

職場急性酚灼傷---病例報告

林旭華¹、劉麗美²、羅錦泉^{3*}

摘要

近年來，台灣化學工業蓬勃發展且各種毒性化學物質被廣泛使用。在化學工廠裡從事保養維修、拆卸管路、閥體、泵浦等機械設備的工作人員，接觸酸、鹼、有機溶劑等化學溶劑機會甚多，因此工作場所的化學灼傷急救應變處理，顯得更加重要。

當不慎被異常洩漏之危險物或有害物等化學溶劑噴濺傷害時，第一時間是現場適當的緊急處置，將可減輕對個案的傷害，甚至避免憾事的發生。本文是提到一名基層工作人員在製程區遭受到50%的酚水噴濺前半身包括口鼻、顏面、胸、腹、左下肢，全身體表面積(TBSA)約37%~40%灼傷，到院前的急救缺失檢討，並且提醒在職場上參與急救的工作人員除汙的重要性，千萬不要犯同樣的錯誤。

關鍵字：化學灼傷、酚灼傷、酚中毒、除汙

前言

近年來，由於台灣化學工業蓬勃發展，各種毒性化學物質被廣泛使用，因此化學灼傷的案例較以往增加許多。雖然由於酚灼傷導致酚中毒併發的案例，在過去的文獻中曾被提出討論；然而，若能讓擔任第一線服務的臨廠醫師，提升對急性酚中毒的瞭解並進而能提供正確與積極的處理方式，將可有助於減少酚灼傷案例的致死率。本文係提出中部某廠區急性酚水灼傷的案例，由於患者在急救過程中仍不幸往生，故針對到院前的現場急救過程進行檢討，希望藉由此案例分享，提醒工作人員除汙的重要性。

案例說明

基層工作人員係52歲男性，於102年10月16日下午約5時左右，原本任務是執行拆除純水管路，卻誤拆酚水管路，當拆開鋼絲軟管即被含有50%酚水噴濺口鼻、顏面、胸、腹、左下肢，TBSA約37%~40%；現場處置後，即刻送至責任醫院急診室救治。在急診室時，個案立即被給予氣管內插管治療，昏迷指數3分、血壓70/40mmHg、心跳87下、體溫30度、呼吸次數18下，實驗室檢查顯示血糖為111mg/dl，麩丙酮酸轉胺酶GPT為19 U/L，肌酸酐Creatinine 1.19 mg/dl，鈉離子濃度

通訊作者：羅錦泉

- 1.台塑關係企業麥寮廠區醫務室主任
- 2.長庚科技大學副教授
- 3.環境職業醫學會理事長，林口長庚醫院職業醫學科主任，長庚大學副教授
民國103年10月27日受理；民國104年1月25日受理刊登

為144 mg/dl，而乳酸濃度為26.4mg/dl (正常範圍:5.7-22 mg/dl)。血中的氧濃度在正常範圍內 pH 值 7.391，變性血紅素 (Methemoglobin)則未測。心電圖顯示有心搏過速，胸部X光(圖1)顯示並無肋膜積水或肺水腫，收加護病房照護。不幸仍於凌晨時，個案突發性心律不整、休克，緊急 CPR 與電擊後，最後急救30分鐘後，因急救無效宣告個案死亡。

案例討論

事實上，大家是很不願意聽到這噩耗，腦海所思考的是：難道現場沒有標示嗎？沒有使用個人防護用具嗎？沒有急救嗎？沒有解毒劑嗎？酚這麼毒嗎？現場當然有標示，沒有使用防護用具是因為要拆「純水」管路，放鬆了心防，錯估了風險。當然現場人員是盡心全力搶救，不過酚水對人體健康危害是很強的。

我們要藉由此案例指出「除汙」在職場上是個大問題！從事廠醫16年，急救不少化學性灼傷意外事件，但因為大部分是酸、鹼噴濺，皆是局部皮膚或眼睛傷害並無嚴重到患者失去意識進而呼吸抑制、休克死亡的案例。所以當時除汙並無嚴格要求工作人員按照SOP，即脫、沖、泡、蓋、送的原則(有別於熱灼傷的沖、脫、泡、蓋、送)，強調一開始全脫光光，且須持續大量的清水除汙。然而此次事件是患者被酚水噴濺後，雖然可以自行跑到約30~50公尺遠的緊急沖淋器沖淋，但第一時間內，個案並無全身脫光衣服，在連衣服一起沖淋約5分鐘左右後，不支倒地，隨後趕來救援的同仁將它搬離緊急沖淋器旁，並且同時給予敵腐靈約600cc除汙，因為慌張忘了最重要的事：須將患者全身衣服脫光光，並且須持續用大量的清水沖洗，降低全身從皮膚吸入的酚水；後來因救護車已到來，快速將病患送往醫院急診室；當然急診室醫師對於除汙不完全的患

者會稍有微詞。

基於勇於檢討缺失，作為下一次的改進。缺失及改進措施分敘述如下：

1. 東方人生性害羞，現場又無遮蔽場所或遮蔽衣物，同理心，自行馬上脫光工作服一定會猶豫，但生死交關，是不容許遲疑。患者昏迷後，急救人員亦未能用剪刀破壞衣服，可見有待加強急救安全教育訓練。

改善措施：沖淋器旁放一把剪刀及數條大毛巾，並且定期舉辦緊急應變實地演練。

2. 一般廠區內常見緊急沖淋器樣式皆是這種固定型沖淋器^[1] (圖2)上有淋水裝置，下有洗眼裝置。問題是當病患昏迷後，搬離沖淋器旁之後，並無活動性水源可以繼續沖洗患者的身體。

改善措施：多設置一條活動式的水管。

3. 除汙劑的選擇：根據物質安全資料表顯示：使用自來水、肥皂水、敵腐靈®(Diphoterine)®或聚乙二醇(PEG)皆可以，雖然除汙效果有些差異(表1)，但不論是使用哪一種除汙劑，皆須秉持一個大原則，就是要持續性且大量性的除汙，才會減少經皮吸收進入體內的毒物。

4. 廠區派遣中心因未接獲通報「毒化物化學性灼傷事件」，儘告知「現場有人昏迷」，造成隨車救護人員未著個人防護用具。

改善措施：教育廠方誠實通報的重要性，而不是因為擔心職安法第三十七條事業單位勞動場所發生下列職業災害之一者，雇主應於八小時內通報勞動檢查機構：一、發生死亡災害。二、發生災害之罹災人數在三人以上。三、發生災害之罹災人數在一人以上，且需住院治療。四、其他經中央主管機關指定公告之災害。勞動檢查機構接獲前項報告後，應就工作場所發生死亡或重傷之災害派員檢查。

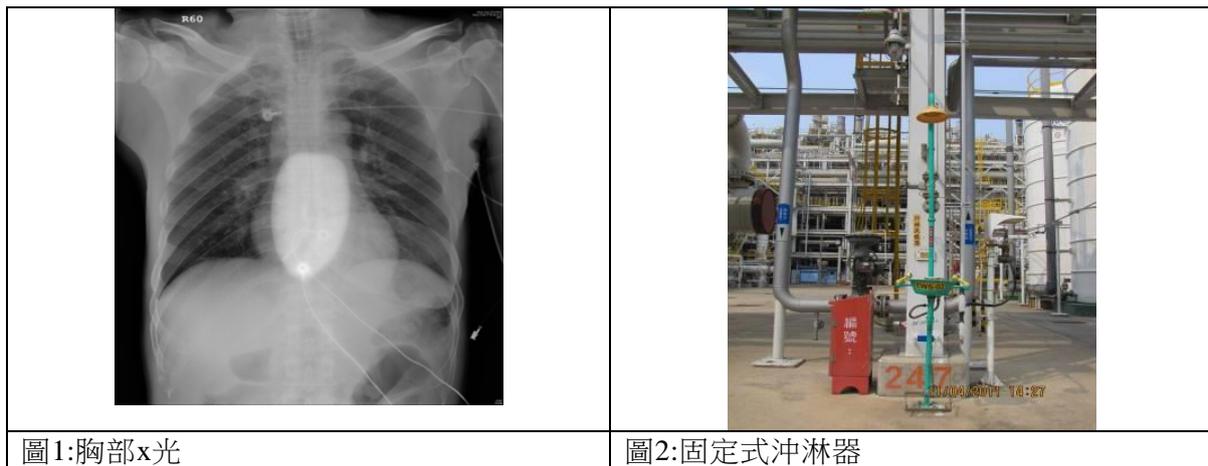


表1:酚暴露人體除污劑比較

	敵腐靈®(Diphoterine®)	聚乙二醇(PEG)
作用原理	利用酸鹼兩性螯合物及逆滲透壓特性,有效地抑制酚滲入體內組織及細胞,對於酚的除污沖淋並不會衍生放熱的副作用	PEG除污必須配合水及醇類等溶劑,利用其與酚的互溶性來清除酚的體表污染,但是對酚造成酸性腐蝕並不具中和作用,且在水或其他溶劑搭配進行除污時會有放熱的副作用
適用部位	皮膚、眼睛、黏膜任何部位皆可用	只能用於皮膚,因為有些許刺激與腐蝕性不適用於黏膜組織與眼睛
除污劑的品質要求與毒理	產品符合ISO 13485認證與相關醫材品質要求,通過歐盟CE認證,符合歐盟新緊急沖淋洗眼器法規:EN15154的規定,產品皆經滅菌處理,對人體無毒,無害,不具刺激與過敏性	分子量須為 300g/mole 或 400g/mole,必須是醫藥等級才能使用,合格產品在台灣取得困難
使用方式	皮膚:直接噴淋在污染部位 眼睛:直接使用符合人體工學眼杯	如果單純使用PEG 300/400建議以紗布沾PEG擦拭皮膚患部,有必要時需重複沖水及PEG紗布擦拭數回,直到酚氣味消失為止
注意事項	救護人員不須穿戴手套及護目鏡等防護器具就能使用敵腐靈	救護人員須穿戴手套及護目鏡等防護器具須才能使用PEG 300/400
價格	較昂貴	便宜

5.加強第一線的基層員工有關於毒化物噴濺的急救教育訓練，否則除汗不完全，反而造成稀釋的酚水，更易經皮吸收入體內造成健康危害。因為純酚所造成的局部凝結性壞死會與酚的濃度有關，這種凝結性壞死可在皮膚形成一壞死性的

屏障。反而可以阻止酚的繼續被吸收。此時如以低流量的水來沖洗，稀釋體表上殘留的酚，可能僅增加酚的溶解度和吸收量而適得其害。

苯酚化學物質討論

苯酚(phenol)，又名石炭酸(carbolic acid)，一種弱酸。常溫下是一種半透明的、無色的結晶物或白色粉末或厚漿狀液體，有毒。沸點：181.7°C/密度：1.07 g/cm³/分子式：C₆H₆O/熔點：40.5°C，莫耳質量：94.11124 g/mol 晶體具有吸濕性，變成粉紅色到紅色，純苯酚具有容易在低濃度(0.05 ppm的空氣)檢測到一個甜蜜，柏油樣氣味。酚可溶於醇，甘油，石油，及較小程度上的水^[2]。

苯酚在工業上被利用作為中間體用於化學合成如塑料材料，作為抑菌商品，爆炸物，著色劑，藥物，家用和工業清潔劑...有時作為消毒劑。最早是從煤塔裡提煉出來的芳香族碳氫化合物，現代是從異丙苯的氧化製程為主。苯、丙烯屬於廉價的原料(石油化學上游原料)苯酚、丙酮則屬較高價值物質。

(1)苯+丙烯經加成反應後=異丙苯；(2)異丙苯氧化後=苯酚+丙酮

酚水濺觸進入身體內中毒途徑:1食入 2吸入 3眼睛4皮膚暴露:酚水溶液比純酚易經皮膚吸收。皮膚暴露是最常見的中毒途徑，食入中毒是罕見的，由於其揮發性低，吸入中毒也屬罕見。

苯酚的毒理作用:

1.由於粒線體氧化磷酸化被酚所抑制而產生毒性，酚與粒線體內膜之間有強大親和力並干擾電子傳遞鏈因此制止細胞的ATP的製造^[3]，因此產生呼吸抑制的危害。

2. 酚在人體的活性:因低酸度酚是不具腐蝕性的，但小的分子結構，高親和性及具有親水性、親脂性的兩性效果會讓他更易於破壞脂雙層細胞膜，會讓皮膚組織的蛋白質變性，特別是細胞與細胞之間的上皮組織，嚴重程度取決於濃度和接觸時間。大於5%的高濃度具強氧化力，可使蛋白質變性。高劑量的酚暴露時，酚直接

作用於細胞膜的後果應是細胞死亡的主因。一有暴露就會迅速穿透皮膚一旦酚穿透體表，然後就會被迅速代謝出體外，在大鼠的動物實驗中，在小於24小時內，90%的吸入劑量是可以經由尿液排放。國外報導酚液污染皮膚面積為25%，10分鐘死亡，血酚為0.74mmol/L^[4]

苯酚的健康危害:

局部危害:皮膚、黏膜、眼睛危害可能產生嚴重腐蝕作用。

系統危害:

1. 中樞神經系統會被抑制可能因刺激乙醯膽鹼分泌，具有麻醉效應，造成嗜睡、抽搐、昏迷^[5]。
2. 損害肝、腎功能。吸收的酚大部分以原形或與硫酸、葡萄糖醛酸或其他酸結合隨尿排出，一部分經氧化變為鄰苯二酚和對苯二酚隨尿排出，使尿呈棕黑色^[6]。
3. 酚的代謝產物對苯二酚(hydroquinone, C₆H₄(OH)₂)，酚類化合物，如硝基酚(NO₂C₆H₄OH)則易造成變性血紅素血症。
4. 呼吸系統:吸入性肺傷害，可能會發生延遲性肺水腫。
5. 酚作用在紅血球的細胞膜可能會造成溶血。
6. 胃腸道:噁心、嘔吐、腹痛和腹瀉。酚的攝取也可引起嚴重的腐蝕損傷到口腔、咽喉、食道、胃和與出血、穿孔、癍痕或狹窄形成為潛在日後的後遺症。
7. 心血管系統:酚造成血壓升高，酚直接作用於心肌的作用而造成血壓下降，往往病人先表現心搏過速(tachycardia)隨後則變為心搏過緩(bradycardia)及心律不整(cardiac arrhythmia)^[7]
8. 其他可能產生神經肌肉障礙、體溫會

下降、代謝性酸中毒。

9. 人口服致死量報導不一:LD為2~15g或MLD為140mg/kg。
10. 致癌性:酚並未被分類為致癌作用。
11. 生殖與發育的影響:苯酚是不包括在生殖和發育毒物，無報告於酚在人體內發育或繁殖產生影響^[8]。
12. 在動物研究中苯酚已被報導為胚胎和胎兒中毒，但不致畸。在動物實驗中，苯酚普遍沒有引起母體毒性發育的影響^[9]。

其他毒理數據:

攝入15ml的酚就有致死案例成人致死案:1~32公克，經皮滲入15ml的量也會有相同後果，體表暴露面積達到25%即有致死案例對人體皮膚造成損傷的濃度起始值是1.5%，1.5%足以對眼睛造成永久損傷或失明^[10]。酚(氣體及液體)經皮吸收與吸入吸收效率相同，曾經有酚皮膚暴露後30分鐘內死亡的案例。急毒性(皮膚吸收):皮膚暴露處會變白，若未立刻清除化學品，則引起灼傷或組織中毒。由皮膚吸收大量吸收酚會有極度危險曾有案例為32歲男性被酚潑濺到臉部、頸部、肩膀及背部，而在10分鐘後死亡^[11]。

職場酚水化學灼傷處理方式

急救處置五字訣：依序為(吸)脫、沖、泡、蓋、送。若是噴濺於臉部可在沖淋前，先以毛巾或脫脂棉吸收殘留於臉部之酚水。脫為脫去遭受化學性物質大量噴濺後之衣物，可降低化學物質侵入人體的機會，亦可以避免傷患在沖水時，因大量化學物質殘留在衣物沖淋不易，並造成衣物殘留面積擴大對身體皮膚更大範圍的傷害，沖淋至少30分鐘以上。眼睛灼傷，應以大量清水沖洗翻開上下眼瞼緩緩沖洗15分鐘以上，速送醫院診治。至於Phenol解毒劑的使用，乃甲烯藍注射劑(methylene

blue injection)主要是治療酚中毒所引起的變性血紅素症，由急診醫師判斷是否施打。

酚暴露容許濃度^[12]:

1. 八小時日時量平均容許濃度(TWA)5ppm(皮)
2. 短時間時量平均容許濃度(STEL)15ppm(皮)
3. 生物指標(BEIs):尿中每克肌酸酐含酚總量250mg(尿中酚總量)

結語

這次酚水案件，不禁想到台灣在2003~2005年間3個氫氧化四甲基銨(TMAH)噴濺造成到院前呼吸衰竭致死的案例；亦是強調了到院前除汙的重要性而不是詢問有沒有解毒劑使用的問題，現場能降低進入體內污染物的量，就能增加一分活命的機會，但在職場上除汙卻是最容易被忽略的事。毒化災處理首重除汙，職場應有就地除汙的標準作業程序，適當的除汙包括：全身衣服剪開、徹底使用大量的清水沖洗至少30分鐘以上，轉送毒化災傷患前，應確定已於現場完成除汙動作，因毒化物未經除汙即轉送，不但會汙染隨車醫護人員造成額外傷害，且依規定未經除汙病患是不准進急診室的。職場如何正確除汙!非常重要!平時第一線基層員工應加強毒化災的應變訓練。希望藉由此酚水噴濺不幸致死的案例，日後遇到類似化學性灼傷意外，千萬不要再犯同樣的錯誤。

參考文獻

1. 林義凱:緊急沖淋裝置設置規定介紹:勞工安全衛生簡訊2004;第66期
2. Martin D. Barratt. Quantitative structure activity relationships for skin corrosivity of organic acids,bases and phenols Toxicology letters 75(1995)169-176

3. Martin Stockdale and Michael J.SELWYN Effects of Ring Substituents on the activity of Phenols as Inhibitors and Uncouplers of Mitochondrial Respiration Eur.J.Biochem.21(1971)565-574
4. Horch R, Spilker G, Stark GB. Phenol burns and intoxication. Burns 1994;45-50
5. Canadian Centre for Occupational Health and Safety. CHEMINFO: Phenol. <http://ccinfoweb2.ccohs.ca/cheminfo/Action.lasso?-database=cheminfo&-layout=Display&-response=detail.html&-op=eq&CHEMINFO+RECORD+NUMBER=29E&-search>
6. 吳宗穎.化學物質之腎毒性與肝傷害。中華職業醫學雜誌2000;7(4):185-192
7. 黃文魁、蘇茂仁. 酚灼傷-壹病例報告 中華重建整外醫誌 p302-308
8. Recommendation from the scientific Expert Group on occupational Exposure Limits for phenol Scoel/sum/16 January 2003
9. Pardoe R, Minami RT, Sato RM et al.phenol burns. Burns 1976:29-41
- 10.Chen-ken Seak, Chih-Chuan Lin, Chen-June-Seak et al. A case of black urine and dark skin – cresol poisoning Clinical Toxicology (2010) 48, 959–960
11. Agency for Toxic Substances and Disease Registry. Medical Management Guidelines for Phenol. <http://www.atsdr.cdc.gov/MHMI/mmg115.html>
- 12.勞工作業環境空氣中有害物容許濃度標準 <http://www.iosh.gov.tw/Law/LawPublish.aspx?LID=77> available at 2014-2-04

Acute phenol burn injury in workplace---a case report

Lin, Hsu-Hua¹, Liu, Li-Mei², Luo, Jiin-Chyuan³

Abstract

In recent years, Taiwan's chemical industry to flourish and a variety of toxic chemicals are widely used. Staff engaged in maintenance, demolition pipeline, valve, pump and other mechanical equipment in chemical plants. Meanwhile the chemical exposure for acids, alkalis and organic solvents frequently, so it is much more important that chemical burns first aid response treatment for chemical burn in the workplace.

When it accidentally happens to abnormal leakage of hazardous materials or hazardous substances such as chemical solvents splash damage, the first time is appropriate emergency treatment on site, will reduce the damage of the victim of the case, or even avoid unfortunate occurrence. This article is mentioned in a grass-roots staff in the process area suffered 50 percent of phenol solution splash in front of the bust, including the nose and mouth, face, chest, abdomen, left leg, and total body surface area (TBSA) of up to about 37% to 40% burns, the review for the pre-hospital emergency and reminding the importance of participation in workplace first responder's decontamination, and I hope that we never make the same mistake again.

Keyword: Chemical burn, Phenol burn, Phenol intoxication, Decontamination

