

# 菸品物質毒性摘要：苯并芘 (Benzo[ $\alpha$ ]pyrene)

CAS No.: 50-32-8

- 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：A2：尚未證實但已被察覺具人類致癌性
- 半數致死劑量(LD50)：50 mg/kg。
- 慢毒性或長期毒性：
  1. 可引實驗動物之肺、氣管、咽喉、前胃組織、肝、淋巴組織、皮膚、血管肉瘤、乳腺組織等癌症。
  2. 多種 PAHs 經老鼠餵食試驗後，發現試驗動物會發生胃腫瘤及肝腫大之現象。老鼠經 BaP 餵食試驗會引發試驗動物產生前胃腫瘤、白血病(leukemia)、肺腫瘤等危害。

多環芳香烴 (Polycyclic Aromatic Hydrocarbons, PAHs) 又稱多環性芳香化合物或多環芳香族碳氫化合物。是芳香族碳氫化合物的一種特例。由不包含雜環或取代基的芳香環所組成。其中有很多是已知或潛在的致癌物質。主要是由含碳燃料例如木柴、木炭、油脂和煙草的不完全燃燒所產生。也存在於烤焦的肉類中。多環芳香烴的致癌性與分子量之增加成正比，但其急毒性則成反比。

國際上已確認具致癌性的 PAHs 至少有 30 種以上，是目前世界已知的致癌化學物最龐大的一群，美國環保署將其中 16 種 PAHs 列為優先管制毒性物質(表1)。其中一種多環性芳香烴--苯并芘 (Benzo[a]pyrene, BaP) 是第一個被發現具有致癌性的PAHs物質。菸草燃燒後，會產生大量的BaP濃度。

職業暴露研究結果發現，PAHs暴露勞工血中的氧化壓力指標 8-OH-dG 與心血管指標 hs-CRP、LDL-C，統計結果呈現顯著正相關 ( $p<0.05$ )，故 LDL-C 濃度越高，其 hs-CRP 濃度也越高；另外，鑄造廠、塑膠加工廠及行政人員之 LDL-C 的數值幾乎都高於正常範圍 ( $<100$  mg/dl) 內，發生冠狀心臟病之風險可能較高。該研究同時亦發現染色體端粒長度與氧化性傷害 MDA 呈現顯著負相關，此結果經過複回歸分析後，亦顯示勞工體內 MDA 濃度越高，染色體端粒長度越短。因此，根據研究結果推測 PAHs 暴露會造成氧化性傷害，且氧化傷害可能與染色體端粒變短有關，而染色體端粒長度與肺癌、心血管疾病可能有關。

菸草燃燒時可產生數千種化學物質。其中可能危害人體的有數百種之多，對人體影響較大包括尼古丁(Nicotine)、焦油(Tar)、一氧化碳(Carbon monoxide)氰化物(Cyanide)以及其它的刺激物：

1. 尼古丁：它會影響代謝並引起心臟血管系統的變化，包括血壓增高、心跳加速及周邊血管的收縮等。
2. 焦油：吸菸後，凝集在肺裡的焦黃色黏滯物，常見於香菸濾嘴上。焦油內含有很多物質，其中多環碳氫化物就含有許多致癌物，又以Tobacco

specific nitrosamines(TSNA)及Benzo[a]pyrene是最顯著的肺癌致病原因。

3. 一氧化碳：它會與血液中的氧氣競爭，使得心臟中的氧氣成分減少，同時高濃度一氧化碳也會提高一氧化碳與血紅素結合的濃度。這種結合物會破壞血中氧氣攜帶功能，使心絞痛的危險性增大；進而破壞體內組織，使得心臟幫浦血液到體內各組及腦部的工作更加吃力。而且長時間暴露在高一氧化碳中，也會增加血管硬化的情形。這也就是為何老煙槍腦中風、冠心症的比率為常人兩倍的主因。
4. 氰化物：每口菸可帶入肺中50-75ug的濃度。吸菸者血中及尿中氰化物的代謝物濃度均較常人為高，這些氰化物大部份會被代謝掉，但存積於呼吸道中，則會抑制纖毛的活動力，造成生痰、長咳的不適。長時間暴露在菸害中，更會增高慢性氣管炎、肺氣腫的比例。

表 1 16 種優先評估 PAHs 之分子式及致癌性

PAHs 種類	分子式	苯環數	分子量	致癌性*
Naphthalene	C10H8	2	128	0
Acenaphylene	C12H8	3	152	0
Acenaphthene	C12H10	3	154	0
Fluorene	C13H10	3	166	0
Phenanthrene	C14H10	3	178	0
Anthracene	C14H10	3	178	0
Fluoranthene	C16H10	4	202	+
Pyrene	C16H10	4	202	0
Benzoanthracene	C18H12	4	228	+
Chrysene	C18H12	4	228	+
Benzo(b)fluoranthene	C20H12	5	252	++
Benzo(k)fluoranthene	C20H12	5	252	++
Benzo(a)pyrene	C20H12	5	252	+++
Dibenzoanthracene	C22H14	5	278	+
Benzoperylene	C22H12	6	276	+
Indenopyrene	C22H12	6	276	+

Smith & Harrison (1998)。0：無致癌性。+：致癌性低(33%以下)。++：具致癌性高(33%以上)。+++：具明顯致癌性。

#### 資料來源：

1. 國際癌症研究署(IARC) 專討文獻，Benzo[a]pyrene\_IARC Monographs\_Volume 100F-14 (2012)：  
<http://monographs.iarc.fr/ENG/Monographs/vol100F/mono100F-14.pdf>
2. 陳秀玲、林泓秀。多環芳香烴化合物暴露與心血管疾病之關係性探討 (Association between PAH Exposure and Cardiovascular Disease)。行政院勞工委員會勞工安全衛生研究所。2011。勞工安全衛生研究所研究報告 IOSH99-M307。
3. Smith, D. J. T. and R. M. Harrison. Polycyclic aromatic hydrocarbons in atmospheric particles. In: Atmospheric particles. R. M. Harrison and R. Van Gricken. Eds., John Wiley & Sons Ltd. 1998. pp.253-294.

#### 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。