

台北縣某工廠因二異氰酸甲苯 (Toluene diisocyanate, TDI)導致之職業性氣喘

在民國 74 年 9 月至 11 月間，台北縣某工廠有 4 名員工先後至台大醫院門診求診，其主訴皆為持續性咳嗽、呼吸短促，胸部緊迫，和哮喘。這些症狀在晚間有惡化傾向而可於長期休假後減輕。這家工廠製造一種用於紡織業之「黏扣帶」，4 名患者皆工作於此工廠同一工作環境中。我們對「黏扣帶」的製造過程詳加瞭解後，發現在帶子背面上膠過程所使用之黏貼用樹脂成分含有二異氰酸甲苯(Toluene diisocyanate, TDI)。一種已被公認為極易導致職業性氣喘的物質。為了確定廠內員工在曝露於 TDI 下和類似氣喘徵候間的相關性，我們在這家工廠展開了流行病學調查。

這家工廠有 45 名員工，於民國 73 年初開工，大部份員工為年輕女性(年齡層中位數為 22 歲；女性工人數為男性之 3.2 倍)。員工流動率很高；平均任職時間為 9.2 月。我們訪視所有員工並予身體檢查。我們於工廠工作時和休假時分別在廠內相同的幾個定點採取空氣樣本以測定 TDI 濃度；並分別測定員工在操作中及休假時的肺功能。

此工廠分為三個作業區：紡織區，將紗紡成帶子；處理區，將帶子加以染色並於此處上背膠；包裝／貯藏區(如圖 1)。本調查氣喘的定義為任何員工有超過 1 個月的咳嗽和超過 1 個月的呼吸短促或哮喘。工人具有心臟血管或肺部疾病之病史者，曾曝露於肺部刺激物者、或曾有吸煙史者皆於分析時加以剔除。在 45 名員工中有 38 名(84%)完成面訪及檢查；其中又有 4 名因有吸煙史而被剔除，其餘 34 名員工中，有 14 名(41.2%)符合本調查氣喘個案之定義。氣喘個案在工作區域之分佈如表 1 所示，其中侵襲率最高者為處理區，最低者為紡織區。胸部聽診檢查發現 14 例氣喘病例中，有 4 例可聽出雜音；而非氣喘病例均聽不出雜音($P < 0.0001$)。該 4 例可聽出雜音者的工作地點均為處理區。

由工廠內不同地點所收集之空氣樣本經測定發現於黏帶處理區的 TDI 濃度最高(>0.025 ppm)而於紡織區的濃度最低(<0.012 ppm)。包裝／貯藏區的 TDI 濃度則為中等($0.013 - 0.025$ ppm)(圖 1)。我國內政部勞工司負責制定各種工業用之化學物安全濃度，目前對 TDI 所訂定之標準值為 0.02 ppm。在處理區所側定的 11 處空氣樣本中只有 2 處低於此標準值，且最高讀數(0.215 ppm)超過此標準值 10 倍以上。

我們對 21 位員工於工廠休假前、後 10 天分別檢查其肺功能。顯示員工之 FEV₁ 及 FVC 於曝露前、後之變化以處理區之員工為最大(表 2 及 3)。

依據調查結果我們建議此工廠裝置新氣罩，並改進現有氣罩的設計以防止員工接觸 TDI 煙霧。我們也建議工廠應改變背膠所使用之樹脂成份，並以 MDI(diphenyl methane diisocyanate) 取代 TDI，因為 MDI 之汽化點較為且具有較低的蒸汽壓。經實施改善措施 5 個月後，我們再對員工施行體檢及抽採空氣樣本時，發現沒有員工抱怨有氣喘樣之症狀，而對 10 名仍在工廠工作之員工檢查肺功能結果顯示 FEV₁ 及 FVC 有顯著之改善(表 4)。空氣採樣亦未檢出 TDI 濃度。報告者：王榮禧博士，林嘉明博士，蘇也咏先生，台灣大學醫學院公共衛生系；行政院衛生署防疫處。

編者著：二異氰酸在工業上廣泛用於製造各種物理性質不同之聚尿樹脂(Polyurethane resin)，如硬、較、半硬態泡棉，其中 TDI 和 MDI 是最常使用之二異氰酸化合物，而 HDI(Hexamethylene diisocyanate)及 NDI(1,5-naphthalene diisocyanate)則較少使用。TDI 和 MDI 可以對眼部，呼吸道，和皮膚引起刺激作用。此種刺激嚴重時也可能足以造成氣管炎和肺水腫。有時也會引起噁心，嘔吐及腹痛的症狀。皮膚持續接觸液狀 TDI 時可能產生紅、腫、和水泡。暴露於 TDI 下的工人約有 5%至 10%會發生氣喘。徵候可能於暴露數週或數月後出現。曾暴露 TDI 而具過敏性的個體，雖暴露於低濃度的 TDI(<0.005ppm)可能誘發氣喘。因此有學者認為經由 IgE 引發過敏的機轉，可能為 TDI 誘發氣喘的原因，但此點尚未被證實。本調查報告有關氣喘樣徵候的發生率較高的原因，可能是由於對一些原本有肺部刺激性疾病，如氣管炎，再暴露於高濃度 TDI 的員工，無法鑑定其是否為真正氣喘病例。我們的資料顯示，位於高濃度 TDI 區域工作者，其肺功能有明顯的降低。當離開工廠一段期間後徵候及肺功能都有進步，且在工廠通風系統改善後進步更多。因此我們認為氣喘和其它肺部刺激性徵候都是 TDI 職業性暴露所致。

本調查結果充份說明工廠內職業性健康危害之重要性。台灣職業病的盛行率目前仍不甚清楚，但近數年來在快速工業化及在製造業大量使用潛在危害性化學物質下，其盛行率可能很高。目前負責監督職業病的政府機構在人力及經費上均明顯不足。此研究結果不僅顯示台灣存在職業衛生問題，且這些問題通常只須工廠投資極少代價即可改善。欲提昇台灣勞工的職業衛生，唯有對工廠的發照及檢查訂定較完整且嚴謹的規程，並培養訓練醫師及工業衛生鑑定人員，以執行正確的健康危害物評估工作。

參考資料

- 1 National Institute for Occupational Safety and Health . Occupational Diseases : a guide to their recognition . Publication No . 77 -181 .
Washington D . C . : U . S , Government Printing office , 1977 ; 233 -5 .
- 2 Chan -Yeung M , Lam S . State of the art : occupational asthma . Am Rev Respir Dis 1986 ;133 : 686-703 .

圖 1 民國 75 年台北縣某工廠內空氣樣本的 TDI 濃度分佈情形。

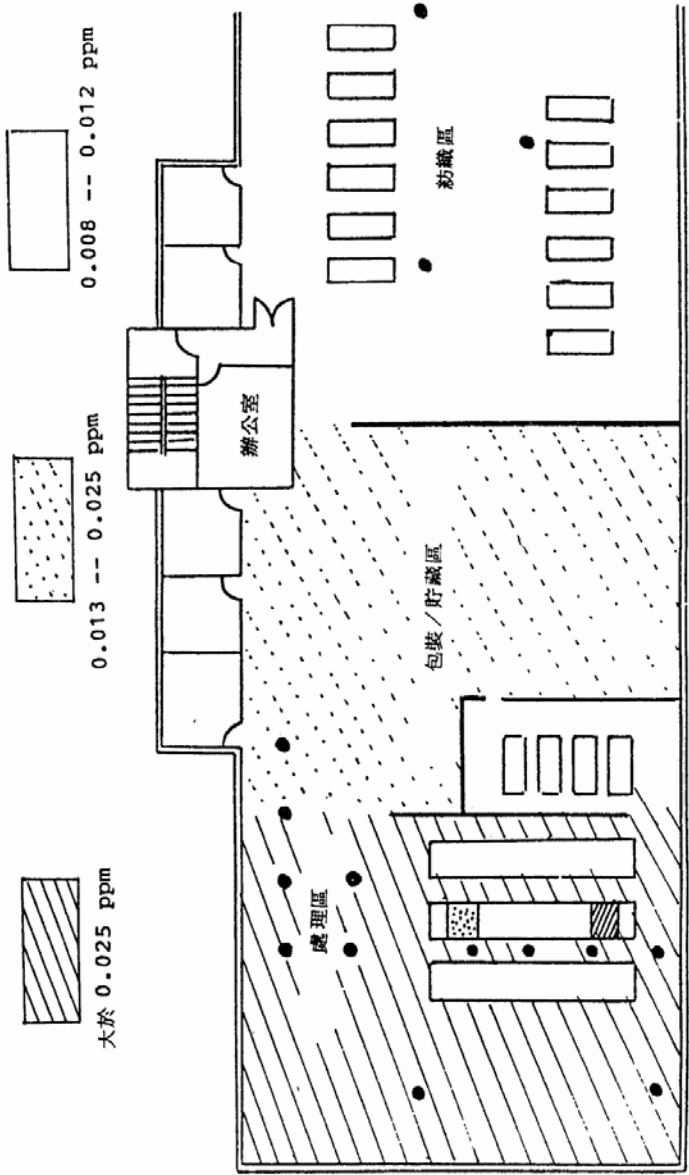


表 1 民國 75 年台北縣某工廠發生氣喘性支氣管炎徵候的病例與作業區的關係

作 業 區	病 例	非 病 例	總 數	比 率
處 理 區	11	2	13	84.6 %
包 裝 / 貯 藏 區	3	5	8	37.5 %
紡 織 區	0	13	13	0.0 %
總 數	14	20	34	41.2 %

Chi-square goodness-of-fit = 19.28, $P < 0.005$

表 2 民國 75 年某工廠員工暴露前後 FEV₁ 的改變與工作場地的關係

作 業 區	員 工 數	FEV ₁ 改變量 (平均值 ± 標準差, ml)	P - 值*	
處 理 區	9	- 431 ± 246	p = 0.035	p < 0.005
包 裝 / 貯 藏 區	4	- 118 ± 102		
紡 織 區	8	+ 10 ± 311	p = N. S.	

N. S. = 無顯著差異

表 3 民國 75 年某工廠員工暴露前後 FVC 的改變與各作業區的關係

作 業 區	員 工 數	FVC 改變量 (平均值 ± 標準差, ml)	P - 值*	
處 理 區	9	- 334 ± 279	p = N. S.	p < 0.005
包 裝 / 貯 藏 區	4	- 146 ± 123		
紡 織 區	8	- 36 ± 145	p = N. S.	

* Student's t-test; N. S. = 無顯著差異

表 4 民國 75 年某工廠員工於不同工作情況下肺功能測驗之進步情形

肺 功 能 測 驗	開始 研究 時	10 天 假期 後	改善 5 個月 後
	1978 ± 342	2250 ± 377	2422 ± 377
FEV ₁ (平均值 ± 1 標準值)	P = 0.048*		P = 0.004
	2605 ± 366	2799 ± 276	3025 ± 347
FVC (平均值 ± 1 標準值)	P = 0.004		P = 0.0002

* Student's t-test 計算所得 p 一值，10 天假期後與改善 5 個月後分別與開始研究時比較。