

使用三磷酸腺苷 (adenosine triphosphate) 生物發光法評估醫院環境清潔的成效

醫療照護相關感染 (healthcare-associated infection) 的致病菌常藉由汙染醫院環境表面來傳播。因此，院內環境的清潔與消毒被視為減少微生物移生 (colonization) 與預防醫療照護相關感染的重要步驟。美國疾病管制局建議所有醫院都必需建立一套流程來評估環境清潔是否徹底執行。然而何種方法最能有效評估環境清潔度，並作為清潔效率的指標？目前國際上仍然沒有很好的共識。

臨床上常用來監測醫院環境清潔的方法，包含：肉眼檢查和微生物培養法。用肉眼檢視環境表面是否髒汙，雖然簡便，卻有失公正客觀，也無法判斷表面是否有無微生物存在。微生物培養法則是執行環境表面的採檢與培養，再計算出單位面積的需氧菌落計數 (aerobic colony count, ACC)，此方法可量化髒汙程度並鑑別菌種，但耗時耗力。近年來，一項名為三磷酸腺苷生物發光法 (adenosine triphosphate bioluminescence assay) 的技術，逐漸被運用在環境清潔度的監測評估。三磷酸腺苷 (adenosine triphosphate,

ATP) 主要存在於生物細胞中，故其多寡正比於有機物的含量。ATP 生物發光法以特殊採檢棒擦拭環境表面，棉棒上取得之 ATP 會與試劑中的螢光素酶 (luciferase) 和螢光素 (luciferin) 反應而產生螢光，藉由發光之強弱來代表 ATP 的多寡。此方法操作簡便，可快速得到檢測結果，且可量化髒汙程度。

本研究於台灣北部某醫學中心進行，研究者比較了肉眼檢查法、微生物培養、ATP 生物發光法用於評估醫院清潔成效的差異。研究設計為前瞻性，於單一醫學中心進行。研究者在內科病房、外科病房、內科加護病房中各選取 10 到 12 個頻繁接觸的環境表面，在病人出院進行終期消毒前後，以三種方法檢測環境清潔。三種方法對清潔合格的定義分別為：肉眼看不見任何污漬、微生物培養之需氧菌落數小於 2.5 colony forming unit (CFU)/cm²、或 ATP 生物發光法測得之 ATP 值小於 5 relative light unit (RLU)/cm²。研究者挑選了 4 間內科病房、2 間外科病房、2 間內科加護病房，總計 85 個高接觸率的環境表

面採檢。發現在終期消毒前以肉眼檢查法、微生物培養、ATP 生物發光法檢測的不合格率分別為 11.8%、20.0%、50.6%，終期消毒後則下降為 4.7%、5.9%、21.2%，清潔前後的不合格率在統計上皆有顯著差異。清潔後，需氧菌落數的中位數由清潔前的 0.25 CFU/cm² 降為 0 CFU/cm²；生物發光法測得之 ATP 中位數則由 5.11 RLU/cm² 降為 1.32 RLU/cm²。若將 85 個環境表面之需氧菌落數由低至高分組，則需氧菌落數越高的組別，肉眼檢查和 ATP 生物發光法的不合格率也隨之上升。不過，環境表面的 ATP 值能否用來準確鑑別同一表面之需氧菌落計數超過 2.5 CFU/cm²，研究者運用 ROC (receiver operating characteristic) 統計分析，其 AUC (area under curve) 僅有 0.667，鑑別力並不理想，在此 ROC 分析中，判別需氧菌落數大於 2.5 CFU/cm² 的最佳 ATP 值為 5.57 RLU/cm²，此時之敏感性 63.6%、專一性為 70.3%。由前述結果來看，ATP 生物發光法能有效顯示醫院環境清潔的效率，並且比過去常用的肉眼檢查和微生物培養法更敏感與快速。但 ATP 測量值與環境表面的需氧菌落數是否具有相關性，仍待後續研究探討。

【譯者評】 文獻顯示，加強醫院的環境清潔可有效減少醫療照護相關感染的致病菌，如：萬古黴素抗藥性腸球菌 (vancomycin-resistant

Enterococcus) 或困難梭狀桿菌 (*Clostridium difficile*) 的散佈[2,3]，故環境清潔德的監測確實有其必要性。ATP 生物發光法易於操作、快速、且可提供量化數據，此特性可運用在醫院環境清潔的監測，尤其今日許多醫院的清潔作業都仰賴外包公司派遣之員工，可考慮 ATP 生物發光法作為評估外包人員素質的方式之一，即在清潔後立即測試，並提供量化指標給清潔人員參考。研究發現，「ATP 生物發光法」偵測的 ATP 值與「需氧菌落數」難有相關性，可能的原因主要源於 ATP 是來自所有生物和已死亡的有機物，需氧菌落數則只計數活著的好氧細菌，其中必然有所落差。ATP 生物發光法雖然簡便，但仍無法取代微生物培養法用來篩檢院內感染菌種的功能。此外，醫院環境中 ATP 偵測值的下降，是否同時伴隨著院內感染率或致病菌移生率的減少，也需要更多臨床研究來證實。醫院環境監測除了 ATP 外，尚有其他方式如肉眼檢查、微生物培養法、螢光標記系統可供選擇，各方法皆有其優缺點 [4]。建議可視自身的資源及監測重點，建立最適合的評估流程。【臺大醫院 洪美娟/盛望徽 摘評】

參考文獻

1. Huang YS, Chen YC, Chen ML, et al: Comparing visual inspection, aerobic colony counts, and adenosine triphosphate bioluminescence assay for evaluating surface cleanliness at a medical center.

- Am J Infect Control 2015;43:882-6.
2. Hayden MK, Bonten MJ, Blom DW, et al: Weinstein RA. Reduction in acquisition of vancomycin-resistant *enterococcus* after enforcement of routine environmental cleaning measures. Clin Infect Dis 2006;42:1552-60.
 3. Eckstein BC, Adams DA, Eckstein EC, et al: Reduction of clostridium difficile and vancomycin-resistant *enterococcus* contamination of environmental surfaces after an intervention to improve cleaning methods. BMC Infect Dis 2007;7:61.
 4. Carling P: Methods for assessing the adequacy of practice and improving room disinfection. Am J Infect Control 2013;41:20-5.