الصرف الطاقوي
La Dépense énergétique

تأخذ الطاقة (Energy) أشكالاً متعددة، منها الطاقة الكيميائية، الطاقة الكهربائية، الطاقة الكهرومغناطيسية، الطاقة الحرارية، الطاقة الميكانيكية والطاقة النووية .

وطبقاً لقوانين الديناميكا الحرارية، فإن الطاقة لا تفنى بل تتحول من شكل إلى آخر. فبالنسبة للعمليات الحيوية داخل الإنسان نجد أن الطاقة الكيميائية الموجودة على هيئة أدينوسين ثلاثي الفوسفات (Adenosine triphosphate)أو فوسفات الكرياتين (Creatine Phosphate) تتحول إلى طاقة ميكانيكية (على هيئة شغل ناتج عن انقباض العضلات) وأخرى حرارية (حرارة منبعثة من الجسم).

1.مصادر الطاقة لدى الإنسان:

إن مصدر الطاقة لدى الإنسان هو الطعام المتناول، الذي يتكون بشكل رئيسي من الكربون والهيدروجين والأكسجين (C , H,O) بالإضافة إلى النيتروجين (N) في حالة البروتينات .

ومن المعلوم أن الروابط الجزيئية (Molecular bonds) في الطعام تعد ضعيفة، وبالتالي فهي لا توفر إلا طاقة محدودة عند فكها، لذا فإن الطاقة المخزنة في الطعام تتحلل كيميائياً داخل خلايا الجسم وتخزن على هيئة مركب غني بالطاقة يدعى أدينوسين ثلاثي الفوسفات (ATP)الذي يستخدم في عمليات الأيض ، ثم ينتهي به الأمر وقد تحول إلى أدينوسين ثنائي الفوسفات(ADP) الذي يعاد شحنه مرة أخرى ليصبح أدينوسين ثلاثي الفوسفات(ATP) ذو الطاقة العالية.

إن الوقود المستخدم لإنتاج الطاقة في الجسم يتكون من المواد الكربوهيدراتية والدهنية، بينما يكون الدور الرئيسي للبروتينات هو بناء الخلايا وترميم التالف منها، وبالتالي فإن البروتينات لا تستخدم إلا في حالات نادرة كمصدر للطاقة وذلك عندما ينتهي المخزون من الكربوهيدرات والدهون كما في حالات المجاعة .

على أن الأحماض الأمينية التي هي المكونات الأساسية للبروتينات يمكن أن تستخدم كمصدر للوقود أثناء الجهد البدني التحمل ولكن على نطاق محدود لا تتجاوز نسبته 5%.

جدول رقم (1): مقدار المخزون من الطاقة في جسم الإنسان الذي يزن 70 كغ ولديه نسبة من الشحوم تبلغ 15%

نوع الطاقة	جرام	مقدار المخزون كيلو سعر حراري
الكربوهيدرات:		
جلايكوجين الكبد	110	451
جلايكوجين العضلات	350	1435
جلوكوز في سوائل الجسم	15	62
المجموع:	**475**	**1948**
الدهون:		
شحوم تحت الجلد	10500	95550
شحوم داخل العضلات	200	1820
المجموع :	**10700**	**97370**

ويعطي كل جرام من الدهون عند أكسدته بالكامل (أي حرقه في وجود الأكسجين) طاقة

حرارية (9,4 كيلو سعر حراري) أكبر مما يعطيه جرام واحد من الكربوهيدرات (4,1 كيلو سعر حراري)، لكن الدهون في المقابل تستهلك كمية أكبر من الأكسجين عند حرقها

واستخدامها كمصدر للطاقة داخل جسم الإنسان، الأمر الذي يجعل استخدام الكربوهيدرات

كوقود أكثر اقتصادية من استخدام الدهون (أي أكثر توفيراً للأكسجين)، وبالتالي تعطينا طاقة حرارية أكبر من الدهون مقابل استخدام لتر واحد من الأكسجين(5,06 مقابل 4,68) كيلو سعر حراري.

أما إذا كان الوقود خليطاً من الدهون والكربوهيدرات، كما هو حاصل في معظم الأنشطة البدنية المعتدلة الشدة، فإن كل لتر من الأكسجين المستهلك يعطي(4,85 كيلو سعر حراري).

جدول رقم (2): الطاقة الناتجة عن أكسدة أنواع الوقود الثلاث، وقيم المعامل التنفسي الخلوي(Respiratory Quotient).

الفقرة	نوع الوقود المستخدم		
	الكربوهيدرات	الدهون	البروتينات
الطاقة الناتجة عن أكسدة جرام واحد من الوقود (كيلو سعر حراري)	4,1	9,3	4,6
مقدار الأكسجين المستخدم عند أكسدة جرام واحد من الوقود (باللتر)	0,8	12,0	
الطاقة الناتجة عن استخدام لتر واحد من الأكسجين (كيلو سعر حراري/لتر O_2) (كيلو جول/لتر O_2)	5,06 21,18	4,68 19,59	4,6 18,75
قيمة المعامل التنفسي الخلوي (RQ)	1,00	0,70	0,82

والمعروف أن **المعامل التنفسي الخلوي يساوي حاصل قسمة حجم ثاني أكسيد الكربون المنتج على حجم الأكسجين المستهلك أثناء حالة الاستقرار(Steady state)**

ويتراوح بين 0,8 عندما تكون الدهون هي الوقود المستخدم 100 % في عمليات التنفس الخلوي، إلى 1,0 عندما تكون الكربوهيدرات هي الوقود المستخدم 100 % في عمليات التنفس الخلوي (أي في عمليات أنتاج الطاقة بواسطة النظام الهوائي).

ونظراً لأن المعامل التنفسي الخلوي (Respiratory quotient)

لا يأخذ في الاعتبار الطاقة القادمة من البروتين (والتي تمثل نسبة منخفضة من مجموع الطاقة الكلية في الأحوال الاعتيادية)

فإنه يمكن تقدير الطاقة المصروفة من خلال المعامل التنفسي الخلوي غير البروتيني (None- Protein- RQ)باستخدام معادلة وير (Weir)

(إهمال البروتين يقود إلى خطأ لا يتجاوز 2% فقط)

=استهلاك الأكسجين (باللتر) × [3.9 + (1.1 × المعامل التنفسي الخلوي.](

2. صرف الطاقة من قبل الجسم :

إن لمعادلة اتزان الطاقة طرفان، الطرف الأول هو الطاقة المستهلكة أو المتناولة (Energy intake) وهي الطاقة الحرارية المتناولة من قبل الجسم (الطعام المتناول)، بينما يمثل الطرف الثاني الطاقة المصروفة (Energy Expenditure).

ويمكن تقسيم الطاقة المصروفة إلى ثلاثة أجزاء هي:

- الطاقة المصروفة أثناء الراحة (RMR) .
- الطاقة المصروفة من جراء استهلاك الطعام (TEF)(Thermal effect of food)
- الطاقة المصروفة من جراء النشاط البدني اليومي، سواء كان نشاطاً حياتياً اعتيادياً أو نشاطا رياضياً (TEPA)

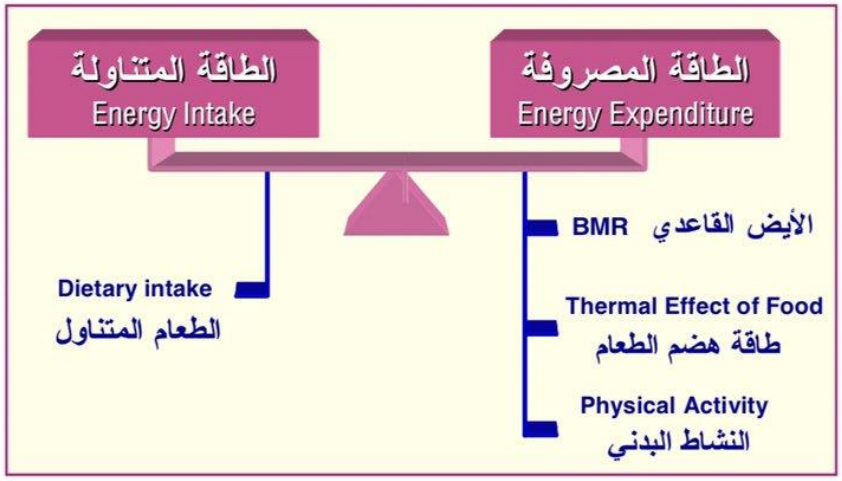
والمعروف أن مصروف الطاقة في الراحة يمثل النسبة الأكبر من الطاقة المصروفة في اليوم (حوالي 60 – 70%)

وهو المصروف اللازم للوفاء باحتياجات الجسم الحيوية أثناء الراحة، مثل عمليات التنفس وعمل القلب ، وضخ الدم، واتزان السوائل، ونشاط الجهازين العصبي والعضلي، علماً بأن معدل مصروف الطاقة في الراحة (الذي يوازي مكافئ أيضي واحد) يعد أعلى من معدله أثناء النوم (الذي يعادل 0,9 مكافئ أيضي).

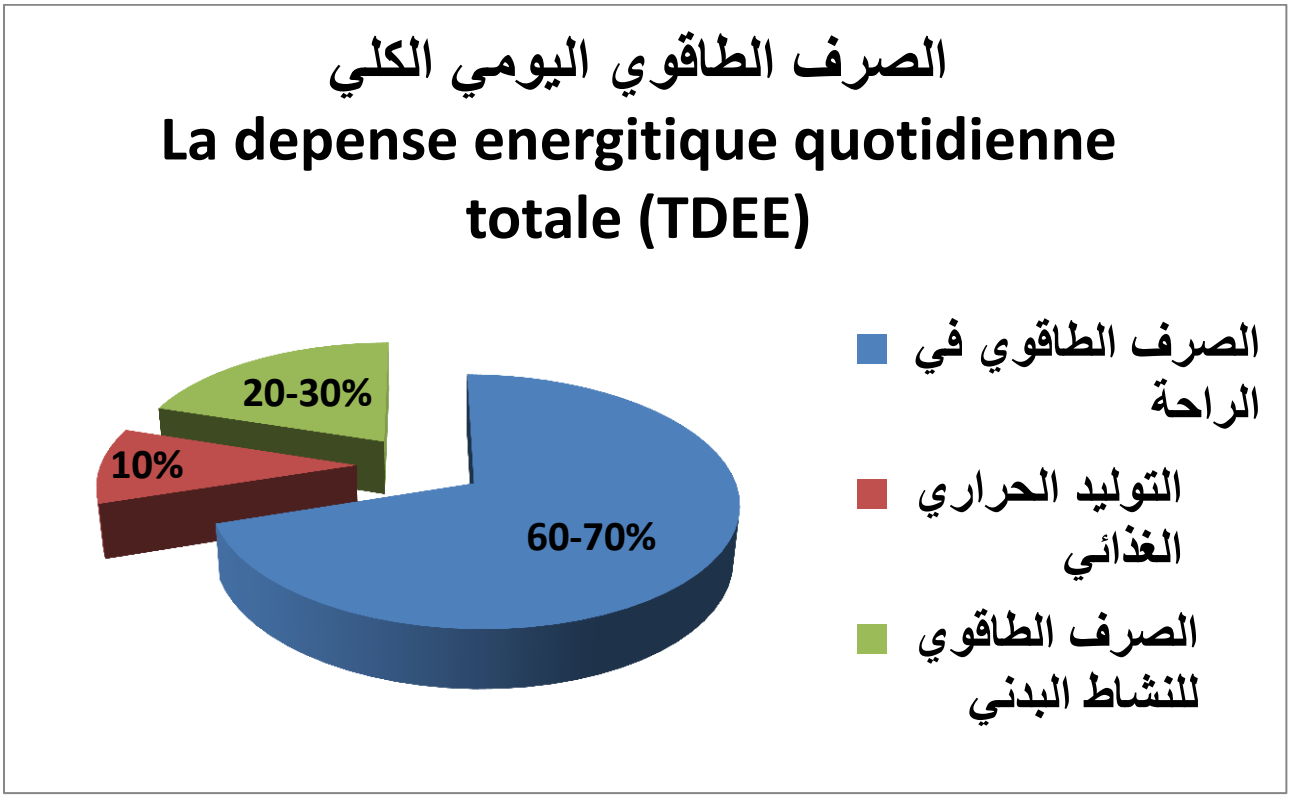
أما الطاقة المصروفة في استهلاك الطعام وهضمه وامتصاصه وتخزينه فتقدر ب10%

من مجموع الطاقة الكلية المتناولة في اليوم من قبل الشخص، ويتأثر هذا الجزء بعدد مرات تناول الطعام ، وكميته ، ونوعه .

وتعد الطاقة المصروفة من خلال النشاط البدني الأكثر تفاوتاً بين الأفراد، والأكبر تأثيراً على توازن الطاقة في الجسم ، ويدخل ضمن ذلك الطاقة المصروفة نتيجة النشاط البدني والحركي المبذول في المنزل وفي العمل وفي الرياضة والترويح والذي يتراوح بين (20 – 30 %).



شكل رقم (١): معادلة اتزان الطاقة في الجسم، والعناصر المكونة لكل من الطاقتين المصروفة والمتناولة



3. وحدات قياس الطاقة المصروفة من قبل الجسم:

يتم التعبير عن الطاقة المصروفة بالكيلو جول في الدقيقة، أو بالكيلو سعر حراري في الدقيقة (الكيلو سعر حراري يساوي 4,17 كيلو جول)، أو بمقدار استهلاك الجسم من الأكسجين باللتر في الدقيقة.

بالإضافة على ما سبق، يمكن التعبير عن مقدار الطاقة المصروفة **بالمكافئ الأيضي (Metabolic Energy Turnover)** والذي يرمز له عادة بالرمز **(MET)**، وهو يعني مقدار الطاقة المصروفة من قبل الجسم أثناء النشاط منسوبة إلى ما يصرف أثناء الراحة (أي مضاعفات الطاقة المصروفة في الراحة)، ويبلغ مقدار الطاقة المصروفة في الراحة مكافئ أيضي واحد، أما أثناء النوم فإن الطاقة المصروفة تعادل 0,9 مكافئ أيضي

ومن المعلوم أن استهلاك الأكسجين من قبل الجسم في الراحة يساوي تقريباً 3,5 ملي لتر لكل كيلوجرام من وزن الجسم في الدقيقة (أي أن شخصاً وزنه 75 كجم يبلغ استهلاكه للأكسجين في الراحة ما يعادل 262 ملي لتر في الدقيقة، أو 15,75 لتراً في الساعة). وبذلك يمكن حساب الطاقة المصروفة من قبل الجسم في الراحة، حيث تبلغ مقدار واحد كيلو سعر حراري لكل كيلو جرام من وزن الجسم في الساعة، أو ما يعادل 4,2 كيلو جول لكل كيلو جرام من زن الجسم في الساعة، أي أن الطاقة المصروفة في الراحة لشخص كتلته 75 كجم تبلغ 75 كيلو سعر حراري في الساعة أو 1,25 كيلو سعر حراري في الدقيقة.

وعندما يتم حساب الطاقة المصروفة أثناء النشاط البدني بالمكافئ الأيضي، فالمعروف

أن الأنشطة البدنية التي تتطلب أقل من 3 مكافئ أيضي تعد أنشطة بدنية منخفضة الشدة، وتلك الأنشطة التي تتطلب 6 مكافئ أيضي تعد أنشطة بدنية معتدلة الشدة.

أما الأنشطة البدنية التي تتطلب أكثر من 6 إلى 9 مكافئ أيضي فتعد مرتفعة الشدة، وتلك التي تتجاوز 9 مكافئ أيضي تعتبر أنشطة بدنية مرتفعة جداً،

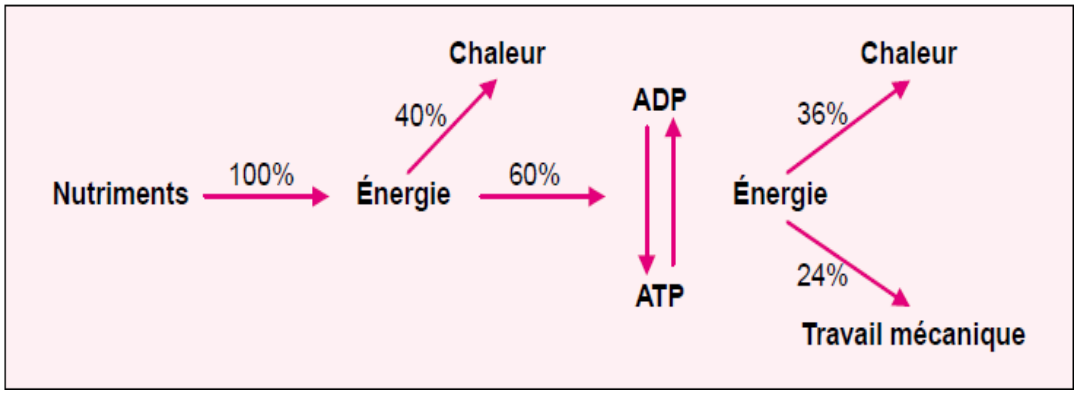
والمعلوم أن معظم الأنشطة البدنية الحياتية من أكل وارتداء ملابس واستحمام والقيام بالأعمال البدنية الاعتيادية مثل حمل الحاجيات الخفيفة وما شابه ذلك يقع في نطاق 2 - 3 مكافئ أيضي، علماً بأن المكافئ الأيضي الأقصى المتوقع لشاب غير رياضي يبلغ حوالي

12 – 13 مكافئاً أيضياً، إلا أن هذا الرقم يبدأ في التضاؤل تدريجياً مع التقدم في العمر بعد تجاوز الشخص نهاية العشرينات من عمره.

4. قياس الطاقة المصروفة من قبل الجسم :

إن جميع العمليات الحيوية داخل جسم الإنسان يتم فيها استخدام الطاقة وينتج عنها حرارة، ويقوم الجسم بالتخلص من الحرارة المنبعثة من جراء عمليات الأيض هذه بوسائل عدة منها: الحمل، الإشعاع، التوصيل وتبخر العرق.

والمعروف أن تحويل الطاقة الكيمائية داخل العضلات (الناتجة من التمثيل الغذائي داخل الجسم) إلى طاقة ميكانيكية (شغل عضلي) يتم بكفاءة لا تزيد عن 25 %، مما يعني أن ما يربو على 75 % من الطاقة الكيمائية داخل الجسم تتحول إلى حرارة يتم التخلص منها من قبل الجسم.



ويعتبر معدل إنتاج الحرارة في الجسم مؤشراً دقيقاً على معدل العمليات الأيضية (الحيوية) التي تجري داخل الجسم، أي مؤشراً لمعدل الطاقة المصروفة من قبل الجسم.

إن مقدار الطاقة الحرارية المنتجة من عملية التنفس الهوائي عند حرق مول واحد من الجلوكوز (بواسطة الأكسجين) تقدر بحوالي 686 كيلو سعر حراري.

هذه الحرارة المنبعثة من التحلل الجلوكوزي ترتبط ارتباطاً وثيقاً مع مقدار الوقود المستخدم (في هذه الحالة الجلوكوز) وبالتالي مقدار الأكسجين المستخدم، وعليه فكلما كان الأكسجين المستخدم في حرق الوقود أكبر كانت الطاقة الحرارية أكبر.

(1 مول سكر الجلوكوز)

6 O2 + C6 H12 O6 6 CO2 + 6 H2O + 38 ATP

686 Kcal

1.4. الطريقة المباشرة Direct Calorimetry :

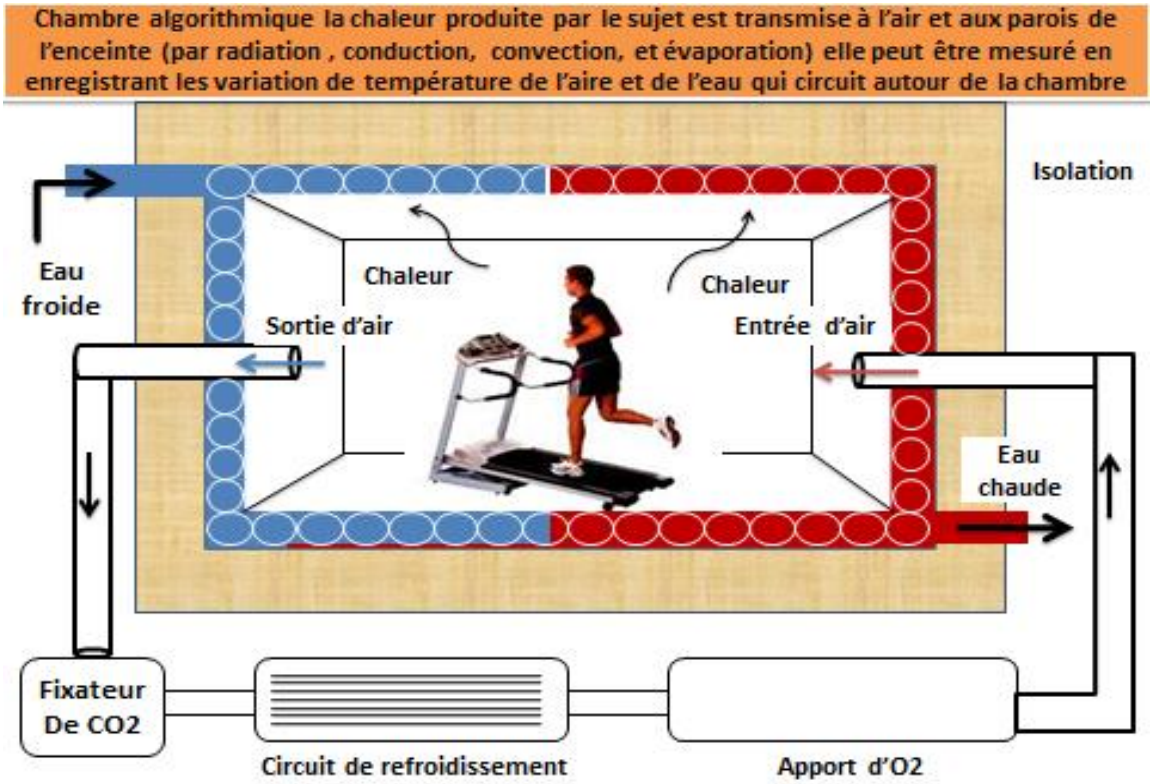
ولقياس الطاقة الحرارية المنبعثة مباشرة من الجسم، يلزمنا استخدام ما يسمى بمقياس

الطاقة الحرارية المباشر (Direct calorimeter) أي قياس الطاقة الحرارية المنبعثة

مباشرة من الجسم، وهذا الإجراء يتطلب وجود غرفة خاصة مجهزة لهذا الغرض، تكون معزولة عن المحيط الخارجي، يتم بداخلها قياس مقدار الحرارة المنبعثة من الجسم، سواء كان ذلك أثناء الراحة أم أثناء النشاط البدني.

وعادة ما تكون هذه الغرفة معزولة تماماً عن الوسط الخارجي ومجهزة بأنابيب من الداخل يمر فيها تيار مائي، ويتم قياس الفرق بين درجة حرارة تيار الماء الداخل إلى الغرفة والتيار المائي الخارج منها ، ومن ثم يتم تحويل ذلك إلى سعرات حرارية، حيث يدل انخفاض درجة حرارة لتر واحد من الماء درجة مئوية واحدة على فقدان كيلو سعر حراري واحد، علماً بأنه يتم الأخذ بالحسبان الحرارة المنبعثة من بخار الماء في تيار الهواء الداخل إلى الغرفة.

الغرفة الحرارية لقياس الحرارة المنبعثة من الجسم أثناء الجهد البدني باستخدام السير المتحرك



2.4. الطريقة غير المباشرة(Indirect calorimetry):

نظراً لصعوبة استخدام الطريقة المباشرة لقياس الحرارة المنبعثة من الجسم، يتم

اللجوء إلى ما يسمى بالطريقة غير المباشرة لقياس الحرارة المنبعثة من الجسم (Indirect

calorimetry)ومن ذلك قياس معدل استهلاك الأكسجين وإنتاج ثاني أكسيد الكربون من قبل الجسم، سواء كان ذلك في الراحة أو أثناء الجهد البدني، فالمعروف أن الأكسجين المستنشق يتم استخدامه من قبل الجسم في حرق الوقود (المواد الكربوهيدراتية، والدهون، وإلى حد أقل البروتينات) من خلال عمليات أيضية هوائية (عمليات التمثيل الغذائي داخل الخلايا)، ويتم إنتاج ثاني أكسيد الكربون كناتج أيضي يخرج عن طريق هواء الزفير، بالإضافة إلى إنتاج الماء.

ويمكن بدقة ويسر تقدير الطاقة المصروفة أثناء الجهد البدني من خلال معرفة معدل استهلاك الأكسجين ومقدار **المعامل التنفسي الخلوي**، خاصة في حالة الاستقرار(Steady state) ، وهو حاصل قسمة معدل إنتاج ثاني أكسيد الكربون على معدل استهلاك الأكسجين، ويرمز له بالرمز**(RQ)** ، حيث يكون المعامل التنفسي الخلوي يساوي 1 صحيح في حالة حرق الكربوهيدرات 100% (6 ÷ 6 =1)، وحوالي 0.7 في حالة حرق الدهون 100% (16 ÷ 23 + 0.695)

سكر الجلوكوز: $6\ O_2 + C_6H_{12}O_6 \longrightarrow 6\ CO_2 + 6\ H_2O + 38$ ATP

حمض النخليك: $C_{16}H_{32}O_2 + 23\ O_2 \longrightarrow 16\ CO_2 + 16\ H_2O + 129$ ATP

5. معدل الطاقة المصروفة أثناء النشاط البدني

تمثل الأنشطة البدنية، وخاصة ذات الشدة المرتفعة التي تستمر لفترة طويلة، نسبة

مرتفعة من مصروف الطاقة للفرد وخاصة الرياضي، حيث تصل أو تتجاوز 50 % من

مصروف الطاقة الكلية (تمثل الطاقة المصروفة نتيجة للأنشطة البدنية كنسبة من الطاقة الكلية لدى الفرد الاعتيادي حوالي 20 – 30 %).

وعلى سبيل المثال يصرف متسابق الماراثون الذي ينجز السباق في ساعتين وعشرين دقيقة ما معدله 0,30 كيلو سعر حراري لكل كجم من وزن الجسم في الدقيقة، وهو مصروف عال جداً، خاصة إذا عرفنا أن ما يصرفه الفرد أثناء استلقاءه مسترخياً لا يتجاوز 0,02 كيلو سعر

حراري لكل كجم من وزن الجسم في الدقيقة (أي حوالي 15 ضعفاً مقارنة بمصروف الطاقة في الراحة).

ويتم قياس الطاقة المصروفة أثناء النشاط البدني (اعتيادياً) من خلال معرفة استهلاك

الأكسجين أثناء ذلك النشاط ثم طرح استهلاك الأكسجين أثناء الراحة منه، ثم بعد ذلك ضرب الناتج بما يقابله من كيلو سعر حراري بناء على مقدار المعامل التنفسي الخلوي ونوع الوقود المستخدم، وذلك على النحو التالي:

الطاقة المصروفة أثناء النشاط البدني=

عدد الكيلو سعرات الحرارية المقابل لكل لتر O_2× (استهلاك الأكسجين أثناء النشاط – استهلاك الأكسجين أثناء الراحة)

كما يمكن حساب الطاقة المصروفة أثناء النشاط البدني من خلال المكافئ الأيضي، وذلك

بتحديد مقدار المكافئ الأ يضي لذلك النشاط ثم طرح ما يوازي مكافئ أيضي واحد منه (وهو المصروف من الطاقة أثناء الراحة) ثم تحويل الناتج إلى طاقة حرارية بالكيلو سعر حراري مستخدماً المعادلة التالية:

الكيلو سعر حراري/ الدقيقة = وزن الجسم (كغ) × 3,5 × (المكافئ الأيضي) ÷ 200

ويوضح الجدول رقم (4) مقادير الطاقة المصروفة بالمكافئ الأيضي وبالكيلو سعر

حراري لشخص يزن 70 كجم أثناء المشي والجري بسرعات مختلفة مقارنة بالطاقة

المصروفة أثناء الجلوس، وكذلك حجم استهلاك الأكسجين ومقدار الأدينوسين ثلاثي الفوسفات المستخدم مقابل كل نشاط من الأنشطة المذكورة في ذلك الجدول(ATP)

جدول رقم (3): مقادير الطاقة المصروفة أثناء أنشطة رياضية متنوعة

نوع النشاط	جلوس	مشي 4,8 كم/ الساعة	هرولة 9,6 كم/ الساعة	جري 16 كم/ الساعة	جري 24 كم/ الساعة	جري 32,2 كم/ الساعة 100 م في 10,3 ث
المكافئ الأيضي	1	3	10	16	24	32
الطاقة المصرفة (kcal) شخص 70 كغ	1,25	3,75	12,5	20	30	40
استهلاك الأكسجين (مل/كجم.ق)	3,5	10,5	35	56	84	112
مقدار ATP (مول/ق)	0,06	0,19	0,65	1,05	57,1	2,09

6. تقدير معدل الأيض في الراحة(RMR) :

يمكن تقدير معدل الأيض في الراحة بدرجة مقبولة من خلال استخدام العديد من المعادلات التنبؤية التي تعتمد غالباً على بيانات وزن الجسم والطول والعمر، ونستعرض فيما يلي بعض من أهم تلك المعادلات:

أ- باستخدام معادلة هاريس وبنيديكت (Harris-Benedict) (Flood, 1996) :
<u>معدل الأيض في الراحة بالكيلو سعر حراري في اليوم (خلال 24 ساعة):</u>

للرجال: 66.47 + (13.75 × وزن الجسم بالكغ) + (5.003 × الطول بالسم) – (6.755 × العمر بالسنوات).

للنساء: 655.096 + (9.563 × الوزن) + (1.85 × الطول) – (4.676× العمر).

ب- باستخدام معادلة هاريس وبنيديكت المنقحة (Roza & Shizgal, 1984) :

للرجال = 88.362 + (13.397 × الوزن) + (4.799 × الطول) – (5.677 × العمر).

للنساء = 447.362 + (9.247 × الوزن) + (3.098 × الطول) – (4.33× العمر).

ج- باستخدام معادلة منظمة الصحة العالمية (WHO, 1985) :

<u>1 - باستخدام الوزن فقط:</u>

معدل الأيض في الراحة (كيلو سعر حراري/ 24 ساعة) =

للرجال: 17.5 × وزن الجسم (بالكغ) + 651

للنساء: 14.7 × وزن الجسم (بالكغ) + 496

<u>2 - باستخدام الوزن والطول:</u>

معدل الأيض في الراحة (بالكيلو جول في اليوم) =

للرجال: 64.4 × وزن الجسم بالكغ – [113× طول الجسم بالمتر] + 3000.

للنساء: 55.0 × وزن الجسم بالكغ + [1397.4× طول الجسم بالمتر] + 146.

د – معادلة معهد الصحة القومي(Tataranmi & Ravussin, 1993) :

معدل الأيض بالراحة (كيلو سعر حراري/ يوم) :
= 638 + (15.9× وزن الأجزاء غير الشحمية).

هـ معادلة أخرى(Owen, et al, 87) :

معدل الأيض في الراحة (كيلو سعر حراري/ يوم) =

الرجال = 879 + (10.2 × الوزن بالكغ) .

للنساء = 795 + (7.18 × الوزن بالكغ).

7. تقدير احتياج الإنسان من الطاقة :

إن احتياج الفرد من الطاقة يعني مقدار الطاقة بالكيلو سعر حراري اللازم تناولها (استهلاكها) من الطعام، الكفيلة بالمحافظة على اتزان الطاقة لديه، تبعاً لجنسه، وعمره، ووزنه، وطوله، ومعدل نشاطه البدني اليومي. أي أن اتزان الطاقة لدى الشخص هو ما يكفل له حصوله على طاقة من الطعام المتناول يومياً (الطاقة المستهلكة أو المتناولة) يوازي ما يصرفه جسمه من طاقة في اليوم (الطاقة المصروفة)، وبالتالي لا يحدث لديه نقص في الوزن أو زيادة على المدى الطويل.

لقد تضمنت الإرشادات الغذائية الصادرة في خريف عام 2005م، بمسمى "هرمي: الإرشادات الغذائية الجديدة للأمريكيين " (www.MyPyramid.org) بعض المعادلات الحسابية لتقدير احتياج الفرد (ذكراً كان أو أنثى، صغيراً أم كبيراً) من الطاقة بالكيلو سعر حراري في اليوم، بما يكفل حصوله على احتياجه من السعرات الحرارية التي تحفظ بقاء وزنه مستقراً. لقد تم بناء هذه المعادلات لشخص غير نشط بدنياً (خامل بدنياً) طبقاً لقياس الطاقة المصروفة بواسطة الماء غير المشع، ويمكن تعديل احتياج الفرد من الطاقة تبعاً لنشاطه البدني، وذلك باستبدال معامل النشاط البدني للشخص الخامل بدنياً والبالغ واحد صحيح في تلك المعادلات الحسابية بمعاملات النشاط البدني للشخص النشيط أو المنخفض النشاط والموضحة في الجدول رقم (3) بناءً على تقرير المعهد الطبي الأمريكي ، والمعادلات هي كالتالي:

Profil الصفة	Exemple مثال	NAP مستوى النشاط البدني
Extrêmement inactif	Personne atteinte d'une paralysie cérébrale.	< 1,40
Sédentaire	Moins de 30 minutes d'activité par jour (marche, course à pied…).	1,40 – 1,69
Modérément actif	Personne travaillant dans le domaine de la construction ou de la mécanique.	1,70 – 1,99
Vigoureusement actif	Personne faisant deux heures de natation chaque jour.	2,00 – 2,40
Très actif	participant régulièrement Cycliste à des compétitions.	> 2,40

احتياج الفرد من الطاقة (كيلو سعر حراري في اليوم) =

ذكور 3-8 سنوات = 88.5 - (61.9 × العمر) + (مستوى النشاط البدني × (26.7 × الوزن + 903 × الطول)) + 20

إناث 3-8 سنوات = 135.3 - (30.8 × العمر) + (مستوى النشاط البدني × (10 × الوزن + 934 × الطول)) + 20

ذكور 9-18 سنوات = 88.5 - (61.9 × العمر) + (مستوى النشاط البدني × (26.7 × الوزن + 903 × الطول)) + 25

إناث 9-18 سنوات = 135.3 - (30.8 × العمر) + (مستوى النشاط البدني × (10 × الوزن + 934 × الطول)) + 25

ذكور راشدون = 662 - (9.53 × العمر) + (مستوى النشاط البدني × (15.91 × الوزن + 539.6 × الطول.((

إناث راشدات = 354 - (6.91 × العمر) + (مستوى النشاط البدني × (9.36 × الوزن + 726 × الطول.((

ويتم في هذه المعادلات إدخال بيانات كل من العمر بالسنوات، والوزن بالكيلو جرام، والطول بالمتر، أما مستوى النشاط البدني فيتم حساب معاملاته على النحو الموضح في الجدول رقم (3). ولأخذ عامل العمر بالحسبان عند استخدام معادلات الراشدين من أجل تقدير احتياج الفرد من الطاقة، فيتم خصم 10 كيلو سعر حراري من الناتج عن كل سنة في حالة الذكور و 7 كيلو سعرات حرارية في حالة الإناث إذا كان العمر فوق 30 سنة، أما إذا كان العمر تحت 30 سنة فيتم إضافة 10 كيلو سعر حراري عن كل سنة في حالة الذكور ومقدار 7 كيلو سعرات حرارية في حالة الإناث.

مثال: شخص ذكر عمره 40 سنة، ومنخفض النشاط، يبلغ وزنه 70 كغ، وطوله 170 سم، فما مقدار احتياجه من الطاقة؟

احتياجه من الطاقة بالكيلو سعر حراري في اليوم هو:

= 662 - (9.53 × 40) + 1.11(15.91 × 70 + 539.6 × 1.7)

1973.6 = (2254.4) + (381.2) - 662 =كيلو سعر حراري في اليوم.

ثم نخصم 10 كيلو سعر حراري لكل سنة فوق الثلاثين من العمر:

1873.6 = 100 - 1973.6 =كيلو سعر حراري في اليوم.

جدول (5) :الطاقة المصروفة بالكيلو سعر حراري لبعض الأنشطة البدنية.

نوع النشاط البدني	الطاقة المصروفة (كيلو كالوري/ كغ. دقيقة)	الطاقة الكلية (كيلو كالوري/ دقيقة) شخص 60 كغ
كرة الريشة	0.097	5.8
كرة الطاولة	0.068	4.1
تنس	0.109	6.5
كرة الطائرة	0.050	3.0
كرة السلة	0.138	8.3
اسكواش	0.212	12.7
بلياردو	0.042	2.5
جمباز	0.066	4.0
جودو	0.195	11.7
تدريب أثقال حرة (نط الحبل (80/ دقيقة)	0.086 0.164	5.2 9.8
دراجات (15.0 كم/ساعة)	0.100	6.0
مشي	0.080	4.8
جري الميل في 8 دقائق	0.208	12.5
سباحة صدر	0.162	9.7