

# 使用過濾器防治退伍軍人桿菌之成效探討

卓岑璐<sup>1</sup> 李桂珠<sup>1</sup> 黃珍珍<sup>1</sup> 莊麗玲<sup>1</sup> 江錦瑛<sup>1</sup>  
蔡秋琪<sup>1</sup> 劉伊容<sup>1</sup> 曾耀嬌<sup>2</sup> 田霓<sup>2</sup> 黃高彬<sup>1</sup>

中國醫藥大學附設醫院 <sup>1</sup>感染管制小組 <sup>2</sup>檢驗醫學部

退伍軍人桿菌屬 (*Legionellaceae*) 為水中常在的細菌，是小且多形性的革蘭氏陰性桿菌，常由自然界環境中的藻類和水生細菌獲得生長所需的營養來源，存在於 25~50°C 的水中，此菌最佳生長溫度為 35~45°C，pH 2.0~8.5 中生存，此菌常造成醫院內伺機性感染，病人多經由被污染的水霧吸入或嗆入而造成呼吸道感染，導致退伍軍人桿菌肺炎。台灣地處亞熱帶，平均氣溫高過 25°C，幾乎整年都處在退伍軍人桿菌適合生長的溫度，社區肺炎由退伍軍人桿菌所致的比率为 2~15%，在台灣，住院之社區感染肺炎患者約有 9% 為退伍軍人桿菌所致。中部某醫學中心參酌國內外經驗及控制政策，擬定醫院高風險病房之退伍軍人菌防治政策，選定 2 間高風險病房於水管出水口前約 60 公分處裝上本院自組過濾器 (小孔直徑分別為 5 μm、1 μm 及 0.2 μm)，其後再裝頗爾過濾器 (小孔直徑 0.2 μm)，並選定 1 間高風險病房作為對照組，平均每隔 5 日採檢 1 次，持續監測 6 個月，實驗組之檢測結果皆為陰性，經由 4 道過濾器過濾後，水中不再發現退伍軍人桿菌，顯示此過濾裝置確實有阻絕退伍軍人桿菌的效果，成本上比銅銀離子法節省，與其他消毒方式 (如臭氧、二氧化氯…) 比較，本法沒有副作用，不必擔心人體的傷害，其缺點是僅適用於管路末端水龍頭且使用一段時間以後，水量會變小。因此較適合單點處理，但無法解決全院供水系統問題。(感控雜誌 2014:24:10-17)

**關鍵詞：** 退伍軍人桿菌、過濾器、消毒

民國 102 年 9 月 10 日受理  
民國 102 年 10 月 11 日修正  
民國 102 年 12 月 9 日接受刊載

通訊作者：黃高彬  
通訊地址：台中市北區育德路 2 號  
連絡電話：(04) 22052121 轉 1932

## 前言

1976年6月夏天，在費城貝爾菲史丹佛旅館舉行退伍軍人協會年會，與會的4,400位退伍軍人中，共計221人得到肺炎，其中34人死亡，因病人均為退伍軍人，故稱「退伍軍人症」(Legionellosis) [1]，於1977年經由美國疾病管制中心立克次體專家 Joseph Mc Dade 研究發現鐵以及 cysteine 為培養此菌必要條件，並且正式命名為嗜肺性退伍軍人桿菌 (*Legionella pneumophila*) [2]。

嗜肺性退伍軍人桿菌最適合生長的溫度是 35°C，而在 25~42°C 間皆可生存繁殖，不僅是大型建築物的供水系統中最常見之退伍軍人桿菌，也是導致退伍軍人症主要的致病菌[3-7]。給水系統中嗜肺性退伍軍人桿菌的污染程度則是最主要的危險因子[8]。退伍軍人桿菌感染的臨床症狀有全身不舒服、厭食、疲勞、頭痛、伴隨發燒(體溫高達 39.0~40.5°C)、下痢等，之後持續衍生成兩種截然不同的症狀。第一種為退伍軍人症 (Legionnaires disease)，潛伏期 2~10 天，胸部 X 光會有肺部實質變化產生，嚴重時會呈呼吸衰竭，死亡率高達 15%，因此需早期以抗生素治療。第二種為龐帝克熱 (Pontiac fever)，雖然有高達 95% 的侵襲率，但通常一週內自行痊癒[9]。主要感染免疫力較差族群，如中老年人、免疫功能不全者與吸菸族群 [10]。

根據研究，越多處的水龍頭或蓮蓬頭出現嗜肺性退伍軍人桿菌，造成醫療照護相關感染的機率就越高；因為給水系統末端(水龍頭與蓮蓬頭等處)的嗜肺性退伍軍人桿菌菌落數量無法預測醫療照護相關感染退伍軍人症的機率，反而是給水系統末端檢測出嗜肺性退伍軍人桿菌的比率和醫療照護相關感染的機率成正相關[11]。

根據過去研究顯示流行性退伍軍人病遍及全球，致病原普遍存在於自然環境中的湖泊、河流、溪水、土壤以及人為環境中的冷卻水塔、淋浴器、熱水管等供水系統，雖然一整年都會發生散發性疫情，但多數流行性疫情發生在夏季和秋季。因台灣屬於亞熱帶地區，溫度偏溫暖潮濕，因此整年皆有病例發生。依據台灣衛生福利部疾病管制署於 2002~2007 年退伍軍人病確定病例之痰液檢體，經實驗室進一步做細部分型，在 45 個痰液檢體中，以 *L. pneumophila* serogroup 1 為主要致病原[9,12]。

退伍軍人病屬第三類法定傳染病，如果沒有加以治療，通常對原本健康的人造成 15% 的死亡率，免疫功能不足的病人造成高達 75% 的死亡率 [12]。鑒於退伍軍人病未被證明可經由人傳人的方式傳播，透過控制水中的退伍軍人菌，改變其繁殖所需之條件，為目前首要之防治方法，其常見之防治策略為改善水質、調節水溫及進行清除與消毒措施[13]。我們從文獻中得知頗爾過濾器 (AquaSAFE water

filter, Pall Newquay, England) 是以 0.2  $\mu\text{m}$  孔徑的聚苯醚 (polyethersulfone, PES) 薄膜進行過濾，直接安裝於出水口，使用後可完全過濾退伍軍人桿菌，對退伍軍人症防治有明顯成效，因急重症醫療大樓以高風險病房（如骨髓移植病房、器官移植病房）為主，所以選定器官移植病房進行本研究，驗證過濾效期 14 天的頗爾過濾器對退伍軍人症防治之成效[14]。

## 材料與方法

### 一、研究機構背景

本院為 2,048 床規模的醫學中心，院區包含兒童醫療大樓、復健大樓、急重症大樓、預防醫學大樓等，其中兒童醫療大樓、復健大樓供水來源相同，其他供水系統獨立供給。急重症醫療大樓主要為急診、門診、內外科加護病房、高風險病房（如骨髓移植病房、器官移植病房）、內外科病房等共約 530 床，供水系統中冷水自儲水槽送至頂樓水塔後，一條管線將冷水送至各樓層使用，另一條管線將冷水送至儲熱槽加熱為熱水後，再送至各樓層使用，其冷熱水間有相關連性。

### 二、研究方法

本研究透過世代追蹤方法之理念，實驗組為使用 1. 頗爾過濾器；2. 自組過濾器；3. 自組過濾器加上頗爾過濾器，對照組為無使用任何過濾

器。目的為比較有使用過濾器與無使用過濾器之成效。

頗爾過濾器 (0.2  $\mu\text{m}$  pore size)：根據文獻指出單點過濾器 (0.2  $\mu\text{m}$  pore size) 安裝於病房中的水龍頭及蓮蓬頭，除了可有效的阻隔退伍軍人桿菌，還能排除分枝桿菌 (*Mycobacterium species*) 等水生病原菌 [14,15]。於 2011 年 4 月 15 日至 4 月 30 日針對高風險病房，將頗爾過濾器安裝於病房中的水龍頭及蓮蓬頭共 3 個採檢點，每日採檢 1 次；2. 本院自組過濾器 (5  $\mu\text{m}$ 、1  $\mu\text{m}$  及 0.2  $\mu\text{m}$  pore size)：本院利用純水的概念，於 2011 年 4 月 15 日至 4 月 30 日安裝於高風險病房的水龍頭及蓮蓬頭出水口前端約 60 公分處共 6 個採檢點，每日採檢 1 次；3. 自組過濾器加上頗爾過濾器：因自來水中雜質較多，可能容易造成頗爾過濾器阻塞，為探討頗爾過濾器使用效率及利用純水概念自組過濾器的防治成效，2011 年 6~12 月於高風險病房的水龍頭及蓮蓬頭出水口前端約 60 公分處安裝本院自組過濾器，同時安裝頗爾過濾器共 2 個採檢點，平均每隔 5 日採檢 1 次；4. 對照組：無安裝任何過濾器。

### 三、環境採檢及檢驗方法

採集檢體時，打開水龍頭或蓮蓬頭先讓水流掉 15~30 秒後，再取約 100 mL 水於無菌螺旋蓋容器中。檢體以離心方式進行濃縮，取 2 支 50 mL 檢體入離心管內，以 3,000 g 離心 30

分鐘以上，倒掉上清液丟棄，以無菌蒸餾水調整剩餘上清液至 1 mL 並加以震盪，為 100 倍濃縮檢體。對 1 mL 100 倍濃縮檢體，加入 0.5 mL HCl-KCl 酸處理劑，放置 4 分鐘，加入 0.5 mL KOH 中和劑，振盪混合。接種於 BCYE agar (buffered charcoal yeast extract agar; Becon Dickinson and Company, Madison, U.S.A.)，於 35°C、5% CO<sub>2</sub> 培養箱培養，接種第 3 天開始觀察，之後每隔 1 天觀察，直至培養 14 天。挑選可疑菌落（藍灰或藍白色），進行 L-cysteine 生長需求試驗，若 BCYE with L-cysteine 可生長而 BAP (blood agar plate) 不長，則可能是退伍軍人菌屬。同時使用革蘭氏染色時，發現退伍軍人菌常呈淡粉紅色，所以使用改良式革蘭氏染色將第四劑改成石碳酸品紅液 (carbofusin solution)，若觀察到革蘭氏陰性桿菌，可暫認為退伍軍人桿菌。最後做進一步的確認，則使用退伍軍人菌乳膠凝集試驗試劑 (legionella latex agglutination test)，其原理是利用吸附

抗體藍色乳膠粒子與細胞壁做結合，產生凝集反應將退伍軍人菌分為血清型第一型 *Legionella pneumophila* serogroup 1、第二到十四型 (*Legionella pneumophila* serogroup 2-14) 和其他七種 (*L. longbeachae*1-2, *L. bozemanii*1-2, *L. dumoffii*, *L. gormanii*, *L. jordanis*, *L. micdadei*, *L. anisa*)。

## 結 果

在未實施此研究前，自 2010 年 12 月到 2011 年 2 月期間，退伍軍人桿菌環境採檢共 114 次，陽性件數 64 件，陽性率 56%，無使用任何消毒設備。於 2011 年 4 月 15 日至 4 月 30 日同時進行加裝頗爾過濾器 (圖一)、本院自組過濾器 (圖二) 及對照組試驗，頗爾過濾器每日採檢 1 次，共進行 48 次環境採檢，陽性件數 0 件，陽性率 0%，自組過濾器，每日採檢 1 次，共進行 96 次環境採檢，陽性件數 54 件，陽性率 56%，對照組進行 48 次環境採檢，陽性件數 32 件，陽性率



圖一 於病房水龍頭末端出水口安裝頗爾過濾器 (0.2 μm)



圖二 於病房水龍頭出水口前 60 公分處安裝自組三道過濾器 (5 μm、1 μm 及 0.2 μm)

67%，自組過濾器無法達到疾病管制署規定同醫院內高風險區域出水口不得驗出有退伍軍人桿菌之標準 [16]。

雖然單獨使用頗爾過濾器陽性率為 0%，但使用至第 20 天，水量明顯變小，有阻塞情形，無法順利供水，於 2011 年 6 月 10 日起，於高風險病房水龍頭末端出水口安裝頗爾過濾器 (0.2  $\mu\text{m}$ )，另於出水口前端 60 公分處安裝自組過濾器 (5  $\mu\text{m}$ 、1  $\mu\text{m}$  及 0.2  $\mu\text{m}$ )，至 12 月 2 日共 176 天，針對每道水龍頭平均每隔 5 日採檢 1 次，共採檢 36 次，陽性率為 0%，同時間未裝過濾器陽性率為 92% (表一)。

## 討 論

根據行政院衛生署檢疫總所針對台灣地區給水系統進行調查，退伍軍人桿菌在不同給水系統中，未受退伍軍人桿菌污染或輕微污染的 (< 10 CFU/mL) 約占 30%，低或中程度污染 (10~100 CFU/mL) 約占 60%，較高度污染的 (100~1,000 CFU/mL) 約占 10% [17]。本研究依據疾病管制署規定同

醫院內高風險區域出水口不得驗出有退伍軍人桿菌，因此選定器官移植病房進行驗證過濾器對退伍軍人症防治之成效。本研究從 2010 年 12 月至 2011 年 2 月未使用消毒設備的給水系統退伍軍人桿菌採檢陽性率 56%，期間急重症醫療大樓並無退伍軍人症個案產生，2011 年 4 月使用頗爾過濾器與自組過濾器，頗爾過濾器陽性率為 0%。美國匹茲堡大學研究指出 [14]，使用頗爾過濾器第 7 天時，退伍軍人桿菌菌落數從 104.5 CFU/mL 降至 0 CFU/mL ( $P < 0.001$ )，使用至 13 天陽性率仍為 0%，與本研究結果相同，有達到顯著消毒作用；而自組過濾器陽性率為 56%，雖低於對照組 (67%)，但仍未達疾病管制署同醫院內高風險區域出水口不得驗出有退伍軍人桿菌之規定。可見使用自組過濾器的成效並不足，可能原因為 (1) 安裝位置於出水口前端 60 公分處，有可能水龍頭末端出水口管路中有生物膜，(2) 過濾器孔徑太大，(3) 過濾效力隨使用時間而下降。2011 年 6 月份於高風險病房水龍頭末端出水口安裝頗爾

表一 退伍軍人桿菌環境採檢結果

時間	方法	採檢次數	陽性數	陽性率
2010 年 12 月	例行性採檢	51	22	43%
2011 年 1~2 月	例行性採檢	63	42	67%
2011 年 4 月	頗爾過濾器	48	0	0%
	自組過濾器	96	54	56%
	對照組	48	32	67%
2011 年 6~12 月	自組 + 頗爾過濾器	72	0	0%
	對照組	36	33	92%

過濾器 (0.2  $\mu\text{m}$ )，出水口前端 60 公分處安裝自組過濾器 (5  $\mu\text{m}$ 、1  $\mu\text{m}$ 、0.2  $\mu\text{m}$ ) 合併使用，結果陽性率為 0%，同期間不同病房的對照組則為 92%，顯示有達到顯著消毒作用，且研究期間 2011 年 4 月至 12 月並無退伍軍人症感染個案，故於 27 間高風險病房 (52 床) 全面安裝自組過濾器及頗爾過濾器共 69 組。

國內外文獻建議的退伍軍人菌消毒方式中臭氧雖然殺菌速度快，但臭氧為有毒氣體，需精準控制使用劑量；二氧化氯已被證實為有效消毒方式，但易造成管線腐蝕且有刺鼻味，高濃度的氯加熱易產生三鹵甲烷等有害的致癌物；銅銀離子消毒法具殘留效果，可減少退伍軍人菌的移生，但退伍軍人桿菌長期暴露銀離子下，可能提高其耐受性，且需定期監測離子濃度，避免重金屬濃度過高[13]；頗爾過濾器採用 0.2  $\mu\text{m}$  孔徑的 PES 薄膜進行過濾，直接安裝於出水口，有效使退伍軍人桿菌菌落數降至 0 CFU/mL [14]，其過濾器符合歐盟執委會指令 2002/72/EC 與食品接觸的塑料材料的萃取物測試及英國標準 (BS6920: 2000) 測試非金屬材料使用於

飲用水的萃取物測試，亦可用於飲用水之過濾方法，因此不必擔心對人體造成傷害[18]。根據 Stout 等人研究 16 家使用銅銀離子消毒法的醫院，平均 435 床之安裝費用為新台幣 18,000 元至 4,037,160 元 (平均約新台幣 2,592,960 元)；每年維修費用為新台幣 7,200 元至 240,000 元[19]。

本院安裝過濾器成本包括，頗爾過濾器及自組過濾器 52 床費用新台幣 450,000 元，每年定期更換過濾器 (表二)、遺失或遭人為破壞所需維修費用約為新台幣 381,000 元。此方法可應用於冷熱水及阻絕退伍軍人桿菌通過，適用退伍軍人症零星個案病房防治及少數特殊病房防治需求，僅單點處理，無法解決全院供水系統問題，缺點是頗爾過濾器使用一般時間，水量變小，造成病人使用不便，家屬易自行拆卸或遭人為破壞之風險。

退伍軍人桿菌防治對於醫院是相當重要的公共衛生問題[11]，雖然有許多消毒方法被提供使用，經由此次研究顯示，單獨使用自組過濾器，其成效無法達到疾病管制署同醫院內高風險區域出水口不得驗出有退伍軍人桿菌之規定，但使用自組過濾器及頗

表二 頗爾過濾器及自組過濾器更換時間

過濾器種類	更換時間
頗爾過濾器 (Aquasafe water filter)	6 個月
自組過濾器 (5 $\mu\text{m}$ )	3 個月
自組過濾器 (1 $\mu\text{m}$ )	6 個月
自組過濾器 (0.2 $\mu\text{m}$ )	12 個月

爾過濾器合併使用具有顯著與持續的效果，且時間可長達約 6 個月。結論是：若只針對少數特殊病房的防治需求，建議可採用二種不同過濾器合併使用進行退伍軍人症之防治，除了可以達到優質的過濾效果外，也可避免因單獨使用頗爾過濾器很快因阻塞使水量變小的缺點。

### 參考文獻

- Allen BW: A Plague in Philadelphia. *Hospital Practice* 1992;15:151-80.
- 張峰義：退伍軍人病之新觀念。感控雜誌 1999;12:361-67。
- Kool JL, Bergmire-Sweat D, Butler JC, et al: Hospital characteristics associated with colonization of water systems by *Legionella* and risk of nosocomial legionnaires' disease: a cohort study of 15 hospitals. *Infect Control Hosp Epidemiol* 1999;20:798-805.
- Stout JE, Yu VL, Muraca P, et al: Potable water as a cause of sporadic cases of community-acquired Legionnaires' disease. *N Engl J Med* 1992;326:151-5.
- Breiman RF: Modes of transmission of epidemic and non-epidemic *Legionella* infection Directions for further study. In: Barbaree JM, Breiman RF, Dufour AP, eds. *Legionella: current status and emerging perspectives*. Washington, DC: American Society for Microbiology 1993:30-5.
- Joseph C, Morgan D, Birtles R, et al: An international investigation of an outbreak of Legionnaires' disease among UK and French tourists. *Eur J Epidemiol* 1996;12:215-9.
- Kool JL, Fiore AE, Kioski CM, et al: More than 10 years of unrecognized nosocomial transmission of legionnaires' disease among transplant patients. *Infect Control Hosp Epidemiol* 1998;19:898-904.
- Köhler JR, Maiwald M, Lück PC, et al: Detecting legionellosis by unselected culture of respiratory tract secretions and developing links to hospital water strains. *J Hosp Infect* 1999;41:301-11.
- 衛生福利部疾病管制署 (2013, 7 月 23 日) · 傳染病介紹退伍軍人病 · 衛生福利部疾病管制署網站 · 摘自 <http://www.cdc.gov.tw/diseaseinfo.aspx?treeid=8d54c504e820735b&nowtreeid=dec84a2f0c6fac5b&tid=16CD29A279936655>.
- Fields BS, Benson RF, Besser RE: Legionella and Legionnaires' disease: 25 years of investigation. *Clin Microbiol Rev* 2002;15:506-26.
- 施智源、曾淑婷：退伍軍人菌之消毒方法。感控雜誌 2009;19:168-73。
- 商惠芳、吳彥穆、吳美珠等：醫用微生物學 (第六版)。台北：台灣愛思唯爾。2012:360-4.
- 衛生福利部疾病管制署 (2007, 8 月) · 退伍軍人菌控制作業建議指引 · 衛生福利部疾病管制署網站 · 摘自 <http://www.cdc.gov.tw/professional/info.aspx?treeid=BEAC9C103DF952C4&nowtreeid=29E258298351D73E&tid=259B929610D2360D>。
- Sheffer PJ, Stout JE, Wagener MM, et al: Efficacy of new point-of-use water filter for preventing exposure to *Legionella* and waterborne bacteria. *Am J Infect Control* 2005;33:S20-5.
- 田霓、黃馨慧、陳怡伶等：退伍軍人桿菌、醫院環境監測與用水之實證探討。感控雜誌 2012;22:234-42.
- 衛生福利部疾病管制署 (2013, 7 月 23 日) · 醫院退伍軍人菌環境檢測作業及其相關因應措施指引 · 衛生福利部疾病管制署網站 · 摘自 <http://www.cdc.gov.tw/professional/info.aspx?treeid=beac9c103df952c4&nowtreeid=29e258298351d73e&tid=259B929610D2360D>。
- 呂旭峰、陳媛孃、李美慧等：溯談退伍軍人症。感控雜誌 2002;12:95-103。
- Pall Corporation (2005, December). Validation guide. Official website of Pall corporation. Available <http://www.pall.com/main/medical/tap-faucet-filters-47282.page>.
- Stout JE, Yu VL: Experiences of the first 16 hospitals using copper-silver ionization for *Legionella* control: implications for the evaluation of other disinfection modalities. *Infect Control Hosp Epidemiol* 2003;24:563-8.

# Effectiveness of Legionella Control Using Filters

Tsen-Lu Cho<sup>1</sup>, Kuei-Chu Li<sup>1</sup>, Chen-Chen Huang<sup>1</sup>, Li-Ling Chuang<sup>1</sup>, Ching-Ying Chiang<sup>1</sup>,  
Chin-Chi Tsai<sup>1</sup>, Yi-Jung Liu<sup>1</sup>, Yao-Ru Tseng<sup>2</sup>, Tien-Ni<sup>2</sup>, Kao-Pin Hwang<sup>1</sup>

<sup>1</sup>Committee of Infection Control and <sup>2</sup>Department of Laboratory Medicine,  
China Medical University Hospital, Taichung, Taiwan

The genus *Legionella* represents a group of pathogenic, gram-negative bacteria, including *L. pneumophila*, the causative agent of Legionnaires' disease. *Legionella* spp. are commonly found in the environment, including in soil and aquatic systems. Legionnaires' disease is an infection most common among immunocompromised individuals who inhale *Legionella*-contaminated aerosols. Based on prior research, a medical center in central Taiwan developed a special filter combination to control *Legionella* in wards caring for patients with a high infection risk. The filter assembly comprised 3 filters with different pore sizes, placed approximately 60 cm in front of pipe outlets, with an additional Pall filter behind the filter assembly. These filter assemblies were placed in 2 high-risk patient wards. Another ward, also with high-risk patients, served as the control group. Over a 6-month period, water sampling was conducted every 5 days. The outlet water cultures were all *Legionella*-negative in the experimental group. There are other methods for controlling *Legionella*, including copper-silver ionization and chlorination. However, the efficacy of these filter assemblies was superior to the other methods.

**Key words:** *Legionella*, filters, disinfection