دولة ليبيا
وزارة التعليم
مركز المناهج التعليمية والبحوث التربوية

الأحياء

للسنة الأولى من مرحلة التعليم الثانوي

الدرس الثامن

المدرسة الليبية بفرنسا ـ تور

العام الدراسي:
1441 / 1442 هجري
2020 / 2021 ميلادي

جميع الحقوق محفوظة لـ مركز المناهج التعليمية والبحوث التربوية ـ ليبيا

الوحدة 6

التغذية في الثدييات

Nutrition in Mammals

أهداف التعلم

بعد الانتهاء من دراسة هذه الوحدة سوف تكون قادرًا على أن :

- تُعَرِّف المناطق الرئيسة في القناة الهضمية للإنسان والأعضاء المرتبطة بها .
- تصف الوظائف الرئيسة للأعضاء المختلفة في القناة الهضمية .
- تفسر ضرورة هضم الطعام .
- تصف عملية الهضم الكيميائي .
- تصف عملية الامتصاص والتمثيل الغذائي، وتشرح كيفية تكيف القناة الهضمية في الإنسان للقيام بتلك الوظائف .

سوف تكتشف في هذه الوحدة طريقة هضم الطعام في القناة الهضمية عند الإنسان، وهي أنبوب طوله تسعة أمتار، يلف داخل جسمك بدءًا من الفم حتى فتحة الشرج . مستخدمين تشبيه الآلة (مع الفارق) يدخل الطعام في حالته الخام عند قمة هذه الأنبوبة ويُهضم بواسطة الجهاز الهضمي . وتُطرد المواد التي لا يمتصها الجسم خارجه عندما تذهب إلى دورة المياه . ابسط يديك ثم ضعها على بطنك، توجد تحت يديك المعدة والأمعاء التي تتم فيها عملية الهضم . كيف تستطيع معرفة العمليات التي تحدث هناك ؟

بدأت إحدى تلك المحاولات في عام 1822 عندما أطلقت النيران دون قصد على عامل بالجيش الأمريكي اسمه أليكسيس سانت مارتن من بندقية صغيرة على مسافة قريبة . وأحدثت إحدى إصاباته ثقبًا كبيرًا في البطن، خرجت منه محتويات الإفطار الذي تناوله . ولدهشة الجميع نجا العامل من هذه الإصابة الأليمة، وأصبح بمثابة تجربة متحركة لطبيب بالجيش اسمه ويليام بومنت .

لم يلتئم الجرح الذي أصاب أليكسيس بطريقة صحيحة، مما وفر للطبيب بومنت نافذة يستطيع الدخول من خلالها لدراسة طريقة عمل الجهاز الهضمي . سد الثقب في البداية بلف ضمادة حوله بإحكام، ولكن نما بعد فترة طرف متدلي من الجلد فوق الجرح، أصبح بمثابة صمامًا يمكن فتحه وغلقه بالضغط عليه . وأجرى بومنت، بموافقة أليكسيس، سلسلة من التجارب خلال هذا الصمام استمرت حوالي تسع سنوات .

وحكى بومنت كيف أنه يضغط على البطن فوق الكبد فيحصل على العصارة الصفراوية خلال الصمام، كما أنه نزع وحلل محتويات المعدة . يستخدم أيضًا هذا الأسلوب لتحليل الهضم في الحيوانات حيث توضع أنابيب تغذية (كانيولا) داخل المعدة أو الأمعاء . ويمكن عندئذ نزع محتويات المعدة والأمعاء خلال تلك الأنابيب لتحليلها .

جميع الحقوق محفوظة لـ مركز المناهج التعليمية والبحوث التربوية ـ ليبيا

ويستطيع الأطباء الآن استخدام أشعة إكس لدراسة عمل الجهاز الهضمي في الإنسان. انظر إلى الصورة الفوتوغرافية التي تبين صورة المعدة والأمعاء التي التقطت بعد تناول المريض وجبة تحتوي على أيونات فلز الباريوم الثقيل. لا تستطيع أشعة إكس اختراق الباريوم الثقيل ولذلك تبدو المساحات التي غطاها الباريوم بيضاء اللون في أشعة إكس. هل تستطيع تمييز المعدة والأمعاء؟

تُستخدم تقنية أخرى لدراسة عمل الجهاز الهضمي تُسمى التنظير الداخلي، تتضمن إدخال كاميرا متصلة بأنبوب طويل في المعدة خلال الفم. ويستطيع الأطباء باستخدام الألياف الضوئية رؤية ما يحدث داخل المعدة. وتفيد تلك الطريقة في تشخيص الحالات الطبية المختلفة مثل قرحة المعدة.

تظهر أشعة إكس المعدة والأمعاء بعد وجبة من الباريوم

6 - 1 التغذية الحيوانية

تعرف عملية دخول الطعام والعمليات التي تحول المواد الغذائية إلى مادة حية **بالتغذية**. ولذلك تتضمن التغذية العمليات التالية:

- إطعام – عملية دخول الغذاء إلى الجسم.
- هضم – العملية التي تُكسر فيها جزيئات الطعام الكبيرة إلى جزيئات قابلة للذوبان والانتشار تمتصها خلايا الجسم.
- امتصاص – العملية التي تدخل فيها المواد الغذائية المهضومة إلى خلايا الجسم.
- تمثيل – العملية التي تُحول فيها بعض المواد الغذائية المهضومة إلى بروتوبلازم جديد أو تستخدم للإمداد بالطاقة.

تتغذى الحيوانات بتناول (اغتذاء) المادة العضوية المعقدة الجاهزة (الصلبة أو السائلة) والتي تحصل عليها من الكائنات الحية الأخرى. ويعرف هذا الأسلوب في التغذية على المادة الحيوية المعقدة الجاهزة **بالتغذية الحيوانية**. وتمتلك معظم الحيوانات أعضاءً أو أجهزة عضوية خاصة للتغذية مثل الفم والقناة الهضمية. يكون الجهاز العضوي الخاص بالتغذية متطورًا للغاية في الثدييات.

الأفكار الدليلية

التغذية الحيوانية

يوجد هذا النوع من التغذية في الحيوانات، ويتضمن ابتلاع (اغتذاء) المواد المغذية العضوية المعقدة و هضمها، و امتصاصها، ثم تمثيلها.

جميع الحقوق محفوظة لـ مركز المناهج التعليمية والبحوث التربوية ـ ليبيا

6 – 2 الجهاز الهضمي في الثدييات

يتألف **الجهاز الهضمي** في الثدييات من القناة الهضمية والغدد المرتبطة بها. وتُهضم المواد الغذائية في القناة الهضمية. تمتد القناة الهضمية الأنبوبية (شكل 6 – 2) من الفم حتى فتحة الشرج (الإست)، ويوجد غالبية هذا الطول ملتفًا في تجويف البطن. وتتكون القناة الهضمية من الأجزاء التالية : الفم، والتجويف الفمي، والبلعوم، والمريء، والمعدة، والأمعاء الدقيقة، والأمعاء الغليظة، وفتحة الشرج.

الفم والتجويف الفمي

يدخل الطعام إلى الجسم خلال الفم الذي يؤدي إلى التجويف الفمي. ويوجد حول جانبي ومقدمة التجويف الفمي الفك العلوي والفك السفلي. ويكون الفك العلوي ثابتًا بينما يكون الفك السفلي متحركًا. ويحمل الفكان أربعة أنواع من الأسنان : القواطع، والأنياب، والضروس الأمامية، و الضروس الخلفية.

ويتم في الفم تكسير الغذاء الصلب إلى قطع صغيرة عن طريق حركة المضغ التي تقوم بها الأسنان. ويوجد باللسان خلايا حسية خاصة أو براعم تذوق تساعد على انتقاء الأطعمة المناسبة. وتفتح ثلاثة أزواج من الغدد اللعابية في التجويف الفمي عن طريق قنوات معينة. وتنتج الغدد إفرازًا يسمى اللعاب يتم تفريغه في التجويف الفمي.

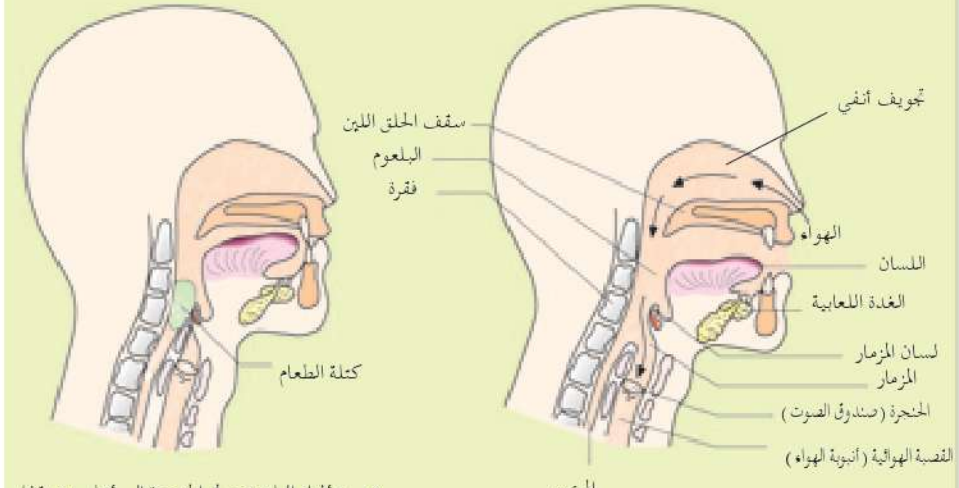
البلعوم

هو جزء القناة الهضمية الذي يصل الفم بالمريء والقصبة الهوائية (الأنبوبة الهوائية) عن طريق الحنجرة . ويوجد على الحنجرة شق طولي يسمى **المزمار**.
والبلعوم ممر مشترك لكل من الهواء والطعام. ويحتمل مرور الطعام إلى داخل القصبة الهوائية أثناء بلعه. وتمنع عادة قطعة صغيرة على شكل نتوء غضروفي يسمى **لسان المزمار** حدوث ذلك. ويوجد لسان المزمار فوق الحنجرة، خلف مؤخرة اللسان بالضبط. تتحرك الحنجرة أثناء عملية البلع إلى أعلى بحيث تصبح تحت لسان المزمار، ولا تستطيع جسيمات الطعام الدخول إلى القصبة الهوائية.

تدخل أحيانًا جسيمات دقيقة من الغذاء أو الماء إلى الحنجرة أو القصبة الهوائية، مما يؤدي بطريقة أوتوماتيكية إلى كحة شديدة لإجبار تلك الجسيمات على الخروج، ولمنع حدوث اختناق.

تفتح تراكيب أخرى إلى داخل البلعوم وهي الجيوب (التجاويف) الأنفية، وقناتي أستاكيوس الآتيتين من الأذن.

شكل 6-1 ماذا يحدث أثناء البلع والتنفس



(أ) أثناء التنفس تتحرك الحنجرة إلى أسفل و يفتح المزمار

(ب) أثناء البلع تتحرك الحنجرة إلى أعلى، و يقفل المزمار بواسطة لسان المزمار

ملحوظة

الأمعاء
تتكون الأمعاء الدقيقة من الاثنا عشر، والصائم، واللفائفي بينما تتألف الأمعاء الغليظة من الأعور، والقولون، والمستقيم. ولا يمكن التمييز بين الصائم واللفائفي في معظم الحيوانات الثديية ولكنها واضحة في الإنسان.

الغدة
الغدة هي خلية، أو نسيج، أو عضو يفرز مادة كيميائية. ويطلق على الغدد اللعابية هذا الاسم لأنها تفرز اللعاب.

استقصاء

1-6

1 ضع أصابع يديك فوق الحنجرة.

2 ابتلع اللعاب ثم سجل بالتفصيل ما يحدث في حلقك.

3 فسر أسباب الحركة في الحلق.

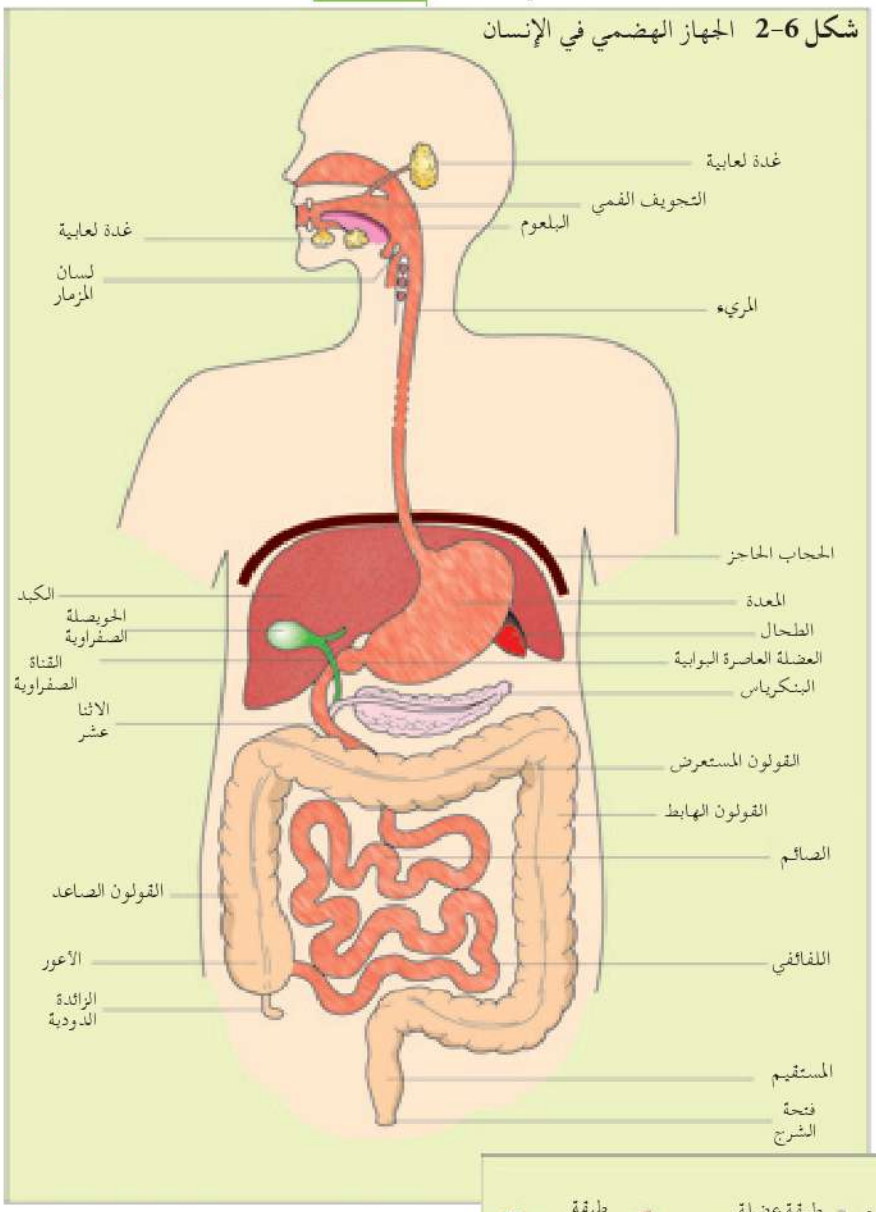
جميع الحقوق محفوظة لـ مركز المناهج التعليمية والبحوث التربوية ـ ليبيا

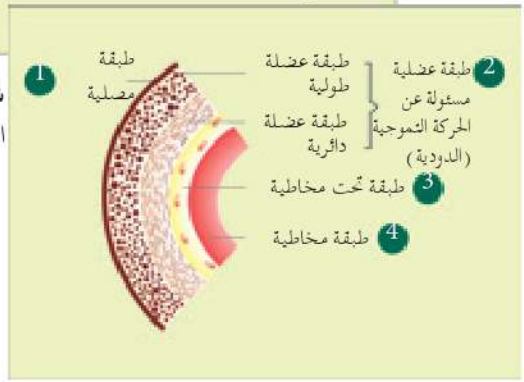
المريء

هو أنبوب عضلي ضيق يستمر من البلعوم، مرورًا بالحلق، والحجاب الحاجز، وحتى المعدة. وتتكون جدرانه من أربع طبقات توجد بطول القناة الهضمية عدا فتحة الشرح.

1. تتكون الطبقة الخارجية من غشاء رقيق يعرف بالطبقة المصلية، وهي غطاء رطب وزلق، لتقليل الاحتكاك عند انزلاق الأعضاء فوق بعضها البعض.
2. يلي ذلك الطبقات العضلية التي تتكون من طبقة خارجية من عضلات طولية وطبقة داخلية من عضلات دائرية. يطلق عليها العضلات الملساء وتكون انقباضاتها بطيئة وثابتة.
3. تأتي بعد ذلك طبقة من الأوعية الدموية والأنسجة الضامة والتي يطلق عليها الطبقة تحت المخاطية.
4. الطبقة الأخيرة من الداخل هي الطبقة المخاطية، وهي طبقة مطوية بكثرة وتحتوي على خلايا غددية، و تفرز بعضها مخاطًا لزجًا. ويعمل المخاط على تزليق الطعام ليتحرك بسهولة في القناة الهضمية.

شكل 6-2 الجهاز الهضمي في الإنسان





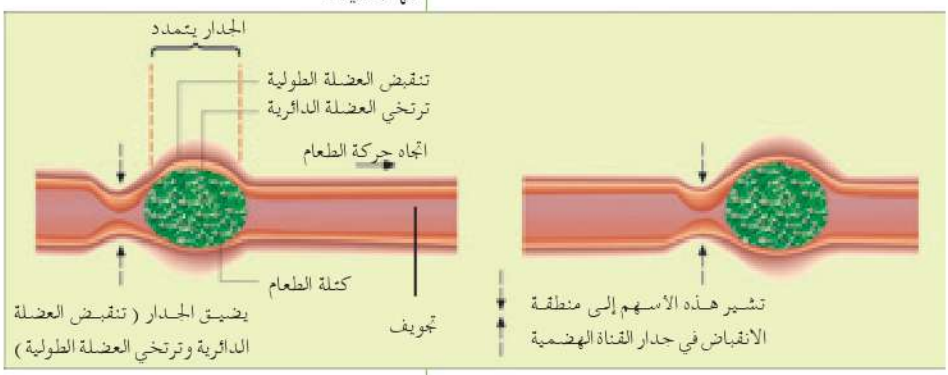
شكل 6-3 جزء من جدار القناة الهضمية (قطاع عرضي)

الحركة التموجية (الدودية)

تسبب طبقتا العضلات الملساء انقباضات متناسقة تشبه الموجة في جدران القناة الهضمية. وتعرف تلك الحركات **بالحركة التموجية** (الدودية) وهي التي تحرك الطعام بطول القناة الهضمية.

وتعمل مجموعتا العضلات بطريقة معينة بحيث ترتخي مجموعة عند انقباض الأخرى، وعند انقباض العضلة الدائرية ترتخي العضلة الطولية.

شكل 6-4 حركة الانضغاط الناتجة عن الحركة التموجية تحرك الطعام بطول القناة الهضمية.



جميع الحقوق محفوظة لـ مركز المناهج التعليمية والبحوث التربوية ـ ليبيا

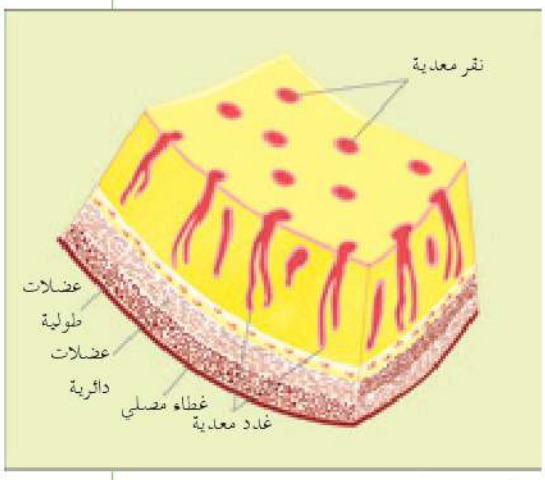
وتنقبض جدر القناة الهضمية (مثل الأمعاء) بمعنى أنها تصبح أكثر ضيقًا لكن أطول، وبالتالي يُعصر الطعام أو يدفع إلى الأمام. وعند انقباض العضلة الطولية ترتخي العضلة الدائرية، وتتسع القناة الهضمية لتصبح أعرض وأقصر، مما يوسع تجويف القناة الهضمية لدخول الطعام.

المعدة

المعدة كيس عضلي قابل للانتفاخ، لها جدران عضلية سميكة جيدة النمو. وهي تقع تحت الحجاب الحاجز مباشرة على الجانب الأيسر من تجويف البطن، ويغطيها الكبد جزئيًا.

وتحمل الطبقة المخاطية لجدار المعدة نقر كثيرة، يتراص على جدرانها الغدد المعدية التي تفرز **العصارة المعدية** التي تلعب دورًا كبيرًا في عملية الهضم.

ويوجد صمام عضلي في المكان الذي تتصل فيه المعدة بالأمعاء الدقيقة يسمى **العضلة العاصرة البوابية**. وعند انقباض ذلك الصمام يغلق مدخل الأمعاء الدقيقة، وعند انبساطه ينفتح المدخل بحيث يُسمح للطعام بالمرور إلى الأمعاء الدقيقة.



شكل 6-5 قطاع في جدار المعدة (صورة مجسمة)

الأمعاء الدقيقة

تتكون الأمعاء الدقيقة من الاثنا عشري على شكل حرف U (الجزء الأول من الأمعاء الدقيقة)، والصائم، واللفائفي كثير الالتفاف. ويبلغ طول الأمعاء الدقيقة في الإنسان نحو 6 أمتار.

وتحتوي بطانة جدر الأمعاء الدقيقة على الغدد التي تفرز الأنزيمات الهاضمة. ويبين شكل (6-6) ص 92 التركيب التفصيلي لجدران الأمعاء الدقيقة.

تتصل الأمعاء الدقيقة (وأيضًا الأمعاء الغليظة) بجدار الجسم الظهري عن طريق أغشية رقيقة شفافة تسمى **المساريقا** (لاحظ تلك الأغشية أثناء تشريح الأرنب).

الأعضاء والغدد المرتبطة بالقناة الهضمية

الكبد والحوصلة الصفراوية (المرارة)

يعتبر الكبد أكبر غدة في الجسم، لونه أحمر داكن ويتكون من خمسة فصوص، ثلاثة منها في الجانب الأيمن واثنين على الجانب الأيسر. وهو يقع تحت الحجاب الحاجز مباشرة على الجانب الأيمن من الجسم. ويلامس سطحه العلوي الحجاب الحاجز في حين يلامس سطحه السفلي المعدة والأمعاء الدقيقة. ويتصل بالسطح السفلي من الكبد ثلاثة أوعية دموية هي الوريد الكبدي البابي، والوريد الكبدي، والشريان الكبدي.

وتفرز خلايا الكبد **الصفراء**، وهي سائل قلوي لونه أصفر مخضر يحتوي على أملاح الصفراء وصبغات الصفراء التي تسبب لون العصارة. ولا تحتوي الصفراء على أنزيمات ولذلك لا تستطيع هضم الطعام ولكنها تساعد على هضم الدهون. وصبغات الصفراء هي فضلات تخرج مع البراز.

جميع الحقوق محفوظة لـ مركز المناهج التعليمية والبحوث التربوية ـ ليبيا

وتُخزن العصارة الصفراوية بصفة مؤقتة في الحوصلة الصفراوية (المرارة) . وهي كيس أصفر يميل للون الأخضر ملتصق بالكبد . وعند انقباض الحوصلة الصفراوية تتدفق العصارة إلى الاثنا عشري خلال القناة الصفراوية .

ويؤدي الكبد وظائف مهمة أخرى كثيرة خلاف دوره في الهضم .

البنكرياس

البنكرياس غدة تقع في بداية التفاف الاثنا عشري . وهي تتصل بالاثنا عشري عن طريق قناة بنكرياسية . وتتصل قناة الصفراء بالقناة البنكرياسية قبل أن تفتح الأخيرة في الاثنا عشري . وينتج البنكرياس **العصارة البنكرياسية** التي تحتوي على أنزيمات الهضم . يفرز البنكرياس أيضًا هرمون الإنسولين الذي يلعب دورًا مهمًّا في التحكم في مستوى سكر الدم في الجسم والاستفادة من المواد الكربوهيدراتية .

الأمعاء الغليظة

الأمعاء الغليظة أقصر ولكنها أكثر اتساعًا من الأمعاء الدقيقة . وتفتح الأمعاء الدقيقة على الأمعاء الغليظة في الجانب الأيمن من تجويف البطن . وفي المكان الذي تلتقي فيه الأمعاء الدقيقة والقولون الصاعد (جزء من الأمعاء الغليظة) يوجد كيس صغير هو الأعور **والزائدة الدودية** .

يبلغ طول الأمعاء الغليظة حوالي 1.5 متر تقريبًا وتتكون من :

- الأعور والزائدة الدودية .
- القولون الصاعد الذي يتجه إلى أعلى بطول الجانب الأيمن من تجويف البطن .
- القولون المستعرض الأفقي .
- القولون الهابط الذي يتجه إلى أسفل ليتصل بالمستقيم .
- المستقيم (أنبوبة عضلية قصيرة) .

يُخزن **البراز** (مادة غير مهضومة) بصفة مؤقتة في المستقيم . وعند انقباض المستقيم يطرد البراز خلال فتحة الشرج . والوظيفة الرئيسة للأمعاء الغليظة هي امتصاص الماء والأملاح المعدنية من المادة الغذائية غير المهضومة . تساعد أيضا الأمعاء الغليظة على إزالة البكتريا بصفة دورية أثناء عملية التبرز .

الاستكشار الدليلي

الكبد والبنكرياس

يلعب كل من الكبد والبنكرياس دورًا في عملية الهضم . ومع ذلك فإن لكل منهما أدوارًا أخرى مهمة في الجسم . فالبنكرياس يفرز الهرمونات المسئولة عن التحكم في مستوى الجلوكوز في الدم بينما للكبد مجموعة أخرى من الوظائف التي تم إدراجها في هذه الوحدة .

ملحوظة

لا تؤدي الزائدة الدودية أي دور في عملية الهضم ولكن يمكن أن تصيبها العدوى وتلتهب مسببة التهاب الزائدة الدودية .

ملحوظة

الكائنات البشرية متنوعة الطعام وهي لاتهضم السليولوز . أما آكلات العشب من الثدييات فلديها كائنات دقيقة في قناتها الهضمية لهضم الكمية الكبيرة من السليولوز في غذائها . ويحدث هذا الهضم في الأعور والزائدة الدودية، وهي الخاصية التي تميز الثدييات آكلة العشب مثل الحصان . لذلك، يعتبر الأعور الكبير والزائدة الدودية الكبيرة من خصائص الثدييات آكلات العشب .

جميع الحقوق محفوظة لـ مركز المناهج التعليمية والبحوث التربوية ـ ليبيا

6 - 3 الهضم في الإنسان

في الفم

يستثير الطعام الموجود في الفم الغدد اللعابية فتفرز اللعاب الذي يختلط بالطعام. ويساعد **المخاط** الموجود في اللعاب على تليين الطعام، بينما يساعد المضغ على تكسير الطعام إلى قطع صغيرة. ويحتوي اللعاب على **أميلاز اللعاب**، وهو الأنزيم الذي يهضم النشا المطهي إلى مالتوز. ويكور اللسان الطعام إلى كتل دائرية انزلاقية صغيرة تسمى **مُضغ** طعام (مفردها **مُضغة**)، تُبتلع وتدخل إلى المريء عن طريق البلعوم.

في المريء

تمر كل مضغة طعام خلال المريء إلى المعدة بمساعدة جزئية من الجاذبية الأرضية وبسبب الحركة الدودية لجدر المريء، وتستغرق الرحلة نحو سبع ثوان.

في المعدة

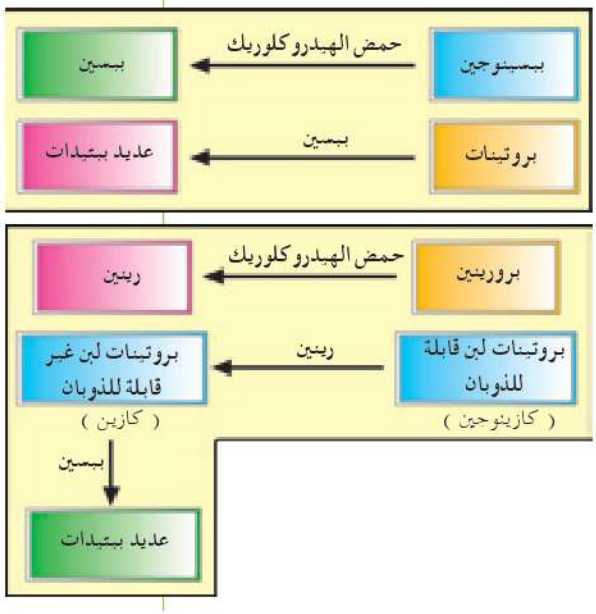
يستثير الطعام في المعدة الغدد المعدية فتفرز العصارة المعدية في تجويف المعدة. وتقوم الحركة الدودية في جدار المعدة بخض الطعام وخلطه جيدًا بالعصارة المعدية.

والعصارة المعدية هي محلول مخفف من حمض الهيدروكلوريك (الأس الهيدروجيني =2) وأنزيمين هما **رنين وببسين**. ويعمل حمض الهيدروكلوريك المخفف على:

- وقف نشاط أميلاز اللعاب.
- تحويل الأنماط غير النشطة للأنزيمات في العصارة المعدية إلى أنماط نشطة.
- إتاحة وسط قليل الحموضة مناسب لنشاط الأنزيمات المعدية.
- قتل الميكروبات وبعض أنواع من الطفيليات.

ويتم إنتاج الأنزيمات المعدية في صورة **ببسينوجين** غير نشط **وبرورينين** غير نشط يحولا عن طريق الحمض إلى أنزيمات نشطة: ببسين ورنين على الترتيب. ويهضم الببسين البروتينات لتتحول إلى عديد ببتيدات أو ببتونات. ولذلك لا تتكون إلا في الحالة غير النشطة على هيئة ببسينوجين. وإذا ما تم إفرازها على هيئة ببسين نشط فسوف تهضم الخلايا التي أنتجتها.

أنزيم الرنين من الأنزيمات التي تختص بها الثدييات. فالثدييات الصغيرة تعتمد فقط على اللبن في غذائها. ويعمل الرنين على تجلط أو تماسك بروتينات اللبن وذلك بتحويل بروتين **كازينوجين** القابل للذوبان إلى مادة **كازين** غير قابلة للذوبان. تتطلب تلك العملية وجود أيونات الكالسيوم. والكازين غير القابل للذوبان يظل في المعدة فترة كافية لهضمه عن طريق الببسين. وإذا ظلت بروتينات اللبن على حالتها السائلة فسوف تمر خلال المعدة إلى الاثنا عشري بسهولة مثل الماء، وبالتالي لن تمر بعملية الهضم عن طريق الببسين. ويُنتهي من هضم البروتين في اللفائفي.



يتضمن الهضم عمليتين متمايزتين:
الهضم الكيميائي والهضم الفيزيائي.
والهضم الفيزيائي يتضمن تكسير الطعام إلى جسيمات صغيرة بطريقة آلية و يحدث ذلك في:

- الفم عند مضغ الطعام.
- المعدة حيث تتسبب عمليات الانقباض والانبساط المستمرة في العضلات الموجودة في جدر المعدة في تحريك الطعام ومزجه وتكسيره إلى جسيمات.

والهضم الفيزيائي يزيد من مساحة سطح الطعام المأكول مما يمكّن أنزيمات الهضم من العمل بكفاءة.
الهضم الكيميائي هو تكسير الجزيئات الكبيرة مثل البروتينات والنشا والدهون التي يحتويها الطعام إلى جزيئات صغيرة قابلة للذوبان. يتضمن ذلك تفاعلات تحلل مائي محفزة عن طريق أنزيمات الهضم.

جميع الحقوق محفوظة لـ مركز المناهج التعليمية والبحوث التربوية ـ ليبيا

من الطبيعي بقاء الطعام في المعدة مدة تتراوح من ثلاث إلى أربع ساعات. ويتحول الطعام المهضوم جزئيًا إلى الحالة السائلة مكونًا ما يسمى **بالكيموس** الذي يمر بمقادير صغيرة إلى الاثنا عشري عند انبساط وانفتاح العضلة العاصرة لبوابة المعدة.

في الأمعاء الدقيقة

وفي الأمعاء الدقيقة يُحفز الكيموس ما يلي:

- الغدد المعوية لتفرز **العصارة المعوية**.
- البنكرياس ليفرز العصارة البنكرياسية والتي تمر خلال القناة البنكرياسية إلى داخل الاثنا عشري.
- الحوصلة الصفراوية لتطلق الصفراء التي تمر خلال قناة الصفراء إلى داخل الاثنا عشري.

أصبح الطعام الآن ملامسًا للعصارة البنكرياسية، والعصارة الصفراوية، والعصارة المعوية. والسوائل الثلاثة جميعها قلوية. وتعادل القلويات الكيموس الحمضي وتوفر وسطًا قلويًا مناسبًا لنشاط أنزيمات البنكرياس والأمعاء.

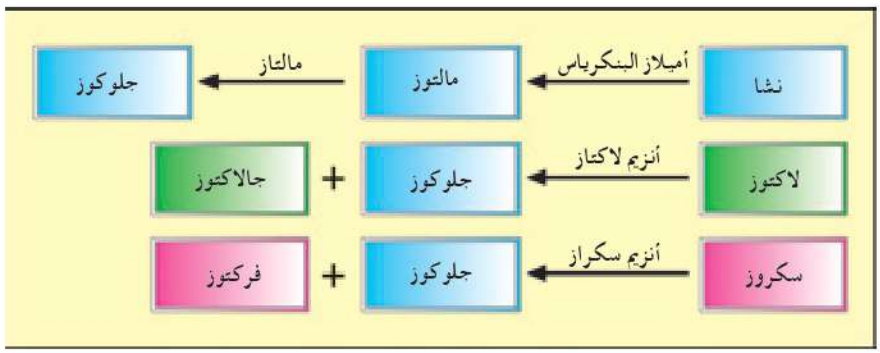
والأنزيمات الموجودة هي على النحو التالي:

- تحتوي العصارة البنكرياسية على **أميلاز البنكرياس، وليباز البنكرياس، وتربسينوجين** (بروتيز).
- تحتوي العصارة المعوية على **أنتروكيناز، وإربسين** (ببتيديز)، **و مالتاز، وسكراز (أو إنفرتاز)، ولاكتاز، وليباز الأمعاء.**

هضم الكربوهيدرات في الأمعاء الدقيقة

قد يحتوي الطعام الذي نتناوله على النشا والمواد الكربوهيدراتية الأخرى مثل اللاكتوز، والسكروز، والسليلوز. ويبدأ هضم النشا في الفم، وبما أن الطعام لا يبقى هناك فترة طويلة، يُهضم جزء قليل من النشا عن طريق أميلاز اللعاب ويُحوَّل إلى مالتوز. ولا تُهضم الكربوهيدرات في المعدة. عند دخول الكربوهيدرات إلى الأمعاء الدقيقة يُحوَّل النشا المتبقي عن طريق أميلاز البنكرياس إلى مالتوز. و يتم تكسير المالتوز إلى جلوكوز عن طريق المالتاز، وتكسير اللاكتوز إلى جلوكوز وجلاكتوز عن طريق أنزيم لاكتاز، والسكروز إلى جلوكوز وفركتوز عن طريق أنزيم سكراز.

ومن هنا نرى أن السكريات البسيطة (جلوكوز، وفركتوز، وجلاكتوز) هي المنتج النهائي لهضم الكربوهيدرات. ولا تُهضم مادة السليولوز في القناة الهضمية.



قرحة المعدة

تُنتج في بعض الحالات غير العادية كمية زائدة من حمض الهيدروكلوريك، فتتآكل أجزاء من جدار المعدة مما ينتج عنه قرحة المعدة. ويزيد القلق أيضًا من إفراز العصارة المعدية في المعدة. كانت تعزى قرحات المعدة أو الاثنا عشري في الماضي إلى زيادة حمض المعدة، ولكن تزايد الاعتقاد مؤخرًا بأن سبب القرحة هو العدوى. وتزايد الآن اعتقاد الكثير من الأطباء بأن كل قرحات الاثنا عشري ترتبط بوجود بكتريا يطلق عليها اسم هليكوباكتر بيلوري. وقد تلعب البكتريا أيضًا دورًا في قرحات المعدة والتهاب المعدة المزمن. مما يحير الأطباء هو أن 90% من الأشخاص الذين تعيش البكتريا في معدتهم لا يصابون بالمرض. أما 10% الآخرين الذين أصيبوا بالقرحات مع وجود بكتريا هليكوباكتر، يصابون بقرحات متكررة و يحتاجون إلى العلاج للتخلص من البكتريا.

هضم السليولوز

لا يهضم البشر مادة السليولوز لأن أجسامنا لا تنتج الأنزيم اللازم لهضمها.

وتعتبر عملية هضم السليولوز ضرورية بالنسبة لآكلات العشب لأنها تعيش على أكل النباتات. فتستهلك الأبقار مثلًا كميات ضخمة من الأعشاب التي تتكون في الأصل من السليولوز.

كيف تهضم الأبقار هذا السليولوز؟

في الواقع هي لا تفعل حيث يُهضم السليولوز بواسطة كائنات دقيقة تعيش في معدة الأبقار. تقوم تلك الكائنات الدقيقة بتكسير السليولوز لتكوين نواتج يمكن أن تمتصها الأبقار.

جميع الحقوق محفوظة لـ مركز المناهج التعليمية والبحوث التربوية ـ ليبيا

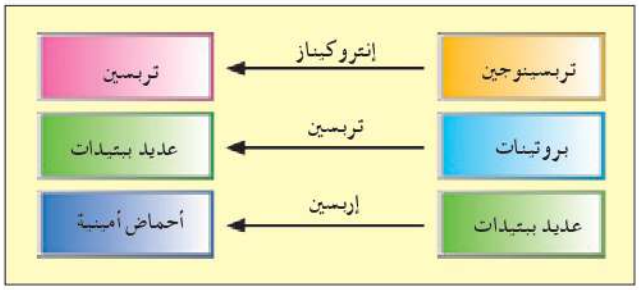
هضم الدهون في الأمعاء الدقيقة

الصفراء **تستحلب الدهون**، بمعنى أنها تعمل على تقليل التوتر السطحي للدهون وتكسيرها إلى كريات دهن صغيرة تظل معلقة في الماء لتُكوِّن مستحلبًا ثابتًا. وتؤدي تلك العملية إلى توسيع المساحة السطحية للدهون وتسرع من هضمها. وتُهضم الدهون المستحلبة عن طريق الليبازات (الليبازات البنكرياسية والمعوية) إلى أحماض دهنية وجليسرول (جليسرين). وبذلك يكون الناتجان النهائيان لهضم الدهون هما الأحماض الدهنية والجليسرول.

هضم البروتينات في الأمعاء الدقيقة

يبدأ هضم بعض البروتينات في المعدة. أما البروتينات التي لا تُهضم والتي تدخل إلى الأمعاء الدقيقة فيحولها التربسين إلى عديد ببتيدات. ويُنتج أنزيم تربسين على شكل تربسينوجين غير فعال في العصارة البنكرياسية، يُحَوَّل إلى تربسين فعال عن طريق إنتروكيناز الأمعاء.

يُهضم عديد الببتيدات إلى أحماض أمينية عن طريق أنزيم إربسين المتواجد في العصارة المعوية. ويكون الناتج النهائي لهضم البروتين هو الأحماض الأمينية.



مكان الهضم	الإفراز	المصدر	الأنزيم	الفعل / التأثير
الفم	اللعاب	الغدد اللعابية	أميلاز اللعاب	نشا ← مالتوز
المعدة	العصارة المعدية	الغدد المعدية	رينين ببسين	كازينوجين قابل للذوبان ← كازينوجين غير قابل للذوبان بروتينات ← عديد ببتيدات
الأمعاء الدقيقة	الصفراء	الكبد	-	تحول الدهون إلى مستحلب دهني
	العصارة البنكرياسية	البنكرياس	أميلاز تربسين ليباز	نشا ← مالتوز بروتينات ← عديد ببتيدات دهون ← أحماض دهنية وجليسرول
	العصارة المعوية	الغدد المعوية	إنتروكيناز مالتاز لاكتاز سكراز أربسين ليباز	تربسينوجين ← تربسين مالتوز ← جلوكوز لاكتوز ← جلوكوز وجالاكتوز سكروز ← جلوكوز وفركتوز عديد ببتيدات ← أحماض أمينية دهون ← أحماض دهنية وجليسرول

جدول 6 – 1 ملخص الهضم في القناة الهضمية عند الإنسان

جميع الحقوق محفوظة لـ مركز المناهج التعليمية والبحوث التربوية ـ ليبيا

اختبر نفسك

1-6

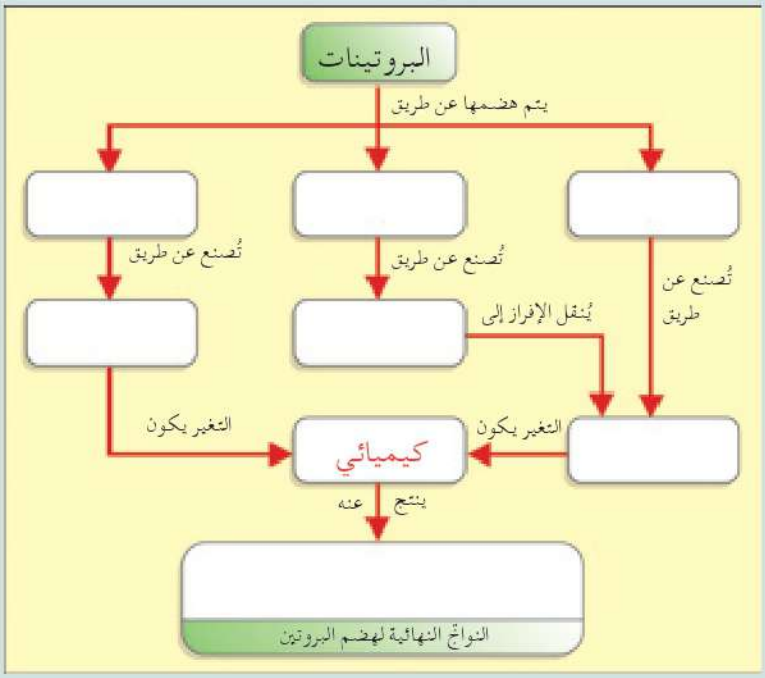
هضم المواد المغذية

1 أكمل مخطط الانسياب لعملية هضم البروتينات في قناتك الهضمية ثم أجب عن الأسئلة التالية:

(أ) ما الأعضاء الثلاثة التي تنتج الأنزيمات الهاضمة للبروتينات؟

(ب) هل ينتج عن عمل تلك الأنزيمات تغيرات كيميائية أو فيزيائية في البروتينات؟

(جـ) ما النتيجة النهائية لهضم البروتينات؟



2 ارسم مخططات انسياب مشابهة تبين كيفية هضم الكربوهيدرات والدهون؟

تتابع

6 - 4 الامتصاص

يُمتص الطعام المهضوم أي السكريات البسيطة، والأحماض الأمينية، والأحماض الدهنية، والجليسرول عن طريق الخملات في الأمعاء الدقيقة خصوصًا في الصائم واللفائفي.

تكيفات الأمعاء الدقيقة لامتصاص نواتج الغذاء المهضوم

تتكيف الأمعاء الدقيقة جيدًا لامتصاص المواد الغذائية المهضومة، فالجدران الداخلية للأمعاء الدقيقة توجد على شكل ثنيات وأخاديد كثيرة مستعرضة (شكل 6-6). وللأمعاء الدقيقة نتوءات دقيقة أصبعية الشكل يطلق عليها **الخملات** (المفرد **خملة**) تبرز داخل تجويف الأمعاء، تعمل على زيادة مساحة السطح. وقد أوضحت الفحوصات المجهرية أن الخلايا الطلائية للخملات تحتوي بدورها على العديد من الخملات المصغرة، وتوجد بين قواعد تلك الخملات الفتحات الدقيقة لغدد الأمعاء التي تفرز العصارة المعوية.

ونجد أن جدار الأمعاء والخملات غنية بالأوعية الدموية والأوعية الليمفاوية التي تنقل الطعام الممتص إلى الدورة الدموية.

اختبر نفسك

2-6

يعتمد معدل امتصاص نواتج الهضم على العوامل التالية:

- مساحة السطح، ومدى اتساعها.
- الغشاء الذي يفصل المواد الغذائية عن الشعيرات الدموية، فتستغرق نواتج الطعام المهضوم وقتًا أقل في المرور خلال الغشاء الرقيق مقارنة بالغشاء السميك.
- تدرج الانتشار (الوحدة 3)

1 أنظر إلى شكل 6 - 6 واذكر ثلاث طرق تزداد بواسطتها مساحة السطح في الأمعاء الدقيقة.

2 افحص تركيب الخملة. كيف تتلاءم الطبقة الطلائية لامتصاص المواد الغذائية؟

3 تحتوي الخملة على العديد من الشعيرات الدموية. كيف يسهم ذلك في الحفاظ على تدرج انتشار عملية امتصاص نواتج الهضم؟

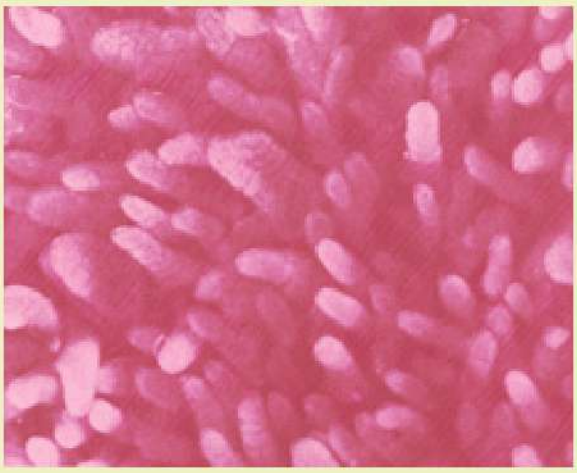
4 يبلغ طول الأمعاء الدقيقة حوالي 6 أمتار، كيف يساعد ذلك في الهضم والامتصاص؟

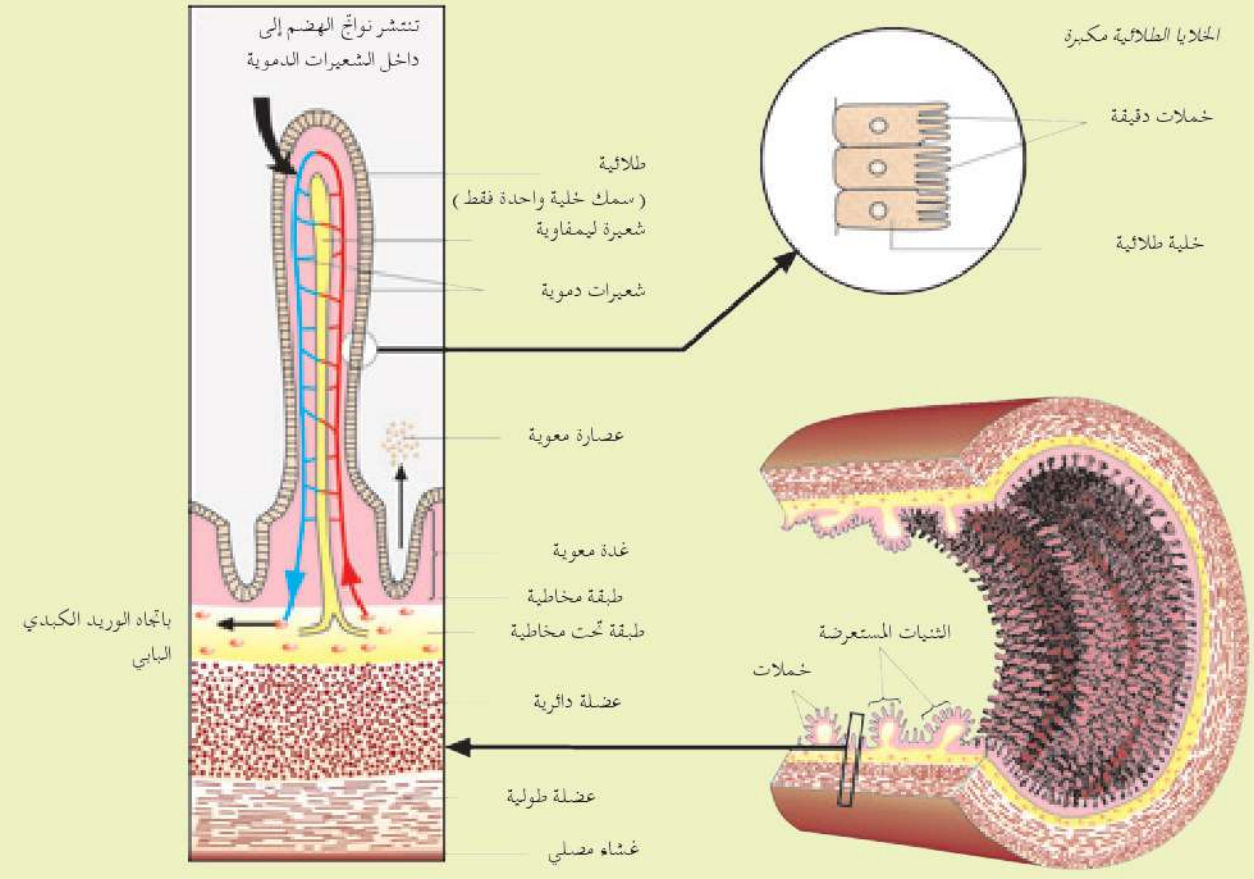
جميع الحقوق محفوظة لـ مركز المناهج التعليمية والبحوث التربوية ـ ليبيا

يوجد في كل خملة **شعيرة لبنية أو ليمفاوية** تحيط بها الشعيرات الدموية. وتقوم الشعيرات الليمفاوية للخملات بنقل الدهون، بينما تقوم الأوعية الدموية بنقل السكريات والأحماض الأمينية. ويحافظ النقل المستمر على تدرج الانتشار اللازم لامتصاص الطعام المهضوم.

(أ) يبين النمط الريشي للجدار الداخلي للأمعاء الدقيقة الانثناءات الكثيرة بها.

(ب) صورة بالمجهر الإلكتروني الماسح للأمعاء الدقيقة توضح الخملات.





قطاع من الخملة (مكبر بدرجة كبيرة)

(د) تركيب الخملة.

(جـ) الأمعاء الدقيقة بعد اقتطاع أجزاء منها لبيان الثنيات المستعرضة والخملات.

شكل 6-6 يبين التركيب الدقيق للأمعاء الدقيقة كيفية تهيئوها لهضم وامتصاص الطعام.

جميع الحقوق محفوظة لـ مركز المناهج التعليمية والبحوث التربوية ـ ليبيا

عملية الامتصاص

تمر السكريات البسيطة والأحماض الأمينية خلال جدران الخملات إلى الشعيرات الدموية. وينقل الدم تلك المواد إلى أجزاء الجسم الأخرى. وتمر أيضًا الأملاح المعدنية والفيتامينات إلى داخل الشعيرات الدموية في الخملات. تلعب عملية النقل النشط (الوحدة الثالثة) دورًا مهمًّا في امتصاص النواتج المهضومة وبخاصة الجلوكوز، والأحماض الأمينية، والأملاح المعدنية.

ومادة الجليسرول قابلة للذوبان في الماء، وتنتشر في الطلائية. ومن ناحية أخرى تتفاعل الأحماض الدهنية مع أملاح الصفراء لتكون رغاوي صابونية قابلة للذوبان تنتشر بعد ذلك داخل الطلائية. وفي الطلائية يعاد اتحاد الجليسرول والرغاوي الصابونية لتكون كريات دهنية دقيقة تمتصها الشعيرات الليمفاوية.

وتمتص أيضًا الأمعاء الغليظة الماء والأملاح المعدنية. وتخزن المادة غير المهضومة وغير الممتصة مؤقتًا في المستقيم قبل طردها عن طريق فتحة الشرج على هيئة براز. وتسمى عملية طرد المواد غير المهضومة إلى خارج الجسم بعملية **التبرز**.

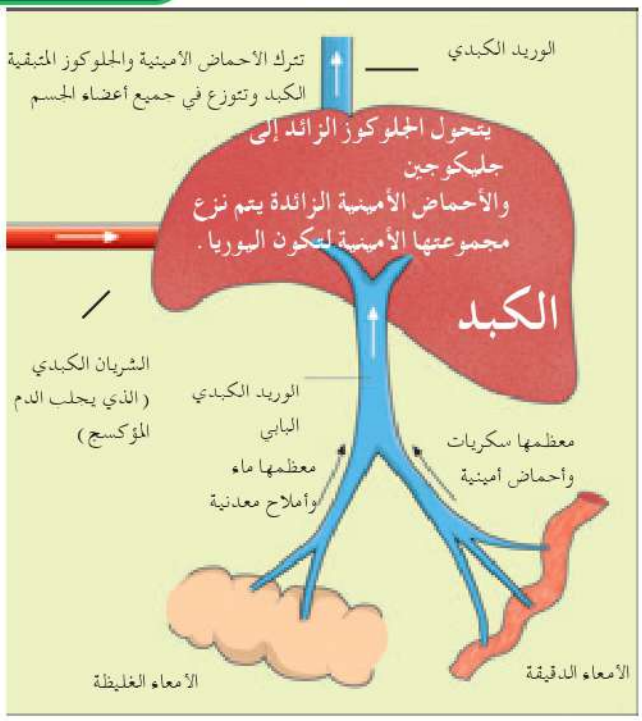
6 – 5 التمثيل الغذائي

تعرف عملية نقل الطعام الممتص والاستفادة منه **بالتمثيل الغذائي**.

السكريات

يكون الدم الموجود الآن في الخملات غنيًّا بالمواد السكرية البسيطة. وتتحد الشعيرات الدموية مكونة أوعية دموية أكبر والتي تتحد بدورها لتكون وريدًا كبيرًا هو **الوريد الكبدي البابي** (شكل 6 – 7). ينقل هذا الوريد السكريات إلى الكبد.

وفي الكبد تتحول معظم السكريات الممتصة إلى جليكوجين، وتُخزَّن. ومع ذلك يُنقل بعض الجلوكوز في الدم تاركًا الكبد ليُوزع على جميع أجزاء الجسم. وتستخدم جميع الخلايا الجلوكوز في إنتاج الطاقة. ويُؤكسد الجلوكوز أثناء تنفس الأنسجة لتحرير الطاقة اللازمة للأنشطة الحيوية للخلايا. ويخزن الجلوكوز الفائض في الكبد في صورة جليكوجين. ويتطلب تحويل الجلوكوز إلى جليكوجين هرمونًا يسمى إنسولين يفرزه البنكرياس. وعند احتياج الجسم إلى الجلوكوز لإنتاج الطاقة، يحول الكبد الجليكوجين المخزن إلى جلوكوز يحمله الدم بعدذلك إلى الخلايا.



شكل 6–7 مسار المواد الغذائية الممتصة والأوعية الدموية المتصلة بالكبد

الأحماض الأمينية

يجب مرور كلٍّ من السكريات والأحماض الأمينية خلال الكبد قبل الوصول الى الدورة الدموية العامة. وتكون مسارات نقل تلك المواد فيالجسم واحدة.
وتتحول الأحماض الأمينية التي تدخل الخلايا إلى بروتوبلازم جديد يستخدم للنمو ولتعويض الأجزاء التالفة في الجسم، كما يستخدم في تكوين الأنزيمات والهرمونات.

الدهون

تحتوي الشعيرات الليمفاوية على سائل عديم اللون يسمى **اللمف**. وعند امتصاص الدهون في الشعيرات الليمفاوية تمتزج مع اللمف لتُكوِّن سائلًا لبنيًّا يسمى **كَيْلوس**. وتتحد الشعيرات الليمفاوية لتُكوِّن أوعية ليمفاوية أكبر في الحجم، تُفرِّغ الكيْلوس إلى مجرى الدم. ويحمل الدم الدهون إلى سائر أعضاء الجسم.

جميع الحقوق محفوظة لـ مركز المناهج التعليمية والبحوث التربوية ـ ليبيا

وتُحمل الدهون إلى الكبد قبل استخدامها حيث تُحوَّل إلى أشكال يمكن أكسدتها أو تخزينها. وفي الشروط العادية عند توافر كمية كافية من الجلوكوز لا تُؤكسد الدهون. وتستخدم الدهون على سبيل المثال في بناء البروتوبلازم في أغشية الخلية. يخزن فائض الدهون في أنسجة خاصة تسمى أنسجة **دهنية (تخزين الدهون والأنسجة العازلة)** توجد تحت الجلد، وحول القلب، والكليتين، وفي المساريقا التي تربط الأمعاء.

وتُؤكسد الدهون في ظروف معينة، كما في حالة الصيام، عند عدم توفر الإمداد الكافي من الجلوكوز، لتزويد كافة أنشطة الجسم الحيوية بالطاقة.

الكبد : الوظائف المرتبطة بالهضم والتمثيل الغذائي

إنتاج الصفراء

يلعب الكبد وظيفة مهمة في هضم الدهون بإفراز العصارة الصفراوية (الصفراء) التي تخزن مؤقتًا في الحوصلة الصفراوية قبل الاستخدام.

تنظيم تركيز جلوكوز الدم

يحافظ الكبد على كمية الجلوكوز في الدم ثابتة. ويحتوي الدم عادة على نحو 70 – 90 مليجرامًا من الجلوكوز في كل 100 سم^3 من الدم. ويرتفع محتوى الجلوكوز في الدم بعد تناول وجبة دسمة من الطعام. وعند مرور الدم خلال الكبد يتحول الجلوكوز الزائد إلى جليكوجين غير قابل للذوبان ويُخزَّن. ويحتوي الدم الذي يخرج من الكبد على كمية ثابتة كافية من الجلوكوز. وعند احتياج الخلايا النسيجية في الجسم إلى جلوكوز تحصل عليه من الدم، وينخفض نتيجة لذلك مستوى الجلوكوز في الدم. ويحث ذلك الكبد على تحويل الجليكوجين الموجود داخله مرة ثانية إلى جلوكوز يدخل الدم. ويرتفع بهذه الطريقة مستوى الجلوكوز في الدم إلى مستواه العادي. ويقع تحريك الجليكوجين وتعبئته تحت سيطرة هرمونات الإنسولين والأدرينالين .

ويرجع سبب الإحساس بالجوع إلى مستوى الجلوكوز في الدم. ينخفض مستوى الجلوكوز في الدم أثناء الصيام أو بعد فترة طويلة من تناول الطعام إلى ما دون المتوسط. وعند وصول الدم الذي يحتوي على مستوى منخفض من الجلوكوز إلى المخ يتم استثارته لإرسال الإشارات إلى المعدة الخاوية من الطعام. وتحدث تقلصات شديدة في المعدة الخاوية هي وخزات الجوع التي تشعر بها. وعند ارتفاع مستوى الجلوكوز في الدم، مثل بعد فترة قصيرة من تناول الطعام، تتوقف تقلصات المعدة وتختفي بالتالي وخزات الجوع.

وظائف أخرى مهمة للكبد

تكوين البروتين

يُصَنِّع الكبد بروتينات البلازما من الأحماض الأمينية الغذائية. وتشتمل تلك البروتينات على الألبومينات والجلوبيولينات والبروتينات الضرورية لتجلط الدم مثل الفيبرينوجين.

تخزين الحديد

بعد مضي فترة من الزمن تصبح كريات الدم الحمراء تالفة. تلك الخلايا ليس لها نواة ويتم تدميرها في الطحال ويصل الهيموجلوبين الخاص بها إلى الكبد. ويقوم الكبد بتكسير الهيموجلوبين وتخزين الحديد الناتج من تلك العملية. وتتكون صبغات الصفراء أيضًا نتيجة لتكسير الهيموجلوبين.

التخلص من السموم

قد تُمتص المواد الضارة إلى داخل الدم من القناة الهضمية. وتصبح تلك المواد الضارة (مثل حمض البنزويك، وحمض البكريك، والكلوروفورم) غير ضارة بفعل خلايا الكبد. وتسمى عملية تحويل المواد الضارة إلى مواد غير ضارة عملية التخلص من السموم. والكحول أيضًا يتم تكسيره في الكبد.

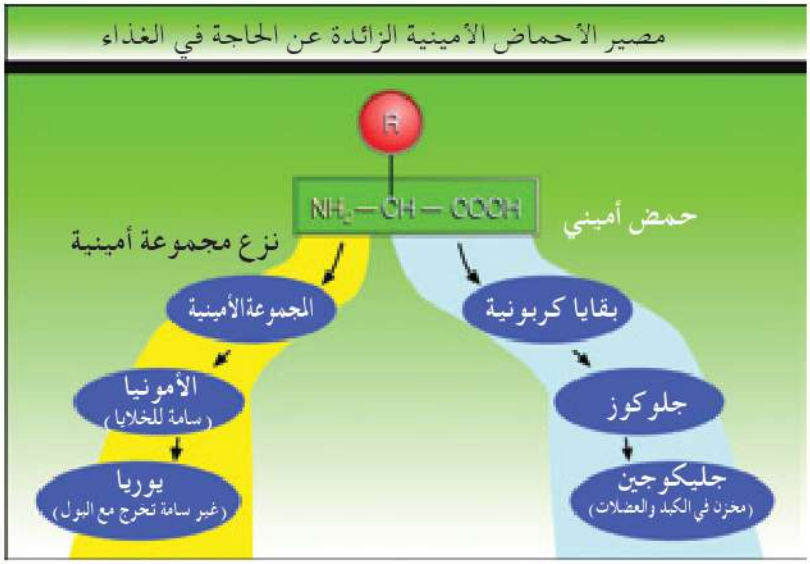
إنتاج الحرارة

تُنتج الحرارة نتيجة لأنشطة كيميائية متعددة تحدث في الكبد. ويُوزع الدم الحرارة على كافة أعضاء الجسم، وبذا يحافظ على درجة حرارة الجسم ثابتة.
وتوضح النقاط السابقة أن الكبد هو العضو الرئيس في تنظيم كيمياء الجسم.

جميع الحقوق محفوظة لـ مركز المناهج التعليمية والبحوث التربوية ـ ليبيا

نزع المجموعة الأمينية من الأحماض الأمينية

تصل الأحماض الأمينية الزائدة عن الحاجة إلى الكبد حيث تُنزع المجموعة الأمينية الخاصة بها وتُحَوَّل إلى يوريا. ويُحَوَّل الجزء الباقي من الأحماض الأمينية المنزوعة الأمين إلى جلوكوز في الكبد. وتُحوَّل أي زيادة في الجلوكوز تتكون بتلك الطريقة إلى جليكوجين.



ملخص

- الثدييات متنوعة التغذية.
- خريطة المفاهيم (على الجانب الأيسر) تبرز أجزاء القناة الهضمية عند الإنسان ووظائفها.
- الحركة الدودية هي تقلصات موجية منتظمة لجدر القناة الهضمية، تحدث عن طريق التقلصات المتبادلة بين العضلات الدائرية والطولية (العضلات الملساء) في الجدر، وتساعد على دفع الطعام بطول القناة الهضمية.
- قائمة بالعصارات الهاضمة، ومصادرها، ومحتوياتها:

العصارة الهاضمة	المصدر	المحتويات
اللعاب	الغدد اللعابية	أميلاز اللعاب، والمخاط
العصارة المعدية	الغدد المعدية في المعدة	رنين، وببسين، وحمض هيدروكلوريك
العصارة البنكرياسية	البنكرياس	أميلاز البنكرياس، والتربسين، والليباز
العصارة المعوية	الغدد المعوية في الأمعاء الدقيقة	إنتروكيناز، ومالتاز، ولاكتاز، وسكراز، وإربسين، وليباز.

جميع الحقوق محفوظة لـ مركز المناهج التعليمية والبحوث التربوية ـ ليبيا

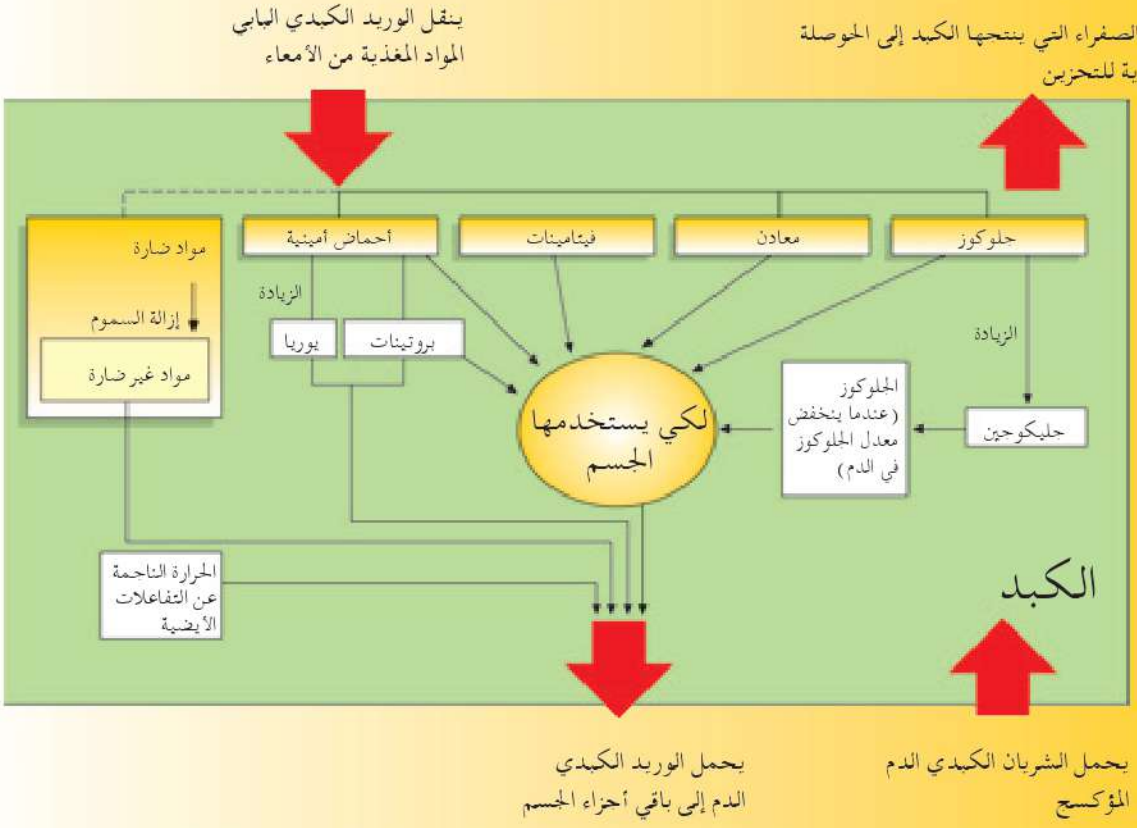
وفيما يلي مراحل الهضم الكيميائي للنشا والبروتينات والدهون :

نشا	الأميلاز في اللعاب الأميلاز في العصارة البنكرياسية	مالتوز	مالتاز في العصارة المعوية ← جلوكوز
بروتينات	الببسين في العصارة المعدية التربسين في العصارة البنكرياسية	عديد ببتيدات	إربسين في العصارة المعوية ← أحماض أمينية
دهون	الليباز في العصارة البنكرياسية والمعوية		← أحماض دهنية وجليسرول

تكيف الأمعاء الدقيقة لامتصاص المواد الغذائية :

- مساحة سطح كبيرة،
- غنية بالشعيرات الدموية والشعيرات الليمفاوية لتحمل المواد الغذائية الممتصة، وتحافظ عملية الطرد المستمرة على تدرج الانتشار لعملية الامتصاص.
- للخملات جدران رقيقة (الطلائية بسمك خلية واحدة) .
- طولها كبير لإتاحة الزمن الكافي لعملية الامتصاص.

خريطة مفاهيم لوظائف الكبد الرئيسة :



جميع الحقوق محفوظة لـ مركز المناهج التعليمية والبحوث التربوية ـ ليبيا

ركن التفكير

مهارات التفكير: تخطيط الاستقصاء، والبحث التجريبي، وحل المشكلات

لديك أنبوبتا اختبار، الأنبوبة (أ) والأنبوبة (ب). تحتوي الأولى على محلول أميلاز وتحتوي الأخرى على ماء. والمطلوب منك اكتشاف أي من الأنبوبتين يحتوي على الأنزيم. صمم تجربة لحل المشكلة.

الكواشف المطلوبة

الطريقة المستخدمة

النتائج: سجل ملحوظاتك واستنتاجاتك في صورة جدول

جميع الحقوق محفوظة لـ مركز المناهج التعليمية والبحوث التربوية ـ ليبيا