

熱量

衛沛文

身體需要適當熱量來維持正常體溫、新陳代謝、身體活動、生長發育 (包括懷孕期) 以及哺乳等生命現象。食物的熱量供應量是以食物能供應身體利用的熱量來表示，通常以大卡 [仟卡，kilocalorie (kcal)] 為單位。一大卡等於 4.184 千焦耳 [kilojoule (kj)]。食物所提供之熱量以多年使用的 Atwater 氏營養熱量換算值為準：人體攝取碳水化合物或蛋白質後經代謝每公克產生 4 kcal，脂肪每公克產生 9 kcal，而酒精每公克產生 7 kcal 或每毫升產生 5.6 kcal⁽¹⁾。

熱量的主要食物來源及國人熱量攝取量 (維持第 6 版)

根據 1993–1996 年國民營養健康狀況變遷調查以 24 小時飲食回顧法所得的資料推算⁽²⁾，19–64 歲的成年人每日攝取的飲食總熱量男性約 2,200 kcal，女性約為 1,600 kcal。主要的熱量食物來源為五穀根莖類，提供男性 36 % 及女性 32.3 % 的飲食總熱量；其次為家畜類，提供男性飲食總熱量約 18 %，女性約 15.4 %；其他如點心零食類 (提供男性 8.4 %，女性 9.1 % 的總熱量)、其他蛋白質類 (包括蛋類、乳類、黃豆類、及相關製品，提供男性 7.7 %，女性 9.7 % 的總熱量)、和油脂類 (提供男性 6.3 %，女性 9.2 % 的總熱量) 等食物也是飲食中重要的熱量來源。

熱量需求量之訂定精神

肥胖是一個台灣地區以及全世界相當重要的健康問題，熱量的攝取量若超過身體消耗量，過多的熱量會逐步儲存在體內導致肥胖，因為肥胖是許多慢性疾病的重要危險因子，熱量的建議應考慮到其對國人肥胖情況可能造成的影響。另一方面，熱量攝取不足則可能間接導致各種維生素和礦物質的攝取不足，影響人體的正常生理功能，甚至造成疾病，因此熱量攝取過多與不足都會引起健康上的問題。一個人的熱量攝取量是否恰當，可以客觀的人體測量指標來評估，如：身體質量指數、腰圍、皮脂摺層厚度 (skinfold thickness) 等。衛生署已使用身體質量指數以及腰圍訂定了兒童、青少年和成人肥胖、過重以及過瘦的標準^(3,4)。因此訂定 DRIs 的熱量主要的目的不在於提供個人層次的攝取量，而傾向於提供給團體膳食設計的參考。此次熱量建議量，以平均熱量需求量，而非超過需要之安全量為準，以避免建議熱量過高，間接導致全民的肥胖。在建立國人的熱量建議量上，我們同時參考日本 DRIs 的安靜熱量消耗數據⁽⁵⁾、台灣地區民眾的平均熱量攝取量⁽⁶⁾、和國人的身體活動現況⁽⁷⁾，分「低」、「稍低」、「適當」、與「高」4 個類型提出建議量。雖然理論上無論減少熱量攝取，或增加身體活動均能幫助達到熱量平衡，但由於現代人生活形態愈趨靜態，身體活動類型屬於低或稍低的等級居多，所估計出應攝取的熱量建議量已經偏低，為避免各類維生素及礦物質攝取不足，建議不單靠減低熱量，亦應增加身體活動量達到「適度」，才是維持適當體重以及營養狀況的理想辦法。

熱量需求量的估算

(一) 安靜熱量消耗

推算熱量需求量通常是以安靜代謝率 (resting metabolic rate, RMR) 為計算基準，安靜代謝率亦稱為基礎代謝率 (basal metabolic rate, BMR)，基礎代謝是 1920 年代所提出的概念，代表身體和精神在安靜狀態下人體所需的最小熱量，僅涉及維持生命所必須的呼吸循環系統、神經系統、以及肝及腎等組織的活動，也就是一天 24 小時躺臥狀態下所需的熱量。過去傳統的測量的方法為，受試者前一日嚴禁劇烈的身體活動，晚餐吃清淡的飲食後即不再進食，將飲食引發的熱量代謝降至最低，次日早上睡醒後 (約距前次飲食 12-15 小時)，在適中的室溫安靜仰臥 30 至 60 分鐘，使用體熱測量法或攝氧測量法測定 BMR。上述設定的基準條件下測量代謝率方法雖然稱得上是相當嚴格，但是仍未能完全確保測量所得的代謝率實為人體處於清醒時候的最低代謝率—所謂「基礎」代謝率，較保守的做法是稱為安靜代謝率。我國 19 歲以上成年人的安靜代謝率可以使用下面其中一項迴歸方式⁽⁸⁾估計之 (附錄 1)，由於公式-1 與公式-2 的差異很少，在實際應用上使用公式-1 較為簡易。表 1. 顯示國人不同年齡組的安靜代謝率與一天安靜熱量消耗 (resting energy expenditure, REE)。

(1) 衛公式- 1：使用性別、年齡與體重 3 個變項為估計因子：

$$\text{安靜代謝率 (每天每公斤體重消耗千卡數)} = 28.2437 + 2.4275 \times \text{性別 (男=1, 女=0)} - 0.02277 \times \text{年齡}$$

$$(\text{歲}) - 0.1234 \times \text{體重 (公斤)}$$

(2) 衛公式- 2：使用性別、年齡、體重與身高 4 個變項為估計因子：

$$\begin{aligned} \text{安靜代謝率 (每天每公斤體重消耗千卡數)} &= 23.1811 \\ &+ 2.2589 \times \text{性別 (男=1 女=0)} - 0.01807 \times \text{年齡 (歲)} - \\ &0.1448 \times \text{體重 (公斤)} + 0.03797 \times \text{身高 (公分)} \end{aligned}$$

(二) 總熱量消耗

總熱量消耗 (total energy expenditure, TEE) 是指個人一天 24 小時中各項行為熱量消耗的加總，包括睡眠熱量消耗 (sleep energy expenditure, SEE)、安靜熱量消耗、食物熱效應 (thermic effect of food, TEF)、以及各項身體活動熱量消耗 (physical activity energy expenditure, PAEE)。安靜熱量消耗佔個人總熱量消耗的大部份，個人之間的安靜熱量消耗變異較小，而身體活動的變異較大，所以一個族群平均總熱量消耗，大致上由該族群之個人身體活動量消耗的變異所決定。一個人 TEE 的計算公式⁽⁹⁾如下：

$$\text{總熱量消耗} = (\text{睡眠熱量消耗} + \text{總身體活動熱量消耗}) / (1 - \text{食物熱效應}) \quad [\text{TEE} = (\text{SEE} + \text{total PAEE}) / (1 - \text{TEF})]$$

表一、我國成年人的安靜代謝率與一天安靜熱量消耗

年齡 (歲)	身高(cm)		體重(kg)		安靜代謝率 (kcal·d ⁻¹ ·kg ⁻¹)		一天安靜熱量消耗 (kcal·d ⁻¹)	
	男	女	男	女	男	女	男	女
19-30	171	159	64	52	22.20	21.26	1421	1105
31-50	170	157	64	54	21.84	20.65	1398	1115
51-70	165	153	60	52	21.88	20.44	1313	1063
≥71	163	150	58	50	21.67	20.23	1257	1011

安靜代謝率是由衛公式-1 所估計

睡眠熱量消耗約為安靜熱量消耗的 90 %^(10,11)。安靜熱量消耗可在實驗室測量得知或是經由已建立的迴歸程式來預估，身體活動的定義是骨骼肌的收縮產生身體的動作而消耗的熱量，所消耗的熱量是高出安靜時候的熱量消耗⁽¹²⁾，身體活動熱量消耗包含安靜熱量消耗，即是粗熱量消耗 (gross energy expenditure)，將個人一天 24 小時中各項身體活動的熱量消耗加總後，獲得總身體活動熱量消耗 (註：睡眠並不納入為身體活動)。食物熱效應是指食物消化 (digestion) 與同化 (assimilation) 過程中所需要的熱量，在熱量平衡狀態下，即是總熱量攝取相等於總熱量消耗的時候，食物熱效應是可以使用總熱量消耗代替總熱量攝取來估算。健康且非過重或非肥胖者的食物熱效應是佔其總熱量攝取的 8 % (附錄 2.)。

身體活動熱量消耗是藉由 3 個變項估算出來：身體活動的強度 (intensity)、持續時間 (duration)，以及運動後過熱量消耗 (elevated postexercise energy expenditure (EPEE) (又稱運動後過耗氧，excess postexercise oxygen consumption, EPOC)。身體活動的強度通常以 MET (metabolic equivalent, 代謝當量) 的倍數作為單位⁽¹³⁾。1 MET 的定義為在安靜坐著的狀態下，每公斤體重每小時消耗 1 仟卡的熱量 ($1 \text{ kcal} \cdot \text{h}^{-1} \cdot \text{kg}^{-1}$)；體重 60 公斤的人安靜坐著時候每分鐘消耗 1 kcal，不同身體活動的 MET 詳列於附錄 3。將一個身體活動的 MET 乘以該活動的持續時間，獲得從事該活動時候每公斤體重所消耗的 kcal，再乘以個人體重後為從事該活動時候個人消耗的 kcal。舉例來說，一個 60 公斤體重的人以中等時速 4.8 公里 (每

小時 3 英哩) 步行了 1 小時，消耗熱量約是 200 kcal (3.3 MET × 1 小時 × 60 公斤)。代謝率在運動後仍維持高於安靜狀況，此現象可持續多個小時，從事中強度運動 (3 至 < 6 MET) 後的 EPEE 約為該運動熱量消耗的 5 %。從事高強度運動 (≥ 6 MET) 後的 EPEE 約為該運動熱量消耗的 8 % (附錄 4.)。上例中的 EPEE 是 10 kcal (200 kcal × 0.05)，因此實際的運動熱量消耗應是 210 kcal。

準確度很高的雙標示水 (doubly labeled water) 技術測量人體一天總熱量消耗的美國人研究⁽⁹⁾結果顯示，維持體重或身體質量指數在理想的正常範圍內的身體活動等級 (physical activity level, PAL)，是當總熱量消耗達到安靜熱量消耗的 1.6–1.7 倍，評定為“適度”(active) 的身體活動類型 (physical activity category)，美國 DRI 成年人身體活動等級建議如表 2.，我國成年人一週的休閒身體活動熱量消耗低於美國人，考慮差異的重要原因是與國人的較低身體活動強度 (intensity) 和較低的體重有關^(14,15)，而擬定適合臺灣成年人身體活動等級的建議如表 3.。依據此身體活動等級推算出不同身體活動類型的總熱量消耗如表 4.。

表二、美國成年人身體活動等級的建議

身體活動類型	身體活動等級 (PAL)	
	組距	平均
低 (sedentary)	1.0 至 < 1.4	1.3
稍低 (low active)	1.4 至 < 1.6	1.5
適度 (active)	1.6 至 < 1.9	1.7
高 (very active)	1.9 至 < 2.5	2.2

表三、臺灣成年人身體活動等級的建議

身體活動類型	身體活動等級 (PAL)	
	組距	平均
低 (sedentary)	1.1 至 < 1.4	1.3
稍低 (low active)	1.4 至 < 1.6	1.5
適度 (active)	1.6 至 < 1.8	1.7
高 (highly active)	1.8 至 < 2.0	1.9

一些總熱量消耗的計算與身體活動類型例子顯示於附錄 5. 至 7.，例如上班與需要照顧家庭的婦女，一天中加入 60 分鐘中強度 (3 至 < 6 MET) 的身體活動，可達到「適度」身體活動類型的建議 (附錄 5.)。靜態工作及靜態生活之上班族中年男性，一天中加入的身體活動是需要達到中高強度 (≥ 6 MET) (如慢跑)，並累積至少 60 分鐘，始能維持正常體重/身體質量指數與健康 (附錄 6.)。勞動性工作者一天長時間從事肌力活動，容易達到 \geq 「適度」的身體活動類型，但是對提昇心肺適能與降低心血管疾病風險，並不能產生很高的效果，需要於休閒時間多從事有氧運動，例如快/健走、慢跑、踩健身腳踏車、有氧舞蹈等 (附錄 7.)。

表四、臺灣成年人不同身體活動類型的總熱量消耗

年齡 (歲)	身體活動類型							
	低		稍低		適度		高	
	PAL=1.3 (1.1-1.4)		PAL=1.5 (1.4-1.6)		PAL=1.7 (1.6-1.8)		PAL=1.9 (1.8-2.0)	
	男	女	男	女	男	女	男	女
19-30	1847 (1705-1990)	1437 (1326-1548)	2132 (1990-2274)	1658 (1548-1769)	2416 (2274-2558)	1879 (1769-1990)	2700 (2558-2842)	2100 (1990-2211)
31-50	1817 (1677-1957)	1449 (1338-1561)	2097 (1957-2236)	1672 (1561-1784)	2376 (2236-2516)	1895 (1784-2007)	2656 (2516-2796)	2118 (2007-2230)
51-70	1707 (1575-1838)	1382 (1275-1488)	1969 (1838-2100)	1594 (1488-1700)	2232 (2100-2363)	1807 (1700-1913)	2494 (2363-2625)	2019 (1913-2126)
≥71	1634 (1508-1760)	1315 (1214-1416)	1885 (1760-2011)	1517 (1416-1618)	2137 (2011-2262)	1719 (1618-1821)	2388 (2262-2514)	1922 (1821-2023)

PAL, physical activity level (身體活動等級)；安靜熱量消耗由衛公式-1 所估計

附錄 1. 臺灣 19 歲以上安靜熱量消耗 (kcal·d⁻¹) 實測結果與不同迴歸公式預估結果的比較

預測變項	男 (n=53)			女 (n=51)			總人數 (n=104)		
	平均 (標準差)	差異 %	相關 係數	平均 (標準差)	差異 %	相關 係數	平均 (標準差)	差異 %	相關 係數
實測 ⁽⁸⁾	1377 (162)			1087 (119)			1235 (203)		
衛-1 ⁽⁸⁾ G, A, W	1376 (95)	0.8	0.620	1088 (80)	0.8	0.615	1235 (169)	0.8	0.836
衛-2 ⁽⁸⁾ G, A, W, H	1376 (95)	0.8	0.630	1088 (80)	0.8	0.612	1235 (169)	0.8	0.838
劉-1 ⁽¹⁶⁾ G, A, W, H	1476** (131)	8.1	0.584	1175** (106)	8.7	0.613	1329** (192)	8.4	0.820
劉-2 ⁽¹⁷⁾ G, A, W	1513** (121)	10.8	0.566	1207** (96)	11.8	0.620	1363** (189)	11.3	0.821
劉-3 ⁽¹⁸⁾ G, A, W	1391 (167)	1.6	0.600	1065 (127)	-1.6	0.590	1231 (221)	0.01	0.810
Japanese DRI ⁽¹⁹⁾ G, A, W	1412* (168)	3.0	0.625	1144** (135)	5.7	0.570	1280** (203)	4.3	0.791
Mifflin 等 ⁽²⁰⁾ G, A, W, H	1467** (137)	7.4	0.529	1129** (112)	4.4	0.550	1301** (210)	5.9	0.799
Henry 與 Rees ⁽²¹⁾ G, A, W	1478** (84)	7.5	0.615	1190** (64)	9.6	0.539	1337** (163)	8.5	0.826
Oxford ⁽²²⁾ G, A, W	1477** (127)	8.1	0.569	1192** (71)	10.5	0.564	1337** (176)	9.3	0.811
Owen ⁽²³⁾ G, W	1522** (62)	11.7	0.629	1174** (41)	9.0	0.577	1351** (183)	10.4	0.809
Schofield ⁽²⁴⁾ G, A, W	1557* (159)	14.0	0.446	1246** (70)	15.6	0.540	1404** (199)	14.8	0.760
FAO/WH O/UNU ^(25,26) G, A, W	1568** (161)	14.8	0.442	1259** (72)	16.7	0.560	1416** (199)	15.8	0.759

G, 性別 (gender); A, 年齡 (age); W, 體重 (weight); H, 身高 (height)。

*, $P < 0.05$, **, $P < 0.01$

受試者為健康、非吸菸，BMI 18.5-25 kg·m⁻² 的台灣成年男性和女性共 104 人 (男 53 人、女 51 人)，年齡 19-69 歲，每 2 歲年齡內至少有 1 名受試者，使用黃金標準的 Douglas 袋開放式熱量測量法 (open-circuit calorimetry)。測量前一天，受試者禁做激烈運動，19:00 時後禁食，次日起床後，儘量減少身體活動，測量時間為 07:00 至 09:00。測量時候受試者斜仰臥在無干擾的環境下，儘量保持安靜、放鬆、與清醒。鼻與口部戴上透明膠製充氣式採氣面罩，經過至少 10 分鐘適應期後採氣 30 分鐘，室內溫度與相對溼度分別為 24.5-25.5 °C 與 50-70 %。使用直線多變項迴歸統計方法建立 2 項預估安靜代謝 (kcal·d⁻¹·kg⁻¹) 公式，衛公式-1⁽⁸⁾ 使用性別、年齡、與體重 3 個變項為估計因子，衛公式-2⁽⁸⁾ 使用性別、年齡、體重與身高 4 變項為估計因子。將 104 位受試者的性別、年齡、體重、或與身高代入此 2 項迴歸公式以及其他 10 項預估安靜代謝迴歸公式的結果，顯示衛-1⁽⁸⁾、衛-2⁽⁸⁾、和劉-3⁽¹⁸⁾ 的預估結果與實測結果之間具有高的積差相關，相依樣本 T 考驗結果亦無統計差異 ($P > 0.05$)，日本 DRI 迴歸公式⁽¹⁹⁾ 的預估結果只高於實測結果 3-6%，FAO/WHO/UNU^(25,26) 採用接近一半意大利人為樣本的迴歸公式的預估結果偏離實測結果的差異最大，高於實測結果 15-17%，相關研究亦發現 Schofield 公式⁽²⁴⁾ 的預估偏離問題^(27,28,29)。

附錄 2. 攝取不同測試餐食後的食物熱效應

來源	性別	人數	年齡 y	身高 m	體重 kg	BMI kg·m ⁻²	類別	測試餐食	TEF %EI
Blaza 與 Garrow ⁽³⁰⁾	F	5	35.0 -	1.64 -	96.3 -	35.8 -	肥胖	平均 4.42 MJ (1056 kcal)	7.0
	F	5	23.0 -	1.69 -	58.4 -	20.4 -	瘦	平均 4.04 MJ (966 kcal)	5.9
D'Alessio 等 ⁽³¹⁾	M	5	26.0 (2.0*)	1.80 (0.03*)	73.3 (3.0*)	22.5 (0.7*)	正常	混合餐, 499 kcal	6.6 (2.7*)
								混合餐, 922 kcal	9.1 (1.1*)
								混合餐, 1,488 kcal	8.6 (0.5*)
								混合餐, 1,868 kcal	8.4 (0.8*)
	M	5	31.0 (2.0*)	1.75 (0.03*)	131.9 (11.7*)	42.9 (2.4*)	肥胖	混合餐, 660 kcal	6.3 (1.8*)
								混合餐, 1,320 kcal	8.4 (1.5*)
								混合餐, 1,979 kcal	8.0 (0.7*)
								混合餐, 2,556 kcal	8.1 (0.4*)
Kaplan 與 Leveille ⁽³²⁾	F	4	--	--	57.7 (1.3*)	--	瘦	高蛋白質, 202 g (823 kcal)	7.4
	F	4	--	--	94.2 (5.5*)	--	肥胖	高蛋白質, 202 g (823 kcal)	2.0
Kinabo 與 Durnin ⁽³³⁾	M	16	22.0 (1.5*)	1.64 (0.01*)	55.8 (0.9*)	20.8 (0.04*)	正常	高碳水化合物與低脂, 600 kcal	9.0 (0.5*)
								低碳水化合物與高脂, 600 kcal	9.0 (0.6*)
								高碳水化合物與低脂, 1200kcal	7.0 (0.4*)
								低碳水化合物與高脂, 1200 kcal	7.0 (0.3*)
Kinabo 與 Durnin, 摘自 Bellistle 等 ⁽³⁴⁾	F	18	18-34 -	--	--	21.0 -	正常	1 餐高脂 (1200 kcal)	7.1
								2 餐高脂 (600 kcal), 1200 kcal	6.8
								1 餐低脂 (1200 kcal)	7.5
								2 餐低脂 (600 kcal), 1200 kcal	7.6

附錄 2(續). 攝取不同測試餐食後的食物熱效應

來源	性 別	人 數	年 齡 y	身 高 m	體 重 kg	BMI kg·m ⁻²	類別	測試餐食	TEF %EI
LeBlanc 等, 摘自 Bellistle 等 ⁽³⁴⁾	3M	6	21-28	-	--	--	23.0	正常 1 大餐 2732 kJ (653 kcal)	6.6
								4 小餐 (684 kJ), 2732 kJ (653 kcal)	9.5
Molnar, 摘自 Bellistle 等 ⁽³⁴⁾	6M	11	12.0 (1.0)	--	--	--	肥胖	1 餐, 30 % 安靜熱量消耗	11.9
								2 餐, 10 % 安靜熱量消耗	8.5
Nair 等, 摘自 Blaza 與 Garrow ⁽³⁰⁾	-	5	--	--	--	--	瘦	高糖, 1.25 MJ (300 kcal)	5.7
								高蛋白質, 1.25 MJ (300 kcal)	12.1
								高脂, 1.25 MJ (300 kcal)	4.5
		6	--	--	--	--	肥胖	高糖, 1.25 MJ (300 kcal)	6.9
								高蛋白質, 1.25 MJ (300 kcal)	17.7
								高脂, 1.25 MJ (300 kcal)	8.3
Pittet 等, 摘自 Blaza 與 Garrow ⁽³⁰⁾	-	10	--	--	--	--	瘦 高糖, 0.84 MJ (200 kcal)	11.2	
							肥胖 高糖, 0.84 MJ (200 kcal)	4.8	
Poehlman 等 ⁽³⁵⁾	M	12	27.0 (1.9*)	1.80 (0.6*)	71.2 (1.8*)	22.7 (0.4*)	素食	混合餐, 平均 622 kcal	9.1 (0.6)
	M	11	22.5 (0.9*)	1.80 (2.0*)	78.8 (2.6*)	24.4 (0.8*)	非素食	混合餐, 平均 677 kcal	11.4 (0.6)
Segal 等 ⁽³⁶⁾	M	8	25.4 (1.6)	1.79 (0.02)	96.4 (4.3)	30.0 (0.9)	肥胖, 30 % 體脂肪	混合餐, 750 kcal	3.7
								瘦, 10% 體脂肪	混合餐, 750 kcal

附錄 2(續). 攝取不同測試餐食後的食物熱效應

來源	性別	人數	年齡 y	身高 m	體重 kg	BMI kg·m ⁻²	類別	測試餐食	TEF %EI
Shetty 等, 摘自	-	5	--	--	--	--	瘦	混合餐, 2.43 MJ (581 kcal)	3.0
Blaza 與 Garrow ⁽³⁰⁾	-	5	--	--	--	--	肥胖	混合餐, 2.33 MJ (557 kcal)	1.5
Tai 等 ⁽³⁷⁾	F	7	26.7 (2.9)	1.67 (0.07)	57.9 (4.3)	20.8 (2.1)	正常	1 大混合餐, 750 kcal	7.7
								6 小混合餐 (125 kcal), 750 kcal	5.6
Visser 等 ⁽³⁸⁾	F	27	23.0 (2.0)	1.71 (0.05)	63.4 (6.0)	21.6 (1.9)	年青	混合餐, 318 kcal	9.0 (2.0)
	F	71	72.0 (5.0)	1.61 (0.06)	66.9 (9.4)	25.8 (3.8)	高齡	混合餐, 318 kcal	8.0 (2.0)
	M	29	27.0 (2.0)	1.85 (0.07)	77.2 (9.1)	22.5 (2.3)	年青	混合餐, 318 kcal	12.0 (3.0)
	M	32	73.0 (6.0)	1.75 (0.06)	78.0 (11.1)	25.4 (3.4)	高齡	混合餐, 318 kcal	9.0 (2.0)
Weststrate 等 ⁽³⁹⁾	M	10	22.0 (0.5*)	1.84	75.4 (2.2*)	22.3 (0.6*)	正常	2 混合餐, 平均 456 kcal, 早上與 中午各 1 餐	7.1 (0.5*)
York 等, 摘自	-	8	--	--	--	--	瘦	高蛋白質, 4.18 MJ (1000 kcal)	7.2
Blaza 與 Garrow ⁽³⁰⁾	-	8	--	--	--	--	肥胖	高蛋白質, 2.09 MJ (500 kcal)	9.7
								高蛋白質, 4.18 MJ (1000 kcal)	5.4
								高蛋白質, 2.09 MJ (500 kcal)	4.4

數值為平均數 (標準差或標準誤*), M, 男性; F, 女性; BMI, 身體質量指數 (body mass index)。

TEF (thermal effect of food) 的單位是測試餐食熱量攝取 (energy intake, EI) 的百分比。

437 個正常與瘦類別 TEF 測量數的加權平均為 8.25%, 109 個肥胖類別測量數的加權平均為 7.22%, 全部 546 個測量數的加權平均為 8.04%。

附錄 3. 不同身體活動強度的 MET 值⁽⁴⁰⁾

身體活動	中強度 MET	高強度 MET	身體活動	中強度 MET	高強度 MET
走路	3.5	5.0	短柄壁球	7.0	10.0
遠足	6.0	7.0	壘球	5.0	6.0
慢跑	6.0	7.0	棒球	5.0	6.0
跑步	7.0	10.0	足球	6.0	10.0
爬樓梯	6.0	8.0	籃球	6.0	8.0
騎腳踏車	4.0	8.0	排球	4.0	8.0
有氧運動	5.0	7.0	曲棍球	6.0	8.0
跑步機	4.5	7.0	美式足球	5.0	8.0
跳繩	8.0	10.0	拳擊	6.0	9.0
伸展運動	2.5	2.5	武術	4.0	10.0
瑜珈	2.5	4.0	摔角	6.0	8.0
伏地挺身	3.5	8.0	游泳	6.0	8.0
仰臥起坐	3.5	8.0	衝浪	3.0	5.0
舉重	3.0	6.0	划橡皮艇	3.5	7.0
彈簧床跳躍	3.5	4.5	划船	3.5	7.0
啦啦隊和體操	4.0	6.0	輪式溜冰	6.0	7.0
飛盤	3.0	8.0	溜冰	5.0	7.0
滑滑板	5.0	6.0	越野滑雪	7.0	9.0
輪式溜冰	6.0	7.0	下坡滑雪	6.0	8.0
溜冰	5.0	7.0	釣魚	3.5	6.0
孩童遊戲-躲避球、足壘球等	5.0	6.0	打獵	5.0	6.0
跳舞	4.5	6.0	騎馬	4.0	6.5
打保齡球	3.0	3.0	園藝工作	4.0	5.0
高爾夫球	3.5	4.5	庭園工作	4.0	6.0
打網球	5.0	7.0	其他	4.5	7.0

附錄 4. 不同運動持續時間之中強度或高強度運動的運動後過熱量消耗 (elevated postexercise energy expenditure, EPEE)

來源	性別	人數	年齡 y	身高 m	體重 kg	BMI kg·m ⁻²	運動訓練	$\dot{V}O_{2max}$	運動模式	EPEE 中強度 運動	EPEE 高強度 運動
Bahr 等 ⁽⁴¹⁾	M	6	22.7 (0.8*)	1.87 (3.6*)	80.8 (4.1*)	23.20 -	非訓練	54.1 (1.5)	71% $\dot{V}O_{2max}$, 80 分鐘 69% $\dot{V}O_{2max}$, 40 分鐘 69% $\dot{V}O_{2max}$, 20 分鐘		14.4 6.8 5.1
Binzen 等 ⁽⁴²⁾	F	12	29.2 (3.0)	1.69 (0.08)	59.4 (5.7)	20.80 (1.0)	規律重量 訓練		3 組 x 9 個阻力運動 + 3 組腹肌運動; 每組反覆 10 次, 70% 1-RM		20.1
Gore 與 Withers ⁽⁴³⁾	M	9	21.9 (2.2)	1.79 (0.07)	69.6 (4.36)	- -	訓練	63.0 (5.7)	30% $\dot{V}O_{2max}$ (5.4 MET), 20 分鐘 50% $\dot{V}O_{2max}$ (9 MET), 50 分鐘 70% $\dot{V}O_{2max}$ (12.6 MET), 80 分鐘	5.04	5.19 6.16
Sedlock 等 ⁽⁴⁴⁾	M	10	26.0 (6.3)	1.79 (7.1)	68.3 (6.1)	21.36 -	鐵人 3 項	61.1 (5.7)	50.5% $\dot{V}O_{2max}$ (8.8 MET), 29.6 分鐘 73.5% $\dot{V}O_{2max}$ (12.8 MET), 19.9 分鐘		4.7 9.7
Sedlock ⁽⁴⁵⁾	F	7	25.7 (4.0)	1.66 (0.05)	61.3 (5.9)	- -	中度訓練	40.8	40% $\dot{V}O_{2max}$ (4.7 MET), 平均 27.7 分鐘 60% $\dot{V}O_{2max}$ (7 MET), 平均 18.1 分鐘	3.4	4.1
Short 等 ⁽⁴⁶⁾	5F, 12 7M	23.0 -	1.70 -	66.2 -	22.83 -	訓練	53.3	70% $\dot{V}O_{2max}$ (10.7 MET), 30 分鐘	1.5 L $\dot{V}O_2$ (45.4 % $\dot{V}O_{2max}$, 6.9 MET), 30 分鐘		4.4 3.4

數值為平均數 (標準差或標準誤*), M, 男性; F, 女性; BMI, 身體質量指數 (body mass index);

1-RM, 一次反覆次數 (one-repetition maximum); $\dot{V}O_{2max}$, 最大攝氧 (maximum oxygen uptake, mL·min⁻¹·kg⁻¹)。EPEE 的單位是運動熱量消耗的百分比。

16 個中強度運動 (3 至 < 6 MET) EPEE 測量數的加權平均為 4.3 %, 119 個高強度運動 (≥ 6 MET) EPEE 測量數的加權平均為 7.5 %, 全部 135 個 (≥ 3 MET) EPEE 測量數的加權平均為 7.0 %。

附錄 5. 年齡 (A) 25、(B) 40 與 (C) 60 歲的 3 位女性，參照 2005–2008 國民營養調查的體位 (身高與體重)，從事相同的坐案式工作、相同的生活活動、及皆有 1 小時健走休閒活動，計算食物熱效應後的總熱量消耗分別是 1,841、1,901、與 1,827 kcal，總熱量消耗是安靜熱量消耗的 1.67–1.72 倍，身體活動類型皆屬於「適度」，由此可見，一般有家庭和靜態生活之上班族婦女，在一天中需要從事 60 分鐘中強度的身體活動 (如健/快走) 以能維持正常體重/身體質量指數與健康。

	(A)	(B)	(C)
性別	女	女	女
年齡 (歲)	25	40	60
身高 (公分)	159	157	153
體重 (公斤)	52	54	52
身體質量指數 (kg·m ⁻²)	20.6	21.9	22.2
安靜熱量消耗 ^a (kcal)	1,105	1,116	1,064

一天中的活動	小時	MET	EPEE 系數	kcal		
睡眠	8			332	335	319
個人衛生 (盥洗、穿衣、如廁等)	1	1.5	1	78	81	78
乘車通勤	1	1.2	1	62	65	62
靜態工作	7	1.3	1	473	491	473
工作中站立、走動	1	1.5	1	78	81	78
烹飪	1	1.5	1	78	81	78
健走	1	3.8	1.05	207	215	207
家事	2	2.5	1	260	270	260
靜態活動 (如進食、看電視、書報、上網、休憩、閒談等)	2	1.2	1	125	130	125
睡眠+總身體活動熱量消耗	24			1,693	1,749	1,681
一天總熱量消耗				1,841	1,901	1,827
身體活動等級				1.67	1.70	1.72
身體活動類型				適度	適度	適度

^a 衛公式-1⁽⁸⁾: 使用性別、年齡、與體重 3 個變項為估計因子

附錄 6. 年齡 40 歲男性，坐案式工作及靜態生活者，參照 2005–2008 國民營養調查的體位（身高與體重），安靜熱量消耗是 1,399 kcal，工作以外有 1 小時的身體活動：(A) 非工作之站立/走動、(B) 快走、(C) 慢跑、(D) 跑步，其身體活動類型分別屬於「低」、「稍低」、「適度」、與「高」。對於靜態工作及靜態生活之上班族男性，一天中從事 60 分鐘高強度 (≥ 6 MET) 的身體活動（如慢跑），是可以維持正常體重/身體質量指數與健康。

	(A)	(B)	(C)	(D)
性別	男	男	男	男
年齡 (歲)	40	40	40	40
身高 (公分)	170	170	170	170
體重 (公斤)	64	64	64	64
身體質量指數 ($\text{kg}\cdot\text{m}^{-2}$)	22.1	22.1	22.1	22.1
安靜熱量消耗 ^a (kcal)	1,399	1,399	1,399	1,399

一天中的活動	小時	MET	EPEE 系數	kcal			
睡眠	8			420	420	420	420
個人衛生（盥洗、穿衣、如廁等）	1	1.5	1	96	96	96	96
乘車通勤	1	1.2	1	77	77	77	77
靜態工作	7	1.3	1	582	582	582	582
工作中站立/走動	1	1.5	1	96	96	96	96
(A) 非工作之站立/走動	1	1.5	1	96	0	0	0
(B) 快走	1	3.8	1.05	0	255	0	0
(C) 慢跑	1	7.5	1.08	0	0	518	0
(D) 跑步	1	11	1.08	0	0	0	760
靜態活動（如進食、看電視書報、上網、休憩、閒談等）	5	1.2	1	384	384	384	384
睡眠+總身體活動熱量消耗	24			1,751	1,910	2,173	2,415
一天總熱量消耗				1,903	2,076	2,362	2,625
身體活動等級				1.36	1.48	1.69	1.88
身體活動類型				低	稍低	適度	高

^a衛公式-1⁽⁸⁾: 使用性別、年齡、與體重 3 個變項為估計因子。

附錄 7.4 名年齡 40 歲男性，參照 2005–2008 國民營養調查的體位（身高與體重），安靜熱量消耗是 1,399 kcal，職業由靜態的坐案式至高勞動性，工作以外為靜態的生活，身體活動類型分別屬於「低」、「稍低」、「適度」、與「高」。中度體力及以上的工作雖然可達到 \geq 「適度」的身體活動類型，有助體重的控制，但由於勞動性工作多是需要身體某些部位的肌肉作間斷性的反覆使力，對提昇心肺適能與降低心血管疾病風險，並不能產生很高的效果，為此，建議勞動性工作者於休閒時間多從事有氧運動，例如快/健走、慢跑、踩健身腳踏車、有氧舞蹈等。

	(A)	(B)	(C)	(D)
性別	男	男	男	男
年齡 (歲)	40	40	40	40
身高 (公分)	170	170	170	170
體重 (公斤)	64	64	64	64
身體質量指數 ($\text{kg}\cdot\text{m}^{-2}$)	22.1	22.1	22.1	22.1
安靜熱量消耗 ^a ($\text{kcal}\cdot\text{d}^{-1}$)	1,399	1,399	1,399	1,399

一天中的活動	小時	MET	EPEE 系數	kcal			
睡眠	8			420	420	420	420
個人衛生 (盥洗、穿衣、如廁等)	1	1.5	1	96	96	96	96
乘車通勤	1	1.2	1	77	77	77	77
(A) 坐案式工作	8	1.3	1	666	0	0	0
(B) 輕度體力工作 (如站立手持輕工具之組裝/維修)	8	1.7	1	0	870	0	0
(C) 中度體力工作 (如商店店員、裝配員等)	8	2.3	1	0	0	1,178	0
(D) 重度體力工作 (操作重型設備、器具、機械等)	8	2.7	1	0	0	0	1,382
非工作之站立/走動	1.5	1.5	1	144	144	144	144
靜態活動 (如進食、看電視書報、上網、休憩、閒談等)	4.5	1.2	1	346	346	346	346
睡眠+總身體活動熱量消耗	24			1,748	1,953	2,260	2,465
一天總熱量消耗				1,900	2,122	2,456	2,679
身體活動等級				1.36	1.52	1.76	1.91
身體活動類型				低	稍低	適度	高

^a衛公式-1: 使用性別、年齡、與體重 3 個變項為估計因子

嬰兒、兒童及青少年的熱量需求估計

楊淑惠

每日總能量消耗量 (total energy expenditure, TEE)，主要由基礎代謝量 (basal metabolic rate, BMR) 加上活動所消耗的熱量。嬰兒、兒童及青少年時期，需要額外攝取熱量以滿足成長所需熱量。原第六版我國國人膳食營養素參考攝取量對於嬰兒時期的熱量建議量，0–6 個月 (哺乳期) 為 115 kcal/kg/day。比較其他國家，日本約為 95 kcal/kg/day⁽⁴⁷⁾，美加及紐澳約為 100 kcal/kg/day^(48,49)；而 6–12 個月建議熱量，台灣、日本、美加及紐澳分別為 100、80、80 kcal/kg/day⁽⁴⁷⁻⁴⁹⁾。綜合以上得我國熱量建議高於日本、美加及紐澳 3 個地區，主要是因為台灣地區的建議值是根據 1985 年 WHO/FAO /UNU 之報告數值⁽⁵⁰⁾。

1. 總熱量需要量

美加及紐澳等地區均使用二重標定水 (doubly labelled water ($^2\text{H}_2^{18}\text{O}$), DLW) 實測總能量消耗量 (total energy expenditure, TEE) 值作為估計熱量方法^(48,49)。由於 TEE 測量技術性與花費極高，同時為求得參考數據準確所需測量的樣本數極大 (美加地區測量樣本達 854 人)，因此，日本新版 DRIs 在重新制定熱量時，採用每日估計熱量需要量 (Estimated energy requirement; EER) 之估算方式⁽⁴⁷⁾。

1–2 歲，此階段台灣地區的單位體重建議量與其他 3 個地區類似 (差異 < 10%)，故建議不修正。表二是台灣

地區兒童及青少年體位資料，比較後得兒童體位數值有增加趨勢：以 1 歲到 3.9 歲，4 歲到 6.9 歲，7 歲到 9.9 歲，10 歲到 12.9 歲，13 歲到 15.9 歲的平均體重增加值而言，男生在 10 歲到 12.9 歲的體重增加最迅速，而女生在 7 歲到 9.9 歲最快。此階段，台灣地區的每公斤體重的建議熱量值皆小於日本、美加及紐澳 3 個地區，但針對台灣地區的體位資料與其他地區比較，並沒有發現較低狀態呈現⁽⁵²⁾；且由於國內外均缺少足夠的基礎代謝及熱量攝取實測報告，故對於該族群的熱量建議攝取量維持第六版的建議，故建議不修正。

2. 嬰兒、兒童及青少年期額外增加熱量需要量

兒童及青少年因處於生長發育期間，除基本生理及活動需求外，還需額外的能量供細胞組織生成與該新增組織所利用，此額外的能量需求即稱為沉著熱量 (energy deposition, G)⁽⁵¹⁾，該值以每克沉著組織含 2.64 大卡的熱量，乘以不同年齡層平均體重差 (ΔW) 即 $2.64\text{kcal} \times \Delta W$ 求得 (表一)。兒童及青少年每日 EER 計算公式如下：

$$\text{EER} = \text{BMR} \times \text{PAL} + \text{G}$$

EER：Estimated energy requirement，估計熱量需要量

BMR：Basal metabolic rate，基礎代謝率

PAL：Physical activity level，活動強度

G：Energy deposition，供細胞組織生成與該新增組織所利用之額外能量

表一 成長時體重所需增加的熱量

	男		女	
	ΔW (g/day)	kcal/day	ΔW (g/day)	kcal/day
0 M-6 M	25.56	67.47	22.78	60.13
6 M-1 Y	31.33	82.72	36.00	95.04
1 Y-4 Y	6.39	16.88	5.48	14.47
4 Y-7 Y	7.31	19.29	7.31	19.29
7 Y-10 Y	9.13	24.11	10.96	28.93
10 Y-13 Y	15.53	40.99	9.13	24.11
13 Y-16 Y	6.39	16.88	1.83	4.82

每 1 克沉著組織含 2.64 大卡的熱量

ΔW ：不同年齡群的每日體重增加量

其中關於活動強度 (PAL)，我國以 1-15 歲國人之活動強度，以「稍低」與「適度」做區分。各國嬰兒期熱量建議如下：

我國：

體重(Kg) x 每公斤體重熱量需求量(Kcal/Kg)

日本、美國、加拿大、澳洲、紐西蘭：

TEE + G

1、日本⁽⁴⁷⁾：

(1) 餵食母乳： $92.8 \times \text{reference weight (kg)} - 152.0$

(2) 餵食配方奶： $82.6 \times \text{reference weight (kg)} - 29.0$

2、澳洲、紐西蘭⁽⁵¹⁾： $89 \times \text{體重} - 100$

G：Energy deposition，供細胞組織生成與該新增組織所利用之額外能量

3、美國、加拿大⁽⁴⁸⁾：

(1) 0-3 個月：175

(2) 4-6 個月：56

(3) 7-12 個月：22

3. 嬰兒熱量建議量

(1) 台灣地區 (第六版)：

● 0-6 個月 (哺乳期)：115 kcal/kg/day

● 6-12 個月：100 kcal/kg/day

(2) 澳洲、紐西蘭⁽⁴⁹⁾：

● 0-6 個月：100 kcal/kg/day

● 6-12 個月：80 kcal/kg/day

(3) 美國、加拿大⁽⁴⁸⁾

● 0-6 個月：100 kcal/kg/day

● 6-12 個月：80 kcal/kg/day

(4) 日本⁽⁴⁷⁾

● 0-6 個月：95 kcal/kg/day

● 6-12 個月：80 kcal/kg/day

(5) 世界衛生組織 (WHO, 1985)⁽⁵⁰⁾

● 0-6 個月：115 kcal/kg/day

● 6-12 個月：100 kcal/kg/day

4. 兒童和青少年熱量建議量

(1) 台灣地區 (第六版)：**BMR×PAL + G**

● BMR：基礎代謝率

i Reference BMR：根據日本所制定之 DRIs

ii Harris-Benedict 方程式：

- 男性： $66 + (13.7 \times \text{體重}) + (5 \times \text{身高}) - (6.8 \times \text{年齡})$
 - 女性： $655 + (9.6 \times \text{體重}) + (1.7 \times \text{身高}) - (4.7 \times \text{年齡})$
 - iii Schofield 方程式估計： $(0.0483 \times \text{體重(kg)} + 3.67) \times 238.89$
 - PAL：Physical activity level，活動強度
 - 低：1.3
 - 稍低：1.5
 - 適度：1.7
 - 高：1.9
- (2) 澳洲、紐西蘭⁽⁴⁹⁾： $0.0483 \times \text{體重(kg)} + 3.67 \times \text{PAL}$
- PAL：
 - 1.2 – 臥床休息 (bed rest)
 - 1.4 – 完全靜態 (very sedentary)
 - 1.6 – 輕度活動 (light activity)
 - 1.8 – 中度活動 (moderate activity)
 - 2.0 – 重度活動 (heavy activity)
 - 2.2 – 激烈活動 (vigorous activity)
- (3) 美國、加拿大⁽⁴⁸⁾
- 13–35 個月： $89 \times \text{體重} - 100 + G$
 - 3–18 歲： $(88.5 - 61.9 \times \text{年齡}) + \text{PA} \times (26.7 \times \text{體重} + 903 \times \text{身高}) + G$
 - 活動 (physical activity, PA)
 - i PA=1.0，當 PAL 評估值介於 $\geq 1.0, < 1.4$ (靜態活動)

- ii PA=1.13，當 PAL 評估值介於 ≥ 1.4 ， < 1.6
(輕度活動，low active)
- iii PA=1.26，當 PAL 評估值介於 ≥ 1.6 ， < 1.9
(中度活動，active)
- iv PA=1.42，當 PAL 評估值介於 ≥ 1.9 ， < 2.5
(重度活動，very active)

■ G：

- i 13 個月–8 歲：20
- ii 9–18 歲：25

(4) 日本⁽¹⁾：**BMR**×**PAL**+**G**

● BMR：基礎代謝率

- i Reference BMR：根據日本所制定之 DRIs
- ii Harris-Benedict 方程式：
 - 男性： $66 + (13.7 \times \text{體重}) + (5 \times \text{身高}) - (6.8 \times \text{年齡})$
 - 女性： $655 + (9.6 \times \text{體重}) + (1.7 \times \text{身高}) - (4.7 \times \text{年齡})$
- iii Schofield 方程式估計： $(0.0483 \times \text{體重 (kg)} + 3.67) \times 238.89$

● PAL

- i 1–2 歲: II 1.4、3–5 歲: II 1.5、6–7 歲: II 1.6
- ii 8–14 歲: II 1.7；III 1.9
- iii 15–18 歲: I 1.5；II 1.75；III 2.0

● G(男/女)

- i 1–2 歲：20 / 15 kcal

- ii 3–5 歲：10 / 10 kcal
- iii 6–7 歲：15 / 20 kcal
- iv 8–9 歲：20 / 30 kcal
- v 10–11 歲：40 / 30 kcal
- vi 12–14 歲：20 / 20 kcal
- vii 15–17 歲：10 / 10 kcal

表二 我國兒童及青少年體位資料

	年齡	身高 (cm)		體重 (kg)		BMI (kg/m ²)		
		男	女	男	女	男	女	
(月)	0.0	49.9	49.1	3.3	3.2	13.3	13.3	
	1.0	54.7	53.7	4.5	4.2	15.0	14.6	
	2.0	58.4	57.1	5.6	5.1	16.4	15.6	
	0-6	3.0	61.4	59.8	6.0	6.0	15.9	16.8
	4.0	63.9	62.1	7.0	6.4	17.1	16.6	
	5.0	65.9	64.0	7.5	6.9	17.3	16.8	
	6.0	67.6	65.7	7.9	7.3	17.3	16.9	
7-12	7.0	69.2	67.3	8.3	7.6	17.3	16.8	
	8.0	70.6	68.7	8.6	7.9	17.3	16.7	
	9.0	72.0	70.1	9.0	8.0	17.4	16.3	
	10.0	73.3	71.5	9.2	8.5	17.1	16.6	
	11.0	74.5	72.8	9.4	8.7	16.9	16.4	
(歲)	1.0	92.0	91.0	13.0	13.0	15.4	15.7	
	2.0	99.0	98.0	15.0	15.0	15.3	15.6	
	3.0	106.0	105.0	17.0	17.0	15.1	15.4	
	4.0	113.0	112.0	20.0	19.0	15.7	15.1	
	5.0	118.0	118.0	22.0	21.0	15.8	15.1	
	6.0	124.0	124.0	25.0	24.0	16.3	15.6	
	7.0	130.0	130.0	28.0	27.0	16.6	16.0	
	8.0	135.0	136.0	31.0	31.0	17.0	16.8	
	9.0	141.0	142.0	34.0	35.0	17.1	17.4	
	10.0	147.0	148.0	38.0	39.0	17.6	17.8	
	11.0	153.0	151.0	43.0	42.0	18.4	18.4	
	12.0	159.0	154.0	49.0	45.0	19.4	19.0	
	13.0	168.0	158.0	55.0	49.0	19.5	19.6	
	14.0	168.0	159.0	58.0	50.0	20.5	19.8	
	15.0	170.0	159.0	60.0	50.0	20.8	19.8	
	16.0	172.0	160.0	62.0	51.0	21.0	19.9	
	17.0	172.0	160.0	63.0	52.0	21.3	20.3	
	18.0	172.0	160.0	63.0	54.0	21.3	21.1	
	19.0	171.0	159.0	64.0	52.0	21.9	20.6	

孕哺期熱量需求

楊淑惠

每日總能量消耗量 (total energy expenditure, TEE)，主要由基礎代謝量 (basal metabolic rate, BMR) 加上活動所消耗的熱量。懷孕及哺乳期，需要額外攝取熱量以滿足母親增加體重、供應胎兒成長所需熱量以及分泌乳汁等的需求，下列將分別探討懷孕期和哺乳期的婦女熱量需要量。

懷孕期

1. 基礎熱量代謝

懷孕期間，BMR 增加。因為孕婦的心臟和肺臟作工量增加，而懷孕後期的子宮會增加原先一半的重量。BMR 增加量和體重增加明顯相關 ($r = 0.79, p < 0.001$)⁽⁵³⁾。聯合國糧食及農業組織 (Food and Agriculture Organization, FAO) 建議，懷孕三個時期增加熱量需要量如下所示：懷孕初期為 1 % (20 大卡/日)、懷孕中期為 6 % (85 大卡/日)、懷孕後期為 17 % (310 大卡/日)。

2. 總熱量需要量

根據二重標定水 (doubly labelled water ($^2\text{H}_2^{18}\text{O}$), DLW) 研究結果，孕婦每週所增加的熱量需要量中間值為 82 大卡 (57 – 107 大卡/週)⁽⁵⁴⁻⁵⁷⁾。胎兒約需要 56 大卡/公斤體重/日來成長。但是孕婦每公斤體重的總熱量需要量和懷孕前一樣。懷孕並不影響食物生熱效應，可能因為身體活動量在懷孕早期及後期變少，

但是 BMR 在懷孕後期明顯增加^(53-55,58)。

3. 懷孕期額外增加熱量需要量

孕婦本身也需要熱量增加體重 (蛋白質和脂肪)，這是造成孕婦熱量需要量增加的主要原因。懷孕早期約需要每天增加 48 大卡，而懷孕中期和後期，平均每天需要額外增加 180 大卡來供給孕婦額外增加的體重。澳洲及紐西蘭政府建議 BMI < 20 公斤/公尺² 的孕婦，於第二和第三孕期需增加更多熱量以增加更多體重；相對地，過重或是肥胖的孕婦，懷孕期間不需增加那麼多熱量^(59,60,72)。

4. 熱量建議量

(1) 澳洲、紐西蘭⁽⁷²⁾：

- 懷孕初期 (<16 週)：+ 0 大卡/日
- 懷孕中期 (16-23 週)：+ 336 大卡/日 (1.4 MJ)
- 懷孕後期 (≥24 週)：+ 456 大卡/日 (1.9 MJ)

(2) 美國、加拿大

- 懷孕初期：+ 0 大卡/日
- 懷孕中期：+ 340 大卡/日 (8 大卡/週 × 20 週 + 180 大卡)
- 懷孕後期：+ 452 大卡/日 (8 大卡/週 × 34 週 + 180 大卡)

(3) 日本⁽⁷³⁾

- 懷孕初期：+ 50 大卡/日
- 懷孕中期：+ 250 大卡/日
- 懷孕後期：+ 500 大卡/日

(4)世界衛生組織

- 懷孕初期：+ 0 大卡/日
- 懷孕中期：+ 360 大卡/日
- 懷孕後期：+ 475 大卡/日

哺乳期

1. 基礎熱量代謝

因為製造分泌乳汁，基礎代謝率可能增加^(54,61-63)。

2. 總能量消耗量 (total energy expenditure, TEE)

哺乳婦因活動所消耗的熱量並無太大改變，推測是因為哺乳造成活動量降低，但常抱著孩子，增加活動所消耗的熱量，所以平衡活動的熱量消耗之間的差異。

一般來說，營養良好的哺乳婦於生產後 0–6 個月體重會逐漸減輕，平均每個月瘦 0.8 公斤，相當於每日少 170 大卡熱量需要量 (6500 大卡/公斤)⁽⁶⁴⁾。推測生產第 6 個月之後，體重維持平衡。若是營養不良的哺乳婦，於生產後頭 6 個月，平均每月減輕 0.1 公斤⁽⁶⁵⁾。

3. 哺乳期額外增加熱量需要量

在生產後頭 6 個月，泌乳速度較快⁽⁶⁴⁾，哺乳婦平均每日分泌 780 毫升母乳^(66,67)，之後第 7–12 個月則平均每日分泌 600 毫升母乳⁽⁶⁸⁾。每克母乳平均含 0.64–0.74 大卡熱量，但是研究使用 0.67 大卡計算熱量需要量⁽⁶⁹⁻⁷¹⁾。熱量轉換效率 (energy conversion efficiency) 為 80 %。使用 DLW 測量而得，因泌乳

而消耗的熱量為 483–538 大卡/日。

若是未計算熱量轉換效率，推估製造乳汁所需的熱量為 (美國、加拿大、澳洲、紐西蘭)：

生產後第 0–6 個月：

$$0.78 \text{ 公升/日} \times 0.67 \text{ 大卡/克} = 523 \text{ 大卡/日} \doteq 500 \text{ 大卡/日}$$

生產後第 7–12 個月：

$$0.6 \text{ 公升/日} \times 0.67 \text{ 大卡/克} = 402 \text{ 大卡/日} \doteq 400 \text{ 大卡/日}$$

若是計算熱量轉換效率，推估製造乳汁所需的熱量為 (日本)：

生產後第 0–6 個月：

$$0.78 \text{ 公升/日} \times 0.67 \text{ 大卡/克} \div 0.8 \doteq 644 \text{ 大卡/日}$$

生產後第 7–12 個月：

$$0.6 \text{ 公升/日} \times 0.67 \text{ 大卡/克} \div 0.8 \doteq 644 \text{ 大卡/日}$$

若是計算熱量轉換效率，推估製造乳汁所需的熱量為 (世界衛生組織)：

生產後第 0–6 個月：

$$807 \text{ 克/日} \times 0.67 \text{ 大卡/克} \div 0.8 = 675 \text{ 大卡/日}$$

生產後第 7–12 個月：

$$550 \text{ 克/日} \times 0.67 \text{ 大卡/克} \div 0.8 = 460 \text{ 大卡/日}$$

4. 熱量建議量

(1) 澳洲、紐西蘭⁽⁷²⁾：

- 生產後 0–6 個月：+ 480–504 大卡/日 (2.0–2.1 MJ)

(2)美國、加拿大

- 生產後 0-6 個月：+ 330 大卡/日 (+ 500 - 170)
- 生產後 7-12 個月：+ 400 大卡/日 (+ 400 - 0)

(3)日本⁽⁷³⁾

- 生產後 0-6 個月：+ 450 大卡/日 (+ 644 - 173)

(4)世界衛生組織

- 營養狀況良好：+ 505 大卡/日 (+ 675 - 170)
- 營養不良：
 - 生產後 0-6 個月：+ 675 大卡/日
 - 生產後 7-12 個月：+ 505 大卡/日

參考文獻

1. Southgate DAT, Durnin JUGA. Calorie conversion factors. An experimental reassessment of the factors used in calculation of the energy value of human diets. Br J Nutr. 1970;24:517-35.
2. 吳幸娟、章雅惠、方佳雯、潘文涵。台灣地區成人攝取的食物總重量、熱量值、及三大營養素的食物來源。中華民國營養學會雜誌 1999;24:41-58。
3. 行政院衛生署兒童與青少年肥胖之定義、篩選、處理。兒童與青少年肥胖標準及處理原則。2002。
4. 行政院衛生署成人肥胖定義。成人肥胖定義及體重控制原則。2002。
5. 健康、營養情報研究會日本人的營養所要量食事攝取基準第六次改定。1997; pp.31-51。
6. 潘文涵、章雅惠、陳正義、吳幸娟、曾明淑、高美丁。

- 國民營養健康狀況變遷調查 (NAHSIT) 1993-1996: 以二十四小時飲食回顧法評估國人膳食營養狀況。中華民國營養學會雜誌。1999;24:11-38。
7. 姜安娜、黃伯超。國人青年男女熱量消耗量之研究。臺灣醫誌 1978;86:505-11。
 8. 衛沛文。國人日常生活身體活動之熱量消耗報告書，行政院衛生署國民健康局九十二年科技研究發展計劃。p.21-39 與 p.143-145，2004。
 9. Institute of Medicine. A Report of the Panel on Macronutrients, Subcommittees on Upper Reference Levels of Nutrients and Interpretation and Uses of Dietary Reference Intakes, and the Standing Committee on the Scientific Evaluation of Dietary Reference Intakes. Dietary Reference Intakes for Energy, Carbohydrate, Fiber, Fat, Fatty Acids, Cholesterol, Protein, and Amino Acids (Macronutrients). The National Academies Press. W. Washington, D.C. USA, p. 114-116, 2005.
 10. Ferraro R, Lillioja S, Fontvieille A-M, Rising R, Bogardus C, and Ravussin E. Lower sedentary metabolic rate in women compared with men. J Clin Invest. 1992; 90: 780-84.
 11. Ravussin E, Lillioja S, Anderson TE, Christin L, and Bogardus C. Determinants of 24-hour energy expenditure in man. J Clin Invest. 1986;78:1568-78.
 12. U.S. Department of Health and Human Services. Physical Activity and Health: A Report of the Surgeon General. Atlanta, GA: U.S. Department of Health and Human Services, Centers for Disease Control and Prevention, National Center for Chronic Disease Prevention and Health Promotions, p. 20, 1996.
 13. 衛沛文。成年男性代謝當量 (MET) 之準確度與估計。中華民國營養學會雜誌。2000; 25: 99-107。
 14. Wai JPM, Wen CP, Chan HT, Chiang PH, Tsai MK, Tsai SP, Chang H-Y. Assessing physical activity in an Asian

- country: Low energy expenditure and exercise frequency among adults in Taiwan. *Asia Pacific J Clin Nutr.* 2008;17:297-308.
15. 溫啓邦、衛沛文、詹惠婷、詹益辰、江博煌、鄭丁元。從分析運動熱量談當前臺灣全民運動政策-比較台灣與美國民眾的運動習慣、強度與頻率。 *台灣衛誌*。2007;26:386-99。
 16. 劉秀英。健康之中國人基礎代謝率之探討。輔仁大學食品營養研究所碩士論文。1992。
 17. 劉秀英、盧義發、陳維昭：以現有公式估算中國人基礎代謝率之探討。 *中華民國營養學會雜誌* 1994;19:141-50.
 18. 行政院衛生署：第六版國人膳食營養素參考攝取量。2003。
 19. Ministry of Health, Labour and Welfare of Japan. Dietary reference intakes for Japanese (2005), p. 42, 2005.
 20. Mifflin MD, St Jeor ST, Hill LA, ACott BJ, Daugherrty SA, Koh YO. A new predictive equation for resting energy expenditure in healthy individuals. *Am J Clin Nutr.* 1990;51:241-7.
 21. Henry CJK, Rees DG. New prediction equations for the estimation of basal metabolic rate in tropical peoples. *Eur J Clin Nutr.* 1991;45:177-85.
 22. Henry CJK. Basal metabolic rate studies in humans: measurement and development of new equations. *Public Health Nutr.* 2005;8:1133-52.
 23. Owen O.E. Resting metabolic requirements of men and women. *Mayo Clin Proc.* 1988;63:503-10.
 24. Schofield WN. Predicting basal metabolic, new standards and review of previous work. *Hu Nutri:Clin Nutri.* 1985;39C:5-41.
 25. World Health Organization, Energy and protein requirements: Report of a joint FAO/WHO/UNU expert

- consultation. WHO Technical Report Series 724. Geneva, 1985.
26. FAO. Human Energy Requirements: Report of a joint FAO/WHO/UNU expert consultation. Food and Nutrition Technical Report series. Rome, 2001.
 27. 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 Asso.* 2005;105:775-89.
 28. Müller MJ, Bosy-Westphal A, Klaus S, Kreymann G, Lührmann P, Neuhäuser-Berthod M, Noack R, Pirke KM, Platte P, Selberg O, Steiniger J. World Health Organization equations have shortcomings for predicting resting energy expenditure in persons from a modern, affluent population: generation of a new reference standard from a retrospective analysis of a German database of resting energy expenditure. *Am J Clin Nutr.* 2004;80:1379-90.
 29. Piers LS, Diffey B, Soares MJ, Frandsen SL, McCormack LM, Lutschini MJ, O'Dea K. The validity of predicting the basal metabolic rate of young Australian men and women. *Eur J Clin Nutr.* 1997;51:333-7.
 30. Blaza S, Garrow JS. Thermogenic response to temperature, exercise and food stimuli in lean and obese women, studied by 24 h direct calorimetry. *Br J Nutr.* 1983; 49:171-80.
 31. D'Alessio DA, Kavle EC, Mozzoli MA, Smalley KJ, Polansky M, Kendrick ZV, Owen LR, Bushman MC, Boden G, Owen OE. Thermic effect of food in lean and obese men. *J Clin Invest.* 1988;81:1781-9.
 32. Kaplan ML, Leveille GA. Calorigenic response in obese and nonobese women. *Am J Clin Nutr.* 1976;29:1108-13.
 33. Kinabo JL, Durnin JVGA. Thermic effect of food in man: effect of meal composition, and energy content. *Brit J Nutr.* 1990;64:37-44.

34. Bellisle F, McDevitt R, Prentice AM. Meal frequency and energy balance. *Brit J Nutr.* 1997; 77 (Suppl. 1) S57-S70.
35. Poehlman ET, Arciero PJ, Melby CL, Badylak SF. Resting metabolic rate and postprandial thermogenesis in vegetarians and nonvegetarians. *Am J Clin Nutr.* 1988;48:209-13.
36. Segal KR, Gutin B, Nyman AM, Pi-Sunyer FX. Thermic effect of food at rest, during exercise, and after exercise in lean and obese men of similar body weight. *J Clin Invest.* 1985;76:1107-12.
37. Tai MM, Castillo P, Pi-Sunyer FX. Meal size and frequency: effect on the thermic effect of food. *Am J Clin Invest.* 1991;54:783-7.
38. Visser M, Deurenberg P, van Staveren WA, Hautvast J GAJ. Resting metabolic rate and diet-induced thermogenesis in young and elderly subjects: relationship with body composition, fat distribution, and physical activity level. *Am J Clin Nutr.* 1995;61:772-8.
39. Weststrate JA, Weys PJM, Poortvliet EJ, Deurenberg P, Hautvast GAJ. Diurnal variation in postabsorptive resting metabolic rate and diet-induced thermogenesis. *Am J Clin Nutr.* 1989;50:908-14.
40. National Health and Nutrition Examination Survey 2003-2004. Documentation, Codebook, and frequencies. SP Questionnaire component: physical activity individual activities data. United States Department of Health and Human Services. Centers for Disease Control and Prevention. National Center for Health Statistics. 2005.
41. Bahr R, Inghes I, Vaage O, Sejersted OM, Newsholme EA. Effect of duration of exercise on excess postexercise O₂ consumption. *J Appl Physiol.* 1987;62:485-90.
42. Binzen CA, Swan PD, Manore MM. Postexercise oxygen consumption and substrate use after resistance exercise in women. *Med Sci Sport Exerc.*

- 2001;33:932-8.
43. Gore CJ, Withers RT. Effect of exercise intensity and duration on postexercise metabolism. *J Appl Physiol.* 1990;68:2362-8.
 44. Sedlock DA, Fissinger JA, Melby CL. Effect of exercise intensity and duration on postexercise energy expenditure. *Med Sci Sports Exerc.* 1989;21:662-6.
 45. Sedlock DA. Effect of exercise intensity on postexercise energy expenditure in women. *Br J Sp Med.* 1991;25:38-40.
 46. Short KR, Sedlock DA. Excess postexercise oxygen consumption and recovery rate in trained and untrained subjects. *J Appl Physiol.* 1997;83:153-9.
 47. Satoshi S. Dietary reference intakes (DRIs) in Japan. *Asia Pac J Clin Nutr.* 2008;17:420-444.
 48. Food and Agricultural Organization: World Health Organization: United Nations University Expert consultation. 2004. Report on human energy requirements. Rome; FAO.
 49. National Health and Medical Research Council. 2005. Nutrient reference values for Australia and New Zealand. Including recommended dietary intakes. Australian government Department of Health and Ageing. Pp.14-25
 50. World Health Organization, Technical Report Series 724 (1985) Energy and protein requirement : Report of a FAO/WHO/UNU Expert Consultation.P.74-78.
 51. Dietary Reference Intakes for Japanese (2005) P.38 http://www.nih.go.jp/eiken/english/research/pdf/dris2005_eng.pdf
 52. The WHO Child Growth Standards <http://www.who.int/childgrowth/en/index.html>
 53. Prentice AM, Spaaij CJK, Goldberg GR, Poppitt SD, van Raaij JMA, Totton M, Swann D, Black AE. Energy requirements of pregnant and lactating women. *Eur J Clin Nutr.* 1996;50:S82-S111.

54. Forsum E, Kabir N, Sadurskis A, Westerterp K. Total energy expenditure of healthy Swedish women during pregnancy and lactation. *Am J Clin Nutr.* 1992; 56:334-42.
55. Goldberg GR, Prentice AM, Coward WA, Davies HL, Murgatroy, PR, Sawyer MB, Ashford J, Black AE. Longitudinal assessment of the components of energy balance in well-nourished lactating women. *Am J Clin Nutr.* 1991;54:788-98.
56. Goldberg GR, Prentice AM, Coward WA, Davies HL, Murgatroyd PR, Wensing C, Black AE, Harding M, Sawyer M. Longitudinal assessment of energy expenditure in pregnancy by the doubly labelled water method. *Am J Clin Nutr.* 1993;57:494-505.
57. Kopp-Hoolihan LE, Van Loan MD, Wong WW, King JC. Longitudinal assessment of energy balance in well-nourished, pregnant women. *Am J Clin Nutr.* 1999;69: 697-704.
58. Food and Agricultural Organization: World Health Organization: United Nations University Expert consultation. 2004. Report on human energy requirements. Rome; FAO.
59. Committee on Medical Aspects of Food Policy. 1991. Dietary Reference Values for food energy and nutrients in the United Kingdom. Report of the panel on dietary Reference Values of the Committee on Medical Aspects of the Food Police. London: HMSO.
60. European Commission. 1993. Report of the Scientific Committee for Food (thirty first series). Nutrient and energy intakes for the European Community. Luxembourg: European Commission.
61. Butte NF, Hopkinson JM, Mehta N, Moon JK, Smith EO. Adjustments in energy expenditure and substrate utilization during late pregnancy and lactation. *Am J Clin Nutr.* 1999;69:299-307.
62. Sadurskis A, Kabir N, Wager J and Forsum E. Energy

- metabolism, body composition, and milk production in healthy Swedish women during lactation. *Am J Clin Nutr.* 1988;48:44-9.
63. Spaaij CJ, van Raaij JM, Van der Heijden LJ, Schouten FJ, Drijvers JJ, De Groot LC, Boekholt HA, Hautvast JG. No substantial reduction of the thermic effect of a meal during pregnancy in well-nourished Dutch women. *Br J Nutr.* 1994;71:335-44.
 64. Butte NF, Wong WW, Hopkinson JM. Energy requirements of lactating women derived from doubly labeled water and milk energy output. *J Nutr.* 2001;131:53-8.
 65. Butte NF, Hopkinson JM. Body composition changes during lactation are highly variable among women. *J Nutr.* 1998;128:381S-385S.
 66. Allen JC, Keller RP, Archer P, Neville MC. Studies in human lactation: milk composition and daily secretion rates of macronutrients in the first year of lactation. *Am J Clin Nutr.* 1991;54:69-80.
 67. Heinig MJ, Nommsen LA, Peerson JM, Lonnerdal B, Dewey KG. Energy and protein intakes of breast-fed and formula-fed infants during the first year of life and their association with growth velocity: the DARLING Study. *Am J Clin Nutr.* 1993;58:152-61.
 68. Dewey KG, Finley DA, Lönnerdal B. Breast milk volume and composition during late lactation (7-20 months). *J Pediatr Gastroenterol Nutr.* 1984;3:713-20.
 69. Butte NF, Garza C, Smith EO, Nichols BL. Human milk intake and growth in exclusively breast-fed infants. *J Pediatr.* 1984a;104:187-95.
 70. Butte NF, Garza C, Stuff JE, Smith EO, Nichols BL. Effect of maternal diet and body composition on lactational performance. *Am J Clin Nutr.* 1984b; 39: 296-306.
 71. Neville MC. 1995. determinants of milk volume and composition. In: Jensen RG, ed. *Handbook of Milk*

- Composition. San Diego, CA: Academic Press. Pp. 87-113.
72. National Health and Medical Research Council. 2005. Nutrient reference values for Australia and New Zealand. Including recommended dietary intakes. Australian government Department of Health and Ageing. Pp.14-25
 73. Satoshi S. Dietary reference intakes (DRIs) in Japan. *Asia Pac J Clin Nutr.* 2008;17:420-44.