الهضم، والامتصاص، والأيض

المفاهيم الأساسية

- خلال النظام المتوازن للتغير الميكانيكي والكيميائي، يتم هدم جزيئات الغذاء إلى مواد أبسط، حيث تطلق المواد المغذية، ويعاد تشكيلها للاستخدام داخل الجسم.
- وظائف الأعضاء الخاصة وهياكلها، تقوم بإنجاز تلك التغيرات من خلال أجزاء متتالية في النظام ككل.

لا تأتي المواد المغذية التي يحتاجها الجسم جاهزة للاستخدام كما ذكر في الفصل السابق، بل على عكس ذلك تكون ضمن محتوى الأغذية وبعدة أشكال. ولا تستطيع خلايا الجسم الاستفادة من هذه المواد المغذية بهذه الأشكال؛ ولذلك كل جزيئات الغذاء يجب هدمها إلى مواد أبسط.

ومن خلال هذه العملية، يجب أن يحرر الجسم المواد المغذية، ويعيد تشكيلها وتوجيهها لتلبية احتياجات الحياة الخاصة.

يناقش هذا الفصل كيف تحدث عملية التغير هذه، ويظهر كل عملية من عمليات هضم الغذاء، وامتصاص المواد المغذية كعملية واحدة مستمرة مكونة من سلسلة من الأحداث المتتالية. ومن خلال هذا الفصل، يمكن مراجعة وظائف وهياكل الجسم الفريدة التي تقوم بهذه العملية، وكيفية الإبقاء على الحياة.

الهضم

المبادئ الأساسية

مبدأ التغير

لا تستطيع خلايا الجسم استخدام الغذاء بعد أكله، حيث يجب أن يكون الغذاء متحولاً إلى مواد أبسط يتم امتصاصها، ثم إلى غير ذلك ، وكذلك المواد الأبسط التي يمكن استخدامها للخلايا من أجل المحافظة على الحياة.

إعداد الطعام للاستخدام من قِبل الجسم ويشمل العديد من الخطوات التي تشكل مجمل عملية الهضم، والامتصاص، والنقل، والأيض الغذائي.

الهضم: هو العملية التي بواسطتها يهدم الغذاء داخل القناة الهضمية، وإنتاج العديد من المواد المغذية في عدة أشكال يمكن للجسم استخدامها.

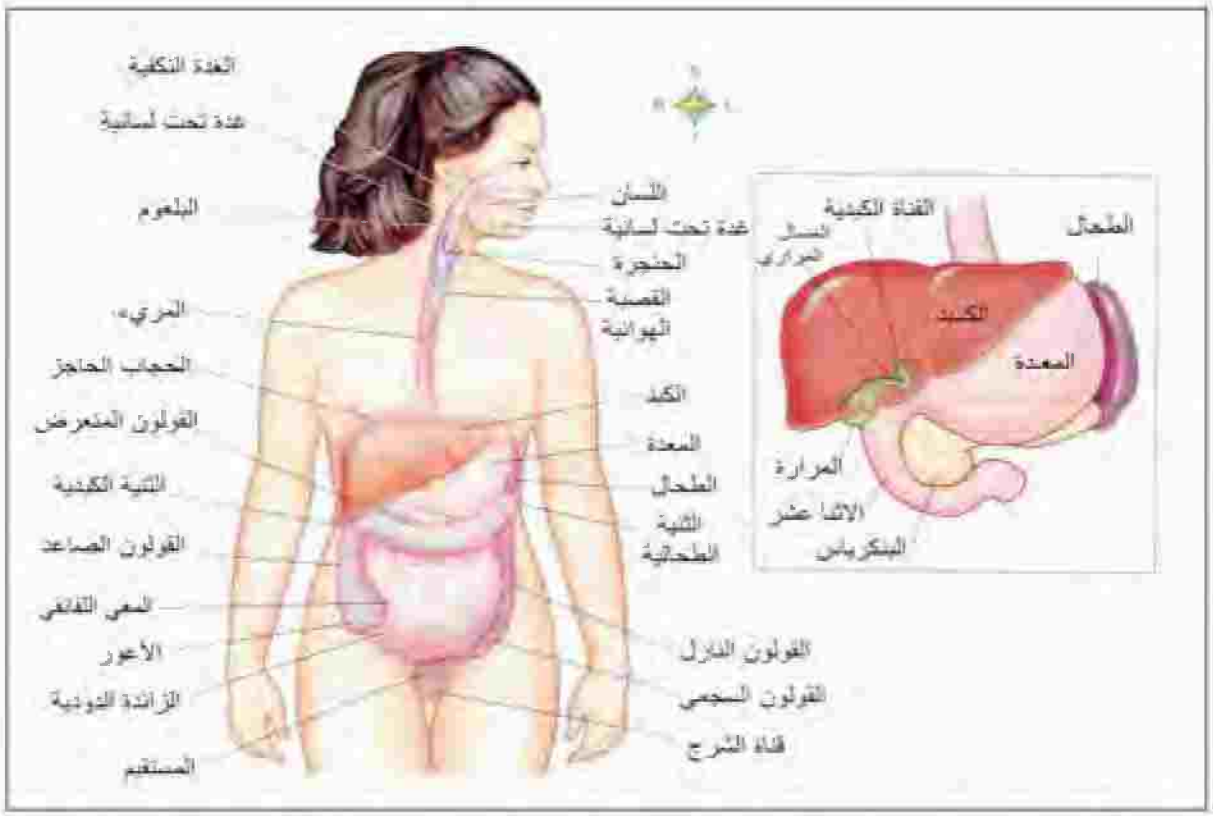
الامتصاص: هو العملية التي بواسطتها يتم أخذ المواد المغذية إلى خلايا بطانة القناة الهضمية.

النقل: تنقل المواد الغذائية من خلال الدورة الدموية من منطقة في الجسم إلى أخرى.

الأيض الخلوي: هو مجموع عدد كبير من التغيرات الكيميائية في الخلايا، والوحدة الوظيفية للحياة، يُنتج عن تلك المواد الأساسية اللازمة للطاقة، وبناء الأنسجة، وعمليات التحكم الأيضية.

مبدأ الكل

أجزاء من عملية التغيير هذه لا وجود لها، ولكن تشكل في مجموعها وحدة واحدة مستمرة. تظهر في الشكل رقم (٥,١)، أجزاء مختلفة من الجهاز الهضمي، ووظائفها النسبية في الجسم.



الشكل رقم (٥,١). الجهاز الهضمي. من خلال الأجزاء المتالية في النظام، ينتج العديد من نشاطات الهضم لإعادة تشكيل المواد المغذية اللازمة لحاجة الجسم. (From Thibodeau GA, Patton KT: *Anatomy and physiology*, ed 5, St Louis, 2003, Mosby.)

المكونات الغذائية تنتقل عن طريق هذا الجهاز، حتى ينتهي بها المطاف إلى الخلايا، أو تُطرح كنفايات.

التغيرات الكيميائية والميكانيكية

لإرسالها المواد المغذية إلى الخلايا، يجب أن يمر الغذاء من خلال سلسلة من التغييرات الميكانيكية والكيميائية. وهذان النوعان من الإجراءات يشكلان ـــعموماً ـ عملية الهضم.

وقد نوقشت الإجراءات الكيميائية والميكانيكية المحددة التي تحدث خلال هضم الكربوهيدرات، البروتينات، والدهون في الفصول الخاصة بها في هذا النص. ويتناول هذا الفصل تلك الإجراءات ككل بوصفها عملية مترابطة.

الهضم الميكانيكي: الحركة المعدية

تنسق ابتداء من الفم، والعضلات، والأعصاب في جدران القناة الهضمية أعمالها من أجل حدوث الحركة المعدية الضرورية للشروع في الهضم. وتعني كلمة *الحركة* القدرة على التحرك تلقائيًا. وهذا التحرك التلقائي للغذاء يُمكّن الجهاز من تفتيت الكتلة الغذائية، ونقلها على طول الطريق لهضمها بأفضل معدل. وتعمل العضلات والأعصاب معاً لجعل هذه الحركة تعمل بسلاسة.

العضـــلات : تتفاعل طبقات من العضلات الملساء التي يتألف منها جدار الأمعاء لتوفير نوعين من أنواع الحركة على النحو التالي: (١) نغمة العضلة أو انكماش العضلة، والذي يكفل استمرارية مرور كتلة الغذاء، والتحكم بالصمام على طول الطريق. (٢) تقلص العضلات واسترخائها الدوري، وهي مزيج من الموجات المتناغمة التي تخلط كتلة الطعام، وتدفعها إلى الأمام.

وبالتناوب بين انكماش العضلات واسترخائها هو الذي يدفع المحتويات للمضي قدماً، تُعرف هذه بالحركة الدودية "التمعجية"، وهي مشتقة من الكلمات اليونانية : Peri ، ويعني هذا "حول"، وstalsis، أي "انكماش".

الأعصاب : تنظم الأعصاب المحددة عمل العضلات على طول القناة الهضمية. وهناك شبكة معقدة من الأعصاب في جدار القناة الهضمية تمتد من المريء للشرج. هذه الشبكة تسمى "الضفيرة العصبية الداخلية". هذه الأعصاب تنجز ثلاثة أمور: (١) السيطرة على حركة العضلات في الجدار، (٢) تنظيم معدل وكثافة انكماش العضلات المتناوب، و(٣) تنسيق جميع مختلف الحركات. إن كل شيء على ما يرام، فالحركات الدقيقة تتدفق معاً، مثل تلك السيمفونية الكبيرة، والناس لا يعلمون عنها شيئاً. لكن إذا كل شيء على ما يرام، فإن الخلاف هو في الشعور بالألم، مثل مشاكل الجهاز الهضمي وأمراضه، والتي ستناقش في الفصل الثامن عشر.

الهضم الكيميائي: الإفرازات المعوية

يوجد هناك عدد من الإفرازات التي تعمل معاً لجعل الهضم الكيميائي محتملاً. وعموماً، فهناك خمسة أنواع

من المواد المشاركة : الإنزيمات الأساسية التي تهدم المواد الغذائية، وأربع مواد أخرى تساعد هذه الإنزيمات الأساسية لإتمام وظائفها المحددة.

الإنزيمات . إنزيمات الهضم بروتينات ذات أنواع وكميات خاصة لهدم العناصر المغذية المحددة.

حامض الهيدروكلوريك وأيونات المعادلة : حامض الهيدروكلوريك وأيونات المعادلة ضرورية لتصحيح الرقم الهيدروجيني، (مثل درجة الحموضة أو القلوية) اللازمة لنشاط الإنزيم.

المخاط. إفراز المخاط يلين ويحمي الأنسجة المخاطية في بطانة القناة الهضمية، وكذلك يساعد على مزج كتلة الطعام.

الماء والشوارد. تسير منتجات الهضم داخل القناة الهضمية، ومن ثم إلى الأنسجة بواسطة الماء والشوارد.

العصارة الصفراوية. تصنع في الكبد وتخزن في المرارة، وتقسم العصارة الصفراوية الدهن إلى أجزاء أصغر لكشف مزيد من المساحة ؛ لعمل إنزيمات الدهون.

تنتج الخلايا الإفرازية في الأمعاء والمسالك القريبة للأجهزة التبعية، (مثل الكبد والبنكرياس) كلاً من المواد الكيميائية السابقة لتؤدي وظائف محددة في عمليات الهضم الكيميائي.

الوظيفة الإفرازية لهذه الخلايا أو الغدد يتم تحفيزها بما يلي : (١) وجود الغذاء. (٢) الدفعة العصبية. (٣) هرمونات محددة بالنسبة لبعض المواد المغذية.

الهضم في الفم والمريء

الهضم الميكانيكي

يبدأ هدم الغذاء إلى جسيمات أصغر في الفم أثناء عملية المضغ، مثل (العض والمضغ).

والأسنان وهيكل الفم – بشكل خاص– مناسب لمثل هذا العمل. وبعد الغذاء تمضغ كتلة الغذاء المختلطة إلى جسيمات أصغر يتم تمريرها إلى المريء بعد ابتلاعها بواسطة الحركة الدودية التي تسيطر عليها ردود الفعل العصبية. وتسهل العضلات في قاعدة اللسان عملية البلع، وإذا كان الجسم في وضعية الوقوف، تنقل المواد الغذائية إلى أسفل المريء بواسطة الجاذبية الأرضية. وترتخي في المدخل إلى المعدة ، العضلة العاصرة للسماح بدخول المواد الغذائية، ثم تتقلص مرة أخرى مع الإبقاء على المواد الغذائية داخل تجويف المعدة. وإذا كانت العضلة العاصرة لا تعمل بشكل صحيح، فإنها قد تسمح للغذاء المختلط بالحامض التسرب إلى المريء. والنتيجة هي الإزعاج والشعور بحرقة. وهذه الحرقة لا علاقة للقلب بها، وتسمى هكذا ؛ لأن الأحاسيس تعد ناشئة في منطقة القلب.

وهناك سبب آخر للحرقة يتمثل في الفتق الفرجوي . ويحدث هذا عندما يبرز صاعداً جزء من المعدة في تجويف الصدر (الصدر).

الهضم الكيميائي

تفرز الغدد اللعابية مادة تحتوي على مواد أميلاز اللعاب، كما يُدعى (بتيالين). *الأميلاز:* هو اسم عام لأي إنزيم مسؤول عن تحطيم النشا. وتفرز الغدد الصغيرة في الجزء الخلفي من اللسان (غدد إبنير) *الليباز اللساني*. والليباز اسم عام لأي إنزيم مسؤول عن هدم الدهون، ولكن في هذه الحالة لا يبقى الغذاء في الفم لفترة كافية لعمل الكثير من المواد الكيميائية التي قد تحدث. إن الغدد اللعابية تفرز- أيضاً- مادة مخاطية تيسر وتربط جزيئات الغذاء؛ لتسهيل ابتلاع الطعام سواء كان لقمة من الغذاء، أو كتلة من المواد الغذائية. تُغطي الغدد المخاطية - أيضاً- جدار المريء، وتساعد إفرازاتها على تحريك الغذاء نحو المعدة.

الهضم في المعدة

الهضم الميكانيكي

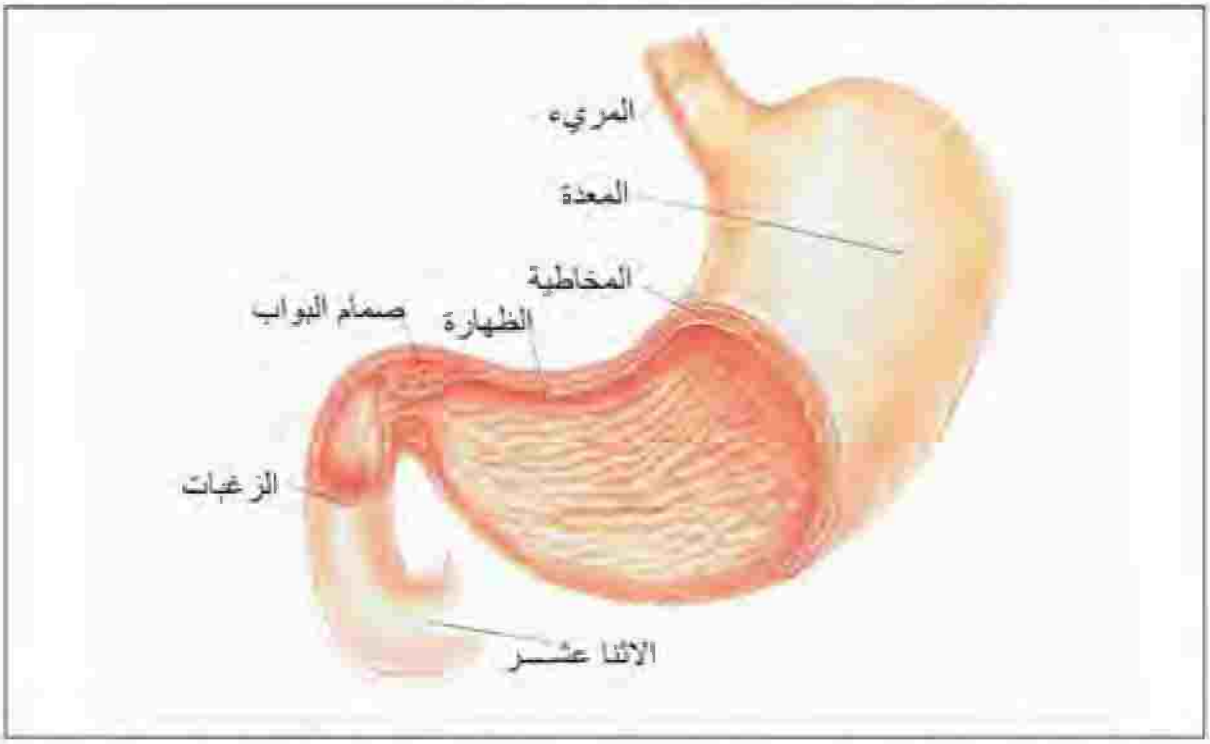
تحت سيطرة عضلة التحكم العاصرة في المريء - التي تربط المعدة عند فتحة الفؤاد- يدخل الغذاء إلى *القاع*- الجزء العلوي من المعدة- على شكل كتل منفردة عند ابتلاعها. وتبدأ في جسم المعدة العضلات تدريجيًا بعجن، وتخزين، ومزج، ودفع الكتلة الغذائية إلى الأمام بحركات بطيئة ومتزنة.

وبحلول الوقت يصل الغذاء إلى غار الفؤاد، الجزء السفلي من المعدة؛ لأنها أصبحت الآن شبه سائلة، فهي مزيج من الغذاء مع الحامض، وتدعى كيموس. وتتحكم العضلة العاصرة القابضة في نهاية المعدة، والصمام البوابي، بالتدفق في هذه المرحلة. ويفرز هذه الصمام الكيموس الحامضي ببطء، حتى يمكن تصحيح الرقم الهيدروجيني سريعاً بواسطة الإفرازات القلوية في الأمعاء، ولا يحدث تهيجاً للأغشية المخاطية المبطنة لجدار *الاثنا عشر* (القسم الأول من الأمعاء الدقيقة). وتؤثر كثافة السعرات الحرارية من وجبة غذائية والتي تنتج - في الغالب- من مكوناته من الدهون، وليس - فقط- بسبب حجمها أو تكوينها الخاص على معدل تفريغ المعدة إلى الصمام البوابي[1]. تظهر في الشكل رقم (٥,٢) الأجزاء الرئيسة في المعدة.

الهضم الكيميائي

تحتوي الإفرازات المعدية ثلاثة أنواع من المواد تساعد على الهضم الكيميائي في المعدة. *الحامض.* تفرز الخلايا الجدارية في بطانة المعدة، حامض الهيدروكلوريك اللازم لخلق درجة من الحموضة في المعدة لعمل الإنزيمات.

المخاط. الإفرازات المخاطية تحمي بطانة المعدة من التآكل بفعل حامض الهيدروكلوريك. كما تلزم هذه الإفرازات لربط وخلط كتلة الغذاء، وتساعد على تحريكها كما يجب.



الشكل رقم (٢، ٥). المعدة. (Credit: Bill Ober, from Raven PH, Johnson GB: *Biology*, ed. 3, NewYork, 1992, McGraw-Hill.) .

الإنزيمات. الإنزيم الخامل البيسينوجين يصنع من قبل المعدة، ويتم تنشيطه بواسطة حامض الهيدروكلوريك، ليصبح إنزيم البيسين القادر على هدم البروتينات. وتنتج خلايا أخرى كميات صغيرة من إنزيم الليباز المحدد يدعى *تراي بروتيريناز*؛ لأنه يعمل على تراي بروتيرين (دهون الزيد)، ولكنها صغيرة نسبيًّا في النشاط داخل المعدة.

تحفز المشاعر المختلفة، العواطف، والأغذية نبضات الأعصاب التي تحفز هذه الإفرازات. ولا يقال: "المعدة مرآة الشخص" بدون سبب. فعلى سبيل المثال، في حال زيادة مشاعر الغضب والعداء تزداد الإفرازات. الخوف والاكتئاب تخفض الإفرازات، وكذلك تحول دون تدفق الدم والحركة. بينما تحدث المحفزات الهرمونية الإضافية عندما يدخل الطعام إلى المعدة.

الهضم في الأمعاء الدقيقة

وحتى هذه النقطة، يكون هضم الطعام – إلى حد كبير - ميكانيكيًّا، يُنتج عنه مزيج من شبه السائل المائي من جزيئات الغذاء الصغيرة، وإفرازات سائلة تمر إلى الأمعاء الدقيقة. ويكون الهضم الكيميائي محدوداً للغاية؛ ولذلك تحدث المهمة الرئيسة للهضم، والامتصاص التي تليها في الأمعاء الدقيقة. الأجزاء الهيكلية، إن ترافق الحركات، والسلسلة المحددة من الإنزيمات في الأمعاء الدقيقة على درجة عالية من التطور؛ لإتمام المهمة النهائية للهضم الميكانيكي والكيميائي.

الهضم الميكانيكي

تتقلص - تحت سيطرة نبضات الأعصاب- الجدران بفعل كتلة الغذاء أو التحفيز الهرموني، وتنتج عضلات الأمعاء عدة أنواع من الحركات تساعد في عملية الهضم، كما يلي[2] :

- تدفع *موجات الحركة التمعجية* كتلة الغذاء إلى الأمام ببطء - أحياناً لفترة طويلة- مكونة موجات كاسحة على كامل طول الأمعاء.
- تتجه الحركات البندولية الناتجة عن العضلات المحلية الصغيرة، مجيئًا وذهاباً، وتحرك الكيموس على سطح الأغشية المخاطية.
- تفرم *حلقات التجزئة* بالتناوب بين الانكماش والارتخاء - بفعل العضلات الحلقية- كتلة الغذاء تدريجيًا وباستمرار، إلى أن تتكون كتل لينة تمزج بالإفرازات.
- ساعد *الدوران الطولي* - من خلال تشغيل العضلات الطويلة على طول الأمعاء- على تحريك كتلة الغذاء البطيئة بشكل حلزوني ؛ لمزجها وتعريضها لمساحة سطح جديدة للامتصاص.
- تتحرك *حركات السطح الزغبي* وتمزج الكيموس في جدار الأمعاء ؛ مما يعرض المواد المغذية الإضافية للامتصاص.

الهضم الكيميائي

تفرز الأمعاء الدقيقة، مع الأجهزة المعوية التبعية : (البنكرياس، الكبد، والمرارة) العديد من المواد لمواجهة الأعباء الكبيرة في الهضم الكيميائي. يفرز البنكرياس والأمعاء إنزيمات معينة لهضم الكربوهيدرات، البروتينات ، والدهون.

إنزيمات البنكرياس

١- الكربوهيدرات : يحول **الأميلاز البنكرياسي** النشا إلى سكريات ثنائية المالتوس والسكروز.

٢- البروتين : تهدم **التربسين و الكيموتربسين** جزيئات البروتين الكبيرة إلى جزيئات أصغر وأصغر من أجزاء الببتيدات، وأخيراً إلى الأحماض الأمينية الحرة.

يزيل إنزيم **الكاربوكسي ببتيداز** نهاية الأحماض الأمينية من سلاسل الببتيد.

٣- الدهون : يحول **الليباز البنكرياسي** الدهون إلى جليسيريدات وأحماض دهنية.

أميلاز اللعاب (Gr. *amylon*, starch) إنزيم لتحطيم النشا في الفم ، والتسمية الشائعة البتيالين (Gr. *ptyalon*, spittle) الذي تفرزه الغدد اللعابية.

الكيموس(Gr. *chymos*, juice) كتلة الغذاء شبه السائلة في القناة الهضمية، بعد مرحلة الهضم في المعدة.

البيبسين (Gr. *pepsis*, digestion) إنزيم المعدة الرئيس مخصص للبروتينات. يبدأ هدم جزيئات البروتين الكبيرة إلى جزيئات أقصر من البيتيدات، وحمض البيدروكلوريك في المعدة ضروري للتنشيط.

الأميلاز البنكرياسي إنزيم تجزئة النشا الرئيس الذي يُفرز في البنكرياس، وينجز عمله في الأمعاء الدقيقة.

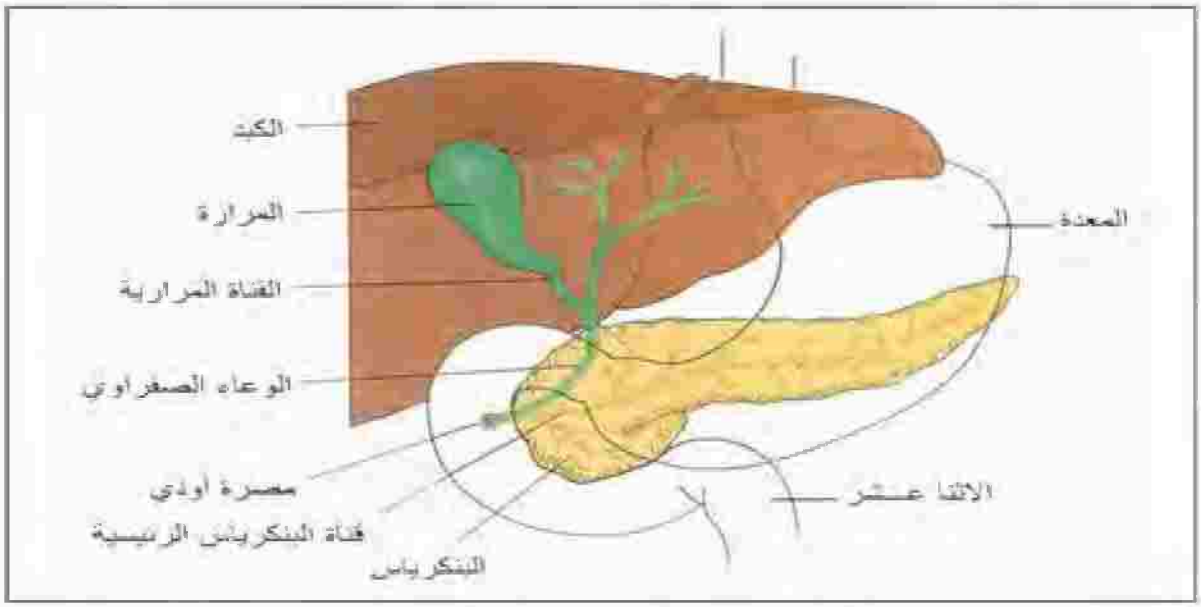
التربسين (Gr. *trypein*,to rub; *pepsis*,digestion) يتشكل إنزيم تجزئة البروتين في الأمعاء من قبل الإنتيروكيناز الذي يعمل على السلائف الخاملة للتربسينوجين.

الكيموتربسين كتلة الغذاء شبه السائلة في القناة الهضمية بعد الهضم، (Gr. *chymos*) كتلة من المواد الغذائية.

إنزيم التربسين (trypein، الهضم) واحد من إنزيمات البنكرياس لتجزئة البروتين وتخثير الحليب، ينشط في الأمعاء الدقيقة من السلائف الكيموتربسينوجين ؛ ويهدم تحديداً الروابط البيتيدية للأحماض الأمينية في البروتين.

الكاربوكسي ببتيداز (L. *carbo-*, carbon; *oxy*, oxygen) إنزيم بروتيني يجزيء المجموعة الكيميائية carboxyl- (COOH) في نهاية سلاسل البيتيد.

الليباز البنكرياسي (Gr. *lipos*, fat) كبرى إنزيمات هدم الدهون التي ينتجها البنكرياس، وتفرز إلى الأمعاء الدقيقة لهضم الدهون.



الشكل رقم (٥,٣). أعضاء النظام المراري والقنوات البنكرياسية.

الإطار رقم (١,٥). وظائف الكبد

المهام الرئيسة

إنتاج العصارة الصفراوية (لهضم الدهون).

توليف البروتينات وعوامل تخثر الدم.

استقلاب الهرمونات والأدوية.

تنظيم مستويات السكر في الدم.

إنتاج اليوريا (لإزالة الفضلات نتيجة عملية الأيض الطبيعية).

وظائف الأيض العديدة للمغذيات المنتجة للطاقة

تحلل الدهون: تحطيم الدهون إلى الأحماض الدهنية والغليسيرول.

تكون الدهون: بناء الدهون من الأحماض الدهنية والغليسيرول.

تحلل السكر: تحطيم الجلوكوز إلى بيروفات للدخول في دورة حامض الكاربوكسيليك الثلاثي (TCA)

تكون السكر: تحويل المواد غير الكربوهيدرات إلى الجلوكوز.

تحلل الغليكوجين: كسر الغليكوجين إلى وحدات جلوكوز فردية.

تكون الغليكوجين: تجميع الجلوكوز للتخزين على شكل غليكوجين.

تحلل البروتين: تحطيم البروتينات إلى أحماض أمينية وحيدة.

تصنيع البروتين: بناء البروتينات الكاملة من الأحماض الأمينية الفردية.

إنزيمات الأمعاء

١- *الكربوهيدرات*: داي ساكاريدازات، مثل (المالتاز، واللاكتاز، والسكراز) تحول تلك السكريات الثنائية المعقدة، مثل (المالتوز، واللاكتوز، والسكروز) إلى سكريات أحادية، مثل (الجلوكوز، والفركتوز، واللاكتوز). لا تنتج نسبة كبيرة من سكان العالم – في الواقع- إنزيم اللكتاز بكميات كافية لهضم اللاكتوز (سكر اللبن)؛ ونتيجة لذلك، فهؤلاء الأفراد لا يستطيعون تحمل الحليب ومنتجات الحليب بشكل جيد، ما لم تكن "مهضومة بشكل جزئي"، مثل (اللبن، زبدة الحليب، الجبن المخزن، أو الحليب المعالج اللاكتوز)[3]. وأولئك الأفراد الذين لديهم مشاكل مع اللاكتوز يمكنهم تعاطي كبسولات إنزيم اللاكتاز المتاحة تجاريًا؛ للمساعدة في الهضم.

٢- *البروتين*: ينشط إنزيم الإنتيروكيناز المعوي التريبسينوجين (من البنكرياس) ليصبح نزيم مجزئة البروتين التريبسين. ويزيل الأمينوبيتيداز نهاية الأحماض الأمينية من البيتيدات العديدة، وتجزئ البيتيداز الثنائية البيتيدات الثنائية إلى الحمضين الأمينيين المتبقيين.

٣- *الدهون*: يهدم اللياز المعوي الدهون إلى الغليسيريدات و الأحماض الدهنية.

المخاط: تحمي الكميات الكبيرة التي تفرزها غدد الأمعاء من المخاط، البطانة المخاطية من التهيج والتآكل الناجم عن محتويات المعدة الحمضية العالية التي تدخل إلى الاثنا عشر.

العصارة الصفراوية: يعد عامل الاستحلاب المراري وسيلة هامة لهضم الدهون وامتصاصها، حيث تنتج العصارة الصفراوية في الكبد، وتخزن في المرارة المجاورة له، وتكون جاهزة للاستعمال عندما تدخل الدهون الأمعاء.

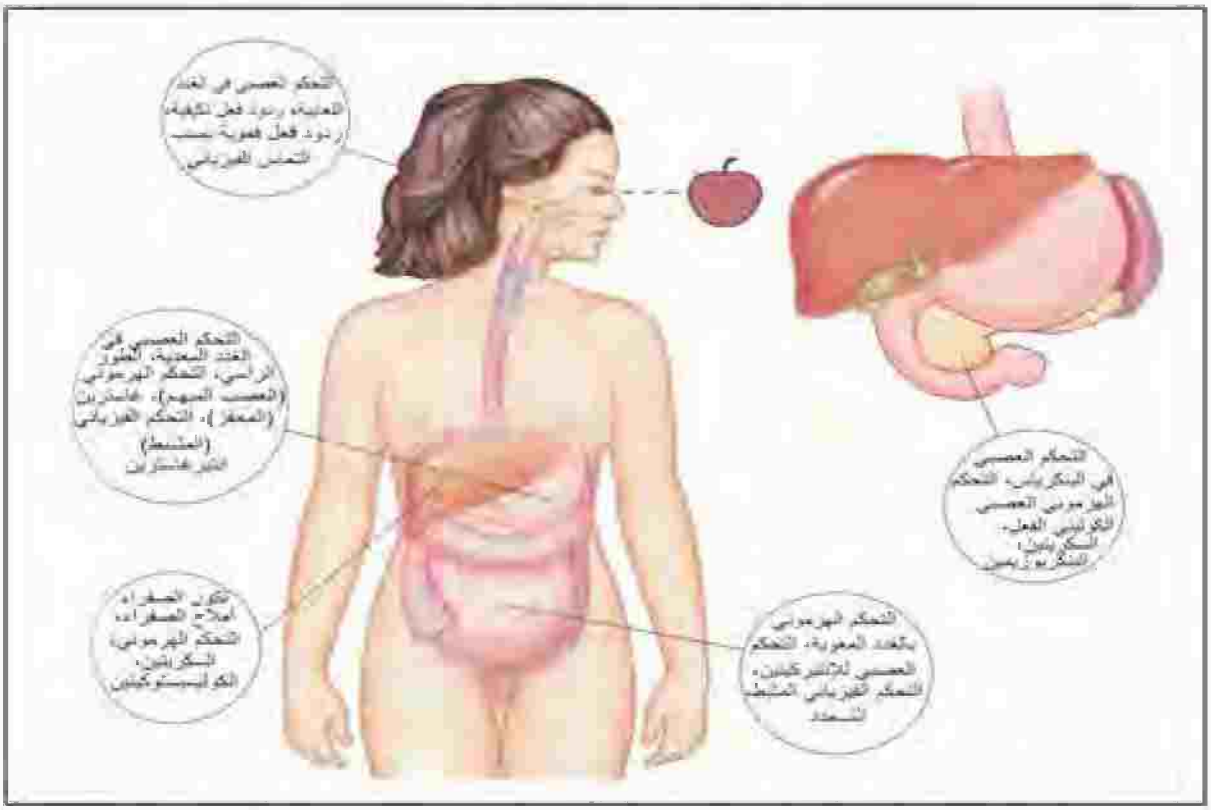
الهرمونات: إفراز الهرمون الذي تنتجه الغدد المخاطية في الجزء الأول من الأمعاء، يضبط الحموضة وإفراز الإنزيمات من البنكرياس. إن البيئة القلوية الناتجة في الأمعاء الدقيقة، والرقم الهيدروجيني ٨، ضروري لنشاط إنزيمات البنكرياس. يحفز هرمون الكولي سيتوكينين - الذي يفرز عن طريق الغدد المخاطية للأمعاء في وجود الدهون - إفراز العصارة الصفراوية من المرارة لاستحلاب الدهون.

ويرد في الشكل رقم (٥,٣) ترتيب الأجهزة التبعية للاثنا عشر (القسم الأول من الأمعاء الدقيقة). تتألف هذه الأجهزة منه الصفراء ولها دور حيوي في الهضم والأيض الغذائي. الكبد وأحياناً يطلق عليه اسم "عاصمة الأيض" للجسم؛ لأن له العديد من وظائف الأيض، حيث تتلاقى فيه جميع العناصر الغذائية (الإطار رقم ٥,١). تُستعرض العديد من وظائف الكبد الأيضية بشكل أكبر تفصيلاً في الفصل الثامن عشر.

وتظهر في الشكل رقم (٥,٤) الضوابط العصبية والهرمونية في عملية الهضم. وسيرد موجز عام بسيط لكل عمليات الهضم في الجدول رقم (٥,١)، بحيث يمكن الاطلاع على العملية الشاملة المتكاملة برمتها.

الامتصاص والنقل

عند الانتهاء من هضم الغذاء ويُجرى تغيير على الغذاء، ويتحول إلى منتجات نهائية بسيطة، بحيث يمكن للخلايا استخدامها. ينتج عن أغذية الكربوهيدرات *السكريات البسيطة* الجلوكوز، الفركتوز، واللاكتوز. وتتحول الدهون تتحول إلى *أحماض دهنية وغليسيريدات*. وتتحول الأغذية البروتينية إلى الأحماض الأمينية الحرة (انظر الجدول رقم ٥,١)، كما تتحرر الفيتامينات والمعادن.



الشكل رقم (٤,٥). ملخص للعوامل المؤثرة على إفرازات القناة الهضمية (Illustration from Thibodeau GA, Patton KT: *Anatomy and physiology*, ed 5, St Louis, 2003, Mosby. Apple by Eileen Draper.)

إن السائل المشتق من كتلة الغذاء يكون على استعداد للامتصاص كجزء من "دورة القناة الهضمية" الكبيرة قاعدة المياه للمحلول والنقل، بالإضافة إلى الشوارد الكهربية اللازمة لذلك، وذلك مع بالنسبة للعديد من العناصر المغذية – خصوصاً بعض الفيتامينات والمعادن– حيث الامتصاص يصبح النقطة الحيوية "رقيباً على البوابة" التي تحدد كم من المادة المغذية تُحفظ لاستخدام الجسم. وبالرغم من أن الجهاز الهضمي فعال جدًا، و ١٠٠ ٪ من جميع المواد المغذية المستهلكة لا يتم امتصاصها بسب تفاوت درجات *التوافر الحيوي* لها.

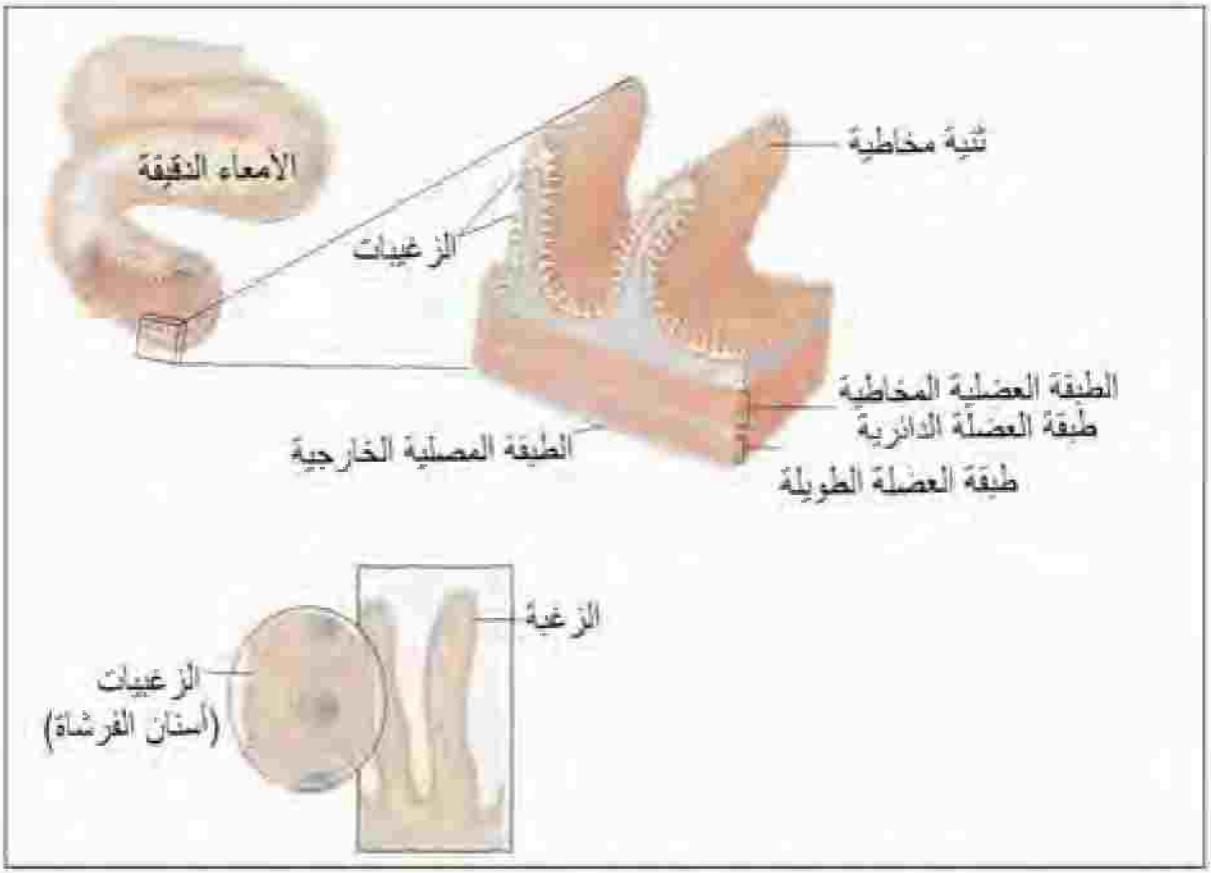
التوافر الحيوي للمادة المغذية يعتمد على: (١) كمية المادة المغذية الموجودة في الجهاز الهضمي. (٢) التنافس بين المواد المغذية على الامتصاص في مواقع الامتصاص العامة، و(٣) الشكل الذي تتواجد عليه المادة المغذية. ودرجة التوافر الحيوي هذه هي العامل في تحديد معايير المدخول الغذائي.[٤،٥]

الامتصاص في الأمعاء الدقيقة

هياكل الامتصاص الخاصة

توجد ثلاثة هياكل هامة على سطح جدار الأمعاء تكيفت خصوصاً ؛ لضمان أقصى قدر من امتصاص

المواد المغذية الضرورية في عملية الهضم (الشكل رقم ٥.٥) ، وذلك على النحو التالي :



الشكل رقم (٥,٥). جدار الأمعاء. لاحظ ترتيب طبقات العضلات وهياكل الغشاء المخاطي التي تزيد مساحة سطح الامتصاص: الطيات المخاطية، والزغب، والزغيبات. (Credit: Medical and Scientific Illustration.)

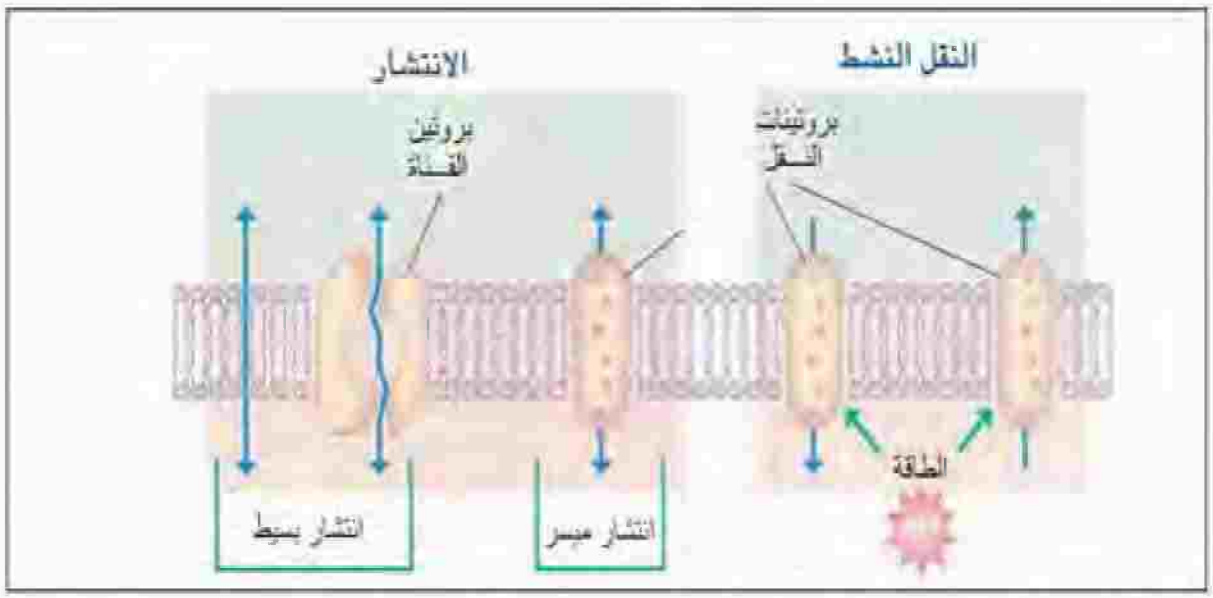
- ***الطيات المخاطية*** : وهي تشبه مجموعة من التلال والوديان الجبلية ، ويكون سطح الأمعاء الدقيقة على شكل أكوام كثيرة من الطيات. ويمكن رؤية الطيات المخاطية بسهولة عند فحص الأنسجة.
- ***الزغب*** : عند إمعان النظر تحت المجهر ، تظهر بروزات صغيرة كالإصبع ، وهي الزغب الذي يغطي قمم الطيات المخاطية المتتابعة المبطنة. ويزيد هذا الزغب الضئيل الحجم عرض منطقة السطح. وكل زغبة لها وعاء دموي خاص مزود للحصول على البروتين والكربوهيدرات ، وكذلك وعاء ليمفاوي خاص لاستقبال المواد الدهنية. ويسمى هذا الوعاء الليمفاوي *لاكتيل* ؛ لأن كتلة الغذاء الدهنية ذات قوام كريمي عند هذه النقطة و تشبه الحليب.

- *الزغيبات*: يكشف النظر عن قرب إلى المجهر الإلكتروني عن تغطية متعددة لبروزات أصغر على سطح كل زغبة صغيرة. وتسمى تغطية كل الزغيبات حدود فرشاة لأنها تبدو وكأنها أسنان فرشاة.

وتجعل هذه الهياكل الثلاثة الفريدة داخل جدار الأمعاء: الطيات، الزغب، والزغيبات السطح الداخلي نحو ٦٠٠ ضعف مساحة السطح الخارجي للأمعاء. وطول الأمعاء الدقيقة حوالي ٦٦٠ سم (٢٢ قدماً). وبتكييف هذا العضو الرائع جيداً لإيصال المواد المغذية للتداول إلى خلايا الجسم. وفي الواقع، لا يمكن للأمعاء الدقيقة أن يعادله شيء في توفير مثل مساحة امتصاص السطح هذه في هذا الحجم المحدود. وإذا وزع سطح الأمعاء في منطقة منبسطة، فإن مجموع المساحة ستكون بحجم نصف ملعب كرة السلة. بعيداً عن كونه المتواضع "القناة الهضمية". إن الأمعاء الدقيقة ـ في الواقع ـ واحدة من الأنسجة البشرية الأكثر تطوراً ـ بشكل رائع الطراز ـ والمتخصصة في جسم الإنسان.

عمليات الامتصاص

هناك العديد من عمليات الامتصاص تنجز مهمة نقل المواد المغذية الحيوية الداخلية عبر جدار الأمعاء وخلال الدورة الدموية. وتشمل هذه العمليات: الانتشار، النقل النشط بالطاقة والنقل، وpinocytosis (الشكل رقم ٥,٦)، على النحو التالي:



الشكل رقم (٥,٦). يوضح طرق النقل من خلال الجدار الخلوي. *food, nutrition, & diet* (From Mahan LK, Escott-Stump S: *Krause's therapy*, ed. 11, Philadelphia,2004, Saunders

- *الانتشار البسيط* : هو القوة التي تحرك الجزيئات إلى الخارج في جميع الاتجاهات من منطقة التركيز الأكبر إلى منطقة التركيز الأقل. تستخدم المواد الصغيرة التي لا تحتاج لمساعدة من قناة بروتين معينة للتحرك عبر جدار الخلايا المخاطية هذه الطريقة.
- *الانتشار المحفز*: مماثلة للانتشار البسيط ، ولكن تستخدم قناة البروتين للحركة الناقل الذي يساعدها لنقل لتلك الجزيئات الأكبر عبر جدار الخلايا المخاطية.
- *النقل النشط* : هو القوة التي عن طريقها تنتقل الجسيمات من المنطقة ذات التركيز الأكبر إلى المنطقة ذات التركيز الأقل. هذه الآليات الفعالة للنقل -عادة- تتطلب نوعاً من الشريك الناقل للمساعدة في " الانتقال" للجزيئات عبر الغشاء. ومثال ذلك، يدخل الجلوكوز خلايا الامتصاص من خلال آلية النقل النشط التي تشمل الصوديوم كشريك "ناقل".
- *الاحتباس* : اختراق جزيئات المواد الأكبر عن طريق الارتباط بالغشاء الخلوي الأسمك، والتي تحاط من قبل الخلية (لمزيد من المناقشة في الفصل التاسع).

الطيات المخاطية (L. *mucus*, mucosa) طيات كبيرة مرئية في البطانة المخاطية للأمعاء الدقيقة، والتي تزيد من مساحة سطح الامتصاص.

الزغب (L. *villus*, tuft of hair) نتوءات صغيرة في سطح الغشاء ؛ بروزات كالإصبع تغطي السطوح المخاطية للأمعاء الدقيقة، وتشكل زيادة أخرى في مساحة سطح الامتصاص؛ ويمكن أن ترى من خلال المجهر العادي.

الزغيبات (Gr. *mikros*, small; L. *villus*, tuft of hair) نتوءات صغيرة كخصل الشعر بالغة في الصغر، تغطي كل الزغب على سطح الأمعاء الدقيقة، وتمتد إلى حد كبير في مساحة سطح الامتصاص، ويمكن رؤيتها من خلال المجهر الإلكتروني.

الجدول رقم (٥,١). ملخص عمليات الهضم.

الكربوهيدرات	البروتينات	الدهون
الفم أميلاز اللعاب النشا ← دكسترينات		الليباز الدهون ← جليسيريدات (محدود)
المعدة	البيبسين وحامض الهيدروكلوريك البروتينات ← ببتيدات عديدة	تراي بيوتيريناز تراي بيوتيرين ← جليسيرول (دهن الزبدة) (محدود) أحماض دهنية.
الأمعاء الدقيقة *البنكرياس* أميلاز (سكريات ثنائية) النشا ← سكروز ومالتوز	*البنكرياس* بروتينات، ببتيدات عديدة تريبسين ← ببتيدات ثنائية كيموتريبسين بروتينات، ببتيدات عديدة ← ببتيدات ثنائية كاربوكسي ببتيداز ببتيدات عديدة، ببتيدات ثنائية ← أحماض أمينية.	*البنكرياس* ليباز دهون ← جليسيرول (جليسيريدات، أحماض دهنية) أحادية، ثنائية
الأمعاء *(سكريات أحادية)* لاكتاز اللاكتوز ← جلوكوز وجالاكتوز سكراز السكروز ← جلوكوز وفركتوز مالتاز المالتوز ← جلوكوز وجلوكوز	*الأمعاء* أمينوببتيداز ببتيدات عديدة، ببتيدات ثنائية ← أحماض أمينية دايببتيداز ببتيدات ثنائية ← أحماض أمينية	*الأمعاء* ليباز دهون ← جليسيرول، (أحماض دهنية جليسيريدات) أحادية، ثنائية *الكبد والمرارة* العصارة الصفراوية دهون ← دهون مستحلبة

الامتصاص في الأمعاء الغليظة

الماء

المهمة الرئيسة المتبقية للأمعاء الغليظة هي أخذ حاجة الجسم من المياه. وتُمتص معظم كمية الماء في كتلة الغذاء

الداخلة إلى الأمعاء الغليظة من خلال النصف الأول من القولون، سوى كمية صغيرة (١٠٠ مل تقريباً) تبقى لتشكيل وإزالة البراز.

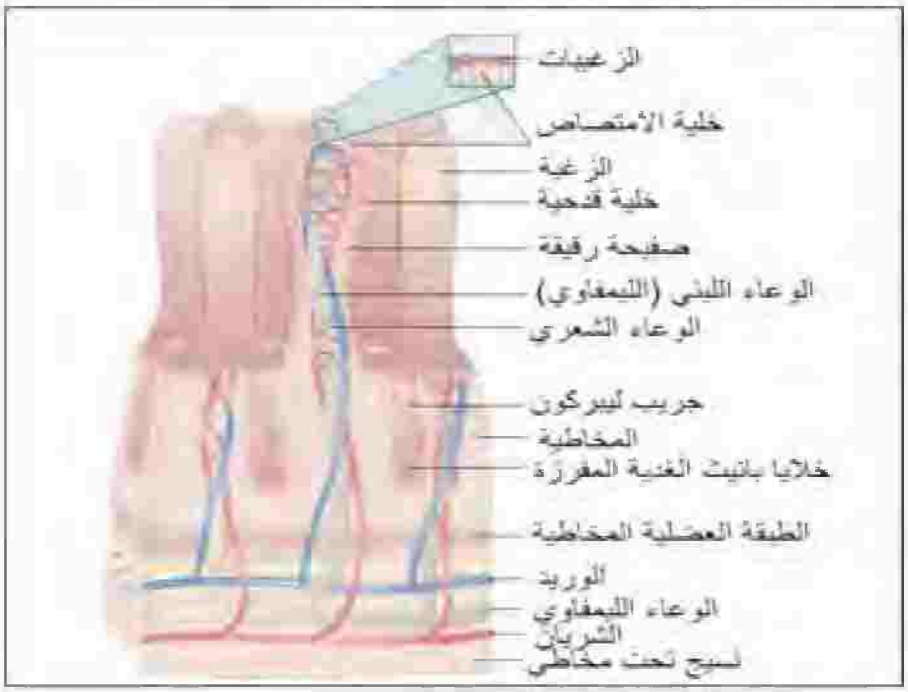
الأيض (Gr. Metabole, change) مجموع التغيرات الكيميائية التي تنتج الطاقة الأساسية للمحافظة على الحياة.
الهدم (ca-TA-bol-iz-um) عملية الأيض الغذائي لتحطيم المواد الكبيرة لإنتاج لبنات البناء الأصغر.
البناء (an-A-bol-iz-um) عملية الأيض الغذائي لبناء مواد أكبر من أجزاء أصغر.

الألياف الغذائية

لا تهضم الألياف الغذائية بسبب افتقار الجسم لإنزيمات الهضم المحددة اللازمة. وبالرغم من ذلك، فإن الألياف الغذائية تشارك بزيادة حجم كتلة الغذاء من خلال عملية الهضم كلها، وتساعد في تكوين البراز. تشكيل و مرور غاز الأمعاء هي عملية طبيعية لكنها محرجة لبعض الأفراد (انظر مربع التطبيقات السريرية، "آثار الإحراج في بعض الأحيان بسبب الهضم"). يلخص الجدول رقم (٥,٢) السمات الرئيسة لامتصاص المواد المغذية.

النقل

بعد هدم الطعام وامتصاص العناصر الغذائية، لا بد من نقلها إلى خلايا مختلفة في جميع أنحاء الجسم، ويتطلب هذا النقل عمل كل من الأنظمة الوعائية واللمفاوية (الشكل رقم ٥,٧).



الشكل رقم (٥,٧)- يوضح الزغب في أمعاء الإنسان، والتي تظهر التركيب والأوعية الدموية واللمفاوية. From Mahan .K, *ed 11, Philadelphia, 2004, Saunders.) food, nutrition,& diet therapy, Escott-Stump S: Krause's*

النظام الوعائي

يتكون النظام الوعائي من الأوردة والشرايين، وهي مسؤولة عن تزويد كل الجسم بالمواد الغذائية، الأوكسجين، والعديد من المواد الحيوية الأخرى اللازمة للحياة. وبالإضافة إلى ذلك، فإن الأوعية الدموية تنقل النفايات، مثل ثاني أكسيد الكربون والنيتروجين إلى الرئتين والكلى لإزالتها. والمواد المغذية الذائبة في الماء هي معظم منتجات الهضم، وبالتالي يمكن أن تمتص في الأوعية الدموية، أو نظام الدورة الدموية مباشرة من خلايا الأمعاء. وتنتقل المواد المغذية – أولاً– إلى الكبد لعمل إنزيمات الخلايا في إنتاج الطاقة قبل تفريقها إلى خلايا أخرى في جميع أنحاء الجسم. يسمى جزء الدورة من الأمعاء إلى الكبد *بالدوران البابي*.

تطبيقات سريرية

آثار الإحراج في بعض الأحيان بسبب الهضم

بعد تناول وجبة أو بعض الأطعمة ، يشكو بعض الأشخاص من عدم الراحة أو حرج من الغاز. ويعد هذا هو الغاز طبيعيًا من بين النتائج الثانوية للهضم، ولكن عندما يصبح مؤلماً أو يشكل ظاهرة فقد يصبح مشكلة بدنية أو اجتماعية.

وعادة ما يحمل الجهاز الهضمي من حوالي ٣ أوقية من الغاز تنتقل مع كتلة المادة الغذائية وتمتص في مجرى الدم. وأحياناً يتجمع كمية إضافية من الغاز في المعدة أو الأمعاء، وتخلق هذا الوضع المحرج، وإن كان عادة غير مؤذٍ.

غازات المعدة

ينتج الغاز في المعدة عن فقاعات الهواء المحصورة هناك، ويحدث ذلك عندما يأكل الشخص بسرعة كبيرة، ويشرب من خلال القشة، أو عندما يأخذ هواء زائداً حين تناول الطعام.

والتجشؤ يزيل هذا الغاز، ولكن النصائح التالية قد تساعد على تفادي الانزلاقات الاجتماعية :

- تجنب المشروبات الغازية.
- لا تبتلع الطعام ابتلاعاً.
- مضغ الطعام مع إبقاء فمك مغلقاً.
- لا تشرب من علبة أو عن طريق القشة.
- لا تأكل عندما تكون عصبيًا.

غازات الأمعاء

يمكن أن يكون مرور الغاز من الأمعاء محرجاً اجتماعيًا. يتشكل هذا الغاز في القولون، حيث تهاجم البكتيريا المواد غير المهضومة؛ مما يؤدي إلى تحللها وإنتاج الغاز. وتنتج الكربوهيدرات: الهيدروجين، ثاني أكسيد الكربون - بعض الناس لديهم أنواع معينة من البكتيريا في القناة الهضمية ـ والميثان. كل هذه المنتجات الثلاثة من الغازات تكون عديمة الرائحة (على الرغم من الضوضاء). وتنتج البروتينات كبريتيد الهيدروجين، وهذا المركب المتطاير يكون على هيئة الإندول أو السكاتول؛ مما يضيف رائحة مميزة للهواء المطرود. والاقتراحات التالية يمكن أن تساعد في السيطرة على هذه المشكلة:

• خفض الكربوهيدرات البسيطة، (مثل السكريات). مراقبة تأثير الحليب؛ بسبب عدم تحمل اللاكتوز الذي قد يكون السبب الحقيقي في ذلك، ومن الممكن أشكالاً بديلة مثل اللبن أو الحليب المعالج بمنتجات إنزيم اللاكتاز مثل لاكت إيد.

• استخدام عملية النض قبل طبخ البقوليات الجافة، لإزالة السكريات غير القابلة للهضم، مثل رافينوز وستاكيوز. ورغم أن البشر لا يمكنهم امتصاص هذه المواد، إلا أنها تقدم وليمة للبكتيريا في الأمعاء. ويزيل هذا الإجراء البسيط جزءاً رئيساً من هذه السكريات التي تشكل الغازات. أولاً، توضع البقوليات الجافة في وعاء كبير وتغسل، يضاف ٤ أكواب من الماء، كل رطل (حوالى ٢ كوب) من البقوليات، وتغلي دون تغطيتها لمدة دقيقتين. ثم ينقل الوعاء عن الحرارة، ويغطى، ويترك لمدة ساعة. وأخيراً، يزال الماء وتغسل البقوليات، ثم تضاف ٨ أكواب من المياه العذبة، ويكمل الغلي، ولكن بخفض الحرارة، وينضج في وعاء لمدة ساعة إلى ساعتين، حتى تشتد البقوليات.

• القضاء على الانتهكات المعروفة في الغذاء. يختلف هذا الأمر بين الأفراد، وبعضها الأكثر شيوعاً هي البقوليات - إن لم تحضر للطهي على النحو المبين - مثل البصل، والكرنب، ومنتجات القمح عالية الألياف. وفي حال حدوث شفاء، يمكن إضافة المزيد من الكربوهيدرات المعقدة والأطعمة عالية الألياف إلى النظام الغذائي ببطء. وفي حال عدم حدوث شفاء، يمكن إضافة كميات صغيرة أو معتدلة. وقد تكون هناك حاجة لمساعدة طبية، للتخلص من أو علاج زيادة نشاط الجهاز الهضمي.

النظام اللمفاوي

المواد الدهنية لا تذوب في الماء، ومن ثم فلا بد من توفير طريق آخر. وتنتقل جزيئات الدهون إلى الأوعية الليمفاوية في الزغب، مثل (اللاكتيل)، وتتدفق إلى الأوعية الليمفاوية الأكبر من الجسم، وتدخل - في نهاية المطاف- مجرى الدم.

الأيض

أخيراً، فإن الوحدة في المواد المغذية الكبيرة في الغذاء: (الكربوهيدرات، والبروتين، والدهون) قد هُدمت خلال الهضم إلى لبنات البناء الأساسية: (السكريات الأحادية، الأحماض الأمينية، والأحماض الدهنية)، ويتم امتصاصها إلى مجرى الدم. الآن من الممكن أن تحول هذه المواد المغذية إلى الطاقة اللازمة، أو تخزن في الجسم للاستخدام في وقت لاحق.

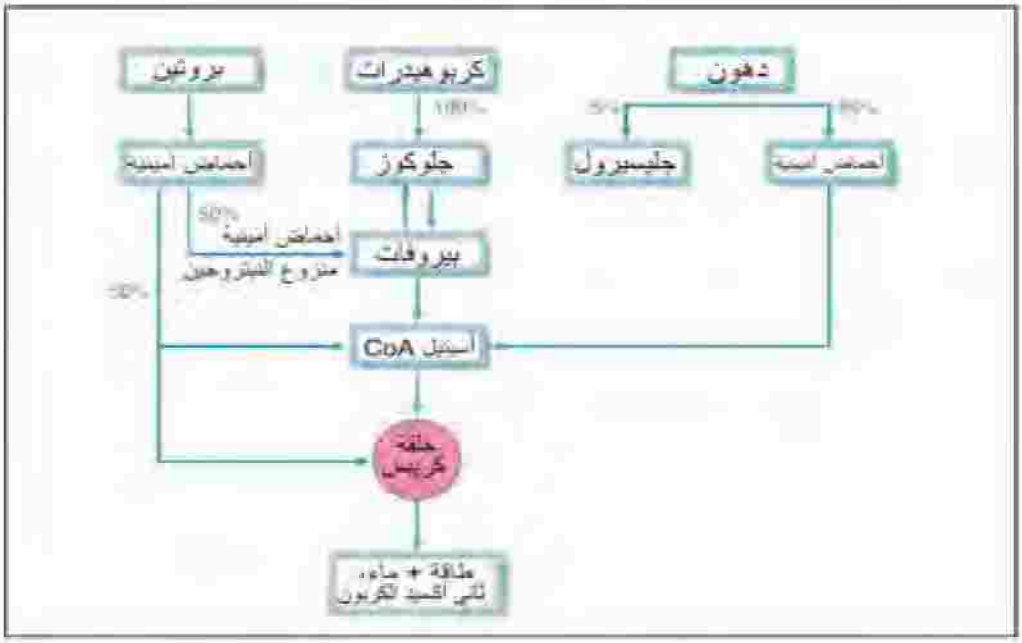
الطاقة للوقود

الأيض هو مجموع التفاعلات الكيميائية التي تحدث داخل الخلايا الحية للحفاظ على الحياة. وميتوكوندريا الخلية هي مركز العمل في جميع التفاعلات الأيضية التي تحدث. وهناك نوعان من الأيض الغذائي هما:

الهدم والبناء. الهدم هو هدم المواد الكبيرة إلى وحدات أصغر. عملية هدم الكربوهيدرات الكبيرة والبروتين إلى لبنات البناء الأصغر: السكريات الأحادية، الأحماض الأمينية تسمى تفاعلاً هدميًّا. البناء عكس ذلك تماماً. فهو العملية التي من خلالها تقوم الخلايا ببناء المواد الكبيرة من جسيمات أصغر. والمثال على ذلك هو بناء واحد معقد من البروتين من خلال الأحماض الأمينية داخل الجسم.

إن دورة كريبس، المعروفة - أيضاً - باسم دورة حامض الستريك "أو دورة TCA"، يتم بواسطتها تشكيل محوراً للطاقة من الغذاء، وتحدث في جسيمات الميتوكوندريا. وتؤكد عمليات الأيض الغذائي مجتمعة على أن الجسم لديه الكثير من الحاجة للطاقة، وذلك في شكل الأدينوساين ثلاثي الفوسفات (ATP) . إن معدل إنتاج ATP متقلب (غير ثابت). ويزداد الإنتاج بسرعة أو يبطئ وفقاً لاحتياجات الطاقة في فترة معينة من الوقت. وتكون الاحتياجات من الطاقة ضئيلة أثناء النوم، ولكن تزيد - بشكل كبير - خلال النشاط البدني المضني. ويناقش الحاجة والإمداد بالطاقة بالمزيد من التفصيل في الفصل السادس.

ويبين الشكل رقم (٥,٨) إيجازاً هدم المواد المغذية الكبيرة وكيفية الدخول إلى الخطوة الأخيرة في إنتاج الطاقة. ونظراً لأن الكربوهيدرات تنتج ٤ سعرات حرارية لكل جرام، وتنتج الدهون ٩ سعرات حرارية لكل جرام، فإن عملية أيض الجلوكوز تنتج أقل طاقة بالمقارنة بأيض الدهون، غرام لكل جرام. وبالرغم من ذلك يفضل الجسم استخدام الجلوكوز كمصدر أساسي لإنتاج الطاقة. ويمكن كذلك استخدام البروتين كمصدر لإنتاج الطاقة، لكنه طريق غير فعال لإنتاج الطاقة، حيث ينتج فائضاً زائداً من فضلات النيتروجين. ويضطر الجسم لهدم البروتين لإنتاج الطاقة - فقط - في حال عدم كفاية توفر الجلوكوز والأحماض الدهنية.



الشكل رقم (٥,٨). طـرق عمليـات الأيـض الغـذائي. (From Pocknapagh NJ: *Nutrition essentials and diet therapy*, ed. 9, Philadelphia, 2003, Saunders.)

الجدول رقم (٥,٢). امتصاص الأمعاء لبعض المواد المغذية الرئيسة.

المادة المغذية	الشكل	طريقة الامتصاص	عامل التحكم أو العامل المساعد المطلوب	الطريق
الكربوهيدرات	السكريات الأحادية (الجلوكوز أو الجالاكتوز)	التنافسي الاختياري النقل النشط بواسطة مضخة الصوديوم	- - - - - - الصوديوم	الدم
	الفركتوز	الانتشار المعزز	ناقل بروتيني	الدم
البروتين	الأحماض الأمينية بعض الببتيدات الثنائية	الاختياري الانتشار المعزز	- - - بيريدوكسين (بيريدوكسال فوسفات)	الدم الدم
	البروتين الكامل (نادراً)	الامتصاء	ناقل بروتيني	الدم

تابع الجدول رقم (٥,٢).

المادة المغذية	الشكل	طريقة الامتصاص	عامل التحكم أو العامل المساعد المطلوب	الطريق
الدهون	الأحماض الدهنية	معقد الأحماض الدهنية – العصارة الصفراوية (micelles)	العصارة الصفراوية	الليمف
	الجليسيريدات (أحادية، ثنائية)	- - -	- - -	الليمف
	بعض الجليسيريدات الثلاثية (دهون متعادلة)	الاحتساء	- - -	الليمف
الفيتامينات	ب١٢	الانتشار المحفز	العامل الجوهري (IF)	الدم
	أ	معقد العصارة الصفراوية.	العصارة الصفراوية	الدم
	ك	معقد العصارة الصفراوية.	العصارة الصفراوية	من الأمعاء الغليظة إلى الدم
المعادن	الصوديوم	النقل النشط بواسطة مضخة الصوديوم	- - -	الدم
	الكالسيوم	النقل النشط	فيتامين د	الدم
	الحديد	النقل النشط	آلية الفيريتين	الدم (كترانسفيرين)
الماء	الماء	الخاصية الأسموزية	- - -	الدم، الليمف، السائل المعوي.

الطاقة للتخزين

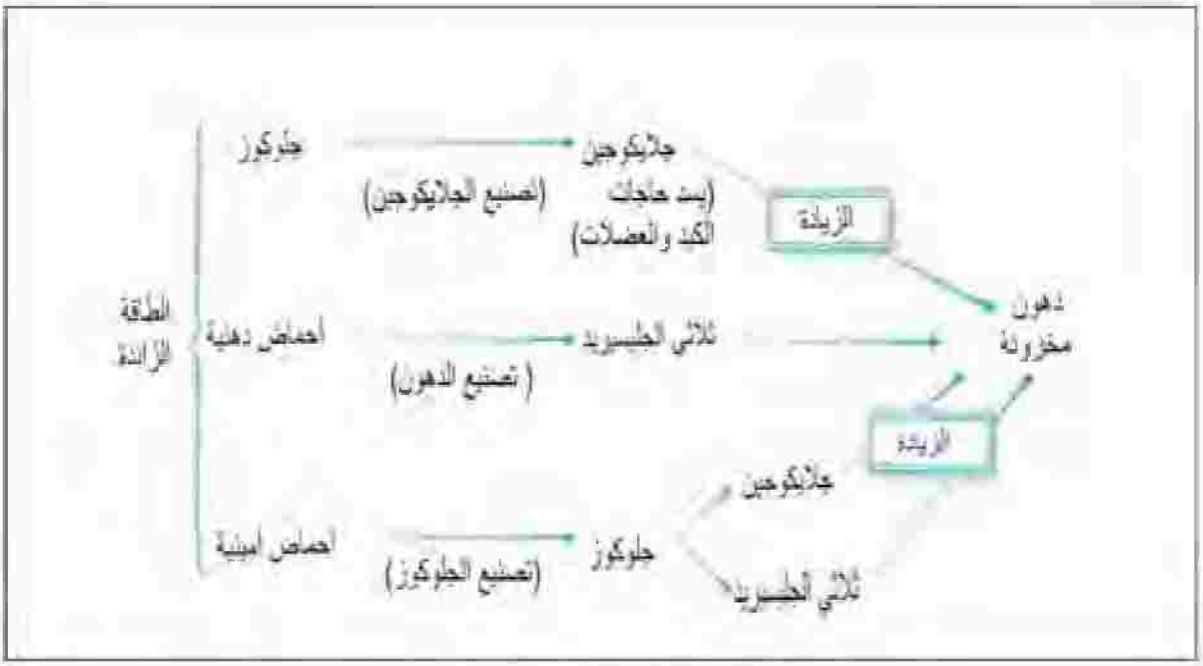
إذا كانت كمية الأغذية التي تُستهلك تنتج ما يزيد عن الحاجة من الطاقة، فإن "الفائض" من الطاقة يُخزن للاستخدام في وقت لاحق بالجسم، فجسم الإنسان كائن فعال جدًّا. والطاقة، أو السعرات الحرارية، التي تتجاوز الاحتياجات لا يتم إهدارها. فالجلوكوز الزائد يمكن تخزينه بسهولة على شكل الجليكوجين في الكبد والعضلات كطاقة سريعة جاهزة للاستخدام في وقت لاحق.

وتسمى عملية البناء لتحويل الجلوكوز إلى الجليكوجين تكون الجليكوجين. وعلى الرغم من أن الكحول لا يعد من المواد المغذية، إلا أنه يوفر ٧ سعرات حرارية لكل جرام. ولذلك، فتناول الكحول يزيد من المجموع الكلي للطاقة. لمزيد من التركيز على المربع انظر "وماذا عن الكحول؟" ففيه إضافة من المعلومات عن هضم الكحول.

وبمجرد امتلاء احتياطي الجليكوجين – الطاقة الإضافية من: الكربوهيدرات، الدهون، أوالبروتينات– تخزن كدهون في الأنسجة الدهنية. تكوُّن الدهون هو بناء الجليسيريدات الثلاثية للتخزين في الأنسجة الدهنية في الجسم.

وعلى عكس الاعتقاد السائد، فأخذ البروتين الزائد لا يُخزن كعضلات. يستخدم الجسم الأحماض الأمينية في بناء البروتينات الوظيفية والهيكلية اللازمة، ويخزن الكبد بعض الأحماض الأمينية الحرة لتلبية احتياجات الجسد السريعة. ومع ذلك ، فأخذ البروتين بكميات فائضة، أو دون احتياجات الجسم يتم هدمها لأبعد من ذلك، بحيث تزال وحدة النيتروجين وما تبقى من سلسلة الكربون وتحويلها إلى جلوكوز، وإذا لزم الأمر إلى الدهون للتخزين. وتحويل الجلوكوز إلى الأحماض الأمينية يسمى بتكوُّن الجلوكوز. الشكل رقم (٥,٩). يوضح مسارات الفائض من الطاقة من الكربوهيدرات، الدهون، أو البروتينات.

وكل من الجليكوجين والدهون المخزنة متاحة للاستخدام للطاقة عند الحاجة. ويناقش توازن الطاقة والعوامل التي تؤثر عليها في الفصل السادس.



الشكل رقم (٥,٩). طرق أيض فائض الطاقة.

تشكيل الجليكوجين المخزن من: (Gr. *glykys*, sweet; *genesis*, generation,birth)تكون الجليكوجين

الجلوكوز.

تكون الدهون: (Gr. *lipos*, fat; *genesis*, generation, birth) تشكل الدهون.

الأنسجة الدهنية: موقع تُخزن فيه الدهون الزائدة.

تكـــون الجلوكـــوز: تشكيل الجلوكوز من المواد غير الكربوهيدرات، مثل الأحماض الأمينية.
(Gr. *gluco*, glucose; *neos*, new; *genesis*, generation, birth; gloo-ko-nee-oh-JEN-uh-sis)

لمزيد من التركيز

ماذا تعرف عن الكحول؟

هل يُعد الكحول من الغذاء؟

نعم. فالكحول يساهم في مدخول الطاقة على شكل سعرات حرارية، وبالتالي يُعدُّ من الغذاء. ينتج الكحول ٧ سعرات حرارية لكل جرام يُستهلك، وهو أكثر من الكربوهيدرات والبروتين، التي تنتج ٤ سعرات حرارية لكل جرام يستهلك.

هل يُعد الكحول أحد المواد المغذية ؟

ليس بالضبط. فعلى عكس: الكربوهيدرات، والبروتينات، والدهون، والفيتامينات، والمعادن، والمياه، لا يؤدي الكحول وظيفة أساسية في الجسم. ولا يخزن الكحول في الجسم ويمكن أن يكون سامًا إذا أخذ بكميات كبيرة.

كيف يتم هضم الكحول؟

يمتص (٨٥ ٪ إلى ٩٥ ٪) من الكحول دون أي هضم كيميائي. والكحول واحد من المواد القليلة التي تمتص - بصورة مباشرة- للدم من المعدة. ويمكن أن تدخل كميات صغيرة من الكحول إلى الدم من الفم والمريء. لكن لماذا لا يمتص الكحول في المعدة، ويمتص في الأمعاء الدقيقة، ثم يرسل مباشرة إلى الكبد للأيض؟ يأخذ أيض الكحول الصدارة من بين المواد الغذائية في الجسم؛ لأنه فنيًا مادة سامة.

الأسيتالديهيد هو منتجات أيض الكحول الأساسية، وهو الأساس لتدمير النسيج السليم المرتبط بالكحول. وبعد التطهير من السمية، باستخدام الكبد ما تبقى من منتجات الأيض لإنتاج الأحماض الدهنية. تتحول الأحماض الدهنية إلى جليسيريدات ثلاثية، وتخزن في الكبد. ويمكن أن تؤدي حفلة شرب واحدة إلى

تراكم الدهون في الكبد. ويمكن أن تؤدي نوبات متكررة على مدى فترة من الزمن إلى مرض الكبد الدهني، المرحلة الأولى من أمراض الكبد الكحولية.

أيض الكحول له أولوية بالنسبة للكبد، ولكن يمكن للكحول العمل بسرعة. ويصل تركيز الكحول في الدم عند الذروة من ٣٠ إلى ٤٥ دقيقة بعد شرب (المعرفة ١٢ أوقية من البيرة، ٥ أوقية من النبيذ، أو ١,٥ أوقية من الكحول المقطر قوة ٨٠). ويمكن أن يعمل الكبد بسرعة لأيض الجسم وتخليصه من الكحول، وبصرف النظر عن الكثير مما يستهلك، فإن الكحول ومنتجات أيضه تبدأ بالتراكم في الدم بعد ذلك. وهناك عدة عوامل تؤثر في قدرة الفرد على أيض الكحول، مثل: الجنس، الاستهلاك الغذائي، وزن الجسم، الهرمونات الجنسية، والأدوية. *

والمواقع التالية يمكن أن تكون مفيدة لمعرفة المزيد عن الكحول (المخاطر، الفوائد، الأمراض المرتبطة، إلخ..).

- إدارة الصحة والخدمات الإنسانية الأمريكية للكحول والمعلومات الدوائية : *www.health.org*
- المعهد الوطني لتعاطي وإساءة استخدام الكحول *www.niaaa.nih.gov*
- مُدمنو خمور مجهولون: *www.aa.org*
- المجلس الوطني لإدمان الكحول والمخدرات : *www.ncadd.org*

---

*National Institute on Alcohol Abuse and Alcoholism, National Institute of Health Alwhol alert: Alcohol metabolism, No. 35 PH 371, January Bethesda, MD, (accessed January 2003), NIAAA/NIH http:/ /www.niaaa.nih.gov/publications/aa35.htm].

الخلاصة

العناصر المغذية الضرورية – كما تظهر في المواد الغذائية– غير متاحة لجسم الإنسان، وإنما يجب أن تتغير، تطلق، يعاد تجميعها، وتحول إلى أشكال يمكن استخدامها من قبل خلايا الجسم.

وهناك أنشطة ذات صلة وثيقة ـ الهضم، الامتصاص، والنقل ـ تضمن أن المواد المغذية الرئيسة في الغذاء تُرسل إلى الخلايا، وبذلك تكتمل مهام الأيض المتعددة التي تُبقي على الحياة.

ويتكون الهضم الميكانيكي من نشاط عضلي تلقائي، وهو المسؤول عما يلي : (١) الهدم الميكانيكي الأولي بواسطة طرق، مثل المضغ، و(٢) نقل كتلة الغذاء على طول القناة الهضمية بواسطة حركات، مثل الحركة الدودية. ويشمل الهضم الكيميائي العمل الإنزيمي الذي يقطع الطعام إلى أجزاء أصغر ومكونات أصغر، وإطلاق المواد الغذائية للامتصاص.

ويشمل الامتصاص مرور المواد الغذائية و المواد المغذية من الأمعاء إلى البطانة المخاطية لجدار الأمعاء. وتحدث – بشكل رئيس– في الأمعاء الدقيقة من قِبل وسائل ذات هياكل تمتاز بالكفاءة العالية وتكون في جدار الأمعاء، هذا إلى جانب عدد من آليات فعالة للامتصاص، تَزيد من مساحة سطح الامتصاص، ثم تنقل المواد المغذية التي تم امتصاصها في جميع أنحاء الجسم من خلال الدورة الدموية.

وأخيراً، فإن الطعام الذي نأكله يتم تحويله إلى الطاقة من خلال دورات الأيض. و*الأيض* هو مجموع عمليات الجسم التي تغير طاقة غذائنا من مغذيات الطاقة الثلاثة ـ مثل: الكربوهيدرات أساساً، بعض الدهون، والبروتينات الاحتياطية ـ إلى أشكال مختلفة من الطاقة. وعلى طول هذه الدورات من طاقة أجسامنا، يتحقق التوازن في الأيض الغذائي، وذلك من خلال نوعين من الإجراءات، وهما على النحو التالي: (١)*البناء*، الذي يبني الأنسجة ويخزن الطاقة، و(٢)*الهدم*، الذي يهدم الأنسجة ويطلق الطاقة.

أسئلة التفكير النقدي

١ – صف أنواع حركات العضلات المشاركة في عملية الهضم الميكانيكي. ماذا تعني كلمة *الحركة*؟ كيف تشارك الأعصاب؟

٢ – ميز إنزيمات الهضم، وأي من المواد ذات الصلة التي تُفرز عن طريق الغدد التالية: اللعاب والغدد المخاطية، البنكرياس، والكبد. ما الأنشطة التي تؤديها الكربوهيدرات، البروتينات، والدهون؟ ما الذي يحفز إفراز هذه الإنزيمات؟ وما الذي يحول دون أداء نشاطها؟

٣– صف أربع آليات لامتصاص العناصر الغذائية من الأمعاء الدقيقة. صف الطرق التي تتخذ لهدم منتجات الكربوهيدرات، البروتينات، والدهون بعد الامتصاص. لماذا يجب توافر طريق بديل إلى مجرى الدم للدهون؟

٤–ما المهام التي تؤديها الأمعاء الغليظة؟

أسئلة التحدي في الفصل

صح أم خطأ

اكتب الجملة الصحيحة لكل بند من البنود في حال كانت الإجابة "خطأ":

١ – صح أم خطأ: منتجات هضم الوجبات الكبيرة من الصعب امتصاصها؛ لأن مساحة السطح الكلية للامتصاص في الأمعاء صغيرة نسبياً.

٢– صح أم خطأ: يجب أن تنشط بعض الإنزيمات قبل أن تتمكن من العمل بفعل حامض الهيدروكلوريك،

أو بفعل الإنزيمات الأخرى.

٣- صح أم خطأ: العصارة الصفراوية إنزيم تستخدم خصيصاً لهدم الدهون.

٤- صح أم خطأ: "دورة القناة الهضمية" توفر إمداداً ثابتاً من المياه والشوارد لحمل الإفرازات الهضمية والمواد الناتجة.

٥- صح أم خطأ: إفرازات الأجهزة التبعية للجهاز الهضمي، المرارة والبنكرياس، تخلط مع إفرازات المعدة للمساعدة في الهضم.

٦- صح أم خطأ: إنزيم واحد قد يعمل على هدم كل من الكربوهيدرات الدهون.

٧- صح أم خطأ: العصارة الصفراوية تفرز من المرارة كرد فعل على تحفيز هرموني.

اختيار من متعدد

١- أثناء الهضم، يكون عمل العضلات الرئيسة هو تحرك كتلة الغذاء إلى الأمام بموجات إيقاعية منتظمة تسمى:

أ) انكماش الصمام.

ب) حركة حلقية تجزيئية .

ج) وتيرة العضلات.

د) الحركة الدودية.

٢- التأثير الإفرازي للقناة الهضمية يتأثر بأي مما يلي؟(اختر كل ما هو قابل للتطبيق)

أ) ضغط الدم.

ب) درجة حرارة المواد الغذائية.

ج) سرعة الأكل.

د) العواطف مثل الغضب والخوف.

٣- المخاط هو إفراز هام داخل القناة الهضمية ؛ لأنه

أ) يسبب تغيرات في المواد الكيميائية للإعداد لعمل الإنزيم.

ب) يساعد في خلق درجة مناسبة من الحموضة لعمل الإنزيمات.

ج) يُزَلِّق بطانة القناة الهضمية ويحميها.

د) يساعد على استحلاب الدهون لعمل الإنزيم.

٤- البيبسين هو

أ) يفرز في الأمعاء الدقيقة للعمل على البروتين.

ب) إنزيم في المعدة يعمل على البروتين.

ج) يصنع في البنكرياس للعمل على الدهون.

د) يصنع في الأمعاء الدقيقة للعمل على الدهون.

٥- العصارة الصفراوية هي إفراز هام والتي

أ) تصنعها المرارة.

ب) تخزن في الكبد.

ج) مساعدة لهضم البروتينات.

د) عامل استحلاب دهني.

٦- مسار امتصاص الدهون هو

أ) الجهاز اللمفاوي عبر لاكتيلات الزغب.

ب)مباشرة إلى بوابة الدورة الدموية.

ج) مع مساعدة العصارة الصفراوية مباشرة إلى الأوعية الشعرية للزغب.

د. مع مساعدة من البروتين مباشرة إلى بوابة الدورة الدموية.

يُرجى الرجوع إلى قسم موارد الطلاب فيما يتعلق بهذا النص، قم بزيارة الموقع الإلكتروني "اقتراحات لمزيد من الدراسة".

المراجع

1. Green HL, Moran JR: The gastrointestinal tract: regulator of nutrient absorption. In Shils ME, Olson JA, Shike M, eds: *Modern nutrition in health and disease*, ed 8, Philadelphia, 1994, Lea & Febiger.

2. Guyton AC, Hall JE: *Textbook of medical physiology*, ed 10, Philadelphia, 2000, Saunders.

3. National Institute of Diabetes and Digestive and Kidney Diseases, National Institutes of Health: *Lactose intolerance*, Washington, DC, (accessed December 2002), NIDDK/NIH

[http://www.niddk.nih.gov/health/digest/pubs/lactose/lactose.htm].

4. Food and Nutrition Board, Institute of Medicine: *Dietary reference intakes for thiamin, riboflavin, niacin, vitamin* B6, *folate, vitamin B12, pantothenic acid, biotin, and choline*, Washington, DC, 2000, National Academies Press.

5. Food and Nutrition Board, Institute of Medicine: *Dietary reference intakes for vitamin C, vitamin E, selenium, and carotenoids*, Washington, DC, 2000, National Academies Press.

6. Food and Nutrition Board, Institute of Medicine: *Dietary reference intakes for vitamin A, vitamin K, arsenic,*

boron, chromium, copper, iodine, iron, manganese, molybdenum,nickel, silicon, vanadium, and zinc, Washington, DC, 2002, National Academies Press.

مراجع إضافية

Swagerty DL and others: Lactose intolerance, Am *Fam Physician* 65(9):1845,2002.

.McMahan S and others: Lactose intolerance: strategies for symptom management, *Adv Nurse Pract* 10(6):71, 2002.

Anderson GH and others: Inverse association between the effect of carbohydrates on blood glucose and subsequent short-term food intake in young men, *Am JJ Clin Nutr*76(5):1023, 2002.

Lactose intolerance, the inability to digest the disaccharide lactose, affects millions of people worldwide. These articles review the pathophysiology, epidemiology, symptoms, and treatments for lactose intolerance.

The authors explain the relationship between carbohydrate consumption, satiety, and food intake.