

呼和浩特盆地富砷井的分布、暴露及效應概述

張閣有^{1,*} 周振榮¹ 桂 忠¹ 趙炳成² 張玉敏¹
娜仁高娃¹ 張美雲¹ 梁秀芬¹ 岱 沁¹ 任先雲¹
馬 亮¹ 羅振東¹

GE-YOU ZHANG^{1,*}, ZHEN-RONG ZHOU¹, ZHONG GUI¹, BING-CHENG ZHAO², YU-MIN ZHANG¹
NA REN GAO WA¹, MEI-YUN ZHANG¹, XIU-FEN LIANG¹, QIN DAI¹, XIAN-YUN REN¹,
LIANG MA¹, ZHEN-DONG LUO¹

¹ 內蒙古呼和浩特市衛生防疫站, 010020 內蒙古呼和浩特市貝爾路27號
Sanitary and Anti-Epidemic Station, Huhhot, Inner Mongolia.

² 中國預防醫學科學學院環境衛生與衛生工程研究所
Institute of Environmental Health and Engineering, Chinese Academy of Preventive Medicine.

* 通訊作者Correspondence author.

呼和浩特盆地富砷深層水分布於湖相自流水區, 埋深80-280 m, 淺層富砷水分布於黃河、大黑河沖湖積平原西部, 埋深4-8 m, 即大青山南麓山前沖洪積扇裙前緣窪地與沖湖積平原的交接地帶。暴露於50年代初大口井時期的人群, 在飲用富砷水2-3年後即出現砷性皮炎病例。20餘年後相繼發生多發性皮膚癌及多種臟器癌。癌死亡的回顧性隊列研究表明, 相對危險度等於8, 具有顯著差異; 80年代暴露於壓把淺井的居民在2-3年後也發生砷性皮炎並伴有肝大、視野縮小、聽力下降及貧血等症, 但未見癌及癌死亡病例。近年暴露於深層承壓富砷水的人群, 尚未發現砷性皮炎病例發生。暴露於不同時期不同類型富砷水的人群使劑量-效應關係複雜化。富砷井水砷的價態不同, 生物效應不同。此外, 部分富砷井水腐植酸含量較高、有H₂S臭味、含有五個碳以下的烷烴(可點燃)、含氟量高等, 使其生物效應更複雜。(中華衛誌 1999; 18(附冊 1): 27-30)

關鍵詞: 富砷井、分布、暴露、效應。

Distribution, exposure and effect of high arsenic well in Huhhot Basin

High arsenic deep well water distributed in artesian area. It is deep 80-120 m. High arsenic shallow well water is distributed over Huang river and Da Hei river in the west lake accumulated plain, it is deep 4-8 m. It is situated on the south of Da Qing Shan. The residents who exposure high arsenic large mouth well build in the 1950s suffered from skin disease. After they drank high arsenic water for 2-3 years, arsenic skin lesion symptoms be observed. The skin cancer and internal organs cancer were prevalent after they drank high arsenic water for 20 years, The retrospective cohort study was carried out. The results show that the death number of all cancer significantly exceed over the expectancy. The ratio is 8. The residents who exposure high arsenic hand-pumped well built in the 1980s suffered from skin lesion and hepatomegalia, peripheral visual field constriction, hearing lesion and anemia. But the cancer and the death aren't prevalent. The residents who exposure high arsenic deep water in the past few years didn't suffer from skin lesion. The people who exposure different concentration and different period suffer from different clinical manifestation, As³⁺ and As⁵⁺, and different biological effect. Besides those, high humic acid contents and H₂S, alkane and fluorine also were found on drinking water. (Chinese Journal of Health. (Taipei): 1999;18(suppl 1):27-30)

Key words: high arsenic well, distribution, exposure, effect.



前 言

繼台灣西南沿海及新疆準噶爾西南部報導飲用富砷井水引發慢性砷中毒之後，於1990年在呼和浩特盆地西部又發現飲水型慢性砷中毒病區，現就富砷井的分布，暴露與危害以及水質中的主要問題概述於下。

一、富砷水井的分布

- (一) 按呼和浩特盆地淺層、深層水文地質分區，於1994年1月選擇分區不同的35個鄉的201眼水井採水檢測，其中深層水水砷超標的有18眼井，分布在“深層水水文地質區的第Ⅵ區—湖相自流水區”；淺層水水砷超標井21眼，分布在“淺層水水文地質分區的第Ⅴ區”西部，及大黑河，黃河沖湖積平原的西部，而深淺兩層水的其餘各區均未檢出水砷超標水樣[2]。
- (二) 按地形、地貌劃分上述水文地質區恰在大青山南麓，山前沖洪積扇裙的前緣窪地，與黃河、大黑河沖湖積平原的交接地帶，這些標誌在新疆奎屯，內蒙古巴盟以及山西一些地方都有很多相似之處[3-5]。
- (三) 按行政區劃分：1990-1994年中，所檢出深淺水水砷超標井均分布在上述地帶的16個鄉的48個自然村。據此，可初步劃定呼和浩特盆地西部的高砷地下水範圍與界線[6]。
- (四) 富砷水井的垂直分布
 1. 深層富砷水：1990-1994年共檢測深井111眼，埋深80-280 m，含砷量最大值為0.36 mg/L，水砷濃度超標率為64.6%，面積1500 km²以上，分布有較明顯的連續性，涉及12個鄉，28個自然村，約21000餘人，目前尚未發現典型中毒病例[6,7]。
 2. 淺層富砷水：1990-1994年共檢測淺井414眼，含砷量最大值為1.86 mg/L，水砷濃度超標率為19%。面積約600餘km²，呈不連續的散在性分布，涉及12個鄉，27個自然村。轄區約40500人。是目前引發全部中毒病例的水層

[6,7]。

3. 地表水：據哈素海、黃河及黃河灌溉渠系水樣19份，黃河水三個斷面水樣9份的檢測，水砷濃度範圍為<0.01-0.03 mg/L，均不超標。間接提示：呼和浩特地區地下水層屬於原生環境問題。此外，傍河井水水砷含量不超標，水質尚好。

二、砷暴露及其健康影響

呼和浩特富砷水的暴露大體上可分為50年代初的大口淺井時期、80年代初的壓把井時期及近年來的深井開發時期。

- (一) 大口淺井時期：由於歷史上大口淺井富砷導致地方性砷中毒，在內蒙古只發生在呼和浩特盆地西部的鐵門更村、黑河村及北園子村等地，其對居民的影響可追溯到50年前後所建的公用大口井(埋深4-8m)，並於飲用2-3年後引發了國內首批典型砷性皮炎病例[1,7](1995年恢復原井後檢測，水砷含量為0.61 mg/L)，20餘年後相繼發生多發性皮膚癌(鮑溫病、基底細胞癌)，並有多種臟器癌死亡的持續性增加，其中癌死亡位次，主要為肺癌，其次為肝癌，皮膚癌及膀胱癌等[9,10]，粗死亡率為300-600/10萬，在癌死亡的回顧性隊列研究中，其相對危險度等於8，具有顯著性差異[10]。現有皮膚癌數例，其中於70年代出現首處癌病灶後，於90年代初繼續有新的皮膚癌病灶發生或原皮膚癌病灶仍在擴展。
- (二) 手壓淺井時期：呼和浩特盆地西部於80年代初建用庭院手壓淺井，井深4-8m，飲用含砷量0.12-1.8 mg/L淺井水的居民在2-3年後，又引發了第二批砷性皮炎的病例[1,7]，經超聲波檢查伴發肝大(除外傳染性肝炎)者占25/62，對照組為3/26， $p < 0.01$ 。砷中毒胎甲球陽性為5/62。對照組為1/26。此外，還檢出視野縮小，聽力下降及貧血等損害。經初步調查尚未發現癌症的超死亡現象。
- (三) 深層承壓水開發時期：近10年來在呼和浩特盆地西部開採80-280 m深的深層水

飲用，含砷範圍多在0.1-0.4 mg/L之間，約2萬餘人飲用5-10年以上，但尚未報告砷性皮炎病例發生，其致病性似與淺層富砷井水有別。

- (四) 富砷大口淺井與富砷手壓井的疊加作用，水源井的變更，使劑量與效應關係更為複雜，在調查研究中較難區組。經中子活化法測定病區兒童的髮樣與非病區兒童的髮樣，除含砷量有顯著性增高外，鐳(La)，釷(Sm)也顯著增高($p < 0.01$)，提示我們在今後的工作中，應重視稀土元素在砷的致癌或促癌作用中的影響。此外，對病區患者作了抗氧化能力的測定，結果顯示患者組與對照組之間的過氧化物歧化酶(SOD)、丙二醛(MDA)有顯著和非常顯著性差異。

三、富砷井水質的主要問題

- (一) 腐植酸：對於現今砷病區有意義的地下水形成於第四紀，在封閉嚴密的湖盆相沉積物中，含有豐富的有機質，水色發綠，有脫硫酸生成的 H_2S 臭味[1,7]，有五個碳以下的烷烴(可點燃)。中國預科院環研所1966年測定腐植酸結果：自流井為35.280-64.140 mg/L，手壓井為9.871-32.870 mg/L，大口井為8.108-19.447 mg/L，城市自來水為0.709 mg/L。說明病區水中腐植酸含量高，尤以深層水為著。台灣大學醫學院生化研究所測定呼浩特病區淺井水中以富啡酸(FA)為主，台灣烏腳病區深井水中以胡敏酸為主，以胡敏酸為主的台灣深井水比以富啡酸為主的呼浩特淺井水的致病能力強[12,14]。需要我們儘快明確呼浩特盆地深、淺井水中腐植酸的結構及其對末梢血管的生物效應。

在黑河病區已記錄四例脈管類病例，第一例足趾壞死，脫落最後截肢並終因難忍疼痛而自殺。第二例足趾末端乾性壞死脫落，尚存。第三、四例有明顯足趾血管循環障礙並被省級醫院診斷為脈管炎。以上四例均有典型的砷性皮炎，並

有在20-30年前共飲用富砷大口井水的暴露史。約占當時飲用該井人數的4/230，這四例雖不能確認其是血栓閉塞性脈管炎(TAO)或是動脈硬化性閉塞症(ASO)，但其與烏腳病的關係尚需認真研究[11,12]。

- (二) 在1990-1994年的水質檢測中檢出的超標井中，其含砷量多集中在0.05-0.1 mg/L之間[6]，飲用人數也多，雖未發現有砷性皮炎，但其亞臨床影響需要研究。此外，有2萬餘人飲用砷超標深井水5-10年，其中含砷量最高為0.286 mg/L和0.36 mg/L，但至今沒有發現慢性砷中毒病例，應對其深淺兩層水質進行細緻的比較。
- (三) 砷的價態：呼浩特富砷水中， As^{3+} 、亞砷酸(As^{III})占52-75%， As^{5+} 、(As^V)占25-48%，在深井與淺井水之 As^{3+} 的含量比差異不大。其總砷濃度與腐植酸，溶解氧和耗氧量濃度之間也似無相關性[15,16]。另報告巴盟淺井水 As^{3+} 約占砷含量的50-90%[15]，由於砷形態決定著砷環境行為和生物效應，是定量流行病學研究的前提，應進一步研究其存在的化學和物理的存在形式。
- (四) 病區井水中亞硝酸鹽含量不超標，多環芳烴(苯并(α)芘)未檢出，但在髮樣中鐵含量顯著增高。特別是鐳(La)和釷(Sm)也顯著增高，需進一步檢測水與食物中的稀土元素含量。
- (五) 呼浩特病區井水含氟較高，有7個鄉11個村的富砷井水中，同時氟含量超標[6]，(中國飲水氟衛生標準1.0 mg/L，在我們的調查中發現可以產生影響外觀的中度氟斑牙)。文獻報導氟與砷同時染毒小鼠，斑馬魚和大型水蚤，其聯合作用的毒性結果為拮抗作用[17]，這在病區人群中的聯合作用應進一步查明。

結 論

從總體上說呼浩特盆地西部的水質是複雜而惡劣的，面積大，層系多，淺層水除

苦鹹外多數含氟量高，已引起地方性氟中毒的盛行。深層水除含砷量高之外，高濃度的腐植酸使人難能耐受，長期飲高腐植酸的水的健康影響也應予以重視。以上問題使改水面臨困境，需改變就地找水改水的觀念，代之以傍渠取水，規劃新水源集中供水或引黃河水，是解決目前大面積富砷水危害的最終目的。

參考文獻

1. 羅振東、張玉敏等：內蒙古鐵門更與只幾梁村慢性砷中毒流行病學調查。中國公共衛生 1993；9：347-8。
2. 雲公民主編：呼和浩特市國土資源。呼和浩特：內蒙古人民出版社，1990。
3. 孫天志、武克恭等：內蒙古地方性砷中毒流行病學調查。中國地方病學雜誌 1995；地方性砷中毒論文專輯：1-4。
4. 李樹範等：內蒙古河套地區地方性砷中毒地質環境特徵與成因。內蒙古地方病防治研究 1994；19(增刊)：59-61。
5. 王連方等：地下水砷含量及其對居民慢性砷中毒的關係。環境與健康雜誌 1996；3：22。
6. 張玉敏、張閣有等：呼和浩特盆地西部大面積富砷地下水水質檢測。農村生態環境學報 1994；10：59-61。
7. 羅振東等：呼和浩特地區慢性砷中毒調查研究。內蒙古地方病防治研究，1994；19(增刊)：45-7。
8. 范成萬等：呼和浩特盆地西部飲用水砷含量分析及其富砷因素探討。環境與健康雜誌 1993；10。
9. 馬亮等：地方性砷中毒病區癌症死亡情況調查。中國慢性病預防與控制 1993；1：211。
10. 羅風基等：內蒙古呼和浩特西部黑河村高砷飲水影響的歷史隊列研究。十六屆國際癌症會議，1994；第4集：757-65。
11. 曾文賓：烏腳病之症狀及誘因之再探討、烏腳病之研究報告。台灣省政府烏腳病防治小組，1984；21：1-7。
12. 鄭寶山等：烏腳病的症狀和診斷。中國地方病學雜誌，1995；地方性砷中毒論文專輯：86-8。
13. 羅風基等：內蒙古呼和浩特西部飲高砷水和癌症的SMR研究。第二屆國際砷暴露和健康會議，1995；專輯：70。
14. 呂鋒洲等：內蒙古砷中毒病區與台灣烏腳病區飲水腐植酸的紅外光譜對比研究。中國地方病學雜誌 1995；14：219。
15. 馬恒之等：杭錦後旗地方性砷中毒區井水價態砷調查分析。內蒙古地方病防治研究 1993；18：1-4。
16. 盧光明：水環境砷存在的形態與地方性砷中毒。中國地方病學雜誌 1995；(專輯)：69-71。
17. 劉開泰：氟砷聯合中毒的毒理學研究進展。地方病通報 1996；11：107-10。

