

## 化學消毒性物質的防護措施(上)

---

林明滢

台北榮民總醫院 感染管制委員會

### 前 言

進入新千禧年世人已有能力複製人類，醫療科技的進步已讓人類能面對各種疑難症狀，各項精密的醫療儀器及物品不斷的研發，也讓患者接受更優良的醫療照護，以往必須開腸剖腹的腸胃道手術，現在已可利用腹腔鏡順利完成，不僅縮短手術時間，減輕患者術後的疼痛，也避免了許多院內感染的發生。為了提供安全無菌的醫療設備，對於需重複使用的醫療物品都須經過徹底的清潔、消毒與滅菌，醫療物品若可耐高溫處理時，醫院供應中心皆會採用高溫高壓滅菌的處理，此滅菌方法是以水當滅菌劑，對環境無危害性，但臨床仍有些電子設備或精密儀器無法承受高溫的處理，此時就得使用一些具有殺滅微生物的化學物質來達到目的，處理過程中會使用到各式各樣的化學清潔劑、消毒劑與滅菌劑，而這些物品有些對人體無害，有些可能對人體的影響為輕微的皮膚變白、紅腫等症狀或更甚者會嚴重到致癌、造成胎兒畸形[1]。

各國對危害人類健康的化學物質管制法規中，皆要求醫院要自行評估正常醫療照護及檢查時，操作人員及患者暴露於危險化學物質的風險，例如氧化乙烯(ethylene oxide; EO)、甲醛(formaldehyde)、戊乙醛(glutaraldehyde)等，以美國的環保法令要求必須使用機械性控制以加強對工作人員的保護，若醫院違反各類化學物質的平均職業暴露量(average occupational exposure standard; OES)將會受到處罰[1-3]。在醫院常見的消毒性化學物質分別有氧化乙烯、甲醛、戊乙醛、酚類(phenol)、過醋酸(peracetic acid)、次氯酸化合物(hypochlorite)、氯化物(chlorine compounds)、過氧化氫(hydrogen peroxide; H<sub>2</sub>O<sub>2</sub>)及酒精(alcohol)等九類。雖然台灣目前的主管機關仍未採用 OES 標準，但醫院同仁仍無法避免的會暴露於這些化學物質，本文我參考美國的建議及勞工安全衛生研究所公佈之物質安全資料表，並依其物理化學性質、消毒滅菌特性、對人體的毒性及防護措施等資料予以彙整。使醫院的工作人員能正確的使用及保護患者與自己，由於內容相當多將分成兩次刊登。

### 如何選擇滅菌與消毒層次

當醫療物品要進入人體的無菌組織或器官時，必須使用滅菌的物品，才不會將環境的微生物帶入人體內而造成感染；若是接觸人體的黏膜組織，因為黏膜可抵抗細菌的孢子，則採高程度消毒，而僅接觸人體的皮膚表面，由於皮膚外層有緊密防水作用的表皮細胞組成，下皮層由緊密結締組織構成，可對抗極端溫度、為預防外傷的第一道防線，因此只要一般的清潔或低程度消毒即可[4]。在醫院中可耐高溫的醫療物品，使用時若需要為無菌狀態時，皆採用高溫高壓滅菌，其是安全且低成本的優先選擇，無法耐高溫且成本低廉的物品，則是使用後即予以丟棄，並依規定進行廢棄物的處理[5]，至於無法耐高溫且費用昂貴的醫療器材我們就會採用化學性的滅菌或高程度消毒方法。臨床上常見的化學材質成份各異，有些是可耐高溫，例如

聚四氟乙烯(polytetrafluor ethylene; PTFE) 可耐高溫達 250°C、而聚碳酸酯(polycarbonate)則可承受到 135°C，由這兩類成份所製造的醫療器材，便可採用高溫高壓滅菌的處理，由於考量成本一般較常見且價格低廉的聚氯乙烯(poly-vinylchloride; PVC)成份醫療產品就無法忍受高溫高壓滅菌的處理，因溫度達 70°C 此類產品就會受熱變型，一些常見塑膠成份的耐溫程度請參考表一 [6-7]。

## 氧化乙烯

### 一、氧化乙烯的物理及化學性質

亦稱為環氧乙烷，化學式為  $\text{CH}_2\text{OCH}_2$ ，於常溫常壓下是無色氣體狀態，比重 0.87，溫度低於 10°C 下則為液體狀，氣味類似醚的氣味，沸點為 51°F (10.4°C)，可自燃溫度為 429°C，可與水互溶。

### 二、氧化乙烯的滅菌特性及應用

滅菌原理是利用氧化乙烯之化學作用來干擾微生物繁殖過程及蛋白質正常的新陳代謝，而造成微生物細胞的死亡，對細菌、黴菌、病毒、芽胞之殺滅能力都十分強。此法為低溫、低壓滅菌法，由於此氣體對人體亦有危害，滅菌處理後的醫療物品需要長時間的暴露，或使用排氣設備，才可將滅菌時所吸收之氧化乙烯完全消散，此時才能供臨床使用。通常用於不能耐高溫、高壓或精密之儀器如內視鏡，不耐熱塑膠類。於滅菌時的其包裝材料亦要適當選擇，可適用材料為聚乙烯、布類、紙類、羊皮紙、紙及塑膠紙之混合包裝袋，不適用的材料有尼龍、玻璃紙、氯化聚乙烯、金屬[1]。

### 三、氧化乙烯的健康危害

#### (一)急性期毒性

每八小時工作累積容許濃度為 1ppm，短時間(15 分鐘)累積容許濃度 2ppm。屬於致癌物質，若吸入氧化乙烯會引起鼻子、喉嚨和呼吸道刺激及抑制中樞神經系統，症狀如頭痛、噁心、嘔吐；若暴露於更高濃度可能發生嗜睡、頭痛、衰弱、動作不協調和喪失意識。接觸皮膚時，會在皮膚潮濕或油滑部位可能產生刺激感，若不慎噴入眼睛則會引起輕微刺激感；萬一不小心喝入氧化乙烯液體會引起抑制中樞神經系統，症狀和吸入時相同[1,2]。

#### (二)慢毒性或長期毒性

屬於致癌物質，長期會影響腎臟功能，尿蛋白的情況會增加，並傷害神經系統，症狀包括手腳麻木、末端關節之肌肉衰弱、手眼協調，對皮膚方面可能導致皮膚乾、紅和癢(皮膚炎)及灼傷，亦可能引起皮膚和呼吸道過敏反應，會增加罹患白內障的危險，也可能造成淋巴腺和造血系統的癌症[2,3]。

#### 四、氧化乙烯使用者的防護措施

- (一)個人防護：呼吸防護，當濃度低於 5 ppm 以下，使用全面型供氣式呼吸防護具；當未知濃度時，配戴正壓自攜式呼吸防護具，若須逃生時，則使用逃生型自攜式呼吸防護具。手部可使用手套防護，皮膚及身體防護可使用防水工作服。
- (二)通風設備工程控制的考量：1.考慮於氮氣封閉系統下操作；2.單獨使用絕對避免產生火花且須有接地的通風系統；3.排氣口直接通到室外，不宜接在下水道或排水管；4.對滅菌鍋所有處供給充分新鮮空氣以補充抽出的空氣。

#### 五、氧化乙烯危害的施救方法

- (一)吸入時，施救前先做好自身的防護措施，以確保施救人員的安全；移除污染源或將患者移到空氣新鮮處，立即就醫，並考慮給予氧氣。
- (二)皮膚接觸時，如為氣體，皮膚有刺激感，以溫水緩和沖洗 5 分鐘或直到污染物除去，若刺激感的現象持續，立即就醫。若是接觸液體，必要時戴防滲手套以避免觸及該化學品，以溫水緩和沖洗受污染部位 20 分鐘或直到污染物去除，如果刺激感持續，反覆沖洗，沖水中脫掉受污染的衣物、鞋子和皮飾品，立即就醫。需將污染的衣服、鞋子以及皮飾品完全洗淨除污後方可再用或丟棄。
- (三)眼睛接觸時，如為氣體影響不大，倘若仍有刺激感時，儘速移除污染源或將患者移到空氣新鮮處，若刺激感持續須立刻就醫。不慎被液體濺入，施救人員必要時，戴防滲手套以避免觸及該化學品，立即將眼皮撐開，以緩和流動的溫水沖洗污染的眼睛 20 分鐘，避免清洗水進入未受影響的眼睛，如果刺激感持續，反覆沖洗並立即就醫。
- (四)不慎吞食時，若患者即將喪失意識、或已失去意識，產生痙攣現象，不可經口餵食任何東西；若意識清楚，則讓患者用水徹底漱口，切勿催吐，給患者喝下 240-300 毫升的水，並考慮洗胃、或吞活性炭吸收氧化乙烯。
- (五)施救人員的防護，穿戴工作服、手套、正壓式空氣呼吸器。

## 六、氧化乙烯的環境衛生與廢棄處置方法

(一)工作場所嚴禁抽煙或飲食。

(二)處理此物後，須徹底洗手。

(三)維持作業場所清潔。

(四)工作後儘速脫掉污染之衣物，洗淨後才可再穿戴或丟棄，且須告知洗衣人員污染物之危害性。

(五)特殊滅火程序：

- 1.氧化乙烯為極易燃的氣體或液體，於室溫下很容易被引燃，一旦引燃，會引起氧化乙烯的爆炸性燃燒。
- 2.此液體會累積電荷，氣體會被靜電引燃，氣體密度比空氣重，會傳播至遠處，若遇上火源可能造成回火。
- 3.100%純氧化乙烯最低引燃點很高，但與空氣混合後其引燃點會降低，變成極易引燃，形成爆炸性混合物。
- 4.溶液中氧化乙烯含量大於 4%時，即屬於易燃液體。
- 5.封閉空間內的氣體或蒸氣被引燃可能導致爆炸，火場中的熱會引起氧化乙烯自行聚合，導致容器破裂，引起更大的傷害[2,3]。

(六)廢棄物依相關法規處理

1.液體的處置，可加 22 倍以上的水量大量水稀釋。

2.氣體的處置，採用特定的焚化法處理。

(七)釋放到自然界的作用，當釋放至大氣中，主要和氫氣自由基反應而退化，半衰期約 1 週，有 3-5%在 5 天後分解，於 20 天後有 52%分解，當釋放至土壤中，會很快地蒸發，當釋放至水中的退化作用，主要為蒸發、水解、生物分解(依重要性排列)。

## 甲 醛

## 一、甲醛的物理及化學性質

市售品通常為 37%或 56%水溶液，稱為福馬林，化學式為 HCHO，一般會加入 0.5%到 15%的甲醇當穩定劑可減少甲醛聚合，甲醛在常溫下為無色氣體，其氣味有強烈辛辣味，比重為 1.075-1.081，沸點為-21°C，pH 值介於 2.8-4.0，閃火點為 50 °C，於水中的溶解度為 55g/100mL，福馬林溶液(37%甲醛飽和溶液)的沸點為 97°C。

## 二、甲醛的消毒劑特性及應用

消毒滅菌原理是利用福馬林溶液加溫、氯化，把細菌的分子破壞，以達滅菌，是屬於低溫、低壓滅菌法，可當高程度消毒劑使用時，目前已不建議當消毒劑或滅菌劑使用。因醫院中仍會使用於病理切片檢驗時的組織固定，且台灣地區仍有少數醫院具有福馬林滅菌鍋還未淘汰，使用者要特別留心。中和劑可應用 glycine、氨水或用水稀釋[1,8]。

## 三、甲醛的健康危害

### (一)急性期毒性

不論八小時工作累積平均容許濃度或短時間時(15 分鐘)累積平均容許濃度皆為 1ppm。其蒸氣嚴重刺激鼻、咽及氣管。於 2-3ppm 下刺痛鼻及咽背，但可忍受。4-5ppm 下能忍耐 10-30 分鐘，超過 30 分不適感大增。於 10-20ppm 時呼吸困難，嚴重鼻、咽及氣管灼熱感，造成咳嗽。50-100ppm 會造成嚴重傷害。高濃度引起肺水腫(數小時後出現症狀)、肺炎或死亡。溶液會造成皮膚刺激，引起刺痛、乾燥、皮膚發紅。對眼睛的危害，0.2ppm 會刺激，2-3ppm 會刺痛，4-5ppm 會流淚，10ppm 會流淚不止，濃溶液會造成嚴重刺激及傷害，不慎食入時，會造成口、咽、食道、腸的刺激及疼痛，其後的症狀包括暈眩、沮喪及休克。可能發展成黃疸、體溫降低、酸中毒及血尿。因其蒸氣從食管轉到氣管，接著也會出現吸入的症狀。LD50(測試動物、吸收途徑)：100 mg/kg(大鼠，吞食)。LC50(測試動物、吸收途徑)：1000 mg/m<sup>3</sup>/30min(大鼠，吸入)。

### (二)致敏感性

- 1.吸入造成呼吸道刺激及肺功能減弱。為弱的肺過敏源。
- 2.造成皮膚刺激及過敏，敏感者對非常低濃度亦會過敏。
- 3.過敏包括皮膚刺痛、發紅、濕疹(紅疹、龜裂)。
- 4.濕疹可能產生在手肘、腳及部分或全部的臉、頸處。

### (三)慢毒性或長期毒性

- 1.致癌性：IARC 將其列為疑似致癌物。
- 2.蘇聯曾報導婦女暴露於甲醛及其他化學品導致月經不規則。
- 3.細菌、人體分離細胞或動物細胞基因突變測試呈陽性。畸胎特殊效應，168 mg/kg(懷孕 1-21

天雌鼠，吞食)造成胚胎發育不正常。細菌、人體分離細胞或動物細胞基因突變測試呈陽性 [2,3]。

#### 四、甲醛使用者的防護措施

(一)個人防護設備，防護手部時使用實驗防滲手套，穿戴工作服保護皮膚及身體。

(二)通風設備工程控制的考量：

- 1.嚴格管制處理，儘可能隔離或密閉處理；
- 2.分開使用防爆型且接地的通風系統，排氣口直接通到戶外；
- 3.排出的廢氣可能須使用氨水中和處理，以避免污染環境；
- 4.提供充分新鮮空氣以補充排氣系統抽出的空氣。

#### 五、甲醛危害的施救措施

(一)吸入時於施救前，施救人員須先做好自身的防護措施，以確保自己的安全；移除污染源或將患者移到空氣新鮮處；若有呼吸困難，立即就醫並供給氧氣。

(二)皮膚接觸時，不可直接碰觸此化學品，必要時施救人員戴防滲護手套。脫掉污染的衣物、鞋子及皮飾品(如錶帶、皮帶)。儘速用緩和流動的溫水沖洗患部 20 分鐘以上，假如刺激感現象持續存在，立即就醫。將污染的衣物除污後再使用或丟棄，而污染的鞋子或皮飾品盡量不要再使用。

(三)眼睛接觸時，立即將眼皮撐開用緩和流動的溫水沖洗污染的眼睛 20 分鐘。沖洗時要小心不要讓含污染物的沖洗水流入未受污染的眼睛裡。若沖洗後仍有刺激感，再反覆沖洗。

(四)食入時，若患者即將喪失意識、或已失去意識、痙攣時，勿經口餵食任何東西。若患者意識清楚，讓其用水徹底漱口。不可催吐，給患者喝下 240-300 毫升的水。若患者自發性嘔吐，讓其身體向前傾，以減低吸入的危險性。讓其漱口及反覆給水，立即就醫。

(五)甲醛施救人員的防護，戴防滲手套，以免接觸污染物，醫師施救時，避免洗胃或引發嘔吐。

## 六、甲醛的環境衛生與廢棄處置方法

(一)液體和蒸氣易燃，可能產生聚合，若於火場中容器可能破裂或爆炸。參考相關法規處理，採用特定的焚化或衛生掩埋法處理。

(二)特殊滅火程序，防火及滅火要求：1.適用滅火劑：化學乾粉、水霧。2.其氣體與空氣會生成易燃性或爆炸性的混合物。  
3.用水霧冷卻暴露於火場的容器。消防人員必須配戴空氣呼吸器、消防衣及防護手套。

(三)國內運輸規定，依道路交通安全規則第 84 條實施或台灣鐵路局危險品裝卸運輸實施細則

## 七、釋放到自然界的作用

(一)在環境中通常會迅速被生物分解，土壤中有微生物及細菌可使其分解，於土壤中無論有氧或無氧狀況，均會進行生物分解作用。

(二)釋放至水中，數天內會因生物分解而濃度降低。

(三)當釋放至大氣中，預期會光化作用及與氫氧自由基反應。

(四)少量的甲醛進入人體時(<1ppm)，會在體內會迅速分解成甲酸後，轉換成二氧化碳及水 [2,3]。

表一 化學材質的耐溫性

成份	耐溫範圍
可高溫高壓滅菌化學材質，耐受溫度 >120 °C	
poly-tetrafluor ethylene (PTFE)	~ 250 °C
polycarbonate (PC)	~ 135 °C
poly-4 Methypentane-1(PMP 或 TPX)	~ 120 °C
耐受溫度 100 ~ 120 °C	
polyethlyene High density (PEHD)	~ 100 °C
polyPropylene (PP)	~ 100 °C
不耐高溫高壓滅菌化學材質，耐受溫度 <100 °C	
Polyethylene low density (PELD)	- 90 ~ 70 °C
Polyvinylchloride (PVC)	- 5 ~ 70 °C
Polystyrene (PS)	- 10 ~ 70 °C
Acrylonitrile butadiene estyrene (ABS)	- 45 ~ 85 °C
Sturene acrylonitrile (SAN)	- 5 ~ 85 °C

註：因為化學學名，不易譯為中文

#### 參考文獻

- 1.Rutala WA. APIC Guidelines Committee; Association for Professionals in Infection Control and Epidemiology. APIC guideline for selection and use of disinfectants. Am J Infect Control, 1996; 24: 313-42.
- 2.行政院勞工安全委員會-勞工安全衛生研究所。(2002/7/4)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.gov.tw/frame.htm>
- 3.工業技術研究院-環境與安全衛生發展中心-MSDS 網頁。(2002/7/4)：物質安全資料表，環境與安全衛生發展中心網站  
[http://www.e-safety.com.tw/2\\_main/206\\_msds\\_2/search.htm](http://www.e-safety.com.tw/2_main/206_msds_2/search.htm)
- 4.Spaulding EH. Chemical disinfection of medical and surgical materials. In: Lawrence CA, Block SS, eds. Disinfection, sterilization and preservation. Philadelphia: Lea & amp; Febiger 1968: 517-31.
- 5.Rutala WA. Disinfection, sterilization and waste disposal. In: Wenzel RP, ed. Prevention and control of nosocomial infections. 2nd ed. Baltimore: Williams and Wilkins, 1993: 460-95.
- 6.柯清水，正文化學新辭典。1988 台北：正文書局有限公司。

7. Eubotubo: thermal resistance in Technical data. Delta Lab S. A. USA. 1995; 148-52.

8. National Institute for Occupational Safety and Health. Formaldehyde: evidence of carcinogenicity. NIOSH current intelligence bulletin 34. DHEW (NIOSH) publication no 81-111. Washington, DC: NIOSH, April 15 1981