

行政院國家科學委員會補助專題研究計畫成果報告

都會區居民之金屬每日攝取量與潛在健康威脅之評估

計畫類別： ˘ 個別型計畫 整合型計畫

計畫編號：NSC89 - 2320 - B - 038 - 016

NSC90—2320---B—038---007

執行期間：88年08月01日至90年07月31日

計畫主持人：韓柏櫟

共同主持人：

本成果報告包括以下應繳交之附件：

赴國外出差或研習心得報告一份

赴大陸地區出差或研習心得報告一份

出席國際學術會議心得報告及發表之論文各一份

國際合作研究計畫國外研究報告書一份

執行單位：台北醫學大學公共衛生學系

中華民國 90年 10月 30日

行政院國家科學委員會專題研究計畫成果報告

都會區居民之金屬每日攝取量與潛在健康威脅之評估 (1/2 , 2/2) Estimation of daily intake of metals and potential health threat for metropolitan residents (1/2 , 2/2)

計畫編號：NSC 89-2320-B-038-016

NSC 90-2320-B-038-007

執行期限：88 年 8 月 1 日至 90 年 7 月 31 日

主持人：韓柏檉 教授 台北醫學大學公共衛生學系

一、中文摘要

在台灣金屬污染是一相當嚴重且受到重視的研究課題，人們可能經由吸入、皮膚接觸、或由飲食與飲水而暴露。尤其是飲水與飲食（各類食物），為都會區居民較易暴露的途徑，如人類每日所攝取之六大類食品，亦有可能是金屬進入體內的一個重要途徑。又若人類消費受金屬污染的魚貝類，則發現其體內金屬濃度高於一般民眾；再加上現代生活型態的改變，以及認為吃海鮮能壯陽的觀念盛行，使得許多海鮮大餐、吃到飽餐廳紛紛出籠，無形中提昇了都會區居民金屬暴露的機會。除了海鮮能壯陽，一般中國人亦認為食用中藥可養生、補身等功效，亦有許多慢性病人擔心服用西藥或注射合成藥物會危害健康而尋求中醫藥治療。另外，除了食物，人類每日所需之飲水亦是值得關注的，如過去台灣的研究指出，井水中高濃度的無機砷與各種癌症之死亡率間發現有很顯著的相關性。有鑑於此，本研究調查分析與評估台灣都會區環境介質 - 不同食物與飲用水中之金屬濃度，並透過問卷之方式，瞭解居民之飲食與飲水型態與狀況、消費頻率等。繼而參照美國環保署之風險基準濃度表之原理內容，進行估算居民經由飲食及飲水等環境介質而暴露於金屬之標的危害商數與終生致癌的機率。其檢測結果，五大類食品多以豆蛋魚肉類的金屬濃度為最高，依序為 Cu: 0.15~27.83ppm；Zn: 4.85~64.51ppm；Cd: 0.47~140.22ppb；As:

1.68~2610.29ppb；Pb: N.D.~58.10ppb。其蝦蟹類及貝類的金屬濃度皆高於魚類，當中又以鋅的濃度為最高。中藥中不論是生藥材、科學中藥或是湯藥皆以鋅的濃度較高，其次為銅的濃度。至於飲用水部分，檢測結果除檢測出有低濃度的砷 (N.D.~0.87ppb)及鎘 (N.D.~12.36ppb) 外，其餘金屬皆在偵測極限之下。若估算每日攝取金屬量，則以經由水產食品所攝入的金屬量為最多，當中又以鋅的量為最。若估算標的危害商數及致癌風險，則以中醫門診慢性病患者且平日又嗜好食用水產食品者為最高。其風險值已超過可接受的終身致癌風險值 10^{-6} 。對於都會區居民應多加關注生活飲食型態，並建議政府單位應擬定相關法案，嚴加監測環境介質對人民健康的危害。

關鍵詞：飲食暴露、金屬暴露、健康危害

Abstract

Metal pollution is one of the most serious environmental problems in Taiwan. It is also a highly concerned research topic recently. People could be exposed through drinking water, food intake, inhalation and dermal contact. Intake of contaminated food and drinking water is the main exposure to toxic chemicals for people living in metropolis. People who consumed large amount of contaminated seafood were found higher concentrations of heavy metals in their

tissue. We collected data through structured questionnaire, interview, and laboratory measurement of metal concentration of food and drinking water. Data were analyzed to assess the risk of cancer due to consumption and Target Hazard Quotient (THQ). We found that meat, poultry and eggs have the highest metal concentration, which are Cu 0.15~29.83ppm, Zn 4.85~64.51ppm, Cd 0.47~140.22ppb, As 1.68~2610.29ppb, Pb N.D.~58.10ppb. Metal concentration of shrimp and crab are higher than those in fish. Metal concentration of Chinese herbal medicine, Zn is the highest and after that is Cu. In drinking water we only found low concentration of As (N.D.~0.87ppb) and Cd (N.D.~12.36ppb), other metals are below the detection limits. To assess daily intake of metal, consumption of seafood gets more quantity of metal than other kinds of food and Zn is the highest. To assess THQ and the risk of cancer, chronic patient who take Chinese herbal medicine regularly and also seafood lovers get the highest risk of cancer. Its value is beyond acceptable life time cancer risk is 10^{-6} . We suggest metropolitan residents should pay more attention to their dietary habit in order to minimize the consumption of contaminants from food.

Keywords: metal exposure, ingestion, exposure, health risk

二、緣由與目的

近二十年來，台灣人民健康狀況日益受環境污染的威脅而亮起紅燈，例如各種形式有機污染物（多氯聯苯、戴奧辛、農藥及殺蟲劑等）及毒性金屬（鉛、鎘、砷及汞等），會透過呼吸空氣、飲用水、飲食與皮膚接觸等途徑慢慢地人體內累積，對人體健康產生莫大的傷害。如 US EPA's 總飲食研究（Total Diet Studies）報告（MacIntosh et al., 1996）中指出，在日常六大類飲食中不論魚肉豆蛋奶蔬果類都含有重金屬。另，近年來全球相當熱門與受到重視的環境荷爾蒙（Environmental estrogen），及包括了 PCB、PCDD、DDT、Hg、Cd 及 Pb 等有機與無機之化合物

（Jarrell et al., 1998），一但透過食物鏈進入人體，一方面會形成「假性荷爾蒙」，產生類似荷爾蒙的作用，另一方面影響本來身體內荷爾蒙的量，這二者皆會干擾內分泌原來的機制，特別是生殖功能方面（Zacharisen et al., 1998），會造成人體生殖機能的降低、不孕、免疫系統失調及癌症的好發性等（Moorman et al., 1998）。而金屬對人體健康影響及其毒性分述如下：

（一）銅：銅廣泛存在於自然環境中，是人體的基本元素，人體內的許多酵素作用都需要銅的存在。如果食入大量含銅化合物（一般是硫酸銅），則會有嘔吐、吐血與血壓升高等症狀；如果長時期累積在體內，會增加肝臟的負荷，而產生肝硬化（cirrhosis）、慢性膽汁鬱滯（chronic cholestatic）的症狀。Valencia et al. (1993) 的報告指出，有四名墨西哥小孩有可能因為長期飲用受銅污染的水源，而有銅負荷過高與肝硬化的情形。

（二）鋅：鋅是人體不可或缺的微量元素，大約 20~30% 的鋅會被人體吸收，其在體內各組之間的濃度易有很大的差異，不會因為連續暴露而累積在人體內。對於人體內鋅的濃度過高並不常見，曾有報告指出，如飲食鍍鋅的器皿盛裝的飲料，會有腸胃道疼痛或下痢的情形。

（三）鉛：鉛在環境中或是在生物體內是容易測得到其濃度的，食物是一般較常見的暴露途徑，經常食用鉛製的罐頭食品，會增加其攝取量。鉛中毒常是慢性，可能影響腦、周邊神經、腎臟及生殖系統。在 Grant et al. (1989) 與 NRC (1993) 的報告中曾探討新生兒或幼兒血中鉛濃度與心裡認知或態度的相關，血中鉛濃度介於 5-35 $\mu\text{g}/\text{dl}$ 之研究對象每升高 1 $\mu\text{g}/\text{dl}$ 會減少 IQ2-4 點。Steenland et al. (1992) 研究指出血中鉛濃度超過 60 $\mu\text{g}/\text{dl}$ 會引發慢性間質性腎炎。

（四）鎘：鎘廣泛使用於電鍍過程及鎘鎘電池、顏料製備的應用，鎘進入人體後，約 50-70% 會累積在肝臟及腎臟中，半衰期可能長達 30 年。Kido et al. (1988) 指出，食用受鎘污染的食品會引起慢性腎絲球炎。鎘亦會影響鈣的代謝，使鈣自骨骼中流失，造成骨頭疼痛或骨質疏鬆，在日本有著名的痛痛病（Itai-Itai Disease）。

(五)砷：砷在環境中有許多化合物，毒性較強的為無機的三價及五價砷，參考 Lawrence et al. (1986) 的研究，水產食品中無機砷約佔總砷量的 10%。無機砷的暴露會導致肝臟、腎臟、造血系統的障礙等，亦會造成末梢及中樞神經受影響、腦部病變及肢體麻木。台灣也有研究指出井水中的砷濃度與癌症的死亡率，有顯著的劑量效應 (Chiou et al., 1995)。

近年來國內對於環境中金屬元素的研究，大都著重於總濃度 (Total Concentration) 的分析，並未做人體整體毒性金屬的暴露及健康風險評估 (health risk assessment) 之研究。所以本研究對都會區居民較易接觸的食物及飲用中重金屬銅、鋅、砷、鎘及鉛的殘留濃度進行檢測，配合飲食問卷資料，進而預測上述污染物的人體總暴露量及進行健康風險評估。其目的如下：

- (1) 分析環境介質中金屬之濃度與分佈，瞭解都會區生活環境中金屬殘留狀況。
- (2) 瞭解居民暴露於金屬之各種途徑。
- (3) 經由結構式問卷訪視結果，評估都會區居民各類食物與飲用水攝取頻率。
- (4) 進行每日金屬攝取量的估算，終身致癌風險及標的危害商數評估。
- (5) 與先進國家標準做比較。
- (6) 做為國內相關政府單位訂定或修訂標準之參考與依據。

三、結果與討論

(一) 金屬濃度分析

(1) 五大類食品：共計完成分析奶類 6 種，五穀根莖類 4 種，豆蛋魚肉類 19 種，蔬菜類 17 種和水果類 14 類等五大類共 60 種樣本。其結果發現，五大類食品多以豆蛋魚肉類的金屬濃度為最高，依序為 Cu: 0.15~27.83ppm；Zn: 4.85~64.51ppm；Cd: 0.47~140.22ppb；As: 1.68~2610.29ppb；Pb: N.D.~58.10ppb。因此更普遍化收集市售水產品共 38 種檢體進行重金屬濃度分析，分析結果得知其蝦蟹類及貝類的金屬濃度皆高於魚類，當中又以鋅的濃度為最

高，依序為魚類：2.44 16.64ppm；蝦蟹類：N.D.~21.61ppm；貝類：6.50~48.17ppm。

(2) 中藥：共計完成 42 種生藥材，23 種科學中藥，11 種湯藥之重金屬濃度分析，結果發現中藥中不論是生藥材、科學中藥或是湯藥皆以鋅的濃度較高，其次為銅的濃度。

(3) 飲用水：共計 21 種市售包裝水，其重金屬濃度檢測結果除檢測出有低濃度的砷(N.D.~0.87ppb)及鎘(N.D.~12.36ppb)外，其餘金屬皆在偵測極限之下。

(二) 每日金屬攝入量

以訪視問卷的方式推算出都會區居民每日的飲食消費攝取頻率，進而估算居民每日經由飲食所攝入的金屬量。當中以攝取水產食品所攝入的金屬量為最多，又以鋅的量為最高。若以不同族群間做比較，則發現對於嗜好食用水產食品以及平日有食用中藥的族群，其每日的金屬攝入量為最高。

(三) 標的危害商數

以檢測出環境介質的重金屬濃度分析，再加上訪視問卷所獲得的飲食消費情形，以美國環保署之風險基準濃度表之原理內容，進行估算居民經由這些環境介質而暴露於金屬之標的危害商數。若平日僅食用五大類食品的一般民眾，其標的危害商數約為 0.386，若另外有食用湯藥或科學中藥的一般民眾，其標的危害商數比平日不食用中藥的民眾來得高些。但比平日嗜好食用水產食品者來得低，若這些嗜好食用水產食品者平日亦有食用中藥的習慣，其標的危害商數又比平日不食用中藥的民眾來得高些。這些族群當中，以中醫門診病患平日又嗜好食用水產食品者的標的危害商數最高。

(三) 致癌風險

以檢測出環境介質的無機砷濃度，再加上訪視問卷所獲得的飲食消費情形，以美國環保署之風險基準濃度表之原理內容，進行估算居民經由這些環境介質而暴露於無機砷之致癌風險。若無嗜好食用水產食品習慣的居民，不論平日有無食用中藥，其致癌風險值皆在可接受範圍 10^{-6} 之內，但若有嗜吃水產品的居民，其值便高

出一般可接受的範圍。

根據檢測結果，其人類平日所食用之五大類食品皆含有重金屬的存在，且在這些食品或中藥中鋅的含量本身就比較多，且對於人體而言，鋅是一種必需元素。就食品種類而言，則以水產食品所含的重金屬濃度較為偏高，或許是因為環境受到污染後，這些水產食品會經由生物放大、累積作用，使得這些水產食品中含有重金屬的濃度比其他食品來得高。所以平日就嗜好食用水產食品的都會區居民，因為其攝食水產食品的量較其他居民大，所以會導致此族群的每日金屬攝取量比其他族群高，繼而該族群的標的危害商數及無機砷的致癌風險值會較其他族群高。再加上若有食用中藥的習慣，不論是科學中藥或湯藥，其每日金屬攝取量、標的危害商數及無機砷的致癌風險值亦會更高些。

所以建議都會區居民應特別注意生活飲食型態，保持均衡飲食；並建議政府單位應擬定相關法案，嚴加監測環境介質對人民健康的危害。

四、參考文獻

- Chiou, H.Y. Y.M. Hueh, D.F. Liaw S.F. Horng, M.H. Chiang, Y.S. PU, S.N. Lin Johnny, C.H. Huang and C.J. Chen (1995) Incidence of internal cancers and ingested morganic arsenic : A seven-year follow-up study in Taiwan. *Cancer Res.* 55:1296-1300
- Grant L. D. and Davis J.M. (1989) Effect of low-level lead exposure on paediatric neurobehavioral development. *Lead exposure and child development*, 49-118.
- Kido T. Honda R. and Tsuritani I. (1998) Progress of renal dysfunction in habitants environmentally exposed to cadmium. *Archives of Environmental Health*, 43,213-217
- Lawrence J.F. Michalik P., Tam Gand Conacher H.B.S. (1986) Identification of arsenobetaine and arsenocholine in Canadian fish and shellfish by high-performance liquid chromatography with atomic absorption detection and confirmation by fast atom bombardment mass spectrometry. *Journal of Agriculture Food Chemistry*, 34(2), 315-319
- Moorman W.J., Skaggs S.R., Clark J.C., Turner T.W., Sharpanck D.D., Murrell J.A., Simon S.D., Chapin R.E. and Schrader S.M.(1998) Male reproductive effects of lead, including species extrapolation for the rabbit model. *Reproductive Toxicology*, 12(3):33-346.
- National Academy Press (1993), *Measuring Lead exposure in infants, children and other sensitive populations*. Washington D.C.
- Steenland K. Selevan S. and Landrigan P. (1992) The mortality of lead smelter worker. *American Journal of Public Health*, 82, 1641-1644.
- Thun M.J., Osorio A.M., and Schober S. (1989) Nephropathy in cadmium workers, assessment of risk from airborne occupational exposure to cadmium. *British Journal of Medicine*, 46.689-697.
- Valencia M.P. and Gamboa M.J. (1993) Copper overload and cirrhosis in four Mexican children. *Lab. Investory*. 68,10.
- Zacharisen M.C., Kadambi A.R., Schluler D.P., Kurup V.P., Shack J.B., Fox J.L., Anderson H.A., and Fink J.N. (1998) The spectrum of disease associated with exposure to working fluid. *Journal of Occupational and Environmental Medicine*,40(7):640-647.