

職業性二氯乙炔中毒認定參考指引

中華民國 105 年 11 月訂定

撰寫者：陳啟信醫師

一、導論

二氯乙炔 (Dichloroacetylene) 的化學式為 C_2Cl_2 是無色具有揮發性液體，攝氏 25 度下蒸氣壓為 570 mmHg，若溫度超過 33 度，即以氣態存在，其氣體具有微甜與刺激性氣味。二氯乙炔的沸點為攝氏 33 度，熔點為攝氏 -65 度，比重為 1.26，汽態時蒸氣密度為 3.3，不溶於水，但可溶於乙醇、二乙醚和丙酮。二氯乙炔極為不穩定，會與氧氣與酸產生劇烈反應，於接觸空氣與熱的情形下會產生爆炸，二氯乙炔與氧氣反應後，會分解出其他有害氣體，如光氣、六氯丁二烯、氯仿、四氯化碳、三氯乙醯氯、與三氯丙烯醯氯等，二氯乙炔接觸熱後，也會分解產生氯氣，雖然二氯乙炔於一般環境條件下極為不穩定而且容易分解，但與乙炔或三氯乙烯共同存在下，可以增加二氯乙炔的穩定性，亦有機會增加人體直接接觸二氯乙炔的風險¹。

二氯乙炔會造成實驗動物之腎臟及肝臟損傷與可能造成癌症發生，小鼠 1 小時、4 小時與 6 小時吸入二氯乙炔的 LC_{50} 分別為 124、19 與 19 ppm，會造成神經病變及肝臟與腎臟的損傷²；大鼠吸入 2.8ppm 濃度二氯乙炔 90 天，會造成體重下降、後肢無力及腎臟損傷；雄性小鼠吸入二氯乙炔會增加腎臟發生腺癌風險；而大鼠吸入二氯乙炔會增加淋巴瘤與良性腎臟與肝臟腫瘤風險²。國際癌症研究總署 (IARC) 將二氯乙炔列為 Group 3 致癌物(有限度證據顯示可能為動物致癌物，但非人類致癌物)。

表一、二氯乙炔的物化性質			
$Cl-C \equiv C-Cl$			
CAS 編號 <u>7572-29-4</u>			
分子式	C_2Cl_2	密度	1.26 g/cm ³
分子量	94.92	水中溶解度	不溶於水
熔點 (25°C,1atm)	-66 to -64 °C	蒸氣壓	570 mmHg
沸點 (25°C,1atm)	33 °C	蒸氣密度	3.3 (空氣=1)

二、具潛在暴露之職業

二氯乙炔可經由乙炔與強鹼次氯酸鉀溶液反應產生，或經由三氯乙烯氣體與強鹼反應產生，但二氯乙炔並無商業用途，屬於化學反應製程中不希望存在的副產品，例如生產偏二氯乙烯的過程中所產生的副產品，或同時暴露於三氯乙烯與鹼性物質和溫度高於攝氏70度的情境下所產生的分解衍生物。具潛在暴露的職業為工作中需要製造與使用偏二氯乙烯或三氯乙烯等物質，尤其當同時也會接觸高溫與鹼性物質時。Saunders³曾於1967年報導核子潛艇內的維生系統與空氣中，偵測到二氯乙炔，懷疑是從三氯乙烯與氫氧化鋰或碳酸鋰反應後分解(Decomposition)形成。Sitting⁴於1981年的著作中報導於使用三氯乙烯作為麻醉劑時，當三氯乙烯通過蘇打、石灰或二氧化碳吸附桶時，會產生二氯乙炔。Greim⁵等人於1984年報導使用三氯乙烯移除混泥土石頭地板上的臘塗層時，因為讓三氯乙烯與鹼性的砂漿和瓷磚填充材料接觸，可產生二氯乙炔。當使用含有鹼性物質的呼吸防護具之濾毒罐時，如果暴露於三氯乙烯的環境，亦有可能產生二氯乙炔。³

具潛在暴露的職業：

- (1)製造氯化亞乙烯(vinylidene chloride)
- (2)製造三氯乙烯(Trichloroethene)
- (3)工作中使用偏二氯乙烯或三氯乙烯等物質，且同時接觸強鹼時

根據美國職業安全衛生研究所(NIOSH)建議，勞工容許最高暴露濃度(ceiling limit)為0.1 ppm (0.4 mg/m³)。

三、醫學評估與鑑別診斷

人類吸入或接觸二氯乙炔會造成頭痛、頭暈、噁心、嘔吐、眼睛與黏膜刺激、與許多神經症狀，包括腦神經與頸椎神經的輕癱與神經痛，神經症狀可以於暴露後維持數天甚至數年。長時間暴露於0.5~1.0 ppm的二氯乙炔，可造成嚴重的嘔吐。早期報導二氯乙炔造

成的死亡案例中，均發現有腦部水腫的現象。^{1,2}

(一)急性症狀

造成眼睛或眼皮發炎發紅與癢、眼睛肌肉無力、頭痛、噁心、嘔吐、牙齦疼痛、下顎疼痛、黏膜與嘴唇感覺喪失、疲倦，誘發顏面或嘴邊的疱疹發作。

(二)慢性症狀

依據動物實驗，慢性暴露二氯乙炔可能引起肝腎損傷，造成黃疸、肝腎功能異常、肝腫大、尿液減少與蛋白尿等。

四、流行病學的證據

1940 年代前曾使用三氯乙烯當作氣體麻醉劑，當三氯乙烯通過蘇打、石灰或二氧化碳吸附桶時，由於蘇打、石灰或二氧化碳吸附桶溫度也會上升，促進三氯乙烯裂解產生二氯乙炔。因此，有 13 位暴露二氯乙炔造成腦神經麻痺的案例被報導，其中 9 位有促發疱疹發作，其中 1 位於暴露後 3 天死亡，另 1 位於暴露後 13 天死亡，死亡後解剖顯示大腦水腫。⁶⁻¹⁰

Saunders³於 1967 年報導一位於核子潛艇工作人員，由於三氯乙烯通過空氣濾淨系統中的鹼性氫氧化鋰與過氧化鈉與熱的催化燃燒器，因此產生二氯乙炔，暴露工作人員於接觸後 3~4 天開始產生噁心與嘔吐現象，同時有眼睛四周發癢、頭痛、牙齦疼痛、與下顎疼痛等症狀，並且於暴露後產生嚴重的嘴邊泡疹，上述這些症狀持續好幾天，最後痊癒。

Henschler¹¹等人於 1970 年報導了 2 位清理化學罐車工人，疑似遭暴露到二氯乙炔，該化學罐車原本所運液態化學物質之成分為聚偏二氯乙烯、偏二氯乙烯、四氯乙烷、與三氯乙烯，當工人清理化學罐車時，感到眼睛與上呼吸道的刺激感，數個小時後工人發生疲倦、頭痛、噁心、嘔吐、喪失嘴唇與口腔黏膜感，其中 1 位工人產

生第五與第六對腦神經麻痺症狀，因而影響眼球的肌肉控制，2 位工人都於暴露後 5 天後發生了嘴邊的泡疹大部分的症狀於暴露後 2~6 週內恢復，但是三叉神經區域的感覺異常卻持續了 4 年，至於二氯乙炔的暴露，疑似可能與工人使用鹼性清潔劑清理化學罐車有關。

Greim⁵ 等人於 1984 年調查與報導一起使用三氯乙烯清洗住家地面塗蠟，因而疑似二氯乙炔中毒事件，開始時工人使用約 10 公升的三氯乙烯清洗私人住宅內不當塗蠟的混凝土石頭地板，該戶人家 2 週後回到住宅內後，卻產生了眼睛灼熱，口腔黏膜刺激感覺，頭痛，咳嗽與胃痛，後續工人清理受三氯乙烯滲透的石頭地板時，也發生眼睛、嘴唇灼熱感、噁心與頭痛，Greim 等人亦模擬三氯乙烯與砂漿和瓷磚填料放置反應，檢測結果發現會產生二氯乙炔，且於有水分存在下，二氯乙炔的產量會增加，而水、砂漿和瓷磚填料可能共同提供了鹼性的環境。

二氯乙炔對於沙門氏菌有基因致突變性，另外透過動物實驗顯示，吸入二氯乙炔可造成小鼠腎臟惡性腺細胞癌；而在大鼠的實驗則造成肝臟與腎臟的良性腫瘤，與造成淋巴瘤的增加，但目前並沒有人類的流行病學資料有關於二氯乙炔的致癌性，因此目前國際癌症研究所(IARC)將二氯乙炔分級為第三級的非人類致癌物(IRAC group 3)¹²。

五、暴露證據收集方法

二氯乙炔可用於製造或使用偏二氯乙烯或三氯乙烯時暴露，尤其當三氯乙烯暴露濃度並沒有高達可致黏膜刺激，但卻有強烈的黏膜刺激感覺時，應當懷疑是否有三氯乙烯裂分解（Decomposition）二氯乙炔的可能性。二氯乙炔具有高度反應性，於乙炔和三氯乙烯共同存在的密閉空間內可以較穩定的存在，如和一般空氣混合，容易和氧進一步反應分解出光氣等其他有害氣體，因此增加了實際採

樣與檢測空氣中二氯乙炔的困難。美國職業安全衛生研究所建議二氯乙炔的最高容許暴露標準(ceiling level)是 0.1 ppm。

當出現二氯乙炔典型症狀，如噁心、嘔吐、頭痛、黏膜刺激、與顱神經運動與感覺異常時，應進一步評估是否存在形成二氯乙炔的環境條件，例如接觸三氯乙烯分解（Decomposition）的反應過程；接觸促進三氯乙烯或偏二氯乙烯分解的條件，如高溫超過攝氏 70 度，或接觸鹼性物質，尤其於密閉不通風的空間；或於密閉的管路或系統內使三氯乙烯接觸鹼性氫氧化鋰、過氧化鈉、蘇打石灰、霍加拉特(Hopcalite)催化劑等過濾系統。²

六、結論

職業性二氯乙炔中毒之診斷，主要仍須依靠疾病史，暴露證據，並配合臨床症狀等綜合判斷，至於監測作業場所的環境暴露濃度，雖是獲得暴露證據較佳的方法，但需要檢驗單位在設備及技術上的配合，且二氯乙炔於空氣中並非持續穩定存在，因此實施空氣中檢驗二氯乙炔有一定的困難度。職業性二氯乙炔傷害的認定，一般而言需符合下列主要基準的條件。輔助基準為診斷時的重要參考，但非必要條件。

(一)主要基準

1.有職業性作業環境的暴露史

可由工作場所的安全資料表、工作紀錄、化學品清單、作業製程方法，證實有偏二氯乙烯或三氯乙烯等可進一步反應產生二氯乙炔的化學物質與合適條件存在。

2.具有如醫學評估中所敘述之急性或慢性中毒的症狀或徵候。

(1)急性症狀

造成眼睛或眼皮發炎發紅與癢，眼睛肌肉無力，頭痛，噁心，嘔吐，牙齦疼痛，下顎疼痛，黏膜與嘴唇感覺喪失，疲倦，誘發顏面或嘴邊的疱疹發作。

(2)慢性症狀

依據動物實驗，慢性暴露二氯乙炔可能引起肝腎損傷，造成黃疸、肝腎功能異常、肝腫大、尿液減少與蛋白尿等。

3.時序性：臨床症狀在暴露後發生或惡化。

4.合理的排除其他可能的病因。

(二)輔助基準

1.同一工作場所中，其他工作人員出現類似的症狀或罹患相關的疾病。

2.改善或離開原作業環境後，不再有新病人產生，或症狀逐漸改善，但腦神經病變可延後發生或症狀持續較長時間。

七、參考文獻

- 1.Hazardous Substances Data Bank [Internet]. Bethesda (MD): National Library of Medicine (US); [Last Revision Date 20050623]. Dichloroacetylene; Hazardous Substances Databank Number: 7200. Available from: <http://toxnet.nlm.nih.gov/cgi-bin/sis/search2/f?./temp/~qr5cuV:3>。
- 2.Bingham, E.; Cohrssen, B.; Powell, C.H.; Patty's Toxicology Volumes 1-9 5th ed. John Wiley & Sons. New York, N.Y. (2001).
- 3.US Department of Health and Human Services (NIOSH): Occupational safety and health guidelines for chemical hazards. Supplement IV-OHG (pub no 95-121), Occupational safety and health guideline for dichloroacetylene, pp 1-8. Cincinnati, OH, 1995。
- 4.Saunders RA. A new hazard in closed environmental atmospheres. Arch Environ Health. 1967 Mar;14(3):380-4.。
- 5.Sitting, M. (1981) Handbook of Toxic and Hazardous Chemicals,

- Park Ridge, NJ, Noyes Publications, pp. 226-227 ◦
6. Greim H, Wolff T, Hofler M, Lahaniatis E. Formation of dichloroacetylene from trichloroethylene in the presence of alkaline material--possible cause of intoxication after abundant use of chloroethylene-containing solvents. *Arch Toxicol.* 1984 Dec;56(2):74-7 ◦
 7. Humphrey JH, McClelland M. Cranial-nerve palsies with herpes following general anaesthesia. *Br Med J.* 1944 1:315-318 ◦
 8. Hunter D. Trilene hazard. *Br Med J.* 1944 1:341 ◦
 9. Carden S. Hazards in the use of the closed-circuit technique for trilene anaesthesia. *Br Med J.* 1944 1:319-320 ◦
 10. Enderby GEH. The use and abuse of trichloroethylene. *Br Med J.* 1944 2:300-302 ◦
 11. Firth JB, Stuckey RE. Decomposition of trilene in closed circuit anaesthesia. *Lancet* 1945 1:814-816 ◦
 12. Henschler D, Broser F, Hopf HC. "Polyneuritis cranialis" following poisoning with chlorinated acetylenes while handling vinylidene chloride copolymers. (Germany) *Arch Toxicol.* 1970 26: 62-75 ◦
 13. IARC Monographs on the Evaluation of the Carcinogenic Risk of Chemicals to Humans, Vol 71 Re-evaluation of some organic chemicals, hydrazine and hydrogen peroxide, p. 1381. Lyon, International Agency for Research on Cancer, 1999 ◦