، آسپرین و مواد مشابه، ناشی از قابلیت مهار آنها از ساخته شدن Prostaglandins می‌باشد. Leukotrienes قابلیت جذب حشرات سفید خون را بلند برده التهاب را کاهش می‌دهند.

## 2. هورمونهای منحل در چربی: شامل هورمونهای ستيروئیدی، هورمونهای غدهٔ

تایراید و نایتريك اکساید می‌گردد. هورمونهای ستيروئیدی، از چربی تشکیل شده و از مشتقات کولسترول می‌باشند. هورمونهای ستيروئیدی دارای ساختمان یکسان با کمی تفاوت می‌باشند. این تفاوت ناچیز ساختمانی به هر یک از هورمونهای مربوطه خواص منحصر به فرد خودش را می‌دهد. هورمونهای ستيروئیدی عموماً توسط بخش کارتکس غدهٔ ادرینال و غده‌های جنسی (Gonads) ترشح می‌شوند.

هورمونهای این کتگوری به غشای حجروی نفوذ نموده با یک مولیکول گیرنده داخل حجروی می چسبند. گاز نایتریک اکساید هم هورمون و هم میانجی عصبی بوده در حضور انزایم مخصوص از امینواسید Arginine ساخته می شود. اثرات وسیع بر همه بدن دارد. نایتریک اکساید عموماً رادیکالهای آزاد را خنثی می کند. برعکس میانجیهای دیگر نایتریک اکساید از قبل ساخته شده و ذخیره نمی گردد؛ بلکه همیشه براساس نیاز ساخته شده و برای ترکیب با نایتريتها ( $\text{NO}_3^-$ ) و نایتريتها ( $\text{NO}_2^-$ ) صرف ده دقیقه به حالت فعال باقیمانده می تواند.

### انتقال هورمونها توسط خون

اغلب مولیکولهای هورمونهای منحل در آب به صورت آزادانه بدون اتصال به کدام ماده دیگر در پلازمای خون به سراسر بدن پراکنده می شوند؛ اما اغلب هورمونهای منحل در چربی به پروتئینهای ناقل (Transport proteins) که توسط کبد ساخته می شوند متصل می گردند.

### کنترل ترشح هورمونها

ترشح هورمونها به وسیله میکانیزمهای فیدبک منفی کنترل می شود. میکانیزمهای فیدبک منفی، اجرای وظایف بدن را در یک محدوده نازک از حجمهای ثابت که برای زنده ماندن ضرورت اند، حفظ می نماید. ترشح هورمون به سه روش کنترل می شود:

1. ترشح بعضی از هورمونها مستقیماً توسط تغییر کیمیاوی خون کنترل می شود. طور مثال، ترشح هورمون انسولین توسط سطح قند خون و ترشح هورمون غده پاراتایراید توسط سطح آیونهای کلسیم در خون کنترل می شود.
2. ترشح بعضی از هورمونها ذریعه هورمونهای دیگر کنترل می شود. طور مثال، هورمونهای غده هایپوفیز بر خصیه ها و تخمدانها تأثیر نموده باعث ترشح هورمونهای جنسی توسط این غده ها می شود.
3. ترشح بعضی از هورمونها ذریعه سیستم عصبی کنترل می شود. یک مثال آن هورمون اپی نفرین است که در اثر تحریکات عصبی از بخش میدولای غده ادرینال آزاد می شود.

## گیرنده های هورمونها

گرچند هورمونها توسط خون به سراسر بدن توزیع می شوند؛ اما تنها به انساج هدف می چسبند. یک نسج هدف به یک هورمون پاسخ می گوید و از حجراتی ساخته شده است که حاوی مولیکولهای گیرنده برای همان هورمون می باشد. گیرنده ها ممکن پروتئینها و یا گلایکوپروتئینها بوده باشند. هر هورمون تنها به مولیکولهای گیرنده خودش چسبیده می تواند و انساج دیگری را که گیرنده مخصوص آن هورمون را ندارند متأثر ساخته نمی توانند. مولیکولهای گیرنده همانند دیگر پروتئینها به صورت دوامدار ترکیب و تخریب می شوند. بخشی از هر مولیکول گیرنده که هورمون به آن می چسبد، محل اتصال گیرنده (Receptor site) است. شکل و خصوصیت کیمیایی هر محل اتصال گیرنده، به هورمون ویژه اجازه چسبیدن به آن محل اتصال را می دهد. تمایل هر محل اتصال گیرنده به چسبیدن به یک هورمون ویژه و نه چسبیدن به دیگران، اختصاصی بودن (Specificity) نامیده می شود. اتصال هورمون به گیرنده موجب شروع یک سلسله تعاملات در داخل حجره می شود که طی آن قدرت هر مرحله از مرحله قبل بیشتر می گردد، به طوری که حتی مقدار کم هورمون باعث بروز آثار عمده می شود.

پاسخ به هورمون، مربوط به هر دو، هورمون و گیرنده می شود. گیرنده های مختلف، پاسخهای متنوعی به هورمون واحد می دهند. مثلاً هورمون هورمون انسولین در حجرات کبد ترکیب گلایکوجن و در انساج شحمی ترکیب ترای گلیسراید را تحریک می کند. پاسخ به هورمون همیشه مانند هورمون هورمون انسولین ترکیب مولیکول جدید نمی باشد. اثرات هورمونهای دیگر شامل تغییر در نفوذپذیری غشای حجروی، تحریک انتقال مواد به داخل یا خارج حجره هدف، تغییر سرعت تعاملات میتابولیک و انقباض عضلات لشم و یا قلبی می باشد.

مجموعاً یک حجره هدف برای یک هورمون مخصوص 2000 تا 100000 گیرنده دارد. هنگامیکه مقدار هورمون زیاد باشد، تعداد گیرنده های فعال یک حجره هدف کاهش می یابد. تقلیل تعداد گیرنده ها حساسیت حجره را کاهش می دهد و هنگامیکه مقدار هورمون کاهش یابد تعداد گیرنده ها در حجره هدف تزئید می یابند در این حالت حساسیت حجره نیز تزئید می یابد.

## انواع گیرنده ها

گیرنده ها به دو دسته تقسیم می شوند: (1) گیرنده های داخل حجروی و (2) گیرنده های که به غشاء های حجروی متصل اند.

1. گیرنده های داخل حجروی، یا در سایتوپلازم قرار دارند و یا در هسته حجره. هورمونهای داخل حجروی منحل در شحم از غشای حجروی عبور نموده بر محل اتصالهای گیرنده داخل حجروی می چسبند. بعضی از گیرنده های داخل حجروی به انزایمها متصل هستند. یک هورمون داخل حجروی به این نوع گیرنده چسبیده فعالیت انزایمی را تغییر می دهد. نوع دیگر گیرنده های داخل حجروی به DNA متصل می باشد. یک هورمون داخل حجروی به این نوع گیرنده چسبیده ترکیب مولیکولهای ویژه mRNA را تزییـم می بخشد. بعداً این مولیکولها به داخل سایتوپلازم رفته ترکیب پروتئین جدید را در رایبوزوم راهنمایی می نماید. پروتئین جدیداً ساخته شده تولید پاسخ می نماید.

2. گیرنده های که به غشاء های حجروی متصل اند، در عرض غشای حجروی امتداد داشته، محل اتصال آنها بر سطح خارجی غشای حجروی قرار دارد. این گیرنده ها به آن هورمونهای داخل حجروی پاسخ می دهند که بزرگ و منحل در آب بوده قادر به نفوذ در عرض غشای حجروی نباشند. هنگامیکه یک هورمون به محل اتصال یک گیرنده متصل به غشاء چسبید، آن بخش از گیرنده که به داخل حجره امتداد دارد تولید پاسخ می نماید. تعداد زیاد گیرنده های متصل به غشاء با چندین میکانیسم تولید پاسخ وجود دارند.

## پاسخ گیرنده ها

همه هورمونها بدون استثناء، اعمال خود را با تشکیل کمپلکس هورمون - گیرنده شروع می کنند. این عمل موجب تغییر عملکرد گیرنده شده و گیرنده تحریک شده موجب شروع آثار هورمونی می شود. هنگامیکه هورمون داخل حجروی به یک گیرنده متصل به غشای حجروی می چسبید به صورت عموم سه نوع پاسخ به آن داده خواهد شد:

1. **گیرنده هایی که مستقیماً نفوذ پذیری غشاء را متأثر می سازند:** به زودی پس از چسبیدن هورمون داخل حجروی بر محل اتصال یک گیرنده،

کانالهای آیونها در غشای حجروی باز و یا بسته می شوند. با تغییر نفوذ پذیری غشاء، حرکت آیونها در عرض غشای حجروی نیز تغییر می نماید که مسئول پاسخگویی حجره می باشد. طور مثال، اسیتایل کولینی که از انتهاهای رشته های عصبی آزاد می شود به گیرنده یی که جزء از غشای کانالهای سودیم است می چسبد و در نتیجه آن، کانالهای سودیم در غشای عضلات اسکلتی باز می شوند. آیونها سودیم ( $Na^+$ ) از طریق همین کانالهای باز شده به داخل حجره نفوذ نموده تولید پتانسیل عمل می نمایند و رشته عضلی منقبض می شود.

**2. گیرنده ها و G پروتئینها:** بعضی از هورمونهای داخل حجروی به محل اتصال گیرنده متصل به غشاء می چسبند و در نتیجه یک کمپلکس پروتئینی در سطح داخلی غشای حجروی به نام پروتئین \* G فعال می شود. یک پروتئین G دارای واحداث فرعی الفای ( $\alpha$ )، بیتا ( $\beta$ ) و گاما ( $\gamma$ ) می باشد. در صورتیکه هورمونهای داخل حجروی به محل اتصال گیرنده نه چسبیده باشد، پروتئین به صورت واحد غیر فعال چسبیده به گیرنده متصل به غشاء باقی می ماند. هنگامیکه یک هورمون داخل حجروی به محل اتصال یک گیرنده متصل به غشاء می چسبد سبب می شود تا پروتئین G از گیرنده جدا شود و به همین ترتیب، واحد فرعی الفای از واحداث فرعی بیتا و گاما. Guanosine triphosphate توسط Guanosine diphosphate تعویض می شود. واحد فرعی الفای متصل به GTP انزایمهایی را فعال می نماید که هورمونهای داخل حجروی را تولید می نمایند. انواع متنوع هورمونهای داخل حجروی توسط پروتئین G تولید می شوند. این هورمونهای داخل حجروی به مولیکولهای گیرنده چسبیده و سبب تولید پاسخ می شوند. در بعضی حالات هورمونهای داخل حجروی باعث باز و بسته شدن کانالهای سودیم می شوند.

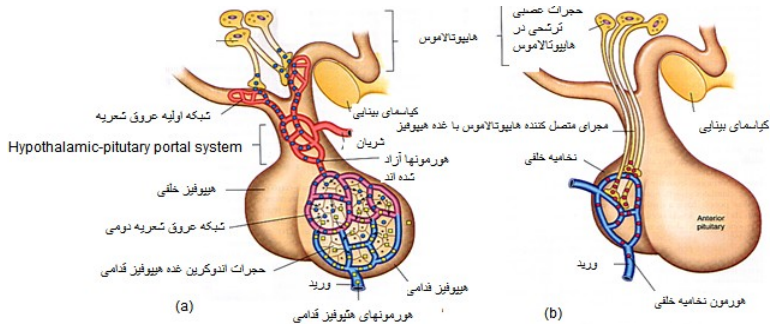
**3. گیرنده هایی که وظایف انزایمها را متأثر می سازند:** بعضی از هورمونهای داخل حجروی به محل اتصال گیرنده خود در خارج غشای حجروی چسبیده و فعالیت یک انزایم را که قبلاً به صورت غیر فعال به گیرنده متصل بود در سطح

\*- پروتئین متصل شونده به Guanosine triphosphate.

داخل غشای حجروی تزئید و یا تقلیل می بخشد. گیرنده های متصل به انزایم از جنس پروتئین بوده یکبار اجازه عبور از غشای حجروی را دارند. گیرنده های متصل به انزایم محل اتصال به هورمون در خارج غشاء و محل اتصال با انزایم در داخل غشای حجروی دارند. از آن جا که انزایمها تعاملات کیمیایوی داخل حجره را تنظیم می کنند، تغییر در فعالیت انزایم باعث تغییر فعالیتهای کیمیایوی شده یک پاسخ را در داخل حجره به وجود می آورد. طور مثال، ازدیاد فعالیت انزایم مسئول شکستادن گلایکوجن به گلوکوز، باعث قابل دسترس شدن گلوکوز منحث منبع انرژی برای انقباضات عضلی می شود.

### غده پیتوتیری و هایپوتالاموس

غده پیتوتیری یا هایپوفیز غده کوچک به اندازه یک نخود است، که در زیر هایپوتالاموس در فرورفته گی استخوان Sphenoid، در خلف کیاسمای نوری قرار داشته و با هایپوتالاموس به وسیله پایه یی به نام قیف (Infundibulum) متصل است (شکل 97).



شکل 97: Hypophysis و Hypothalamus.

غده هایپوفیز به دو بخش تقسیم می شود: (1) هایپوفیز قدامی (Adenohypophysis) که از حجرات پوششی ساخته شده و از حفره دهانی جنین مشتق می شود. (2) هایپوفیز خلفی (Neurohypophysis) یک گسترده گی مغز بوده از حجرات عصبی ساخته شده است.

هورمونهای غدهٔ هایپوفیز وظایف بسیاری از غده های دیگر را کنترل می نمایند. همچنین، هایپوفیز هورمونهایی را ترشح می نماید که نمو، وظایف کلیه ها، ولادت و تولید شیر توسط غده های شیری را متأثر می سازند. وظایف غدهٔ هایپوفیز از دو طریق توسط هایپوتالاموس کنترل می شود:

1. ترشح هورمونهای هایپوفیز قدامی توسط هورمونهای کنترل می شود که از حجرات عصبی هایپوتالاموس ترشح می شود. هر یک از هورمونهای هایپوتالاموس پس از تولید توسط خون به هایپوفیز منتقل می شود و پس از اتصال با گیرندهٔ مخصوص، ترشح یک هورمون ویژهٔ هایپوفیز قدامی را تحریک و یا مهار می نماید.

2 بخش خلفی هایپوفیز هورمونی ترکیب نمی نماید؛ اما دو هورمون را ذخیره و آزاد می کند. آزاد شدن این هورمونها توسط تحریکات حجرات عصبی داخل هایپوتالاموس کنترل می شود. تنهٔ حجروی این نیورونها در داخل هایپوتالاموس قرار داشته و اکسونهای آنها از طریق قیف به هایپوفیز خلفی وارد می شود. هورمونها در داخل تنهٔ حجروی ساخته شده و از طریق اکسون به هایپوفیز خلفی وارد شده در انتهاهای اکسون ذخیره می شود. هنگامیکه این انتهاهای اکسونی تحریک شود؛ پتانسیل عمل از هایپوتالاموس از طریق اکسونها به هایپوفیز خلفی وارد شده سبب آزاد شدن هورمونها از انتهاهای اکسونی می شود. در داخل هایپوتالاموس، سیستمهای عصبی و اندوکراین با هم دارای مناسبات مشترک نزدیک هستند. تحریکات مانند خوشی، غم و فشارهای شدید روانی سیستم اندوکراین را از طریق هایپوتالاموس متأثر می سازد. معکوساً، هورمونهای سیستم اندوکراین وظایف هایپوتالاموس و دیگر بخشهای مغز را متأثر ساخته می توانند.

## هورمونهای هایپوفیز قدامی

**هورمون رشد (Growth hormone (GH):** با تزئید بخشیدن ساخته شدن پروتئین، نمو استخوانها، عضلات و اعضای دیگر را تحریک می نماید. همچنین در دوران فقر غذایی پروتئینها را مقاومت بخشیده مانع شکسته شدن آنها می شود؛ اما در مقابل شکسته شدن چربیها را تشویق می نماید. هرگاه یک انسان جوان به کمبود هورمون



رشد مبتلا شود در حالی که تناسب اندام او بر هم نمی خورد؛ اما جسامت او کوچک باقیمانده قد کوتاه هایپوفیزی (Pituitary dwarf) نامیده می شود.

در صورت فعالیت غیر نورمال غده هایپوفیز مقدار بیش از حد هورمون رشد ترشح می شود. تزئید در مقدار ترشح هورمون رشد ناشی از موجودیت یک تومور ترشح کننده هورمون در غده هایپوفیز بوده می تواند. هرگاه تزئید در ترشح هورمون رشد قبل از تکمیل شدن رشد طولی استخوانها صورت گیرد، رشد فوق العاده شدید استخوانها صورت خواهد گرفت که نتیجه آن غول پیکری بوده و شخص به صورت غیر نورمال قد بلند خواهد شد. هرگاه تزئید در ترشح هورمون رشد بعد از تکمیل شدن رشد طولی استخوانها صورت گیرد، استخوان قطراً رشد می نماید؛ اما طولاً رشد نمی کند در نتیجه استخوانهای رخسار و دستها به صورت غیر نورمال بزرگ می شود. این حالت به نام Acromegaly یاد می شود. ترشح هورمون رشد به وسیله آزاد شدن دو هورمون از هایپوتالاموس کنتروال می شود. یکی از این هورمونها ترشح هورمون رشد را تحریک و دیگری آن را مهار می کند. بسیاری از انسانها ریتم معینی در ترشح هورمون رشد دارند و همه روزه در موقع خواب عمیق مقدار آن ازدیاد می یابد. همچنان، ترشح هورمون رشد در دوران روزه داری و تمرینات نیز بالا می رود. سطح هورمون رشد در خون در دوران رشد سریع، بلند نمی رود؛ با وجود آن در خون اطفال سطح هورمون رشد تا حدودی بلند می باشد. توارث، تغذیه و هورمونهای جنسی هورمون رشد را متأثر می سازند.

بخشی از هورمون رشد از گروهی از هورمونها به نام Somatomedin متأثر می شوند. هورمون رشد، ترشح سوماتومدینها توسط انساجی مانند کبد را تزئید می بخشد. مولیکولهای Somatomedin به گیرنده هایی در استخوانها و غضروفها چسبیده رشد را تحریک می کند.

امروزه برای رفع کمبود هورمون رشد در انسان از دو طریقه استفاده می شود: (1) استخراج هورمون از غده هایپوفیز یک شخص فوت شده و (2) انتقال جینیایی مسئول تولید هورمون به باکتری از طریق مهندسی جینتیک. جین مورد نظر در داخل باکتری هورمون را تولید می نماید که بعداً از بدن باکتریها استخراج می شود.

### هورمون محرک تایراید (Thyroid Stimulating Hormone (TSH):

هورمون محرک تایراید به گیرنده های متصل به غشای حجرات غده تایراید می چسبد و

باعث می شود تا حجرات مذکور به ترشح هورمون بپردازند. هنگامیکه مقدار زیاد TSH ترشح شود باعث بزرگ شدن غدهٔ تیروئید و ترشح مقدار بیشتر هورمون تیروئید می گردد. هرگاه مقدار کمتر TSH ترشح گردد، اندازهٔ غدهٔ تیروئید کوچکتر شده و مقدار کمتر هورمون تیروئید ترشح می شود. اندازهٔ ترشح TSH توسط آزاد شدن هورمون از هایپوتالاموس کنترل می گردد.

### Adrenocorticotropic Hormone (ACTH): مولیکولهای هورمون ACTH

به گیرنده های متصل به غشای حجرات کارتکس ادرینال چسبیده، اندازهٔ ترشح هورمون Cortisole\* را از این حجرات ترزیید می بخشد. کارتکس غدهٔ ادرینال توسط ACTH از تخریب شدن محافظت می گردد. هم چنان، مولیکولهای ACTH به میلانوسیتهای پوست چسبیده رنگی شدن پوست را ترزیید می بخشد. اندازهٔ ترشح این هورمون توسط آزاد شدن هورمون از هایپوتالاموس کنترل می شود.

### Gonadotropins Hormones: این هورمونها به گیرنده های متصل به غشای

حجرات غده های جنسی (خصیه ها و تخمدانها) می چسبند و انکشاف و انجام وظیفهٔ آنها را انتظام می بخشد.

در زنان، هورمون محرک جسم زرد (Luteinizing Hormones (LH)) باعث تخمک گذاری از Oocytes و ترشح هورمونهای Estrogens و Progesterone از تخمدانها می شود. در مردان، LH ترشح هورمون Testosterone را از خصیه ها تحریک می نماید.

### هورمون محرک فولیکول (Follicle Stimulating Hormone (FSH)) انکشاف

فولیکول در تخمدان و اسپرم در خصیه را تحریک می نماید. بدون حضور این هورمون جسامت تخمدانها و خصیه ها تقلیل یافته و بیشتر از آن اوواسایتها و حجرات سپرم تولید نمی شوند. آزاد شدن مقدار ناچیز هورمون از هایپوتالاموس ترشح هر دو هورمون فوق را ترزیید می بخشد.

---

\*- کورتیزول به نام هایدروکورتیزون (Hydrocortisone) نیز یاد شده از جمله Steroids می باشد.

**Prolactin Hormone**: مولیکولهای هورمون پرولکتین به گیرنده های متصل به غشای حجرات پستان چسبیده به انکشاف پستان در جریان حامله گی کمک نموده و آن را به تولید شیر بعد از ولادت تحریک می نماید. تنظیم ترشح پرولکتین مغلق بوده آزاد شدن چندین ماده از هایپوتالاموس ترشح آن را تنظیم می نماید. دو هورمون اصلی از هایپوتالاموس ترشح می شود که یکی آن ترشح پرولکتین را تحریک و دیگری آن را مهار می نماید.

### هورمونهای محرک میلانوسایتها (Melanocyte-)

**(Stimulating Hormones(MSH)**: مولیکولهای هورمونهای محرک میلانوسایتها به گیرنده های متصل به غشای میلانوسایتها چسبیده و آنها را برای ساختن میلانین تحریک می نماید. ترشح اضافی MSH باعث تیره شدن رنگ پوست می شود. ساختمان MSH شبیه ACTH بوده و هر دو هورمون باعث تیره شدن رنگ پوست می شود. تنظیم MSH به خوبی شناخته نشده است؛ اما فکر می شود دو هورمون از هایپوتالاموس آزاد می شود که یکی ترشح هورمون MSH را تحریک و دیگری آن را مهار می نماید.

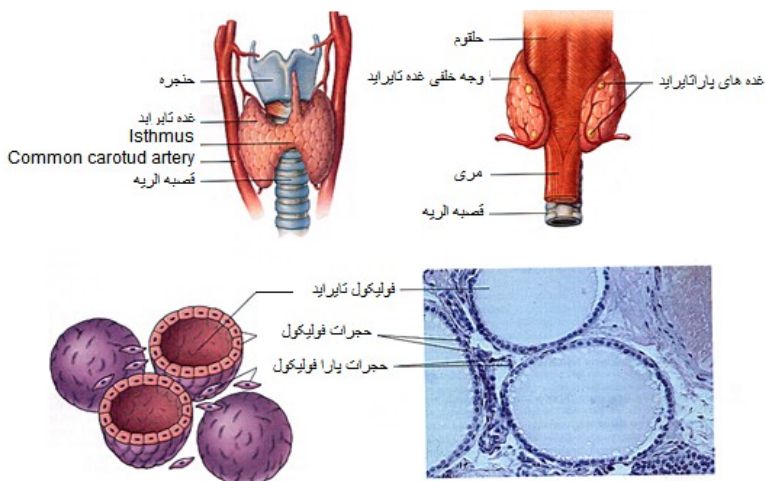
### هورمونهای هایپوفیز خلفی

هورمون اولی ذخیره شده در بخش خلفی هایپوفیز که به نام هورمون ضد ادرار (Antidiuritic Hormone (ADH) یاد می شود به غشای حجروی چسبیده و جذب مجدد آب در لوله های کلیه ها را تزیید بخشیده، باعث تقلیل ضیاع آب به صورت ادرار می شود. همچنان، ADH باعث انقباض رگهای خون در موقع خون ریزی شدید می شود و به همین دلیل آن را به نام Vasopressin نیز یاد می نمایند. تقلیل در اندازه ترشح ADH باعث تولید مقدار زیاد ادرار آبکی می شود که نتیجه آن دیهایدریشن و تقلیل سطح آیونهای مهم خون می باشد.

هورمون ذخیره شده دومی در هایپوفیز خلفی Oxytocin است. مولیکولهای هورمون Oxytocin به گیرنده های متصل به غشای حجروی چسبیده باعث تزیید انقباضات رحم و خروج شیر از غده های شیری در مادر شیرده می شود.

## غدهٔ تایراید

غدهٔ تایراید بزرگترین غدهٔ اندوکراین است که از دو لوب تشکیل شده و توسط نوار نازکی به نام Isthmus به همدیگر متصل شده اند. لوبها در دو کنار حنجره در زیر حلقوم قرار دارند. این غده توسط یک کپسول نسج ارتباطی احاطه شده است. غدهٔ تایراید حاوی تعداد زیاد فولیکولها می باشد. هر فولیکول تایرایدی از پروتئینهای پر شده است که هورمونهای تایرایدی به آنها متصل اند. حجرات فولیکولهای تایرایدی هورمونها را ترکیب نموده در داخل فولیکول ذخیره می نمایند. وظیفهٔ اساسی غدهٔ تایراید ترشح هورمونهای تایرایدی است (شکل 98).



شکل 98: غدهٔ تایراید. (a) نمای قدامی تایراید. (b) نمای خلفی تایراید با چهار غدهٔ پاراتایراید. (c) نمای ترسیم شده از فولیکولهای تایراید. (d) مایکروگراف انساج تایراید.

مولیکولهای هورمون تایراید منحل در چربی بوده به گیرنده های داخل حجروی متصل شده سرعت میتابولیزم بدن را تنظیم می نمایند. ترشح اندازهٔ کافی هورمون تایراید، اندازهٔ میتابولیزم بنیادی (Basal metabolism rate)، ساختن پمپهای سدیم و پتاسیم،

ساختن پروتئین و تزئید استعمال گلوکوز، بلند بردن سطح عملکرد هورمونهای اینفرین و نور اینفرین را یاری رسانیده و در همکاری با هورمونهای رشد و هورمون انسولین، رشد و انکشاف را تزئید می بخشد. غده تائیراید جهت ترکیب هورمونهای مربوطه به آبودین نیاز دارد. آبودین توسط فولیکولهای تائیراید اخذ می شود.

یکی از هورمونهای غده تائیراید، Thyroxin یا Tetraiodothyronine است که حاوی چهار اتوم آبودین بوده به صورت خلاصه  $T_4$  نوشته می شود. هورمون دومی غده تائیراید Triiodothyronine است که حاوی سه اتوم آبودین بوده به صورت خلاصه  $T_3$  نوشته شده نسبت به  $T_4$  قوی تر است. باید علاوه شود که هورمون  $T_4$  بعد از ورود به حجره تبدیل به هورمون  $T_3$  می شود. در صورت عدم حضور مقدار کافی آبودین ترشح هورمونهای تائیراید نیز تقلیل می یابد.

تنظیم ترشح هورمونهای تائیراید توسط Thyrotropin Releasing Hormone (TRH) از غده هایپوتالاموس و TSH از غده هایپوفیز صورت می گردد. نوسانات خفیفی در سطح TSH خون در شب و روز دیده می شود؛ چنانچه مقدار آن در شب بیشتر از روز است. تزئید در سطح TSH خون ترکیب و ترشح هورمونهای تائیراید را تزئید، و تقلیل در سطح TSH خون ترکیب آنها را تقلیل می بخشد. هورمونهای تائیراید فید بک منفی بر هایپوتالاموس و هایپوفیز دارند و بلند رفتن سطح این هورمونها در خون آزاد شدن هورمونهای محرک تائیراید را از هایپوتالاموس و آزاد شدن TSH را از هایپوفیز مهار می نماید. پایین آمدن سطح این هورمونها در خون موجب ترشح اضافی هورمونها از هایپوتالاموس و غده هایپوفیز می شود. ترشح اضافی موجب بزرگ شدن غده تائیراید می شود. این حالت به نام جاغور (Goiter) یاد می شود.

علاوه بر دو هورمون فوق الذکر، تائیراید هورمون دیگری به نام Calcitonin یا Thyrocalcitonin نیز ترشح می نماید. این هورمون توسط حجرات C (Parafollicular cells) که در فاصله بین فولیکولها قرار دارند ترشح می شود. وظیفه این هورمون ثابت نگهداشتن سطح آيونهای  $Ca^{2+}$  در خون می باشد و زمانی ترشح می شود که اندازه آيونهای  $Ca^{2+}$  در خون بیش از حد بلند برود. مولیکولهای Calcitonin به گیرنده های متصل به غشای حجروی چسبیده Osteoclasts را مهار می نماید تا ماتریکس خارج حجروی استخوان را نشکند. سطح کلسیم خون پس از هر غذا خوردن به

حد معینی حفظ می شود؛ اما عدم ترشح Calcitonin باعث بلند رفتن دوامدار سطح کلسیم خون نمی شود؛ زیرا میکانیزمهای دیگر کنترل کننده سطح کلسیم خون، در غیاب Calcitonin این وظیفه را انجام می دهند.

**اختلالات غده تائیراید:** کمبود هورمون تائیراید به نام Hypothyroidism نامیده می شود. در اطفال کمتر از هفت سال Hypothyroidism باعث Cretinism می شود. Cretinism حالتی است که در آن شخص عقب مانده گی ذهنی (Mentally retarded)، قد کوتاه با ساختمان غیر نورمال استخوانی دارد. در بالغهها، کمبود هورمونهای تائیراید باعث تقلیل سرعت میتابولیزم، تنبلی و Myxedema می شود. در Myxedema، مایعات و دیگر مولیکولها در زیر پوست تجمع می نماید.

ترشح مقدار زیاد هورمونهای تائیراید به نام Hyperthyroidism یاد می شود که در نتیجه آن سرعت میتابولیزم تزیید یافته، عصبانیت زیاد و خسته گی شدید به وجود می آید. یک شکل ازدیاد ترشح هورمونهای تائیراید به نام مریضی گریوز (Graves' disease) یاد می شود که در اثر آن پروتئینهای غیر نورمال توسط سیستم ایمنی ترشح می شود که از نظر ساختمان و وظیفه به FSH مشابه می باشند. مریضی گریوز غالباً با چشمان ورم نموده همراه است. این حالت به نام Exophthalmia یاد می شود.

## غده های پاراتائیراید

چهار غده ظریف پاراتائیراید در دیوار خلفی لوبهای جانبی غده تائیراید مدفون می باشند. این غده ها هورمونی به نام هورمون پاراتائیراید————— (Parathyroid hormone (PTH) یا Parathyrmone ترشح می نماید. هورمون پاراتائیراید سطح آیونهای کلسیم ( $Ca^{2+}$ )، مگنیزیم ( $Mg^{++}$ ) و فاسفیت خون را تنظیم می نماید. وظایف اساسی PTH از این قرار اند:

- تعداد و وظیفه Osteoclasts را تزیید می بخشد و به این ترتیب آزاد شدن آیونهای کلسیم را به خون از طریق شکستادن انساج استخوانی و جلوگیری از باختن این آیونها از طریق ادرار، بلند می برد،

- ساختن ویتامین D فعال (Calcitriol\*) در کلیه را تحریک می کند، جذب آیونهای کلسیم را از روده تزئید می بخشد،
- با عمل کردن بر حجرات هدف، آنها را وادار به بلند بردن سطح آیونهای کلسیم ( $Ca^{2+}$ ) خون تا سطح نورمال می نماید.
- تقلیل سطح کلسیم خون، تزئید ترشح PTH را تحریک می نماید. تزئید PTH، سرعت شکسته شدن استخوان را بلند می برد تا سطح کلسیم خون به یک اندازه نورمال ثابت باقی بماند؛ اما شکسته شدن دوامدار استخوان موجب تقلیل تراکم و سختی استخوان می گردد، که در نتیجه آن استخوانها در نو جوانان نرم و انعطاف پذیر شده به آسانی تغییر شکل می دهند؛ در حالیکه در افراد بالغ استخوانها متخلخل و شکنند خواهند شد،
- بلند رفتن کلسیم خون باعث تقلیل ترشح PTH می گردد. تقلیل ترشح PTH سطح کلسیم خون را تقلیل می دهد. بر علاوه، بلند رفتن سطح کلسیم خون ترشح Calcitonin را نیز تحریک می نماید. Calcitonin استیوکلاستها را مهار نموده باعث پایین آمدن سطح کلسیم خون می گردد.

**اختلالات غده پاراتایراید:** حالت تزئید ترشح غیر نورمال PTH به نام Hyperparathyroidism یاد می شود، که می تواند ناشی از وجود یک تومور در غده پاراتایراید باشد. بلند رفتن سطح PTH خون، باعث شکسته شدن نسج استخوانی و بلند رفتن سطح کلسیم خون می گردد. بر علاوه، بلند رفتن سطح کلسیم خون تحریک پذیری اعصاب و عضلات را تقلیل بخشیده، خسته گی و ضعف را به بار می آورد. کلسیم اضافی خون در انساج نرم بدن رسوب نموده باعث به وجود آمدن سنگ در کلیه ها شده می تواند.

تقلیل غیر نورمال ترشح PTH به نام Hypoparathyroidism یاد می شود. این حالت ناشی از صدمه دیدن و یا دور نمودن غده های تیرایید و پاراتایراید بوده می تواند. تقلیل ترشح PTH باعث تقلیل در اندازه شکسته شدن استخوان و ساخته شدن ویتامین D می شود. در نتیجه سطح کلسیم خون پایین می آید. در پاسخ به سطح پایین کلسیم خون،

---

\* - 1,25-dihydroxy vitamin D3

اعصاب و عضلات تحریک پذیر شده و پتانسیلهایی عمل خود به خودی را به وجود می آورند، که نتیجه آن گرفته گیهای عضلی پی هم و یا تیتانوس است.

## غدهٔ ادرینال

غده های ادرینال و یا فوق کلیه دو غدهٔ کوچک هستند که بر بخش بالایی هر کلیه قرار دارند. هر غدهٔ ادرینال یک بخش میانی به نام Medulla و بخش خارجی به نام Cortex دارد. وظایف هر یک از این بخشها از یکدیگر جدا می باشد.

**میدولای ادرینال:** هورمون اصلی که میدولای ادرینال ترشح می نماید Adrenalin و یا اپی نفرین است؛ اما مقدار کمی نور اپی نفرین یا Noradrenaline نیز ترشح می نماید. اپی نفرین و نور اپی نفرین در پاسخ به تحریکات سیستم عصبی سمپاتیک ترشح می شوند. کورتیزولی که توسط بخش کارتکس ادرینال ترشح می شود ترکیب انزایمی را تزئید می بخشد که برای تبدیل نور اپی نفرین به اپی نفرین ضرورت است. این هورمونها بر گیرنده هایی در غشای حجروی انساج هدف می چسبند. در مجموع تعداد زیاد حجرات میدولا هورمون اپی نفرین ترشح می نمایند.

فشارهای عصبی و تقلیل سطح گلوکوز خون (مثلاً در موقع ورزش) نیز باعث ترشح سمپاتیک این هورمونها شده می توانند. هورمونهای مذکور شخص را آمادهٔ انجام وظایف فزیک می سازد و از این رو به نام هورمونهای جنگ و گریز (Fight or flight) نیز یاد می شوند. اثرات مهم هورمونهای میدولای ادرینال از اینقرار اند:

- تزئید شکسته شدن گلایکوجن در کبد و آزاد شدن گلوکوز به خون و آزاد شدن اسیدهای چرب از حجرات چربی،
- تزئید سرعت و قدرت ضربان قلب، که نتیجهٔ آن بلند رفتن فشار خون است،
- تحریک عضلات لشم (نه عضلات اسکلتی) دیوارهای شریانهای که به اعضای داخلی و پوست خون می رسانند، در نتیجه تقلیل جریان خون به اعضای داخلی و پوست و ظایف آنها نیز تقلیل یافته در مقابل فعالیت عضلات اسکلتی تزئید می یابد،



- در نتیجه انقباضات عضلات لشم دیوارهای رگهای خون در اعضای داخلی و پوست، فشار خون بلند می رود،
- بلند رفتن سرعت میتابولیزم چندین نسج، مخصوصاً عضلات اسکلتی، عضلات قلبی و نسج عصبی.

پاسخ به هورمونهای میدولای ادرینال، اثرات بخش سمپاتیک سیستم عصبی اتونومیک را تقویت می نماید. بنابراین، میدولای ادرینال و بخش سمپاتیک برای آماده ساختن بدن برای اجرای وظایف فزیک و تولید پاسخ جنگ و گریز با همدیگر همکاری می نمایند.

**کارتکس ادرینال:** سه گروه هورمونهای ستيروئیدی از کارتکس غده های ادرینال ترشح می شوند. تمام هورمونهای فوق الذکر به مولیکولهای گیرنده در داخل حجره متصل می شوند. هر یک از هورمونها و گیرنده های مربوطه ساختمان و عملکرد مخصوص خود را دارند.

گروه اول هورمونهای کارتکس ادرینال، Glucocorticoids می باشند که میتابولیزم و مقاومت در برابر استرس را در بدن تنظیم می نمایند و شامل Cortisole یا Hydrocortisone، Corticosterone و Cortisone می شود. وظایف عمده این هورمونها از اینقرار اند:

- تبدیل و شکسته شدن پروتئین به امینواسیدها و گلوکوز و انساج چربی به اسیدهای چرب در کبد،
- ترشح این هورمونها در موقع فشارهای روانی در مقایسه به حالات عادی بیشتر است تا با فراهم نمودن منابع انرژی برای انساج، به بدن در مقابله با حالات سخت کمک نموده باشد،
- این هورمونها پاسخهای التهابی را تقلیل می بخشند.

هنگامیکه سطح گلوکوز خون کاهش می یابد ترشح هورمون کورتیزول ازدیاد می یابد. سطح پایین گلوکوز خون بر هایپوتالاموس اثر نموده باعث ترشح Corticotropin Releasing Hormone (CRH) می شود. هورمون CRH در همکاری با سطح پایین هورمون کورتیزول، ترشح ACTH از هایپوفیزی قدامی را تحریک می نماید.

ترشح هورمون کورتیزول را ACTH تحریک می نماید. در غیاب ACTH کارتکس ادرینال اتروفی نموده توان ترشح هورمون کورتیزول را از دست می دهد.

گروه دوم هورمونهای کارتکس ادرینال، Mineralocorticoids اند که حجم و فشار خون و سطح آیونهای پتاسیم ( $K^+$ ) و سدیم ( $Na^+$ ) خون را تنظیم می نمایند. هورمون عمده این گروه Aldosterone است. مولیکولهای الدوستیرون در قدم اول به گیرنده هایی در کلیه ها متصل می شوند، اما در عین زمان روده ها، غده های عرقیه و غده های لعابیه را نیز متأثر می سازد. الدوستیرون باعث می شود تا آیونهای سدیم ( $Na^+$ ) و مولیکولهای آب در بدن باقی مانده سطح شان بالا برود و خون رقیق شود در حالیکه پتاسیم از بدن خارج می شود. در نهایت، آب جریان خون را ترک کرده وارد فضای بین النسجی شده باعث به وجود آمدن آماس و شاید هم توقف دوران خون گردد. همچنان الدوستیرون ترشح آیونهای هایدروجن ( $H^+$ ) به داخل یوریا را نیز اجازه می دهد و به این وسیله مانع Acidosis بدن می شود. این هورمون در تنظیم آیونهای دیگر مانند کلوراید ( $Cl^-$ )، پتاسیم ( $K^+$ )، و مگنیزیم ( $Mg^{2+}$ ) نیز کمک می کند. سطح آیونهای پتاسیم ( $K^+$ ) و سدیم ( $Na^+$ ) مستقیماً کارتکس ادرینال را تحریک می نماید تا به ترشح الدوستیرون بپردازد. غده های ادرینال بیشتر به تغییرات آیونهای پتاسیم ( $K^+$ ) در خون حساسیت دارند تا آیونهای سدیم ( $Na^+$ ). هنگامیکه اندازه آیونهای پتاسیم ( $K^+$ ) در خون بلند برود و یا سطح آیونهای سدیم ( $Na^+$ ) در خون کاهش یابد ترشح هورمون الدوستیرون تزئید می یابد. اثر دیگر هورمون الدوستیرون، تزئید جذب مجدد آب توسط حجرات لوله یی می باشد؛ زیرا موقعیکه سدیم دو باره وارد حجره می شود، آب آن را به صورت غیر فعال دوباره به خون بر می گرداند.

با وجودیکه بلند رفتن سطح پتاسیم و یا پایین رفتن سطح سدیم در مایع خارج حجروی حجرات کارتکس غده ادرینال را تحریک می کند تا هورمون الدوستیرون را ترشح کند؛ اما محرک عمده ترشح الدوستیرون، میکانیزم Renin- Angiotensin است که توسط دستگاه (Juxtaglomerular apparatus (JG)) کلیه ها فعال می شود. هنگامیکه حجرات دستگاه JG توسط فشار پایین خون در شریان آورنده تحریک می شود و یا تغییرات در مواد منحل یی مایع فلتر شده در کلیه واقع می گردد، اینها با آزاد کردن

انزایم \* Renin به داخل خون به آن پاسخ می دهند. رنین سلسله یی از تعاملات را کتالایز می کند که یک پروتئین پلازمای خون به نام Angiotensinogen را به Angiotensin I تبدیل می کند. بعداً در ششها این پروتئین توسط انزایم مخصوص به هورمونونی به نام Angiotensin II تبدیل می شود. Angiotensin II باعث می شود تا عضلات لشم رگهای خون انقباض نمایند و بر کارتکس غده ادرینال اثر می گذارد تا ترشح الدوستیرون را ازدیاد بخشد. الدوستیرون به کلیه ها رسیده و باعث جذب مجدد سدیم و آب گردیده مقدار کم آنها به ادرار داخل می شود. حفظ اندازه سدیم و آب در داخل بدن بر ازدیاد حجم خون تأثیر دارد. انقباضات جدار رگهای خون و تزیید حجم خون به بلند رفتن فشار خون کمک می نمایند.

گروه سوم هورمونهای کارتکس ادرینال، Androgens اند. این هورمونها به خاطر قابلیت شان در انکشاف صفات جنسی به این نام یاد می شوند. مقدار کم هورمونهای اندروجن هم در مردان و هم در زنان ترشح می شود. در مردان بالغ، اغلب اندروجنها توسط خصیه ها ترشح می شوند. در زنان بالغ، اندروجنهای ادرینال محرکه های جنسی را متأثر می سازد. هرگاه ترشح هورمونهای جنسی کارتکس ادرینال به صورت غیر نورمال بلند باشد خصوصیات جنسی مردانه در مردان و زنان به صورت اغراق آمیزی انکشاف می نماید. این حالت اغلب در زنان و مردان قبل از بلوغ ظاهر می شود. هنگامیکه هنوز اثرات توسط اندروجنهای ترشح شده از خصیه پوشانیده نشده اند.

### پانکراس، انسولین و دیابتها

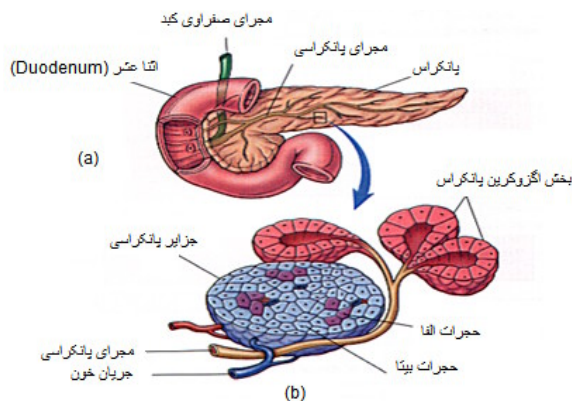
غده پانکراس هم یک غده اندوکراین و هم یک غده Exocrine است. در اینجا وظایف اندوکرینی آن را به بحث می گیریم و وظایف اکسوکرینی آن در فصل 13 توضیح خواهد شد.

در حدود 99% حجرات غده پانکراس به شکل خوشه هایی به نام Acinus; p:Acini تنظیم شده اند که مسئول ترشح انزایمها می باشند. بخش اندوکراین غده پانکراس متشکل از جزایر پانکراسی (Pancreatic islets) یا جزایر لانگرهانس

---

\*- این انزایم از انزایم رنین (Rennin) که توسط غدوات معده ترشح می شوند، تفاوت داشته طرز نوشتن آنها نیز از هم فرق دارد توجه داشته باشید.

- جزیرهٔ پانکراسی حاوی چهار نوع حجرات ترشح کننده هورمون می باشد:
- حجرات الفا یا A که هورمون Glucagon را ترشح می نمایند،
  - حجرات بیتا یا B که هورمون هورمون را ترشح می نمایند،
  - حجرات دلتا یا D که هورمون Somatostatin را ترشح می نمایند،
  - حجرات F که پلی پپتاید های پانکراسی را ترشح می نمایند. (شکل 99).



شکل 99: ساختمان غدهٔ پانکراس. (a) آناتومی غدهٔ پانکراس. (b) بخشهای اندوکرین و اکسوکرین غدهٔ پانکراس.

عملکرد متقابل چهار هورمون فوق الذکر کاملاً شناخته نشده است. ما همین قدر می دانیم که هورمون انسولین سطح قند خون را پایین می آورد و هورمون Glucagon آن را بلند می برد. سوماتوستاتین به صورت پاراکرین عمل نموده حجرات الفا و بیتای را همسایه را مهار می نماید تا هورمونهای هورمون و Glucagon را ترشح ننمایند. همچنان این هورمون به صورت هورمون سیار عمل نموده جذب Nutrients را از کانال هضمی کاهش می دهد. پولی پپتاید پانکراسی ترشح Somatostatin، انقباض کیسه صفرا و ترشح انزایمها توسط غدهٔ پانکراس را مهار می نماید. کنترل ترشح هورمونهای هورمون و Glucagon از طریق فیدبک صورت می گیرد و شامل مراحل ذیل می گردد:

- سطح پایین گلوکوز خون ترشح Glucagon را تحریک می نماید،
- Glucagon بر کبد عمل نموده تبدیل گلایکوجن به گلوکوز را سرعت بخشیده و باعث ساخته شدن گلوکوز از لکتیک اسید و بعضی امینواسیدها می گردد،
- در نتیجه کبد به سرعت بیشتر گلوکوز آزاد می نماید که در نتیجه سطح گلوکوز خون بلند می رود، هرگاه بلند رفتن سطح قند خون ادامه یابد، بلندی سطح قند خون، آزاد شدن هورمون گلوکاگان را مهار می نماید (فید بک منفی)،
- بلندی سطح قند خون، بلند رفتن سطح بعضی از امینواسیدها و تحریکات پاراسمپاتیک که با هضم غذا همراه می باشند، ترشح هورمون انسولین را تحریک می نماید، هرگاه گلوکوز خون بسیار بالا باشد کلیه ها مقدار قابل توجه ادرار حاوی گلوکوز را تولید خواهند نمود. در نتیجه از دست دادن مقدار زیاد آب به صورت ادرار، در بدن دیهیدریشن به وجود خواهد آمد،
- حجرات اصلی هدف برای هورمون انسولین، کبد، انساج چربی، عضلات اسکلتی و منطقه کنترل کننده اشتها به نام مرکز سیری (Satiety center) در هایپوتالاموس می باشد. هورمون انسولین به گیرنده های متصل به غشای حجروی چسبیده و نفوذ امینواسیدها و گلوکوز را توسط این انساج سرعت می بخشد، گلوکوز به گلایکوجن یا چربی تبدیل می شود و امینواسیدها، یا توسط حجرات اخذ می شود و یا برای ترکیب پروتئینها استعمال می شوند، تبدیل گلایکوجن به گلوکوز و ساخته شدن گلوکوز از لکتیک اسید و امینواسیدها بطی می شود. در نتیجه سطح قند خون پایین می افتد،
- هرگاه سطح قند خون پایینتر از سطح نورمال آن سقوط نماید، سطح پایین قند خون ترشح هورمون انسولین را مهار نموده (فید بک منفی) آزاد شدن گلوکوز را تحریک می نماید. از آن جا که گلوکوز منبع اصلی انرژی سیستم عصبی است، کاهش قند خون به پایین تر از سطح معمول آن باعث سؤتغذی این سیستم می گردد. زمانیکه قند خون کاهش می یابد، برای تأمین منبع انرژی جایگزین، چربیها و پروتئینها به وسیله انساج دیگر به سرعت می شکنند. زمانیکه چربیها می شکنند مواد اسیدی نظیر اسیدهای شحمی و ketones به داخل جریان خون آزاد می شوند. وقتیکه سطح قند خون بسیار پایین سقوط نماید در نتیجه آزاد

شدن مقدار زیاد اسیدهای شحمی و ketones، حالتی به نام Acidosis و Ketosis را به بار می آورد. امینواسیدهای پروتئینها برای ترکیب گلوکوز توسط کبد شکستانده می شوند،

- کاهش ترشح هورمون انسولین در نتیجه کاهش سطح قند خون و کاهش تحریکات بخش سمپاتیک صورت می گیرد. تحریک سمپاتیک غده پانکراس در جریان اجرای اعمال فیزیکی واقع می شود. کاهش سطح هورمون انسولین موجب می شود تا گلوکوز خون به سطح نورمال باقیمانده برای مغز مقدار کافی آن تهیه شده و دیگر انساج اسیدهای چرب را میتابولایز و گلایکوجن را در حجرات ذخیره نمایند. گرچند سطح قند خون توسط هورمونهای هورمون و Glucagon تنظیم می شود؛ اما برای تنظیم ترشح این دو هورمون و حفظ سطح Nutrients بدن، چندین هورمون دیگر مانند اپی نفرین، Cortisol، هورمون رشد انسانی، ACTH و میانجیهای عصبی دخالت دارند.

**مرض قند:** مرض قند در نتیجه یکی از عوامل زیر به وجود می آید:

1. ترشح مقدار کم هورمون انسولین توسط غده پانکراس که دیابت نوع I یا وابسته به انسولین نامیده می شود،
  2. عدم موجودیت تعداد کافی گیرنده های هورمون انسولین در حجرات هدف که دیابت نوع II یا غیر وابسته به هورمون انسولین نامیده می شود،
  3. گیرنده های معیوب که به صورت نورمال هورمون انسولین را استعمال نموده نمی توانند (دیابت نوع II). دیابت نوع دوم عموماً در افراد چاق دیده می شود. سطح هورمون انسولین در خون این افراد بالا می باشد.
- در افرادی که مرض قند دارند، گلوکوز به حجرات وارد شده نتوانسته و در نتیجه سطح قند خون بسیار بالا می رود. مرکز سیری به مقدار ناچیز گلوکوز پاسخ می دهد و از آن جا که گلوکوز در غیاب هورمون انسولین به حجرات مرکز سیری مغز وارد شده نمی تواند شخص مریض دارای اشتهای فوق العاده می باشد.
- مقدار اضافی گلوکوز در خون به ادرار وارد می شود و باعث زیاد شدن حجم ادرار در مقایسه به حالت عادی می گردد. در نتیجه دفع مقدار زیاد ادرار، شخص تمایل به تشنگی و

دیهایدیریشن نشان می دهد. با وجودیکه سطح قند خون بالاست اما چربیها و پروتئینها برای تأمین منبع انرژی میتابولیزم می شکنند و در نتیجه انساج بدن از دست رفته، Ketosis و Acidosis در نزد شخص مریض دیده می شود. افراد مبتلا به این مرض به قلت انرژی نیز گرفتار هستند.

اکثراً برای پایین آوردن قند خون هورمون انسولین تزریق می نمایند. هرگاه طور تصادف مقدار هورمون انسولین دریافتی زیاد گردد اندازه سطح قند خون به حدی پایین می آید که باعث صدمه زدن به کار مغز، تشنجهها و حتی بی هوشی می گردد.

### خصیه ها و تخمدانها

غده های جنسی (Gonads) شامل خصیه ها در مردان و تخمدانها در زنان شده بر علاوه ترشح اسپرم و اوواوسیتها، هورمونهای جنسی را نیز ترشح می نمایند. هورمونهای ترشح شده توسط این اعضاء نقش مهمی در ظاهر شدن صفات جنسی بازی می نمایند. در زنان، دو گروه از هورمونها صفات جنسی را متأثر می سازند: Estrogen و Progesterone. در مجموع هر دو هورمون مذکور در همکاری با FSH و LH قاعده گی، حفظ حامله گی و آماده ساختن پستانها برای تولید شیر را در زنان تنظیم می نمایند. همچنان در رشد و انکشاف ساختمانهای جنسی و صفات جنسی ثانویه زنانه سهم دارند. صفات جنسی ثانویه زنانه شامل بزرگ شدن پستانها، توزیع چربی به سراسر بدن و تغییر شکل کفل یا سرین، پستانها و رانهای زن می شود.

تخمدانها هورمون پروتئینی را به نام Inhibin ترشح می نمایند که ترشح FSH را مهار می کند. در هنگام حامله گی، تخمدانها و Placenta هورمون پیپتایدی را به نام Relaxin ترشح می کند که به تولد طفل کمک می نماید.

هورمون اصلی که در مردان ترشح می شود Testosterone است. این هورمون تولید اسپرم را تنظیم بخشیده باعث نمو و انکشاف ساختمانهای جنسی مردانه، بروز صفات جنسی مردانه مانند بزرگ شدن عضلات، رشد موهای بدن، تغییرات صدا و رفتارهای جنسی می شود. خصیه ها نیز Inhibin ترشح می نمایند که ترشح FSH را مهار می نماید.

ترشح هورمونهای جنسی به وسیله هورمونهای LH و FSH تحریک می شود. هورمونهای جنسی مردانه و زنانه اثر فیدبک منفی بر هاپیوتالاموس و هاپیوفیزقدامی دارد. توضیح مکمل انتظام ترشح هورمونهای جنسی در فصل 15 صورت گرفته است.

### تایموس (Thymus)

تایموس در بخش فوقانی قفسه سینه در عقب استخوان سینه و در بین ششها قرار دارد. تایموس در اجرای وظایف ایمنی بدن نقش دارد. هرگاه نوزادی بدون تایموس به دنیا بیاید سیستم ایمنی بدن او به صورت نورمال انکشاف نخواهد نمود. بخشی از تایموس وظیفه ترشح هورمونی به نام Thymosin را به دوش دارد که به انکشاف بعضی از حجرات سفید خون به نام حجرات T کمک می نماید. حجرات T، بدن را در برابر عفونتها حفاظت می کند.

هورمونهای دیگر آن عبارت از فکتور هومورال تایموس ————— (Thymic Humoral Factor (THF)، فکتور تایموسی (Thymic factor) و Thymopoietin می باشد. تایموس در سالهای اول تولد مهم بوده با گذشت زمان اندازه آن کوچک شده، نقش آن کاهش می یابد. ساختمان و عملکرد تایموس در فصل 11 توضیح شده است.

### جسم صنوبری (Pineal body)

جسم صنوبری، ساختمان مخروط شکل کوچکی است که در خط میانی سقف بطن سوم مغز موقعیت دارد. جسم صنوبری یک هورمون امینی به نام Melatonin ترشح می نماید. مطالعاتی که بر روی حیوانات انجام شده نشان می دهند، مقدار نوری که برای حیوان قابل دسترس است، اندازه ترشح ملاتونین را کنترل می نماید. ملاتونین در تاریکی بیشتر از روشنی ترشح می شود و از همین رو در بسیاری حیوانات، روزهای کوتاه باعث تزئید ترشح ملاتونین می شود در حالیکه روزهای دراز اندازه ترشح آن را تقلیل می دهد. همچنان میلاتونیــــــــــــــن یک انتی اکسیدانت قوی بوده موجود زنده را از رادیکالهای حاوی اکسیجن آزاد حفاظت می نماید. مشخص نیست ملاتونین بر وظایف تکثری انسانها دخالت داشته باشد.



جسم صنوبری کنترولی بر دورانهای طولانی که توسط دورانهای تاریکی-روشنی متأثر می شوند و بر رفتارهای سالانه حیوانات نظیر مهاجرت پرنده گان و تغییرات در رنگ و تراکم خز بعضی از حیوانات اثر داشته باشد.

### هورمونهای دیگر

- حجراتیکه معده و روده را آستر نموده اند، هورمونهای ترشح می نمایند که تولید شیرۀ هاضمه را از معده، غدۀ پانکراس و کبد تحریک می نمایند. این هورمونها به ترشح شیرۀ هاضمه صرف در موقع حضور مواد غذایی در کانال هاضمه کمک می نمایند نه در زمانهای دیگر. هورمونهایی که در روده ترشح می شود عبور مواد غذایی را از معده به روده نیز تنظیم می نمایند. این هورمونها عبارت اند از: Gastrin, Secretin, Glucose dependant Insulinotropic Peptide ، و Cholecystokinin(CCK).
- در پاسخ به تقلیل سطح اکسیجن در کلیه ها هورمونی به نام Erythropoietin(EPO) توسط کلیه ترشح می شود. این هورمونها انساج مغز استخوان را برای ساختن کریوات سرخ تحریک می کند،
- در زنان حامله، Placenta منبع مهم هورمونهایی است که برای حفظ و دوام حامله گی و تحریک پستانها اجرای وظیفۀ می نمایند. این هورمونها شامل Estrogen، Progesterone، Human chorionic gonadotropin(hCG) و Human chorionic Somatomammotropin(hCS) می گردد،
- انساج شحمی هورمون Leptin را ترشح می نمایند که مانع اشتها شده و شاید فعالیت FSH و LH را تزیید بخشد.

### فکتورهای رشد

هورمونهایی مانند فکتور رشد وابسته به انسولین، تایموسین، هورمونهای تایراید و هورمون رشد انسانی، انقسام و رشد حجره را تحریک می نمایند. تحقیقات تازه چندین هورمون دیگر را به نام فکتورهای رشد کشف کرده اند که نقش مهمی در رشد، انکشاف و

ترمیم انساج دارند. فکتورهای رشد از طریق تحریک انقسام حجروی باعث رشد می شوند. تعداد بی شمار فکتورهای رشد، منطقه وی هستند.

## هورمونها و استرس

مجموعه عکس عملهای بیولوژیکی در مقابل هر محرک فیزیکی، روانی و احساس داخلی و یا خارجی که تمایل به تخریب هومیوستاز اورگانیزم نشان دهند استرس است. صدمه فیزیکی یا اضطرابهای روانی پاسخهای ویژه بی را در بدن به وجود می آورند. این پاسخها، سیستم عصبی و اندوکرین را در بر می گیرند. حالات پر استرس، هایپوتالاموس را متأثر ساخته و از طریق هایپوتالاموس بخش سمپاتیک سیستم عصبی را فعال می سازد. بخش سمپاتیک، بدن را برای اجرای وظایف فیزیکی آماده می سازد. یک جزء از پاسخ بخش سمپاتیک، ترشح اپی نفرین از میدولای ادرینال است. برعلاوه پاسخ سمپاتیک، استرس باعث آزاد شدن ACTH از هایپوفیز می گردد. ACTH بر کارتکس ادرینال عمل می نماید تا Glucocorticoids را ترشح نماید. این هورمونها سطح قند خون را بلند برده و پروتئین و چربی را می شکنند و دسترسی انساج به Nutrients را سهولت می بخشند.

گرچند قابلیت پاسخ دهی به استرسهای کوتاه مدت توافقی است؛ اما در صورت تداوم استرس، پاسخ به عوامل استرس زا مضر تمام می شود. استرسهای دوامدار باعث بلند رفتن فشار خون، امراض قلبی، زخم معده، مهار وظایف سیستم ایمنی و حالات دیگر می شود. انسانها در اثر فشار کار، عدم دریافت شغل با درآمد پولی کافی و یا عوامل اجتماعی به صورت مکرر به استرسهای دوامدار روحی و فکری مواجه می شوند. گرچند پاسخهای استرس انسان را برای اجرای کارهای عاجل فیزیکی آماده می سازد، اما همیشه تزئید فعالیتهای فیزیکی پاسخ به حالاتی که باعث به وجود آمدن استرس شده اند بوده نمی توانند.

مواجه بودن به استرس در تحت حالاتی که در آن فعالیتهای فیزیکی و هیجانی تحمیل می شوند، مضر خواهند بود. به افرادی که بطور دوامدار به استرسها مواجه اند، استفاده از روشهایی که به صورت مؤثر پاسخ به حالات پر استرس را تقلیل می دهند، وسیله مفید می باشند. فیدبک بیولوژیکی، عبادت و تفکر عمیق و دیگر تمرینات تمدد

اعصاب نیز مفید اند. استراحت کافی، تمدد اعصاب و تمرینات ورزشی منظم برای حفظ صحت مفید بوده و پاسخهای نادرست به حالات پر استرس را تقلیل می دهند.

## پیری و سیستم اندوکراین

انکشاف جنینی غده های اندوکراین از هم فرق دارد. غده Pituitary از غشای مخاطی حفره دهنی و یک برجسته گی نسجی هایپوتالاموس مشتق می شود. جسم صنوبری به صورت کامل یک نسج عصبی است. اغلب غده های پوششی مانند تایراید، تایموس و پانکراس به صورت کیسه هایی از غشای مخاطی کانال هاضمه منشاء می گیرند. ساخته شدن گونادها، ادرینال و پاراتاایراید بیشتر مغلق است.

به استثنای کم کاری غده های اندوکراین، بسیاری از غده های اندوکراین تا پیری به خوبی اجرای وظیفه می کنند. در اواخر میانسالی، مؤثریت تخمدانها شروع به کاهش کرده باعث به میان آمدن Menopause می گردد. در جریان این دوره اعضای تولید مثل یک زن شروع به تحلیل رفتن می کند و قابلیت تولید فرزند از بین می رود. پرابلمهای وابسته به کاهش سطح Estrogen نظیر تصلب شراین، پوکی استخوان، کاهش ارتجاعیت پوست و تغییرات در وظایف سیستم عصبی پاراسمپاتیک شروع به تظاهر می کنند. بر علاوه، خسته گی، عصبانیت و نا آرامی و تغییر در خلقیات نظیر افسرده گیها معمول می باشد. یک چنین تغییرات دراماتیک در مردان واقع نمی شود. در واقع، یک مرد در تمام زنده گی خود قابلیت بارور سازی را حفظ می کند.

مؤثریت سیستم اندوکراین در پیری به تدریج کاهش می یابد. تغییرات برجسته در زنان پیر در اثر کاهش سطح هورمونهای زنانه رخ می دهد. همچنان کاهش قابل توجه در ترشح هورمون رشد نیز رخ می دهد که در نتیجه آن عضلات زنان پیر رو به تحلیل می گذارند. کاهش هورمون رشد در مردان نیز رخ می دهد. افراد پیر مقاومت کمی در برابر استرس و عفونتها دارند. این حالت شاید ناشی از ازدیاد و یا کاهش در ترشح هورمونهای دفاعی بوده باشد. افراد پیر عموماً دچار کم کاری تایراید بوده در نتیجه اندازه میتابولیزم در آنها کاهش می یابد، در تمام افراد پیر ترشح هورمون هورمون انسولین کاهش می یابد و دیابت نوع II در این سنین عادی می باشد.

غدهٔ تایموس در کودکی بزرگ بوده با بلند رفتن سن اندازهٔ آن کاهش می یابد؛ اما هنوز حجرات T را برای سیستم ایمنی تولید می کنند. غدهٔ ادرینال به تدریج توسط انساج ارتباطی رشتوی پر شده اندازهٔ ترشح هورمون کورتیزول کاهش می یابد؛ در حالیکه ترشح هورمون اپی نفرین به حال خود باقی می ماند.

## خلاصهٔ فصل

غده های اندوکرین به همراه سیستم عصبی اعمال و فعالیت های بخش های مختلف بدن را هماهنگ می سازد. این غده ها هورمون هایی را ساخته و به خون آزاد می کند که می تواند در حجرات هدف عمل خاصی را تحریک یا مهار کند. غده های اندوکرین مهم بدن عبارتند از: غدهٔ صنوبری، غدهٔ هایپوفیز، غدهٔ تایراید، غدهٔ پاراتایراید و غدهٔ ادرینال. غدهٔ هایپوفیز با ترشحات خود بر رشد، میتابولیزم و تولید مثل تأثیر می گذارد. هایپوتالاموس از طریق یک سلسله عوامل تحریک کننده و مهار کننده، ترشح هورمون های هایپوفیز قدامی را تحت کنترل قرار می دهد. غدهٔ هایپوفیز از دو بخش قدامی و خلفی تشکیل شده است. بخش قدامی هورمون های رشد، مؤلّد شیر، محرک غده ادرینال، محرک فولیکول های تخمدان و محرک جسم زرد را ترشح می کند. از بخش خلفی هورمون های Oxytocin و ضد ادراری ترشح می شود. از غده تایراید هورمون Thyroxin، Triiodothyronine و Calcitonin ترشح می شود. غده پاراتایراید هورمون Parathyrone را ترشح می کند. غده ادرینال از دو بخش داخلی و قشری ساخته شده است. از بخش داخلی هورمون های Adrenaline و نور اپی نفرین ترشح شده و از بخش قشری هورمون های الدوستیرون، Cortisol و اندروجنها را ترشح می کند.

## جدول 7: روابط هورمون‌ستاتیک سیستم اندوکرین با بقیه سیستم‌های بدن.

سیستم	اثر متقابل
پوست	اندروجن‌ها غده‌های چربی پوست را فعال می‌سازند، اندروجن‌ها هایدریشن پوست را ازدیاد می‌بخشند. پوست ماده‌ی پیش‌ویتامینی ویتامین D را تولید می‌کند.
سیستم اسکلتی	هورمون‌های تایرمون و کلسی‌تونین سطح کلسیم خون را تنظیم می‌کنند. هورمون‌های رشد و هورمون‌های جنسی برای رشد نورمال استخوان‌ها ضرورت هستند. استخوان‌ها بعضی از غده‌های اندوکرین را در مغز، سینه و لگن حفاظت می‌کنند.
سیستم عضلاتی	هورمون‌های رشد، برای رشد نورمال عضلات بدن ضرورت‌اند و هورمون‌های دیگر نظیر تایروکسین و کته‌کول‌امین (Catecholamine) میتابولیزم عضلات را متأثر می‌سازند. عضلات به صورت میخانیکی غده‌های اندوکرین را حفاظت می‌کنند. فعالیت‌های عضلاتی باعث آزاد شدن هورمون کته‌کول‌امین می‌شود.
سیستم عصبی	تعداد زیاد هورمون‌ها بالغ شدن و اجرای نورمال وظایف توسط سیستم عصبی را متأثر می‌سازند. هایپوتالاموس فعالیت غده‌ی نخامیه را کنترل می‌کند.
سیستم دوران خون	چندین هورمون حجم و فشار خون و ضربان قلب را متأثر می‌سازند. هورمون Erythropoietin ساخته شدن حجرات خون را تحریک می‌کند. خون مهم‌ترین محیط برای انتقال هورمون‌ها به سراسر بدن می‌باشد.
سیستم تنفسی	ایپی‌نفرین با متسع ساختن Bronchioles سطح تهویه را بلند می‌برد. سیستم تنفسی اکسیجن را تهیه و CO <sub>2</sub> را طرح می‌کند. انزایم‌های مخصوص در شش‌ها Angiotensin I را به Angiotensin II تبدیل می‌کنند.
سیستم هاضمه	هورمون‌های موضعی کانال هاضمه فعالیت‌های کانال هاضمه را متأثر می‌سازند، ویتامین D را فعال می‌سازند. کته‌کول‌امین فعالیت

سیستم هاضمه را متأثر می سازد. سیستم هاضمه Nutrients لازمه را برای فعالیت سیستم اندوکراین فراهم می کند.	سیستم ادراری
هورمونهای الدوستیرون و ADH وظایف سیستم ادراری را متأثر می سازد. Erythropoietin که توسط کلیه ها ساخته می شود ساخته شدن حجرات خون را تحریک می کند.	سیستم تولید مثل
هورمونهای هایپوتالامیک، بخش قدامی نخامیه، انکشاف سیستم تولید مثل را رهبری می کنند و Oxytocin و پرولکتین در ولادت و تغذیه توسط پستان نقش دارند. فیدبکهای هورمونهای جنسی فعالیت سیستم اندوکراین را متأثر می سازد.	سیستم لمفاوی
لمفوسایتها توسط هورمون تایموسی تحریک می شوند. گلوکوکورتیکوئیدها، پاسخهای ایمنی و التهابات را کاهش می دهد. لمف مسیری برای انتقال هورمونها فراهم می کند.	

## پرسشهای آموزشی

### I. پرسشهای تکمیلی

- هدایت: لطفاً جاهای خالی جملات ذیل را با کلمات و اصطلاحات مناسب پر کنید
1. حالات پر استرس، هایپوتالاموس را متأثر ساخته و از طریق هایپوتالاموس بخش ( ) سیستم عصبی را فعال می سازد.
  2. جسم صنوبری یک هورمون امینی به نام ( ) ترشح می نماید.
  3. هورمونهای منطوقی که بر انواع دیگر حجرات در همسایه گی حجرات ترشح کننده اثر دارند، به نام هورمونهای ( ) یاد می شوند.

### II. پرسشهای صحیح و غلط

هدایت: با گذاشتن (ص) و (غ) در مقابل هر جمله مشخص کنید که جملات زیرین صحیح هستند و یا غلط.

1. غده پانکراس صرف اندوکرینی می باشد.
2. هورمونهای اتوکراین توسط حجرات ترشح شده بر گروهی از حجرات مشابه خودش تأثیر دارند.
3. هرگاه سطح گلوکوز خون کاهش یابد ترشح هورمون کورتیزول ازدیاد می یابد.

### III. پرسشهای انتخابی.

هدایت: بهترین پاسخ برای پرسشهای ذیل را انتخاب کنید. ممکن بیش از یک پاسخ وجود داشته باشد.

1. هورمونهای حقیقی کدامها اند؟
- a) غده های اکسوکراین آنها را ترشح کرده باشد. b) آنها سرعت تعاملات را کنترل کنند.

c) آنها توسط خون منتقل گردند. d) آنها اعضای فاقد گیرنده را متأثر سازند.

2. کدام یک از هورمونهای ذیل توسط نیورونها ترشح می شوند؟

a) Aldosterone b) Cortisol.

c) Epinephrine d) Testosterone.

3. کدام یک از هورمونهای زیر سطح منرالها را در خون کنترل می کند؟

a) Calcitonin b) Glucagon.

c) Oxytocin d) ADH.

### IV. پرسشهای مقابله‌ای.

هدایت: بهترین اصطلاحات را از ستون (A) برای جاهای خالی در جملات

ستون (B) انتخاب کنید.

- | B  | A            |
|--|--------------|
| 1. هورمونی که تولید شیر توسط غده های شیری را کنترل می کند به نام ( ) یاد می شود. | 1. Cortisol  |
|  | 2. Prolactin |
|  | 3. Melatonin |

2. هورمونی که ترشح تیزاب نمک (HCl) توسط حجرات دیوار معده را کنترل می کند به نام ( ) یاد می شود.
3. هورمونی که سطح قند خون را کاهش می دهد \_\_\_\_\_ به نام ( ) یاد می شوند.
4. Glucagon  
5. Gastrin  
6. Insulin



---

---

## سیستم دوران خون انسان

---

---

### اهداف

- پس از مطالعه این فصل شما قادر خواهید بود تا
1. اجزای تشکیل دهنده خون را تشخیص داده و وظایف آنها را بیان نمایید،
  2. چگونگی ساخته شدن و دوران زنده گی عناصر متشکله خون را بیان نمایید،
  3. عملیه لخته شدن خون را بیان نمایید،
  4. اساس گروههای خون را توضیح دهید،
  5. ساختمان قلب را بیان کرده جریان خون در قلب را توضیح نمایید،
  6. دورانهای عمومی و خصوصی جریان خون و تنظیم ضربان قلب را بیان کنید،

مایع خارج حجروی در دو مرحله در تمام نقاط بدن گردش می نماید. مرحله اولی گردش مایع در سیستم دوران خون بوده و مرحله دومی اختصاص به تبادلۀ مایع بین حجرات بدن و عروق شعریۀ خون دارد.

خون یک نسج ارتباطی مایع است. خون زمینه تأمین ارتباط بین حجرات مختلف بدن و محیط خارجی را فراهم می نماید. خون مواد زیر را حمل می نماید: (1) اکسیجن را از ششها به انساج و کاربن دای اکساید را از انساج به ششها، (2) Nutrients را از کانال

سیستم دوران خون انسان ۳۲۰

هاضمه به انساج و مواد فاضله حجروی را به اعضای اطراحی مخصوصاً کلیه ها، (3) هورمونهای ترشح شده توسط غده های اندوکرین را به حجرات هدف، (4) حفظ درجه حرارت بدن از طریق انتقال گرما از انساج فعال به انساج کمتر فعال، (5) مواد دفاعی سیستم ایمنی برای از بین بردن عفونتها، (6) فکتورهای لخته شدن خون برای جلوگیری از جریان یافتن خون از انساج صدمه دیده، (7) تنظیم pH و از موس.

## خواص فیزیکی خون

خون دارای رنگ سرخ با طعمی شور و بوی مخصوص است. خون نسبت به آب غلیظ تر، لزجتر و چسبناکتر است. درجه حرارت خون  $38^{\circ}\text{C}$  است، pH آن بین 7,35 تا 7,45 است یعنی کمی قلوی می باشد. این توازن توسط یک سلسله تعاملات پیچیده به شمول سیستمهای بفر (Buffering systems) حفظ می شود. خون 20% مایع خارج حجروی و تقریباً 80% وزن بدن را تشکیل می دهد. حجم خون یک مرد بالغ 56 کیلویی 5 الی 6 لیتر و حجم خون یک زن بالغ 56 کیلویی 4 الی 5 لیتر است. این اندازه در کودکان به صورت قابل توجه بلند است که به مرور زمان تقلیل می یابد. حجم و فشار آرموتیک خون ذریعه میخانیکیتهای هومیوستازی که در آن چندین هورمون با همدیگر همکاری می نمایند، در یک حد نازک حفظ می گردد. خون در داخل رگهای خون در اثر پمپ نمودن قلب دائماً در حال گردش است. گردش دوامدار خون محیط ثابتی برای حجرات بدن فراهم می نمایند.

## ترکیب خون

خون از دو بخش تشکیل شده است: (1) مایع آبکی ماتریکس خارج حجروی که در آن انواع مختلف حجرات معلق اند به نام Plasma (2) عناصر متشکله (Formed element) که حجرات و یا بقایای حجروی می باشند. 55% حجم خون را پلازما و 45% آن را عناصر متشکله تشکیل می دهند.

## پلازما

پلازما مایعی است متشکل از آب (91,5%)، پروتئینهای پلازما (7%)، نمکهای غیرعضوی، مواد مغذی، مواد زائده، هورمونها و گازها (1,5%). پلازمای خون کمی قلوی

بوده شش برابر آب غلظت دارد که دارای مفیدیت‌های زیاد است.

**پروتئین‌های پلازما:** پروتئین‌های آن نسبت بزرگی مولیکول‌های شان در خون باقیمانده از طریق منافذ عروق شریعه به انساج فرار نموده نمی‌توانند. اینها در کنار وظایف دیگر، وسیعاً مسئول به وجود آوردن فشار اسموتیک خون می‌باشند که مایع پلازما را در حال دوران حفظ می‌نمایند. هرگاه سطح پروتئین‌های پلازما تقلیل یابد، فشار اسموتیک خون نیز تقلیل یافته و خون به داخل انساج و حفره‌ها وارد شده باعث ورم یا آماس بدن می‌گردد. غلظت پلازما به پروتئین‌های آن، مخصوصاً Albumin و Fibrinogen بسته است. پروتئین‌های خون از این قرار اند:

- **البومین‌ها:** در کبد ساخته می‌شوند و ۵۸٪ پروتئین‌های خون را تشکیل داده مسئول حفظ فشار اسموتیک خون می‌باشند. همچنان، البومین‌ها ناقل هورمون‌های چرب و ستایروئیدی می‌باشند.
  - **Globulins: ۳۸٪** پروتئین‌های خون را تشکیل داده بخش اعظم آنها در کبد و بقیه در انساج لمفاوی ساخته می‌شوند. وظایف آنها عبارتند از: (۱) به صورت آنتی‌بادیها یا Immunoglobulins(Ig) در جریان بعضی پاسخ‌های ایمنی توسط لمفوسایتها ساخته شده و نقش مهمی در ایمنی بدن بازی می‌کنند، مواد خارجی (Antigen) مانند باکتریها و ویروسها؛ ساخته شدن میلیونها آنتی‌بادی را تحریک می‌نمایند، (۲) انتقال بعضی هورمون‌ها و نمک‌های منرالی. مثلاً Thyroglobulin هورمون Thyroxin و Transferrin منرال آهن را حمل می‌نماید، (۳) مهار بعضی انزایم‌های تجزیه‌کننده پروتئین (Proteolytic enzymes)،
  - **فیبری‌نوجین: ۴٪** پروتئین‌های خون را تشکیل داده در کبد ساخته می‌شوند و منحیث فکتور لخته شدن خون (Clotting factors) ضروری می‌باشند.
- الکترولیت‌ها:** در بسیاری از فعالیت‌های بدن مانند انقباض عضلات، انتقال ایمپالس‌های عصبی، تولید مواد ترش‌حی و حفظ توازن اسیدی - قلوی مایعات بدن دخالت دارند.
- Nutrients:** که برای تولید انرژی، گرما، مواد برای ترمیم و تعویض و ترکیب دیگر اجزای خون و مواد ترش‌حی بدن ضروری می‌باشند.

سیستم دوران خون انسان ۳۲۲

**مواد زاید:** مانند یوریا، Creatinine و یوریک اسید مواد زاید میتابولیزم پروتئینها هستند. این مرکبات در کبد ساخته شده و برای دفع به کلیه ها منتقل می گردند.

**گازها:** مانند اکسیجن، کاربن دای اکساید و نایتروجن به صورت منحل در پلازما به سراسر بدن دوران می نمایند. اکسیجن و کاربن دای اکساید در ترکیب با یک پگمنت پروتئینی بزرگ به نام Hemoglobin (HB) که در داخل کریوات سرخ خون وجود دارند و توسط پلازما حمل می گردند. نایتروجن اتمسفیری وارد بدن می شود؛ اما نقش فزیولوژیک آن معلوم نیست.

### عناصر متشکله و یا اجزای حجروی خون

سه نوع حجره خون وجود دارند: کریوات سرخ، صفحه های خونی (Thrombocytes\*) ۹۵٪ حجم خون را تشکیل می دهند و ۵٪ باقیمانده را حجات سفید خون (Leucocytes\*\*) تشکیل می دهند. انواع حجات سفید خون عبارتند از: Neutrophils، Lymphocytes، Monocytes، Eosinophils و Basophils.

### ساخته شدن حجات خون

تمام حجات فوق از حجات ابتدایی تمایز نیافته (Pluripotent stem cells) که دارای قابلیت تبدیل شدن به انواع مختلف حجات هستند منشاء می گیرند و تا وارد شدن به حجات خونی چندین مرحله را طی می نمایند. انواع جداگانه حجات خونی مراحل انکشافی متفاوتی را از سر می گذرانند. پروسه ساخته شدن حجات خون به نام Hemopoiesis or Hematopoiesis یاد می شود. این پروسه در چند هفته اول جنینی به وسیله کیسه زرده صورت می گیرد. در اواسط دوره حامله گی کبد، طحال، تایموس و عقده های لمفاوی به خون سازی می پردازند. در سه ماه آخر حامله گی و پس از تولد مغز سرخ استخوان این وظیفه را به دوش دارد. اصولاً تمام استخوانهای بدن تا دوران بلوغ خون می سازند، پس از بیست ساله گی به تدریج جای آن را نسج چربی گرفته و این قابلیت مغز

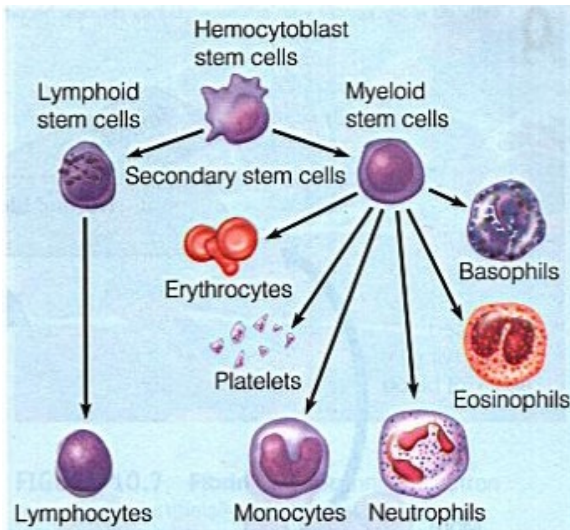
---

\* - Platelets

\*\* - White Blood Cells

سرخ استخوان تقلیل می یابد. در افراد بالغ استخوان سازی محدود به استخوانهای پهن، نامنظم مانند استخوان سینه، قیرغه ها، لگن و جمجمه و انتهای استخوانهای دراز می گردد.

برای ساختن حجرات خون، حجرات بنیادی تمایز نیافته در قدم نخست دو نوع حجره ابتدایی به نامهای حجرات ابتدایی تمایز نیافته مایلوئید (Myeloid stem cells) و حجرات ابتدایی تمایز نیافته لمفوئید (Lymphoid stem cells) را به وجود می آورند. حجرات ابتدایی مایلوئید انکشاف نموده کریوات سرخ خون، صفحه های دمویه، Monocytes، Neutrophils، Eosinophils و Basophils را به وجود می آورند. حجرات بنیادی لمفوئید به لمفوسایتهای انکشاف می نمایند (شکل 100).



شکل 100: چگونگی شاخه شدن کریوات سرخ خون.

## کریوات سرخ خون

حجرات بدون هسته مقعرالطرفین به قطر 7-8 میکرون و ضخامت 2 میکرون است. حجره سرخ خون در حالت انفرادی زرد مایل به سبز است ولی اجتماع آنها به علت موجودیت هموگلوبین در سایتوسول آنها، سرخ رنگ است. تعداد کریوات سرخ خون در

سیستم دوران خون انسان ۳۲۴

یک مرد بالغ صحتمند 5,4 میلیون و در یک زن بالغ 4,8 میلیون در هر میکرولیتر ( $\mu\text{L}^*$ ) خون می باشد. این تعداد برحسب سن، جنس و ارتفاع محل زنده گی فرد فرق می کند. از آن جا که وظیفه اساسی کریوات سرخ خون انتقال اکسیجن و کاربن دای است، ساختمان مخصوص آن برای اجرای این وظایف سازگاری یافته است: (1) شکل مقعرالطرفین، سطح آن را برای تبادل گازها تزئید بخشیده و نازکی بخش میانی غشای آن دخول و خروج مواد را به آن تسهیل می بخشد، (2) غشای حجروی حجره سرخ خون قابلیت ارتجاعی داشته و در موقع عبور از عروق شعریه باریک و دراز می شوند و بعداً دوباره به شکل اولیه بر می گردند، (3) Glycolipids و Glycoproteins موجود در غشاء گروههای متنوع خون را تشکیل می دهند، (4) کریوات سرخ خون فاقد ارگانلهای داخل حجروی بوده از یک طرف، فضای کافی برای جا دادن به مقدار بیشتر هیموگلوبین فراهم می نماید و از طرف دیگر با نداشتن مایتوکاندریا ضرورتی به اکسیجن برای تولید ATP نداشته و انرژی مورد ضرورت خود را از طریق غیرهوازی به دست می آورد، پس به اکسیجینی که انتقال می دهد هیچ نقصانی وارد نمی شود، (5) کریوات سرخ خون مانند سکه ها روی هم چسبیده و به این ترتیب در خون حرکت می نمایند.

### فزیولوژی کریوات سرخ خون

هر حجره سرخ خون حاوی تقریباً 280 میلیون مولیکول هیموگلوبین می باشد. هر مولیکول هیموگلوبین متشکل از دو بخش است: (1) یک پروتئین به نام Globin که خود مرکب از چهار زنجیر است (دو زنجیر الفا و دو زنجیر بیتا) و (2) یک پگمنت حلقه مانند غیر پروتئینی به نام Heme که با هر یک از زنجیرهای پروتئینی ترکیب شده اند. در مرکز هر یک از حلقه های Heme یک آیون آهن ( $\text{Fe}^{2+}$ ) وجود دارد که به صورت برگشت پذیر با مولیکول اکسیجن ( $\text{O}_2$ ) ترکیب می شود. از آن جا که هر یونت Heme با یک مولیکول اکسیجن ( $\text{O}_2$ ) به صورت برگشت پذیر ترکیب شده می تواند؛ پس هر مولیکول هیموگلوبین قادر به انتقال چهار مولیکول اکسیجن ( $\text{O}_2$ ) است. هنگامیکه خون ترکیب  $\text{Hemoglobin} - \text{O}_2$  را به ششها رسانید ترکیب فوق شکسته و اکسیجن به مایع بین حجروی آزاد می گردد.

\*  $1 \mu\text{L} = 1 \text{ mm}^3 = 10^{-6} \text{ Litter}$

همچنان در حدود 23% کاربن دای اکساید نیز در ترکیب با بخش گلوبین مولیکول هیموگلوبین کریوات سرخ خون به ششها انتقال داده می شود. هیموگلوبین در انتظام جریان خون و فشار خون نیز نقش دارد. هورمون گازی نایتریک اکساید (NO) که توسط حجرات Endothelial رگهای خون تولید می گردند به مولیکولهای هیموگلوبین می چسبند. در بعضی حالات، هیموگلوبین نیز نایتریک اکساید را آزاد می نماید. نایتریک اکساید آزاد شده باعث گشاد شدن قطر رگهای خون می گردد. گشاد شدن قطر رگهای خون موجب سهولت جریان خون و رسیدن اکسیجن به محلات نزدیک می شود.

### ساخته شدن کریوات سرخ خون

در حالات نورمال هر لحظه کریوات سرخ پیر توسط حجرات بنیادی به نام Proerythroblasts مغز استخوان تجدید می شوند. پروسه تولید حجره سرخ از حجرات بنیادی در حدود هفت روز را در بر می گیرد که به نام Erythropoiesis نامیده می شود. حجرات نابالغ به صورت Reticulocytes به جریان خون آزاد شده در ظرف یک یا دو روز به Erythrocyte تبدیل می شوند. کریوات سرخ خون در جریان انکشاف، هسته های خود را از دست می دهند و حجره سرخ فاقد قابلیت تقسیم در جریان خون ظاهر می شود؛ برعکس حجره سرخ، قابلیت تولید هیموگلوبین را انکشاف داده به زودی حجره سرخ حاوی مقدار زیاد هیموگلوبین می شود.

ساخته شدن کریوات سرخ عمدتاً توسط کاهش سطح اکسیجن (Hypoxia) خون تحریک می گردد. هایپوکسیا به دلایل زیر به وجود می آید: (1) تقلیل تراکم اکسیجن هوا مانند آنچه در ارتفاعات اتفاق می افتد، (2) تقلیل ظرفیت انتقال اکسیجن خون در اثر خون ریزی و یا نارسایی در ساخته شدن حجره سرخ و هیموگلوبین، (3) عدم قابلیت سیستم دوران در رسانیدن خون به همه انساج، (4) بلند رفتن ضرورت انساج به اکسیجن مثلاً اجرای کارهای فیزیکی شدید.

تقلیل سطح اکسیجن خون باعث ترشح هورمون Erythropoietin از کلیه ها می شود. Erythropoietin باعث آزاد ساختن Reticulocytes از مغز استخوان به خون گردیده تعداد کریوات سرخ خون را بلند برده ظرفیت انتقال اکسیجن خون را اصلاح

سیستم دوران خون انسان ۳۲۶

می نماید. موقعی که سطح Erythropoietin پایین باشد، کریوات سرخ ساخته نه شده و کم خونی (Anaemia) به وجود می آید.

برای ساخته شدن کریوات سرخ خون آهن، ویتامین B<sub>12</sub> و فولیک اسید ضرورت است که روزانه از طریق کانال هاضمه جذب می شوند. مقدار آهن مورد ضرورت مردان در مقایسه به زنان کمتر است. معمولاً کبد حاوی ذخایر قابل توجه ویتامین B<sub>12</sub> می باشد که برای سالیان دراز کفایت می نماید؛ اما کمبود فولیک اسید در ظرف چند ماه محدود ظاهر می گردد.

هر حجره سرخ خون در مردان 120 روز و در زنان 110 روز عمر دارد؛ یعنی تقریباً 25 میلیون حجره سرخ خون همه روزه نابود می شوند. علت نابودی کریوات سرخ پاره شدن غشای حجروی در موقع عبور از عروق شعریه خون است. با ازدیاد عمر حجره سرخ، غشای مخاطی آنها متحمل تغییرات شده مستعد تخریب می گردند. بقایای حجره خون پاره شده از جریان خون دور و توسط حجرات بیگانه خوار ماکروفاژ در طحال، مغز سرخ استخوان، انساج ارتباطی و کبد تخریب می شوند. مواد حاصله تخریب در داخل بدن ماکروفاژ مراحل ذیل را طی می نمایند: (1) بخش Heme و گلوبین از هم جدا می شوند، (2) بخش گلوبین به امینواسیدها تجزیه شده برای تولید پروتئینها مجدداً مورد استفاده قرار می گیرند، (3) آهن از Heme به صورت  $Fe^{3+}$  آزاد شده توسط پروتئین Transferrin در جریان خون منتقل می گردد. در رشته های عضلی، حجرات کبد، و فاگوسایتهای طحال،  $Fe^{3+}$  از پروتئین Transferrin جدا و به یک پروتئین ذخیره کننده آهن به نام Ferritin متصل می شود. در صورت آزاد شدن از Ferritin و یا جذب شدن از کانال هضمی،  $Fe^{3+}$  دوباره به پروتئین Transferrin متصل می گردد. بعداً، کامپلکس آهن - Transferrin به مغز سرخ استخوان حمل شده برای ساختن مولیکولهای جدید هیموگلوبین استعمال می شود. (4) هنگامیکه آهن از Heme دور گردید، بخش فاقد آهن Heme به یک پگمنت سبز رنگ به نام Biliverdin و بعداً به پگمنت دیگری به نام Bilirubin که دارای رنگ زرد نارنجی است تبدیل می شود. Bilirubin به خون داخل شده به کبد می رسد، (5) Bilirubin در کبد به ماده منحل در آب تبدیل شده در کیسه صفرا ذخیره می شود. وجود Bilirubin در صفرا است که رنگ سبز مایل به زرد را به آن



می دهد. چنانچه نارسایی در ترشح این ماده به وسیله کبد وجود داشته باشد، مقدار Bilirubin در مایعات بدن افزایش یافته سبب رنگ زرد پوست (زردی) می گردد. در داخل روده بزرگ، باکتریها، بیلی روبین را به Urobilinogen تبدیل می نمایند، بخش اعظم Urobilinogen به پگمنت زرد رنگی به نام Stercobilin تبدیل شده باعث رنگ زرد مواد غایبه شده از بدن خارج می شود. هم چنین، مقداری از این مرکب دو باره توسط خون جذب و به پگمنت زرد رنگی به نام Urobilin تبدیل شده وارد ادرار می شود.

### حجرات سفید خون

حجرات سفید خون بزرگترین حجرات خون حاوی هسته هستند. حجرات سفید خون واحدهای سیار و متحرک سیستم مدافعی جسم می باشند. قسمتی از آنها در مغز استخوان و قسمت دیگر در عقده های لمفاوی ساخته می شوند. حجرات سفید خون دو وظیفه اساسی دارند:

1. حفاظت بدن در مقابل ارگانیزمهای خارجی،

2. دور نمودن حجرات مرده و مواد زاید از انساج توسط بیگانه خواری.

حجرات سفید خون، حجرات بسیار فعال بوده و برای اجرای دو وظیفه فوق قابلیت‌های ذیل را تبارز می دهند: (1) حرکت آمیبی، (2) حجرات سفید خون نسبت به مواد کیمیای حساسیت دارند (Chemotaxis)، این حساسیت نسبت به بعضی مواد مثبت و نسبت به بعضی دیگر منفی است، (3) حجرات سفید خون با ایجاد پاهای کاذب از فواصل میان حجرات عروق شعریه عبور نموده وارد فضای نسج ارتباطی می شوند، این عمل بیشتر زمانی صورت می گیرد که حجرات سفید به سوی مایکروبه‌ها جلب می شوند، (4) حجرات سفید خون قادر به بلع و هضم پروتئینهای بیگانه و مایکروبه‌ها می باشند. ارزش واقعی آنها در کیفیت سرعت انتقال و تمرکز در نقاط ملتهب بدن و تولید سد دفاعی در مقابل عوامل عفونی است. تعداد و مشخصات حجرات سفید خون به منظور کمک به عمل دفاعی بدن به سرعت تغییر می کند. به همین دلیل مطالعه تعداد و خصوصیات حجرات سفید خون وسیله خوب و قابل اطمینان برای تشخیص مریضیهاست.

در بدن یک شخص صحتمند بعضی از حجرات سفید خون مخصوصاً لمفوسایتها برای چندین ماه و یا سال زنده مانده می توانند اما عمر متوسط اکثریت آنها فقط چند روز محدود

سیستم دوران خون انسان ۳۲۸

است. تعداد آن بین 5000 تا 10000 در فی میلی لیتر خون تغییر می نماید. این تغییر تابع حالات مختلف صحت، تغذیه و ساعات مختلف روز می باشد.

## انواع حجرات سفید خون

بطور کلی حجرات سفید خون حجرات بیرنگ و شفاف کروی یا آمیبایی هستند. هسته آنها منفرد و یا گره دار است. آنها را براساس موجودیت گرانولهای یولهای (Granules or vesicles) مملو از مواد کیمیایی در سایتوپلازم شان به دو دسته تقسیم می نمایند: (1) حجرات سفید خون دارای سایتوپلازم دانه دار (Granulocytes)، (2) حجرات سفید خونی که در سایتوپلازم شان گرانولهای نهایت کوچک وجود دارد که توسط میکروسکوپ نوری قابل دیدن نیستند (Agranulocytes).

### 1. حجرات سفید دانه دار (Granulocytes)

تمام حجرات سفید دانه دار حاوی هسته های چند گانه هستند. در سایتوپلازم شان گرانولهای مختلف وجود دارند. نام آنها از خصوصیت رنگی که این حجرات در موقع رنگ کردن در لابراتوار به خود می گیرند مشتق شده است. حجرات سفید خون دارای سایتوپلازم دانه دار، شامل Neutrophils، Eosinophils و Basophils می شود.

- **Neutrophils:** وظیفه اساسی آنها دفاع در برابر هر نوع ماده خارجی، مخصوصاً میکروبها است که به بدن داخل شده اند. Neutrophils به سرعت به محل عفونت رسیده وظیفه خود را توسط Phagocyte عوامل مهاجم به سر می رسانند. در محل صدمه دیده نوتروفیلهای مرده، بقایای حجروی و مایع به صورت چرک (Pus) تجمع می نمایند. تعداد آنها به صورت طبیعی در اثر ورزشهای شدید، اواخر دوره حامله گی، عفونت میکروبی، صدمات نسجی، التهابات و سوخته گیها بلند می رود.
- **Eosinophils:** قابلیت بیگانه خواری آن در مقایسه به Neutrophils کم است؛ اما وظیفه اساسی آنها دفع پرازیت‌های بزرگ مانند کرمها می باشد. هنگامیکه اینها با

پرازیت متصل می شوند سمومی را که در داخل گرانولیهای خود ذخیره دارند به داخل جسم آنها آزاد می نمایند. Eosinophils غالباً در محلات ملتهب یافت می شوند.

- **Basophils**: عموماً با عکس العملهای حساسیتی در ارتباط بوده، گرانولیهای این حجرات حاوی یک عامل ضد لخته شدن خون به نام Heparin و یک عامل التهابی به نام Histamine می باشد. عاملی که باعث آزاد شدن محتویات گرانولیهای بازوفیلی می شود یک انتی جن به نام Allergen می باشد.

## 2. حجرات سفید فاقد گرانول

حجرات سفید خون که در سایتوپلازم شان گرانولیهای بزرگ وجود ندارد، شامل لمفوسایتها و مونوسایتها می گردد. این حجرات سفید خون دارای هسته های بزرگ هستند.

- **مونوسایتها**: اینها دارای یک هسته بزرگ بوده به شدت متحرک هستند. بعضی از آنها در جریان خون به بیگانه خواری پرداخته و برخی دیگر پس از داخل شدن به انساج به ماکروفاژ تبدیل می شود. ماکروفاژ وظایف مهمی در التهابات و ایمنی بدن به دوش دارند. هر دو شکل آنها انترلوکینها را ترشح می نمایند که در نتیجه: (1) بر هایپوتالاموس عمل نموده درجه حرارت نسج آلوده به عفونت را بلند می برد. (2) تولید بعضی گلوبولینها را توسط کبد تحریک می نمایند. (3) تولید لمفوسایتهای T را تسهیل می نماید.
- **لمفوسایتها**: این حجرات در مقایسه به مونوسایتها کوچکتر می باشند. اینها به داخل جریان خون دوران می نمایند و تعداد زیاد آنها در انساج و عقده های لمفاوی و طحال وجود دارند. اینها پس از ساخته شدن در مغز سرخ استخوان و انساج لمفاوی در سراسر بدن مهاجرت نموده منحیث اجزای سیستم ایمنی بدن اجرای وظیفه می نمایند. یعنی لمفوسایتها در برابر انتی جینها قابلیت پاسخ دادن را دارند. لمفوسایتها پس از رسیدن به انساج لمفاوی به دو شکل دیگر: لمفوسایت T و لمفوسایت B انکشاف می نمایند، که وظایف هر یک در فصل (11) مورد بحث قرار خواهند گرفت (شکل 100).

## صفحه های دمویه (Platelets or thrombocytes)

عناصر نهایت کوچک و چوبک مانند فاقد هسته می باشند که نسبت به کریبات سرخ بسیار کوچک بوده در مغز استخوان ساخته شده در حدود 2000 تا 3000 قطعه آن توسط غشای پلازمایی احاطه می شود و توسط خون از یکجا به جای دیگر منتقل می گردند. این قطعات حجروی (Cell fragments) به نام صفحه های دمویه یاد می شوند و حاوی عناصر مختلفی هستند که پروسه لخته شدن خون را پیش می برند. تعداد نورمال آنها بین 150000 تا 400000 در فی میلی متر مکعب (1 $\mu$ L) خون است. چگونگی کنترل تولید شدن صفحه های دمویه معلوم نیست منتهی در موقع تقلیل تعداد آنها، کلیه ها هورمونی به نام Thrombopoietin ترشح می نماید که ساخته شدن صفحه های دمویه را تحریک می نماید.

عمر صفحه های دمویه بین 5 تا 9 روز بوده توسط ماکروفاژ مخصوصاً در طحال و کبد تخریب می شوند. تقریباً یک سوم حصه صفحه های دمویه در طحال ذخیره می شوند. این یک ذخیره عاجل است که برای کنترل خونریزیهای شدید آزاد می شوند (شکل 100).

## بند آوردن خون (Hemostasis)

هموستاز یک بخش از پاسخ لخته شدن (Coagulation or clotting) خون است. هنگامیکه یک نسج صدمه ببیند، برای جلوگیری از باختن خون و شفایابی محل صدمه دیده یک تعداد پروسه ها واقع می شوند که صفحه های دمویه بخش حیاتی آنها را تشکیل می دهند، این پروسه ها عبارتند از: انقباض رگهای خون (Vasoconstriction)، تولید سوراخ گیر توسط صفحه های دمویه و لخته شدن خون.

**1. انقباض عروق:** هنگامیکه یک عضو جراحت می بیند، صفحه های دمویه با رگهای خون صدمه دیده تماس حاصل نموده، به جدار رگهای صدمه دیده می چسبند. بعداً ماده کیمیاوی Serotonin را ترشح می نمایند که در اثر آن عضلات لشم حلقوی رگهای خون منطقه صدمه دیده منقبض شده باعث کاهش قطر رگهای کوچک خون و تقلیل جریان خون در آنها می گردد. مواد کیمیاوی دیگری به نام

Thromboxanes نیز توسط صفحه های دمویه و انساج صدمه دیده آزاد می شود. انقباض رگهای خون در نتیجهٔ رفلکسهای عصبی و آزاد شدن مادهٔ کیمیاوی از صفحه های دمویه کنترل می شود.

## 2. ساخته شدن سوراخگیر توسط صفحه های دمویه: صفحه های دمویه

چسبناک به یکدیگر چسبیده و مادهٔ کیمیاوی دیگری آزاد می کنند که صفحه های دمویه دیگر را به محل جذب می نمایند. صفحه های دمویه جذب شده به محل آسیب دیده نیز مواد کیمیاوی خود را آزاد می نمایند. این یک سیستم فیدبک مثبت است که تعداد زیاد صفحه های دمویه به سرعت به رگهای خون محل صدمه دیده رسیده با ساختن یک سد، مانع از دست رفتن مقدار بیشتر خون می گردند.

## 3. لخته شدن خون: انقباض رگهای خون و ساخته شدن سوراخگیر از صفحه های

دمویه به تنهایی قادر به جلوگیری از ادامهٔ خون ریزی از محل صدمه دیده نیستند. هنگامیکه یک نسج قطع شود و خون به شدت از آن به خارج جاری شود عملیهٔ لخته شدن باعث تولید لخته در محل مذکور و جلوگیری از خون ریزی می شود.

آزمایشهای میکروسکوپی نشان می دهد که لخته عبارت از کریوات سرخ و سفید، صفحه های دمویه و مایع است که توسط رشته های Fibrin به دام افتاده اند و Serum در واقع همان پلازما است که Fibrinogen خود را از دست داده است. لخته شدن خون در حقیقت یک عمل محافظوی بوده پروسهٔ مغلقی است که یک سیستم فیدبک مثبت را در بر می گیرد و شامل یک تعداد مواد به نام فکتورهای لخته شدن خون می گردد. این فکتورها عبارتند از: آیونهای کلسیم ( $Ca^{2+}$ ) و چندین آنزیم غیر فعال که توسط کبد ساخته می شوند و در حالات نورمال باعث لخته شدن خون نمی شوند و یک تعداد مولیکولها که با صفحه های دمویه در ارتباط هستند و یا توسط انساج صدمه دیده آزاد می گردند. لخته شدن سلسله یی از تعاملات آنزیمی را در بر می گیرد که در جریان آنها فکتورهای لخته شدن تعداد زیاد مولیکولها را فعال ساخته و در آخر مقدار زیاد Fibrin غیر محلول ساخته می شود. عملیهٔ لخته شدن شامل مراحل ذیل می گردد:

فکتورهای لخته شدن خون که در غشای صفحه های دمویه وجود دارند با تماس به انساج ارتباطی صدمه دیده فعال می شوند، دو مسیر به نامهای مسیر خارجی و مسیر داخلی باعث ساخته شدن آنزیم Prothrombinase می گردند. بعد از آنکه آنزیم فوق ساخته

## سیستم دوران خون انسان ۳۳۲

شد جریان بعدی لخته شدن برای هر دو مسیر خارجی و داخلی شبیه هم بوده به نام مسیر عادی یاد می شوند:

- **مسیر خارجی:** ماده یی به نام Thromboplastin or tissue factor(TF) و یا Thrombokinase از انساج صدمه دیده به داخل جریان خون آزاد می گردد در عین زمان یک مقدار از این ماده توسط صفحه های دمويه همییز آزاد می گردند؛ اما این Thromboplastin به قدرت Thromboplastin انساج نیست. فکتور فعال شده در حضور آیون کلسیم ( $Ca^{2+}$ ) خود باعث فعال شدن فکتورهای دیگـر می گردند. تا اینکه فکتور لخته شدن که به نام Prothrombinase نیز یاد می شود ساخته شود.
- **مسیر داخلی:** این مرحله به این دلیل داخلی نامیده می شود که در آن نیازی به صدمه خارجی نبوده؛ در صورتیکه حجرات Endothelial رگهای خون لشمی خود را از دست دهند و یا صدمه ببینند و خون با رشته های کولاجن موجود در انساج ارتباطی که نسج Endothelial را احاطه نموده است در تماس آید و یا صفحه های دمويه صدمه ببینند فکتور لخته شدن را فعال می سازند.
- **مسیر معمولی:** در این مرحله Prothrombinase یک سلسله تعاملات کیمیاوی را در پلازما به وجود می آورد که منجر به فعال شدن یک پروتئین غیر فعال پلازمایی به نام Prothrombin می گردد. پروترومینی که توسط کبد تولید می شود در حضور آیونهای کلسیم ( $Ca^{2+}$ ) به Thrombin تبدیل می گردد. ترومبین نیز مانند Prothrombinase خاصیت انزایمی داشته در حضور آیونهای کلسیم ( $Ca^{2+}$ ) بر Fibrinogen پلازما اثر نموده آن را به فیرین تبدیل می کند. لخته شدن نورمال به مقدار کافی ویتامین K نیاز دارد. گرچند این ویتامین مستقیماً در عملیه لخته شدن خون دخالت ندارد؛ اما در ترکیب فکتورهای مهم لخته شدن در کبد دخالت دارد.

## کنترول لخته شدن خون

در صورت عدم موجودیت چندین سیستم کنترولی، امکان پراکنده شدن لخته از محل صدمه دیده به تمام خون وجود دارند. مثلاً هنگامیکه صفحه های دمویه به جدار رگهای خون صدمه دیده متصل می شوند یک لخته متصل شده به دیوار رگهای خون به نام Thrombus تولید می شود. هنگامیکه این لخته از جدار رگهای خون آزاد شده در داخل خون شناور گردند به نام Embolus یاد می شوند. هر دو شکل لخته های فوق در صورتیکه در اعضای حیاتی نظیر مغز و قلب واقع شوند کشنده می باشند. در حالات نورمال، خون چندین ماده برای جلوگیری از تولید لخته در داخل رگهای خون دارد. مانند مواد ضد ترومبین (Antithrombin)، هیپارین و پروتئین فعال شده C (Activated protein C). در حالات عادی مقدار کافی مواد ضد تشکل لخته در خون وجود دارد که با اخلاص تبدیل پروترومبین به ترومبین فعال عملیه لخته شدن خون را جلوگیری می نمایند.

خون را می توان با علاوه نمودن بعضی مواد ضد لخته شدن به آن در خارج از بدن نیز به حالت مایع نگهداری کرد.

## گروههای خون

انسانها انتی جینهایی متفاوتی از جنس Glycolipid و Glycoprotein بر سطح خارجی کریوات سرخ خون دارند. این انتی جینها به نام Agglutinogens یاد شده و به ارث برده می شوند. بر اساس موجودیت و یا عدم موجودیت انواع مختلف انتی جینها، خون به گروهها تقسیم می شود. در حدود 24 گروه خون و 100 نوع انتی جن بر سطح کریوات سرخ خون وجود دارند. ما صرف دو نوع آن ABO و Rh را در این جا مورد بحث قرار خواهیم داد.

## گروههای خون ABO

گروههای خون ABO به اساس موجودیت انتی جینهایی گلیکولپیدی A و B بر سطح کریوات سرخ خون به این نام یاد می شود. انسانهایی که در خون شان صرف انتی جین A وجود دارد به نام گروه A و آنهايي که دارای انتی جین B هستند به نام گروه B

سیستم دوران خون انسان ۳۳۴

یاد می شوند. انسانهای که انتی جینهای A و B هر دو را دارند تشکیل گروه AB را می دهند. آنهایی که هیچ یک از انتی جینهای فوق را ندارند در تحت گروه O قرار می گیرند. پلازمای خون حاوی انتی بادیهایی به نام Agglutinins می باشد. انسانهای که گروه خون A دارند در پلازمای شان انتی بادی B وجود داشته و آنهایی که دارای گروه خون B هستند در پلازمای شان انتی بادی A وجود دارد. افراد دارای گروه خون AB هیچ یک از انتی بادیهی را در پلازمای خود ندارند و افراد دارای گروه خون O هر دو انتی بادی را در پلازمای خون خود دارند.

به یاد داشته باشید انتی بادیهی موجود در بدن یک فرد در برابر انتی جینهای خودی عکس العمل نشان نمی دهند؛ اما در مقابل انتی جینهای بیگانه عکس العمل نشان می دهند که کشنده می باشد. انتی بادی A در برابر انتی جین B و انتی بادی B در برابر انتی جین A عکس العمل نشان می دهند. این انتی بادیهی که در داخل جریان خون دوره می نمایند ارثی بوده با مصونیت اکتسابی رابطه یی ندارند.

### انتقال خون (Transfusion)

انتقال خون عبارت از انتقال تمام خون مستقیماً به جریان خون و یا به مغز سرخ استخوان است. عموماً انتقال خون زمانی صورت می گیرد که شخصی دچار کم خونی شده باشد و یا به اصلاح سیستم ایمنی ضرورت داشته باشد.

در موقع انتقال خون مشخصات گروههای خون به دقت مورد نظر گرفته می شود در غیر آن انتی بادیهی شخص دریافت کننده خون (Recipient) با انتی جینهای شخص خون دهنده (Donor) چسبیده سبب چسبیدن کربوات سرخ خون به یکدیگر (Agglutination) می گردد. Agglutination از لخته شدن خون متفاوت است. هنگامیکه این کامپلکس انتی بادی - انتی جن ساخته شد، بعضی پروتئینهای مخصوص پلازما فعال شده باعث سوراخ شدن و یا پاره شدن غشای حجروی کربوات سرخ شخص خون دهنده و خارج شدن هیموگلوبین از آن (Haemolysis) می شود. هیموگلوبین آزاد شده کلیه ها را صدمه می زند.



به یاد داشته باشید از آن جا که افراد دارای گروه خون AB هیچ نوع انتی بادی تولید نموده نمی توانند پس می توانند از همه گروهها خون دریافت نمایند و از همین رو به نام دریافت کننده عمومی (Universal Recipient) یاد می شوند. در مقابل افراد دارای گروه O که هیچیک از انتی جینها را ندارند می توانند به همه گروهها خون بدهند و از همین رو به نام دهنده عمومی (Universal donor) یاد می شوند (جدول 8).

جدول 8: گروههای خون و چگونگی سازگاری آنها در موقع انتقال خون.			
گروه خون	حضور انتی جینها و انتی بادیها	به حیث دهنده	به حیث گیرنده
A	انتی بادی ضد B تولید می نمایند. انتی جین A	به گروههای A و AB خون داده می توانند و به گروههای B و O خون داده نمی توانند.	از گروههای A و O خون گرفته می توانند و از گروههای B و AB خون گرفته نمی توانند.
B	انتی بادی ضد A تولید می نمایند. انتی جین B	به گروههای B و AB خون داده می توانند و به گروههای A و O خون داده نمی توانند.	از گروههای B و O خون گرفته می توانند و از گروههای A و AB خون گرفته نمی توانند.
AB	هیچ انتی بادی تولید نمی نمایند. انتی جین A و B	صرف به گروه AB خون داده می توانند و به گروههای A، B و O خون داده نمی توانند.	از همه گروهها خون گرفته می توانند.
O	انتی بادی ضد A و انتی بادی ضد B تولید می نمایند.	به همه گروهها خون داده می توانند.	صرف از گروه O خون گرفته می تواند و از گروههای A، B و AB خون گرفته نمی

توانند.				
---------	--	--	--	--

## گروه خون Rh

این گروه به این دلیل به این نام یاد می‌شوند که انتی جن مربوطه در خون میمونی به نام Rhesus\* کشف گردید. انسانهایی که در کریوات سرخ خون شان انتی جین Rh وجود دارد به صورت Rh<sup>+</sup> (Rh مثبت) و آنهایی که کریوات سرخ خون شان فاقد انتی جن فوق می باشد به صورت Rh<sup>-</sup> (Rh منفی) نمایش داده می‌شوند. در حالات نورمال پلازمای خون انسان حاوی انتی بادی ضد Rh نمی باشد. هرگاه یک شخص Rh<sup>-</sup> از یک شخص Rh<sup>+</sup> خون اخذ نماید و یا اینکه در زمان حامله گی خون از یک جنین Rh<sup>+</sup> به خون مادر Rh<sup>-</sup> منتقل گردد، سیستم ایمنی بدن شخص خون گیرنده شروع به ساختن انتی بادی ضد Rh می نماید که در خون باقی می ماند. هرگاه بار دیگر این شخص از یک فرد Rh<sup>+</sup> خون اخذ نماید و یا مادر برای بار دوم از همین مرد حامله شود، انتی بادیهایی که قبلاً در خون ذخیره شده بودند باعث Agglutination و Haemolysis کریوات سرخ خون شخص خون دهنده گردیده عکس العمل کشنده ایجاد خواهد شد. نظر به اهمیت این گروه خون، ایجاب می نماید انسانها قبل از ازدواج گروههای خون همدیگر را بدانند تا بعداً دچار اشکال نشوند.

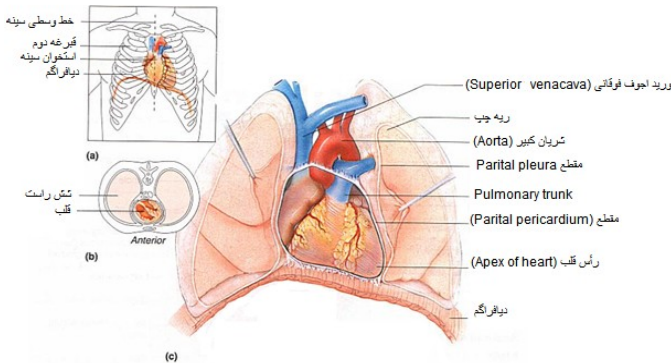
## قلب

قلب عضو عضلاتی میان تهی مخروطی شکل است که 10 سانتی متر طول داشته اندازه آن تقریباً برابر مشت هر انسان می باشد. در زنان 225 گرم و در مردان بیشتر از آن

\* - Scientific Name - *Macaca mulatta*

وزن دارد. قلب در خالیگاه صدی در میان ششها کمی متمایل به چپ جا دارد. رأس قلب به طرف پایین و قاعده آن به طرف بالا قرار دارد (شکل 101).

غشایی که قلب را احاطه و حفاظت می نماید Pericardium است و متشکل از دو خریطه است: کیسه خارجی از نسج ارتباطی رشتوی و کیسه داخلی از غشای سروزی است. کیسه خارجی مانع کشیده شدن بیش از حد عضلات قلب، حفاظت قلب و باعث قرار گرفتن قلب در وسط دو شش می گردد. کیسه سروزی داخلی نازکتر و شفاف تر بوده و یک طبقه دو گانه را به دور قلب تشکیل می دهد. طبقه بیرونی آن را — نام Paretal layer و طبقه داخلی آن به نام Visceral layer or Epicardium یاد می شود. در فاصله میان این دو طبقه سروزی یک طبقه نازک مایع به نام مایع پریکاریدی (Pericardial fluid) قرار دارد که توسط حجرات این دو طبقه ترشح می شود و مانع اصطکاک طبقات سروزی در زمان حرکات قلب می گردد.



شکل 101: موقعیت قلب در حفره صدی.

دیوار قلب از سه طبقه انساج تشکیل شده است: طبقه خارجی به نام Epicardium ، طبقه میانی به نام Myocardium و طبقه داخلی به نام Endocardium. طبقه خارجی دیوار قلب که شفاف و نازک می باشد در واقع طبقه داخلی غشای سروزی را هم تشکیل می دهد. در طبقه میوکارد عضلات قلبی قرار دارد که عملیه پمپ کردن قلب را به صورت خودکار اجرا می نمایند.

سیستم دوران خون انسان ۳۳۸

داخلی ترین طبقه دیوار قلب Endocardium است که طبقه نازک از Endothelium می باشد. Endocardium ادامه Endothelial رگهای خون بوده بر یک طبقه نازک نسج ارتباطی قرار دارد. این طبقه یک فرس لشم برای اتاقکهای قلب فراهم نموده و والوهای (Valves) قلب را نیز می پوشاند.

### حفره های قلب (Chambers of the heart)

قلب چهار اتاقک دارد. دو اتاقک در بخش فوقانی به نام دهلیزها (Atrium; pl: Atria) و دو اتاقک در بخش تحتانی به نام بطنها. دهلیز راست و بطن راست از دهلیز چپ و بطن چپ به وسیله دیوار ضخیمی به نام Septum، از یک دیگر جدا می گردند. در حالت نورمال پس از تولد در این جدار مجرای وجود ندارد. دهلیز راست و بطن راست و دهلیز چپ و بطن چپ به وسیله والوهای دهلیزی - بطنی (Atrioventricular valves) از همدیگر جدا می شوند. والو فوق از چین خوردن مضاعف Endocardium با کمی نسج رشتوی ساخته می شود. والو دهلیزی - بطنی طرف راست قلب از سه قطعه تشکیل شده و به نام Tricuspid valve یاد می شود. و والو دهلیزی - بطنی طرف چپ قلب از دو قطعه تشکیل شده (Bicuspid valve or Mitral) نامیده می شود.

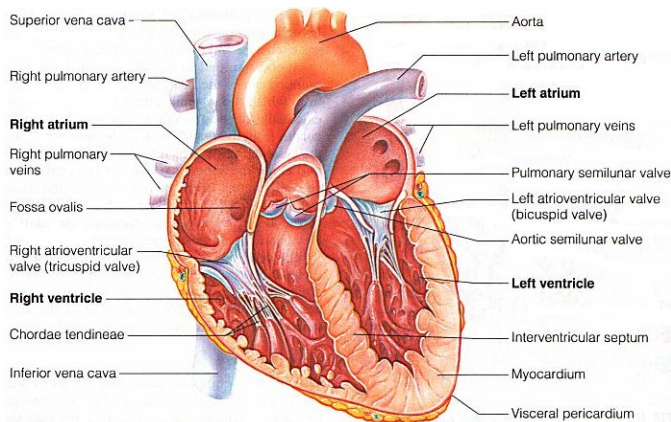
ضخامت دیوار دهلیزها و بطنها از مقدار کاری که انجام می دهند متأثر می شوند. دهلیزها غالباً خون را به کمک قوه جاذبه دریافت نموده به بطنها منتقل می کنند و به همین دلیل دیواره های نازک دارند؛ در حالیکه بطنها خون را به ششها و سراسر بدن پمپ می کنند و دارای دیوارهای ضخیم اند.

### والوهای قلب و جریان خون

والوهای دهلیزی - بطنی در اثر تغییر فشار حفره ها باز و بسته می شوند. این والوها زمانی باز می شوند که فشار دهلیزها در مقایسه به فشار بطنها بیشتر باشد. در جریان انقباض بطنها فشار آنها بلند رفته باعث بسته شدن والوهای دهلیزی - بطنی و ممانعت از برگشت خون به دهلیزها می گردد، در ضمن فشار بطنها والوهای مدخل Aorta و شریان ریوی را باز می کند.

جریان خون در قلب یک طرفه است، خون از وریدها به دهلیزها وارد شده از آن جا به بطنها جریان می یابد. دو ورید بزرگ، ورید اجوف فوقانی (Superior vena cava) و ورید اجوف تحتانی (Inferior vena cava) و سینوس کروناری (Coronary sinus) خون خود را به داخل دهلیز راست تخلیه می نمایند. این خون از طریق والو سه گوشه یی وارد بطن راست گردیده از آن جا به داخل ششها می رود. ششها فاقد اکسیژن است، پمپ می شود. مدخل شریان ریوی توسط والو ریوی (Pulmonary valve) که از سه قطعه هلالی شکل ساخته شده حفاظت می شود. این والو مانع برگشت خون به بطن راست می شود. پس از ترک قلب، شریان ریوی به دو شاخه راست و چپ تقسیم می شود که خون را به ششها حمل می کنند.

دو ورید ریوی (Pulmonary vein) از هر شش خون اکسیژن دار را به دهلیز چپ حمل می کنند. دورانی که در آن خون از بخش راست قلب به ششها رسانیده شده و دو باره به بخش چپ قلب بر می گردد، به نام دوران ریوی (Pulmonary Circulation) یاد می شود. (شکل 102).



شکل 102: ساختمان داخلی قلب.

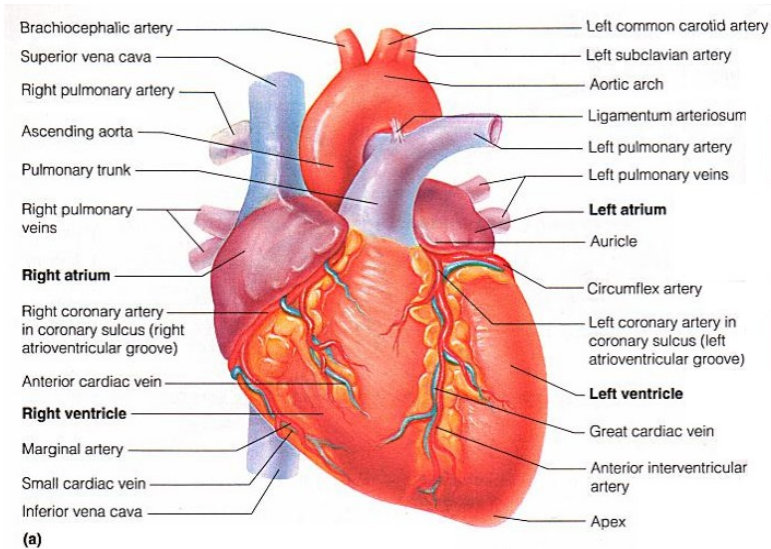
خون از دهلیز چپ از طریق والو دو قطعه یی وارد بطن چپ گردیده از آن جا به داخل اورتای آورنده (Ascending Aorta) که اولین شریان بزرگ دوران عمومی خون است،

سیستم دوران خون انسان ۳۴۰

پمپ می شود. مدخل Aorta نیز توسط والو سه قطعه‌ی (Aortic Semilunar Valve) که از سه توتنه‌ی هلالی شکل ساخته شده حفاظت می‌شود تا خون به آن برنگردد. یک مقدار خون به سیستم کروناری (Coronary system) که عضلات قلب را خون‌رسانی می‌نماید داخل می‌شود و خون باقیمانده به Aorta عبور می‌نماید. خون ناپاک از سراسر بدن دو باره توسط وریدها به دهلیز راست قلب بر می‌گردد. این دوران دومی خون که از بطن چپ شروع شده و پس از تبادلۀ مواد در انساج به بخش راست قلب بر می‌گردد به نام دوران سیستمی (Systemic Circulation) یاد می‌شود.

### خون‌رسانی به عضلات قلب (Cardiac circulation)

عضلات قلب توسط شریانهای راست و چپ کروناری (Coronary artery) خون‌رسانی می‌شود. سیستم کروناری در حدود ۵٪ خونی را که از قلب پمپ شده است دریافت می‌نماید. توجه‌نمایید که یک عضو کوچک به دلیل کار زیادی که اجرا می‌کند، مقدار زیاد خون را دریافت می‌دارد. شریانهای کروناری تشکیل عروق شعریه را داده و پس از خون‌رسانی به تمام حجرات قلب، تشکیل ورید کروناری را می‌دهد که به سینوس وریدی باز می‌گردد. از سینوس وریدی خون به دهلیز راست جریان می‌یابد (شکل 103).



شکل 103: شکل ظاهری و سیستم کروناری قلب.

## فزیولوژی قلب

برخلاف عضلات اسکلتی که برای انقباض کردن به ایمپالسهای عصبی نیاز دارند عضلات قلبی به صورت خودکار طور منظم انقباض می کنند. حتی اگر رشته های عصبی قلب قطع هم گردد، باز هم عضلات قلب به انقباضات خود ادامه می دهد. این خصوصیت به نام Autorythmicity یاد می شود. با وجودیکه عضلات قلبی به صورت آزادانه انقباض می کنند؛ اما حجرات عضلات قلبی در بخشهای مختلف قلب ریتم های جداگانه یی را نشان می دهند. مثلاً حجرات دهلیزی 60 بار در دقیقه انقباض می کنند و حجرات بطنی 20 الی 40 بار در دقیقه انقباض می کنند. به این ترتیب، می توان دریافت نمود که عضلات قلبی دقیقاً تنظیم و هماهنگ می گردند. عضلات قلبی به دو طریق تنظیم و هماهنگ می گردند: (1) توسط سیستم هدایت داخلی یا سیستم غده وی. (2) توسط سیستم عصبی خودکار.

**(1) سیستم غده وی هماهنگ کننده قلب:** این سیستم از انساجی تشکیل شده است که در هیچ کجای بدن یافت نمی شوند. این سیستم عضلات قلب را در یک

جهت دیپولاریزیشن می کند. هم چنان این سیستم ضربان قلب را 75 بار در دقیقه تنظیم می کند.

دو مرکز تحریکی در جدار قلب وجود دارد: اولی در جدار دهلیز راست نزدیک دهانه ورید اجوف فوقانی به نام Sinoatrial Node (SA) قرار دارد که به نام رهنا و یا پیشاهنگ (Pacemaker) قلب نیز یاد می شود؛ زیرا این مرکز سریع تر از دیگر گروههای حجرات عصبی - عضلی ایмпالسها را شروع می نمایند و مرکز کنترل کننده بسیار با ارزش برای برقراری و تنظیم انقباضات ریتمیک همه یی قلب به شمار می آید.

مرکز دومی در جدار سپتم دهلیزی نزدیک والو دهلیزی - بطنی قرار داشته به نام Atrioventricular Node (AVN) یاد می شود و ایмпالسهای را که در SA تولید شده هدایت می کند. در واقع AVN سر آغاز Purkinje system است. سیستم پرکنتر مجموعه یی از سه دسته رشته های عضلاتی تخصص یافته می باشند: دسته مرکزی از AVN بر آمده و به دو دسته تقسیم می شود: (1) دسته راست که منطقه راست قلب را در بر می گیرند و (2) دسته چپ که ناحیه چپ قلب را در بر می گیرند. وظیفه اساسی سیستم پرکنتر عبارت از انتقال سریع و کامل حرکات کاردیاک به بطنها می باشد.

عضلات هر دو بطن به صورت تنبیهی منقبض می شوند. بین AVN و SA به صورت مستقیم ارتباطی وجود ندارد. تحریکاتی که از SA به دهلیزها پخش می شود با کمی تأخیر (0,1 ثانیه) AVN را نیز فعال می سازد. بنابراین، انقباض بطنها 0,1 ثانیه دیر تر از انقباض دهلیزها صورت می گیرد. این زمان کم برای کامل شدن انقباض دهلیزها قبل از انقباض بطنها ضروری است. همچنان، AVN نقش پیشاهنگی دومی نیز دارد و آن زمانی است که اگر در SA و یا انتقال سیگنالها از آن اختلالی ایجاد شود، این مرکز به صورت مستقل حرکات ریتمیک عضلات قلب را پیشاهنگی می کند؛ اما کمی آهسته تر. وجود این گره ها و ساختمانهای هادی در قلب سبب شده است که این عضو ضربان ذاتی داشته باشد بطوری که حتی پس از جدا کردن آن از بدن می تواند به ضربان خود ادامه بدهد.

## 2) سیستم عصبی هماهنگ کننده قلب: در بدن انسان ضربان قلب تحت

کنترل دقیق عصبی قرار دارد، یعنی پیامهای عصبی که از مغز به عقده پیشاهنگ می رسد بر ضربان ذاتی قلب غلبه می کند و به جای آن ضربان متغیر و قابل تعدیل برقرار می دارد.



دو مرکز کنترل کننده عضلات قلب در Medulla oblongata قرار دارد: مرکز تعجیل دهنده و مرکز ساکن کننده. اگر مرکز تعجیل دهنده تنبیه شود سرعت ضربان قلب زیاد می شود. هرگاه مرکز باز دارنده تنبیه شود سرعت ضربان قلب کاهش می یابد. این مراکز ضد همدیگر بوده در یک واحد زمان صرف یکی از آنها فعال بوده می تواند.

مرکز باز دارنده با یک شاخه عصب ویگوس که جزء از سیستم عصبی پاراسمپاتیک است ارتباط دارد. یک شاخه عصب ویگوس تا عضلات دهلیزی و نزدیکی SA امتداد دارد. از انتهای این عصب استیایل کولین آزاد می شود که در تحت تأثیر آن: (1) SA چندین حرکت عصبی نشان می دهد، (2) قدرت انقباض دهلیزها کاهش می یابد، (3) زمان انقباض بین دهلیزها و بطنها طولانی می شود. هر کدام از این اثرات به تقلیل ضربان قلب کمک می نماید.

مرکز تعجیل دهنده درست برعکس عمل می کند. این مرکز ایمپالسهای خود را به یک شاخه یی از عصب سمپاتیک می فرستد. اعصاب سمپاتیک انتهای در تمام عضلات قلب دارد، اما تمرکز آن در نزدیکی SA و AVN بیشتر است. از انتهای این عصب هورمون نور اپی نفرین آزاد می گردد که در تحت تأثیر آن SA اعمال ذیل را اجرا می کند: (1) علایم عصبی بیشتر را نسبت به حالات نورمال تبارز می دهد، (2) عضلات کاردیاک به شدت بیشتر منقبض می شوند و (3) تأخیر در انقباض دهلیزها و بطنها کاهش می یابد و در نتیجه ضربان قلب سرعت می یابد.

هر یک از تنظیم کننده گان کاردیاک به وسیله گیرنده های که در داخل رگهای بزرگ خون نزدیک قلب قرار دارند متأثر می شوند. این گیرنده ها به تغییرات فشار خون و تغییرات غلظت کاربن دای اکساید خون حساس می باشند. هنگامیکه فشار خون بلند برود ضربان قلب تمایل به آهسته شدن نشان می دهد و وقتیکه سطح کاربن دای اکساید در خون بالا می رود ضربان قلب نیز ازدیاد می یابد تا کاربن دای اکساید را سریعتر به ششها برساند. تأثیرات عصبی زمانی واقع می شود که فشار خون و یا سطح کاربن دای اکساید کاهش یابد.

### فکتورهای کنترل کننده قلب

هورمونهای استیایل کولین و نور اپی نفرین که از انتهای اعصاب سمپاتیک و پاراسمپاتیک در قلب ترشح می شوند به سرعت توسط انزیمهای مخصوص شکستنده شده و اثرات شان محدود می گردد. بر عکس هورمون ادرینالین و نور اپی نفرین که توسط غده ادرینال ترشح می شوند اثرات تحریک کننده طولانی تر بر ضربان قلب دارد. هورمونهای دیگر نظیر تایروکسین ضربان قلب را — سرعت می بخشند. برهم خوردن توازن الکترولیتها نظیر بلند رفتن سطح کلسیم خون باعث تقلیل ضربان قلب می گردد. بعضی ادویه ها نیز تأثیراتی بر ضربان قلب دارند. در هر حال، فکتورهای عمده که ضربان قلب را متأثر می نمایند از این قرار اند: (1) جنسیت، (2) فعالیت سیستم عصبی خودکار، (3) سن، (4) هورمونهای موجود در سیستم دوران خون، (5) فعالیتها و ورزش، (6) حرارت، (7) رفلکسهای فشار و (8) حالات هیجانی.

### دوران کاردیاک (Cardiac cycle)

وظیفه قلب رسانیدن منظم و دوامدار خون به سراسر بدن است. قلب چون پمپی اجزای وظیفه می دارد و عملکرد آن شامل سلسله یی از وقایع می شود که به نام دوران کاردیاک یا ضربان قلب (Heartbeat) یاد می گردد.

در جریان هر ضربان قلب حفره های آن به صورت منظم منقبض شده و سپس منبسط می گردند. انقباض حفره های قلب Systole و انبساط آنها را Diastole گویند. هر ضربان قلب تقریباً 0.8 ثانیه را در بر گرفته شامل: (1) انقباض دهلیزها (Atrial Systole)، (2) انقباض بطنها (Ventricular Systole) و (3) انبساط کامل دهلیزها و بطنها (Complete Cardiac Diastole) می گردد.

قلب به صورت منظم کار می کند، جریان خون در آن در یک جهت بوده و انقباض دو دهلیز با هم است. در هر ضربان، اول دهلیزها منقبض می شوند و این ضربان چندان قوی نیست. مدت این مرحله 0.1 ثانیه است. در این مرحله والوهای دهلیزی - بطنی باز بوده و والوهای سه گوشه بسته اند. هنگامیکه ایمپالس برقی از SA با 0.1 ثانیه تأخیر که برای تخلیه کامل دهلیزها صورت می گیرد به AVN می رسد، بطنها در اثر دریافت ایمپالسهایی از بندلهای AVN انقباض می نمایند. در آغاز این مرحله والوهای دهلیزی -

بطنی بسته شده و الوهای اورتایی و پولماناری باز می شوند و تا پایان انقباض بطنها به همان حال باقی می ماند. انقباض بطنها سه حالت را اختیار می کند:

1. افزایش سریع انقباض بطنها که با فشار زیاد همراه است و باعث درهم شکستن مقاومت شریانها می گردد،
2. بطنها جهت تخلیه خون هم چنان به حالت انقباض باقی می ماند تا مقاومت شریانها درهم شکسته شده و خون وارد آنها شود،
3. در این مرحله بطنها سریعاً انبساط می کنند. در اثر انبساط الوهای سه گوشه اورتایی و ریوی بسته شده مانع بازگشت خون به بطنها و ششها می شوند. مدت انقباض بطنها 0,3 ثانیه است. پس از انقباض بطنها زمان انبساط کامل دهلیزها و بطنها فرا می رسد، این مدت 0,4 ثانیه را در بر می گیرد. در جریان این مدت محدود میوکارد برای انقباض بعدی آماده شده و دهلیزها دو باره از خون مملو می شود تا ضربان بعدی را آغاز نماید.

## صدای قلب

انسان طور عادی صدای قلب خود را شنیده نمی تواند؛ اما اگر گوش و یا دیافراگم Stethoscope را نزدیک نوک پستان طرف چپ سینه کمی نزدیک به خط میان بدن بگذاریم، صدای قلب را شنیده می توانیم. چهار صدا براساس وقایع دوران کاردیاک یا ضربان قلب به وجود می آیند: صدای اول قوی، طویل و گنگ است که به Lub or Poum موسوم است که از اثر بسته شدن الوهای دهلیزی - بطنی به وجود می آید. پس از آن یک سکوت کوتاه وجود دارد. صدای دوم واضح و کوتاه است و به Dup or Tac موسوم می باشد و پس از آن یک سکوت ممتد وجود دارد. علت این صدا بسته شدن الوهای مبدای شریانها است.

## تعداد ضربان قلب

تعداد نورمال ضربان قلب 60 الی 80 ضربه فی دقیقه می باشد. این تعداد در سنین مختلف فرق می کند مثلاً در کودک یکساله 130، در ده ساله گی 90، از دهساله گی تا

سیستم دوران خون انسان ۳۴۶

پنج‌ساله گی (70 الی 75) ضربه فی دقیقه می باشد. تعداد ضربان قلب در سنین پیری بار دیگر افزایش می یابد به طوریکه قلب سالخورده گان 80 مرتبه در فی دقیقه می زند.

### تغییرات برقی قلب

از آن جایی که مایعات بین النسجی هادی خوب برق هستند، با قرار دادن الکترودها بر سطح بدن می توان فعالیت‌های برقی قلب را مطالعه کرد. فعالیت‌های برقی قلب بر صفحه Oscilloscope و یا به وسیله ثبت کردن بر روی یک کاغذ نمایش داده شده می تواند. دستگاهی که به این منظور مورد استفاده قرار می گیرد Electrocardiograph و اثر ثبت شده بر کاغذ و یا صفحه Oscilloscope به نام Electrocardiogram (ECG) نامیده می شود. با مشاهده و مقایسه الکتروکاردیوگرام می توان حالات مرضی کارکرد عضلات قلب را تشخیص داد.

### منبع انرژی میوکارد

همان طوریکه در بالا تذکار داده شد، قلب با در نظر داشت تناسب اندازه خود مقدار کافی خون غنی از اکسیجن و Nutrients دریافت می کند. انرژی عادی قلب از شکسته شدن هوازی چربیها و گلوکوز به دست می آید.

### برونده قلبی (Cardiac output(CO))

برونده قلبی مقدار خونی است که از هر بطن قلب در فی دقیقه خارج می شود. مقدار خونی که در هر انقباض از یک بطن خارج می شود به نام Stroke volume(SV) یاد می شود. بازده قلبی توسط لیتر فی دقیقه (L/Min) نشان داده می شود. در یک فرد بالغ صحتمند در حال استراحت، بازده قلب معادل 70 میلی لیتر خون با فشار زیاد در هر دو شریان ریوی و Aorta می باشد. با این حساب در هر دقیقه 5 لیتر خون از قلب به تمام بدن فرستاده می شود. این مقدار در زمان ورزش به خاطر رسانیدن اکسیجن و Nutrients به انساج ازدیاد می یابد. هیچ عضله یی نیست که به اندازه قلب کار کند؛ اما چنانچه می دانید قلب در هر ضربان پس از 0,4 ثانیه کار 0,4 ثانیه استراحت می کند و در جریان این مدت قلب از هر جهت آماده می شود.

## رگهای خون

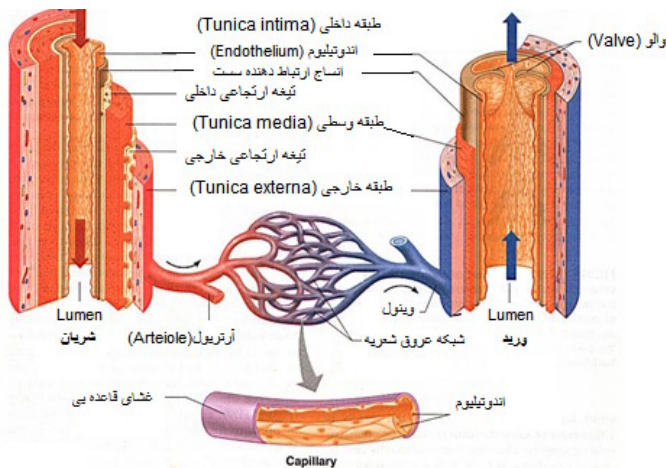
قلب خون را به داخل رگهایی پمپ می کند که از نظر ساختمان، اندازه و وظیفه از همدیگر تفاوت دارند. رگهای خون سیستم ترانسپورتی بسته را به وجود می آورد. انواع مختلف رگهای خون عبارتند از: شریانها (Arteries)، شریانچه ها (Arterioles)، عروق شعریه، وریدچه ها (Venules) و وریدها (Veins).

### شریانها و شریانچه ها

شریانها رگهایی اند که خون را از قلب به نقاط دور بدن منتقل می نمایند. اینها به طور قابل ملاحظه از نظر اندازه از همدیگر فرق دارند. دیوار آنها از سه طبقه انساج تشکیل شده است:

- طبقه خارجی متشکل از انساج رشتوی،
- طبقه وسطی متشکل از عضلات لشم و نسج ارتجاعی،
- طبقه داخلی توسط نسج پوششی سنگ فرشی به نام Endothelium آستر گردیده است.

مقدار نسج عضلاتی و ارتجاعی در شریانها به اندازه وظیفه یی که انجام می دهند رابطه می گیرد. در طبقه میانی شریانهای بزرگ مقدار بیشتر نسج ارتجاعی و مقدار کمتر نسج عضلی وجود دارد. این خصوصیت، شریانهای مذکور را قادر می سازد تا فشار زیادی را که توسط ضربان قلب تولید می شود، متحمل شوند. شریانهای بزرگ حمل کننده بوده دارای قطر یک سانتی متر هستند.



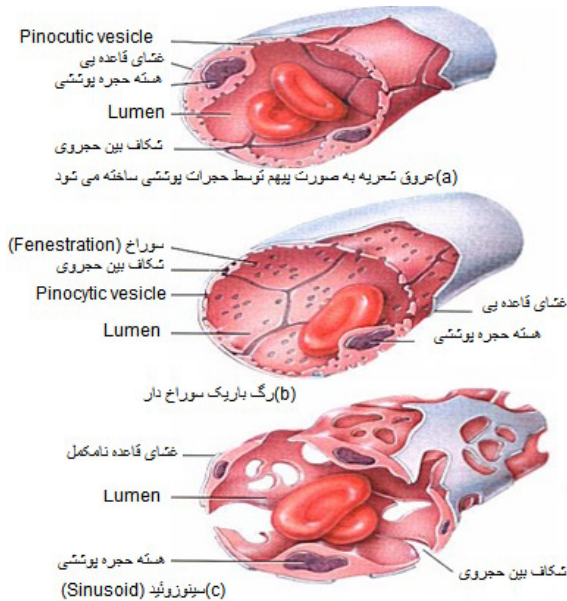
شکل 104: طبقات ساختمانی رگهای خون.

با تقسیم شدن شریانها و کوچک شدن قطر آنها، Arterioles به وجود می آیند. Arterioles میکروسکوپی بوده 10 - 100 میکرومتر قطر دارند. در Arterioles، طبقه میانی صرف از عضلات لشم تشکیل شده است. این خصوصیت اجازه می دهد که قطر آنها به دقت کنترل گردیده و فشار داخلی آنها تنظیم شود. اساساً فشار خون دوران سیستمی به وسیله مقاومتی که این رگهای کوچک در برابر جریان خون نشان می دهند تعیین می شود. شریانها در مقایسه به وریدها دارای دیوارهای ضخیمتر هستند و این ضخامت دیوارها آنها را قادر می سازد تا فشار خون شریانی را تحمل نمایند. شبکه یی از شریانهای کوچک، شریانهای بزرگی را که یک ناحیه بدن را خون رسانی می نمایند به همدیگر متصل می سازد (شکل 104).

### عروق شعریه و سینوزوئیدها (Capillaries & Sinusoids)

Arterioles در داخل انساج کوچک شده تشکیل عروق شعریه را می دهند. عروق شعریه 4-10 میکرو متر قطر داشته دیوار آن صرف از یک طبقه حجرات Endothelial تشکیل شده است که از آن آب و دیگر مولیکولهای کوچک به آسانی عبور نموده می توانند. تعداد عروق شعریه و اندازه تبادله مواد بین عروق شعریه و مایع بین النسجی به

سطح وظایف میتابولیک نسج رابطه دارد. حجرات خون و مولیکولهای بزرگ نظیر پروتئینهای پلازما به صورت نورمال از این دیوار عبور نموده نمی توانند. عروق شعریه شبکه وسیعی را به وجود می آورند که Arterioles را به وینولها متصل می سازند. بستر عروق شعریه محل تبادلۀ مواد بین خون و مایع نسجی است که حجرات بدن در آن شناور اند. عروق شعریه خود به سه نوع یافت می شود که Sinusoids یکی از آنها می باشد. Sinusoids در مقایسه به دیگر قسمتهای عروق شعریه و سیعتر بوده دارای دیوارهای بسیار نازک هستند که خون را از حجرات اطراف جدا می کنند. در بین حجرات Endothelial بعضی از آنها فاصله ها و سوراخها وجود دارد. در میان حجرات Endothelial شان تعداد زیاد حجرات ماکروفاژ بیگانه خوار وجود دارد. Sinusoids در مغز استخوان، غده های اندوکراین، طحال و کبد یافت می شوند. نظر به قطر زیاد شان فشار خون در آنها در مقایسه به عروق شعریه پایینتر بوده و جریان خون در آنها آهسته تر می باشد (شکل 105).



شکل 105: انواع عروق شعریه خون.

سیستم دوران خون انسان ۳۵۰

عموماً خون از قلب توسط شریانها به شبکه عروق شعریه انساج رسیده و توسط وریدها دوباره به قلب بر می گردد؛ اما در بعضی از بخشهای بدن خون از یک شبکه عروق شعریه به شبکه دیگر عروق شعریه توسط یک ورید به نام Portal vein عبور می نماید. یک چنین سیستمی به نام Portal system یاد می شود. Portal system در غده های اندوکراین و در کبد دیده می شود. اکثریت مناطق بدن از بیشتر از یک شریان خون دریافت می کنند.

### وریدها و وریدچه ها (Veins & venules)

وریدها رگهایی اند که خون را به قلب بر می گردانند. برخلاف شریانها که در عمق بدن و در محل محفوظ قرار دارند وریدها بیشتر در سطح بدن قرار داشته به آسانی دیده شده می توانند. گرچند دیوار این رگها در مقایسه به شریانها نازکتر است؛ اما از همان سه طبقه نسجی ساخته شده اند. علت نازک بودن آنها کم بودن مقدار نسج عضلاتی و ارتجاعی در طبقه میانی دیوار آنها است؛ زیرا وریدها مقدار کمتر فشار خون را متحمل می شوند. قطر وریدها بزرگتر از 0.1 میلی متر تا بزرگتر از یک میلی متر می باشد. هنگامیکه یک شریان قطع شود خون با فشار از آن خارج می شود؛ در حالیکه در اثر قطع شدن یک ورید خون از آن آهسته و با فشار کم خارج خواهد گردید.

بعضی از وریدها حاوی والوهای هستند که مانع از برگشت خون می گردند. این والوها از چین خورده گی Endothelium به وجود آمده و توسط نسج ارتباطی استحکام می یابند. برجسته گی والوها هلالی شکل (Semilunar valve) بوده سمت مقعر آنها به جانب قلب قرار دارد. تعداد والوها در دستها و مخصوصاً پاها زیاد است. هنگامیکه انسان ایستاده است خون پاها مجبور به طی فاصله زیاد در مقابل قوه جاذبه زمین است. در وریدهای بسیار کوچک و بسیار بزرگ صدری و بطنی، والوها وجود ندارند. برای به جریان انداختن خون در یک جهت، والوها توسط عضلات اسکلتی که وریدها را احاطه نموده اند کمک می شوند.

وریدهای کوچک به نام Venules یاد می شوند که 10 الی 100 میکرومتر قطر دارند. از آن جا که وریدها انبساط پذیر بوده و تقریباً 64% خون بدن را سیستم وریدی



ذخیره نموده می‌توانند به نام ذخیره گاه خون یاد می‌شوند. این خصوصیت به سیستم عروقی اجازه می‌دهد تا تغییرات ناگهانی حجم خون را تا اندازه‌ی بی‌تحمل نمایند. قابلیت ارتجاع وریدها به جلوگیری از سقوط ناگهانی فشار خون کمک می‌کند.

## خون رسانی به رگهای خون

انساج پوششی رگهایی که دارای دیوار ضخیم هستند خون مورد ضرورت خود را از طریق یک شبکه‌ی خونی که در این انساج پراکنده‌اند دریافت می‌دارند. رگهایی که دارای دیوار نازک هستند مواد مورد ضرورت خود را مستقیماً از خون داخل رگها دریافت می‌کنند.

## کنترل قطر رگهای خون

تمام رگهای خون به استثنای عروق شعریه در طبقه‌ی میانی پوشش خود حاوی رشته‌های عضلی لشم هستند که توسط بخش سمپاتیک سیستم عصبی خود کار عصب رسانی شده‌اند. این اعصاب از مرکز کنترل کننده‌ی قطر رگها در *Medulla oblongata* آمده‌اند و رگهای خون را تنگ نموده و حجم خونی را که در این رگها وجود دارد کنترل می‌نمایند. به یاد داشته باشید قطر رگهای کوچک خون با داشتن عضلات لشم در پوشش خود بیشتر از اثر سیگنالهای عصبی تغییر می‌خورد؛ در حالیکه قطر رگهای بزرگ خون با داشتن مقدار کمتر عضلات لشم مطابق مقدار خونی که حمل می‌نمایند تغییر می‌کند. در مقابل موقعی که تحریکات سمپاتیک کاهش می‌یابد رگهای خون گشاد می‌شوند.

تجمع میتابولیتها در انساج موضعی نیز بر تنظیم خود کار درجه‌ی گشاد شدن شریانها و عروق شعریه‌ی خون تأثیر دارند. این میکانیزم تزئید و تقلیل جریان خون موضعی را براساس ضرورت انساج مراقبت می‌نماید. مثلاً: (1) ورزش، تجمع لکتیک اسید در حجرات و یا بلند رفتن درجه‌ی حرارت انساج باعث گشاد شدن رگها می‌گردد، (2) تزئید کاربن دای اکساید و کاهش اکسیجن انساج هر دو به صورت قابل توجه میتابولیزم را بلند برده باعث گشاد شدن رگهای خون برای رسانیدن خون به این انساج می‌شود، (3) آزاد شدن لکتیک اسید، آیونهای هایدروجن ( $H^+$ ) و هورمونهای نظیر نایتریک اکساید جریان خون را به داخل عروق شعریه تزئید می‌بخشند. گرچند نایتریک اکساید مدت کوتاهی در انساج فعال می‌باشد؛ اما اثرات نهایت مهمی مانند کنترل جریان منطوقوی خون، کاهش لخته شدن

سیستم دوران خون انسان ۳۵۲

خون و دفاع بدن دارد، (4) صدمه دیدن انساج، التهاب، میانجیهایی نظیر Histamine، Prostaglandins و Bradykinin باعث گشاد شدن رگهای خون می گردند، (5) حالتی که در آنها اعضای حیاتی مانند دماغ و قلب صدمه دیده باشند نیز باعث گشاد شدن رگهای خون می گردد.

### تبادلۀ مواد در عروق شعریه

(1) **تبادلۀ مواد از طریق نفوذ ساده:** موادی مانند اکسیجن، کاربن دای اکساید، گلوکوز و هورمونها از طریق نفوذ ساده به انساج داخل و یا خارج می شوند. اکسیجن به صورت Oxyhemoglobin از ششها به حجرات منتقل می گردد. در قدم اول، اکسیجن از خون انتهایهای Arterioles و عروق شعریه به مایع بین النسجی و در قدم دوم از مایع بین النسجی به حجرات منتشر می شود. کاربن دای اکساید یکی از مواد زائده حجروی می باشد که نخست از حجرات به مایع بین النسجی سپس از مایع بین النسجی به انتهایهای وینولها و عروق شعریه منتشر می گردد. به یاد داشته باشید تبادلۀ گازها با در نظر داشت درجه غلظت از محیط غلیظ به محیط رقیق صورت می گیرد. خون کاربن دای اکساید را به ششها حمل می نماید. نوترنتهای مورد ضرورت انساج بدن در داخل پلازما از یکجا به جای دیگر منتقل می گردند. Nutrients با در نظر داشت نفوذ پذیری دیوار عروق شعریه نخست به مایع بین النسجی و سپس به حجرات وارد می شوند.

(2) **Transcytosis:** مولیکولهای بزرگ منحل در شحم که با استفاده از طریقه های دیگر جدار عروق شعریه را عبور نموده نمی توانند، از این طریق آن را عبور می کنند. در این طریقه مولیکولهای مذکور وارد کیسه های پینوسایتی (Pinocytotic vesicle) می شوند. این کیسه ها از طریق Endocytosis وارد حجرات پوششی عروق شعریه شده عرض حجره را عبور می کنند و از طریق Exocytosis به طرف دیگر غشای حجروی وارد می شوند.

(3) **جریان گروهی (Bulk flow):** عملیۀ انفعالی است که در اثر آن تعداد زیاد آیونها، مولیکولها و یا ذرات در یک مایع به صورت گروهی در عین جهت حرکت می کنند.

این مولیکولها به اندازه کافی بزرگ بوده امکانات عبورشان از جدار عروق شعریه به طریقه نفوذ ساده امکان پذیر نیست. در جریان گروهی نیز درجه غلظت مهم است. انتشار ساده برای مواد منحل مهم است؛ اما جریان گروهی برای تنظیم حجم نسبی خون مایع بین النسجی اهمیت دارد. تقریباً 85% مایعاتی که به خارج از عروق شعریه فلتتر شده اند دو باره جذب می گردند. مایعات باقیمانده و پروتئینهایی که از خون به مایع بین النسجی فرار نموده اند وارد عروق شعریه لمفاوی می گردند و از این طریق دوباره به خون می ریزند.

### برگشت وریدی

مقدار خونی که توسط وریدها به قلب بر می گردد، به مقدار فشاریکه توسط انقباضات بطن چپ قلب تولید شده بود مربوط می شود. این فشار از 16mmHg در وینولها تا صفر درجه ستون سیماب در بطن راست فرق می کند. در صورتیکه فشار در دهلیز و یا بطن راست تزیید یابد، برگشت وریدی کاهش خواهد یافت. فشار دهلیز و یا بطن راست زمانی تزیید می یابد که والوهای بین وریدها و دهلیزها و والوهای بین دهلیز راست و بطن راست به صورت کامل بسته نه شده و جریان خون از وریدها به دهلیز راست و از دهلیز راست به بطن راست ادامه یابد. بر علاوه فشار قلب، سه عامل دیگر نیز به برگشت خون وریدی به قلب کمک می کنند: نیروی جاذبه، پمپ عضلات اسکلتی و پمپ تنفسی.

- **نیروی جاذبه زمین:** باعث می شود تا هنگام ایستادن یا نشستن خون از سر و گردن به قلب باز گردد،
- **پمپ عضلات اسکلتی:** انقباض عضلات به وریدها فشار وارد می کند و خون به سوی قلب جریان می یابد، والوها از برگشت خون جلوگیری می کنند،
- **پمپ تنفسی:** در جریان حرکات تنفسی موقعی که Diaphragm پایین می آید تا هوا داخل ششها شود فشار بر وریدهای قفسه صدری کاهش یافته و برعکس فشار بر وریدهای بطنی تزیید می یابد. در نتیجه، خون از وریدهای بطنی وارد وریدهای قفسه صدری و در نهایت دهلیز راست می گردد و در موقع خروج هوا از ششها و کاهش فشار والوها مانع برگشت خون به وریدهای بطنی می گردند.

## دوران سیستمی

خون توسط قلب به Aorta و از آن جا به سراسر بدن پمپ شده و دو باره توسط ورید اجوف فوقانی و ورید اجوف تحتانی به دهلیز راست بر می گردد. Aorta بزرگترین شریان بدن است که از قسمت بالای بطن چپ شروع می شود. قسمتهای مختلف Aorta براساس موقعیت و اندازه آن نامگذاری می شود. Aorta پس از ترک قلب به طرف بالا سیر نموده با تشکیل یک قوس (Aortic Arch) دو باره به طرف پایینی (Descending Aorta) حرکت نموده وارد صدر (Thoracic Aorta) شده اعضای خالیگاه صدری را خون رسانی می کند، بعداً Aorta با تشکیل اورتای بطنی (Abdominal Aorta) وارد بطن شده اعضای خالیگاه بطنی را خون رسانی می کند.

از اورتای آورنده، شریانهای راست و چپ سیستم کروناری منشاء می گیرد و از قوس اورتا شریانهای ذیل منشاء می گیرد:

- نخستین شاخه قوس اورتا Brachiocephalic trunk می باشد که بعداً به دو شاخه تقسیم می شود:
  - Right common carotid artery،
  - Right Subclavian artery.
- دو مین شاخه قوس اورتا Left common carotid artery است، که بعداً به شاخه های زیر تقسیم می شود:
  - Left Internal carotid artery
  - Left External carotid artery
- سومین شاخه قوس اورتا Left Subclavian artery می باشد که از آن شاخه نهایت مهم شریان فقراتی (Vertebral Arteries) منشاء می گیرد که بخشی از دماغ را خون رسانی می کند. شریان فقراتی تشکیل شریان زیر بغلی را داده بعداً به داخل بازو امتداد یافته بازو بعداً ساعد و دستها را خون رسانی می کند. دماغ، پوست و عضلات سر و گردن، زیر بغل، بازوها، آرنج و ساعد را خون رسانی می کنند.

پس از تبادلۀ مواد بین خون و انساج بدن، خون از مناطق مختلف بدن توسط وریدهای ذیل به قلب بر می گردد: خون سر و بازوان به ورید اجوف فوقانی و خون قسمتهای پایین بدن به ورید اجوف تحتانی می ریزد. دو ورید فوق به دهلیز راست باز می شوند.

## دورانهای اختصاصی

**1. شریانهایی که به مغز خون می رسانند:** این شریانها نهایت با ارزش هستند؛ چه در صورت نرسیدن خون به مغز در کمترین مدت مرگ واقع خواهد شد. مغز توسط دو جوهر شریان خون رسانی می شود: شریانهای کروتید داخلی (Internal Carotid Arteries) و شریانهای فقراتی. شبکه رگهای خونی قدامی و خلفی مغز با همدیگر یکجا شده تشکیل دایره یی از رگهای خون با هم متصل به نام (Circle of willis) را می دهند. این شبکه از طریق پیشکش کردن بیش تر از یک منبع خون به انساج مغز، آن را در لحظات اضطراری حفاظت می کند.

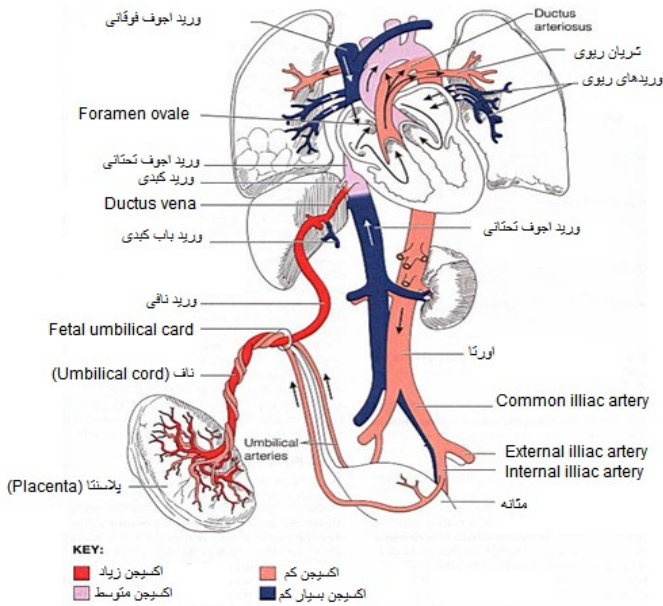
**2 دوران باب کبدی:** وریدهای این سیستم خون اعضای سیستم هاضمه، طحال و Pancreas را تخلیه کرده از طریق ورید باب کبدی (Hepatic portal vein) به کبد می رسانند.

**3 دوران جنینی:** در دوران حامله گی، جنین شیوه مخصوص تبادلۀ اکسیجن، مواد مغذی و مواد زاید میتابولیکی را انکشاف می دهد. از آن جا که در این دوره هنوز ششها، کلیه ها و سیستم هاضمه فعال نه شده اند و صرف کبد فعال است، جنین مواد فوق الذکر را از طریق Placenta اخذ می کند. اکسیجن و Nutrients از خون مادر به خون جنین انتشار کرده و کاربن دای اکساید و دیگر مواد زاید از خون جنین به خون مادر نفوذ می کند.

ناف جنین حاوی سه رگ خون است: یک ورید بزرگ نافی (Umbilical Vein) و دو شریان نافی (Umbilical Arteries) کوچک. ورید نافی خون غنی از اکسیجن و Nutrients را از Placenta به جنین حمل می کند و شریانهای نافی کاربن دای اکساید و دیگر مواد زاید را به Placenta می برند. هنگامیکه خون توسط ورید نافی از Placenta به طرف قلب می رود بخش اعظم آن از کبد نا بالغ گذشته و از طریق Ductus venosus وارد ورید اجوف تحتانی می گردد. بخش عمده خونی که از طریق

### سیستم دوران خون انسان ۳۵۶

ورید اجوف تحتانی وارد دهلیز راست گردیده است مستقیماً از طریق سوراخ بیضوی (Foramen Ovale) که سوراخ انحرافی کوچکی است بین دهلیز راست و دهلیز چپ، وارد دهلیز چپ می گردد و آنگاه به وسیله بطن چپ به داخل عروق سر و اعضای فوقانی پمپ می گردد.



شکل 106: دوران خون جنینی.

خون فاقد اکسیژن که از ورید اجوف فوقانی وارد دهلیز راست می شود، معمولاً از سر جنین بوده وارد بطن راست می گردد. خون وارد شده به بطن راست به شریان ریوی پمپ می گردد. این خون عوض رسیدن به ششها از طریق انحراف دومی به نام Ductus Arteriosus وارد Aorta شده به سراسر بدن پمپ شده و سرانجام توسط شریانهای نافی به Placenta منتقل می گردد.

تغییر در ساختمان قلب جنین به سرعت پس از تولد رخ می دهد. در زمان ولادت یا کمی بعد تر از آن Foramen Ovale و Ductus Arteriosus مسدود می شوند (شکل 106).

## فزیولوژی دوران خون

یکی از بهترین طبقه های تعیین کارایی سیستم دوران خون یک انسان، اندازه نمودن ضربان شریانی (نبض) و فشار خون است. این معیارها بر علاوه سرعت تنفس و درجه حرارت بدن مجموعاً به نام علائم حیاتی (Vital signs) نامیده می شوند.

### نبض (Pulse)

گشاد و تنگ شدن شریان در هر ضربان بطن چپ موج فشاری را تولید می کند که سراسر سیستم دوران را طی می کند. این موج فشار به نام نبض یاد می شود. در حالات عادی نبض معادل ضربان قلب است. متوسط نبض یک انسان بالغ در حال استراحت 70 الی 76 ضربه فی دقیقه است. این تعداد براساس وضعیت بدن، فعالیتها و هیجانات تغییر می کند. شما با فشار دادن هر شریانی که در نزدیکی سطح بدن قرار داشته باشد نبض را احساس می کنید. این نقاط در دو طرف جمجمه، زیر گوش، گردن، قدام بازو، بند دست، کشاله ران، عقب زانو، بند پا و پشت پا قرار دارند.

### فشار خون

فشار خون عبارت از قوه یا فشاریست که خون بر دیوارهای داخلی رگهای خون وارد می کند. حفظ فشار خون به یک حد معین بسیار مهم است. در صورتیکه فشار خون بسیار بلند برود به رگهای خون صدمه زده باعث تولید لخته در داخل رگها و یا خارج شدن خون از رگها خواهد گردید. هرگاه فشار خون بسیار کاهش یابد، جریان خون به داخل انساج به قدر کافی صورت نخواهد گرفت. این حالت برای اعضای حیاتی مانند کلیه ها، قلب و مغز خطرناک است.

هنگامیکه بطن چپ انقباض نمود و خون را به داخل Aorta پمپ نمود، فشاریکه این خون به جدارهای شریانها وارد می کند به نام فشار خون شریانی یا فشار سیستولی یاد می شود. Aorta با داشتن انساج ارتجاعی در دیوارهای خود در موقع وارد شدن خون به آن

سیستم دوران خون انسان ۳۵۸

در هر ضربان بطن چپ، انبساط نموده دو باره به حالت عادی بر می گردد. این انقباض و برگشت به حال اول در تمام شریانیهای سیستم دوران ادامه می یابد و باعث می شود خون در فاصله دو سیستول نیز در رگها به جریان خود ادامه دهد.

فشار خون به میلی متر ستون سیماب (mm Hg) نمایش داده می شود. در یک فرد بالغ فشار خون سیستولی بطن چپ (120mm Hg) است. در موقع دیاستول بطن چپ فشار خون به (80mm Hg) سقوط می کند. بعد از آنکه خون قلب را ترک گفت، از فشار آن به تدریج کاسته می شود و سرانجام در بطن راست به صفر تقرب می کند. فشار خون توسط آله یی به نام فشار سنج (Sphgmomanometer) اندازه شده به صورت زیر تحریر می گردد:

$$\text{فشار خون (BP)} = \frac{120}{80} \text{ mm Hg}$$

و چنین خوانده می شود: فشار سیستولی 120mm Hg و فشار دیاستولی mm 80Hg.

فشار خون شریانی، جریان لازمه خون به اعضای مختلف بدن و خروج خون از آنها را تأمین می کند. فشار خون را توسط معادله ذیل نشان می دهند:

$$\text{فشار خون} = \text{برونده قلبی} \times \text{مقاومت محیطی}$$

تغییر در هر یک از مقادیر فوق فشار خون سیستمی را متأثر ساخته می تواند. مقاومت محیطی، در مقابل جریان خون مربوط می شود به: (1) اندازه قطر رگهای خون، (2) غلظت خون و (3) طول مجموعی رگهای خون. انقباض و انبساط رگهای خون مقاومت محیطی را معین می کند. گشاد شدن رگها فشار خون را کاهش داده و تنگ شدن رگها فشار خون را بلند می برد. گشاد و تنگ شدن رگهای خون در سراسر بدن براساس ضرورت انساج صورت می گیرد. از این نظر دماغ و عضلات قلب از ارجحیت بلندی برخوردار اند. به صورت عمومی جریان خون یک عضو به درجه فعالیت و نیاز میتابولیک آن ارتباط مستقیم می گیرد.



## کنترل فشار خون

گرچه، فکتورهای متنوعی مانند مقدار برونده قلبی، مقاومت محیطی، بازگشت وریدی، حجم خون، زمان، وضعیت قرار گرفتن بدن بر روی زمین، ارتجاعیت دیواره های رگهای خون، حالات هیجانی، انواع مختلف ادویه ها، تغذیه، گرما، جنسیت و عمر بر فشار خون تأثیر دارند؛ اما در مجموع فشار خون به دو طریق کنترل می شود: (1) کنترل کوتاه مدت و (2) کنترل دراز مدت.

**1. کنترل کوتاه مدت:** رفلکسهای داخلی، گیرنده های کیمیاوی و هورمونهای سیار در دوران خون لحظه به لحظه فشار خون را کنترل می کنند. مرکز کنترل عضلات قلبی (Cardio Vascular Centre(CVC)) در Medulla oblongata و Pons پیامهای وارده از فرستنده های ذیل را دریافت، مخلوط و هماهنگ می کند:

- گیرنده های فشار،
- گیرنده های کیمیاوی،
- مراکز عالی دماغ.

**گیرنده های فشار:** انتهای عصبی حساس در برابر فشار در دیوار قوس Aorta و Carotid Sinuses قرار دارند و لحظه به لحظه فشار خون بدن را کنترل می کنند. تغییرات فشار به مراکز عالی دماغ گزارش شده و از طریق سیستم عصبی خودکار کنترل می گردد. **گیرنده های کیمیاوی:** این گیرنده ها نیز در بدنه Aorta و Carotid artery قرار داشته در قدم اول تنفس را کنترل می کنند. این گیرنده ها در مقابل تغییرات اکسیجن، کاربن دای اکساید و pH خون حساس می باشند. تغییرات سطح این گاز ها و تغییرات تیزابیت خون توسط این گیرنده ها به مراکز عالی دماغ اخبار و کنترل لازمه از فشار خون صورت می گیرد.

**مراکز عالی دماغ:** عضلات قلب و رگهای خون رشته های عصبی را از سیستم عصبی اتونومیک سمپاتیک و پاراسمپاتیک که از مراکز عالی عصبی آمده اند دریافت می نمایند. این رشته های عصبی فشار خون را از طریق تزئید و تقلیل ضربان قلب و انبساط و انقباض رگهای خون کنترل می کنند. فعالیت این رشته های عصبی برای

سیستم دوران خون انسان ۳۶۰

کنترل فشار خون ضروری است. پیامهای وارده به CVC از مراکز عالی دماغ توسط حالات هیجانی نظیر ترس، اضطراب، اندوه و درد متأثر شده سبب تغییرات فشار خون می گردند.

## 2 کنترل دراز مدت: توسط کلیه ها و

ADH و عملکرد هورمون Renin -Angiotensin-Aldosterone system (RAAS) اعمال می گردد. تمام سیستمهای فوق حجم خون را کنترل کرده به این ترتیب فشار خون را متأثر می سازند. برعلاوه، برعکس دو هورمون ADH و RAAS هورمونی به نام Atrial Natriuretic Peptide که توسط قلب ترشح می شود باعث از دست دادن سدیم (Na) و آب از طریق کلیه و کاهش فشار خون می گردد.

## نوسانات فشار خون

در یک فرد بالغ در حال استراحت فشار خون سیستولی بین 110 الی 140 و فشار دیاستولی بین 75 الی 80 میلی متر ستون سیما ب فرق می کند؛ اما فشار خون از یک فرد تا فرد دیگر به صورت قابل ملاحظه یی فرق می کند. عواملی که در بالا تذکار دادیم در افراد مختلف و فشار خون آنها اثرات متنوع دارد.

## پیری و سیستم عروقی - قلبی

در جنین، قلب منحیث یک لوله شروع به پیدایش می کند. قلب از هفته چهارم حامله گی شروع به ضربان و پمپ کردن می کند. در جریان سه هفته بعدی قلب به تغییرات ادامه داده به حد بلوغ می رسد. سرانجام تبدیل به ساختمان چهار اتاقه شده منحیث یک پمپ مضاعف به اجرای فعالیت می پردازد. در جریان زنده گی فیتوسی، ششها و کبد غیر فعال به صورت فرعی خون رسانی می شوند. بعد از هفتمین هفته حامله گی یک تعداد تغییرات در دوران خون فیتوس رخ می دهد. کمی بعد از تولد، ساختمانهای انحرافی مسدود شده و وظایف رگهای ویژه نافی پایان می یابد. در غیاب پرابلمهای قلبی مادرزادی، قلب در تمام زنده گی یک فرد طور عادی به اجرای وظایف خود ادامه خواهد داد

میکانیزمهای هومیوستازی به حدی مؤثر اند که ما از کار دوامدار و مشکل قلب متحیر می شویم. در صورتی که اقدام به ورزش و تمرینات شدید هوازی منظم و دوامدار بپردازیم قلب بزرگ شده و برونده آن زیاد خواهد شد. در نتیجه نه تنها قلب به یک پمپ

قدرتمند تبدیل خواهد شد؛ بلکه قلب به یک عضو مؤثر تبدیل شده تعداد ضربان و فشار خون کاهش می یابد. هرگاه یک فرد به صورت مضاعف قلب خود را تحت فشار قرار دهد؛ قلب قادر به اجرای کارهای عادی خود در حالات فوق العاده نخواهد بود؛ به همین دلیل بعضی ورزشکاران که صرف هفته یکبار به ورزشهای سخت اقدام می کنند به عدم کفایه قلبی مصاب می شوند.

هنگامیکه پیر می شویم، اختلالات بیشتر سیستم قلبی-عروقی شروع به ظاهر شدن می کنند. تغییرات در قابلیت‌های Aorta و توانمندی عضلات و کاهش برونده قلبی، کاهش تعداد مجموعی ضربان قلب و ازدیاد فشار سیستولیک خون از این جمله اند. در بعضیها، والوهای وریدی ضعیف می شوند و وریدهای بزرگ (Varicose veins) بنفش رنگ در بدن شان ظاهر می گردد. گرچند همه ما وریدهای بزرگ شده نخواهیم داشت؛ اما همه ما تصلب شراین پیش رونده خواهیم داشت. از دست دادن تدریجی قابلیت ارتجاع رگهای بدن باعث می شود تا به فشار خون بلند و امراضی که به فشار بلند منتج می شوند گرفتار شویم. پر شدن رگهای خون از چربیها و رسوبات کلسیمی باعث می شود تا امراض شریانه‌های کروناری به سراغ ما بیایند. همچنان، از دست رفتن لشمی و صافی سطوح داخلی رگهای خون باعث تولید لخته های خون در داخل رگهای خون شده و باعث به میان آمدن فشار خون بلند می شود. گرچند پیر شدن خود باعث تغییر در ساختمان دیواره های رگهای خون و حملات قلبی می شود؛ اما بسیاری از دانشمندان معتقد اند که رژیم غذایی، یگانه عامل مواجه ساختن انسان به امراض قلبی می باشد. توافقهایی بین دانشمندان وجود دارد که هرگاه انسانها از چربیهای حیوانی، کولسترول و نمک کمتر استفاده کند خطر مبتلا شدن به امراض قلبی کاهش می یابد. توصیه های دیگر شامل عدم استفاده از سگرت و داشتن پلان منظم ورزشهای سبک می گردد.

## اختلالات سیستم دوران خون

### کم خونی

همان طوریکه در بالا تذکار دادیم کم خونی حالتی است که در آن ظرفیت انتقال اکسیجن خون کاهش می یابد. کم خونی به دلایل زیر به وجود می آید: (1) کمبود آهن، مس، کوبالت، نکل، ویتامین B<sub>12</sub> و فولیک اسید در رژیم غذایی، (2) خون ریزی به هر

سیستم دوران خون انسان ۳۶۲

دلیل که باشد، (3) به سبب نارس بودن کریوات سرخ خون، (4) به سبب هیمولیز کریوات سرخ خون، (5) فقدان نسج فعال در مغز استخوان که باعث سؤ تشکل غشاء و شکنند بودن کریوات سرخ می شود، (6) عدم کفایه رژیم غذایی، (7) مریضی حجرات داسی شکل (Sickle cell anaemia) و (8) بعضی امراض پرازیتی مانند ملاریا.

### هیموفیلی (Hemophilia)

یک بیماری خون ریزی ارثی است که در اثر کمبود یک فکتور انعقادی ایجاد می شود و در آن خون در محل صدمه دیده لخته نمی شود و یا عملیۀ لخته شدن کامل نمی باشد. جین مسئول این مریضی بر کروموزوم X قرار داشته عموماً در یک طفل مذکر عمل خود را ظاهر می نماید. چندین نوع Hemophilia وجود دارد.

### لوکیمی (Leukemia)

لوکیمی به گروهی از سرطانهای مغز استخوان اطلاق می گردد که در آنها حجرات سفید خون به صورت خود سر و بدون کنترل تکثیر می یابند و تعداد آنها به صورت قابل ملاحظه بلند می رود. تجمع حجرات سفید سرطانی در مغز استخوان مانع ساخته شدن کریوات سرخ، صفحه های دمویه و کریوات سفید نورمال می شود. در نتیجه: (1) ظرفیت انتقال اکسیجن خون کاهش می یابد. (2) عملیۀ انعقاد خون دچار نقصان می شود. (3) بدن فرد مریض برای آلوده شدن به عفونت و مایکروبها مساعد می گردد.

### عفونی شدن خون (Septicemia)

پراکنده شدن مایکروارگانیزمها و سموم شان در خون به این نام یاد می شود. غالباً Septicemia ناشی از استفاده از آلات طبی آلوده به مایکروارگانیزمها می باشد. بعضی ارگانیزمهای طفیلی در خون انسان تولید مثل می نمایند مانند آنچه در مریضی ملاریا واقع می شود. مریضی ایدز نیز در اثر آلوده شدن لمفوسایتها توسط ویروس HIV به وجود می آید.

## فشار خون پایین (Hypotension)

فشار خون پایین، عموماً به فشار خونی اطلاق می شود که پایینتر از 100 mm Hg بوده باشد. این فشار عموماً ناشی از حالت فیزیکی شخص بوده نشان دهنده کدام حالت مرضی نمی باشد و برعکس، افرادی که به صورت طبیعی دارای فشار خون پایین بوده اند عمر طولانی نیز داشته اند. فشار خون پایین شدید و مزمن نشان دهنده سوءتغذی و عدم موجودیت مقدار کافی پروتئینهای خون بوده غلظت خون و فشار خون این افراد پایینی می باشد. فشار خون پایین حاد یکی از دلایل شوک دورانی می باشد. شوک دورانی حالتی است که در آن در داخل رگهای خون مقدار کافی خون در جریان نبوده و خون کافی به اعضای حیاتی مانند مغز نمی رسد. عامل بسیار معمول آن از دست دادن خون است.

## فشار خون بلند (Hypertension)

یک تزیید قابل ملاحظه در فشار خون، پاسخ عادی بدن به تب، تمرینات بدنی، آشفته گی هیجانی مانند اندوه و اضطراب می باشد. فشار خون بلند پایدار و ماندگار، مرضی بوده و آن حالتی است که در آن فشار شریانی  $\frac{140}{90}$  و یا بیشتر از آن می باشد. فشار خون بدون دادن کدام علامت هوشدار دهنده در ظرف ده تا بیست سال بلند می رود و آن وقت قلب و رگهای خون را تحت فشار قرار داده آنها را صدمه می زند. فشار خون می تواند علامت اولیه و یا دومی مرض دیگری بوده باشد. از آن جا که قلب در مقابل مقاومت زیاد رگها، خون را با فشار روز افزون پمپ می کند به مرور زمان میوکاردیوم آن بزرگ و وسیع شده قلب ضعیف و عضلات آن سست می شود. همچنان، فشار خون باعث پاره گیهای کوچک در اندوتیلیوم رگهای خون شده پیشرفت تصلب شراین را سرعت می بخشد.

## شوک

شوک، نارسایی سیستم قلبی - عروقی در رسانیدن به موقع اکسیجن و Nutrients به حجرات بدن می باشد. عوامل به وجود آورنده شوک فراوانند؛ اما علایم آن یکسان بوده و آن عدم کفایه دوران خون در انساج بدن است. با نرسیدن مقدار کافی اکسیجن به حجرات، آنها شروع به ساختن ATP به طریق غیر هوازی می کنند که در نتیجه آن لکتیک اسید در انساج بدن تجمع می نماید. هرگاه شوک ادامه یابد؛ انساج و حجرات بدن صدمه خواهند

دید. و در صورت عدم تداوی به موقع حجرات می میرند. شوک را به چهار نوع تقسیم می کنند:

1. شوکی که از اثر از دست دادن مقدار زیاد خون به وجود می آید،
2. شوکی که از اثر عدم کفایه قلب به وجود می آید،
3. شوکی که در اثر از دست رفتن قابلیت اتساع رگهای خون به وجود می آید،
4. شوکی که از اثر ممانعت از جریان خون به وجود می آید.

از جمله عوامل فوق، از دست دادن مقدار زیاد و ناگهانی خون باعث شوک خطرناک می گردد؛ اما از دست دادن خون در دراز مدت و تدریج و یا از دست دادن مایعات بدن مانند عرق کردن، اسهالات، استفراغات و ادرار کردن زیاد نظیر آنچه در مرض قند دیده می شود نیز باعث شوک شده می توانند.

## تصلب شراین

تصلب شراین حالتی است که در آن دیوارهای رگهای خون به آهسته گی و طی چند مرحله سخت و ضخیم شده به طرف داخل برآمده گی تولید می کند که در نتیجه آن رگ تنگ می گردد. این وضعیت، رگ خون را به صورت کامل مسدود نمی کند؛ اما لخته خون و سپاسم شریانی می تواند رگ خون را مسدود کند. گرچند تمام رگهای خون مساعد مصاب شدن به این حالت هستند؛ اما Aorta و سیستم کروناری بیشتر به این مرضی گرفتار می شوند. عواملی که در بروز این مرضی دخالت دارند تغذیه، چاقی، وراثت، نژاد و استرسها می باشند.

## خلاصه فصل

سیستم دوران خون از خون، قلب و رگهای خون تشکیل شده است. شریانها خون را به حجرات بدن رسانیده و پس از تبادل اکسیجن و مواد غذایی بین خون و حجرات که در بستر عروق شعریه صورت می گیرد؛ وریدها خون را به قلب بر می گردانند. قلب به عنوان عضو مرکزی این سیستم مخروطی شکل بوده از سه لایه نسجی تشکیل شده است. قلب انسان در واقع پمپ دو گانه است؛ به طوری که بخش راست قلب خون ناپاک را به منظور تبادل به ریه ها می فرستد و بخش چپ قلب خون پاک را به منظور رسانیدن

اکسیجن و مواد غذایی به حجرات و دور کردن مواد زائد و کاربن دای اکساید از آنها، به تمام بدن می رساند. قلب انسان از دو دهلیز و دو بطن ساخته شده است. دهلیزها دیواره نازک و بطنها دیواره ضخیم دارند. بین دهلیز راست و بطن راست والو سه قطعه یی و بین دهلیز چپ و بطن چپ والو دو قطعه یی وجود دارد. بین بطن چپ و Aorta و بطن راست و شریان ریوی والو نیمه هلالی وجود دارند. والو ها مانع برگشت خون از دهلیزها به بطنها و از شریان ریوی به بطن راست می شوند. قلب به کمک سیستم هدایت کننده خودکار دارای ضربان منظم و خود به خودی است. سیستم عصبی خودمختار سرعت و شدت عمل قلب را کنترل می کند. خون پس از خروج از قلب در دوران سیستمی و دورانهای اختصاصی سیر نموده پس از تبادل اکسیجن و مواد غذایی توسط ورید اجوف فوقانی و ورید اجوف تحتانی وارد دهلیز راست می شود.

**جدول 9: روابط هومیوستاتیک سیستم دوران خون با بقیه سیستمهای بدن.**

سیستم	اثر متقابل
پوست	رگهای خون پوستی ذخیره گاه خوبی را فراهم کرده بهترین محل برای از دست دادن گرمای اضافی بدن می باشند.
سیستم اسکلت	استخوان محل ساخته شدن حجرات خون می باشد. برای اعضای حیاتی سیستم دوران خون محل امنی را فراهم کرده منبع عالی کلسیم را تهیه می کند.
سیستم عضلاتی	تمرینات هوازی قابلیتهای قلب را بلند برده از مصاب شدن به تصلب شراین جلوگیری می کند، والوهای عضلاتی مانع برگشت خون به قلب می شوند.
سیستم اندوکراین	هورمونهای نظیر اپی نفرین، تایروکسین، ADH و ANP بر فشار خون اثر دارند و استروجنها بر صحتمندی عضلات زنان تأثیر دارد.

سیستم تنفسی	سیستم تنفسی اکسیجن را تهیه و کاربن دای اکساید مورد ضرورت اعضای سیستم دوران خون را تهیه می کند.
سیستم هاضمه	سیستم هاضمه Nutrients و ویتامینهای مورد ضرورت اعضای سیستم دوران خون را برای ساخت کریوات سرخ خون و هیموگلوبین تهیه می نماید.
سیستم ادراری	سیستم ادراری از طریق تشکیل و خارج کردن ادرار به انتظام حجم و فشار خون کمک می کند.
سیستم تولید مثل	Estrogen به تداوم صحتمندی عضلاتی زنان کمک می کند.
سیستم لمفاوی	سیستم لمفاوی پروتئینهای خون و مایعاتی را که از خون به انساج فرار کرده اند دوباره به سیستم عروقی قلبی بر می گرداند.
سیستم عصبی	سیستم عصبی خودکار سرعت و قوت ضربان قلب را تنظیم می کند. بخش سمپاتیک تداوم فشار خون را تأمین کرده بر توزیع خون به نقاط مورد ضرورت نظارت می کند.

### پرسشهای آموزشی

#### I. پرسشهای تکمیلی

هدایت: لطفاً جاهای خالی جملات ذیل را با کلمات و اصطلاحات مناسب پر کنید.

1. نارسایی سیستم قلبی - عروقی در رسانیدن به موقع اکسیجن و Nutrients به حجرات بدن ( ) می باشد.
2. مایع آبکی ماتریکس خارج حجروی خون که در آن انواع مختلف حجرات معلق اند ( ) می باشد.
3. فشار خون توسط آله یی به نام ( ) اندازه می شود.

#### II. پرسشهای صحیح و غلط

هدایت: با گذاشتن (ص) و (غ) در مقابل هر جمله مشخص کنید که جملات زیرین صحیح هستند و یا غلط.



1. پروتئینهایی که از خون به مایع بین النسجی فرار نموده اند وارد عروق شعریهٔ لمفاوی می گردند.
  2. Leukemia سرطان مغز استخوان است که در آنها کریوات سرخ خون به صورت خود سر و بدون کنترل تکثیر می یابند.
  3. وظیفهٔ اساسی کریوات سرخ خون انتقال اکسیجن و کاربن دای اکساید است.
- III پرسشهای انتخابی.

هدایت: بهترین پاسخ برای پرسشهای ذیل را انتخاب کنید. ممکن بیش از یک پاسخ وجود داشته باشد.

1. خون پاک اکسیجن دار نخست توسط کدام یک از اعضای ذیل دریافت می گردد؟  
(a) بطن راست. (b) دهلیز راست. (c) بطن چپ. (d) بطن راست.
2. در مقایسه به یک شریان و یک ورید شما دریافت خواهید کرد که  
(a) دیواره شریان ضخیم تر است. (b) دیواره ورید ضخیم تر است.  
(c) فضای داخلی شریان کوچکتر است. (d) اندوتیلیوم شریان ضخیم تر است.
3. کدام یک از حالات ذیل در زمان پیری ظاهر می گردد؟  
(a) ازدیاد فشار خون. (b) ضعیف شدن دیواره های ورید ها.  
(c) تصلب شراین. (d) مسدود شدن دکتوس آرتریوسس.

IV پرسشهای مقابلی.

هدایت: بهترین اصطلاحات را از ستون (A) برای جاهای خالی در جملات ستون (B) انتخاب کنید.

- | B  | A                      |
|--|------------------------|
| 1. انقباض حفره های قلب را ( ) و انبساط آنها را ( ) گویند.  | 1. Autorhythmicity     |
| 2. خصوصیت کار خود به خودی عضلات قلب به نام ( ) یاد می شود. | 2. Hypolymphothalamous |
| 3. تنگ شدن رگهای خون توسط این اصطلاح ( ) بیان می گردد.     | 3. Diastole            |
|  | 4. Vasoconstriction    |
|  | 5. Systole             |

---

## سیستم لمفاوی و دفاع بدن انسان

---

### اهداف

- پس از مطالعه این فصل شما قادر خواهید بود تا
1. وظایف سیستم ایمنی را توضیح نمایید.
  2. چگونگی ساخته شدن و انتقال لمف را بیان نمایید.
  3. ساختمان و وظیفه عقده های لمفاوی، طحال و تایموس را بیان کنید.
  4. ایمنی ذاتی را تعریف نمایید.
  5. وقایعی را که در جریان پاسخ التهابی رخ می دهند لست نمایید.

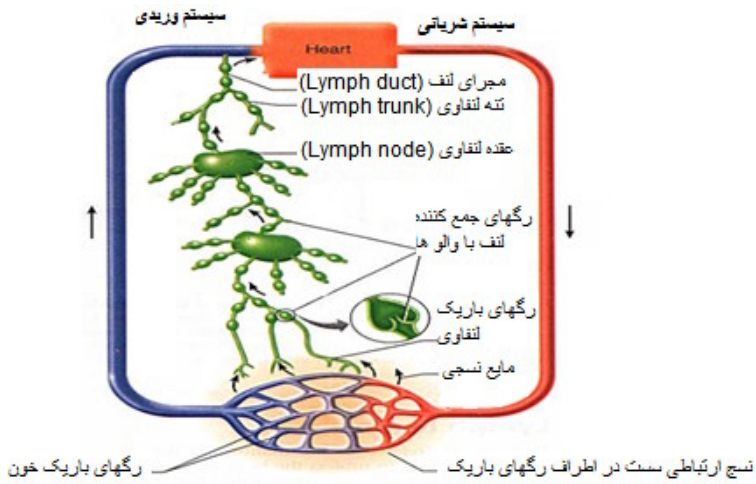
سیستم لمفاوی یکی از مهمترین سیستمهای بدن ما است که بدون کار دوامدار آن، شاید سیستم دوران خون و سیستم ایمنی بدن ما از کار باز ماند. سیستم لمفاوی از دو بخش نیمه مستقل تشکیل شده است: (1) شبکه در هم پیچیده رگهای لمفاوی (Lymphatic vessels) و (2) انساج و اعضای مختلف لمفاوی (Lymphoid organs) که در سراسر بدن پراکنده اند. رگهای لمفاوی مایعاتی را که از رگهای خونی عضلات اسکلتی فرار کرده اند دوباره به رگهای خون بر می گردانند. اعضای لمفاوی شامل فگوسایتها می شود که در دفاع و مقاومت بدن در مقابل امراض نقش ضروری را بازی می کنند.

## رگهای لمفاوی

هنگامیکه خون در سراسر بدن دوران می کند، تبادلۀ Nutrients، مواد زاید و گازها بین خون و مایع بین النسجی صورت می گیرد. همان طوریکه در فصل 10 بیان کردیم فشار هیدروستاتیک و ازموس که در بستر عروق شعریه عمل می کنند مایعات را از انتهای شریانی عروق شعریه خون به خارج می رانند (مخالف درجه غلظت)، این مواد در انتهای وریدی دو باره جذب می گردند (موافق درجه غلظت). مایعاتی که در بین فضاهای بین —جروی باقی می مانند (روزانه تقریباً 3 لیتر) جزء مایعات بین النسجی می شوند. این مایعات به اضافه پروتئینهای پلازما به خون بر می گردند تا جریان مقدار کافی خون در عضلات اسکلتی برقرار باشد. هرگاه این مایعات به خون برنگردند، مایعات در انساج تجمع کرده تولید آماس می کنند. ازدیاد آماس، قابلیت حجرات انساج برای تبادلۀ با مایع بین النسجی و سرانجام با خون را از بین می برد. وظیفه عروق شعریه لمفاوی، جذب مجدد این مایع بین النسجی اضافی و برگرداندن آنها به جریان خون می باشد. مایع داخل شده به عروق لمفاوی اکنون به نام لمف (Lymph) یاد می گردد.

لمف در داخل رگهای لمفاوی صرف به سوی قلب جریان می یابد. انتهای مایکروسکوپی عروق شعریه لمفاوی مسدود بوده شبکه وسیعی را بین حجرات انساج و عروق شعریه خون در انساج ارتباطی سست بدن تشکیل داده و مایعاتی را که به این نواحی تجمع کرده اند جذب می کنند (نخست آب و مقدار کمی پروتئینهای منحل). عروق شعریه لمفاوی به صورت قابل ملاحظه نفوذپذیر می باشند به ترتیبی که فکر می شود یک انتهای آنها باز می باشد. برعکس، واقعیت این است که کناره های دیوارهای حجرات Endothelial به صورت کامل به روی یکدیگر عبور نکرده بلکه آویزان بوده والوهای کوچک (Minivalves) را می سازند که جریان لمف را به یک جهت اجازه می دهد. والوهای کوچک فوق الذکر به رشته های کولاجنی ظریف متصل بوده و زمانی باز می شوند که فشار لمف در فضای بین النسجی زیاد بوده به لمف اجازه می دهند به رگهای لمفاوی داخل شود. هم چنان، هنگامیکه فشار در داخل رگهای لمفاوی بلند است، والوهای اندوتیلیلی تحت فشار قرار گرفته مانع انتشار آن به خارج می گردد.

پروتئینها و حتی ذرات بزرگ مانند بقایای حجرات، باکتریها و ویروسها به عروق شعریه خون داخل شده نمی توانند؛ اما به عروق شعریه لمفاوی به آسانی وارد می گردند (مخصوصاً در نواحی التهابی). اشکال کار در این است که باکتریها و ویروسها ( و حجرات سرطانی) که وارد رگهای لمفاوی شده اند دو باره وارد بدن می شوند. این معضله موقع عبور لمف از عقده های لمفاوی (Lymph nodes) حل می شود. عقده های لمفاوی، لمف را تصفیه نموده توسط حجرات سیستم ایمنی مورد آزمایش قرار می دهند (شکل 107).



شکل 107: روابط رگهای لمفاوی با رگهای خون.

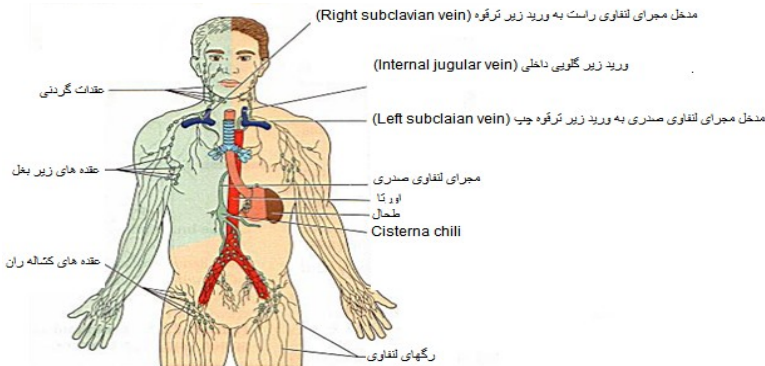
لمف از عروق لمفاوی وارد تعداد زیاد رگهای لمفاوی جمع کننده (Lymphatic collecting vessels) می شود. سرانجام، لمف این رگها از طریق یکی از دو مجرای بزرگ در ناحیه صدر به سیستم وریدی می ریزد. مجرای لمفاوی راست (Right lymphatic duct) لمف بازوی راست، بخش راست سر و صدر را جمع آوری می کند. مجرای بزرگ صدري (Thoracic duct) لمف بقیه اعضای بدن را دریافت می کند. هر دو مجرای فوق، لمف را به Subclavian vein می ریزانند.

همانند وریدها، عروق لمفاوی دارای دیوارهای نازک بوده رگهای بزرگ آن حاوی والوها می باشد. سیستم لمفاوی دارای فشار پایین فاقد سیستم پمپ کننده می باشد. لمف همانند خون در داخل سیستم وریدی به کمک انقباضات عضلات اسکلتی و تغییرات در حرکات تنفسی در قفسه سینه منتقل می گردد. بر علاوه، عضلات لشم دیوارهای رگهای لمفاوی به صورت منظم (Rhythmically) انقباض و انبساط کرده به پمپ کردن لمف کمک می کنند.

### عقدۀ های لمفاوی (Lymph nodes)

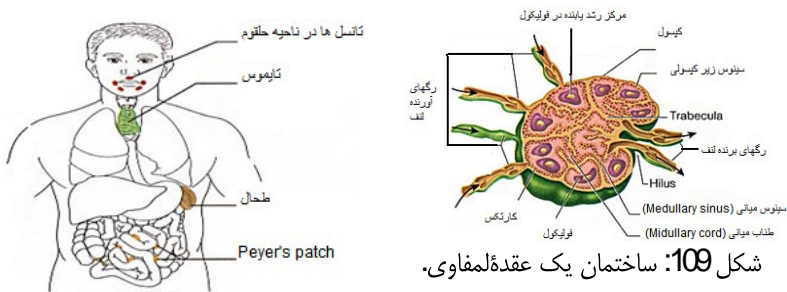
عقدۀ های لمفاوی در همکاری و ارتباط نزدیک با سیستم ایمنی، به دور نمودن مواد خارجی نظیر باکتریها و حجرات سرطانی از جریان لمف و تولید لمفوسایتها به حفاظت بدن کمک می کنند. پیش از آنکه خون از قلب عبور کند توسط هزاران عقدۀ لمفاوی که تشکیل خوشه ها را داده اند تصفیه می شود. تعداد زیاد خوشه های عقدۀ های لمفاوی در کشاله ران، زیر بغل و نواحی گردنی یافت می گردد (شکل 108).

در داخل عقدۀ های لمفاوی ماکروفاژها قرار دارند که باکتریها، ویروسها و دیگر مواد خارجی را بلع و تجزیه می کنند. مجموعه یی از لمفوسایتها نیز در عقدۀ های لمفاوی قرار داشته به مواد خارجی در جریان لمفاوی پاسخ می دهند. گرچند ما از طبیعت حفاظتی عقدۀ های لمفاوی اطلاع نداریم؛ اما تعداد زیاد ما در موقع آلوده شدن به عفونت دارای غده های آماس کرده هستیم. این آماس علامت ممانعت از اجرای وظیفه غده ها می باشد.



شکل 108: توزیع رگها و عقدۀ های لمفاوی در بدن.

عقدۀ های لمفاوی در شکل و اندازه از همدیگر اختلاف دارند. هر غده توسط کپسول رشتوی احاطه شده است. کپسول به داخل عقدۀ امتداد یافته آنرا به بخشهای مختلف تقسیم می نماید. بخش داخلی آن از شبکهٔ نسج ارتباطی مشبک تشکیل شده است که یک مجموعه از لمفوسایتهای در حال تغییر متداوم را محافظت می کنند. کارتکس آن حاوی مجموعه یی از لمفوسایتهای به نام فولیکول است. بسیاری از فولیکولها دارای مراکز نمویی (Germinal centers) می باشند. هنگامیکه لمفوسایتهای اختصاصی نظیر حجرات B تولید مثل کرده حجرات دختری به نام Plasma cells آزاد کنندهٔ اتی بادی را به وجود می آورند، این مراکز، بزرگ می گردند. حجرات باقیماندهٔ کارتکس، لمفوسایتهای در حال حرکت (In Transit) اند و به همین دلیل به نام حجرات T یاد می گردند که به صورت دوامدار بین خون، عقدۀ های لمفاوی و جریان لمفاوی در دوران بوده وظایف نظارتی خود را انجام می دهند. ماکروفاژهای بیگانه خوار در بخش داخلی عقدۀ های لمفاوی قرار دارند (شکل 109).



شکل 110: اعضای لمفاوی.

لمف از طریق رگهای آورندهٔ لمفاوی به عقدۀ های لمفاوی داخل شده بعداً به یک تعداد سینوسها جریان یافته سرانجام توسط رگهای لمفاوی برنده از آن خارج می گردد. از آن جا که تعداد رگهای برنده در مقایسه به رگهای آورنده کم است، جریان لمف در داخل عقدۀ ها بطی می باشد. جریان آهستهٔ لمف به لمفوسایتهای و Phagocytes موقع را میسر

می سازد تا این عقده ها وظایف حفاظتی خود را به نحو عالی اجرا کنند. در مجموع لمف از چندین عقده می گذرد تا پاک گردد.

عقده های لمفاوی بدن را از شر عوامل عفونی و حجرات سرطانی خلاص می کنند؛ اما بعضاً به وسیله تعداد زیاد عوامل آلوده کننده که داخل لمف شده اند تخریب می گردند. طور مثال، هنگامیکه تعداد زیاد باکتریها و یا ویروسها وارد عقده های لمفاوی می شوند؛ عقده های مذکور التهابی شده با لمس کردن حس می گردند. در مراحل بعدی عقده های لمفاوی محل فعالیت حجرات سرطانی، مخصوصاً سرطانهایی که رگهای لمفاوی را برای پراکنده شدن به سراسر بدن استعمال می کنند، می گردند. دخول سرطان به عقده های لمفاوی باعث آماس بدون درد این عقده ها می گردد؛ در حالیکه دخول ارگانیزمهای دیگر به این عقده ها تولید درد می کنند.

### اعضای دیگر لمفاوی

عقده های لمفاوی یکی از چندین نوع اعضای لمفاوی می باشند. اعضای دیگر آن عبارتند از طحال، غده تایموس، لوزه ها (Tonsils)، کتله هایی از نسج لمفاوی به نام Peyer's patches که در روده کوچک یافت می شوند و تکه هایی از نسج لمفاوی که در انساج پوششی و ارتباطی پراکنده می باشند. اکثریت این اعضاء از انساج ارتباطی مشبک و لمفوسایتها تشکیل شده اند. اگرچه تمام اعضای لمفاوی در حفاظت بدن نقش دارند؛ اما تنها عقده های لمفاوی لمف را تصفیه می کنند.

**طحال:** عضو مملو از خون بدن است که در بخش چپ حفره بطنی قرار دارد. طحال بر علاوه اینکه لمف را فلتر می کند، باکتریها، ویروسها و دیگر مواد زاید خون را نیز پاک و فلتر می کند. وظیفه اساسی آن تخریب کریوات سرخ خون پیر و برگشتاندن بعضی از مواد حاصل از تخریب این حجرات به کبد می باشد. وظیفه دیگر آن همانند کبد، ذخیره صفحه های دمویه و در دوران جنینی ساختن حجرات خون (لمفوسایتها توسط طحال بالغ ساخته می شود) و در دوران بلوغ ذخیره کردن خون است. همچنان، طحال مسئول تولید انتی بادیها و انتی توکسینها است.

**غدهٔ تایموس**: تایموس، یک کتلهٔ لمفاوی می باشد. همان طوریکه در فصل 9 توضیح گردید تایموس هورمون Thymosin را ترشح می کند که وظیفهٔ آن برنامه ریزی بعضی از لمفوسایتها بوده به این ترتیب در حفاظت بدن نقش بازی می کند.

**Tonsills**: کتله های کوچک انساج لمفاوی هستند که در غشای مخاطی حلقوم به صورت یک حلقه قرار دارند. وظیفهٔ آنها به دام انداختن و دور کردن باکتریها و یا عوامل مرضی خارجی می باشد که به گلو داخل شده اند. آنها این وظیفه را آنچنان به خوبی انجام می دهند که گاهی آنها از باکتریها مملو شده سرخ، آماس کرده و دردناک می گردند. این حالت به نام Tonsillitis یاد می گردد.

**Peyer's patches**: مشابه تانسلهها بوده در دیواره های رودهٔ کوچک یافت می شوند. ماکروفاژهای کتله های پبیر در موقعیت خوبی برای بدام انداختن و تخریب باکتریها قرار داشته به این وسیله مانع ورود این عوامل به دیواره های روده می شوند (شکل 110).

### سیستم ایمنی (Immune system)

هر ثانیه در هر روز لشکری از باکتریها، ویروسها و فنگسهای مهاجم از طریق پوست وارد بدن ما می شوند؛ اما به صورت شگفت انگیزی ما زنده می مانیم. بدن وسیلهٔ بسیار با قدرتی را در برابر این دشمنان انکشاف می دهد. مدافعان بدن در برابر این دشمنان کوچک؛ اما بسیار خطرناک شامل دو سیستم می گردند:

1. سیستم دفاع ذاتی یا غیر اختصاصی (Nonspecific defense system)،
2. سیستم دفاع اختصاصی (Specific defense system).

**سیستم دفاع غیر اختصاصی** برای حفاظت بدن معطوف به ارگانیزمهای بیماری زای ویژه یی نبوده بلکه به تمام مواد خارجی پاسخ سریعی می دهد. دفاع غیر اختصاصی توسط پوست و غشای مخاطی سالم به صورت پاسخ التهابی و یک تعداد پروتئینهایی که به وسیلهٔ حجرات بدن تولید می شوند صورت می گیرد. این سیستم حجم کار سیستم دفاع اختصاصی را با ممانعت از ورود و پراکنده شدن مایکروارگانیزمها به سراسر بدن، کاهش می دهد.



**سیستم دفاع اختصاصی** به نام سیستم ایمنی نیز یاد می‌گردد که بر ضد مواد خارجی ویژه‌ی حملات را انجام می‌دهد. اگرچه بعضی اعضای بدن (اعضای لمفاوی و رگهای خون) با پاسخهای ایمنی همکاری دارند؛ اما سیستم ایمنی در مقایسه به تمام سیستمهای بدن یک سیستم عملکردی می‌باشد. ساختمان آن شامل انواع مختلف مولیکولها و تریلیونها حجره ایمنی می‌گردد که در داخل انساج لمفاوی قرار داشته و در داخل مایعات بدن دوران می‌نمایند.

مهم ترین حجرات ایمنی بدن لمفوسایتها و ماکرو فاژها می‌باشند. هنگامیکه سیستم ایمنی به صورت کامل فعال باشد بدن ما را در مقابل باکتریها، ویروسها، انساج منتقل شده به بدن و حتی حجرات که خواص آنها بر علیه بدن ما تغییر خورده است، حفاظت می‌کند. سیستم ایمنی این وظیفه را به دو صورت انجام می‌دهد: (1) مستقیم، با مورد حمله قرار دادن عوامل فوق، (2) غیر مستقیم، به وسیله آزاد کردن مواد کیمیای متحرک و مولیکولهای انتی بادی حفاظتی. نتیجه این مقاومت و مقابله اختصاصی عالی به نام مصونیت و یا ایمنی (Immunity) یاد می‌شود.

برعکس سیستم دفاع غیر اختصاصی که هر لحظه برای دفاع بدن آماده می‌باشند، سیستم ایمنی قبل از آنکه به دفاع بدن اقدام کند در گام نخست بایست ماده خارجی (Antigen) را شناسایی کند. در هر حال هر دو سیستم دفاعی فوق با یک دیگر در همکاری نزدیک اجرای وظیفه می‌کنند.

## دفاع غیر اختصاصی بدن

بعضی از مقاومتهاى غیر اختصاصی در مقابل امراض ارثی می‌باشند. طور مثال، یک عده امراض مانند بعضی اشکال توپرکلوز وجود دارند که انسان به آن مصاب نمی‌شود؛ اما پرنده گان را مصاب می‌کنند. دفاع غیر اختصاصی شامل: (1) سد میکانیکى دفاعی می‌شود که سطح بدن را می‌پوشاند، (2) حجرات و مواد کیمیای می‌شود که در خط اول دفاعی بدن اجرای وظیفه نموده مانع وارد شدن عوامل مرضی به بدن می‌گردند.

### 1. سد دفاعی غشای پوششی

خط اول دفاعی بدن در مقابل عوامل مرضی، پوست بدن و غشای مخاطی می باشد. پوست بدن ناشکن بوده و اپیدرمس کریتینی آن سد دفاعی فیزیکی بسیار قوی در مقابل مایکروارگانیزمهایی می باشد که به پوست حمله می کنند. غشای مخاطی سالم نیز یک سد دفاعی میکائیکی را در داخل بدن به وجود می آورد. بر علاوه حفاظت میکائیکی، غشاء های مخاطی در داخل بدن بعضی مواد کیمیای مختلف زیر را نیز تولید می کنند:

- تیزابیت ترشحات پوست، رشد باکتریها را مهار می کند و روغن پوست حاوی مواد کیمیای است که برای باکتریها زهری می باشد. ترشحات مجرای تولید مثلی یک زن بالغ بسیار اسیدی می باشد،
- تیزاب نمک ترشح شده از غشای مخاطی معده و انزایمهای هضم کننده پروتئین، هر دو عوامل مرضی را می کشند،
- لعاب دهن و اشک حاوی لایزوزایم و انزایمهایی می باشد که باکتریها را می کشند،
- مخاط غلیظ، بسیاری از مایکروارگانیزمهایی را به دام می افکند که وارد مجاری هاضمه و یا تنفسی شده اند.

بعضی از غشاء ها دارای ساختمان مخصوصی می باشند که توسط آنها قادر به دفاع در مقابل مهاجمین قدرتمند می باشند. غشایی که مویها را در داخل بینی احاطه کرده اند ذرات خارجی را به دام می اندازند. غشای مخاطی مجرای تنفسی مژه دار می باشد. مژه ها از دخول گرد و خاک و باکتریها به ششها جلوگیری می کنند. در حالیکه محیط گرم و مرطوب مجرای بینی محل مناسبی را برای رشد و نموی باکتریها فراهم می کند.

گرچند دفاع سطحی خیلی مؤثر می باشد؛ اما پوست به آسانی شکسته و قطع شده می تواند. هنگامیکه پوست تخریش و یا قطع گردید و مایکروارگانیزمها به انساج عمیق وارد شدند، مدافعین غیر اختصاصی دیگری برای مقابله با این عوامل آلوده کننده و دفاع از بدن وارد مبارزه می شوند.

## 2. حجرات و مواد کیمیای

بدن در خط دوم دفاعی خود، تعداد بی شمار حجرات و مواد کیمیای را به کار می برد. این مدافعین شامل قدرت مخرب فگوسایتها، حجرات کشنده طبیعی

(Natural killer cells)، پاسخهای التهابی (Inflammatory responses) و تعداد زیاد مواد کیمیای مختلف می شود که عوامل مرضی را کشته و به ترمیم انساج کمک می کنند. تب (Fever) نیز یکی از پاسخهای حفاظتی غیر اختصاصی بدن می باشد.

- **فگوسایتها:** عوامل مرضی که از سد دفاع میکانیکی گذشته اند با فگوسایتها مواجه می شوند. یک فگوسایت مانند ماکروفاژها یا نوتروفیلها ذره بیگانه را بلع کرده در اطراف آن واکیولی تشکیل می دهد. در داخل واکیول لایروزایم بر آنها تراوش شده و هضم می گردند. نوتروفیلها با عفونتها از طریق بلع نمودن باکتریها مبارزه می نمایند. اینها همچنان بقایای انساج تخریب شده را بلع نموده منطقه را برای ترمیم پاکسازی می نمایند. تعداد زیاد نوتروفیلها در این عملیه کشته می شوند. مخلوطی از نوتروفیلهای کشته شده، حجرات دیگر و مایعی که در محل تجمع می نماید به نام چرک و یا فساد یاد می شود. هرگاه میکانیزمهای التهابی در پاکسازی ناحیه ناکام گردد، خریطه چرک در ناحیه باقیمانده و تولید آبسه (Abscess) را می دهند که برای التیام یابی به مداخله جراحی نیاز دارند.

- **حجرات کشنده طبیعی:** حجرات کشنده طبیعی شامل گروهی از لمفوسایتها می شود که در خون و لmf به تجزیه و کشتن حجرات سرطانی و ویروسهایی که حجرات بدن را آلوده می کنند می پردازند. برخلاف لمفوسایتهای سیستم ایمنی که تنها در برابر ویروسهای خاص و یا حجرات سرطانی عکس العمل نشان می دهند، حجرات کشنده طبیعی قادرند در هر زمانی به صورت ناگهانی در مقابل هر یک از این دشمنان با شناسایی بعضی از قندها بر غشای پوششی آنها عکس العمل نشان دهد. حجرات کشنده طبیعی Phagocyte نیستند. اینها بر غشای حجروی مهاجمین حمله کرده و ماده کیمیای تجزیه کننده به نام Perforin آزاد می کنند که بزودی غشای حجروی و هسته حجرة هدف را نابود می کنند.

- **پاسخهای التهابی:** نوعی پاسخ دفاعی به انواع آسیبها و صدمات نسجی که موجب از بین بردن عامل آسیب رسان و یا محدود ساختن اثرات آن می گردد، التهاب است. طور مثال ویروسها غشای مخاطی سیستم تنفسی را مورد حمله قرار داده باعث التهاب آن گردیده زمینه پیدایش علایم سرماخورده گی را فراهم می نمایند. هم چنان التهاب در اثر حادثه ناگهانی و درد آور نظیر قرار گرفتن انگشت دست در لای دروازه

و یا قطع شدن دست توسط کارد، ایجاد شده می تواند. التهاب، دفاع بدن را تحریک نموده مایکروارگانیزم متجاوز، مواد خارجی و حشرات صدمه دیده را تجرید و نابود ساخته پروسه ترمیم انساج آغاز می گردد. پاسخهای التهابی شامل وظایف ذیل می گردد: (1) مانع پراکنده شدن عوامل مهاجم به انساج نزدیک می گردد، (2) بقایای حجروی و عوامل مرضی را مرتب می کنند، (3) ترمیم انساج را مرحله بندی می کند. التهاب پنج علامت برجسته را به وجود می آورد: (1) سرخ شدن، (2) گرم شدن، (3) آماس نمودن، (4) درد و (5) اختلال در انجام وظیفه.

▪ **سرخ شدن:** به تعقیب زخمی شدن، در نسج مصدوم ماده کیمیاوی به نام میانجی التهاب آزاد و فعال شده به جریان خون وارد می شود. میانجیها شامل Leukotrienes, Prostaglandins, Kinins, Histamin... و غیره می گردد. بعضی از میانجیها باعث فراخ شدن رگهای خون می گردند که در نتیجه آن جلد سرخ رنگ و گرم می گردد. فراخ شدن رگهای خون از آن جهت مفید است که رسیدن حشرات خون و دیگر مواد را که برای مبارزه با عفونت و ترمیم انساج بدن ضرورت اند سرعت می بخشد. حرکت ارگانیزمها بسوی مواد کیمیاوی را (Chemotaxis) می گویند. میانجیهای التهاب، قابلیت نفوذ پذیری رگهای خون را ازدیاد بخشیده به مواد و حشرات خون اجازه می دهند از رگهای خون خارج شده به انساج مصدوم وارد و مستقیماً با صدمه وارده مواجه شوند.

▪ **آماس نمودن انساج:** نتیجه ورود آب، پروتئینها و دیگر مواد از خون به داخل انساج می باشد. Fibrin شبکه یی را به وجود می آورد که با ساختن سدی منطقه صدمه دیده را از دیگر مناطق بدن جدا می نماید. این میکانیزم باعث جلوگیری از پراکنده شدن عوامل عفونت زا به دیگر مناطق بدن می گردد.

▪ **درد:** که همراه با التهاب ظاهر می گردد به شیوه های مختلف تولید شده می تواند. انتهایهای عصبی موجود در منطقه مستقیماً تحت ضربه قرار گرفته و همراه با بعضی از میانجیهای التهاب، احساس درد تولید می گردد.

در مجموع ازدیاد فشار در انساج باعث آماس و تجمع چرک شده و در نهایت باعث درد می گردد.

▪ **اختلال اعمال بدن:** محدود شدن حرکت در نتیجه آماس و تخریب انساج همه باعث اختلال اعمال بدن می گردند. این اختلال در اعمال بدن توافقی بوده می تواند؛ زیرا فرد را متوجه منطقه صدمه دیده می سازد تا از گسترش صدمات در آینده جلوگیری نماید. هرگاه ناحیه ملتهب حاوی عوامل مرضی باشد که قبلاً وارد بدن شده باشند، خط سوم دفاعی یا سیستم ایمنی فعال می گردد. انتی بادیهای حفاظتی و حجرات T (لمفوسایت های T) وارد ناحیه صدمه دیده می شوند تا به صورت اختصاصی و مستقیماً در برابر عوامل مهاجم عمل کنند.

• **مواد کیمیای ضد مایکروب:** مهمترین مواد ضد مایکروبی بدن صرف نظر از آنها یکبه در تعاملات التهابی تولید می شوند، پروتئینهای کامپلیمنت (Complement proteins) و Interferon می باشد.

▪ **پروتئینهای کامپلیمنت:** شامل تقریباً 20 پروتئین Plasma می شود که به حالت غیر فعال و پیش ساز انزایمی در خون دوران می کنند. هنگامیکه این پروتئینها با عامل خارجی مانند باکتریها، فنگسها و یا کریوات سرخ خون ناسالم برخوردند، فعال گردیده یک فکتور مهم مبارزه با عوامل مهاجم فوق الذکر می شوند. این عملیه زمانی واقع می گردد که پروتئینهای کامپلیمنت با یک قند و یا پروتئینهای (انتی بادیها) موجود بر سطح حجرات خارجی متصل شده، تشکیل یک کامپلکس را دهند. این عملیه باعث تولید سوراخها در غشای حجروی حجره بیگانه می گردد. این سوراخها سبب می شود تا آب داخل حجره شده و آن را منفجر کنند. هم چنان، فعال شدن پروتئینهای کامپلیمنت سبب تقویت پاسخهای التهابی می گردد. بعضی مولیکولهایی که در جریان عملیه فعال شدن آزاد می گردند گشاد کننده رگهای خون و بعضی مواد کیمیای Chemotaxis می باشند، که نوتروفیلها و ماکروفاژها را به منطقه جذب می کنند. بعضی پروتئینهای دیگر کامپلیمنت، غشای حجروی حجرات بیگانه را چسبناک ساخته بلع آنها را تسهیل می کنند. اگرچه حمله پروتئینهای کامپلیمنت

بر علیه بعضی ارگانیزمهای مهاجم که به وسیلهٔ آنتی بادیها شناسایی شده اند غالباً مستقیم می باشد؛ دفاع پروتئینهای کامپلیمنت در جملهٔ میکانیزمهای دفاع غیراختصاصی شمار می گردد که مؤثریت هر دو سیستم اختصاصی و غیر اختصاصی را بلند می برد.

▪ **Interferon**: ویروسها فاقد میکانیزمی هستند که در داخل بدن شان به تولید ATP و یا پروتئینها بپردازند. آنها با داخل شدن به حجرات انساج میکانیزم حجروی را که برای تکثیر آنها ضروری می باشد به تصرف در می آورند. گرچند حجرات آلوده شده به ویروس تا حدودی قادر به محافظت خودشان می باشند؛ اما آنها حجرات دفاعی را با ترشح مقدار کم پروتئینهایی به نام انترفیرونها یاری می رسانند. مولیکول Interferon به حجرات نزدیک نفوذ کرده به گیرنده های غشای حجروی آنها متصل می گردد. این اتصال به یک طریقی قابلیت ویروس برای تکثیر در داخل حجرات را کاهش می دهد.

• **تب:** در حالت نورمال درجهٔ گرمای بدن تقریباً  $36,2^{\circ}\text{C}$  است. بلند رفتن درجهٔ حرارت بدن، پاسخ سیستماتیک بدن در مقابل وارد شدن عامل بیگانه به بدن است؛ اما از اثر حالات دیگر نظیر سرطان، عکس العملهای الرژیک و آسیب دیدن سیستم عصبی مرکزی، نیز به وجود آمده می تواند. ماکروفاژها، حجرات سفید خون و انساج صدمه دیده مادهٔ کیمیایی به نام Pyrogen (تب زا) آزاد می کنند که مستقیماً بر هایپوتالاموس عمل کرده باعث عیار شدن بخشی از آن که به نام ناظم درجهٔ حرارت بدن (Thermostat) یاد می شود، به درجهٔ حرارت بلند می گردد. بعد از عیار شدن ترموستات، میکانیزم بلند برندهٔ حرارت بدن آغاز به کار می کند. در نتیجهٔ منقبض شدن رگها، پوست سرد شده و عضلات با لرزیدن آغاز به تولید حرارت می کنند. این حالت به نام The chills یاد شده، علامت بلند رفتن درجهٔ حرارت بدن است. درجهٔ حرارت بدن تا جایی اجازهٔ بلند رفتن دارد که به مقام دیگری برسد. با رسیدن به موقعیت تب در همان جا باقی می ماند تا میکانیزمهای دفاعی بدن عوامل عفونی را به عقب بزنند. بعد از نابودی عوامل عفونی، ترموستات دو باره به سطح نورمال عیار گردیده میکانیزم کاهش دهندهٔ

حرارت را به کار می‌اندازد. کاهش درجه حرارت علامت خوبی برای بهبود شخص مریض شمرده می‌شود. اگرچه تب بلند خطرناک می‌باشد زیرا باعث تخریب آنزیمها و دیگر پروتئینهای بدن می‌گردد؛ اما تب خفیف برای بدن مفیدیتهایی در قبال دارد. باکتریها برای تکثر خود به مقدار زیاد آهن و جست ضرورت دارند؛ اما در جریان تب کبد و طحال این مواد را جمع کرده مانع دستیابی آسان باکتریها به آنها می‌گردد. همچنان تب سرعت میتابولیزم حجات را بلند برده زمینه بهبودی سریع را فراهم می‌آورد. تب عبارت از Hyperthermia کنترل شده است.

### دفاع اختصاصی بدن یا سیستم ایمنی اکتسابی

پاسخ سیستم ایمنی به یک تهدید به نام پاسخ ایمنی (Immune response) یاد می‌شود که پاسخهای التهابی را به شدت تزئید بخشیده و محیط حفاظتی فراهم می‌کند که دقیقاً آنتی جینهای اختصاصی را هدف گرفته است. بر علاوه، اولین برخورد با یک آنتی جین بدن را آماده می‌سازد تا در برخورد بعدی با عین آنتی جین به شدت عکس العمل نشان دهد. سیستم ایمنی منحیث خط سوم دفاعی بدن یک سیستم عملکردی بوده مولیکولهای آنتی جین را شناسایی و در جهت خنثی کردن و یا نابود نمودن آن اقدام می‌کند. در حالات عادی سیستم ایمنی ما را در برابر تعداد فراوان عوامل بیماری زا و حجات غیر نورمال بدن، حفاظت می‌کند. در صورت ناکامی، کم کاری و یا ناتوانی این سیستم امراض ویرانگری نظیر سرطان، آرتزیتهای روماتیسمی و ایدز بر بدن فایق خواهند شد.

اگرچه، ایمنی شناسی (Immunology) علم جوانی است؛ اما در گذشته دور، یونانیها می‌دانستند هرگاه انسانی یک بار به یک مرض عفونی آلوده شود بار دوم به آن مرض مصاب نمی‌گردد. اساس این مصونیت در اواخر سال 1800 میلادی کشف گردید. در این زمان نشان داده شد حیواناتی که از اثر آلوده شدن به عفونتهای باکتریایی نمرده اند، در خون خود دارای فکتورهایی اند که در دفعات بعدی مواجه شدن به عین باکتری، بدن را در مقابل آن محافظت می‌کنند. امروزه این فکتورها را به نام آنتی بادیها می‌شناسند. بر علاوه، این نیز نمایش داده شد که هرگاه سیروم حاوی آنتی بادی (Immune serum) فرد نجات یافته به حیواناتی که تا به حال به این عامل مرضی آلوده نشده اند تزریق گردد، این

حیوانات نیز محافظت خواهند شد. این تجارب بر جسته سه خصوصیت مهم پاسخ ایمنی را آشکار می سازد:

1. پاسخهای ایمنی مخصوص انتی جینها می باشند، پاسخهای ایمنی عوامل مرضی ویژه و یا مواد خارجی را شناسایی و بر علیه آنها عمل می کند،
2. پاسخهای ایمنی سیستمی بوده به یک محل معین محدود باقی نمی مانند،
3. پاسخهای ایمنی دارای حافظه می باشند و حمله انجام شده در گذشته در برابر یک عامل مرضی را به حافظه می سپارند.

در اواسط سال 1900 میلادی کشف گردید که تزریق سیروم حاوی انتی بادی همیشه شخص دریافت کننده را از مریضی شخص دهنده سیروم، محافظت نمی کند. در چنین حالتی تزریق لمفوسایتهای شخص دهنده باعث به وجود آمدن ایمنی می گردد.

### انواع پاسخهای ایمنی

به مرور زمان دو بازوی مصونیت شناسایی شد:

- (1) ایمنی هومورال یا ایمنی با واسطه انتی بادی (Humoral immunity or antibody-mediated immunity) که توسط انتی بادهای موجود در مایعات بدن بر علیه انتی جینهای موجود در این مایعات و عوامل بیماری زا تأمین می گردد.
- (2) هنگامیکه لمفوسایتها از بدن دفاع می کنند به نام ایمنی حجرات T یا ایمنی با واسطه حجروی (Cellular or Cell-mediated immunity) یاد می گردد؛ زیرا فکتورهای دفاع کننده حجرات زنده می باشند. بازوی حجروی دارای اهداف حجروی از قبیل ویروسها، باکتریها، فنجی، حجرات آلوده شده، حجرات سرطانی و حجرات پیوندهای خارجی می باشند. لمفوسایتها بر علیه یک چنین اهدافی به صورت مستقیم (تجزیه کردن) و یا غیر مستقیم (آزاد کردن مواد کیمیای که پاسخهای التهابی را تزیید می بخشند و یا فعال سازی حجرات دیگر ایمنی) عمل می کنند.

### انتی جینها



هر ماده که قادر به تحریک سیستم ایمنی بوده بر انگیزنده یک پاسخ ایمنی باشد، انتی جین است. بسیاری انتی جینها مولیکولهای بزرگ و مغلقی هستند که در حالات عادی در بدن ما یافت نمی شوند و در نتیجه سیستم ایمنی ما آنها را منحیث بیگانه تشخیص می دهند. تعداد قلیلی از مواد مختلف از قبیل پروتئینهای خارجی، نوکلئیک اسیدها، تعداد زیاد کاربوهایدریتهای بزرگ و بعضی چربیها منحیث انتی جین عمل می کنند. از جمله مواد فوق، پروتئینها، قوی تر می باشند. دانه های گرده (Pollen) و مایکروارگانیزمهای نظیر باکتریها، فنجی و ویروسها انتی جینی می باشند؛ زیرا بر سطح آنها مولیکولهای خارجی فوق وجود دارد.

به یاد داشته باشید، حجرات بدن ما با تعداد زیاد مولیکولهای پروتئین خودی (Self-antigens) مجهز می باشند. هنگامیکه سیستم ایمنی ما انکشاف می کند با تمام این پروتئینها آشنا شده آنها را منحیث پروتئینهای خودی به خاطر می سپارد. گرچند این انتی جینهای خودی کدام پاسخ ایمنی را در بدن ما تولید نمی کنند اما در مقابل انسانهای دیگر به شدت انتی جینی می باشند. به همین دلیل بدن ما حجرات اعضای بیگانه را بدون اتخاذ تدابیر اختصاصی قبلی مسترد می کنند.

منحیث یک قانون، مولیکولهای کوچک انتی جین نمی باشند؛ اما هنگامیکه این مولیکولها با پروتئینها متصل می شوند سیستم ایمنی این ترکیب را خارجی تشخیص داده بر علیه آن وارد عمل می گردد. این عکس العملها به نام Allergies یاد می گردد. در این حالات، مولیکولهای کوچک به نام Hapten و یا انتی جینهای نامکمل (Incomplete antigen) یاد می گردند. در کنار بعضی داروها، مواد کیمیای که همانند هپتینها عمل می کنند در بعضی نباتات، حیوانات ولگرد و حتی در بعضی مواد پاک کننده، رنگ مو، وسایل آرایش، مواد اضافه شده به غذا و دیگر مواد خانه گی و محصولات فابریکه ها یافت می گردد. یک مثال بسیار آشنای ماده کیمیای برانگیزنده پاسخ ایمنی اتصال پنسیلین به پروتئینهای خون می باشد که باعث به وجود آمدن عکس العمل پنسیلین در بعضی انسانها می گردد. در این حالت، سیستم ایمنی پاسخ شدیدی نشان می دهد که زنده گی انسان به خطر مواجه می گردد.

## حجرات سیستم ایمنی

حجرات سیستم ایمنی شامل لمفوسایتهای و ماکروفاژها می شود. لمفوسایتهای به دو حالت وجود دارند:

- 1) حجرات B و یا (\* B Lymphocyte) که تولید انتی بادی کرده و ایمنی هومورال را سر پرستی می کنند،
- 2) حجرات T یا (\*\* T lymphocyte) که قادر به تولید انتی بادی نبوده بازوی ایمنی حجروی را تشکیل می دهند.

برعکس دو نوع لمفوسایت، ماکروفاژها به انتی جین ویژه یی پاسخ نمی دهند؛ اما نقش مهمی در کمک کردن به لمفوسایتهایی که این وظیفه را انجام می دهند به دوش دارند.

## لمفوسایتهای

لمفوسایتهای از مغز سرخ استخوان منشاء می گیرند. لمفوسایتهای نا بالغ در موقع آزاد شدن به خون مشابه هستند و چگونگی تشکیل حجرات T و یا B از یک لمفوسایت، مربوط به این می شود که لمفوسایتهای در کدام قسمت بدن پیش پردازش و بالغ شده جزء از سیستم ایمنی می گردند تا با متصل شدن به یک انتی جین ویژه قادر به پاسخ دادن به آن گردند.

---

\*- این لمفوسایت برای اولین بار در Bursa of Fabricius که یک عضو لمفاوی پرنده گان است کشف شده و به این نام یاد گردید.  
\*\*- این لمفوسایتهای در تایموس ساخته می شوند.

حجرات T از لمفوسایتهایی منشاء می‌گیرند که به غدهٔ تایموس مهاجرت می‌کنند و در آن جا پیش پردازش می‌شوند. حجرات B در اواسط دورهٔ جنینی در کبد و در اواخر دورهٔ جنینی و بعد از تولد در مغز استخوان پیش پردازش و بالغ شده جزء از سیستم ایمنی می‌شوند. هنگامیکه یک لمفوسایت جزء از سیستم ایمنی می‌باشد قادر به نشان دادن عکس العمل به یک آنتی جین مشخص خواهد بود؛ زیرا تمام گیرنده‌های آنتی جین موجود بر سطح خارجی اش مشابه می‌باشند.

اگرچه، تمام مراحل بالغ شدن لمفوسایتهای شناخته نشده اند، اما می‌دانیم که لمفوسایتهای قبل از دیدن آنتی جینهای که بعداً به آنها حمله می‌کنند، مراحل رشد را تکمیل و پس از بلوغ جزء از سیستم ایمنی شده اند. بنابراین، این جینها اند و نه آنتی جینها که تعیین می‌کنند سیستم ایمنی ما کدام مواد خارجی را شناسایی و با آنها مقابله کنند. تنها در برابر بعضی از آنتی جینها پس از داخل شدن آنها به بدن مقاومت صورت می‌گیرد. در نتیجه، تنها بعضی از حجرات اجزای مصونیتی ما در جریان زنده گی ما فعال خواهند شد و بقیه تا ابد غیر فعال خواهند بود.

بعد از آنکه حجرات B و T جزء از سیستم ایمنی گردیدند به عقده‌های لمفاوی، طحال و انساج ارتباطی سست، مهاجرت می‌کنند. هنگامیکه لمفوسایتهای با آنتی جینهای آشنا متصل گردیدند، آنها پروسهٔ تبدیل شدن به حجرات بالغ B و T را تکمیل می‌کنند.

## ماکروفاژها

ماکروفاژها که در تمام اعضای لمفاوی و انساج ارتباطی وسیعاً پراکنده می‌باشند از مونوسایتهایی که در مغز استخوان ساخته می‌شوند منشاء می‌گیرند. همان طوریکه در بالا مطالعه کردید یک نقش اساسی ماکروفاژ در دفاع غیر اختصاصی بدن، بلع کردن ذرات خارجی و پاک کردن محیط از وجود آنها می‌باشد. اما وظیفهٔ آنها در این جا خاتمه نمی‌یابد. ماکروفاژها بر سطح آنتی جینها چون بیرقی نشسته و آنها را نشان دار نموده زمینهٔ شناسایی شان را به واسطهٔ حجرات T سیستم ایمنی فراهم می‌کنند. بنابراین، ماکروفاژها در سیستم دفاع اختصاصی منحیث افشاکننده‌های آنتی جینها عمل می‌کنند. همچنین، ماکروفاژها پروتئینهایی به نام Monokines را ترشح می‌کنند که در پاسخهای ایمنی مهم می‌باشند. حجرات فعال شدهٔ T مواد کیمیای ترشح می‌کنند که باعث

تبدیل ماکروفاژها به فگوسایتها و یا ماکروفاژهای کشنده می شوند. عملکرد متقابل بین لمفوسایتها و هم چنان بین لمفوسایتها و ماکروفاژها تهداب واقعی تمام مراحل پاسخهای ایمنی را تشکیل می دهند.

ماکروفاژها تمایل دارند چسبیده به اعضای لمفوی باقی بمانند تا اینکه با انتی جینها مقابل شوند؛ اما لمفوسایتها، مخصوصاً حجرات T در سراسر بدن دوران می کنند. این خصوصیت حجرات زمینه این را فراهم می کند تا با تعداد بسیار زیاد انتی جینهایی که توسط ماکروفاژها و دیگر لمفوسایتها از فضاها بین النسجی جمع آوری شده اند مواجه گردند.

طور خلاصه سیستم ایمنی لمفوسایتها، ماکروفاژها و مولیکولهای اختصاصی را استخدام کرده تمام مواد (زنده و غیر زنده) را که در داخل بدن هستند؛ اما منحیث یک بخش زنده و یا مانند خود شان شناسایی نه شده اند، شناسایی و نابود می کند. قابلیت سیستم ایمنی برای پاسخ گفتن به یک چنین تهدیداتی مربوط به قابلیت حجرات آن به (1) شناسایی مواد خارجگی (انتی جینها) از طریق متصل شدن به آنها و (2) تأمین رابطه با یکدیگر و دادن پاسخ یکپارچه به انتی جینها در تمام بدن می باشد.

### پاسخهای ایمنی هومورال و یا ایمنی به واسطه انتی بادی

یک لمفوسایت B نا بالغ که جزء سیستم ایمنی می باشد زمانی به یک لمفوسایت B بالغ انکشاف می کند که یک انتی جین، بر گیرنده های سطحی آن متصل گردد. این اتصال موجب فعال شدن شدید لمفوسایت می گردد. لمفوسایت شروع به رشد می کند و بعداً تقسیم گردیده تشکیل لشکری از حجرات دختری مشابه حجره مادر را می دهند. فامیلی تولید شده به این ترتیب به نام Clone یاد می گردد. تشکیل کلون گام نخست پاسخ ایمنی هومورال به آن انتی جین می باشد. باید علاوه گردد که حجرات T نیز در فعال سازی حجرات B دخالت دارند.

اکثریت اعضای کلون حجرات B، تشکیل حجرات پلازما (Plasma cells) را می دهند. پس از یک تأخیر، این حجرات به حرکت در آمده شروع به تولید انتی بادیهای مشابه اختصاصی می کنند. هر یک از این حجرات قادر به تولید 2000 مولیکول انتی بادی

در هر ثانیه می باشند. در حالیکه خود لمفوسایت مقدار ناچیزی انتی بادی تولید می کند. این فعالیت شدید صرف برای چهار یا پنج روز ادامه می یابد و بعداً حجرات پلازمایی شروع به مردن می کنند. سطح انتی بادی در خون در جریان این پاسخ اولیه برای مدت تقریباً ده روز بالا باقی می ماند و بعداً آهسته آهسته کاهش می یابد.

آن عده از اعضای کلون حجره B که تشکیل حجره پلازما را نداده اند به حجرات حافظه (Memory cells) تبدیل می شوند، که دارای عمر دراز بوده قادر به شناسایی و پاسخ دادن به عین انتی جین در آینده می باشند. حجرات حافظه مسئول حافظه ایمنولوژیکی می باشند. پاسخی که در برخورد دومی با عین انتی جین به وقوع می پیوندد به نام پاسخ ثانویه هومورال (Secondary humoral responses) یاد می گردد که سریعتر، طولانی تر و مؤثرتر می باشد. به فاصله چند ساعت پس از شناسایی دشمن قدیمه، لشکر جدیدی از حجرات پلازما آغاز به تولید شدن کرده و انتی بادیها به خون راه می یابند. در ظرف دو تا سه روز سطح انتی بادیهای خون بلند می رود (بیشتر از بلند رفتن سطح انتی بادیها در پاسخ اولیه) و برای هفته ها و ماه ها به همین حالت باقی می ماند.

## ایمنی هومورال فعال و غیر فعال

مواجه شدن حجرات B با انتی جینها و تولید انتی بادی بر علیه آنها، به نام ایمنی فعال (Active immunity) یاد می گردد. ایمنی فعال به دو حالت به وجود می آید:

1. ایمنی اکتسابی طبیعی (Natural Acquired) که مدتی بعد از اولین تماس بدن با باکتری، ویروس و سم و اغلب بعد از چند هفته یا چند ماه حاصل می شود،
2. ایمنی اکتسابی مصنوعی (Artificially acquired) که پس از تطبیق واکسنها (Vaccines) به وجود می آید.

تفاوت کمی بین داخل شدن انتی جین به بدن از راه طبیعی و یا از طریق واکسن زدن وجود دارد. پاسخ ایمنی بدن به هر دو شکل انتقال مشابه می باشد. اکثریت واکسنها حاوی عوامل مرضی مرده و یا تضعیف شده می باشند. ما با واکسن زدن دو مفیدیت را دریافت می کنیم: (1) اکثریت علامات و شداید مرضی را که در پاسخ اولیه واقع می گردیدند تقلیل می دهیم و (2) انتی جینهای تضعیف شده هنوز قادر به تحریک تولید انتی بادیها بوده و حافظه ایمنولوژیک را تأسیس می کنند. واکسنها اکثر بر علیه

مایکروارگانیزمهایی مولد سینه بغل، آبله، فلج اطفال، تیتانوس، دفتری، سرخکان و بسیاری امراض دیگر تطبیق می گردند.

### ایمنی غیر فعال (Passive Immunity)

مصونیت غیر فعال از مصونیت فعال در منبع انتی بادی و اندازه حفاظتیکه به وجود می آورد به صورت کامل فرق دارد. در مصونیت غیر فعال انتی بادیها به عوض ساخته شدن توسط حجرات پلازما، از سیروم یک انسان و یا حیوان مصون تهیه می گردد. در نتیجه حجرات توسط انتی جینها به مبارزه طلبیده نمی شوند، حافظه ایمنولوژیک ایجاد نمی گردد و حفاظت موقتی توسط انتی بادیهای وارد شده از خارج تأمین می گردد و با از بین رفتن این انتی بادیها ایمنی نیز ختم می شود.

ایمنی غیر فعال به صورت طبیعی در دوران جنینی زمانی که انتی بادیهای مادر از طریق Placenta به دوران جنین وارد می شود و پس از تولد در جریان تغذیه از پستان مادر واقع می گردد. برای چندین ماه پس از تولد، بدن توسط این انتی بادیها در مقابل تمام انتی جینها حفاظت می گردد.

ایمنی غیر فعال مصنوعی زمانی واقع می شود که شخص سیروم و یا Gammaglobulin دریافت کند. معمولاً Gammaglobulin پس از مواجه شدن شخص به Hepatitis تجویز می گردد. سیرومهای ایمنی دیگر برای تداوی سموم مارها، Botulism، سگ دیوانه و تیتانوس تجویز می گردند؛ زیرا این امراض شخص را پیش از فعال شدن سیستم ایمنی می کشند. انتی بادیهای وارد شده از بیرون بدن مصونیت فوری به وجود می آورند؛ اما اثرات آنها کوتاه مدت (دو تا سه هفته) است. در ضمن بدن دفاع خود را خودش به عهده می گیرد.

بر علاوه استعمال انتی بادیها در تولید ایمنی غیر فعال، انتی بادیها برای مقاصد تحقیقاتی و آزمایشهای کلینیکی جهت تشخیص و تداوی بعضی سرطانها به صورت تجارتی نیز تهیه می گردند.

### انتی بادیها

انتهی بادیها به نام Immunoglobulin(Ig) نیز یاد گردیده از Gammaglobulin که جزء از پروتئینهای خون می باشد، تشکیل می گردد. انتهی بادیها پروتئینهای منحل در آب بوده توسط حجرات یا حجرات پلازمایی در پاسخ به یک انتهی جین ترشح می گردند و قادر به متصل شدن به انتهی جینهای اختصاصی می باشند. انتهی بادیها در پاسخ به تعداد زیاد انتهی جینهای مختلف ساخته می شوند. با وجود تنوع شان، آنها دارای ساختمان اناتومیکی مشابه می باشند که به آنها اجازه می دهد در پنج صنف ( IgM, IgA, IgD, ) Ige و IgG که تفاوت کوچک ساختمانی و وظیفوی دارند تنظیم گردند.

هر انتهی بادی معمولاً از چهار زنجیر امینواسیدی ( دو زنجیر سبک و دو زنجیر سنگین) تشکیل شده است. انتهیها هر یک از زنجیرهای سبک و سنگین را بخش متغیر و باقیمانده زنجیر را بخش ثابت می گویند. هر بخش متغیر برای هر نوع انتهی بادی خاص متفاوت است و این قسمت است که تشکیل محل اتصال به انتهی جین (Antigen-binding site) خاص را داده به طور اختصاصی به نوع ویژه یی از انتهی جین می چسبد. به این ترتیب، هر انتهی بادی دو محل اتصال به انتهی جین دارد؛ اما بخش ثابت که ساقه انتهی بادی را تشکیل می دهد به دسته یک کلید تشبیه شده می تواند. همان طوریکه دسته کلید برای تمام کلیدها وظیفه یکسانی را اجرا می کنند. بخش ثابت زنجیر انتهی بادی نیز وظیفه یکسانی را اجرا می کند.

### عملکرد انتهی بادی

انتهی بادیها، انتهی جینها را به چندین طریق خنثی می سازند: تثبیت کامپلیمنت (Complement fixation)، خنثی سازی (Neutralization)، Agglutination، ایجاد رسوب (Precipitation) و تجزیه کردن (Lyse).

**تثبیت کامپلیمنت:** یک وسیله مهم انتهی بادی است که در برابر انتهی جینهای حجروی مانند باکتریها و کریوات سرخ خون معیوب استعمال می گردد. همان طوریکه قبلاً تذکر داده شد، کامپلیمنتها در جریان دفاع غیر اختصاصی بدن فعال می گردند. همچنان هرگاه کامپلیمنتها با انتهی بادیهایی متصل شوند که قبلاً با انتهی جینهای حجروی مواجه گردیده اند نیز به صورت مؤثر فعال می گردند. و در نهایت باعث تجزیه شدن حجره

خارجی گردیده مولیکولهایی را آزاد می کنند که عملیه های التهابی را به شدت تزئید می بخشند.

**خنثی سازی:** در این حالت انتی بادی بخشهای سمی عامل انتی جینی را می پوشاند.  
**ایجاد رسوب:** در این حالت مولیکول حاصل از ترکیب انتی جین محلول و انتی بادی محلول چنان بزرگ می شود که از حالت محلول خارج شده، رسوب می کند.  
**Agglutination:** در این حالت ذرات بزرگ مانند باکتری و یا حجره سرخ خون که روی سطح شان انتی جین قرار دارد، به همدیگر وصل می شوند و به صورت کتله یی در می آیند.

**Lyse:** در این حالت ممکن است تعدادی از انتی بادیهای قدرتمند مستقیماً با حمله به غشای حجروی آن را پاره کرده موجب آزاد شدن محتویات حجروی آن گردند.

### پاسخهای ایمنی حجروی و یا ایمنی به واسطه حجره

همانند حجرات B، حجرات T نیز با متصل شدن به یک انتی جین آشنا فعال شده تشکیل کلون را می دهند. اگرچه برعکس حجرات B، حجرات T قادر به متصل شدن با انتی جینهای آزاد نیستند. در عوض، بایست انتی جینها توسط ماکروفاژها علامت گذاری شده و یک شناسایی مضاعف واقع شود. ماکروفاژها انتی جینها را بلع و در داخل بدن خود هضم می کنند. بعداً، بخشهایی از انتی جین هضم شده به صورت ترکیب با پروتئینهای خودی بر سطح ماکروفاژها ظاهر می گردد.

ظاهراً یک حجره T، انتی جین بیگانه را که توسط ماکروفاژها نمایش داده می شوند، می شناسند و در عین زمان با یک Glycoprotein اختصاصی موجود بر سطح ماکروفاژها متصل می شوند. تعداد زیادی حجرات T فعال شده همگام با انتی بادیهای حجرات B فعال شده آزاد می شوند و در سراسر بدن توزیع می گردند و گاهی برای ماه ها و سالها باقی می مانند. بدون ماکروفاژهای نمایش دهنده پاسخهای ایمنی به صورت خطرناک معیوب می گردند. انواع مختلف کلونهای حجره T که در ایمنی به واسطه حجره نقش دارند از این قرار اند:



حجرات T کمک کننده (Helper T cells)، Cytotoxic T cells و حجرات سرکوب کننده (Suppressor T cells).

- **حجرات T کمک کننده:** فراوان ترین نوع حجرات بوده به وظایف سیستم ایمنی کمک کرده آنها را هدایت و اداره می کنند و این عمل را با تشکیل یک سلسله میانجیهای پروتئینی به نام Lymphokines به انجام می رسانند که روی سایر حجرات سیستم ایمنی و نیز مغز استخوان اثر می کنند: (1) Cytotoxic T cells را برای رشد و انقسام تحریک می کند، (2) حجرات حفاظتی دیگر نظیر نوتروفیلها را به ناحیه جذب می کند و (3) قابلیت بلع و نابود سازی ماکروفاژها را بلند می برد.
  - **Cytotoxic T cells:** این حجرات حمله کننده گان مستقیم هستند. قادر به از بین بردن مایکروارگانیزمها و حتی بعضی حجرات خود بدن هستند.
  - **حجرات T سرکوب کننده:** این حجرات قادر به سرکوب کردن اعمال حجرات T کمک کننده و حجرات T کشنده می باشند. منظور از این اعمال تنظیم فعالیتهای سایر حجرات و باز داشتن از ایجاد عکس العملهای ایمنی شدید است که ممکن است برای انساج خود بدن آسیب رسان باشند.
- تمام حجراتی که در بالا از آنها منحيث جنگنده های پاسخهای ایمنی یاد آوری گردید در ظرف چند روز می میرند؛ اما یکتعداد افراد هر کلون (حجرات حافظه) دارای عمر طولانی می باشند که برای آینده باقیمانده تشکیل حافظه ایمنولوژیک را می دهند.

### تحمل ایمنی (Immune tolerance)

میکانیزم ایمنی در حالت طبیعی انساج خودی را از باکتریها و ویروسها تشخیص می دهد؛ لذا در مقابل انتی جینهای خودی انتی بادی و حجرات فعال T تولید نمی کنند. این امر را تحمل اکتسابی نسبت به انساج بدن خود شخص می گویند. قسمت اعظم تحمل ایمنی در جریان بالغ شدن لمفوسایتهای B و T به وجود می آید.

### انتقال عضو و مسترد شدن آن

برای آنهایی که دارای قلب و یا کلیه های معیوب هستند انتقال عضو مطلوب و خوشایند است؛ اما سیستم ایمنی بیدار و هوشیار بوده اعضای بیگانه را به شدت مسترد

کرده پرابلم بزرگی را به وجود می آورند. متخصصان برای رفع این پرابلم پس از انتقال عضو تدابیر خاصی را روی دست می گیرند تا سیستم ایمنی را تحت کنترل در آورند.

## پیری و سیستم لمفاوی - ایمنی

رگهای لمفاوی از وریدها جوانه می زنند و خوشه های عمده عقده های لمفاوی در اواخر هفته پنجم حامله گی قابل مشاهده اند. قبل از تولد، به استثنای غده تایموس و طحال، اعضای دیگر سیستم لمفاوی انکشاف ناچیزی می نمایند. مدت کوتاهی پس از تولد، این اعضاء مملو از لمفوسایتهای شده و در نتیجه سیستم ایمنی فعال می شود. مشکلات سیستم لمفاوی نسبتاً غیر معمول اند؛ اما اگر پرابلمی واقع شود آنها به شدت دردناک خواهند بود. برای مثال، هنگامیکه یک رگ لمفاوی مسدود می شود و یا هنگامیکه یک عقده لمفاوی قطع می گردد آماس شدید و خطرناک این اعضاء به مشاهده می رسد. گرچند رگهای لمفاوی که توسط عملیات جراحی قطع شده اند به وقت و زمانش دوباره رشد خواهند کرد.

حجرات ابتدایی تمایز نیافته (Stem cell) در ماه اول انکشاف جنینی از طحال و کبد منشاء می گیرند. بعداً، مغز استخوان، منبع عمده حجرات بنیادی Hemocytoblasts می باشند. مغز استخوان تا زمان بلوغ این وظیفه را پیش می برد. در اواخر حیات فیتوسی و کمی پس از تولد، لمفوسایتهای جوان، تحمل خودی و قابلیت ایمنی در اعضای پروگرام کننده آنها (تایموس و مغز استخوان) را انکشاف داده و بعداً در دیگر انساج تجمع می نمایند. با در نظر داشت اینکه با کدام نوع انتی جین مواجه می شوند، حجرات T و B انکشاف خود را تکمیل می کنند.

گرچه قابلیت شناسایی مواد خارجی توسط سیستم ایمنی را جینها تعیین می کنند؛ اما سیستم عصبی چگونگی پاسخهای ایمنی را کنترل می کند. در افرادی که تحت فشارهای روانی شدید قرار دارند برای مثال، در نزد افرادی که یکی از عزیزان خود را از دست داده اند، پاسخهای ایمنی معیوب می باشد. سیستم ایمنی در تمام دوران زنده گی ما فعال باقی

می ماند؛ اما در سالهای آخر عمر، مؤثریت آن کاهش یافته بدن کمتر قادر به دفاع در برابر عفونت‌ها و حجراتی که سرطانی شده اند می باشد. علاوه بر آن، ما بیشتر در معرض امراض خود ایمنی (Autoimmune disease) و یا نقصان در ایمنی قرار خواهیم داشت.

## اختلالات سیستم ایمنی

مهمترین اختلالات سیستم ایمنی آلرژیها، فقدان ایمنی بدن (Immunodeficiencies) و امراض خود ایمنی می باشد.

## آلرژیها

آلرژی نوعی افزایش حساسیت (Hypersensitivities) است که به دنبال مواجهه با یک ماده حساسیت زای خاص ایجاد می شود، طوری که رویا رویی مجدد با همان ماده با توانایی بروز عکس العمل همراه است. افزایش حساسیت حالتی است که در آن بدن نسبت به عوامل خارجی پاسخ ایمنولوژیک بیش از حد نشان داده باعث صدمه زدن به خودش می گردد. انسان از اثر حساسیت ندرتاً می میرد؛ اما زجر زیاد از آن می بینند.

گرچند چندین نوع آلرژی وجود دارد، اما معمول ترین آن افزایش حاد حساسیت (Immediate hypersensitivity) است. این نوع آلرژی زمانی ایجاد می شود که انتی بادیهای IgE با Mast cells متصل شده باعث جاری شدن Histamin گردد. Histamin باعث می گردد تا عروق کوچک خون متسع و پاره شده باعث به وجود آوردن علائم معمولی آلرژی مانند: جاری شدن آب از بینی، چشمان پر آب و جلد سرخ خارش دار گردد. هنگامیکه آلرژینها داخل ششها می گردند به دلیل انقباض عضلات لشم دیوارهای Bronchioles تنگ شده در مجاری هوایی علائم Asthma ظاهر می گردد.

پاسخهای آلژیکی که در تمام بدن ظاهر می گردند به نام Anaphylactic shock یاد می گردند. وقتی که یک انتی جین خاص مستقیماً به جریان خون داخل می شود و به سرعت به سراسر بدن گردش می کند شوک انافیلاکتیک به وجود می آید. مانند آنچه در

زمان نیش زدن زنبور عسل و یا عقرب به وجود می آید. این حادثه در موقع زرق یک ماده خارجی مانند سیروم اسب، پنسیلین، و دیگر ادویه ها که چون Haptens عمل می کنند به بدن یک شخص حساس به وجود می آید. میخانیکیت شوک انافیلاکتیک مانند پاسخهای موضعی بدن است؛ اما از آن جا که تمام بدن را به سرعت در بر می گیرد زنده گی فرد را به خطر مواجه می کند.

## فقدان ایمنی

فقدان ایمنی می تواند مادر زادی و یا اکتسابی باشد. حالت مخرب فقدان ایمنی مادر زادی شامل غیابت حجرات B و T می گردد.

نمونه بسیار مخرب فقدان ایمنی اکتسابی ایدز می باشد. این سندروم با مزاحمت به وظایف حجرات T کمک کننده، سیستم ایمنی را ناتوان و فلج می سازد. بدن توانایی دفاع علیه عوامل بیماری زا را از دست داده و به عفونتهایی مبتلا می شود که معمولاً در افراد سالم رخ نمی دهد. این عفونتها را عفونتهای فرصت طلب می گویند. ایدز با از دست دادن خطرناک وزن بدن، عرق شبانه، آماس عقده های لمفاوی و تزیید در تعداد مصاب شدن به امراض میکروبی تشخیص می شود.

ایدز توسط ویروسی به وجود می آید که در مایعات بدن مانند خون، منی، ترشحات وجینال و لعاب دهان یافت می شود. عموماً ایدز از طریق انتقال خون از فرد آلوده به فرد سالم، وسایل آلوده انتقال خون، تماس جنسی، طی دوران حامله گی یا شیردهی از مادر به فرزند منتقل می گردد.

عامل به وجود آورنده ایدز (HIV) می باشد که در درون حجرات زنده همانند سازی می کنند و به صورت اختصاصی حجرات T کمکی را نابود کرده باعث به وجود آمدن اختلال در کار ایمنی به واسطه حجره می گردد. افرادی که با HIV آلوده شده اند ممکن است برای سالها علایم ایدز را نشان ندهند. سیر سندروم ایدز نهایت شوم و خطرناک بوده نتیجه آن ضعف عمومی بدن و مرگ از اثر امراض گوناگون و شاید سرطان باشد.

## امراض خود ایمنی

شکست میکانیزم تحمل ایمنی (عدم تشخیص دوست از دشمن) موجب امراض خود ایمنی می گردد. که در اثر آن بدن انتی بادی خودی تولید کرده حجراتی T را به وجود می آورد که انساج خودی را صدمه می زند.

## خلاصه فصل

سیستم لمفاوی از عقده ها و رگهای لمفاوی تشکیل شده است. رگهای لمفاوی مایعاتی را که از رگهای خونی عضلات اسکلتی فرار کرده اند دو باره به رگهای خون بر می گردانند. وظیفه عروق شعریه لمفاوی، جذب مجدد این مایع بین النسجی اضافی و برگرداندن آنها به جریان خون می باشد. مایع داخل شده به عروق لمفاوی که اکنون به نام لmf یاد می گردد به دلیل موجودیت والوهای مخصوص در داخل رگهای لمفاوی صرف به سوی قلب جریان می یابد.

عقده های لمفاوی، لmf را از وجود ذرات بزرگ مانند بقایای حجرات، باکتریها و ویروسها تصفیه نموده توسط حجرات سیستم ایمنی مورد آزمایش قرار می دهند. لmf پس از تصفیه دو باره وارد جریان خون عمومی می شود. تعداد زیاد خوشه های عقده های لمفاوی در کشاله ران، زیر بغل و نواحی گردنی یافت می گردد.

عقده های لمفاوی یکی از چندین نوع اعضای لمفاوی می باشد. اعضای دیگر آن عبارتند از طحال، غده تایموس، تانسلهها، کتله هایی از نسج لمفاوی که در روده کوچک یافت می شوند و تکه هایی از نسج لمفاوی که در انساج پوششی و ارتباطی پراکنده می باشند. اعضای لمفاوی شامل فگوسایتها می شود که در دفاع و مقاومت بدن در مقابل امراض نقش ضروری را بازی می کنند. مدافعان بدن در برابر این دشمنان کوچک؛ اما بسیار خطرناک شامل دو سیستم می گردند. سیستم دفاع ذاتی یا غیر اختصاصی و سیستم دفاع اختصاصی (سیستم ایمنی) نیز یاد می گردد که بر ضد مواد خارجی ویژه ای (انتی جینها) حملات را انجام می دهد. اگرچه بعضی اعضای بدن (اعضای لمفاوی و رگهای خون) با پاسخهای ایمنی همکاری دارند؛ اما سیستم ایمنی در مقایسه به تمام سیستمهای

بدن یک سیستم عملکردی می باشد که یا مستقیماً عامل مهاجم را بلع و نابود می کند و یا بر علیه آن ماده کیمیاوی (انتی بادی) ترشح می کند.

جدول 10: روابط هومیوستاتیک سیستم لمفاوی با بقیه سیستمهای بدن.	
سیستمها	اثر متقابل
سیستم اسکلت	مغز سرخ استخوان لمفوسایتها و ماکروفاژها را تولید می کند که در ایمنی بدن نقش بارزی دارند.
سیستم عضلاتی	پمپ عضلاتی به جریان لmf کمک می کند و عضلات عقده های لمفاوی را حفاظت می کنند.
سیستم عصبی	رگهای لمفاوی مایع پلازمایی و پروتئینهای را که از رگهای موجود در ساختمانهای سیستم عصبی محیطی به بیرون فرار کرده اند، جمع آوری می کنند. حجرات ایمنی، ساختمانهای سیستم عصبی محیطی را از عوامل مرضی محافظت می کنند. سیستم عصبی رگهای بزرگ لمفاوی را عصب رسانی می کنند و مغز پاسخهای ایمنی را تنظیم می کند.
سیستم Endocrine	تایموس هورمونی ترشح می کند که انکشاف اعضای لمفاوی را پیش برده و وظایف لمفوسایتهای T را انتظام می بخشد. لmf هورمونها را توزیع می کند. بلند رفتن سطح نفوذ پذیری طحال، کریوات سرخ خون پیر را تجزیه می کند، آهن را ذخیره کرده و مواد زاید را از بدن دور می کند.
سیستم دوران	خون سرچشمه تولید لmf است؛ رگهای لمفاوی از وریدها به

<p>وجود می آیند و خون منبع جریان یافتن عناصر لمفاوی را تشکیل می دهد.</p>	<p>خون</p>
<p>حجرات پلازما در مخاط تنفسی برای جلوگیری از نفوذ عوامل مرضی به انساج عمیق IgA را ترشح می کنند. ششها اکسیجن مورد ضرورت حجرات لمفاوی - ایمنی را تهیه کرده کاربن دای اکساید را از آنها دور می کنند. بعضی عقده های لمفاوی نظیر تانسلهای موجود در گلو به جریان لmf کمک می کنند.</p>	<p>سیستم تنفسی</p>
<p>عقده های لمفاوی موجود دیواره های کانال هاضمه، ساختمانهای سیستم هاضمه را از نفوذ عوامل مرضی به آنها محافظت می کنند. لmf بعضی از محصولات هضم چربیها را به خون منتقل می کند. سیستم هاضمه نوترنتهای مورد ضرورت حجرات لمفاوی را تأمین می کند.</p>	<p>سیستم هاضمه</p>
<p>سیستم ادراری مواد زاید میتابولیک را از بدن دور کرده تعادل اسیدی - قلوی خون را حفظ می کند. ادرار بعضی عوامل مرضی را از بدن دور می کند.</p>	<p>سیستم ادراری</p>
<p>pH اسیدی کانال تولید مثل مانع از تکثر باکتریها می گردد. لمفوسایتهای موجود در لmf با دفاع در مقابل عوامل بیگانه نقش حفاظتی پوست را بلند می برد. نسج پوششی کراتینی پوست مانع ورود عوامل مرضی به بدن می شود، ترشحات اسیدی پوست مانع از رشد و تکثیر عوامل مرضی می شود.</p>	<p>سیستم تولید مثل سیستم پوششی</p>

## پرسشهای آموزشی

### I. پرسشهای تکمیلی

- هدایت: لطفاً جاهای خالی جملات ذیل را با کلمات و اصطلاحات مناسب پر کنید
1. پاسخهای آلرژیکی که در تمام بدن ظاهر می گردند \_\_\_\_\_ د به نام ( ) یاد می گردند.
  2. هرگاه در مقابل انساج خود ما ایمنی پیدا کنیم \_\_\_\_\_ ه نام ( ) یاد می شود.
  3. حرکت ارگانیزمها به سوی مواد کیمیای را ( ) می گویند.

### II. پرسشهای صحیح و غلط.

- هدایت: با گذاشتن (ص) و (غ) در مقابل هر جمله مشخص کنید که جملات زیرین صحیح هستند و یا غلط.
1. پاسخ التهابی ترمیم انساج را مرحله بندی می کند.
  2. عکس العمل آلرژی تأخیری به وسیله انتی بادیها به وجود می آید.
  3. لmf در داخل رگهای لمفاوی صرف به سوی قلب جریان می یابد.

### III. پرسشهای انتخابی.



هدایت: بهترین پاسخها را برای پرسشهای ذیل انتخاب کنید. ممکن بیش از یک پاسخ موجود باشد.

1. در موقع انکشاف جنینی رگهای لمفاوی از کدام یک از اعضای ذیل منشاء می گیرند؟  
 (a) تایموس . (b) طحال . (c) ورید ها. (d) شریانها.
2. در مقابل کدام یک از عوامل ذیل Interferon به خوبی عمل می کند؟  
 (a) آلوده شدن جسم حجروی به ویروس. (b) ویروسهای آزاد سیستم دوران خون. (c) بعضی انواع سرطان. (d) عفونتهای باکتریایی.
3. میانجیهای کیمیای التهاب شامل کدام یک از مواد ذیل می شود؟  
 (a) Complement (b) Interferon  
 (c) Histamine (d) Antibodies

#### IV. پرسشهای مقابله‌ای.

هدایت: بهترین اصطلاحات را از ستون (A) برای جاهای خالی در جملات ستون (B) انتخاب کنید.

B	A
1. عاملی که سبب تحریک حساسیت بدن می شود ( ) نامیده می شود.	1. Allergen
2. تجمع مایعات در خارج حجره به نام ( ) یاد می شود.	2. Pathogen
3. عاملیست که سبب بروز مرضی در افراد می شود.	3. Melanin
	4. Asthma
	5. Edema

---

---

## سیستم تنفسی انسان

---

---

### اهداف

بعد از مطالعه این فصل شما قادر خواهید بود:

1. آناتومی مجرای تنفسی را توضیح نمایید.
2. چگونگی عملکرد عضلات تنفسی را بیان کنید.
3. نقش کیسه های هوایی در تبادل گازهای تنفسی را بیان کنید.
4. چگونگی انتقال کاربن دای اکساید و اکسیجن توسط خون را بشناسید.
5. نقش مراکز تنفسی مغز را در عملیه تنفس بیان نمایید.
6. اثر تغییرات pH و کاربن دای اکساید در تهویه ششها را توضیح کنید.

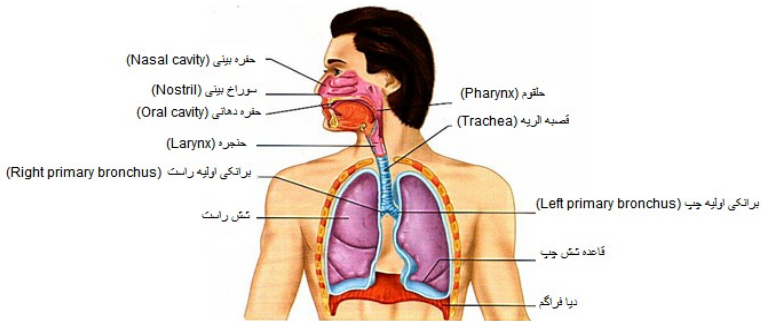
تریلیونها حجره بدن انسان برای اجرای نورمال وظایف خود، طور دوامدار به مقدار بسیار زیاد اکسیجن ضرورت دارند. ما بدون غذا و آب شاید برای مدتی زنده مانده بتوانیم؛ اما بدون اکسیجن این امر نا ممکن است. از این گذشته حجرات با استعمال اکسیجن، ماده زاید کاربن دای اکساید را نیز تولید می کنند که بایست از بدن دور شود.

سیستمهای عروقی - قلبی و سیستم تنفسی زمینه این را مساعد می کنند تا اکسیجن به حجرات رسیده و کاربن دای اکساید از بدن خارج شود. اعضای سیستم تنفسی تبادل گازها بین خون و محیط داخلی را نظارت می کنند. انتقال گازهای تنفسی بین انساج و ریه ها توسط سیستم عروقی - قلبی صورت می گیرد. هرگاه هر یک از این دو سیستم

کم کاری کنند حجرات بدن نسبت نرسیدن اکسیجن و تراکم کاربن دای اکساید خواهند مرد.

## آناتومی وظیفوی سیستم تنفسی

اعضای سیستم تنفسی شامل بینی، حلقوم، حنجره، قصبه الریه، برونکیها و شاخه های کوچک آن Bronchiols و ششها که حاوی کیسه های هوایی می باشند، می گردد. بر علاوه، تبادلۀ گازهای اکسیجن و کاربن دای اکساید که صرف در کیسه های هوایی صورت می گیرد؛ مجرای تنفسی وظیفۀ مهم دیگری نیز دارد که از جمله آنها می توان به گرم کردن، مرطوب کردن و پاک کردن هوای تنفسی از ذرات خارجی، تولید صوت، کمک به تثبیت محیط داخلی بدن و دریافت بو اشاره نمود. اعضای سیستم تنفسی در شکل 111 نشان داده شده اند.



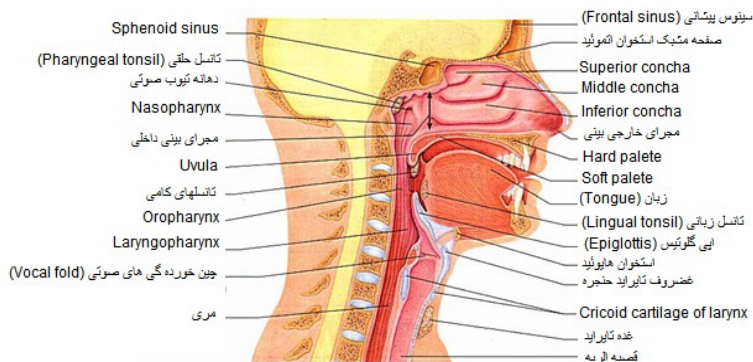
شکل 111: اعضای سیستم تنفسی.

### بینی

بینی خارجی ترین قسمت مجرای هدایتی سیستم تنفس می باشد. در جریان تنفس هوا از طریق سوراخهای بینی (External nares) وارد مجرای هدایتی سیستم تنفس می شود. بخش داخلی بینی متشکل از حفرۀ بینی است که توسط دیواره بینی به دو بخش راست و چپ تقسیم می شود. برای حفرۀ بینی سه قسمت در نظر گرفته می شود که از عقب به جلو عبارتند از:

1. گیرنده های بویایی (Olfactory receptors)، که در غشای مخاطی بخش فوقانی حفره بینی قرار دارند،
2. غشای مخاطی قسمت میانی بینی به نام غشای مخاطی تنفسی یاد می شود که حاوی شبکه وسیعی از وریدهایی دارای دیواره های نازک می باشد که هوا را در موقع عبور از بینی گرم می کنند. بر علاوه، مخاط چسبناکی که توسط غده های مخاطی ترشح می شود، هوا را مرطوب و باکتریها و دیگر مواد خارجی را به دام می اندازد،
3. قسمت ابتدایی داخل بینی به نام دهلیز یاد می شود که حاوی مویها می باشد. حجرات مژه یی جریان ملایمی را به وجود می آورند که مخاط آلوده را خلفاً به سوی گلو می راند. مخاط مذکور وارد معده شده و در آن جا توسط شیره معده هضم می شود. ما اغلباً از این وظیفه مژه ها نا آگاه هستیم؛ اما زمانی که درجه حرارت محیط خارجی به شدت سرد می باشد. این مژه ها تبیل شده به مخاط اجـازه می دهد که به بخش پایینی حفره بینی جریان یابد. به همین دلیل در روزهای سرد از بینی شما آب جاری می شود.

4



شکل 112. ساختمان حلقوم.

همان طوریکه در شکل 112 نشان داده شده است، دیوارهای جانبی حفره بینی ناهموار می باشند. این برجسته گیها که به نام Conchae یاد می شوند سطح تماس غشای مخاطی حفره بینی با هوا را افزایش داده هوا را در داخل حفره بینی به تلاطم انداخته، مانع

عبور فوری هوا به سوی حلقوم می شود. هنگامیکه هوا در میان این برجسته گیها و فرورفته گیها به جریان می آید ذرات بیگانه که وارد حفره بینی شده اند جذب مخاط شده از رسیدن به ششها ممانعت می گردند. حفره بینی توسط کام از حفره دهانی جدا می شود.

## حلقوم

حلقوم مجرای هدایتی عضلاتی است که 13 سانتی متر طول داشته از سوراخهای بینی شروع و به غضروفهای صندوق صوتی خاتمه می یابد. حلقوم منحنی مجرای هدایتی غذا و هوا اجرای وظیفه می کند. غشای داخلی حلقوم را به سه قسمت تقسیم می کنند:

1. **Nasopharynx**: فوقانی ترین قسمت حلقوم است که در پشت حفره های بینی واقع شده است،
2. **Oropharynx**: قسمتی از حلقوم است که در پشت دهان قرار دارد. این قسمت مری محل عبور هوا و غذا می باشد،
3. **Laryngopharynx**: پایینی ترین ناحیه حلقوم است که در پشت حنجره واقع شده است.

هوا از حفره بینی توسط دو سوراخ به حلقوم داخل شده در بخش پایینی آن وارد حنجره می شود. غذا از دهان وارد حلقوم شده در بخش تحتانی آن عوض داخل شدن به حنجره، خلفاً به مری هدایت می گردد. لوله صماخی - حلقه (Pharyngotympanic or Eustachian tubes) از گوش میانی به بخش فوقانی حلقوم باز می گردد. از آن جا که غشای مخاطی این دو منطقه به ادامه هم قرار دارند، میکروبی شدن گوش میانی باعث به میان آمدن نوعی گلودردی می شود. مجموعه هایی از انساج لمفاتیک به نام Tonsil نیز در بخشهای قدامی و خلفی حلقوم و زیر زبان یافت می شوند.

## حنجره

حنجره ساختمانی عضلاتی - غضروفی است که غذا و هوا را به مسیرهای مناسب هدایت کرده در تولید صوت نقش دارد. حنجره در بخش تحتانی حلقوم قرار دارد. حنجره از هشت غضروف شفاف سخت و یک غضروف قاشق مانند از غضروف ارتجاعی به نام Epiglottis ساخته شده است. بزرگ ترین غضروف شفاف سخت عبارت از غضروف

تایروئید (Thyroid cartilage) است که به شکل یک کتاب نیمه باز است. برآمده گی وسط این غضروف را که به Adam's apple معروف است در قسمت قدامی گردن می توان لمس نمود. اپی گلوٹس سوراخ فوقانی حنجره را محافظت می کند. هنگامیکه ما چیزی را بلع نمی کنیم اپی گلوٹس مانع عبور هوا به مجرای تحتانی تنفسی نمی شود؛ اما هنگامیکه ما چیزی می خوریم و یا می نوشیم موقعیت اپی گلوٹس تغییر می خورد؛ حنجره بالا کشیده شده و قسمت نوک آن به صورت یک سر پوش، سوراخ حنجره را می پوشاند و غذا را خلفاً به مری هدایت می کند. شما با گذاشتن نوک انگشت خود بر سطح قدامی حنجره، بالا رفتن آن را در موقع بلع نمودن چیزی حس کرده می توانید. در وقت بیهوشی این رفلکس عمل نکرده غذا وارد حنجره می گردد.

بخشی از غشای مخاطی حنجره تشکیل یک جوره چین خورده گی به نام چین خورده گیهای صوتی یا طنابهای صوتی (Vocal folds or Vocal cords) را می دهند، طنابهای صوتی در موقع خروج هوا از ششها اهتزاز کرده تولید صوت نموده زمینه صحبت کردن را فراهم می کنند. سوراخی که در میان تارهای صوتی قرار دارند Glottis نام دارد.

### قصبه الریه

هوا از حنجره وارد قصبه الریه یا لوله هوایی می شود که 10 تا 12 سانتی متر طول دارد. قصبه الریه از زیر حنجره شروع شده تا مهره پنجم ستون فقرات در صدر ادامه دارد. در این جا به دو شاخه برونکی اصلی (Primary Bronchi) راست و چپ تقسیم می شود. قصبه الریه در تمام مسیرش در پیش روی مری و ستون فقرات قرار دارد. برعکس مری، قصبه الریه به علت وجود غضروفهای C شکل از جنس غضروف شفاف در دیوارهای آن همیشه باز است و هیچگاه دیوارهایش بر روی هم نمی خوابند و از آن جا که ناحیه باز غضروف فوق به طرف مری قرار دارد امکان اتساع مری را در زمان بلع لقمه های بزرگ نیز فراهم می کند.

قصبه الریه توسط غشای مخاطی مژه دار آستر گردیده است. این مژه ها به صورت متداوم برعکس جریان هوای وارد شونده، ضربان کرده مخاط آلوده به گرد و خاک و دیگر ذرات را به طرف گلو رانده مانع رسیدن آنها به ششها می شوند.

## برونکیهای اصلی

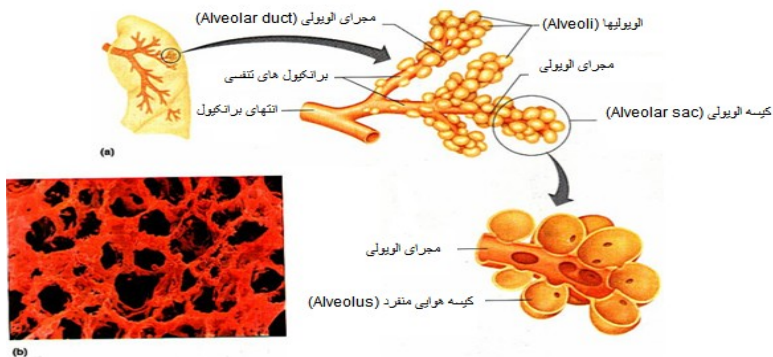
برونکیهای اصلی از طریق ناف ششها به آنها وارد می شود و سپس شاخه اصلی راست به سه قسمت و شاخه اصلی چپ به دو قسمت تقسیم می شود. شاخه اصلی راست به تناسب شاخه اصلی چپ وسیعتر، کوتاهتر و مستقیم تر است. موقعی که هوا به برونکیهای اصلی می رسد گرم، پاک و مرطوب می باشد. تقسیمات کوچکتر شاخه های اصلی به نام برونکیول (Bronchiole) یاد گردیده به کیسه های هوایی خاتمه می یابند.

### ششها (ریه ها)

ششها اعضای اصلی تنفسی می باشند که قفسه سینه را به استثنای ناحیه مرکزی که قلب را در خود جا داده است پر نموده است. رأس ریه (Apex) در بالا قرار داشته باریک است و قاعده آن که عریض است بر بالای دیافراگم قرار دارد هر ریه به لوبها (Lobes) تقسیم می شود. ریه راست حاوی سه لوب و ریه چپ دو لوب دارد. سطح هر ریه توسط سروس احشایی جدا ناشدنی به نام پلورای تنفسی یا احشایی (Pulmonary, or Visceral, pleura) و دیوارهای حفره صدری و سطح فوقانی دیافراگم توسط پلورای جانبی (Parietal pleura) آستر گردیده است. غشاء های پلورایی مایع پلورا (Pleural fluid) را ترشح می کند. این مایع رقیق و لغزنده بوده مانع تخریش سطح ششها در موقع اجرای حرکات تنفسی می گردد. غشاء های پلورال بالای یکدیگر لغزیده می توانند. این غشاء ها به قدر کافی قوی بوده به آسانی از همدیگر جدا نمی شوند. در نتیجه ششها به صورت محکم به قفسه سینه چسبیده می باشند. این استحکام در چسبنده گی غشاء های پلورال به قفسه صدری برای اجرای نورمال حرکات تنفسی ضروری می باشند.

نظر به اینکه برونکیولها در داخل شش پی در پی تقسیم شده شاخه های کوچک تر را به وجود می آورند؛ شبکه یی را که به وجود می آورند به نام درخت تنفسی (Respiratory tree) یاد می شوند. تمام شاخه های مسیر تنفسی مخصوصاً آنهایی که کوچکتر هستند در جدار خود غضروفهای تقویتی دارند.

نهایت برونکیولها به ساختمانهای منطقه تنفسی (Respiratory zone) هدایت می شوند که سرانجام به کیسه های هوایی پایان می یابند. منطقه تنفسی که شامل برونکیولهای تنفسی، مجاری کیسه هوایی (Alveolar ducts)، خوشه های کیسه های هوایی و کیسه های هوایی منفرد می شود، یگانه محل تبادل گازها می باشد. بقیه مسیرهای تنفسی همه ساختمانهای منطقه هدایتی (Conducting zone) می باشند که گازها را به منطقه تنفسی هدایت می کنند. میلیونها خوشه کیسه های هوایی با هم یکجا شده تشکیل ششها را می دهند؛ در نتیجه ششها غالباً متشکل از فضاهای هوایی می باشند. از آن جا که ششها متشکل از انساج ارتباطی ارتجاعی نرم و اسفنجی هستند در مقایسه به اندازه بزرگ شان، ششها تقریباً دو و نیم پوند وزن دارند (شکل 113).



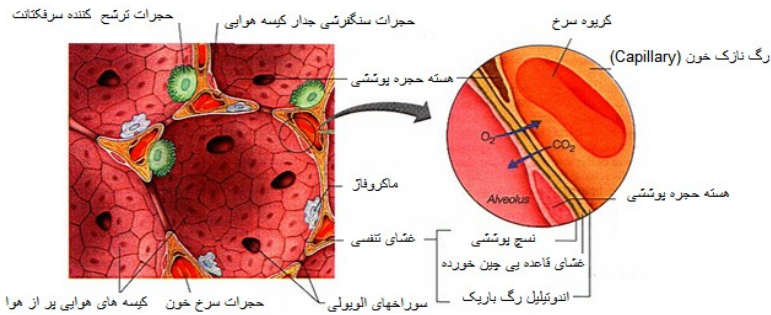
شکل 113: ساختمانهای منطقه تنفسی. (a) دیاگرام برونکیولها، مجاری کیسه های هوایی و کیسه های هوایی. (b) فوتومایکروگراف کیسه های هوایی

### غشا های تنفسی (Respiratory membrane)

دیوارهای کیسه های هوایی عموماً توسط یک طبقه بسیار نازک از نسج پوششی سنگفرشی آستر گردیده است. منافذ کیسه هوایی (Alveolar pores) کیسه های هوایی مجاور را باهم متصل می سازد تا در صورت مسدود شدن مسیر اصلی رسیدن هوا توسط مخاط و یا کدام عامل دیگر، هوا به کیسه های هوایی برسد.



سطح خارجی کیسه های هوایی توسط شبکه تار عنكبوت مانند عروق شعریه تنفسی پوشانیده شده اند. در مجموع هر دو جدار (جدار داخلی کیسه هوایی و جدار بیرونی عروقی)، غشای قاعده وی در هم آمیخته آنها و رشته های ارتجاعی تشکیل غشای تنفسی یا سرحد بین هوا و خون (Air-blood barrier) را می دهند که در یک طرف آن خون و در طرف دیگر آن هوا جریان دارد. تبادلۀ گازها در غشای تنفسی از طریق انتشار ساده صورت می گیرد. اکسیجن از خون به کیسه هوایی و کاربن دای اکساید از کیسه هوایی به خون وارد می شود. سطح تبادلۀ گازها در یک فرد صحتمند تقریباً به 50 تا 70 متر مربع می رسد. کیسه های هوایی آخرین خط دفاعی سیستم تنفسی هستند. ماکروفاژهایی که در داخل و خارج کیسه های هوایی سرگردان هستند، باکتریها، ذرات کاربن و دیگر مواد اضافی را به دام می اندازند. هم چنان در میان حجرات دیوار کیسه های هوایی یک تعداد حجرات پوششی مکعبی چاق وجود دارند که مولیکولهای چربی به نام Surfactant را تولید می کنند. Surfactant آن سطح کیسه های هوایی را که با هوا مواجه هستند چرب می نماید. این عملیه برای اجرای وظایف ششها بسیار مفید است (شکل 114).



شکل 114: آناتومی غشاء های تنفسی.

## فزیولوژی تنفس

وظیفه اساسی سیستم تنفس تهیه اکسیجن و دور کردن کاربن دای اکساید برای بدن می باشد. برای بر آورده شدن این مقصد حد اقل چهار رویداد مشخص و متمایز که جمعاً به نام تنفس یاد می شوند، باید واقع گردند:

- **تهویه ریوی (Pulmonary ventilation):** هوا بایست به ششها داخل شده از آنها خارج گردند که در نتیجه آن هوای داخل کیسه های هوایی به صورت مداوم تجدید و تازه می شود. این پروسه تهویه ریوی را نفس کشیدن (Breathing) می نامند.
  - **تنفس خارجی (External respiration):** که در جریان آن تبادلۀ گازها بین خون و کیسه های هوایی صورت می گیرد.
  - **انتقال گازهای تنفسی (Respiratory gas transport):** گازهای تنفسی بایست بین کیسه های هوایی و انساج بدن و برعکس توسط خون منتقل گردند.
  - **تنفس داخلی (Internal respiration):** در تنفس داخلی تبادلۀ گازها بین خون و حجات در داخل بدن واقع می شوند.
- اگرچه تنها دو پروسه اولی عهده دار سیستم تنفسی می باشند؛ اما در مجموع هر چهار پروسه برای تبادلۀ گازها ضرورت بوده به همین دلیل هر چهار مرحله توضیح می گردند.

### میکانیکی تنفسی

نفس کشیدن یا تهویه ریوی پروسه میکانیکی است که در جریان آن تغییرات در حجم قفسه سینه رخ می دهد. به خاطر بسپارید: تغییرات حجمی باعث تغییرات فشار می شود و تغییرات فشار باعث جریان یافتن گازها و تعادل فشار می شود. یک گاز مشابه یک مایع شکل ظرفی را اختیار می کند که در آن قرار دارد؛ اما برعکس مایع، گاز ظرف را پر می کند. بنابراین، در مقادیر زیاد، مولیکولهای گاز از همدیگر به فاصله های دور قرار گرفته و فشار تولید شده توسط گاز، پایین می باشد. هرگاه حجم کاهش یابد مولیکولهای گاز به همدیگر نزدیک شده فشار بالا می رود. اکنون این قانونمندی را به وارد شدن هوا به ششها (Inspiration or Inhalation = شهیق) و خارج شدن هوا از ششها (Expiration or Exhalation = ذفیر) تطبیق می کنیم.

شهیق

هنگامیکه دیافراگم گنبد مانند انقباض می کند به طرف پایین رفته هموار می شود، در نتیجه ابعاد بالایی - تحتانی (بلندی)، قفسه سینه تزئید می یابد. انقباض عضلات انترکوستال خارجی (External intercostals muscle)، قفسه سینه را بلند کرده استخوان سینه را به جلو می راند و به این ترتیب ابعاد قدامی - خلفی و جانبی قفسه سینه را تزئید می بخشد.

هنگامیکه ششها به صورت کامل به دیوارهای قفسه سینه چسبیدند، در حقیقت به اندازه قفسه سینه وسعت یافته اند. وقتی که حجم داخل ریوی (Intrapulmonary volume) تزئید یافت، گاز موجود در داخل ششها، به هر سو پراکنده شده تمام فضاها را پر می کند و باعث پایین آمدن فشار (کمتر از فشار اتمسفیر) و تولید خلای جزئی در داخل ششها و مکیدن هوا به داخل ششها می شود. داخل شدن هوا به ششها تا زمانی ادامه می یابد که فشار داخل ریوی با فشار اتمسفیری به حالت تعادل برسد. این سلسله از واقعات به نام شهیق یاد می شود.

## ذفیر

در انسانهای صحتمند، ذفیر یک پروسه غیر فعال بوده بیشتر به ارتجاعیت ششها مربوط است تا به انقباض عضلات. موقعی که عضلات شهیقی سست شده به درازی حالت استراحت خود برگشتند، قفسه سینه پایین آمده و ششها حالت عادی خود را دریافت می کنند. بنابراین، حجم قفسه سینه و حجم داخل ریوی کاهش می یابد. هنگامیکه حجم داخل ریوی کاهش یافت، گاز موجود در داخل ششها بیشتر به همدیگر فشرده شده و فشار داخل ریوی به بیشتر از فشار اتمسفیر بلند می رود. این فشار باعث می شود تا گاز از ششها خارج شده فشار داخل و خارج ششها به حالت تعادل در آید.

در تحت شرایط عادی، ذفیر مشکلی ایجاد نمی کند؛ اما هرگاه مسیرهای هوایی به دلیل تشنج موضعی تنگ شوند (همانند آنچه در آسم تبارز می کند)، یا توسط مخاط یا مایع مسدود گردند (نظیر آنچه در زمان برونشیت مزمن (Chronic bronchitis) و یا سینه بغل (Pneumonia) تبارز می کند)، ذفیر تبدیل به یک پروسه فعال می شود. در این حالات، که شهیق توأم با استعمال قوه است، عضلات انترکوستال برای کمک به ذفیر فعال می شوند.

فشار نورمال در بین فضای پلورا (Intrapleural pressure) همیشه منفی بوده، یگانه عامل جلوگیری کننده از کار افتادن ششها می باشد. هرگاه به هر دلیلی فشار بین پلورایی با فشار اتمسفر مساوی گردد، ششها به طور ناگهانی از کار خواهند افتاد.

## حجم و ظرفیت تنفسی

فکتورهای زیادی نظیر اندازه، سن، جنس و حالت فیزیکی یک فرد ظرفیت تنفسی او را متأثر می سازند. در یک نفس کشیدن نورمال تقریباً 500 میلی لیتر هوا وارد ششها شده و عین مقدار از آن خارج می شود. این حجم تنفسی را حجم جاری (Tidal volume(TV)) می نامند. منحنی یک قانون، یک فرد قادر به داخل کردن مقدار بیشتر هوا به ششها نسبت به حالات عادی می باشد. مقدار هوایی که با مصرف قوه، بیشتر از حجم جاری وارد ششها می شود حجم ذخیره شهیقی (Inspiratory reserve volume (IRV)) نامیده می شوند. در حالات عادی حجم ذخیره شهیقی در حدود 2100 تا 3200 میلی لیتر می باشد. به همین ترتیب، بعد از یک ذفیر نورمال، مقدار بیشتر هوا از ششها خارج شده می تواند. مقدار هوایی که با استعمال قوه پس از یک ذفیر عادی از ششها خارج شده میتواند حجم ذخیره ذفیری (Expiratory Reserve volume (ERV)) نامیده شده به 1200 میلی لیتر می رسد.

حتی پس از یک ذفیر شدید، هنوز در حدود 1200 میلی لیتر هوای دیگر در ششها باقی می ماند و به صورت ارادی خارج ساخته شده نمی تواند که به نام حجم باقی مانده (Residual volume) یاد می شود. این مقدار هوای باقی مانده مهم می باشد؛ زیرا در فاصله بین نفس کشیدن و زمان وسعت یافتن کیسه های هوایی، اجازه تبادل نورمال گازها را می دهد. در یک مرد صحتمند، مقدار مجموعی هوای قابل تبادل در حدود 4800 میلی لیتر است که ظرفیت حیاتی (Vital capacity (VC)) نامیده می شود.

قسمت اعظم هوایی که به ششها وارد می شود در مناطق هدایتی باقی می ماند و به کیسه های هوایی نمی رسد و به نام حجم فضای مرده (Dead space volume) یاد می شود که در جریان یک شهیق عادی به 150 میلی لیتر می رسد. حجم هوایی که واقعاً

به منطقه تنفسی رسیده و در تبادله گازها شرکت می کند تقریباً 350 میلی لیتر می باشد. ظرفیتهای تنفسی به وسیله دستگاه Spirometer اندازه می شود.

### صداهای تنفسی

هنگامیکه هوا به ششها داخل می شود و یا از آن خارج می گردد صدای مشخصی به وجود می آورد که توسط استاتسکوپ قابل شنیدن است. صدای برونکی (Bronchial sounds) زمانی تولید می شود که هوا به داخل مجاری بزرگ انتقال دهنده هوا (قصبه الریه و برونکی) در ششها هجوم می آورد.

### تبادله گازها

تبادله گازها شامل تنفس خارجی و تنفس داخلی گردیده از طریق انتشار ساده در امتداد درجه غلظت سهمی (Partial pressure) گازها صورت می گیرد. مطابق قانون دالتون، غلظت سهمی گازها عبارت از فشار آزادانه هر گاز مخصوص در داخل مخلوطی از گازها می باشد. هوایی که تنفس می کنیم مخلوطی از گازهای نایتروجن، اکسیجن و کاربن دای اکساید می باشد. هر یک از گازهای مذکور دارای قوه تولید فشار جداگانه هستند. فشار مجموعی که هوا تولید می کند در واقع مجموعه یی از فشارهای گازهای فوق است. فشار سهمی یک گاز معیاری است که نشان می دهد چه مقدار آن گاز در آن محیط (در خون و یا کیسه هوایی) وجود دارد.

هوا در سطح بحر که فشار اتمسفر 760 میلی لیتر ستون سیماست، حاوی 21% اکسیجن می باشد. فشار سهمی اکسیجن در این هوا 0,21 حصه 760 میلی متر ستون سیماست و یا 160 میلی متر ستون سیماست.

### حرکات غیر تنفسی هوا

در بسیاری حالات غیر از نفس کشیدن، هوا به ششها داخل شده و از آن خارج می شوند و به این ترتیب نظم عادی تنفسی را تغییر می دهند. سرفه و عطسه مجاری هوایی را از ذرات گرد و خاک و مخاط پاک می کنند. خنده و گریه احساسات ما را منعکس می سازند. برای بسیاری بخشها، این حرکات غیر تنفسی هوا نتیجه فعالیتهاى انعکاسی هستند؛ اما بعضیها به صورت ارادی نیز تولید شده می توانند

## تنفس خارجی

در جریان تنفس خارجی، خون سرخ تاریکی که وارد مدار ریوی گردیده بود تبدیل به خون سرخ مایل به زرد شده به قلب بر می گردد. اگرچه، این تغییر رنگ نتیجهٔ اخذ اکسیجن توسط هیموگلوبین در ششها می باشد، کاربن دای اکساید نیز به عین سرعت در کیسه های هوایی تخلیه می گردد. از آن جا که حجرات بدن هر لحظه اکسیجن را از خون اخذ می کنند، مقدار اکسیجن در کیسه های هوایی همیشه بیشتر از مقدار آن در خون می باشد. بنابراین، اکسیجن همیشه تمایل به عبور از غشای تنفسی کیسه های هوایی به خون عروق شعریهٔ ریوی نشان می دهد. از طرف دیگر، حجرات اکسیجن را از خون دوران سیستمیک اخذ و کاربن دای اکساید را به آن آزاد می کنند. از آن جا که غلظت کاربن دای اکساید در خون عروق شعریهٔ ریوی خیلی بیشتر از غلظت آن در هوای کیسه های هوایی است، در نتیجه کاربن دای اکساید به کیسه های هوایی آزاد شده و در جریان ذفیر از ششها خارج می گردد.

در یک فرد در حال استراحت، حجرات تنها از ۲۵٪ اکسیجنی که از طریق خون اکسیجن دار در دسترس است استفاده کرده می توانند. برعکس نام خود، (خون فاقد اکسیجن) حاوی ۷۵٪ اکسیجن می باشد. در جریان تمرینات ورزشی مقدار بیشتر اکسیجن از شریانها به انساج در حال فعالیت میتابولیکی وارد می شود تا جایی که سطح اکسیجن خون به اندازهٔ زیر ۷۵٪ کاهش می یابد. سرعت تبادلۀ ریوی و سیستمیک گازها وابسته به عوامل زیر است:

- اختلاف فشار سهمی گازها،
- سطح قابل دسترس برای تبادلۀ گازها،
- فاصلهٔ انتشار،
- وزن مولیکولی و قابلیت انحلال گازها.

## انتقال گازها توسط خون

### A. انتقال اکسیجن

اکسیجن به آسانی در آب حل نمی شود و به همین دلیل تنها ۱٫۵٪ اکسیجنی که توسط شهیق اخذ شده است در پلازمای خون که بخش اعظم آن آب است، حل می گردد. در حدود ۸۵٫۵٪ اکسیجن به هیموگلوبین متصل می شود.

همان طوریکه در فصل دهم مطالعه کردید هر مولیکول هیموگلوبین حاوی چهار گروه Heme است. در مولیکول هیم، هر اتم آهن ذریعۀ روابط اشتراکی با چهار گروه پایرول متصل می باشند. پنجمین رابطۀ اشتراکی آهن با Globin و ششمین رابطۀ اشتراکی آهن آماده برای ترکیب با اکسیجن می باشد. در نتیجه چهار اتم آهن با اکسیجن ترکیب خواهند شد.

هنگامیکه اکسیجن با یکی از گروهها متصل شد، شکل گروههای دیگر کمی تغییر خورده تمایل آنها برای ترکیب با اکسیجن تزئید می یابد. با متصل شدن اولین اتم اکسیجن با هیموگلوبین، پروسۀ اتصال سه اتم دیگر اکسیجن سرعت می یابد. از طرف دیگر، وقتی که یک گروه اکسیجن خود را تخلیه می کند، شکل سه گروه دیگر تغییر خورده و به سرعت تمایل خود به اتحاد با اکسیجن را از دست داده اتمهای اکسیجن را آزاد می کنند.

ترکیب حاصلۀ اکسیجن و هیموگلوبین به نام Oxyhaemoglobin (HbO<sub>2</sub>) یاد می شود که دارای رنگ سرخ روشن است. هنگامیکه چهار محل اتصال مولیکول هیموگلوبین با چهار مولیکول اکسیجن متصل شود؛ گفته می شود هیموگلوبین مشبوع گردیده است. در صورتیکه تمام چهار محل اتصال مولیکول هیموگلوبین با اکسیجن وصل نشده باشد هیموگلوبین نامشبوع بوده دارای رنگ سرخ تیره می باشد. فکتورهایی که تعامل اکسیجن و هیموگلوبین را متأثر می سازند از این قرار اند:

1. **فشار سهمی اکسیجن:** هر قدر فشار اکسیجن زیاد باشد به همان اندازه مقدار اکسیجن ترکیب شده با هیموگلوبین بیشتر (۱۰۰٪) خواهد بود. هر قدر فشار اکسیجن کم باشد هیموگلوبین به صورت جزئی مشبوع خواهد شد.

2. **تمایل هیموگلوبین به جذب اکسیجن (Hemoglobin's Affinity):** عوامل زیر باعث تغییر تمایل هیموگلوبین برای ترکیب با اکسیجن می گردد:

- **تیزابیت (کاهش pH):** باعث کاهش تمایل هیموگلوبین به ترکیب با اکسیجن می گردد، و اکسیجن به آسانی آزاد می گردد، فعالیتهای میتابولیک انساج مانند

ورزشها و کار فیزیکی مواد زاید اسیدی تولید می نمایند که باعث سقوط pH می شوند،

- **فشار سهمی کاربن دای اکساید:** هنگامیکه فشار سهمی کاربن دای اکساید بلند می رود، هیموگلوبین مقدار بیشتر اکسیجن را آزاد می کند. فکتورهای کاربن دای اکساید و pH به هم مرتبط می باشند؛ زیرا ازدیاد کاربن دای اکساید باعث اسیدی شدن محیط (آزاد شدن آیونهای  $H^+$ ) و کاهش pH می گردد،

- **حرارت:** در یک محدوده معین، با بلند رفتن درجه حرارت مقدار اکسیجن آزاد شده تزیید می یابد. حرارت ناشی از فعالیت میتابولیکی انساج است. با بلند رفتن فعالیت میتابولیکی انساج، حرارت و کاربن دای اکساید تولید شده مقدار بیشتر اکسیجن آزاد می گردد،

- یک ماده به نام Biphosphoglycerate (BPG)، که در کریوات سرخ خون موقع شکسته شدن گلوکوز برای تولید ATP تولید می شود و تمایل هیموگلوبین برای ترکیب با اکسیجن را کاهش می دهد. بعضی هورمونها نظیر تایروکسین، هورمون رشد انسانی، اپی نفرین، نور اپی نفرین و Testosterone ساخته شدن BPG را تزیید می بخشد. همچنان در خون افرادی که در ارتفاعات زنده گی می کنند مقدار BPG زیاد است.

### 3. تمایل هیموگلوبین فیتوسی (Fetal hemoglobin(Hb-F)) و هیموگلوبین

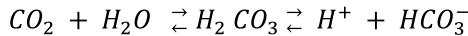
**افراد بالغ (Adult Hb (Hb-A)) به جذب اکسیجن:** این دو هیموگلوبین هم از نظر ساختمان و هم از نظر تمایل شان به ترکیب با اکسیجن از هم اختلاف دارند. هیموگلوبین فیتوسی تمایل زیاد به ترکیب با اکسیجن نشان می دهد. مثلاً هنگامیکه فشار اکسیجن پایین باشد این هیموگلوبین قادر به منتقل کردن 30% بیشتر اکسیجن نسبت به هیموگلوبین افراد بالغ می باشد. هنگامیکه خون از طریق Placenta وارد بدن فیتوس می شود، به آسانی به خون فیتوس تبدیل شده و با مقدار کم اکسیجن موجود ترکیب شده آن را به انساج منتقل می کند.



## B. انتقال کاربن دای اکساید

در حالات عادی و استراحت در 100 میلی لیتر خون فاقد اکسیجن معادل 35 میلی لیتر گاز کاربن دای اکساید موجود خواهد بود که به سه طریق در خون منتقل می گردد:

1. **آیونهای بای کاربونات ( $HCO_3^-$ ):** تقریباً 70% کاربن دای اکساید خون به صورت منحل در پلازما به شکل آیونهای بای کاربونات منتقل می گردد. هنگامیکه کاربن دای اکساید وارد عروق شعریه سیستمیک گردید، در آن جا به کریوات سرخ خون نفوذ می کند و در حضور آنزیم Carbonic anhydrase با آب تعامل کرده تشکیل اسید کاربن را می دهد که خود تجزیه شده آیونهای  $H^+$  و آیونهای  $HCO_3^-$  را آزاد می کند:



هنگامیکه کاربن دای اکساید وارد خون می شود، سطح آیونهای بای کاربونات در داخل کریوات سرخ خون بلند می رود و یک مقدار آن به پلازما داخل می شده، درجه غلظت آن را کاهش می دهد. در مقابل، آیونهای کلوراید ( $Cl^-$ ) از پلازما وارد حجره سرخ خون گردیده توازن برقی بین پلازما و کریوات سرخ خون را برقرار می دارد. در عروق شعریه کیسه های هوایی اسید کاربن به سرعت تجزیه شده تشکیل آب و کاربن دای اکساید را می دهد که خون را ترک گفته وارد کیسه های هوایی می گردند. اندازه کاربن دای اکسایدی که توسط خون انتقال داده شده می تواند مربوط به اندازه مشبوع شدن مولیکول هیموگلوبین توسط اکسیجن می باشد:

- هر قدر Oxyhaemoglobin کم تر باشد مقدار بیشتر کاربن دای اکساید منتقل می شود،
- هر قدر De oxyhemoglobin زیاد باشد به همان اندازه مقدار بیشتر آیونهای هایدروجن ( $H^+$ ) تولید شده با کاربن دای اکساید ترکیب شده تشکیل آیونهای  $HCO_3^-$  را خواهد داد.

2 **مربکات کاربامین (Carbamino compounds):** در حدود 23% کاربن دای اکساید با گروه امین امینواسیدها و پروتئینها ترکیب شده مرکبات کاربامین را تولید می کنند. از آن جا که بیشترین و معمول ترین پروتئین در داخل کریوات سرخ

هیموگلوبین است، پس کاربن دای اکساید در ترکیب با امینواسیدهای انتهایی زنجیره‌های الفا و بتای گلوبین هیموگلوبین و به صورت مرکب Carbaminohemoglobin (Hb-CO<sub>2</sub>) از انساج به ششها منتقل می‌گردد.

**3. کاربن دای اکساید منحل: %۷** کاربن دای اکساید به صورت منحل در پلازما به کیسه‌های هوایی منتقل می‌گردد.

به یاد داشته باشید، کاربن مونواکساید (CO) گازی است بی‌رنگ و بی‌بو که در اثر احتراق نا مکمل هایدروکاربنها حاصل می‌شود. این گاز 210 مرتبه سریعتر از اکسیجن با هیموگلوبین ترکیب می‌شود. کاربن مونواکساید با همان محلی از هیموگلوبین (Heme) که اکسیجن ترکیب می‌شود، متصل می‌گردد. قابلیت ترکیب کاربن مونواکساید با هیموگلوبین در مقایسه با اکسیجن بسیار بالا است. ترکیب هیموگلوبین و کاربن مونواکساید پایدار بوده به آسانی نمی‌شکند و در نتیجه آن هیموگلوبین قابلیت انتقال اکسیجن خود را از دست می‌دهد. تنفس طولانی مدت این گاز باعث بلند رفتن سطح کاربن مونواکساید در خون و در نتیجه مسمومیت با کاربن مونواکساید را به میان می‌آورد. مسمومیت با کاربن مونواکساید علامت برجسته کمبود اکسیجن، سیانوز و یا کدام نارسایی برجسته تنفسی به وجود نمی‌آورد. برعکس، لپها و غشای مخاطی دهان شخص مسموم شده رنگ سرخ روشن داشته، شخص مذکور گیج و مغشوش بوده سردردی، دلبدی و بیهوشی داشته و در صورت عدم تداوی لازمه سرانجام خواهد مرد.

### تنفس داخلی

تبادلۀ گازها بین حجرات و خون معکوس آنچه است که در ششها واقع می‌گردد و به نام تنفس داخلی یاد می‌شود. کاربن دای اکساید به خارج از حجرات نفوذ کرده وارد خون می‌شود. در داخل خون، کاربن دای اکساید با آب ترکیب شده اسید کاربن را تشکیل می‌دهد که به سرعت آیونهای  $HCO_3^-$  را آزاد می‌کند. همان طوریکه در بالا تذکار داده شد، بخش اعظم تبدیل شدن اسید کاربن به آیونهای  $HCO_3^-$  در داخل کریوات سرخ خون و در حضور آنزیم Carbonicanhydrase صورت می‌گیرد. بعداً آیونهای  $HCO_3^-$  وارد پلازما شده توسط پلازما به ششها منتقل می‌گردد. در عین زمان، اکسیجن از هیموگلوبین

آزاد شده به سرعت به حجرات نفوذ می کند. در نتیجه این تبادلات خون وریدی در دوران سیستمیک حاوی مقدار زیاد کاربن دای اکساید و مقدار کم اکسیژن می باشند.

## کنترل تنفس

وظایف عضلات تنفسی، دیافراگم و انترکوستال خارجی، توسط ایмпالسهای عصبی تنظیم می شوند. مرکز عصبی که ریتم و عمق تنفس را کنترل می کند در Medulla oblongata و Pons ساقه دماغ موقعیت دارد و به نام مرکز تنفسی یاد می شود. Medulla oblongata که ریتم اساسی نفس کشیدن را آغاز می کند دارای دو مرکز تنفسی شهیق و ذفیر است. دو مرکزی که در Pons قرار دارد ریتم تنفسی را که توسط مرکز Medulla oblongata آغاز شده است اصلاح می کند. رفت و برگشت ایмпالسها بین مراکز Medulla oblongata و Pons باعث به وجود آمدن 12 تا 15 دفعه نفس کشیدن در فی دقیقه می گردد. این اندازه نورمال نفس کشیدن را Eupnea می نامند. بر علاوه، برونکیولها و کیسه های هوایی گیرنده هایی دارند که در برابر کشش حساس هستند. این گیرنده ها به کشش شدیدی که ممکن به ششها صدمه بزنند با آغاز رفلکسهای حفاظتی، پاسخ می دهند. در یک چنین حالاتی، پیامهای عصبی از گیرنده کششی توسط اعصاب وگوس به میدولا فرستاده می شود. در نتیجه به زودی شهیق ختم و ذفیر آغاز می گردد.

در موقع تمرینات ورزشی، در نتیجه ارسال ایмпالسهای بیشتر توسط مغز به عضلات تنفسی، ما با قوت و عمق زیاد نفس می کشیم. در حالیکه سرعت نفس کشیدن به طور قابل توجه ازدیاد نمی یابد. این نمونه نفس کشیدن به نام Hyperpnea یاد می شود. بعد از یک ورزش شدید، ذفیر فعال شده، و عضلات بطنی و دیگران به کمک ذفیر می آیند. هرگاه مراکز میدولا به صورت کامل موقوف شوند، تنفس به صورت کامل توقف کرده شخص به سوی مرگ می رود. نظیر آنچه در زمان استعمال بیش از حد ادویه های خواب آور، مورفین و یا الکل واقع می گردد.

**فکتورهایی که سرعت و عمق تنفس را متأثر می سازند**

**فکتورهای فیزیکی:** گرچند مراکز تنفسی دماغ ریتم اساسی حرکات تنفسی را به وجود می آورند، جای سوالی نیست که فکتورهای فیزیکی مانند صحبت کردن، سرفه نمودن و تمرینات ورزشی قادر به تغییر دادن سرعت و عمق تنفس می باشند. ازدیاد حرارت بدن نیز سرعت تنفس را تزیید می بخشد.

**کنترول ارادی:** ما همه قادر به کنترول نفس کشیدن خود برای مدت کوتاهی می باشیم. مثلاً زمان آواز خواندن و بلع غذا، کنترول نفس کشیدن بسیار مهم است و یا بسیاری از ما در جریان آب بازی نفس خود را برای مدت کوتاه در سینه خود حبس کرده ایم. از آن جایی که مراکز تنفسی با کارتکس دماغ رابطه دارد، کنترول تنفس برای مدت کوتاه امکان دارد؛ اما سرانجام با بلند رفتن سطح غلظت کاربن دای اکساید در خون مراکز شهیق را تحریک و شهیق به صورت خود به خود آغاز می گردد.

**فکتورهای هیجانی:** فکتورهای هیجانی نیز سرعت و عمق حرکات تنفسی را متأثر می سازند. تغییر سرعت و عمق تنفس ما ناشی از رفلکسهایی است که توسط تحریکات هیجانی کنترول می شوند و از مراکزی در هایپوتالاموس عمل می کنند.

**فکتورهای کیمیایی:** سطح کاربن دای اکساید و اکسیجن مهم ترین فکتورهای اند که سرعت و عمق تنفس ما را متأثر می سازند. بلند رفتن سطح کاربن دای اکساید و سقوط اکسیجن باعث بلند رفتن سرعت و عمق حرکات تنفسی می شود. تغییرات در غلظت کاربن دای اکساید مستقیماً بر مراکز تنفسی در میدولا اثر می کند. معکوساً، تغییر در غلظت اکسیجن توسط گیرنده های کیمیایی موجود در قوس اورتا و شریان کاروتاید کشف می شود. این مراکز ایمپالسهای خود را زمانی می فرستند که سطح اکسیجن خون کاهش یابد. گرچند تمام حجات برای زنده ماندن به اکسیجن نیاز دارند؛ اما این نیاز بدن است تا خود را از شر کاربن دای اکساید خلاص کند و این نیاز محرک مهم نفس کشیدن در افراد سالم است. کاهش سطح اکسیجن زمانی مهم می شود که به شدت سقوط کند.

میکانیزمهای هومیوستاتیک سیستم تنفسی در افراد صحتمند مشهود اند. هنگامیکه کاربن دای اکساید و یا دیگر منابع اسیدی در خون تجمع نمایند و pH خون شروع به سقوط نماید شما شروع به کشیدن نفسهای عمیق و سریع می کنید. به یاد داشته باشید این نمونهٔ نفس کشیدن به نام Hyperventilation یاد شده و از Hyperpnea تفاوت دارد.

این نفس کشیدنهای عمیق و سریع باعث کاهش اندازه ساخته شدن اسیدکاربن گردیده سطح pH را به حالت نورمال بر می گرداند. از طرف دیگر، هنگامیکه خون بنا به هر دلیلی آهسته آهسته شروع به قلوی شدن می کند سرعت و عمق تنفس کاهش می یابد. کاهش حرکات تنفسی باعث تجمع کاربن دای اکساید در خون و برگشت pH خون به حد طبیعی می گردد.

کنترل نفس کشیدن در زمان استراحت توسط غلظت آیونهای  $H^+$  در مغز تنظیم می شود. هنگام Hypoventilation (کاهش شدید نفس کشیدن) سطح اسید کاربن در خون به صورت قابل ملاحظه یی بلند می رود. در حالیکه هنگام Hyperventilation سطح اسید کاربن در خون کاهش می یابد.

### پیری و سیستم تنفسی

در فیتوس، ششها پر از مایع بوده و تمام تبدلات تنفسی توسط Placenta صورت می گیرد. در موقع تولد، مجاری مملو از مایع تخلیه شده از هوا پر می شوند. کیسه های هوایی وسعت یافته آغاز به اجرای وظایف خود می کنند؛ اما ششها تا دو هفته به اندازه کافی وسعت نمی یابند. موفقیت تبدیل شدن یک عضو غیر فعال به یک عضو فعال به موجودیت چربی Surfactant رابطه می گیرد. Surfactant کشش سطحی پوشش کیسه های هوایی را که توسط فیلم نازک آب پوشیده شده است کاهش داده مانع شکسته شدن آنها در جریان نفس کشیدن می شود. Surfactant برای اجرای این وظیفه به اندازه کافی و تا آخر دوران حامله گی موجود نیست و صرف از هفته های 28-30 حامله گی به بعد وجود دارد.

سرعت تنفسی در نوزادان بلند بوده در هر دقیقه 40 تا 80 بار نفس کشیده می شود. با بلند رفتن سن سرعت تنفسی کاهش می یابد؛ اما با رسیدن سن پیری سرعت تنفسی دوباره کاهش می یابد. در دوران کودکی ششها به انکشاف خود ادامه داده تا زمان جوانی تعداد بیشتر کیسه های هوایی ساخته می شوند؛ اما با آغاز سگرت کشیدن در سنین نوجوانی ششها رشد خود را کامل کرده نتوانسته تعداد کیسه های هوایی آن کاهش می یابد. به استثنای عطسه و سرفه کردن در پاسخ به داخل شدن گرد و خاک به مجرای تنفسی و مصاب شدن به سرماخورده گیهای عادی که در اثر آنها مجاری تنفسی از مخاط

پیر می شوند، سیستم تنفسی در تمام دوران حیات به صورت حیرت انگیزی وظایف خود را طور عادی اجرا می کند. اکثریت پرابلمهایی که سیستم تنفسی به آن دچار می شود ناشی از عوامل خارجی هستند. برای مثال، مسدود شدن قصبه الریه توسط قطعه یی از غذا و یا داخل شدن ذرات غذایی یا مواد استفراغ شده به مجرای تنفسی باعث سینه بغل می شود. بعضی انسانها در اثر حساسیت شدید و التهاب مزمن مجاری برونکیولی به آسم مصاب می شوند. علایم آسم نفس تنگی، سرفه کردن و خس خس کردن سینه می باشد. هنگامیکه ما پیر می شویم قفسه سینه ما سخت شده و ششها ارتجاعیت خود را از دست می دهند که در اثر آنها قابلیت تهویه ششها کاهش می یابد. بعد از 70 ساله گی ظرفیت حیاتی کاهش می یابد. سطح اکسیجن خون کاهش یافته حساسیت به اثرات تحریک کننده کاربن دای اکساید (مخصوصاً در حالت افتاده و دراز کشیده) نیز کاهش می یابد. در نتیجه، بسیاری از افراد پیر در موقع خواب دچار کمی اکسیجن می شوند. همچنان، مؤثریت بسیاری از میخانیکتهای حفاظتی کاهش می یابد. حرکات مژه های موجود در مخاط تنفسی کاهش یافته و فگوسایتتهای ششها تنبل می شوند. در مجموع اکثریت افراد پیر به خطرات عفونتتهای کانال تنفسی مخصوصاً سینه بغل و انفلونزا مواجه می باشند. سگرت کشیدن، وظایف مژه ها را مهار کرده و سرانجام آنها را نابود می کند. بدون موجودیت مژه ها، سرفه کردن علامت ممانعت از تجمع مخاط در ششها می باشد.

## اختلالات تنفسی

### سرماخورده گیها و آلرژیها

ویروسها، سرماخورده گی و آلرژنهای مختلف باعث التهاب غشای مخاطی بینی شده می توانند. تولید بیش از اندازه مخاط باعث تجمع و آمدن آب از بینی می شود. از آن جا که غشای مخاطی بینی به مجرای تنفسی امتداد می یابد و بازوچه هایی به داخل مجاری اشکی - بینی و Paranasal sinuses می فرستد، آلوده شدن حفره بینی به عفونتتها به زودی به مناطق فوق الذکر گسترش می یابد. تداوی التهاب سینوسها مشکل بوده باعث تغییر کیفیت صدا می شود. زمانی که مسیره های هوایی که سینوسها را به حفره بینی وصل

می کنند توسط مخاط و یا مواد آلوده مسدود شوند، هوای موجود در سینوسها جذب گردیده و در نتیجه، خلای جزئی و سر دردیهای سینوسی در موضع التهاب ایجاد می گردد.

## التهاب تانسلهها و گلودردیها

هرگاه تانسلههای حلقی التهاب کرده و آماس کنند (مانند آنچه در زمان آلوده شدن تانسل به عفونت رُخ می دهد)، بخش حلقی - بینی را مسدود کرده فرد را وادار به نفس کشیدن از طریق دهان می کند. در نفس کشیدن از طریق دهان هوا قبل از رسیدن به ششها، به خوبی گرم، مرطوب و تصفیه نمی گردد. در گذشته ها غالباً تانسلهها را توسط عملیات جراحی از بدن دور می کردند؛ اما امروزه به دلیل به بازار آمدن انواع مختلف آنتی بیوتیکها این عمل تقریباً متوقف شده است.

## امراض مزمن مسدود کننده ریه

شامل برونشیت مزمن و Emphysema می شود. این امراض عموماً خصوصیات زیر را نشان می دهند: (1) مریضان غالباً سابقه سگرت کشیدن دارند، (2) اشکال در نفس کشیدن، (3) سرفه و آلوده شدن مکرر به عفونتهای ریوی و (4) اغلب قربانیان این امراض دچار قلت اکسیجن و ازدیاد کاربن دای اکساید هستند که در نتیجه اسیدوز تنفسی داشته و در نهایت به نقص تنفسی گرفتار می شوند.

در برونشیت مزمن، غشای مخاطی مجاری تحتانی تنفسی به شدت التهابی شده و مقدار زیاد مخاط تولید می کنند و تجمع مخاط باعث برهم زدن تهویه عادی و تبادل گازها شده زمینه آلوده شدن ششها به عفونتها را مساعد می سازد. مریضان مصاب به برونشیت به دلیل تجمع کاربن دای اکساید در خون شان غالباً دارای رنگ آبی بوده سیانوز در بین آنها معمول است.

در امفیزم، کیسه های هوایی به شدت بزرگ شده و در نتیجه جدار کیسه های هوایی مجاور در هم می شکنند. هنگامیکه ششها ارتجاعیت خود را از دست می دهند، مجاری هوایی در جریان نفس کشیدن تخریب شده این مسیرها را مسدود کرده مانع خروج هوا می شوند. در نتیجه، این مریضان مقدار قابل توجه انرژی را برای ذفیر مصـرف

می کنند. به دلیل اینکه هوا در کیسه های هوایی باقی می ماند و تبادلۀ گازها به حد کافی صورت می گیرد سیانوز واقع نمی گردد؛ اما در صورت پیشرفت مرض سیانوز نیز واقع خواهد شد.

## خلاصه فصل

سیستم تنفسی از یک جفت ریه به همراه یک تعداد مجاری تشکیل شده است که اکسیجن را از محیط خارج به بدن وارد نموده و کاربن دای اکساید را از آن خارج می کند. سیستم تنفسی را می توان به دو بخش: هدایتی و تنفسی تقسیم نمود. بخش هدایتی شامل بینی، حلق، حنجره، قصبه الریه، برونکیها و برونکیولهای انتهایی می شود. بخش تنفسی شامل برونکیولهای تنفسی، مجاری الویولی و کیسه های هوایی می شود. بینی از دو بخش ساخته شده دارای شاخکهای می باشد که سطح آنرا ازدیاد می بخشند. بینی محلی است که در آن هوا پاک، گرم و مرطوب می شود. بعد از بینی حلقوم، حنجره و قصبه الریه قرار دارد. ششها اعضای اصلی تنفسی اند که به صورت هرم مثلث القاعده در داخل قفسه سینه قرار دارد. ششها از خود حرکتی نداشته بلکه حرکات دیافراگم باعث به حرکت افتیدن آنها می شود. در داخل ششها کیسه های هوایی قرار دارد که از طریق جدار آنها تبادلۀ گازهای اکسیجن و کاربن دای اکساید بین خون و هوای موجود در این کیسه ها صورت می گیرد. داخل شدن هوا به ششها به نام شهیق و خارج شدن هوا از آنها را به نام ذفیر یاد می کنند. اکسیجن و کاربن دای اکساید توسط خون بین انساج و ششها منتقل می گردند.



جدول 11: روابط هومیوستاتیک سیستم تنفسی با بقیه سیستمهای بدن.	
سیستمها	اثر متقابل
سیستم پوششی	سیستم پوششی با ساختن سد دفاعی در سطح بدن سیستم تنفسی را حفاظت می کند.
سیستم عضلاتی	دیافراگم و عضلات موجود در بین فقرات با انقباض خود حجم قفسه سینه را تغییر داده زمینه تنفس را فراهم می کنند.
سیستم عصبی	مراکز تنفسی موجود در میدولا و Pons سرعت و عمق تنفس را تنظیم کرده گیرنده های کششی در ششها و گیرنده های کیمیای در شریانهای بزرگ فیدبکها را آغاز می کنند.
سیستم Endocrine	هورمون اپی نفرین برونکیولها را توسعه بخشیده و Testosterone در موقع بلوغ باعث بزرگ شدن حنجره مردان می شود.
سیستم دوران خون	کاربن دای اکساید در خون به صورت آیونهای بای کاربونیت و اسید کاربن منتقل می گردد. خون گازهای تنفسی را انتقال می دهد.
سیستم لمفاوی و ایمنی	تانسله های موجود در حلقوم محل تجمع حجرات ایمنی می باشد. سیستم لمفاوی کمک می کند تا خون به صورت دوامدار جریان یافته زمینه انتقال گازهای تنفسی فراهم گردد. سیستم ایمنی اعضای تنفسی را از عفونتها و سرطانها حفاظت می کند.
سیستم هاضمه	سیستم هاضمه نوترنتهای لازمه را برای سیستم تنفسی تهیه می کند.
سیستم اسکلتی	استخوانها ششها و برونکیولها را احاطه کرده آنها را حفاظت می کنند.

سیستم اداری	کلیه ها مواد زاید میتابولیکی غیر از کاربن دای اکساید را از بدن دور می کنند.
-------------	---

### پرسشهای آموزشی

- I. پرسشهای تکمیلی
- هدایت: لطفاً جاهای خالی جملات ذیل را با کلمات و اصطلاحات مناسب پر کنید.
1. اندازه نورمال نفس کشیدن را ( ) می گویند.
  2. ظرفیتهای تنفسی به وسیله دستگاه ( ) اندازه می شود.
  3. مرکز عصبی که ریتم و عمق تنفس را کنترل می کند در ( ) موقعیت دارد.
- II. پرسشهای صحیح و غلط
- هدایت: با گذاشتن (ص) و (غ) در مقابل هر جمله مشخص کنید که جملات زیرین صحیح هستند و یا غلط.
1. افراد بیشتر در حال خوابیده از اکسیجن استفاده می کنند.
  2. فکتورهای هیجانی کدام اثری بر حرکات تنفسی ندارند.
  3. کلیه ها مواد زاید میتابولیکی غیر از کاربن دای اکساید را از بدن دور می کنند.
- III. پرسشهای انتخابی
- هدایت: بهترین پاسخ برای پرسشهای ذیل را انتخاب کنید. ممکن بیش از یک پاسخ وجود داشته باشد.
1. در موقع شهیق دیافراگم  
(a) باز شده پایین می رود. (b) باز شده بالا می آید.  
(c) انقباض کرده بالا می آید. (d) انقباض کرده پایین می رود.
  2. در موقع شهیق فشار داخل ششی  
(a) بیشتر از فشار اتمفسیر است. (b) کمتر از فشار اتمفسیر است.  
(c) بیشتر از فشار داخل صفاق است. (d) کمتر از فشار داخل صفاق است.

3. کدام یک از اعضای ذیل جزء از ناحیه هدایتی سیستم تنفسی نیست؟

- (a) Alveolar sac (b) Pharynx  
(c) Larynx (d) Trachea

IV. پرسشهای مقابله‌ای.

هدایت: بهترین اصطلاحات را از ستون (A) برای جاهای خالی در جملات ستون (B) انتخاب کنید.

B	A
کاهش شدید نفس کشیدن ( ) .	1. Hypoventilation
کشیدن نفسهای عمیق و سریع در موقع سقوط pH	2. Hyperventilation
خون ( ) .	3. Partial pressure
در زمان ورزش با قوت و عمق زیاد نفس می کشیم.	4. Emphysema
در حالیکه سرعت تنفس ازدیاد نمی یابد ( )	5. Hyperpnea
( )	6. Inhalation

---

## سیستم هاضمه و میتابولیزم بدن انسان

---

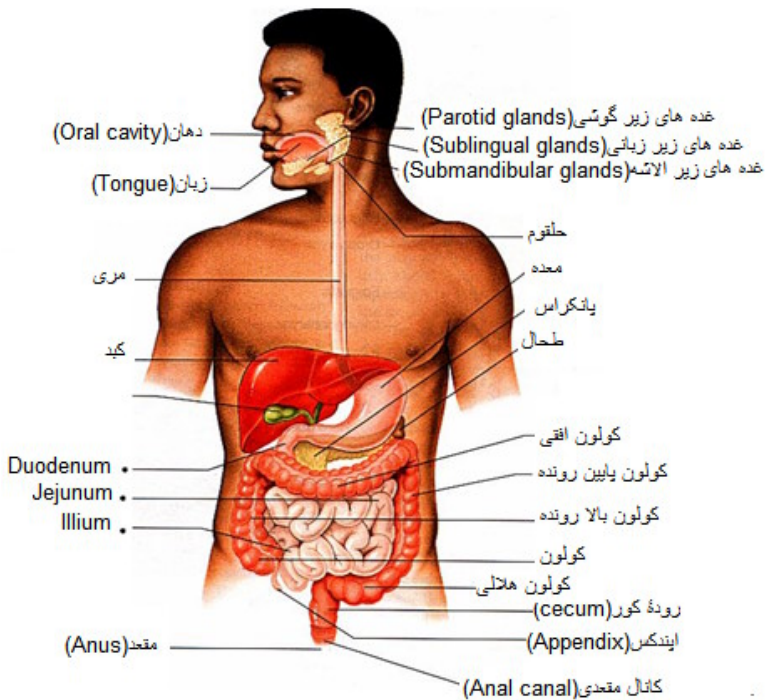
### اهداف

- پس از مطالعه این فصل شما قادر خواهید بود تا
1. فهرست اجزای تشکیل دهنده سیستم هاضمه را ترتیب و توضیح نمایید.
  2. دندانهای انسان را نام گرفته ساختمان دندان را بیان کنید.
  3. ساختمان و وظیفه معده، روده کوچک و روده بزرگ را بیان کنید.
  4. نقش غده های هاضمه را در پروسه هضم غذا توضیح کنید.
  5. چگونگی هضم کاربوهایدریتهای، چربیها و پروتئینها را بیان کنید.
  6. تغذیه و تغذیه ضروری را تعریف نموده، میزان میتابولیزم را تعریف کنید.

سیستم هاضمه برای داشتن صحت خوب از نیازمندیهای اولیه است؛ زیرا سیستم هاضمه غذا را به مواد اولیه یی تبدیل می کند که منحصی مواد ساختمانی و سوختی در حجرات بدن استعمال می شوند. بویژه، سیستم هاضمه غذای گرفته شده (Ingestion) را به صورت فیزیکی شکستانده و آن را به صورت کیمیاوی به مولیکولهای مواد مغذی تبدیل می کند. مواد مغذی (Nutrients) توسط خون جذب (Absorption) می گردد. بعداً، بدن را از شر مواد زاید هضم نشده خلاص می کند (Defecation).

## آناتومی سیستم هاضمه

اعضای اصلی سیستم هاضمه به دو گروه تقسیم می شوند: (1) اعضای تشکیل دهنده کانال هاضمه و (2) اعضای ضمیمه وی هاضمه (Accessory digestive organs). کانال هاضمه، بخش اعظم وظایف هاضمه (گرفتن غذا، هضم غذا، جذب غذا و دفع مواد زاید هاضمه) را اجرا می کند. اعضای ضمیمه وی (دندانها، زبان و چندین غده بزرگ هاضمه) به پروسه هضم کمک می کنند (شکل 115).



شکل 115: اعضای کانال هاضمه و اعضای ضمیمه وی انسان.

## اعضای کانال هاضمه

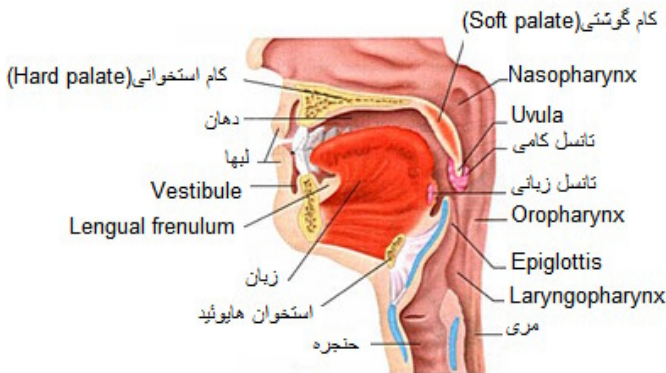
کانال هاضمه، لوله‌عضلی مارپیچ درون خالی است که به جانب حفرهٔ بطنی خمیده گی داشته هر دو انتهای آن باز است. اعضای آن عبارت است از دهان، حلقوم، مری، معده، رودهٔ کوچک (Small intestine) و رودهٔ بزرگ (Large intestine). رودهٔ بزرگ به مقعد که سوراخ انتهایی کانال هاضمه است امتداد می‌یابد. در بدن انسان کانال هاضمه کمتر از 9 متر طول دارد. غذای موجود در داخل این کانال، از نظر فیزیکی خارج از بدن قرار دارد زیرا؛ این مواد صرف با حجرات فرش کنندهٔ کانال در تماس بوده و دو انتهای این مجرا نیز باز است.

## دهان

غذا از طریق حفرهٔ دهانی و یا دهان که توسط غشای مخاطی آستر گردیده است به کانال هاضمه وارد می‌شود. لبها (Lips (Labia) بخش قدامی آن را حفاظت می‌کند، گونه‌ها (Cheeks) دیوار جانبی آن را می‌سازد، بخش خلفی آن را سقف دهان تشکیل می‌دهد. زبانک یا زبان کوچک (Uvula) پیش برآمده گی عضلاتی سقف دهان است؛ که از کنار خلفی آن به سوی پایین امتداد یافته است. فضای بین لبها و گونه‌ها از خارج و دندانها و لثه‌ها از داخل، به نام دهلیز (Vestibule) یاد می‌شود. زبان گوشتی کف دهان را اشغال می‌کند. زبان چندین وابسته گی عضلاتی دارد: دو وابسته گی آن با استخوان هایپوئید و زائدهٔ خار مانند جمجمه است. یک چین خورده گی غشای مخاطی به نام Lingual Frenulum، زبان را به سقف دهان محکم ساخته و حرکات خلفی آن را محدود می‌سازد شکل (116).

در انتهای خلفی حفرهٔ دهانی تانسلهای کامی (Palatine tonsils) قرار دارد. تانسل زبانی (Lingual tonsil) قاعدهٔ زبان را می‌پوشاند. هنگامیکه تانسلهای التهاب می‌کنند مدخل ورودی حلقوم را مسدود ساخته بلع را مشکل و دردناک می‌سازد.

هنگامیکه غذا وارد دهان شد، با لعاب دهان (Saliva) مخلوط شده و جویده می شود. در جریان جویدن، گونه ها و لبهای بسته شده غذا را در بین دندانها نگهداشته؛ زبان به سرعت غذا را با لعاب دهان مخلوط می کند تا بلع آغاز گردد. بنابراین، شکسته شدن غذا قبل از ترک دهان آغاز گردیده است. همان طوریکه در فصل 8 تذکر دادیم برجسته گیهای سطح زبان حاوی جوانه های ذایقه وی یا گیرنده های ذایقه وی می باشند. به همین دلیل، زبان علاوه بر اینکه وظایف هاضمه خود را اجرا می کند؛ باعث می شود تا ما از خوردن غذا لذت برده احساس رضایت نماییم.



شکل 116: نمای سجیتال حفره دهانی و حلقوم.

## حلقوم

همان طوریکه در فصل (12) بیان گردید حلقوم به دو بخش تقسیم می شود:

1. Nasopharynx که جزء از مجرای عبور هوا است،
2. بخش خلفی حفره دهانی (Oropharynx) و (Laryngopharynx) که با مری به طرف پایین امتداد می یابد.

دیوارهای حلقوم حاوی دو طبقه عضلات اسکلتی می باشد. حجرات طبقه داخلی طولاً امتداد داشته و حجرات طبقه خارجی (عضلات انقباض کننده) به صورت دایره وی در اطراف دیوار مری امتداد می یابد. انقباض متناوب این دو طبقه عضلات باعث به پیش راندن غذا به داخل مری می شود. این میکانیزم Peristalsis نامیده می شود.

## مری

مری 25 سانتی متر طول داشته، از حلقوم شروع شده پس از عبور از Diaphragm به معده ختم می شود. دیوار کانال هاضمه از مری تا روده بزرگ از چهار طبقه انساج قاعده وی یا Tunic ساخته شده است:

1. مخاط، داخلی ترین طبقه بوده عبارت از غشای مرطوب است که حفره یا Lumen کانال هاضمه را آستر می کند. این طبقه در قدم نخست متشکل از غشای پوششی سطحی با یک مقدار نسج ارتباطی به نام Lamina propria و کمی نسج عضلاتی لشم می باشد. نسج پوششی بدن عموماً استوانه یی ساده است در حالیکه در مری سنگفرشی مطبق است،

2. لایه یی که در زیر مخاط قرار دارد متشکل از طبقه نسج ارتباطی نرم می باشد که حاوی رگهای خون، انتهای اعصاب، عقده های لمفاوی و رگهای لمفاوی می باشد،

3. طبقه عضلاتی متشکل از طبقه داخلی دایره وی و طبقه خارجی عضلات طولانی لشم است،

4. همان طوری که مطالعه کردیم؛ خارجی ترین طبقه دیوار کانال هاضمه طبقه سروزی است. این طبقه از یک طبقه ساده از حجرات سروزی پهن که مایعی ترشح می کند، ساخته شده و به نام صفاق احشایی (Visceral peritoneum) نیز نامیده می شود. صفاق احشایی امتداد یافته صفاق جانبی (Parietal peritoneum) را تشکیل می دهد که دیوارهای حفره بطنی را آستر می کند. صفاق چندین چین خورده به داخل اعضایی بطنی امتداد یافته آنها را به یکدیگر و با دیواره بطنی متصل می سازد. یکی از این چین خورده گیها که روده کوچک را احاطه کرده است به نام Mesentery یاد می شود.

دیوار کانال هاضمه دارای دو شبکه داخلی عصبی است:

1. شبکه عصبی زیر مخاطی (Submucosal nerveplexus)،



2 شبکه عصبی روده یی (Myenteric nerve plexus). یک شبکه کوچک زیر مخاطی (Sub serous plexus) را کمک می کند. این شبکه ها بخشی از سیستم عصبی اتونومیک بوده تحرکات و ترشحات اعضای کانال هاضمه را انتظام می بخشند.

## معدده

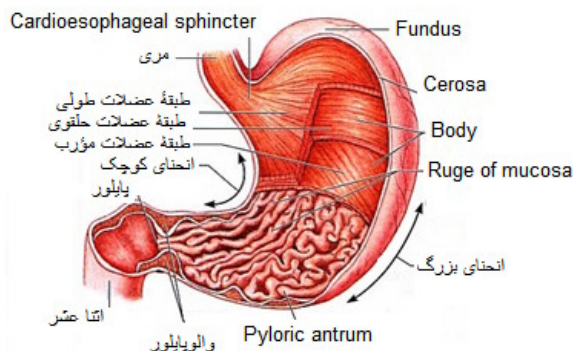
معدده در طرف چپ حفره بطنی قرار داشته توسط کبد و دیافراگم پوشانیده می شود. قسمتها مختلف معدده نامهای جداگانه دارد:

- ناحیه کاردیایک (Cardiac region) که به خاطر نزدیک بودن آن به قلب به این نام یاد می شود Cardioesophageal sphincter را احاطه می کند. از این منطقه غذا از مری وارد معدده می شود،
- بخش توسعه یافته معدده که در بخش جانبی منطقه کاردیایک موقعیت دارد به نام Fundus یاد می شود،
- تنه معدده بخش میانی آن می باشد که قسمت پایین آن باریک شده، نخست Pyloric antrum را تشکیل می دهد و سپس بخش انتهایی معدده به نام Pylorus را که قیف مانند است، می سازد. Pylorus از طریق Pyloric sphincter به روده کوچک متصل می شود.

معدده تقریباً 25 سانتی متر طول داشته؛ اما قطر آن نظر به اندازه غذایی که در آن وجود دارد فرق می کند. هنگامیکه پر از غذا باشد، تقریباً 4 لیتر غذا را در خود جا داده است. هنگامیکه خالی باشد مخاط آن تولید چین خورده گیهای بزرگی به نام Rugae را می دهد. برآمده گی (تحدب) جانبی سطح معدده را انحنا بزرگ (Greater curvature) و خمیده گی وسطی سطح معدده را انحنا کوچک (Lesser curvature) می گویند (شکل 117).

یک طبقه مضاعف صفاق به نام Lesser omentum از کبد به انحنا کوچک امتداد می یابد. بخش دیگر صفاق به نام Greater omentum به طرف پایین امتداد یافته، قبل از متصل شدن به دیوار خلفی بطنی، اعضای بطنی را می پوشاند. اومنتم بزرگ حاوی

چربی بوده باعث عایق سازی، ضربه گیری و حفاظت اعضای بطنی گردیده دارای اجتماعات بزرگ از عقده های لمفاوی که حاوی ماکروفاژها اند، می باشند. معده بر علاوه شکستادن غذا، همچون تانک ذخیره موقت اجرای وظیفه می کند. دیوار معده، علاوه بر طبقات عضلی طولی و دایره وی حاوی طبقه عضلاتی سومی مایل نیز می باشد. این انتظام باعث می شود تا غذا در داخل معده نه تنها طولاً حرکت کند بلکه آسیاب، میده و مخلوط شده به قطعات کوچکتر بشکند.



شکل 117: مقطع قدامی معده.

علاوه بر آن، شکسته شدن کیمیاوی پروتئینها نیز در معده آغاز می گردد. مخاط معده متشکل از نسج پوششی استوانه یی ساده می باشد که مقدار زیاد مخاط ترشح می کند. میلیونها حفره هاضمه (Gastric pits) که غده های هاضمه (Gastric pits) را می سازد محلولی را ترشح می کنند که به نام شیره معده (Gastric juice) یاد می شود. برای مثال، بعضی از حجرات معده، فکتور داخلی (Intrinsic factor) را تولید می کنند. این فکتور ماده است که برای جذب ویتامین B<sub>12</sub> در روده کوچک به آن نیاز است.

حجرات عمده (Chief cells) انزایمهای هضم کننده پروتئین عموماً Pepsinogens را تولید می کنند و حجرات جانبی (Parietal cells) تیزاب نمک (HCl) را تولید می کنند که محتویات معده را اسیدی ساخته و انزایمها را فعال می سازد. حجرات مخاطی گردنی (Mucous neck cells) مخاط چسبناک قلوی را ترشح می کنند که به غشای مخاطی

معده چسبیده مانع تخریب و هضم غشای مخاطی ذریعۀ اسید و آنزیمها می شود. همچنان، حجرات دیگری که به نام Enteroendocrine cells یاد می شوند هورمونهای نظیر Gastrin را تولید می کنند، که برای فعالیتهای هاضمه در معده مهم می باشند. بخش اعظم فعالیتهای هاضمه در ناحیۀ پیلور معده واقع می شود. بعد از آنکه غذا در داخل معده پروسس شد، به مایع غلیظی تبدیل می شود که به نام Chyme or Chymus یاد می شود. Chymus از طریق Pyloric sphincter وارد روده کوچک می گردد.

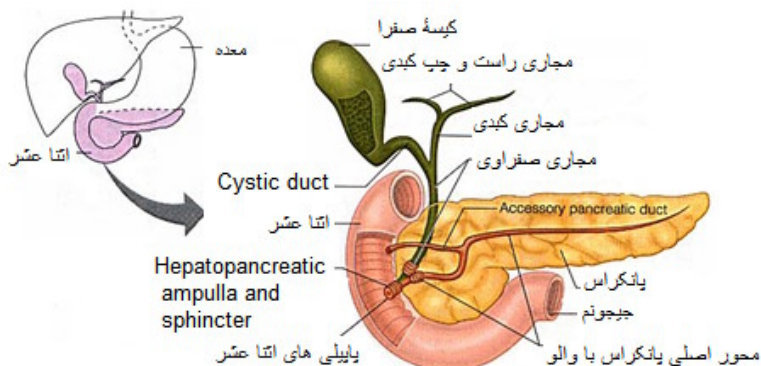
### روده کوچک

روده کوچک عضو اصلی هضم کننده بدن انسان می باشد. در داخل مجرای پیچ در پیچ آن سرانجام غذا تبدیل به مواد قابل استفاده برای حجرات بدن می گردد. روده کوچک یک لوله عضلی است که از Pyloric sphincter تا Ileocecal valve امتداد دارد. روده کوچک دراز ترین قسمت کانال هاضمه است. اوسط طول آن در یک فرد زنده 3 متر و پس از مرگ نسبت از بین رفتن انقباضات تونیک عضلۀ لشم 6,5 تا 7 متر می باشد. به استثنای قسمت آغازین روده کوچک که به نام اثنا عشر (Duodenum) یاد می شود و در داخل صفاق قرار دارد. بقیه قسمتهای آن در داخل حفرۀ بطنی توسط Mesentery به حالت آویزان قرار دارد. روده بزرگ، روده کوچک را در داخل حفرۀ بطنی احاطه کرده آن را همچون چوکاتی در بر می گیرد.

روده کوچک به سه بخش تقسیم می شود: (1) اثنا عشر، (2) Jejunum و Ileum. که به ترتیب، 5%، تقریباً 40% و 60% طول مجموعی روده کوچک را تشکیل می دهند. Ileum روده کوچک را از طریق Ileocecal valve به روده کوچک متصل می سازد. هضم کیمیای مواد غذایی در روده کوچک آغاز می گردد. روده کوچک در یک مدت معین قادر به هضم مقدار معین غذا می باشد. Pyloric sphincter مقدار غذایی را که از معده به روده کوچک وارد می شود کنترل کرده مانع پر شدن بیش از حد روده می گردد. اثنا عشر، کوتاه ترین بخش روده کوچک بوده خصوصیات دلچسبی دارد. بعضی آنزیمها توسط حجرات روده کوچک تولید می شوند. مهمترین این آنزیمها، آنهایی اند که توسط پانکراس تولید شده و ذریعۀ مجاری پانکراسی به داخل اثنا عشر منتقل می گردد و هضم مواد غذایی را تکمیل می کنند.

صفرای (Bile) توسط کبد ساخته شده و توسط مجاری صفراوی (Bile duct) وارد اثنا عشر می گردد (شکل 118).

مجاری اصلی پانکراسی و صفراوی در نزدیکی اثنا عشر با همدیگر متصل شده تشکیل Hepatopancreatic ampulla را می دهند. از این جا ترشحات پانکراسی و صفراوی با هم یکجا وارد اثنا عشر می گردند. به زودی جذب مواد غذایی هضم شده در روده کوچک آغاز می گردد.



شکل 118: اثنا عشر و اعضای مربوطه.

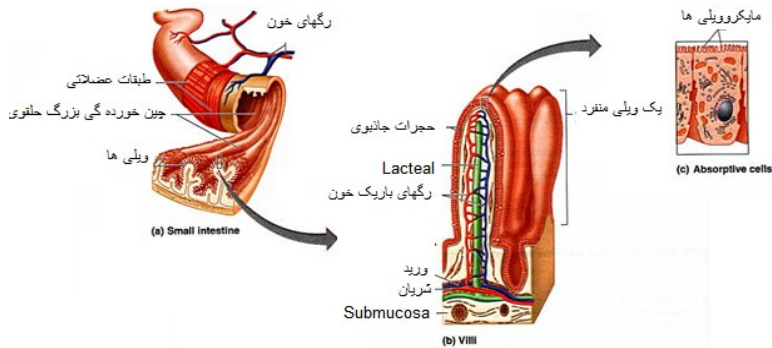
روده کوچک به وظایفی که انجام می دهد به خوبی توافق کرده است. دیوار آن دارای سه ساختمان است که سطح جذب مواد غذایی را تزئین می بخشد: (1) میکرو ویلی، (2) ویلیها و (3) چین خورده گیهای حلقوی (Circular folds).

میکرو ویلی، پیش برآمده گیهای غشای حجروی، حجرات مخاطی می باشند که بعضاً به نام Brush border نیز یاد می شوند.

ویلیها، برآمده گیهای انگشت مانند غشای مخاطی است که به غشاء منظره مخملی می بخشند. در داخل هر ویلی تعداد زیاد عروق شعریه خون و عروق شعریه لمفاوی تغییر یافته به نام Lacteal وجود دارد.

چین خورده گیهای حلقوی، چین خورده گیهای عمیقی است که طبقه های مخاطی و زیر مخاطی را در بر می گیرد. برخلاف چین خورده گیهای معده، چین خورده گیهای

حلقه وی در هنگام پر بودن روده دیده شده نمی توانند. تمام این تغییرات ساختمانی که سطح تماس با مواد غذایی را تزئید می بخشند با رسیدن به انتهای روده کوچک، کاهش می یابند. از طرف دیگر، تعداد اجتماعات نسج لمفاوی به نام Peyer's patches که در طبقه زیر مخاط قرار دارند با رسیدن به انتهای روده کوچک کاهش می یابد. این کاهش تعداد انساج لمفاوی بیانگر آن است که غذایی که هنوز هضم نشده و در روده کوچک باقی مانده است حاوی مقدار زیاد باکتریها می باشد که بایست از داخل شدن آنها به جریان خون جلوگیری شود (شکل 119).



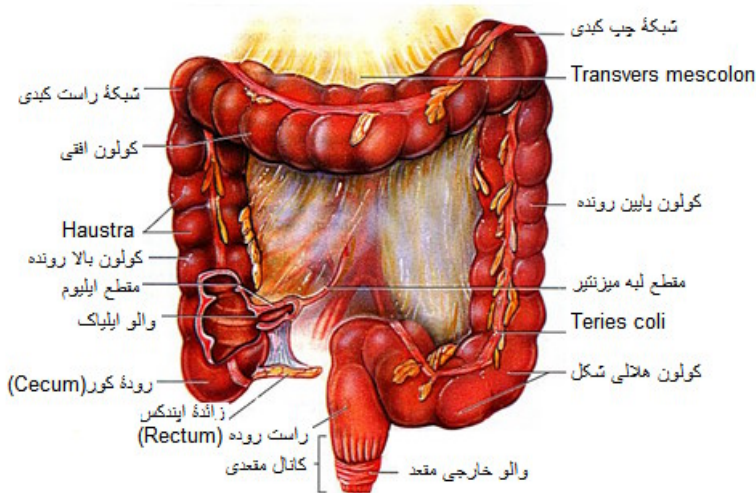
شکل 119: ساختمان روده کوچک. (a) چندین چین خورده گی دایروی بر سطح داخلی روده کوچک. (b) نمای یک ویلی بزرگ شده. (c) نمای بزرگ شده یک حجره جاذبه برای نشان دادن برش باردر.

## روده بزرگ

روده بزرگ در مقایسه به روده کوچک دارای قطر بزرگتر و طول کوتاه تر می باشد. طول آن 1,5 متر بوده از Ileocecal valve تا مقعد امتداد دارد. وظایف مهم آن عبارت است از: (1) خشک کردن مواد غذایی هضم نشده و (2) دفع آنها از بدن به صورت مدفوع (Feces) می باشد. روده بزرگ سه طرف روده کوچک را احاطه کرده از بخشهای زیر تشکیل شده است: (1) روده کور (Cecum), (2) Appendix, (3) Colon, (4) راست روده (Rectum) و (5) کانال مقعدی (Anal canal).

نخستین بخش رودهٔ بزرگ رودهٔ کور است که خریطه شکل بوده از بخش راست حفرهٔ بطنی شروع می شود. اپندکس کرم شکل به رودهٔ کور آویزان است. از آن جا که اپندکس ساختمان پیچ و تاب خورده دارد بهترین محل برای زنده گی باکتریهاست که در نتیجهٔ آن التهاب اپندکس (Appendicitis) پیش می آید.

بعد از رودهٔ کور کولون قرار دارد که به چندین بخش مجزا تقسیم می شود: کولون آورنده (Ascending colon)، از رودهٔ کور شروع شده به طرف بالا سیر می کند و در ناحیهٔ شبکهٔ کبدی راست (Right colic (or hepatic) flexure) تغییر جهت داده کولون افقی (Transverse colon) را تشکیل می دهد که در عرض حفرهٔ بطنی امتداد دارد، کولون افقی در ناحیهٔ شبکهٔ کبدی چپ (Left colic (or Splenic) flexure) تشکیل کولون برنده (Descending colon) را می دهد که به لگن داخل شده تشکیل کولون هلالی شکل (Sigmoid colon) را می دهد. کولون هلالی شکل، راست روده و کانال مقعدی در داخل لگن قرار دارند.



شکل 120: ساختمان رودهٔ بزرگ. (یک قسمت رودهٔ کور برداشته شده است).

کانال هاضمه به مقعد ختم می شود که به خارج باز می گردد. کانال مقعدی دارای دو اسفنکتر است: (1) یک اسفنکتر ارادی خارجی (External anal sphincter) که از

عضلات اسکلتی ساخته شده و (2) یک اسفنکتر غیر ارادی که از عضلات لشم ساخته شده است. این دو والو باز و بسته شدن مقعد را کنترل می کنند. مقعد صرف در هنگام خارج شدن مدفوع باز می شود و در دیگر مواقع بسته می باشد. از آن جا که بخش اعظم Nutrients قبل از روده بزرگ جذب گردیده اند، در غشای مخاطی روده بزرگ ویلیها دیده نمی شوند؛ اما تعداد زیاد حشرات جام مانند در مخاط آن وجود دارد که مخاط قلوی مملو از آیونهای  $HCO_3^-$  را ترشح می کند. مخاط مورد نظر همچون ماده چرب کننده عمل کرده حرکت مدفوع را در داخل روده بزرگ تسهیل می کند (شکل 120).

در روده بزرگ، طبقه عضله طولانی کاهش یافته تشکیل *Teniae coli* را می دهند. از آن جا که غالباً این عضلات در حال انقباض می باشند باعث تشکیل ساختمانهای خریطه شکل (*Haustra*) در جدار روده بزرگ می گردند.

## اعضای ضمیمه کانال هاضمه

### غده های لعابیه

سه جفت غده های لعابیه ترشحات خود را به داخل دهان می ریزند. غده های زیر گوشی (*Parotid glands*) در قدام گوش قرار دارد، غده های زیر الاشه (*Submandibular glands*) و غده های زیر زبانی (*Sublingual glands*) ترشحات خود را به کف دهان تخلیه می کنند.

ترشحات این غده ها به نام *Saliva* یاد شده مخلوطی از مخاط و مایع سرروز می باشند. مخاط غذا را مرطوب ساخته و به این ترتیب به جویدن و بلع غذا کمک می کند. بخش سرروز لعاب دهان حاوی آنزایم *Salivary Amylase or Ptyalin* است که در محیط قلوی شروع به هضم نشایسته می کند. لعاب دهان حاوی موادی نظیر *Lysozyme* و انتی بادیهای (*IgA*) نیز می باشد.

## دندانها

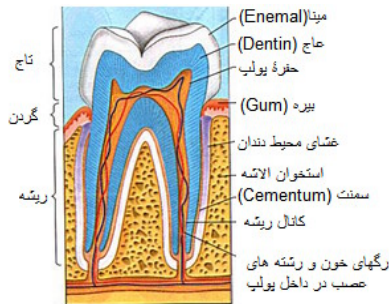
ما غذا را به کمک باز و بسته شدن الاشه های خود می جویم و به کمک زبان از یک گوشه به گوشه دیگر دهان و در میان دندانهای خود حرکت می دهیم، در این جریان دندانها غذا را پاره پاره و آسیاب کرده به قطعات کوچک تبدیل می کند. معمولاً تا سن 21 ساله گی، دو دسته دندانها ساخته می شوند:

1. دسته اول، دندانهای طفلی و یا دندانهای شیری (Deciduous teeth) می باشد. دندانهای شیری از ششماهگی شروع به جوانه زدن کرده و یک طفل 2 ساله 20 دندان دارد. نخستین دندانی که جوانه می زند؛ ثنایای (Incisors) مرکزی الاشه تحتانی می باشد.

دسته دوم، دندانهای دایمی (Permanent teeth) می باشند. هنگامیکه این دسته دندانها بزرگ شده، انکشاف می کنند؛ ریشه دندانهای شیری دوباره جذب شده و در فاصله سالهای 6 الی 12 ساله گی سست شده می ریزند. تمام دندانهای دایمی به استثنای سه دندان آسیاب (Molars) تا آخر دوران نوجوانی (12 الی 20 ساله گی) جوانه می زنند. سه دندان آسیاب که به نام دندانهای عقلی (Wisdom teeth) نیز یاد می شوند بین سالهای 17 الی 25 ساله گی جوانه می زنند. گرچند تعداد مجموعی دندانهای دایمی 32 عدد می باشند؛ اما دندان عقلی غالباً دیرتر جوانه می زند و حتی ممکن به صورت کامل غایب باشند. هنگامیکه یک دندان مانند دندان عقلی طور نورمال جوانه نزنند و در استخوان الاشه مدفون باقی بماند درد زیادی تولید خواهد کرد و ایجاب می کند توسط عملیه جراحی از بدن دور شوند.

دندانها براساس شکل و وظیفه یی که انجام می دهند، تصنیف می شوند مانند: ثنایا، که شکل اسکنه را دارند و برای قطع کردن سازش کرده اند، انیاب (Canines)، که شکل نیش مانند داشته برای سوراخ و پاره کردن توافق کرده اند. آسیاب کوچک (Premolars) شکل دو قطعه یی داشته و آسیاب بزرگ دارای تاج پهن بوده، برای آسیاب کردن سازش کرده اند. یک دندان از دو قسمت عمده ساخته شده است: (1) تاج (Crown) و (2) ریشه (Root).





شکل 121: مقطع طولی یک دندان آسیاب بزرگ.

همان طوریکه در شکل 121 می بینید، تاج دندان که توسط مینا (Enamel) پوشانیده شده است، بخش قابل رویت دندان است که در بالای لثه (Gingiva or Gum) قرار دارد. مینا، سخت ترین ماده در بدن بوده و نسبت داشتن مقدار زیاد نمکهای کلسیم بسیار شکنند است. آن بخش از ریشه که در استخوان الاشه جاسازی شده است، ریشه می باشد. ریشه و تاج دندان توسط گردن به یکدیگر متصل شده اند. سطح خارجی ریشه توسط ماده یی به نام Cementum پوشانیده شده است که دندان را به رباطها (Periodontal membrane) متصل می سازد. رباطها، دندان را در جای خود، در الاشه استخوانی، تثبیت می کنند. ماده استخوان مانند به نام عاج (Dentin) در زیر مینا قرار داشته تنه دندان را تشکیل می دهد. عاج، حفره مرکزی به نام Pulp cavity را احاطه کرده است. این حفره حاوی ساختمانهایی مانند انساج ارتباطی، رگهای خون و رشته های عصبی می باشد که مجموعاً به نام Pulp یاد می شوند.

پولپ، برای انساج دندان غذا تهیه کرده و به دندان عصب رسانی می کند تا حس داشته باشد. آن قسمت از حفره پولپ که به داخل ریشه امتداد می یابد به نام کانال ریشه (Root canal) یاد شده راهی برای وارد شدن رگهای خون، انتهای عصبی و دیگر ساختمانهای حفره پولپی تهیه می کند.

## پانکراس

پانکراس یک غده به رنگ گلابی مایل به سفید، نرم و مثلث شکل می باشد که در عرض بطن، از طحال تا اثنا عشر امتداد دارد. پانکراس انزیمهایی ترشح می کنند که تمام انواع غذاهای قابل هضم را هضم می کنند. انزیمهای پانکراسی در اثنا عشر به صورت مایع قلوی می ریزد که تیزابیت Chymous معدوی را خنثی می کند. پانکراس وظیفه اندوکرینی نیز دارد که در فصل 9 مطالعه گردید.

## کبد و کیسه صفرا

کبد بزرگترین غده در بدن است که در قسمت راست بدن و در زیر دیافراگم موقعیت دارد. کبد بر بالای معده قرار داشته و آن را به صورت کامل می پوشاند. کبد از چهار لوب تشکیل شده و توسط طنابهای میزانتیری به نام Falciform ligament از دیافراگم و دیوارهای بطنی آویزان می باشد. کبد از مهمترین غده های بدن بوده و ظایف متعدد میتابولیکی و تنظیم کننده را به عهده دارد. نقش کبد در سیستم هاضمه ترشح صفرا است. صفرا کبد را از طریق مجاری Common hepatic duct ترک گفته و از طریق مجرای صفرا به اثنا عشر می ریزد.

صفرا محلول آبی زرد مایل به سبز بوده حاوی نمکهای صفراوی، پگمنتهای صفراوی (عمدتاً بیلی روبین که در نتیجه شکسته شدن کربوات سرخ خون تولید می شود)، کولسترول، فاسفولیپیدها و انواع مختلف الکترولیتها می باشد. از جمله اینها تنها نمکهای صفراوی (مشتق شده از کولسترول) و فاسفولیپیدها به پروسه هضم کمک می کنند. صفرا حاوی انزیم نمی باشد؛ اما نمکهای آن چربیها را به کتله های کوچک تبدیل کرده آن را به حالت تعلیق (Suspension) در می آورد تا سطح بیشتر برای انزیمهای عمل کننده بر آنها فراهم آید.

## کیسه صفرا

کیسه صفرا، خریطه کوچک سبز رنگ دارای دیوارهای نازک است که در یک فرورفته گی کم عمق بر سطح تحتانی کبد قرار دارد. هنگامیکه عملیه هضم در بدن

صورت نمی گیرد، صفرا از طریق مجرای Cystic duct وارد کیسه صفرا شده در آن جا ذخیره می شود. هنگامیکه صفرا در کیسه صفرا ذخیره است با از دست دادن آب غلیظ تر می شود. بعداً هنگامیکه غذاهای چرب وارد اثنا عشر گردید، تحریکات هورمونی باعث انقباضات کیسه صفرا و خروج صفرا از آن می شود.

## وظایف سیستم هاضمه

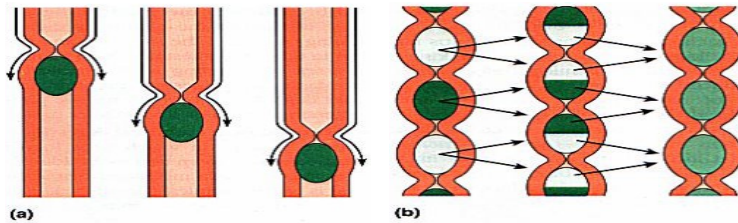
دو وظیفه عمده سیستم هاضمه عبارت از هضم و جذب می باشد؛ اما بسیاری از فعالیت‌های اختصاصی آن مانند فعالیت‌های عضلات لشم و بعضی وقایع تنظیم کننده توسط دو اصطلاح فوق توضیح شده نمی توانند. برای توضیح دقیق تر وظایف سیستم هاضمه، مجبور هستیم تا یک تعداد اصطلاحات وظیفوی را توضیح کنیم. فعالیت‌های ضروری کانال هاضمه شامل عملیه های ذیل می گردد:

1. غذا بایست قبل از هضم شدن به دهان گذاشته شود. این یک عملیه ارادی است که به نام Ingestion (= فرو بردن) یاد می شود.
2. از آن جا که غذا توسط بیش از یک عضو هضم می شوند؛ ایجاب می کند تا از یک عضو به عضو دیگر به پیش رانده (Propulsion) شود. بلع کردن یکی از مثالهای حرکت غذا است که عموماً متکی بر عملیه یی پیش راننده Peristalsis می باشد. Peristalsis غیر ارادی بوده شامل امواج متناوب انقباض و انبساط عضلات جدار عضو مربوط می شود. نتیجه نهایی این حرکت به پیش راندن مواد غذایی در طول کانال هاضمه است. گرچند انقباضهای مخلوط کننده یا قطعه قطعه کننده\* (Segmental contraction) نیز به پیش راندن مواد غذایی کمک می کند؛ اما در حالات عادی انقباضهای قطعه قطعه کننده عموماً باعث راندن غذا به عقب و به سوی جدارهای کانال هاضمه می گردد که در نتیجه آن غذا برای مدت بیشتر در کانال هاضمه باقی مانده و با شیرۀ هاضمه به خوبی مخلوط می شود (شکل 122).

---

\*- هنگامیکه قسمتی از روده باریک به وسیله Chymous متسع می شود، کشش دیواره باعث ایجاد انقباضهای موضعی می شود که در فواصل معین طول روده و در کسری از دقیقه بوجود می آید. این انقباضها باعث قطعه قطعه شدن روده باریک می شود و روده را به قطعاتی با فواصل مساوی تقسیم می کنند.

3. انقباضهای قطعه قطعه کننده بیشتر از اینکه پیش راننده باشند جزء از عملیۀ هضم میکانیکی (Mechanical digestion) غذا می باشد،
4. مخلوط شدن غذا در دهان توسط زبان، تکان خوردن مداوم غذا در معده و قطعه قطعه شدن در رودۀ کوچک همه عملیه هایی هستند که منجر به هضم میکانیکی غذا می گردند. هضم میکانیکی باعث می شود تا غذا برای مواجه شدن به مرحله بعدی هضم؛ که عبارت از هضم کیمیاوی (Chemical digestion) است آماده گردد،



شکل 122: حرکات پرستالیتیک و قطعه قطعه کننده مجرای هاضمه. (a) در Peristalsis قطعات مجاور کانال هاضمه بطور متناوب انقباض و انبساط کرده غذا را در جهت معین در داخل کانال هاضمه به پیش می راند. (b) در حرکات قطعه قطعه کننده هر قطعه روده بطور منفردانه انقباض و انبساط می کند. از آن جا که قطعات فعال و غیر فعال از همدیگر فاصله دارند، غذا یکبار به پیش رو و بار دیگر به عقب حرکت می کند.

5. بخشی از مراحل هضم که در آن غذا توسط انزایمها به واحداث ساختمانی خود تبدیل می گردند به نام هضم کیمیاوی یاد می شود. می دانیم که تمام این تعاملات هایدرولیزی اند. هم چنان، آب برای به وجود آوردن محیط انحلال و عامل نرم ساختن در عملیۀ هضم ضروری می باشد. واحداث ساختمانی مواد غذایی مختلف در فصل 2 به تفصیل مورد مطالعه قرار گرفت. مواد غیر قابل هضم کاربوهایدریتهای حاوی کدام Nutrients نبوده؛ اما با داشتن فایبرها حجم مواد هضم نا شده را زیاد ساخته به حرکت این مواد در طول کانال هاضمه کمک می کنند،

6. منتقل شدن مواد غذایی هضم شده (Nutrients) از کانال هاضمه به داخل جریان خون و یا لmf، جذب نام دارد. برای اینکه جذب صورت گرفته بتواند، در قدم نخست بایست مواد غذایی هضم شده از طریق انتقال فعال و یا غیرفعال وارد حجرات مخاطی گردد. روده کوچک مهم ترین محل جذب است.
7. خروج مواد هضم نشده (مدفوع) از کانال هاضمه از مقعد به نام Defecation یاد می شود.

بعضی از این عملیه ها را صرف یک عضو منفرد انجام می دهد. برای مثال، تنها دهان محل فرو بردن غذا بوده و تنها روده بزرگ قادر به Defecation است؛ اما اغلب فعالیتها با پیش رفتن مواد غذایی در طول کانال هاضمه، توسط اعضای مختلف، طی مراحل جداگانه اجرا شده و در این مسیر، Nutrients جذب خون می گردد. سیستم هاضمه، در داخل لومن کانال هاضمه محیط عالی فراهم می کند تا مواد غذایی در خارج از بدن هضم گردد. فعالیتهای هاضمه غالباً توسط رفلکسهای سیستم عصبی پاراسمپاتیک کنترل می شود. گیرنده های مکانیکی و کیمیاوی که در این رفلکس نقش دارند در جدار اعضای کانال هاضمه قرار داشته به یک تعداد تحریکات پاسخ می دهند، مهم ترین این تحریکات عبارتند از: (1) منبسط شدن لومن توسط مواد غذایی، (2) pH محتویات لومن و (3) موجودیت یک تعداد محصولات هضم شده در لومن. زمانی که این گیرنده ها فعال می شوند، رفلکسی را آغاز می کنند که اعضای ذیل را فعال یا مهار می کنند: (1) غده هایی که شیره هاضمه و یا هورمونها را ترشح می کنند، (2) عضلات لشم جدار کانال هاضمه که مواد غذایی را مخلوط و در طول کانال هاضمه به پیش می رانند.

### فعالیتهای دهان، حلقوم و مری

**الف) فرو بردن و شکستادن غذا:** هنگامیکه غذا به دهان گذاشته می شود، هضم مکانیکی و کیمیاوی آغاز می گردد. در قدم نخست غذا توسط جویدن به قطعات کوچک می شکند. بعداً، هنگامیکه غذا با لعاب دهان مخلوط می شود، آنزیم Amylase موجود در لعاب دهان باعث هضم کیمیاوی نشایسته و تبدیل آن به مالتوز می گردد.

در حالات عادی لعاب دهان به صورت دوامدار ترشح می شود تا حفره دهان را مرطوب کرده باشد؛ اما هنگامیکه غذا وارد دهان می شود مقدار بیشتر لعاب دهان افزایش می گردد؛ اما جویدن کدام ماده غیر غذایی مانند قطعه رابر نیز ترشح لعاب دهان را تحریک کرده می تواند. بعضی تحریکات هیجانی نیز باعث ترشح لعاب دهان می گردد. برای مثال فکر کردن در باره غذای مورد علاقه مقدار زیاد آب را در دهان جاری می سازد. اکثر عضلات مربوط به جویدن از شاخه حرکتی عصب پنجم مغزی عصب رسانی می شوند و عملیه جویدن به وسیله هسته های ساقه مغز کنترل می شود. هم چنین تحریک مناطقی در هایپوتالاموس و حتی قشر مغز در نزدیکی مناطق حس بویایی و چشایی می تواند باعث جویدن گردد.

عموماً، در دهان جذب غذا صورت نمی گیرد؛ اما بعضی ادویه ها نظیر نایتروگلیسرین به آسانی توسط نسج مخاطی دهان جذب شده می توانند. حلقوم و مری وظیفه هاضمه نداشته و صرف مجرای انتقالی مواد غذایی به معده را فراهم می کنند.

**ب) به پیش راندن غذا، بلع و Peristalsis:** برای اینکه غذا به مسیر اصلی خود سوق داده شود بایست در قدم نخست، بلع شود. بلع عملیه مغلقی است که شامل ایجاب هماهنگی چندین ساختمان نظیر زبان، کام گوشتی، حلقوم و مری را می نماید. بلع طی دو فاز اجرا می شود:

1. **فاز دهانی (Buccal phase):** که به صورت ارادی در دهان اجرا می شود، هنگامیکه غذا جویده شد و خوب با لعاب دهان مخلوط گردید، قطعات کوچک و گرد آن توسط زبان به جانب حلقوم رانده می شود. با داخل شدن قطعات غذا به حلقوم از کنترل ما خارج شده جزء از فعالیتهای رفلکسی می شود،

2. **فاز حلقی - مری (Pharyngeal-esophageal phase):** که به صورت غیر ارادی اجرا می شود غذا را از طریق حلقوم و مری انتقال می دهد. اعصاب پاراسمپاتیک مخصوصاً شاخه وگوس این فاز را کنترل کرده حرکات اعضای هاضمه را در این مرحله آغاز می کنند. تمام مسیرها، جز مسیر هاضمه، که ممکن غذا وارد آنها شود مسدود می شوند. زبان مجرای دهان و کام گوشتی مجرای بینی را مسدود می کند. حنجره بلند شده و سوراخ آن به مجرای تنفسی، توسط اپی گلوٹس پوشانیده می شود.

غذا از طریق حلقوم وارد مری شده و بعداً توسط انقباضات موجی Peristalsis عضلات دیواره مری به پایین به سوی معده به پیش رانده می شود. هرگاه ما در هنگام بلع کوشش به حرف زدن کنیم، شاید عملیه فوق قطع شود و غذا به مجرای تنفسی وارد شود. در این جا رفلکس حفاظتی سرفه کردن، به کار افتیده و هوا با فشار از ششها خارج شده و غذا را از مجرای تنفسی خارج می کند. هنگامیکه غذا به انتهای دیستال مری رسید، به اسفنکتر مری - معدوی (Cardioesophageal sphincter) فشار وارد کرده، آن را باز می کند و وارد معده می شود. حرکات حلقوم و مری به صورت اتوماتیک صورت گرفته و حتی هنگامیکه یک شخص از پاهای خود آویزان باشد نیز این حرکات اجرا می شود. بعد از آنکه غذا دهان را ترک گفت، قوه ثقل کدام اثری بر آن ندارد.

### فعالیت‌های معده

**الف) شکستاندن غذا:** ترشح شیره معده توسط فکتورهای عصبی و هورمونی انتظام می یابد. دیدن، بوئیدن و مزه کردن غذا رفلکسهای سیستم عصبی پاراسمپاتیک را تحریک می کند که در نتیجه آن ترشحات شیره هاضمه توسط غده های معده ازدیاد می یابد. بر علاوه،

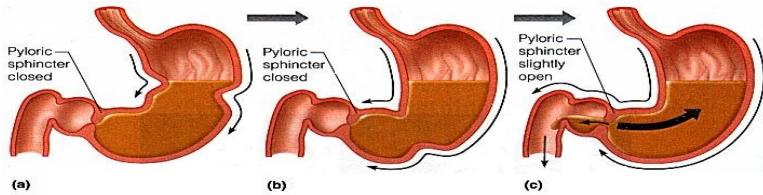
حضور غذا و سقوط pH در معده، حجات معده را تحریک می کند تا هورمون Gastrin را ترشح کنند. گاسترین، غده های معده را ترغیب می کند تا مقدار بیشتر انزایم Pepsinogen، مخاط و تیزاب نمک را ترشح کند. در حالات نورمال روز 2 تا 3 لیتر شیره معده تولید می شود.

تیزاب نمک، تیزابیت محتویات معده را شدیداً بلند می برد. بعضاً بلند رفتن تیزابیت محتویات معده خطرناک می باشد زیرا؛ هم تیزاب نمک و هم انزایمهای هضم کننده پروتئین هر دو قابلیت تخریب جدار معده و تولید زخم معده (Ulcers) را دارند؛ اما خوشبختانه در دراز مدت مقدار زیاد مخاط ترشح شده و معده از خطر تخریش حفظ می گردد. محیط شدیداً تیزابی که توسط تیزاب نمک به وجود می آید از ضروریات است؛ زیرا پپسینوژن را فعال ساخته آن را به Pepsin تبدیل می کند. این انزایم قادر به هضم پروتئین است. انزایم دومی که در معده پروتئین را هضم می کند Rennin است.

Rennin در قدم اول بر پروتئین شیر اثر کرده آن را به مادهٔ تبدیل می کند که مشابه شیر ترش کرده است. بسیاری از مادران به اشتباه فکر می کنند هنگامیکه طفل شان پس از شیر خوردن، مادهٔ دلمه مانند را قی می کند، شیر شان در معده طفل ترش کرده است. رنین به مقدار زیاد در معدۀ نوزادان تولید می شود؛ اما تولید آن در افراد بالغ صورت نمی گیرد. بر علاوهٔ هضم ابتدایی پروتئین مقدار ناچیز هضم کیمیای دیگر نیز در معده واقع می گردد. با در نظر داشت استثنای آسپرین و الکل که به طریقه مخصوص از جدار معده عبور کرده می توانند کدام مادهٔ دیگر قادر به عبور از جدار معده می باشند. هنگامیکه غذا به معده وارد شده آن را پر نمود، دیوارهای آن شروع به منبسط شدن و ترشح شیرۀ هاضمه می کنند. بعداً عضلات سه طبقه یی دیوارهٔ معده فعال گردیده غذا را میده و نرم کرده به صورت دوامدار با شیرۀ معدوی مخلوط می کند تا اینکه Chymous نیمه مایع به وجود می آید.

**ب) به پیش راندن غذا:** وقتیکه غذا خوب مخلوط شد، حرکت Peristalsis موجی در نیمۀ تحتانی معده آغاز می گردد و با نزدیک شدن به والو پیلور این انقباضات تشدید می یابند. پیلور معده که در حدود 30 میلی لیتر Chymous معده را در خود جا داده می تواند نظیر مقیاس اندازه گیری دقیق عمل کرده صرف به مابعات و قطعات کوچک اجازهٔ عبور از خود را می دهد. والو پیلور در هر انقباض خود اجازهٔ عبور تقریباً 3 میلی لیتر یا کمتر Chymous را به رودۀ کوچک می دهد و 27 میلی لیتر باقیمانده دو باره به معده بر می گردد تا خوبتر مخلوط شود (شکل 123).





شکل 123: سمت حرکت امواج پرستالتیک در معده. (a) امواج پرستالتیک به سوی پایلور حرکت می کنند. (b) قوی ترین حرکات پرستالتیک و مخلوط کردن غذا در نزدیکی پایلور واقع می شود. (c) انتهای پایلور معده همچون پمپی عمل کرده به مقادیر معین و کوچک غذا اجازه عبور به اثنا عشر را می دهد.

هنگامیکه اثنا عشر از غذا پر شد دیواره های آن منبسط شده رفلکس عصبی آغاز می گردد. این رفلکس، فعالیت‌های هاضمه روده را آغاز کرده تخلیه معده را با مهار کردن عصب وگوس و سخت کردن والو پایلور کاهش می دهد و به این ترتیب زمان کافی برای عملیه هضم در روده کوچک فرا هم می شود. عموماً برای تخلیه کامل معده پس از خوردن یک غذای متعادل 4 ساعت وقت لازم است. و در صورتیکه غذا مقدار زیاد تر چربی داشته باشد این زمان به 6 ساعت بلند می رود.

### فعالیت‌های روده کوچک

**الف) شکستادن و هضم غذا:** غذایی که به روده رسیده است فقط به صورت جزئی هضم شده است. هضم کاربوهایدریت و پروتئین آغاز گردیده است؛ اما تا این نقطه هضم چربیها شروع نشده است. در این جا که غذا سفر 3 تا 6 ساعته را در میان پیچ و تاب خورده گیهای روده طی می کند، هضم آن شتاب بیشتر می یابد. هنگامیکه غذا به انتهای روده کوچک می رسد، هضم غذا تکمیل شده و بخش اعظم جذب مواد غذایی هضم شده صورت گرفته است.

مایکرو ویلهای حجات روده کوچک حاوی مقدار ناچیز انزایمهای هاضمه می باشند که به نام انزایمهای برش باردر (Brush border enzymes) یاد شده، دای سکرایدها را به مونوسکرایدها شکستاده و هضم پروتئین را کامل می کنند.

شیره روده (Intestinal juice) انزایم کمتر داشته و یگانه ترشح مفید و محافظوی غده های دیواره روده مخاط است. هنگامیکه غذا وارد اثنا عشر شد در شیره پانکراس و صفرا غرق می گردد. شیره پانکراسی حاوی انزایمهایی است که :

1. همراه با انزایمهای Brush border هضم نشایسته را تکمیل می کند (Pancreatic amylase).
- 2 تقریباً نیمی از پروتئین را از طریق عملکرد انزایمهای Trypsin، Chymotrypsin، Carboxypeptidase و دیگران، هضم می کند.
3. با داشتن انزایم Lipase مسئول هضم چربی می باشد.
4. با داشتن انزایم Nuclease نوکلئیک اسیدها را هضم می کند.

بر علاوه انزایمها، شیره پانکراس حاوی مقدار کافی بای کاربونیت است که به این شیره خصوصیت قلوی قوی می بخشد (تقریباً  $pH=8$ ). هنگامیکه شیره پانکراس به روده کوچک می رسد، Chymous معده اسیدی را که از معده آمده است، خنثی کرده و محیط مناسب برای فعال سازی و فعالیت‌های انزایمهای هاضمه روده و پانکراس، فراهم می کند. آزاد شدن شیره پانکراس در اثنا عشر توسط عصب وگوس و هورمون‌ها تحریک می شود. وارد شدن Chymous معدوی به اثنا عشر باعث ترشح چندین هورمون می گردد: هورمونهای Secretin و Cholecystokinin آزاد شدن شیره پانکراس و صفرا را متأثر می سازند. هورمون‌ها وارد خون شده به اعضای هدف خود، پانکراس، کبد و کیسه صفرا می رسند. هر دو هورمون با هم یکجا کار می کنند تا پانکراس را تحریک کنند که انزایمها و محصولی مملو از کاربونیت را آزاد کند. علاوه بر آن، Secretin کبد را تحریک می کند تا به تولید مقدار بیشتر صفرا بپردازد و Cholecystokinin کیسه صفرا را تحریک می کند تا انقباض کرده و محتویات خود را به روده کوچک تخلیه کند. به این ترتیب، انزایمهای پانکراس و صفرا همزمان وارد روده کوچک می شوند.

همان طوریکه قبلاً تذکار داده شد، صفرا انزایم نیست. برعکس، مانند یک صابون قوی گلوبولهای بزرگ شحم را به هزاران گلوبول کوچک می شکند و یا به حالت تعلیق در آورده زمینه اثر گذاری بهتر و بیشتر به انزایم پانکراسی Lipase را فراهم می کند. برای

جذب چربیها از کانال هاضمه صفرا و ویتامینهای محلول در چربی (ویتامینهای D, K و A) نیاز است. این ویتامینها همزمان با چربیها جذب بدن می شوند. در صورتیکه صفرا و یا شیرۀ پانکراس در روده حضور نداشته باشد هضم و جذب چربی صورت نمی گیرد. در این حالت، مواد غایطه حاوی مقدار زیاد چربی بوده و هم چنان اشکالاتی در عملیۀ لخته شدن خون واقع می گردد؛ زیرا کبد برای ساختن Prothrombin که یکی از فکتورهای انعقاد خون است، به ویتامین K نیاز دارد.

آب و محصولات نهایی هضم، همه در طول رودۀ کوچک جذب می شوند. بسیاری مواد از طریق انتقال فعال جذب غشای حجروی —جرات روده می شوند. بعداً، مواد جذب شده وارد بستر عروق شعریه در ویلیها گردیده توسط ورید باب کبدی وارد کبد می شوند؛ اما چربیها استثنائاً از طریق انتشار جذب می گردد. محصولات هاضمه چربیها وارد بستر عروق شعریه و رگهای لمفاوی در ویلی شده از آن جا به وسیلۀ خون و لmf هر دو به کبد منتقل می گردند.

در انتهای Ileum، مواد باقیمانده شامل آب، مواد غذایی هضم نشده (فایبرهای نباتی نظیر سلولوز) و مقدار زیاد باکتری می شود. این مواد اضافی از طریق Ileocecal valve وارد رودۀ بزرگ می شوند.

**ب) به پیش راندن غذا در رودۀ کوچک:** همان طوریکه در بالا تذکار داده شد Peristalsis یگانه طریقهٔ به پیش راندن غذا در کانال هاضمه است. حرکات ریتمیک مقطعی که توسط انقباضات موضعی روده تولید می شود؛ باعث مخلوط شدن Chymous با شیرۀ های هاضمه و به پیش راندن آن در طول رودۀ کوچک، می گردد.

## فعالیتهای رودۀ بزرگ

**الف) شکستادن غذا و جذب مواد مغذی:** موادی که به رودۀ بزرگ داخل می شود حاوی مقدار ناچیز Nutrients است؛ اما همین باقیماندهٔ مواد نیز در حدود 12 تا 24 ساعت را در رودۀ بزرگ سپری می کند. کولون کدام انزایمی تولید نمی کند. باکتریهای که در لومن رودۀ بزرگ زنده گی می کنند بعضی از نوترنتهای باقیمانده را میتابولایز کرده گازهایی مانند متان و هایدروجن سلفاید را آزاد می کنند که باعث به وجود آمدن بوی

مدفوع می گردد. روزانه، تقریباً 500 میلی لیتر گاز (نفخ شکم) تولید می شود؛ اما این رقم هنگام خوردن غذاهایی که کاربوهایدریت بیشتر دارند، بلند می رود. هم چنان، باکتریهای که در روده بزرگ زنده گی می کنند بعضی ویتامینها نظیر ویتامین K و بعضی ویتامینهای B را نیز می سازند. روده بزرگ مقدار محدود مواد از قبیل بعضی آیونها، آب و ویتامینهای فوق را جذب می کند. مدفوع نیمه جامدی که به راست روده می رسد حاوی بقایای مواد غذایی هضم نشده، مخاط، میلیونها باکتری و مقدار کافی آب می باشد.

**ب) به پیش راندن مدفوع و تخلیه روده بزرگ:** Peristalsis و حرکت کتله وی (Mass movements) دو حرکت مهم پیش راننده است که در روده بزرگ واقع می شود. Peristalsis کولون بطی بوده با حرکت کتله وی مقایسه شده می تواند که باعث به پیش راندن مقدار کم مواد غذایی می شود. حرکت کتله وی، حرکت با قدرت، آهسته و طویل المدت است که روزانه سه یا چهار بار واقع شده باعث به پیش راندن محتویات روده به سوی راست روده می گردد. معمولاً این حرکات بعد از صرف غذا و پر شدن معده و روده کوچک، واقع می شوند. موجودیت فایبر در رژیم غذایی انقباضات کولون را قدرتمند ساخته، مواد غایطه را نرم می سازد.

عموماً راست روده خالی است؛ اما هنگامیکه غذا توسط حرکات کتله وی به داخل آن رانده می شود، دیواره های آن کشیده شده و رفلکس تخلیه مدفوع (Defecation reflex) آغاز می گردد. رفلکس تخلیه مدفوع یک رفلکس نخاعی (از منطقه Sacrum) است که باعث می شود تا عضلات دیوارهای کولون هلالی و راست روده انقباض کرده و والو مقعدی سست شود. هنگامیکه مدفوع به سوی کانال مقعدی با فشار رانده می شود، پیامها به دماغ رسیده به ما فرصت می دهد تا تصمیم بگیریم که آیا والو خارجی که ارادی است باز شود و یا با بسته ماندن مانع خروج مدفوع گردد. در صورتیکه تصمیم به تخلیه محتویات روده نداشته باشیم، به فاصله چند ثانیه رفلکس توقف می کند و انقباضات دیواره های راست روده توقف می کند. در حرکت بعدی کتله وی رفلکس تخلیه مقعدی دو باره آغاز می گردد.

**تغذیه (Nutrition)**

پروسه‌ی که توسط آن غذا به داخل بدن فرو برده شده، توسط بدن استعمال می‌گردد، تغذیه نام دارد. تغذیه شامل هضم، جذب، انتقال و میتابولیزم مواد غذایی می‌شود. هم چنان، تغذیه را مطالعه‌ی مواد غذایی و مایعات مورد نیاز رشد بدن نیز می‌گویند.

## مواد مغذی (Nutrients)

Nutrients، مواد کیمیای در غذا اند که برای تأمین منابع انرژی و مواد ساختمانی برای رشد نورمال، تعمیر و ترمیم بدن، استعمال می‌شود. بعضی مواد در غذا Nutrients نبوده بلکه فایده‌های مورد ضرورت در جیره‌ی غذایی را تهیه می‌کنند. Nutrients به شش کتگوری تقسیم می‌شوند: نوترنت‌های اصلی شامل کاربوهایدریتها، چربیها و پروتئینها که در کانال هاضمه توسط انزایمها به مواد ساختمانی شان می‌شکنند. نوترنت‌های فرعی شامل ویتامینها، منرالها و آب هستند که بدون تغییر وارد بدن می‌شوند. این Nutrients از اجزای ضروری بسیاری از تعاملات کیمیای بدن و بقای هومیوستاز هستند.

**نوترنت‌های ضروری (Essential nutrients):** نوترنت‌هایی هستند که یا بدن قادر به ساختن آنها نیست و یا مقدار کافی آنها را ساخته نمی‌تواند و بایست از بیرون اخذ گردند. نوترنت‌های ضروری شامل بعضی امینواسیدها، بعضی اسیدهای چرب، اغلب ویتامینها، منرالها، آب و کاربوهایدریتها می‌شوند. یک جیره‌ی غذایی متعادل ترکیبی از نوترنت‌های اصلی با یک مقدار ویتامین و منرالها است.

## کیلوکالوری (kilocalories (kcal)

ارزش انرژی غذاها و مقدار انرژی که توسط بدن انسان مصرف می‌شوند، توسط واحداتی به نام kilocalories (kcal) یا کالوری بزرگ، اندازه می‌شود. اکثر این واحد را در زبان انگلیسی Calory یا کالوری کوچک با حرف بزرگ (C) می‌نویسند. یک کالوری مقدار انرژی (حرارت) است که برای بلند بردن درجه‌ی حرارت یک گرم آب به اندازه‌ی 1°C ضروری است.

## منابع غذایی نوترنت‌های اصلی

### کاربوهایدريتها

به استثنای قند شیر (لکتوز) و یک مقدار گلایکوجن گوشت، تمام کاربوهایدریتها از نباتات بدست می آیند. شکر عموماً از میوه ها، نیشکر و شیر حاصل می شود. پولی سکراید نشایسته در دانه های نباتات لیگیوم (نخود، لوبیا...) و ریشه سبزیها یافت می شود. سلولوز که به مقدار فراوان در بسیاری سبزیها یافت می شود در سیستم هاضمه انسان هضم شده نمی تواند؛ اما از آن جا که حاوی مقدار زیاد فایبر هستند حجم مدفوع را از زیاد بخشیده به علت تحریک حرکات Peristalsis در عملیۀ دفع مدفوع کمک می کند. بر علاوه، تماس سلولوز با سطح داخلی روده، ترشح شیرۀ روده را تحریک می کند.

## چربیها

گرچند ما کولسترول و فاسفولیپیدها را نیز می خوریم؛ اما مهم ترین چربیهای جیره غذایی ما برای گلیسرایدها می باشند. ما چربیهای مشبوع را به صورت چربی با گوشت حیوانات، محصولات شیری و یک مقدار محصولات نباتی مانند نارگیل می خوریم. چربیهای غیر مشبوع در دانه ها، جوزها (Nuts) و بسیاری از روغنهای نباتی وجود دارد. مهمترین منابع کولسترول تخم مرغ، گوشت و محصولات شیری می باشد.

## پروتئینها

محصولات حیوانی حاوی پروتئینهای دارای کیفیت عالی می باشند. تخم، شیر و گوشت از جمله پروتئینهای کامل (Complete proteins) هستند که حاوی تمام امینواسیدهای ضروری بدن می باشند. لیگیومها و غله ها حاوی پروتئینها می باشند؛ اما پروتئین آنها از نظر تغذیه کامل نیست؛ زیرا فاقد یک یا چند امینواسید ضروری می باشند. هرگاه غله ها و لیگیومها با هم یکجا صرف گردند تمام امینواسیدهای ضروری بدن را تکمیل می کنند.

## ویتامینها (Vitamins)

ویتامینها مرکبات عضوی اند که بدن به مقدار کم آنها نیاز دارد. اگرچه ویتامینها در تمام انواع غذاها یافت می شوند؛ اما هیچ غذایی تمام ویتامینهای ضروری را به صورت کامل ندارد. به همین دلیل بهترین راه برای دریافت تمام ویتامینها مخصوصاً ویتامینهای A، C و E که اثرات ضد سرطان دارند، داشتن یک جیره غذایی متعادل است. بعضی ویتامینها نظیر ویتامین K در روده انسان ساخته می شود و عده یی دیگر توسط بدن از مواد پیش ساخته به نام پیش ویتامین (Provitamin) ساخته می شود. یک پیش ویتامین یک بخش ویتامین است که بعداً در بدن انسان متحمل تغییر شده به ویتامین فعال تبدیل می گردد. طور مثال بیتا کروتین یک پیش ویتامین است که بعداً در بدن شکسته شده به ویتامین A تبدیل می گردد. ویتامینها در کانال هاضمه دچار تغییر نمی شوند؛ اما ساختمان کیمیاوی بسیاری از آنها در اثر حرارت دچار تغییرات می شود.

اغلب ویتامینها به حیث کوانزایم و یا بخشی از کوانزایم اجرای وظیفه می کنند. کوانزایم با انزایم ترکیب شده آن را فعال ساخته قادر به اجرای وظیفه کتلاستی مخصوص می سازد. ویتامینها به دو دسته تقسیم می شوند: (1) ویتامینهای منحل در شحم و (2) ویتامینهای منحل در آب.

## الف) ویتامینهای منحل در شحم

شامل ویتامینهای A، D، E و K می گردد که در روده کوچک یکجا با چربیها جذب می شوند. بعضی از آنها در بدن برای مدت طولانی ذخیره می شوند.

**ویتامین A (Retinol):** در طبیعت موادی به نام پیش ویتامین A وجود دارد که بیتاکروتین از آن جمله است. بیتاکروتین ترکیبی است که در بدن شکسته شده و به ویتامین A تبدیل می شود.

چون ویتامین A منحل در چربی است جذب آن در روده ها به هضم چربیها بسته گی دارد. از این رو کسانی که در هضم چربیها مشکل دارند مثل مشکلات صفاوی، باید میزان بیشتری ویتامین A دریافت کنند. ویتامین A در بسیاری از فعالیتهای حیاتی بدن نقش دارد. از آن جمله:

- ویتامین A در رشد و نمو مؤثر است و کمبود آن منجر به اختلال در رشد استخوانها می شود،

- از آن جا که یکی از نقشهای اساسی ویتامین A در بینایی بوده ضد خشکی قرنیه چشم (Xerophthalmia) می باشد. علائم این مرضی در انسان مخصوصاً در کودکان بروز آماس در پلکها و ایجاد جراحات در قرنیه است که خشک و کدر شده کوری ایجاد می کند. کمبود آن منجر به عارضه یی به نام شب کوری (Night blindness) یا کاهش دید هنگام کم شدن نور می شود.

- ویتامین A در حفظ انساج مخاطی بدن، سیستم ایمنی بدن و در تولید مثل مؤثر است. به دلیل تأثیر آن بر حفظ نسج مخاطی در صورت کمبود آن انساج مخاطی بدن که سیستم هاضمه، تنفسی، بولی و تولید مثل را از ورود میکروبها محافظت می کنند، تغییر شکل داده و بدن در معرض عفونت قرار می گیرد. همچنین با کمبود آن، ایمنی در برابر عفونت کاهش می یابد و کم خونی عارض می شود. به دلیل تأثیر آن در تولید مثل، کمبود ویتامین A منجر به عدم رشد مناسب جنین و سقط خود به خودی می شود.

این ویتامین در شکل اصلی اش فقط در مواد غذایی حیوانی موجود است. ویتامین A به مقدار زیاد در کبد وجود دارد. در تخم مرغ میزان محدودی از آن یافت می شود و شیر و لبنیات منابع خوب ویتامین A هستند. پیش ویتامین A در سبزیها با رنگ سبز تیره مثل سبزی و پالک، در سبزیهای نارنجی رنگ مثل زردک و کدوی حلواپی و میوه های به رنگ نارنجی وجود دارد.

**ویتامین D (Calciferol):** ویتامین D از راه های مختلفی به بدن می رسد. اصلی ترین راه تأمین ویتامین D برخورد اشعه ماورای بنفش آفتاب و تغییرات پیش ویتامینهای زیر پوستی به نام Ergosterol است. این ویتامین از راه مواد غذایی حیوانی نیز تأمین می شود. در گیاهان نیز پیش ویتامینهای تولید کننده ویتامین D موجود است. ویتامینهای D یک گروه الکوهای حلقه وی مشتق از Sterols هستند که دارای خاصیت ضد بیماری Rackitism (نرمی استخوان) در کودکان است که کشنده نیست و با تغییرات شکل اسکلت همراه با ضعف زیاد مشخص می شود. چند نوع ویتامین مانند  $D_3$ ،  $D_2$ ،  $D_1$ ،  $D_4$ ، و غیره را به دست آورده اند.



ویتامین D موجب افزایش جذب کلسیم و فاسفورس در روده ها می شود. در هنگامیکه کمبود ویتامین D ایجاد شده باشد تجویز ویتامین D باعث کاهش مقدار دفع کلسیم و فاسفورس از طریق مدفوع و به میزان کمتری سبب افزایش دفع ادراری این عناصر می گردد. نتیجهٔ این عمل افزایش جذب و ذخیره کلسیم و فاسفورس در بدن است. فقدان ویتامین D موجب پیدایش اختلالاتی در عمل استخوان سازی می شود. در انتهای استخوانها حجرات غضروفی باقی میمانند و عروق شعریه و حجرات Osteoblast پیشرفت نمی کنند. و به این ترتیب نسج غضروفی رشد نموده و حجیم می گردد بدون آنکه استخوانی تشکیل شود. با پیشرفت بیماری استقامت و سختی استخوانها کم و تغییر شکل و خمیده گی آنها بخصوص در استخوانهای طویل پدیدار می شود. این بیماری در کودکان Rackitism و در بزرگسالان Osteomalacia نامیده می شود. (فصل 5 دیده شود)

مقدار ویتامین D در کبد ماهی و سایر حیوانات زیاد است. در شیر، مسکه و زردهٔ تخم مرغ نیز وجود دارد. تجویز مقادیر زیاد ویتامین D موجب Hypervitaminosis می شود که با رسوب املاح کلسیم در انساج نرم از جمله کلیهها و ششها همراه است. نیاز بدن انسان در فصل زمستان به ویتامین D بیش از فصل تابستان است.

**ویتامین K:** ویتامین K به عنوان ویتامین انعقاد خون که برای جلوگیری از خونریزیهای کشنده ضرورت است شناخته شد. این ویتامین برای تشکیل پروترومبین، به وسیلهٔ کبد، دخالت می کند و کمبود آن سبب خونریزی می گردد.

مایکروبهایی طبیعی روده قادر به ساختن ویتامین K هستند و در صورتی که انتی بیوتیکهای وسیع الطیف به مدت طولانی مصرف شود با از بین رفتن این مایکروبهها از سنتز ویتامین K در روده کاسته می شود. معمولاً بدن انسان مشکل کمبود ویتامین K ندارد زیرا اصولاً مایکروبههای سیستم هاضمه به مقدار کافی این ویتامین را ترکیب می کنند. فقط در نوزادان در چند روز اول تولد که سیستم هاضمه استریل است خطر کمبود این ویتامین وجود دارد.

علاوه بر تهیه ویتامین K توسط باکتریها در روده، گیاهان سبز مانند پالک، بادنجان رومی، جوانه گندم، ماهی، کبد و زردهٔ تخم مرغ، ماست و روغن نباتی نیز دارای این ویتامین می باشند و نیاز انسان را به آن برطرف می کنند.

**ویتامین E (Tocopherol):** ویتامین E یکی از ویتامینهای محلول در چربی است. دلیل شهرت ویتامین E خاصیت اتی اکسیدانت آن است که عبارت است از کاهش عوامل کیمیای مخربی که در اثر استرسهای فیزیولوژیکی و محیطی در خون به وجود آمده است. این خاصیت در ویتامین E و ویتامین C موجود است. کسانی که در مشاغل پر استرس فعالیت دارند، کسانی که به بیماریهای مزمن مبتلا هستند و یا دچار صدمات کلی شده‌اند از جمله افرادی هستند که به این ویتامین توجه بسیاری نشان می دهند. این ویتامین در عملکرد کلیه حجرات موثر است؛ از این رو کمبود آن عوارض زیادی را در پی خواهد داشت. همچنان، این ویتامین با تقویت اثر ویتامین A در میتابولیزم ترکیبات عضوی بویژه چربیها با جلوگیری از تخریب آنها وارد عمل می شود و نیز در تولید مثل و باروری نقش دارد.

ویتامین E تنها توسط گیاهان تولید می شود. به ویژه در برگها و دانه ها، روغنهای گیاهی موجود است. با مصرف روزانه سبوس گندم، آفتاب پرست، بادام، جواری و زیتون می‌توانید مقدار زیاد ویتامین E دریافت کنید.

### ب) ویتامینهای منحل در آب

مانند ویتامینهای B و C از روده با آب یکجا جذب شده برای مدت کوتاهی در بدن باقی می ماند.

**ویتامین B<sub>1</sub> (Thiamin):** اولین ویتامین در میتابولیزم کاربوهایدریتهها و امینواسیدها دخالت داشته برای رشد ضروری می باشد. ویتامین B<sub>1</sub> ضد بیماری Beri Beri در انسان می شود. ویتامین B<sub>1</sub> از عوامل اصلی انتقال جریان عصبی در ساینپسهاست و فعالیت اسپتایل کولین را تشدید می بخشد. این ویتامین در کبد، کلیه و عضلات به صورت ترکیبات فاسفورسی ذخیره می شود. این ویتامین به مقدار فراوان در خمیر مایه، جوانه غلات و در دانه های حبوبات و شیر یافت می شود.

**ویتامین B<sub>2</sub> (Riboflavin):** با کمبود یا فقدان این ویتامین، در میتابولیزم پروتئنها و کاربوهایدریتهها اختلال حاصل می شود و عمدتاً تبدیل شدن امینواسیدها و قندها به اسیدهای چرب متوقف مانده و اختلالات تغذیه وی حاصل شده، منجر به مرگ

می‌شوند. از مشخص‌ترین عارضه کمبود این ویتامین یک نوع ضایعه مخاطی به نام شقاق گوشه لب است که منجر به ترک خوردن گوشه‌های لب می‌گردد. کمبود این ویتامین باعث زیاد شدن عروق خونی قرنیه چشم و قرمز شدن پلکها می‌شود. این ویتامین در کبد، خصیه‌ها و کلیه پستانداران، تخم مرغ، شیر و ... پیدا می‌شود.

### **ویتامین PP یا B3 (Niacin):** این ویتامین ضد بیماری Pellagra، اسهالات،

اختلالات پوستی و سیستم عصبی در انسان است. عوارض بیماری پوستی Pellagra پیدایش لکه‌های قرمز رنگ بر روی پوست می‌باشد که معمولاً به صورت قرینه در قسمتهای که بیشتر در معرض نور هستند دیده می‌شود. اختلالات پوستی به نسج مخاطی کانال‌هاضمه هم سرایت کرده و باعث ایجاد بی‌اشتهایی، تهوع و دردهای شکمی می‌شود. این ویتامین در خمیر مایه، پوست و جوانه غلات، خرما، گوشت ماهی، کبد، کلیه و قلب و شیر بیشتر است.

### **ویتامین B6 (Pyridoxine):** این ویتامین در میتابولیزم امینواسیدها و بیوستز

هیموگلوبین موثر است. فقدان ویتامین B6 در انسان بویژه در کودکان سبب اختلال در عکس‌العملهای میتابولیزمی حشرات عصبی می‌گردد و موجب عوارض جلدی و عصبی مانند دردهای ناحیه شکم، دل‌بدی، دشواری در راه رفتن و حملات صرع و تشنج می‌شود. باکتریهای موجود در روده انسان می‌توانند به مقدار اندکی ویتامین B6 سنتز نمایند. با افزایش میزان مواد پروتئینی در جیره غذایی نیاز به این ویتامین هم افزایش می‌یابد. گندم، خمیر مایه، جواری، کبد، شیر و تخم مرغ و سبزیها حاوی ویتامین B6 هستند.

### **ویتامین B12 (Cyanocobalamin):** این ویتامین حاوی 4 درصد کوبالت است. از

نظر ساختمان کیمیاوی شباهت ویژه بی به هسته تتراپیرولی پورفیرین در هیموگلوبین دارد. با این تفاوت که کوبالت جایگزین آهن شده است. این ویتامین در ساخته شدن کریوات سرخ خون و اسید هسته وی و میتابولیزم امینواسیدها ضروری می‌باشد. فقدان ویتامین B12 در انسان، باعث بروز بیماری کم خونی کشنده و پیدایش کریوات سرخ خون غیر طبیعی می‌گردد. این ویتامین توسط باکتریهای موجود در سیستم‌هاضمه نشخوارکننده گاو و همچنین توسط باکتریهای روده انسان سنتز می‌شود که قسمتی از آن قابل جذب است. این ویتامین در مواد غذایی مانند جگر، شیر، پنیر و تخم مرغ یافت می‌شود.

**ویتامین B<sub>5</sub> (Pantothenic acid):** این ویتامین جزء ترکیبی Coenzyme A یا Actyl Coenzyme A بوده در تولید گلوکوز از چربیها و امینواسیدها نقش داشته هم چنان در ترکیب هورمونهای استیروئیدی نقش دارد. کمبود آن باعث اختلالات وظیفوی عصبی - عضلانی و خسته گی می گردد. منابع غذایی آن کبد، سبزیها و باکتریهای روده می باشد.

**ویتامین H (Biotin):** این ویتامین در ترکیب اسیدهای چرب، Nucleic acid و Lysozyme شرکت داشته و به حرکت Pyruvic acid در حلقه Citric acid کمک می کند. کمبود آن باعث اختلالات مغزی - عضلی شده باعث خسته گی و دلبدی می شود. منابع غذایی آن ماهی، کبد، خمیر مایه، کچالو و باکتریهای روده می باشد.

**ویتامین B<sub>9</sub> (Folic acid or Folate):** این ویتامین در ترکیب Nucleic acid، ساخته شدن حجرات خون و جلوگیری از ناهنجاریهای ولادی نقش دارد. کمبودی آن باعث کم خونی ماکروسایتی (Macrocytic anemia) که در اثر بزرگ شدن کریوات سرخ خون رخ می دهد، کم خونی کشنده و اختلالات سیستم هاضمه می گردد. منابع غذایی آن کبد، سبزیهای دارای برگ سبز و باکتریهای روده می باشد.

### Hypervitaminosis

همان طوریکه کمبود و یا نبود ویتامینها در غذا باعث بروز بیماری می شود، مصرف مقدار زیاد بعضی از ویتامینها نیز اختلالاتی ایجاد می کند که نمونه بارز آن هایپرویتامینوز D است. مصرف ویتامین D به مقدار زیاد و به مدت طولانی اختلالاتی از قبیل رسوب کلسیم در دیواره رگهای قلب و کلیه ها، اسهال استفراغ و انقباضات ماهیچه یی ایجاد می کند که می تواند منجر به مرگ گردد لذا باید در مصرف آن دقت بسیار به عمل آورد.

### ضد ویتامینها

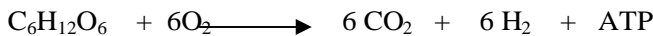
مطالعه دقیق بیماریهای بی ویتامینی (Avitaminosis) نشان داده است که ایجاد اینگونه بیماریها تنها به علت کمبود و یا نبود ویتامینها در غذا نیست بلکه می تواند به علت وجود مواد کیمیای دیگر در غذاها باشد که اثر ضد ویتامینی دارند. مثلاً خوردن مقدار زیاد جواری بدون مصرف پروتئینهای حیوانی مثل شیر، بیماری پلاگرا ایجاد می کند. الکل و بعضی هورمونها نیز می تواند نقش ضد ویتامینی داشته باشد.

## منرالها

منرالها نوترنت‌های غیر عضوی هستند که برای اجرای نورمال میتابولیزم ضروری هستند. منرالها یا به صورت آزاد و یا در ترکیب با مولیکول‌های عضوی داخل بدن می‌شود. اینها در حدود 4 تا 5 درصد وزن بدن را تشکیل می‌دهند که وظایف مختلف مانند تاسیس پوتانشیل عمل غشاء، تولید پوتانشیل عمل، استحکام استخوانها و دندانها، ترکیب با مرکبات عضوی و عمل کردن منحیث کوانزایمها، بفرها و یا تنظیم فشار آرموسی را انجام می‌دهند. بدن به مقدار کافی هفت منرال غیر عضوی مانند کلسیم ( $Ca^{2+}$ )، فاسفورس ( $P$ )، پتاسیم ( $K$ )، سلفر ( $S$ )، سودیم ( $Na$ ) کلوراید ( $Cl$ ) و مگنیزیم ( $Mg$ ) و مقدار کمی از یک تعداد دیگر ضرورت دارد. به جز نمک طعام ( $NaCl$ )، که بر طبق عادت به غذا افزوده می‌شود، مواد معدنی دیگری نیز از راه غذاهای معمولی که کم و بیش مواد معدنی مختلف دارند به بدن می‌رسد. مهمترین غذاهایی که غنی از منرالها می‌باشند عبارت از سبزیها، لیگیوم، شیر و بعضی گوشتها می‌باشد.

## میتابولیزم حجروی

میتابولیزم حجروی مجموع تمام تعاملات کیمیای در داخل حجره است که باعث تداوم حیات می‌گردند. میتابولیزم شامل کتابولیزم و انابولیزم می‌گردد. شکسته شدن مولیکول‌های غذا (کتابولیزم) انرژی را آزاد می‌نماید که برای ساخته شدن ATP استعمال می‌گردد. هنگامیکه ATP می‌شکند انرژی آزاد شده برای اجرای تعاملات دیگر مانند انتقال فعال استعمال می‌گردد.



در حجرات بدن همه غذاها عین مسیر میتابولیکی را طی نمی‌کنند. طور مثال، گلوکوز شکسته و ATP را می‌سازد. چربیها بر علاوه اینکه در هنگام کمبود منابع کاربوهایدريتها در جیره غذایی، منبع عمده ماده سوخت بدن برای ساختن ATP را تشکیل می‌دهند، برای ساختن غشای حجروی، غلاف میلین، هورمونهای استیروئیدی و عایق

سازی بدن نیز به کار می رود. پروتئینها در حجرات بدن ذخیره می شوند. پروتئینها مهمترین مواد ساختمانی بدن را تشکیل می دهند.

### میتابولیزم کاربوهایدریتها

همان طوریکه گفتیم حجرات بدن کاربوهایدریتها مخصوصاً گلوکوز را منحنیث مواد سوخت برای تولید انرژی حجروی (ATP) استعمال می کنند. در این جا، کبد یک استثناء است که از شحم استفاده می کند تا گلوکوز برای استفاده حجرات دیگر بدن ذخیره شود. به یاد داشته باشید کاربوهایدریتها، چربیها و پروتئینها می توانند برای ساختن ATP اکساید شوند؛ اما کاربوهایدریتها یگانه مواد مغذی مهمی هستند که می توانند از طریق غیر هوازی انرژی آزاد کنند. این انرژی طی تجزیه گلیکولیتیک گلوکوز و گلایکوجن به Pyruvic acid، آزاد می شود. در واقع، گلوکوز طی مراحل مختلف می شکند و در هر مرحله با شکستن رابطه کیمیاوی آن، انرژی آزاد می شود که برای متصل ساختن فاسفیت به مولیکول ADP و ساخته شدن ATP به کار می رود (صفحه 94 دیده شود). زیبایی این تعاملات در این است که برعکس یک تعامل انفجاری که در هنگام ترکیب اکسیجن و هایدروجن رخ می دهد، مقادیر کوچک انرژی به صورت حرارت و نور آزاد می شود.

از آن جا که اکسیجن عمده ترین ماده سوخت برای ساختن ATP است، هومیوستاز سطح گلوکوز خون بسیار اهمیت دارد. هرگاه مقادیر زیاد و اضافی گلوکوز در خون موجود باشد (Hyperglycemia)، مقدار اضافی آن به صورت گلایکوجن در حجرات بدن (مخصوصاً کبد و عضلات) ذخیره می شود. هرگاه هنوز هم سطح گلوکوز خون بلند باشد، مقدار اضافی به شحم تبدیل می شود. به همین دلیل خوردن مقادیر زیاد شیرینیها به زودی باعث تزیید انساج چربی و چاقی انسان می گردد. هنگامیکه سطح گلوکوز خون بسیار پایین باشد (Hypoglycemia) کبد گلایکوجن ذخیره شده را برای استعمال در حجرات بدن، می شکند.

### میتابولیزم چربیها

کبد یگانه عضوی است که با میتابولیزم چربیها در بدن سر و کار دارند. حجرات کبد با چربیها سه تعامل را اجرا می کنند: (1) یک مقدار چربی را برای ترکیب و استعمال ATP در داخل خود شان، به کار می برند، (2) یک مقدار از چربیها را برای ترکیب لیوپروتئینها، Thromboplastin و کولسترول استعمال می کنند و (3) مقدار باقیمانده را به شکل قطعات کوچک چربی به خون آزاد می کنند.

حجرات بدن محصولات چربی و کولسترول را از خون دریافت کرده آن را برای رفع نیازمندیهای ساختمانی و فزیولوژیک خود استعمال می کنند. در مجموع، شحم ذخیره شده غلیظ ترین منبع انرژی بدن می باشد؛ چنانچه میتابولیزم یک گرم شحم 9 کالوری انرژی که دو چند کاربوهایدريت و پروتئين می باشد، تولید می کند.

برای اینکه محصولات شحمی غرض ترکیب ATP استعمال شده بتوانند بایست در قدم نخست به Acetic acid (به نام Ethanoic acid نیز یاد می شود) بشکنند. در داخل مایتوکاندریا، Acetic acid به صورت کامل اکسیدایز شده ATP، CO<sub>2</sub> و آب ساخته می شود. هنگامیکه مقدار کافی گلوکوز برای ساخته شدن ATP در بدن موجود نباشد مقدار زیاد چربیها این وظیفه را اجرا می کنند. در این حالت، اکسیدیشن چربیها به سرعت؛ اما نامکمل اجرا می شود و یک تعداد محصولات میانه و مداخله کننده مانند Aceto Acetic acid و اسیتون در خون تجمع کرده باعث اسیدی شدن خون (Acidosis, or ketosis) می گردند. با اسیدی شدن خون، نسبت انتشار اسیتون از طریق ششها تنفس انسان بوی میوه پیدا می کند. ketosis نتیجه استفاده نکردن از کاربوهایدريت در جیره غذایی، دیابت کنترل نه شده و قحطی زده گی می باشد که در اثر آن بدن مجبور می شود انرژی مورد ضرورت خود را از چربیها بدست آورد. با وجودیکه چربیها مهم ترین منبع مواد سوخت بدن می باشند؛ اما کولسترول هیچگاه منجیث ماده سوخت حجروی استعمال نمی شود. کولسترول در مولیکولهای وظیفوی و ساختمانی وجود دارد.

چربی اضافی به صورت ذخایر چربی (Fat depots) در هیپ، بطن، پستان و انساج تحت جلدی ذخیره می شود. اگرچه انساج تحت جلدی با ساختن طبقات عایق کننده برای اعضای داخلی بدن مفید اند؛ اما تزئید بیش از حد آن حرکت اعضای بدن را مختل ساخته برای سیستم دوران خون مشکلات زیاد ایجاد می کند.

## میتابولیزم پروتئینها

پروتئینها بخش اعظم ساختمانهای بدن را به وجود می آورند. پروتئینها در بدن به امینواسیدها می شکنند. هنگامیکه کبد پروسس خونی را که از کانال هاضمه دریافت کرده است پایان بخشید، بقیه امینواسیدها توسط جریان خون به حجرات بدن رسانیده می شود. امینواسیدها توسط حجرات از خون گرفته شده برای ساختن پروتئینهای مورد ضرورت خود (انزایمها، غشاء ها، پروتئینهای دوک مایتوتیک و پروتئینهای عضلاتی) و یا برای صدور (مخاط، هورمونها و دیگران) استعمال می گردند.

حجرات شانس کمی برای استفاده از ذخایر پروتئینی خود دارند. حجرات مجبور اند ATP را برای منتقل کردن پروتئین به داخل خود از طریق انتقال فعال به مصرف برسانند؛ زیرا در بسیاری حالات مقدار کافی امینواسیدهایی را که به طریق فوق دریافت می کنند در داخل خود دارند. بعضاً این خصوصیت حجرات را به حساب حرص و طمع آنها می گذارند. حجرات بدون دریافت تمام امینواسیدهایی مورد ضرورت خود پروتئینها را ترکیب کرده نمی توانند.

امینواسیدها زمانی برای ساختن ATP استعمال می گردند که مقدار پروتئین در بدن زیاد باشد؛ و یا کاربوهایدریتها و چربیها در دسترس حجرات نباشند. هنگامیکه برای تولید انرژی، اکسیدیشن امینواسیدها نیاز باشد، گروه امین آنها به صورت امونیا ( $\text{NH}_3$ ) دور ساخته شده و بقیه مولیکول وارد مایتوکاندريا می شود. امونیا که در این جریان آزاد می شود برای حجرات بدن، مخصوصاً حجرات عصبی، سمی می باشد. امونیا در کبد با کاربن دای اکساید ترکیب شده تشکیل یوریا را می دهد. یوریا برای حجرات بدن بی خطر بوده به شکل ادرار (Urine) از بدن خارج می شود.

## نقش مرکزی کبد در میتابولیزم

کبد یگانه عضو مغلق بدن است که دارای چندین وظیفه می باشد. بدون حضور کبد انسان در ظرف 24 ساعت خواهد مرد. وظیفه کبد در سیستم هاضمه، ساختن صفرا است که در بالا تشریح شد؛ اما این یکی از چندین وظیفه حجرات کبد است. حجرات کبد وظایف ذیل را انجام می دهد: (1) سمیت ادویه ها و الکل را خنثی می کند، (2)



هورمون‌ها را تخریب می‌کند، (3) تعداد زیاد مولیکول‌ها مانند کولسترول، پروتئین‌های خون و لیپوپروتئین‌ها را که در بدن نقش حیاتی دارند، می‌سازد، (4) اجرای نقش در میتابولیزم با ساختن انواع مختلف Nutrients.

کبد عضوی است که قادر به ترمیم مجدد خود می‌باشد. همان طوریکه در فصل (10) توضیح شد، دوران باب کبدی خون غنی از Nutrients را از سیستم هاضمه مستقیماً به کبد منتقل می‌کند. کبد یگانه عضو میتابولیک بدن است که Nutrients را دریافت می‌کند. هنگامیکه خون به آهسته گی در کبد دوران می‌کند؛ حجرات کبد امینواسیدها، اسیدهای چرب و گلوکوز را از خون گرفته برای استعمال در آینده ذخیره می‌کند و یا به چندین طریقه آنها را پروسس می‌کنند. در عین زمان، حجرات بیگانه خوار کبد، باکتری‌هایی را که از طریق دیوارهای کانال هاضمه وارد خون شده اند نابود کرده، آنها را از خون دور می‌سازند. وظایف عمومی میتابولیک کبد از این قرار است:

- تثبیت سطح گلوکوز خون به یک اندازه معین (تقریباً 100 میلی‌گرم گلوکوز در 100 میلی‌لیتر خون). حجرات کبد مولیکول‌های گلوکوز را طی مراحل منظم و به فواصل معین آزاد می‌کند تا سطح گلوکوز در خون همیشه ثابت باقی بماند. در صورتیکه ضرورت افتد حجرات کبد قادر به ساختن گلوکوز از دیگر مواد غیر کاربوهایدریتی نظیر شحم و پروتئین نیز می‌باشند.
- بعضی از چربی‌ها و اسیدهای چرب که توسط حجرات کبد از خون گرفته شده اند برای ساخته شدن ATP و استعمال در داخل خود شان منجیث منبع انرژی استعمال می‌گردند. چربی‌های باقیمانده به مولیکول‌های کوچک Acetic acid و Acto Acetic acid شکستنده شده به داخل خون آزاد می‌شود؛ و یا در کبد ذخیره می‌شود. هم چنان کبد کولسترول را ساخته و محصولاتی را که از اثر شکسته شدن کولسترول بدست می‌آید به داخل صفرا ترشح می‌کند.
- تمام پروتئین‌های خون توسط کبد از امینواسیدهای که توسط حجرات آن از خون گرفته شده است ساخته شده بعداً به خون آزاد می‌شوند. همچنین کبد امینواسیدهای غیر ضروری را نیز می‌سازد و امونیا را غیر سمی می‌کند. نوترنت‌هایی که حجرات کبد به آنها نیازی ندارند، منجیث محصولات میتابولیزم کبد به جریان خون در ورید کبدی آزاد می‌شود تا مورد استفاده حجرات بدن قرار گیرند.

## میتابولیزم و انتقال کولسترول

همان طوریکه گفتیم کولسترول منحيث مادهٔ سوخت در جیرهٔ غذایی استعمال نمی شود. در عوض، منحيث اساس ساختمانی هورمونهای استروئیدی، ویتامین D و غشای حجروی استعمال می گردد. باید به یاد داشت که تنها 15 فیصد کولسترول موجود در جریان خون از طریق جیرهٔ غذایی بدست می آید و 85 فیصد باقیمانده توسط حجرات کبد ساخته می شود. کولسترول زمانی از بدن دور می شود که شکستنده شده و تشکیل نمکهای صفرا را بدهد، از آن جا با مدفوع بدن را ترک می کند.

اسیدهای چرب همانند چربیها در آب غیر محلول بوده به آسانی در جریان خون دوران نمی کنند. در عوض، اینها بسته به مرکب چربی - پروتئین به نام Lipoprotein در خون حرکت می کنند. لیوپروتئینها، گروهی از پروتئینهایی اند که توسط کبد ساخته می شوند و در انتقال چربیها و کولسترول نقش مهمی دارند و توسط اصطلاحات معمولی (HDLs) و (LDLs) نشان داده می شوند.

لیوپروتئینهای دارای غلظت کم (Low density Lipoproteins, or LDLs) کولسترول و دیگر چربیها را به حجرات بدن منتقل می کند. حرکت مقدار زیاد LDLs در جریان خون زمینهٔ این را فراهم می کند تا یک اندازهٔ آن در دیواره های رگهای خون رسوب کرده شانس آغاز تصلب شراین را بلند ببرد. به همین دلیل LDLs را منحيث **لیوپروتئینهای بد** می شناسند. در مقابل، لیوپروتئینهای دارای غلظت زیاد (High Density Lipoproteins, or HDLs) که کولسترول را از حجرات انساج یا شریانها به کبد می برند تا به صفرا دفع شوند منحيث Lipoprotein خوب تعبیر می شوند. واضح است که هر دو Lipoprotein، خوب و ضروری اند. تمرینات ورزشی، داشتن جیرهٔ غذایی که حاوی مقدار کم چربیهای مشبوع و کولسترول باشند و دوری جستن از سگرت و قهوه همه به ما مقادیر مطلوب LDLs و HDLs را پیشکش می کنند.

## تعداد انرژی بدن

انرژی که بدن دریافت می کند عبارت از انرژی یی است که در هنگام تنفس حجروی آزاد می شود. انرژی که بدن از دست می دهد شامل انرژی است که ما به

صورت حرارت (60 فیصد مجموع حرارت) از دست می دهیم به اضافه مقدار انرژی که برای اجرای وظایف خود استعمال می کنیم و مقدار انرژی که به صورت گلایکوجن یا چربی ذخیره می شوند. یک تعادل پویا (دینامیک) بین انرژی که بدن در یافت می کند و انرژی که از دست می دهد برقرار است.

برحسب نظریه هم نیرو بودن، غذاها فقط تا حدی می توانند جانشین یکدیگر شوند؛ و جیره غذایی، علاوه بر آب و نمکهای منرالی، باید شامل هر سه گروه ترکیبات عضوی باشد. یک جیره غذایی متعادل بویژه به تعادل تیزابیت و القلیت محیط داخلی (خون) بسته گی دارد.

**الف) جیره عادی:** جیره عادی برای انسان بالغ با کار سبک می تواند چنین باشد:

پروتئین	100 گرم	400 کالوری
لیپید	70 گرم	630 کالوری
کاربوهیدریت	300 گرم	1200 کالوری
		<u>2230 کالوری</u>

**ب) جیره کار:** مصرف انرژی هنگام کار کم و بیش بالا می رود و جیره غذایی باید بتواند این اضافه مصرف انرژی را تأمین کند. چون افزودن مواد پروتئینی به علل اقتصادی و صحتی درست نیست لذا این اضافه مصرف را باید با کاربوهیدریتها و چربیها تأمین کرد. بهترین نسبت برای این منظور نسبت 1 به 4 است که در آن خاصیت استیون زایی چربیها بروز نمی کند. جیره کار به شرح زیر است:

پروتئین	100 گرم	400 کالوری
لیپید	100 گرم	900 کالوری
کاربوهیدریت	400 گرم	1600 کالوری
		<u>2900 کالوری</u>

**ج) جیره نمو:** برای موجود در حال رشد و نمو، جیره غذایی باید علاوه بر تأمین انرژی و ترمیم انساج، مواد جدید برای ایجاد انساج جدید را نیز فراهم آورد. بنابراین، نیاز به

ماده غذایی برای هر کیلوگرام وزن بدن کودک بیش از فرد بالغ است. هنگام رشد و نمو نیاز به مواد پروتئینی بیش تر از دیگر Nutrients است. نیاز به پروتئینها برحسب کیلوگرام وزن بدن، از یک تا سه ساله گی در حدود 35 گرم است که با افزایش سن کاهش می یابد.

## تنظیم در یافت غذا

هرگاه اندازه انرژی که دریافت می کنیم و انرژی که مصرف می کنیم در حالت تعادل قرار داشته باشد، وزن بدن ما ثابت می ماند. اگر این تعادل برهم بخورد وزن بدن نیز یا زیاد می شود و یا کاهش می یابد. از آن جا که وزن بدن بسیاری از مردم به صورت تعجب آور ثابت می باشد، بایست مرکز کنترل غذایی که دریافت می کنیم و تولید حرارت و یا هردو در بدن ما موجود باشد. دانشمندان تا به حال قادر به تشخیص مرکز ثابتی برای کنترل غذایی که دریافت می کنیم نشده اند؛ اما چندین فکتور از قبیل بلند رفتن و یا کاهش سطح Nutrients در خون (گلوکوز و امینواسیدها)، هورمونها (Glucagon, Insulin) و (Leptin)، درجه حرارت بدن انسان و فکتورهای روانی با ارسال فیدبکها به دماغ بر خوردن غذاها تأثیر دارند. از این جمله، فکتورهای روانی نقش عمده بر چاقی (Obesity) دارند.

## میزان میتابولیزم قاعده وی (Basal metabolic rate (BMR))

هنگامیکه Nutrients برای تولید انرژی (ATP) می شکند، هرکدام مقادیر متفاوت انرژی را آزاد می کنند. برای مثال، میتابولیزم یک گرم کاربوهایدریت و پروتئین 4 کیلوکالوری انرژی و یک گرم چربی 9 کیلوکالوری انرژی آزاد می کنند. برای تعیین مقدار انرژی یک وعده غذا، بایست بدانیم که این غذا چند گرم از Nutrients را در خود دارد. برای بسیاری از ما این کار سخت است؛ اما به صورت تقریبی از طریق محاسبه ارقامی که در راهنماهای ارزش کالوری غذاها درج می باشند، این کار ممکن می گردد.

اندازه گیری مصرف انرژی نشان میدهد که مصرف انرژی در انسان که یک حیوان خون گرم است، تحت اثر عوامل مختلف تغییرات عمده بی حاصل می کند. این

عوامل موثر هر قدر شدید تر باشند طبعاً مصرف انرژی اضافی بیشتر خواهد بود. اگر این عوامل را در تحت شرایط خاص، تا حد امکان حذف کنیم، نشان داده می توانیم که در این حالت نیز مصرف انرژی صفر نمی شود و فقط به حد اقل می رسد. این مصرف حداقل انرژی را که غیر قابل اجتناب و در عین حال غیر قابل تنظیم است میزان میتابولیزم بنیادی (BMR) گویند.

به عبارت دیگر، BMR عبارت از مقدار حرارتی است که توسط بدن در هر واحد زمان و در حالت استراحت تولید می شود. این تعریف، مصرف انرژی برای زنده ماندن و اجرای وظایف حیاتی بدن مانند نفس کشیدن، تداوم ضربان قلب و وظایف کلیه ها را در بر می گیرد. انسانی که 70 کیلوگرام وزن داشته باشد در یک ساعت دارای 60 تا 70 کیلوکالری BMR می باشد.

فکتورهای زیادی مانند سطح جلد و جنسیت، BMR را متأثر می سازد. یک مرد کوچک و لاغر در مقایسه به یک زن چاق و بزرگ BMR بالاتری دارد. سن نیز مهم است؛ اطفال و نوجوانان برای ادامه رشد و انکشاف خود به مقدار انرژی بیشتری نیاز داشته و در نتیجه BMR بلند تری دارند. در بزرگ سالی، با اتروفی عضلات نرخ BMR نیز طور دراماتیک کاهش می یابد.

مهم ترین فکتوری که برای تعیین نرخ BMR استعمال شده می تواند عبارت از اندازه ترشح Thyroxin است. به همین دلیل به این هورمون لقب هورمون میتابولیک داده اند. ترشح مقدار بیشتر هورمون Thyroxin باعث مصرف مقدار بیشتر اکسیجن، استعمال ATP و بلند رفتن سرعت میتابولیزم، می گردد. در گذشته، برای تعیین اندازه تولید هورمون Thyroxin در بدن تستهای BMR را اجرا می کردند. امروزه فعالیتهای غده تائیراید از طریق تستهای خون به آسانی مشخص شده می توانند هم چنان هورمون جنسی مردانه Testosterone و هورمون رشد نیز میزان میتابولیزم را افزایش می دهد. تب، خواب و سوءتغذی میزان میتابولیزم را کاهش می دهد.

### میزان مجموعی میتابولیزم (Total metabolic rate (TMR))

هنگامیکه ما کار می کنیم بایست مقدار بیشتر گلوکوز اکسیدایز شود تا انرژی اضافی را تأمین کند. هضم غذا و اجرای فعالیتهای فیزیکی نسبتاً کم، ضرورت بدن به

کالوری را تزئید می بخشد. این ضرورت به مواد سوخت اضافی بالا بوده حتی بیشتر از انرژی مورد ضرورت برای تداوم حالت پایدار بدن است. میزان مجموعی میتابولیزم بدن متناسب به مقدار مجموعی کیلوکالوری می باشد که توسط عضلات برای اجرای وظایف مصرف شده است. وظایف عضلانی عمده ترین فعالیت بدن است که TMR را تزئید می بخشد. کوچکترین تزئید در فعالیت‌های عضلات اسکلتی باعث بلند رفتن قابل توجه TMR می شود. هنگامیکه ما یک تمرین ورزشی را انجام می دهیم، برای چندین دقیقه باعث بلند رفتن 15 تا 20 برابر مصرف TMR نسبت به حالات نورمال گردیده و حتی برای چندین ساعت ادامه می یابد.

هنگامیکه مقدار انرژی مصرف شده مساوی به TMR باشد، هومیوستاز ادامه یافته و وزن ما ثابت باقی می ماند. هرگاه بیشتر از مقدار مورد نیاز غذا بخوریم، کالوری اضافی به صورت چربی ذخیره خواهد شد. معکوساً، هرگاه فعالیت بدن شدید و زیاد بوده و مقدار کم غذا بگیریم، ذخایر چربی و حتی پروتئین بدن شکستنده شده و TMR را تأمین می کنند.

### بر آورد انرژی روزانه

در زنده گی روزانه مصرف انرژی همیشه بالاتر از میتابولیزم قاعده وی است و بسته گی به درجه حرارت محیط و میزان فعالیت عضلات موجود دارد. اینک مصرف انرژی را در چند مورد بررسی می کنیم:

**کار سبک:** برای برخی افراد، مثل کارمندان اداری و یا بعضی از کارگران که نشسته کار می کنند مصرف انرژی در 24 ساعت بین 2300 تا 2500 کالوری و برای برخی دیگر مانند کفاشها، صحافها، ماموران نامه رسان، داکتران طب و لابراتوارها که ایستاده کار می کنند، 3000 کالوری و حتی بیشتر در نظر می گیرند.

**کار سخت:** مصرف انرژی کارگران ساختمانی و بناها، کارگران معادن و فابریکه ها و کارگران زراعتی که فعالیت بدنی بیشتری دارند بین 3000 تا 5000 کالوری و گاهی بیشتر است.

**کار طاقت فرسا:** که کمتر تحقق می پذیرد می تواند به وسیله هیزم شکنها، افراد درحال غرق شدن، خسته گان نظامی و بویژه ورزشکاران قهرمان انجام گیرد. در این افراد ممکن است مصرف انرژی به 7 تا 8 هزار کالوری در 24 ساعت برسد.

### سو تغذی (Malnutrition)

سو تغذیه در اثر عدم دریافت مقدار کافی یک یا چند ماده غذایی اصلی و معمولاً پروتئینها در انسانها به وجود می آید. سو تغذیه از سالیان دراز به اینسو دامنگیر بشر بوده است؛ اما در چند دهه آخر تعداد مردم گرفتار به سو تغذیه، ازدیاد چشم گیری یافته است. چنانچه امروزه در سراسر جهان (جوامع پیشرفته و عقب مانده) میلیونها انسان دچار کم غذایی و سو تغذیه هستند. سو تغذیه در اثر عدم تعادل غذاهای دریافتی نیز به میان آمده می تواند. مانند آنچه در کشورهای پیشرفته با خوردن بیش از حد بعضی از غذاها و پرهیز از خوردن بعضی غذاهای دیگر در نزد انسانها دیده می شود.

بیشتر مردم گرسنه جهان حد اقل اوسط کالوری روزانه مورد نیاز برای زنده ماندن را دریافت می دارند؛ اما بیشتر همین مردم از دریافت مقدار کافی پروتئین و ویتامین ضروری برای سالم ماندن محرومند. فقر پروتئین در میان مردمی که از غذاهای گیاهی بیشتر استفاده می کنند، زیاده تر مشاهده می شود.

نتایج ناکافی بودن مقدار امینواسیدهای که به بدن می رسند در کودکان بین یک تا شش ساله جدی تر است. زیرا وجود این ترکیبات برای رشد نورمال بدن و مغز حیاتی است. بدن آدمی در نخستین سه سال زنده گی، کمتر از 20% از رشد طبیعی خود را انجام می دهد؛ اما در همین مدت مغز 80% از رشد نهایی خود را پشت سر می گذارد. این رشد سریع نمی تواند بدون دسترسی به مقدار و نوع مواد غذایی مناسب انجام گیرد. در میان کسانی که در طول نخستین سه سال زنده گی دچار فقر غذایی شدید بوده اند، سر و مغزهای کوچکتر از حد طبیعی زیاده تر مشاهده می شود. این عقب افتاده گی رشد ممکن است به طرق گوناگون بر توانایی استدلال کردن، حافظه و بسیاری از فعالیتهای آدمی اثر بگذارد. در کودکان دچار فقر غذایی، عدم مهارت در کارهای دستی و نوعی خامی نیز در رفتارها مشاهده می شود. گذشته از آن، آسیبی که بر اثر کمبود مواد پروتئینی در غذا به انساج مغزی و سلسله اعصاب مرکزی می رسد گاهی جبران ناپذیر است.

سیستم هاضمه و میتابولیزم بدن انسان ۴۷۰

ویتامینها نیز از جمله موادی هستند که در غذاهای مردم فقیر به مقدار کافی یافت نمی شوند و امراض ناشی از کمبود ویتامینها در میان این مردم بویژه شدید است. چنانچه سالانه تعداد زیاد کودک در کشورهای عقب مانده از اثر کمبود ویتامین A کور می شوند. علت اصلی سوء تغذیه، تولید ناکافی، توزیع نامناسب غذا در جهان امروز است؛ اما اندازه سواد و عادات فرهنگی مردم مناطق مختلف جهان نیز در گسترش سوءتغذیه نقش دارند.

## تنظیم حرارت بدن

محصولات اکسیدایز غذا در حجات بدن ATP و حرارت است. در حدود 40٪ انرژی حاصله از اکسیدایز غذا شکل ATP را به خود می گیرد و باقیمانده به صورت حرارت آزاد می گردد. حرارت آزاد شده انساج و خون را گرم می سازد. گردش خون گرم در سراسر بدن باعث تثبیت هومیوستاتیک گرمای بدن و در نتیجه بلند رفتن مؤثریت میتابولیزم بدن می گردد. مطابق قانون وانت هوف (Van't Hoff, law) میتابولیزم انساج شدید می شود و باعث مصرف انرژی می شود. طبق این قانون، اگر درجه حرارت  $10^{\circ}\text{C}$  بالا برود، تعاملات کیمیای دو تا سه بار سریعتر می شوند و چون اعمال میتابولیزمی هم تعاملات کیمیای هستند، لذا این قانون در مورد آنها نیز صادق است. گرمای بدن توازن بین تولید و مصرف حرارت بدن را منعکس می کند. مرکز کنترل کننده حرارت بدن (Thermostat) در هایپوتالاموس مغز قرار دارد. از طریق سیستم عصبی اتونومیک، هایپوتالاموس طور دوامدار درجه گرمی بدن را از طریق میکانیزم بلند بردن حرارت (Thermogenesis) و یا کاهش حرارت (Thermolysis) حرارت، در اطراف  $35,6^{\circ}\text{C}$  تا  $37,8^{\circ}\text{C}$  حفظ می کند. پوست، انساج زیر جلدی و به خصوص انساج چربی زیر جلدی همراه با هم عایق گرمای بدن را تشکیل می دهند.

**میکانیزم بلند کننده درجه حرارت بدن:** هنگامیکه درجه حرارت محیط پایین (سرد) است و درجه حرارت خون در سیستم دوران سقوط کرده است



(Hypothermia)، بایست حرارت بدن ذخیره گردد. در این هنگام رگهای خون منقبض شده و عضلات شروع به لرزیدن می کنند. هنگامیکه سیستم عروقی پوست منقبض می شود، مقدار کم تر خون به آن رسیده و مقدار اضافی خون به اعضای حیاتی داخلی وارد می شود که در اثر آن درجه حرارت همان منطقه پوست که با سردی مواجه است به درجه حرارت محیط خارجی مطابقت می کند.

محدودیت رسیدن خون به پوست برای دوره های کوتاه مدت کدام مشکلی ایجاد نمی کند؛ اما هرگاه این حالت ادامه یابد، حجرات پوست در اثر تجمع کرستهای یخ در داخل آن یخ زده، وظایف حیاتی آن مختل شده و منتج به مرگ حجره می گردد. هنگامیکه درجه حرارت اعضای عمیق بدن به نقطه یی سقوط کند که انقباض ساده عروق شعریه پوستی دچار مشکل شوند، لرزیدن آغاز می گردد. لرزیدن، انقباض شبیه ارتعاش غیر ارادی عضلات ارادی بدن است، که برای بلند بردن درجه حرارت بدن بسیار مؤثر است. همان طوریکه می دانید انقباضات عضلات اسکلتی مقادیر زیاد حرارت را تولید می کنند.

**میکانیزم کاهنده درجه حرارت بدن:** تمرینات ورزشی، تب و یا یک تغییر در درجه حرارت محیطی، گرمای بدن را ازدیاد می بخشد. هومیوستاز حرارت اضافی را کم می نماید. شریانهای خون کوچک واقع در درمس متسع شده زمینه جریان یافتن خون به سوی پوست را فراهم می نماید. بنابراین، انتقال حرارت از انساج عمیقتر به پوست و تشعشع آن به محیط به صورت انرژی مادون قرمز، تهویه و یا تماس مستقیم جسم به چیزی و هدایت حرارت باعث سرد شدن بدن می گردد. عرقی که بر روی پوست پراکنده شده تبخیر می شود و نیز حرارت را از بدن دور نموده گرمای آن را تقلیل می بخشد. این روش تا زمانی مؤثر است که هوا خشک باشد و هنگامیکه هوا مرطوب باشد، مؤثریت تبخیر در سرد سازی بدن نیز کاهش می یابد. در چنین حالتی، میکانیزم آزاد کننده حرارت بدن ما به خوبی کار نخواهد کرد و ما احساس تخریش و ناراحتی شدید خواهیم داشت. در حالت طبیعی تنها مقدار کمی از حرارت از طریق هدایت مستقیم از سطح بدن به اشیای جامد دفع می شود.

هنگامیکه پروسه از دست دادن حرارت بدن غیر مؤثر واقع شود، درجه حرارت بدن بلند می رود، حالتی به نام Hyperthermia به وجود آمده و هایپوتالاموس تحت

فشار قرار می گیرد. در نتیجه، فید بک مثبت واقع می گردد: بلند رفتن درجه حرارت بدن، باعث بلند رفتن میزان میتابولیزم بدن و تزیید درجه حرارت بدن می شود. در اثر مهار عرق کردن، پوست سرخ رنگ و خشک می گردد. تداوم بلند رفتن درجه حرارت دماغ را صدمه خواهد زد. این حالت به نام گرما زده گی (Heat stroke) یاد می شود، که در آن میکانیزمهای کاهش دهنده حرارت بدن از کار می افتند و در صورت عدم تداوی (قرار دادن در محیط سرد، فرو بردن در آب سرد و تأمین آب از دست رفته بدن) کشنده خواهد بود.

بعضاً افراد پس از یک فعالیت بدنی شدید و یا قرار گرفتن دوامدار در محیط گرم و داغ دچار حالتی مشابه گرما زده گی می گردند که به نام Heat exhaustion یاد می شود. در این حالت میکانیزمهای کاهش دهنده حرارت بدن کار می کنند اما قادر به کنترل درجه حرارت بدن نبوده و درجه حرارت بدن بلند می رود. در اثر آن از دست دادن مقدار زیاد مایعات بدن رخ داده توسط سقوط فشار خون، سرعت ضربان قلب و پوست سرد و چسبناک تثبیت می گردد.

### پیری و سیستم هاضمه

جنین در اوایل تشکل پهن و کلوچه مانند است و بزودی چین خورده و بدن استوانه یی شکل را به وجود می آورد که حفره داخلی آن تشکیل کانال هاضمه را می دهد. تا هفته پنجم انکشاف، کانال هاضمه شکل لوله طویلی را دارد که از دهان تا مقعد ادامه دارد. به زودی غده های هاضمه نظیر غده های لعابیه، کبد و پانکراس از غشای مخاطی کانال هاضمه جوانه می زنند. این غده ها مجاری خود را حفظ کرده و بزودی ترشحات خود را به داخل کانال هاضمه آزاد می کنند.

فیتوس در حال رشد تمام نوترنتهای مورد نیاز خود را از طریق Placenta اخذ می کند و حد اقل در این دوره بدست آوردن Nutrients کدام پرابلم عمده نیست. کسب غذا عمده ترین فعالیت نوزاد است و چندین رفلکس برای کمک کردن به این فعالیت حاضر می گردند. برای مثال، رفلکس Rooting reflex کمک می کند تا نوزاد نوک پستان مادر و یا شیرچوشک را پیدا کند و رفلکس چوشیدن (Sucking reflex)

کمک می کند تا نوک پستان یا شیرچوشک را محکم گرفته عمل بلع را اجرا کند. معده نوزاد بسیار کوچک است و تغذیه او بایست متناوباً (هر سه یا چهار ساعت) صورت گیرد. حرکات Peristalsis به اندازه کافی مؤثر نبوده استفرغ کردن نوزاد عمل غیر نورمال نیست.

دندان کشیدن تقریباً در شش ماهه گی رخ می دهد و تا دو ساله گی ادامه می یابد. در جریان این فاصله کودک با خوردن انواع غذاهای جامد استفاده از رژیم غذایی افراد بالغ را تمرین می کند. اشتها در سنین مدرسه رفتن کودک کاهش می یابد و در سن نوجوانی (12 تا 20 ساله گی) دوباره ازدیاد می یابد.

در دوران کودکی و نوجوانی سیستم هاضمه با مقداری پرابلم اجرایی وظیفه می کند که باعث التهاب کانال هاضمه (Gastroenteritis) می شوند. التهاب اپندکس به دلایل نامعلوم بین جوانان 13 تا 19 ساله معمول می باشد. در اواسط عمر و اوایل پیری میزان میتابولیزم در هر دوره ده ساله، در حدود 5 تا 8 درصد کاهش می یابد. این سالها موقع بلند رفتن وزن بوده و چاقی یکی از مشخصه های زنده گی است. برای داشتن وزن مطلوب بایست این مشخصه را مد نظر داشته باشیم. دو پرابلم عمده دوره جوانی زخم معده و پرابلم کیسه صفرا (التهاب و سنگ کیسه صفرا) است.

هنگام پیری، فعالیتهای کانال هاضمه کاهش می یابند. مقدار کمتر شیریه های هاضمه ترشح شده و حرکات Peristalsis آهسته می شوند. ذایقه و شامه تیزی خود را از دست می دهند و امراض دندان زود زود انکشاف می یابند. تعداد زیاد سال خورده گان به تنهایی زنده گی کرده و عواید کمتر دارند. این عوامل همراه با عدم قابلیت تحرک تزئید یابنده تغذیه ناکافی و حتی عدم قابلیت خوردن غذا از پرابلمهای اکثریت مردمان شهر نشین است. پیدا شدن کیسه ها در کانال هاضمه (Diverticulosis) و سرطان کانال هاضمه از پرابلمهای عادی سالخورده گان است. باید به یاد داشته باشید که تمام این امراض قابل پیشگیری هستند و یک رژیم غذایی پر فایبر و کم چرب بهترین تغذیه برای جلوگیری از سرطان معده سالخورده گان است.

### اختلالات سیستم هاضمه

#### استفرغ (Vomiting)

استفراغ وسیله یی است که توسط آن قسمت فوقانی کانال هاضمه در موقع تحریک، محتویات خود را به خارج تخلیه می کند. تحریک یا اتساع بیش از حد معده یا اثنا عشر قوی ترین محرک است. عمل استفراغ تحت امر مرکز استفراغ در بصل النخاع کنترل می گردد و در جریان آن عضلات شکم فشار وارد کرده و با باز شدن اسفنکتر مری آغاز گردیده محتویات معده به خارج می ریزد.

## تهوع یا دلبدی (Nausea)

تهوع غالباً قبل از استفراغ به وجود می آید. تهوع درک خود آگاهانه تحریک نیمه خود آگاه در ناحیه یی از Medulla oblongata است که ارتباط نزدیکی با مرکز استفراغ دارد و یا بخشی از آن را تشکیل می دهد که می تواند در اثر (1) ایمپالسهای تحریک از کانال هاضمه، (2) ایمپالسهای حاصل از قسمت‌های تحتانی مغز مربوط به موتر گرفته گی، (3) ایمپالسهای حاصل از قشر مغز برای ایجاد استفراغ به وجود آید.

## Gastritis

التهاب مخاط معده است که عموماً در نزد همه افراد و در سالهای آخر عمر دیده می شود. التهاب می تواند سطحی بوده عوارض جدی نداشته باشد و ممکن است در اعماق انساج سازنده معده نفوذ کرده باعث اتروفی کامل معده گردد. تحقیقات نشان می دهند که گاستریتها اکثر منشاء آلوده گی عفونی باکتریایی مزمن داشته قابل درمان هستند.

## Peptic ulcer

Peptic ulcer ناحیه زخم شده یی از مخاط معده یا قسمت فوقانی اثنا عشر در اثر عمل هاضمه شیره معده است. شایع ترین محل‌های ایجاد ulcer انتهای پیلوریک و انتهای تحتانی مری می باشد. علت معمول ایجاد Peptic ulcer عدم تعادل بین ترشح شیره معده و میزان حفاظت ناشی از (1) سد مخاطی کانال هاضمه و (2) خنثی سازی

- اسید معده به وسیله شیریه های اثنا عشر است. در نهایت دو میکانیزم کنترل فیدبکی که به طور طبیعی خنثی سازی کامل شیریه را تضمین می کنند از این قرار اند:
1. هنگامیکه اسید بیش از حد وارد اثنا عشر می شود، به طور رفلکسی ترشح اسید معده و امواج پرستالتیک معده را نیز از طریق هورمونی مهار می کند و بدین ترتیب سرعت تخلیه معده را کاهش می دهد،
  2. حضور اسید در روده باریک باعث آزاد سازی سکرترین از مخاط روده باریک می شود که از طریق خون به پانکراس می رود و باعث ترشح سریع شیریه پانکراس می شود.

### **Pancreatitis**

به معنی التهاب پانکراس است که می تواند به صورت مزمن و یا حاد تبارز کرده، باعث اختلال در ترشح شیریه پانکراس شده هضم غذا را مختل سازد. شایع ترین علت پانکراتیت مصرف الکل است. دومین علت آن انسداد امپول واتر به وسیله سنگهای صفراوی است.

### **اسهال (Diarrhea)**

مواد غایبه آبگین یا اسهال نتیجه حالات متنوعی است که باعث می شود اعضای مسئول جذب آب وقت کافی برای اجرای وظیفه نیافته و محتویات آبگین روده کوچک به روده بزرگ وارد می شود. تخریش کولون و بخش انتهایی روده کوچک توسط باکتریها (Enteritis) باعث اسهال می گردد. از آن جا که بدن در اثر اسهال آب و آیونها را از دست می دهند؛ اسهالات دوامدار باعث کم آبی و بر هم خوردن تعادل الکترولیتهای بدن و در صورت عدم تداوی باعث مرگ می گردد. اسهال می تواند خاستگاه روانی داشته باشد، مانند آنچه در موقع امتحانات واقع می شود. این اسهال ناشی از تحریکات سیستم عصبی پاراسمپاتیکی است که هم حرکت و هم ترشح مخاط در کولون انتهایی را به شدت افزایش می دهد.

### **قبضیت (Constipation)**

هرگاه مواد غذایی هضم نشده برای مدت طولانی در روده باقی بماند، مقدار زیاد آب جذب شده و سخت می گردد. در این حالت که به نام قبضیت یاد می گردد؛ انتقال مدفوع در طول کانال هاضمه به مشکل صورت می گیرد. قبضیت در اثر کاهش مقدار فایبر در رژیم غذایی، عادت داشتن به تخلیه مدفوع در فواصل دراز مدت و یا فراموش کردن تخلیه به موقع مدفوع و قلت مواد ضد قبضیت در مدفوع به وجود می آید. هنگامیکه رژیم غذایی فاقد مقدار کافی فایبر باشد، کولون باریک شده، انقباضات عضلات حلقه وی آن قدرت بیشتر پیدا می کند که در نتیجه آن فشار اضافی بر دیوارهای روده وارد شده باعث تولید شدن برآمده گیهای بر دیوارهای روده می شود. حالتی که به نام Diverticulitis یاد می شود زمانی واقع می شود که این برآمده گیها التهابی می شوند و در صورت پاره شدن زنده گی انسان را به خطر مواجه ساخته می توانند.

### سنگهای صفراوی (Gallstones)

هرگاه صفرا در کیسه صفرا برای مدت طولانی ذخیره شود و یا مقدار بیش از حد آب خود را از دست بدهد، کولسترول موجود در آن به کرستل تبدیل شده تشکیل سنگهای صفراوی را خواهند داد. سنگ صفراوی از یک طرف باعث وارد شدن صدمه به جدارهای کیسه صفرا و تولید درد خواهد شد و از طرف دیگر مانع خارج شدن صفرا از کیسه صفرا و تجمع در آن شده سبب می شود تا صفرا به کبد برگشت کند. جریان یافتن پگمتهای صفراوی در سراسر بدن باعث زرد شدن رنگ پوست بدن می شود. بند شدن مجاری صفراوی صرف یکی از علت‌های زردی می باشد. انواع دیگر زردی ناشی از پرابلمهای حقیقی کبد مانند Hepatitis می باشد.

### خلاصه فصل

سیستم هاضمه از دهان، لوله هاضمه و غده های هضمی ساخته شده است. قسمت اعظم این سیستم در حفره شکمی قرار دارد. صفاق، حفره شکمی و لگنی را می پوشاند و بعضی از احشاء درون آنها را به جداره ها آویزان نگه میدارد. دهان نخستین عضو دریافت کننده غذا می باشد که در آن زبان و دندانها قرار دارد. زبان غذا را مخلوط کرده و دندانها آنرا به صورت میکائیکی میده و آسیاب می کنند. لوله هضمی

در حدود نه متر طول داشته و از قسمتهای مختلفی نظیر مری، معده، روده کوچک، روده بزرگ، روده کور و راست روده تشکیل شده است. بر علاوه دندانها یک تعداد غده های Exocrine که انزیمها را ترشح می کنند در جنب کانال هاضمه اجرای وظیفه کرده به هضم کیمیای غذا کمک می کنند. کبد یکی از مهم ترین اعضای بدن است که هم نقش میتابولیکی و هم نقش هاضمه یی دارد. در دهان هضم کاربوهایدریتها شروع شده و در معده هضم پروتئینها آغاز می گردد. معده پهن ترین عضو بدن بوده و روده طولانی ترین عضو سیستم هاضمه می باشد. هضم مواد غذایی در روده کوچک تکمیل گردیده Nutrients از قبیل کاربوهایدریتها، امینواسیدها و تیزابهای شحمی جذب خون و لmf می گردند.

میتابولیزم بدن باعث تولید انرژی شده بدن را گرم و چاق می سازد. در صورتی که به اندازه کافی مواد غذایی دریافت نگردد؛ بدن مواد ساختمانی خود را سوختانده انرژی مورد ضرورت را تولید می کند. نیاز بدن به انرژی در حالات مختلف کار و استراحت فرق می کند و با استفاده از میتابولیزم اساسی محاسبه می گردد. گرمی بدن انسان توسط مرکز کنترولی خود کار که در هایپوتالاموس قرار دارد تنظیم می شود.

جدول 12: روابط هومیوستاتیک سیستم هاضمه با بقیه سیستمهای بدن.	
سیستمها	اثر متقابل
سیستم اسکلیت	سیستم هاضمه Nutrients، ویتامینها و آیونها را برای تولید انرژی، رشد، نمو، ترمیم و اجرای دقیق وظایف تمام سیستمهای بدن تهیه می کند.
سیستم عضلانی	سیستم اسکلیت بعضی اعضای داخلی را حفاظت می کند و همچنان منبع کلسیم بدن را تشکیل می دهد.
سیستم عصبی	فعالیتهای سیستم عضلانی، تحرک اعضای کانال هاضمه را تزیید می بخشد.
	تحرکات سیستم عصبی پاراسمپاتیک فعالیتهای سیستم هاضمه را تقویت بخشیده و ایمناسهای سیستم عصبی

<p>سمپاتیک آن را مهار می کند. هورمونهای موضعی فعالیت‌های هاضمه را تنظیم می کنند.</p>	سیستم Endocrine
<p>سیستم دوران خون نوترنت‌های جذب شده را به تمام حجرات بدن منتقل نموده و هورمون‌ها را به سراسر کانال هاضمه می رساند.</p>	سیستم دوران خون
<p>رگهای لمفاوی لmf چرب را از کانال هاضمه اخذ کرده و آن را به جریان خون می ریزاند.</p>	سیستم لمفاوی و ایمنی
<p>سیستم تنفسی اکسیجن را به اعضای هاضمه رسانیده و CO<sub>2</sub> را از آن دور می کند.</p>	سیستم تنفسی
<p>کلیه ها ویتامین D را فعال می سازد تا به جذب کلسیم از روده کمک کند.</p>	سیستم ادراری
<p>پوست ویتامین D را ترکیب می کند که برای جذب کلسیم از روده به آن نیاز است و همچنان با ساختن محفظه بی اعضای داخلی را حفاظت می کند.</p>	سیستم پوششی

### پرسشهای آموزشی

- I. پرسشهای تکمیلی
- هدایت: لطفاً جاهای خالی جملات ذیل را با کلمات و اصطلاحات مناسب پر کنید.
1. در روده کوچک، انزایم ( ) مسئول هضم چربی می باشد.
  2. انزایمی که بر پروتئین شیر اثر دارد ( ) می باشد.
  3. صفرا از طریق ( ) به اثنا عشر می ریزد.

### II. پرسشهای صحیح و غلط



هدایت: با گذاشتن (ص) و (غ) در مقابل هر جمله مشخص کنید که جملات زیرین صحیح هستند و یا غلط.

1. هنگامیکه رژیم غذایی فاقد مقدار کافی فایبر باشد، کولون وسعت می یابد.
2. کبد بر بالای معده قرار داشته و آن را به صورت کامل می پوشاند.
3. تخریش کولون و بخش انتهایی روده کوچک توسط باکتریها باعث اسهال می گردد.

### III. پرسشهای انتخابی

هدایت: بهترین پاسخ برای پرسشهای ذیل را انتخاب کنید. ممکن بیش از یک پاسخ وجود داشته باشد.

1. کدام یک از اعضای ذیل جزء از کانال هاضمه نمی باشد؟  
(a) معده. (b) کبد. (c) روده بزرگ. (d) مری.
2. pH کیموس وارد شونده به روده کوچک توسط یکی از عوامل ذیل تنظیم می شود:  
(a) صفرا. (b) شیرۀ روده.  
(c) انزیمهای پانکراسی. (d) ترشحات پانکراسی مملو از بای کاربونات.
3. در کدام یک از قسمتهای معده قوی ترین حرکات Peristalsis واقع می شود؟

Body (a)      Cardiac region (b)  
Fundus (c)      Pylorus (d)

### IV. پرسشهای مقابلی.

هدایت: بهترین اصطلاحات را از ستون (A) برای جاهای خالی در جملات ستون (B) انتخاب کنید.

- |   |               |
|---|---------------|
| B   | A             |
| 1. رگهای لمفاوی در ویلیها ( ) .                 | 1. Diarrhea   |
| 2. عملیۀ به پیش راندن مواد غذایی در کانال هاضمه | 2. Pepsinogen |
|   | 3. Propulsion |

سیستم هاضمه و میتابولیزم بدن انسان ۴۸۰

- توسط اصطلاح ( ) بیان می گردد.  
3. حالت غیر فعال پپسین ( ) است.
4. Lacteals
  5. Inhalation

---

---

## سیستم ادراری انسان

---

---

### اهداف

بعد از مطالعه این فصل شما قادر خواهید بود:

1. ساختمانهایی را که سیستم ادراری را تشکیل می دهند لست کرده و ظایف هریک را توضیح نمایید.
2. اناتومی کلیه ها، نفرونها و اجزای تشکیل دهنده آن را بیان کنید.
3. چگونگی فلتر کردن و ترکیب مایع فلتر شده را بیان کرده با عواملی که این عملیه را متأثر می سازند آشنا شوید.
4. حالیهها، کیسه مثانه و مجرای خروج ادرار را بشناسید.
5. با خواص ادرار آشنا شده چگونگی تشکیل و خروج ادرار از بدن را توضیح کنید.

کلیه ها که پاکي و ثبات مایعات داخلی ما را حفظ می کنند اعضای نمونه هومیوستازی می باشند. نقش کلیه ها در دور کردن مواد زاید میتابولیک از بدن زمانی بهتر فهمیده می شود که این اعضای قابل تقدیر مریض شوند و مواد زاید در بدن تجمع کنند. کلیه ها، روزانه هزاران لیتر مایعات را از جریان خون فلتر می کنند. بعداً این مایعات فلتر شده را پروسس نموده مواد زاید را به صورت ادرار (Urine) از بدن دور کرده و عناصر ضروری را دو باره به —ون بر می گردانند. گرچند خون، کبد، سیستم هاضمه، ششها

و پوست نیز در دفع مواد زاید از بدن نقش بازی می کنند؛ اما کلیه ها نقش اساسی را در دفع مواد زاید نایتروجنی، سموم و ادویه ها از بدن بازی می کنند.

دور کردن مواد زاید، مواد خارجی و آیونها یک بخش کار کلیه ها می باشد. کلیه ها علاوه بر دور کردن این مواد زاید به تنظیم آب و نمکیات خون، تعادل تیزابیت و قلوبیت خون، تنظیم حجم خون و ساختار کیمیاوی خون نیز دخالت دارد. کلیه وظایف تنظیمی ذیل را نیز اجرا می کند: (1) با ترشح انزایم \* Renin در تنظیم فشار خون نقش بازی می کند. (2) با ترشح هورمون Erythropoietin، تولید کریوات سرخ خون را از مغز سرخ استخوان تحریک می کند، (3) با ترشح هورمون Calcitriol ویتامین D را به شکل فعال آن تبدیل می کند، (4) گلوکوز را ترکیب کرده در تثبیت سطح گلوکوز خون دخالت می کند، (5) آزمولاریتی خون را تثبیت می کند. تمام وظایف فوق را کلیه به تنهایی اجرا کرده و ادرار را نیز در جریان آن تولید می کند.

اعضای دیگر سیستم ادراری حالبها (Ureters)، کیسه مثانه (Urinary bladder) و مجرای خروج ادرار (Urethra) است که در ذخیره موقت و انتقال ادرار از کلیه به خارج بدن نقش بازی می کنند.

### کلیه ها (Kidneys or Rene)

کلیه ها اعضای لویا مانند با رنگ سرخ تیره به ابعاد  $12 \times 6 \times 3$  سانتی متر هستند که به صورت خلف صفاقی، در دو طرف ستون فقرات به جدار خلف شکم چسبیده اند. کلیه ها در مقابل فقرات یازدهم سینه تا سوم کمر قرار گرفته اند که به علت موجودیت کبد در سمت راست، کلیه راست اندکی پایین تر از کلیه چپ قرار می گیرد. در کنار داخلی هر کلیه، ناحیه یی به نام ناف کلیه (Hilus) قرار دارد. ناف کلیه به داخل حفره یی به نام سینوس کلیه وی (Renal sinus) در داخل کلیه امتداد می یابد که از طریق آن عروق خون و رشته های اعصاب و حالبها به کلیه وارد و یا خارج می شوند. انساج شحمی در تثبیت موقعیت اعضای فوق کمک می کنند.

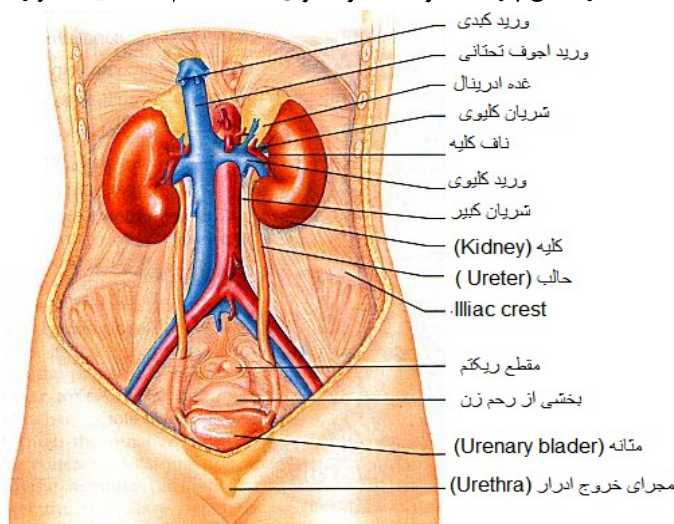
---

\*- این انزایم از انزایم rennin که توسط غدوات معده ترشح می شوند، تفاوت داشته طرز نوشتن آنها نیز از هم فرق دارد توجه داشته باشید.

در بخش بالایی هر کلیه غدهٔ ادرینال قرار دارد که جزء از سیستم اندوکرین بوده به صورت جداگانه اجرای وظیفه می کند. یک کپسول فایبری شفاف هر کلیه را احاطه کرده است که به کلیه منظرهٔ درخشنده می بخشد. یک کپسول شحمی نیز هر کلیه را احاطه کرده است که کلیه را در جای خود در مقابل عضلات دیوار تنه تثبیت می کند.

هرگاه یک کلیه طولاً قطع شود، سه منطقهٔ مشخص دیده خواهد شد: خارجی ترین لایه بی که کم رنگ است به نام کارتکس یاد می شود و ناحیهٔ پر رنگ تر داخلی میدولا نامیده می شود. میدولا حاوی تعداد زیاد نواحی مثلثی شکل با ظاهر مخطط به نام هرمهای میدولایی (Medullary pyramids) است. این هرمها در ناحیهٔ میدولا قسمی قرار می گیرند که قاعدهٔ آنها به طرف خارج و رأس آن به طرف ناف کلیه قرار دارد. هرمها توسط گستردگی از کارتکس به نام ستونهای کلیه (Renal columns) از هم جدا می شوند. یک هرم کلیه وی، بخشی از کارتکس کلیه وی که در بالای هرم قرار دارد و نصفی از هر ستون کلیه وی تشکیل لوب کلیه وی (Renal lobe) را می دهند.

کارتکس کلیه وی و هرم کلیه وی میدولا تشکیل بخش وظیفوی (Parenchyma) کلیه را می دهند. در داخل پارانکایما واحداث وظیفوی کلیه به نام Nephron قرار دارند.



شکل 124: اعضای سیستم ادراری.

در قسمت وسط ناف، لگنچه کلیه (Renal pelvis) قرار دارد. لگنچه به صورت حالب از ناف کلیه خارج می شود. گسترش لگنچه به نام Calyx; pl: Calyces نواحی پیاله شکل را تشکیل می دهند که رأسهای هرمها را احاطه می کنند. Calyces اداری را جمع می کنند که به صورت دوامدار توسط نفرونها ساخته شده و از رأس هرمها به داخل Calyces می ریزد. بعداً ادرار از Calyces وارد لگنچه و از لگنچه وارد حالبها شده غرض ذخیره شدن مؤقت به مثانه منتقل می گردد. ادرار از مثانه توسط مجرای خروج ادرار به بیرون هدایت می شود (شکل 124).

### نفرونها و ساخته شدن ادرار

در هر کلیه، حدود 1,3 میلیون لوله اداری (Renal tube) وجود دارد که واحد وظیفوی آن به حساب می آید. هر لوله اداری از دو قسمت: الف) نفرونها و ب) لوله های جمع کننده ادرار (Collecting duct) ساخته شده است.

### الف) Nephron

هر نفرون از چندین قسمت مشخص تشکیل گردیده است که عبارتند از: (1) کپسول گلومریولی یا بومن (Glomerular, or Bowman's, capsule)، (2) لوله پیچیده نزدیک (Proximal convoluted tubule)، (3) قوس هنله (Loop of Henle) و (4) لوله پیچیده دور (Distal convoluted tubule).

### کپسول گلومریولی (بومن)

پیاله مانند بوده دارای ساختاری دو جداره است، به طوری که لایه جانبی از یک ردیف حجرات سنگفرشی ساخته شده ولی لایه داخلی آن از حجرات مکعبی ویژه بی به نام Podocytes تشکیل یافته که نقش فلتر را برای خون موجود در کپسول بومن بازی می کنند. حفره کپسول بومن به داخل لوله نزدیک باز می شود که مایع را از کپسول بومن دور می کند.

در هر نفرون دو بستر عروق شعریه وجود دارد: (I) بستر گلومریولی، و (II) بستر Peritubular.

**(I) بستر گلومریولی:** یک شریان کوچک آورنده (Afferent arteriole) به کپسول بومن وارد شده و پس از تشکیل یک شبکه عروق شعریه بسیار پیچیده در داخل آن به نام Glomerulus به صورت شریان کوچک برنده (Efferent arteriole) از کپسول بومن خارج می شود. در بین شریانهای کوچک آورنده و برنده حجراتی به نام Mesangial قرار دارد که قابلیت انقباض داشته به تنظیم فلتر نمودن کمک می کنند. به مجموع کپسول بومن و شبکه عروق شعریه داخل آن جسمک کلیه وی (Renal corpuscle) می گویند. جسمک کلیه وی و لوله های دور و نزدیک هر دو در کارتکس و قوس هنله و مجاری جمع کننده ادرار در میدولای کلیه قرار دارند. Glomerulus برای فلتر کردن اختصاص یافته می باشد. در اندوتیلیوم عروق شعریه گلومریولی منافذ وجود داشته و Podocytes حاوی استتاله های حجروی اند که توسط اتصالات حجروی سوراخ دار به هم متصل می شوند. اندوتیلیوم عروق شعریه گلومریولی، پودوسایتها و غشای قاعده وی بین آنها تشکیل غشای فلتر کننده (Filtration membrane) را می دهند. در مرحله اول ساخته شدن ادرار مایعی که به نام Filtrate یاد می شود از عروق شعریه گلومریولی از طریق غشای فلتر کننده وارد بومن کپسول می شود.

از آن جا که عروق شعریه گلومریولی توسط شریانها تغذیه و تخلیه می شوند، این شریانها بسیار مقاوم هستند. قطر شریان آورنده در مقایسه به شریان برنده بیشتر است. فشار خون در داخل عروق شعریه گلومریولی بسیار بلند است. این فشار بلند، مایعات و مواد منحل (کوچکتر از پروتئینها) را از خون به داخل کپسول بومن می راند. بخش اعظم این مواد (99%) دو باره توسط حجرات لوله یی کلیه به خون عروق شعریه بستر پری تیوبولار برگشتانده می شود.

**(II) بستر Peritubular:** از شریان کوچک برنده منشأ می گیرد. بر عکس بستر گلومریولی، در این بستر فشار خون پایین است. این رگها منفذ دار و به جذب کردن سازگار بوده قادر به فلتر کردن نمی باشند. این رگها در سراسر لوله کلیه وی به آن چسبیده اند و

برای دریافت مواد منحل و آب از حجرات لوله کلیه وی آماده هستند. عروق شعریه Peritubular مواد جمع آوری شده را به وریدهای که کارتکس را ترک می کنند می ریزانند.

### لوله پیچیده نزدیک

در امتداد کپسول بومن قرار دارد و از یک ردیف اپیتیلیوم مکعبی ساده تشکیل شده است. حجرات سطح لوله نزدیک (سطحی که با فلتر مواجه است) توسط تعداد زیاد میکرو ویلیهای متراکم پوشانیده شده که سطح آن را به صورت قابل توجه گسترش می بخشد. میکرو ویلیها در دیگر بخشهای لوله نیز با مقدار کمتر وجود دارد. هم چنان این حجرات دارای تعداد زیاد مایتوکاندریا می باشند.

### قوس هنله

از انتهای لوله پیچیده نزدیک شروع شده و دارای یک بازوی برنده (Descending limb) و یک بازوی آورنده (Ascending limb) است. طول این قوس در نرونهای مختلف، با هم فرق می کند. قوس هنله مسئول تشکیل ادرار غلیظ می باشد. مایع در داخل بازوی آورنده به سوی لوله دور جریان دارد. لوله دور مایع را به مجاری جمع کننده ادرار تخلیه می کند. بخش اعظم بازوی برنده قوس هنله دارای دیوارهای بسیار نزدیک بوده از نسج پوششی سنگفرشی ساده ساخته شده اند.

### لوله پیچیده دور

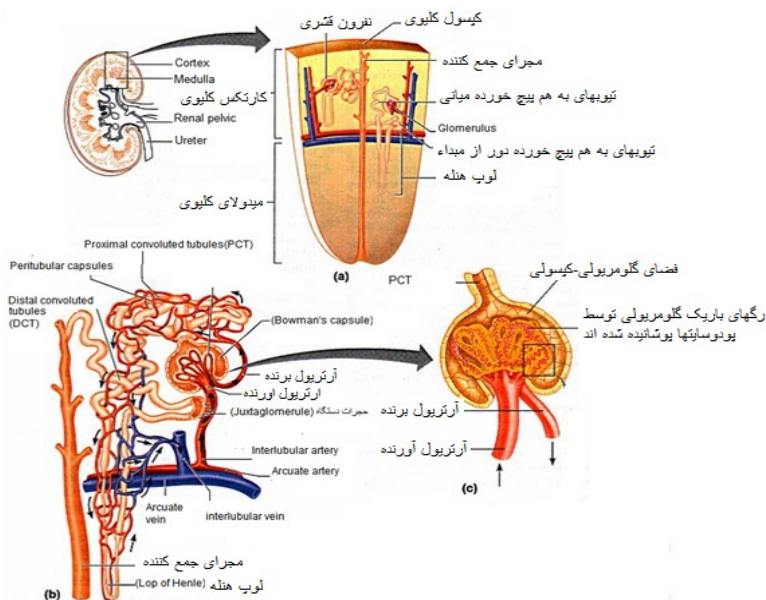
از یک لایه حجرات مکعبی کوتاه پوشیده شده است. طرز قرار گیری لوله پیچیده دور به گونه ای است که از مجاورت کپسول بومن و از بین دو شریان کوچک آورنده و برنده عبور می نماید.

جدارهای لوله نزدیک، بازوی آورنده قوس هنله و مجاری جمع کننده ادرار، توسط انتقال فعال مولیکولها و آیونها را از عرض خود عبور می دهند؛ در حالیکه بازوی برنده قوس هنله، برای آب و مواد منحل بسیار نفوذ پذیر است.

یک ساختمان تخصص یافته به نام Juxtaglomerular apparatus زمانی به وجود می آید که در نزدیکی بومن کپسول، لوله دور، بین شریان آورنده و شریان برنده قرار



می گیرد. حشرات تخصص یافته لوله دور و شریان آورنده که از عضلات لشم تشکیل شده اند، این دستگاه را به وجود می آورد. دستگاه مذکور به تنظیم فشار خون در داخل کلیه ها کمک می کند.



شکل 125: ساختمان نفرون. (a) مقطع مثلث شکل نسج کلیه که موقعیت نفرون را نمایش می دهد. (b) اجزای ساختمانی نفرون (c) نمایش دیاگراماتیک رابطه بین کپسول و عروق شعریه گلوبریولی.

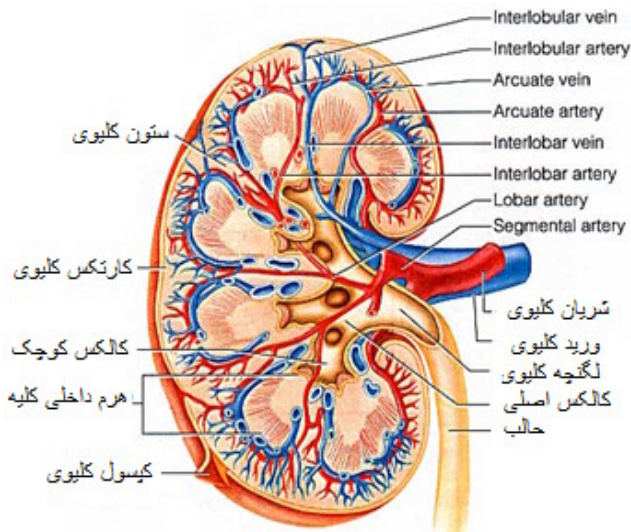
### ب) لوله های جمع کننده ادرار

این لوله ها به علت داشتن منشأ جنینی متفاوت، جزء ساختمان نفرون محسوب نمی شوند؛ ولی همان گونه که از نام آن پیدا است، ادرار را از نفرون دریافت می کند. این لوله ها به تدریج به یک دیگر پیوسته و در نوک هرمها، مجاری بزرگی می سازند. لوله های جمع آوری کننده نسبت به آب غیر قابل نفوذ اند و تنها در حضور هورمون ضد

ادراری (ADH) مترشحه از هایپوفیز خلفی، نسبت به آب نفوذ پذیر می گردند و مانع دفع بیش از حد آب از بدن می شوند (شکل 125).

### خون رسانی به کلیه ها

کلیه ها طور دوامدار خون را تصفیه کرده ترکیب آن را تنظیم می کند. تقریباً 1200 میلی لیتر از مجموع خون بدن، در هر دقیقه از کلیه ها عبور می کند. کلیه ها توسط شریان کلیه وی (Renal artery) که مستقیماً از آئورتای شکمی جدا می شود، تغذیه می گردد. موقعی که شریان کلیه وی وارد ناف کلیه گردید شاخه های کوچکتر به نام Interlobar arteries را تشکیل می دهد که وارد ستونهای کلیه وی شده به کارتکس می رسند. در محل اتصال میدولا و کارتکس، شریانهای انترلوبر تشکیل Arcuate arteries را می دهد که بر هرمهای میدولایی خم می شوند. بعداً Arcuate arteries تقسیم شده، تشکیل Interlobular arteries را داده به انساج کارتکس خون رسانی می کنند. شریانهای کوچک آورنده، از شاخه های انترلوبیولر منشأ گرفته به عروق شعریه گومریولی امتداد می یابد.



شکل 126: آناتومی داخلی کلیه.

شریانهای کوچک برنده از عروق شعریه گلوبریولی به Peritubular capillaries که لوله نزدیک، قوس هنله و لوله دور را احاطه کرده است، امتداد می یابد. Vasa rekta بخش اختصاص یافته Peritubular capillaries است که عمیقاً به داخل میدولای کلیه امتداد می یابد.

خون از Peritubular capillaries به شمول Vasa rekta وارد Interlobular veins می شود. وریدهای کلیه وی موازی به شریانهای آن قرار داشته نامهای مشابه دارند. خون، کلیه را توسط Renal vein ترک گفته به ورید اجوف تحتانی می ریزد (شکل 126).

## ساخته شدن ادرار

ساخته شدن ادرار نتیجه سه عملیه می باشد: (1) فلتر کردن (Glomerular Filtration)، (2) جذب مجدد لوله بی (Tubular reabsorption) و (3) ترشح لوله بی (Tubular secretion).

### 1. فلتر کردن

همان طوریکه گفتیم گلوبریول همانند یک فلتر عمل می کند. فلتر کردن در گلوبریول عملیه غیر انتخابی و غیر فعال است. از این فلتر پلازمای خون به استثنای پروتئینهای آن عبور می کند. حجرات و پروتئینهای خون و صفحه های دمویه به اندازه کافی بزرگ بوده قادر به عبور از غشای فلتر کننده نیستند؛ هرگاه ندرتاً در ادرار ظاهر گردند بیان کننده به میان آمدن وضعیت غیر عادی در فلترهای گلوبریولی هستند.

تقریباً 21% خونی که در هر دقیقه توسط قلب پمپ می شود از گرده ها می گذرد. از مجموع تمام پلازمای خونی که در عروق شعریه گلوبریولی جریان دارند تقریباً 19% آن از طریق غشای فلتر کننده به داخل یک بومن کپسول می گذرد. روزانه، در تمام نفرونهای هر دو کلیه تقریباً 180 لیتر مایع فلتر شده تشکیل می شود. اما صرف 1% یا کمتر از این مایع فلتر شده تشکیل ادرار را می دهد و بقیه دو باره جذب بدن می شود.

غشای فلتر کننده تنها به بعضی مواد اجازه عبور از عروق شعریه خون به کپسول بومن را می دهد. آب، مواد منحلۀ کوچک به آسانی از منافذ غشای فلتر کننده عبور می کنند؛ اما حجرات خون و پروتئینها قادر به عبور از منافذ غشای فلتر کننده و ورود به

کپسول بومن نیستند. قطر مولیکول Albumin کمی بزرگ تر از منافذ غشای فلتر کننده بوده به اندازه کم از آن عبور می کنند. هرگاه Albumin چارج دار باشد عبور آن توسط غشاء ممانعت می شود. پس مایع فلتر شده عاری از حجرات بوده و کمی پروتئین در آن وجود دارد.

ساخته شدن مایع فلتر شده به تفاوت فشار بین عروق شعریه گلومریولی، فشار داخل کپسول بومن و فشار آرموتیک خون مربوط می باشد. فشار خون در داخل گلومریولها معمولاً 55 میلی متر ستون سیما و فشار داخل کپسول بومن تقریباً 15 میلی متر ستون سیما است. فشار آرموتیک خون در داخل گلومریول 30 میلی لیتر ستون سیما است. تا هنگامیکه فشار خون نورمال است، عملیه فلتر کردن ادامه خواهد یافت. هرگاه فشار خون شریانی به پایین سقوط کند، فشار داخل گلومریول برای راندن مواد از خون به داخل کپسول گلومریول، کافی نبوده و عملیه فلتر کردن توقف می کند.

**سرعت فلتر کردن گلومریولی (Glomerular Filtration Rate(GFR):** مقدار مایع فلتر شده که توسط دو کلیه در هر دقیقه ساخته می شود سرعت فلتر کردن گلومریولی (GFR) را نشان می دهد. در مردان بالغ این اندازه 125 میلی لیتر فی دقیقه و در زنان بالغ به 105 میلی لیتر فی دقیقه می رسد. هومیوستاز بدن به تداوم ثبات ارقام فوق نیازمند است. میکانیزمهای تنظیم کننده GFR به دو طریق عمل می کنند: (1) فشار خون را در داخل و خارج گلومریولها تثبیت می کنند و (2) سطح عروق شعریه گلومریولی را برای فلتر کردن تغییر می دهند. سه میکانیزم GFR را کنترل می کنند: (1) تنظیم خود به خودی، (2) تنظیم عصبی و (3) تنظیم هورمونی.

- **تنظیم خود به خودی:** کلیه ها با وجود تغییرات در فشار خون به صورت خودکار قادر به تثبیت جریان خون و GFR می باشند که به نام تنظیم خود به خودی یاد می شود.
- **تنظیم عصبی:** رگهای خون کلیه ها توسط سیستم عصبی سمپاتیک عصب رسانی می شوند که هورمون نور اپی نفرین را ترشح می کنند. نور اپی نفرین باعث انقباض رگهای خون می گردد. در حالت استراحت. تحریکات سمپاتیک نسبتاً خفیف بوده شریانهای آورنده و برنده متسع می باشند و GFR کلیه به

صورت خود به خودی صورت می گیرد. در اثر تحریکات خفیف سمپاتیک شریانهای آورنده و برنده هر دو یکسان انقباض می کنند؛ در حالیکه در اثر تحریکات شدید سمپاتیک انقباض شریانهای آورنده شدید بوده در نتیجه جریان خون به داخل گلو مریولها به شدت کاهش می یابد و GFR کاهش یافته باعث: (1) کاهش خروج ادرار و حفظ حجم خون می شود و (2) دوران مقدار زیاد خون به دیگر اعضای بدن می شود،

- **تنظیم هورمونی:** دو هورمون در تنظیم GFR نقش دارد: (1) انجیوتنسن 2 با کوچک ساختن قطر شریانهای آورنده و برنده باعث کاهش GFR می شود و (2) هورمون Atrial Natriuretic Peptide که توسط عضلات دهلیز راست قلب ترشح می شود با وسعت بخشیدن سطح ناحیه فلتز کردن، GFR را تزئید می بخشد.

## 2. جذب مجدد لوله یی

مواد فلتز شده توسط گلو مریول بر علاوه مواد زایدی که از بدن به خارج رانده می شوند، حاوی مواد مفید نظیر آب، گلوکوز، امینواسیدها و آیونها نیز می باشد که بایست دوباره به خون برگردانده شوند. جذب مجدد لوله یی زمانی آغاز می شود که مایع فلتز شده به لوله پیچیده نزدیک وارد شود.

حجرات لوله یی منتقل کننده بوده، مواد مورد ضرورت را از مایع فلتز شده برداشته و بعداً آنها را به سمت خلفی خود به داخل فضای خارج منتقل می کند. این مواد، از این جا به داخل عروق شعریه خون پری تیوبیولار جذب می گردند. بعضی مواد به صورت غیر فعال جذب مجدد می شوند برای مثال آب توسط از موس عبور می کند؛ اما مواد دیگر بیشتر توسط انتقال فعال منتقل گردیده، عموماً انتخابی هستند. در این جا برای مواد مورد ضرورت بدن تعداد زیاد حمل کننده گان وجود داشته بر عکس برای موادی که مورد نیاز بدن نیستند حاملی وجود ندارد. مواد مورد ضرورت بدن نظیر گلوکوز و امینواسیدها به طور کامل از مایع فلتز شده برداشته می شوند. مقدار ناچیزی از مواد زاید نایتروجنی نظیر یوریا، یوریک اسید و کریتینین، جذب مجدد می شوند، به همین دلیل مقدار زیاد آنها در ادرار ظاهر می گردد.

سیستم ادراری انسان ۴۹۲

آیونهای مختلفی یا دوباره جذب می گردند و یا با ادرار از بدن خارج می شوند. باقیماندن و یا خارج شدن آیونها از بدن به ترکیب الکترولیتها و pH ادرار وابسته است. بخش اعظم جذب مجدد در لوله پیچیده نزدیک واقع می شود؛ اما لوله پیچیده دور و لوله جمع کننده نیز در این زمینه فعال هستند.

### 3. ترشح لوله یی

ترشح لوله یی برای جذب مجدد معکوس ضروری است. بعضی مواد نظیر آیونهای هایدروجن ( $H^+$ )، پتاسیم ( $K^+$ ) و کربتینین از خون عروق شعریه پری تیوبولار به حجرات لوله یی و یا از حجرات لوله یی به داخل فلتريت عبور کرده می توانند. این عملیه برای دور کردن موادی نظیر بعضی ادویه ها از مایع فلتري شده و یا کنترل pH خون مفید می باشد (جدول 13).

جدول 13: فلتري شدن، جذب مجدد و اطراح مواد در سیستم ادراری.			
خروج روزانه ادرار	جذب مجدد به خون	مواد فلتري شده از خون به داخل کپسول بومن	مواد
1 تا 2 لیتر	17۴ تا 17۹ لیتر	18C لیتر	آب
1C گرم	1۹ گرم	2C گرم	پروتئين
4 گرم	57۵ گرم	57۹ گرم	آیونهای سدیم ( $Na^+$ )
3٫۶ گرم	633٫7 گرم	64C گرم	آیونهای کلوراید ( $Cl^-$ )
3C گرم	274٫97 گرم	27۵ گرم	آیونهای $HCO_3^-$
صفر گرم	162 گرم	162 گرم	گلوکوز
3C گرم	24 گرم	54 گرم	یوریا
2٫0C گرم	2۹٫۶ گرم	2۹٫۶ گرم	آیونهای پتاسیم ( $K^+$ )
0٫۸ گرم	7٫7 گرم	۸٫5 گرم	یوریک اسید
1٫۶ گرم	صفر گرم	۶ ر 1 گرم	کربتینین

## خواص ادرار

در 24 ساعت، کلیه ها تقریباً 150 تا 180 لیتر پلازمای خون را به داخل لوله های خود فلتر می کنند. در داخل لوله ها، مواد فلتر شده پروسس شده یا بعضی مواد آن دو باره جذب می شود و یا بعضی مواد به آن علاوه می شود. به این ترتیب در 24 ساعت تقریباً یک تا 1.8 لیتر ادرار تولید می شود. بین ادرار و مایع فلتر شده تفاوت وجود دارد. مایع فلتر شده حاوی تمام مواد، به استثنای پروتئینها است که در پلازمای خون وجود دارد؛ اما با رسیدن به مجرای جمع کننده ادرار مقدار زیاد آب، تمام نوترنتها و آیونهای ضروری خود را از دست می دهد. چیزی که باقی می ماند ادرار است که حاوی مواد زائد نایتروجنی و مواد غیر ضروری می باشد. تا هنگامیکه صحتمند هستیم، کلیه های ما ترکیب خون را با وجود تفاوت در رژیم غذایی و فعالیتهای حجروی، ثابت نگهداشته می تواند.

ادرار خالص عموماً شفاف بوده، دارای رنگ زرد کم رنگ تا زرد تیره می باشد. رنگ زرد عادی ادرار ناشی از وجود پگمندی به نام Urochrome در آن می باشد. این پگمنت در اثر شکسته شدن Hemoglobin در خون آزاد می شود. مواد منحلۀ دیگری که در ادرار وجود دارد مسئول به وجود آمدن رنگ زرد تیره ادرار می باشد. ادرار در اوقات مختلف دارای رنگهای مختلف بوده می تواند. رنگهای مختلف ادرار در اثر خوردن غذاهای مختلف و یا وجود صفرا و یا خون در ادرار به وجود می آید.

هنگامیکه ادرار ساخته شد، ادرار فاقد عوامل عفونی آلوده کننده مانند باکتریها بوده، دارای بوی مخصوص می باشد. هرگاه در جایی تجمع نماید بوی امونیا را نشان خواهد داد که نشان دهنده عمل باکتریها بر مواد منحلۀ ادرار می باشد. بعضی ادویه ها، سبزیها و امراض مختلف نظیر مرض دیابت بوی عادی ادرار را تغییر می دهند.

ادرار عموماً اسیدی بوده pH آن در اطراف 6 است؛ اما تغییر در متابولیسم بدن و بعضی غذاها، pH آن را به تیزابیت بیشتر و یا به سوی قلویت تغییر داده می تواند. برای مثال، رژیم غذایی که شامل غذاهای پروتئینی بیشتر هستند (تخم، پنیر ...) و تمام محصولات گوشتی باعث می شوند تا ادرار به صورت کامل اسیدی شود. معکوساً، یک رژیم غذایی گیاه خوار (Vegetarian) باعث قلووی شدن ادرار می گردد. عفونتهای باکتریایی مجاری ادراری نیز باعث قلووی شدن ادرار می شود.

از آن جا که ادرار عبارت از آب جمع مواد منحل است، نسبت به آب خالص غلیظ و سنگین تر می باشد. اصطلاحی که برای نشان دادن اندازه سنگینی ادرار نسبت به آب خالص به کار برده می شود، وزن مخصوص است. در حالیکه وزن مخصوص آب خالص 1,0 است وزن مخصوص ادرار غالباً بین 1,001 تا 1,035 می باشد.

هنگامیکه یک فرد مقدار زیاد آب می نوشد و یا ادویه دیوریتیک (این ادویه ها مقدار خروج ادرار را تزئید می بخشند) خورده و یا نارسایی وظیفوی کلیه (Renal failure) داشته، کلیه هایش قادر به غلیظ ساختن ادرار نباشد، ادرارش بیشتر از حالت عادی رقیق می شود. در مقابل در حالتی مانند کم نوشیدن آب، تب و التهاب کلیه (Pyelonephritis) ادرار با وزن مخصوص بالا تولید می شود.

مواد منحل یی که طور نورمال در ادرار یافت می شود شامل آیونهای سدیم ( $Na^+$ )، پوتاسیم ( $K^+$ )، یوریا، یوریک اسید، Creatinine، امونیا، آیونهای  $HCO_3^-$  و آیونهای مختلف دیگر متناسب به ترکیب خون می شود. در بعضی امراض ترکیب ادرار تغییر می کند و حضور مواد غیر نورمال در تشخیص پرابلم مفید است. موادیکه طور نورمال در ادرار یافت نمی شوند شامل گلوکوز، پروتئینهای خون، کریوات سرخ خون، هیموگلوبین، حجرات سفید خون و صفرا می شود.

## حالبها

حالبها، لوله هایی به طول 25 الی 30 سانتی متر و قطر 6 میلی متر می باشند. هر حالب در پشت صفاق از ناف کلیه تا جدار خلفی مثانه امتداد داشته با زاویه کوچکی وارد مثانه می شود. بخش فوقانی هر حالب امتداد لگنچه کلیه بوده و بخش داخلی (مخاطی) آن نیز امتداد مخاط لگنچه بوده به داخل مثانه امتداد می یابد.

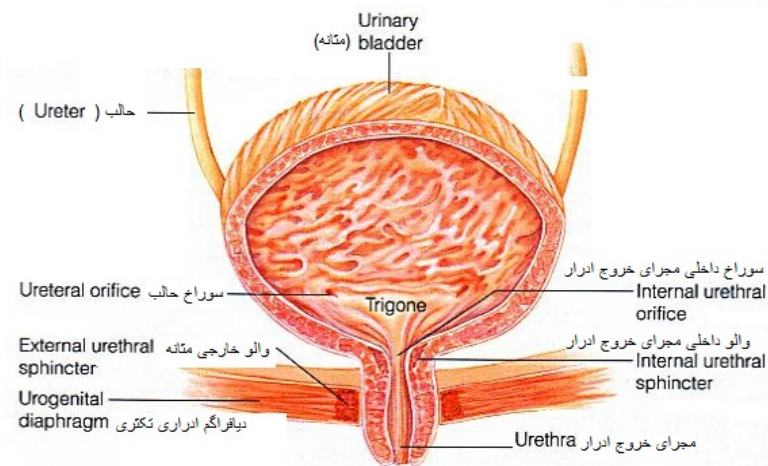
حالبها مجاری هستند که ادرار را از کلیه به مثانه انتقال می دهند. با وجودیکه فکر می شود که ادرار به کمک قوه جاذبه زمین از کلیه ها به مثانه می ریزد؛ اما حالبها نقش فعالی در انتقال ادرار بازی می کند. عضلات لشم جدارهای حالبها انقباض کرده با تولید حرکات Peristalsis به راندن ادرار کمک می کنند. هنگامیکه ادرار به مثانه وارد شد،



برگشت دو باره آن به حالب، توسط ساختمان والو ماندی که به واسطه چین خوردن مخاط مثانه به وجود می آید، صورت می گیرد.

### مثانه

مثانه خریطه عضلاتی لشم و قابل چمک شدن است که ادرار را طور مؤقت ذخیره می کند. موقعیت آن در داخل لگن و درست در عقب استخوان Pabis می باشد. در بخش داخلی آن سه منفذ دیده می شود: دو منفذ حالبها (Ureteral orifices) و یک منفذ مجرای خروج ادرار (Internal urethral orifice). در مردان غده پروستات (Prostate gland) که جزء از سیستم تولید مثل آنها می باشد گردن مثانه راه جایی که ادرار را به مجرای خروج ادرار تخلیه می کند، احاطه کرده است. در سطح خلفی قسمت داخلی مثانه، ناحیه سه گوش به نام مثلث مثانه به چشم می خورد. این مثلث در مثانه طوری قرار گرفته که قاعده آن در بالا و رأسش در قسمت ابتدایی یوریترا واقع می شود. محلهای ورود حالب به مثانه، زوایای خارجی قاعده مثلث مثانه را می سازد.



شکل 127: ساختمان مثانه و مجرای خروج ادرار در یک زن.

جدار مثانه از سه طبقه ساخته شده است. مخاط آن از نوع مخصوصی از اپیتلیوم به نام Transitional epithelium است. هردوی این ساختمانها به مثانه قابلیت ذخیره کردن ادرار را می بخشد. هنگامیکه مثانه خالی است 5 تا 7.5 سانتی متر طول داشته و دیوارهای آن ضخیم و چین خورده است و هنگامیکه ادرار در داخل آن تجمع نماید، مثانه وسعت یافته به داخل حفرهٔ بطنی بالا آمده، دیوارهای عضلانی آن کشیده شده و Transitional epithelium آن نازک شده به مثانه اجازه می دهند تا مقدار بیشتر ادرار را بدون بلند رفتن فشار داخلی آن ذخیره کند. یک مثانه نسبتاً پر تقریباً 12.5 سانتی متر طول داشته و 500 میلی لیتر ادرار دارد؛ اما مثانه قابلیت ذخیره کردن دو چند این مقدار را نیز دارد. موقعیکه مثانه به صورت کامل پر گردید شکل ناک را به خود می گیرد که قابل لمس کردن در بالای استخوان Pobis است. گرچند ادرار توسط کلیه به تدریج ساخته می شود؛ اما ذخیره شدن آن تا زمانی ادامه می یابد که تخلیهٔ آن مناسب باشد (شکل 127).

### مجرای خروج ادرار

مجرای خروج ادرار لوله یی با دیواره های نازک است که ادرار را توسط حرکات Peristalsis خود از مثانه به خارج از بدن می ریزاند. در محل اتصال مجرای خروج ادرار و مثانه اسفنکتر داخلی مجرای خروج ادرار قرار دارد. این اسفنکتر از عضلات لشم حلقوی ساخته شده غیر ارادی بوده مانع خروج ادرار می گردد. اسفنکتر دومی عبارت از اسفنکتر خارجی مجرای خروج ادرار است که از عضلات اسکلتی ساخته شده و به صورت ارادی قابل کنترل است.

طول و وظیفهٔ مجرای خروج ادرار در زنان و مردان از هم فرق می کند. در زنان، تقریباً 3 تا 4 سانتی متر طول دارد و منفذ خروجی آن در قدام منفذ Vagina قرار دارد. وظیفهٔ آن هدایت ادرار به خارج بدن است.

در مردان، مجرای خروج ادرار تقریباً 20 سانتی متر طول داشته دارای سه منطقه است: (1) یوریترای پروستاتیک (Prostatic Urethra)، (2) یوریترای غشایی (Membranous Urethra) و (3) یوریترای اسفنجی (Spongy Urethra).

Urethra در نوک آلت تولید مثل مرد به خارج باز می شود. Urethra مرد دو وظیفه دارد: (1) ادرار را به خارج بدن مرد تخلیه می کند و (2) مجرای خروج اسپرم از بدن را تهیه می کند. بنابراین، در مردان، Urethra جزء هر دو سیستم تولید مثل و بولی می باشد.

### ادرار کردن (Micturition)

ادرار کردن عبارت از عملیه تخلیه کردن مثانه است. دو اسفنکتر داخلی و خارجی خروج ادرار از مثانه را کنترل می کنند. معمولاً مثانه به ذخیره کردن ادرار تا بالا تر از 200 میلی لیتر ادامه می دهد. تقریباً در همین زمان کشیده شدن عضلات دیوارهای مثانه گیرنده های کششی را فعال می کند. ایمپالسهها به ناحیه ساکرل نخاع منتقل گردیده بعداً توسط اعصاب احشایی به مثانه برگشته باعث اجرای رفلکس انقباض می گردد. موقعیکه انقباضات قوی تر شدند باعث داخل شدن ادرار ذخیره شده در مثانه به اسفنکتر داخلی مثانه می شوند. این همان موقع است که شخص احساس ادرار داشتن می کند. از آن جا که اسفنکتر خارجی غیر ارادی است؛ ما می توانیم انتخاب کنیم که آیا ادرار کنیم و یا به صورت موقت مانع خارج شدن ادرار از مثانه گردیم. در صورتی که زمان برای ادرار کردن مناسب باشد؛ اسفنکتر خارجی باز شده ادرار از بدن خارج می شود. هرگاه موقع مناسب برای تخلیه ادرار فراهم نشود ادرار در داخل مثانه تجمع می کند. بعد از اینکه 200 تا 300 میلی لیتر ادرار جمع شد، رفلکس ادرار کردن بار دیگر شروع می شود. سرانجام ادرار کردن واقع می شود چه شخصی به آن اجازه بدهد و یا نه!

### مایع، الکترولیت و تعادل تیزاب – القلی

ترکیب خون به سه فکتور عمده مربوط است: (1) رژیم غذایی، (2) میتابولیزم حجروی و (3) خروج ادرار از بدن. در مجموع کلیه ها چهار نقش عمده در تثبیت ترکیب خون بازی می کند: (1) تداوم ترشح مواد زاید نایتروجنی، (2) آب، (3) تعادل الکترولیتهای خون و (4) مراقبت کردن

از pH خون. ترشح مواد زاید نایتروجنی قبلاً توضیح گردید. وظایف بعدی ذیلاً توضیح می گردند:

## ثبات تعادل آب و الکترولیت‌های خون

**مایعات بدن:** آب تقریباً 50% وزن بدن زنان بالغ و 60% وزن بدن مردان بالغ را تشکیل می دهد. این تفاوت نشان میدهد که زنان مقدار کمتر عضلات و مقدار بیشتر انساج چربی دارند. بدن نوزادان با داشتن مقدار کم چربی و مقدار زیادتر استخوان دارای تقریباً 75% آب هستند. بدن بزرگسالان دارای تقریباً 45% آب می باشد. اهمیت آب در فصل (2) توضیح گردید.

**رابطه بین آب و نمک:** آب بخش اعظم تمام مایعات بدن را صرف نظر از نوعیت آنها تشکیل می دهد؛ اما برای تعادل مایعات به مواد دیگر نیز نیاز است. نوع و مقدار مواد منحل در مایعات بدن مخصوصاً الکترولیتها مانند آیونهای سدیم ( $Na^+$ )، پتاسیم ( $K^+$ ) و کلسیم ( $Ca^{2+}$ ) نیز برای تداوم و ثبات هومیوستاز بدن، دارای اهمیت حیاتی می باشند. با پروسس خون توسط کلیه ها تعادل آب و الکترولیتها دقیقاً با هم در ارتباط می باشد.

تغییرات کوچک در تعادل الکترولیتها و غلظت مواد منحل در مایعات نواحی مختلف بدن باعث می شود تا آب از یک نقطه به نقطه دیگر حرکت کند. این تغییرات نه تنها باعث تغییرات در حجم و فشار خون می شوند؛ بلکه باعث آسیب رسانیدن شدید به اعضای حساس نظیر حجرات عصبی و عضلی نیز می گردد. برای مثال، کمبود آیونهای سدیم ( $Na^+$ ) در مایع خارج حجروی باعث جریان یافتن آب از خون به فضای بین النسجی گردیده باعث آماس و تضعیف عضلات می گردد.

بخش اعظم آب دریافتی ما از طریق مایعات و غذاها تأمین می شود؛ با وجود آن یک مقدار ناچیز آب (تقریباً 10%) از طریق میتابولیزم حجروی نیز تولید می گردد. بدن از چندین طریق آب را از دست می دهد: (1) یک مقدار آب از طریق ششها تبخیر می شود، (2) مقداری از طریق عرق ریزها از بدن خارج می شود و (3) مقدار دیگر با مواد غایبه بدن را ترک می کند. در این میان وظیفه کلیه قابل توجه می باشد. هرگاه

مقادیر بیشتر آب از دیگر مسیرها از بدن خارج شود، کلیه این مقدار را از طریق کاهش دادن مقدار ادرار جبران می کند. از طرف دیگر، هرگاه مقدار آب گرفته شده زیاد باشد، کلیه مقدار بیشتر آب را از بدن خارج می کند.

برعلاوه، بایست غلظت الکترولیت‌های مختلف در مایعات داخل حجروی و خارج حجروی در حال تعادل بوده باشد. بخش اعظم الکترولیتها از طریق غذاها و آبهای سخت (منرال دار) وارد بدن می شود. گرچند، مقدار ناچیز الکترولیتها با عرق و مواد غایبه از بدن خارج می شود؛ اما عامل عمده تنظیم مقدار الکترولیت‌های بدن انسان کلیه ها است.

### تنظیم هورمونی جذب مجدد و ترشح لوله یی

جذب مجدد آب و الکترولیتها توسط کلیه ها در قدم نخست ذریعه هورمون‌ها تنظیم می شود. هنگامیکه حجم خون بنا به هر دلیلی کاهش یابد، فشار خون شریانی سقوط کرده در نتیجه اندازه مایعات فلتر شده توسط کلیه ها کاهش می یابد. برعلاوه، حجرات نهایت حساس در هایپوتالاموس به نام گیرنده های از موسی، به تغییرات در ترکیب خون عکس العمل نشان می دهند. در نتیجه، ایمپالسهای عصبی به بخش خلفی غده نخامیه فرستاده شده و هورمون ADH آزاد می گردد. این هورمون مانع از دست رفتن مقدار بیشتر آب ادرار می گردد. هورمون دومی، که از طریق عمل کردن بر کلیه ها ترکیب خون را متأثر می سازد، Aldosterone است.

با وجودیکه بلند رفتن سطح پتاسیم و یا پایین رفتن سطح سودیم در مایع خارج حجروی حجرات کارتکس غده ادرینال را تحریک می کند تا هورمون الدوسیترون را ترشح کند؛ اما محرک عمده ترشح Aldosterone، میکانیزم رنین - انجیوتینسین است. (فصل 9 دیده شود).

هرگاه حجم خون به اندازه زیاد بلند رود، حجرات قلب هورمون Atrial Natriuretic Peptide را ترشح می کند. گرچند نقش این هورمون در تنظیم وظایف لوله یی کلیه ها معلوم نیست اما جذب مجدد آیونهای سودیم ( $Na^+$ ) و آب را در لوله نزدیک و لوله جمع کننده ادرار، مهار می کند. هم چنین، این هورمون ترشح هورمونهای ADH و Aldosterone را ممانعت می کند. این اثرات باعث ترشح  $Na^+$  در ادرار و تزئید مقدار ادرار می گردد که باعث کاهش حجم و فشار خون می شود.

## ثبات تعادل تیزاب - القلی خون

برای اجرای نورمال وظایف حجرات بدن، بایست pH خون بین 7,35 تا 7,45 ثابت بوده باشد. هرگاه pH خون شریانی از 7,45 بیشتر گردد، گفته می شود این فرد دارای بدن قلوی (Alkalosis) است. و سقوط pH خون شریانی به پایین تر از 7,35 باعث اسیدی شدن خون می گردد.

اگرچه، مقدار ناچیز مواد اسیدی از طریق غذا وارد بدن می شود؛ اما اغلب آیونهای هایدروجن ( $H^+$ ) از محصولات فرعی میتابولیزم حجروی منشأ می گیرند که طور دوامدار مواد را غرض ثبات تعادل تیزابی - قلوی به خون می افزاید.

در بدن انسان تعداد زیاد اسیدها ساخته می شود؛ طور مثال، فاسفوریک اسید، لکتیک اسید و انواع زیاد اسیدهای چرب. بر علاوه، کاربن دای اکسایدی که در جریان ساخته شدن انرژی آزاد می شود، تشکیل اسید کاربن را می دهد. امونیا و دیگر مواد قلوی نیز به خون آزاد می شوند. گرچند بفرهای (Buffers) کیمیایوی طور مؤقت تیزاب و یا القلی را به خون علاوه کرده می توانند و ششها مسؤل اصلی دور کردن کاربن دای اکساید از خون می باشند؛ اما کلیه ها نقش اساسی را در تثبیت تعادل تیزاب - قلوی خون بازی می کند.

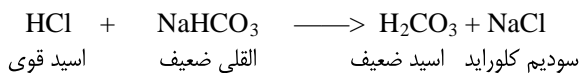
## بفرهای خون

بفرهای کیمیایوی سیستمهای یک یا دو مولیکولی می باشند که برای تغییر دادن غلظت آیونهای هایدروجن ( $H^+$ ) در محیطی عمل می کنند که تیزاب یا القلی به آن علاوه گردیده است. هنگامیکه pH سقوط کرده باشد با آیونهای هایدروجن ( $H^+$ ) متصل می شوند و هنگامیکه pH بلند برود آیونهای هایدروجن ( $H^+$ ) را آزاد می کنند. از آن جا که بفرهای کیمیایوی در مقطع زمانی ثانیه ها عمل می کنند از جمله مدافعین قدمه نخست دفاع در برابر تغییرات pH هستند.

سه سیستم مهم بفر کیمیایوی بدن عبارتند از: (1) آیونهای  $HCO_3^-$ ، (2) فاسفیت ( $PO_4^{3-}$ ) و (3) سیستمهای بفر پروتئین. هر یک از این سیستمها به ترتیب در یکی از محلات بدن به تثبیت pH کمک می کنند. اینها، همه با یکدیگر کار می کنند و هرگونه تغییر آیون هایدروجن ( $H^+$ ) در یک ناحیه بدن باعث تغییر آیون هایدروجن ( $H^+$ ) در دیگر

نواحی بدن می شود. بنابراین، بلند رفتن pH، توسط تمام سیستمهای بفر پاسخ داده می شود. از آن جا که این سه سیستم یکجا با هم کار می کنند، در موقع ضرورت صرف آزمایش یکی از آنها مثلاً سیستم  $\text{HCO}_3^-$  که برای جلوگیری از تغییرات pH خون نهایت مهم می باشد؛ کافی خواهد بود.

1. سیستم بفر  $\text{HCO}_3^-$ ، مخلوطی از کاربونیک اسید ( $\text{H}_2\text{CO}_3$ ) و نمک آن سدیم بای کاربونات ( $\text{NaHCO}_3$ ) است. از آن جا که  $\text{NaHCO}_3$  یک القلی ضعیف است، در محلولهای خنثی یا اسیدی به اندازه کافی تفکیک نمی شود. بنابراین، موقعی که یک اسید قوی نظیر هایدروکلوریک اسید ( $\text{HCl}$ ) به محیط علاوه می گردد؛ بخش اعظم  $\text{HCO}_3^-$  دست نخورده باقی می ماند. همچنین، آیونهای  $\text{HCO}_3^-$  نمکها برای اتصال با آیونهای هیدروجن ( $\text{H}^+$ ) آزاد شده از اسیدهای قوی، همانند القلی عمل می کنند و کاربونیک اسید را می سازند:

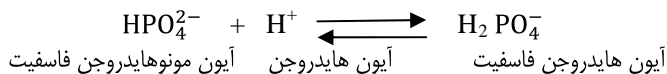


از آن جا که اسید قوی به اسید ضعیف تبدیل می شود، به بسیار آهسته گی pH محلول را کاهش می دهد. همینطور، هنگامیکه یک القلی قوی نظیر سدیم هایدروکساید ( $\text{NaOH}$ ) به محلولی اضافه شود که حاوی سیستم  $\text{HCO}_3^-$  باشد، در چنین حالت قلی، سدیم بای کاربونات بیشتر از آن تفکیک نخواهد شد. گرچند، کاربونیک اسید در حضور قلی قوی مجبور به تفکیک شدن و آزاد کردن آیونهای هیدروجن ( $\text{H}^+$ ) بیشتر برای متصل شدن با رادیکلهای هایدروکسیل ( $\text{-OH}$ ) آزاد شده از سدیم هایدروکساید می گردد:



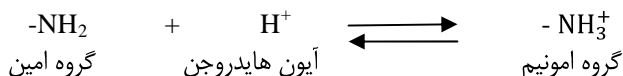
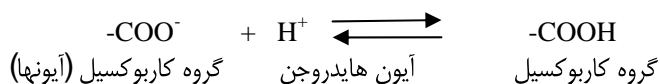
نتیجه نهایی، تعویض یک القلی قوی با یک القلی ضعیف بوده و pH محلول خفیفاً بلند می رود.

2. تعاملات زیر نشان می دهند که سیستمهای بفر فاسفیتی چگونه کار می کنند:



هنگامیکه مقدار اضافی آیونهای هایدروژن ( $\text{H}^+$ ) به وجود آیند آیونهای مونوهایدروژن فاسفیت با آنها ترکیب کرده تشکیل آیون هایدروژن فاسفیت را می دهد و هنگامیکه غلظت آیونهای هایدروژن ( $\text{H}^+$ ) کاهش می یابد؛ بعضی از آیونهای هایدروژن ( $\text{H}^+$ ) از آیونهای هایدروژن فاسفیت جدا می شوند.

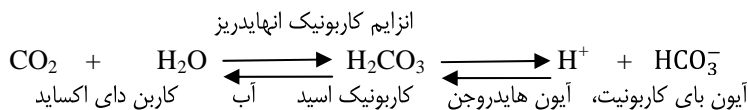
3. می دانیم که پروتئینها از امینواسیدها ساخته شده اند و امینواسیدها دارای زنجیرهای فرعی می باشند که همچون اسید و یا القلی ضعیف عمل می کنند، پس قادر به اجرای وظیفه همانند بفرها هستند. بسیاری از این زنجیرهای فرعی حاوی گروه کاربوکسیل ( $-\text{COOH}$ ) و یا امین ( $-\text{NH}_2$ ) هستند. مطابق معادلات زیرین هردوی این گروهها قادر به اجرای وظیفه همانند بفرها هستند:



### کنترل‌های سیستم تنفسی

همان طوریکه در فصل (12) توضیح گردید، سیستم تنفسی کاربن دای اکساید را از خون دور کرده در مقابل اکسیجن را به آن علاوه می کند. به یاد بیاورید هنگامیکه کاربن دای اکساید به خون داخل می شود، بخش اعظم آن وارد کریوات سرخ خون شده به آیونهای ( $\text{HCO}_3^-$ ) تبدیل می شود تا توسط پلازما منتقل گردد.





پیکانهای دو سر بیان می دارند که یک ازدیاد در مقدار کاربن دای اکساید، تعامل را به طرف راست می راند و مقدار بیشتر کاربونیک اسید ساخته می شود. به عین ترتیب یک ازدیاد در آیونهای هیدروجن ( $\text{H}^+$ ) تعادل را به طرف چپ می راند و مقدار بیشتر کاربونیک اسید ساخته می شود. در مردمان صحتمند، به همان اندازه کاربن دای اکساید از ششها به خارج آزاد می گردد که در انساج تولید می شود. بنابراین، هنگامیکه کاربن دای اکساید وارد خون می شود با آب تعامل کرده آیون هیدروجن ( $\text{H}^+$ ) آزاد می شود و به این ترتیب مانع تجمع کاربن دای اکساید در خون می شود. پس در حالات نورمال، آیونهای هیدروجنی ( $\text{H}^+$ ) که در جریان انتقال کاربن دای اکساید تولید می شود کدام اثر مهمی بر pH خون ندارد.

اگرچه هنگامیکه در اثر مشکلات تنفسی کاربن دای اکساید در خون تجمع می کند و یا هنگامیکه در اثر تعاملات میتابولیک، مقدار بیشتر آیون هیدروجن ( $\text{H}^+$ ) در خون آزاد می شود، گیرنده های کیمیاوی موجود در مراکز کنترل کننده تنفسی دماغ و یا در رگهای خون محیطی، فعال می گردند که در نتیجه آن سرعت و عمق تنفس تریزید یافته و با دور شدن کاربن دای اکساید از خون، مقدار اضافی آیون هیدروجن ( $\text{H}^+$ ) نیز از خون دور می شود. از طرف دیگر، زمانی که pH خون شروع به بلند رفتن می کند (الکالوز) این گیرنده ها متأثر شده و در نتیجه سرعت و عمق تنفس سقوط کرده به کاربن دای اکساید و آیونهای هیدروجن ( $\text{H}^+$ ) اجازه می دهد تا در خون تجمع کرده pH خون دو باره به سطح نورمال خود بر می گردد.

### میکانیزم کلیه وی

بفرهای کیمیاوی طور موقت قادر به حبس کردن تیزاب یا القلی اضافی بدن می باشند؛ اما قادر به دور کردن کامل آنها از بدن نمی باشند. همان طوریکه ششها قادر به دور کردن کاربن دای اکساید از بدن می باشد، کلیه ها قادر به دور کردن اسیدهای دیگری

می باشد که در جریان میتابولیزم حجروی تولید می شوند. علاوه، تنها کلیه ها قادر به تنظیم سطح القلیهای خون می باشد. بنابراین، اگرچه کلیه ها به آهسته گی اجرای وظیفه می کنند و ساعت ها و حتی روزها نیاز است تا تغییری در pH خون به وجود آید، با آن هم اینها از مهم ترین عوامل میکانیزم تنظیم pH خون می باشند.

مهم ترین اعمالی که کلیه ها برای تنظیم تعادل تیزاب - القلی بدن انجام می دهد عبارت از: (1) دور کردن آیونهای  $HCO_3^-$  و (2) جذب مجدد و یا ساختن آیونهای  $HCO_3^-$  جدید. میکانیزم کلیه وی تعدیلات ذیل را انجام میدهد: هنگامیکه pH خون بلند برود، آیونهای  $HCO_3^-$  توسط حجرات کلیه برداشته شده و آیونهای هایدروجن ( $H^+$ ) به حال خود باقی می ماند. معکوساً، هنگامیکه pH خون سقوط کند آیونهای  $HCO_3^-$  جذب مجدد شده، آیونهای هایدروجن ( $H^+$ ) برداشته می شوند. ادرار دارای pH 4,5 تا 8,0 می باشد که منعکس کننده قابلیت لوله های کلیه به برداشتن آیونهای تیزاب و یا القلی برای تثبیت و تداوم pH هومیوستاز می باشد.

## پیری و سیستم ادراری

سیستم ادراری از نسج میزودرمی ساخته می شود، به طوری که جوانه حالی (Ureteric Bud) از سیستم کلیه وی Mesonephrose جدا شده و پس از تقسیمات پیاپی، سرانجام حالبها، لگنچه، پیاله ها و تمام مجاری جمع آوری کننده ادرار در کلیه ها را می سازد. از طرف دیگر در اثر القاء جوانه حالی بر حجرات سیستم کلیه وی Metanephrose این حجرات تغییر شکل داده و در اثر انکشاف، نفرونها را به وجود می آورند. مثانه و مجرای خروج ادرار نیز از انکشاف Cloaca حاصل می شوند و به همین دلیل می توان گفت که پوشش داخلی آنها از اندودرم مشتق می گردد.

در قدم اول سیستم لوله یی اولیه ساخته می شود؛ اما با ظاهر شدن لوله های دومی تحتانی، لوله های اولی شروع به از بین رفتن می کند. معکوساً لوله های دومی با ظاهر شدن لوله های سومی، شروع به از بین رفتن می کند. این سه دسته لوله ها در داخل کلیه های فعالی انکشاف می کنند که از ماه سوم زنده گی جنین شروع به دفع ادرار

می کنند. از آن جایی که خون مادر مقدار زیاد مواد زاید را از بدن جنین دور می کند؛ کلیه ها در دوران جنینی همانند کلیه های یک نوزاد به شدت کار نمی کنند. به دلیل اینکه، در اوایل تولد مثانه بسیار کوچک است و کلیه ها تا دو ماه قادر به غلیظ سازی ادرار نیستند یک طفل نوزاد به تناسب مقدار مایعی که نوشیده است، روزانه 5 تا 40 بار ادرار خواهد کرد. پس از دو ماهه گی، کودک روزانه تقریباً 400 میلی لیتر ادرار خواهد کرد. این اندازه تا دوره نوجوانی به تدریج ازدیاد خواهد یافت. مقدار ادرار یک فرد بالغ روزانه 1500 میلی لیتر خواهد بود.

کنترول ارادی ادرار کردن با انکشاف سیستم عصبی مراحل مختلفی را طی می کند. تا 15 ماهه گی، بسیاری از کودکان نوپا از داشتن ادرار خود آگاه می شوند. تا 18 ماهه گی، آنها قادر به نگهداشتن ادرار در مثانه خود برای مدت دو ساعت هستند؛ این علامتی برای تحت تربیت قرار دادن عملیۀ ادرار کردن است. همیشه کنترول کردن روزانه زود تر از کنترول کردن شبانه خوبتر صورت می گیرد. عموماً کنترول ادرار شبانه بعد از 4 ساله گی به صورت بهتر صورت می گیرد.

با بلند رفتن عمر، اندازه کلیه ها کوچک شده جریان خون آن کاهش یافته و مقدار کمتر خون فیلتر می شود. این تغییرات وابسته به عمر مستقیماً به کاهش مقدار خونی مربوط می شود که به کلیه ها می رسد و عموماً ناشی از آسیب پذیر شدن شریانهایی مانند شریانهای گلوبریولی می باشد. وزن کلیه ها از تقریباً 300 گرم در بیست ساله گی به 200 گرم در 80 ساله گی کاهش می یابد. در فاصله سالهای 40 تا 70 ساله گی تقریباً 50% از سرعت فیلتر کردن کلیه کاهش یافته تقریباً 40% گلوبریول اجرای وظیفه نکرده در نتیجه اندازه فیلتر کردن، جذب مجدد و ترشح کلیه وی تقلیل می یابد.

با بلند رفتن سن امراض کلیه وی مانند التهابهای مزمن و حاد کلیه و سنگهای کلیه وی ازدیاد می یابد. از آن جا که با بلند رفتن عمر احساس تشنه گی کاهش می یابد؛ افراد مسن به دیهیدریشن مواجه هستند. با بلند رفتن عمر، اندازه ظرفیت و قوام جدارهای مثانه کاهش می یابد و باعث می شود بعضی از افراد مسن احساس تکرر ادرار با مقدار کم داشته باشند. بعضی افراد مجبور اند از طرف شب برای ادرار کردن از خواب بیدار شوند.

با بلند رفتن سن در نزد بعضی از افراد مسن بی اختیاری ادرار کردن (Incontinence) تظاهر می کند که عموماً ناشی از بزرگ شدن پروستات در مردان است.

سیستم ادراری انسان ۵۰۶

عفونتهای مجرای خروج ادرار در میان افراد مسن عام است. بعضی از این بی اختیاریهای بولی با اجرای مداوم و منظم بعضی فعالیتهای بدنی برای حفظ حالت عمومی بدن قابل پیشگیری هستند.

## اختلالات سیستم ادراری

در دوران کودکی و تا اواسط عمر، اکثریت پرابلمهای سیستم ادراری عفونتی حالات التهابی می باشند. انواع مختلف باکتری باعث به وجود آمدن التهاب مجرای خروج ادرار، التهاب مثانه و یا التهاب کلیه در سیستم ادراری می گردند. *Escherichia coli* در کانال هاضمه کدام مرضی را به وجود نمی آورد؛ اما در سیستم ادراری از عوامل مولد مرض به شمار می رود. باکتریها و ویروسهای که مسئولین انتقال امراض جنسی هستند در اول مجاری تولید مثل را آلوده می کنند؛ اما بعداً سیستم تنفسی را نیز آلوده می سازند.

## سنگ کلیه (Renal Calculi or Kidney stone)

بعضاً ادرار غلیظ شده و کرستل‌های نمک موجود در ادرار رسوب کرده تشکیل سنگهای کلیه را می دهند. این سنگها عموماً حاوی calcium oxalate، یوریک اسید و کلسیم فاسفیت می باشند. بعضاً این سنگها از محل خود جدا شده به داخل مجاری خارج کننده ادرار وارد شده باعث تخریش غشای این مجاری و تولید دردهای شدید می شوند. خوردن مقدار زیاد مواد کلسیم دار، نوشیدن مقدار کم آب بعضاً آلوده شدن مجاری ادرار به عفونتهای باکتریایی، ادرار قلوی و یا اسیدی شدید و فعالیت بیش از حد نورمال غده پاراتایراید به ساخته شدن سنگهای کلیه وی مساعدت می کنند.

## عفونتهای مجاری ادرار

اصطلاح عفونتهای مجاری ادرار زمانی استعمال می گردد که بخشی از کانال هاضمه به عفونت میکروبی آلوده شود و یا مقدار زیاد مایکروب در ادرار موجود باشد. به دلیل کوتاه بودن مجرای خروج ادرار، این عفونتها در زنان بیشتر دیده می شود. عفونتهای مجاری ادرار شامل التهاب مجرای خروج ادرار، التهاب مثانه و التهاب کلیه بعضاً خروج

خون با ادرار می شود. علائم آن شامل احساس درد و سوزش در موقع ادرار کردن، ادرار کردن مکرر، درد خفیف پشت و ادرار شبانه است.

## نارسایی کلیه

نارسایی کلیه ها در دفع مواد زاید که موجب احتباس آنها در بدن و یا اینکه موجب دفع الکترولیت‌های مورد نیاز بدن می گردد، پدید می آید و ناشی از توقف فلتر شدن ناقص و یا کامل گلوبولینی کلیه می باشد که در اثر آن مواد زاید سمی به سرعت در خون تجمع می یابد. در این حالت، برای پاک کردن خون از مواد فوق اجرای عملیۀ Dialysis ضروری است که بایست در یک شفاخانه مجهز صورت گیرد. در جریان عملیۀ Dialysis، خون شخصی که دچار نارسایی کلیه شده است توسط دستگاه مخصوص که در حقیقت وظیفۀ کلیه را اجرا می کند از وجود مواد زاید پاک می شود. ایجاب می کند این عملیه به فواصل معین صورت گیرد.

## خلاصۀ فصل

سیستم ادراری از کلیه ها، حالبها، مثانه و مجرای خروج ادرار تشکیل شده است. کلیه ها اعضای لوبیایی شکلی هستند که در دو طرف ستون فقرات به جدار خلف شکم چسبیده اند. کلیه ها توسط شریانهای کلیوی تغذیه می شوند. هر کلیه دارای یک قسمت کمرنگ در بخش بیرونی به نام کارتکس و یک بخش قسمت پر رنگتر در داخل به نام میدولا می باشد. لوله بولی واحد وظیفوی کلیه می باشد که از دو بخش نفرون و لولۀ جمع آوری کننده ادرار ساخته شده است. هر نفرون خود از چندین قسمت شامل کپسول بومن، لوله پیچیدۀ نزدیک، قوس هنله و لوله پیچ خوردۀ دور تشکیل شده است. کپسول ساختمان دو جداره است که شبکه عروق شعریۀ درون خود را احاطه می کند. لوله پیچیدۀ نزدیک در امتداد کپسول بومن قرار دارد. قوس هنله از انتهای لوله پیچیدۀ نزدیک شروع می شود و مسئول تشکیل ادرار غلیظ است. لوله پیچ خوردۀ دور از مجاورت بومن کپسول و از میان شریانهای آورنده و برنده می گذرد. لوله های جمع آوری کننده، ادرار را از نفرون دریافت می کند. این لوله ها به تدریج به یکدیگر پیوسته و در نوک هرهما مجاری بزرگی

می سازند. مجاری خارج کننده ادرار کالکس های خورد و کوچک، لگنچه، حالبها و مجرای خروج ادرار می باشند.

دور کردن مواد زاید، مواد خارجی و آیونها یک بخش کار کلیه ها می باشد. کلیه ها علاوه بر دور کردن این مواد زاید به تنظیم آب و نمکیات خون، تعادل تیزابیت و قلویت خون، تنظیم حجم خون و ساختار کیمیای خون نیز دخالت دارند. تمام وظایف فوق را کلیه به تنهایی اجرا کرده و ادرار را نیز در جریان آن تولید می کند.

جدول 14: روابط هومیوستاتیک سیستم ادراری با بقیه سیستمهای بدن.	
سیستمها	اثر متقابل
سیستم پوششی	کلیه ها مواد زاید نایتروجنی را از بدن دور کرده تعادل الکترولیتها و تیزاب و قلوبیهای بدن را حفظ می کند.
سیستم عضلاتی	پوست سرحدات خارجی بدن برای جلوگیری از ضیاع آب بدن و ساخته شدن ویتامین D را تشکیل می دهند.
سیستم عصبی	عضلات Diaphragm لگنی و والو مجرای خروج ادرار در کنترل خروج ادراری ادرار نقش دارند. Creatinine مهم ترین ماده عضوی است که توسط کلیه ها طرح می شود.
سیستم اندوکراین	ادرار کردن به صورت ادراری کنترل شده می تواند، میکانیزم Angiotensin - Renin توسط سیستم سمپاتیک فعال می شود.
سیستم دوران خون	هورمونهای ADH و ANP و هورمونهای دیگر جذب مجدد آب و الکترولیتها را تنظیم می کند.
سیستم لمفاوی و ایمنی	فشار شریانی مهم ترین عامل فلتز شدن در گلوامریولها می باشد. رگهای خون نوترتهای مورد ضرورت را به کلیه می رسانند.
	با برگشت مایع پلازما به سیستم عروقی، فشار لازمه برای فلتز شدن گلوامریولی تأمین می شود، حجرات ایمنی اعضای سیستم

<p>ادراری را از آلوده شدن به عفونتها، سرطان و دیگر مواد حفاظت می کند.</p>	سیستم تنفسی
<p>سیستم تنفسی اکسیجن مورد ضرورت حجرات کلیه ها را تأمین می کند. حجرات ششها کاربن دای اکساید را از بدن دور کرده Angiotensin I را به Angiotensin II تبدیل می کنند.</p>	سیستم هاضمه
<p>سیستم هاضمه نوترنتهای مورد ضرورت حجرات سیستم ادراری را تأمین می کنند، کبد بخش اعظم یوریا را ترکیب می کند که بعداً توسط کلیه ها از بدن دفع می شوند.</p>	سیستم تولید مثل
<p>کلیه ها مواد زاید نایتروجنی را از بدن دور کرده تعادل الکترولیتها و تیزاب و قلوبیهای بدن را حفظ می کند.</p>	سیستم اسکلت
<p>استخوانهای قفسه سینه زمینه حفاظت کلیه ها را تأمین می کنند.</p>	

### پرسشهای آموزشی

- I. پرسشهای تکمیلی
- هدایت: لطفاً جاهای خالی جملات ذیل را با کلمات و اصطلاحات مناسب پر کنید.
1. سیستم بفر  $\text{HCO}_3^-$ ، مخلوطی از کاربونیک اسید و ( ) است.
  2. انواع مختلف باکتری باعث به وجود آمدن التهاب مثانه، مجرای خروج ادرار و ( ) می شود.
  3. با بلند رفتن سن در نزد بعضی از افراد مسن ( ) تظاهر می کند.
- II. پرسشهای صحیح و غلط
- هدایت: با گذاشتن (ص) و (غ) در مقابل هر جمله مشخص کنید که جملات زیرین صحیح هستند و یا غلط.
1. گیرنده های از موسی در تالاموس قرار دارند.
  2. pH خون بین 7,35 تا 7,0 به نام اسیدوز فزیولوژیک یاد می شود.

3. کلیه ها مواد زاید میتابولیکی غیر از کاربن دای اکساید را از بدن دور می کنند.

III

پرسشهای انتخابی

هدایت: بهترین پاسخ برای پرسشهای ذیل را انتخاب کنید. ممکن بیش از یک پاسخ وجود داشته باشد.

1. گلومریول چیست؟

(a) گلومریول لوله کلیه وی است. (b) گلومریول بومن کپسول است.

(c) گلومریول نفرون است. (d) گلومریول عروق شعریه است.

2. ادرار در داخل مجرای خروج ادرار به واسطه کدام میکانیزم حرکت می کند؟

(a) عملکرد مژه ها. (b) تنها قوه ثقل.

(c) Peristalsis. (d) عمل مکیدن.

3. در کدام یک از محلهای ذیل کمترین مایع بدن قرار دارد؟

(a) Intracellular fluid (b) Extracellular fluid

(c) Interstitial fluid (d) Plasma

IV

پرسشهای مقابلی.

هدایت: بهترین اصطلاحات را از ستون (A) برای جاهای خالی در جملات ستون (B) انتخاب کنید.

B

A

1. التهاب کلیه ها توسط این اصطلاح بیان می

گردد ( ) .

2. ( ) عبارت از عملیه ادرار کردن است.

3. فلتر کردن خون در خارج از ب\_\_\_\_\_دن

( ) است.

1. Dialysis

2. Micturition

3. Emphysema

4. Pyelonephritis

5. Inhalation



---

## سیستم تولید مثل انسان

---

### اهداف

بعد از مطالعه این فصل شما قادر خواهید بود:

1. اجزای تشکیل دهنده سیستم تولید مثل جنس مذکر و مونث را بشناسید
2. ساختمانهای تشکیل دهنده خصیه ها و تخمدانها را معرفی کرده وظایف هر یک را بیان نمایید.
3. هورمونهای را که بر فعالیت سیستم تولید مثل جنس مونث و مذکر اثر دارند لیست کنید.
4. وقایعی را که باعث القاح اسپرم و اووم یا Oocyte می شود معرفی کنید.
5. تغییراتی را که بعد از قطع عادت ماهوار در زنان رخ می دهد بشناسید.

سیستم تولید مثل تا زمان بلوغ در حال استراحت می باشد. اعضای اصلی تولید مثل یا Gonads در جنس مذکر خصیه ها (Testes) و در جنس مؤنث تخمدانها (Ovaries) می باشند. گونادها حجرات جنسی را تولید کرده و هورمونهای جنسی را ترشح می کنند. ساختمانهای باقیمانده سیستم تولید مثل، اعضای ضمیمه وی تولید مثل هستند. گرچند، سیستم تولید مثل مذکر و مؤنث از همدیگر به صورت کامل اختلاف دارد؛ اما مقصد نهایی هر دو شرکت در پروسه تولید مثل است.

سیستم تولید مثل انسان ۵۱۲

وظیفه تولید مثل جنس مذکر عبارت از ساختن گامیت مذکر (Sperm) و رسانیدن آن به مجرای جنسی جنس مؤنث است. برعکس، جنس مؤنث گامیت‌های ماده (Ovum; Pl: ova) or Eggs را تولید می‌کند. در زمان معینه سپرم و اووم با همدیگر یکجا شده تشکیل تخم القاح شده (Zygote) را می‌دهند، که اولین حجره بدن یک فرد جدید است. موقعی که القاح صورت گرفت، رحم (Uterus) جنس ماده، محیط محافظتی را تشکیل می‌دهد که در آن جنین (Embryo) که تا هشت هفته گی به این نام یاد می‌شود و بعد از آن Fetus نامیده می‌شود، تا زمان تولد در آن انکشاف می‌کند. هورمونهای جنسی نقش حیاتی را در انکشاف و اجرای وظیفه اعضای تولید مثل و ظاهر شدن صفات جنسی بازی می‌کنند. این هورمونها اعضاء و انساج دیگر را نیز متأثر می‌سازند.

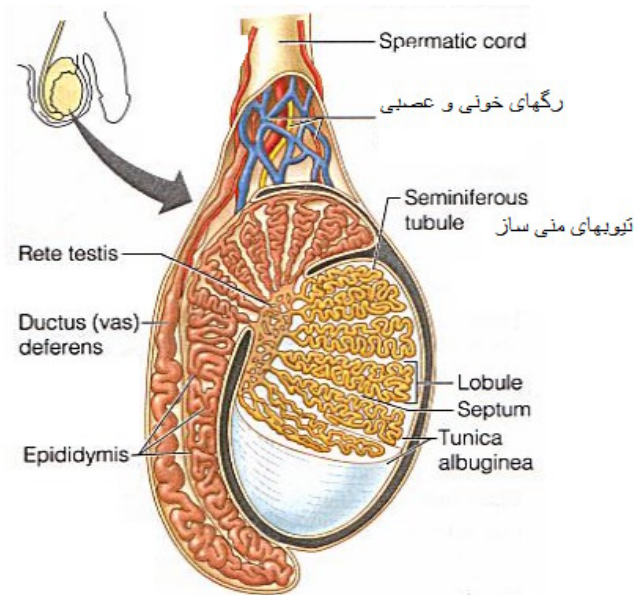
### اناتومی سیستم تولید مثل مردانه

همان طوریکه در بالا تذکار داده شد؛ اعضای اصلی سیستم تولید مثل جنس مذکر خصیه‌ها می‌باشد، که دو وظیفه را اجرا می‌کنند: (1) تولید اسپرمها و (2) ترشح هورمون. ساختمانهای تولید مثل ضمیمه وی آن عبارت از مجاری و غده‌هایی است که به رسیدن اسپرم به مجرای تولید مثل جنس مؤنث کمک می‌کنند.

### خصیه‌ها

هر خصیه تقریباً 4 سانتی متر طول و 2.5 سانتی متر عرض دارد. کپسولی از نسج ارتباطی فایبری به نام Tunica albuginea آن را خارجاً احاطه کرده است. گسترش تیغه‌های نازک این کپسول به داخل خصیه وارد شده، آن را به بخشهای زیادی به نام Lobules تقسیم می‌کند. هر لوبیول حاوی یک تا چهار لوله پیچ و تاب خورده منی ساز (Seminiferous tubules)، می‌باشد. در داخل نسج نرم ارتباطی که لوله‌های تولید کننده منی را احاطه کرده اند، حجرات بینابینی (Interstitial cells) قرار دارند که وظیفه ترشح هورمونهای مهم اندروجنی مخصوصاً Testosterone را به دوش دارد. در داخل لوله‌های منی ساز مردان بالغ، حجرات ابتدایی تمایز نیافته (Stem

cells) به همراه حجرات بزرگی به نام Sertoli cells به چشم می خورد که نقش حمایت و تغذیه حجرات دودمان اسپرمی را به عهده دارد. لوله های منی ساز هر لوبیول، اسپرمها را به دسته دیگری از لوله ها به نام شبکه خصیه وی (Rete testis) که در یک کنار خصیه قرار دارند، تخلیه می کند. اسپرمها به داخل شبکه خصیه وی حرکت می کند تا اینکه به بخش اول سیستم مجاری که به نام Epididymis یاد می شود و به تعداد زیاد در سطح خارجی خصیه وجود دارند، وارد می شود (شکل 128).



شکل 128: مقطع سجیتال خصیه و Epididymis.

### سیستم مجاری

مجاری ضمیمه وی سیستم تولید مثل مذکر که اسپرم را از بدن خارج می کند شامل Epididymis، مجرای منی بر (Ductus deferens or Vas deferens) و مجرای خروج ادرار می شود (شکل 128).

**Epididymis : Epididymis** شکل کامه مانند داشته، لوله پیچیده است که

دارای طول 6 متر بوده بر بخش بالایی خصیه قرار دارد که بعداً به سمت خلفی - جانبی آن پایین می آید. Epididymis، نخستین بخش سیستم مجاری خصیه است که ذخیره گاه مؤقت را برای اسپرمهای نابالغ تشکیل می دهد. هنگامیکه اسپرمها بداخل مجاری Epididymis به پیش می روند، در ظرف تقریباً 20 روز بالغ شده قادر به حرکت می شوند. هنگامیکه یک فرد مذکر تحریک شود، دیوارهای Epididymis منقبض شده اسپرمها را به Vas deferens منتقل می کنند.

**Vas deferens:** Vas deferens به طرف بالا حرکت کرده و به حفره لگنی وارد شده بر بالای مثانه تشکیل یک قوس را می دهد. Vas deferens توسط یک پوشش از نسج ار تباطی به نام طناب اسپرماتیک (Spermatic cord) احاطه شده است. در داخل این طناب بر علاوه Vas deferens، رگهای خون و رشته های عصبی نیز به طرف بالا سیر می کنند. Vas deferens بر در انتهای خود اسپرم را به داخل مجرای انزالی (Ejaculatory duct) که از داخل غده Prostate می گذرد، تخلیه می کند. مهم ترین وظیفه Vas deferens، به پیش راندن اسپرم زنده به طرف مجرای خروج ادرار است.

در موقع انزال (Ejaculation)، طبقات ضخیم عضلات لشم دیواره های آن امواج پرستالیتیک تولید کرده اسپرم را با فشار به پیش می راند. همان طوریکه شکل 125 نمایش می دهد، بخشی از Vas deferens در داخل کیسه خصیه (Scrotum) که در خارج از حفره بدن آویزان است، قرار دارد.

**مجرای خروج ادرار:** مجرای خروج ادرار که از قاعده مثانه تا نوک آلت تولید مثل مردان (Penis) امتداد دارد، بخش انتهایی سیستم مجاری مردان می باشد. این مجرا شامل سه بخش می شود: (1) بخشی که توسط غده پروستات احاطه شده است (Prostatic urethra)، (2) بخشی که فاصله بین مجرای خروج ادرار پروستاتی و آلت تولید مثل مردان را تشکیل می دهد (Membranous urethra) و (3) بخشی که در داخل آلت تولید مثل مردان امتداد دارد (Spongy (penile) urethra).

همان طوریکه در فصل 14 توضیح داده شد، مجرای خروج ادرار مردان هم ادرار و هم اسپرم را به خارج از بدن منتقل کرده دو وظیفه عمده تولید مثل و بولی را اجرا می

کند؛ اما ادرار و اسپرم هیچگاه در عین زمان منتقل نمی شوند. در موقع انزال، اسپرم از مجرای انزالی وارد مجرای خروج ادرار پروستاتی می شود در حالیکه والو مثانه منقبض گردیده مانع دخول ادرار به مجرای خروج ادرار و مانع داخل شدن اسپرم به مثانه می شود (شکل 128).

### غده های ضمیمه وی و منی (Accessory Glands and Semen)

غده های ضمیمه وی شامل یک جفت کیسه های منوی (Seminal vesicles)، غده پروستات و غده های کوپر (Bulbo urethral or Coper's glands) می شود. این غده ها منی را تولید می کنند. منی مایع حاوی اسپرم بوده زمینه خروج اسپرم را از سیستم تولید مثل در موقع انزال مساعد می سازد.

**Seminal vesicles**: یک جفت غده با ساختمان لوله یی به هم پیچ خورده در خلف مثانه قرار گرفته و مجرای ترشچی آن درست در بالای غده پروستات به Vas deferens متصل شده و مجرای انزالی را می سازد. بنابراین، اسپرم و مایع منی در موقع انزال همزمان وارد مجرای خروج ادرار می شوند. کیسه های منوی تقریباً 60٪ حجم مایع منی را تولید می کند. منی غلیظ و زرد رنگ بوده حاوی فرکتوز، ویتامین C، Prostaglandins و مواد دیگری که اسپرم را در موقع عبور از کانال تولید مثل تغذیه و فعال می سازند، می باشد.

**غده پروستات**: غده پروستات منفرد به شکل هرم معکوس بوده بخش بالایی مجرای خروجی ادرار گردن مثانه را احاطه کرده است. ترشحات غده پروستات شیری رنگ بوده در فعال سازی اسپرم نقش دارند. در موقع انزال، این ترشحات از طریق چندین مجرای کوچک وارد مجرای خروج ادرار می شود (شکل 129).

**غده های کوپر**: این غده ها که به کوچکی نخود هستند، در ریشه آلت تولید مثل مردان قرار داشته و ترشحات آنها که مخاط غلیظ و شفاف می باشد، سبب پاک کردن اثرات اسیدی ادرار از جدار مجرای خروجی ادرار گردیده و در موقع انزال لغزنده گی سطح این مجرا را تأمین می کند (شکل 129).

## منی (Semen)

منی مخلوط نسبتاً غلیظ از ترشحات غده های ضمیمه وی و اسپرم شیری رنگ می باشد. مایع منی محیط مناسب تغذیوی و انتقالی را فراهم نموده حاوی مواد کیمیایی می باشد که اسپرم را حفاظت کرده زمینه تحرک آن را فراهم می آورد. اسپرم بالغ دارای حجره دراز راکت شکل است که حاوی مقدار کمی سایتوپلازم و یا مواد مغذی ذخیره شده می باشد. فرکتوزی که در ترشحات کیسه های منوی وجود دارد مهم ترین منبع انرژی را برای اسپرمها تشکیل می دهد. خصوصیت قلوی منی (pH 7,2 تا 7,6) محیط اسیدی Vagina زن را خنثی ساخته و اسپرم را حفاظت می کند. اسپرم در محیط اسیدی (pH پایینتر از 6) بسیار تنبل می شود. منی حاوی ماده کیمیایی با خواص انتی بیوتیکی به نام Seminalplasmin می باشد که از تکثر باکتریها ممانعت می کند، هورمون Relaxin و یک تعداد آنزیمها که به قابلیت تحرک اسپرم کمک می کنند، می باشد.

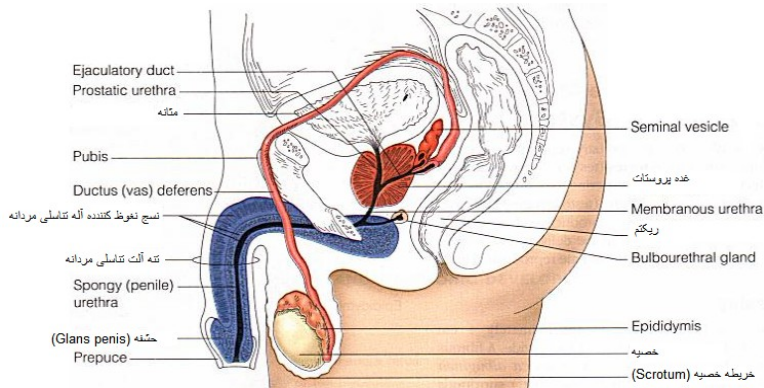
هم چنان، منی اسپرم را رقیق می سازد تا قابلیت تحرک آن حفظ شده باشد. مقدار منی خارج شده از سیستم مجاری مردان در موقع انزال در حدود 2 تا 5 میلی لیتر می باشد که در هر میلی لیتر آن تقریباً 50 تا 130 میلیون اسپرم وجود دارد.

## اعضای تولید مثل خارجی در مردان

اعضای تولید مثل خارجی مردان شامل کیسه خصیه و آلت تولید مثل مردان می شود. **کیسه خصیه:** خریطه پوستی تقسیم شده است که در پیش روی رانهای انسان آویزان بوده برای خصیه ها درجه حرارتی پایین تر از درجه حرارت بدن (تقریباً  $3^{\circ}\text{C}$  پایین تر) فراهم می کنند. این یک قابلیت ارثی است که انسان به ارث برده است؛ زیرا خصیه ها در درجه حرارت بدن انسان قادر به تولید اسپرم زنده، نخواهد بود. زمانی که درجه حرارت محیط خارج بسیار پایین باشد، کیسه خصیه به شدت چین خورده گی یافته خصیه ها را به طرف گرمی بدن می راند.

**آلت تولید مثل مردان:** آلت تولید مثل مردانه طوری دیزاین شده که قادر به منتقل کردن اسپرم به مجرای تولید مثل زنان بوده باشد. پوستی که آلت تولید مثل مردان را می پوشاند متشکل از محور استوانه‌ای است که به یک سر متسع شده به نام تاج آلت تولید مثل (Glans penis) خاتمه می یابد.

پوستی که آلت تولید مثل مردان را آستر می کند سست بوده و در انتهای مبدایی تاج آلت تولید مثل تشکیل پوست ختنه گاه (Prepuce or foreskin) را می دهد. اکثر، پوست ختنه گاه توسط عملیه جراحی به نام ختنه (Circumcision) قطع می شود. داخلی، یوریترای اسفنجی توسط سه ناحیه بزرگ شده نسج نعوظی (Erectile tissue) احاطه شده است، این طبقه نسج اسفنجی در موقع تحریک شدن مملو از خون گردیده باعث بزرگ شدن و ایستادن آلت می شود. این حالت را نعوظ (Erection) نامند که در اثر آن آلت تولید مثل قادر به داخل شدن به مجرای تولید مثل زنان و منتقل کردن اسپرم به آن می گردد (شکل 129).



شکل 129: اعضای تولید مثل مردانه.

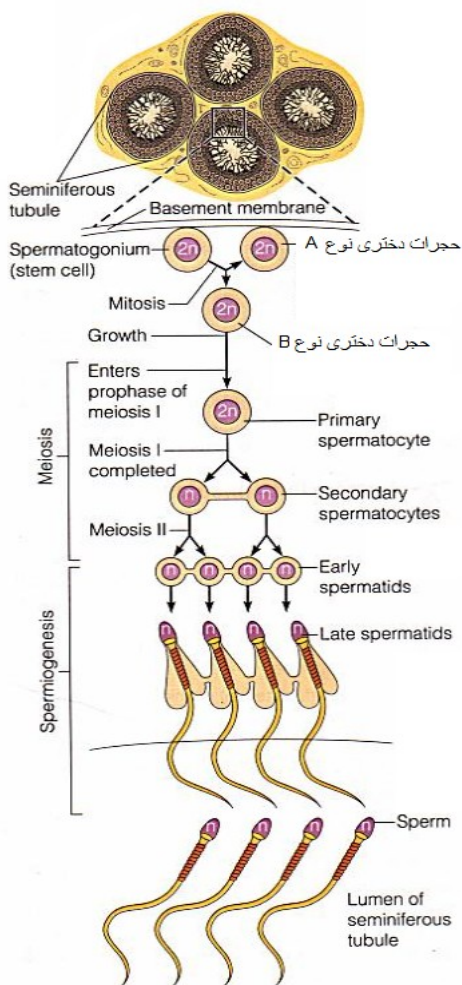
## وظایف تولید مثل مردان

مهم ترین وظیفه مرد در پروسه تکثیر، تولید اسپرم (Spermatogenesis) و هورمون تستوستیرون می باشد.

## Spermatogenesis

تولید اسپرم در موقع بلوغ شروع شده در طول زنده گی ادامه می یابد. روزانه یک مرد میلیونها اسپرم به وجود می آورد. همان طوریکه گفتیم، عملیه ساخته شدن اسپرم در لوله های اسپرم ساز خصیه صورت می گیرد.

این عملیه توسط حجرات دودمانی بنیادی تفکیک نیافتۀ اولیه به نام Spermatogonium; Pl: Spermatogonia که در کناره های هر لوله منی ساز قرار دارند، صورت می گیرد. حجرات دودمانی اولیه فوق از طریق مایتوز تکثیر کرده



قطارهایی از حجرات بنیادی را به وجود می آورند. به این ترتیب از تولد تا بلوغ تعداد بی شمار حجرات بنیادی دودمانی ساخته می شوند.

در موقع بلوغ، مقدار زیاد هورمون FSH توسط غده نخامیه ترشح می گردد. از این زمان به بعد هر انقسام اسپرماتوگونیم صرف یک حجره بنیادی به نام حجره دخترتی نوع A و یک حجره بنیادی دیگر به نام حجره دخترتی نوع B را به وجود می آورد. حجره دخترتی نوع A در کناره های لوله منی ساز باقی می ماند تا نسل حجرات بنیادی را تداوم ببخشد. حجره دخترتی نوع B به طرف درون لوله منی ساز رانده می شود و در آن جا اسپرماتوسایت

شکل 130: Spermatogenesis



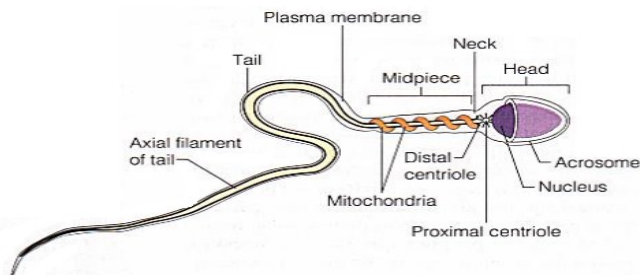
اولی (Primary spermatocyte) را تشکیل می دهد که متحمل میوز گردیده چهار حجرهٔ دختری (گامیت) را به وجود می آورد (شکل 130).

در Spermatogenesis، گامیتها به نام Spermatids یاد می شوند. اسپرماتیدها نصف کروموزومهای مادری را دارند. بعد از اینکه میوز واقع شد، حجرات حاصله که Spermatozoa نام دارند به طرف درون Seminiferous tubules رانده می شوند.

بنابراین، پیشرفت میوز از کناره های لوله تا درون آن ادامه می یابد. اسپرماتیدهای ساخته شده هنوز اسپرمهای فعال نیستند. اینها حجرات غیر متحرک و بزرگ بوده قادر به اجرای وظایف تولید مثل نیستند و بایست متحمل تغییرات بیشتر شده سایتوپلازم اضافی آن کاهش یافته صاحب دم (Tail) شوند. این مرحلهٔ آخری انکشاف اسپرم Spermiogenesis نامیده می شود. تمام سایتوپلازم اضافی از بین رفته و بخش باقی مانده به صورت متراکم در سه ناحیهٔ اسپرم بالغ: سر (Head)، قسمت میانی (Midpiece) و دم باقی می ماند.

اسپرم بالغ، جسم طویل مملو از مقدار زیاد سایتوپلازم بوده دارای قابلیت حرکت ناچیز برای رسیدن به اووم است. این نخستین مثال تطابق شکل و وظیفه است. سر اسپرم حاوی مادهٔ ارثی DNA می باشد که در داخل هستهٔ Spermatid قرار دارد. در قدام هسته کلاهک اسپرم به نام Acrosome که مشابه یک Lysosome بزرگ می باشد، قرار دارد. موقعی که یک اسپرم در مجاورت یک Oocyte قرار می گیرد، غشای Acrosome در هم شکسته و آنزیمهایی را آزاد می کند تا اسپرم قادر به داخل شدن به فولیکولی که Oocyte را احاطه کرده است، گردد.

میتوکاندریاهای موجود در سایتوپلازم در اطراف فیلامنتهای تشکیل دهندهٔ دم پیچیده و ATP مورد ضرورت برای حرکت دم را تأمین می کند. تمام عملیهٔ Spermatogenesis از ساخته شدن اسپرماتوسایتیهای اولیه تا آزاد شدن اسپرم بالغ به درون لولهٔ اسپرم ساز 64 تا 72 روز را در بر می گیرد. اسپرم موجود در درون لولهٔ منی ساز قادر به شنا کردن و القاح Oocyte نیست. اینها توسط حرکات Peristalsis در داخل لوله های خصیه حرکت داده شده به Epididymis منتقل می گردند. در این جا، اسپرمها دوران بلوغ را تکمیل می کنند (شکل 131).



شکل 131: ساختمان اسپرم.

### تولید هورمون تستوستیرون

همان طوری که قبلاً گفتیم حجرات بینابینی هورمون تستوستیرون را تولید می کنند. در موقع بلوغ، هنگامیکه لوله های منی ساز توسط هورمون FSH تحریک می شوند تا اسپرم تولید کنند، حجرات بینابینی نیز توسط هورمون LH فعال می شود. از این زمان به بعد در تمام طول زنده گی، تستوستیرون به صورت مسلسل توسط خصیه های مردان تولید می شود. بلند رفتن سطح تستوستیرون در جریان خون یک مرد جوان، رشد جوانی را تحریک کرده، باعث رشد اعضای تولید مثل به اندازه بلوغیت، ظهور خواص جنسی ثانویه و جستجوی جنس مخالف می گردد. خواص جنسی ثانویه مردان از این قرار اند:

- تغییر صدا در اثر بزرگ شدن حنجره،
- تزیید در مقدار مو در سراسر بدن مخصوصاً در زیر بغل و کشاله ران، رخسار (ریش و بروت)،
- بزرگ شدن عضلات اسکلتی،
- ازدیاد در وزن اسکلت در اثر بزرگ شدن استخوانها.

از آن جا که هورمون تستوستیرون مسئول پدیدار شدن خواص و صفات مردان می باشد، به همین دلیل غالباً این هورمون به نام هورمون مردان شناخته می شود.

## اناتومی سیستم تولید مثل زنان

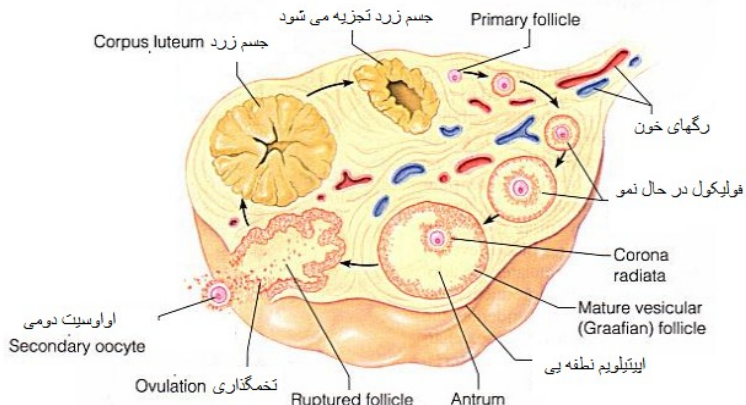
نقش تولید مثل جنس مؤنث در مقایسه به مردان بیشتر مغلق است. زنان، نه تنها گامیتهای مؤنث را باید تولید کنند بلکه بدن شان بایست فیتوس در حال انکشاف را در طول نه ماه حامله گی (Pregnancy) نیز پرورش دهد. تخمدانها غده های اولیه تولید مثل جنس مؤنث می باشند. همانند جنس مذکر تخمدانها هم وظیفهٔ آگزوکرینی تولید اوومها و هم وظیفهٔ اندوکرینی تولید هورمونهای استروجنها و پروجسترون را اجرا می کنند. اعضای دیگر سیستم تولید مثل زنانه مانند اعضای ضمیمه وی برای انتقال، تغذیهٔ حجرات تولید مثل و یا فیتوس در حال انکشاف، اجرای وظیفه می کنند.

**تخمدانها:** جوړهٔ تخمدانها از نظر وزن و شکل تقریباً به خستهٔ بادام مشابه هستند. تخمدانها در حفرهٔ لگن، به قسمت خلفی رباط پهن رحمی آویزان می باشد. یک نگاه به ساختمان داخلی یک تخمدان تعداد زیاد ساختمانهای کیسه مانند را آشکار می سازد که فولیکولهای تخمدان (Ovarian follicles) نام دارند. هر فولیکول حاوی یک اووم نابالغ به نام Oocyte می باشد که توسط یک یا بیشتر طبقات حجرات مختلف به نام حجرات فولیکول (Follicle cells) پوشانیده شده است.

اووم در جریان انکشاف خود در داخل فولیکول پخته و رسیده می شود، فولیکول بزرگ شده ناحیهٔ مرکزی آن مملو از مایع می شود که به نام Antrum یاد می شود. در این مرحله فولیکول به نام Vesicular, or Graafian follicle یاد می شود و اووم موجود در داخل آن بالغ شده و آمادهٔ ترک گفتن فولیکول می باشد. واقعهٔ خارج شدن اووم از تخمدان به نام تخمگذاری (Ovulation) یاد می شود.

بعد از تخمگذاری، فولیکول پاره شده تغییر شکل داده ساختمانی به نام جسم زرد (Corpus luteum) را به وجود می آورد که سرانجام تخریب می شود. عموماً، تخمگذاری هر 28 روز واقع می شود؛ اما این مدت در تمام زنان ثابت نبوده از یک زن تا زن دیگر فرق می کند. در زنان مسن، سطح تخمدانها همانند جای زخم (Scarre) دارای حفره ها می شود، که دلالت به آزاد شدن تعداد زیاد اوومها می نمایند (شکل 132).

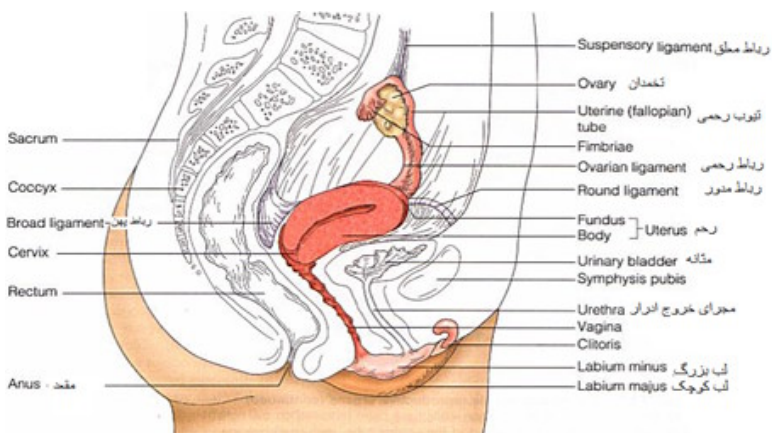
## سیستم تولید مثل انسان ۵۲۲



شکل 132: نمای سجیتال تخمدان انسان که مراحل انکشاف یک فولیکول را نشان می دهد.

## سیستم مجاری

لوله های رحمی (Uterine tubes) یا لوله های فالوپ (Fallopian tubes)، رحم و Vagina تشکیل سیستم مجاری تولید مثل زنانه را می دهند (شکل 133).



شکل 133: اعضای تولید مثل زنانه.

**لوله های رحمی یا لوله های فالوپ:** نخستین بخش سیستم مجاری را تشکیل می دهند. این مجاری اووم آزاد شده از تخمدان را در یافت کرده محیط مناسب برای القاحش فراهم می آورد. هر یک از لوله های رحمی تقریباً 10 سانتی متر طول داشته از تخمدان تا بخش بالای رحم امتداد دارد. همانند به تخمدانها، لوله های رحمی توسط رباطهای قوی حفاظت می شوند.

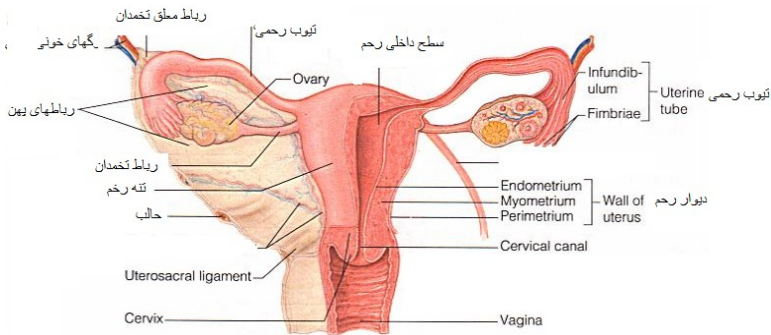
برخلاف سیستم مجاری مردانه که توسط سیستم لوله های خصیه امتداد می یابد، در این جا کدام تماس حقیقی بین لوله های رحمی و تخمدان وجود ندارد. انتهای دیستال هر لوله رحمی که نزدیک تخمدانها قرار می گیرد وسعت یافته تشکیل ساختمان قیف مانند به نام Infundibulum را می دهد که دارای برآمده گیهای انگشت مانند می باشد که هر تخمدان را خارجاً احاطه می کنند.

هنگامیکه یک اووم از تخمدان آزاد شد، توسط حرکات این زواید انگشت مانند، مایع موجود در منطقه را به جریان انداخته و باعث کشاندن اووم به لوله رحمی و سرانجام داخل رحم می شود. Oocyte توسط ترکیبی از حرکات پرستالسی و ضربات منظم مژه ها به سوی رحم رانده می شود. سفر اسپرم تا رحم در حدود 3 تا 4 روز را در بر می گیرد و Oocyte صرف 24 ساعت پس از تخمگذاری زنده بوده می تواند. اسپرم برای رسیدن به اووم بایست مسیر Vagina و رحم را در مقابل جریان مخالفی که توسط مژه ها تولید شده است شنا کند تا به لوله رحمی که محل معمولی القاح است، برسد.

**رحم:** رحم عضوی است گلابی شکل و میان تهی، که در خط میانی حفره لگنی مابین مثانه و رکتوم قرار گرفته و لوله های رحمی از دو طرف به آن متصل می شود. رباطهای گرد نیز که به دو طرف رحم متصل می شوند در تثبیت موقعیت رحم اهمیت بسزایی دارند. رحم، در یک زنی که حامله نشده باشد به اندازه و شکل ناک می باشد. در جریان حامله گی اندازه رحم به تدریج تزیید یافته در اواخر دوران حامله گی در بالای ناف قابل لمس است. قسمت اعظم رحم تنه آن را تشکیل می دهد. بخش بالایی که محل دخول لوله های رحمی می باشد به نام Fundus یاد شده و بخش باریک تحتانی آن که با Vagina متصل است به نام گردن رحم یاد می شود. دیوارهای رحم ضخیم بوده از سه طبقه ساخته شده است: (1) طبقه داخلی آن به نام Endometrium یاد

سیستم تولید مثل انسان ۵۲۴

می شود. هرگاه القاح صورت گیرد تخم القاح می شود و در Endometrium لانه می گیرد (Implantation) و باقیمانده دوران انکشاف خود را در همین جا سپری می کند. هنگامیکه یک زن حامله نشده باشد، در پاسخ به تغییرات سطح هورمونهای تخمدان در خون، فرس Endometrium به صورت متناوب، تقریباً هر 28 روز، می شکند. این پروسه به نام قاعده گی (Menstruation or menses) یاد می شود، (2) طبقه میانی آن به نام Myometrium یاد می شود و متشکل از دسته های بهم بافته عضلات لشم می باشد. این طبقه با انقباضات ریتمیک خود نقش مهمی در عملیه ولادت بازی می کنند و (3) خارجی ترین طبقه رحم Perimetrium یا صفاق احشایی است (شکل 134).



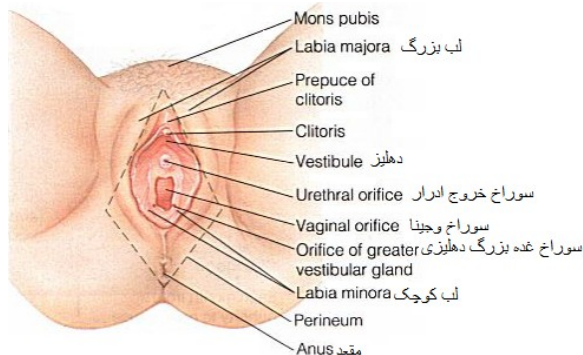
شکل 134: Vagina، رحم و تخمدانها.

**Vagina**: عضو جفت گیری در زن است و لوله یی است عضلاتی به طول 8 تا 9 سانتی متر که رحم را به ناحیه دهلیز در سیستم تولید مثل خارجی زنانه وصل می کند. Vagina بین کیسه مثانه و رکت قرار داشته غالباً به نام کانال تولد نیز یاد می گردد. Vagina مجرای خروج نوزاد و مایع قاعده گی را تشکیل می دهد و در موقع دریافت منی مرد عضو تولید مثل زنان برای جماع (Copulation) خواهد بود. در دهانه خارجی Vagina پرده بکارت (Hymen) قرار دارد. پرده بکارت در نزد زنان مختلف به اشکال متفاوتی یافت شده دارای تعداد زیاد رگهای خون بوده و در موقع پاره شدن آن

در اولین مقاربت جنسی (Intercourse) مقداری خون جاری خواهد شد. در بعضی از زنان پردهٔ بکارت در جریان یک فعالیت ورزشی یا داخل کردن وسیلهٔ مخصوص جلوگیری از جاری شدن خون قاعده گی (Tampon) و یا تستهای لگنی به ساده گی پاره می شود. بعضاً پردهٔ بکارت چنان محکم و سخت می باشد که برای پاره کردن آن به عملیات جراحی نیاز است.

## اعضای تولید مثل خارجی در زنان

ساختمانهای تولید مثل زنانه که در خارج از بدن زن قرار دارد به نام ولوا (Vulva) یاد می شوند و شامل Mons pubis، لبها، Clitoris، سوراخهای ادراری و مهبلگی (Urethral and Vaginal orifices) و غده های دهلیزی (Vestibular glands) می شود. Mons pubis ناحیهٔ گرد شحمی بر بالای ناحیهٔ Pabis می باشد. بعد از بلوغ این ناحیه توسط مویهای Pabis پوشانیده می شود. در قسمت تحتانی Mons pubis دو چین خورده گی پوستی پوشیده از مو به نام لبهای بزرگ (Labia majora) قرار دارد که با لبهای کوچک (Labia minora) عاری از مو و چین خورده گی، متصل می باشد. لبهای بزرگ، ناحیه یی به نام دهلیز را در میان گرفته اند که در آن، سوراخ خارجی مجرای خروج ادرار در بالا و سوراخ Vagina در پایین قرار دارد. یک جوهره غدهٔ مولد مخاط جناحاً Vagina را احاطه کرده اند. ترشحات این غده ها انتهای دیستال Vagina را در موقع مقاربت مرطوب و چرب می کند.



شکل 135: اعضای خارجی سیستم تولید مثل زنانه.

سیستم تولید مثل انسان ۵۲۶

در بخش قدامی دهلیز Clitoris که ساختمان کوچک و بر آمده بوده و به آلت تولید مثل مردانه پاسخ می دهد، قرار دارد. همانند آلت تولید مثل مردانه، توسط یک پوست ختنه پوشانیده شده و مرکب از انساج نعوظ کننده حساس می باشد. این عضو در موقع تحریک جنسی از خون پر می شود. Clitoris از آلت تولید مثل مردانه در نداشتن مجرا فرق می شود (شکل 135).

## وظایف تولید مثل زنانه و دورانها

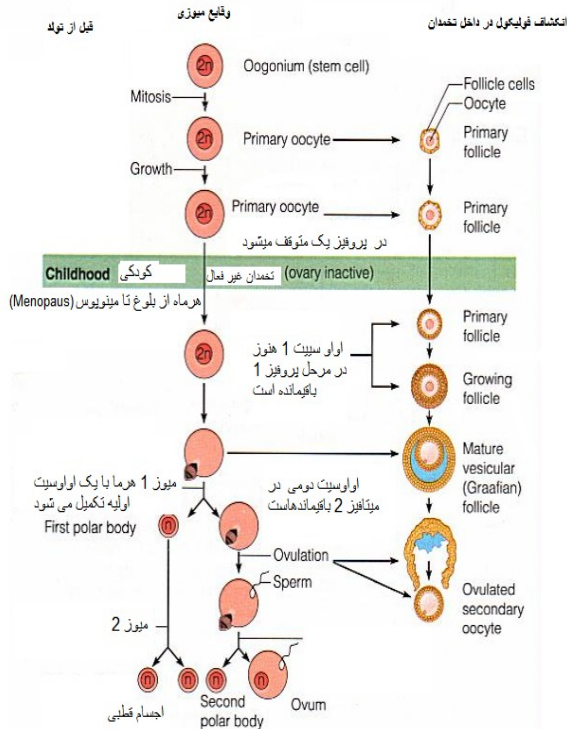
### پروسه تولید حجرات جنسی و دوران تخمدان

تعداد حجرات جنسی که در طول زنده گی یک زن تولید شده می تواند، در موقع تولد معین می شود. قابلیت تولید مثل یک زن (قابلیت آزاد سازی اووم) با آغاز بلوغ شروع شده بین 50 تا 60 ساله گی خاتمه می یابد. مدتی که در جریان آن قابلیت آزاد کردن اووم یک زن کاهش یافته و سرانجام در پایان آن این قابلیت قطع می گردد به نام Menopause یاد می شود.

میوز در حجرات تخمدان واقع شده و حجرات جنسی را به وجود می آورد. پروسه تولید حجرات جنسی در جنس مؤنث Oogenesis نام دارد. در جنین انکشاف کننده، حجرات بنیادی دودمانی اولیه (Oogonia) به سرعت تقسیم شده تزیید می یابند. بعداً حجرات دخترى (Primary oocytes) به درون انساج ارتباطی تخمدان رانده می شوند و توسط یک طبقه نازک حجرات احاطه شده، فولیکول اولیه (Primary follicles) را تشکیل می دهند. تقسیمات میوزی در دوران جنینی در مرحله پروفاز تقسیم Meiosis متوقف می شود.

بعد از تولد، Oogonia موجود نخواهد بود و یک زن در تمام زنده گی آینده خود تقریباً 2 میلیون اوواسایت اولیه (Primary oocyte) را در فولیکولهای تخمدان ذخیره خواهد داشت؛ تا در صورت مساعد شدن شرایط تحت انقسام Meiosis رفته تشکیل اووم های فعال را بدهند. این انتظار اوواسایتهها شامل تمام دوران کودکی شده و تقریباً 10 تا 14 سال را در بر خواهد گرفت (شکل 136).





شکل 136: اوو جنز.

در موقع بلوغ، بخش قدامی غده هاپیوفیز شروع به ترشح هورمون (FSH) کرده تعداد کمی از فولیکولهای اولیه را تحریک می کند تا رشد کرده در ظرف یک ماه بالغ شوند. به این ترتیب، تخمگذاری هر ماه یک بار تکرار می شود. این تغییرات دورانی ماهانه تخمدان به نام دوران تخمدان (Ovarian cycle) یاد می شود. در زمان بلوغ، شاید 40000 Oocyte باقیمانده باشد؛ که به تدریج هر ماه تبدیل به اووم فعال می شود. از آن جا که تمام دوران تولید مثل یک زن در حدود 40 سال در نظر گرفته می شود (از 11 تا 51 ساله گی) و در هر ماه یک بار تخمگذاری صورت می گیرد؛ در تمام این دوران، تقریباً کمتر از 500 اووم فعال آزاد می گردند.

با ادامه تحریکات هورمون FSH، فولیکول رشد کرده بزرگ می شود. در داخل

سیستم تولید مثل انسان ۵۲۸

فولیکول مایع تجمع کرده اوواسایت اولیه که در داخل این فولیکول وجود دارد کروموزومهای خود را دو چند ساخته میوز آغاز می گردد. در نتیجه انقسام میوتیک (I) دو حجره که از نظر اندازه با همدیگر مشابه نیستند، به وجود می آیند. حجره بزرگتر یک اوواسایت دومی (Secondary oocyte) است و حجره کوچکتر حجره قطبی اولیه (Primary Polar body) است که ممکن تقسیم شود یا نشود. به مجردی که اوواسایت دومی ساخته شد، تقسیم دوم میوزی شروع شده در مرحله میتافاز متوقف می شود. با گذشت زمان، یک فولیکول رسیده (Vesicular; or graafian follicle) و به شکل حبابهایی از سطح تخمدان بیرون می زند. در این مرحله، انکشاف تخمدان در حدود 14 روز را در بر می گیرد و درست در همین روز در تحت تأثیر هورمون LH هایپوفیز، فولیکول پاره شده و تخمگذاری (Ovulation) اوواسایت دوم واقع می شود. همان طوریکه در شکل 133 نشان داده شده است اوواسایت دوم خارج شده از تخمدان، هنوز توسط کپسول فولیکول احاطه شده، اکنون به نام تاج شعاعی (Corona radiata) یاد می شود.

بعضی از زنان در موقع قاعده گی خود دردی را نیز در بخش پایینی بطن خود احساس می کنند. این پدیده به نام دردهای ملایم (Mittel schmerz) یاد شده در اثر کشیده گی شدید دیواره های تخمدان در موقع تخمگذاری به وجود می آید.

عموماً اینطور گفته می شود که هر ماه یکی از فولیکولهای انکشاف کننده از دیگران پیشی جسته به صورت فولیکول بارز تبارز می کند. اینکه این فولیکول چگونه انتخاب می شود و یا خود را انتخاب می کند تا کنون فهمیده نشده است. فولیکولهای که به صورت کامل رسیده هستند اما تا بحال اووم خود را آزاد نکرده اند به زودی رو به زوال می گذارند.

هورمون LH برعلاوه تحریک فولیکول برای پاره شدن و آزاد کردن اووم، باعث می شود تا فولیکول پاره شده متحمل تغییرات شده، تشکیل ساختمان غده وی جسم زرد را بدهد. هم فولیکول پاره نشده و هم جسم زرد هر دو هورمونهایی ترشح می کنند که بزودی مورد مطالعه قرار خواهند گرفت.

در جریان تخمگذاری، اوواسایت دومی یک جا با جسم قطبی اولیه و تاج شعاعی به خلای بطنی بیرون انداخته می شوند. در حالات عادی آنها به داخل تیوب رحمی رانده می شوند. در داخل تیوب رحمی، هرگاه به یک اوواسایت دومی یک اسپرم وارد گردد، میوز

(II) واقع شده اووسایت دومی به دو حجره هپلاید غیر مساوی تقسیم می شود. حجره بزرگ عبارت از اووم (Ovum or ootid) بوده و حجره کوچک جسم قطبی دومی (Secondary polar body) است. به این ترتیب در مردان Meiosis باعث به وجود آمدن چهار حجره جنسی گردیده و در زنان صرف یک حجره جنسی و سه جسم قطبی را به وجود می آورد. از آن جا که اجسام قطبی فاقد سایتوپلازم هستند به زودی نابود می شوند. هرگاه به اووسایت دومی اسپرمی وارد نگردد، بدون اینکه مراحل Meiosis و تشکیل اووم فعال را تکمیل نمایند رو به زوال خواهند گذاشت.

تفاوت دیگری که بین مردان و زنان وجود دارد، اندازه و شکل حجرات جنسی شان می باشد. اسپرم کوچک بوده دارای دم برای حرکت می باشد. مقدار ناچیز نوترنتها در سایتوپلازم آنها وجود داشته و نوترنتهای موجود در مایع منی باعث بقای آنها می شود. در مقابل، حجره غیر متحرک اووم پر از نوترنتها بوده منبع تغذیه جنین پس از القاح و پیش از تثبیت به دیواره های رحم را به وجود می آورد.

### دوران رحمی یا دوران قاعده گی (Uterine (Menstrual) Cycle)

رحم محلی برای دریافت جنین و آشیانه گیری و انکشاف آن است؛ اما قابلیت پذیرایی و آشیانه دهی آن صرف ماه یک بار و آن هم برای مدت کوتاه به وجود می آید. این قابلیت رحم برای آشیانه دهی به اووم القاح شده هفت روز بعد از تخمگذاری به وجود می آید.

وقایع دوران قاعده گی عبارت از تغییرات دورانی اند که تحت اثر تغییرات سطح هورمونهای تخمدان در خون، هر ماه در Endometrium یا مخاط رحم به وجود می آیند. از آنجا که تغییرات تولید استروجنها و پروجسترون از تخمدانها توسط هورمونهای گونادوتروپیک (LH و FSH) بخش قدامی غده هیپوفیز کنترل می شود، بسیار مهم است دانسته شود که این هماهنگی چگونه صورت می گیرد.

عموماً گفته می شود که هر دوران قاعده گی زنانه بعد از 28 روز تکرار می شود و تخمگذاری درست در میان این مدت یعنی در روز چهاردهم صورت می گیرد. سه مرحله دوران قاعده گی از این قرار اند:

1. روزهای اول تا پنجم مرحله قاعده گی (Mensrual phase): در جریان

سیستم تولید مثل انسان ۵۳۰

این مدت طبقه سطحی Endometrium ضخیم رحم سست شده از دیواره رحم جدا می شود. این واقعه با خون ریزی برای 3 تا 5 روز همراه خواهد بود. انساج جدا شده رحمی و خون به صورت جریان قاعده گی از Vagina خارج می شوند. مقدار خونی که در جریان این مرحله از دست می رود در حدود 50 تا 150 میلی لیتر است. بعد از روز پنجم، فولیکولهای رشد کننده مقدار بیشتر هورمونهای استروجن ترشح خواهند کرد.

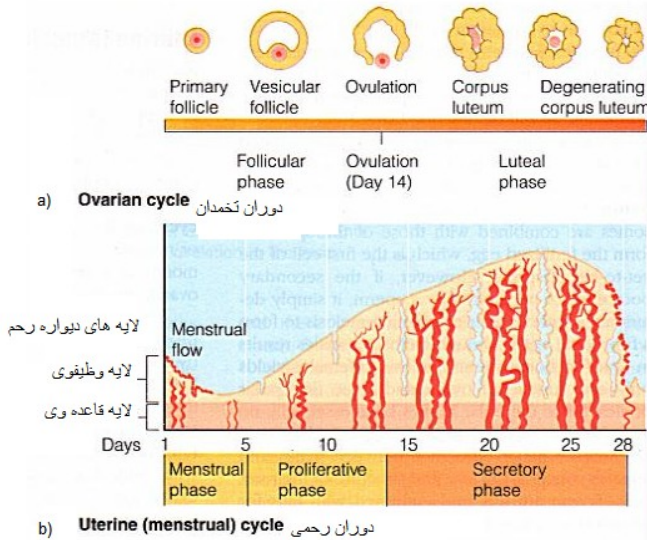
## 2. روزهای ششم تا چهاردهم مرحله باز سازی (Proliferative phase):

بلند رفتن سطح هورمونهای استروجن در خون که توسط فولیکولهای رشد یابنده ترشح می شوند، طبقه قاعده Endometrium تحریک شده طبقه وظیفوی را باز سازی می کند که در جریان آن غده ها تولید شده و رگهای خون Endometrium تزئید می یابند. Endometrium دوباره مخملی، ضخیم و پر از رگهای خون می شود. در آخر این مرحله، در پاسخ به تغییر ناگهانی و شدید سطح هورمون LH در خون، تخمگذاری از تخمدان صورت می گیرد.

## 3. روزهای پانزدهم تا بیست و هشتم مرحله ترشعی (Secretory phase):

رفتن سطح هورمون پروجسترون که توسط جسم زرد تولید می شود در همکاری با هورمونهای استروجن، بر Endometrium اثر کرده رگهای خونی آن را تزئید می بخشد. همچنان پروجسترون بر غده های Endometrium اثر کرده باعث تزئید اندازه و آغاز ترشح نوترنتها توسط آنها به داخل حفره رحمی می شود. این نوترنتها باعث تقویه جنین رشد یابنده تا موقع آشیانه گرفتن آن می شود. هرگاه القاح صورت گرفته باشد، جنین هورمونی شبیه LH ترشح می کند که بر جسم زرد اثر کرده باعث می شود تا به ترشح هورمونهای خود ادامه دهد. هرگاه القاح صورت نگرفته باشد، جسم زرد شروع به تجزیه شدن می کند. در آخر این دوره سطح LH در خون کاهش می یابد. فقدان هورمونهای تخمدان در خون، باعث می شود تا رگهای خون تغذیه کننده طبقه وظیفوی Endometrium دچار تشنج و پیچ و تاب شوند. با قطع شدن منبع اکسیجن و نوترنتها به حجرات Endometrium، آنها شروع به مردن می کنند که باعث آغاز دو باره دوران

قاعدگی، در روز 28 می کند (شکل 137).



شکل 137: دورانهای تخمدان و رحمی (قاعدگی).

گرچند توضیحات بالا، طول مدت دوران قاعدگی را 28 روز نشان می دهند؛ اما طول دوران قاعدگی در زنان مختلف از 21 تا 40 روز متفاوت بوده می تواند.

### تولید هورمون توسط تخمدان

هنگامیکه در موقع بلوغ تخمدانها فعال شده شروع به تولید اووم ها می کنند، تولید هورمونهای تخمدان نیز آغاز می گردد. حجرات فولیکول رشد یابنده و فولیکول رسیده هورمونهای استروجن را تولید می کنند که باعث ظاهر شدن خواص جنسی ثانوی در زنان جوان می گردد. تخمدانها، چندین هورمون مختلف استروجن را تولید می کنند، که مهمترین آنها عبارتند از Estradiol، Estrone و Estriol می باشد. از جمله اینها Estradiol مهم ترین هورمونی است که به فراوانی یافت شده تمام اثرات استروجنی را ظاهر می سازد. خواص جنسی ثانوی زنانه از این قرار اند:

- بزرگ شدن اعضای ضمیمه وی سیستم تولید مثل زنانه،

- انکشاف پستانها (Breasts)،
  - ظهور مویها در زیر بغل و Pobis ،
  - تزیید انساج چربی در زیر پوست تمام بدن، مخصوصاً در لگن خاصره و پستانها،
  - پهن و سبک شدن لگن،
  - آغاز دوران قاعده گی.
- هورمون دومی تخمدان که پروجسترون می باشد توسط جسم زرد ترشح می شود. جسم زرد مقدار ناچیز هورمونهای استروجن نیز ترشح می کند. این هورمون تا زمانی توسط جسم زرد ترشح می شود که هورمون LH در خون وجود داشته باشد.
- عموماً گفته می شود، ترشح هورمونهای جسم زرد در حدود 10 تا 14 روز بعد از تخمگذاری توقف می کند. به استثنای کمک با هورمونهای استروجن برای تاسیس قاعده گی، پروجسترون به تنهایی قادر به ظاهر ساختن خواص جنسی ثانویه نمی باشد. اثر مهم دیگر این هورمون تداوم حامله گی و تولید شیر توسط غده های شیری پستانها می باشد. گرچند در جریان حامله گی منبع پروجسترون پلاستا است نه تخمدانها.

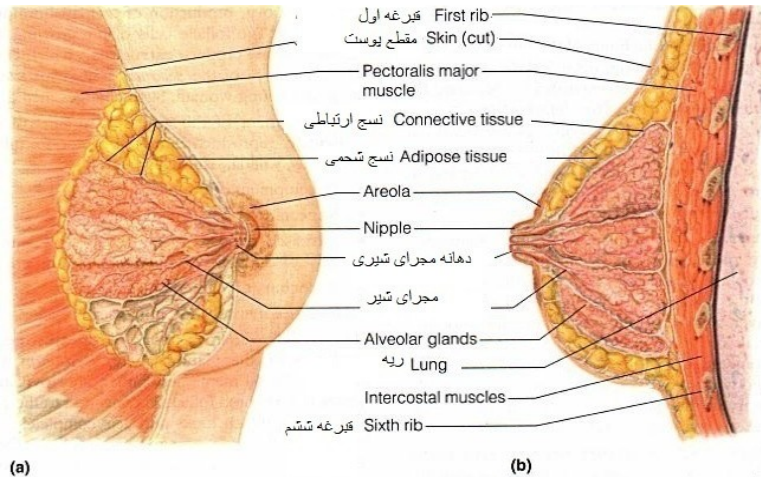
### غده های شیری (Mammary glands)

غده های شیری در هر دو جنس وجود دارند؛ اما تنها در زنان عملاً اجرای وظیفه می کنند. غده های شیری برای تغذیه نوزاد انسان، نهایت مهم می باشند. تحریکات هورمونهای جنسی مخصوصاً استروجنها باعث بزرگ شدن اندازه پستانها در موقع بلوغ می گردد.

از نظر انکشافی، غده های شیری غده های عرقیه تغییر شکل یافته پوست می باشند. اندکی پایین تر از مرکز هر پستان ناحیه رنگه یی به نام Areola وجود دارد که یک برآمده گی مرکزی به نام نوک پستان (Nipple) را احاطه کرده است.

داخلاً، هر غده شیری متشکل از 15 تا 25 لوب (Lobe) است که به صورت شعاعی نوک پستان را احاطه کرده اند. هر لوب متورم بوده توسط نسج ارتباطی و شحم از یکدیگر جدا شده اند. در داخل هر لوب اتاقکهای کوچکی به نام لوبیول وجود دارد که حاوی خوشه هایی از غده های حبابی (Alveolar glands) می باشند که در موقع

شیردهی (Lactating) زنان تولید شیر می کنند. غده های حبابی هر لوبیول شیر را به داخل مجرای شیر آور (Lactiferous ducts) منتقل می کنند. این مجاری به خارج از نوک پستان باز می شود (شکل 138).



شکل 138: غده های شیری زنانه. (a) نمای قدامی. (b) نمای سجیتالی.

### خلاصه یی از وقایع حامله گی و انکشاف جنینی

تشکیل جنین از به وجود آمدن یک حجره القاح شده (Zygote) آغاز یافته با تعاملات و تغییرات اعجاب انگیز، بدن انسان دارای تریلیونها حجره می گردد. انکشاف یک جنین بسیار مغلق است و توضیح مکمل این پروسه ایجاب تحریر کتاب جداگانه را می نماید. در این جا صرف وقایع عمده حامله گی و انکشاف جنینی بیان خواهد گردید.

### القاح

پیش از آنکه القاح صورت گرفته بتواند، بایست اسپرم به اوواسایت دومی برسد. Oocyte بعد از ترک تخمدان در حدود 12 تا 24 ساعت زنده خواهد بود و قابلیت اسپرم برای القاح Oocyte در داخل مجرای تولید مثل زنانه در حدود 12 تا 48 ساعت پس از

سیستم تولید مثل انسان ۵۳۴

انزال ادامه خواهد یافت. بعضی از اسپرمهای قوی شاید تا 72 ساعت زنده مانده بتوانند. در نتیجه، برای القاح شدن، عملیهٔ مقاربت بایست 72 ساعت قبل و 24 ساعت بعد از تخمگذاری صورت گرفته باشد. در این موقع Oocyte تقریباً به یک سوم حصهٔ لولهٔ رحمی رسیده است.

به یاد داشته باشید که اسپرم حجره متحرک است که توسط حرکات دم خود فاصله‌ها را طی می‌کند. هرگاه اسپرمها در محدودهٔ زمانی تخمگذاری به Vagina وارد شوند، توسط مواد کیمیای که همچون رادار عمل می‌کنند محل Oocyte را کشف می‌کنند. در حدود یک تا دو ساعت را در بر می‌گیرد تا اینکه اسپرم سفر خود را برای رسیدن به انتهای لولهٔ رحمی جنس مؤنث تکمیل کند و در صورتیکه اووسایتی آماده در آن جا وجود داشته باشد القاح صورت خواهد گرفت.

هنگامیکه هجوم دسته جمعی اسپرمها به Oocyte می‌رسد، اکروزوم صدها اسپرم پاره شده انزایمهایی را ترشح می‌کنند که روابط موجود بین حجرات فولیکول تاج شعاعی را که در اطراف Oocyte وجود دارد، در هم می‌شکنند. هنگامیکه راه پاک شد و یک اسپرم منفرد در تماس گیرنده‌های غشای حجروی یک Oocyte قرار گرفت، سر (هسته) آن به داخل سایتوپلازم Oocyte وارد می‌شود. اسپرمی که خیلی بعد تر از صدها اسپرمی که با تعاملات اکروزومی غشای Oocyte مواجه شده‌اند، در بهترین حالت برای القاح کردن اسپرم قرار دارد.

هنگامیکه یک اسپرم به داخل Oocyte داخل می‌شود، هستهٔ Oocyte تقسیم میوزی (I) خود را تکمیل کرده یک اووم و یک جسم قطبی را می‌سازد. بعد از دخول اسپرم، تخمک القاح شده متحمل تغییرات شده مانع دخول اسپرمهای دیگر می‌گردد. از جملهٔ میلیونها اسپرمی که در انزال مرد وجود دارد فقط یکی از آنها قادر به داخل شدن به Oocyte می‌باشد.

القاح زمانی صورت می‌گیرد که مواد ارثی اسپرم با مواد ارثی اووم ترکیب شوند و حجرهٔ القاح شده Zygote به وجود آید. Zygote نمایش دهندهٔ نخستین حجرهٔ یک فرد جدید است.

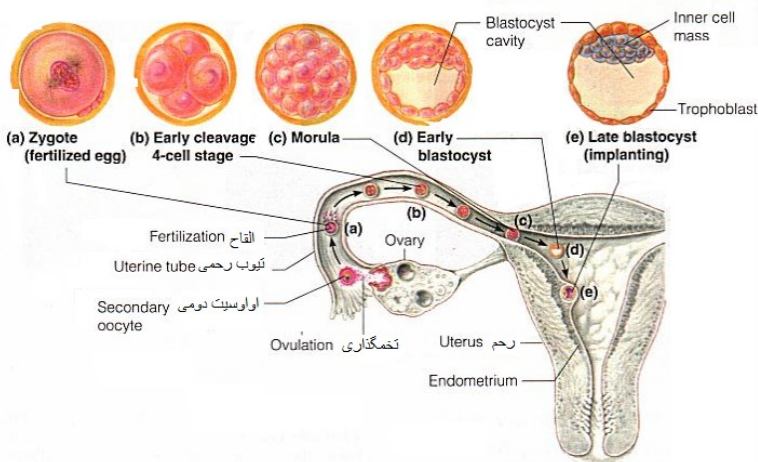


## وقایع انکشاف جنینی و فیتوسی (Events of Embryonic and Fetal Development)

هنگامیکه Zygote توسط حرکات پرستالسی و مژه‌ها به طرف پایین لوله‌رحمی به جلو رانده می‌شود، متحمل تقسیمات سریع مایتوزی شده تشکیل دو حجره اولیه بعداً چهار و بیشتر حجرات را می‌دهد. این تقسیمات اولیه جنین به نام گسسته گی یا Cleavage یاد می‌شود.

از آن جا که در فاصله بین انقسامات وقت کافی برای رشد وجود ندارد، حجرات دختری کوچک شده می‌روند. گسسته گی تعداد بی شمار حجرات را منحیث خشتهای ساختمانی جنین به وجود می‌آورد. این مرحله تا 9 هفته گی تکمیل می‌گردد. تا این زمان، جنین انکشاف یابنده به رحم می‌رسد (تقریباً 3 روز پس از تخمگذاری یا در روز هفدهم قاعده گی زن) جنین شکل کره 16 حجروی داشته و به نام Morula یاد می‌شود. در این موقع، Endometrium رحم هنوز به اندازه کافی آماده دریافت جنین نیست و به همین دلیل جنین به آسانی در داخل حفره رحمی شنا کرده طور موقت از ترشحات حفره رحمی تغذیه می‌کند. جنین تقریباً از 100 حجره تشکیل شده و هنوز به دیواره رحم متصل نشده و به انکشاف خود ادامه می‌دهد. بعداً داخل آن خالی شده تشکیل ساختمان توب مانند را می‌دهد که به نام Blastocyst یا Chorionic vesicle یاد می‌شود. در عین زمان، هورمونی شبیه هورمون LH ترشح می‌کند که به نام Human chorionic gonadotropin یاد شده جسم زرد را تحریک می‌کند تا به ترشح هورمونهای خود ادامه دهد. زنان برای اطمینان یافتن از حامله گی خود وجود این هورمون درخون شان را آزمایش می‌کنند.

Blastocyst دارای دو منطقه وظیفوی مهم می‌باشد: (1) Trophoblast که کره بزرگ مملو از مایع را تشکیل می‌دهد و (2) کتله حجروی داخلی (Inner cell mass) یک خوشه کوچک حجرات است که به یک طرف رانده شده اند (شکل 139).

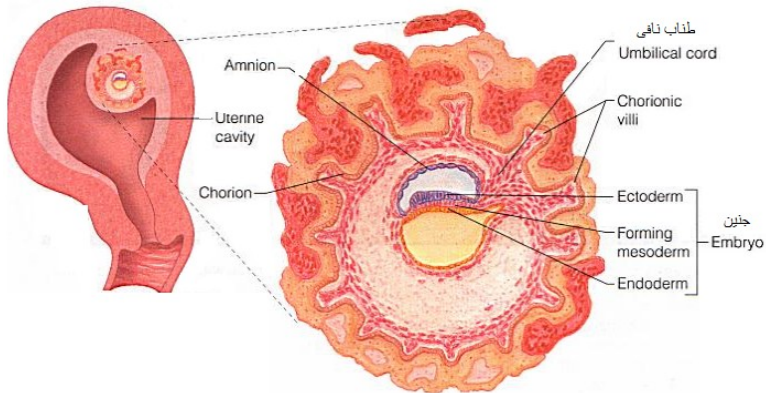


شکل 139: مراحل مختلف انکشاف Zygote تا اواخر Blastocyst.

هفت روز بعد از تخمگذاری، Blastocyst به جدار رحم تماس حاصل کرده یک بخش پوشش رحم را تخریب می کند و خود را در داخل مخاط ضخیم مخفی می سازد. تمام این وقایع در حالی رخ می دهد که انکشاف جنین ادامه یافته و سه طبقه اولیه جنینی (Primary germ layers) از طبقه حجرات داخلی ساخته می شوند. طبقات اولیه جنینی عبارت اند از:

1. Ectoderm که تشکیل سیستم عصبی و اپی درم پوست را می دهد،
  2. Endoderm که تشکیل مخاط و غده های ضمیمه وی را می دهند،
  3. Mesoderm که بقیه اعضای بدن را می سازد.
- آشپانه گرفتن جنین تقریباً تمام شده و در آخر روز چهاردهم بعد از تخمگذاری (روزی که زن منتظر دیدن علائم قاعده گی می باشد) طبقه ضخیمی از Endometrium بر بالای جنین رشد کرده است. بعد از آشپانه گیری کامل، از تروفوبلاست بر آمده گیلهایی به نام Chorionic villi رشد می کند که در همکاری با انساج رحم مادر تشکیل Placenta را می دهند.
- هنگامیکه Placenta ساخته شد، جسم صفحه مانند جنینی توسط کیسه مملو از

مایع به نام Amnion پوشانیده می شود. کیسهٔ آمیون توسط ساقهٔ حاوی رگهای خون به نام بند ناف (Umbilical cord) به Placenta متصل می باشد (شکل 140).



شکل 140: جنین 22 روزه.

عموماً، تا هفتهٔ سوم Placenta فعال شده قادر به رسانیدن غذا و اکسیژن به خون جنینی و دور کردن مواد فاضله از آن می باشد. تمام تبادلات از طریق دیواره های Placenta صورت می گیرد. تا آخر ماه دوم حامله گی، Placenta تبدیل به عضو اندوکرینی شده هورمونهای استروژنی، پروجسترون و دیگر هورمونهایی که به تداوم حامله گی کمک می کند ترشح می نماید. در این زمان، جسم زرد تخمدان غیر فعال می شود.

در هفتهٔ هشتم انکشاف جنینی، تمام ساختمانهای اساسی تکمیل شده اند. تمام سیستمهای اعضاء به شکل ناقص فعال بوده، جنین تقریباً شکل انسان را به خود گرفته است.

جدول 15: انکشاف فیتوس انسان.	
تغییرات و انکشافات	زمان
سر به اندازه تنه بزرگ بوده تمام بخشهای دماغ موجود است. کبد به صورت نامتناسب بزرگ بوده شروع به خون سازی می کند، بازوان وجود دارند، انگشتان دست و پا در اواخر این دوره آزاد هستند، استخوان سازی شروع شده است، از هفته چهارم به بعد قلب شروع به پمپ کردن نموده است. تمام سیستمها به صورت ناقص وجود دارند. فیتوس تقریباً 30 میلی متر طول و یک گرم وزن دارد.	8 هفته گی (پایان دوره جنینی)
سر هنوز بزرگ است؛ اما تنه طولیل شده است. دماغ به بزرگ شدن خود ادامه می دهد. شکل چهره به صورت خام وجود دارد. دیوار اعضای احشایی حاوی عضلات لشم می شود. ساخته شدن حجرات خون در مغز استخوان آغاز می یابد. ساخته شدن خون تزئید می یابد. جنسها از طریق دیدن اعضای تولید مثل قابل تشخیص هستند. فیتوس 9 سانتی متر طول دارد.	9 تا 12 هفته گی (ماه سوم) 12 هفته گی
اعضای حسهای عمومی موجود هستند. گوشها و چشمها موقعیت و مشخصات ساختمانی اصلی خود را یافته اند. چشمک زدن و چوشیدن انگشتان واقع می شود. چهره شکل انسان را به خود گرفته و بدن از سر بزرگ تر شده است. کلیه ها به ساختمان اصلی خود رسیده اند. اکثریت استخوانها موجود بوده حفره های مفصلی موجود اند. تقریباً 14 سانتی متر طول دارد.	13 تا 16 هفته گی (ماه چهارم) 16 هفته گی
ترشحات غده های چربی (Vernix caseose) بدن را پوشانیده است. مویها ابریشم مانند لانوگو بدن را پوشانیده است. بدن قداماً قرار داشته انگشتان تناسب عادی خود را یافته اند. مادر حرکات عضلاتی فیتوس را حس می کند. فیتوس تقریباً 19 سانتی متر طول دارد.	17 تا 20 هفته گی
تزئید قابل توجه وزن فیتوس صورت گرفته احتمال زنده ماندن نوزاد قبل از میعاد 27 تا 28 هفته وجود دارد؛ اما هایپوتالاموس هنوز انکشاف خود را تکمیل نکرده، قادر به کنترل حرارت بدن نوزاد نبوده و مقدار	21 تا 3 هفته گی

<p>کافی Surfactant در ششها تولید نشده است. پوش شدن نخاع توسط غشای میلین آغاز شده، چشمها باز اند. پوست چین خورده، سرخ رنگ بوده ناخنهای دستها و پاها موجود اند. بدن تقریباً متناسب شده است. مغز استخوان محل منحصر به فرد خون سازی شده است. در مردان، در ماه هفتم خصیه ها وارد کیسهٔ خصیه می شوند. فیتوس تقریباً 28 سانتی متر طول دارد.</p>	
<p>رنگ پوست گلابی مایل به سفید است. چربی در انساج چربی ذخیره شده اند. فیتوس تقریباً 35 تا 40 سانتی متر طول و 2,7 تا 4,1 کیلو گرام وزن دارد.</p>	<p>30 تا 40 هفته گی</p>

از آغاز هفتهٔ نهم انکشاف به بعد، جنین به نام فیتوس یاد می شود. از این لحظه به بعد، وظایف اساسی رشد و تخصص یابی اعضاء همزمان با تغییرات متناسب بدن خواهد بود.

در دوران فیتوسی، فیتوس از تقریباً 3 سانتی متر طول و یک گرم وزن به 36 سانتی متر طول و 2,7 تا 4,1 گرم وزن رشد خواهد کرد. (طول مجموعی بدن فیتوس در موقع تولد تقریباً 55 سانتی متر می باشد.)  
تغییراتی که در فیتوس رخ می دهد واقعاً دراماتیک است. تغییرات مهمی که در این دوره رخ می دهد در جدول 15 خلاصه شده است.  
تقریباً 270 روز بعد از القاح (پایان ماه دهم قمری) فیتوس به نام Full-term یاد شده و آمادهٔ تولد است.

### اثرات حامله گی بر مادر

حامله گی دوران مشکلی برای مادران می باشد. در این دوره، تغییرات آناتومیکی و فزیولوژیکی مهمی در بدن مادر پدیدار می گردد:

#### 1. تغییرات آناتومیکی مادر

در جریان حامله گی، رحم به اندازهٔ قابل توجه وسعت می یابد. در آغاز رحم به اندازهٔ مشت انسان می باشد. با رشد و انکشاف جنین اندازهٔ رحم بزرگ شده در آخر

سیستم تولید مثل انسان ۵۴۰

هفته شانزدهم، تمام حفره لگنی را اشغال می کند. با ادامه حامله گی رحم به طرف حفره بطنی بالا می آید و با نزدیک شدن ولادت نوزاد رحم به Xiphoid process رسیده، تمام حفره بطن را پر می نماید. اعضای داخل بطن به Diaphragm فشار وارد کرده آن را به طرف بالا می راند که در نتیجه آن قبرغه ها بی جا شده قفسه صدری را وسعت می بخشند.

کلان شدن بطن باعث می شود تا مرکز ثقل بدن زن تغییر نماید. بعضی زنان یک خمیده گی یا انحنا در ناحیه کمر خود پیدا می کنند و گاهی هم در اواخر ماه های حامله گی کمر دردی می داشته باشند. هورمون ریلکسین که توسط Placenta ترشح می شود باعث سست شدن رباطهای لگنی و اتصالات پوبیس (Pubic symphysis) شده به تولد نوزاد سهولت ایجاد می کند.

مسلماً، برای اینکه فیتوس به صورت بهتر رشد کند تغذیه خوب مادر در دوران حامله گی از ضروریات است. بهتر است در این دوران، مادران به اندازه دو چند غذای روزانه خود را میل نمایند. در مجموع یک مادر حامله روزانه به اندازه 300 کالوری اضافی ضرورت دارد تا نیازهای انکشافی فیتوس را که در بطن دارد اكمال کرده بتواند. تأکید می شود تا غذای مقوی خورده شود نه غذای بیشتر.

## 2. تغییرات فیزیولوژیک مادر

**تغییرات سیستم هاضمه:** بسیاری از مادران در جریان ماه های اول و دوم حامله گی دچار دلبدی می شوند که به نام مریضی صبحانه (Morning sickness) یاد می شوند، تا اینکه سیستم هاضمه آنها به سطح بلند هورمونهای استروجنی و پروجسترون در خون شان توافق نمایند. سوزش معده (Heartburn) بسیار معمول است؛ زیرا مری بیجا شده و معده توسط رحم رشد یابنده تحت فشار قرار گرفته است. پرابلم دیگر این دوره قبضیت است که در اثر کاهش حرکات سیستم هاضمه به وجود می آید.

**تغییرات سیستم ادراری:** سیستم ادراری مسئولیت بزرگی در جهت تنظیم مواد زاید متابولیکی فیتوس داشته و مقدار بیشتر ادرار را در جریان حامله گی تولید

می کنند. از آن جا که رحم مثانه را تحت فشار قرار می دهد عملیه ادرار کردن به تکرار، عاجل و بعضاً به صورت غیر قابل کنترل صورت خواهد گرفت.

**تغییرات سیستم تنفسی:** مخاط بینی در مقابل استروجنها حساس بوده در دوران حامله گی بند شدن بینی و بعضاً خون شدن بینی شاید صورت گیرد. ظرفیت حیاتی و سرعت تنفسی ازدیاد می یابد؛ اما حجم باقیمانده کاهش می یابد و بسیاری زنان، در اواخر دوره حامله گی مشکلات تنفسی خواهند داشت.

**سیستم قلبی عروقی:** مهمترین تغییرات فزیولوژیک در سیستم قلبی عروقی واقع می شود. جهت تأمین نیازمندیهای فیتوس اندازه آب بدن بلند رفته و حجم خون 25 تا 40% ازدیاد می یابد. این ازدیاد حجم خون در موقع ولادت که خون ریزی را نیز در قبال دارد من حیث یک عامل حفاظتی اجرای وظیفه می دارد. فشار خون و نبضان قلب بلند رفته، اندازه خروج خون از قلب را 20 تا 40% ازدیاد بخشیده باعث می شود مقدار کافی خون در سراسر بدن جریان داشته باشد. از آن جا که رحم بر رگهای موجود در لگن فشار وارد می کند، برگشت خون وریدی دچار مشکلات گردیده امکان دارد وریدها در اعضای تحتانی گشاد شوند.

## وضع حمل، زایمان (Parturition or labor)

وضع حمل اوج دوران حامله گی است. وضع حمل با تکمیل کردن 280 روز پس از آخرین قاعده گی واقع می گردد. سلسله وقایعی که نوزاد را از رحم خارج می کند به نام زایمان یاد می شود.

### شروع زایمان

تعیین زمان زایمان مشکل است؛ اما چندین واقعه با زایمان همزمان رخ می دهد که می تواند من حیث علامتی برای شروع زایمان بوده باشند. در جریان چند هفته آخر حامله گی، سطح هورمونهای استروجن در خون مادر به بلند ترین اندازه خود می رسد که دو پی آمد مهم در قبال دارد: (1) بر تعداد زیاد گیرنده های هورمون Oxytocin در Endometrium اثر کرده آنها را در مقابل هورمون Oxytocin حساس تر می سازد. (2) در وظایف پروجسترون مداخله کرده اثرات آن را بر عضلات رحم

سیستم تولید مثل انسان ۵۴۲

ممانعت می کند. در نتیجه انقباضات نامنظم رحم شروع می شود. این انقباضات باعث می شود که تعداد زیاد زنان به شفاخانه مراجعه کنند. در شفاخانه به آنها گفته می شود که اینها علایم زایمان کاذب (Fals labor) اند و بایست صبر کنند.

هنگامیکه تولد نزدیک می شود، دو فکتور کیمیاوی دیگر کمک می کنند تا این علایم کاذب به علایم حقیقی تبدیل شوند: بعضی از حجرات فیتوس شروع به ترشح هورمون Oxytocin می نمایند. Oxytocin ترشح شده Placenta را تحریک می کند تا Prostaglandins را ترشح کند. هر دوی این هورمونها باعث انقباضات پی هم و قوی عضلات رحم می شوند. در این مرحله، تحرکات مکرر و فشارهای عضلانی، هایپوتالاموس مادر را فعال می سازد. هایپوتالاموس سیگنالهای لازمه به هایپوفیز خلفی می فرستد تا شروع به ترشح هورمون Oxytocin نماید. در اثر بلند رفتن سطح Oxytocin و Prostaglandins در خون مادر، انقباضات ریتمیک و خارج کننده زایمان حقیقی شروع می شود.

موقعی که هایپوتالاموس مداخله می کند یک فیدبک مثبت به کار می افتد: انقباضات قوی باعث ترشح مقدار بیشتر Oxytocin می شود، ترشح Oxytocin بیشتر باعث انقباضات قوی تر شده نوزاد را به طرف خارج فشار می دهند (شکل 137).

از آن جا که برای شروع زایمان، هر دو هورمون Oxytocin و Prostaglandins نیاز است پس هر گونه مداخله برای قطع تولید یکی از این هورمونها بر زایمان اثر سوء خواهد داشت. برای مثال، ادویه های ضد Prostaglandins نظیر Aspirin و Ibuprofen در مراحل اولیه، مانع زایمان شده می تواند و این ادویه ها برای جلوگیری از زایمانهای زودرس (Premature births) استفاده می شوند.

## مراحل زایمان

پروسه زایمان معمولاً به سه مرحله تقسیم می شود:

I. **مرحله اتساع (Dilation stage):** از شروع انقباضات حقیقی تا گشاد شدن کامل گردن رحم (به قطر تقریباً 10 سانتی متر) توسط سر رحم را در بر می گیرد. در این مرحله انقباضات خفیفی از بخش بالایی رحم آغاز شده به

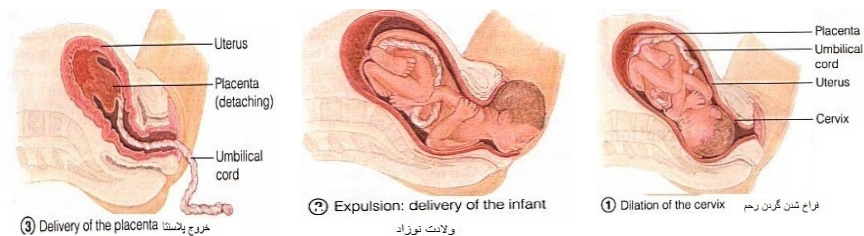


طرف Vagina ادامه می یابند. تدریجاً، انقباضات عضلات رحم قوی تر و سریع تر می شوند و هنگامیکه سر نوزاد به طرف گردن رحم فشار داده می شود، گردن رحم شروع به سست شدن کرده نازکتر و گشاد تر می شود. سرانجام، کیسه آمنیون پاره شده مایع آمنیوتیک آزاد می شود. مرحلهٔ اتساع، طولیل ترین دورهٔ زایمان است و تقریباً 6 تا 12 ساعت و گاهی بیشتر از آن را در بر می گیرد.

**II مرحلهٔ اخراج (Expulsion stage):** از اتساع کامل گردن رحم تا زایمان کامل را در بر می گیرد. در این مرحله، نوزاد از طریق گردن رحم و Vagina خارج می شود. در جریان این مرحله، مادر یک زایمان طبیعی بدون استفاده از بی هوشی را تجربه می کند. اگرچه این مرحله می تواند که در حدود 2 ساعت را در بر گیرد؛ اما در زایمان اول در حدود 50 دقیقه و در زایمانهای بعدی 20 دقیقه را در بر خواهد گرفت. هنگامیکه سر نوزاد در گردن رحم قرار دارد، سر منحنی آلهٔ وسعت دهنده، باعث اتساع گردن رحم می شود. بعد از خارج شدن سر، نوزاد اولین نفس را می کشد و بقیه اعضای بدن نوزاد به آسانی از بدن مادر خارج می گردد. بعد از زایمان طناب ناف از دو قسمت بسته شده از بخش میانی قطع می شود. در صورتیکه بار اول سرین و یا کدام بخش دیگر نوزاد خارج شده باشد، زایمان به سختی و مشکلات صورت می گیرد.

**III مرحلهٔ پلاستنتایی (Placental stage):** یا مرحلهٔ خروج Placenta که در حدود 15 دقیقه بعد از زایمان صورت می گیرد. انقباضات شدیدی که بعد از زایمان به وقوع می پیوندد، رگهای خونی رحم را تحت فشار قرار داده مانع خون ریزی شده، و Placenta را از رحم خارج می کند. Placenta و آن بخشی از غشای رحم که فیتوس با آن در تماس بود مجموعاً به نام جفت یا مشیمیه (Afterbirth) یاد می شود. این بسیار مهم است که تمام قطعات Placenta از رحم خارج شود تا در آینده خونریزی رخ ندهد (شکل 141).

## سیستم تولید مثل انسان ۵۴۴



شکل 141: سه مرحله زایمان.

## جلوگیری از حامله گی (Contraception)

کنترل زاد و ولد به طریقه های مختلف صورت می گیرد، که در زیر مزایای بعضی از آنها تذکار داده می شود:

1. یکی از شیوه های بسیار معمول کنترل زاد و ولد در جهان خوردن روزانهٔ تابلت های مخصوص است که حاوی مقدار ناچیز استروجنها و هورمونهای شبیه پروجسترون به نام Progestins می باشند. این تابلت ها سیستم کنترولی هایپوتالاموس را فریب می دهند؛ چنانچه تشریح شد هر دوی این دو هورمون در دوران حامله گی ترشح می شوند. فولیکولهای تخمدان بالغ نشده و تخمگذاری صورت نمی گیرد. Endometrium به تدریج ضخیم می شود و هنگامیکه در هر ماه ترشح هورمونها ادامه نمی یابد Endometrium رو به انحطاط می گذارد؛ اما جریان قاعده گی صورت نمی گیرد. از آن جا که تعادل هورمونی به دقت صورت نمی گیرد، بعضی از زنان این تغییرات را به آسانی تحمل کرده نتوانسته دچار دلبدیها و فشار خون بلند می شوند. تا مدتی این طور فکر می شد که تابلت های ضد حامله گی احتمال به وجود آمدن سرطانهای رحم و پستان را تزئید می بخشد. تأثیر آنها بر سرطان پستان هنوز مورد سوال بوده اینطور معلوم می شود که مقدار کم این هورمونها در جلوگیری سرطان تخمدانها و Endometrium مفید بوده و هم چنان اثرات جانبی شدید قلبی عروقی را نیز کاهش می دهند. در هر حال امروزه استفاده از این تابلت ها برای جلوگیری از حامله گی در سراسر جهان رایج می باشد. تابلت های دیگر ضد حامله گی

- نیز وجود دارند که اثر آنها در حدود 72 ساعت ادامه می یابد. این تابلت‌ها در ایالات متحده آمریکا به فراوانی استفاده می شوند،
2. تابلت‌های دیگری به نام RU486 که به نام تابلت‌های سقط جنین یاد می شوند، اخیراً در فرانسه ساخته شده و برای جلوگیری از حامله گی تقریباً 96 تا 98 درصد مؤثریت دارند،
  3. طریقهٔ دیگر جلوگیری از حامله گی نصب یک آله به نام Norplant در زیر پوست است که به تدریج هورمون پروجسترون را آزاد می کند. عمر این آله در حدود 5 تا 6 سال است،
  4. پروجسترون مصنوعی به نام Depo-Provera تقریباً 35 سال قبل انکشاف داده شد و در سال 1992 میلادی به صورت ادویهٔ ضد حامله گی زرقی مورد استفاده قرار گرفت،
  5. شیوهٔ دیگر برای جلوگیری از حامله گی استفاده وسایل داخل رحمی (Intrauterine device (IUD)) است که عبارت از وسیلهٔ پلاستیکی و یا فلزی است که به داخل رحم قرار داده می شود تا مانع آشیانه گرفتن اووم القاح شده گردد. مؤثریت استفاده از این روش تقریباً شبیه استفاده از تابلت‌ها می باشد،
  6. استفاده از موانع فیزیکی نظیر Diaphragm، کلاهک‌های مخصوص برای پوشاندن گردن رحم، (Condoms، کریم‌های کشندهٔ اسپرم، Gels و اسفنج‌ها برای جلوگیری از رسیدن اسپرم به اووم (Barrier methods) روش‌های دیگری اند که غرض جلوگیری از حامله گی استخدام می شوند؛ اما بسیاری از انسانها استفاده از آنها را تایید نمی کنند؛ زیرا لذت جنسی را کاهش می دهند،
  7. بعضی روش‌ها نظیر بستن لولهٔ رحمی (Tubal ligation) و قطع کردن مجرای برندهٔ اسپرم (Vasectomy) صد در صد و به طور دائمی از حامله گی جلوگیری می کنند. هر دوی این عملیه ها بایست توسط داکتر متخصص صورت گیرد. بعد از قطع Vas deferens، در بدن فرد مذکور هورمون تستوستیرون تولید شده، صفات جنسی ثانوی و فعالیت‌های عادی جنسی صورت گرفته، اسپرم تولید می شود؛ اما به خارج از بدن منتقل نمی گردد تا باعث القاح اووم شود،
  8. طریقهٔ طبیعی جلوگیری از حامله گی، عبارت از خارج کردن آلت تولید مثل مرد از

سیستم تولید مثل انسان ۵۴۶

مجرای تولید مثل زنانه قبل از انزال است که به نام جماع منقطع (Coitus interruptus) یاد می‌گردد،

9. طریقه طبیعی دیگر برای جلوگیری از حامله گی آگاهی از زمان آزاد شدن اووم و خود داری از مقاربت در این مدت است، که به نام ریتم یاد می‌شود. این هدف به دو طریق قابل دسترسی است: (الف) ثبت روزانه درجه حرارت بدن (درجه حرارت بدن قبل از تخمگذاری خفیفاً کاهش یافته و بعد از تخمگذاری بلند می‌رود)، (ب) ثبت تغییرات غلظت مخاط Vagina (مخاط Vagina نخست غلیظ و چسبناک بوده، بعداً در دوران القاح پذیری شفاف، رشته یی شبیه سفیدی تخم مرغ می‌گردد). برای کسب اطمینان خاطر از موفقیت تخنیک ریتم، بایست تغییرات فوق در چندین دوره قاعده گی به دقت ثبت گردند،

طریقه هایی که در فوق برای جلوگیری از حامله گی مطرح گردیدند از روشهای مطرح و مورد استفاده اکثریت خانواده ها و مورد تایید مجامع علمی هستند. ممکن با گذشت زمان طریقه های جدید برای جلوگیری از حامله گی انکشاف داده شوند.

### پیری و سیستم تولید مثل

گرچند جنسیت یک فرد در موقع القاح تعیین می‌شود؛ اما گوناها تا هفته هشتم انکشاف جنینی، شروع به ساخته شدن نمی‌کنند. پیش از این، ساختمانهای تولید مثل مردانه و زنانه شبیه همدیگر بوده گفته می‌شود که در مرحله تمایز نیافتگی (Indifferent stage) می‌باشند. بعد از آنکه گوناها ساخته شدند، انکشاف ساختمانهای ضمیمه وی اعضای خارجی سیستم تولید مثل زنانه شروع به ساخته شدن می‌کنند. اینکه ساختمانهای مردانه و یا زنانه ساخته خواهند شد مربوط به حضور و یا عدم حضور هورمون تستوستیرون می‌شود. پس از آنکه خصیه های جنینی ساخته شدند، تولید هورمون تستوستیرون، انکشاف سیستم مجاری مردانه و ساختمانهای خارجی سیستم تولید مثل زنانه به تعقیب آن صورت می‌گیرد. هرگاه، هورمون تستوستیرون تولید نشود، در نتیجه تخمدانها، مجاری و ساختمانهای خارجی سیستم تولید مثل زنانه ساخته می‌شوند.

خصیه های مرد، تقریباً در همان قسمت از خلای بطنی که تخمدانها در آن جا ساخته می شوند، ساخته شده و تقریباً یک ماه قبل از زایمان به خریطهٔ خصیه پائین می شوند. پایین نشدن خصیه به جای اصلی آن به نام Cryptorchidism یاد می شود. از آن جا که این حالت باعث عقیم شدن مرد و همچنان مواجه ساختن او به سرطان خصیه ها می شود، برای رفع این نقیصه در دوران کودکی عملیات جراحی اجرا می شود.

از آن جا که اعضای سیستم تولید مثل تا زمان بلوغ فعال نمی شوند، در زمان کودکی یک تعداد پرابلمها در این سیستم وجود دارد. بلوغ دورانسی از زنده گی است که عموماً بین 10 تا 15 ساله گی واقع می شود در این دوران اعضای تولید مثل به اندازهٔ کامل رشد کرده در تحت تأثیر هورمونهای تخمدان (Testosterone و Estrogen در زنان) فعال می شوند. بعد از این وقت، قابلیت تولید مثل تا سنین پیری در مردان و Menopause در زنان ادامه می یابد.

وقایع بلوغ در تمام افراد عین مراحل را طی می کند؛ اما سنی که این وقایع در آن رخ می دهد وسیعاً فرق می کند. در مردان، وقایعی که ظهور بلوغ را نشان می دهند عبارت از بزرگ شدن خصیه ها و کیسهٔ خصیه ها در حدود 13 ساله گی می باشند که به تعقیب آن مو در Pabis، زیر بغل و رخسار ظاهر می گردد. رشد آلت تولید مثل تا دو سال ادامه می یابد. و بلوغ جنسی با ظاهر شدن اسپرم در منی مشخص می گردد. ضمناً مرد جوان به طور ناخود آگاه غالباً دچار نعوظ آلت تولید مثل و انزال شبانه می شود.

اولین علامت بلوغ در زنان، جوانه زدن پستانها است که تقریباً در 11 ساله گی صورت می گیرد. اولین قاعده گی، به نام Menarche یاد می شود که تقریباً دو سال بعد تر واقع می شود. تخمگذاری و القاح ممکنه تقریباً دو سال بعد تر و با بلوغیت هورمونی صورت می گیرد.

بسیاری زنان در اواخر سن بیست ساله گی به بلوغ کامل دست می یابند. بعد از آن، به صورت طبیعی در وظایف تخمدان کاهش رو نما می گردد. هنگامیکه تولید استروجنها کاهش یابد تخمگذاری بی نظم شده و قاعده گی قلیل و کوتاه مدت می شود. سرانجام، قاعده گی به طور کامل قطع شده قابلیت حامله شدن از بین می رود. گرچند تولید هورمونهای استروجنی برای مدتی بعد از Menopause نیز ادامه

سیستم تولید مثل انسان ۵۴۸

می یابد؛ اما سرانجام وظایف اندوکرینی تخمدانها خاتمه می یابد. هنگامیکه اثرات هورمونهای استروژنی از بین می رود، اعضای تولید مثل و پستانها شروع به تحلیل رفتن می کنند. Vagina خشک شده، مقاربت دردناک بوده (مخصوصاً اگر مقاربت به فواصل دور صورت گیرد) و آلوده شدن Vagina به عفونتها معمول خواهد گردید. نتایج دیگر کمبود هورمونهای استروژنی شامل تحریک پذیریهها، کج خلقیها و تغییرات در وضع روانی زن، توسعه رگهای خونی پوستی که باعث تعرق بیش از حد، نازک شدن به تدریج پوست و کاهش کثله استخوان می شود. هم چنان بلند رفتن تدریجی سطح کولسترول خون، زنانی را که در دوران بعد از Menopause قرار دارند به امراض سیستم عروقی قلبی مواجه می سازد. در مردان شبیه Menopause دیده نمی شود. گرچند مردان در سنین بالا یک کاهش را در سطح هورمون تستوستیرون خون نشان می دهد؛ اما قابلیت تولید مثل آنها پایان ناپذیر است.

## اختلالات سیستم تولید مثل

### بزرگ شدن غده پروستات

غده پروستات شهرت زیادی در خراب کردن صحت آدمی دارد. بزرگ شدن این غده، که اکثریت مردان کهن سال را آزار می دهد، مثانه را خفه می سازد. این حالت رنج آور، ادرار کردن را مشکل ساخته زمینه آلوده شدن مثانه به عفونتها و صدمه زدن به کلیه را فراهم می کند. التهاب غده پروستات علت عادی مراجعه مریضان به داکتر است که در نتیجه آن شاید سرطان پروستات نیز تشخیص گردد.

### عقیم بودن مردان

A. یکی از دلایل عقیم بودن مردان مسدود بودن سیستم مجاری، عدم توازن هورمونی، استروجنهای خارجی، حشره کشها، استعمال بیش از حد الکل و عوامل دیگر بوده می تواند. اولین اقدام برای تشخیص عامل عقیم بودن مرد تجزیه منی (Semen analysis) موصوف می باشد. این تجزیه شامل تعیین تعداد، تحرک و

- مورفولوژی، حجم، pH و مقدار فرکتوز اسپرم می شود. هرگاه تعداد اسپرم کمتر از 20 میلیون در فی میلی لیتر بوده باشد احتمال القاح سازی آن کاهش می یابد.
- B. تهدیدات خارجی پروسه عادی اسپرم سازی را متأثر می سازد. برای مثال، بعضی آنتی بیوتیکهای عادی نظیر پنیسیلین و تتراسیکلین مانع اسپرم سازی شده می توانند. تشعشعات، سرب، بعضی از حشره کشها، یک نوع ادویه مخدره نظیر حشیش یا Marijuana، تنباکو و نوشیدن مقدار زیاد الکل باعث تولید اسپرمهای غیر نورمال شده می توانند.
- C. در صورتیکه هورمون تستوستیرون تولید نشود، خواص جنسی ثانویه هرگز ظاهر نشده و دیگر اعضای تولید مثل مرد نیز به همان حالت کودکی باقی می ماند. هم چنان حضور هورمون تستوستیرون برای مراحل آخری رسیدن و بلوغیت اسپرم نیاز بوده و غیابت آن باعث عقیم شدن مرد می گردد.

### عقیم شدن زنان

از آن جا که لوله رحمی در امتداد تخمدانها قرار ندارد گاهی زنان را به پراکنده شدن عفونتها بدخل حفره صفاقی از طریق کانال تولید مثل مواجه می سازد. سوزاک و دیگر باکتریهایی که از طریق تماس جنسی منتقل می گردند از همین طریق به حفره صفاقی راه یافته باعث به وجود آوردن التهاب خطرناک لگنی می گردد. بدون تداوی عاجل و مؤثر این مرضی می تواند که باعث به وجود آوردن قرحه ها بر لوله های رحمی شده باعث عقیم شدن زنان گردد.

### سرطان رحم

سرطان گردن رحم در بین زنان 30 تا 50 ساله معمول است. عوامل محرک عبارت از التهاب پی در پی گردن رحم، امراضی که از طریق تماس جنسی منتقل می گردند، حامله گیهای زیاد و تعدد شرکای جنسی می باشد. اجرای سالیانه معاینات لابراتواری (Pap smear) ساده ترین روش برای تشخیص این سرطان است.

### سرطان پستان

سرطان پستان دومین عامل مرگ و میر زنان در امریکا می باشد. سرطان پستان

سیستم تولید مثل انسان ۵۵۰

غالباً از اثر تغییر در ساختمان پوست پستان تشخیص می شود. چین خورده گی و یا خارج شدن غیر نورمال شیر از نوک پستان از علائم سرطان پستان است. تستهای مخصوص پستان و عکاسی پستان توسط اشعه ایکس (Mammography) ساده ترین راه برای تشخیص سرطان پستان می باشند. این معاینات بایست بین 40 تا 49 ساله گی، سال یک بار اجرا گردد.

### سقط جنین (Abortion)

پایان یافتن حامله گی در جریان 20 هفته اول حامله گی به نام سقط جنین یاد می شود. از آن جا که تعداد بی شمار مواد مضر از طریق Placenta به خون فیتوس عبور کرده می تواند، زنان حامله بایست متوجه موادی باشند که به طریقی وارد بدن آنها می شوند. موادی که باعث تولد نوزادان ناقص و یا حتی نوزادان مرده می شوند شامل الکل، نیکوتین، ادویه های ضد لخته شدن خون، ضد فشار خون، مسکنها و یک تعداد انتی بیوتیکها می شود. عفونتهای مادری مخصوصاً سرخچه (German measles or rubella) نیز باعث وارد شدن صدمات خطرناک جنینی شده می تواند.

### عفونتهای سیستم تولید مثل

در افراد بالغ، یکی از پرابلمهای عمده سیستم تولید مثل، آلوده شدن به عفونتها می باشد. عفونتهای مهبلی در نزد زنان جوان و سال خورده و آنهایی که مقاومت بدن شان پایین است، زیاد معمول می باشد. عفونتهای معمولی شامل آنهایی می شود که توسط باکتری *Escherichia coli* که از سیستم هاضمه پراکنده می شود، میکروارگانیزمهایی که توسط تماسهای جنسی پراکنده می شوند (نظیر سوزاک، سفلیس و ویروس تبخال) و یک نوع خمیرمایه، می شود. عفونتهای تداوی نشده مهبلی به سراسر کانال تولید مثل زنانه پراکنده شده باعث التهاب لگن و در نهایت عقیم شدن زن شده می تواند. پرابلمهای نظیر قاعده گی دردناک و یا قاعده گی غیر نورمال در اثر عفونتها و یا عدم تعادل هورمونی به وجود آمده می توانند.



## خلاصه فصل

سیستم تولید مثلی در انسان مسئول بقای نسل بشر است و از غده های جنسی، مجاری تولید مثلی و اعضای خارجی تشکیل شده است که در زنان و مردان ساختمان جداگانه دارد. سیستم تولید مثل در مرد از یک جفت خصیه، Epididymis، Vas deferens، مجرای انزالی و غدد ترشحاتی پروستات، کیسه های منی و غده های کوپر تشکیل شده است. آلت تولید مثلی مردانه قسمت خارجی سیستم تولید مثلی مردانه را تشکیل می دهد. خصیه ها در داخل کیسه مخصوص قرار داشته مسئول ساخته شدن اسپرمها و ساخته شدن هورمون جنسی مردانه یا تستوستیرون می باشد. اسپرمهای ساخته شده در لوله های منی ساز از طریق مجاری برنده به Epididymis وارد می شوند. Vas deferens از Epididymis شروع شده به حفره شکمی وارد می شود. مجرای انزالی، مجرای است کوتاه که از ادغام Vas deferens و مجرای ترشحاتی کیسه های منی ساخته می شود. این مجرا پس از عبور از پروستات در داخل یوریترای پروستاتی باز می شود. کیسه های منی، غده هایی هستند که در خلف مثانه قرار گرفته اند و مجرای ترشحاتی آنها در قسمت ساخته شدن مجرای انزالی شرکت می کند. پروستات غده بی است که قسمت ابتدایی یوریترا را احاطه کرده است.

سیستم تولید مثل زنانه از تخمدانها، رحم، لوله های رحمی، Vagina و اعضای خارجی تولید مثلی ساخته شده است. تخمدانها در حفره لگنی قرار گرفته اند و وظیفه تولید اووم و هورمونهای جنسی هورمونهای استروژنی و پروجسترون را به دوش دارد. سیستم تولید مثل زنانه از شروع بلوغ دچار یک سلسله تغییرات هورمونی و هستولوژیکی می شود که به دوران قاعده گی مشهور است. لوله های رحمی اووم را به سوی رحم منتقل می کند. القاح در یک سوم حصه این لوله صورت می گیرد. پس از القاح ذایگوت در دیواره رحم آشیانه گرفته مراحل انقسامات، رشد و انکشاف را طی کرده پس از تقریباً 270 روز بعد از القاح (پایان ماه دهم قمری) فیتوس به نام Full-term یاد شده و آماده تولد است. در جریان دوران حامله گی غده های شیری مادر شروع به ساختن شیر کرده پس از تولد طفل آماده تغذیه نوزاد می باشد.

جدول 16: روابط هورمون‌ستاتیک سیستم تولید مثل با بقیه سیستم‌های بدن.	
سیستم‌ها	اثر متقابل
سیستم پوششی	هورمون جنسی اندروجن، غده های روغنی را فعال می سازد که پوست و مو را چرب می کنند. هورمون‌های گونادی چربی‌های مشخص کننده شکل جسم را در موقع بلوغ توزیع کرده باعث ظهور مو در زیر بغل و Pabis می شود. هورمون‌های استروجنی رطوبت پوست را تزئید بخشیده تزئید رنگ جلد در موقع حامله گی را کنترل می کند. پوست تمام اعضای بدن را حفاظت می کند. غده های شیری شیر ترشح می کنند.
سیستم عضلاتی	Androgens باعث تزئید کتله عضلات می شود. عضلات بطنی در موقع تولد نوزاد فعال می شوند. عضلات کف لگن اعضای سیستم تولید مثل را حفاظت می کنند.
سیستم عصبی	هورمون‌های جنسی باعث مردانه و یا زنانه شدن دماغ گردیده باعث ظهور خواص جنسی می گردند. هاپیوتالاموس زمان بالغ شدن را تنظیم می کند. رفلکسهای عصبی پاسخهای جنسی را تنظیم می کنند.
سیستم Endocrine	هورمون‌های گونادی به صورت فیدبکی بر محور هاپیوتالاموس - هاپیوفیز اثر می کنند. هورمون‌های Placenta به تداوم حامله گی کمک می کنند. گونادوتروپین به انتظام وظایف گونادها کمک می کند.
سیستم دوران خون	استروجنها سطح کولسترول خون را کاهش داده به حفظ صحت سیستم قلبی عروقی زنانی که در نزدیکی Menopause قرار دارند کمک می کنند. حامله گی کار سیستم قلبی عروقی را تزئید می بخشد. سیستم دوران خون مواد مورد ضرورت مادر و جنین را منتقل کرده مواد زاید مادر و فیتوس را دور می کند.
سیستم لمفاوی و	انکشاف جنینی - فیتوسی تعادل ایمنی بدن را بر هم می زند. حجرات

<p>ایمنی اعضای سیستم تولید مثل را از امراض حفاظت می کنند. در شیر مادر IgA وجود دارد.</p>	<p>ایمنی</p>
<p>سیستم هضمی توسط فیتوس انکشاف کننده تحت فشار قرار می گیرد. در دوران حامله گی قبضیت و سوزش معده معمول است. سیستم هاضمه نوترنتهای مورد ضرورت مادر و فیتوس را تهیه می کند.</p>	<p>سیستم هضمی</p>
<p>Androgens عضلاتی شدن استخوانها را تزیید بخشیده کتله استخوانها را زیاد می کند. استروجنها تشکل کتله عضلات زنانه را کنترل می کنند. لگن بعضی اعضای تولید مثل را حفاظت می کند.</p>	<p>سیستم اسکلیت</p>
<p>کلان شدن غده پروستات باعث ممانعت ادرار کردن می شود. وارد شدن فشار بر مثانه در موقع حامله گی باعث تکرر و فوریت ادرار کردن می شود. کلیه ها خون مادر و فیتوس را تصفیه می کنند.</p>	<p>سیستم ادراری</p>
<p>حامله گی مانع پایین آمدن Diaphragm شده باعث بروز مشکلات تنفسی در این دوره می شود. در دوران حامله گی ظرفیت حیاتی و سرعت تنفسی بلند می رود. سیستم تنفسی اکسیجن را برای مادر و فیتوس تهیه کرده CO<sub>2</sub> را از آنها دور می کند.</p>	<p>سیستم تنفسی</p>

### پرسشهای آموزشی

#### I پرسشهای تکمیلی

هدایت: لطفاً جاهای خالی جملات ذیل را با کلمات و اصطلاحات مناسب پر کنید.

1. عکاسی پستان توسط ( ) ساده ترین راه برای تشخیص سرطان پستان می باشند.
2. پس از تخمگذاری، فولیکول پاره شده ( ) می شود.
3. خارجی ترین لایه یی بلاستوسایت که به دیواره رحم متصل است ( ) می باشد.

### پرسشهای صحیح و غلط

هدایت: با گذاشتن (ص) و (غ) در مقابل هر جمله مشخص کنید که جملات زیرین صحیح هستند و یا غلط.

1. بخش فوقانی رحم گردن آن است.
2. در موقع Menopause قابلیت تولید مثل زن ازدیاد می یابد.
3. برای جلوگیری از حامله گی، استفاده از تابلت‌های ضد حامله گی صد در صد مؤثر هستند.

### II پرسشهای انتخابی

هدایت: بهترین پاسخ برای پرسشهای ذیل را انتخاب کنید. ممکن بیش از یک پاسخ وجود داشته باشد.

1. کدام یک از اعضای ذیل از جمله اعضای ضمیمه وی سیستم تولید مثل مردانه می باشد؟  
(a) گوناد ها. (b) گامیتها. (c) سمینال وزیکل. (d) کلیه ها.
2. طبقه عضلات رحم Endometrium طبقه ( ) رحم است.  
(a) Serosa (b) Mucosa (c) Submucosa (d) Adventitia.
3. کدام یک از ساختمانهای ذیل به تخمدانها مربوط هستند؟  
(a) Peritonium. (b) Follicle (c) Vulva (d) Labia

### III پرسشهای مقابلی

هدایت: بهترین اصطلاحات را از ستون (A) برای جاهای خالی در جملات ستون (B) انتخاب کنید.

- | B  | A                |
|--|------------------|
| 1. سقط جنین توسط اصطلاح ( ) نشان داده می شود.                      | 1. Placenta      |
|  | 2. Amnion        |
| 2. ساختمانی که جنین توسط آن از خون مادر تغذیه می کند ( ) نام دارد. | 3. Contraception |
|  | 4. Hyperpnea     |
| 3. جلوگیری از حامله گی توسط اصطلاح ( ) نشان داده می شود.           | 5. Abortion      |

## پاسخ به پرسشهای آموزشی

فصل اول	I پرسشهای تکمیلی
1. ص، 2. ص، 3. غ	1. نسج،
III پرسشهای انتخابی	2 میتابولیزم،
a.1، a.2، c.3	3. Extracellular fluid
IV پرسشهای مقایسوی	II پرسشهای صحیح و غلط
1. Phenotype	1. ص، 2. غ، 3. ص
2. Matrix	III پرسشهای انتخابی
3. Maltose	1. a، 2. c، 3. b
فصل سوم	IV پرسشهای مقایسوی
I پرسشهای تکمیلی	1. Distal،
1. Stable cells،	2. Inferior
2. نسج پوششی ساده	3. Superficial
سنگفرشی،	فصل دوم
3. غشاء های سروزی.	I پرسشهای تکمیلی
II پرسشهای صحیح و غلط	1. Tight junctions،
1. ص، 2. غ، 3. غ	2. Gerontology،
III پرسشهای انتخابی	3. انقسام حجروی.
1. a، 2. b، 3. b	II پرسشهای صحیح و غلط
IV پرسشهای مقایسوی	
1. Cardiac muscle،	

### فصل ششم

- I. پرسشهای تکمیلی  
1. Quadriceps femoris ،  
2. Endomysium  
3. Sarcomeres
- II. پرسشهای صحیح و غلط  
1. ص، 2 غ، 3. ص
- III. پرسشهای انتخابی  
1. b. 2. c.b.a 3. b
- IV. پرسشهای مقایسوی  
1. Synergists ،  
2. Erector spinae  
3. Shivering

### فصل هفتم

- I. پرسشهای تکمیلی  
1. Acetylcholin و  
Norepinephrin  
2. Cholenergic ،  
3. Parkinson's disease
- II. پرسشهای صحیح و غلط  
1. ص، 2 غ، 3. ص
- III. پرسشهای انتخابی  
1. a. 2. b c و d 3. a
- IV. پرسشهای مقایسوی  
1. Prolactin.  
2. Gastrin  
3. Insulin

### Atrophy 2

### Replacement 3

### فصل چهارم

- I. پرسشهای تکمیلی  
1. Dermatitis  
2. Lanugo  
3. پیاز مو.
- II. پرسشهای صحیح و غلط  
1. ص، 2 غ، 3. ص
- III. پرسشهای انتخابی  
1. d. 2. a، 3. d
- IV. پرسشهای مقایسوی  
1. Melanin  
2. Ergosterol  
3. Fever blister

### فصل پنجم

- I. پرسشهای تکمیلی  
1. مفصل  
2. Arthroplasty ،  
3. Abduction
- II. پرسشهای صحیح و غلط  
1. ص، 2 غ، 3. غ
- III. پرسشهای انتخابی  
1. a. 2. d.c.b.a 3. b
- IV. پرسشهای مقایسوی  
1. Dwarfism ،  
2. Talus  
3. Rotation

### فصل هشتم

- I. پرسشهای تکمیلی  
 1. قوه جاذبه زمین  
 2. Organ of Corti ،  
 3. Visual field
- II. پرسشهای صحیح و غلط  
 1. غ، 2. غ، 3. ص
- III. پرسشهای انتخابی  
 1. d ، 2. a ، 3. c ، b ، a
- IV. پرسشهای مقایسوی  
 1. Systole ، Diastole ،  
 2. Autorythmicity ،  
 3. Vasoconstriction

### فصل یازدهم

- I. پرسشهای تکمیلی  
 1. Anaphylactic shock ،  
 2. Autoimmune disease ،  
 3. Chemotaxis
- II. پرسشهای صحیح و غلط  
 1. ص، 2. ص، 3. ص
- III. پرسشهای انتخابی  
 1. a ، 2. b ، 3. c
- IV. پرسشهای مقایسوی  
 1. Allergen ،  
 2. Edema ،  
 3. Pathogen

### فصل دوازدهم

- I. پرسشهای تکمیلی  
 1. Eupnea ،  
 2. Spirometer ،  
 3. Hypothalamus

1. Endolymph ،  
 2. Perilymph ،  
 3. Nociceptors

### فصل نهم

- I. پرسشهای تکمیلی  
 1. موقعیت سر ،  
 2. Crista Ampullaris  
 3. میدان دید.
- II. پرسشهای صحیح و غلط  
 1. ص، 2. غ، 3. ص
- III. پرسشهای انتخابی  
 1. c ، 2. c ، 3. c ، b ، a و d
- IV. پرسشهای مقایسوی  
 1. Endolymph ،  
 2. Perilymp ،  
 3. Nociceptors

### فصل دهم

- I. پرسشهای تکمیلی

- III پرسشهای انتخابی  
1. b, 2. a, c, b, d, 3. d  
IV پرسشهای مقایسوی  
1. Lacteals،  
2. Propulsion،  
3. Pepsinogen

### فصل پانزدهم

- I پرسشهای تکمیلی  
1. Mammography،  
2. Pyelonephritis،  
3. Amnion.  
II پرسشهای صحیح و غلط  
1. ص، 2. غ، 3. غ  
III پرسشهای انتخابی  
1. b, 2. b, 3. b  
IV پرسشهای مقایسوی  
1. Abortion،  
2. Placenta،  
3. Contraception

- II پرسشهای صحیح و غلط  
1. ص، 2. غ، 3. ص  
III پرسشهای انتخابی  
1. a, 2. b, 3. b  
IV پرسشهای مقایسوی  
1. Hypoventilation،  
2. Hyperpnea،  
3. Hyperventilation

### فصل سیزدهم

- I پرسشهای تکمیلی  
1. Lipases،  
2. Rnin،  
3. Bile duct.  
II پرسشهای صحیح و غلط  
1. ص، 2. ص، 3. ص  
III پرسشهای انتخابی  
1. b, 2. a, c, b, d, 3. d  
IV پرسشهای مقایسوی  
1. Lacteals،  
2. Propulsion،  
3. Pepsinogen

### فصل چهاردهم

- I پرسشهای تکمیلی  
1.  $\text{NaHCO}_3$ ،  
2. Pyelonephritis،  
3. Incontinence.  
II پرسشهای صحیح و غلط  
1. غ، 2. ص، 3. ص



---

---

## فرهنگ واژه ها (Glossary)

---

---

### Abdomen

ناحیه یی بین دیافراگم و لگن

### Abduct

دور شدن از خط وسط بدن

### Abortion

خاتمه یافتن حامله گی قبل از آنکه جنین و یا فیتوس در خارج از رحم زنده مانده بتواند.

### Absorption

عبور مواد از عرض پوشش رگهای خون یا یک غشاء.

### Accommodation

1. تطابق با تغییرات و یا اختلافات، 2. تنظیم و میزان شدن چشم برای دیدن اشیای نزدیک.

### Acidosis

حالت بلند رفتن آیونهای هایدروجن در خون و کاهش pH

### Acrosome

ساختمانی است که هسته اسپرم را پوش کرده و حاوی آنزایم است.

### Active immunity

ایمنی که در اثر برخورد با انتی جین در داخل بدن تولید می شود و ایجاد حافظه می نماید.

### Active transport

عبور یک ماده از عرض غشا در مقابل درجه غلظت که نیاز به مصرف انرژی حجروی دارد.

### Adaptation

توافق، تغییر در ساختمان یا پاسخ برای انطباق با محیط جدید.

### Adduct

حرکت بسوی خط میانی بدن

### Adenosine triphosphate (ATP)

مرکبی است که منجیث منبع انرژی حجات مورد استفاده قرار می گیرد.

### Adrenergic fibers

رشته های عصبی که هورمون نور اپینفرینرا ترشح می کنند.

### Aerobic respiration

تنفسی که در آن مواد غذایی در حضور اکسیجن اکسیدیشن شده و انرژی آزاد می گردد.

### Afferent neurons

رشته های عصبی که ایمپالسها را به سوی سیستم عصبی مرکزی هدایت می کنند.

### Agglutination

تجمع حجات بیگانه در کمپلکس انتی جین - انتی بادی

### AIDS

(acquired immuno deficiency syndrome)

سندروم اختلال در نظام ایمنی اکتسابی بدن

Albuminuria حضور البومین در ادرار

Alimentary مربوط به کانال هضمی

### Alkalosis

حالتی که در آن خون حاوی مقدار کمتر آیونهای هایدروجن بوده محیط قلوی است.

### Allergy

ازدیاد پاسخهای التهابی به آنتی جین مضر که به نام حساسیت شدید نیز باد می شود.

### Alveolus

1. اصطلاح عمومی است که حفره درون رفته کوچک را نشان می دهد. 2. یک کیسه هوایی در شش.

### Amino acid

خشتهای ساختمانی پروتئینهاست.

### Anabolism

مرحله ساختمانی میتابولیزم که به مصرف انرژی نیاز دارد.

### Anatomy

علم مطالعه ساختمان یک موجود زنده

### Anemia

کم خونی، کاهش ظرفیت انتقال اکسیجن خون در اثر کاهش تعداد کریوات سرخ خون به وجود می آید.

### Anoxia

عدم کفایه اکسیجن

### Antagonists

عضلاتی که مخالف هم کار می کنند

### Anterior

بخش قدامی (شکمی) یک ارگانیزم

### Antibody

ماده مخصوصی که توسط بدن تولید شده در برابر آنتی جین عمل می کند.

### Antigen

هر ماده خارجی به شمول توکسینها، پروتئینهای خارجی و باکتریها که با داخل شدن به بدن شناسایی شده، پاسخ ایمنی را تولید می کند.

Aorta شریان اصلی دوران سیستمی بدن

Apocrine gland نوعی از غده های عرقیه

Appendix زائده کرم شکل روده بزرگ

### Aqueous humor

زلالیه، مایع آبکی که در حفره قدامی چشم وجود دارد.

Arachnoid لایه وسطی مننژ

### Areola

منطقه رنگه در اطراف نوک پستان زنان

Arteriole شریانهای کوچک

### Arteriosclerosis

سخت شدن شراین، تصلب شراین

### Artery

شریان، رگی که خون پاک را از قلب حمل می کند

Arthritis التهاب مفاصل

### Asthma

نفس تنگی که در اثر مرض یا حساسیت ایجاد شود.

### Astigmatism

عیب بینایی ناشی از بی نظم شدن عدسیه یا قرنیه.

### Atrioventricular node (AV node)

کته بی از حجرات ویژه، هدایت کننده که در بین دهلیز و بطنهای قلب قرار دارد.

### Atrium

دهلیز قلب

**Atrophy**

کاهش در اندازه یک نسج یا عضو در اثر مریضی و یا عدم استعمال آن.

**Auditory ossicles**

سه استخوان کوچک شامل چکشی، سندان و رکابی که در داخل گوش میانی قرار دارند.

**Autoimmune response**

تولید انتی بادیها و یا حجرات اجرا کننده که انساج خود شخص را مورد حمله قرار می دهند.

**Automaticity**

قابلیت یک ساختمان، یک عضو و یا یک سیستم به اجرای خود به خودی وظایفش.

**Axis**

مهره دوم گردنی در ستون فقرات

**Axon**

زائده نیورونی که ایمپالسها را از جسم حجروی به بیرون هدایت می کند.

**B cells**

لمفوسایتهایی که ایمنی هومورال را سرپرستی می کنند. احفاد آنها حجرات پلازمایی مولد انتی بادی تفکیک می شوند.

**Basal metabolic rate**

سرعت میتابولیزم که در آن انرژی در تحت حالت کنترل شده و استراحت در هر واحد زمان مصرف می شود.

**Basal nuclei**

غده های ساخته شده از ماده خاکستری در عمق دماغ

**Basement membrane**

لایه نازکی از ماده خارج حجروی که حجرات پوششی به آن متصل می باشد.

**Basophils**

آن عده از حجرات سفید که با رنگ شدن گرانیولهای آن رنگ آبی به خود می گیرند.

**Benign**

سلیم

**Bile**

صفراء، مایع زرد مایل به سبز که توسط حجرات کبد تولید و ترشح می شود.

**Blood-brain barrier**

میکانیزی می که مانع عبور باکتریها از خون به انساج مغزی می شود

**Bradycardia**

کاهش ضربان قلب به پایینتر از 60 ضربه

**Bronchitis**

التهاب غشای مخاطی برونکیها

**Buffer**

ماده یا موادی که به تعادل تیزابیت و قلویت خون کمک می کنند.

**Calorie**

واحد اندازه گیری حرارت

**Canal**

یک لوله و یا مجرا

**Canaliculus**

مجرای بسیار کوچک

**Cancer**

نیوپلازمای خبیث مهاجم که قابلیت پراکنده شدن به تمام بدن را دارند.

**Capillary**

رگهای کوچک خون که شریانها را به وریدها متصل می سازند.

**Carbohydrate**

مرکبات عضوی که از کاربن، اکسیجن و

هایدروجن ساخته شده اند.

**Carcinogen**

عامل مولد سرطان

**Cardiac cycle**

مجموع وقایعی که شامل انقباض و انبساط کامل دهلیزها و بطنها می شود.

**Cardiac output**

مقدار خونی که در هر دقیقه از بطن چپ خارج می شود.

### Cardiovascular system

سیستم اعضاء که خون را به سراسر بدن توزیع می کند.

Carotid شریان اصلی بزرگ گردن

Cartilage نسج سفید نیمه شفاف

### Catabolism

پروسه شکسته شدن مواد به ذرات کوچک در داخل حجرات

### Cataract

از دست دادن کامل و یا قسمی شفافیت عدسیه چشم

### Catecholamines

هورمونهای نظیر اپی نفرین و نوراپی نفرین ، دوپامین و میانجیهای عصبی

### Caudal

به طرف دم، در انسان بخش تحتانی بدن

### Cecum

کیسه بسته در انتهای روده بزرگ

### Cell

واحد اصلی ساختمانی و وظیفوی ارگانیزم

Cell membrane غشای حجروی

### Cementum

نسج ارتباطی استخوانی که ریشه استخوان را می پوشاند.

### Centriole

جسم کوچکی که در نزدیکی هسته یافت شده، از میکروتوبیولها ساخته شده است.

Cerebellum دماغ اصغر

### Cerebrospinal fluid

مایعی که توسط شبکه کوروئیدی ساخته شده بطنها را پر ساخته اطراف سیستم عصبی مرکزی را احاطه می کند.

Cerebrum دماغ اکبر

### Chiasma

محل تقاطع دو ساختمان مانند عصب بینایی

### Cholecystokinin

هورمون روده یی که باعث انقباضات کیسه صفرا و آزاد شدن ترشحات پانکراسی می شود.

### Cholesterol

یک استایروئید است که در چربیهای حیوانی یافت می شود.

### Cholinergic fibers

انتهاهای رشته های عصبی که استایل کولین ترشح می کنند.

Chondrocyte حجره بالغ غضروفی

### Chorion

غشای خارجی که فیتوس را احاطه کرده است.

Choroid طبقه تغذیوی و پگمندی چشم

### Chromatin

ساختمانهایی در داخل هسته که جینها را انتقال می دهد.

### Chromosome

کروماتینهای درهم پیچیده که در موقع انقسام حجروی قابل مشاهده اند.

### Chyme

محتویات نیمه مایع معده که حاوی غذای نیمه هضم شده و شیره معده می باشد.

### Cilia

زواید مو مانند بر سطح حجراتی که دارای حرکات موجی می باشند.

Circumduction حرکت دورانی اجزای بدن

Cortex بخش خارجی بعضی اعضاء

Cramp انقباضات دردناک عضلات اسکلتی

Cranial nerves اعصاب مغزی

### Cutaneous membrane

پوست، نسج پوششی

**Cyanosis**

رنگ آبی پوست که در اثر کمبود اکسیجن خون تولید می شود.

**Cystitis**

التهاب کیسه مثانه

**Cytokinesis**

انقسام سایتوپلازم

**Cytology**

علم مطالعه حجرات

**Cytoplasm** مواد حجروی به استثنای هسته

**Deciduous (milk) teeth**

دندانهای موقت (شیری)

**Decomposition reaction**

تفاعلات کیمیای تجزیه کننده که در اثر آن مواد مغلق به مواد ساده تبدیل می شوند.

**Defecation**

خارج شدن مدفوع از کانال هضمی

**Deglutition**

عمل بلع

**Dehydration**

حالتی که در اثر از دست دادن مقدار زیاد آب به وجود می آید.

**Dendrites**

زواید حجروی نیورونها که ایمپالسها را به حجره عصبی منتقل می کنند.

**Dentin**

نسج کلسیمی که بخش اعظم دندان را تشکیل میدهد.

**Deoxyribonucleic acid (DNA)**

اسید هسته وی

**Depolarization**

از دست دادن حالت قطبی، از دست دادن چارج منفی بخش داخلی غشای حجروی.

**Dermis**

طبقه داخلی و عمیق پوست

**Diabetes mellitus**

مرض قند، مریضی که در اثر عدم ترشح و یا عدم کفایه هورمون انسولین توسط غده ادرینال به وجود می آید.

**Diapedesis**

حرکت حجرات خون چسبیده به دیوارهای رگها

**Diaphragm**

1. هر بخش و یا دیواری که دو ناحیه بدن را از هم جدا می کند. 2. عضله یی که حفره صدری را از حفره بطنی لگنی جدا می کند.

**Diaphysis**

محور طویل استخوانهای دراز

**Diastole**

دوره یی از انبساط قلب که در جریان آن حفره های قلب مملو از خون می شود.

**Diencephalon**

بخشی از دماغ قدامی بین نیکره های دماغ و دماغ میانی که شامل تالاموس، بطن سوم و هایپوتالاموس می شود.

**Diffusion**

انتشار ذرات در یک گاز و یا مایع

**Digestion**

شکسته شدن کیمیای و میکانیکی غذا در داخل سیستم هاضمه.

**Digital**

مربوط به انگشتان

**Distal**

نقطه دور از محل اتصال یک عضو به تنه و یا دور از منشاء

**Dorsal**

خلفی، پشتی

**Duct**

یک مجرا یا معبر

**Duodenum**

بخش آغازین روده کوچک

**Dura mater**

لایه خارجی مننژ دماغ

**Dyspnea**

مشکلات در تنفس

**Edema or oedema**

تجمع غیر نورمال مایع در اعضاء و یا انساج بدن که باعث آماس گردد.

**Effector**

یک عضو، یک غده یا عضله که قادر به فعالیت تحت امر سیستم عصبی باشد.

### Efferent neurons

رشتهٔ عصبی که ایمپالسها را از سیستم عصبی مرکزی به خارج هدایت می کند.

### Ejaculation

خروج ناگهانی منی از آله تناسلی مرد (انزال)

### Electrocardiogram (ECG)

ثبت گرافیک فعالیت‌های برقی قلب.

### Electroencephalogram (EEG)

ثبت گرافیک فعالیت‌های برقی حجرات عصبی دماغ.

### Embryo

یک ارگانیزم در مراحل اولیهٔ انکشاف آن، در انسان تا دو ماه بعد از القاح.

### Endocarditis

التهاب لایهٔ داخلی قلب

### Endocardium

غشای اندوتیلیوم که بخش داخلی قلب را آستر می کند.

### Endocrine glands

غده های فاقد مجرای ترشخی

### Endometrium

غشای مخاطی که رحم را آستر کرده است

### Endomysium

نسج ارتباطی نازکی که هر حجرهٔ عضلی را احاطه کرده است.

### Endothelium

طبقهٔ منفرد از حجرات پوششی سنگفرشی که دیوارهای قلب و رگهای خون و لمفاوی را آستر می کنند.

### Energy

قابلیت کار کردن

### Enzyme

ماده یی که توسط حجرات زنده ساخته شده در تعاملات کیمیای بدن منحیث کنتلست اجرای وظیفه می کند.

### Epicardium

غشای سبزی که به لایهٔ خارجی قلب چسبیده است.

### Epidermis

لایهٔ خارجی پوست که به نام اپیتیلیوم نیز یاد می گردد.

### Epididymis

بخشی از سیستم مجاری مردانه که در داخل آن اسپرم بالغ می شود.

### Epiglottis

غضروف ارتجاعی که در پشت گلو قرار داشته و در موقع بلع اپی گلوتس را می پوشاند.

### Epimysium

ورقهٔ نسج ارتباطی رشتوی که یک عضله را می پوشاند.

### Epiphysis

انتهای یک استخوان دراز

### Erythrocytes

کریوات سرخ خون

### Erythropoiesis

پروسهٔ ساخته شدن کریوات سرخ خون

### Estrogens

هورمونهایی که صفات و خصوصیات جنسی ثانویه را تحریک می کند.

### Excretion

اطراح مواد زاید از بدن

### Exocrine glands

غدواتی که ترشحات خود را توسط مجاری مخصوص به سطح بدن آزاد می کنند.

### Expiration

خارج شدن هوا از ششها

### Extension

حرکتی که زاویهٔ بین استخوانها را تزید می بخشد.

### External respiration

تبادلۀ گازها بین کیسهٔ های هوایی و خون.

**Extracellular matrix**

ماده غیر زنده در انساج ارتباطی که حاوی منرالها و رشته هایی می باشد که حجرات زنده را از هم جدا می کند.

**Extracellular fluid**

مایع خارج حجروی در انساج

**Fallopian tube**

لوله رحمی

**Fascia**

طبقه بی از انساج رشتوی که عضلات را پوشانیده از هم دیگر جدا می کند.

**Fascicle**

دسته بی عصب یا رشته های عضلی که توسط انساج ارتباطی احاطه شده اند.

**Fatty acid**

خشتهای ساختمانی چربیها

**Feces**

مواد غایطه

**Fertilization**

یکجا شدن مواد هسته وی حجرات

**Fetus**

موجود نو رسته از سه ماهه گی تا تولد در داخل رحم

**Fibrin**

پروتئین رشتوی غیر منحل در آب که در موقع لخته شدن خون ساخته می شود.

**Fibrinogen**

پروتئین خون که در موقع لخته شدن خون به فبرین تبدیل می شود.

**Filtration**

عبور ماده حلال و ماده منحل از یک غشاء و یا فلتر

**Fissure**

1) یک فرو رفته گی یا شکاف. 2) یک فرورفته گی یا چین خورده گی در دماغ.

**Flagella**

زائده شلاق مانند غشای حجروی

**Flexion**

حرکتی که زاویه بین استخوانها را کاهش می دهد.

**Focus**

تولید عاجل تصویر توسط عدسیه ها

**Follicle**

1) ساختمانی در تخمدان که حاوی اووم درحال انکشاف است، 2) ساختمان کلوییدی در غده تیرااید.

**Fontanels**

غشای رشتوی در جمجمه نوزاد که هنوز استخوانی نشده است.

**Formed elements**

عناصر متشکله خون

**Frontal (coronal) plane**

صفحه طولی که بدن یا یک عضو را به دو بخش قدامی و خلفی تقسیم می کند.

**Fundus**

قاعده یک عضو که در نقطه دور ترین از منشاء آن عضو قرار دارد.

**Gallbladder**

کیسه صفرا

**Gamete**

حجرات جنسی مذکر یا مؤنث

**Gametogenesis**

ساخته شدن گامیتها

**Ganglion**

گروهی از جسم حجروی حجرات عصبی که در سیستم عصبی محیطی موقعیت دارند.

**Gastrin**

هورمونی که ترشحات معده را تحریک می کند.

**Gene**

واحداث بیولوژیکی وراثت که بر کروماتینها موقعیت داشته خواص ارثی را منتقل می کنند.

**Gland**

عضوی که برای ترشح کردن و یا بیرون انداختن مواد اختصاص یافته است.

**Glaucoma**

بلند رفتن غیر نورمال فشار داخلی چشم

### Globular protein

پروتئینی که ساختمانهای وظیفوی آن کروی است.

### Glomerular capsule

انتهای پیاله شکل لوله‌ادراری که گلو مریول را احاطه کرده است و به نام کپسول بومن نیز یاد می شود.

### Glomerulus

گروهی از عروق شعریه در کلیه که فلتربیت را می سازد.

### Glottis

سوراخ بین صندوقچه صوتی در حنجره

### Glycogen

کاربوهایدربیت اصلی که در حجرات حیوانی ذخیره می شود.

### Glycogenesis

ساخته شدن گلائیکوژن از گلوکوز

### Glycogenolysis

شکسته شدن گلائیکوژن به گلوکوز

### Glycolysis

شکسته شدن گلوکوز به پایروویک اسید در عملیه تنفس غیر هوازی.

### Goblet cells

حجرات منفرد (غده های ساده) که مخاط ترشح می کنند.

### Goiter

بزرگ شدن سلیم غده تاپراید

### Gonads

اعضای نظیر تخمدان و خصیه که گامیتها را تولید می کنند.

### Gray matter

ناحیه خاکستری سیستم عصبی مرکزی

### Gyrus

چین خورده گی خارجی سطح نیمکره های دماغ

### Haversian system

سیستم هاورس

### Heat stroke

نارسایی قابلیت انتظام حرارت بدن یک شخص تحت فشار حرارتی

### Hematopoiesis

ساخته شدن حجرات خون

### Hemoglobin

پگمنت انتقال دهنده اکسیجن در داخل کریوات سرخ خون.

### Hemolysis

ترکیدن کریوات سرخ خون

### Hemophilia

نقص ارثی در لخته شدن خون که از اثر غیابت فکتورهای لخته شدن خون به وجود می آید.

### Hemorrhage

خون ریزی از رگهای خون

### Hepatic portal system

دورانی که در آن ورید باب کبدی خون غنی از را برای پروسس به کبد می آورند. نوترنتها

### Hepatitis

التهاب کبد

### Histamine

ماده بی که باعث اتساع رگهای خون و بلند بردن نفوذ پذیری رگها می شود.

### Histology

علم مطالعه انساج

### Homeostasis

تداوم ثبات حالات متغیر محیط داخلی بدن.

### Homologous

اجزاء و یا اعضای که از نظر ساختمان با همدیگر شبیه باشند؛ اما عین وظیفه را اجرا نمی کنند.

### Hormones

پیامبرهای کیمیاوی که توسط غده های اندوکراین ترشح می شوند و حجرات و یا انساج هدف را تحریک می کنند.

### Humoral immunity

ایمنی که توسط اتنی بادیهایی که از حجرات و حجرات احفاد آنها تولید می B حساس شده



- شود و به نام ایمنی تولید شده توسط انتی بادی نیز یاد می شود.
- Hydrolysis**  
عملیه پارچه شدن مواد به اجزای کوچک توسط آب
- Hyperopia** دور بینی
- Hypertension**  
فشار خون بالا (بصورت غیر نورمال)
- Hyperthermia**  
بلند رفتن درجه حرارت بدن بیشتر از حد نورمال
- Hypertrophy**  
تزیید در اندازه یک نسج یا عضو جدا از نمو عمومی بدن
- Hypotension**  
فشار خون پایین
- Hypothalamus**  
ناحیه بی از دای انسفالون که کف بطن سوم دماغ را تشکیل می دهد.
- Hypothermia**  
سقوط درجه حرارت بدن
- Hypotonic**  
کاهش و یا تون صدای پایینتر از حالت عادی
- Hypoxia**  
حالتی که در آن مقدار کافی اکسیجن به انساج نمی رسد.
- Ileum**  
بخش انتهایی روده کوچک
- Immunity**  
قابلیت بدن برای دفاع در مقابل عوامل مهاجم مختلف زنده و غیر زنده.
- Immunodeficiency disease**  
مریضی بی که از اثر نقص در تولید، یا اجرای وظیفه، یا حجرات ایمنی، یا بعضی مولیکولها (انتی بادیها و غیره) که برای ایجاد ایمنی ضرورت هستند.
- Immunoglobulin**  
مولیکولهای پرو تئینی بی که توسط حجرات پلازما آزاد می گردد و در ایمنی هومورال دخالت دارد، یک انتی بادی.
- Inferior (caudal)**  
تحتانی، انتهای محور طولی بدن
- Inflammation**  
یک پاسخ فزیولوژیک بدن به صدمه دیدن انساج به شمول اتساع و نفوذ پذیری رگهای خون.
- Innervation**  
عصب رسانی به یک ناحیه بدن
- Insertion**  
الصاق قابل تحرک یک عضله که در نقطه مقابل منشاء آن قرار دارد.
- Inspiration**  
داخل کردن هوا به ششها
- Intercellular matrix**  
ماده موجود در بین حجرات همجوار یک نسج، مخصوصاً در انساج ارتباطی.
- Internal respiration**  
استعمال اکسیجن توسط حجرات که به نام تنفس حجروی نیز یاد می شود.
- Interstitial fluid**  
مایع بین حجرات
- Intervertebral discs**  
دیسکهای ساخته شده از غضروفهای رشتوی که در بیمن مهره های ستون فقرات قرار دارند.
- Intrinsic factor**  
ماده بی که توسط معده ساخته شده و برای جذب ویتامین B<sub>12</sub> نیاز است.
- Iris**  
عضلات غیر ارادی رنگه که منحیث دیافراگ چشم اجرای وظیفه می کند.
- Irritability**  
قابلیت پاسخ گفتن به یک تحریک
- Ischemia**  
تجمع موضعی خون

### Jaundice

تجمع پگمنت های صفراوی در خون که باعث بوجود آوردن رنگ زرد پوست می شود.

### Jejunum

بخشی از روده کوچک بین اثناعشر و ایلئوم قرار دارد.

### Joint

محل اتصال دو استخوان

### Keratin

پروتئین سخت غیر منحل که در انساجی نظیر مو، ناخن و اپیدرمس پوست یافت می شود.

### Kinins

گروهی از پولی پپتیدها که آرتریولها را اتساع بخشیده، نفوذ پذیری را تزئید بخشیده باعث درد می شود.

### Krebs cycle

مسیر هوازی که در داخل مایتوکاندریا رخ داده در میتابولیزم کاربوهایدریتهها، چربیها و امینواسیدها انرژی را آزاد می کند.

### Labyrinth

حفره های استخوانی و غشایی گوش داخلی که حاوی گیرنده های شنوایی و تعادل می باشند.

### Lactation

تولید و ترشح شیر

### Lacteal

عروق شعریه لمفاتیک در روده کوچک

### Larynx

عضو غضروفی که بین حلق و حنجره قرار دارد.

### Lateral

دور از خط میانی بدن

### Leukocyte

حجرات سفید خون

### Ligament

رباطها، طنابهای از نسج ارتباطی که استخوانها را به هم متصل می کنند.

### Lumen

فضای داخلی بین یک لوله، یا یک رگ خون یا یک عضو درون خالی.

### Lymph

مایع آبکی که از فضاهاى بین النسجی جمع آوری شده در داخل رگهای خون جریان دارد.

### Lymph node

کنله از نسج لمفاوی

### Lymphatic system

سیستمی از رگهای لمفاوی، عقده های لمفاوی و دیگر انساج لمفاوی

### Lymphocyte

حجرات سفید خون دانه دار

### Lysosomes

ارگانلی که از اجسام گولجی منشاء گرفته حاوی انزایمهای هضمی می باشند.

### Lysozyme

انزایمی که در لعاب دهان یافت می شود و قادر به هضم کردن بعضی انواع باکتریها می باشد.

### Macrophage

حجراتی که به تعداد زیاد در انساج لمفاوی و ارتباطی یافت می شوند و در ایجاد پاسخهای ایمنی نقش دارد.

### Malignant

خبیث، نیوپلازمی که به نقاط دیگر بدن منتقل شده باعث مرگ می شود. مانند سرطانها.

### Mammary glands

غده های مولد شیر در پستان

### Mastication

عمل جویدن

### Meatus

مجرای خروجی یک لوله

### Mechanoreceptors

گیرنده هایی که در برابر تحریکات میخانیکی نظیر تماس، صدا و یا انقباض حساس هستند.

**Medial** به طرف خط میان بدن

**Mediastinum** ناحیه بین ششها در حفره صدری

**Medulla** بخش مرکزی بعضی اعضا

**Meiosis** دو تقسیم پی در پی حجروی که در نتیجه آن گامیتها تولید می شوند.

**Melanin** پگمنتی که مسئول به وجود آمدن رنگ پوست می باشد.

**Melanocyte** حجره مولد ملانین

**Meninges** غشاء هایی که دماغ و نخاع را می پوشانند.

**Meningitis** التهاب منژ دماغ و نخاع

**Menopause** پایان فزیولوژیک قاعده گی در زنان

**Menstruation** قاعده گی، تخلیه دورانی خون، ترشحات و انساج از رحم.

**Mesentery** طبقه دوگانه صفاق که اغلب اعضای حفره بطنی را حفاظت می کند.

**Metabolism** مجموع تعاملات کیمیایی که در بدن رخ می دهد.

**Metastasis** انتشار سرطان به نقاط دیگر بدن

**Microvill** زواید نازک بر سطح حجرات پوششی

**Micturition** ادرار کردن، تخلیه رحم

**Mitochondria** ارگانل سابتوپلازمی میله مانند مسئول ساختن ATP

**Mitosis** انقسام هسته حجره

**Mixed nerves** اعصابی که حاوی زواید نیورونهای حرکی و حسی می باشد.

**Monocyte** حجره سفید خون که یک هسته دارد

**Mucous membrane (mucosa)** غشایی که آن حفره های بدن را که به خارج باز می شوند (مجاری هاضمه، تنفس ادراری و تولید مثل) آستر می کنند.

**Mucus** مایع چسبناک و غلیظ که توسط غده های موکوزی و غشاء ها ترشح می شود و سطح آزاد غشاء ها را مرطوب می کند.

**Muscle tone** تداوم انقباضات یک عضله در پاسخ به ایмпالسهای کششی که عضله را صحتمند و آماده برای اجرای وظایف نگه میدارد.

**Muscle twitch** انقباض و انبساط منفرد و سریع عضله

**Muscular dystrophy** اختلال پیش رونده عضله که با سخت شدن و تحلیل رفتن آن همراه است.

**Myelin** ماده شحمی سفید رنگ

**Myelinated fibers** اکسونهایی که توسط مایلین پوشانیده شده اند.

**Myocardium** طبقه عضلاتی دیوار های قلب

**Myofibrils** ارگانل انقباض کننده که در سایتوپلازم حجرات عضلاتی یافت می شوند.

**Myofilament** فیلامنتهای حاوی مایکروفبریلها که به دو نوع می باشند: اکتین و مایوسین.

**Myometrium** ساختمان عضلاتی رحم

**Myopia** نزدیک بینی

### Myosin

یکی از پروتئینهای انقباض کننده در عضله

### Negative feedback

فیدبکی که باعث کاهش و یا خاتمه تحریک می شود.

### Neoplasm

رشد غیر نورمال حجره، بعضاً سرطانی می باشد.

### Nephron

واحدات وظیفوی و ساختمانی کلیه

### Nerve

دسته بی از زواید عصبی (اکسونها) در خارج از سیستم عصبی مرکزی

### Nerve fiber

اکسون یک نیورون ( رشته عصبی)

### Nerve impulse

موج دیپولاریزیشن که بصورت خود بخودی پراکنده شده می تواند یا پوتانشیل عمل.

### Neuroglia

نسج غیر عصبی سیستم عصبی مرکزی که وظایف حفاظتی و غیره را اجرا می کند و به نام گلیا نیز یاد می شود.

### Neurons

حجرات سیستم عصبی که برای منتقل کردن پیامها به سراسر بدن اختصاص یافته است.

### Neurotransmitter

مواد کیمیای که توسط نیورونها ترشح شده به نیورن دیگر و یا گیرنده مخصوص متصل شده آنها را تحریک و یا مهار می کند.

### Neutrophils

حجرات سفید خون که به تعداد زیاد یافت می شود.

### Nucleic acid

مولیکولهای ماده عضوی که DNA و RNA را در بر می گیرد.

### Nucleic acid

هستجه، اجسام کروی کوچک در هسته حجرات

### Nucleotide

واحد ساختمانی نوکلئیک اسیدها

### Nucleus

هسته، جسم متراکم مرکزی در بسیاری حجرات که حاوی ماده ارثی می باشد.

### Occipital

متعلق به ناحیه پس سر

### Olfaction

استشمام، حس بویایی

### Ophthalmic

متعلق به چشم

### Optic chiasma

تقاطع رشته های عصبی بینایی

### Oral

مربوط به دهان

### Orbital

ناحیه چشم

### Organelles

ساختمان ویژه در حجره که وظیفه متابولیکی ویژه را اجرا می کند.

### Organism

یک موجود زنده

### Origin

مبداء، محل اتصال یک عضله که بقیه آن در جریان انقباض عضله تنظیم می شود.

### Osmoreceptor

یک ساختمان حساس به فشار از موسی و یا غلظت یک محلول.

### Osmosis

نفوذ حلال از یک محیط رقیق به یک محیط غلیظ از طریق یک غشاء.

### Osteoblasts

حجراتی که استخوانها را تولید می کنند.

### Osteoclasts

حجرات بزرگی که ماتریکس استخوانی جذب مجدد و یا تخریب می کنند.

### Osteocyte

حجره استخوانی بالغ

**Osteon**

سیستمی از کانالهای ارتباط دهنده داخلی در استخوان متراکم که به نام واحد ساختمانی استخوان نیز یاد می شود.

**Ovarian cycle**

انکشاف متناوب ماهانه تخمدان، تخمگذاری و ساخته شدن جسم زرد در تخمدان

**Ovary**

عضو جنسی زنانه که در آن گامیت ماده ساخته می شود.

**Ovulation**

آزاد شدن اووم از تخمدان (تخمک گذاری)

**Ovum**

گامیت جنس ماده که به نامهای (egg) و حجره نطفه (Germ cell) نیز یاد می شود.

**Oxygen debt**

مقدار اکسیجن اضافی که بعد از ورزش برای اکسیدیشن لکتیک اسیدی که در جریان ورزش تولید شده است، نیاز است.

**Oxyhemoglobin**

هموگلوبین ترکیب شده با اکسیجن

**Palate**

سقف دهان

**Pancreas**

غده بی که در پشت معده بین اثنا عشر و طحال قرار داشته ترشحات اکسوکراین و اندوکراین دارد.

**Pancreatic juice**

شیره پانکراسی، حاوی آنزیمهایی می شود که تمام غذاها را هضم کرده می تواند.

**Parasympathetic division**

یک شاخه از سیستم عصبی خودکار

**Parathyroid glands**

غده های کوچک اندوکرینی که در پشت غده تیروئید واقعند.

**Parietal**

مربوط به دیوارهای یک حفره

**Passive Immunity**

ایمنی کوتاه مدت که طور مؤقت از یک حیوان ایمن و یا یک انسان اخذ می گردد و از نظر فیزیولوژیک حافظه ایمنی ایجاد نمی شود.

**Pathogen**

مایکرو ارگانیسمهای مولد مرض

**Pectoral girdle**

کمر بند صدری

**Pelvic girdle**

کمر بند لگنی

**Pelvis**

ساختمانهای لگنچه مانند، بخش تحتانی اسکلت تنه

**Penis**

آلت تناسلی مردانه

**Pepsin**

آنزیمی که در محیط اسیدی پروتئینها را هضم می کنند.

**Pericardium**

کیسه غشایی که قلب در داخل آن قرار دارد

**Perimysium**

نسج ارتباطی که دسته های نسج ارتباطی را می پوشاند.

**Periosteum**

نسج ارتباطی مضاعف که استخوان را می پوشاند.

**Peristalsis**

امواج انقباضات که در اعضای لوله مانند واقع شده محتویات آن عضو را به پیش می رانند.

**Peritoneum**

صفاق، غشای سروزی بخش داخلی حفره بطنی را آستر می کند و بخش خارجی اعضای احشایی را می پوشاند.

**Peritonitis**

التهاب صفاق

**Permeability**

خصوصیت غشای حجروی که به عبور مولیکولها و آیونها اجازه می دهد.

## pH

سمبول غلظت آیونهای هایدروجن، یک معیار برای تعیین اسیدیته و قلویت یک محلول

## Phagocyte

یک حجره که قابلیت بلع و هضم ذرات و یا حجراتی را که برای بدن مضر هستند، دارد.

## Phagocytosis

## Pharynx

لوله عضلانی که از بخش خلفی حلق تا مری امتداد دارد.

## Photoreceptors

حجرات گیرنده ویژه که در مقابل انرژی نوری پاسخ می دهد.

## Physiology

علم مطالعه وظایف موجودات زنده

## Pinocytosis

## Pituitary gland

غده عصبی اندوکرینی که در عمق دماغ قرار داشته هورمونهای متنوع ترشح می کند.

## Placenta

عضو موقتی که نوترنتها و اکسیجن مورد ضرورت فیتوس را تهیه کرده و به ترشح هورمون می پردازد.

## Plasma

بخش مایع خون

## Plasma membrane

غشای حجروی

## Platelet

صفحه های دمویه که در عملیه لخته شدن خون دخالت دارد.

## Pleura

غشای سروزی که ششها را پوشانیده و حفره صدری را آستر می کند.

## Polar body

حجرات کوچکی که در جریان انقسام حجروی به وجود می آیند.

## Polycythemia

تزیید غیر نورمال کریوات سرخ خون

## Polypeptide

زنجیر امینواسیدها

## Pons

1. هر ساختمان پل مانند. 2. ناحیه یی از دماغ که میدولا را به دماغ میانی متصل می کند.

## Positive feedback

فیدبکی که باعث تقویه تحریک وارده می شود.

## Postganglionic (postsynaptic) neuron

یک نیورون از سیستم اتونومیک، که جسم حجروی آن در داخل گانگلیون قرار داشته و اکسون آن به یک عضو یا نسج امتداد دارد.

## Preganglionic (presynaptic) neuron

یک نیورون از سیستم اتونومیک، که جسم حجروی آن در داخل دماغ یا نخاع قرار داشته و اکسون آن به یک گانگلیا امتداد دارد.

## Process

1. یک برجسته گی یا پیش برآمده گی.

2. سلسه یی از تعاملات برای یک هدف ویژه.

## Proprioceptor

گیرنده یی که بر یک عضله یا یک پی قرار داشته با موقعیت اعضاء سر و کار داشته باشد.

## Protein

ماده مغلق ناپتروجنی که ماده اصلی سازنده حجره می باشد.

## Proximal

به طرف نقطه اتصال یک عضو به تنه

**Puberty**

بلوغ، دوره‌ی بی که در آن اعضای تولید مثل فعال می‌شوند.

**Pubic**

مربوط به ناحیه‌ی تولید مثل، شرمگاهی

**Pulmonary**

مربوط به ششها

**Pulmonary circulation**

سیستمی از رگها که خون را برای تبادلۀ گازها به ششها می‌آورند.

**Pulse**

نبض، انقباض و انبساط منظم رگهای خون که در خارج بدن حس شده می‌تواند.

**Pupil**

مردمک چشم

**Purkinje fibers**

عضلات قلبی تغییر یافته سیستم هدایت کننده قلب.

**Pus**

چرک، مایع تولید شده در التهاب که مرکب از حجرات خون، بقایای حجرات مرده و یک مایع رقیق می‌باشد.

**Pyloric region**

بخش انتهایی معده که با روده‌ی کوچک متصل است.

**Pyrogen**

یک عامل و یا ماده‌ی کیمیای که تب را به وجود می‌آورد.

**Receptor**

1) انتهاهای عصب محیطی که برای پاسخ دادن به تحریک معینی اختصاص یافته‌اند. 2) مولیکولی که بطور خاص با مولیکول دیگر متصل می‌شود.

**Reflex**

عکس العمل خودکار به یک تحریک

**Renal**

مربوط به کلیه

**Renal calculus**

سنگ کلیه

**Renin**

ماده‌ی بی که توسط کلیه‌ها ترشح شده بر تثبیت فشار خون دخالت دارد.

**Repolarization**

استقرار مجدد پوتانشیل غشاء به حالت اولیه

**Responsiveness Or irritability**

قابلیت حس کردن تغییرات (تحریکات) در محیط و بعداً پاسخ لازم به آنها

**Retina**

طبقه حساس به نور در چشم

**Ribonucleic acid (RNA)**

رایبونوکلئیک اسید که حاوی رایبوز، بوده در ترکیب پروتئین دخالت دارند.

**Ribosomes**

ارگانل سایتوپلازمیک که در آن پروتئین ترکیب می‌شوند.

**Rods**

حجرات استوانه‌ی بی در شبکیه چشم

**Rotate**

چرخیدن در اطراف محور

**Rugae**

برآمده گیها در مخاط معده

**Sacral**

بخش تحتانی پشت درست بالای سرین

**Sagittal section (plane)**

صفحه طولانی که بدن و یا هر عضو دیگر را به دو بخش راست و چپ تقسیم می‌کند.

**Saliva**

ترشحات غده‌های لعابیه

**Sarcomere**

کوچکترین واحد انقباض کننده عضله که از یک دیگری امتداد دارد. Z تا دیسک Z دیسک

**Sclera**

صلبیه، طبقه رشته‌ی بی سخت سفید رنگ که کره چشم را خارجاً احاطه کرده است.

**Sebaceous glands**

غده‌های که ترشحات روغنی خود را به داخل فولیکول مو ترشح می‌کند.

### Secretion

عبور موادی که توسط حجره ساخته شده به خارج آن،

### Semen

منی، مخلوط مایع که توسط ساختمانهای تولید مثل تولید شده حاوی اسپرم، نوترنتها و مخاط می باشد.

### Semilunar valves

والوهای که مانع برگشت خون به بطنها پس از انقباض می شوند.

### Seminiferous tubules

لوله های منی ساز در خصیه

### Sensory nerve

عصبی که حاوی زواید نیورونهای حسی می باشد.

### Serous fluid

مایع آبکی شفاف که توسط حجرات غشای سروری ترشح می شود.

### Serous membrane

غشایی که آن حفره های بدن را که به خارج از بدن باز نمی شوند آستر می کند.

### Sinus

(1) حفره های مملو از هوا در بعضی از استخوانهای دماغ که توسط غشای مخاطی آستر شده اند. (2) کانال وسیع برای عبور خون و یا لمف.

### Solute

ماده منحل، ماده یی که در داخل محلول حل شده است.

### Solution

مخلوط یکنواختی از دو یا بیشتر اجزا

### Spermatogenesis

پروسه ساخته شدن اسپرم در مردان

### Sphincter

عضله حلقوی که یک سوراخ را احاطه می کند و منحیث یک والو اجرای وظیفه می کند.

### Squamous

(1) هموار، کیسه مانند. (2) حجرات پهنی که سطح آزاد بعضی انساج پوششی را می پوشاند.

### Stasis

(1) کاهش یا توقف یک جریان، (2) حالت تغییر ناپذیر.

### Steroids

گروه ویژه از مواد کیمیای که شامل هورمونها و کلسترول می شوند.

### Stimulus

تحریک، محرک، تغییری در محیط که باعث تحریک پاسخ در بدن شود،

### Stratum

یک طبقه جلد

### Striated muscle

عضلات مخطط

### Stroke

حالتی که در آن انساج مغز از دریافت خون محروم می شود.

### Stroke volume

مقدار خونی که در موقع سیستول از یک بطن خارج می شود.

### Sulcus

فرورفته گیهای در سطح دماغ که نسبت به فیشرها عمق کمتری دارند.

### Superficial (external)

سطح بدن

### Superior

مربوط به سر یا ناحیه بالایی بدن

### Surfactant

ماده کیمیای که کیسه های هوایی ششها را آستر می کند تا مانع کشش سطحی شده از اضمحلال کیسه هوایی بعد از خروج هوا می شود.



**Sutures**

مفاصل رشتوی غیر متحرک که استخوانهای  
جمجمه افراد بالغ را به هم متصل می کند.

**Sweat glands or sudoriferous glands**

غده های عرقیه که عرق را ترشح می کنند

**Synapse** محل ارتباط بین نیورونها

**Synaptic cleft**

فضای مملو از مایع بین نیورونها

**Synergists**

عضلاتی که با عضلات دیگر برای اجرای حرکت  
مطلوب همکاری می کند.

**Synovial joint**

مفاصلی که دارای حرکت آزادانه بوده توسط یک  
کپسول رشتوی احاطه شده اند.

**Synovial membrane**

غشایی که کپسول مفصل سینوویل را آستر می  
کند.

**Synthesis reaction**

تفاعلات کیمیای که در اثر آنها مولیکولهای بزرگ  
از مولیکولهای کوچک ساخته می شوند.

**System**

گروهی از اعضاء که برای اجرای وظیفه ویژه با  
همدیگر همکاری می کنند.

**Systole** مرحله انقباض حفره های قلب

**Systolic pressure**

فشاری که توسط بطن چپ در موقع سستول تولید  
می شود.

**Tachycardia**

بلند رفتن غیر نورمال ضربان قلب (بالا تر از 100  
ضربه در یک دقیقه).

**Tendon**

طنابهایی از انساج متراکم رشتوی که عضلات را به  
استخوانها متصل می کند.

**Testis**

خصیه، عضو جنسی مردانه که اسپرم را تولید می  
کند.

**Testosterone**

هورمون جنسی مردانه که توسط خصیه ها تولید  
می شود.

**Tetanus**

(1) حالت انقباض یک عضله، (2) یک مرضی  
عفونی.

**Thalamus**

کنده بی از ماده خاکستری در دای انسفالون دماغ.

**Thermoreceptor**

گیرنده هایی که در مقابل تغییرات حرارت حساس  
هستند.

**Thoracic**

مربوط به سینه

**Thrombin**

انزایمی که با تغییر دادن فیبرینوژن به فبرین  
عملیه لخته شدن را پیش می برد.

**Thrombus**

کنده خون که در داخل رگ خون انکشاف کرده  
باقی می ماند.

**Thymus gland**

یکی از غده های بزرگ اندوکراین در بدن

**Thyroid gland**

یک غده اندوکرینی که پاسخهای ایمنی را فعال  
می سازد.

**Tissue**

یک گروه از حجرات ویژه که برای اجرای وظیفه  
ویژه اختصاص یافته اند.

**Trachea**

قصبه الریه، لوله تنفسی که از حنجره تا برونکی  
امتداد دارد.

### Tract

مجموعه‌ای از حجرات عصبی در سیستم عصبی مرکزی که دارای منشاء، انتها و وظیفه مشابه می‌باشند.

### Transverse plane

صفحه‌ی که بدن یا یک عضو را به دو حصه فوقانی و تحتانی تقسیم می‌کند.

### Triglycerides

مرباتی که از اسیدهای چرب و گلیسرول، چربیها و روغن‌ها تشکیل شده‌اند و به نام چربیهای خنثی نیز یاد می‌شوند.

### Tropic hormone

هورمونی که وظایف هورمون دیگر اندوکروینی را تنظیم می‌کند.

یک پوشش و یا پوشش نسجی، لایه Tunica

### Tympanic membrane

پرده صماخ، پرده گوش

### Ulcer

زخمی شدن و یا تخریب غشای مخاطی مانند زخم معده.

### Umbilical cord

طناب ناف، ساختمانی که شریانها و وریدها را به پلاستنتا می‌رساند.

### Ureters

حالبها، لوله‌هایی که ادرار را از کلیه‌ها به مثانه می‌رسانند.

### Urethra

مجرای حمل کننده ادرار از مثانه به خارج از بدن

### Urine

ادرار، فلتريت حاوی مواد زاید، آیونهای اضافی که توسط کلیه‌ها ترشح می‌شوند.

### Vascular

مربوط به رگهای خون

### Vasoconstriction

باریک شدن رگهای خون

### Vasodilation

اتساع رگهای خون

### Vein

ورید، رگی که خون ناپاک را حمل می‌کند.

### Venae cavae

دو رگ بزرگ که خون فاقد اکسیجن را به دهلیز راست تخلیه می‌کنند.

### Ventral

قدامی، شکمی

### Ventricles

بطنها در قلب و دماغ

### Venule

رگی کوچکتر از ورید

### Vertebral column

ستون فقرات

### Villi

برجسته گیهای انگشت مانند مخاط روده کوچک

### Viscera

اعضای داخلی

### Vital capacity

مقدار هوایی که به زور و تنفس بسیار عمیق می‌توان از ششها خارج کرد.

### Vitamins

مركبات عضوی که مقادیر ناچیز آنها برای پیش برد و تداوم پروسه‌های رشد فیزیولوژیک بدن نیاز است.

### Vitreous humo

زجاجیه، ماده زلاتین مانند که شکل چشم را حفظ می‌کند.

### Vulva

فرج، بخش خارجی عضو تولید مثل زنانه

### Zygote

اووم القاح شده که اثر اتحاد هسته‌های گامیت‌های نر و ماده به وجود می‌آیند.

---

---

## (Index) فهرست اعلام

---

---

- A
- Abdomen<sup>۱۹</sup> ,
- Abdominal<sup>۲۰</sup> ,
- Abdominal Cavity<sup>۲۰</sup> ,
- Abdominopelvic Cavity ,  
<sup>۲۰</sup>
- Abduction<sup>۱۵۵</sup> ,
- Abortion<sup>۵۹۰</sup> ,
- Abscess<sup>۴۰۷</sup> ,
- Absorption<sup>۴۵۸</sup> ,
- Accessory digestive  
organs<sup>۴۵۹</sup> ,
- Accessory Glands and  
Semen<sup>۵۵۲</sup> ,
- Accommodation<sup>۲۸۱</sup> ,
- Acetabulum<sup>۱۴۶</sup> ,
- Acetyl cholinesterase<sup>۱۷۵</sup> ,
- Acetylcholine<sup>۱۷۴</sup> ,
- Acidosis, or ketosis<sup>۴۹۶</sup> ,
- Acinar gland<sup>۷۶</sup> ,
- Acini<sup>۳۳۲</sup> ,
- Acne<sup>۹۵</sup> ,
- Acne vulgaris<sup>۱۱۰</sup> ,
- Acromegaly<sup>۳۲۱</sup> ,
- Acromion process<sup>۱۴۰</sup> ,
- Acrosome<sup>۵۵۷</sup> ,
- Actin myofilament ,<sup>۱۶۸</sup>  
<sup>۱۷۶, ۱۷۵, ۱۶۹</sup>
- Actine<sup>۳۷</sup> ,
- Action potentials<sup>۸۹</sup> ,
- Activated protein C<sup>۳۶۱</sup> ,
- Activation energy<sup>۳۱</sup> ,
- Active immunity<sup>۴۱۷</sup> ,
- Active Transport<sup>۵۱</sup> ,
- Acupuncture<sup>۲۷۲</sup> ,
- Adam's apple<sup>۱۹۰</sup> ,
- Adduction<sup>۱۵۵</sup> ,
- Adenine<sup>۳۳</sup> ,
- Adenohypophysis<sup>۳۱۹</sup> ,
- Adenosine  
diphosphate(ADP) ,  
<sup>۱۷۹</sup>
- Adenosine  
Triphosphate(ATP)<sup>۴۱</sup> ,
- Adipose cells<sup>۷۹</sup> ,
- Adipose tissue<sup>۸۲</sup> ,
- Adrenal medulla<sup>۲۲۳</sup> ,
- Adrenalin<sup>۳۲۸</sup> ,
- Adrenergic<sup>۲۵۸</sup> ,
- Adrenocorticotrop  
Hormone (ACTH) ,  
<sup>۳۲۳, ۳۲۲</sup>
- Affection<sup>۲۳۹</sup> ,
- Afferent arteriole<sup>۵۲۰</sup> ,
- Afferent Division<sup>۲۵۰</sup> ,
- Afferent Pathway<sup>۱۳</sup> ,
- Afterbirth<sup>۵۸۳</sup> ,
- Agglutination<sup>۳۶۲</sup> ,
- Agglutinins<sup>۳۶۱</sup> ,
- Agglutinogens<sup>۳۶۱</sup> ,
- Aggression<sup>۲۳۶</sup> ,
- Agranulocytes<sup>۳۵۵</sup> ,
- Aids<sup>۲۳۵</sup> ,
- Albinism<sup>۱۰۰</sup> ,
- Albumin<sup>۳۴۸</sup> ,
- Aldosterone<sup>۳۳۰</sup> ,
- Alkalosis<sup>۵۳۶</sup> ,
- Allergen<sup>۳۵۶</sup> ,
- Allergies<sup>۴۱۳</sup> ,
- Alveolar glands<sup>۵۷۲</sup> ,
- Alveolar pores<sup>۴۳۸</sup> ,
- Amino acids<sup>۲۸</sup> ,
- Amnion<sup>۵۷۶</sup> ,
- Amphiarthrosis<sup>۱۵۰</sup> ,
- Ampulla<sup>۲۹۸</sup> ,
- Anabolism<sup>۱۰</sup> ,
- Anaemia<sup>۳۵۳</sup> ,
- Anal canal<sup>۴۶۹</sup> ,
- Analgesia system<sup>۲۷۱</sup> ,
- Anaphase<sup>۶۲</sup> ,
- Anaphylactic shock<sup>۴۲۴</sup> ,
- Anatomical neck<sup>۱۴۲</sup> ,
- Anatomical Position<sup>۱۵</sup> ,
- Anatomy<sup>۲</sup> ,
- Androgens<sup>۳۳۲</sup> ,
- Anesthesia<sup>۲۶۱</sup> ,
- Angiography<sup>۶</sup> ,
- Angiotensin I<sup>۳۳۱</sup> ,
- Angiotensin II<sup>۳۳۱</sup> ,
- Angiotensinogen<sup>۳۳۱</sup> ,

- Antagonist<sup>۱۸۶</sup> ,  
 Ante brachial<sup>۱۹</sup> ,  
 Anterior (ventral) horns ,  
 ۲۴۸  
 Anterior (Ventral) roots ,  
 ۲۵۲  
 Anterior fontanelle<sup>۱۳۳</sup> ,  
 Anterior or ventral<sup>۱۶</sup> ,  
 Antibodies<sup>۳۰</sup> ,  
 Antigen<sup>۳۴۸</sup> ,  
 Antigen-binding site<sup>۴۱۹</sup> ,  
 Antithrombin<sup>۳۶۰</sup> ,  
 Antrum<sup>۵۵۹</sup> ,  
 Apex<sup>۴۳۶</sup> ,  
 Aphasia<sup>۲۴۳</sup> ,  
 Apocrine glands<sup>۷۷</sup> ,  
 Apocrine sweat glands ,  
 ۱۰۴  
 Aponeuroses<sup>۱۶۷</sup> ,  
 Appendicitis<sup>۴۶۹</sup> ,  
 Appendix<sup>۴۶۹</sup> ,  
 Aqueous humor<sup>۲۸۳</sup> ,  
 Arachidonic acid<sup>۳۱۳</sup> ,  
 Arachnoid mater<sup>۲۲۵</sup> ,  
 Arcuate arteries<sup>۵۲۴</sup> ,  
 Areola<sup>۵۷۲</sup> ,  
 Areolar tissue<sup>۸۱</sup> ,  
 Arrector pili<sup>۱۰۳</sup> ,  
 Arterioles<sup>۳۷۵</sup> ,  
 Arthritis<sup>۱۵۸</sup> ,  
 Arthroplasty<sup>۱۵۵</sup> ,  
 Articulation<sup>۱۴۹</sup> ,  
 Artificially acquired<sup>۴۱۷</sup> ,  
 Ascending Aorta<sup>۳۶۷</sup> ,  
 Ascending colon<sup>۴۶۹</sup> ,  
 Ascending limb<sup>۵۲۲</sup> ,  
 Association areas<sup>۲۴۰</sup> ,  
 Association neurons<sup>۲۱۰</sup> ,  
 Association tracts<sup>۲۳۸</sup> ,  
 Asthma<sup>۴۲۴</sup> ,  
 Astigmatism<sup>۳۰۱</sup> ,  
 Astrocytes<sup>۲۱۱</sup> ,  
 Atlas<sup>۱۳۶</sup> ,  
 Atrial Natriuretic Peptide ,  
 ۵۳۵ , ۵۲۷ , ۳۸۸  
 Atriale Systole<sup>۳۷۲</sup> ,  
 Atrioventricular  
 Node(AVN)<sup>۳۷۰</sup> ,  
 Atrioventricular valves ,  
 ۳۶۶  
 Atrium;*p/l*:Atria<sup>۳۶۶</sup> ,  
 Atrophy<sup>۲۰۰</sup> , ۹۱ ,  
 Auditory ossicles<sup>۱۲۷</sup> ,  
 Auditory tube<sup>۱۳۱</sup> ,  
 Auricle<sup>۲۹۰</sup> ,  
 Autocrine Hormones<sup>۳۱۱</sup> ,  
 Autonomic ganglia<sup>۲۵۵</sup> ,  
 Autonomic Nervous  
 System<sup>۲۵۱</sup> ,  
 Autonomic tone<sup>۲۵۶</sup> ,  
 Autorhythmicity<sup>۱۸۶</sup> ,  
 Autorhythmicity<sup>۲۶۹</sup> ,  
 Autosome<sup>۶۶</sup> ,  
 Avitaminosis<sup>۴۹۳</sup> ,  
 Axial skeleton<sup>۱۲۶</sup> ,  
 Axis<sup>۱۲۷</sup> ,  
 Axon<sup>۲۰۷</sup> ,  
 B  
 Balance & Equilibrium ,  
 ۲۷۳  
 Barrier methods<sup>۵۸۵</sup> ,  
 Basal ganglia<sup>۲۲۴</sup> ,  
 Basal metabolic rate  
 (BMR)<sup>۵۰۱</sup> ,  
 Basal metabolism rate ,  
 ۳۲۵  
 Basal Nuclei<sup>۲۳۰</sup> ,  
 Basophils<sup>۳۴۹</sup> ,  
 Belly<sup>۱۸۵</sup> ,  
 Benign<sup>۹۲</sup> ,  
 Biceps brachii<sup>۱۹۴</sup> , ۱۴۳ ,  
 Bile duct<sup>۴۶۷</sup> ,  
 Bilirubin<sup>۳۵۴</sup> ,  
 Biliverdin<sup>۳۵۴</sup> ,  
 Binocular Vision<sup>۲۹۰</sup> ,  
 Biofeedback<sup>۲۵۸</sup> ,  
 Biotin<sup>۴۹۲</sup> ,  
 Biphosphoglycerate (BPG) ,  
 ۴۴۶  
 Bipolar neurons<sup>۲۰۹</sup> ,  
 Bites<sup>۲۰۶</sup> ,  
 Bitter taste<sup>۲۷۶</sup> ,  
 Blastocyst<sup>۵۷۴</sup> ,  
 Blind spot<sup>۲۸۷</sup> ,  
 Blood<sup>۸۴</sup> ,  
 Body Cavities<sup>۱۹</sup> ,  
 Body membranes<sup>۸۴</sup> ,  
 Bone<sup>۸۰</sup> ,  
 Bone growth<sup>۱۲۳</sup> ,  
 Bone Marrow<sup>۱۱۸</sup> ,  
 Bone remodeling<sup>۱۲۴</sup> ,  
 Bone Repair<sup>۱۲۵</sup> ,  
 Bones<sup>۱۱۶</sup> ,  
 Bony labyrinth<sup>۲۹۲</sup> ,  
 Bony thorax<sup>۱۲۶</sup> ,  
 Brachial<sup>۱۹</sup> ,  
 Brachial plexus<sup>۲۵۳</sup> ,  
 Brachialis<sup>۱۹۴</sup> , ۱۸۶ ,  
 Brachiocephalic trunk ,  
 ۳۸۲  
 Brachioradialis<sup>۱۹۴</sup> ,  
 Bradykinin<sup>۳۸۰</sup> ,  
 Braille<sup>۲۴۶</sup> ,  
 Brain<sup>۸۹</sup> ,  
 Brain Waves<sup>۲۴۵</sup> ,  
 Brainstem<sup>۲۲۲</sup> ,  
 Branchiols<sup>۴۳۲</sup> ,  
 Breasts<sup>۵۷۱</sup> ,  
 Breathing<sup>۴۳۹</sup> ,

- Broca's area<sup>۲۴۳</sup> ,  
 Bronchi<sup>۷۴</sup> ,  
 Bronchial sounds<sup>۴۴۳</sup> ,  
 Brush border<sup>۴۶۸</sup> ,  
 Brush border enzymes ,  
 ۴۸۱  
 Buccal phase<sup>۴۷۸</sup> ,  
 Buccinator<sup>۱۸۹</sup> ,  
 Buffering systems<sup>۳۴۷</sup> ,  
 Buffers<sup>۵۳۶</sup> ,  
 Bulbo urethral or Coper's  
 glands<sup>۵۵۲</sup> ,  
 Bulk flow<sup>۳۸۰</sup> ,
- C  
 Calcaneus<sup>۱۴۸</sup> ,  
 Calciferol<sup>۴۸۹</sup> ,  
 Calcitonin<sup>۱۶۰</sup> ,  
 Calcitriol<sup>۳۲۷</sup> ,  
 Callus<sup>۹۹</sup> ,  
 Calory<sup>۴۸۶</sup> ,  
 Calyx :pl :Calyces<sup>۵۱۹</sup> ,  
 Camera<sup>۲۸۷</sup> ,  
 Canaliculi<sup>۱۲۱</sup> ,<sup>۱۲۰</sup> ,  
 Cancellous bone<sup>۱۱۸</sup> ,  
 Cancer<sup>۹۲</sup> ,  
 Canines<sup>۴۷۲</sup> ,  
 Capillaries<sup>۵۳</sup> ,  
 Carbamino compounds ,  
 ۴۴۸  
 Carbohydrate<sup>۲۷</sup> ,  
 Carbonic anhydrase<sup>۴۴۷</sup> ,  
 Carboxypeptidase<sup>۴۸۲</sup> ,  
 Cardiac circulation<sup>۳۶۸</sup> ,  
 Cardiac cycle<sup>۳۷۲</sup> ,  
 Cardiac muscle<sup>۸۷</sup> ,  
 Cardiac output(CO)<sup>۳۷۴</sup> ,  
 Cardiac region<sup>۴۶۳</sup> ,  
 Cardiac striated muscles ,  
 ۱۸۷  
 Cardio Vascular  
 Centre(CVC)<sup>۳۸۷</sup> ,  
 Cardioresophageal  
 sphincter<sup>۴۷۹</sup> ,<sup>۴۶۳</sup> ,  
 Cardiopulmonary  
 resuscitation<sup>۱۴۰</sup> ,  
 Cardiovascular System<sup>۷</sup> ,  
 Carotene<sup>۱۰۱</sup> ,<sup>۱۰۰</sup> ,  
 Carotid Sinuses<sup>۳۸۷</sup> ,  
 Carpal<sup>۱۹</sup> ,  
 Carpal bones<sup>۱۴۵</sup> ,  
 carpus<sup>۱۴۴</sup> ,  
 Cartilaginous Joint<sup>۱۵۰</sup> ,  
 Catabolism<sup>۱۰</sup> ,  
 Cataract<sup>۳۰۱</sup> ,  
 Cecum<sup>۴۶۹</sup> ,  
 Cell<sup>۲۰۷</sup> ,<sup>۶۱</sup> ,<sup>۲۶</sup> ,<sup>۲۵</sup> ,<sup>۵</sup> ,  
 Cell fragments<sup>۳۵۷</sup> ,  
 Cellular or Cell-mediated  
 immunity<sup>۴۱۲</sup> ,  
 Cellular physiology<sup>۴</sup> ,  
 Cementum<sup>۴۷۳</sup> ,  
 Central canal<sup>۲۴۹</sup> ,  
 Central Nervous System ,  
 ۲۰۶  
 Central Sulcus<sup>۲۲۶</sup> ,  
 Centriol<sup>۴۲</sup> ,  
 Centromere<sup>۶۲</sup> ,  
 Centrosome<sup>۳۸</sup> ,  
 Cerebellum<sup>۲۲۲</sup> ,  
 Cereberal cortex<sup>۲۳۱</sup> ,  
 Cerebilium<sup>۲۲۴</sup> ,  
 Cerebral aqueduct ,<sup>۲۲۷</sup> ,  
 ۲۲۸  
 Cerebral Cortex<sup>۲۳۵</sup> ,  
 Cerebral hemispheres ,  
 ۲۲۴  
 Cerebrospinal fluid<sup>۲۲۵</sup> ,  
 Cerebrum<sup>۲۲۲</sup> ,  
 Ceruminous glands<sup>۲۹۰</sup> ,  
 Cervical Nerve<sup>۲۵۳</sup> ,  
 Cervical plexus<sup>۲۵۳</sup> ,  
 Cervical Vartebra<sup>۱۹</sup> ,  
 Cervical vertebra<sup>۱۳۶</sup> ,  
 Cervical vertebrae<sup>۱۳۳</sup> ,  
 Cervix<sup>۷۴</sup> ,  
 Cheeks<sup>۴۶۰</sup> ,  
 Chemical digestion<sup>۴۷۶</sup> ,  
 Chemoreceptors<sup>۲۵۵</sup> ,  
 Chemotaxis<sup>۶۰۸</sup> ,<sup>۳۵۴</sup> ,  
 Chief cells<sup>۴۶۵</sup> ,  
 Chisma<sup>۶۴</sup> ,  
 Chlamydia conjunctivitis ,  
 ۲۹۹  
 Cholecystokinin ,<sup>۴۸۲</sup> ,  
 ۴۸۳  
 Cholesterol<sup>۳۲</sup> ,  
 Cholinergic<sup>۲۵۸</sup> ,  
 Chondrocytes<sup>۸۲</sup> ,  
 Chorionic vesicle<sup>۵۷۴</sup> ,  
 Chorionic villi<sup>۵۷۶</sup> ,  
 Choroid<sup>۲۸۱</sup> ,  
 Choroid plexus<sup>۲۲۸</sup> ,  
 Chromatid<sup>۶۲</sup> ,  
 Chromatin<sup>۳۴</sup> ,  
 Chromosomes<sup>۳۴</sup> ,  
 Chronic bronchitis<sup>۴۴۱</sup> ,  
 Chyme or Chymus<sup>۴۶۶</sup> ,  
 Chymotrypsin<sup>۴۸۲</sup> ,  
 Ciliary body<sup>۲۸۱</sup> ,  
 Ciliary muscles<sup>۲۸۱</sup> ,  
 Cilium<sup>۳۸</sup> ,<sup>۳۵</sup> ,  
 Circle of willis<sup>۳۸۳</sup> ,  
 Circular folds or Plicae  
 circulares<sup>۴۶۷</sup> ,  
 Circulating Hormones ,  
 ۳۱۱  
 Circumcision<sup>۵۵۴</sup> ,  
 Circumduction<sup>۱۵۵</sup> ,  
 Circumventricular organs ,  
 ۲۳۴  
 Clavicle<sup>۱۳۹</sup> ,

- Cleavage<sup>۵۷۴</sup> ,  
Clitoris<sup>۵۶۴</sup> ,  
Cloaca<sup>۵۴۱</sup> ,  
Clone<sup>۴۱۶</sup> ,  
clotting<sup>۳۵۸</sup> ,  
Clotting factors<sup>۳۴۸</sup> ,  
Coagulation<sup>۳۵۸</sup> ,  
Coccygeal bone<sup>۱۳۴</sup> ,  
Coccygeal Nerve<sup>۲۵۳</sup> ,  
Coccyx<sup>۱۳۴</sup> ,  
Cochlea<sup>۲۹۲</sup> ,  
Cochlear duct<sup>۲۹۳</sup> ,  
Coenzym<sup>۴۸۷</sup> ,  
Cognition<sup>۲۳۲</sup> ,  
Coitus interruptus<sup>۵۸۵</sup> ,  
Cold receptors<sup>۲۶۹</sup> ,  
Cold sores<sup>۱۱۰</sup> ,  
Collagen<sup>۶</sup> ,  
Collagen fibers<sup>۷۸</sup> ,  
Collateral axons<sup>۲۰۸</sup> ,  
Collecting duct<sup>۵۱۹</sup> ,  
Colliculi<sup>۲۳۰</sup> ,  
Colon<sup>۴۶۹</sup> ,  
Color blindness<sup>۳۰۱</sup> ,  
Color pigment<sup>۲۸۴</sup> ,  
Coma<sup>۲۳۱</sup> ,  
Commissural tracts<sup>۲۳۸</sup> ,  
Common hepatic duct ,  
۴۷۴  
Common integral area ,  
۲۴۲  
Compact bone<sup>۱۱۸</sup> ,  
Comparative Anatomy<sup>۳</sup> ,  
Complement<sup>۴۱۹</sup> ,  
Complement proteins<sup>۴۰۹</sup> ,  
Complete Cardiac  
Diastole<sup>۳۷۲</sup> ,  
Complete proteins<sup>۴۸۷</sup> ,  
Conchae<sup>۴۳۳</sup> ,  
Condoms<sup>۵۸۵</sup> ,  
Conduction velocity<sup>۲۱۵</sup> ,  
condyloid joint<sup>۱۵۳</sup> ,  
Cones<sup>۲۸۳</sup> ,  
Conjunctiva<sup>۷۴</sup> ,  
Conjunctivitis<sup>۲۹۹</sup> ,  
Connective membrane<sup>۸۵</sup> ,  
Connective tissue<sup>۸۰, ۷</sup> ,  
Constipation<sup>۵۱۱</sup> ,  
Contraception<sup>۵۸۳</sup> ,  
Contractility<sup>۹</sup> ,  
Contraction or  
Constriction<sup>۱۶۵</sup> ,  
Control center<sup>۱۴</sup> ,  
Controlling systems<sup>۱۲</sup> ,  
Converging circuits<sup>۲۲۱</sup> ,  
Convolution<sup>۲۳۵</sup> ,  
Copulation<sup>۵۶۳</sup> ,  
Coracoid process<sup>۱۴۱</sup> ,  
Corn<sup>۹۹</sup> ,  
Cornea<sup>۲۸۰</sup> ,  
Corona radiata<sup>۵۶۷</sup> ,  
Coronal Plane<sup>۱۸</sup> ,  
Coronary artery<sup>۳۶۸</sup> ,  
Coronary sinus<sup>۳۶۶</sup> ,  
Coronary system<sup>۳۶۸</sup> ,  
Corpus callosum<sup>۲۳۶</sup> ,  
Corpus luteum<sup>۵۶۰</sup> ,  
Corpus striatum<sup>۲۳۸</sup> ,  
Corticosterone<sup>۳۲۹</sup> ,  
Corticotropin Releasing  
Hormone(CRH)<sup>۳۳۰</sup> ,  
Cortisole<sup>۳۲۲</sup> ,  
Cortisone<sup>۳۲۹</sup> ,  
Cramps<sup>۲۰۰</sup> ,  
Cranial Cavity<sup>۲۰</sup> ,  
Cranial nerve<sup>۲۲۳</sup> ,  
Cranial vault<sup>۱۲۷</sup> ,  
Cranium<sup>۱۲۷</sup> ,  
Creatine phosphate<sup>۱۸۰</sup> ,  
Creatinine<sup>۳۴۹</sup> ,  
Cretinism<sup>۳۲۶</sup> ,  
Crista Ampullaris<sup>۲۹۸</sup> ,  
Cross Bridge<sup>۱۶۸</sup> ,  
Crossing over<sup>۶۴</sup> ,  
Crural<sup>۱۹</sup> ,  
Cryptorchidism<sup>۵۸۶</sup> ,  
Cuboid<sup>۱۴۸</sup> ,  
Cuneiforms<sup>۱۴۸</sup> ,  
Cupula<sup>۲۹۸</sup> ,  
Cutaneous glands<sup>۱۰۱</sup> ,  
Cutaneous membrane<sup>۸۵</sup> ,  
Cuticle<sup>۱۰۲</sup> ,  
Cyanocobalamin<sup>۴۹۲</sup> ,  
Cyanosis<sup>۱۰۱</sup> ,  
Cystic duct<sup>۴۷۵</sup> ,  
Cytology<sup>۳</sup> ,  
Cytoplasm<sup>۶</sup> ,  
Cytosine<sup>۳۳</sup> ,  
Cytoskeleton<sup>۳۷</sup> ,  
Cytosol<sup>۳۷</sup> ,  
Cytotoxic T cells<sup>۴۲۱</sup> ,  
D  
Dandruff<sup>۹۹</sup> ,  
De oxyhemoglobin<sup>۴۴۸</sup> ,  
Dead space volume<sup>۴۴۲</sup> ,  
Deafness<sup>۳۰۲</sup> ,  
Deciduous teeth<sup>۴۷۲</sup> ,  
Defecation<sup>۴۷۷, ۴۵۸</sup> ,  
Defecation reflex<sup>۴۸۴</sup> ,  
Deformities<sup>۲۰۲</sup> ,  
Dehydration<sup>۲۹</sup> ,  
Deltoid tuberosity<sup>۱۴۲</sup> ,  
Dementia<sup>۲۶۱</sup> ,  
Dendrites<sup>۲۰۷</sup> ,  
Dense Connective tissue ,  
۸۰  
Dense elastic connective  
tissue<sup>۸۰</sup> ,

- Dense Irregular  
Connective Tissue<sup>۸۰</sup> ,  
Dense Regular Connective  
Tissue<sup>۸۰</sup> ,  
Dentin<sup>۴۷۳</sup> ,  
Deoxyribose<sup>۲۷</sup> ,  
Depolarization<sup>۱۷۳</sup> , <sup>۱۷۲</sup> ,  
Depressor anguli oris<sup>۱۸۸</sup> ,  
Dermal papilla<sup>۱۰۲</sup> ,  
Dermal papillae<sup>۹۷</sup> ,  
Dermatitis<sup>۱۱۱</sup> ,  
Dermis<sup>۹۶</sup> ,  
Descending Aorta<sup>۳۸۲</sup> ,  
Descending colon<sup>۴۶۹</sup> ,  
Descending limb<sup>۵۲۲</sup> ,  
Desmosomes<sup>۳۶</sup> ,  
Detector<sup>۱۳</sup> ,  
Diabetes mellitus<sup>۲</sup> ,  
Dialysis<sup>۵۴۷</sup> , <sup>۵۴۳</sup> ,  
Diaphragm<sup>۹</sup> ,  
Diaphysis<sup>۱۱۸</sup> ,  
Diarrhea<sup>۵۱۰</sup> ,  
Diarthrosis<sup>۱۵۰</sup> ,  
Diastole<sup>۳۷۲</sup> ,  
Diencephalon<sup>۲۲۲</sup> ,  
Differentiation<sup>۹</sup> ,  
Diffuse pain or Slow pain ,  
<sup>۲۷۱</sup>  
Digestion<sup>۹</sup> ,  
Digestive System<sup>۷</sup> ,  
Dilation stage<sup>۵۸۲</sup> ,  
Dipeptide<sup>۲۹</sup> ,  
Diploid<sup>۶۶</sup> ,  
Directional Terms<sup>۱۶</sup> ,  
Disaccharides<sup>۲۸</sup> ,  
Disks<sup>۸۳</sup> ,  
Distal<sup>۲۴</sup> , <sup>۱۷</sup> ,  
Distal convoluted tubule ,  
<sup>۵۲۰</sup>  
Diverging circuits<sup>۲۲۱</sup> ,  
Diverticulitis<sup>۵۱۱</sup> ,  
Diverticulosis<sup>۵۰۹</sup> ,  
division<sup>۶۱</sup> ,  
Docility<sup>۲۳۹</sup> ,  
Dorsal) Posterior (roots ,  
<sup>۲۵۲</sup>  
Dorsal Cavity<sup>۲۰</sup> ,  
Dorsal root<sup>۲۲۰</sup> ,  
Double helix<sup>۳۳</sup> ,  
Duchenne Muscular  
Dystrophy (DMD<sup>۲۰۱</sup>) ,(  
Ductless glands<sup>۳۰۹</sup> ,  
Ductus Arteriosus<sup>۳۸۵</sup> ,  
Ductus deferens or Vas  
deferens<sup>۵۵۱</sup> ,  
Ductus venosus<sup>۳۸۴</sup> ,  
Duodenum<sup>۴۶۶</sup> ,  
Dup or Tac<sup>۳۷۳</sup> ,  
Dura mater<sup>۲۲۵</sup> ,  
Dural sinuses<sup>۲۲۵</sup> ,  
Dwarfism<sup>۱۵۷</sup> ,  
Dysfunction<sup>۱۵</sup> ,  
Dysphagia<sup>۲۶۴</sup> ,  
E  
Eardrum or Tympanic  
membrane<sup>۲۹۰</sup> ,  
Ectoderm<sup>۵۷۶</sup> ,  
Eczema<sup>۱۱۱</sup> ,  
Eczema and dermatitis ,  
<sup>۱۱۱</sup>  
Effector<sup>۱۴</sup> ,  
Effector organs<sup>۲۰۷</sup> ,  
Efferent arteriole<sup>۵۲۰</sup> ,  
Efferent Division<sup>۲۵۰</sup> ,  
Efferent Pathway<sup>۱۴</sup> ,  
Ejaculation<sup>۵۵۱</sup> ,  
Ejaculatory duct<sup>۵۵۱</sup> ,  
Elastic cartilage<sup>۸۳</sup> ,  
Elastic fibers<sup>۷۹</sup> ,  
Elasticity<sup>۱۷۰</sup> ,  
Elastin<sup>۹۱</sup> ,  
Electric signals<sup>۸۹</sup> ,  
Electrical impulses<sup>۲۰۵</sup> ,  
Electrocardiogram)ECG<sup>۳۷۴</sup> ,  
Electrocardiograph<sup>۳۷۴</sup> ,  
Electroencephalogram ,  
<sup>۲۴۵</sup>  
Embolus<sup>۳۶۰</sup> ,  
Embryology<sup>۳</sup> ,  
Emmetropia<sup>۳۰۰</sup> ,  
Emotional brain<sup>۲۳۹</sup> ,  
Emphysema<sup>۴۵۳</sup> ,  
Enamel<sup>۴۷۳</sup> ,  
Encephalitis<sup>۲۶۰</sup> ,  
Endocardium<sup>۳۶۵</sup> ,  
Endocrine Gland<sup>۷۶</sup> ,  
Endocrine glands<sup>۷۸</sup> ,  
Endocrine System<sup>۷</sup> ,  
Endocrinology<sup>۳۱۰</sup> ,  
Endocytosis<sup>۴۰</sup> ,  
Endoderm<sup>۵۷۶</sup> ,  
Endolymph<sup>۲۹۲</sup> ,  
Endometrium<sup>۵۶۲</sup> ,  
Endomysium<sup>۱۶۶</sup> ,  
Endoscopy<sup>۶</sup> ,  
Endosteum<sup>۱۱۹</sup> ,  
Endothelium<sup>۳۷۵</sup> ,  
Enteritis<sup>۵۱۱</sup> ,  
Enterohendocrine cells ,  
<sup>۴۶۵</sup>  
Eosinophils<sup>۳۴۹</sup> ,  
Ependymal cells<sup>۲۱۱</sup> ,  
Ependymal layer<sup>۲۲۳</sup> ,  
Epicardium<sup>۳۶۵</sup> ,  
Epicondyles<sup>۱۴۲</sup> ,  
Epidermis<sup>۹۶</sup> , <sup>۹۵</sup> ,  
Epididymis<sup>۵۵۰</sup> ,  
Epidural space<sup>۲۲۵</sup> ,  
Epiglottis<sup>۴۳۵</sup> ,  
Epimysium<sup>۱۶۷</sup> ,  
Epiphyseal line<sup>۱۱۸</sup> ,  
Epiphyseal plate<sup>۱۱۸</sup> ,

- Epiphysis<sup>۱۱۸</sup> ,  
 Epithalamus<sup>۲۲۴</sup> ,  
 Epithelial membrane<sup>۸۵</sup> ,  
 Epithelial Membranes<sup>۸۵</sup> ,  
 Epithelial tissue<sup>۷</sup> ,  
 Eponychium<sup>۱۰۵</sup> ,  
 Erectile tissue<sup>۵۵۴</sup> ,  
 Erection<sup>۵۵۴</sup> ,  
 Erector spinae<sup>۱۹۱</sup> ,  
 Ergosterol<sup>۱۰۷</sup> ,  
 Erythrocytes<sup>۴۳</sup> ,  
 Erythropoiesis<sup>۳۵۲</sup> ,  
*Escherichia coli*<sup>۵۴۲</sup> ,  
 Esophagus<sup>۱۹</sup> ,  
 Essential amino acids<sup>۲۸</sup> ,  
 Essential nutrients<sup>۴۸۵</sup> ,  
 Estradiol<sup>۵۷۱</sup> ,  
 Estriol<sup>۵۷۱</sup> ,  
 Estrone<sup>۵۷۱</sup> ,  
 Ethanoic acid<sup>۴۹۶</sup> ,  
 Eupnea<sup>۴۴۹</sup> ,  
 Eustachian tube<sup>۲۹۲</sup> ,  
 Events of Embryonic and Fetal  
 Development<sup>۵۷۴</sup> ,  
 Excitability or irritability ,  
 ۱۷۰  
 Excitatory Synaps<sup>۲۱۶</sup> ,  
 Excretion<sup>۹</sup> ,  
 Exocrine Gland<sup>۷۷, ۷۶</sup> ,  
 Exocytosis<sup>۴۰</sup> ,  
 Exophthalmia<sup>۳۲۶</sup> ,  
 Expiration or Exhalation ,  
 ۴۴۰  
 Expiratory reserve volume  
 (ERV)<sup>۴۴۲</sup> ,  
 Expulsion stage<sup>۵۸۲</sup> ,  
 Extensibility<sup>۱۷۰</sup> ,  
 Extension<sup>۱۵۵</sup> ,  
 Extensor carpi<sup>۱۹۵</sup> ,  
 Extensor Digitorum<sup>۱۹۵</sup> ,  
 External anal sphincter ,  
 ۴۷۰  
 External intercostals<sup>۱۹۲</sup> ,  
 External intercostals  
 muscle<sup>۴۴۰</sup> ,  
 External nares<sup>۴۳۲</sup> ,  
 External or Superficial<sup>۱۷</sup> ,  
 External respiration<sup>۴۳۹</sup> ,  
 Extracellular fluid<sup>۱۱</sup> ,  
 Eye<sup>۷</sup> ,  
 Eyeball<sup>۲۸۰</sup> ,  
 Eyebrows<sup>۲۷۸</sup> ,  
 Eyelashes<sup>۲۷۸</sup> ,  
 Eyelids<sup>۲۷۸</sup> ,  
 F  
 Facial expression<sup>۱۸۸</sup> ,  
 Facilitated diffusion<sup>۵۱</sup> ,  
 Falciform ligament<sup>۴۷۴</sup> ,  
 Fallopian tubes<sup>۵۶۰</sup> ,  
 Fals labor<sup>۵۸۱</sup> ,  
 False rib<sup>۱۳۸</sup> ,  
 Fascia<sup>۱۶۷</sup> ,  
 Fascicle<sup>۱۶۶</sup> ,  
 Fat depots<sup>۴۹۶</sup> ,  
 Feces<sup>۴۶۹</sup> ,  
 Feedback<sup>۱۳</sup> ,  
 Negative<sup>۱۳</sup> ,  
 Positive<sup>۱۳</sup> ,  
 Feedback Loops<sup>۱۳</sup> ,  
 Femoral<sup>۱۹</sup> ,  
 Femur<sup>۱۴۷</sup> ,  
 Fertilization<sup>۶۶</sup> ,  
 Fetal hemoglobin(Hb-F) ,  
 ۴۴۶  
 Fetus<sup>۱۰۹</sup> ,  
 Fever<sup>۴۰۶</sup> ,  
 fiber Reticular<sup>۷۹</sup> ,  
 Fibrin<sup>۳۵۹</sup> ,  
 Fibrinogen<sup>۳۴۸</sup> ,  
 Fibro-cartilage<sup>۸۳</sup> ,  
 Fibrous Joint<sup>۱۵۰</sup> ,  
 Fibrous Tunic<sup>۲۸۰</sup> ,  
 Fibula<sup>۱۴۷</sup> ,  
 Fibularis muscles<sup>۱۹۸</sup> ,  
 Filaments<sup>۳۷</sup> ,  
 Filtrate<sup>۵۲۱</sup> ,  
 Filtration<sup>۵۰</sup> ,  
 Filtration membrane<sup>۵۲۱</sup> ,  
 Fine adjustment<sup>۲۸۸</sup> ,  
 Fingerprints<sup>۹۷</sup> ,  
 Fissure<sup>۲۳۵</sup> ,  
 Fixators<sup>۱۸۶</sup> ,  
 Flagellum<sup>۳۶</sup> ,  
 Flexion<sup>۱۵۵</sup> ,  
 Flexor carpi<sup>۱۹۵</sup> ,  
 Flexor Digitorum<sup>۱۹۵</sup> ,  
 Flexor muscles<sup>۲۱۹</sup> ,  
 Flexor Reflex<sup>۲۲۰</sup> ,(  
 Floating ribs<sup>۱۳۹</sup> ,  
 Focal Point<sup>۲۸۷</sup> ,  
 Focusing<sup>۲۸۷</sup> ,  
 Folic acid or Folate<sup>۴۹۲</sup> ,  
 Follicle Stimulating  
 Hormomne (FSH)<sup>۳۲۲</sup> ,  
 Follicle cells<sup>۵۵۹</sup> ,  
 Fontanells<sup>۱۲۳</sup> ,  
 Foot<sup>۱۴۸</sup> ,  
 Footprints<sup>۹۷</sup> ,  
 Foramen magnum<sup>۱۳۱</sup> ,  
 Foramen optic<sup>۲۸۹</sup> ,  
 Foramen Ovale<sup>۳۸۴</sup> ,  
 Forebrain<sup>۲۲۳</sup> ,  
 Formed element<sup>۳۴۷</sup> ,  
 Fourt ventricles<sup>۲۲۶</sup> ,  
 Fovea centralis<sup>۲۸۶</sup> ,  
 Free Radicles<sup>۴۰</sup> ,  
 Frontal bone<sup>۱۲۹</sup> ,  
 Frontal eye field area<sup>۲۴۳</sup> ,  
 Frontal lobe<sup>۲۲۶</sup> ,



- Fructose<sup>۲۷</sup> ,  
 Full-term<sup>۵۹۱</sup> ,<sup>۵۷۹</sup> ,  
 Functional systems<sup>۱۲</sup> ,  
 Fundus<sup>۴۶۳</sup> ,  
 Fur<sup>۱۰۱</sup> ,
- G
- Galactose<sup>۲۷</sup> ,  
 Gallstones<sup>۵۱۱</sup> ,  
 Ganglia of autonomic nervous system<sup>۲۲۳</sup> ,  
 Ganglia of cranial nerve ,  
<sup>۲۲۳</sup>  
 Ganglion; *Pl*:Ganglia<sup>۲۱۴</sup> ,  
 Gap junctions<sup>۳۶</sup> ,  
 Gastric juice<sup>۴۶۵</sup> ,  
 Gastric pits<sup>۴۶۵</sup> ,  
 Gastrin<sup>۳۳۸</sup> ,  
 Gastritis<sup>۵۰۹</sup> ,  
 Gastrocnemius<sup>۱۹۸</sup> ,  
 Gastroenteritis<sup>۵۰۸</sup> ,  
 General senses<sup>۲۶۸</sup> ,  
 Genetic<sup>۳۳</sup> ,  
 Gerontology<sup>۶۷</sup> ,  
 Giantism<sup>۱۵۷</sup> ,  
 Gingiva, or Gum<sup>۴۷۳</sup> ,  
 Girdles<sup>۱۴۰</sup> ,  
 Glandular Tissue<sup>۷۵</sup> ,  
 Glans penis<sup>۵۵۴</sup> ,  
 Glenoid fossa<sup>۱۴۱</sup> ,  
 Glial cells<sup>۲۱۱</sup> ,  
 gliding joints<sup>۱۵۲</sup> ,  
 Globin<sup>۳۵۱</sup> ,  
 Globulins<sup>۳۴۸</sup> ,  
 Glomerular Filtration<sup>۵۲۵</sup> ,  
 Glomerular Filtration Rate(GFR)<sup>۵۲۶</sup> ,  
 Glomerular, or Bowman's, capsule<sup>۵۲۰</sup> ,  
 Glomerulus<sup>۵۲۱</sup> ,<sup>۵۲۰</sup> ,  
 Glottis<sup>۴۳۵</sup> ,
- Glucagon<sup>۳۳۲</sup> ,  
 Glucocorticoids<sup>۳۳۹</sup> ,<sup>۳۲۹</sup> ,  
 Glucose<sup>۳۳۸</sup> ,<sup>۷۰</sup> ,<sup>۲۷</sup> ,  
 Glycerol<sup>۳۲</sup> ,  
 Glycogenolysis<sup>۲۵۶</sup> ,  
 Glycoprotein Hormones ,  
<sup>۳۱۳</sup>  
 Goblet cells<sup>۷۶</sup> ,  
 Goiter<sup>۳۲۵</sup> ,  
 Golgi apparatus<sup>۶</sup> ,  
 Gomphoses<sup>۱۵۰</sup> ,  
 Gonadotropins<sup>۳۲۲</sup> ,  
 Gonads<sup>۳۳۶</sup> ,  
 Gouty arthritis or Gout ,  
<sup>۱۵۹</sup>  
 Granules<sup>۳۵۵</sup> ,  
 Granulocytes<sup>۳۵۵</sup> ,  
 Graves' disease<sup>۳۲۶</sup> ,  
 Gray matter<sup>۲۱۴</sup> ,  
 Greater curvature<sup>۴۶۴</sup> ,  
 Greater omentum<sup>۴۶۴</sup> ,  
 Gross Anatomy<sup>۳</sup> ,  
 Gross reflex<sup>۱۹۹</sup> ,  
 Growth<sup>۹</sup> ,  
 Growth hormone (GH) ,  
<sup>۳۲۰</sup>  
 Guanine<sup>۳۳</sup> ,  
 Gyri<sup>۲۳۱</sup> ,
- H
- Haem<sup>۳۵۱</sup> ,  
 Haemoglobin (HB)<sup>۳۴۹</sup> ,  
 Haemolysis<sup>۳۶۲</sup> ,  
 Haemopoiesis<sup>۳۴۹</sup> ,  
 Hair bulb<sup>۱۰۲</sup> ,  
 Hair follicle<sup>۱۰۲</sup> ,  
 Hamstring muscles<sup>۱۹۷</sup> ,  
 Haploid<sup>۶۶</sup> ,  
 Hapten or Incomplete antigen<sup>۴۱۳</sup> ,  
 Hard palate<sup>۱۳۲</sup> ,
- Haustra<sup>۴۷۱</sup> ,  
 Haversian system<sup>۱۲۰</sup> ,  
 Head & Neck<sup>۱۸</sup> ,  
 Hearing aids<sup>۳۰۳</sup> ,  
 Heart<sup>۷</sup> ,  
 Heartbeat<sup>۳۷۲</sup> ,  
 Heartburn<sup>۵۸۰</sup> ,  
 Heat stroke<sup>۵۰۷</sup> ,  
 Heel<sup>۱۴۸</sup> ,  
 Helper T cells<sup>۴۲۱</sup> ,  
 Hemeralopia<sup>۴۸۸</sup> ,  
 Hemidesmosom<sup>۳۶</sup> ,  
 Hemocytoblasts<sup>۴۲۳</sup> ,  
 Hemoglobin's Affinity<sup>۴۴۶</sup> ,  
 Hemophilia<sup>۳۹۰</sup> ,  
 Hemostasis<sup>۳۵۸</sup> ,  
 Heparin<sup>۳۵۶</sup> ,  
 Hepatic portal vein<sup>۳۸۳</sup> ,  
 Hepatitis<sup>۵۱۲</sup> ,  
 Hepatopancreatic ampulla ,  
<sup>۴۶۷</sup>  
 Hereditary<sup>۳۳</sup> ,  
 Herniated lumbar disk ,  
<sup>۲۶۲</sup>  
 Herpes simplex I ,<sup>۱۱۱</sup> ,  
<sup>۱۱۵</sup>  
 Herpes simplex II<sup>۱۱۱</sup> ,  
 High Density Lipoproteins, or HDLs<sup>۴۹۹</sup> ,  
 Hilus<sup>۵۱۷</sup> ,  
 Hindbrain<sup>۲۲۴</sup> ,  
 Hinge joints<sup>۱۵۲</sup> ,  
 Hip bone<sup>۱۴۵</sup> ,  
 Hip joint<sup>۱۴۶</sup> ,  
 Hippocampus<sup>۲۱۱</sup> ,  
 Histology<sup>۳</sup> ,  
 Histone<sup>۳۴</sup> ,  
 HIV<sup>۲۳۵</sup> ,  
 Holocrine glands<sup>۷۷</sup> ,  
 Homeostasis<sup>۸</sup> ,

- Homologous<sup>۴۴</sup> ,  
Hormons<sup>۳۰</sup> ,  
Human chorionic  
gonadotropin<sup>۵۷۵</sup> ,  
Human chorionic  
gonadotropin(hCG) ,  
۳۳۸  
Human chorionic  
Somatomatropin(hC  
)S<sup>۳۳۸</sup> ,  
Human physiology<sup>۴</sup> ,  
Humerus<sup>۱۴۱</sup> ,  
Humoral immunity or  
Antibody-mediated  
immunity<sup>۴۱۲</sup> ,  
Hyaline cartilage<sup>۸۳</sup> ,  
Hydrocortisone<sup>۳۲۲</sup> ,  
Hydroxyapatite<sup>۱۱۲, ۱۱۷</sup> ,  
Hymen<sup>۵۶۳</sup> ,  
Hyoid bone<sup>۱۲۷</sup> ,  
Hyoid muscles<sup>۱۸۹</sup> ,  
Hyperglycemia<sup>۴۹۵</sup> ,  
Hyperopia<sup>۳۰۱</sup> ,  
Hyperparathyroidism<sup>۳۲۷</sup> ,  
Hyperplasia<sup>۹۱</sup> ,  
Hyperpnea<sup>۴۵۱, ۴۵۰</sup> ,  
Hypersensitivities<sup>۴۲۴</sup> ,  
Hypertension<sup>۳۹۱</sup> ,  
Hyperthermia<sup>۵۰۷</sup> ,  
Hyperthyroidism<sup>۳۲۶</sup> ,  
Hypertonic<sup>۵۰</sup> ,  
Hypertrophy<sup>۲۰۰</sup> ,  
Hyperventilation<sup>۴۵۱</sup> ,  
Hypervitaminosis<sup>۴۹۳</sup> ,  
Hypodermis<sup>۹۶</sup> ,  
Hypoglycemia<sup>۴۹۵</sup> ,  
Hypoparathyroidism<sup>۳۲۸</sup> ,  
Hypotension<sup>۳۹۱</sup> ,  
Hypothalamus<sup>۲۳۳, ۲۲۴</sup> ,  
Hypothermia<sup>۵۰۶</sup> ,  
Hypothyroidism<sup>۳۲۶</sup> ,  
Hypotonic<sup>۵۰</sup> ,  
Hypoventilation<sup>۴۵۱</sup> ,  
Hypovolemia<sup>۲۶۴</sup> ,  
Hypoxia<sup>۳۵۲</sup> ,  
I  
Ileum<sup>۴۶۶</sup> ,  
Ilium<sup>۱۴۵</sup> ,  
Immediate  
hypersensitivity<sup>۴۲۴</sup> ,  
Immune response<sup>۴۱۱</sup> ,  
Immune serum<sup>۴۱۱</sup> ,  
Immune system<sup>۴۰۳</sup> ,  
Immune tolerance<sup>۴۲۲</sup> ,  
Immunity<sup>۴۰۴</sup> ,  
Immunodeficiencies<sup>۴۲۳</sup> ,  
Immunoglobulins<sup>۳۴۸</sup> ,  
Immunology<sup>۴۱۱</sup> ,  
Implantation<sup>۵۶۲</sup> ,  
Impulse<sup>۱۳</sup> ,  
Incisors<sup>۴۷۲</sup> ,  
Inclusions<sup>۳۷</sup> ,  
Incontinence<sup>۵۴۲</sup> ,  
Incus<sup>۲۹۱</sup> ,  
Indifferent stage<sup>۵۸۶</sup> ,  
Infarct<sup>۲۶۱</sup> ,  
Inferior or caudal<sup>۱۶</sup> ,  
Inferior veina cavae<sup>۳۶۶</sup> ,  
Inflammatory response ,  
۴۰۶  
Infundibulum<sup>۵۶۱</sup> ,  
Ingestion<sup>۴۷۵, ۴۵۸</sup> ,  
Inhabin<sup>۳۳۶</sup> ,  
Inhibitory circuits<sup>۲۲۱</sup> ,  
Inhibitory Synaps<sup>۲۱۶</sup> ,  
Inner cell mass<sup>۵۷۵</sup> ,  
Insertion<sup>۱۸۵</sup> ,  
Inspiration or Inhalation ,  
۴۴۰  
Inspiratory reserve  
volume (IRV)<sup>۴۴۲</sup> ,  
Instruction<sup>۲۴۶</sup> ,  
Insulin<sup>۲</sup> ,  
Integumentary System<sup>۷</sup> ,  
Intercalated<sup>۱۶۶</sup> ,  
Intercalated disks<sup>۸۸</sup> ,  
Intercourse<sup>۵۶۳</sup> ,  
Interferon<sup>۴۰۹</sup> ,  
Interkinase<sup>۶۵</sup> ,  
Interlobar arteries<sup>۵۲۴</sup> ,  
Interlubular arteries<sup>۵۲۴</sup> ,  
Interlubular veins<sup>۵۲۵</sup> ,  
Internal carotid<sup>۲۲۶</sup> ,  
Internal environment<sup>۱۱</sup> ,  
Internal intercostals<sup>۱۹۲</sup> ,  
Internal jugular<sup>۲۲۶</sup> ,  
Internal or Deep<sup>۱۷</sup> ,  
Internal respiration<sup>۴۴۰</sup> ,  
Internal urethral orifice ,  
۵۳۱  
Interoceptors<sup>۲۵۵</sup> ,  
Interossei muscles<sup>۱۹۵</sup> ,  
Interphase<sup>۶۱</sup> ,  
Interpretation<sup>۲۰۶</sup> ,  
Interstitial cells<sup>۵۴۹</sup> ,  
Interstitial fluid<sup>۳۱۰</sup> ,  
Intervertebral discs<sup>۱۳۵</sup> ,  
Intestinal juice<sup>۴۸۲</sup> ,  
Intracellular fluid<sup>۲۶</sup> ,  
Intrapleural pressure<sup>۴۴۱</sup> ,  
Intrapulmonary pressure ,  
۴۴۱  
Intrauterine device (IUD)  
۵۸۵  
Intrinsic factor<sup>۴۶۵</sup> ,  
Intrinsic muscles<sup>۱۸۹</sup> ,  
Involuntary<sup>۸۸</sup> ,  
Involuntary control<sup>۱۸۷</sup> ,  
Ischiadica Sciatica<sup>۲۶۲</sup> ,

Ischium ۱۴۶ ،  
Islets of Langerhans ۳۳۲ ،  
Isometric contractions ،  
۱۸۲  
Isotonic ۵۰ ،  
Isotonic contractions ۱۸۲ ،  
Isthmus ۳۲۴ ،

## J

Jaundice ۱۰۱ ،  
Jejunum ۴۶۶ ،  
Joints ۱۴۹ ،  
Juxtglomerular  
apparatus ۵۲۲ ،  
Juxtglomerular apparatus  
(JG) ۳۳۱ ،

## K

Keratinization ۹۸ ،  
ketones ۳۳۴ ،  
kilocalories (kcal) ، ۴۸۵  
۴۸۶  
Kinetic equilibrium ۲۹۶ ،  
Kinins ۲۷۱ ،  
Knee-jerk ۲۲۰ ،  
Knee-jerk response ۲۲۰ ،

## L

Labia majora ۵۶۴ ،  
Labia minora ۵۶۴ ،  
Lacrimal apparatus ۲۷۸ ،  
Lacrimal canaliculi ۲۷۸ ،  
Lacrimal gland ۲۷۸ ،  
Lacrimal sac ۲۷۹ ،  
Lactating ۵۷۲ ،  
Lacteal ۴۶۸ ،  
Lactiferous ducts ۵۷۲ ،  
Lactose ۲۸ ،  
Lacunae ۸۲ ،  
Lamellae ۱۲۰ ،  
Lamina propria ۴۶۲ ،

Lanugo ۱۰۹ ،  
Large intestine ۴۶۰ ،  
Laryngopharynx ، ۴۳۴ ،  
۴۶۱  
Larynx ۱۹ ،  
Lateral ۲۲۴ ، ۱۷ ، ۱۶ ،  
Lateral horns ۲۴۹ ،  
Lateral Plane ۱۷ ،  
Lateral sulcus ۲۳۷ ،  
Lateral ventricle ۲۲۷ ،  
Latissimus dorsi ۱۹۴ ،  
Left External carotid  
artery ۳۸۲ ،  
Left Internal carotid  
artery ۳۸۲ ،  
Left Subclavian artery ،  
۳۸۲  
Leg ۱۴۶ ،  
Legaments ۸۱ ،  
Lens ۲۸۱ ،  
leocecal valve ۴۶۶ ،  
Leptin ۵۰۱ ، ۳۳۸ ،  
Lesser curvature ۴۶۴ ،  
Lesser omentum ۴۶۴ ،  
Leucocytes ۴۳ ،  
Leukemia ۳۹۱ ، ۳۹۰ ،  
Levator labii superi oris ،  
۱۸۸  
Libido ۲۶۴ ،  
Limbic system ۲۳۹ ،  
Linea alba ۱۹۲ ،  
Lingual Frenulum ۴۶۰ ،  
Lingual tonsil ۴۶۰ ،  
Lipid ۲۷ ،  
Lipolysis ۲۵۶ ،  
Lips (Labia) ۴۶۰ ،  
Lobules ۵۴۹ ،  
Local Hormones ۳۱۱ ،  
Longitudinal fissure ۲۳۵ ،  
Loose connective Tissue ،  
۸۰

Low density  
Lipoproteins, or  
LDLs ۴۹۹ ،  
Lower limb ۱۴۶ ،  
Lub or Poum ۳۷۳ ،  
Lubricant ۸۶ ،  
Lumbar enlargement ۲۴۸ ،  
Lumbar Nerve ۲۵۳ ،  
Lumbar vertebrae ۱۳۳ ،  
Lumbosacral plexus ۲۵۳ ،  
Lumen ۴۶۲ ،  
Lunula ۱۰۵ ،  
Luteinizing Hormones  
(LH) ۳۲۲ ،  
lymph ۸۴ ،  
Lymph nodes ۴۰۰ ، ۳۹۹ ،  
Lymphatic System ۷ ،  
Lymphatic vessels ۳۹۷ ،  
Lymphoid organs ۳۹۷ ،  
Lymphoid stem cells ۳۵۰ ،  
Lymphokines ۴۲۱ ،  
Lyse ۴۲۰ ،  
Lysosome ۳۸ ،

## M

Macrocytic anemia ۴۹۳ ،  
Macrophages ۷۹ ،  
Macula Lutea ۲۸۶ ،  
Maculae ۲۹۷ ،  
Malignant ۹۲ ،  
Malleus ۲۹۱ ،  
Malnutrition ۵۰۴ ،  
Maltose ۲۸ ،  
Mamillary bodies ۲۳۴ ،  
Mammary glands ۵۷۱ ،  
Mammography ۵۸۹ ، ۶ ،  
Mandible ۱۲۹ ، ۱۲۸ ،  
Mandibular fossa ۱۳۲ ،  
Mantle layer ۲۲۳ ،  
Manual ۱۹ ،  
Manubrium ۱۳۹ ،

- Marginal layer<sup>۲۲۳</sup> ,  
 Marijuana<sup>۵۸۹</sup> ,  
 Mass movements<sup>۴۸۴</sup> ,  
 Masseter<sup>۱۸۸</sup> ,  
 Mast cells<sup>۴۲۴ , ۷۹</sup> ,  
 Mastication<sup>۱۸۸</sup> ,  
 Mastoid Process<sup>۱۲۸</sup> ,  
 Maxilla<sup>۱۲۸</sup> ,  
 Mechanical digestion ,  
     ۴۷۶  
 Mechanical receptors<sup>۲۶۸</sup> ,  
 Mechanoreceptors<sup>۲۵۵</sup> ,  
 Medial<sup>۱۶</sup> ,  
 Mediators<sup>۳۰۹</sup> ,  
 Meditation<sup>۲۵۹</sup> ,  
 Medulla<sup>۱۰۲</sup> ,  
 Medulla oblongata<sup>۲۲۹</sup> ,  
 Medulla oblungata<sup>۲۲۱</sup> ,  
 Medullary cavity<sup>۱۱۸</sup> ,  
 Medullary pyramids<sup>۵۱۸</sup> ,  
 Meiosis<sup>۶۳</sup> ,  
 Meissner's corpuscles<sup>۲۶۹</sup> ,  
 Melanin<sup>۵۹۶ , ۴۳۰ , ۱۱۵</sup> ,  
 Melanocytes<sup>۹۹</sup> ,  
 Melanocyte-Stimulating  
     Hormones(MSH)<sup>۳۲۳</sup> ,  
 Melanosomes<sup>۹۹</sup> ,  
 Melatonin<sup>۳۳۷</sup> ,  
 Membranous labyrinth ,  
     ۲۹۲  
 Membranous urethra<sup>۵۵۲</sup> ,  
 Membranous Urethra ,  
     ۵۳۳  
 Memory<sup>۲۴۵</sup> ,  
 Memory cells<sup>۴۱۷</sup> ,  
 Menarche<sup>۵۸۷</sup> ,  
 Meninges<sup>۲۲۳</sup> ,  
 Meninges Membranes<sup>۸۶</sup> ,  
 Meningitis<sup>۲۶۰</sup> ,  
 Menopause<sup>۱۵۸ , ۱۵۷</sup> ,  
 Mensrual<sup>۵۶۹</sup> ,  
 Menstruation or  
     menses<sup>۵۶۲</sup> ,  
 Mental deterioration<sup>۲۶۱</sup> ,  
 Mentally retarded<sup>۳۲۶</sup> ,  
 Merkel's disks<sup>۲۶۹</sup> ,  
 Merocrine glands<sup>۷۷</sup> ,  
 Merocrine sweat glands ,  
     ۱۰۴  
 Mesangial cells<sup>۵۲۰</sup> ,  
 Mesencephalon<sup>۲۲۴ , ۲۲۳</sup> ,  
 Mesentery<sup>۴۶۶ , ۴۶۳</sup> ,  
 Mesoderm<sup>۵۷۶</sup> ,  
 Mesonephrose<sup>۵۴۰</sup> ,  
 Metabolism<sup>۹</sup> ,  
 Metacarpals<sup>۱۴۸ , ۱۴۵</sup> ,  
 Metanephrose<sup>۵۴۱</sup> ,  
 Metaphase<sup>۶۲</sup> ,  
 Metastasis<sup>۹۲</sup> ,  
 Metatarsals<sup>۱۴۸</sup> ,  
 Metencephalon<sup>۲۲۴</sup> ,  
 Microfibriles<sup>۴۲</sup> ,  
 Microfilaments<sup>۴۲ , ۳۶</sup> ,  
 Microglia<sup>۲۱۲ , ۲۱۱</sup> ,  
 Microscopic Anatomy<sup>۳</sup> ,  
 Microtubule<sup>۳۵</sup> ,  
 Microvilli<sup>۳۶</sup> ,  
 Micturition<sup>۵۴۷ , ۵۳۳</sup> ,  
 Midbrain<sup>۲۲۴ , ۲۲۳</sup> ,  
 Mineralocorticoids<sup>۳۳۰</sup> ,  
 Minivalves<sup>۳۹۸</sup> ,  
 Mitochondria<sup>۶</sup> ,  
 Mitosis<sup>۶۱</sup> ,  
 Mittelschmerz<sup>۵۶۷</sup> ,  
 Mixed Nerve<sup>۲۵۰</sup> ,  
 Modulatory Synaps<sup>۲۱۶</sup> ,  
 Molars<sup>۴۷۲</sup> ,  
 Monocytes<sup>۳۵۶ , ۳۴۹</sup> ,  
 Monokines<sup>۴۱۵</sup> ,  
 Monosaccharides<sup>۲۷</sup> ,  
 Mons pubis<sup>۵۶۳</sup> ,  
 Mood<sup>۲۳۶</sup> ,  
 Morning sickness<sup>۵۸۰</sup> ,  
 Morula<sup>۵۷۶</sup> ,  
 Mosaic Membrane<sup>۳۵</sup> ,  
 Motion sickness<sup>۳۰۳</sup> ,  
 Motivation<sup>۲۳۶</sup> ,  
 Motor areas<sup>۲۴۰</sup> ,  
 Motor homonuclus<sup>۲۴۳</sup> ,  
 Motor neurons<sup>۱۷۳</sup> ,  
 Movement<sup>۹</sup> ,  
 Mucous membranes<sup>۸۵</sup> ,  
 Mucous neck cells<sup>۴۶۵</sup> ,  
 Mucus<sup>۵۳</sup> ,  
 Multiple Sclerosis<sup>۲۶۰</sup> ,  
 Multipolar neurons<sup>۲۰۹</sup> ,  
 Muscle Contraction<sup>۱۷۵</sup> ,  
 Muscle fatigue<sup>۱۸۱</sup> ,  
 Muscle tone<sup>۱۸۳</sup> ,  
 Muscle Twitch<sup>۱۷۷</sup> ,  
 Muscular dystrophy<sup>۲۰۰</sup> ,  
 Muscular System<sup>۷</sup> ,  
 Muscular tissue<sup>۷</sup> ,  
 Myasthenia Gravis<sup>۲۰۰</sup> ,  
 Myelencephalon<sup>۲۲۴</sup> ,  
 Myelin sheath<sup>۲۰۸</sup> ,  
 Myelinated<sup>۲۱۳</sup> ,  
 Myenteric nerve plexus ,  
     ۴۶۳  
 Myloid stem cells<sup>۳۵۰</sup> ,  
 Myocardium<sup>۳۶۵</sup> ,  
 Myofibrils<sup>۱۶۸</sup> ,  
 Myofilaments<sup>۱۶۸</sup> ,  
 Myoglobin<sup>۱۶۷</sup> ,  
 Myometrium<sup>۵۶۲</sup> ,  
 Myopia<sup>۳۰۰</sup> ,  
 Myosin myofilament<sup>۱۶۸</sup> ,  
 Myxedema<sup>۳۲۶</sup> ,  
 N

- Naasopharynx ۴۳۴ ,  
 Nail body ۱۰۵ ,  
 Nasal cavity ۱۲۹ ,  
 Nasal septum ۱۲۹ ,  
 Nasolacrimal ۱۲۹ ,  
 Nasolacrimal duct ۲۷۸ ,  
 Nasopharynx ۱۳۳ ,  
 Natural Acquired ۴۱۷ ,  
 Natural killer cells ۴۰۶ ,  
 Nausea ۵۰۹ ,  
 Navicular ۱۴۸ ,  
 Neck extensors ۱۹۱ ,  
 Neck flexors ۱۹۱ ,  
 Neonatal gonorrhea  
   ophthalmia ۲۹۹ ,  
 Neoplasm ۹۱ ,  
 Neoplastic tissue ۹۲ ,  
 Nephrons ۵۲۰ , ۵۱۹ , ۵۱۸ ,  
 Nerve , ۲۱۵ , ۲۰۷ , ۱۷۳ ,  
   ۲۴۹  
 Nerve cells ۲۰۷ ,  
 Nerves ۸۹ ,  
 Nervous System ۷ ,  
 Nervous tissue ۷ ,  
 Nervous Tunic ۳۰۵ , ۲۸۰ ,  
 Neural crest ۲۲۳ ,  
 Neural fold ۲۲۲ ,  
 Neural groove ۲۲۲ ,  
 Neural plate ۲۲۲ ,  
 Neural tube ۲۲۳ ,  
 Neurofilaments ۲۰۷ ,  
 Neurogenesis ۲۱۱ ,  
 Neuroglia ۸۹ ,  
 Neurohormones ۳۱۲ ,  
 Neurohypophysis ۳۱۹ ,  
 Neurolemma ۲۱۳ ,  
 Neuromodulators ۳۱۲ ,  
 Neuromuscular junction ,  
   ۱۷۳  
 Neuronal Circuits ۲۲۱ ,  
 Neuronal complex ۲۲۱ ,  
 Neurotransmitters ۳۰۸ ,  
 Neutralization ۴۱۹ ,  
 Niacin ۴۹۱ ,  
 Nipple ۵۷۲ ,  
 Nissl bodies ۲۰۷ ,  
 Nociceptors ۹۷ ,  
 Nodes of Ranvier ۲۱۴ ,  
 Nonspecific defense  
   systems ۴۰۴ ,  
 Nor epinephrine ۲۱۷ ,  
 Noradrenaline ۳۲۸ ,  
 Norplant ۵۸۴ ,  
 Nucleic acid ۲۷ ,  
 Nucleoplasm ۴۳ ,  
 Nucleotides ۳۳ ,  
 Nucleus ۶ ,  
 Nucleuses ۴۸۲ ,  
 Nutrients ۱۱ ,  
 Nutrition ۴۸۵ ,  
 Nystagmus ۲۶۰ ,  
 O  
 Obturator foramen ۱۴۶ ,  
 Occipital Bone ۱۲۷ ,  
 Occipital condyles ۱۳۲ ,  
 Occipital lobe ۲۳۷ ,  
 Olecranon process ۱۴۳ ,  
 Olfaction ۲۷۳ ,  
 Olfactory bulb ۲۷۴ ,  
 Olfactory cell ۲۷۳ ,  
 Olfactory cortex ۲۷۴ ,  
 Olfactory membrane ۲۷۳ ,  
 Olfactory receptors ۴۳۳ ,  
 Olfactory tracts ۲۷۴ ,  
 Oncology ۹۲ ,  
 Oocytes ۳۲۲ ,  
 Oogenesis ۵۶۵ ,  
 Oogonia ۵۶۵ ,  
 Ophthalmoscope ۲۸۶ ,  
 Opsin ۲۸۵ , ۲۸۴ ,  
 Optic chiasm ۲۸۹ ,  
 Optic disc ۲۸۶ ,  
 Optic foramen ۱۲۹ ,  
 Optic nerve ۱۲۹ ,  
 Optic tract ۲۸۹ ,  
 Orbicularis oculi ۱۸۸ ,  
 Orbits ۱۲۹ ,  
 Organ of Corti ۲۹۴ ,  
 Organ system ۵ ,  
 Organelle ۵ ,  
 Organism ۵ ,  
 Organization ۹ ,  
 Organs ۵ ,  
 Origin ۱۸۵ ,  
 Oropharynx ۴۶۱ , ۴۳۴ ,  
 Os ۱۱۶ ,  
 Oscillatory circuits ۲۲۱ ,  
 Oscilloscope ۳۷۴ ,  
 Osmotic pressure ۴۸ ,  
 ossification Bone ۱۲۱ ,  
 Osteoarthritis ۱۵۸ ,  
 Osteoblasts ۱۲۲ , ۱۱۹ ,  
 Osteoclasts ۱۲۳ ,  
 Osteocytes ۸۴ ,  
 Osteogenesis imperfecta ,  
   ۱۵۷  
 Osteomalacia ۱۵۸ ,  
 Osteomyelitis ۱۵۸ ,  
 Osteon ۱۲۰ ,  
 Osteoporosis ۱۵۸ ,  
 Otitis media ۳۰۳ ,  
 Otoliths ۲۹۷ ,  
 Oval window ۲۹۱ ,  
 Ovarian cycle ۵۶۶ ,  
 Ovarian follicles ۵۵۹ ,  
 Ovaries ۷۳ ,  
 Ovulation ۵۵۹ ,  
 Ovum ; *Pl* :ova) or Eggs ,  
   ۵۴۹  
 Oxygen debt ۱۸۱ ,  
 Oxyhaemoglobin (BbO<sub>2</sub>) ,  
   ۴۴۵

- Oxytocin<sup>۳۱۲</sup> ,
- P
- Pacemaker<sup>۳۷۰</sup> ,
- Pacinian corpuscles<sup>۲۷۰</sup> ,
- Palatine<sup>۱۳۲</sup> ,
- Palatine tonsils<sup>۴۶۰</sup> ,
- Pancreas<sup>۲</sup> ,
- Pancrease<sup>۷۳</sup> ,
- Pancreatic amylase<sup>۴۸۲</sup> ,
- Pancreatic islets<sup>۳۳۲</sup> ,
- Pancreatitis<sup>۵۱۰</sup> ,
- Pantothenic acid<sup>۴۹۲</sup> ,
- Papillae<sup>۲۷۵</sup> ,
- Papillary area<sup>۹۶</sup> ,
- Papillomavirus*<sup>۱۱۱</sup> ,
- Paracrine Hormones<sup>۳۱۱</sup> ,
- Parafollicular cells<sup>۳۲۵</sup> ,
- Parathyrone<sup>۳۲۷</sup> ,
- Parathyroid<sup>۱۹</sup> ,
- Parathyroid hormone (PTH)<sup>۳۲۷</sup> ,
- Parenchyma<sup>۵۱۸</sup> ,
- Paretal layer<sup>۳۶۴</sup> ,
- Parietal Bone<sup>۱۲۷</sup> ,
- Parietal cells<sup>۴۶۵</sup> ,
- Parietal lobe<sup>۲۳۶</sup> ,
- Parietal Peritoneum<sup>۲۱</sup> ,
- Parietal pleura<sup>۴۳۶</sup> ,
- Parotid glands<sup>۴۷۱</sup> ,
- Partial pressure<sup>۴۴۳</sup> ,
- Parturition or labor<sup>۵۸۱</sup> ,
- Passive Immunity<sup>۴۱۸</sup> ,
- Patella<sup>۱۴۷</sup> ,
- Pathways, or Nerve tracts ,  
۲۱۵
- Pattern baldness<sup>۱۰۲</sup> ,
- Pectoralis major<sup>۱۸۵</sup> ,
- Pedal<sup>۱۹</sup> ,
- Pellagra<sup>۴۹۱</sup> ,
- Pelvic<sup>۱۴۵</sup> ,
- Pelvis<sup>۱۹</sup> ,
- Penis<sup>۵۵۲</sup> ,
- Pepsin<sup>۴۸۰</sup> ,
- Pepsinogens<sup>۴۶۵</sup> ,
- Peptide band<sup>۲۹</sup> ,
- Perception<sup>۲۴۰</sup> ,
- Perforins<sup>۴۰۷</sup> ,
- Pericardial<sup>۸۶</sup> ,
- Pericardial fluid<sup>۳۶۵</sup> ,
- Perichondrium<sup>۱۲۳</sup> ,
- Perimetrium<sup>۵۶۲</sup> ,
- Perimysium<sup>۱۶۶</sup> ,
- Periodontal membrane ,  
۴۷۳
- Periosteum<sup>۱۱۹</sup> ,
- Peripheral Nervous System<sup>۲۰۶</sup> ,
- Peristalsis<sup>۴۶۲</sup> ,
- Peritoneal<sup>۸۶</sup> ,
- Peritoneal Cavity<sup>۲۱</sup> ,
- Peritubular<sup>۵۲۰</sup> ,
- Peritubular capillaries ,  
۵۲۴
- Permanent teeth<sup>۴۷۲</sup> ,
- Peroxisomes<sup>۴۰</sup> ,
- Pseudostratified columnar epithelium<sup>۷۴</sup> ,
- Peyer's patches<sup>۴۶۸ , ۴۰۳</sup> ,
- Phagocytosis<sup>۵۲</sup> ,
- Phalanges<sup>۱۴۸ , ۱۴۵</sup> ,
- Pharyngeal-esophageal phase<sup>۴۷۹</sup> ,
- Pharyngotympanic or Eustachian tubes<sup>۴۳۴</sup> ,
- Pharynx<sup>۱۹</sup> ,
- Phelobothrombosis<sup>۲۶۳</sup> ,
- Pheromones<sup>۳۱۱</sup> ,
- Phospholipids<sup>۲۱</sup> ,
- Photoreceptors or Electromagnetic receptors<sup>۲۶۸</sup> ,
- Physiology<sup>۳</sup> ,
- Pia mater<sup>۲۲۵</sup> ,
- Pigmented retina<sup>۲۸۳</sup> ,
- Pill-rolling<sup>۲۶۰</sup> ,
- Pineal body<sup>۲۳۴</sup> ,
- Pinocytic vesicle<sup>۳۸۰</sup> ,
- Pinocytosis<sup>۵۲</sup> ,
- Pinosome<sup>۵۳</sup> ,
- Pituitary<sup>۱۳۱</sup> ,
- Pituitary dwarf<sup>۳۲۰</sup> ,
- Pituitary gland<sup>۲۳۴</sup> ,
- Pivot joints<sup>۱۵۲</sup> ,
- Placenta<sup>۳۰۹</sup> ,
- Placental stage<sup>۵۸۳</sup> ,  
plane<sup>۱۷</sup> ,
- Planes of the Body<sup>۱۷</sup> ,
- Plasma<sup>۸۴</sup> ,
- Plasma cells<sup>۴۱۶</sup> ,
- Plasticity<sup>۲۴۶</sup> ,
- Platelets<sup>۳۵۷</sup> ,
- Pleura<sup>۸۶</sup> ,
- Pleural fluid<sup>۴۳۶</sup> ,
- Pluripotent stem cells<sup>۳۴۹</sup> ,
- Pneumonia<sup>۴۴۱</sup> ,
- Podocytes<sup>۵۲۱ , ۵۲۰</sup> ,
- Polar body<sup>۵۶۷</sup> ,
- Poliomyelitis<sup>۲۶۲</sup> ,
- Polygraph<sup>۲۵۶</sup> ,
- Polymer<sup>۳۳</sup> ,
- Polypeptide<sup>۲۹</sup> ,
- Polysaccharides<sup>۲۸</sup> ,
- Portal system<sup>۳۷۸</sup> ,
- Portal vein<sup>۳۷۸</sup> ,
- Posterior (dorsal) horns ,  
۲۴۸
- Posterior Root Ganglia ,  
۲۵۳

- Posterior(Dorsal)root ganglia of spinal card , ۲۲۳
- Postganglionic neuron , ۲۵۵
- Postsynaptic membrane , ۱۷۴
- Postural muscles ۱۶۴ ,
- Precipitation ۴۲۰ ,
- Prefrontal area ۲۴۴ ,
- Preganglionic neuron ۲۵۴ ,
- Pregnancy ۵۵۹ ,
- Premature births ۵۸۲ ,
- Premolars ۴۷۲ ,
- Premotor area ۲۴۴ , ۲۴۳ ,
- Prepuce or foreskin ۵۵۴ ,
- Presbyopia ۳۰۱ ,
- Presynaptic neuron ۲۱۶ ,
- Presynaptic terminal ۱۷۳ ,
- Pricking pain ۲۷۱ ,
- Primary brain vesicles , ۲۲۳
- Primary Bronchi ۴۳۵ ,
- Primary follicles ۵۶۵ ,
- Primary germ layers ۵۷۵ ,
- Primary gustatory area , ۲۴۱
- Primary oocytes ۵۶۵ ,
- Primary spermatocyte , ۵۵۷
- Primates ۱۰۵ ,
- Proerythroblasts ۳۵۲ ,
- Progesteron ۳۲۲ ,
- Progestins ۵۸۴ ,
- Projection tracts ۲۳۸ ,
- Proliferative phase ۵۶۹ ,
- Proprioceptive sens ۲۶۸ ,
- Prophase ۶۱ ,
- Propionibacterium acnes* , ۱۱۰
- Proprioceptive neurons , ۲۳۲
- Proprioceptors ۲۶۹ ,
- Propulsion ۴۷۵ ,
- Prosencephalon ۲۲۳ ,
- Prostate ۵۵۱ ,
- Prostate gland ۵۳۱ ,
- Prostatic Urethra ۵۳۲ ,
- Proteins ۲۶ ,
- Proteoglycans ۷۸ ,
- Proteolytic enzymes ۳۴۸ ,
- Prothrombin ۳۶۰ ,
- Prothrombinase ۳۵۹ ,
- Protoplasm ۲۶ ,
- Provitamin ۴۸۷ ,
- Proximal ۱۷ ,
- Proximal convoluted tubule ۵۲۰ ,
- Prplactin ۳۲۳ ,
- Psychic cortex ۲۳۷ ,
- Pterygoid ۱۸۹ ,
- Pubic symphysis , ۱۴۶ , ۵۷۹
- Pulmonary artery or Trunk ۳۶۷ ,
- Pulmonary Circulation , ۳۶۷
- Pulmonary valve ۳۶۷ ,
- Pulmonary vein ۳۶۷ ,
- Pulmonary ventilation , ۴۳۹
- Pulmonary, or Visceral, pleura ۴۳۶ ,
- Pulp ۴۷۳ ,
- Pulp cavity ۴۷۳ ,
- Pulse ۳۸۵ ,
- Pupil ۲۸۰ ,
- Purkinje cells ۲۱۰ ,
- Purkinje system ۳۷۰ ,
- Pus ۳۵۶ ,
- Putamen ۲۳۸ ,
- Pyelonephritis ۵۴۷ , ۵۳۰ ,
- Pyloric antrum ۴۶۳ ,
- Pyloric sphincter , ۴۶۴ , ۴۶۶
- Pylorus ۴۶۴ , ۴۶۳ ,
- Pyramids ۲۲۹ ,
- Pyridoxine ۴۹۱ ,
- Pyrogen ۴۱۰ ,
- Q
- Quadriceps femoris , ۱۹۷ , ۲۲۰
- Quickening ۱۹۸ ,
- R
- Radial tuberosity ۱۴۳ ,
- Radiography ۶ ,
- Radius ۱۴۳ ,
- Rate of movement ۲۷۰ ,
- Reactants ۳۱ ,
- Receptor ۱۳ ,
- Receptor site ۳۱۵ ,
- Recipient ۳۶۲ ,
- Recruitment ۱۷۸ ,
- Rectum ۲۱ ,
- Rectus abdominis ۱۹۲ ,
- Referred pain ۲۷۲ ,
- Reflex ۲۱۸ ,
- Reflex arc ۲۱۸ ,
- Refraction ۲۸۷ ,
- Regeneration ۹۰ ,
- Relaxation ۱۷۸ ,
- Relaxin ۳۳۶ ,
- Renal artery ۵۲۴ ,
- Renal Calculi or Kidney stone ۵۴۲ ,
- Renal corpuscle ۵۲۰ ,
- Renal failure ۵۳۰ ,
- Renal lobe ۵۱۸ ,
- Renal pelvis ۵۱۹ ,
- Renal sinus ۵۱۷ ,

- Renal tube<sup>۵۱۹</sup> ,  
 Renal vein<sup>۵۲۵</sup> ,  
 Renin<sup>۵۱۷, ۳۳۱</sup> ,  
 Renin- Angiotensin<sup>۳۳۱</sup> ,  
 Renin –Angiotensin-  
 Aldosteron  
 system(RAAS)<sup>۳۸۸</sup> ,  
 rennin<sup>۵۱۷</sup> ,  
 Rennin<sup>۴۸۰</sup> ,  
 Replacement<sup>۹۰</sup> ,  
 Repolarization<sup>۱۷۳</sup> ,  
 Reproduction<sup>۹</sup> ,  
 Cellular<sup>۹</sup> ,  
 Reproductive System<sup>۸</sup> ,  
 Residual volume<sup>۴۴۲</sup> ,  
 Respiration<sup>۹</sup> ,  
 Respiratory gas transport ,  
 ۴۴۰  
 Respiratory membrane ,  
 ۴۳۸  
 Respiratory System<sup>۷</sup> ,  
 Respiratory tree<sup>۴۳۷</sup> ,  
 Respiratory zone  
 structures<sup>۴۳۷</sup> ,  
 Responsiveness<sup>۹</sup> ,  
 Resting potential<sup>۱۷۱</sup> ,  
 Rete testis<sup>۵۵۰</sup> ,  
 Reticular Activating  
 System<sup>۲۳۱</sup> ,  
 Reticular area<sup>۹۶</sup> ,  
 Reticular Connective  
 Tissue<sup>۸۲</sup> ,  
 Reticular Formation<sup>۲۳۱</sup> ,  
 Retina<sup>۲۴۲</sup> ,  
 Retinaculum<sup>۱۹۵</sup> ,  
 Retinal<sup>۲۸۵, ۲۸۴</sup> ,  
 Retinal detachment<sup>۳۰۲</sup> ,  
 Retinol<sup>۴۸۸</sup> ,  
 Rhodopsin<sup>۲۸۵, ۲۸۴</sup> ,  
 Rhombincephalon<sup>۲۲۴</sup> ,  
 Rhythmically<sup>۴۰۰</sup> ,  
 Rhythmicaly<sup>۲۵۶</sup> ,  
 Rib Cage<sup>۱۳۸</sup> ,  
 Ribose<sup>۳۳, ۲۷</sup> ,  
 Ribosome<sup>۶</sup> ,  
 Rickets<sup>۱۵۷</sup> ,  
 Right colic (or Hepatic)  
 flexure<sup>۴۶۹</sup> ,  
 Right common carotid  
 artery<sup>۳۸۲</sup> ,  
 Right lymphatic duct<sup>۳۹۹</sup> ,  
 Rigor mortis<sup>۱۷۹</sup> ,  
 Rods<sup>۲۸۳</sup> ,  
 Root canal<sup>۴۷۳</sup> ,  
 Rooting reflex<sup>۵۰۸</sup> ,  
 Rotation<sup>۱۵۵</sup> ,  
 Rough ER<sup>۳۸</sup> ,  
 Round window<sup>۲۹۱</sup> ,  
 Ruffini's corpuscles<sup>۲۷۰</sup> ,  
 Rugae<sup>۴۶۴</sup> ,  
 S  
 Saccharose<sup>۲۸</sup> ,  
 Saccule<sup>۲۹۷</sup> ,  
 Sacral bone<sup>۱۳۴</sup> ,  
 Sacral Nerve<sup>۲۵۳</sup> ,  
 Sacroiliac joints<sup>۱۴۶</sup> ,  
 Sacrum<sup>۱۳۴, ۲۱</sup> ,  
 Saddle joints<sup>۱۵۲</sup> ,  
 Sagittal plane<sup>۱۵۵</sup> ,  
 Saliva<sup>۴۷۱</sup> ,  
 Salivary Amylase or  
 Ptyalin<sup>۴۷۱</sup> ,  
 Salivary gland<sup>۷۷</sup> ,  
 Saltatory conduction<sup>۲۱۵</sup> ,  
 Salty taste<sup>۲۷۶</sup> ,  
 Sarcolemma<sup>۱۷۰</sup> ,  
 Sarcomeres<sup>۱۶۹</sup> ,  
 Sarcoplasm<sup>۱۶۷</sup> ,  
 Sartorius<sup>۱۹۷</sup> ,  
 Satellite cells<sup>۲۱۲</sup> ,  
 Satiety center<sup>۳۳۴</sup> ,  
 Scala tympani<sup>۲۹۳</sup> ,  
 Scala vestibuli<sup>۲۹۳</sup> ,  
 Scapulae<sup>۱۱۷</sup> ,  
 Scapular Movements ,  
 ۱۹۳  
 Scarre<sup>۵۶۰</sup> ,  
 Schwann cells<sup>۲۱۲</sup> ,  
 Scrotonin<sup>۳۵۸</sup> ,  
 Scrotum<sup>۵۵۱</sup> ,  
 Sebaceous glands<sup>۷۶</sup> ,  
 Sebum<sup>۱۰۴</sup> ,  
 Secondary Active  
 Transport<sup>۵۱</sup> ,  
 Secondary brain vesicles ,  
 ۲۲۴  
 Secondary humoral  
 responses<sup>۴۱۷</sup> ,  
 Secretin<sup>۴۸۲</sup> ,  
 Secretory phase<sup>۵۶۹</sup> ,  
 Section<sup>۱۸</sup> ,  
 Segmental contraction ,  
 ۴۷۵  
 Self-antigens<sup>۴۱۳</sup> ,  
 Sella turcica<sup>۱۳۱</sup> ,  
 Semen analysis<sup>۵۸۸</sup> ,  
 Semicircular canals<sup>۲۹۲</sup> ,  
 Semilunar valve<sup>۳۷۸</sup> ,  
 Semilunar Valve Aortic ,  
 ۳۶۸  
 Seminal vesicles<sup>۵۵۲</sup> ,  
 Seminalplasmin<sup>۵۵۳</sup> ,  
 Seminiferous tubules ,  
 ۵۴۹  
 Sensation<sup>۲۶۷</sup> ,  
 Senses<sup>۲۶۷</sup> ,  
 Sensorineural deafness ,  
 ۳۰۲  
 Sensory areas<sup>۲۴۰</sup> ,



- Sensory homonucleus<sup>۲۴۱</sup> ,  
 Sensory retina<sup>۲۸۳</sup> ,  
 Septicemia<sup>۳۹۱</sup> ,  
 Septum<sup>۳۶۶</sup> ,  
 Serous membrane<sup>۲۱</sup> ,  
 Sertoli cells<sup>۵۵۰</sup> ,  
 Serum<sup>۸۶</sup> ,  
 Sharp pain or fast pain ,  
 ۲۷۱  
 Shivering<sup>۱۷۸</sup> ,  
 Shock<sup>۱۰۱</sup> ,  
 shoulder girdle<sup>۱۴۰</sup> ,  
 Sickle cell anaemia<sup>۳۹۰</sup> ,  
 Sigmoid colon<sup>۴۶۹</sup> ,  
 Simple columnar  
 epithelium<sup>۷۳</sup> ,  
 Simple cuboidal  
 epithelium<sup>۷۳</sup> ,  
 Simple epithelium<sup>۷۲</sup> ,  
 Simple squamous  
 epithelium<sup>۷۲</sup> ,  
 Sinoatrial Node (SA<sup>۳۷۰</sup> ,(  
 Skeletal muscle<sup>۸۷</sup> ,  
 Skeletal System<sup>۷</sup> ,  
 Skeleton<sup>۱۲۶, ۱۱۶</sup> ,  
 Skin<sup>۷</sup> ,  
 Skull<sup>۱۸</sup> ,  
 Sliding mechanism<sup>۱۷۵</sup> ,  
 Slow burning pain<sup>۲۷۱</sup> ,  
 Small intestine<sup>۴۶۰</sup> ,  
 Smooth ER<sup>۳۹</sup> ,  
 Smooth or Visceral  
 muscle<sup>۸۷</sup> ,(  
 Soft palate<sup>۱۳۳</sup> ,  
 Soleus<sup>۱۹۸</sup> ,  
 Somatic motor Nervous  
 System<sup>۲۵۱</sup> ,  
 Somatic Senory Neurons ,  
 ۲۵۰  
 Somatomedin<sup>۳۲۱</sup> ,  
 Somatostatin<sup>۳۱۱</sup> ,  
 Sour taste<sup>۲۷۶</sup> ,  
 Space sickness<sup>۳۰۳</sup> ,  
 Special senses<sup>۲۶۸</sup> ,  
 Specific defense systems ,  
 ۴۰۴  
 Specificity<sup>۳۱۵</sup> ,  
 Speech area<sup>۲۴۳</sup> ,  
 Sperm<sup>۵۴۸</sup> ,  
 Spermatoc cord<sup>۵۵۱</sup> ,  
 Spermatids<sup>۵۵۷</sup> ,  
 Spermatogenesis<sup>۵۵۵</sup> ,  
 Spermatogonium ;Pl :  
 Spermatogonia<sup>۵۵۶</sup> ,  
 Spermiogenesis<sup>۵۵۷</sup> ,  
 Sphegmomanometer<sup>۳۸۶</sup> ,  
 Spinal Cavity<sup>۲۰</sup> ,  
 Spinal cord<sup>۸۹</sup> ,  
 Spinal nerve<sup>۲۲۳</sup> ,  
 Spinal nerves<sup>۲۰۷</sup> ,  
 Spindle<sup>۴۲</sup> ,  
 Spine<sup>۱۲۶</sup> ,  
 Spiral lamina<sup>۲۹۳</sup> ,  
 Spirometer<sup>۴۴۳</sup> ,  
 Spongy (penile) urethra ,  
 ۵۵۲  
 Spongy Urethra<sup>۵۳۳</sup> ,  
 Staging area<sup>۲۴۴</sup> ,  
 Stapes<sup>۲۹۱</sup> ,  
 Starch<sup>۲۸</sup> ,  
 Static equilibrium<sup>۲۹۶</sup> ,  
 Static position<sup>۲۷۰</sup> ,  
 Stayloid processes<sup>۱۳۲</sup> ,  
 Stem cell ,<sup>۴۲۳, ۲۱۱, ۲۳</sup> ,  
 ۵۵۰  
 Stereoscopic Vision<sup>۲۹۰</sup> ,  
 Sternocleidomastoid<sup>۱۹۱</sup> ,  
 Sternum<sup>۱۱۷</sup> ,  
 Steroids<sup>۳۱</sup> ,  
 Sterols<sup>۴۸۹</sup> ,  
 Stomach<sup>۷</sup> ,  
 Strata<sup>۹۸</sup> ,  
 Stratified squamous  
 epithelium<sup>۷۳</sup> ,  
 Stress<sup>۲۳۳, ۱۵</sup> ,  
 Stretch reflex<sup>۲۱۹</sup> ,  
 Striated muscle<sup>۱۶۶, ۸۷</sup> ,  
 Stroke<sup>۲۶۱</sup> ,  
 Stroke volume(SV)<sup>۳۷۴</sup> ,  
 Stroma<sup>۸۲</sup> ,  
 Sub serous plexus<sup>۴۶۳</sup> ,  
 Subarachnoid space<sup>۲۲۵</sup> ,  
 Subclavian vein<sup>۳۹۹</sup> ,  
 Subcutaneous tissue<sup>۹۶</sup> ,  
 Sublingual glands<sup>۴۷۱</sup> ,  
 Submandibular glands ,  
 ۴۷۱  
 Submucosal nerveplexus ,  
 ۴۶۳  
 Substantia nigra<sup>۲۳۰</sup> ,  
 substrates<sup>۳۱</sup> ,  
 Subthalamic nuclei<sup>۲۳۸</sup> ,  
 Sucking reflex<sup>۵۰۸</sup> ,  
 Sulci<sup>۲۳۱</sup> ,  
 Sunscreens<sup>۱۱۲</sup> ,  
 Superior or cranial<sup>۱۶</sup> ,  
 Superior veina cavae<sup>۳۶۶</sup> ,  
 Suppressor T cells<sup>۴۲۱</sup> ,  
 Surfactant<sup>۴۳۹</sup> ,  
 Survival<sup>۸</sup> ,  
 Suspension<sup>۴۷۴</sup> ,  
 Sustentacular cell<sup>۲۷۶</sup> ,  
 Suture<sup>۱۲۷</sup> ,  
 Sweat glands<sup>۷۶</sup> ,  
 Sweet taste<sup>۲۷۶</sup> ,  
 Synapsis<sup>۶۴</sup> ,  
 Synaptic clef<sup>۱۷۳</sup> ,  
 Synaptic vesicles<sup>۱۷۴</sup> ,  
 Synarthrosis<sup>۱۴۹</sup> ,  
 Syndesmoses<sup>۱۵۰</sup> ,  
 Synergists<sup>۱۸۶</sup> ,  
 Synovial fluid<sup>۸۶</sup> ,  
 Synovial Joint<sup>۱۵۰</sup> ,

- Synovial Membranes<sup>۸۶</sup> ,  
 Systemic anatomy<sup>۳</sup> ,  
 Systemic Circulation<sup>۳۶۸</sup> ,  
 Systemic physiology<sup>۴</sup> ,  
 Systole<sup>۳۷۲</sup> ,
- T
- T lymphocytes<sup>۴۱۴</sup> ,  
 Tail<sup>۵۵۷</sup> ,  
 Talus<sup>۱۴۸</sup> ,  
 Tampon<sup>۵۶۳</sup> ,  
 Target cell<sup>۲۱۵</sup> ,  
 Target tissue<sup>۲۰۸</sup> ,  
 Tarsal<sup>۱۹</sup> ,  
 Tarsal bones<sup>۱۴۸</sup> ,  
 Taste buds<sup>۲۷۵</sup> ,  
 Taste cell<sup>۲۷۶</sup> ,  
 Taste hairs<sup>۲۷۶</sup> ,  
 Taste pore<sup>۲۷۶</sup> ,  
 Tattoo<sup>۱۱۵, ۱۰۱</sup> ,  
 Tectorial membrane<sup>۲۹۵</sup> ,  
 Telencephalon<sup>۲۲۴</sup> ,  
 Telomeres<sup>۶۷</sup> ,  
 Temporal Bone<sup>۱۲۷</sup> ,  
 Temporal lobe<sup>۲۳۷</sup> ,  
 Temporalis<sup>۱۸۸</sup> ,  
 Tendinitis<sup>۲۰۱</sup> ,  
 Tendons<sup>۲۹</sup> ,  
 Teniae coli<sup>۴۷۰</sup> ,  
 Terminal ganglia ,<sup>۲۶۶</sup> ,  
 ۳۰۷  
 Testes<sup>۵۴۸</sup> ,  
 Testosterone<sup>۳۲۲</sup> ,  
 Tetrad<sup>۶۴</sup> ,  
 tetraiodothyronine<sup>۳۲۵</sup> ,  
 The chills<sup>۴۱۰</sup> ,  
 Therapy<sup>۱۵</sup> ,  
 Thermogenesis<sup>۵۰۵</sup> ,  
 Thermolysis<sup>۵۰۶</sup> ,  
 Thermoreceptors  
 receptors<sup>۲۶۸</sup> ,  
 Thermostat<sup>۵۰۵, ۴۱۰</sup> ,  
 Thiamin<sup>۴۹۱</sup> ,  
 Thalamus<sup>۲۲۴</sup> ,  
 Thoracic<sup>۱۹</sup> ,  
 Thoracic Cage<sup>۱۳۸</sup> ,  
 Thoracic Cavity<sup>۲۰</sup> ,  
 Thoracic duct<sup>۳۹۹</sup> ,  
 Thoracic Nerve<sup>۲۵۳</sup> ,  
 Thoracic vertebrae ,<sup>۱۳۳</sup> ,  
 ۱۳۸, ۱۳۷  
 Thoracic Aorta<sup>۳۸۲</sup> ,  
 Threshold<sup>۱۷۷</sup> ,  
 Thrombin<sup>۳۶۰</sup> ,  
 Thrombocytes<sup>۳۴۹</sup> ,  
 Thrombokinase<sup>۳۵۹</sup> ,  
 Thromboplastin<sup>۳۵۹</sup> ,  
 Thrombus<sup>۳۶۰</sup> ,  
 Thromboxanes<sup>۳۵۸</sup> ,  
 Thymic factor<sup>۳۳۷</sup> ,  
 Thymic Humoral Factor  
 (THF)<sup>۳۳۷</sup> ,  
 Thymopietin<sup>۳۳۷</sup> ,  
 Thymosin<sup>۳۳۷</sup> ,  
 Thyroglobulin<sup>۳۴۸</sup> ,  
 Thyroid<sup>۱۹</sup> ,  
 Thyroid cartilage<sup>۴۳۵</sup> ,  
 Thyroid Stimulating  
 Hormone (TSH)<sup>۳۲۱</sup> ,  
 Thyroid Stimulating  
 Hormones<sup>۳۱۳</sup> ,  
 Thyrotropin Releasing  
 Hormone (TRH)<sup>۳۲۵</sup> ,  
 Thyroxin<sup>۳۲۵</sup> ,  
 Tibia<sup>۱۴۷</sup> ,  
 Tibia tuberosity<sup>۱۴۸</sup> ,  
 Tibial tuberosity<sup>۱۹۷</sup> ,  
 Tidal volume (TV)<sup>۴۴۲</sup> ,  
 Tigh<sup>۱۴۶</sup> ,  
 Tight junction<sup>۲۲۷</sup> ,  
 Tight junctions<sup>۳۶</sup> ,  
 Timine<sup>۳۳</sup> ,  
 Tinternal Carotide  
 Arteries<sup>۳۸۳</sup> ,  
 Tissue repair<sup>۹۰</sup> ,  
 Tocopherol<sup>۱۹۰</sup> ,  
 Tonsillitis<sup>۴۰۳</sup> ,  
 Tonsils<sup>۴۰۲</sup> ,  
 Total metabolic rate  
 (TMR)<sup>۵۰۳</sup> ,  
 Trabeculae<sup>۱۲۱</sup> ,  
 Trachea<sup>۱۹</sup> ,  
 Trachoma<sup>۳۰۰</sup> ,  
 Transcytosis<sup>۳۸۰</sup> ,  
 Transferrin<sup>۳۴۸</sup> ,  
 Transfusion<sup>۳۶۲</sup> ,  
 Transitional epithelium ,  
 ۵۳۲, ۷۴  
 Transport proteins<sup>۳۱۴</sup> ,  
 Transverse (T) tubules ,  
 ۱۷۰  
 Transverse colon<sup>۴۶۹</sup> ,  
 Tremor<sup>۲۶۰</sup> ,  
 Triceps brachii<sup>۱۹۴, ۱۸۵</sup> ,  
 Tricuspid valve<sup>۳۶۶</sup> ,  
 Triglycerides<sup>۳۱</sup> ,  
 Triiodothyronine<sup>۳۲۵</sup> ,  
 Trochanters<sup>۱۴۷</sup> ,  
 Trophoblast<sup>۵۷۵</sup> ,  
 Tropomyosin<sup>۱۶۸</sup> ,  
 Troponin<sup>۱۶۸</sup> ,  
 True rib<sup>۱۳۸</sup> ,  
 Trunk<sup>۱۹</sup> ,  
 Trypsin<sup>۴۸۲</sup> ,  
 Tubal ligation<sup>۵۸۵</sup> ,  
 Tube<sup>۷۶</sup> ,  
 Tubular gland<sup>۷۶</sup> ,  
 Tubular reabsorption<sup>۵۲۵</sup> ,  
 Tubular secretion<sup>۵۲۵</sup> ,

- Tubuloacinar<sup>۷۷</sup> ,  
 Tumor<sup>۹۲</sup> ,  
 Tunic<sup>۴۶۲</sup> ,  
 Tunica albuginea<sup>۵۴۹</sup> ,  
 U  
 Ulcers<sup>۴۸۰</sup> ,  
 Ulna<sup>۱۴۳</sup> ,  
 Ultrasonography<sup>۶</sup> ,  
 Umami<sup>۲۷۷</sup> ,  
 Umbilical Arteries<sup>۳۸۳</sup> ,  
 Umbilical cord<sup>۵۷۶</sup> ,  
 Umbilical Vein<sup>۳۸۳</sup> ,  
 Unipolar neurons<sup>۲۰۹</sup> ,  
 Universal donor<sup>۳۶۲</sup> ,  
 Universal Recipient<sup>۳۶۲</sup> ,  
 Unmyelinated<sup>۲۱۳</sup> ,  
 Upases<sup>۴۸۲</sup> ,  
 Upper limb<sup>۱۴۲</sup> ,  
 Uracil<sup>۳۳</sup> ,  
 Ureteral orifices<sup>۵۳۱</sup> ,  
 Ureteric Bud<sup>۴۰</sup> ,  
 Ureters<sup>۵۱۷</sup> ,  
 Urethra<sup>۵۱۷</sup> ,  
 Urethral and Vaginal  
 orifices<sup>۵۶۴</sup> ,  
 Urinary bladder<sup>۵۱۷</sup> ,  
 Urinary System<sup>۸</sup> ,  
 Urination<sup>۱۹۳</sup> ,  
 Urine<sup>۵۱۶</sup> ,  
 Urochrome<sup>۵۲۹</sup> ,  
 Uterine (Menstrual)  
 Cycle<sup>۵۶۸</sup> ,  
 Uterine tubes<sup>۵۶۰</sup> ,  
 Uterus<sup>۵۴۹</sup> ,  
 Utricle<sup>۲۹۷</sup> ,  
 Uvula<sup>۴۶۰</sup> ,  
 V  
 Vaccines<sup>۴۱۷</sup> ,  
 Vacuoles<sup>۳۸</sup> ,  
 Vagina<sup>۷۴</sup> ,  
 valve or Mitral Bicusid ,  
 ۳۶۶  
 Varicose veins<sup>۳۸۹</sup> ,  
 Vas deferens<sup>۷۳</sup> ,  
 Vasa rekta<sup>۵۲۴</sup> ,  
 Vascular Tissue<sup>۸۴</sup> ,  
 Vascular Tunic<sup>۲۸۰</sup> ,  
 Vasectomy<sup>۵۸۵</sup> ,  
 Vasoconstriction<sup>۳۵۸</sup> ,  
 Vasopressin<sup>۳۲۳</sup> ,  
 Vegetarian<sup>۵۲۹</sup> ,  
 Veins<sup>۳۷۵</sup> ,  
 Venous thrombosis<sup>۱۱۲</sup> ,  
 Ventral Cavity<sup>۲۰</sup> ,  
 Ventricles<sup>۲۲۳</sup> ,  
 Ventricular Systole<sup>۳۷۲</sup> ,  
 Venules<sup>۳۷۵</sup> ,  
 Vernix caseose<sup>۵۷۸</sup> ,  
 Vertebral arch<sup>۱۳۵</sup> ,  
 Vertebral arteries<sup>۲۲۶</sup> ,  
 Vertebral Arteries<sup>۳۸۲</sup> ,  
 Vertebral body<sup>۱۳۵</sup> ,  
 Vertebral Canal<sup>۲۰</sup> ,  
 Vertebral column , ۱۱۸ ,  
 ۱۲۶  
 Vertebral foramen<sup>۱۳۵</sup> ,  
 Vesicular follicle<sup>۵۶۷</sup> ,  
 Vesicular, or Graafian  
 follicle<sup>۵۵۹</sup> ,  
 Vestibule<sup>۲۹۲</sup> ,  
 Vibration<sup>۲۶۸</sup> ,  
 Viscera<sup>۲۰</sup> ,  
 Visceral pain<sup>۲۷۱</sup> ,  
 Visceral Peritoneum<sup>۲۱</sup> ,  
 Visceral Senory Neurons ,  
 ۲۵۰  
 Viscerial layer<sup>۳۶۴</sup> ,  
 Vision<sup>۲۷۷</sup> ,  
 Visual field<sup>۲۸۹</sup> ,  
 Visual reflexes<sup>۲۳۰</sup> ,  
 Vital capacity (VC)<sup>۴۴۲</sup> ,  
 Vital signs<sup>۳۸۵</sup> ,  
 Vitamins<sup>۴۸۷</sup> ,  
 Vitreous humor<sup>۲۸۳</sup> ,  
 Vocal folds or Vocal  
 cords<sup>۴۳۵</sup> ,  
 Voluntary control<sup>۸۷</sup> ,  
 Voluntary muscle<sup>۱۶۶</sup> ,  
 Vomer<sup>۱۲۹</sup> ,  
 Vomiting<sup>۵۰۹</sup> ,  
 Vstibular glands<sup>۵۶۴</sup> ,  
 Vulva<sup>۵۶۳</sup> ,  
 W  
 Warm receptors<sup>۲۶۹</sup> ,  
 Wart<sup>۱۱۱</sup> ,  
 Wernicke's area<sup>۲۴۳</sup> ,  
 White matter<sup>۲۱۵</sup> ,  
 Wisdom teeth<sup>۴۷۲</sup> ,  
 Withdrawal<sup>۲۲۰</sup> ,  
 wrist<sup>۱۴۴</sup> ,  
 X  
 Xerophthalmia<sup>۴۸۸</sup> ,  
 Xiphoid process<sup>۵۷۹</sup> , ۱۳۹ ,  
 Y  
 Yoga<sup>۲۵۹</sup> ,  
 Z  
 Zygomatic Bone<sup>۱۲۸</sup> ,  
 Zygomaticus<sup>۱۸۸</sup> ,  
 Zygote<sup>۵۴۹</sup> ,



---

---

## منابع و مآخذ

---

---

1. آرتور. سی. گایتون و جان. ای. هال (1384). **فزیولوژی پزشکی گایتون**. مترجمین بیگدلی، محمد رضا، برزنچه، احمد، انصاری، شاهین و دیگران. تهران. نشر طبیب. افضل پور، محمد اسماعیل، حامی، جواد و خزاعی، مجید. (1387).
2. **اناتومی انسان برای دانشجویان رشته تربیت بدنی**. تهران. نشر بامداد. اکبر زاده پاشا، حجت الله. (1385). **اناتومی و فزیولوژی پایه و کاربردی**. تهران. مرکز نشر پاشا.
3. ام. آر. ای. دین (1374). **اناتومی و فزیولوژی پایه**. ترجمه طهماسب پور، حمید رضا و زعیم، کهن مسیب. تهران. مرکز نشر اشارت.
4. بهاء، سید عبدالقادر. (1367). **اناتومی**. پشاور. کتابفروشی کابل.
5. پل وایس و ریچارد کوف. (1375). **دانش زیست شناسی**. مترجمین علمی غروی، حمیده و دانشفر، حسین. تهران. انتشارات سوره.
6. طاهریان، عباسعلی و الداغی، محمد رضا. (1385). **اناتومی و فزیولوژی برای پرستاران و پیراپزشکان**. تهران. نشر و طبع بشری.
7. نبی زاده، محمد نبی. (1388). **هستولوژی**. کابل. وزارت تحصیلات عالی. صفحه های 163، 165.
8. نورانی، مهدی. (1383). **کالبد شناسی و فزیولوژی برای پرستاران**. تهران. انتشارات چهر.
9. هیئت مؤلفان. (1380). **زیست شناسی عمومی**. تهران. مرکز نشر دانشگاهی.

11. Anne, Waugh, & Alison, Grant. 2008. **Anatomy and Physiology in Health and Illness**. 10<sup>Th</sup>ed. London. Churchill Livingstone Elsevier Publisher.
12. Arthur, C., Gyton, & John, E. Hall. 2008 **Text book of Medical Physiology**. 11<sup>Th</sup>ed. New Delhi. Published by Elsevier.
13. Elaine, N., Mariab. 2007. **Essentials of Human Anatomy and Physiology**. 8<sup>Th</sup>ed. New Delhi. Pearson Education Inc. & Dorling Kindersaley Publishing Inc
14. Gerard, J., Tortora, & Bryan, Derrickson. 2006. **Principles of Anatomy & Physiology**. 11<sup>Th</sup>ed. USA. John wiley & Sons Inc.
15. Hickman, et al. 2004. **Integrated principles of Zoology**. 12<sup>Th</sup>ed. New York. Mc Graw hill, Higher education..
16. Inderbir, Singh. 2007. **Textbook of Human Histology**. 5<sup>Th</sup>ed. New Delhi. Medical Publishers (P) LT.
17. Krishna, Garg, Indira Bahl, & Mohini, Kaul. 2009. **Text Book of Histology**. 4<sup>Th</sup>ed. New Delhi.CBS Publishers & Distributors
18. Nail, A., Campbell, & Jane, B., Reece. 2002. **Biology**. 6<sup>Th</sup>ed. Pearson Education Inc. p 227.
19. Ricki, Levis. 1998. **Life**. 3rded. Boston. WCB/Mc Graw - Hill companies Inc.
20. Rood, R., Seeley, Trent, D., Stephens, & Philip, Tate. 2002. **Essentials of Anatomy and Physiology**. 4<sup>Th</sup>ed. New York. Mc Graw hill, companies Inc.

## زنده گی نامه

پوهنوال محمد طاهر نسیمی فرزند محمد نسیم در جدی 1330 شمسی در شهر مزار شریف متولد شده تعلیمات ابتدایی خود را در مکتب سلطان غیاث الدین (1345 شمسی) و تعلیمات متوسط و ثانوی خود را در لیسه باختر (1351 شمسی) شهر مزار شریف و



تحصیلات عالی اش را در بخش کیمیا و بیولوژی پوهنځي تعلیم و تربیه پوهنتون کابل (1355 شمسی) به پایان رسانیده در همان سال به حیث استاد در موسسه عالی تربیه معلم بلخ مقرر شده، در سال 1367 شمسی با رتبه علمی پوهیالی وارد کدر علمی پوهنځي تعلیم و تربیه پوهنتون بلخ گردید. موصوف علاوه بر تدریس، سالهای زیادی منحیث آمر دیپارتمنت بیولوژی پوهنځي تعلیم و تربیه پوهنتون بلخ اجرای وظیفه می نماید.

پوهنوال محمد طاهر نسیمی، در کنفرانسها و سیمینارهای متعدد میتودیک و اکمال تخصص اشتراک ورزیده اند. موصوف مقاله ها و رساله های تحقیقی روی مسایل روز بیولوژی نگاشته که در مجله های علمی معتبر داخل کشور به چاپ رسیده اند.

## **Human Anatomy and Physiology**

*Author: Assistant professor, Mohammad Taher nasimi*

### **Abstract**

Human Anatomy and Physiology is the study of the structure & function of the human body.

Anatomy and physiology are always related. The parts of our body form a well-organized units, and each of these parts has a job to do make the body operate as a whole. The first edition of Human Anatomy and Physiology are presented, including basic chemistry, cell, tissue, Organ studies, and an overview of all the body systems.

This book has been prepared keeping in the New Syllabus for Classes III & IV of the Faculty of Eduducation, Balkh University and introduce students pursuing career in the allied health fields to the structure and function of the human body.

### **SOME KEY FEATHERES OF THIS BOOK ARE:**

- Detailed study of all the body systems
- Developmental aspect of systems
- Homeostasis color Figures
- Systems disorders
- Chapter summary
- Learning questions (Self Assessment after each chapter is given for thorough practice)
- Systems in sync(Homeostatic Relationships between systems)



## **Publishing of textbooks and support of medical colleges in Afghanistan**

**Honorable lecturers and dear students,**

The lack of quality text books in the universities of Afghanistan is a serious issue, which is repeatedly challenging the students and teachers alike. To tackle this issue we have initiated the process of providing textbooks to the students of medicine. In the past two years we have successfully published and delivered copies of 60 different books to the medical colleges across the country.

The Afghan National Higher Education Strategy (2010-1014) states:

*“Funds will be made ensured to encourage the writing and publication of text books in Dari and Pashto, especially in priority areas, to improve the quality of teaching and learning and give students access to state-of-the-art information. In the meantime, translation of English language textbooks and journals into Dari and Pashto is a major challenge for curriculum reform. Without this, it would not be possible for university students and faculty to acquire updated and accurate knowledge”*

The medical colleges' students and lecturers in Afghanistan are facing multiple challenges. The out-dated method of lecture and no accessibility to update and new teaching materials are main problems. The students have easy access to low quality and cheap study materials (copied notes & papers), hence the Afghan students are deprived of modern knowledge and developments in their respective subjects. It is vital to compose and print the books that have been written by lecturers. Taking the critical situation of this war torn country into consideration, we need desperately capable and professional medical experts. Those, who can contribute in improving standard of medical education and public health throughout Afghanistan, thus enough attention, should be given to the medical colleges.

For this reason, we have published 60 different medical textbooks from Nangarhar, Khost, Kandahar, Herat, Balkh & Kabul medical colleges. Currently we are working on to publish 60 more different medical textbooks, a sample of which is in your hand. It is to mention that all these books have been distributed among the medical colleges of the country free of cost.

As requested by the Ministry of Higher Education, the Afghan universities, lecturers & students they want to extend this project to non-medical subjects like (Science, Engineering, Agriculture, Economics & Literature) and it is reminded that we will publish textbooks for different colleges of the country which are in need.

As stated that publishing medical textbooks is part of our program, we would like to focus on some other activities as following:

### **1. Publishing Medical Textbooks**

This book in your hand is a sample of printed textbook. We would like to continue this project and to end the method of manual notes and papers and publish each year 100 different textbooks for Afghan Higher Education Institutions.

### **2. Interactive and Multimedia Teaching**

In the beginning of 2010, we were able to allocate multimedia projectors in the medical colleges of Balkh, Herat, Nangarhar, Khost & Kandahar. To improve learning environment the classrooms, conference rooms & laboratories should also be equipped with multimedia projectors.

### **3. Situational Analysis and Needs Assessment**

A comprehensive need assessment and situation analysis is needed of the colleges to find out and evaluate the problems and future challenges. This would facilitate making a better academic environment and it would be a useful guide for administration and other developing projects.

#### 4. College Libraries

New updated and standard textbooks in English language, journals and related materials for all important subjects based on international standards should be made available in the libraries of the colleges.

#### 5. Laboratories

Each medical college should have well-equipped, well managed and fully functional laboratories for different fields.

#### 6. Teaching Hospitals (University Hospitals)

Each medical college should have its own teaching hospital (University Hospital) or opportunities should be provided for medical students in other hospitals for practical sessions.

#### 7. Strategic Plan

It would be very nice if each medical college has its own strategic plan according to the strategic plan of their related universities.

**I would like to ask all the lecturers to write new textbooks, translate or revise their lecture notes or written books and share them with us for publication. We assure them quality composition, printing and free of cost distribution to the medical colleges. I would like the students to encourage and assist their lecturers in this regard. We welcome any recommendations and suggestions for improvement.**

We are very thankful to the German Federal Foreign Office; German Academic Exchange Service (DAAD) for providing funds for 90 different medical textbooks and the printing process for 50 of them are ongoing. I am also thankful to Dr. Salmaj Turial from J. Gutenberg University Mainz/Germany, Dieter Hampel member of Afghanic/Germany and Afghanic organization for their support in administrative & technical affairs.

I am especially grateful to GIZ (German Society for International Cooperation) and CIM (Centre for International Migration & Development) for providing working opportunities during the past two years in Afghanistan.

In Afghanistan, I would like cordially to thank His Excellency the Minister of Higher Education, Prof. Dr. Obaidullah Obaid, Academic Deputy Minister Prof. Mohammad Osman Babury and Deputy Minister for Administrative & Financial Affairs Associate Prof. Dr. Gul Hassan Walizai, the universities' chancellors and deans of the medical colleges for their cooperation and support for this project. I am also thankful to all those lecturers that encouraged us and gave all these books to be published.

At the end I appreciate the efforts of my colleagues Dr. M. Yousuf Mubarak, Abdul Munir Rahmanzai, Ahmad Fahim Habibi, Subhanullah and Hematullah in publishing books.

Dr Yahya Wardak

CIM-Expert at the Ministry of Higher Education, November, 2012

Karte 4, Kabul, Afghanistan

Office: 0756014640

Email: [textbooks@afghanic.org](mailto:textbooks@afghanic.org)

[wardak@afghanic.org](mailto:wardak@afghanic.org)



## **Message from the Ministry of Higher Education**

In the history, book has played a very important role in gaining knowledge and Science and it is the fundamental unit of educational curriculum which can also play an effective role in improving the quality of Higher Education. Therefore, keeping in mind the needs of the society and based on educational standards and new learning materials, new textbooks should be published for the students.

I appreciate the efforts of the lecturers of Higher Education institutions and I am very thankful to them who have worked for many years, and have written or translated textbooks. I also warmly welcome more lecturers to prepare textbooks in their respective fields. So, that they should be published and distributed among the students to take full advantage of them.

The Ministry of Higher Education has the responsibility to make available new and updated learning materials in order to better educate our students.

At the end, I am very grateful to the German Federal Foreign Office, the German Academic Exchange Service (DAAD) and all those institutions and its people who have provided opportunities for publishing medical textbooks. I am hopeful that this project should be continued and publish textbooks in other subjects too.

Sincerely,  
Prof. Dr. Obaidullah Obaid  
Minister of Higher Education  
Kabul 2012

Book Name	Human Anatomy and Physiology (Vol – 2)
Author	Mohammad Taher Nasimi
Publisher	Balkh Medical Faculty
Website	www.ba.edu.af
No of Copies	1000
Published	2012
Download	www.ecampus-afghanistan.org
Printed at	Afghanistan Times printing press

This Publication was financed by the German Academic Exchange Service (**DAAD**) with funds from the German Federal Foreign Office.

Administrative and Technical support by Afghanic organization.

The contents and textual structure of this book have been developed by concerning author and relevant faculty and being responsible for it. Funding and supporting agencies are not holding any responsibilities.

If you want to publish your text books please contact us:  
Dr. Yahya Wardak, MoHE, Kabul, Afghanistan  
Office 0756014640  
Email wardak@afghanic.org

ISBN 978849280827-4

All rights are reserved with the author

Printed in Afghanistan 2012



Balkh Medical Faculty

AFGHANIC

M. Taher Nasimi

# Human Anatomy & Physiology (Vol. 2)

**DAAD** Deutscher Akademischer Austausch Dienst  
German Academic Exchange Service



2012

This document was created with Win2PDF available at <http://www.win2pdf.com>.  
The unregistered version of Win2PDF is for evaluation or non-commercial use only.  
This page will not be added after purchasing Win2PDF.



**Get more e-books from [www.ketabton.com](http://www.ketabton.com)  
Ketabton.com: The Digital Library**