

# 技術說明：熱量與體重模擬模型

本文件旨在詳細說明模擬器用於計算使用者熱量消耗、淨熱量盈虧以及長期體重變化趨勢的數學模型與參數依據。所有計算均基於公認的運動科學和營養學標準。

## 一、基礎代謝率 (BMR) 計算

BMR (Basal Metabolic Rate) 是維持身體基本機能所需的最低熱量。模擬器採用精確度較高的 Mifflin-St Jeor 方程式。

### 1.1 BMR 計算公式

$$\text{BMR} = (10 \times W) + (6.25 \times H) - (5 \times A) + S$$

變數定義：

- $W$ : 體重 (單位：公斤, kg)
- $H$ : 身高 (單位：公分, cm)
- $A$ : 年齡 (單位：歲) \*  $S$ : 性別係數
- 男性 ( $S = +5$ )
- 女性 ( $S = -161$ )

### 1.2 國際標準依據

Mifflin-St Jeor 方程式因其在各種體重範圍內的高度準確性，被廣泛推薦為臨床和營養學中估算 BMR 的標準方法。

---

## 二、每日總熱量消耗 (TDEE)

TDEE (Total Daily Energy Expenditure) 是 BMR 加上日常生活和活動的總熱量。

### 2.1 TDEE 計算公式

$$\text{TDEE} = \text{BMR} \times \text{活動係數}$$

### 2.2 活動係數 (Activity Factors)

標準	活動程度: 描述	活動係數
久坐不動	辦公室工作，很少或沒有運動。	1.2
輕度活動	輕度運動或站立工作，每週 1-3 天。	1.375

標準	活動程度: 描述	活動係數
中度活動	中度運動，每週 3-5 天。	1.55
高度活動	劇烈運動，每週 6-7 天，或從事體力勞動。	1.725
極度活動	專業運動訓練或每日雙重訓練。	1.9

活動係數是根據美國運動醫學會 (ACSM) 及相關衛生組織的建議標準。

---

### 三、運動額外熱量消耗 (EE)

運動消耗是利用代謝當量 (METs) 進行估算。此消耗量將會疊加到 TDEE 中。### 3.1 運動消耗 (EE)

計算公式

$$EE(\text{大卡}) = \frac{\text{METs} \times 3.5 \times W}{200} \times T$$

變數定義：

- METs: 運動的代謝當量。
- W: 體重 (單位 : kg)。
- T: 運動時間 (單位 : 分鐘)。
- $\frac{3.5}{200}$ : 將  $mL/kg/min$  單位轉換為 Kcal/min 的常數。

### 3.2 代謝當量 (METs) 參考標準

所有 METs 數值均參照 《身體活動綜覽》 (Compendium of Physical Activities) 的國際標準。

運動類型	運動強度描述	METs 數值
跑步	慢跑 (約 8 km/h)	8.0
跑步	衝刺跑 (約 12 km/h 以上)	12.5
游泳	輕量/休閒式游泳	6.0
單車	中度 (約 20-25 km/h)	10.0
肌力訓練	中度努力 (一般訓練)	5.0
日常活動	快步走 (購物、通勤)	3.5

### 四、體重趨勢迭代模擬模型

為了更準確地預測長期趨勢，模擬器採用 **每週迭代** 模型，而非線性推算，因為代謝率會隨著體重變化而改變。

## 4.1 核心迭代機制

### 1. 每日淨熱量盈虧計算:

$$\text{淨熱量} = \text{飲食攝取} - (\text{TDEE} + \text{總運動消耗})$$

### 2. 每日體重變化預估 (公斤): 假設 1 kg 體脂約等於 7700 大卡 的熱量差。

$$\text{每日變化} = \frac{\text{淨熱量}}{7700}$$

### 3. 迭代步驟 (每週) :

- **初始週 ( $W_0$ ):** 體重使用使用者輸入的初始值。
- **計算下一週體重 ( $W_i$ ):** 第  $i$  週結束的體重  $W_i$  會根據前一週的體重  $W_{i-1}$  和該週累積的淨熱量盈虧計算得出。
- **動態 BMR 調整:** 在計算 第  $i+1$  週 的 TDEE 時，其基礎 BMR ( $BMR_{i+1}$ ) 將會使用 第  $i$  週結束 的體重  $W_i$  重新計算。

此迭代機制（體重變化 → BMR 變化 → TDEE 變化 → 淨熱量變化 → 體重變化）確保了模擬結果的非線性回饋，更貼近真實的人體生理反應。