

職業暴露鹽酸、硝酸、硫酸引起之疾病認定參考指引

勞動部職業安全衛生署

中華民國108年3月

【本參考指引由勞動部職業安全衛生署委託陳運弘、羅錦泉醫師主筆修訂】

一、導論

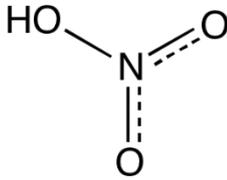
鹽酸(hydrochloric acid)在一般的室溫下是一種無色或淡黃色的發煙液體，具有刺激性嗆鼻的氣味。它的分子式為HCl，分子量為36.458，比重相對於水為 1.18，具有良好的水溶性，會全溶於水，其水溶液的pH值為1.1。它在安全資料表 (Safety Data Sheets, SDS) 的序號為 298，化學文摘社 (Chemical Abstracts Service, CAS) 的登記號碼為CAS.No.7647-01-0。同義的名稱還有氫氯酸、chlorohydric acid、hydrochloric acid solution 及 hydrogen chloride 等[1,2]。

表一、鹽酸的物化性質

H—Cl			
IUPAC名稱	Chlorane		
CAS編號	7647-01-0	密度	1.18 g/cm ³
分子式	HCl	水中溶解度	全溶於水
分子量	36.458 g/mol	蒸氣壓	100 mmHg
1大氣壓常溫狀態(25°C) 下：		蒸氣密度	1.268 (空氣=1)
熔點	-114.22°C	半衰期	- 天
沸點	-85.05°C		

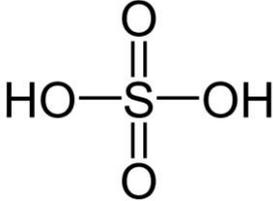
硝酸(nitric acid)在一般的室溫下是透明無色或黃色的吸濕性液體，具有辛辣、窒息性氣味。它的分子式為 HNO₃，分子量為63.012，比重相對於水為1.41，與水會互溶，水溶液的pH值為1.0。它在安全資料表的序號為94，化學文摘社的登記號碼為CAS.No.7697-37-2。英文的同義名稱還有 aqua fortis、hydrogen nitrate及 azotic acid等[1-3]。

表二、硝酸的物化性質

			
IUPAC名稱	Nitric acid		
CAS編號	7697-37-2	密度	1.41 g/cm ³
分子式	HNO ₃	水中溶解度	與水互溶
分子量	63.012 g/mol	蒸氣壓	48 mmHg
1大氣壓常溫狀態(25°C)下：		蒸氣密度	2.2(空氣=1)
熔點	-41.6°C	半衰期	- 天
沸點	83°C		

硫酸(sulfuric acid)在一般的室溫下是無色至暗褐色的油性、吸濕性液體，通常沒有氣味，但加熱時則有窒息味。它的分子式為H₂SO₄，分子量為98.072，比重相對於水為1.839，有良好的水溶性，會全溶於水，水溶液的pH值為0.3。它在安全資料表的序號為112，化學文摘社登的記號碼為CAS.No.07664-93-9。英文的同意名稱還有 fertilizer acid、oil of vicrid、hydrogen sulfate 及 dihydrogen sulfate 等[1-3]。

表三、硫酸的物化性質

			
IUPAC名稱	Sulfuric acid		
CAS編號	7664-93-9	密度	1.84 g/cm ³
分子式	H ₂ SO ₄	水中溶解度	全溶
分子量	98.072 g/mol	蒸氣壓	0.001 mmHg
1大氣壓常溫狀態(25°C)下：		蒸氣密度	3.4 (空氣=1)
熔點	10.31°C	半衰期	- 天
沸點	337°C		

鹽酸、硝酸及硫酸等物質，一直是工業製造過程中重要的材料或原料，其產量或是需求量的多寡，甚至是一個國家相關事業發展情況的指標。它們不僅在傳統的產業中，如鉛蓄電池、化工、肥料及電鍍業等，扮演著重要的角色；在現在的一些新興熱門的行業中，如電腦、半導體、環保處理或再處理業等，同樣佔有一席之地。正因為它們是如此的重要而普遍，因此在工作上需要接觸到這些物質的勞工數量也就相當龐大；相對的，可能因鹽酸、硝酸或是硫酸而遭受到傷害的機會也就相對的增加[3-7]。

二、具潛在暴露之職業

鹽酸、硝酸及硫酸等物質不僅是在工業上用途廣泛，在一般學校、研究機構的實驗室，甚至是日常生活中都有可能接觸到，因此可能會產生或是接觸到這些物質的行業包括[3-7]：

- (一) 化工、鹽鹼業
- (二) 冶金業
- (三) 染料、印染整理業
- (四) 製藥業
- (五) 食品加工業(如：玉米、糖漿、麩酸鈉)
- (六) 印刷業(如：照相凹版術)
- (七) 鉛蓄電池業
- (八) 電鍍業
- (九) 電子、半導體業
- (十) 機械零件製造業(零件處理前之酸洗)
- (十一) 清潔業
- (十二) 實驗室人員
- (十三) 其他相關作業，如：金屬之酸洗、油井之酸化(活化)、鍋爐污垢去除、橡膠化學品、肥料及爆炸用之硝酸銨之

製造、殺蟲劑的製造、核燃料再處理...等。

三、醫學評估與鑑別診斷

不論是有機酸或是無機酸，其對人體造成傷害的程度，除了接觸的部位、時間的長短及其暴露量的大小以外，最重要的影響因素即是它的水溶性以及酸的強度。鹽酸、磷酸及硫酸都具有良好的水溶性，並且都是強酸，因此都會對人體造成嚴重的傷害。而其傷害的部位，主要是在皮膚、黏膜、呼吸道及消化道等處[1,3-8]。

(一)急性作用

包括液態的溶液、霧滴(mist)及其蒸氣，或是進一步的化學反應產生的衍生物，都會對皮膚、眼睛、口、鼻等處的黏膜，或者是呼吸道，造成嚴重的腐蝕性傷害（以硝酸溶液為例，濃度大於 30%時具有腐蝕性作用；濃度小於 30%時則為刺激性作用），其主要的症狀包括：

- 1.皮膚：紅腫、疼痛、各種程度的灼傷、糜爛、壞死(皮膚凝結物的顏色通常會由接觸的強酸種類決定，例如，硝酸會導致黃色焦痂，而硫酸會導致黑色或棕色焦痂)。
- 2.眼睛：刺痛、流淚、角膜結膜炎、角膜結膜潰瘍、視力模糊、失明。
- 3.口、鼻等處的黏膜：乾燥、燒灼感、紅腫、潰瘍。
- 4.呼吸道：咳嗽、胸痛、呼吸困難、窒息感。
- 5.消化道：噁心、嘔吐、食道壞死、食道狹窄、穿孔、胃炎。

吸入較高濃度的鹽酸、硝酸或是硫酸的霧滴或是蒸氣，可能引起進一步的肺部症狀，包括急性之氣管炎、氣喘、化學性肺炎，或肺水腫等，而肺水腫則可能在數小時或更久之後發生。其他的症狀還可能會有頭痛、暈眩及倦怠

等。

(二)慢性作用

長期暴露於這些酸性的物質中，可能造成的影響包括：

- 1.皮膚：乾裂、濕疹、潰瘍。手指部分可能合併甲溝發炎或甲床周圍發炎。
- 2.眼睛：容易流淚、角膜結膜炎、視力減退。
- 3.口、鼻：黏膜紅腫、味覺異常；牙齒琺瑯質腐蝕與脫色、牙周病；慢性鼻炎。
- 4.呼吸道：咳嗽、慢性支氣管炎、慢性阻塞性氣體交換障礙。

臨床醫學評估應視暴露途徑與症狀決定。基本檢查包括：急性刺激性症狀(口、鼻、眼、皮膚、呼吸及消化道)的理學檢查，肺部聽診、胸部X光片及肺功能檢查。實驗室檢查則包括：動脈血液氣體、全血球計數、一般生化檢查...等。

(三)鑑別診斷

工業製造過程中使用的一些刺激性化學物質，如其他的無機酸類、強鹼、元素(如：鎳、鉻、鋁...等)，以及它們的鹽類，及過敏性物質等，也可能引起類似的皮膚接觸症狀。另外金屬煙塵及刺激性氣體等，也可能引起類似的呼吸道或口、鼻黏膜的症狀。臨床上，病毒性肺炎、心臟衰竭和流行性感冒都可能和鹽酸、硝酸或硫酸造成的急性呼吸道傷害表現類似，須加以鑑別。以上可由詳細詢問暴露史分辨出來。

四、流行病學證據

在美國，每年生產超過六百萬磅的鹽酸，以及大約一千七百萬磅的硝酸及八千九百萬磅的硫酸。而在工作中有可能接觸到這些酸類物質，或是相關衍生生產物的勞工，依美國職業安全衛生研究所的估計，可能超過百萬以上[4]。而在台灣，依經濟部統計處工廠名錄106年的登錄資料，有使用鹽酸、硝酸為原料的工廠，約十餘家；以硫酸或其相關衍生生產物為原料的工廠則有四十幾家[9]。

鹽酸、硝酸或是硫酸一般常見的傷害，多為使用時意外潑濺造成的局部皮膚化學性灼傷，因此相關的案例常見於醫院急診室或是相關作業工廠的醫務室。其他像是運輸時因車禍造成的外洩，或是施工或管線維修時造成的工業安全意外災害等，也常見於新聞媒體的報導[3-6]。而暴露在酸煙(霧滴)的環境中，部分急性大量暴露的案例最後多半造成病患死亡，少數倖存者也會對肺部造成嚴重的傷害，包括纖維化及肺功能的降低[6,10]。至於長期慢性的影響方面，最近多數相關行業的流行病學研究，可能因為工業衛生情形的改善，研究工廠的環境偵測暴露濃度皆在法定值以下，所以並沒有發現與慢性呼吸道疾病等有直接相關的證據；但在使用鹽酸、硝酸或是硫酸等酸性物質的作業環境中，如電鍍、酸洗等，空氣中瀰漫的酸味仍經常讓人感到不適[4,11-13]。

在致癌性方面，鹽酸及硝酸在致癌性的相關研究中尚未被證實。依國際癌症研究局(International Agency for Research on Cancer, IARC) 1992年分析文獻的結果，暴露於鹽酸煙霧中的工作者雖然可觀察到肺癌、喉癌及腎臟癌的發生，但這些結果或受到同時暴露於其他酸性氣體的干擾，或並未達統計學上的意義；硝酸亦然。而根據一些世

代研究，含硫酸的無機酸霧滴目前被國際癌症研究局歸屬為第1類致癌物(已有充分的流行病學證據可認定人類致癌)，認為可能導致喉部與肺部的癌症[14]，並且其相關的衍生產物也被認為可能具有致癌性。至於硫酸與其他癌症如：鼻癌[15]、鼻竇癌、口咽癌或骨髓性白血病[16]等的關聯性，雖也有病例對照研究顯示罹病的風險有升高的趨勢，不過這些結果有很大部分並未適當控制吸菸、飲酒與其他暴露物質的干擾，故無法提出合適的證據。台灣在民國81~87年間曾有疑似因硫酸等酸性蒸氣導致鼻咽癌的報告，但因疾病之致病機轉尚未十分清楚，因此兩者的因果關係仍存有爭議[13,17]。過去曾有學者以在小鼠和大鼠氣管內滴注硫酸溶液的實驗去探討致癌機轉（硫酸溶液為癌症的修飾因子，致癌性低）[18]，惟目前仍未見暴露於含硫酸的無機酸霧滴與其致癌性的相關動物實驗。

五、暴露證據收集方法

- (一)由所從事的行業及作業的製程，包括工作場所中的安全資料表，評估是否與鹽酸、硝酸及硫酸等物質有關。
- (二)作業現場的採樣資料。採樣方法可參考勞動部勞動及職業安全衛生研究所標準分析參考方法：2901_2氯化氫、2406硝酸、2407硫酸[19]。
- (三)暴露容許濃度[1,4]：
 - 1.鹽酸：
 - (1)我國：依據民國107年修訂的「勞工作業場所容許暴露標準」。最高容許濃度(任何時間均不得超過，ceiling)為5 ppm。
 - (2)美國政府工業衛生師協會(American Conference of Governmental Industrial Hygienists, ACGIH)：5 ppm

ceiling。

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

(4)美國職業安全衛生研究所(National Institute for Occupational Safety and Health, NIOSH)：5 ppm ceiling

。

2.硝酸：

(1)我國：八小時日時量平均容許濃度(PEL-time weighted average, PEL-TWA)為2 ppm。短時間(任何一次連續十五分鐘內)時量平均容許濃度(PEL-short term exposure limit, PEL-STEL)為4 ppm。

(2)美國政府工業衛生師協會：2 ppm TLV-TWA，4 ppm TLV-STEL。

(3)美國職業安全衛生署：2 ppm PEL-TWA。

(4)美國職業安全衛生研究所：2 ppm REL-TWA，4 ppm REL-STEL。

3.硫酸：

(1)我國：1 mg/m³ PEL-TWA，2 mg/m³ PEL-STEL。

(2)美國政府工業衛生師協會：1mg/m³ TLV-TWA，3 mg/m³ TLV-STEL。

(3)美國職業安全衛生署：1 mg/m³ PEL-TWA。

(4)美國職業安全衛生研究所：1 mg/m³ REL-TWA。

六、結論

評估是否因鹽酸、磷酸及硫酸等物質所造成的職業病，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，是否有使用鹽酸、硝酸及硫酸等物質。
- 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鹽酸、硝酸及硫酸等物質所造成的疾病症狀相符。
- 4.合理的排除其他刺激性化學物質造成傷害的可能。
- 5.參考歐盟 2009 年職業病診斷指引[3]:

(1)鹽酸：未有相關資料。

(2)硝酸：

A.急性：

最短暴露時間：數分鐘至數小時。

最長潛伏期：72小時。

立即對生命或健康造成危害濃度：25 ppm。

B.慢性：未有相關資料。

(3)硫酸：

A.急性：

最短暴露時間：數秒鐘至數分鐘。

最長潛伏期：立即或數小時。

B.慢性-喉癌：

最短暴露時間：5年。

最長潛伏期：10至20年。

C.慢性-肺癌：未有相關資料。

(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.病人離開工作場所後症狀改善。

參考文獻

- [1] 勞動部勞動及職業安全衛生研究所。物質安全資料表：國內物質安全資料表站台。2017年。取自：<https://www.ilosh.gov.tw/menu/1188/1200/>。
- [2] Sax NI. *Dangerous Properties of Industrial Materials*. 6th ed. New York: Van Nostrand Reinhold Company Inc.; 1984.
- [3] Information notices on occupational diseases: a guide to diagnosis. European Commission Directorate-General for Employment, Social Affairs and Equal Opportunities F4 unit Manuscript completed in January 2009.取自：<https://publications.europa.eu/en/publication-detail/-/publication/5d549879-7f75-4e89-b737-e19f530d1236/language-en>。
- [4] LaDou J. *Occupational & Environmental Medicine*. 2nd ed. Philadelphia: Appleton & Lange; 1997.
- [5] Rom WN. *Environmental and Occupational Medicine*. 4th ed. USA: Lippincott Williams & Wilkins; 2006.
- [6] Finkel AJ. *Hamilton and Hardy's Industrial Toxicology*. 4th ed. Massachusetts (USA): John Wright PSG Inc.; 1983.
- [7] Stephen MR, Robert CJ, & Phillip LW. *Principles of Toxicology: Environmental and Industrial Applications* 3rd ed. New York: Wiley-Interscience; 2015.
- [8] Trevethick RA. *Environmental and Industrial Health Hazards: a practical guide*, Lincolnshire, England: Butterworth-Heinemann Ltd.; 1985.
- [9] 經濟部。2017年。取自：<http://www.moea.gov.tw/>。
- [10] Hajela R, Janigan DT, Landrigan PL, Boudreau SF, Sebastian S. Fatal pulmonary edema due to nitric acid fume inhalation in three pulp-mill workers. *Chest* 1990; 97(2): 487-9.
- [11] Hathaway JA. Upper aerodigestive cancer in battery manufacturers and steel workers exposed to mineral acid mists. *Occupational and*

- Environmental Medicine 1997; 54: 141-2.
- [12] Coggon D, Pannett B, Wield G.. Upper aerodigestive cancer in battery manufacturers and steel workers exposed to mineral acid mists. Occupational and Environmental Medicine 1996; 53: 445-9.
- [13] 王榮德：硫酸暴露作業工人之長期健康危害研究。勞工安全衛生研究所。1998年。
- [14] International Agency for Research on Cancer (Lyon, France: World Health Organization). Mists from Strong Inorganic Acids. IARC Monographs on the Evaluation of Carcinogenic Risks to Humans 2012; Volume 100F.
- [15] Sathiakumar N, Delzell E, Amoateng-Adjepong Y, Larson R, Cole P.. Epidemiologic evidence on the relationship between mists containing sulfuric acid and respiratory tract cancer. Critical reviews in toxicology 1997; 27(3): 233-51.
- [16] Pesatori AC, Consonni D, Rubagotti M, Bonzini M, Catalano P, Bertazzi PA. [Mortality study in a cohort of workers employed in a plant producing sulphuric acid]. La Medicina Del Lavoro 2006; 97(6): 735-48.
- [17] Ho CK, Lo WC, Huang PH, Wu MT, Christiani DC, & Lin CT. Suspected nasopharyngeal carcinoma in three workers with long-term exposure to sulphuric acid vapour. Occupational Environmental Medicine 1999; 56: 426-8.
- [18] Uleckiene S, Gričiute L. Carcinogenicity of sulfuric acid in rats and mice. Pathology & Oncology Research 1997; 3(1): 38-43.
- [19] 勞動部勞動及職業安全衛生研究所。勞動主題館：分析方法資料庫。2017年。取自：<http://www.ilosh.gov.tw/>。