

الهضم والامتصاص

د. لينا صبح

التغذية والحميات | نظري

24/9/2018

RB Pharmac

كل عام وأنتمو بخير زملائي...

ألف الحمد لله ع وصولكم بالسلامة للمحاضرة رقم 2 بمنهاجنا القمة

منهاج التغذية يلي حيكركهك شي اسمو أكل...

بتمنى تطلعو من هالمحاضرة بخير 🤪👻...

فهرس المحاضرة :

• هضم وامتصاص
الكربوهيدرات

24

• التشريح الوظيفي
للجهاز الهضمي

3

• هضم وامتصاص
البروتينات

26

• مراحل عملية
الهضم

14

• هضم وامتصاص
الدسم

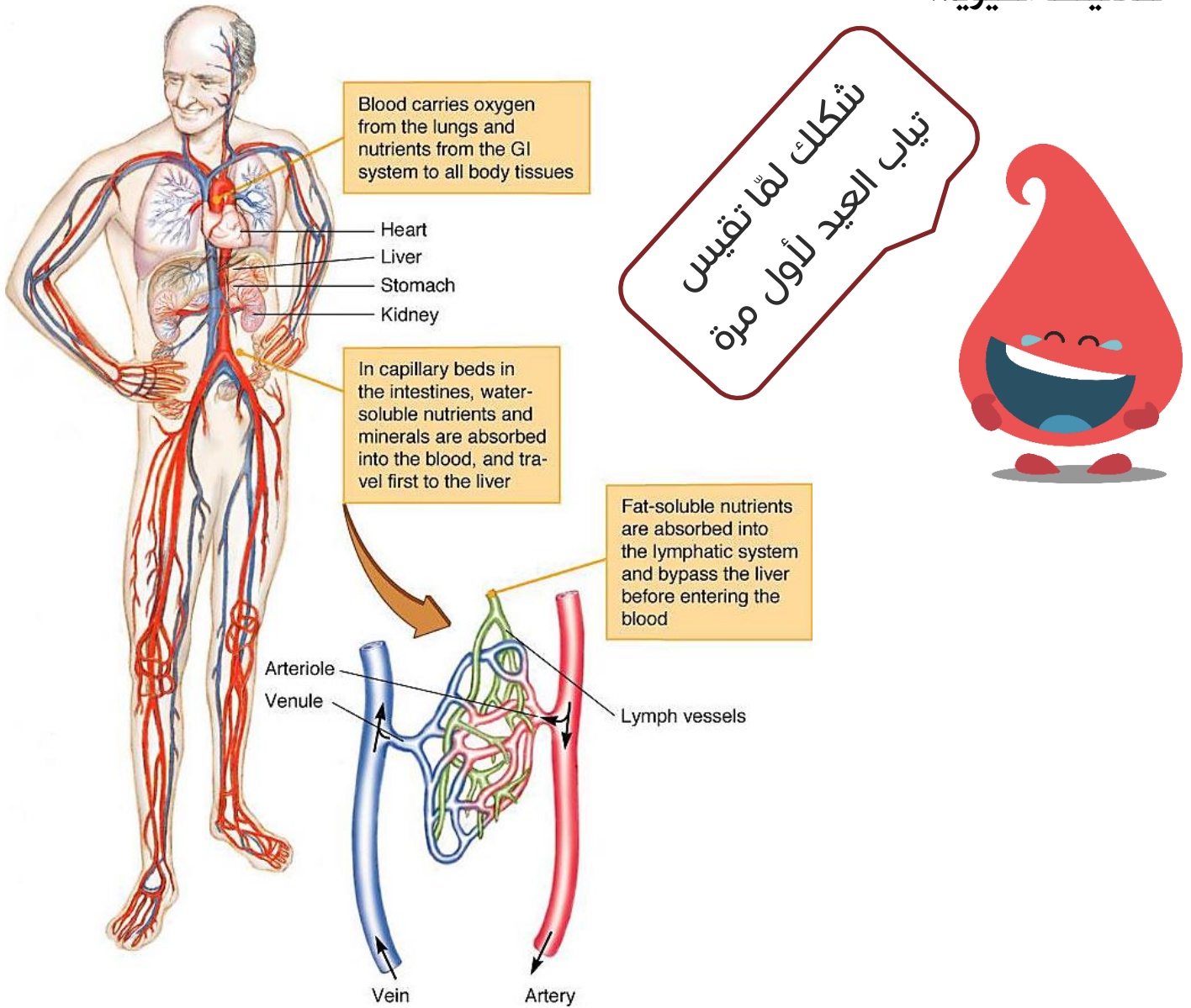
32

• الامتصاص

21

الهضم والامتصاص Digestion & Absorption

عدنا إليكم في هذه المحاضرة بموضوع شيق حارق متفجر معروف منذ أيام المدرسة العظيمة (طبعاً ونسيانينه)، والذي يهمننا إلى درجة كبيرة جداً لمعرفة رحلة المكونات الغذائية الشيقة التي نتناولها داخل الجسم، حيث يُعتبر جهاز الهضم المسؤول الأساسي عن إمداد الجسم بشكل متواصل بكل من الماء والغذاء والشوارد والفيتامينات الضرورية لبناء أنسجة الجسم وترميمها وتزويدها بالطاقة اللازمة لفعاليتها الحيوية.



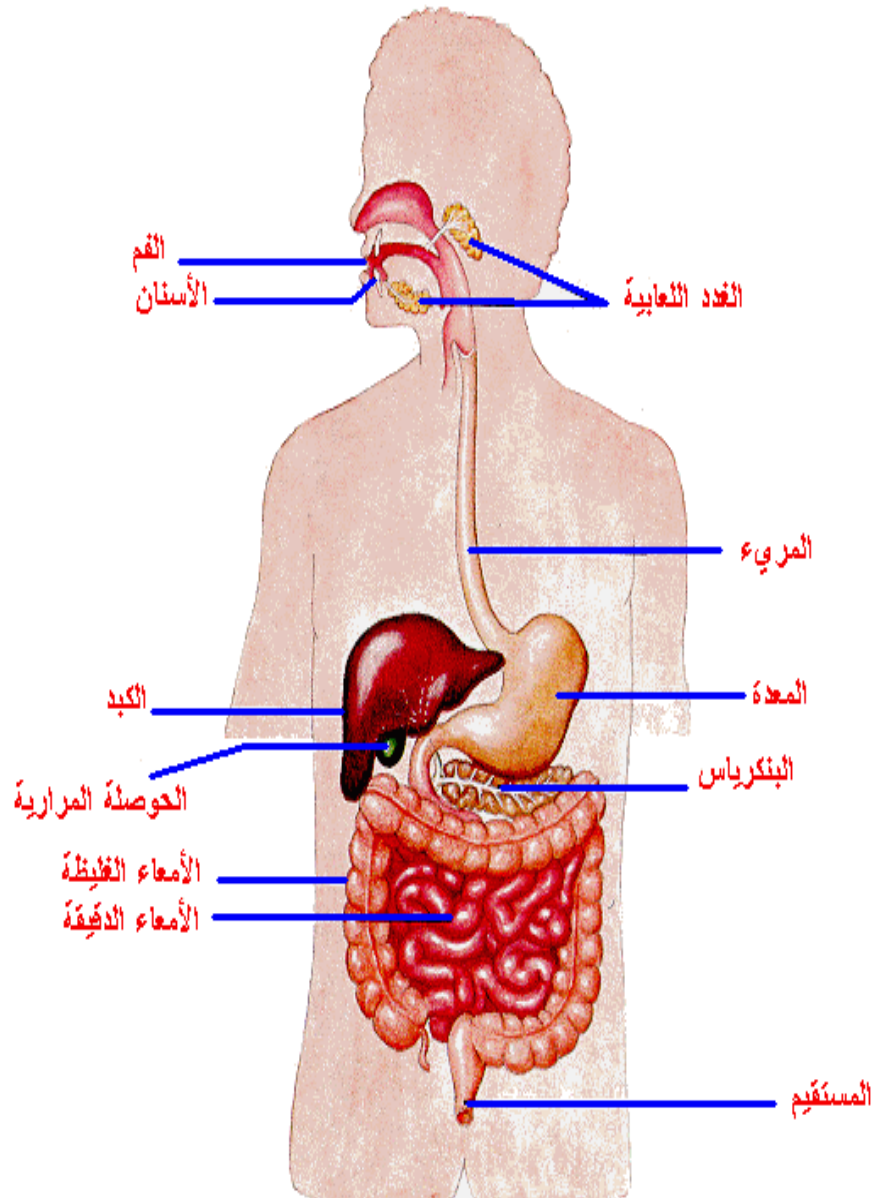
وقبل أن نبدأ لا بد لنا من أن نمر بشكل سريع على الجهاز

الهضمي بنظرة تشرحيّة وظيفيّة...

التشريح الوظيفي للجهاز الهضمي

يبلغ طول القناة الهضمية Alimentary Canal عند الإنسان البالغ ما يعادل 6.5 - 9 (Meter)، حيث يتألف الجهاز الهضمي من كل من (يعرف انلى قلبنا من الجهاز الهضمي بالأمراض بس نحنا منحب نذكركن بكلشي):

الشكل الرقم (1): القناة الهضمية والغدد الملحقة بها



وسنتكلم بشيء من التفصيل عن كل من

هذه الأعضاء:

Mouth الفم

Pharynx البلعوم

Esophagus المريء

Stomach المعدة

الأمعاء الدقيقة
Small Intestine

الأمعاء الغليظة
Large Intestine

Anus الشرج

الأعضاء الملحقة:
مثل الغدد اللعابية، والجهاز
الكبدى الصفراوي، والمعتكلة

1. المعدة Stomach:

- تعتبر أكبر أجواف الجهاز الهضمي وأكثرها قدرةً 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 شكلاً مخروطياً، حيث تكون قاعدته في الأعلى عند فتحة الفؤاد، في حين تكون قمته في الأسفل عند فتحة البواب.
- يُطلق على الجزء العلوي الواسع من المعدة اسم قاع المعدة.
- ويفصل بين المعدة والمري عضلة تعرف باسم العضلة الفؤادية العاصرة وتعمل على منع عود الطعام من المعدة إلى المري، في حين يفصل بين المعدة والاثنى عشر عضلة تعرف باسم العضلة البوابية العاصرة والتي تتحكم بانتقال الطعام من المعدة إلى الاثنى عشر فضلاً عن قيامها بمنع عودة الطعام من الأمعاء إلى المعدة.
- وتعمل المعدة كمستودع مؤقت يعمل على تخزين الطعام ومزجه وهضمه جزئياً، حيث يتم إفراز كل من:

حمض كلور الماء (HCl) Hydrochloric Acid والذي يقوم بتحضير البروتينات لعملية الهضم كما سنرى لاحقاً، فضلاً عن دوره الهام في تفعيل بعض الأنزيمات الهضمية.

الببسين Pepsin والذي يعمل على بدء هضم البروتينات¹.

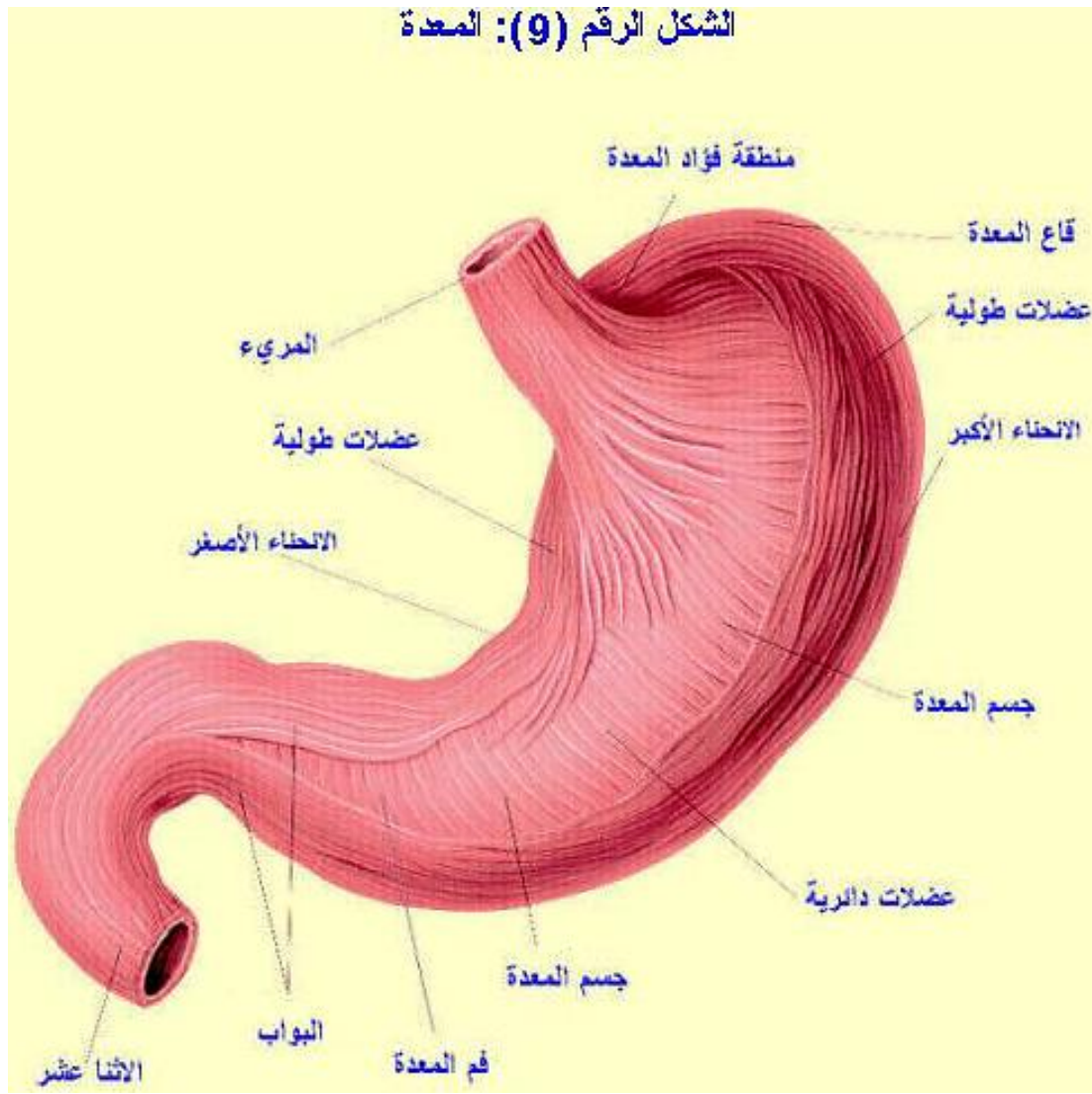
الليباز المعدي² Gastric Lipase والذي يعمل على هضم بعض الدهون.

هرمون الغاسترين Gastrin والذي يعمل على تحريض إفراز الحمض المعدي والمفرزات الأخرى، بالإضافة إلى تحفيز حركة المعدة³.

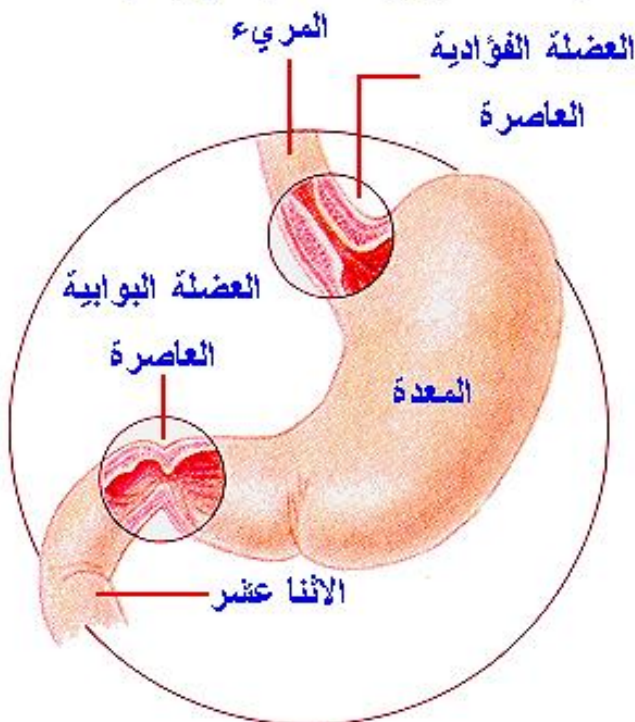
¹ حيث أنه يفكك البروتينات إلى سلاسل ببتيدية وليس إلى أحماض أمينية (لهيك قلنا بدء).

² بدلعوه أيام بالليباز اللساني أو المخاطي "لو محلو وهيك اسم دلعي بنتحر...".

³ يتم تثبيط إفرازه بألية تلقيم راجع سلبي، حيث يتوقف إفرازه عندما تنخفض درجة الـ PH المعدي إلى أقل من 1.5.

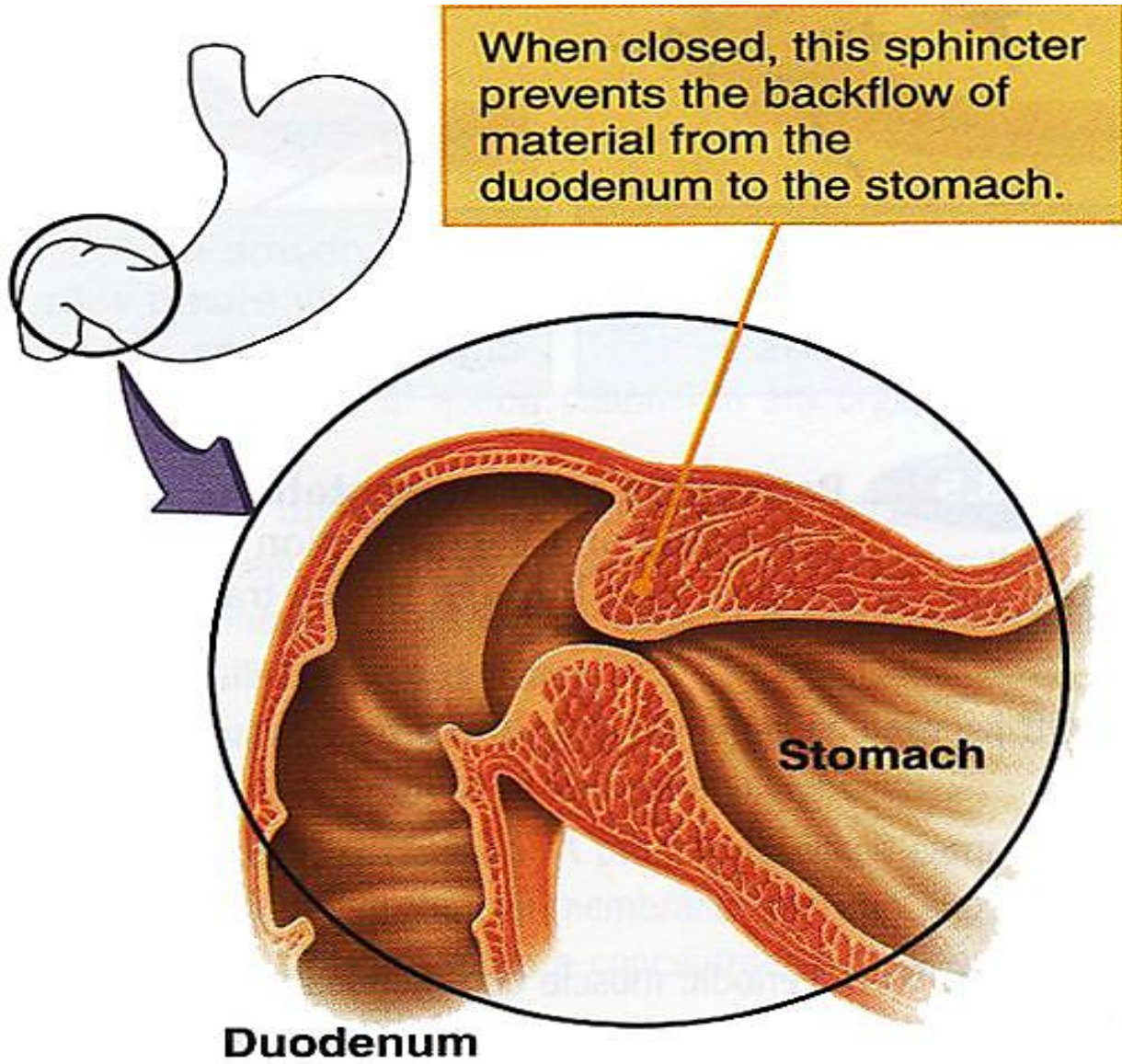


الشكل الرقم (14): شكل توضيحي للعضلة الفؤادية العاصرة والعضلة البوابية العاصرة في جدار المعدة



قلوب صفحات
لقلك أنت وياها





Sphincters in action. Movement from one section of the GI tract to the next is controlled by muscular valves called sphincters.

2. الأمعاء الدقيقة Small Intestine

- تعتبر الأمعاء الدقيقة من أطول أجزاء السبيل الهضمي، حيث تمتد من فتحة البواب حتى بداية الأمعاء الغليظة عند الصمام اللفائفي الأعوري.
- وتتألف من كل من العفج (الاثني عشر) Duodenum والصائم Jejunum واللفائفي (الدقاق) Ileum على التوالي.
- ويتكون جدار الأمعاء الدقيقة خصوصاً وجدار الجهاز الهضمي عموماً من أربع طبقات متوضعة فوق بعضها البعض ومرتبطة وفق الترتيب التالي:

الطبقة المخاطية Mucosa:

- تبطن جدار السبيل الهضمي وتكون ملاصقة للমেة المعوي، وتحتوي في الأمعاء الدقيقة على العديد من الزغابات المعوية المسؤولة عن امتصاص نواتج الهضم.

الطبقة تحت المخاطية Submucosa:

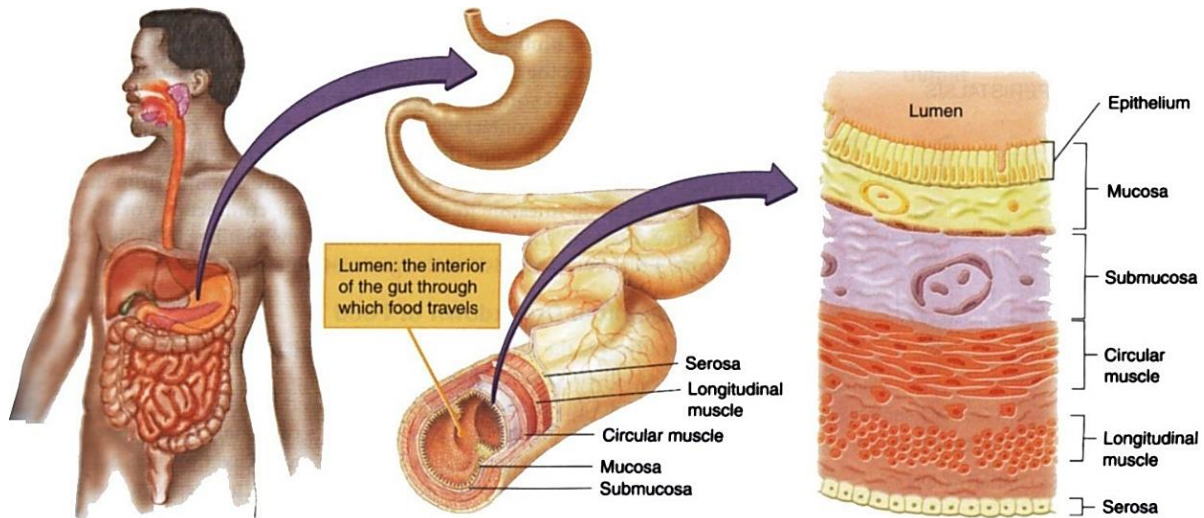
- تحتوي على ضفيرة مايسنر.

الطبقة العضلية Muscle:

- تُقسم إلى طبقة عضلية ملساء دائرية أنسية Circular Muscle، وطبقة عضلية ملساء طولانية وحشية Longitudinal Muscle، ويتوضع بين هاتين الطبقتين ضفيرة تعرف باسم ضفيرة أورباخ العصبية، وتعمل هذه الطبقة على المساعدة في حركية الأمعاء.

الطبقة المصلية Serosa:

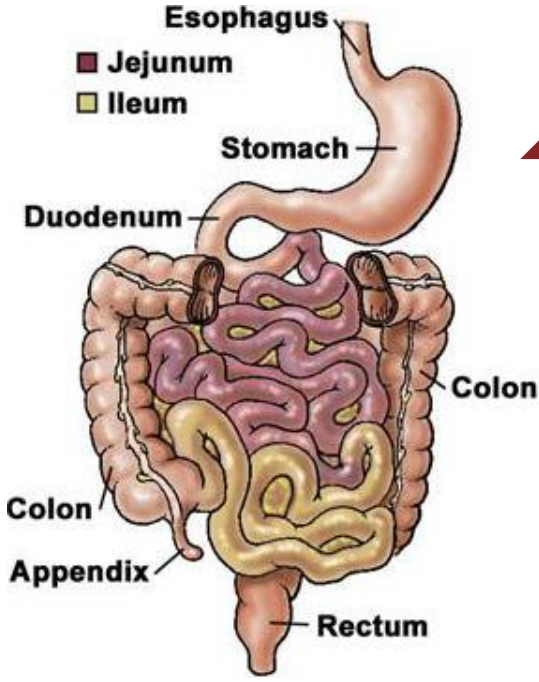
- تعمل على المساعدة في عملية الامتصاص نظراً لغناها بالأوعية الدموية.



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:



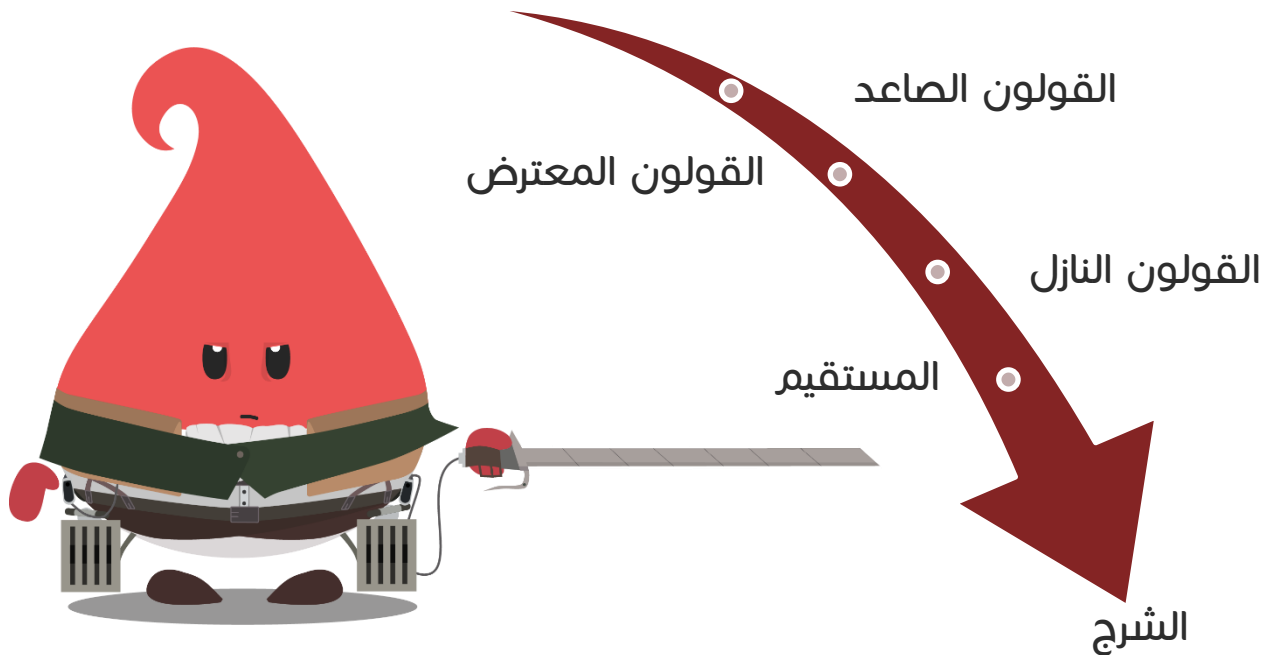
البicarbonates
لتعديل حموضة المعدة.

الأنزيمات البنكرياسية
والمعوية والتي تعمل
على هضم كل من
الكربوهيدرات والبروتينات
والمواد الدسمة.

3. الأمعاء الغليظة Large Intestine

- والتي تمتد من الملتقى اللفائفي الأعوري وحتى فتحة الشرج، حيث يمكن أن يتم تقسيمها إلى عدة أقسام مرتبة كالتالي:

الأعور والزائدة الدودية



- ويبلغ طول الأمعاء الغليظة (1.5 Meter)، وتتكون من طبقتين عضليتين (دائرية وطولانية تساعد في حركية الأمعاء)⁴، ومبطنة بغشاء مخاطي مفتقر للزغابات المعوية⁵.

وتعمل الأمعاء الغليظة على:

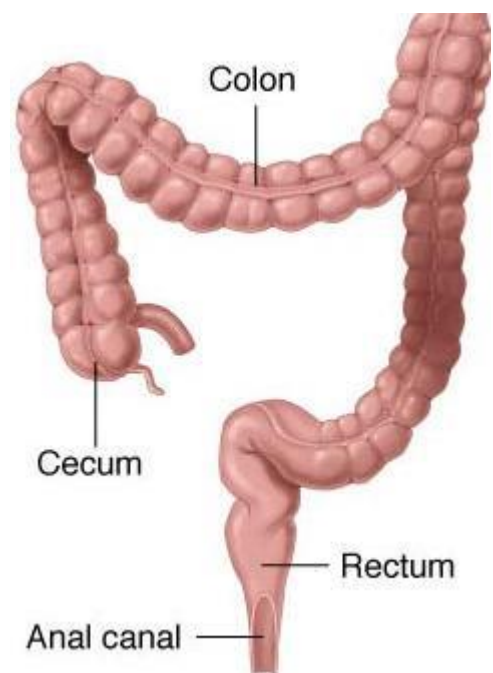
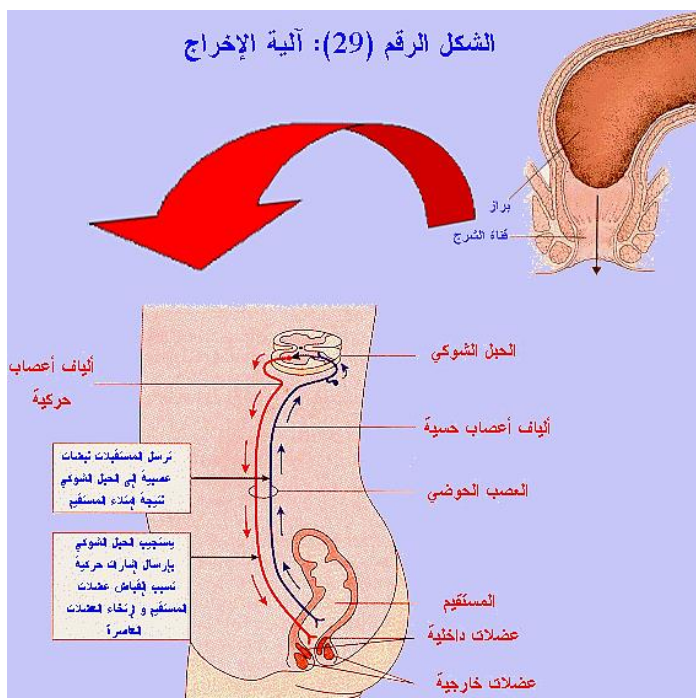
تعمل على إطراح الفضلات إلى خارج الجسم، حيث تعمل الألياف العصبية الحركية المتواجدة ضمن الكولون على إرسال إشارات عصبية للحبل الشوكي عند امتلاء المستقيم بالفضلات

امتصاص كل من الماء والشوارد (خاصة الصوديوم والكلور والبوتاسيوم)

تخمير بعض الألياف الغير مهضومة (مثل السيللوز) بواسطة بعض الجراثيم المعوية⁶

كما تمتص بعض الفيتامينات مثل Vitamin K II والذي ينتج من قبل الجراثيم المعوية

الذي يعمل بدوره على إرسال إشارات عصبية لانقباض عضلات المستقيم وارتخاء العضلات العاصرة مما يؤدي بالنتيجة إلى خروج الفضلات



⁴ مثل الأمعاء الدقيقة.

⁵ على عكس الأمعاء الدقيقة.

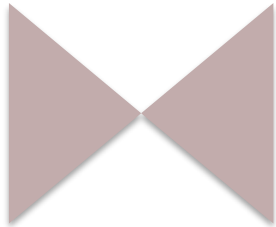
⁶ حيث يكون هضم المغذيات كاملاً 100% ضمن هذه المرحلة (لا تحصل أي عملية هضم ضمن الأمعاء الغليظة).

ملاحظة: تكون المفرزات القولونية خالية من الأنزيمات الهضمية، فضلاً عن افتقارها للماء والشوارد والمخاط.

ملاحظة 2: ذكرنا في نهاية المحاضرة السابقة بأنه 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:

Firmicutes:

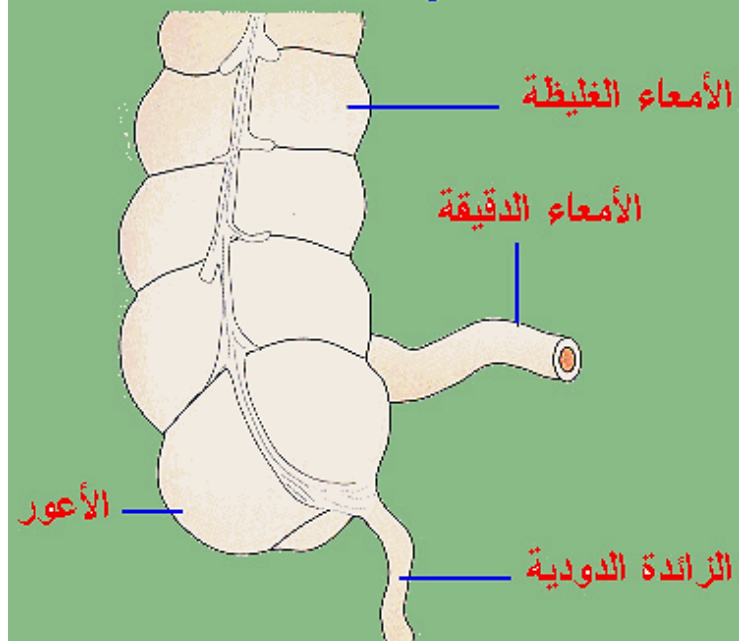
تعمل على إنقاص معدل الاستقلاب مما يؤدي إلى تراكم الدهون وتطور البدانة، ويحفز تناول السكريات على نمو هذه المجموعة الجرثومية



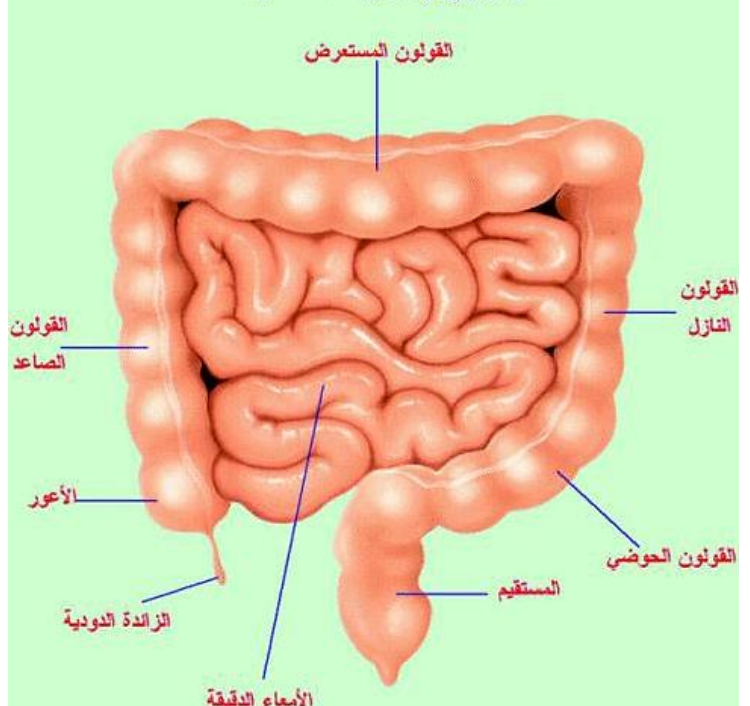
Bacteroidetes:

تعتبر جراثيماً مفيدة تعمل على تحفيز استهلاك الطاقة وزيادة معدل الاستقلاب، حيث يتم تحفيز نمو هذه المجموعة الجرثومية بتناول الألياف الغذائية والألبان والفاصولياء

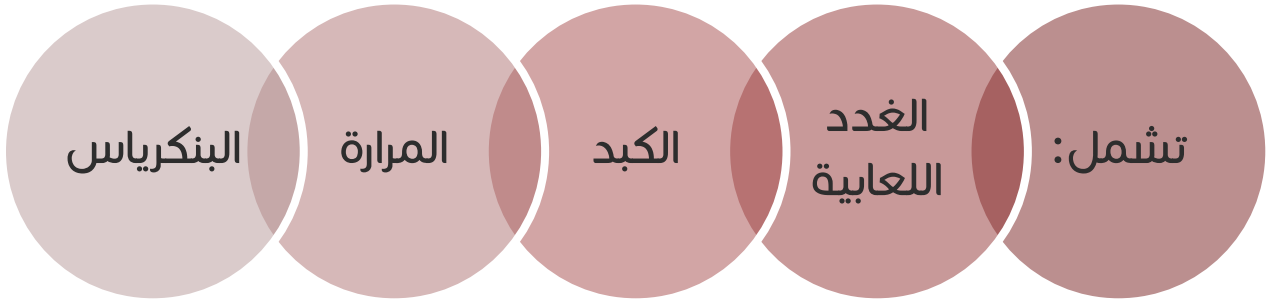
الشكل الرقم (18): رسم توضيحي يبين التقاء الأمعاء الدقيقة مع الأمعاء الغليظة



الشكل الرقم (26): تركيب الأمعاء الغليظة



4. الأعضاء الملحقة بجهاز الهضم:



أولاً: الغدة اللعابية Salivary Glands:

- والتي تعمل على إفراز اللعاب بهدف ترطيب الطعام Moisten Food فضلاً عن احتواء اللعاب على بعض الأنزيمات الضرورية لبدء عملية الهضم.

وتشمل الغدة اللعابية كلاً من:

بالإضافة إلى بعض الغدد الصغيرة في مخاطية الفم واللسان

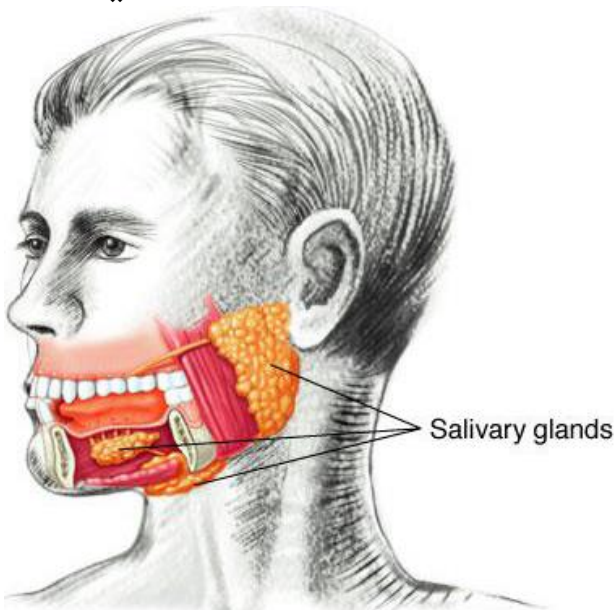
الغدة تحت الفكية

الغدة تحت اللسانية

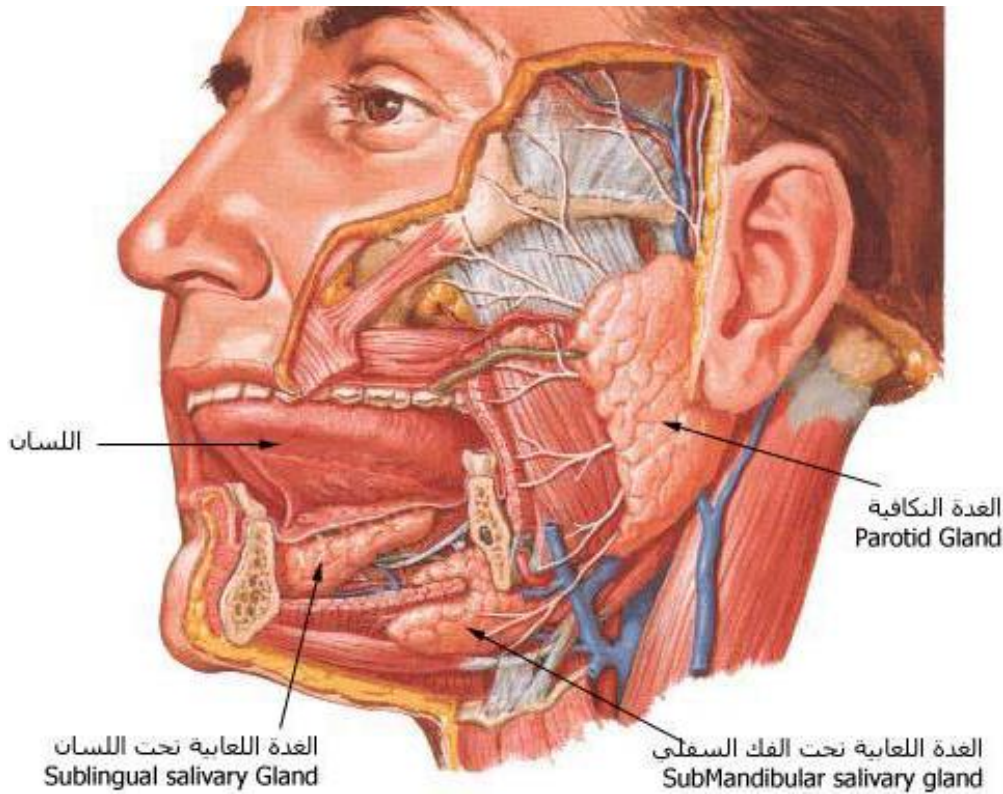
الغدة النكفية

- ويتراوح المعدل اليومي لإفراز اللعاب في الشروط الطبيعية ما بين 500-1500 ml، حيث يتصف اللعاب بكونه سائلاً لزجاً منخفض التوتر بالنسبة للبلازما، فضلاً عن تمتعه بدرجة حموضة تقدر بـ 6.7، ويتركب اللعاب من الماء بشكل أساسي (حيث

يشكل الماء 99% من مجمل وزن اللعاب)، بالإضافة إلى الشوارد (وخاصةً الكالسيوم، والصوديوم، والكلور، واليود، وثاني الفحمت)، كما يحتوي اللعاب بعض البروتينات كالألبومين والغلوبيولينات المناعية، ويحتوي على بعض الأنزيمات الهاضمة كالأميلاز⁷ والليباز اللعابي، ويحتوي على المخاط.



⁷ تبدأ عملية الهضم الكيميائي للنشاء ضمن الفم بواسطة الأميلاز اللعابي والذي يعمل على تحليله إلى ديكستريانات.



ثانياً: الكبد والمرارة: Liver & Gallbladder

- واللذان يعتبران ضروريين لإنتاج وتخزين وإفراز الصفراء، حيث تعمل الخلايا الكبدية على إفراز الصفراء بشكل مستمر Produce Bile والتي تُخزن ضمن المرارة (الحويصل الصفراوي) بغرض تكثيفها، ثم يتم إفرازها ضمن العفج، كما يعتبر الكبد من أهم الأعضاء الملحقة بالجهاز الهضمي نظراً لدوره الرئيسي في الدوران الكبدي المعوي Enterohepatic Circulation.
- ويتراوح الإفراز اليومي للصفراء في الشروط الطبيعية ما بين 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 ما يعادل 95% من مجمل وزن الصفراء)، بالإضافة إلى الأصبغة الصفراوية⁸ والأملاح الصفراوية والشحوم الفوسفورية وبعض البروتينات والشوارد اللاعضوية (وخاصةً الكلور والبوتاسيوم والصوديوم والكالسيوم والبيكربونات).
- وتلعب الصفراء دوراً هاماً في هضم الشحوم وامتصاصها، وفي امتصاص الفيتامينات المنحلة بالدهن، كما تتوسط عملية إفراز الأصبغة الصفراوية والكوليسترول.

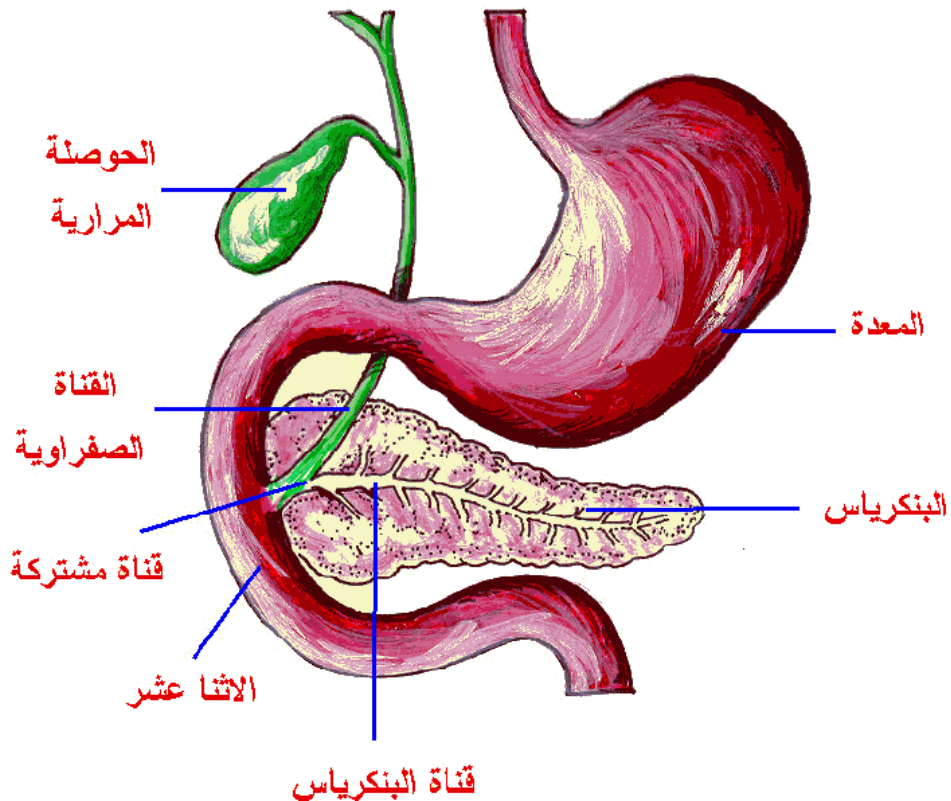
⁸ يعتبر البيليروبين العنصر الرئيسي من الأصبغة الصفراوية المشكلة للصفراء.

ثالثاً: المعثكلة Pancreas:

والتي تعمل على إفراز البيكربونات بالإضافة إلى إفراز الأنزيمات الهضمية، حيث يُقدر حجم المفرزات المعثكلية الخارجية⁹ بما يعادل 2 Liters يومياً، وتتصف بكونها سائلاً لزجاً عديم اللون سوي التوتر (معادل للتوتر الحلوي)، ويتمتع بدرجة حموضة pH تقدر بـ 8، ويتركب السائل المعثكلي بشكل رئيسي من الماء (حيث يشكل الماء ما يعادل 98% من مجمل وزن السائل)، بالإضافة إلى الشوارد (وخاصةً الصوديوم والبوتاسيوم والمغنيزيوم والتوتياء وثاني الفحمات والكلور)، والأنزيمات الهاضمة (الأنزيمات الحالة للبروتينات، والأنزيمات الحالة للنكليوتيدات، والأنزيمات الحالة للشحوم، والأنزيمات الحالة للسكريات).

← بالتالي النتيجة يلي على وزن خديجة اللي ما بتشرب إلا من نبع الفيجة:
يُصنف الإفراز الغدي الملحق بجهاز الهضم إلى إفرازٍ لعابي، وإفرازٍ صفراوي كبدى، وإفرازٍ معثكلي (بنكرياسي).

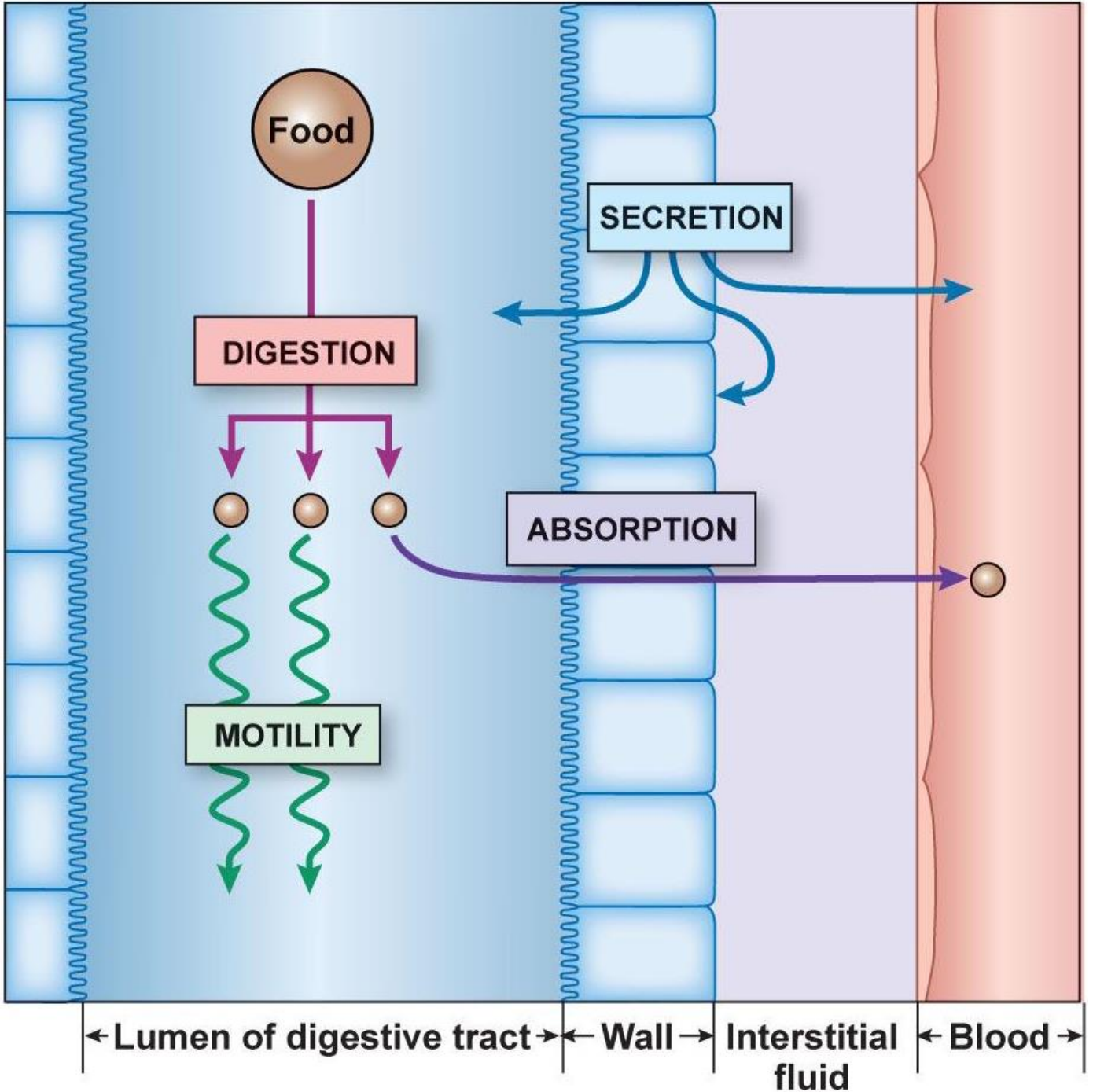
الشكل الرقم (19): رسم توضيحي لـ "الإثنى عشر"
مبيناً فتحة القناة البنكرياسية - الصفراوية المشتركة فيها



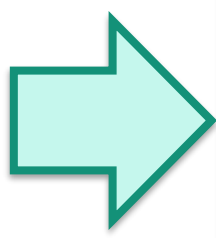
⁹ تذكر بأن المعثكلة غدة داخلية وخارجية الإفراز.

Digestive Process مراحل عملية الهضم

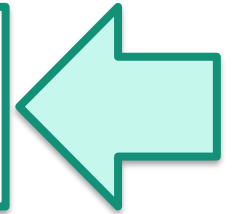
بدايةً وقبل كل شيء، تعرف عملية الهضم Digestion على أنها تحطيم الجزيئات العضوية الكبيرة والمعقدة إلى مكونات أصغر يمكن استخدامها من قبل الجسم البشري، حيث يجب على الجزيئات أن تكون صغيرةً بمقدار يسمح بانتشارها عبر الأغشية الخلوية (وفي رواية أخرى أغشية البلازما).



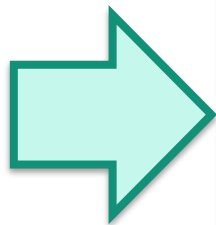
وتقسم مراحل عملية الهضم إلى:



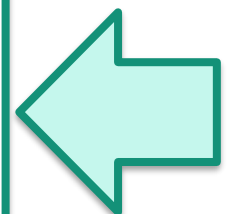
أخذ المواد الغذائية أو استهلاكها Ingestion:
حيث يدخل الطعام إلى الجهاز الهضمي عبر التجويف الفموي (معلومة قيمة الصراحة إذا كان في فائدة مرجوة من هالمحاضرة فهو هالمعلومة الرائعة)



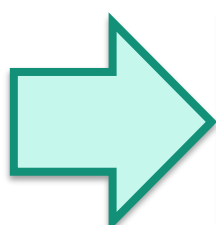
يلع المواد الغذائية بعملية تعرف باسم الدفع Propulsion (Peristalsis).



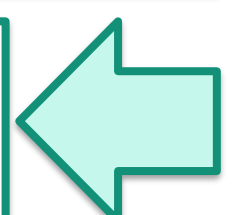
الهضم الميكانيكي Mechanical Digestion:
والذي يعتمد على التحطيم الفيزيائي للطعام بغرض زيادة مساحة سطح التماس (فكما نعلم كلما قل حجم الأجزاء زادت مساحة السطح)، مما يسمح بتسهيل عملية الهضم الكيميائي، وتتم هذه العملية بواسطة الأسنان¹⁰ التي تعمل على طحن الطعام بدايةً، بالإضافة إلى حركات المعدة وحركات الأمعاء الحوية.



الهضم الكيميائي Chemical Digestion:
والذي يعتمد على التحطيم الكيميائي للجزيئات العضوية الكبيرة إلى عناصر صغيرة، وذلك بتواسط الأنزيمات والهرمونات الهاضمة، حيث تعتبر هذه العملية موضوع محاضرتنا الأساسي الذي سنتوسع فيه بعد قليل (يعني فينا نفهم من هالكلام الظريف أنو لسا ما فتنا بالمحاضرة... خدوا عشر دقائق استراحة ولولة...).



الامتصاص Absorption:
وهو عملية نقل أو إيصال المغذيات المهضومة إلى الدوران الجهازي والذي يعمل على إيصالها إلى أنسجة الجسم.



إطراح الفضلات (مخلفات الطعام) Egestion (Defecation).

¹⁰ يمكن أن تتغذى بعض الجراثيم المتواجدة في الفم على المواد الغذائية الملتصقة بالأسنان مما يسبب التسوس (ولذلك يوصى بتنظيف الأسنان بعد الوجبات الطعامية) كمان معلومة قيمة للغاية وجديدة وأول مرة منسمع فيها.

وظائف حركية
(متمثلة بالحركات التمعية).

وظائف إفرازية
(متمثلة بإفراز الأنزيمات الهاضمة).

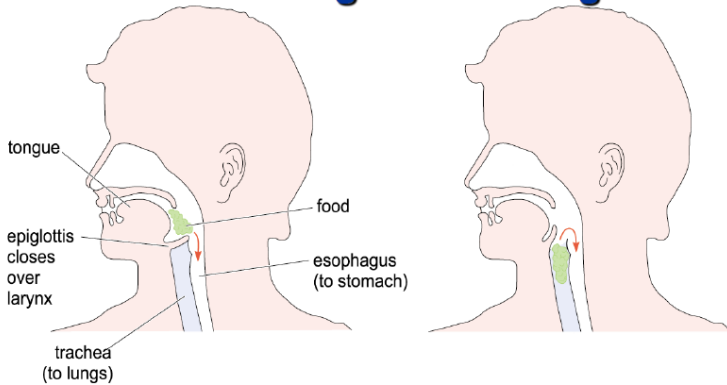
وظائف هضمية وامتصاصية
(متمثلة بالهضم الميكانيكي والكيميائي بالإضافة
إلى الامتصاص من قبل الزغابات المعوية).

بالتالي
تقسم
وظائف جهاز
الهضم إلى:

ملاحظة 1 على الهامش:

أثناء عملية البلع تعمل اللهاة (لسان المزمار) Epiglottis على إغلاق مجرى التنفس (التمثل بالمرغامي Trachea) لمنع دخول اللقمة الطعامية إليه وتوجيهها نحو المعدة عبر المري، لكن يمكن في بعض الأحيان أن تدخل اللقمة الطعامية إلى مجرى التنفس مسببة ما يعرف بالاختناق Choking، حيث يؤدي دخولها إلى إغلاق مجرى الهواء مما يعيق الكلام والتنفس، وتعتبر عملية السعال من أبسط الطرق لإخراج اللقمة الطعامية من مجرى التنفس¹¹، مع التأكيد على أن شرب الماء لا يفيد إطلاقاً في هذه الحالة وإنما يمكن أن يزيد الوضع سوءاً. كما يمكن أن نلجأ إلى الضغط على المنطقة فوق السرة (بحوالي 4 أصابع) بشكل قوي بحيث تندفع عضلة الحجاب الحاجز وتعمل على دفع الهواء واللقمة إلى الخارج¹²، وفي حالة الأطفال فإننا نلجأ إلى حمل الطفل رأساً على عقب (بالمقلوب رجليه فوق وراسه تحت).

Swallowing and Choking



A normal swallow. The epiglottis acts as a flap to seal the entrance to the lungs (trachea) and direct food to the stomach via the esophagus.

Choking. A choking person cannot speak or gasp because food lodged in the trachea blocks the passage of air. The red arrow points to where the food should have gone to prevent choking.



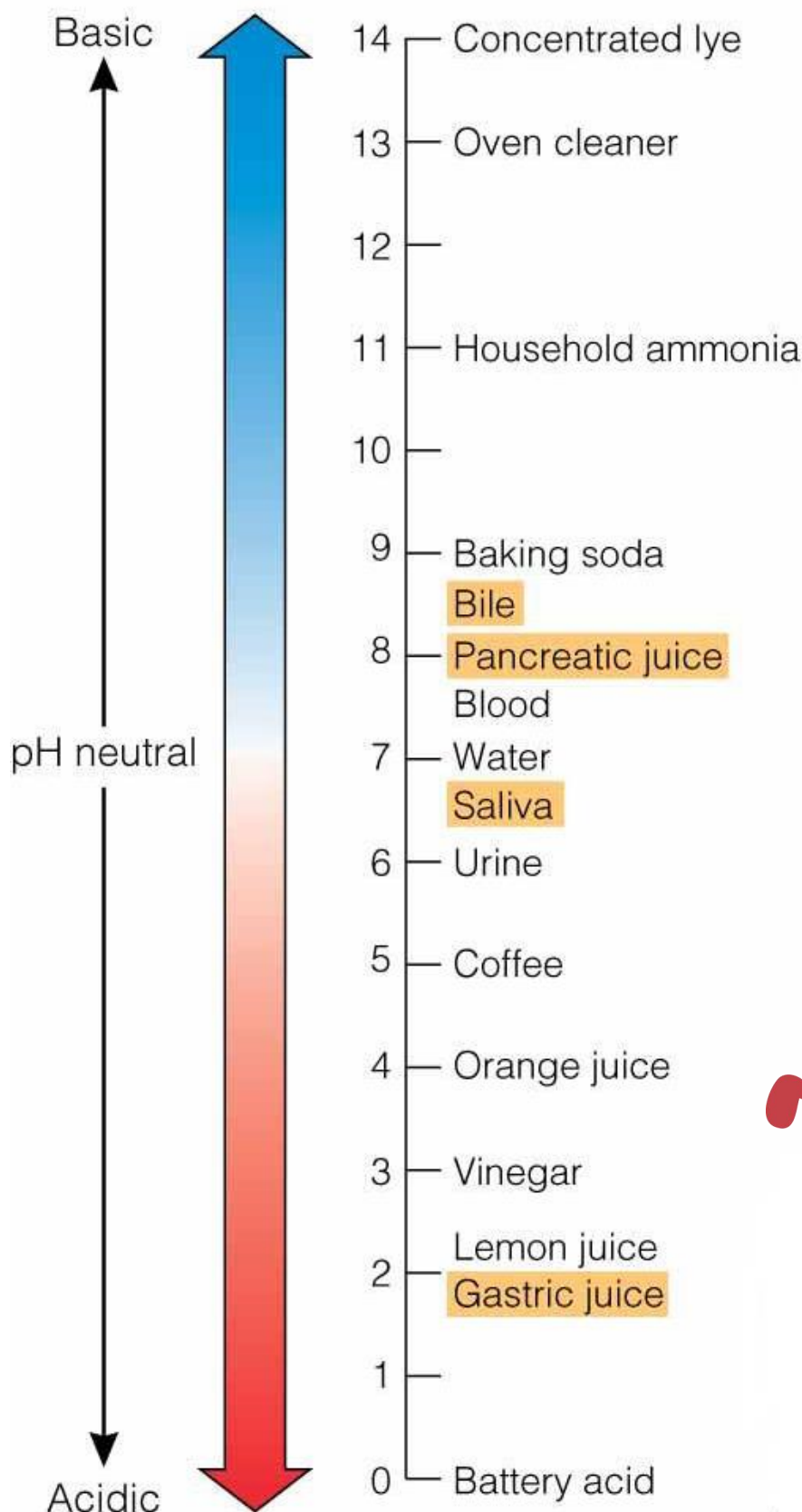
¹¹ يمكن أن يلجأ الشخص إلى حبس نفسه لبعض الوقت ثم إخراجها بسعال قوي لطرد اللقمة من مجرى التنفس.

¹² تتم هذه المناورة الإسعافية بوقوف المسعف خلف المريض والضغط على هذه المنطقة بقوة مع الدفع إلى الأمام (أكيد شاي فيها بشي فلم).

ملاحظة 2 على الهامش:

توضح الصورة التالية درجة الحموضة الخاصة بكل مكون من مكونات المفرزات الهضمية:

pH's of common substances:



الوظائف الحركية والهضمية للأنبوب الهضمي

- يتمتع كل جزء من الأنبوب الهضمي بوظيفة حركية أو هضمية إفرازية، أو قد يتمتع بمجموعة من الوظائف الحركية والتي تتضافر فيما بينها بهدف هضم الأطعمة المكونة من مجموعة من السلاسل المعقدة إلى عناصر بسيطة وامتصاصها إلى الدوران الدموي، ومن ثم إخراج الفضلات إلى خارج الجسم.

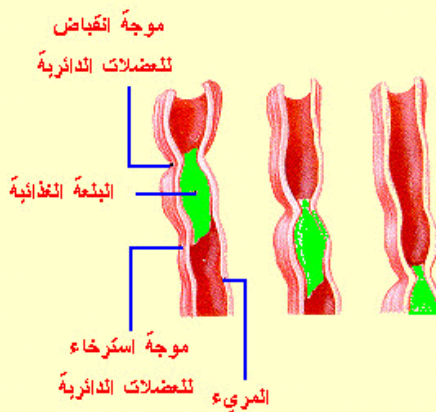
بفرض أننا قمنا بتناول وحدة سجق مع مايونيز من عند الرواد، فإنها ستخضع لرحلة طويلة عبر الأنبوب الهضمي بدءاً من الفم وحتى المخرج الطبيعي

حيث تبدأ رحلتها بتحطيمها في الفم بواسطة الأسنان بعملية تعرف باسم المضغ، ويتم إفراز اللعاب أثناء المضغ والذي يحتوي على الأميلاز اللعابي "يعمل على تفكيك النشاء¹³ إلى وحدات سكرية مكونة من عدة جزيئات من الغلوكوز والتي تعرف باسم الديكستريانات¹⁴"، وتستغرق عملية المضغ فترة تقدر بدقيقة واحدة أو أقل

وبعد وصول اللقمة الطعامية إلى المعدة¹⁵ فإنها تُخزن ضمنها لفترة تقدر بساعة لساعتين بهدف تفتيت الوجبة وعجنها مع المفرزات المعدية لتشكيل الكيموس (المواد الغذائية + المفرزات المعدية)

ثم تنتقل اللقمة الطعامية إلى البلعوم ثم المري لتتم عملية البلع، حيث تتم هذه العملية بمساعدة العضلات المريئية الدائرية عن طريق انقباضها واسترخائها مما يؤدي إلى دفع اللقمة الطعامية كما يوضح الشكل التالي

الشكل الرقم (7): تأثير موجات الانقباض والانبساط لعضلات المري الدائرية على مرور البلعة الغذائية



ثم ينتقل الكيموس من المعدة إلى الأمعاء الدقيقة عن طريق دفعه بواسطة موجات الحركة الدودية للمعدة إلى العضلة البوابية، والتي تسمح بمرور كميات صغيرة من الطعام بسبب اختلاف طبيعة الطبقة المخاطية في كل من المعدة والأمعاء (لا تتحمل مخاطية الأمعاء الوسط الحمضي الشديد)¹⁶

¹³ تذكر بأن النشاء عبارة عن بوليمير مكون من سلاسل من الغلوكوز.

¹⁴ غالباً لا يتم تحليل النشاء إلى غلوكوز بتأثير الأميلاز اللعابي بسبب قصر الوقت الذي تقضيه اللقمة الطعامية ضمن الفم (يتم الشعور بطعم حلو ناتج عن النشاء في حال تم الاحتفاظ باللقمة الطعامية لفترة تقدر بـ 10 دقائق على الأقل، حيث تكون هذه المدة كافية لتفكيك النشاء إلى غلوكوز).

¹⁵ والتي تتمتع بوظائف هضمية وامتصاصية متعددة.

¹⁶ يتم انتقال الطعام على شكل دفعات متقطعة (كمية صغيرة في كل مرة).

وتتم هذه العملية بالآلية التالية:

بدايةً تنفتح فتحة البواب لتسمح بمرور كمية صغيرة من الكيموس الحامضي.

تتحسس الخلايا البوابية القريبة من الاثني عشر لانخفاض حموضة الوسط ما يؤدي إلى إغلاق فتحة البواب لحماية مخاطية الاثني عشر من الكميات الإضافية من الحمض.

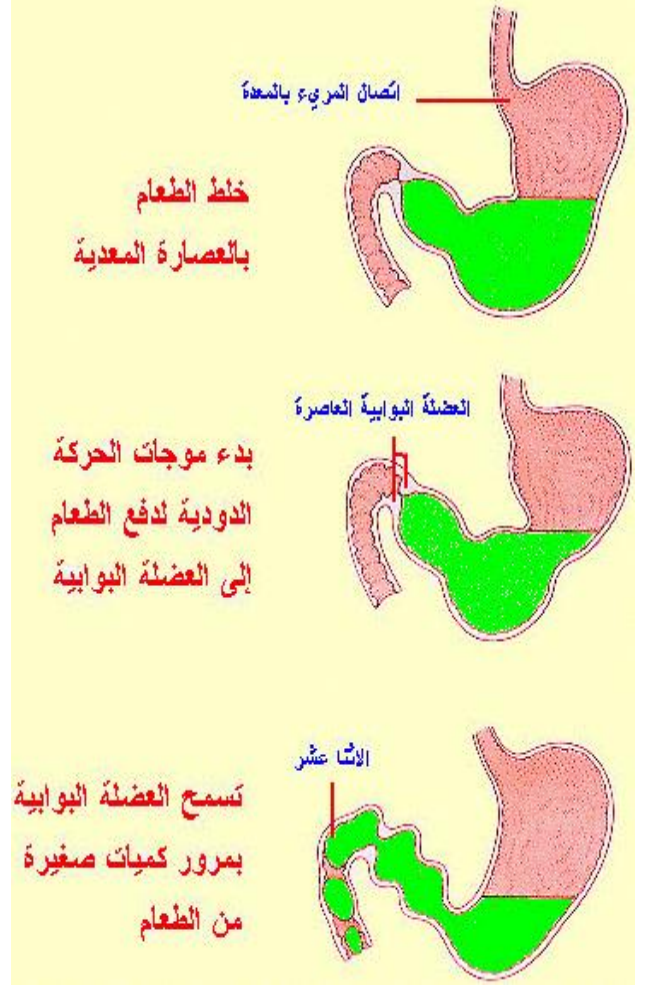
ثم يعمل الاثني عشر على إفراز هرمون السكريتين، والذي يحرض البنكرياس على إفراز البيكربونات لتعديل المكونات الحامضية.

وبعد عودة الوسط لدرجة الحموضة المعتدلة نسبياً تنفتح فتحة البواب من جديد لتمرر كمية جديدة من الكيموس الحامضي وتعاد العملية مرة أخرى.

ثم يتم مزج الكيموس مع المفرزات المعثكلية والصفراوية والمعوية ضمن الأمعاء الدقيقة والتي تعتبر المسؤولة عن معظم عملية الهضم، ويتم دفعه على طول الأمعاء الدقيقة بهدف تحقيق التماس بينه وبين الخلايا الظهارية المعوية والتي تعمل على امتصاص العناصر البسيطة الناتجة عن هضم كل من السكريات والبروتينات والدهن بفعل الأنزيمات المختلفة.

وتستغرق عملية مرور الطعام من الأمعاء الدقيقة ما يقارب 7-8 ساعات.

الشكل الرقم (16): مراحل مرور الطعام من المعدة إلى الأمعاء

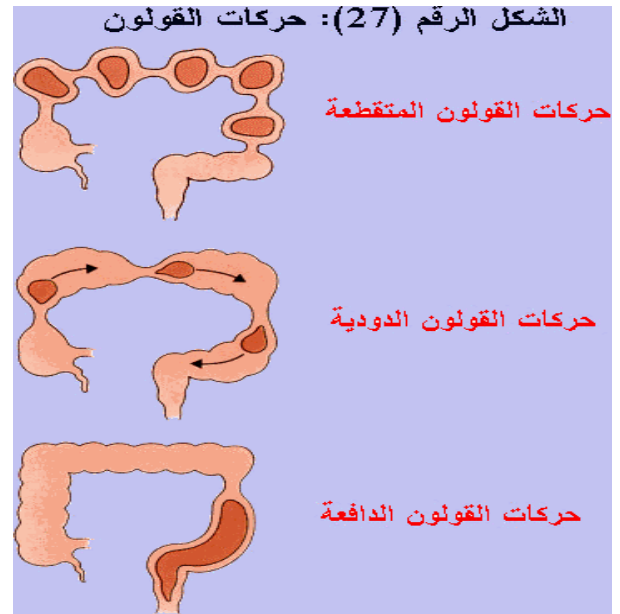


وأخيراً تنتقل الأجزاء الغير مهضومة¹⁷ من الطعام إلى الأمعاء الغليظة لتستقر ضمنها لفترةٍ تقدر بـ 12-14 ساعة، حيث لا يتم هضم أي مكون غذائي ضمن الأمعاء الغليظة وإنما يتم تخمير المكونات الغير مهضومة بواسطة أنزيمات الجراثيم القولونية كما ذكرنا سابقاً لتتشكل مجموعةً من الحموض الدسمة قصيرة السلسلة بالإضافة إلى الغازات التي نشعر بها (مثل غاز الميثان).

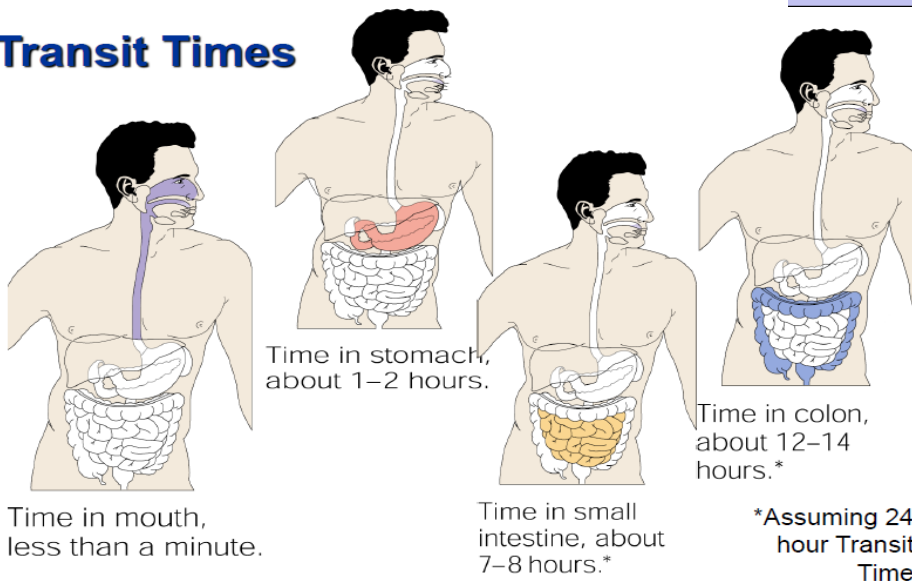


وتتم عملية امتصاص الماء والشوارد ضمن الأمعاء الغليظة بواسطة حركاتها والتي تؤمن التماس بين المخلفات الطعامية وطبقتها الظهارية، بالإضافة إلى دفع هذه المخلفات على طول هذا الجزء من الأنبوب الهضمي ليتم تخزينها وتنظيم إخراجها عبر المخرج الطبيعي إلى خارج الجسم.

تقسم حركة الأمعاء الغليظة إلى:



Transit Times



هامش:

توضح الصورة التالية الفترة التي يقضيها الطعام ضمن جسم الإنسان من لحظة دخوله إلى خروجه والتي تقدر بـ 24 ساعة تقريباً.

¹⁷ الألياف الغذائية وعديدات السكاكر التي لا تهضم (مثل السيللوز والغلوكان والشوفان...الخ) لا يتم تحليلها بواسطة الأميلاز.

الامتصاص Absorption

- بعد أن تعرفنا على عملية الهضم وأقسام الجهاز الهضمي وحركاته سنتعرف على الوظائف الامتصاصية وأنواع الامتصاص لتتمكن من التفصيل بهضم وامتصاص كل مكون من المكونات الغذائية على حدى.
- حيث تعرف الوظائف الامتصاصية على أنها مجموعة الآليات التي تؤمن اجتياز العناصر البسيطة الناتجة عن عملية الهضم لظاهرة الأمعاء بشكل خاص بحيث يتم إيصال هذه العناصر إلى الدوران الدموي.

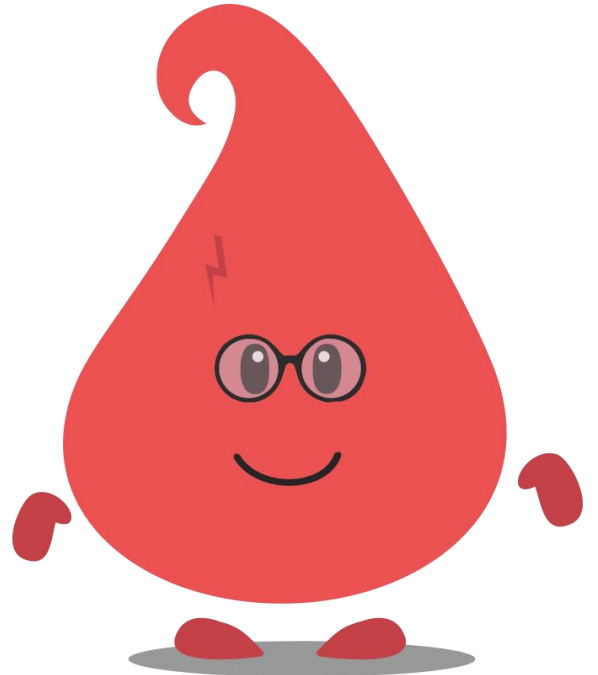
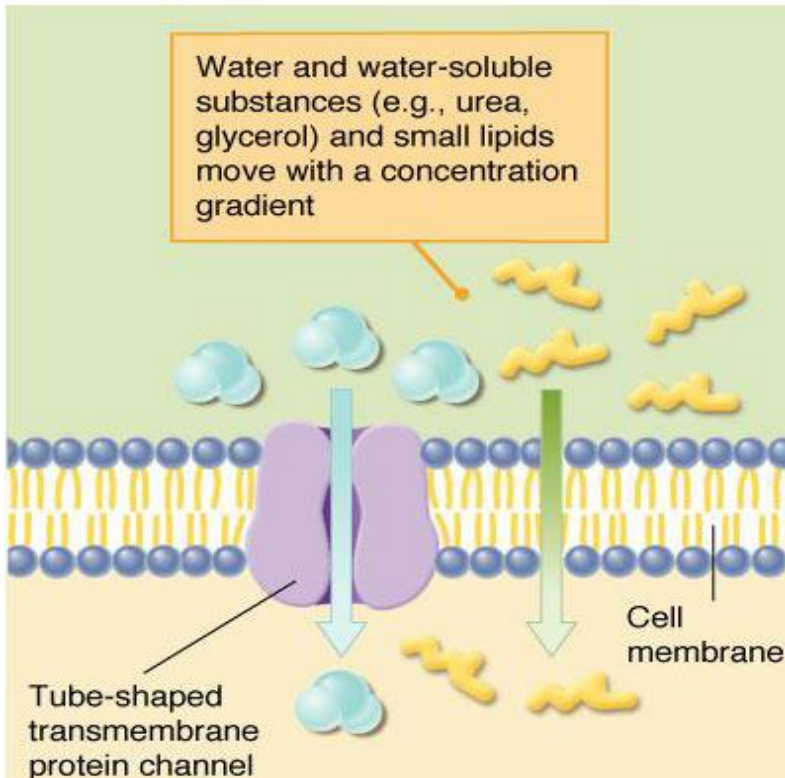
وتقسم آليات الامتصاص إلى ثلاثة أنواع رئيسية:

1. الانتشار البسيط المنفعل Passive Diffusion:

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

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

PASSIVE DIFFUSION

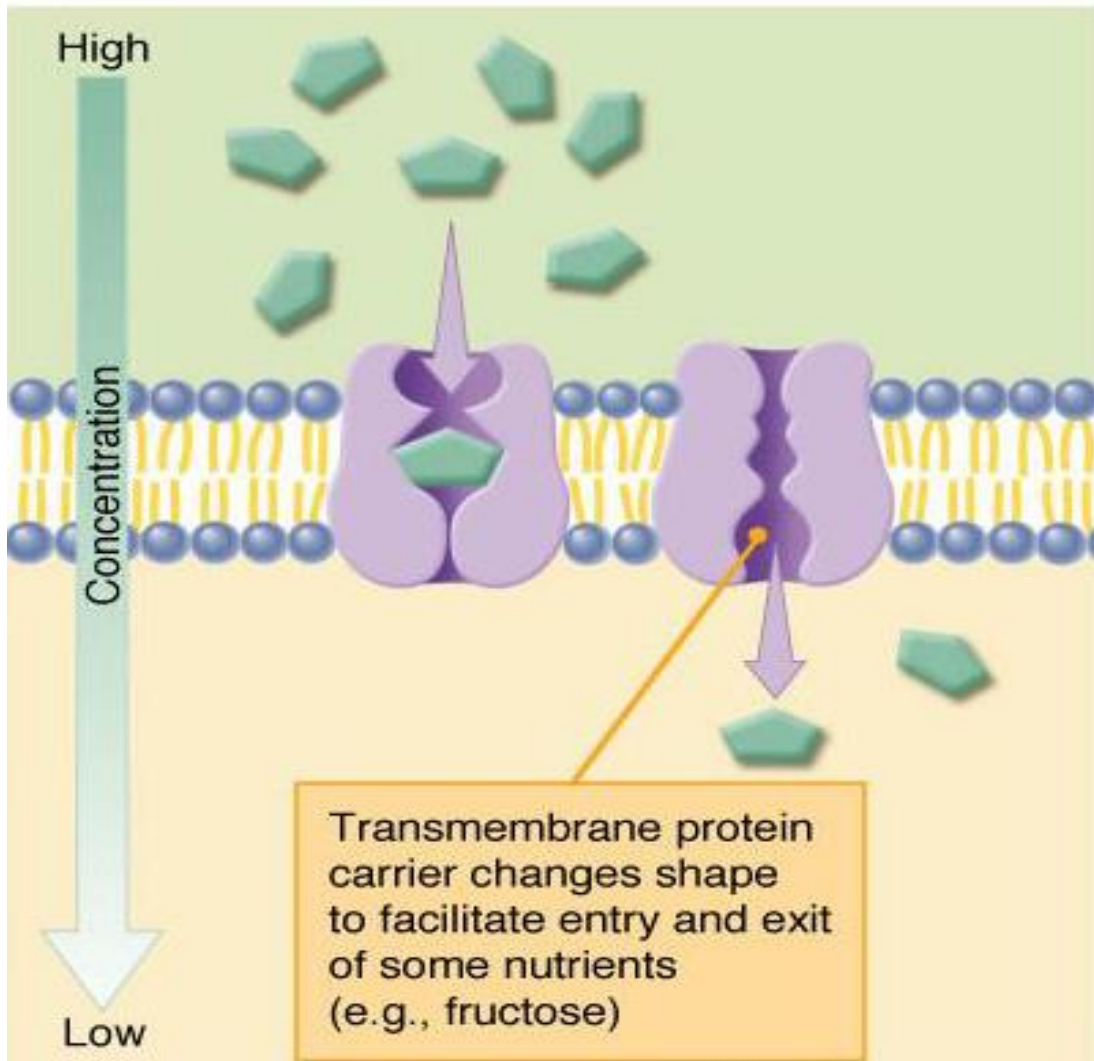


2. النقل الفاعل المبسط (الانتشار الميسر): Facilitated Diffusion

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

يتم امتصاص الفركتوز بهذه الآلية.

FACILITATED DIFFUSION

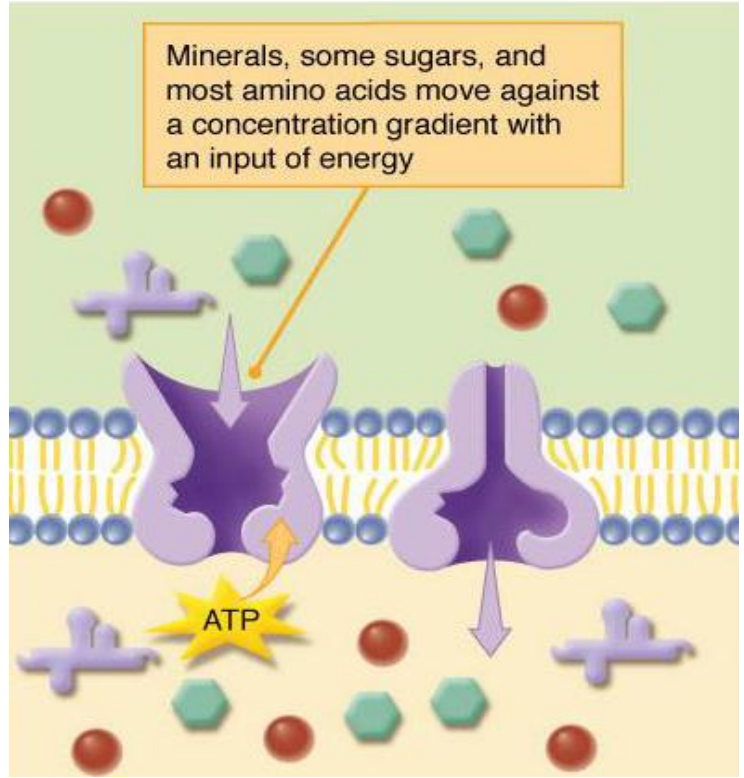
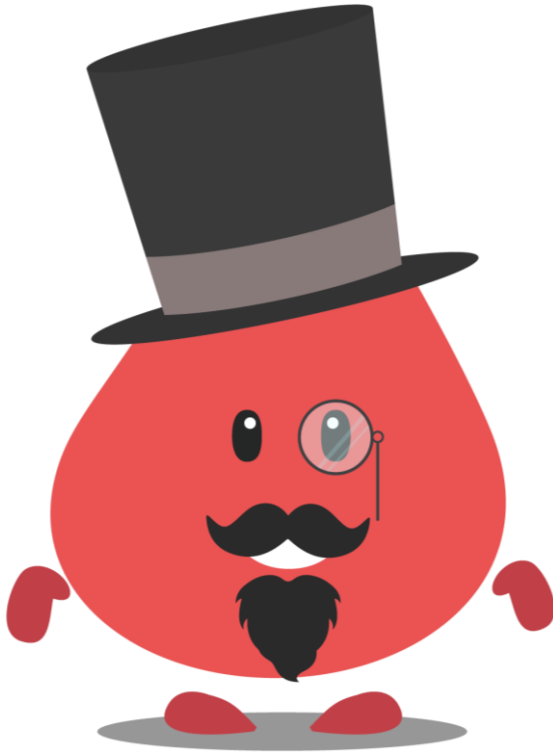


3. النقل الفاعل النشط: Active Transport

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

ويتم نقل المعادن وبعض السكريات ومعظم الأحماض الأمينية بهذه الطريقة.

ACTIVE TRANSPORT



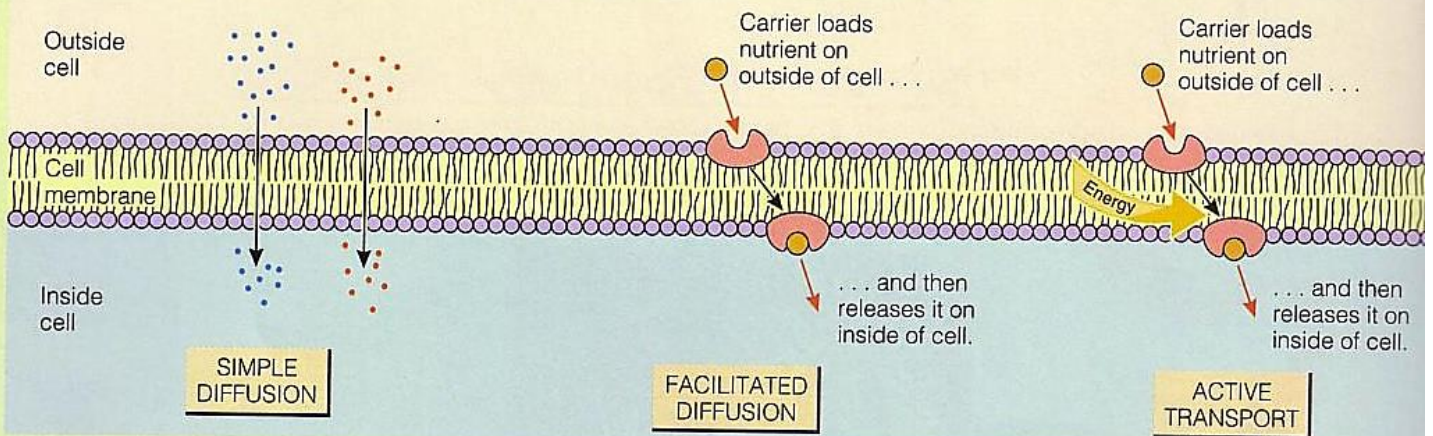
في حين يمتص
كل من الغلوكوز
والغالكتوز بالنقل
الفاعل (بجاجة
ناقل + طاقة)

فيكون الجواب
الأعمق:
بأن الفركتور يمتص
بآلية الانتشار الميسر
(بجاجة لناقل فقط)

وهنا يكمن السؤال
العميق:
ما الفرق بين كل من
الغلوكوز والفركتور
والغالكتوز؟

FIGURE 3-10 Absorption of Nutrients

Absorption of nutrients into intestinal cells typically occurs by simple diffusion, facilitated diffusion, or active transport.



Some nutrients (such as water and small lipids) are absorbed by simple diffusion. They cross into intestinal cells freely.

Some nutrients (such as the water soluble vitamins) are absorbed by facilitated diffusion. They need a specific carrier to transport them from one side of the cell membrane to the other. (Alternatively, facilitated diffusion may occur when the carrier changes the cell membrane in such a way that the nutrients can pass through.)

Some nutrients (such as glucose and amino acids) must be absorbed actively. These nutrients move against a concentration gradient, which requires energy.

وسننتقل الآن لتكلم عن هضم وامتصاص كل مكون من المكونات

الغذائية على حدى، نبدأ على بركة الله:

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 كالتالي (لنرجع لمثالنا النموذجي للغاية عن الوحدة سجع مع مايونيز وتحديداً حنكرز عالخبزة):

تبدأ المرحلة 1 من هضم الكربوهيدرات ضمن الفم بواسطة أنزيم الأميلاز اللعابي

الذي يعمل على تحويل جزء صغير من النشاء إلى كلى من المالتوز والديكستريينات¹⁸



ثم 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.



وأخيراً تنتقل الكربوهيدرات (سواء أكانت مطهوءة أم طازجة) إلى الأمعاء الدقيقة والتي تعتبر المسؤول الرئيسي عن هضمها وامتصاصها¹⁹،

فتبدأ عملية الهضم بواسطة الأميلاز البنكرياسي (ألفا أميلاز) والذي يعمل على تفكيك النشاء والديكستريينات (الناجة عن تفكيك الأميلاز اللعابي للنشاء) إلى سكاكر ثنائية (تحديداً المالتوز).

¹⁸ تذكر أن السبب الرئيسي لعدم تحليل النشاء لغلوكوز ضمن الفم يعود لقصر الفترة التي تقضيها اللقمة الطعامية ضمن الفم.

¹⁹ يُعتبر الصائم القسم الرئيسي من الأمعاء الدقيقة الذي يعمل على هضم السكريات.

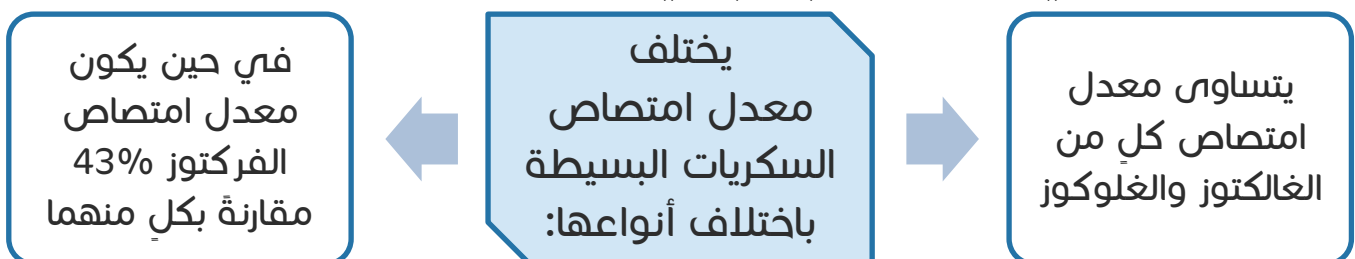
ويتم هضم السكاكر الثنائية (سكروز، مالتوز، لاکتوز) بواسطة بعض الأنزيمات الهاضمة للسكاكر الثنائية المفردة من الخلايا المخاطية لجدار الأمعاء الدقيقة والتي يطلق عليها اسم أنزيمات حافة الفرشاة²⁰ Brush Border Enzymes، ليتم تحليلها إلى سكاكر أحادية (غلوكوز، فركتوز، غالكتوز)،

فعلى سبيل المثال يعمل أنزيم السكراز على حلمة السكروز إلى كل من الغلوكوز والفركتوز، في حين يعمل أنزيم المالتاز على حلمة المالتوز إلى جزيئتي غلوكوز، ويعمل أنزيم اللاكتاز على حلمة اللاكتوز إلى كل من الغلوكوز والغالكتوز، وأخيراً يعمل أنزيم الإيزومالتاز على حلمة الإيزومالتوز (لاحظو قديش تعبانين العلماء باختراع اسم الأنزيم...مالتاز بحلمه المالتوز شي أستزة عالآخر).

وكما ذكرنا تعمل الجراثيم القولونية على تخمير الألياف السكرية النباتية التي لا تتأثر بواسطة الأنزيمات الفموية أو المعثكية أو المعوية الدقيقة الهاضمة للسكريات.

ثانياً: امتصاص الكربوهيدرات:

- هو انتقال السكاكر البسيطة الناتجة عن عملية الهضم إلى المجرى الدموي من خلال الأغشية المخاطية المبطننة لنتوءات الأمعاء الدقيقة، حيث يتم امتصاص الكربوهيدرات بصورة رئيسة 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 يُطلق عليه اسم سكر الدم.
- ويُخزن الغلوكوز ضمن الكبد والعضلات على شكل غليكوجين وذلك بمساعدة هرمون الأنسولين المُفرز من قبل البنكرياس.



²⁰ اكتسبت هذا الاسم نسبةً للزغابات المعوية والتي تشبه الفرشاة.

- فكما ذكرنا سابقاً يتم امتصاص كل من الغالكتوز والغلوكوز من خلال جدار الأمعاء الدقيقة بطريقة النقل الفاعل والذي يتأثر بمضخة الصوديوم (محتاج للطاقة)، وذلك بمساعدة حامل بروتيني بالإضافة إلى أيونات الصوديوم والطاقة، في حين يُمتص الفركتوز بطريقة الانتشار الميسر (المسهل).
- وتعتمد درجة الامتصاص الفاعل للغلوكوز على تركيب جزيئه الفراغي، فكما نذكر من مقررات سابقة (إذا كنتو متذكرين) بأنه يمتلك الغلوكوز ذرة كربون غير متناظرة Chiral مما يؤدي إلى ظهور متصاوغين ضوئيين يختلفان فيما بينهما بالقدرة على الارتباط بالنواقل المسؤولة عن عملية النقل الفاعل، حيث نجد بأن الـ D-Glucose يتمتع بالقدرة على الارتباط بالنواقل بشكل أسهل من الـ L-Glucose²¹.

لا بد أن نعلم بأن عملية هضم وامتصاص الكربوهيدرات عمليةً كاملةً (يتم هضم وامتصاص كامل الكربوهيدرات المتواجدة في الوجبة الغذائية)، حيث يُشير ظهورها مع الفضلات الغذائية إلى حالةٍ مرضيةٍ (مثل حالات الإسهال وسوء التغذية كنقص البروتين والطاقة بالإضافة إلى عوز اللاكتاز وغيرها من الحالات المرضية).

لحسن حظ الكائنات تتركب معظم السكريات المتواجدة في الغذاء مثل المالتوز من D-Glucose + D-Glucose (تتواجد السكريات بشكلها الميمن الممتص).

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 الأمينية²²، بحيث يسهل امتصاصها من خلال الأمعاء الدقيقة.
- ويتم هضم البروتينات في جسم الإنسان وفق المراحل التالية (حرجع كمان للسجق مع مايونيز بس هالمره حنركز عالسجق):

²¹ دُكر ضمن السلايدات بأن الـ L-glucose لا يتمتع بأي امتصاص.

²² وهي عملية حلمهة مائية.

1- بدايةً 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.

وتسمى الأنزيمات الحالة للبروتينات بالبروتيازات أو (البروتيازات Proteases، حيث تتواجد ضمن المعدة والأمعاء الدقيقة، وتُفرز بصورة غير نشطة تعرف باسم المولدات، والتي يجري تنشيطها إلى الصورة النشطة القادرة على تحليل البروتين عن طريق شق السلسلة الببتيدية التي تغلف المركز الأنزيمي النشط.

والتي تعمل على تكسير الروابط الببتيدية التي تربط الأحماض الأمينية العطرية مثل التيروسين والفنيل آلانين منتجةً ببتيدات متعددة.

حيث يتحول المولد (الببسينوجين) عادةً بفعل حمض كلور الماء Hydrochloric Acid المتواجد في المعدة إلى الصورة النشطة (الببسين)

2- وبعد 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

3- ثم ينتقل الطعام إلى الأمعاء الدقيقة والتي تُعتبر الموقع الرئيسي لهضم البروتينات، حيث تمر البروتينات المهضومة جزئياً من المعدة إلى الأمعاء الدقيقة ذات الوسط القلوي²³ والذي يعمل على تعديل حموضة المعدة.

4- ثم تفرز البنكرياس ضمن الاثني عشر كلاً من الأنزيمات التالية والتي تعمل مع الببسين المعدي على تحليل البروتينات والببتيدات متعددة الأحماض الأمينية إلى (30% أحماض أمينية حرة + 70% ببتيدات صغيرة):

²³ بالواقع هو أقرب للاعتدال

أنزيم التربسينوجين:

- وهو المولد غير النشط لأنزيم التربسين Trypsin النشط، والذي يعمل على تكسير الروابط الببتيدية المتصلة بمجموعة الكربوكسيل الخاصة بالأرجينين واللايسين.

الكيموتربسينوجين:

- وهو المولد غير النشط لأنزيم الكيموتربسين Chymotrypsin النشط، والذي يعمل على تكسير الروابط الببتيدية المتصلة بمجموعة الكربوكسيل الخاصة بالتربتوفان والفيل ألانين والتيروزين.

البروكربوكسي ببتيداز:

- وهو المولد غير النشط لأنزيم البروكربوكسي ببتيداز Carboxypeptidase النشط، والذي يعمل على تكسير الروابط الببتيدية التي تلي مجموعة الكربوكسيل الطرفية في السلسلة الببتيدية القصيرة²⁴.

الأمينو ببتيداز Aminopeptidase:

- والذي يعمل على تكسير الروابط الببتيدية التي تلي مجموعة الأمين الطرفية في السلسلة الببتيدية القصيرة²⁵.

الإيلاستاز Elastase:

- والذي يُعتبر أنزيمًا خاصًا لهضم الإيلاستين (كما نلاحظ البراعة والموهبة باختراع الاسم).

الكولاجيناز Collagenase:

- والذي يعتبر أنزيمًا خاصًا لهضم الكولاجين.

الكالكرين.

²⁴ نعلم بأن كل سلسلة ببتيدية تحتوي على نهاية كربوكسيلية ونهاية أمينية، فهذه هالأنزيم عم يحيي من طرف النهاية الكربوكسيلية وعم يكسر الرابطة الببتيدية بين آخر حمض أميني بالسلسلة وبين يلي قبله.

²⁵ يفرز الأمينو ببتيداز من الأمعاء الدقيقة بالإضافة إلى البنكرياس.

5- ثم يتم هضم الببتيدات الصغيرة المتشكلة بواسطة أنزيمات حاثّة الفرشاة المعوية Brush Border Enzymes والتي تُفرز من قبل الأمعاء الدقيقة وتشمل كلاً من:

أمينو أوليجو ببتيداز :Amino Oligopeptidase

- يعمل على تكسير الروابط الببتيدية القصيرة عند مجموعة الأمين الطرفية منتجاً أحماضاً أمينية²⁶.

دي ببتيداز :Dipeptidase

- يعمل على تكسير روابط الببتيدات الثنائية إلى مكوناتها من الأحماض الأمينية (بيشتغل غالبية المكونة من حمضين أميين فقط لا غير).

التري ببتيداز :Tripeptidase

- والذي يعمل على تكسير الروابط الببتيدية في الببتيدات الثلاثية إلى مكوناتها من الأحماض الأمينية (بيشتغل غالبية المكونة من 3 أحماض أمينية فقط لا غير).

ثانياً: امتصاص الأحماض الأمينية:

- يُمتص الجزء الأكبر من البروتينات على شكل أحماض أمينية من خلال جدار الأمعاء الدقيقة بطريقة الانتشار أو بطريقة النقل الفاعل (النشط) والذي يحتاج إلى الصوديوم والطاقة، كما يُمكن أن تخضع الببتيدات القصيرة (الثنائية والثلاثية) المتواجدة في تجويف الأمعاء للامتصاص من خلال جدار الأمعاء الدقيقة.
- وكما هو الحال في السكريات تمتلك جميع الأحماض الأمينية²⁷ مركز عدم تناظر مما يؤدي إلى امتلاكها لمتصاوغين ضوئيين يختلفان فيما بينهما بمعدل الامتصاص، حيث يكون معدل امتصاص المتماثلات من النوع L- للأحماض الأمينية أسرع من المتماثلات من النوع D- للأحماض الأمينية (عكس الغلوكوز).

²⁶ هالأنزيم عم يحيي من طرف النهاية الأمينية وعم يكسر الرابطة الببتيدية بين أول حمض أميني بالسلسلة وبين يلي بعده.
²⁷ باستثناء الغليسين.

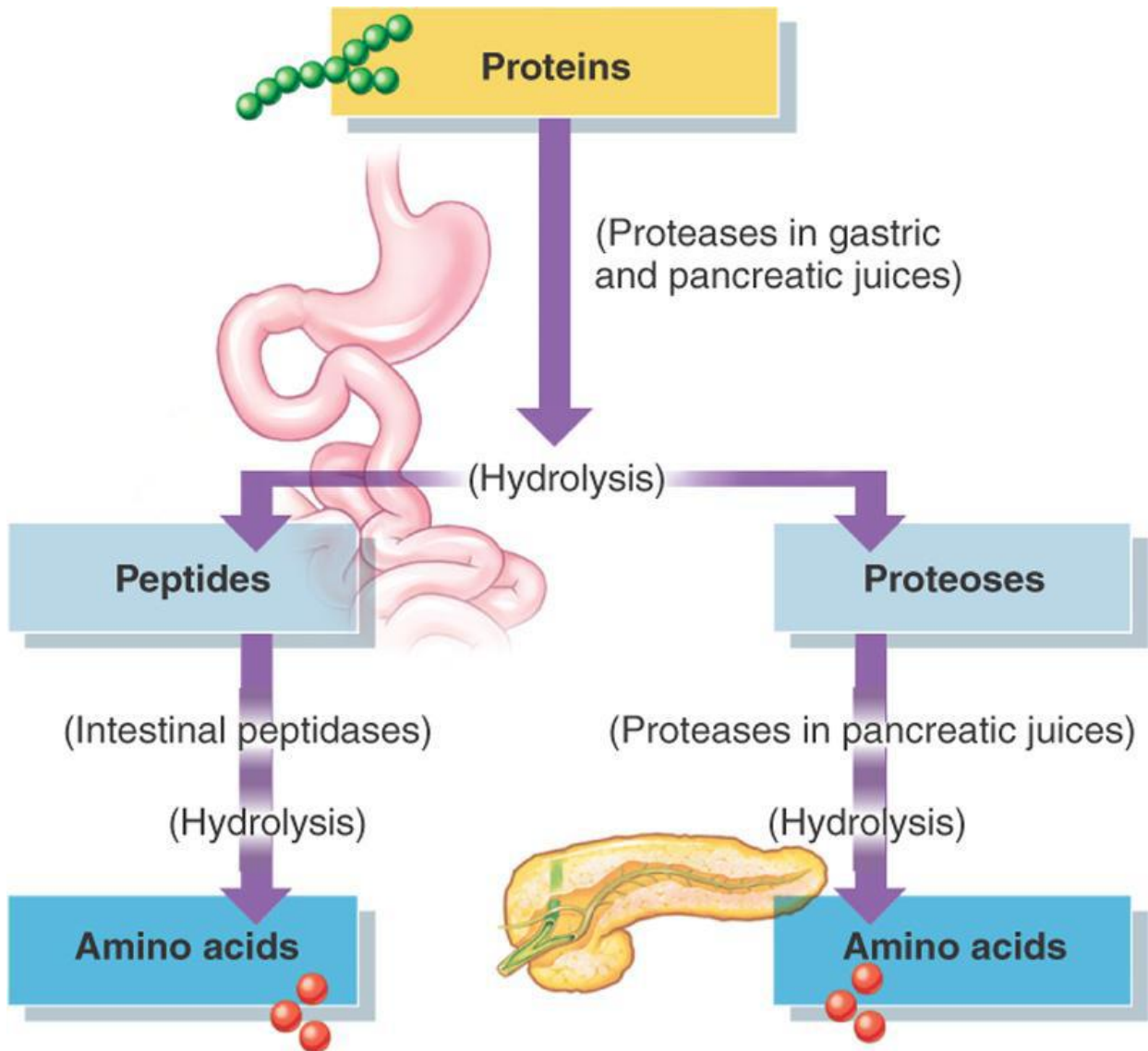
- وتنتقل الأحماض الأمينية الممتصة مباشرةً عبر وريد الباب إلى الكبد ومنه إلى الدورة الدموية التي توزعها على أنسجة الجسم المختلفة لاستخدامها في الوظائف المختلفة المتمثلة بـ:

بناء البروتينات
اللازمة للنمو.

صيانة الأنسجة
واصطناع الهرمونات.

تصنيع بعض المركبات
النيتروجينية الغير بروتينية.

يمكن أن تُستخدم كمصدر للطاقة بعد نفاذ كل من السكريات والدهن من جسم الإنسان، حيث تُعتبر البروتينات والأحماض الأمينية أسوأ مصدر للحصول على الطاقة كما ذكرنا سابقاً نظراً لتحول الجزء الآزوتي من الحمض الأميني إلى يوريا والتي تطرح إلى خارج الجسم دون الاستفادة منها، فضلاً عن نزول الكتلة العضلية عند استهلاك البروتينات.



شوية ملاحظات عالهامش:

1. يمكن تقسيم البروتينات تبعاً لمصادرها إلى بروتيناتٍ خارجيةٍ نحصل عليها من الغذاء المتناول (مصدرها من خارج الجسم)، وبروتيناتٍ داخليةٍ من مصدرٍ داخل الجسم مثل أنسجة الجسم المتهدمة وبقايا الأنزيمات.
2. يجب أن تترافق عملية التنحيف مع الرياضة بشكلٍ دائمٍ، حيث تساهم التمرينات الرياضية بتعزيز الكتلة العضلية وخاصةً عند الاعتماد على حميةٍ غنيةٍ بالبروتينات.
3. تعمل بعض الببتيدات على تنظيم عملية الهضم في كلٍ من المعدة والأمعاء مثل:

الهستامين والذي تفرزه الأغشية المخاطية في المعدة، حيث يعمل على تنشيط إفراز حمض كلور الماء المعدي والذي يساعد على تحويل الببسينوجين غير النشط الى أنزيم الببسين النشط.

الأسيتيل كولين والذي تفرزه الأعصاب المعدية ليعمل على تنشيط إفراز حمض كلور الماء المعدي، فضلاً عن دوره في تحريض إفراز هرمون الجاسترين Gastrin.

الموتيلين والذي تفرزه الأغشية المخاطية المبطنة للاثني عشر والصائم، حيث يعمل على تنشيط حركة المعدة والأمعاء.

السوماتوستاتين والذي تفرزه كلٌّ من خلايا المعدة والأمعاء، حيث يعمل على إيقاف إنتاج حمض كلور الماء المعدي بالإضافة إلى إيقاف إنتاج بعض الهرمونات.

هضم وامتصاص الدسم

أولاً: هضم الدسم²⁸:

- تتواجد الدسم المتناولة عبر الوارد الغذائي على عدة أشكال، حيث تشكل ثلاثيات الغليسريد TG ما يعادل 95% من مجمل الدهون المتناولة وتتعرض لتغيرات كثيرة أثناء عملية الهضم والامتصاص، في حين يشكل كل من إسترات الكوليسترول والدسم الفوسفورية phospholipids ما يعادل 5% من مجمل الدهون المتناولة.
- ويتم هضم الدسم ضمن جسم الإنسان وفق المراحل التالية (كمان لنرجع لمثالنا الأسطوري ألا وهو صندوقيشة السجق مع مايونيز... بس هالمره حنهتم بالزيت يلي بالمايونيز والدهون يلي بالسجق):

بدايةً لا تخضع المواد الدسمة لأي عملية هضم ضمن الفم، حيث يعمل الفم كما ذكرنا في هضم البروتينات على زيادة سطح التماس عن طريق طحن الطعام.

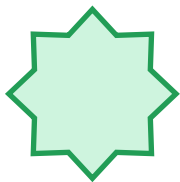
ثم ينتقل الطعام إلى المعدة ليخضع لعملية هضم جزئي لثلاثيات الغليسريد بفعل أنزيم الليباز اللساني²⁹، والذي يعمل على هضم الحموض الدسمة قصيرة السلسلة الكربونية دون الطويلة منها³⁰.

ثم يتابع الطعام رحلته إلى الأمعاء الدقيقة حيث يتم هضم الدهون بشكل رئيسي في الجزء العلوي منها، فكما ذكرنا سابقاً يدخل الغذاء المحتوي على الدهون إلى الأمعاء الدقيقة على شكل كيموس، حيث ينتج عن دخوله إلى الأمعاء الدقيقة كل من العمليات التالية:

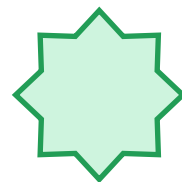
²⁸ تعتبر الدسم مواداً غذائية صعبة الهضم نظراً لكونها جزيئات معقدة.

²⁹ بالرغم من إفراز الليباز اللساني من اللسان إلا أنه يعمل ضمن المعدة بشكل بسيط.

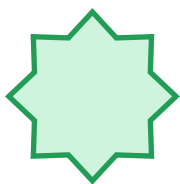
³⁰ تخضع الحموض الدسمة طويلة السلسلة إلى الهضم ضمن الأمعاء الدقيقة.



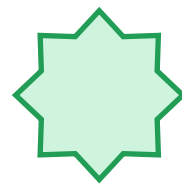
تعمل الدهون على تحفيز إفراز هرمون ال Enterogastrone والذي يعمل على تقليل سريان وحركة الكيموس داخل الأمعاء (يعمل على إبطاء حركة الأمعاء بهدف كسب الوقت اللازم لهضم الدهون).



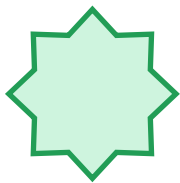
كما تعمل الدهون على تحفيز إفراز هرمون الكوليسيستوكينين (CCK) Cholecystokinin من الأمعاء والذي ينتقل عن طريق الدم إلى المرارة لينشط إفراغ الصفراء، حيث تعمل الحموض الصفراوية على استحلاب الدهون وتحطيمها إلى أجزاء صغيرة مما يزيد من مساحة السطح المعرضة للأنزيمات ويسهل وصول الأنزيمات البنكرياسية إلى الحموض الدسمة، ويعمل ال CCK على تحريض البنكرياس على إفراز الليباز البنكرياسي³¹.



ويتم تحليل الدهون المستحلبة إلى حموض دسمة بالإضافة إلى غليسيريدات أحادية وثنائية وغليسرول بواسطة الليباز البنكرياسي والمعوي³².

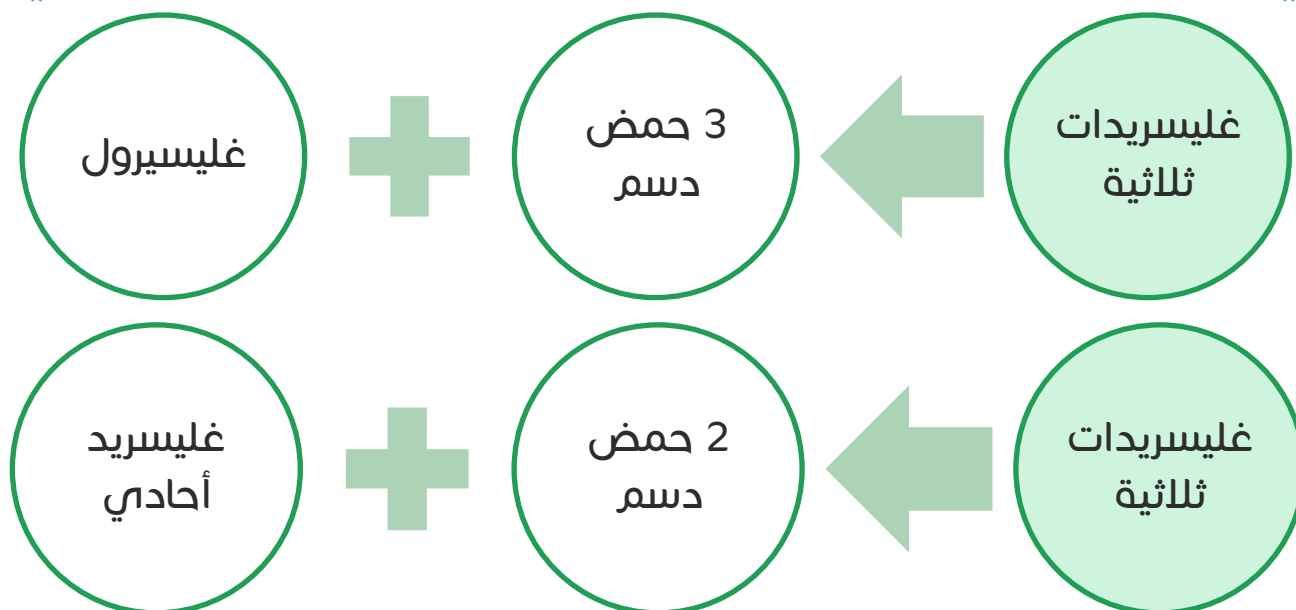


كما يتم تحليل إسترات الكولسترول إلى كل من الكولسترول والأحماض الدسمة وذلك بواسطة أنزيم الكولسترول إستراز والذي يوجد في إفرازات البنكرياس.



ويتم تحطيم الروابط في جزيئات الفوسفوليبيدات بواسطة أنزيم الفوسفوليپاز.

في الحقيقة يمكن تلخيص عملية هضم الدهون بفعل أنزيمات الليباز كالتالي:



³¹ يعتبر الكوليسيستوكينين أحد أنواع ال Enterogastrone والتي تعمل على إبطاء حركة الأمعاء الدقيقة.

³² تعمل أنزيمات الليباز على حلمهة ثلاثيات الغليسيريد.

ثانياً: امتصاص الدسم:

- يتم امتصاص المواد الدسمة من الأمعاء الدقيقة، عن طريق تجمع نواتج تحليلها (الحموض الدسمة، والجليسيريدات الأحادية والثنائية، والكوليسترول، والفيتامينات المنحلة بالدسم)، واتحادها مع أملاح الصفراء لتشكل مستحلباً يعرف باسم **الميسلات Micelles** وذلك قبل عبورها لتلايف الأمعاء الدقيقة، حيث تتميز الميسلات بأنها قابلة للذوبان في الماء، فضلاً عن سهولة امتصاصها من خلال الجدار المبطن لتلايف الأمعاء الدقيقة³³.
- ويتم امتصاص الميسلات في الجزء العلوي من الأمعاء الدقيقة (الاثني عشر) بعد انفصالها عن أملاح الصفراء التي يُعاد امتصاصها من الجزء الأخير من الأمعاء الدقيقة (اللفائفي) لتنتقل إلى الكبد عبر وريد الباب لإعادة استخدامها مرة أخرى³⁴.
- ويتم امتصاص الحموض الدسمة قصيرة إلى متوسطة السلسلة (تمتلك 12 ذرة كربون أو أقل) مباشرةً إلى الكبد عن طريق وريد الباب³⁵.
- في حين تتحد "تتأسر" الحموض الدسمة طويلة السلسلة (تمتلك أكثر من 12 ذرة كربون) مع الجليسيريدات الأحادية والثنائية لتكون الجليسيريدات الثلاثية ضمن خلايا الأنسجة المخاطية (خلايا الظهارة المعوية) وقبل الدخول إلى الدورة اللمفاوية.
- ثم يتم تغليف الجليسيريدات 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 لتتحول ضمنه إلى ليبوبروتينات (LDL, HDL, VLDL)، والتي تنتقل إلى الدورة الدموية ليتم توزيعها إلى أنسجة الجسم المختلفة ما عدا المخ.

ويُمتص الكوليسترول مع الكيلوميكرون عن طريق الأوعية اللمفاوية.

³³ وتذكروا أنو هالمستحلب ضروري جداً ليتمكن الليياز البنكرياسي من هضم الدسم (هالعملية عم تتم بنفس الوقت يلي عم يتم فيه الهضم بالأمعاء).

³⁴ هون الفكرة مالها واضحة كثير لكن الواضح منها أنو المواد الدسمة عم تستحلب من الأملاح الصفراوية لتسهل عملية الهضم وتسهل بداية الامتصاص، وبس عم تفوت المواد الدسمة لقلب الخلايا عم تنفك الأملاح الصفراوية منها وترجع للأمعاء لينعاد امتصاصها باللفائفي (طبعاً هي فرضيتنا الكريمة وليست علم حقيقي).

³⁵ كما يُمتص الجليسرول مباشرةً إلى الكبد عن طريق وريد الباب.

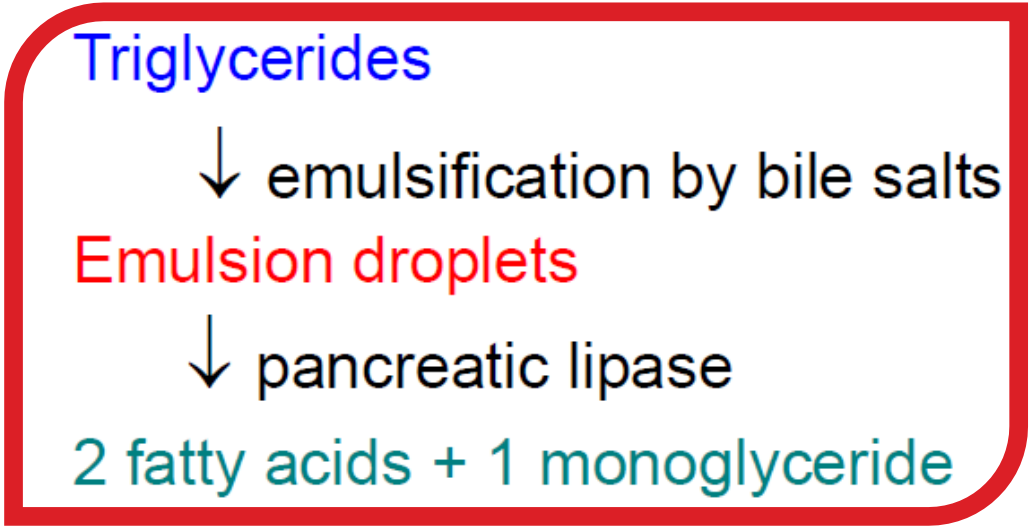
وفي ختام هذه المحاضرة نورد لكم أعزاءنا المشاهدين جدولاً شاملاً
لكل الأنزيمات الهضمية المشاركة في عملية الهضم:

Section	Enzyme	Substrate	Action	Final Product
Salvia	Ptyalin (Amylase)	Starch	Hydrolysis To Form Dextrin's	-
Gastric Juice	Pepsin	Protein	Hydrolysis Of Peptide Bonds	-
Gastric Juice	Gastric Lipase	Fats	Hydrolysis Into Free Fatty Acids	-
Pancreatic Exocrine Secretion	Lipase	Fats	Hydrolysis To Monoglycerides	Fatty Acids
Pancreatic Exocrine Secretion	Cholesterol Esterase	Cholesterol	Hydrolysis Of Esters Of Cholesterol And Fatty Acids	Cholesterol
Pancreatic Exocrine Secretion	Alpha-Amylase	Starch, Dextrins	Hydrolysis	Dextrin, Maltose
Pancreatic Exocrine Secretion	Trypsin	Protein	Hydrolysis	Polypeptides
Pancreatic Exocrine Secretion	Chymotrypsin	Protein	Hydrolysis	Polypeptides
Pancreatic Exocrine Secretion	Carboxypeptidase	Polypeptides	Hydrolysis	Amino Acids
Pancreatic Exocrine Secretion	Ribonuclease	Ribonucleic Acids	Hydrolysis	Mononucleotides

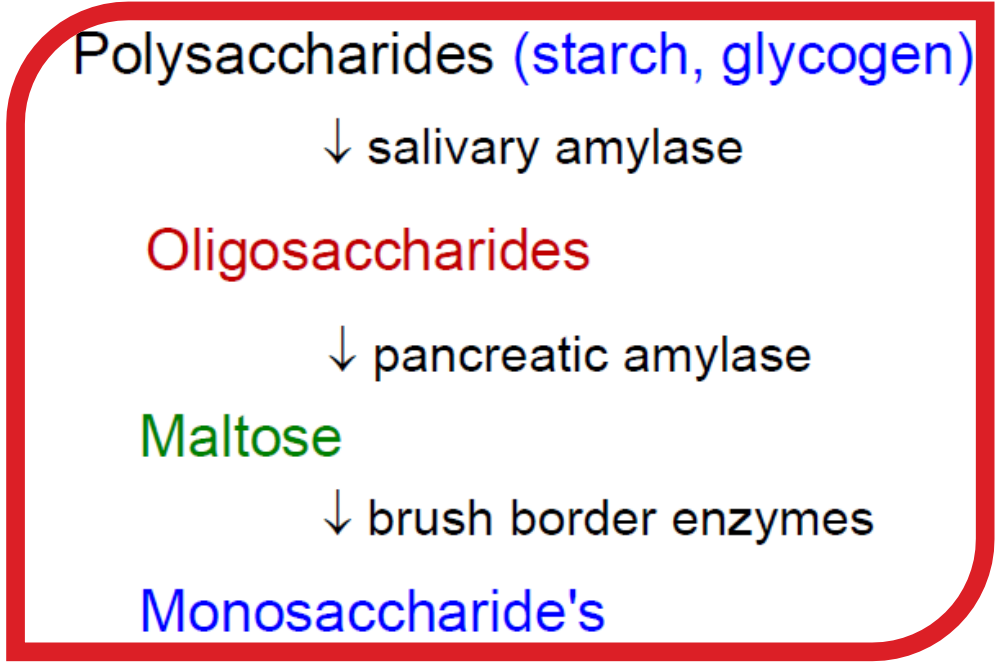
Pancreatic Exocrine Secretion	Elastase	Fibrous Protein	Hydrolysis	Amino Acids
Brush Border Enzyme	Carboxypeptidase	Polypeptides	Hydrolysis	Amino Acids
Brush Border Enzyme	Aminopeptidase	Polypeptides	Hydrolysis	Amino Acids
Brush Border Enzyme	Dipeptidase	Polypeptides	Hydrolysis	Amino Acids
Brush Border Enzyme	Enterokinase	Trypsinogen	Activates To Trypsin	Polypeptidases And Peptides
Brush Border Enzyme	Sucrase	Sucrose	Hydrolysis	Glucose + Fructose
Brush Border Enzyme	Isomaltase	Dextrin	Hydrolysis	Glucose
Brush Border Enzyme	Maltase	Maltose	Hydrolysis	Glucose
Brush Border Enzyme	Lactase	Lactose	Hydrolysis	Glucose + Galactose
Brush Border Enzyme	Nucleotidases	Nucleic Acid	Hydrolysis	Nucleotides
Brush Border Enzyme	Nucleosidases And Phosphorylase	Nucleosidases	Hydrolysis	Purine And Pyrimidine Bases

كما نورد لكم بعض الملاحظات العريضة التي لا نعلم لماذا وضعناها في هذا المكان، ولا نعلم إذا كانت عريضة فعلاً أم لا:

1. **الحمهة الأنزيمية** هي عملية تحطيم البوليميرات إلى مونوميرات، حيث يتم تحطيم الكربوهيدرات إلى أحاديّات السكاريد، كما يتم تحطيم البروتينات إلى ببتيدات ثم إلى أحماض أمينية، ويتم تحليل الدهون (ثلاثيات الغليسريد) إلى أحاديّات الغليسريد بالإضافة إلى حمضين دسمين، وأخيراً يتم تحليل الحموض النووية إلى نكليوتيدات.
2. نتذكر بأن عملية هضم ثلاثيات الغليسريد تتم وفق المراحل التالية:

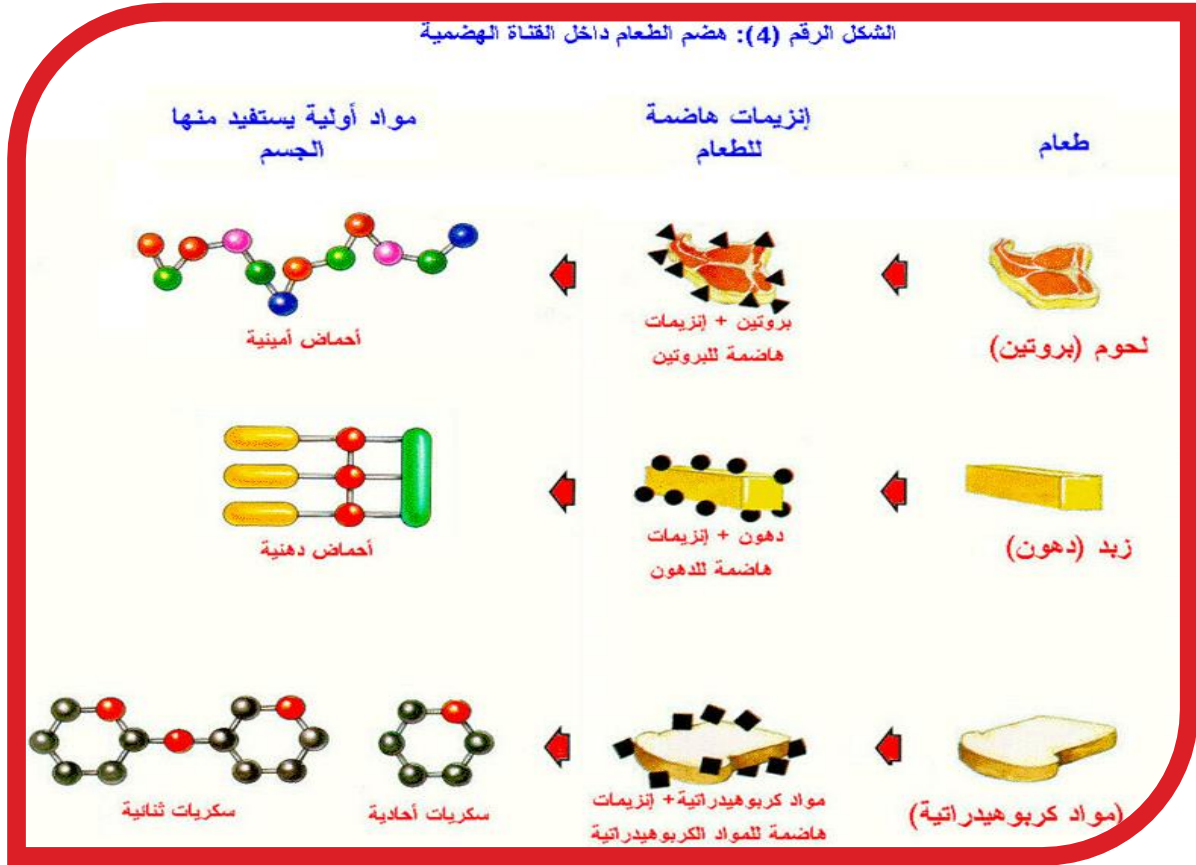


3. نتذكر بأن عملية هضم السكريات تتم وفق المراحل التالية:



4. **يسبب نقص مستويات أنزيم اللاكتاز إلى عدم تحمل اللاكتوز** Lactose Intolerance.

5. صورة حلوة وقمة:



والحمد لله الذي بنعمته تتم الصالحات.

تمت بعونه تعالى...

❌ فقرة الكريات البيضاء لبلعمة الأخطاء :

المحاضرة	الصفحة	السطر	الخطأ	الصواب
1	9	الأخير	على شكل سلاسل من السيللوز أو النشاء	على شكل سلاسل من الغلوكوز (سكر أحادي) مثل النشاء أو السيللوز
1	الأخيرة	قبل الدعوة للأنمي	نسبنا الجملة التالية: والحمد لله الذي بنعمته تتم الصالحات، تمت بعونه تعالى...	إضافة هذه الجملة المقدسة السابقة... سبب التوفيق هي والله...

أُصِفْ ملاحظاتك :

This image shows a full page of white paper with horizontal red dotted lines. The lines are evenly spaced and run across the width of the page, providing a guide for handwriting practice. There are no margins or other markings on the paper.

لتحميل محاضراتنا:



www.Rbcsteam.org/lectures

لإرسال ملاحظاتكم:



goo.gl/forms/Hl8slZEmLSZ

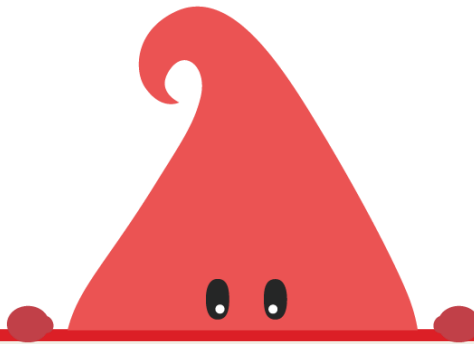
vySq92

للاستفسار عن هذه المحاضرة على غروب الفريق على الفيس بوك:



RBCs Pharmacy 2019 www.facebook.com/groups/rbc2019

RBCs' Quote



Don't Wait...
The Time Will NEVER
Be JUST RIGHT!!!