某醫學中心加護病房環境清潔成效探討

湯雅芬[1,2]　蘇麗香[1]　陳常梅[1]　林盈秀[3]　劉建衛[1,3,4,5]

長庚醫療財團法人高雄長庚紀念醫院
[1]感染管制委員會　[2]檢驗醫學科　[3]感染醫學科　[4]內科部
[5]長庚大學

醫療環境表面的微生物有可能是醫療照護相關感染的來源。因此，不論是例行性的環境清潔或終期消毒，其清潔消毒的程序及清潔人員的遵從度非常重要。但環境清潔後能降低多少數量的微生物，目前則無具體之數字。本研究目的在清楚瞭解現行環境清潔作業流程對病原體降低的效果及作業過程有否修改的必要。參與計畫之清潔人員皆為台灣籍女性員工，平均年齡 57 歲。計畫分兩階段進行，第一階段為現況環境清潔前後採檢，經感染管制師實地觀察第一階段清潔過程，將缺失以課室教育回饋清潔人員後，在相同的清潔人員，相同的床位再次進行環境清潔前後採檢。第一階段清潔前及清潔後總菌落顆數各為 454 cfu/cm^2 及 40 cfu/cm^2，清潔度的合格率從 73.8% 上升至 94.4% (p = 0.34)。第二階段清潔前及清潔後總菌落顆數各為 2,441 cfu/cm^2 及 15 cfu/cm^2，合格率從 74.8% 上升至 99.1%。教育訓練提醒後，環境清潔改善率與教育訓練提醒前的改善率相較，有顯著意義 (配對 t 檢定 p < 0.001)。兩階段清潔前後菌落數減少最多的採檢點為洗手台，門把清潔後的菌落數減少最少。本研究結果證實病房環境經清潔後，其表面的細菌數量是有明顯減少，因此本院所設計的環境清潔標準化作業流程，是確實可行且有效的。（**感控雜誌 2020:30:331-340**）

關鍵詞： 環境污染、環境清潔標準化作業流程、效果評估

民國 106 年 3 月 29 日受理
民國 109 年 6 月 4 日修正
民國 109 年 10 月 21 日接受刊載

通訊作者：劉建衛
通訊地址：高雄市鳥松區大埤路123號
連絡電話：(07) 7317123轉8428

DOI: 10.6526/ICJ.202012_30(6).0001

前　言

環境的微生物會透過人員接觸而散播，造成交互感染，故環境中的微生物在醫療照護相關感染上扮演著非常重要的角色[1,2]。多種細菌可在環境中生長數天到數週之久，如醫院中常見之 methicillin-resistant *Staphylococcus aureus* (MRSA) 及 vancomycin-resistant enterococci (VRE) 等。在高頻率接觸的表面，如床欄、床旁置物櫃尤其常見這些細菌存在[3]。Eckstein 等報告在 VRE 感染或移生個案的病室，在高頻率接觸點清潔前後分別採檢培養細菌，VRE 的陽性率各為 94% 及 71%，經由對清潔人員教育訓練後並改用高濃度 (5,000 ppm) 漂白水擦拭環境後，再次採檢再無培養出細菌[4]。

物體表面需要適當的清洗才可保持清潔，以肉眼來判斷清潔效果是非常不可靠，因看似清潔的表面可能存在著大量的微生物。Griffith 等人針對醫院 113 個環境表面，以目測進行判斷，82% 的病房表面清潔是合格，但僅有 30% 看似合格的表面沒有培養出微生物[5]。

本院 2007 年內科加護病房 carbapenem-resistant *Acinetobacter baumannii* (CRAB) 群聚感染事件，經由根本原因分析，發現環境清潔不夠落實，是導致群聚感染的主因[6]，故擬訂環境清潔標準化作業流程，且實務檢核清潔流程標準操作的正確性，並藉由教育訓練加強人員瞭解環境清潔流程之重要性。後續追蹤病人的資料顯示，醫療照護相關 CRAB 感染由 2007 年 64.9% 下降至 2015 年 25.0% [6]。但此成效僅能以病人得到感染機率來推估多重抗藥性病原體下降比率。本研究旨在瞭解環境清潔前後，優化環境清潔程序及清潔人員加強教育並改善作業缺失後，再進行環境採檢以瞭解醫院環境清潔的改善狀況。

研究與方法

一、背景

本院為南台灣 2,715 床之醫學中心，設有兒科及成人共 15 個加護病房。成人加護病房中，病床皆單獨以實牆隔開；兒科加護病床則以布簾隔開，每間隔內設 1~3 床。每一加護病房由一位專任的正職清潔人員負責清潔。

二、研究方法

採檢的加護病房之描述

研究期間 (2014 年 11 月至 2015 年 10 月)，選取成人加護病房包括內科加護病房 (medical intensive care unit, MICU) 及外科加護病房 (surgical intensive care unit, SICU) 各二間，神經內科加護病房 (neurology intensive care unit, NICU) 及小兒科加護病房 (pediatric intensive care unit, PICU) 各一間，共六間加護病房，每間任意選

取 3 床。

環境清潔標準化作業流程

本院加護病房清潔，作業流程本著由上到下，清潔到污染的概念而擬定之，依序為：窗戶及床頭櫃 (含生命跡象監視器表面)，門把，床旁置物櫃 (含抽屜把手)，床板，四週床欄 (含床緣護欄拉環) 及床底架，床旁之抽痰瓶下方，及洗手台。

採檢點及採檢流程描述

參考群聚感染報告中常被提及的環境汙染點[7,8]，採檢生命跡象監視器表面、床緣護欄拉環、床旁抽屜把手、洗手台、門把、及抽痰瓶下方等 6 個高頻率接觸點。採檢時機為清潔人員例行性清潔環境前，及清潔後且臨床醫療照護人員尚未進入病室進行常規醫療作業前。

二階段採檢

第一階段為現況環境清潔前後於採檢點進行採檢。第二階段由感染管制師實地觀察第一階段清潔人員清潔過程，將缺失以課室教育方式回饋清潔人員後，一周後由相同的清潔人員在第一階段相同的床位，進行環境清潔前後採檢。

環境採檢、培養及判定

環境採檢時由經訓練的人員以沾濕的棉棒拭子於上述採檢點以 10×10 公分之採檢面積，井字型擦拭，再將棉棒拭子放入內含 1 毫升無菌水的試管，以震盪機震盪 20 秒，取 0.2 毫升液體至 blood agar plate (BBL™) 均勻劃開。培養基放入 35℃ 溫箱培養 16~18 小時。隔夜後點算培養基上所有菌落的數量。長出之菌落以質譜儀 MALDI-TOF (MALDI Biotyper System Microflex LT) (Bruker Daltonik GmbH, Bremen, Germany) 鑑定。清潔前後環境表面假如細菌數量為≦2.5 colony-forming unit/cm^2 (cfu/cm^2)，則視為可接受且為合格點[9]。

三、人員調查

以問卷調查清潔人員的基本資料，內容包含性別、年齡、學歷、年資及經歷，和任職時及最近一年，是否接受手部衛生、不同濃度漂白水配製、清潔隔離房之個人防護設備、及清潔流程順序 (由上而下及由乾淨到污染) 等感染管制相關的環管教育訓練內容。

為了解清潔人員進行環境清潔時，是否有遵從作業流程順序，由感染管制師在旁以「環境清潔標準檢核表」(見表一) 確認每位清潔人員符合每個被要求的動作及作業順序。另實地觀察每位人員擦拭方式是否有差異性，及統計人員擦拭每床之工作總時數。

四、統計分析

各採樣點清潔前後成效比較以 t 檢定，改善率以卡方檢定；教育訓練對環境清潔效果影響 (比較第二及第一階段清潔前後效果) 則是以配對 t 檢定 (paired t test) 分析，$p < 0.05$ 為有顯著差異。

表一　改善策略前後護理人員隔離措施執行正確率 (N = 22 人)

檢核項目	操作說明	正確	不正確
物料	□抹布□菜瓜布□小水桶□大水桶□拖把 (缺一不可)		
漂白水調配是否正確	一般病室：1 毫升漂白水加 99 毫升清水		
工作順序正確*	由右邊窗戶開始擦拭		
	→右邊床頭櫃含生命跡象監視器		
	至洗手台清洗抹布，抹布浸漂白水		
	擦拭左邊窗戶		
	→擦拭門把		
	至洗手台清洗抹布，抹布浸漂白水		
	左邊床頭櫃		
	→左邊置物櫃含抽屜把手		
	至洗手台清洗抹布，抹布浸漂白水		
	床板		
	→床欄含床緣護欄拉環		
	床底架 (輪子)		
	至洗手台清洗抹布，抹布浸漂白水		
	床旁裝置抽痰瓶下方		
	打包垃圾		
	清洗洗手台		
	脫除手套、隔離衣→洗手		

*順序不能調動，左右連續工作順序互調可視為正確。

結　果

環境清潔作業，採檢及人員評估

共 18 床分二階段，每階段每床 6 點進行環境採檢。因 SICU 有一床病人需要頻繁抽痰，環境清潔後，護理人員立即接續執行抽痰動作，此床的抽痰瓶下方菌落數因此不列入計算，故有效檢體共 214 件。

參與此次研究之清潔人員，全部 6 人是本院正職之台灣籍女性員工，皆無任職於其他醫院的經驗，平均年齡 57 歲 (43~64 歲)，平均工作年資 24 年 (19~29 年)，這些人員在此之前就有從事環境清潔工作的經驗 (如開刀房、門診區域等)，其中有 4 位人員已有清潔服務加護病房的經驗。清潔人員的主管每年會與感染管制師共同辦理環境清潔之實務操作訓練，訓練內容包括環境清潔流程、如何配製

不同濃度漂白水等，訓練完畢立即由清潔人員的主管以「環境清潔標準檢核表」對人員進行一對一實務評核。每位清潔人員打掃每間病房平均花費 24 分鐘 (20~29 分鐘)，擦拭之工具為廢棄的布單經清洗後回收使用。感染管制師依「環境清潔標準檢核表」，檢核 6 位清潔人員，皆有依照本院制定之加護病房清潔操作流程執行環境清潔，遵從率達 100%。

環境清潔成效評估及觀察人員作業缺失及改進

(A) 第一階段環境清潔評估：清潔前及清潔後總菌落顆數各為 454 cfu/cm^2 及 40 cfu/cm^2，清潔後菌落數較清潔前減少 414 cfu/cm^2。菌落數以水槽減少最多，從 14.6 cfu/cm^2 減少至 < 1 cfu/cm^2；門把最少。此階段環境清潔度的合格率從 73.8% 上升至 94.4%，清潔後改善比率 (符合合格標準率) 統計 p 值為 0.340：分別為床緣護欄拉環從 61.1% 提升至 88.9%；生命跡象監視器表面從 55.6% 提升至 83.3%；床旁置物櫃抽屜把手及抽痰瓶下方則是從 83.3% 及 88.9% 提升至 100%。水槽合格率從 50% 上升至 94.4% (p = 0.002)；所有門把無論清潔前、後皆為 100% (表二)。若以細菌生態來看，環境清潔後，生命跡象監視器表面、床緣護欄拉環、床旁置物櫃抽屜把手、門把、及抽痰瓶下方等相對乾燥的地方以革蘭氏陽性球菌 (84%) 佔最多。水槽等潮濕的地方則

表二　各階段環境採檢合格*之件數及改善率

採檢點 (n =採檢件數)	第一階段				第二階段			
	合格件數		改善率☆ (%)	p 值	合格件數		改善率☆ (%)	p 值
	清潔前 (n1)	清潔後 (n2)			清潔前 (n1)	清潔後 (n2)		
床旁置物櫃抽屜把手 (n = 18)	15	18	16.7	0.070	15	18	16.7	0.070
床緣護欄拉環 (n = 18)	11	16	27.8	0.054	8	18	55.6	**< 0.001**
生命跡象監視器表面 (n = 18)	10	15	27.8	0.070	11	17	33.3	**0.016**
門把 (n = 18)	18	18	0.0	-	18	18	0.0	-
抽痰瓶下方平台 (n = 17)	16	17	5.9	0.295	15	17	11.8	0.145
水槽 (n = 18)	9	17	44.4	**0.002**	13	18	27.8	**0.016**
加總件數 (n = 107)	79	101	20.6	0.340	80	106	24.3	**< 0.001**

* 合格標準≦250 cfu/ 100 cm^2

☆ 改善率 = ([n2-n1]/n)×100

† 清潔前後各採檢點改善率的檢定。p 值以粗體字顯示者為統計學上有顯著差異。

註：教育訓練提醒後，環境清潔改善率與教育訓練提醒前的改善率相較，有顯著意義 (配對 t 檢定 p < 0.001)。

以革蘭氏陰性桿菌為主 (63%)，各採檢點培養出之細菌明細彙總於表三。

(B) 清潔人員作業缺失及改進：人員二階段皆可正確準備清潔用具及配製漂白水的濃度，及遵從環境清潔標準化作業流程。但在第一階段觀察過程中發現其在擦拭床緣護欄時會忽略了將護欄放下升起的拉環，也不會擦拭床旁置物櫃抽屜把手。此外，為了方便蹲下擦拭病床下方橫桿時，會將另一隻手放在已清潔消毒過的床緣護欄。由感染管制師排定課室教育訓練將第一階段採檢結果及前述三項缺失回饋清潔人員後，在第二階段實地觀察人員，上述缺失都已改進及合格。

(C) 第二階段環境清潔評估：菌落數的減少仍是以水槽最多，從 126.5 cfu/cm^2 減少至 < 1 cfu/cm^2；門把最少。環境清潔度前後的合格率從 74.8% 上升至 99.1%，清潔後的改善比率統計 p 值 < 0.001：分別為床緣護欄拉環從 44.4% 上升至 100% ($p < 0.001$)；生命跡象監視器表面從 61.1% 提升至 94.4% ($p = 0.016$)；床旁置物櫃抽屜把手、抽痰瓶下方及水槽則是各別從 83.3%、88.2%、72.2 均提升至 100%；所有門把清潔前後皆為 100% (表二)。在此階段，有床病人需要頻繁抽痰，環境清潔後，護理人員立即接續執行抽痰動作，使得抽痰瓶下方的菌落數從清潔前的 < 1 cfu/cm^2 上升至 5.12 cfu/cm^2。觀察清潔人員作業疏失，經教育訓練提醒後，環境清潔改善率與教育訓練提醒前的改善率相較，有顯著意義 (p 值 < 0.001)。

討　論

臨床醫護人員碰觸的地方以床欄居多，所以細菌數量相對較多 [12,13]。本院加護病室的門，如無臨床醫療照護需求時，保持打開的狀態，所以門把的菌落數相較於其他採檢點較少。雖然清潔人員能遵從作業流程去執行環境清潔工作，但在實地觀察時發現，有些清潔人員擦拭床欄時會忽略位於床板下方內側的拉環及置物櫃的抽屜把手，可是這兩個環境表面卻是醫療人員常會碰觸的點。另外，人員擦拭病床下方桿子，為避免失衡跌倒會將其手放置於床欄保持身體平衡，但此一動作卻會造成染污，故要求清潔人員若有碰觸需再次擦拭消毒。這些缺失雖已課室強調，但為求能將此觀念深植於平常工作之中，將之納入清潔人員每周的內部會議，由主管提醒。

美國疾病管制署於 2008 年發表之醫療機構消毒滅菌指引內提到，氯及其化合物去除 *Staphylococcus aureus*、*Salmonella choleraesuis* 及 *Pseudomanas aeruginosa* 等細菌，至少需 10 分鐘[14]。計畫執行當中，清潔人員清潔抽痰瓶下方環境後，護理人員立即執行抽痰行為，這樣連續的動作，並不適宜。醫療環境表面之

表三　環境清潔前後各採檢點培養出之細菌明細彙總

	第一階段		第二階段	
	清潔前	清潔後	清潔前	清潔後
床旁置物櫃抽屜把手	*Bacillus* *Chryseobacterium indologenes* *Elizabethkingia meningoseptica* *Enterococcus faecium* *Micrococcus* *Rothia amarae* *Staphylococcus aureus* CoNS	*Bacillus* *Rothia amarae* *Staphylococcus aureus* CoNS	*Aerococcus viridians* *Bacillus* *Corynebacterium amycolatum* *Micrococcus* *Pseudomonas arruginosa* CoNS	*Bacillus* CoNS
床緣護欄拉環	*Acinetobacter pittii* *Bacillus* *Enterococcus faecium* *Enterococcus gallinarum* *Klebsiella pneumonia* *Micrococcus* *Psedomonas stutzeri* *Staphylococcus aureus* CoNS	*Bacillus* *Klebsiella pneumonia* *Micrococcus* *Pseodunonas stutzeri* CoNS	*Acinetobacter baumannii* *Acinetobacter pittii* *Micrococcus* CoNS	*Microccus* CoNS
生命跡象監視器表面	*Enterococcus faecium* *Micrococcus* *Paenibacillus sp* *Pseudomonas oryzihabitans* *Rothia amarae* *Staphylococcus aureus* CoNS	*Enterococcus faecium* *Rothia amarae* *Staphylococcus aureus* CoNS	*Acinetobacter pittii* *Exiguobacterium aurantiacum* *Microccus* CoNS	CoNS
門把	*Moraxella osloensis* CoNS	CoNS	*Acinetobacter pittii* *Micrococcus* *Rothia amarae* CoNS	*Micrucuccus* CoNS
抽痰瓶下方平台	*Corynebacterium accolens* *Micrococcus* *Staphylococcus aureus* CoNS	*Corynebacterium accolens* CoNS	*Enterococcus faecalis* *Moraxella* *Micrococcus* *Staphylococcus aureus* CoNS	*Staphylococcus aureus* CoNS
水槽	*Acinetobacter baumannii* *Acinetobacter nosocomialis* *Acinetobacter ursingii* *Aerococcus viridans* *Bacillus* *Chryseobacterium indologenes* *Citrobacter freundii* *Herbaspirillum huttiense* *Klebsiella oxytoca* *Serratia marcescens* *Staphylococcus aureus* *Stenotrophomonas maltophilia* *Pseudomonous aeruginosa* *Psedomonas mendocina* *Pseudomonas monteilii* *Psedomonas oleovorans* *Pseudomonas plecoglossicida* *Pseudomonas putida* *Rothia amarae* *Rothia mucilaginosa* *Neisseria flavescens* *Neisseria macacae* *Neisseria perflava* CoNS	*Bacillus* *Klebsiella oxytoca* *Pseudomonas putida* CoNS	*Acinetobacter johnsonii* *Acinetobacter junii* *Citrobacter freundii* *Enterobacter cloacae* *Enterbacter kobei* *Enterobacter asburiae* *Klebsiella oxytoca* *Pseudomonas aeruginosa* *Pseudomonas putida* *Pseudomonas mosselii* *Pseudomonas koreensis* *Pseudomonas plecoglossicida* *Pseudomonas pseudoalcaligenes* *Rothia amarae* *Staphylococcus aureus* CoNS	*Wautersiella falsenii* *Rothia amarae* CoNS

CoNS：Coagulase-negative staphylococci

潔淨雖是由清潔人員執行，如果所有工作人員皆視為一團隊，則醫療人員宜經充分溝通瞭解，如無緊急事故，應用氯化合物消毒十分鐘後，再從事醫療照顧。

評估環境清潔成效，為感染管制重要議題之一，本研究發現藉由有效的清潔環境的措施，可以成功降低存活於環境中的細菌數量。但，我們發現每位清潔人員打掃每間病房平均花費 24 分鐘 (20~29 分鐘)，若以上班八個鐘點計算，一個清潔人員一天僅能打掃 16 床，所以如何再簡化清潔流程並強調清潔重點是往後可改善的重點。此次研究的地點為加護病房，其清潔人員皆為院內編制員工，人員穩定，經驗豐富，但清潔過程中仍發現疏失。

本研究結果顯示清潔消毒作業標準化流程確實有效改善醫院環境的污染。透過觀察清潔人員作業的過程，可看出即使資深清潔人員也會有疏失。經訓練提醒疏失，可優化醫院環境清潔作業，顯著改善環境清潔，理論上會更降低院內感染率。未進一步量化環境清潔優化後，具體的醫療照護感染率是本研究的限制，但本研究的結果供參考及進一步設計，研究醫院環境清潔及降低醫療照護感染的成本效益，改善醫療品質。

致　謝

感謝長庚研究計畫 (CMRPG8F0241) 經費支持本研究；另外也感謝高雄長庚紀念醫院生物統計中心協助資料統計；在此也感謝所有參與此計畫之相關病房及清潔人員，使得本研究可以順利完成。

參考文獻

1. Options for evaluating environmental cleaning. 2010, CDC. Available at: http://www.cdc.gov/hai/toolkits/evaluating-environmental-cleaning.html
2. Chang HL, Tang CH, Hsu YM, et al: Nosocomial outbreak of infection with multidrug-resistant acinetobacter baumannii in a medical center in taiwan. Infect Control Hosp Epidemiol 2009;30:34-8.
3. Boyce JM: Environmental contamination makes an important contribution to hospital infection. J Hosp Infect 2007;65(S2):50-4.
4. 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;7:61-6.
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. 趙伶惠，蘇麗香，湯雅芬等：推動環境清潔策略降低多重抗藥性鮑氏不動桿菌醫療照護相關感染之成效。感控雜誌 2011;21:83-94。
7. Wilks M, Anne W, Warwicks S, et al: Control of an outbreak of multidrug-resistant acinetobacter baumannii-calcoaceticus colonization and infection in an intensive care unit without closing the ICU or placing patients in isolation. Infect Control Hosp Epidemiol 2006;27:654-8.
8. Denton M, Wilcox MH, Parnell P, et al: Role of environmental cleaning in controlling an outbreak of acinetobacter baumannii on a neurosurgical intensive care unit. J Hosp Infect 2004;56:111-8.
9. 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.

10. 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.

11. 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.

12. 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.

13. 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.

14. William AR, David JW, and the Healthcare Infection Control Practices Advisory Committee (HICPAC). Guideline for Disinfection and Sterilisation in Healthcare Facilities, 2008. Available from: http://www.cdc.gov/hicpac/pdf/guidelines/Disinfection_Nov_2008.pdf.

Evaluation of the appropriateness of the standard operating procedure and propose amendments to ensure of the cleaning/ disinfection in Intensive Care Unit

Ya-Fen Tang[1,2], Li-Hsiang Su[1], Chang-Mei Chen[1], Yin-Shiou Lin[3], Jien-Wei Liu[1,3,4,5]

[1]Committee of Infection Control, [2]Departments of Clinical Pathology, [3]Division of Infectious Diseases, [4]Internal Medicine, Kaohsiung Chang Gung Memorial Hospital, Taiwan, [5]Chang Gung University Medical College

Environmental contamination is the important source for bacterial spread causing hospital-acquired infections. Environmental cleaning with an established standard operation procedure (SOP) and cleaners' strict adherence to the SOP are therefore extremely important. However, evaluation of the effects of environmental cleaning in general has not been fully reported in the literature. The aim of this study is to elucidate the effects of environmental cleaning with the established SOP and by the well trained cleaners in Kaohsiung Chang Gung Memorial Hospital. Environmental cleaning was based on the SOP which followed the principle of cleaning from higher locations to lower ones, and from the contaminated areas to the comparatively cleaner ones in rooms where patients were staying. Before and after daily environmental cleaning routine, environmental surfaces were swabbed for sampling specimens for bacterial culture and for bacterial count evaluation in case of culture positive. Effects of environmental cleaning in intensive care units significantly improved in terms of further lowering environmental bacterial burdens after giving feedback to cleaners on how to avoid cleaning mistakes found at observations of their routine cleaning process ($p < 0.001$).

Key words: Environmental contamination; Standard operation procedure, Effect evaluation