

# 菸品物質毒性摘要：苯 (Benzene)

CAS No.: 71-43-2

- IARC 致癌分類：Group 1：人類確定致癌因子，且人類流行病學證據充分。
- ACGIH 致癌分類：A1：已被證實為人類致癌物。具皮膚吸收特性。
- 半數致死劑量(LD50)：
  1. 3,306 mg/kg (大鼠、食入)
  2. 4,700 mg/kg (小鼠、食入)
- 半數致死濃度(LC50)：
  1. 10,000 ppm/ 7hr (大鼠、吸入)
  2. 9,980 ppm (小鼠、吸入)
- 慢毒性或長期毒性：
  1. 苯會造成白、紅血球及血小板的形成受損，受害程度及影響，因個人代謝基因型別之不同而有所差異。
  2. 可能影響骨髓，但與暴露時間及強度不直接相關。
  3. 長時間低濃度暴露會損害神經系統，典型症狀有：聽力影響、長期頭痛、暈眩、昏厥、視力受損，平衡感降低。
  4. 重覆長期接觸會使皮膚發炎、乾燥鱗狀及起泡。
  5. 苯會引起白血球癌症。
  6. 苯會穿過胎盤於胎兒血液中出现。對女性引起月經不規則。
  7. 苯會使高度暴露的工作者染色體不正常。
  8. 50ppm (懷孕 7-14 天雌鼠,吸入) 造成胚胎中毒。

苯是常見的揮發性有機化合物 (Volatile Organic Compounds, VOCs) 之一，VOCs 其來源主要來自：樹脂、傢俱、塗料、黏著劑、家用電器、影印機、個人電腦、空氣清新劑、除臭劑、清潔劑、打蠟、乾洗衣物。VOCs 主要物質成分有：苯 (Benzene)、甲醛 (Formaldehyde)、甲苯 (Toluene)、乙苯 (Ethylbenzene)、四氯化碳 (Carbon tetrachloride)、苯乙烯 (Styrene)、四氯乙烯 (Tetrachloroethene) 等。VOCs 可能引起個體免疫失調，影響中樞神經系統功能，出現頭暈、頭痛、嗜睡、無力、胸悶等症狀；還可能影響消化系統，出現食欲不振、噁心等不適，嚴重時損傷肝臟、腎臟和發生造血系統癌症；有些即使濃度很低，也會誘發強烈的過敏性氣喘。

在加工製造業的職場中，VOCs 暴露機會較高，若工作者在 VOCs 物質濃度較高的環境中抽菸，則有可能發生以下之狀況：

1. 增加職業暴露量：某些工作場所存在與菸煙中相同的有害物，例如：一氧化碳、苯、丙酮、砷、鎘、硫化氫、鉛、酚、多環芳香族、丙烯醛、醛類等。因此菸煙會增加職業有害物暴露量。

2. 轉變為毒性較大的物質：工作場所空氣中有害物經由菸的燃燒，可能轉變為毒性較大的物質或型態，例如空氣中聚氯乙烯(PVC)會附著於香菸表面，燃燒香菸會將聚氯乙烯微粒燒成煙煙狀態，導致吸菸者發生聚合煙熱(一種急性呼吸道及全身反應，產生發燒、流鼻涕等症狀)。另外香菸燃燒也會將鐵氟龍轉變為毒性物質，傷害人體。
3. 有害物附著在菸煙的微粒上：工作場所所有有害物附著在菸煙的微粒上，隨著菸煙被吸入、吃入或由皮膚進入人體，危害健康：例如三氟化硼、無機氟類、甲醛、鉛、無機汞、甲基巴拉松等。
4. 產生健康危害相加作用：何謂「相加作用」就是，兩種物質同時存在時，其危害約等於兩種危害相加的效果。例如殺蟲劑職業暴露會增加血液癌症的機會，而菸暴露也會增加血液癌症的機會，兩者同時暴露時罹患血液癌症的機會大致等於兩者單獨暴露罹病機會的加總。又例如菸煙會危害肺部功能，棉塵職業暴露也會危害肺部功能，棉塵暴露勞工吸菸會對肺部造成相加作用的傷害。

歐盟執委會聯合研究中心所屬之衛生暨消費者保護組織(JRC Institute for Health and Consumer Protection, IHCP)曾針對菸草中的各項氣相有害物質進行量測。其中，測得逸散苯濃度範圍約為 6-70  $\mu\text{g}/\text{支}$ 。

在1982年國際癌症研究署 (IARC) 已將苯列為最高致癌物分類之Group 1以及美國政府工業衛生師協會 (ACGIH) 亦於2001年將苯升格為人類確定致癌物。

呼吸是苯的主要暴露途徑，其次經由皮膚接觸。過去的研究指出，苯暴露5-15年之後，即有可能會導致再生不良性貧血 (aplastic anemia)，是為一種骨髓造血機能低下之疾病，其臨床症狀會產生網狀紅血球減少、紅血球減少、白血球減少、血小板減少、骨髓細胞數減少，即骨髓組織的原有細胞75%以上被脂肪取代，但紅血球之大小不變或輕微變大。過去許多研究亦指出，苯的毒性主要來自於經體內酵素反應後所產生的代謝產物，如phenol, hydroquinone (HQ), catechol (CAT) 等，這些經氧化後的代謝物聚集在骨髓中，並進而產生具高毒性的Quinone，造成造血系統疾病。因此酵素的代謝活性與苯的致毒性有顯著相關。

苯的代謝酵素為Cytochrome P450 2E1 (CYP2E1)，Glutathione S-transferase (GST)，以及NAD (P) H quinone oxidoreductase 1 (NQO1)，過去許多文獻指出苯的代謝酵素中，NQO1之基因多型性與白血病 (leukemia) 及再生不良性貧血有關，而 GSTT1null genotypes (此基因型無法製造出具活性的酵素) 則與骨髓發育不良症候群 (Myelodysplastic Syndrome, MDS) 之發生有關。部份代謝基因型表現較強或不表現者，在相同苯濃度之暴露下，有較高的致癌風險。

#### 資料來源：

1. 勞工安全衛生研究所，職場菸害加重職業健康危害：  
<http://www.iosh.gov.tw/upload/netbook/smoke/smokef3.htm>
2. 歐盟聯合研究中心(JRC)消費者健康保護機構(Institute for Health and Consumer Protection, IHCP) 菸草專題研究報告(Tobacco, Cigarettes and Cigarette Smoke -An Overview)  
<http://publications.jrc.ec.europa.eu/repository/handle/111111111/5>
3. 國際癌症研究署(IARC)專討文獻，Benzene\_IARC Monographs\_Volume 100F-24 (2012)：  
<http://monographs.iarc.fr/ENG/Monographs/vol100F/mono100F-24.pdf>
4. 台灣環保署，毒性化學物質管理\_苯 (benzene)  
[http://toxiceric.epa.gov.tw/Chm\\_/WriteDB.aspx?serial=76&path=101MSDS/052-01.doc](http://toxiceric.epa.gov.tw/Chm_/WriteDB.aspx?serial=76&path=101MSDS/052-01.doc)
5. Rappaport SM, Kim S, Lan Q, Li G, Vermeulen R, Waidyanatha S, Zhang L, Yin S, Smith MT, Rothman N.. Human benzene metabolism following occupational and environmental exposures. Chem Biol Interact. 2010 Mar 19;184(1-2):189-95.
6. Kim S, Vermeulen R, Waidyanatha S, Johnson BA, Lan Q, Rothman N, Smith MT, Zhang L, Li G, Shen M, Yin S, Rappaport SM. Using urinary biomarkers to elucidate dose-related patterns of human benzene metabolism. Carcinogenesis. 2006 Apr;27(4):772-81.

#### 專有名詞說明：

- IARC 致癌分類：世界衛生組織(WHO)附屬之國際癌症研究署 (International Agency for Research on Cancer, IARC) 針對許多物質，依據其流行病學，動物毒理實驗證據，區分其致癌等級為 1 級至 4 級(Group 1, Group 2A, Group 2B, Group 3, Group 4)。Group 1：人類確定致癌因子，且人類流行病學證據充分。Group 2A：人類可能致癌因子，人類流行病學證據有限或不足，但動物實驗證據充分。Group 2B：人類疑似致癌因子，人類流行病學證據有限，且動物實驗證據有限或不足。Group 3：無法歸類為致癌因子，人類流行病學證據不足，且動物實驗證據亦不足或無法歸入其他類別。Group 4：極有可能為非致癌因子，人類及動物均欠缺致癌性或流行病學證據不足，且動物致癌性欠缺。
- ACGIH 致癌性分類：係指作業環境中致癌物誘發惡性腫瘤的作用，如苯、胺等。美國政府工業衛生師協會 (American Conference of Industrial Hygienists, ACGIH)，依其致癌證據的強弱分為 A1：已被證實為人類致癌物；A2：尚未證實但已被察覺具人類致癌性；A3：動物致癌物；A4：無

法分類是否為人類致癌物； A5：非人類人類致癌物。

- 半數致死劑量(LD50)：係指給予試驗動物組群一定劑量(mg/kg)的化學物質，觀察 14 天，結果能造成半數(50%)動物死亡的劑量。LD50 越低，表示致死毒性越強。
- 半數致死濃度(LC50)：係指在固定濃度下，暴露一定時間(通常 1~4 小時)後，觀察 14 天，能使試驗動物組群半數(50%)死亡的濃度。LC50 越低，表示致死毒性越強。