

過程導向和結果導向目測法 在醫院環境清潔確效之比較

陳滢淳¹ 黃佩萱¹ 洪心怡¹ 韓玉霞¹ 潘佩君¹ 施珮羽¹ 陳裕芬¹ 施智源¹ 黃惠美²

臺中榮民總醫院 ¹感染管制中心 ²護理部

為比較過程導向評估法和結果導向目測法使用於研究醫院的差異性，以及和 ATP 生物冷光反應檢測結果的相關性，從 2016 年 9 月至 2017 年 12 月期間，於中部某醫學中心的特殊病房為研究場所，包括成人重症加護單位、負壓隔離病房、急診及整合醫學急診後送病房，針對常被接觸的環境物品，包括床欄、床頭板、床尾板等共收集 588 個環境表面的樣本，發現清潔過程合格率和 ATP 檢測合格率僅有極低吻合度 ($\kappa = 0.174$)；目測結果為清潔的比率和 ATP 檢測結果不一致 ($\kappa = -0.011$)；有確實擦拭清潔和目測結果為清潔的結果不一致 ($p > 0.05$)。醫療儀器的擦拭比例較低，包括抽痰器、點滴幫浦、監視器及氧氣流量表，其中點滴幫浦、監視器和抽痰器在 ATP 檢測結果合格率也是最低。各項環境物品目測清潔比例都達九成以上，顯見目測結果高估環境表面的清潔度。因此建議在低感染風險的環境或公共區域，可以結果導向目測法進行清潔確效，在高感染風險的環境則以過程導向目測法搭配 ATP 檢測方法來確認環境的清潔度。(**感控雜誌 2019;29:155-164**)

關鍵詞： ATP 生物冷光反應、目測法、環境清潔

前 言

病室環境常遭受微生物的污染，包括多重抗藥性細菌，文獻顯示加強環境的清潔、消毒可以降低多重

抗藥性細菌的移生及醫療照護相關感染，因此環境清潔及確效的議題日益受到重視[1-3]。目前環境清潔確效的方法包括目測法、螢光標示法、傳統微生物採檢法及 ATP (adenosine

民國 107 年 8 月 1 日受理
民國 108 年 1 月 14 日修正
民國 108 年 6 月 26 日接受刊載

通訊作者：黃惠美
通訊地址：台中市西屯區臺灣大道四段1650號
連絡電話：(04) 23592525轉6090

DOI: 10.6526/ICJ.201908_29(4).0001

中華民國 108 年 8 月第二十九卷四期

triphosphate) 生物冷光反應法，其中目測法因為不需使用儀器且可以即時回饋執行的情形，因此廣為應用。臨床使用目測法評值環境清潔的成效，有以觀察人員清潔過程(過程導向)或觀察被清潔的環境表面(結果導向)，多篇文獻以結果導向目測法進行環境清潔確效，即在清潔後主觀檢視環境表面是否有可見的髒污，如垃圾、灰塵、油污、血液、指紋或污跡，以做為評分之依據，整體分數從 1 到 10，1 代表「不滿意」，10 代表「乾淨」。因為目測法無法評估實際微生物的污染程度，因此如同 Malik 等人的比較發現，採檢相同的環境表面，結果導向目測法不論和 ATP 生物冷光反應檢驗法或和傳統微生物採檢法的檢測結果不一致，結果導向目測法會高估環境表面的清潔度[4-6,12]。為能以有效的方法進行環境清潔的確效及提供客觀的數據，因此本研究的目的為比較過程導向和結果導向目測法使用於研究醫院的差異性，以及和 ATP 生物冷光反應檢測結果的相關性，以做為擬定研究醫院環境清潔監測方法之依據。

材料及方法

本研究期間為 2016 年 9 月至 2017 年 12 月，以中部某醫學中心的特殊病房為研究場所，包括成人重症加護單位、負壓隔離病房、急診及整合醫學急診後送病房。採前瞻性採

樣方式，先參考文獻選定病床週遭常被接觸的環境物品，包括床欄、床頭板、床尾板、床上桌、叫人鈴、電話、床旁桌、陪病床、電燈開關、監視器、抽痰器、氧氣流量表、點滴幫浦、灌食幫浦、點滴架、櫃子共 16 處做為觀察及檢測之環境物品表面(若病床旁未完全配備上述物品時，則就現有配備之物品進行觀察及檢測)[10,11]，再於評分表上清楚界定每處的觀察及檢測面積、各級評分的定義，藉由每季進行環境清潔稽核的時機，於清潔過程進行過程導向目測法的評分，在清潔後進行結果導向目測法的評分，在清潔完成後 10 分鐘進行 ATP 生物冷光反應檢測。本研究共有 6 名感染管制護理師負責觀察及檢測工作，在研究進行前，先針對研究目的、觀察及檢測的環境表面、面積及方法予以說明，以提升一致性，且每一組過程導向目測、結果導向目測及 ATP 生物冷光反應檢測，均由同一名感染管制護理師執行。

過程導向目測法的評分標準乃參考美國疾病管制署的「環境終期清潔查核表」，評分方法是當清潔人員執行環境清潔時，由稽核人員觀察清潔人員是否確實以布巾擦拭該項環境表面，若確實擦拭則計為「合格」，若未確實擦拭則計為「不合格」[7]。

結果導向目測法的評分標準乃參考 Malik 的方法，評分方法是當清潔人員執行環境清潔後，由稽核人員觀察環境表面，若沒有灰塵、垃圾或污

漬則計為「合格」，若有灰塵、垃圾或污漬則計為「不合格」[4,8]。

ATP 生物冷光反應檢測乃以 Hygiena Ultrasnap ATP 生物冷光反應檢測管取樣，於清潔後持檢測管裡的無菌採樣棉棒以旋轉抹拭採檢面積表面後，立即將採樣棉棒置回檢測管鎖緊，折斷上層藥液區閥筍，擠壓藥液至下層檢測管，搖勻 5 秒鐘使充分混合，再將檢測管置入生物冷光儀測定孔內，按下測定鍵，15 秒後自動顯示檢測結果，檢測結果為連續資料，再依據標準進行結果判讀為「合格」或「不合格」，為類別尺度。當檢測結果小於 100 RLU (Relative Light Unit) 時為「合格」，等於或大於 101 RLU 為「不合格」[9]。

本研究資料分析採 SPSS 22 軟體，以描述性分析基本資料，以 kappa 統計量分析過程導向目測法的評分結果 (為類別尺度)、結果導向目測法的評分結果 (為類別尺度) 和 ATP 生物冷光反應判讀結果 (為類別尺度) 的一致性，Kappa 值可分為五組來表示不同等級的吻合度：0.0~0.20 為極低吻合度、0.21~0.40 為一般吻合度、0.41~0.60 為中等吻合度、0.61~0.80 為高度吻合度和 0.81~1 為幾乎完全吻合，負值表示不一致 [13]。

結 果

共收集 588 個環境表面的樣本，

其中過程導向目測法合格率較高的環境表面前三名包括床頭板 (80.8%)、叫人鈴 (78.7%) 及床尾板 (77.8%)；過程導向目測法合格率較低的環境表面包括抽痰器 (45.9%)、點滴幫浦 (46.2%) 及監視器 (57.8%) (表一)。結果導向目測法合格率較高的環境表面前三名包括叫人鈴 (100%)、電話 (100%)、陪病床 (100%)、監視器 (100%) 及氧氣流量表 (100%)；所有環境表面在結果導向目測法合格率介於 91.7%~100% (表二)。ATP 檢測判讀結果有 110 個樣本檢測結果不合格 (18.7%)，合格比例較高的環境表面前三名包括床上桌 (100%)、電話 (100%) 及櫃子把手 (92.5%)；ATP 檢測判讀為合格比例較低的環境表面包括點滴幫浦 (46.2%) 及監視器 (60.9%) (表一)。

比較環境清潔過程導向目測法、結果導向目測法和 ATP 檢測結果的一致性，因為篇幅較大，故以三個表格進行比較。各環境品項中，過程導向目測法和 ATP 檢測結果達一般吻合度的有電燈開關 ($\kappa = 0.294$)；達中等吻合度的有床欄按鍵 ($\kappa = 0.461$)、叫人鈴 ($\kappa = 0.554$)、氧氣流量表 ($\kappa = 0.437$)；達高度吻合度的有監視器 ($\kappa = 0.630$)、點滴幫浦 ($\kappa = 0.690$)。所有 588 個環境表面的樣本來看，過程導向目測法和 ATP 檢測結果僅達極低吻合度 ($\kappa = 0.174$) (表一)。結果導向目測法和 ATP 檢測結果達一般吻合度的有床旁桌 ($\kappa = 0.290$)、抽痰

表一 過程導向目測法和 ATP 檢測結果相關性分析

環境品項	n	過程導向目測法				ATP 檢測結果				Kappa 值	P 值
		合格	百分比	不合格	百分比	合格	百分比	不合格	百分比		
床欄按鍵	60	46	76.7%	14	23.3%	41	68.3%	19	31.7%	0.461	<0.001
床頭板	52	42	80.8%	10	19.2%	44	84.6%	8	15.4%	0.196	0.154
床尾板	54	42	77.8%	12	22.2%	44	81.5%	10	18.5%	0.203	0.134
床上桌	24	17	70.8%	7	29.2%	24	100.0%	0	0.0%	--	--
叫人鈴	47	37	78.7%	10	21.3%	41	87.2%	6	12.8%	0.554	<0.001
電話	14	9	64.3%	5	35.7%	14	100.0%	0	0.0%	--	--
床旁桌	49	34	69.4%	15	30.6%	42	85.7%	7	14.3%	-0.016	0.899
陪病床	13	9	69.2%	4	30.8%	11	84.6%	2	15.4%	-0.258	0.305
電燈開關	42	27	64.3%	15	35.7%	35	83.3%	7	16.7%	0.294	0.031
監視器	45	26	57.8%	19	42.2%	28	60.9%	17	37.8%	0.630	<0.001
抽痰器	37	17	45.9%	20	54.1%	25	67.6%	12	32.4%	0.264	0.077
氧氣流量表	46	28	60.9%	18	39.1%	39	84.8%	7	15.2%	0.437	<0.001
點滴幫浦	13	6	46.2%	7	53.8%	6	46.2%	7	53.8%	0.690	0.013
點滴架	52	36	69.2%	16	30.8%	47	90.4%	5	9.6%	0.052	0.638
櫃子把手	40	31	77.5%	9	22.5%	37	92.5%	3	7.5%	-0.127	0.332
整體	588	409	69.6%	179	30.4%	478	81.3%	110	18.7%	0.174	<0.001

註：以 kappa 統計量檢定進行分析；未計算係因變項有常數

表二 結果導向目測法和 ATP 檢測結果相關性分析

環境品項	n	結果導向目測法		ATP 檢測結果		Kappa 值	P 值				
		合格	百分比	不合格	百分比			合格	百分比	不合格	百分比
床欄按鍵	60	58	96.7%	2	3.3%	41	68.3%	19	31.7%	0.037	0.571
床頭板	52	50	96.2%	2	3.8%	44	84.6%	8	15.4%	0.148	0.166
床尾板	54	52	96.3%	2	3.7%	44	81.5%	10	18.5%	0.112	0.243
床上桌	24	22	91.7%	2	8.3%	24	100.0%	0	0.0%	--	--
叫人鈴	47	47	100.0%	0	0.0%	41	87.2%	6	12.8%	--	--
電話	14	14	100.0%	0	0.0%	14	100.0%	0	0.0%	--	--
床旁桌	49	45	91.8%	4	8.2%	42	85.7%	7	14.3%	0.290	0.033
陪病床	13	13	100.0%	0	0.0%	11	84.6%	2	15.4%	--	--
電燈開關	42	41	97.6%	1	2.4%	35	83.3%	7	16.7%	-0.043	0.651
監視器	45	45	100.0%	0	0.0%	28	60.9%	17	39.1%	--	--
抽痰器	37	34	91.9%	3	8.1%	25	67.6%	12	32.4%	0.311	0.009
氧氣流量表	46	46	100.0%	0	0.0%	39	84.8%	7	15.2%	--	--
點滴幫浦	13	12	92.3%	1	7.7%	6	46.2%	7	53.8%	-0.156	0.261
點滴架	52	50	96.2%	2	3.8%	47	90.4%	5	9.6%	0.244	0.048
櫃子把手	40	39	97.5%	1	2.5%	37	92.5%	3	7.5%	-0.039	0.773
整體	588	568	96.6%	20	3.4%	478	81.3%	110	18.7%	-0.011	0.002

註：以 kappa 統計量檢定進行分析；未計算係因變項有常數

表三 過程導向目測法和結果導向目測法相關性分析

環境品項	n	過程導向目測法			結果導向目測法			Kappa 值	P 值		
		合格	百分比	不合格	百分比	合格	百分比			不合格	百分比
床欄按鍵	60	46	76.7%	14	23.3%	58	96.7%	2	3.3%	0.071	0.364
床頭板	52	42	80.8%	10	19.2%	50	96.2%	2	3.8%	-0.068	0.482
床尾板	54	44	81.5%	10	18.5%	52	96.3%	2	3.7%	0.085	0.336
床上桌	24	17	70.8%	7	29.2%	22	91.7%	2	8.3%	0.106	0.498
叫人鈴	47	37	78.7%	10	21.3%	47	100.0%	0	0.0%	--	--
電話	14	9	64.3%	5	35.7%	14	100.0%	0	0.0%	--	--
床旁桌	49	34	69.4%	15	30.6%	45	91.8%	4	8.2%	-0.148	0.166
陪病床	13	9	69.2%	4	30.8%	13	100.0%	0	0.0%	--	--
電燈開關	42	27	64.3%	15	35.7%	41	97.6%	1	2.4%	-0.047	0.451
監視器	45	26	57.8%	19	42.2%	45	100.0%	0	0.0%	--	--
抽痰器	37	17	45.9%	20	54.1%	34	91.9%	3	8.1%	0.234	0.234
氧氣流量表	46	28	60.9%	18	39.1%	46	100.0%	0	0.0%	--	--
點滴幫浦	13	6	46.2%	7	53.8%	12	92.3%	1	7.7%	-0.156	0.261
點滴架	52	36	69.2%	16	30.8%	50	96.2%	2	3.8%	0.046	0.548
櫃子把手	40	31	77.5%	9	22.5%	39	97.5%	1	2.5%	-0.047	0.585
整體	588	409	69.6%	179	30.4%	568	96.6%	20	3.4%	-0.003	0.543

註：以 kappa 統計量檢定進行分析；未計算係因變項有常數

器 ($\kappa = 0.311$)、點滴架 ($\kappa = 0.244$)，所有 588 個環境表面的樣本來看，結果導向目測法和 ATP 檢測結果不一致 ($\kappa = -0.011$) (表二)。各環境品項和所有 588 個環境表面的樣本來看，過程導向目測法合格與否和結果導向目測法合格與否不一致 ($p > 0.05$) (表三)。

包括叫人鈴、電話、陪病床、監視器及氧氣流量表，在結果導向目測法合格率為 100%，因為是常數，故無法和過程導向目測法及 ATP 檢測結果進行檢定；床上桌及電話在 ATP 檢測合格率亦為 100%，也因為是常數，故無法和過程導向目測法及結果導向目測法的結果進行檢定 (表一、表二)。

討 論

相關研究發現結果導向目測法和 ATP 檢測結果不一致，顯示主觀目測環境表面可見的髒污，如垃圾、灰塵、油污、血液、指紋、污跡，傾向有較高的合格率，包括 Malik 等發現，以結果導向目測法評估外科病房及兒科病房清潔後的合格率分別為 90% 及 100%，但 ATP 檢測合格率皆為 0%，且二者無相關性[4]。Mulvey 等發現，ATP 檢測結果在清潔後並未如結果導向目測法結果一致的提升 [6,12]。結果導向目測法和 ATP 檢測的合格率差距甚至達 58% [5]。髒污和微生物被重新分佈而非移除，也可

能是造成清潔後檢測不合格率高於清潔前的原因[14]。

本研究過程導向目測法和結果導向目測法，無論在各項環境表面或整體合格率皆呈現不一致的結果，過程導向目測法和 ATP 檢測結果僅有極低的吻合度，結果導向目測法和 ATP 檢測結果則是不一致，顯示目測清潔人員是否有確實擦拭及環境表面是否有髒污來判斷環境表面的清潔度都不是可靠的方式，因為肉眼無法看到微生物，當肉眼能看到表面的髒污時，通常須長時間的累積。另外，以稽核人員觀察清潔人員的執行可能產生霍桑效應，提升過程導向目測法的合格率，但卻未必等量反映在結果導向目測法的合格率。相較於結果導向目測法，過程導向目測法和 ATP 檢測結果有較高的一致性，但也僅有極低的吻合度，可能是因為清潔人員擦拭的力道和各環境表面髒污程度不一，加上很多因素會影響 ATP 檢測結果，包括菌種、菌落數、細菌生長期、消毒劑和環境表面材質，由於病室環境表面菌落數多小於 10^3 cfu，因為 ATP 生物冷光反應檢驗對低菌落數較無鑑別力，可能因此影響過程導向目測法和 ATP 檢測結果的吻合度[15-19]。

在結果導向目測法和 ATP 檢測法二者的比較，Snyder 等人發現，結果導向目測法、ATP 檢測法和傳統微生物檢測結果的相關性低，甚至沒有相關，約有 4 成不一致性，相較於傳統微生物檢測法，結果導向目測法和

ATP 檢測法無論在合格率、敏感度和特異度並不理想，ATP 檢測法也所費不貲，而不同檢測方式實則衡量不同特性，如結果導向目測法是衡量環境表面被擦拭的程度，ATP 檢測法是衡量有機物質在環境表面的量，二者都無法檢測環境表面微生物的量，也沒有真正標準的環境清潔確效方法可以進行比較[20]。

在各項物品，清潔人員對於醫療儀器的擦拭比例較低，包括抽痰器、點滴幫浦、監視器及氧氣流量表，原因可能包括清潔人員不清楚要擦拭的醫療儀器品項或擔心擦拭後會影響設定所致，這也可以解釋為何 ATP 檢測結果合格率最低的是點滴幫浦、監視器和抽痰器的原因。因此，除了要讓清潔人員瞭解所需清潔的品項外，還需預防因擦拭動作造成醫療儀器設定的改變。各項環境物品在結果導向目測法合格率都達九成以上，顯見高估環境表面的清潔度。

結 語

醫療機構環境予人視覺上的清潔與否，會影響他人對此機構的第一印象，因此有文獻建議，在考量成本效益及感染風險下，可以結果導向目測法進行初步清潔評估，當屬高感染風險的環境時，再輔以 ATP 檢測[5]。由於本研究結果顯示由稽核人員觀察清潔人員是否確實擦拭環境表面的方式，與 ATP 檢測結果的一致性較目

測環境表面清潔與否的結果稍高，因此建議在低感染風險的環境或公共區域，可以結果導向目測法進行清潔確效；在高感染風險的環境則以過程導向目測法搭配ATP檢測方法來確認環境的清潔度。

誌 謝

本研究承蒙臺中榮民總醫院生統小組協助進行資料分析，使此研究得以順利完成，謹此致謝。

參考文獻

1. Hayden M, Bonten MJM, Blom DW: Reduction in acquisition of Vancomycin-resistant Enterococcus after enforcement of routine environmental cleaning measures. *Clin Infect Dis* 2006;42:1552-60.
2. Knelson LP, Williams DA, Gergen MF, et al: A comparison of environmental contamination by patients infected or colonized with Methicillin-resistant Staphylococcus aureus or Vancomycin-resistant Enterococci: A Multicenter Study. *Infect Control Hosp Epidemiol* 2014;35:872-5.
3. Datta R, Platt R, Yokoe DS, et al: Environmental cleaning intervention and risk of acquiring multidrug-resistant organisms from prior room occupants. *Arch Intern Med*. 2011;71:491-4.
4. Malik RE, Cooper RA, Griffith CJ: Use of audit tools to evaluate the efficacy of cleaning systems in hospitals. *Am J Infect Control* 2003;31:181-7.
5. Griffith CJ, Cooper RA, Gilmore J, et al: An evaluation of hospital cleaning regimes and standards. *J Hosp Infect* 2000;45:19-28.
6. Mulvey D, Redding P, Robertson C: Finding a benchmark for monitoring hospital cleanliness. *J Hosp Infect* 2011;77:25-30.
7. Cooper RA, Griffith CJ, Malik RE, et al: Monitoring the effectiveness of cleaning in four British hospitals. *Am J Infect Control*

- 2007;35:338-41.
8. Boyce JM, Havill NL, Dumigan DG: Monitoring the effectiveness of hospital cleaning practices by use of an adenosine triphosphate bioluminescence assay. *Infect Control Hosp Epidemiol* 2009;30:678-84.
 9. Dancer SJ: How do we assess hospital cleaning? A proposal for microbiological standards for surface hygiene in hospitals. *J Hosp Infect* 2004;56:10-5.
 10. Centers for Disease Control and Prevention (2014, August 8). CDC Environmental Checklist for Monitoring Terminal Cleaning. Available <http://www.cdc.gov/HAI/toolkits/Environmental-Cleaning-Checklist10-28-2010.doc>
 11. Ministry of Health Singapore (2013, June 1). Environmental Cleaning Guidelines for Healthcare Settings. Available https://www.moh.gov.sg/content/dam/moh_web/Publications/Guidelines/Infection%20Control%20guidelines/Environmental%20Cleaning%20Guidelines-Jun%202013.pdf
 12. North Tees and Hartlepool Hospitals (2012). Two Hospitals Improve Cleaning Scores and Experience Lower Infection Rates Five Year Case Study of Hygiena SystemSURE Plus ATP Cleaning Verification. Available http://www.google.com.tw/url?sa=t&rct=j&q=&esrc=s&frm=1&source=web&cd=1&ved=0ahUKEwj7M2ViNvKAhUHNJQKHc8SAuQQFggfMAA&url=http%3A%2F%2Fwww.hygiena.com%2Fpt%2Fdoc_download%2F103-case-study-north-tees-and-hartlepool-hospitals-reduce-hai-with-hygiena-atp&usg=AFQjCNE-luAHJzCUpVAISNcutTD16Q_ipg
 13. 崔懷芝 (2007, 7 月 3 日) · 量表信度的測量：
kappa 統計量之簡介 · 摘自 http://biostatdept.cmu.edu.tw/doc/epaper_c/2.pdf。
 14. 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. *American Journal of Infection Control* 2015;43:882-6.
 15. Turner DE, Daugherty EK, Altier C: Efficacy and limitations of an ATP-based monitoring system. *J Am Assoc Lab Anim Sci* 2010;49:190-5.
 16. Vogel SJ, Tank M, Goodyear N: Variation in detection limits between bacterial growth phases and precision of an ATP bioluminescence system. *Lett Appl Microbiol* 2013;58:370-5.
 17. Omidbakhsh N, Ahmadpour F, Kenny N: How reliable are ATP bioluminescence meters in assessing decontamination of environmental surfaces in healthcare settings? *PLoS One* 2014;9:1-8.
 18. Shimoda T, Yano R, Nakamura S: ATP bioluminescence values are significantly different depending upon material surface properties of the sampling location in hospitals. *BMC Res Notes* 2015;8:807-15.
 19. 陳澧淳、黃佩萱、黃惠美等：ATP 生物冷光反應法和傳統微生物採檢法在醫院環境清潔確效之比較。 *感染控制雜誌* 2017;27:45-52.
 20. Snyder GM, Holyoak AD, Leary KE, et al: Effectiveness of visual inspection compared with non-microbiologic methods to determine the thoroughness of post-discharge cleaning. *Antimicrobial Resistance and Infection Control* 2013;2:26.

Comparison of the Process-oriented Assessment and Outcome-oriented Visual Assessment of Hospital Cleanliness

Ying-Chun Chen¹, Pei-Hsuan Huang¹, Hsin-Yi Hung¹, Yu-Hsia Hen¹,
Pei-Chun Pan¹, Yueh-Ye Shin¹, Yuh-Feng Chen¹, Zhi-Yuan Shin¹, Hui-Mei Huang²

¹Infection Control Center, ²Nursing Department, Taichung Veterans General Hospital, Taichung, Taiwan

This study compared the results of the process-oriented assessment and outcome-oriented visual assessment of environment cleanliness, tested using ATP [A3]bioluminescence in a medical center. For this purpose, 588 surfaces in patients' surroundings that were touched very frequently in adult intensive care units, airborne infection isolation rooms, emergency rooms, and emergency backwards were sampled from September to December of 2014. There was slight agreement between the results of the process-oriented assessment and ATP bioluminescence ($\kappa = 0.174$). There was no agreement between the results of outcome-oriented visual assessment and ATP bioluminescence ($\kappa = -0.011$). The results of the process-oriented assessment and outcome-oriented visual assessment were inconsistent with each other ($p > 0.05$). Medical devices whose surfaces were not cleaned frequently included suction machines, infusion pumps, EKG monitors, and oxygen flowmeters. The pass rates of the ATP bioluminescence of suction machines, infusion pumps, and EKG monitors were lower than those for the other surfaces. The pass rates of the outcome-oriented visual assessment for all surfaces were higher than 90%, and were clearly overestimated. Therefore, we recommend that healthcare facilities evaluate cleanliness by using outcome-oriented visual assessments in low risk environments; however, in high risk environments, we recommend using process-oriented visual assessments combined with ATP bioluminescence.

Key words: ATP bioluminescence, visual assessment, hospital cleanliness