

中老年男性血鎘及尿鎘與飲食的關係

陳怡君¹ 宋鴻樟^{1,*} 李旻貞²

YI-CHUN CHEN¹, FUNG-CHANG SUNG^{1,*}, MING-CHEN LEE²

¹ 台灣大學公共衛生學院環境衛生研究所，台北市仁愛路一段一號

Institute of Environmental Health, National Taiwan University College of Public Health, No. 1 Jen-Ai Road Section 1, Taipei, Taiwan 100, R.O.C.

² 美兆生活事業股份有限公司

MJ Life Enterprises, LTD.

*通訊作者 correspondence author. Email: sung@ha.mc.ntu.edu.tw

目的：鎘為具有毒性的微量金屬，有關國人人體鎘暴露量的探討並不多見，本研究旨在探討50歲以上男性的血鎘、尿鎘與飲食的相關性。**方法：**以健康檢查中心接受全身體檢的男性為對象，利用問卷記錄各種食物的攝取頻率，據以評估所攝取營養量是否適當，同時抽取血樣，收集尿液。利用石墨爐原子吸收光譜儀分析血鎘及尿鎘。自1999年6月至9月收集50歲以上男性的資料，共295人參加。**結果：**受試者的血鎘中位數值為0.84 ug/L，95百分位為3.35 ug/L，尿鎘的中位數值為0.94 ug Cd/g creatinine，95百分位為4.05 ug Cd/g creatinine。營養素攝取有偏差，包括鈣質的攝取不足(91.9%)，蛋白質、醣類及鐵質的攝取亦有60%以上的人不足，但有23.4%的人脂肪攝取過量。大部分的食物及營養攝取量，包括鈣、鐵之攝取，與血鎘及尿鎘沒有顯著相關性。魚貝類的攝取量高時，尿鎘含量達2.0 ug Cd/g creatinine以上的勝算比(OR)為7.4(95%可信範圍(CI)為1.3-42.0)，血鎘的含量亦較高，但不顯著。淡色蔬菜攝取量高時，血鎘含量達1.4 ug/L以上的OR為7.0(95%CI為1.0-50.0)。飯麵類的攝取量高時，體內血鎘與尿鎘含量則低。**結論：**體檢中心中老年男性的血鎘及尿鎘含量與多數食物及營養素的攝取相關不顯著，魚貝類及淡色蔬菜攝取較多者，有較高之鎘負載，澱粉食物之攝取則反。(中華衛誌 2000；19(3)：203-213)

關鍵詞：血鎘、尿鎘、食物、營養。

Association between dietary intake and blood and urine cadmium levels among men in Taiwan

Objectives: Human exposure to cadmium is rarely studied in Taiwan. This cross-sectional study measured blood cadmium and urine cadmium for men aged 50 and above and assessed their relationships with daily dietary and nutritional intakes. **Methods:** Blood and urine specimens were obtained from 295 men of eligible age while they were receiving a routine comprehensive health examination from June through September 1999. All data on dietary and nutritional intakes, socio-demographic and physical examination were obtained from the health examination center. Graphite furnace atomic absorption spectrometry was used to measure blood and urine cadmium contents. **Results:** The median and 95th percentile levels of cadmium in blood samples were 0.84 ug/L and 3.35 ug/L, respectively. The corresponding values in urine samples were 0.94 ug Cd/g creatinine and 4.05 ug Cd/g creatinine. Insufficient intakes of calcium were found for approximately 91.9% subjects. More than 60% subjects had insufficient intake of protein, carbohydrate, and iron while 23.4% subjects had over intake of fat. Relationships were not significant between blood and urine cadmium and most dietary and nutritional variables. Higher intake of seafood increased the risk of elevated urine cadmium level (>2.0 ug Cd/g creatinine) (odds ratio (OR)=7.4, 95% confidence interval (CI)=1.3-42.0). An elevated blood cadmium level (>1.4 ug/L) was also associated with higher intake of light-leaf vegetable (OR=7.0, 95%CI=1.0-50.0). But increased consumption of rice and noodle decreased such risk. **Conclusions:** Most dietary items do not explain cadmium content in specimens for these middle age and older men. A few men with higher consumption of seafood and light-leaf vegetables, and decreased consumption of rice and wheat products were found to have an elevated cadmium burden. (Chin J Public Health. (Taipei): 2000;19(3):203-213)

Key words: blood cadmium, urine cadmium, diet, nutrition.

前言

鎘是一種有毒的微量重金屬，急性中毒引起反胃、嘔吐、腹痛等症狀發生，但復原快，不會有明顯的慢性影響[1]。吸入含鎘煙煙或粉塵可能造成化學性肺炎或肺水腫。長期低劑量的鎘暴露，可能會造成慢性阻塞性肺疾病、肺氣腫、及腎小管疾病，亦會影響心血管及骨骼系統。鎘的致癌性，主要是肺癌及前列腺癌[1]。在1994年，鎘因會引起肺癌，被國際癌症研究總署(International Agency for Research on Cancer)歸類為第一類人類致癌物[1]。

鎘在環境中的主要暴露來源，除來自工作場所外，主要來自食物及香菸。食物更是非吸菸者的一個主要暴露來源[2]。食物中的肉、魚、及水果含鎘1-50 $\mu\text{g}/\text{kg}$ ，穀類含鎘10-150 $\mu\text{g}/\text{kg}$ ，動物的肝及腎的鎘含量最多，貝類的鎘含量可高達100-1000 $\mu\text{g}/\text{kg}$ [3]。綜合不同國家的研究顯示蔬菜、馬鈴薯及穀類是食物中鎘的主要來源，牛奶和肉貢獻較少，然而，肝臟及魚貝類有時亦是主要的鎘暴露來源[4]。

國內的鎘暴露研究有過職業暴露的調查[5,6]，觀察勞工血鎘或尿鎘的分佈或調查農產品鎘含量的檢測[7,8]。雖然也有一件研究探討鎘攝食的量與女性血鎘的關係[9]，但並未分析食物和血鎘與尿鎘的相關。此外，也沒有中老年人血鎘與尿鎘的研究。本研究以健康檢查中心參加健檢的男性為對象，請其提供血樣和尿樣，並利用自填問卷之飲食資料，進行橫斷相關分析，以探討中老年男性食物及營養量攝取與血鎘及尿鎘含量的相關性。

材料與方法

一、研究對象

於1999年6月至9月，在某健康檢查中心，以所有50歲以上接受全身健康檢查之男性為研究對象。在健檢前，健康檢查中心依

投稿日期：89年5月22日

接受日期：89年6月15日

受試者受檢日期先發出問卷給受試者填寫，在健康檢查的同時，由健康檢查中心的醫護人員協助，回收問卷並採集血樣及尿樣，以分析血鎘及尿鎘。共收集研究個案295名。

二、研究方法

(一) 問卷調查部分

利用問卷來收集受測者的各種資料，包括社經地位、菸酒習性、運動量、體重及身高、疾病用藥史及飲食情況。在飲食評估方面，每樣飲食項目中，儘量定義出該種食物「1份」的含量，例如：牛奶1杯相當於鮮奶240cc，優酪乳240cc，或奶粉4平湯匙。有關攝取的頻率，則依該項食物食用的特性加以區分，如：牛奶的飲用，區分為不喝或每週少於1杯、每週1-3杯、每週4-6杯、每天1杯、及每天2杯或以上。請受試者回想自己平日的飲食習慣，由受試者在答案中選出選項。將這些飲食資料彙集，由營養師評估各類食品及營養量的攝取情形是否適當。

食物的項目很多，因此本研究針對可能與鎘的吸收或暴露有關的食物做一分析。挑選出的食物有：奶類、蛋類、肉類、魚貝水產類、內臟類、淡色蔬菜、深色蔬菜、飯麵製品、及根莖類。營養師對受試者食物或營養素攝取的評估分類，納入本研究的有奶類、蛋白質、脂肪、醣類、鈣質、及鐵質，區分為攝取不足、適當和超量[10]。

(二) 血鎘和尿鎘分析方法

健檢中心的醫護人員以Heparin處理過的收集管取血樣5cc，及尿管收集尿樣10cc。樣本分析前，均先儲存於4°C的冰箱中。裝載血樣及尿樣的容器，均抽檢鎘的含量，血樣收集管及尿管的鎘含量均低於偵測極限，使用石墨爐原子吸收光譜儀來進行分析。血鎘的定量是將血樣與修飾劑(0.2% 硝酸，0.5% Triton®-X-100，0.2% $(\text{NH}_4)_2\text{HPO}_4$)以1：9稀釋後上機，原子化溫度為1600°C (U.S. CDC method: Lead and Cadmium in Blood—NHANES 1999+)。血鎘偵測極限為0.13 $\mu\text{g}/\text{L}$ ，回收率是100.7 \pm 3.6%。尿鎘的定量是將尿樣與修飾劑(25% $\text{NH}_4\text{H}_2\text{PO}_4$ ，1.25% $\text{Mg}(\text{NO}_3)_2$)以1：2

稀釋後上機，原子化溫度為1400°C [11]。尿鎘偵測極限為0.24 ug/L，回收率是100.7±3.5%。尿液的creatinine則由台灣大學附屬醫院生化科執行分析，並以creatinine校正尿鎘含量。本研究尿鎘的濃度表示為「ug Cd/g cre.」(cre.=creatinine)。

當分析的血鎘及尿鎘低於偵測極限時，使用1/2偵測極限值帶入資料分析。有2個血樣送至實驗室時因為標示不清而剔除，共分析血樣293件，尿樣295件。其中測值小於偵測極限者有血鎘10人，佔3.4%；尿鎘23人，佔7.8%。

(三) 統計分析

資料分析首先觀察樣本的人口社會經濟變項及生活型態等的分佈，因血鎘、尿鎘的分佈不屬於常態分佈，食物份數或頻率與血鎘、尿鎘的相關性分析，是以無母數Wilcoxon rank-sum test檢定其相關，依照食物及營養攝取程度，除了用算術平均值表示，亦計算幾何平均值、中位數來表示血鎘、尿鎘的濃度分佈。

為探討受試者的血鎘或尿鎘濃度與飲食頻率及營養量攝取的相關，除了上述資料分析，又將血鎘、尿鎘的測值做進一步區分。有研究指出一般不吸菸者的血鎘範圍介於0.4和1.0 ug/L；吸菸者之血鎘範圍約為1.4-4.0 ug/L [23]，審視受試者血鎘的分佈，因此使用75百分位 (1.4 ug/L) 來區分；尿鎘則是根據Lauwerys [12] 在1994年提出，一般人的尿鎘濃度以2 ug Cd/g cre. 為適當的區分點。利用上述區分點，除了作卡方檢定，並控制年齡、職業、吸菸，將所選出的食物因子進行Logistic regression分析，以探討國人男性飲食習慣和血鎘及尿鎘之間的相關。使用SAS6.12版進行統計分析。

結 果

參加本研究男性約半數年介50-59歲，半數以上具高中職以上教育程度，以從事軍公教、商及自由業為眾，半數以上做例行運動，較少吸菸喝酒的習慣(表一)。

受試者的血鎘幾何平均值(GM)為0.83 ug/L，

中位數值為0.84 ug/L，5th-95th百分位為0.15-3.35 ug/L。尿鎘之GM為0.82 ug Cd/g cre.，中位數值為0.94 ug Cd/g cre.，5th-95th百分位為0.10-4.05 ug Cd/g cre.，血鎘與尿鎘的相關係數為0.35 (p=0.0001)，有顯著相關性(資料未列表)。血鎘及尿鎘含量，依食物的攝取量或營養量攝取的適當程度進行Wilcoxon rank-sum test測試的項目包括牛奶、蛋、肉類、魚貝類、內臟類、淡色蔬菜、深色蔬菜、飯麵食物、根莖類等食物，奶類、蛋白質、醣類、鈣質、鐵質及脂肪等營養項目。檢定顯示，多數未達統計檢定的顯著差異性。表二所示是其中具Wilcoxon rank-sum test之測試p-值為0.2或以下的項目，其中的血鎘與魚貝類食物及奶類攝取具有臨界明顯相關。每天吃1份以上魚貝類者其幾何平均血鎘值達1.05 ug/L，和尿鎘值(1.02 ug Cd/g cre.) 較高。多肉食及根莖類反有較低尿鎘，多吃飯麵亦有較低血鎘及尿鎘。奶類攝取適當者的血鎘濃度較攝取不當者低，其幾何平均值為0.73 ug/L對0.88 ug/L。

表三及表四顯示將血鎘及尿鎘的含量以二分法區分後，觀察其與各食物及營養量的相關。血鎘高於1.4 ug/L的人，比1.4 ug/L以下的人，較多每天食用魚貝達一份或以上者(27.9% 對13.7%)；尿鎘為2 ug Cd/g cre. 以上的人比以下的人，亦較多每天食用魚貝(26.9% 對14.8%)(表三)。血鎘高於1.4 ug/L或尿鎘高於2 ug Cd/g cre. 以上的人有較多傾向於每天食用飯麵類少於半碗。血鎘和尿鎘的含量與牛奶、蛋、肉食、內臟、及蔬菜的攝取則無明顯相關。

由表四的資料可見有60%以上的受試者在奶類、蛋白質、醣類鈣質、及鐵質攝取均不足，甚至有將近92%的人鈣質攝取不足。然而脂肪的攝取上則有23.4%的人超量。就營養素而言，蛋白質的攝取與血鎘，醣類的攝取與血鎘或尿鎘濃度有明顯相關。血鎘高的人，蛋白質攝取不足或醣類攝取不足的人較多；尿鎘濃度高於2 ug Cd/g cre. 的人，也較多醣類攝取不足。至於鈣質、鐵質的攝取對血鎘與尿鎘均無明顯相關。

資料分析進而控制可能的干擾因子，包

表一 五十歲以上受測男性之基本資料

變項	人數(%)	變項	人數(%)
年齡(歲)		運動(小時/週)	
50-59	144(48.8)	≤2	125(42.4)
60-69	105(35.6)	3-6	97(32.9)
70+	46(15.6)	≥7	65(22.0)
		不詳	8 (2.7)
教育程度		抽菸	
國中及以下	143(48.5)	不抽	148(50.2)
高中職及專科	83(28.1)	戒菸	64(21.7)
大學及以上	64(21.7)	抽	82(27.8)
不詳	5 (1.7)	不詳	1 (0.3)
職業		喝酒	
軍公教	39(13.2)	不喝	174(60.0)
農	30(10.2)	戒酒	25 (8.5)
工	37(12.5)	喝	89(30.2)
商	81(27.5)	不詳	7 (2.4)
自由業	36(12.2)		
其他	62(21.0)	BMI (kg/m ²) ^a	
不詳	10 (3.4)	≤22.5	122(41.4)
年收入(萬)		>22.5	173(58.6)
<40	126(42.7)		
40-120	109(36.9)		
>120	42(14.2)		
不詳	18 (6.1)		

^a: BMI: Body Mass Index體質量指數。

括年齡、職業、吸菸習慣，以複邏輯迴歸分析，比較食物與血鎘及尿鎘的關係。(表五)發現每天食用魚貝類1份或以上者，相對每週少於1份的，尿鎘高於2 ug Cd/ g cre.的勝算比是7.4倍(95%CI=1.3-42.0)。每天飯麵攝取3份或以上者，尿鎘高於2 ug Cd/ g cre.之勝算是每天少於1份的0.2倍(95%CI=0.04-1.0)，血鎘高於1.4 ug/L的勝算比則為0.2倍(95%CI=0.05-0.8)。這個迴歸分析亦顯示，血鎘含量高於1.4 ug/L的人多吃淡色蔬菜。

討 論

本研究取樣自健康檢查中心，推測其社會經濟地位應較佳，其血鎘和尿鎘或許不能

代表全民的同齡男性。但就血鎘和尿鎘與飲食的關係言，應有其價值。作者實際分析血鎘和尿鎘，飲食問卷資料則利用健檢資料，並非作者設計，限制了相關分析的幅度，例如飯麵合併，未能顯現飯或麵的個別關係。雖是一個橫斷研究，由於樣本教育程度可能較高，且一般中老年人的生活習慣較固定，飲食習慣的變化應不大，飲食資料較可能反映過去和現在的相關性，而體內鎘的半衰期長達10年以上，因此食物與血鎘及尿鎘間之因果關係，雖則較不易判斷，仍有其蹤跡。

國內的研究較少探討飲食與人體鎘暴露的關係。唯一的調查報告[9]，是調查台南52名自願參加之22-66歲不吸菸的女性，提供一日飲食，實際分析鎘攝取量，同時檢測血樣

表二 與受試者血鎘或尿鎘含量可能有相關(取Wilcoxon rank-sum test 相關p值 ≤ 0.20)的食物或營養素攝取，依照攝取程度1、2、3估計鎘含量

項 目	血鎘，ug/L ^a			p-value	尿鎘，ug Cd/g cre. ^a			p-value
	1	2	3		1	2	3	
肉類*								
n	24	199	60	0.99	25	200	60	0.15
Mean±Sd	1.16±1.07	1.20±1.08	1.11±0.88		1.14±1.00	1.39±1.43	1.05±1.13	
Median	0.85	0.83	0.86		0.96	1.01	0.76	
GM (GSD)	0.70(1.20)	0.83(0.90)	0.82(0.83)		0.66(1.23)	0.86(1.07)	0.68(0.97)	
魚貝類*								
n	35	196	48	0.06	35	198	48	0.21
Mean±Sd	1.30±1.21	1.09±0.97	1.50±1.14		1.14±1.00	1.39±1.43	1.05±1.13	
Median	0.88	0.79	1.04		0.86	0.9	1.12	
GM (GSD)	0.88(0.95)	0.77(0.87)	1.05(0.97)		0.65(1.23)	0.78(1.01)	1.02(1.12)	
淡色蔬菜*								
n	52	208	24	0.14	52	210	24	0.79
Mean±Sd	1.02±1.14	1.22±1.01	1.30±1.06		1.32±1.38	1.28±1.29	1.51±1.69	
Median	0.68	0.84	0.9		1.0	0.92	0.97	
GM (GSD)	0.66(0.96)	0.87(0.88)	0.85(1.10)		0.77(1.18)	0.8(1.06)	1.0(0.90)	
飯麵類 [§]								
n	20	209	57	0.08	20	211	57	0.19
Mean±Sd	1.77±1.23	1.13±0.95	1.22±1.23		1.87±1.70	1.29±1.31	1.10±1.07	
Median	1.79	0.81	0.84		1.48	0.94	0.86	
GM (GSD)	1.22(1.06)	0.8(0.89)	0.82(0.95)		1.1(1.24)	0.79(1.08)	0.75(0.93)	
奶類 [‡]								
n	203	90	0	0.06	205	90	0	0.75
Mean±Sd	1.26±1.07	1.04±0.95			1.44±1.94	1.25±1.22		
Median	0.89	0.68			0.94	0.94		
GM (GSD)	0.88(0.91)	0.73(0.90)			0.83(1.11)	0.80(1.02)		
醃類 [‡]								
n	199	53	41	0.15	200	54	41	0.16
Mean±Sd	1.27±1.08	0.85±0.59	1.29±1.19		1.52±1.99	1.12±1.08	1.02±1.02	
Median	0.88	0.79	0.87		1.02	0.83	0.77	
GM (GSD)	0.87(0.94)	0.69(0.70)	0.87(0.98)		0.88(1.12)	0.71(1.05)	0.71(0.87)	

n：樣本數；Mean±Sd：平均±標準差；Median：中位數；GM (GSD)：幾何平均(幾何標準差)

*頻率：1--每週少於1份；2--每週吃1-6份；3--每天1份以上；

†頻率：1--每週少於半碗；2--每週半碗-3碗；3--每天半碗或以上；

§頻率：1--每天1份以下；2--每天1份至少於3份；3--每天3份或以上；

‡1-不足；2-適量；3-超量；^a：資料不詳者不計，因此每組總人數不一致。

中的鎘含量；婦女血鎘的幾何平均值(GM)為1.11 ug/L；每天攝食鎘量的GM值為10ug；其中由飯所攝取的GM值有3.4ug，約佔一天攝取量之34.1%[9]。這些婦女的血鎘檢測值，較本研究中老年男性為高(GM=0.83 ug/L)。

一般女性的血鎘、尿鎘與腎中鎘均較男性為高。至於原因則未明，可能與女性容易缺鐵，造成鎘較易堆積在體內有關[21]。

研究顯示瑞典中老年男性血鎘中位數值為0.32 ug/L[15]；義大利的研究顯示沒有職業

表三 血鎘以1.4 ug/L及尿鎘以2ug Cd/g creatinine做區分點，探討特定食物與血鎘及尿鎘的關係

	血鎘 (ug/L) ^a		p-value	尿鎘 (ug Cd/g cre.) ^a		p-value
	≤1.4	>1.4		≤2.0	>2.0	
	N=218 n (%)	N=75 n (%)		N=238 n (%)	N=57 n (%)	
牛奶*						
1	97 (45.3)	35 (49.3)	0.743	106 (45.3)	27 (50.9)	0.714
2	56 (26.2)	19 (26.8)		64 (27.3)	12 (22.6)	
3	61 (28.5)	17 (23.9)		64 (27.4)	14 (26.4)	
蛋類*						
1	33 (15.3)	18 (24.6)	0.103	43 (18.3)	9 (16.4)	0.76
2	154 (71.6)	50 (68.5)		164 (68.0)	41 (74.5)	
3	28 (13.0)	5 (6.8)		28 (22.9)	5 (9.1)	
肉類*						
1	17 (7.9)	7 (10.1)	0.843	21 (9.1)	4 (7.4)	0.216
2	151 (71.6)	48 (69.6)		157 (68.0)	43 (79.6)	
3	46 (13.0)	14 (20.3)		53 (22.9)	7 (13.0)	
魚貝類*						
1	24 (11.3)	11 (16.2)	0.008	32 (14.0)	3 (5.8)	0.05
2	158 (74.9)	38 (55.9)		163 (71.2)	35 (67.3)	
3	29 (13.7)	19 (27.9)		34 (14.8)	14 (26.9)	
內臟類 ^{&}						
1	175 (83.3)	53 (79.1)	0.43	191 (84.1)	39 (75.0)	0.118
2	35 (16.7)	14 (20.9)		36 (15.9)	13 (25.0)	
淡色蔬菜 [#]						
1	44 (20.8)	8 (11.1)	0.149	43 (18.6)	9 (16.4)	0.596
2	152 (71.7)	56 (77.8)		167 (72.3)	43 (78.2)	
3	16 (7.5)	8 (11.1)		21 (9.1)	3 (5.4)	
深色蔬菜 [#]						
1	38 (17.8)	10 (13.7)	0.696	42 (17.9)	6 (11.1)	0.266
2	157 (73.4)	57 (78.1)		170 (72.6)	45 (83.3)	
3	19 (8.9)	6 (8.2)		22 (9.4)	3 (5.6)	
飯麵製品 ^{\$}						
1	9 (4.2)	11 (15.3)	0.006	13 (5.5)	7 (13.2)	0.025
2	160 (74.8)	49 (68.1)		170 (72.3)	41 (77.4)	
3	45 (21.0)	12 (16.7)		52 (22.1)	5 (9.4)	
根莖類 [^]						
1	120 (57.1)	35 (48.6)	0.325	129 (56.3)	27 (49.1)	0.383
2	84 (40.0)	33 (45.8)		91 (39.7)	27 (49.1)	
3	6 (2.9)	4 (5.6)		9 (3.9)	1 (1.8)	

^a:資料不詳者不計，因此每組總人數不一致；

*頻率：1--每週少於1份；2--每週吃1-6份；3--每天1份以上；

[&]頻率：1--每週少於1份；2--每週1-7份；

[#]頻率：1--每天少於半碗；2--每天半碗至少於1.5碗；3--每天1.5碗或以上；

^{\$}頻率：1--每天1份以下；2--每天1份至少於3份；3--每天3份或以上；

[^]頻率：1--每週少於半碗；2--每週半碗-3碗；3--每天半碗或以上。



表四 血鎘以1.4 ug/L及尿鎘以2ug Cd/g creatinine做區分點，探討營養攝取量與血鎘及尿鎘的關係

		血鎘 (ug/L) ^a			尿鎘 (ug Cd/g cre.) ^a		
		≤1.4	>1.4	p-value	≤2.0	>2.0	p-value
		N=218	N=75		N=238	N=57	
		n (%)	n (%)		n (%)	n (%)	
B.營養攝取							
奶類							
不足	146 (67.0)	57 (76.0)	0.144	163 (68.5)	42 (73.7)	0.444	
適量	72 (33.0)	18 (24.0)		75 (31.5)	15 (26.3)		
超量	0 (0.0)	0 (0.0)		0 (0.0)	0 (0.0)		
蛋白質							
不足	168 (77.1)	67 (89.3)	0.037	189 (79.4)	48 (84.2)	0.251	
適量	42 (19.3)	5 (6.7)		38 (16.0)	9 (15.8)		
超量	8 (3.7)	3 (4.0)		11 (4.6)	0 (0.0)		
脂肪							
不足	0 (0.0)	0 (0.0)	0.401	0 (0.0)	0 (0.0)	0.643	
適量	164 (75.2)	60 (66.7)		181 (76.1)	45 (78.9)		
超量	54 (24.8)	15 (33.3)		57 (23.9)	12 (21.1)		
醣類							
不足	140 (64.2)	59 (78.7)	0.025	153 (64.3)	47 (82.6)	0.03	
適量	47 (21.6)	6 (8.0)		48 (20.2)	6 (10.5)		
超量	31 (19.2)	10 (13.3)		37 (15.5)	4 (7.0)		
鈣質*							
不足	198 (90.8)	71 (94.7)	0.295	218 (91.6)	53 (93.0)	0.731	
適量及以上	20 (9.2)	4 (5.3)		20 (8.4)	4 (7.0)		
鐵質							
不足	132 (60.6)	48 (64.0)	0.866	144 (60.5)	38 (66.7)	0.691	
適量	63 (28.9)	20 (26.7)		69 (29.0)	14 (24.6)		
超量	23 (10.5)	7 (9.3)		25 (10.5)	5 (8.8)		

^a:資料不詳者不計，因此每組總人數不一致；

*:「超量」僅有1人，因此包含於「適量」，以「適量及以上」表示

暴露者血鎘的中位數值為0.7 ug/L，95百分位是2 ug/L [24]。在德國的研究不吸菸男性血鎘GM值為0.21 ug/L，且不同地區的居民血鎘濃度並不同[25]。在新加坡的研究則發現印度裔男性血鎘值(GM=0.48 ug/L)較馬來裔及華裔高，作者推論可能與不同飲食習慣有關[26]。而本研究發現受試者的血鎘中位數值為0.84 ug/L (GM=0.83 ug/L)，較接近義大利人的測值，但高於其它地區的測值，卻比日本男性仍可能較低。根據Watanabe等[22]的同地區重複調查發現其血鎘(GM)含量已由

1980年的3.84 ug/L減到1990的1.79ug/L，反映了食物中鎘攝取量由47.1 ug/L減為29.5 ug/L的效應。顯示血鎘會因居住地區的不同而異，可能與生活習慣及居住地區背景鎘濃度不一所受暴露不同有關。

有研究指出鐵與鈣會減低鎘的吸收。Bunker等[13]認為鎘的吸收與體內血鐵(含鐵蛋白(ferritin)、血鐵(serum iron)、鐵飽和度(percentage iron saturation))的量成負相關。Kowal 等[14]則認為尿鎘與體內的鐵質(含紅血球、血鐵、總鐵結合力、運鐵蛋白)無關，

表五 控制年齡、職業、與吸菸，以複邏輯迴歸分析，血鎘 >1.4 ug/L和尿鎘 >2.0 ug Cd/ g cre. 相關食物的勝算比(OR)

		血鎘 OR (95% CI*)	尿鎘 OR(95% CI*)
飯麵製品，份／天			
	<1	1.0	1.0
	1-3	0.2 (0.05-0.6)	0.3 (0.08-1.3)
	>3	0.2 (0.05-0.8)	0.2 (0.04-1.0)
魚貝類，份／週			
	<1	1.0	1.0
	1-6	0.3 (0.1-1.0)	2.0 (0.4-9.5)
	≥ 7	1.2 (0.3-4.6)	7.4 (1.3-42.0)
牛奶，杯／週			
	<1	1.0	1.0
	1-6	1.5 (0.6-2.4)	0.9 (0.35-4.2)
	≥ 7	1.0 (0.4-2.5)	1.9 (0.4-9.9)
蛋類，份／週			
	<1	1.0	1.0
	1-6	1.3 (0.5-3.7)	1.2 (0.2-5.9)
	≥ 7	1.0 (0.2-5.6)	1.9 (0.4-9.9)
肉類，份／週			
	<1	1.0	1.0
	1-6	1.4 (0.4-5.2)	1.1 (0.2-5.9)
	≥ 7	1.5 (0.3-6.6)	0.4 (0.06-2.6)
內臟，份／週			
	<1	1.0	1.0
	1-7	0.9 (0.3-2.3)	1.3 (0.5-3.6)
淡色蔬菜，碗／天			
	<0.5	1.0	1.0
	0.5-1.5	4.4 (1.3-15.3)	1.1 (0.3-3.8)
	>1.5	7.0 (1.0-50.0)	0.6 (0.07-5.4)
深色蔬菜，碗／天			
	<0.5	1.0	1.0
	0.5-1.5	0.9 (0.3-2.5)	2.5 (0.7-9.1)
	>1.5	0.7 (0.3-4.6)	2.8 (0.3-25.5)
根莖類，碗／週			
	<0.5	1.0	1.0
	0.5-3	1.0 (0.5-2.2)	1.3 (0.6-3.0)
	>3	1.1 (0.2-6.7)	0.4 (0.02-1.7)

*CI: confidence interval, 可信範圍

但與血銅成正相關，與食物的鐵、鈣成負相關。本研究雖然發現鈣質攝取適當者的血鎘值低於攝取不足者；牛奶攝取量適宜的男性，血鎘值亦較低。鐵質攝取不足者，血鎘和尿鎘值高於攝取適當者(表四)。但不管是血鎘或尿鎘均與鈣、鐵攝取的相關均無統計上的顯著性，這是否與受試者鈣質攝取不足，鐵質的攝取不足，而脂肪超量，營養攝取偏頗有關，尚需探討。

由研究結果發現，魚貝水產食用越頻繁，會增加高尿鎘(2 ug Cd/g cre.)的機率。也有研究指出尿中的鎘含量與魚貝的攝取無關[14]。紐西蘭養殖牡蠣不抽菸漁夫的血鎘值為1.9-3.7ug/L，較不吃牡蠣的一般民眾高(平均血鎘值0.9 ug/L)[16]。Vahter等人[17]以不抽菸女性為研究對象，發現吃富含貝類食物的人，其平均鎘攝取量(每千焦爾吸收29ug鎘)是吃一般食物者(每千焦爾吸收14ug鎘)的2倍，但吃富含貝類食物者的血鎘含量(0.25 ug/L)與吃一般食物者的血鎘含量(0.23 ug/L)，則沒有統計上的顯著差異。作者認為吃一般食物者的血鐵蛋白(ferritin)含量(18 ug/L)比吃貝類食物者低(31 ug/L)，因而影響鎘的吸收。這也部分解釋了為何本研究在控制了年齡、職業、吸菸行為後，每天吃一份魚貝或以上者，較每週吃一次或以下者，有高達7.4倍的機會，其尿鎘值高於2ug Cd/g cre.的原因，但相關的血鎘(> 1.4 ug/L)勝算比則為不顯著的1.2。如前所述，本研究族群營養不均，尤其是大部分的人鈣、鐵攝取缺乏，是否影響鎘的吸收，值得探討。

在其他食物攝取方面，淡色蔬菜(白菜、高麗菜等)攝取量大者之血鎘值較攝取量小者，有高達7.0倍機會血鎘高於1.4 ug/L，且達統計上的顯著差異，淡色蔬菜的攝取量對尿鎘則沒有明顯相關。有研究指出，在未受鎘污染的地區，蔬果穀類的鎘濃度有0.01-0.1ppm，較肉、魚、蛋、奶的(<0.1ppm)高[18]，但本研究顯示，血中或尿中的鎘含量與深色蔬菜(菠菜、南瓜等)及根莖類的食用量無明顯相關，推測可能與植物種類對鎘的吸收程度不同有關。雖然動物體內的鎘約有50-70%囤積於肝腎等內臟[19]，亦有研究顯

示尿鎘跟內臟的食用有關，但不成線性相關[14]。不過本研究未顯示內臟的食用對血鎘或尿鎘的影響，可能與82%的研究族群每週吃少於一份的內臟有關，因攝食量小，不足以影響血鎘或尿鎘。

蛋白質攝取不足與血鎘值高於1.4 ug/L有關，但與尿鎘的相關則不明顯。可能蛋白質的攝取量亦會影響鎘的吸收[3]。Maranelli等[20]的研究認為碳水化合物攝取量較大者，血鎘較低，但未達統計上的顯著相關性。並指出血鎘值與脂肪、蛋白質的攝取無關，但與吸菸有關。本研究發現飯麵製品的攝取量低，尿鎘高於2 ug Cd/g cre.或血鎘高於1.4 ug/L的百分比比較高，對血鎘的相關尤為明顯，這點與Maranelli等的結果有相似之處。本研究醣類的攝取越多者，尿鎘高於2 ug Cd/g cre.的機率成線性遞減，雖也與血鎘有相關，卻不成線性相關，亦多少反映飯麵含量的負相關。

然而，一些研究[9,21-22]則認為食物中的鎘主要來自米飯，因大部分的東方人以米飯為主食，在台南的研究亦指出食物中的鎘有34.1%來自米飯[9]。本研究的結果卻與這些研究相衝突。本研究樣本來自健檢公司受檢人，生活型態不同，飯麵類食物攝取量少的人，相對其他飲食習性可能不同，有待探索。此外，本報告的單變項等統計檢定分析得相當多，就隨機而言，可能有三、四個明顯相關。本研究的發現是否如此，就魚貝類的相關而言，因其與一般研究的結果較一致，因此較不可能出於機率，特別是其與尿鎘的相關，在控制了其他因子之後，仍相當明顯。

總而言之，這些健檢中心中老年男士的血鎘和尿鎘含量和魚貝類食物的攝取有正相關，有別於一般發現的是，與飯麵攝取量的負相關不易解釋。

致 謝

承蒙美兆生活事業股份有限公司提供獎助學金及美兆診所協助安排受試者的參與，使得本研究得以順利完成，特此致謝。

參考文獻

1. Waalkes MP, Rehm S. Cadmium and Prostate Cancer. *J Toxicol Environ Health* 1994; **43**:251-69.
2. Jarup L, Berglund M, Elinder CG, Nordberg G, Vahter M. Health effect of cadmium exposure- a review of the literature and a risk estimate. *Scand J Work Environ Health* 1998;**24**(suppl 1):1-52.
3. Klaassen CD. Cadmium in Casarett & Doull's Toxicology: the basic science of poisons 5th ed. McGraw-Hill, USA, 1996; 699-702.
4. Piscator M. Dietary exposure to cadmium and health effect: impact of environmental changes. *Environ Health Perspect* 1985; **63**:127-32.
5. 林賢美、蔡錦蓮、江季助、楊末雄：鋼鐵生產作業員工尿中砷、汞、鉛、鎘及鎳含量之初步研究。中華民國環境保護學會雜誌1985；**8**：31-42。
6. 劉紹興、楊燦、林春蓮、顧天倫、祝年豐：台灣職業性重金屬中毒之文獻回顧。中華職業醫學雜誌1994；**1**：175-81。
7. 鄭秀蓮、李新進、林士鈺：以石墨爐原子吸光儀測定生乳中鎘與鉛含量。台灣省畜衛所研報1993；**29**：91-9。
8. 劉純妃、白美娟、林小華等：糙米中重金屬(鎘、汞)含量之調查。藥物食品檢驗局調查研究年報1992；**10**：47-54。
9. Ikeda M, Zhang ZW, Moon CS, Imai Y, Watanabe T, Shimbo S et al. Background exposure of general population to cadmium and lead in Tainan City, Taiwan. *Arch Environ Contam Toxicol* 1996;**30**:121-6.
10. 宋申蕃、林蘊玉、張作英：膳食營養學。國立編譯館，1981；459-86。
11. Tsalev DL, Zaprianov ZK. Atomic absorption spectrometry in occupational and environment health practice. II. Florida: CRC press, 1983.
12. Lauwerys RR, Bernard AM, Roels HA, Buchet JP. Cadmium: exposure markers as predictors of nephrotoxic effects. *Clin Chem* 1994;**40**:1391-4.
13. Bunker VW, Lawson MS, Clayton BE. The intake and excretion of lead and cadmium by the elderly. *Am J Clin Nutr* 1984;**39**:803-8.
14. Kowal NE. urinary cadmium and beta2-microglobulin: correlation with nutrition and smoking history. *J Toxicol Environ Health* 1988;**25**:179-83.
15. Baecklund M, Pedersen NL, Bjorkman L, Vahter M. Variation in blood concentrations of cadmium and lead in the elderly. *Environ Res Section A* 1999;**80**:222-30.
16. Sharma UP, Kjellstrom T, McKenzie JM. Cadmium in blood and urine among smokers and non-smokers with high cadmium intake via food. *Toxicology* 1983;**29**:163-71.
17. Vahter M, Berglund M, Nermell B, Akesson A. Bioavailability of cadmium from shellfish and mixed diet in women. *Toxicol Appl Pharmacol* 1996;**136**:332-141.
18. Elinder CG. Cadmium as an environmental hazard. *IARC Sci Publ* 1992;**118**:123-32.
19. Waalkes MP, Coogan TP, Barter RA. Toxicological principles of metal carcinogenesis with special emphasis on cadmium. *Crit Rev Toxicol* 1992;**22**:175-201.
20. Maranelli G, Apostoli P, Ferrari P. Influence of smoking, alcohol, and dietary habits on blood Pb and Cd levels. *Bull Environ Contam Toxicol* 1990;**45**:804-10.
21. Zhang ZW, Qu JB, Watanabe T, Shimbo S, Moon CS, Ikeda M. Exposure of citizens in China and Japan to lead and cadmium: a comparative study. *Toxicol Lett* 1999; **108**:167-72.
22. Watanabe T, Iwami O, Shimbo S, Ikeda M. Reduction in cadmium in blood and dietary intake among general population in Japan. *Int Arch Occup Environ Health* 1993;

- 65**:S205-8.
23. Sharma RP, McKenzie JM, Kjellstrom T. Analysis of submicrogramme levels of cadmium in whole blood, urine, and hair by graphite furnace atomic absorption spectroscopy. *J Anal Toxicol* 1982;**6**:135-8.
24. dell'Omo M, Muzi G, Piccinini R et al. Blood cadmium concentrations in the general population of Umbria, central Italy. *Sci Total Environ* 1999;**226**:57-64.
25. Schaller KH, Schneider L, Hall G, Valentin H. Cadmium content of whole blood of inhabitants from various regions of Bavaria. *Zentralblatt für Bakteriologie Mikrobiologie und Hygiene-1 -Abt- Originale B, Hygiene* 1984;**178**:446-63. [In German: English abstract]
26. Chia SE, Chan OY, Sam CT, Heng BH. Blood cadmium levels in non-occupationally exposed adult subjects in Singapore. *Sci Total Environ* 1994;**145**:119-23.