

實驗室清潔消毒之常用術語及消毒劑

1. 前言

- 1.1 消毒及滅菌之基本常識對於實驗室生物安全非常重要，由於嚴重汙染的物品不能迅速的消毒或滅菌，故瞭解預先清潔（precleaning）之基本原理亦同等重要。關於消毒及滅菌，以下基本原則適用於所有已知不同危險群等級之微生物。
- 1.2 關於除汙之特殊要求，應根據實驗工作之類型以及所操作之微生物其特性來決定。可參考此處提供之資料，針對特定實驗室所涉及之生物性危害，建立標準化及更專業之程序。
- 1.3 消毒劑之作用時間會因特定物質及製造商而有不同，因此，所有消毒劑之使用應遵照製造商說明書中建議事項。
- 1.4 預先清潔
 - 1.4.1 因灰塵、汙染物及有機物等，為微生物棲身之所，可能影響除汙劑（包括抗菌劑、化學殺菌劑及消毒劑等）之殺菌作用，因此須經過預先清潔才能確實達到消毒及滅菌之目的。
 - 1.4.2 許多防腐劑只對經過預先清潔之物品才具有殺菌活性。
 - 1.4.3 預先清潔時應小心，以避免曝露於微生物中。
 - 1.4.4 預先清潔時應使用與接續使用之防腐劑化學上相容之物質，普遍是採用相同化學殺菌劑進行預先清潔及消毒。

2. 常用術語及定義

- 2.1. 除汙（decontamination）：去除及（或）殺死微生物之任何過程。
- 2.2. 消毒（disinfection）：以物理或化學方法殺死微生物，但不一定殺死其芽孢，例如使用抗菌劑（antimicrobial）將非生物體或其表面之微生物破壞或去活化；大部分的消毒劑（disinfectant）對有機物無效或消毒效果微弱。
- 2.3. 衛生清潔（sanitization）：使用抗菌劑將物品或其表面，或活體組織之致病微生物數量降低至不造成感染之數量，對於部分病毒或芽孢無效。例如手部推薦之衛生清潔方法為使用肥皂洗手，並沖淋熱水至少 20 秒。
- 2.4. 滅菌（sterilization）：是指用物理或化學的方法殺滅全部微生物，包括致病和非致病微生物以及芽孢，使之達到無菌狀態。經過滅菌處理後，未被汙染的物品，可稱為無菌物品。

3. 臨床使用之消毒劑

- 3.1 臨床使用之消毒劑可分為高程度、中程度及低程度。
 - 3.1.1 高程度消毒劑：可用於殺滅非芽孢的微生物，即可殺死細菌的繁殖

體、結核菌、黴菌及病毒，一般消毒時間至少 20 分鐘。常用消毒劑包括：(一) 2% 戊乙醛 (glutaraldehyde)，如驗性戊乙醛 (商品名：Cidex、Cido-dur、Wavicide)；(二) 6% 過氧化氫；(三) 過醋酸 (peracetic acid)；(四) 鄰苯二甲醛 (ortho-phthalaldehyde; OPA)；(五) 次氯酸水溶液 (sodium hypochlorite) >1000ppm，一般家用漂白水稀釋 10 倍 (1 份漂白水加 9 份水) 之濃度為 5000ppm。；(六) 巴斯德消毒 (Pasteurization) 則是在水中加熱 75 °C，持續 30 分鐘。

3.1.2 中程度消毒劑：用於皮膚消毒或水療池的消毒，可殺死細菌的繁殖體、結核菌、部分黴菌、親脂性病毒及部分的親水性病毒。常用消毒劑包括：(一) 10% 優碘或碘酒 (iodine)，至少 2 分鐘；(二) 70-75% (w/v) 酒精 (alcohol)，待乾燥後即可。

3.1.3 低程度的消毒劑，可殺死細菌的繁殖體、部分黴菌及親脂性病毒，一般消毒時間為 10 分鐘。常用消毒劑包括：(一) 酚化合物 (phenolics)；(二) 四級胺化合物 (quaternary ammonium compounds)，目前已不當消毒劑，僅當清潔劑；(三) 氯胍 (chlorhexidine gluconate)；(四) 較低濃度的次氯酸水溶液 (漂白水)，一般濃度為 100ppm。

3.2 依微生物種類區分消毒作用程度

消毒劑	消毒時間	細菌			黴菌	病毒	
		繁殖體	結核菌	芽孢		親脂性 ^a	親水性 ^b
低程度	至少 10 分鐘	+	-	-	+/-	+	-
中程度	至少 10 分鐘	+	+/-	+/-	+	+	+/-
高程度	至少 20 分鐘	+	+	+	+	+	+

【註】 a.親脂性病毒 (Lipophilic Virus)：如流行性感冒病毒、麻疹病毒、德國麻疹、水痘、腮腺炎病毒、及 AIDS 病毒。

b.親水性病毒 (Hydrophilic Virus)：如 A 及 B 型肝炎病毒、腸病毒、鼻病毒。

4. 各種化學消毒劑作用程度分類

	種類	使用濃度	消毒作用之程度
液體	戊乙醛水溶液	2%	高程度消毒或化學滅菌
	甲醛加酒精	80% 甲醛+70% 酒精	高程度消毒或化學滅菌
	過氧化氫	6-10%	高程度消毒
	甲醛水溶液	3-8%	中至高程度消毒
	碘仿	30-50 mg/L 游離碘 70-150 mg/L 有效碘	中程度消毒
	碘加酒精	0.5% 碘+70% 酒精	中程度消毒
	酒精	70-90% 酒精	中程度消毒
	氯化化合物	0.1-0.5% 活化氯	中程度消毒
	酚類水溶液	0.5-3%	低至中程度消毒
	四級胺化合物	0.1-0.2% 水溶液	低程度消毒
	氯胍	0.75-4%	低程度消毒
氣體	氧化乙烯	450-1500 mg/L	高程度消毒或滅菌

5. 常規使用之化學殺菌劑其一般用途及安全特徵

5.1 含氯消毒劑之建議使用濃度

含氯消毒劑之建議使用濃度	「清潔」情況下 ^a	「污染」情況下 ^b
所需之有效氯濃度	0.1% (1g/L)	0.5% (5g/L)
次氯酸鈉溶液 (含有 5% 之有效氯)	20mL/L	100mL/L
次氯酸鈣 (含有 70% 之有效氯)	1.4g/L	7.0g/L
二氯異氰尿酸鈉粉劑 (含 60% 之有效氯)	1.7g/L	8.5g/L
二氯異氰尿酸鈉片劑 (每片含 1.5g 有效氯)	每升 1 片	每升 4 片
氯胺 (含有 25% 之有效氯) ^c	20g/L	20g/L

【備註】 a 去除大部分污染材料後； b 溢流情況(例如血液)或大量污染材料沒有除去時； c 參見 5.4。

5.2 氯 (次氯酸鈉)

5.2.1 氯屬於快速作用之氧化劑，是一種普遍且廣效型之化學殺菌劑。一般以次氯酸鈉 (NaOCl) 溶液作成漂白水銷售，使用時可以用水稀釋成各種不同之有效氯濃度。

5.2.2 氯 (尤其用作漂白水時) 為強鹼性，能腐蝕金屬。有機物 (蛋白

質) 會顯著減弱其活性。漂白水在儲存或使用中, 尤其在高溫條件下, 會釋放氯氣而減弱其殺菌能力。要根據使用漂白水之初始濃度、容器類型(如有無蓋子)及大小、使用之頻率及特性以及室內條件, 以確定其更換頻率。一般而言, 對於那些需一天多次浸泡處理含有高濃度有機物材料之漂白水溶液, 每日應至少更換一次, 而那些使用頻率較低之漂白水溶液, 則可以維持一周時間。

5.2.3 常規實驗室消毒劑之有效氯濃度應為 1g/L。建議使用含有 5g/L 有效氯之更強作用之溶液, 處理生物危害性物質之溢出物以及含有大量有機物之情況。家用漂白水之次氯酸鈉溶液含有 50g/L 之有效氯, 因此需要稀釋 50 倍或 10 倍來達到最終濃度 1g/L 及 5g/L。工業用漂白水之次氯酸鈉溶液含有約 120g/L 之有效氯, 必須進行相應之稀釋達到上述濃度。

5.2.4 次氯酸鈣 [Ca(ClO)₂] 之顆粒或片劑一般含有 70% 之有效氯。用顆粒或片劑配製濃度 1.4g/L 或 7.0g/L 之溶液, 其有效氯濃度分別為 1.0g/L 之 5g/L。不建議將漂白水當作防腐劑使用, 但可以用作一般性消毒劑以及用於浸泡非金屬類之汙染物質。在緊急情況下, 也可以使用最終濃度含 1~2mg/L 有效氯之漂白水來消毒飲用水。氯氣具有強毒性。因此漂白水只能在通風良好之地方儲存及使用。另外, 漂白水也不能與酸混合, 以避免氯氣快速釋放。氯之許多副產物可能對人體及環境有害, 應該避免濫用含氯消毒劑, 特別是漂白水。

5.3 二氯異氰尿酸鈉 (NaDCC)

粉劑含有 60% 之有效氯。以 NaDCC 粉劑配製之濃度為 1.7g/L 及 8.5g/L 之溶液將分別含有 1g/L 及 5g/L 之有效氯。NaDCC 片劑一般每片含有 1.5g 之有效氯, 將 1 片或 4 片溶於 1 升水將分別獲得濃度約為 1g/L 及 5g/L 之溶液。粉劑或片劑之 NaDCC 儲存既方便又安全。血液或其他生物危害性液體溢出物時, 可以使用固體 NaDCC, 並使其作用至少 10 分鐘後再除去, 然後對汙染區域進行進一步之清理。

5.4 氯胺

粉劑含有大約 25% 之有效氯。氯胺釋放氯之速度比次氯酸慢, 因此如果需要獲得與次氯酸相同之效力, 就需要較高之初始濃度。另一方面, 有機物對氯胺溶液之影響沒有次氯酸溶液那麼大, 在「清潔」及「汙染」情況下, 都建議使用 20g/L 之濃度。氯胺溶液實際上無臭味。但是, 浸泡在氯胺中之物品必須要徹底清洗, 以除去加入到氯胺-T (甲苯磺酰氯胺鈉) 粉劑中之填充劑殘留物。

5.5 二氧化氯

5.5.1 二氧化氯是一種高效且快速防腐劑、消毒劑及氧化劑。經常有報導, 認為其濃度在低於漂白粉之含氯濃度時, 即具活性。二氧化氯

作為氣體是不穩定的，將分解為氯氣 (Cl₂) 及氧氣 (O₂) 並放熱。然而，二氧化氯溶於水，並在水溶液中穩定。有兩種方法可獲得二氧化氯：(一) 將鹽酸 (HCl) 及亞氯酸鈉 (NaClO₂) 兩種單獨成分混合時，即可生成；(二) 訂購其穩定態，然後需要時，隨時活化生成。

5.5.2 就氧化生物殺蟲劑而言，二氧化氯是高選擇性之氧化劑。臭氧及氯比二氧化氯有更高之反應活性，能氧化大多數之有機物。然而，二氧化氯僅與還原性硫化物、二級或三級胺以及其他強還原性及反應活性之有機物作用。因此，與使用氯及臭氧相比，二氧化氯在含量低得多之情況下，能得到更穩定之反應產物。在有機物較多之情況下，由於其選擇性，使用適量之二氧化氯比臭氧及氯更有效。

5.6 甲醛

5.6.1 在溫度高於 20°C 時，甲醛 (HCHO) 是一種能夠殺死所有微生物及其孢子之氣體。但甲醛對變性蛋白沒有滅活作用。

5.6.2 甲醛反應相對較慢，並需要相對濕度達 70% 左右。市場上出售之產品為多聚甲醛-一種固體多聚體，呈薄片狀或小塊狀，或為福馬林-一種濃度約為 370g/L (37%) 之氣體水溶液，其中含甲醇 (100mL/L) 作為穩定劑。兩種形式加熱都可以產生氣體，用於封閉空間 (如 BSC 及房間) 之除汙及消毒；甲醛 (5% 福馬林水溶液) 可以作為液體消毒劑。

5.6.3 甲醛被懷疑是一種致癌劑。它具有刺鼻氣味，其氣體能夠刺激眼睛及黏膜，因此必須在排氣櫃或通風良好之地方儲存及使用。必須遵守國家化學品安全規定

5.7 戊二醛

5.7.1 如同甲醛一樣，戊二醛 [OHC(CH₂)₃CHO] 具活性可對抗繁殖之細菌、孢子、真菌及含脂質或不含脂質之病毒。它不具有腐蝕性，比甲醛作用迅速，但也需要幾個小時才能殺死細菌孢子。

5.7.2 通常所供應之戊二醛濃度約 20g/L (2%) 之溶液，絕大部分產品使用前需要加入與產品一起提供之碳酸氫鹽混合物進行「活化」(變成鹼性)。活化之溶液根據其配方設計、應用類型及使用頻率等情況可以重複使用 1 至 4 週。與有些產品一同提供之指示計 (dipstick) 僅用於粗略指示溶液中之活性戊二醛等級。如果戊二醛溶液變混濁，就應將其廢棄。

5.7.3 戊二醛具有毒性，並對皮膚及黏膜具有刺激性，應避免與其接觸。必須在排氣櫃或通風良好之地方使用。不建議採用其噴霧劑或溶液來清除環境表面之汙染。必須遵守化學品安全之國家規定。

5.8 酚類化合物

5.8.1 酚類化合物是一大類最早使用之防腐劑。但是，最近基於安全考量

而限制其使用。它們對繁殖之細菌及含脂病毒具有活性，適當配製後，對分枝桿菌也有活性。它們對孢子沒有活性，而對於非含脂質病毒之活性則不確定。許多酚類產品可用於清除環境表面之汙染，有些（如二氯苯氧氯酚及氯二甲酚）是最常用之防腐劑。

5.8.2 三氯生常作為洗手用品。它主要對繁殖之細菌有活性，並且對皮膚及黏膜是安全的。但是，實驗研究發現，對低濃度三氯生具有耐受性之細菌對某些抗生素也有耐受性。該領域中這一發現之意義尚不清楚。

5.8.3 有些酚類化合物對水之硬度敏感，並可能導致喪失活性，因此必須使用蒸餾水或去離子水來進行稀釋。

5.8.4 不建議在食物接觸之表面及幼兒活動場所使用酚類化合物。它們可能被橡膠吸收，也可能滲透皮膚。必須遵守國家化學品安全規定。

5.9 四級銨鹽類化合物

5.9.1 四級銨鹽類化合物大多混合使用，也經常與醇類等其他殺菌劑聯合使用。四級銨鹽類化合物對繁殖之細菌及含脂質病毒具有良好活性。某些類型（如氯化苯二甲銨）也用作防腐劑。

5.9.2 有些四級銨鹽類化合物之殺菌作用會受有機質、水質硬度以及陰離子去汙劑之顯著影響，因此當使用四級銨鹽化合物進行消毒時，要謹慎選擇預先清潔所使用之媒介。有些具有潛在危害性之細菌能夠在四級銨鹽化合物溶液中生長。由於其生物降解能力較低，這些化合物也可能在環境中蓄積。

5.10 乙醇

5.10.1 乙醇 (C_2H_5OH) 及異丙醇 [$(CH_3)_2CHOH$] 具有相似之滅菌特性。它們對於繁殖之細菌、真菌及含脂質病毒具有活性，但不能殺滅活孢子，而對非含脂質病毒之作用則不確定。其水溶液最有效之使用濃度約為 70% (v/v)；更高或更低之濃度均不適宜殺菌。醇類溶液之主要優點是處理後物品不會留下任何殘留物。

5.10.2 將乙醇與其他試劑混合使用比單獨使用更有效，如 70% (v/v) 乙醇及 100g/L 之甲醛混合使用，以及使用含有 2g/L 有效氯之乙醇。70% (v/v) 乙醇溶液可以用於消毒皮膚、實驗台及 BSC 之工作檯面，以及浸泡小型外科手術器械。由於乙醇可以使皮膚乾燥，所以經常與潤膚液混合使用。在不便於或不可能進行徹底洗手之情況下，建議使用含乙醇之擦手液對輕度汙染之手部進行消毒。但是必須記住，乙醇對孢子無效，而且不能殺死所有類型之非含脂質病毒。

5.10.3 乙醇具易揮發性及易燃性，不能在明火附近使用。其溶液應儲存在適當之容器內，以避免醇類揮發。乙醇可以硬化橡膠並溶解某些膠質。為了避免乙醇使用於其他非滅菌目的，在實驗室裏對乙

醇進行專門之清點及儲存是非常重要的。含有乙醇溶液之瓶子必須清楚標記，以避免被意外高壓滅菌。

5.11 碘及碘仿

這類消毒劑之作用與氯類似，只是有機物對它們之抑制作用略弱。碘可以使纖維及環境表面著色，一般不適合作為消毒劑。但是，碘仿及碘酊是很好之抗菌劑。多聚碘（polyvidone iodine）是一種安全可靠之外科手術擦手劑及手術前皮膚抗菌劑。碘類抗菌劑一般不適於醫療/牙醫器械之消毒。碘不可使用在鋁或銅上。碘有毒性。含有有機碘之產品必須於 4~10°C 儲存，以避免有潛在危害性之細菌在裏面生長。

5.12 過氧化氫及過酸類

5.12.1 像氯一樣，過氧化氫（ H_2O_2 ）及過酸類是強氧化劑，是一種廣效型殺菌劑。對人體及環境較氯更為安全。

5.12.2 通常供應之過氧化氫是可以立即使用之 3% 溶液，或是以無菌水稀釋 5~10 倍體積後使用之 30% 水溶液。但是，那種單獨含有 3~6% 過氧化氫之溶液殺菌作用緩慢而有限。現有產品中含有其他成分來穩定過氧化氫，加速其殺菌作用並降低其腐蝕性。

5.12.3 過氧化氫能夠用於清除實驗台及 BSC 工作檯面之汙染，較高濃度之溶液適於清除對熱敏感之醫療/牙醫器械之汙染。採用過氧化氫或過氧醋酸燻蒸來消毒對熱敏感之醫療/牙醫器械時，需要特殊之設備。

5.12.4 過氧化氫及過氧醋酸能腐蝕鋁、銅、黃銅及鋅等金屬，也能使纖維、頭髮、皮膚及黏膜褪色。經它們處理之物品必須經過徹底之漂洗後，才能接觸眼睛及黏膜。它們應當儲存在避熱及避光之地方。