

醫院災變事件後環境監測經驗談

王梨容 劉清泉
成大醫院感染控制委員會

前言

隨著人類科技文明的進步，院內感染控制已逐漸為人所重視，也成醫院管理中的重點項目之一；舉凡環境、空調、水電、器械、儀器、人員、甚至醫療行為等均與院內感染的發生息息相關。因此在醫院建構之際，除了依標準規定進行相關的措施以外，日後更需針對部份侵入性之醫療用品進行必要性的監測。美國疾病管制中心 (CDC, Centers for Disease Control and Prevention) 在 1985 年之「洗手及醫院環境控制指引」中建議，滅菌鍋的生物性監測應每週一次，血液透析用水質及透析液則每月監測一次。而除了常規監測項目外，一旦發生群突發事件，更需進行相關的調查及檢驗，以釐清可能之感染源，避免再次發生院內感染的機會。因此院內感染控制對醫療品質的提昇上佔重要角色。

本文以南部某醫學中心於八十八

年六月二日發生火災以後，感染控制委員會全力配合災後復建所進行之監測工作的經驗與大家分享。由於火災的發生使得醫院停水停電，並造成院內原有環境的破壞；因此感控會的監測便不能只以常規項目來進行。

災後的影響及應變措施

因停水停電使院內原有環境完全破壞，所造成的影響包括：

一、空調循環的破壞

在美國建築師學會 (American Institute of Architects) 所建議之手術室的標準中提到：醫院中所有的空調系統 (包括手術室) 均須經過 2 個連續過濾層 (filter bed)，第一層的空氣過濾率為 30%，到第二層即可達 90% 以上。而手術室的壓力相對於鄰近區域應維持在正壓，以防止髒空氣流向空氣較清淨之區域，且每小時至少要有 15 次的空氣交換；空氣需由天花板進入並由近地板處排出。至於手術室環境之條件請參見表一 [1]。

表一 手術室空調的變數
(美國建築師學會, 1996)

溫度	華氏 68-73 度, 依正常室溫而定
相對濕度	30%-60%
氣流方向	由乾淨區流向次乾淨區
空氣交換頻率	每小時至少 15 次之空氣交換 室外空氣每小時至少 3 次之空氣交換

摘譯自參考文獻 [1]

該醫學中心在空調的設施方面：各手術室均各自裝有溫度、濕度控制器，一般溫度 21-24℃，濕度控制在 55%，另裝置壓力控制器，以自動操作保持手術室一定的壓力。並設有 2 段過濾設備，使進入手術室的空氣達 99.97% 的潔淨度。

當院內空調系統一旦停擺，首要影響的單位即是手術室。該院於災後先選 2 間手術房為緊急開刀之用，並分別裝置獨立式冷氣機以維持一般空調；全院空調則於災後七天陸續恢復。

二、水源供應系統的破壞

正常情況下該醫學中心的用水供應系統流程為：自來水→前置過濾器(目的：去除懸濁物質與有機物)→活性炭吸收槽(目的：吸氯脫臭除色)→精密過濾器(目的：去除懸濁物質與有機物)→U.V. 殺菌燈(目的：照射殺菌)→冰水主機→活性濾心(目的：

吸氯脫臭除色)→分送至醫院及醫學院之高、低樓層使用點。而由於災變的發生使得包括一般用水、刷手水、及洗腎室用水之水源供應系統遭受破壞，其中尤以洗腎室用水影響最大；一般用水乃緊急協調消防單位提供消防用水及拉用消防栓用水以應急，刷手水則緊急採購市售之蒸餾水暫代，至於洗腎室用水則由於其不僅需經過血液透析淨水系統的處理，更是 CDC 建議需常規監測的項目之一；一旦處理不當，病人便極有可能發生感染。因此工務室馬上緊急安置一臨時水槽，以儘快恢復緊急洗腎作業之用水。

另外，水源供應系統的破壞同時也造成了全院滅菌鍋無法運轉；因此權宜之計乃將欲送消毒之物品先集中於供應中心，再協調外送他院代消。

感控會之應變措施

為了確保醫療作業能在安全的環境下進行，因此有必要在復建後進行相關的環境監測。理論上環境監測應該是要在所有工程作業系統均回復穩定運轉狀態以後再進行；可是在院方基於醫療需要仍不得不從事醫療行為時，感控會的措施則是全力配合：一旦有緊急恢復作業完成後即進行採檢；可是仍遇到以下的困難及問題：

- 一、此作法很消耗人力、物力。
- 二、監測用培養基無法配製：

1. 以市售之蒸餾水來暫代所需的逆滲透水(R.O. 水)。

2. 微生物實驗室之高壓蒸汽滅菌鍋因停水無法運作，幾經協調後向醫學院商借使用高壓蒸汽滅菌鍋，才能完成培養基之配製。

三、監測單位的優先次序：

由於每個單位均都希望感控會能儘快對該單位進行復建後之監測作業，如此便造成順序排定上的困擾。因此感控會是以CDC建議者，以及醫療作業受設施環境影響的重要層面作考量，優先進行血液透析水質、刷手水及手術室落塵量的監測。

重點監測項目

茲就此事件中本院之重要監測項目分述如下：

一、血液透析液及水質

血液透析室基於醫療需要，在工務室全面配合之下於災後第七天完成臨時水槽的裝置，並經淨水系統處理後，即著手進行血液透析用水及透析液之檢測；可是由於監測用培養基配製的問題，因此第一批檢體經多方協調後乃外送他院代檢；後續之檢體則由本院自行檢測。

以血液透析用水處理之流程而言：水源經前置處理、逆滲透處理後先儲存於儲存系統(儲水桶)，隨後出水進入血液透析機器與濃縮液混合後再進入人工腎臟使用[3]。水質之監測係由固定人員採檢，採檢點為：1. 由血液透析室至各加護單位(包括內科、外科、心臟科以及呼吸加護病房)之管路出口(use point)，2. 血液透析

器，每一透析器均採3點：(1)由儲水桶連接血液透析器之管路出口，(2)進入人工腎臟之透析用水，(3)流出透析器的透析液；總共34個檢體。檢測方法為總生菌數測試法[2]：此法乃以標準平板計數法來測定水中的總生菌數；本院在災後第十五天分批階段性完成所有檢體之檢測，檢測結果均符合CDC建議之標準：(1)調配透析用水： < 200 CFU/ml (2)流出透析器的透析液： < 2000 CFU/ml。因此便暫以此臨時水槽持續運作，並依CDC建議完成每月一次之水質監測，直至血液透析用水處理系統完全恢復作業。

二、落塵量

手術室(含產房)落塵量的監測乃階段性進行，先測試緊急開刀用之手術室，隨後陸陸續續於一週內完成所有手術室的落塵量測試。其間一旦檢測出落塵量不合格，即暫不開放該手術室，並重新覆檢。測試方法為空氣落菌取樣機測定法[2]：以手術室之標準設定測定時間為2-3分鐘(6-9 Unit)，再以75%酒精消毒取樣機，將規格55mm已事先泡好之plate count agar plate放於取樣機上[2]，啟動後儀器便會依設定時間吸入定量的空氣(1 Unit = 20秒 = 60 liters of air)。檢測時乃依美國聯邦規格(U.S. Federal Standard) 209B之規定測試，原則上以離地面1公尺高處，每點間隔2公尺內及距牆1公尺內之各點測試之，每點均檢測2個培養皿；隨後將培養皿放入35℃溫箱培養48

小時，再計算菌落數之平均值，並以換算所得值來判定是否合乎手術室 10000 class 的標準。(請參考表二)

表二 無塵無菌室清淨度標準

[依美國聯邦規格 (U.S. Federal Standard) 209B 之規定測試]

級數	每 ft ³ 中菌之最大容許值 (CFU)
100	0.1
10000	0.5
100000	2.5

經由反覆採檢測試，在 18 間手術房及 4 間產房中，仍有 4 間手術房和一間產房未達落塵標準。經查該房之空調過濾網已屆更換期限，因此建請工務室提前更換空調過濾網，並待日後工程完全復原後，再全面進行檢測。

三、刷手水

在工務室極力搶修之下，因火災中斷之水源供應系統於災後第十天恢復，並於災變後第十二天恢復供水。原本在供水恢復後即欲進行檢測，但由於供水初期水質呈嚴重污濁狀，因此待工務室進一步處理後於災變後第十四天予以採檢。檢體來源分別為：高樓層管路源頭、低樓層管路源頭、手術室、產房、燙傷中心(包括刷手水及水療池用水)。以標準程序而言，自來水檢測時之放流水時間為 3-4 分鐘，可是由於災後水源管路中的

水暫成死水狀態，為了減少留置水對檢驗可能造成之影響，我們便將採檢前之放流水時間延長至 10-15 分鐘，再以無菌容器收集 100ml 的水進行檢測。

在測試方法方面分為二步驟：1. 總生菌數測試：以標準平板計數法來測定水中的總生菌數 [2]；以本院而言，刷手水的作業標準乃設定在淨水的程度(所謂淨水乃自來水經前置過濾器、活性炭、並經 UV 照射處理而得)，可是由於刷手水並無判讀標準可供參考，因此我們是以 R.O. 水的測試標準 (< 200 CFU/ml) 來判讀。而為了測定水質是否受到糞便的污染，同時以 2. 多管發酵法來測定 coliform bacteria 的是否存在 [2]。結果在檢測的 26 個檢體中，除了產房 2 台刷手水菌落數未達 R.O. 水的測試標準外，其餘均達測試標準；至於 coliform bacteria 則均為陰性。

討 論

美國醫院感染控制諮詢委員會 (The Hospital Infection Control Practices Advisory Committee) 於 1999 之外科部位感染預防指引 (Guideline for prevention of surgical site infection) 中提到：手術室空氣中的微生物含量與手術室中移動的人員數成正比。因此手術中儘量減少人員的走動乃是降低外科部位感染的重要因素。而由於從手術室的空氣或環境表面培養出的微生物含量在目前並無一標準可供比

較，因此手術室的環境監測在目前只能做為流行病學調查的一部分[4]。由於本院在火災之前並未對所有手術室進行落塵量及刷手水的監測，再加上刷手水的測定無判讀標準，因此此次監測的結果也只能作為一參考指標，使工務室先針對採檢結果中落塵量較多者緊急採購新的空調過濾網替換(原則上2年更換一次)；待工務室確認工程作業完全復原後，再針對手術室等環境進行全面檢測，以建立平常值做為日後對照。

而血液透析室為因應災後緊急供水所設之臨時水槽，在原水供應正常後已於七月十八日撤除；至於因斷水而停擺的高壓滅菌鍋在系統恢復後均已正常運作，同時定期執行滅菌鍋的生物性監測。

結 論

醫療機構遭遇火災、地震、或大停電等意外的發生有時無法避免，重要的是事發後的危機處理能力，需要各單位多方面的溝通與協調；因此院內各醫療單位之間如能密切的合作，復建工作才能達事半功倍之效。感染控制委員會在醫院災難變故後的角色相當重要，但實際上並無前例可循，因此我們參考有關文獻，加上自己災後感控重建的實際經驗，撰文供大家參考。

參考文獻

1. Mangram AJ, Horan TC, Pearson ML, et al: Guideline for prevention of surgical site infection, 1999. *Infect Control Hosp Epidemiol* 1999; 20: 250-78.
2. 林金絲等：醫院感染與環境監視(第一版)台北。藝軒圖書出版社，1998。
3. 黃志強：血液透析學(第一版)台北。合記圖書出版社，1997。
4. Edmiston CE Jr, Sinski S, Seabrook GR, et al: Airborne particulates in the OR environment. *AORN* 1999; 69: 1169-72, 1175-7, 1179-82.