الفصل الثالث

الكربوهيدرات

التساؤلات المهمة في الفصل

- **أولًا**: ما هي الأهمية الكبيرة للكربوهيدرات؟
- **ثانيًا**: ما هي الكربوهيدرات؟
- **ثالثًا**: ما هي تصنيفات الكربوهيدرات؟
- **رابعًا**: ما هي وظائف الكربوهيدرات في الجسم؟
- **خامسًا**: كيف تؤثر الكربوهيدرات على الصحة العامة؟
- **سادسًا**: كم ينبغي أن نتناول من الكربوهيدرات يوميًّا ؟
- **سابعًا**: ما هي المصادر الغذائية المختلفة للكربوهيدرات؟
- **ثامنًا**: ما هو (مؤشر نسبة السكر وتحميل نسبة السكر)؟

  وكيف يمكن استخدامها في مجال التغذية للرياضيين؟
- **تاسعًا**: كيف يمكن استخدام الكربوهيدرات أثناء ممارسة الرياضة؟
- **عاشرًا**: ما نوع وكمية وتوقيتات تناول الكربوهيدرات قبل ممارسة الأنشطة الرياضية؟
- **حادي عشر**: ما نوع وكمية وتوقيتات تناول الكربوهيدرات أثناء ممارسة الأنشطة الرياضية؟
- **ثاني عشر**: ما نوع وكمية وتوقيتات تناول الكربوهيدرات بعد ممارسة الأنشطة الرياضية؟

obeikandl.com

أنت أخصائي التغذية

سارة لاعبة كرة قدم لديها ١٥ سنة. وهي رياضية جدًّا، وتلعب في خط الوسط، ومشهورة بسرعتها وتحملها. قالت إنها كانت تحاول أن تفقد بعض الكيلوجرامات حتى تحقق وزنًا جيدًا أثناء اللعب؛ وبالتالي خفضت من تناول الكربوهيدرات لها من ٦٥٪ من مجموع السعرات الحرارية اليومية إلى ٤٠٪. وفي الآونة الأخيرة قالت إنها كانت تشعر بالتعب في منتصف التدريبات التي تستمر من ٢-٣ ساعات وفي أثناء المباريات في نهاية الأسبوع وأثر ذلك على أدائها. ولقد اقترح مدرب سارة بأنها يجب أن تأتي بزجاجة مياه تحتوي على مشروبات الرياضة في التدريب القادم. ولكن سارة تكره طعم مشروبات الرياضة، فقررت البحث عن بديل آخر فهي تحب أنواع العصائر. وفي التدريب التالي، وضعت عصير البرتقال في زجاجة الماء الخاصة بها وشربتها أثناء التدريب، وفي منتصف التدريب بدلًا من أن تشعر بالتعب شعرت بالغثيان وتقلصات في المعدة.

الأسئلة:

- ما هي الأسباب المحتملة للتعب المبكر الذي حدث لسارة؟
- ما هي الاقتراحات الغذائية التي يجب أن تُعطى لسارة لمحاولة الوصول بها إلى أعلى مستويات الأداء الرياضي؟

أولاً : ما هي الأهمية الكبيرة للكربوهيدرات؟

لقد أُجريت العديد من البحوث حول أهمية الكربوهيدرات "Carbohydrates" في النظام الغذائي منذ عام ١٩٧٠م. وليس هناك أي شك في أن هذه المغذيات الكبيرة لها أهمية بالغة في النظام الغذائي الصحي ونقطة حاسمة بالنسبة للأداء الرياضي الأفضل. وبالأخص في رياضات التحمل مثل رياضة الثلاثي (السباحة، الدرجات، العدو)، ورياضة المارثون، وسباق الدرجات، فهناك أهمية كبيرة للكربوهيدرات في الأوساط العلمية وصناعة المكملات الغذائية. والتحدي للرياضيين هو تناول أفضل المصادر وإرساء ممارسات مثالية لتناول الكربوهيدرات لتحسين الأداء الرياضي. ويتعرض الرياضيون والممارسون للنشاط الرياضي بشكل متزايد إلى الحقائق والمفاهيم الخاطئة حول دور الكربوهيدرات. وبالتالي فإن المتخصصين في التغذية للرياضيين في حاجة إلى فهم واضح للكربوهيدرات والأغذية الغنية بها وعلاقتها بالأداء الرياضي. فمعظم الأفراد يعرفون أن الكربوهيدرات هي مصدر أساسي لطاقة الجسم، ولكنهم لا يفهمون ما هو الدور الذي تقوم به الكربوهيدرات في الواقع. وبالأخص بالنسبة للأنشطة الرياضية وممارسة الرياضة. وعلاوة على ذلك، فالعديد من الرياضيين لم يقدر حقيقة أن الكمية الكافية من الكربوهيدرات أمر حاسم لاستعادة النشاط وصيانة مخازن الجليكوجين بالجسم. وأخيرًا، كثير من الناس لا يفهمون تأثير الأنواع المختلفة من الأطعمة الكربوهيدراتية وتوقيت تناولها فيما يتعلق بأداء وممارسة الرياضة. والغرض من هذا الفصل هو توضيح فهم هذا "الوقود الرئيسي".

ثانيًا: ماهي الكربوهيدرات؟

الكربوهيدرات هي من المركبات العضوية والتي تتكون من الكربون (C) والذي هو العمود الفقري متصل به الأكسجين (O) وذرات الهيدروجين (H)، و(كربو) يعني الكربون، و(هيدرات) يعني الماء (H2O)، وهذا يعطي إشارة لكيفية تكوين الجزيئات[1]. والسكريات البسيطة "Simple sugars" هي أبسط الكربوهيدرات من حيث التركيب الجزئي، وتتكون من جزيء واحد أو اثنين. كما أن ترتيب وعدد جزيئات الكربون تُحدد نوع السكريات البسيطة. والصيغة الكيميائية للسكريات البسيطة هي (CnH2nOn)، حيث (n) تمثل رقم من ٣ إلى ٧. وعلى سبيل المثال، أهم السكريات البسيطة لجسم الإنسان

السكريات البسيطة "Simple sugars"
هو اسم آخر للكربوهيدرات البسيطة. والسكريات البسيطة تحتوي على ذرة واحدة أو ذرتين من السكر.

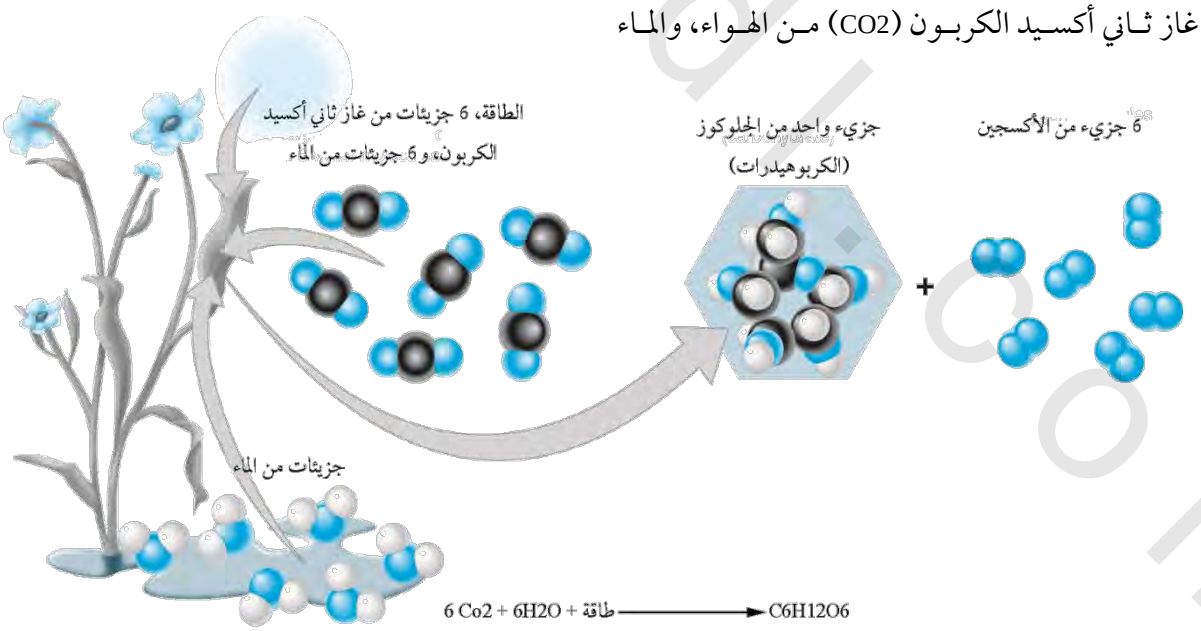
openkandil.com

هـو الجلوكـوز ولـه سـت ذرات كربـون في تركيبـه الكيميائي؛ وبالتالي الصيغة الكيميائية له ($C_6H_{12}O_6$). بالإضافة إلى الجلوكوز، فهناك المئات مـن السـكريات البسيطة الأخرى، والتي توجد في الطبيعة. ومع ذلـك، فالجلوكوز وبعض السكريات البسـيطة الأخـرى هـي الأكثر أهميـة لجسـم الإنسـان لأنهـا يمكـن هضـمها، وامتصاصها، واستخدامها للحصول على الطاقة.

والجلوكوز ومعظم أنواع الكربوهيدرات الأخـرى الموجودة في الطبيعة يـتم تكوينهـا داخـل النباتـات في عمليـة تعـرف باسـم عمليـة التمثيـل الضـوئي "Photosynthesis" (انظـر الشـكل ١ , ٣). فالطاقـة اللازمة لبناء الكربوهيدرات تأتي من الشمس. فأشـعة الشمس يتم التقاطها في النباتات، وتسـتخدم لتجميـع غاز ثـاني أكسـيد الكربـون (CO_2) مـن الهـواء، والمـاء (H_2O) من التربة لتكوين سـكريات بسـيطة. وتـرتبط هذه السكريات البسيطة لتكوين سكريات معقدة مثـل النشا والجليكوجين. النشـا (موجود في الخلايا النباتية) والجليكوجين (موجـود في الخلايـا الحيوانيـة) وهـو عبـارة عـن كربوهيـدرات معقـدة تخـزن في داخـل الخلايا وتستخدم في إنتـاج الطاقة عند الحاجة. والنشـا والجليكوجين ما هما إلا جزيئات جلوكـوز مرتبطـة في سلاسل مختلفة الأطـوال والتكوينـات يـتم تخزينهـا في النباتات لإنتاج الطاقة.

التمثيل الضوئي "Photosynthesis"
تلتقط النباتات ضوء الشـمس، وتستخدمها من خلال دمج ثاني أكسيد الكربـون والمـاء لتكـوين الكربوهيدرات.

الكربوهيدرات المعقدة "Complex Carbohydrate"
تتكون مـن ذرتـين أو أكثـر مـن السكريات الأحادية.



الشكل (١ , ٣). التمثيل الضوئي. النباتات تستخدم طاقة الشمس في تكوين ذرات الكربوهيدرات (جلوكوز) من ثاني أكسيد الكربون والماء وتطلق الأكسجين.

obeikandl.com

ثالثًا : ماهي تصنيفات الكربوهيدرات؟

هناك عدة أنواع من الكربوهيدرات يمكن تصنيفها بطرق مختلفة. الطريقة الأكثر شيوعًا لتصنيف الكربوهيدرات تستخدم مصطلحات بسيطة أومعقدة. ويوضح الجدول(١ , ٣) التصنيفات المختلفة من الكربوهيدرات البسيطة والمعقدة. وتتكون الكربوهيدرات البسيطة من ذرة أو ذرتين من جزيئات السكر يتم ربطهما معًا. في حين تتكون الكربوهيدرات المعقدة من سلاسل أطول وأكثر تعقيدا من السكريات.

ماهي السكريات البسيطة؟

السكريات البسيطة تعتبر تصنيفًا من الكربوهيدرات تحتوي على سكريات أحادية وسكريات ثنائية. والسكريات الأحادية ما هي إلا جزيء واحد من السكر. وهناك العديد من الأنواع من السكريات الأحادية في الطبيعة، إلا أن هناك ثلاثة أنواع من السكريات البسيطة التي تعتبر مواد غذائية أساسية للإنسان وهي الجلوكوز، الفركتوز، والجالاكتوز.

الجلوكوز "Glucose" ، يعتبر من الكربوهيدرات البسيطة والأكثر وفرة في الطبيعة (انظر الشكل ٢ , ٣). ومن النادر أن يكون بصفة أحادية في الغذاء، ولكنه يدخل مع سكريات أخرى في تكوين السكريات الثنائية والسكريات المعقدة. يمد الجلوكوز خلايا الجسم بالطاقة وينظم مستوى جلوكوز الدم ومستوى الطاقة المتاحة للخلايا الحيوية وأجهزة الجسم في جميع الأوقات. ويعتمد المخ على الجلوكوز بشكل كبير إلا في حالات المجاعة عندما يكون الجلوكوز نادرًا.

الجلوكوز "Glucose"
أحد أهم السكريات البسيطة والتي يعتمد عليها الإنسان في أنتاج طاقة الخلايا.

جدول ٣ , ١

تصنيفات الكربوهيدرات

الكربوهيدرات البسيطة		الكربوهيدرات المعقدة	
السكريات الأحادية	السكريات الثنائية	قليل السكريد (مركب سكري قليل)	متعدد السكريد (مركب سكري متعدد)
جلوكوز	سكروز	مالتودكسترين	ألياف
فراكتوز	لاكتوز	شراب الذرة عالي الفراكتوز	نشا
جلاكتوز	مالتوز	شراب الذرة	

obeikandi.com

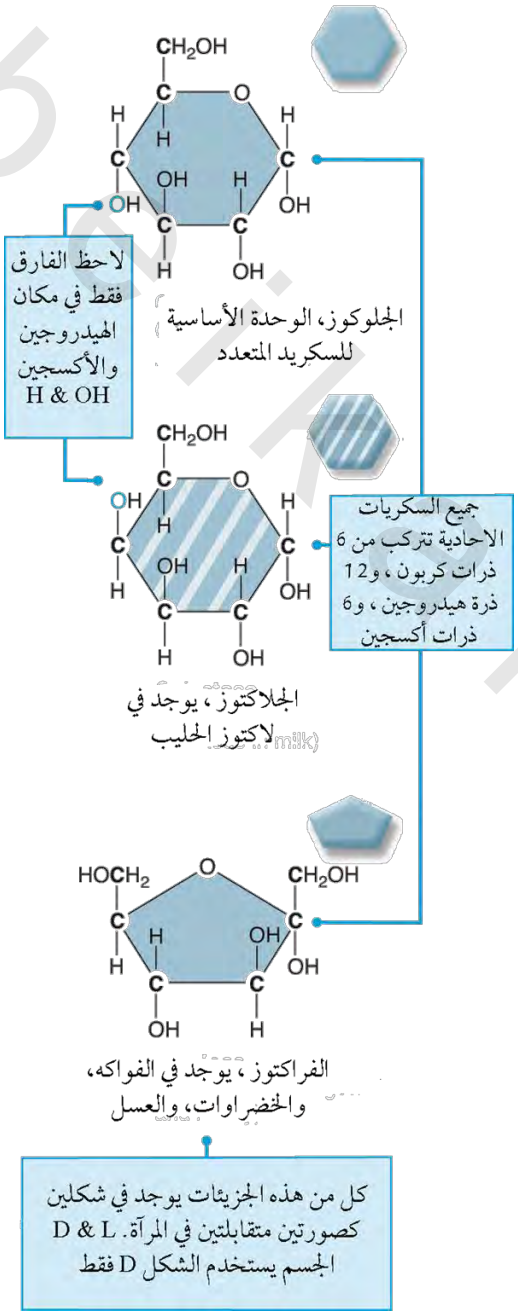
الجلاكتوز "Galactose" ، (انظر الشكل ٢ , ٣). نادر التواجد في الطبيعة أو في الأطعمة بشكل مستقل. ويرتبط مع الجلوكوز بشكل كبير؛ مما يكون سكريات ثنائية اللاكتوز أو سكر اللبن.

الجلاكتوز "Galactose"
سكر بسيط موجود في الحليب.

الفركتوز (سكر الفاكهة) "Fructose" ، (انظر الشكل ٢ , ٣). من أحلى السكريات الأحادية، ويظهر في الطبيعة في الفواكه وبعض الخضراوات. وتركيب العسل ويمثل ما يقرب من نصف الفراكتوز ونصف الجلوكوز. ويعتبر سكر الفاكهة وشراب الذرة العالي الفركتوز من مواد التحلية المستخدمة في المشروبات الغازية، والحلويات لزيادة التحلية بها.

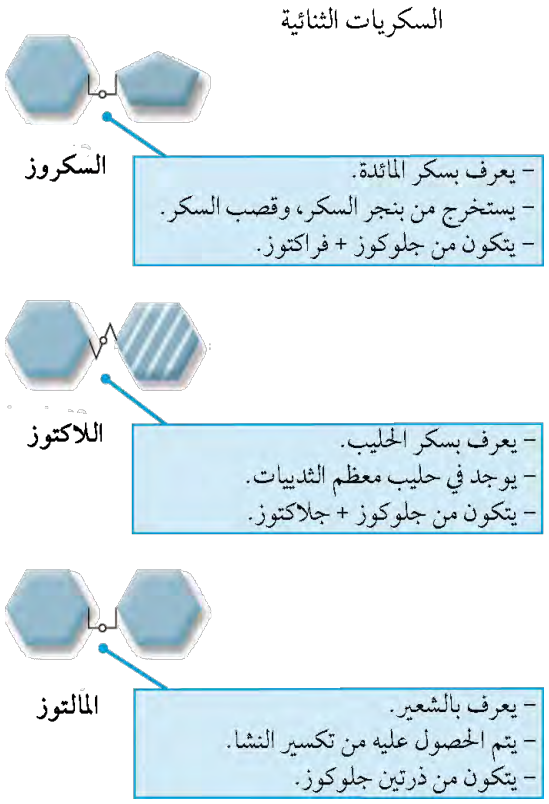
وتعتبر السكريات الثنائية من السكريات البسيطة وتتكون من ذرتين متصلتين من السكر البسيط (انظر الشكل ٣ , ٣). ومن أمثلة السكريات الثنائية سكروز (الفركتوز + جلوكوز)، سكر اللاكتوز (جلوكوز + جلاكتوز)، وسكر المالتوز (جلوكوز + جلوكوز).

السكروز (سكر المائدة) "Sucrose" ، يتكون من ذرة جلوكوز وذرة فركتوز. ويتم تصنيع السكروز على شكل حبيبات السكر، والسكر البودرة من بنجر السكر وقصب السكر. وعندما يتم وضع كلمة سكر في القوائم الغذائية فهذا يعني سكر السكروز. ويتم عرض المواد الغذائية المحتوية على سكروز في العبوات الغذائية الشائعة بالجدول (٢ , ٣).



الشكل(٢ , ٣). يوضح تركيب الجلوكوز، والجلاكتوز والفراكتوز. الجلوكوز والجلاكتوز يتركب من ٦ جوانب بينما الفراكتوز من ٥ جوانب.

obeikandl.com



الشكل (٣, ٣). يوضح تركيب السكريات الثنائية. عن طريق دمج كل زوج من السكريات الأحادية.

اللاكتوز (سكر اللبن) "Lactose" ، يتكون من ذرة جلوكوز مع ذرة جلاكتوز. اللاكتوز يعطي اللبن والمنتجات الأخرى الطعم الحلو. بعض الأفراد ليس عندهم القدرة على تحمل سكر اللاكتوز. ونتيجة لذلك يسبب الحليب ومنتجاته عدم الارتياح المعوي لهؤلاء الأفراد بسبب عدم وجود أو نقص لديهم في مستوى الإنزيمات المسؤولة عن هضم وامتصاص سكر اللاكتوز.

الملتوز "Maltose" ، يعتبر من السكريات الثنائية حيث يتكون من ٢ ذرة من الجلوكوز، ومن النادر وجوده في الأطعمة، ولكن يتكون من تكسير السلاسل الطويلة من النشا. وتبدأ الإنزيمات الهاضمة في جسم الإنسان بتكسير النشا إلى مالتوز وذلك في الفم. وسكر المالتوز له طعم حلو جدًّا.

جدول ٣, ٢

السكريات الغذائية الشائعة في الأطعمة

سكروز	شراب الذرة
تحلية الذرة	ديكسترين
الفركتوز عالي في شراب الذرة	عصائر الفواكه المركزة
السكر المعلب	سكر القصب
مالتوز	الشعير
فركتوز	العسل
ديكستروز	السكر البني

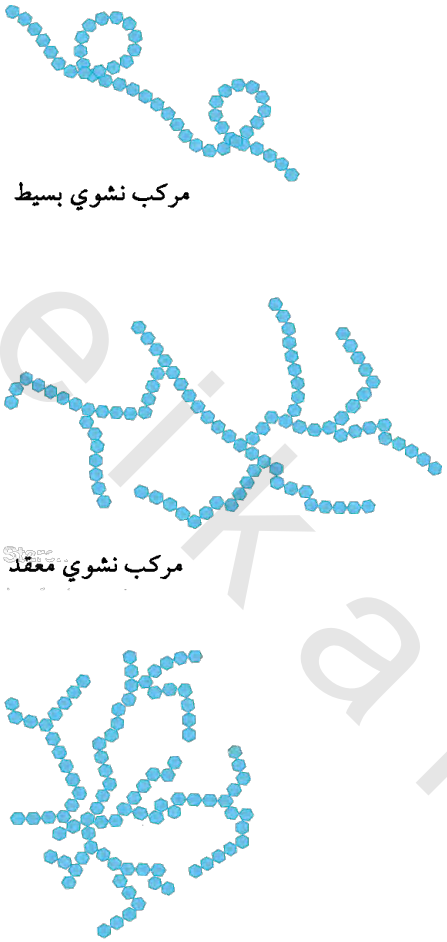
ماهي الكربوهيدرات المعقدة؟

الكربوهيدرات المعقدة الموجودة في الأطعمة هي النشا والألياف (انظر الشكل ٤, ٣). الجليكوجين هو شكل من أشكال تخزين الكربوهيدرات في الجسم ويعتبر من الكربوهيدرات المعقدة؛ لأن التركيب الكيميائي له يشابه تركيب النشا والألياف (انظر الشكل ٤, ٣). الكربوهيدرات المعقدة تتركب من

openkandi.com

ذرات كثيرة من السكر مرتبطة معًا في سلاسل كربونية طويلة ومركبة. الكربوهيدرات التي تتكون من سلاسل قصيرة تحتوي على ٣ إلى ١٠ ذرات سكر تسمى قليل السكريد "Oligosaccharides" (مركب سكري قليل). ومن أمثلة قليل السكريد، الملتودكسترين، وشراب الذرة، والفركتوز عالي شراب الذرة. ومتعدد السكريد "Polysaccharides" من الكربوهيدرات المعقدة ويتألف من سلاسل أطول من ١١ ذرة سكر. متعدد السكريد قد يكون عبارة عن سلاسل مستقيمة أو مترابطة أو متفرعة (انظر الشكل ٤ ,٣). التركيب الجزيئي للسكريد المتعدد يحدد كيفية ذوبان المركب في الماء، كما يحدد طريقة هضمة وسلوكه عند تسخينه.

الكربوهيدرات المعقدة تخزن في خلايا النباتات على شكل نشا وتخزن في الحيوانات على شكل جليكوجين. والنشا يعتبر من السكريد المتعدد ويمثل المصدر الرئيسي للكربوهيدرات في غذائنا. والمصادر الغذائية الغنية بالنشا تشمل الحبوب، والبقول، والبطاطس (انظر الشكل ٥ ,٣). النشويات لها بعض خصائص اللزوجة والرطوبة في الأطعمة. ويطلق على الجليكوجين بالنشا الحيواني، وهو مخزون من الكربوهيدرات في الحيوان [2]. والجليكوجين لا يوجد في النباتات.



الشكل(٤ ,٣). تركيب النشا والجليكوجين. النباتات تحتوي على نوعين من النشا بسيط ومعقد. الحيوانات تخزن الجلوكوز على هيئة جليكوجين.

الجليكوجين يتكون من سلاسل طويلة عالية الارتباط من ذرات الجلوكوز (انظر الشكل ٤ ,٣). الجليكوجين المخزون في الإنسان يمكن تحويله بسرعة إلى ذرات الجلوكوز الأحادية لتستخدمه الخلايا في إنتاج الطاقة.

obeikandi.com

أضف إلى معلوماتك الغذائية

عملية هضم المواد النشوية وتحويلها إلى سكر

امضغ رقائق (بسكوتة) مملحة حتى تجد مذاق الحلوة. الإنزيمات اللعابية سوف تكسر السلاسل الطويلة من ذرات السكر لتنتج جلوكوز ومالتوز، وبالتالي ستجد مذاق الحلاوة في هذه الرقائق.

الألياف الغذائية، شكل آخر أكثر تعقيدًا من الكربوهيدرات، يوجد في جدار خلايا النباتات وداخل الخلايا النباتية. جميع الأطعمة النباتية تحتوي على بعض أنواع الألياف المتفاوتة. ومعظم الألياف لا تهضم في الجسم؛ وبالتالي لا توفر أي سعرات حرارية أو قيمة كربوهيدراتية عند تناولها.

للحصول على الأداء المثالي

مخزون الكربوهيدرات في خلايا العضلة يسمى جليكوجين. وهو مصدر الطاقة للعضلة ومهم لإمداد أنشطة التحمل، والقوة، والقدرة، والفرق الرياضية بالوقود اللازم.

هناك نوعان من الألياف، والتي تصنف على أساس الذوبان في الماء: وهي قابل للذوبان وغير قابل للذوبان.

توجد **الألياف القابلة للذوبان** "Soluble Fiber" في المقام الأول في الشوفان، والشعير، وبعض الفاكهة، والبقوليات (الفاصوليا المجففة، والبازلاء، والعدس)، والخضراوات. وتوجد الألياف **غير القابلة للذوبان** "Insoluble Fiber" في المقام الأول في منتجات الحبوب الكاملة، والمكسرات، والبذور، وبعض الخضراوات. وإن تناول الأغذية التي تحتوي على الألياف القابلة للذوبان وغير القابلة للذوبان يمكن أن تساعد في منع ارتفاع نسبة الكوليسترول في الدم، وتنظيم مستويات السكر في الدم، وتساعد على منع أو علاج الإمساك. واتباع نظام غذائي عالي الألياف ينتج زيادة في مستوى الشبع، والذي قد يساعد في فقدان الوزن مع مرور الوقت عن طريق الحد من الجوع؛ وبالتالي تقليل السعرات الحرارية في نهاية المطاف. والتوصيات الحالية من تناول الألياف هي من ٢١ إلى ٢٥ جرامًا في اليوم للنساء من سن ١٩ – ٥٠ سنة وأكبر على التوالي. وبالنسبة للرجال من ٣٠ إلى ٣٨ جرامًا من سن ١٩ – ٥٠ سنة فأكبر على التوالي. وهذه التوصيات من تناول الألياف استنادًا على كمية الألياف اللازمة للحد من خطر الإصابة بأمراض القلب والأوعية الدموية. ويتضح أن الاستهلاك الأمريكي من الألياف يتراوح ما بين ١٠ إلى ٢٠ جرامًا في اليوم فقط.

وقد اقترح مجلس الغذاء والتغذية بعض المسميات الجديدة لتقييم مرجع الكميات الغذائية في الألياف، وهي الألياف الغذائية "Dietary Fiber" والألياف الوظيفية "Functional fiber" والمجموع الكلي للألياف "Total fiber".

openkanal.com

وتطورت هذه المسميات والتعريفات الحديثة نتيجة الحاجة إلى استمرارية وضع العلامات الغذائية وبسبب أن بعض المنتجات الجديدة لها خواص مثل الألياف ولكن لا ينطبق عليها التعريفات التقليدية السابقة للألياف. فالعديد من المنتجات الغذائية الجديدة لها فوائد صحية محتملة، ولكن لا تفي بالتعاريف السابقة للألياف على أساس الطرق التحليلية في الولايات المتحدة الأمريكية [3].

الشكل(٥ ,٣). مصادر النشا. مجموعات متنوعة من الحبوب، والبطاطس، والبقوليات تعتبر من المصادر الجيدة للنشا.

وفيما يلي سوف نوضح التعريفات الجديدة للألياف:

الألياف الغذائية "Dietary fiber" تتكون من الكربوهيدرات غير القابلة للهضم، واللجين الذي هو جوهر وأساس النباتات. ومن أمثلة ذلك هيميسيلولوز، البكتين، اللبان، بيتاجلاكانس، والألياف الموجودة في نخالة الشوفان والقمح، واللجين.

الألياف الوظيفية "Functional fiber" تتكون من الكربوهيدرات غير القابلة للهضم والمعزولة والتي لها تأثيرات فسيولوجية مفيدة للبشر. ومن أمثلة ذلك: النشا المقاوم، والبكتين، واللبان، والكربوهيدرات الحيوانية (الكيتين والشيتوزان) والكربوهيدرات التجارية مثل النشا المقاوم، والبوليولات، وقشرة الحبوب، والديكسترين غير المهضوم.

المجموع الكلي للألياف "Total fiber" هو مجموع الألياف الغذائية والوظيفية معًا. هذه التعريفات لن تغير مستويات الألياف الموصى بها، ولكن سوف توضح مصادر الألياف والفوائد الصحية عند تناولها. وتبقى الألياف سليمة في القناة الهضمية وتتعرض للبكتريا الطبيعية الموجودة في الأمعاء الغليظة. والبكتريا تساعد في عملية الهضم والتمثيل الغذائي الجرثومي وتنتج غازات كمنتج ثانوي لعملية الهضم. وعندما يزيد من تناول الألياف يسبب ذلك غازات وانتفاخات تسبب عدم راحة للرياضيين خلال

obeikan.com

التدريب والمنافسات. بالإضافة إلى ذلك، فالألياف عسرة الهضم تزيد من حجم وكمية البراز، كما أنها تجذب كمية من الماء في الأمعاء الغليظة. إن زيادة الوزن والشعور بالثقل والمضاعفات المحتملة من الإسهال أو الإمساك تعتمد على كمية الماء المأخوذة، وتسبب عدم راحة للرياضيين سواء في التدريب أو المنافسة. وبعض الرياضيين يحد من تناول الأطعمة الغنية بالألياف في نظامهم الغذائي لعدة ساعات أو حتى يوم واحد قبل التدريب أو المنافسات المهمة لتجنب الانزعاجات المعوية المحتملة. ولما للألياف من آثار إيجابية على الصحة فلا ينبغي تجنب الأطعمة الغنية بالألياف، ويجب على الرياضيين بذل مزيد من الجهد لتناول الكربوهيدرات التي تشتمل على الألياف وذلك على أساس منتظم.

هل الكربوهيدرات المحلاة صناعيًا مفيدة أم ضارة؟

كما يشير اسمها، المحليات صناعيًّا فهي تمد الطعام بالحلاوة، ولكن ليس على حساب السعرات الحرارية. وفي الواقع، يمكن أن تكون المحليات الصناعية مئات المرات أحلى من السكروز (انظر الجدول ٣,٣). وتستمد بعض المحليات الصناعية من الكربوهيدرات، مع بعض التعديلات في بنيتها الجزيئية؛ مما يجعل قابليتها أقل في الهضم وبالتالي تمد الجسم بسعرات حرارية أقل عند تناولها.

جدول ٣,٣

السكريات والسكريات الصناعية البديلة

السكر والسكر البديل	مقارنة الحلاوة بالسكروز
مالتوز	٠,٤
السوربيتول	٠,٦
إكسيليتول	٠,٩
تاغاتوز	٠,٩٢
السكروز	١,٠
الفركتوز	١,٣
اسيسولفام ك	٢٠٠
الأسبارتام	٣٠٠
السكرين	٣٠٠
سكرالوسي	٦٠٠

المصدر: منظمة التغذية الأمريكية "American Dietetic Association"

والمحليات الصناعية الأخرى، مثل الأسبارتام ليست مواد كربوهيدراتية ويمكن الحصول عليها من الأحماض الأمينية. وتحتوي على سعرات حرارية قليلة أو عديمة السعرات الحرارية، وتفيد في إمداد الأطعمة بالحلاوة مع انخفاض السعرات الحرارية بها؛ مما يجعلها مفيدة في الوجبات المنخفضة السعرات الحرارية أو في محاولات إنقاص الوزن. والأفراد المصابون بالسكر أو من عندهم حساسية للإنسولين يمكنهم التمتع بالأطعمة المحلاة بدون الحصول على سكريات زائدة أو سعرات حرارية.

obeikandl.com

وتخضع المحليات الصناعية لمراقبة هيئة الأغذية والدواء بالولايات المتحدة الأمريكية (FDA). بعضها معترف بها (المواد المعترف بها آمنة "Generally Recognized as safe") وبعضها الآخر يعتبر إضافات غذائية. ويجب موافقة إدارة الأغذية والعقاقير على الإضافات الغذائية لاستخدامها في المنتجات الغذائية. فإدارة الأغذية والعقاقير توافق وتنظم كمية المواد المضافة إلى الأغذية وسلامتها وكمية المدخول اليومي المقبول في الغذاء.

المواد المعترف بها آمنة "Generally Recognized as safe" هي المواد التي لم يثبت بشكل قاطع أنها آمنة، ولكن مقبولة عمومًا من الخبراء على أنها آمنة للاستهلاك البشري.

المدخول اليومي المقبول "Acceptable daily intakes" هو احد الإضافات الغذائية والمحليات الصناعية المقبولة، وهي أقل ١٠٠ مرة من الحد الأقصى للتأثيرات الضارة.

المدخول اليومي المقبول "Acceptable daily intakes" (ADIs) هو الكمية المقدرة لكل كيلوجرام من وزن الجسم والذي يمكن للشخص أن يستهلكها كل يوم على مدى الحياة بدون أي خطورة[4]. وكمية المدخول اليومي يحدد بحوالي ١٠٠ مرة أقل من الحد الأقصى والذي لوحظ وقوع تأثيرات ضارة في الدراسات على الحيوان.

ولقد حصلت المحليات الصناعية مثل الأسبارتام، والسكرين، واسيسولفام ك،وسكر الوسي على موافقة إدارة الأغذية والعقاقير لاستخدامها في المنتجات الغذائية. ومع ذلك، لايزال بعض الباحثين والممارسين يشعرون ببعض القلق حول سلامة بدائل السكر. بسبب نتائج الدراسات والأبحاث غير المتناسقة والمتعلقة بسلامة المحليات الصناعية للتناول طويل الأجل؛ مما ينبغي أن تستهلك الكميات باستخدام الحد الأدنى.

السكارين "Saccharin" يعتبر أول المحليات الصناعية ينتج تجاريًا، وبدأ تداوله بالأسواق في بداية عام ١٩٦٠م. والسكرين مركب كيميائي مصنع أكثر حلاوة من السكر بما يقرب من ٣٠٠مرة. وبدأت قضية سلامة تناول السكرين طويل الأجل عندما وجد ارتفاع معدل الإصابة بسرطان المثانة في الفئران المختبرية التي تستهلك السكرين لفترة طويلة، وذلك عن الفئران التي لا تستهلك السكرين.

وتحدد كمية المدخول اليومي المقبول للسكرين بـ ٥ ملليجرامات/ كيلوجرام من وزن الجسم. وفي عام ١٩٩١م سحبت إدارة الأغذية والعقاقير الحظر المقترح على استخدام السكرين. والآن يعتبر السكرين من الأطعمة الآمنة ومن الإضافات الغذائية المستخدمة في الأطعمة والمشروبات ومستحضرات التجميل والعلكة والحلويات. كما تمت الموافقة عليه كحبوب محلية توجد باسم تجاري (Sweet'N Low).

سكر الوسي "Sucralose" وتاغاتوز "Tagatose" هو أحدث المنتجات التي تشكلت من السكروز،

openkandi.com

وذلك عن طريق استبدال مجموعة الهيدروكسيل الموجود بالسكروز بالكلور. وهذا المنتج يكون أكثر حلاوة بمقدار ٦٠٠ مرة من السكروز [7]. والمدخول اليومي من سكر الوسي حوالي ٥ ملليجرامات / لكل كيلو جرام من وزن الجسم [8]. وتاغاتوز من الصناعات الجديدة منذ سنة ٢٠٠٢م، ويطلق عليه (من المواد التي تعتبر آمنة) ومن خلال تقارير ليفين يتضح أن تاغاتوز من المحليات الصناعية وهو منخفض السعرات الحرارية ويحتوي على نسبة حلاوة تعادل ٩٢٪ مثل السكروز [9]. وهو يحتوي على قيمة سعرات حرارية تعادل ١,٥ كيلوكلورى/ جرام؛ وذلك لأن ١٥ – ٢٠٪ من هذا العنصر يمتص في الأمعاء الدقيقة. تاغاتوز يتميز بالصفات الحسية والتكوينية المماثلة لنسبة السكر في كثير من الأطعمة، بالإضافة إلى ذلك يوفر استساغة مماثلة للسكر في الأطعمة مع انخفاض نسبة السعرات الحرارية.

سكر الكحول "Sugar alcohols" والمعروف بالبوليولات "Polyols". ويختلف عن السكريات العادية وبدائل السكر؛ لأنه يتم هضمها وامتصاصها بشكل مختلف. وهي توجد بشكل طبيعي في النباتات مثل التوت وغيرها من الفواكه وبعض الخضراوات، ويتم إنتاجه أيضًا للاستخدام التجاري. سكر الكحول مثل (إكسيليتول، السوربيتول، ومانيتول، والمحليات المغذية التي تحتوي على بعض السعرات الحرارية). وغالبًا ما يضاف لتحلية بعض المنتجات مثل النعناع، والحلوى، والعلكة. فهو ليس سهل الهضم والاستيعاب من قبل الجسم، كما أنه يحتوي على سعرات حرارية أقل (٢/ ١إلى ٣/ ١ أقل) من السكر.

ونتيجة لعملية الامتصاص الضعيفة لا يتم التمثيل الغذائي بالشكل المباشر والذي من شأنه أن ينتج ٤ سعرات حرارية لكل جرام، وذلك كالمعتاد، ويعتمد ذلك على نوع المنتج أو العلامة التجارية، ويحتوي سكر الكحول عمومًا على ١,٥ – ٣,٠ سعرات حرارية لكل جرام. ونظرًا لاحتواء سكر الكحول على نسبة من السكر فيمكن أن يكون له تأثيرات على مستويات الجلوكوز بالدم، فذلك يزيد من مستويات السكر بالدم إذا تم تناوله بكمية كبيرة.

وينضم سكر الكحول إلى قائمة المواد الآمنة أو الإضافات الغذائية. ويجب أن يتم تعريف وضع سكر الكحول على ملصقات المواد الغذائية مثل " خالية من السكر" أو " السكر المنخفض". يجب إدراج سكر الكحول على قائمة المكونات والحقائق الغذائية. إن الإفراط في تناول سكر الكحول له تأثير ملين. والإفراط يعني تناول أكثر من ٥٠ جرامًا يوميًّا من السوربيتول "sorbitol" أو أكثر من ٢٠ جرامًا يوميًّا من المانيتول "Mannitol"[10].

ويمكن وضع تحذير على المنتجات الغذائية والتي

تحتوي على سكر الكحول بأن تناول كميات كبيرة له تأثير ملين. والرياضيون الذين يحاولون تقليل نسبة السعرات الحرارية أو خفض كمية الكربوهيدرات قد يتناولون أطعمة تحتوي على سكر الكحول كمادة للتحلية الصناعية؛ وبالتالي يسبب التأثير الملين، ويجب على الرياضيين تقليل كمية ونوعية المحليات الصناعية المستهلكة قبل ممارسة الرياضة.

هناك فوائد لاستخدام جميع أنواع المحليات الصناعية في الأغذية. بأنها توفر الطعم الحلو، وتساهم في تقليل نسبة السعرات الحرارية. ولا تتسبب في تسوس الأسنان، بل إن تناول العلكة والنعناع المحلي مع بدائل السكر بدلا من السكريات يمكن أن يكون مفيدًا لصحة الأسنان ويجب توعية المستهلكين على أن الأطعمة التي تحتوي على بدائل السكر، وتلك التي يروج بأنه "منخفض الكربوهيدرات" ليست بالضرورة منخفضة في السعرات الحرارية. وهذا الاعتقاد الخاطئ قد يؤدي إلى الإفراط في الأطعمة مع بدائل السكر؛ وبالتالي زيادة كمية السعرات الحرارية الإجمالية.

للحصول على الأداء المثالي

يمكن استخدام المحليات الصناعية للرياضين الذين يرغبون في مراقبة الوزن، ولكن نظرًا لوجود تأثيراتها الملينة فيجب تقليل كميات المحليات قبل التدريب

رابعًا: ما هي وظائف الكربوهيدرات في الجسم؟

للكربوهيدرات عدة وظائف هامة في الجسم، وكثير منها حاسمًا للأداء الرياضي المثالي. الكربوهيدرات هي أهم مصدر للطاقة في الجسم على الرغم من أن مخازن الدهون تمد الجسم بكمية كبيرة من الطاقة، فالكربوهيدرات يجب أن تكون موجودة لتمثيل الدهون بالمعدلات السريعة اللازمة لدعم احتياجات ممارسة الرياضة والمنافسة من السعرات الحرارية. وعلاوة على ذلك كلما زادت كمية النشاط، زاد اعتماد الجسم على الكربوهيدرات. وفي الواقع، فالكربوهيدرات هي المغذيات الكبيرة الوحيدة التي يمكن أن توفر الطاقة للأنشطة اللاهوائية مثل أنشطة السرعة. كما أن تجديد الأنسجة العضلية يحتاج إلى كمية كافية من الكربوهيدرات وإذا تناول الرياضيون كمية منخفضة من الكربوهيدرات؛ فإن الجسم سوف يقوم بتكسير البروتينات الموجودة في العضلة لتعويض النقص في الكربوهيدرات.

وأخيرًا، فالكربوهيدرات هي المصدر الرئيسي لطاقة الجهاز العصبي. فالخلايا العصبية لا تخزن الكربوهيدرات مثل الخلايا العضلية. فمصدرها من الكربوهيدرات هو مجرى الدم. فعند انخفاض مستوى جلوكوز الدم تتأثر الخلايا العصبية؛ مما يسبب تأثيرات كبيرة على الأداء والممارسة الرياضية.

obeikandl.com

خامسًا: كيف تؤثر الكربوهيدرات على الصحة العامة؟

من المسلم به على نطاق واسع أن اتباع نظام غذائي معتدل إلى مرتفع من الكربوهيدرات مهم للتدريب اليومي الأمثل، وللحصول على مستويات طاقة عالية، والصحة الجيدة بصفة عامة. الأطعمة الغنية بالكربوهيدرات لا تحتوي فقط على طاقة العضلات ولكن أيضًا على عناصر غذائية أخرى مطلوبة لأداء الجسم السليم مثل الفيتامينات والألياف والمعادن، والمواد الكيميائية النباتية المختلفة الأخرى "Phytochemicals".

ما هو دور الألياف في تحسين الصحة؟

الألياف هي عبارة عن كربوهيدرات معقدة والتي لا يستطيع الجسم هضمها أو امتصاصها. وتتكون معظم الألياف من سلاسل طويلة من وحدات السكر وبالتالي تصنف من السكريد المتعدد، ولكن مع الاختلاف عن النشا فلا يمكن للألياف أن تتكسر بفعل إنزيمات الجهاز الهضمي إلى وحدات صغيرة بما يكفي للجسم أن يمتصها. وهكذا، فالألياف باستثناء بعض النشا المقاوم، لا يساهم في إمداد الجسم بالطاقة كمثل أنواع الكربوهيدرات الأخرى. وبالرغم من الحد الأدنى للطاقة فالألياف تعزز الصحة في نواحٍ كثيرة.

فعندما نأكل الأغذية النباتية، فإن الجزء الأكبر من الألياف غير المهضومة يضاف إلى محتويات الأمعاء. ويفعل ذلك عن طريق اجتذاب الماء في الأمعاء، وبعض الماء يتم امتصاصه عن طريق الألياف نفسها الأمر الذي يؤدي إلى توسعة الأمعاء. كلما زادت محتويات الأمعاء؛ يؤدي ذلك إلى سرعة مرور المواد الغذائية عن طريق الجهاز الهضمي، وسهولة عمل العضلات الملساء على جدار الأمعاء. وكمية الماء الممتصة من الألياف تساعد على تلين البراز لسهولة خروجه من الجسم. وعند تناول كميات منخفضة من الألياف هذا يعني قلة في كمية الماء وقلة في كمية المادة في الأمعاء؛ مما يؤدي إلى أن المادة تكون قليلة وصلبة، وتمر ببطء أكثر بطول الأمعاء؛ مما يؤدي إلى حدوث الإمساك والبواسير بسهولة أكبر. والإمساك يكون شعورًا غير مريح وغالبًا ينتج غازات وخاصة أثناء ممارسة النشاط الرياضي.

والأفراد النشطاء الذين يتناولون الألياف والسوائل بشكل كافٍ يعانون من مشاكل أقل مع الإمساك عن الأفراد غير النشطاء، والتمرينات الرياضية لا تهدف فقط لتقوية العضلات المستخدمة أثناء ممارسة الرياضة، ولكنها تساعد أيضًا على صحة الجهاز الهضمي في نقل الغذاء والسوائل بسرعة وبكفاءة من خلال النظام. هذا مجرد مثال آخر على أهمية الجمع بين ممارسة الرياضة مع التغذية الجيدة.

openkandil.com

أضف إلى معلوماتك الغذائية

وصفات للكربوهيدرات: ما معنى (منخفض الكربوهيدرات) "Low Carb" و (صافي الكربوهيدرات) "Net Carb" ؟

إدارة الأغذية والعقاقير تنظم الادعاءات الخاصة بالمحتوى الغذائي من المصنعين، والذي يسلط الضوء على إجراء الادعاءات ذات الصلة بالصحة على الملصقات الخاصة بالطعام في شأن بعض المواد الغذائية أو في منتجاتهم الغذائية. ومع ذلك تسمح إدارة الأغذية والعقاقير فقط لهذه العناصر الغذائية أو المواد في هذه الادعاءات في المحتوى الغذائي.

إدارة الأغذية والعقاقير لم تحدد مجموعة من القيم لتحديد وصفات للكربوهيدرات. ومصنعو المواد الغذائية يمكن وضع البيانات الكمية على التسميات مثل "٦ جرامات من الكربوهيدرات" طالما هذا صدق. ولكن لا يمكن أن يدلي ببيان مثل "فقط ٦ جرامات من الكربوهيدرات" لأن ذلك يعني أن الغذاء منخفض الكربوهيدرات أو الكربوهيدرات منخفضة. إذا كانت التسمية تميز المواد الغذائية فهذا يعني ادعاء المحتوى الغذائي. ولذلك فإن ادعاء "منخفض الكربوهيدرات" لا يمكن استخدامه على ملصقات الطعام؛ لأنه يميز كمية الكربوهيدرات في ذلك الغذاء.

وعلى الرغم من عدم وجود تعريفات رسمية عن الكربوهيدرات المنخفضة. فإدارة الأغذية والعقاقير جمعت بعض الأدلة ووضعت بيانًا أوجزت فيه المبادئ التوجيهية الغذائية لوصف الكربوهيدرات. والمبادئ التوجيهية من المحتمل أن تكون مماثلة لتلك التي وضعت لمصطلحات مثل "منخفض الدهون" أو "منخفض في السكر أو في الدهون". هذه القائمة سوف توضح عدد الجرامات من الكربوهيدرات "منخفض"، وربما سوف تشتمل على تعريفات خفض الكربوهيدرات أيضًا.

ولقد أصبح مصطلح (صافي الكربوهيدرات) هو أحدث عبارة بالنسبة للمستهلك الواعي بالنظام الغذائي والمهتم بالوزن، ومصطلح صافي الكربوهيدرات ليس موجودًا في الكتب العلمية أو البحوث، وليس مسموحًا بوضعه في الادعاءات الغذائية، ومع ذلك نجده مكتوبًا على بعض المنتجات. (صافي الكربوهيدرات) وعلى النحو الذي يحدده مصنعو المواد الغذائية هو الإجمالي من الكربوهيدرات في العبوة المطروح منها كمية الألياف وسكر الكحول بالجرام. والمتبقي من الجرامات يعتبر صافي الكربوهيدرات في المنتج. ويستند هذا الوصف على فرضية أن صافي الكربوهيدرات فقط يكون له تأثير على مستوى السكر في الدم ومستويات الإنسولين. وفي الواقع، مساهمة الألياف في الطاقة ضئيلة جدًّا؛ لأنها تمر بدون امتصاص عبر الأمعاء. ومع ذلك سكر الكحول يحتوي على بعض السعرات الحرارية التي لها تأثيرات عالية على مستويات سكر الدم. ومن المرجح أن إدارة الأغذية والعقاقير سوف تتناول تعريف صافي الكربوهيدرات عندما تنشر دلائل بشأن العلامات الغذائية في تناول الكربوهيدرات.

obeikandi.com

إن اختيار الأطعمة الغنية بالألياف يساعد على التقليل من مخاطر بعض أنواع السرطان. وتلقى العلاقة بين الألياف وسرطان القولون الكثير من الاهتمام في الآونة الأخيرة. والجدل القائم في البحث العلمي عما إذا كان للألياف تأثيرًا إيجابيًّا أو محايدًا على خطر الإصابة بسرطان القولون.

بعض الدراسات دعمت وجود ارتباط إيجابي بين تناول كميات كبيرة من الألياف وتقليل خطر الإصابة بسرطان القولون [11,12]، بينما بعض الدراسات الأخرى لم تؤكد ذلك [13,15]. والنظرية وراء قدرة الألياف المحتملة لخفض مخاطر الإصابة بسرطان القولون هو أن الجزء الأكبر من الألياف غير القابلة للذوبان قد تمتزج مع السموم داخل الأمعاء، بالإضافة إلى سرعة مرور هذه السموم خارج الجسم. وتقليل وقت الاتصال بين مسببات السرطان والخلايا المخاطية في الأمعاء قد يكون السبب. وهناك الحاجة لإجراء المزيد من البحوث، وخاصة التي تتحكم في نوع الألياف ونوعية الطعام؛ لتحديد ما إذا كانت هناك علاقة مباشرة بين تناول الألياف العالية وخفض معدلات الإصابة بسرطان القولون. وبغض النظر عن نتائج هذه البحوث في المستقبل، فإن تناول غذاء غني بالكربوهيدرات المعقدة بما في ذلك الفواكه والخضراوات والحبوب الكاملة والبقوليات يوفر نظامًا غذائيًّا صحيًّا يمكن أن يساعد في الوقاية من العديد من الحالات المرضية الأخرى (انظر الشكل ٦ , ٣).

الشكل(٦ , ٣). مصادر الألياف الغذائية. الحبوب الكاملة مصدر جيد من الألياف.

وتلعب الألياف القابلة للذوبان دورًا مهمًّا في الحد من خطر الإصابة بأمراض القلب. وقد أظهرت العديد من الدراسات أن الوجبات الغذائية العالية في مستويات الألياف القابلة للذوبان يخفض نسبة الكولسترول في الدم. وتساعد الألياف القابلة للذوبان على خفض مستويات الكوليسترول في الدم عن طريق منع امتصاص الأحماض الصفراوية في القناة الهضمية. وهذا أمر مهم؛ لأن الأحماض الصفراوية مصنوعة من الكوليسترول في الكبد وتفرز في الأمعاء للمساعدة في امتصاص الدهون. بالإضافة إلى ذلك، فالأحماض الدهنية ذات السلاسل القصيرة تنتج من التخمر البكتيري في الأمعاء الغليظة، فتمنع تركيب الكوليسترول.

والأغذية الغنية بالكربوهيدرات المعقدة تساعد

بشكل مباشر على فقدان الوزن أو المحافظة على الوزن الصحي. والفواكه والخضراوات والحبوب الكاملة، والبقوليات النشوية عادة ما تكون منخفضة في الدهون والسعرات الحرارية. واتباع نظام غذائي يحتوي على المقدار الكافي من الأطعمة القليلة في السعرات الحرارية يحل محل الأطعمة ذات السعرات الحرارية العالية؛ وبالتالي تقليل السعرات الحرارية المكتسبة. وبسبب حجم هذه الأطعمة فإنها توفر الشعور بالامتلاء لفترة طويلة مقارنة بالأغذية الكربوهيدراتية الأقل تعقيدًا. فالأغذية الغنية بالألياف تأخذ وقتًا أطول في الهضم والاستيعاب؛ وبالتالي فإن الشعور بالشبع يستمر لفترة أطول مما يؤثر على تقليل كميات الطعام بالنسبة للأفراد.

ما هو دور السكريات البسيطة في الصحة؟

على الرغم من فوائد تناول كميات كبيرة من الكربوهيدرات المعقدة ومن الألياف، فالكربوهيدرات البسيطة وبالأخص السكر فقد يكون لها بعض العواقب السلبية على الصحة. فالأطعمة الغنية بالسكر وتلك التي تبقى في الفم لفترة والتي تعتبر لزجة تنتج بعضًا من تسوس الأسنان. السكر، والصودا، والمشروبات الغنية بالسكر وعصير الفواكه (وخصوصًا عندما يتم تناوله طوال اليوم)، والمقرمشات، والحلويات المطاطية التي تبقى في الفم فترة طويلة تنتج تسوسًا في جذور الأسنان على عكس الأطعمة السكرية الأقل لزوجة في الفم. وتتفاعل البكتريا في الفم مع السكر وتنتج أحماضًا وهذه الأحماض تؤدي إلى تآكل الأسنان وإنتاج تجاويف. واختيار الأطعمة المنخفضة في السكر والمضمضة بعد تناول الأطعمة السكرية أو اللزجة يمكن أن يساعد في تقليل مخاطر تسوس الأسنان.

مؤخرًا فإن السكر، وتحديدًا شكل سكر الفاكهة عالٍ في شراب الذرة "High fructose corn syrup" هو أحد أسباب الارتفاع في معدلات السمنة والأمراض المصاحبة في الولايات المتحدة الأمريكية [16,17]. والكثير من البحوث ركزت على العلاقة بين زيادة تناول المشروبات الغازية، وغيرها من المشروبات المحلاة بالسكر، والتي تحتوي على أنواع عالية من شراب الذرة ومواد لزيادة الوزن [18,20]. ومع ذلك لم تظهر جميع الدراسات وجود صلة مباشرة بالنسبة للإنسان [21]. واقترحت نظرية لشرح آلية التمثيل الغذائي والذي يسبب فيها الفركتوز زيادة الوزن من خلال تقليل إنتاج الإنسولين واللبتين [16,22]. وهناك الحاجة إلى مزيد من البحوث لتوضيح العلاقة بين السبب وأثره، وكذلك لوضع توصيات خاصة بتناول الأطعمة المرتبطة بها.

ومن الناحية العملية، يرتبط زيادة الوزن بتناول

أغذية عالية في السكر والتي تحتوي على كميات عالية من السعرات الحرارية. ومع ذلك قد لا يكون السكر هو السبب في ارتفاع السعرات الحرارية في الأطعمة. والعديد من الأطعمة الحلوة تحتوي على كميات كبيرة من الدهون كذلك. فجميع الكربوهيدرات، والسكريات البسيطة أو المعقدة تحتوي على ٤ سعرات حرارية لكل جرام بينما الدهون تحتوي على ٩ سعرات حرارية لكل جرام. فالأطعمة مثل الكعك، والأيس كريم والحلوى والشكولاتة تحتوي على العديد من السكريات البسيطة والدهون على حد سواء. والدهون فيها غالبًا ما تساهم بقدر (أو أكثر) من السعرات الحرارية لهذه المنتجات مثل السكر.

أما السكر والأطعمة المصنوعة من كميات كبيرة من السكر فغالبًا ما تكون فقيرة بالمغذيات وقليلة في الألياف وغنية بالسعرات الحرارية. واختيار هذه الأطعمة بانتظام يجعل من الصعب تلبية الاحتياجات الفردية للحصول على الفيتامينات والمعادن والمواد المغذية الأخرى؛ لأنها تحل محل هذه الأطعمة بالمغذيات الكثيفة، هذا إلى جانب ارتفاع معدلات تسوس الأسنان وأنها تساهم في مشاكل زيادة الوزن. فلقد وجد أن الحد من تناول السكر المكرر في الأغذية والمشروبات هو الخيار الأفضل من أجل صحة أفضل.

سادسًا : كم ينبغي أن نتناول من الكربوهيدرات يوميًّا ؟

كمية الكربوهيدرات المطلوبة على أساس يومي للرياضين تختلف بناء على عدة عوامل منها وزن الجسم الحالي، الاحتياجات الإجمالية من الطاقة، واحتياجات الرياضة من الطاقة، والجدول الزمني للتدريب والمنافسة. فالدور الرئيسي للكربوهيدرات هو توفير الطاقة للخلايا، ولاسيما الدماغ (المخ) وهو الجزء الوحيد الذي يعتمد على سكر الدم مباشرةً. وكمية الكربوهيدرات الموصى بها يوميًّا هي ١٣٠ جرام على الأقل، وذلك للبالغين والأطفال على أساس الحد الأدنى لمتوسط كمية الجلوكوز التي يستخدمها المخ [23]. وبحساب كمية المواد الغذائية الكبيرة والمقبولة وتوزيعها " Acceptable Macronutrient Distribution Range" بالنسبة للكربوهيدرات للرجال والسيدات الذين تتراوح أعمارهم من ٩ سنوات وأكبر تكون من ٤٥ إلى ٦٥٪ من كمية السعرات الحرارية اليومية [23].

ما هي العلاقة بين وزن الجسم الحالي وتناول الكربوهيدرات؟

يمكن تحديد الاحتياجات من الكربوهيدرات على أساس وزن الجسم الحالي. فمن خمسة إلى ١٠ جرامات من الكربوهيدرات لكل كيلو جرام من وزن الجسم هي التوصية العامة لحساب احتياجات الرياضيين

اليومية من الكربوهيدرات [24,26]. وهذه التوصية تشير بوضوح إلى أن الاحتياجات الفردية من الكربوهيدرات يمكن أن تختلف إلى حد كبير. فالرياضي الذي يزن ٦٠ كيلوجرامًا يحتاج من ٣٠٠ – ٦٠٠ جرام من الكربوهيدرات في اليوم الواحد بينما الرياضي الذي يزن ٩٠ كيلوجرامًا يحتاج ٤٥٠ – ٩٠٠ جرام. ويوجد نسبة واسعة لهذه التوصية لتتيح زيادة الشدة في التدريب، واختلافات الظروف البيئية، والاحتياجات الشخصية، وكذلك نوع وكمية النشاط البدني اليومي. فالرياضيون الذين يمارسون رياضات ترفيهية من ٣ إلى ٥ مرات أسبوعيًّا يكونون في بداية هذه التوصية، بينما الرياضيين الذين يمارسون رياضات تنافسية أو ترفيهية من ٦ إلى ٧ مرات أسبوعيًّا وفي بعض الأحيان أكثر من تدريب واحد في اليوم سوف يتناولون الكربوهيدرات في الحد الأعلى من التوصية.

كيف يمكن تحديد نسبة الكربوهيدرات على أساس النسبة المئوية من مجموع السعرات الحرارية؟

إن المدى الكبير الموصى به من الكربوهيدرات هو ٤٥ إلى ٦٥ ٪ من السعرات الحرارية اليومية. ويمكن تحديد نسبة الكربوهيدرات في هذا المدى لكل فرد على أساس الظروف الطبية، ونظام التدريب، وتناسب الأذواق الغذائية والشخصية. وهذا المدى يوفر ما يكفي من الكربوهيدرات لكافة الأشخاص للحفاظ على مستويات الطاقة. فبالنسبة للرياضيين يوصى عادة بأعلى نسبة من هذا المدى عند زيادة حجم التدريب، أو عند الإعداد للمسابقات، وقد تزيد نسبة السعرات الحرارية من الكربوهيدرات لتصل من ٧٠ إلى ٧٥٪ من السعرات الحرارية. أما بالنسبة للرياضيين الذين يمارسون الرياضة الترفيهية والأفراد الذين يعانون من ظروف صحية معينة مثل مرض السكري، فمن الأفضل تناول الكربوهيدرات بحيث تكون في منتصف هذا المدى أو بالنسب الأدنى منه.

وفيما يلي مثال لكيفية حساب الاحتياجات من نسبة الكربوهيدرات على أساس النسبة المئوية من مجموع السعرات الحرارية:

على افتراض أن أحد رياضيي الرياضات الترفيهية، والذي يتطلب ٢٥٠٠ سعر حراري يوميًّا، ويتناول نسبة ٥٥٪ من السعرات الحرارية من الكربوهيدرات:

١- عند حساب عدد السعرات الحرارية الإجمالية التي ساهمت بها الكربوهيدرات على أساس النسبة المئوية: نجد أن كمية السعرات الحرارية من الكربوهيدرات = ٢٥٠٠ × ٠,٥٥ = ١,٣٧٥ سعرًا حراريًّا من الكربوهيدرات.

٢- وعند تحويل عدد السعرات الحرارية إلى جرامات من الكربوهيدرات يوميًّا: يحسب عدد الجرامات المأخوذة من الكربوهيدرات لتحقيق السعرات

الحرارية المطلوبة = ١,٣٧٥ ÷ ٤ سعرات حرارية في الجرام = ٣٤٤ جرام من الكربوهيدرات اليومية (انظر الجدول التدريبي ١ , ٣).

الجدول التدريبي(١ , ٣). مثال تخطيطي لوجبة تمد الجسم من ٣٤٠ – ٣٥٠ جرام من الكربوهيدرات.

المواد الغذائية/ المشروبات	عدد الجرامات
الإفطار	
نصف إلى ١ كوب من الحبوب (كورن فليكس)	٦٢
واحد كوب من الحليب خالي الدسم	١٢
واحد كوب من شرائح الفراولة	١١
الغداء	
سندوتش مشاوي بالجبن	٢٨
٢ كوب من الخضار	٢٤
١٠ من المقرمشات المملحة	٢٠
العشاء	
نصف إلى ١ كوب من المكرونة بالصلصة	٧٠
مع ٨٥ جرامًا من لحم الدجاج	٠
١ كوب من الخضراوات المشكلة	١٥
٢ كوب من الحليب خالي الدسم	٢٤
كوب من الزبادي وثلث كوب مكسرات	٥٤
إجمالي الكربوهيدرات المأخوذة	٣٢٠جرام

من المهم حساب ومقارنة عدد الجرامات من الكربوهيدرات على أساس كل من وزن الجسم الحالي ونسبة السعرات الحرارية المأخوذة من الكربوهيدرات. وقد تكون النتيجة مضللة إذا تم حساب معادلة واحدة فقط. فعلى سبيل المثال: عداء مسافات متوسطة وزنه ٧٠ كيلوجرامًا يستهلك ٤٠٠٠ سعر حراري يوميًّا، منها ٥٠٪ من السعرات الحرارية من الكربوهيدرات سوف يتناول حوالي ٥٠٠ جرام من الكربوهيدرات بما يتراوح حوالي ٧ جرامات لكل كيلوجرام من وزن الجسم. فإذا تم تقييم كمية الكربوهيدرات فقط على أساس النسبة المئوية من مجموع السعرات الحرارية التي ساهمت بها الكربوهيدرات فقد تحسب على أنها تقع على الطرف الأدنى من التوصيات. ومع ذلك فإن ٧ جرامات من الكربوهيدرات لكل كيلوجرام من وزن الجسم يندرج تمامًا ضمن توصية ٥ – ١٠ جرامات لكل كيلوجرام من وزن الجسم؛ وبالتالي تم تحقيق المبدأين.

وهناك طريقة أخرى لحساب النسبة المئوية من السعرات الحرارية من الكربوهيدرات من خلال مقارنة الاحتياجات اليومية من البروتين والدهون. وفي حالات مثل فقدان الوزن، يجوز تقييد مجموع السعرات الحرارية قليلا؛ وبالتالي فإن تقدير الكربوهيدرات على أساس وزن الجسم الحالي قد يأخذ نسبة الكربوهيدرات إلى ٧٥ – ٨٥ ٪، والتي تعتبر نسبة عالية ويجعل من المستحيل أن تحتوي الخطة

obeikandl.com

الغذائية اليومية على كفايتها من البروتينات والدهون دون تجاوز مجموع السعرات الحرارية. ومن المهم أن تتوازن نسبة الاحتياجات من السعرات الحرارية دائمًا من الكربوهيدرات، والبروتين، والدهون لضمان تغذية الرياضيين بشكل صحيح ولتحقيق أهدافها من فقدان للوزن والحفاظ على المستوى، أو زيادة الوزن.

يقترح التوصيات بنسبة ٧٠- ٧٥٪ من الكربوهيدرات لبعض الرياضيين، وخصوصًا عند زيادة أحجام الوحدات التدريبية وزيادة شدة التدريب في الوحدة التدريبية وخلال فترة المنافسات الرياضية [24] مثل رياضات المارثون واختراق الضاحية وسباق الدرجات فيمكن أن تصل نسبة الكربوهيدرات من السعرات الحرارية المطلوبة من ٧٠- ٨٠٪ من مجموع السعرات الحرارية المطلوبة.

ما هو تأثير مراحل التدريب أو جدول المسابقات على كمية الكربوهيدرات المأخوذة؟

بعض التوصيات الخاصة بالنسبة لاحتياجات معظم الرياضيين من الكربوهيدرات تزداد قليلاً مع زيادة حجم التدريب أو عند الاقتراب من المنافسات وسوف نناقش تحديد احتياجات الكربوهيدرات خلال العام في الفصول الثاني عشر، والثالث عشر، والرابع عشر.

ومع ذلك، بشكل عام خلال الفترة الانتقالية أو فترة الراحة تقل كمية السعرات الحرارية الإجمالية؛ وبالتالي تقل كمية الكربوهيدرات المطلوبة. بينما في بداية الموسم تزداد كثافة وحجم التدريب وتزداد الاحتياجات من الكربوهيدرات. وفي فترة المسابقات تظل احتياجات الكربوهيدرات مرتفعة لمواكبة التدريبات والمنافسات المرتفعة.

للحصول على الأداء المثالي

تحدد احتياجات الكربوهيدرات على أساس مجموعة متنوعة من العوامل منها وزن الجسم ، النسبة المئوية من مجموع السعرات الحرارية. المرحلة من التدريب، والشروط الصحية للفرد. ويجب النظر في كل هذه العوامل عند تقديم النصيحة للرياضين عند تناول الكربوهيدرات .

ولاحقًا في هذا الفصل سوف نناقش مفهوم تحميل الكربوهيدرات "Supercompensation"، والذي يشتمل على زيادة كمية الكربوهيدرات في الأيام التي تسبق المسابقة.

وفي بعض الرياضات، مثل رياضة بناء الأجسام، يجب الحفاظ على تناول كميات معتدلة من الكربوهيدرات أثناء التدريب ولكن تنخفض هذه الكمية في الأيام والأسابيع التي تسبق المنافسة للحصول على شكل عضلي واضح. وسوف نناقش هذا النمط من تناول الطعام في الفصل الثالث عشر.

obeikandi.com

أضف إلى معلوماتك الغذائية

تجربة أخصائية التغذية (هيذر) في سباق فريق الدرجات بأمريكا لمرحلة فوق سن ٧٠ سنة:

سباق الدراجات الأمريكي "Race Across America" هو سباق بدون توقف من الساحل الغربي إلى الساحل الشرقي الأمريكي. وكان من دواعي سروري تخطيط الوجبات الغذائية لفريق مكون من أربعة لاعبين رجال فوق سن الـ ٧٠ وذلك في أغسطس ١٩٩٦م.

ولقد تقابلت مع الفريق في أبريل من نفس العام للبدء في عملية التخطيط وخلال هذا الاجتماع بدأت في جمع المعلومات الغذائية عن كل لاعب ماذا يحب وماذا يكره من الأطعمة ، ونوع المشروبات والأغذية المتناولة خلال ركوب الدرجات، وتقديرات معدلات العرق، والحساسية من المواد الغذائية، والأدوية المستخدمة، وأكثر من ذلك. وبين أبريل وأغسطس، بدأت في حساب كمية الطاقة اليومية من الكربوهيدرات، والبروتينات، والدهون لكل لاعب من اللاعبين الأربعة واستندت في تقديراتي على نتائج اثنين من اللاعبين خلال أداء ٨ ساعات (ركوب ساعة وراحة ساعة) وبسرعة ١٥ ميلاً بالساعة (٢٤ كيلومترًا بالساعة) وبمتوسط مسافة في اليوم من ٦٠- ٩٠ ميلاً (٩٧-١٤٥ كيلومتر) وذلك لمدة ٤ إلى ٦ ساعات يوميًّا. وكان متوسط احتياجات اللاعبين اليومية من السعرات الحرارية يقارب ٥٠٠٠ إلى ٥٥٠٠ سعر حراري مع نسبة ٦٥٪ على الأقل من السعرات الحرارية تأخذ من الكربوهيدرات.

وضعت هيذر نظام الوجبات اليومية، والذي اشتمل على عدة وجبات مع وجبات خفيفة كثيرة، وكثير من السوائل. وكانت وجبات الطعام تؤكل على مدار اليوم ولكن ليس في فترة الـ ٨ ساعات ركوب الدرجات وذلك أثناء الراحة في البيوت المتنقلة مع الفريق. أما بالنسبة للوجبات الخفيفة فكانت تؤخذ خلال الساعة الراحة في فترة الـ ٨ ساعات ركوب على الدرجات ، أما بالنسبة للسوائل فكانت تؤخذ على مدار اليوم مع التركيز على مشروبات الرياضة خلال فترات الركوب نفسها. الوجبات تكونت من كميات كبيرة من الكربوهيدرات وكميات متوسطة من البروتين بالإضافة إلى بعض العناصر مثل اللازنيا، لحم ديك الحار، والحليب، والزبادي، والجبن، والبطاطس. ومع تقدم أيام البطولة تغيرت أذواق اللاعبين مما تطلب تغيرًا في قائمة الغذاء، فزاد الطلب على البطاطس المطبوخة المملحة أو مع الزبيب، والحليب. واتضح أن هذه العناصر كانت محببة جدًّا للفريق.

وتناول اللاعبون طائفة واسعة من العناصر الغذائية طوال الأسبوع؛ مما وفر توازنًا مثاليًّا بين الكربوهيدرات، والبروتين، والدهون، والسوائل. ومن خلال تسجيل الغذاء اليومي، وحساب الوزن قبل وبعد، ومتابعة لون وكمية البول، تأكدت هيذر أن اللاعبين استمروا في حالة من النشاط والحيوية. وأنهى فريق المرحلة السنية فوق الـ ٧٠ سنة السباق في زمن وقدرة تسعة أيام وساعتان و٢٧ دقيقة. وكان هذا الإنجاز والذي تم تقديره في أول فريق لكبار السن فوق ٧٠ سنة يجتاز هذا السباق " Race Across America".

obeikandi.com

سابعًا: ما هي المصادر الغذائية المختلفة للكربوهيدرات؟

توجد الكربوهيدرات في داخل كل المجموعات الغذائية الموجودة في النظام الغذائي الطبقي. وأغنى مصادر الكربوهيدرات توجد في مجموعة الحبوب والفواكه والخضراوات. ومعظم منتجات الحليب وكذلك الفول والبقوليات والمكسرات من مجموعة اللحوم والبقول تمد بقدر متوسط من الكربوهيدرات. والحلويات والسكريات والمشروبات الغازية توفر الكربوهيدرات في شكل سكريات بسيطة. وعلى الرغم من وجود الكربوهيدرات داخل كل المجموعات الغذائية. ومن المهم أن يختار الرياضيون الاختيارات الأكثر كثافة داخل كل مجموعة من المجموعات لتحقيق الأداء الأمثل والصحة.

ما هي أفضل الخيارات من الكربوهيدرات ضمن مجموعة الحبوب؟

معظم الأغذية الموجودة في مجموعة الحبوب في طبقي الغذائي تعتبر مصادر ممتازة من الكربوهيدرات المعقدة والألياف وفيتامينات (ب) (انظر الجدول التدريبي رقم ٢ , ٣). فمن الأهمية اختيار منتجات الحبوب الكاملة والتي تحتوي على كميات أكبر من الطاقة وتستمر لفترات أطول من الكربوهيدرات البسيطة والمكررة. الجدول(٤ , ٣) يوضح مجموعة متنوعة من الخيارات الصحية لاختيار الحبوب الكاملة في معظم الأحيان، فضلاً عن النشويات المكررة.

الجدول التدريبي (٢ , ٣).استخدام الكربوهيدرات من مجموعة الحبوب الكاملة في الوجبة / الوجبات الخفيفة.

- طبخ خليط من دقيق الشوفان مع القمح أو حليب الصويا، وتزينة من أعلى بالفواكه المجففة والمكسرات
- تحميص خبز من القمح الكامل، أو إذابة زبدة الفول السوداني على شريحة من الخبز.
- وضع قطعة من اللحم الأحمر مع الخضروات على طبق من الأرز البني.
- تقديم وجبة كاملة من المكرونة المصنوعة من القمح الكامل، الفاصوليا المطبوخة على البخار ممزوجة بزيت الزيتون والتوابل الإيطالية.

جدول ٣,٤

أهمية الحبوب الكاملة

الحبوب الكاملة التي تختار غالبًا	الحبوب المكررة والتي تختار أحيانًا
خبز القمح	الخبز الأبيض
الأرز البني	الحبوب عالية السكر
المكرونة من القمح الكامل	الأرز الأبيض
الشعير	المكرونة البيضاء
دقيق الشوفان	المقرمشات
الكينوا	الكرواسون
قمح الخبز	
الرقائق والحبوب الكاملة	
الكسكس القمح الكامل	

obeikandl.com

ما هي أفضل الخيارات من الكربوهيدرات داخل مجموعات الفواكه والخضراوات؟

بالإضافة إلى إمداد هذه المجموعة بالكربوهيدرات تعتبر الفواكه والخضروات مثالية للرياضيين؛ لأنها تحتوي على:

- الألياف القابلة للذوبان وغير القابلة للذوبان.
- فيتامين (ج)، والبوتاسيوم، والبيتا كاروتين.
- مجموعة متنوعة من المواد المضادة للأكسدة والمواد الكيميائية النباتية الأخرى.
- سعرات حرارية أقل من مصادر الكربوهيدرات الأخرى، لأولئك الأشخاص الذين يحاولون إنقاص الوزن.

للحصول على الأداء المثالي

الكربوهيدرات الغذائية يمكن الحصول عليها من مجموعات غذائية متنوعة في الهرم الغذائي وكل مجموعة توفر مزيجًا فريدًا من الكربوهيدرات، وغيرها من المغذيات. وينبغي على الرياضيين التركيز على مجموعات الكربوهيدرات الكثيفة المصدر بما في ذلك مجموعة الحبوب، والخضراوات، والفاكهة والحليب ومنتجاته،

تستهلك الفواكه والخضروات في أشكال عديدة (انظر الجدول التدريبي ٣, ٣). وهناك مزايا وعيوب لكل شكل من الأشكال سواء كانت: طازجة، أو مجمدة، أو معلبة، أو مجففة، أو على شكل عصائر.

الجدول رقم (٥, ٣) يوضح الخطوط العريضة لأسباب وأفضلية اختيار أو عدم اختيار أي شكل من الأشكال السابقة في مجموعة من الحالات المختلفة.

الجدول التدريبي(٣, ٣). استخدام الكربوهيدرات من مجموعة الخضراوات والفاكهة في الوجبة / الوجبات الخفيفة.

- سهولة الوصول إلى الفواكه في الوجبات الخفيفة السريعة ولتكملة الإفطار، والغداء، والعشاء.
- تجميد الفواكه ودمجها مع مواد أخرى لتكوين العصائر (انظر لمثال العصائر أسفل) مثل الحليب، والزبادي، وزبدة الفول السوداني، والعصائر الأخرى.
- إضافة صلصة الخضراوات إلى المكرونة أو إلى الحساء المعلب.
- شراء الخضراوات الطازجة لتناولها في الوجبات الخفيفة ، أو للطبخ، أو للسلطة، أو على البخار.

مثال للعصائر:

١ موز مجمد.

٨ أوقيات حليب خالٍ من الدسم.

١ مسحوق بروتين بنكهة الشكولاتة.

١-٢ معلقة زبدة فول السوداني.

توضع جميع المكونات في خلاط وتخلط.

obeikandl.com

جدول ٣,٥

إيجابيات وسلبيات مختلف أشكال الفواكه والخضراوات

الأشكال	الإيجابيات	السلبيات	متى توضع في الوجبة
طازجة	يحتفظ بالمواد الغذائية لتؤكل بعد فترة وجيزة من الشراء ويمكن أن تؤكل خامًا أو تطبخ.	تفقد بعض القيمة الغذائية أثناء شحنها من دولة إلى أخرى. تفسد في خلال ٧ إلى ١٤ يومًا من تاريخ الشراء.	مثالية في الوجبات الخفيفة، تؤلف ما بين ١/ ٢ إلى ١/ ٣ من الوجبة. وأيضًا تؤكل في أي وقت نيئة.
مجمدة	للحفاظ على المواد الغذائية فتجمد بعد الحصاد ويمكن تخزينها لمدة من ٣ – ٦ أشهر؛ مما يجعلها متاحة لمعظم الوقت في السنة.	قد لا تكون مناسبة للاستخدام في السلطة أو طازجة للوجبات الخفيفة.	يمكن أن تستخدم الفواكه كعصائر وتؤكل مع الزبادي . والخضروات تستخدم في الوجبات الخفيفة بعد التسخين الجيد في الفرن أو الميكروويف. وهي مثالية للشوربة، واللازنيا.
معلبة	للحفاظ على المواد الغذائية تعلب بعد الحصاد ويمكن تخزينها لمدة من ٣ – ٦ أشهر؛ مما يجعلها متاحة لمعظم الوقت في السنة. ولا تحتاج أن تجمد	يمكن إضافة السكريات للفواكه المعلبة. ويجب البحث عن الفواكه المعلبة في عصائرها فقط. وتعلب الخضروات عادة مع الملح والمواد الحافظة. ويجب شطفها قبل التقديم.	الفواكه المعلبة يمكن تخزينها بسهولة، وتستخدم في الوجبات الخفيفة والسريعة. والخضراوات المعلبة يمكن استخدامها في الطبخ، أو إضافتها إلى الشوربة والصلصات.
مجففة	مصدر عالٍ من السعرات الحرارية. لا تحتاج إلى التبريد ويمكن تخزينها من ٦ – ١٢ شهرًا.	كمية عالية من السعرات الحرارية في كمية قليلة من الطعام مقارنة بالفواكه والخضراوات الطازجة. مما يجعلها ليست أفضل شكل بالنسبة للأفراد الذين يريدون تقليل الوزن.	مهمة في السفر. وتمزج مع المكسرات لتقديم وجبات خفيفة. تستخدم عند عدم توافر الفواكه الطازجة.
عصائر	مصدر سريع وسهل للفواكه والخضراوات. مصدر مركز من الفيتامينات والمعادن مقارنة بالفواكه الكاملة والخضراوات.	يحتوي على سعرات حرارية كثيرة في كل حصة مأخوذة. كمية الألياف الموجودة في العصائر يكون قليلة بالمقارنة بالطازجة.	مثالية بعد التدريب، وتوفر قدر من السوائل، والبوتاسيوم، والكربوهيدرات، وفيتامين(ج). وبعض المغذيات الأخرى. وكمية صغيرة من العصائر قبل التدريب تمد بالسوائل والكربوهيدرات التي يحتاجها الرياضيون في الاستمرار في التدريب.

openkanal.com

مجموعة الحليب / والمنتجات البديلة

الحليب/ والمنتجات البديلة والمشروبات توفر مزيجًا من الكربوهيدرات والبروتينات (انظر الجدول التدريبي٤ ,٣) معظم المصادر من هذه المجموعة غنية بالكالسيوم. والحليب فريد من نوعه؛ لأنه مصدر ممتاز من الكالسيوم وكذلك فيتامين (د). ويعتبر الكالسيوم وفيتامين (د) من المواد الغذائية الأساسية، وبخاصة للرياضيين المشاركين في رياضة رفع الأثقال والتي توفر قوة وزيادة بنية العظام.

ويتم إنتاج الألبان من مجموعة متنوعة من المصادر، والأكثر شيوعًا هو حليب البقر. وفول الصويا وغيرها من الحبوب المنتجة للحليب، والزبادي، ومنتجات الأجبان، والتي هي بديل ممتاز لأولئك الذين يتجنبون المنتجات الحيوانية أو للأفراد الذين يعانون من عدم تحمل سكر اللاكتوز. ومنتجات الصويا والحبوب تميل إلى أن تكون منخفضة في الدهون المشبعة، والتي لا يوجد بها الكوليسترول، وتوفر مصدرًا جيدًا للكربوهيدرات والبروتينات. ومع ذلك، فإن المصادر النباتية لمنتجات الألبان لا تكون مرتفعة أو بديلة بشكل طبيعي في الكالسيوم وفيتامين (د).

وبالتالي؛ يجب النظر إلى الحقائق الغذائية على كل منتج للتأكد من أنه تم تحسين هذه المنتجات بالمواد الغذائية المفقودة منها.

الجدول التدريبي(٤ ,٣). استخدام الكربوهيدرات من مجموعة الحليب ومنتجاته في الوجبة / الوجبات الخفيفة.

- الزبادي مع دقيق الشوفان، والمكسرات، أو الفواكه المجففة في وجبة خفيفة في منتصف النهار أو في وجبة الإفطار.
- طبقة من الفواكه الطازجة مع الحليب والزبادي.
- استخدم الحليب الساخن مع الحبوب الجافة، وشوربة الطماطم، أو الشكولاته الساخنة.
- شريحة صغيرة من الجبن تستخدم في السلطة، والفلفل الحار، مع السندوتشات.

ما هي أفضل الخيارات من الكربوهيدرات داخل مجموعة اللحوم والبقوليات / والمجموعات البديلة؟

الفول، والعدس، والمكسرات، والبذور، ومنتجات الصويا، والخيارات الموجودة في مجموعة اللحوم والبقوليات تعتبر مصادر ممتازة من الكربوهيدرات (انظر الجدول التدريبي ٥ ,٣). وهذه الأطعمة هي أيضًا مصادر جيدة للبروتين والحديد والزنك، والألياف. ولحوم البقر والدجاج والسمك والبيض واللحوم الحيوانية الأخرى لا تحتوي على الكربوهيدرات.

openkandil.com

الجدول التدريبي (٥ , ٣). استخدام الكربوهيدرات من مجموعة اللحوم والبقوليات في الوجبة / الوجبات الخفيفة.

- يستخدم التوفي الناشف مع صلصلة السباجيتي.
- تستخدم البقوليات المعلبة في السلطة أو أطباق المكرونة.
- يصنع الحمص من بقول الجربانزوا وتستخدم الفاصوليا السوداء لمسحها على السندوتشات أو كخضراوات.
- يمسح زبدة الفول السوداني على شريحة سندوتيش، أو المقرمشات.

هل يمكن أن تستخدم المحليات الصناعية والأطعمة التي تحتوي على سكريات بسيطة كمصدر من الكربوهيدرات؟

يمكن اعتبار بعض الأطعمة السكرية أو ذات المذاق الحلو بمثابة مصادر من الكربوهيدرات (انظر الجدول التدريبي ٦ , ٣). الحلوى، والتحليات، والهلام، والمشروبات الغازية العادية تحتوي على الكربوهيدرات في شكل سكريات بسيطة، ولكنها خالية من قيمة المواد الغذائية. هذه الأطعمة تكمل غيرها من الأطعمة لجعل الوجبات والوجبات الخفيفة لذيذة وممتعة. الحلويات والمشروبات الغازية لا تستبعد نهائيا من النظام الغذائي، ولكن يجب أن تستخدم بشكل مقتصد. المشروبات الغازية الدايت والخاصة بالحمية والحلويات والسكريات التي تحتوي على تحلية صناعية توفر الحد الأدنى من الكربوهيدرات أو بدون. ويمكن إدراج هذه الأطعمة الخاصة بالحمية في النظام الغذائي الصحي، ولكن يجب الاقتصاد منها لإفساح المجال أمام الأغذية الغنية بالكربوهيدرات.

ثامنًا: ما هو (مؤشر نسبة السكر) "glycemic index" و(تحميل نسبة السكر) "glycemic load" وكيف يمكن استخدامهما في مجال التغذية للرياضيين؟

هناك اهتمام كبير في البحوث العلمية حول مؤشر نسبة السكر في الأطعمة. وفي محاولة للبحث عن النظام الغذائي الأمثل للأداء الرياضي، اكتشف الباحثون المعلومات حول الأنواع المختلفة من الأطعمة الكربوهيدراتية وتوقيتات هذه الأطعمة التي قد تكون مفيدة للرياضيين. فمؤشر نسبة السكر وتحميل السكر يساعد في توجيه الرياضيين ومساعدتهم على اتخاذ القرارات المناسبة بالنسبة للكربوهيدرات. هذه المفاهيم جنبًا إلى جنب مع غيرها من الممارسات التغذوية تحسن القدرة على الأداء الرياضي.

الجدول التدريبي (٦ , ٣). استخدام كمية محدودة من الكربوهيدرات – السكريات المحلاة في الوجبة/ الوجبات الخفيفة.

- استخدم ١-٢ ملعقة من الجيلي على شريحة محمصة من الخبز أو الكعك الصغير.
- استمتع بـ ١-٢ كعك صغير بالحليب كوجبة خفيفة قبل النوم.
- اخبز بعض من دقيق الشوفان مع رقائق من الشكولاته (كوكيز).

openkanal.com

جدول ٣,٦

مؤشر نسبة السكر ونسبة تحميل السكر لبعض الأطعمة المعروفة

الأطعمة	مؤشر نسبة السكر (جلوكوز =١٠٠)	مؤشر نسبة السكر (خبز أبيض = ١٠٠)	فئات مؤشر نسبة السكر	الحجم المأخوذ (جرام)	كمية الكربوهيدرات (جرام)	نسبة تحميل مؤشر السكر
الخبز الأبيض	٧٣±٢	١٠٥±٣	مرتفع	٣٠	١٤	١٠
الأرز الأبيض المطبوخ	٦٤±٧	٩١±٩	مرتفع	١٥٠	٣٦	٢٣
الكسكس	٦٥±٤	٩٣±٦	مرتفع	١٥٠	٣٥	٢٣
جاتوريد (جيت ريد)	٧٨±١٣	١١١	مرتفع	٢٥٠مل	١٥	١٢
أيس كريم	٦١±٧	٨٧±١٠	مرتفع	٥٠	١٣	٨
بطاطا حلوة	٦١±٧	٨٧±١٠	مرتفع	١٥٠	٢٨	١٧
بطاطا مطهية	٨٥±٢	١٢١±١٦	مرتفع	١٥٠	٣٠	٢٦
كوكتيل التوت البري	٦٨±٣	٩٧	مرتفع	٢٥٠مل	٣٦	٢٤
قليل من المكسرات	٧١±٤	١٠٢±٦	مرتفع	٣٠	٢١	١٥
كورن فليكس	٨١±٣	١١٦±٥	مرتفع	٣٠	٢٦	٢١
كعكة العنب	٥٩	٨٤±٨	مرتفع	٥٧	٢٩	١٧
حلويات الطاقة	٥٦±٣	٧٩±٤	متوسط	٦٥	٤٢	٢٤
العسل	٥٥±٥	٧٨±٧	متوسط	٢٥	١٨	١٠
الأرز الحبة الطويلة	٥٦±٢	٨٠±٣	متوسط	١٥٠	٤١	٢٣
كوكاكولا	٥٨±٥	٨٣±٧	متوسط	٢٥٠مل	٢٦	١٦
الذرة الحلوة	٥٤±٤	٧٨±٦	متوسط	٨٠	١٧	٩
الجزر	٤٧±١٦	٦٨±٢٣	متوسط	٨٠	٦	٣
البطاطا الجديدة	٥٧±٧	٨١±١٠	متوسط	١٥٠	٢١	١٢
الموز	٥٢±٤	٧٤±٥	متوسط	١٢٠	٢٤	١٢
عصير البرتقال	٥٠±٤	٧١±٥	متوسط	٢٥٠مل	٢٦	١٣
الحمص	٢٨±٦	٣٩±٨	قليل	١٥٠	٣٠	٨
الفاصوليا	٢٨±٤	٣٩±٦	قليل	١٥٠	٢٥	٧
السكريات الطبيعية	٨±١	١١±١	قليل	١٠	١٠	١
عدس	٢٩±١	٤١±١	قليل	١٥٠	١٨	٥
كعكة الشكولاتة	٣٨±٣	٥٤	قليل	١١١	٥٢	٢٠
فراكتوز	١٩±٢	٢٧±٤	قليل	١٠	١٠	٢
عصير الطماطم	٣٨±٤	٥٤	قليل	٢٥٠مل	٩	٤
الحليب خالي الدسم	٣٢±٥	٤٦	قليل	٢٥٠مل	١٣	٤
التوت	٣٣±٩	٤٨±١٣	قليل	٢٥٠مل	٤١	١٤
التفاح	٣٨±٢	٥٢±٣	قليل	١٢٠	١٥	٦

الفئات = مرتفع (> ٨٥)، متوسط (٦٠– ٨٥)، قليل (< ٦٠) باستخدام مؤشر نسبة السكر في الخبز الأبيض= ١٠٠ *المصدر:*

Adapted from Foster-Powell K, Holt SHA, Brand-Miller JC.International table of glycemic index and glycemic load values.Am j Clin Nutr. 2002; 76:5-56.

obeikandl.com

مؤشر نسبة السكر "Glycemic index" هو مؤشر يدل على مقدار الطعام الذي يرفع مستويات جلوكوز الدم عند تناوله مستقلاً. ويتم حساب هذا المؤشر عن طريق قياس منطقة تحت منحنى الجلوكوز في الدم بعد تناول ٥٠ جرامًا من الكربوهيدرات من الطعام كاختبار بالمقارنة بنفس المنطقة تحت منحنى الجلوكوز بعد تناول نفس الكمية من معيار غذائي مرجعي [27]. والجلوكوز والخبز الأبيض يستخدم كمعيار غذائي يعطي ١٠٠ لمؤشر نسبة السكر حتى يمكن مقارنة الأطعمة الأخرى بهم، ووفقًا لذلك فمؤشر نسبة السكر يساوي ٧٠ يشير إلى أن تناول ٥٠ جرامًا من الأطعمة يعطي زيادة في نسبة السكر ٧٠٪ مثل تناول ٥٠ جرامًا من الجلوكوز النقي [28]. واختبار مؤشر نسبة السكر يستخدم بعد صيام الليل، ويستند ترتيب مؤشر نسبة السكر لطعام محدد على قياس تأثير نسبة سكر الدم بعد ساعتين من تناول الطعام (العينة). والمعلومات الواردة في الجدول (٦ ,٣) مقتبسة من بحث فوستر باول وآخرين الذين قاموا بتجميع بيانات واسعة عن مؤشر نسبة السكر للأطعمة [29]. وهذا البحث منشور بين سنة ١٩٨١م – ٢٠٠١م ويحتوي على حوالي ١٣٠٠ من المدخلات لما يقرب من ٧٥٠ نوع من الأطعمة.

يمكن أن يتغير مؤشر نسبة السكر أو يتأثر بأي من العوامل التالية:

– **نوع الكربوهيدرات**: من سوء الحظ، لا يمكن أن يحدد مؤشر نسبة السكر للأطعمة ببساطة بناء على تصنيفاها بوصفها أحادية، أو ثنائية، أو متعددة السكريد. وعلى سبيل المثال البطاطا المخبوزة الخمرية لديها مؤشر نسبة السكر مرتفع في حين البطاطا الجديدة والذرة لديها مؤشر نسبة سكر معتدل. فمؤشر نسبة السكر يختلف، ولكن يتم النظر إليها جميعًا كمتعددة السكريد.

وبالتالي من غير المنطقي إرشاد الناس إلى تناول الكربوهيدرات الأكثر تعقيدًا عن الكربوهيدرات البسيطة لإبقاء نسبة السكر منخفضة. ولاتزال الافتراضات الخاصة لأخصائي التغذية والمستهلكين بأن الكربوهيدرات البسيطة أعلى في نسبة السكر من النشويات، ولكن البيانات لا تدعم هذه الافتراضات تماما. فعلى سبيل المثال، الخبز الأبيض ومعظم أنواع البطاطا أظهرت إنتاجًا أعلى لمؤشر نسبة السكر عن السكروز. وفي المقابل، تم العثور على أن الفراكتوز يحتوي على مؤشر نسبة سكر أقل من معظم المواد النشوية [30]. وفي الواقع، كثير من الأطعمة التي تعتبر سكريات بسيطة مثل الحلويات والمشروبات الغازية تحتوي على مؤشر عالٍ لنسبة السكر، ولكن عددًا كبيرًا أيضًا من الكربوهيدرات المعقدة يحتوي على مؤشر متوسط إلى عالي من نسبة السكر.

obeikandi.com

- **كمية الألياف الموجودة في الأطعمة:** إن احتواء المواد الغذائية على كمية عالية من الألياف يمكن أن يسبب بطئًا في عملية الهضم، وقد يؤخر الوقت اللازم في رفع معدل الجلوكوز في الدم؛ وبالتالي خفض مؤشر نسبة السكر. ومع ذلك، ليست كل الأطعمة الغنية بالألياف تحتوي على مؤشر نسبة سكر قليل. فالأطعمة التي تحتوي على الألياف القابلة للذوبان مثل التفاح أو البقول، تميل إلى أن تكون منخفضة في مؤشر نسبة السكر؛ وذلك لقابليتها في الذوبان في الماء فتصبح لزجة في المعدة؛ مما يبطئ عملية الهضم. وبالعكس، مصادر الألياف غير القابلة للذوبان والمخلوطة والناعمة مثل خبز القمح، لا تذوب في الماء، ولا تصبح لزجة في الأمعاء؛ وبالتالي يتم هضمها بسرعة أكبر.

- **كمية البروتينات والدهون الموجودة بالأطعمة:** البروتينات والدهون الموجودة بالأطعمة لا تحتوي على تصنيفات لمؤشر نسبة السكر؛ وذلك لأنها لا ترفع معدل نسبة السكر في الدم بشكل ملحوظ. اشتراك البروتينات والدهون مع الكربوهيدرات في الوجبة الغذائية يؤخر عملية إفراغ المعدة وبالتالي إلى زيادة الوقت المحتمل لرفع مستويات نسبة السكر في الدم. لذلك فالأطعمة التي تحتوي على الكربوهيدرات وأيضًا بروتينات ودهون، مثل الخبز العالي البروتين والسلع المخبوزة يمكن أن تسبب اختلافات واسعة في استجابة الجهاز الهضمي من منتج لمنتج آخر.

- **الأشكال السائلة والصلبة من المواد الغذائية:** الأشكال السائلة بصفة عامة، يتم هضمها وامتصاصها بسرعة أكبر من المواد الصلبة؛ وبالتالي زيادة مستويات سكر الدم بشكل أسرع. فعلى سبيل المثال، يتم امتصاص الكربوهيدرات السائلة مثل العصائر بسرعة في مجرى الدم في حين أن بعض الفواكه، والتي تحتوي على الألياف تستغرق وقتًا أطول في الهضم، والامتصاص، ثم الانتقال إلى مجرى الدم على هيئة سكر.

- **توقيت زمن الوجبة:** معظم الأفراد يتناول ثلاث أو أكثر من الوجبات في غضون الـ ٢٤ ساعة. فزمن تناول الأطعمة المتناولة يؤثر بشكل كبير على مؤشر نسبة السكر بالدم. فإذا تناول شخص وجبة غذائية قبل ساعتين من تناول قطعة حلوى عالية السكر، فمؤشر نسبة السكر سوف يختلف عن شخص آخر لم يأكل لمدة ٦ إلى ٨ ساعات.

- **المزيج من الأطعمة المستهلكة في نفس الوقت:** مؤشر نسبة السكر يعطي الأفراد تقييمًا دقيقًا لمقدار الطعام الواحد الذي يرفع مستويات السكر بالدم. ولكن استخدام مؤشر نسبة السكر في الاختيارات الغذائية قد يكون مربكًا؛ لأن البشر عادة يأكلون مزيجًا من الأطعمة وكثيرًا ما يأكل أكثر أو أقل من ٥٠ جرامًا من الكربوهيدرات في وقت واحد. والباحثون بدؤوا

بإجراء التجارب على مستويات السكر للمجموعات من الأطعمة والتي قد تكون أكثر فائدة للمستهلكين؛ لأنه من الأفضل أن يعكس أنماط التناول الغذائي اليومي.

- إجمالي الكمية المستهلكة من الكربوهيدرات: الكميات الكبيرة المستهلكة من الكربوهيدرات سيكون لها تأثير أكبر على مستويات الجلوكوز والإنسولين. مؤشر نسبة السكر يعكس فقط تأثير السكر في الدم من أحد الأطعمة المحددة. ونحن قد نستهلك اثنين أو أكثر من الكربوهيدرات المختلفة في نفس الوجبة أو في الوجبات الخفيفة، مثل عصير الفاكهة مع بعض المقرمشات. فعندما يتم تناول المواد الغذائية ذات مؤشرات نسبة السكر المختلفة معًا، فإن استجابة مؤشرات سكر الدم للوجبة تعتمد على مجموع استجابات جلوكوز الدم وعلى تحميل نسبة السكر في الدم.

ولذلك؛ فمؤشر نسبة السكر للأطعمة يبدو أكثر تعقيدًا بكثير مما كان يعتقد في البداية، وليس عملية سهلة لتصنيف المواد الغذائية. ومع ذلك، فإنه وسيلة إضافية للحصول على معلومات حول محتوى الكربوهيدرات من الأطعمة. ويستخدم مؤشر نسبة السكر جنبًا إلى جنب مع المعلومات الغذائية ومع وضع العلامات التي تناسب الأذواق الغذائية، وتكون وسيلة فاعلة لمساعدة الرياضيين في اختيار الكربوهيدرات الصحية.

ما هي نسبة تحميل السكر "Glycemic load"؟

تم تحديد مفهوم مصطلح نسبة تحميل السكر في عام ١٩٩٧م لتحديد التأثير الكلي لمؤشر نسبة السكر في الوجبة الغذائية كاملاً ومحتويات الكربوهيدرات ومدى ارتباطها بأخطار الأمراض [31]. ولقد عرف الباحثون نسبة تحميل السكر الغذائية بوصفها نتاجًا لمؤشر نسبة السكر في الدم من المواد الغذائية وكمية المواد الكربوهيدراتية المتناولة. لذلك لاختيار المواد الغذائية الفردية، والتي لديها مؤشر نسبة سكر وكمية محددة من الكربوهيدرات في الحصة المتناولة يمكن أن يكون أيضًا لها عدد محدد من نسبة تحميل السكر في الدم. الجدول (٦ , ٣) يحتوي على كلٍّ من مؤشر نسبة السكر ونسبة تحميل السكر للأطعمة المختارة. وعن طريق جمع نسبة تحميل السكر للأطعمة الفردية المتناولة خلال اليوم الواحد يمكن حساب النسبة الكلية لتحميل السكر في النظام الغذائي كله [32a]، وهكذا فإن نسبة تحميل السكر في الدم يبحث في تأثير تناول الكربوهيدرات مع الأخذ في الاعتبار مؤشر نسبة السكر في الدم.

نسبة تحميل السكر "Glycemic load"
هي طريقة التقييم الكلية لتأثير نسبة السكر في الوجبة الغذائية بناءً على مؤشر نسبة السكر وعدد الكربوهيدرات المعطاه في كل حصة لكل واحد من الأطعمة المتناولة.

openkandi.com

نسبة تحميل السكر = (مؤشر نسبة السكر × كمية الكربوهيدرات في الحصة) / ١٠٠

والباحث ميلر وزملاؤه قاموا بدراستين لـ ٣٠ شخصًا متطوعًا من الأصحاء النحاف، وكانت فرضيات الدراستين ١- الأجزاء من الأطعمة المختلفة المحسوبة لنفس نسبة تحميل السكر تنتج نفس الاستجابات المماثلة على سكر الدم. ٢- الزيادة في نسبة تحميل السكر ينتج زيادة متناسبة لكل من سكر الدم والإنسولين [32a]. وتم تقسيم العينة إلى دراستين لبحث هذه الفرضيات، كلٌّ على حده.

الدراسة الأولى: استخدم ١٠ أنواع من أغذية مختلفة لديها نفس مؤشر نسبة السكر لقطعة واحدة من الخبز الأبيض (مؤشر نسبة السكر ٧٠ ، ١٥ جرامًا من الكربوهيدرات) أو تمت مقارنة نسبة تحميل السكر لـ ١٠,٥ . واستعانت بعشرة مفحوصين تناولوا كل نوع من أنواع الغذاء خلال مناسبات مختلفة وبطريقة عشوائية في أيام مختلفة. ولقد تم اختيار الأطعمة لتوفير مجموعة واسعة من الكربوهيدرات لتحتوي على مؤشرات مختلفة من نسبة السكر. والأطعمة التي تم اختيارها هي الخبز الأبيض، والأرز، والمكرونة، ورقائق الذرة، والزبادي، وعصير البرتقال، وحبوب الجيلي، والموز، والعدس، والحبوب المحمصة. وكانت استجابات الجلوكوز ٩ من أصل ١٠ من الأطعمة المتناولة، والتي تحتوي على نفس نسبة تحميل السكر مثل شريحة واحدة من الخبز الأبيض بدون اختلاف. ومع ذلك، أدى العدس لردة فعل غير متوقعة باحتوائه على نسبة أقل عن الأطعمة الأخرى.

الدراسة الثانية: كانت لعينة من ٢٠ من المتطوعين تناولوا مجموعتين من خمسة أنواع من الأطعمة أحدهما كان الخبز الأبيض لتحديد علاقة استجابة الجرعات لأربعة متغيرات أخرى: وهم المفحوصون، والجرعة، والغذاء، والترتيب. وكانت الأطعمة في المجموعتين المختلفتين في هذه الدراسة كتلك في الدراسة الأولى. وأثرت زيادة نسبة تحميل السكر (مستوى الجرعة) على استجابة الجلوكوز داخل كل من مجموعتي المواد الغذائية، وأيضًا كان لها تأثير كبير على استجابة الإنسولين. ويقترح المؤلفون أن هذه النتائج تقدم أول دليل على صدق فسيولوجية نسبة تحميل السكر في الدم؛ لأنه مع استثناء واحد من الأطعمة (العدس) فالعشرة أنواع من الغذاء تحتوي على نسبة تحميل السكر مماثلة لنسبة تحميل السكر لشريحة واحدة من الخبز الأبيض. الزيادة في نسبة تحميل السكر (يعادل مؤشر نسبة السكر من ١ إلى ٦ شرائح من الخبز، بغض النظر عن مصدر الغذاء) مما يعطي زيادات متوقعة في سكر الدم وكمية الإنسولين في الدم.

وهذه النتائج توضح الافتراض بأنه يمكن حساب

obeikandl.com

التأثير الكلي لنسبة السكر في الدم وتأثير الإنسولين للوجبة من خلال حساب مؤشر نسبة السكر وكمية الكربوهيدرات المتناولة في كل حصة غذائية.

ولاحظ ميلر وزملاؤه أن نسبة تحميل السكر مجتمعة لاتزال مثيرة للجدل؛ لأنها عملية حسابية ورياضية استنادًا إلى نهج مثير للجدل في تصنيف الأطعمة ومؤشر نسبة السكر. ومع ذلك، فقد أجريت أبحاث أكثر من ذلك بكثير في مؤشر نسبة السكر منذ ذلك الحين، والعديد من الأطعمة قد تم اختبارها وتعيين مؤشر نسبة السكر لها. لذا على الرغم من بدايته المثيرة للجدل، الآن مؤشر نسبة السكر معترف به على نطاق واسع كمؤشر فسيولوجي موثوق فيه لتصنيف الأطعمة بناءً على تأثيراتها بعد التناول على نسبة السكر في الدم [29]. وفي الواقع، فإن مرجع تناول الغذاء ٢٠٠٢م "Dietary Reference Intake" تقدم بتقرير عن المواد الغذائية الكبيرة (الرئيسية) على نطاق واسع يشير إلى أنه تم إجراء العديد من الدراسات على مؤشر نسبة السكر باستخدام هذا التصنيف [23].

وكما ذكر، يمكن احتساب نسبة تحميل السكر من أي أطعمة تحتوي على قيمة لمؤشر نسبة السكر. ومع ذلك، هناك العديد من المؤثرات التي تؤثر على الاستجابات الفردية لنسبة تحميل السكر بما في ذلك العوامل التي يمكن أن تبطء من عملية امتصاص الكربوهيدرات، ونسبة تحميل السكر الإجمالية من تناول وجبة أو عدة وجبات على مدار اليوم، والاختلاف في حجم الحصة الواحدة التي يستهلكها الناس عادة قد تكون مختلفة تمامًا عن الأطعمة التي يمكن استخدامها بشكل فردي لتأكيد مؤشر نسبة السكر. ويجب أن تستخدم نسبة تحميل السكر بحذر لحساب هذه الفروق، وأخصائي التغذية والصحة والباحثون يجب عليهم حساب نسبة تحميل السكر الخاصة بهم بناءً على أنواع الأطعمة والأحجام المستهلكة في كل حصة غذائية.

هل تؤثر حركة السكر في مؤشر نسبة السكر؟

في دراسة لأثر نسبة السكر من الأطعمة أشارت إلى أن قيمة مؤشر نسبة السكر من أطعمة معينة قد لا تكون مجرد مؤشر على مدى السرعة التي يتم فيها هضم الكربوهيدرات وامتصاصها في مجرى الدم. وتكشف البحوث الجديدة في حركة الجلوكوز أن مستويات الجلوكوز في الدم لا تعتمد فقط على معدل ظهور الجلوكوز في الأمعاء، ولكن أيضًا على معدل اختفائه استنادًا إلى عملية امتصاص الخلايا.

شينك وآخرون [32b] درسوا مقارنة لتأثير حبوب الإفطار المنخفضة والعالية السعرات الحرارية على مستويات السكر في الدم ومستويات الإنسولين في الدم. ومعدلات امتصاص الجلوكوز لمدة ٣ ساعات

openkanal.com

بعد الابتلاع. عينة من ٦ ذكور أصحاء تناولوا ٥٠ جرامًا من حبوب الكورن فليكس عالية في مؤشر نسبة السكر في يوم، وفي يوم آخر تناولوا ٥٠ جرامًا من نخالة الحبوب المنخفضة في مؤشر نسبة السكر. بعد التناول اتضح أن تركيز نسبة الجلوكوز في البلازما أقل وذو دلالة إحصائية في الوجبة المنخفضة في مؤشر نسبة السكر عن الوجبة العالية في مؤشر نسبة السكر. وفي الواقع، كان مؤشر نسبة السكر في الوجبة الأولى الضعف بالنسبة للوجبة الثانية. وتدعم هذه النتيجة حقيقة أن الأغذية عالية السكريات تدخل بسرعة وتزيد نسبة جلوكوز الدم، ولكن قياس معدل حركة ظهور الجلوكوز لم تدعم هذه الفكرة. فإن معدل ظهور الجلوكوز في مجرى الدم لم يختلف بين الوجبتين العالية والمنخفضة في مؤشر نسبة السكر. ومع ذلك، تم العثور على فروق في مستويات الإنسولين في البلازما ومعدلات امتصاص الجلوكوز. ووجد أن مستويات الإنسولين في الدم زادت ٧٦٪ ومعدل امتصاص الجلوكوز ٣١٪ بعد تناول الوجبة المنخفضة في مؤشر نسبة السكر بالمقارنة بالوجبة العالية في مؤشر نسبة السكر. وذلك لصالح الوجبة المنخفضة في مؤشر نسبة السكر وهذه النتائج تشير إلى أن قيم مؤشر نسبة السكر ليست مجرد مؤشر على مدى السرعة التي يتم بها هضم المواد الكربوهيدراتية المختلفة وعملية امتصاصها من الأمعاء إلى مجرى الدم. وفرضية أن حركة الجلوكوز من الأطعمة المستخدمة في هذه الدراسة تماثل حركة الأطعمة الأخرى لم تتضح بعد. ومع ذلك، فإن المهم بالنسبة للعاملين في التغذية للرياضيين أن يكونوا على بينة من التطورات المتزايدة بشأن مؤشر نسبة السكر، وما يعني؟ وكيف يمكن استخدامه؟ فإن معرفة أوجه الغموض الحالية بشأن مؤشر نسبة السكر ومنع الاستخدام المفرط أو إساءة استخدام المؤشر في الألعاب الرياضية، ونأمل أن يمنع عن التخلي عن المشورة الغذائية السليمة للرياضيين.

كيف يمكن لمؤشر نسبة السكر أن يرتبط بالتدريبات؟

إن زيادة المعلومات حول مؤشر نسبة السكر زاد من اهتمام الباحثين لدراسة مؤشر نسبة السكر للأطعمة بالنسبة للأشخاص النشطاء. ولأن الكربوهيدرات هي الوقود الأساسي للرياضيين. وخصوصًا خلال زيادة شدة وحجم التدريب. لقد أُشير إلى أن إجراء التنظيم في النظام الغذائي باستخدام مؤشر نسبة السكر يحسن من الأداء الرياضي. وأن الهدف من استخدام مؤشر نسبة السكر هو تحسين توافر الكربوهيدرات قبل وأثناء وبعد ممارسة الرياضة.

إن الوجبات الغذائية المنخفضة في مؤشر نسبة السكر قبل التدريب تكون الأفضل بالنسبة للرياضيين. ماركو وآخرون قارنوا بين وجبتين عاليتين

في مؤشر نسبة السكر وأخرى منخفضة لراكبي الدراجات قبل ساعتين من أداء تدريب عالي الشدة وإلى حد الوصول إلى التعب. والمجموعة التي تناولت وجبة منخفضة في مؤشر نسبة السكر كانت نسبة مستويات الجلوكوز مرتفعة لمدة ١٢٠ دقيقة، وكان واضحًا في استمرار الأداء لفترة أطول حتى الوصول إلى التعب [33]. ولقد درس باحثون آخرون الآثار المترتبة على تناول واحد من المواد الغذائية المنخفضة في مؤشر نسبة السكر على استمرارية التدريب، واتضح نتائج مماثلة [34,36]. ودراسات حديثة تؤكد أن تناول وجبات منخفضة في مؤشر نسبة السكر تزيد من أكسدة الدهون مقارنة بتناول وجبات عالية في مؤشر نسبة السكر [37,38]. ومع ذلك، فلم تتمكن جميع الأبحاث من إقامة صلة مباشرة بين التغيرات في التمثيل الغذائي الناجمة عن تناول وجبات منخفضة في مؤشر نسبة السكر وبين زيادة العمل أو زيادة الوقت للوصول للتعب خلال اختبارات الأداء [35,39,40]. وهناك الحاجة إلى المزيد من المعلومات قبل صياغة توصيات محددة بشأن مؤشر نسبة السكر للوجبات الغذائية قبل التدريب.

وأثناء ممارسة الرياضة، تعتمد العضلات على وصول المواد الكربوهيدراتية المتناولة لاستمرار المجهود العالي الشدة أو المستمر لفترة طويلة. ولذلك؛ فإن الأطعمة الغنية بالكربوهيدرات أو المشروبات الرياضية المعتدلة إلى العالية في مؤشر نسبة السكر هي الأنسب. وتناول أطعمة منخفضة في مؤشر نسبة السكر أثناء الممارسة تؤدى إلى انخفاض الأداء والتوقف المبكر أثناء التدريب.

وبعد التدريب، يتم التركيز على التغذية لإعادة البناء والحيوية. وأن تناول المواد الكربوهيدراتية بعد التدريب مباشرة أمر حاسم بالنسبة لتجديد الجليكوجين. وتناول الأغذية المتوسطة والعالية في مؤشر نسبة السكر يساعد الرياضيين في تجديد مخازن الكربوهيدرات في أسرع وقت ممكن. وقد قيل بأن الرياضيين يجب أن يستهلكوا ما بين ٥٠ : ١٠٠ جرام من الكربوهيدرات العالية في مؤشر نسبة السكر مباشرة بعد التدريبات المكثفة لاستنفاد الجليكوجين [41]. وعلى الرغم من دعم الدراسات لهذه التوصية، يبدو أن الاختلافات في استعادة الاستشفاء وجد ما بين ٦ إلى ٢٤ ساعة بعد التدريب [42]. وبعد ٢٤ ساعة وجد تجديد الجليكوجين من الوجبات المنخفضة أو العالية في مؤشر نسبة السكر يكون متساويًا [43].

إن استخدام مؤشر نسبة السكر للأطعمة يساعد الرياضيين على تحسين أداء الرياضة. ومع ذلك، هناك أيضًا بعض القيود، ولقد أجريت معظم الدراسات على الأشخاص الذين لا يمارسون الرياضة. وقد تكون

الاستجابات لمؤشر نسبة السكر بين الرياضيين وغير الرياضيين مختلفة. وعمومًا فالرياضيون يمتلكون كتلة عضلية أكبر وأكثر حساسية للإنسولين عن غير الرياضيين. بالإضافة إلى ذلك، لم توضح نتائج جميع البحوث أن هناك علاقة مباشرة بين مؤشر نسبة السكر للأطعمة المستهلكة قبل وأثناء وبعد ممارسة النشاط البدني وتحسين أداء الرياضيين [44].

لم يتم اختبار جميع الأطعمة وترتيبها في نظام مؤشر نسبة السكر. وهناك عوامل كثيرة تؤثر على مؤشر نسبة السكر، ويمكن أن تؤثر في نهاية المطاف على الجلوكوز واستجابة الإنسولين في مجرى الدم. ونسبة تحميل السكر وحركة نسبة السكر هي مفاهيم حديثة قد تساعد في المستقبل لتحديد أكثر وضوحًا للأطعمة المختلفة، وتوقيت وجبات الطعام، وكمية الكربوهيدرات التي تؤثر على استجابة الجلوكوز.

ومن الناحية العملية، فإن مجموعة متنوعة من المواد الغذائية والألياف القابلة للذوبان وغير القابلة للذوبان، والمواد الكيميائية النباتية، والتي تكون منخفضة إلى معتدلة أو مرتفعة في مؤشر نسبة السكر تعود بالفائدة على الجسم. وأن تعليم الرياضيين بالفوائد الصحية يتضمن توصيات بشأن تناول الكربوهيدرات لأداء الرياضة، ومساعدة الرياضيين في البقاء بصحة جيدة وأداء أمثل. ويمكن استخدام مؤشر نسبة السكر للمساعدة على تحسين المعرفة عن الأطعمة التي تحتوي على الكربوهيدرات، ولكن حدود تناولها خلال اليوم يحتاج إلى تعريف. مزيد من المعلومات والبحوث حول آثار وصحة مؤشر نسبة السكر سوف يساعد الرياضيين على اتخاذ قرارات بشأن أفضل أنواع الكربوهيدرات التي تستهلك للصحة والأداء الرياضي واستعادة الاستشفاء. ولاتزال تتطور البحوث العلمية، والنظرية، والتطبيقات العملية لمؤشر نسبة السكر وتحميل نسبة السكر وحركة نسبة السكر. فمن المرجح أن يقدم البحث المزيد من التوصيات النهائية والمحددة حول استخدام مؤشر نسبة السكر للأطعمة لتعزيز الصحة والأداء الرياضي.

تاسعًا: كيف يمكن استخدام الكربوهيدرات أثناء ممارسة الرياضة؟

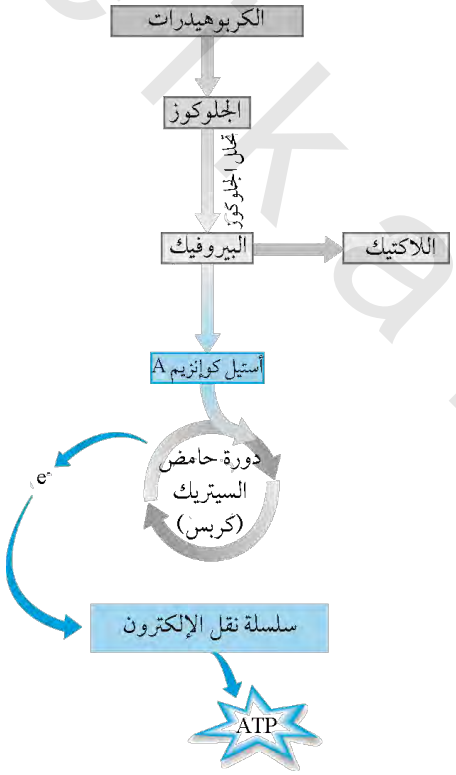
هناك الحاجة إلى إمداد العضلات والمخ بالكربوهيدرات عند انخراط الرياضيين في أنشطة التحمل لمدة طويلة، أو عند الممارسة المتقطعة، أو القصيرة المدة، أو أثناء التدريبات العنيفة والعالية الشدة. وفيما يخص استهلاك الأكسجين، تنتج الكربوهيدرات الطاقة بكفاءة أكثر من الدهون والبروتينات. ووجد أن الرياضيين الذين يتناولون

مستويات أقل من الكربوهيدرات يعانون من صعوبة في إكمال التدريبات بجانب صعوبة التركيز الذهني، وانخفاض مستويات الطاقة، والشعور بتعب في العضلات.

ويفضل الجسم استخدام الكربوهيدرات كوقود أثناء ممارسة الرياضة. واعتمادًا على شدة التدريب تتكسر الكربوهيدرات بالطرق الهوائية واللاهوائية لاستخراج الطاقة (انظر الفصل الثاني). وعند مستويات التدريب المنخفضة إلى المعتدلة تستخدم الكربوهيدرات هوائيًا لتوليد طاقة.

وكل جزيء من الجلوكوز يمر خلال مرحلة تحلل الجلوكوز، حيث يتم تحويلة إلى بيروفيك ويتحول البيروفيك إلى أستيل كوإنزيم (أ) ويدخل في دورة كربس (دورة حمض السيتريك). وفي دورة كربس يتم نزع أيون الهيدروجين من الأستيل كوإنزيم (أ) لربط ذرات الكربون مع الأكسجين لتكوين ثاني أكسيد الكربون CO_2 ويتم نقل الهيدروجين إلى سلسلة نقل الإلكترون، حيث يتم استخدامها لتوليد الطاقة في شكل أدينوزين ثلاثي الفوسفات (ATP)، وفي عملية تحويل الهيدروجين ينتج الماء (انظر الشكل ٧ , ٣).

في وقت الراحة وأثناء ممارسة التدريب بشدة منخفضة (أقل من ٤٠٪ من القدرات الهوائية) تلعب الأحماض الدهنية دورًا رئيسيًّا في إنتاج الطاقة جنبًا إلى جنب مع الكربوهيدرات. ومع ذلك، عند زيادة شدة التدريب نحو (٦٠ إلى ٧٥٪ من الحد الأقصى لاستهلاك الأكسجين) تكون الكربوهيدرات هي المصدر الرئيسي للطاقة. ويطلق على هذه النقطة التي تتولى فيها الكربوهيدرات المصدر الأولي للطاقة بنقطة العبور "Crossover Point"[45].

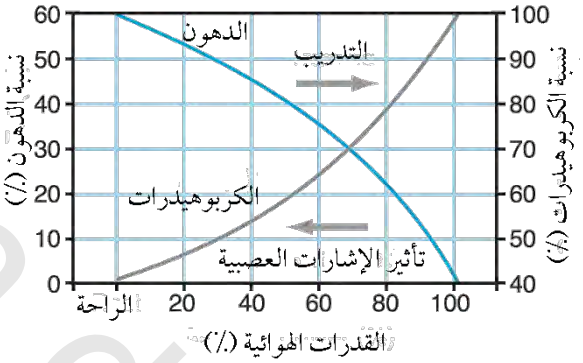


الشكل (٧ , ٣). يوضح مسار تمثيل الكربوهيدرات. دورة حامض السيتريك تنزع أيون الهيدروجين من المركب الكربوني أستيل كوإنزيم (A)، تاركة بذلك أيون الكربون ليتحد مع الأكسجين لتكوين ثاني أكسيد الكربون. وذرة الهيدرجين بذلك تدخل سلسلة نقل الإلكترون لتوليد الطاقة من مركب الأدينوزين ثلاثي الفوسفات.

obeikandl.com

نقطة العبور "Crossover point"
هي النقطة التي تزيد فيها شدة التدريب، حيث تكون نسبة مساهمة كل من الدهون والكربوهيدرات ٥٠٪ في إنتاج الطاقة بعد كانت الكربوهيدرات المصدر الأساسي.

كما هو مبين بالشكل (٣،٨) الأنشطة إلى اليسار من نقطة العبور تعتمد في المقام الأول على الدهون في إنتاج الطاقة. وتدريبات التحمل تسبب تكيفًا للجسم مما تحرك نقطة العبور هذه إلى اليمين على الشكل.



الشكل(٨ , ٣). تستخدم الكربوهيدرات والدهون بأشكال متفاوت أثناء التدريبات المختلفة.

وبعبارة أخرى، رياضيو التحمل يمكنهم التدريب والأداء بشدات عالية والاعتماد بشكل أكبر على الدهون للحصول على طاقة أكثر من الكربوهيدرات بخلاف غير الرياضيين. هذه نقطة مهمة نظرًا لمحدودية مخازن الكربوهيدرات في الجسم والعضلات فع ندما يتم استنفاد مخازن الجليكوجين من العضلات يظهر التعب. ونظرًا لأن التدريب على التحمل يزيد من قدرة الجسم على استخدام الدهون لإنتاج الطاقة فإنها تساعد على تجنب استهلاك الجليكوجين ومن ثم تأخير التعب مما يحسن الأداء. خلال الأنشطة العالية الشدة، مثل أداء أقصى سرعة، فالكربوهيدرات هي المغذيات الكبيرة الوحيدة التي يمكن أن تفي باحتياجات التمثيل الغذائي بسرعة لتوفير الطاقة. والطاقة تأتي من تمثيل الجلوكوز لاهوائيًا، وتكوين حامض اللاكتيك (انظر الشكل ٧ , ٣).

هذا المسار من التمثيل الغذائي قادر على إنتاج الطاقة بشكل سريع جدًا؛ وبالتالي يمكن توفير الطاقة اللازمة في الأنشطة التي تتطلب الإنتاج السريع للـ (ATP). ولأن معظم الألعاب الرياضية تتطلب بعض المراحل السريعة، والتي تتطلب استخراج الطاقة من المسار اللاهوائي، فإن الحد من تناول الكربوهيدرات في الوجبة الغذائية للرياضي يعد بمثابة هدم الأداء.

ما هي كمية الكربوهيدرات المخزونة في الجسم؟

يتم تخزين الكربوهيدرات في الجسم على شكل جليكوجين. وبالمقارنة بالدهون كمصدر رئيسي للطاقة فيعتبر كمية المخزون من الجليكوجين قليلة جدًا. ويخزن الجسم فقط حوالي ٤٠٠ إلى ٦٠٠ جرام من الكربوهيدرات في الكبد والعضلات [46].

هذه الكمية تعطي حوالي ١٦٠٠ - ٢٤٠٠ كيلوكلوري (بمعدل ٤ كيلوكلوري للجرام من الكربوهيدرات)، ويعتمد على حجم الجسم، والوقت

openkandi.com

من اليوم، والوجبات الغذائية المأخوذة. وعلى الرغم من أن ١٦٠٠ – ٢٤٠٠ كيلوكلوري يبدو كثيرًا فينبغي الإشارة إلى أن حوالي ٤٠٠ إلى ٥٠٠ كيلوكلوري هي في الواقع المتاحة مباشرةً لاستخدمها من أجل الحفاظ على مستويات السكر في الدم. والمتبقي من الجليكوجين ١٢٠٠ – ١٩٠٠ كيلوكلوري يوجد في العضلات، والتي تعتبر غير قادرة على إمداد مجرى الدم بالجلوكوز مثل الكبد، وبعبارة أخرى الخلايا العضلية غير قادرة على إطلاق الجلوكوز المختزن في مجرى الدم مباشرةً.

وبخلاف خلايا الكبد، والذي يمكن أن يطلق الجلوكوز مرة أخرى في مجرى الدم للمساعدة في الحفاظ على مستويات الجلوكوز بين الوجبات وبمجرد دخول الجلوكوز إلى خلايا العضلات لا يمكن أن يرجع مرة أخرى إلى مجرى الدم. ولذلك؛ فبمجرد نفاد الجليكوجين في الكبد، تبدأ مستويات سكر الدم في الانخفاض. وفي المقابل الخلايا الدهنية والمعروفة باسم أنسجة دهنية "adipocytes" تخزن ما يقرب من ٩٠٠٠٠ كيلوكلوري من الطاقة وقادرة على تزويد الجسم بهذه الطاقة. وبما أن الكربوهيدرات هامة لحركة العضلات وتخزن بكميات قليلة جدًّا في الجسم، فيحتاج الأشخاص إلى معرفة طرق زيادة كمية الكربوهيدرات في الجسم بجانب طرق استخدامها للنجاح خلال التدريب والمنافسات.

لماذا تعتبر الكربوهيدرات مصدرًا مهمًّا في استهلاك الطاقة؟

هناك عدة أسباب توضح لماذا الكربوهيدرات مصدر هام للطاقة السريعة. وهو الأمر المهم خلال التدريبات عالية الشدة. أحد هذه الأسباب هو أن الكربوهيدرات تخزن داخل الخلايا العضلية نفسها وهذا يعني أنها متاحة بسهولة لتوفير الطاقة في بداية الممارسة، وخلافًا لمعظم الدهون المخزنة في مواقع نائية في الجسم ويجب أن تصل من خلال مجرى الدم. سبب آخر في أن الكربوهيدرات تعتبر مصدرًا مهمًّا في استهلاك الطاقة هو أنها يمكن أن توفر الطاقة لفترة قصيرة من الوقت دون الحاجة للأوكسجين. فللحصول على طاقة من الدهون أثناء ممارسة الرياضة يجب حصول الخلايا على الأكسجين وبدون كمية كافية من الأكسجين والتي تصل إلى العضلات فالدهون وإلى حد قليل البروتينات لا تنتج ما يكفي من الطاقة لدعم ممارسة التدريبات الرياضية. ومن حسن الحظ، ليس فقط في أن الكربوهيدرات متاحة وبسهولة للحصول على الطاقة، ولكن أيضًا يمكن لخلايا العضلات تمثيل الكربوهيدرات في عدم وجود الأكسجين. وهذا يعرف بالتمثيل اللاهوائي (انظر الفصل الثاني). وأخيرًا، عندما يتم تمثيل الكربوهيدرات في وجود كمية كافية من الأكسجين

obeikandl.com

فبناءً على التركيب الكيميائي للكربوهيدرات بالمقارنة للدهون تحتاج الكربوهيدرات إلى كميات أقل من الأكسجين. وتقتصر التدريبات الهوائية للشخص على معدل سرعة إمداد الأكسجين إلى خلايا العضلات؛ ولذلك فمن الأفضل أن يعتمد الرياضي على الكربوهيدرات لاحتياجه إلى كميات أقل من الأكسجين.

هل تناول كميات من الكربوهيدرات يحسن الأداء؟

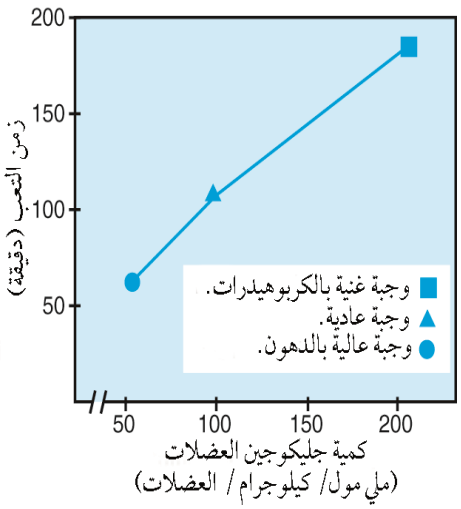
ليس هناك أدنى شك حول أهمية الكربوهيدرات في الأداء الرياضي. وفي الواقع أي رياضي يطبق نظام غذائي يقيد فيه الكربوهيدرات لفترة طويلة من الزمن هو بمثابة انتحار فيما يتعلق بالإعداد للمسابقات الرياضية. وبمراجعة المقطع السابق عن دور الكربوهيدرات يعطي بعض التلميحات عن هذه الحقيقة. وبغض النظر عن الرياضة أو الاحتياجات من الطاقة، فإن الصحة العقلية الإيجابية وحيوية التدريب مهمة على أساس مستمر إذا كان تحسين الأداء هو الهدف. فإن استنفاد مستويات جليكوجين العضلات وانخفاض مستويات السكر في الدم يؤدي إلى فقدان التركيز الذهني، ومشاعر الضعف؛ وبالتالي يؤدي إلى عدم فاعلية التدريب.

هل تناول الكربوهيدرات يؤخر التعب؟

بالفعل نعم تناول الكربوهيدرات يؤخر التعب. يمكن مراجعة الجزء الخاص بماهي وظائف الكربوهيدرات في الجسم؟. ولأن الكربوهيدرات مصدرًا مهمًّا للطاقة؛ تُشكل الكربوهيدرات والجلوكوز مصدرًا مهمًّا للطاقة خلال تدريبات التحمل وعند حدوث التعب. يُخزن الجسم الكربوهيدرات في الكبد والعضلات؛ والجليكوجين الموجود في الكبد مهم للحفاظ على مستويات السكر في الدم وبين الوجبات وأثناء ممارسة الرياضة. وبالتالي توفير إمدادات ثابتة نسبيًّا من الطاقة للعضلات والأنسجة الأخرى. ومخازن الجليكوجين في العضلات بمثابة مصادر الطاقة المتاحة بسهولة للعضلات أثناء النشاط. التدريب والوجبة الغذائية يمكن أن يؤثر بشكل كبير على مستويات الجليكوجين (انظر الشكل ٩ , ٣).

إن اتباع نظام غذائي عالي المحتوى من الكربوهيدرات يؤدي إلى زيادة مخازن الجليكوجين في الكبد والعضلات على حد السواء. وفي حالة نقص الجليكوجين في أي من الكبد أو العضلات يؤثر على خفض مستوى الجليكوجين في الجسم مما يؤثر سلبيًّا على الأداء. والشكل (٩ , ٣) يشير بوضوح إلى أن الكربوهيدرات في الوجبة الغذائية تؤثر على المستويات الأولية لجليكوجين العضلات، وأن زيادة نسبة الكربوهيدرات تزيد من مستويات الجليكوجين وبشكل كبير مقدار الوقت حتى حدوث التعب أثناء ممارسة الرياضة.

openkan.com



الشكل (٩ , ٣) النظام الغذائي، ومستويات جليكوجين العضلات، وزمن التعب. مخازن الجليكوجين في العضلات تلعب دورًا مهمًّا في إمداد الطاقة خلال النشاط البدني. التدريب والبرنامج الغذائي يؤثر في مستويات الجليكوجين بشكل كبير.

المصدر:

From Wilmore JH, Costill DL. *Physiology of Sport and Exercise.* 3d ed, page 409, Figure 13.2. © 2004 by Jack H. Wilmore and David L. Costill. Reprinted with permission from Human Kinetics (Champaign, IL). Graph is based on data from Astrand PO. Diet and athletic performance.*Federation Proceedings.* 1967; 26:1772–1777.

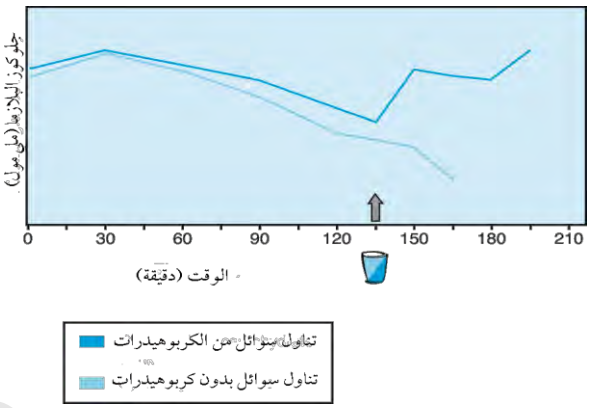
وفي الواقع، السبب الرئيسي لممارسة تحميل الكربوهيدرات بالنسبة لرياضيي التحمل في الأيام التي تسبق المسابقة ليس هو أن الجليكوجين الإضافي في خلايا العضلات يزيد سرعة الرياضيين أثناء التحمل، بل أنه يمكنهم فقط من المحافظة على السرعة لأطول فترة من الزمن؛ وبالتالي زيادة سرعة السباق.

إن تناول الكربوهيدرات خلال النشاط الرياضي أمر بالغ الأهمية أيضًا لتأخير التعب في رياضات التحمل [47]. وبمرور الوقت تبدأ مخازن الجليكوجين في الكبد في الانخفاض بسبب زيادة الطلب على السكر. وعند قرب نفاد مخازن الجليكوجين في الكبد يقل قدرتها على الحفاظ على مستويات السكر في الدم ويقل العمل. وإذا استمر العمل بعد نفاد الجليكوجين في الكبد تستمر العضلات في استخدام السكر المتاح في الدم للحصول على الطاقة. وفي نهاية المطاف، سوف تهبط مستويات السكر في الدم إلى مستويات أقل من الطبيعية؛ مما يسبب انخفاض سكر الدم هيبوجلاسيميا "Hypoglycemia". وبعض الأعراض الخاصة بنقص سكر الدم مثل الجوع، والدوخة، والرعشة، والصداع، وعدم الشعور بالراحة. وإذا ما استمر نقص الكربوهيدرات المأخوذ وهبوط مستويات السكر إلى مستويات غير كافية يحدث إغماء وغيبوبة، ويمكن أن يؤدي إلى الموت.

كما هو موضح في الشكل (١٠ , ٣)، بعد نحو ٩٠ دقيقة من التمارين، والتي تتوافق مع مقدار الوقت الذي يستغرق فيقل بشدة مخازن الجليكوجين في الكبد ومستويات السكر في الدم تبدأ في الانخفاض إلى مستويات أقل من مستويات الراحة (الوقت = ٠ دقيقة). ومع ذلك، عند تناول شراب الجلوكوز تزداد مستويات السكر في الدم عند الدقيقة ١٣٥، وتزداد إلى مستويات مماثلة لتلك التي في الوقت السابق للتدريب.

openkan.com

وإن مساعدة الجسم على الحفاظ على مستويات سكر الدم عن طريق تناول الكربوهيدرات أثناء ممارسة الرياضة يمكن أن يترجم إلى جهد متواصل وبالتالي يعزز الأداء البدني. الشكل(١٠ ,٣) يوضح أهمية الكربوهيدرات المستهلكة خلال النشاط وتأثيرها على مستويات سكر الدم.



الشكل(١٠ ,٣) المشروبات الرياضية والأداء. جلوكوز الدم يبدأ في الانخفاض تحت مستويات الراحة بعد ٩٠ دقيقة من التدريب. الأفراد الذين يتناولون سوائل تحتوي على كمية من الكربوهيدرات (بعد ١٣٥ دقيقة) تزداد مستويات السكر في الدم بعكس الأفراد الذين يتناولون سوائل فقط بدون كربوهيدرات. *المصدر:*

Coggan AR, Coyle EF. Metabolism and performance following carbohydrate ingestion late in exercise. *Med Sci Sports and Exerc.* 1989;21(1):59–65. Reprinted with permission from Wolters Kluwer.

رياضات القوة والتي تتطلب شدات عالية لفترات زمنية قصيرة، ومن أمثلة تلك الأنشطة رمي القرص، ورفع الأثقال، وسباق عدو الـ ١٠٠م. ففي رياضات القوة الاعتماد على جليكوجين العضلات يكون قليلاً؛ وبالتالي فإن انخفاض نسبة الجليكوجين ليس بتلك الأهمية. ومع ذلك، يمكن تقديم بعض الاقتراحات لتأثير الكربوهيدرات على الإعداد للمنافسة الرياضية.

الوجبات الغذائية المنخفضة في الكربوهيدرات بجانب التدريبات المكثفة والمتكررة يمكنها بمرور الوقت أن تقلل من مستويات جليكوجين العضلات والكبد وتقليل مستويات سكر الدم. فانخفاض مستويات سكر الدم يقلل من مستويات الطاقة عمومًا، والرغبة في التدريب، والتركيز الذهني اللازم للتدريب عالي الكثافة.

بالإضافة إلى ذلك، فإن انخفاض مستويات الجليكوجين في العضلات يمكن أن يؤدي إلى الشعور بالتعب المزمن مما يقلل من مستويات شدة التدريب. ويؤدي في النهاية إلى عدم الوصول للإعداد الأمثل للرياضة وضعف في نتائج المسابقات.

عاشرًا: ما نوع وكمية وتوقيتات تناول الكربوهيدرات قبل ممارسة الأنشطة الرياضية؟

للأداء الأمثل يجب أن يُمد الجسم بكميات كافية من الكربوهيدرات قبل التدريب. فكمية، ومصدر، وتوقيت تناول الكربوهيدرات يمكن أن يعطي طاقة عالية وأداء أمثل أو الشعور بالتعب والإرهاق. فالتغذية السليمة قبل التدريب تركز على كم ونوع المواد الغذائية المستهلكة في الأيام التي تسبق البطولة أو التدريب. أيضًا مراعاة أهمية التوقيت السليم بين تناول

obeikandl.com

الغذاء وبين ممارسة الرياضة. ومفتاح التغذية السليمة قبل وبعد وأثناء التدريب يتبع الفروق الفردية. فكل شخص لديه شيء يحبه أو يكره، يتحمله أو لا يتحمله. ليس هناك برنامج غذائي واحد "الأفضل" أو مشروبات رياضية مفضلة أو وجبات خفيفة مميزة.

للحصول على الأداء المثالي

يجب الاستماع للرياضيين ومعرفة الأطعمة والمشروبات التي يحبوها ويكرهوها وتشجيعهم لتجربة مجموعة متنوعة من الوجبات الغنية بالكربوهيدرات ومشروبات الرياضة خلال التدريب لتحديد أفضل خيار لتحقيق الأداء الأمثل في يوم المنافسة.

ولكن من خلال اتباع بعض المبادئ التوجيهية والكثير من المحاولات، يمكن للرياضيين تحديد خطة التغذية المثالية، والتي تناسب نوع النشاط الرياضي الممارس وأسلوب الحياة.

ماذا يجب على الرياضي أن يأكله في الأيام التي تسبق التدريبات الهامة أو المنافسات؟

من المسلم به وعلى نطاق واسع أن يرتفع مستوى الأداء عند تناول كميات عالية من الكربوهيدرات لعدة أيام قبل المباراة. ومن الأهمية بمكان أن تستهلك كميات كافية من الكربوهيدرات في الأيام، وكذلك الساعات التي تسبق التدريبات والمنافسات لزيادة مستويات الطاقة والأداء.

وكما ذكر سابقًا، أظهرت الأبحاث العلمية أن زيادة مخازن الجليكوجين قبل أداء التدريب يعين الرياضيين على الاستمرار في الأداء بدون تعب ويحسن الأداء أثناء ممارسة الرياضة لفترات طويلة (انظر الشكل ٩ , ٣). ولقد أشار مصطلح تحميل الكربوهيدرات "Carbohydrate loading" وهو عملية فرط التشبع بالجليكوجين في العضلات إلى أن زيادة مستويات الجليكوجين فوق المعدل الطبيعي يسمح للرياضيين بأداء العمل لفترة أطول قبل ظهور التعب. وعلى سبيل المثال، فإن كمية الجليكوجين المخزونة في العضلات عند الأفراد غير المدربين والذين يتناولون وجبات غذائية متوازنة عادة يكون حوالي ٨٠ ملي مول/ لكل كيلوجرام من وزن العضلات. وأن التكيف للتدريب وممارسة التمارين الرياضية بانتظام يزيد من قدرة العضلات على تخزين المزيد من الجليكوجين. ولذلك؛ فإن الأفراد المدربين بشكل عام تصل مستويات الجليكوجين في العضلات لديهم إلى ١٢٥ ملي مول/ لكل كيلوجرام من وزن العضلات خلال فترة الاستعداد للبطولة وعند تحميل الجليكوجين.وعند انخفاض شدة التدريب؛ وبالتالي استهلاك كميات أقل من الجليكوجين بشكل يومي

تحميل الكربوهيدرات "Carbohydrate loading"

خطة عالية الكربوهيدرات لرياضي التحمل تهدف إلى امتلاء العضلات بالجليكوجين.

Openkanal.com

وعند زيادة كمية الكربوهيدرات في نفس الوقت من الممكن أن تصل مخازن الجليكوجين في العضلات إلى مستويات ما بين ١٧٥ – ٢٠٠ ملي مول/ لكل كيلوجرام من وزن العضلات [48].

إن مصطلح تحميل الكربوهيدرات تمت معرفته بواسطة العالم بيرجستروم وزملائه ١٩٦٠م [93]. "Bergstrom and Colleagues" وعلى الرغم من أنه قد وجد أن التدريب لمدة ٦ أيام يؤثر في تخزين خلايا العضلة بما يعادل مرتين من التركيز الطبيعي للجليكوجين، والتدريبات العالية الشدة أول ثلاثة أيام من الانخفاض في تناول الكربوهيدرات وجدا أنه مرهق بدنيًا ونفسيًا على الرياضيين.

ومنذ ذلك الوقت وجد عدد من التعديلات لهذا النظام (أي النظام التقليدي ٦ أيام) وتم تعديله بالرغبة في جعلة أسهل على الرياضيين ونظريًا تجنب الآثار السلبية غير المرغوبة (إرهاق العضلة، والتعب، والتشتت الذهني). (انظر الجدول ٣,٧) للتفاصيل الخاصة بالتعديلات في تحميل الكربوهيدرات.

جدول ٣,٧

طرق تحميل الكربوهيدرات

نظم تحميل الكربوهيدرات	تدريب مكثف واستنفاد الجليكوجين	نظام التدريب	نظام الغذاء	المرجع
تقليدي ٦ أيام	نعم	يوم تدريب عنيف، يومان تدريبات أقل من الأقصى معتدلة، اليوم الرابع تدريبة عنيفة أخرى، لا يوجد تدريب في اليوم ٥ – ٦.	أول ثلاثة أيام وجبات منخفضة في الكربوهيدرات (~ ١٥٪ من مجموع السعرات) ، الثلاث أيام التالية وجبات عالية من الكربوهيدرات (~ ٧٠٪ من مجموع السعرات)	بريجستوم[93]
٦– أيام	لا	ثلاث أيام تدريبات أقل من الأقصى مسافات قليلة. يوم ٩٠ دقيقة تدريب، ويومين ٤٠ دقيقة تدريب. اليومان التاليان فقط ٢٠ دقيقة تدريبات أقل من الأقصى. آخر يوم بدون تدريب.	أول ثلاثة أيام وجبات متنوعة (~ ٥٠٪ كربوهيدرات)، الثلاثة أيام التالية كربوهيدرات عالية (~٧٠٪ من مجموع السعرات الحرارية).	شيرمان[98]
تقليدي ٣ أيام	نعم	وحدات تدريبية عنيفة يتبعها ٣ أيام بدون تدريب.	ثلاثة أيام تناول كربوهيدرات عالية (~٧٠٪ من مجموع السعرات الحرارية).	ألبورج[99]
معدل ٣ أيام	لا	لا يوجد تدريب في الثلاثة أيام.	ثلاثة أيام تناول كربوهيدرات (١٠ جرامات من الكربوهيدرات لكل كيلوجرام من وزن الجسم).	باركي[100]
يوم واحد	لا	لا يوجد تدريب ليوم واحد.	يوم واحد تناول كربوهيدرات (١٠ جرامات من الكربوهيدرات لكل كيلوجرام من وزن الجسم).	باركي[50] باسا[101]

openkanal.com

معظم المعلومات المعروفة عن تحميل الكربوهيدرات مأخوذة من دراسات على الرجال. ومن المثير للاهتمام معرفة أن نتائج الدراسات الخاصة بتحميل الكربوهيدرات على النساء ملتبسة. ومن الواضح أن لتحميل الكربوهيدرات تأثيرًا إيجابيًّا على النساء؛ فيجب الاهتمام عن قرب بمجموع المتناول من الطاقة ومستويات الكربوهيدرات المتناولة والدورة الشهرية [94]. الرياضيون النساء والذين يزيدون مجموع المتناول من الطاقة بـ ٣٤٪ وفي نفس الوقت يتناولون ٧٥٪ من الكربوهيدرات من مجموع السعرات الحرارية يظهرون زيادة في جليكوجين العضلات بالمقارنة بالرجال [95]. ولقد تم تقرير أن تحميل الكربوهيدرات عالي التأثير أثناء مرحلة الأصفري "luteal" وفترة الجريبي "follicular" من الدورة الشهرية. ويبدو أن الفروق في تحميل الجليكوجين داخل الخلايا يرتبط باختلاف مستويات الهرمون التي تظهر بين مراحل الدورة الشهرية [96]. وفي الواقع لقد تم تقرير أن النساء الذين يتناولون أدوية لمنع الحمل لديهم ميزة عند تحميل الكربوهيدرات نتيجة منع الاختلافات الهرمونية بين مراحل الدورة الشهرية [94,97].

ويجب على الرياضيين الأخذ في الاعتبار أنه مع عملية تحميل الكربوهيدرات يمكن أن تزداد كميات الماء المخزونة وبالتالي زيادة الوزن. فالعضلات تخزن ٣ جرامات من الماء مع كل جرام من الكربوهيدرات. وعند بعض الأفراد يسهم وزن الماء الزائد في الشعور بعدم الراحة والتي تؤثر على الأداء. ولذلك؛ لا نجد أن تحميل الكربوهيدرات مكون أساسي في التدريب اليومي. إذا كان الرياضي يستهلك ٥٥-٧٠٪ من مجموع السعرات الحرارية من الكربوهيدرات يوميًّا، فالعضلات لذلك لا تتطلب أي تغيير في تناول الوجبات الطبيعية مباشرةً قبل المسابقة أو التدريبات الهامة.

ماذا يجب أن يأكله الرياضي في الساعات التي تسبق التدريبات الهامة أو المنافسات؟

الأربع والعشرون ساعة قبل التدريبات الهامة وقبل المنافسات تعتبر في غاية الأهمية لتناول وجبات غنية بالكربوهيدرات. ومن خلال فهم أهمية الأداء والمبادئ التوجيهية العامة لتناول الوجبات الغذائية، يمكن للرياضيين أن يتناولوا وجبات غذائية كاملة وخفيفة على درجة عالية من الكمال قبل التدريب.

- **من ٤ إلى ٢٤ ساعة قبل التدريب والمباريات**: في خلال الـ ٢٤ ساعة قبل ممارسة التدريبات تشكل الكربوهيدرات غالبية الوجبات الكاملة والوجبات الخفيفة بحيث توفر ما يقرب من ٦٠- ٧٠٪ من مجموع السعرات الحرارية. وتناول أطعمة غنية بالكربوهيدرات خلال هذا الوقت سوف يساعد على

openkandi.com

ملء مخازن الجليكوجين في العضلات والكبد؛ مما يتيح للرياضيين في بداية الوحدات التدريبية بمخازن كاملة من الوقود والطاقة.

بالإضافة إلى الكربوهيدرات فالبروتينات والدهون تلعب دورا في الوجبات الغذائية قبل التدريب خلال الـ ٤- ٢٤ ساعة التي تسبق المباراة. فمن خلال دمج الأطعمة التي تحتوي على البروتين والدهون يضمن الرياضي التوازن والاعتدال. فالبروتينات والدهون تساهم في الشعور بالشبع وتمنع الرياضي من الإفراط في تناول الوجبات.

وخصوصا عند المنافسات، فالرياضيون يجب أن يتناولوا وجبات غذائية كاملة ووجبات خفيفة من الأطعمة المألوفة خلال الـ ٢٤ ساعة التي تسبق المسابقة. ولا يجب ألا تكون هناك أي تجربة أو خطأ في هذا الوقت، الوجبات الكاملة والوجبات الخفيفة يجب أن يخطط لها مسبقًا لأسابيع لإيجاد أفضل مزيج أو أنواع من الأطعمة الصلبة والسائلة. فتناول أطعمة صلبة أو سوائل غير مألوفة في الـ ٢٤ ساعة قبل المسابقة يمكن أن يؤدي إلى أرتباك في الجهاز الهضمي بشكل غير مألوف بما في ذلك من عسر في الهضم واضطرابات في المعدة وإسهال وتشنجات. وأي من الأعراض السابقة بالتأكيد سوف تؤثر على قدرة الرياضي سلبيًّا.

– **من صفر إلى أربع ساعات قبل التدريب**: عند هذه النقطة تكون مخازن الكربوهيدرات في ذروتها قبل التدريب والتركيز يكون على الأطعمة والمشروبات التي تهضم بسهولة والتي تمنع اللاعب من الشعور بالجوع عند بداية التدريب أو المنافسات (انظر الجدول التدريبي ٧ , ٣). وينبغي على الرياضيين أن يتناولوا ما بين ١ – ٥ , ٤ جرامًا من الكربوهيدرات لكل كيلو جرام من وزن الجسم في خلال ١ إلى ٤ ساعات قبل التدريب أو المنافسات [51,54]، التوصيات المحددة هنا سوف تتوقف على الفروق الفردية. وينبغي تشجيع الرياضيين على تجربة كميات متفاوتة من الكربوهيدرات وفي توقيتات مختلفة خلال البرنامج التدريبي لكي يمكن وضع الخطة الغذائية يوم المباراة.

الجدول التدريبي (٧ , ٣) الوجبات الغذائية الغنية بالكربوهيدرات قبل التدريب.

- الحبوب، والحليب، وعصير البرتقال.
- الفطائر والفواكه الطازجة، والحليب.
- الخبز مع زبدة فول السوداني والمربى، وعصير التفاح.
- الزبادي مع الموز.
- الشوفان والزبيب، والجوز مع الحليب.
- سندوتش ديك رومي، وشرائح التفاح، والزبادي.
- مكرونة أسباجتي بالصلصة، ودجاج مشوي، وطبق سلطة متنوع.
- الحمص وسندوتش جبن مع حساء الخضار والمقرمشات.
- خبز مع لحم مشوي، البطاطس المهروسة، وسلطة الفواكه.

openkandil.com

هناك اعتبارات يجب على الرياضي أن يراعيها في الأطعمة المتناولة من ١ إلى ٤ ساعات قبل المباراة:

- *الكربوهيدرات المعقدة "Complex carbohydrate":* الكربوهيدرات المستهلكة في هذا الوقت تستخدم لرفع مستويات السكر بالدم عند بدء التدريب. فيختار الأطعمة سهلة الهضم والمنخفضة إلى القليلة في نسبة الألياف. والكربوهيدرات المنخفضة في نسبة السكر قد تكون أفضل قبل التدريب لتجنب الارتفاع الحاد في مستوى السكر بالدم وبالتالي ارتفاع مستويات الإنسولين قبل بداية التدريب [33,36].
- *الكربوهيدرات الغنية بمصادر البروتين "Carbohydrate-rich protein sources":* يساعد البروتين على الحفاظ على مستويات السكر بالدم عن طريق تأخير عملية الهضم والامتصاص للمواد الكربوهيدراتية بعد تناول الوجبة الغذائية. فالأطعمة التي تحتوي على الكربوهيدرات والبروتين وتشمل منتجات الألبان والمنتجات البديلة للألبان، ومنتجات الصويا والبقول. والبقوليات يجب أن تستهلك بكميات قليلة لوجود الألياف بها بكثرة؛ مما يسبب اضطرابات في الجهاز الهضمي عند بعض الرياضيين.
- *السوائل "Fluids":* ينبغي أن يستهلك ما يقرب من ٢ كوب من السوائل قبل التدريب بساعتين بالإضافة إلى ذلك ١ كوب من السوائل قبل ساعة و٢٠٠ مليلتر قبل المباراة بنصف ساعة. الماء أو الحليب أو العصائر هي أفضل بدائل في الساعات من ٢ إلى ٤ قبل ممارسة الرياضة. ويوفر الماء السوائل، ويتم امتصاصه بسرعة بينما الحليب والعصائر توفر أيضًا الكربوهيدرات السائلة مع مجموعة متنوعة من الفيتامينات والأملاح المعدنية. وبوجه عام لا تعتبر مشروبات الرياضة أفضل اختيار أثناء ٢ إلى ٤ ساعات قبل المباراة ولكن مثالية أثناء التدريب بالمقارنة مع الحليب والعصائر. مشروبات الرياضة أقل تركيز في الكربوهيدرات والفيتامينات والمعادن، ويمكن استثناء رياضيي التحمل من هذه القاعدة عند الاستعداد للتدريب لفترات طويلة أو في المسابقات. وسوف تقدم مشروبات الرياضة السوائل وكميات صغيرة من الكربوهيدرات قبل التدريب أو المنافسة وعموما بدون أي اضطرابات في الجهاز الهضمي. فنجد أن بعض الرياضيين الذين يتناولون الحليب أو العصائر في غضون ساعة قبل المباريات يصابون بغثيان وتشنجات في العضلات، وكل لاعب يختلف فالتجربة والخطأ سوف تكشف التحمل والأفضليات.

وفي خلال الساعتين قبل التدريب فإن تناول الوجبات الخفيفة والمشروبات التي تحتوي على الكربوهيدرات يعتبر مثالي. فكميات صغيرة من

openkanal.com

الكربوهيدرات تساعد على المحافظة على مستويات السكر في الدم مرتفعة بجانب التقليل من مخاطر اضطرابات الجهاز الهضمي. بعض الأبحاث قد اقترحت أن تناول الكربوهيدرات خلال ٣٠ دقيقة قبل ممارسة النشاط البدني يمكن أن يؤثر سلبًا على الأداء. وتشير هذه الأبحاث أن تناول الكربوهيدرات يرفع من مستويات الإنسولين؛ مما يتسبب في خفض مستوى السكر في الدم خلال ١٥ دقيقة من بدء التدريب [55]. ومع ذلك، فمعظم الدراسات قد فشلت في إثبات وجود انخفاض في الأداء خلال ممارسة أنشطة التحمل نتيجة تناول الكربوهيدرات قبل التدريب، وخصوصًا عند استمراريه تناولها أثناء التدريب [56]. خلاصة القول، أن كل رياضي يستجيب بشكل مختلف لتناول الكربوهيدرات مباشرة قبل ممارسة النشاط البدني؛ وبالتالي يجب أن تبنى التفضيلات الفردية والقدرة على تحملها بناء على التوصيات الغذائية للرياضيين.

للحصول على الأداء المثالي

ينبغي أن يسعى الرياضيون جاهدين إلى تناول من ١ إلى ٤,٥ جرامًا من الكربوهيدرات لكل كيلوجرام من وزن الجسم من ١ ساعة إلى ٤ ساعات قبل التدريب. وبالتجريب سوف يحصل الرياضيون على الكمية الأمثل في وجبة ما قبل المنافسة لتحسين الأداء.

بعض الأفراد يخشون تناول الطعام قبل ممارسة الرياضة ويترددون في تناول أي نوع من الأطعمة أو المشروبات. في بعض الحالات لا يتناول الرياضيون أبدًا أي طعام أو شراب قبل الممارسة الرياضية، خصوصًا عند التدريبات الصباحية، وليس عندهم أدنى شك في هذا. وينبغي تشجيع هؤلاء الرياضيين في محاولة تناول وجبة خفيفة صغيرة أو مشروبات مثل كوب عصير أو حليب أو قطعة من الفاكهة، أو قطعة من الخبز المحمص. الرياضيون ربما لا يتناولون وجبة كاملة متزنة، ولكن شيئًا أفضل من لا شيء. وإذا كان الرياضي متوترًا وعصبيًّا قبل المباراة فهذا سوف يسبب اضطرابات في المعدة أو الأمعاء في كثير من الأحيان. والاقتراح هنا هو تناول كميات صغيرة من الأطعمة المقبولة للرياضي أثناء التدريب. فعدة لقيمات من خبز أو رشفات من عصير، أو يمكن استخدام مشروبات الرياضة في هذه الحالة توفر بعض الوقود دون المزيد من الاضطرابات في الجهاز الهضمي.

بجانب الطاقة التي يمكن أن توفر من خلال تناول الكربوهيدرات قبل التدريب، لقد تم أيضًا تقرير أن وجود الكربوهيدرات في الفم تحفز مناطق في المخ والتي يمكنها تحسين الأداء البدني [102]. مجرد مضمضة الفم بمحلول ٦٪ من الكربوهيدرات في زمن ١٠ ثوانٍ تقريبا يظهر استثارة للمستقبلات في الفم، والتي تنشط

openkandi.com

مناطق في المخ مع تحسين وتنظيم الأنشطة الحركية.

للحصول على الأداء المثالي

أداء عشر ثوانٍ مضمضة بمحلول ٦٪ من الكربوهيدرات قبل وأثناء التدريب يمكن أن يحسن الأداء الرياضي.

وعلى الرغم من أن الطريقة غير واضحة ومفهومة، ولكن النتائج مقنعة بأن مضمضة الفم بمحلول من الكربوهيدرات مباشرة قبل أو أثناء التدريب يستحق التجريب.

حادي عشر: ما نوع وكمية وتوقيتات تناول الكربوهيدرات أثناء ممارسة الأنشطة الرياضية؟

لقد ثبت أن تناول الكربوهيدرات أثناء ممارسة الأنشطة الرياضية يساعد في تأخير التعب خلال الأنشطة القصيرة والطويلة الأجل [57,62]. وتقوم هذه النظرية على أن الكربوهيدرات المقدمة خلال الممارسة يمكن أن تقلل الاعتماد على الجليكوجين المخزون في العضلات وفي الكبد وفي إنتاج الطاقة أو أن توفر مصدرًا بديلاً من الكربوهيدرات عندما يستنفذ الجليكوجين. وتتنوع الكربوهيدرات في أشكالها وخصائصها من حيث الهضم والامتصاص، وتوفر كمية الجلوكوز للأكسدة، والطعم. وبسبب هذه الخصائص المختلفة، فإن نوعية الكربوهيدرات المتناولة غاية في الأهمية. الرياضيون في حاجة إلى وضع خطة غذائية أثناء ممارسة النشاط تعتمد على طبيعة رياضتهم وتوفر الأطعمة والمشروبات أثناء التدريب أو المنافسة وقدراتهم على التحمل.

ما هي نوعية الكربوهيدرات التي يمكن تناولها أثناء ممارسة الأنشطة الرياضية؟

أظهرت الأبحاث أن الجلوكوز والسكروز والبوليمرات والنشويات تمتص وتؤكسد بمعدلات مرتفعة وبالتالي فهي مناسبة كأنواع الوقود المستخدمة أثناء الممارسة الرياضية [63,70]. الفراكتوز والجلاكتوز يتم امتصاصهم وأكسدتهم ببطء بخلاف المصادر الأخرى من الكربوهيدرات. فيمتص الفراكتوز بمعدل نصف مرة مثل الجلوكوز، ويمكن أن يتحول إلى جلوكوز في الكبد قبل استهلاكه. وعند تناول كميات كبيرة من الفركتوز يمكن أن يسبب اضطرابات في الجهاز الهضمي، وتشنجات، وإسهالاً؛ ولذلك الجلاكتوز وخصوصًا الفراكتوز تحديدًا ينظر لهم باعتبارهم مصدرًا للطاقة غير مرغوب فيه أثناء ممارسة الأنشطة الرياضية. ومع ذلك، الفراكتوز يزيد من استساغة مشروبات الرياضة فيتم خلطة مع مصادر أخرى من الكربوهيدرات في كثير من الأحيان. ومشروبات الرياضة يمكن أن تكون ذات قيمة عالية للرياضيين على أساس هضمها وسهولة تحضيرها.

فمعظم المنتجات يتم إعدادها من مزيج من مصادر

openkandil.com

مختلفة من الكربوهيدرات لتشكيل أطعمة ومشروبات سهلة الهضم ومريحة وذات مذاق طيب. المنتجات الشائعة لتغذية الرياضيين موجهة أساسًا للإمداد بالكربوهيدرات أثناء ممارسة الأنشطة الرياضية وتشمل مشروبات الرياضة، والمواد الهلامية من الكربوهيدرات، وقضبان الطاقة (انظر الجدول ٨ , ٣).

جدول ٣,٨

كمية الكربوهيدرات في بعض مواد الطاقة الشائعة الاستخدام

مشروبات الرياضة	السعرات الحرارية	الكربوهيدرات	نسبة السكر	نوع المواد الكربوهيدراتية
جميع القيم لكل ٢٤ , ٠ لترًا				
كل الرياضة "All Sport"	٧٠	٢٠ جرامًا	٨	سكر عالي الفاركتوز شراب الذرة
جيتوريد "Gatorade"	٥٠	١٤ جرامًا	٦	سكروز، جلوكوز، فاركتوز
بورريد "Powerade"	٧٠	١٩ جرامًا	٨	السكريات العديدة
جيلاتين الكربوهيدرات				
جميع القيم لكل عبوة				
كليفشوت "Clif Shot"	١٠٠	٢٤ جرامًا		شراب الأرز البني
جيل الطاقة "Gu Energy gel"	١٠٠	٢٥ جرامًا		السكريات العديدة، فاركتوز
جيل الطاقة "PowerGel "	١١٠	٢٦ جرامًا		السكريات العديدة، فاركتوز
قضبان الطاقة				
جميع القيم لكل قضيب				
كليف بار "Clif Bar"	٢٤٠	٤٥ جرامًا		الأرز البني، الشوفان، سكر القصب
جاتوريد بار "Gatorade Bar"	٢٥٠	٣٨ جرامًا		هش الأرز، الشوفان، الجلوكوز
باوربار "Powerbar"	٢٣٠	٤٥ جرامًا		الشوفان، هش الأرز، الجلوكوز

ما هي كمية الكربوهيدرات التي يمكن تناولها أثناء ممارسة الأنشطة الرياضية؟

يتم تحديد كمية الكربوهيدرات المستهلكة أثناء ممارسة الرياضة من خلال النظر في عاملين اثنين هما:

١- معدل استخدام الكربوهيدرات (أي معدل الأكسدة) خلال النشاط.

٢- معدل إفراغ المعدة وامتصاص الكربوهيدرات من الأمعاء.

قدرت نسبة الأكسدة أو استخدام السكر في الدم للحصول على الطاقة من قبل العضلات بحوالي ١ إلى ١ , ١ جرامًا من الجلوكوز في الدقيقة. وهناك عدة عوامل مثل كثافة التدريب، وتشبع العضلات

obeikandl.com

بالجليكوجين، ومستوى اللياقة البدنية لها القدرة على تغيير استخدام السكر في الدم للحصول على الطاقة خلال ممارسة الرياضة. ومع ذلك، فإن حجم واتجاه هذه العوامل وتأثيرها على معدلات الأكسدة غير واضحة في الوقت الحاضر [71].

ومن ناحية أخرى، فقد حققت البحوث عن الآثار المترتبة على معدل تفريغ المعدة والامتصاص المعوي وانتقال الجلوكوز إلى العضلات خلال ممارسة الرياضة وكانت النتائج أكثر أتساقًا. ويبدو أن معدل الهضم والامتصاص، ونقل الجلوكوز هو العامل المحدد لاستخدام الكربوهيدرات أثناء ممارسة الرياضة. وهناك دراسة أجراها "Jeukendrup et al." [72]. مقارنة لجرعات متفاوتة من الكربوهيدرات خلال ممارسة النشاط البدني ودخول الجلوكوز من الأمعاء إلى مجرى الدم؛ ومن ثم إلى الأكسدة في العضلات لاحقًا. تناول وجبة قليلة من الكربوهيدرات (٠,٤٣ جرامًا من الكربوهيدرات في الدقيقة) ينتج ما يعادل نسبة جلوكوز في الدم (٠,٤٣ جرامًا في الدقيقة) والعضلات لديها القدرة على أكسدة حوالي ٩٠- ٩٥٪ من هذا الجلوكوز خلال ممارسة الرياضة. وعند تناول وجبة عالية من الكربوهيدرات (٣ جرامات من الكربوهيدرات في الدقيقة) كان ظهور الجلوكوز في مجرى الدم بنسبة ٣٣٪ من كمية المأخوذ من الكربوهيدرات (٠,٩٦ – ١,٠٤ جرامًا من الكربوهيدرات في الدقيقة)، مما يشير هذا إلى أعلى معدل من الهضم والامتصاص. ومن المثير للاهتمام بأن العضلات كانت لاتزال قادرة على أكسدة ٩٠ – ٩٥٪ من الجلوكوز لاستخراج الطاقة.

وبناءً على هذه النتائج استند المؤلفين على أن كمية الجلوكوز الممتصة من الأمعاء والداخلة إلى مجرى الدم هي العامل المحدد والأساسي لأكسدة الكربوهيدرات أثناء ممارسة الرياضة. وتناول كميات من الكربوهيدرات أعلى من معدلات امتصاصها لن يكون مفيدًا، وأي كربوهيدرات لا يتم امتصاصها تستمر في التحرك خلال الجهاز الهضمي وتسبب تشنجًا أو إسهالاً.

ولذا؛ فبعد فكرة أن امتصاص الكربوهيدرات يصل إلى حده الأقصى عند ١ – ١,١ جرامًا من الكربوهيدرات في الدقيقة الواحدة، فيوصى الرياضيون أن يتناولوا ٦٠ – ٧٠ جرامًا من الكربوهيدرات كل ساعة خلال ممارسة النشاط الرياضي للمساعدة في الحفاظ على إنتاج الطاقة وبدون حدوث أي اضطرابات في الجهاز الهضمي.

إن الفروق الفردية لها دور كبير في كمية الكربوهيدرات التي يمكن تحملها خلال ممارسة الأنشطة الرياضية. فبعض الأفراد يمكن أن يتناولوا

من ٦٠ – ٧٠ جرامًا من الكربوهيدرات في الساعة بدون حدوث اي اضطرابات في الجهاز الهضمي، في حين أن آخرين يبدؤون في التشنج والشعور بالامتلاء بعد تناول ٥٠ جرامًا من الكربوهيدرات في الساعة. وعملية التجريب خلال التدريب سوف تكشف عن الكمية المثالية لكل رياضي. أيضًا شكل الكربوهيدرات التي يتم تناولها تؤثر في شعور الرياضي بالراحة أثناء هضمها وامتصاصها.

وينبغي على الرياضيين استخدام تركيبات مختلفة من المشروبات الرياضية، وحلوى الطاقة والجيلاتين وغيرها من الأطعمة لتحديد أفضل مزيج من المواد الصلبة والسوائل لاستخدامها خلال التدريب والمنافسات.

الأمثلة التالية توفر ٦٠ – ٧٠ جرامًا من الكربوهيدرات في الساعة:

- ١ لتر من مشروبات الرياضة.
- ٢ من جيلاتين الكربوهيدرات.
- ١ إلى ١,٥ من قضبان الطاقة.

المشروبات الرياضية توفر وسيلة مريحة لتناول الكربوهيدرات وليس هذا فقط ولكن أيضًا توفير السوائل والأملاح المعدنية أثناء ممارسة الرياضة.

والفصل الثامن سوف يناقش بالتفصيل كيفية اختيار المشروبات الرياضية المناسبة. ويوصى الرياضيون عمومًا باختيار المشروبات الرياضية والتي تحتوي على الكربوهيدرات بنسبة ٦ – ٨٪ (أي ١٤ – ٢٠ جرامًا من الكربوهيدرات لكل ٢٤,٠ لترًا) لإفراغ المعدة وامتصاص السوائل أثناء التدريب[73].

والمشروبات التي تحتوي على أكثر من ٨٪ كربوهيدرات يمكن أن تدرج في النظام الغذائي للرياضي ولكن لا يفضل أن تستخدم أثناء التدريب أو المنافسة. استثناءً لهذه القاعدة هو أثناء ممارسة الأنشطة التي تتميز بالتحمل العالي، والتي سوف تتم تغطيتها في الفصل الثاني عشر. ويمكن لهذه المشروبات الأكثر تركيزًا في الكربوهيدرات أن تكون مفيدة أيضًا أثناء عملية تحميل الكربوهيدرات للرياضيين الذين يناضلون من أجل تناول أكبر كمية من مجموع السعرات الحرارية أو من الكربوهيدرات.

متى يجب تناول الكربوهيدرات أثناء ممارسة الأنشطة الرياضية؟

لقد أجريت أبحاث محدودة بشأن طائفة واسعة من الجداول الزمنية للتغذية بالكربوهيدرات. ومن نتائج الدراسات التي أجريت مؤخرًا تشير إلى أن الرياضيين ينبغي أن يبدؤوا في تناول الكربوهيدرات في وقت مبكر من الوحدة التدريبية والاستمرار في تناول الكربوهيدرات بمعدل ثابت طوال فترة التدريب.

وأحد الجداول الزمنية الذي تم التحقق منه هو

الفرق في معدل أكسدة ما تم تناوله من الكربوهيدرات في الفترة الأولى من بداية التدريب مقابل ما تم تناوله من الكربوهيدرات في الفترات المتكررة أثناء ممارسة التدريب. العديد من الدراسات قدمت مفحوصين نسبة تحميل الجلوكوز لديهم ١٠٠ جرام في بداية التدريب استمرت من ٩٠ – ١٢٠ دقيقة [74,76].

للحصول على الأداء المثالي

إن تناول الكربوهيدرات أثناء التدريب أظهر قدرة على تأخير التعب. فتناول حوالي ٦٠ إلى ٧٠ جرامًا من الكربوهيدرات في الساعة خلال بداية الممارسة وباستمرار يزيد من كمية الكربوهيدرات وزمن استمرارية العمل. الخطط الفردية الغذائية لكل رياضي تشمل الأطعمة والسوائل المحتوية على الكربوهيدرات، والتي تم اختبارها وتقيمها خلال التدريب.

وهذه الدراسات أظهرت وجود نمط مماثل في الأكسدة. يزداد معدل الأكسدة خلال ٧٥ – ٩٠ دقيقة من بداية التدريب تليها هضبة. وعند تناول كمية مماثلة أثناء التدريب (١٠٠ جرام) يستمر معدل الأكسدة إلى ٩٠ – ١٢٠ دقيقة [77,79]. وبصفة عامة، الوجبات الصغيرة المتكررة أفضل من وجبة واحدة كبيرة خلال التدريب. فإذا كان معدل الأكسدة هو نفسه فإن تناول الوجبات الغذائية والمشروبات المتكررة السهلة والمتوفرة أفضل. وإذا لم يكن كذلك، فإن الوجبات الغذائية الكبيرة وغير المتكررة من الكربوهيدرات قبل وأثناء ممارسة الرياضة لفترات طويلة سيكون لها نفس التأثير في أداء التحمل.

وإذا اختار الرياضيون تناول الكربوهيدرات على فترات منتظمة خلال ممارسة النشاط الرياضي؛ فيجب بداية التناول بعد فترة قصيرة من بداية التدريب. وبحثت دراسة "McConell et al." [80]. الآثار الناتجة على الأداء من تناول كمية من الكربوهيدرات خلال التدريب مقابل تناول نفس الكمية في وقت متأخر من التدريب. وأظهرت النتائج فائدة تناول الكربوهيدرات خلال التدريب على الأداء. وتناول الكربوهيدرات في فترة متأخرة من التدريب لم يحسن من الأداء بالرغم من زيادة كمية الجلوكوز والإنسولين بعد تناول الكمية. ولذلك؛ ينبغي أن يتم تناول المشروبات الرياضية وقضبان الطاقة، والجيلاتين، أو غيرها من الأطعمة الرياضية ذات العلاقة بعد فترة قصيرة من بدء ممارسة الأداء البدني، وذلك خلال التدريب والمنافسة.

ثاني عشر: ما نوع وكمية وتوقيتات تناول الكربوهيدرات بعد ممارسة الأنشطة الرياضية؟

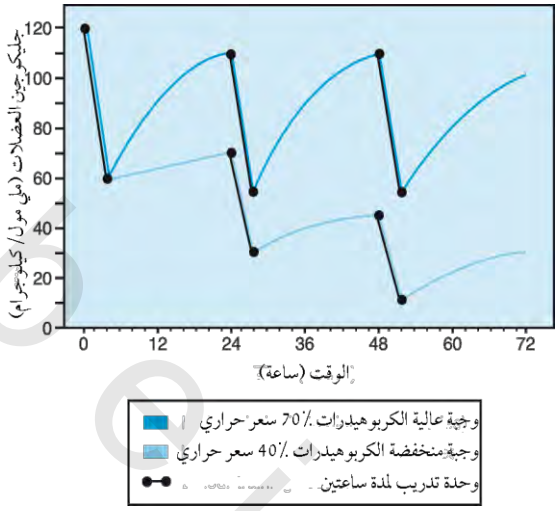
يُستخدم جليكوجين العضلات والكبد كليًّا أو

جزئيًّا خلال الأنشطة المتوسطة السرعة؛ والمتوسطة المسافة؛ والأنشطة العالية السرعة؛ والطويلة المسافة. فبعد ممارسة الرياضة من الأهمية بمكان تغذية العضلات بالكربوهيدرات لتجديد مخازن الجليكوجين في الكبد والعضلات لاستخدامها في التدريب التالي. وإذا لم يتم تناول كميات كافية من الكربوهيدرات في النظام الغذائي بعد التدريب أو المنافسة، فهذا سوف يؤثر على كمية الجليكوجين الموجود في العضلات بشكل يومي مما يؤثر على الأداء.

ودراسة أجراها كوستيل وآخرون "Costill et al."[81] عن تأثير نظام غذائي منخفض في الكربوهيدرات على بعض العدائين في أيام تدريب متعاقبة، وبعد ثلاثة أيام من النظام الغذائي المنخفض في الكربوهيدرات، تم استنفاد جليكوجين العضلات تدريجيًّا؛ وبالتالي لم يستطع بعض المتسابقين من استكمال التدريبات المقررة (انظر الشكل ١١ ,٣).

عند استحداث خطة غذائية لاستعادة الاستشفاء هناك عدة عوامل هامة يجب النظر إليها عند ممارسة الرياضة:

- الموعد المحدد لتناول الكربوهيدرات.
- نوع الكربوهيدرات والمواد الغذائية الأخرى.
- كمية المواد الكربوهيدراتية في الوجبة الكاملة وفي الوجبات الخفيفة بعد ممارسة الرياضة.



الشكل (١١ ,٣) مقارنة تأثير وجبة غذائية عالية ووجبة غذائية منخفضة الكربوهيدرات على كمية الجليكوجين المخزون. الوجبة الغذائية العالية الكربوهيدرات تعيد بشكل أفضل كمية الجليكوجين المخزون عن الوجبة المنخفضة في الكربوهيدرات. *المصدر:*

Costill DL, Miller JM. Nutrition for endurance sport: carbohydrate and fluid balance. *Int J SportNutr.* 1980;1:2–14.

متى يجب تناول الكربوهيدرات بعد ممارسة الأنشطة الرياضية؟

إعادة ملء مخازن الجليكوجين المستخدم أثناء ممارسة الرياضة يستغرق حوالي ٢٠ ساعة أو أكثر عند تناول وجبة غذائية تحتوي على ٦٠٪ من السعرات الحرارية من الكربوهيدرات[82]. وهذا المعدل البطيء من تجديد مخازن الجليكوجين لا تُشكل مشاكل كبيرة بالنسبة لممارسي الرياضة الترفيهية أو من غيرهم ممن يتدرب هوائيًّا لثلاثة أو أربعة تدريبات في الأسبوع، ويتم تناول كمية كافية من الكربوهيدرات لأنه عادةً ما

openkanal.com

يكون هناك وقت كاف بين التدريبات للسماح باستعادة كمية الجليكوجين.

ومن ناحية أخرى، فإن المعدلات البطيئة من استعادة الجليكوجين من الممكن أن تسبب مشاكل لرياضيي التحمل الذين يتدربون يوميًّا، أو الذين يؤدون تدريبات متعددة في اليوم الواحد. ففي هذه الحالات، فإن توقيت ونوعية الكربوهيدرات التي يتم تناولها في غاية الأهمية. وتشير الأبحاث إلى أن العضلات تمتص الجلوكوز الموجود بالدم وتخزنه على شكل جليكوجين بمعدلات سريعة عند تناول الكربوهيدرات خلال ساعتين بعد التوقف عن التدريب أو الأداء الرياضي. فتأخير تناول الكربوهيدرات حتى أربع ساعات أو أكثر بعد التدريب يمكن أن يقلل من معدل تخزين الجليكوجين إلى النصف مقارنة بتناول الكربوهيدرات مباشرة بعد التدريب [83].

وللاستفادة من هذه الفرصة فيجب على الرياضيين تناول مصادر كربوهيدراتية عالية في مؤشر السكر في أقرب وقت ممكن بعد التدريب والبعض قد اقترح ١٥ دقيقة بعد التدريب [84].

فتناول الطعام بعد التدريب مباشرة سوف يسمح بوقت كافٍ لهضم واستيعاب الكربوهيدرات في مجرى الدم ونقلها إلى الخلايا [83]. فخطة الرياضي الغذائية ينبغي أن تشتمل على الوجبات الخفيفة والمشروبات التي سوف تكون متاحة للتناول على الفور بعد ممارسة الرياضة. وفي كثير من الحالات يكون الرياضيون بعيدًا عن المنزل خلال هذا الإطار الزمني فتناول الأطعمة والمشروبات السريعة والمجهزة هي أفضل الخيارات.

ما هو نوع الكربوهيدرات التي يجب تناولها بعد ممارسة الأنشطة الرياضية؟

بسبب أهمية إمداد العضلات بالكربوهيدرات، فاختيار الأطعمة الغنية بالكربوهيدرات، والتي يتم هضمها وامتصاصها بسرعة أمر غاية في الأهمية. وقد تم اقتراح عدة عوامل لتعزيز إعادة تكوين الجليكوجين بعد ممارسة الأنشطة الرياضة وذلك بتناول أطعمة عالية في مؤشر نسبة السكر، وأشكال من الكربوهيدرات سائلة، ومشروبات تحتوي على مزيج من البروتين والكربوهيدرات.

ويبدو أن الأطعمة ذات مؤشر نسبة سكر العالية هي أكثر المصادر طلبًا خلال فترة الراحة بعد ممارسة الرياضة فهي سهلة الهضم؛ مما يسمح بمد العضلات بالكربوهيدرات بسرعة [85]. اختيار الأطعمة ذات مؤشر عالٍ في نسبة السكر يكون أكثر أهمية عند اختيار الرياضيين لتناول وجبات خفيفة صغيرة بعد ممارسة الرياضة مقابل تناول وجبات كاملة متوازنة. فإذا كانت الوجبة الخفيفة تحتوي على كمية كافية من

obeikandi.com

الكربوهيدرات فإن ارتفاع نسبة الجلوكوز في الدم سوف يكون مفيدًا لإمداد خلايا العضلات بكمية كافية من الكربوهيدرات. ومع ذلك، فتناول وجبة كاملة متوازنة وتتألف من مجموعة متنوعة من الأطعمة لن توفر كمية كافية من الكربوهيدرات فحسب، بل أيضًا البروتينات والفيتامينات والمعادن للجسم. ولذلك؛ فإن اختيار الأطعمة ذات مؤشر عالً في نسبة السكر يعتبر أقل تأثيرًا وأهمية.

ومصادر الكربوهيدرات السائلة ليست بالضرورة أكثر فائدة من المواد الصلبة بالنظر إلى معدل استعادة الجليكوجين. ودراسات عديدة قد أثبتت أن معدلات استعادة الجليكوجين يتساوى عند تناول كميات متساوية من الكربوهيدرات الصلبة والسائلة على حد سواء [86,87] ؛ ولهذا السبب فيمكن للأفراد اختيار أنسب الأشكال عند تناول الكربوهيدرات بعد ممارسة الرياضة. بعض الرياضيين يكونون على استعداد لتناول وجبة كاملة بعد التدريب وبالتالي فتناول وجبة متوازنة مع كمية كافية من الكربوهيدرات يكون مناسبًا. بينما الرياضيون الذين يملكون شهية صغيرة بعد التدريب فتناول وجبة سائلة من الكربوهيدرات تكون أكثر مناسبة لهم.

إن وصف العصائر للاعبي كرة القدم في بداية هذا الفصل توضح مثال للمصادر السائلة من الكربوهيدرات بالإضافة إلى العناصر الغذائية الأخرى. وتعتمد كمية العصائر المتناولة على حجم الرياضي ومدة التدريب والأطعمة والمشروبات بالإضافة إلى العصائر التي قد تكون مطلوبة لمد الجسم بكميات كافية من الكربوهيدرات بعد الجرعات التدريبية أو المنافسات.

ولقد اقترحت بعض البحوث مؤخرًا توليفة من البروتين والكربوهيدرات في المشروبات بعد التدريب لتدعم تخزين كمية الجليكوجين المخزون أفضل من الكربوهيدرات فقط.

وإحدى هذه الدراسات كانت دراسة زاوادزيك وآخرين. " Zawadzki and colleagues" [88]. أفادت بزيادة معدل تخزين الجليكوجين بنسبة ٣٩٪ عند تناول مزيج من البروتين والكربوهيدرات عن تناول الكربوهيدرات فقط بعد ممارسة الرياضة. ومع ذلك؛ فإن النتائج من الصعب تفسيرها؛ لأن المشروبات التي تحتوي على بروتين وكربوهيدرات توفر كمية طاقة أعلى بمقدار ٤٣٪ من المشروبات التي تحتوي على كربوهيدرات فقط. دراسات أخرى لم تكن قادرة على تكرار نفس النتائج التي توصل إليها زاوادزيك "Zawadzki " [89,91] وعند تناول مشروبات متفاوتة في كمية الكربوهيدرات والبروتين.

ويبدو أن كلاً من الكربوهيدرات فقط أو البروتين

openkanal.com

والكربوهيدرات معًا يمكن أن يدعم إعادة تكوين الجليكوجين بطريقة مماثلة [92].

في هذا الوقت يمكن استنتاج أن محتوى الطاقة من المشروبات بعد التدريب هو أكثر أهمية من المحتوى من المغذيات الكبيرة الداخلة في تركيبة وفي تحديد نسبة السكر بالدم واستجابات الإنسولين، وكذلك مدى إعادة تكوين الجليكوجين في العضلات.

ما هي كمية الكربوهيدرات التي يجب تناولها بعد ممارسة الأنشطة الرياضية؟

لزيادة كمية الجليكوجين المخزون في العضلات يجب على الرياضيين تناول معدل من الكربوهيدرات يصل إلى ١,٢ جرامًا لكل كيلوجرام من وزن الجسم في الساعة لمدة ٣ – ٤ ساعات بعد التدريب [92].

للحصول على الأداء المثالي

إن توفير كمية الكربوهيدرات بعد التدريب سوف تسرع من استعادة الاستشفاء. فتناول ١,٢ جرامًا من الكربوهيدرات لكل كيلوجرام من وزن الجسم في الساعة ولمدة ٣ – ٤ ساعات بعد التدريب سوف توفر استرجاع كامل لمستويات الجليكوجين.

وعلى سبيل المثال، محمد لاعب كرة قدم وزنه ٦٨,٢ كيلوجرامًا، وبعد ١ – ٢ ساعة من التدريب أو المباراة كمية الكربوهيدرات التي يحتاج إليها هي ٨٢ جرامًا من الكربوهيدرات (٦٨,٢ × ١,٢ جرامًا لكل كيلوجرام من وزن الجسم = ٨٢ جرامًا من الكربوهيدرات) يتم تناولها خلال ١٥ – ٣٠ دقيقة من فترة الانتهاء من التدريب أو المباراة، ومرة أخرى كل ساعة لمدة ٢ – ٣ ساعة. ٨٢ جرامًا من الكربوهيدرات يمكن أن تتوفر من تناول واحد مما يلي:

- موزة واحدة و ٢٢٧ جرام من الزبادي.
- ربع لتر من العصير مع الخبز.
- ربع لتر من الحليب مع ١ – ١,٥ كوبًا من حبوب.

ما هي بعض الأمثلة من الوجبات الخفيفة / الكاملة بعد التدريبات الرياضية؟

الوجبات الكاملة والخفيفة يجب أن تمد بكميات كافية من الكربوهيدرات، وكذلك المواد الغذائية الأخرى. وأن أفضل طريقة للحصول على كميات متوازنة من المواد الغذائية بعد التدريب هو تناول الأطعمة الكاملة. الجدول (٩,٣) يعرض مجموعة متنوعة من الأفكار للوجبات الكاملة والخفيفة، والتي توفر ٥٠ – ٧٥ – ١٠٠ جرام من الكربوهيدرات.

openkanal.com

جدول ٣,٩

الاختيارات ذات الجودة من الأطعمة والمشروبات لتجديد الكربوهيدرات بعد التدريب

الوجبات الكاملة والوجبات الخفيفة التي تمد بحوالي ٥٠ – ٧٥ جرامًا من الكربوهيدرات

الأطعمة والمشروبات	حجم الحصة	كمية الكربوهيدرات
عصير	ربع لتر	٢٧ جرامًا
خبز مع زبدة الفول السوداني	١ خبز صغير + ٢ ملعقة زبدة	٤٥ جرامًا
عصير الطماطم	نصف لتر	١٦ جرامًا
سندوتش ديك رومي	شريحتا خبز + ٨٥ جرامًا لحم	٢٤ جرامًا
جبن قريش / أناناس	١ كوب + نصف كوب	٢٥ جرامًا
مشمش مجفف	٥ أنصاف المشمش	١١ جرامًا
نخالة الكعك	١ صغير	٢٤ جرامًا
زبادي مع الفواكه	١٧٠ جرام	٣٣ جرامًا
عصائر مهروسة	١ عصير	٥٠ جرامًا
الخضراوات الحارة	٢٢٧ جرام	٢٥ جرامًا
خبز الذرة	١ قطعة	٢٩ جرامًا

الوجبات الكاملة والوجبات الخفيفة التي تمد بحوالي ٧٥ – ١٠٠ جرام من الكربوهيدرات

الأطعمة والمشروبات	حجم الحصة	كمية الكربوهيدرات
نخالة الزبيب	١ كوب	٤٧ جرامًا
حليب خالي الدسم	ربع لتر	١٢ جرامًا
تفاح	١ تفاحة متوسطة	٢١ جرامًا
شريحة قمح كاملة بالمربى	١ شريحة + ملعقة مربى	٢٧ جرامًا
موز	١ موزة متوسطة	٢٧ جرامًا
زبادي	١٧٠ جرام	٣٣ جرامًا
مكرونة بالجبنة	٢ كوب	٨٠ جرامًا
سلطة خضراء	١,٥ كوبًا	٧ جرامات
حليب خالي الدسم	ربع لتر	١٢ جرامًا
سباجيتي	١,٥ كوبًا	٦٠ جرامًا
صوص المارينا	٠,٧٥ كوبًا	١٨ جرامًا
خضراوات مشكلة	٠,٧٥ كوبًا	١٨ جرامًا

obeikandl.com

النقاط الرئيسية الواردة في هذا الفصل

- إن الكمية الكافية من الكربوهيدرات ضرورية لأفضل أداء رياضي. وينبغي تناول الكربوهيدرات في حدود ٥ – ١٠ جرامات لكل كيلو جرام من وزن الجسم يوميًّا، والتي ينبغي أن تصل إلى ما يقرب من ٥٥٪ إلى ٧٠٪ من مجموع السعرات الحرارية اليومية.
- قد لا يتناول الرياضيون السعرات الحرارية الكافية لتلبية احتياجات التدريب والمنافسة. فيجب تشجيع الرياضيين على تناول السعرات الحرارية الكافية خلال التدريب والمنافسة لضمان الإمداد بكميات الكربوهيدرات المناسبة.
- يتم تخليق الكربوهيدرات من النباتات عن طريق عملية تعرف بالتمثيل الضوئي. والتمثيل الضوئي هو عملية تتطلب طاقة تعتمد على ضوء الشمس في عملية لجمع ما بين الماء وثاني أكسيد الكربون لتكوين الكربوهيدرات.
- تصنف عادة الكربوهيدرات إلى بسيطة ومعقدة على أساس التركيب الكيميائي وعلى هيكلها. وكل من الكربوهيدرات البسيطة والمعقدة يوفر طاقة، ولكن تختلف في ملاءمتها بناءً على الفيتامينات والمعادن والألياف والمواد الكيميائية الأخرى.
- الجلوكوز هو أبسط شكل من أشكال الكربوهيدرات ويوجد بوفرة في الطبيعة، ويعمل كمصدر مهم لخلايا جسم الإنسان.
- شكل تخزين الكربوهيدرات في النباتات والحيوانات هو النشا والجليكوجين، على التوالي.
- الألياف تعتبر شكلاً من أشكال الكربوهيدرات والتي لا يتم هضمها داخل الجسم. ومع ذلك، تعتبر الألياف جزءًا مهمًّا من الوجبة الغذائية الطبيعية والتي تساعد على منع ارتفاع نسبة الكوليسترول، والسكري، والإمساك.
- يمكن الحصول على المحليات الصناعية من الكربوهيدرات ومن الأحماض الأمينية، وغيرها من المواد ولكنها أقل هضمًا؛ مما يقلل من قيمة السعرات الحرارية الموجودة بها. ويمكن للرياضيين استخدام هذه المحليات الصناعية للمساعدة في السيطرة على كمية السعرات الحرارية المتناولة ولكن الإفراط منها يكون غير صحي ويؤثر سلبًا على الأداء الرياضي.
- الكربوهيدرات هي مصدر الطاقة الوحيد خلال الأنشطة البدنية المكثفة جدًّا؛ وبالتالي فهي تشكل مصدرًا رئيسيًّا للطاقة في كثير من الأنشطة الرياضية. والفشل في تناول كميات كافية من الكربوهيدرات لا يقلل فقط من طاقة الرياضي، ولكن أيضًا يؤثر على تركيزه الذهني.

openkandi.com

- نوعية وتوقيتات تناول كميات الكربوهيدرات خلال الأيام والساعات التي تسبق المنافسة تكون حاسمة بالنسبة للأداء. وإجراء التجارب على المواد الغذائية أو المشروبات الجديدة يوم المنافسة يشكل خطورة كبيرة. فدائمًا يتم في وقت مبكر دراسة أفضل تركيبات من الكميات والأنواع المتناولة من المواد الكربوهيدرات.
- أغنى مصادر الكربوهيدرات هي الحبوب والفواكه والخضراوات. هذه الأطعمة تعرف بالمغذيات الكثيفة وتشكل أكثر من نصف النظام الطبقي. الحليب ومنتجاته والبقوليات، والمكسرات والبذور ومنتجات الصويا من اللحوم ومجموعة الفاصوليا توفر مصادر متنوعة من الكربوهيدرات. أما الكربوهيدرات التي يتم الحصول عليها من الحلويات والمشروبات الغازية، فهي جزء من السعرات الحرارية غير المرغوبة في توجيهات النظام الغذائي الطبقي وينبغي أن تكون متوسطة لأنها تفتقر إلى المواد الغذائية الأخرى الهامة للصحة ولأفضل أداء.
- مؤشر نسبة السكر في الأطعمة يمكن استخدامه للمساعدة على تحديد استجابة الجلوكوز لأحد الأطعمة. ومع ذلك، فإن مفهوم مؤشر نسبة السكر، وتحميل نسبة السكر، وحركة السكر لاتزال تحت الدراسة وحدودها في الاستخدامات اليومية يحتاج إلى تعريف.
- الجسم يخزن كميات محددة من الكربوهيدرات (حوالي ٤٠٠ – ٦٠٠ جرام)؛ ولهذا يجب على الرياضيين الاهتمام بتناول الكربوهيدرات في غذائهم. فالفشل في استعادة كمية الجليكوجين المستخدم في المنافسة أو التدريب سوف يؤدي إلى انخفاض مستويات الطاقة والدافعية وكلاهما سوف يؤثر سلبًا على الرياضي.
- الوجبة الغذائية التي تتألف من ٦٠ إلى ٧٠٪ من مجموع السعرات الحرارية من الكربوهيدرات أثبتت أنها تزيد مستويات الجليكوجين في العضلات عن مستويات الراحة. والمستويات العالية من جليكوجين العضلات ثبت أنه يؤخر التعب عند رياضي التحمل، والتي هي أحد الأسباب المهمة التي يستخدم فيها الرياضيون نظام تحميل الكربوهيدرات في الأسبوع قبل المنافسة.
- ليس هناك وجبة واحدة الأفضل قبل التدريب أو المنافسة فالمشروبات الرياضية أو الوجبات الخفيفة قبل المنافسة لا تناسب الجميع. فينبغي اتباع المبادئ التوجيهية العامة لتناول الكربوهيدرات والبحث عن الوجبات الكاملة والخفيفة والمشروبات التي تناسب احتياجاتهم.

obeikandl.com

- مشروبات الجلوكوز وغيرها من الأطعمة الغنية بالكربوهيدرات التي يتم تناولها أثناء ممارسة الأنشطة الرياضية تزيد من مستويات السكر في الدم وتأخر التعب.
- العضلات هي الأكثر احتياجًا للجلوكوز لتعويض مخازن الجليكوجين وتخزينه بعد ٢ – ٤ ساعات من ممارسة الأنشطة الرياضية. ونتيجة لذلك؛ فيجب تناول الأطعمة التي تحتوي على كميات عالية من الكربوهيدرات بعد التدريب مباشرةً.

أسئلة الفصل:

١- اشرح لماذا تقليل كمية الكربوهيدرات في وجبة الرياضيين ضار؟

٢- اشرح باختصار من أين تأتي الكربوهيدرات؟ وكيف تشكلت في الطبيعة؟

٣- ما هو الدور الذي تلعبه الكربوهيدرات في جسم الإنسان وكيف أن هذه الأدوار ترتبط بالأداء الرياضي؟

٤- ما هي كمية السعرات الحرارية المأخوذة من الكربوهيدرات المصنفة على أنها ألياف؟ وماهي أنواع الألياف؟ وما هو الدور الذي تلعبه في الجسم؟

٥- ما هي اللبنات الأساسية في تركيب الكربوهيدرات؟ واستنادًا على عدد هذه اللبنات، كيف يمكن تصنيف الكربوهيدرات؟

٦- ما هو الفرق بين النشا والجليكوجين؟

٧- اذكر مع الشرح بالتفصيل أربعًا من المحليات الصناعية المستخدمة بشكل شائع. وهل المحليات الصناعية من الكربوهيدرات؟ وما هي بعض الإيجابيات والسلبيات المرتبطة باستخدام مواد التحلية الصناعية؟

٨- ناقش مصادر الكربوهيدرات المختلفة في الوجبة الغذائية. وما هي مصادر الكربوهيدرات التي يجب أن تسود في نظامنا الغذائي؟ وما هي المصادر التي يجب أن نحدها؟ ولماذا؟

٩- ناقش كيف يمكن للرياضيين استخدام المعرفة بمؤشر نسبة السكر من المواد الغذائية لتحسين الأداء خلال ممارسة الأنشطة الرياضية. وماذا عن تطبيقاتها فيما يتعلق باستعادة الاستشفاء؟

١٠- أحمد عداء مسافات طويلة يتدرب ٥ أيام في الأسبوع وزنة ٢ , ٦١ كيلوجرامًا. بناءً على وزن الجسم، ماهي كمية الكربوهيدرات التي يجب تناولها؟ اشرح إجابتك.

١١- ما هو تحميل الكربوهيدرات؟ ومن هم الرياضيون الأكثر استفادة منه؟ ولماذا؟

obeikandi.com

١٢- صف ما هي نقطة العبور وأهميتها بالنسبة للأداء الرياضي.

١٣- عبد الرحمن متحمس لينافس في النصف الأول من سباق المارثون (٢١ كيلومترًا)، وقدم إليك ليأخذ نصيحة غذائية خلال السباق. ما الذي يمكن أن تقدمه من مشورة فيما يتعلق بتناول الكربوهيدرات والذي يمكن أن يحسن من أدائه في السباق؟

١٤- سارة لاعبة تحمل على مستوى عالٍ وحاليا تتدرب مرتين في اليوم. ما هي النصيحة الغذائية التي تعطيها فيما يتعلق بتحسين الاستشفاء بين التدريبات؟

obeikandl.com

References:

1. Duyff RL. American Dietetic Association's Complete Food and Nutrition Guide. Minneapolis, MN: Chronimed Publishing; 1996.
2. Insel P, Turner RE, Ross D. Nutrition. Sudbury, MA: Jones and Bartlett Publishers; 2002.
3. Institute of Medicine. Dietary, functional, and total fiber. In: Dietary Reference Intakes for Energy, Carbohydrate, Fiber, Fat, Fatty Acids, Cholesterol, Protein, and Amino Acids (Macronutrients). Washington, DC: The National Academy Press; 2002:265–334.
4. Alaimo K, McDowell MA, Briefel RR, Bischof AM, Caughman CR, Loria CM, Johnson CL. Dietary intake of vitamins, minerals and fiber of persons ages 2 months and over in the United States; Third National Health and Nutrition Examination Survey, Phase 1, 1988–91. National Center for Health Statistics.1994.Availableat:http://www.cdc.gov/nchs/products/pubs/pubd/ad/260-251/ad258.htm. Accessed March 10, 2004.
5. Food and Drug Administration. Food additives permitted for direct addition to food for human consumption: aspartame. Federal Register. 1984;49:6672–6677.
6. American Dietetic Association. Position of the American Dietetic Association: use of nutritive and nonnutritive sweeteners. J Am Diet Assoc. 1998;98:580–587.
7. Henkel J. Sugar substitutes: Americans opt for sweetness and lite. FDA Consumer Magazine. 1999; 33(6):12–17.
8. Food and Drug Administration. Food additives permitted for direct addition to food for human consumption: sucralose. 21 CFR 172.63.
9. Levin GV. Tagatose, the new GRAS sweetener and health product. J Med Food. 2002;5(1):23–36.
10. American Dietetic Association. Position of the American Dietetic Association: use of nutritive and nonnutritive sweeteners. J Am Diet Assoc. 2004;104:255–275.
11. Cummings JH, Bingham SA, Heaton KW, Eastwood MA. Fecal weight, colon cancer risk and dietary intake of non-starch polysaccharides (dietary fiber) Gastroenterology. 1992; 103: 1783–1789.
12. Howe GR, Benito E, Castelleto R, et al. Dietary intake of fiber and decreased risk of cancers of the colon and rectum: evidence from the combined analysis of 13 case-control studies. J Natl Cancer Inst. 1992;84:1887–1896.
13. Schatzkin A, Lanza E, Corle D, et al. Lack of effect of a lowfat, high-fiber diet on the recurrence of colorectal adenomas. New Engl J Med. 2000;342:1149–1155.
14. Alberts DS, Marinez ME, Kor DL, et al. Lack of effect of a high-fiber cereal supplement on the recurrence of colorectal adenomas. New Engl J Med. 2000;324:1156–1162.
15. Bonithon-Kopp C, Kronborg O, Giacosa A, Rath U, Faivre J, for the European Cancer Prevention Organization Study Group. Calcium and fibre supplementation in prevention of colorectal adenoma recurrence: a randomized intervention trial. Lancet. 2000;356:1300–1306.
16. Bray GA, Nielsen SJ, Popkin BM. Consumption of high-fructose corn syrup in beverages may play a role in the epidemic of obesity. Am J Clin Nutr. 2004;79:537–543.
17. Gross LS, Li L, Ford ES, Liu S. Increased consumption of refined carbohydrates and the epidemic of type 2 diabetes in the United States: an ecologic assessment. Am J Clin Nutr. 2004;79:774–779.
18. Berkey CS, Rockett HRH, Field AE, Gillman MW, Colditz GA. Sugar-added beverages and adolescent weight change. Obes Res. 2004;12:778–788.
19. Welsh JA, Cogswell ME, Rogers S, Rockett H, Mei Z, GrummerStrawn LM. Overweight among low-income preschool children associated with the consumption of soft drinks: Missouri 1999–2002. Pediatrics. 2005;115:e223–229.
20. Schulze MB, Manson JE, Ludwig DS, et al. Sugar-sweetened beverages, weight gain, and incidence of type 2 diabetes in young and middle-aged women. JAMA. 2004;292:927–934.
21. Drewnowski A, Bellisle F. Liquid calories, sugar, and body weight. Am J Clin Nutr. 2007; 85:651–661.
22. Teff KL, Elliott SS, Tschop M, et al. Dietary fructose reduces circulating insulin and leptin, attenuates postprandial suppression of ghrelin, and increases triglycerides in women. J Clin Endocrinol Metab. 2004;89:2963–2972.
23. Institute of Medicine. Dietary Reference Intakes for Energy, Carbohydrate, Fiber, Fat, Fatty Acids, Cholesterol, Protein, and Amino Acids (Macronutrients). Food and Nutrition Board. Washington, DC: National Academy Press; 2002.
24. Burke LM, Cox GR, Culmmings NK, Desbrow B. Guidelines for daily carbohydrate intake: do athletes achieve them? Sports Med. 2001;31(4):267–299.
25. Position of the American Dietetic Association, Dietitians of Canada, and the American College of Sports Medicine: Nutrition and Athletic

Performance. J Am Diet Assoc. 2000;100: 1543–1556.
26. Walberg-Rankin J. Dietary carbohydrate as an ergogenic aid for prolonged and brief competition in sport. Int J Sport Nutr. 1995;5(suppl): S13–S28.
27. Jenkins DJ, Wolever TM, Taylor RH, et al. Glycemic index of foods: a physiological basis for carbohydrate exchange. Am J Clin Nutr. 1981;34:362–366.
28. Rankin JW. Glycemic index and exercise metabolism. Sports Science Exchange. 1997;10(1):SSE# 64.
29. Foster-Powell K, Holt SHA, Brand-Miller JC. International table of glycemic index and glycemic load values: 2002. Am J Clin Nutr. 2002;76(1):5–56.
30. Daly M. Sugars, insulin sensitivity, and the postprandial state. Am J Clin Nutr. 2003;78(4):865S–872S.
31. Salmeron J, Ascherio A, Rimm EB, et al. Dietary fiber, glycemic load, and risk of NIDDM in men. Diabetes Care. 1997; 20:545–550.
32a. Brand-Miller JC, Thomas M, Swan V, Ahmad ZI, Petocz P, Colagiuri S. Physiological validation of the concept of glycemic load in lean young adults. J Nutr. 2003;133:2728–2732.
32b.Schenk S, Davidson CJ, Zderic TW, Byerley LO, Cole EF. Different glycemic indexes of breakfast cereals are not due to glucose entry into blood but to glucose removal by tissue. Am J Clin Nutr. 2003;78(4):742–748.
33. DeMarco HM, Sucher KP, Cisar CJ, Butterfield GE. Pre-exercise carbohydrate meals: application of glycemic index. Med Science Sports Exerc. 1999;31(1):164–170.
34. Thomas DE, Brotherhood JR, Brand JC. Carbohydrate feeding before exercise: effect of glycemic index. Int J Sports Med. 1991;12:180–186.
35. Thomas DE, Brotherhood JR, Brand JC. Plasma glucose levels after prolonged strenuous exercise correlate inversely with glycemic response to food consumed before exercise. Int J Sports Med. 1994;4:361–373.
36. Kirwan JP, O'Gorman D, Evans WJ. A moderate glycemic meal before endurance exercise can enhance performance. J Applied Physiol. 1998;84(1):53–59.
37. Stevenson EJ, Williams C, Mash LE, Phillips B, Nute ML. Influence of high-carbohydrate mixed meals with different glycemic indexes on substrate utilization during subsequent exercise in women. Am J Clin Nutr. 2006;84:354–360.
38. Wu CL, Nicholas C, Williams C, Took A, Hardy L. The influence of high-carbohydrate meals with different glycaemic indices on substrate utilization during subsequent exercise. Br J Nutr. 2003;90:1049–1056.
39. Febbraio MA, Stewart KL. CHO feeding before prolonged exercise: effect of glycemic index on muscle glycogenolysis and exercise performance. J Appl Physiol. 1996;81: 1115–1120.
40. Sparks MJ, Selig SS, Febbraio MA. Pre-exercise carbohydrate ingestion: effect of the glycemic index on endurance performance. Med Sci Sports Exerc. 1998;30:844–849.
41. Manore MM. Using glycemic index to improve athletic performance. Gatorade Sports Science Institute News Online. Available at: http://www.gssiweb.com/reflib/refs/623/ssn_glycemic.cfm?pid=38. Accessed March 6, 2004.
42. Burke LM, Collier GR, Hargreaves M. Muscle glycogen storage after prolonged exercise: effect of the glycemic index of carbohydrate feedings. J Appl Physiol. 1993;75:1019–1023.
43. Kiens B, Raben AB, Valeur AK, Richter EA. Benefit of simple carbohydrates on the early post-exercise muscle glycogen repletion in male athletes (Abstract). Med Sci Sports Exerc. 1990;22(suppl 4):S88.
44. Burke LM, Collier GR, Hargreaves M. Glycemic index—a new tool in sport nutrition? Int J Sport Nutr. 1998;8:401–415.
45. Brooks GA, Mercier J. Balance of carbohydrate and lipid utilization during exercise: the "crossover" concept. J Appl. Physiol. 1994;76(6):2253–2261.
46. Felig P, Wahren J. Fuel homeostasis in exercise. New Engl J Med. 1975;293(21):1078–1084.
47. Coggan AR, Coyle EF. Metabolism and performance following carbohydrate ingestion late in exercise. Med Sci Sports Exerc. 1989;21:59–65.
48. Maughan RJ. Nutrition in Sport. London: Blackwell Science; 2000.
49. Sherman WM, Costill DL, Fink WJ, Miller JM. Effect of exercise–diet manipulation on muscle glycogen and its subsequent utilization during performance. Int J Sports Med. 1981;2(2):114–118.
50. Burke LM, Angus DJ, Cox GR, Cummings NK, Febbraio MA, Gawthorn K, Hawley JA, Minehan M, Martin DT, Hargreaves M. Effect of fat adaptation and carbohydrate restoration on metabolism and performance during prolonged cycling. J Appl Physiol. 2000;89(6):2413–2421.
51. Dunford M. Sports Nutrition: A Practice Manual for Professionals. Chicago, IL: American Dietetic Association; 2006.

52. Sherman WM, Peden MC, Wright DA. Carbohydrate feedings 1 hour before exercise improves cycling performance. Am J Clin Nutr. 1991;54:866–870.
53. Sherman WM, Brodowicz G, Wright DA, Allen WK, Simonsen J, Dernbach A. Effects of 4 hour pre-exercise carbohydrate feedings on cycling performance. Med Sci Sports Exerc. 1989;12:598–604.
54. Febbraio MA, Keenan J, Angus DJ, Campbell SE, Garnham AP. Pre-exercise carbohydrate ingestion, glucose kinetics and muscle glycogen use: effect of the glycemic index. J Appl Physiol. 2000; 89:1845–1851.
55. Foster C, Costill DL, Fink WJ. Effects of pre-exercise feedings on endurance performance. Med Sci Sports Exerc. 1979; 11(1):1–5.
56. Febbraio MA, Chiu A, Angus DJ, Arkinstall MJ, Hawley JA. Effects of carbohydrate ingestion before and during exercise on glucose kinetics and performance. J Applied Physiol. 2000;89:2220–2226.
57. Coggan AR, Coyle EF. Reversal of fatigue during prolonged exercise by carbohydrate infusion or ingestion. J Applied Physiol. 1987;63:2388–2395.
58. Coggan AR, Coyle EF. Metabolism and performance following carbohydrate ingestion late in exercise. Med Sci Sports Exerc. 1989;21:59–65.
59. Coyle EF, Coggan AR, Hemmert MK, Ivy JL. Muscle glycogen utilization during prolonged strenuous exercise when fed carbohydrate. J Applied Physiol. 1986;61(1):165–172.
60. Hargreaves M, Costill DL, Coggan AR, Fink WJ, Nishibata I. Effect of carbohydrate feedings on muscle glycogen utilization and exercise performance. Med Sci Sports Exerc. 1984;16(3): 219–222.
61. Ivy JL, Costill DL, Fink WJ, Lower RW. Influence of caffeine and carbohydrate feedings on endurance performance. Med Sci Sports Exerc. 1979;11(1):6–11.
62. Ivy JL, Miller W, Dover V, et al. Endurance improved by ingestion of a glucose polymer supplement. Med Sci Sports Exerc. 1983;15(6):466–471.
63. Decombaz J, Sartori D, Arnaud MJ, Thelin AL, Schurch P, Howald H. Oxidation and metabolic effects of fructose and glucose ingested before exercise. Int J Sports Med. 1985;6(5): 282–286.
64. Hawley JA, Dennis SC, Nowitz A, Brouns F, Noakes TD. Exogenous carbohydrate oxidation from maltose and glucose ingested during prolonged exercise. Eur J Applied Physiol. 1992;64(6):523–527.
65. Leijssen DPC, Saris WHM, Jeukendrup AE, Wagenmakers AJ. Oxidation of orally ingested [13C]-glucose and [13C]-galactose during exercise. J Applied Physiol. 1995;79(3):720–725.
66. Massicotte D, Peronnet F, Allah C, Hillaire-Marcel C, Ledoux M, Brisson G. Metabolic response to [13C] glucose and [13C] fructose ingestion during exercise. J Applied Physiol. 1986;61(3):1180–1184.
67. Massicotte D, Peronnet F, Brisson G, Bakkouch K, Hillaire- Marcel C. Oxidation of a glucose polymer during exercise: comparison with glucose and fructose. J Applied Physiol. 1989; 66(1):179–183.
68. Moodley D, Noakes TD, Bosch AN, Hawley JA, Schall R, Dennis SC. Oxidation of exogenous carbohydrate during prolonged exercise: the effects of the carbohydrate type and its concentration. Eur J Applied Physiol. 1992;64(4):328–334.
69. Rehrer NJ, Wagenmakers AJM, Beckers EJ, et al. Gastric emptying, absorption and carbohydrate oxidation during prolonged exercise. J Applied Physiol. 1992;72(2):468–475.
70. Saris WHM, Goodpaster BH, Jeukendrup AE, Brouns F, Halliday D, Wagenmakers AJ. Exogenous carbohydrate oxidation from different carbohydrate sources during exercise. J Applied Physiol. 1993;75(5):2168–2172.
71. Jeukendrup AE, Jentjens R. Oxidation of carbohydrate feedings during prolonged exercise. Sports Med. 2000; 29(6): 407–424.
72. Jeukendrup AE, Wagenmakers AJ, Stegen JH, Gijsen AP, Brouns F, Saris WH. Carbohydrate ingestion can completely suppress endogenous glucose production during exercise. Amer J Physiol. 1999;276:E672–E683.
73. Convertino VA, Armstrong LA, Coyle EF, et al. Exercise and fluid replacement. Med Sci Sports Exerc. 1996;28(1):i–vii.
74. Guezennec CY, Satabin P, Duforez F, Merino D, Peronnet F, Koziet J. Oxidation of corn starch, glucose and fructose ingested before exercise. Med Sci Sports Exerc. 1989;21(1): 45–50.
75. Krzentowski G, Jandrain B, Pirnay F, et al. Availability of glucose given orally during exercise. J Applied Physiol. 1984; 56(2):315–320.
76. Pirnay F, Lacroix M, Mosora F, Luyckx A, Lefebvre P. Effect of glucose ingestion on energy substrate utilization during prolonged muscular exercise. Eur J Applied Physiol. 1977;36(4): 247–254.
77. Burelle Y, Peronnet F, Charpentier S, Lavoie C, Hillaire-Marcel C, Massicotte D. Oxidation of an

oral [13C] glucose load at rest and during prolonged exercise in trained and sedentary subjects. J Applied Physiol. 1999;86(1):52–60.
78. Massicotte D, Peronnet F, Brisson G, Boivin L, Hillaire-Marcel C. Oxidation of exogenous carbohydrate during prolonged exercise in fed and fasted conditions. Int J Sports Med. 1990;11(4):253–258.
79. Massicotte D, Peronnet F, Adopo E, Brisson GR, Hillaire-Marcel C. Effect of metabolic rate on the oxidation of ingested glucose and fructose during exercise. Int J Sports Med. 1994;15(4):177–180.
80. McConell G, Kloot K, Hargreaves M. Effect of timing of carbohydrate ingestion on endurance exercise performance. Med Sci Sports Exerc. 1996;28(10):1300–1304.
81. Costill DL, Bowers R, Branam G, Sparks K. Muscle glycogen utilization during prolonged exercise on successive days. J Applied Physiol. 1971;31(6):834–838.
82. Costill DL, Miller JM. Nutrition for endurance sport: carbohydrate and fluid balance. Int J Sports Med. 1980;1:2–14.
83. Ivy JL, Katz AL, Cutler CL, Sherman WM, Coyle EF. Muscle glycogen synthesis after exercise: effects of time of carbohydrate ingestion. J Applied Physiol. 1988;64(4): 1480–1485.
84. Storlie J. The art of refueling. Training and Condition. 1998;8:29–35.
85. Parco MS, Wong SHS. Use of the glycemic index: effects on feeding patterns and exercise performance. J Physiol Anthropol Appl Human Science. 2004;23:1–6.
86. Keizer HA, Kuipers J, van Krandenburg G, Geurten P. Influence of liquid and solid meals on muscle glycogen resynthesis, plasma fuel hormone response and maximal physical work capacity. Int J Sports Med. 1986;8(2):99–104.
87. Reed MJ, Brozinick JT, Lee MC, Ivy JL. Muscle glycogen storage post-exercise: effects of mode of carbohydrate administration. J Applied Physiol. 1989;66(2):720–726.
88. Zawadzki KM, Yaspelkis BB, Ivy JL. Carbohydrate–protein complex increases the rate of muscle glycogen storage after exercise. J Applied Physiol. 1992;72:1854–1859.
89. Carrithers JA, Williamson DL, Gallagher PM, Godard MP, Schulze KE, Trappe SW. Effect of post-exercise carbohydrate–protein feedings on muscle glycogen restoration. J Applied Physiol. 2000;88:1976–1982.
90. Roy BD, Tarnopolsky MA. Influence of differing macronutrient intakes on muscle glycogen resynthesis after resistance exercise. J Applied Physiol. 1998;84:890–896.
91. Wojcik JR, Walberg-Rankin J, Smith L, Gwazdauskas FC. Comparison of carbohydrate and milk-based beverages on muscle damage and glycogen following exercise. Int J Sport Nutr Exerc Metab. 2001;11(4):406–419.
92. Tarnopolsky MA, Bosman M, MacDonald JR, Vandeputte D, Martin J, Roy BD. Postexercise protein–carbohydrate and carbohydrate supplements increase muscle glycogen in men and women. J Applied Physiol. 1997;83(6):1877–1883.
93. Bergstrom J, Hermansen L, Hultman E,Saltin B. Diet, muscle glycogen and physical performance. Acta Physiol Scand. 1967;71:140-150.
94. sedlock DA. The latest on carbohydrate loading: apractical approach. Curr Sports Med Rep. 2008; (4):209-213.
95. Tarnopolsky MA, Zawada C, Richmond LB, Carter S, Shearer J, Graham T, Phillips SM. Gender differences in carbohydrate loading are related to energy intake. J Appl Physiol. 2001; 91: 225-230.
96. Mclay RT, Thomson CD, Williams SM, Rehrer NJ. Carbohydrate loading and female endurance athletes: effect of menstrual-cycle phase. Int J Sport Nutr Exerc Metab. 2007; 17: 189-205.
97. James AP, Lorraine M, Cullen D, Goodman C, Dawson B, Palmer TN, Fournier PA. Muscle glycogen supercompensation: absence of a gender-related difference. Eur J Appl Physiol. 2001; 85: 533-538.
98. ShermanWM, Costill DL, Fink WJ, Miller JM. Effect of exercise- diet manipulation on muscle glycogen and its subsequent utilization during performance. Int J Sports Med. 1981; 2(2): 114-118.
99. Ahlborg B, Bergstrom J, Brohult J, Ekelund LG, Maschio G. Human muscle glycogen content and capacity for prolonged exercise after different diets. Forsvarsmedicin. 1967; 3:85-99.
100. Burke LM, Hawley JA, Schabort EJ, Gibson ASC, Mujika I, Noakes TD. Carbohydrate loading failed to improve 100-Km cycling performance in a placebo-controlled trial. J Appl Physiol. 2008; 88:1284-1290.
101. Bussau VA, Fairchild TJ, Rao A, Steele P, Fournier PA. Carbohydrate loading in human muscle: an improved 1 day protocol. Eur J Appl Physiol. 2002; 87:290-295.
102.Chambers ES, Bridge MW, Jones DA. Carbohydrate sensing in the human mouth: effects on exercise performance and brain activity. J Physiol. 2009; 587(8):1779-1794.