

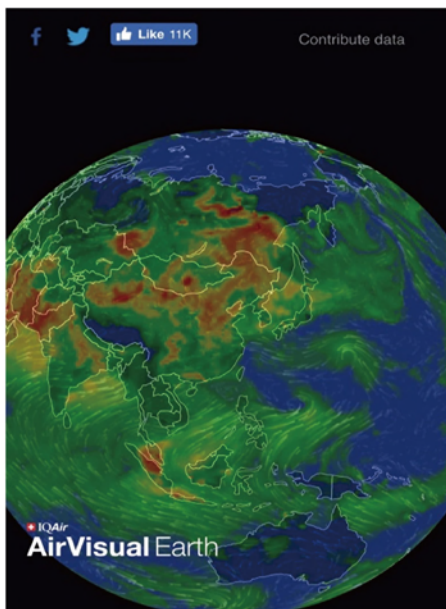
其他

因應空污的防護措施 ——從醫學專業研發的抗污口罩

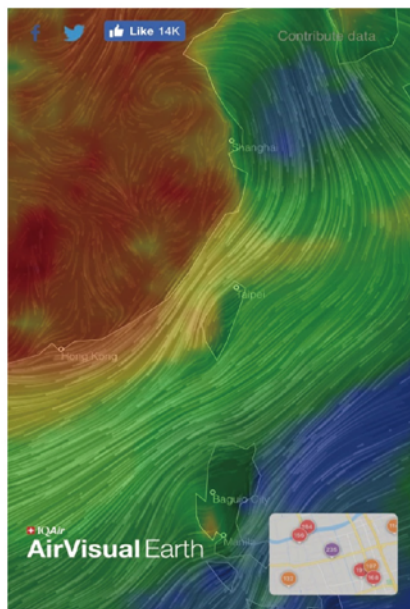
葉曜緯

林滄雄 醫師

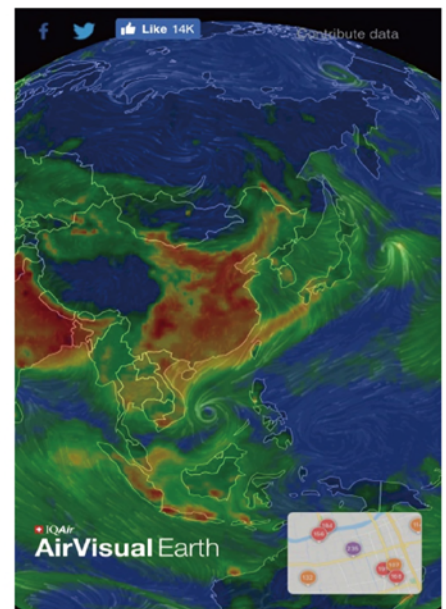
吳炳慶 副教授



夏天吹南風時的空污圖(藍色代表無污染，綠色代表世界衛生組織評定還適合人類生存，橘色代表敏感族群不適合，紅色代表連一般族群都不適合。)



秋冬吹北風時的空污圖



沙塵暴來臨時的空污圖

近年來，台灣秋冬的空氣污染每況愈下，其中以PM_{2.5}最為人所熟知，簡單來說，直徑小於或等於2.5微米的細懸浮微粒稱為PM_{2.5}。PM_{2.5}幾乎無色無味，可隨呼吸進入人體內，並堆積在支氣管及肺部，且易吸附戴奧辛、多環芳香烴及重金屬等有害物質，並穿過肺泡，循環全身，與刺激血管壁、產生血栓而造成心血管疾病，也可造成新生兒體重過低、癌症、呼吸道疾病等[1,2]。一份歐盟報告警告，「空氣污染是目前對人類健康最重要的環境威脅」，空氣品質惡劣使得2016年有41萬2000人提早死亡[3]。2015年法國研究人員從64個居住

在巴黎的哮喘兒童肺部氣管中做體液分析，結果在所有樣本中都發現了奈米碳管，該研究小組在巴黎採集的灰塵和汽車尾氣樣本中也發現了類似的結構[4]。室內空氣中的懸浮微粒也會含有微生物，如：細菌、真菌和病毒，這些微生物生長後會產生微粒或化合物，形成生物性氣膠(bioaerosols)，可導致感染、過敏及毒性反應[5]。根據北醫大發表的聯合研究顯示：近年高屏地區的肺腺癌年增加率是北部的15倍以上，且患者餘命較短，歐盟大型空污世代研究(ESCAPE)則發現，PM_{2.5}濃度每增加5單位(微克/立方公尺)，肺癌發生風險就提升18%[6]。



看似籠上輕紗其實卻是致命的危機

10微米以上的微粒可由鼻腔去除，小於10微米的微粒則會經由氣管、支氣管進入肺部，不同粒徑大小的懸浮微粒會對不同的器官產生不同的傷害〔7〕。手術室中在進行電燒或是雷射手術時，瞬間產生的大量煙霧會使得PM_{2.5}濃度暴增，其內容物約95%是水或水蒸汽，5%則是以顆粒形態存在的細胞碎片，它包含有：血液及組織碎片、有害化學成分、活性病毒、活性細胞、非活性顆粒、誘導突變的物質等。研究顯示長時間暴露於手術煙霧會增加罹癌的風險〔8〕，在雷射產生的蒸汽中曾發現完整的人類乳頭狀瘤病毒(HPV)DNA，在磨鑽與腹腔鏡手術的低溫煙霧中，則曾發現有活性的HIV病毒，它在手術煙霧中可存活長達14天〔9〕。美國CDC公佈，牙醫和牙科技術人員得到特發性肺纖維化(Idiopathic Pulmonary Fibrosis, IPF)疾病的機會是一般人的23倍，推測係因其工作時可能會接觸大量傳染介質、有毒物質和人類生物製品所致〔10〕。

我們該如何防護空污呢？除了防制設備之外，『口罩』扮演著相當重要的角色。目前與口罩相關

的國家標準有兩種：一是宣稱有防護PM_{2.5}功能的口罩，需通過”CNS15980“國家標準，二是標示為醫療用的口罩，需符合”CNS 14774(T5017)“國家標準，管轄機關則是經濟部標準檢驗局〔11〕。前者依防護效果分為A、B、C、D四個等級，A級可防護PM_{2.5}濃度每立方公尺350微克($\mu\text{g}/\text{m}^3$)以下的環境；B級可防護230 $\mu\text{g}/\text{m}^3$ 以下的環境；C級可防護140 $\mu\text{g}/\text{m}^3$ 以下的環境；D級可防護70 $\mu\text{g}/\text{m}^3$ 以下的環境。如PM_{2.5}達到110 $\mu\text{g}/\text{m}^3$ 時，就該選用等級A、B或C的防霾口罩。醫療用口罩則分兩大類：(a) 一般醫用口罩：為醫療人員於醫療行為(不包括外科手術)時配戴之面罩，主要用途為防止病人與醫護人員之間微生物、體液及粒狀物質之傳遞與感染，屬第1等級醫療器材，需有許可證字號，檢測效能要求包括：細菌過濾效率95%以上；壓差(呼吸阻抗)5mm H₂O/cm²以下。(b) 外科口罩：為醫療人員進行手術程序時穿戴的面罩，屬第2等級醫療器材，需有許可證字號，檢測效能要求包括：細菌過濾效率95%以上；壓差5mm H₂O/cm²以下；合成血液穿透性最小通過壓力80mmHg；次微米粒子(NaCl微粒0.075 μm)防護效率80%以上，可燃性1級(3.5秒以上的阻燃性)。而醫療用口罩如另宣稱具有(或等同)N95口罩的效果，則稱之為「醫用N95口罩」或「N95外科口罩」(相當於CNS 14774中的外科手術D2防塵面罩)，除了要符合原有檢測標準外，且需符合CNS14755「拋棄式防塵口罩」D2等級(等同或以上者，此D2名稱來源為CNS14755拋棄式防塵口罩之等級標準，D3係指口罩之防護效率在99%以上；D2係指95%以上，未滿99%；D1係指80%以上，未滿95%，與前述防PM_{2.5}口罩ABCD分級不同)之性能規格要求：次微米粒子(NaCl微粒0.075 μm)防護效率95%以上；吸氣阻抗350Pa(35mmH₂O)以下；呼氣阻抗250Pa(25mmH₂O)以下。所以，市面上一般普通包裝的口罩防護效果非常有限，更不用說防PM_{2.5}了，防PM_{2.5}口罩主要是一般民眾防霾用，而醫護人員身處具有感染性生物微粒的環境中，選擇醫用N95口罩才能更有效保護自己。但過濾效果優異的口罩往往呼吸阻抗很大，無法久戴，防護效果



Air pollution

也跟著降低。且口罩廣告誇大不實，甚至使用不合法材料來製造也常有報導，如近日行政院消保處抽查市售防霾(PM2.5)口罩，多件標示或品質檢測不符規定，不合格率高達9成2；其中「衍生特定芳香胺之偶氮色料」含量超標有2件，反而更易致癌〔12〕。如想要確認醫用口罩包裝上所表示的許可證字號及其內容是否真實，可以上行政院衛生署食品藥物管理署網站上的「醫療器材許可證資料庫」(<https://www.fda.gov.tw/>)查詢〔13〕。



長谷五十層大樓在雲霧縹緲中

由於口罩產品有其無法突破的技術難點，所以過去幾十年來市面上並沒有太多選擇。市面上有一些口罩標榜可以水洗及重複使用，但若清潔不當，反而會將口罩上的髒污吸入體內。且清洗多次後，口罩本體織物將變軟變皺，除了讓人不適之外，若過濾層破損更會喪失保護的功能，此破損無法用肉眼辨識。而且它之所以能夠水洗，是因為它採用PTFE(polytetrafluoroethylene，聚四氟乙烯)膜，也就是俗稱的鐵氟龍膜，此膜雖然在攝氏260度以下都還穩定，但如果遇高熱分解之後便可能對人體有害，且其成分含氟，長期使用仍需慎重〔14〕。其次有些口罩用奈米銀來抗菌，但奈米銀對於人體是有毒性的，會對呼吸系統造成影響，干擾肝臟代謝，歐盟規範越來越嚴格，很多產品都禁止使用〔15〕。日前成功大學以“多功能機能膜”突破這個困境，膜本身無臭無味，可以塗佈在金屬、塑膠、紙類等基材上。成大研究團隊將機能膜當作載體，攜帶自身研發的高生物相容性的抗菌劑，將機能膜塗佈在口罩外側，成功達到：1)高過濾性(次微米粒子防護效率95~98%以上)，2)低呼吸阻抗性(呼吸氣阻抗<130Pa)，3)抗油性微小粒子(合成血液穿透性通過壓力120mmHg)，4)抗菌抗病毒活性(數據皆通過SGS認證，為全球唯一不使用金屬粒子即達成此項標的)，成功的通過CNS14755之檢測要求，並獲得台灣第二等級醫療器材認證，除了高保護、好配戴、易呼吸等特性，其中的抗菌抗病毒效果，更讓醫護人員跟一般民眾無論是在工作環境中還是流感疫情中，都可以做到最佳保護並且杜絕交叉感染的疑慮。

參考資料

- 1.段艺珠, et al., PM2.5 污染与心血管系统损害. 中华心血管病杂志, 2016(2016 年 02): p. 179-182.
- 2.蘇大成, 空氣汙染與心血管健康. 台灣醫學, 2016. 20(4): p. 377-386.
- 3.陳亦偉, 歐洲2016年逾40萬人早死！研究報告指出：空氣污染會奪命. 風傳媒, 2019.
- 4.研究人員在哮喘兒體內首次檢測出奈米碳管,引發疑慮. TechFeed科技讀報, 2015.
- 5.Fernstrom, A. and M. Goldblatt, Aerobiology and its role in the transmission of infectious diseases. Journal of pathogens, 2013. 2013.
- 6.羅真,高屏地區肺癌增加率是北部15倍且患者餘命較短. 聯合報, 2019.
- 7.Fredricks, D.N. Microbial ecology of human skin in health and disease. in Journal of Investigative Dermatology Symposium Proceedings. 2001. Elsevier.
- 8.Tseng, H.-S., et al., Cancer risk of incremental exposure to polycyclic aromatic hydrocarbons in electrocautery smoke for mastectomy personnel. World journal of surgical oncology, 2014. 12(1): p. 31.
- 9.趙玉洲, 手術煙 PK 霧霾——誰是贏家？震驚醫護！. 2016.
- 10.Ethan Weston, G.W., The CDC Isn't Sure Why Dentists Are Dying From A Specific Lung Disease. 2018.
- 11.PM2.5防塵口罩、醫療用口罩、外科口罩到底哪種才是合格的口罩. 2018.
- 12.公布「市售防霾(PM2.5)口罩品質檢測及標示查核結果」. 行政院消費者保護會, 2019.
- 13.「醫材運動會、作伙來PK」週六新北板橋非常熱區歡樂登場邀你PK醫材知識抽飛輪健身車！衛生福利部食品藥物管理署, 2019.
- 14.Teflon. National Library of Medicine HSDB Database.
- 15.危害強過PM2.5 奈米包裝滲透皮膚. 人間福報, 2016.



葉曜緯 專案經理

學歷

國立成功大學生物醫學工程學系 博士生

經歷

國立成功大學生物醫學工程學系 研究助理
財團法人工業技術研究院、高雄市政府、
國立中山大學聯合—南臺灣跨領域科技
創新中心 專案經理



林滄雄 醫師

學歷

陽明大學醫學系

長庚大學臨床醫學研究所 博士

成功大學醫學工程研究所生物設計學分班

經歷

高雄榮總耳鼻喉科專科醫師

宇田耳鼻喉科診所創院院長暨合夥醫師



吳炳慶 副教授

經歷

國立成功大學生物醫學工程學系 副教授

國立成功大學口腔醫學研究所 合聘副教授

國立成功大學前瞻醫療器材中心&奈米醫學
中心 教學組組長

覓特創意科技股份有限公司 共同創辦人

