الكربوهيدرات

المفاهيم الأساسية

- توفر الأطعمة الكربوهيدراتية مصدر طاقة (سعرات حرارية) فعلية؛ نظراً لوفرتها فضلاً عن أنها ذات تكلفة منخفضة نسبياً، وذات سعة تخزينية.
- تختلف مركبات الكربوهيدرات في هياكلها من البسيطة إلى المعقدة، ولذلك تقدم إمداداً سريعاً إلى طويل الأمد من الطاقة للجسم.
- الألياف الغذائية، كربوهيدرات غير قابلة للهضم، باعتبارها عامل تنظيم مستقل داخل الجسم.

وكما نوقش في الفصل الأول ، فإن المواد الغذائية الرئيسة في الطعام تساعد في المحافظة على الحياة وتعزيز الصحة. وتعد هذه النتائج الهائلة ممكنة؛ لأن استخدام الجسم الفريد لهذه المواد المغذية الأساسية تقدم ثلاثة من أساسيات الحياة والاحتياجات الصحية: (١) الطاقة للقيام بوظائف الجسم؛ (٢) مواد البناء للحفاظ على الشكل والوظائف الحيوية؛ (٣) تكون كعوامل سيطرة لتنظيم هذه العمليات بكفاءة.

وهذه الأساسيات الثلاثة للحياة والصحة، هي وظائف العناصر المغذية التي ترتبط ارتباطا وثيقاً، ولا توجد أي مادة مغذية تعمل منفردة. وفي هذا الفصل، وكما تبين في الفصل السابق، يُنظر إلى كل من المواد الغذائية على حدة، مع العلم أنها لا تعمل بهذه الطريقة داخل أجسامنا، وتعتبر المزود الرئيس لإنتاج الوقود للجسم ـ الكربوهيدرات.

طبيعة الكربوهيدرات

العلاقة بالطاقة

المصدر الأساسي للوقود

الطاقة ضرورية للحياة. فهي التي يحتاجها الكائن الحي للقيام بالعمل. وأي نظام للطاقة يجب – أولاً–

أن يكون له إمداد وقود أساسي، ففي نظام طاقة الأرض، نجد أن موارد الطاقة الهائلة من الشمس تُمكّن النباتات، وذلك من خلال نظام التمثيل الضوئي لديها من تحويل الطاقة الشمسية إلى الكربوهيدرات، كمخزون وقود للنباتات[1]، ذلك لأن جسم الإنسان يمكنه تحطيم هذا المخزون بسرعة، وذلك لإنتاج الطاقة، والمحافظة على إمداد طويل من هذه المواد المغذية (السكريات، والنشويات)، حيث إنها توفر مصدراً رئيساً للطاقة، ويكون ذلك في شكل سعرات حرارية.

وطوال هذا النص نجد أن عبارة الطاقة -غالباً- ما تستخدم متآزرة مع السعرات الحرارية (انظر التعريف في الفصل الأول. إن أجسامنا بحاجة للطاقة من أجل البقاء، سواء الطوعي (ضخ الدم من القلب والرئتين في التنفس)، والعمل الطوعي (المشي والكلام) أيضاً يتطلب طاقة. وهذه الطاقة مستمدة من السعرات الحرارية التي يوفرها الغذاء.

التمثيل الضوئي (Gr. *Photos*، الضوء + synthesis، الوضع معاً) هو العملية التي تستطيع من خلالها النباتات التي تحتوي على مادة الكلوروفيل أن تكون قادرة على تصنيع الكربوهيدرات عن طريق الجمع بين CO_2 من الهواء، والماء من التربة، في حين أن أشعة الشمس تستخدم كطاقة؛ بينما الكلوروفيل يكون عاملاً حفازاً.

$$6\ CO_2 + 6\ H_2O + Energy \rightarrow Chlorophyll \rightarrow C6H_{12}O_6 + 6\ O_2$$

السكريد (L. *saccharum*، السكر) هو الاسم الكيميائي لجزيئات السكر. وقد تتواجد على شكل جزيئات أحادية في السكريات الأحادية (الجلوكوز، الفركتوز، الجلاكتوز): ويوجد اثنان من الجزيئات في السكريات الثنائية (السكروز، اللاكتوز، المالتوز)، أو جزيئات متعددة في السكريات العديدة (النشا، الألياف الغذائية، الجليكوجين).

الكربوهيدرات البسيطة هي السكريات ببنية بسيطة من واحد أو اثنين في واحد من وحدات السكر الواحد (السكريد). السكر الأحادي يتكون من وحدة واحدة من السكر؛ السكر الثنائي يتكون من وحدتين من السكر.

الكربوهيدرات المعقدة الجزيئات الكبيرة المعقدة من الكربوهيدرات تتألف من العديد من وحدات السكر. (السكريات العديدة) أشكال معقدة من الكربوهيدرات الغذائية، وتشمل النشا، والذي يعد قابلاً للهضم، ويوفر المصدر الرئيس للطاقة، والألياف الغذائية، والتي تكون غير قابلة للهضم. (البشر يفتقرون للإنزيمات اللازمة)، ويوفر بالتالي الكم المهم في النظام الغذائي.

نظام إنتاج الطاقة

لإنتاج الطاقة من إمدادات الطاقة الأساسية، فإن نظام الطاقة الناجح يجب أن يكون قادراً على القيام بالأمور الثلاثة التالية:

openkandil.com

١- تحويل الوقود الأساسي إلى وقود مكرر، بحيث يمكن للجهاز المصمم استخدامه.

٢- حمل هذا الوقود المكرر إلى الأماكن التي تحتاج إليها.

٣- حرق هذا الوقود المكرر في معدات خاصة شكلت في هذه الأماكن.

الجسم التي يسهل هذه الأمور الثلاثة يعد أكثر كفاءة من أي جهاز من صنع الإنسان فهو يهضم الوقود الأساسي، والكربوهيدرات، ويغيره إلى الجلوكوز، الذي يمتصه الجسم بعد ذلك، ومن خلال الدورة الدموية، يُحمل هذا الوقود المكرر للخلايا التي تحتاج إلى الجلوكوز. ويحرق الجلوكوز في معدات هذه الخلايا المعقدة، ومن ثم تخرج الطاقة من خلال عملية التمثيل الغذائي للخلية ؛ لأن جسم الإنسان يمكنه بسرعة تحطيم النشا والسكر الذي يُوكل لإنتاج الطاقة ، والكربوهيدرات، وتسمى بالأغذية "السريعة في مجال الطاقة".

أهمية الغذاء

توجد أسباب عملية لكميات كبيرة من الكربوهيدرات في الأنظمة الغذائية في جميع أنحاء العالم. أولاً نجد أن الكربوهيدرات متاحة على نطاق واسع وتزاد بسهولة (مثل: الحبوب، والبقول، والخضروات، والفواكه). وفي بعض البلدان، تشكل أغذية الكربوهيدرات – تقريباً– كل النظام الغذائي. وفي النظام الغذائي الأميركي النمطي نحو نصف مجموع السعرات الحرارية في شكل الكربوهيدرات. ثانياً: الكربوهيدرات منخفضة نسبيًّا من حيث التكلفة بالمقارنة مع العديد من المواد الغذائية. ثالثاً، قد يكون من السهل تخزين الكربوهيدرات، حيث إنها يمكن أن تبقى في الأراضي الجافة، إضافة إلى أنها تخزن لفترات طويلة نسبيًّا دون تلف. والتجهيز الحديث والتعبئة تمدد من مدة صلاحية منتجات الكربوهيدرات قريباً لأجل غير مسمى.

إدارة الولايات المتحدة للزراعة (USDA) تقوم بشكل منتظم باستقصاءات فردية في نصيب الفرد من الغذاء، وعادة ما تشير هذه التقارير تشير إلى أن نحو نصف مجموع السعرات الحرارية في النظام الغذائي الأمريكي يأتي من الكربوهيدرات، والمستهلكة للأطفال أكثر من البالغين. إن المتحصل اليومي من السكريات للكثير من الأمريكيين يمثل نحو ٢٠ ٪ من مجموع السعرات الحرارية، وربما يصل إلى نحو ٤٠ ٪ من الأفراد، بزيادة استهلاك كميات كبيرة من الحلوى والأطعمة المجهزة عالية شراب الذرة وسكر الفاكهة ؛ ونتيجة لذلك، فإن استهلاك السكر الأمريكي النمطي، هو ـ دائماً ـ أعلى بكثير من المبادئ التوجيهية التي وضعتها هيئة الغذاء والدواء على اتباع نظام غذائي صحي، والتي تنص على أن السكريات المضافة لا ينبغي أن تشكل أكثر من ٢٥ ٪ من مجموع السعرات الحرارية. التذكير بمجموع السعرات الحرارية من الكربوهيدرات يأتي من النشا.

الجدول رقم (٢,١). ملخص أصناف الكربوهيدرات.

اسم الصنف الكيميائي	أعضاء الصنف	المصادر
السكريات الأحادية سكاكر وحيدة، كربوهيدرات بسيطة	الجلوكوز (الديكستروز) الفركتوز الجلاكتوز	شراب الذرة (يستخدم كثيراً في الأغذية المجهزة) الفواكه، العسل اللاكتوز (الحليب).
السكريات الثنائية سكاكر ثنائية، كربوهيدرات بسيطة	السكروز اللاكتوز المالتوز	سكر "الطعام": قصب السكر، الشمندر، الذبس الحليب. هضم النشا، محلي وسطي في منتجات الأغذية ، هضم النشا نهائياً.
السكريات العديدة سكاكر متعددة، كربوهيدرات معقدة	النشا الجليكوجين	البذور ومنتجات البذور، الحبوب، الخبز، البسكويت المقرمش، والبضائع الأخرى المخبوزة الأرز، الذرة، البرغل البقوليات البطاطا والخضروات الأخرى الأنسجة الحيوانية، الكبد، اللحوم العضلية.

إيضاح من: Mahan LK, Escott-Stump S: *Krause's food, nutrition, & diet therapy*, ed 11, Philadelphia, 2004, Saunders.

أصناف الكربوهيدرات

اسم *الكربوهيدرات* يأتي من طبيعتها الكيميائية، فالكربوهيدرات تتألف من الكربون (C)، الهيدروجين (H)، والأوكسجين (O)، مع نسبة الهيدروجين. وعادة ما يكون الأكسجين للماء: H_2O.

والكربوهيدرات اسمها المختصر، CHO، وهو مزيج من الرموز الكيميائية لمكوناتها الثلاثة، وغالباً ما تستخدم في المخططات الطبية أو الترميزات المختلفة. يستخدم مصطلح السكريد كاسم فئة الكربوهيدرات، ويأتي من الكلمة اللاتينية *سكاروم*، بمعنى "السكر". وبالتالي وحدة السكريد، هي وحدة سكر واحدة. وتصنف الكربوهيدرات نسبة إلى عدد السكر، أو السكريد. ونجد أن الوحدات المكونة لهيكلها: *السكريات الأحادية*، والتي تحوي وحدة سكر واحدة، *السكريات الثنائية*، وتحوي اثنين من وحدات السكر، *والسكريات العديدة*، حيث تحوي الكثير من وحدات السكر.

السكريات الأحادية والثنائية هي هياكل صغيرة، بسيطة بها وحدة سكر واحدة فقط ، أو اثنتين من وحدات السكر ؛ لذلك فهي تسمى الكربوهيدرات البسيطة.

ومع ذلك، فالسكريات العديدة هي مركبات كبيرة، معقدة تحوي الكثير من وحدات السكريد في سلاسل طويلة، وبالتالي فهي تدعى الكربوهيدرات المعقدة. وعلى سبيل المثال، نجد منها النشا، حيث تتكون من السكريات العديدة الأكثر أهمية في تغذية الإنسان، إضافة إلى أنها تتكون من العديد من السلاسل الملفوفة والمتفرعة تماماً مثل هيكل الشجرة. وكل واحدة من هذه السلاسل المتعددة والمتفرعة تتألف من ٢٤ إلى ٣٠ من وحدات سكر الجلوكوز، والتي تنشق- تدريجيًا - في عملية الهضم ؛ لتوفير مصدر ثابت من الطاقة على مدى فترة من الزمن. ويلخص الجدول رقم (٢,١) أصناف الكربوهيدرات هذه.

السكريات الأحادية

السكريات الأحادية الثلاثة البسيطة المهمة في التغذية هي الجلوكوز، والفركتوز، والجالاكتوز. والسكريات الأحادية هي اللبنات الأساسية لجميع الكربوهيدرات، ولا تحتاج إلى المزيد من الهضم، حيث إنها سرعان ما تمتص من الأمعاء إلى مجرى الدم، وتنقل إلى الكبد. وفي الكبد، يتم تحويلها عن طريق الإنزيمات إلى الجليكوجين لإمداد ثابت احتياطي من الطاقة، أو استخدامها للاحتياجات الفورية من الطاقة.

الجلوكوز. إن الجلوكوز هو السكر الأساسي الواحد في استقلاب الجسم، وهو شكل من أشكال السكر المتداول في الدم، كما أنه الوقود الرئيس للخلايا. ولا يوجد عادة بهذا الشكل في النظام الغذائي، باستثناء في شراب الذرة المستخدم وحده، أو في المواد الغذائية المصنعة، ويأتي إمداد الجسم أساساً من هضم النشا. والجلوكوز هو سكر حلو معتدل، كما أنه يسمى أحياناً دكستروز، للدلالة على بنية الجزيء.

الفركتوز. الفركتوز يوجد - أساساً- في الفواكه، والتي منها حصل على اسمه، أو في العسل، على الرغم من أن العسل - أحياناً- فُكِّر به كبديل للسكر ؛ إذ إنه من السكر في حد ذاته ؛ وبالتالي فإنه لا يمكن أن يعتبر بديلاً. وكمية الفركتوز في الفاكهة تعتمد على درجة النضوج، فإذا كانت الثمرة ناضجة، فإن بعضاً من مخزونها من النشا يتحول إلى سكر. ونجد أن شراب الذرة عالي الفركتوز يجرى استخدامه - بشكل متزايد- في المنتجات الغذائية المصنعة، وتشكل عاملاً رئيساً من عوامل زيادة تناول السكر. والفركتوز هو أحلى السكريات البسيطة.

الجالاكتوز. الجالاكتوز لا يتم العثور عليه - عادة - على هذا النحو في النظام الغذائي، ولكن يأتي - أساساً - من هضم سكر الحليب، أو اللاكتوز.

السكريات الثنائية

السكريات الثنائية سكريات مزدوجة بسيطة، تتألف من اثنين من وحدات السكر الأحادية مرتبطة معاً.

والسكريات الثنائية الثلاثة المهمة في التغذية هي السكروز، اللاكتوز، والمالتوز.

السكروز = جلوكوز + فركتوز.

اللاكتوز= جلوكوز + جالاكتوز.

المالتوز = جلوكوز + جلوكوز.

السكروز. هو سكر الطعام الشائع، ووحدتا السكر الأحادية فيه هما الجلوكوز، والفركتوز. يُستخدم السكروز في شكل حبيبات السكر، أو مسحوق، أو البني، ويصنع من قصب السكر، أو شمندر السكر. بينما دبس السكر، هو منتج إنتاج السكر، وهو - أيضاً - شكل من أشكال السكروز، وعندما يكون حديث الناس عن السكر في الغذاء، فعادة ما يعنون السكروز.

اللاكتوز. هو السكر في الحليب، ويصنع في الغدد الثديية. ونجد أن وحدتا السكر الأحادية فيه هما: الجلوكوز، والجالاكتوز. واللاكتوز هو السكر الوحيد الشائع غير الموجودة في النباتات الأقل ذوباناً وحلاوة مقارنة بالسكروز. ويظل اللاكتوز في الأمعاء فترة أطول من السكريات الأخرى، ويشجع على نمو البكتيريا المفيدة المعروفة. يحتوي حليب البقر على ٤.٨ ٪ من اللاكتوز، والحليب البشري يحتوي على٧ ٪ من اللاكتوز. ويساعد اللاكتوز في امتصاص الجسم للكالسيوم والفوسفور، ووجود كل هذه المواد المغذية الثلاثة في الحليب يمثل نعمة كبرى، ويمكننا القول: لماذا الحليب يُعد من أفضل "حزمة" الأطعمة الطبيعية؟

المالتوز. لا يعتبر المالتوز - عادة - موجوداً على هيئته في النظام الغذائي، إذ إنه ينشأ في الجسم من التحطم الهضمي الوسيط للنشا؛ ذلك لأن النشا يتكون - كليًّا - من العديد من وحدات الجلوكوز الأحادية؛ وذلك فوحدتا السكر الأحادية هي التي تكون سكر المالتوز، وكلاهما ينشأ من الجلوكوز. ويستخدم المالتوز الصناعي المشتق كأساس التحلية في الأغذية المصنعة المختلفة.

السكريات العديدة

السكريات العديدة هي كربوهيدرات معقدة متكونة من وحدات كثيرة من السكاكر الأحادية. والسكريات العديدة الهامة في التغذية تشمل النشا، والجليكوجين، والألياف الغذائية.

النشا. تعد النشويات - إلى حد بعيد - أهم السكريات العديدة في النظام الغذائي، إذ إنها موجودة في البذور، والبقول وغيرها من الخضروات، وبعض الفواكه بكميات قليلة. والنشويات هي أكثر تعقيداً في هياكلها من السكريات البسيطة، وبذلك فإنها تتحطم ببطء أكثر، وتمد بالطاقة لفترة أطول من الزمن. ولاستخدام النشا على وجه السرعة من قِبل الجسم، فإنه يمكن أن يُحَطِّم الغشاء الخارجي بالطحن أو الطبخ. وطبخ النشا لا يحسن نكهته فقط، وإنما - أيضاً- يساعد على تطرية خلايا النشا وتحطيمها؛ مما يجعل عملية الهضم أسهل. ونجد أن مخاليط النشا

تثخن وتصبح سميكة عند طهيها، ذلك لأن الجزء الذي يغلف حبيبات النشا لديه نوعية تشبه الجل. إن سماكة خليط النشا تكون بالطريقة نفسها التي تجعل البكتين يمكن أن يتصلب مع اختلاطه بالهلام. والنشاء يعد من أهم الكربوهيدرات الغذائية في جميع أنحاء العالم، وقيمة النشا في التغذية البشرية والصحة قد تلقت مؤخراً قدراً كبيراً من التقدير. توصي مدخولات الكميات الغذائية المرجعية في الولايات المتحدة (DRIs، انظر الفصل ١) بأن ٤٥ ٪ إلى ٦٥ ٪ من مجموع السعرات الحرارية تأتي من الكربوهيدرات، مع تخصيص جزء أكبر من ذلك المدخول يكون قادماً من الكربوهيدرات المعقدة [٢]. وفي العديد من البلدان الأخرى، حيث يعد النشا من المواد الغذائية الأساسية؛ لأنه يشكل أعلى جزء من النظام الغذائي. والمصادر الغذائية الرئيسة من النشا (الشكل رقم ٢,١) تشمل البذور في شكل الحبوب، والمعكرونة، والبسكويت المقرمش، والخبز، وغيرها من السلع الأخرى المخبوزة، كذلك البقوليات في شكل الفاصوليا والبازلاء، والبطاطا، والأرز، والذرة، والبرغل؛ والخضروات الأخرى، وخاصة من المجموعة الجذرية المتنوعة.

إن مصطلح *الحبوب الكاملة* يستخدم للمنتجات الغذائية، مثل الدقيق، والخبز، أو الحبوب التي يتم إنتاجها من البذور غير المكررة، وهي البذور التي لا تزال تحتفظ بطبقات النخالة الخارجية حولها، والسويداء الداخلية الجرثومية (الشكل رقم ٢,٢) ومغذياتها. (بمعنى آخر: الألياف الغذائية، والمعادن، والفيتامينات). بينما تعد *البذور المدعمة* هي منتجات البذور المكررة التي أضيفت إليها المواد المغذية الأساسية — عادةً المعادن (مثل الحديد) والفيتامينات (مثل: أ، ج، د، الثيامين، الريبوفلافين، والنياسين). وتحتوي حبوب الإفطار الجاهزة للأكل -عادة- على العناصر المغذية الإضافية، مثل الفيتامينات: د، هـ، ب٦، وحامض الفوليك، وكذلك المعادن، والفوسفور، والمغنيسيوم، والزنك. وهذه الحبوب هي البند المفضل للفطور لدى للأطفال، وقد أصبحت مصدراً رئيساً لمدخولهم من الفيتامينات والمعادن.

الجليكوجين. الجليكوجين يوجد في النسيج العضلي الحيواني، وهو مشابه لهيكل النشا؛ لذا فإنه يسمى - أحياناً- *النشا الحيواني*.

الشكل رقم (٢,١). أغذية الكربوهيدرات المعقدة (Credit: Amy Buxton).

ومع ذلك، فإن جسم الحيوان يحتوي على القليل من الجليكوجين، وهذه الكمية الصغيرة تُستنزف بعيداً عندما تعد اللحوم للبيع. والجليكوجين ليس مصدراً مهماً للكربوهيدرات في النظام الغذائي. ومن جهة أخرى، فهو عبارة عن كربوهيدرات تتشكل ضمن أنسجة الجسم، وهو أمر حاسم لعملية الأيض في الجسم وتوازن الطاقة. ويتواجد الجليكوجين في الكبد و العضلات، حيث يتم إعادة تدويره باستمرار، وبمعنى آخر، يتم تحطيمه لتشكيل الجلوكوز لتلبية الاحتياجات الفورية من الطاقة، وتوليفها لتخزينها في الكبد والعضلات. وهذه المخازن الصغيرة من الجليكوجين تساعد على استمرارية بقاء نسبة الجلوكوز طبيعية في الدم خلال فترات قصيرة من الصيام، وكذلك النوم، كما أنها توفر وقوداً فورياً لعمل العضلات، كما تحمي هذه الاحتياطيات الخلايا من توقف وظيفة الأيض الغذائي والإصابة. وعملية تنظيم السكر في الدم، وتعلقها بتحطيم الجليكوجين، يتم مناقشتها بمزيد من التفصيل في الفصل العشرين.

الشكل رقم (٢,٢). لب حبة القمح، تظهر طبقات النخالة، السويداء، والجنين (Credit: Eileen Draper).

الألياف الغذائية. هناك عدة أنواع من الألياف الغذائية والسكريات العديدة، وبسبب افتقار البشر للإنزيمات اللازمة لهضم الألياف الغذائية، فإن هذه المواد ليس لها قيمة الطاقة المباشرة مثل، الكربوهيدرات الأخرى. ومع ذلك، فإن عدم القدرة على هضمها يجعل هذه المواد من الموجودات الغذائية الهامة. وزيادة في الاهتمام يمكن التركيز على علاقة الألياف بتعزيز الصحة والوقاية من الأمراض، لا سيما مشاكل القناة الهضمية (GI)، وعلاج داء السكري.[3] وأنواع الألياف الغذائية الهامة في التغذية البشرية توصف فيما يلي من فقرات.

السليلوز. السليلوز هو الجزء الكبير من إطار النباتات، ولا يزال غير قابل للهضم في القناة الهضمية GI، فضلاً عن أنه يقدم الحجم المهم للنظام الغذائي، ويساعد هذا على تحرك الكتلة الغذائية السائبة باستمرار، ويحفز على عمل العضلات العادية في الأمعاء، كما أنه يشكل البراز للتخلص من منتجات النفايات. والمصادر الرئيسة للسيلولوز هي جذوع وأوراق الخضروات وأغطية البذور والحبوب.

السكريات العديدة غير السليلوزية. وتتمثل في نصف سليلوز، والبكتينات، والأصماغ، والهلامات، إضافة إلى مواد الطحالب التي تعد سكريات عديدة غير السليلوزية. إنها تمتص الماء وتنتفخ إلى أحجام أكبر، وبالتالي تبطئ من تفريغ كتلة الغذاء من المعدة، كما أنها ترتبط بالأحماض المرارية (بما في ذلك الكوليستيرول)[4] في الأمعاء، وذلك لمنع ضغط القولون التشنجي من خلال توفير كتلة أكبر من أجل العمل العادي للعضلات. وتوفر السكريات العديدة غير السليلوزية – أيضاً– توفر مواد التخمير التي يمكن لبكتيريا القولون العمل عليها.

اللجنين. هو النوع الوحيد من غير الكربوهيدرات من الألياف الغذائية، إذ إنه مركب كبير يشكل الجزء الخشبي لنباتات معينة، كما أنه يربط ألياف السليلوز في النباتات، لإعطاء قوة إضافية وصلابة لجدران خلايا النباتات، فضلاً عن أنه يتحد مع الأحماض المرارية والكولسترول في أمعاء الإنسان، ويمنع امتصاصها. الجدول رقم (٢,٢) يعطي ملخصاً لأصناف الألياف الغذائية، جنباً إلى جنب مع المصادر ومهام كل منها.

وبشيء من التبسيط، فالألياف الغذائية –عادة– ما تجزأ إلى مجموعتين على أساس الذوبان هما: السيليلوز، اللجنين، نصف سليلوز ليست قابلة للذوبان في الماء. وما تبقى من الألياف الغذائية (على سبيل المثال، فإن معظم البكتينات والسكريات العديدة الأخرى، مثل الأصماغ والهلامات)، مع ذلك، تكون ذائبة في الماء. وهذان الصنفان من الألياف الغذائية استنادا على الذوبان تلخص في المربع رقم (٢,١). إن التركيب الطبيعي الأوسع وقدرة الأصماغ، الهلامات، البكتينات، والسكريات العديدة في الطحالب– (تلك المستمدة من الأعشاب البحرية) على الاحتفاظ بالماء، جزئيًا تكون في حساب ذوبانها الأكبر في الماء.

وبشكل عام، فالمجموعات الغذائية التي توفر ما يلزم من الألياف الغذائية تشمل البذور الكاملة، والبقوليات، والخضار، والفواكه في أشكالها الغذائية العديدة، أي البقوليات، والخضار، والفواكه، مع الإبقاء قدر الإمكان على

قشورها. وتوفر البذور الكاملة "حزمة" طبيعية خاصة من كل من النشا (الكربوهيدرات المعقدة)، والألياف في أغلفتها، وبالإضافة إلى ذلك، فإن البذور الكاملة تحتوي على وفرة من الفيتامينات والمعادن.[5]

والعديد من المنظمات الصحية قد أوصت بزيادة مدخول الكربوهيدرات المعقدة بشكل عام، أو الألياف الغذائية بشكل خاص[6،7].

المربع رقم (٢،١). ملخص الألياف الذائبة وغير القابلة للذوبان في مجموع الألياف الغذائية.

غير القابلة للذوبان	الذائبة
السليلوز	الأصماغ
معظم نصف السيليلوزيات	الهلامات
اللجنين	السكريات العديدة من الطحالب
	معظم البكتينات

الجدول رقم (٢،٢). ملخص أصناف الألياف الغذائية.

اسم الصنف الكيميائي	أعضاء الصنف	المصادر
السليلوز	مكون الجدار الخلوي الرئيس للنباتات	الاحتفاظ بالماء، تخفيض الضغط المرتفع داخل التجويف القولوني.
السكريات العديدة غير السليلوزية الأصماغ الهلامات السكريات العديدة من الطحالب مواد البكتينات	إفرازات النباتات إفرازات النباتات والبذور الطحالب، الأعشاب البحرية المادة الخلالية الداعمة بين الخلايا النباتية.	إبطاء معدل إفراغ المعدة؛ تزويد مادة التخمير للبكتيريا في القولون مع إنتاج الغاز، والأحماض الدهنية الطيارة، ترتبط بالأحماض المرارية الكوليستيرول.
نصف السيليلوزيات	مادة الجدار الخلوي للنبات	الاحتفاظ بالماء وزيادة حجم كتلة البراز، تخفيض الضغط القولوني المرتفع، ترتبط بالأحماض المرارية.
اللجنين	الجزء الخشبي للنبات	مضاد للأكسدة، يرتبط بالأحماض المرارية، الكوليستيرول، والمعادن.

كان مجلس الأغذية والتغذية يشير دائماً إلى أن استهلاك الألياف المرغوب فيها لا ينبغي أن يتحقق عن طريق إضافة مكملات الألياف المركزة إلى النظام الغذائي، ولكن من خلال تناول وجبات عالية من الألياف وذلك من خلال الحبوب الكاملة، والفاكهة، والخضروات، والبقول، والتي توفر- أيضاً- الفيتامينات والمعادن. والمدخول

اليومي الموصى به من الألياف للرجال والنساء ٥٠ عاما وأصغر، هو ٣٨ و ٢٥ جراماً يوميًّا، على التوالي. في حين أن (DRIs) تخفضها إلى ٣٠ و ٢١ جراماً يوميًّا للرجال والنساء فوق سن ٥٠.[2] وهذا يتطلب استخدام كمية ثابتة من الحبوب الكاملة، البقوليات، والخضار، والفواكه، والبذور، و المكسرات. ولسوء الحظ، فإن الأمريكيين لا يلبون ما أوصي به حصص الحبوب، والخضار، والفاكهة على الصعيد اليومي. وفي المتوسط، ٢٧ ٪ فقط من الأفراد يحققون ما أُوْصِيَ به من حصص الحبوب، و ٣٦ ٪ يحققون التوصيات من الخضار، ومجرد ٢٠ ٪ يستهلكون ما أُوْصِيَ به في حصص الفاكهة يوميًّا.[3] ومحتوى الألياف الغذائية لبعض الأغذية الشائعة المستخدمة ترد في الجدول رقم (٣,٢) ولمزيد من التركيز انظر مربع والتذييل ج "الألياف... لماذا كل هذه الضجة حوله؟ ".

وكما هو الحال مع الكثير من الأمور في التغذية، فإن كثير من الألياف يمكن أن يكون مشكلة أيضاً، حيث إن الزيادات المفاجئة في الألياف يمكن أن تؤدي إلى تشكل الغاز، والنفخة، والإمساك.

وتناول الألياف ينبغي زيادته تدريجيًّا، جنباً إلى جنب مع كمية المياه، لنصل إلى كمية مناسبة للفرد. ومن الممكن أن تكون كميات كبيرة من الألياف الغذائية فخاً لكميات صغيرة من المعادن، وتحول دون امتصاصها في القناة الهضمية. وهذه الوظيفة للألياف مفيدة عندما تكون "لالتقاط" أو الارتباط بالأحماض المرارية، مثل الكوليستيرول، ولكنها قد تعارض الحالة التغذوية وذلك إذا كان مدخول الألياف يتجاوز التوصيات إلى حد كبير، إذ ربما يصل إلى نقطة التقليل من امتصاص المعادن.

الجدول رقم (٢,٣). ملخص أصناف الألياف الغذائية.

الغذاء	حجم الحصة	الألياف الغذائية (غم	السعرات الحرارية
الخبز والحبوب			
النخالة الكاملة.	ثلث كوب	١٣	٧٥
نخالة الشوفان الكاملة.	ثلاثة أرباع كوب	٤	١٠٥
نخالة القمح الكاملة.	ثلاثة أرباع كوب	٥	٩٢
نخالة الشوفان كراكلين.	ثلاثة أرباع كوب	٦,٤	٢٢٥
ليف واحد.	نصف كوب	١٤,٤	٦٠
الشوفان المجروش.	كوب واحد	٤	١٣٨
الفشار، مفرقع في الهواء.	كوب واحد	١,٢	٣٠
نخالة الزبيب.	نصف كوب	٣,٥	٩٤
نخالة ١٠٠٪.	ثلث كوب	٨,٣	٨٣
نخالة القمح المقطعة.	ثلثا كوب	٤	٩٨
خبز القمح الكامل.	شريحة واحدة	٢	٦٩

openkan.com

تابع الجدول رقم (٢,٣).

الغذاء	حجم الحصة	الألياف الغذائية (غم	السعرات الحرارية
الفواكه			
التفاح، خام بالقشور.	حبة وسط (٢ ٣/٤ إنش نصف القطر)	٣,٧	٨١
الخوخ.	حبة وسط	٠,٧	١٧
الموز.	حبة وسط (٧- ٧ ٧/٨ إنش طولي)	٢,٨	١٠٨
توت.	نصف كوب	٢	٤٠
الكرز.	نصف كوب	٠,٨	٢٦
التمر، المجفف.	١	٠,٦	٢٣
الغريب فروت.	نصف كوب قطع	١,٢٥	٣٨
البرتقال.	حبة وسط (٢ ٥/٨ إنش نصف القطر)	٣,١	٦١
المشمش.	حبة وسط (٢ ١/٢ إنش نصف القطر)	٢	٤٢
الأجاص المجفّف.	١	٠,٦	٢٠
الزبيب، بدون بذور.	نصف كوب (غير معبأ)	٣	٢١٧
الفراولة.	نصف كوب مقطع شرائح	١,٩	٢٥
البقوليات			
الفاصوليا السوداء.	نصف كوب	٧,٥	١١٣
فاصوليا الغربانزو.	نصف كوب	٦,٢	١٣٤
الفاصوليا الكلوية.	نصف كوب	٥,٦	١١٢
فاصوليا الليما	نصف كوب	٦,٥	١٠٨
الخضروات			
الهليون، المطبوخ.	نصف كوب	١,٤	٢١
البازلاء ذات العين السوداء.	نصف كوب	٤,١	٨٠
البروكلي، المطبوخ.	نصف كوب	٢,٣	٢٢
الجزر، خام مقطع أعواد.	نصف كوب	١,٨	٢٦
القرنبيط، المطبوخ.	نصف كوب	١,٧	١٤
الذرة.	نصف كوب	٢,٢	٨٨

obeikandl.com

تابع الجدول رقم (٢,٣).

الغذاء	حجم الحصة	الألياف الغذائية (غم	السعرات الحرارية
الفاصوليا الخضراء (الفاصوليا الطازجة)، المطبوخة.	نصف كوب	٢	٢٢
	نصف كوب	٤,٤	٦٧
البازلاء الخضراء.	نصف كوب	٣,٨	١٦٠
البطاطا، مخبوزة، مع القشور.	حبة وسط (٢ ٤/١ – ٣ ٤/١ إنش نصف القطر)		
البطاطا الحلوة، مخبوزة مع القشور.	حبة وسط (٢X٥ إنش)	٣,٤	١١٧
الطماطم، الخام، مقطعة.	نصف كوب	١	١٩

هذه البيانات من إدارة الولايات المتحدة للزراعة، خدمة البحث الزراعي، مختبر بيانات المواد المغذية، *قاعدة بيانات USDA للمغذيات للمرجع القياسي*، الإصدار ١٥، واشنطن، DC، ٢٠٠٢، USDA/AGS، الصفحة الرئيسة لمختبر بيانات المواد المغذية: www.nal.usda.gov/fnic/foodcomp.

لمزيد من التركيز

الألياف... لماذا كل هذه الضجة حوله؟

المعاهد الوطنية للصحة ومنظمة الصحة العالمية، جنباً إلى جنب مع غيرها من معظم جميع الوكالات الصحية ذات الصلة في العالم، قد عززت استهلاك الألياف لسنوات عدة. وقد تم تحديد الفوائد بوضوح في تجربة سريرية بعد تجربة.[٤- ٨] والعلماء واثقون من أن بعض فوائد الصحة من استهلاك كميات كافية من الألياف هي ما يلي:

- تخفض مستويات الكوليستيرول في الدم.
- تشجع الوظيفة الطبيعية لحركة الأمعاء والحركات، وبالتالي منع الإمساك.
- تزيد الإحساس بالامتلاء، والذي يساعد في الوقاية من السمنة.
- تحمي من سرطان القولون .
- تبطئ امتصاص الجلوكوز، وبالتالي تقلل من تموج معدلات الجلوكوز في الدم، وخفض إفراز الإنسولين.
- تمنع وتساعد على علاج الرتاج.

ومع ذلك، فإن متوسط استهلاك الألياف في الأنظمة الغذائية الأمريكية لا يزال في أقل من نصف ما يوصى به، والأمريكيون ليسوا وحدهم، في ذلك. ولقد قيم كرومهوت وزملاؤه(*) النشاط البدني، كمؤشر كتلة الجسم، ثنية الجلد تحت الترقوة (لقياس نسبة الدهون في الجسم)، مدخول الدهون، وتناول الألياف في الرجال في سن ٤٠ إلى ٥٩ في سبعة بلدان.

والتوصية لمدخول الألياف (٥و٣٨ غم/ يوم من الألياف) لهذه الفئة العمرية، وكان تحققها في بلدين فقط هما: فنلندا واليونان. وعلى الرغم من أن اليابان سجلت أدنى مدخول يومي من الألياف، إلا أنهم كانوا أقل قليلاً من متوسط استهلاك الألياف الغذائية في الولايات المتحدة. وبالإضافة إلى ذلك، فقد وجد الباحثون أن النشاط البدني والألياف الغذائية تكون من أهم المحددات البيئية للدهون في الجسم، وذلك ضمن المعايير التي تم قياسها. وهذا ما سوف يجعل الأمريكيين يصغون في نهاية المطاف إلى علامات التحذير ؟ وعند أي نقطة، فسوف يُقيم الأمريكيون حياتهم بما يكفي لوقف البحث عن الحبة السحرية التي تجعلهم نحيفين وخالين من عوامل الأخطار للأمراض المزمنة، وبدلاً من ذلك، فإنهم يبدءون في تحقيق تغييرات صغيرة في نمط الحياة التي أثبتت فعاليتها مراراً وتكراراً. ما عوامل نمط الحياة في حياتك، ويمكن أن تستخدم في التحول؟ ما خيارات نمط الحياة التي يمكنك أن تفخر بها وتتشارك بها مع الآخرين؟

(*) كرومهوت D وغيرهم: النشاط البدني والألياف التي تحدد مستويات الدهون في أجسام السكان: الدراسة في سبعة بلدان، 25(3):301, *Int J Obes Relat metab Disord* 2001

المحليات الأخرى

الكحولات من السكر والمحليات البديلة – غالباً – ما تستخدم كبدائل السكر. والمحليات، مثل الكحولات من السكر، وتساهم في إجمالي السعرات الحرارية، كما أنها تعتبر محليات مغذية. والمحليات غير المغذية، أو المحليات البديلة، هي بدائل السكر التي ليس لها أي قيمة من السعرات الحرارية.

المحليات المغذية. الكحولات من السكر (السوربيتول، والمانيتول، والزيليتول)، وهي أشكال الكحول للسكروز، المانوز، والزيلوز. والكحولات من السكر توفر ٢ إلى ٣ سعراً حراريًّا للغرام الواحد، وهو نفسه بالنسبة للكربوهيدرات الأخرى. وربما كان المعروف جيداً من بين هذه المركبات هو السوربيتول، والذي كان يُستخدم على نطاق واسع كبديل عن السكروز في مختلف الأطعمة ، والحلويات، والعلكة، والمشروبات.

وتشارك كحولات السكر بحصة من الامتصاص مع الجلوكوز في الأمعاء الدقيقة، ومع ذلك، فإنها تُمتص ببطء أكثر، ولا تشكل زيادة نسبة السكر في الدم بأسرع مما يسببه الجلوكوز، لذا فكحولات السكر –غالباً– ما

تُستخدم في المنتجات المقصود إعطاؤها للأفراد الذين لا يمكنهم تحمل مستوى السكر المرتفع في الدم، مثل الأشخاص المصابين بداء السكري. أما عن الجانب السلبي لاستخدام كميات كبيرة من كحولات السكر في المنتجات الغذائية يتمثل في أنها تُبطيء الهضم؛ مما قد يؤدي إلى الإسهال. والاستفادة من استخدام كحولات السكر ليحل محل السكر، هو خفض مخاطر تسوس الأسنان؛ بسبب بكتيريا الفم التي لا يمكنها استخدام كحولات السكر كوقود.

المحليات غير المغذية. المحليات غير المغذية صنعت خصيصاً لاستخدامها كبديل، أو كمحليات اصطناعية في المنتجات الغذائية؛ لأن المحليات غير المغذية لا تزود بأي سعرات حرارية، فهي توفر الطعم الحلو دون أن تساهم في إجمالي مدخول الطاقة. والناس – عادة – ما يدرجون هذه المحليات من أطعمة "الحمية". والمحليات البديلة الأكثر شيوعاً المستخدمة في الولايات المتحدة، هي الأسبارتام والسكرين.

أما المحليات غير المغذية، فتمثل عدة مئات من المرات لتكون أحلى من السكروز، أو سكر المائدة؛ لذا كميات صغيرة جداً يمكن أن تستخدم لإنتاج المذاق الحلو نفسه. والجدول رقم (٢,٤) يدرج ملخصاً لمواد التحلية الاصطناعية، وقيمة حلاوتها النسبية مقارنة مع سكر المائدة.

الجدول رقم (٢,٤). درجة حلاوة السكريات والمحليات الصناعية.

المادة	قيمة التحلية
السكر أو منتج السكر	
ليفيولوز، الفركتوز.	١٧٣
السكر المتحول.	١٣٠
السكروز.	١٠٠
الجلوكوز.	٧٤
السوربيتول.	٦٠
المانيتول.	٥٠
الجلاكتوز.	٣٢
المالتوز.	٣٢
اللاكتوز.	١٦
المحليات الصناعية	
السيكلاميت (محظور استعماله في الولايات المتحدة).	٣٠
الأسبارتيم (نيوتراسويت).(*)	١٨٠
أسيسيلفام- K (سينيت).	٢٠٠
السكرين (سويت إن لو).	٣٠٠
سوكرالوز.	٦٠٠
أليتيم (بانتظار الموافقة).	٢٠٠٠

مادة مغذية (تنتج سعرات حرارية)

From Mahan LK, Escott-Stump S: *Krause's food, nutrition, & diet therapy*, ed 11,

* Philadelphia, 2004, Saunders

وظائف الكربوهيدرات

وظيفة الطاقة الأولية

إمدادات الوقود الأساسية

وتتمثل المهمة الرئيسة للكربوهيدرات في توفير الوقود الأساسي للجسم؛ وذلك لتلبية احتياجاته من الطاقة. والكربوهيدرات تحترق في الجسم بمعدل ٤ وحدات حرارية\ غم؛ ولذلك عامل الوقود للكربوهيدرات هو ٤. والكربوهيدرات تزود الطاقة المتاحة لما هو مطلوب، ليس فقط من أجل الأنشطة البدنية، ولكن - أيضاً - بالنسبة لعمل جميع الخلايا في الجسم. والدهون هي أيضاً وقود، ولكن الجسم يحتاج - فقط - لكمية صغيرة من الدهون الغذائية، وذلك أساساً للتزويد بالأحماض الدهنية الأساسية (انظر الفصل الثالث).

إمدادات الوقود الاحتياطية

احتياطيات الجليكوجين تمد بالوقود الحيوي الاحتياطي. ومجموع كمية الكربوهيدرات في الجسم- بما في ذلك على حد سواء الجليكوجين والسكر في الدم- صغيرة نسبيًّا. وبدون الإمداد المستمر، وعلى الرغم من ذلك، فإن إجمالي الكمية المتاحة من الجلوكوز توفر فقط ما يكفي من الطاقة لمدة نصف يوم من النشاط المعتدل؛ ولذلك فللحفاظ على مستوى السكر العادي في الدم ومنع حدوث تحطيم الدهون و البروتين في الأنسجة، يجب على الأفراد أكل الأطعمة الكربوهيدراتية بصورة منتظمة؛ وذلك لتلبية الطلب على الطاقة.

> **كحولات السكر**: المحليات المغذية التي تقدم ٢ إلى ٣ سعرة حرارية لكل غرام: السوربيتول، والمانيتول، والزيليتول، وتُنتَج في مختبرات صناعة المواد الغذائية لاستخدامها كمحليات في الحلويات، والعلكة، والمشروبات، والمواد الغذائية الأخرى؛ ومن آثارها الجانبية الإسهال؛ مما يحد من استعمالها.
>
> السوربيتول: كحول السكر الذي يتشكل في الثدييات من الجلوكوز، والذي يتحول إلى الفركتوز. وسُمي هكذا بسبب أول اكتشاف له في الطبيعة، فإنه يوجد في ثمار التوت الناضجة لشجرة *Sorbs acuparia*، كما يتواجد- أيضاً- بكميات صغيرة في أنواع مختلفة من التوت، والكرز، والخوخ، والكمثرى.

وظائف الأنسجة الخاصة

الكربوهيدرات- أيضاً- تقدم وظائف خاصة في العديد من أنسجة الجسم وأعضائه.

الكبد

احتياطيات الجليكوجين في الكبد والعضلات تقدم تبادلاً مستمراً مع نظام توازن الطاقة الشامل في الجسم. وهذه الاحتياطيات، وخاصة في الكبد، تحمي الخلايا من انعدام وظيفة الأيض الغذائي، وما ينجم عن ذلك من الإصابة.

البروتين والدهون

تساعد الكربوهيدرات على تنظيم أيض كل من البروتين والدهون. وإذا كان هناك ما يكفي من الكربوهيدرات الغذائية لتلبية احتياجات الطاقة العامة للجسم، فإن البروتين لا يجب تحطيمه للإمداد بالطاقة. و*فعل البروتين–الاحتياطي* هذا للكربوهيدرات يحمي البروتين، وتسمح له أن يُستخدم، وذلك لدوره الرئيس في نمو الأنسجة وصيانتها. وبالمثل، فمع ما يكفي من الطاقة من الكربوهيدرات. والدهون فلا حاجة لها، لتزويد كميات كبيرة من الطاقة. ومثل هذا التحطيم السريع للدهون قد ينتج مواداً زائدة تدعى *الكيتونات*، والتي تنتج عن أكسدة الدهون غير المكتملة في الخلايا. والكيتونات عبارة عن أحماض قوية. حالة الحماض، أو *الكيتوزية*، تزعزع التوازن الحامضي – القلوي الطبيعي في الجسم، ويمكن أن تصبح خطيرة. وهذا العمل الوقائي للكربوهيدرات يسمى بالفعل *المضاد للكيتوجينيك*.

القلب

العمل المستمر لعضلة القلب يديم الحياة. وبالرغم من أن الأحماض الدهنية هي الوقود المفضل الاعتيادي لعضلة القلب، إلا أن الجليكوجين هو وقود حيوي في حالات الطوارئ. وفي القلب التالف، تنخفض مخازن الجليكوجين، أو يكون هناك عدم كفاية لمدخول الكربوهيدرات، مما قد يسبب أعراض اضطرابات في القلب والذبحة الصدرية.

الجهاز العصبي المركزي

مدخول ثابت من الكربوهيدرات والاحتياطيات لازمة لحسن سير العمل في الجهاز العصبي المركزي (CNS). المركز الرئيس في الجهاز العصبي المركزي يتمثل في الدماغ الذي لا يمتلك إمدادات مخزنة من الجلوكوز، وبالتالي فإنه يعتمد ـ بصفة خاصة ـ لحظة بلحظة على إمدادات الجلوكوز من الدم. والصدمة العميقة والمستمرة من انخفاض نسبة السكر في الدم قد تسبب تلفاً في المخ، ويمكن أن تؤدي إلى الموت.

المصادر الغذائية للكربوهيدرات

النشويات

كما هو مبين، فالنشويات أغذية توفر الكربوهيدرات المعقدة الأساسية من الجلوكوز المتاح ببطء (SAG)، وبالتالي الحفاظ على مصادر الطاقة الأولية من الجلوكوز المتاح بسرعة (RAG). [1] والنشويات نوع من المواد الغذائية المركزية لنظام غذائي متوازن. ومن خلال الأشكال الأخرى غير المنقاة –أيضاً– للنشويات، فهي توفر مصادر هامة من الألياف والمواد المغذية الأخرى. يوجز الجدول رقم (٢,٥) محتوى الكربوهيدرات من الأطعمة الشائع تناولها.

السكريات

السكر في – حد ذاته – ليس الشرير في قصة الصحة، وإنما تكمن المشكلة في الكميات الكبيرة من السكر التي

يستهلكها العديد من الناس، وفي كثير من الأحيان يؤدي هذا الأمر إلى استبعاد جزء آخر مهم من الأطعمة ؛ وعلى الرغم من أن ارتفاع السكر في الأنظمة الغذائية يحمل مخاطر صحية، مثل تسوس الأسنان والبدانة. إلا أن متوسط استهلاك الفرد الأميركي ما يعادل ثلث رطل من السكر لكل يوم، والذي قد يؤدي إلى مشاكل ؛ لذلك، وكما هو الحال مع العديد من الأشياء ، فالاعتدال هو المفتاح.

هضم الكربوهيدرات

الفم

يبدأ هضم أطعمة الكربوهيدرات، النشويات، والسكريات ، في الفم، وتتقدم من خلال أجزاء القناة الهضمية واحدة تلو أخرى وينجز ذلك من خلال نوعين من الإجراءات: (١) الوظائف الميكانيكية أو العضلية التي تكسر كتلة الغذاء إلى جسيمات أصغر، و(٢) العمليات الكيميائية التي تعمل فيها إنزيمات محددة على تحطيم المواد المغذية في الطعام إلى منتجات استقلابية صغيرة صالحة للاستعمال.[10] مضغ المواد الغذائية، وهي عملية تسمى *المضغ* ، تجزّئ الغذاء إلى جسيمات صغيرة تمزج مع اللعاب. وخلال هذه العملية، يفرز إنزيم اللعاب *الأميليز اللعابي* (التي يشار إليها عادة *بتيالين*) من الغدة *النكفية* ، التي تقع تحت كل أذن في الجزء الخلفي من الفك. ويعمل الأميليز اللعابي على النشا ليبدأ بتحطيمه إلى أجزاء من الديكسترين (أي، المنتجات الوسيطة لتحطم النشا) وسكاكر ثنائية (في المقام الأول المالتوز). وتنتقل الكربوهيدرات التي تؤكل في شكل من السكريات الأحادية إلى المعدة والأمعاء الدقيقة للامتصاص دون مزيد من الهضم.

المعدة

تواصل عملية الهضم الميكانيكية على شكل تقلصات على شكل موجية لألياف العضلات في جدار المعدة. ويسمى هذا العمل *التمعج*، وكذلك تُمزج جزيئات الغذاء مع إفرازات المعدة لتسهيل الهضم الكيميائي. ولا تحتوي إفرازات المعدة على إنزيم محدد لتجزئة الكربوهيدرات، في حين نجد أن حامض الهيدروكلوريك في المعدة يوقف الأميليز اللعابي عن العمل على كتلة الغذاء. وقبل ذلك يُخلط الطعام تماماً مع إفرازات المعدة الحمضية، ومع ذلك، جزء من النشا يصل إلى ٢٠ ٪ إلى ٣٠ ٪ قد تم تحوله إلى المالتوز. ويتواصل عمل العضلات، حيث تكون لمزج كتلة المواد الغذائية، ونقلها إلى الجزء السفلي من المعدة. وهنا كتلة الغذاء تكون *كيموس* سميكة دسمة، حيث تكون جاهزة لتفريغها المسيطر عليه من خلال *الصمام البابي* إلى *الاثنى عشر*، الجزء الأول من الأمعاء الدقيقة.

الأمعاء الدقيقة

يواصل التمعج للمساعدة على الهضم في الأمعاء الدقيقة، وذلك عن طريق مزج الكيموس وتحريكه على طول الأنبوب. ويكتمل الهضم الكيميائي للكربوهيدرات في الأمعاء الدقيقة، وذلك عن طريق إنزيمات معينة من كل من البنكرياس والأمعاء.

إفرازات البنكرياس

تدخل إفرازات *البنكرياس* الاثنى عشر من خلال القناة الصفراوية المشتركة. وتحتوي هذه الإفرازات على إنزيم النشا *الأميليز البنكرياسي*، حيث يواصل هذا الإنزيم تجزيء النشا إلى سكاكر ثنائية وأحادية.

الإفرازات المعوية

تحتوي الإنزيمات التي توجد على حدود الفرشاة (microvilli) لقناة الأمعاء على ثلاثة من السكاكر الثنائية: السكريز، واللاكتيز، والمالتيز. و تعمل هذه الإنزيمات المحددة على السكاكر الثنائية التابعة لكل منها، وذلك لتقديم السكريات الأحادية – الجلوكوز، الجلاكتوز، الفركتوز؛ لتكون جاهزة للامتصاص مباشرة ودخولها إلى الدورة الدموية البابية.

وينتج عن عدم *القدرة على تحمل اللاكتوز*، وعدم القدرة على تجزيء اللاكتوز إلى وحداته الأصغر من السكاكر الأحادية (الجلوكوز، والجالاكتوز)، والناتج عن نقص في إنزيم اللاكتيز. أعراض تتمثل في الانتفاخ، الغازات، آلام في البطن، والإسهال. ويصيب عدم تحمل اللاكتوز حوالي ٧٥ ٪ من البالغين في جميع أنحاء العالم، مع انتشار أعلى من ذلك بكثير في بعض البلدان و المجموعات العرقية (انظر مربع الاعتبارات الثقافية ، "العرق وعدم تحمل اللاكتوز").

وفيما يلي موجز للجوانب الرئيسة لهضم الكربوهيدرات من خلال أجزاء متتالية من القناة الهضمية، كما هو مبين في الجدول رقم (٢,٦). إن العمليات الشاملة للامتصاص و الاستقلاب لكل المواد المغذية المنتجة للطاقة معاً (الكربوهيدرات، الدهون، والبروتين) قد تم مناقشتها في الفصل الخامس.

الإنزيم (*Gr.en*، في ؛ *zyme* ، من يهيج) بروتينات محددة تُنتج في الخلايا التي تهضم أو تغير المواد المغذية المعينة في تفاعلات كيميائية معينة دون أن تجري تغييراً لنفسها في هذه العملية. وبذلك يكون دورها كعامل محفز. الإنزيمات الهاضمة في إفرازات القناة الهضمية تقسم المواد الغذائية إلى مركبات أبسط. ويُسمى الإنزيم -عادة- وفقاً للمادة (المركزة) التي يعمل عليها، وينتهي - غالباً- كلمة بالمقطع (يز)؛ على سبيل المثال ، السكريز هو إنزيم محدد للسكروز الذي يتجزئ إلى الجلوكوز والفركتوز.

حدود الفرشاة: هي الخلايا التي تقع على microvilli داخل بطانة الأمعاء. Microvilli عبارة عن بروزات ضئيلة تشبه الشعر، وتكون ناتئة عن الخلايا المخاطية التي تساعد على زيادة مساحة سطح منطقة هضم المواد المغذية وامتصاصها.

الجدول رقم (٢,٥). محتوى الكربوهيدرات في الأغذية (النسبة المئوية للوزن).

السكر	الكربوهيدرات (٪)
الحلويات المركزة	
السكر: القصب، الشمندر، المطحون.	٩٩و٥
القيقب، البني.	٩٠ – ٩٦
الحلوى.	٧٠ - ٩٥
العسل (المستخلص).	٨٢
الشراب: خلطات الطعام، الدبس.	٥٥ – ٧٥
المربيات، الجلي، مربى البرتقال.	٧٠
المشروبات المحلاة، الغازية.	١٠ – ١٢
الفواكه	
الأجاص المجفّف، الخوخ، التين (مطبوخة، غير محلاة).	١٢ – ٣١
الموز، العنب، الكرز، التفاح، الأجاص.	١٥ – ٢٣
الطازجة: الأناناس، الغريب فروت، البرتقال، الخوخ، الفراولة.	٨ - ١٤
الحليب	
المقشود.	٦
الكامل.	٥

النشا	الكربوهيدرات (٪)
منتجات البذور	
النشويات: الذرة، التابيوكا، الجذر السهمي.	٨٦ – ٨٨
الحبوب (الجافة): الذرة، القمح، الشوفان، النخالة.	٦٨- ٨٥
الطحين: الذرة، القمح (المنقى).	٧٠ – ٨٠
الفشار (المفرقع).	٧٧
الكوكيز: سادة، متنوع.	٧١
بسكويت مقرمش، مملح.	٧٢
الكيك: سادة، بدون تغطية بالكريمة.	٥٦
الخبز: الأبيض، الجاودار، القمح الكامل	٤٨ – ٥٢
المعكرونة، السباغيتي، النودلز، الأرز (مطبوخ)	٢٣ – ٣٠
الحبوب (مطبوخة): الشوفان، القمح، الحصى.	١٠ – ١٦

obeikandl.com

تابع الجدول رقم (٢,٥).

النشا	الكربوهيدرات (٪)
الخضروات	
مغلية على البخار: الذرة، البطاطا البيضاء والحلوة، فاصوليا ليما والقطقطة، البازلاء الشمندر، الجزر، البصل، الطماطم.	١٥ – ٢٦
الورقية: الخس، الهليون، الملفوف، الخضروات ذات اللون الأخضر، السبانخ.	٥ – ٧ ٣ – ٤

From Mahan LK, Escott-Stump S: *Krause's food, nutrition, & diet therapy*, ed 11,Philadelphia, 2004, Saunders

الاعتبارات الثقافية

الانتماء العرقي وعدم القدرة على تحمل اللاكتوز

في الولايات المتحدة، الأمريكيون من أصل أفريقي، والأمركيون الأصليون يعانون من عدم تحمل اللاكتوز- بشكل ملحوظ - أكثر من الأمريكيين القوقازيين. ونسبة ١٠٠ ٪ تقريبًا من الأمريكيين الأصليين يدوم لديهم مستوى معين من عدم تحمل اللاكتوز، مقارنة مع ٩٥ ٪ من الأمريكيين من أصل أفريقي، و١٢ ٪ من الأمريكيين القوقاز.(*)

وفي البلدان الأخرى نجد أن الأفراد - الأكثر شيوعاً- الذين يعانون الانزعاج من جراء عدم وجود اللاكتوز، هم الصينيون (٩٣ ٪ غير متحملين)، ثم التايلانديون (٩٨ ٪ غير متحملين)، الأفارقة (٢٠ ٪ إلى ٨٩ ٪ غير متحملين)، وسكان أستراليا الأصليين (٨٥ ٪ غير متحملين).

في حين نجد أن السويسريين، السويديين، والأوروبيين يعانون أقل متاعب - بشكل ملحوظ- مع هضم اللاكتوز: أقل من ١٠ ٪ فقط من سكانها أبلغوا عن إزعاج. هؤلاء الأفراد هم غير المتحملين للاكتوز-ولكن عادة- يمكنهم تحمل بعض منتجات الحليب القليلة اللاكتوز مثل الجبن. علماً أن عدم تحمل اللاكتوز ليست حساسية، حيث إن معظم الأفراد المتضررين يمكنهم التعامل مع مستويات مختلفة من اللاكتوز في نظامهم الغذائي. مقدار تحمل الكمية - بشكل جيد- تختلف من شخص لآخر، وينبغي استكشافها عن طريق أخذ كميات صغيرة - تدريجيًا- من الأغذية المحتوية على اللاكتوز في النظام الغذائي، مع ملاحظة أي آثار جانبية. والصلة القوية الوراثية لعدم تحمل اللاكتوز تشير إلى أن هناك فرصة ضئيلة لتغيير جذري في ردة الفعل تجاه اللاكتوز الغذائي على مدى العمر. بيد أن العديد من الأفراد لاحظوا تغييرات طفيفة. حيث إن بعض الناس أصبح عرضة لعدم التحمل مع التقدم في السن، في حين أن الآخرين قادرون على القبول أكثر تدريجيًا من ذلك.

(*) دار المقاصة الوطني لأمراض الجهاز الهضمي، المعهد الوطني للسكري وأمراض الكلى والجهاز الهضمي، المعاهد الوطنية للصحة: عدم تحمل اللاكتوز، بيثيسدا، MD، (تمت الاستفادة منها في ديسمبر ٢٠٠٢)، NDDC/NIDDK/NIH www.niddk.nih.gov/health/digest/pubs/lactose/lactose.htm

احتياجات الجسم للكربوهيدرات

المدخولات الغذائية المرجعية

في معايير المادة المغذية نجد أن الاحتياجات من الطاقة تكون مدرجة السعرات الحرارية على نحو إجمالي، ويشمل المدخول من السعرات الحرارية الدهون والبروتينات، وكذلك الكربوهيدرات. ووفقاً لما نُشر من DRIs في عام ٢٠٠٢م، فإن ٤٥ ٪ إلى ٦٥ ٪ من مجموع السعرات الحرارية بالنسبة للكبار يجب أن تأتي من أغذية الكربوهيدرات.[٢] ويترجم هذا إلى ٢٢٥ إلى ٣٢٥ غرام من الكربوهيدرات لـ ٢٠٠٠سعرة حرارية كل يوم من النظام الغذائي . ويمكن تحقيق مدخول الألياف الموصى بها من خلال اختيار أغذية الكربوهيدرات المكونة من حبوب البذور الكاملة، والبقوليات، والخضروات، والفواكه ، والتي توفر – أيضاً– المعادن والفيتامينات، وبالإضافة إلى ذلك، توصي DRIs بالحد من إضافة السكر إلى ما لا يزيد عن ٢٥ ٪ من مجموع السعرات الحرارية المستهلكة. (انظر مربع التطبيقات السريرية، "ما مدخولك الغذائي المرجعي من الكربوهيدرات، والسكر، والألياف؟ "لحساب التوصيات من الكربوهيدرات الخاصة بك).

الجدول رقم (٢,٦). ملخص هضم الكربوهيدرات.

العضو	الإنزيم	الفعل
الفم	الأميلاز اللعابي	النشا ← ديسكترينات ← سكاكر ثنائية (المالتوز).
المعدة	لا يوجد	الفعل المذكور أعلاه يتواصل حدوثه بدرجة قليلة.
الأمعاء الدقيقة	الأميلاز البنكرياسي المعوي:	النشا ← ديسكترينات ← سكاكر ثنائية (المالتوز)
	السكريز	السكروز ← جلوكوز + فركتوز.
	اللاكتيز	اللاكتوز ← جلوكوز + جالاكتوز.
	المالتيز	المالتوز ← جلوكوز + جلوكوز.

Openkandil.com

تطبيقات سريرية

ما مدخولك الغذائي المرجعي من الكربوهيدرات، والسكر، والألياف؟

استنادا إلى DRIs الراهنة، دعونا نحسب كمية السعرات الحرارية والغرامات من الكربوهيدرات الموصى لك أن تستهلكها على أساس يومي. إن هذا يتطلب منك أن تعرف كم عدد مجموع السعرات الحرارية التي تستهلك على أساس يومي.

الخطوة ١ : تتبع كل شيء تأكله ليوم واحد. يمكنك استخدام القرص المضغوط المشمول مع هذا الكتاب لحساب مدخولك اليومي من الغذاء. هذا *مجموع مدخولك من الطاقة*. (الفصل ٦ يناقش تقييم إجمالي لاستهلاك الطاقة بالنسبة للوزن).

الخطوة ٢ : إجمالي استهلاك الطاقة = ـ سعرة حرارية.

الخطوة ٣ : اضرب مجموع استهلاك الطاقة لديك بنسبة ٤٥ ٪ (٠,٤٥)، و ٦٥ ٪ (٠,٦٥) للحصول على العدد الموصى به من *السعرات الحرارية من الكربوهيدرات (CHO)*.

ـ مجموع الكيلو كالوري x ٠,٤٥ = ـ كيلو كالوري.

ـ مجموع الكيلو كالوري x ٠,٦٥ = ـ كيلو كالوري.

على سبيل المثال :

٢٢٠٠ من مجموع الكيلو كالوري x ٠,٤٥ = ٩٩٠ كيلو كالوري

٢٢٠٠ مجموع الكيلو كالوري x ٠,٦٥ = ١٤٣٠ كيلو كالوري

المدى الموصى به من مجموع الكيلو كالوري من CHO = ٩٩٠ - ١٤٣٠ كيلو كالوري لكل يوم.

كم كمية *الغرامات* من CHO التي تحتاج إليها على أساس هذه التوصيات؟

الخطوة ٤ : اقسم المدى الموصى به من الكيلو كالوري من CHO على الرقم ٤. فهناك ٤ كيلو كالوري لكل غرام من CHO.

ـ كيلو كالوري لكل يوم من CHO ÷ ٤ = ـ غم CHO لكل يوم.

على سبيل المثال : ٩٩٠ — ١٤٣٠ كيلو كالوري لكل يوم من CHO ÷ ٤ = ٢٤٧٫٥ — ٣٥٧٫٥ غم من CHO لكل يوم.

المدى الموصى به من مجموع غرامات الـ CHO = ٥و٢٤٧ – ٥و٣٥٧ غم من CHO لكل يوم.

ما الحد الأقصى لحجم الاستهلاك الكلي من السعرات الحرارية التي يمكن أن تأتي من *السكريات المضافة*، وفقا لـ DRIs؟ السكريات المضافة تضاف إلى المواد الغذائية والمشروبات أثناء الإنتاج. غالبية السكريات المضافة في الأنظمة الغذائية الأميركية تأتي من الحلوى، والمشروبات الغازية، ومشروبات الفواكه، والحلويات، وغيرها من الحلويات. DRIs توصي بالحد من كمية السكر المضافة إلى ما لا يزيد عن ٢٥ ٪ من إجمالي السعرات الحرارية المستهلكة.

الخطوة ٥ : اضرب مجموع استهلاك الطاقة لديك بنسبة ٢٥ ٪ (٠,٢٥) للحصول على الحد الأقصى لعدد *السعرات الحرارية من السكريات المضافة*.

ـ مجموع كيلو كالوري x ٠,٢٥ = ـ كيلوكالوري.

على سبيل المثال : ٢٢٠٠ مجموع كيلو كالوري x ٠,٢٥ = ٥٥٠ كيلوكالوري.

الحد الأقصى لمجموع الكيلو كالوري لمجموع السكريات المضافة = ٥٥٠ كيلوكالوري لكل يوم.

الخطوة ٦ : حدد كم الكمية بالغرامات من السكر المضاف بتقسيم الحد الأقصى من الكيلوكالوري لكل يوم من السكر المضاف على الرقم ٤.

ـ كيلوكالوري لكل يوم من السكر المضاف ÷ ٤ = ـ غرام من السكر المضاف / يوم.

على سبيل المثال : ٥٥٠ كيلوكالوري لكل يوم من السكر المضاف ÷ ٤ = ٥و١٣٧ غرام من السكر المضاف / يوم.

وبذلك فإن ١٣٧,٥ جراماً من السكر المضاف، هو *الحد* الموصى به يومياً.

التوجيهات الغذائية للأمريكيين

المبادئ التوجيهية الغذائية للأمريكيين هي مبادئ توجيهية عامة من أجل تعزيز الصحة، وبالتالي فإنها لا تُظهِر التفاصيل من حيث استهلاك السعرات الحرارية، من أين ينبغي أن تأتي هذه السعرات الحرارية؟ وما البدائل المتاحة؟ *المبادئ التوجيهية* تقدم المشورة للأفراد "لجعل الهرم يرشدك للخيارات الغذائية الخاصة بك، "[11] والتي تُشير إلى أن البذور، والفواكه، والخضار ينبغي أن تكون أساساً لنظام غذائي صحي.

الباب (*L.porta*، الباب أو المدخل) هو المدخل أو البوابة، وعلى سبيل المثال ، فالدورة الدموية البابية تعني - بالتحديد- دخول الأوعية الدموية من الأمعاء إلى الكبد، وتحمل المواد المغذية الرئيسة لعملية الأيض في الكبد، ثم تصب في الدورة الدموية النظمية الرئيسة في الجسم لتوصيل نواتج الأيض إلى خلايا الجسم.

الخلاصة

المصدر الرئيس للطاقة بالنسبة لمعظم سكان العالم يأتي من الأغذية الغنية بالكربوهيدرات. وقد وزعت هذه الأغذية على نطاق واسع من المصادر النباتية، مثل البذور، والبقوليات، والخضار، والفواكه. ونجد أن الجزء الأكبر من هذه المنتجات الغذائية يخزن بسهولة، فضلاً عن أنها منخفضة التكلفة نسبيًا.

وهناك نوعان أساسيان من الكربوهيدرات يمدان بالطاقة وهما البسيطة، والمعقدة. والكربوهيدرات البسيطة تتكون من وحدات السكر المفردة والمزدوجة (السكريات الأحادية والثنائية)؛ لأن الكربوهيدرات البسيطة من السهل هضمها وامتصاصها، فهي توفر طاقة سريعة. أما الكربوهيدرات المعقدة، أو السكريات العديدة، فهي التي تتكون من العديد من وحدات السكر. كما أنها تتجزئ ببطء أكثر، وبالتالي توفر الطاقة المستدامة على مدى فترة أطول من الزمن. ونجد أن الألياف الغذائية في معظم أشكالها تكون كربوهيدرات معقدة، إضافة إلى أنها ليست قابلة للهضم. كما أنها تتواجد - بشكل رئيس- على هيئة الأجزاء الهيكلية للنباتات، وتوفر الحجم الهام في النظام الغذائي، كما أنها تؤثر على امتصاص العناصر المغذية، وتفيد الصحة.

يبدأ هضم الكربوهيدرات – لفترة وجيزة- في الفم، مع العمل الأولي للأميليز اللعابي الذي يبدأ بتجزئة النشا إلى وحدات أصغر. ولا يوجد إنزيم لتجزئة النشا في المعدة، ولكن حركة العضلات تواصل العمل لمزج الكتلة الغذائية وتحريكها لتدخل الأمعاء الدقيقة، حيث يواصل الأميليز البنكرياسي عملية الهضم الكيميائي. ويحدث هضم النشا والسكريات الثنائية نهائيًا في الأمعاء الدقيقة مع عمل إنزيمات معينة: (السكريز، واللاكتيز، والمالتيز) لإنتاج وحدات من السكر الأحادية وهي الجلوكوز، الفركتوز، والجالاكتوز، والتي يتم امتصاصها – مباشرة- في الدورة الدموية البابية إلى الكبد.

أسئلة التفكير النقدي

١- لماذا تعد الكربوهيدرات هي النوع السائد من بين المواد الغذائية في الوجبات الغذائية في العالم؟ اعط بعض الأمثلة الأساسية لهذه الأغذية الكربوهيدراتية.

٢- ما الأصناف الرئيسة للكربوهيدرات؟ صف كل منها من حيث الطبيعة العامة، والوظائف، ومصادر الغذاء الرئيسة.

٣- قارن النشويات والسكريات كوقود أساسي. لماذا تُعد الكربوهيدرات المعقدة جزءاً مهمًّا من نظام غذائي صحي؟ ما التوصية حول استخدام السكريات في مثل هذا النظام الغذائي؟ لماذا؟

٤- صف أنواع ووظائف الألياف الغذائية. ما المصادر الغذائية الرئيسة؟ ما مقدار ما يوصى به - عموماً- في النظام الغذائي الصحي؟

٥- ما الجليكوجين؟ ولماذا يُعد كربوهيدرات النسيج الحيوي؟

أسئلة التحدي في الفصل

صح أم خطأ

اكتب الجملة الصحيحة لكل بند أجبت عليه " خطأ".

١- صح أم خطأ: الكربوهيدرات تتألف من الكربون، والهيدروجين، والأوكسجين، والنتروجين.

٢- صح أم خطأ: النشا هو المصدر الرئيس للكربوهيدرات في النظام الغذائي.

٣- صح أم خطأ: اللاكتوز هو سكر أحادي بسيط، وحلو جدًّا، يوجد في عدد من الأغذية .

٤- صح أم خطأ: الجلوكوز هو شكل من أشكال السكر المتداول في الدم.

٥- صح أم خطأ: الجليكوجين شكل من أشكال الطاقة المخزنة طويلة الأجل المهمة، لأن كمية كبيرة - نسبيًّا- يتم تخزينها في الكبد والعضلات.

٦- صح أم خطأ: تجهيز الأغذية الحديثة وتنقيتها يخفض الألياف الغذائية.

اختيار من متعدد

١- أيّ من أغذية الكربوهيدرات التالية تزود *بأسرع* الطاقة ؟

أ) قطعة من الخبز.

ب) كعك نخالة الشوفان.

ج) الحليب.

د) عصير البرتقال.

٢- الشكل المتوفر- ولكن المحدود- من الطاقة ويخزن في الكبد عن طريق تحويل الجلوكوز إلى:

أ) الجلسرين.

ب) الجلايكوجين.

ج) البروتين.

د) الدهون.

obeikandl.com

٣- DRIs الحالية توصي بـ ٪ للشخص لمجموع مدخول السعرات الحرارية اليومية التي تأتي من مصادر الكربوهيدرات:

أ) ٥ ٪ إلى ١٥ ٪.
ب) ٢٠ ٪ إلى ٣٥ ٪.
ج) ٣٥ ٪ إلى ٥٠ ٪.
د) ٤٥ ٪ إلى ٦٥ ٪.

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

المراجـــــع

1. Nevins DJ: Sugars: their photosynthesis and subsequent biological interconversions, *Am J Clin Nutr* 6(suppl 55): 996S, 1995.
2. Food and Nutrition Board, Institute of Medicine: *Dietary reference intakes for energy, carbohydrate, fiber, fat, fatty acids, cholesterol, protein, and amino acids,* Washington, DC, 2002, National Academies Press.
3. Marlett JA and others: Position of the American Dietetic Association: health implications of dietary fiber, J Am *Diet Assoc* 102(7):993, 2002.
4. Davy BM and others: High-fiber oat cereal compared with wheat cereal consumption favorably alters LDL-cholesterol subclass and particle numbers in middle-aged and older men, *Am J Clin Nutr* 76(2):351, 2002.
5. Slavin JL and others: The role of whole grains in disease prevention, J Am *Diet Assoc* 101(7):780, 2001.
6. Leonetti F and others: Clinical, physiopathological and dietetic aspects of metabolic syndrome, *Dig Liver Dis* 34(suppl 2):134S, 2002.
7. McKeown NM and others: Whole-grain intake is favorably associated with metabolic risk factors for type 2 diabetes and cardiovascular disease in the Framingham Offspring Study, *Am] Clin Nutr* 76(2):390,2002.
8. Nielsen SJ and others: Trends in energy intake in U.S. between 1977 and 1996: similar shifts seen across age groups, *Obes Res* 10(5):370, 2002.
9. Health tip: Reducing excess gas, *Mayo Clin Health Lett* Oct 19(10):3,2001.
10. Marsh MN, Riley SA: Digestion and absorption of the nutrients and vitamins. In Feldman M, Schur schmidt BF, Sleisenger MH, editors: *Gastrointestinal and liver disease,* ed 6, vol 2, Philadelphia, 1998, Saunders.
11. U.S. Department of Health and Human Services: *Healthy People* 2010: *understanding and improving health,* Washington, DC, 2000, Government Printing Office.

obeikandl.com

مراجع إضافية

* U.S. Department of Health and Human Services: *www.dhhs.gov*
* Centers for Disease Control and Prevention: *www.cdc.gov* .International Food Information Council Foundation: *www.ific.org*

The preceding organizations are valuable resources of nutrition and health-related information. Take advantage of their easily accessed web sites.

* Nielsen SJ and others: Trends in energy intake in U.S. between 1977 and 1996: similar shifts seen across age groups, *Obes Res* 10(5):370, 2002.

Are Americans eating more calories? Where are the majority of the calories coming from? Where are Americans eating? These are all questions that the authors evaluate in *this interesting* look *at America's food consumption pattern*

* Raben A and others: Sucrose compared with artificial sweeteners: different effects on ad libitum food intake and body weight after 10 wk of supplementation in overweight
subjects, *Am J Clin Nutr* 76(4):721,2003.

The authors explore the role of artificial sweeteners in *bodyweight regulation in overweight subjects. For* 10 *weeks subjects consumed supplemental drinks and foods with either sucrose or artificial sweeteners. Results were determined by comparing total energy intake, body weight, fat mass, and blood pressure.* Do *artificial sweeteners work?*

* Schefrin R: Good carbs, bad carbs, *Today's Dietitian* 5(4):36,2003.
Carbohydrates are the topic of much debate in weight loss programs. This article gives a brief overview of carbohydrates and their role in *insulin resistance, the glycemic index, and how human bodies respond.*

obeikandl.com