

## 二氧化硫

李才宇 醫師

### 一、導論

二氧化硫 (sulfur dioxide) 在一般的大氣壓及室溫下是無色而帶有刺激性味道的氣體，但它也可以呈液體的狀態存在。它的分子式是  $\text{SO}_2$ ，分子量為 64.04，比重相對於空氣為 2.26，具有良好的水溶性，容易溶於水或是有機溶劑。它在物質安全資料表 (Material Safety Data Sheets, MSDS) 的序號為 99，化學文摘社 (Chemical Abstracts Service, CAS) 的登記號碼為 CAS. No. 07446-09-5。英文的同意名稱還有 sulfurous anhydride、sulfurous oxide 及 sermenticide liquid 等<sup>1-3</sup>。

二氧化硫一般是由燃燒含硫的化合物而產生，例如金屬、礦產或是油料的提煉等，均會造成二氧化硫的產生，因此像是在煉油廠或是煉鋼廠的附近，常可發現到有二氧化硫的存在。在其他工業上，二氧化硫則可被用來製造硫酸或是漂白劑，也可被當做食品的防腐劑，或是橡膠業用來當做冷卻劑。然而雖然二氧化硫可以作為製造的原料或是中間產物，但是它通常被認為是空氣污染的一種主要成份<sup>3-10</sup>。

### 二、具潛在性暴露之職業

由二氧化硫產生的方式以及它在工業上的用途，在作業上可能產生或是接觸到二氧化硫的行業包括有<sup>3-10</sup>：

1. 石化業
2. 冶煉業
3. 硫酸鹽製造業
4. 漂白劑的使用及製造
5. 消毒劑的使用及製造
6. 防腐及冷凍作業
7. 鑄鋁廠
8. 橡膠業
9. 造紙業
10. 消防員
11. 其他相關作業

### 三、醫學評估與鑑別診斷

二氧化硫在常態下主要是一種刺激性的氣體，但由於其具有良好的水溶性，在遇到流汗的皮膚或是濕潤的黏膜如眼睛及口、鼻等處，即有可能轉變成亞硫酸或硫酸而具有腐蝕性，因此它對人體造成傷害的部位，除了呼吸道以外，皮膚、眼睛及口、鼻等處也是可能受到傷害的主要部位<sup>3-11</sup>。

急性作用：

二氧化硫為中至強度的刺激劑，通常人員在聞到它的味道時都會立即走避，因此一般急性大量吸入傷害的情形較為少見。同時由於二氧化硫具有良好的水溶性，因此除非是深呼吸或吸入的濃度太高，否則通常它所影響的部位多在上呼吸道，如鼻子、咽、喉等處。而其主要的症狀包括有：

眼睛：流淚、角膜結膜炎。

口、鼻等處的黏膜：乾燥、紅腫、潰瘍。

呼吸道：咳嗽、打噴嚏、呼吸困難、窒息感。

較長時間或較高濃度的二氧化硫暴露，則可能引起肺部的刺激及傷害，例如在 1ppm 的濃度下暴露 1~6 小時，便有可能使肺功能降低；而在 5ppm 的濃度下暴露 10~30 分鐘，則可能使支氣管收縮，造成呼吸困難；若是在密閉空間中，極高濃度 (>250ppm) 的二氧化硫則會嚴重的傷害呼吸道，並引起低血氧及肺水腫的症狀；而當暴露的濃度達到 500ppm 以上時，則無法呼吸，甚至數分鐘內即可致死<sup>1,9</sup>。

液態的二氧化硫可作為冷卻劑使用，其對作業的勞工可能造成的影響，主要是因意外潑濺到眼睛時所引起的傷害。症狀可包括急性的角膜結膜發炎、水腫、視力模糊，甚至是造成永久性的視力缺損，因此是相當嚴重的結果。

慢性作用：

持續、低濃度的二氧化硫暴露可能會產生適應的情形，因而可能會對該濃度的二氧化硫刺激的反應減少，但是長期的暴露仍然有可能會對人體造成傷害，而其可能造成的影響有：

皮膚：乾裂、溼疹或是局部的潰瘍。

眼睛：容易流淚、角膜結膜發炎、視力減退。

口、鼻：黏膜紅腫、嗅覺及味覺異常；牙齒琺瑯質傷害、牙周病；慢性鼻炎。

呼吸道：咳嗽、慢性支氣管炎、慢性阻塞性氣體交換障礙。

鑑別診斷：

二氧化硫常與其他的空氣污染物如氮氧化物 (NO<sub>x</sub>) 等共同存在，因此要明確的認為是二氧化硫所造成的影響，有時並不容易。另外其他的刺激性氣體，如氨氣等，也可能引起類似的呼吸道及眼睛、黏膜的症狀。

#### 四、流行病學證據

硫氧化物 (SO<sub>x</sub>) 及氮氧化物等一直是空氣污染的重要成份，近年來由於環境保護意識的重視，硫氧化物暴露對人體健康的影響因而在空氣污染相關的流行病學研究中被廣泛的探討，也因此更加清楚的了解它對人體健康的危害，包括肺功能的降低、慢性咽喉炎、嗅覺及味覺的減退等。硫氧化物除了對一般的生活環境，特別是像火力發電廠或是像煉油廠、煉鋼廠等工業區的周圍造成影響外，也會對在這些場所工作的勞工造成傷害。例如一項對煉鋼廠勞工的研究報告即發現，該廠員工的肺功能均較一般的人為差，並且逐年持續的在降低<sup>4,5,8</sup>。

除了上述對人體健康影響的症狀以外，部分的研究亦發現，暴露在二氧化硫污染的環境中可能會影響到免疫系統的功能，因而導致其他相關的疾病，如上呼吸道感染的嚴重程度增加，在一項家電工廠的調查中即發現，該廠員工感冒的罹病時間均較對照組為久<sup>4,12</sup>。另外，在死亡率的研究也發現，二氧化硫空氣污染的環境可能與死亡率的增加有正相關性<sup>4,13,14</sup>。

在致癌性方面，國際癌症研究局 (International Agency for Research on Cancer, IARC) 將硫氧化物歸屬為第 3 類，認為可能為致癌物之衍生物或代謝物，或是可致癌之混合物中的成份，對人體致癌性的證據較為不足<sup>9,16</sup>。而二氧化硫遇水後所產生的硫酸則被歸屬為第 1 類 (已有充分的流行病學證據可認定人類致癌)，認為可能與喉癌的產生有關<sup>15</sup>，並且可促使其他呼吸道疾病的惡化。

## 五、暴露證據收集之方法

- (一) 由工人所從事的行業類別、個人工作史、作業的製作過程，以及包括工作場所中所使用的原料，或是物質安全資料表，評估是否與二氧化硫有關。
- (二) 作業環境的監測記錄，或採樣資料顯示有二氧化硫或其反應衍生產物濃度過高的情形，或是有外洩的災害報告。採樣方法可參考行政院勞委會標準分析參考方法：2405 二氧化硫<sup>17</sup>。
- (三) 暴露容許濃度<sup>1,7,18</sup>：

我國：

依據民國八十四年修訂的「勞工作業環境空氣中有害物容許濃度標準」。

八小時日時量平均容許濃度 (time weighted average, TWA) 為 2ppm。

短時間 (任何一次連續十五分鐘內) 時量平均容許濃度 (short term exposure limit, STEL) 為 4ppm。

美國政府工業衛生師協會 (American Conference of Governmental Industrial Hygienists, ACGIH)：2ppm TWA。

美國職業安全衛生署 (Occupational Safety and Health Administration, OSHA)：5ppm TWA。

美國職業安全衛生研究所 (National Institute of Occupational Safety and Health, NIOSH)：2ppm TWA，5ppm STEL。

## 六、結論

二氧化硫主要是造成刺激性的傷害，評估是否因二氧化硫所造成的職業病，其認定基準可由：

### (一) 主要基準

#### 1. 有職業暴露史。

確定的證據包括所從事的行業是否相關，是否有使用二氧化硫，或製程中是否會產生二氧化硫及其反應衍生產物，以及作業環境的監測記錄等。

#### 2. 疾病症狀之發生與職業的暴露符合時序性的原則。

即疾病症狀的發生是在職業的暴露之後，如為急性暴露，疾病症狀應在職業暴露時或數小時內即會發生，視暴露的劑量大小而定。

#### 3. 臨床上的醫學診斷證據與二氧化硫所造成的疾病症狀相符。

#### 4. 合理的排除其他可能的原因。

其他可能造成類似的症狀還包括有如氨氣或氯氣等刺激性氣體的暴露，另外由於二氧化硫也是一般環境空氣污染的主要成分，因此非職業性暴露所造成的影響，也應注意加以排除。

### (二) 輔助基準

#### 1. 在病例發生的工作場所已有其他相同或類似的傷害或疾病被報告。

#### 2. 工作場所的監測或採樣資料顯示有二氧化硫或其反應衍生產物濃度過高的情形，或是有外洩的災害報告。

#### 3. 病人離開工作場所後症狀改善。

但是肺水腫等肺部的症狀可能於數小時之後才出現。

## 七、參考文獻

1. 勞工安全衛生研究所，物質安全資料表  
勞工安全衛生研究所網站：<http://www.iosh.cla.gov.tw/>
2. Sax NI, Dangerous Properties of Industrial Materials 6<sup>th</sup>, Van Nostrand Reinhold Company Inc. 1984
3. 行政院勞工委員會，職業病診斷準則，民國 86 年 10 月
4. 行政院勞工委員會，歐洲聯盟職業病診斷指引，民國 86 年 6 月
5. 毛文秉譯，職業病防治，茂昌圖書有限公司，民國 80 年 10 月
6. 行政院勞工委員會，我國職業疾病認定基準（一），民國 87 年 10 月
7. LaDou J, Occupational & Environmental Medicine 2<sup>nd</sup>, Prentice-Hall International Inc. 1997
8. Rom WN, Environmental and Occupational Medicine 2<sup>nd</sup>, Little, Brown and Company 1992
9. Finkel AJ, Hamilton and Hardy's Industrial Toxicology 4<sup>th</sup>, John Wright, PGS Inc. 1983
10. 王仁澤，環境與工業毒物學，高立圖書有限公司，民國 82 年 10 月
11. Trevethick RA, Environmental and Industrial Health Hazards: a practical guide, William Heinemann Medical Books Ltd. 1973
12. Wardlaw AJ, The role of air pollution in asthma, Clin Exp Allergy 23(2):81-96, 1993
13. Harrison R, Materna BL, Rothman N, Respiratory health hazards and lung function in wildland firefighters, Occup Med 10(4):857-70, 1995
14. Alberdi Odriozola JC, Diaz Jimenez J, Montero Rubio JC, Miron Perez IJ, Pajares Ortiz MS, Ribera Rodrigues P, Air pollution and mortality in Madrid, Spain: a time-series analysis, Int Arch Occup Environ Health 71(8):543-9, 1998
15. 王榮德，硫酸暴露作業工人之長期健康為害研究，勞工安全衛生研究所，民國 87 年
16. 國際癌症研究局網站：<http://www.iarc.fr/>
17. 行政院勞工委員會，採樣分析建議方法  
行政院勞工委員會網站：<http://www.cla.gov.tw/>
18. 行政院勞工委員會，勞工安全衛生法規彙編（三），民國 87 年 10 月