

認識醫療照護機構環境中水生微生物

黃文貴^{1,2} 林椿欽¹ 王作萍¹ 張菁琳¹ 張淑慧¹

高雄榮民總醫院¹ 微生物科² 感染管制委員會

前言

居住於醫療照護機構中的病患，通常會有很多機會暴露於可能提供水生微生物滋生的儲藏源之各式各樣潮濕的醫療設備及水溶液環境下，病患經由直接與間接的接觸被污染的水，而產生照護與治療上非常棘手的院內感染病例。這些存於醫療照護機構環境中原為腐生或低病原性的水生微生物，但於適合的生長環境條件下(例如：溫度和營養來源)，將會迅速且大量的繁殖，最後甚至於穩定的存活下來或產生對周遭環境具抵抗和感染力的新菌落型態。臨床上可經由醫療照護的過程而造成病患被環境水生微生物感染的常見微生物包括：革蘭氏陰性菌(gram-negative bacteria)、非結核分枝桿菌(non-tuberculosis mycobacteria;NTM)、水中原蟲類寄生蟲的隱孢子蟲(*Cryptosporidium parvum*)和退伍軍人症桿菌屬(*Legionella* spp.)。水生微生物於醫療照護機構環境中的傳播方式，可經由(1)直接的接觸傳染，例如：水療法(hydrotherapy)；(2)飲用被污染的水；(3)間接的接觸傳染，例如：使用已被水生微生物污染的醫療設備；(4)吸入(inhalation)被污染的水霧氣；(5)嗆入(aspiration)被污染的水。於醫療照護機構內的革蘭氏陰性菌和非結核分枝桿菌感染常與經由第一至第三傳播途徑有關係；隱孢子蟲可經由飲用被污染的水而造成腸胃道感染，至於退伍軍人症桿菌屬則常經由吸入或嗆入已經被污染的水霧氣而造成病患的呼吸道感染。

退伍軍人症桿菌

退伍軍人症是由於病患暴露被退伍軍人症桿菌屬污染的水環境下，所引起的肺部感染及身體多處器官同時被影響的嚴重感染症，為社區性肺炎感染及引起住院病患致死性院內肺炎感染常見的病原菌，與臨床有關的常見菌株為嗜肺退伍軍人症桿菌(*Legionella pneumophila*)血清型 1、4、6 型及麥氏退伍軍人症桿菌(*L. micdadei*)。由於臨床感染的表徵不易與其他肺炎致病菌區分、臨床醫師對此感染症的不熟悉而使用藥物不正確治療、實驗室對於臨床檢體中病原菌的培養不易，及血清學抗體的效價診斷延遲，都易造成此感染症被誤診或延遲診斷。雖然臨床表徵是以呼吸道感染症狀表現，但是其感染源卻是與醫療照護機構中供應水的品質有關。退伍軍人症桿菌屬常存在於自然界及人造的水環境中，但也能夠在醫療照護機構的水供應系統內發現和分離出來微量的細菌存在。由於在大型建築物中之空調系統的冷卻水塔(cooling tower)、蒸發凝聚器(evaporative condenser)、熱水供應系統等含高水份與高溫環境，所以皆是成為有利此菌繁殖的最佳儲存窩。在許多的醫療照護機構內退伍軍人症桿菌屬病患群突發感染病例的產生，大都是由於不知覺的情形下暴露於被污染的冷卻水塔、蓮蓬頭、水龍頭、呼吸治療器設備、室內空氣潮濕器(room air humidifier)的水霧氣等環境下發生。一般而言，會增加此菌於上列的人造水環境中產生移生(colonization)和放大(amplification)作用的因素，包括：(1)高水溫度 25-42°C (77-107.6 °F)，(2)水流停滯，(3)水垢及沉積物產生，(4)潮濕環境中可以提供退伍軍人症桿菌生長的細胞內單一細胞原蟲-自由生活水中阿米巴原蟲(free-living aquatic amoebae)內共

生存；此菌亦可於人體支氣管的巨噬細胞內繁殖。

隱孢子蟲

對於免疫機能正常的病患之隱孢子蟲的孢囊體(oocyst)50%感染量(infectiousdose)約為 132 個，通常是屬於自癒性的胃腸道感染；但是對於免疫機能有缺損的病患則會造成致命性的水性腹瀉。由於隱孢子蟲孢囊體具有厚壁的特徵，故可以抵抗週遭惡劣的環境而存活。目前已經有報告與醫療照護有關的感染案例，主要是經由飲用被污染的水，發生於免疫機能缺損及年老病患的群突發感染。

革蘭氏陰性桿菌

在臨床上可引起與醫療照護有關的重要水生革蘭氏陰性桿菌感染包括：對葡萄糖非發酵性革蘭氏陰性菌的綠膿桿菌(*Pseudomonas aeruginosa*)、假單胞菌屬(*Pseudomonas* spp.)、蔥頭伯克氏菌(*Burkholderiacepacia*)、皮氏羅爾斯頓氏菌(*Ralstonia pickettii*)、嗜麥芽寡食單胞菌(*Stenotrophomonas maltophilia*)、氨基醇單胞菌屬(*Sphingomonas* spp.)、鮑氏不動桿菌(*Actinobacter baumannii*)、退伍軍人症桿菌屬與葡萄糖發酵性革蘭氏陰性菌的黏質沙雷氏菌(*Serratia marcescens*)及腸桿菌屬(*Enterobacter* spp.)。這些醫療照護機構環境中的水生革蘭氏陰性菌於病患住院期間，首先會移生(colonization)於病患呼吸道或泌尿道中，然後伺機侵犯到深部組織中，會造成醫療照護機構中免疫或防禦機能缺陷的病患產生伺機性感染(opportunistic infection)，常見為呼吸道、泌尿道及血流感染等散佈性的全身器官嚴重感染。一般而言，當病患表面組織移生上列任何細菌時，如果住院期間愈長，通常最後都會產生相關的感染症狀。在病患醫療照護過程中若直接接觸被水生微生物污染的儀器與設備將會讓病患暴露於被感染的危險，遭細菌移生的病患亦可能成為傳播感染的來源，特別是當病患使用有潮溼環境的醫療設備，例如：呼吸治療器設備等。

在醫療照護機構中廣泛存在水環境的細菌，如：退伍軍人症桿菌屬、綠膿桿菌、假單胞菌屬、蔥頭伯克氏單胞菌及不動桿菌屬都是環境常見的葡萄糖非發酵性革蘭氏陰性菌水生微生物，通常是經由醫療人員的手和病患照護接觸而獲得感染，不動桿菌屬與腸桿菌屬可於潮濕的環境快速的增殖，其特性是對於生長、營養條件的需求性非常低(例如：可於蒸餾水中存活)，而且可以忍受寬廣的物理環境變化(例如：溫度的變化)，故是造成與使用醫療設備有關的呼吸道、泌尿道、血流感染病原菌。由於這些細菌會經由醫護人員的手部傳播而感染病患，而且靈桿菌、腸桿菌屬常是對第三代頭芽孢菌素具有多重抗藥性，會造成嚴重的醫療照護機構內感染病例的產生。故在醫療照護機構內的各醫療單位特別是加護病房及燒傷治療單位，一定要避免這些水中細菌的散播，醫護人員必須有養成良好的衛生習慣，要戴手套及穿戴適當的隔離衣物，以保護病患不受感染，並且於照顧病患前後絕對遵守洗手的要求，同時要排除醫療照護機構環境中可能會造成污染的來源，以避免醫療設備及儀器被污染而間接感染到病患。

非結核分枝桿菌

非結核分枝桿菌是醫療照護機構供水系統中常被發現的抗酸性桿菌，原是屬於環境中的腐生性菌和引起人類伺機性感染的低病原性微生物。大部分的非結核分枝桿菌對於抵抗力不佳的宿主則會引起感染症狀，其中與人類感染有關的疾病，包括：成年病患的肺部感染、孩童的頸部淋巴腺感染、皮膚軟組織骨骼感染及免疫機能不全病患的全身性感染。因為它是經由水來傳播，故雖然病患檢體中流出許多的病菌，但是仍然不會造成親密接觸和人與人間的直接感染。引起與醫療照護有關的群突發性感染，大多數是病患經由食用或吸入被污染的水、冰而移生菌株，當病患抵抗機轉功能不佳時，則會產生臨床感染症狀，但是也有無症狀病患痰液培養呈現陽性反應。於醫療照護機構內病患處置過程、檢體收集與運送及使用被非結核分枝桿菌污染的水做最後清洗儀器過程，都會造成震撼性的假性院內群突發感染結果。*M. chelonae*、*M. gordonae* 和 *M. xenopi* 是支氣管鏡與腸胃鏡使用被污染水做最後清洗潤溼有關的常見菌種。許多研究顯示，由自來水及醫療照護機構供水系統和儲存槽、自然界和人造水環境中皆可以分離出非結核分枝桿菌，例如：由於 *M. xenopi* 可以於 45°C 的水中存活，故當醫療照護機構熱水供應系統溫度過低時則會產生被污染的情形。至於其他的非結核分枝桿菌如 *M. kansasii*、*M. chelonae*、*M. gordonae* 及 *M. fortuitum* 因無法忍受高溫，故與冷水系統及水龍頭水污染有關。非結核分枝桿菌對於氯離子(chlorine)具有高度抵抗性，可以忍受自來水供應系統中 0.05-0.2ppm 離子濃度，其對於氯離子抵抗性比大腸桿菌高出 20 到 100 倍，同時生長快速的非結核分枝桿菌比生長緩慢的非結核分枝桿菌對氯離子更具抵抗性。由於生長緩慢的非結核分枝桿菌如：*M. kansasii* 及 *M. avium* 會於液體表面形成生物膜(biofilm)，因而提供生長及繁殖的環境並促進其對化學消毒劑之抵抗性，由於此細菌對血液透析於滅菌用的甲醛具有抵抗性，故當清洗用水被非結核分枝桿菌污染時，則會造成血液透析病患的感染嚴重情形。

預防方法

由於醫療照護機構內的住院病患大多數是屬於免疫及防禦機能較差的人，然而與水接觸又是無法避免的，所以如何提供品質好的水於醫療照護機構中使用是迫切須要的。於規劃管路設計供水系統，應注意愈短愈好，當供水系統有再循環使用時，應採用隔離的方式並且避免管路死角產生，以有效降低退伍軍人症桿菌屬與非結核分枝桿菌屬所喜好的沉澱物的累積與生物膜的形成。醫療照護機構內的熱水供應系統之加熱器及熱水儲存桶的最下方，應該設有沉澱物引流裝置並且要定期的清洗內部水垢，同時要維持熱水供應出水口的溫度於 60°C 以上，熱水循環系統內的溫度於 51°C 以上，而冷水供應要保持低於 20°C 以下，以避免於管路中提供嗜熱性水生微生物的生長環境。一般醫療照護機構為維持良好供水的品質，蓄水池、供水的終端設備如：水龍頭、蓮蓬頭、實驗室洗眼器與淋浴設備等處的固定清洗及消毒，維持管路的流暢、正常壓力與定期檢修都是常規的保養工作。當機構外有停水情形發生時，應該注意供水系統於管路中避免產生瞬間的高壓，以防止生物膜與沉澱物內的水生微生物被高壓沖散，而產生過高的水生微生物菌落數情形。保持醫療照護機構環境表面乾燥、清潔與避免環境中的潮濕表面與水霧氣產生，可避免病患因直接接觸污染的水而感染。

由於醫療照護機構為功能特殊的環境，所以使用水的品質和消毒工作要更嚴格把關而且持續的進行；其方式有：暫時性的加熱-沖洗消毒法，暫時或持續性-加氯消毒法、過濾處理消毒法，永久及持續性-紫外線、臭氧及銅-銀重金屬離子產生系統消毒法等方法。(一)暫時性的加熱-沖洗(60°C，30 分鐘)消毒法，雖然簡單易操作，但因實施時需要大量的人力配合進行操作，所有供水的終端設備沖洗 30 分鐘亦耗費大量的水，同時會發生病患被 60°C 高溫熱水燙傷的可能，故祇適用於無法立即使用適當的消毒設備時的爭取時效緊急替代措施，而且於實施後的短暫時間後供水系統很快又會被污染，故不適用於醫療照護機

構的常規水質消毒使用。(二)暫時或持續性-加氯消毒法，是目前使用最廣泛的方法，但是由於高溫會破壞有效氯濃度，故要維持供水系統中殘餘氯或有效氯濃度 2.0 ppm 與酸-鹼值 7.0-8.0 的最佳消毒效果狀態，必須耗費許多的時間去隨時監測與添加維持有效氯濃度以確定產生消毒效果，由於退伍軍人症桿菌屬對於氯離子具有抵抗性，只能抑制它的生長而無法殺死它，再加上氯化物有致癌性及會造成供水管路破損的原故，大家已經重新評估醫療照護機構使用加氯消毒方法的可行性。(三)過濾處理消毒法：利用過濾處理方法雖然可以移除水中對氯離子具抵抗性的隱孢子蟲原蟲類寄生蟲，但是於醫療照護機構並不建議常規使用，除非是供應血液透析室或特殊儀器需要使用的無菌水。(四)臭氧消毒法，雖然可以有效的殺死退伍軍人症桿菌屬與腸內細菌屬，但是於熱水供應系統中臭氧離子會被破壞而無法發揮消毒效果，同時也會造成管路的損壞，此方法不適用於醫療照護機構使用。(五)紫外線輻射消毒法，設備裝設及維修容易，大多是應用於無水垢及生物膜形成的新系統及水量使用較少的特殊單位，例如：燒傷及器官移植病房等局部消毒用，此法對於醫療照護機構內存在的退伍軍人症桿菌屬不具消毒效果，必須使用能夠藉由水流將消毒劑有效送達消除全面性供水系統遠端出口的微生物方法，包括：加氯消毒法及銅-銀離子產生系統等消毒方法。(六)銅-銀離子系統消毒方法，係利用帶正電荷 0.4 ppm 的銅與 0.04 ppm 的銀重金屬離子與帶負電荷的細菌膜表面作用，而破壞細菌的繁殖功能。銅-銀離子系統消毒方法的使用離子濃度較美國環境保護署規定的飲用水標準 1.3 ppm 的銅離子與 0.1 ppm 的銀離子為低，目前已經實驗室證實可以有效的殺死退伍軍人桿菌屬而不是抑制它，而且不受熱水高溫破壞其離子有效性，本設備適合用於用水量大的機構，具有設備易於裝設與維護的優點，但缺點是設備成本與將來的維護費價格高的缺點。

結 語

當水生微生物躲藏於儲水槽或供水管路中的水垢或沉澱物的生物膜中時，縱然是使用有效的全面供水系統消毒方法，仍然無法有效的完全消滅它，只能夠降低其菌落數而已。故醫療照護機構供水系統的水生微生物消毒工作，必須結合有效的消毒方法和避免水垢或沉澱物的生物膜於供水管路中產生，才能夠提供優良的供水品質。目前對於醫療照護機構的水質檢驗工作，除血液透析室用水及水生微生物的群突發感染調查外，不建議進行常規的檢測。

參考文獻

- 1.Draft Guideline for Environmental Infection Control in Healthcare Facilities, Centers for Disease Control and Prevention 2001; 38-54.
- 2.A guide for Minimizing Risk. In: Matthew R. Freije, eds. Legionellae Control in Health Care Facilities. ed. USA: Hc Information Resources, Inc. 1996.
- 3.Legionnaires disease: Facts, Legal issue, Risk. In: Matthew R. Freije, eds. Legionnaires disease. ed. USA: HC Information Resources. 1998.
- 4.How to make plumbing systems less conducive to Legionella and other bacteria. In: Matthew R. Freije, eds. Legionellae. ed. USA: HC Information Resources. 1998

