

二氧化氮、三氧化二氮及二氯化碳（光氣）中毒及其續發症

李才宇 醫師

一、導論

二氧化氮 (nitrogen dioxide, NO_2) 及三氧化二氮 (nitrogen trioxide, N_2O_3) 是屬於氮氧化物 (nitrogen oxides, NO_x)，同類的物質還包括有一氧化氮 (nitric oxide, NO)、氧化亞氮 (nitrous oxide, N_2O)、及四氧化二氮 (nitrogen tetroxide, N_2O_4)、等^{1,2}。

一般在作業上所產生的氮氧化物是以二氧化氮為主，毒性也較其他的氮氧化物為強。二氧化氮在一大氣壓及室溫下是紅褐色而具有刺激性味道的發煙液體或氣體。它的分子式即為 NO_2 ，分子量為 46.01，比重相對於空氣為 1.58，比空氣重，會溶於水，當它溶於水時會反應變成硝酸及產生一氧化氮。它與四氧化二氮是一種平衡性的混合物，依溫度的不同而成不同比例的平衡。它在物質安全資料表 (Material Safety Data Sheets, MSDS) 的序號為 345，化學文摘社 (Chemical Abstracts Service, CAS) 的登記號碼為 CAS. No. 10102-44-0。同義的名稱還有液化二氧化氮、nitrogen tetroxide、 N_2O_4 、dinitrogen tetroxide 及 nitrogen peroxide 等¹⁻⁶。

二氯化碳 (carbon oxychloride, COCl_2) 即為光氣 (phosgene)，它在一般的大氣壓及溫度下是無色而有發霉乾草味道的氣體。它的分子式為 COCl_2 ，分子量為 98.91，比重相對於空氣為 3.5，比空氣重，微溶於水，當它與水接觸時會慢慢分解成鹽酸及二氧化碳。它是在研製染料時無意中被發現，毒性較氯氣為強，而在第一次世界大戰時被拿來當做軍用的毒氣。它在物質安全資料表的序號為 99，化學文摘社的登記號碼為 CAS. No. 00075-44-5。同義的名稱還有 carbonic dichloride 及 carbonyl chloride 等¹⁻⁶。

二、具潛在性暴露之職業

作業上會產生氮氧化物的情況像是使用電弧或碳弧的焊接、硝酸與有機物反應，或是火藥的燃燒等，因此可能產生或是接觸到氮氧化物的行業包括有^{1,2,5-10}：

1. 焊接作業
2. 硝酸及其鹽類的製造
3. 汽車修理
4. 炸藥的製造與使用
5. 實驗室操作人員
6. 化學肥料業
7. 糧秣倉儲業
8. 石化及塑膠業
9. 其他相關行業

光氣可用以合成多種有機化合物，在工業上是製造異氰酸酯化合物（isocyanates）或是多碳酸鹽（polycarbonate）的中間產物，它也可經由氯化物加熱而產生，因此可能產生或是接觸到光氣的行業包括有^{1,2,5-9}：

1. 異氰酸酯化合物及相關化學工業
2. 染整、乾洗業
3. 多碳酸鹽製造
4. 農藥、殺蟲劑製造
5. 製藥業
6. 四氯化碳製造
7. 焊接作業
8. 消防隊員
9. 其他相關行業

三、醫學評估與鑑別診斷

二氧化氮及三氧化二氮等氮氧化物及光氣等皆是屬於刺激性的氣體，其對人體所造成的影響依其暴露的濃度大小而有差異，而其傷害的方式，則可經由眼睛及口、鼻等處的黏膜刺激，或是經由吸入的方式而傷害呼吸道。此外，由於二氧化氮及光氣與水接觸後會分別變成硝酸及鹽酸，因此它們也會造成腐蝕性的傷害^{1,2,5-11}。

低濃度或少量的氮氧化物或是光氣的暴露會對眼睛及口、鼻等處的黏膜造成刺激，其主要的症狀有：

- 眼睛：刺痛、流淚。
- 口、鼻等處的黏膜：乾燥、紅腫、分泌物增加。
- 呼吸道：咳嗽、呼吸困難。

吸入較高濃度的氮氧化物或是光氣則可造成嚴重的肺部症狀，除了胸悶、咳嗽、呼吸困難、氣喘，及惡心、嘔吐等，肺水腫則可能在數小時或不定長度的時間以後發生，甚至立即導致呼吸衰竭，造成死亡。

由於氮氧化物及光氣的水溶性較差，因此不論是低濃度或較高濃度的吸入，都有可能傷害到下呼吸道的部分，並且常常在停止接觸後，仍然發生肺水腫的情形而導致死亡，或是造成肺纖維化等永久性的傷害。

液態的二氧化氮或是光氣的接觸則會造成灼傷。

慢性作用：

光氣缺少長期暴露的影響報告，因此它的慢性傷害目前仍然不是很清楚，但是一般認為，可能還是與呼吸道的傷害有關。而長期的吸入氮氧化物，除了造成慢性的呼吸道症狀，如長期的咳嗽、慢性支氣管炎等以外，其他的影響可能有頭痛、失眠、噁心、腹痛及影響食慾等。

實驗室評估：

除了一般的病史詢問及理學檢查以外，實驗室評估可以包含胸部X光、肺功能試驗，及血氧飽和度的測量等。

鑑別診斷：

通常疾病暴露的病史已經足夠對發生的原因及其症狀作相當程度的了解，但是氮氧化物或是光氣所導致的延遲性肺水腫或是急性呼吸窘迫症候群（acute respiratory distress syndrome, ARDS）等，則可能需要與敗血症或其他原因所造成的呼吸道症狀加以分辨。

四、流行病學證據

氮氧化物及硫氧化物（SO_x）等均是空氣污染的重要成份，也是造成酸雨的主要原因，近年來相關的空氣污染研究報告，都已清楚的說明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^{8,12}。而在職業上可能接觸到的氮氧化物，主要是以二氧化氮為主，除了在工作環境中少量長期暴露所造成人員的呼吸道症狀以外，從事相關工作人員的職業意外傷害，也時常引起人們的注意^{1,8,9,13}。

光氣所造成傷害一般是以急性的意外災害為主。1928年時，德國的漢堡曾經發生光氣儲存槽暴炸的事件，除了造成人員的死亡以外，傷者的呼吸道及神經系統均受到嚴重的傷害⁹。而在1984年時，印度的玻吧爾亦發生光氣的外洩事件，結果造成約2500人的死亡及超過二十萬人受傷，更是震驚一時^{6,8}。另外，在英國的化學工廠則曾報導過工人在更換儲氣瓶時，意外的吸入光氣，結果引起包括頭痛、頭暈、嘔吐、咳嗽及呼吸困難等症狀，之後並再併發肺水腫及其他不適的症狀，因而需要長期進一步的治療⁹。

五、暴露證據收集之方法

由所從事的行業及作業的製程，包括工作場所中的物質安全資料表，評估是否與二氧化氮及三氧化二氮等氮氧化物或是光氣有關。

作業環境的監測記錄，或採樣資料顯示有氮氧化物或光氣濃度過高的情形，或有外洩的災害報告。二氧化氮的採樣方法可參考行政院勞委會標準分析參考方法：5025 一氧化氮及二氧化氮或 5038 二氧化氮¹⁴。

暴露容許濃度^{3,7,15}：

1. 二氧化氮：

(1) 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」。

最高容許濃度（任何時間均不得超過，ceiling）為 5ppm。

(2) 美國政府工業衛生師協會（American Conference of Governmental Industrial Hygienists, ACGIH）：八小時日時量容許濃度（time weighted average, TWA）為 3ppm。

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

美國職業安全衛生研究所（National Institute of Occupational Safety and Health, NIOSH）：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 1ppm。

2. 三氧化二氮：無規定

3. 光氣：

(1) 我國：0.1ppm TWA，0.3ppm STEL。

(2) 美國政府工業衛生師協會：0.1ppm TWA。

美國職業安全衛生署：0.1ppm TWA。

美國職業安全衛生研究所：0.1ppm TWA，0.2ppm ceiling。

六、結論

因二氧化氮及三氧化二氮等氮氧化物或光氣皆屬刺激性氣體，對人體影響程度與暴露濃度、時間、方式等有關。

(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，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。

3. 臨床上的醫學診斷證據與二氧化氮及三氧化二氮等氮氧化物或二氧化碳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包括有氨氣或氯氣等刺激性氣體的暴露等，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氮及三氧化二氮等氮氧化物或光氣濃度過高的情形，或是有外洩的災害報告。
3. 病人離開工作場所後症狀改善。

需注意的是，勞工在離開氮氧化物或光氣的環境後，呼吸道的症狀可以暫時改善，但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. 行政院勞工委員會，職業病診斷準則，民國 86 年 10 月
2. 毛文秉譯，職業病防治，茂昌圖書有限公司，民國 80 年 10 月
3. 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/>
4. Sax NI, Dangerous Properties of Industrial Materials 6th, Van Nostrand Reinhold Company Inc. 1984
5. 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
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 2nd, Prentice-Hall International Inc. 1997
8. Rom WN. Environmental and Occupational Medicine 2nd, Little Brown and Company 1992
9. Finkel AJ, Hamilton and Hardy's Industrial Toxicology 4th, 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. Atkinson RW, Bremner SA, Anderson HR, Stracha DP, Bland JM, De Leon AP. Short-term associations between emergency hospital admissions for respiratory and cardiovascular disease and outdoor air pollution in London, Arch Environ Health 54(6):398-411, 1999
13. Gold A, Burgess WA, Clougherty EV, Exposure of firefighters to toxic air contaminants, Am Ind Hyg Assoc J 39(7):534-9, 1978
14. 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/>
15. 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