

個人防護具使用

中山醫學大學

115學年度安全衛生研習營

李書安 老師

逢甲大學環境工程與科學學系

學習目標

1. 認識實驗室常用之個人防護具的種類
2. 學會正確選擇個人防護具
3. 學會個人防護具正確穿戴方法及保養維護

大綱

單元1. 危害評估與控制

單元2. 個人防護具簡介

單元3. 眼睛與臉的保護

單元4. 呼吸防護具

單元5. 防護衣

單元6. 手部安全防護

單元7. 聽力保護

單元8. 生物安全個人防護具

單元1. 危害評估與控制

單元1. 危害評估與控制

- 危害評估

- 檢視工作或實驗的流程，與所使用的儀器設備與原料，判斷可能的危害類型與嚴重度。
- 例:化學性作業:翻閱所使用的化學物質的物質安全資料表(Safety Data Sheet)，瞭解該物質的在環境中的性狀與本身特性(固/液/氣態、腐蝕性、揮發性與脂溶性高低等)、毒性等級等。

單元1. 危害評估與控制

• 危害預防方法的優先順序：

1. 工程控制

- a. 取代：低毒原料取代高毒原料；低危險製程代替高危險製程
- b. 減量：以較少原料進行生產
- c. 隔離：將產生危害的設備、製程或人員隔離
- d. 通風：局部排氣或整體換氣

2. 行政管理

- a. 教育訓練
- b. 個人衛生
- c. 廠房整潔
- d. 物料標籤
- e. 輪班作業
- f. 環境監測
- g. 健康檢查



3. 個人防護具（最後一道防線）

單元1. 危害評估與控制

- 案例與參考作法:

- ✓ 案例一：噪音危害

1. 工程控制：將噪音產生源隔離或加裝屏障
2. 行政管理：改變作業方式以產生較低噪音的方式 為之
或輪班工作
3. 個人防護具：配戴耳塞或耳罩

- ✓ 案例二：呼吸危害

1. 工程控制：局部排氣系統或整體換氣
2. 行政管理：改變作業方式或輪班工作
3. 個人防護具：配戴適當之呼吸防護具

單元1. 危害評估與控制

•個人防護具使用之時機：

- 臨時性作業(3月後停1年)、作業時間短暫(1hr/day)或作業期間短暫(1月後停6月)。
- 進行作業場所危害預防裝置的維護、保養、修護工作時。
- 當工作的場所或製程本身無法採取合適之工程控制措施時。
- 即使採用了工程控制措施，仍無法將可能發生的危害風險降至可接受的範圍。
- 緊急意外事故逃生或搶救人命時。

單元1. 危害評估與控制

- 進入實驗室基本且必要的安全衛生防護裝備：

1. 眼鏡與實驗衣



單元1. 危害評估與控制

- 進入實驗室基本且必要的安全衛生防護裝備：

2. 鞋子

 CLOSED SHOES				
 OPEN SHOES				

單元1. 危害評估與控制

- 重點提示：

- 使用個人防護具是危害物暴露防制的最後一道防線。
- 在實驗室操作化學品時，應盡可能在化學氣櫃內操作實驗研究。
- 實驗室內的個人防護裝置，不僅僅限於呼吸防護具(口罩)以及手套，實驗衣、安全眼鏡、包腳鞋等皆是不可忽略的一部份。

單元2. 個人防護具簡介

單元2. 個人防護具簡介

個人防護具種類：

- 眼睛與臉部防護具
- 呼吸防護具
- 防護衣
- 手足安全防護
- 聽力保護
-



重要觀念：

- 唯有**使用時**，個人防護具才能提供保護
- **個人防護具一定要正確使用，否則將比不用時更危險**

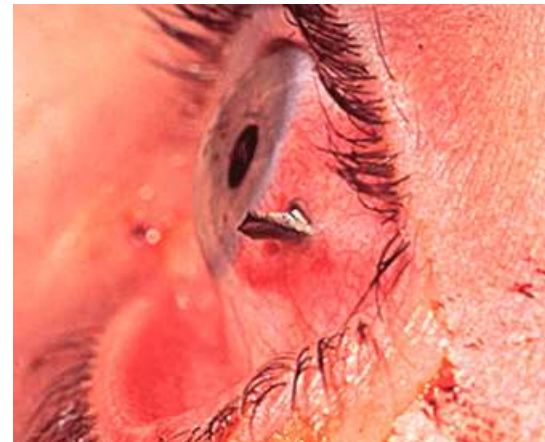
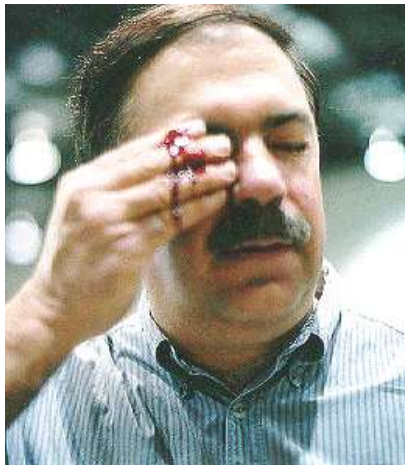
單元3. 眼睛與臉的保護

單元3. 眼睛與臉的保護

- 試想當時如果沒有這些保護裝置



- 後果會是！！



單元3. 眼睛與臉的保護

- 進入任何對眼睛具有潛在危害的場所中應強制規定使用眼睛保護裝置。
- 對象應包括老師、學生、維修人員、訪客等。

單元3. 眼睛與臉的保護

- 實驗室中會對眼睛或臉部造成傷害的因素：

危害種類	相關作業
衝擊	切削、研磨、雕刻等會產生體積較大且具有較大動能的飛行物體或碎片
熱	高溫爐、鑄造、焊接等會產生高溫的作業
化學物質	化學品或檢體的操作
粉塵	木工作業
光	焊接、熔切、操作雷射等

單元3. 眼睛與臉的保護

- 防護具種類：

1. 安全眼鏡

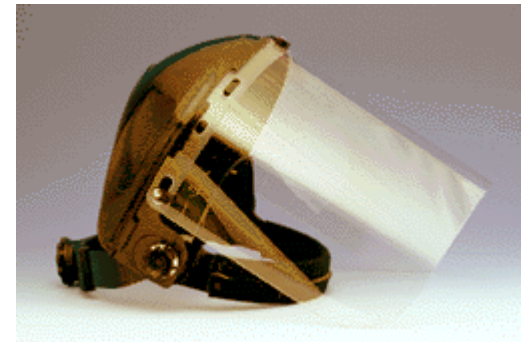


角罩(側護片)

2. 護目鏡



3. 面罩(面盾=面盔)



單元3. 眼睛與臉的保護



圖片來源:hc-safety

- 安全眼鏡 VS. 防化學護目鏡：

- 常見錯誤觀念：

許多實驗人員誤以為「普通安全眼鏡」即可防範化學噴濺。事實上，普通安全眼鏡側邊與下方留有縫隙，液體飛濺時易沿臉部流入眼睛。

防化學護目鏡（Chemical Splash Goggles）採用雙層或間接通風（Indirect Vent）設計，能兼顧透氣並阻絕液體直射進入。

- 防化學護目鏡主要構造：

包括：鏡片（具高抗衝擊性與耐化學腐蝕的聚碳酸酯 (Polycarbonate, PC) 或醋酸酯材質，且具具備防霧與抗刮塗層）、鏡框（柔軟且具彈性、耐酸鹼的 PVC 材質，能緊密服貼各種臉型，防止化學液體從縫隙滲入）、間接透氣設計（採用遮罩覆蓋通風孔或使用單向氣閥，保持空氣流通、防止鏡片起霧），與寬版且可調節的鬆緊頭帶。

單元3. 眼睛與臉的保護

- 防護具種類：

4. 焊接用防護面具



5. 濾光鏡片



單元3. 眼睛與臉的保護



圖片來源:hc-safety

- 國家與國際眼部防護驗證標準：
 - CNS 7177（台灣國家標準）：個人眼部防護具標準，規範耐衝擊測試、光學品質與防霧耐磨指標。
 - ANSI/ISEA Z87.1（美國國家標準）：全球廣泛採用的眼部防護規範，標記「Z87+」代表通過高能量衝擊測試（High-Impact Rated）。
 - 標記辨識防護功能：
 - D3：防液體飛濺（Splash/Droplet）
 - D4：防粗顆粒粉塵（Dust）
 - W：焊接防護（Welding Filter）
 - 採購合規查核：採購防護具時，須確認產品本體標有 CNS 7177 或 ANSI Z87.1 檢驗合格字樣。
 - 其他國際標準：歐盟標準CE EN166及EN170（透明鏡片）(2024.11.11 廢止) 與EN ISO 16321-1(新標準)，以及澳洲標準AS/NZS 1337.1₂₁°

單元3. 眼睛與臉的保護

- 隱形眼鏡：

- 在實驗室中：

1. 禁止配戴隱形眼鏡（最保守的作法）
2. 審慎評估戴隱形眼鏡的風險
3. 使用氣密型護目鏡

- 當化學品不慎進入眼睛時：

1. 以清水沖洗並立即摘除隱形眼鏡
2. 連續沖洗至少15~30分鐘
3. 送醫院檢查

單元3. 眼睛與臉的保護

- 隱形眼鏡（無法視作個人防護器具）
 - 在實驗室中一般是禁止配戴隱形眼鏡，主要的原因為：
 1. 當異物進入眼睛時，由於人體的反射動作將使眼皮緊閉，讓取下隱形眼鏡的難度增加，**延長急救**的時間。
 2. 有些化學品的蒸汽會穿透隱形眼鏡材質，而在隱形眼鏡的覆蓋下蒸汽分子與眼睛反而有更長的作用時間。
 3. 長期配戴隱形眼鏡會降低角膜敏感度而減少淚液的分泌，因此**降低保護**作用。

單元3. 眼睛與臉的保護

- 隱形眼鏡：

- 在評估實驗室中是否可以配戴隱形眼鏡，應謹慎考慮：

1. 危害的種類？
2. 戴隱形眼鏡是否讓眼睛承受更大的風險？
3. 摘除隱形眼鏡的動作是否增加眼睛的風險？
4. 危害的風險是否因為隱形眼鏡的材質與設計上的差異而有所不同？
5. 是否有其他的危害風險？
6. 戴隱形眼鏡是否會降低其他防護裝備的效能？

單元3. 眼睛與臉的保護

- 緊急洗眼器規範(ANSI Z358.1)與標準操作步驟：
 - 設置位置要求：須位於危險工作區 10 秒內（約 15 公尺）可到達處，路徑保持順暢無障礙。
 - 一按即開設計：開關操作須簡單，一經啟動能自動保持水流暢通免手持(必須能連續沖洗至少 15 分鐘)。
 - 溫和洗眼水流：水壓(30-90 psi，建議45 psi) 須適中，防止高壓水流(0.4加侖/分鐘)對受傷眼球造成二次物理打擊。
 - 定期測試維護：實驗室應建立每週排水測試機制，確保水質清潔與功能正常。須每月由專人實施定期檢查（測試出水 3 分鐘以上確保水質暢通），並保存紀錄三年。

單元3. 眼睛與臉的保護

- 重點提示：

- 在評估實驗室中是否可以配戴隱形眼鏡時，應考慮的因素應包括如：**危害的種類、戴隱形眼鏡是否讓眼睛承受更大的風險、摘除隱形眼鏡的動作是否增加眼睛的風險。**
- 研磨作業時為了避免砂輪所產生之碎粒飛入眼中，可使用**有側護片之防護眼鏡。**

單元4. 呼吸防護具

一口爛牙好焦慮 竹科
工程師出門必戴口罩



2016/09/05 17:04:12 聯合報

潘帥爆熱戀 和「她」戴情侶口罩？



2016/08/24 17:31 自由時報

反南鐵東移「說破嘴沒用，戴口罩抗議」



2016-08-09 14:32:41 聯合晚報

拒當「外貌協會」 日本推出戴口罩相親



2016年10月17日 17:36 蘋果即時

港專家：肺結核傳染性
高 普通口罩難抵



2016/08/14 18:45 東網

99%殺菌率和過濾效率，亦有高透氣度，令
用家不用再在舒適度和防護功能間作取捨。



2016/09/06 11:25 東網電視

港科研土壤爆芽 納米智能口罩全球揚威

PM2.5讓全身都是病 外出要戴口罩

健康醫療網



2016/08/30 11:39 健康醫療網

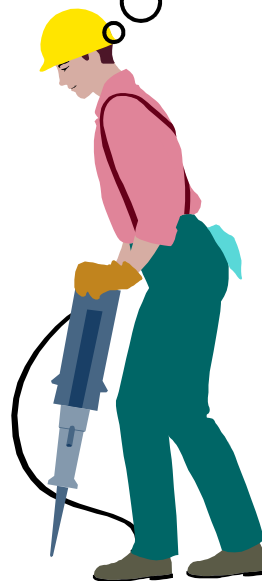
行政院長謝長廷25日特別到桃園縣楊梅鎮的
養雞場參觀，了解飼養場預防禽流感的防護
措施，也呼籲民眾不要對禽流感感到恐慌，
政府已經做好防疫的準備。



2005/10/26 11:39 蘋果日報

空氣中呼吸危害物之分類

「粒狀物」是指懸浮於空氣中的微粒
其大小通常以**微米** (10^{-6} 公尺)
或**奈米** (10^{-9} 公尺) 為單位。



固態

粒狀污染物

生物性
微粒
煙煙
粉塵

霧滴

液態

油性
物質

氣體
蒸氣

氣狀污染物

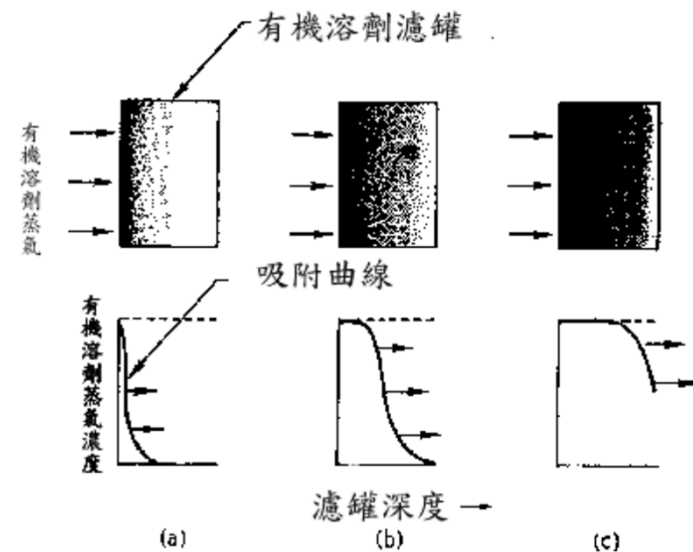
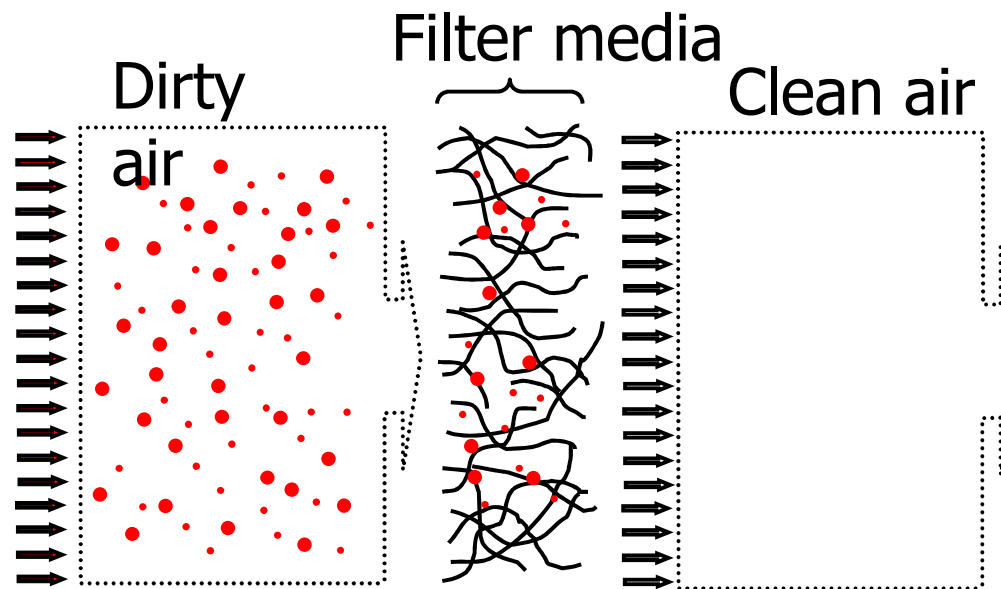
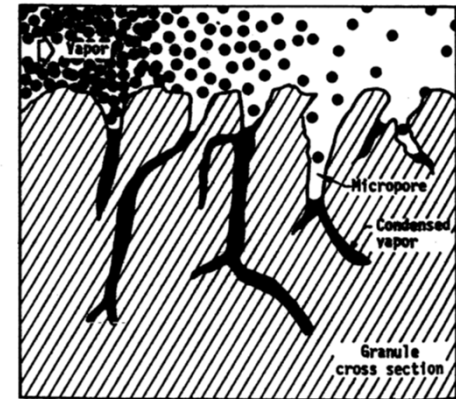


氣狀

單元4. 呼吸防護具

- 呼吸防護具的選擇

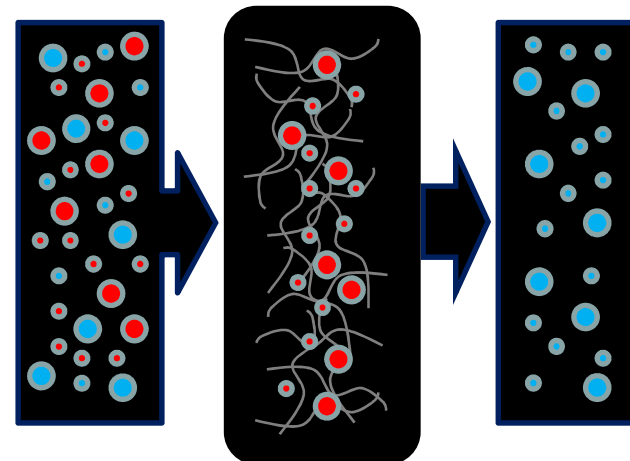
1. 「防塵口罩」與「防毒面具」的差異？



圖片來源:濾罐吸附有機溶劑負荷情形(Nelson,1976)

防塵口罩與防毒面具

- 防塵口罩 (dust mask)
 - 針對空氣中之粒狀污染物 (如礦物性及生物性粉塵、霧滴、煙煙、氣懸膠等) 進行防護；
 - 使用以濾棉為主之濾材；
 - 防護具面體可與濾材分離或合一，後者稱為過濾面體式呼吸防護具 (filtering facepiece)，如 N95 口罩。



- 防塵口罩(過濾面體式呼吸防護具)



N95 防塵口罩



N95 防塵口罩

含呼氣閥

(Source: 3M Company, USA)

- 防塵口罩(塑料面體呼吸防護具)



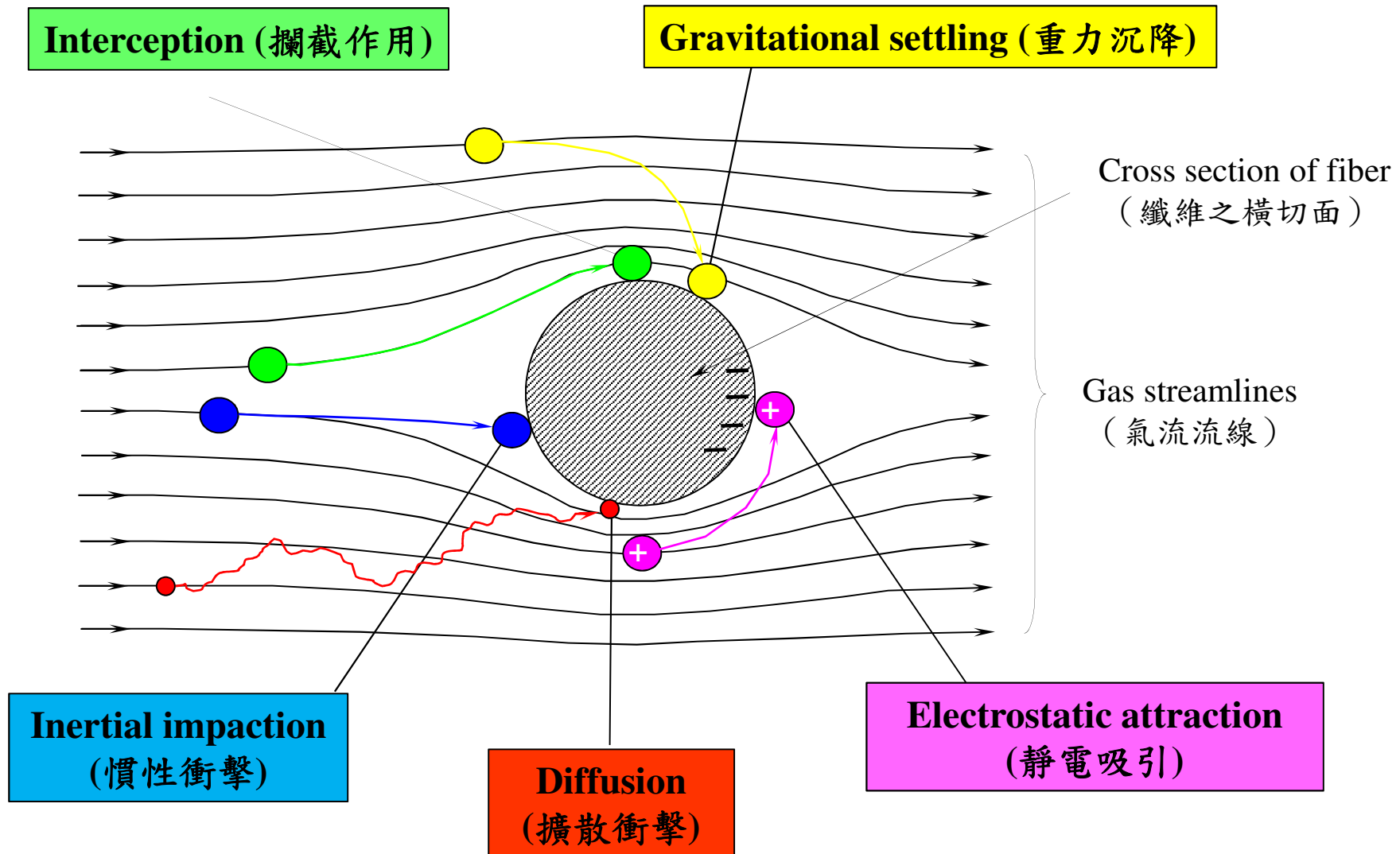
半罩式塑料面體與
P100 濾材



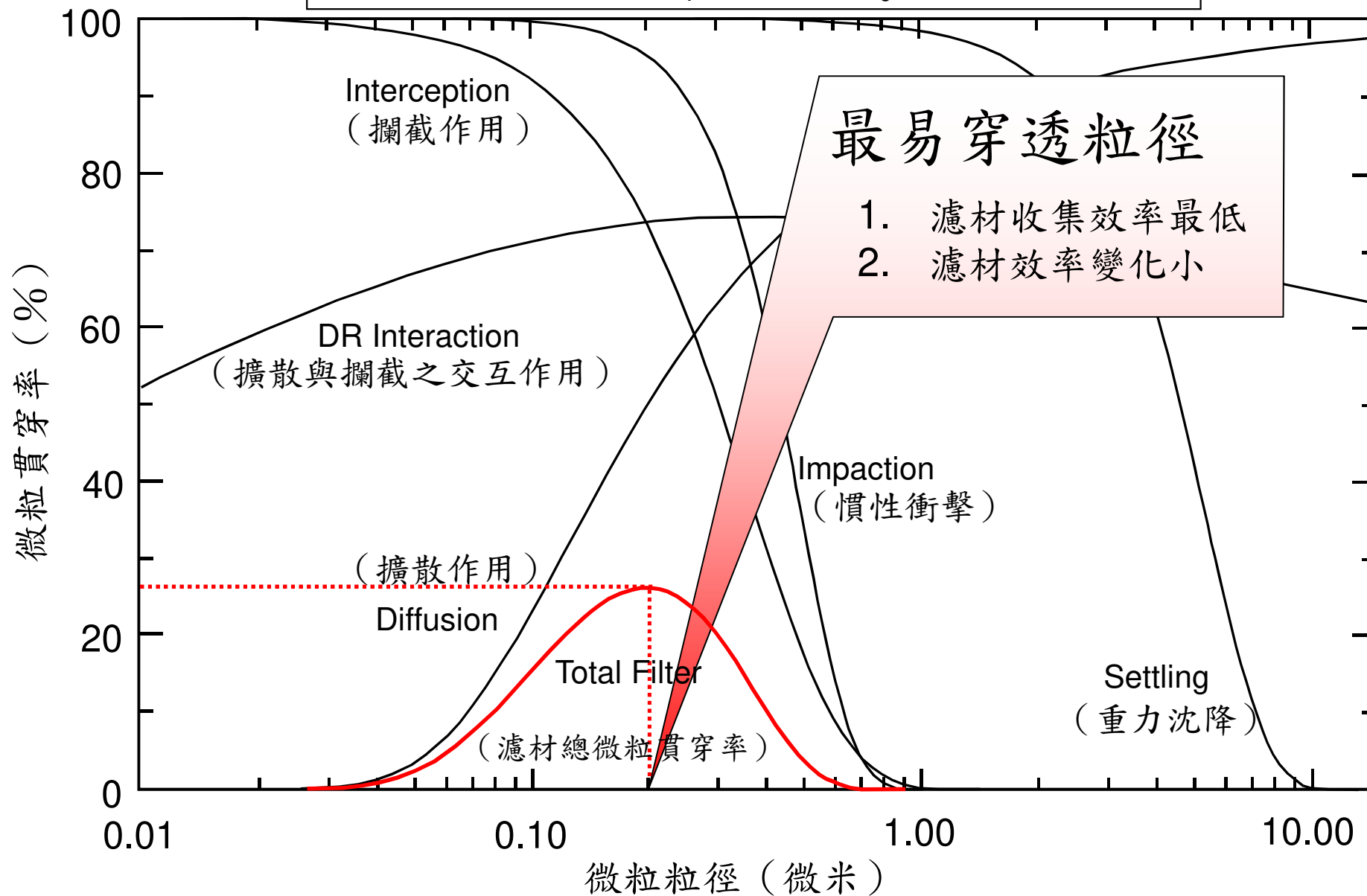
半罩式塑料面體與
P95 濾棉

(Source: 3M Company, USA)

呼吸防護原理

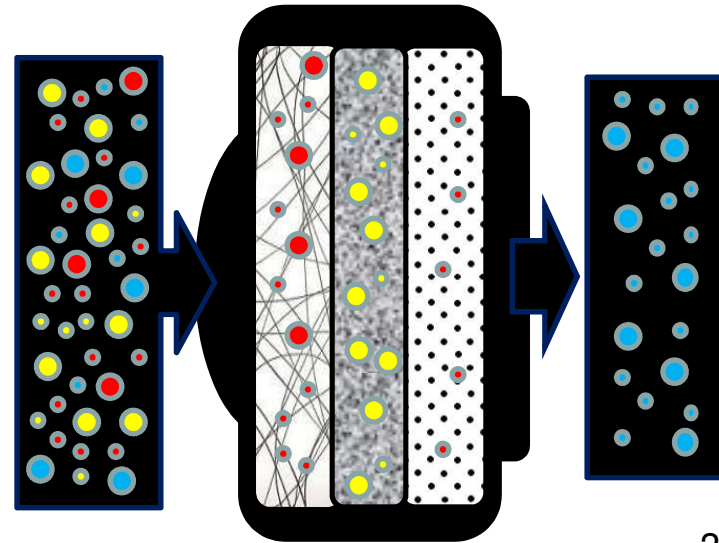


$t = 1 \text{ mm}, a = 0.05, d_f = 2 \text{ }\mu\text{m}, U_0 = 10 \text{ cm/s}$



防塵口罩與防毒面具

- 防毒面具 (gas mask)
 - 針對空氣中之氣狀污染物 (如有機蒸氣等) 進行防護；
 - 使用內含活性炭、分子篩、或酸鹼中和反應劑之濾毒罐；
 - 面體多數與濾材分離，且以塑料面體為主，故與使用者臉部之密合性較佳。



- 防毒面具 (半罩式與全罩式) 之面體與濾毒罐/匣



(Source: 3M Company, USA)

呼吸防護具-防毒面具之濾毒罐

- 美國NIOSH認證標準
(ANSI/AIHA Z88.7-2010)

防護對象	顏色標示
酸性氣體用	白 
有機蒸氣用	黑 
氨氣用	綠 
酸性氣體/有機蒸氣兼用	黃 
甲醛、有機蒸氣用	橄欖 
一氧化碳用	藍 
酸性氣體/氨氣/一氧化碳/有機蒸氣兼用	紅 

- 中華民國國家標準
(CNS 6636 Z2023 2013)

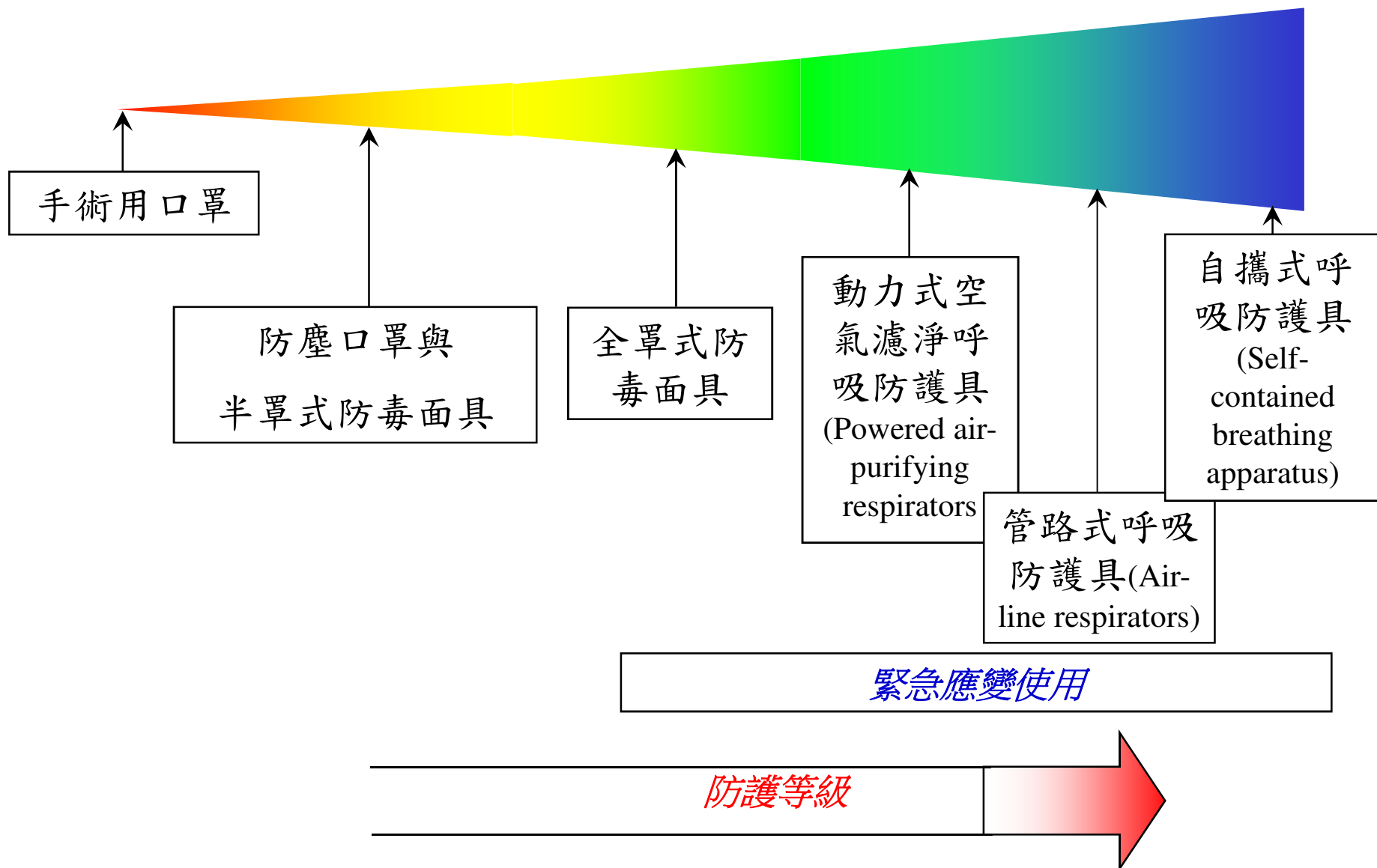
防護對象	顏色標示
A型：沸點 > 65°C之有機氣體及蒸氣	棕 
AX型：沸點 < 65°C之有機氣體及蒸氣	棕 
B型：無機氣體及蒸氣	灰 
E型：酸性氣體及蒸氣	黃 
K型：氨氣	綠 
SX型：其他特定氣體/蒸氣	紫 
NO-P3型：氮氧化物	藍-白色
Hg-P3型：汞蒸氣	紅-白色



單元4. 呼吸防護具

- 呼吸防護具的選擇
 1. 呼吸防護具有不同的型式與等級，是否適合？是否有效？
 2. 同一種類型的PPE不是每個人都適用。
 3. 佩戴呼吸防護具可將危害物濃度降低多少倍？
 4. 何謂「防護係數」與「密合係數」？

- 呼吸防護具提供的防護等級



防塵口罩之防護分級

- NIOSH 針對防塵口罩劃分之防護分級：

濾材阻抗防護性類別		測試用懸浮微粒 ^a	過濾效能 (%)		
			95	99	99.77
N 系列	非抗油性	NaCl 非油性氣懸膠	N95	N99	N100
R 系列	耐油性	DOP 含油性懸浮微粒	R95	R99	R100
P 系列	抗油性	DOP 含油性懸浮微粒	P95	P99	P100

^a測試用懸浮微粒選用大小為 0.3 μm 之最易穿透粒徑；依濾材阻抗防護性不同，測試用之懸浮微粒可分為 NaCl (sodium chloride) 非油性氣懸膠與 DOP (dioctyl phthalate) 含油性懸浮微粒。

歐盟防塵口罩過濾效率標準(NaCl, Paraffin oil aerosol at 95L/min)

測試微粒	EN143 (1995) Particle filters can be attached to a face mask			EN149(2001) Respirators are entirely constructed of filtering material		
過濾效率	$\geq 80\%$	$\geq 94\%$	$\geq 99.95\%$	$\geq 80\%$	$\geq 94\%$	$\geq 99\%$
等級	P1	P2	P3	FFP1	FFP2	FFP3

註：測試用之懸浮微粒為NaCl(sodium chloride)非油性氣懸膠與石蠟油(paraffin oil) 含油性懸浮微粒。

日本防塵口罩過濾效率標準 (Japanese Standard for Particulate Respirator, 2000)

測試微粒		NaCl			DOP (di-octyl phthalate)		
過濾效率		$\geq 80\%$	$\geq 95\%$	$\geq 99.9\%$	$\geq 80\%$	$\geq 95\%$	$\geq 99.9\%$
等級	替換式	RS1	RS2	RS3	RL1	RL2	RL3
	拋棄式	DS1	DS2	DS3	DL1	DL2	DL3

台灣防塵口罩過濾效率標準 (CNS 14755 Z2125)

測試微粒		NaCl (85L/min)		
過濾效率		$\geq 80\%$	$\geq 95\%$	≥ 99
等級	拋棄式	D1	D2	D3

單元4. 呼吸防護具

- 呼吸危害：環境中空氣不適合呼吸(如缺氧)或有危害物存在。
- 何謂IDLH (Immediately Dangerous to Life or Health)？**IDLH狀態下須要使用供氣式呼吸防護具。**



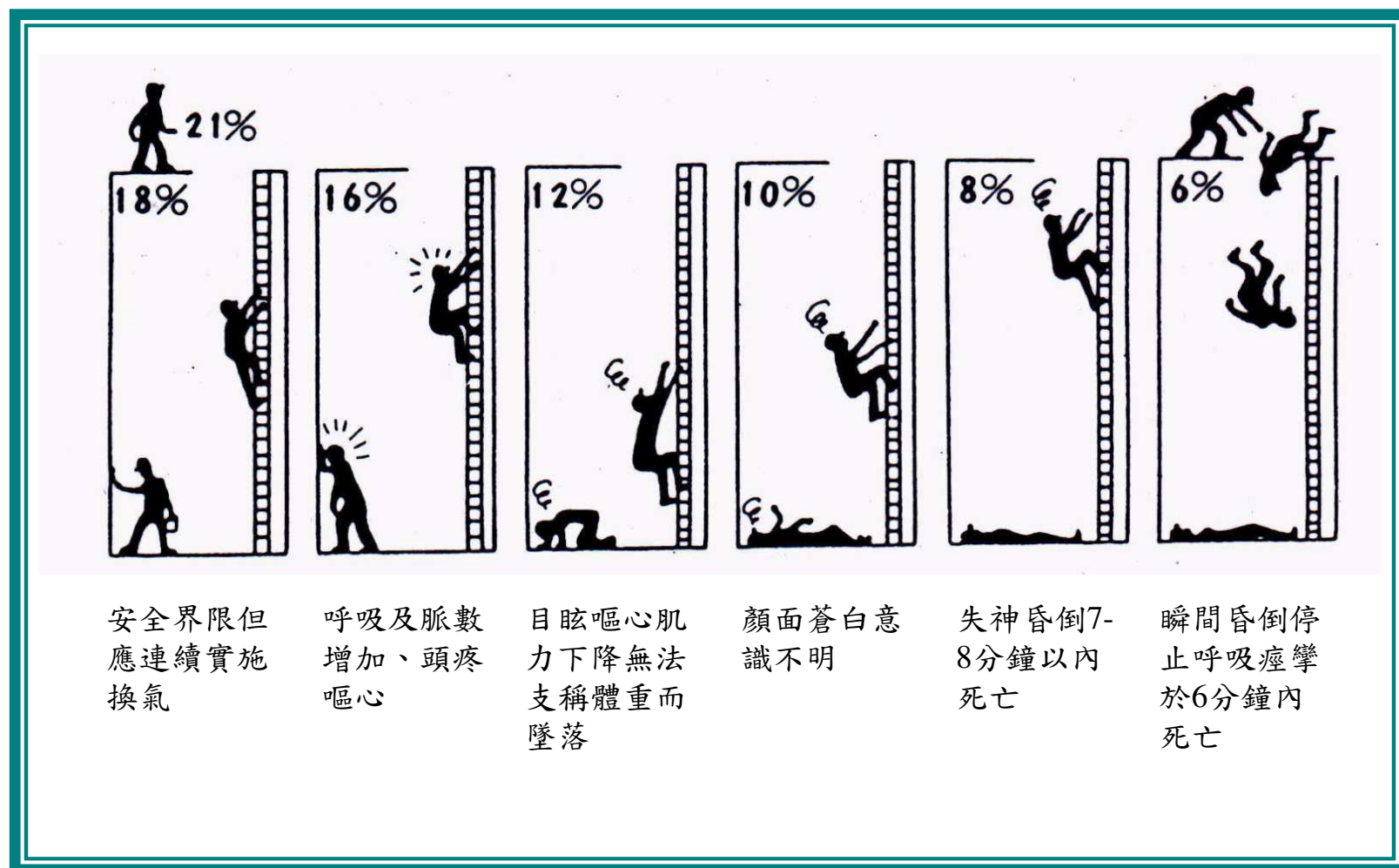
特別針對急性呼吸危害之暴露而定，達此濃度可能造成：

1. 生命喪失
2. 不可逆的健康效應
3. 降低逃生能力



單元4. 呼吸防護具

- 氧氣濃度與生理現象



防護係數 (Protection Factors, PF)

$$PF = \frac{\text{環境中污染物之平均濃度}}{\text{防護具內污染物之平均濃度}}$$

當濾材效率達100%
時，PF = FF（密合度
係數）

濾材效率 + 面體洩漏

濾材效率檢測

- ☞ 42CFR Part 84
- ☞ EN 149:2001
- ☞ CNS 14755 Z2125

密合度測試

- ☞ 定性密合度測試
- ☞ 定量密合度測試

單元4. 呼吸防護具

- 呼吸防護具使用原則

↳ 挑選適當大小的面體，注意密合情形。

適合你的並不一定適合我

	Surgical mask 1	Surgical mask 2	Surgical mask 3	N95 mask 1	N95 mask 2
平均	3.9	5.7	4.0	21.6	80.9
標準差	2.1	4.4	3.0	27.7	70.7
最大值	8.4	23.3	17.0	112.6	200.0
最小值	1.2	2.0	1.4	1.6	4.4
100以上比例	0.0%	0.0%	0.0%	6.5%	35.5%

微粒從口罩濾材與孔隙間穿透率

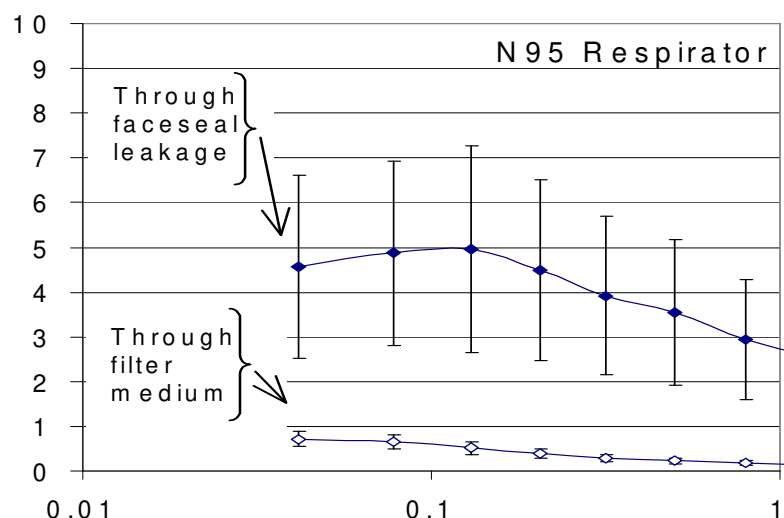
經由面部間
隙洩漏產生

經過濾介質
穿透產生

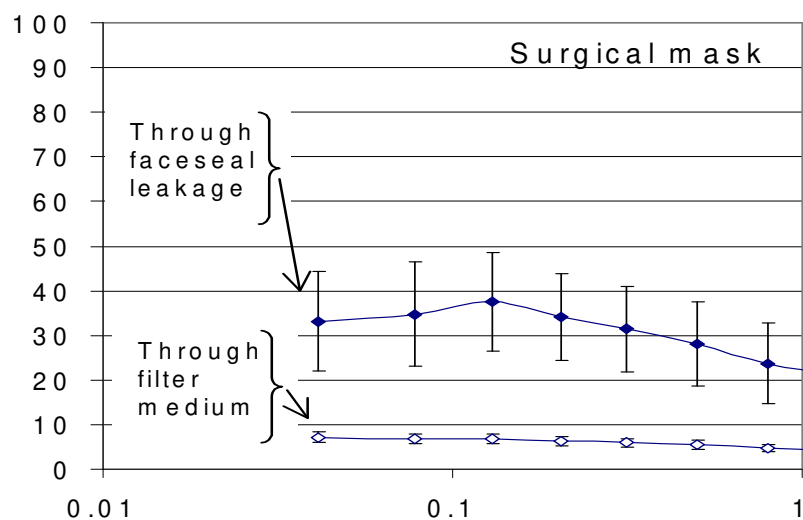
Penetration (%)
穿透率 (%)

經由面部間
隙洩漏產生

經過濾介質
穿透產生



N95 呼吸防護具



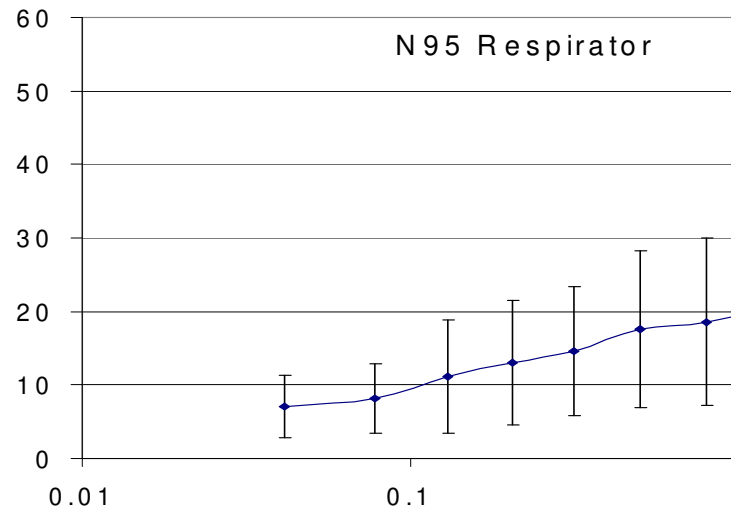
手術口罩

Particle diameter (μm) 粒徑大小 (微米)

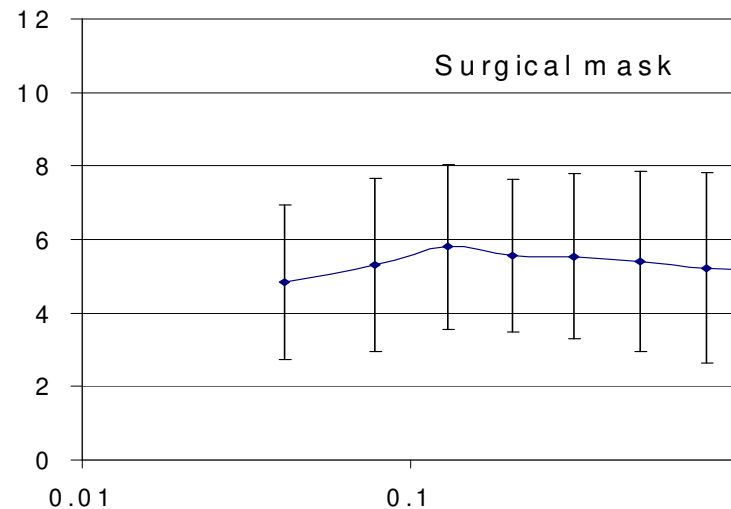
N95 防護具與手術口罩之洩漏率的比例

經由臉部間隙洩漏之微粒通量
經由濾材介質通過之微粒通量

Particle flux through the face seal leakage
Particle flux through the filter medium



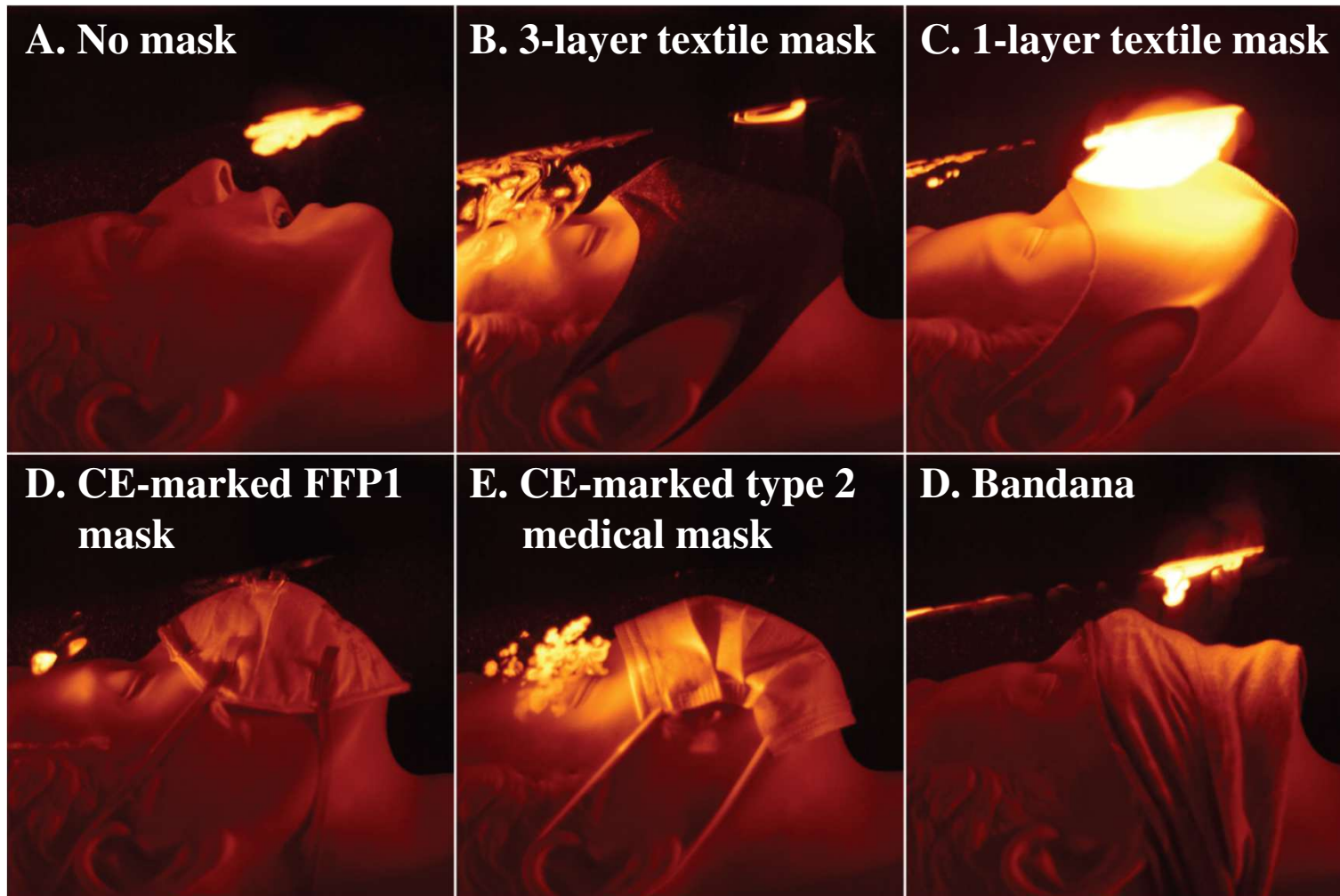
N95 呼吸防護具



手術口罩

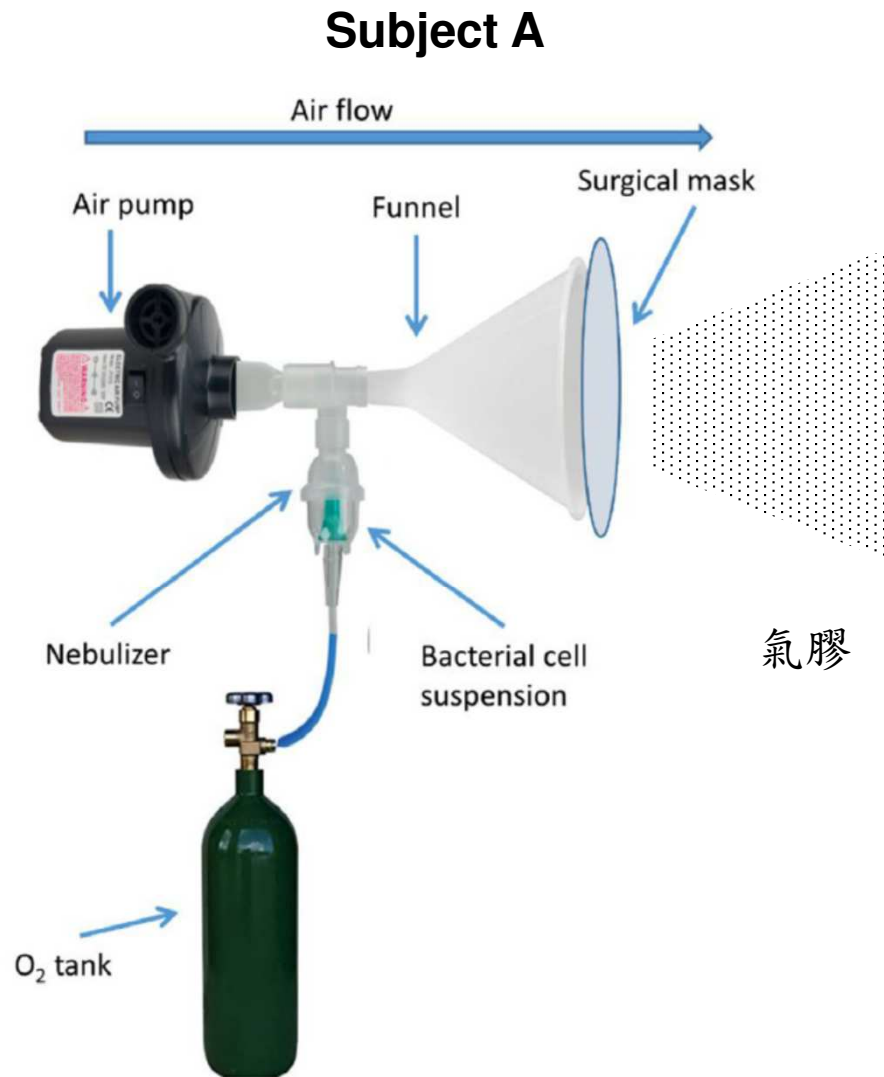
Particle diameter (μm) 粒徑大小(微米)

測試口罩材料和密合度對呼出氣 膠的影響



Darby et al., 2020

在不同情境下，臉部防護面罩與口罩在防止氣膠傳播效果的評估



Subject B



沒有口罩
沒有防護面罩



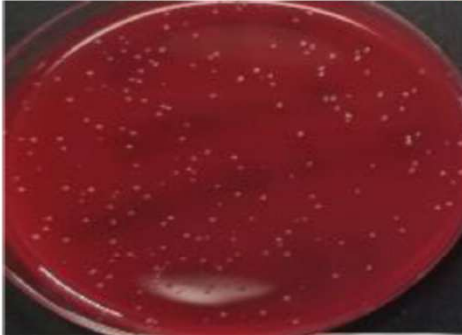
只有口罩



只有防護面罩

Table 1

For evaluation of mask and face shield efficacy in preventing aerosol transmission, 17 different scenarios were tested

Scenario	Subject A	Subject B	Distance	Growth Score	Colony forming units
1	No surgical mask, no face shield	No surgical mask, no face shield	0.1524 Meters	7+	
2	No surgical mask, no face shield	No surgical mask, no face shield	1.8288 Meters	7+	
5	No surgical mask, no face shield	Surgical mask	0.1524 Meters	5+	
6	No surgical mask, no face shield	Surgical mask	1.8288 Meters	1+	

雙方沒有戴口罩與防護面罩，維持社交距離也無法降低暴露

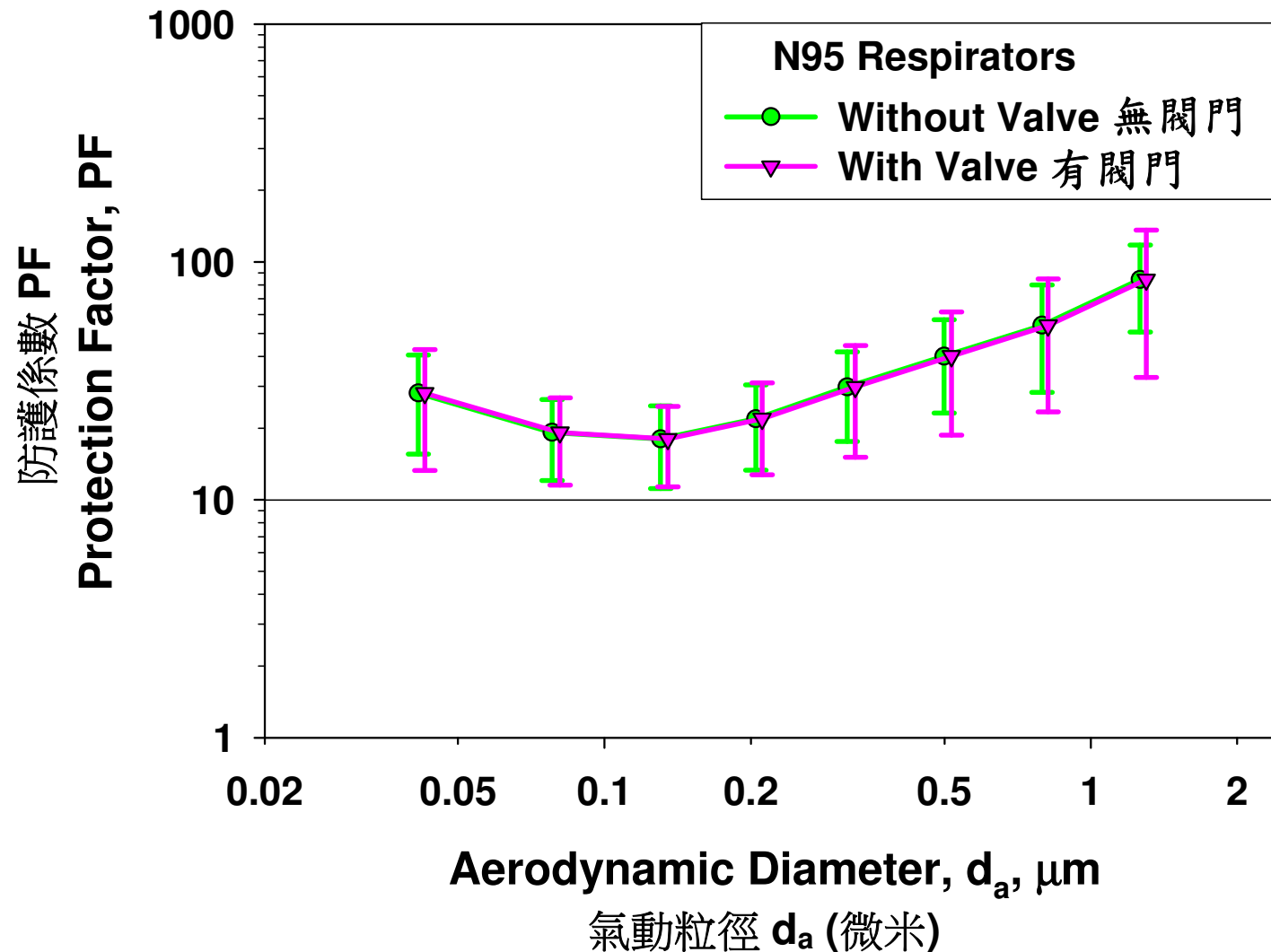
健康人有戴口罩，維持社交距離可以降低暴露

Table 1 (Continued)

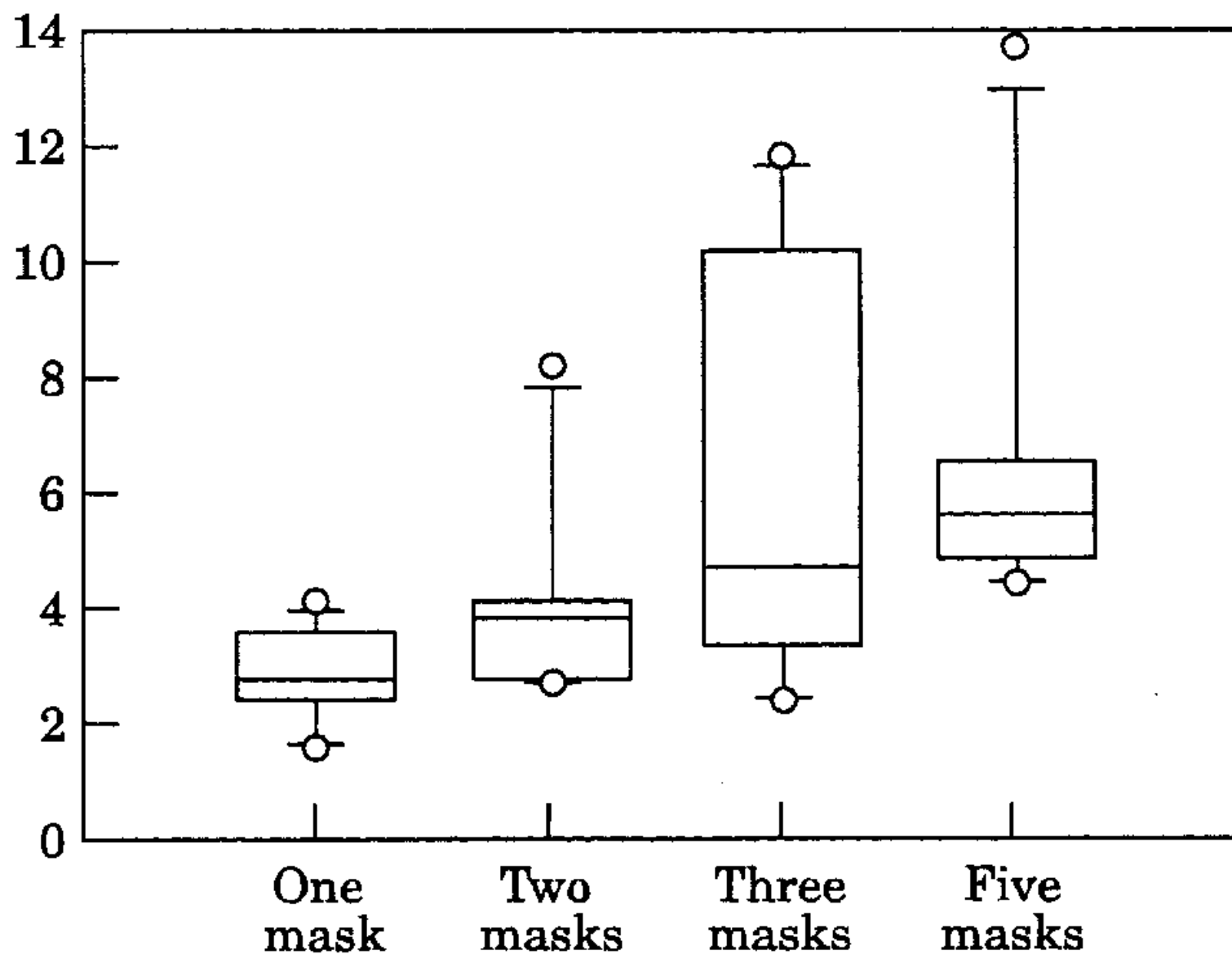
Scenario	Subject A	Subject B	Distance	Growth Score	Colony forming units
11	Surgical mask & face shield	Surgical mask & face shield	0.1524 Meters	1+	
雙方有戴口罩與防護面罩，不管有無維持社交距離皆可降低高暴露					
17	1. 雙方都有戴口罩，再加上保持社交距離可以有效降低暴露。 2. 雙方都沒戴口罩，就算保持社交距離也無法降低暴露。 3. 雙方佩戴面罩，就算保持社交距離也無法降低暴露。				
9					
雙方佩戴防護面罩，不管有無維持社交距離也無法降低暴露					
10	Face shield	Face Shield	1.8288 Meters	4+	

mnia et al., 2021

N95面罩呼氣閥對於防護係數之影響



配戴手術用面罩的數目對防護係數的影響



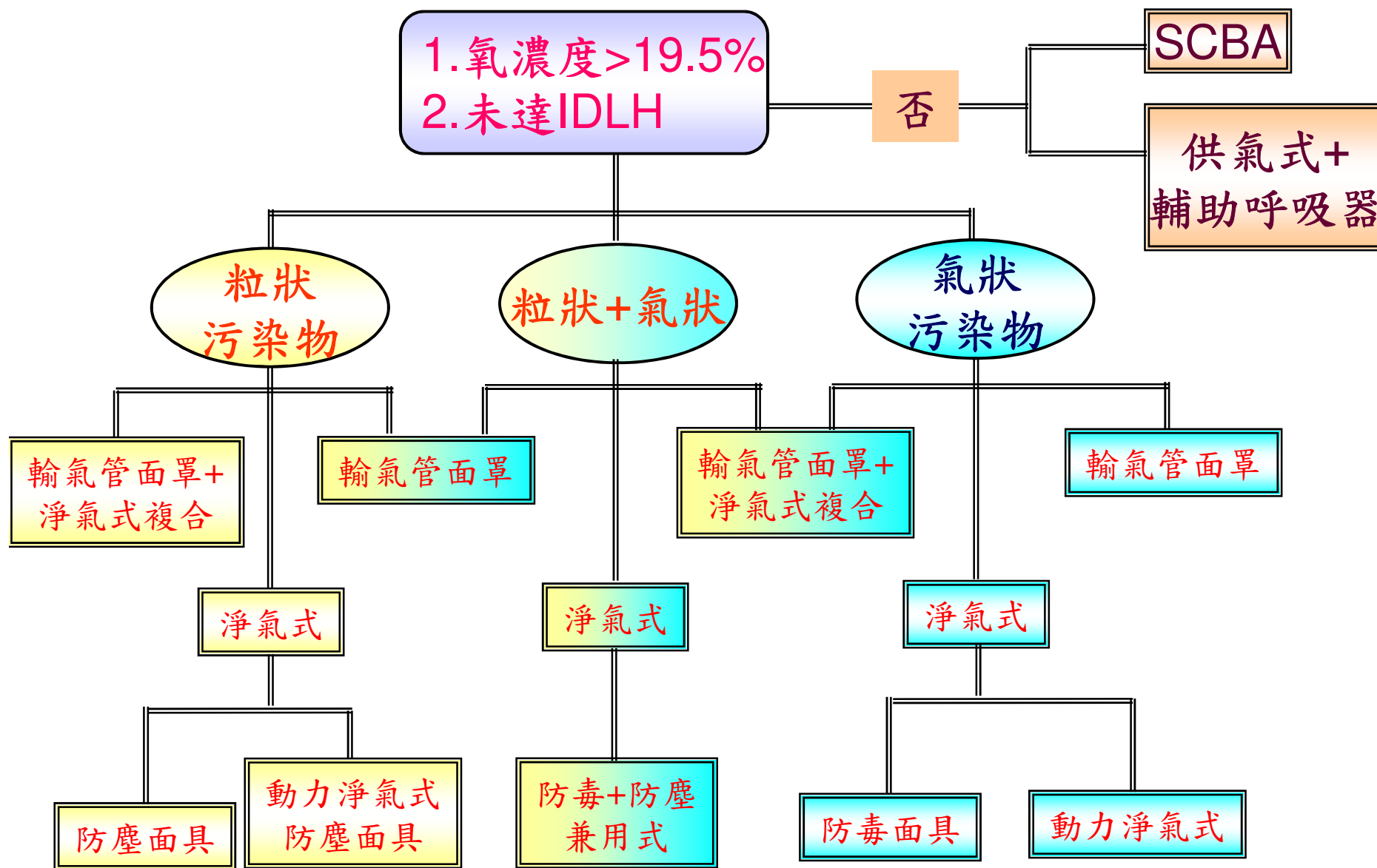
各國標準對指定防護係數之規範

Type of Respirator	NIOSH	ANSI Z88.2-1992	OSHA/APF final rule	JIS T 8150	BS 4275
Air Purifying, Negative Pressure:					
Single use, Filtering Facepiece	5	10	10	3-10	4-20
Half Mask	10	10	10	3-10	4-20
Full Facepiece	50	100	50	4-50	4-20
Powered Air Purifying(PAPR):					
Half Mask	50	50	50	4-50	10-40
Full Facepiece	50	1000	1000	4-100	10-40
Helmet/Hood	25	1000	25/1000	4-25	10-40
Loose Fitting Facepiece	25	25	25	4-25	10-40
Continuous Flow; Atmosphere Supplying:					
Half Mask	50	50	50	50	20
Full Facepiece	50	1000	1000	100	40
Hood/Helmet	25	1000	25/1000	25	40
Loose Fitting Facepiece	25	25	25	25	10-40

防護具選用步驟

1. 確認危害。
2. 選用適當類型之防護具。
3. 選擇有效防護具。
4. 適當防護具並正確佩戴。

美國呼吸防護具選擇流程

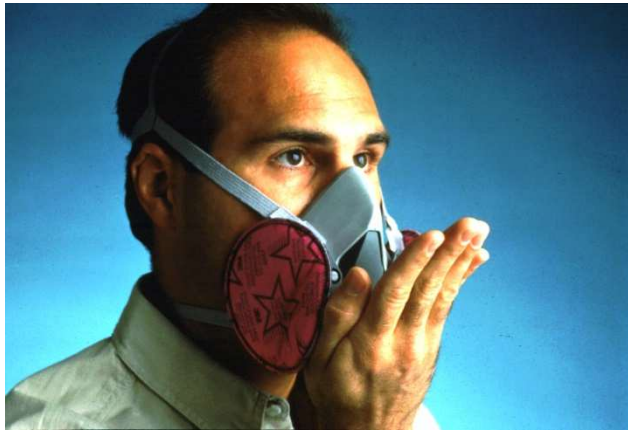


單元4. 呼吸防護具

- 呼吸防護具的使用
 1. 選用正確有效呼吸防護具。
 2. 使用前檢點(fit check)。
 3. 密合度測試(fit test ;定性與定量)與密合度檢點（正壓與負壓）。

單元4. 呼吸防護具

呼吸防護具密合確定方法:密合度檢點(fit check)，**每次**
都應該進行；呼吸防護具配戴者自行檢查防護具與臉
部密合的情形。



正壓檢點



負壓檢點



拋棄式防塵口罩簡
易密合檢點之方式

單元4. 呼吸防護具

- 呼吸防護具密合確定方法:密合度測試(fit test)，第一次挑選防護具或定期進行測試合度測試。



定性測試

防塵--糖精、刺激性煙霧

防毒--香蕉油



定量測試

實際測定面體內外濃度

單元4. 呼吸防護具

- 呼吸防護具儲藏

1. 避免呼吸防護具遭受到：

- 物理性破壞 (physical damage)
- 化學性物質 (chemicals)
- 粉塵 (dust)
- 陽光 (sunlight)
- 極端溫度 (extreme temperatures)
- 過度濕度 (excessive moisture)



2. 供緊急使用之呼吸防護具應標示清楚並備使用方式置放於適當位置。

單元4. 呼吸防護具

- 口罩(mask)≠呼吸防護具(respirator)
- 口罩：是一種寬鬆的拋棄式口罩，可覆蓋鼻子和嘴巴。口罩不須經過認證，也不是設計成可緊密貼合臉部或防止吸入空氣中的小污染物。
- 呼吸防護具：是一種個人防護設備，旨在減少接觸空氣污染物，必須個別選擇以適合個人的面部並提供緊密貼合。

呼吸防護具與口罩的不同(美國勞動部)

- 呼吸防護具(respirators)
 - Personal protective equipment designed to **reduce exposure to airborne contaminants.**
 - Respirators must be **individually selected to fit your face** and to provide a **tight seal.** (工廠配戴要有呼吸防護計畫)
 - Respirators protect against large and small particles.
- 口罩(masks)
 - A facemask is **a loose-fitting, disposable mask** that covers your nose and mouth.
 - Facemasks help **stop large droplets** from being spread by the person wearing them.
 - Facemasks also keep **splashes and sprays** from reaching the mouth and nose of the person wearing them.
 - Facemasks are **not designed** or certified to **seal tightly** against your face or to prevent the inhalation of **small contaminants.**

單元4. 呼吸防護具

- 重點提示：
 - 防塵口罩濾材捕集粒狀污染物的方式以過濾為主，作用機制可包括攔截、慣性衝擊、擴散等。
 - 當環境條件屬於IDLH的狀態時，應選用供氣式呼吸防護具，而非淨氣式呼吸防護具。
 - 處理高濃度有機溶劑時，切記應在化學氣櫃中操作；若需使用呼吸防護具，需含有一定有效活性碳量之防毒面具或活性碳口罩。

單元5. 防護衣

單元5. 防護衣

- 一般實驗衣(laboratory coats)
 1. 在使用或儲存化學物質的實驗室中**必須穿著**實驗衣。
 2. 一旦發現實驗衣有污染時應立即脫除，因此實驗衣的顏色**應以白色為最理想**，而且必須保持乾淨。
 3. 個人穿著：**穿著長褲**以及**包腳鞋**（鞋跟不宜太高）、**鬆垮的衣服**以及**過長的頭髮**也可能造成意外。

單元5. 防護衣

- 特定作業用防護衣

1. 當操作毒性、腐蝕性較強的化學物質時，應穿著適當之化學防護衣。
2. 處理檢體或微生物相關作業時，必須穿著符合相關規定之防護衣具。

化學防護衣分類

防護等級	環境狀況	防護具
A級	1. 在<u>高濃度蒸氣、氣體或懸浮微粒的已知有害物質</u>存在下，對<u>皮膚、眼睛及呼吸系統</u>需要最好防護；或在有害蒸氣、氣體或懸浮微粒存在的工作環境中，可能產生未預期的噴濺、浸泡或其它曝露狀況，已知此有害物質對皮膚有危害性或可能經由皮膚吸收。 2. 已知對皮膚有很大危害性的物質存在或可能存在，並可能接觸皮膚。 3. 通風不良區域。	1. 正壓式呼吸防護具 (自攜式空氣呼吸器或正壓式輸氣管面罩) 2. 氣密式連身防護衣 3. 防護手套 4. 防護鞋(靴)
B級	1. 已知濃度和種類的有害物質，對<u>呼吸系統</u>需要最好防護，對皮膚則次之 2. 空氣中含氧量小於 19.5%。 3. 由有機氣體監測器讀出有不明蒸氣或氣體存在，但是此蒸氣或氣體對皮膚不會造成嚴重傷害或經由皮膚吸收。	1. 正壓式呼吸防護具 (自攜式空氣呼吸器或正壓式輸氣管面罩) 2. 非氣密式連身防護衣 3. 防護手套 4. 防護鞋(靴)

化學防護衣分類

防護等級	環境狀況	防護具
C級	- 空氣中有污染物存在，<u>會有液體飛濺或其它方法接觸</u>，但不會對暴露之皮膚造成傷害或經由皮膚吸收。 - 已知空氣中污染物濃度、種類，並且可用空氣濾清式口罩達到過濾空氣效果。 - 其它可適用空氣濾清式口罩的狀況。	- 全面式或半面式的空氣濾清式呼吸防護具 - 一件或二件式化學防濺衣 - 防護手套 - 防護鞋(靴)
D級	<u>空氣中無污染物</u>。 - 無飛濺、無浸泡、無吸入或接觸之危害。	- 通常此狀況無需呼吸防護具 - 防護鞋(靴)

常見化學防護衣

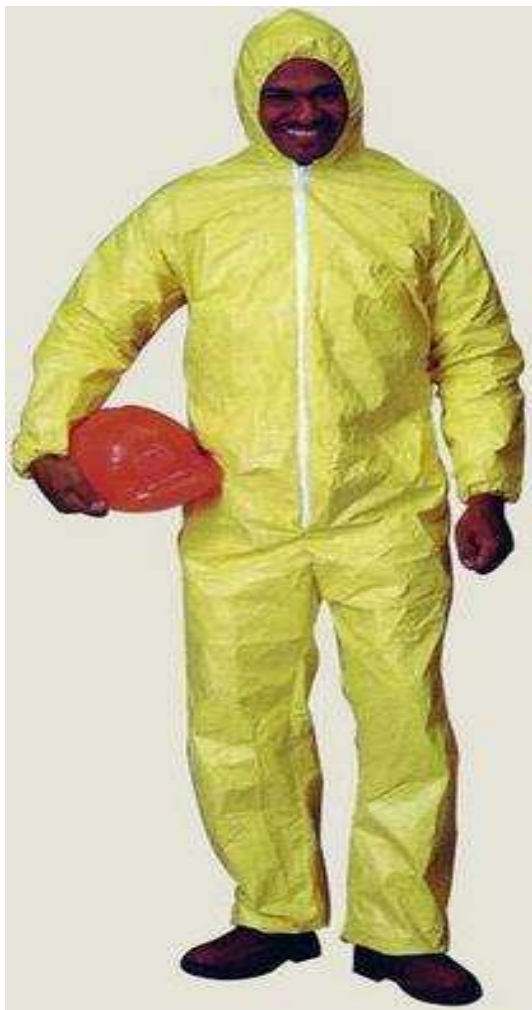


A 級防護衣



B 級防護衣

常見化學防護衣

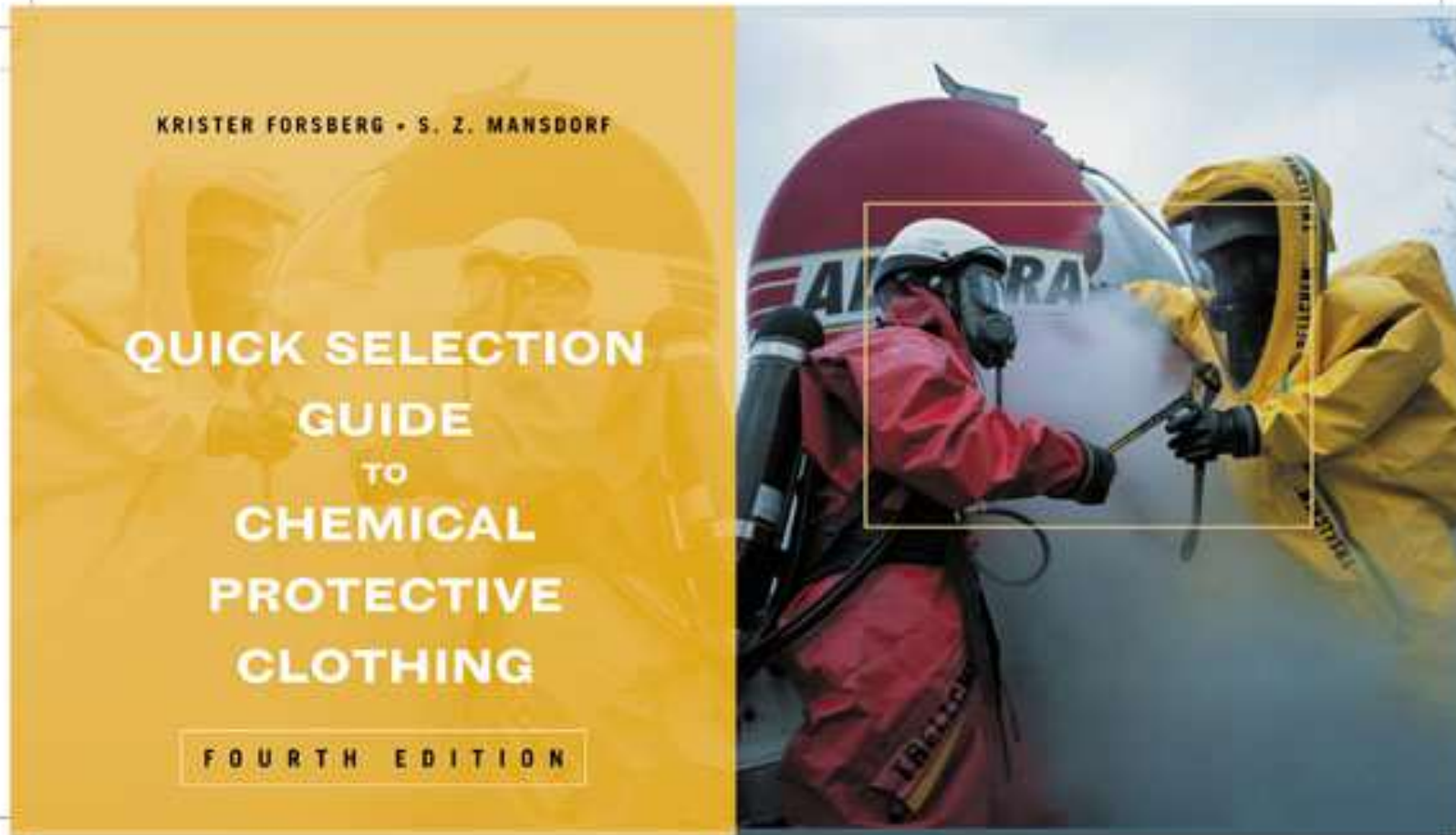


C 級防護衣



D 級防護衣

- *Selection of chemical protective clothing*



(Source: Forsberg and Mansdorf, 2004)

Color Coded Recommendations

“Green” indicates “recommended > 4 h or > 8 h”

>8	Recommended >8 h.
>4	Recommended >4 h.
Yellow	Caution 1-4 h.
Red	Not recommended <1 h. (Degradation may occur)
White	Not Tested

292 Hydrocarbons, Aromatic

Benzene
p-tert-Butyltoluene
m-Cresol
p-Cresol
 Cresols, isomeric mixture
 Cumene
 Diethylbenzene
 Divinylbenzene
 Ethylbenzene
 Gasoline, 40-55% aromatics
 Gasoline, unleaded
 Isobutylbenzene
alpha-Methylstyrene
 Styrene
 Toluene

	Butyl Rubber	Natural Rubber	Neoprene Rubber	Nitrile Rubber	Polyethylene (PE)	Polyvinylalcohol	Polyvinylchloride	Viton®	Viton®/Butyl Rubber	Barrier (PE/PA/PE)	Silver Shield/4H® (PE/EVAL/PE)	Responder®	Trelchem® HPS	Tychem® BR/LV	Tychem® SL	Tychem® TK
Benzene	Red	Red	Red	Red	Red	>8	Red	>8	>4	>4	>4	>4		>4	Red	>4
<i>p</i> -tert-Butyltoluene	Red	Red	Red	>4		>4		>4			>4					
<i>m</i> -Cresol	>4	Red	>4	Yellow	Red		Yellow	>4			>4					
<i>p</i> -Cresol	>4	Red	>4					>4								
Cresols, isomeric mixture	>4	Red	>4	Yellow	Red		Yellow	>4				>4		>4	>4	>4
Cumene	Red	Red	Red	Yellow				>4						>4		>4
Diethylbenzene	Red	Red												>4		>4
Divinylbenzene	Red	Red	Red	Red		>4	Red	>4				>4				
Ethylbenzene	Red	Red	Red	Red	Red	Red	Red	>4	>4			>4		>4	Red	>4
Gasoline, 40-55% aromatics	Red	Red	Red	>4			Red	>4	>4			>4		>4	Red	>4
Gasoline, unleaded	Red	Red	Red	>4		>4	Red	>4	>4	Yellow		>4		>4	Red	>4
Isobutylbenzene												>4				
<i>alpha</i> -Methylstyrene	Red	Red	Red			Yellow		>4				>4				
Styrene	Red	Red	Red	Red	Red	>4	Red	>4	>4	>4	>4	>4	>4	>4	Red	>4
Toluene	Red	Red	Red	Red	Red	>8	Red	>4		>4	>4	>4	>4	>4	Red	>4

CAUTIONS: Recommendations are NOT valid for very thin Natural Rubber, Neoprene, Nitrile, and PVC gloves (0.3 mm or less).

各國防護衣的標準

	美國			歐盟			台灣		
	標準	等級	內容	標準	等級	內容	標準	等級	內容
化學性功能	僅有材料的性能要求，主要為物理性材料檢測及化學性材料檢測。選用概念以場域風險為主，並無針對防護衣本身之規格定義，無成品(整件式)檢測的方法及要求材料。			EN 943-1/2	Type 1	Gas Tight	CNS 16103	1型	氣密型
					Type 2	Non-Gas Tight		2型	正壓型
				EN 14605	Type 3	Liquid Tight		3型	液密型
					Type 4	Spray Tight		4型	潑濺液密型
				EN ISO 13982-1	Type 5	Against airborne solid particulates		5型	懸浮固體粉塵密閉型
					Type 6	Limited Spray Tight		6型	霧型密閉型
				EN 13034				PB型	3,4,6局部型

CNS 16103化學防護衣試驗項目

編號	測試項目	編號	測試項目
1	耐滲透性	11	耐撓曲性
2	耐液體穿透壓力	12	耐液體穿透性(噴射試驗)
3	耐微粒子穿透性	13	耐液體穿透性(潑濺試驗B)
4	耐液體穿透性	14	耐懸浮固體粉塵穿透性
5	液體回潑性	15	耐霧穿透性(潑濺試驗A)
6	抗拉強度	16	實用性能
7	撕裂強度	17	縫合部位強度
8	穿刺強度	18	縫合部位耐滲透型
9	破裂強度	19	縫合部位耐液體穿透壓力
10	耐磨損性		

單元6. 手部安全防護

單元6. 手部安全防護

- Wetterhahn 博士之死（二甲基汞與乳膠手套）

Wetterhahn博士進行二甲基汞的研究時，穿戴學校提供的丟棄式乳膠(Latex)手套。她於1997年1月被診斷出汞中毒，3週後住院，於當年6月死亡。

沒有一種材質可以隔絕所有的化學物質，差別只在於時間的長短。



Picture from The Scientist Library

單元6. 手部安全防護

- 氫氟酸（工業界中的化骨水）



Gloves in Common Use



Nature rubber

天然橡膠(乳膠)



Neoprene rubber

氯丁橡膠



Nitrile rubber

丁晴橡膠



Polyvinyl chloride

聚氯乙烯(PVC)



Polyvinyl alcohol

聚乙烯醇(PVA)



Butyl rubber

丁基橡膠(butyl rubber)

Rating of gloves for permeation and degradation resistance

Permeation/Degradation Resistance Guide for Ansell Gloves

The first square in each column for each glove type is color coded. This is an easy-to-read indication of how we rate this type of glove in relation to its applicability for each chemical listed. The color represents an overall rating for both degradation and permeation. The letter in each square is for Degradation alone...

- GREEN: The glove is very well suited for application with that chemical.
- YELLOW: The glove is suitable for that application under careful control of its use.
- RED: Avoid use of the glove with this chemical.



CHEMICAL

	LAMINATE FILM BARRIER			NITRILE SOL-VEX			UNSUPPORTED NEOPRENE 29-865			SUPPORTED POLYVINYL ALCOHOL PVA			POLYVINYL CHLORIDE (Vinyl) SNORKEL			NATURAL RUBBER CANNERS AND HANDLERS*			NEOPRENE/NATURAL RUBBER BLEND CHEMI-PRO*		
	Degradation Rating	Permeation: Breakthrough	Permeation: Rate	Degradation Rating	Permeation: Breakthrough	Permeation: Rate	Degradation Rating	Permeation: Breakthrough	Permeation: Rate	Degradation Rating	Permeation: Breakthrough	Permeation: Rate	Degradation Rating	Permeation: Breakthrough	Permeation: Rate	Degradation Rating	Permeation: Breakthrough	Permeation: Rate	Degradation Rating	Permeation: Breakthrough	Permeation: Rate
1. Acetaldehyde	■	380	E	P	—	—	E	10	F	NR	—	—	NR	—	—	E	7	F	E	10	F
2. Acetic Acid	■	150	—	G	270	—	E	60	—	NR	—	—	F	180	—	E	110	—	E	260	—
3. Acetone	▲	>480	E	NR	—	—	E	10	F	P	—	—	NR	—	—	E	10	F	G	10	G
4. Acetonitrile	▲	>480	E	F	30	F	E	20	G	■	150	G	NR	—	—	E	4	VG	E	10	VG
5. Acrylic Acid	—	—	—	G	120	—	E	390	—	NR	—	—	NR	—	—	E	80	—	E	65	—
6. Acrylonitrile	E	>480	E	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—
7. Allyl Alcohol	▲	>480	E	F	140	F	E	140	VG	P	—	—	P	60	G	E	>10	VG	E	20	VG
8. Ammonia Gas	■	19	E	▲	>480	—	▲	>480	—	—	—	—	■	6	VG	—	—	—	■	27	VG
9. Ammonium Fluoride, 40%	—	—	—	E	>360	—	E	>480	—	NR	—	—	E	>360	—	E	>360	—	E	>360	—
10. Ammonium Hydroxide	E	30	—	E	>360	—	E	250	—	NR	—	—	E	240	—	E	90	—	E	240	—

單元6. 手部安全防護

- 手套選用

- 1. 指標：

- ☒ 待處理的物質
- ☒ 暴露時間的長短
- ☒ 手套之材質
- ☒ 靈活度與厚度
- ☒ 舒適性
- ☒ 現場溫度
- ☒ 抗老化性

- ☒ 浸透率
- ☒ 機械性強度
- ☒ 工作電壓等級
- ☒ 作業方式
- ☒ 檢驗證明
- ☒ 製造商
- ☒ 成本

單元6. 手部安全防護

- 檢視

1. 使用之前務必檢視手套之狀態：

☒ 是否變色？

☒ 有無穿孔或撕裂？

單元6. 手部安全防護

- 手套使用須注意
- 1. 手套的物質由皮膚吸收而引起斑疹或皮膚炎等。
- 2. 必要時使用防護藥膏等，但須注意防護藥膏也是不能完全阻斷傷害的。
- 3. 脫掉手套後才可進行機器的操作，因機器的轉動和移動的設備會把手套捲入，並會把人的手隨著手套拉進機械內。
- 4. 手套的使用上不可混合使用。
- 5. 此外，防護手套在使用時須配合手部大小，且不影響手部握性為原則。
- 6. 若有任何影響原有功能時，須迅速更換。

單元6. 手部安全防護

- 使用與限制
 1. 如何正確地穿、脫。
 2. 拋棄式與非拋棄式之使用。
 3. 養成工作結束脫下手套後，立刻洗手的習慣。
 4. 對於鑽孔機、截角機等旋轉刀具作業，勞工手指有觸及之虞者，不得使用**手套**。
 5. 使用化學溶劑時，可參考該溶劑的**安全資料表(Safety Data Sheet, SDS)**的說明，判斷何種材質的手套具有有效防護效果。

單元6. 手部安全防護

- 拋棄式手套脫除步驟

1.



3.



2.



4.



單元6. 手部安全防護

- 重點提示：

- 脫除防護手套時，應避免手指皮膚接觸到手套外側。
- 脫除操作化學溶劑的防護手套後，應立刻洗手。
- 防有機溶劑與防酸鹼溶液的手套材質並不相同，不可混用。
- 非拋棄式防護手套使用後，須依照製造廠的使用說明進行清潔保養。
- 乳膠手套可以隔離血液，但無法有效阻隔高脂溶性化學物質(如苯)或具強酸鹼性的物質(如氫氟酸)穿透。

單元7. 聽力保護

單元7. 聽力保護

- 認識聽力損失

1. 噪音所引起的聽力損失是不容易察覺的過程，而且可能造成永久性的傷害。

- 聽力損失的種類

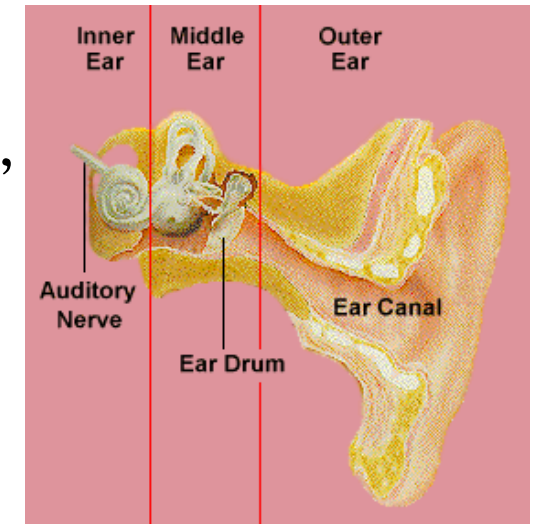
1. 傳音性：

-- 此類是由外傷所導致的，由於受巨大能量之突發性噪音（如：爆炸、放鞭炮或打靶...等突發性音源）產生強大壓力造成耳膜破裂造成之突發性聽力損失

2. 感音性

-- 因暴露於噪音環境下使聽力閾值提高的現象。此類聽力損失又可分為二類，當聽力損失在離開噪音環境一段時間後可恢復者，為感音性的疲勞，稱之為暫時性聽力損失。而長期暴露在噪音環境下，使毛細胞受損，造成聽力無法恢復的損傷，稱之為永久性聽力損失

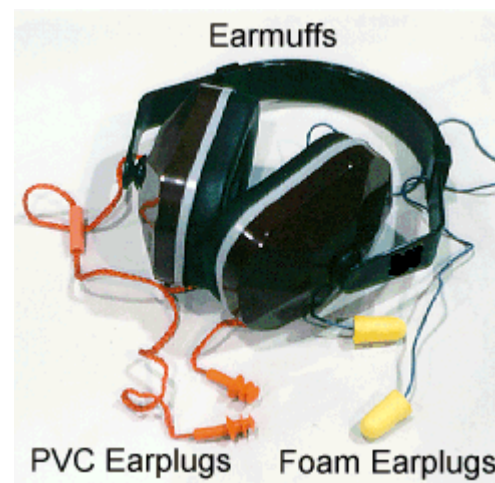
-- 由噪音所引起的聽力損失最先會發生於音頻為 4000 Hz 之區域。



單元7. 聽力保護

- 防護具種類

- 依外型分成耳罩與耳塞。



	優點	缺點
耳罩	- 方便雇主或檢查人員判斷作業人員有無配戴 - 沒有尺寸上的問題 - 適合長時間使用（密合性、舒適性）	- 頭部會有束縛感 - 在熱環境下比較不舒服 - 不容易與其他防護具搭配使用
耳塞	- 體積小、重量輕 - 在熱環境下工作時感覺較舒服 - 比較容易與其他防護具搭配使用	- 容易鬆拖，需要經常做調整 - 配戴上較需要技巧 - 容易污損

單元7. 聽力保護

- 耳塞之配戴方法

1. 因外耳道有向眼睛之方向前下方彎，要帶好耳塞應將耳道拉直，才能達預期效果。



A. 若為可壓縮型，將耳塞柔捏成細長調狀；若為不可壓縮型，則跳過此步驟。

B. 另一手繞過頭部，將耳朵向外向後拉。

C. 將耳塞插入耳道，由外往內壓數秒。

單元7. 聽力保護

- 使用注意事項

1. 醫療衛生：例耳道疾病患者不適用耳塞。
2. 佩戴防音效果檢查：因講話咀嚼等動作會使耳塞鬆脫，進而影響其防音效果，需隨時檢查重新佩戴。
3. 保養及更換：長期使用防護具，其軟墊、橡膠等部分會有老化現象，進而影響其防音效果，需隨時檢查或更換。
4. 個人衛生習慣：注意佩戴時手部清潔，防護具應為個人專屬，不宜共用。

單元8. 生物安全個人防護具

單元8. 生物安全個人防護具

- PPE 在生物安全中的角色：
 - PPE 是個人最後一道防線，應與工程控制、行政管理及良好微生物操作共同使用
 - 優先控制：消除／替代 → 工程控制 → 行政與工作實務 → PPE。
 - WHO LBM4 (2020) 採「風險與證據導向」方法：
：PPE 的種類與等級應由任務風險評估決定。
 - 即使穿戴 PPE，也不能取代生物安全櫃、密閉操作、消毒及適當的實驗程序。

單元8. 生物安全個人防護具

- 生物安全實驗室主要從事具有氣膠擴散危險之危險群微生物之工作。
- 除具備生物安全櫃外，應使用之個人防護具包括：
 - D級(實驗服)或更高等級之防護衣；
 - 乳膠或更高防護等級之手套；
 - 防潑濺護目鏡、面罩；
 - 美規N95等級過濾面體式呼吸防護具或更高等級之呼吸防護具。

單元8. 生物安全個人防護具

生物安全等級 (BSL)	感染性因子 (Infectious Agents)	個人防護具 (屏障或隔離機制以外之初級防護)
1	未知可必然引起健康成人疾病	- 實驗服(D級防護衣) - 乳膠手套 - 防潑濺護目鏡、面罩(視情況所需)
2	與人類疾病相關之感染性因子；經皮膚、食入、或黏膜暴露	- 具高防護性實驗服(應避免意外濺潑發生；可為C級防護衣) - 乳膠或更高防護等級手套 - 防潑濺護目鏡、面罩
3	經由吸入暴露可導致嚴重或具潛在致命性之疾病	- 具高防護性實驗服(C級防護衣) - 乳膠或更高防護等級手套 - 防潑濺護目鏡、面罩 - N95或更高防護等級呼吸防護具
4	可經由氣膠傳佈、傳佈路徑不明、具致命性或乏有效治療方式	A級化學防護衣：連身氣密、供氣、正壓式防護衣

Source: US CDC Biosafety in Microbiological and Biomedical Laboratories, 5th edition, HHS Publication No. (CDC) 21-1112; 2009. Table 2, p.59.

單元8. 生物安全個人防護具

生物安全等級 (BSL)	受感染脊椎動物 (Infected Vertebrate Animals)	個人防護具 (屏障或隔離機制以外之初級防護)
1	未知可必然引起健康成人疾病	• 實驗服(D級防護衣) • 乳膠手套 • 防潑濺護目鏡、面罩(視情況所需)
2	與人類疾病相關之感染性因子；經皮膚、食入、或黏膜暴露	• 實驗服(D級防護衣) • 乳膠或更高防護等級手套 • 防潑濺護目鏡、面罩 • N95或更高防護等級呼吸防護具(視情況所需)
3	經由吸入暴露可導致嚴重或具潛在致命性之疾病	• 具高防護性實驗服(C級防護衣) • 乳膠或更高防護等級手套 • 防潑濺護目鏡、面罩 • N95或更高防護等級呼吸防護具
4	可經由氣膠傳佈、傳佈路徑不明、具致命性或乏有效治療方式	• A級化學防護衣：連身氣密、供氣、正壓式防護衣

Source: US CDC Biosafety in Microbiological and Biomedical Laboratories, 5th edition, HHS Publication No. (CDC) 21-1112; 2009. Table 3, p.103.

單元8. 生物安全個人防護具

- 在實驗室收集或處理臨床樣本時，亦應：
 - 處理具有潛在傳染性之臨床樣本時，應循生物安全等級第二級(BSL-2)或第三級(BSL-3)之作法；
 - 應穿戴眼部防護具(如護目鏡)；
 - 應穿著具袖口之防護衣物；
 - 應穿戴防護手套，避免用手部接觸臨床樣本；
 - 在離開實驗室前應取下防護手套丟棄於生物性危害廢棄物處理中，並洗手後退去防護衣物。

單元8. 生物安全個人防護具

- **重點提示：**

- 在脫除進行生物實驗的乳膠手套時，應避免手指皮膚接觸到手套外側。
- 乳膠手套可有效阻隔感染性或微生物傳染性等物質(如血液)。
- 穿戴與脫卸同等重要；脫卸階段特別要避免自我污染。
- 設備、**PPE**、**SOP**、訓練與風險評估必須形成完整的生物安

致 謝

國立台灣大學環境衛生研究所 黃盛修老師

中山醫學大學職安系 賴全裕老師

勞工安全衛生研究所 陳春萬先生

台北醫學大學公衛系 許逸洋先生

協助本教材之製作

Thank you for your attention !

李書安 教授

逢甲大學環境工程與科學學系

Email: salee@fcu.edu.tw

Tel: 04-24517250 ext. 5234