

## Valutazione della spesa energetica basale nell'obeso

### Evaluation of basal metabolic rate in obese people

#### Summary

The accuracy of predictive equations for estimating the basal metabolic rate (BMR) in obese patients is unclear. In this review we compare the effectiveness of different ways to estimate BMR in obese people, included some commonly predictive equations and indirect calorimetry. In this population predictive equations used for lean people show low accuracy.

Iannella P. Evaluation of basal metabolic rate in obese people. *Trends Med* 2012; 12(2):75-81.

©2012 Pharma Project Group srl. ISSN: 1594-2848

#### Key words:

**obese  
energy expenditure  
basal metabolic rate**

Il dispendio energetico totale giornaliero (Total Daily Energy Expenditure -TDEE-) è l'energia consumata da un soggetto nell'arco delle 24 ore. La sua determinazione è un parametro cruciale per stimare il fabbisogno energetico del soggetto e, quindi, per stabilire il contenuto calorico della dieta che si ritiene opportuno prescrivere al fine di indurre il dimagrimento. Quando il TDEE eguaglia l'introito calorico il soggetto è in equilibrio energetico e manterrà indefinitamente lo stesso peso. Se viceversa si troverà o in una condizione di apporto energetico in eccesso o in una condizione di apporto energetico in difetto rispetto alla spesa tenderà ad accumulare grasso nel primo caso ed a perdere grasso nel secondo.

La spesa energetica giornaliera totale si compone di tre componenti principali: 1) il metabolismo basale, ovvero la spesa energetica a riposo (Resting Energy Expenditure -REE-), spesso indicato anche come

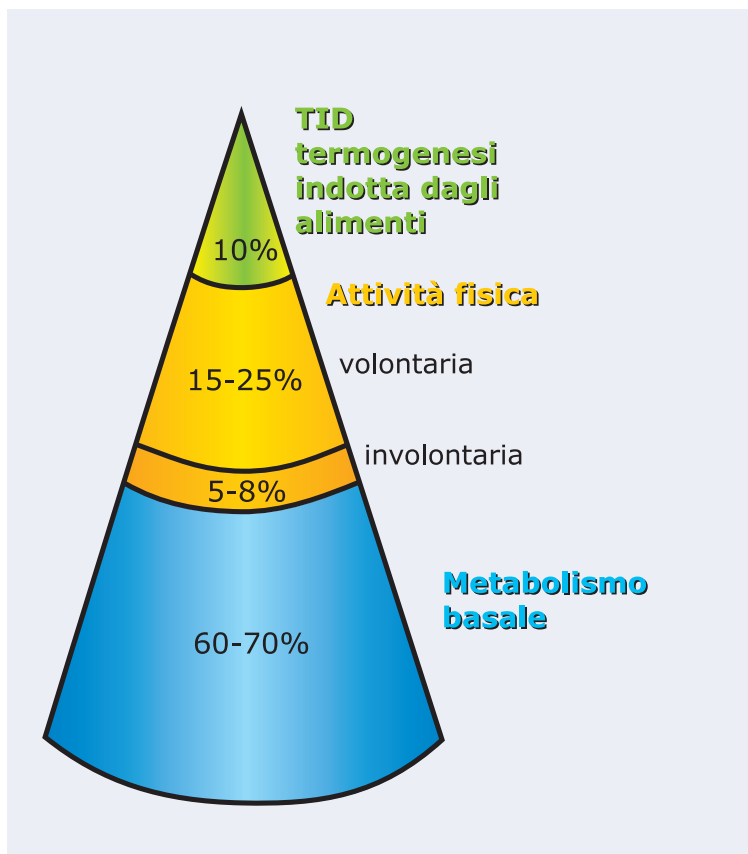
BMR (Basal Metabolic Rate); 2) la spesa energetica associata all'attività fisica (Physical Activity Expenditure-PAE-), ovvero alla contrazione volontaria o involontaria (postura, tono muscolare etc) della muscolatura striata; 3) la spesa energetica necessaria a digerire, assorbire e metabolizzare i nutrienti, nota anche come termogenesi dieta-indotta (Diet Induced Thermogenesis -DIT-), generalmente prossima al 10-12% della TDEE (figura 1).

La componente di gran lunga maggioritaria (~65%) in un soggetto normale è costituita dal metabolismo basale, ovvero dalla spesa che l'organismo deve sostenere per tenersi in vita: attività cardiocircolatoria, contrazione della muscolatura liscia, scambi gassosi, filtrazione renale, attività neuronale etc.

La seconda componente è quella associata all'attività fisica: questa sarà tanto maggiore quanto maggiore è il lavoro muscolare svolto dal soggetto nel corso della giornata. La terza compo-

 **Paride Iannella**  
Pharma Project Group srl  
Research & Development  
Viale Rimembranze 43/A  
21047 Saronno -VA-  
tel: 02 96702708  
fax: 02 96702677

**Figura 1.** Ripartizione della spesa energetica totale: i numeri indicano i valori percentuali della singola componente sulla TDEE.



nente, la TID, è pressoché costante e non incide sensibilmente sulla spesa energetica totale, sia che si tratti di soggetti normopeso sia che si tratti di obesi. L'analisi dettagliata delle tecniche utilizzate per la valutazione della spesa energetica esula dagli scopi di questo volume e si rimanda il lettore a testi dedicati<sup>1,2</sup>. Per comodità faremo solo cenno alle procedure in senso generale, poiché alcune equazioni predittive di seguito riportate sono state validate verso queste procedure, che costituiscono quindi lo standard di riferimento.

### Spettrometria di massa e diluizione isotopica

La diluizione isotopica, introdotta verso la metà degli anni '80

per semplificare le misure in camera calorimetrica, utilizza acqua doppiamente marcata con <sup>2</sup>H (deuterio) ed <sup>18</sup>O (isotopo 18 dell'ossigeno) che il soggetto assume all'inizio dello studio, e ne dosa l'eliminazione nel corso dei successivi 10-14 giorni<sup>3,4</sup>. I campioni ematici ed urinari, prelevati ad intervalli fissi, sono letti da uno spettrometro di massa. I dati ottenuti consentono di quantificare la produzione di anidride carbonica, ovvero il prodotto finale del metabolismo ossidativo e, quindi il consumo energetico. La metodica è costosa, richiede pazienti altamente collaborativi per un lungo periodo e non ha quindi applicazioni di routine; essa tuttavia costituisce insieme alla calorimetria diretta, che intende-

va sostituire, il *golden standard* per la valutazione della spesa energetica.

### Calorimetria

La produzione di calore da parte del corpo umano *in toto* può essere misurata o con tecniche di calorimetria diretta, tenendo il soggetto in una camera con pareti adiabatiche entro le quali scorre acqua a temperatura nota in grado di assorbire il calore rilasciato dal soggetto, o con tecniche di calorimetria indiretta. In questo secondo caso si misura la quantità di O<sub>2</sub> inspirata dal paziente e la quantità di CO<sub>2</sub> espirata per unità di tempo: l'inserimento di questi due parametri in un modello matematico nel quale sono allocate opportune variabili fisiologiche e biochimiche consente di calcolare la spesa energetica sia a riposo sia durante una determinata attività fisica.

La calorimetria diretta, al pari della pesata idrostatica, ha oggi applicazioni assai rare e finalizzate alla ricerca. Anche la calorimetria indiretta, benché utilizzi oggi dispositivi portatili assai più maneggevoli che in passato, ha applicazioni limitate nella pratica clinica quotidiana, ed è utilizzata o a scopi di ricerca o in campo sportivo per la valutazione energetica di atleti agonisti *top level*. Uno dei principali campi applicativi della calorimetria è oggi quello di validare l'attendibilità delle numerose equazioni matematiche elaborate nel corso degli anni per stimare il dispendio energetico a riposo, senza quindi l'uso di macchine complesse. Queste equazioni, dette equazioni predittive della spesa energetica, consentono di calcolare con buona approssimazione la componente più importante della spesa energetica

totale: il metabolismo basale o, secondo la dizione americana la Resting Energy Expenditure (REE).

### Equazioni predittive della spesa energetica

Come prima riportato, la stima della REE costituisce il presupposto fondamentale per la valutazione del fabbisogno energetico totale, sulla base del quale avverrà la prescrizione dietetica. Se si riesce a quantificare sia il metabolismo basale sia la spesa associata all'attività fisica (PAE), risultano note due delle tre variabili della TDEE; poiché la terza variabile, la termogenesi dieta-indotta è abbastanza costante (8-12%) in tutti i soggetti, indipendentemen-

te da età, sesso, peso, etnia etc, l'equazione fondamentale per il calcolo della spesa energetica totale (**TDEE=REE+PAE+DIT**) può essere agevolmente risolta.

### Equazioni predittive del metabolismo basale

A causa delle difficoltà ad utilizzare routinariamente tecniche di misurazione strumentale sia del dispendio energetico a riposo sia del dispendio energetico in movimento, sin dal secolo scorso sono state formulate numerose equazioni predittive del metabolismo basale, partendo da parametri antropometrici di facile acquisizione, quali sesso, età, altezza, peso, etnia, etc<sup>5</sup>. Tali equazioni soffrono tutte di un errore di fondo, insito nella pro-

cedura stessa: quello di essere sufficientemente attendibili solo nel campione di soggetti dal quale sono state ottenute. In tabella 1 sono riportate alcune delle equazioni più note ed utilizzate.

E' interessante osservare in tabella 1 che, salvo le formule ricavate da Mifflin e Owen, quelle ottenute dagli altri autori provenivano da popolazioni che non includevano soggetti obesi. Inoltre, nella maggior parte dei casi si tratta di equazioni ricavate su popolazioni di etnia caucasica, e si pone quindi il quesito se esse siano realmente attendibili quando applicate alla popolazione attuale, etnicamente variegata, e con una cospicua prevalenza di obesità che altera i rapporti di massa cor-

**Tabella 1.** Principali equazioni predittive del metabolismo basale.

Autore (anno)	Campione	Formula
Harris-Benedict <sup>6</sup>	136 M+103 F normopeso (15-73 aa) di razza bianca; inclusi 16 atleti; misure con calorimetria diretta; no obesi.	REE = 66+(13.75 x P)+(5.0 x H)-(6.76 x Età) (M) REE = 655 + (9.56 x P) + (1.85 x H)-(4.68 x Età) (F)
FAO-LARN-WHO <sup>7-9</sup>	4.809 M + 2.364 F sottopeso o normopeso (18-75 aa); misure retrospettive su analisi di varie fonti; no obesi.	18-29 anni REE = 15.3 x P+679 (M) REE = 14.7 x P+496 (F) 30-59 anni REE = 11.6 x P+879 (M) REE = 8.7 x P+829 (F) 60-74 anni REE = 11.9 x P+700 (M) REE = 9.2 x P+688 (F) ≥75 anni REE = 8.4 x P+819 (M) REE = 9.9 x P+624 (F)
Owen <sup>10,11</sup>	60 M + 44 F (18-82 aa); misure effettuate con calorimetria indiretta; obesi 30% circa	REE = 879+(10.2 x P) (M) REE = 795+(7.2 x P) (F)
Mifflin <sup>12</sup>	251 M + 247 F (19-78 aa); misure effettuate con calorimetria indiretta; obesi 45% circa	REE = 5+(10 x P)+(6.25 x H)-(5x Età) (M) REE = -161+(10 x P)+(6.25 x H)-(5x Età) (F)
Legenda: P in kg; H in cm; Età in anni; M=Maschi; F=Femmine		

**Tabella 2.** Comparazione fra metabolismo basale misurato con calorimetria diretta o predetto con 4 delle equazioni più frequentemente utilizzate per tale calcolo. Il valore numerico prima della parentesi quadra si riferisce alla differenza (kcal/die) rilevata fra misura calorimetrica e misura predetta dalla singola equazione; fra parentesi quadra è riportato lo scostamento percentuale fra i due valori. (Dati da Noè D et al 2006<sup>15</sup>).

Equazione	Donne (#119)		Uomini (#25)	
	$\Delta$ REE (kcal/die) [%]			
Harris-Benedict	+79.5	[+4.4%]	+251.2	[+10.7%]
FAO-LARN	+105.7	[+5.9%]	+176.8	[+7.5%]
Owen	-147.6	[-8.2%]	+3.52	[+0.1%]
Mifflin	+0.15	[+0.01%]	-53.2	[-2.3%]

porea. In modo particolare, nel soggetto obeso l'eccedenza di massa grassa, assai meno dispendiosa sotto il profilo energetico rispetto alla massa muscolare, può alterare profondamente il metabolismo basale, come è intuitivo e sperimentalmente confermato<sup>13,14</sup>. Se tale errore è di dimensioni cospicue, ed è ulteriormente amplificato quando il dato è inserito nelle formule per predire la TDEE, si può ottenere un valore della spesa energetica totale non veritiero, e tale da compromettere la prescrizione dietetica. Per valutare l'ampiezza della eventuale discrepanza fra valori ottenuti con calorimetria diretta e valori ottenuti con le equazioni predittive di cui sopra nei soggetti con obesità morbigena (BMI  $\geq 40$  kg/m<sup>2</sup>), sono stati condotti studi *ad hoc*, di cui uno italiano particolarmente esaustivo<sup>15,16</sup>.

In questo studio sono stati inclusi 25 uomini e 119 donne con BMI medio intorno 47.2 kg/m<sup>2</sup> e con età media di 45 anni<sup>15</sup>. I pazienti sono stati sottoposti a calorimetria indiretta a riposo ed i valori ottenuti sono stati comparati con quelli ricavabili inserendo i dati di cia-

scun paziente nelle equazioni predittive di tabella 3.11. L'equazione con il maggior indice di predittività è risultata quella di Mifflin (tabella 2). Le meno accurate quelle di Harris-Benedict e le FAO-LARN, le più utilizzate nei comuni software per calcolare il valore calorico della dieta da somministrare e, per quanto riguarda le FAO-LARN, considerate "ufficiali" dalle principali società di nutrizione umana europee, essendo il frutto di una consensus di specialisti internazionali patrocinata dal WHO e dalla FAO.

Le variazioni non sono rilevanti in valore assoluto, tranne la sovrastima ben nota dell'equazione HB negli uomini che, con un delta di 251 kcal/die potrebbe fuorviare il clinico nella esatta sottrazione del contenuto calorico cui sottoporre il paziente.

### **Formule per il calcolo della spesa energetica associata all'attività fisica**

La spesa energetica associata all'attività fisica (PAE) ordinaria, e/o alle cosiddette *attività fisiche auspicabili*, quelle cioè cui il soggetto si sottopone volonta-

riamente con l'intento di mantenere una soddisfacente performance cardiorespiratoria, può essere misurata con l'uso di calorimetri portatili e sottoponendo il soggetto ad un test della durata di almeno 24 ore rappresentative della sua giornata tipo. In alternativa è possibile raccogliere attraverso l'intervista il tipo e la durata delle singole attività che il soggetto svolge nell'arco delle 24 ore, ed essendo noti i consumi energetici standard di ciascuna di esse (radersi, vestirsi, guidare l'automobile, camminare, etc) sommare le singole attività quotidiane ed ottenere la spesa energetica complessiva. Benchè molti software consentano di inserire tali voci e la durata di ciascuna di esse per calcolare la spesa totale, si intuisce facilmente che il margine di errore sarà comunque molto elevato, sia perché il soggetto non ricorda con esattezza la durata delle singole attività (o tende a sovrastimare quelle più impegnative), sia perché ciascun soggetto può compiere in modo energeticamente diverso la medesima attività: per esempio, è plausibile che un soggetto giovane normopeso (su cui sono abitualmente calcolati i dispendi energetici delle singole attività), percorra la distanza a piedi sino al luogo di lavoro con passo sostenuto, cosa che la sua controparte obesa e più avanti negli anni non è in grado di fare, determinando un consistente errore di calcolo. Per ovviare a queste complesse procedure di raccolta delle informazioni e di calcolo, sono stati stabiliti dei coefficienti di dispendio energetico correlati al Livello di Attività Fisica (LAF) dichiarato dal soggetto: questi, dopo stratificazione per età e sesso, può essere assegnato a tre diversi li-

**Tabella 3.** Coefficienti di dispendio energetico dei LAF espressi come multipli del metabolismo basale. (Dati da FAO/WHO/UNU 2001<sup>17</sup>).

Sesso/Età (aa)	Attività fisica descritta	Attività fisiche auspicabili	
		Escluse	Incluse
Uomo		LAF	LAF
18-59	Leggera	1.41	1.55
	Moderata	1.70	1.78
	Pesante	2.01	2.10
60-74	—	1.40	1.51
≥75	—	1.33	1.51
Donna		LAF	LAF
18-59	Leggera	1.42	1.56
	Moderata	1.56	1.64
	Pesante	1.73	1.82
60-74	—	1.44	1.56
≥75	—	1.37	1.56

velli di attività fisica:

- 1) leggera;
- 2) moderata;
- 3) pesante.

Un impiegato di ufficio (o un adolescente) che si reca al lavoro (scuola) in automobile, e che rientrato a casa trascorre le rimanenti ore leggendo o guardando la televisione (playstation), sarà assegnato al LAF più basso (leggera). La casalinga è normalmente assegnata al LAF moderato, mentre un operaio del settore edile o impegnato nell'agricoltura sarà assegnato al LAF pesante (tabella 3).

Questo metodo è più semplice di quello che si basa sulla valutazione delle singole attività ma è anche più ambiguo ed impersonale. Rimane aperto il problema della quantizzazione della spesa energetica di quelle *attività fisiche auspicabili* che un soggetto, ancorché sedentario durante l'orario di lavoro, decide di compiere con una certa frequenza settimanale. In questo caso, definita come attività fisica auspi-

cabile la pratica di attività aerobiche per almeno 45 minuti al giorno per almeno 4-5 giorni la settimana, il valore del LAF è opportunamente implementato (tabella 3).

#### **Calcolo del fabbisogno energetico totale con le formule predittive**

Se le equazioni predittive, pur con i loro limiti, ci dicono qual è la spesa energetica a riposo ed i coefficienti LAF prima descritti ci dicono quanto costa mediamente la spesa associata all'attività fisica, il TDEE può essere calcolato come segue:

$$\text{TDEE} = \text{REE} \times \text{LAF} + \text{TID}$$

Questa formula tiene conto anche della spesa energetica associata alla termogenesi indotta dagli alimenti (TID); in realtà essendo essa modesta ed essendo i LAF stati calcolati con una "certa abbondanza", da molti ritenuta eccessiva, la formula è spesso semplificata come  $\text{TDEE} = \text{REE} \times \text{LAF}$ .

Proviamo a fare un esempio pratico di calcolo del TDEE di una donna di 30 anni, alta 1.61 m, del peso di 98 kg (BMI=37.8), casalinga (attività fisica moderata). Se utilizziamo l'equazione predittiva FAO-LARN di tabella 3.11 per predire il metabolismo basale di questo soggetto avremo una spesa energetica a riposo pari a:  $\text{REE} = 8.7 \times 98 + 829 = 1.682 \text{ kcal/die}$ ; poiché il soggetto svolge attività fisica moderata e non svolge "attività auspicabili", il suo LAF sarà pari ad **1.64**; conseguentemente la sua spesa energetica totale nelle 24 ore sarà pari a:  $\text{TDEE} = 1.682 \times 1.64 = 2.758 \text{ kcal/die}$ .

Numerosi autori ritengono che l'utilizzo dei LAF, così come sopra riportati, tenda a sovrastimare l'attività fisica dei soggetti che vivono in società con stili di vita molto sedentari, determinando una sovrastima complessiva della TDEE, particolarmente nell'obeso, nel quale raramente si raggiunge un LAF pari a 1.6, come dimostrato da

**Tabella 4.** Spesa e energetica a riposo e globale (kcal/die) dopo stratificazione per peso ed indice di massa corporea; nelle ultime due colonne è riportata il quoziente energetico (QE) sia a riposo che totale (Dati da Ravussin 1982<sup>21</sup>).

Soggetti (n°)	Peso (kg)	BMI	REE	TDEE	QE <sub>REE</sub>	QE <sub>TDEE</sub>
Normopeso (10)	61	21.1	1.461	2.015	23.95	33.03
Sovrappeso (6)	79	26.1	1.588	2.293	20.10	29.02
Obesi (14)	98	37.7	1.813	2.398	18.50	24.46

Schaller su un vasto campione<sup>18,19</sup>. Questo aspetto, di notevole interesse teorico e pratico, è raramente affrontato nei manuali di scienza dell'alimentazione o di obesologia, pur essendo fonte di notevoli perplessità<sup>20</sup>.

### Calcolo del fabbisogno energetico: i quozienti energetici

Il rischio di sovrastima del dispendio energetico totale che l'utilizzo delle equazioni predittive del metabolismo basale abbinato a LAF troppo elevati possa generare in un obeso, è ben evidente se si esaminano gli studi sul dispendio energetico basale e globale condotti con *calorimetria diretta* in soggetti normopeso, sovrappeso ed obesi. Questi studi non sono numerosi poiché necessitano della camera calorimetrica, con il paziente "recluso" per almeno 24 ore, durante le quali svolge tutte quelle attività normalmente svolte a domicilio, consuma pasti regolari e compie attività, come l'uso della cyclette, per "compensare" quelle eventuali attività fisiche svolte

all'esterno e non eseguibili in condizioni sperimentali. Uno degli studi di riferimento in tal senso è quello di Ravussin, che esaminò un gruppo di 30 soggetti con vari indici di BMI (tabella 4).

Nonostante la spesa energetica (a riposo e globale) aumentava in rapporto al peso, il dispendio energetico per kg di peso corporeo, ovvero il **quoziente energetico (QE)**, si riduceva progressivamente all'aumentare del BMI e del peso corporeo eccedente: il fabbisogno energetico totale degli obesi era pari a 24.4 kcal/kg di peso contro le 33.0 kcal/kg di peso necessarie ai soggetti normopeso (-26% degli obesi vs normopeso). Questi dati sono stati confermati sia da studi successivi dello stesso autore in soggetti obesi, prima e dopo dimagrimento, sia da altri studi che hanno incluso soggetti con obesità di vario grado ed etnia: tutti hanno dimostrato che sia la spesa energetica a riposo sia quella globale rapportate ad unità di peso corporeo si riducono progressivamente con l'aumentare dell'adiposità, e ciò è dovuto ad

un rapporto percentuale FFM/FM progressivamente decrescente all'aumentare del grado di obesità<sup>22-24</sup>.

L'esempio del soggetto riportato nel paragrafo precedente (donna di 30 anni del peso di 98 kg e con altezza pari ad 1.61 m) non è stato scelto a caso. Esso infatti presenta le caratteristiche medie di peso, altezza ed età del campione di obesi esaminato da Ravussin: la differenza fra TDEE calcolato secondo le equazioni predittive FAO-LARN accoppiate ai LAF (2.858 kcal/die) e quella misurata con calorimetria diretta (2.398 kcal/die) è pari a 460 kcal/die.

Una sovrastima di questo tipo rende fuorviante la prescrizione dietetica, poiché una riduzione di 1.000 kcal/die ad un fabbisogno stimato di 2.858 kcal/die comporterebbe una sottrazione calorica effettiva di sole 540 kcal/die. Per tale ragione vari Autori ed alcuni testi di nutrizione umana suggeriscono di calcolare il fabbisogno calorico totale secondo un quoziente energetico non superiore a 25 kcal/kg di peso corporeo nell'obeso<sup>20</sup>. **T.M**

### Bibliografia

1. IAEA Human Health Series No. 3. Assessment of Body Composition and Total Energy Expenditure in Humans Using Stable Iso-

pe Techniques, 133 pages, hardcover or paperback, V38 (paperback). International Atomic Energy Agency. Vien 2009.

2. Montoye J, Kemper HCG, Saris

WHM, Washburn RA Eds. Measuring Physical Activity and Energy Expenditure. Human Kinetics, 1996

3. Coward WA. The doubly-labelled-

- water (2H2-18O) method: principles and practice. *Proc Nutr Soc* 1988; 47, 209-218.
4. **Speakman JR.** The history and theory of the doubly labeled water technique. *Am J Clin Nutr* 1998; 68:932S-938S.
  5. **Wang Z, Heshka S, Zhang K, et al.** Resting energy expenditure: systematic organization and critique of prediction methods. *Obesity Research* 2001; 9:331-336.
  6. **Harris JA, Benedict FG.** A Biometric study of basal metabolism in man. Washington, DC: Carnegie Institute of Washington 1919. Publication n. 279.
  7. **Food and Agricultural Organization/World Health Organization/United Nations University.** Energy and protein requirements. Report of a joint FAO/WHO/UNU Expert Consultation. World Health Organization Technical Report Series 724. Geneva, Switzerland: WHO 1985.
  8. **Schofield WN, Schofield C, James WPT.** Basal metabolic rate: review and prediction, together with an annotated bibliography of source material. *Hum Nutr Clin Nutr* 1985; 39 C(suppl 1):1-96.
  9. **Ferro-Luzzi A.** The application of energy costs to activities and overall energy expenditure over 24 hours (including MB levels) of the elderly. Report to FAO, Rome 1987.
  10. **Owen OE, Kaval E, Owen RS, et al.** A reappraisal of the caloric requirements in healthy women. *Am J Clin Nutr* 1986; 44:1-19.
  11. **Owen OE, Holup JL, Dalessio DA, et al.** A reappraisal of the caloric requirements of men. *Am J Clin Nutr* 1987; 46:875-885.
  12. **Mifflin MD, St. Jeor ST, Hill LA, et al.** A new predictive equation for resting energy expenditure in healthy individuals. *Am J Clin Nutr* 1990; 51:241-247.
  13. **Frankenfield D, Roth-Yousey L, Compher C.** Comparison of predictive equations for resting metabolic rate in healthy nonobese and obese adults: a systematic review. *J Am Diet Assoc* 2005; 105:775-789.
  14. **Wilms B, Schmid SM, Ernst B, et al.** Poor prediction of resting energy expenditure in obese women by established equations. *Metabolism* 2010; 59:1181-1189.
  15. **Noè D, Bergamaschi E, Lanzi P, et al.** Attendibilità delle equazioni predittive del dispendio energetico a riposo nella grande obesità. *G It Diabetol Metabol* 2006; 26:54-62.
  16. **Weijjs PJ, Vansant GA.** Validity of predictive equations for resting energy expenditure in Belgian normal weight to morbid obese women. *Clin Nutr* 2010; 29:347-351.
  17. **FAO-ONU-UNU.** Food and Nutrition Technical Report Series: Human Energy Requirement. Rome 2001. Accessed August 2011 at: <ftp://ftp.fao.org/docrep/fao/007/y5686e/y5686e00.pdf>
  18. **Schaller N, Seiler H, Himmerich S, et al.** Estimated physical activity in Bavaria, Germany, and its implications for obesity risk: Results from the BVS-II Study. *Int J Behav Nutr Physical Activ* 2005; 2:6.
  19. **Durnin JVG.** Low energy expenditure in free-living populations. *European Journal of Clinical Nutrition* 1990; 44:95-102.
  20. **Riccardi G, Pacioni D, Giacco A, et al.** Manuale di nutrizione applicata. **Edizioni Idelson-Gnocchi. Napoli 2009.**
  21. **Ravussin E, Burnand B, Schutz Y, et al.** Twenty-four-hour energy expenditure and resting metabolic rate in obese, moderately obese, and control subjects. *Am J Clin Nutr* 1982; 35:566-573.
  22. **Ravussin E, Burnand B, Schutz Y, et al.** Energy expenditure before and during energy restriction in obese patients. *Am J Clin Nutr* 1985; 41:753-759.
  23. **Albu J, Shur M, Curi M, Murphy L, et al.** Resting metabolic rate in obese, premenopausal black women. *Am J Clin Nutr* 1997; 66:531-538.
  24. **Zhang K, Sun M, Werner P, et al.** Sleeping metabolic rate in relation to body mass index and body composition. *Int J Obes Relat Metab Disord* 2002; 26:376-383.

