

手術電燒煙霧對手術室人員的危害

林杏麟¹醫師 唐逸文²醫師 周宜平³醫師

高雄榮民總醫院重症醫學部重症加護外科¹ 骨科部骨折外傷科² 急診部外傷科³

前言

外科手術經常要使用電刀來止血，在電刀的燒灼過程當中會產生一些煙霧。然而，這些手術的煙霧對人體的影響卻很少有研究。對於長期在開刀房工作的醫師及護理人員而言，經常會曝露在輻射及致癌的環境當中。本文將探討目前對於外科手術以電刀止血，對人體產生的影響及該有的防護。

煙霧的組成

手術煙霧內大約 77% 的顆粒物小於 $1.1\ \mu\text{m}$ ，平均直徑為 $0.07\ \mu\text{m}$ ¹。這些煙霧也可以含有極細微約 10 納米至 $1\ \mu\text{m}$ 的超細顆粒。在尺寸小於 $5\ \mu\text{m}$ 時，這些顆粒不會被外科口罩過濾，並可能被開刀房中的醫療人員吸入。手術煙霧內可能含有多達百萬分之三至百萬分之五十的氰化氫，百

萬分之二至八的乙炔和百萬分之 0.15 至 0.69 的 ^{1,3}-丁二烯²。手術中如果電燒脂肪組織比較容易產生的醛類多於酮，而切開表皮組織會產生更多的甲苯，乙苯和二甲苯。在其他外科手術煙霧中，發現的其他化學物質，包括會刺激眼睛和呼吸道的糠醛和苯乙烯，致畸劑和已知會影響中樞神經系統的致癌物質³。

另外值得關注的是，患者暴露於電燒煙霧所造成的潛在傷害，在腹腔鏡膽囊切除術後，苯和甲苯在患者尿液中的濃度被發現會顯著的增加⁴。然而，這些患者短期暴露於有毒化合物的影響可能可以忽略不計，因為與開刀房人員的慢性氣體暴露的影響相比，可能是微不足道的。但同樣重要的是，基於不同特定手術所做的研究，化學成分和煙霧的濃度變化是很大的。

目前已證實在感染組織中，進行手術時，電燒會造成附近部位的細菌

傳播，但單純以表面燒灼的方式就並不明顯。這一發現表示疾病可以直接傳播給開刀房的工作人員⁵。另外，細菌可能會散播到開刀房的遠處地面或是患者體內相鄰的組織。

在手術煙霧中，可以發現病毒的 DNA，並可以傳播疾病。在以外科電燒具有黑色素瘤的小鼠的組織後發現，期間產生的煙霧中，有存活的黑素瘤細胞。然而，目前沒有研究證明在外科電燒煙霧癌細胞會傳播給開刀房人員。

電燒煙霧對身體的影響

近年來，電燒的製造商和研究人員對電燒設備的安全性有越來越多的關注。研究發現外科手術產生的煙霧與急性頭痛有相關性；其他包括眼、鼻和喉嚨炎、皮膚炎、腸絞痛和急性和慢性肺部疾病。儘管只有很少的文章討論了外科產生的煙霧與特定健康問題之間的相關性，但這些影響可能是煙霧成分造成的直接結果。

避免煙霧暴露

要防護手術煙霧的可以透過在外科的手術部位以局部抽吸煙霧或使用個人的防護面罩來防止吸入顆粒和生

物病原體。要從手術房中去除電燒的煙霧，也可使用機械局部排氣通風裝置。這些設備可以直接連接到電燒設備或單獨運行。

外科手術口罩是美國食品和藥物管理局 (FDA) 確認的一種面罩，可以保護佩戴者免受大於 $5\mu\text{m}$ 的微生物和體液的傷害。外科 N95 呼吸器是美國國家職業安全與健康研究所和 FDA 認可的口罩；它可以過濾至少 95% 的空氣中的顆粒。在配戴 N95 之前，所有手術人員都應該進行適合特定尺寸的面罩的測試，以確保面部有足夠的密封。N95 口罩已被證明可防止氣霧化病原體如結核分枝桿菌的感染。N100 口罩與 N95 類似，過濾效率更高，但因其有呼氣閥的配件而不適用於開刀房。外科手術口罩在手術煙霧的情況下，比 N95 過濾面罩能提供的保護更少。因為外科手術口罩經常配戴鬆散，造成霧化的微粒繞過過濾的部分而吸入。尤其是 0.04 至 $1.3\mu\text{m}$ 的細菌和病毒顆粒容易通過手術口罩，導致這些口罩防護失敗且難以達到美國職業安全與衛生管理局最低呼吸保護標準的要求⁶。

根據美國疾病管制局在“醫療機構環境感染控制指南 (Guidelines for Environmental Infection Control in Healthcare Facilities)”中，建議了用三

種方法將手術煙霧暴露降至最低：

1. 在用電燒灼人類乳頭瘤病毒（HPV）感染組織的程序中，應使用具有高效率的機械式煙霧排放過濾系統。

2. 手術室的中央抽吸裝置可以排除手術煙霧。

3. 個人防護裝備，如 N95 或 N100 口罩可以減少手術煙霧內容物的暴露。⁷

且美國疾病管制局的建議，排煙的裝置至少離手術台 3 至 4.5 公尺且與可以過濾的空氣中尺寸小至 0.1 微米的過濾器一起使用。

美國“手術室護理學會” (Association of periOperating Room Nurses) 認為“外科手術電燒的建議執行方式 (Recommended Practices for Electrosurgery)”認為，機械局部排氣通風系統足以保護手術室人員，並且吸煙裝置的安裝距離煙霧源不宜超過 5 公分。根據 Schultz 等人的研究⁵，在電燒手術部位附近放置一個抽吸裝置，可以減少包埋在豬組織中氣化後的粘質沙雷氏細菌 (*Serratia marcescens*) 的數量。此外，腹腔鏡手術期間的自動排煙不僅降低了病患接觸有害化學物質的風險，並且可以提供了更好的手術視野。手術中使用抽吸來清除手術煙霧，可以減少飄散到手術者面罩的煙

霧量。

雖然抽吸導管連接到外科抽吸管上用於排煙是有效和經濟的，但排煙器設備並沒有很普遍的再開刀房使用，目前很多醫院並沒有針對手術煙霧訂定患者和開刀房的員工的防護措施。如果沒有使用適當的煙霧排除系統，有一項研究報告說，在乳房縮小手術期間使用電燒設備手術後，開刀房內的顆粒物質需要大約 20 分鐘才能返回到基準線⁸。

結論

儘管目前證據不足以直接將外科手術電燒的煙霧與開刀房人員的罹病率和死亡率聯繫起來，但仍建議在開刀房中規律地使用煙霧抽吸裝備並儘可能避免使用電刀。許多由電刀外科手術產生的微粒小到足以通過外科口罩被吸入，而且這幾種微粒包含著很多已知的致癌物。例如，苯，在 2012 年被國際癌症研究機構 (IARC) 歸類為第 1 級的致癌物，這意味著暴露於苯物質會有很高的致癌可能性。目前的研究認為苯的暴露會增加白血病和其他造血系統的惡性腫瘤的風險。另外，苯，甲苯，乙苯和二甲苯會引起皮膚、眼睛和呼吸道的刺激以及神經毒性症狀包括嗜睡，頭痛，震顫，昏

迷和頭暈等。

暴露於致癌物和長出惡性癌症是一個長久的累積過程。吸入手術煙霧的不良影響在過去一直被低估，因為接觸這種煙霧不會直接導致明顯短期不利健康的影響。雖然過去沒有研究發現外科電燒手術煙霧會導致癌症，但長期接觸手術煙霧的可能會導致這一過程。未來應該進行一項長期前瞻性研究，研究開刀房人員的癌症的發生率，監測他們日常接觸外科手術煙霧暴露並與其他的危險因子分開。這樣的研究才可能證明手術煙霧與不良健康結果之間的相關。

手術室的工作人員應該繼續接受長期外科煙霧的危害的評估，並應採取系統性的步驟來減少人體組織電燒過程中產生的霧化毒性化合物的暴露。為了瞭解醫療工作者慢性外科煙霧暴露和健康風險之間的相關，進行開刀房手術人員與普通人的長期研究比較是有其必要的。

參考資料

1. Tomita Y, Mihashi S, Nagata K, et al. Mutagenicity of smoke condensates induced by CO₂-laser irradiation and electrocauterization Mutation research 1981; 89; 145-149
2. Moot AR, Ledingham KM, Wilson PF, et al. Composition of volatile organic compounds in

diathermy plume as detected by selected ion flow tube mass spectrometry ANZ journal of surgery 2007; 77; 20-23

3. Lindsey C, Hutchinson M, Mellor G The nature and hazards of diathermy plumes: a review AORN journal 2015; 101; 428-442
4. Dobrogowski M, Wesolowski W, Kucharska M, et al. Chemical composition of surgical smoke formed in the abdominal cavity during laparoscopic cholecystectomy--assessment of the risk to the patient International journal of occupational medicine and environmental health 2014; 27; 314-325
5. Schultz L Can Efficient Smoke Evacuation Limit Aerosolization of Bacteria? AORN journal 2015; 102; 7-14
6. Sato K, Itagaki R, Arao K, et al. Lifesaving Treatment of Acute Stanford B Aortic Dissection Complicated by Intestinal Ischemia with Stent Placement in the Superior Mesenteric Artery: A Case Report Annals of vascular diseases 2016; 9; 248-251
7. Schulster L, Chinn RY Guidelines for environmental infection control in health-care facilities. Recommendations of CDC and the Healthcare Infection Control Practices Advisory Committee (HICPAC) MMWR. Recommendations and reports : Morbidity and mortality weekly report. Recommendations and reports 2003; 52; 1-42
8. Brandon HJ YL Characterization and removal of electrosurgical smoke. Surg Serv Manage 1997; 14-16