

# 尼龍植絨、人造絲與棉花拭子採集微生物檢體的效能

葉芝榕<sup>1</sup>，歐柏廷<sup>2</sup>，蔡文城<sup>2-4\*</sup>

中國文化大學生命科學系，臺北市<sup>1</sup>；台美檢驗科技股份有限公司，新北市<sup>2</sup>；國立陽明交通大學微生物及免疫學研究所<sup>3</sup>，  
食品安全及健康風險評估研究所<sup>4</sup>，臺北市，台灣

## 摘要

拭子常規用於採集微生物檢體，由於各種不同種類的拭子是以不同材質所製造而成、本研究測試三種不同材質的拭子包括尼龍植絨(CMP nylon flocked swab, CMP efSwab)、人造絲和棉花拭子，藉以評估採集微生物檢體的效能(微生物吸附和釋放能力)，測試的菌種為環境中常見的微生物包括：*Staphylococcus aureus*、*Escherichia coli*、*Bacillus subtilis*與*Candida albicans*，測試時，將四種含有濃度 $1.5 \times 10^3$  CFU/mL的菌液分別取100  $\mu$ L滴在三種拭子上以及滴在9 cm<sup>2</sup>無菌塑膠培養皿和金屬的表面上，再以拭子進行採樣，塗抹在trypticase soy agar (TSA)平板培養基上，然後將平板置入35°C一般培養箱培養36-48小時。結果顯示尼龍植絨拭子對四種菌的釋放能力以及在塑膠或金屬表面的微生物樣本採集(吸附)能力最具效能，因此，吾等建議使用尼龍植絨拭子採集臨床檢體或工業廠房之環境微生物監控檢體能獲得較正確的效能。

**關鍵字：**尼龍植絨拭子、人造絲和棉花拭子、釋放能力、微生物樣本採集。

## 前言

工業廠房(藥廠、化妝品廠、食品廠與醫療器材廠)及其品管檢驗室的環境需要進行微生物的監控，以避免環境的微生物污染加工產品，導致產品的全面回收或報廢。另外，檢驗室的污染將造成產品錯誤的檢驗結果，因此環境微生物的監控有其重要性及必要性<sup>[1]</sup>，傳統環境監控若使用塗抹法，則以拭子塗抹適當面積的方式採檢環境樣本，然後置入稀釋液中，再取部分的量塗抹在適當的滋養平板培養基上進行生長菌的評估<sup>[2]</sup>，過去常利用棉花或人造絲材質的拭子採集一

般臨床檢體或臨床環境監控檢體，由於棉花材質對微生物具有毒性，因此，近年來，已經有尼龍植絨拭子(nylon-flocked swab)的設計，其主要用於採集病毒檢驗用檢體，由於其具有檢體的高吸附性及釋放能力，因此，有些拭子生產廠家將其取代棉花(cotton swab)或人造絲拭子(rayon swab)而應用到臨床需要使用拭子採集的細菌檢驗檢體以及應用於工業廠房使用塗抹法的環境監控檢體的採集。在臨床細菌檢驗方面，採集及輸送臨床檢體的方式通常使用棉花拭子，採檢後再插入嗜氧或厭氧輸送管中，而病毒檢體則使用尼龍植絨拭子，採集檢體(如呼吸道的口咽或鼻咽檢體)後插入病毒運送裝置中的病毒保存液(如COVID-19病毒檢驗用的通用型病毒檢體輸送培養基)，尼龍植絨拭子被認為比棉花或人造絲拭子具有高的採檢吸附性以及

\*通訊地址：台美檢驗科技股份有限公司  
24890 新北市新莊區五工五路21號 蔡文城  
電話：886-(02) 2298-1887  
E-mail address: wctsai@superlab.com.tw

釋放檢體的能力，因此，最近幾年來也被應用於醫院感染控制時檢測抗藥菌株之檢體的採集以及取代棉花或人造絲拭子採集常規的細菌檢驗檢體。同樣地，在工業廠房方面，也開始使用尼龍植絨拭子取代棉花或人造絲拭子採集環境微生物監控檢體。

在台灣，啟新生物科技股份有限公司主要提供臨床微生物檢驗室有關細菌檢驗採集裝置（嗜氧及厭氧輸送管）、提供病毒檢驗採集裝置（通用型病毒檢體保存輸送管）以及工業廠房之環境監控的各種培養基與／或拭子，這些裝置所附有各種材質的拭子，包括棉花、人造絲與尼龍植絨拭子，然而其等對各類檢體的吸附性及釋放能力尚未有評估或驗證，本研究將評估不同類型載體表面樣本的吸附和釋放微生物的能力，因此，選用廠房加工環境中常見的分離菌，包括革蘭氏陽性球菌中的金黃色葡萄球菌 (*Stylococcus aureus*)、革蘭氏陰性桿菌中的大腸桿菌 (*Escherichia coli*)、枯草芽孢桿菌中的產芽孢菌 (*Bacillus subtilis*) 以及酵母菌中的白色念珠菌 (*Candida albicans*) 進行測試<sup>[3]</sup>。

## 材料方法

### 拭子及培養基

本研究使用三種不同材質的拭子包括棉花拭子、人造絲拭子與尼龍植絨拭子 (nylon-flocked swab, CMP efSwab)；前者由中國衛生材料生產中心股份有限公司（彰化縣）生產，而後兩者由啟新生物科技股份有限公司（新北市）提供（圖 1）。

### 測試菌種／菌株

本研究選擇環境常分離的菌種進行三種拭子的評估，其等係購自新竹工業發展研究所-生物資源保存及研究中心，包括革蘭氏陽性球菌的金黃色葡萄球菌 (*S. aureus*, ATCC 25923)、革蘭氏陰性桿菌的大腸桿菌 (*E. coli*,

ATCC 25922)、耐熱產芽孢菌的枯草芽孢桿菌 (*B. subtilis*, ATCC 6633) 以及酵母菌中的白色念珠菌 (*C. albicans*, ATCC 10231)，測試前，所有菌種/菌株先移種胰酪大豆胨脂培養基 (tryptic soy agar, TSA) 兩次加以活化。

### 培養基與試劑

TSA、胰酪大豆胨培養液 (tryptic soy broth, TSB) 無菌水均購自啟新生物科技股份有限公司，新北市，台灣。

### 拭子對無菌水的最大吸收量

對棉花拭子、人造絲拭子與尼龍植絨拭子分別每次滴上 10  $\mu$ L 的無菌水在前端的材質上，直到拭子無法繼續吸水，並且有水珠掉落，然後測量出每一種拭子的最大吸收量。

### 拭子對測試菌的釋放能力

分別將於 TSA 活化的 *S. aureus*、*B. subtilis*、*E. coli* 與 *C. albicans* 生產菌落以接種環沾取純菌落置入 TSB 內，調成相當於 McFarland 0.5 的濃度（細菌量約為  $1.5 \times 10^8$  CFU/mL，而 *C. albicans* 約為  $1.5 \times 10^7$  CFU/mL），將測試菌分別序列稀釋至  $1.5 \times 10^3$  CFU/mL，然後分別將四種菌的菌液各取 100  $\mu$ L 滴在三種拭子上，控制菌量皆  $\leq 100$  CFU，直接以塗抹法接種在 TSA 上，然後在 35°C 的一般培養箱培養 36-48 小時。

### 拭子對不同載體上測試菌的採集能力

同樣地以上述所配製的 *S. aureus*、*B. subtilis*、*E. coli* 與 *C. albicans* 稀釋液  $1.5 \times 10^3$  CFU/mL，分別取 100  $\mu$ L 滴在 9 cm<sup>2</sup> 無菌塑膠培養皿和金屬（用無菌塑膠培養皿在無菌操作台上的不鏽鋼檯面畫出 9 cm<sup>2</sup> 的範圍）的表面上，控制菌量皆  $\leq 100$  CFU，等待 3 分鐘後再以三種拭子分別進行取樣，以沾濕的拭子塗抹兩種載體的 9 cm<sup>2</sup> 表面積，操作

時，一邊旋轉拭子，一邊塗抹塑膠培養皿和金屬表面，並且來回兩次，接著直接以塗抹法塗抹在 TSA 上，然後置入 35°C 的一般培養箱培養 36-48 小時。

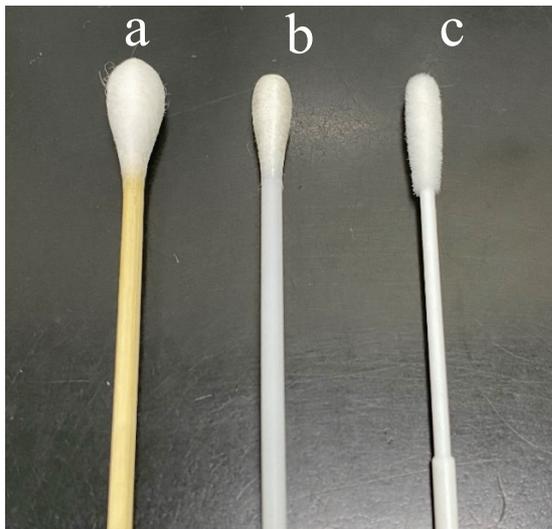


圖 1. 用於測試的三種拭子類型的外觀  
a，棉花拭子(cotton swab)；b，人造絲拭子(rayon swab)；c，尼龍植絨拭子(nylon-flocked swab)

## 結果

將無菌水分別滴在棉花、人造絲與尼龍植絨拭子上，顯示三種拭子的最大吸收量分別為 300  $\mu$ L、150  $\mu$ L 與 160  $\mu$ L。測試三種拭子對不同種類菌種的釋放能力，結果指出尼龍植絨拭子的釋放能力在 *E. coli* 為 100%，*B. subtilis* 為 39.7%，*S. aureus* 為 52%，*C. albicans* 為 82.1%，其回收率明顯高於人造絲和棉花拭子（圖 2）。另外，檢測三種拭子塑膠和金屬材質，兩種載體上的微生物檢體採集能力，結果發現尼龍植絨拭子在塑膠表面上採集 *E. coli*、*B. subtilis*、*S. aureus* 與 *C. albicans* 的回收率分別為 88.9%、44.2%、28.1% 與 78.2%，而在金屬表面採集的回收率則分別為 86.1%、29.5%、36.6% 與 52.3%，尼龍植絨拭子在塑膠後金屬表面採集菌量的回收率均高於人造絲和棉花拭子（圖 3）。

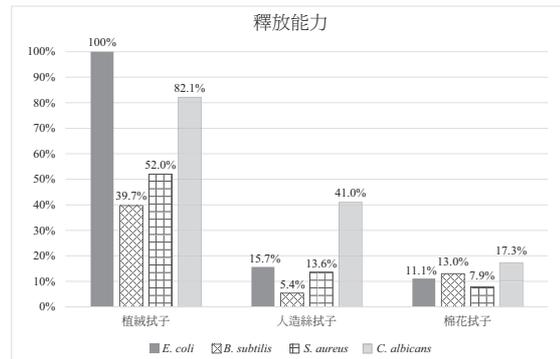


圖 2. 三種拭子釋放菌液中 *E. coli*、*B. subtilis*、*S. aureus* 與 *C. albicans* 菌量的百分比。

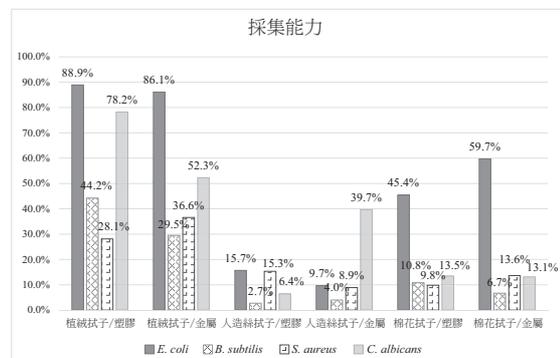


圖 3. 三種拭子在塑膠和金屬表面採集菌液中 *E. coli*、*B. subtilis*、*S. aureus* 與 *C. albicans* 菌量的百分比。

## 討論

工業廠房（藥廠、化妝品廠、食品廠或醫療器材廠）的環境監控主要利用接觸平板法與塗抹法，接觸平板法針對檢測的微生物對象使用含有不同類別培養基的接觸平板，主要用於採集平坦表面檢體（如：機台表面，人員手套、袖套…等），而不能用於凹槽、孔洞、凹凸不平的表面（如：機台夾層、按鈕…等）<sup>[4]</sup>，而塗抹法時則利用拭子沾取無菌水或緩衝液再進行平坦或不平表面之適當面積的塗抹採集。然而，市面上有不同材質的拭子，主要包括棉花拭子、人造絲拭子與尼龍植絨拭子，其等的效能可經由液體的吸收量或菌液的釋放與採集（吸附力）量判斷

其等效能的重要依據<sup>[5]</sup>。

本研究發現尼龍植絨拭子對各種測試菌液的釋放與吸附量均高於棉花和人造絲拭子，其中對測試菌液中以 *E. coli* 的釋放率為最高，其次為 *C. albicans*、再次為 *S. aureus*，而最低為 *B. subtilis*。由於工業廠房內環境監控採檢的對象大多為塑膠或金屬表面檢體<sup>[6]</sup>，經過載體上各種菌液採集能力的測試，亦發現尼龍植絨拭子的回收率也高於棉花和人造絲拭子，並且對塑膠及金屬兩種表面的採集能力大抵相似<sup>[7]</sup>。在直接接種菌液的拭子中所釋放的菌量百分比均高於從表面塗抹擦拭採集者，推測可能在擦拭採集檢體時並無法完全涵蓋所有黏附在表面的菌量，也可能摩擦使造成部分細菌細胞的損傷<sup>[8]</sup>。

以無菌水測試三種拭子的吸收量，結果發現棉花拭子最高，其次是尼龍植絨拭子，而以人造絲拭子最低<sup>[9]</sup>，推論可能是材質/構造上的差異，然而，尼龍植絨拭子的微纖維構造較輕易吸附而採集到環境中的微生物，因此可提高採集效率，並且讓菌液中的微生物容易從拭子內部釋放到接種 TSA 培養基的表面。另外，尼龍植絨材質，不會如同棉花材質般對微生物造成傷害，可減少對檢體中微生物的干擾和損傷，而提升檢體中微生物的存活率<sup>[10]</sup>。又棉花拭子雖然吸收液體的量較大，但棉花材質纖維比例較高容易造成微生物卡在纖維內，無法完全被釋出。至於人造絲拭子雖然其釋放微生物能力較棉花拭子佳，但其吸收量卻最低，釋放率也不高。由於臨床檢體的採集關係到病原菌的分離以及感染症的診療，使用最佳收集檢體效能的拭子非常重要；另外工業廠房之環境監控能否快速有效地採集到環境微生物進行鑑定與含量趨勢分析關係到後續的糾正措施，因此，吾等建議臨床細菌檢驗檢體或工業廠房之環境監控檢體最好使用尼龍植絨拭子採集，尤其檢驗對象檢體的微生物濃度低時，才能有

效地採集/檢出微生物。

## 參考文獻

1. Stinson CG, Tiwari NP. evaluation of quick bacterial count methods for assessment of food plant sanitation. *J Food Prot* 1978; 41:269-71.
2. Verran J, Redfern J, Smith LA, Whitehead KA, A critical evaluation of sampling methods used for assessing micro-organism on surfaces. *Food Bioprod Process* 2010; 88: 335-40.
3. Dalmaso G, Ferrari M, Paris A. Validation of the new irradiated Nylon™ flocked QUANTISWAB™ for the quantitative recovery of microorganisms in critical clean room environments. *In Best Practices in Aseptic Manufacturing. PDA Europe Conference and Exhibition. 8-9 May, 2007. Milan, Italy.*
4. Pinto F, Hiom S, Girdlestone S, Maillard J-Y. Evaluation of the effectiveness of commercially available contact plates for monitoring microbial environments. *Lett Appl Microbiol* 2009; 48:379-82.
5. Dalmaso G, Bini M, Paroni R, Ferrari M. Qualification of high-recovery, flocked swabs as compared to traditional rayon swabs for microbiological environmental monitoring of surfaces. *PDA J Pharm Sci Technol* 2008; 62:191-9.
6. Landers TF, Hoet A, Wittum TE. Swab type, moistening, and preenrichment for *Staphylococcus aureus* on environmental surfaces. *J Clin Microbiol* 2010; 48:2235-6.
7. Hedin G, Rynbäck J, Loré B. New technique to take samples from environmental surfaces using flocked nylon swabs. *J Hosp Infect* 2010; 75:314-7.
8. Moore G, Griffith C. Problems associated with traditional hygiene swabbing: the need for in-house standardization. *J Appl Microbiol* 2007; 103:1090-103.
9. Zasada AA, Zacharczuk K, Woźnica K *et al.* The influence of a swab type on the results of point-of-care tests. *AMB Expr* 2020; 10:46.<https://doi.org/10.1186/s13568-020-00978-9>
10. Probst A, Facius R, Wirth R, Moissl-Eichinger C. Validation of a nylon-flocked-swab protocol for efficient recovery of bacterial spores from smooth and rough surfaces. *Appl Environ Microbiol* 2010; 76:5148-58.

## Effectiveness of Nylon Flocked, Rayon and Cotton Swabs in Collecting Microbial Samples

Chih-Jung Yeh<sup>1</sup>, Po-Ting Ou<sup>2</sup>, Wen-cherng Tsai<sup>2-4\*</sup>

*Department Life Science, Chinese Culture University, Taipei<sup>1</sup> ; <sup>2</sup>Super laboratory Ltd., New Taipei City ; <sup>3</sup>Institute of Microbiology and Immunology, and <sup>4</sup>Institute of food Safety and Health Risk Assessment, National Yang Ming Chiao Tung University, Taipei, Taiwan*

### Abstract

Swabs are routinely used to collect samples for microbiological testing. As there are a variety of swabs made with different materials, we tested the effectiveness of 3 different swabs, including nylon flocked (CMP efSwab), rayon, and cotton swabs, in collecting microbial samples. Four different microorganisms that are commonly found in environments, including *Staphylococcus aureus*, *Escherichia coli*, *Bacillus subtilis*, and *Candida albicans*, were tested. For the tests, 100 µL each of the four microbial suspensions containing  $1.5 \times 10^3$  CFU/mL was placed directly on each of the three different swabs and on 9 cm<sup>2</sup> sterile plastic Petri dishes and metal surfaces. The samples placed on plastic and metal surfaces were then collected with each of the 3 different

swabs. All swab samples were inoculated on trypticase soy agar (TSA) plates and incubated in an incubator at 35°C for 36-48 hours. Results showed that nylon flocked swabs (CMP efSwab) were most effective in releasing microbes from swabs and in collecting microbial samples from plastic or metal surfaces. Therefore, we recommend nylon flock swabs (CMP efSwab) be used to collect samples from clinical specimens or from environments such as industrial factories for microbiological monitoring.

**Keywords:** Nylon flock swabs, rayon and cotton swabs, releasing microbes, collecting microbial samples.

