الجامعة السورية الخاصة

تغذية وحميات

المحاضرة الثالثة

ص. لارا قبلاوي

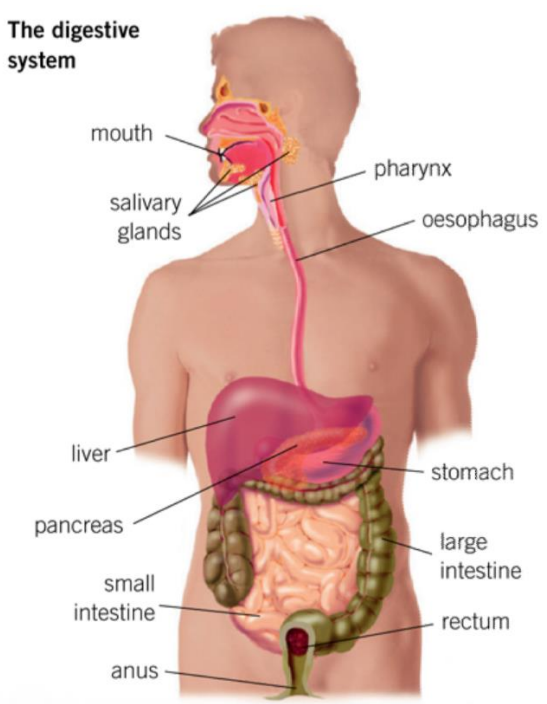
جهاز الهضم والامتصاص

The digestive system and absorption

<u>تذكرة بالتشريح الوظيفي للجهاز الهضمي:</u>

يتألف الجهاز الهضمي من:

١. الفم Mouth.
٢. البلعوم Pharynx.
٣. المري Esophagus.
٤. المعدة Stomach.
٥. الأمعاء الدقيقة Small intestine.
٦. الأمعاء الغليظة Large intestine.
٧. الشرج Anus.
٨. الأعضاء الملحقة: مثل الغدد اللعابية، الجهاز الكبدي الصفراوي والمعثكلة.



التشريح الوظيفي للجهاز الهضمي

الفم Mouth

يتم فيه تذوق الطعام، ويبدأ الهضم الميكانيكي والكيميائي وتحفيز اللعاب من الغدد اللعابية.
من الوظائف المهمة للعاب أن يجعل الطعام رطباً أثناء قيام الأسنان بعملية الطحن والهرس، وتحويل القطع الكبيرة إلى قطع صغيرة ومتناهية الصغر حتى يسهل بلعها، ولعاب الفم يقوم بإفرازه ثلاثة أزواج من الغدد اللعابية وهي الغدد النكفية، الغدة تحت الفك الأسفل والغدة تحت اللسان.
الأسنان: لدى البالغين 32 سن وظيفتها عض، قطع وطحن الطعام.
اللسان: يساعد اللسان على المضغ وباستمرار توضع الطعام بين الأسنان ومزجه باللعاب.
ويبدأ الهضم الكيميائي للسكريات بواسطة الأميلاز اللعابي والليزوزيم.

الأميلاز اللعابي Salivary amylase: يفرز هذا الأنزيم من الغدد اللعابية، يحطم النشاء إلى سلاسل سكرية قصيرة.

الأنزيمات الحالّة Lysozyme: لها قدرة على حل أنماط معينة من الجراثيم، وهذه الأنزيمات موجودة في اللعاب والدموع والعرق.

Stomach المعدة

تعتبر أكبر أجواف الجهاز الهضمي وأكثرها قدرة على الاتساع والتمدد، وهي عبارة عن كيس مخاطي عضلي ليفي يصل بين كل من المري والأمعاء الدقيقة، ويتكون من عضلات طولانية وعضلات عرضية.

وتأخذ المعدة شكلا مخروطيا، حيث تكون قاعدته في الأعلى عند فتحة الفؤاد، في حين تكون قمته في الأسفل عند فتحة البواب.

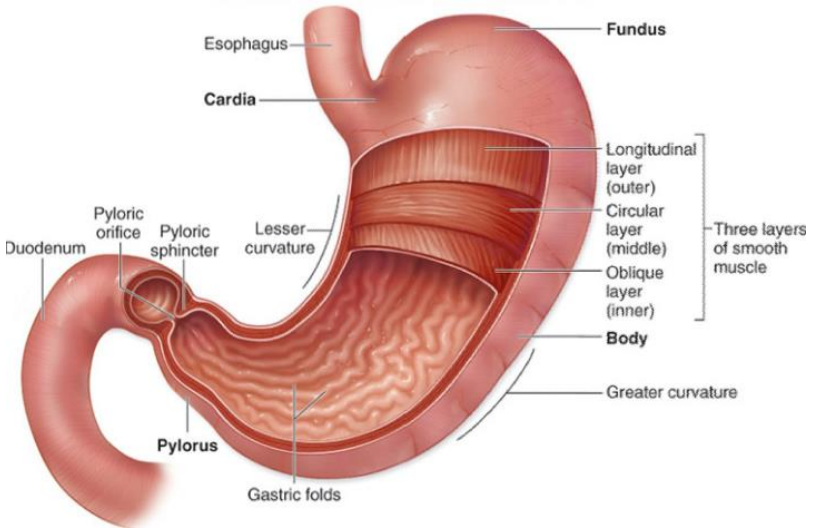
يطلق على الجزء العلوي الواسع من المعدة اسم قاع المعدة.

يفصل بين المعدة والمري عضلة تعرف باسم *العضلة العاصرة الفؤادية* (الفؤاد) وهي تعمل على منع عودة الطعام من المعدة إلى المري، في حين يفصل بين المعدة والاثني عشر عضلة تعرف باسم *العضلة البوابية العاصرة* والتي تتحكم بانتقال الطعام من المعدة إلى الاثني عشري مع قيامها بمنع عودة الطعام من الأمعاء إلى المعدة.

العصارة المعدية Gastric juice:

- خلايا جدارية Parietal cells: موجودة في مخاطية المعدة تفرز حمض كلور الماء Hcl الذي يقوم بتقليص حجم القطع الغذائية والبروتينات وقتل معظم الجراثيم التي ممكن أن تتسرب في اللقمة الغذائية.
  والعامل الداخلي intrinsic factor وهو عبارة عن بروتين سكري وهو من العوامل المهمة لامتصاص فيتامين B12.
- خلايا Chief: موجودة في مخاطية المعدة وتفرز مولد الببسين أو الببسينوجين Pepsinogen الذي يتحول تحت تأثير حمض كلور الماء إلى أنزيم ببسين نشط.

كما تفرز الليباز المعدي الذي يساعد على تكسير الدهون القصيرة السلسلة والمتوسطة.

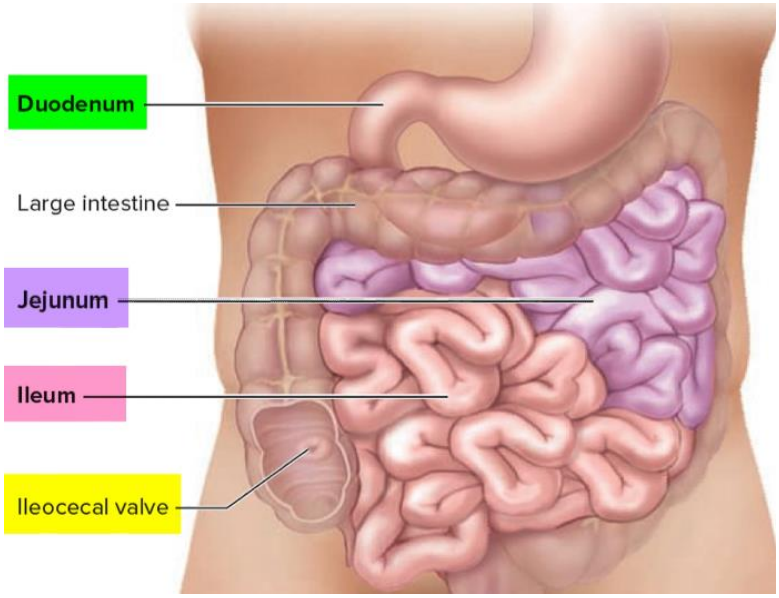


الأمعاء الدقيقة Small intestine

تعد الأمعاء الدقيقة من أطول أجزاء السبيل الهضمي وهي تمتد من فتحة البواب وحتى بداية الأمعاء الغليظة عند الصمام اللفائفي الأعوري.

تتألف الأمعاء الدقيقة على التوالي من:

- ✓ العفج (الاثني عشري) Duodenum: هو الجزء الأقصر من الأمعاء الدقيقة، ويحدث فيه معظم الهضم الكيميائي.
- ✓ الصائم Jejunum.
- ✓ اللفائفي Ileum



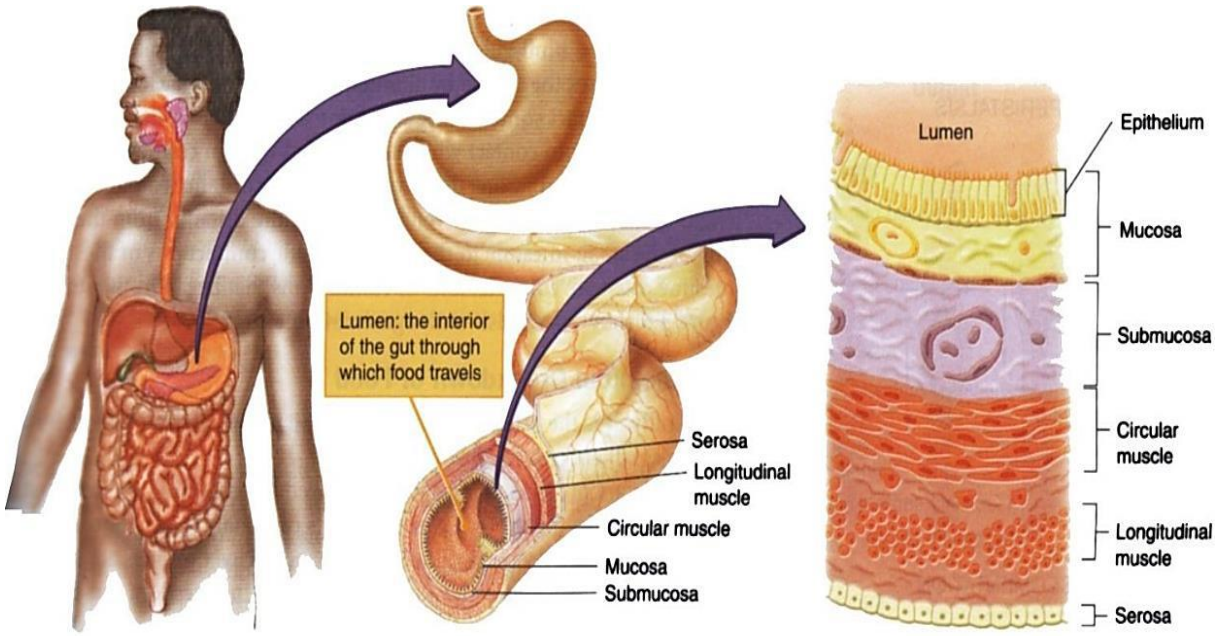
ويتكون جدار الأمعاء الدقيقة خصوصاً وجدار الجهاز الهضمي عموماً من أربع طبقات متوضعة فوق بعضها البعض ومرتبة وفق الترتيب التالي:

الطبقة المخاطية Mucosa: تبطن جدار السبيل الهضمي وتكون ملاصقة للمعة المعي، وتحتوي في الأمعاء الدقيقة على العديد من الزغابات المعوية المسؤولة عن امتصاص نواتج الهضم.

الطبقة تحت المخاطية Submucosa: تحتوي على ضفيرة مايسنر.

الطبقة العضلية Muscle: تقسم إلى طبقة عضلية ملساء دائرية أنسية circular Muscle، وطبقة عضلية ملساء طولانية وحشوية Longitudinal Muscle، ويتوضع بين هاتين الطبقتين ضفيرة تعرف باسم ضفيرة أورباخ العصبية، وتعمل هذه الطبقة على المساعدة في حركية الأمعاء.

الطبقة المصلية Serosa: تعمل على المساعدة في عملية الامتصاص نظراً لغناها بالأوعية الدموية.



Structural organization of the GI tract wall. Your intestinal tract is a long, hollow tube lined with mucosal cells and surrounded by layers of muscle cells.

وتعمل الأمعاء الدقيقة على هضم بعض المكونات الغذائية بالإضافة إلى امتصاصها، حيث يتم إفراز كل من:

<u>البيكربونات Bicarbonate:</u> لتعديل حموضة المعدة.

<u>الأنزيمات البنكرياسية والمعوية:</u> التي تعمل على هضم كل من الكربوهيدرات والبروتينات والمواد الدسمة.

الأمعاء الغليظة Large intestine

تمتد الأمعاء الغليظة من الملتقى اللفائفي الأعوري وحتى الشرج.
يبلغ طول الأمعاء الغليظة نحو 1.5 م وتتكون من طبقتين عضليتين (دائرية وطولانية تساعد في حركية الأمعاء) ومبطنة بغشاء مخاطي مفتقر للزغابات المعوية.
وتشمل على التوالي:
الأعور والزائدة الدودية.
القولون الصاعد.
القولون المستعرض.
القولون النازل.
المستقيم
والشرج.

وتعمل الأمعاء الغليظة على:

- ✓ تخمير بعض الألياف الغير مهضومة (مثل السيللوز) بواسطة بعض الجراثيم المعوية.
- ✓ امتصاص كل من الماء والشوارد (خاصة الصوديوم والكلور والبوتاسيم).
- ✓ تمتص بعض الفيتامينات مثل Vit K والذي ينتج من قبل الجراثيم المعوية.
- ✓ تعمل على إطراح الفضلات إلى خارج الجسم، حيث تعمل الألياف العصبية الحركية المتواجدة ضمن الكولون على إرسال إشارات عصبية للحبل الشوكي عند امتلاء المستقيم بالفضلات.
  الذي يعمل بدوره على إرسال إشارات عصبية لانقباض عضلات المستقيم وارتخاء العضلات العاصرة مما يؤدي إلى خروج الفضلات.

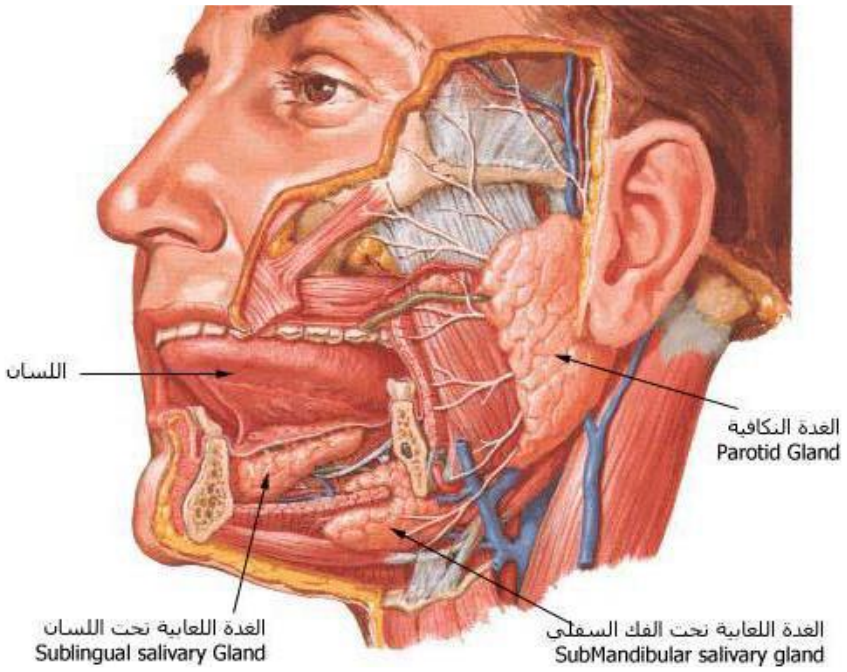
يمكن لبعض الجراثيم المتواجدة في القولون أن تؤدي إلى زيادة معدل استقلاب الشخص أو إنقاصه، حيث يمكن أن يتواجد في الأمعاء الغليظة أحد هذين النوعين من المجموعات الجرثومية:
Frimicutes: وتعمل على إنقاص معدل الاستقلاب مما يؤدي إلى تراكم الدهون وتطور البدانة، ويحفز تناول السكريات على نمو هذه المجموعات الجرثومية.
Bacteroidetes: تعتبر جراثيم مفيدة تعمل على تحفيز استهلاك الطاقة وزيادة معدل الاستقلاب، حيث يتم تحفيز نمو هذه المجموعة الجرثومية بتناول الألياف الغذائية والألبان و الفاصولياء.

الأعضاء الملحقة بجهاز الهضم

تشمل: الغدد اللعابية – الكبد – المرارة – المعثكلة أو البنكرياس.

١. الغدد اللعابية Salivary Glands:

وتشمل الغدد اللعابية كلاً من:
الغدة النكفية – الغدة تحت اللسانية – الغدة تحت الفكية – بالإضافة إلى بعض الغدد الصغيرة في مخاطية الفم واللسان.
ويتراوح المعدل اليومي لإفراز اللعاب في الشروط الطبيعية ما بين ٥٠٠ – ١٥٠٠مل، حيث يتصف اللعاب بكونه سائلاً لزجاً منخفض التوتر بالنسبة للبلازما، فضلاً عن تمتعه بدرجة حموضة تقدر ب 6.7، ويتركب من **الماء** بشكل أساسي(99% من مجمل وزن اللعاب).
بالإضافة إلى **الشوارد** (وخاصة الكالسيوم، الصوديوم، الكلور، اليود وثاني الفحمات).
كما يحتوي اللعاب بعض **البروتينات** كالألبومين والغلوبولينات المناعية، ويحتوي بعض **الأنزيمات الهاضمة** كالأميلاز والليباز اللعابي.



٢. الكبد والمرارة Liver & Gallbladder:

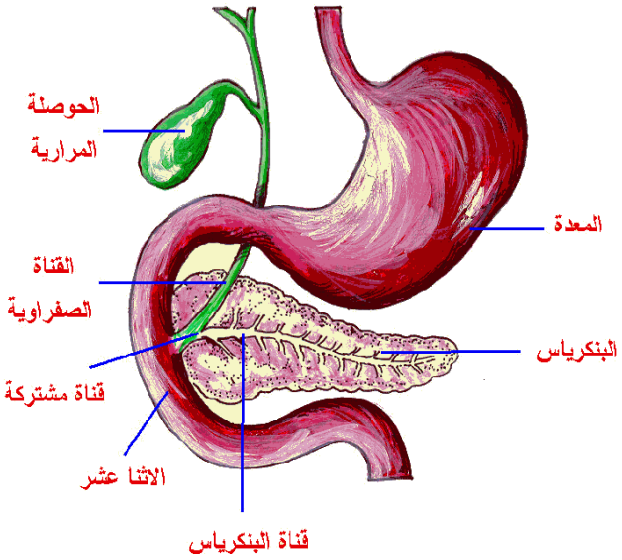
يعتبران ضروريين لإنتاج وتخزين وإفراغ الصفراء، حيث تعمل الخلايا الكبدية على إفراز الصفراء بشكل مستمر Produce Bile والتي تختزن ضمن المرارة (الحويصل الصفراوي) بغرض تكثيفها، ثم يتم إفراغها ضمن العفج.
يعتبر الكبد من أهم الأعضاء الملحقة بالجهاز الهضمي نظراً لدوره الرئيسي في الدوران الكبدي المعوي Enterohepatic Circulation.

ويتراوح الإفراز اليومي للصفراء في الشروط الطبيعية 600 – 1200 ml/24h حيث تتصف الصفراء بكونها سائلاً لزجاً ذو لون ذهبي مخضر وطعم مر، فضلاً عن تمتعه ببعض الصفات القلوية الخفيفة، وتتركب الصفراء بشكل أساسي من الماء (حيث يشكل الماء حوالي 95% من مجمل وزن الصفراء)، بالإضافة إلى الأصبغة الصفراوية والأملاح الصفراوية والشحوم الفوسفورية وبعض البروتينات والشوارد اللاعضوية (خاصة الكلور والبوتاسيوم والصوديوم والكالسيوم والبيكربونات).
وتلعب الصفراء دوراً هاماً في هضم الشحوم وامتصاصها، وفي امتصاص الفيتامينات المنحلة بالدسم، كما تتوسط عملية إفراغ الأصبغة الصفراوية والكوليسترول.

٣. المعثكلة Pancreas:

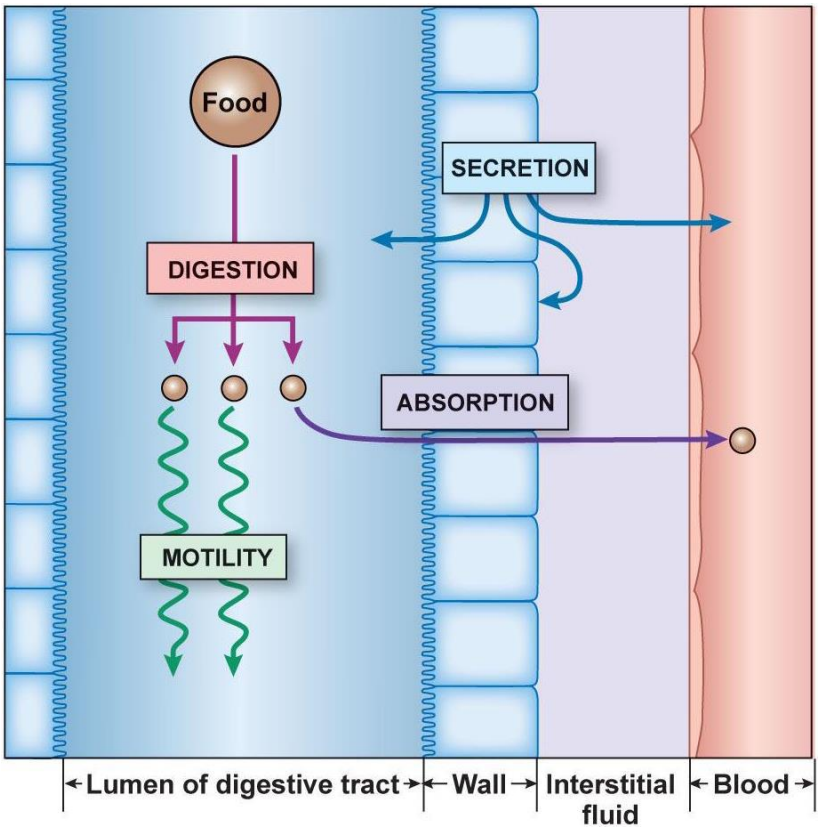
تعمل على إفراز البيكربونات بالإضافة لإفراز الأنزيمات الهضمية، حيث يقدر حجم المفرزات المعثكلية الخارجية بما يعادل 2 ل يومياً، وتتصف بكونها سائلاً لزجاً عديم اللون سوي التوتر (معادل للتوتر الحلولي)، ويتمتع بدرجة حموضة تقدر ب 8.
يتكون السائل المعثكلي بشكل رئيسي من الماء (98% من وزن السائل)، بالإضافة إلى الشوارد (وخاصة الصوديوم والبوتاسيوم والمغنيزيوم وثاني الفحمات والكلور)، والأنزيمات الهاضمة (الأنزيمات الحالة للبروتينات، والحالة للنكليوتيدات، والحالة للشحوم والأنزيمات الحالة للسكريات.

الشكل الرقم (19): رسم توضيحي لـ "الإثنى عشر" مبيناً فتحة القناة البنكرياسية – الصفراوية المشتركة فيها



مراحل عملية الهضم Digestive process

تعرف **عملية الهضم** على أنها تحطيم الجزيئات العضوية الكبيرة والمعقدة إلى مكونات أصغر يمكن استخدامها من قبل الجسم البشري، حيث يجب على الجزيئات أن تكون صغيرة بمقدار يسمح بانتشارها عبر الأغشية الخلوية.



وتقسم **<u>مراحل الهضم</u>** إلى:

- **عملية إدخال Ingestion:** أخذ المواد الغذائية أو استهلاكها.
  حيث يدخل الطعام إلى الجهاز الهضمي عبر الفم.
- **الدفع Propulsoin (peristalsis):** بلع المواد الغذائية.
- **الهضم الميكانيكي Mechanical Diggestion:** والذي يعتمد على التحطيم الفيزيائي للطعام بغرض زيادة مساحة سطح التماس، مما يسمح بتسهيل عملية الهضم الكيميائي، وتتم هذه العملية بواسطة الأسنان التي تعمل على طحن الطعام بداية، بالإضافة إلى حركات المعدة وحركات الأمعاء الحوية

- **الهضم الكيميائي Chemical Digestion:** والذي يعتمد على التحطيم الكيميائي للجزيئات العضوية الكبيرة إلى عناصر صغيرة، وذلك بتواسط الأنزيمات والهرمونات الهاضمة.
- **الامتصاص Absorption:** وهو عملية نقل وإيصال المغذيات المهضومة إلى الدوران الجهازي والذي يعمل على إيصالها إلى أنسجة الجسم.
- **إطراح الفضلات (مخلفات الطعام) Egestion (Defecation).**

بالتالي تقسم وظائف الجهاز الهضمي إلى:

وظائف حركية: متمثلة بالحركات التمعجية.

وظائف إفرازية: متمثلة بإفراز الأنزيمات الهاضمة.

وظائف هضمية وامتصاصية: متمثلة بالهضم الميكانيكي والكيميائي بالإضافة إلى الامتصاص من قبل الزغابات المعوية.

زمن المرور Transit time:

هو الزمن بين هضم الطعام والتخلص من النفايات الصلبة.
زمن بقاء الطعام في الفم هو أقل من دقيقة.
زمن بقاء الطعام في المعدة من ساعة إلى ساعتين تقريباً.
زمن بقاء الطعام في الأمعاء الدقيقة من 7- 8 ساعات.
زمن بقاء الطعام في الأمعاء الغليظة من 12 إلى 14 ساعة.
زمن عبور الطعام عند الإنسان السليم تأخذ حوالي 24 ساعة (من زمن تناولها وحتى الإطراح). وممكن أن يصل الوقت ل 72 ساعة وهو يتأثر بالعواطف، الفاعلية الفيزيائية، تناول الأدوية والأمراض.

الامتصاص Absorption:

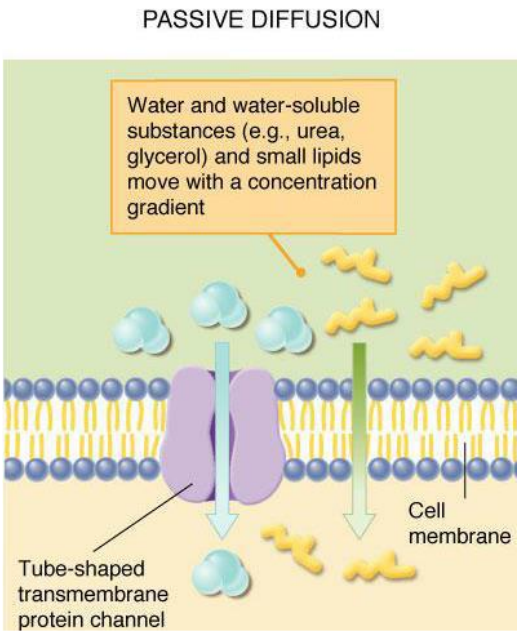
سنتعرف على الوظائف الامتصاصية وأنواع الامتصاص لنتمكن من التفصيل بهضم وامتصاص كل مكون من المكونات الغذائية على حدى.

وتقسم آليات الامتصاص إلى ثلاثة أنواع رئيسية:

١. الانتشار البسيط المنفعل Passive Diffusion:

والذي يتم بسهولة مطلقة حسب مدروج التركيز (من التركيز الأعلى إلى الأدنى) دون الحاجة إلى الطاقة والحوامل.

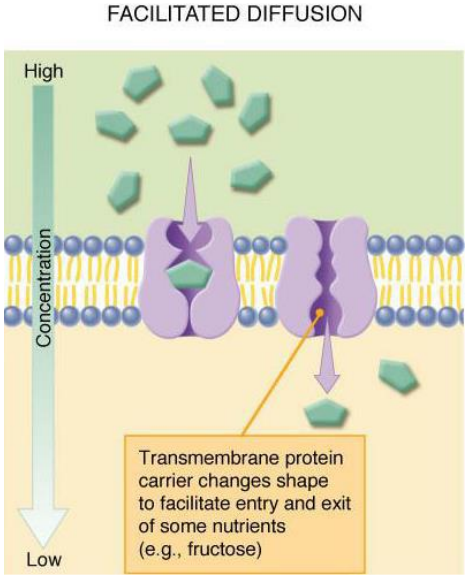
يتم امتصاص كل من الماء والمكونات المنحلة بالماء (مثل اليوريا والغليسرول) والليبيدات الصغيرة بهذه الآلية.



٢.النقل الفاعل المبسط (الانتشار الميسر) Facilitated Diffsion:

يتم حسب مدروج التركيز (من التركيز الأعلى إلى الأدنى) دون الحاجة للطاقة، ويكمن الاختلاف عن النقل المنفعل بحاجة هذه الآلية إلى بروتين ناقل أو حامل يعمل على تغيير شكله لتسهيل دخول وخروج بعض المغذيات إلى الخلايا.

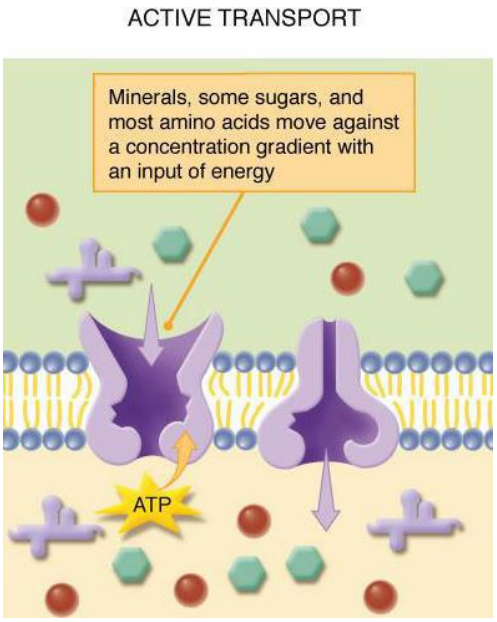
يتم امتصاص الفركتوز بهذه الآلية.



٣. النقل الفاعل Active Transport:

والذي يتم عكس مدروج التركيز (من التركيز الأدنى إلى الأعلى) ويكون محتاجاً للطاقة (القدرة) والنواقل (حوامل).

ويتم نقل المعادن وبعض السكريات ومعظم الأحماض الأمينية بهذه الطريقة.



هضم وامتصاص الكربوهيدرات

أولاً: هضم الكربوهيدرات:

هو عملية تحليل (تفكيك) السكريات الثنائية (مثل السكروز واللاكتوز والمالتوز) والسكريات العديدة (كالنشاء) المتواجدة ضمن الوجبة الغذائية إلى سكريات بسيطة، بهدف تمكينها من المرور عبر الأغشية المخاطية المبطنة لجدار الأمعاء.

ويتم هضم الكربوهيدرات في جسم الإنسان على عدة مراحل:

المرحلة الأولى تبدأ من هضم الكربوهيدرات ضمن الفم بواسطة أنزيم الأميلاز اللعابي الذي يعمل على تحويل جزء صغير من النشاء إلى كل من المالتوز والديكسترينات.

ثمَ ينتقل الطعام إلى المعدة، لنجد أنه لا يخضع لأي عملية هضم أو تحلل للكربوهيدرات ضمن المعدة نظراً لعدم إفراز أي أنزيمات هاضمة لهذا النوع من المواد ضمنها.

المرحلة الأخيرة تنتقل الكربوهيدرات إلى الأمعاء الدقيقة والتي تعتبر المسؤول الرئيسي عن هضمها وامتصاصها فتبدأ عملية الهضم بواسطة الأميلاز البنكرياسي (ألفا أميلاز) والذي يعمل على تفكيك النشاء والديكسترينات (الناتجة عن تفكيك الأميلاز اللعابي للنشاء) إلى سكاكر ثنائية (تحديدا المالتوز).

ثانياً: امتصاص الكربوهيدرات:

هو انتقال السكاكر البسيطة الناتجة عن عملية الهضم إلى المجرى الدموي من خلال الأغشية المخاطية المبطنة لنتوءات الأمعاء الدقيقة، حيث يتم امتصاص الكربوهيدرات بصورة رئيسية على شكل غلوكوز ويليه كل من الغالكتوز والفركتوز.

وينتقل كل من الغالكتوز والفركتوز الممتصان مع الدورة الدموية عن طريق وريد الباب إلى الكبد، الذي يحولهما إلى غلوكوز، بحيث تصبح جميع الكربوهيدرات المتواجدة ضمن الجسم على هيئة غلوكوز والذي يطلق عليه اسم سكر الدم.

ويخزن الغلوكوز ضمن الكبد والعضلات على شكل غليكوجين وذلك بمساعدة هرمون الأنسولين المفرز من قبل البنكرياس.

يختلف معدل امتصاص السكريات البسيطة باختلاف أنواعها:

يتساوى معدل امتصاص كل من الغالكتوز والغلوكوز.

معدل امتصاص الفركتوز 43% مقارنة بكل منهما.

هضم وامتصاص البروتينات

أولاً: هضم البروتينات:

هي عملية تفكيك البروتينات المكونة من أحماض أمينية مرتبطة مع بعضها البعض بروابط ببتيدية إلى مركبات بسيطة من الأحماض الأمينية، بحيث يسهل امتصاصها من خلال الأمعاء الدقيقة.

ويتم هضم البروتينات في جسم الإنسان وفق المراحل التالية:

بداية لا تخضع البروتينات لأي عملية هضم ضمن الفم نظراً لعدم احتواء اللعاب على أي أنزيم محلل للبروتين، ولكن تعمل عملية المضغ على طحن الغذاء وزيادة مساحة السطح المعرضة للأنزيمات مما يسهل عملها لاحقاً.

وتتم عملية هضم البروتينات ضمن المعدة والجزء العلوي من الأمعاء الدقيقة، وذلك بمساعدة مجموعة من الأنزيمات المحللة للبروتين والتي تتميز بصفة التخصص، حيث يعمل كل أنزيم على كسر رابطة ببتيدية محددة ومجاورة لأحماض أمينية محددة.

بعد وصول الطعام إلى **المعدة** يبدأ هضم البروتينات جزئياً عن طريق إفراز أنزيم يعرف باسم مولد الببسين pepsinogen والذي يمثل الشكل غير النشط لأنزيم الببسين النشط، حيث يتحول مولد الببسين عادة بفعل حمض كلور الماء المتواجد في المعدة إلى الصورة النشطة (الببسين).

يقوم الببسين بتكسير الروابط الببتيدية التي تربط الحموض الأمينية العطرية مثل التيروزين والفنيل آلانين منتجة ببتيدات متعددة.

ثم يتم الانتقال إلى **الأمعاء الدقيقة** التي تعتبر الموقع الرئيسي لهضم البروتينات، حيث تمر البروتينات المهضومة جزئياً من المعدة إلى الأمعاء الدقيقة ذات الوسط القلوي الذي يعمل على تعديل حموضة المعدة.

يفرز البنكرياس ضمن الاثني عشري كلاً من **الأنزيمات** التالية والتي تعمل مع الببسين المعدي على تحليل البروتينات والببتيدات متعددة الحموض الأمينية إلى:

(30% حموض أمينية حرة + 70% ببتيدات صغيرة)

- ✓ أنزيم التربسينوجين Trypsinogen:

هو المولد غير النشط لأنزيم التربسين Trypsin النشط، والذي يعمل على تكسير الروابط الببتيدية المتصلة بمجموعة الكربوكسيل الخاصة بالأرجينين واللايزين.

- ✓ أنزيم الكيموتربسينوجين Chymotrypinogen:

هو المولد غير النشط لأنزيم الكيموتربسين Chymotrypsin النشط، والذي يعمل على تكسير الروابط الببتيدية المتصلة بمجموعة الكربوكسيل الخاصة بالتربتوفان والفنيل آلانين والتيروزين.

- ✓ أنزيم البروكربوكسي ببتيداز:

هو المولد غير النشط لأنزيم الكربوكسي ببتيداز Carboxypeptidase النشط والذ يعمل على تكسير الروابط الببتيدية التي تلي مجموعة الكربوكسيل الطرفية في السلسلة الببتيدية القصيرة.

- ✓ أنزيم الأمينوببتيداز Aminopeptidase:

والذي يعمل على تكسير الروابط الببتيدية التي تلي مجموعة الأمين الطرفية في السلسلة الببتيدية القصيرة.

- ✓ أنزيم الإيلاستاز Elastase:

والذي يعتبر أنزيماً خاصاً لهضم الإيلاستين.

- ✓ أنزيم الكولاجيناز Collagenase:

والذي يعتبر أنزيماً خاصاً لهضم الكولاجين.

- ✓ أنزيم الكاليكرين.

بعدها يتم هضم الببتيدات الصغيرة المتشكلة بواسطة أنزيمات تفرز من قبل الأمعاء الدقيقة وتشمل كلاً من:

- أمينو أوليجوببتيداز Amino Oligopeptidase:

يعمل على تكسير الروابط الببتيدية القصيرة عند مجموعة الأمين الطرفية منتجاً حموضاً أمينية.

- دي ببتيداز Dipeptidase:

يعمل على تكسير روابط الببتيدات الثنائية إلى مكوناتها من الحموض الأمينية.

- التري ببتيداز Tripeptidase:

والذي يعمل على تكسير الروابط الببتيدية في الببتيدات الثلاثية إلى مكوناتها من الحموض الأمينية.

ثانياً: امتصاص الحموض الأمينية:

يمتص الجزء الأكبر من البروتينات على شكل حموض أمينية من خلال جدار الأمعاء الدقيقة بطريقة الانتشار أو بطريقة النقل الفاعل والذي يحتاج إلى الصوديوم واالطاقة، كما يمكن أن تخضع الببتيدات القصيرة (الثنائية والثلاثية) المتواجدة في تجويف الأمعاء للامتصاص من خلال جدار الأمعاء الدقيقة.

وكما هو الحال في السكريات تمتلك جميع الحموض الأمينية مركز عدم تناظر مما يؤدي إلى امتلاكها لمتصاوغين ضوئيين يختلفان فيما بينهما بمعدل الامتصاص، حيث يكون معدل امتصاص المتماثلات من النوع L للحموض الأمينية أسرع من المتماثلات من النوع D للحموض الأمينية (عكس الغلوكوز).

وتنتقل الحموض الأمينية الممتصة مباشرة عبر وريد الباب إلى الكبد ومنه إلى الدورة الدموية التي توزعها على أنسجة الجسم المختلفة لاستخدامها في الوظائف المختلفة المتمثلة ب:

تصنيع بعض المركبات النيتروجينية الغير بروتينية.

صيانة الأنسجة واصطناع الهرمونات.

بناء البروتينات اللازمة للنمو.

هضم وامتصاص الدسم

أولاً:هضم الدسم:

تتواجد الدسم المتناولة عبر الوارد الغذائي على عدة أشكال، حيث تشكل ثلاثيات الغليسيريد TG ما يعادل 95% من مجمل الدهون المتناولة وتتعرض لتغيرات كثيرة أثناء عملية الهضم والامتصاص، في حين يشكل كل من استرات الكوليسترول والدسم الفوسفورية Phospholipids ما يعادل 5% من مجمل الدهون المتناولة.

ويتم هضم الدسم ضمن جسم الإنسان وفق المراحل التالية:

بداية لا تخضع المواد الدسمة لأي عملية هضم ضمن الفم، وإنما فقط لزيادة سطح تماس الطعام عن طريق طحنه.

ثم ينتقل الطعام إلى المعدة ليخضع لعملية هضم جزئي لثلاثيات الغليسريد بفعل أنزيم الليباز اللساني، والذي يعمل على هضم الحموض الدسمة قصيرة السلسلة الكربونية دون الطويلة منها.

في الأمعاء الدقيقة يتم هضم الدهون بشكل رئيسي في الجزء العلوي منها، فكما ذكرنا سابقاً يدخل الغذاء المحتوى على الدهون إلى الأمعاء الدقيقة على شكل كيموس، حيث تتم عليه العمليات التالية:

تعمل الدهون على تحفيز إفراز **هرمون ال Enterogastrone** والذي يعمل على تقليل سريان وحركة الكيموس داخل الأمعاء (يعمل على إبطاء حركة الأمعاء بهدف كسب الوقت اللازم لهضم الدهون).

كما يتم تحفيز إفراز هرمون **الكولسيستوكينين Cholecystokinin (CCK)** من الأمعاء والذي ينتقل عن طريق الدم إلى المرارة لينشط إفراغ الصفراء، حيث تعمل الحموض الصفراوية على استحلاب الدهون وتحطيمها إلى أجزاء صغيرة مما يزيد من مساحة السطح المعرضة للأنزيمات ويسهل وصول الأنزيمات البنكرياسية إلى الحموض الدسمة، ويعمل ال CCK على تحريض البنكرياس على إفراز الليباز البنكرياسي.

ويتم تحليل الدهون المستحلبة إلى حموض دسمة بالإضافة إلى غليسيريدات أحادية وثنائية وغليسرول بواسطة الليباز البنكرياسي والمعوي.

كما يتم تحليل استرات الكولسترول إلى كل من الكولسترول والحموض الدسمة وذلك بواسطة أنزيم الكوليسترول استراز والذي يفرز من البنكرياس.

ويتم تحطيم الروابط في جزيئات الفوسفوليبدات بواسطة أنزيم الفوسفوليباز.

ثانياً: امتصاص الدسم:

يتم امتصاص المواد الدسمة من الأمعاء الدقيقة، عن طريق تجمع نواتج تحللها (الحموض الدسمة، والغليسريدات الأحادية والثنائية، والكولسترول، والفيتامينات المنحلة بالدسم) واتحادها مع أملاح الصفراء لتشكل مستحلباً يعرف باسم الميسلات Micelles وذلك قبل عبورها تلافيف الأمعاء الدقيقة، حيث تتميز الميسلات بأنها قابلة للذوبان في الماء، فضلاً عن سهولة امتصاصها من خلال الجدار المبطن لتلافيف الأمعاء الدقيقة.

ويتم امتصاص الميسلات في الجزء العلوي من الأمعاء الدقيقة (الاثني عشر) بعد انفصالها عن أملاح الصفراء التي يعاد امتصاصها من الجزء الأخير من الأمعاء الدقيقة لتنتقل إلى الكبد عبر وريد الباب لإعادة استخدامها مرة أخرى.

ويتم امتصاص الحموض الدسمة قصيرة إلى متوسطة السلسلة مباشرة إلى الكبد عن طريق وريد الباب.

في حين تتحد الحموض الدسمة طويلة السلسلة مع الغليسريدات الأحادية والثنائية لتكون الغليسريدات الثلاثية ضمن خلايا الأنسجة المخاطية (خلايا الظهارة المعوية) وقبل الدخول إلى الدورة اللمفاوية.

ثم يتم تغليف الغليسريدات الثلاثية المتشكلة بغلاف مكون من البروتين والفوسفوليبيدات لتتحول إلى ما يعرف باسم الكيلوميكرونات (الدقائق الكيلوسية) والتي تمتلك القدرة على عبور الأغشية الخلوية المؤدية إلى الدورة اللمفاوية، حيث تنتقل المواد الدسمة بعد دخولها إلى الأوعية اللمفاوية إلى الكبد للتحول ضمنه إلى ليبوبروتينات (LDL, HDL, VLDL) والتي تنتقل إلى الدورة الدموية ليتم توزيعها إلى أنسجة الجسم المختلفة ما عدا المخ.

والكوليسترول يمتص مع الكيلوميكرون عن طريق الأوعية اللمفاوية.