

職業暴露煤焦油引起中毒之認定參考指引

勞動部職業安全衛生署

中華民國108年3月

【本參考指引由勞動部職業安全衛生署委託葉詩帆、陳啟信醫師主筆修訂】

一、導論

焦油(tars)和瀝青(pitches)是指煤、原油、木材及有機物質乾餾後所產生的黑色或棕色之固體或半固體物質。煤焦油(coal tars)主要是由煉焦爐濃縮乾餾後產生之黏稠性液體，而瀝青(pitches)則是指焦油(tars)經過加熱或蒸餾後之固態殘餘物。另外煤焦油瀝青之揮發物(coal tar pitch volatile)是煤焦油或煤焦油瀝青加熱後逸散之氣體，主要是含多種多環芳香烴(polycyclic aromatic hydrocarbons, PAHs)化合物。除了上述名詞，碳黑(carbon black)是指天然氣或石油熱分解後之產物，瀝青精(bitumens)是石油精煉過程產生之黏稠液體或固體，瀝青精和石油瀝青(柏油, asphalt)混合可用來鋪設馬路。煙煤(soots)則是指碳、有機焦油、樹脂等有機物在不完全燃燒後殘餘呈顆粒狀之混合物。除煤焦油及煤焦油瀝青外，並將木焦油、石油焦類物質、石油瀝青等總稱為「焦油類物質」，這些焦油類物質是含有多種多環芳香烴化合物。其它如礦物油(mineral oil)、石臘(paraffin)、蒽(anthracene)等物質也含有多種多環芳香烴化合物。在動物實驗發現，多環芳香烴化合物易由皮膚、肺部、腸胃道吸收，經由代謝由尿液糞便排出。在人體內多環芳香烴化合物之代謝物，易形成DNA鍵結物(DNA adducts)。由於多環芳香烴化合物已被證實會致癌，所以國際癌症研究中心(IARC)將燃燒不完全會產生多環芳香烴化合物的煤焦油、煤焦油瀝青、煙煤、礦物油列為第一類人類確定致癌物，長期暴露焦油可能導致皮膚癌，長期暴露煤焦油瀝青可能導致皮膚癌或肺癌，長期暴露煙煤可能導致皮膚癌或肺癌，長期暴露礦物油可能導致皮膚癌。而暴露於焦油類物質之勞工易罹患皮膚癌，除皮膚癌外，易有刺激性皮膚炎、感光性接觸皮膚炎、皮膚色素異常、油性痤瘡、局部毛細血管擴張及皮膚潰爛等皮膚病灶。有報告長期暴露於煤焦油、煤焦油瀝青、石油瀝青蒸氣之勞

工，易罹患胃癌、膀胱癌及血癌，不過該研究並未校正勞工抽煙等因素。而皮膚科治療乾癬之藥物中也含煤焦油[1-9]。

二、具潛在暴露之職業

處理或加工煤焦油類物質的作業很多，包括：[1,2,8-20]

1. 瀝青--焦碳製造
2. 鋁精練
3. 電極製造
4. 碳煙製造
5. 鑄造物混砂
6. 鋼管防蝕噴漆
7. 木材防腐
8. 屋頂防水或防蝕
9. 船舶塗
10. 鋪設道路
11. 耐火磚製造
12. 煉炭製造工廠
13. 焦碳、原料碳製造
14. 絕緣帶製造
15. 碳黑製造
16. 消防
17. 輪機作業
18. 石墨製造
19. 鋰電池包覆

三、醫學評估與鑑別診斷

(一) 醫學評估

在煤焦油健康危害之勞工臨床評估應包括詳細的病史詢問、理學檢查及實驗室檢查，而個人工作史、工作環境及行業特性均需仔細紀錄。

1. 煤焦油中毒之臨床表徵

急性大量暴露於煤焦油製品會有眼睛刺激、流淚、呼吸道刺激等症狀，皮膚會有紅腫、灼傷及搔癢等，甚至造成肝腎功能異常、意識不清、死亡等。慢性接觸在皮膚會產生很多病灶包括刺激性皮膚炎，感光性接觸皮膚炎、皮膚色素異常、油性痤瘡、局部毛細管擴張、皮膚潰爛等。在很多動物實驗，多環芳香烴化合物是致癌物。國際癌症研究中心(IARC)將煤焦油瀝青蒸發物列為第一類確定人類之致癌物、安息香比林 (benzo[a] pyrene) 為第一類確定人類之致癌物、碳黑(carbon black)為疑似 (possible) 人類之致癌物。因此在此類工作場所之勞工，應儘量減少暴露。這些員工罹患任何癌症應詳細記錄，以供日後探討病因。

至於煤焦爐之排放物主要分成二部分，一部分為懸浮粒狀物，另一部分為毒性氣體。在懸浮粒狀物中，主要包括：多環芳香烴化合物和微量金屬元素，如鉛、砷、鉍、鎘、鉻等，而在毒性氣體中，包括很多揮發性有機化合物，如苯、甲苯、二甲苯、酚及其他氣體，如氨氣、二氧化硫、一氧化碳等，部分成分會引起肝功能異常和肝臟疾病[10-15]。

2. 理學檢查

需特別注重下列系統：

(1) 皮膚：檢查皮膚病灶，尤其手部頸部、足部暴露部位

之檢查，是否有刺激性皮膚炎、感光性接觸皮膚炎、皮膚色素異常、油性痤瘡、局部毛細管擴張、皮膚潰爛等皮膚病。

- (2) 眼睛：急性暴露會有結膜、角膜刺激紅腫之現象。
- (3) 呼吸系統：多環芳香烴化合物易由肺部吸收，造成慢性氣管炎，需仔細聽診。
- (4) 神經系統及精神狀態：此類工作場所可能也有其他重金屬暴露。
- (5) 肝臟：多環芳香烴化合物及微量金屬易造成肝功能異常。
- (6) 各種癌症篩檢：需注意有無肺癌、皮膚癌、胃癌、膀胱癌及血癌。

3. 實驗室檢查

- (1) 胸部X光、痰液細胞學檢查。
- (2) 肺功能檢查：檢查肺功能有無異常。
- (3) 光敏感貼膚測試(photopatch testing): 檢查是否有感光性接觸皮膚炎。
- (4) 肝功能檢查。

4. 生物偵測

可檢測尿液中1-羥基芘(1-hydroxypyrene, 1-OHP)之濃度，很多研究顯示尿液1-OHP之濃度和空氣多環芳香烴化合物濃度呈正相關，可作為生物偵測指標，也可偵到DNA鍵結物(DNA adducts)，作為體內劑量之指標。

(二) 鑑別診斷

皮膚病灶如有疑問，需照會皮膚科專科醫師。若屬罹患癌症，則需對其它可能之致癌物，仔細逐一評估。

四、 流行病學證據

早在1775年Percivall Pott曾發表打掃煙囪之童工，因焦油及煙煤易沾黏在陰囊皺摺上罹患陰囊癌。隨後很多紡織工人，因陰部經常和紡織機上的油污接觸也易罹患陰囊癌。1936年，日本之黑田及川田報告。暴露於煉鋼瓦斯發生爐所溢出的煤焦油煙之工作者，於6年期間發生21例肺癌，罹病率遠高於一般族群。1971年Lloyd調查美國的12個煉鋼廠的煤焦爐工人的肺癌發生率是期望值的2.5倍，而有5年工作年資的則為3.5倍，專職於爐上工作者，期望值則為7倍。在日本，1973-74年，厚生勞動省就煉鋼業、瓦斯業進行研究，肺癌發生率也明顯增高，也有研究顯示煉焦爐工作人員死於肺癌及前列腺癌之危險性高於一般人，在鑄造廠之工作人員肺癌罹病率高於一般人，鋁精煉工廠之工人較一般人易罹患膀胱癌及肺癌，蓋屋頂工人易罹患肺癌及胃癌。芬蘭研究團隊在2003年發表的研究指出，相較於沒有暴露煤焦油的鋪路勞工，有暴露煤焦油的鋪路勞工有較高機會得到肺癌，且有劑量效應關係。皮膚科乾癬病人治療藥物也常含煤焦油，長期使用是否會致癌，目前並無定論[15-22]。

五、 暴露證據收集方法

(一) 個人工作史、工作時間、作業名稱、作業環境控制情形均需詳細記錄。

(二) 環境偵測

煉焦爐排出物及多環芳香烴化合物以採樣管收集後，以苯或環己烷萃取，可以氣相層析儀分析，定量個體之吸入量。

(三) 生物偵測

可偵測尿液中1-羥基芘(1-hydroxypyrene, 1-OHP)之含量，或測量DNA鍵結物(DNA adduct)[1,2]。

(四) 容許暴露標準如下表：[23-25]

	美國政府工業衛生師協會 (ACGIH) ^a	美國職業安全衛生署 (OSHA) ^b	美國國家職業安全衛生研究所 (NIOSH) ^c	我國勞工作業場所容許暴露標準
煤焦油瀝青之揮發物 (coal tar pitch volatile)	TLV-TWA ^d : 0.2 mg/m ³	PEL-TWA ^e : 0.2 mg/m ³	REL-TWA ^f : 0.1 mg/m ³	PEL-TWA : 0.2 mg/m ³
萘 (Naphthalene)	TLV-TWA : 10 ppm TLV-STEL ^g : 15 ppm	PEL-TWA : 10 ppm PEL-STEL : 15 ppm	REL-TWA : 10 ppm REL-STEL : 15 ppm	PEL-TWA : 10 ppm
瀝青精 (Bitumens)			REL-Ceiling : 5 mg/m ³ (15 minutes)	
碳黑 (Carbon black)	TLV-TWA : 3.5 mg/m ³	PEL-TWA : 3.5 mg/m ³	REL-TWA : 3.5 mg/m ³ (in presence of PAHs , REL-TWA : 0.1 mg/m ³)	PEL-TWA : 3.5 mg/m ³
蔥 (Anthracene)		PEL-TWA : 0.2 mg/m ³	REL-TWA : 0.1 mg/m ³	
安息香比林 (benzo[a] pyrene)		PEL-TWA : 0.2 mg/m ³	REL-TWA : 0.1 mg/m ³	

- a. ACGIH : American Conference of Governmental Industrial Hygienists.
- b. OSHA : Occupational Safety and Health Administration.
- c. NIOSH : National Institute for Occupational Safety and Health.
- d. TLV-TWA : Threshold Limit Value - Time Weighted Average (日時量平均恕限值)。
- e. PEL-TWA : Permissible Exposure Limit - Time Weighted Average (日時量平均容許濃度)。
- f. REL-TWA : Recommended Exposure Limit -Time Weighted Average (日時量平均建議暴露限值)。
- g. STEL : Short-Term Exposure Limit.

六、結論

(一) 主要基準

1. 急性大量暴露於煤焦油製品會有眼睛刺激、流淚、呼吸道刺激等症狀，皮膚會有紅腫、灼傷及搔癢等，甚至造成肝腎功能異常、意識不清、死亡等。慢性暴露可能導致接觸性皮膚炎、感光性接觸皮膚炎、皮膚色素異常、油性痤瘡、局部毛細血管擴張或皮膚潰爛等皮膚病灶，需具備客觀理學檢查及實驗室數據。
2. 具煤焦油(焦油類物質)或蒸發物之暴露史及時序性、環境偵測及安全資料表證實此類物質暴露。
3. 合理排除其它上述疾病常見之原因。

(二) 輔助基準

1. 同一工作環境，其他工作者也具類似疾病。
2. 作業環境空氣採樣測定之煤焦油蒸發物之濃度可能引起此類疾病。

參考文獻

- [1] LaDou. J. Polycyclic aromatic hydrocarbons. In: Occupational & Environmental Medicine, 5th edition, Appleton & Lange, 2014.
- [2] Rom W. polycyclic aromatic hydrocarbons. In: Environmental & Occupational Medicine, 2nd edition, Little, Brown & Company, Boston/Toronto/London, 1992.
- [3] Armstrong B, Tremblay C, Baris D, Thériault G. Lung cancer mortality and polynuclear aromatic hydrocarbons: a case-cohort study of aluminum production workers in Arvida, Quebec, Canada. American journal of epidemiology. 1994 Feb 1;139(3):250-62.
- [4] Burgaz S, Borm PJ, Jongeneelen FJ. Evaluation of urinary excretion of 1-hydroxypyrene and thioethers in workers exposed to bitumen fumes. International archives of occupational and environmental health. 1992 Feb 1;63(6):397-401.
- [5] Chiazze L, Watkins D, Amsel J. Asphalt and risk of cancer in man. Occupational and Environmental Medicine. 1991 Aug 1;48(8):538-42.
- [6] Costantino JP, Redmond CK, Bearden A. Occupationally related cancer risk among coke oven workers: 30 years of follow-up. Journal of occupational and environmental medicine. 1995 May;37(5):597-604.
- [7] Elovaara E, Heikkilä P, Pyy L, Mutanen P, Riihimäki V. Significance of dermal and respiratory uptake in creosote workers: exposure to polycyclic aromatic hydrocarbons and urinary excretion of 1-hydroxypyrene. Occupational and environmental medicine. 1995 Mar 1;52(3):196-203.
- [8] Gardiner K. Effects on respiratory morbidity of occupational exposure to carbon black: a review. Archives of Environmental Health: An International Journal. 1995 Feb 1;50(1):44-60.
- [9] Hansen ÅM, Omland Ø, Poulsen OM, Sherson D, Sigsgaard T, Christensen JM, Overgaard E. Correlation between work process-related exposure to

- polycyclic aromatic hydrocarbons and urinary levels of α -naphthol, β -naphthylamine and 1-hydroxypyrene in iron foundry workers. *International archives of occupational and environmental health*. 1994 Mar 1;65(6):385-94.
- [10]Heikkilä P, Luotamo M, Pyy L, Riihimäki V. Urinary 1-naphthol and 1-pyrenol as indicators of exposure to coal tar products. *International archives of occupational and environmental health*. 1995 May 1;67(3):211-7.
- [11]Levin JO, Rhén M, Sikström E. Occupational PAH exposure: urinary 1-hydroxypyrene levels of coke oven workers, aluminium smelter pot-room workers, road pavers, and occupationally non-exposed persons in Sweden. *Science of the total environment*. 1995 Feb 24;163(1-3):169-77.
- [12]Ovrebø S, Haugen A, Fjeldstad PE, Hemminki K, Szyfter K. Biological monitoring of exposure to polycyclic aromatic hydrocarbon in an electrode paste plant. *Journal of occupational medicine.: official publication of the Industrial Medical Association*. 1994 Mar;36(3):303-10.
- [13]Partanen T, Boffetta P. Cancer risk in asphalt workers and roofers: Review and meta-analysis of epidemiologic studies. *American journal of industrial medicine*. 1994 Dec;26(6):721-40.
- [14]Quinlan R, Kowalczyk G, Gardiner K, Hale K, Walton S, Calvert I. Urinary 1-hydroxypyrene: a biomarker for polycyclic aromatic hydrocarbon exposure in coal liquefaction workers. *Occupational Medicine*. 1995 Apr 1;45(2):63-8.
- [15]Brown JR, Thornton JL. Percivall Pott (1714-1788) and chimney sweepers' cancer of the scrotum. *British journal of industrial medicine*. 1957 Jan;14(1):68.
- [16]Rønneberg A, Andersen A. Mortality and cancer morbidity in workers from an aluminium smelter with prebaked carbon anodes--Part II: Cancer

- morbidity. Occupational and environmental medicine. 1995 Apr 1;52(4):250-4.
- [17]Spinelli JJ, Band PR, Svirchev LM, Gallagher RP. Mortality and cancer incidence in aluminum reduction plant workers. Journal of occupational medicine.: official publication of the Industrial Medical Association. 1991 Nov;33(11):1150-5.
- [18]Tremblay C, Armstrong B, Thériault G, Brodeur J. Estimation of risk of developing bladder cancer among workers exposed to coal tar pitch volatiles in the primary aluminum industry. American journal of industrial medicine. 1995 Mar;27(3):335-48.
- [19]行政院勞工委員會：職業病認定參考指引：煤焦油(Coal tar)中毒之認定基準。取自：
<https://www.osha.gov.tw/media/2875/b057a5867bce6d71442b836a690420a6.pdf>。
- [20]European Commission. Information Notices on Occupational Diseases: A Guide to Diagnosis.
- [21]職業病診斷準則，行政院勞工委員會編印，1996。
- [22]Kauppinen T, Heikkilä P, Partanen T, Virtanen SV, Pukkala E, Ylöstalo P, Burstyn I, Ferro G, Boffetta P. Mortality and cancer incidence of workers in Finnish road paving companies. American journal of industrial medicine. 2003 Jan;43(1):49-57.
- [23]勞工作業場所容許暴露標準，附表一：空氣中有害物容許濃度表(民國103年6月27日)。
- [24]Barsan ME. NIOSH pocket guide to chemical hazards.
- [25]Toxicology Data Network。取自：<https://toxnet.nlm.nih.gov/>