

菸品物質毒性摘要：菸草 (Tobacco)

CAS No.: -

- 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。
- 慢毒性或長期毒性：
 1. 菸草燃燒後所產生的菸煙，被國際癌症研究局(IARC)列為人類確定致癌物 (Group I)。
 2. 暴露於菸草燃燒後所產生的菸煙，對肺臟、尿道、口腔(包括唇和舌頭)、鼻腔和鼻竇、鼻咽、食道、喉部、胃、肝臟等部位之組織，會增加細胞癌化之風險、同時亦與子宮頸、血癌、大腸癌、胰腺癌、膀胱癌、攝護腺、子宮內膜等病變有關。

目前世界菸草的種類約為 21 種，其中僅維吉尼亞菸草(Virginia)與伯萊菸草(Burley)即佔了世界產量的 50%。一般紙捲菸品採用菸絲(Tobacco Blends)、重組菸草 (Reconstituted Tobacco) 或冷凍乾燥膨脹菸草 (Puffed, Expanded and Freeze-dried Tobaccos)製成。

吸菸的菸煙由許多不同成分的氣體、蒸氣與液態微粒所組成，其成分透過標準化的 Cambridge filter pad 分析結果可分為「微粒」與「氣體」兩種。其中「微粒」為分子量大於 200 g/mol 的物質，如焦油與尼古丁(見表 1)；「氣體」則為分子量小於 60 g/mol 的物質，約占菸煙總組成的 60%，可參考見表 2 所列。然而在菸煙中常見的致癌成分並非來自原始菸葉，而菸品在燃燒時熱裂解產生之各種化學物質；菸品在燃燒過程中，菸體中心溫度約在 884°C(有空氣)~835°C(無空氣)之間。

1986 年 IARC 發布之專討文獻中，即已指出吸菸會導致肺癌、口腔癌、咽喉頭與喉頭癌、食道(鱗狀細胞)癌、胰腺癌、膀胱癌以及腎盂癌。現在有更多充分證據指出也會引發鼻腔及鼻竇癌、食道腺癌、胃癌、肝癌、腎細胞癌、子宮頸癌以及血癌(骨髓性白血病)等。根據研究結果顯示，每年約有 120 萬人死於肺癌，因使用紙(捲)菸品導致肺癌的比例高達九成，其中菸齡的長短是關鍵因素，隨著

菸齡越長罹患肺癌的風險越高。同時，也是造成泌尿道系統包括膀胱、輸尿管與腎盂的移行上皮細胞癌(transitional-cell carcinomas)的主因之一。而研究亦指出腎細胞癌與口腔癌的發生，與男性或女性吸菸者的菸齡長短及菸癮大小有密切相關。而使用雪茄與菸斗的吸菸者則主要易導致口腔、口咽、咽下、喉頭與食道癌。

吸菸導致的已知健康效應包含影響生殖結果、造成基因突變或染色體異常，也會對人體組織的許多酵素產生抑制或誘發效應，如異質物代謝酵素，而影響毒品或致癌物的代謝結果。其他包括：慢性阻塞性肺病(Chronic Obstructive Pulmonary Disease, COPD)及心血管疾病。在一系列呼吸道、泌尿系統與子宮頸等組織的分析研究中，已發現許多與吸菸有關的DNA加合物(或稱DNA共價鍵結物, DNA adducts)，DNA加合物的形成是癌化的初始徵狀之一，而吸菸者體內組織中含有這些與致癌相關的DNA加合物的程度則較非吸菸者高，另有部分研究也在心血管組織中觀察到這些加合物出現。

以動物實驗(齧齒目動物、兔子及狗)進行吸菸致癌性之探討，儘管吸菸暴露的動物模型無法完全模擬人體的吸菸暴露機制，但仍對於吸菸潛在致癌性提供參考價值。其中，最明顯的證據為，將倉鼠暴露在全菸煙或微粒環境中，研究結果發現，菸煙暴露與咽喉癌之發生有關；在大鼠或狗之動物實驗中則指出，菸煙暴露與誘發良性或惡性肺部腫瘤之產生有關；小鼠試驗中則觀察到，肺腺腫瘤發生之情況增加。

目前已知菸草及其煙霧中約有7,000餘種化學物質，美國FDA未來將要求菸商必須提報菸品中93種可能引發嚴重肺部疾病、細胞癌化、以及成癮性之化學物質成分(表3)；由於部份化學物質具有多重毒性，其中包含79種IARC分類致癌物質(Group1, 2A, 2B, 3)、25種呼吸系統毒性物質、14種生長發育毒性物質、12種心血管毒性物質、以及4種成癮性毒物。有鑑於現有儀器分析方法及相關條件之限制，美國FDA優先挑選20種毒性物質，並規範菸草公司須向FDA報告菸品中的有害成分，和每個成分的具體含量，菸品中的有害成分未來將向民眾公開揭露。20種優先申報毒性物質以菸品排放物為主，包含下列18種化學物質：Benzene(苯)、Benzo[a]pyrene(苯并芘)、Carbon monoxide(一氧化碳)、Formaldehyde(甲醛)、Nicotine(total)(總尼古丁)、NNK(4-甲基亞硝胺-1-3-吡基-1-丁酮、

4-(methylnitrosamino)-1-(3-pyridyl)-1-butanone)、NNN (N-亞硝基降菸鹼、N-nitrosornicotine)、Acetaldehyde (乙醛)、Acrolein (丙烯醛)、Acrylonitrile (丙烯腈)、4-Aminobipheny (4 - 胺基聯苯)、1-Aminonaphthalene (α -菸胺)、2-Aminonaphthalene (2-胺基菸)、Ammonia (氨)、1,3-Butadiene (1,3-丁二烯)、Crotonaldehyde (巴豆醛、2-丁烯醛)、Isoprene (異戊二烯)、Toluene (甲苯)，其中有9種化學物質為IARC所認定之人類確定致癌物(Group 1)；此外，另兩項重金屬物質：Arsenic(砷)、Cadmium(鎘)為菸草中的成分物質，亦為IARC所認定之人類確定致癌物(Group 1)。

表1、無過濾紙捲菸品主流菸的主要微粒組成

化合物	$\mu\text{g}/\text{菸}$	化合物	$\mu\text{g}/\text{菸}$
Nicotine	100-3000	Scopoletin	15-30
Nornicotine	5-150	Other Polyphenols	
Anatabine	5-15	Cyclotenes	40-70
Anabasine	5-12	Quinones	0.5
Other tobacco alkaloids		Solanesol	600-1000
Bipyridils	10-30	Neophytadienes	200-350
n-Hentriacontane	100	Limonene	30-60
Total non-volatile HC	300-400	Other Terpenes	
Naphthalene	2-4	Palmitic Acid	100-150
Naphthalenes	3-6	Stearic Acid	50-75
Phenanthrene	0.2-0.4	Oleic Acid	40-110
Anthracenes	0.05-0.1	Linoleic Acid	150-250
Fluorenes	0.6-1.0	Linolenic Acid	150-250
Pyrenes	0.3-0.5	Lactic Acid	60-80
Fluoranthenes	0.3-0.45	Indole	10-15
Carcinogen PAH	0.1-0.25	Skatole	12-16
Phenol	80-160	Other Indoles	
Other Phenols	60-180	Quinolines	2-4
Catechol	200-400	Other aza-arenes	
Other Catechols	100-200	Benzofuranes	200-300
Other Dihydroxybenzenes	200-400		

表2、無過濾紙捲菸品主流菸的主要氣體組成

化合物	濃度/菸 (總流量%)	化合物	濃度/菸 (總流量%)
Nitrogen	280-120 mg (56-64 %)	Methyl- formate	20-30 µg
Oxygen	50-70 mg (11-14 %)	Other volatile Acids	5-10 µg
Carbon Dioxide	45-65 mg (9-13 %)	Formaldehyde	20-100 µg
Carbon Monoxide	14-23 mg (2-5 %)	Acetaldehyde	400-1400 µg
Water	7-12 mg (1.5-2.5 %)	Acrolein	60-140 µg
Argon	5 mg (1 %)	Other Volatile Aldehydes	80-140 µg
Hydrogen	0.5-1.0 mg	Acetone	100-650 µg
Ammonia	10-130 µg	Other volatile Ketones	50-100 µg
Nitrogen Oxides (NOx)	100-680 µg	Methanol	80-100 µg
Hydrogen Cyanide	400-500 µg	Other Volatile Alcohols	10-30 µg
Hydrogen Sulfide	20-90 µg	Acetonitrile	100-150 µg
Methane	1.0-2.0 mg	Other Volatile Nitriles	50-80 µg
Other volatile Alkanes	1.0-1.6 mg	Furan	20-40 µg
Volatile Alkenes	0.4-0.5 mg	Other Volatile Furanes	45-125 µg
Isoprene	0.2-0.4 mg	Pyridine	20-200 µg
Butadiene	25-40 µg	Picolines	15-80 µg
Acetylene	20-35 µg	3-Vinylpyridine	7-30 µg
Benzene	6-70 µg	Other volatile Pyridines	20-60 µg
Toluene	5-90 µg	Pyrrole	0.1-10 µg
Styrene	10 µg	Pyrrolidine	10-18 µg
Other aromatic hydrocarbons	15-35 µg	N-Methylpyrrolidine	2.0-3.0 µg
Formic Acid	200-600 µg	Volatile Pyrazines	3.0-8.0 µg
Acetic Acid	300-1700 µg	Methylamine	4-10 µg
Propionic Acid	100-300 µg	Other aliphatic Amines	3-10 µg

表 3、我國與美國 FDA 對菸品成分申報項目之比較表

美國 FDA 的項目 (紙菸)	台灣衛生署申報項目 (紙菸)	CAS No ¹	IARC 致癌 物質分類 ²
Benzene (苯)	Benzene (苯)	00071-43-2	1
Benzo[a]pyrene	Benzo[a]pyrene	00050-32-8	1
Carbon monoxide (一氧化碳)	Carbon monoxide (一氧化碳)	00630-08-0	N/A ³
Formaldehyde (甲醛)	Formaldehyde (甲醛)	00050-00-0	1
Nicotine (total) (總尼古丁)	Nicotine (total) (總尼古丁)	00054-11-5	N/A
NNK (4-(methylnitrosamino)-1-(3-pyridyl)-1-butanone)	NNK (4-(methylnitrosamino)-1-(3-pyridyl)-1-butanone)	64091-91-4	1
NNN (N-nitrosornicotine)	NNN (N-nitrosornicotine)	16543-55-8	1
Acetaldehyde (乙醛)		00075-07-0	1
Acrolein (丙烯醛)		00107-02-8	3
Acrylonitrile (丙烯腈)		00107-13-1	2B
4-Aminobipheny (4-氨基聯苯)		00092-67-1	1
1-Aminonaphthalene (α -萘胺)		00134-32-7	3
2-Aminonaphthalene (2-氨基萘)		00091-59-8	1
Ammonia (氨)		01336-21-6	N/A
1,3-Butadiene (1,3-丁二烯)		00106-99-0	1
Crotonaldehyde (2-丁烯醛)		04170-30-3	3
Isoprene (異戊二烯)		00078-79-5	2B
Toluene (甲苯)		00108-88-3	3
Arsenic (As, 砷)	Arsenic (As, 砷)	07440-38-2 (Elemental)	1
Cadmium (Cd, 鎘)	Cadmium (Cd, 鎘)	07440-43-9 (Elemental)	1
	Chromium (Cr, 鉻)	18540-29-9 (Chromium (VI))	1
	Lead (Pb, 鉛)	07439-92-1 (Elemental)	2B
	Mercury (Hg, 汞)	07439-97-6 (Elemental)	3
	Nickel (Ni, 鎳)	07440-02-0 (Elemental)	2B
	Selenium (Se, 硒)	07782-49-2 (Elemental)	3

美國 FDA 的項目 (紙菸)	台灣衛生署申報項目 (紙菸)	CAS No ¹	IARC 致癌 物質分類 ²
	NAT	71267-22-6	3
	NAB	37620-20-5	3
	Coal-tar pitch (Tar, 焦油)	65996-93-2	1
	Hydrogen cyanide (氰化氫)	00074-90-8	N/A

¹ Chemical Abstracts Service (CAS) Number，化學文摘社登記號碼 (CAS No)。美國化學文摘服務社為化學物質制訂的登記號，該號是檢索有多個名稱的化學物質信息的重要工具。是某種物質（化合物、高分子材料、生物序列 (Biological sequences)、混合物或合金的唯一的數位識別號碼。

² IARC，世界衛生組織(WHO)附屬的國際癌症研究署 (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 2：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。

³ N/A：IARC未給予分類

。

資料來源：

1. 國際癌症研究署(IARC)專討文獻，Tobacco Smoke and Involuntary Smoking_IARC Monographs_Volume 83 (2004)：
<http://monographs.iarc.fr/ENG/Monographs/vol83/volume83.pdf>
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/bitstream/111111111/8885/1/7472%20-%20EUR22783EN_Geiss_Kotzias.pdf
3. FDA 官網說明：
<http://www.fda.gov/TobaccoProducts/GuidanceComplianceRegulatoryInformation/ucm297752.htm>

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。