

# 腹膜透析相关性腹膜炎患者发生多重耐药菌感染的危险因素与临床结局

李 慧 李媛媛 张 培 吴永贵

**摘要** 目的 分析腹膜透析相关性腹膜炎(PDAP)患者多重耐药(MDR)菌感染的发生率、病原学特点、危险因素及临床结局。方法 回顾性收集近3年收治的PDAP患者资料,分析该中心PDAP患者致病菌分布及耐药情况。并根据致病菌是否为MDR菌分为MDR组及非MDR组,比较两组资料,分析发生MDR感染的危险因素及临床结局。结果 PDAP患者以革兰阳性菌感染为主,MDR组透出液中最常见的分离病原体是葡萄球菌,占60.6%(43/71),非MDR组为链球菌,占42.0%(21/50)。多因素分析显示,PDAP发病前3个月内使用广谱抗生素5 d以上( $OR=3.634, P=0.033$ )、革兰阳性菌感染( $OR=3.741, P=0.031$ )、较高的脂蛋白(a)水平( $OR=1.003, P=0.003$ )、较高的血小板/白蛋白比值( $OR=1.198, P=0.038$ )是PDAP患者发生MDR感染的独立危险因素。MDR组难治性腹膜炎发生率(29.6%)高于非MDR组(12.0%)( $\chi^2=5.229, P=0.022$ );重现性腹膜炎发生率(16.9%)也高于非MDR组(4.0%)( $\chi^2=4.773, P=0.029$ )。结论 PDAP患者发生MDR感染以葡萄球菌为主。相对于非MDR组,MDR组具有发病前3个月内使用广谱抗生素5 d以上者比例、革兰阳性菌感染比例较高、脂蛋白(a)水平、血小板/白蛋白比值较高的特点,且发生难治性腹膜炎及重现性腹膜炎风险增加。

**关键词** 腹膜透析相关性腹膜炎;多重耐药;难治性腹膜炎  
中图分类号 R 459.51

文献标志码 A 文章编号 1000-1492(2023)06-1025-05  
doi: 10.19405/j.cnki.issn1000-1492.2023.06.025

腹膜透析(peritoneal dialysis, PD)作为一种高质量、低成本的透析方式,是目前治疗终末期肾病的主要肾脏替代疗法。腹膜透析相关性腹膜炎(peritoneal dialysis associated peritonitis, PDAP)是PD常见并发症,是PD患者死亡及退出腹透的主要原因,其发病率和病死率均较高<sup>[1]</sup>。抗生素耐药性已成为公认的全球公共卫生问题。2012年一次国际会

议提出了多重耐药(multidrug-resistant, MDR)的临时标准定义,即对三类或三类以上抗菌药物中的每一类抗菌药物至少一种药物获得性不敏感<sup>[2]</sup>。

目前关于PDAP患者致病菌耐药性的研究大多数侧重于产超广谱 $\beta$ 内酰胺酶细菌或其他特定耐药机制,而未有文献报道以MDR作为一个广泛群体来研究PDAP患者感染MDR菌的危险因素及其对临床结局的影响。该研究旨在为临床工作中PDAP患者经验性抗生素的选择提供依据,同时加强易感因素的控制,从而改善临床结局。

## 1 材料与方法

**1.1 病例资料** 回顾性收集2018年7月1日—2021年11月1日在安徽医科大学第一附属医院肾内科收治的296例PDAP患者资料。将腹透液培养阳性的208例患者中符合纳入排除标准的121例单一细菌感染的PDAP患者根据致病菌是否为MDR菌分为MDR组及非MDR组,比较两组之间的人口统计学、临床特征以及其他实验室数据,包括年龄、性别、原发肾病、基础疾病(糖尿病、高血压)、感染腹膜炎次数、透析时间、每日透析液葡萄糖暴露量、发病前3个月广谱抗生素使用以及血白细胞计数、血红蛋白、血小板、白蛋白、脂蛋白(a)等相关实验室指标。

**1.2 诊断标准** 至少符合下列3项条件中的2项即可诊断为PDAP: ①腹痛和(或)透出液浑浊,伴或不伴发热; ②透出液白细胞计数 $>100 \times 10^6/L$ (留腹时间至少2 h),其中多形核细胞 $>50\%$ ; ③透出液培养阳性。难治性腹膜炎定义为经合理抗生素治疗5 d后腹膜炎症状仍未有效控制或透出液白细胞计数持续 $>100 \times 10^6/L$ 。腹膜炎复发是指上一次腹膜炎痊愈后4周内再次发生,致病菌相同或培养阴性的腹膜炎。腹膜炎再发是指上一次腹膜炎痊愈后4周内再次发生,但致病菌不同的腹膜炎。腹膜炎重现是指上一次腹膜炎痊愈后4周之后再次发作,致病菌相同的腹膜炎<sup>[3]</sup>。

**1.3 纳入与排除标准** 纳入标准: ①符合PDAP

2023-03-08 接收

基金项目: 国家自然科学基金(编号: 81900697)

作者单位: 安徽医科大学第一附属医院肾内科, 合肥 230022

作者简介: 李 慧, 女, 硕士研究生;

吴永贵, 男, 教授, 博士生导师, 责任作者, E-mail: wuyong-gui@medmail.com.cn

诊断标准; ② 年龄 18 ~ 90 岁; ③ 于安徽医科大学第一附属医院行腹膜透析置管术并规律腹膜透析、定期随访者; ④ PD 方式为持续非卧床腹膜透析 (CAPD); ⑤ PD 治疗时间持续大于 3 个月。排除标准: ① 近期发生过急性心脑血管事件; ② 合并其他部位严重感染者; ③ 有活动性肿瘤或既往有肿瘤病史; ④ 同时进行血液透析或肾移植术后; ⑤ 院外已启动抗生素治疗; ⑥ 病例资料不完整。该研究方案经安徽医科大学第一附属医院医学伦理委员会批准 (PJ2022-05-08)。

**1.4 标本留取及病原菌检测** 对所有纳入研究的 PDAP 患者入院当天在使用抗生素之前, 采用无菌操作法及时留取第 1 袋浑浊透出液并在 6 h 内送检。标本送检腹透液白细胞计数和分类、革兰染色及病原体培养 (5 ~ 10 ml 透出液接种于血培养瓶中)。微生物学检测包括分离株鉴定、药敏试验, 均在安徽医科大学第一附属医院检验科进行。

**1.5 统计学处理** 采用 SPSS 26.0 统计软件分析数据。符合正态分布的计量资料用  $\bar{x} \pm s$  表示, 组间比较采用独立样本 *t* 检验或近似 *t* 检验; 非正态分布的计量资料用  $M(P_{25}, P_{75})$  表示, 组间比较用非参数秩和检验。计数资料用频数和构成比表示, 组间比较采用  $\chi^2$  检验。将单因素分析中  $P < 0.05$  的变量代入多因素二分类因变量 Logistic 回归方程分析 PDAP 患者发生 MDR 感染的危险因素。统计学检验是双侧的  $P < 0.05$  为差异有统计学意义。

## 2 结果

**2.1 透出液致病菌培养结果** 在研究期间 214 例患者经历了 296 次 PDAP 发作, 其中 88 例培养阴性, 致病菌培养阳性率为 70.3% (208/296)。培养阳性者中 11 例为混合感染, 2 例为真菌感染, 195 例为单一细菌感染。单一细菌感染者中 MDR 感染占 57.4% (112/195), 非 MDR 感染占 36.9% (72/195), 无药敏结果者占 5.6% (11/195)。该中心 PDAP 患者 MDR 感染的发生率为 37.8% (112/296), 剔除培养阴性的患者后, 其发生率为 53.8% (112/208)。根据纳入排除标准, 最终有 121 例单一细菌感染的 PDAP 患者被纳入研究。

**2.2 单一细菌感染的 PDAP 病原体分布情况** 在 121 例单一细菌感染的 PDAP 中, 以革兰阳性菌感染为主, 透出液标本中分离出的最常见的病原体为葡萄球菌、链球菌、大肠杆菌。MDR 组中大多数为革兰阳性菌感染, 其中又以表皮葡萄球菌最常见。

非 MDR 组中革兰阳性菌感染比例稍低于 MDR 组, 最常见的分离病原体是链球菌, 其次为葡萄球菌、大肠埃希菌。见表 1。

表 1 PDAP 患者腹透液标本中病原菌分类和百分比 [ $n(\%)$ ]

病原菌	总计 ( $n = 121$ )	MDR 组 ( $n = 71$ )	非 MDR 组 ( $n = 50$ )
革兰阳性菌	98 (81.0)	62 (87.3)	36 (72.0)
金黄色葡萄球菌	10 (8.3)	7 (9.9)	3 (6.0)
表皮葡萄球菌	25 (20.7)	20 (28.2)	5 (10.0)
其他凝固酶阴性葡萄球菌	22 (18.2)	16 (22.5)	6 (12.0)
口腔链球菌	17 (14.0)	7 (9.9)	10 (20.0)
唾液链球菌	7 (5.8)	6 (8.5)	1 (2.0)
其他链球菌属	14 (11.6)	4 (5.6)	10 (20.0)
肠球菌	2 (1.7)	2 (2.8)	0 (0)
其他革兰阳性菌	1 (0.8)	0 (0)	1 (2.0)
革兰阴性菌	23 (19.0)	9 (12.7)	14 (28.0)
大肠埃希菌	11 (9.1)	6 (8.5)	5 (10.0)
铜绿假单胞菌	2 (1.7)	1 (1.4)	1 (2.0)
莫拉菌属	3 (2.5)	0 (0)	3 (6.0)
不动杆菌属	2 (1.7)	1 (1.4)	1 (2.0)
嗜血杆菌属	1 (0.8)	1 (1.4)	0 (0)
其他革兰阴性菌	4 (3.3)	0 (0)	4 (8.0)

**2.3 MDR 革兰阳性菌的药敏结果** 62 株 MDR 革兰阳性菌对青霉素、红霉素和克林霉素的总体耐药率均大于 50%, 对头孢曲松、左氧氟沙星的总体耐药率均大于 30%。另一方面, 其对替加环素、庆大霉素和复方新诺明相对敏感。所有 MDR 革兰阳性菌都对万古霉素和利奈唑胺敏感。见表 2。

表 2 62 株 MDR 革兰阳性菌对 11 种抗生素耐药性 [ $n(\%)$ ]

抗菌药物	葡萄球菌 ( $n = 43$ )	链球菌 ( $n = 17$ )	肠球菌 ( $n = 2$ )	总耐药率 (%)
青霉素	43 (100.0)	6 (35.3)	0 (0)	79.0
红霉素	33 (76.7)	17 (100.0)	1 (50.0)	82.3
左氧氟沙星	18 (41.9)	2 (11.8)	2 (100.0)	35.5
万古霉素	0 (0)	0 (0)	0 (0)	0
利奈唑胺	0 (0)	0 (0)	0 (0)	0
克林霉素	22 (51.2)	11 (64.7)	-	53.2
四环素	6 (14.0)	9 (52.9)	2 (100.0)	27.4
替加环素	0 (0)	2 (11.8)	0 (0)	3.2
头孢曲松	13 (30.2)	7 (41.2)	-	32.3
复方新诺明	15 (34.9)	-	-	24.2
庆大霉素	12 (27.9)	-	1 (50.0)	21.0

**2.4 MDR 革兰阴性菌的药敏结果** 9 株 MDR 革兰阴性菌对氨苄青霉素/舒巴坦的总体耐药率大于 50%, 对头孢唑林、头孢呋辛、庆大霉素、环丙沙星的总体耐药率均大于 30%。但对第三、四代头孢菌素、美罗培南、阿米卡星相对敏感, 其总体耐药率均

小于 15%。并且所有 MDR 革兰阴性菌都对替加环素敏感。见表 3。

表 3 9 株 MDR 革兰阴性菌对 12 种抗生素耐药性 [n(%) ]

抗菌药物	大肠杆菌 (n=6)	其他革兰阴性菌 (n=3)	总耐药率 (%)
头孢唑林	3(50.0)	1(33.3)	44.4
头孢呋辛	3(50.0)	0(0)	33.3
头孢他啶	0(0)	1(33.3)	11.1
头孢吡肟	0(0)	0(0)	0
头孢哌酮/舒巴坦	0(0)	1(33.3)	11.1
氨苄青霉素/舒巴坦	5(83.3)	0(0)	55.5
庆大霉素	3(50.0)	0(0)	33.3
阿米卡星	0(0)	1(33.3)	11.1
美罗培南	0(0)	1(33.3)	11.1
环丙沙星	2(33.3)	1(33.3)	33.3
氟喹诺酮	0(0)	1(33.3)	11.1
替加环素	0(0)	0(0)	0

## 2.5 PDAP 患者发生 MDR 感染的单因素分析

该研究将 121 例单一细菌感染的 PDAP 患者根据致病菌是否为 MDR 菌分为 MDR 组及非 MDR 组。MDR 组中男性比例、革兰阳性菌感染比例、发病前 3 个月使用广谱抗生素 5 d 以上者比例均高于非

MDR 组(均  $P < 0.05$ )。MDR 组的每日透析液葡萄糖暴露量、脂蛋白(a)水平、血小板/白蛋白比值均高于非 MDR 组(均  $P < 0.05$ )。而原发病为多囊肾、透析时间、感染腹膜炎次数等指标在两组间未见显著性差异。见表 4。

**2.6 PDAP 患者发生 MDR 感染的多因素二分类因变量 Logistic 回归分析** 将单因素分析中  $P < 0.05$  的影响因素代入多因素二分类因变量 Logistic 回归方程,结果显示 PDAP 发病前 3 个月内使用广谱抗生素 5 d 以上、革兰阳性菌感染、较高的脂蛋白(a)水平、较高的血小板/白蛋白比值是 PDAP 患者发生 MDR 感染的独立危险因素(均  $P < 0.05$ )。见表 5。

**2.7 两组患者临床结局比较** MDR 组难治性腹膜炎发生率(29.6%)高于非 MDR 组(12.0%) ( $\chi^2 = 5.229, P = 0.022$ );重现性腹膜炎发生率(16.9%)也高于非 MDR 组(4.0%) ( $\chi^2 = 4.773, P = 0.029$ ),差异有统计学意义。但 MDR 组临床治愈率、导管拔除率、复发或再发率、死亡率与非 MDR 组相似,差异无统计学意义。见表 6。

表 4 PDAP 患者发生 MDR 感染的单因素分析 [ $\bar{x} \pm s, M(P_{25}, P_{75})$ ]

项目	MDR 组(n=71)	非 MDR 组(n=50)	统计量(t, Z, $\chi^2$ )	P 值
年龄(岁)	55.0 ± 11.4	58.5 ± 9.9	1.747	0.083
性别			4.459	0.035
男	45	22		
女	26	28		
原发病为多囊肾	3	2	0	1.000
BMI(kg/m <sup>2</sup> )	22.8(20.9, 24.7)	22.5(21.5, 24.3)	-0.082	0.935
合并糖尿病	8	3	0.451	0.502
合并高血压	65	46	0.000	1.000
感染腹膜炎次数(次)	1(1, 2)	1(1, 2)	-1.192	0.233
透析时间(年)	2.8(1.3, 5.0)	3.0(1.2, 4.4)	-0.016	0.987
发病前 3 个月使用广谱抗生素	21	6	5.229	0.022
每日透析液葡萄糖暴露量(g/L)	120(90, 140)	120(90, 140)	-2.196	0.028
革兰阳性菌感染	62	36	4.475	0.034
白细胞计数( $\times 10^9/L$ )	8.2(5.6, 10.6)	8.4(6.1, 11.6)	-0.347	0.728
血红蛋白(g/L)	96(83, 103)	94(81, 107)	-0.203	0.839
血小板/白蛋白比值( $\times 10^9/g$ )	6.6(4.9, 9.6)	5.7(3.7, 7.1)	-2.950	0.003
总胆红素( $\mu\text{mol/L}$ )	8.3(6.0, 11.0)	10.0(6.9, 12.6)	-1.861	0.063
肌酐( $\mu\text{mol/L}$ )	894.0 ± 260.7	853.4 ± 243.2	-0.868	0.387
尿酸( $\mu\text{mol/L}$ )	355.0 ± 86.6	374.4 ± 77.0	1.266	0.208
钙磷乘积	3.0(2.5, 3.7)	3.1(2.5, 3.8)	-0.384	0.701
甲状旁腺激素(ng/L)	135.0(52.5, 302.0)	132.0(69.2, 263.8)	-0.661	0.509
总胆固醇(mmol/L)	3.9(3.3, 4.7)	4.1(3.3, 4.4)	-0.237	0.813
甘油三酯(mmol/L)	1.0(0.7, 1.5)	1.1(0.8, 1.6)	-1.319	0.187
脂蛋白(a)(mg/L)	439.0(271.0, 743.0)	317.5(138.5, 492.8)	-2.919	0.004
铁蛋白( $\mu\text{g/L}$ )	289.0(177.0, 415.0)	316.5(226.5, 774.8)	-1.690	0.091

表5 PDAP 患者发生 MDR 感染的多因素二分类  
因变量 Logistic 回归分析

项目	OR( 95% CI)	P 值
男性( 以女性为参照)	2. 281( 0. 895 ~ 5. 814)	0. 084
发病前 3 个月使用广谱抗生素	3. 634( 1. 111 ~ 11. 886)	0. 033
革兰阳性菌感染	3. 741( 1. 131 ~ 12. 376)	0. 031
每日透析液葡萄糖暴露量( g/L)	1. 012( 0. 998 ~ 1. 026)	0. 104
脂蛋白( a) ( mg/L)	1. 003( 1. 001 ~ 1. 004)	0. 003
血小板/白蛋白( $\times 10^9$ /g)	1. 198( 1. 010 ~ 1. 420)	0. 038

表6 两组患者临床结局比较 [n( % )]

临床结局	MDR 组 ( n = 71)	非 MDR 组 ( n = 50)	$\chi^2$ 值	P 值
临床治愈	62( 87. 3)	43( 86. 0)	0. 045	0. 832
复发或再发	4( 5. 6)	3( 6. 0)	0	1. 000
拔管或改血液透析	3( 4. 2)	4( 8. 0)	0. 231	0. 631
死亡 <sup>a</sup>	2( 2. 8)	0( 0)	-	0. 511
重现	12( 16. 9)	2( 4. 0)	4. 773	0. 029
难治性腹膜炎	21( 29. 6)	6( 12. 0)	5. 229	0. 022

<sup>a</sup>. MDR 组及非 MDR 组间死亡率比较采用 Fisher 确切概率法

### 3 讨论

该研究透出液致病菌培养阳性率与 ISPD 2022 更新版 PDAP 治疗指南要求的培养阳性率 ( >85% ) 相比偏低<sup>[3]</sup> , 因此需要通过改进方法来提高细菌培养的阳性率。该研究中单一细菌感染的 PDAP 患者以革兰阳性菌感染为主<sup>[4-5]</sup> , 最常见的致病菌为葡萄球菌 , 与最近的研究结果一致<sup>[1]</sup> 。其中 MDR 组以主要见于接触污染病例的表皮葡萄球菌为代表 , 表明迫切需要提高患者无菌技术培训的质量<sup>[6]</sup> 。

该中心培养阳性的 PDAP 患者中 MDR 感染发生率较高 , 因此根据该中心 MDR 菌的耐药性特点选择合适的抗生素进行早期经验性抗感染治疗至关重要。可推荐万古霉素或利奈唑胺联合第三或第四代头孢菌素或氨基糖苷类或碳青霉烯类进行初始治疗。

该研究表明 PDAP 发病前 3 个月内使用广谱抗生素 5 d 以上、革兰阳性菌感染、较高的脂蛋白( a) 水平、较高的血小板/白蛋白比值是 PDAP 患者发生 MDR 感染的独立危险因素。既往有研究<sup>[7]</sup> 表明抗生素暴露史与 MDR 感染之间存在关联 , 包括尿路感染、腹腔内感染、肺部感染等。可能是抗生素的使用改变了体内菌群分布并诱发了耐药菌株的产生。因此 , 应尽量减少不必要的广谱抗生素使用。脂蛋白( a) 被认为具有促炎、促血栓形成和抗纤维蛋白溶解的作用<sup>[8]</sup> 。Zhong et al<sup>[9]</sup> 研究推测脂蛋白( a)

可能通过促进炎症反应的启动和放大进而导致 MDR 感染。血小板被认为在触发和加剧炎症中发挥作用<sup>[10]</sup> 。大量研究<sup>[11]</sup> 表明低水平的血清白蛋白与 PDAP 的发生有关。Yang et al<sup>[12]</sup> 研究表明血小板/白蛋白比值是 PD 患者技术失败和死亡的潜在危险因素。较高的血小板/白蛋白比值的患者可能处于高炎症状态及营养不良的情况 , 两者相互影响 , 导致恶性循环。另外先前的一项研究<sup>[13]</sup> 表明 , 革兰阳性病原体可以对几乎所有临床可用的抗菌药物产生耐药性 , 故革兰阳性菌相较革兰阴性菌可能更易出现 MDR 菌株。单因素分析中 MDR 组中男性比例、每日透析液葡萄糖暴露量均较非 MDR 组高。男性患者依从性相对女性患者稍差 , 容易发生 PD 相关导管感染及 PDAP , 可能与发生 MDR 感染风险增加相关。高透析液葡萄糖暴露量导致患者糖代谢紊乱发生率升高 , 易发生各种感染性疾病 , 而经常使用抗生素易诱发细菌耐药性的产生。但在多因素分析中上述两个变量差异无统计学意义。

MDR 组发生难治性腹膜炎及重现性腹膜炎的风险高于非 MDR 组。既往有文献<sup>[14]</sup> 显示难治性腹膜炎是 PDAP 患者退出 PD 的主要原因 , 可能导致残留感染影响 PD 再启动从而使得技术生存率低。有研究<sup>[15]</sup> 表明重现性腹膜炎有导致腹膜炎进一步复发及重现的风险。

综上所述 , 由于 PDAP 患者中 MDR 感染的发生率较高 , 因此 , 临床工作中应及时识别并控制其危险因素 , 尽量降低 MDR 感染的发生 , 并尽早根据病原学分布及耐药性特点选用合适抗生素进行初始治疗 , 对减少难治性腹膜炎及重现性腹膜炎等不良临床结局的发生至关重要。

### 参考文献

- [1] Hu S , Ming P , Qureshi A R , et al. Peritonitis: episode sequence , microbiological variation , risk factors and clinical outcomes in a North China peritoneal dialysis center [J]. *Kidney Blood Press Res* , 2018 , 43( 5) : 1573 - 84.
- [2] 徐雅萍 , 霍瑞 , 闫中强 , 等. MDR , XDR , PDR 细菌: 国际专家关于获得性耐药暂行定义的提案 [J]. *中华医院感染学杂志* , 2017 27( 1) : 231 - 40.
- [3] Li P K , Chow K M , Cho Y , et al. ISPD peritonitis guideline recommendations: 2022 update on prevention and treatment [J]. *Perit Dial Int* , 2022 , 42( 2) : 110 - 53.
- [4] Hwang T Y , Kim M G , Oh S W , et al. Pathogens of peritoneal dialysis peritonitis: trends from a single-center experience over 15 years [J]. *Kidney Res Clin Pract* , 2020 , 39( 2) : 221 - 7.
- [5] 王亿平 , 王东 , 王立媛 , 等. 单中心 327 例次腹膜透析相关性

- 腹膜炎致病菌及药敏结果分析[J]. 临床肾脏病杂志 2015, 15(3): 180-4.
- [6] 李忻阳, 杨立明, 朱学研, 等. 280例次葡萄球菌腹膜透析相关性腹膜炎的多中心临床研究[J]. 中华肾脏病杂志 2021, 37(4): 321-6.
- [7] Mahony M, McMullan B, Brown J, et al. Multidrug-resistant organisms in urinary tract infections in children[J]. *Pediatr Nephrol*, 2020, 35(9): 1563-73.
- [8] Ugovsek S, Sebestjen M. Lipoprotein(a) -The crossroads of atherosclerosis, atherothrombosis and inflammation[J]. *Biomolecules*, 2021, 12(1): 26.
- [9] Zhong Z, Peng F, Shi D, et al. Serum lipoprotein(a) and risk of mortality in patients on peritoneal dialysis[J]. *J Clin Lipidol*, 2020, 14(2): 252-9.
- [10] Repsold L, Joubert A M. Platelet function, role in thrombosis, inflammation, and consequences in chronic myeloproliferative disorders[J]. *Cells*, 2021, 10(11): 3034.
- [11] Wu H, Ye H, Huang R, et al. Incidence and risk factors of peritoneal dialysis-related peritonitis in elderly patients: a retrospective clinical study[J]. *Perit Dial Int*, 2020, 40(1): 26-33.
- [12] Yang Y, Yuan J, Liu L, et al. Platelet-to-albumin ratio: a risk factor associated with technique failure and mortality in peritoneal dialysis patients[J]. *Ren Fail*, 2021, 43(1): 1359-67.
- [13] Karaman R, Jubeh B, Breijyeh Z. Resistance of gram-positive bacteria to current antibacterial agents and overcoming approaches[J]. *Molecules*, 2020, 25(12): 2888.
- [14] Wang H H, Huang C H, Kuo M C, et al. Microbiology of peritoneal dialysis-related infection and factors of refractory peritoneal dialysis related peritonitis: a ten-year single-center study in Taiwan[J]. *J Microbiol Immunol Infect*, 2019, 52(5): 752-9.
- [15] 赵巧, 杨立明, 朱学研, 等. 多中心复发、再发及重现性腹膜透析相关性腹膜炎的临床特点与治疗转归[J]. 中华肾脏病杂志 2020, 36(9): 696-702.

## Risk factors and clinical outcomes of multidrug-resistant bacteria infection in peritoneal dialysis associated peritonitis patients

Li Hui, Li Yuanyuan, Zhang Pei, Wu Yonggui

(Dept of Nephropathy, The First Affiliated Hospital of Anhui Medical University, Hefei 230022)

**Abstract Objective** This study aimed to assess the incidence, etiological characteristic, potential risk factors and clinical outcomes of multidrug-resistant (MDR) infection in patients with peritoneal dialysis associated peritonitis (PDAP). **Methods** The data of PDAP patients admitted in recent 3 years in our center were collected retrospectively to analyze the distribution of pathogenic bacteria and drug resistance. According to whether the pathogenic bacteria were MDR or not, they were divided into MDR group and non-MDR group. The data of the two groups were compared, and the risk factors and clinical outcomes of MDR infection were analyzed. **Results** PDAP patients were mainly infected with gram-positive bacteria. Staphylococcus was the most common pathogen isolated from the peritoneal fluid in the MDR group, accounting for 60.6% (43/71), and streptococcus was the most common pathogen isolated in the non-MDR group, accounting for 42.0% (21/50). Multivariate analysis showed that the use of wide-spectrum antibiotics for more than 5 days within 3 months before the onset of PDAP ( $OR = 3.634$ ,  $P = 0.033$ ), gram-positive bacterial infection ( $OR = 3.741$ ,  $P = 0.031$ ), higher lipoprotein(a) level ( $OR = 1.003$ ,  $P = 0.003$ ), and higher platelet-to-albumin ratio ( $OR = 1.198$ ,  $P = 0.038$ ) were independent risk factors for MDR infection in PDAP patients. The incidence of refractory peritonitis in MDR group (29.6%) was higher than that in non-MDR group (12.0%) ( $\chi^2 = 5.229$ ,  $P = 0.022$ ). The incidence of recurrent peritonitis (16.9%) was also higher than that in the non-MDR group (4.0%) ( $\chi^2 = 4.773$ ,  $P = 0.029$ ). **Conclusion** The main pathogen of MDR infection is staphylococcus in PDAP patients. Compared with the non-MDR group, the MDR group has a higher proportion of wide-spectrum antibiotics used for more than 5 days within 3 months before the onset of PDAP, a higher proportion of gram-positive bacterial infection, higher lipoprotein(a) level, higher platelet-to-albumin ratio, and an increased risk of refractory peritonitis and recurrent peritonitis.

**Key words** peritoneal dialysis-associated peritonitis; multidrug-resistant; refractory peritonitis