

鮑氏不動桿菌的透過空氣傳播可能性： 醫學中心的前瞻性分子 流行病學研究

鮑氏不動桿菌是一種革蘭氏陰性非發酵性球桿菌，在醫療照護環境中可以引起多種危及生命的感染。該菌可以在抗菌劑、水、生理鹽水中存活超過 20 天，環境 pH 範圍落在 4.5-8，溫度最高達 45°C，並可形成生物膜。由於此菌對多種抗生素容易產生抗藥性，故引起的感染症常導致顯著的死亡率和致病率。在加護病房中，超過 80% 的鮑氏不動桿菌感染者因此死亡，而這樣的感染也與加護病房留置天數超過 15 天以及總住院天數超過 30 天相關。

在醫院，不動桿菌的感染通常是透過雙手的傳播、使用受污染的醫療儀器或是病人在入院時既有的移生。然而，過去十年即便在感染管制措施多方的努力之下，全世界不動桿菌的發生率還是持續增加。部分原因是由於該菌適應不同的物理和化學環境的優異能力；但也可能是我們對不動桿菌傳播動力學的了解不夠完全。該細菌的空氣傳播機轉得到愈來愈多的關

注。然而並沒有資料顯示，加護病房空氣中的不動桿菌可以存活多久，或者空氣傳播的菌株是否可以對病人造成感染。

在 2007 年初，醫院感染管制委員會 (HICC) 制定了許多降低醫療照護相關感染管制感染的措施，包括對院內致病菌的主動監測、推行標準化的感染管制相關措施、手部衛生運動，頻繁的員工教育，標準化及落實消毒滅菌流程。結果，部分臨床單位的醫療照護相關感染率下降了 5 倍以上，許多常見的院內致病菌發生率也大幅度下降。但在同一時期，加護病房中不動桿菌的發生率卻增加了 2 倍以上。因此，為了解不動桿菌透過空氣傳播的動力學，在兩個加護病房內進行了前瞻 8 個月和回顧 23 個月的研究。我們認為這項研究的結果，可以針對不動桿菌可能經由空氣傳播所造成的威脅，在預防感染所考慮的特定措施中，提供有用的訊息。

在 Turgut Ozal 醫學中心進行了

一項前瞻性監測研究，該中心是一個具有 1,140 床教學醫院。挑選其中兩個加護病房 (ICU-I 和 ICU-II) (共 20 張床) 作為本研究的區域。該醫院的所有加護病房，都使用符合德國標準化學會 (Deutsches Institut für Normung) 1946-4:1999 標準的高效率過濾網 (high-efficiency particulate arresting, HEPA) 空調系統。利用空氣採樣 IDEAL 3P 設備 (BioMérieux, Marcy-l'Étoile, France)，並參考英國健康保護局的空氣取樣方法，可以 100% 有效地收集 5 微米以上的顆粒，進行空氣主動取樣。

在事先定義 ICU-I 和 ICU-II 的 4 個採樣點，以 7 至 10 天間隔來採取空氣樣本。此外，當這些單位的病人被診斷有不動桿菌感染時，會於同一天，在該病人的床邊和 ICU 的事先定義的取樣區域進行空氣取樣。在距離病人床邊 1 公尺處採取兩個樣本，並在距離 2 公尺、3 公尺各採取一個樣本。在每次採樣過程之前，會先收集 HEPA 空調出風口下方的空氣樣本做為控制組。共收集了 186 份空氣樣本，其中 118 份來自加護病房區，68 份來自病床邊。其中分離出鮑氏不動桿菌佔 26 份 (13.9%)。在這些分離菌株中，24 株對碳青黴烯類抗生素 (carbapenem) 具有抗藥性，剩餘的 2 株對大多數抗生素呈現敏感性。

在收集的空氣樣本中，來自加護病房抽樣區域 118 個中的 16 個 (13.5%) 和來自患者床邊 68 個中的

10 個 (14.7%) 檢測出不動桿菌。感染病人的床邊空氣中的鮑氏不動桿菌濃度為 0.39 CFU/m^3 (範圍為 $0-6 \text{ CFU/m}^3$)，其他加護病房區域的濃度為 0.27 CFU/m^3 (範圍 $0-4 \text{ CFU/m}^3$)。從 HEPA 空調出風口下方抽取的所有控制組空氣樣本，皆沒有培養出任何的微生物。

對 26 株空氣分離菌株進行基因分型，鑑定出 13 種不同的基因型。DiversiLab 系統確立了 7 種空氣分離菌株基因型之間的種源相關性，其中包括 18 個空氣分離菌株和 9 個加護病房病人臨床分離菌株。當中 17 株空氣分離菌株與 6 株仍在住院病人的臨床分離菌株相關。在 ICU-I 空氣培養樣本中，在超過 27 天所檢測到 1 株空氣分離菌株基因型，也被發現與來自同一單位 53 天前進行治療的患者的臨床分離菌株有基因關係。此外，發現從 ICU-I 中央樣本分離的 1 個空氣菌株基因型與後續分離出的 2 個臨床菌株具有種源相關。一株是從大約 20 天後的 ICU-I 的患者上分離出來，而另外一株是從大約 102 天後的 ICU-II 的患者所分離出來。

推測標準感染管制措施不能有效阻斷不動桿菌的傳播，最有可能的原因是，這種細菌可以在加護病房經常消毒的表面以外的環境存活。因此，空氣也可能是儲存不動桿菌的另一生態系統，有別於單人病室、隔離室或負壓隔離病室有更多的屏障，該菌可以藉由空氣在加護病房中傳播開來。

但是，現代大多數的加護病房，都是建構為可容納許多病人的寬敞空間。

在這項研究中，我們確定加護病房中，被鮑氏不動桿菌感染的病人可以將足量的細菌排放到空氣中。最接近病人的空氣中含有較高濃度的細菌。此外，我們發現從空氣中分離的菌株與兩週前出院的病人和住院三個月以上的病人分離的臨床菌株之間的流行病學相關性。因此，我們認為鮑氏不動桿菌極可能在其感染的病人、環境（包括空氣）/醫療照護者和新病人之間建立傳染鏈。所以針對這三者進行同時控制，對於降低病原體的傳播是至關重要的。因為我們的加護病房已經依據目前的標準規範進行換氣，但是仍然相當驚訝地在空氣中發現臨床菌株。理想情況下，加護病房中的空氣不應該存在任何生物體。

我們的研究指出，加護病房的空氣主要是被來自於單位中具碳青黴烯類抗藥性不動桿菌感染的住院病人所污染。我們相信，因為不動桿菌菌株的抗藥性而沒有被成功治療的病人，將持續擴散病原體。另一方面，並沒有發現剩餘的 8 個空氣菌株（2 個是碳青黴烯類抗生素敏感的）和任何臨床菌株之間的種源相關性。因為我們只有檢測實驗室確診的感染者的臨床菌株，這些不相關的菌株可能來自於單位中其他被移生的病人/醫事人員或未被診斷的病人。此外，這些菌株也可以是因為照護超過 1 個單位的醫療人員，或當加護病房門打開時，直

接藉由空氣進入加護病房內。

我們可以預期不動桿菌污染空氣後的潛在後果。第一，一個以人類呼吸道為主要生長區的路原菌，將對加護病房的病人（包含醫療照護工作者）形成很大的風險。第二，空氣循環使得這種細菌非常可能找到更適合的環境進行繁殖，包括一些曾為群聚事件源頭的地區。第三，通過空氣傳播，這種細菌可能污染皮膚，傷口和導管置入部位，也可能導致自體感染。因此，由於接觸預防隔離措施不能有效地防止空氣傳播，因此最好將被感染的病人隔離在單人病室，或優先入住負壓病室中。另外，在標準化病房準備程序中應包含至少 1 種對不動桿菌有效的空氣消毒方法，以防止縱向空氣傳播，特別是在感染或移生的病人轉出病房後。因為病人周圍的空氣中含有大量的病原菌，所以醫療照護人員在照護期間，應該戴防護口罩。最後，可以修改加護病房內通風系統的氣流動力學，以減少不動桿菌可能持續存在的房間內的低空中或其他空間。

【譯者評】許多研究顯示，不動桿菌有極佳的能力在病人和環境中長期存活且迅速傳播，進而引起感染和群聚事件，甚至形成病人、醫療工作者和環境的微生物菌叢。有作者指出，室內空氣可以被醫院環境中的鮑氏不動桿菌所污染，且在一些研究中已經證明了空氣分離菌株與感染者菌

株之間的基因關係。

此研究顯示，鮑氏不動桿菌可以停留在加護病房空氣中大約 4 週，並可能導致進一步的醫療照護相關感染。也因此，標準感染管制措施無法有效阻斷不動桿菌的傳播。由於在理想情況下，加護病房中的空氣不應該存在任何細菌。依據這些培養出不動桿菌的空氣樣本，未來的研究應該包括，短時間同時針對所有相關病房進行樣本採集，不僅來自於確診的感染病人，也應該包含環境表面、室內空氣、病人和醫療照護者的身體菌叢。並且建議，應該尋求新的策略來減少潛在的傳播途徑所導致的健康風險。

這份研究結果提供了關於不動桿菌透過空氣傳播的部分看法，然而空氣傳播動力學的議題，仍然需要進一

步的研究。因此，綜合相關研究將有助於更加了解不動桿菌的空氣傳播途徑與可能性。【台中慈濟/王瑞興 中國醫藥大學附醫/張雅雯 王任賢 摘評】

參考文獻

1. Yakupogullari Y, Otlu B, Ersoy Y, et al: Is airborne transmission of *Acinetobacter baumannii* possible: A prospective molecular epidemiologic study in a tertiary care hospital. *Am J Infect Control* 2016;44:1595-9.
2. Munoz-Price LS, Fajardo-Aquino Y, Arheart KL, et al: Aerosolization of *Acinetobacter baumannii* in a Trauma ICU. *Crit Care Med* 2013;41:1915-8.
3. Shimose LA, Doi Y, Bonomo RA, et al: Contamination of ambient air with *Acinetobacter baumannii* on consecutive inpatient days. *J Clin Microbiol* 2015;53:2346-8.