محاضرة رقم 9	
الكلية	الزراعة
القسم	علوم الأغذية
المادة باللغة العربية	أسس تغذية الأنسان
المادة باللغة الانجليزية	Fundamentals of Human Nutrition
المرحلة	الثالثة
السنة الدراسية	2024-2023
الفصل الدراسي	الخريفي
المحاضر	م. د. فدوى وليد عبد القهار
العنوان باللغة العربية	الهضم وتمثيل الغذاء
العنوان باللغة الانجليزية	Digestion and food metabolism
المصادر والمراجع	الكتاب المنهجي: تغذية إنسان المؤلف: الأستاذ الدكتور عبد الله محمد ذنون الزهيري جامعة الموصل- 1992
	Williams, S.R. 1985. Nutrition and Diet Therapy. Times Mirror/ Mosby, College Publishing, St. Luis.
	Benjamin Caballero, Lindsay Allen, Andrew Prentice. 2008. Encyclopedia of human nutrition [2ed.]. ISBN 9780080454283, Elsevier Science (E).

المحاضرة التاسعة

الهضم وتمثيل الغذاء

Digestion and food metabolism

الفرق الرئيسي بين الهضم والتمثيل الغذائي (أو الأيض) هو أن الهضم هو حالة التهدم المسؤول عن تحطيم الجزيئات الكبيرة إلى جزيئات صغيرة، في حين أن التمثيل الغذائي يشتمل على كل من الهدم والبناء، أي تحطيم الجزيئات الكبيرة وصنع الجزيئات الكبيرة من الجزيئات الصغيرة أيضاً، فإن الهضم ينطوي على كل من العمليات الميكانيكية والكيميائية الحيوية بينما الأيض يضم عمليات الهضم والتمثيل الغذائي هما عمليتان تحدثان في أجسام الانسان والحيوانات لإنتاج الطاقة والحفاظ على العمليات الخلوية الأخرى.

الهضم:

الحالة التي عليها الطعام الذي يتناوله الانسان ليست مناسبة ولا صحيحة لتوفير الطاقة والمواد الأولية للجسم، فيجب تكسير الطعام إلى مواد أصغر ومن ثمّ إلى جُزيئات صغيرة جداً حتى يمكن أن تستفيد منه الخلايا عن طريق الامتصاص. إن تكسير الطعام إلى جزيئات صغيرة هي وظيفة الجهاز الهضمي.

يعرف الهضم Digestion بأنه عملية تحويل المواد الغذائية المعقدة التركيب إلى مواد بسيطة سهلة الذوبان وقابلة للامتصاص. أو هو تكسير الطعام إلى جزيئات صغيرة يستطيع الجسم الاستفادة منها، وتشمل جميع التغيرات الحادثة له داخل القناة الهضمية لإعداده للامتصاص ولاستعماله داخل الجسم.

فعندما يدخل الطعام إلى الجهاز الهضمي يتم تكسيره إلى جزيئات صغيرة، بعدها يقوم الجسم بالاستفادة منها. إذا كان للخلايا أن تستفيد من الطعام فلابد أن يتم تكسيره إلى جزيئات صغيرة، فالجزيئات الكبيرة التي لا يمكن أن تدخل للخلية، لا يمكن للخلية الاستفادة منها. نظراً لان الهضم يحدث بداخل القناة الهضمية فانه يمكن اعتباره عملية منفصلة عن تمثيل خلايا الجسم للغذاء الممتص. وتؤدي عملية الهضم إلى:

1-تحويل الكربوهيدرات (النشويات والسكريات) إلى سكريات أحادية

2-وتحويل البروتينات إلى أحماض أمينيه

3-وتحويل الدهون إلى أحماض دهنية حرة وكليسيرول

إن الهضم هي واحدة من **أربع عمليات مسؤولة عن الحصول على المواد الغذائية** من قبل الانسان والحيوانات والغرض من ذلك كله تجزئة جزيئات الغذاء الكبيرة وتحليلها إلى وحداتها البنائية الأولية ليسهل على الجسم امتصاصها بعد ذلك وإدخالها إلى مجرى الدم. فمثلاً يتم تحويل النشا إلى جزيئات الكلوكوز والسكريات الثنائية إلى وحداتها الاولية وتحويل البروتينات إلى الببتيدات والأحماض الأمينية وتحويل الدهون إلى أحماض دهنية وكليسيرول. أما الماء والاملاح والمعادن والفيتامينات فيتم امتصاصها مباشرة دون أي تغيير.

وتشمل **العمليات الأربعة** هذه كل من:

1- الابتلاع
2- الهضم
3- امتصاص المواد المهضومة
4- التمثيل

يمكن تقسيم العمليات التي يتم بها هضم المواد الغذائية الي ثلاثة اقسام:

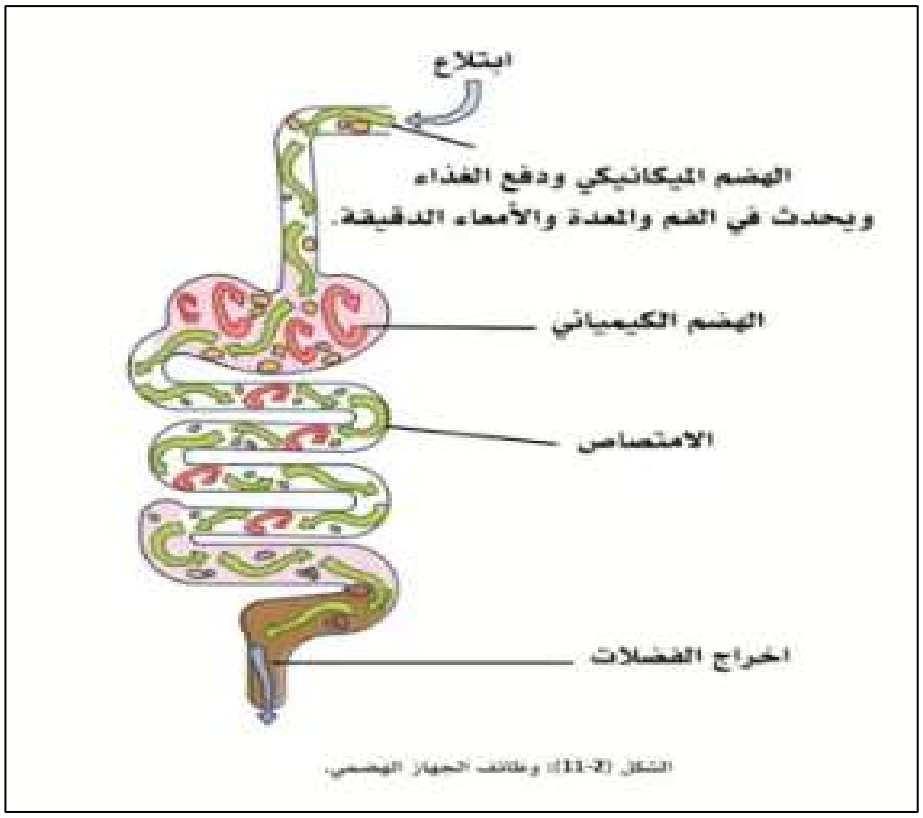
1- الهضم الميكانيكي

ويقصد به تجزئة الغذاء على اجزاء صغيرة (او عملية المضغ) وهي العملية الاساسية في الهضم الميكانيكي. تزداد اهمية الهضم الميكانيكي مع نوعية الغذاء الصلبة. وللهضم الميكانيكي أهمية كبيرة في نجاح مراحل الهضم التالية ويرجع ذلك إلى: هو المسؤول عن تحطيم جزيئات الطعام الكبيرة إلى جزيئات صغيرة مما يسهل عملية الهضم الكيميائي. علاوة على ذلك فإن الأحداث الثلاثة للهضم الميكانيكي تمضغ في الفم، وتضخم في المعدة، وتفتت في الأمعاء الدقيقة. يحدث المضغ عن طريق عمل الأسنان في الفم بينما يكون التمزق هو الضغط وخلط الطعام مع عصارة المعدة عن طريق عمل عضلات المعدة. علاوة على ذلك، فإن التجزئة هي العملية المسؤولة عن الدفع والهضم الميكانيكي للطعام من خلال الأمعاء الدقيقة **1-عملية المضغ** ويقصد بها خلط الغذاء باللعاب والذي يحتوي على الماء وأنزيم الأميليز.

عملية تكسير الغذاء الى اجزاء صغيرة مما يزيد من مساحة السطح المعرض للأنزيمات عن طريق الأسنان أو الحركة الميكانيكية للمعدة، مثل تكسير الجدران السيليلوزية للخلايا النباتية مما يعرض محتويات الخلايا لفعل الأنزيمات الهاضمة.

2- الهضم الكيمياوي

هو المسؤول عن تحطيم جزيئات عالية الوزن الجزيئي إلى جزيئات صغيرة. فإن حامض الهيدروكلوريك والأنزيمات الهضمية التي تفرزها الغدد المختلفة على طول الجهاز الهضمي تعمل على إكمال هذه العملية، إضافة للأحماض واملاح الصفراء التي تسهل العمل الأنزيمي. أثناء الهضم الكيميائي، يتم تقسيم الكربوهيدرات والبروتينات والدهون والأحماض النووية إلى أشكال أحادية الشكل. لذلك، يمكن اعتبار الهضم الكيميائي عملية تقويض أو تفتيت.



تنقسم العمليات الهضمية إلى ثلاث مراحل تمثل مسار العمليات الهضمية هي:

أولا: الهضم في الفم Buccal Digestion

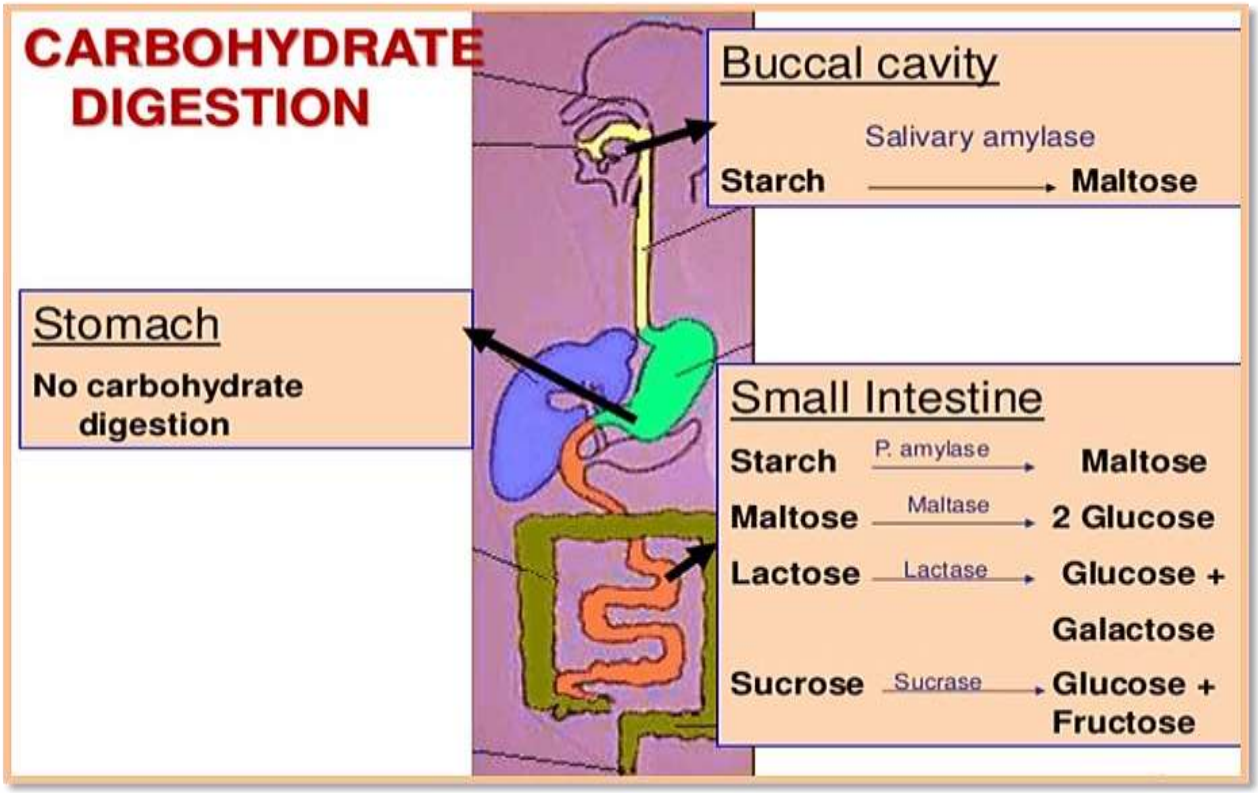
ثانياً: الهضم في المعدة Gastric Digestion

ثالثاً: الهضم المعوي Intestinal Digestion

سوف نتناول هضم المواد الغذائية المختلفة (كربوهيدرات + بروتينات + دهون) في الانسان والذي يشابه تقريباً الهضم في الحيوانات ذات المعدة البسيطة (غير المجترة)

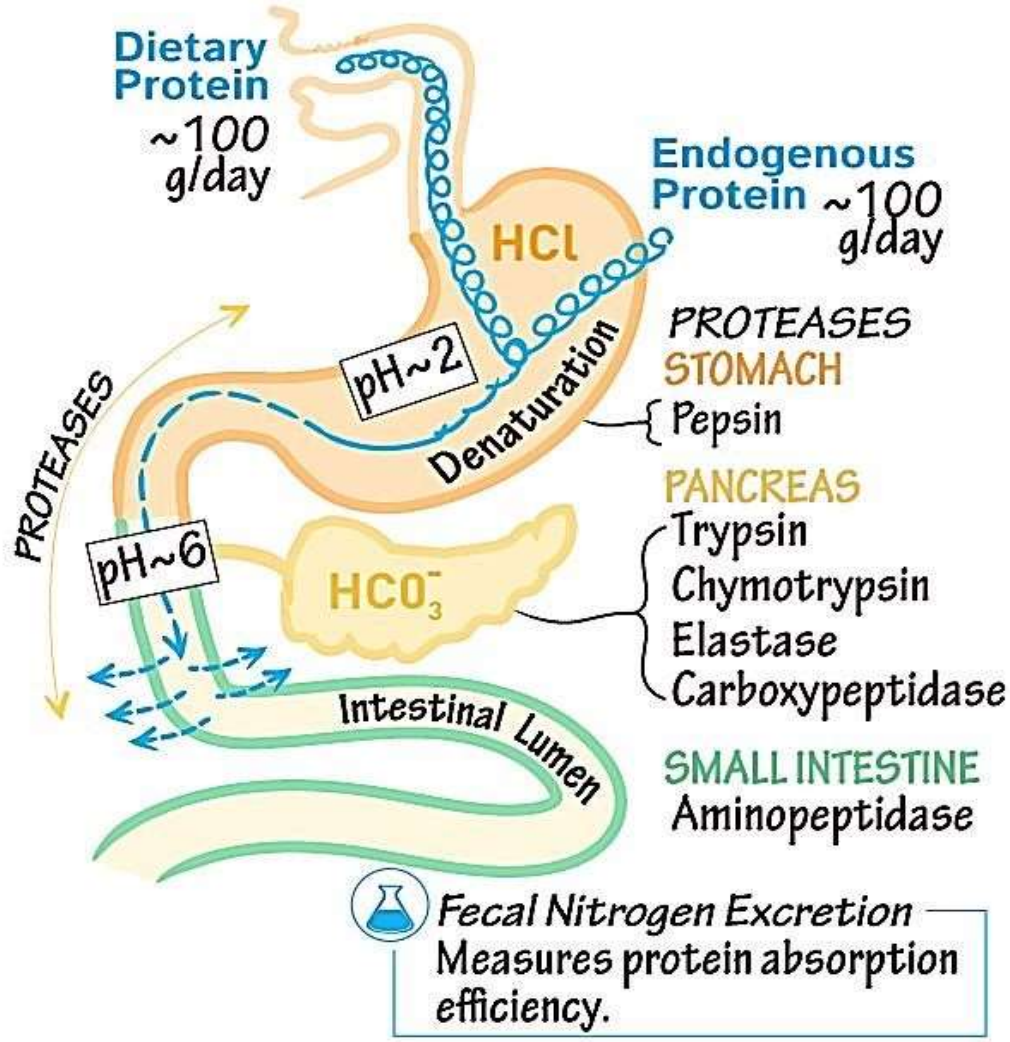
أولاً: هضم الكربوهيدرات

عندما يمضغ الطعام فأنه يمتزج باللعاب الذي يحتوي على أنزيم الأميليز حيث يقوم بتحليل االسكريات المتعددة كالنشأ و الكلايكوجين إلى سكر ثنائي هو المالتوز حيث يتحلل فقط 3 -5 % من النشأ (قُصر المدة) ويستمر عمل الأنزيم بالعمل في المعدة حيث يحول 30-40% من النشا الى مالتوز قبل أن توقف حموضة المعدة عمل الانزيم. وعند مغادرة الطعام للمعدة ودخوله الامعاء الدقيقة (في جزء الأثني عشري) يتم تكملة الهضم للكربوهيدرات بتأثير افرازات البنكرياس الذي يحوي على أنزيم الالفا أميليز حيث يحلل النشأ إلى مالتوز و آيزومالتوز في الاثني عشري، أما الخلايا الطلائية للأمعاء الدقيقة فتفرز انزيمات lactase وMaltase وSucrase وIsomaltase حيث تعمل على تحلل سكريات: اللاكتوز والسكروز والمالتوز والآيزومالتوز إلى سكريات احادية.



ثانياً: هضم البروتينات

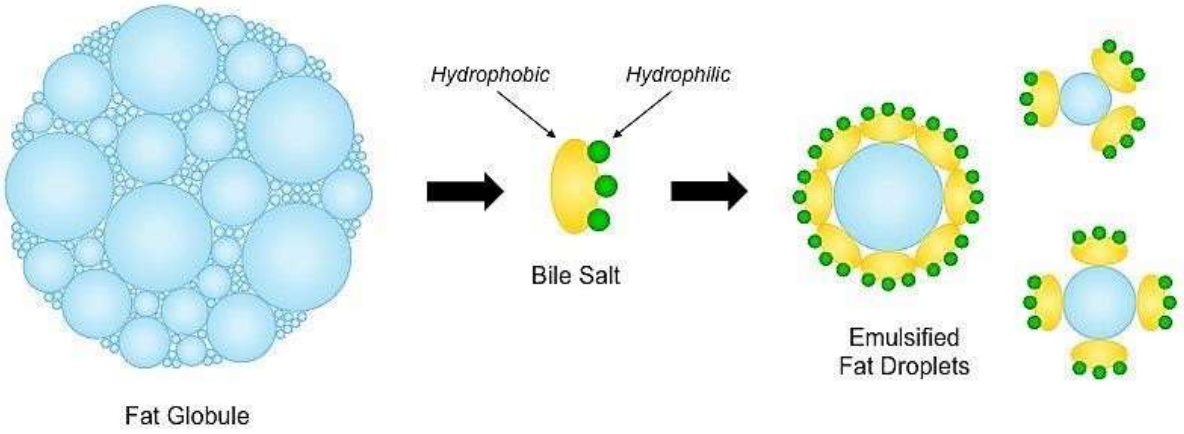
يبدأ هضم البروتينات في المعدة حيث تتعرض للعصارة المعدية ممثلة في أنزيم الببسين حيث يقوم بفصل البروتين الى سلاسل عديدة البيتيد (برتوزات + ببتونات). أما في الامعاء الدقيقة يتعرض البروتين لإفرازات أنزيمات العصارة البنكرياسية (تربسين وكربوكسي ببيتايديز، كيموتربسين) حيث تقوم بتحليل نواتج التحلل الجزئي للبروتينات الى المرحلة النهائية وهي الاحماض الامينية او ببتيدات ثنائي. ان الخلايا الطلائية للأمعاء الدقيقة تحتوي على انزيمات متخصصة في تحلل الببتيدات الثنائية مثل Dipeptides وتحولها الى احماض امينية.



ثالثاً: هضم الدهون: -

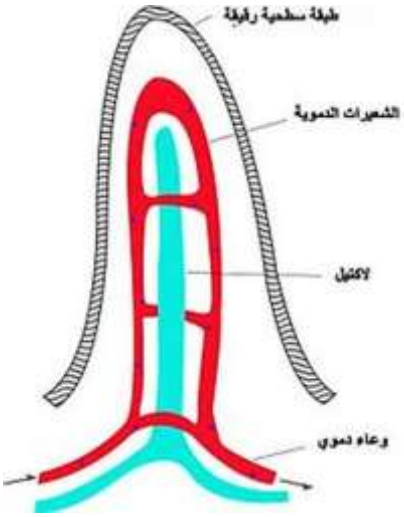
تعتبر الدهون المتعادلة او الكليسيريدات الثلاثية هي الدهن الغالب في الاغذية ذات الاصل النباتي أو الحيواني. وكل جزيء من هذه الدهون يتكون من جزيء كليسيرول متحد مع ثلاثة احماض دهنية.
وفي الاغذية المعتادة توجد كميات بسيطة من بعض المركبات أو المشتقات الدهنية مثل الفسفوليبيدات والكوليسترول. ففي المعدة يتم هضم كميات بسيطة من الكليسيريدات الثلاثية ذات الاحماض قصيرة السلسلة وتهضم بواسطة أنزيم اللايبيز المعدي فقط لدهون اللبن أو البيض. أما في الامعاء الدقيقة فيحدث بها الهضم الحقيقي للدهون، حيث ان الدهون الطبيعية الفسفوليبيدات وإسترات الكوليسترول تتحلل مائياً، لكن الكوليسترول والاحماض الدهنية الحرة لا يلزمها تحلل مائي حيث تمتص كما هي.

يتم تفتيت حبيبات الدهن الكبيرة الى حبيبات لتكون في صورة مستحلب غروي مع الماء مما يسهل عمل انزيمات الهضم علي سطح حبيبات الدهن تحت تأثير العصارة الصفراوية، ثم يلي ذلك مرحلة الهضم التي تتم بتأثير انزيم اللايبيز البنكرياسي حيث يقوم بتحليل الكليسيريدات الثلاثية الى كليسيريدات احادية وثنائية واحماض دهنية وكليسيرول (الأحادية والثنائية تذوب في الماء وتمتص في الدورة البابية). أما اللايبيز المعوي يعمل على الاحماض الدهنية المتوسطة ويلعب دور هام في تخليق أنواع جديدة من الكليسيريدات.



الامتصاص Absorption

يعرف الامتصاص بأنه عملية انتقال المواد الناتجة من هضم الغذاء (سكريات أحادية وأحماض امينية وأحماض دهنية وجليسرين علاوة على الماء والاملاح والمعادن والفيتامينات) من تجويف القناة الغذائية إلى الدم أو اللمف ويحمل الدم هذه المواد إلى خلايا الجسم للاستفادة منها أو خزنها.

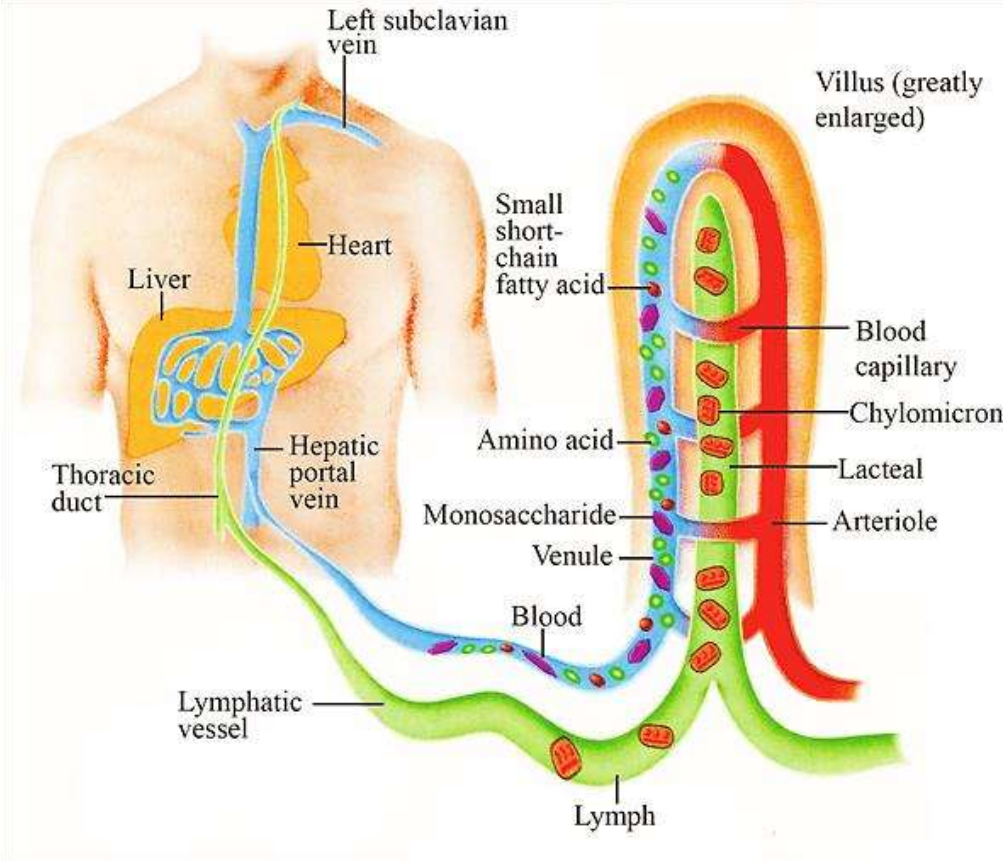


كما يمكن القول أن الامتصاص هو انتقال الجزيئات من تجويف القناة الهضمية (تجويف خارجي) إلى الدم (وسط داخلي). وهي خطوة لا يمكن تعميمها على كل القناة الهضمية فهي تتم في الأمعاء الدقيقة فقط. ويرجع السبب في ذلك إلى تكوين الجسم، فاختلافاتها (ثناياها والزغابات التي فيها) تجعل من الأمعاء أكبر مساحة امتصاص (200 مرة أكبر من أي سطح أملس)، ما يقرب من 300 متر.

ويمكن أن يحدث الامتصاص في اتجاه جهازين تصريف، فكل زغابة معوية لها شبكة من الشعيرات الدموية (شريان – وريد) ومحور الزغابات المعوية متصل بالشبكة الليمفاوية. ومن ناحية الامتصاص، لكل من هذين النظامين خواصه ومميزاته.

حيث يقوم الجهاز الدموي بتصريف كل الجزيئات القابلة للذوبان في الماء (الماء، المواد المعدنية، السكريات، الجلسرين، الأحماض الأمينية، القواعد النيتروجينية، الفيتامينات الذائبة في الماء) بالإضافة إلى الأحماض الدهنية الحرة والتي تحتوي على سلسلة كربونية قصيرة (10 ذرات كربون على الأكثر). ويكون مرور الماء وكذلك بعض الأيونات المعدنية سلبيا. ولكن بالنسبة لمعظم الجزيئات وبعض الأيونات مثل الصوديوم، فيتم مرورها عبر جزيئات "ناقلة" والتي يتطلب عملها تشغيل أنظمة معقدة تستلزم طاقة تأتي من جزيئات ثلاثي فوسفات الأدينوسين ATP. وهذه الجزيئات الناقلة توجد منها أنواع خاصة لكل نوع من الجزيئات المراد نقلها. وتعتمد أحيانا على جود جزيئات أخرى تعاونها لإتمام عملها. فنقل الجلوكوز مثلا يكون أكثر سرعة في وجود الصوديوم، ونقل الكالسيوم لا يمكن أن يتم إلا في وجود فيتامين د. وحين تصل الجزيئات إلى شبكة الشعيرات بالزغبات المعوية، تتبع المسار الدموي الذي يسمح بوصلها عبر الطريق البابي إلى الكبد، ومن الكبد عبر وريد التجويف الداخلي إلى الأذين الأيمن.

في حين يقوم الجهاز اللمفاوي بتصريف يصرف كل الجزيئات القابلة للذوبان في الدهون مثل الأحماض الدهنية ذات السلسلة الكربونية الطويلة. وتدخل إلى الخلية الظهارية على هيئة مركبات مستحلبة مع الأملاح الصفراوية. وفي داخل الخلية تتحرر الأملاح الصفراوية وتتجمع الدهون على هيئة دوائر مع البروتين الدهني وتلتقي كلها فيما بعد بالجهاز الدموي عند وريد التجويف العلوي عبر القناة الصدرية. أما عن الأملاح الصفراوية فإنها بعد تحريرها في الخلية الظهرية، تمر في الدم مرة أخرى إلى المرارة ولا يحدث امتصاص لأي مادة غذائية في الفم أو البلعوم أو المريء ما عدى أحياناً قد يحدث امتصاص لبعض العقاقير في الفم أو



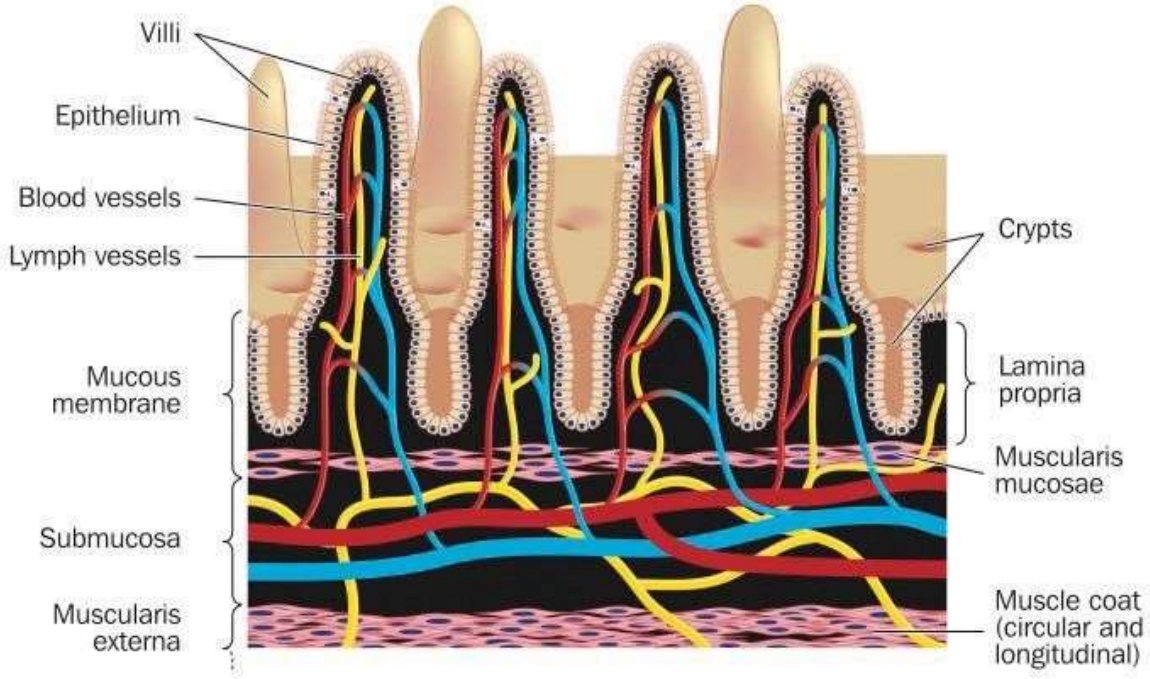
البلعوم. وقد يحدث امتصاص في المعدة ولكن بصورة محدودة جدا.

ففي المعدة يتم امتصاص الكحول والماء والتوابل وفي الأمعاء الغليظة يتم امتصاص الماء والفيتامينات. فالماء مثلا يمر بحرية خلال الغشاء المخاطي للمعدة في كل الاتجاهين ولكن كمية الماء الممتصة تزيد عن كمية الماء التي تمر في الاتجاه المعاكس أي نحو تجويف المعدة. يتم امتصاص المواد المهضومة 90% في الأمعاء الدقيقة 10% في المعدة والأمعاء الغليظة. وتعتبر الأمعاء الدقيقة المركز الرئيسي لعملية الامتصاص وترجع كفاءتها العالية في الامتصاص إلى أنها مهيأة بدرجة كبيرة لهذه العملية بسبب وجود الزغابات (villi) العديدة فيها. وتزيد هذه الزغابات كثيرا من مساحة السطح المهيأ للامتصاص، كما أنها تقوم بحركات قوية تساعد على تحريك المواد الغذائية القريبة من الغشاء المخاطي للأمعاء مما يسهل عملية الامتصاص.

ما هي الزغابات (الخملة)؟

هي وحدة الامتصاص وهي مكيفة لهذه الوظيفة الحيوية أحسن تكيف فهي مزودة بشريان صغير يتفرع إلى عدد كبير من الشعيرات الدموية التي تعود فتكون وريد صغير. إن ذلك يساعد على تصريف المواد

الممتصة من الخملة وإفساح المجال لامتصاص جزيئات أخرى. ويوجد في وسط الخملة وعاء لمفاوي يقوم أيضا بتصريف المواد الغذائية الممتصة.



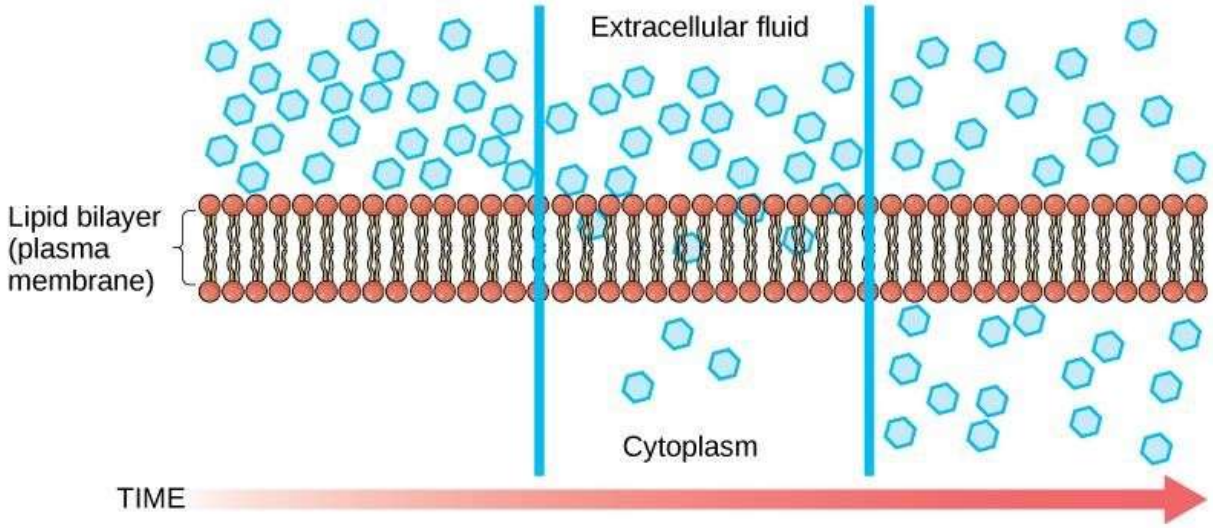
إلية الامتصاص Mechanism of Absorption

بعد إكتمال عمليات الهضم يتم امتصاص المواد المهضومة بواحدة من الآليتين التاليتين:

1- الانتقال السلبي Passive Transfer
2- النقل الايجابي Active Transport.

الانتقال السلبي Passive Transfer

يتم الامتصاص بواسطة عمليات فيزيائية بسيطة مثل الانتشار diffusion والخاصية الأزموزية Osmosis وتجري عملية الامتصاص معتمدة على فارق التركيز بين طرفي الزغابات، بمعنى إن المواد الممتصة تنقل من تجويف الأمعاء حيث يكون تركيزها أعلي إلى خلايا الغشاء والتي يكون تركيزها فيها أقل. وهذا النوع من النقل لا يحتاج إلى صرف طاقة من قبل الجسم.



النقل الايجابي Active Transport

تعتمد هذه الطريقة على إن بعض المواد مثل: الجلكوز والأحماض الامينية والأملاح. تعتمد في امتصاصها على نشاط خاص لخلايا الأمعاء نفسها. وتنتقل هذه المواد من تجويف الأمعاء إلى الدم بعكس فرق التركيز بمعنى أنها تنتقل من تركيز اقل إلى تركيز اعلى. إن امتصاص هذه المواد يحتاج إلى صرف طاقة من قبل الخلايا. ومما يؤيد هذه الطريقة إن هذه المواد تمتص من قبل الخلايا أسرع من مواد أخرى لها نفس حجمها الجزئي وربما أصغر منه. والمواد التي تمتص بالنقل الايجابي هي عادة مواد تلعب دورا مهما في عمليات الايض التي تحدث داخل الخلايا مثل (الجلكوز والأحماض الامينية والأملاح). كلما زاد تركيز المواد في الكتلة الغذائية المهضومة المحتوية على المواد الغذائية ذات الاوزان الجزيئية الصغيرة نسبياً كلما سهل ذلك من عملية النفاذ للزغابات. فالقوة الأزموزية لبروتينات بلازما الدم تساعد على سحب الماء من الغذاء الي داخل الخمائل (الزغابات).

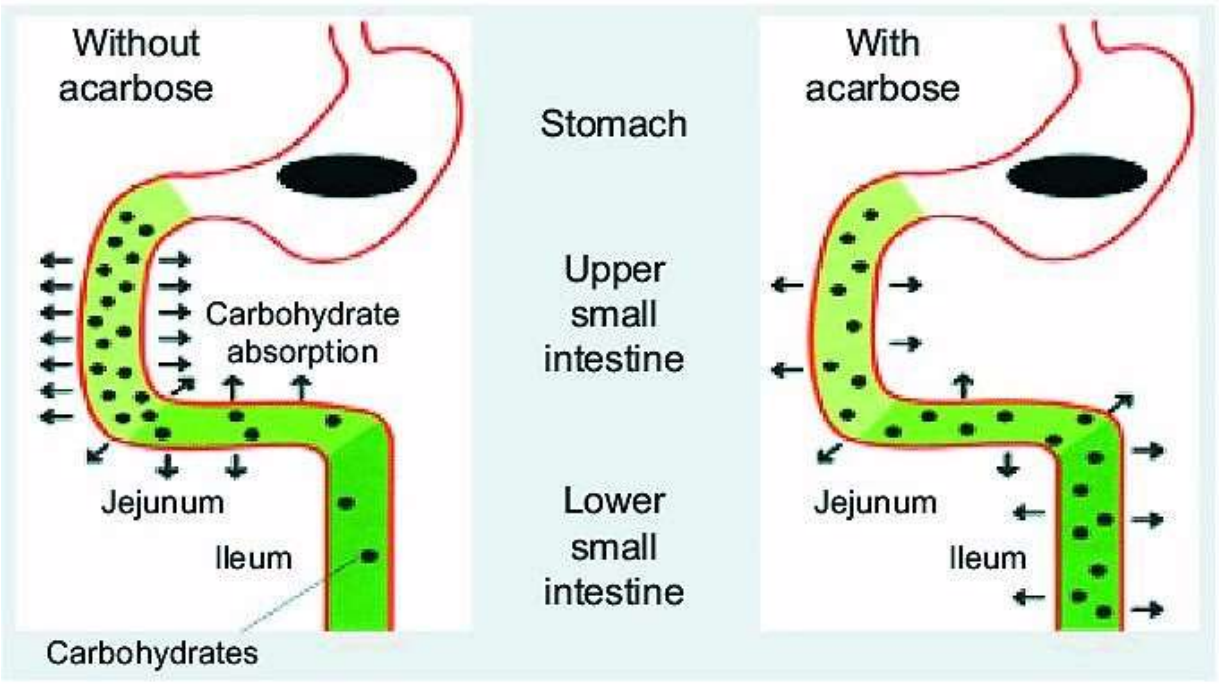
امتصاص المواد الكربوهيدراتية

ينتج عن هضم المواد الكربوهيدراتية مجموعة من السكريات الأحادية هي الجلكوز والفركتوز والكلاكتوز. تمتص معظم هذه السكريات بواسطة عملية نقل ايجابي عبر خلايا الغشاء المخاطي المبطن للأمعاء. ومما يؤيد امتصاصها بهذه الطريقة إن سرعة امتصاص هذه السكريات تختلف من نوع إلى أخر على الرغم من أنها كلها ذات وزن جزيئي واحد. فنجد أن الكالاكتوز مثلا يمتص أسرع من الكلوكوز، والجلكوز يمتص أسرع من الفركتوز. هناك فرق في سرعة امتصاص السكريات الأحادية(الكالاكتوز والفركتوز والجلوكوز والريبوز) والعوامل التي تؤثر عليها هي:

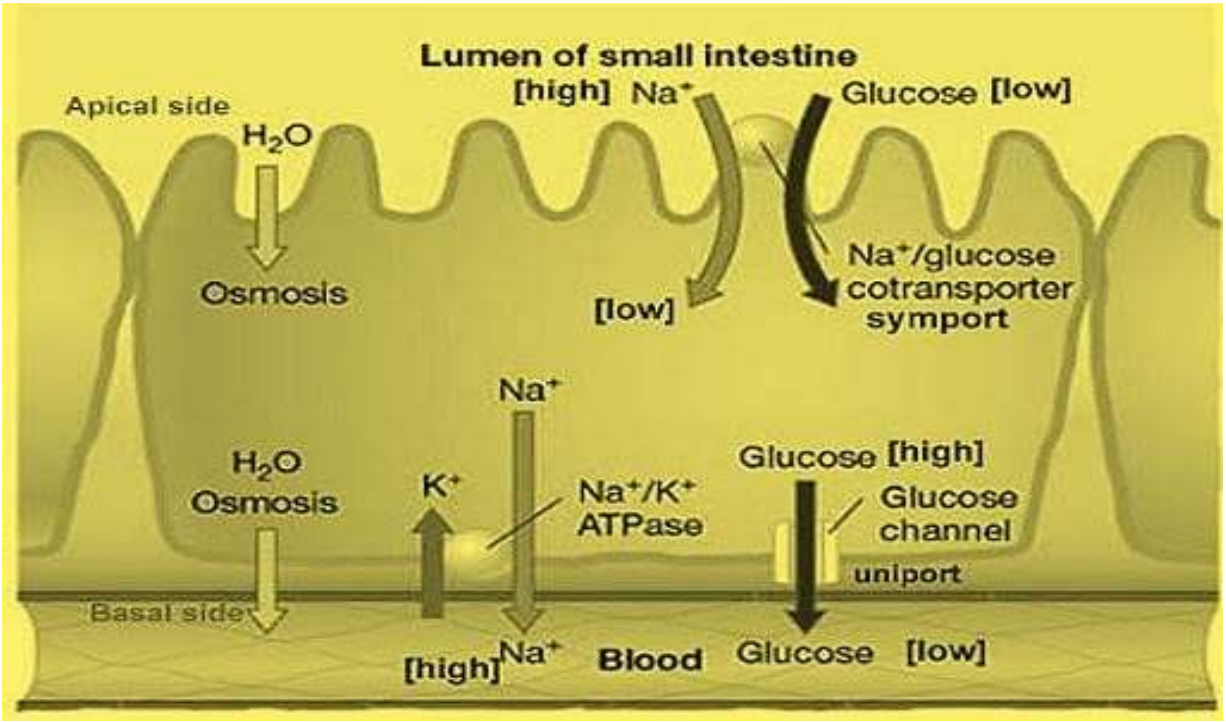
1-حالة خلايا الطبقة المخاطية وطول الفترة التي تبقى فيها المواد السكرية في تماسها معها فالامتصاص يكون بطيء في حالة التهاب أغشية الأمعاء (Enteitis) او الإسهال (Diarrhea)

2-الهرمونات: فهرمون الثيروكسين يزيد من امتصاص الجلوكوز وقلة افراز هرمونات قشرة الغدة الجار كلوية أو الكضرية تسبب انخفاضا في امتصاص الجلوكوز في حين ان ليس للأنسولين أثر على امتصاص السكريات الأحادية في الامعاء.

3-الفيتامينات: حيث وجد ان مجموعة فيتامينات (ب) المركب (B-complex) تزيد من سرعة الامتصاص.

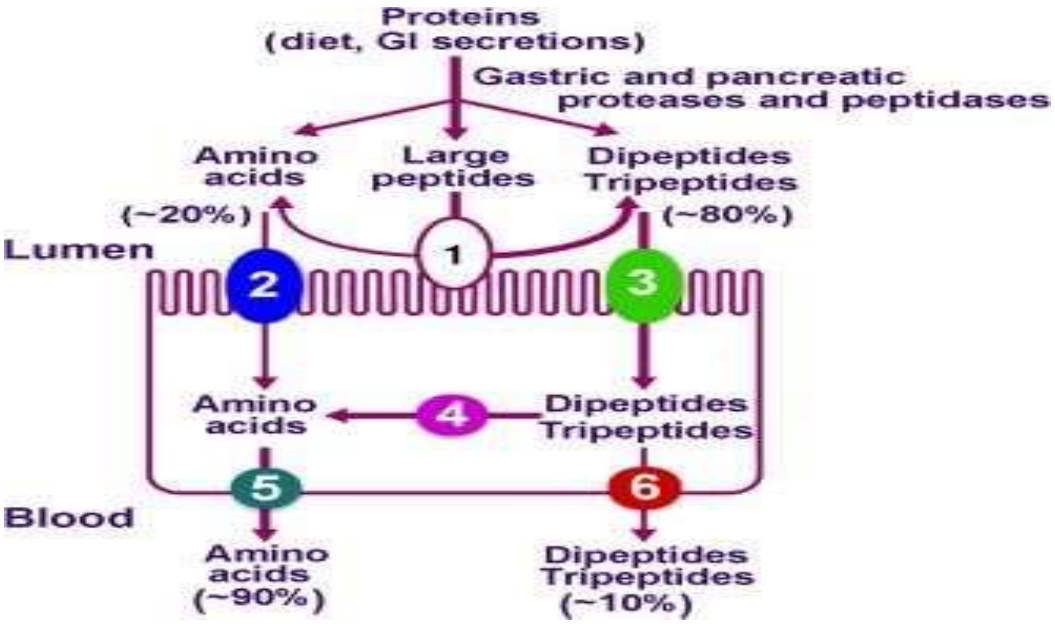


وقد أثبتت التجارب إن وجود جزيء الفوسفات غير العضوي يزيد من سرعة امتصاص الكلوكوز. حيث ينتقل الجلكوز إلى الشعيرات الدموية بينما يعود جزيء الفوسفات ليرتبط بجزيء أخر من الجلكوز. ومع إننا ذكرنا إن معظم السكريات الأحادية تمتص بعملية نقل ايجابي إلا إننا يجب إلا ننسى انه إذا كان تركيز هذه السكريات في تجويف الأمعاء اعلى من تركيزها في داخل الخلايا أو في الدم فإنها تنتقل من التجويف إلى الخلايا بواسطة عملية الانتشار متمشية مع فرق التركيز.



امتصاص المواد البروتينية:

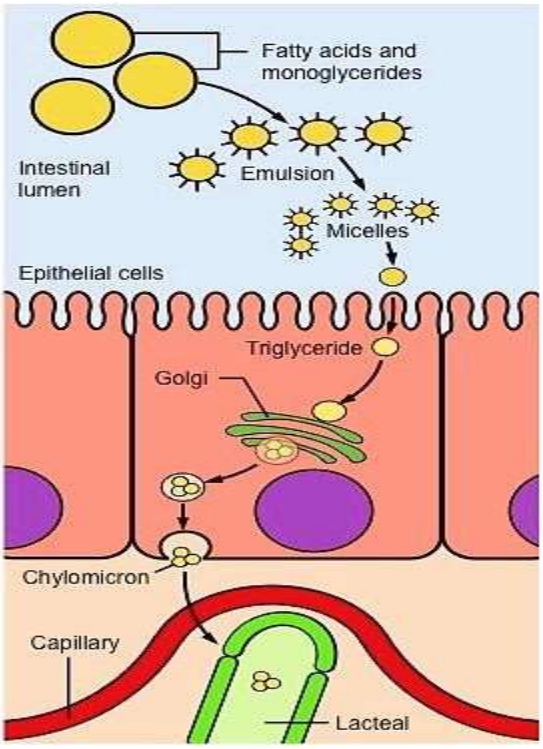
تمتص على هيئة أحماض أمينية في منطقتي الأنثى عشر والصائم حيث يتم نقل الاحماض الأمينية الى طلائية الزغابات ويظهر ان هناك عدة انظمة للنقل حسب مجموعتها الكيميائية، إما بالنقل الإيجابي وبمساعدة انظمة النقل النشط من الصوديوم أو بطريقة النقل النشط ويتم امتصاص الببتيدات الثنائية والثلاثية، ثم يتم انتشار الاحماض الأمينية من طلائية الأمعاء إلى الشعيرات الدموية. ثم تنتقل الى الوريد الكبدي البابي إلى الكبد ثم من الكبد الى القلب، سرعة امتصاص الاحماض الأمينية تختلف باختلاف الحمض الأميني.

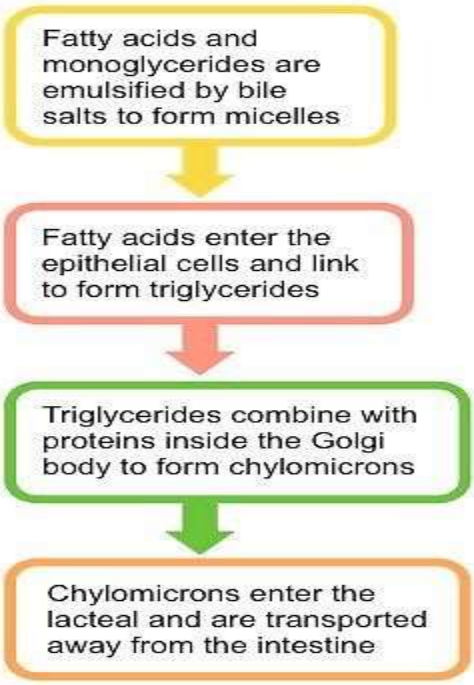


امتصاص المواد الدهنيــة

ينتج عن هضم الدهون خليط من الأحماض الدهنية والكليسيرين.
الكليسيريدات: تمُتص هذه المواد من قِبل خلايا الأمعاء فتدخل الخملات الدقيقة للخلايا بواسطة الانتشار، وقد أظهرت البحوث الحديثة أن هضم الدهون لا يكتمل أبداً، بمعنى أن الأحماض الدهنية والجلسرين فقط لا تشكل النواتج النهائية لهضم الدهون وليست هي فقط التي تعُرض للأمعاء للامتصاص.
وقد وجد أنه نتيجة لهضم الدهون يتكون خليط من كليسيريدات ثلاثية كليسيريدات ثنائية كليسيريدات أحادية، بالإضافة إلى أحماض دهنية وجليـسريـن. وجميع هذه المواد، باستثناء الأحماض الدهنية، قابلة للامتصاص، ولا يسبب امتصاصها أية مُشكلة بالنسبـة للأمعـاء.
أما الأحماض الدهنيـة فإنها لا تذوب في الماء وغير قابلة للامتصاص. ولكن أملاح الصفراء تتحد معها وتتكون مُركبات قابلة للامتصاص بعد ذوبانها في الماء. وتتكسر هذه المركبات داخل الخلايا مُحررة الأحماض الدهنية وأملاح الصفراء مرة أخُرى. تنتقل أملاح الصفراء إلى الدم، وعن طريق الدم تصل إلى الكبد لتحفز خلاياه لإفراز الصفراء. وهكذا نرى أن أملاح الصفراء تلعب دوراً هاماً في عملية امتصاص الدهون بالإضافة إلى الدور الذي تلعبه في عمليـة هضم الدهـون. تتحد الأحماض الدهنيـة مع الجليسريـن داخل خلايا الأمعاء ويتكون جزئ كليسيريدات ثلاثية، ويسمى دهن متعادل Neutral fat. وهنا نمُيـز بيـن نوعيــن من الدهــون المتعادلة:
1-دهون تحتـوي على أحماض دهنية بها أكثر من 12 ذرة كربون. تمتص عمن طريق الأوعية اللمفية للخملات ثم الدورة البابية للقلب.

2-دهون تحتوي على أحماض دهنية بها عدد من ذرات الكربون أقل من 12 ذرة كربون. تمتص عن طريق الأوعية الدموية للخملات ثم للقلب.





امتصاص الفيتـامينـــــات:

إن بعض الفيتامينـــات تذوب في الماء والبعض الآخـر تذوب في الدهون. تمُتص الفيتامينات القابلة للذوبان في الماء بسرعـــــة، بطريقة الانتشار البسيط مثل فيتامين C ،B بينما فيتامين B12 يحتاج لعامل مساعد غالبا ما تنتجه المعدة،

أما الفيتامينـات التي تذوب في الدهون مثل فيتامين D,E,K،A فإن امتصاصها يتم امتصاصها مع الدهون المهضومة في الأمعاء ، يقل امتصاص الفيتامينـات التي تذوب في الدهون إذا كان هناك خلل في امتصاص الدهون أو نقص في أملاح الصفراء. ولهـذا قد يــؤدي انسداد قناة الصفـراء إلى ظهور أعراض نقص هذه الفيتامينــات.

امتصاص المـــــــاء:

يصل حجم السوائل الكلي اليومي الى الأمعاء حوالي 9 لترات ومصدرها اما من المواد الغذائية (5.1 لتر) او سوائل العصارات الهاضمة (7,5 لتر)، ويقدر ان حوالي (5.8-8 لتر) يعاد امتصاصها في الأمعاء الدقيقة اما البقية فيتم امتصاصها في الأمعاء الغليظة لكي تعود الى سوائل الجسم.

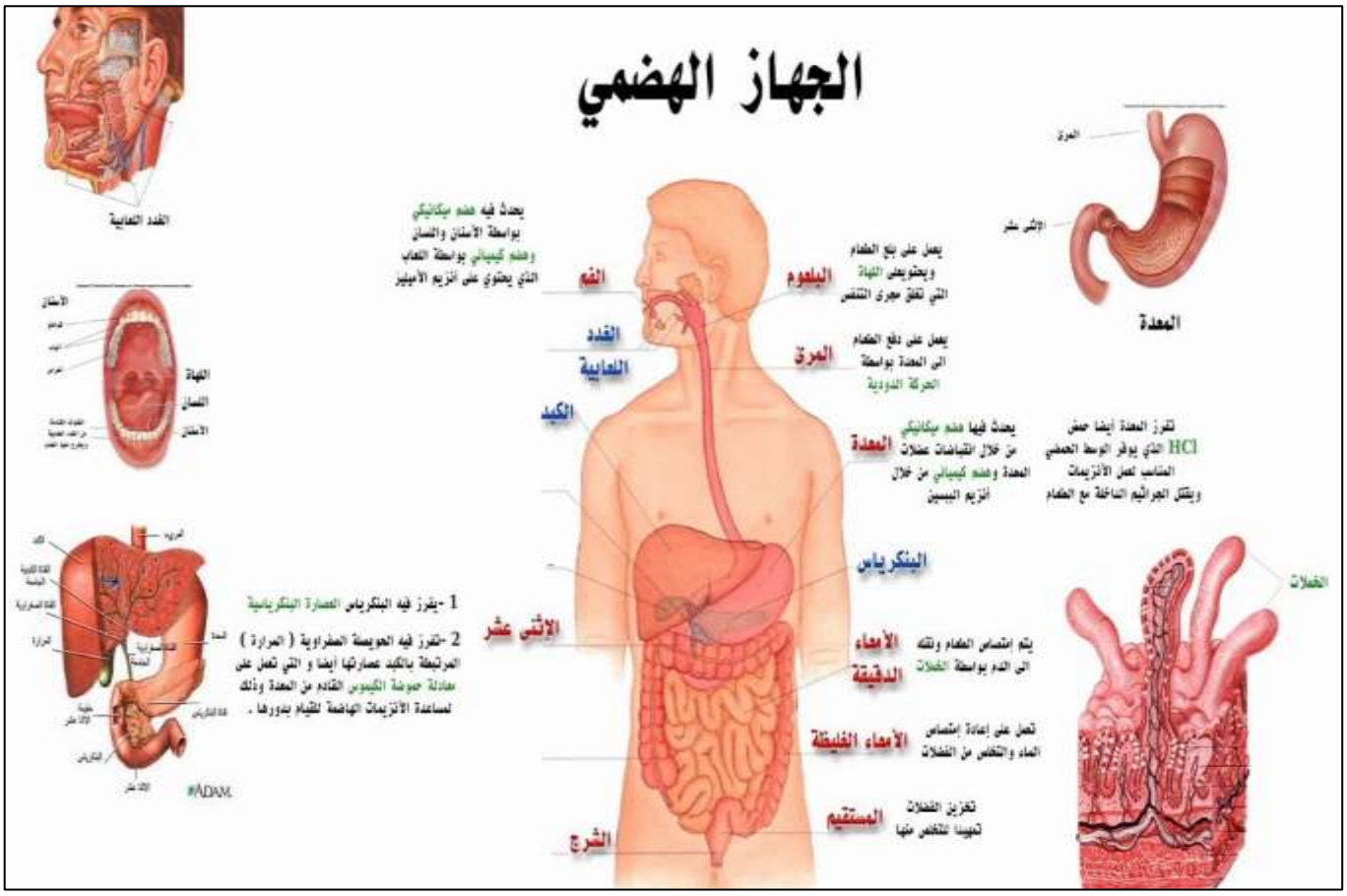
مع أن الماء يمكن امتصاصه بل ويمُتص فعلاً في المعدة إلا أن مُعظم امتصاصه يتم في الأمعاء الدقيقة، بمعدل يزيـد عن ستـــة لتـــرات في اليوم الواحد، وهذه الكميـة قابلة للزيادة. ومع أن القولون له القدرة أيضاً على امتصاص الماء إلا أنه لا يستطيع أن يجاري الأمعاء الدقيقة في هذا المضمار. ويتم امتصاص

الماء بالخاصية الأسموزية (Osmosis) من تجويف المعي عبر الطبقة الطلائية المخاطية ثم إلى الشعيرات الدموية في الزغابات.

أن حركة جزيئات الماء تتبع فرق الضغط الأسموزي فعندما تمتص الأمعاء المواد الذائبة بواسطة النقل الإيجابي ينشأ فرق في الضغط الأزموزي ينتج عنه تحرك الماء في نفس الاتجاه أي باتجاه الأمعاء إلى داخل الخلايا. ومن الجهة الأخرى إذا قلت كمية السوائل في الطعام، أو تأثر امتصاص المواد الذائبة في الأمعاء لأي سبب قلت حركة الماء في اتجاه الخلايا. والمعدل الطبيعي لامتصاص الماء 300-400 مل/ساعة (أو بمعدل نصف لتر/ الساعة).

امتصاص الأملاح المعدنيـــــة:

تمُتـص الأملاح بسهولة بواسطة الانتشار إذا كان فرق التركيز مُلائماً لتحركها في هذا الاتجاه. كما ان نسبة منها تنقل بواسطة النقل النشط. ومع ذلك نجد معظمها، إن لم يكن كلها، ينتقل بطريقة النقل الإيجابي. وان امتصاص بعض الأملاح يعتمد على وجود أو غياب مواد أخُرى فمثلا امتصاص الكالسيوم والفوسفات يعتمد بدرجة كبيرة على وجود فيتامين D، ويقل امتصاصها كثيراً في غيـاب هذا الفيتاميـــن.



شكل يوضح ملخص مراحل الهضم داخل جسم الإنسان