

# 腹膜透析感染途徑及細菌的特性與分類

廖上智

## 摘要

腹膜炎及腹膜透析導管相關感染，是腹膜透析治療最主要的併發症。本文主要闡述腹膜透析各種可能感染途徑之相關理論及實務，以及分析細菌或其他致病原的特性與如何治療。目前對於腹膜炎及其他感染症的治療，比以前更務實且標準化，臨床上根據細菌之分類以及對於治療後之反應，而有種種不同因應之道。Staphylococcus epidermidis 仍是最常見的致病菌，反覆感染成為重要課題，且和細菌生物膜 (biofilms) 可能有關連。為了防範更嚴重的 S. aureus 感染，鼻帶菌者的篩檢及導管出口處之局部預防性治療，均有不錯之成果。而 S. aureus 感染，一旦起始治療之反應不如預期，便必須考慮加上口服 rifampin。對於 ORSA (oxacillin-resistant S. aureus) 或對於 ampicillin 有抗藥性的 enterococcus 感染 (ampicillin-resistant enterococcus; ARE)，必須使用 vancomycin。而感染 enterococcus 必須注意是否有腹內其他病灶。腹膜炎若長出革蘭氏陰性單一菌種 (如 E. coli, klebsiella 或 proteus)，應給予 ceftazidime，但若病人殘餘腎功能已經很差，也可使用 aminoglycoside 而不必考慮腎功能保護。多重細菌感染或厭氧菌感染之病人則必須慎重考慮外科療法，並給予適當之抗生素。Pseudomonas 腹膜炎是嚴重的併發症，除了給予 ceftazidime 外，至少要加上第二種有效藥物併用，才有機會治癒。非細菌性的感染，如黴菌及結核菌感染往往有診斷上的延遲，必須有高度的警覺心，以求早期診斷早期處理。

關鍵字：腹膜透析、腹膜炎、感染途徑、細菌生物膜

## 前言

自從 1923 年 Ganter 第一個發表腹膜透析 (peritoneal dialysis; PD) 之臨床應用，再到 1976 年 Popovich 及 Moncrief 共同提出 CAPD 之概念，腎臟科醫師已能有效運

---

高雄縣立鳳山醫院 (委託財團法人長庚紀念醫院經營) 腎臟科主治醫師、院長

受文日期：92 年 6 月 2 日 修改日期：92 年 6 月 25 日 接受刊載：92 年 8 月 6 日

通訊作者地址：廖上智 高雄縣鳳山市經武路 42 號

電話：(07) 7418151 轉 337 電子信箱：shangchi@adm.cgmh.org.tw

用這項治療方法，作為末期腎病病患之長期替代療法。腹膜透析之治療，主要有三大部分與血液透析不相同：(1) 腹膜透析導管 (2) 腹膜透析液 (3) 腹膜。

腹膜透析主要倚靠導管作為治療的工具。這條導管由生物相容的材質製成，置於人體組織形成的通道中，連接無菌的腹膜及充滿病原體的人體表面。理論上，導管及其在人體組織通道遭受污染而引發感染（包括腹膜炎）的機會很多。也因此，1976年以來有各種導管設計及灌液技術之改進，使得腹膜透析引起之腹膜炎及導管相關感染機率下降許多。目前腹膜炎仍是腹膜透析治療最主要的併發症之一，同時也是病患作腹膜透析治療「半途而廢」改換血液透析治療的主要原因之一。近幾年來，由於文獻不斷更新，國際腹膜透析學會（ISPD）對於腹膜炎的治療建議也作了修正。對於世界的新趨勢，有必要作一個完整的回顧。本文因此闡述腹膜透析各種可能感染途徑之相關理論與實務，以及分析細菌（或其他致病原）的特性及其分類，以利有關醫護人員能迅速掌握重點。

### 腹膜透析感染發生機轉

每天持續灌注透析液進入病患腹膜腔內，除了因碰觸增加污染的機會而造成腹膜炎外，大量的透析液也會改變正常宿主腹膜的防禦機轉以及改變腹膜的環境。因此，只要少量的細菌侵入便可能造成腹膜炎。這樣的腹膜炎通常是單一菌種，很少造成菌血症，也很少產生腹膜或腹壁膿瘍。典型的腹膜炎居家治療即可，死亡率雖然變異很大，由 0.8% 到 12.5% 都會有報告，實際上病患大多是死於其他併發症如心

臟病，而非感染本身。是否發生腹膜炎取決於入侵細菌數目及腹膜防禦清除能力兩者之平衡。

正常腹膜炎性反應具有連續性及完整性，包括體液及細胞免疫反應。第一線是腹膜巨噬細胞（Peritoneal macrophages），經由炎性刺激而出現在腹膜液內。病患巨噬細胞功能之良窳可能有很大的個人差異，也因此造成腹膜炎發生機會之不同。Lewis 及 Holmes（1991）發現腹膜流出液內白血球數目在無腹膜炎病患大約只有正常人的 0.1% 到 1%。腹膜炎高發生率病人與低發生率病人之間的腹膜流出液白血球數目並無顯著差異。巨噬細胞或其他白血球要能有效吞噬細菌及在細胞內殺死細菌，要先經由 IgG, C<sub>3</sub>b, C<sub>4</sub>d 及 fibronectin 之調理作用以辨識細菌，其中以 IgG 是腹膜液最主要的因子（Lewis & Holmes, 1991）。一般發現 CAPD 病人腹膜流出液中 IgG 濃度只有血中濃度 1%，而在正常人兩者則相當接近（De Vecchi, et al., 1990）。

細菌侵入腹膜腔並不一定造成腹膜炎。偶爾在無症狀的病患作腹膜流出液培養卻長出細菌。這種細菌大多是 *S. epidermidis* 及 *Propionibacterium*。反之致病力強的病原如 *S. aureus*，幾無例外都會造成腹膜炎。腹膜的防禦機能常發揮作用而使病患不自覺。在長期作腹膜透析而無腹膜炎的病患，其腹膜流出液中巨噬細胞的數目及其在白血球中所佔比例，在不同時間有很大幅度的變化，而其活化補體的濃度也同樣有很大幅度的變化。這代表偶有小量細菌侵入時，腹膜會奮力防禦，直到這個平衡被打破，臨床上才產生腹膜炎症狀。到底這樣外來病原侵入後落地生根，要潛伏多久（incubation period）才真正造成臨

床症狀，並不清楚。假如不幸宿主防禦機能被擊敗，通常 24 小時到 48 小時內會出現症狀。

腹膜炎的時候，腹膜通透性增加，因此流失到透析液的蛋白質增加。只要腹膜炎程度輕微且進食正常，通常尚可維持正氮平衡 (nitrogen balance)。也因為腹膜通透性增加，腹膜腔內之白血球數目及調理素 (opsonin) 濃度都有大幅度增加，得以增強宿主防禦能力。

### 腹膜炎的感染途徑

腹膜透析相關聯的腹膜炎最主要來自皮膚致病性細菌的污染，*S. epidermidis* 及 *S. aureus* 佔了大約 50% 的病例。即使病患很細心有耐心，PD 執行技術良好，仍然有許多因素會造成腹膜炎的產生。

#### 一、不可避免的因素

- (一) CAPD 每年必須執行 1500 次換液，相較於 CCPD 有較多的機會感染腹膜炎，也就是接觸性污染 (touch contamination) 的機會增加。
- (二) 長期接觸非生理性透析液破壞宿主免疫防禦力。
- (三) Macrophages 及 cytokines 長期被移除，使 PD 病人接觸少量細菌便易形成腹膜炎。
- (四) 腹膜表面緊密結合也是一種天然防禦機轉，會因透析液存在而遭受破壞。
- (五) 腹膜透析導管連接無菌及非無菌兩個不同環境，病原可以沿著導管及通路侵入腹膜腔。導管本身也可能是病灶，或者因為形成細菌生物膜

，反而保護了病原菌免於宿主防禦力及抗生素之攻擊。

- (六) 正常健康的腹膜內皮細胞功能受損。

#### 二、文獻記載的危險因素

- (一) 年齡：兒童得到革蘭氏陽性菌之機會多，而老年人並非得腹膜炎之危險因素。
- (二) 人種：非裔美國人及加拿大原住民得腹膜炎比例較高。
- (三) 社會經濟地位較低者。
- (四) 免疫抑制：類固醇使用者是否增加感染機會，尚未定論，但 HIV (human immunodeficiency virus) 陽性病患得到革蘭氏陰性菌及黴菌感染機會較高。
- (五) 近期使用過抗生素者，黴菌感染機會增加。
- (六) 長期用制酸劑胃藥者，革蘭氏陰性菌感染機會增加。
- (七) 最強的因素還是連接管系統所造成的接觸性污染及鼻帶菌者。
- (八) 腹膜炎病人，年齡較高，血清白蛋白較低及血鉀較低者，預後較差，更應積極治療。

#### 三、感染途徑

- (一) Intraluminal (touch contamination during the spike)：導管內污染是早期使用直型連接系統 (straight transfer set) 最常見的感染來源。污染原因大都是發生在連接管前端插頭 (spike) 由用過的透析液袋 (used bag) 拔出再插入新袋 (new bag) 時。主要菌種是 *S. epidermidis* 或其他

coagulase-negative *Staphylococcus*，及 diphtheroids, *Corynebacterium* and *Bacillus*。1980 年代初期「flush before fill」的觀念運用到連接系統，也就是「Y systems」，接觸性污染所造成的腹膜炎大為減少。因此，*S. epidermidis* 感染比例下降，但是 *S. aureus* 感染機會並未受影響 (Holley, Bernardini, & Piraino, 1994)。

- (二) Periluminal (catheter-related infection)：導管外圍污染也就是導管相關的感染，大約占腹膜炎的 10-25%。通常先發生導管出口或隧道感染。最常見 *S. aureus*，其次 *Pseudomonas* 或 *S. epidermidis* 分居二、三名。若導管出口感染合併腹膜炎菌種是 *S. epidermidis*，一般而言沒有必要拔管。若是其他菌種，根據 1996 年的一篇文獻，有 76% 需拔管 (Gupta, Bernardini, & Piraino, 1996)。反覆腹膜炎常見於合併隧道感染或有細菌生物膜的病患，前者菌種常是 *S. aureus* 或 *Pseudomonas*，後者常是 *S. epidermidis*。
- (三) Enteric (transmural)：腸內細菌穿越腸壁侵入腹膜腔，是由於腸道破裂或執行儀器檢查，或其他腹部的病灶，比如憩室炎或治療便秘之種種處置。但不一定能找到原因。其菌種的特性就是多種細菌（主要是革蘭氏陰性菌），尤其是合併厭氧菌及黴菌時要留意腸道因素。
- (四) Hematogenous：血行感染（即菌血症）造成腹膜炎的病例並不多。那些情況有可能發生菌血症？牙科治療、內視鏡及食道靜脈曲張硬化治

療都有可能。常見的菌種是 *Streptococcus sp.*。牙科處置後用預防性抗生素可減少血行感染機會。

- (五) Ascending (through the vagina)：上行性感染在有婦科處置、陰道滲漏及使用子宮內避孕裝置時可能發生。菌種包括綠膿桿菌 (*Pseudomonas*) 及酵母菌 (yeast)。

#### 四、細菌生物膜 (Biofilms)

腹膜透析導管成為細菌滋生之處，並化為一種特殊有黏著性的微小菌落形成細菌生物膜。細菌生物膜覆蓋 PD 導管的觀念，被用來解釋病人為何重複發生感染，以及為何使用正確的抗生素卻效果不佳。在實驗室的研究也發現需要更多種抗生素以及更大的劑量，才能清除細菌生物膜引起的重複感染 (Dasgupta, Ward, Noble, Larabie, & Costerton, 1994)。

但細菌生物膜在臨床上的重要性仍然有爭議。大型前瞻性研究，確實在腹膜透析病人身上移除的導管發現細菌生物膜。而且培養這些細菌生物膜常常長出 *S. aureus* 或 *S. epidermidis*。但不表示這些病人臨床上發生腹膜炎。

即使如此，細菌生物膜仍然是造成腹膜炎重覆感染的重要原因。有多次腹膜炎的病人，多半可以找到穩定的細菌生物膜，且細菌生物膜的培養多半會長出細菌，病人的導管拔除率也比較高。這些細菌常常是 *Staphylococci* 及 *Pseudomonas*。總之，仍然需要更多的數據來釐清細菌生物膜及腹膜透析病人發生腹膜炎之間的關係。未來的發展重點，將是如何預防細菌生物膜形成，以及如何組合不同抗生素，以有效對抗「Biofilm-forming bacteria」。

## 導管出口及隧道感染的特性

在導管出口聚集的細菌，通常與導管出口感染有關，但和造成腹膜炎者略有不同。健康的導管出口有 50% 聚集 *S. aureus*，造成導管出口感染的細菌，50% 以上也是 *S. aureus*。其他的菌種包括 *S. epidermidis* (20%)，*Pseudomonas aeruginosa* (8%) 及 *Escherichia coli* (4%)。隧道感染並不常見，發生的其實是深層毛氈 (deep cuff) 感染，且一旦感染，都必須拔管治療，只用抗生素治療無效，隧道感染的危險性在 PD 的初期及糖尿病婦女較高。

金黃色葡萄球菌鼻帶菌者 (nasal carriage of *S. aureus*) 會增加導管出口重複感染的機會。一般的研究報導，有 50% 腹膜透析病人是鼻帶菌者，使用限制核酸內切酶分類法 (restrictive endonuclease subtyping)，95% 的 CAPD 病人皆發現鼻子有細菌菌落，而且與導管四週之菌落是相同的亞型 (subtype) (Pignatari, Pfaller, & Hollis, 1990)。這些病人若得到腹膜炎，其菌落亞型與鼻內及皮膚所得的亞型相同。

文獻統計 83% *S. aureus* 腹膜炎與 *S. aureus* 導管感染有關。但並非所有作者都有相同結論，Twardowski 及 Prowant (1993) 的報告就不認為三者的亞型有關連。相較於非帶菌者，鼻帶菌者得到 *S. aureus* 導管出口感染及腹膜炎的機會皆增加，前者為 4-6 倍，後者是 2-6 倍。不過整體腹膜炎的機率，帶菌者與非帶菌者並無差別。

因為腹膜透析連接系統的改進，使接觸性污染造成腹膜炎的機會減少，而導管出口感染的罹病率相對增加，病人轉為血液透析，導管出口感染變成一個重要原因。因此，有些重要課題必須認識：

- 一、預防：使用抗生素軟膏的效果，在一篇 181 位病人的前瞻性報告，mupirocin 軟膏使用於導管出口，每天一次或每週三次連續使用一年。結果 mupirocin 使用時顯著降低 *S. aureus* 導管出口感染率 (0.11 vs 0.01 次/人/年) 及腹膜炎感染率 (0.19 vs 0.06 次/人/年) (Thodis et al., 1998)。使用 silver ring 的效果，在一篇 195 位病人的前瞻性研究報告則為否定結果 (Pommer et al., 1998)。對於不慎發生導管出口或隧道創傷的病人，是否作細菌培養並使用預防性抗生素，並無定論。但無論如何，適當的導管出口照護仍是最佳預防方法。
- 二、出口處之評估照護及感染之診斷。
- 三、起始治療：菌種若是 *Staphylococcus*，治療一週無效，應加上每天口服 rifampin 600mg (此時不可戴隱形眼鏡，因淚液變色會將隱形眼鏡染成橘紅色)。菌種若是 *Pseudomonas*，至少治療 3-4 週，例如 ciprofloxacin 口服 500mg 每天兩次。抗生素使用時間過長，婦女便須作陰道黴菌感染防治。
- 四、局部治療也常常必須包括在常規治療中。局部使用的藥劑包括 chlorhexidine，mupirocin，dilute hydrogen peroxide 及 gentamicin eye drops。
- 五、由於革蘭氏陽性菌常出現抗藥性菌種，這時必須使用靜注 vancomycin。若重複不斷感染，可使用 vancomycin 加 rifampin 合併治療。
- 六、導管何時拔除：導管出口感染 *S. aureus* 或 *Pseudomonas* 同時又合併同菌種腹

膜炎，代表沿著整條導管都感染了，必須拔管。或上述治療無效，考慮必須拔管時就應該拔管。若導管出口反覆感染，另外必須考量是合併隧道感染或導管周圍膿瘍，這時也必須拔管，也有人嚐試以簡單的外科切口增加引流來治療。

七、導管拔除後，新管如何設計重新植入，以達到最佳固定效果，必須有團隊合作，甚至找尋更完美的生物相容性材質。

八、出口處黴菌感染非常少，一旦發生可造成嚴重後果，台大醫院曾報告四病例使用局部 sulconazole 四星期治療成功 (Hsu, Lin, Wu, Chiang, & Wu, 2002)。

### 診斷上的盲點

一、腹膜炎之病人，其腹膜透析流出液中最初白血球數不一定大於  $100\text{cells}/\text{mm}^3$ 。病人可能免疫反應不良，估計 10% 腹膜炎病人最初白血球數小於  $100\text{cells}/\text{mm}^3$ ，但有典型症狀及陽性培養結果。

二、中性白血球不一定大於 50%。黴菌及結核菌感染是以淋巴球增多為主。

三、Gram stain 通常沒有結果，偶而得以早期診斷黴菌感染。

四、無菌性腹膜炎必須考慮的情形如結核菌感染，嗜伊紅性白血球腹膜炎 (eosinophilic peritonitis)，或腹內其他疾病。曾經被報導的疾病有腎細胞癌 (Renal cell carcinoma ; RCC)，腎周炎症

(perinephric inflammation)，血癌 (leukemia) 及惡性淋巴瘤 (lymphoma)。

五、透析液混濁若是無菌性且白血球數小於  $300-500\text{cell}/\text{mm}^3$ ，可能的原因：腹腔出血 (因女性排卵或經期)，嚴重便秘，纖維蛋白或其他蛋白，脂質 (乳糜腹水)，透析液留置時間太久，胰臟炎，以及使用 dihydropyridine 類的鈣離子阻斷劑。

六、腹膜透析流出液內的澱粉酶 (amylase)，可能有助於鑑別診斷，其濃度大於  $50\text{IU}/\text{L}$ ，表示病人有其他腹部疾病，要考慮次發性細菌性腹膜炎，如憩室炎，闌尾炎及膽囊炎，尤其細菌培養出腸內菌種時。若流出液之解脂酶 (lipase) 濃度上昇，則應考慮胰臟炎。Bloody dialysate 最常見的原因是植管傷害或婦科問題，與感染較無關。

七、出現自由氣體 (free air) 若無症狀，有可能是由導管植入處漏氣，若有膜炎症狀，則要考慮腸道破裂。電腦斷層檢查在自由氣體及胰臟炎的診斷率高於超音波檢查。

### 腹膜炎細菌的特性與分類

#### 一、文獻回顧

1992 年 Port, Held, Nolph, Turenne, & Wolfe 在 KI 發表的一篇研究報告，包括 3366 位病人，這一篇文章提供了一個總體印象，其分析如下：

(一) 50% 的感染是革蘭氏陽性菌，15% 是革蘭氏陰性菌。

- (二) 20%是無菌性 (sterile)。
- (三) 4%是多重細菌感染，包括多種革蘭氏陰性菌，或合併革蘭氏陽性菌及陰性菌。
- (四) 黴菌感染機率低於 2%。
- (五) 13%合併導管出口感染。
- (六) 3%合併腹膜滲漏。
- (七) 31%的病人必須住院治療。

## 二、革蘭氏陽性菌腹膜炎

*Staphylococcus epidermidis* 是最常見的致病菌，主要是因接觸性污染或導管周圍通路的感染所造成，腹膜炎程度較輕微，且對治療反應快速良好。其次是 *S. aureus*，致病性強且治療效果較差，甚至發生「toxic shock-like syndrome」。嚴重者可傷害到腹膜，造成腹膜永久的傷害。*S. aureus* 鼻帶菌者在病人前鼻孔可以找到菌落，病人導管出口感染的機會增加，發生腹膜炎的機會也同時增加。

由於「Y systems」之引進，整體腹膜炎發生率降低，其中又以 *S. epidermidis* 的比例下降最多，相對 *S. aureus* 的比例反而增加。若前 24-48 小時治療 *S. aureus* 效果不佳，應加上 rifampin 口服每天 600mg。對於 ORSA 或 ARE，使用 vancomycin 的劑量是每週 2gm I.P。

至於 Vancomycin-resistant enterococcus 所造成的腹膜炎，一般相信在大學附屬醫院的病患中所佔比例已經大為增加，因此建議不要在第一線使用 vancomycin。其次要注意的是 Group B Streptococcus 所造成的腹膜炎，這些病例大都有嚴重全身症狀，且在發病 24 小時內出現敗血性休克。病患若發生低血壓代表疾病程度嚴重，需要住院治療。

免疫抑制病人，不管是否為鼻帶菌者，得 *S. aureus peritonitis* 機會都高於他人。

## 三、革蘭氏陰性菌腹膜炎

非 *pseudomonas* 之革蘭氏陰性菌可以由腸道、皮膚、泌尿道受污染及接觸動物而感染，必須詳問病史。例如 *Campylobacter* 造成嚴重腹瀉引起腹膜炎，憩室炎造成多重細菌感染或厭氧菌感染。但 *E. Coli* 感染腹膜炎反而不常見，這可能是因腹膜本身的防禦力。

*Pseudomonas* 腹膜炎佔所有腹膜炎的比例超過 5%，很難完全治癒，必須拔除導管，腹膜也受到嚴重傷害。較好的治療報告，使用 aminoglycoside 加上 ceftazidime，80%治療成功，20%拔管。另有報導指出若病患同時合併導管出口感染，或導管相關的感染，只有 32%治療成功，相反若沒有合併感染，有 73%成功機會。必須注意的是，*Pseudomonas* 常聚集在上通風口的水龍頭。

若是多重細菌感染或厭氧菌感染，必須找出腹腔內的病灶，除了繼續抗生素治療，並必須加入 metronidazole 500mg Q8h，必要時尋求外科治療。

## 四、陰性培養之腹膜炎 (Culture-negative peritonitis)

臨床上是典型腹膜炎，但培養皿上卻長不出菌落，原因可能是 (1) 太早取樣，菌落數不夠多，(2) 送檢量太少或其他培養技術的問題，(3) 因其他感染已使用抗生素。其治療取決於前面 2-4 天治療的反應，再考慮繼續內科治療或拔管。治療反應不佳的病患，應注意導管相關的感染，腹部器官本身的病變，及透析液被內毒素

所污染等情況。

使用 Icodextrin 透析液治療超過濾功能問題，也有可能增加陰性培養腹膜炎之機會 (MacGinley, Cooney, Alexander, Cohen, & Goldsmith, 2002)。Icodextrin 透析液引起之腹膜炎，表現是輕微腹痛，中度白血球增加，其中中性球所佔百分比比較低，抗生素治療無效。目前懷疑是透析液物質引起之化學性腹膜炎或對 Icodextrin 過度敏感。

### 五、黴菌性腹膜炎

病狀與細菌性腹膜炎類似，大多曾有腹膜炎或抗生素治療病史。黴菌感染很難治癒，可嚐試使用黴菌藥物治療，但 48 小時內若無明顯效果，應考慮拔管並繼續抗黴藥物治療。

使用的藥物大致可分為(1)fluconazole IP + flucytosine P.O.使用 4-6 週，(2)在病情不穩定的病人或感染絲狀黴菌 (filamentous fungi) 時使用 amphotericin B，(3)遇到麴菌屬腹膜炎 (aspergillus peritonitis)，要併用 amphotericin B + fluconazole 以及拔管。內科治療能成功的病例不多，但必定是很早期懷疑，菌落數可能還不多時，使用正確及足夠劑量的藥物。

### 六、結核性腹膜炎

透析液檢查白血球分類大多是淋巴球為主。併用 3-4 種抗結核藥物，治療分枝桿菌屬 (Mycobacterium tuberculosis)，反應良好，有 1/3 病人不必拔管就能治癒。而其他非典型結核菌 (atypical infection)，大多要拔管。許多病人在結核菌培養出來以前，因抗生素治療無效而拔管。因

此對於懷疑的病人使用快速診斷方法，如 polymerase chain reaction 或 rapid bacteriophage-based method，甚有幫助，缺點是不普遍。

### 結論

CAPD 由概念成爲成功的治療方法，使腹膜透析與血液透析及腎移植同爲末期腎病病患之長期替代療法三大支柱之一。雖然 CAPD 的病人數目仍遠少於血液透析，我們卻也見到腹膜透析無可取代的地方，讓病人的治療多了靈活運用之處。腹膜透析要能持續成功，關鍵仍在於腹膜炎及導管相關感染之預防及治療。在過去 20 年來，因爲「Y-system」等預防措施在腹膜透析病患普遍使用，腹膜炎已大幅下降。對於細菌及藥物抗藥性的了解更多，也讓抗生素之應用有相當程度的改變，但革蘭氏陰性菌感染仍然有較高的拔管率及死亡率。常規的預防，提高警覺及收集病人必須之檢驗資料，仍是對付這類疾病的不二法門。也不要忘記，照護這些病人所需要的是愛心、細心、耐心及團隊精神。

### 參考文獻

- Dasgupta, M. K., Ward, K., Noble, P. A., Larabie, M., & Costerton, J. W. (1994). Development of bacterial biofilms on silastic catheter materials in peritoneal dialysis fluid. *American Journal of Kidney Diseases*, 23, 709-716.
- De Vecchi, A. F., Kopple, J. D., Young, G. A., Nolph, K. D., Vonesh, E. F., & Castelnovo, et al. (1990). Plasma and dialysate



immunoglobulin G in continuous ambulatory peritoneal dialysis patients: A multicenter study. American Journal of Nephrology, 10, 451-456.

Gupta, B., Bernardini, J., & Piraino, B., (1996). Peritonitis associated with exit site and tunnel infections. American Journal of Kidney Diseases, 28, 415-419.

Holly, J. L., Bernardini, J., & Piraino, B. (1994). Infecting organisms in continuous ambulatory peritoneal dialysis patients on the Y-set. American Journal of Kidney Diseases, 23, 569-573.

Holmes, C., & Lewis, S. (1991). Host defense mechanisms in the peritoneal cavity of continuous ambulatory peritoneal dialysis patients. 2. Humoral defense. Peritoneal Dialysis International, 11, 112-117.

Hsu, W. D., Lin, S. L., Wu, F. L., Chiang, C. K., & Wu, K. D. (2002). Topical antifungal treatment cures exit-site fungal infection. American Journal of Kidney Diseases, 40, E15.

Lewis, S., & Holmes, C. (1991). Host defense mechanisms in the peritoneal cavity of continuous ambulatory peritoneal dialysis patients. Peritoneal Dialysis International, 11, 14-21.

MacGinley, R., Cooney, K., Alexander, G., Cohen, S., & Goldsmith, D. J. (2002). Relapsing culture-negative peritonitis in peritoneal dialysis patients exposed to icodextrin solution. American Journal of Kidney Diseases [Online], 40, 1030-1035.

Pignatari, A., Pfaller, M., & Hollis, R. (1990). Methicillin-resistant staphylococcal

infection in patients on continuous ambulatory peritoneal dialysis. Journal of clinical Microbiology, 28, 1898-1902.

Pommer, W., Brauner, M., Westphale, H. J., Brunkhorst, R., Kramer, R., & Bundschu, D. (1998). Effect of a silver device in preventing catheter-related infections in peritoneal dialysis patients: Silver ring prophylaxis at the catheter exit study. American Journal of Kidney Diseases, 32, 752-760.

Port, F. K., Held, P. J., Nolph, K. D., Turenne, M. N., & Wolfe, R. A. (1992). Risk of peritonitis and technique failure by CAPD connection technique: A national study. Kidney International, 42, 967-974.

Thodis, E., Bhaskaran, S., Pasadakis, P., Bargman, J. M., Vas, S. I., & Oreopoulos, D. G. (1998). Decrease in staphylococcus aureus exit-site infections and peritonitis in CAPD patients by local application of mupirocin ointment at the catheter exit site. Peritoneal Dialysis International, 18, 261-270.

Twardowski, Z. J., & Prowant, B. F. (1993). Staphylococcus aureus nasal carriage is not associated with an increased incidence of exit-site infection with the same organism. Peritoneal Dialysis International, 13, (Suppl 2), S306-S309.

# The Infection Routes and Treatment Specificity and Classifications of Pathogens in Peritoneal Dialysis Patients

*Shang-Chih Liao*

## Abstract

Peritonitis and catheter-related infections are the most common complications of peritoneal dialysis (PD) treatment. The aim of this review article was to analyze the infection routes in PD patients and the treatment specificity of pathogens. Present treatment recommendations of peritonitis and catheter-related infection have become more accurate and standardized. Staphylococcus epidermidis has been the most frequent pathogen. Relapsing peritonitis is an important issue and it probably has some links with biofilm-related infections. The regular use of intranasal or exit-site mupirocin decreases the risk of *S. aureus* infection. If the clinical response is less effective than expected, rifampin 600mg/day P.O. can be added to the I.P. antibiotics for *S. aureus* infection. Vancomycin should be used in infections of ORSA (oxacillin-resistant *S. aureus*) or ampicillin-resistant enterococcus (ARE). Besides, intra-abdominal pathology must be considered in enterococcus infection. For infection of a single gram-negative organism, such as *Escherichia coli*, *klebsiella*, or *proteus*, utilization of ceftazidime or aminoglycoside must be guided by in vitro sensitivity testing and by patient's residual renal function. For a infection of multiple gram-negative organisms or anaerobic organisms, it is crucial to consider the possibility of intra-abdominal pathology, necessitating surgical exploration. Peritonitis due to *Pseudomonas* species is a serious complication in CAPD patients. In treating *Pseudomonas*, it is necessary to combine aminoglycoside or ciprofloxacin with ceftazidime to have a chance to control this infection. Fungal organisms and tuberculous peritonitis are relatively rare complications of PD. Clinically, these should be considered in patients with peritonitis who are not responding to appropriate antibiotic treatment.

**Key words :** peritoneal dialysis, peritonitis, infection routes, biofilms

---

Superintendent, Attending Physician, Division of Nephrology, Feng-Shan Hospital of Kaohsiung County (Under the management of Chang-Gung Memorial Hospital)

Received : Jun. 2, 2003      Revised : Jun. 25, 2003      Accepted for publication : Aug. 6, 2003

Correspondence : Shang-Chih Liao, 42, Ching-Wu Rd., Feng-Shan Shih Kaohsiung County, Taiwan, R.O.C.

Telephone : ( 07 ) 7418151 ext 337      E-mail: shangchi@adm.cgmh.org.tw