# 某醫院血液透析相關感染的十一年變遷

莊意芬[1] 黃婉瑩[1] 湯培欣[1] 王曉琪[1] 連麗芬[2] 林宜君[3,4] 鄭健禹[3,6] 鄭舒倖[3,5]

衛生福利部桃園醫院 [1]感染管制小組 [2]血液透析室 [3]感染科
台北醫學大學 [4]醫學系 [5]公衛系 [6]陽明大學醫學系

台灣民眾擁有全世界最高的慢性腎臟病發生率及盛行率。透析相關的感染是常見的併發症，因此，醫療人員有必要對於此醫療照護相關感染深入了解。

本研究收集本院透析病人自 2006 至 2016 年的資料作為分析。根據台灣疾病管制署醫療照護相關感染定義，將血流感染及動脈或靜脈感染予以收案。研究期間血液透析共 466,861 人次，共 276 人發生 345 次透析相關感染，感染個案平均年齡 69 歲，平均感染密度為每千人次 0.74。血流感染密度為 0.56‰；動靜脈感染密度為 0.17‰。住院病人血液透析感染之相對危險值是門診血液透析病人的 12.46 倍 (95% 信賴區間 [CI]，10.08~15.41) ($p < 0.001$)。抗 methicillin 金黃色葡萄球菌 (MRSA) 占所有病原菌的 23.1%。2011 年 (含) 以前 MRSA 的占率平均 31.6%，2012 年以後 MRSA 占率平均 13.5%，勝算比為 2.95 (95% CI，1.73~5.03) ($p < 0.001$)。各種透析血管通路的感染密度，動靜脈瘻管 0.11‰、動靜脈人工血管 0.81‰、長期中心靜脈導管 4.26‰、暫時性雙腔中心靜脈導管 5.57‰。動靜脈人工血管的感染風險是動靜脈瘻管的 7.4 倍 (95% CI，4.13~13.25)、長期中心靜脈導管是 39.1 倍 (95% CI，23.18~65.86)、暫時性雙腔中心靜脈導管是51.1 倍 (95% CI，29.57~88.49) ($p < 0.001$)。

本研究建議末期腎臟病病人應及早建立動靜脈瘻管，透析單位可推廣氯胍消毒注射部位以降低 MRSA 感染；以及病人因急性病症住院時要格外留意血液透析相關感染的發生。（**感控雜誌 2017:27:209-221**）

**關鍵詞：** 血液透析、動靜脈瘻管、動靜脈人工血管、長期中心靜脈導管、暫時雙腔中心靜脈導管

民國106 年5 月9 日受理
民國106 年6 月28 日修正
民國106 年8 月25 日接受刊載

通訊作者：鄭舒倖
通訊地址：桃園市桃園區中山路1492號
連絡電話：(03) 3699721

DOI: 10.6526/ICJ.2017.502

## 前　言

依據美國腎臟資料登錄系統 (United State Renal Data System; USRDS) 2016 年報告 (2014 年登錄資料)[1]，台灣末期腎臟病 (end stage renal disease) 之發生率高居世界第一，達每百萬人 455 人，遠高於第二名墨西哥 (每百萬人 421 人)、及第三名美國 (每百萬人 370 人)；盛行率方面，亦是世界第一，達每百萬人 3,219 人，遠高於第二名日本 (每百萬人 2,505 人)、第三名美國 (每百萬人 2,076 人)。末期腎臟病需要規律與長期的透析治療 (dialysis)，不僅嚴重影響病人的健康與生活品質，且每年花費全民健康保險 (簡稱健保) 甚鉅，2014 年花費 330 億新台幣[2]。

血液透析 (hemodialysis) 是台灣民眾的末期腎臟病的首選治療，大於 90% 的台灣末期腎臟病病人選擇在醫院或診所接受血液透析。反觀北歐的丹麥、冰島、芬蘭、挪威、瑞典等，50-75% 的病人是接受腎臟移植；而香港的透析病人，72% 選擇腹膜透析 (peritoneal dialysis)；紐西蘭的血液透析病人，18.3% 在自己家裡執行透析[1]。

透析血液通路 (vascular access) 的感染是血液透析病人常見的併發症之一，僅次於心血管疾病發作[1]。根據文獻，每位末期腎臟病病人每年平均住院兩次，其中，10% 是因為透析血液通路感染[1,3]。雖然，動靜脈瘻管 (arteriovenous fistula) 是臨床診治指引中，最被建議的透析血液通路[4-7]，然而，每個人會因為臨床情況、血管硬化、預期壽命、個人喜好等等選擇最適合的通路，包含動靜脈人工血管 (arteriovenous graft)、長期中心靜脈導管 (permanent central venous catheter)、暫時性雙腔中心靜脈導管 (temporary double lumen central venous catheter) 等。因此，醫療人員有必要針對不同場域、與不同血液通路的透析相關感染的流行病學，深入了解。本研究的目的，是藉由回朔性的分析，了解不同透析血液通路的感染密度與常見菌種，以增進醫療人員的照護知能、並且有能力提供民眾充分的衛教資訊。

## 方　法

本院為北台灣一家 930 床的區域醫院，2016 年間住院約 25 萬人日，平均院內感染率每千人日 2.5 人次。透析中心共 55 床，透析人次 2016 年約 5 萬人次。透析中心的腎臟內科醫師，因為臨床情況的緊急程度、血管硬化程度、預期壽命之長短、加上尊重病人的選擇，選用不同的透析血液通路。我們收集 2006 年 1 月 1 日至 2016 年 12 月 31 日間，在本院門診及住院透析病人的資料作為分析。

根據台灣疾病管制署醫療照護相關感染定義[8]，我們將兩類的感染收案，定義為「血液透析相關

感染」：(一) 檢驗證實之血流感染 (blood stream infection)：收案標準至少須符合下列標準其中之一者：標準一：至少 1 套的血液培養出確認之致病原，且此致病原與其他感染部位無關。(僅與透析血管通路可能或證實相關)；標準二：(1) 在與其他感染部位無關的條件下，須有下列任一項症狀或徵象：發燒 (> 38°C)、寒顫、低血壓 (收縮壓≦90 mmHg)；且 (2) 至少 2 套不同時段之血液培養分離出皮膚上常見的微生物 (如 diphtheroids [Corynebacterium spp], Bacillus [非 *B. anthracis*] spp, Propionibacterium spp, coagulase-negative staphylococci [包括 *S. epidermidis*], viridians group streptococci, Aerococcus spp 或 Micrococcus spp)。(二) 動脈或靜脈感染 (arterial or venous infection；簡稱動靜脈感染)：收案標準至少須符合下列標準其中之一者：標準一：經手術取得之動脈或靜脈，培養分離出微生物，且未做血液培養或血液培養為陰性者；標準二：在手術過程或以病理組織切片檢查發現動脈或靜脈感染之證據者；標準三：在沒有其他確認的原因下，至少有下列任一項症狀或徵象：發燒 (>38°C)、病灶處有疼痛、發紅或發熱。且在未做血液培養或血液培養為陰性之條件下，血管內留置導管之前端以半定量培養法，菌落數超過 15 者；標準四：血管病灶處有膿液引流，且未做血液培養或血液培養為陰性者。

統計分析方面，我們以醫療照護相關感染 (血流感染、動靜脈感染) 人次為分子，以透析人次及導管人次為分母，分別計算感染密度，以千分比表示。再者，將不同透析血管通路的感染密度、住院或門急診的感染密度、感染菌種分布與變遷，分別描述。最後，以卡方趨勢檢定 (chi square、chi square for trend) 分析相對危險值、勝算比及其 95% 信賴區間 (95% confidence interval；95% CI)。P 值小於 0.05 視為有統計學上意義。

## 結　果

研究期間血液透析共 466,861 人次 (2006 年 35,707 人次至 2016 年 54,639 人次逐年上升)，其中門診透析佔 91.1%；住院中透析佔 8.9%。研究期間血液透析病人共 276 人發生 345 次透析相關感染，48 人於 11 年間發生二次以上透析導管相關感染，平均感染密度為每千人次 0.74 人次 (‰)。感染個案平均年齡 69 歲 (範圍 26~96)，男女比1：1.1。共病症方面，併有高血壓者占 72%，糖尿病者占 66%，陳舊性腦中風者占 27%，癌症者占 13% (表一)。

以診別 (門診或住院) 分析，門診血液透析感染感染共 155 人次，感染密度 0.36‰ (155/425,220)，其中血流感染 99 人次 (63.9%)、動靜脈感染 56 人次 (36.1%)；住院血液透析感染個案共 190 人次，感染密

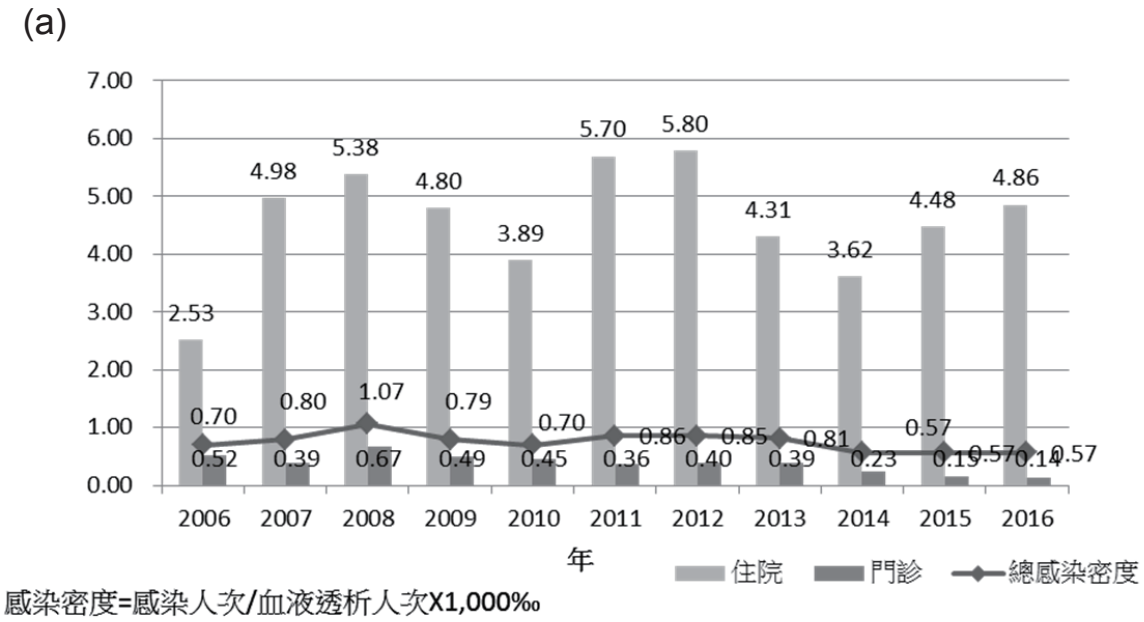
**表一　本院 2006 至 2016 年發生血流感染及動靜脈感染的血液透析病人的基本資料**

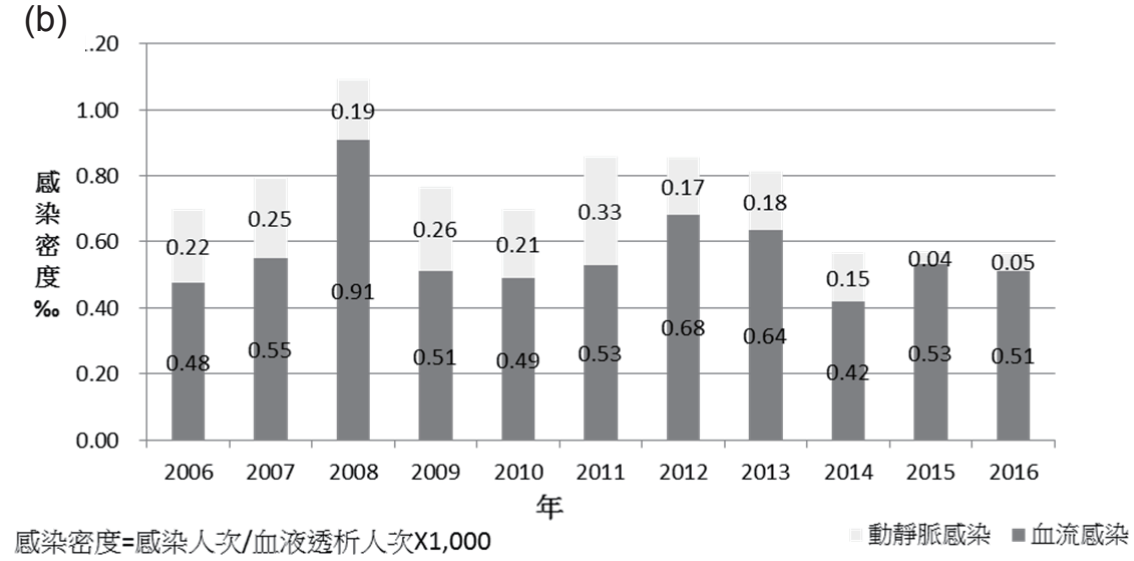
| | 門診 | 住院 | 總計 |
|---|---|---|---|
| 感染人次 | 155 | 190 | 345 |
| 年齡 (範圍) | 67 (26~90) | 72 (26~96) | 69 (26~96) |
| 性別 (男：女) | 72:83 | 95:95 | 167:178 |
| 透析人次 | 425,217 | 41,644 | 466,861 |
| 共病症* | | | |
| 糖尿病 | 65.1% | 68.0% | 66.7% |
| 高血壓 | 67.4% | 76.0% | 72.0% |
| 癌症 | 11.6% | 15.0% | 13.4% |
| 肝硬化 | 10.5% | 9.0% | 9.7% |
| 痛風 | 12.8% | 4% | 8.1% |
| 陳舊性腦中風 | 26.7% | 27.0% | 26.9% |
| 感染相關血管通路 | | | |
| 動靜脈瘻管 | 14.2% | 8.4% | 11.0% |
| 動靜脈人工血管 | 28.4% | 6.3% | 16.2% |
| 長期中心靜脈導管 | 47.7% | 29.5% | 37.7% |
| 暫時性雙腔中心靜脈導管 | 9.7% | 55.8% | 35.1% |

*186 人資料完整可供分析

度 4.56‰ (190/41,641)，其中血流感染 164 人次 (86.3%)、動靜脈感染 26 人次 (13.7%)。以感染部位分析，血流感染 263 人次 (76.2%)，感染密度為 0.56‰；動靜脈感染 82 人次 (23.8%)，感染密度為 0.17‰。歷年之感染密度，以門診與住院區分如圖一 (a) 所示，以血流感染或動靜脈感染區分如圖一 (b) 所示。住院病人血液透析感染之相對危險值 (risk ratio)，是門診血液透析病人的 12.46 倍 (95% CI，10.08~15.41) ($p < 0.001$)，而且，住院血液透析者的血流感染佔率高達 86%，也顯著高於門診血液透析者的 64% ($p < 0.001$)。

以感染菌種分析，總共 363 株病原菌被分離鑑定，其中，革蘭氏陽性菌占 59.0%，革蘭氏陰性菌占 35.0%，黴菌占 5.5% (表二)。住院血液透析感染的病原菌為革蘭氏陽性菌者占 40.0%，而腸內菌如大腸桿菌、肺炎克雷伯氏菌、綠膿桿菌、鮑氏不動桿菌等革蘭氏陰性菌占了 33.8%；反之，門診血液透析感染的病原菌，則多半是皮膚的革蘭氏陽性菌叢如葡萄球菌占 66.7%。其中，抗 methicillin 金黃色葡萄球菌 (methicilln-resistant *Staphylococcus*




**圖一　本院 2006 至 2016 年歷年之血液透析相關感染密度 (a) 總感染率，及以門診與住院區分、(b) 以血流感染及動靜脈感染區分**

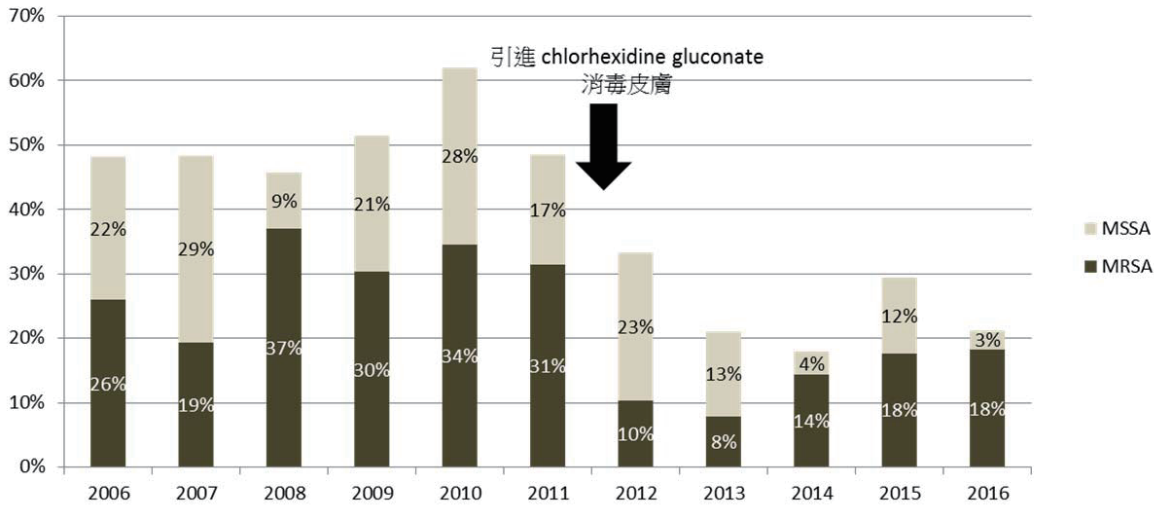
**表二　本院 2006 至 2016 年的血液透析相關感染的病原菌分析：以住院與門診分析**

| 菌種名稱/分離株數 n (%) | 住院 | | 門診 | | 總計 | |
|---|---|---|---|---|---|---|
| Gram-positive | n | % | n | % | n | % |
| Methicillin-resistant *Staphylococcus aureus* | 46 | 21.9 | 38 | 24.8 | 84 | 23.1 |
| Methicillin-susceptible *S. aureus* | 15 | 7.1 | 45 | 29.4 | 60 | 16.5 |
| Coagulase-negative Staphylococcus | 16 | 7.6 | 12 | 7.8 | 28 | 7.7 |
| *Enterococcus faecalis* | 7 | 3.3 | 7 | 4.6 | 14 | 3.8 |
| Gram-negative | | | | | | |
| *Escherichia coli* | 18 | 8.6 | 5 | 3.3 | 23 | 6.3 |
| *Klebsiella pneumoniae* | 16 | 7.6 | 7 | 4.6 | 23 | 6.3 |
| *Pseudomonas aeruginosa* | 12 | 5.7 | 8 | 5.2 | 20 | 5.5 |
| *Acinetobacter baumannii* | 17 | 8.1 | 1 | 0.6 | 18 | 5.0 |
| *Enterobacter cloacae* | 8 | 3.8 | 3 | 2.0 | 11 | 3.0 |
| Fungi | | | | | | |
| Candida spp. | 12 | 5.7 | 6 | 3.9 | 18 | 5.0 |
| Others | 43 | 20.5 | 21 | 13.7 | 64 | 17.6 |
| Total | 210 | 100 | 153 | 100 | 363 | 100 |

*aureus*, MRSA) 占所有病原菌的 23.1%，是最常見的致病菌。又以各種透析血液通路分析 (表三)，具 methicillin 感受性的金黃色葡萄球菌 (methicilln-susceptible *S. aureus* MSSA)，在動靜脈瘻管及動靜脈人工血管的占率等於 (22.0% vs 22.0%) 及高於 MRSA (34.5% vs 21.8%)，但是在長期中心靜脈導管及暫時雙腔中心靜脈導管的佔率則低於 MRSA (12.5% vs 28.7% 及 11.5% vs 18.3%)。至於綠膿桿菌、鮑氏不動桿菌以及念珠菌，則多出現在長期中心靜脈導管及暫時雙腔中心靜脈導管的感染。

隨著時序之變遷，2011 年 (含) 以前 MRSA 的占率平均 31.6%，到了 2012 年以後 MRSA 占率平均 13.5%，兩者勝算比為 2.95 (95% CI，1.73~5.03) ($p < 0.001$)，有統計學上的差異。以全部的 *S. aureus* 分析仍有相同的趨勢，勝算比為3.03 (95% CI，1.94~4.71) ($p < 0.001$) (圖二)。

至於與感染相關的透析血管通路，動靜脈瘻管 38 人次 (11.0%)，動靜脈人工血管 56 人次 (16.2%)，長期中心靜脈導管 130 人次 (37.7%)，暫時性雙腔中心靜脈導管 121 人次 (35.1%) (表一)。由於血液透析中心的血管通路登錄系統有幾年不是非常完整，僅能就確實掌握的六年資




**圖二　本院 2006 至 2016 年歷年之血液透析相關感染病原菌 methicillin-resistant *Staphylococcus aureus* (MRSA)、methicillin-susceptible *S. aureus* (MSSA) 之占率**

**表三　本院 2006 至 2016 年的血液透析相關感染的病原菌分析：以不同透析血液通路分析**

| 菌種名稱/分離株數 n (%) | 動靜脈瘻管 | | 動靜脈人工血管 | | 長期中心靜脈導管 | | 暫時雙腔中心靜脈導管 | | 總計 | |
|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|
| Gram-positive | n | % | n | % | n | % | n | % | n | % |
| Methicillin-resistant *Staphylococcus aureus* | 9 | 22.0 | 12 | 21.8 | 39 | 28.7 | 24 | 18.3 | 84 | 23.1 |
| Methicillin-susceptible *S. aureus* | 9 | 22.0 | 19 | 34.5 | 17 | 12.5 | 15 | 11.5 | 60 | 16.5 |
| Coagulase-negative Staphylococcus | 1 | 2.4 | 3 | 5.5 | 13 | 9.6 | 11 | 8.4 | 28 | 7.7 |
| *Enterococcus faecalis* | | 0.0 | 3 | 5.5 | 5 | 3.7 | 6 | 4.6 | 14 | 3.9 |
| Gram-negative | | | | | | | | | | |
| *Escherichia coli* | 5 | 12.2 | 3 | 5.5 | 6 | 4.4 | 9 | 6.9 | 23 | 6.3 |
| *Klebsiella pneumoniae* | 4 | 9.8 | 5 | 9.1 | 9 | 6.6 | 5 | 3.8 | 23 | 6.3 |
| *Pseudomonas aeruginosa* | 2 | 4.9 | 1 | 1.8 | 8 | 5.9 | 9 | 6.9 | 20 | 5.5 |
| *Acinetobacter baumannii* | 1 | 2.4 | 1 | 1.8 | 5 | 3.7 | 11 | 8.4 | 18 | 5.0 |
| *Enterobacter cloacae* | 2 | 4.9 | 0 | 0.0 | 3 | 2.2 | 6 | 4.6 | 11 | 3.0 |
| Fungi | | | | | | | | | | |
| Candida spp. | 2 | 4.9 | 0 | 0.0 | 10 | 7.4 | 6 | 4.6 | 18 | 5.0 |
| Others | 6 | 14.6 | 8 | 14.5 | 21 | 15.4 | 29 | 22.1 | 64 | 17.6 |
| Total | 41 | 100 | 55 | 100 | 136 | 100 | 131 | 100 | 363 | 100 |

料，分析各種透析血管通路的感染密度，依序為動靜脈瘻管 0.11‰、動靜脈人工血管 0.81‰、長期中心靜脈導管 4.26‰、暫時性雙腔中心靜脈導管 5.57‰。分別與動靜脈瘻管感染的風險比較，動靜脈人工血管的感染風險是 7.4 倍 (95% CI，4.13~13.25)、長期中心靜脈導管的感染風險是 39.1 倍 (95% CI，23.18~65.86)、暫時性雙腔中心靜脈導管的感染風險是 51.1 倍 (95% CI，29.57~88.49) (全部 $p < 0.001$)。

## 討　論

台灣末期腎臟病病人幾乎全部都選擇在醫療院所接受血液透析，在自己家裡執行透析並不盛行[1]，因此，醫療照護相關感染特別值得關心，且需要妥善控制。本文首度指出，台灣的區域醫療院所，血液透析相關感染密度平均為每千人次 0.74 人，其中住院中透析 4.56‰，是門診透析 0.36‰ 的 12 倍。

過去文獻指出，高雄某醫學中心統計五年內[9]，暫時性雙腔中心靜脈導管的導管感染密度為每千人日 8.46，血流感染密度為每千人日 4.88。美國 2014 年的報告指出[10]，透析病人因為任何感染導致住院，從 2005 年到 2014 間從每人年 0.50 下降到 0.44；因為透析血管通路感染而住院，從每人年 0.14下降到 0.04。再者，歐美的回顧型文獻指出[11,12]，透析病人的導管相關的血流感染率介於每導管千人日 2.5 到 6.6 之間。本文則是將原發性血流感染與動靜脈感染一併納入分析，不只討論血流感染，而且涵蓋每一種的透析血管通路的感染，更能描繪透析相關感染的全貌，但是透析相關的感染密度則與文獻無法比較。

在台灣，血液透析 (hemodialysis) 是末期腎臟病病人的首選治療，大於 90% 的台灣末期腎臟病病人選擇在醫院或診所接受血液透析，而澳洲與紐西蘭的血液透析病人，分別有 9.4% 及 18.3% 在自已家裡執行透析[1]。在家裡執行夜間透析 (nocturnal home hemodialysis)，不但不會影響白天的作息，時間較為彈性；而且延長每次透析時間到 6-8 小時，速度放慢，頻率也能增加到每周 5-7 天，有助於血壓的控制、能使心臟的負擔減小，也證實了可以減少心血管疾病的併發症與死亡率[13-15]，是除了腎臟移植、腹膜透析外，先進國家推廣的血液透析方法。但是其技術門檻較高，病人及其家屬必須經過密集的訓練，要能夠學會無菌技術、熟練上針及應付透析機器的各種警示狀況，亦有文獻指出，在家裡執行夜間透析會因為透析的頻率增加，密集的上針可能會增加感染的機會[16]。

本研究指出透析相關感染之菌種以 *S. aureus* 最為常見，具抗藥性的 MRSA 在住院及門診血液透析感染菌種排名分別為第一名及第二名，

這與本研究的感染有 89% 發生在人工血管通路有關，也與國內外相關的文獻報導相似[6,9,11,16-19]。推測這個以接觸傳播為主的皮膚正常菌叢，帶原者可能是病人、家人或醫護人員[19]，可能是經由上針、或是照護血管通路等過程中造成感染。*S. aureus* 容易在人工材質表面上形成生物膜 (biofilm)，無法經注射抗生素而消失，這使得治療更為困難，必須移除人工血管通路[20]。本文亦指出，MRSA 自 2012 年後逐漸變少，時序上跟本院透析中心停止優碘，引進氯胍 (chlorhexidine gluconate) 應用於注射前的皮膚消毒有關。氯胍清除金黃色葡萄球菌的能力，優於優碘及酒精，證實可以降低中心靜脈導管之感染[6,21]。

動靜脈瘻管是臨床診治指引中最被建議的透析血液通路[4-7]，但不是每一位病人都能成功建立動靜脈瘻管，例如糖尿病的末期腎臟病病人，血管的健康程度遠不如其他腎衰竭的病人，因此使用動靜脈人工血管或中心靜脈導管的比例較高[3]。而本院透析中心的病人利用動靜脈瘻管的比率 68.7% (動靜脈人工血管占 18.6%、長期中心靜脈導管占 8.6%、暫時性雙腔中心靜脈導管占 4.1%，資料未於結果呈現)，大約與美國相當[1]。本文指出透析血液通路的感染密度，以動靜脈瘻管 0.11‰ 最低，動靜脈人工血管的感染風險是它的 7.4 倍、長期中心靜脈導管是它的 39.1 倍、暫時性雙腔中心靜脈導管是它的 51.1 倍。相似的文獻中，加拿大學者泰勒[22]指出，初次透析後六個月內，動靜脈瘻管擁有最低的血流感染率，動靜脈人工血管是它的 1.5倍、長期中心靜脈導管是它的 8.5 倍、而暫時性雙腔中心靜脈導管是它的 9.9 倍。再者，美國的疾病管制中心[12]指出，透析患者發生導管相關血流感染發生率，動靜脈瘻管每百人月 0.5 人次、動靜脈人工血管每百人月 0.9 人次、長期中心靜脈導管每百人月 4.2 人次、而暫時性雙腔中心靜脈導管每百人月 27.1 人次。各個研究都能再現動靜脈瘻管的感染率最低，動靜脈人工血管次之、然後是長期中心靜脈導管、而感染率最高的是暫時性雙腔中心靜脈導管。因此，也再次證實動靜脈瘻管仍是透析病人的最佳選擇。

本研究成果尚有以下不足，第一、各國家各地區的透析中心，其個案的共病症如糖尿病、或免疫低下患者的比重不同，因此，本研究的感染密度欲與其他單位比較，須格外謹慎；第二、本院鮮少病人接受切片來診斷末期腎臟病的根本原因，因此，病人的基本資料有關宿疾的部分，無法呈現；第三、有些指引建議暫時性雙腔中心靜脈導管盡量不要置放在鼠蹊部位以避免感染[4,23]，但是本研究並未描述導管放置的部位。一方面正確的放置部位資料收集困難，另一方面已有系統性回顧的文獻指出，鼠

蹊部或內頸及鎖骨下注射的感染率並無差異[24]，而且台灣及加拿大的腎臟醫學會、專業感控組織如 APIC 的臨床診治指引都沒有強調避免鼠蹊部[5,6,7]；第四、由於研究區間橫跨十一年，有些年代紙本病歷已無保存，在幾經努力之後，為求資料正確無誤，我們不得已捨棄一些病人的共病症的分析，及其中五年的導管人次的計算。但是相信本研究材料已然夠豐富且具代表性，因此仍戮力完成寫作以饗同儕。

總結以上，本研究描述了十一年來的血液透析相關感染為每千人次 0.74 人，住院是門診的 12 倍，暫時性雙腔中心靜脈導管是動靜脈瘻管的 51 倍，使用氯胍消毒注射部位能使 MRSA 感染降低。因此建議末期腎臟病病人應及早建立動靜脈瘻管；MRSA 盛行的透析單位可推廣氯胍消毒注射部位；以及，病人因急性病症住院期間，醫護人員也要格外警覺血液透析相關感染的發生。

## 參考文獻


1. United States Renal Data System (2017, April 20). 2016 USRDS annual data report: Epidemiology of kidney disease in the United States. National Institutes of Health. National Institute of Diabetes and Digestive and Kidney Disease, Bethesda, MD, 2016. Available http://www.usrds.org/adr.aspx.
2. 衛生福利部中央健康保險署（2017，1 月 17 日)，主題專區慢性腎臟病防治。摘自 http://www.nhi.gov.tw/webdata/webdata.aspx?menu=17&menu_id=1027&webdata_id=4565&WD_ID=1076. Accessed April 20, 2017.
3. Ravani P, Palmer SC, Oliver MJ, et al: Associations between hemodialysis access type and clinical outcomes: a systematic review. J Am Soc Nephrol 2013;24:465-73.
4. Vascular Access 2006 Work Group: Clinical practice guidelines for vascular access. Am J Kidney Dis 2006;48:176-247.
5. Jindal K, Chan CT, Deziel C, et al: Canadian society of nephrology committee for clinical practice guidelines: hemodialysis clinical practice guidelines for the Canadian society of nephrology, Chapter 4: vascular access. J Am Soc Nephrol 2006;17:S16-23.
6. Association for professionals in infection control and epidemiology (APIC) (2017, April 20). Guide to the elimination of infections in hemodialysis, 2010. Available at: http://www.apic.org/Professional-Practice/Implementation-guides.
7. 台灣腎臟醫學會。台灣血液透析診療指引。台北：台灣腎臟醫學會。2008:1-151。
8. 台灣疾病管制署。醫療照護相關感染監測定義(第二版)。台北：台灣疾病管制署。2009:15-80.
9. Chang TY, Fang HC, Chou KJ, et al: Infection associated with temporary central venous catheter for hemodialysis: a review of 5 years experience. Acta Nephrol 2002;16:12-8.
10. Center for Medicare and Medicaid Services (2014, June). Report for the Standardized Readmission Ratio. Available https://www.cms.gov/Medicare/Quality-Initiatives-Patient-Assessment-Instruments/ESRDQIP.
11. Soi V, Moore CL, Kumbar L, et al: Prevention of catheter-related bloodstream infections in patients on hemodialysis: challenges and management strategies. Dovepress 2016;9:95-103.
12. Klevens RM, Edwards JR, Andrus ML, et al: Special report: dialysis surveillance report: national healthcare safety network (NHSN)-data summary for 2006. Semin Dial 2007;21:24-8.
13. Chan CT, Floras JS, Miller JA, et al: Regression of left ventricular hypertrophy after conversion to nocturnal hemodialysis. Kidney Int 2002;61:2235-9.

14. Chan CT, Floras JS, Miller JA, et al: Improvement in ejection fraction by nocturnal hemodialysis in end-stage renal disease patients with co-existing heart failure. Nephrol Dial Transplant 2002;17:1518-21.

15. Rocco MV, Lockridge RS Jr, Beck GJ, et al: The effects of frequent nocturnal home hemodialysis: the frequent hemodialysis network nocturnal trial. Kidney Int 2011;80:1080-91.

16. Lok CE, Sontrop JM, Faratro R, et al: Frequent hemodialysis fistula infectious complications. Nephron Extra 2014;4:159-67.

17. Centers for Disease Control and Prevention: Invasive *methicillin-resistant Staphylococcus* aureus infections among dialysis patients-United States, 2005. MMWR 2007;56:197-9.

18. Horino T, Sato F, Hosaka Y, et al: Predictive factors for metastatic infection in patients with bacteremia caused by methicillin-sensitive *Staphylococcus aureus*. Am J Med Sci 2015;349:24-8.

19. Lu PL, Tsai JC, Chiu YW, et al: *Methicillin-resistant Staphylococcus* aureus carriage, infection and transmission in dialysis patients, healthcare workers and their family members. Nephrol Dial Transplant 2008;23:1659-65.

20. Yang L, Givskov M: Chemical biology strategies for biofilm control. Microbiol Spectr 2015;3. doi: 10.1128/microbiolspec.MB-0019-2015.

21. Maki DG, Alvarado CJ, Ringer M: Prospective randomized trial of povidone-iodine, alcohol, and chlorhexidine for prevention of infection associated with central venous and arterial catheters. Lancet 1991;384:339-43.

22. Taylor G, Gravel D, Johnston L, et al: Incidence of bloodstream infection in multicenter inception cohorts of hemodialysis patients. Am J Infect Control. 2004;32:155-60.

23. Vanholder R, Canaud B, Fluck R, et al: Diagnosis, prevention and treatment of haemodialysis catheter-related bloodstream infections (CRBSI): a position statement of European Renal Best Practice (ERBP). NDT Plus 2010;3:234-46.

24. Marik PE, Flemmer M, Harrison W: The risk of catheter-related bloodstream infection with femoral venous catheters as compared to subclavian and internal jugular venous catheters: a systematic review of the literature and meta-analysis. Crit Care Med 2012;40:2479-85.

# Eleven-Year Experience of Infection in Hemodialysis Patients

Yi-Fen Chuang[1], Wan-Ying Huang[1], Pei-Hsing Tang[1], Hsiao-Chi Wang[1], Li-Fen Lian[2], Yi-Chun Lin[3,4], Chien-Yu Cheng[3,6], Shu-Hsing Cheng[3,5]

[1]Infection Control Committee, [2]Hemodialysis Center,
[3]Department of Infectious Diseases, Taoyuan General Hospital, Ministry of Health and Welfare, Taoyuan, Taiwan.
[4]School of Medicine, and [5]School of Public Health, Taipei Medical University, Taipei, Taiwan.
[6]School of Medicine, National Yang-Ming University, Taipei, Taiwan

Taiwan was reported to have the highest incidence and prevalence of end-stage renal disease (ESRD). Thus, healthcare workers need to have in-depth knowledge on dialysis-related complications, such as healthcare-associated infections.

A retrospective study was conducted between 2006 and 2016, and we evaluated various healthcare-associated infections including bloodstream and vascular access-related infections according to the definition of the Centers for Disease Control, Taiwan. Totally, there were 466, 861 person-times of hemodialysis during these years. Hemodialysis-related infections occurred 345 times in 276 subjects, and the incidence density was 0.74 per 1000 patient-times, including 0.56 of bloodstream infection cases and 0.17‰ of vascular access-related infection cases. The risk ratio (RR) of inpatients was 12.46 (95% confidence interval [CI] 10.08~15.41) compared with that of outpatients ($p < 0.001$). Approximately 23.1% of the identified pathogens were methicillin-resistant *Staphylococcus aureus* (MRSA), which was prevalent before 2012 and became less predominant afterward (31.6% vs. 13.5%; odds ratio, 2.95 [95% CI 1.73~5.03]; $p < 0.001$). The infection densities of various vascular accesses were as follows: 0.11 per 1000 catheter-times for the arteriovenous fistula, 0.81‰ for the arteriovenous graft, 4.26‰ for the permanent central venous catheter (CVC), and 5.57‰ for the temporary double lumen CVC. The following are the RRs of these vascular accesses: arteriovenous graft, 7.4 (95% CI 4.13~13.25); permanent CVC, 39.1 (95% CI 23.18~65.86); and temporary CVC,

51.1 (95% CI 29.57~88.49) ($p < 0.001$).

The early establishment of arteriovenous fistula and skin preparation using chlorhexidine gluconate are recommended with increasing prevalence of MRSA infection. Lastly, healthcare workers should be aware that ESRD subjects hospitalized for acute illnesses are at risk of acquiring hemodialysis-related infections.

**Key words:** Hemodialysis, arteriovenous fistula, arteriovenous graft, permanent central venous catheter, temporary double lumen central venous catheter