

# 鋇中毒職業病認定指引

撰寫者：林瑜茵醫師、莊弘毅醫師

## 一、導論

鋇(Barium)為鹼土族金屬，室溫下銀白色無氣味，以二價陽離子形式形成化合物，主要以重晶石(barite，化學成分BaSO<sub>4</sub>)和毒重石(witherite，化學成分BaCO<sub>3</sub>)存在於地殼。鋇主要由岩石及礦物的風化進入自然環境，工業的製程則是另一個使鋇進入環境的重要因素[1]。鋇較容易存於海洋生物，而豆科植物，飼料，巴西堅果及磨菇亦可能有較高的含量，但食物裡的含量不至於引起健康問題[2]。

目前鋇在環境中的含量：飲用水中平均有30  $\mu\text{g/L}$ ，可能高達302  $\mu\text{g/L}$ ，空氣中濃度約0.0015ppb，不同性質的土壤中則從15 至 3,500 ppm皆有可能[3]。人體的暴露主要經由食入，正常飲食的情況含鋇量通常極低，每日食入量據估計約0.3 - 1.8 mg[4]；吸入的情形則多跟職業暴露相關；而皮膚接觸的案例則非常稀少。

硫酸鋇或氯化鋇若被吸入約有50至75%被呼吸道吸收，經由食入或檢查置入腸胃道的硫酸鋇則僅有極少量被腸胃道吸收，多數由糞便，少部分於尿液排泄[3]。

鋇化合物的毒性主要因溶解度而異；溶解度愈大通常毒性也愈大；硫酸鋇(barium sulfate)不溶於水及胃液，極少對人體有害，故在檢查可吞下或置入消化道做放射線檢查之用。可溶的鋇化合物如硝酸鋇(barium nitrate)，氯化鋇(barium chloride)，氫氧化鋇(barium hydroxide)及硫化鋇(barium sulfide) (BaS) 具人體毒性，主要造成腸胃道、心臟、肌肉症狀，並造成低血鉀[5-9]。碳酸鋇(Barium carbonate)雖不溶於水但可溶於胃液，也具有人體毒性[10-13]。

表一、鋇及其化合物之物理及化學特性[14]

	Barium oxide	Barium sulfate	Barium sulfide	Barium acetate
Molecular weight	153.326	233.391	169.393	255.416 (anhydrous) 273.431 (monohydrate)
Density	5.72 g/cm <sup>3</sup>	4.49 g/cm <sup>3</sup>	4.3 g/cm <sup>3</sup>	2.47g <sup>3</sup> (anhydrous); 2.19 g/cm <sup>3</sup> (monohydrate)
Solubility in water	1.5 g/100 g water at 20 °C	0.00031 g/100 g water at 20 °C	8.94 g/100 g water at 25 °C	79.2 g/100 g water at 25°C
	Barium chloride	Barium cyanide	Barium hydroxide	Barium carbonate
Molecular weight	208.232 (anhydrous) 244.263 (dihydrate)	189.361	171.342 (anhydrous); 189.357(monohydrate); 315.464 (octahydrate)	197.336
Density	3.9g/cm <sup>3</sup> (anhydrous) ; 3.097 g/cm <sup>3</sup> (dihydrate)	No data	3.743 g/cm <sup>3</sup> (monohydrate); 2.18 g/cm <sup>3</sup> (octahydrate)	4.2865 g/cm <sup>3</sup>
Solubility in water	37.0 g/100 g water at 25 °C	800 g/L (at 14 °C)	4.91 g/100 g water at 25 °C	0.0014 g/100 g water at 20 °C

職業暴露及潛在暴露：

鋇鹽常當作油漆、陶瓷、玻璃、塑膠及橡膠之顏料，可做為填充料和殺蟲劑。生活中的鋇中毒大多由誤食引起，如將鋇鹽誤作發酵粉、麵粉、明礬等食入[15]；有些事業廢棄物棄置場含有鋇，所以居住在附近或在附近工作的人可能因吸入污染的灰塵、吃入泥土或植物或飲用受污染的水受到暴露[4, 14]。急性職業性鋇中毒可見於製造過程中的

意外事故，如碳酸鋇烘乾爐維修時違反操作規程，化學液體爆濺灼傷等。

職業性鋇中毒最常見於製成過程有使用鋇的工廠員工：以吸入含硫酸鋇或碳酸鋇的氣體最多；鑽油業（製作鑽泥，可讓鑽井刀口穿過岩石時潤滑）、汽車塗料、瓦片磁磚、潤滑液、殺蟲劑、殺老鼠藥、噴射引擎燃料、陶瓷、玻璃、橡膠，脫毛藥，塑膠安定劑等相關的產業均可接觸的鋇及其化合物[1]。另外醫學上的檢查如腸胃的X光光學攝影也可接觸鋇化合物，從事醫療相關產業也需注意有暴露的可能。

## 二、醫學評估與鑑別診斷

### （一）醫學評估

鋇對人體來說並不是必須元素。美國環境保護局(EPA, Environmental Protection Agency)指出鋇在”食入”方面鋇非致癌物，在”吸入”部分致癌性尚未確定，並在2006年美國環保署整合毒理資料庫(IRIS, integrated Risk Information System)規列為Group D—資料尚不足以判斷是否為致癌物[16]；國際癌症研究中心(IARC, International Agency for Research on Cancer)目前則尚未有鋇致癌性的報告[3]。

哺乳類動物的腸道黏膜對於鋇離子有很高的滲透性，可溶性鋇鹽能夠很迅速地進入血液中。在動物實驗中，急性或慢性的暴露皆可導致血壓上升，腎臟毒性及心臟的功能異常[17]。研究顯示每日每公斤0.21 mg鋇攝取量，尚不至於使人體血壓升高[18, 19]。

鋇為鈣離子類似體(calcium agonist)及鉀離子拮抗劑(potassium antagonist)；急性暴露下，鋇引起癱瘓的機制在於進入人體後引起了低鉀血症。鋇作用於細胞膜上鈉鉀幫浦的鉀通道使細胞外液中的鉀不斷進入細胞[20]。但鉀無法從細胞內流出，因而發生低鉀血症，除腸胃問題，出現心臟問題，造成肌肉癱瘓[2, 10, 21]。人體研究案例多以誤食或自殺而來，以急性食入的暴露途徑為主。吸入性鋇暴露案例則以礦石粉塵為主，包括可溶性較低的硫酸鋇和及碳酸

銀。

## (二)動力學

### 1. 吸收

- (1)吸入：可溶性銀鹽在肺部每一處皆可被吸收，肺中之半衰期約8至9天[22]。銀化合物的肺部清除比率與化合物的可溶性成正相關[23, 24]。
- (2)食入：銀鹽在人體吸收的速度與其可溶性相關，也與年紀相關，老年人的吸收較差。研究發現飲食中的海藻酸鈉(Sodium alginate)可減少銀吸收[25, 26]。研究中在醫療檢查的腸道攝影時若食入58至400 克硫酸銀，即使幾乎不可溶，受測者的血液及尿液皆可偵測到銀顯著上升[27]。
- (3)皮膚接觸：目前雖無皮膚接觸銀化合物吸收狀況的研究，但專家認為普遍接觸的銀化合物極性高，不會穿過完整的皮膚層造成系統性影響[3]。

### 2. 運送及分布

銀不被人體代謝，但可能經由運送或融合進入其他複合物或人體組織。留在體內的銀主要存在牙齒與骨骼中，含量可達全身的九成。不到一成則存在於大動脈、甲狀腺、肺、睪丸、卵巢、子宮以及膀胱中。頷下腺，心臟，眼睛尤其是虹膜、鞏膜及脈絡膜，有較高的含量[28, 29]。

### 3. 排泄

人體吸收的銀91% 於糞便，6%於汗水，3%於尿液排出[30]。研究指出骨中銀半衰期約50天[31]。

## (三)生物監測

銀暴露目前尚未有認定的生物指標。

原子吸收光譜儀(Atomic absorption spectroscopy)，感應耦合電漿原子發射光譜分析儀(inductively coupled plasma atomic emission spectrometry)，電感耦合等離子體質譜(ICP-mass spectrometry)常用於量測空氣，水，及地質的低濃度銀[14]，亦於

2000年的研究中偵測尿液鋇濃度[32]。Plamboeck等學者發展 flow injection analysis and flame atomic emission spectrometry (FIA-FAES)作為肝臟及骨骼的量測方式[33]。其他方法包括敏感度稍差的X-光螢光分析儀(X-ray fluorescence spectroscopy)，中子活化分析法(neutron activation analysis)，閃爍光譜術(scintillation spectroscopy)[14]

Schroeder等學者於1972年研究了不同器官的正常情況下的鋇濃度，70公斤成人之骨骼約為2 mg/kg，眼睛330  $\mu\text{g}/\text{kg}$ ，在脈絡膜可高達10 mg/kg，肺160  $\mu\text{g}/\text{kg}$ ，皮膚50  $\mu\text{g}/\text{kg}$ ，脂肪組織36  $\mu\text{g}/\text{kg}$ 。內臟器官則微乎其微[30]。

1. 血液：血液中的鋇則於血漿之中，其正常值可從1  $\mu\text{g}/\text{L}$  到60  $\mu\text{g}/\text{L}$ ，隨年紀增加，女性高於男性[34, 35]。人體若短時間內接觸鋇，在停止暴露後24小時，血中就偵測不到；研究指出血液中的鋇會在短時間分布至骨頭中[2]。
2. 頭髮：Rosborg等人在2003年研究髮中的鋇含量，平均約在1057 mg/kg（範圍由10至7150 mg/kg），且受測者飲水的鋇含量與頭髮含量無顯著關係，也暗示頭髮應非適當的鋇暴露後檢測檢體[36]。
3. 尿液：據Tipton等人於1969年，Schroeder等人於1972年之研究認為尿液之背景鋇濃度約17 - 50  $\mu\text{g}/\text{天}$ [30]；1990年Minoia C等人研究常人尿中鋇濃度，平均值約為3.5  $\mu\text{g}/\text{L}$ ，95%信賴區間在1.0至7.0  $\mu\text{g}/\text{L}$ 間[37]。
4. 骨頭：Schroeder等人於1972年研究骨頭之鋇背景值約2  $\mu\text{g}/\text{g}$ (wet weight)。Yoshinaga等人在1995年研究肋骨中鋇含量，濃度大約在1.3  $\mu\text{g}/\text{g}$  (dry bone) [38]。鋇的骨吸收率可能隨年紀改變[39]。目前仍未有暴露劑量與偵測結果相對應的可靠研究，因此在生物偵測上尚無有效指標。

#### (四)臨床表現

1. 急性暴露：造成急性症狀者多以水溶性高之鋇化合物為主。以下為報導過的急性中毒案例：

- (1)抗日戰爭時期中國四川省因食用鹽中誤加入工業用鋇鹽(大部分為氯化鋇)，大批病人表現肌肉無力和癱瘓，嚴重者因呼吸肌麻痺而死亡的案例，稱「臥病」[15]。
- (2)2006年報導中國江西省上饒市一家加工廠使用氯化鋇、亞硝酸鹽等工業廢鹽加工鹹鴨蛋販賣，造成眾多消費者在端午節期間食用後發生鋇中毒，並導致其中兩人死亡。生產現場抽取的鹹蛋樣品鋇含量高達300mg/kg。
- (3)據2003年美國疾管局報告，醫學用造影所用的硫酸鋇被可溶性鋇鹽污染，造成巴西44名受檢者中毒，其中9名死亡；受檢者之症狀有腹痛、腹瀉、噁心嘔吐、心律不整、情緒激動。該顯影劑經檢驗發現可溶性鋇濃度高達 7.19 g/L，大部分病人約喝進150 mL，其症狀約在接觸後1小時後開始發作[40]。
- ①急性食入性鋇中毒最先影響到腸胃道，表現出噁心、嘔吐、腹部絞痛、腹瀉，甚至腸胃道出血等症狀[2]。而因造成低血鉀影響骨骼肌及心肌，肢體震顫，更嚴重者失去肌腱反射，出現心律不整[41, 42]，肌肉癱瘓，呼吸肌及腎臟功能受影響，甚至死亡。
- ②急性吸入性鋇中毒：此暴露途徑人體研究尚不足。據Shankle與Keane1988年的個案報告，暴露於大量碳酸鋇粉末之勞工除噁心、嘔吐、腹部絞痛之外，也出現低血鉀及反射消失，肌肉無力癱瘓症狀，最後因腎衰竭死亡[3]。動物研究雖發現大劑量的急性暴露可能表現出支氣管收縮，但人體呼吸道症狀目前未有研究統計。
- ③急性皮膚接觸：此暴露途徑人體研究尚不足。目前認為多為局部反應（如皮膚炎、潰瘍），尚無全身性影響[3]。
- ④鋇的人體毒性閾值劑量約在0.2至0.5g，致死劑量約在0.8g至0.9g或11mg/kg，半致死劑量(LD50)約 66 mg/kg) [3, 43]。
- ⑤治療:由於急性鋇中毒後會出現嚴重低血鉀，故鉀離子的補充為首要治療，可溶的硫酸鹽類亦有幫助，硫酸根可與尚未吸收的鋇離子合成化合物以防止人體持續吸收進一步傷害。Berning

於 1975年研究發現急性鉍中毒的血鉀會由正常值3.5 - 5.0 mEq/L 降至 1.5 - 3.0 mEq/L, 但若能適度靜脈給予鉀離子的補充, 症狀會很快緩解[44, 45]。

## 2. 慢性暴露:

- (1)吸入: 吸入可溶性低的鉍化合物如重晶石礦所含之硫酸鉍, 使肺部多核白血球及巨嗜細胞產生反應, X光下出現緻密小型不透光陰影, 大小多約2 - 4 mm, 稱鉍肺症(Baritosis) [46]。此情形不易影響肺功能, 也極少產生肺部症狀, 在停止暴露後, X光的表現可能逐漸改善[47, 48]。NIOSH 1982年的研究中指出鉍金屬工作者較未暴露的工作者血壓明顯較高, 但因研究人數過少且僅測量一次, 此結論仍有爭議[49]。
- (2)食入: 飲用水中本就含有少量鉍, 但地下水鉍含量更高, 可超過1 mg/L, 故針對慢性暴露與人體健康之關聯, 飲用水的研究不少但照目前大型研究之結果, 慢性暴露是否造成疾病目前尚未有定論。
- (3)指標: 曾有大型實驗以鉍在肋骨中的含量可當作慢性暴露的指標, 但目前尚未被廣泛應用, 因其證據力有待更深入之研究[38]。

## (五)鑑別診斷

急性鉍中毒病人出現症狀因低血鉀而起, 可出現疲倦、肌肉疼痛、無力或是抽筋症狀、平滑肌功能的影響則可造成麻痺性腸阻塞, 更嚴重者除發生橫紋肌溶解症, 更有可能出現心律不整與昏厥。

消化系統症候, 例如腹痛須與腹部急症鑑別, 如急性闌尾炎等等; 神經系統及肌肉症狀, 如抽筋無力須排除周邊神經病變、腦部病變如中風、癲癇、腦瘤、或酒精及其他有機溶劑影響等可能; 心律不整或暈厥自然需依照心電圖特性了解病人的內分泌與離子狀況。

低血鉀由檢查發現後, 應可由病史初步判斷原因為攝取過少、流失過多, 或源自細胞內外的轉移(transcellular shift)。病人用藥情形也需注意以排除利尿劑影響、礦物性皮質醇攝取過多或庫欣氏症、及胰島素治療之反應。可以尿鉀及動脈氣體分析、其他離子狀況及病人血壓做參考, 以排除高醛固酮血症

(hyperaldosteronism)、腎小管酸血症 (renal tubular acidosis) 及其他少見的Liddle' s syndrome，及年紀較小就可能發作的體染色體隱性的病變Batter氏症候群(Batter' s syndrome)和Gitelman氏症候群(Gitelman' s syndrome)。

源自細胞內外的轉移(transcellular shift)需鑑別的狀況非常多，包括鹼血症，胰島素治療之反應，甲狀腺毒症及極少見的遺傳性疾病--週期性肌肉無力症(familial periodic paralysis)。

詳細的病史詢問，了解病人職業的暴露才是診斷最重要的關鍵。

### 三、流行病學證據

美國National Toxicology Program曾以小鼠進行飲用水中氯化鋇之暴露試驗，以觀察其腎臟毒性；結果數據顯示鋇的暴露在動物試驗上具有劑量反應關係[50]。

美國學者Brenniman等人針對人體健康，於1981年在McHenry、West Dundee兩社區進行有關於鋇所引發的疾病發生率差異實驗研究，以飲用水中鋇含量的差異探討是否造成居民身體發病率有所差異。兩個社區有相似的人口組成特徵，但飲用水中鋇含量平均的濃度差異大，McHenry為0.1毫克/升，West Dundee為7.3毫克/升。其他影響因素如飲用水中其他礦物質種類含量皆相似。所有研究對象都需接受血壓測量及健康問卷調查(包括性別、年齡、體重、身高、吸煙習慣、家族病史、職業、用藥、是否有心臟疾病、中風、腎臟疾病等)，有高血壓疾病者並不納入研究。兩族群年齡介於18至75歲之間McHenry為532名男性、671女性，West Dundee為506名男性、669名女性。兩社區種族組成相似，各家庭中也無家用軟水飲水機。研究結果發現，測量血壓在收縮壓及舒張壓上並無顯著差異。也沒有任何高血壓、心臟疾病、中風或腎臟病發生率顯著的差異等等。結果顯示飲用水中本來就會含有少量鋇，但含量極少的情況下並不會對人體造成影響，飲用水中含鋇對人體的影響也十分有限[51]。

Brenniman and Levy 等人於1984年研究美國伊利諾州飲水鋇含量



與死亡率的關係。發現水中鋇含量2 - 10 mg/L居民較含量小於0.2 mg/L的居民有更高的心血管疾病的死亡率，但因有許多變數無法加以適當控制，尚未可下因果的結論[18]。學者Wones等人在1990年在飲用水加入氯化鋇探討對人體的影響；受試者為11位健康男性志願者，年齡介於27至61歲之間。受試者目前皆未服用任何藥物，實驗對象每天飲用含氯化鋇的水每天1.5升，鋇含量有5ppm(0.11毫克/公斤-日)由研究期間逐漸增加至10 ppm (0.21毫克/公斤-日)。受試者不改變原有的運動、喝酒、吸菸，及飲食習慣。測量其收縮壓及舒張壓、血液、尿液及心電圖。研究結果發現，血壓變化並無明顯差異，血鈣、總膽固醇、三酸甘油酯、鉀、尿鈉或白蛋白等皆無明顯變化，心電圖監測方面也無心律異常現象。此研究顯示水中鋇對人體危害可能不明顯，但因樣本數過小，而並未有明顯研究結果[52]。

Yoshinaga 等人於1995年以 35 位老人為研究，發現有腦血管疾病(梗塞或出血)者其肋骨中的鋇濃度愈高，但因樣本數過少，病人分類標準尚有疑異，仍待其他更深入的研究才能有確定的結論[38]。

#### 四、暴露證據收集之方法

##### (一)作業經歷之調查

個人工作史、職業變遷、工作時間、休假、工作特性、作業環境(如作業地點、位置、風向、空調設備、風扇、窗戶和門戶)、個人衛生習慣、飲食習慣、飲食地點、食物污染、工廠安全和職業安全教育的實施。

##### (二)既往病歷之調查

心智及精神、神經系統、心血管、胃腸、呼吸、肌肉骨骼、內分泌系統及家庭病史之調查。

##### (三)環境偵測

在可能受污染環境中，依據作業種類，在不同地點做定點之空氣採樣，若懷疑為食入中毒之案例可輔以食物、土壤、水質的採樣，加以偵測。對於工廠進料、出貨和產品可定量或定性之分析，亦可經

由原料製作製造商、供應商或雇主提供之原始資料來幫助判定。

#### (四) 生物偵測

目前沒有可靠的醫學檢驗方法測試鋇的暴露；但若短時間內接觸鋇，在停止暴露後24小時，血中就偵測不到。多在3天內大部分經糞便排出，故偵測上可能有實際施行上的困難。曾有日本研究使用肋骨的鋇含量，但因欠缺更深入的研究，目前未廣泛使用。

### 五、相關標準

#### (一) 空氣標準

1. 美國職業安全衛生署(OSHA)規定一般職業場所鋇及水溶性鋇化合物的法定強制容許濃度(PEL permissible exposure limit)為0.5mg/m<sup>3</sup>而硫酸鋇為15mg / m<sup>3</sup> (總粉塵量total dust) 及5mg/ m<sup>3</sup> (可呼吸性粉塵)[53]。
2. 美國國家職業安全衛生研究所(NIOSH)建議暴露濃度上限(REL Recommended exposure limit)則分別訂0.5mg/m<sup>3</sup>及10mg / m<sup>3</sup>，並界定空氣中鋇及可溶性鋇鹽濃度50mg/ m<sup>3</sup>為立即危害健康生命(IDLH)的濃度。
3. 台灣勞委會規定一般職業場所鋇及水溶性鋇化合物的法定強制容許濃度(PEL permissible exposure limit)亦為0.5mg/m<sup>3</sup>。

#### (二) 飲用水標準

美國環保署訂定飲用水中鋇的濃度不超過1ppm，美國食品藥物管理局(FDA)規定瓶裝水中鋇的標準為2ppm。

### 六、鋇及其化合物引起之中毒認定參考指引

鋇中毒是吸入或食入鋇化合物所致的全身性疾病。急性鋇中毒：短期內吸入或食入高濃度水溶性鋇化合物後，主要引起低血鉀及相關症狀；而慢性鋇暴露之疾病，則因吸入可溶性低的鋇化合物後，經一定的潛伏期(通常需要幾年時間)發生使肺部多核白血球及巨嗜細胞產生反應，X光下出現緻密小型不透光陰影，稱鋇肺症(Baritosis)。診斷原則必須根據明確的職業接觸史及胸部 X 光及表現，結合作業環境調查及現場空氣中鋇濃度資料，進行綜合分析，排除其他疾病後才可

診斷。

### (一)急性鋇中毒

#### 1. 主要基準：

##### (1)有職業暴露史

由病患之工作史、過去病史、現病史及作業環境有無鋇化合物之接觸，亦可由空氣濃度監測資料證實有鋇化合物之暴露。

##### (2)實驗室檢查血中鉀離子濃度低於3.5 mEq/L。且出現下列任一項之臨床症狀或徵象：

①腸胃道症狀：臨床上會出現噁心、嘔吐、腹部絞痛及腹瀉甚至腸胃道出血等急性症狀。

②肌肉系統：肢體震顫，失去肌腱反射，肌肉癱瘓，呼吸肌受影響。

③神經系統：包括：頭痛、頸痛、焦慮不安、運動失調、神智不清、痙攣、昏迷。

④心血管系統：血壓急遽變化(升高或降低)，心律不整如U波或T波異常，心搏過慢或過快，心室纖維震顫，心臟驟停，甚至猝死。

##### (3)排除其他非職業性致病因素所造成。

#### 2. 輔助基準：

(1)離開作業環境或作業環境改善後症狀消除或減輕。

(2)在同一工作環境中之其他勞工亦有類似臨床症狀且亦排除其他職業或非職業性致病因素所造成。

(3)尿液或骨骼中之鋇濃度超過正常範圍。

### (二)鋇肺症(Baritosis)

#### 1. 主要基準：

##### (1)有職業暴露史

由病患之工作史、過去病史、現在病史及作業環境有無鋇化合物之接觸，亦可由空氣濃度監測資料證實有無鋇化合物之暴露，通常潛伏期為數月至數年。

##### (2)有下列條件1及2或1及3：

①呼吸系統症狀或徵候，病人自覺症狀可能不明顯。

②胸部X光片呈現瀰漫性肺變化或間質性肺纖維化。

③肺切片檢查吻合鉬肺症之變化，如肉芽腫形成、單核球浸潤。

(3)排除其他非職業性致病因素所造成。

## 2. 輔助基準：

(1)同一工作場所，有其他人員具同樣發現。

2009年歐盟診斷指引--鉬引起之肺部疾病暴露基準

①鉬之刺激效應 (irritant effects) 的最小暴露濃度 (minimum intensity of exposure)：5mg/m<sup>3</sup>

②全身性效應 (systemic effects) 的最小暴露濃度為10mg / m<sup>3</sup>；  
最短暴露時間 (minimum duration of exposure) 於最長潛伏期 (maximum latent period) 為五年

## 七、建議特殊作業健康檢查項目

(一)作業經歷、生活習慣及自覺症狀之調查。

(二)咳嗽、咳痰症狀及心血管疾病、高血壓、皮膚等既往病史之調查。

(三)呼吸系統 (呼吸音) 及皮膚 (皮膚炎、潰瘍) 之理學檢查。

(四)從事工作滿一年，應實施胸部X光攝影檢查。

## 八、結論

目前的鉬相關的職業疾病案例主要仍在呼吸道的暴露，有些案例報告指出，工人在工作中暴露於硫酸鉬粉塵，則可能得到鉬肺症 (Baritosis)；鉬肺症可造成肺部 X 光的混濁，但大多不影響肺功能。若工人停止暴露於這樣的環境中，肺部的鉬含量可隨著時間慢慢減少。

一般在腸胃道的鉬暴露，大多與職業暴露無關。雖認為慢性暴露可能有心血管方面的影響，特別是高血壓，但這個部分目前沒有足夠的人體數據證實，尚待更多研究。

## 九、参考文献

- (一)World Health Organization, Barium and barium compounds2001, Geneva, Switzerland。
- (二)Agneta Oskarsson, A.L.R., Handbook on the Toxicology of Metals., ed. r. ed. Vol. 20. 2007. p. 407-414。
- (三)Agency for Toxic Substances and Disease Registry, Toxicological Profile for Barium. Agency for Toxic Substances and Disease Registry2007, Atlanta, GA, U.S. : Department of Health and Human Services。
- (四)World Health Organization, Environmental Health Criteria 1071990, Geneva, Switzerland: World Health Organization。
- (五)Downs, J.C., D. Milling, and C.A. Nichols, Suicidal ingestion of barium-sulfide-containing shaving powder. Am J Forensic Med Pathol, 1995. 16(1): p. 56-61。
- (六)Gould, D.B., M.R. Sorrell, and A.D. Lupariello, Barium sulfide poisoning. Some factors contributing to survival. Arch Intern Med, 1973. 132(6): p. 891-4。
- (七)Jobba, G. and B. Rengei, [Neopol (barium polysulfide) intoxication]. Arch Toxikol, 1971. 27(2): p. 106-10。
- (八)Jourdan, S., et al., Suicidal poisoning with barium chloride. Forensic Sci Int, 2001. 119(2): p. 263-5。
- (九)Lydtin, H., et al., [on Barium Poisoning]. Munch Med Wochenschr, 1965. 107: p. 1045-8。
- (十)Johnson, C.H. and V. J. VanTassell, Acute barium poisoning with respiratory failure and rhabdomyolysis. Ann Emerg Med, 1991. 20(10): p. 1138-42。
- (十一)Lewi, Z. and Y. Bar-Khayim, Food-Poisoning from Barium Carbonate. Lancet, 1964. 2(7355): p. 342-3。
- (十二)Maretic, Z., et al., [Barium poisoning]. Med Klin (Munich),

1957. 52(45): p. 1950-3 °
- (十三) Morton, W., Poisoning by radium carbonate. *Lancet*, 1945. 2: p. 738 °
- (十四) Agency for Toxic Substances and Disease Registry, Toxic Profile for Barium. Agency for Toxic Substances and Disease Registry 1992, Atlanta, GA, U.S.: Department of Health and Human Services °
- (十五) Allen, A. S., Pa Ping of Kiating paralysis. *Chin Med J*, 1943. 61: p. p. 296 - 301 °
- (十六) U.S. Environmental Protection Agency, Barium 2007, Washington, DC: Integrated Risk Information System °
- (十七) Perry, H.M., Jr., et al., Hypertension and associated cardiovascular abnormalities induced by chronic barium feeding. *J Toxicol Environ Health*, 1989. 28(3): p. 373-88 °
- (十八) E. J. Calabrese, E.P.S.P., *Advances in Modern Toxicology*, 1984, Brennum, G. R., Levy, P. S: New Jersey. p. p. 231 - 49 °
- (十九) Yellen, G., Permeation in potassium channels: implications for channel structure. *Annu Rev Biophys Biophys Chem*, 1987. 16: p. 227-46 °
- (二十) Roza, O. and L.B. Berman, The pathophysiology of barium: hypokalemic and cardiovascular effects. *J Pharmacol Exp Ther*, 1971. 177(2): p. 433-9 °
- (二十一) Schott, G.D. and B. McArdle, Barium-induced skeletal muscle paralysis in the rat, and its relationship to human familial periodic paralysis. *J Neurol Neurosurg Psychiatry*, 1974. 37(1): p. 32-9 °
- (二十二) Morrow, P.E., F.R. Gibb, and L. Johnson, Clearance of Insoluble Dust from the Lower Respiratory Tract. *Health*

- Phys, 1964. 10: p. 543-55 °
- (二三)Cuddihy, T.G., R.P. Hall, and W.C. Griffith, Inhalation exposures to barium aerosols: physical, chemical and mathematical analysis. Health Phys, 1974. 26(5): p. 405-16 °
- (二四)Einbrodt, H. J., F. Wobker, and H.G. Klippel, [Experimental studies on the accumulation and distribution of barium sulphate in the rat following inhalation]. Int Arch Arbeitsmed, 1972. 30(3): p. 237-44 °
- (二五)Sutton, A., et al., Reduction in the retention of radioactive barium in rats following the addition of sodium alginate derivatives to the diet. Int J Radiat Biol Relat Stud Phys Chem Med, 1972. 22(3): p. 297-300 °
- (二六)Sutton, A. and H. Shepherd, Urinary barium excretion in man and its reduction by alginate. Health Phys, 1973. 25(2): p. 182-4 °
- (二七)Clavel, J.P., et al., [Intestinal absorption of barium during radiological studies]. Therapie, 1987. 42(2): p. 239-43 °
- (二八)McCauley, P.T. and I.S. Washington, Barium bioavailability as the chloride, sulfate, or carbonate salt in the rat. Drug Chem Toxicol, 1983. 6(2): p. 209-17 °
- (二九)Sowden, E. and A. Pirie, Barium and strontium concentrations in eye tissue. Biochem J, 1958. 70(4): p. 716-7 °
- (三十)Schroeder, H. A., I.H. Tipton, and A.P. Nason, Trace metals in man: strontium and barium. J Chronic Dis, 1972. 25(9): p. 491-517 °
- (三一)Machata, G. B. I. H. G. S. a. H. S., Handbook on Toxicity of Inorganic Compounds 1988, New York: Marcel Dekker Inc °
- (三二)Komaromy-Hiller, G., et al., Comparison of representative

ranges based on U.S. patient population and literature reference intervals for urinary trace elements. *Clin Chim Acta*, 2000. 296(1-2): p. 71-90 °

- (三三)Plamboeck C, H. C. W., Sune A. Pedersen, Jens E. T. Andersen, Filterless pre-concentration by co-precipitation by formation of crystalline precipitate in the analysis of barium by FIA-FAES. *J. Anal. At. Spectrom*, 2003. 18: p. 49-53 °
- (三四)Cornelis, R., E. Sabbioni, and M.T. Van der Venne, Trace element reference values in tissues from inhabitants of the European Community. VII. Review of trace elements in blood, serum and urine of the Belgian population and critical evaluation of their possible use as reference values. *Sci Total Environ*, 1994. 158(1-3): p. 191-226 °
- (三五)Rahil-Khazen, R., B. J. Bolann, and R. J. Ulvik, Trace element reference values in serum determined by inductively coupled plasma atomic emission spectrometry. *Clin Chem Lab Med*, 2000. 38(8): p. 765-72 °
- (三六)Rosborg, I., B. Nihlgard, and L. Gerhardsson, Hair element concentrations in females in one acid and one alkaline area in southern Sweden. *Ambio*, 2003. 32(7): p. 440-6 °
- (三七)Minoia, C., et al., Trace element reference values in tissues from inhabitants of the European community. I. A study of 46 elements in urine, blood and serum of Italian subjects. *Sci Total Environ*, 1990. 95: p. 89-105 °
- (三八)Yoshinaga, J., et al., Trace elements in ribs of elderly people and elemental variation in the presence of chronic diseases. *Sci Total Environ*, 1995. 162(2-3): p. 239-52 °
- (三九)Domanski, T., D. Witkowska, and I. Garlicka, Influence of



age on the discrimination of barium in comparison with strontium during their incorporation into compact bone. *Acta Physiol Pol*, 1980. 31(3): p. 289-96 °

- (四十) Barium toxicity after exposure to contaminated contrast solution--Goias State, Brazil, 2003. *MMWR Morb Mortal Wkly Rep*, 2003. 52(43): p. 1047-8 °
- (四一) Habicht, W., P. von Smekal, and H. Etzrodt, [Course and treatment of barium poisoning]. *Med Welt*, 1970. 28: p. 1292-5 °
- (四二) Sassine, A., [Probable cause of the arrhythmic and fibrillatory effects of barium ion]. *Arch Int Pharmacodyn Ther*, 1970. 188(1): p. 23-7 °
- (四三) Dallas, C.E. and P.L. Williams, Barium: rationale for a new oral reference dose. *J Toxicol Environ Health B Crit Rev*, 2001. 4(4): p. 395-429 °
- (四四) Berning, J., Letter: Hypokalaemia of barium poisoning. *Lancet*, 1975. 1(7898): p. 110 °
- (四五) Diengott, D., et al., Hypokalaemia in Barium Poisoning. *Lancet*, 1964. 2(7355): p. 343-4 °
- (四六) Doig, A.T., Baritosis: a benign pneumoconiosis. *Thorax*, 1976. 31(1): p. 30-9 °
- (四七) Levi-Valensi, P., et al., [Apropos of 57 cases of pulmonary baritosis. (Results of a systematic investigation in a baryta factory)]. *J Fr Med Chir Thorac*, 1966. 20(4): p. 443-55 °
- (四八) Wende, E., [Pneumoconioses in baryta- and lithopone workers]. *Arch Gewerbepathol Gewerbehyg*, 1956. 15(2): p. 171-85 °
- (四九) National Institute for Occupational Safety and Health,

Health hazard evaluation report No. 81-356-11831982,  
Cincinnati: Sherwin Williams Company, Coffeyville, Kansas.  
U. S. Department of Health and Human Services, NIOSH, Health  
Evaluation and Technical Assistance Branch, Cincinnati,  
OH.

- (五十)NTP Toxicology and Carcinogenesis Studies of Barium  
Chloride Dihydrate (CAS No. 10326-27-9) in F344/N Rats and  
B6C3F1 Mice (Drinking Water Studies). Natl Toxicol Program  
Tech Rep Ser, 1994. 432: p. 1-285.
- (五一)Brenniman, G.R., et al., High barium levels in public  
drinking water and its association with elevated blood  
pressure. Arch Environ Health, 1981. 36(1): p. 28-32.
- (五二)Wones, R.G., B.L. Stadler, and L.A. Frohman, Lack of effect  
of drinking water barium on cardiovascular risk factors.  
Environ Health Perspect, 1990. 85: p. 355-9.
- (五三)U. S. Department of Labor: Occupational Safety and Health  
Administration, Barium, Soluble Compounds2006:  
Occupational Safety and Health Administration.