運用不同檢測方式 評估某醫學中心環境清潔成效

洪儀珍¹ 陳美伶¹ 田貴蓮¹ 陳美文² 黃寶華² 黄雅惠¹ 王振泰^{1,3} 盛望徽^{1,3} 陳宜君^{1,3}

國立台灣大學醫學院附設醫院 1感染控制中心 2護理部 3內科部

提升醫院清潔度是減少易感宿主感染致病菌的有效方法,本文為運用 ATP 冷光反應檢測法 (adenosine triphosphate [ATP] bioluminescence assay)、總菌落數法 (aerobic colony count, ACC)、目視觀察評量法等三種方法,評估在實施多元策略後改善環境清潔品質之成效。評估方法為方便取樣選擇 6 個不同屬性的病室,在病室清潔前後立即採檢已選定之 12 個手經常會觸摸處。研究結果顯示在清潔後,目視觀察評量法、總菌落數法和 ATP 冷光反應檢測法等檢測法的不含格率均有顯著下降,分別從 14.3%、21.4%、45.7% 降至 5.7%、7.1%、20.0%。ATP 冷光反應檢測法測得之平均相對光單位 (relative light unit, RLU) 從清潔前的 1,313 降至 419 (下降 68.1%),總菌落數法測得從清潔前的 1.9 cfu/cm²降至 0.4 cfu/cm² (下降 78.9%),顯示本院推動的環境清潔政策和多元策略改善措施是確實可行且有成效。然而外科病房清潔前後之未達乾淨比例較內科病房高,可能是與每天入出院人數較多,清潔人員無法短時間落實清潔工作所致。因此如何在有限時間內簡化清潔流程並強調清潔重點,是往後可以再改善的方向。(**感控雜誌 2016**:26:97-106)

關鍵詞: 環境清潔、終期清潔、ATP 冷光反應檢測法

民國 104 年 2 月 5 日受理

民國 104 年 3 月 4 日修正通訊地址: 100台北市中山南路7號民國 105 年 4 月 29 日接受刊載連絡電話: 02-23123456#65244

通訊作者:陳宜君

DOI: 10.6526/ICJ.2016.301

前言

近年來醫療院所考量降低營運 成本,環境清潔工作委外處理的機會 越來越多,然而外包清潔人員缺乏 訓練導致清潔品質參差不齊,且人 員流動性高,若醫療院所沒有適當監 督廠商是否依約行事,皆可能導致 醫院環境清潔品質不良,增加致病菌 在病人間交叉傳播的風險。環境清潔 成效與清潔人員是否確實執行清潔步 驟有關,但往往缺乏即時性的實證反 應清潔品質及回饋改善,故如何有效 進行環境清潔品質的管理,使用較簡 單、快速、便宜、具可重複性的測試 方法是值得去探討的。目前有目視觀 察評量法、環境微生物負荷殘留監 測法 (residual bioburden),如 ATP冷 光反應檢測法 (adenosine triphosphate [ATP] bioluminescence assay)、總菌 落數法 (aerobic colony count, ACC),

和環境標示監測法 (environmental marking),如螢光標示 (fluorescent marker) 等三類方法[5]可以評估環境 清潔品質,其中環境微生物負荷殘留 監測法,可用客觀的檢測數據量化環 境清潔成效。ATP 冷光反應檢測法是 一種環境微生物負荷殘留監測法,其 應用原理是將環境表面殘留的髒污、 血液、糞便、細胞等能量物質 ATP 轉換成光,再利用光度計來測量,量 化環境污染的程度;總菌落數法則是 傳統的微生物檢測方法,亦可量化環 境表面的細菌量。兩者與目視觀察評 量法,雖然可客觀量化清潔品質, 但需增加檢驗成本。本文為運用 ATP 冷光反應檢測法、總菌落數法和目視 觀察評量法等三種方法,評估某醫學 中心在實施多元策略後改善環境清潔 品質之成效。

材料與方法

一、背景介紹

本院為有 2,660 病床之醫學中心,分有 3 個院區,樓板面積總計約 17 萬坪。已針對院區內不同單位的感染風險分三等級[6],將等級一和等級二的區域委由外包清潔人員執行清潔工作(表一)。易導致病人感染之高風險區域屬等級三,由本院正職清潔工友執行。

二、清潔品質改善策略

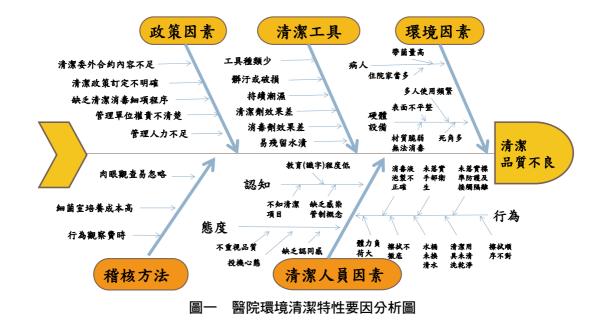
本院自98年起陸續改善醫院環

= _	80000000000000000000000000000000000000
表一	醫院咸染風險區域劃分

	等級一	等級二	等級三		
說明	低感染風險區域	可能增加感染風險區域	易導致病人感染之高風險區域		
範例	• 大廳、走廊	• 普通病房	• 手術室		
	• 餐廳、賣場	急診	• 加護病房		
	• 行政辦公區	• 門診	• 血液幹細胞移植病房		
	教室	• 非侵入性治療/檢查區	• 燒傷病房		
	•陽光會客室	• 實驗室	• 侵入性治療/檢查區 (如血管攝影室、		
		• 往生室	心導管室、內視鏡室、血液透析		
		• 廢棄物處理場	室、化學治療室)		

備註:參考文獻[6],訂定本院的感染風險區域

化清潔執行技術、教育訓練、品質稽核與管理等要求。另進行清潔工具標準化,例如增加工作推車配備和標準化擺設、各項分色清潔工具等,可減少清潔工具混用在清潔區和污染區而導致交叉傳染,且增進工作方便性(表二)。



表二 環境清潔改善策略

面向	問題	時間	策略
政策	清潔政策訂定不明確,	98年	• 規範各項清潔用具使用原則
方面	缺乏清潔消毒細項程序		• 規範選用清潔劑或消毒液的評估條件
			• 規範消毒液標準化配製
			• 規範消毒液停留時間
			• 規範清消頻率訂定原則
		99年	・訂定清潔標準作業程序共 23 項
	清潔委外合約內容不足	99年	感管師參與環境清潔委外合約規範書工作小組,
			合約內容加強「專業執行技術及品質管理」、「
			人員教育訓練及管理制度」等內容。
	管理人力不足	99年	修訂環境清潔委外合約規範書,要求外包公司現
			場主管最低人力數。
	管理單位權責不清楚	100年	明訂醫院各區域之本院清潔管理權責單位、清潔
			項目及頻率。
清潔	工具種類少	98年	• 針對行政區、一般醫療區、高風險汙染區之清
工具		99年	潔工具運用分色進行管理。
			· 標準化清潔工作車及各項工具擺設位置
	持續潮濕	99年	• 增設布品類清潔工具烘乾機
			· 標準化清潔間各項清潔工具之分區擺掛
	清潔消毒劑效果差	99年	· 標準化消毒液稀釋設備及盛裝容器
	易殘留水漬	99年	改選用合適抹布和拖把布
清潔	認知不足(教育程度低、	99年	• 標準化設備及圖示教育
人員	不知清潔項目)	101年	•訓練種子教師及實務測驗
	缺乏認同感	99年	獎勵制度
稽核	行為觀察費時、細菌培養	102年	運用 ATP 冷光反應檢測法
方法	成本高		

三、清潔品質評估方法

(一) 採檢地點選擇:

為評估多元策略改善環境清潔 品質之成效,採方便取樣,由本院清 潔督導專員,挑選病房清潔實務較佳 的外包清潔人員(年資約3年)作為 評估的對象,其所屬工作病房作為採 檢地點。於102年3月至8月,挑選 2個內科病房、2個外科病房,共採檢6床病人單位作為採檢地點,其一病人單位為單人房型,其餘為雙人房型。

(二) 採檢點選擇:

依據本院多年環境監測結果較常污染及預期可能清潔人員較容易忽略的地方,選擇 12 個手經常會觸摸

(三) 採檢時機:

病人轉出後,採檢人員於清潔人 員執行病室清潔前和後進行採檢,同 時執行不同檢驗法之採樣。採檢人員 同時觀察病室清潔過程。

(四)終期清潔程序:

(五)檢測方法:

同時以 ATP 測試棒 (3M Clean-Trace System; 3M, St. Paul, MN) 及無菌生理食鹽水棉棒,完整擦拭固定面積的採檢點。採檢後的 ATP 測試棒與拭子底下試劑混合,劇烈搖動10 秒,敲掉氣泡,置入 ATP 冷光檢測儀 (Uni-Lite NG luminometer; 3M, St. Paul, MN),判讀其相對光單位 (relative light unit, RLU);採檢後的無

菌生理食鹽水棉棒放入 1 ml 的生理 食鹽水中,混合 10 秒後取 0.2 ml 塗 抹至 TSA (Tryptic Soy Agar),於 35℃ 溫箱,培養 48 小時後計算所有的菌 落數,再依據採檢的面積換算成每 cm² 菌落數量。

(六)清潔合格標準:

目視觀察評量法合格標準為棉棒塗抹後,白色棉棒表面無髒污、染色或異物;總菌落數法合格標準為總菌落數小於 2.5 cfu/cm²; ATP 冷光反應檢測法合格標準為小於 500 RLU/100 cm² [7,8],針對採檢面積校正合格標準,為避免小面積放大檢測結果可能造成放大偏差,因此依面積調整合格標準,例如面積 13 cm² 的廁所電燈開關之合格標準改為 65 RLU (500 RLU: 100 cm² = 65 RLU: 13 cm²)。

四、統計分析

以 Microsoft EXCEL 2007 及 SAS 9.4 電腦軟體,進行平均數或頻率之描述統計,與 paired t-test 或 Wilcoxon matched paired signed rank test 和卡方檢定之資料整理及分析, P<0.05 為有顯著差異。

結 果

共採檢 6 床病人單位,分屬 2 個內科病房和 2 個外科病房,其一病人單位為單人房型,其餘為雙人房型。 6 床病人單位距前一次終期清潔之平均天數為 17.2 天,4 床內科病人單

位之平均終期清潔間距為 20.8 天, 2 床外科病人單位 (其一是單人房) 之 平均終期清潔間距為 10.0 天。因其 中一個病人單位無電話,另一病人單 位之清潔人員已在採檢前消毒冰箱把 手,故有效檢體共 70 件。

以目視觀察評量法、總菌落數法 和 ATP 冷光反應檢測法等三種方法 檢測的環境清潔品質,清潔後不合格 率均有顯著下降,外科病房的環境清 潔品質,不論在清潔前後,不合格率 均顯著高於內科病房(表三)。

目視觀察評量法在清潔前有 14.3% (10/70) 的採檢點有眼見髒汙, 清潔後不合格率降為 5.7% (4/70)。其 中以陪病椅椅面的不合格率最高、其 次為廁所馬桶旁把手和大門門把。

ATP 冷光反應檢測法檢測結果, 清潔前之平均 RLU 值為 1,313 (範圍 412~2,910),清潔後之平均 RLU 值 為 419 (範圍 72~796)。清潔前不合格 率為 58.6% (41/70),有 94.3% (66/70) 的採檢點清潔後的 RLU 值下降, 但仍有 28.6% (20/70) 的採檢點不合 格。清潔後以陪病椅椅面的不合格率 最高。

總菌落數法檢測結果,清潔前之平均值為 1.9 cfu/cm²,清潔後之平均值為 0.4 cfu/cm²。清潔前平均 ACC值排名前三名依序為床旁桌、廁所門把、熱水瓶把手,有 95.7% (66/70)的採檢點清潔後 ACC值下降,但仍有 7.1% (5/70)的採檢點不合格,其中 4個點為同一清潔人員之操作,其 ACC數值無降低,其中冰箱把手的 ACC值反而從 1.25 增加為 6.25 cfu/cm²。

討 論

由清潔前檢測結果得知,手頻 繁碰觸的表面的確是較容易受污染 的[8,9]。以客觀的檢測法得知本院進 行環境終期清潔後,手常碰觸的設

表三 各檢測法之採檢點不合格率

	終期清潔前				終期清潔後				P
	total (%)	內科病房 (%)	外科病房(%	6)	total (%)	內科病房 (%)	外科病房(%	(b)	
檢測法	(n = 70)	(n = 47)	(n = 23)	P	(n = 70)	(n = 47)	(n = 23)	P	
目視觀察評量	14.3				5.7				0.02
法		8.5	26.1	0.04		2.1	8.7	0.21	
總菌落數法	21.4				7.1				< 0.01
		12.8	39.1	0.01		2.1	17.4	0.03	
ATP 冷光反應	45.7				20.0				< 0.01
檢測法		34.0	70.0	< 0.01		10.6	39.1	< 0.01	

表四 各採檢點之平均檢測結果

		ATI	總菌落數法2				
採檢點	面積 (cm²)	終期清潔前	終期清潔後	P	終期清潔前	終期清潔後	P
大門門把*	188	1837	786	0.09	0.5	0.0	0.06
廁所門把*	149	1517	664	0.03	4.0	0.5	0.06
冰箱把手*	40	2598	504	0.03	1.2	1.0	0.88
廁所馬桶旁把手*	492	840	484	0.31	1.5	0.3	0.15
廁所馬桶座墊*	592	583	241	0.09	2.7	0.7	0.03
廁所電燈開關*	13	412	163	0.03	0.3	0.5	0.50
床旁桌	154	824	248	0.03	5.8	0.0	0.06
床欄	463	2332	688	0.036	0.2	0.0	0.06
病房電話	161	505	72	0.06	1.0	0.0	0.06
陪病椅椅面	100	2910	796	0.03	1.2	0.5	0.06
熱水瓶把手	77	893	232	0.06	3.8	0.7	0.13
櫥櫃把手	78	586	105	0.03	0.8	0.0	0.25
平均值		1313	419	< 0.01	1.9	0.4	< 0.01

備註:

- 1.* 為每日清潔項目
- 2. ATP 冷光反應檢測法單位為 RLU,總菌落數法單位為 cfu/cm²

備大多數可達到乾淨的標準,以 ATP 冷光反應檢測法測得 RLU 值平均下 降 68.1%,總菌落數法測得平均下降 78.9%,加上目視觀察評量法,三種 方法之不合格率均有顯著的下降。 終期清潔後以總菌落數法測得的平 均值為 0.4 cfu/cm2, 優於其他研究測 得的 14.4 至 33.4 cfu/cm² [7]。以 ATP 冷光反應檢測法來看,清潔後整體 平均 RLU 值是 419 (範圍 72~796) 與 Sherlock 等人[8]研究之平均 RLU 值 為 375 (範圍 106~1071) 相似。回溯 本院自民國 96 年至 102 年,於調查 感染管制異常事件時所作的環境清潔 後微生物採檢共 110 件檢體,其不合 格率也有逐年下降的趨勢,自100年

起的 52 件檢體均合格,因此近幾年 所推動的環境清潔政策和改善措施, 是確實可行且有效的。

以目視觀察評量法和 ATP 冷光 反應檢測法來看,陪病椅椅面的清潔 不合格率較高,推測與椅面為不完全 光滑的人造皮有關,清潔人員可 時用超細纖維抹布擦拭椅面時 覺得摩擦力大而不好施力。因此醫療 機構在選用家具設備時,也應一併考 量材質的易清潔度。

雖然外科病房距離前一次終期 清潔的時間間距較短,但以三種方法 檢測的環境清潔品質不合格率,不論 在終期清潔前後,均顯著高於內科病 房,這樣的情形也在其他研究中發現 傳統上進行環境採檢大都使用 微生物培養的方法,雖然可較精準掌 握環境污染為何種致病菌,但檢驗 需要較長的時間,以效益考量,微 生物培養法比較適合用於感染異常事 件或群突發之調查[2]。再者,樣本 數收集依據美國疾管局建議應為代 表性病床數 10~15% [11], 在繁忙的 醫療工作環境,以客觀方式進行環境 清潔品質的管理,應該使用較簡單、 快速、具可重複性的測試方法,特別 是把有限的資源用在高風險之手頻繁 碰觸區域,是符合經濟效益的清潔策 略[12]。ATP 冷光反應檢測法操作簡 單、方便且可即時獲得數據,可做為 例行環境清潔評估及清潔人員教育訓 練成效評估的一種工具,但仍存在 一些問題需要克服,例如 RLU 值的 多寡還包含死菌的有機碎屑 (organic debris), 高濃度漂白水會減少 ATP 冷光反應[11]等,有研究計算該方 法的敏感度為 57~78%,特異性為

38~57% [4,13]。目前 ATP 冷光反應檢測法的合格標準是小於 500 RLU,主要是參考食品業即可食用的食物標準[7],有些研究採用更高標準為小於 250 RLU,然而尚未有明確的各物品採檢範圍和驗證的閾值可作為是否增加感染風險的參考[9,14],建議未來可進一步研究。

本研究的限制是為評估多元策 略的改善成效,方便取樣清潔政策遵 從率佳的人員,進行其清潔環境的檢 測,以驗證清潔政策的可行性,未來 應增加全醫院清潔人員抽樣的比率。 雖然採檢人員觀察清潔人員從開始清 潔到結束,但原本與清潔人員不相 識,過程亦不交談、未告知觀察者身 份、觀察目的或有執行環境採樣和採 樣位置。清潔前後的採檢過程,清潔 人員均已離開病室不在場,故不知 採檢位置,藉此減低因方便取樣 4 位 清潔人員的霍桑效應。本研究採用的 ATP 測試棒依使用說明書建議應採 10×10 cm² 面積,但臨床上許多手 頻繁碰觸的重要檢測點並未達此面積 或非平面以方便計算,或 10×10 cm² 採檢面積外的部分也許有不同的污染 程度。為了解重要檢測點的清潔程 度,我們預先測量標準化各檢測點的 面積,針對採檢面積校正合格標準, 以計算合格率。

總而言之,有效的多元策略改善環境清潔措施可以降低環境汙染的風險,利用 ATP 冷光反應檢測法可以迅速且有效反應清潔落實度及立即

回饋,但用目視觀察評量法和微生物培養法來評估環境乾淨度及致病菌多寡,對於病人和訪客的觀感及群突發的介入調查仍是重要指標方法[7]。未來還有很大的空間可以將環境清潔建立為實證科學,並導入醫療照護環境實務。

誌 謝

感謝本院總務室和護理部共同研 擬清潔品質改善策略,並協助環境清 潔軟硬體實質改善;感謝參與本次環 境清潔檢測之相關病房護理長及清潔 人員,使本調查分析得以順利完成。

參考文獻

- 1. Pittet D, Donaldson L: Clean care is safer care: the first global challenge of the WHO world alliance for patient safety. Infect Control Hosp Epidemiol 2005;11;891-4.
- Weber DJ, Rutala WA, Miller MB, et al: Role of hospital surfaces in the transmission of emerging health care associated pathogens: norovirus, *Clostridium difficile*, and *Acinetobacter* species. Am J Infect Control 2010;38:S25-33.
- 3. Hayden MK, Bonten MJ, Blom DW, et al: Reduction in acquisition of vancomycin-resistant *Enterococcus* after enforcement of routine environmental cleaning measures. Clin Infect Dis 2006;42:1552-60.
- 4. Mulvey D, Redding P, Robertson C, et al: Finding a benchmark for monitoring hospital cleanliness. J Hosp Infect 2011;77:25-30.

- Provincial Infectious Diseases Advisory Committee: Best practices for environmental cleaning for prevention and control of infections in all health care settings. 2nd edition. Available at: http://www.publichealthontario.ca/en/eRepository/ Best_Practices_Environmental_Cleaning_2012. pdf
- Exner M, Vacata V, Hornei B, et al: Household cleaning and surface disinfection: new insights and strategies. J Hosp Infect 2004;56:S70-5.
- 7. Rose AC, Chris JG, Rifhat EM, et al: Monitoring the effectiveness of cleaning in four British Hospitals. Am J Infect Control 2007;35:338-41.
- Sherlock O, O'Connell N, Creamer E, et al: Is it really clean? An evaluation of the efficacy of four methods for determining hospital cleanliness. J Hosp Infect 2009;72,140-6.
- Lewis T, Griffith C, Gallo M, et al: A modified ATP benchmark for evaluating the cleaning of some hospital environment surfaces. J Hosp Infect 2008:69:156-63.
- Anderson RE, Young V, Stewart M, et al: Cleanliness audit of clinical surfaces and equipment: who cleans what? J Hosp Infect 2011;78:178-81.
- 11. Guh A, Carling P for the Environmental Evaluation Workgroup (2010, December). Options for evaluating environmental cleaning. Centers for Disease Control and Prevention. Available http://www.cdc.gov/HAI/toolkits/Evaluating-Environmental-Cleaning.html.
- Dancer SJ, White LF, Lamb J, et al: Measuring the effect of enhanced cleaning in a UK hospital: a prospective cross-over study. BMC Infect Med 2009;7:28.
- Luick L, Thompson PA, Loock MH, et al: Diagnostic assessment of different environmental cleaning monitoring methods. Am J Infect Control 2013;41:751-2.
- Carling P: Methods for assessing the adequacy of practice and improving room disinfection. Am J Infect Control 2013;41:S20-5.

Assessment of the Utility of Diverse Strategies to Improve the Environmental Cleaning Quality

I-Chen Hung¹, Mei-Ling Chen¹, Kuei-Lien Tien¹, Mei-Wen Chen², Bao-Haw Huang², Ya-Huei Huang¹, Jann-Tay Wang^{1,3}, Wang-Huei Sheng^{1,3}, and Yee-Chun Chen^{1,3}

¹Center for Infection Control, ²Department of Nursing, and ³Department of Internal Medicine, National Taiwan University Hospital, Taipei, Taiwan

Enhancing patient zone cleanliness is an effective way to reduce pathogen cross-transmission. This study used adenosine triphosphate (ATP) bioluminescence assays, aerobic colony counts (ACCs), and visual observations to assess the utility of diverse strategies that are employed to improve environmental cleaning quality. Environmental samples were obtained from 12 high-touch surfaces before and after ward terminal disinfection. After cleaning, the failure rate, tested by using ATP bioluminescence assay, ACC, and visual observations, decreased significantly from 14.3%, 21.4%, and 58.6% to 5.7%, 7.1%, and 28.6%.

The mean ATP value decreased from 1313 relative light units (RLU) before cleaning to 419 RLU after cleaning. The mean ACC value decreased from 1.9 colony forming units (CFU)/cm² before cleaning to 0.4 CFU/cm² after cleaning. The results indicate that these strategies are effective in improving the environmental cleaning quality. However, the high failure rates in the surgical ward may be attributed to lack of implementation by the cleaning staff due to time constraints. Therefore, simplifying the cleaning process and focusing on high-touch surfaces are the next steps to improving cleaning quality in a limited time.

Key words: Environmental cleaning, terminal cleaning, ATP bioluminescence assay