DOI:10.12138/j.issn.1671－9638.20264206

·论著·

腹膜透析相关性腹膜炎患者的病原菌分布与预后影响因素

李　玲[1]，王瑞雪[2]，孙晶叶[2]，刘鸿君[2]，费颖超[2]，张文生[2]
（秦皇岛卓众医院 1. 医院感染管理科；2. 肾脏病科，河北 秦皇岛　066000）

[摘　要] **目的**　分析腹膜透析相关性腹膜炎（PDRP）患者不同病原菌感染的预后情况，并探讨影响 PDRP 预后的相关因素。**方法**　采用回顾性队列研究，选取 2022 年 4 月—2025 年 4 月某院收治的 PDRP 患者作为研究对象，收集患者的一般资料及实验室检查资料。根据患者预后情况分为治愈组和退出组。根据病原学结果分为革兰阳性菌组、革兰阴性菌组、真菌组、混合菌组、培养阴性组。分析 PDRP 患者病原菌分布及预后情况，比较患者的临床资料，分析影响 PDRP 患者预后的相关因素。**结果**　共纳入 PDRP 患者 145 例，其中，病原学检测阳性 119 例，阳性率为 82.07%；革兰阳性菌感染 74 例（51.03%），革兰阴性菌感染 28 例（19.91%），真菌感染 10 例（6.90%），混合菌感染 7 例（4.83%）。混合菌组患者 C 反应蛋白（CRP）及透出液白细胞计数高于其他各组（均 $P<0.05$）；真菌组透出液白细胞计数、透出液 PMN 低于其他各组（均 $P<0.05$）。PDRP 患者总体治愈率 82.07%，革兰阳性菌、革兰阴性菌感染治愈率高于真菌及混合菌感染（均 $P<0.05$），真菌感染治愈率低于培养阴性（$P<0.05$）。单因素 Logistic 分析显示，年龄偏大、低身体质量指数（BMI）、高 CRP、低血清前清蛋白、低钠血症与 PDRP 预后不良有关（均 $P<0.05$）。多因素 Logistic 回归分析显示，低 BMI 是 PDRP 预后不良的独立危险因素（$P=0.017$）。**结论**　该院 PDRP 患者感染病原菌以革兰阳性菌为主，对其感染的治疗效果优于其他类型的病原菌感染，真菌性腹膜炎及混合菌感染腹膜炎患者预后差。低 BMI 是 PDRP 预后不良的独立危险因素。应监测 PDRP 患者 CRP 以评估炎症状态，并积极进行抗感染治疗，同时应加强营养支持，以降低腹膜炎的拔管率、病死率。

[关　键　词] 腹膜透析相关性腹膜炎；致病菌；预后；影响因素
[中图分类号] R181.3+2　R459.5

Pathogen distribution and prognostic factors in patients with peritoneal dialysis-related peritonitis

LI Ling[1], *WANG Ruixue*[2], *SUN Jingye*[2], *LIU Hongjun*[2], *FEI Yingchao*[2], *ZHANG Wensheng*[2] (1. *Department of Healthcare-associated Infection Management*; 2. *Department of Nephrology*, *Qinhuangdao Zhuozhong Hospital*, *Qinhuangdao* 066000, *China*)

[**Abstract**] **Objective**　To analyze the prognosis of infections with different pathogens in patients with peritoneal dialysis-related peritonitis (PDRP) and to explore the related factors affecting the prognosis of PDRP. **Methods**　A retrospective cohort study was conducted. Patients with PDRP admitted to a hospital from April 2022 to April 2025 were enrdled as research subjects, and their general information and laboratory test data were collected. Based on prognosis, the patients were divided into a cure group and a withdrawal group. Based on etiological results, the patients were divided into Gram-positive bacterial, Gram-negative bacterial, fungal, mixed bacterial, and culture-negative groups. Pathogen distribution and prognosis in PDRP patients were analyzed, clinical data of patients were compared, and factors influencing the prognosis of PDRP patients were identified. **Results**　A total of 145 patients with PDRP were included, of whom 119 (82.07%) had positive etiological cultures. Among the positive cases, 74 (51.03%) were infected with Gram-positive bacteria, 28 (19.91%) with Gram-negative bacteria, 10 (6.90%) with fungi, and 7 (4.83%) with mixed bacteria. The mixed bacteria group had higher Creactive protein (CRP) levels and dialysate white blood cell (WBC) counts than the other groups (all $P<0.05$). The fungal group had lower dialysate WBC counts and polymorphonuclear neutrophil (PMN) percentages than the other groups (all $P<0.05$). The overall cure rate of PDRP was 82.07%. The cure rates for Gram-positive and Gram-negative bacterial

[收稿日期]　2026－01－29
[作者简介]　李玲（1984－），女（汉族），河北省秦皇岛市人，主管护师，主要从事医院感染管理研究。
[通信作者]　张文生　　E-mail:15833359295@139.com

infections were higher than those for fungal and mixed bacterial infections (all $P<0.05$), and the cure rate for fungal infection was lower than that for culture-negative cases ($P<0.05$). Univariate logistic analysis showed that older age, low body mass index (BMI), elevated CRP, low serum prealbumin, and hyponatremia were associated with poor prognosis in PDRP (all $P<0.05$). Multivariate logistic regression identified low BMI as an independent risk factor for poor prognosis ($P=0.017$). **Conclusion** Gram-positive bacteria are the predominant pathogens in PDRP patients in this hospital, and the treatment outcomes for Gram-positive bacterial infections are superior to those for infections with other pathogenic types. Patients with fungal peritonitis and mixed bacterial peritonitis have a poorer prognosis. Low BMI is an independent risk factor for poor prognosis in PDRP. Monitoring CRP levels to assess inflammatory status, administering active anti-infective therapy, and strengthening nutritional support are recommended to reduce catheter removal rates and mortality in peritonitis patients.

[**Key words**] peritoneal dialysis-related peritonitis; pathogenic bacteria; prognosis; influencing factors

连续性非卧床腹膜透析(continued ambulatory peritoneal dialysis, CAPD)是终末期慢性肾脏病有效的肾脏替代治疗方法之一,具有操作简单,血流动力学稳定,可最大限度保护残余肾功能等特点。然而,尽管随着透析技术的不断改善,腹膜透析相关性腹膜炎(peritoneal dialysis related peritonitis, PDRP)的发病率呈下降趋势,但仍然是 CAPD 最常见的并发症之一,也是导致腹膜透析(PD)患者终止透析甚至死亡的重要原因[1]。本研究分析某院收治的 PDRP 患者的病原菌分布及转归预后情况,探讨影响 PDRP 患者预后的相关因素,为改善患者预后提供理论依据。

1 对象与方法

1.1 研究对象 收集 2022 年 4 月—2025 年 4 月某院收治的 PDRP 患者。纳入标准:(1)符合 PDRP 诊断标准;(2)年龄>18 周岁。排除标准:(1)合并恶性肿瘤、免疫功能异常、精神疾病、血液系统疾病的患者;(2)因化学等非感染因素所致的腹膜炎;(3)临床资料不完整、妊娠期及哺乳期患者。本研究获得该院伦理委员会批准(批件号:[2022]001 号)。因研究为回顾性,豁免患者知情同意。

1.2 诊断标准 参照 2022 年国际腹膜透析协会(ISPD)指南[2],符合下列 3 项中的 2 项及以上者即可诊断 PDRP:(1)具有腹膜炎的临床特征,腹痛和(或)透出液浑浊;(2)透出液白细胞计数(WBC)>100×10^6/L(透出液留腹时间需大于 2 h),多核细胞比率>50%;(3)透出液病原菌培养阳性。

1.3 预后评定标准[2]及分组 临床症状消失、PD 透出液澄清、透出液 WBC<100×10^6/L,病原学阴性,腹膜炎在 30 d 内未复发为治愈,纳入治愈组;否则为预后不良,包括拔除 PD 管转为维持性血液透析或死亡,纳入退出组。治疗方案均依据 ISPD 指南建议,在发生腹膜炎后经验性应用抗菌药物,抗菌谱覆盖革兰阳性菌和革兰阴性菌,并根据药敏结果调整抗菌药物治疗方案。培养结果为真菌时,拔除 PD 管。

1.4 资料收集 通过该院电子病历系统收集患者一般资料及实验室检查资料。(1)一般资料:性别、年龄、文化水平、身高、体重、透析时间。(2)统一采集腹膜炎确诊后、未应用抗感染药物治疗前的基线数据,包括:①用于判断腹腔感染与炎症严重程度相关指标,如血 WBC、中性粒细胞百分比(NEUT)、C 反应蛋白(CRP)、透出液 WBC、透出液多核细胞百分比(PMN);②反映感染应激状态及全身基础状况相关指标,如血小板计数(PLT);③反映机体营养状态相关指标,如血清蛋白(ALB)、前清蛋白(PAB)、血红蛋白(HGB);④反映肾功能水平与内环境稳态相关指标,如血肌酐(CREA)、钾(K)、钠(Na)、钙(Ca)、镁(Mg)、磷(P);⑤病原学培养结果。(3)原发疾病。糖尿病肾病(DKD):由糖尿病所致终末期肾病;非糖尿病肾病(NON-DKD):包括肾小球肾炎、高血压肾损害、多囊肾、梗阻性肾病、间质性肾炎等非糖尿病病因所致终末期肾病。(4)腹膜炎病史界定:指患者自开始 PD 治疗起至本次腹膜炎发病前,既往发生且病历中有明确记录的任意一次 PDRP,无论发作次数、距本次发病时间长短、治疗结局,均判定为有腹膜炎病史;既往无腹膜炎发作记录者判定为无腹膜炎病史。

1.5 统计学方法 应用 SPSS 22.0 进行统计学分析。符合正态分布的计量资料以均数±标准差($\bar{x}\pm s$)表示,两组间比较采用独立样本 t 检验,多组间比较采用单因素方差分析(ANOVA 检验)。非正态分布的计量资料用中位数(四分位数)[$M(P_{25}, P_{75})$]表示,两组间比较采用 *Mann-Whitney U* 检验,多组间比较采用 *Kruskal-Wallis* 检验。计数资料以例数(百分比)表示,组间比较采用卡方检验。

多个独立样本总体率的比较采用行×列的卡方检验，多重比较采用 *Bonferroni* 法校正 P 值，保持 $P\leqslant0.05$ 为检验水准不变。采用单因素 Logistic 回归分析腹膜炎预后不良的危险因素，将 $P\leqslant0.05$ 的变量纳入多因素 Logistic 回归分析中，双侧检验 $P\leqslant0.05$ 视为差异有统计学意义。

2　结果

2.1　PDRP 患者一般资料比较　共 167 例 PDRP 患者，基于排除标准排除 22 例，包括：合并恶性肿瘤患者 2 例，合并血液病患者 1 例，胃溃疡穿孔所致的腹膜炎患者 2 例，急性重症胰腺炎所致的腹膜炎患者 4 例，临床资料不完整、未留下有效联系方式的患者 13 例，最终共 145 例患者纳入研究。根据患者预后情况分为治愈组 119 例和退出组 26 例（2 例死亡，24 例改行血液透析治疗）。治愈组患者身体质量指数（BMI）、PAB、Na、Mg 均高于退出组，NEUT、CRP 均低于退出组（均 $P<0.05$）。见表 1。

表 1　两组 PDRP 患者一般资料比较

Table 1　Comparison of general data between two groups of PDRP patients

项目	治愈组（$n=119$）	退出组（$n=26$）	$\chi^2/t/Z$	P
性别[例（%）]			1.71	0.191
男	61（51.26）	17（65.38）		
女	58（48.74）	9（34.62）		
年龄（$\bar{x}\pm s$，岁）	54.81±13.75	59.73±11.69	−1.70	0.092
文化水平[例（%）]			0.11	0.738
初中及以下	102（85.71）	21（80.77）		
高中及以上	17（14.29）	5（19.23）		
BMI（$\bar{x}\pm s$，kg/m^2）	26.24±4.84	23.51±3.14	2.36	0.020
透析时间（$\bar{x}\pm s$，个月）	31.42±27.61	30.23±23.87	0.20	0.839
原发疾病[例（%）]			0.02	0.891
DKD	35（29.41）	8（30.77）		
NON-DKD	84（70.59）	18（69.23）		
腹膜炎病史[例（%）]			0.02	0.884
有	43（36.13）	9（34.62）		
无	76（63.87）	17（65.28）		
血 WBC（$\bar{x}\pm s$，×10^9/L）	10.34±5.37	10.30±4.55	0.03	0.974
NEUT（$\bar{x}\pm s$，%）	78.41±20.70	83.69±7.91	−2.15	0.034
HGB（$\bar{x}\pm s$，g/L）	99.53±23.03	98.62±21.97	0.19	0.854
PLT（$\bar{x}\pm s$，×10^9/L）	220.40±94.49	222.27±85.22	−0.09	0.926
CRP（$\bar{x}\pm s$，mg/L）	80.00±55.92	114.74±54.00	−2.50	0.014
透出液 WBC[$M(P_{25},P_{75})$，×10^6/L]	3 255（1 120，6 500）	3 016（932，5 795）	−0.42	0.676
PMN（$\bar{x}\pm s$，%）	86.50±5.50	84.80±6.53	1.21	0.235
ALB（$\bar{x}\pm s$，g/L）	33.40±6.87	31.71±5.17	1.18	0.238
PAB（$\bar{x}\pm s$，mg/L）	294.38±125.64	225.08±122.55	2.41	0.017
CREA（$\bar{x}\pm s$，μmol/L）	900.31±315.70	815.64±310.92	1.24	0.216
K（$\bar{x}\pm s$，mmol/L）	3.92±0.81	3.61±0.66	1.81	0.072
Na（$\bar{x}\pm s$，mmol/L）	137.19±3.62	134.77±4.13	3.01	0.003
Ca（$\bar{x}\pm s$，mmol/L）	2.22±0.19	2.15±0.17	1.65	0.950
Mg（$\bar{x}\pm s$，mmol/L）	0.79±0.13	0.74±0.09	2.74	0.009
P（$\bar{x}\pm s$，mmol/L）	1.30±0.33	1.33±0.29	−0.47	0.640

2.2　PDRP 患者病原菌分布情况　145 例 PDRP 患者中 119 例病原学检测阳性，阳性率为 82.07%。其中，74 例（51.03%）检出革兰阳性菌，28 例（19.31%）检出革兰阴性菌，10 例（6.90%）检出真菌，混合菌感染 7 例（4.83%）。感染混合菌种患者包括革兰阴性菌混合感染 2 例，革兰阴性菌 + 真菌 1 例，革兰阳性菌 + 革兰阴性菌 3 例，革兰阳性菌 + 真菌 1 例。见表 2。

表 2　145 例 PDRP 患者病原菌检出情况

Table 2　Pathogens detected in 145 patients with PDRP

病原菌	例数（n = 145）	构成比（%）	病原菌	例数（n = 145）	构成比（%）
革兰阳性菌	74	51.03	革兰阴性菌	28	19.31
金黄色葡萄球菌	35	24.13	铜绿假单胞菌	8	5.52
表皮葡萄球菌	10	6.90	黏质沙雷菌	8	5.52
唾液链球菌	4	2.76	大肠埃希菌	5	3.44
头状葡萄球菌	3	2.07	肺炎克雷伯菌	2	1.38
溶血性葡萄球菌	2	1.38	其他革兰阴性菌[2]	5	3.45
沃氏葡萄球菌	2	1.38	真菌	10	6.90
口腔链球菌	2	1.38	近平滑念珠菌	6	4.14
屎肠球菌	2	1.38	葡萄牙念珠菌	2	1.38
其他革兰阳性菌[1]	14	9.66	其他真菌[3]	2	1.38
培养阴性	26	17.93	混合菌[4]	7	4.83

注：1 表示其他革兰阳性菌包括路邓葡萄菌、肺炎链球菌、巴斯德葡萄球菌、粪肠球菌、杰氏棒状杆菌、解没食子酸链球菌、蜡样芽孢杆菌、猕猴链球菌、山羊葡萄球菌、嗜根库克菌、星座链球菌、血液链球菌、咽喉链球菌、迪尔诺弗分枝杆菌各 1 例。2 表示其他革兰阴性菌包括弗氏柠檬酸杆菌、阴沟肠杆菌、深黄奈瑟菌、贝纳柯克斯体、不脱羧莱克勒菌各 1 例。3 表示其他真菌包括热带念珠菌、黑色组曲霉各 1 例。4 表示混合菌包括肺炎克雷伯菌 + 大肠埃希菌、肺炎克雷伯菌 + 阴沟肠杆菌复合群 + 近平滑念珠菌、粪肠球菌 + 液化沙雷菌、蜡样芽孢杆菌 + 近平滑念珠菌、铜绿假单胞菌 + 口腔链球菌、表皮葡萄糖菌 + 鲍曼不动杆菌、洋葱伯克霍尔德菌 + 肺炎克雷伯菌各 1 例。

2.3　PDRP 患者一般资料比较　将 145 例 PDRP 患者按病原菌分为革兰阳性菌组（74 例）、革兰阴性菌组（28 例）、真菌组（10 例）、混合菌组（7 例）、培养阴性组（26 例）。各组患者 CRP、透出液 WBC、透出液 PMN 比较，组间差异均有统计学意义（均 $P<0.05$）。其中，混合菌组患者 CRP 及透出液 WBC 均高于其他各组，真菌组的透出液 WBC、透出液 PMN 均低于其他各组（均 $P<0.05$）。见表 3。

表 3　各组 PDRP 患者一般资料比较

Table 3　Comparison of baseline characteristics among different groups of PDRP patients

项目	革兰阳性菌组（n = 74）	革兰阴性菌组（n = 28）	真菌组（n = 10）	混合菌组（n = 7）	培养阴性组（n = 26）	F/H	P
BMI（$\bar{x}\pm s$，kg/m^2）	26.15 ± 5.01	25.02 ± 2.47	24.57 ± 2.79	23.04 ± 3.40	26.48 ± 6.19	0.75[a]	0.563
血 WBC（$\bar{x}\pm s$，×10^9/L）	10.93 ± 5.61	9.73 ± 4.37	10.38 ± 3.58	11.59 ± 6.52	8.90 ± 5.03	0.93[a]	0.449
NEUT（$\bar{x}\pm s$，%）	78.01 ± 20.99	80.02 ± 20.58	84.78 ± 6.61	85.286 ± 4.27	78.80 ± 17.78	0.47[a]	0.760
HGB（$\bar{x}\pm s$，g/L）	98.56 ± 22.03	99.63 ± 28.96	100.00 ± 12.36	88.00 ± 21.40	104.19 ± 20.91	0.75[a]	0.560
PLT（$\bar{x}\pm s$，×10^9/L）	225.96 ± 94.41	224.14 ± 83.36	219.60 ± 75.44	280.71 ± 153.36	186.46 ± 76.51	1.73[a]	0.147
CRP（$\bar{x}\pm s$，mg/L）	72.35 ± 53.25	85.99 ± 66.43	116.63 ± 54.51	129.78 ± 35.66	99.37 ± 50.94	2.83[a]	0.028
透出液 WBC［$M(P_{25},P_{75})$，×10^6/L］	3 216（1 349，5 921）	4 043（1 779，7 162）	686（180，1 308）	9 521（2 202，15 190）	2 321（324，6 113）	16.99[b]	0.002
PMN（$\bar{x}\pm s$，%）	87.36 ± 4.82	86.79 ± 5.48	81.00 ± 7.38	87.14 ± 4.88	84.00 ± 6.46	4.22[a]	0.003
ALB（$\bar{x}\pm s$，g/L）	33.37 ± 7.00	32.88 ± 4.43	34.10 ± 5.86	29.68 ± 4.49	33.10 ± 8.14	0.56[a]	0.693
PAB（$\bar{x}\pm s$，mg/L）	282.60 ± 129.19	308.84 ± 107.30	253.31 ± 178.70	247.16 ± 108.61	276.43 ± 130.88	0.49[a]	0.741
CREA（$\bar{x}\pm s$，μmol/L）	893.48 ± 307.69	880.36 ± 288.60	881.11 ± 336.85	910.16 ± 441.90	861.32 ± 343.67	0.61[a]	0.993

注：a 表示 ANOVA 检验 F 值，b 表示 *Kruskal－Wallis* 检验 H 值。

2.4　不同病原菌 PDRP 患者预后情况　145 例 PDRP 患者中治愈 119 例，退出 26 例，退出患者中 2 例死亡，24 例改行血液透析治疗。不同病原菌 PDRP 患者的治愈率比较，差异有统计学意义（$\chi^2=45.93$，$P<0.001$）。总体治愈率 82.07%，病死率 1.38%。对不同病原菌患者预后情况的多重比较结果显示，革兰阳性菌、革兰阴性菌感染的治愈率均高于真菌及混合菌感染，真菌感染的治愈率低于培养阴性（均 $P<0.05$）。见表 4。不同预后组病原菌构成存在明显差异，治愈组患者以革兰阳性菌为主，退出组中真菌、混合菌感染比例更高。

2.5　PDRP 患者预后的影响因素分析　单因素 Logistic 回归分析结果显示，年龄偏大、低 BMI、高 CRP、低血清 PAB、低钠血症与 PDRP 预后不良有关（均 $P<0.05$）。多因素 Logistic 回归分析结果显示，在校正年龄、CRP、血清 PAB、血钠后，低 BMI（$OR=6.373$，95%CI：1.397～29.073，$P=0.017$）是 PDRP 患者预后不良的独立危险因素。见表 5。

表 4　各组 PDRP 患者治愈率比较

Table 4　Comparison of cure rates among different groups of PDRP patients

组别	总例数（例）	治愈例数（例）	治愈率（%）
革兰阳性菌组	74	69	93.24
革兰阴性菌组	28	25	89.29
真菌组	10	0	0[a,b]
混合菌组	7	3	42.86[a]
培养阴性组	26	22	84.62[c]

注：a 表示与革兰阳性菌治愈率相比，差异有统计学意义；b 表示与革兰阴性菌相比，差异有统计学意义；c 表示与真菌相比，差异有统计学意义。

表 5　影响 PDRP 患者预后的单因素及多因素 Logistic 回归分析

Table 5　Univariate and multivariate logistic regression analyses of factors influencing prognosis in patients with PDRP

因素	单因素分析		多因素分析	
	OR（95%CI）	P	OR（95%CI）	P
性别（男/女）	0.557（0.230～1.348）	0.194		
年龄（≥60 岁/<60 岁）	2.539（1.062～6.073）	0.036	1.075（0.232～4.976）	0.927
BMI（<24 kg/m^2/≥24 kg/m^2）	2.927（1.071～8.003）	0.036	6.373（1.397～29.073）	0.017
透析时间（≥30 个月/<30 个月）	0.902（0.371～2.197）	0.821		
原发病（DKD/NON-DKD）	1.067（0.424～2.680）	0.891		
腹膜炎病史（有/无）	0.936（0.384～2.279）	0.884		
血 WBC（≥10×10^9/L/<10×10^9/L）	1.726（0.735～4.052）	0.210		
HGB（<100 g/L/≥100 g/L）	0.750（0.321～1.755）	0.507		
PLT（<200×10^9/L/≥200×10^9/L）	0.746（0.317～1.757）	0.502		
CRP（≥80 mg/L/<80 mg/L）	4.833（1.501～15.567）	0.008	3.911（0.775～19.725）	0.099
透出液 WBC（≥3 000×10^6/L/<3 000×10^6/L）	0.919（0.393～2.148）	0.846		
PMN（≥85%/<85%）	0.589（0.244～1.420）	0.238		
ALB（<35 g/L/≥35 g/L）	1.575（0.634～3.910）	0.328		
PAB（<300 mg/L/≥300 mg/L）	4.177（1.333～13.085）	0.014	2.918（0.624～13.644）	0.174
CREA（≥900 μmol/L/<900 μmol/L）	0.893（0.374～2.132）	0.799		
K（<3.5 mmol/L/≥3.5 mmol/L）	2.000（0.847～4.724）	0.114		
Na（<135 mmol/L/≥135 mmol/L）	2.471（1.039～5.873）	0.041	1.666（0.379～7.333）	0.500
Ca（<2.25 mmol/L/≥2.25 mmol/L）	1.368（0.550～3.404）	0.500		
Mg（<0.6 mmol/L/≥0.6 mmol/L）	3.222（0.511～20.337）	0.213		
P（>1.6 mmol/L/≤1.6 mmol/L）	1.111（0.376～3.282）	0.849		

3 讨论

PDRP 是腹膜透析(peritoneal dialysis,PD)的严重并发症,也是导致 PD 失败的主要原因。随着 ISPD 指南的推广及持续质量改进计划的实施,PDRP 发病率显著降低,已从 1992 年的 0.6 次/患者年降低至 2019 年的 0.303 次/患者年[3]。然而,不同国家 PDRP 发病率存在很大差异[4]。通过分析感染不同病原菌的 PDRP 患者的转归预后,探讨影响 PDRP 预后的相关因素,对改善 PDRP 患者结局,减少医疗资源消耗具有重要意义。

早期病原学鉴定和药敏试验结果对指导抗菌药物选择、改善 PDRP 患者的不良结局具有重要意义。本研究结果显示,145 例 PDRP 患者中 119 例患者的腹膜透出液培养结果阳性,阳性率为 82.07%,未达到 ISPD 要求(>85%)[2],推测与 2022 年前该院采用普通细菌培养法有关,也可能受到部分患者入院前使用过抗菌药物的影响。宏基因组二代测序技术对提高检测效率具有积极意义[5],但也会增加患者经济负担。本研究检出病原菌中,革兰阳性菌占 51.03%,金黄色葡萄球菌(24.13%)取代表皮葡萄球菌成为最主要致病菌。金黄色葡萄球菌引起的腹膜炎通常继发于出口部位或隧道口感染,也可能继发于接触感染[2]。由于金黄色葡萄球菌在 PD 患者中具有很强的毒力和生物膜产生能力,导致腹膜炎复发率、PD 导管拔除率和病死率均较高。研究[6]显示,携带金黄色葡萄球菌的 PD 患者相对非携带金黄色葡萄球菌患者死亡风险增加 2.33 倍。ISPD 指南[7]建议,每日在导管出口部位局部应用抗菌药物(莫匹罗星或庆大霉素)乳膏或软膏,可降低金黄色葡萄球菌感染风险,并降低继发性腹膜炎的风险(1C)。该院金黄色葡萄球菌感染的治愈率为 91.43%(32/35),可能与该院病原学报告前,对临床疑似金黄色葡萄球菌感染的患者使用万古霉素作为经验性治疗方案有关。本研究中革兰阴性菌占 19.31%,其中,铜绿假单胞菌及黏质沙雷菌为主要致病菌。铜绿假单胞菌导致的 PDRP 常合并隧道感染及隧道出口处感染,且由于生物膜的形成阻碍了抗菌药物的渗透,导致治疗效果不佳,复发率及拔管率较高。研究[8]显示,局部应用庆大霉素乳膏可降低革兰阴性菌相关出口处感染率,进而减少隧道感染及腹膜炎的发生。但在隧道出口处予以庆大霉素注射液外敷后治疗效果不佳[9],可能由于铜绿假单胞菌易在潮湿环境生长,故用庆大霉素注射液代替乳膏并不是最佳选择。本研究中真菌治愈率为 0,均改为血液透析(其中 1 例 2 个月后重新置管并行 CAPD);混合菌感染的治愈率较革兰阳性菌及革兰阴性菌感染低,提示不同病原菌可能对 PDRP 的短期预后产生影响。同时,病原菌构成在不同预后组间存在明显差异,治愈组患者以革兰阳性菌感染为主,退出组以真菌、混合菌感染居多,进一步证实真菌与混合菌感染是导致腹膜炎治疗失败、拔管及死亡的重要危险因素。

此外,在不同病原菌所致的 PDRP 患者中,仅 CRP、透出液 WBC 及 PMN 存在组间差异,其余一般资料及实验室检查资料分布均衡,提示各组基线数据具有可比性。透出液 WBC 及 PMN 是评价 PDRP 患者腹腔炎症程度的核心指标。本研究中混合菌组患者透出液 WBC 水平升高,提示该类患者腹腔炎症反应更剧烈;而真菌组患者透出液 WBC 及 PMN 相对较低,可能与真菌性腹膜炎起病隐匿、炎症反应相对缓和有关。此外,不同病原菌组间炎症指标存在特征性差异,提示凭借透出液 WBC 及 CRP 水平,可在病原菌培养结果回报前初步预判致病菌类型,有助于临床更早识别炎症反应剧烈的混合菌感染及临床表现不典型的真菌性腹膜炎,及时调整抗感染方案,评估病情严重程度并合理把握拔管时机,对改善患者预后具有重要临床参考价值。

糖尿病是 PD 患者发生感染及预后不良的重要危险因素,DKD 患者因免疫功能低下、代谢紊乱、合并症复杂,理论上其腹膜炎治疗难度更高、预后更差,因此本研究特意区分 DKD 与 NON-DKD 患者,以探讨基础疾病的影响。结果显示,治愈组与退出组患者的 DKD、NON-DKD 构成比及预后差异无统计学意义,提示在规范化抗感染、营养支持及透析管理前提下,DKD 与 NON-DKD 并非影响 PDRP 短期预后的独立因素。这一结果提示,无论患者基础疾病状况如何,早期规范诊断、及时抗感染治疗、强化营养支持均可有效改善腹膜炎预后。年龄偏大是影响 PDRP 患者预后的危险因素,提示在为患者选择透析方案时应考虑患者年龄,对中老年人群应慎重选择 PD 治疗。CRP 是炎症的主要指标,可以激活补体系统产生免疫复合物,损伤腹膜微血管,从而破坏腹膜屏障;同时,腹膜炎引起 CRP 浓度升高,诱导更多炎性因子释放,导致腹膜损伤和感染进一步加重。本研究结果显示,较高水平 CRP 是 PDRP 预后不良的独立危险因素,与既往报道[10]一致。

PAB、ALB 是评价营养状态的指标。既往研究[11]显示，低 ALB 是 PDRP 预后不良的独立危险因素，其表达水平的降低提示机体营养不良及免疫力下降，增加 PD 患者发生腹膜炎的概率，而感染可导致机体代谢增强，引起 ALB 水平进一步下降，形成恶性循环，加重预后不良。本研究显示，PAB 为影响 PDRP 预后的危险因素。PAB 半衰期短，能灵敏反映腹膜炎急性期的营养消耗与免疫水平变化。本研究结果提示，急性期监测 PAB 的预测价值更突出，临床可将该指标纳入常规评估体系，尽早针对低 PAB 患者开展营养干预，以改善 PDRP 患者的预后结局。BMI 为评价营养状态的另一指标。本研究中出现了“肥胖悖论”现象，即超重可以改善 PDRP 患者的预后。相关研究[12]也显示，超重（25 kg/m^2 ≤BMI＜30 kg/m^2）与全因死亡率的降低有关。分析可能由于在炎症状态下，额外的脂肪和能量储备可以帮助机体应对更高的代谢需求，减少蛋白质分解，促进机体恢复。值得注意的是，本研究虽证实了低 BMI 是预后不良的独立危险因素，但置信区间过宽，这可能与本研究中样本量有限，结局事件数较少，导致效应估计精度不足有关，后续需扩大样本量进一步验证。本研究还发现，血钠水平降低与 PDRP 患者预后不良有关，验证了已有研究[13]中低钠血症是 PDRP 预后不良的标志。推测低钠血症导致 PDRP 患者预后不良与患者营养状态差、摄入不足有关。因此，全面的营养管理和适当的干预措施可预防蛋白质和能量消耗，为 PD 患者带来远期获益。

PDRP 的预后由患者、病原体、治疗三大类因素共同决定。耐甲氧西林金黄色葡萄球菌、耐碳青霉烯类大肠埃希菌、耐碳青霉烯类肺炎克雷伯菌、耐碳青霉烯类铜绿假单胞菌、耐碳青霉烯类鲍曼不动杆菌等耐药菌感染是导致 PDRP 患者治疗失败、预后不良的重要危险因素。本研究分析了年龄、营养状态、炎症水平、电解质及基础疾病等患者因素，以及致病菌类型和炎症反应强度等病原体因素。作为回顾性观察研究，本研究未常规开展上述耐药菌株的分型检测，相关药敏与耐药数据、抗菌药物使用细节、拔管时机、导管相关感染处理方式、治疗依从性、社会家庭支持等信息在病历中记录不完整、不统一，无法进行准确统计与分析，因此，未纳入耐药菌分布及治疗相关因素与预后关系的探讨，此为本研究重要局限性。

本研究分析了 PDRP 患者的病原菌分布，证实 PDRP 人群中存在“肥胖悖论”，明确了病原菌类型、炎症指标、营养状态、电解质水平等因素对预后的影响，为早期初步鉴别感染类型，优先开展经验性抗感染治疗及营养、电解质纠正干预提供参考。

本研究还存在以下局限性：作为单中心回顾性队列研究，样本量较小，且部分患者由于临床资料不完整未能纳入该研究，导致患病率可能被低估。此外，由于真菌组样本量仅 10 例，其治愈率为 0 的结论尚需大样本研究验证，后续可收集更多数据继续探究致病菌种类对 PDRP 患者预后的影响。未来尚需多中心、大样本的前瞻性队列研究进一步验证。

作者贡献声明：李玲负责研究方案设计、病例入组、数据统计分析及论文撰写；王瑞雪负责辅助数据的初步统计分析；孙晶叶负责数据收集与整理；刘鸿君负责文献收集与归纳；费颖超负责研究数据的质量把控与真实性核查；张文生负责课题顶层设计、指导论文撰写及稿件学术质量终审。

利益冲突：所有作者均声明不存在利益冲突。

[参 考 文 献]

[1] Bello AK, Okpechi IG, Osman MA, et al. Epidemiology of peritoneal dialysis outcomes[J]. Nat Rev Nephrol, 2022, 18(12): 779-793.

[2] Li PKT, Chow KM, Cho Y, et al. ISPD peritonitis guideline recommendations: 2022 update on prevention and treatment [J]. Perit Dial Int, 2022, 42(2): 110-153.

[3] Marshall MR. A systematic review of peritoneal dialysis-related peritonitis rates over time from national or regional population-based registries and databases[J]. Perit Dial Int, 2022, 42(1): 39-47.

[4] Al sahlawi M, Zhao JH, Mccullough K, et al. Variation in peritoneal dialysis-related peritonitis outcomes in the peritoneal dialysis outcomes and practice patterns study (PDOPPS) [J]. Am J Kidney Dis, 2022, 79(1): 45-55.e1.

[5] Zhang L, Zhang HR, Su SS, et al. Risk factor assessment and microbiome analysis in peritoneal dialysis-related peritonitis reveal etiological characteristics[J]. Front Immunol, 2024, 15: 1443468.

[6] Racenis K, Kroica J, Rezevska D, et al. *S. aureus* colonization, biofilm production, and phage susceptibility in peritoneal dialysis patients[J]. Antibiotics (Basel), 2020, 9(9): 582.

[7] Chow KM, Li PK, Cho Y, et al. ISPD catheter-related infection recommendations: 2023 update[J]. Perit Dial Int, 2023, 43(3): 201-219.

[8] Boudville N, Johnson DW, Zhao JH, et al. Regional variation

in the treatment and prevention of peritoneal dialysis-related infections in the peritoneal dialysis outcomes and practice patterns study[J]. Nephrol Dial Transplant, 2019, 34(12): 2118 - 2126.

[9] 王志刚，耿瀛洲，王晓培，等. 铜绿假单胞菌所致腹膜透析相关性腹膜炎临床特征及预后[J]. 中国感染控制杂志，2025，24(3)：381 - 387.
Wang ZG, Geng YZ, Wang XP, et al. Clinical characteristics and prognosis of *Pseudomonas aeruginosa* peritoneal dialysis-associated peritonitis [J]. Chinese Journal of Infection Control, 2025, 24(3): 381 - 387.

[10] 张明珠，刘亚，金彬彬，等. 影响腹膜透析相关性腹膜炎患者预后的相关因素分析[J]. 临床肾脏病杂志，2020，20(4)：265 - 269.
Zhang MZ, Liu Y, Jin BB, et al. Analysis of related factors influencing prognosis of patients with peritoneal dialysis-associated peritonitis[J]. Journal of Clinical Nephrology, 2020, 20(4): 265 - 269.

[11] 高月跃，张洁，苏春燕，等. 腹膜透析相关性腹膜炎预后及其影响因素分析[J]. 中国血液净化，2021，20(9)：604 - 607.
Gao YY, Zhang J, Su CY, et al. Analysis of prognosis and its influencing factors in peritoneal dialysis-associated peritonitis [J]. Chinese Journal of Blood Purification, 2021, 20(9): 604 - 607.

[12] Flegal KM, Kit BK, Orpana H, et al. Association of all-cause mortality with overweight and obesity using standard body mass index categories: a systematic review and meta-analysis [J]. JAMA, 2013, 309(1): 71 - 82.

[13] Tseng MH, Cheng CJ, Sung CC, et al. Hyponatremia is a surrogate marker of poor outcome in peritoneal dialysis-related peritonitis[J]. BMC Nephrol, 2014, 15: 113.

（本文编辑：翟若南）

本文引用格式：李玲，王瑞雪，孙晶叶，等. 腹膜透析相关性腹膜炎患者的病原菌分布与预后影响因素[J]. 中国感染控制杂志，2026，25(8)：1195 - 1202. DOI：10.12138/j.issn.1671 - 9638.20264206.

Cite this article as: LI Ling, WANG Ruixue, SUN Jingye, et al. Pathogen distribution and prognostic factors in patients with peritoneal dialysis-related peritonitis[J]. Chin J Infect Control, 2026, 25(8): 1195 - 1202. DOI: 10.12138/j.issn.1671 - 9638.20264206.