

烏腳病導因砷中毒

【本文摘自科學人 2004 年 9 月號】

陳建仁博士演講，陳博士現任台灣大學流行病學研究所教授、中央研究院院士，主要研究領域是流行病學與人類遺傳，曾擔任行政院衛生署署長、國家科學委員會主任委員。

保持乾淨清潔的水源，是避免砷中毒的根本之道

砷其實普遍存在於自然界中，其化合物之一就是古時候常拿來當做毒藥的砒霜。不過國人對砷的印象，應該是從烏腳病得到的。

1950 年代末期，在台灣西南沿海的北門、布袋、學甲和義竹等地區，開始出現烏腳病。烏腳病一開始並沒有什麼症狀，只有因肢體末端血液循環不良，而出現的手腳末端有冷、麻感覺，以及將手、腳抬高一陣子，指尖和腳尖就變成白色的徵候。另外，一般人手腳如果碰到尖銳的或是熱的東西，就會很快地縮回來；但是烏腳病患者因為手腳末端的末梢神經受到破壞，因此缺乏這種反射動作，使得四肢末端特別容易受傷而發生潰瘍。

一般人潰瘍通常很快就會好，但是烏腳病患者的潰瘍卻不容易痊癒，而且會慢慢擴大、變成黑色壞疽，然後繼續往上延伸。

當地人稱烏腳病為「烏乾蛇」，這是很傳神的名字，「烏」指的是壞疽的顏色；「乾」是指壞疽部位不會流出血水；「蛇」則是指壞疽會從四肢末端往上延伸。

由於患部極度疼痛，有些人甚至會因無法忍受而仰藥自殺。烏腳病的臨床變化與糖尿病末期的周圍血管疾病相似，它的病理變化包括「血栓血管炎栓塞」和「動脈硬化栓塞」，造成血液無法流通，而使肢體呈現烏青壞死的現象。

在當時，這種病的唯一治療方式，就是截肢，所以孫理蓮牧師、謝緯醫師和王金河醫師就一起合作，為當地患者免費進行截肢手術。他們還教導截肢患者編織草蓆、竹簍，讓他們有獨立謀生的能力。謝緯和王金河這兩位醫師因此獲得醫療奉獻獎，以表揚他們的仁心仁術。不過，他們無法確定烏腳病的病因，於是將當地的流行狀況轉達給台灣大學醫學院，請台大的團隊來調查。

台大研究團隊調查發現，在西南沿海烏腳病流行鄉鎮的居民使用兩種井水。一種是大約只有 3~5 公尺、可以直接用桶子取水的淺井，取出的水比較鹹。另一種是深約 30~100 公尺、與地下水層接觸的深井，取出的水是淡水，因此當地人大多飲用這種井水。

陳拱北、曾文賓和吳新英等教授調查發現，喝深井水的人特別容易得到烏腳病，而喝淺井水的人則否。進一步分析深井水和淺井水的差異，發現深井水的砷含量特別高。他們同時還發現，喝深井水的人，皮膚上會出現兩點狀的黑斑，黑斑之間還可發現皮膚癌，飲水的砷含量和皮膚癌有劑量效應關係。目前孟加拉的砷中毒狀況，相當於當初台灣西南沿海居民開始喝深井水的前 10 年，還沒到達出現烏腳病的階段。

除了烏腳病和皮膚癌之外，砷也與人體內臟的癌症有關。前行政院衛生署陳建仁署長在 1985 年開始發表論文，報導砷會引起內臟癌症，包括肺癌、腎臟癌、膀胱癌、前列腺癌等，一開始有許多人還表示存疑，後來在智利、阿根廷、蒙古、美國等地也有相同的發現。由於台灣對砷中毒的研究最完整而深入，促使美國引用台灣的研究數據，重新訂定飲用水的砷含量標準，由原本的 50ppb 降為 10ppb（1ppb 為 10 億分之一）。

國內醫學院進行長期研究，嘗試驗證一個假說：「如果砷會引起動脈硬化，應該不只局限在周圍血管。」過去，葉曙教授在從事烏腳病研究時，發現烏腳病患者有嚴重的全身性動脈硬化；他從烏腳病患者的屍體解剖調查發現，一位 30 歲病患的動脈硬化程度，比非烏腳病流行地區的 65 歲老人還要嚴重。由於血管是相連的，如果手腳的血管會硬化，那麼心臟以及腦的血管也可能會硬化。後來學術界確實發現，砷和缺血性心臟病及腦中風等也都有劑量效應關係。

既然砷會引起動脈硬化，那麼糖尿病和高血壓這兩個動脈硬化的危險因子，是否也和砷有關係呢？在 1994 和 1995 年，陳建仁前署長又發表兩篇研究論文，分別指出砷也會引起糖尿病和高血壓，當時全世界都沒有相關的文獻發表，直到 2000 年以後，孟加拉和瑞典才陸續有相同的發現，砷不但會引起糖尿病與高血壓，還有顯著的劑量效應關係。

砷和其他重金屬不同，例如有機汞會累積在神經系統，而鎘則會累積在骨頭與腎臟，但無機砷進入人體後，大約兩小時後就會遍佈全身。由於砷會廣佈在身體的各個器官系統，因此在身體各部位都可能造成病變，研究也顯示，除了烏腳病、心臟病、糖尿病、高血壓、腦中風及各種癌症外，慢性砷中毒也可能引起白內障、慢性支氣管炎、神經行為發展遲滯等病變。

當初台灣能解決西南沿海的烏腳病問題，要感謝研究者發現它肇因於飲用含砷的深井水。既然與飲水有關，只要不再喝當地的深井水就可根除該病。當時台灣省政府與嘉南大圳著手建立自來水廠，將烏山頭水庫和德基水庫的水，引到西南沿海烏腳病盛行地區。1960 年代開始鋪設自來水管線，直到 1970 年代中期，才讓全部居民都有自來水飲用。

1990 年代，蘭陽平原也發現含砷井水引起慢性中毒的狀況，所幸台灣此時的經濟狀況已比 1960 年代好很多，所以只花了兩年就解決全面普及自來水的問題。

我們衛生單位依據台灣的砷中毒防治經驗，建議有相同問題的國家，解決砷中毒之道就是不要喝含砷井水。

陳建仁博士在 2004 年美國哥倫比亞大學環境衛生研究小組擔任顧問，目前該小組正協助孟加拉解決砷污染問題，可惜鋪設自來水系統的方案，在孟加拉並不適用。早期孟加拉的主要飲用水來自池塘與河流，每年雨季可補充這些水源。當人口數不高時，池塘與河流的水還能保持自淨；但當人口大量成長，加上排泄物無法有效處理而流到池塘，水源便遭受污染。1970 年代，孟加拉兒童的主要死因，像痢疾、霍亂和其他的腸胃道感染，都是水源污染造成的。當時聯合國兒童基金會和世界銀行爲了尋找乾淨水源，因此協助孟加拉開發地下水，但是世事難料，在 1980 年代早期，當地就陸續發現砷中毒引起的皮膚病變。

然而，孟加拉最難解決的問題是人口多，又貧窮。在政府缺乏經費，國民所得也只有 300 美元的情況下，幾乎不可能全面裝設自來水；而且孟加拉境內的恆河及其支流也已經髒到難以處理的程度，因此不太可能以改善地面水源來解決砷中毒的問題。此外，自 1970 年代以來，孟加拉國民即不斷大量取用井水，因而造成地下水層移動，同一口井的井水含砷量會因此而變化，必須隨時檢測井水的砷含量，由於一個鄉鎮的井有成千上萬，偵測井水含砷量的方法要簡易、精確又便宜，才適合孟加拉的國情。目前的解決方案，就是測量各口井水的砷含量，將含砷量在安全標準之內的手壓抽水機漆成綠色，表示抽出的井水可以飲用；不符合安全標準的抽水機則漆成紅色，由於砷不會經由皮膚進入身體，所以這些紅色井抽出的水仍可用來洗滌。

孟加拉的慢性砷中毒地區和台灣的西南沿海及蘭陽平原有相似之處：都屬於河流的三角洲出海口。北門、布袋、學甲和義竹等地區是八掌溪的出海口，蘭陽平原是蘭陽溪與冬山河的出海口，孟加拉則是恆河的出海口。

不過在宜蘭含砷量高的井水是淺井水，而在西南沿海則是深井水，這是因爲地下水層的地質構造與成份不同的緣故。西南沿海的砷中毒患者常罹患烏腳病，但在蘭陽平原卻沒有這樣嚴重的患者，這可能是個體易感受性不同造成的。

1950 年代的西南沿海居民，生活相當清寒，一家四口一天的副食品往往只有一把白菜、兩塊豆腐，而主食是蕃薯簽，營養攝取很缺乏。醫學界研究發現，營養不良、無機砷代謝差的慢性砷中毒者，各種健康危害的風險比較高；反之，營養較好，例如血清中的 α 胡蘿蔔素和 β 胡蘿蔔素濃度較高的人，砷引起的健康危害會比較低。

無機砷進入人體後，大多會在肝臟中轉化成單甲基砷酸，再轉變成雙甲基砷酸，然後經由尿液排出。單甲基砷酸轉換成雙甲基砷酸時，會產生很高的氧化壓力。這種氧化壓力會造成 DNA 突變或基因不穩定，因而產生癌症或血管病變。

在烏腳病流行地區取得的膀胱癌檢體，其染色體異常的狀況，要比非烏腳病地區來得嚴重；此外，砷也會造成人類白血球的染色體異常。血液含砷量高的人，抗氧化的能力也會降低。生活在慢性砷中毒地區的人，應該多食用綠色蔬菜，以增加體內的抗氧化能力。由於醫療科技進步，現在治療烏腳病的方法，除了截肢之外，還有比較非侵襲性的療法。例如，血栓清除術可以處理血管阻塞，讓血液恢復流通；或是服用藥物，減少血液的凝集。

除了孟加拉之外，亞洲的中國、菲律賓、蒙古、泰國、東歐的羅馬尼亞、南美的智利、阿根廷、墨西哥等國，都有發現飲用水引起砷中毒的案例。最近孟加拉的砷中毒事件，與人口成長及環境開發有密切相關。孟加拉人口成長快速，大片森林砍伐殆盡，不僅無法維護潔淨水源，也沒有燃料將水煮沸飲用，因此才會鑿井使用比較沒有細菌污染的地下水，孰料許多井水卻都含砷量過高，而造成中毒。

在 1950 年代以前，台灣蘭陽平原河水水源充足，不需要用到地下水，但是都市化的蓬勃發展，地面水不再足夠使用，進而開採地下水，才會引發砷中毒事件。人類為了求生存和繁榮，一直在破壞自然環境和生態平衡，這是不得不然的進步代價，還是仍有可能取得永續發展的機會呢？在人類的文明歷程中，一定得消耗這麼多自然資源與寶貴能源，以致造成全球暖化、氣象驟變、水源枯竭等自食惡果的危機嗎？這實在是值得我們深思的課題。