

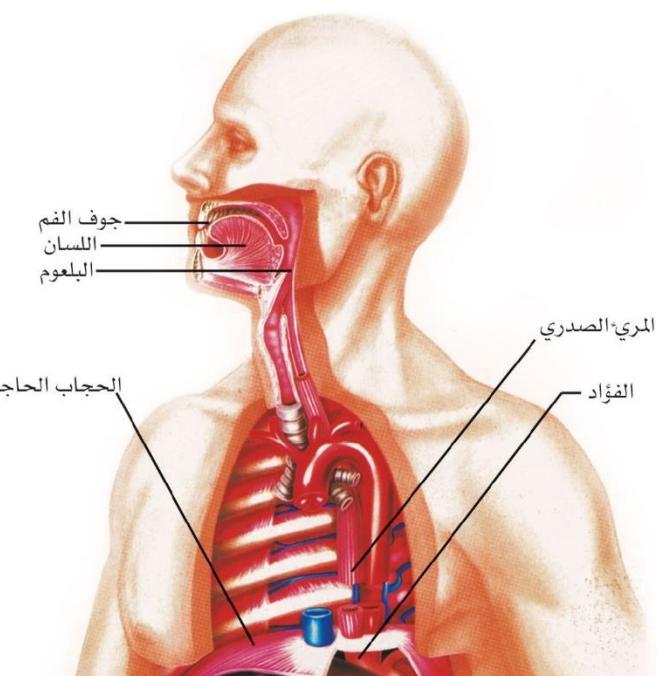
المحاضرة الخامسة

فيزيولوجيا الجهاز الهضمي

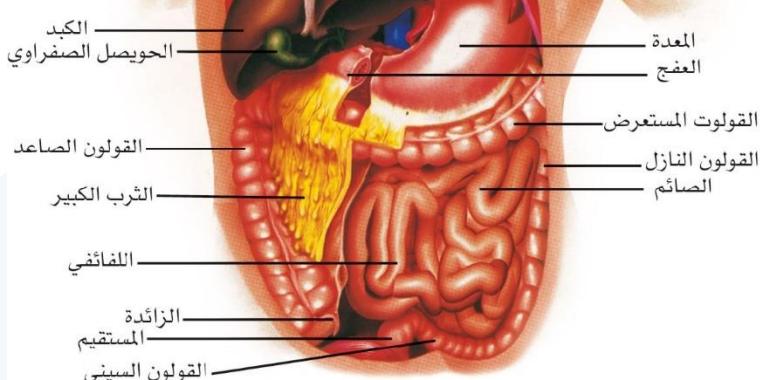
الهضم عملية وظيفية غايتها تحويل الأطعمة إلى عناصر بسيطة يسهل امتصاصها للاستفادة منها في بناء الجسم وتؤمن الطاقة اللازمة له. وتشتمل عمليات الهضم على: عمليات فيزيائية غايتها تجزئة الأطعمة ومزجها، وعمليات كيميائية غايتها هضم الأطعمة بالعصارات التي تحتوي على إنزيمات مختلفة، تقوم بتحويلها إلى مواد بسيطة يسهل امتصاصها من الزغابات المعاوية.

تم عمليات الهضم بعدة وظائف، هي الوظائف الحركية والإفرازية والامتصاصية. وتشتمل وظائف الهضم على الهضم في الفم (المضغ والإفراز اللعابي) والبلع، وحركة الطعام في المريء، والهضم في المعدة (الوظيفة الإفرازية والحركية)، والهضم في ال贲ج (الإفراز المعنكري والصفراوي والعفجي)، والهضم في الأمعاء الدقيقة (الوظيفة الإفرازية والحركية)، والهضم في الأمعاء الغليظة (الوظيفة الإفرازية والحركية) والتغوط.

يتربّك جهاز الهضم الشكل (1)، من الفم والبلعوم والمريء والمعدة والأمعاء الدقيقة والأمعاء الغليظة (القولون)، وأعضاء ملحةة بأنبوب الهضم تساعد في تناول الطعام ومضغه وابتلاعه (الشفاه، والأسنان، واللسان) وأخرى تساهم في عملية الهضم الإفرازي الكيميائي (الغدد اللعابية، والكبد، والمعثكلة أو البنكرياس).



الشكل (1): جهاز الهضم والغدد الملحةة به.



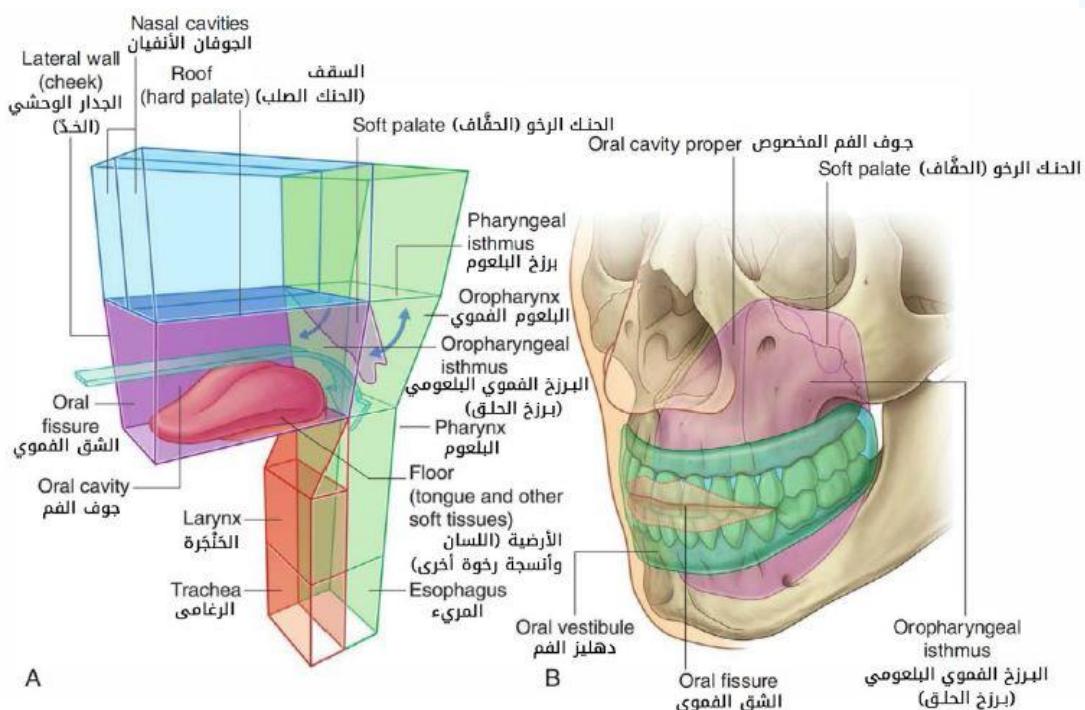
أولاً: الفم Mouth

يتكون من الشفتين بالأمام، والخددين بالجانبين، ومن الفكين العلوي والسفلي.

يقسم الفم إلى:

- دهليز الفم: له شكل نعل الفرس، يقع بين القوسين السنيتين والسطح العميق للخددين والشفتين يفتح الشق الفموي على الدهليز ويمكن فتحه وإغلاقه بواسطة عضلات التعبير الوجهية، وحركات الفك السفلي.
- جوف الفم: يوجد إلى الأسفل من جوفي الأنف، يمتلك الجوف سقفاً وأرضية وجدارين وحشيين، يفتح على الوجه عبر الشق الفموي، ويتابع مع جوف البلعوم عند البرزخ الفموي البلعومي (برزخ الحلق). يتكون سقف جوف الفم من الحنك الصلب (العظمي) والحنف (الحنك الرخو أو شراع الحنك)، يعزل الحنك الرخو جوف الفم عن بقية أجزاء أنبوب الهضم حينما ينخفض إلى الأسفل، ويعزل حفرتي الأنف عن البلعوم حينما يرتفع إلى الأعلى، وله أثر في توجيه لقمة الطعام إلى المريء في أثناء البلع، وتوجد بين سويقتي الحنك الرخو استطالة متوسطة تدعى اللهاة.

تتكون أرضية جوف الفم بشكل رئيس من أنسجة رخوة، والتي تتضمن حاجب عضلي واللسان. الجداران العضليان الوحشيان (الخدان) ويتحدان في الأمام مع الشفتان المحيطتان بالشق الفموي (الفتحة الأمامية لجوف الفم) الشكل (2).



الشكل (2): جوف الفم. A. علاقته مع الأجواء الأخرى. B. دهليز الفم وجوفه.

يمتلك اللسان tongue بنية عضلية ولذلك يشكل جزءاً من أرضية جوف الفم وجزءاً من الجدار الأمامي للبلعوم الفموي (أي يقع ثلثاء الأماميان في جوف الفم ويكون مثلثي الشكل ويمثل قمة، والثلث الباقى في البلعوم). يرتبط جذر

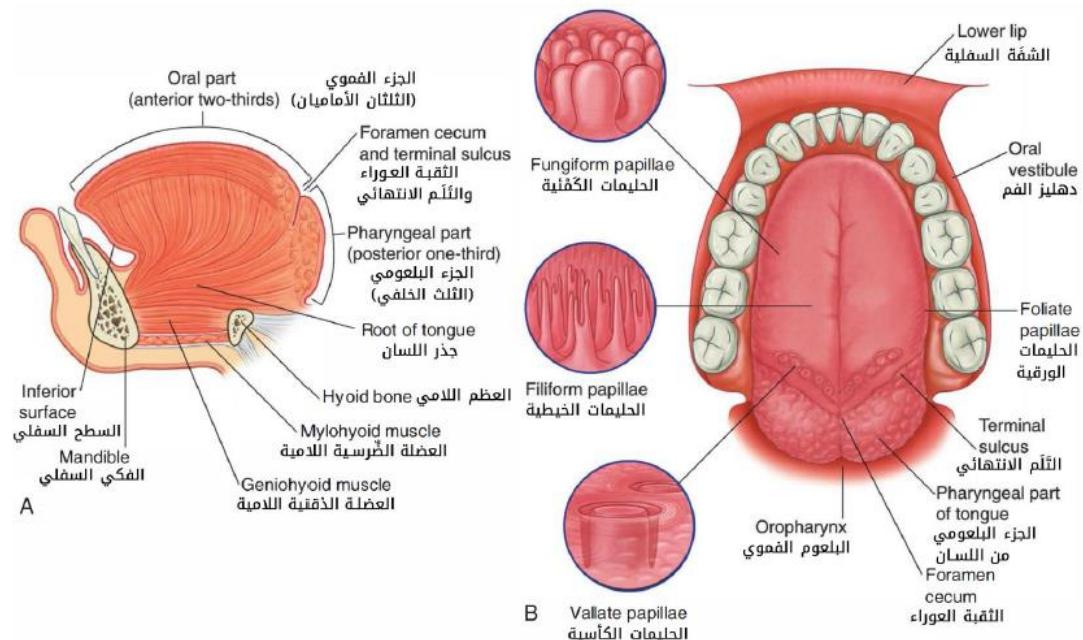
اللسان بالفك السفلي والعظم اللامي. يوجد على سطحه العلوي (الجزء الفموي) الخشن حلقات التندو، وعلى سطحه السفلي الأملس لجام اللسان الشكل (3).

تضم الحلقات أربعة أنواع:

1. **الحلقات الخيطية Filiform papillae** وهي تبارزات مخروطية الشكل من المخاطية، وتنهي برأس واحد أو أكثر.
2. **الحلقات الكمية (الفطرية) Fungiform papillae** كبيرة ولها شكل مدور أكثر من الحلقات الخيطية، وتميل لتتركز على حواف اللسان.
3. **الحلقات الكأسية Vallate papillae** هي الحلقات الأكبر، وهي انفلاتات حلقات كأسية أسطوانية تاجية (كليلة) النهاية في سطح اللسان، يوجد حوالي 8 إلى 12 حلقة كأسية فقط ت Scatter في خط مفرد له شكل الحرف V إلى الأمام مباشرة من الثلم الانتهائي للسان.
4. **الحلقات الورقية Foliate papillae** هي طيات خطية من المخاطية على جوانب اللسان بالقرب من الثلم الانتهائي للسان.

تزيد الحلقة بشكل عام منطقة التماس بين سطح اللسان ومحتويات جوف الفم. تمتلك كل الحلقات عدا الخيطية براجم (كؤوسات) ذوقية على سطوحها.

يقوم اللسان بتحريك الطعام ومزجه مع اللعاب ودفعه إلى البلعوم، فيساهم في عملية المضغ والبلع، وبعد عضو التندو، كما أن له شأنًا في لفظ حروف الكلمات.



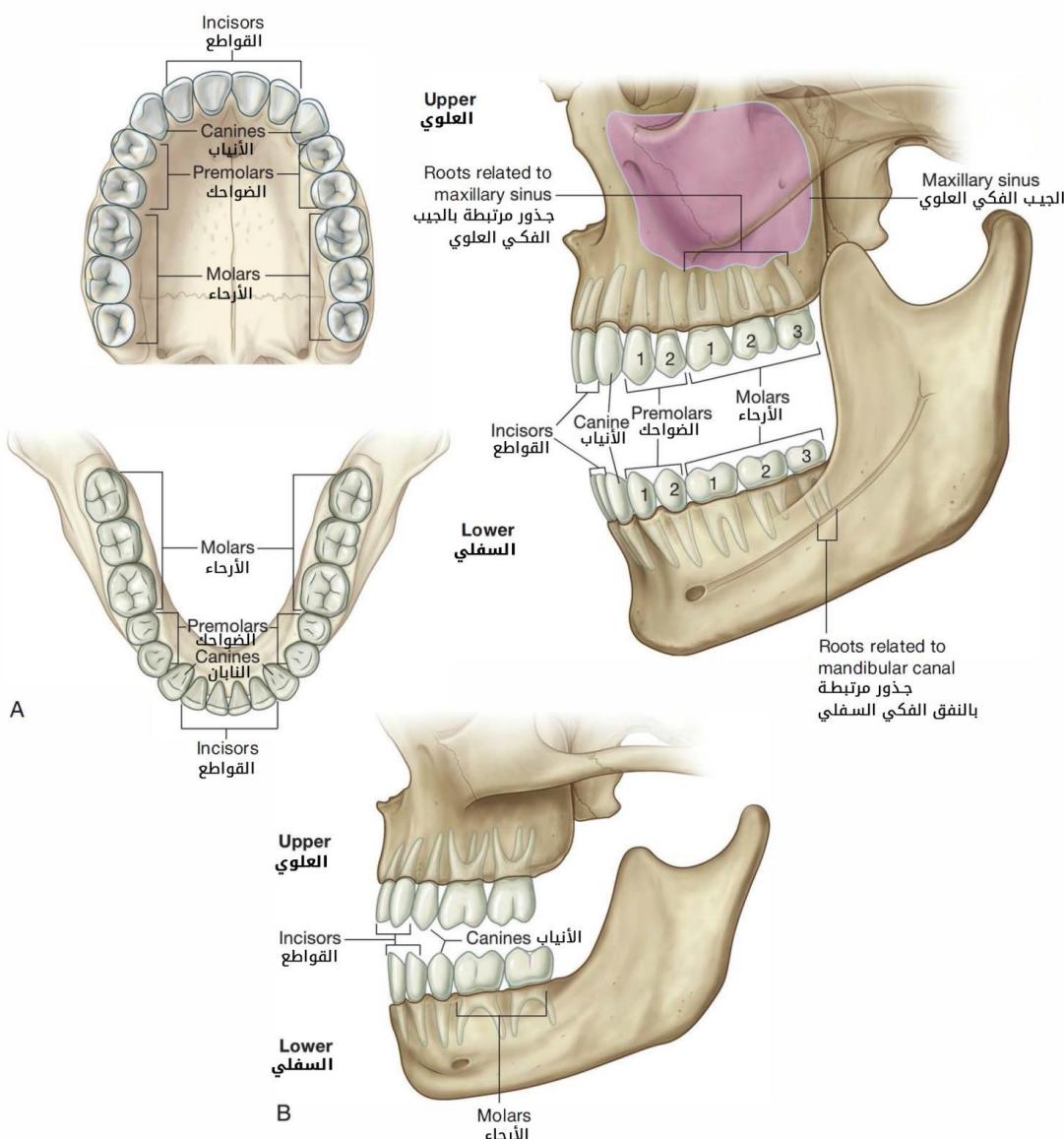
الشكل (3): اللسان، A. مقطع طولي، B. منظر علوي.

تميّز أنواع الأسنان المختلفة على أساس الشكل والموضع والوظيفة. يوجد عند البالغين 32 سنًا، 16 في الفك العلوي و 16 في الفك السفلي. يوجد في كل جانب من القوس الفكي العلوي والقوس الفكي السفلي قاطعان، ناب واحد، ضاحكان، وثلاثة أرحاء الشكل (4).

- **القواطع incisor teeth** هي "الأسنان الأمامية" ومتلك جذراً واحداً وتاجاً بشكل إزميل، وتقوم بالتقطيع.
- **الأنبياب canine teeth** إلى الخلف من القواطع، وهي الأسنان الأطول، ومتلك تاجاً بشرفة مدببة واحدة. وتقوم بالقبض.
- **الضواحك premolar teeth** تمتلك تاجاً بشرفتين مدببتين، واحدة على الجانب الشدي (الخد) للسان والأخرى على الجانب اللساني (اللسان) أو الحنكي (الحنك)، تمتلك عموماً جذراً واحداً (ولكن قد يمتلك الضاحك العلوي الأول بجانب الأنبياب جذرين)، وهي تقوم بالطعن.
- **الأرحاء (الرجي) molar teeth** إلى الخلف من الضواحك، تمتلك ثلاثة جذور وتاجاً بثلاثة إلى خمس شرف، وتقوم بالطعن.

يتطور لدى الإنسان طاقمان متتعاقبان من الأسنان، الأسنان الساقطة (اللبنية) عند الأطفال، والأسنان الدائمة عند البالغ. تنبثق الأسنان الساقطة اللبنية من اللثات (مناطق متخصصة من المخاطية الفموية المحيطة بالأسنان) بين عمر الستة أشهر إلى السنين. تبدأ الأسنان الدائمة في الظهور لتحل محل الأسنان اللبنية عند حوالي السن السادسة، ويمكن أن تستمر بالظهور حتى البلوغ.

تتألف الأسنان اللبنية الـ 20 من قاطعين وناب واحد وستين رحويين في كل جانب من الفكين العلوي والسفلي. تندفع الأرحاء الدائمة إلى الخلف من الأرحاء الساقطة اللبنية وتتطلب تطاول الفكين نحو الأمام لتتلاعماً معها.



الشكل (4): الأسنان، A. أسنان البالغ العلوية والسفلية، B. الأسنان الساقطة اللبنية عند الطفل.

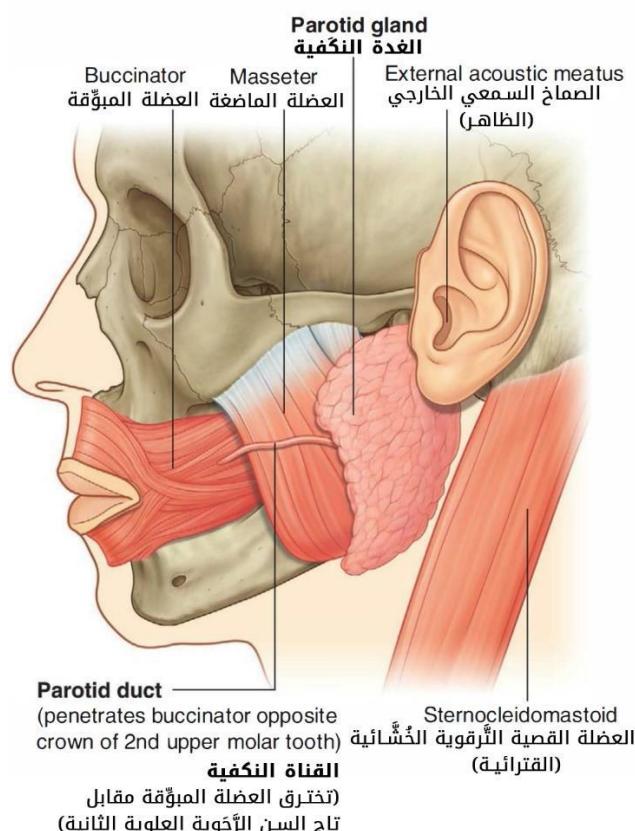
الهضم في الفم: ويشمل:

- **mastication**

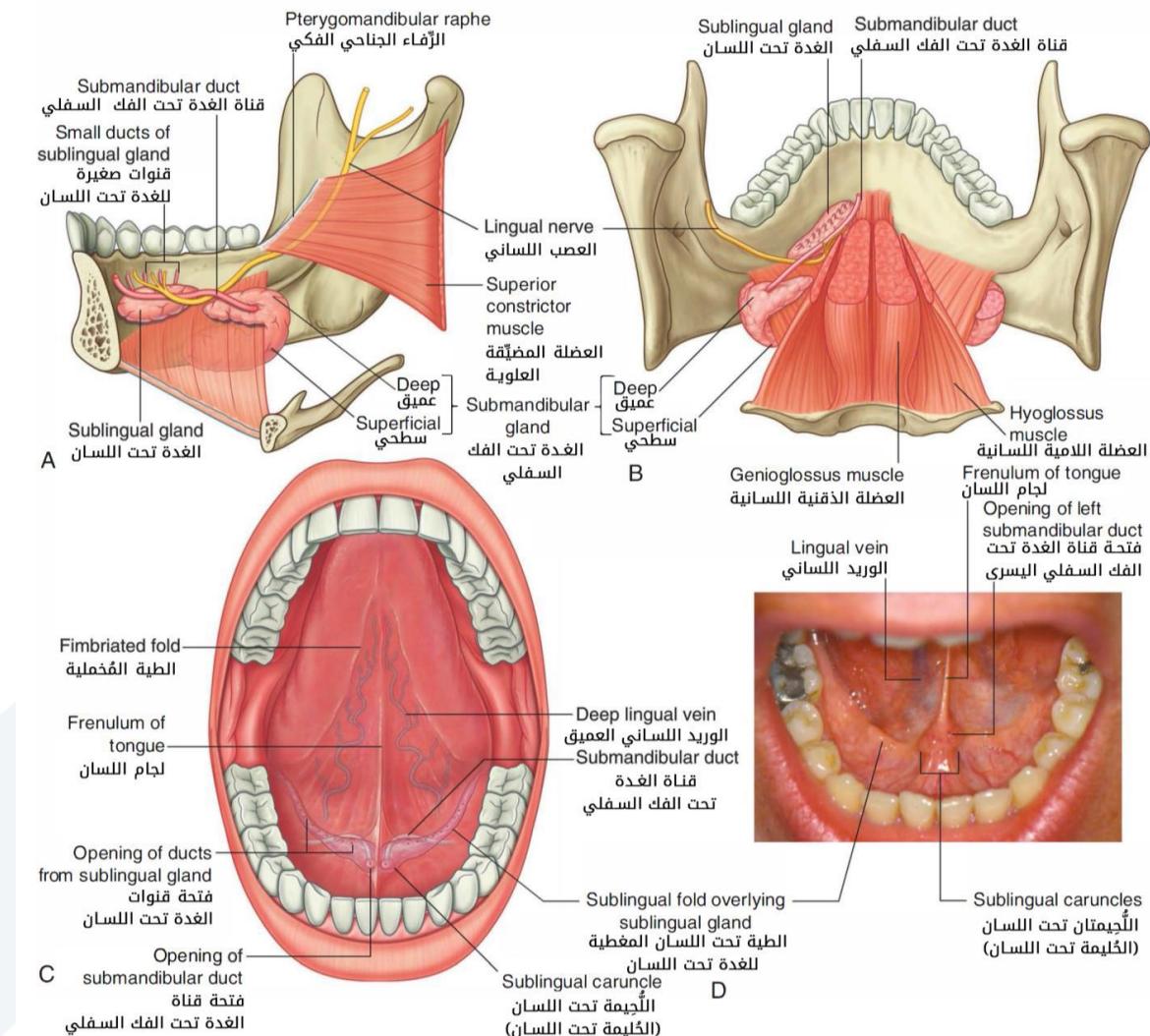
هي حركات تقطيع الطعام وتفتيته وطحنه بالأسنان ثم مزجه باللعاب ليتحول إلى كتلة عجينة يسهل ابتلاعها. تبقى اللقمة في الفم مدة 15-20 ثانية. وتم عملية المضغ بحركة الفك السفلي نتيجة تقلص العضلات الماضفة، كما تتم بحركة اللسان والخددين والشفتين. يؤدي وجود الطعام بالفم (مزاقه، ملمسه، درجة حرارته) إلى تنبيه الحليمات الذوقية فتولد أفعالاً انعكاسية ينتج عنها إفراز اللعاب.

- **الإفراز اللعابي salivary secretion**

يُفرز اللعاب من ثلاثة أشفاع من الغدد الكبيرة في جوف الفم هي: الغدة النكفية، وتحت الفك السفلي، وتحت اللسان. إضافة إلى بعض الغدد الدقيقة التي تقع في الطبقة تحت المخاطية أو مخاطية الظهارة الفموية المبطنة للسان والحنك والخددين والشفتين الشكل (5,6).



الشكل (5): الغدد النكفية.



الشكل (6): الغدد تحت الفك السفلي وتحت اللسان، A. منظر إإنسي، B. منظر خلفي، C. منظر أمامي، D. منظر أمامي علوي.

تضم الغدة النكفية parotid gland خلايا مصلية تفرز الماء والشوارد وإنزيم التياليين أو اللعابين ptyalin وهو عبارة عن ألفا - الأミلاز اللعابي amylase، أما الغدة تحت الفك gland submandibular وتحت اللسان gland sublingual فتحتوي كل منها خلايا مصلية ومحاطية، وهما غدتان ذات إفراز مختلط.

تركيب اللعاب ودوره في الهضم

يتربّك من الماء بنسبة 99% ومن الشوارد (الصوديوم والكلور والبوتاسيوم والكلاسيوم واليود والبيكاربونات والفوسفات) والإنزيمات والمحاطين (جزيئات مخاطية سكرية)، والبروتينات كالألبومين (كمية قليلة) والغلوبيولينات المناعية. تبلغ كمية المفرز منه حوالي 1000 مل/يومياً.

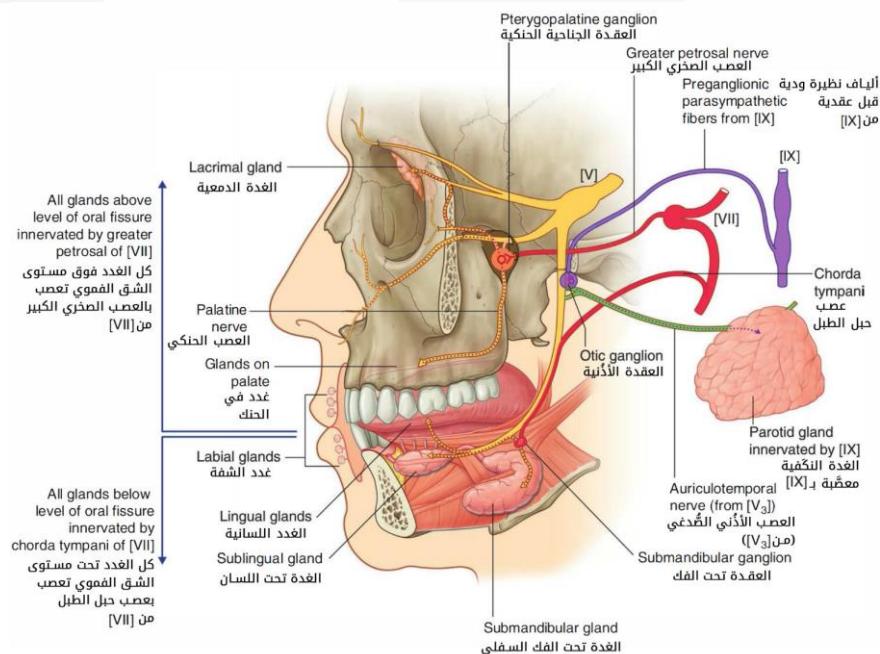
يوجد في اللعاب: إنزيم التياليين أو اللعابين ptyalin (ألفا - أミلاز اللعابي)، وله دور في تفكك النشاء إلى المالتوز maltose ثم إلى جزيئتين من الغلوكوز بتأثير إنزيم المالتاز maltase. ولا يتم الهضم الكامل في الفم لقصير فترة بقاء الأطعمة فيه، ويستمر فعل تلك الإنزيمات في المعدة مدة نصف ساعة من بلع الطعام.

- يقوم اللعاب أيضاً بـ
- ترطيب الطعام وتزليقه لتسهيل بلعه.
- غسل الفم من خلال غسل جزيئات الطعام التي تؤمن للجراثيم متطلباتها الاستقلالية.
- قتل الجراثيم الممرضة لاحتوائه على إنزيم الليزوزوم اللعابي (الحال للبروتين) الذي يحفر تخريب جدر الجراثيم، بالإضافة لشوارد الثيوسيانات thiocyanate التي تدخل إلى الجراثيم وتصبح قاتلة لها.
- حل الطعام جزئياً مما يجعله يؤثر في الحليمات الذوقية.
- تسهيل النطق والكلام وذلك بازلاق اللسان على مخاطية الفم.
- داري، فهو يعدل من الحموضة الناتجة عن جراثيم الفم لاحتوائه على بيكربيونات وفوسفات ومخاطين.

آلية الإفراز اللعابي وتنظيمه

يحدث الإفراز اللعابي نتيجة آليات عصبية، تشمل على منعكسات لا شرطية (فطرية) ومنعكسات شرطية (مكتسبة).

أ- المنعكسات اللاشرطية أو الفطرية inborn reflexes: يسبب وجود الطعام في الفم تنبية الهياكل العصبية الحسية والحرارية والمستقبلات الذوقية، وتنقل السيالات الحسية الواردة إلى الجملة العصبية المركزية عن طريق الأعصاب الدماغية (الخامس، والسادس، والتاسع) التي تتحث مركز إفراز اللعاب في البصلة السيسائية، وتزداد غزارة الإفراز اللعابي حينما يكون التحريض شديداً كتناول الأطعمة الحامضة الشكل (7).



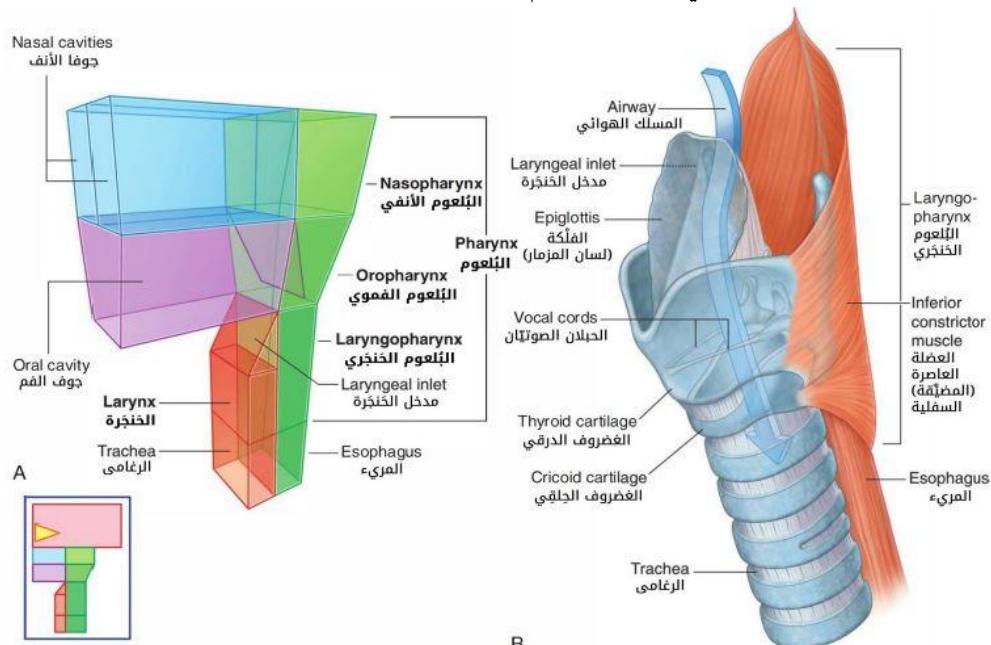
الشكل (7): التعصيب نظير الودي للغدد اللعابية.

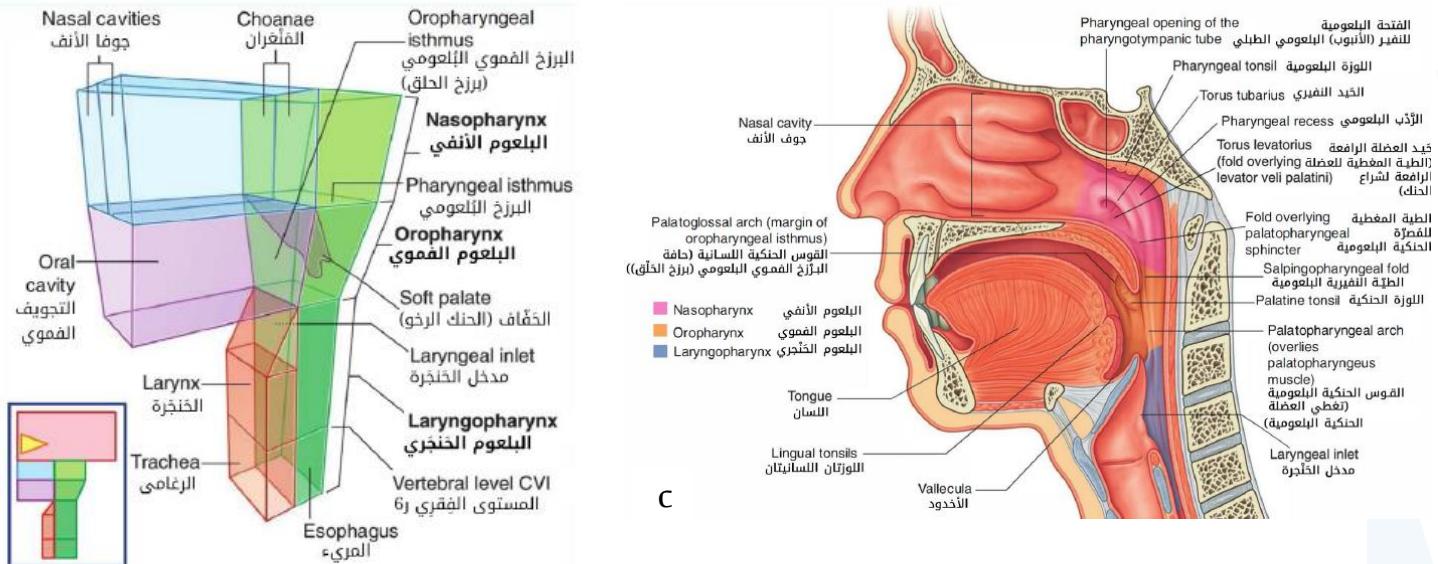
ب - المنعكسات الشرطية والمكتسبة conditioned reflexes: يحرّض الإفراز اللعابي استجابة لمنبهات بصرية أو سمعية أو حسية أو شمية (بمعزل عن وجود الطعام في الفم)، ويطلب ذلك سلامنة المراكز الدماغية العليا.

ثانياً: البلعوم Pharynx

أنبوب مخاطي عضلي ليفي، طوله 12 سم، يتكون من ثلاثة أجزاء هي الشكل (8):

- أ- البلعوم الأنفي:** يقع خلف حفرتي الأذن الخلفيتين وفوق مستوى الحفاف (الحنك الرخو أو شراع الحنك)، بارتفاع الحنك الرخو يغلق البرزخ البلعومي أثناء البلع ويفصل البلعوم الأنفي عن البلعوم الفموي توجد مجموعة كبيرة من النسج المفاوية (اللوزة البلعومية) pharyngeal tonsil في المخاطية المغطية لسفى البلعوم الأنفي. يمكن لضخامة هذه اللوزة، والتي عرفت بالناميات، أن تسد البلعوم الأنفي وبالتالي يصبح التنفس غير ممكِّن إلا عبر الجوف الفموي. ينفتح في كل جانب منه على الأنبوب (النفير) البلعومي الظلي أو قناة أستاكيوس أو نفير أوستاش التي تصل الأذن الوسطى بالبلعوم. وبعد البلعوم الأنفي ممراً للهواء فقط.
- ب- البلعوم الفموي:** يقع إلى الخلف من جوف الفم وأسفل مستوى (الحنك الرخو أو شراع الحنك) وأعلى الحافة العلوية للسان المزمار (الفلكة)، وبعد ممراً للهباء والطعام معاً.
- ج- البلعوم الحنجري:** يقع خلف الحنجرة، ويمتد من الحافة العلوية للسان المزمار (الفلكة) إلى أعلى المريء في مستوى الفقرة الرقبية السادسة وبعد ممراً للطعام فقط.





الشكل (8): البلعوم وأقسامه، A. منظر مفهومي، B. منظر تشريحي، C. منظر جانبي.

ثالثاً: المريء Esophagus

أنبوب مخاطي عضلي ليفي طوله بين 20-25 سم يلي البلعوم، وينتهي بالمعدة، ويقسم إلى ثلاثة قطع هي:

أ- رقبية: تقع خلف الرغامي، وتحصل عضلتها على العصب الحنجرى الراجع.

ب- صدرية: تقع خلف الرغامي والقصبات والقلب والأبهى، وتحصل عضلتها الملساء بألياف الجهاز العصبي المستقل.

ج- بطنية: تقع تحت الحاجب الحاجز، وتجاور الكبد والمعدة، وتحصل عضلتها الملساء بألياف الجهاز العصبي المستقل.

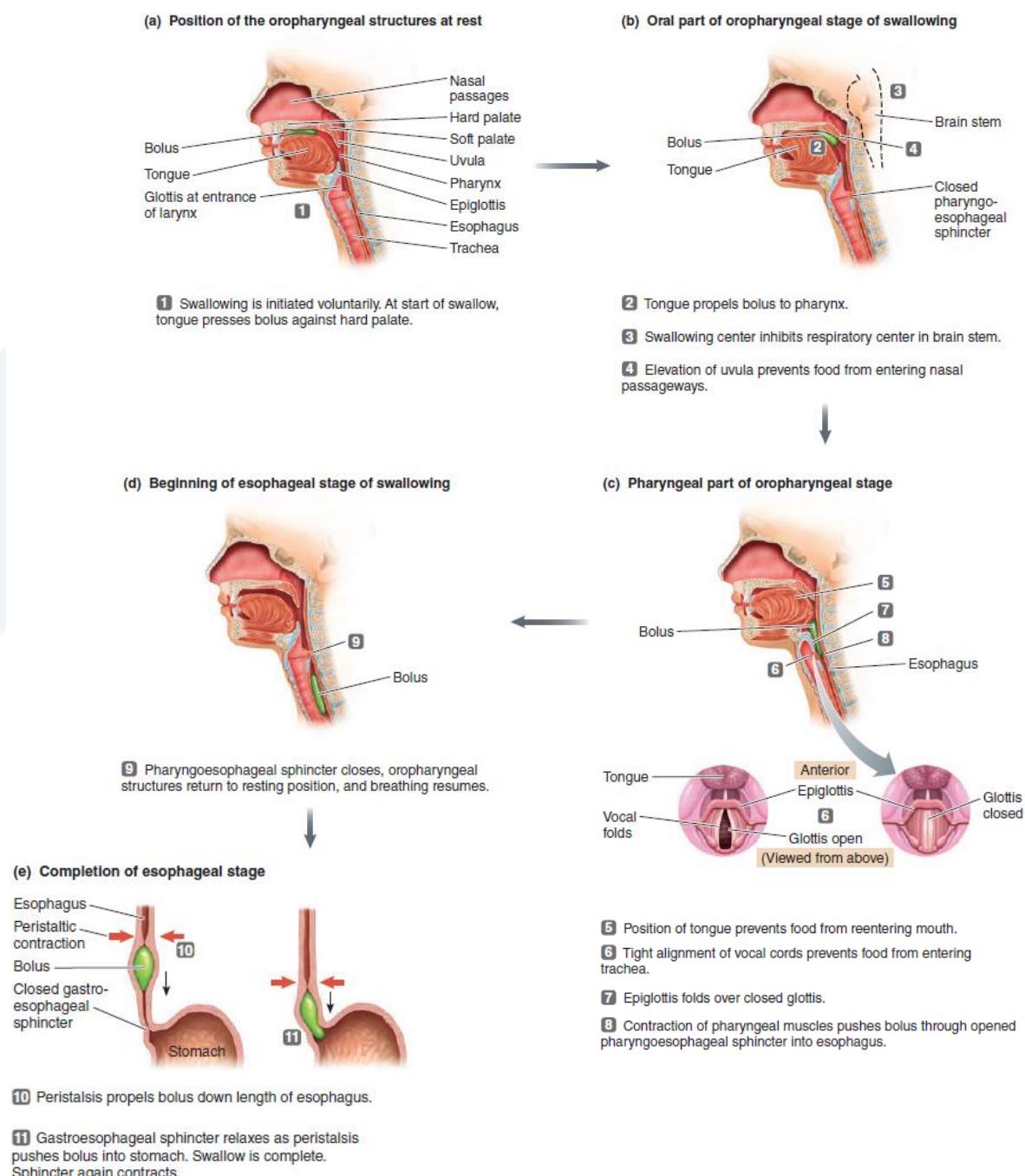
البلع deglutition

هو عملية مرور الطعام من البلعوم، وتم في عدة ثوان، وهو فعل انعكاسي مركزه البصلة السيسائية.

يتم على النحو الآتي الشكل (9):

1. **الطور الفموي:** وهو مرحلة إرادية تتم خلالها تحضير اللقمة للبلع، ومن ثم نقلها إلى البلعوم.
2. **الطور البلعومي:** وهو طور لا إرادى يبدأ اندفاع الحنك الرخو إلى الأعلى مما يؤدي إلى إغلاق البلعوم الأنفي، وتحرك لسان المزمار إلى الخلف وتقارب الحبال الصوتية (مشق المزمار) مما يؤدي إلى إغلاق مدخل الحنجرة وارتفاعها للأعلى، ومنع اللقمة الموجودة في البلعوم الفموي من الدخول إلى الطرق التنفسية، وبالتالي يتوقف التنفس بأالية انعكاسية لبعض ثوانٍ، ومن ثم تخلص معرصات البلعوم الفموي والحنجرى، وانفتاخ معرصه المريء العلوية التي تكون مغلقة خارج أوقات البلع لمنع دخول الهواء إلى المريء والمعدة.
3. **الطور المريئي:** وهو طور لا إرادى يبدأ بارتخاء عضلات المريء المخططة الإرادية (معرصه المريء العلوية) (الستيماتras الثلاث الأولى من المريء) يؤدي إلى انتفاخ المريء ودخول اللقمة إليه، وعند وصولها إلى جسم المريء المكون من عضلات ملساء (في منتصف المريء تقريباً) يبدأ نوعان من الحركات التمعجية

(الحوية) لعضلات المريء؛ أولية تلعب دوراً مهماً في دفع اللقمة نحو المغصبة المريئية السفلية (إلى المعدة)، وثانية لتنظيف المريء من بقايا الطعامية التي تبقى بعد الحركات الأولية، أما مغصبة المريء السفلية فتتميز بارتفاع الضغط عالياً، أما وظيفتها الأساسية تمثل بمنع عودة أو ارتداد محتويات المعدة الخامضية إلى المريء (أو ما يسمى بالقلس أو الجزر المعدني المريئي) ومن الجدير ذكره أن الزمن الذي تستغرقه اللقمة للعبور من البلعوم إلى المعدة يتراوح بين 5 إلى 10 ثوان، بالإضافة إلى أن عملية البلع لا تتم في غياب الإفراز اللعابي.



الشكل (9): مراحل البلع.

الامتصاص في الفم

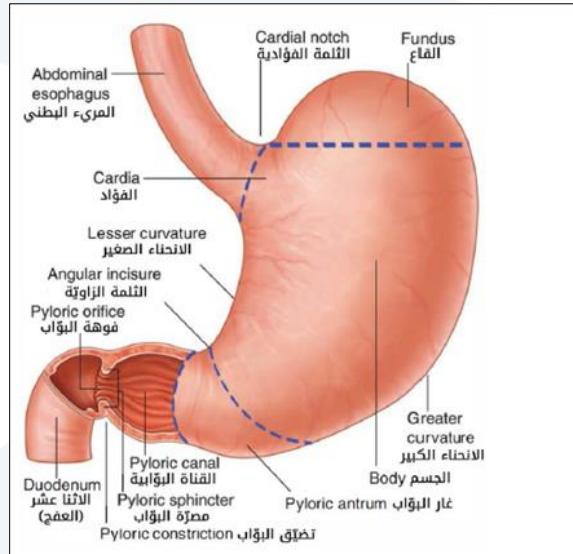
قليل الأهمية بالنسبة لمختلف المواد الغذائية، وذلك ناجم عن الفترة القصيرة التي تمكّنها اللقمة في الفم، الفائدة الأساسية من الامتصاص في الفم هي فائدة طبية؛ إذ تمتّص بعض الأدوية التي من الممكن أن تتخرّب بالعصارات المعدية والمعوية (الكالنيتروغليسرين Nitroglycerin وهو دواء اسعافي يستخدم في تدبير النبذحة الصدرية، وارتفاع الضغط الشرياني).

رابعاً: المعدة Stomach

تأخذ المعدة شكل حبيب يشبه حرف J وتلي المريء مباشرةً وتتصل في الأسفل مع العفج. تقع أسفل الحجاب الحاجز في يسار التجويف البطني، لها القدرة على تغيير حجمها؛ إذ تكون صغيرة وهي فارغة، بينما تمدد بعد تناول وجبة غذائية كبيرة، كما يتغيّر شكلها ووضعها أثناء الجلوس أو أثناء الوقوف.

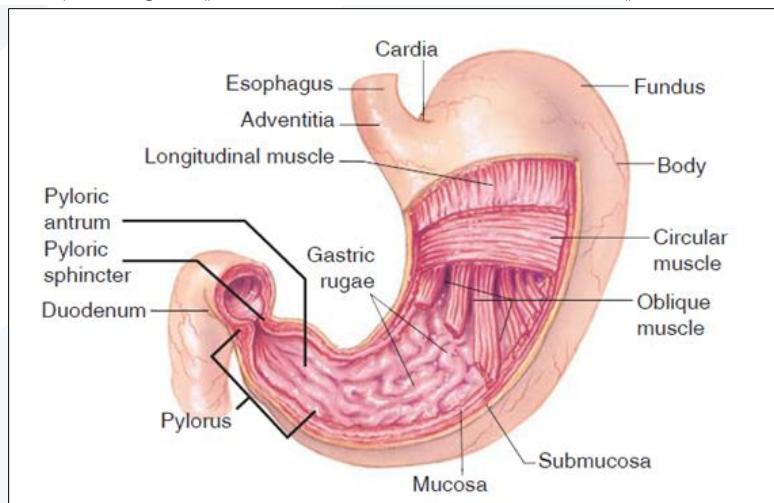
تميّز في المعدة أربع مناطق وظيفية الشكل (10):

1. **الفؤاد Cardia:** منطقة اتصال المعدة بالمريء، ويؤدي دور مصّرة فيزيولوجية تعكس مرور محتويات المعدة إلى المريء.
 2. **قاع المعدة Fundus:** يقع أعلى مستوى الفتحة المريئية، ويشكّل في قسمه العلوي ما يسمى بالحدبة الكبيرة للمعدة.
 3. **جسم المعدة Body:** أكبر مناطق المعدة.
 4. **القسم البوابي:** النهاية القاصية للمعدة، ويُقسّم إلى: الغار البوابي Pyloric antrum، والقناة البوابية Pyloric canal، الجزء الأقصى من القسم البوابي للمعدة هو الباب Pylorus، يميّز على سطح المعدة بواسطة التضيق البوابي، تنظم مصّرة الباب (المكونة من ألياف عضلية ملساء دائريّة) إفراغ الطعام من المعدة إلى العفج.
- وهنالك معالم أخرى للمعدة تشمل:
1. **الانحناء الكبير Greater curvature.**
 2. **الانحناء الصغير Lesser curvature:** نقطة ارتكاز للثرب الصغير.
 3. **الثلمة الفؤادية Cardial notch:** وهي زاوية علوية تتشكل عند دخول المريء إلى المعدة.
 4. **الثلمة الزاوية Angular incisure:** ثنية على الانحناء الصغير.



الشكل (10): المناطق الوظيفية في المعدة.

يتكون جدار المعدة من ثلاثة أنواع من العضلات الملساء: طولية Longitudinal، ودائيرية Circular، ومائلة (منحرفة) Oblique الشكل (11)، وهذا يجعل منها عضواً داخلياً قوياً، قادر على تفتيت الطعام ومزجه جيداً بالعصارة المعديّة الهاضمة، كما تسهم هذه العضلات في إحداث الحركات التمعجية (الحوية) التي تدفع الطعام إلى الأسفل.



الشكل (11): عضلات جدار المعدة

كما يكون جدار المعدة مطبقاً، ويتألف من الداخل إلى الخارج من:

1. الطبقة المصiliaة Serosa
2. الطبقة العضلية Muscularis
3. الطبقة تحت المخاطية Submucosa
4. الطبقة المخاطية Mucosa

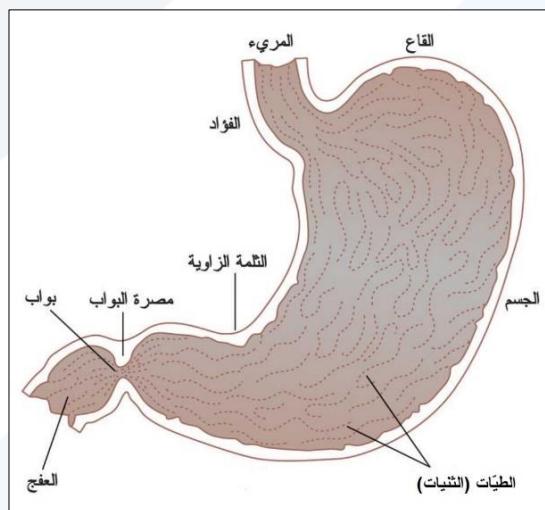
يُحجز الطعام في المعدة لمدة كافية بوساطة مصراة البواب التي تبقى متقلصة أغلب الأحيان، ولكنها ترتخي من وقت لآخر عندما يكون جزءاً من الطعام جاهزاً لمغادرة المعدة إلى العفج (الإثنى عشر)، وفي بعض الأحيان ينتابها تشنجات فلا ترتخي وتعرف هذه الحالة بالتشنج البوابي، ويشاهد ذلك بشكل كبير عند حديثي الولادة، وكذلك الأمر في الشدّات النفسية.

وظائف المعدة

تقوم المعدة بخزن الطعام الوارد إليها (تستوعب المعدة نحو 1.5 لتر من الطعام الممزوج بعصارة المعدة) وتفتيته ومزجه بعصارتها الهضمية، ثم إفراغه في العفج، وبالتالي نميز وظيفتين أساسيتين للمعدة: الوظيفة الإفرازية، والوظيفة الحركية.

أولاً: الوظيفة الإفرازية

تتمتع المعدة ببنية تشريحية تسهم في زيادة السطح المفرز؛ حيث يكون داخل المعدة مبطناً بمخاطية فيها طيات أو ثنيات Rugae وأحاديد تمتد وتأخذ بالثمانة من الفؤاد إلى البواب (الشكل 12).



الشكل (12): يظهر الطيات والثنيات داخل المعدة.

تحوي مخاطية المعدة نمطين مهمين من الغدد الأنبوية الشكل (13):

- **الغدد الأنبوية المعدية (المفرزة للحمض) Oxytic glands:** تتوضع في قاع المعدة وجسمها وتشكل حوالي 80% من غدد المعدة.

- **الغدد البوابية Pyloric glands:** تتوضع في الجزء الغاري من القسم البوابي.

تتألف الغدة الأنبوية المعدية من الأنماط الخلوية الآتية:

1- **خلايا العنق المخاطية Mucous neck cells:** تفرز بصفة رئيسة المخاط، إضافة إلى كمية قليلة من مولد الببسين (Pipsinogene).

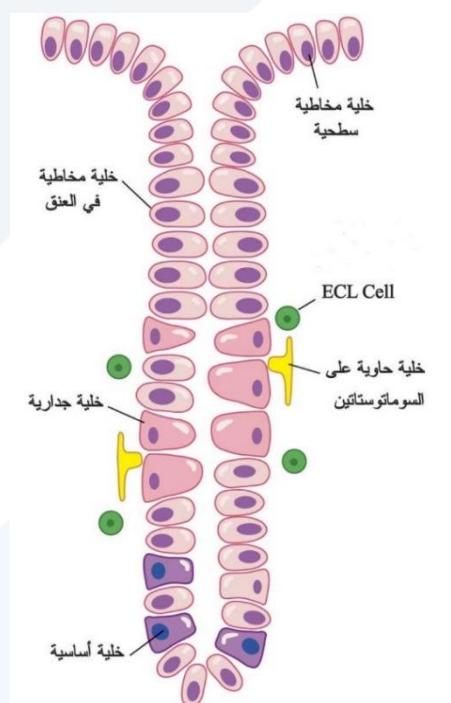
2- **الخلايا الرئيسية (أو الأساسية أو الهاضمة) Peptic or Chief cells:** تفرز مولد الببسين بكميات كبيرة.

3- **الخلايا الجدارية Parietal or Oxytic cells:** تفرز حمض كلور الماء والعامل الداخلي Intrinsic factor.

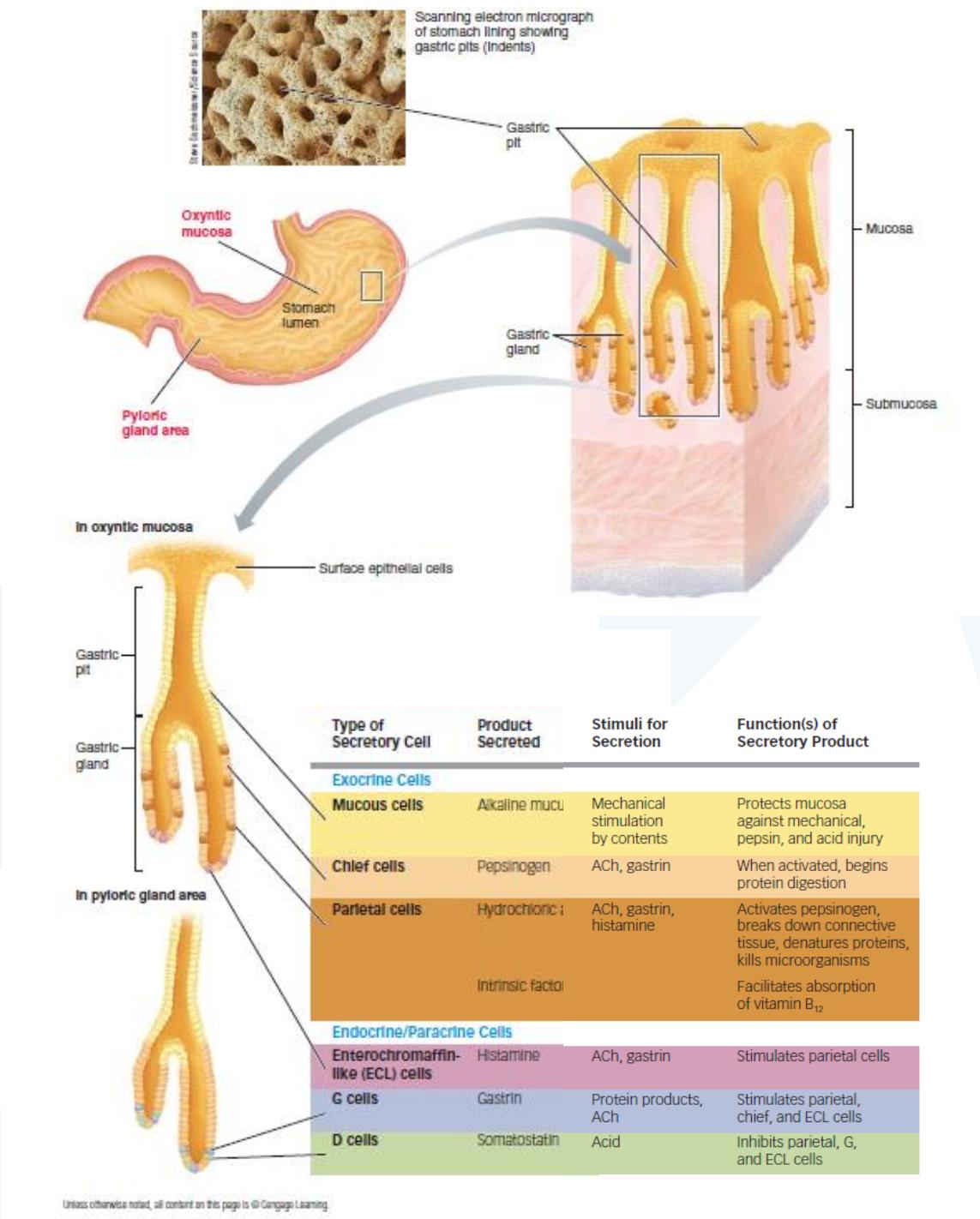
أما الغدد البوابية فتشابه بنيتها مع بنية الغدد المعدية المفرزة للحمض، لكنها تحتوي على عدداً قليلاً من الخلايا الرئيسية، كما تندع في الخلايا الجدارية تقريباً، وتمتاز باحتوائها على خلايا مخاطية كثيرة تشابه خلايا العنق المخاطية في الغدد المعدية من حيث إفرازها لكمية قليلة من مولد البيسين مع كميات كبيرة من المخاط الذي يساعد في حماية جدار المعدة من تأثير العصارة الهاضمة، كما تحتوي على مجموعة من الخلايا الغدية الصماموية ونظيرتها الصماماوية وهي:

- 1- خلايا ECL cells: تنشط الخلايا الجدارية من خلال إفرازها للبيستامين.
- 2- خلايا G cells: تنشط الخلايا الرئيسية، والخلايا الجدارية، وخلايا ECL، من خلال إفرازها لهرمون الغاسترين (المعدين).Gastrin
- 3- خلايا D cells: تثبط وتكتح الخلايا الرئيسية، والخلايا الجدارية، وخلايا ECL، من خلال إفرازها للسوماتوستاتين .Somatostatin

إضافة إلى ما سبق، نشير إلى وجود طبقة من الخلايا المخاطية تمتد على كامل سطح المخاطية المعدية وخاصة بين الغدد الأنبوية الشكل (14). تقوم بإفراز كميات كبيرة من مخاط قلوي شديد الزوجة يمتاز بأنه غير منحل (غير ذواب)، وتصل ثخانته إلى مليمتر واحد، يؤمن حماية إضافية كبيرة لجدار المعدة، كما يسهم في تزيلق الطعام المنقول، وإن أي تماس للطعام مع المخاطية يحرّض هذه الخلايا على إفراز كميات غزيرة من هذا المخاط الناج الكثيف.



الشكل (14): الخلايا المخاطية السطحية.



الشكل (13): الغدد الأنبوبية المعدية والبوابية في مخاطية المعدة.

العصارة المعدية

عبارة عن سائل عديم اللون لزج بسبب وجود المخاط، ويبلغ المعدل الوسطي لإفرازها نحو ليترتين يومياً، وتتألف من المكونات الآتية:

- 1- **المكونات اللاعضوية (الماء والشوارد):**
 - يشكل الماء حوالي 95% من وزن العصارة المعدية.
 - بالإضافة إلى غناها بشوارد البوتاسيوم والصوديوم والميدروجين والكلور والبيكربونات. لا يصل تركيز البيكربونات إلى درجة عالية إلا في داخل طبقة المخاط التي تغطي الطهارة المعدية (المخاط القلوي شديد الزوجة).
 - تتركز شاردتا الميدروجين والصوديوم في اتجاهين متعاكسين وذلك حسب نتاج العصارة المعدية. فعندما يزداد النتاج يزداد تركيز شاردة الميدروجين وينخفض تركيز شاردة الصوديوم.
- 2- **المكونات العضوية:**
 - كمية قليلة من البروتينات البلازمية التي ترشف عبر الغشاء المخاطي، وأهمها الألبومين، والغلوبولينات المناعية.
 - مولد الbbسين: وهو طليعة أنزيم يتفاعل إلى ببسين بوجود حمض كلور الماء في العصارة المعدية، أي يعمل الbbسين في وسط حامضي ($pH=2-4$)، ويهضم جزئياً مختلف أنواع البروتينات (بما فيها ألياف الكولاجين الموجودة في اللحوم) ليحرر شدفاً segments من البتيدات تسمى البتونات Peptones يسهل هضمها في الأمعاء الدقيقة. تعدد البتونات محضرات قوية لتحرير الغاسترين وبالتالي تحريض الإفراز الحامضي المعدني.
 - المخاط: يتتألف المخاط من بروتينات سكرية (60-70%) ومن بروتينات كاملة Holoproteins. يفرز نتيجة تماس الطعام مع المخاطية (تحريض ميكانيكي)، ويحمي الغشاء المخاطي من التأثيرات الحامضية، والميكانيكية، وتتأثير أنزيم الbbسين الحال للبروتين، وهذا ما يسعى بالحماية الخلوية.
 - العامل الداخلي: وهو بروتين سكري تفرزه الخلايا الجدارية ضروري لامتصاص الفيتامين B_{12} من الأمعاء. يكون إنتاج العامل الداخلي موازيًا لإنتاج حمض كلور الماء (الميدروكلوريك): أي إنه يتناسب وعدد الخلايا الجدارية.

آليات الإفراز المعدني

تسبب آليتان رئستان زيادة في الإفراز المعدني هما:

● الآلية العصبية

إن التحكم العصبي بالإفراز المعدني يتم بآلية عصبية انعكاسية، ويمكن التمييز بين:

- **الأفعال الانعكاسية الشرطية:** الناتجة عن تنبيه المستقبلات الشمية والذوقية والبصرية، فبمجرد التفكير بالطعام، أو شمه، أو تذوقه، أو رؤيته، يرسل الدماغ إشارات تثير الغدد المعدنية، في الوقت الذي يصل فيه الطعام إلى المعدة، حيث يتم إفراز العصارة المعدنية. وتزداد إفرازات المعدة أثناء الفرج، بينما تقل في حالات الحزن والقلق والانفعال.

- الأفعال الانعكاسية اللاشرطية: الناتجة عن تنبية المستقبلات في التجويف الفموي وفي المعدة بفعل ملامسة الطعام لها، مما يؤدي إلى تنبية العصب العاشر المجهول وتحرير الأستيل كولين ACh الذي ينتبه ويحرّض:
 - الخلايا الرئيسة لإفراز مولد البسيتين (البسبينوجين).
 - الخلايا الجدارية لإفراز حمض كلور الماء، والعامل الداخلي.
 - الخلايا ECL cells لإفراز الهيستامين، الذي يؤدي بدوره إلى تنشيط الخلايا الجدارية على الإفراز.
 - الخلايا G لإفراز الغاسترين، الذي يؤدي بدوره إلى تنشيط كل من الخلايا الرئيسة، والجدارية، والخلايا ECL على الإفراز.

• الآلية الهرمونية

تم عن طريق هرمون الغاسترين (المعدين) المفرز من الخلايا G في الغدد البوابية، والذي يتحرّض إفرازه عصبياً - كما ذكرنا سابقاً - بفعل الأستيل كولين، بالإضافة إلى ذلك فإن المنتجات البروتينية (الحليب، أو المرق، أو خلاصات اللحم، أو بعض الحموض الأمينية ... وغيرها) تسهم في التحرّض على إفراز الغاسترين. يقوم الغاسترين بدور مهم في التحرّض على إفراز مكونات العصارة المعدية (تنبيه الخلايا الرئيسة، والجدارية، وخلايا ECL)، كما يسهم في إفراغ المعدة من الطعام (الكيموس) من خلال تحريض حركة القسم البوابي.

ثانياً: الوظيفة الحركية

تمثل الفعالية الحركية للمعدة بـ:

- خزن كمية جيدة من الطعام بعد تناوله مباشرة، ولاسيما في قسمها العلوي؛ إذ تمتلك المعدة مقدرة استيعاب وجبة طعام حجمها بحدود 1.5 لـ نتيجة قابلية استرخاء جدرانها.
- تفتيت الطعام ومزجه بالعصارة الهاضمة، فتكون الكيموس chyme، ويتولى هذه المهمة بصورة أساسية القسم السفلي من المعدة من خلال الحركات التمعجية المتولدة فيه.
- تفريغ الكيموس في العفج، عبر الباب (المصرة البوابية)، وتميز الحركات التمعجية البوابية بقوتها مقارنة مع حركات المجز، ويستغرق إفراغ وجبة الطعام من 3 – 5 ساعات.

العوامل المؤثرة على حركة المعدة

- حجم الطعام: كلما زاد الحجم ازدادت سرعة الإفراج، ولكن إذا كان حجم الطعام كبيراً جداً، فسيؤدي ذلك إلى تمدد جدران المعدة بشكل كبير أيضاً، وبالتالي قلة في الانقباض مما يسبب عسر الهضم.
- الوجبات الغنية بالدهون والبروتينات: تقلل من انقباض المعدة، لأن عبور الكيموس الغني بالدهون والدهون إلى العفج يؤدي إلى إفراز الكوليسيستوكينين CCK الذي يثبّط بدوره حركة المعدة وتوقف الإفراج، وهذا ما يفسر شعور الشبع ولمدة طويلة من الزمن بعد تناول وجبة دسمة.
- التعب الجسيمي والإرهاق النفسي: يقلّلان من الحركات الانقباضية للمعدة.
- الحالة النفسية: تتوقف حركة المعدة عند الغضب أو الخوف، ويتسبّب ذلك بعسر في الهضم.

الامتصاص في المعدة

تمتص كميات ضئيلة جداً من مكونات الغذاء في المعدة بسبب عدم هضمها بشكل نهائى، وغياب الزغابات، لذلك يقتصر الامتصاص على الماء والشوارد، كذلك تمتص بعض الأدوية كالأسبرين، وبعض المواد كالكحول، ونتيجة لضآلية الامتصاص في المعدة تناح الفرصة للطبيب لإجراء غسل للمعدة في حال ابتلاع مواد سامة أو ضارة.

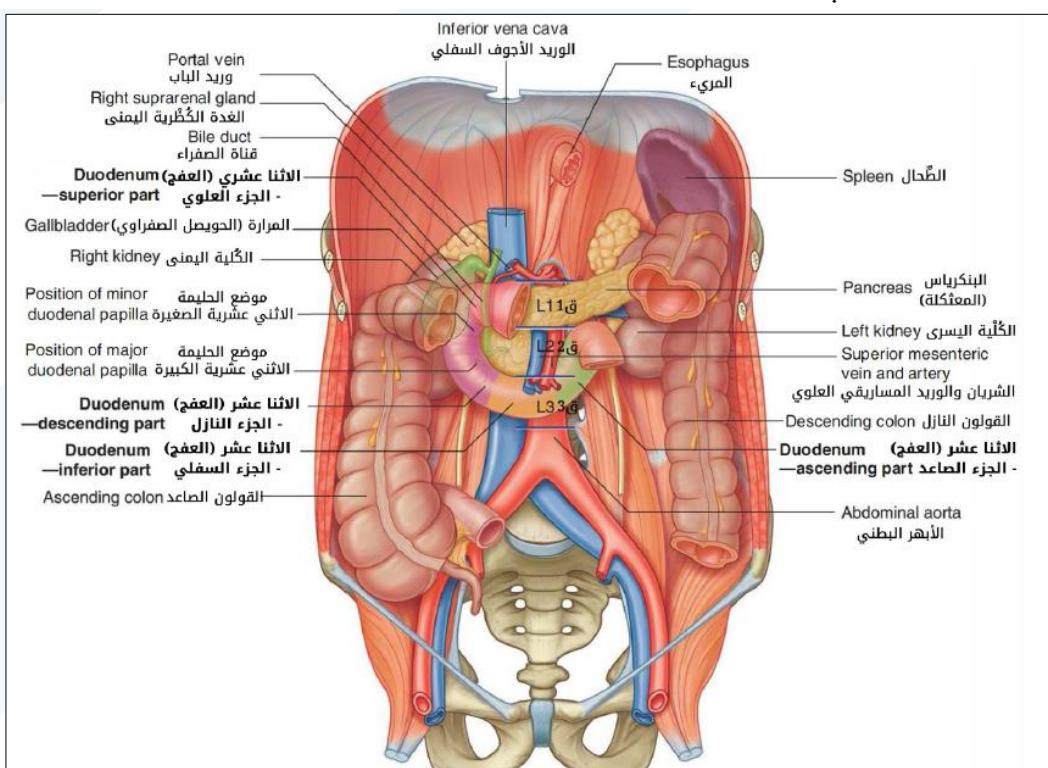
خامساً: المعي الدقيق Small intestine

هو أطول أقسام السبيل المعدى المعوى، ويمتد من الفتحة البوابية للمعدة حتى الفتحة اللفائيفية الأعورية. يكون المعي الدقيق على شكل أنبوب أجوف يبلغ طوله نحو 6-7 م، وهو يتألف من ثلاثة أقسام هي:

1. العفج (الاثنا عشرى) .duodenum
2. الصائم .jejunum
3. اللفائفي (الدقاق) .ileum

ترتبط الصائم واللفائفي بجدار البطن الخلفي طية مضاعفة من الصفاق (البريتون) يطلق عليها اسم المساريق mesentery، وتشكل ممراً لأوعية المعي الدقيق وأعصابه.

بعد العفج القسم الأول من المعي الدقيق، ويتميز بشكله الذي يشبه حرف C الشكل (16)، ووضعه كإطار العجلة حول رأس المعنكلة. يبلغ طوله 20-25 سم، وهو يقع فوق مستوى السرة، ويتصف بكبر ملعته التي يفوق قطرها قطر أية منطقة أخرى في المعي الدقيق. يتوضّع العفج خلف الصفاق (البريتون) باستثناء بدايته التي يربطها الرباط الكبدي العجي بالكبد. يشكل هذا الرباط جزءاً من الثرب الصغير.

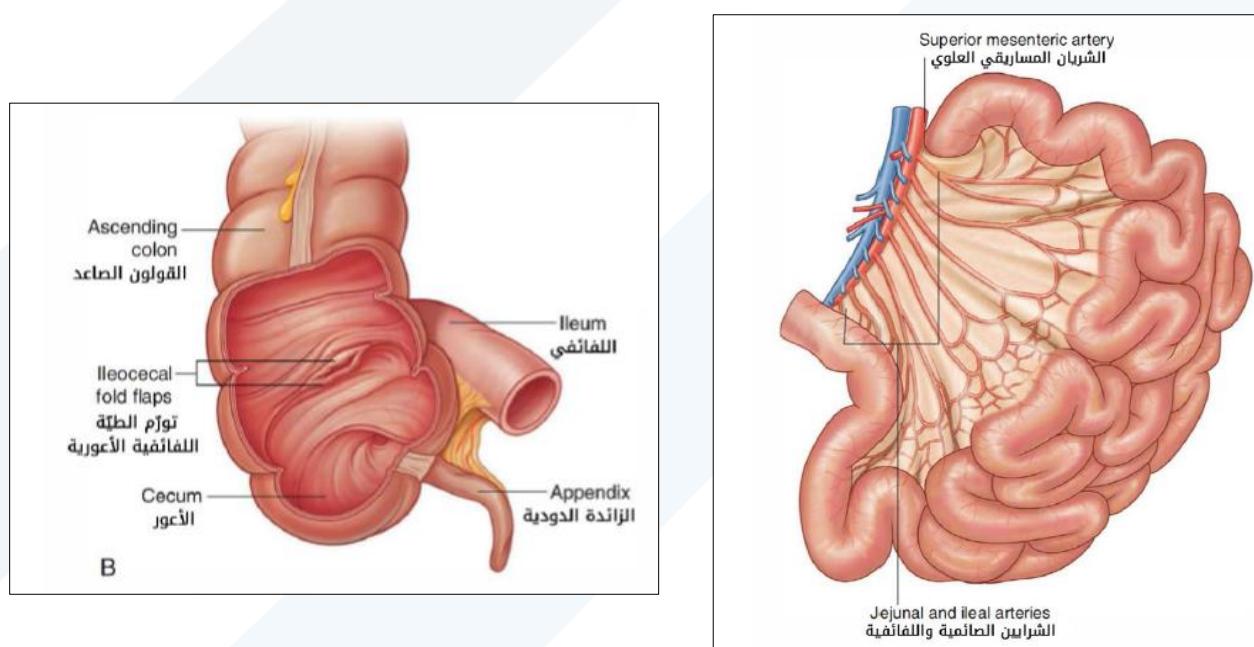


الشكل (15): العفج.

أما الصائم فهو قسم من المعي الدقيق يعقب العجز ويسبق اللفائي، يتوضع بمعظمه في الربع العلوي الأيسر من البطن، يمتلك قطراً أكبر وجداراً أثخن من اللفائي، وتميز البطانة المخاطية الداخلية للصائم بطيات بارزة عديدة دائيرية في الملة (الثنيات الدائرية).

يتوضع اللفائي بمعظمه في الربع العلوي الأيمن من البطن. وهو يتصل مقارنة بالصائم بجداران أرق، وطيات مخاطية أقل عدداً وبروزاً (وضوحاً).

ينتفي اللفائي عند الموصى اللفائي الأعورى، وينفتح اللفائي على المعي الغليظ في منطقة اتصال الأعور cecum بالقولون الصاعد. تحيط بالفتحة اللفائية الأعورية في ملة المعي الغليظ طیتان لفائفیتان أعوریتان sphincter تشکلان الدسام اللفائي الأعورى، وتتوالى ألياف عضلية من اللفائي في كل من الطیتين مشكلة مصرا sphincter يعزى إلى هذه المصرا والدسام اللفائي الأعورى منع الجزر (الجريان الراجح) من الأعور إلى اللفائي، وتنظيم مرور المحتويات من اللفائي إلى الأعور، الشكل (16).



الشكل (16): اللفائي، والدسام اللفائي الأعورى.

تتركب الأمعاء الدقيقة من أربع طبقات هي من الظاهر إلى الباطن:

- 1- طبقة الغشاء المصلي: وهي طبقة رقيقة، تشكل الوريقة الحشوية للصفاق peritoneum.
- 2- طبقة عضلية ملساء: تتشكل من ألياف طولانية ودائرة، تعصب بصفائح عصبية موضعية وألياف الجهاز العصبي المستقل.
- 3- طبقة تحت مخاطية: تتكون من نسيج ضام.
- 4- طبقة مخاطية: تحتوي على الرغابات villi، وتوجد على سطحها زغيبات تقوم بوظيفة الامتصاص، كما تفرز إنزيمات هاضمة.

الوظيفة الإفرازية والهضمية للأمعاء الدقيقة

يتم إفراز معظم العصارة المغوية في القسم العجي - الصائمي من الأمعاء الدقيقة، تقوم به مجموعة من الخلايا تقع في ظهارة الزغابات المغوية، وظهارة خبايا (أو خفايا) Crypt ليبركون المفرزة للماء والشوارد وأهمها شوارد البيكرونات التي تعديل حموضة الكيموس المعدى (القادم من المعدة ذات الوسط الحمضي) ليصبح قليواً، بالإضافة إلى غدد برونز الموجودة في الطبقة تحت المخاطية للمفرزة للعجي الذي يحيي العجي أيضاً من تأثير الحموضة العالية القادمة من المعدة.

كما يصب في العجي العصارة البنكرياسية المؤلفة من الماء، والشوارد (أهمها البيكرونات)، وأنزيمات الهاضمة للسكريات والبروتينات والدهون والحالة للحوض النووي (الريبونوكلياز، والديوكسي ريبونوكلياز). يجري ضبط الإفراز البنكرياسي بعوامل عصبية (العصب العاشر المهم)، وعوامل هرمونية (السكرتين والكوليسيستوكينين المفرزان من العجي).

يستمر هضم السكريات في المعي الدقيق بوساطة أنزيم الأميلاز البنكرياسي، وأنزيمات العصارة المغوية (المفرزة من الظهارة المغوية):

أ- **الهضم بأنزيمات البنكرياس (المعتلة):** هضم كامل النشاء في العجي بتأثير أنزيم الأميلاز البنكرياسي، بعد مضي 15-30 دقيقة من انفراج الكيموس المعدى في العجي.

ب- **الهضم بأنزيمات العصارة المغوية:** هضم السكريات بتأثير أنزيمات العصارة المغوية إلى سكريات أحادية بسيطة يتم امتصاصها من قبل الزغابات المغوية، لتهذب إلى الوريد البابي، ثم تنتقل إلى الكبد، فالدوران الدموي.

تشتمل أنزيمات العصارة المغوية الهاضمة للسكريات ما يأتي:

- **المالتاز maltase والإيزومالتاز isomaltase:** يشطر المالتاز سكر الشعير أو المالتوز إلى جزيئين من الغلوكوز، وكذلك يحرر الإيزومالتاز الغلوكوز من الإيزومالتوز.

- **السكراز saccharase:** يشطر السكريوز إلى جزيء غلوكوز وجزيء فركتوز fructose (سكر الفواكه).

- **اللاكتاز lactase:** يشطر سكر اللبن أو اللاكتوز إلى جزيء غلوكوز وجزيء غالاكتوز galactose.

وهكذا فإن الناتج النهائي لهضم السكريات هو السكريات البسيطة (أحاديات السكرييد monosaccharides)، أما الألياف النباتية فنهض كمية قليلة منها بأنزيمات الجراثيم القولونية في المعي الغليظ.

أما البروتينات فنهض جزء آخر منها بالأنزيمات البنكرياسية الحالة للبروتينات التي تشتمل على:

- **التربيسين trypsin** (يكون على شكل مولد التريسين ويتحول بفعل أنزيم الإنتروكيناز المغوي إلى التريسين).

- **الكيموتريبيسين chymotrypsin** (يكون على شكل مولد الكيموتريبيسين ويتحول بفعل أنزيم الإنتروكيناز المغوي والتربيسين إلى الكيموتريبيسين).

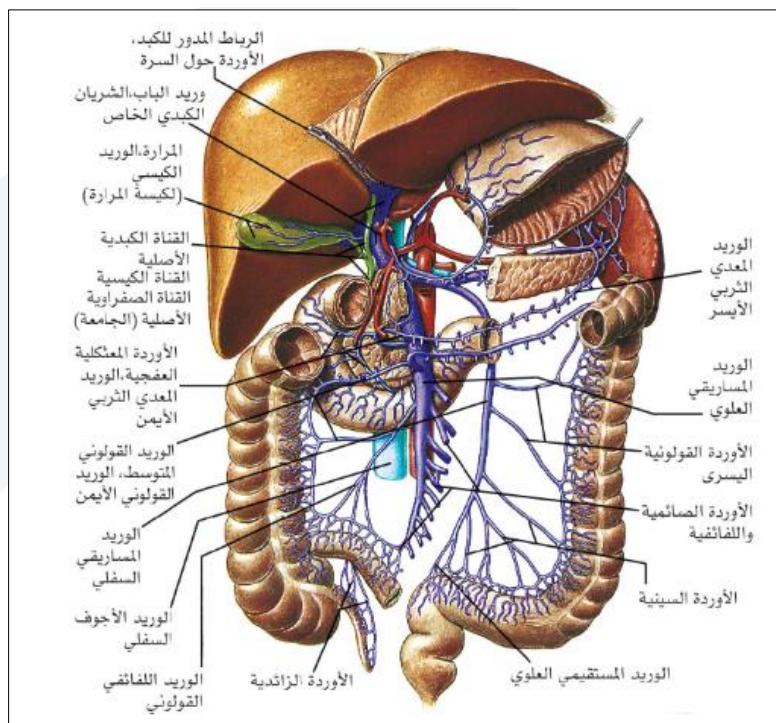
- **الكاربوكسي بولي بيتيداز وأيضاً يفرز على شكل طليعة الكاربوكسي بولي بيتيداز.**

يففك كل من التريسين والكيموتريبيسين البروتينات إلى ببتيدات صغيرة، بينما يفك الكاربوكسي بولي بيتيداز تلك الببتيدات إلى حموض أمينية مفردة.

تعمل إنزيمات المعتلة على هضم نسبة محددة من البروتينات إلى حموض أمينية، وتبقى ثنائيات الببتيد وثلاثيات الببتيد.

يُهضم باقي البروتينات في العفج والصائم بإنزيمات البيتيداز peptidase (الأمينوبتيدياز والأمينو بولي بتيدياز) التي تفرز من الخلايا الظهارية الساترة لزغابات المعي الدقيق، وتحولها إلى ثانويات البيتيد ثم إلى حموض أمينية تمتص من الزغابات المعوية، وتذهب إلى الوريد البابي ثم الكبد.

يُهضم الدسم والشحوم بمساعدة الصفراء المفرزة من الكبد (ت تكون الصفراء من الأصبغة والأملام الصفراوية، وتحتوي على الكوليسترون والشحوم الفوسفورية والشوارد، وتخلو من الإنزيمات)، والمتجمعة ضمن **الحويسن الصفراوي** (المراة) (الشكل 17)، والتي تفرغ في العفج لتقوم باستحلاب هذه الشحوم أي تجزئها وتحولها لكرات صغيرة لتتمكن الإنزيمات المهاضمة من التأثير عليها.

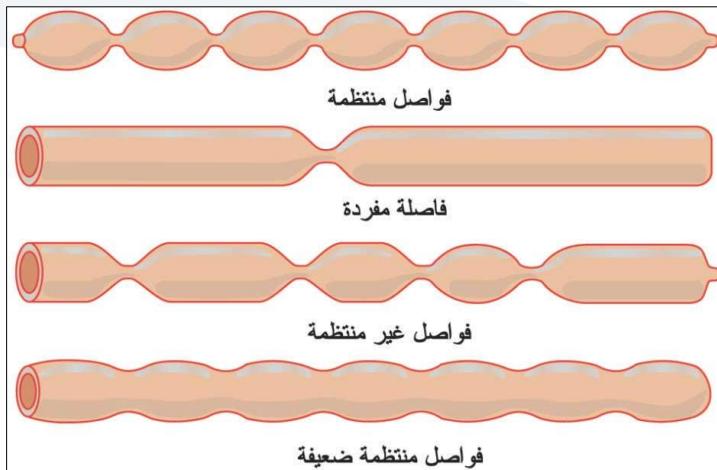


الشكل (17): الكبد والحويسن الصفراوي (المراة).

أما الهضم النهائي للدهن والشحوم وتحولها إلى الحموض الدسمة (الدهنية)، وأحادي الغليسيريد، والكوليسترون، فيتم عن طريق الليباز المعوي، والأنزيمات البنكرياسية الحالة للدهن وأهمها **الفوسفوليبياز** والليباز البنكرياسي.

الوظيفة الحركية للأمعاء الدقيقة

- 1- حركات الدفع: هي حركات تمعجية peristaltic تحدث من تقلص العضلات الدائيرية والطولانية بصورة تلقائية.
- 2- حركات اللادفع (الحركات المازجة): هي حركات تقطيعية segmentation موضعية، وظيفتها منز الطعام لتسهيل امتصاصه. تنتج الحركات التقطيعية عن تقلص قطع من الأمعاء على نحو تصبح فيه بشكل سلسلة من العقد تتجه من الأعلى للأسفل، الشكل (18).

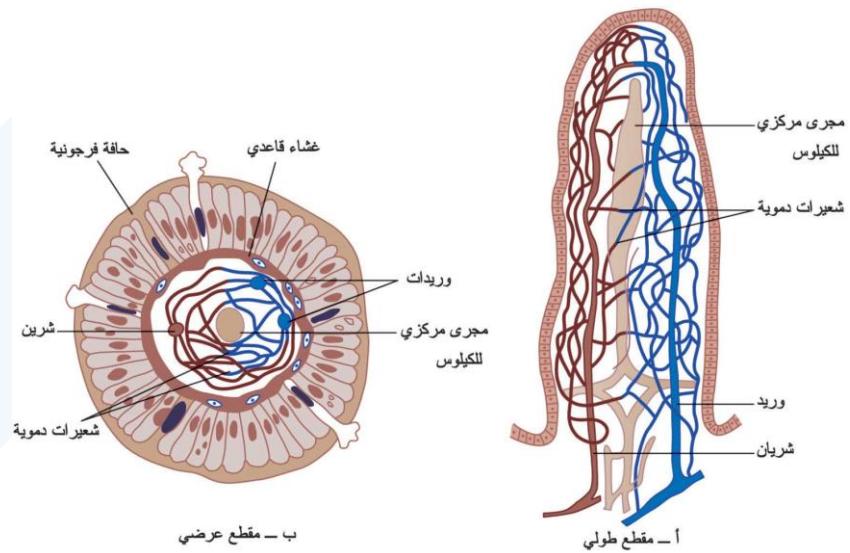
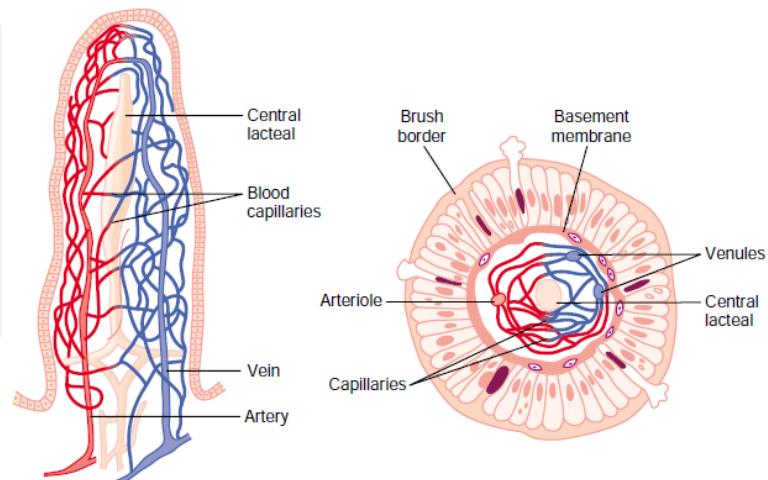
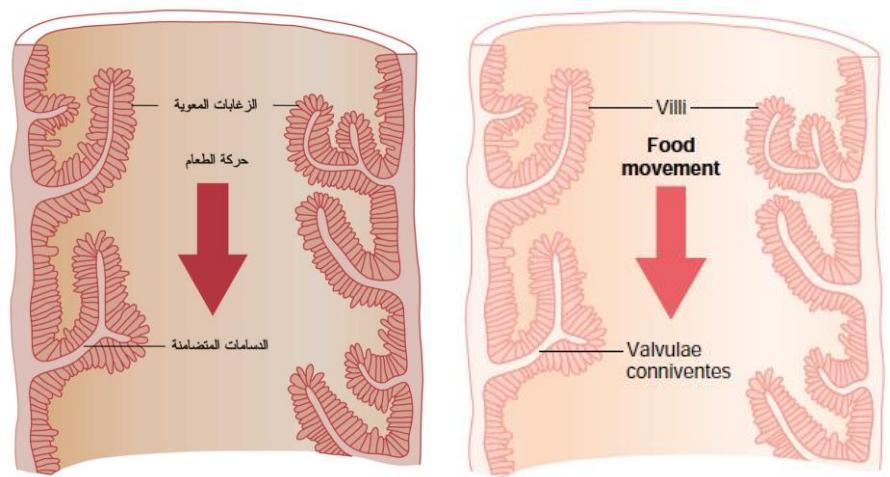


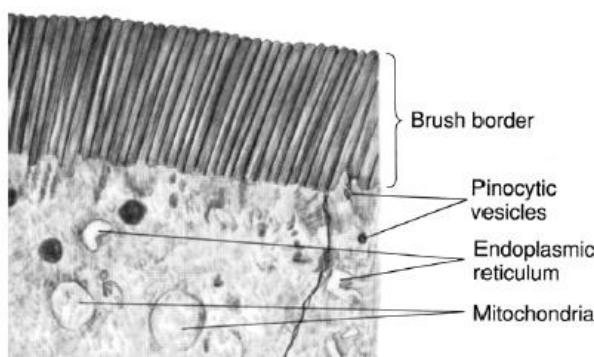
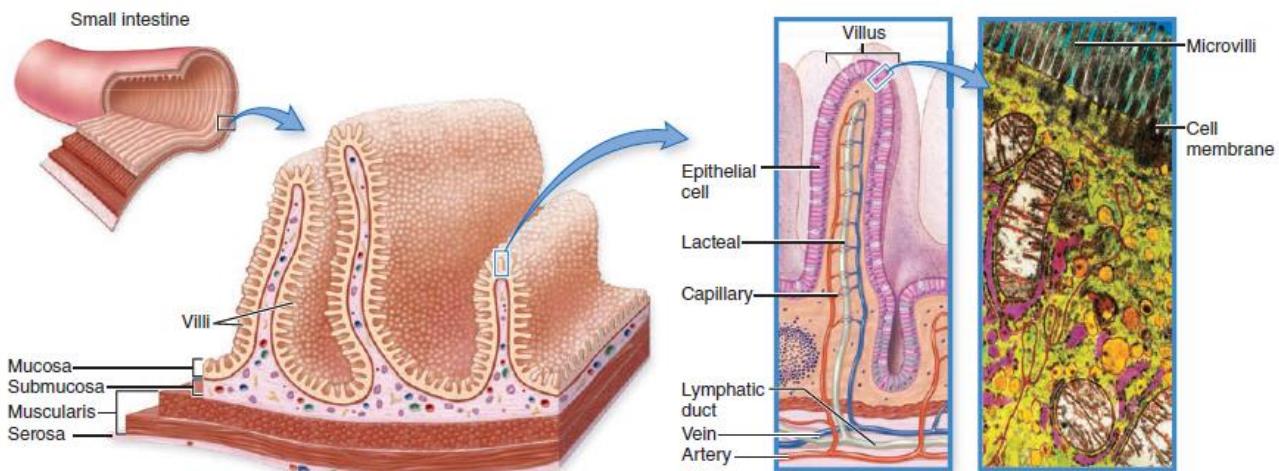
الشكل (18): حركات المزج (التقطع) للأمعاء الدقيقة.

الامتصاص في الأمعاء الدقيقة

يشكل المعي الدقيق الجزء الرئيس للامتصاص؛ إذ يمتص المعي الدقيق جميع السوائل (80% من الماء)، والكثير من الشوارد (الصوديوم والبوتاسيوم والكلور ... الخ)، ومعظم الحموض الأمينية، والدهن، والسكريات، والفيتامينات. والأسباب التي جعلت من المعي الدقيق المكان الأساسي للامتصاص هي:

1. وجود طيات تدعى **الصممات المتضامنة** Valvulae conniventes (أو ثنيات كيركرنغ folds of Kerckring) وهي ثنيات بطول 8 ملم تزيد من سطح الامتصاص في لعنة المعي نحو ثلاثة أضعاف، وتوجد فيها ملايين الزغابات Villus (المحتوية على شرين Artery وشعيرات دموية Capillaries ووريد Vein بالإضافة إلى وعاء لمفي (لبني أو لابن) مركزي lacteal) التي تتوضع على امتداد سطح المعي الدقيق ابتداءً من النقطة التي تصب فيها القناة الصفراوية في الفرج فالصائم ثم اللفائفي حتى الدسام اللفائفي الأعورى، وتميز كل خلية ظهارية معوية من الزغابة بحافة فرجونية (فرشاتية) Brush border مؤلفة من 600 زُغيبة Microvilli تبرز إلى داخل الكيموس المعوي، وتزيد كل من الدهسات المتضامنة والزغابات والزغيبيات سطح الامتصاص في الطبقة المخاطية للمعي نحو 600 ضعف، فيوفر ذلك مساحة واسعة من التماس تبلغ نحو 250 متراً مربعاً في كامل المعي الدقيق (أي ما يعادل مساحة ملعب التنس)، الشكل (19).





الشكل (19): الدسamsات المتضامنة، وبنية الزغابات المعوية، والحافة الفرجونية أو الفرشاتية (الزُغبيات).

2- إنتاج نواتج الهضم النهائية في المعي الدقيق، كالسكريات البسيطة، والحموض الأمينية، والحموض الدسمة البسيطة ... الخ.

3- بقاء الطعام في المعي الدقيق فترة طويلة مما يسمح بالامتصاص.

الامتصاص عبر السبيل الخلوي Transcellular tract

يتم بعدة طرق:

- الاحتساء Pinocytosis: يتم فيها نقل الغلوبولينات المناعية، بانخماص جزء من الغشاء القمي على شكل فجوة داخلها العنصر المنقول، ثم تنقل الفجوة إلى داخل الخلية المعوية ويتحرر محتواها (وستعمل هذه الطريقة عند الرضع ل توفير المناعة المؤقتة لهم).

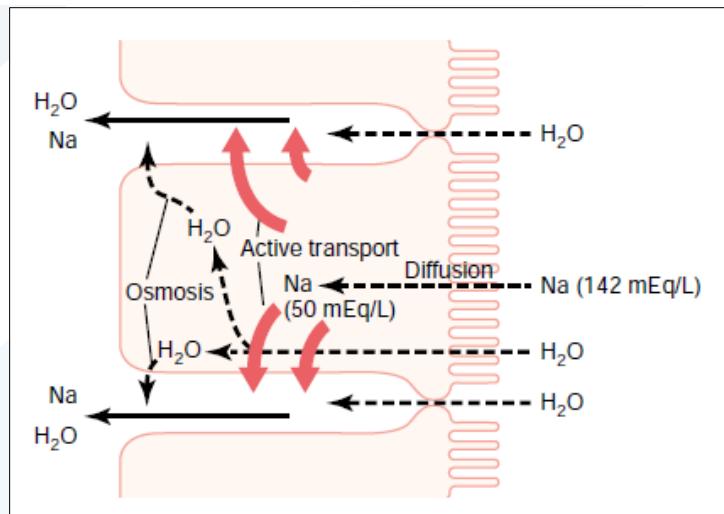
- الانتشار البسيط المنفع (السلبي) Passive diffusion: يتم فيه نقل العناصر عبر الفراغات (الأفضية) أو عبر البروتينات الناقلة (تحتوي مسلك مائي) للغشاء القمي وذلك حسب:

- المدروج الكيميائي الكهربائي للعنصر.

- مدروج الضغط التناصحي (الحلولي) أو الضغط المائي السكוני (البيدروستاتيكي) للذين يسببان جرف العناصر بتيار الماء، وهي طريقة لا تحتاج إلى طاقة.
- الانتشار البسيط بالذوبان في الأغشية: وهي طريقة خاصة لنقل العناصر الذوابة في الدسم.
- الانتشار الميسّر **Facilitated diffusion**: لبعض أنواع الحموض الأمينية؛ إذ يتم عبر بروتين غشائي ناقل، ومن دون الحاجة لصرف طاقة.
- النقل المتأزر (المترافق) بنفس الاتجاه: يتم فيه نقل الغلوكوز بوساطة مدروج تركيز شوارد الصوديوم، وهو نقل فعال ثانوي، يرتبط فيه امتصاص أحد العناصر بمدروج تركيز العنصر الآخر.
- النقل الفعال (البدئي أو الأولي) **Active transport**: يتم فيه نقل عنصر بعكس بمدروج تركيزه الكيميائي، ويطلب ذلك بروتيناً حاملاً نوعياً، وجملة إنزيمية تعمل على توفير الطاقة اللازمة للنقل.

1- امتصاص الماء والشوارد

تمتص الأمعاء أكثر من 80% من الماء الذي يصل إلى العفج، كما يتم انتقال الكثير من الشوارد مثل: الصوديوم، والبوتاسيوم، والكلور، والكالسيوم، وال الحديد، تحت تأثير مدروج التركيز؛ إذ تمتص إذا كان تركيزها في اللعنة المعيشية أعلى من تركيزها السائل الخلالي لظهوره الأمعاء، الشكل (20).



الشكل (20): امتصاص الصوديوم من الظهارة المعيشية، والامتصاص التناصحي للماء.

2- امتصاص السكريات

تمتص السكريات بعد تحويلها إلى سكريات بسيطة (غلوكوز، غالاكتوز، فركتوز).
تمتص كل من الغلوكوز والغالاكتوز بطريقة النقل المتأزر (المتماثل في نفس الاتجاه) المرتبط بالصوديوم، بوجود بروتين حامل مشترك ينقل هذه المواد عبر الغشاء القمي للخلية المعيشية إلى هيولى هذه الخلية.
أما امتصاص الفركتوز يتم بوجود بروتين حامل شبيه بالسابق، لكنه لا يحتاج لوجود الصوديوم (انتشار ميسّر).

3- امتصاص الحموض الأمينية

يؤدي هضم البروتينات في العفج والصائم بتأثير الإنزيمات الحالة للبروتينات البنكرياسية، إلى تحرر الحموض الأمينية والببتيدات الثنائية، حيث يتم امتصاص الحموض الأمينية بطريقة النقل المتأثر المرتبط بتركيز شوارد الصوديوم أو بالانتشار الميسّر، ويتم امتصاص الببتيدات الثنائية بطريقة النقل الفعال.

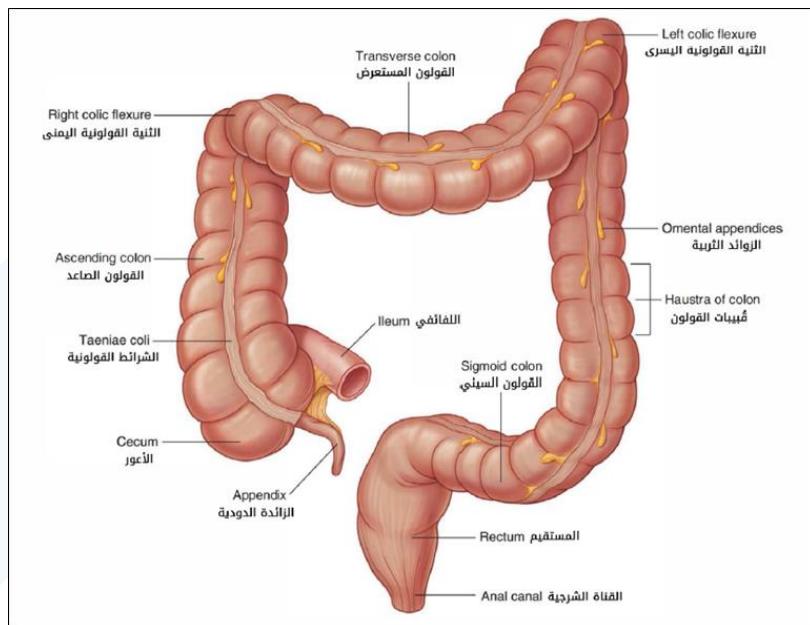
4- امتصاص الشحوم (الدهن)

يؤدي هضم الشحوم في المعدة والأمعاء الدقيقة بتأثير الإنزيمات الحالة للدهن إلى تشكيل الغليسيريدات الأحادية، والحموض الدسمة الحرة، والكوليسترول، كما تمارس الأملاح الصفراوية دوراً في استحلاب الدهن لتسهيل امتصاصها.

لتنتقل في النهاية إلى مجرى الكيلوس المركزي (اللابن المركزي)، لتصل إلى الوعاء اللمفاوي، الذي يصب في القناة الصدرية، فالوريد الأجوف العلوي، وينتقل بهذا الطريق نحو 80-90% من الدهن الممتص.

سادساً: المعي الغليظ large intestine

أنبوب مخاطي عضلي يمتد من منطقة اللفائفي الأعورى حتى الشرج، طوله نحو 1.5 م. تتشكل الأمعاء الغليظة من: الأعور، والزايدة الدودية، والقولون (الصاعد والمستعرض والنازل والسيبي)، المستقيم، والشرج، الشكل (21). يدخل بقایا الكيموس من الأمعاء الدقيقة إلى القسم الأول من الأمعاء الغليظة، وهو الأعور، فيه مصراة تدعى الصمام (الدهن) اللفائفي الأعورى تفتح بمنعكس حين وصول الكيموس إليها، وتنعّم عودته إلى الأمعاء الدقيقة، الشكل (16).



الشكل (21): المعي الغليظ بأقسامه.

الامتصاص في الأمعاء الغليظة

يعبر الصمام اللفائفي الأعورى نحو 1500 مل من الكيموس إلى المعي الغليظ يومياً، ويحدث فيه ما يأتي:
 - ينطهر نحو 100 مل من السائل مع الغائط (أي إعادة امتصاص لـ 1500 مل من الكيموس).

- يتم الامتصاص في النصف الداني (القريب) للقولون، ويتم التخزين في النصف القاصي منه.
ويمتص من القولون الداني كل من:
- الماء والشوارد: يحدث فيه امتصاص كمية كبيرة من شوارد الصوديوم والكلور والماء، كما تفرز شوارد البوتاسيوم مع الشوارد السلبية الأخرى كالكبريتات والفسفات والبيكربونات في لعنة القولون التي تفرغ مع الغائط.
- نوائح فعالية العصيات القولونية: هضم كميات قليلة من السليلوز. وتشكيل فيتامين K، والغازات (غازات القولون)
كثاني أكسيد الكربون والهيدروجين والميتان.
ويتبقي بعد ذلك الغائط الذي يتركب من ماء، ومادة صلبة مكونة من: جراثيم ميتة، ودهن، ومواد لاعضوية،
وبروتين، ومواد غير مهضومة من الطعام والمكونات الجافة للعصارات الهضمية كالصياغ الصفراوي، وخلايا ظهارية
متقدمة.
- وينتاج اللون البني للغائط من مادة المستيريكوبيلين stercobilin واليووروبيلين urobilin، وهما من مشتقات البيلروبين،
أما الرائحة فتنتج بشكل رئيس من منتجات الفعل الجرثومي، ووتتضمن النوائح المصدرة للرائحة: الاندول (مركب
عضوى مؤلف من حلقتين سداسية من البنزن مدمجة مع حلقة خماسية حاوية على ذرة نتروجين)، والسكاتول (مركب
عضوى ينتهي لعائلة الأندول)، وكبريت الهيدروجين، والميركابتان (مركب عضوى كبريتى).

انتهت المحاضرة ... بال توفيق للجميع