

الفصل الثالث

التغذية والطاقة

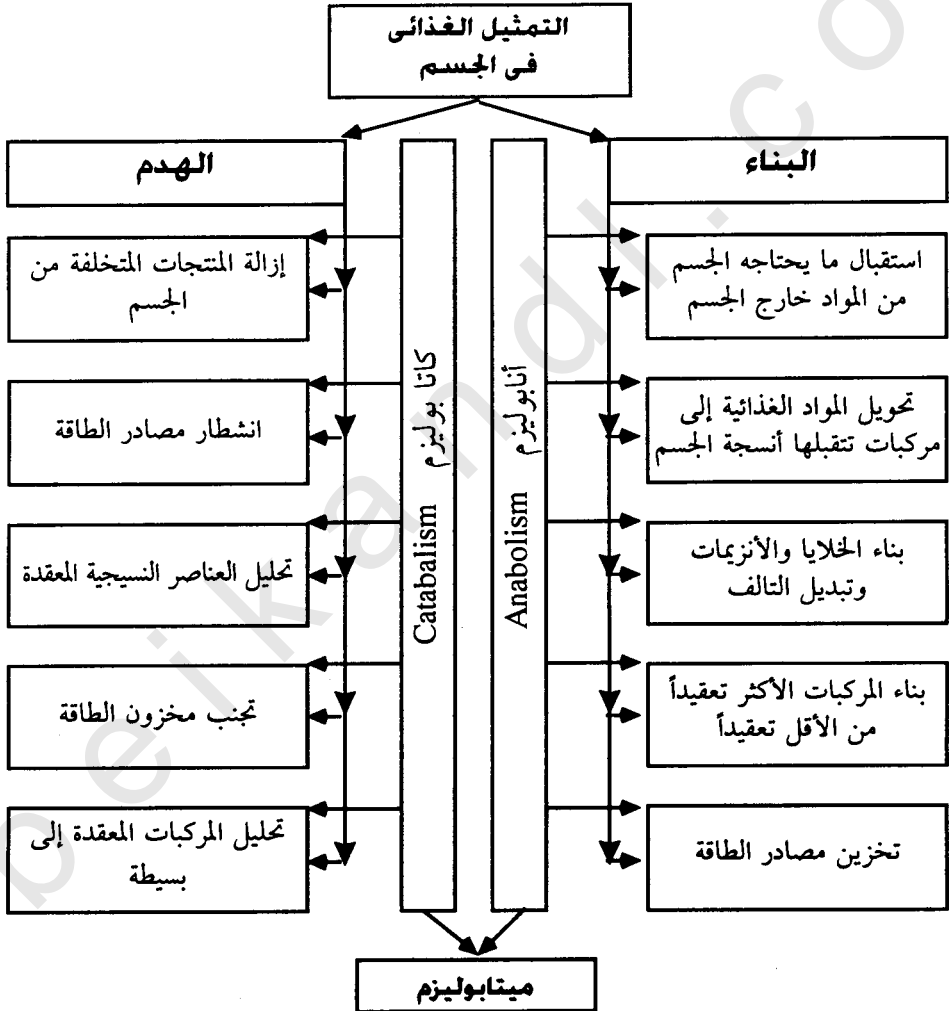
- التمثيل الغذائي.
- الطاقة الحيوية.
- تخزين الطاقة واحتياجات الفرد.
- مستويات استهلاك الطاقة.

Ob e i k a n d i . c o m

التغذية والطاقة

التمثيل الغذائي

يطلق مصطلح التمثيل الغذائي (الميتابوليزم Metabolism) على عملية تبادل المواد - كما يطلق مصطلح أنا بوليزم Anabolism على عمليات البناء، ويطلق مصطلح كاتا بوليزم Catabolism على عمليات الهدم.



ويوضح الشكل السابق أن عملية التمثيل الغذائي تنقسم إلى مجموعتين هما:

* المجموعة الأولى : مجموعة عمليات البناء (الأيض Assimilation) وتشمل هذه المجموعة عمليات بناء المادة الحية.

* المجموعة الثانية : مجموعة عمليات الهدم Dissimilation وتشمل عمليات الهدم على ما يلي:

- تحليل المادة الحية.

- إزالة مكونات الأنسجة لتغييرها وتجديدها.

- تحرير الطاقة لأداء الأنشطة الحيوية المختلفة.

وتستمر الحياة حينما تتوازن عمليات البناء والهدم، وهذا التوازن له الخاصية الدينامية، فعند زيادة النشاط الحيوى للإنسان - مثل الأداء العضلى - فإن ذلك يتطلب زيادة فى إنتاج الطاقة بكميات كبيرة، وهنا تزيد عمليات الهدم بعد أداء الحمل البدنى، الأمر الذى يتطلب ضرورة تعويض مصادر الطاقة التى استهلكت، ولذلك فإن التمثيل الغذائى يتجه إلى زيادة عمليات البناء. وهذا الأمر يتضح فى مرحلتى نمو الأطفال والشيخوخة، حيث تتغلب عمليات البناء فى فترة نمو الأطفال، وتتغلب عمليات الهدم فى فترة الشيخوخة.

وترتبط عمليات الهدم والبناء بعلاقات قوية، من حيث الهدم والبناء، فعند انشطار مواد الطاقة (الهدم) يتم فى نفس الوقت بناء مواد جديدة (البناء)، ولكى يتم بناء بعض التركيبات المتحدة فى الجسم، فلا بد من إنتاج طاقة (الهدم).

ويجب الأخذ فى الاعتبار أن عمليات التمثيل الغذائى التى تحدث فى داخل الجسم، ليست عمليات تفاعل الجسم مع البيئة المحيطة، ومن بين عمليات البناء (أنابوليزم) هنا جزء من العمليات التى تحتوى على بناء الأحماض النوكلينية

والبروتينات وبناء الخلايا والأنزيمات، وهذا الجزء من عمليات البناء يطلق عليه مصطلح عمليات التقويم Plostication، كما تسمى عمليات التمثيل الغذائي المسؤولة عن توفير الطاقة لخلايا الجسم لتقوم بأنشطتها الحيوية تسمى عمليات الطاقة، وهى تنسب فى أساسها إلى عمليات الهدم (الكatabolizm)، وبالرغم من أن هذه العملية تعتمد على انشطار المركبات الغنية بالطاقة، فإنها فى نفس الوقت تعتمد على عمليات إعادة بناء غيرها.

يرتبط مقدار التمثيل الغذائى القاعدى بكتلة الجسم حيث يزيد كلما زادت كتلة الجسم، كما أن نسبة مسطح الجسم إلى كتلته له أهميته أيضاً، فكلما زاد سطح الجسم كلما زاد التمثيل الغذائى لكل كيلو جرام من كتلة الجسم - وطبقاً لذلك يزيد التوصيل الحرارى - ويقل التمثيل الغذائى القاعدى فى الأعمار السنية الكبيرة بحوالى من ١٠٪ إلى ١٥٪ لارتباط ذلك بنقص عمليات الأكسدة، كما يقل لدى الإناث عن الذكور بحوالى من ٥٪ إلى ٨٪، نظراً لقلة النسيج العضلى وزيادة الدهون لدى الإناث، ويزيد التمثيل الغذائى القاعدى لدى الأشخاص النحاف المميزين بالنمو العضلى أكثر من الأشخاص البدان، ولذا فإنه يزيد لدى الرياضيين.

ويبلغ مقدار التمثيل الغذائى القاعدى لدى الشخص البالغ فى المتوسط حوالى واحد سعر حرارى كبير لكل كيلو جرام من كتلة الجسم فى الساعة أو ٤٠ سعر حرارى كبير لكل متر مربع من مسطح الجسم بمتوسط حوالى ٢٠ متر مربع.

يعتبر النشاط الرياضى العضلى المرتبط بالمهنة، أو النشاط الرياضى العامل الرئيسى لزيادة التمثيل الغذائى القاعدى، ويؤدى العمل الذهنى إلى رفع مستوى التمثيل الغذائى القاعدى بدرجة قليلة جداً، حيث تصرف كمية (من ٢٪ إلى ٥٪) من الطاقة العامة على الجهاز العصبى.



شکل رقم (۲)



شکل رقم (۱)



شکل رقم (۴)



شکل رقم (۳)



شکل رقم (۵)

كما أن العمل العضلى غير الكبير مثل الجلوس شكل رقم (١) يزيد التمثيل الغذائى (من ١٢٪ إلى ١٥٪) والوقوف ٢٠٪ والمشى (من ٨٠٪ إلى ١٠٠٪) والجرى ٤٠٪. ويزيد التمثيل الغذائى أثناء العمل البدنى ارتباطاً بزيادة الأكسدة فى العضلات العاملة.

كما أن العمل العضلى الكبير يزيد فيه التمثيل الغذائى بمقادير متفاوتة طبقاً للسعرات الحرارية التى يحتاجها كل منهم طبقاً لما هو موضح بالأشكال من شكل رقم (٢) إلى شكل رقم (٥).

التمثيل الغذائى للمواد الغذائية.

تشمل عمليات التمثيل الغذائى داخل الجسم (التمثيل الغذائى الداخلى على المواد الغذائية التالية:

* المواد الكربوهيدراتية * المواد البروتينية.

* المواد الدهنية * الألياف.

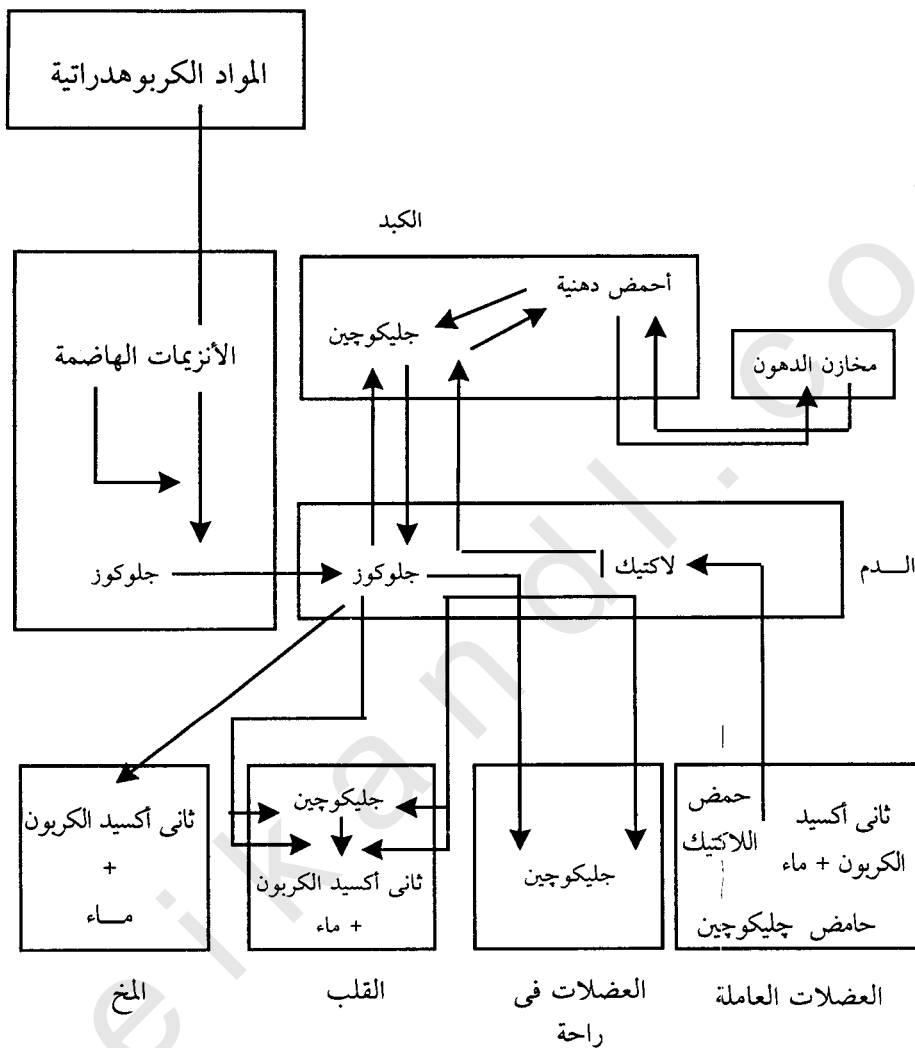
* الماء * الأملاح المعدنية.

هذا بالإضافة إلى ضرورة تواجد الفيتامينات.

تتم عملية التمثيل الغذائى للمواد الغذائية نتيجة لمرور المواد الغذائية فى الجسم بعدة عمليات يأتى فى مقدمتها عملية الهضم التى يتم خلالها تحويل المواد الغذائية إلى مواد بسيطة يسهل على الجسم التعامل معها من أجل الاستفادة منها.

التمثيل الغذائى للمواد الكربوهيدراتية

يحصل الجسم على المواد الكربوهيدراتية من خلال المواد الغذائية النباتية، ونسبة أقل من المواد الحيوانية. هذا بالإضافة إلى ما يتم بناء منها عن طريق نواتج تحليل الأحماض الأمينية والدهون كما فى الشكل الآتى.



دورة الكربوهيدرات في الجسم

وتقوم الكربوهيدرات بدورها الرئيسى فى الجسم كمصدر أساسى للطاقة. فعند أكسدة جرام واحد كربوهيدرات، تتحرر ١٠, ٤ سعر حرارى. كما أنها تتطلب كمية أكسوجين أقل مما تحتاجه المواد الدهنية، وهذه الميزة تزيد من أهمية الاعتماد عليها كمصدر للطاقة أثناء النشاط الرياضى، وترجع أهمية ذلك فى انخفاض مستوى السكر فى الدم الذى يؤدى إلى انخفاضاً ملحوظاً فى الكفاءة البدنية. كما تزداد أهمية الكربوهيدرات لنشاط الجهاز العصبى.

وتتحول المواد الغذائية الكربوهيدراتية إلى شكل مركب، ولكنها تتحول خلال عملية الهضم إلى سكر جلوكوز يسهل امتصاصه فى الدم. وتتراوح نسبة الجلوكوز فى الدم (من ٨٠ إلى ١٢٠) ملليجرام فى كل ١٠٠ سم^٣ من الدم. وهى أقل فى الدم الوريدى منها فى دم الشرايين. وأقل ما تكون نسبة السكر فى الدم قبل الافطار، إذ يكون قد مضى على آخر وجبة تناولها الإنسان حوالى عشرة ساعات، وأكثر ما تكون هذه النسبة فى الدم بعد مضى (من ٣٠ إلى ٤٠) دقيقة من تناولها، وهى تأخذ فى الزيادة بمجرد أن تبدأ عملية الامتصاص، ويخزن الجلوكوز الزائد فى الكبد والعضلات على هيئة جليكوجين، وعند نقص مخزون الجليكوجين فى الكبد يقل مستوى تركيز الجلوكوز فى الدم وهذا يحدث فى حالة أداء الأنشطة الرياضية التى تستمر لفترة طويلة دون تناول مواد كربوهيدراتية إضافية أثناء الأداء الرياضى أو قبله. ونقص الجلوكوز فى الدم عن مستوى تركيز ٧٠٪ ملليجرام، يظهر الضعف العضلى والشعور بالجوع وانخفاض درجة حرارة الجسم، كما يختل الجهاز العصبى، ويمكن أن يفقد الإنسان الوعى.

وقد تظهر حالة زيادة الجلوكوز (أكثر من ١٢٠٪ ملليجرام) بعد تناول الطعام الذى يحتوى على مواد كربوهيدراتية سهلة الامتصاص، وكذلك فى الحالات الانفعالية، وكذلك فى حالة أمراض الغدد الصماء، أو عند استئصالها لدى

حيوانات التجارب، ويخرج الجلوكوز الزائد من الدم (أكثر من ١٨٠٪ ملليجرام) عن طريق الكلى (كلوكوزوريا).

كما تزيد درجة تحلل الجليكوجين في الكبد ليخرج الجلوكوز إلى الدم عند نقص تركيز الجلوكوز في الدم. وبفضل ذلك يحتفظ الدم بمستوى تركيز سكر الجلوكوز ثابتاً ويوفر لأعضاء الجسم ما تحتاج إليه منه.

وتعتبر العضلات أكبر مستهلك للجلوكوز، حيث يتم فيها التمثيل الغذائي للجلوكوز بالتفاعلات الهوائية، ويعتبر حامض اللاكتيك من نواتج تحلل الكربوهيدرات.

وخلال النشاط الرياضي يزيد استهلاك مخزون الجليكوجين، إلا أن هذا المخزون لا ينتهي تماماً، فعند نقص مخزون الجليكوجين في الكبد، تتوقف عمليات تحلله مما يؤدي إلى انخفاض مستوى تركيز الجلوكوز في الدم (من ٥٠٪ إلى ٦٠٪) ملليجرام، وفي بعض الأحيان يصل انخفاض مستوى تركيز الجلوكوز في الدم (من ٣٨٪ إلى ٤٠٪) ملليجرام. وعند هذا المستوى لا تستطيع العضلات الاستمرار في العمل، ولذا فإن نقص الجليكوجين يعتبر من أسباب انخفاض مستوى الكفاءة البدنية عند الاشتراك في الأنشطة الرياضية لفترة طويلة وعند أداء مثل هذه الأنشطة، فمن الأفضل زيادة تناول المواد الكربوهيدراتية قبل المشاركة في الأداء الرياضي وكذلك بعده مباشرة. وقد أكدت الدراسات المعملية والملاحظات العملية على الرياضيين تأثير تناول الكربوهيدرات على الكفاءة البدنية عند أداء النشاط الرياضي، ويرتبط تأثير ذلك تبعاً لكمية الكربوهيدرات ووقت تناولها.

ويتم تنظيم التمثيل الغذائي للكربوهيدرات عن طريق الجهاز العصبي من خلال نشاط المراكز العصبية بالمخ المتوسط، ويساعد في ذلك رد الفعل الانعكاسي، والدليل على ذلك زيادة تركيز الجلوكوز في الدم عند ظهور الحالات الانفعالية والتي منها حالة ما قبل الاشتراك في المنافسة لدى الرياضيين.

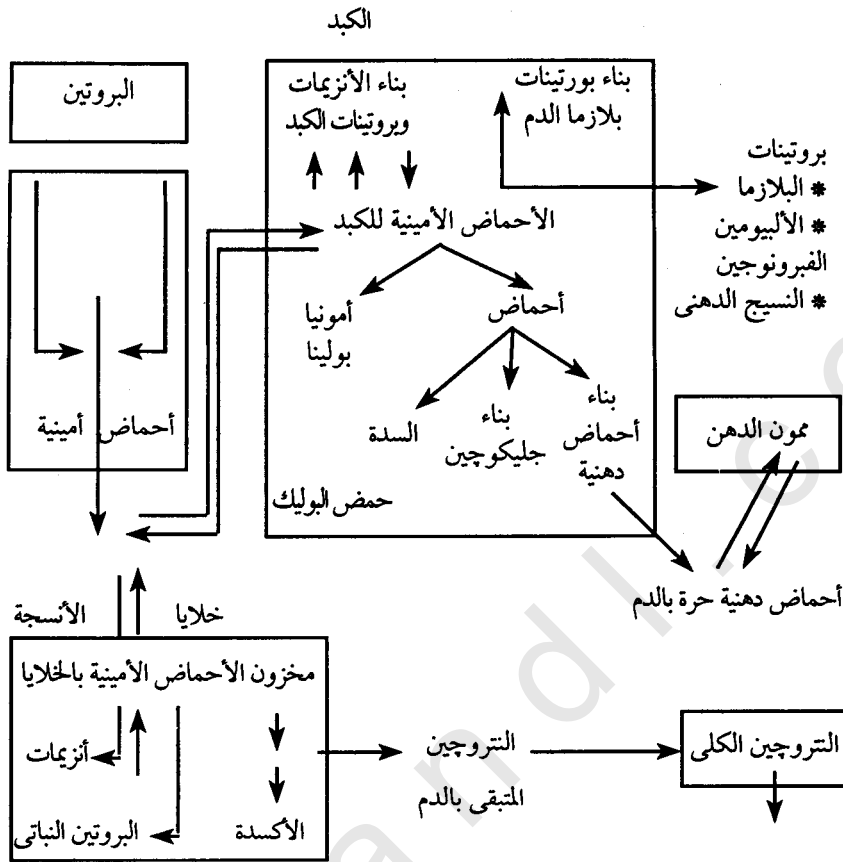
ويظهر تأثير الجهاز العصبي على التمثيل الغذائي للكربوهيدرات عن طريق العصب السمبثاوى، حيث أن تنبيه هذا العصب يؤدي إلى زيادة إفراز هرمون الأدرينالين من الغدة فوق الكلية (الغدة الكظرية) وهذا الهرمون له تأثيره على انشطار الجليكوجين في الكبد والعضلات، ويرتفع بذلك مستوى تركيز الجلوكوز في الدم، كما تنبه هذه العمليات أيضاً هرمون الغدة البنكرياسية الذي يطلق عليه اسم الجلوكاجون Glucagon، وهو هرمون يقوم بالمساعدة على تحويل الجليكوجين إلى الجلوكوز وعلى العكس من ذلك، فإن الأنسولين يعتبر الهرمون المضاد لنشاط الأدرينالين والجلوكاجون، حيث يقوم بالمساعد على تحويل الجلوكوز إلى جليكوجين في الكبد، ويشترك أيضاً في التمثيل الغذائي لكربوهيدرات بعض الهرمونات الأخرى مثل هرمونات الغدة فوق الكلية، والغدة الدرقية، والغدة النخامية.

التمثيل الغذائي للبروتين

يتكون البروتين من الأحماض الأمينية، وهو يعتبر المادة الأساسية لبناء خلايا وأنسجة الجسم، وعلى سبيل المثال: يبلغ حجم البروتين في العضلات الهيكلية نسبة حوالى ٢٠٪، وهذا يعطى العضلة خاصيتها الانقباضية، كما يتكون من البروتين كثير من الأنزيمات والهرمونات، ويقوم الهيموجلوبين وهو من البروتين بنقل الأكسجين، كما يستخدم بروتين الفيبرونوجين في تجلط الدم، كما تقوم بعض البروتينات المركبة بنقل الصفات الوراثية.

كما يمكن أن يستخدم الجسم البروتين كمصدر للطاقة، حيث ينشط الجانب غير التروجيني ليكون الكربوهيدرات التي تتحول إلى الطاقة. وتؤدي أكسدة الجرام الواحد من البروتين إلى تحرير ٥, ٦٥ سعر حرارى، بينما ينشط الجزء التروجيني من البروتين إلى بولينا وأمونيا وغيرها كما في الشكل التالى.

تتحول المواد الغذائية البروتينية في الأمعاء الدقيقة إلى أحماض أمينية لكى



دورة البروتين في الجسم

تنقل فى الدم على هذه الصورة إلى الكبد. حيث تحدث عمليات لإعادة تركيب الأحماض الأمينية وفرزها ثم تخرج الأحماض الأمينية من الكبد إلى الأنسجة، وتستخدم لبناء البروتينات. وتتحوّل المواد البروتينية الزائدة فى الجسم إلى كربوهيدرات ودهون، وتخرج نواتج انشطار البروتينات عن طريق الكلى والغدد العرقية وهى تشمل الأمونيا والبولينا وحامض البوليك والكرياتين وغيرها.

ويمكن الحكم على مستوى التمثيل الغذائى للبروتينات بمستوى التروجين الذى يدخل الجسم ضمناً مع الأغذية البروتينية، ولذا يستخدم ما يسمى "التوازن التروجينى" بمعنى أن مقدار خروج التروجين يتساوى مع مقدار استيعابه، وفى حالة استيعاب التروجين بدرجة أكبر من التخلص منه، فإن هذه الحالة تسمى "التوازن التروجينى الإيجابى" ويمكن ظهور هذه الحالة لدى البالغين بعد الجوع أو الأمراض التى تتسبب لدى الرياضيين خاصة فى فترة الإعداد الأولى من الموسم التدريبى، والتى يعتبر من واجبها التنمية العضلية.

كما يزيد خروج التروجين فى بعض الحالات الأخرى أكثر من مقدار استيعابه، وهذه الحالة تسمى "التوازن التروجينى السلبى" ويعتبر التوازن الإيجابى والمتساوى للتروجين هو المستوى العادى لأنشطة حياة الإنسان، وعند زيادة تناول المواد الغذائية البروتينية لدى البالغين، لا يحدث خلل للتوازن التروجينى نظراً لأنه كلما زادت المواد البروتينية التى يتناولها الإنسان زادت نسبة التخلص من التروجين فى البول، حيث لا يخزن البروتين الزائد فى الجسم، فعند زيادة حاجة أحد أعضاء الجسم للبروتين، يمكن أن تتعاون معه الأعضاء الأخرى لتوفير البروتين لأعضاء الجسم الأكثر أهمية، وبناء على ذلك قد تفقد بروتينات من الكبد ثم العضلات الهيكلية، ويقل وزن هذه الأعضاء، بينما لا يتغير مستوى بروتينات المخ والقلب، وكذلك لا يقل وزنها نظراً لزيادة أهميتهما.

وينظم التمثيل الغذائى للبروتين بعض المراكز العصبية الموجودة فى المخ

المتوسط . وقد دلت التجارب على الحيوانات أن استئصال بعض نوايات هذا الجزء تؤدي إلى زيادة التمثيل الغذائي للبروتينات، ويصبح التوازن التتروچينى سلبياً، ويؤثر الجهاز العصبى على التمثيل الغذائى للبروتينات عن طريق هرمونات الغدة الدرقية والجزء الأمامى للغدة النخامية وغيرها من إفرازات الغدد الصماء .

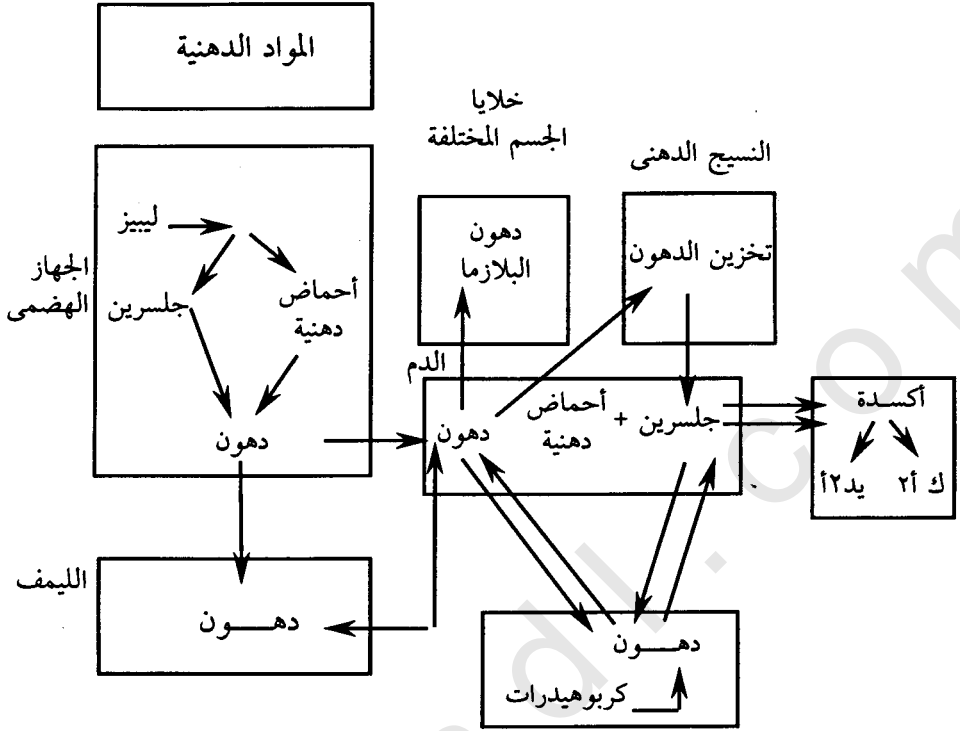
التمثيل الغذائى للدهون

تتحول الدهون فى الأمعاء الرفيعة (الدقيقة) إلى جلسرين وأحماض دهنية، وبعد مرور هذه المواد من جدران الأمعاء، تتحول مرة أخرى إلى دهون حيث يتم امتصاصها فى الليمف والجزء الأقل منها ينقله الدم إلى الأنسجة لاستخدامها فى البناء أو الطاقة، شكل رقم (د) حيث تدخل الدهون فى بناء غشاء الخلايا ومكونات الخلايا، كما يمكن تخزين الدهون فى الجسم ويبلغ الحجم العام للدهون فى الإنسان حوالى (من ١٠٪ إلى ١٢٪) من وزن الجسم، وفى حالة السمنة يمكن أن تصل هذه السمنة إلى (من ٤٠٪ إلى ٥٠٪) من وزن الجسم .

ويمكن استخدام الدهون كمصدر للطاقة، حيث ينتج من أكسدة جرام واحد من الدهون طاقة تعادل ٩,٤٥ سعر حرارى، ولكن الدهون تحتاج إلى كمية من أكسوجين أكثر مما تحتاجه أكسدة الكربوهيدرات .

وتستخدم الدهون كمصدر للطاقة أثناء فترة الراحة وعند النشاط البدنى المنخفض الشدة ولفترة طويلة، وعند بداية العمل العضلى تستخدم الكربوهيدرات، إلا أن بعد مرور فترة زمنية يقل مخزون الجليكوجين ويزيد الاعتماد على استهلاك الدهون كمصدر للطاقة حتى تبلغ مساهمتها ٨٠٪ إلى جانب الكربوهيدرات .

ويحيط النسيج الدهنى بمختلف أعضاء الجسم لحمايتها من التأثيرات



دورة الدهون في الجسم

الميكانيكية، وتثبيت الأعضاء الداخلة كما تعمل الخلايا الدهنية أسفل الجلد على رداءة التوصيل الحراري من فقدان كميات من الحرارة أزيد من اللازم. وتتحول المواد البروتينية والكربوهيدراتية الزائدة عن حاجة الجسم إلى دهون، وكذلك عند حاجة الجسم إلى الدهون يتم حصوله على ذلك من خلال المواد الكربوهيدراتية.

ويتم التحكم في التمثيل الغذائي للدهون عن طريق الجهاز العصبي من خلال تأثيره على إفرازات الغدد الصماء، حيث يقوم هرمون الأنسولين بتنبية عمليات تحول المواد الكربوهيدراتية إلى دهون، وترجع زيادة مخزون الدهون في الأصحاء إلى أن تناول الطعام يفوق استهلاكه في معظم الأحوال.

الماء

قد دلت الدراسات على أن السوائل الباردة يتم امتصاصها من المعدة بمعدل أسرع من السوائل التي تعادل درجة حرارة الجسم .

كما أن سرعة الامتصاص تقل في حالة احتواء السوائل على سكر في أى شكل من أشكاله، ولذا يفضل تقليل الجلوكوز في الماء في حالة الأداء الرياضى فى الجو الحار، حيث تزيد حاجة اللاعب إلى الماء أكثر من الكربوهيدرات .

الأملاح المعدنية

لا يؤدى تناول الأملاح المعدنية إلى تحسين مستوى الأداء الرياضى ولكنه يفيد الرياضى فى تعويض ما يفقده الجسم خلال عمليات التمثيل الغذائى، حيث أن نقص هذه الأملاح يمكن أن يؤثر على مستوى الأداء الرياضى .

قياس التمثيل الغذائى (الطالورى مترى)

يقوم الجسم باستهلاك مصادر الطاقة بصفة مستمرة طوال الحياة . حيث تصرف الطاقة على مختلف الأنشطة الوظيفية فى الجسم وعلى أداء الشغل الخارجى ودرجة حرارة الجسم، ومعنى هذا أن استمرارية الحياة لا تتم إلا باستمرارية استكمال مصادر الطاقة فى الجسم عن طريق الغذاء . ويطلق على العلاقة بين كمية الطاقة التى يحصل عليها الجسم وما يستهلكه من هذه الطاقة مصطلح "التوازن الطاقى" فإذا زادت كميات الغذاء تخزنه مصادر الطاقة فى الجسم، وفى حالة عدم كفاية الطعام فإنها تقل .

طرق قياس الطاقة

يقاس التمثيل الغذائى لإنتاج الطاقة فى الجسم بالكالورى مترى، ويتحدد ذلك بواسطة ثلاثة طرق هى :

* الطريقة الأولى

قياس الحرارة الناتجة عن الجسم (القياس الكالورى مترى المباشر) .

• الطريقة الثانية

قياس استهلاك الجسم للأكسوجين، وتخلصه من ثانى أكسيد الكربون. (القياس الكالورى مترى التنفسى غير المباشر).

• الطريقة الثالثة

تحديد السعرات الحرارية للمواد الغذائية التى يتناولها الإنسان (القياس الكالورى مترى للعناصر الغذائية غير المباشرة).

قياس الحرارة الناتجة عن جسم الإنسان (القياس الكالورى مترى المباشر)

تستخدم لذلك حجرة محكمة الغلق بها حوائط مزدوجة لمنع تسرب الحرارة وبها مواسير يمر فيها الماء، حيث تقوم الحرارة الناتجة عن الإنسان برفع درجة حرارة الماء الموجودة فى المواسير، وبمعرفة كمية هذا الماء ودرجة حرارته، يمكن تحديد كمية الحرار التى خرجت عن الإنسان، وتعتبر هذه الطريقة أدق طرق قياس استهلاك للطاقة، إلا أنها تحتاج إلى وقت طويل ويصعب استخدامها فى مجال الأنشطة الرياضية للإنسان.

القياس الكالورى مترى التنفسى غير المباشر

يتم الحكم على مقدار الطاقة المستهلكة بمقدار استهلاك الأكسوجين وخروج ثانى أكسيد الكربون، حيث يؤدى اللتر الواحد من الأكسوجين إلى أكسدة مقدار معين من مواد الطاقة بالجسم. وبناء على ذلك تتحرر كمية كبيرة من الطاقة ترجع إلى مدى ما يمكن أن ينتجه اللتر الواحد من الأكسوجين مع نوع معين من مصادر الطاقة.

فمثلاً يحتاج أكسدة جرام واحد من الكربوهيدرات ٠,٨ لتر أكسوجين، ويتحرر مقابل ذلك ٤,١ سعر حرارى، وبناء على ذلك فإن لتر الأكسوجين الواحد يستطيع أكسدة ١,٢٦ جرام كربوهيدرات للحصول على ٥,٠٥ سعر

حرارى، وتختلف هذه العلاقة عند أكسدة الدهون حيث يستطيع اللتر الواحد من الأكسوجين أكسد نصف جرام فقط من الدهون، وعند ذلك يتحرر ٤,٧ سعر حرارى.

ويطلق على كمية الطاقة التى تتحرر نتيجة استخدام لتر واحد أكسوجين (التعادل الكالورى) ويتراوح ما بين ٤,٧ سعر حرارى و ٥,٠٥ سعر حرارى ويمكن الحكم على مقدار التعادل الكالورى بمعرفة مقدار التنفس وهو نسبة حجم ثانى أكسيد الكربون إلى الأكسوجين المستهلك.

وعند حساب استهلاك الطاقة بالطريقة التنفسية غير المباشرة، من الضرورى معرفة الأكسوجين وثانى أكسيد الكربون الخارج من الرئتين. ولذلك يتم قياس التهوية الرئوية، ويحدد مقادير مكونات هواء الزفير بعد جمعه فى أكياس خاصة، ولذلك يستخدم قناع خاص ثم يتم استخدام التحليل الكيميائى لهواء الزفير بواسطة أجهزة خاصة، ويتم تحديد الأكسوجين المستهلك وثانى أكسيد الكربون الخارج ثم يحدد معامل التنفس وبناء عليه يمكن حساب الطاقة المستهلكة بالسرعات الحرارية.

وينتشر استخدام طريقة القياس الكالورى مترى التنفسى غير المباشر لحساب الطاقة المستهلكة فى مجال الأنشطة الرياضية.

تحديد السرعات الحرارية للمواد الغذائية التى يتناولها الإنسان (القياس الكالورى مترى للعناصر الغذائية غير المباشرة).

يمكن عن طريق حساب المواد الغذائية التى يتناولها الإنسان حساب الطاقة، إلا أن الجسم عادة لا يتم به التوازن بين الطاقة الناتجة ومقدار الغذاء الذى يتناوله الإنسان بطريقة فورية، وهذا يؤدى إلى الخطأ فى حساب الطاقة مما يصعب استخدام هذه الطريقة.

الطاقة والسعرات الحرارية التي توجد بالأطعمة المختلفة

الطاقة Energy

تنتج الطاقة في جسم الإنسان عن طريق تكسير جزيئات الطعام وأكسديتها -للأطعمة التي تحتوي على عنصرى الكربون والهيدروجين - وتقاس هذه الطاقة بوحدات تعرف بالسعر الحرارى (الكالورى). وهناك وحدتين من الكالورى هما:

- * السعر الحرارى الصغير.
- * السعر الحرارى الكبير.

السعر الحرارى الصغير (الكالورى)

السعر الحرارى الصغير هو عبارة عن كمية الطاقة اللازمة لرفع درجة حرارة جرام واحد من الماء درجة مئوية واحدة.

أن السعر الحرارى الصغير كمية ضئيلة جداً لا تكون عملية لقياس الطاقة في أغذية الإنسان فى الأصول العادية. لذلك تستخدم وحدة قياس أكبر تسمى بالسعر الحرارى الكبير (الكيلو كالورى أو الكيلو جولز) والكيلو كالورى يساوى أكثر من ٤ أضعاف الكيلو جولز السعر الحرارى الكبير (الكيلو كالورى).

السعر الحرارى الكبير (الكيلو كالورى) يساوى ١٠٠٠ سعر حرارى صغير (كالورى)

وينتج عن احتراق جرام واحد من الكربوهيدرات أو جرام واحد من البروتينات ٤,١ سعر حرارى كبير تقريباً (كيلو كالورى)، كما ينتج عن احتراق جرام واحد من المواد الدهنية ٩,٣ سعر حرارى كبير (ليكو كالورى) تقريباً.

السعرات الحرارية التي توجد بالأطعمة المختلفة

إن معظم الطاقة الناتجة من عمليات التمثيل الغذائى للطعام تتحول إلى حرارة داخل الجسم ومعدل إنتاج الحرارة بالجسم يعتمد على الطاقة المنطلقة من

الطعام الذى يتناول الفرد . فالطاقة المستهلكة بواسطة الجسم والطاقة التى توجد بالطعام يتم قياسها عن طريق استخدام السعرات الحرارية .

وقد وضع جنشل (Getchell) فى عام ١٩٧٦ جدولاً يشير إلى القيم المكافئة للسعرات الحرارية التى توجد بالأنواع المختلفة من الطعام . وهذا الجدول سوف يساعد الفرد عند التخطيط لوضع برنامج خاص عند عملية المحافظة على الوزن، التخفيف، وزيادة الوزن .

الجدول رقم (١) يبين السعرات الحرارية للأطعمة المختلفة

نوع الطعام	الكمية	القيمة التقريبية للسعرات الحرارية
الحبوب ومنتجاتها		
١ - خبز عربى أبيض	١٠٠ جرام	٢٨٤
٢ - خبز عربى بنى	١٠٠ جرام	٢٤٤
٣ - خبز همبرجر (واحد) .	١٠٠ جرام	٨٩
٤ - خبز مرقوق	١٠٠ جرام	٢٩٠
٥ - خبز شامى أبيض	١٠٠ جرام	٢٥٣
٦ - ذرة محمصة (بشار)	١٠٠ جرام	٣٦٨
٧ - رز بنى مطهى	١٠٠ جرام	١١٩
٨ - رز مسلوق مضاف إليه ملح	١٠٠ جرام	١٠٠
٩ - شعيرة مسلوقة	١٠٠ جرام	٦٧
١٠ - مكرونة اسباجيتى مسلوقة	١٠٠ جرام	١٤٨
١١ - مكرونة جافة	١٠٠ جرام	٣٧٩
١٢ - شعيرة مسلوقة	١٠٠ جرام	٤٩
١٣ - مناقيش	١٠٠ جرام	٢٤٩

جنشل ١٩٦٧ م Getchell

تابع الجدول رقم (٦)

القيمة التقريبية للسعرات الحرارية	الكمية	نوع الطعام
		البقول
٩٨	١٠٠ جرام	١ - فوق مدمس
١١٢	١٠٠ جرام	٢ - فول مسلوق
٣٥٩	١٠٠ جرام	٣ - حمص مسلوق
٣٥٤	١٠٠ جرام	٤ - عدس يابس
١٠٦	١٠٠ جرام	٥ - عدس مطهى
٣٤٠	١٠٠ جرام	٦ - لوبيا يابسة
١٥٤	١٠٠ جرام	٧ - فاصوليا يابسة بيضاء
٣٤٨	١٠٠ جرام	٨ - بازिला يابسة
٣٧٢	١٠٠ جرام	٩ - ترمس
١٠٣	١٠٠ جرام	١٠ - فاصوليا صويا معلب
		الخضروات
٤٠٤	١٠٠ جرام	١ - خرشوف
٢٨	١٠٠ جرام	٢ - ورق الشمندر
٤١	١٠٠ جرام	٣ - شمندر مطهى
١٠٤	١٠٠ جرام	٤ - فول أخضر
٢٩	١٠٠ جرام	٥ - بروكلى طازج
٢٦	١٠٠ جرام	٦ - ملفوف
٤٣	١٠٠ جرام	٧ - جزر
٢٥	١٠٠ جرام	٨ - زهرة
١٤٤	١٠٠ جرام	٩ - حمص أخضر
١٨	١٠٠ جرام	١٠ - خيار

جنشل ١٩٦٧ م Getchell

تابع الجدول رقم (١)

نوع الطعام	الكمية	القيمة التقريبية للسعرات الحرارية
تابع الخضروات		
١١- باذنجان طازج	١٠٠ جرام	٢٤
١٢- ثوم	١٠٠ جرام	١٣٢
١٣- ورق عنب	١٠٠ جرام	٩٧
١٤- ورق خس	١٠٠ جرام	٢٤
١٥- لوبيا خضراء	١٠٠ جرام	١٢٨
١٦- ملوخية	١٠٠ جرام	٣٦
١٧- نعناع	١٠٠ جرام	٥٤
١٨- باميا	١٠٠ جرام	٤٦
١٩- باميا مطهية	١٠٠ جرام	٣٢
٢٠- بصل	١٠٠ جرام	٤٧
٢١- بصل مطهى	١٠٠ جرام	٣٨
٢٢- بقდونس	١٠٠ جرام	٤٣
٢٣- بازिला طازجة	١٠٠ جرام	٩٩
٢٤- بازिला محمرة	١٠٠ جرام	٨٣
٢٥- بازिला معلبة	١٠٠ جرام	٦٨
٢٦- بازिला مطهية	١٠٠ جرام	٧٠
٢٧- فلفل حلو	١٠٠ جرام	٢٤
٢٨- فجل	١٠٠ جرام	٣٤
٣٠- جرجير	١٠٠ جرام	١٨
٣١- سبانخ مطهية	١٠٠ جرام	٢٦
٣٢- كوسا	١٠٠ جرام	٣٦
٣٣- كوسة مطهية	١٠٠ جرام	١٣
٣٤- لفت	١٠٠ جرام	٢٩

جيشل ١٩٦٧ م Getchell

تابع الجدول رقم (٦)

نوع الطعام	الكمية	القيمة التقريبية للسعرات الحرارية
تابع الخضروات		
٣٥- قرع طازج	١٠٠ جرام	٣٩
٣٦- لوبيا بلدية	١٠٠ جرام	٩٠
٣٧- مشروم طازج	١٠٠ جرام	٢٨
٣٨- أوراق خلدل مطهى	١٠٠ جرام	٢٣
٣٩- خبيزة	١٠٠ جرام	٤٧
٤٠- بقلّة	١٠٠ جرام	٣٢
٤١- فاصوليا خضراء مطهية	١٠٠ جرام	٢٦
٤٢- فاصوليا خضراء طازجة	١٠٠ جرام	٣٥
٤٣- فاصوليا خضراء معلبة	١٠٠ جرام	١٨
٤٤- فاصوليا خضراء مجمدة	١٠٠ جرام	٢٧
٤٥- بندورة طازجة	١٠٠ جرام	٢٠
٤٦- بندورة معلبة	١٠٠ جرام	٢٠
٤٧- بطاطا	١٠٠ جرام	٨٣
٤٨- بطاطا مشوية بقشرها	١٠٠ جرام	٩٣
٤٩- بطاطا مسلوقة مقشرة	١٠٠ جرام	١١٠
٥٠- بطاطا مقلية	١٠٠ جرام	٣٤١
٥١- بطاطا حلوة	١٠٠ جرام	١٢٣
٥٢- بطاطا حلوة مشوية	١٠٠ جرام	١٤١
٥٣- بطاطا حلوة مسلوقة	١٠٠ جرام	١١٤
٥٤- قلقاس	١٠٠ جرام	٧٣

جنشل ١٩٦٧ م Getchell

تابع الجدول رقم (١)

القيمة التقريبية للسعرات الحرارية	الكمية	نوع الطعام
		الفواكه
٧٢	١٠٠ جرام	١ - عنب
٢٣٩	١٠٠ جرام	٢ - زبيب
٦٧	١٠٠ جرام	٣ - عصير عنب معلب
٤١	١٠٠ جرام	٤ - عصير جريب فورت
٥٠	١٠٠ جرام	٥ - جريب فورت
٥٢	١٠٠ جرام	٦ - عصير جريب فروت معلب
٤٥	١٠٠ جرام	٧ - برتقال
٤٤	١٠٠ جرام	٨ - عصير برتقال معلب
٤٤	١٠٠ جرام	٩ - عصير برتقال طازج
٥٠	١٠٠ جرام	١٠ - مندلينا
٣٦	١٠٠ جرام	١١ - ليمون حامض
٢٤	١٠٠ جرام	١٢ - عصير ليمون معلب
٤٤	١٠٠ جرام	١٣ - ليمون حلو
٧٠	١٠٠ جرام	١٤ - جوافة
٥٦	١٠٠ جرام	١٥ - تفاح
٥٠	١٠٠ جرام	١٦ - عصير تفاح معلب
٥٢	١٠٠ جرام	١٧ - مشمش
٣٠٢	١٠٠ جرام	١٨ - مشمش مجفف
٩٢	١٠٠ جرام	١٩ - موز
٦٢	١٠٠ جرام	٢٠ - كرز
٢١١	١٠٠ جرام	٢١ - بلح نصف جاف
٢٩١	١٠٠ جرام	٢٢ - بلح جاف

جنشل ١٩٦٧ م Getchell

تابع الجدول رقم (١)

القيمة التقريبية للسعرات الحرارية	الكمية	نوع الطعام
٧٩	١٠٠ جرام	٢٣- تين طازج
٢٩٠	١٠٠ جرام	٢٤- تين مجفف
٥١	١٠٠ جرام	٢٥- خوخ طازج
٦٨	١٠٠ جرام	٢٦- خوخ معلب محلى
٣١٥	١٠٠ جرام	٢٧- خوخ مجفف
٦٥	١٠٠ جرام	٢٨- كمثرى طازجة
٦٨	١٠٠ جرام	٢٩- كمثرى معلبة محلاة
٣٩	١٠٠ جرام	٣٠- أناناس طازج
٥٥	١٠٠ جرام	٣١- عصير أناناس غير محلى
٥٢	١٠٠ جرام	٣٢- برقوق طازج
٧٠	١٠٠ جرام	٣٣- رمان
٦٤	١٠٠ جرام	٣٤- عصير رمان
٣٤	١٠٠ جرام	٣٥- فراولة طازجة
٩٥	١٠٠ جرام	٣٦- فراولة مجمدة
٢٤	١٠٠ جرام	٣٧- بطيخ «دقى»
٣٧	١٠٠ جرام	٣٨- شمام
٤٥	١٠٠ جرام	٣٩- لوز أخضر
٢١٩	١٠٠ جرام	٤٠- تمر هندي
٣٤٦	١٠٠ جرام	٤١- ثمار جوز الهند
٢١	١٠٠ جرام	٤٢- ماء جوز الهند
٦٠	١٠٠ جرام	٤٣- سفرجل
٦٦	١٠٠ جرام	٤٤- توت
٦٣	١٠٠ جرام	٤٥- مانجة محفوظة

جنشل ١٩٦٧ م Getchell

تابع الجدول رقم (١)

القيمة التقريبية للسعرات الحرارية	الكمية	نوع الطعام
		الحليب ومنتجاته
٦٥	١٠٠ جرام	١ - حليب بقر كامل الدسم
٣٦	١٠٠ جرام	٢ - حليب بقر خالي الدسم
١٣٧	١٠٠ جرام	٣ - حليب معلب مبخر غير محلى
٣٢١	١٠٠ جرام	٤ - حليب مكثف محلى
٥٠٢	١٠٠ جرام	٥ - حليب مجفف كامل الدسم
٣٥٩	١٠٠ جرام	٦ - حليب مجفف خالي الدسم
٧٤	١٠٠ جرام	٧ - حليب مطعم بالشكولاته
٧٠	١٠٠ جرام	٨ - رايب كامل الدسم
٤٨	١٠٠ جرام	٩ - رايب خالي الدسم
٦٩٣	١٠٠ جرام	١٠ - زبدة
٩٥	١٠٠ جرام	١١ - جبنة حلوم
٢٥٧	١٠٠ جرام	١٢ - آيس كريم (١٢٪ دسم)
		اللحوم
٣٣٤	١٠٠ جرام	١ - الضأن
١٣٧	١٠٠ جرام	٢ - لحم أحمر
٢٤٢	١٠٠ جرام	٣ - لحم من الفخذ
٣٠٩	١٠٠ جرام	٤ - لحم من الضلوع
٢٦٤	١٠٠ جرام	٥ - لحم بقرى
٢٢٦	١٠٠ جرام	٦ - لحم بقرى من الفخذ

جنشل ١٩٦٧ م Getchell

تابع الجدول رقم (١)

القيمة التقريبية للسعرات الحرارية	الكمية	نوع الطعام
		تابع اللحوم
١٩٩	١٠٠ جرام	٧ - لحم بقرى من الرقبة
٢٨٢	١٠٠ جرام	٨ - لحم بقرى من الضلوع
١٨١	١٠٠ جرام	٩ - لحم العجل الصغير
١٣٦	١٠٠ جرام	١٠ - كبد الضأن
١٣٦	١٠٠ جرام	١١ - كبد البقر
١٤١	١٠٠ جرام	١٢ - كبد العجل
١٤١	١٠٠ جرام	١٣ - كبد الدجاج
١٠٥	١٠٠ جرام	١٤ - كلاوى الضأن
١٤٠	١٠٠ جرام	١٥ - كلاوى البقر
١٢٩	١٠٠ جرام	١٦ - كلاوى العجل
١١٧	١٠٠ جرام	١٧ - مخ العجل
١١٧	١٠٠ جرام	١٨ - مخ البقر
٢٠٧	١٠٠ جرام	١٩ - لسان البقر
٩٩	١٠٠ جرام	٢٠ - الكرشة مطبوخة
		الطيور
٩٩	١٠٠ جرام	١ - دجاج لحم أبيض
٩٩	١٠٠ جرام	٢ - دجاج لحم أحمر
١٩٩	١٠٠ جرام	٣ - دجاج مسلوق
١٨٥	١٠٠ جرام	٤ - دجاج مشوى

جنشل ١٩٦٧ م Getchell

تابع الجدول رقم (٦)

نوع الطعام	الكمية	القيمة التقريبية للسعرات الحرارية
٥ - البط	١٠٠ جرام	٣٢١
٦ - اللوز	١٠٠ جرام	٣٤٩
٧ - الحبش الرومى	١٠٠ جرام	٢٦٨
٨ -	١٠٠ جرام	٣٧٩
٩ -	١٠٠ جرام	٢٦١
١٠ - همبرجر	١٠٠ جرام	٢٨٦
١١ - بيض دجاج كامل	١٠٠ جرام	١٦٠
١٢ - بياض	١٠٠ جرام	٥١
١٣ - الصفار	١٠٠ جرام	٣٤٨
١٤ - أرانب	١٠٠ جرام	١٨٠
الأسماك		
١ - سمك تونا معلب بزيت	١٠٠ جرام	٢٨٨
٢ - سردين معلب بزيت	١٠٠ جرام	٣٠٩
البذور والمسكرات		
١ - كستنة	١٠٠ جرام	١٨٥
٢ - فول سودانى	١٠٠ جرام	٥٨٥
٣ - لوز	١٠٠ جرام	٥٩٨
٤ - فستق	١٠٠ جرام	٥٩٤
٥ - جوز	١٠٠ جرام	٦٥١
٦ - بندق	١٠٠ جرام	٦٣٤

جنشل ١٩٦٧ م Getchell

تابع الجدول رقم (١)

القيمة التقريبية للسعرات الحرارية	الكمية	نوع الطعام
		تابع البذور والمسكرات
٥٩٥	١٠٠ جرام	٧ - سمسم
٦٤١	١٠٠ جرام	٨ - طحينة
٥٦٣	١٠٠ جرام	٩ - بذور بطيخ
٥٥٤	١٠٠ جرام	١٠ - بذور شمام
٥٨٥	١٠٠ جرام	١١ - بذور قرع
٥٥٧	١٠٠ جرام	١٢ - بذور عباد الشمس
١٣٢	١٠٠ جرام	١٣ - زيتون أخضر
١٩١	١٠٠ جرام	١٤ - زيتون أسود
		متنوعات غذائية
١٠٤	١٠٠ جرام	١ - صلصة فلف حار
٩٨	١٠٠ جرام	٢ - كاتشب بندورة
٧١٨	١٠٠ جرام	٣ - مايونيز
		الحلويات
٢٥٠	١٠٠ جرام	١ - جيلي
٢٧٥	١٠٠ جرام	٢ - مربى الفراولة
٤٧٧	١٠٠ جرام	٣ - شيكولاته محلاة
٣٨٥	١٠٠ جرام	٤ - سكر أبيض
٣٧٨	١٠٠ جرام	٥ - سكر بني
٣٢٠	١٠٠ جرام	٦ - عسل نحل

جنتشل ١٩٦٧ م Getchell

تابع الجدول رقم (١)

نوع الطعام	الكمية	القيمة التقريبية للسعرات الحرارية
تابع الحلويات		
٧ - عسل تمر	١٠٠ جرام	٣١٧
٨ - عسل أسود	١٠٠ جرام	٢٣٢
٩ - حلاوة طحينية	١٠٠ جرام	٥١٦
١٠ - خل	١٠٠ جرام	١٢
١١ - مرجين (السمن الصناعى النباتى).	١٠٠ جرام	٧٢٠
البهارات		
١ - حب الهال (هيل)	١٠٠ جرام	١٨٣
٢ - قرفة	١٠٠ جرام	٢١٥
٣ - قرنفل	١٠٠ جرام	٢٨٢
٤ - بذور كزبرة	١٠٠ جرام	٣٦٠
٥ - بذور الحلبة	١٠٠ جرام	٣٧٤
٦ - أوراق الزعتر	١٠٠ جرام	٦٩
٧ - فلفل أسود	١٠٠ جرام	٢٣٧
٨ - فلفل أحمر	١٠٠ جرام	٢٨٧
٩ - قهوة سريعة التحضير	١٠٠ جرام	٤
١٠ - كولا	١٠٠ جرام	٤٨
١١ - مشروبات غازية	١٠٠ جرام	٣٨
١٢ - شراب كاكاو بالحليب	١٠٠ جرام	٩٥
١٣ - عصير برتقال	١٠٠ جرام	١٣٤

جنشل ١٩٦٧ م Getchell

تابع الجدول رقم (١)

نوع الطعام	الكمية	القيمة التقريبية للسعرات الحرارية
الكيك		
١ - كيك الشكولاته	١٠٠ جرام	٣٦٩
٢ - كيك فواكه	١٠٠ جرام	٣٧٩
٣ - كيك أسفنجي	١٠٠ جرام	٢٩٧
٤ - كيك القهوة	١٠٠ جرام	٣٢٢
الشورية المعلبة		
١ - شوربة دجاج	١٠٠ جرام	٧٣
٢ - شوربة دجاج وشعيرية	١٠٠ جرام	٢٦
٣ - شوربة بصل	١٠٠ جرام	٢٧
٤ - شوربة بزيلا	١٠٠ جرام	٥٣
٥ - شوربة بندورة	١٠٠ جرام	٣٦

جنشل ١٩٦٧ م Getchell

قيمة السعرات الحرارية للغذاء الكامل والعوامل التي تؤثر فيها

تعتبر الأهمية الأولى للغذاء العادى، هى توفير ما يحتاج إليه الجسم من الطاقة اللازمة للفرد خلال اليوم، وتزداد أهمية ذلك بصفة خاصة لدى الممارسين للأنشطة الرياضية، حيث أن التدريب الرياضى المنتظم يؤدى إلى زيادة استهلاك الطاقة.

تعد الدراسات العلمية فى مجال التمثيل الغذائى لإنتاج الطاقة وعمليات الهضم، الأساس لوضع معايير الغذاء السليم للرياضيين، حيث توضع القواعد الصحية للغذاء تبعاً لنتائج هذه الدراسات لكى تتلائم مع الحالة الاقتصادية والاجتماعية، وتتماشى مع العمر الزمنى وطبيعة العمل والنشاط اليومى وتغيرات الطقس.

وتتكون الطاقة الكلية المستهلكة خلال اليوم من التمثيل الغذائى القاعدى، وهو عبارة عن كمية الطاقة التى يستهلكها الجسم أثناء الراحة - التى تحدد صباحاً قبل تناول أى غذاء (على الريق) وفى الدرجة العادية لحرارة الحجرة (٢٠) - ويضاف لهذه الطاقة كمية الطاقة التى يستهلكها الجسم فى تناول الطعام، حيث تزيد عن مقدار التمثيل الغذائى القاعدى بحوالى (من ١٠٪ إلى ١٢٪) بالإضافة إلى الطاقة المستهلكة خلال العمل الذى يؤديه الإنسان.

نوعية مكونات الغذاء الكامل والسعرات الحرارية

تعتبر السعرات الحرارية الموجودة فى الغذاء الكامل عن قيمته الغذائية من جانب الطاقة فقط، ولكن الغذاء لا يعتبر كاملاً إلا إذا احتوى على الكميات الكافية من المواد الغذائية التى يحتاج إليها الجسم لبناء وتنظيم وظائفه، والإحساس بالشبع وما إلى ذلك من متغيرات. ويعتبر الغذاء غير كامل إذا لم يفي بهذه الالتزامات، بصرف النظر عن قيمته من جانب السعرات الحرارية. إن

العناصر الغذائية تكمل بعضها البعض الآخر، ليتمكن الغذاء من التأثير على عمليات الجسم الفسيولوجية ونمو العظام والمعضلات، وتكوين الأنسجة، وزيادة كفاءة الجسم وتحمله، وما إلى ذلك من متغيرات.

إن الكربوهيدرات والبروتينات والدهون، هي المواد الغذائية الأساسية للجسم، وأن النسب المثالية لهذه المواد الغذائية التي تفي بحاجات الإنسان هي ٤:١:١ بمعنى توفر ٤ كربوهيدرات وواحد بروتينات بالإضافة واحد دهون يفي باحتياجات الفرد البالغ غير الممارس للأنشطة الرياضية، وتختلف هذه النسبة من العناصر الغذائية بالنسبة للفرد الرياضي الذي يمارس النشاط الرياضي حيث تصبح النسبة ٤ كربوهيدرات: واحد بروتينات: ٨، ٠ دهون. ويعنى هذا النقص فى الدهون أن الرياضيين أثناء ممارستهم للنشاط الرياضي، يعتمدون بدرجة أكبر على الكربوهيدرات لأن الدهون تستغرق وقتاً أطول وأكسوجين أكثر عند أكسبتها.

إن الدهون تؤدي إلى زيادة ما يحتويه الجسم من المواد غير كاملة التأكسد (الأجسام الكيتولية) فتساهم الكربوهيدرات بمقدار يصل إلى ٦٥٪ من الطاقة المستهلكة يومياً، وتساهم البروتينات فى فقدان الطاقة المستهلكة يومياً بمقدار ١٤٪. بينما تساهم الدهون بمتوسط مقداره ٣٠٪ من الطاقة المستهلكة يومياً، وبذلك يمكن أن يتوفر للجسم متطلباته من البناء والطاقة، والشعور بالشبع وما إلى غير ذلك من التزامات.

ويجب مراعاة أن تغيير عنصر غذائي بعنصر آخر، يتم بما لا يزيد عن ٢٥ من الكمية العادية، مع الحذر بالنسبة للبروتينات، حيث أنها تعتبر مادة لبناء الجسم.

مقدار السعرات الحرارية اللازمة للرياضي

يستخدم السعر الحرارى كوحدة قياس للطاقة، وهو ما يعرف باسم كالورى Calorie وهو كمية الطاقة اللازمة لرفع درجة حرارة كيلو جرام واحد من الماء درجة مئوية واحدة تحت ظروف معينة.

وتصل كمية السعرات الحرارية المستهلكة للحفاظ على وزن الجسم خلال النشاط اليومي العادي ما بين ١٧٠٠ سعر حرارى إلى ٣٠٠٠ سعر حرارى فى اليوم للشخص صغير السن، ويقل هذا المقدار بالنسبة للشخص الكبير. ويحتاج الرياضى إلى كمية إضافية تتراوح ما بين ٤٠٠ سعر حرارى إلى ٢٠٠٠ سعر حرارى فى اليوم للمحافظة على الوزن خلال التدريب الرياضى، وتتوقف هذه الكمية على نوع التدريب والمنافسة.

فعلى سبيل المثال: يحتاج تدريب لاعبى السرعة ومسابقات الميدان إلى كمية قليلة من السعرات الحرارية، بينما تتضاعف كمية الطاقة التى يحتاج إليها لاعبى الجرى (المسافات الطويلة) والسباحة.

العوامل التى تؤثر فى زيادة ما يحتاج إليه الإنسان من سرعات حرارية

يمكن تصنيف العوامل التى تؤثر فى زيادة ما يحتاج إليه الإنسان من سرعات حرارية إلى ما يأتى :

* العمر الزمنى

كلما زاد العمر الزمنى للإنسان، كلما قل احتياجه للسرعات الحرارية، فالطفل بالنسبة إلى حجمه يحتاج إلى سرعات حرارية أكثر من الرجل الكهل، حيث أن الطفل يحتاج إلى مواد غذائية لبناء الجسم، بالإضافة إلى احتياجه إلى سرعات حرارية وتوليد الطاقة. أما الإنسان الكهل فلا يحتاج إلى مواد غذائية لبناء الجسم.

* الجنس

إن الإنسان الذكر يحتاج إلى سرعات حرارية أكثر مما تحتاج إليه الأنثى بفارق ٥٠٠ سعر حرارى لصالح الذكر، لإحتواء جسم الأنثى على دهون أكثر من الرجل.

* نوع العمل الذى يمارسه الإنسان

كلما كان العمل الذى يكلف به الإنسان صعباً، كلما زادت السرعات الحرارية التى يحتاجها الجسم. فالعمال على سبيل المثال يحتاج إلى سرعات حرارية أكثر من ساعى البريد الذى يقوم بتوزيع الخطابات مرتجلاً.

* نوع الجهد البدنى الذى يبذله الإنسان

يحتاج الرياضى المصارع إلى سرعات حرارية ضعف السرعات الحرارية التى يحتاج إليها لاعب كرة النضد (لاعب تنس الطاولة).

• وزن الجسم

يتناسب وزن الجسم تناسب طردياً مع السرعات الحرارية التي يحتاجها جسم الإنسان، فزيادة وزن جسم الإنسان يؤدي إلى زيادة السرعات الحرارية.

• الأمراض الجسمية

هناك أنواع من الأمراض تزيد من حاجة الجسم إلى السرعات الحرارية، والتي منها على سبيل المثال الأمراض الهرمونية.

التحكم في عدد السرعات الحرارية في الغذاء

يجب أن تغطي كمية السرعات الحرارية ما يتطلبه الجسم من الطاقة اليومية، فإذا لم يتحقق ذلك، يصبح توازن الطاقة سلبياً. حيث لا يكفي الغذاء مقدار السرعات الحرارية المطلوبة من الجسم.

إن الرياضيين لا يتعرضون لسوء التغذية من الوجهة العملية، باستثناء بعض الحالات التي يخشى فيها الرياضيين زيادة الوزن والتي منها الأنشطة الرياضية التي يتم فيها التنافس تبعاً لأوزان معينة، حيث يمنع اللاعب نفسه عن الغذاء خاصة قبل المنافسة بغرض إنقاص الوزن أو الاحتفاظ به، ويمكن أن تظهر حالة الرغبة في الغذاء خاصة بعد محاولة تحقيق مستوى رياضي أعلى في مكون القوة أو مكون التحمل، وكثيراً ما تساعد على زيادة فتح الشهية بعد التدريب الرياضي.

عملية وزن الجسم المنتظمة، هي أبسط الطرق لتحديد مدى ملائمة الغذاء لمقدار السرعات الحرارية المطلوبة، فإذا كان هناك ثبات في وزن الجسم فإن هذا يعني أن الغذاء سليم وكاف. وعند زيادة وزن الجسم بدرجة كبيرة مع زيادة الدهن، وعدم ظهور زيادة في الكتلة العضلية، أو على العكس من ذلك فعند نقص وزن الجسم بدون فقد الماء، فإن هذا يدل على عدم صحة الغذاء.

ويجب ملاحظة أن وزن الجسم ينقص من كيلو جرام واحد إلى ٣ كيلو جرام في نهاية التدريب كنتيجة لفقد الماء والدهون والحركات الزائدة في التدريب الرياضي، ثم

يحدث ثبات فى وزن الجسم أو زيادة بسيطة نتيجة نمو العضلات، وفى حالة الإجهاد يمكن أن يقل وزن الجسم من (٢ إلى ٣) كيلو جرام "ليتونوف جريافكيا".

إن وزن الجسم لا يعتبر دائماً المؤشر الصحيح للتغذية السليمة ولذلك يجب معرفة المستويات العادية المرتبطة بتركيب الجسم، والتى منها العظام والعضلات والعمر الزمنى والجنس والماء كأحدى مكونات الجسم، وقدرة الجسم على الاحتفاظ بها أو فقدها، حيث أن زيادة خروج الماء يرتبط بالعوامل الخارجية (المناخ...) ونوعية الغذاء.

يعتبر مؤشر نسبة وزن الجسم إلى الطول من المؤشرات الهامة لتحديد الوزن المثالى للجسم، ولهذا يستخدم فهرس بروك وهو عبارة عن طرح ١٠٠ من الطول بالسنتيمتر، ويكون الناتج هو الوزن الطبيعى بالكيلو جرام، ويسرى هذا بالنسبة للأطوال من ١٥٥ سنتيمتر إلى ١٦٥ فأقل سنتيمتر وعندما يكون الطول من ١٦٥ فأكثر سم إلى ١٧٥ فأقل سنتيمتر يطرح من الطول ١٠٥ سنتيمتر وعندما يكون الطول من ١٧٥ فأكثر سنتيمتر إلى ١٨٥ فأقل سنتيمتر يطرح من الطول ١١٠ سنتيمتر، فالجسم الذى يبلغ طوله ١٦٥ سنتيمتر كمثال يكون وزنه الطبيعى (١٦٥ - ١٠٥ = ٦٥ كيلو جرام).

وقد أشار أمين روجيه إلى استخدام الجدول رقم (٨) حيث يمكن الرجوع إليه لتحديد ما يجب أن يكون عليه الوزن الطبيعى مباشرة للجسم من الجنسين.

ملاحظة :

يشير انخفاض وزن الجسم مع النمو حتى ٢٥ سنة على ضعف النمو البدنى، كما أن زيادة وزن الجسم بعد سن من ٣٥ سنة إلى ٤٠ سنة يعتبر إحدى مؤشرات التقدم فى السن.

جدول (٧)

تحديد ما يجب أن يكون عليه الوزن الطبيعي للجسم من الجنسين

وزن الجسم بالكيلو جرام		طول الجسم بالسنتيمتر	وزن الجسم بالكيلو جرام		طول الجسم بالسنتيمتر	وزن الجسم بالكيلو جرام		طول الجسم بالسنتيمتر
إناث	ذكور		إناث	ذكور		إناث	ذكور	
٨١,٨	٨٧,٣	١٨٣	٥٨,٩	٦٢,٨	١٦٤	٤٠,٧		١٤٥
٨٣,٢	٨٨,٧	١٨٤	٦٠,٠	٦٤,٠	١٦٥	٤١,٥		١٤٦
٨٤,٦	٩٠,١	١٨٥	٦١,١	٦٥,٢	١٦٦	٤٢,٤		١٤٧
٨٦,٠	٩١,٦	١٨٦	٦٢,٢	٦٦,٤	١٦٧	٤٣,٣		١٤٨
٨٧,٤	٩٣,١	١٨٧	٦٣,٣	٦٧,٦	١٦٨	٤٤,٢		١٤٩
٨٨,٨	٩٤,٦	١٨٨	٦٤,٤	٦٨,٦	١٦٩	٤٥,١	٤٨,١	١٥٠
٩٠,٢	٩٦,١	١٨٩	٦٥,٦	٧٠,٠	١٧٠	٤٦,٠	٤٩,٠	١٥١
٩١,٦	٩٧,٧	١٩٠	٦٦,٨	٧١,٢	١٧١	٤٦,٩	٥٠,٠	١٥٢
٩٣,١	٩٩,٣	١٩١	٦٨,٠	٧٢,٥	١٧٢	٤٧,٨	٥١,٠	١٥٣
٩٤,٦	١٠٠,٩	١٩٢	٦٩,٢	٧٣,٨	١٧٣	٤٨,٨	٥٢,٠	١٥٤
٩٦,١	١٠٢,٥	١٩٣	٧٠,٤	٧٥,١	١٧٤	٤٩,٨	٥٣,٠	١٥٥
٩٧,٦	١٠٤,١	١٩٤	٧١,٦	٧٦,٤	١٧٥	٥٠,٨	٥٤,٠	١٥٦
٩٩,١	١٠٥,٧	١٩٥	٧٢,٨	٧٧,٧	١٧٦	٥١,٨	٥٥,١	١٥٧
.....	١٠٧,٣	١٩٦	٧٤,٠	٧٩,٠	١٧٧	٥٢,٨	٥٦,٢	١٥٨
.....	١٠٨,١	١٩٧	٧٥,٣	٨٠,٣	١٧٨	٥٣,٨	٥٧,٣	١٥٩
.....	١١٠,٥	١٩٨	٧٦,٦	٨١,٧	١٧٩	٥٤,٨	٥٨,٤	١٦٠
.....	١١٢,٢	١٩٩	٧٧,٩	٨٣,١	١٨٠	٥٥,٨	٥٩,٥	١٦١
.....	١١٣,٩	١٠٠	٧٩,٢	٨٤,٥	١٨١	٥٦,٨	٦٠,٠	١٦٢
			٨٠,٥	٨٥,٩	١٨٢	٥٧,٨	٦١,٧	١٦٣

كرتير أمين روحية ص ٢٣

وقد استبدل مؤشر نسبة وزن الجسم إلى طوله الذى توصل إليه بروك بآخر أكثر دقة، ويمكن الاعتماد عليه باعتباره يراعى عامل العمر الزمنى بالإضافة إلى الطول عند تحديد الوزن وذلك طبقاً للمعادلات التالية:

* الوزن الطبيعى من فوق ١١ سنة إلى ١٥ سنة فأقل =

$$\text{الطول سم} - ١٠٠ = \left\{ \frac{\text{الطول سم} - ١٢٥}{٢} \right\} \text{ كجم}$$

* الوزن الطبيعى من فوق ١٥ سنة إلى ١٨ سنة فأقل =

$$\text{الطول سم} - ١١٠ = \left\{ \frac{\text{الطول سم} - ١٤٥}{٢} \right\} \text{ كجم}$$

* الوزن الطبيعى فوق ١٨ سنة فأكثر =

$$\text{الطول سم} - ١٠٠ = \left\{ \frac{\text{الطول سم} - ١٥٠}{٤} \right\} \text{ كجم}$$

مثال ذلك: رياضى طوله ١٧٠ سم وعمره ٢٢ سنة. ما هو وزنه الطبيعى؟
الإجابة الوزن الطبيعى =

$$١٧٠ - ١٠٠ = \left\{ \frac{١٥٠ - ١٧٠}{٤} \right\} - ٧٠ = ٥ = ٦٥ \text{ كيلو جرام.}$$

وعادة ما تتم تقدير الغذاء الكامل اليومى بطريقة دقيقة ومنتظمة وذلك بالرجوع إلى تحديد السعرات الحرارية التى يحتويها كل نوع من أنواع الغذاء فى نطاق ما يحتويه كل منهم على السعرات الحرارية.

وتستخدم لقياس الطاقة المستهلكة بصفة أساسية الطريقة غير المباشرة، عن طريق تحديد الغازات، وبناء على عدة دراسات أمكن وضع جدول استهلاك الطاقة عند أداء مختلف الأنشطة الرياضية والأعمال الذهنية، وقد روعى فى

هذه الجداول فى الوقت الحالى إظهار مقدار الطاقة المستهلكة فى شكل مقدار كلى يشمل العوامل الثلاثة للطاقة وهى :

* التمثيل الغذائى القاعدى . * عملية الهضم .

* العمل نفسه .

ويلاحظ من الجدول رقم (٨) مقدار الطاقة المستهلكة فى الأنشطة الرياضية بعد قسمتها على وزن الجسم لاستخراج مقدار الطاقة المستهلكة لكل كيلو جرام من وزن الجسم فى الساعة لشخص متوسط الوزن من ٦٥ كيلو جرام إلى ٧٠ كيلو جرام (وقد تم إعداد هذا الجدول طبقاً لدراسة كل من كريستيسكو فينكوف وآخرين).

وبحساب ومعرفة الوقت والنشاط الذى تستهلك فيه الطاقة خلال اليوم، يمكن حساب الطاقة الكلية المستهلكة، ولتجنب حدوث الخطأ نتيجة عدم دقة طرق القياس، فيمكن إضافة مقدار من ١٠٪ إلى ١٥٪ على كمية الطاقة المحسوبة كتعويض لذلك. وتعتبر البيانات الواردة فى الجدول رقم (٨) هى متوسطات لعدد السرعات الحرارية فى الأنشطة الرياضية الموضحة بالجدول نفسه، حيث يمكن حدوث بعض التذبذبات فى هذه الأرقام، قد ترجع إلى درجة شدة التدريب والظروف الخارجية وما إلى ذلك من متغيرات.

جدول (٨)
الطاقة المستهلكة خلال أداء
الأنشطة الرياضية المختلفة

أنوع الأنشطة الرياضية	سعر حرارى /كجم/ساعة	الطاقة المستهلكة فى الساعة لوزن ٧٠ كجم
* العدو ١٠٠ متر	٤٥,٠٠	٣١٥٠,٠
* الجرى بسرعات.		
٢٠٠ متر / دقيقة	١٠,٠٥	٧٠٣,٥
٣٢٥ كتر / دقيقة	٣٧,٥٠	٢٦٢٥,٠
٨ كيلو متر/ساعة	٠٨,١٣	٥٦٩,١
١٥ كيلو متر / ساعة.	١١,٢٥	٧٨٧,٥
* الجرى بسرعة	١٥-٦	١٠٥٠ - ٤٢٠
* الملاكمة.		
- ملاكمة من وضع الاستعداد (وقوف ثنى الركبتين خفيفا).	٠٤,٣٦	٣٠٥,٢
- وثب الحبل.	٧,٢٠	٥٠٤,٠
- ملاكمة مع الكرة الخفيفة.	٧,٧٥	٥٤٢,٥
- ملاكمة مع الظل (شادو).	١٠,٥٢	٧٣٦,٤
- ملاكمة مع الكيس.	١٢,٨٤	٨٩٨,٨
- فى التدريب.		٩٢٤ - ٤٧٧
- فى المنافسة.		١١٢٢ - ٨١٩
* المصارعة.		
- تسلق الحبل.	١١,٢٠	٧٨٤,٠
- تمرينات - التعلق على الحلق	٥,٥٢	٣٨٦,٤
- تمرينات - حرة.	١٤,٢٨ - ٤,١٤	٩٩٩,٦ - ٢٨٩,٨
- تمرينات على حلق الحصان.	٦,١٨	٤٣٢,٦
- تجديف بسرعة ٥٠ متر/ثانية.	٢,٥٨	١٨٠,٦
- تجديف بسرعة ١٠٠ متر/ثانية	٥,٢٢	٣٦٥,٤

تابع جدول (٨)
تابع الطاقة المستهلكة خلال أداء الأنشطة الرياضية المختلفة

أنوع الأنشطة الرياضية	سعر حرارى / كجم/ ساعة	الطاقة المستهلكة فى الساعة لوزن ٧٠ كجم
* تابع المصارعة:		
- تجديف جماعى .	١٠,٩٤	٧٦٥,٨
- تجديف فردى .	١١,٦٤	٨١٤,٠
- قيادة سيارة من الجلوس .	١,٦	١١٢,٠
* دراجات:		
- سرعة ٣,٥ كيلو كتر / ساعة .	٢,٥٤	١٧٧,٠
- سرعة ١٠,٠ كيلو متر/ ساعة .	٤,٢٨	٢٩٩,٦
- سرعة ١٥,٠ كيلو متر/ ساعة .	٦,٠٥	٤٢٣,٥
- سرعة ٢٠,٠ كيلو متر/ ساعة .	٨,٥٦	٥٩٩,٢
* الصحة الشخصية .	١,٩٧	١٣٧,٩
* رمى أدوات رياضية .	١١,٠	٧٧٠,٠
* السباحة:		
- سرعة ١٠ متر/ دقيقة .	٣,٠	٢١٠,٠
- سرعة ٥٠ متر/ دقيقة .	١٠,٢٠	٧١٤,٠
- سرعة ٧٠ متر / دقيقة .	٢٥,٨٠	١٨٠٦,٠
* رماية .	٥,٣٥	٣٧٤,٥
* سلاح .	٨,٠٠	٥٦,٠

تابع جدول (٨)
تابع الطاقة المستهلكة خلال أداء الأنشطة الرياضية المختلفة

أنواع الأنشطة الرياضية	سعر حراري / كجم/ساعة	الطاقة المستهلكة في الساعة لوزن ٧٠ كجم
* المشي :		
- في داخل حجرة بسرعة ٩٠ خطوة/دقيقة	٣,٢٤	٢٢٦,٨
- في داخل فناء بسرعة ١٠٠ خطوة/دقيقة	٤,١٥	٢٩٠,٥
- في طريق مستوى بسرعة ٤,٥ كم/ساعة.	٣,١٤	٢١٩,٨
- في طريق مستوى بسرعة ٦,٠ كم/ساعة.	٤,٤٥	١١١,٥
- في طريق مستوى بسرعة ٨,٠ كم/ساعة.	١٠,٠٠	٧٠٠,٠
- طريق منخفض مستوى بسرعة ٤,٠ كم/ساعة.	٤,٠٨	٢٨٥,٦
- طريق منخفض مستوى بسرعة ٦,٠ كم/ساعة.	٤,٨٥	٣٣٩,٥
- على جبل غير مرتفع (١٥) بسرعة ٢,٠ كم/ساعة.	٦,٤٢	٤٤٩,٤

* تم إعداد هذا الجدول طبقاً لدراسة كل من كرتيسستو فينكوبا وآخرين.

ويساعد حساب الطاقة اليومية على اختيار كمية الغذاء المناسبة، بمعنى
السعرات الحرارية للغذاء اليومي.

وفى دراسة أجريت فى الاتحاد السوفيتى عام (١٩٦٨م) (روسيا حالياً)
أمكن تقسيم الأشخاص إلى أربع مجموعات تبعاً لشدة وطبيعة أعمالهم طبقاً لما
يلى:

• المجموعة الأولى:

الأشخاص الذين يعملون فى الأعمال الذهنية وغيرها، ولا يرتبطون
بالأعمال البدنية.

• المجموعة الثانية :

الأشخاص الذين يعملون فى الأعمال الميكانيكية.

• المجموعة الثالثة :

الأشخاص الذين يعملون فى الأعمال الميكانيكية التى تتطلب قوة بدنية.

• المجموعة الرابعة :

الأشخاص الذين يعملون فى الأعمال البدنية الشديدة.

جدول (٩)
السعرات الحرارية اليومية

أنوع الأنشطة الرياضية	سعر حراري / كجم/ ساعة	الطاقة المستهلكة في الساعة لوزن ٧٠ كجم
* المجموعة الأولى:		
- فوق ١٨ سنة إلى أقل من ٤٠ سنة.	٢٨٠٠ - ٣٠٠٠	٢٤٠٠ - ٢٦٠٠
- فوق ٤٠ سنة إلى أقل من ٦٠ سنة.	٢٦٠٠ - ٢٨٠٠	٢٢٠٠ - ٢٤٠٠
* المجموعة الثانية:		
- فوق ١٨ سنة إلى أقل من ٤٠ سنة.	٣٠٠٠ - ٣٢٠٠	٢٥٠٠ - ٢٧٥٠
- فوق ٤٠ سنة إلى أقل من ٦٠ سنة.	٢٨٠٠ - ٣٠٠٠	٢٣٥٠ - ٢٥٥٠
* المجموعة الثالثة:		
- فوق ١٨ سنة إلى أقل من ٤٠ سنة.	٣٢٠٠ - ٣٤٠٠	٢٧٠٠ - ٢٩٠٠
- فوق ٤٠ سنة إلى أقل من ٦٠ سنة.	٣١٠٠ - ٢٩٠٠	٢٥٠٠ - ٢٧٠٠
* المجموعة الرابعة:		
- فوق ١٨ سنة إلى أقل من ٤٠ سنة.	٣٧٠٠ - ٣٩٠٠	٣١٥٠ - ٣٣٥٠
- فوق ٤٠ سنة إلى أقل من ٦٠ سنة.	٣٤٠٠ - ٣٦٠٠	٢٩٠٠ - ٣١٠٠

يوضح الجدول رقم (٩) السعرات الحرارية اللازم توافرها في الغذاء اليومي للمجموعات السنية من فوق ١٨ سنة إلى أقل من ٤٠ سنة ومن فوق ٤٠ سنة إلى أقل من ٦٠ سنة) تبعاً لمجموعاتهم المختلفة وأعمارهم السنية والجنس، مع ملاحظة أن هذه المقادير قد وضعت لأشخاص متوسط أوزانهم للذكور ٧٠ كيلو جرام وللإناث ٦٠ كيلو جرام.

ويمكن أن ينتسب الرياضيين إلى المجموعة الرابعة الموضحة بالجدول رقم (٩) من جانب مقدار السرعات الحرارية المستهلكة في اليوم، وفي بعض الأحيان قد تزيد متطلبات الرياضيين عن هذه المقادير بكثير، وللدلالة على ذلك يمكن توضيح كمية السرعات الحرارية التي يحتاجها اللاعب في أيام التدريب حيث قامت كريستوفنوكونا Kristovne Kova بحساب عدد السرعات الحرارية للرياضيين تبعاً لأنشطتهم الرياضية المختلفة، فعند التدريب باستخدام أحمال تدريبية ذات شدة عالية لفترات قصيرة التي منها:

* عدو. * رمى. * وثب.

يجب إضافة من ٥٠٠ سعر حرارى كبير إلى ٨٠٠ سعر حرارى كبير، وعند ممارسة أنشطة رياضية يتطلب ممارستها فترة طويلة التي منها:

* ألعاب. * مصارعة.

* ملاكمة. * سباحة.

* جرى مسافات متوسطة. * جرى مسافات طويلة.

* تجديف.

يجب إضافة من ٨٠٠ سعر حرارى كبير إلى ١٥٠٠ سعر حرارى كبير، بحيث تتمشى هذه الإضافات مع المقادير التي اقترحها فارفل وآخرون Farfel et. al، ولزيادة دقة تحديد السرعات الحرارية التي يحتاجها الرياضيين يرجع للجدول رقم (٨).

وقد وضع بوكروفسكى وآخرون عام (١٩٧٥م) Pokrovsky et. al جدول يوضح متوسطات السرعات الحرارية التي يحتاجها الرياضيين في اليوم، وذلك بالنسبة لرياضيين فى وزن ٧٠ كيلو جرام للذكور و ٦٠ كيلو جرام للإناث جدول رقم (١٠).

جدول (١٠)
متوسط الأسعار الحرارية - بالسعر الحرارى الكبير للرياضيين
فى اليوم طبقاً للرأى بوكروفسكى وآخرون

الأنشطة الرياضية	ذكور	إناث
أكروبات، جمباز، فروسية، حواجز، وثب، رمى، غطس، رماية رفع أثقال، سلاح.	٤٥٠٠ - ٣٥٠٠	٤٠٠٠ - ٣٠٠٠
جرى ٤٠٠ متر، جرى ١٥٠٠ متر، جرى ٣٠٠٠ متر، مصارعة، سباحة، كرة سلة، كرة طائرة، كرة ماء، تنس، كرة قدم، هوكى.	٥٥٠٠ - ٤٥٠٠	٥٠٠٠ - ٤٠٠٠
جرى ١٠٠٠٠ متر، درجات الطريق، تجديف، ماراثون، مشى رياضى، تسلق جبال.	٦٥٠٠ - ٥٥٠٠	٦٠٠٠ - ٥٠٠٠

تخزين الجسم للطاقة وتحديد حاجة الفرد منها

تخزين الجسم للطاقة

تؤمن النظم الغذائية السليمة الطاقة، خاصة من الكربوهيدرات والدهنيات، ويتم اختزان هذه الطاقة داخل الجسم لحين الحاجة إليها فالجسم يمتص الكربوهيدرات سواء كانت فى صورة سكريات أو نشويات ويخترنها فى شكل جليكوجين، أى مجموعة كبيرة من جزئيات الجلوكوز.

ويعتبر الجلوكوز المنشط القوى للبنكرياس لإفراز الأنسولين الذى يؤكد بدوره الجلوكوز فى الخلايا ويحوّله إلى طاقة حرارية لازمة للجسم، ولازمة للعضلات أثناء التدريب الرياضى والمنافسات الرياضية. إلا أن زيادة الجلوكوز فى الدم وبصفة مستمرة نتيجة كثرة النشويات فى الطعام، يؤدى إلى الإجهاد المستمر للبنكرياس الذى يصاب بالإرهاق والضعف والخمول، مما يؤدى إلى الإصابة بمرض الداء السكرى وتعتبر هذه أخطر نتيجة لزيادة النشويات فى الطعام.

يخترن الكبد جزء من الجليكوجين لاستخدامها فى تثبيت نسبة السكر فى الدم حتى يحصل المخ على حاجته من الجلوكوز بصفة منتظمة، ويتم تخزين الكمية المتبقية من الجليكوجين فى العضلات، ويخترن الماء مع الجليكوجين بنسبة ٣ جرام ماء إلى جرام واحد جليكوجين مما يسبب نقص الوزن بعد ممارسة الأنشطة الرياضية نتيجة فقدان كثير من الماء فى صورة عرق، وكذلك نتيجة اختزان كمية من الجليكوجين، كما فى الصورة القادمة.

أما الدهنيات فيتم اختزانها فى خلايا الأنسجة الدهنية والعضلية. وتقوم خلايا الأنسجة الدهنية بدور أوعية التخزين، حيث تنكمش هذه الخلايا عند نقص الغذاء، وتمتد عند زيادة كمية الطعام التى يتناولها الفرد، فعند تحليل جزئيات الدهنيات ينتج عنها الأحماض الدهنية والجليسرول اللذان ينتقلان عن طريق الدم إلى العضلات لاستخدامها عند الحاجة، كما فى الصورة القادمة.

بعض الجليكوجين يخزن في
الكبد.

الذي يستخدمه في تثبيت مستوى
الجلوكوز في الدم حتى يضمن
حصول المخ على احتياجه من
الجلوكوز بصفة منتظمة.

الغالبية المتبقية من الجليكوجين
تخزن في العضلات.

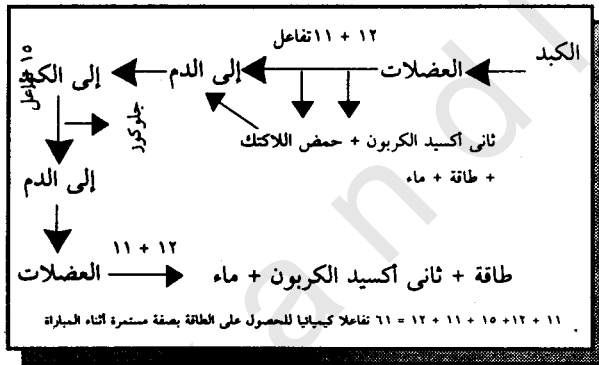
تخزن الدهون في الأنسجة
الدهنية وخلايا العضلات.

تخزن الجليكوجين في الكبد لمخ باحتياجاته
وتخزن الدهون في الأنسجة الدهنية وتخزن
الغالبية العظمى من الجليكوجين في العضلات

يحتوى جسم الذكر البالغ على نسبة ١٥٪ دهنيات، بينما يحتوى جسم الأنثى البالغة على ٢٥٪ دهنيات، وتقل هذه النسبة لدى عدائي المسافات الطويلة المتميزين، وعلى الرغم من ذلك فهي نسبة كافية لتوفير الطاقة اللازمة للعضلات لممارسة الأنشطة الرياضية الخفيفة لعدة أيام.

كيف يستهلك الجسم الطاقة المخزونة

إن عدد التفاعلات الكيميائية بين الكبد والدورة الدموية ثم العضلات ثم الدورة الدموية ثانياً ثم الكبد ثم الدورة الدموية ثالثاً إلى العضلات هي واحد وستون تفاعلاً كيميائياً خلال الدورة الموضحة بالشكل الآتى .



(عن صلاح عبيد)
دورة التفاعلات الكيميائية بين الكبد والدورة الدموية ثم العضلات

حيث تستهلك العضلات الطاقة المخزونة بمعدل يتناسب مع سرعة الأداء الرياضى، وفي حالة عدم تعويض هذه الطاقة بالسرعة المناسبة، فإن العضلات لن تستطيع المحافظة على الأداء الرياضى بالدرجة المطلوبة، وينجم عن ذلك ضعف سرعة الأداء أو توقف الأداء نفسه.

تحويل الطاقة المخزونة في العضلات إلى طاقة حركية

أثناء التدريبات تحول العضلات
الطاقة المخزونة إلى طاقة حركية
وحرارة (وقود).



(ATP) هي المادة التي تقوم بتشغيل

العضلات.

تحويل الطاقة المخزونة في العضلات إلى طاقة حركية

تحويل العضلات أثناء ممارسة الأنشطة الرياضية الطاقة المخزونة إلى طاقة حركية وحرارة، تماماً مثل آلة الاحتراق التي تحول الطاقة الكيميائية (وقود) إلى طاقة ميكانيكية، حيث تقوم خلايا العضلات بدور محطات توليد الكهرباء الصغيرة في إنتاج الطاقة، فهي تحرك الكربوهيدرات والأحماض الدهنية في وجود الأكسوجين حيث يتولد منتج كيميائي حيوي وهو ثلاثي ادينوسين الفوسفات (A T P) Adenosin Tri Phoshate وهي المادة التي تقوم بتشغيل العضلات، وتسمى هذه العملية بالتحول الغذائي الهوائي، نظراً لضرورة الأكسوجين.

ويمكن أيضاً إنتاج ثلاثى أدينوسين الفوسفات (A. T. P.) دون وجود الأكسوجين عن طريق استخدام الكربوهيدرات كوقود وليس الدهون، حيث تسمى هذه العملية بالتحول الغذائى اللاهوائى، حيث يختار الجسم أى من الطريقتين (التحول الغذائى الهوائى، أو التحول الغذائى اللاهوائى) لإنتاج الطاقة طبقاً لعدد من العوامل المختلفة.

تغير مصدر الطاقة

يعمل الجسم فى التدريب الرياضى بالطريقة الهوائية (بواسطة الأكسوجين) وتكون الدهون هى المصدر الرئيسى للوقود عند ٥٠٪ (Vo2 Max) وهى المسؤولة عن إنتاج أكثر من نصف الطاقة الكلية التى يحتاجها الفرد الرياضى، لأن الطاقة المخزنة فى الدهون تنطلق بالسرعة الكافية التى تتيح للفرد مزاوله أنشطة رياضية تتعدى نسبة ٥٠٪ Vo2 Max، وعند الوصول إلى نسبة من ٦٠٪ إلى ٦٥٪ Vo2 Max تتساوى مشاركة الكربوهيدرات والدهنيات فى إنتاج الطاقة، وإذا تعدى التدريب الرياضى مستوى ٦٥٪ Vo2 max تصبح الكربوهيدرات المصدر الأساسى للوقود، وفى هذه الحالة يجب أن يتوفر الحد الأقصى من الكربوهيدرات.



الجري بسرعة (كيلو متر/ساعة)

يوضح الرسم البيانى أنه كلما زاد Vo2max

فإن استهلاك الطاقة يزيد وبالتالي تزيد أيضاً

الحاجة إلى الكربوهيدرات * (Noakes) ١٩٨٥م

* Noakes, T. D. Lore Of Running. Oxford, Cape Town, 1985.

عندما يزيد العداء من سرعته أو يحاول ارتقاء تل بنفس السرعة التى يجرى بها، فإن الطاقة الإضافية المطلوبة لا يمكن توفرها بالكامل بواسطة التحول الغذائى الهوائى (وجود الأكسوجين) بل تتوفر بواسطة التحول الغذائى اللاهوائى الذى يحرق الكربوهيدرات بسرعة وبدون الحاجة إلى أكسوجين إضافى.

نجد فى سباقات المائة متر عدواً العنيفة، أن أغلب الطاقة المنتجة تكون بواسطة التحول الغذائى اللاهوائى الذى يستهلك الكربوهيدرات بسرعة كبيرة منتجاً حامض اللاكتيك أو حامض اللبنيك الذى يؤثر على كفاءة أداء العضلات وهو أحد أسباب الشعور بالإرهاق.

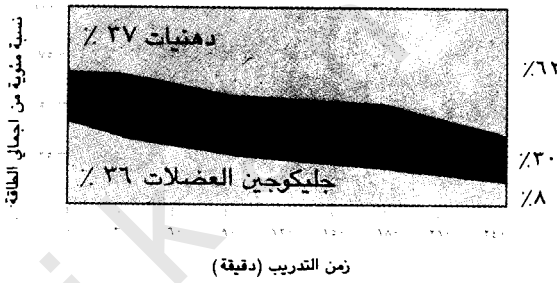
لذلك فإن التحول اللاهوائى يعتبر الأفضل فى السباقات قصيرة المدى فقط. كما أنه يمكن المشتركين فى أنشطة رياضية (الألعاب) التى تحتاج إلى قوة تحمل من المحافظة على معدل سرعة مناسبة دون بذل جهد يتعدى من ٥٠٪ إلى ٦٠٪ مما يسمح باستخدام مخزون الدهون لفترة أطول بالإضافة إلى الاقتصاد فى استهلاك مخزون الجليكوجين أيضاً.



ملخص مختلف طرق استهلاك مخازن الوقود فى الجسم

إن طول زمن التدريب الرياضى عامل آخر فى استهلاك الوقود، فكلما زادت مدة التدريب الرياضى، نقص مخزون الجليكوجين فى العضلات المشتركة فى المجهود العضلى، وعندئذ يعتمد إنتاج الطاقة على الأحماض الدهنية للاستمرار فى الجرى مع تقليل السرعة.

كذلك يمكن للجسم الحصول على بعض الطاقة من الجلوكوز الموجود فى الدم وبالذات عند اقتراب السباق من نهايته فتزداد نسبة الطاقة الناتجة عن الجلوكوز الموجود فى الدم، ويلاحظ الرياضيون أن مخازن الجليكوجين فى العضلات تفرغ بالكامل من ساعتين إلى ثلاث ساعات من التدريب الرياضى المتواصل عند نسبة من ٦٠٪ إلى ٨٠٪ أو بعدة عدة إنطلاقات من عدو المسافات القصيرة العنيفة مثلما يحدث فى المباريات الرياضية والمسابقات التنافسية.



تغيير مصادر الوقود على مدى فترة من الوقت
(فى هذا المثال درجة تركيز التمرين ٥٠٪ Vo2max)
(Noakes ١٩٨٥م)

تحديد حاجة الفرد من الطاقة

تعتمد حاجة الجسم من الطاقة على عدة عوامل مثل: حجم الجسم، وزن ونوع وكمية الأنشطة البدنية التى يؤديها الفرد يومياً. وحاجة الجسم من الطاقة

ما هى إلا حاصل جمع معدل تمثيل الغذاء التقاعدى مضافاً إليه كمية الطاقة المستهلكة لأداء الأنشطة اليومية المختلفة. ومعدل التمثيل الغذائى القاعدى يشير إلى أقل قدرأ من الطاقة اللازمة للاحتفاظ بالعمليات الحيوية للجسم عندما يكون الجسم فى حالة راحة تامة ويمكن تحديد كمية الطاقة اللازمة للاحتفاظ بالعمليات الحيوية اللازمة (معدل التمثيل الغذائى القاعدى) عن طريق قياس كمية الأكسجين التى يستهلكها الجسم خلال فترة زمنية ما بشرط أن يكون الجسم مسترخياً بوضع الرقود وعدم تناول أى طعام لفترة ١٢ ساعة.

ويستخدم الأكسجين بواسطة الجسم لأكسدة المواد الغذائية المختلفة وإطلاق الطاقة الكافية فى الطعام، وعلى ذلك فإن الأكسجين الذى يستهلكه الجسم يشير إلى كمية الطاقة التى يستخدمها الجسم، وتتراوح كمية الأكسجين التى يستهلكها الجسم فى الحالة القاعدية بحوالى ٣,٥ مليلتر لكل كيلو جرام من وزن الجسم بالدقيقة على سبيل المثال.

إذا كان وزن الفرد ٧٠ كيلو جرام فإن كمية الأكسوجين التى يستهلكها هذا الفرد بالدقيقة هى كما يلي:

كمية الأكسجين المستهلكة = $3,5 \times 70 = 2,45$ مليلتر أكسجين بالدقيقة.

$$\text{أو } 14,7 \text{ لتر/ساعة} = \frac{60 \times 2,45}{100} = 14,7 \text{ لتر/ساعة}.$$

وعند استخدام الأكسوجين بواسطة الجسم تنتج الطاقة والتى تقاس بالسرعات الحرارية، وقد تبين علمياً أن استخدام لتر واحد من الأكسجين يؤدى إلى إنتاج ٤,٨ سعر حرارى ولذلك يمكننا حساب عدد السرعات الحرارية التى يستخدمها الجسم بالساعة عن طريق استخدام المعادلة التالية:

$$\text{عدد السرعات الحرارية} = 4,8 \times 14,7 = 70,56 \text{ سعر حرارى بالساعة}.$$

وبذلك فإن عدد السعرات الحرارية اللازمة لهذا الفرد خلال ٢٤ ساعة :

$$24 \times 56,70 = 1693,44 \text{ سعر حرارى باليوم.}$$

ويمكن حساب عدد السعرات الحرارية التى تحتاجها المرأة بنفس الطريقة السابقة. لكن تحتاج المرأة إلى عدد من السعرات الحرارية يكون أقل من الرجل بمقدار ١٠٪ وعلى ذلك إذا كان وزن المرأة ٥٥ كيلو جرام، فإنها سوف تستخدم حوالى ١١٩٨ سعر حرارى باليوم ويمكن حساب ذلك كما يلى :

$$55 \times 3,0 = 192,5 \text{ مليلتر أكسجين / دقيقة.}$$

$$19,25 = \frac{10 \times 192,5}{100}$$

$$192,5 - 19,25 = 173,25 \text{ مليلتر أكسجين / دقيقة.}$$

$$10,395 = \frac{60 \times 173,25}{1000} \text{ لتر / ساعة.}$$

وبما أن كل لتر من الأكسجين يحترق داخل الجسم يؤدي إلى إنتاج ٤,٨ سعر حرارى وبذلك يمكننا حساب عدد السعرات الحرارية التى تنتج بالساعة بالنسبة للمرأة التى وزنها ٥٥ كيلو جرام.

$$4,8 \times 10,395 = 49,896 \text{ سعر حرارى / ساعة.}$$

$$1198 = 24 \times 49,896 \text{ سعر حرارى / يوم.}$$

وهذه الكمية من السعرات الحرارية هى الكمية التى يحتاجها الجسم فى حالة الراحة وفى وضع الركوز لكن الفرد يحتاج إلى سعرات حرارية إضافية ذلك لأداء الأعمال الحيوية اليومية المختلفة وبذلك فإن الكمية الكلية للطاقة التى يحتاجها الجسم يومياً = كمية الطاقة اللازمة لبقاء الجسم.

(معدل التمثيل الغذائي) (القاعدى) مضافاً إليه كمية الطاقة اللازمة لأداء الأعمال اليومية المختلفة، والمجموع الكلى يمثل حاجة الجسم من السعرات الحرارية خلال ٢٤ ساعة.

والقيمة الكلية للسعرات الحرارية التى يحتاجها الأفراد تختلف باختلاف نوع العمل الذى يؤديه هؤلاء الأفراد، هذا بالإضافة إلى السن والحجم، وإنه لمن الصعوبة حساب عدد السعرات الحرارية اليومية التى يحتاجها الفرد، والجدول رقم (١١) يشير إلى تقديرات السعرات الحرارية الكلية التى يحتاجها الرجال والسيدات ذوى الأوزان الجسمية المختلفة والأنشطة البدنية، ويمكننا تبين أنه كلما نقص وزن الفرد كلما قلت عدد السعرات الحرارية الكلية التى يحتاجها الفرد هذا بالإضافة إلى أنه كلما قل نشاط الفرد كلما قلت عدد السعرات الحرارية الكلية التى يحتاجها جسمه.

وإذا ما رغب الفرد فى تحديد السعرات الحرارية اليومية الكلية التى يحتاجها جسمه فعليه باتباع الخطوات السابق ذكرها، وباستخدام الجدول رقم (١١) يجب على الفرد أن يحدد النسبة المئوية التى توصف مدى نشاطه، على سبيل المثال دعنا نفترض أن النسبة المئوية لنشاط هذا الفرد هى ٦٠٪ وبذلك يمكن حساب عدد السعرات الحرارية الكلية عن طريق ضرب معدل التمثيل الغذائي القاعدى لفترة ٢٤ ساعة $\times ٦,٠$ ثم يضاف إلى النتيجة قيمة معدل التمثيل الغذائي القاعدى.

فعلى سبيل المثال إذا كان عدد السعرات الحرارية اليومية الكلية اللازمة لبقاء حياة الفرد (مصدر التمثيل الغذائي القاعدى) هى ٢٠٠٠ سعر حرارى هذا الفرد يعيش حياة عاملة يمكننا حساب عدد السعرات الحرارية الكلية اللازمة لهذا الفرد كما يلي:

$$٢٠٠٠ \times ٦, = ١٢٠٠ \text{ سعر حرارى.}$$

$$٢٠٠٠ + ١٢٢٠ \text{ سعر حرارى تقريباً.}$$

الجدول رقم (١١)
تقدير عدد السعرات الحرارية اليومية التي يحتاجها الأفراد من الجنسين ودوى الأوزان المختلفة والأنشطة المتعددة (خلال الـ ٢٤ ساعة)

النساء						الرجال					
وزن الجسم			وزن الجسم			وزن الجسم			وزن الجسم		
٦٥ كغم	٦٠ كغم	٥٥ كغم	٥٠ كغم	٩٠ كغم	٨٠ كغم	٧٠ كغم	٦٠ كغم	٦٥ كغم	٦٠ كغم	٥٥ كغم	٥٠ كغم
١٩٨٠	١٨٣٠	١٦٨٠	١٥٢٠	٣٠٥٠	٢٧١٠	٢٣٧٠	٢٠٣٠	٢١٢٠	١٩٦٠	١٧٩٠	١٦٣٠
٢٢٦٠	٢٠٩٠	١٩١٠	١٧٤٠	٣٤٨٠	٣١٠٠	٢٧١٠	٢٣٢٠	٢١٨٠	٢٠٤٠	١٨٦٠	١٧٩٠
٢٤٠٠	٢٢٢٠	٢٠٣٠	١٨٥٠	٣٧٠٠	٣٢٩٠	٢٨٨٠	٢٤٧٠	٢٢٦٠	٢١٠٠	١٩١٠	١٧٤٠
٢٥٥٠	٢٣٥٠	٢١٥٠	١٩٦٠	٣٩٢٠	٣٤٨٠	٣٠٥٠	٢٦١٠	٢٤٧٠	٢٣٠٠	٢١٠٠	١٩٦٠

٤٠٪ حياة عاملة.
يكون النشاط البدنى فى هذه الحالة مقصوراً على الشىء والجلوس.
٥٠٪ حياة خاملة.
يكون النشاط البدنى فى هذه الحالة متضمناً الوقوف والشىء.
٦٠٪ حياة عاملة.
يكون النشاط البدنى مقصوراً على نوع من الأنشطة البدنية ذات المستوى الخفيف.
٧٠٪ حياة عاملة نشطة..
وتتضمن الاشتراك فى الأنشطة الداخلية الرياضية وبعض الأنشطة البدنية ذات المستوى المتوسط.
٨٠٪ حياة مليئة بالأنشطة الرياضية.
وتتضمن هذه الحالة الاشتراك المنتظم فى الأنشطة الرياضية الممتعة هذا بالإضافة إلى الاشتراك فى برامج اللياقة البدنية اليومية البرمجة.

مستويات استهلاك الطاقة في الجسم والعوامل التي تؤثر في نوع الوقود

مستويات استهلاك الطاقة في الجسم

تختلف مستويات استهلاك الطاقة في الجسم تبعاً لاختلاف أنشطة الجسم وتأثير البيئة المحيطة به. لذا فإن هناك ثلاثة مستويات لاستهلاك الطاقة وهي:

- * التمثيل الغذائي القاعدي.
- * التمثيل الغذائي في حالة الراحة النسيية.
- * الطاقة المستهلكة اثناء النشاط البدني.

التمثيل الغذائي القاعدي

التمثيل الغذائي القاعدي هو مقدار الطاقة المستهلكة في حالة الراحة الكاملة للعضلات وقبل تناول الطعام (أى بعد ١٢ ساعة من تناول الطعام السابق) عندما تكون درجة حرارة البيئة المحيطة (من ٢٠ إلى ٢٢) درجة مئوية.

ولكى يبقى الإنسان في صحة جيدة. يجب أن يكون تمثيله القاعدي منتظماً. أى أن يكون هناك توازن بين الطاقة المستهلكة (التي تقاس بمقدار إفراز الفضلات الناتجة عن العمل الداخلى) وبين الأغذية المولدة للطاقة التي يتناولهما. وكلما كان النشاط الجسماني كبيراً كلما فقد الإنسان حرارة، وكلما أصبح في حاجة لمزيد من السعرات الحرارية.

ويبلغ مقدار التمثيل الغذائي القاعدي للإنسان البالغ الذى يبلغ وزنه ٧٠ كيلو جرام حوالى ١٧٠٠ سعر حرارى خلال ٢٤ ساعة، ومن هذه الكمية تستهلك الأجهزة الداخلية حوالى ٢٥٪ (القلب، الكلى وغيرها) ويوزع الباقي وهو ٧٥٪ على نشاط جميع خلايا وأنسجة الجسم الأخرى.

ويمكن أن يتراوح مقدار التمثيل الغذائي القاعدي لدى البالغين زيادة أو نقصاً حوالى ١٥٪ وعادة يقل حوالى ٥٪ لدى الإناث عنه بالنسبة للذكور لزيادة النسبة المتوية للدهون فى جسم الإنسان وهو يرتبط أساساً بمقدار مسطح الجسم والعمر الزمنى، فكلما زاد مسطح الجسم زاد التمثيل الغذائي القاعدي، ولذا فإنه يحسب بمقدار السرعات الحرارية لكل متر مربع من مسطح الجسم فى الساعة ويقل التمثيل الغذائي القاعدي مع تقدم العمر الزمنى حيث يبلغ لدى الأطفال قبل خمس سنوات (من ٥٠ إلى ٥٥) سعر حرارى لكل متر مربع فى الساعة وللشباب ٤٢ سعر حرارى، ولل كبار ٣٧ سعر حرارى، وللمسنين يبلغ ٣٤ سعر حرارى.

ويؤثر على مقدار التمثيل الغذائي القاعدي مستوى النشاط الحركى ونوعية الغذاء، كما يؤدى الجوع لفترة طويلة إلى نقص التمثيل الغذائي القاعدي، ويتنظم التمثيل الغذائي القاعدي فى الجسم تحت تأثير الجهاز العصبى والهرمونى، حيث يتأثر التمثيل الغذائي بهرمونات الغدة الدرقية والنخامية، فعند زيادة إفراز هرمون الغدة الدرقية يرتفع التمثيل الغذائي القاعدي وينخفض عند نقص إفراز هذا الهرمون.

ويؤدى التدريب الرياضى إلى اقتصاد عمليات الأكسدة فى الجسم، لذلك فإن فى معظم الأحوال، يؤدى إلى انخفاض التمثيل الغذائي القاعدي، ويظهر ذلك واضحاً لدى لاعبى الجرى لمسافات طويلة.

التمثيل الغذائي فى حالة الراحة النسبية

يزيد استهلاك الطاقة فى حالة الراحة النسبية عن استهلاكها أثناء التمثيل الغذائى القاعدي، حيث تستهلك هذه الطاقة لقيام الجهاز الهضمى بوظيفته، عند هضم الطعام وكذلك لتنظيم درجة حرارة الجسم وكذلك الاحتفاظ بأوضاع الجسم المختلفة، ويزيد استهلاك الطاقة بعد تناول الطعام لتوفير الطاقة اللازمة لعمل عضلات أعضاء الجهاز الهضمى ونشاط الغدد وعمليات امتصاص المواد الغذائية. وتلاحظ زيادة استهلاك الطاقة بعد تناول الطعام بساعة وتبلغ أقصاها بعد ٣ ساعات، ثم تستمر لعدة ساعات.

وتختلف زيادة استهلاك الطاقة تبعاً لنوعية الغذاء الذى يتناوله الشخص، حيث تبلغ أقصى زيادة لاستهلاك الطاقة بعد تناول الوجبات البروتينية حوالى ٣٠٪. ويؤدى هضم الكربوهيدرات والدهون إلى زيادة استهلاك الطاقة بحوالى (٤٪ إلى ١٥٪) ويمكن أن يظل ارتفاع استهلاك الطاقة نتيجة تناول الغذاء بحوالى أكثر (من ٥ إلى ٦ ساعات).

ويتطلب الاحتفاظ بثبات درجة حرارة الجسم زيادة استهلاك الطاقة، وعلى سبيل المثال يمكن أن تزيد كمية استهلاك الطاقة فى حالة الجو البارد (من ٣ إلى ٤ مرات) أكثر من مستوى التمثيل الغذائى القاعدى، ويتطلب الاحتفاظ بأوضاع الجسم زيادة النغمة العضلية لبعض المجموعات العضلية، وهذا بالتالى يؤدى إلى زيادة استهلاك الطاقة، وهى عادة تزيد فى حالة محاولة الاحتفاظ بوضع الجسم فى وضع غير مريح أو غير معتاد، حيث تزيد فى وضع الجلوس بحوالى (٥٪ إلى ١٥٪) وفى وضع الوقوف (من ١٥٪ إلى ٣٠٪) بالمقارنة بوضع الرقود.

الطاقة المستهلكة اثناء النشاط الرياضى

يزيد استهلاك الطاقة بدرجة كبيرة اثناء ممارسة الأنشطة البدنية وعلى سبيل المثال يزيد استهلاك الطاقة عند المشى بمقدار من ٨٠٪ إلى ١٠٠٪ عنها اثناء الراحة، ويزيد اثناء الجرى بحوالى ٤٠٠٪.

ويتكون الاستهلاك العام للطاقة من مقدار الطاقة المستهلكة بالإضافة إلى التمثيل الغذائى القاعدى ومقدار الطاقة اللازمة لأداء المهنة والنشاط الرياضى وغيرها من أنواع الأنشطة العضلية الأخرى، ولا يحتاج النشاط الذهنى إلى استهلاك قدر كبير من الطاقة.

وتختلف كمية الطاقة العامة للأشخاص تبعاً لنوعية النشاط الذى يبذلونه طوال ٢٤ ساعة ويتراوح مقدار الطاقة لمن لا يمارسون عملاً عقلياً كبيراً اعتماداً على العمل الذهنى فى مهنتهم ما بين (٢٣٠٠ إلى ٣٠٠٠ سعر حرارى)

ويزيد عن ذلك للأشخاص الذين يمارسون نشاطاً بدنياً، حيث تتراوح الطاقة الكلية لديهم ما بين ٢٣٥٠ سعر حرارى و ٣٢٠٠ سعر حرارى، وفى حالة ما إذا كان العمل صعباً ولكنه ليس بدنياً فيحتاج الإنسان إلى استهلاك طاقة حوالى من (٢٩٠٠ إلى ٣٩٩٠) سعر حرارى.

ويصاحب أداء الأنشطة الرياضية زيادة كبيرة فى مقدار الطاقة العامة، وتصل إلى حوالى (من ٤٥٠٠ إلى ٥٠٠٠ سعر حرارى) فى اليوم الواحد، وهذا المقدار قد يزيد فى بعض أيام التدريب الرياضى بزيادة الحمل أو فى حالة المنافسات خاصة للاعبى المسافات الطويلة.

ويمكن حساب الطاقة المستهلكة ونسبتها إلى الزمن أو نسبتها إلى المسافة وفى هذه الحالة فإن المجموع الكلى للطاقة لا ينسب فقط إلى شدة أداء العمل العضلى ولكنه ينسب إلى زمن الاستمرار فى الأداء، وعلى سبيل المثال يمكن حساب طاقة الجرى إلى المتر، وهناك فإن هذه الطاقة النسبية تكون فى أكثر قدرها عند عدو مسافة ١٠٠ متر، بينما تكون أقلها عند الجرى فى سباقات الماراثون.

ويتأثر مستوى إنتاج الطاقة بدرجة حرارة ورطوبة الهواء الجوى والضغط الجوى وقوة الرياح وبصفة خاصة عند الجرى، وكذلك درجة ميل الجسم عند الانزلاق على الجليد، وكذلك يتأثير مستوى استهلاك الطاقة بالحالات الانفعالية التى تظهر أثناء العمل، حيث أن الانفعالات قد تزيد من استهلاك الطاقة أو تنقص منها.

وعند أداء الإنسان لأى عمل ميكانيكى، فإن مقدار الجزء الفعال من الطاقة لأداء هذا العمل يتراوح ما بين ٢٠٪ إلى ٢٥٪ بينما تتحول باقى الطاقة إلى حرارة. وهذا المعدل يختلف تبعاً لاختلاف تركيب وإيقاع الأداء الحركى الذى يؤديها الإنسان، وكذلك عدد العضلات المشتركة فى العمل العضلى ودرجة تدريب اللاعب، ويختلف الأداء الأمثل للأداء الحركى والذى يضمن أقل حد

لاستهلاك الطاقة، تبعاً لاختلاف شدة العمل البدني ومستوى التدريب الرياضي للاعب ويحذر الحكم على حالة التعب بمقدار الطاقة المستهلكة، ومثال على ذلك أن أكثر أنواع العمل العضلي تسبباً في التعب هو العمل العضلي الثابت ومع ذلك فإنه يحتاج إلى استهلاك طاقة قليلة.

ومن الضروري أن يفقد الإنسان يومياً جزء من الطاقة الكلية على العمل العضلي، بحيث لا يقل هذا الجزء عن (من ١٢٠٠ إلى ١٣٠٠) سعر حرارى، ولذا فإنه الأشخاص الذين لا يمارسون مهناً تتطلب عملاً بدنياً، يحتاجون إلى ممارسة النشاط الرياضي لاستهلاك هذه الطاقة.

العوامل التي تؤثر في اختيار نوع الوقود

يؤثر في اختبار نوع الوقود العوامل التالية:

الرياضة العنيفة

تختلف درجة العنف في الأنشطة الرياضية من نوع رياضة إلى أخرى، وكذلك في نفس نوع النشاط الرياضي (اللعبة) من فترة إلى أخرى، وبالتالي يختلف الطلب على الطاقة من رياضة إلى أخرى وخلال نفس نوع الرياضة أيضاً، فعلى سبيل المثال في رياضة كرة القدم أو رياضة التنس، نجد أن هناك فترات قصيرة متكررة تحتاج مجهود عنيف، وفترات أخرى تحتاج مجهود أقل، وفترة ثالثة للراحة.

وكذلك في سباق الجرى أو سباق الدرجات يختلف حجم الطلب على الطاقة باختلاف السرعة ومقاومة الهواء وطبيعة المضمار (الأرض) وكما يتغير حجم الطاقة المطلوبة لكل رياضي أو لكل فترة في نوع النشاط الرياضي الواحد، يغير الجسم من نوع الوقود الذي ينتج هذه الطاقة.

إختلاف قدرات الرياضيين

يتدخل في تحديد نوع الوقود اللازم في أداء الرياضيين للأنشطة الرياضية اختلاف قدراتهم، وبالتالي اختلاف احتياجاتهم إلى عملية تحول غذائي بذاتها حتى تناسب الطاقة المطلوب لأداء هذا أو ذلك النشاط الرياضي (اللعبة).

العضلات المشتركة فى المجهود

يحدد نوع الوقود الذى يحتاجه الرياضى، العضلات المشتركة فى المجهود المبذول، فبعض العضلات تعمل هوائياً، بما يعنى أنها تحتاج إلى دهنيات أو كربوهيدرات للعمل كوقود، بينما البعض الآخر من العضلات يعمل بدون الأكسوجين (لا هوائى) أن تحتاج إلى الكربوهيدرات فقط للعمل كوقود.

يمكن للتدريب الرياضى الجيد تعديل حاجة العضلات، حيث أنه يسمح للعضلات بالحصول على الأكسوجين الموجود فى الدم بكمية أكبر، وبالتالي إنتاج طاقة هوائية أكبر. إن استخدام الجسم للأكسوجين يُعد عاملاً أساسياً فى تحديد نوع الوقود المستخدم، وكذلك فى كفاءة الأداء الرياضى، وللتعرف على كيفية حدوث ذلك، ينبغى شرح ما يطلق عليه خبراء التربية الرياضية اسم الحد الأقصى للاستهلاك الأكسوجين ($VO_2 \max$).

الحد الأقصى لاستهلاك الأكسوجين $VO_2 \max$

كلما زاد مقدار الجهد المبذول فى التدريب الرياضى، زاد معدل التنفس لحاجة الفرد إلى استهلاك كمية أكبر من الأكسوجين لإنتاج طاقة هوائية أكبر، حيث يوجد لكل إنسان حدود معينة لاستهلاك الأكسوجين. أى كل إنسان له طاقة قصوى فى استهلاك الأكسوجين، وهو ما يطلق عليه $VO_2 \max$ ، واستخدمه علماء التربية الرياضية كمقياس لذلك، ويمكن قياس الاستهلاك الفعلى للأكسوجين بالنسبة للغذاء بحساب النسبة المئوية من مستوى $VO_2 \max$ / للشخص، ويطلق على هذه النسبة $VO_2 \max$ ٪ وتوضح هذه النسبة مدى اقتراب العداء أو الرياضى من الطاقة القصوى الخاصة بـ $VO_2 \max$ وكذلك مدى شعوره بتأثير التدريب الرياضى عليه.

يكون فى استطاعة شخصين رياضيين الجرى بسرعة واحدة وكذلك استهلاك نفس كمية الأكسوجين، ولكنهما يشعران بتأثير التدريب الرياضى عليهما بدرجة مختلفة فالشخص الذى تزيد النسبة المئوية لـ $VO_2 \max$ لديه عن الآخر، يشعر بتأثير أكبر.

تعتبر النسبة المئوية لـ $VO_2 \max$ هي تفسير لتأثير التدريب الرياضى على الفرد، ولا يجب الخلط بينهما وبين القياسات الموضوعية الأخرى والتي منها السرعة أو المسافة المقطوعة ويمكن استخدام هذه الطريقة النسبية للإشارة إلى بعض المراحل التى يفيد فيها الجسم من طريقته فى إنتاج الطاقة.