

فصل دوم

گوارش و جذب مواد

فصل ۲ گوارش و جذب مواد

غذا خوردن آن‌هم از نوع Fast Food یکی از لذت‌های زندگی است؛ اما فراتر از آن، غذایی که می‌خوریم، درگذر از دستگاه گوارش به شکلی درمی‌آید که می‌تواند مواد و انرژی لازم برای سالم ماندن، درست عمل کردن و رشد و نمو یاخته‌های بدن را فراهم کند. البته غذای نامناسب و یا اضافه بر نیاز، مشکلاتی را برای بدن ایجاد می‌کند.

برخی افراد با این‌که غذای کافی و گوناگون می‌خورند، دچار کمبود مواد مغذی هستند.

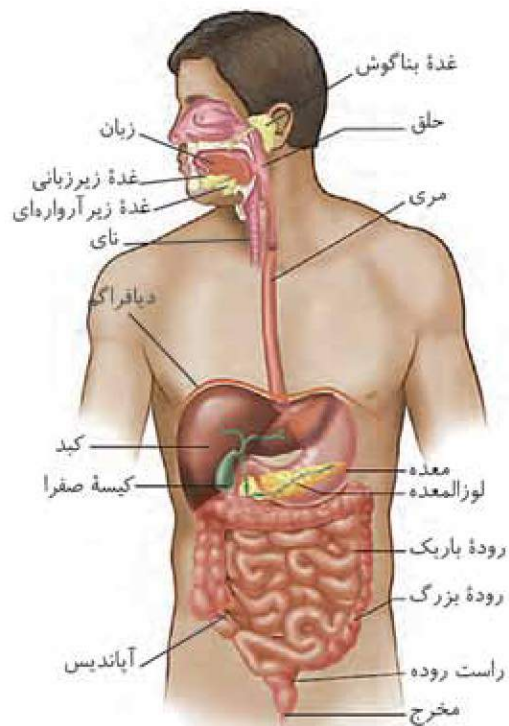
گفتار ۱: ساختار و عملکرد لوله گوارش

موقعیت اندام‌های دستگاه گوارش



دستگاه گوارش از لوله گوارش و اندام‌های مرتبط با آن یعنی غدد بزاقی، پانکراس (لوزالمعده)، کبد و کیسه صفرا تشکیل شده است.

از بین اندام‌های مرتبط به لوله گوارش، غدد بزاقی در بالای دیافراگم و خارج از حفره شکمی و سایر بخش‌ها در زیر دیافراگم و درون حفره شکمی قرار دارند.



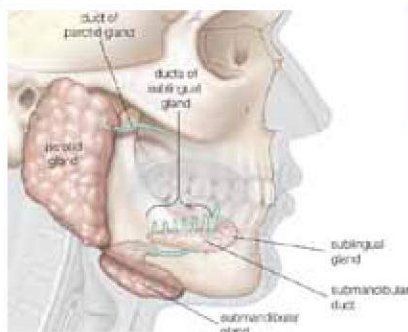
لوله گوارش، لوله پیوسته‌ای است که از دهان تا مخرج ادامه دارد و شامل:

✓ دهان ← حلق ← مری ← معده ← روده باریک ← روده بزرگ (به ترتیب روده کور، کولون بالارو، کولون افقی و کولون پایین‌رو) ← راست‌روده ← مخرج.

آقا این شکل روبه‌رو خیلی مهمه و شما باید آناتومی اندام‌های دستگاه گوارش رو خیلی بلد باشید! پس بریم به ترتیب از همون ابتدا شروع کنیم ...

حفره دهان: بخش ابتدایی دستگاه گوارش است و از پشت لب‌ها شروع و تا ورودی حلق ادامه دارد. سقف حفره دهان دو بخش دارد؛ یک بخش ابتدایی که سخت و استخوانی است و یک بخش انتهایی که غیراستخوانی است و زبان کوچک به آن اتصال دارد.

غدد بزاقی، دندان‌ها و زبان درون دهان قرار دارند. زبان ماهیچه اسکلتی دارد و در عمل جویدن، تکلم، بلعیدن غذا و چشایی دخالت دارد. ماهیچه اسکلتی زبان از یک انتهای خود به استخوان متصل است.



در دهان و برجستگی‌های زبان جوانه‌های چشایی و درون این جوانه‌ها گیرنده‌های چشایی قرار گرفته‌اند.

غدد بزاقی: غدد بزاقی به دو دسته غدد بزرگ و کوچک تقسیم‌بندی می‌شوند که در کتاب درسی فقط در مورد غدد بزرگ بحث شده است. ۳ جفت غده بزاقی بزرگ وجود دارد که همگی بزاق تولید شده را به درون دهان تخلیه می‌کنند.

۱ **غدد بناگوشی:** بزرگ‌ترین، بالاترین و عقبی‌ترین غده بزاقی بزرگ است. ترشحات هر

غده بناگوشی توسط مجرای بلند که از روی ماهیچه جونده عبور می‌کند، در نزدیکی دندان‌های فک بالا به دهان تخلیه می‌شود.

۲ غده زیربانی: نسبت به سایر غدد بزاقی بزرگ در سطح جلوتری است و در زیر زبان قرار می‌گیرد. بزاق تولیدی این غده توسط تعداد زیادی مجرای کوچک در نزدیکی دندان‌های جلویی فک پایین به دهان تخلیه می‌شود.

۳ غده زیر آرواره‌ای: در سطح عقب‌تری از غده زیربانی و پایین‌تر از غده بناگوشی و زیربانی است. ترشحات بزاقی آن توسط مجرای بلند که تا سطح جلویی دهان امتداد دارد، در نزدیکی دندان‌های جلویی فک پایین به دهان تخلیه می‌شود.

 پایین‌ترین غده بزاقی بزرگ است؛ بنابراین به حنجره، اپی‌گلوت و غدد تیروئید و پاراتیروئید نسبت به سایر غدد بزاقی بزرگ، نزدیک‌تر است.

حلق: به چهارراه تشبیه می‌شود. حلق از جلو با دهان، از بالا با بینی، از پایین با نای و مری ارتباط دارد. حلق مسیر عبور هوا و مواد غذایی است. **مری:** مجرای است که حلق را به معده مرتبط می‌کند. مری از ناحیه گردن شروع و تا حفره شکمی ادامه دارد. مری در بیشتر طول به شکل عمودی و در خط وسط بدن قرار گرفته است ولی در هنگام وارد شدن به حفره شکمی به سمت چپ متمایل می‌شود. مری در سطح جلویی خود با نای و قلب، در سطح پشتی با ستون مهره و سرخرگ آئورت و در طرفین خود با شش‌ها مجاورت دارد.

 مری برای وارد شدن به حفره شکمی، دیافراگم را سوراخ می‌کند.

 مری در سطح پشتی بخش کوچک‌تر کبد به معده متصل می‌شود.

معده: عریض‌ترین بخش لوله گوارش است که بیشتر آن در سمت چپ و بخش کمی از آن در سمت راست بدن قرار می‌گیرد. بخشی از معده که به مری اتصال دارد، در سطح پشتی کبد قرار می‌گیرد. معده با اندام‌های طحال، لوزالمعده، غده فوق کلیه سمت چپ و کولون افقی مجاورت دارد.

روده باریک: بخش طویل لوله گوارش است. بخش ابتدایی آن C شکل و دوازده نام دارد. این بخش ابتدایی بخش پهن‌تر لوزالمعده را به طور کامل احاطه می‌کند. بیشتر طول روده باریک در زیر کولون افقی قرار می‌گیرد.

روده بزرگ: ابتدای روده بزرگ، روده کور نام دارد و به آپاندیس ختم می‌شود. روده بزرگ در ادامه دارای بخش‌هایی به نام کولون بالارو (در سمت راست بدن)، کولون افقی (از سمت راست به چپ کشیده می‌شود) و کولون پایین‌رو (در سمت چپ بدن) است.

 بخش انتهایی روده بزرگ به راست‌روده ختم می‌شود.

راست‌روده: بخش انتهایی لوله گوارش است و در خط وسط بدن قرار دارد. راست‌روده به مخرج منتهی می‌شود. راست‌روده در بخش انتهایی خود دو بنداره به نام‌های بنداره داخلی و خارج مخرج دارد.

پانکراس (لوزالمعده): غده‌ای در زیر و موازی با معده و بالای کولون افقی است. بخش بیشتر لوزالمعده در سمت چپ بدن قرار دارد. بخش پهن‌تر این غده در مجاورت با خمیدگی بخش ابتدایی روده باریک (دوازدهه) قرار دارد.

کبد: بزرگ‌ترین غده بدن است. کبد هم در سمت راست بدن و هم در سمت چپ بدن دیده می‌شود با این تفاوت که بیشتر در سمت راست قرار دارد. شکل و موقعیت کبد باعث می‌شود که:

✓ کلیه سمت راست از کلیه سمت چپ پایین‌تر باشد.

✓ نیمه راست دیافراگم از نیمه چپ آن بالاتر باشد. این یعنی فاصله دیافراگم تا کولون بالارو بیشتر از فاصله دیافراگم تا کولون پایین‌رو است.

✓ نیمه راست کولون افقی از نیمه چپ آن پایین‌تر باشد.

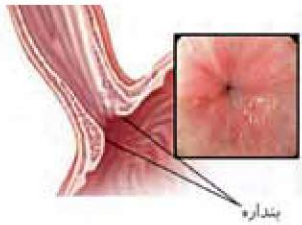
کیسه صفرا: در سمت راست بدن و در زیر و پشت کبد قرار دارد. مجرای صفرا پس از عبور از پشت دوازدهه به یکی از مجاری لوزالمعده می‌پیوندد و در سمت راست بدن به سمت چپ دوازدهه می‌ریزد. طبق شکل، دوازدهه در سمت چپ با پانکراس، در عقب با مجرای صفرا و در سمت و بالا با کیسه صفرا و کبد مجاورت دارد.

آپاندیس: در سطح بالاتری از راست‌روده و بنداره‌های داخلی و خارجی مخرج قرار دارد.

بنداره‌های لوله گوارش



در قسمت‌های مختلف از لوله گوارش ماهیچه‌های حلقوی به نام اسفنکتر (بنداره) وجود دارد. بنداره‌ها در تنظیم عبور مواد نقش دارند.



در لوله گوارش بنداره‌های زیر وجود دارند:

- ۱ **بنداره انتهایی مری:** این بنداره در سمت چپ بدن و پشت کبد و بین مری و معده قرار می‌گیرد.
- ۲ **بنداره پیلور:** در سمت راست بدن و بین معده و دوازدهه قرار دارد.
- ۳ **بنداره‌های داخلی و خارجی مخرج:** در بخش انتهایی راست‌روده است.

- از بین بنداره‌های بالا، فقط بنداره خارجی مخرج از نوع ماهیچه اسکلتی است، سایر بنداره‌ها از نوع ماهیچه صاف هستند.
- بنداره‌های داخلی و خارجی مخرج در حفره لگنی قرار دارند نه حفره شکمی!
- بنداره انتهایی مری نزدیک‌ترین بنداره به دیافراگم است.

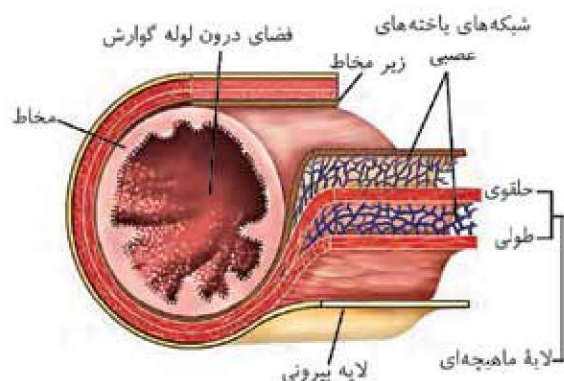
در دیواره مویرگ‌ها لایه ماهیچه‌ای نیست ولی در ابتدای بعضی از آن‌ها حلقه‌ای ماهیچه‌ای هست که میزان جریان خون در آن‌ها را تنظیم می‌کند و به آن بنداره مویرگی گویند (فصل ۴ دهم).

در محل اتصال مثانه به میزراه، بنداره قرار دارد که به هنگام ورود ادرار باز می‌شود. این بنداره که بنداره داخلی میزراه نام دارد، از نوع ماهیچه صاف و غیرارادی است. بعد از این بنداره، بنداره دیگری به نام بنداره خارجی میزراه وجود دارد که از نوع ماهیچه مخطط و ارادی است (فصل ۵ دهم).

ساختار لوله گوارش



دیواره بخش‌های مختلف لوله گوارش، ساختار **تقریباً** مشابهی دارند. این لوله از خارج به داخل، چهار لایه دارد: لایه بیرونی، ماهیچه‌ای، زیرمخاطی و مخاطی، هر لایه، از انواع بافت‌ها تشکیل شده است.



در همه لایه‌های دیواره لوله گوارش بافت پیوندی سست وجود دارد.

بافت پیوندی سست دارای ماده زمینه‌ای شفاف، بی‌رنگ و چسبنده است که در آن مخلوطی از انواع مولکول‌های درشت مانند گلیکوپروتئین وجود دارد. این بافت معمولاً بافت پوششی را پشتیبانی می‌کند. بافت پیوندی سست نسبت به بافت پیوندی متراکم، دارای رشته‌های کلاژن کمتر و کشسان بیشتر است. در بافت پیوندی سست انواعی از یاخته‌ها وجود دارند که می‌توانند دارای زوائد سیتوپلاسمی و هسته مرکزی باشند (فصل ۱ دهم).

۱ **لایه بیرونی: بخشی** از صفاق است. صفاق پرده‌ای است که اندام‌های درون شکم را از خارج به هم وصل می‌کند.



صفاق فقط اندام‌های دستگاه گوارش را به یکدیگر متصل نمی‌کند، طبق متن کتاب درسی، صفاق باعث اتصال اندام‌های درون شکم به یکدیگر می‌شوند. حالا این اندام‌ها می‌توانند مربوط به دستگاه گوارش باشند و یا نباشند!

بخش‌هایی از لوله گوارش که در بالای دیافراگم هستند (دهان، حلق و بخش عمده مری)، توسط صفاق پوشیده نمی‌شود.

شکل مقابل بخشی از صفاق مربوط به روده‌ها را نشان می‌دهد. بخش‌های قطورتر روده بزرگ هستند و بخشی از روده باریک در پشت کولون افقی قرار دارد.

انشعابات رگ خونی درون صفاق در سمت روده باریک خیلی بیشتر از انشعابات سمت روده بزرگ است.

۲ **لایه ماهیچه‌ای:** در دهان، حلق و ابتدای مری و بنداره خارجی مخرج از نوع مخطط است. این لایه در بخش‌های دیگر لوله گوارش شامل یاخته‌های ماهیچه‌ای صاف است که به شکل حلقوی و طولی سازمان یافته‌اند. لایه ماهیچه‌ای در دیواره معده علاوه بر ماهیچه‌های طولی و حلقوی، یک لایه ماهیچه‌ای مورب نیز دارد.

دقت کنید که در دهان، حلق، ابتدای مری و بنداره خارجی در لایه ماهیچه‌ای خود ماهیچه صاف ندارند!

۳ لایه زیر مخاط (لایه زیرمخاطی): این لایه موجب می‌شود مخاط، روی لایه ماهیچه‌ای بچسبد و به راحتی روی آن بلغزد یا چین بخورد. در لایه ماهیچه‌ای و زیر مخاط از مری تا مخرج، شبکه‌ای از یاخته‌های عصبی وجود دارد که تحرک (شبکه عصبی درون لایه ماهیچه‌ای) و ترشح (شبکه عصبی درون لایه زیر مخاط) را در لوله گوارش تنظیم می‌کنند.

در روده باریک ماهیچه حلقوی در دو سمت خود شبکه عصبی دارد.

۴ لایه مخاط (لایه مخاطی): یاخته‌های بافت پوششی لایه مخاط در بخش‌های مختلف لوله گوارش، کارهای متفاوتی مثل جذب و ترشح را انجام می‌دهند. به‌طور مثال یاخته‌های پوششی مخاط دهان، معده و روده باریک جذب را انجام می‌دهند.

یاخته‌های پوششی لایه مخاط دیواره لوله گوارش می‌توانند مواد زیر را ترشح کنند:

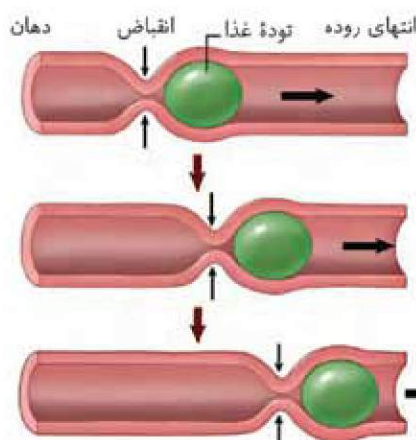
۱- موسین ۲- آنزیم ۳- هورمون ۴- بیکربنات

یاخته‌های پوششی لایه مخاط مواد ترش‌خی خود را می‌توانند به درون خون و یا بیرون از خون وارد کنند.

حرکات لوله گوارش



انقباض ماهیچه‌های دیواره لوله گوارش، حرکات منظمی را در آن به وجود می‌آورد. لوله گوارش، دو حرکت کرمی و قطعه‌قطعه‌کننده دارد.



۱ حرکات کرمی: ورود غذا به لوله گوارش را گشاد و یاخته‌های عصبی دیواره لوله را تحریک می‌کند. یاخته‌های عصبی، ماهیچه‌های دیواره را به انقباض وادار می‌کنند. در نتیجه، یک حلقه انقباضی در لوله ظاهر می‌شود که از دهان به سمت مخرج حرکت می‌کند و غذا را در طول لوله می‌راند.

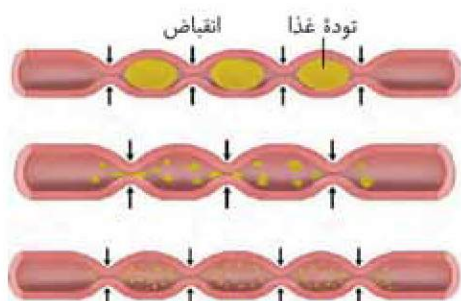
Time Line حرکات کرمی: ورود غذا به لوله گوارش → اتساع و کشیده شدن دیواره لوله در محل ورود غذا → تحریک یاخته‌های عصبی دیواره → وادار کردن ماهیچه‌های دیواره به انقباض توسط یاخته‌های عصبی حرکتی → ایجاد یک حلقه انقباضی → حرکت حلقه انقباضی از دهان به سمت مخرج → به جلو رفتن لقمه غذایی در طول لوله گوارش!

حرکات کرمی نقش مخلوط‌کنندگی نیز دارند؛ به ویژه وقتی که حرکت رو به جلوی محتویات لوله با برخورد به یک بنداره، متوقف شود؛ مثل وقتی که محتویات معده به پیلور برخورد می‌کنند. پیلور بنداره بین معده و روده باریک است. در این حالت، حرکات کرمی فقط می‌توانند محتویات لوله را مخلوط کنند.

حرکات کرمی همواره نقش مخلوط‌کنندگی و جلوبرندگی دارد ولی در زمان‌هایی نقش جلوبرندگی مواد می‌تواند وجود نداشته باشد! حرکات کرمی در زمان برخورد به هر بنداره لزوماً متوقف نمی‌شود؛ مثلاً در زمان برخورد حرکت کرمی به بنداره انتهایی مری، این بنداره از حالت انقباض خارج و باز می‌شود؛ در نتیجه محتویات درون مری به معده وارد می‌شوند.

دقت کنید که حرکات کرمی در زمان برخورد به بنداره متوقف نمی‌شوند بلکه تنها نقش به جلوبرندگی مواد در آن‌ها می‌تواند متوقف شود!

حرکت کرمی دیواره میزانی که نتیجه انقباضات ماهیچه صاف دیواره آن است، ادرار را به پیش می‌راند (فصل ۵ دهم).



۲ حرکات قطعه‌قطعه‌کننده: در این حرکت بخش‌هایی از لوله به صورت یک در میان منقبض می‌شوند. سپس این بخش‌ها از حالت انقباض خارج و بخش‌های دیگر منقبض می‌شوند. تداوم این حرکات در لوله گوارش موجب می‌شود محتویات لوله، ریزتر و بیشتر با شیرم‌های گوارشی مخلوط شوند.

مقایسه حرکات کرمی و قطعه‌قطعه‌کننده:

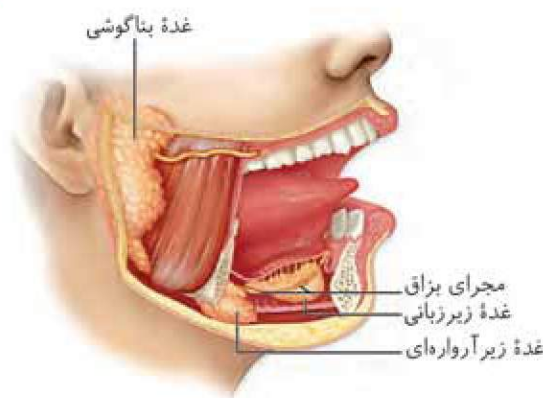
تعداد جهات حرکت غذا	تعداد حلقه‌های انقباضی	مکان حلقه انقباضی	جهت حرکت حلقه انقباضی	جلوبرندگی مواد
کرمی	۱ جهت	ثابت	تغییر می‌کند	هم‌جهت با حرکت غذا دارد
قطعه‌قطعه‌کننده	۲ جهت	متغیر است	تغییر می‌کند	می‌تواند با جهت حرکت غذا متفاوت باشد دارد

گوارش غذا در دهان

دستگاه گوارش طی فرایند گوارش مکانیکی، غذا را آسیاب می‌کند و با فرایند گوارش شیمیایی، مولکول‌های بزرگ را به مولکول‌های کوچک تبدیل می‌کند.

گوارش شیمیایی می‌تواند در حضور آنزیم گوارشی و یا بدون حضور آن‌ها انجام شود. مثلاً در معده اسیدکلریدریک در گوارش شیمیایی مواد نقش دارد.

دقت کنید که همه آنزیم‌های ترشحی از دستگاه گوارش، آنزیم گوارشی نیستند، مانند لیزوزیم.



با ورود غذا به دهان، جویدن غذا و گوارش مکانیکی آن آغاز می‌شود. آسیاب‌شدن غذا به ذره‌های بسیار کوچک برای فعالیت بهتر آنزیم‌های گوارشی و اثر بزاق بر آن لازم است. سه جفت غده بزاقی بزرگ و غده‌های بزاقی کوچک، بزاق ترشح می‌کنند.

غده بناگوشی خارج از فک قرار دارند ولی غدد زیربانی و زیر آرواره‌ای در سطح داخلی استخوان فک قرار دارند.

مجرای غده بناگوشی در لایه‌های ماهیچه‌ای، زیرمخاط و مخاط دیواره لوله گوارش را سوراخ می‌کند.

بزاق، ترکیبی از مواد معدنی و آلی است:

۱ مواد معدنی شامل آب و یون‌ها می‌شود.

۲ مواد آلی شامل انواعی از آنزیم‌ها و موسین است. آنزیم‌های درون بزاق به دو دسته گوارشی (آمیلاز) و غیر گوارشی (لیزوزیم) تقسیم‌بندی می‌شوند. آمیلاز بزاق به گوارش نشاسته کمک می‌کند. لیزوزیم، آنزیمی است که در از بین بردن باکتری‌های درون دهان نقش دارد. موسین، گلیکوپروتئینی است که آب فراوانی جذب و ماده مخاطی ایجاد می‌کند. ماده مخاطی دیواره لوله گوارش را از خراشیدگی حاصل از تماس غذا یا آسیب شیمیایی (بر اثر اسید یا آنزیم) حفظ می‌کند و ذره‌های غذایی را به هم می‌چسباند و آن‌ها را به توده لغزنده‌ای تبدیل می‌کند.

یاخته‌های ترشح‌کننده موسین در سراسر لوله گوارش، خارج از لوله گوارش (در غدد بزاقی) و خارج از دستگاه گوارش (مثلاً دستگاه تنفسی) قرار دارند.

در آزمایش پاولوف می‌بینیم که در صورت شرطی شدن فرد، ترشح بزاق می‌تواند تحت تأثیر محرک شرطی قرار بگیرد. (فصل ۸ دوازدهم)

انتقال HIV از طریق ترشحات بینی، بزاق، خلط، عرق و اشک یا از طریق ادرار و مدفوع ثابت نشده است. (فصل ۵ یازدهم)

مرکز تنظیم ترشح بزاق در پل مغزی قرار دارد (فصل ۱ یازدهم).

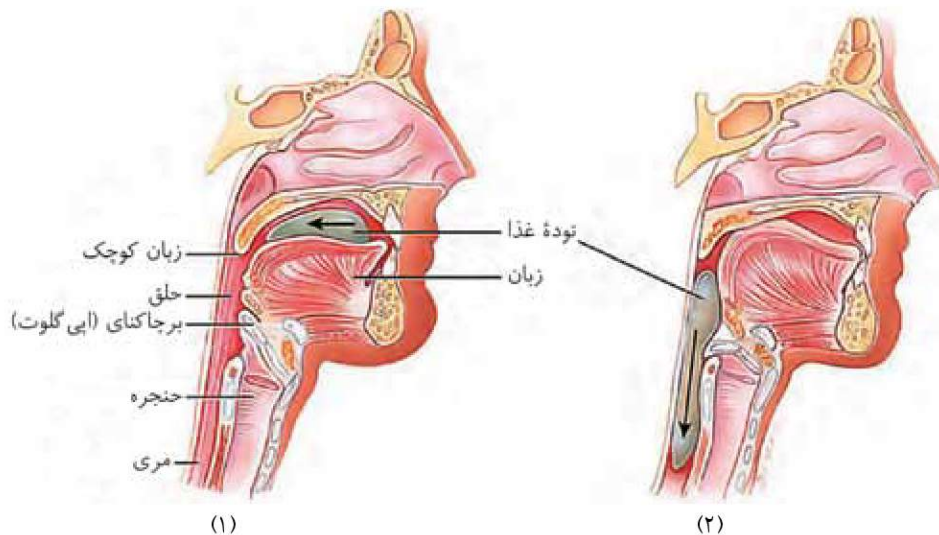
بلع غذا



بلع فرایندی است که به‌طور ارادی شروع و به شکل غیرارادی ادامه و پایان می‌یابد.

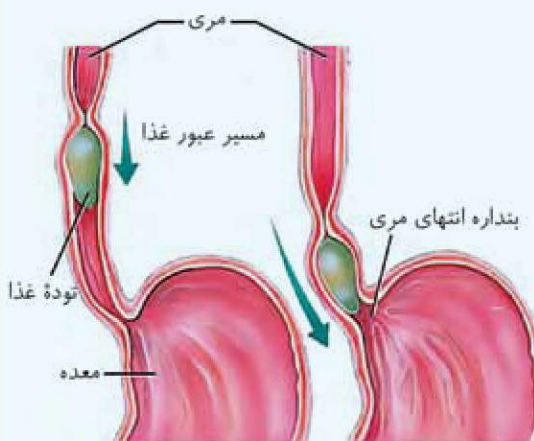
مرحله ارادی بلع: هنگام بلع با فشار زبان، توده غذا به عقب دهان و داخل حلق رانده می‌شود.

مرحله غیرارادی بلع: با رسیدن غذا به حلق، بلع به شکل غیرارادی، ادامه پیدا می‌کند. در ادامه دیواره ماهیچه‌ای حلق منقبض می‌شود و حرکت کرمی آن، غذا را به مری می‌راند. حرکت کرمی در مری ادامه پیدا می‌کند و با شل شدن بنداره انتهایی مری، غذا وارد معده می‌شود. غده‌های مخاط مری، ماده مخاطی ترشح می‌کنند تا حرکت غذا آسان‌تر شود.



(۱)

(۲)



Time Line مرحله غیرارادی بلع: ورود غذا به حلق ← تحریک

نورون‌های دیواره حلق و ایجاد پیام عصبی ← انتقال پیام عصبی به مرکز بلع در بصل‌النخاع ← مهار شدن مرکز تنفس بصل‌النخاع توسط مرکز بلع موجود در بصل‌النخاع ← ارسال پیام برای انقباض ماهیچه‌های حلق توسط مرکز بلع و مسدود شدن ۲ راه از ۴ راه حلق با بالا آمدن زبان کوچک و پایین رفتن اپی‌گلوت ← شروع حرکات کرمی در حلق با انقباض ماهیچه‌های اسکلتی دیواره آن ← ورود غذا به مری ← از سرگرفته شدن تنفس ← ادامه یافتن حرکات کرمی در مری ← رسیدن حرکات کرمی به بنداره انتهایی مری و شل شدن آن ← ورود غذا به معده!

در زمان بلع بسته شدن راه حلق با دهان در مرحله ارادی ولی بسته

شدن راه حلق با بینی و نای در مرحله غیرارادی صورت می‌گیرد.

با پایین رفتن اپی‌گلوت و بالا رفتن زبان کوچک این دو بخش در بیشترین فاصله از هم قرار می‌گیرند.

اپی‌گلوت به دیواره جلویی نای متصل است.

بصل‌النخاع پایین‌ترین بخش مغز است که در بالای نخاع قرار دارد. بصل‌النخاع، فشارخون و ضربان قلب را تنظیم می‌کند و مرکز انعکاس‌هایی مانند عطسه، بلع، سرفه و مرکز اصلی تنظیم تنفس است (فصل ۱ یازدهم).

گوارش در معده



معده، بخش کیسه‌ای شکل لوله گوارش است. دیواره معده، چین‌خوردگی‌هایی دارد که با پرشدن معده باز می‌شود تا غذای بلع‌شده در آن انبار شود.

معدة، کیسه صفرا، مثانه و رحم بخش‌های کیسه‌ای شکل بدن هستند.

چین‌خوردگی‌های معده غیردائمی هستند؛ یعنی باز ورود غذا به معده از بین می‌روند و با خروج غذا از آن، دوباره دیده می‌شوند.

دقت کنید که چین‌خوردگی‌های معده حلقوی نیستند!

گوارش غذا در معده در اثر شیره معده و حرکات آن انجام می‌شود. در پایان گوارش در معده مخلوط حاصل از گوارش که کیموس نام دارد، با باز شدن بنداره پیلور وارد ابتدای روده باریک می‌شود. به ابتدای روده باریک دوازدهه می‌گویند. با ورود غذا، معده اندکی انقباض می‌یابد و انقباض‌های معده آغاز می‌شوند. این انقباض‌ها غذا را با شیره معده می‌آمیزند که نتیجه آن تشکیل کیموس معده است. همان‌طور که گفتیم با باز شدن بنداره پیلور، کیموس وارد دوازدهه می‌شود.

شیره معده: یاخته‌های پوششی مخاط معده در بافت پیوندی زیرین یعنی همان بافت پیوندی سست فرو رفته‌اند و حفره‌های معده را به وجود می‌آورند. مجاری غده‌های معده، به این حفره‌ها راه دارد.

دقت کنید که بخش ابتدایی فرورفتگی‌های معده، حفره را تشکیل می‌دهد و بخش انتهایی آن غده معده است.

ترشحات چند غده معده می‌تواند به یک حفره معده تخلیه بشوند.

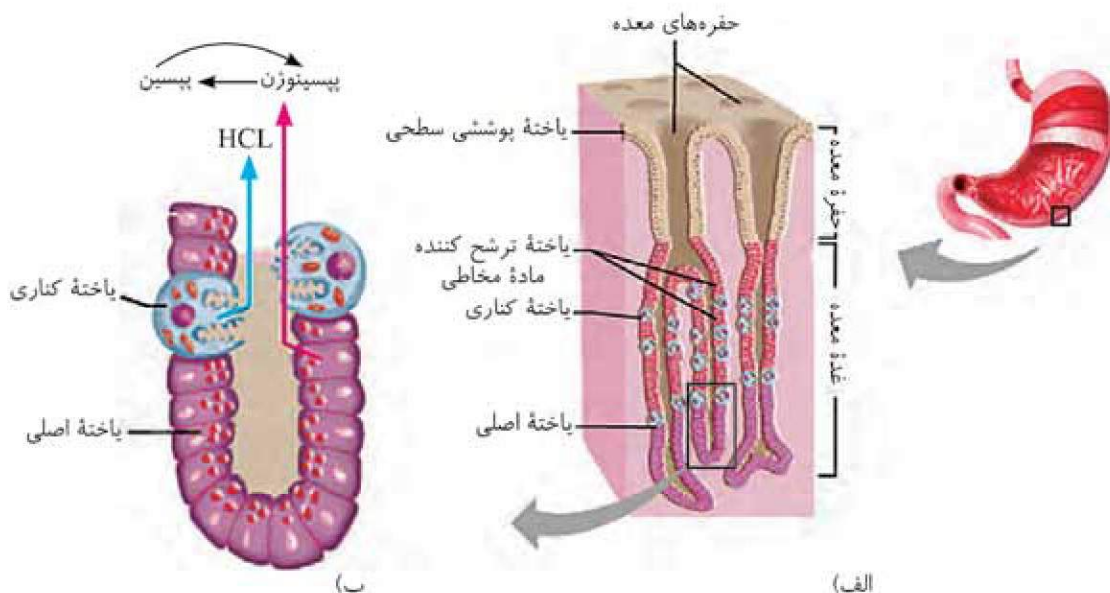
مقایسه حفره و غده معده:

تنوع باخته	در کدام لایه دیواره	ترشحات	به سطح معده نزدیک‌تر است
حفره معده	۱ نوع	مخاط	ماده مخاطی + بیکربنات ✓
غده معده	۳ نوع	مخاط	ماده مخاطی + آنزیم گوارشی + اسید کلریدریک + فاکتور داخلی معده ✗

یاخته‌های پوششی سطحی مخاط معده و **برخی** از یاخته‌های غده‌های آن (یاخته‌های ترشح‌کننده ماده مخاطی)، ماده مخاطی فراوان ترشح می‌کنند که به شکل لایه ژله‌ای چسبناکی، مخاط معده را می‌پوشاند. یاخته‌های پوششی سطحی، بیکربنات HCO_3^- نیز ترشح می‌کنند که لایه ژله‌ای حفاظتی را قلیایی می‌کند. به این ترتیب سد حفاظتی محکمی در مقابل اسید و آنزیم به وجود می‌آید.

ایجاد لایه ژله‌ای چسبناک در معده با همکاری یاخته‌های پوششی سطحی و یاخته‌های ترشح‌کننده ماده مخاطی غدد است ولی تبدیل این لایه ژله‌ای به سد حفاظتی فقط با فعالیت یاخته‌های پوششی سطحی انجام می‌شود.

دقت کنید که هیچ‌یک از یاخته‌های غدد معده توانایی ترشح بیکربنات را ندارند!



یاخته‌های اصلی غده‌ها، آنزیم‌های معده را ترشح می‌کنند. پیش‌ساز پروتئازهای معده را به‌طور کلی پپسینوژن می‌نامند.

 دقت کنید که این جمله‌بندی کتاب نشان می‌دهد که پپسینوژن شامل یک پروتئاز نیست!

پپسینوژن بر اثر کلریدریک‌اسید به پپسین تبدیل می‌شود. پپسین خود با اثر بر پپسینوژن با بازخورد مثبت، تولید پپسین را بیشتر می‌کند. آنزیم پپسین، پروتئین‌ها را به مولکول‌های کوچک‌تر (**نه آمینواسید!**) تجزیه می‌کند.

 تبدیل پپسینوژن به پپسین مربوط به تنظیم بیان ژن پس از ترجمه است (فصل ۲ دوازدهم).

 درون معده انواع مختلفی از آنزیم‌ها مشاهده می‌شود. این آنزیم‌ها به دو دسته کلی تقسیم‌بندی می‌شوند: ۱- آنزیم‌های ترش‌خ‌ از یاخته‌های خود معده و ۲- آنزیم‌هایی که از یاخته‌های معده ترشح نشده‌اند و همراه با مواد غذایی به معده وارد شده‌اند؛ مانند آنزیم‌های بزاق!

 آنزیم‌های فعال درون معده در pH حدود ۲ (محیط اسیدی) بهترین فعالیت خود را دارند. (فصل ۱ دوازدهم)

موادی که پس از ترشح تغییر می‌یابند:

۱- پروتئاز **لوزالمعده**: این آنزیم در یاخته‌های لوزالمعده غیرفعال بوده و در محیط روده باریک (محیط قلیایی) فعال می‌شود.

۲- پروترومبین: در خون‌ریزی‌های شدیدتر، پروترومبین تحت تأثیر آنزیم پروترومبیناز ترش‌خ‌ از بافت‌ها و گرده‌های آسیب‌دیده به ترومبین تبدیل می‌شود. (فصل ۴ دهم)

۳- فیبرینوژن: یکی از پروتئین‌های خوناب است که در خون‌ریزی شدیدتر تحت تأثیر ترومبین به فیبرین تبدیل می‌شود. رشته‌های فیبرین یاخته‌های خونی و گرده‌ها را دربرگرفته و لخته را تشکیل می‌دهند. (فصل ۴ دهم)

۴- پروتئین‌های مکمل از پروتئین‌های خوناب‌اند که در فرد غیرآلوده، غیرفعال هستند؛ اما اگر میکروبی به بدن نفوذ کند، فعال می‌شود. (فصل ۵ یازدهم)

۵- گروهی از گیاهان برای مقابله با جانوران گیاهخوار، ترکیبات سیانیدداری تولید می‌کنند که سبب توقف تنفس یاخته‌ای می‌شود. این ترکیبات در خود گیاه غیرفعال است درحالی‌که وقتی جانور گیاه را می‌خورد، این ترکیب تجزیه و سیانید که سمی است از آن جدا شده و با توقف تنفس یاخته‌ای، سبب مرگ جانور می‌شود. (فصل ۹ یازدهم)

۶- در برخی از باکتری‌های خاکری، پروتئین‌هایی تولید می‌شود که حشرات مضر برای گیاهان زراعی را می‌کشند. این پروتئین‌ها ابتدا به صورت پیش‌سم غیرفعال هستند که تحت تأثیر آنزیم‌های گوارشی موجود در لوله گوارش حشره شکسته و فعال می‌شود. سم فعال شده باعث تخریب یاخته‌های لوله گوارش و سرانجام مرگ حشره می‌شود. (فصل ۸ دوازدهم)

یاخته‌های کناری غده‌های معده، کلریدریک‌اسید و عامل (فاکتور) داخلی ترشح می‌کنند. عامل داخلی، برای ورود ویتامین B_{12} به یاخته‌های روده باریک ضروری است. اگر این یاخته‌ها تخریب شوند یا معده برداشته شود، علاوه بر ساخته‌نشدن کلریدریک‌اسید، فرد به کم‌خونی خطرناکی دچار می‌شود؛ زیرا ویتامین B_{12} که برای ساختن گویچه‌های قرمز در مغز استخوان لازم است، جذب نمی‌شود و زندگی فرد به خطر می‌افتد.

 برای ساخته‌شدن گویچه‌های قرمز در مغز استخوان، علاوه بر وجود آهن، ویتامین B_{12} و فولیک‌اسید نیز لازم است. فولیک‌اسید، نوعی ویتامین از خانواده B است که برای تقسیم طبیعی یاخته‌ای لازم است. کمبود آن باعث می‌شود یاخته‌ها به ویژه در مغز استخوان، تکثیر نشوند و تعداد گویچه‌های قرمز کاهش یابد. سبزیجات با برگ سبز تیره، حبوبات، گوشت قرمز و جگر از منابع آهن و فولیک‌اسیدند. کارکرد صحیح فولیک‌اسید به وجود ویتامین B_{12} وابسته است. این ویتامین فقط در غذاهای جانوری وجود دارد. البته در روده بزرگ مقداری ویتامین B_{12} تولید می‌شود (فصل ۴ دهم).

 مغز استخوان در دو نوع زرد و قرمز وجود دارد. مغز زرد بیشتر از چربی تشکیل شده است و مجرای مرکزی استخوان‌های دراز را پر می‌کند. مغز قرمز استخوان در بافت استخوانی اسفنجی دیده می‌شود. در کم‌خونی‌های شدید، مغز زرد می‌تواند به مغز قرمز تبدیل شود (فصل ۳ یازدهم).

 ابتلا به کم‌خونی، باعث کاهش اکسیژن خون می‌شود؛ در نتیجه ترشح هورمون اریتروپوئیتین از یاخته‌های درون‌ریز کبد و کلیه افزایش می‌یابد (فصل ۴ دهم).

 اسیدمعده در خط اول دفاعی بدن نقش دارد؛ چون سبب نابود کردن میکروب‌های موجود در غذا که به معده راه یافته‌اند، می‌شود. (فصل ۵ یازدهم)

 جهش در ژن سازنده پروتئین عامل داخلی معده می‌تواند منجر به کم‌خونی ناشی از کمبود عامل داخلی معده شود. (فصل ۴ دوازدهم)

جدول زیر بر اساس ایده سؤال کنکور ۹۹ تألیف شده است:

نوع اختلال	پیامد
اختلال در شبکه عصبی لایه ماهیچه‌ای معده	حرکات معده به صورت مناسب انجام نمی‌شود و غذای وارد شده به اندازه‌ای که آنزیم‌ها بتوانند روی آن اثر بگذارند، خرد نمی‌شوند!
اختلال در شبکه عصبی لایه زیرمخاط معده	میزان ترشحات یاخته‌های پوششی سطحی و غدد معده تغییر می‌کند.
از بین رفتن یاخته کناری غده معده	کمبود اسید کلریدریک ← اختلال در گوارش پروتئین‌ها کمبود فاکتور داخلی معده ← بروز کم‌خونی خطرناک
از بین رفتن یاخته‌های پوششی سطحی	قلیایی نشدن لایه ژله‌ای حفاظتی معده و آسیب دیدن مخاط معده توسط اسید و آنزیم
از بین رفتن یاخته‌های اصلی	کاهش ترشح آنزیم‌های معده ← اختلال در گوارش پروتئین‌ها
کاهش ترشح هورمون گاسترین	کاهش ترشح پپسینوژن از یاخته‌های اصلی و کاهش ترشح اسید کلریدریک از یاخته‌های که هر دو باعث بروز اختلال در گوارش پروتئین‌ها می‌شوند.

دقت کنید که محتویات شیرۀ معده بین عزیزان و سروران گرامی اختلاف نظر است. طبق متن کتاب، ترشحات یاخته‌های پوششی سطحی و یاخته‌های غدد می‌شوند محتویات شیرۀ معده ولی طبق زیرنویس شکل ۹ کتاب درسی، محتویات شیرۀ معده توسط یاخته‌های غدد معده ساخته می‌شود!

در غدد معده علاوه بر یاخته‌های مذکور، یاخته ترشح‌کننده هورمون نیز می‌تواند وجود داشته باشد که در شکل کتاب درسی، این یاخته‌ها نیامده‌اند.

جمع‌بندی معده:

محل قرارگیری در بدن	کیسه‌ای شکل و قطورترین بخش لوله گوارش است که از انتهای مری شروع و به رودۀ باریک ختم می‌شود + به‌طور کامل درون حفرۀ شکمی قرار دارد + بخش زیادی از آن در سمت چپ و بخش کمی از آن در سمت راست قرار دارد + بخش کمی از آن در پشت کبد قرار دارد.
ویژگی خاص در دیواره	در لایه ماهیچه‌ای علاوه بر ماهیچه‌های طولی و حلقوی، یک لایه ماهیچه‌ای مورب نیز دارد.
نکات مهم مرتبط با آن	✓ چین‌خوردگی‌های غیردائمی دارد؛ یعنی در زمان تخلیه معده میزان آن‌ها زیاد و در زمان پر شدن معده، کاهش می‌یابد. ✓ محل ذخیره موقت غذا است. ✓ محل شروع گوارش شیمیایی پروتئین‌ها و لیپیدها است. ✓ از یاخته‌های درون‌ریز پرکنده آن هورمون گاسترین ترشح می‌شود که بر یاخته‌های اصلی و کناری خود معده اثر می‌گذارد.
اجزا	✓ از فرورفتن یاخته‌های پوششی مخاط در بافت پیوندی سست همین لایه (یعنی مخاط) ایجاد می‌شوند. ✓ فقط از یک نوع یاخته تشکیل شده‌اند. ✓ یاخته‌های تشکیل‌دهنده حفرات معده استوانه‌ای شکل با هسته‌ای در قاعدۀ یاخته و نزدیک به غشای پایه دارند. ✓ یاخته‌های سازنده حفرات، ماده مخاطی و بیکربنات را به صورت مستقیم وارد حفرۀ معده می‌کنند. ✓ یک یاخته حفرۀ معده می‌تواند در تماس با یاخته ترشح‌کننده مخاطی از غدد معده باشد.
غدد	✓ استوانه‌ای شکل، بیشترین و عمقی‌ترین یاخته‌های غدد معده هستند. ✓ ترشح آنزیم‌های گوارشی را بر عهده دارند. ✓ پروتئاز ترشحی از آن‌ها ابتدا غیرفعال است. ✓ ریزکیسه‌های ترشحی آن‌ها حاوی آنزیم گوارشی است و به سمت مجرای غده قرار دارد. ✓ می‌تواند در تماس با یاخته‌هایی مشابه و یا غیرمشابه (یاخته کناری) قرار بگیرد.

اجزا	غده	یاخته کناری	✓ غیراستوانه‌ای هستند با هسته بزرگ و چین‌خوردگی غشایی در سمت رو به مجرای غده می‌باشند. ✓ بزرگ‌ترین یاخته غدد ولی از نظر تعداد، کمتر از دو یاخته دیگر هستند. ✓ در بخش میانی غده قرار می‌گیرند. ✓ ترشح HCL (اسید کلریدریک) و فاکتور داخلی معده (لازم برای جذب ویتامین B_{۱۲}) را برعهده دارند.
		یاخته ترشح‌کننده ماده مخاطی	✓ سطحی‌ترین یاخته‌های غدد هستند. ✓ ترشح ماده مخاطی را انجام می‌دهند. ✓ بیشترین یاخته‌های غدد معده هستند. البته بعضی از منابع یاخته اصلی را بیشترین یاخته می‌گیرند. ✓ می‌تواند در تماس با یاخته‌هایی مشابه و یا غیرمشابه (یاخته کناری یا یاخته سازنده حفرات) قرار بگیرد.

برگشت اسید معده (ریفلاکس): اگر انقباض بنداره انتهایی مری کافی نباشد، فرد دچار برگشت اسید می‌شود. در این حالت در اثر برگشت شیرۀ معده به مری، به تدریج، مخاط مری آسیب می‌بیند؛ زیرا حفاظت دیواره آن به اندازه معده و روده باریک، نیست. سیگار کشیدن، الکل، رژیم غذایی نامناسب و استفاده بیش از اندازه از غذاهای آماده و تنش و اضطراب، از علت‌های برگشت اسیداند.

 در شرایط تنش و اضطراب (زمینه‌ساز بروز ریفلاکس) از بخش مرکزی غده فوق کلیه، هورمون‌های اپی نفرین و نوراپی نفرین و از بخش قشری هورمون کورتیزول ترشح می‌شود. (فصل ۴ یازدهم)

 الکل نوعی سوخت زیستی است و می‌تواند جایگزین سوخت‌های فسیلی شود. (فصل ۱ دهم)

 نوشیدنی‌های الکلی و دخانیات با جلوگیری از رسوب کلسیم در استخوان‌ها، باعث بروز پوکی استخوان در مردان و زنان می‌شوند (فصل ۳ یازدهم).
 مقدار الکل (اتانول) در نوشیدنی‌های الکلی متفاوت است؛ حتی مصرف کم‌ترین مقدار الکل، بدن را تحت تأثیر قرار می‌دهد. الکل در دستگاه گوارش به سرعت جذب می‌شود. الکل از غشای یاخته‌های عصبی بخش‌های مختلف مغز عبور و فعالیت‌های آن‌ها را مختل می‌کند. الکل علاوه بر دوپامین، بر فعالیت انواعی از ناقل‌های عصبی تحریک‌کننده و بازدارنده تأثیر می‌گذارد؛ و عامل کاهش‌دهنده فعالیت‌های بدنی، ایجاد ناهماهنگی در حرکات بدن و اختلال در گفتار است. الکل فعالیت مغز را کند می‌کند و در نتیجه زمان واکنش فرد به محرک‌های محیطی افزایش پیدا می‌کند. مشکلات کبدی، سکتۀ قلبی و انواع سرطان از پیامدهای مصرف بلندمدت الکل است (فصل ۱ یازدهم).

 نوشیدنی‌های الکلی و دخانیات از عوامل مهم سرطان‌زایی‌اند (فصل ۶ یازدهم).

 عوامل محیطی نیز می‌توانند موجب اختلال در تقسیم کاستمان شوند. دخانیات، الکل، مجاورت با پرتوهای مضر و آلودگی‌ها نیز می‌توانند در روند جدا شدن فام‌تن‌ها در هر دو جنس، اختلال ایجاد کنند (فصل ۶ یازدهم).

 عوامل بیماری‌زا و موادی مانند نیکوتین، کوکائین و الکل نیز می‌توانند از جفت عبور کنند و روی رشد و نمو جنین تأثیر سوء بگذارند (فصل ۷ یازدهم).
 الکل سرعت تشکیل رادیکال‌های آزاد از اکسیژن را افزایش می‌دهد و مانع از عملکرد راکبزه در جهت کاهش آن‌ها می‌شود. رادیکال‌های آزاد با حمله به DNA راکبزه، سبب تخریب راکبزه و در نتیجه مرگ یاخته‌های کبدی و بافت‌مردگی (نکروز) کبد می‌شوند. به همین علت اختلال در کار کبد و از کار افتادن آن از شایع‌ترین عوارض نوشیدن مشروبات الکلی است (فصل ۵ دوازدهم).

گوارش در روده باریک

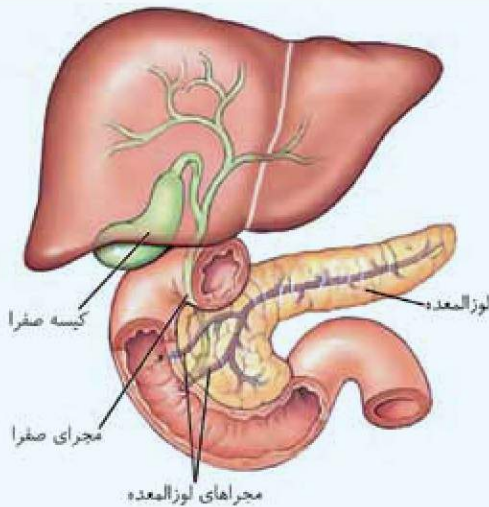


کیموس به تدریج وارد روده باریک می‌شود تا مراحل پایانی گوارش به ویژه در دوازدهه انجام می‌شود. مواد شیرۀ روده، لوزالمعده و صفرا که به دوازدهه می‌ریزند به کمک حرکات روده، در گوارش نهایی کیموس، نقش دارند.

بررسی یک شکل خیلی خیلی مهم:

 کبد دو لوب دارد:

✓ **لوب راست کبد:** بزرگ‌تر و مجاری صفراوی بیشتری دارد. این بخش از کبد باعث پایین بودن کلیۀ سمت راست نسبت به کلیۀ سمت چپ می‌شود و هم‌چنین باعث بالاتر بودن نیمۀ راست دیافراگم نسبت به نیمۀ چپ آن می‌شود.
 ✓ **لوب چپ کبد:** کوچک‌تر است و مجاری صفراوی کمتری دارد. این بخش از کبد در جلوی معده و بنداره انتهایی مری قرار دارد.



بخش عمده کیسه صفرا در سطح پشتی بخش بزرگ‌تر کبد قرار دارد.

از بخش‌های راست و چپ کبد یک مجرا خارج می‌شوند این دو مجرا در بخش بزرگ‌تر کبد به هم متصل شده و یک مجرای مشترک را ایجاد می‌کنند. این مجرا به مجرای خارج شده از کیسه صفرا متصل شده و در نهایت مجرای صفرا ایجاد می‌شود که با عبور از پشت بخشی از دوازده به داخل آن باز می‌شود.

بخش پهن‌تر لوزالمعده در تعقر C شکل دوازده قرار می‌گیرد.

لوزالمعده از طریق دو مجرا شیره گوارشی خود را به درون دوازده وارد می‌کند:

۱- **مجرای اصلی:** این مجرا طول پانکراس را طی می‌کند و با مجرای صفرا یکی شده و به دوازده باز می‌شود.

۲- **مجرای فرعی:** این مجرا فقط شیره لوزالمعده را به دوازده وارد می‌کند و مدخل آن بالاتر از مدخل مجرای اصلی است.

دقت کنید که منفذ مجرای فرعی لوزالمعده به سطح پشتی این اندام نزدیک‌تر است.

در مجاورت بنداره پیلور یاخته‌های درون‌ریز ترشح‌کننده گاسترین در معده، ترشح‌کننده سکریتین در دوازده، ترشح‌کننده انسولین و گلوکاگون در لوزالمعده و ترشح‌کننده اریتروپویتین در کبد! (فصل ۴ دهم و فصل ۴ یازدهم)

یاخته‌های بنیادی کبد می‌توانند تکثیر شوند و به یاخته کبدی یا یاخته مجرای صفراوی تمایز پیدا کنند (فصل ۷ دوازدهم).

حرکت‌های روده باریک: این حرکات علاوه بر گوارش مکانیکی و پیش بردن کیموس در طول روده، آن را در سراسر مخاط روده می‌گستراند تا تماس آن با شیره‌های گوارشی و نیز یاخته‌های پوششی مخاط، افزایش یابد.

شیره روده: روده باریک این شیره را ترشح می‌کند. شیره روده شامل موسین، آب، یون‌های مختلف از جمله بیکربنات و آنزیم است.

یاخته‌های پوششی مخاط روده ماده مخاطی ترشح نمی‌کنند!

دقت کنید که شیره روده آنزیم دارد آن هم از نوع گوارشی!



صفرا: کبد صفرا را می‌سازد. صفرا آنزیم ندارد و ترکیبی از نمک‌های صفراوی، بیکربنات، کلسترول و فسفولیپید است.

صفرا همراه با شیره لوزالمعده توسط یکی از مجراهای لوزالمعده به دوازده می‌ریزد و به گوارش چربی‌ها کمک می‌کند. همچنین بیکربنات صفرا به خنثی کردن حالت اسیدی کیموس معده در دوازده کمک می‌کند. **گاهی** ترکیبات صفرا در کیسه صفرا رسوب می‌کنند و سنگ ایجاد می‌شود. رژیم غذایی پرچرب در ایجاد سنگ کیسه صفرا نقش دارد.

در فرد مبتلا به سنگ کیسه صفرا در صورتی که منجر به عدم ورود صفرا به دوازده شود، مدفوع فرد چرب می‌شود.

کبد از طریق تولید صفرا کلسترول اضافی بدن را دفع می‌کند.

سنگ کیسه صفرا در اثر رسوب کلسترول ایجاد می‌شود.

کلسترول در غشای یاخته‌های جانوری و هم‌چنین در تولید انواعی از هورمون‌ها استفاده می‌شود (فصل ۱ دهم).

شیره لوزالمعده: آنزیم‌ها و بیکربنات لوزالمعده به دوازده می‌ریزند. لوزالمعده، آنزیم‌های لازم برای گوارش شیمیایی انواع مواد را تولید می‌کند. پروتئازهای لوزالمعده درون روده باریک فعال می‌شوند. بیکربنات اثر اسید معده را خنثی می‌کند. به این ترتیب دیواره دوازده از اثر اسید حفظ و محیط مناسب برای فعالیت آنزیم‌های لوزالمعده فراهم می‌شود.

 شباهت و تفاوت پروتئازهای معده و لوزالمعده:

- ۱- شباهت: هر دو بر پروتئین تأثیر می‌گذارند + هر دو از جنس پروتئین هستند + هر دو در ابتدا به صورت غیرفعال ترشح می‌شوند.
- ۲- تفاوت: پروتئاز معده در محیط اسیدی ولی پروتئاز لوزالمعده در محیط قلیایی فعال می‌شود + پروتئاز معده توانایی تولید آمینواسید از تجزیه پروتئین را ندارد ولی پروتئاز لوزالمعده این توانایی را دارد.

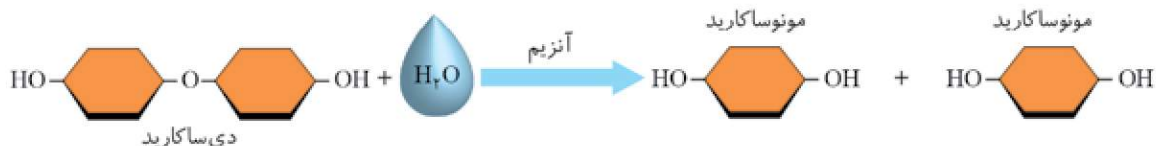
 مقایسه شیریه‌های گوارشی:

شیره معده	شیره روده	شیره لوزالمعده
آنزیم گوارشی دارند		
هورمون گاسترین در تولید آن مؤثر است	-	هورمون سکرتین در تولید آن مؤثر است.
توسط یاخته‌های غدد معده تولید می‌شود	توسط یاخته‌های غدد روده ترشح می‌شود	از بخش برون‌ریز لوزالمعده ترشح می‌شود
به درون معده وارد می‌شود	به فضای درون روده وارد می‌شود	
بیکربنات ندارد!		بیکربنات دارد
تحت تأثیر شبکه عصبی دیواره لوله گوارش ترشح آن تنظیم می‌شود.		عدم نقش شبکه عصبی دیواره لوله گوارش در تنظیم ترشح آن!

گوارش کربوهیدرات‌ها



رژیم غذایی ما شامل انواع گوناگون کربوهیدرات‌هاست. مونوساکاریدها بدون گوارش جذب می‌شوند. دی‌ساکاریدها و پلی‌ساکاریدها برای جذب شدن باید گوارش یابند و به مونوساکارید تبدیل شوند. آنزیم‌های گوارشی با واکنش آبکافت (هیدرولیز)، مولکول‌های درشت را به مولکول‌های کوچک تبدیل می‌کنند. در آبکافت با مصرف آب، پیوند بین مولکول‌ها شکسته می‌شود. شکل زیر واکنش آبکافت را در تبدیل دی‌ساکارید به مونوساکارید نشان می‌دهد. در این واکنش پیوند اشتراکی بین دو مونوساکارید شکسته می‌شود. یکی از مونوساکاریدها OH مولکول آب را دریافت می‌کند و مونوساکارید دیگر، H مولکول آب را می‌دزدد!



 دستگاه گوارش ما آنزیم مورد نیاز برای گوارش همه کربوهیدرات‌ها را نمی‌سازد، مثلاً آنزیم مورد نیاز برای تجزیه سلولز را نمی‌سازد.

گوارش پروتئین‌ها



پپسین گوارش پروتئین‌ها را آغاز می‌کند. در روده باریک در نتیجه فعالیت پروتئازهای لوزالمعده و آنزیم‌های روده باریک، پروتئین‌ها به آمینواسیدها، تجزیه می‌شوند.

گوارش تری‌گلیسریدها



فراوان‌ترین لیپیدهای رژیم غذایی، تری‌گلیسریدها هستند. آنزیم لیپاز، تری‌گلیسریدها را به واحدهای سازنده آن یعنی گلیسرول و اسیدهای چرب تجزیه می‌کند. صفرا و حرکات مخلوط‌کننده روده باریک موجب ریزش چربی‌ها می‌شوند. گوارش چربی‌ها **بیشتر** در اثر فعالیت لیپاز لوزالمعده در دوازدهه انجام می‌شود.

 تری‌گلیسریدها از انواع لیپیدها هستند. هر تری‌گلیسرید از یک مولکول گلیسرول و سه اسیدچرب تشکیل شده است. روغن‌ها و چربی‌ها انواعی از تری‌گلیسریدها هستند. تری‌گلیسریدها در ذخیره انرژی نقش مهمی دارند. انرژی تولید شده از یک گرم تری‌گلیسرید حدود دو برابر انرژی تولید شده از یک گرم کربوهیدرات است (فصل ۱ دهم).

گفتار ۲: جذب مواد و تنظیم فعالیت دستگاه گوارش

مواد مغذی برای رسیدن به یاخته‌های بدن باید از یاخته‌های بافت پوششی لوله گوارش عبور کنند و وارد محیط داخلی شوند. ورود مواد به محیط داخلی بدن، جذب نام دارد. خون، لنف و آب میان‌بافتی محیط داخلی را تشکیل می‌دهند.

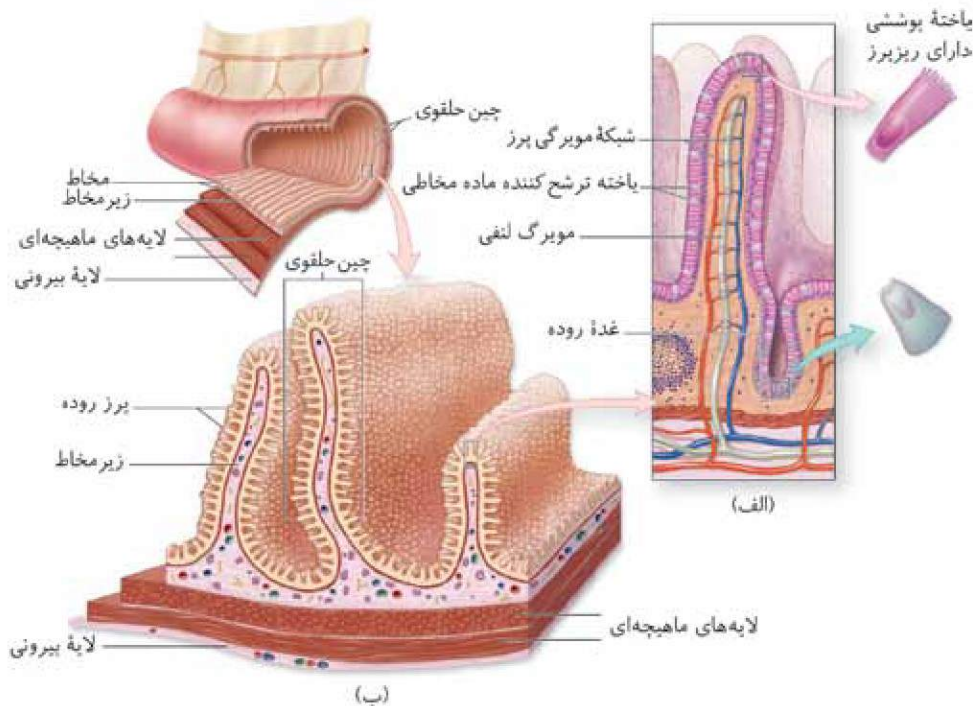
در دهان و معده، جذب اندک است و جذب اصلی در روده باریک انجام می‌شود.

هر وقت یک ماده غذایی به کوچک‌ترین واحد سازنده‌اش تبدیل شود، ماده گوارش پیدا کرده است و هر وقت مولکول وارد محیط داخلی شود، می‌گوییم مولکول جذب شده است.

جذب مواد در روده باریک



پس از گوارش در فضای روده باریک، مولکول‌های گوناگونی وجود دارند که باید از غشای یاخته‌های پوششی دیواره روده بگذرند و به این یاخته‌ها و پس از آن، به محیط داخلی وارد شوند.



مولکول‌های حاصل از گوارش مواد غذایی برای ورود به مایع میان‌بافتی، از دو غشا عبور می‌کنند؛ یکی غشای یاخته پوششی به سمت فضای روده و اون یکی هم غشای یاخته پوششی به سمت مایع میان‌بافتی!

دقت کنید که ورود مواد به درون یاخته پوششی لایه مخاط روده باریک، جذب محسوب نمی‌شود!

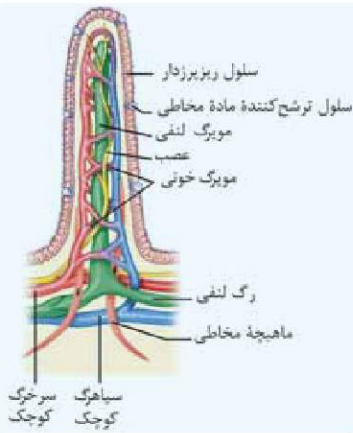
در دیواره داخلی روده، چین‌های حلقوی وجود دارند؛ روی این چین‌ها، پرزهای فراوانی دیده می‌شوند. غشای یاخته‌های پوششی روده باریک نیز در سمت فضای روده، چین خورده است. به این چین‌های میکروسکوپی، ریزپرز می‌گویند. مجموعه چین‌ها، پرزها و ریزپرزها سطح داخلی روده باریک را که در تماس با کیموس است چندین برابر افزایش می‌دهند.

دیواره لوله پیچ‌خورده نزدیک نفرون از یک لایه بافت پوششی مکعبی تشکیل شده است که ریزپرز دارد. فرایند بازجذب مواد در کلیه، از این بخش نفرون آغاز می‌شود و در این بخش به دلیل وجود ریزپرزهای فراوان، مقدار بازجذب مواد بیشتر از سایر بخش‌های نفرون است. (فصل ۵ دهم)

در ساختار چین‌های حلقوی لایه زیرمخاط و مخاط ولی در پرزها، فقط لایه مخاط وجود دارد.

درباره پرزها باید بدانید که:

- ۱- فقط لایه مخاط را دارد؛ در نتیجه بافت پوششی و پیوندی سست مشاهده می‌شود.
- ۲- یاخته‌های پوششی لایه مخاط در پرز ۲ نوع هستند. بیشتر یاخته‌ها ریزپرزدار هستند و در جذب مواد نقش دارند و تعداد کمی از آن‌ها



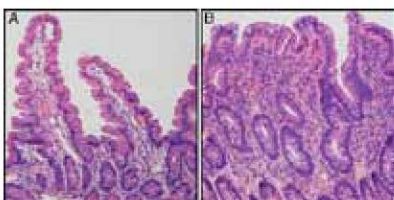
- ترشح کننده ماده مخاطی هستند.
- ۳- به هر پرز یک سرخرگ وارد و از هر پرز یک سیاهرگ خارج می شود. درون پرز بین این دو رگ در بخش های مختلفی مویرگ ایجاد می شود.
- ۴- در مرکز هر پرز، مویرگ ته بسته لنفی نیز وجود دارد که توسط مویرگ خونی احاطه می شود.
- ۵- جهت حرکت خون در سیاهرگ و سرخرگ درون پرز برخلاف یکدیگر است. در ضمن جهت حرکت لنف درون مویرگ لنفی با جهت حرکت خون درون سیاهرگ، یکسان است.
- ۶- جهت حرکت مواد درون مویرگ لنفی عمود بر جهت حرکت خون در مویرگ است.
- در زیر پرز، رگ لنفی بین سرخرگ و سیاهرگ وجود دارد.
- مقایسه مویرگ لنفی و خونی پرز:

مویرگ لنفی	مویرگ خونی	
✓	✓	در هر دو انتهای خود به رگ خونی متصل است
✓	✗	در مرکز پرز قرار دارد
✗	✓	در هر پرز به تعداد زیادی وجود دارد
✗	✓	احاطه کننده مویرگ دیگر است
✓	✓	مایع درون آن در نهایت به قلب وارد می شود
✗	✓	محتویات آن به بعد از خروج از روده ابتدا به کبد می رود
✓	✗	شامل مواد حاصل از گوارش لیپیدها است
✓	✓	یاخته خونی دارند

لنف از آب و ترکیبات دیگر تشکیل شده و در رگ های لنفی جریان دارد. مولکول های حاصل از گوارش لیپیدها به مویرگ لنفی و سپس به خون وارد می شوند. مسیر زیر رو ببینید:

✓ ایجاد مولکول های قابل جذب از تری گلیسریدها توسط صفرا و آنزیم لیپاز لوزالمعده در محیط روده → عبور این مولکول ها از یاخته های پوششی پرز → عبور از غشای پایه → ورود مولکول ها به مایع بین یاخته ای بافت پیوندی سست لایه مخاط → ورود به مویرگ لنفی پرز → ورود به رگ لنفی → ورود به مجرای لنفی چپ → ورود به سیاهرگ زیر قوه ای → ورود به بزرگ سیاهرگ زبرین → ورود به قلب → از طریق آئورت به کبد وارد می شوند.

در روده باریک، در بین پرزها، فرورفتگی هایی وجود دارد که به درون لایه زیر مخاط نفوذ کرده و غدد روده را می سازند. غدد روده دارای انواعی از یاخته هستند. به طور مثال یاخته ترشح کننده شیر روده و یاخته ترشح کننده هورمون!



بیماری سلیاک: در بیماری سلیاک بر اثر پروتئین گلوتن (که در گندم و جو وجود دارد) یاخته های روده تخریب می شوند و ریز پرزها و حتی پرزها از بین می روند. در نتیجه، سطح جذب مواد، کاهش شدیدی پیدا می کند و بسیاری از مواد مغذی مورد نیاز بدن جذب نمی شوند.

گلوتن پروتئینی است که درون واکنش یاخته های گیاهی دانه گندم و جو قرار دارد (فصل ۶ دهم).

در سلیاک چین های حلقوی روده باریک از بین نمی روند.

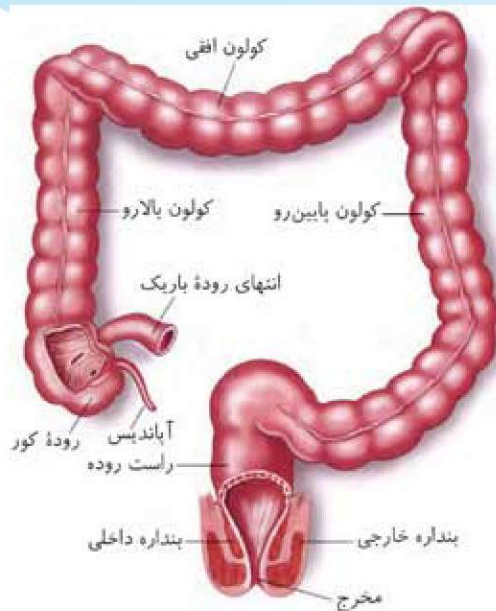
لیپوپروتئین ها: مولکول های حاصل از گوارش لیپیدها که توسط لنف به خون وارد شده اند در نهایت در کبد و یا بافت چربی ذخیره می شوند. در کبد از این لیپیدها، مولکول های لیپوپروتئینی (ترکیب لیپید و پروتئین) ساخته می شود. گروهی از لیپوپروتئین ها کلسترول زیادی دارند و به آن ها لیپوپروتئین کم چگال (LDL) می گویند. در گروهی دیگر، پروتئین از کلسترول بیشتر است که لیپوپروتئین پر چگال (HDL) نام دارند. زیاد بودن لیپوپروتئین پر چگال نسبت به کم چگال، احتمال رسوب کلسترول در دیواره سرخرگها را کاهش می دهد. چاقی، کم تحرکی و مصرف بیش از حد کلسترول، میزان لیپوپروتئین های کم چگال را افزایش می دهد.

دقت کنید که در هر دو نوع لیپوپروتئین، هم کلسترول وجود و هم پروتئین ولی با نسبت‌های متفاوت!

افزایش LDL در بدن می‌تواند منجر به سخت شدن دیواره سرخرگ‌های اکلیلی (تصلب شرایین) و گرفتگی رگ‌ها شود که ممکن است سبب سکته قلبی شود؛ چون در این حالت به بخشی از ماهیچه قلب، اکسیژن نمی‌رسد و یاخته‌های آن می‌میرند (فصل ۴ دهم).

میزان طبیعی HDL و LDL در خون به ترتیب برابر است با بیشتر از ۶۰ میلی‌گرم بر دسی‌لیتر و کمتر از ۱۳۰ میلی‌گرم بر دسی‌لیتر؛ بنابراین نسبت LDL به HDL در حالت طبیعی، کمتر از ۳ خواهد بود.

روده بزرگ و دفع



ابتدای روده بزرگ روده کور نام دارد که به آپاندیس ختم می‌شود. ادامه روده بزرگ از کولون بالا، کولون افقی و کولون پایین رو، تشکیل شده است.

روده کور و کولون بالا در سمت راست بدن ولی کولون پایین رو در سمت چپ قرار دارد. در ضمن کولون افقی از راست به چپ کشیده می‌شود.

نیمه راست کولون افقی از نیمه چپ آن پایین‌تر است.

روده بزرگ، پرز ندارد و یاخته‌های پوششی مخاط آن، ماده مخاطی ترشح می‌کنند ولی آنزیم ترشح نمی‌کنند.

در ترشحات روده بزرگ همانند صفرا آنزیم وجود ندارد.

بعد از روده بزرگ راست‌روده قرار دارد. در انتهای راست‌روده بندارهای داخلی (ماهیچه صاف) و خارجی (ماهیچه مخطط) قرار دارند. همان‌طور که در شکل می‌بینید، بنداره خارجی مخرج اندازهای بزرگ‌تر از بنداره داخلی دارد.

بنداره خارجی مخرج با وجود این‌که از نوع ماهیچه اسکلتی است ولی به استخوان متصل نیست!

دیواره روده بزرگ دارای اتساعات (کشیدگی‌ها) کیسه‌ای شکل است.

از دو منفذی که در روده کور مشاهده می‌شود؛ منفذی که کوچک‌تر و پایین‌تر است، مربوط به آپاندیس و منفذ بزرگ‌تر و بالاتر مربوط به روده باریک است.

آپاندیس در سمت چپ روده کور و در سمت راست بدن قرار دارد!

مواد جذب نشده و گوارش نیافته مثل سلولز، یاخته‌های مرده و باقی‌مانده شیرهای گوارشی، وارد روده بزرگ می‌شوند. روده بزرگ، آب و یون‌ها را جذب می‌کند؛ در نتیجه، مدفوع به شکل جامد درمی‌آید.

در صورت افزایش جذب آب در روده بزرگ، دفع مدفوع با مشکل مواجه می‌شود.

حرکات روده بزرگ، **آهسته** انجام می‌شوند. با ورود مدفوع به راست‌روده، سرانجام دفع به صورت ارادی انجام می‌شود.

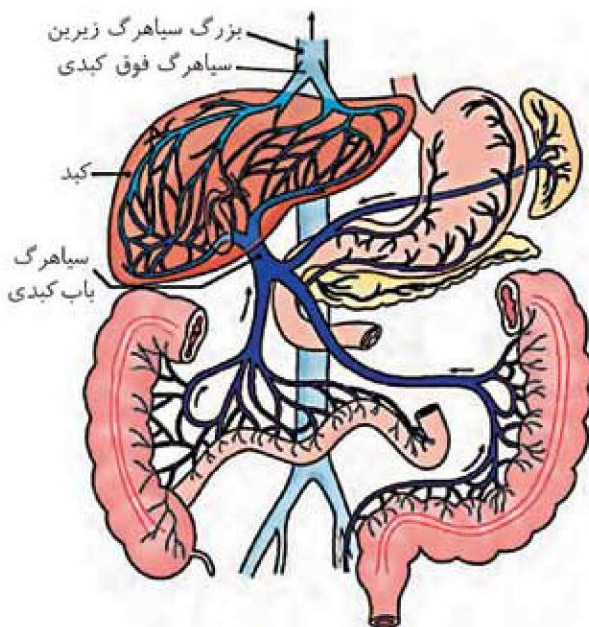
برای دفع مدفوع باید ماهیچه‌های صاف و اسکلتی بندارهای داخلی و خارجی مخرج از حالت انقباض خارج شوند. برای این کار لازم است که پیامی از طریق نورون‌های حرکتی به آن‌ها نرسد.

یک مقایسه جالب!

روده باریک	روده بزرگ	راست‌روده	
✓	✗	✗	جذب مواد غذایی
✓	✓	-	جذب آب
کمترین	کمتر از راست‌روده و بیشتر از روده باریک	بیشترین	قطر

طول	بیشترین	کمتر از روده باریک و بیشتر از راست روده	کمترین
بنداره دارد	✓	✗	✓
خون سیاهرگی آن به ابتدا به کبد می رود	✓	✓	✓
پرز و ریزیرز دارد	✓	✗	✗

گردش خون دستگاه گوارش



برخلاف اندام‌های دیگر بدن، خون **بسیاری** از بخش‌های لوله گوارش به‌طور مستقیم به قلب برنمی‌گردد بلکه از راه سیاهرگ باب، ابتدا به کبد و سپس از راه سیاهرگ‌های دیگر به قلب می‌رود.

به‌طور معمول به اندام‌های بدن، انشعابی از سرخرگ آئورت وارد می‌شود و سیاهرگی هم که از اندام خارج می‌شود به یکی از بزرگ سیاهرگ‌ها متصل می‌شود.

سیاهرگ باب کبدی ۳ انشعاب دارد:

انشعاب A: خون سیاهرگی روده باریک و کولون بالارو را جمع‌آوری می‌کند.

دقت کنید که انشعاب A خون سیاهرگی آپاندیس را هم جمع‌آوری می‌کند.

انشعاب B: خون سیاهرگی کولون پایین‌رو، لوزالمعده (پانکراس) و بخش پایینی معده را جمع‌آوری می‌کند.

دقت کنید که انشعاب B خون سیاهرگی راست‌روده را هم جمع‌آوری می‌کند.

انشعاب C: خون سیاهرگی بخش بالای معده و طحال را جمع‌آوری می‌کند.

در کبد شبکه مویرگی‌ای وجود دارد که یک سمت آن سیاهرگ باب و سمت دیگر آن، سیاهرگ فوق کبدی است که در نهایت به بزرگ سیاهرگ زیرین متصل می‌شود.

کبد می‌تواند هم از سرخرگ آئورت خون بگیرد و هم از سیاهرگ باب

طحال و آپاندیس اندام‌های لنفی‌ای هستند که خون سیاهرگی آن‌ها به سیاهرگ باب وارد می‌شود.

پس از خوردن غذا، میزان جریان خون دستگاه گوارش **افزایش** می‌یابد تا نیاز آن برای فعالیت بیشتر تأمین شود و مواد مغذی جذب‌شده، به کبد منتقل شوند. در کبد، از مواد جذب‌شده، گلیکوژن و پروتئین ساخته می‌شود و موادی مانند آهن و **برخی** ویتامین‌ها نیز در آن ذخیره می‌شوند.

در کبد از گلوکزها و آمینواسیدهای جذب شده در روده باریک به ترتیب گلیکوژن و پروتئین تولید می‌شود.

کبد به دلیل تولید پروتئین‌ها می‌تواند در تنظیم فشار اسمزی خون نقش دارد. چون پروتئین‌های تولید شده در کبد به خوناب اضافه می‌شود.

حالا بریم سراغ نکات ترکیبی کبد...

در کبد آمونیاک تولید شده توسط یاخته‌های بدن، با کربن دی‌اکسید واکنش داده و به اوره که سمیت آن کمتر از آمونیاک است، تبدیل می‌شود (فصل ۵ دهم).

در دوران جنینی، یاخته‌های خونی (نه فقط گویچه‌های قرمز!) در اندام‌هایی مثل کبد و طحال تولید می‌شوند (فصل ۴ دهم).



تخریب یاخته‌های خونی آسیب‌دیده و مرده در کبد و طحال انجام می‌شود (فصل ۴ دهم).



از یاخته‌های درون‌ریز کبد، هورمون اریتروپویتین ترشح می‌شود و روی مغز قرمز استخوان اثر می‌کند تا سرعت تولید گویچه‌های قرمز را زیاد کند (فصل ۴ دهم).



به علت موقعیت و شکل قرارگیری کبد، کلیه راست قدری پایین‌تر از کلیه چپ است (فصل ۵ دهم).



مشکلات کبدی، سکت قلبی و انواع سرطان‌ها از پیامدهای مصرف بلندمدت الکل است (فصل ۱ یازدهم).



یاخته‌های بدن ما به‌طور معمول از گلوکز و ذخیره قندی کبد برای تأمین انرژی استفاده می‌کنند (فصل ۵ دوازدهم).



رادیکال‌های آزاد با حمله به DNA راکیزه، سبب تخریب راکیزه و در نتیجه مرگ یاخته‌های کبدی و بافت‌مردگی (نکروز) کبد می‌شوند. به همین دلیل اختلال در کار کبد و از کار افتادن آن از شایع‌ترین عوارض نوشیدن مشروبات الکلی است (فصل ۵ دوازدهم).



یاخته‌های بنیادی موجود در کبد یک فرد بالغ، می‌توانند تکثیر شوند و به یاخته کبدی یا یاخته مجرای صفراوی تمایز پیدا کنند (فصل ۷ دوازدهم).

تنظیم فرایندهای گوارشی



دستگاه گوارش یک مرحله خاموشی نسبی (فاصله بین خوردن وعده‌های غذایی) و یک مرحله فعالیت شدید (بعد از ورود غذا) دارد. این دستگاه باید به ورود غذا پاسخ مناسبی بدهد؛ یعنی شیرهای گوارشی به موقع و به اندازه کافی ترشح و حرکات لوله گوارش به موقع انجام شوند تا غذا را با شیرها مخلوط کند و در طول لوله با سرعت مناسب حرکت دهد. فعالیت بخش‌های دیگر بدن از جمله گردش خون نیز باید با فعالیت دستگاه گوارش هماهنگ باشد. فعالیت دستگاه گوارش را، مانند بخش‌های دیگر بدن، دستگاه‌های عصبی و هورمونی تنظیم می‌کنند.



سرعت حرکت مواد غذایی در طول لوله گوارش یکسان نیست؛ به طور مثال غذا در مری به سرعت حرکت می‌کند ولی حرکت غذا درون معده کند است تا مواد هضم نسبی پیدا کنند.



در تنظیم فرایندهای گوارشی، اندام‌های دستگاه گوارش با یکدیگر و با سایر دستگاه‌های بدن باید هماهنگی داشته باشند.

تنظیم عصبی دستگاه گوارش را بخشی از دستگاه عصبی به نام دستگاه عصبی خودمختار انجام می‌دهد. فعالیت این دستگاه، ناخودآگاه است؛ مثلاً وقتی به غذا فکر می‌کنیم، بزاق ترشح می‌شود. با فعالیت دستگاه عصبی خودمختار، پیام عصبی مغز به غده‌های بزاقی می‌رسد و بزاق به شکل انعکاسی ترشح می‌شود. دیدن غذا و بوی آن نیز باعث **افزایش** ترشح بزاق می‌شوند.



مرکز تنظیم ترشح بزاق در بخشی از ساقه مغز به نام پل مغزی است. پل مغزی هم از چشم‌ها بیان دریافت می‌کند و هم از بینی! (فصل ۱ یازدهم)

انجام فعالیت‌های گوارشی با فعالیت‌های بخش‌های دیگر بدن نیز باید هماهنگ شود. مثلاً هنگام بلع و عبور غذا از حلق، مرکز بلع در بصل‌النخاع، فعالیت مرکز تنفس را که در نزدیک آن قرار دارد، مهار می‌کند. در نتیجه، نای بسته و تنفس برای زمانی کوتاه، متوقف می‌شود.

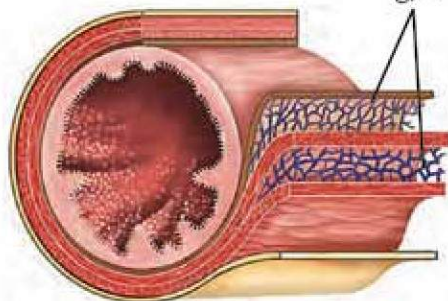


بصل‌النخاع پایین‌ترین بخش مغز است که در بالای نخاع قرار دارد. بصل‌النخاع، فشارخون و ضربان قلب را تنظیم می‌کند و مرکز انعکاس‌هایی مانند عطسه، بلع، سرفه و مرکز اصلی تنظیم تنفس است (فصل ۱ یازدهم).



دقت کنید که در بلع، تنفس فقط در زمان ورود غذا به مری قطع می‌شود نه در کل فرایند بلع!

شبکه‌های یاخته‌های عصبی



گفتم که در دیواره لوله گوارش (از مری تا مخرج) شبکه‌های یاخته‌های عصبی، وجود دارند. این شبکه‌ها تحرک و ترشح را در لوله گوارش، تنظیم می‌کنند. شبکه‌های عصبی روده‌ای می‌توانند مستقل از دستگاه عصبی خودمختار، فعالیت کنند؛ اما دستگاه عصبی خودمختار با آن‌ها ارتباط دارد و بر عملکرد آن‌ها تأثیر می‌گذارد.

در بخش‌های مختلف معده و روده، یاخته‌هایی وجود دارند که هورمون می‌سازند. این هورمون‌ها به خون می‌ریزند و همراه با دستگاه

عصبی، فعالیت‌های دستگاه گوارش را تنظیم می‌کنند. سکرترین و گاسترین از این هورمون‌ها هستند. سکرترین از دوازدهه به خون ترشح می‌شود و با اثر بر لوزالمعده موجب می‌شود ترشح بیکربنات افزایش یابد. گاسترین از معده ترشح و باعث افزایش ترشح اسید معده و پپسینوژن می‌شود.

 دقت کنید که افزایش ترشح گاسترین منجر به افزایش ترشح سکرترین می‌شود نه برعکس! با افزایش ترشح گاسترین میزان pH کیموس وارد شده به دوازدهه خیلی پایین می‌آید (یعنی کیموس اسیدی‌تر می‌شود) در نتیجه به میزان بیکربنات بیشتری برای خنثی‌سازی آن نیاز است؛ پس میزان ترشح سکرترین افزایش می‌یابد تا با اثر بر لوزالمعده این نیاز به بیکربنات جبران شود!

سکرترین	گاسترین		
دوازدهه	معده	اندام ترشح‌کننده	
لوزالمعده	معده	اندام هدف	
افزایش بیکربنات شییره لوزالمعده	اثر بر یاخته کناری ← ترشح اسید معده اثر بر یاخته اصلی ← افزایش ترشح پپسینوژن	نقش	
اختلال در فعالیت آنزیم‌های فعال در فضای روده و در نتیجه اختلال در گوارش پروتئین‌ها، لیپیدها و کربوهیدرات‌ها	اختلال در گوارش پروتئین‌ها افزایش pH کیموس معده کاهش ترشح سکرترین از دوازدهه!	کاهش ترشح	پیامدهای
افزایش بیکربنات ورودی به دوازدهه	کاهش pH کیموس معده افزایش ترشح سکرترین از دوازدهه!	افزایش ترشح	

وزن مناسب

دلایل چاقی در جوامع امروزی:

✓ استفاده از غذاهای پرانرژی (غذاهای پرچرب و شیرین) + عوامل روانی مانند غذا خوردن برای رهایی از تنش + شیوه زندگی کم‌تحرک.
 چاقی در برخی از افراد به ژن‌ها مربوط است.

چاقی، سلامت فرد را به خطر می‌اندازد و احتمال ابتلا به بیماری‌هایی مانند دیابت نوع ۲، انواعی از سرطان، تنگ‌شدن سرخرگ‌ها، سکته قلبی و مغزی را افزایش می‌دهد. از سوی دیگر، افرادی که کم‌تر از نیاز غذا می‌خورند و در نتیجه، لاغر می‌شوند. به علت کاهش دریافت مواد مغذی دچار مشکلاتی مانند کم‌خونی و کاهش استحکام استخوان‌ها می‌شوند. تبلیغات و فشار اجتماعی در تمایل افراد به کاهش وزن بیش از حد نقش دارد.

 در دیابت نوع دو اشکال در تولید انسولین نیست. در نوع دو انسولین به مقدار کافی وجود دارد، اما گیرنده‌های انسولین به آن پاسخ نمی‌دهند. دیابت نوع دو از سن حدود چهل‌سالگی به بعد، در نتیجه چاقی و عدم تحرک در افرادی که زمینه بیماری را دارند ظاهر می‌شود (فصل ۴ یازدهم).

برای تعیین وزن مناسب، از نمایه توده بدنی استفاده می‌کنند. این نمایه از رابطه مقابل محاسبه می‌شود:
$$\text{BMI} = \frac{\text{Kg}}{\text{m}^2}$$
 شاخص توده بدنی
شاخص توده بدنی کمتر از ۱۹، نشان‌دهنده کمبود وزن و بیشتر از ۳۰ به معنی چاقی است. اگر این شاخص بین ۱۹ تا ۲۵ باشد، نشان‌دهنده وزن مناسب و بین ۲۵ تا ۳۰ به معنی داشتن وزن اضافه است.

 تعیین وزن مناسب بر اساس شاخص توده بدنی برای افراد بیشتر از بیست سال است. از آن‌جا که افراد کم‌تر از بیست سال در سن رشد قرار دارند، برای بررسی مناسب بودن وزن این افراد، شاخص توده بدنی آن‌ها را با افراد هم‌سن و هم‌جنس، مقایسه می‌کنند.
 وزن هر فرد به تراکم استخوان، مقدار بافت ماهیچه و چربی بدن او بستگی دارد.

استخوان‌ها در اثر فعالیت بدنی مانند ورزش، یا با افزایش وزن ضخیم، متراکم‌تر و محکم‌تر می‌شوند و استخوان‌هایی که کم‌تر مورد استفاده قرار می‌گیرند، ظریف‌تر می‌شوند (فصل ۳ یازدهم).

کمبود ویتامین D و کلسیم غذا، نوشیدنی‌های الکلی و دخانیات با جلوگیری از رسوب کلسیم در استخوان‌ها، باعث بروز پوکی استخوان در مردان و زنان می‌شوند. اختلال در ترشح بعضی هورمون‌ها و مصرف نوشابه‌های گازدار نیز در کاهش تراکم استخوان نقش دارند (فصل ۳ یازدهم).

گفتار ۳: تنوع گوارش در جانوران



برخی از جانداران، مواد مغذی را از سطح یاخته (مثل باکتری‌ها) یا بدن (مثل کرم‌خاکی) و به طور مستقیم از محیط، دریافت می‌کنند. این محیط، آب دریا، دستگاه گوارش یا مایعات بدن (می‌تواند جزء محیط داخلی بدن باشد) جانوران میزبان است، کرم کدو نیز که فاقد دهان و دستگاه گوارش است، مواد مغذی را از سطح بدن جذب می‌کند.

کرم کدو نوعی کرم پهن انگل است.

کرم کدو فاقد دهان و دستگاه گوارش است و مواد مغذی را از سطح بدن جذب می‌کند.

کرم کدو ظاهری بندبند دارد. اندازهٔ بندها متفاوت از یکدیگر است و هر چه از ابتدای بدن به انتها نزدیک می‌شویم، اندازهٔ بندها بزرگ‌تر می‌شود.

همهٔ عوامل بیماری‌زا را نمی‌توان با بیگانه‌خواری از بین برد. در برابر عوامل بیماری‌زای بزرگ‌تری مثل کرم‌های انگل که قابل بیگانه‌خواری نیستند، آئوزینوفیل‌ها مبارزه می‌کنند. آئوزینوفیل‌ها محتویات دانه‌های خود را به روی انگل می‌ریزند (فصل ۵ یازدهم).

واکوئول گوارشی

پارامسی از آغازیان است و با حرکت مژک‌ها غذا را از محیط به حفرهٔ دهانی منتقل می‌کند. در انتهای حفره، کیسه‌ای غشایی به نام واکوئول غذایی تشکیل می‌شود. واکوئول غذایی درون سیتوپلاسم حرکت می‌کند. کافنده‌تن (لیزوزوم)، به واکوئول می‌پیوندد و آنزیم‌های خود را به درون آن آزاد می‌کند. در نتیجه، واکوئول گوارشی تشکیل می‌شود. مواد گوارش‌یافته از این واکوئول خارج می‌شوند و مواد گوارش‌نیافته در آن باقی می‌مانند. به این واکوئول، واکوئول دفعی می‌گویند. محتویات این واکوئول از راه منفذ دفعی یاخته خارج می‌شود.



مواد غذایی درون واکوئول غذایی، قبل از اتصال لیزوزوم‌ها به این واکوئول تا حدودی ریز می‌شوند.

طول مژک‌های پارامسی در بخش‌های مختلف یکسان نیست و بلندترین مژک‌ها در حفرهٔ دهانی وجود دارند.

مژک‌ها در بخش ابتدایی حفرهٔ دهانی، اندازه‌ای بزرگ‌تر از مژک‌های سایر نقاط دارند.

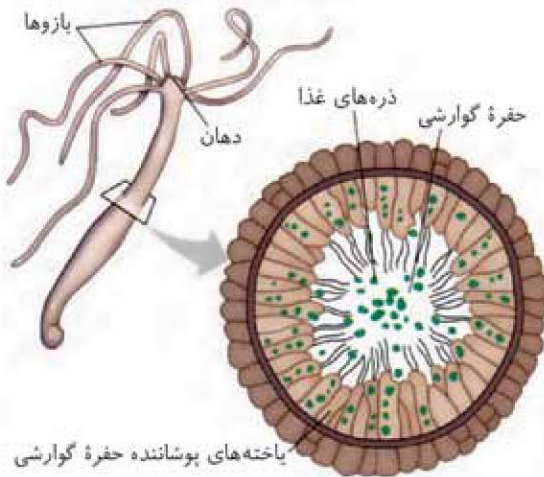
در پارامسی و جانوران دارای لولهٔ گوارش، یک منفذ اختصاصی برای ورود مواد غذایی (حفرهٔ دهانی یا دهان) و یک منفذ اختصاصی برای دفع مواد گوارش‌نیافته (منفذ دفعی یا مخرج) وجود دارد.

در پارامسی، آبی که در نتیجهٔ اسمز وارد می‌شود به همراه مواد دفعی توسط واکوئول‌های انقباضی دفع می‌شود. واکوئول انقباضی نوعی واکوئول دفعی محسوب می‌شود؛ چون علاوه بر آب، مواد دفعی را نیز از پارامسی خارج می‌کند. البته دقت کنید که آب و مواد دفعی خارج شده توسط واکوئول انقباضی، از منفذ دفعی صورت نمی‌گیرد! (فصل ۵ دهم)

حفره گوارشی



گوارش در جانوری مانند مرجان‌ها، در کیسه‌ای به نام حفره گوارشی انجام می‌شود. این حفره فقط یک سوراخ برای ورود و خروج مواد دارد. یاخته‌هایی (یعنی نه همه یاخته‌ها!) در این حفره، آنزیم‌هایی ترشح می‌کنند که فرایند گوارش برون‌یاخته‌ای را آغاز می‌کنند. یاخته‌های این حفره (یعنی همه یاخته‌ها)، ذره‌های غذایی را با درون‌بری دریافت می‌کنند. سپس فرایند گوارش به صورت درون‌یاخته‌ای در حفره گوارشی ادامه می‌یابد.



حفره گوارشی در هیدر پر از مایعات است و علاوه بر گوارش، وظیفه گردش مواد را نیز برعهده دارد. در کرم‌های پهن آزادی مثل پلاناریا، انشعابات حفره گوارشی به تمام نواحی بدن نفوذ می‌کند به طوری که فاصله انتشار مواد تا یاخته‌ها بسیار کوتاه است. در این جانوران حرکات بدن به جابه‌جایی مواد کمک می‌کند (فصل ۴ دهم).

در هیدر برخلاف پارامسی و جانوران دارای لوله گوارش، منافذ ورود مواد غذایی و خروج مواد دفعی، یکسان است! مراحل گوارش مواد غذایی در بدن هیدر:

✓ ورود مواد غذایی از طریق دهان به حفره گوارشی ← یاخته‌هایی (نه همه یاخته‌ها!) از حفره گوارشی، آنزیم گوارشی ترشح می‌کنند ← شروع گوارش برون‌یاخته‌ای ← ایجاد شدن ذرات کوچک‌تر (نه مونومرهای غذایی!) ← آندوسیتوز شدن ذرات غذایی ایجاد شده به یاخته‌های حفره ← تشکیل واکوئول غذایی ← اضافه شدن لیزوزوم‌ها به واکوئول غذایی و تشکیل واکوئول گوارشی ← تجزیه مواد غذایی و ایجاد مونومرها ← جذب شدن مواد مغذی ← آگزوسیتوز شدن مواد دفعی درون واکوئول دفعی به فضای درون حفره گوارشی ← خارج شدن مواد دفعی از طریق دهان از حفره گوارشی!

هیدر دارای ۶ بازو است که در هدایت مواد غذایی به سمت دهان نقش دارد.

با توجه به شکل بدن هیدر ۲ لایه دارد که در حدفاصل آن‌ها، لایه‌ای ژلاتینی‌مانند وجود دارد که باعث اتصال لایه داخلی و خارجی به هم می‌شود.

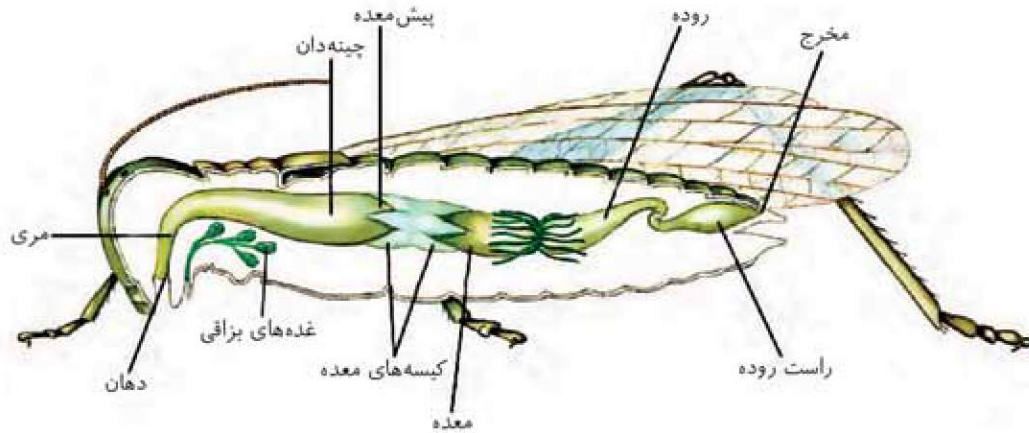
یاخته‌لایه بیرونی، نسبت به لایه درونی ضخامت کمتری دارد. یاخته‌های لایه درونی می‌توانند بدون تاژک و یا تاژک‌دار باشند.

ساده‌ترین ساختار عصبی، شبکه عصبی در هیدر است. شبکه عصبی مجموعه‌ای از نورون‌های پراکنده در دیواره بدن هیدر بین دو لایه بافت پوششی آن است که باهم ارتباط دارند. تحریک هر نقطه از بدن جانور در همه سطح آن منتشر می‌شود. شبکه عصبی یاخته‌های ماهیچه‌ای بدن را تحریک می‌کند (فصل ۱ یازدهم).

لوله گوارش ملخ



لوله گوارش در اثر تشکیل مخرج، شکل می‌گیرد و امکان جریان یک‌طرفه غذا را فراهم می‌کند. ملخ، حشره‌ای گیاه‌خوار است و با استفاده از آرواره‌ها، مواد غذایی را خرد و به دهان منتقل می‌کند. غذای خردشده از طریق مری به چینه‌دان وارد می‌شود. چینه‌دان بخش حجیم انتهایی مری است که در آن غذا ذخیره و نرم می‌شود. سپس غذا به بخش کوچکی به نام پیش‌معدة وارد می‌شود. دیواره پیش‌معدة دندانیهایی دارد که به خرد شدن بیشتر مواد غذایی کمک می‌کنند. معدده و کیسه‌های معدده، آنزیم‌هایی ترشح می‌کنند که به پیش‌معدة وارد می‌شوند. جذب، در معدده صورت می‌گیرد. مواد گوارش‌نیافته پس از عبور از روده به راست‌روده وارد و سپس از راه مخرج دفع می‌شوند.



مراحل گوارش مواد غذایی در ملخ:

گوارش مکانیکی (خرد کردن) غذا توسط آرواره‌های اطراف دهان ← انتقال غذا به دهان ← مری ← ذخیره موقتی و نرم‌شدن غذا در چینه‌دان ← گوارش مکانیکی (با کمک دیواره دنداندار) و گوارش شیمیایی (با کمک آنزیم‌های ترشح‌شده از معده و کیسه‌های معده) در پیش‌معه ← جذب مواد مغذی در معده ← عبور مواد گوارش‌نیافته از روده ← راست‌روده ← دفع از مخرج.

آرواره‌های ملخ در سطح شکمی قرار دارند.

شروع گوارش مکانیکی در ملخ، خارج از لوله گوارش و در آرواره‌های اطراف دهان است.

نرم‌شدن غذا با گوارش مکانیکی غذا فرق دارد! در چینه‌دان، غذا نرم می‌شود اما گوارش مکانیکی پیدا نمی‌کند! سروران گرامی بدونید که دیواره چینه‌دان ماهیچه‌های قوی نداره و در نتیجه نمی‌تونه گوارش مکانیکی انجام بده!

آنزیم‌های درون پیش‌معه از یاخته‌های دیواره آن ترشح نشده‌اند!

ملخ چند غده بزاقی (۴ عدد) تقریباً هم‌اندازه دارد که در سطح شکمی و در زیر مری و چینه‌دان قرار دارد. از هر غده بزاقی یک مجرا خارج می‌شود ولی دقت کنید که هر ۴ غده بزاقی، همگی از طریق یک مجرای مشترک به دهان راه دارند.



حجیم‌ترین بخش مری در انتهای آن قرار دارد و چینه‌دان نامیده می‌شود. اگر به شکل مقابل ذره‌بینی نگاه کنید، مری از بین دو رشته عصبی تشکیل‌دهنده طناب عصبی در بخش بین مغز و اولین گره طناب، عبور می‌کند.

چینه‌دان، حجیم‌ترین بخش لوله گوارش ملخ است.

قطر روده ابتدا ضخیم و در انتها که به راست‌روده ختم می‌شود، باریک است.

باریک‌ترین بخش لوله گوارش، بخشی از روده است و به راست‌روده متصل است.

در ملخ، معده طویل‌تر از پیش‌معه است.

در اطراف معده و پیش‌معه، کیسه‌های معده قرار دارند. هر یک از کیسه‌های معده در یک انتها باریک و در انتهای دیگر، پهن هستند.

در کیسه‌های معده، انتهای پهن کیسه‌ها در مجاورت هم و انتهای باریک آن‌ها، از هم بیشترین فاصله را دارند؛ در واقع کیسه‌های معده از سمت پهن خود مقابل یکدیگر قرار می‌گیرند.

لوله‌های مالپیگی در مجاورت روده و معده قرار دارند ولی محتویات آن‌ها به ابتدای روده (بخش قطورتر) باز می‌شوند.

تراکم لوله‌های مالپیگی در اطراف معده بیشتر از روده است.

ملخ مثل سایر حشرات، ۶ پا دارد. در ملخ طول پاها عقبی بیشتر از پاها میانی و جلویی است.

بر روی پاها ملخ، زوائد خارمانندی وجود دارد. تعداد این زوائد در پاها عقبی بیشتر از سایر پاها است.

بال‌های ملخ در بخش ابتدایی خود باریک و در انتها، پهن هستند.

معدۀ ملخ از نظر عملکرد، معادل با روده باریک انسان است.

راست‌روده ملخ از نظر عملکرد، معادل با روده بزرگ انسان است.

پرندۀ دانه‌خوار



جانوران دیگری مانند پرندگان دانه‌خوار نیز چینه‌دان دارند. شکل زیر لوله گوارش در این پرندگان را نشان می‌دهد. بخش عقبی معده در این پرندگان ساختاری مله‌یچه‌ای است و سنگدان نامیده می‌شود. سنگریزه‌هایی که پرندۀ می‌بلعد، فرایند آسیاب کردن غذا را تسهیل می‌کنند.

مراحل گوارش مواد غذایی در پرندۀ دانه‌خوار:

دهان ← مری ← چینه‌دان ← معده ← سنگدان ← روده باریک ← روده بزرگ ← مخرج.

چینه‌دان، حجیم‌ترین بخش لوله گوارش در پرندگان دانه‌خوار است.

معده بین چینه‌دان و سنگدان، معده قرار دارد و نسبت به هر دوی آن‌ها، کوچک‌تر است.

مقایسه از نظر حجم ← چینه‌دان < سنگدان < روده بزرگ < معده.

چینه‌دان متمایل به سطح شکمی جانور ولی سنگدان به سطح پشتی بدن، نزدیک‌تر است.

کبد در زیر معده و سنگدان و در بخش پشتی چینه‌دان قرار دارد. قرار دارد و از طریق مجرای با روده باریک ارتباط دارد.

روده باریک طولی‌ترین بخش لوله گوارش بوده و دارای پیچ‌خوردگی‌های زیادی است.

روده بزرگ نسبت به روده باریک، طول کمتر ولی حجم بیشتری دارد.

پای پرندۀ ۴ انگشت دارد که بین آن‌ها پرده وجود ندارد. از بین انگشتان، ۳ انگشت به سمت جلو و یکی به سمت عقب قرار دارد.

سنگریزه‌های بلعیده شده توسط جانور، علاوه بر سنگدان می‌تواند در بخش‌های دیگری از لوله گوارش مشاهده شود.

پستانداران نشخوارکننده



پستانداران نشخوارکننده، نظیر گاو و گوسفند، معده چهارقسمتی دارند.

دقت کنید که همه نشخوارکنندگان، پستاندار هستند!

در این جانوران، معده، شامل کیسه بزرگی به نام سیرابی؛ بخشی به نام نگاری؛ یک اتاقلک لایه‌لایه به نام هزارلا و معده واقعی یا شیردان است. این جانوران به سرعت غذا می‌خورند تا در فرصت مناسب یا مکانی امن، غذا را با نشخوار کردن غذا را به دهان برگردانند و بچوند. ابتدا غذای نیمه‌جویده بلعیده و وارد سیرابی می‌شود و در آن‌جا به کمک میکروب‌ها تا حدی گوارش می‌یابد. در نشخوارکنندگان، وجود میکروب‌ها برای گوارش سلولز ضروری است. سلولز مقدار زیادی انرژی دارد ولی اغلب جانوران فاقد توانایی تولید آنزیم سلولاز برای گوارش آن هستند. توده‌های غذا سپس به نگاری وارد و به دهان برمی‌گردند. در این زمان غذا به طور کامل، جویده و دوباره به سیرابی وارد می‌شود؛ بیشتر حالت مایع پیدا می‌کنند و سپس به نگاری جریان می‌یابد. مواد از آن‌جا به هزارلا رفته تا حدودی آبیگری و سرانجام به شیردان وارد می‌شود. در این محل آنزیم‌های گوارشی وارد عمل می‌شوند و گوارش ادامه پیدا می‌کند.

بخش‌های مختلف معده جانوران نشخوارکنندگان:

سیرابی	نگاری	هزارلا	شیردان
بزرگ‌ترین بخش معده است	کوچک‌ترین بخش معده است	اتاقلک لایه‌لایه است	به معده واقعی معروف است!
هم‌غذای نیمه جویده و هم‌غذای کامل جویده را دریافت می‌کند.	هم‌غذای کامل جویده را دریافت می‌کند.	فقط غذای کامل جویده را دریافت می‌کند.	
دریافت مواد غذایی ← همواره از مری	دریافت مواد غذایی ← همواره از سیرابی	دریافت مواد غذایی ← همواره از نگاری	دریافت مواد غذایی ← همواره از هزارلا
انتقال مواد غذایی ← همواره به نگاری	انتقال مواد غذایی: اگر نیمه جویده باشد ← مری اگر کامل جویده باشد ← هزارلا	انتقال مواد غذایی ← همواره به شیردان	انتقال مواد غذایی ← همواره به روده باریک

 مسیر حرکت غذا در لوله گوارش نشخوارکنندگان:

✓ دهان ← مری ← سیرابی ← نگاری ← مری ← دهان ← مری ← سیرابی ← نگاری ← هزارلا ← شیردان ← روده باریک ← روده بزرگ ← مخرج.

 در یک دوره کامل گوارش در نشخوارکنندگان، غذا سه بار از مری، دو بار از سیرابی و نگاری و یک بار از هزارلا، شیردان و روده عبور می‌کند.

 نگاری حالت اسفنجی و سوراخ سوراخ داشته و در بخش بالایی خود منفذی دارد که به هزارلا راه دارد.

 هزارلا چین‌خورده‌ترین بخش معده است و در دیواره خود دارای شیارهای متعدد موازی است.

 قطر روده باریک نسبت به همه بخش‌های معده، کمتر است.

 غذای نیمه جویده زمان بیشتری را نسبت به غذای تماماً جویده شده در سیرابی و نگاری طی می‌کند.

 جهت حرکت غذا در نیمی از بخش‌های معده (سیرابی و نگاری)، دهان و مری به صورت دوطرفه است.

 شیردان در سمت متصل به هزارلا دارای قطر زیاد و در سمت متصل به روده باریک، قطر کمتری دارد.

 پایینی‌ترین بخش معده، شیردان است.

 یکی از روش‌های تهیه انسولین جداسازی و خالص کردن آن از لوزالمعده جانورانی مثل گاو است و روش دیگر، مهندسی ژنتیک است. گاوهای تراژنی می‌توانند شیر غنی از نوعی پروتئین انسانی تولید کنند که برای انسان نسبت به شیر طبیعی گاو مناسب‌تر است (فصل ۷ دوازدهم).

 مقایسه لوله گوارش ۳ جانور مطرح شده در کتاب درسی:

روده	معده	پیش‌معده	سنگدان	چینه‌دان	دهان	
محل ورود مواد دفعی محل ورود محتویات لوله‌های مالپیگی	جذب مواد مغذی	گوارش مکانیکی و شیمیایی غذا	-	ذخیره موقت غذا	گوارش شیمیایی توسط بزاق	ماج
جذب مواد مغذی	بین چینه‌دان و سنگدان	-	گوارش مکانیکی		-	پرندۀ دانه‌خوار
جذب مواد مغذی	گوارش شیمیایی توسط آنزیم‌های ترش‌جی از میکروب‌ها و یاخته‌های دیواره معده	-	-	-	گوارش مکانیکی	گاو

 دفع گاز از دهان و مخرج گاو از عوامل گرم شدن کره زمین است.