# 某醫學中心使用二氧化氯系統性管路消毒退伍軍人菌移生之經驗

劉育歆1 余芳蘭2 許巧蕙1 王綾憶1 歐聰億1,3 李文生1,3,4

台北市立萬芳醫院 <sup>1</sup>感染管制中心 <sup>2</sup>實驗診斷科 <sup>3</sup>內科部感染科 <sup>4</sup>台北醫學大學 內科學科

某醫學中心每半年定期針對高風險單位進行供水系統出水口退伍軍人菌檢驗。於 2014 年 6 月起連續每月採檢供水系統出水口(水龍頭)退伍軍人菌多數皆為陽性(2014 年 6 月 26 日陽性率為 12.5%、7 月 9 日陽性率為 50%、7 月 24 日陽性率為 80%、8 月 19 日陽性率為 50.0%)。且經過兩次使用次氯酸鈉消毒與一次使用二氧化氯清洗出水口末端管路,仍半數以上呈現陽性,因為陽性檢體的退伍軍人菌血清分型皆為同一型(血清型第六型),為避免院內群突發,故展開此次事件的調查及尋求解決之道。經由出水口末端管路清洗與改由二氧化氯系統性消毒,一個月後再次複檢高風險單位出水口,結果皆為陰性(2014 年 9 月 30 日陽性率為 0.0%),半年後再以二氧化氯系統性消毒及複查,其結果亦皆為陰性,且此段時期無醫療照護相關感染退伍軍人菌個案發生。(**感控雜誌2016:26:185-194**)

關鍵詞: 退伍軍人菌、二氧化氯、消毒

# 前言

退伍軍人菌為一種需氧、具鞭毛的革蘭氏陰性桿菌,目前至少已鑑定出 48 種 Legionella 菌種及 70 種血清型[1]。臨床上最易引起呼吸道感染或肺炎是嗜肺性退伍軍人菌 (L.

pneumophila) 血清型第一型[2]。退伍 軍人菌主要生長在水溶液中,故環境 週遭舉凡供水系統之冷熱水管線、空 調的冷卻水塔之蓄水槽及其管線、蒸 氣凝結設備、水龍頭、蓮蓬頭、人造 噴泉、呼吸輔助醫療裝置等均曾發現 此菌。退伍軍人菌易在上述水管壁形

民國 104 年 9 月 26 日受理 民國 104 年 12 月 30 日修正

民國 105 年 8 月 31 日接受刊載

DOI: 10.6526/ICJ.2016.501

通訊作者:李文生

通訊地址:台北市文山區興隆路三段111號

連絡電話:02-29307930轉1763

中華民國 105 年 10 月第二十六卷五期

成生物膜 (Biofilm) 且此菌可於自來 水或蒸餾水中存活數月之久[3]。

# 材料與方法

#### 一、研究機構

本院為732 床規模的醫學中心,

#### 二、背景

依疾病管制署「醫院退伍軍人 菌環境檢測作業及其相關因應措施指 引」建議,醫院應每半年針對高風 險單位進行供水系統出水口退伍軍 人菌抽驗,本院委託檢驗單位為國 立高雄師範大學-環境檢驗中心 (ISO 17025)。本院 2014 年 6 月 26 日採樣 16 件冷熱水混合檢體,陽性件數 2 件,全院陽性率為12.5%。工務組針 對有陽性結果之單位使用 0.06% 的次 氯酸鈉 (Sodium Hypochloride) 進行管 路清潔消毒,7月9日針對有陽性結 果之單位進行複檢,共採集6件冷熱 水混合檢體,陽性件數3件,陽性率 50%。7月24日再採檢5件冷熱水混 合檢體,陽性件數4件,陽性率高達 80%。8月19日再採集16件檢體: 包含原檢測結果為陽性之出水口分別 採集冷水檢體 4 件與熱水檢體 4 件、

另抽驗其他未檢驗過之出水口冷熱水混合檢體 8 件,陽性件數 8 件:熱水檢體 4 件、冷熱水混合檢體 4 件,陽性率仍有 50.0%。因經過三次使用 0.06% 次氯酸鈉消毒,仍半數以上陽性,且陽性檢體退伍軍人菌血清分型皆為同一型 (血清型第六型),為避免院內群突發,故展開此次事件的調查及消毒。

#### 三、消毒方式之定義

1. 出水口末端管路清洗消毒並更換水龍頭/蓮蓬頭

將水龍頭/蓮蓬頭拆下,使用可 彎取之軟刷刷頭清洗兩端水管內部管 路,再以 0.06% 漂白水浸泡消毒後, 將新的水龍頭/蓮蓬頭組裝使用。

2. 二氧化氯 (ProMinent Fluid Controls (Taiwan) Co., Ltd.) 末端管路消毒

## 3. 二氧化氯系統管路消毒

安裝自動化現場生成二氧化氯 氣體系統,將二氧化氯注入供水系 統,然後進行全院供水系統末端管路 放流,將含二氧化氯水流送至末端 管路,以達到供水系統管路全面消毒,系統中含有壁掛式氧化還原電位 (Oxidation-Reduction Potential, ORP) 量測儀 (每月定期保養校正) 隨時監測系統中冷熱水之 ORP 數值 (冷水高於 700 mV,熱水高於 580 mV)。

#### 四、環境採檢及檢驗方法

採集檢體時,先使用 75% 酒精 消毒水龍頭或蓮蓬頭出水口,再打開 水龍頭或蓮蓬頭讓水放流至少 20 秒 後採樣,取約 200 mL 於無菌螺旋蓋 容器中。再以避光保溫箱內裝冰寶 (保持約 4℃~18℃) 送至國立高雄師 範大學-環境檢驗中心 (ISO 17025) 檢 驗。

檢測方法依據衛生福利部疾病管制署傳染病標準檢驗[8]-水中退伍軍人菌分離和檢驗方法代號 NIEA E238.5。先利用過濾法或離心法濃縮檢體,加入 HCI-KCI 靜置後,再加入 KOH 中和。接種於 BCYE agar (Buffered charcoal yeast agar; Becon Dickinson and Company, Madison, U.S.A.),於  $35^{\circ}$ C、5% CO<sub>2</sub> 培養箱培  $7\sim14$  天,並每天觀察。挑選可疑 菌落進行 L-cysteine 生長需求試驗 河時使用革蘭氏染色進行確認。接續 利用直接螢光抗體試驗做菌種分型,並計算出陽性菌落數。

#### 五、咸染管制措施及監測

1. 加強臨床肺炎感染個案之監測,針對所有醫療照護相關肺炎感染

病人常規執行實驗室診斷:若病人剛 入院時沒有肺炎,而是後續產生肺炎 相關症狀,經醫師評估開單進行退 伍軍人菌尿液抗原檢測與血清抗體檢 查。

2. 不得使用病室內受退伍軍人菌 污染的水龍頭,避免產生具感染性的 飛沫微粒;直到該區域內供水系統不 再檢出 (< 100 cfu/L) 退伍軍人菌,才 可使用該水龍頭。

#### 結 果

#### 一、不同方法消毒後抽檢結果

1. 第一階段: 出水口末端管路清洗 消毒並更換水龍頭/蓮蓬頭

將水龍頭/蓮蓬頭拆下,使用可 彎取之軟刷刷頭清洗兩端水管內部管 路,再以 0.06% 漂白水浸泡消毒後, 重新組裝使用。於 7 月 24 日複檢外 科加護病房與 12A 護理之家之水龍 頭 (共 5 件冷熱水混合檢體),陽性件 數 4 件,陽性率 80%。

第二階段:二氧化氯末端管路消毒

 龍頭檢測結果如圖一(A)(B)。

3. 第三階段:二氧化氯系統性管路 消毒

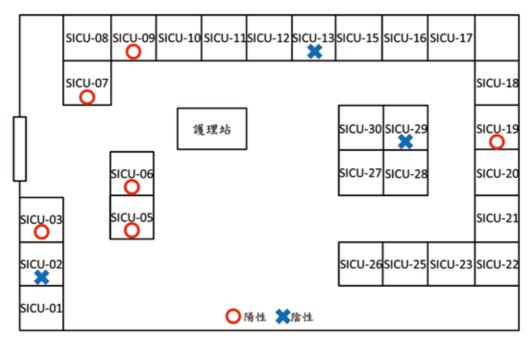
整套二氧化氯消毒設備架設完成 全院系統性投藥後,於9月30日再 次複檢外科加護病房與12A護理之 家之水龍頭(原檢測結果為熱水局體 之出水口採集熱水檢體4件、原檢測 結果為陽性之出水口,分別採集抽 檢體4件與熱水檢體4件、另抽驗 他未檢驗過之出水口冷熱水混合檢體 6件,共18個檢體),結果皆為陰性 (圖二)。

# 二、此期間監測醫療照護相關 退伍軍人菌個案

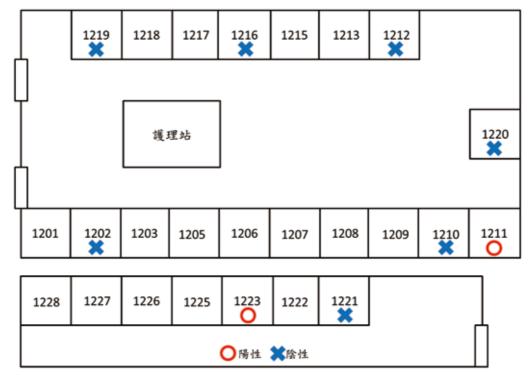
加強臨床院內肺炎感染個案之 監測,針對所有醫療照護相關肺炎感 染病人常規執行實驗室診斷,包括退 伍軍人菌之尿液抗原與血清抗體之監 測,總共檢測 12 例個案皆為陰性, 此事件期間無醫療照護相關退伍軍人 病個案發生。

# 討論

退伍軍人菌在供水系統管道轉 折處及末端出水口,易形成生物膜 (biofilm) [9]。7月9日、7月24日 8月19日三次採檢結果皆無陽轉 陰,且由菌落數變化可知(圖三),若 只有清潔消毒末端出水口管路或更換 末端出水口水龍頭,將無法清除退伍 軍人菌移生,也無法有效地降低退伍

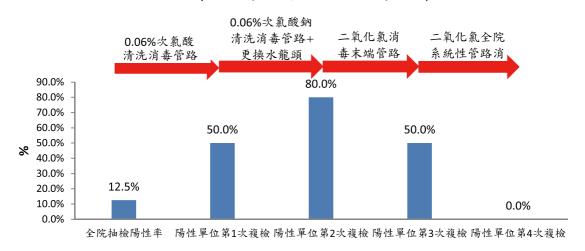


圖一(A) 6月26日~8月19日外科加護病房供水系統出水口退伍軍人菌採檢結果



圖一(B) 6月26日~8月19日12A護理之家各病室供水系統出水口退伍軍人菌採檢結果

# 退伍軍人菌出水口抽檢陽性率



圖二 院內供水系統出水口抽驗退伍軍人菌陽性率

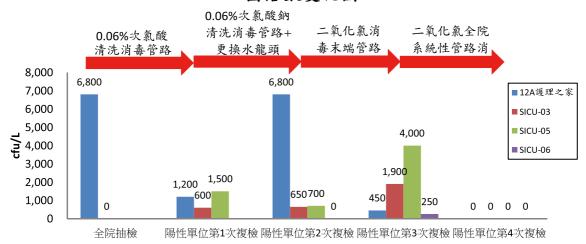
軍人菌的菌落數。大樓自來水塔已於 5月15日進行退伍軍人菌檢測,檢 測結果皆為陰性,故可推斷菌落來源 可能於供水系統管路中。

6月26日~7月24日採檢告日~7月24日採檢法學問題,有 8 日 19 的系統異常為選是為不統異常為選是一系統異常為與 19 的系統異常為與 19 的系統異常為與 19 的系統異檢驗 19 的系統異檢驗 19 的系統異檢驗 19 的系统 19 的系统

在熱水系統中,雖未針對熱水鍋爐內 進行退伍軍人菌檢測,但若是熱水鍋爐內 爐染污,全院出水口皆會受影響,但 此事件內採檢樣本中有陰性結果 6月26日~7月24日共採檢22個出 水口(排除陽性複檢),冷熱水混合採 檢,陽性結果為4個出水口,陽性結果 為18%,故推測不是整體熱水系統 題,而是熱水系統中某段水管分支染 污所造成的。

因為無法確認是熱水系統哪段管路分支受到染污,故進行全院供水系統哪段京,故進行全院供水系統消毒 (冷水+熱水),國內外文式包內外文式包,對東京人苗常見的消毒子、臭乳清毒[3]。加熱法、如熱至 70°C以上,提高內內,是無法保持的。 10-26提供短暫的效果[10-26]

# 菌落數變化圖



圖三 各臨床單位退伍軍人菌檢驗結果陽性之出水口菌落變化圖

討論評估後,第三階段使用二氧化氯進行供水系統消毒。二氧化氯消毒法是透過二氧化氯含有自由基的特殊分子結構,對微生物的蛋白質進行氧化修飾,以達成殺菌效果[7]。二

氧化氯是以氣體溶解在水中,不會產 生致癌物質與有毒複合物,腐蝕性與 氯氣濃度較低,較不會對管路造成傷 害,安裝維護費用依醫院規模而定。 缺點為二氧化氯需長時間作用,才 會有明顯成效[7],且二氧化氯為氣 體,在冷水管路中濃度穩定,但在熱 水系統中較易揮發,殘留濃度較低, 易導致殺菌效果不高[11-12]。所以針 對二氧化氯在熱水管路中可能殘留濃 度較低,增加熱水管路系統中壁掛式 氧化還原電位量測儀 (每月定期保養 校正),隨時監測系統中熱水之 ORP 數值 (熱水高於 580 mV),以確認熱 水系統內能正確消毒殺菌 (二氧化氯 濃度以手提式分光光度計進行檢測 結果為 0.24~0.3 ppm, 法規最高值為 0.7 ppm)。整套二氧化氯消毒設備架 設完成投藥後,進行全院供水系統末

端管路放流 5 分鐘,將含有二氧化氯水流送至末端管路,以達到供水系複管路,以達到供水系複檢外科加護病房與 12A 護理之之來能頭 (共 18 個檢體),結果皆為陰性。且半年後再以同樣方法消毒性。 12 年後再採檢送驗,其結果亦皆為陰性,再追蹤至 2015 年陽性率為 0%,2016年截至 7 月為止陽性率為 0%。

 菌實驗室診斷。自2010年起,本院 供水系統出水口退伍軍人菌檢測出 現零星陽性結果,經由清洗消毒並更 換水龍頭/蓮蓬頭後,再複檢結果皆 為陰性。2014年事件發生,歷經多 次清潔消毒末端出水口皆無法解決, 使該單位不得使用病室內受退伍軍人 菌污染的出水口,以避免產生具感染 性的飛沫微粒;工務清潔人員則疲於 清潔末端管路清潔消毒與更換,尋找 退伍軍人菌源頭。改為二氧化氯系統 性管路消毒,含二氧化氯水流送至末 端管路,以達到供水系統管路全面消 毒,免去臨床人員與工務清潔人員的 困擾。而至 2014 年止,本院末端出 水口退伍軍人菌檢測雖然出現陽性結 果,但皆無醫療照護相關退伍軍人病 個案發生。

# 研究限制

 體上游管路進行採檢分析,故無法確 認是熱水系統哪段管路受到染污。

#### 結 語

## 參考文獻

- 1. Benson RF, Fields BS: Classification of the genus Legionella. Semin Respir Infect 1998;13:90-9.
- 2. Cameron S, David C, Richard B, et al: Guidance for the control of Legionella. National Environmental Health Forum Monographs 1996:10-1.
- 3. 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
- 4. Will E, Patrick SJ, Robert DL, et al: Legionella

- 2003: An Update and Statement by the Association of Water Technologies. United States: Association of Water Technologies 2003.
- Tablan OC, Anderson LJ, Besser R: Guidelines for Environmental Infection Control in Health-Care Facilities. United States: Center for Disease Control and Prevention 2003;25:68-74.
- 6. WHO: Water Recreation and Disease 2005: 76-92
- Sheffer P, Stout J, Wagener M, 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.
- 8. 衛生福利部疾病管制署 (2015,6 月): 水中退 伍軍人菌分離與鑑定。傳染病標準檢驗方法手 冊 581-9.
- Joseph C, Lee J, Drasar V, et al: European Guidelines for Control and Prevention of Travel Associated Legionnaires' Disease. Euro Comm 2005;49-63.
- Chen YS, Liu YC, Lee SS, et al: Abbreviated duration of superheat-and-flush and disinfection of taps for Legionella disinfection: Lessons learned from failure. Am J Infect Control 2005;33:606-10.
- 11. Srinivasan A, Bova G, Ross T, et al: A 17-month evaluation of a chlorine dioxide water treatment system to control Legionella species in a hospital water supply. Infect Control Hosp Epidemiol 2003;24:575-9.
- 12. Demijian A, Lucas CE, Garrison CE, et al: The Importance of clinical surveillance in detecting Legionnaires' disease outbreak: A large outbreak in a hospital with a Legionella disinfection system-pennsylvania 2011-2012. Clin Infect Dis 2015:60:1596-602.

# Experience of Using Chlorine Dioxide Systemic Water Pipe Disinfection for Eradicating Legionella Colonization in a Medical Center

Yu-Hsin Liu<sup>1</sup>, Fang-Lan Yu<sup>2,4</sup>, Chiao Hui Hsu<sup>1</sup>, Ling-Yi Wang<sup>1</sup>, Tsong-Yih Ou<sup>1,3,4</sup>, Wen-Sen Lee<sup>1,3,4</sup>

<sup>1</sup>Center of Infection Control, <sup>2</sup>Department of Laboratory Medicine, <sup>3</sup>Division of Infectious Diseases, Wan Fang Hospital, Taipei Medical University, Taipei, Taiwan <sup>4</sup>Department of Internal Medicine, School of Medicine, College of Medicine, Taipei Medical University, Taipei, Taiwan

The water supply system of high-risk units was routinely surveyed for Legionella colonization every half year in a medical center in Taiwan. The distal sites of the water supply system revealed positive findings of Legionella continuously for three months since June, 2014 (12.5% on June 26, 50.0% on July 9, 80% on July 24, 50.0% on August 19), despite using 0.06% NaClO disinfectant twice, and using chlorine dioxide disinfectant once. Because the Legionella species in different units (including ICU and general ward) were the same (L. pneumophila type 6), we investigated these events and considered an alternative resolution method. We changed the method and used chlorine dioxide systemic water disinfection system throughout the hospital. We rechecked the water supply system of high-risk units after chlorine dioxide systemic disinfection and found negative findings of Legionella colonization; after checking half a year later, we again found negative findings. No Legionella infected case was found clinically during this positive colonization period.

**Key words:** *Legionella*, chlorine dioxide, disinfection