

台灣地區老人營養健康狀況調查 1999-2000 老年人維生素 B6 營養狀況

魏燕蘭¹、章雅惠²、潘文涵³、黃怡嘉⁴

¹ 國立陽明大學護理學系

² 中央研究院人文社會科學研究中心調查研究專題中心

³ 中央研究院生物醫學科學研究所

⁴ 中山醫學大學營養學系所

摘要

本研究利用「台灣地區老人營養健康狀況調查 1999-2000」所收集的血液檢體及膳食調查資料，探討台灣老人維生素 B6 的營養狀況。台灣老人血漿磷酸吡哆醛濃度平均值為 44.6 ± 0.9 nmol/L。女性老人血漿磷酸吡哆醛濃度 47.7 ± 1.1 nmol/L 顯著高於男性老人 41.8 ± 1.1 nmol/L。血漿磷酸吡哆醛濃度小於 20 nmol/L 為維生素 B6 營養不足的男性老人有 19.3%，女性老人有 12.7%。不論男性或女性，年齡愈大血漿磷酸吡哆醛濃度小於 20 nmol/L 的比例愈高。整體而言，抽樣的 13 個區域中，老人維生素 B6 缺乏比例最低的是澎湖地區，缺乏比例最高的是中部第二層。老人血漿磷酸吡哆醛濃度與其飲食維生素 B6、蛋白質及熱量攝取量無關。男性老人每日維生素 B6 平均攝取量 (1.34 ± 0.08 mg) 顯著的高於女性受試者的攝取量 (1.05 ± 0.06 mg)。男女性老人的平均攝取量均大幅低於民國 91 年行政院衛生署所公佈的維生素 B6 參考攝取量 (1.6 mg/day)。

關鍵詞：維生素 B6，維生素 B6 攝取量，維生素 B6 營養狀況

Abstract

Vitamin B6 nutritional status was determined in subjects, aged 65 years and over, participating in the Nutrition and Health Survey in Taiwan during year 2000. Plasma pyridoxal 5'-phosphate concentrations of males (41.8 ± 1.1 nmol/L) were significantly lower than those of females (47.7 ± 1.1 nmol/L). A low plasma pyridoxal 5'-phosphate concentration (<20 nmol/L) was found in 19.3% and 12.7% of males and females, respectively. Plasma pyridoxal 5'-phosphate was not associated with dietary intake of vitamin B6, protein or calorie. The average dietary intake of vitamin B6 of the studied elderly was 1.21 ± 0.06 mg. About 20% of the studied elderly whose dietary vitamin B6 intake meets the 2002 Taiwan Dietary Reference Intake of vitamin B6 (1.6 mg/d).

Keywords: pyridoxal phosphate, vitamin B6, vitamin B6 nutritional status

前 言

維生素 B6 是一特殊及重要的水溶性維生素。它以輔酶-磷酸吡哆醛(PLP)的型式參與體內許多重要的代謝運作，如：胺基酸的代謝、脂質代謝、神經傳導物質的合成、賀爾蒙的調節等⁽¹⁾。也因此血漿 PLP 被認為是在正常的狀況下評估維生素 B6 營養狀況的最佳指標⁽²⁾。

許多研究發現老年人血漿 PLP 濃度下降⁽³⁻⁵⁾，有相當大比例的老年人缺乏維生素 B6^(6, 7, 8, 9)。研究顯示，維生素 B6 缺乏會降低老年人的免疫功能^(10, 11)、增高罹患心血管的危險性^(7, 12-15)及影響到認知的功能^(16, 17, 18)。有關台灣老人維生素 B6 營養狀況的研究不多，1993-1996 年的第一次國民營養健康狀況變遷調查(NAHSIT I)結果顯示，血液評估指標屬於維生素 B6 缺乏(血漿 PLP <20 nmol/L)的老人比例為 28.5%。但該次的國民營養調查中，各年齡層的取樣人數很少，同時缺乏膳食攝取量的資料⁽⁹⁾。Huang⁽¹⁹⁾等人在台灣台中所做的調查研究顯示，65 歲以上未服用補充劑居住於機構內的受試者，血漿 PLP 濃度約為 23 nmol/L，維生素 B6 攝取量為 1.2 mg/day。

行政院衛生署為因應社會邁入高齡化之需要，於 1999-2000 年進行「台灣地區老人營養健康狀況調查 1999-2000」。國內先前的食物營養成份表中沒有維生素 B6 的營養成份，直到 1998 年衛生署出版的「台灣地區食品營養成份資料庫」，在各類食品的營養成份中才加入了維生素 B6 的含量。因此本研究利用老人調查所收集的血液檢體及膳食調查資料，分析老人血漿 PLP 的濃度與飲食維生素 B6 的攝取量，探討台灣老人維生素 B6 的營養狀況。

材料與方法

本研究分析之飲食維生素 B6 攝取量及血液樣品均來自 1999-2000 年所進行的「台灣地區老人營養健康狀況調查 1999-2000」。此調查的目標人群為台灣地區，具有中華民國國籍之未居住於機構內的 65 歲及 65 歲以上的老年居民。

(一)、取樣方法：

老人調查的研究取樣方法是採分層隨機集束取樣法，台灣地區依特殊民族、地理位置分出客家、山地、東部、澎湖四層，另外又分北中南三區，各區以人口密度分為三層，總共有 13 層。各層中以 PPS 法取出 3 個鄉鎮，共得 39 鄉鎮。每個中選鄉鎮中，以 PPS 法抽出 2 個村里，全國共有 78 村里。本研究共取得及分析 2353 個血樣檢體。

(二)、調查執行方式：

1. 由營養員家訪，以問卷調查方法進行資料收集。問卷內容包括：家戶資料、家戶食譜、基本資料、24 小時飲食回憶紀錄、飲食頻率、疾病史、營養知識態度行為等。
2. 由體檢團隊到各村里進行巡迴體檢，體檢項目包括抽血、驗尿、人體測量、心電圖檢查、骨密度測量、x 光檢查。

(三)、血液採集與處理：

體檢取得的血液檢體，依照臨床與營養檢驗之需要，收集於不同的真空採血管內。維生素 B6 分析的血液檢體是收集在以 heparin 為抗凝血劑的真空採血管內。將裝有血液

的試管立刻放在冰堡上，並以黑布蓋上試管以避光，經 4°C 離心分離而得之血漿，冷凍存放於 -80°C，供日後分析。

(四)、血漿磷酸吡哆醛濃度的檢測

血漿磷酸吡哆醛濃度以 HPLC 法檢測⁽²⁰⁾。血漿加入 10% TCA 混合加熱(50°C)5 分鐘後，離心。在上清液中加入 potassium cyanide 及 K₂HPO₄ 溶液(3.3M, pH10.2)後，再加熱(50°C)25 分鐘，冷至室溫後再加入 phosphoric acid，以 0.45 μm 濾膜過濾後備用。沖提液(mobile phase)內含 75 mmol/L semicarbazide，50 mmol/L KH₂PO₄；以濃 phosphoric acid 調整 PH 至 2.85，flow rate 1.5 ml/min。螢光偵測器的 excitation wavelength 設在 325 nm，emission wavelength 設在 418 nm。Peak area 以積分器處理。分析管柱採用 waters symmetry shield RP8 column, 4.6 x 250 mm, 5μm particle size。由於維生素 B6 在 UV light 之下會被破壞，所以所有的分析步驟均在暗光或黃光下進行。

(五)、統計分析

各項數值以 SPSS for Windows 10.0 以及 SUDAAN (Software for the Statistical Analysis of Correlated Data, Research Triangle Institute release 8.0.0)統計軟體進行分析。進行各項血漿 PLP 濃度的統計分析時，資料同時施以整體推論的「體檢個案權數」加權處理。進行各項飲食攝取量的統計分析時，資料則以整體推論的「問卷個案權數」加權處理。進行各項血漿 PLP 濃度與飲食攝取量的統計時，資料是以「體檢及問卷個案權數」加權處理。兩組之間的各项變數差異以 t-test 來檢定。三組以上則以 One-way ANOVA 進行分析，若 F value 達顯著差異，則進行事後檢定。各變數間的相關以 Pearson's correlation 來檢定。以 p < 0.05 為顯著差異。

由於有部分參與實驗的受試者每日或不定期服用補充劑，這些服用補充劑者的血漿 PLP 濃度顯著高於未服用者(表一)；但由表一的 PLP 濃度的分佈範圍可知，在問卷中回答服用補充劑者並不一定是服用含有維生素 B6 的補充劑；而在問卷中回答未服用補充劑者也可能不全然正確。除此之外，有將近 40% 參加體檢的受試者未接受問卷調查。為避免誤導及高估了國人維生素 B6 的營養狀況，同時又不致影響可進行統計分析的受試者數目，因此本研究以血漿 PLP 濃度高於某一特定值作為排除在統計分析之外的依據。歐洲 SENECA 的研究(6)以血漿 PLP > 150 nmol/L 作為排除調查研究中疑似服用補充劑者的切點，因這些研究學者先前的觀察發現：血漿 PLP 濃度高於 150 nmol/L 幾乎都是因服用補充劑所造成。而 Manore (31)的研究也顯示：服用維生素 B6 補充劑的老人平均血漿 PLP 濃度為 145 ± 122 nmol/L。本研究中 PLP 濃度分佈的 95 百分位值與歐洲 SENECA 研究所選用的濃度相仿(表二)，本研究所有 2353 位受試者血漿 PLP 濃度分佈的 95 百分位值為 159.9 nmol/L。因此本研究也採用以 150 nmol/L 為切點，將血漿 PLP 濃度大於 150 nmol/L 的受試者 130 人排除在所有的統計分析之外。

表一. Concentrations of plasma pyridoxal phosphate (PLP) in subjects of the Elderly NAHSIT, 1999-2000^{1, 2, 3}

| | n | PLP (nmol/L) | |
|----------------------------------|------|--------------|-------------|
| | | Mean | Range |
| All subjects | 2353 | 54.8 ± 1.7 | 5.1 – 492.7 |
| Non-supplement user ³ | 1036 | 47.8 ± 1.9 | 5.1 – 360.7 |
| Supplement user ³ | 411 | 71.4 ± 5.0 | 8.2 – 383.4 |
| PLP ≤ 150 nmol/L subjects | 2223 | 44.6 ± 0.9 | 5.1 – 149.7 |

¹Mean ± SE.

²Data were weighted, based on those subjects who participated in physical examination.

³Subjects provided information on questionnaire on whether they were vitamin/mineral supplement users or non-users.

表二. The percentile of plasma pyridoxal phosphate (PLP) levels of subjects in the Elderly NAHSIT, 1999-2000¹

| Subjects | Percentile | | | | | | | | | |
|--------------------------------|------------|------|------|------|------|------|------|------|-------|-------|
| | 2.5 | 5 | 10 | 20 | 30 | 40 | 50 | 75 | 90 | 95 |
| | PLP nmol/L | | | | | | | | | |
| All (n = 2353) | 11.7 | 13.5 | 17.0 | 21.7 | 26.9 | 31.5 | 37.5 | 62.4 | 112.0 | 159.9 |
| PLP ≤ 150 nmol/L (n = 2223) | 11.6 | 13.2 | 16.8 | 21.1 | 25.9 | 30.5 | 35.5 | 56.1 | 90.6 | 108.2 |

¹Data were weighted, based on those subjects who participated in physical examination.

結 果

「台灣地區老人營養健康狀況調查 1999-2000」中，所有 2353 位受試老人的血漿 PLP 平均濃度為 54.8 ± 1.7 nmol/L (表一)，排除血漿 PLP > 150 nmol/L 疑似服用含維生素 B6 補充劑的 130 位受試者後，血漿 PLP ≤ 150 nmol/L 的受試者共計 2223 人，男性 1148 人，女性 1075 人。這些老人平均血漿 PLP 濃度為 44.6 ± 0.9 nmol/L (表三)，其中有 16.3% 的受試者血漿 PLP 濃度低於 20 nmol/L，38.9% 的受試者低於 30 nmol/L。男性平均血漿 PLP 濃度 (41.8 ± 1.1 nmol/L) 顯著低於女性的濃度 (47.7 ± 1.1 nmol/L)，男性受試者中血漿 PLP 濃度低於 20 nmol/L 有 19.3%，血漿 PLP 濃度小於 30 nmol/L 的有 44.2%；女性受試者中血漿 PLP 濃度低於 20 nmol/L 有 12.7%，血漿 PLP 濃度小於 30 nmol/L 的有 32.9% (表三)。

表三. Plasma pyridoxal phosphate (PLP) concentrations of male and female of the Elderly NAHSIT, 1999-2000^{1, 2, 3, 4}

| Subjects | n | PLP | PLP < 30 nmol/L | PLP < 20 nmol/L |
|----------|------|-------------------------|-----------------|-----------------|
| | | nmol/L | % | % |
| Total | 2223 | 44.6 ± 0.9 | 38.9 | 16.3 |
| Males | 1148 | 41.8 ± 1.1 ^a | 44.2 | 19.3 |
| Females | 1075 | 47.7 ± 1.1 ^b | 32.9 | 12.7 |

¹Mean ± SE.

²Subjects with plasma PLP levels > 150 nmol/L were excluded.

³Data were weighted, based on those subjects who participated in physical examination.

⁴Plasma PLP values of female subjects were significantly greater than those of the male subjects.

以年齡分層，將男性及女性老人細分成 65-69，70-74，75-79 及 80 歲以上等 4 組。在男性中各組的血漿 PLP 平均濃度均在 41-43 nmol/L 左右，各年齡組間的老人血漿 PLP 濃度間無顯著差異。女性各年齡組的血漿 PLP 濃度分佈範圍較大，在 42-52 nmol/L 間，各年齡組間亦無顯著差異。65-69 歲及 75-79 歲年齡組的女性老人血漿 PLP 濃度顯著高於同年齡組的男性老人(表四)。

表四. Concentrations of plasma pyridoxal phosphate (PLP) by age and sex in subjects of the Elderly NAHSIT, 1999-2000^{1,2,3,4}

| Age Group | PLP | | PLP ⁴ | | PLP < 30 nmol/L | | PLP < 20 nmol/L | | | | | |
|-----------|-------|------------|------------------|-------------------------|-----------------|-------------------------|-----------------|-------|------|------|------|------|
| | Total | Males | Females | Total | Males | Females | Total | Males | | | | |
| | n | nmol/L | n | nmol/L | n | nmol/L | % | % | % | | | |
| 65-69 yr | 705 | 46.4 ± 1.4 | 343 | 42.1 ± 1.9 ^a | 362 | 51.1 ± 1.7 ^b | 33.5 | 42.6 | 23.3 | 11.8 | 16.7 | 6.4 |
| 70-74 yr | 608 | 43.7 ± 1.4 | 332 | 41.7 ± 1.7 | 276 | 46.4 ± 2.0 | 39.2 | 45.4 | 31.3 | 16.0 | 20.2 | 10.7 |
| 75-79 yr | 356 | 47.0 ± 1.6 | 184 | 43.2 ± 2.3 ^a | 172 | 51.6 ± 2.8 ^b | 38.7 | 45.1 | 30.8 | 14.2 | 16.4 | 11.4 |
| > 80 yr | 218 | 41.9 ± 2.6 | 105 | 40.9 ± 3.1 | 113 | 42.7 ± 3.2 | 48.2 | 47.2 | 49.2 | 26.7 | 26.3 | 27.0 |

¹Mean ± SD.²Subjects with plasma PLP levels > 150 nmol/L were excluded.³Data were weighted, based on those subjects who participated in physical examination.⁴In the same age group, plasma PLP values of male and female subjects with different superscript letters differ significantly.

以地區分層來看，抽樣的 13 個區域內的老人血漿 PLP 濃度間沒有差異(表五)。以整體老人來看，血漿 PLP 濃度低於 20 nmol/L 的老人比例，以澎湖地區最低(5.1%)，中部第二層比例最高(25.3%)。在男性老人中，也是以澎湖地區血漿 PLP 濃度低於 20 nmol/L 的老人比例最低(9.2%)，中部第二層比例最高(33.1%)。在女性老人中，血漿 PLP 濃度低於 20 nmol/L 的老人比例最低區域仍是澎湖地區 (1.1%)，但是比例最高的區域則為東部(23.1%)。

表五. Concentration of plasma pyridoxal phosphate (PLP) by area and sex in subjects of the Elderly NAHSIT, 1999-2000^{1,2,3}

| Area | PLP | | PLP | | | | PLP < 20 nmol/L | | |
|-------|-------|------------|-------|------------|---------|------------|-----------------|-------|---------|
| | Total | | Males | | Females | | Total | Males | Females |
| | n | nmol/L | n | nmol/L | n | nmol/L | % | | |
| 客家 | 165 | 43.0 ± 1.2 | 93 | 39.8 ± 1.7 | 72 | 47.6 ± 1.5 | 12.5 | 15.5 | 8.2 |
| 山地 | 161 | 43.5 ± 2.3 | 75 | 40.9 ± 2.2 | 86 | 46.2 ± 3.6 | 19.1 | 22.5 | 15.7 |
| 東部 | 184 | 45.2 ± 6.6 | 96 | 45.5 ± 6.4 | 88 | 44.7 ± 7.0 | 22.5 | 22.0 | 23.1 |
| 澎湖 | 131 | 48.1 ± 3.5 | 70 | 49.5 ± 5.7 | 61 | 46.8 ± 3.1 | 5.1 | 9.2 | 1.1 |
| 北部第一層 | 137 | 47.4 ± 1.4 | 71 | 43.9 ± 1.9 | 66 | 51.5 ± 3.3 | 18.1 | 19.4 | 16.6 |
| 北部第二層 | 180 | 44.9 ± 2.6 | 95 | 41.8 ± 3.4 | 85 | 49.0 ± 1.8 | 19.9 | 23.6 | 15.0 |
| 北部第三層 | 166 | 45.0 ± 2.7 | 94 | 44.9 ± 4.9 | 72 | 45.3 ± 7.1 | 18.1 | 19.2 | 16.5 |
| 中部第一層 | 143 | 43.4 ± 3.4 | 76 | 40.0 ± 4.8 | 67 | 47.2 ± 3.2 | 19.4 | 19.5 | 19.2 |
| 中部第二層 | 199 | 42.0 ± 3.3 | 106 | 38.3 ± 4.4 | 93 | 46.0 ± 2.6 | 25.3 | 33.1 | 17.1 |
| 中部第三層 | 214 | 40.9 ± 3.7 | 101 | 36.7 ± 4.0 | 113 | 44.6 ± 3.9 | 15.7 | 23.7 | 8.8 |
| 南部第一層 | 155 | 46.3 ± 1.3 | 84 | 42.7 ± 1.9 | 71 | 50.3 ± 1.7 | 10.2 | 14.3 | 5.4 |
| 南部第二層 | 177 | 50.4 ± 7.4 | 85 | 50.7 ± 9.1 | 92 | 50.1 ± 5.6 | 14.4 | 17.7 | 10.3 |
| 南部第三層 | 211 | 43.1 ± 2.5 | 102 | 40.0 ± 2.7 | 109 | 46.4 ± 2.6 | 10.3 | 11.6 | 8.9 |

¹Mean ± SE.

²Subjects with plasma PLP levels > 150 nmol/L were excluded.

³Data were weighted, based on those subjects who participated in physical examination.

台灣地區各性別老人每日飲食維生素 B6、蛋白質攝取、和熱量攝取狀況如表六。65 歲以上老人每日維生素 B6 平均攝取量為 1.21 ± 0.06 mg，蛋白質平均攝取量為 70.7 ± 2.8 g，熱量平均攝取量為 1711.3 ± 65.9 kcal。男性受試者的每日維生素 B6 攝取量、蛋白質攝取量及熱量攝取量(1.34 ± 0.08 mg；78.6 ± 3.5 g；1887.5 ± 74.8 kcal)分別顯著的高於女性受試者的每日維生素 B6、蛋白質攝取量及熱量攝取量(1.05 ± 0.06 mg；61.7 ± 2.8 g；1509.5 ± 66.8 kcal)。但是每 1000 大卡熱量中的維生素 B6 量以及每克蛋白質攝取量中的維生素 B6 量來表示時，男性老人與女性老人間並無顯著差異。男性老人每日平均維生素 B6 攝取量達建議攝取量 1.6 mg 的 83.8%，但女性老人每日平均維生素 B6 攝取量僅達建議攝取量 1.6 mg 的 65.6%。

表六. Vitamin B6, protein and caloric intake of male and female in the Elderly NAHSIT, 1999-2000^{1, 2, 3, 4, 5}

| Intake | Total (n=1333) | Males (n=687) | Females (n=646) |
|---------------------------|----------------|----------------------------|----------------------------|
| Vitamin B6 (mg/day) | 1.21 ± 0.06 | 1.34 ± 0.08 ^b | 1.05 ± 0.06 ^a |
| Dietary B6 (mg)/1000 kcal | 0.71 ± 0.02 | 0.72 ± 0.02 | 0.71 ± 0.02 |
| Dietary B6 (μg)/g protein | 17.4 ± 0.4 | 17.4 ± 0.5 | 17.4 ± 0.6 |
| | 70.7 ± 2.8 | 78.6 ± 3.5 ^b | 61.7 ± 2.8 ^a |
| Protein (g/day) | 1711.3 ± 65.9 | 1887.5 ± 74.8 ^b | 1509.5 ± 66.8 ^a |
| Caloric (kcal/day) | 79.2 | 73.5 | 85.3 |
| B6 intake < DRI (%) | | | |

¹Mean ± SE of intake value estimated from 24-hour recall.

²Subjects with plasma PLP levels > 150 nmol/L were excluded.

³Data were weighted, based on those subjects who participated in both physical examination and questionnaire survey.

⁴Values of males and females in the same row with different superscript letters differ significantly.

⁵The dietary reference intake (DRI) of vitamin B6 for elderly is 1.6 mg/day.

血漿 PLP 濃度與維生素 B6 攝取量、蛋白質攝取量及熱量攝取量等變數間沒有相關性(表七)。若分別看女性及男性，血漿 PLP 濃度依然與維生素 B6 攝取量、蛋白質攝取量及熱量攝取量等變數間沒有相關性。不論男性或女性，維生素 B6 攝取量與蛋白質攝取量及熱量攝取量均呈現顯著正相關(表七)。

每日維生素 B6 攝取量低於 1.0 mg 的男性老人，其蛋白質及熱量攝取量明顯的高於同組的女性老人，但其血漿 PLP 值卻顯著的低於同組的女性老人(表八)。當每日維生素 B6 攝取量介於 1.0 -1.6 mg 時，男性老人的熱量攝取量顯著高於女性老人，兩者的蛋白質攝取量並無顯著差異，但血漿 PLP 值顯著低於同組女性老人。當每日維生素 B6 攝取量大於 1.6 mg 時，男性老人與女性老人的熱量攝取量、蛋白質攝取量以及血漿 PLP 間均無顯著差異。

表七. Correlations between vitamin B6 intake, protein intake, caloric intake and plasma pyridoxal phosphate (PLP)^{1,2,3}

| Parameter | Plasma PLP | | B6 intake | | Protein intake | |
|-------------------|------------|--------|-----------|--------|----------------|--------|
| | Total | Male | Female | Total | Male | Female |
| Plasma PLP | ----- | ----- | ----- | r | | |
| Vitamin B6 intake | -0.020 | 0.015 | -0.023 | -0.020 | 0.015 | -0.023 |
| Protein intake | -0.004 | 0.036 | -0.003 | ----- | ----- | ----- |
| Caloric intake | -0.029 | -0.018 | 0.006 | 0.645* | 0.647* | 0.622* |
| | | | | 0.605* | 0.590* | 0.600* |
| | | | | 0.673* | 0.669* | 0.653* |

¹Subjects with plasma PLP levels > 150 nmol/L were excluded.

²Data were weighted, based on those subjects who participated in both physical examination and questionnaire survey.

³Values with “*” indicate the correlation between tested variables are significant.

表八. Plasma pyridoxal phosphate (PLP), caloric intake and protein intake of subjects at different levels of vitamin B6-intake in the Elderly NAHSIT, 1999-2000^{1,2,3,4}

| Parameter | B6 intake < 1.0 mg/day | | 1.0 < B6 intake < 1.6 mg/day | | B6 intake > 1.6 mg/day | |
|---------------------------|----------------------------|----------------------------|------------------------------|----------------------------|------------------------|----------------|
| | Male n=311 | Female n=395 | Male n=194 | Female n=156 | Male n=182 | Female n=95 |
| Caloric intake (Kcal/day) | 1357.3 ± 46.8 ^b | 1121.0 ± 37.4 ^a | 1975.2 ± 52.8 ^b | 1774.6 ± 44.6 ^a | 2643.1 ± 134.2 | 2606.5 ± 168.4 |
| Protein intake (g/day) | 51.6 ± 1.4 ^b | 44.5 ± 1.5 ^a | 80.8 ± 2.1 | 74.7 ± 3.1 | 119.5 ± 4.4 | 107.9 ± 7.7 |
| Plasma PLP (nmol/L) | 40.4 ± 1.8 ^a | 49.5 ± 1.8 ^b | 43.1 ± 2.0 ^a | 52.8 ± 3.0 ^b | 42.5 ± 2.9 | 48.8 ± 3.4 |

¹Mean ± SE.

²Subjects with plasma PLP levels > 150 nmol/L were excluded.

³Data were weighted, based on those subjects who participated in both physical examination and questionnaire survey.

⁴Values in the same row under the same category of B6 intake with different superscript letters differ significantly.

表九. Reported plasma pyridoxal phoasphate (PLP) concentrations of elderly in different countries

| Countries | Author/ References No./ (year reported) | Age | Males | | Females | | PLP < 20 nmol/L % | PLP < 30 nmol/L % |
|------------------|---|-------|-------|---------------------------------|---------|--------------|------------------------------|-------------------|
| | | | n | PLP (nmol/L) | n | PLP (nmol/L) | | |
| Taiwan | The present study (2003) | ≥ 65 | 1184 | 41.8 ± 1.1 | 1105 | 47.7 ± 1.1 | 16.3 | 38.9 |
| Taiwan | Huang et al, 19 (2001) | ≥ 65 | 39 | 22.4 ± 13.1 | 55 | 23.4 ± 13.9 | 59.0(M) 54.5(F) [#] | |
| Taiwan | Chang et al, 9 (1998) | ≥ 65 | 96 | 51.0 ± 6.0 | 104 | 38.9 ± 3.8 | 28.5 | 47.0 |
| UK | Bailey et al, 21 (1999) | 68-73 | 29 | 34.75 | 39 | 35.32 | | *48.3(M) 35.3(F) |
| | | 74-90 | 15 | 57.81 | 29 | 48.98 | | 26.7(M) 27.6(F) |
| UK | Bates et al, 7 (1999) | 65-74 | 211 | 42.3 ± 28.7 | 184 | 46.5 ± 46.7 | 23.3 | 47.7 |
| | | 75-84 | 193 | 39.1 ± 25.3 | 154 | 45.1 ± 40.7 | | |
| | | 85 + | 68 | 35.7 ± 23.4 | 109 | 34.9 ± 39.0 | | |
| Northern Ireland | Madigan et al, 8 (1998) | 65-91 | 17 | 32.0 ± 30.7 | 72 | 28.4 ± 16.8 | 38 | |
| USA | Riggs et al, 16 (1996) | 54-81 | 70 | 41.7 ± 36.4 (males and females) | | | | |
| 9 Euro-countries | van der Wielen et al, 6 (1996) | 74-76 | 284 | 35 ± 26 | 276 | 40 ± 47 | 22.0 | |
| Netherlands | Löwik et al, 23 (1994) | 65-79 | 49 | 24 ± 11 | 47 | 33 ± 17 | | |

[#]Abbreviation used: M, male; F, female.

*The cut-off value for plasma PLP indicating deficiency is 34.4 nM.

表十. Reported daily vitamin B6 intake of elderly in different countries¹

| Countries | Author/ References No./ (year reported) | Age | Males | | Females | |
|------------------|---|-------|-------|--------------------------|---------|--------------------------|
| | | | n | B6 intake (mg/day) | n | B6 intake (mg/day) |
| Taiwan | The present study (2003) | ≥ 65 | 687 | 1.34 ± 0.08 [#] | 646 | 1.05 ± 0.06 [#] |
| Taiwan | Huang et al, 19 (2001) | ≥ 65 | 30 | 1.37 ± 0.41 | 38 | 1.04 ± 0.47 |
| UK | Bailey et al, 21 (1999) | 68-73 | 29 | 1.24 | 39 | 1.13 |
| | | 74-90 | 15 | 1.26 | 29 | 0.95 |
| Northern Ireland | Madigan et al, 8 (1998) | 65-91 | 15 | 2.0 ± 0.5 | 65 | 2.0 ± 0.3 |
| 9 Euro-countries | van der Wielen et al, 6 (1996) | 74-76 | 282 | 1.5 ± 0.5 | 264 | 1.2 ± 0.5 |
| Netherlands | Löwik et al, 23 (1994) | 65-79 | 244 | 1.38 ± 0.35 | 239 | 1.15 ± 0.31 |

¹Mean ± SD.

[#]Mean ± SE.

討 論

一些國家的營養調查結果顯示，老年人口中缺乏維生素 B6 的比例相當高^(6,7,8)。但國內一直沒有大規模的有關老年人維生素 B6 營養狀況的研究報告。1999-2000 年進行的老年人國民營養健康狀況調查提供了我們這個機會來檢視國內未居住於機構內的 65 歲及 65 歲以上的老年居民維生素 B6 的營養狀況。

維生素 B6 的營養狀況評估，目前所建議使用的生化指標為血漿 PLP⁽²⁾。本研究血漿 PLP 濃度平均值為 44.6 ± 0.9 nmol/L (男性 41.8 ± 1.1 nmol/L；女性 47.7 ± 1.1 nmol/L)，與近年所發表的各國老人的血漿 PLP 濃度比較見表九。本研究的老人血漿 PLP 濃度與 Bates 等人⁽⁷⁾的研究中未居住於機構內的 65-74 歲的英國老年居民結果相仿；高於 Löwik 等人⁽²³⁾，van der Wielen 等人⁽⁶⁾，Madigan 等人⁽⁸⁾，Bailey 等人⁽²¹⁾，NAHSIT I⁽⁹⁾ 的女性老人血漿 PLP 以及 Huang⁽¹⁹⁾ 等人所發表的結果；但低於 NAHSIT 1993-1996⁽⁹⁾ 的男性老人血漿 PLP 濃度。本研究中男性老人的血漿 PLP 濃度顯著低於女性老人，此結果與 Euronut SENeca investigators⁽²²⁾ 及 Löwik 等人⁽²³⁾ 的研究結果相仿，但與 NAHSIT 1993-1996⁽⁹⁾ 65 歲以上組的結果相反。也有一些研究結果顯示血漿 PLP 濃度沒有性別上的差異^(6,7,8,19)。

Sauberlich⁽²⁴⁾ 建議營養調查中的血液生化值若小於 2.5 百分位值為高危險群，介於 2.5-30 百分位值為可能具有不正常，高於 30 百分位值則為合適、可接受。本研究中血漿 PLP 在 2.5 百分位值的濃度是 11.6 nmol/L，在 30 百分位值的濃度是 25.9 nmol/L。根據本研究結果，維生素 B6 營養狀況合宜的界定值為血漿 PLP 高於 26 nmol/L，此數值低於 Leklem⁽²⁾ 所建議的血漿 PLP 高於 30 nmol/L 為評定維生素 B6 充足的濃度。事實上，近來一些研究結果顯示血漿 PLP 濃度低於 30 nmol/L 時並未伴隨有 B6 缺乏的症狀出現⁽²⁵⁻²⁷⁾，因此認為以 30 nmol/L 為界定值會高估了維生素 B6 營養缺乏的盛行率。目前較多的研究學者^(6,7,22,28,29) 採用 Lui 等人⁽³⁰⁾ 的建議以血漿 PLP 濃度低於 20 nmol/L 為維生素 B6 缺乏的濃度。本研究中，血漿 PLP 濃度低於 20 nmol/L 的受試者總共有 16.3%；若以血漿 PLP 濃度低於 30 nmol/L 為切點，則缺乏的受試者達 38.9%。本研究與其他研究所報導的老人維生素 B6 缺乏比例的比較見表九。本次「台灣地區老人營養健康狀況調查 1999-2000」中，維生素 B6 營養缺乏的老年人比例大幅的低於近年在歐洲各國及台灣所進行的研究結果。

血漿 PLP 的濃度會受到許多因素的影響如飲食、嗜好、生活型態及疾病等。過去有研究顯示飲食蛋白質攝取量增加會使血漿 PLP 的濃度下降^(34,35)。但近來 Pannemans 等人⁽⁵⁾ 的研究顯示，當維生素 B6 攝取量維持在 1.5-1.7 mg/day，蛋白質攝取量佔 12% 或 21% 總能量時，並不會影響維生素 B6 的營養狀況。本研究的結果同樣顯示，適量的蛋白質攝取是不會影響老年人血漿 PLP 的濃度。本研究中的老年男性及女性每日平均蛋白質攝取量約佔總熱量的 16.5%，其血漿 PLP 濃度與飲食蛋白質攝取量間沒有相關性。Huang⁽¹⁹⁾ 等人、Bates 等人⁽⁷⁾ 及 van der Wielen 等人⁽⁶⁾ 的研究也有相似的結果。不過當我們把受試者依每日維生素 B6 攝取量區分為低 (< 1.0 mg/d)、中 (1.0 - 1.6 mg/d)、高 (≥ 1.6 mg/d) 三群組時，在每日維生素 B6 攝取量低的群組中，男性老人的蛋白質攝取量顯著高於同群體中的女性老人，但血漿 PLP 濃度卻顯著低於同群體的女性老人。此群體中男性平均每日 B6 攝取量為 0.61 mg，女性為 0.59 mg。早期的研究顯示^(36,37)，當維生素 B6

攝取量不足時，在給予口服 tryptophan 之後，攝取高量飲食蛋白質的受試者比攝取低量飲食蛋白質的受試者在較短的時間內就出現尿液中不正常的代謝產物濃度顯著上升的狀況，顯示當維生素 B6 攝取量不足時，飲食蛋白質攝取量是會影響個體對維生素 B6 的需求。但因本研究是一區域性的調查研究，研究中可能有其他未控制的因子會影響 B6 代謝，如：血漿鹼性磷酸酶、疾病狀況等，因此無法斷定本研究中所觀察到的低維生素 B6 攝取量群組的狀況，是因維生素 B6 攝取不足時，男性老人的蛋白質攝取量較高，而使血漿中的 PLP 濃度下降；亦或是男性老人與女性老人在低飲食維生素 B6 攝取量時，身體對維生素 B6 的需求不同所致。除此之外，本研究也發現在每日維生素 B6 攝取量低於 1.0 mg 以及介於 1.0-1.6 mg 的群體中，男性老人的熱量攝取量顯著高於同群體中的女性老人，但血漿 PLP 濃度卻顯著低於同群體的女性老人。因此在維生素 B6 攝取不足或是邊緣不足時，熱量攝取的多寡是否會影響維生素 B6 的營養狀況，值得進一步探討。每日維生素 B6 攝取量高於 1.6 mg 的群組，男性及女性老人的熱量及蛋白質攝取量間無顯著差異，血漿 PLP 濃度間也無顯著差異。

老年人的低血漿 PLP 濃度也可能與其飲食維生素 B6 攝取量不足有關^(6, 7)。但是本研究發現老年人血漿 PLP 濃度與其飲食維生素 B6 攝取量間沒有相關性，此結果與 Manore 等人⁽³¹⁾、Bailey 等人^(21, 32)及 Madigan 等人⁽⁸⁾的研究結果相仿。由於本研究中老人血漿 PLP 濃度與其飲食熱量、蛋白質、維生素 B6 等攝取量無關，因此有必要於日後進一步檢視其他因素如：抽菸、飲酒及疾病等對老人血漿 PLP 濃度的影響。

本研究中老人每日平均維生素 B6 攝取量為 1.21 ± 0.06 mg (男性 1.34 ± 0.08 mg；女性 1.05 ± 0.06 mg)，與近年發表的老人維生素 B6 攝取量的比較見表十。本研究的老人每日平均維生素 B6 攝取量與 Huang⁽¹⁹⁾等人、Löwik 等人⁽²³⁾及 Bailey 等人⁽²¹⁾所做的研究結果相仿；但顯著的低於其他的研究結果^(6, 8, 33)。老年男性維生素 B6 攝取量顯著高於老年女性，此與多數的研究^(6, 7, 8, 19, 22)結果相同。但是若將維生素 B6 攝取量以每 1000 大卡熱量中的含量或是以每克蛋白質攝取量中的含量來表示時，男性老人與女性老人間並無顯著差異。顯示男性老人維生素 B6 攝取量較高的原因是因為熱量攝取增加所致。本研究中男性老人每日平均維生素 B6 攝取量達建議攝取量 1.6 mg 的 83.8%，女性老人每日平均維生素 B6 攝取量達建議攝取量 1.6 mg 的 65.6%，顯示有部分老人維生素 B6 攝取量甚低。van der Wielen 等人⁽⁶⁾的研究顯示：在歐洲 9 個國家 12 個城鎮中，每日維生素 B6 攝取量低於 1.0 mg 的男性老人有 27%，女性老人有 42%。在本研究中，每日維生素 B6 攝取量低於 1.0 mg 的男性老人有 45.2%，女性老人高達 61.1%。

老年受試者的 B6 攝取量低可能與食物的選擇或與飲食調查時食物攝取量填報不完全有關。本研究中，老人維生素 B6 的攝取量與蛋白質攝取量及熱量攝取量間呈顯著正相關，蛋白質攝取量低者其維生素 B6 的攝取量也顯著的下降。此結果與 Bates 等人⁽⁷⁾的發現相同。由於動物食品是維生素 B6 的良好飲食來源，因此在本研究中，食物的選擇不當較有可能是造成老人維生素 B6 攝取量偏低的主要原因。Bates 等人⁽⁷⁾的研究亦顯示老人維生素 B6 攝取量高與多選食提供維生素 B6 的食物如：馬鈴薯、綠葉菜、某些類別的水果、雞肉以及營養強化的早餐穀類有關。

整體而言，國內老人維生素 B6 的營養狀況不盡理想，雖然血漿 PLP 濃度平均值在正常範圍內，但有 16% 的受試者為維生素 B6 營養不足。尤其年齡愈大，缺乏的比例也

愈高，80 歲以上老人的缺乏比例超過 26%。有些地區，維生素 B6 營養不足的情況相當嚴重，如：東部地區的女性老人缺乏比例為 23%，中部第二層的女性老人缺乏比例更高達 33%，分別為各性別維生素 B6 缺乏比例最高的區域。由於維生素 B6 的營養狀況與身體功能、免疫能力及認知狀況間有密切的關係，因此在國內有關老人的健康促進議題或研究上，尤須著重如何增進老人維生素 B6 的飲食營養狀況。

誌 謝

本計劃蒙衛生署專題研究計劃 DOH-TD-1080 經費補助，特此誌謝。

參 考 文 獻

- (1) Driskell JA (1984) Vitamin B6. In: Handbook of Vitamins: Nutritional, Biochemical and Clinical Aspects. (Machlin JL ed.) pp. 379-401. Marcel Dekker, New York and Basel.
- (2) Leklem JE (1990) Vitamin B6: A status report. *J Nutr* 120:1503-1507.
- (3) Driskell JA (1994) Vitamin B6 requirements of humans. *Nutr Res* 14:293-324.
- (4) Joosten E, van den Berg A, Riezler R, Naurath HJ, Lindenbaum J, Stabler SP and Allen RH (1993) Metabolic evidence that deficiencies of vitamin B-12 (cobalamin), folate and vitamin B6 occur commonly in elderly people. *Am J Clin Nutr* 58:468-476.
- (5) Pannemans DLE, van den Berg H and Westerterp KR (1994) The influence of protein intake on vitamin B6 metabolism differs in young and elderly humans. *J Nutr* 124:1207-1214.
- (6) van der Wielen RP, Lowik MR, Haller J, van den Berg H, Ferry H and van Staveren WA (1996) Vitamin B6 malnutrition among elderly European: the SENECA study. *J Gerontology* 51:B417-B424.
- (7) Bates CJ, Pentieva KD, Prentice A, Mansoor MA and Finch S (1999) Plasma pyridoxal phosphate and pyridoxic acid and their relationship to plasma homocysteine in a representative sample of British men and women aged 65 years and over. *Brit J Nutr* 81:191-201.
- (8) Madigan SM, Tracey F, McNulty H, Eaton-Evans J, Coulter J, McCartney H and Strain JJ (1998) Riboflavin and vitamin B6 intakes and status and biochemical response to riboflavin supplementation in free-living elderly people. *Am J Clin Nutr* 68:389-395.
- (9) 張素瓊、范慧如 (1998) 維生素 B6 營養狀況調查。國民營養現況 1993-1996 國民營養健康狀況變遷調查結果: 201-209。行政院衛生署。
- (10) Buzina-Suboticanec K, Buzina R, Stavljenic A, Farley TM, Haller J, Bergman-Markovic B and Gorajscan M (1998) Aging, nutritional status and immune response. *Int J Vit Nutr Res* 68:133-141.
- (11) Meydani SN, Ribaya Mercado JD, Russell RM, Sayhoun N, Morrow FD and Gershoff SN (1991) Vitamin B6 deficiency impairs interleukin 2 production and lymphocyte proliferation in elderly adults. *Am J Clin Nutr* 53:1275-1280.
- (12) Selhub J, Jacques PF, Wilson PW, Rush D and Rosenberg IH (1993) Vitamin status and

- intake as primary determinants of homocystenemia in an elderly population. *JAMA* 270:2693-2698.
- (13) Robinson K, Arheart K, Refsum H, Brattstrom L, Boers G, Ueland P, Rubba P, Palma-Reis R, Meleady R, Daly L, Witteman J and Graham I (1998) Low circulation folate and vitamin B6 concentrations: risk factors for stroke, peripheral vascular disease, and coronary artery disease. European COMAC Group. *Circulation* 97:437-443.
 - (14) Ubbink JB, Vermaak WJH, van der Merwe A and Becker PJ (1993) Vitamin B-12, vitamin B6 and folate nutritional status in men with hyperhomocysteinaemia. *Am J Clin Nutr* 57:47-53.
 - (15) Verhoef P, Stampfer MJ, Buring JE, Gaziano JM, Allen RH, Stabler SP, Reynolds RD, Kok FJ, Hennekens CH and Willett WC (1996) Homocysteine metabolism and risk of myocardial infarction: relation with vitamin B6, B12 and folate. *Am J Epidemiology* 143:845-859.
 - (16) Riggs KM, Spiro A 3rd., Tucker K and Rush D(1996) Relations of vitamin B12, vitamin B6, folate and homocysteine to cognitive performance in the Normative Aging Study. *Am J Clin Nutr* 63:306-314.
 - (17) La Rue A, Koehler KM, Wayne SJ, Chiulli SJ, Haaland KY and Garry PJ(1997) Nutritional status and cognitive functioning in a normally aging sample. *Am J Clin Nutr* 65:20-29.
 - (18) Dror Y, Stern F, Nemesh L, Hart J and Grinblat J(1996) Estimation of vitamin B12, riboflavin, vitamin B6 and ascorbic acid-according to blood parameters and functional-cognitive and emotional indices in a selected well-established group of elderly in a home for the aged in Israel. *J Am Coll Nutr* 15:481-488.
 - (19) Huang YC, Yan YU, Wong YC and Cheng CH (2001) Vitamin B6 intakes and status assessment of elderly men and women in Taiwan. *Int J Vitam Nutr Res* 71:313-318.
 - (20) Bates C J, Pentieva K D and Matthews N (1999) A simple, sensitive and reproducible assay for pyridoxal 5'-phosphate and 4-pyridoxic acid in human plasma. *Clinica Chimica Acta* 280:101-111.
 - (21) Baily AL, Wright AJA and Southon S (1999) High performance liquid chromatography method for the determination of pyridoxal-5-phosphate in human plasma: How appropriate are cut-off values for vitamin B6 deficiency ? *Euro J Clin Nutr* 53:448-455.
 - (22) Euronut SENECA investigators (1991) Nutritional status: blood vitamins A, E, B6, B12, folic acid and carotene. *Euro J Clin Nutr* 45:63-82
 - (23) Löwik, MRH, van der Berg H, Kistemaker C, Brants HAM and Brussaard JH (1994) Interrelationships between riboflavin and vitamin B6 among elderly people. (Dutch Nutrition Surveillance System) *Interna J Vit Nutr Res* 64:198-203.
 - (24) Sauberlich HE (1999) Laboratory Tests for the Assessment of Nutritional Status 2nd ed. pp. 3-8. CRC Press, LLC, Boca Raton, FL.
 - (25) Miller LT, Leklem JE and Shultz TD (1985) The effect of dietary protein on the

- metabolism of vitamin B6 in humans. *J Nutr* 115:1663-1672.
- (26) Lumeng L and Li TK (1974) Vitamin B6 metabolism in chronic alcohol abuse. Pyridoxal phosphate levels in plasma and the effects of acetaldehyde on pyridoxal phosphate synthesis and degradation in human erythrocytes. *J Clin Invest* 53:693-704.
- (27) Driskell JA and Mosk SW(1986) Plasma pyridoxal phosphate concentrations and coenzyme stimulation of erythrocyte alanine aminotransferase activities of white and black adolescent girls. *Am J Clin Nutr* 43:599-603.
- (28) Sauter PM and Russell RM (1987) Vitamin requirements of the elderly. *Am J Clin Nutr* 45:501-512.
- (29) Tolonen M, Schrijver J, Westermarck T, Halme M, Tuominen SEJ, Frilander A, Keinonen M and Sarna S (1987) Vitamin B6 status of Finnish elderly. Comparison with Dutch younger adults and elderly. The effect of supplementation. *Int J Vit Nutr Res* 58:73-77.
- (30) Lui A, Lumeng L, Aronoff GR and Li TK (1985) Relationship between body store of vitamin B6 and plasma pyridoxal-p clearance: Metabolic balance studies in humans. *J Lab Clin Med* 106:491-497.
- (31) Manore MM, Vaughan LA, Carroll SS and Laklem JE (1989) Plasma pyridoxal 5'-phosphate concentration and dietary vitamin B6 intake in free-living, low-income elderly people. *Am J Clin Nutr* 50:339-345.
- (32) Baily AL, Maisey S, Southon S, Wright AJA, Finglas PM and Fulcher RA (1997) Relationships between micronutrient intake and biochemical indicators of nutrient adequacy in a 'free-living' elderly UK population. *Brit J Nutr* 77:225-242.
- (33) van den Wielen RPJ, de Wild GM, de Groot LCPGM, Hoefnagels WHL and van Staveren WA (1996) Dietary intake of energy and water-soluble vitamins in different categories of aging. *J Gerontology: Biological Sciences* 51A:B100-B107
- (34) Miller LT, Leklem JE and Shultz TD (1985) The effect of dietary protein on the metabolism of vitamin B6 in humans. *J Nutr* 115:1663-1672.
- (35) Hansen CM, Leklem JE and Miller LT (1996) Vitamin B6 status of women with a constant intake of vitamin B6 changes with three levels of dietary protein. *J Nutr* 126:1891-1901.

