

# 空氣汙染與細懸浮微粒(PM2.5)對健康影響

馬偕兒童醫院過敏免疫風濕科

台灣氣喘衛教學會榮譽理事長

徐世達醫師

預防或減少高危險群過敏兒過敏病發生的最重要措施之一為找出並全面避免誘發因子所以如何減少室內外誘發因子如塵蟎、蟑螂、黴菌、貓狗與花粉等過敏原與空氣污染物(包括懸浮微粒、刺激物和污染氣體包括香煙等)是最重要。環境中會造成空氣污染的物質，包括室內與室外的吸入型過敏原與空氣污染物。環境中會造成空氣污染的室內外的吸入型過敏原與空氣污染物的過度增加，不但會造成免疫力正常的健康民眾容易產生呼吸系統疾病，對於免疫力偏差的呼吸道過敏病人所造成的傷害，會遠大於正常人。

## 室內空氣污染

目前我們已知的主要的室內空氣污染物成份包括懸浮微粒(PM, particulate matter)、一氧化氮、二氧化氮、一氧化碳、二氧化碳、二氧化硫、甲醛(formaldehyde)、和生物性內毒素，這些污染物的產生來源可歸納如下列方式：

1. 用天然氣或液化丙烷煮飯，可產生細懸浮微粒(包括 PM2.5)、二氧化碳、一氧化碳、二氧化硫、二氧化氮、以及一氧化氮。
2. 用木柴、煤油或煤煮飯可產生一氧化碳、氮氧化物、二氧化硫和懸浮微粒。
3. 用瓦斯、木柴、煤和煤油以及壁爐取暖者可產生一氧化碳、二氧化碳、一氧化氮、氮氧化物以及懸浮微粒(包括顆粒性油煙)。
4. 使用含有揮發性有機物甲醛的泡沫填充物、粘膠、防火板、壓縮板、合板、地毯隔板以及編織物的裝潢材料，以及使用油漆或其他可釋放異氮的材質。
5. 其他刺激氣體如家用噴霧劑、揮發性有機化合物(如芳香劑、清潔劑、烹調油等)和其他空氣污染物。
6. 抽煙與二手煙可產生大量而複雜的混合氣體、蒸氣、和懸浮微粒，是最常見的室內刺激物的來源，菸草的煙霧中已鑑定出 4,500 種以上的化合物和污染物，其中包括可吸入性懸浮微粒、多環氫碳化合物、一氧化碳、二氧化碳、一氧化氮、尼古丁和丙烯醛(acrolein)等。

## 室外空氣污染

室外空氣污染的型式主要可分為：工業煙霧(二氧化硫顆粒複合物)和光化煙霧(臭氧和氮氧化合物)以及懸浮微粒，在某些地區可混合存在。空氣污染物的程度多寡乃受天候條件和當地的地理特徵影響。懸浮微粒包括人為(如來自車輛、工廠、焚化爐之廢氣所造成的霾害與香煙等)及自然環境(如森林火災所造成的霾害或大陸的沙塵暴等)的影響。汽機車，特別是柴油車所排放的廢氣最為可怕，因為它所產生的超細懸浮微粒體積最小，而且柴油車所噴發的超細懸浮微粒(包括PM<sub>2.5</sub>)是一般汽車的100倍，因此引發人體呼吸道疾病及癌症的可能性也就越大。

## 懸浮微粒

大氣懸浮微粒主要來自化石燃料的燃燒與機械力研磨，由元素碳、有機碳化合物、金屬、硫酸鹽、硝酸鹽等許多成分組成。這些微粒大致可依粒徑大小分成3類，分別是超細粒徑顆粒(小於0.1微米)、細粒徑顆粒(0.1至2.5微米)，以及粗粒徑顆粒(2.5至10微米)。小於2.5微米的懸浮微粒對人體健康的影響最大。因為小於2.5微米的懸浮微粒(PM<sub>2.5</sub>)可深入人體自由穿透。

## 台灣的空氣污染現況

台灣空氣品質除了受到本地固定污染源(工廠、工業區)及移動污染源(汽機車)影響外，每年從台灣境外地區移入的污染亦嚴重影響台灣空氣品質，包括人為及自然環境的影響(如大陸的工業汙染等所造成的霾害與沙塵暴以及印尼森林火災所造成的霾害等)。

沙塵暴發生會造成空氣中懸浮微粒成分改變，金屬元素僅地殼元素Al、Fe、Ca、Mg及Mn之濃度較平日增加，微粒中硝酸鹽及硫酸鹽也會出現變化。沙塵影響期間，PM<sub>10</sub>、PM<sub>2.5</sub>濃度均會上升，但以粗粒PM<sub>2.5</sub>~10增加較多。沙塵暴懸浮微粒中還帶有多種生物性成分。包括如下：

- 黑管狀黃柄黴菌屬 (*Aureobasidium*)、毛殼菌屬 (*Chaetomium*)、麴菌屬 (*Aspergillus*) 及酵母菌類等真菌種類。
  - 葡萄黴菌屬 (*Botrysporium*)、嗜脂著色黴 (*Rhinochloidiella*) 及香石竹芽腐黴菌屬 (*Trichothecium*)，則只出現在沙塵暴期間。
- 上述黴菌屬過敏原也會對氣喘、呼吸道疾病患者造成影響。

- 沙塵暴懸浮微粒中帶有約 200 種細菌，即使在空氣中經過一段時間的光反應後，仍可存活生長。
- 沙塵暴懸浮微粒中曾被發現帶有漢他病毒等致病原。

當沙塵由北向南輸送，懸浮微粒濃度上升趨勢亦由北向南。沙塵暴的行進過程中，會捲起、攜帶並累積工業廢氣中的有害物質。沙塵在傳輸過程如果再混合加入人為排放的空氣污染物(沙塵暴加霾害)，則對人體健康更會有不良影響。

### 懸浮微粒如何影響敏感脆弱族群與過敏氣喘病人

細懸浮微粒(PM2.5)會入侵身體，深入到肺泡，甚至沉入肺泡的微血管中，可以自由穿透人體的細胞組織，藉由血液循環，跑遍全身各處。對於全身都會有影響，特別是心、肝、肺、腎及大腦。

- 對於呼吸道的影響，主要的症狀有咳嗽、呼吸困難等，不但會降低肺功能、促發氣喘、引起慢性氣管炎，還可能增加呼吸疾病的住院率及死亡率以及老人和孩童的慢性呼吸系統疾病的危險性。
- 兒童中耳炎的反覆發作，嚴重的話會導致兒童聽力受損。
- 對於心臟方面，它會造成心跳速率不規律，以及心跳該快不快、該慢不慢的心跳速度變異性降低，這些都可能引發心肌梗塞等心臟病風險。會降低左心室的功能，也可能造成心臟衰竭等嚴重的心臟病。會造成冠狀動脈疾病。會影響自主神經系統的恆定性。
- 可能會造成早產、流產的機率增加及新生兒的死亡。
- 會使孩童學習及語文記憶能力下降，達平均 3.4%。
- 會引起主動脈粥狀硬化。
- 中風病人的死亡率和他死前 2 小時所接觸的空氣微粒污染程度有關。
- 會造成神經退化性疾病，如阿茲海默症（老年痴呆症）。
- 會引起精神官能症(憂鬱症)。
- 如果空氣中的懸浮微粒中含有金屬成份，有可能會引發肺癌。
- **PM10 每增加 10 微克，肺腺癌增加 51%；PM2.5 每增加 5 微克肺腺癌增加 55%。**

在空氣汙染細懸浮微粒(PM2.5)暴增的期間，氣喘族群的就醫率變化情況

在過敏氣喘免疫科的門診過敏氣喘病人大幅增加 30%以上，多以下列症狀表現：

- 皮膚過敏病人呈現全身皮膚惡化、皮膚癢、嚴重搔抓、蕁麻疹甚致繼發感染等症狀。

- 結膜炎病人呈現眼睛紅、眼睛癢、眼瞼濕疹受傷等症狀。
- 鼻子過敏病人呈現流鼻涕、鼻塞、鼻子癢、打噴嚏、用嘴呼吸和睡眠障礙等症狀。
- 呼吸道過敏病人呈現咳嗽、胸悶、喘鳴、呼吸困難等症狀。
- 鼻竇炎、中耳炎等症狀的急性發作。

台北 2014 年 PM2.5 濃度將近 20 微克、台中 25、高雄 30，是世界衛生組織 10 微克的 2~3 倍。台大公衛學院職工所教授鄭尊仁指出，PM2.5 只要降到 15 微克，每年減少死亡 1~3 萬人。他強調，低樓層（1~3 樓）監測到的 PM2.5 濃度比中高樓層（6~9 樓）高 10~20%，若住宅離道路近且道路面積大或附近有工地，濃度也會增加。若住宅附近有綠地、河川等則降低濃度。

如何避免空氣污染物懸浮微粒與過敏原對人體(包括過敏氣喘病人)的危害

由於空氣汙染暴增大量懸浮微粒(尤其是 PM2.5)，造成空氣品質惡化，因此患有呼吸道疾病或心血管疾病之民眾，尤其是老年人或小孩，在此期間應該遵守下列原則：

- 盡量避免出門，緊閉門窗，居家使用空調，可使用具高效能粒子空氣過濾（high-efficiency particulate air filter; HEPA）系統的空氣清淨機。
- 如需外出，則應帶上口罩、護目鏡穿著長袖衣物與長褲以隔離髒空氣，避免直接之接觸。回家後儘速清潔衣物與身體。戴隱形眼鏡者因可能會刺激眼睛我們建議暫時不帶。
- 氣喘患者或呼吸道敏感族群外出須攜帶急救藥物。年紀大的氣喘患者如要外出，尤其是出外晨間運動，最好還須要有家人陪伴以防萬一。
- 由於有研究顯示當懸浮微粒濃度每增加 100 微克/立方公尺時，對高氣道敏感度的過敏氣喘病童會增加 1.39 倍的臨床呼吸道症狀。所以我們建議當如果懸浮微粒濃度超過 1000 微克/立方公尺時，學校應該取消戶外活動課程。當懸浮微粒濃度超過 1500 微克/立方公尺時，學校應該考慮讓過敏氣喘學童不必上課。當懸浮微粒濃度超過或遠超過 2000 微克/立方公尺時，學校應該考慮讓成長中的學童停止到學校上課。

## 結論

我們知道反覆呼吸道疾病與過敏氣喘病症狀的發生和環境中空氣污染物與過敏原的量息息相關，因此，縱使無法達到完全的控制，仍須儘可能控制室內外環境以減少過敏原與空氣污染物(包括懸浮微粒[尤其是 PM2.5]、刺激物和香煙)對人體尤其是過敏氣喘病人的危害。

(附件)

中華民國各項空氣污染物 空氣品質標準規定

項目	標準值		單位
總懸浮微粒 (TSP)	二十四小時值	二五〇	$\mu\text{g}/\text{m}^3$ (微克/立方公尺)
	年幾何平均值	一三〇	
粒徑小於等於十 微米 ( $\mu\text{m}$ ) 之懸浮微粒 ( $\text{PM}_{10}$ )	日平均值或二 十四 小時 值	一二五	$\mu\text{g}/\text{m}^3$ (微克/立方公尺)
	年平均值	六五	
粒徑小於等於 二·五 微米 ( $\mu\text{m}$ ) 之細懸浮微粒 ( $\text{PM}_{2.5}$ )	二十四小時值	三五	$\mu\text{g}/\text{m}^3$ (微克/立方公尺)
	年平均值	一五	
二氧化硫( $\text{SO}_2$ )	小時平均值	〇·二五	ppm(體積濃度百萬分之一)
	日平均值	〇·一	
	年平均值	〇·〇三	
二氧化氮( $\text{NO}_2$ )	小時平均值	〇·二五	ppm(體積濃度百萬分之一)
	年平均值	〇·〇五	
一氧化碳(CO)	小時平均值	三五	ppm(體積濃度百萬分之一)
	八小時平均值	九	
臭氧( $\text{O}_3$ )	小時平均值	〇·一二	ppm(體積濃度百萬分之一)
	八小時平均值	〇·〇六	
鉛(Pb)	月平均值	一·〇	$\mu\text{g}/\text{m}^3$ (微克/立方公尺)

環保署室外空氣污染物濃度與污染副指標值對照表

污染物	$\text{PM}_{10}$	$\text{SO}_2$	CO	$\text{O}_3$	$\text{NO}_2$
-----	------------------	---------------	----	--------------	---------------

統計方式	24 小時 平均值	24 小時 平均值	24 小時內 最大 8 小時 平均值	24 小時內 最大小時值	24 小時內 最大小時值
單位	$\mu\text{g}/\text{m}^3$	ppb	ppm	ppb	ppb
PSI 值					
50	50	30	4.5	60	-
100	150	140	9	120	-
200	350	300	15	200	600
300	420	600	20	400	1200
400	500	800	40	500	1600
500	600	1000	50	600	2000

#### PSI 值與健康影響(環保署)

空氣污染指 標 (PSI)	0~50	51~100	101~199	200~299	>=300
對健康的影 響	良好	普通	不良	非常不良	有害
	Good	Moderate	Unhealthful	Very Unhealthful	Hazardous

狀態色塊	綠	黃	紅	紫	咖啡
人體健康影響	對一般民眾身體健康無影響。	對敏感族群健康無立即影響。	對敏感族群會有輕微症狀惡化的現象，如臭氧濃度在此範圍，眼鼻會略有刺激感。	對敏感族群會有明顯惡化的現象，降低其運動能力；一般大眾則視身體狀況，可能產生各種不同的症狀。	對敏感族群除了不適症狀顯著惡化並造成某些疾病提早開始；減低正常人的運動能力。

**細懸浮微粒(PM<sub>2.5</sub>)指標對照表與活動建議**

指標等級	1	2	3	4	5	6	7	8	9	10
分類	低	低	低	中	中	中	高	高	高	非常高
PM <sub>2.5</sub> 濃度 (μg/m <sup>3</sup> )	0-11	12-23	24-35	36-41	42-47	48-53	54-58	59-64	65-70	≥71
一般民眾活動建議	正常戶外活動。		正常戶外活動。			任何人如果有不適，如眼痛，咳嗽或喉嚨痛等，應該考慮減少戶外活			任何人如果有不適，如眼痛，咳嗽或喉嚨痛	

				動。	等，應減少體力消耗，特別是減少戶外活動。
敏感性族群活動建議	正常戶外活動。	有心臟、呼吸道及心血管疾病的成人與孩童感受到癥狀時，應考慮減少體力消耗，特別是減少戶外活動。	1. 有心臟、呼吸道及心血管疾病的成人與孩童，應減少體力消耗，特別是減少戶外活動。 2. 老年人應減少體力消耗。 3. 具有氣喘的人可能需增加使用吸入劑的頻率。	1. 有心臟、呼吸道及心血管疾病的成人與孩童，以及老年人應避免體力消耗，特別是避免戶外活動。 2. 具有氣喘的人可能需增加使用吸入劑的頻率。	

各國細懸浮微粒空氣品質標準制定現況

空氣品質標準	WHO <sup>1</sup>				歐盟	美國		加拿大	澳洲	日本	南韓	香港	中國大陸 <sup>3</sup>		泰國	我國	
	IT-1	IT-2	IT-3	AQG		聯邦	加州						一級	二級			
PM <sub>10</sub> μg/m <sup>3</sup>	年平均	70	50	30	20	40	-	20	70	-	-	50	55	40	70	50	65
	24小時平均	150	100	75	50	50	150	50	120	50	100	100	180	50	150	120	125



	均 值																
PM <sub>2.5</sub> μg/m <sup>3</sup>	年 平 均 值	35	25	15	10	2 5 <sup>2</sup>	12	1 2	-	8	15	-	35 *	1 5	35	25	15
	2 4 小 時 平 均 值	75	50	37. 5	25	-	35	-	30	2 5	35	-	75 *	3 5	75	50	35

空氣品質標準		WHO <sup>1</sup>				歐盟	美國		加拿 大	澳洲	日本	南韓	香港	中國大陸 <sup>3</sup>		泰國	我國
		IT-1	IT-2	IT-3	AQG		聯邦	加州						一級	二級		
PM <sub>10</sub> μg/m <sup>3</sup>	年平均 值	70	50	30	20	40	-	20	70	-	-	50	55	40	70	50	<b>65</b>
	24小時 平均 值	150	100	75	50	50	150	50	120	50	100	100	180	50	150	120	<b>125</b>
PM <sub>2.5</sub> μg/m <sup>3</sup>	年平均 值	35	25	15	10	25 <sup>2</sup>	12	12	-	8	15	-	35*	15	35	25	<b>15</b>
	24小時 平均 值	75	50	37.5	25	-	35	-	30	25	35	-	75*	35	75	50	<b>35</b>