

一、傳染病的空氣傳播途徑

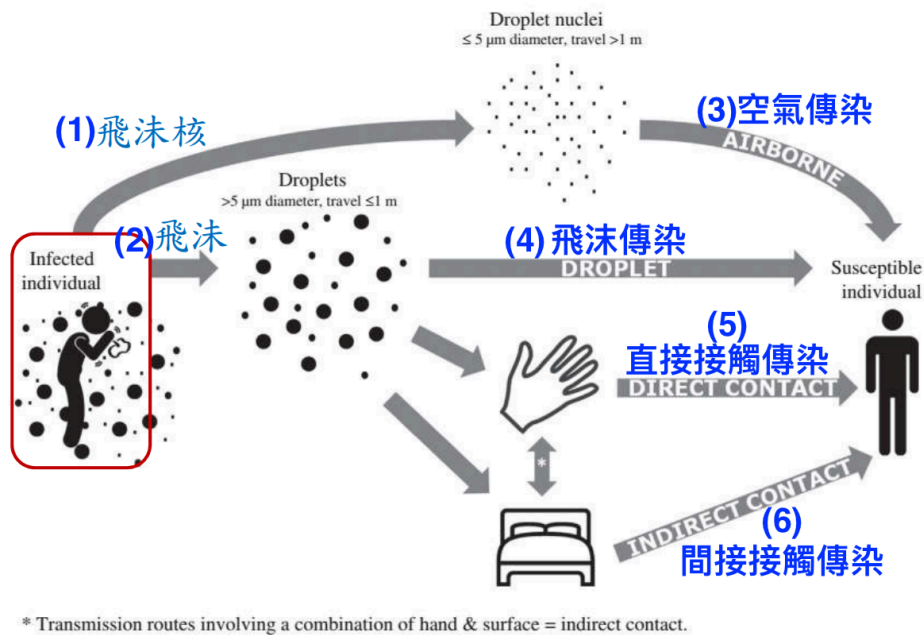


Figure 1. Transmission routes: droplet, airborne, direct contact, and indirect contact. (Indirect contact: routes involving a combination of hand and surface.) Definitions of 'droplet' and 'droplet nuclei' are from Atkinson *et al.*⁵

Otter *et al.*, 2016

1. 微粒型態 — 飛沫與飛沫核

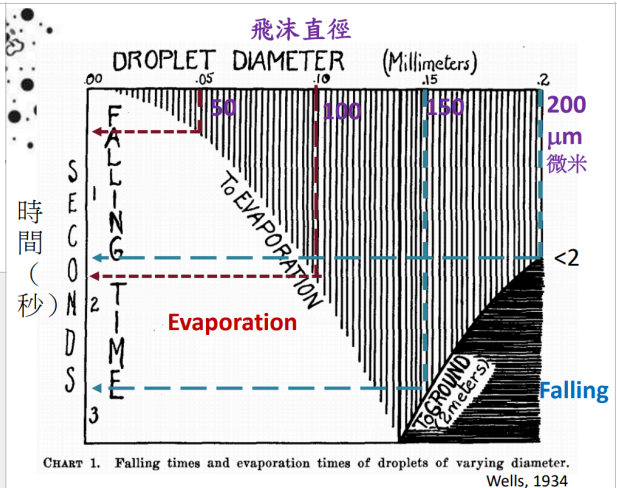
傳染病的空氣傳播通常藉由被感染個案從體內釋出帶有病原體的微粒到空氣中，向外傳播。而依照微粒在空氣中的型態，分為飛沫及飛沫核：

飛沫(Droplets)：

如上圖(2)，直接從呼吸道釋出的微粒，可能是自然行為或人工行為產生，例如咳嗽、打噴嚏、說話等。內含唾液、水液、蛋白質等諸多物質，粒徑較大($\geq 5\mu\text{m}$)，傳播距離較短($\leq 1\text{m}$)

飛沫核(Droplets nuclei)：

如上圖(1)，是飛沫經乾燥後的微粒，例如：病人咳嗽將飛沫大力噴出，飛沫的水分在空氣中蒸發後形成飛沫核。粒徑較小($\leq 5\mu\text{m}$)，傳播距離較遠($\geq 1\text{m}$)



• 當飛沫離開人體後，大微粒可能因為重力沈降的速度會快速掉落到表面，小微米還來不及沈降就變成飛沫核，而留在空氣中傳遞。至於介於兩者之間的大小就會留在空氣中，共三種不同的型態存在在空氣中（如右上圖），傳播特性受粒徑大小影響：

粒徑越大，沉降到物體表面速度越快(falling time越短)。

粒徑越小，表面水分越容易蒸發。

• 因為環境溼度也比人體內的濕度低很多，因此當微粒從呼吸道出來後，溼度會降低很多，揮發的時間也跟粒徑大小有關，小微粒到環境中可能不到半秒鐘就乾燥，形成飛沫核，顆粒大小迅速變小，在空氣中可以迅速被傳遞到較遠的距離。

2. 傳染途徑(transmission route)

微粒以三種不同型態存在於空氣中，在疾病的空氣傳播上亦三種不同的傳染途徑：

有效的傳染途徑：可以被傳遞、對於健康的人也有感染的能力、在表面與空氣中有病菌存活的證據	
空氣傳染	如上圖(3)，粒徑較小的飛沫核懸浮於空氣中，造成長距離的感染
飛沫傳染	如上圖(4)，病原直接藉由感染個案釋出的飛沫傳染給易感受族群，例如打噴嚏。
直接接觸傳染	如上圖(5)，易感受族群直接接觸感染，例如用手觸摸到病原，經由攝食進入口中
間接接觸傳染	如上圖(6)，易感受個體接觸到沾附感染個案病原體的物品，例如病原菌沾染在病床上，被其他人藉由觸摸帶到身上。

- 傳染病病原有著不同的微粒型態及傳播途徑，對應到的易感受族群或感染風險也不同（例如患者家屬相較一般大眾為易感受族群），因此在防疫上必須納入多種檢測與評估。
- 一般而言，飛沫核粒徑較小，相對於飛沫的傳播距離較遠，但傳播距離或懸浮於空氣中的時間拉長後是否具有相同的感染力，仍需要更多證據支持。

二、冠狀病毒特性

目前尚未有足夠的證據支持新型冠狀病毒(COVID-2019)的病毒特性，因此以過去曾爆發過的疫情來討論冠狀病毒可能的特性：

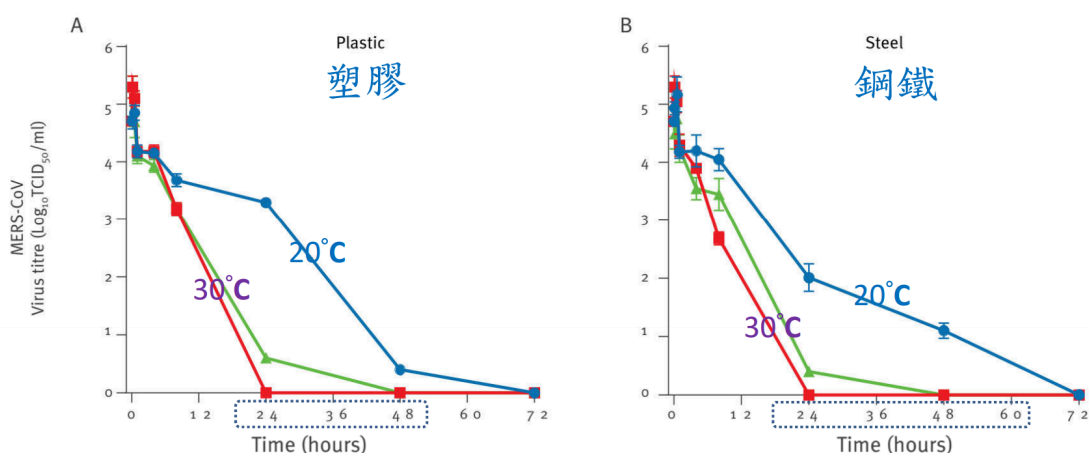
1. SARS-CoV

		12	24	36	48	60	72	96	120 hr
		12 h	24 h	36 h	48 h	60 h	72 h	96 h	120 h
人類檢體	Serum	+++	+++	+++	+++	++	++	+	-
	Sputum	+++	+++	+++	+++	+++	+++	+++	+
	Filtrated Sputum	+++	+++	+++	+++	+++	+++	++	-
	Feces	+++	+++	+++	+++	+++	+++	+++	+
	Filtrated Feces	+++	+++	+++	+++	+++	+++	+++	+
Urine	+	+	+	+	+	+	+	±	
環境檢體	Wood Board	+	+	+	+	+	±	-	-
	Glass	+++	+++	+++	+++	+++	++	±	-
	Mosaic	++	++	++	++	++	++	+	-
	Metal	++	++	++	++	++	++	+	±
	Cloth	++	++	++	++	++	++	+	±
	Press Paper	++	++	++	++	++	++	+	-
	Filter Paper	++	++	++	++	++	++	+	±
	Plastic	++	++	++	++	++	++	+	±
	Water	++	++	++	++	++	++	+	-
	Soil	+	+	+	+	+	+	±	-
控制組	Cell Control	-	-	-	-	-	-	-	-
	Virus Control (4°C)	+++	+++	+++	+++	+++	+++	+++	+++
Virus Control (RT)		+++	+++	+++	+++	+++	+++	+++	+++

Note. CPE of infected cells was determined 48 h postinfection. +: less than 25% cells with CPE, ++: 26%-50% cells with CPE, +++: 51-75% cells with CPE, ±: only few cells with CPE, -: without detectable CPE. (Duan et al., 2003)

- 上圖是SARS病毒在生物檢體及環境表面存活天數，可以看到SARS病毒在生物檢體（如痰）中可存活約4天，在室溫下的許多物質表面上，SARS冠狀病毒也有能力存活數日。
- 冠狀病毒可能有能力在室溫下的物質表面有一定的存活能力（以日來計）。

2. MERS-CoV



- X軸：時間、Y軸：病毒感染能力指標
- 無論是在塑膠表面或鋼鐵表面，MERS-CoV在20°C時的感染能力均較30°C高，且長達數日
- 在鋼鐵表面上，MERS-CoV能在長時間中維持一定的感染能力(van Doremalen et al., 2013)
- SARS跟MERS都可以在乾燥表面存活2天~ 6天，這些乾燥表面有可能成為傳播媒介，所以在傳染保護上也要注意環境**乾燥表面傳染風險**

3. CoV 229E — 溫度與溼度探討(Ijaz et al., 1985) (Geller et al., 2012)

Survival rate	HCoV 229E					
	20 °C				6 °C	
	15 min	24 hrs	72 hrs	6 days	15 min	24 hrs
30%	87%	65%	>50%	n.d.	91%	65%
50%	90.9%	75%	>50%	20%	96.5%	80%
80%	55%	3%	0%	n.d.	104.8%	86%

(n.d.: not done)

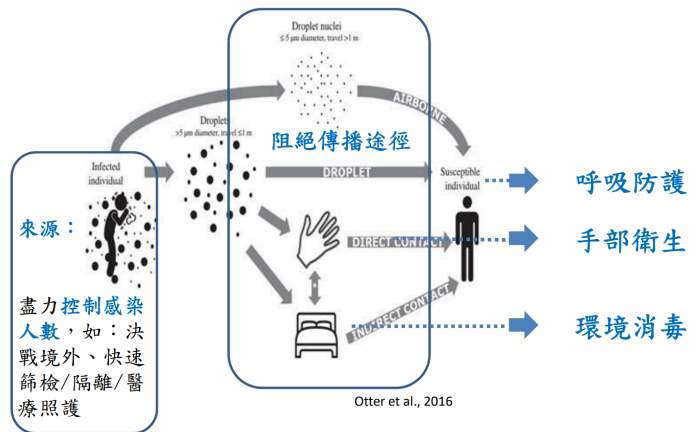
- 如果懸浮在空氣中，喜歡在**較低溫**的環境中存活，存活能力也較強
- **相對濕度約在50%**時最易存活，20°C的環境下，6天存活也還有20%！

4. 冠狀病毒的特性推估 (以MERS 和 SARS為例)

- **低溫**有助冠狀病毒的存活
- **常溫且中低濕度**下存活可達數日

三、預防冠狀病毒的個人及環境手段

1. 目前對於COVID-2019的存活、傳播能力、感染力與治病嚴重度等相關認知仍有限，但傳染病的預防是當務之急。
2. 現階段預防的手段主要根據國內外疫情分析與對其他冠狀病毒特性的了解來設計。
3. 預防感染的手段主要有兩種目標 — **減少源頭及阻絕傳播途徑**



- 減少源頭：盡力控制已經被感染的人數，隔離患者或疫區民眾，減少接觸傳播的機會。
- 阻絕傳播途徑：評估哪些途徑的傳播風險較高，目前以接觸及飛沫傳染的風險最高，因此主要手段有**呼吸防護**、**手部衛生**、**環境消毒**等。

四、阻絕傳播途徑的防護手段 — 環境消毒與手部衛生

1. 有效的環境消毒能夠**減少間接接觸感染**的可能，尤其在人群活動頻繁及醫療院所，環境消毒必須被徹底地執行。
2. 不同層級的抗病手段

滅菌	將病原菌百分百完全消除，例如：高壓滅菌
消毒	使多數病原菌死亡，帶無法保證能完全讓病菌消失，例如：酒精消毒
抗菌	降低皮膚上的微生物，例如手部清潔的時候用的乾洗手

3. 醫療院所的環境消毒

醫療院所可能是病原菌高度聚集之處，一旦爆發院內感染，疫情的嚴重度將大幅增加，因此，院內感染控制必須徹底被落實，例如醫護人員的手部清潔、環境消毒、器械滅菌，以降低院內感染風險。醫療院所的環境消毒需追求高度的廣效性，層級與規模和一般的社區消毒完全不同（如右表）

Process	Level of microbial inactivation	Method	Examples (with processing times)	Health care application (examples)
滅菌	Destroys all microorganisms, including bacterial spores	High temperature	Steam (~40 min), dry heat (1-6 h depending on temperature)	Heat-tolerant critical (surgical instruments) and semicritical patient care items
		Low temperature	Ethylene oxide gas (~15 h), hydrogen peroxide gas plasma (28-52 min), hydrogen peroxide and ozone (46 min), hydrogen peroxide vapor (55 min), and ozone and hydrogen peroxide	Heat-sensitive critical and semicritical patient care items
		Liquid immersion	Chemical sterilants: >2% glut (~10 h); 1.12% glut with 1.93% phenol (12 h); 7.35% HP with 0.23% PA (3 h); 8.3% HP with 7.0% PA (5 h); 7.5% HP (6 h); 1.0% HP with 0.08% PA (8 h); and >0.2% PA (12 min at 50°C-56°C)	Heat-sensitive critical and semicritical patient care items that can be immersed
High level disinfection 高層次消毒	Destroys all microorganisms except high numbers of bacterial spores	Heat-automated	Pasteurization (65-77°C, 30 min)	Heat-sensitive semicritical items (eg, respiratory therapy equipment)
		Liquid immersion	Chemical sterilants/HLDs: >2% glut (20-90 min at 20°C-25°C); >2% glut (5 min at 35°C-37.8°C); 0.55% OPA (12 min at 20°C); 1.12% glut with 1.93% phenol (20 min at 25°C); 7.35% HP with 0.23% PA (15 min at 20°C); 7.5% HP (30 min at 20°C); 1.0% HP with 0.08% PA (25 min); 400-450 ppm chlorine (10 min at 20°C); 2.0% HP (8 min at 20°C); and 3.4% glut with 26% isopropanol (10 min at 20°C)	Heat-sensitive semicritical items (eg, GI endoscopes, bronchoscopes, endocavitary probes)
Low-level disinfection 低層次消毒	Destroys vegetative bacteria, some fungi and viruses but not mycobacteria or spores	Liquid contact	EPA-registered hospital disinfectant with no tuberculocidal claim (eg, chlorine-based products, phenolics, improved hydrogen peroxide, quaternary ammonium compounds—exposure times at least 1 min) or 70%-90% alcohol	Noncritical patient care item (blood pressure cuff) or surface (bedside table) with no visible blood

NOTE. Modified with permission from Rutala and Weber,⁸ Rutala and Weber,⁹ Rutala and Weber,⁷ and Kohn et al.¹⁰
 Abbreviations: EPA, Environmental Protection Agency; GI, gastrointestinal; glut, glutaraldehyde; HLD, high-level disinfection; HP, hydrogen peroxide; OPA, ortho-phthalaldehyde; PA, peracetic acid.
⁸Prions (eg, Creutzfeldt-Jakob disease) exhibit an unusual resistance to conventional chemical and physical decontamination methods and are not readily inactivated by conventional sterilization procedures.¹⁰
⁹Consult the Food and Drug Administration—cleared package insert for information about the cleared contact time and temperature, and see Rutala and Weber⁷ for discussion on why >2% glutaraldehyde products are used at a reduced exposure time (2% glutaraldehyde at 20 min, 20°C). Increasing the temperature using an automated endoscope reprocessor will reduce the contact time (eg, OPA 12 min at 20°C, but 5 min at 25°C in automated endoscope reprocessor). Exposure temperatures for some high-level disinfectants previously mentioned vary from 20°C-25°C; check Food and Drug Administration—cleared temperature conditions.¹¹ Tubing and lumens (normally requires active perfusion) must be completely filled for high-level disinfection and liquid chemical sterilization. Material compatibility should be investigated when appropriate (eg, HP and HP with PA will cause functional damage to endoscopes). Intermediate-level disinfectants destroy vegetative bacteria, mycobacteria, most viruses, and most fungi, but not spores, and may include chlorine-based products, phenolics, and improved HP. Intermediate-level disinfectants are not included in the table because there are no devices or surfaces for which intermediate-level disinfection is specifically recommended over low-level disinfection.

4. 抗菌劑 (Antiseptics)

- 醫療機構經常使用不同的抗菌劑減少醫護人員皮膚或環境表面的微生物體，避免與病患交叉感染。目前以低層次消毒最廣為使用：
 - 以氯為基礎的化學消毒劑
 - 70% ~90%的酒精
- 抗菌劑對不同的微生物體（如細菌、病毒）有不同的殺菌功效（如下表）(Rutala and Webber, 2016) 而針對病毒：

Table 5
Antimicrobial spectrum and characteristics of hand hygiene antiseptic agents*

Group	Gram-positive bacteria	Gram-negative bacteria	Mycobacteria	Fungi	Viruses	Speed of action	Comments
Alcohols	+++	+++	+++	+++	+++	Fast	Optimum concentration 60%-95%; no persistent activity
Chlorhexidine (2%-4% aqueous)	+++	++	+	+	+++	Intermediate	Persistent activity; rare allergic reactions; not compatible with some anionic and nonionic detergents; ototoxicity; combined with alcohol
Iodine compounds	+++	+++	+++	++	+++	Intermediate	Causes skin burns; usually too irritating for hand hygiene
Iodophors	+++	+++	+	++	++	Intermediate	Less irritating than iodine
Phenol derivative (eg, PCMX)	+++	+	+	+	++	Intermediate	Not compatible with nonionic detergents; ecologic concerns
Triclosan	+++	++	+	-	+++	Intermediate	
Quaternary ammonium compounds (eg, benzethonium chloride, cetrimide)	+	++	-	-	+	Slow	Not compatible with anionic detergents

酒精、含碘化合物、
含氯化合物為主

NOTE. Modified with permission from Boyce JM, Pittet D, Healthcare Infection Control Practices Advisory Committee.²³
Abbreviations: PCMX, para-chloro-meta-xyleneol; +, fair; ++, good; +++, excellent; -, no activity or not sufficient activity.

- 60 ~95%的酒精殺菌效果最佳
- 含四級銨或含氯化合物（如漂白水）
- 含碘化合物（碘酒等）
- 抗菌劑選擇的條件除了殺菌效果外，也要考慮個人是否對該物質過敏或有健康疑慮，在多方考量下選擇適合的抗菌劑，才能使環境消毒防疫的效果達到最佳
- 影響消毒效能的條件：**成分、濃度**
不同成分的抗菌劑消毒效果不同，適合的濃度範圍及接觸時間也不同，**並非濃度越高就越有效**
- 漂白水（次氯酸鈉，NaClO）
 - 以 HCoV 229E 為例，濃度為 0.1% 的漂白水在接觸一分鐘能有效下降 1000 倍的病毒
 - 次氯酸鈉的暴露對人體有危害性，因此必須使用較低濃度的漂白水（配製比例如右），並**延長接觸時間(> 10 分鐘)**
 - 市售的漂白水濃度約在 5.25% ~ 6.15%，pH 10~12
 - 使用漂白水時必須保持**環境通風**，使用**口罩、手套**（避免皮膚直接接觸），並在消毒後用清水擦拭（避免揮發遭人體吸入）

(5.25%-6.15%), pH 10-12

嚴重特殊傳染性肺炎
健康防護要領 123

1 自我防護
落實手部衛生勤洗手，若有呼吸道症狀應正確佩戴口罩，同時避免出入人潮擁擠公共場所。

2 就醫要領
就醫時，確實告知旅遊史、職業別、接觸史及是否群聚 (TOCC)。

3 環境消毒
居家環境中常接觸之桌面、門把、馬桶及玩具等物品，每天至少以 500ppm 漂白水擦拭 1 次。

500 ppm
1:100
漂白水 : 清水
500ppm 漂白水泡製法

含氯 (5%) 漂白水 100cc + 清水 1250cc 攪拌均勻 x1

相關問題可撥打
屏東縣政府衛生局防疫專線 08-7380208
疾病管制署防疫專線 1922

屏東縣政府 關心您
109年2月12日編印

• 醇類（酒精）與醛類消毒劑

Treatment	Virus titre (TCID ₅₀ /ml [log10]) (after contact time of x s)	Minimal reduction factor (log10)
2-Propanol ^a (100%)	≤ 1.8 ± 0 (30 s)	≥ 3.31
2-Propanol ^a (70%) 丙醇	≤ 1.8 ± 0 (30 s)	≥ 3.31
Desderman ^b (78% ethanol) 乙醇	≤ 1.8 ± 0 (30 s)	≥ 5.01
Sterillium ^c (45% 2-propanol, 30% 1-propanol)	≤ 3.8 ± 0 (30 s)	≥ 2.78
Wine vinegar ^d	≤ 2.80 ± 0 (60 s)	≥ 3.0
Formaldehyde (0.7%) ^b 甲醛	≤ 3.8 ± 0 (120 s)	≥ 3.01
Formaldehyde (1.0%) ^b 甲醛	≤ 3.8 ± 0 (120 s)	≥ 3.01
Glutarialdehyde (0.5%) ^b 戊二醛	≤ 2.8 ± 0 (120 s)	≥ 4.01
Incidin plus ^e (2%) (26% glucoprotamin)	≤ 4.8 ± 0 (120 s)	≥ 1.68

(Rabenau et al., 2005)

- 上表是醇類與醛類對SARS-CoV的消毒效果，兩種物質對於冠狀病毒都有好的抑菌效果，尤其酒精在30秒內就有明顯效果。
- 但醛類對人體有害，應盡量避免使用

• 新冠肺炎消毒劑的防疫宣導（衛生福利部疾病管制署）

5. 手部衛生

- 以美國疾管署對MERS-CoV的手部衛生建議為例：

建議對象	接觸到MERS病患的健康照護者
建議洗手時間	直接接觸病患之前與之後、接觸到可能感染物時、個人防護具穿戴前後(如戴手套)
如何維持手部衛生	肥皂洗手、酒精消毒，若手部有明顯污漬，需使用肥皂洗手

- 肥皂洗手，有效**移除在**手部表面「**短暫存留**」的病原菌，但對於長期存留在個人皮膚表面的微生物沒有太大的傷害，是一個非常有效且無害的清潔方式！
- 若不能接觸到肥皂時，可使用**乾洗手**（成分大多是60~80%的酒精），降低手部傳播及感染風險，但是不能完全取代肥皂洗手
- 洗手的防疫衛教（中央流行疫情指揮中心）



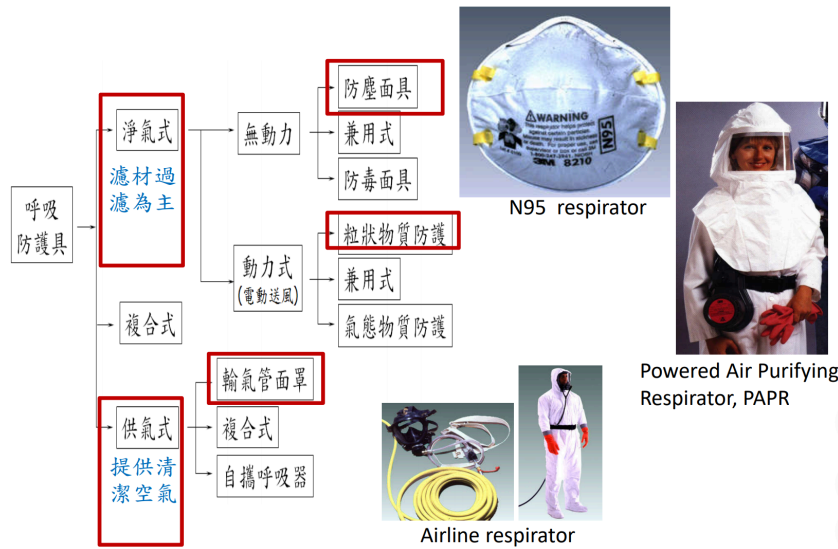
6. 紫外線消毒

- 除了抗菌劑之外，紫外光的照射也是有效的環境消毒方式。實驗發現，UV光對MERS-CoV的消毒效果(log reduction)良好(Bedell et al., 2016)，且**冠狀病毒**比起其他病毒更容易被紫外線殺死(Walker and Ko, 2007)。
- 消毒效能受**紫外線強度、距離、照射時間**影響 —UV強度隨使用時間減弱，UV劑量因距離增加而降低（用越久，殺菌效果越差）
- 紫外光會造成人類**皮膚和眼睛**的永久傷害，使用時絕對避免人類處在該環境下

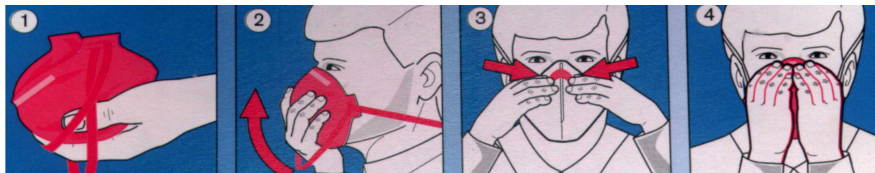
四、阻絕傳播途徑的防護手段 — 呼吸防護

1. 職業場所的呼吸防護具(Respirator)

職場的呼吸防護具(respirator)不等於一般口罩(mask)，通常是在工作場所，工作人員因為長期暴露在可能致病的環境中，所以需要一些呼吸防護具來保護。依照設計原理有以下種類：



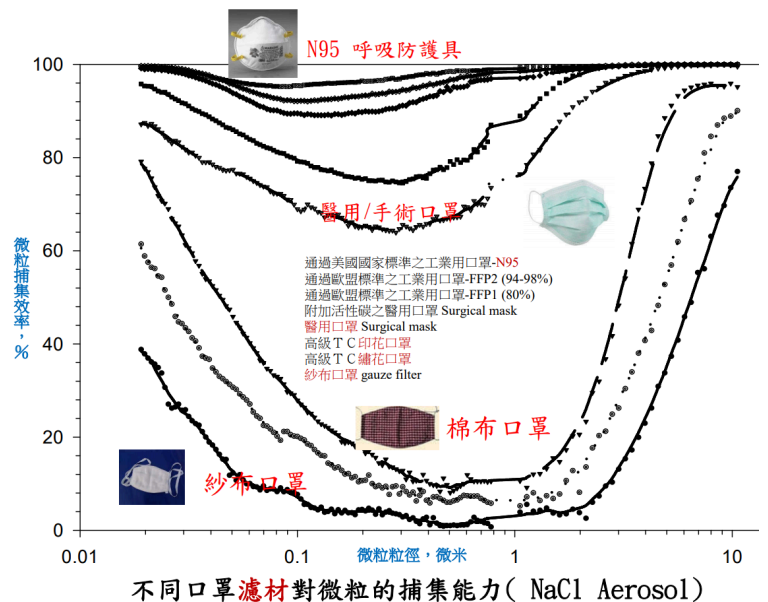
- 以過濾粒子方式（淨氣）
 - 原理：將致病粒子擋在防護具外，清淨空氣，例如N95
 - 動力式：結合過濾淨氣，並用動力促進佩戴者呼吸，例如PAPR
- 呼吸防護具的密合度
 - 因為每個人的臉型大小都不同，口罩並不能一體適用，然而，若呼吸防護具未能密合使用者的臉型，會大幅降低過濾及阻擋功能
 - 因此必須提供勞工大小適當且配戴舒適之防護具，並教導勞工如何正確配戴，進行密合度測試(fit test) 與密合度檢點(fit check)
 - 以N95為例：將N95口罩戴好並使壓條貼合鼻樑，罩住口罩吸氣，看是否有密合



- 同理，一般民眾使用的口罩也需要適當配戴才有防疫效果

2. 過濾效能

- 不同濾材對於微粒有不同的過濾效果
- 針對欲防範的粒徑特性及大小配戴相對應的口罩，能有效防範環境中的病原菌
- 若是5微米以上的微粒，大部分口罩的過濾麵體都有不錯的過濾效能



3. 醫用口罩

- 主要是用來做source control，防止病患在說話的過程中將飛沫傳播出來，具備大致的防護效果。
- 但密合度不太夠，因此對於未感染者而言，需同時兼顧其他防疫手段（落實**手部衛生**、**環境消毒**、**降低暴露情境等**），才有助於預防呼吸道感染
- 以社區防疫的角度而言，使用醫用口罩且落實手部衛生，有助於預防呼吸道感染 (MaClintyre and Chughtai, 2015)

4. 拋棄式口罩的再使用

- 在資源充足的狀況下，重複使用口罩絕對不是最好的措施，尤其是可拋棄式口罩
- 重複使用口罩，會有以下風險：
 - 病原菌可能會存活在口罩表面
 - 在重複配戴動作時，病原菌可能會飛揚到空氣中
 - 用手再次拿取口罩時，可能會製造傳播途徑
- 近日許多媒體教導民眾利用UV、高濕度、高溫等方式消毒口罩再利用，但必須注意：
 - **過濾效能是否產生變化**
 - **口罩結構是否被改變**
 - **目前沒有足夠的證據顯示醫用口罩的再使用會有足夠的防護效果**

五、結論 — 站在社區防疫角度面對冠狀病毒之個人與環境防護

病毒活不下來 病毒傳不出去	<ul style="list-style-type: none">• 感染者隔離與妥善治療— 落實居家隔離與照護（有接觸個案者為高感染風險）• 治療與隔離環境消毒、手部清潔• 使用口罩（注意口罩使用方式與密合度）
人暴露不到	<ul style="list-style-type: none">• 避免長時間、近距離在密閉空間與人接觸（室內聚集）• 若不能避免時，強調口罩使用與手部清潔• 事業場所或大眾運輸工具：加強環境消毒
人抵抗得來	<ul style="list-style-type: none">• 維持與促進個人免疫力（運動、飲食、作息規律）• 足夠/ 高品質之醫療照護環境
<ul style="list-style-type: none">• 協助易感族群，不使其成為感染者（保護家中長輩、幼童，支持醫護人員個人防護等）• 落實職業高暴露風險場所環境防護及個人防疫（支持醫療院所環境消毒及口罩充足配給）• 防疫是全民共同的責任，也是全民共同的利益（疫情指揮中心與醫療院所的政策，需要全民共同支持與落實）• 「感染風險」跟「防護強度」是對應的，不要疏忽但也不可過度，對於新型冠狀病毒的飛沫/ 飛沫核檢體及環境存活能力、防護方法與效能：<ul style="list-style-type: none">- 目前這個病毒並不會特別難控制，但仍需更多的資訊來判斷及評估- 延緩疫情快速爆發、支持健全的醫療體系是重要的！	