

# 維生素 B<sub>1</sub>

黃士懿 簡怡雯 施純光 邱琬淳

## 前言

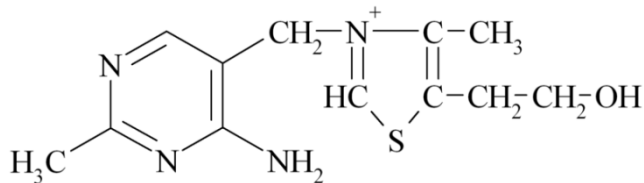
硫胺又稱為維生素 B<sub>1</sub> 或抗神經炎素，為第一個被發現的維生素 B。硫胺結構包含了一個嘧啶環以及噻唑官能基，以亞甲基做架橋，連結兩者而成。動物組織中，主要以磷酸化的硫胺焦磷酸鹽型式存在。吸收利用前，必須藉由去磷酸化與磷酸化等步驟。一般說來，人體中僅有約 30 mg 的硫胺儲存於骨骼肌、心臟、肝臟、腎臟及腦，其生物半衰期之範圍約為 9–18 天。硫胺在體內扮演著輔酵素的角色，如：熱量轉換作用以及神經細胞膜功能之維持及神經傳導等。飲食中缺乏硫胺會導致下肢肌肉衰弱無力的腳氣病症狀、心臟擴大、心律不整及神經性異常之症狀。Wernicke's-Korsakoff 症則是因酗酒而缺乏硫胺所引起，大多會產生眼肌麻痺、眼球振顫、運動失調、短期記憶喪失、心智混淆等症狀。本次修正硫胺參考攝取量主要依據台灣地區各年齡層個體熱量攝取與其紅血球中轉酮酶活性以及效力試驗來判斷。並將第六版中區分之活動度予以簡化，僅以適度之活動度呈現各年齡層硫胺之需求量。孕婦及哺乳婦女則依懷孕各期與哺乳期所需增加的熱量予以增加。

## 營養生化生理功能

### 一、理化性質

硫胺 (thiamin) 又稱為維生素 B<sub>1</sub> 或抗神經炎素

(aneurine)，為第一個被發現的水溶性維生素 B。硫胺結構包含了一個嘓啶環 (pyrimidine ring) 以及噻唑 (thiazole) 官能基，且以亞甲基 (methylene) 做架橋，連結兩者而成。其化學構造如下所示：



## 二、營養生化功能

維生素 B<sub>1</sub> 之功能及作用機轉<sup>(1)</sup>，以細胞層級觀察之，硫胺在體內扮演了一個非常重要的角色，其中包括了：熱量轉換作用、五碳糖及菸鹼醯胺腺嘌呤雙核酸磷酸鹽 (nicotinamide adenine dinucleotide phosphate; NADPH) 之合成、以及神經細胞膜功能之維持及神經傳導等。

### (一) 熱量轉換作用

當硫胺以 thiamin pyrophosphate (TPP) 的角色在丙酮酸 (pyruvate) 及 α 酮戊醯酸 (戊醯酸 α-ketoglutarate) 氧化脫羧作用中占了十分重要的地位，這些反應為熱量生成作用之樞紐。若氧化脫羧作用被抑制，則熱量生成受阻，非但如此，由於該作用之產物-乙醯輔酶 A (acetyl CoA) 生成被抑制，一些需要乙醯輔酶 A 的反應作用也會因此受到影響，如：脂肪酸、膽固醇的合成作用。如此一來，體內便有大量的丙酮酸、乳酸、以及 α 酮戊醯酸堆積於血液中。

## (二) 五碳糖以及 NADPH 的合成

五碳糖磷酸鹽路徑 (pentose phosphate pathway; PPP) 是體內各種不同碳鏈長度的糖分子交互轉換的作用，該路徑不只能產生核糖 (五碳糖) 以供核酸合成使用，同時也能生成 NADPH，其為脂肪酸合成作用所必需的物質。轉酮酶 (transketolase) 在五碳糖磷酸鹽路徑中扮演十分重要的角色，它是一類具關鍵性的細胞質酵素，即以 TPP 作為其輔酵素。

## (三) 細胞膜及神經傳導

硫胺在神經細胞膜功能之維持及神經傳導中的作用至今尚未徹底釐清，然而，普遍認為硫胺在神經系統中是以非輔酶型態的 thiamin triphosphate (TTP) 協助神經傳導。TPP 及 TTP 在神經系統中會快速的交替轉換<sup>(2)</sup>，對於硫胺在維持神經生理功用中的活化型式仍無法有明確的認定，但證據顯示，硫胺以 TTP 的型式，透過離子通道的作用，來達到維持神經細胞膜的穩定及神經傳導的作用<sup>(3)</sup>。神經功能的異常多歸因於熱量缺乏、乙醯膽鹼含量減少或是神經脈衝傳導減弱等，其中乙醯膽鹼的合成就需要 TPP，而在神經脈衝傳導方面，根據研究推測，TPP 或 TTP 不是位在神經膜上的鈉離子通道上，就是在該通道附近，如此一來，便可以調節神經脈衝之傳導。神經脈衝在傳導開始時，TTP 會去磷酸化，產生 TPP 和磷酸根 (Pi)，同時產生神經細胞膜電位差，進而造成鈉離子自由穿過細胞膜，如此而達到脈衝傳導的作用，硫胺亦會舒緩乙醯膽鹼的釋放，藉著控制一些通道的機能而活化氯離子通道<sup>(4)</sup>。

### 三、生理吸收代謝、個體存量與排泄

在植物性食品中，硫胺多以非鍵結之游離型式存在；而動物組織中，則主要以磷酸化的硫胺焦磷酸鹽 (TPP) 型式存在 (約佔 95 % 以上)，又稱為硫胺雙磷酸鹽 (thiamin diphosphate, TDP)。在被吸收之前，小腸磷酸酶會將硫胺雙磷酸的磷酸根水解使其容易進入腸道被吸收利用。

硫胺的磷酸根被水解後而成為游離型式的硫胺，可藉由主動或被動運輸的方式被小腸細胞吸收，而腸道中硫胺的濃度決定了吸收的方式。一般吸收作用主要發生在空腸前段，也發生於十二指腸及迴腸。當硫胺處於低生理濃度時，體內採用主動運輸並藉著鈉離子通透性來完成吸收作用，亦牽涉磷酸化作用，而高濃度時則採取被動運輸方式吸收。硫胺可在紅血球及血漿中被運送，當給予高劑量的硫胺時，因尿液排出多，故被吸收和提昇血清中的量只有極少量的百分比<sup>(5)</sup>。文獻指出經由口攝入之硫胺，大約 2 小時後其排泄量達高峰期；約 4 小時後幾乎可完全排出<sup>(6,7)</sup>。1984 年 Davis 等人之研究，亦發現給口服 10 mg 的硫胺，測量血清中的最高量為 24 nmol/L (7.2 μg/L)，約高於基線 42 %，6 小時內則下降至基線血清值為 17 nmol/L (5.2 μg/L)。若以較高的藥理劑量投與，口服給予 250 mg 及肌肉注射 500 mg 一週後，血漿即可達一穩定的濃度<sup>(8)</sup>。在血液中，硫胺主要以游離態呈現，而也有部分與蛋白結合或以單磷酸鹽硫胺 (thiamin monophosphate, TMP) 形式存在，不論是三磷酸鹽硫胺 (TTP)、TPP、或是 TMP，在體內的組織中均有少量分布。一般認為，TMP

是從 TPP 所代謝而來，在體內屬於非活化的型式。

當硫胺的攝取量超過了組織及儲存的需求，便會隨著尿液排出。當身體在攝取足夠此種維生素的情況下，所排出的維生素 B<sub>1</sub> 主要以以下兩種型式：硫胺及其代謝物 TMP 為主，另外尚有少部分的 TPP，血漿中游離型式的硫胺則經腎臟過濾後由尿液排出。硫胺的裂解始於其嘧啶環及噻唑原子團，隨後代謝產生 20 餘種的代謝物，尿中硫胺的濃度只能代表身體短期攝取維生素 B<sub>1</sub> 的情況，無法反應長期的生理狀況。

一般說來，僅有約 30 mg 的硫胺儲存於人體中，主要分布在骨骼肌、心臟、肝臟、腎臟及腦。事實上，在骨骼肌中就已包含了身體大半部分的硫胺了，其生物半衰期之範圍約為 9–18 天。

## 維生素 B<sub>1</sub> 需要量評估與營養缺乏症

### 一、維生素 B<sub>1</sub> 缺乏症

硫胺最低需要量為硫胺缺乏症時，會導致中樞神經系統之不同區域，減少硫胺代謝活性，使糖解進行無氧代謝，產生許多乳酸，因而造成缺血性的損傷。硫胺之缺乏症狀包括：

#### (一) 腳氣病 (beriberi)

過去發現如果只吃精製米，數周之後就會得腳氣病。腳氣病最初所表現出的症狀為食慾大減 (厭食症)、體重減輕。若缺乏的情況加劇，心血管疾病 (心臟腫大、心律不整) 隨之產生，此外也容易出現神經性異常之症狀<sup>(9,10)</sup>。

腳氣病分為二種類型，第一種是乾性腳氣病，其特徵

為周邊神經病變，主要發生於年長老人，一般認為這種類型主要是由於長期硫胺缺乏再加上高醣類食物攝取所導致。乾性腳氣病最主要的特徵為肌肉衰弱無力，特別是在下肢症狀更加明顯。第二種為濕性腳氣病，其特徵為水腫，會導致心跳過速、心臟腫大，所造成心血管系統方面的傷害更甚於乾性腳氣病，其所造成的右側心衰竭常導致體內產生呼吸性水腫。

## (二) Wernicke's - Korsakoff

在美國及西方國家，硫胺的缺乏則與酗酒有關，大多會造成所謂的 Wernicke's-Korsakoff 症狀<sup>(10)</sup>。酗酒者較容易患有硫胺缺乏症之原因有三：

- (1) 由於食物的攝取減少造成維生素 B<sub>1</sub> 的攝取不足；
- (2) 容易有肝功能損壞的情形，而肝臟機能不佳，會影響 TPP 的合成，故因而增加了酗酒者對於硫胺的需要量
- (3) 酒精會降低維生素 B<sub>1</sub> 的吸收。

患有 Wernicke's 水腦症者多有酒精濫用的情形，主要症狀有眼肌麻痺、眼球振顫、運動失調、短期記憶喪失、心智混淆等。此時若給予 100 mg 以上的高劑量硫胺可使上述症狀獲得改善。另有文獻指出，過去使用酒精且有 apolipoprotein e4 異常之老人有較高的發生輕度智能障礙 (mild cognitive impairment, MCI) 之風險<sup>(11,12)</sup>，濫用酒精使硫胺缺乏是主要原因之一。

## 二、生化/功能性指標

### (一) 需要量之研究方法

評估體內維生素 B<sub>1</sub> 含量是否足夠，是利用尿中維生素 B<sub>1</sub> 的排泄量、血液及血清中硫胺和 TPP 的含量、紅血球中轉酮酶 (transketolase) 活性以及 TPP 效力試驗 (thiamin pyrophosphate effect, TPP 之添加對於 transketolase 活性之影響) 等項目來判斷。由缺乏症或飽和量之實驗指出，攝取量低於 0.29 mg/1000 kcal 時，會引起缺乏症，因而判定 0.3 mg/1000 kcal 為抑制維生素 B<sub>1</sub> 缺乏症發生之必需攝取量<sup>(13-15)</sup>。另一方面，亦有報告認為在缺乏硫胺的情況下，血液中硫胺濃度的影響會較紅血球轉酮酶的活性變化先反映出來。轉酮酶為一個硫胺-依賴型酵素，是六碳醣單磷酸路徑的最主要關鍵酵素，在體外試驗時，若於培養基加入硫胺，會使缺乏硫胺之轉酮酶的活性增加，一般若轉酮酶活性增加 25% 以上則認定為硫胺缺乏。而由紅血球轉酮酶活性之實驗則指出，相當於 0.4 mg/1000 kcal 的硫胺攝取量，為抑制維生素 B<sub>1</sub> 缺乏症發生之必需攝取量。表一為評估體內維生素 B<sub>1</sub> 營養狀態之相關參考值。

表一、評估體內維生素 B<sub>1</sub> 狀態之參考值

指 標	邊緣性缺乏	缺 乏
紅血球轉酮酶活性 <sup>(16)</sup> (ETKAC)	1.20-1.25	>1.25
紅血球硫胺含量 (nmol/L) <sup>(16)</sup>	70-90	<70
TPP 效力 (%) <sup>(17)</sup>	15-24	≥25
尿液中硫胺含量 <sup>(16)</sup> (nmol[μg]/g creatinine)	90-220	<27
(nmol[μg]/d)	133-333	<40

根據以上之文獻，將維生素 B<sub>1</sub> 的估計平均需要量 (estimated average requirement, EAR) 訂為 0.4 mg/1000

kcal，以下列之公式算出成人之每日營養素建議攝取量 (recommended dietary allowance, RDA)：

$$RDA = EAR + 2CV^* = 0.4 \times 1.2 = 0.48$$

\*CV：變異係數，數值為  $EAR \times 10\%$ ，由上列公式可知成人之 RDA 為 0.48 mg/1000kcal。

## (二) 影響需要量之因素

### (1) 生物利用率

關於維生素 B<sub>1</sub> 在身體利用率之文獻非常少。Levy 和 Hewitt 之報告指出，與早餐一起服用之 B<sub>1</sub> 補充劑的吸收率與空腹時沒有差別<sup>(6)</sup>。

### (2) 熱量攝取量

至目前為止沒有實驗確實指出熱量攝取量對於維生素 B<sub>1</sub> 需要量之影響。但是由於維生素 B<sub>1</sub> 對於醣類代謝非常重要，因此雖然缺乏直接的研究證據，仍建議依照不同的能量需求、骨架大小及性別差異調整其需要量<sup>(18,19)</sup>。大多數的研究均支持以每一千大卡為單位來表示維生素 B<sub>1</sub> 之需要量或建議攝取量<sup>(20,21)</sup>。

### (3) 身體活動量

運動量與維生素 B<sub>1</sub> 需要量之關係並沒有定論。van der Beek 等人指出，對 24 位荷蘭男性限制維生素 B<sub>1</sub> 之攝取 (0.43 mg/d) 11 週後發現，紅血球轉酮酶活性以及尿液中硫胺含量顯著降低，也會有較差的運動表現<sup>(22)</sup>。但是另一方面，Fogelholm 等人根據雙盲試驗結果指出，每天補充 12 mg 硫胺雖然會使得紅血球轉酮酶活性增加，但是血中乳酸含量並無明顯下降<sup>(23)</sup>。Fogelholm 等人之研究



也發現，由滑雪員與非滑雪員之紅血球轉酮酶活性並無法判斷出熱量消耗對於維生素 B<sub>1</sub> 之需要量有無影響<sup>(24)</sup>。與非滑雪員比較之下，滑雪員攝取較多的熱量以及其他的營養素，不論男性或女性，滑雪員之維生素 B<sub>1</sub> 攝取量為 0.8 mg/1000 kcal，而非滑雪者員 0.7 mg/1000 kcal。

由以上之文獻報告可知，在正常狀況之下，身體活動量對於維生素 B<sub>1</sub> 需要量之影響並不明顯。但是，由維生素 B<sub>1</sub> 參與醣類代謝之觀點，熱量消耗量較高者，尤其是重度勞動以及長時間運動訓練者等，則可能必須提高維生素 B<sub>1</sub> 的攝取量。

#### (4) 性別

並無報告直接比較男性與女性對於維生素 B<sub>1</sub> 需要量的差別。男女之間維生素 B<sub>1</sub> 需要量之差別 (大約 10%) 主要是因為體型以及熱量利用率之差異。

## 維生素 B<sub>1</sub> 參考攝取量

### (一) 嬰幼兒

若由健康且飲食生活正常之母親以母乳餵哺之 0-5 個月之嬰兒，並無文獻指出有任何特殊傷害症狀發生。不論母親有沒有補充營養添加劑，母乳中之維生素 B<sub>1</sub> 含量並無顯著差異<sup>(25)</sup>。初乳中的維生素 B<sub>1</sub> 含量約為 0.01μg/L 的維生素，較成熟的母乳低，而成熟的母乳中，維生素 B<sub>1</sub> 之平均濃度為 0.21 mg/L 計算，而成熟的母乳中，美國 DRIs (2000) 依據平均泌乳量 780 mL 及維生素 B<sub>1</sub> 之平均濃度 0.21 mg/L 計算，0-6 個月嬰兒之足夠攝取量 (adequate intake, AI 應為 0.16 mg/d (以 0.2 mg/d 計算)

(26)。依據日本 DRIs (1999) 指出日本人母乳中維生素 B<sub>1</sub> 的含量為 0.2 mg/L<sup>(27)</sup>，台灣 1993 年之 RDNA 則以母乳中維生素 B<sub>1</sub> 的含量為 0.23 mg/L 為基準。

因此，0-6 個月的嬰兒以其母乳之維生素 B<sub>1</sub> 平均含量來推計，即為足夠攝取量 (adequate intake, AI)。本次以母乳攝取量 780 mL/d 計，在健康且飲食生活正常之母親之母乳中維生素 B<sub>1</sub> 的含量約為 0.2 mg/L 計算，再加上 2，再加上，進位後所求得之值即為 AI【780 mL/d 即為正常之母親之母乳中維生素 t20 % = 0.1872 mg/d】。另外，依據美國 DRIs 所定出之公式，再配合我國 7-12 個月嬰兒之平均體重，計算出 7-12 個月嬰兒之維生素 B<sub>1</sub> 的 AI，如下列公式：

$$AI = AI_{0-6} \times (Wt_{7-12}^{*1} \div Wt_{0-6}^{*2})^{0.75} = 0.15 \times (8.75 \div 6.05)^{0.75}$$

Wt<sub>7-12</sub><sup>\*1</sup>：根據台灣 1996 年營養調查資料，7-12 個月嬰兒體重平均值為 8.75 kg

Wt<sub>0-6</sub><sup>\*2</sup>：根據台灣 1996 年營養調查資料，0-6 個月嬰兒體重平均值為 6.05 kg

根據熱量修訂在一歲前均為每公斤體重 100 大卡，故計算體重後 B<sub>1</sub> AI 均為 0.3 mg。

表二、0-12 個月嬰兒的維生素 B<sub>1</sub> 之 DRIs

年齡	熱量 (kcal)	維生素 B <sub>1</sub> (mg)
0-3 月	100/kg	AI=0.3
4-6 月	100/kg	AI=0.3
7-9 月	100/kg	AI=0.3
10-12 月	100/kg	AI=0.3

## (二) 兒童及青少年

FNB (Food and Nutrition Board) 對 1–3 歲及 4–8 歲訂定的維生素 B<sub>1</sub> 之 RDA 分別為 0.5 mg/d 及 0.6 mg/d，因為缺乏此族群之直接資料，因此根據成人的 EAR 換算之<sup>(15)</sup>。但並無文獻明確指出有關 1–5 歲幼兒之維生素 B<sub>1</sub> 需要量，本次國人兒童維生素 B<sub>1</sub> 參考攝取量之訂定，係以成人之 RDA 為基準 (0.48 mg/1000 kcal)，再利用熱量換算。6–8 歲兒童之維生素 B<sub>1</sub> 需要量亦無明確的文獻報告，因此仍以成人之 RDA 換算。

另外，9–17 歲之需要量亦只有零散的報告，缺乏具系統性之實驗結果，FNB 針對 9–13 歲及 14–18 歲之建議量亦是根據成人的 EAR 換算後得之。因此青少年維生素 B<sub>1</sub> 參考攝取量亦以成人之 RDA 換算而得。

表三、1–18 歲兒童及青少年的維生素 B<sub>1</sub> 之 DRIs

年齡 (歲)	活動量	熱量 (kcal)		維生素 B <sub>1</sub> (mg)	
		男	女	男	女
1–3	適度	1350		0.6	
4–6	適度	1800	1650	0.9	0.8
7–9	適度	2100	1900	1.0	0.9
10–12	適度	2350	2250	1.1	1.1
13–15	適度	2800	2350	1.3	1.1
16–18	適度	2900	2250	1.4	1.1
19–	適度	2400	1900	1.2	0.9

## (三) 成人

以紅血球轉酮酶活性之實驗為依據，0.4 mg/1000 kcal

為抑制維生素 B<sub>1</sub> 缺乏症發生之必需攝取量，因此將成人之 RDA 訂為 0.48 mg/1000 kcal。

表四、19-70 歲成人的維生素 B<sub>1</sub> 之 DRIs

年齡 (歲)	活動量	熱量 (kcal)		維生素 B <sub>1</sub> (mg)	
		男	女	男	女
19-30	適度	2400	1900	1.2	0.9
31-50	適度	2400	1900	1.2	0.9
51-70	適度	2250	1800	1.2	0.9

#### (四) 老年人

老年人由於生理機能降低，會造成食物之消化吸收率或維生素 B<sub>1</sub> 的利用率降低。另外，考量老年人血中維生素 B<sub>1</sub> 含量、紅血球轉酮酶活性降低、TPP 添加效果之上升等現象，再加上老年人攝取量雖有減少，其維生素 B<sub>1</sub> 需要量並不因熱量需要量之減少而調降之情形，其需要量仍與成人相同<sup>(28-30)</sup>。Nichols<sup>(30)</sup>之研究亦認為老年人代謝利用率差，故維生素 B<sub>1</sub> 攝取量不應減少。

表五、71 歲以上老年人的維生素 B<sub>1</sub> 之 DRIs

年齡 (歲)	活動量	熱量 (kcal)		維生素 B <sub>1</sub> (mg)	
		男	女	男	女
71-	適度	2150	1700	1.2	0.9

#### (五) 孕婦及哺乳婦女

有研究顯示懷孕婦女在臍帶血中硫胺濃度較高<sup>(31)</sup>，以及排泄較多的硫胺<sup>(32)</sup>故應增加維生素 B<sub>1</sub> 之需要量。FNB 認為懷孕婦女應較非懷孕婦女增加 0.3 mg/d，哺乳婦應較非哺乳婦女增加 0.5 mg/d。孕婦及哺乳婦女考慮熱量需要量之增加以及分泌母乳等因素，可由熱量增加量換算成所需之維生素 B<sub>1</sub>。最近的研究顯示哺乳婦若只由飲食獲得

維生素 B<sub>1</sub> 同時又限制牛奶的攝取，則有 15 % < EAR<sup>(33)</sup>。

表六、懷孕及哺乳期的維生素 B<sub>1</sub> 之 DRIs

		熱量 (kcal)	維生素 B <sub>1</sub> (mg)
懷孕期	第一期	+ 0	+ 0
	第二期	+ 300	+ 0.2
	第三期	+ 300	+ 0.2
哺乳期		+ 500	+ 0.3

## 國人維生素 B<sub>1</sub> 營養狀態與慢性疾病風險相關性

### 一、主要食物來源

以小麥胚芽含量最豐富。另外，堅果類、瘦豬肉、肝臟、大豆及其製品、奶粉等都是維生素 B<sub>1</sub> 的主要來源。

表七、食物中維生素 B<sub>1</sub> 含量 (以 100 公克為單位)

食物名稱	維生素 B <sub>1</sub> (mg)
小麥胚芽	2.41
麥片	1.42
麥芽飲品	1.25
養生麥粉	1.57
糙米	0.48
胚芽米	0.34
白芝麻	1.05
花生(生)	1.52
腰果(生)	0.71
開心果	0.56
豬前腿肉	1.17
豬大里肌	0.94
黃豆	0.71
豬肝	0.32
雞肝	0.35
奶粉	0.36
健素糖	1.30

資料來源：台灣地區食品營養成分資料庫；行政院衛生署<sup>(34)</sup>。

## 二、攝取量

根據最近之國民營養調查資料，2001–2002 年台灣地區國小學童維生素 B<sub>1</sub> 攝取量如表八<sup>(34)</sup>。

根據 1993–1996 年國民營養健康狀況變遷調查結果，青少年及成年人之 B<sub>1</sub> 攝取量如表九<sup>(35)</sup>。

根據 1999–2000 年台灣地區老人營養健康狀況調查，老年人維生素 B<sub>1</sub> 攝取量如表十<sup>(35)</sup>。

表八、2001–2002 年台灣地區國小學童維生素 B<sub>1</sub> 攝取量

年齡(歲)	每日平均攝取量(mg)	
	男性	女性
	Mean ± SEM	Mean ± SEM
6	1.2 ± 0.1	1.3 ± 0.2
7	1.4 ± 0.1	1.1 ± 0.1
8	1.3 ± 0.1	1.2 ± 0.1
9	1.3 ± 0.1	1.1 ± 0.1
10	1.4 ± 0.1	1.6 ± 0.2
11	1.9 ± 0.3	1.3 ± 0.1
12	1.7 ± 0.4	1.3 ± 0.1

表九、1993–1996 年台灣青少年及成年人之 B<sub>1</sub> 攝取量

年齡(歲)	每日平均攝取量(mg)	
	男性	女性
	Mean ± SEM	Mean ± SEM
13–18	1.36 ± 1.05	0.97 ± 1.55
19–44	1.44 ± 1.89	1.08 ± 1.18
45–64	1.16 ± 0.91	1.08 ± 1.28

表十、1999–2000 年台灣地區老年人維生素 B<sub>1</sub> 攝取量

年齡(歲)	每日平均攝取量 (mg)	
	男性	女性
	Mean ± SEM	Mean ± SEM
65–69	1.14 ± 0.07	1.00 ± 0.07
70–74	1.34 ± 0.12	0.98 ± 0.08
75–79	1.35 ± 0.13	1.33 ± 0.23
≥ 80	1.49 ± 0.21	0.90 ± 0.11
全體	1.29 ± 0.07	1.04 ± 0.07

### 三、生化營養狀態

血液中 80 % 的 B<sub>1</sub> 存在於紅血球中，國人營養調查主要以紅血球轉酮酶活性 (ETKAC) 進行維生素 B<sub>1</sub> 之生化營養狀態評估，當 ETKAC ≥ 1.20 表示缺乏；1.15 < ETKAC < 1.20 表示臨界缺乏；ETKAC < 1.15 表示正常。根據 1993–1996 年國民營養健康狀況變遷調查結果，青少年及成年人之 ETKAC 值如下表：

表十一、1993–1996 年台灣青少年及成年人之維生素 B<sub>1</sub> 之生化營養狀態

年齡(歲)	ETKAC	
	男性 Mean ± SEM	女性 Mean ± SEM
13–18	1.134 ± 0.071	1.128 ± 0.068
19–44	1.112 ± 0.072	1.109 ± 0.063
45–64	1.107 ± 0.087	1.102 ± 0.069

民國 95 至 97 年分析了台灣 2346 名孕婦血液，發現孕婦維生素 B<sub>1</sub> 嚴重不足。隨著懷孕週期的增加，缺乏的狀況就越嚴重。尤其在懷孕第三期，懷孕超過 25 週時，維生素 B<sub>1</sub> 的缺乏率達 37 %。

國小學童 B<sub>1</sub> 缺乏率為男性 7.75 %、女性 7.34 %，邊緣性缺乏率為男性 10.39 %、女性 9.33 %，正常比例為男性 81.86 %、女性 83.33 %。2001–2002 年台灣地區國小學童維生素 B<sub>1</sub> 之生化營養狀態如下表：

表十二、2001–2002 年台灣地區國小學童維生素 B<sub>1</sub> 之生化營養狀態

年齡(歲)	ETKAC	
	男性 Mean ± SEM	女性 Mean ± SEM
6	1.08 ± 0.01	1.04 ± 0.01
7	1.05 ± 0.01	1.06 ± 0.01
8	1.09 ± 0.01	1.07 ± 0.01
9	1.07 ± 0.01	1.05 ± 0.01
10	1.07 ± 0.01	1.06 ± 0.01
11	1.08 ± 0.01	1.06 ± 0.01
12	1.06 ± 0.01	1.06 ± 0.01

表十三、1999–2000 年台灣地區老年人維生素 B<sub>1</sub> 之生化營養狀態

年齡(歲)	ETKAC	
	男性 Mean ± SEM	女性 Mean ± SEM
65 以上	1.10 ± 0.01	1.09 ± 0.01

#### 四、慢性疾病風險相關性

長期攝取精製穀物之國家維生素 B<sub>1</sub> 缺乏之盛行率較高，以印尼為例，Juguan 等人調查市區 204 位 65 至 70 歲老人之維生素 B<sub>1</sub> 營養狀況，其中有 75 % 受試者的維生素 B<sub>1</sub> 攝取量僅達建議量的 2/3，且有 36.6 % 其血液中 ETKAC 活性大於 1.25<sup>(36)</sup>。酗酒者因酒精會降低維生素 B<sub>1</sub> 的吸收，且酗酒者容易有肝功能損壞的情形，影響 TPP 的合成，亦會使能量代謝異常，其缺乏症狀請參見本章營養素缺乏或毒性症。年長者由於飲食攝取量較少、藥物攝取及腸胃道吸收維生素與礦物質之能力降低，有研究發現老年人其認知功能異常時若血漿硫胺濃度低於 5 ng/L，其會引起急性的行為異常<sup>(37)</sup>。



## 過量危害與毒性

### 一、毒性與症狀

每日口服 500 mg 的維生素 B<sub>1</sub> 持續一個月並不會造成不適的情況，但以肌肉或靜脈注射方式投予 100 倍於 RDA 的劑量則會使人產生頭痛、焦慮、心律不整以及過敏性休克的症狀。

劑量在 50 mg/d 維生素 B<sub>1</sub> 以下之補充劑，不需經由處方簽就可購得，但其可能引發的副作用尚未有系統的研究。有文獻指出高量的維生素 B<sub>1</sub> 可能會引起過敏性反應 (anaphylaxis)，這些反應包括：焦慮、搔癢症、呼吸困難、噁心、腹痛及休克，有時嚴重還可能引起死亡<sup>(38-41)</sup>。Royer-Morrot<sup>(8)</sup>等之研究發現，若以肌肉注射 500 mg/d，發現有一搔癢症案例。Wrenn 等<sup>(42)</sup>對 989 名患者以靜脈注射 100 mg 維生素 B<sub>1</sub>，發現有 11 名患者在注射部位有燒熱感、1 名患者具有搔癢症。維生素 B<sub>1</sub> 只在靜脈注射時才會觀察到其具有搔癢症之不利影響，因其並未經由口服方式，所以與攝取量上限之訂定無關。Hayes 等<sup>(43)</sup>認為以靜脈注射高劑量的維生素 B<sub>1</sub> 是安全的。目前在治療維生素 B<sub>1</sub> 缺乏所導致的 Wernicke's encephalopathy 時，所用的靜脈注射或肌肉注射劑量為每次 500 mg 維生素 B<sub>1</sub>，一天三次，至少持續兩天<sup>(44)</sup>。

因缺乏而補充維生素 B<sub>1</sub> 時之毒性表現，乃因在服用 5 mg 維生素 B<sub>1</sub> 時，其在吸收作用中快速地衰退<sup>(8)</sup>，並且經由尿液快速地被排出，因此補充維生素 B<sub>1</sub> 被認為是安全的<sup>(45)</sup>。

## 二、過量危害及上限攝取量之訂定

無文獻報告指出維生素 B<sub>1</sub> 攝取量之上限 (tolerable upper intake levels, UL) 及副作用發生最低量 (lowest observed adverse effect level, LOAEL), 僅有一篇研究推測維生素 B<sub>1</sub> 之無副作用發生量 (no observed adverse effect level, NOAEL) 為 900 mg/kg body weight/d<sup>(46)</sup>。因此, 尚無充分數據足以訂定維生素 B<sub>1</sub> 上限攝取量。

### 參考文獻

1. Gubler. Thiamin. 2 ed. New York: Marcel Dekker; 1991.
2. Haas RH. Thiamin and the brain. *Annu Rev Nutr.* 1988;8:483-515.
3. Bettendorff L, Kolb HA, Schoffeniels E. Thiamine triphosphate activates an anion channel of large unit conductance in neuroblastoma cells. *J Membr Biol.* 1993;136:281-8.
4. Yates AA, Schlicker SA, Suitor CW. Dietary Reference Intakes: the new basis for recommendations for calcium and related nutrients, B vitamins, and choline. *J Am Diet Assoc.* 1998;98:699-706.
5. Davis RE, Icke GC, Thom J, Riley WJ. Intestinal absorption of thiamin in man compared with folate and pyridoxal and its subsequent urinary excretion. *J Nutr Sci Vitaminol (Tokyo).* 1984;30:475-82.
6. Levy G, Hewitt RR. Evidence in man for different specialized intestinal transport mechanisms for riboflavin and thiamin. *Am J Clin Nutr.* 1971;24:401-4.
7. Morrison AB, Campbell JA. Vitamin absorption studies. I. Factors influencing the excretion of oral test doses of thiamine and riboflavin by human subjects. *J Nutr.* 1960;72:435-40.
8. Royer-Morrot MJ, Zhiri A, Paille F, Royer RJ. Plasma thiamine concentrations after intramuscular and oral

- multiple dosage regimens in healthy men. *Eur J Clin Pharmacol.* 1992;42:219-22.
9. Council on Scientific Affairs AMA. Vitamin preparations as dietary supplements and as therapeutic agents. Council on Scientific Affairs. *JAMA.* 1987;257:1929-36.
  10. Wood B, Currie J. Presentation of acute Wernicke's encephalopathy and treatment with thiamine. *Metab Brain Dis.* 1995;10:57-72.
  11. Anttila T, Helkala EL, Viitanen M, et al. Alcohol drinking in middle age and subsequent risk of mild cognitive impairment and dementia in old age: a prospective population based study. *BMJ.* 2004;329:539.
  12. Espeland MA, Gu L, Masaki KH, Langer RD, Coker LH, Stefanick ML, Ockene J, Rapp SR. Association between reported alcohol intake and cognition: results from the Women's Health Initiative Memory Study. *Am J Epidemiol.* 2005;161:228-38.
  13. Sauberlich HE, Herman YF, Stevens CO, Herman RH. Thiamin requirement of the adult human. *Am J Clin Nutr.* 1979;32:2237-48.
  14. Wood B, Gijbbers A, Goode A, Davis S, Mulholland J, Breen K. A study of partial thiamin restriction in human volunteers. *Am J Clin Nutr.* 1980;33:848-61.
  15. Dietary reference intakes for thiamin, riboflavin, niacin, vitamin B6, folate, vitamin B12, pantothenic acid, biotin and choline. 4. Thiamin. A Report of the Standing Committee on the Scientific Evaluation of Dietary Reference Intakes. . Washington, D.C.: National Academy Press; 1998.
  16. Schrijver. *Modern Lifestyle, Lower Energy Intake and Micronutrient Status.* London: Springer-Verlag; 1991.
  17. Brin. Transketolase (sedoheptulose-7-phosphate : D-glyceraldehyde-3-phosphate dihydroxyacetone transferase, EC 2.2.1.1) the TPP effect in assessing thiamine adequacy. London: Academic Press; 1970.
  18. Dick EC, Chen SD, Bert M, Smith JM. Thiamine

- requirement of eight adolescent boys, as estimated from urinary thiamine excretion. *J Nutr.* 1958;66:173-88.
19. Elsom KO RJ, Nicholson JT, Chornock C Studies of the B vitamins in the human subjects. The normal requirement for the thiamine; some factors influencing in utilization and excretion. *Am J Med Sci.* 1942;203: 569-77.
  20. Anderson SH, Charles TJ, Nicol AD. Thiamine deficiency at a district general hospital: report of five cases. *Q J Med.* 1985;55:15-32.
  21. Henshaw JL, Noakes G, Morris SO, Bennion M, Gubler CJ. Method for evaluating thiamine adequacy in college women. *J Am Diet Assoc.* 1970;57:436-41.
  22. van der Beek EJ, van Dokkum W, Wedel M, Schrijver J, van den Berg H. Thiamin, riboflavin and vitamin B6: impact of restricted intake on physical performance in man. *J Am Coll Nutr.* 1994;13:629-40.
  23. Fogelholm M, Ruukonen I, Laakso JT, Vuorimaa T, Himberg JJ. Lack of association between indices of vitamin B1, B2, and B6 status and exercise-induced blood lactate in young adults. *Int J Sport Nutr.* 1993;3:165-76.
  24. Fogelholm M, Rehunen S, Gref CG, et al. Dietary intake and thiamin, iron, and zinc status in elite Nordic skiers during different training periods. *Int J Sport Nutr.* 1992;2:351-65.
  25. Nail PA, Thomas MR, Eakin R. The effect of thiamin and riboflavin supplementation on the level of those vitamins in human breast milk and urine. *Am J Clin Nutr.* 1980;33:198-204.
  26. 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.
  27. 日本食品成分標準成分表. 4 ed 1982.

28. 系川嘉則、木村惠美子、西野幸典、宮田學、美濃真、玉井浩. 高齡者的維生素 B1 及維生素 B2 的營養狀態之研究. *Vitamin*. 1993; 67:675-9.
29. 系川嘉則、木村惠美子、阪本尚正、西野幸典、宮田學、藤井淨、美濃真、玉井浩. 高齡者長期服用綜合維生素補充劑之效果. *Vitamin* 1995;69:67-74.
30. Nichols HK, Basu TK. Thiamin status of the elderly: dietary intake and thiamin pyrophosphate response. *J Am Coll Nutr*. 1994;13:57-61.
31. Tripathy. Erythrocyte transketolase activity and thiamine transfer across human placenta. *Am J Clin Nutr*. 1968;13:739-42.
32. Daum K TW, Wilson M, Rhoads H. Influence of various levels of thiamine intake on physiologic response. 2. Urinary excretion of thiamine. *J Am Diet Assoc*. 1948;24:1049.
33. Mannion CA, Gray-Donald K, Johnson-Down L, Koski KG. Lactating women restricting milk are low on select nutrients. *J Am Coll Nutr*. 2007;26:149-55.
34. 行政院衛生署。台灣地區國小學童營養健康狀況調查 2001-2002 調查結果 2006。
35. 行政院衛生署。台灣地區老人營養健康狀況調查 1999-2000 調查結果 2004。
36. Andrade Juguan J, Lukito W, Schultink W. Thiamine deficiency is prevalent in a selected group of urban Indonesian elderly people. *J Nutr*. 1999;129:366-71.
37. Vognar L, Stoukides J. The role of low plasma thiamin levels in cognitively impaired elderly patients presenting with acute behavioral disturbances. *J Am Geriatr Soc*. 2009;57:2166-8.
38. Reingold IM WF. Sudden death following intravenous administration of thiamine hydrochloride. *J Am Med Assoc*. 1946;130:491-2.
39. Stein W MM. Sensitization to thiamine hydrochloride :

- Report of a case. *Ann Intern Med.* 1944;70:826-8.
40. MH S. Hypersensitivity to thiamine chloride, with a note on sensitivity to pyridoxine hydrochloride. *J Allergy.* 1941;12:507-9.
  41. Fernandez M, Barcelo M, Munoz C, Torrecillas M, Blanca M. Anaphylaxis to thiamine (vitamin B1). *Allergy.* 1997;52:958-60.
  42. Wrenn KD, Murphy F, Slovis CM. A toxicity study of parenteral thiamine hydrochloride. *Ann Emerg Med.* 1989;18:867-70.
  43. Hayes KC HD. Toxicity of the vitamins. Washington, DC: National Academy Press; 1973.
  44. Agabio R. Thiamine administration in alcohol-dependent patients. *Alcohol Alcohol.* 2005;40:155-6.
  45. Warnock LG, Prudhomme CR, Wagner C. The determination of thiamin pyrophosphate in blood and other tissues, and its correlation with erythrocyte transketolase activity. *J Nutr.* 1978;108:421-7.
  46. Fukuwatari T, Kuzuya M, Satoh S, Shibata K. [Effects of excess vitamin B1 or vitamin B2 on growth and urinary excretion of water-soluble vitamins in weaning rats]. *Shokuhin Eiseigaku Zasshi.* 2009;50:70-4.