

素食飲食型態對台灣老人維生素B營養狀況與血漿同半胱胺酸濃度的影響

陳冠如^{1*} 蕭寧馨² 潘文涵² 駱菲莉³ 林璧鳳^{2*}

Effect of a Vegetarian Diets on the Vitamin B Status and Homocysteine Levels in Elderly Taiwanese

Kuan-Ju Chen^{1*}, Ning-Sing Shaw², Wen-Harn Pan², Feili Lo Yang³ and Bi-Fong Lin^{2*}

¹Department of Food and Nutrition, Chung-Hwa College of Medical Technology, Tainan, Taiwan, ROC

²Department of Biochemical Science and Technology, Institute of Microbiology and Biochemistry, National Taiwan University, Taipei, Taiwan, ROC

³Department of Nutritional Sciences, Fu Jen Catholic University, Taipei, Taiwan, ROC

(Received:10-11-2006 Accepted:12-27-2006)

ABSTRACT To investigate the effects of a vegetarian diets on the vitamin B status and homocysteine (Hcy) levels in elderly Taiwanese, we analyzed plasma folate and Hcy levels in 47 vegetarians, 314 occasional vegetarians and 1056 non-vegetarians aged ≥ 65 years, sampled from the Elderly Nutrition and Health Survey in Taiwan (1999-2000) (Elderly NAHSIT). Results showed that the average plasma Hcy levels of vegetarians ($14.3 \pm 0.6 \mu\text{mol/L}$) were significantly higher than those of occasional vegetarians ($12.5 \pm 0.3 \mu\text{mol/L}$) and non-vegetarians ($12.3 \pm 0.1 \mu\text{mol/L}$). The vegetarians had significantly higher levels of plasma folate ($13.1 \pm 0.8 \text{ ng/mL}$) than the occasional vegetarians ($11.1 \pm 0.3 \text{ ng/mL}$) and non-vegetarians ($11.4 \pm 0.2 \text{ ng/mL}$), and a better vitamin B₂ status assessed by the levels of the erythrocyte glutathione reductase activity coefficient (EGRAC, 1.00 ± 0.02), but lower levels of serum vitamin B₁₂ ($381 \pm 36 \text{ pmol/L}$). There were significantly higher prevalences of vitamin B₁₂ insufficiency and hyperhomocysteinemia (Hcy $> 15 \mu\text{mol/L}$), but lower prevalences of vitamin B₂ or B₆ insufficiency in the vegetarians group than those in occasional vegetarians and non-vegetarians groups. After adjusting for several effect factors, the plasma Hcy levels in the elderly with a vitamin B₁₂ insufficiency were significantly higher in vegetarians than those in occasional vegetarians and non-vegetarians, but in those with folate, vitamin B₂ or B₆ insufficiency did not significantly differ among the three diet groups. Therefore, maintaining a good vitamin B₁₂ status should be emphasized for vegetarian subjects to avoid elevated Hcy levels. In addition, occasional vegetarians had the lowest prevalences of hyperhomocysteinemia and lower prevalences of vitamin B₂ or B₁₂ insufficiency compared to non-vegetarians, suggesting that further study may be worth while to investigate whether an occasional vegetarian diet is more beneficial for the elderly.

Key words: vegetarians, folate, vitamin B₁₂, homocysteine

*To whom correspondence should be addressed.



前言

流行病學研究指出，同半胱胺酸（homocysteine）濃度上升是冠狀動脈疾病的獨立危險因子⁽¹⁾。同半胱胺酸為一含硫的非必需胺基酸，來自於飲食中甲硫胺酸之代謝衍生物。由於葉酸、維生素 B₂、B₆ 與 B₁₂ 在同半胱胺酸代謝過程中，扮演重要的輔因子角色⁽²⁾，故有一些研究指出葉酸、維生素 B₆ 或 B₁₂ 營養缺乏，會造成同半胱胺酸濃度上升^(3,4)，最近亦有少數研究指出維生素 B₂ 與同半胱胺酸濃度上升有關^(5,6)。台灣老人族群的調查結果亦顯示，葉酸、維生素 B₆ 或 B₁₂ 營養不足，與男女性老人同半胱胺酸濃度上升的危險性有關；而維生素 B₂ 營養不足，則只與男性老人同半胱胺酸濃度上升的危險性有關⁽⁷⁾。

由於隨著年齡增加，血漿同半胱胺酸濃度有逐漸上升的現象，故老人為高同半胱胺酸血症的高危險群⁽⁸⁾。因此，老年人的飲食形態對同半胱胺酸的影響如何，是值得探討的問題。例如，台灣素食老人日益增加，不同素食型態（每天吃素、偶而吃素或非素食）對台灣老人葉酸、維生素 B₂、B₆、B₁₂ 營養狀況與血漿同半胱胺酸濃度的影響如何，是本研究欲探討的問題。

素食飲食特色是富含蔬果、黃豆製品與核果類，但是缺乏動物性食品。蔬菜與水果是葉酸的主要食物來源，故素食者的葉酸攝取量較高。反之，由於動物性食品是維生素 B₁₂ 的主要食物來源，故素食者的維生素 B₁₂ 濃度低於雜食者，反而不利於同半胱胺酸生化代謝途徑的進行，與同半胱胺酸濃度的上升有關^(9,10)。因此，Mezzano 等人曾指出南美洲智利素食者之血中同半胱胺酸濃度，確實較非素食者高⁽⁹⁾。而國內相關研究亦顯示素食組的血漿同半胱胺酸濃度高於非素食組^(11,12)。黃等人⁽¹²⁾的結果也指出素食者之維生素 B₁₂ 攝取量與血漿維生素 B₁₂ 濃度低於非素食者，與血漿同半胱胺酸濃度上升有關。洪等人⁽¹¹⁾的研究更指出血漿葉酸及維生素 B₁₂ 濃度，可以作為素食組血漿同半胱胺酸濃度的預測指標。不過，Haddad 等人以美國加州素食與非素食者為研究對象的結果，卻指出素食者之血清葉酸濃度也高於非素食者，但血清維生素 B₁₂ 濃度與血中同半胱胺酸濃度並無差異⁽¹³⁾。這是否由於素食的型態或定義不同所造成的差異，仍待進一步探討。

材料與方法

一、研究對象與資料收集

本研究的個案資料及生物檢體來源是衛生署委辦之「台灣地區老人營養健康狀況調查 1999-2000」（Elderly Nutrition and Health Survey in Taiwan; Elderly NAHSIT）計畫中的 65 歲以上老人為研究對象，評估素食、偶而素食與非素食的台灣老人維生素 B 營養狀況及血漿同半胱胺酸濃度；並探討維生素 B 充足或不足，對素食、偶而素食與非素食的老人血中同半胱胺酸濃度的影響。

二、血樣收集與分析

本調查收集受試者禁食血液，放入含 EDTA 抗凝血劑之 2 mL 試管中，將採集之血液樣本置於冰堡架上，覆以黑布遮光，靜置一小時後離心，分為血漿與紅血球，分裝於微量離心管後置於液態氮桶內，於當日運回中央研究院生醫所之 -70°C 冷凍櫃儲存。於測定分析時取出迅速解凍，採用全自動冷光分析儀（IMMULITE 2000 analyzer, Diagnostic Products Corporation, Los Angeles, USA）分析葉酸

與同半胱胺酸濃度。

全自動冷光分析儀是以競爭性免疫酵素原理配合冷光定量法分析。此法之試劑的球珠上有葉酸結合蛋白 (folate binding protein, FBP) 單株抗體, 此 FBP 對葉酸具有專一性的結合能力。已有 alkaline phosphatase 標識的葉酸類似物 (lignand-labeled folate analogue), 會與待測樣品中的葉酸互相競爭 FBP 的結合位置。結合反應 30 分鐘後, 加入冷光劑受質 adamantyl dioxetane 時, 受葉酸類似物上標識的 alkaline phosphatase 分解而釋放出質子, 由感光器測定質子激發光得到的數值, 根據標準曲線算出葉酸的濃度。

同半胱胺酸之分析原理是以 dithiothreitol (DTT) 將結合態的同半胱胺酸還原成游離態的同半胱胺酸, 此游離態的同半胱胺酸再經由酵素轉換成 S-adenosyl-L-homocysteine (SAH) 後, 再加入 anti-s-adenosyl-L-homocysteine antibody 及 s-adenosyl-L-cysteine fluorescein Tracer, SAH 及 labeled fluorescein Tracer 會互相競爭單株抗體分子上的結合位置, 接著再以極性螢光 (polarized fluorescent light) 分析定量之。當 SAH 及含有螢光素標識的分子進行競爭結合, 經單一波長 (藍光) 的偏極光照射, 吸收後釋出相對應的偏極螢光, 其偏極程度大小與螢光分子的轉動有關, 若抗原-抗體結合物的分子量愈大, 則轉動慢, 表示螢光偏極程度大; 分子量愈小, 則轉動快, 表示螢光偏極程度小。利用此原理可經由比色而定量血漿同半胱胺酸濃度。

三、資料處理及分析

由於 Elderly NAHSIT 採用分層隨機集束抽樣法進行抽樣, 每一樣本之代表性不相等, 故所有資料皆經過 Survey Data Analysis (SUDAAN) 軟體加權處理。統計分析採用 SAS 程式進行, 統計顯著性以 $p < 0.05$ 為標準。素食、偶而素食與非素食者的連續變項差異性, 以 one-way ANOVA 變異數分析, Duncan's multiple comparison 進行檢定。在此研究中以一般線性模式 (General Lineral Model; GLM) 分析並檢定多變項調整後素食、偶而素食與非素食者連續變項平均值的差異性; 類別變項之差異性以 χ^2 檢定。

結果與討論

一、不同素食飲食型態的老人生理特性與生活型態

衛生署委辦之「台灣地區老人營養健康狀況調查 1999-2000」(Elderly Nutrition and Heath Survey in Taiwan; Elderly NAHSIT) 計畫所收集之 65 歲以上老年人⁽¹⁴⁾ 的調查結果顯示, 台灣老人平均血漿同半胱胺酸平均濃度, 男性約 $13.3 \mu\text{mol/L}$, 女性約 $10.6 \mu\text{mol/L}$ ⁽⁷⁾。在相同的性別與年齡條件下, 比較台灣與其他國家老人的平均血漿同半胱胺酸濃度, 結果列於表一。我們的結果顯示台灣男性老人的血漿同半胱胺酸濃度平均值高於大部分的西方國家, 而女性老人的平均血漿同半胱胺酸濃度低於大部分的西方國家⁽¹⁵⁻²¹⁾。

在此調查中, 素食有 47 位, 平均素食習慣 19.8 年, 約佔 4%, 偶而素食有 314 位, 平均素食習慣 20.7 年, 約佔 25%, 以及 1056 位非素食的老人, 其生理特性與生活型態如表二所示。在調整性別、年齡等多項影響因子後, 素食、偶而素食與非素食的老人年齡、身體質量指數、血清肌酸酐濃度、收縮壓與舒張壓等變項, 並無顯著性差異。素食的老年人以女性較多, 為男性的三倍, 偶而吃素的女性老年人也為男性人數的五倍之多。素食每天抽菸比例 (2.1%) 顯著較偶而素食 (8%) 與非素食 (25%) 的老人少; 每天喝酒比例 (0%) 也顯著較偶而素食 (3.5%) 與非素食 (9.6%) 的老人少, 顯示素食者在生活形態上較注重養生, 不嗜菸酒。

二、不同素食飲食型態的老人血中維生素 B 與同半胱胺酸濃度

表三為調整性別、年齡等多項影響因子後, 素食、偶而素食與非素食的老人血中同半胱胺酸、葉酸、EGRAC、PLP 與維生素 B₁₂ 的平均濃度。我國老人素食者血漿同半胱胺酸平均濃度為 $14.3 \pm 0.6 \mu\text{mol/L}$ 顯著高於偶而素食與非素食的老人 ($p < 0.05$)。此結果與先前的一些國內^(11,12) 及國外^(9,10) 研究一致, 但是不同於 Haddad 等人的研究⁽¹³⁾。我們的結果發現素食老人血漿葉酸濃度平均值為 $13.2 \pm 0.8 \text{ ng/mL}$, 顯著高於偶而素食及非素食的老人。以 EGRAC 越高表示維生素 B₂ 營養狀況越差的指標, 素食的老人 EGRAC 平均值為 1.00 ± 0.02 , 顯著優於偶而素食及非素食的老人。值得注意的是, 素食的老人血清維生素 B₁₂ 濃度平均值為 381 ± 36

表一 同性別、年齡層之台灣與其他國家老人的同半胱胺酸濃度平均值比較

Table 1. Comparison of the mean homocysteine levels between Taiwan and other countries by sex and age

男 性			
年齡 (歲)	同半胱胺酸濃度 ($\mu\text{mol/L}$)		作者/文獻/年代
	台灣	其他國家	
65-67	12.3	12.3 (挪威)	Nygard et al; JAMA 1995
65-74	12.8	13.0 (芬蘭)	Alfthan et al; Euro J Clin Nutr 2003
≥ 65	13.3	16.0 (英國)	Bates et al; J Clin Nutr 2003
≥ 65	13.3	12.6 (西班牙)	Ortega et al; J Nutr Health Aging 2002
≥ 75	14.6	13.5 (澳洲)	Flicker et al; Med J Aust 2004
67-74	13.0	11.8	
75-79	14.1	11.9 (USA; Framingham study)	Selhub et al; J Nutr 1996
≥ 80	15.6	14.1	
60-69	12.6	11.2	
70-79	13.5	11.3 (美國的墨西哥人)	Jacques et al; Am J Clin Nutr 1999
≥ 80	15.6	15.0	
女 性			
年齡 (歲)	同半胱胺酸濃度 ($\mu\text{mol/L}$)		作者/文獻/年代
	台灣	其他國家	
65-67	9.4	11.0 (挪威)	Nygard et al; JAMA 1995
65-74	10.1	11.2 (芬蘭)	Alfthan et al; Euro J Clin Nutr 2003
≥ 65	10.6	13.9 (英國)	Bates et al; J Clin Nutr 2003
≥ 65	10.6	12.2 (西班牙)	Ortega et al; J Nutr Health Aging 2002
≥ 70	11.2	11.5 (澳洲)	Flicker et al; Med J Aust 2004
67-74	10.4	10.7	
75-79	11.3	11.9 (USA; Framingham study)	Selhub et al; J Nutr 1996
≥ 80	12.7	13.2	
60-69	9.7	9.3	
70-79	11.0	9.5 (美國的墨西哥人)	Jacques et al; Am J Clin Nutr 1999
≥ 80	12.8	11.0	

pmol/L，顯著低於偶而素食及非素食的老人。以上結果顯示素食老年人的葉酸與維生素 B₂ 營養狀況較佳，但是素食顯著影響我國老年人的維生素 B₁₂ 營養狀況。而以 PLP 反應維生素 B₆ 營養狀況，則素食、偶而素食與非素食的老人血漿 PLP 濃度，並無顯著性差異。

三、不同素食飲食型態的老人高同半胱胺血症盛行率與維生素 B 不足率

本研究採用血漿同半胱胺酸濃度高於 15 $\mu\text{mol/L}$ 定義為高同半胱胺酸血症^(22,23)，以血漿葉酸 ≤ 6

ng/mL，定義為葉酸不足^(24,25)；EGRAC ≥ 1.2 ，定義為維生素 B₂ 不足⁽²⁶⁾；血漿 PLP $< 20 \text{ nmol/L}$ ，定義為維生素 B₆ 不足⁽²⁷⁾；血清維生素 B₁₂ 濃度 $\leq 258 \text{ pmol/L}$ ，定義為維生素 B₁₂ 不足⁽²⁸⁾，作為高同半胱胺酸血症盛行率與維生素 B 不足率的判斷標準，結果列於表四。

素食的老人血漿同半胱胺酸濃度高於 15 $\mu\text{mol/L}$ 的盛行率為 30.5%，顯著高於偶而素食的老人，以及非素食的老人。顯示素食的老人高同半胱胺酸血症盛行率是值得關注的問題。此素食老人的高同半胱胺酸血症盛行率與德國人素食研究的 35% 相近

表二 不同素食飲食型態老人之生理特性與生活型態^{1,2,3}

Table 2. Physiological characteristics and lifestyle in elderly by vegetarian diet

變項	素食 (n=47)	偶而素食 (n=314)	非素食 (n=1056)
性別(男/女)	11/36*	49/265	660/396
年齡(歲)	73.9 ± 0.8	72.9 ± 0.3	72.4 ± 0.2
身體質量指數(kg/m ²)	23.5 ± 0.5	23.9 ± 0.2	23.8 ± 0.1
血清肌酸酐(mg/dL)	0.95 ± 0.05	1.00 ± 0.02	1.00 ± 0.01
收縮壓(mmHg)	138 ± 2.8	137 ± 1.2	136 ± 0.7
舒張壓(mmHg)	76.8 ± 1.5	76.3 ± 0.6	76.1 ± 0.4
每天抽菸(%)	2.1*	8.0	25
每天喝酒(%)	0.2*	3.5	9.6
素食次數(餐/月)	90.1 ± 0.6	28.4 ± 0.8	0
素食習慣(年)	19.8 ± 2.0	20.7 ± 1.7	0

1. 平均值 ± 標準誤或%，並經 Survey Data Analysis (SUDAAN) 加權處理。

2. 以一般線性模式 (General Lineral Model) 檢定多變項調整後，素食、偶而素食及非素食的老人連續變項的差異性。每一列如有不同上標英文字母，表示其有顯著性差異。

* $p < 0.0001$ 。以 χ^2 檢定素食、偶而素食及非素食的老人類別變項的差異性。

表三 不同素食飲食型態老人之維生素 B 及同半胱胺酸濃度^{1,2,3}

Table 3. B vitamins and homocysteine levels in elderly by vegetarian diet

變項	素食 (n=47)	偶而素食 (n=314)	非素食 (n=1056)
同半胱胺酸(μmol/L)	14.3 ± 0.6 ^a	12.5 ± 0.3 ^b	12.3 ± 0.1 ^b
葉酸(ng/ml)	13.2 ± 0.8 ^a	11.1 ± 0.3 ^b	11.5 ± 0.2 ^b
紅血球麩胱甘肽還原酶活性係數	1.00 ± 0.02 ^b	1.15 ± 0.01 ^a	1.16 ± 0.01 ^a
磷酸吡多醇(nmole/L)	63.0 ± 7.4	55.3 ± 3.0	57.1 ± 1.7
維生素 B ₁₂ (pmol/L)	381 ± 36 ^b	481 ± 15 ^a	474 ± 8 ^a

1. 平均值 ± 標準誤，並經 Survey Data Analysis (SUDAAN) 加權處理。

2. 維生素 B：調整性別、年齡、抽菸與喝酒。同半胱胺酸：調整性別、年齡、抽菸、喝酒與血清肌酸酐濃度。

3. 以一般線性模式 (General Lineral Model) 檢定多變項調整後，素食、偶而素食及非素食的老人連續變項的差異性。每一列如有不同上標英文字母，表示其有顯著性差異。

表四 不同素食飲食型態老人之高同半胱胺酸血症盛行率及維生素 B 不足率¹

Table 4. B vitamins status and prevalence of hyperhomocysteinemia in elderly by vegetarian diet

變項 ²	素食 (n=47)	偶而素食 (n=314)	非素食 (n=1056)	p value ³
高同半胱胺酸血症(%)	30.5	18.0	24.5	0.0058
葉酸不足(%)	14.1	14.8	16.1	0.4849
維生素 B ₂ 不足(%)	12.0	25.0	30.1	0.0316
維生素 B ₆ 不足(%)	8.0	13.5	12.9	0.0301
維生素 B ₁₂ 不足(%)	28.1	12.2	14.6	0.0210

¹ 所有數據皆經 Survey Data Analysis (SUDAAN) 加權處理。

² 血漿同半胱胺酸 > 15 μmol/L 定義為高同半胱胺酸血症。血漿葉酸濃度 ≤ 6 ng/dl，定義為葉酸不足；EGRAC ≥ 1.2，定義為維生素 B₂ 不足；血漿 PLP < 20 nmol/L，定義為維生素 B₆ 不足；血清維生素 B₁₂ 濃度 ≤ 258 pmol/L，定義為維生素 B₁₂ 不足。

³ 以 χ^2 檢定素食、偶而素食及非素食的老人類別變項的差異性。

(29)，低於斯洛伐克共和國與義大利的 53% (30,31)，而國內 40 歲以下年輕素食者高同半胱氨酸血症盛行率也高達 21.6% (12)。McCully 等人首先指出，同半胱氨酸尿症 (hyperhomocysteinuria) 與心血管疾病有關後 (32)，許多研究相繼提出血漿同半胱氨酸濃度上升是冠狀動脈疾病的獨立危險因子 (33,34)。最近研究更指出素食者的血漿同半胱氨酸濃度上升，可能是心血管疾病的危險因子 (35,36)。我們先前研究亦指出台灣老人的血漿同半胱氨酸濃度高於 13 $\mu\text{mol/L}$ ，會增加女性中風的危險性 (37)。由於此次研究是橫斷面研究，無法確認因果關係，故建議應以尚未發病之素食者為研究對象進行長期追蹤，以確認台灣素食者的血漿同半胱氨酸濃度上升，是否會增加罹患中風之危險性。

素食的老人葉酸不足比率為 14.1%，與偶而素食以及非素食的老人並無顯著性差異。維生素 B₂ 不足比率為 12%，維生素 B₆ 不足比率為 8.0%，顯著低於偶而素食與非素食的老人；但是維生素 B₁₂ 不足比率為 28.1%，顯著高於偶而素食與非素食的老人，顯示素食的老人維生素 B₂ 與 B₆ 營養狀況，較偶而素食與非素食的老人為佳；但是維生素 B₁₂ 營養狀況，素食的老人反較偶而素食與非素食的老人差。尤其是素食的老人維生素 B₁₂ 不足比率將近三分之一，是否與血漿同半胱氨酸濃度上升有關，是不容忽視的問題。

有研究指出素食者的血漿葉酸濃度較高 (11, 12, 13)。素食者攝取色胺酸與甲硫胺酸含量較低的植物性蛋白，故維生素 B₆ 的需要量降低 (38)；此外素食者自穀類、核果、豆類、蔬果中亦可攝取豐富的維生素 B₆，故不易有維生素 B₆ 不足現象。本研究結果也顯示素食的老人血漿葉酸濃度較高，且維生素 B₆ 營養狀況，皆較偶而素食與非素食的老人為佳。最近有少數研究指出維生素 B₂ 與同半胱氨酸濃度上升有關 (5,6)，但卻未評估素食者維生素 B₂ 營養狀況。本研究顯示素食的老人維生素 B₂ 營養狀況，較偶而素食與非素食的老人為佳，是否素食的老人攝取較多含維生素 B₂ 的五穀雜糧例如花生，蔬菜類例如地瓜葉、金針、青江菜、九層塔，或海帶和紫菜、或菇類如木耳、香菇、洋菇等有關 (39)，值得進一步探討素食飲食內容對維生素 B₂ 營養狀況的影響。

相反地，由於維生素 B₁₂ 只存在動物性食品，不存於植物性食品中，故國內外的研究皆指出缺乏

動物性食品攝取的素食者，血中維生素 B₁₂ 濃度較低，是維生素 B₁₂ 營養缺乏的高危險群 (9, 10, 11, 12)。本研究也顯示素食的老人血清維生素 B₁₂ 平均濃度較低，且高達 28.1% 素食的老人有維生素 B₁₂ 不足現象。老年人對維生素 B₁₂ 吸收能力已下降，再加上素食形態導致的食物來源缺乏，維生素 B₁₂ 的營養狀況值得注意。

四、維生素 B 充足與不足對不同素食飲食型態老人血中同半胱氨酸濃度之影響

表五為調整性別、年齡、抽菸、血中肌酸酐與維生素 B 等多項影響因子後，探討維生素 B 充足與不足狀況下，素食、偶而素食與非素食三種飲食形態的老人其血中同半胱氨酸濃度的差異。在表中的總合結果顯示，葉酸、維生素 B₂、B₆ 或 B₁₂ 充足的台灣老人，血漿同半胱氨酸濃度顯著低於葉酸、維生素 B₂、B₆ 或 B₁₂ 不足者 ($p < 0.005$)，此與我們先前的研究相似 (7)。由於葉酸、維生素 B₂、B₆ 與 B₁₂ 是同半胱氨酸代謝過程中的重要輔因子，故葉酸、維生素 B₂、B₆ 或 B₁₂ 不足，與老人的血漿同半胱氨酸濃度上升有關。

由表五的結果發現葉酸、維生素 B₂ 或 B₆ 充足者，素食的老人血漿同半胱氨酸濃度，顯著高於偶而素食與非素食者，但是維生素 B₁₂ 充足者則無顯著性差異。推測是因為偶而素食和非素食的維生素 B₁₂ 營養狀況顯著較佳，而使同半胱氨酸濃度較低。反之，對葉酸、維生素 B₂ 或 B₆ 不足者，在三種飲食形態的老年人同半胱氨酸濃度間無顯著差異。但是維生素 B₁₂ 不足的老人，素食者血中同半胱氨酸濃度顯著高於偶而素食與非素食者；而葉酸、維生素 B₂ 或 B₆ 不足的老人血漿同半胱氨酸濃度，則無顯著性差異。

此外，調整性別、年齡、抽菸、喝酒、血清肌酸酐與維生素 B 等變項後，素食老人的血漿同半胱氨酸濃度與血中葉酸、維生素 B₂ 或 B₆ 無關，但是與血中維生素 B₁₂ 濃度呈顯著負相關 ($r = -0.3992$, $p < 0.05$) (表六)。以上結果顯示維生素 B₁₂ 不足可能是造成素食的老人血漿同半胱氨酸濃度上升之重要因素，此結果與國內黃等人 (12) 及國外的素食研究結果 (9,10) 一致。因此素食的老人維生素 B₁₂ 營養狀況，不容忽視。

5-甲基四氫葉酸在同半胱氨酸代謝成甲硫胺酸過程中提供甲基，當維生素 B₁₂ 缺乏時，5-甲基四

表五 維生素 B 營養狀況在不同素食飲食型態老人的血中同半胱胺酸濃度^{1,2}

Table 5. Effect of the vitamin B status on homocysteine levels in elderly by vegetarian diet

維生素 B 營養狀況 ⁴	同半胱胺酸濃度 ($\mu\text{mol/L}$) ³			
	素食 (n=47)	偶而素食 (n=314)	非素食 (n=1056)	總合 (n=1417)
葉酸				
充足 (n=1213)	14.4 $\pm$ 0.6 ^a	12.0 $\pm$ 0.2 ^b	11.8 $\pm$ 0.1 ^b	12.0 $\pm$ 0.1*
不足 (n=204)	16.9 $\pm$ 2.2	16.2 $\pm$ 1.0	15.7 $\pm$ 0.5	16.0 $\pm$ 0.3
維生素 B ₂				
充足 (n=1006)	14.5 $\pm$ 0.6 ^a	12.2 $\pm$ 0.2 ^b	11.8 $\pm$ 0.2 ^b	12.2 $\pm$ 0.1*
不足 (n=411)	15.1 $\pm$ 2.1	13.0 $\pm$ 0.6	13.7 $\pm$ 0.3	13.7 $\pm$ 0.2
維生素 B ₆				
充足 (n=1232)	15.4 $\pm$ 0.6 ^a	12.0 $\pm$ 0.3 ^b	12.1 $\pm$ 0.1 ^b	12.4 $\pm$ 0.1*
不足 (n=185)	15.2 $\pm$ 2.9	15.4 $\pm$ 0.8	13.7 $\pm$ 0.4	13.5 $\pm$ 0.3
維生素 B ₁₂				
充足 (n=1238)	12.4 $\pm$ 0.6	12.0 $\pm$ 0.2	11.9 $\pm$ 0.1	12.0 $\pm$ 0.1*
不足 (n=179)	21.6 $\pm$ 1.0 ^a	15.0 $\pm$ 1.2 ^b	15.4 $\pm$ 0.6 ^b	16.2 $\pm$ 0.3

¹ 平均值 $\pm$ 標準誤，並經 Survey Data Analysis (SUDAAN) 加權處理。² 以一般線性模式 (General Lineral Model) 檢定調整性別、年齡、抽菸、血中肌酸酐與維生素 B 等變項後，維生素 B 營養充足或不足時，素食、偶而素食及非素食的老人血漿同半胱胺酸濃度的差異性。每一列如有不同上標英文字母，表示其有顯著性差異。³ 調整性別、年齡、抽菸、喝酒、血中肌酸酐與維生素 B。⁴ 血漿葉酸濃度 $\leq 6 \text{ ng/dL}$ ，定義為葉酸不足；EGRAC ≥ 1.2 ，定義為維生素 B₂ 不足；血漿 PLP $< 20 \text{ nmol/L}$ ，定義為維生素 B₆ 不足；血清維生素 B₁₂ 濃度 $\leq 258 \text{ pmol/L}$ ，定義維生素 B₁₂ 不足。* $p < 0.005$ 。維生素 B 營養充足與不足者的血漿同半胱胺酸濃度有顯著性差異。表六 素食老人之維生素 B 與同半胱胺酸濃度的淨相關^{1,2}

Table 6. The partial correlation between B vitamins and homocysteine levels in the elderly vegetarians

變項	r-value
葉酸	-0.0801
維生素 B ₂	0.1191
維生素 B ₆	-0.0787
維生素 B ₁₂	-0.3992*

¹ 所有數據皆經加權處理。² 淨相關：調整性別、年齡、抽菸、喝酒、血清肌酸酐與維生素 B。* $p < 0.05$ 。

氫葉酸無法提供甲基給同半胱胺酸，造成同半胱胺酸無法代謝成甲硫胺酸而導致同半胱胺酸濃度上升，此稱為 folate trap⁽⁴⁰⁾。素食的老人有維生素 B₁₂ 不足的現象，而使同半胱胺酸的再甲基化過程受阻，但是素食的老人葉酸、維生素 B₂ 與 B₆ 營養狀況較佳，應尚可經由其他甲基轉換酵素 (betaine: homocysteine methyltransferase) 或進行轉硫作用以降低血中同半胱胺酸濃度。本研究結果顯示素食的老人血漿同半胱胺酸濃度，只有在維生素 B₁₂ 不足時才顯著較高，亦只與血中維生素 B₁₂ 濃度呈顯著

負相關。足見素食者的葉酸等維生素 B 營養素中，維生素 B₁₂ 是與同半胱胺酸濃度有關的重要營養素。

由於台灣素食的老人比率大約只有 3.7%，大部分的老人仍為初一、十五吃素、早上吃素或非素食的飲食型態，故偶而素食者的維生素 B 營養狀況與血漿同半胱胺酸濃度如何，值得探討。本研究中，雖然偶而素食的老人血中葉酸、EGRAC、PLP、維生素 B₁₂ 與同半胱胺酸濃度平均值，與非素食的老人並無顯著性差異，但是偶而素食者的高同半胱胺酸血症盛行率顯著最低，維生素 B₂ 和 B₁₂ 不足比率，偶而素食者也顯著最低。因此老年人偶而吃素的飲食型態，是否優於非素食與素食者，值得進一步探討。

結 論

本研究結果顯示台灣素食的老人，雖然葉酸、維生素 B₂ 與 B₆ 營養狀況較佳，但是血清維生素 B₁₂ 平均濃度較低，維生素 B₁₂ 不足比率約為 28.1%，血漿同半胱胺酸濃度上升，且血漿同半胱胺酸濃度高於 $15 \mu\text{mol/L}$ 之盛行率也高達 30.5%，是值得重視的問題。偶而素食的老人，其血中葉酸、EGRAC、

PLP、維生素B₁₂與同半胱胺酸濃度平均值，與非素食的老人雖無顯著性差異，但高同半胱胺酸血症盛行率顯著最低，維生素B₂和B₁₂不足比率，也顯著最低。因此是否老年人偶而吃素的飲食形態較全素食或非素食理想，是值得探討的問題。

誌 謝

本研究使用之「台灣地區老人營養健康狀況調查 1999-2000」調查資料，係由中央研究院生物醫學科學研究所執行，計畫主持人為潘文涵教授，並由中央研究院調查工作研究室釋出，特此致謝。並感謝陽明大學魏燕蘭老師提供維生素B₆的檢測結果。

參考文獻

1. Wilcken DE and Wilcken B (1976) The pathogenesis of coronary artery disease: A possible role for methionine metabolism. *J Clin Invest* 57:1079-1082.
2. Michelle CM (2000) Nutritional aspects and possible pathological mechanisms of hyperhomocysteinaemia: an independent risk factor for vascular disease. *Pro Nutr Soc* 59:221-237.
3. Kang SS, Wong PWK and Norusis M (1987) Homocysteinemia due to folate deficiency. *Metabolism* 36:458-462.
4. Ubbink JB, Vermaak WJ and Backer PJ (1993) Vitamin B-12, Vitamin B-6, and folate nutritional status in men with hyperhomocysteine. *Am J Clin Nutr* 57:47-53.
5. Hustad S, Ueland PM, Vollset SE, Zhang Y, Bjorke-Monsen AL and Schneede J (2000) Riboflavin as a determinant of plasma total homocysteine: effect modification by the methylenetetrahydrofolate reductase C677T polymorphism. *Clin Chem* 46:1065-1071.
6. Moat SJ, Ashfield-Watt PA, Powers HJ, Newcombe RG and McDowell IF (2003) Effect of riboflavin status on the homocysteine-lowering effect of folate in relation to the MTHFR (C677T) genotype. *Clin Chem* 49:295-302.
7. Chen KJ, Pan WH, Yang FL, Wei IL, Shaw NS and Lin BF (2005) Association of B vitamins status and homocysteine levels in elderly Taiwanese. *Asia Pacific Journal of Clinical Nutrition* 14:250-255.
8. Selhub J, Jacques PF, Wilson PW, Rush D and Rosenberg IH (1993) Vitamin status and intake as primary determinants of homocysteinemia in an elderly population. *JAMA* 270:2693-2698.
9. Mezzano D, Munoz X, Martinez C, Cuevas A, Panes O, Aranda E, Guasch V, Strobel P, Munoz B, Rodrigue S, Pereira J and Leighton F (1999) Vegetarians and cardiovascular risk factors: hemostasis, inflammatory markers and plasma homocysteine. *Thromb Haemost* 81:913-917.
10. Herrmann W, Schorr H, Obeid R and Geisel J (2003) Vitamin B-12 status, particularly holotranscobalamin II and methylmalonic acid concentrations, and hyperhomocysteinemia in vegetarians. *Am J Clin Nutr* 78:131-136.
11. Hung CJ, Huang PC, Lu SC, Li YH, Huang HB, Lin BF, Chang SJ and Chou HF (2002) Plasma homocysteine levels in Taiwanese vegetarians are higher than those of omnivores. *J Nutr* 132:152-158.
12. Huang YC, Chang SJ, Chiu YT, Chang HH and Cheng CH (2003) The status of plasma homocysteine and related B-vitamins in healthy young vegetarians and nonvegetarians. *Eur J Nut* 42:84-90.
13. Haddad EH, Berk LS, Kettering JD, Hubbard RW and Peters WR (1999) Dietary intake and biochemical, hematologic, and immune status of vegans compared with nonvegetarians. *Am J Clin Nutr* 70:586S-593S.
14. Pan WH, Hung YT, Shaw NS, Lin W, Lee SD, Chiu CF, Lin MC, Chen SY, Wu SC, Hong CM, Huang TY, Chang HY, Tu SH, Chang YH, Yeh WT and Su SC (2005) Elderly Nutrition and Health Survey in Taiwan (1999 - 2000) Research design, methodology and content. *Asia Pac J Clin Nutr* 14:203-210.
15. Nygard O, Vollset SE, Refsum H, Stensvold I, Tverdal A, Nordrehaug JE, Ueland M and Kvale G (1995) Total plasma homocysteine and cardiovascular risk profile: The Hordaland Homocysteine Study. *JAMA* 274:1526-1533.
16. Alfthan G, Laurinen MS, Valsta LM, Pastinen T and Aro A (2003) Folate intake, plasma folate and homocysteine status in a random Finish population. *Euro J Clin Nutr* 57:81-88.
17. Bates CJ, Schneede J, Mishra G, Prentice A and Mansoor MA (2003) Relationship between methylmalonic acid, homocysteine, vitamin B12 intake and status and socio-economic indices, in a subset of participants in the British National Diet and Nutrition Survey of people aged 65 y and over. *J Clin Nutr* 57:349-357.
18. Ortega RM, Jimenez A, Andres P, Faci M, Lolo JM, Lozano MC, Bermejo LM, Lopez-Sobaler AM and Requejo AM (2002) Homocysteine levels in elderly Spanish people: influence of pyridoxine, vitamin B12 and folic acid intakes. *J Nutr Health Aging* 6:69-71.
19. Flicker LA, Vasikaran SD, Thomas J, Acres JG, Norman PE, Jamrozik K, Lautenschlager NT, Leedman PJ and Almeida OP (2004) Homocysteine and vitamin status in older people in Perth. *Med J Aust* 180:539-540.
20. Selhub J, Jacques PF, Bostom AG, D'Agostino RB, Wilson PW, Belanger AJ, O'Leary DH, Wolf PA, Rush D, Schaefer EJ and Rosenberg IH (1996) Relationship between plasma homocysteine, vitamin status and extracranial carotid-artery stenosis in the Framingham Study population. *J Nutr* 126 (4 Suppl):1258S-1265S.
21. Jacques PF, Rosenberg IH, Rogers G, Selhub J, Bowman BA, Gunter EW, Wright JD and Johnson CL (1999) Serum total homocysteine concentrations in adolescent

- and adult Americans: results from the third National Health and Nutrition Examination Survey. *Am J Clin Nutr* 69:482-489.
22. Jacobsen DW (1998) Homocysteine and vitamins in cardiovascular disease. *Clin Chem* 44:1833-1843.
 23. Kang SS, Wong PWK and Malinow MR (1992) Hyperhomocysteinemia as a risk factor for occlusive vascular disease. *Annu Rev Nutr* 12:279-298.
 24. Herbert V (1987) The 1986 Herman Award Lecture. Nutrition science as a continually unfolding story: the folate and vitamin B-12 paradigm. *Am J Clin Nutr* 46:387-402.
 25. Waters AH, Mollin DL, Pope J and Towler T (1961) Studies on the folic acid activity of human serum. *J Clin Pathol* 14:335-351.
 26. Sauberlich HE, Dowdy RP and Skala JH (1973) Laboratory tests for the assessment of nutritional status. 2nd ed. Boca Raton, FL: CRC press 55-69.
 27. Food and Nutrition Board- Institute of Medicine (1998) Dietary reference intakes. thiamin, riboflavin, niacin, vitamin B-6, folate, vitamin B-12, pantothenic acid, biotin, and choline. Washington, DC: National Academy Press.
 28. Lindenbaum J, Rosenberg IH, Wilson PW, Stabler SP and Allen RH (1994) Prevalence of cobalamin deficiency in the Framingham elderly population. *Am J Clin Nutr* 60:2-11.
 29. Waldmann A, Koschizke JW, Leitzmann C and Hahn A (2005) German vegan study: diet, life-style factors, and cardiovascular risk profile. *Ann Nutr Metab* 49:366-372.
 30. Krajcovicova-Kudlackova M, Blazicek P, Kopcova J, Bederova A and Babinska K (2000) Homocysteine levels in vegetarians versus omnivores. *Ann Nutr Metab* 44:135-138.
 31. Bissoli L, Di Francesco V, Ballarin A, Mandragona R, Trespidi R, Brocco G, Caruso B, Bosello O and Zamboni M (2002) Effect of vegetarian diet on homocysteine levels. Effect of vegetarian diet on homocysteine levels. *Ann Nutr Metab* 46:73-79.
 32. McCully KS (1969) Vascular pathology of homocysteinemia: implications for the pathogenesis of arteriosclerosis. *Am J Pathol* 56:111-128.
 33. Boushey CJ, Beresford SA, Omenn GS and Motulsky AG (1995) A quantitative assessment of plasma homocysteine as a risk factor for vascular disease. Probable benefits of increasing folic acid intakes. *JAMA* 274:1049-1057.
 34. Ridker PM, Manson JE and Buring JE (1999) A prospective study of homocysteinine and the risk of cardiovascular disease among postmenopausal women *JAMA* 281:1817-1821.
 35. Obeid R, Geisel J, Schorr H, Hubner U and Herrmann W (2002) The impact of vegetarianism on some haematological parameters. *Eur J Haematol* 69:275-279.
 36. Chambers JC, Obeid OA, Refsum H, Ueland P, Hackett D, Hooper J, Turner RM, Thompson SG and Kooner JS (2000) Plasma homocysteine concentrations and risk of coronary heart disease in UK Indian Asian and European men. *Lancet* 355:523-527.
 37. 陳冠如 (2006) 台灣地區老年人葉酸營養狀況與慢性疾病之相關性探討。國立台灣大學微生物與生化研究所博士論文。
 38. Henderson LM and Hulse JD (1978) Vitamin B-6 relationship in tryptophan metabolism. In: *Human Vitamin B-6 Requirements*. Washington, DC: National Academy of Sciences, pp.37-60.
 39. 行政院衛生署 (2002) 台灣地區食品營養成分資料庫 (二)。食品工業發展研究所編印。
 40. Scott JM and Weir DG (1981) The methyl folate trap. A physiological response in man to prevent methyl group deficiency in kwashiorkor (methionine deficiency) and an explanation for folic-acid induced exacerbation of subacute combined degeneration in pernicious anaemia. *Lancet* 2:337-340.



素食飲食型態對台灣老人維生素B營養狀況與血漿同半胱胺酸濃度的影響

陳冠如^{1*} 蕭寧馨² 潘文涵² 駱菲莉³ 林璧鳳^{2*}

¹中華醫事學院 食品營養系

²國立台灣大學 生化科技學系暨微生物與生化學研究所

³輔仁大學 營養科學系

(收稿日期：95 年 10 月 11 日。接受日期：95 年 12 月 27 日)

摘要 為探討素食飲食型態對台灣老人維生素 B 營養狀況與血漿同半胱胺酸濃度的影響，本研究以衛生署「台灣地區老人營養健康狀況調查 1999-2000」(Elderly Nutrition and Health Survey in Taiwan; Elderly NAHSIT)計畫中的 65 歲以上老人為研究對象，素食 47 人、偶而素食 314 人及非素食 1056 人，共計 1417 人，以全自動冷光分析儀測定分析血漿葉酸與同半胱胺酸濃度。結果顯示，素食的老人血漿同半胱胺酸濃度總平均為 $14.3 \pm 0.6 \mu\text{mol/L}$ ，顯著高於偶而素食的老人 ($12.5 \pm 0.3 \mu\text{mol/L}$) 及非素食的老人 ($12.3 \pm 0.1 \mu\text{mol/L}$)。血中維生素 B 生化值，素食的老人血漿葉酸濃度平均值為 $13.2 \pm 0.8 \text{ ng/mL}$ ，顯著高於偶而素食與非素食的老人；維生素 B₂ 生化指標紅血球麩胱甘肽還原酶活性係數 (erythrocyte glutathione reductase activity coefficient; EGRAC) 平均值為 1.00 ± 0.02 ，亦顯著優於偶而素食及非素食的老人；維生素 B₆ 則無顯著差異；只有血清維生素 B₁₂ 濃度平均值為 $381 \pm 36 \text{ pmol/L}$ ，顯著低於偶而素食及非素食的老人，並且維生素 B₁₂ 不足比率為 28.1%，顯著較高。素食的老人血漿同半胱胺酸濃度高於 $15 \mu\text{mol/L}$ 之盛行率為 30.5%，也顯著高於偶而素食與非素食的老人。而素食的老人維生素 B₂ 不足比率為 12.0%，維生素 B₆ 不足比率為 8.0%，皆顯著低於偶而素食與非素食的老人；葉酸的不足比率，則在素食、偶而素食與非素食間並無顯著差異。當控制多項影響因子後，維生素 B₁₂ 不足的老人，素食者的同半胱胺酸濃度顯著高於偶而素食與非素食者；但是葉酸、維生素 B₂ 或 B₁₂ 不足的老人，不論素食與否，血中同半胱胺酸濃度並無顯著差異。以上結果顯示維生素 B₁₂ 充足與否對避免素食的老人血漿同半胱胺酸濃度上升，十分重要。此外，本研究中偶而素食的飲食型態，高同半胱胺酸盛行率最低、維生素 B₂ 和 B₁₂ 的不足率也較非素食組低，是否偶而吃素的飲食形態較全素食或非素食理想，仍待進一步探討。

關鍵詞：素食飲食、葉酸、維生素 B₁₂、同半胱胺酸