



# 2023 年更新的国际腹膜透析学会导管相关感染推荐

## ISPD Catheter-Related Infection Recommendations: 2023 Update

**制定者:** Kai Ming Chow<sup>1,2</sup>, Philip Kam-Tao Li<sup>1,2</sup>, Yeoungjee Cho<sup>3,4</sup>, Ali Abu-Alfa<sup>5,6</sup>, Sunita Bavanandan<sup>7</sup>, Edwina A Brown<sup>8</sup>, Brett Cullis<sup>9</sup>, Dawn Edwards<sup>10</sup>, Isabelle Ethier<sup>11,12</sup>, Helen Hurst<sup>13</sup>, Yasuhiko Ito<sup>14</sup>, Thyago Proenca de Moraes<sup>15</sup>, Johann Morelle<sup>16</sup>, Naomi Runnegar<sup>17</sup>, Anjali Saxena<sup>18,19</sup>, Simon Wai-Yin So<sup>20</sup>, Na Tian<sup>21</sup>, David W Johnson<sup>3,4</sup>.

<sup>1</sup>Department of Medicine and Therapeutics, Prince of Wales Hospital, The Chinese University of Hong Kong, Hong Kong; <sup>2</sup>Carol & Richard Yu Peritoneal Dialysis Research Centre, Department of Medicine and Therapeutics, The Chinese University of Hong Kong, Hong Kong; <sup>3</sup>Australasian Kidney Trials Network, University of Queensland, Brisbane, Australia; <sup>4</sup>Department of Nephrology, Princess Alexandra Hospital, Brisbane, Australia; <sup>5</sup>Division of Nephrology and Hypertension, American University of Beirut, Lebanon; <sup>6</sup>Section of Nephrology, Yale School of Medicine, New Haven, CT, USA; <sup>7</sup>Department of Nephrology, Hospital Kuala Lumpur, Malaysia; <sup>8</sup>Imperial College Renal and Transplant Centre, Imperial College NHS Trust, London, UK; <sup>9</sup>Department of Nephrology and Child Health, University of Cape Town, South Africa; <sup>10</sup>National Forum of ESRD Networks, Kidney Patient Advisory Council (KPAC), USA; <sup>11</sup>Division of Nephrology, Centre hospitalier de l'Université de Montréal, Canada; <sup>12</sup>Health Innovation and Evaluation Hub, Centre de recherche du Centre hospitalier de l'Université de Montréal, Canada; <sup>13</sup>School of Health and Society, University of Salford, Salford Royal, Northern Care Alliance Trust, UK; <sup>14</sup>Department of Nephrology and Rheumatology, Aichi Medical University, Nagakute, Japan; <sup>15</sup>Programa de Pós-Graduação em Ciências da Saúde, Pontifícia Universidade Católica do Paraná, Curitiba, Brazil; <sup>16</sup>Division of Nephrology, Cliniques universitaires Saint-Luc, Brussels, Belgium; <sup>17</sup>Infectious Management Services, Princess Alexandra Hospital, University of Queensland, Brisbane, Australia; <sup>18</sup>Department of Medicine, Division of Nephrology, Stanford University, CA, USA; <sup>19</sup>Department of Medicine, Division of Nephrology, Santa Clara Valley Medical Center, San Jose, CA, USA; <sup>20</sup>Department of Pharmacy, Alice Ho Miu Ling Nethersole Hospital, Tai Po, Hong Kong; <sup>21</sup>Department of Nephrology, General Hospital of Ningxia Medical University, Yinchuan, China

**通信作者:** Philip Kam-Tao Li, Carol & Richard Yu Peritoneal Dialysis Research Centre, Department of Medicine and Therapeutics, The Chinese University of Hong Kong, Hong Kong, Email: [philipli@cuhk.edu.hk](mailto:philipli@cuhk.edu.hk); David Johnson, Department of Nephrology, Level 2, ARTS Building, Princess Alexandra Hospital, 199 Ipswich Road, Woolloongabba, Brisbane, QLD 4102, Australia, Email: [david.johnson2@health.qld.gov.au](mailto:david.johnson2@health.qld.gov.au)

**翻译者:** Yang X (阳晓)<sup>1</sup>, Tian N (田娜)<sup>2</sup>, Lu W (路万虹)<sup>3</sup>, Chen J (陈瑾)<sup>4</sup>, Ye Z (叶智明)<sup>5</sup>, Dong J (董捷)<sup>6</sup>, Chow KM (周启明)<sup>7</sup>, Li PKT (李锦滔)<sup>7\*</sup>.

<sup>1</sup>*Department of Nephrology, the First Affiliated Hospital, Sun Yat-sen University, Key Laboratory of Nephrology, Ministry of Health, Guangzhou 510080, China* (中山大学附属第一医院肾内科, 卫健委和广东省重点实验室, 广州 510080, 中国); <sup>2</sup>*Department of Nephrology, General Hospital of Ningxia Medical University, Yinchuan 750004, China* (宁夏医科大学总医院肾脏内科, 银川 750004, 中国); <sup>3</sup>*Department of Nephrology, the First Affiliated Hospital of Xi'an Jiaotong University, Xi'an 710061, China* (西安交通大学第一附属医院肾脏内科, 西安 710061, 中国); <sup>4</sup>*Renal Department and Institute of Nephrology, Sichuan Academy of Medical Sciences & Sichuan Provincial People's Hospital, Chengdu 610072, China* (四川省医学科学院 四川省人民医院肾内科 四川省医学科学院, 成都 610072, 中国); <sup>5</sup>*Department of Nephrology, Guangdong Provincial People's Hospital & Guangdong Academy of Medical Sciences, Guangzhou 510080, China* (广东省人民医院, 广东省医学科学院, 广州 510080, 中国); <sup>6</sup>*Renal Division, Peking University First Hospital; Institute of Nephrology, Peking University; Key Laboratory of Renal Disease, Ministry of Health of China, Beijing 100034, China* (北京大学第一医院肾内科, 北京大学肾脏病研究所, 卫健委重点实验室, 北京 100034, 中国); <sup>7</sup>*Department of Medicine and Therapeutics, Carol and Richard Yu Peritoneal Dialysis Research Centre, Prince of Wales Hospital, the Chinese University of Hong Kong, Shatin, Hong Kong SAR 999077, China* (香港威尔斯亲王医院内科及药物治疗学系、香港中文大学余宇康余雷觉云腹膜透析研究中心, 香港特别行政区 999077, 中国)

**\*通信译者:** Li PKT (李锦滔), Email: [philipli@cuhk.edu.hk](mailto:philipli@cuhk.edu.hk)

本指南翻译由全球华人肾脏病学会及国际腹膜透析学会联合制作。

*The Chinese translation of this guideline is the joint collaboration between the International Association of Chinese Nephrologists and the International Society for Peritoneal Dialysis.*

**【摘要】**腹膜透析 (peritoneal dialysis, PD) 导管相关感染是 PD 导管丧失和腹膜炎发生的重要危险因素。2023 年更新的《国际腹膜透析学会 (International Society for Peritoneal Dialysis, ISPD) 导管相关感染推荐》修订和阐明了出口处和隧道感染的定义和分类。推荐总体出口处感染率新的靶目标不应超过 0.40 次/患者年; 降低了导管出口处局部应用抗生素乳膏或软膏的推荐级别; 明确建议出口处敷料覆盖、更新抗生素治疗时间, 强调临床早期管理以确定治疗时间; 除导管拔除及重新置管外, 建议其他的导管干预措施包括去除或削刮外涤纶套、重新定位隧道外口。

**【关键词】** 抗菌药物；抗生素预防；导管相关感染；出口处感染；ISPD 指南；腹膜透析；预防；治疗结局

## 2023 年更新的国际腹膜透析学会 (International Society for Peritoneal Dialysis, ISPD) 导管相关感染指南中有什么新内容?

- 修订并阐明了隧道感染定义(第3~4页)；
- 新推荐了特定病原体的导管相关感染(第4页)；
- 更新了培养阴性导管相关感染(第4页)、难治性导管相关感染(第4页)、感染相关导管拔除的定义(第4页)；
- 修订、更新了导管相关感染监测和报告的推荐(第5页)；
- 推荐了出口处感染率新的靶目标(第5页)；
- 降低了导管出口处局部应用抗生素乳膏或软膏的推荐级别(第7~8页)；修订、更新了局部应用抗菌药物的推荐(第7~9页)；
- 明确了出口处需要敷料覆盖的建议(第7~10页)；
- 修订了出口处感染抗生素治疗持续时间的推荐(第10~13页)；
- 建议出口处感染除导管拔除外的挽救导管新方案(第13~15页)。

### 前言

在肾脏病腹膜透析(peritoneal dialysis, PD) 标准化临床结局(SONG-PD) 倡议中, PD 相关感染被患者、照顾者和临床医师认为是 PD 最顶端、至关重要的临床结局<sup>[1]</sup>。PD 相关感染包括 PD 导管相关感染(如出口处感染和隧道感染), 可导致 PD 腹膜炎、住院、转血液透析(血透)和死亡。1983 年 ISPD 首次发表了 PD 相关腹膜炎推荐及预防和治疗导管相关感染推荐, 其后修订了包括最新的 2017 年导管相关感染指南<sup>[2]</sup>。鉴于最近已经更新了与腹膜炎有关的推荐, 本指南聚焦导管相关感染<sup>[3]</sup>。本推荐由 5 个部分构成, 主要聚焦在: (1) 定义;

(2) 导管相关感染的监测和报告; (3) 导管相关感染的预防; (4) 导管相关感染的管理; (5) 未来研究。

这些推荐是基于目前已有的证据。如果同一议题有多个相似的报告, 委员会选择参考最新近的出版物。通常这些推荐遵循推荐分级的评估、制定与评价(GRADE)系统来评估临床报道的证据质量和水平<sup>[4]</sup>。在每项推荐中, 推荐强度显示水平1(我们推荐)、水平2(我们建议)或未分级。支持证据质量显示A(高确定性)、B(中度确定性)、C(低确定性)或D(极低确定性)。推荐并不意味着在各种情况下不加选择地实施。每个PD中心应该检查其中心感染类型、致病微生物和抗生素敏感性, 必要时按照当地情况采取相应方案。照看儿童PD患者的临床医师应参考最新的预防和治疗儿童PD患者导管相关感染和腹膜炎共识指南<sup>[5]</sup>。

### 定义

PD 导管相关感染的定义可根据类型、原因、时间(与导管置入和既往发生相关)和转归进一步分类。

### 导管相关感染的类型

#### 出口处感染

- 我们建议明确的出口处感染定义为出现脓性分泌物, 伴或不伴导管-表皮交界处的皮肤红斑(未分级)。
- 我们建议在无脓性分泌物的情况下, 出口处的其他炎症表现(如红斑、压痛、肿胀、肉芽肿或结痂)不足以明确地诊断出口处感染(未分级)。

#### 隧道感染

- 建议隧道感染的定义为出现临床炎症(红斑、肿胀、压痛或硬结), 伴或不伴有超声下沿导管隧道任何部位积液的证据(未分级)。

出口处感染的诊断主要根据临床表现。当患者正常健康的出口处发生改变时,应考虑出口处感染。虽然出口处和隧道感染可以单独发生,但两者也可能同时发生。出口处感染的诊断具有挑战性,因为皮肤过敏反应、新置管或导管损伤后<sup>[6-7]</sup>、或在更换敷料或清洁材料后<sup>[8]</sup>可观察到导管周围红斑,但没有脓性分泌物。有时单独红斑可能是早期感染的指征,需要密切监测是否有脓性分泌物形成、是否需要抗菌治疗。出口处外观正常(例如无脓性分泌物)但培养结果阳性提示定植而不是真正的感染。尽管评分系统<sup>[9-10]</sup>已被建议用于监测出口处感染,但其尚未得到适当的验证。因此我们建议应根据导管-表皮界面是否出现脓性分泌物、伴或不伴皮肤红斑来诊断出口处感染。一项纳入3 297例新PD患者出口处超过30 000次评估的多中心研究结果提示,使用评分系统(包括充血、水肿、疼痛、结痂以及肉芽肿)<sup>[2,9]</sup>对于诊断出口处感染,除出现脓性分泌物外,并不能增加更多的信息<sup>[7]</sup>。

隧道感染可表现为皮下通路的红斑、水肿、硬结或压痛。超声检查常显示导管周围积液<sup>[11]</sup>。

#### 特定病原体的导管相关感染

- 我们推荐根据培养发现的微生物种类对出口处感染进行分类(如金黄色葡萄球菌出口处感染)(1C)。
- 我们建议当应用上述标准诊断为出口处感染,而出口处拭子培养未找到任何微生物时,定义为培养阴性的出口处感染(未分级)。

导管相关感染的原因大体上可根据微生物进行分类,进而指导治疗。在莫匹罗星和多粘菌素三联疗法(MP3)随机对照试验(RCT)中,出口处感染分离的常见微生物分别为类白喉杆菌(20.5%)、金黄色葡萄球菌(13.6%)、铜绿假单胞菌(13.6%)和真菌(9.1%)<sup>[12]</sup>。在一项比较出口处局部使用莫匹罗星和庆大霉素的RCT研究中,莫匹罗星组常见的微生物是金黄色葡萄球菌(0.06次/患者年)、其他革兰阳性菌(0.26次/患者年)和铜绿假单胞菌(0.11次/患者年)<sup>[13]</sup>;庆大霉素组出口处革兰

阳性和革兰阴性菌感染较少,但酵母菌感染较多。微生物的流行病学可能因地区、预防措施、抗生素使用等而有所不同。根据致病微生物对导管相关感染进行分类、监测和报告将有助于制订基准和持续质量改进(CQI)活动,并提供更有针对性的治疗建议,正如过去十多年间ISPD腹膜炎指南所推荐。

当对出口处拭子获取的脓性分泌物进行培养未发现任何微生物时,则诊断为培养阴性的出口处感染。在MP3研究中,5例(11.4%)发生培养阴性出口处感染,其发生率低于培养阴性腹膜炎(19.5%)<sup>[12]</sup>。Bernardini等<sup>[13]</sup>报道莫匹罗星组和庆大霉素组培养阴性出口处感染率分别为0.06次/患者年和0.03次/患者年( $P=0.42$ )。培养阴性的出口处感染可能发生在近期抗生素暴露、标本采集或培养方法欠佳、或对生长缓慢的非典型微生物(如分枝杆菌、真菌)错误分类的情况下。

#### PD置管相关的出口处和/或隧道感染

- 我们建议PD置管相关的出口处和/或隧道感染定义为PD导管置入后30 d内发生的出口处和/或隧道感染(未分级)。

应用30 d分界点作为PD置管相关出口处和/或隧道感染的定义与ISPD关于成人建立和维持最佳PD通路指南推荐<sup>[14]</sup>和ISPD关于腹膜炎指南一致<sup>[3]</sup>。在此时间段内发生的感染可能与手术操作相关,也可能与不同微生物和临床结局相关。

#### 特定结局的导管相关感染

- 我们建议建议难治性导管相关感染定义为有效抗生素治疗和适当强化出口处护理2周后无反应,或假单胞菌属感染治疗3周无反应(未分级)。
- 我们建议感染相关的导管拔除定义为因导管相关感染经适当的抗生素治疗或外科挽救性手术干预无反应而拔除导管(未分级)。

大多数导管相关感染推荐至少2周的抗生素疗程,但因假单胞菌引起的感染除外,建议假单胞菌引起的感染至少3周的疗程。文献报道显示,难治

性隧道感染甚至被定义为4周内未痊愈<sup>[15]</sup>。如果导管相关感染在推荐的抗生素疗程后仍未完全治愈，则被定义为难治性导管相关感染。难治性导管相关感染需要外科挽救干预或拔除导管。

#### 导管相关感染的监测和报告

- **新指南推荐每个中心应每年至少一次测量和监测导管相关感染的发生率（1C）。**
- **建议导管相关感染率（包括特定微生物导管相关感染）应报告为每风险年的发生次数（未分级）。**
- **建议出口处和隧道感染率（包括特定微生物的感染率）应单独报告为每年发生次数（未分级）。**
- **新指南推荐总体出口感染率不应超过0.40次/患者年（2C）。**
- **建议PD导管置入30d内发生的PD置管相关感染比例应低于所有置管患者的5%（2C）。**

作为CQI项目的一部分，所有PD中心应定期监测导管相关感染的发生率<sup>[16]</sup>。应用标准化指标来衡量终点事件对于评估效能、监测进展和根据观察到的结果更新措施是至关重要的。导管相关感染率应以出口处感染或隧道感染发作次数除以患者风险年数（即从置入PD导管开始的PD年数）来衡量，以例次/患者年的格式报告。这与腹膜炎率的计算方式不同，腹膜炎的计算方式依据是否已进行PD而不同。如ISPD腹膜炎指南所述，PD置管后到开始PD前这段时间的腹膜炎（PD前腹膜炎）与PD开始后的腹膜炎（PD腹膜炎）发生率是分开计算的，这种分别计算的方法不适用于导管相关感染率的计算，因为导管相关感染率不会因是否进行PD而改变。

与PD相关腹膜炎不同，导管相关感染（即出口处感染和隧道感染）目前通常不会被肾脏登记系统记录，包括澳大利亚和新西兰透析和移植（ANZDATA）登记系统和美国肾脏数据系统（USRDS）。PD预后与实践模式研究（PDOPPS）显示，6个国家PD中心监测出口处感染的实施方法存在很大差异

（范围：41%~100%）<sup>[17]</sup>。报告的出口处感染发生率差异很大，0.06~0.42例次/患者年不等<sup>[13,18-24]</sup>。HONEYPOT研究在2008—2012年期间纳入了3个国家（澳大利亚、新西兰和新加坡）26个中心的371例PD患者，使用莫匹罗星治疗组的出口处感染率为0.29例次/患者年，而抗菌蜂蜜组的出口处感染率为0.37例次/患者年<sup>[22]</sup>。然而，在真实世界中出口处感染的发生率预计高于经选择纳入患者的随机试验。我们建议出口处总体感染率不超过0.40例次/患者年。尽管缺乏登记数据，但这应该是基于已发表文献的可实现标准，并应作为降低全球出口处感染率负担的倡议。我们还建议PD中心统计并报告PD导管置入相关感染的比例。根据ISPD关于在成人患者中建立和维持最佳PD通路的指南，在置入所有导管后30d内感染率应低于5%<sup>[14]</sup>。

#### 导管相关感染的预防

##### 置管

- **新指南推荐在导管置入前即给予预防性抗生素预防腹膜炎（1A），虽然其对导管相关感染的影响尚不确定。**
- **如果患者在PD置管前筛查中未发现为鼻腔金黄色葡萄球菌携带者，推荐鼻腔预防性使用抗生素（1C）。**
- **建议PD置管方法的选择由临床医师和患者共同决策，因为已报道的通过置管技术预防导管相关感染的相对疗效和安全性尚不确定（1C）。**
- **除非污染，建议PD置管后出口处的敷料应保持完整7d，以固定新导管并降低感染风险（1C）。**

2019年ISPD关于在成人患者建立和维持最佳PD通路指南中详细介绍了PD导管置入的推荐方式和标准<sup>[14]</sup>。2022年更新的ISPD腹膜炎预防和治疗指南建议“在置入导管之前立即予全身预防性抗生素（1A）”，以降低导管置入相关腹膜炎的风险<sup>[3]</sup>。在一项Cochrane系统评价中，与安慰剂相比，术前或围手术期用抗生素预防PD感染对导管相关感染的效果不确定（4项研究，379例受试者；

万古霉素风险比 $[RR]=0.36$ ，95%可信区间 $[CI] 0.10\sim 1.32$ ；头孢唑啉 $RR=0.74$ ，95% $CI 0.27\sim 2.05$ ；庆大霉素 $RR=0.07$ ，95% $CI 0\sim 1.06$ ；头孢唑啉+庆大霉素 $RR=0.86$ ，95% $CI 0.34\sim 2.19$ ；头孢呋辛未评估<sup>[25]</sup>。尽管覆盖革兰阳性菌很重要，但由于相关研究的方法学质量低，尚无足够的证据明确静脉应用抗生素的首选方案。在PD置管前12 h静脉注射万古霉素1 000 mg与PD置管前3 h静脉注射头孢唑啉1 000 mg相比，导管相关感染率差异没有统计学意义（1项研究，178例受试者： $RR=0.49$ ，95% $CI 0.13\sim 1.89$ ）<sup>[25-26]</sup>。鼻腔预防使用抗生素对出口处和隧道感染风险的影响不确定（3项研究，338例受试者： $RR=1.34$ ，95% $CI 0.62\sim 2.87$ ），但有证据表明，使用莫匹罗星软膏治疗金黄色葡萄球菌鼻腔携带者，导管相关感染显著减少（鼻腔涂抹，每日2次，持续5 d，每4周应用1次，最长可达18个月；1项研究，2 626患者月： $RR=0.57$ ，95% $CI 0.39\sim 0.84$ ）<sup>[25]</sup>。一项系统评价显示，与对照组相比，莫匹罗星软膏治疗金黄色葡萄球菌鼻腔携带者可使金黄色葡萄球菌在PD导管出口处发生皮肤感染的风险降低74%（ $OR=0.26$ ，95% $CI 0.14\sim 0.46$ ）<sup>[27]</sup>。

一项针对17项RCT的系统评价报告发现，不同导管置入方式对预防导管相关感染没有显著影响。然而，探讨置管方式或置管对导管相关感染影响的研究数量很少，方法学质量参差不齐，存在结论不精确的风险。例如，腹腔镜下置管与开腹手术置管对导管相关感染的发生率几乎没有影响（3项研究，270例受试者： $RR=1.00$ ，95% $CI 0.43\sim 2.31$ ， $P=0.99$ ）。同样，在开始PD治疗前6周皮下埋藏或植入PD导管的导管相关感染发生率差异无统计学意义（2项研究，2 511患者月： $RR=1.15$ ，95% $CI 0.39\sim 3.42$ ， $P=0.8$ ）。经腹中线和旁正中切口置腹透管的差异亦无统计学意义（2项研究，120例受试者： $RR=0.56$ ，95% $CI 0.12\sim 2.58$ ， $P=0.45$ ）。经皮穿刺与开腹手术置管的差异也无统计学意义（2项研究，96例受试者： $RR=0.16$ ，95% $CI 0.02\sim 1.30$ ， $P=0.08$ ）<sup>[28]</sup>。

最近，一项纳入观察性（非随机）研究和RCT的系统评价发现，在低质量证据中，经皮穿刺PD导管置入可能与早期（1个月内）出口处感染（7项研究： $RR=0.36$ ，95% $CI 0.24\sim 0.53$ ）和总体出口感染（16项研究： $RR=0.61$ ，95% $CI 0.46\sim 0.82$ ）的风险降低相关，但在隧道感染方面与手术（开腹和腹腔镜）PD导管置入比较差异没有统计学意义（7项研究： $RR=0.76$ ，95% $CI 0.38\sim 1.51$ ）<sup>[29]</sup>。

在置入导管之前，建议仔细确定出口处的最佳位置，应使患者能够看到其出口处、清洁出口处并避免不经意的损伤（例如通过皮带）<sup>[14]</sup>。对于病态肥胖、肠造口或尿失禁或大便失禁的患者，选取腹部其他导管出口处位置（例如上腹部、胸骨前）可能特别重要。理想情况下，应在患者坐姿状态下选择出口处的位置。术前使用导管样品或标记模具进行测量可能有助于选择合适的导管类型。与其他术后护理保持一致，置入PD导管后，应覆盖置管部位免于触及，以便伤口愈合<sup>[14,30]</sup>。出口处敷料最好维持7 d（除非敷料污染），以固定新导管并降低感染风险<sup>[14,30-31]</sup>。在窦道愈合之前，应避免使用细胞毒性药物，如聚维酮碘或过氧化氢<sup>[30]</sup>。一般来说，建议在置入导管后至少2周开始PD<sup>[14]</sup>。早期开始PD已被证明增加透析液渗漏的风险（1项研究，122例受试者： $RR=3.90$ ，95% $CI 1.56\sim 9.78$ ），对出口处感染风险的影响不确定（2项队列研究，337例受试者： $RR=1.43$ ，95% $CI 0.24\sim 8.61$ ；1项病例对照研究，104例受试者： $RR=1.20$ ，95% $CI 0.41\sim 3.50$ ）<sup>[32]</sup>。

### 导管选择

- **建议由临床医师和患者共同决定选择使用PD导管的类型，因为在预防导管相关感染方面没有任何导管的设计被证明优于另一种导管设计（未分级）。**

导管相关感染的风险不受PD导管类型的影响（直导管与卷曲导管；10项研究，826例受试者： $RR=1.12$ ，95% $CI 0.92\sim 1.34$ ， $P=0.22$ ）。然而，这

些研究在研究时长、导管类型（双涤纶套与单涤纶套；Tenckhoff 与鹅颈导管）和损耗倚倚风险均存在差异性<sup>[28]</sup>。一项纳入加拿大 4 247 例 PD 患者的回顾性观察性研究显示，使用双涤纶套 PD 导管可降低腹膜炎的风险（ $RR=0.90$ ， $95\%CI$   $0.80\sim 1.01$ ， $P=0.08$ ），尤其是金黄色葡萄球菌腹膜炎发生率（ $RR=0.46$ ， $95\%CI$   $0.33\sim 0.64$ ， $P<0.001$ ）<sup>[33]</sup>。然而，双涤纶套导管在降低导管相关感染风险方面的有效性尚未得到明确证实<sup>[34]</sup>。减少细菌定植的替代导管设计，例如银离子植入<sup>[35]</sup>或抗菌涂层导管<sup>[36]</sup>的临床应用经验有限，尚未被证明一致的有效性，以支持常规使用。

### 培训方案

- 推荐对 PD 患者及其照护者的教育应遵循最新 ISPD 推荐（1C）。
- 建议实施再培训，可降低 PD 导管相关感染的风险（2C）。

PD 中心应依据 ISPD 培训指南，为 PD 中心的培训者和患者实施标准化培训<sup>[37]</sup>。然而，目前尚无清晰的证据明确告知培训的最佳方式，如地点、人员或培训方法<sup>[38]</sup>，包括最佳的护士与患者比例。PDOPPS 的最新数据显示，来自 7 个国家 120 个中心的 1 376 例 PD 患者最常在中心（81%）由中心配备的责任护士（87%）实施一对一的培训（79%）<sup>[39]</sup>。没有令人信服的证据表明培训相关特征与腹膜炎风险降低相关；既往研究未评估培训相关特征与导管相关感染结局的相关性<sup>[39]</sup>。

尽管提供 PD 培训的最佳方法仍不确定，但 PD 培训已被证明在降低导管相关感染风险方面发挥着至关重要的作用。来自英国的一项单中心回顾性观察性研究显示，实施一项侧重于培训护士和患者、改进手术无菌技术和减少金黄色葡萄球菌鼻腔携带的预防计划后，出口处感染减少了 90%<sup>[40]</sup>。建议培训课程整合成人学习原则的一般理论，因为在前瞻性观察性研究中观察到，实施这种做法的相关出口处感染率较低<sup>[41]</sup>。目前，正在开展如何更好整合成人学习理论进行最佳培训的研究<sup>[42]</sup>。在获得进一步证据之前，通常推荐配备一名专职护士对患者进

行个性化培训，重点是遵循指南建议和消毒程序<sup>[43]</sup>。完成 PD 培训后，建议 PD 护士进行家访，以发现可能影响感染风险的任何环境问题，并确保患者持续遵守操作流程和换液技术的可接受标准。

除了开始 PD 时的初始培训，定期再培训可能有助于降低导管相关感染的风险。韩国一项纳入 104 例 PD 患者的 RCT 表明，与对照组相比，对新 PD 患者实施频繁的再培训可在 24 个月内降低出口处感染的发生率<sup>[44]</sup>。再培训的适应证、最佳频率、持续时间和内容尚未确定<sup>[38]</sup>。

### 出口处护理

- 我们推荐每天在出口处使用抗生素乳膏或软膏（莫匹罗星或庆大霉素），以预防导管相关感染（1C）。
- 我们建议在预防导管相关感染方面，出口处局部应用莫匹罗星与应用庆大霉素的疗效差异尚不明确。同样，出口处应用莫匹罗星与鼻腔应用莫匹罗星的疗效差异尚不明确（2C）。
- 我们建议在预防导管相关感染方面，尚无某种清洁剂优于其他清洁剂（2B）。
- 我们推荐每周至少 2 次清洁导管出口处，并在洗澡或剧烈运动（包括跑步、骑自行车、游泳和水上运动）后进行清洁（1C）。
- 我们推荐 PD 中断或停止后，只要导管仍保留在位，也应继续进行出口处护理（未分级）。
- 我们建议在出口处护理和局部使用抗生素后，出口处不必强制性覆盖敷料（2D）。
- 我们推荐固定 PD 导管，以避免出口处牵拉损伤（1C）。

观察性研究、RCT 和荟萃分析显示，出口处每日使用莫匹罗星是一种降低金黄色葡萄球菌所致出口处感染的高效策略<sup>[45-47]</sup>。据报道，使用莫匹罗星可使 PD 患者出口处感染的风险降低 62%（5 项研究： $RR=0.38$ ， $95\%CI$   $0.22\sim 0.67$ ）<sup>[46]</sup>。在此系统评价中，三项研究为鼻腔使用莫匹罗星，两项研究为出口处使用莫匹罗星。实际上，迄今为止的研究中

莫匹罗星治疗应用的部位、频次和持续时间变异很大，因此限制了其指导标准化实践的效力<sup>[48]</sup>。与间断给药相比，每日使用不太可能诱导莫匹罗星耐药性，但长期影响仍不确定<sup>[49-50]</sup>。一项 Cochrane 系统评价报道，局部鼻腔应用莫匹罗星对出口处感染的影响尚不确定（3 项研究，338 例患者： $RR=1.34$ ， $95\%CI$  0.62~2.87）<sup>[25]</sup>。遗憾的是，出口处使用莫匹罗星与口服抗生素（喹诺酮、头孢氨苄、利福平或复方新诺明）预防分在同一组。然而总体分析显示口服或局部抗微生物预防措施对出口处感染的影响尚不确定（5 项研究，395 例患者： $RR=0.82$ ， $95\%CI$  0.57~1.19），存在中等异质性（ $I^2=40\%$ ， $P=0.17$ ），并且未对出口处局部使用莫匹罗星的特定效果进行评估。最近，Obata 等<sup>[51]</sup>进行了一项关于 RCT（6 项研究）的系统评价，比较了出口处局部使用莫匹罗星与其他出口处护理方法的效果。该系统评价证明，与之前优于标准护理的结果不同，使用莫匹罗星软膏预防出口处感染的结论尚不确定（ $RR=0.36$ ， $95\%CI$  0.13~1.05）。该分析受到研究之间较高异质性（ $I^2=61\%$ ， $P=0.07$ ）的限制<sup>[51]</sup>。总的来说，系统评价数据表明，局部应用莫匹罗星预防可降低导管相关感染的风险。然而，这一证据的确定性因间接性（干预措施使用方法的高度变异，包括鼻腔和出口处给药）、偏倚和不一致性而降低。在导管相关感染风险方面，也缺乏对鼻腔与出口处应用莫匹罗星的直接比较。基于这些原因，指南工作组将局部应用莫匹罗星预防的推荐级别从 2017 年的 1A 降为目前的 1C。工作组也无法推荐局部应用的最佳部位（鼻腔还是出口处）。目前泰国正在进行一项多中心、双盲 RCT（COSMO-PD 试验），比较局部使用氯己定葡萄糖酸盐、莫匹罗星软膏和生理盐水预防 PD 相关感染的疗效<sup>[52]</sup>。希望这项试验的结果将有助于指导该领域未来的治疗。

另一种可供选择的局部抗菌预防药物是庆大霉素。一项 3 个中心、双盲 RCT（ $n=133$ ）研究证明，每日将庆大霉素涂抹于出口处在预防假单胞菌属引起的出口处感染方面效果显著，并且在减少金黄色葡萄球菌引起的出口处感染方面与局部使用莫匹罗星的效果相当<sup>[13]</sup>。然而，庆大霉素的广泛应用

因供应不足、担忧其引起导管相关感染病原菌的微生物学特征改变、庆大霉素耐药<sup>[53-54]</sup>和发展为其他非典型感染而受到限制<sup>[55]</sup>。由于相比单独使用庆大霉素，在出口处交替使用莫匹罗星和庆大霉素会增加真菌性腹膜炎的风险，因此不鼓励这种方法<sup>[56]</sup>。最近一项系统评价结果发现，在出口处感染率方面，局部使用莫匹罗星或庆大霉素没有差异（2 项研究，228 例患者： $RR=1.14$ ， $95\%CI$  0.27~4.81），但存在较高的异质性（ $I^2=87\%$ ， $P=0.005$ ）<sup>[51]</sup>。

其他研究还探讨了在出口处应用医用级抗菌蜂蜜的预防方法，显示其与接受鼻内莫匹罗星预防的患者相比，导管相关感染风险类似（发病率比率  $IRR=1.12$ ， $95\%CI$  0.81~1.53）<sup>[57]</sup>。更重要的是，出口处使用蜂蜜增加了糖尿病患者导管相关感染和腹膜炎的风险，因此不适用于该亚组人群<sup>[22]</sup>。其余几项关于局部用 polysporin 软膏<sup>[58]</sup>、局部用聚己缩脲<sup>[59]</sup>、聚六亚甲基双胍盐<sup>[60]</sup>以及纳米抗微生物喷雾敷料<sup>[61]</sup>预防出口处感染的研究得出了不同的结果，尚需进一步研究评估其疗效，再确定未来是否可以临床推广。

值得注意的是，应减少软膏/乳霜与 PD 导管的接触，因为有报道称莫匹罗星中的聚乙二醇基质可能损坏聚氨酯导管，而庆大霉素乳膏可能损坏硅胶导管<sup>[62-64]</sup>。

一项关于感染预防策略的 PDOPPS 研究纳入 7 个国家、170 个中心 11 389 例患者，研究报告了出口处清洁策略的广泛变异，包括抗菌肥皂、非抗菌肥皂、氯己定、聚维酮碘、次氯酸钠及其他药物<sup>[17]</sup>。使用抗菌肥皂清洁导管出口处的中心比例在美国为 57%、加拿大为 40%、澳大利亚和新西兰为 39%<sup>[17]</sup>。已有研究比较了抗菌肥皂与其他局部清洁剂的效果，但结果不一。聚维酮碘，也称为聚乙烯吡咯烷酮碘，是一种常用于手术前后皮肤消毒的抗菌剂。对比肥皂、水或无特殊护理，其在减少导管相关感染的有效性方面存在不一致的证据。例如，在一项包括 8 家医院、127 例患者的 RCT 中，接受聚维酮碘治疗的患者与使用肥皂和水的患者相比，出口处感染发生率显著较低（0.27 次/患者年比 0.71 次/患者年）<sup>[65]</sup>。然而，其他研究并未观察到类似的结



果<sup>[66]</sup>。此外，也有聚维酮碘沉淀引起继发性出口处感染的担忧<sup>[67]</sup>，对局部刺激的类似担忧也存在于对氯己定葡萄糖酸盐（0.05%~2%水溶液，有或无异丙醇，具有广谱抗微生物活性）。作为一种替代方法，含氯己定的海绵敷料已经开发出来，可以每周使用。新加坡有一项单中心小规模试验，共 50 例 PD 患者使用含氯己定的海绵敷料，结果显示导管相关感染率较低（0.09 次/患者年，95%CI 0.02~0.22），1 年无感染率为 92%。尽管 73% 的参与者表示这种敷料可接受，但 12% 的参与者出现局部接触性皮炎<sup>[68]</sup>。由于缺乏对照组和样本量较小，对这项研究的结果应持谨慎态度，在广泛应用之前需要进一步研究。另一种清洁剂 Amuchina 溶液是含有次氯酸钠（3%~10%）的电解氧化氯溶液，在儿科患者中显示可有效预防出口处感染，没有出现任何继发性皮肤反应<sup>[69]</sup>。一项针对 83 例儿科 PD 患者的回顾性观察研究对出口处单用莫匹罗星与莫匹罗星与次氯酸钠联合使用进行了比较，发现导管相关感染发病率分别为 1.36 次/患者年和 0.33 次/患者年（ $P<0.001$ ），并且未出现莫匹罗星耐药微生物<sup>[70]</sup>。然而，由于研究样本量和设计的局限性，这些结果应该谨慎解读。在对不同种类的消毒剂（如聚维酮碘、氯己定、次氯酸盐）进行头对头比较旨在为临床决策提供信息的研究中，也出现了不一致的结果<sup>[71-72]</sup>。一项 Cochrane 系统评价报告了非常低确信度的证据表明，不同敷料（氯己定、聚维酮碘、次氯酸钠纱布+fixomull、水泡膜）可能对出口处感染率有轻微影响或没有影响<sup>[25]</sup>。尽管研究样本量较小，但对新型的局部抗菌剂如聚己缩胍也进行了研究<sup>[73]</sup>。

除了关注敷料或抗菌药物的疗效，我们还应关注产品是否被污染，尤其是当它们未被纳入药品管理时。如未达到最佳标准的生产工艺或制备可能是氯己定溶液污染的原因之一<sup>[74-76]</sup>，如新西兰<sup>[77]</sup>和中国香港<sup>[74]</sup>所报道的洋葱伯克霍尔德菌复合体 PD 导管出口处感染的爆发。

尚无 RCT 对出口处护理的最佳频率进行研究。然而，每周少于 2 次的出口处护理似乎与较高的导管相关感染风险相关<sup>[78]</sup>。因此，推荐每周至少进行

2 次出口处护理，并在每次水污染或剧烈运动后进行护理，以保持清洁和干燥<sup>[79]</sup>。初步数据提示，避免水暴露可以预防水源性微生物的入侵。在一项小规模的单中心观察性研究中（非随机），每天淋浴时使用造口袋与出口处感染减少相关<sup>[80]</sup>。然而，该证据的确信度非常低。2022 年 ISPD 关于 PD 体力活动和锻炼指南推荐在游泳过程中覆盖出口处，以免出口处浸湿<sup>[79]</sup>。这些指南进一步建议“游泳或其他水上运动最好在已知维护良好的海水或游泳池（私人或市政）中进行，以限制暴露于水生微生物（2D）”<sup>[79]</sup>。该指南的支撑证据基于传闻经历，级别非常低。

虽然之前的 ISPD 指南没有提及 PD 终止后（在导管功能障碍、疝气并发症、肾移植后等待导管拔除、或转换为血透等情况下）的出口处护理，但我们推荐保持同等强度或频率的出口处护理。应告知患者在 PD 中断或终止后仍需要清洁和监测导管出口处。

与之前的推荐相反，一项 RCT<sup>[18]</sup>和两项观察性研究<sup>[78,81]</sup>并不支持在围手术期之后继续使用敷料如无菌纱布覆盖保护出口处的做法。一项马来西亚的单中心、开放标签的 RCT 纳入了 97 例患者，其结果显示，出口处简单清洗和清洁后再局部使用莫匹罗星，用或不用敷料覆盖的导管相关感染发生率相似。该研究中出口处感染率异常低，为 0.05~0.11 次/年，可能限制其研究结果的外部效度。一项涵盖了 12 家 PD 中心 1 204 例患者的多中心横断面调查也支持出口处感染率与敷料的使用无关<sup>[78]</sup>。另一项回顾性研究表明，出口处常规覆盖敷料组（ $n=54$ ）与无敷料组（ $n=12$ ）比较，前者反而与更高的出口处感染率相关<sup>[81]</sup>。在包含 2 460 例参与者的 BRAZPD II 研究中，透明或半封闭敷料并未显示与出口处感染率相关<sup>[82]</sup>。总之，目前的证据不足以支持覆盖敷料。此外，人们也担忧敷料可引起局部过敏反应和促进局部细菌生长。这一信息需要与其他敷料相关因素进行综合考虑，例如减少环境灰尘和动物皮屑的暴露、避免局部抗微生物膏药污渍衣物、提供额外的衬垫及加强导管固定。

尽管没有足够的证据支持覆盖出口处，但推荐固定或制动导管以防止出口处的牵拉或摩擦损伤。

将导管固定在腰带、保护袋或用胶带将短管/延长管固定在腹部的做法得到了几项有关出口处感染风险的观察性研究的支持。两项研究的多元回归分析显示，导管牵拉或牵引性出血病史与出口处感染增加有关 ( $HR=1.78$ ,  $95\%CI$   $1.02\sim3.11$ ;  $HR=2.44$ ,  $95\%CI$   $1.47\sim4.05$ )。我们认为，固定 PD 导管的推荐也符合 ISPD 和全球肾脏运动网络的实践建议<sup>[79]</sup>，即在运动过程中避免对导管部位进行反复摩擦，并在运动过程中使用腰带提供保护。

### 导管相关感染的管理

#### 临床评估

应用培养拭子采集出口处脓性分泌物进行培养。除非有分泌物，大多数微生物实验室常规不对出口处拭子进行革兰染色。如果有脓性分泌物排出，分泌物的革兰染色可用于指导治疗。

检查出口处后，还应检查和触诊导管隧道。导管隧道通路上的压痛以及挤压后导管出口处排出分泌物，提示可能存在隧道感染。如果不进行治疗，可能会进展为脓肿或导管相关性腹膜炎。超声检查有助于识别隧道受累<sup>[83-84]</sup>。如超声发现导管周围积液阳性，则有助于隧道感染的诊断<sup>[83,85]</sup>，然而阴性结果也并不能完全排除隧道感染。此外，彩色多普勒和超声造影可以发现血管增生，提示存在炎症反应<sup>[86-87]</sup>。

#### 出口感染处护理

出口处感染期间，虽然目前尚无具体数据表明应进行检查的频率，但建议每天至少检查和清洁出口处 1 次。治疗出口处感染的主要目的是尽早识别感染的恶化，包括伴随或可能继发的隧道感染。建议每日护理的另一个主要目的是评估是否需要进一步治疗。出口处肉芽肿需要额外治疗和护理，因为肉芽肿病变可能发生出口处感染急剧加重。治疗方案包括硝酸银烧灼<sup>[88]</sup>、局部应用氯己定<sup>[88]</sup>和银离子敷料<sup>[89]</sup>。虽然硝酸银烧灼法最常用，但该化学制剂会引起皮肤灼伤和疼痛。一项纳入 44 例患者的小型 RCT 显示，氯己定棉签局部擦拭具有与硝酸银相似的疗效，并且疼痛评分更低、不良反应更少（灼

烧感和出口周围着色）<sup>[88]</sup>。

### 经验性抗感染治疗

- 我们推荐对出口处感染进行经验性口服抗生素治疗，适当覆盖金黄色葡萄球菌，例如第一代头孢菌素或抗葡萄球菌青霉素；如果患者既往有耐甲氧西林金黄色葡萄球菌（MRSA）或者假单胞菌属的感染史或定植史，分别应用糖肽类抗生素如万古霉素（或已知敏感的克林霉素）或抗假单胞菌抗生素是合适的（1C）。

经验性口服抗生素通常要考虑到便利性，并且应主要覆盖金黄色葡萄球菌（图 1）。由于缺乏头对头的经验性抗生素治疗的 RCT，所做出的推荐主要基于医师偏好和患者存在的风险因素。

常用口服抗生素的剂量推荐见表 1 和表 2<sup>[77,90]</sup>。根据 2022 年更新的 ISPD 腹膜炎预防和治疗指南，无论患者因任何原因接受抗生素治疗，都应同时进行预防性抗真菌治疗以降低真菌性腹膜炎的风险<sup>[3]</sup>。

### 监测和治疗持续时间

- 建议根据临床反应、拭子培养和体外药敏结果调整出口处感染使用抗生素治疗的持续时间（2C）。
- 建议抗感染治疗 1 周左右时，如果通过临床评估确认感染已控制，可将出口处感染的 2 周抗生素疗程缩短至 7~10 d（2D）。
- 对于假单胞菌属引起的出口处感染，推荐使用有效抗生素治疗至少 3 周（1C）。
- 对于任何隧道感染，推荐使用有效抗生素治疗至少 3 周（1D）。

总体原则是根据临床反应和微生物学结果进行监测和调整。患者应在治疗后 1 周内进行复查（图 1）。药敏试验对指导药物调整具有重要意义。目前推荐的口服一线抗生素（表 1）可能对耐药性不断增加的病原微生物无效<sup>[91-92]</sup>。最合理的方法是早期评估出口处情况并根据药敏结果来指导药物的选择和疗程。

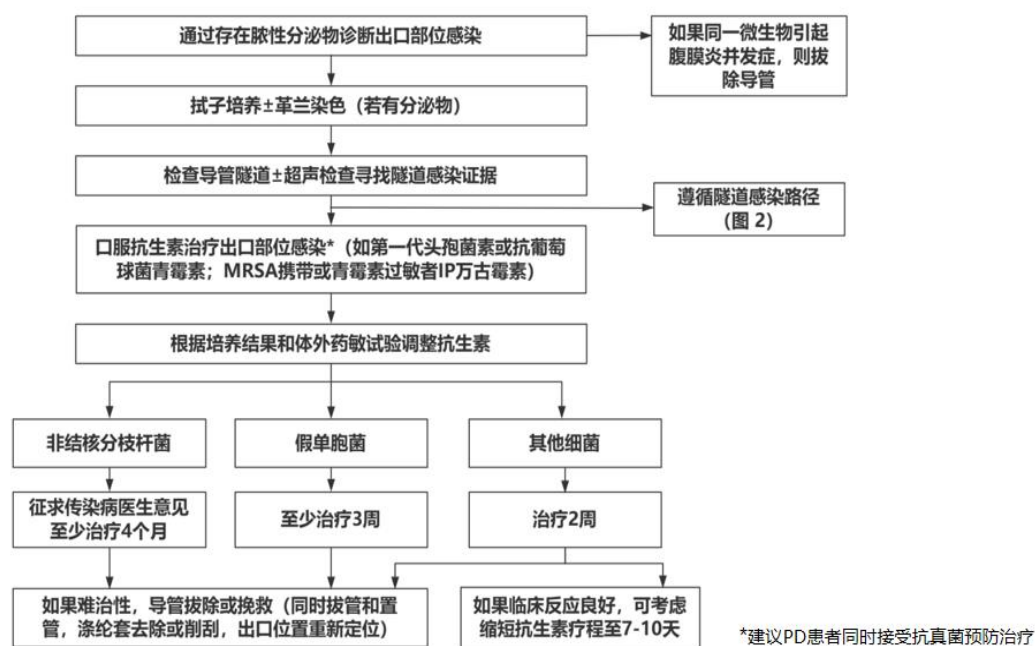


图1 PD出口处感染的管理流程

表1 导管相关感染的一线经验性口服抗生素

抗生素	剂量
阿莫西林/克拉维酸	500 mg/125 mg 或 250 mg/125 mg BD
头孢氨苄	250~500 mg BD
氯西林或双氯西林	500 mg QID

BD: 每天2次; QID: 每天4次

表2 导管相关感染的替代口服抗生素

抗生素	剂量
环丙沙星	500~750 mg/d
克拉霉素	500 mg 首剂, 然后 250 mg BD
克林霉素	300~450 mg TID 至 QID
左氧氟沙星	250 mg/d 或 500 mg, 每 48 h 一次
利奈唑胺	600 mg BD 48 h, 然后 300 mg BD; 如为 NTM 感染, 600 mg/d <sup>[90]</sup>
莫西沙星	400 mg/d
利福平 <sup>a</sup>	450 mg/d (BW<50 kg), 600 mg/d (为 BW≥50 kg)
甲氧苄啶/甲氧唑啉/磺胺甲噁唑	80 mg/400 mg (单片) /d 或 BD <sup>[77]</sup> 或 160 mg/800 mg (双倍片) /d

BD: 每天2次; QID: 每天4次; TID: 每天3次; NTM: 非结核分枝杆菌; BW: 体重; <sup>a</sup>利福平应与其他抗生素协同治疗金黄色葡萄球菌感染, 不应单药治疗

在治疗开始后 1 周内，应由对出口处感染有管理经验的临床医师或护士对出口处进行体格检查。结合变焦设备实时获取高分辨率出口处图像的远程监测方法<sup>[93]</sup>的评估效果并不太令人满意，因为隧道感染可能需要超声检查。

以往导管相关感染的抗生素治疗时间是基于惯例而非高质量证据来制定的。鉴于对过度延长抗生素治疗的担忧不断增加，因此我们应着重考虑出口处感染抗生素治疗的持续时间。尽管 2017 年的指南建议对出口处感染至少使用 2 周的抗生素（分级为 1C 推荐）<sup>[2]</sup>，但是对于 2 周疗程还缺乏高质量的证据。以往发表的大多数关于治疗严重皮肤和软组织感染的指南和建议都没有对治疗持续时间提出具体建议<sup>[94]</sup>。美国传染病学会（IDSA）指南建议，在感染没有改善的情况下，蜂窝织炎治疗时间应为 5 d，浅表的链球菌和葡萄球菌感染疗程为 7 d<sup>[95]</sup>。然而，因为有异物的存在，PD 导管出口处感染不同于单纯性蜂窝织炎或软组织感染。由于没有生物标志物可以准确地指导何时停止出口处感染的抗生素治疗，我们认为临床评估是决策的一个重要基础。最终的抗菌药物治疗和持续时间最好由临床反应、伤口培养和药敏结果（如果可获得）来指导。我们

建议考虑临床反应性是为了降低长期抗生素治疗的风险。值得注意的是，许多观察性研究证实，在腹膜炎发生 1 个月内使用抗生素是 PD 患者真菌性腹膜炎的危险因素<sup>[96-97]</sup>。推荐出口处感染的治疗时间应从有效抗生素使用之日开始计算。由于没有足够的证据支持 2 周疗程，我们认为 7~10 d 的抗生素使用是合理的（图 1），这也是治愈一个单纯急性感染所需的时间。当存在隧道感染（图 2）或假单胞菌属等高毒力微生物等复杂情况时，需要进行更长时间的抗生素治疗。没有 RCT 的证据来指导隧道感染的疗程，因此使用有效抗生素治疗至少 3 周的推荐被赋予 1D 级别。虽然之前推荐假单胞菌属出口处感染的治疗至少持续 3 周<sup>[2]</sup>，但也有使用抗生素治疗 2 周的报道<sup>[98-100]</sup>。当假单胞菌出口处感染的治疗反应不佳时，应添加第二种抗假单胞菌药物。对于治疗反应迟缓的金黄色葡萄球菌感染，可以考虑口服利福平，但不应单独使用。然而，目前还缺乏高质量的研究支持利福平辅助治疗金黄色葡萄球菌出口处感染。这个推荐主要是根据腹膜炎治疗的经验<sup>[101]</sup>，以及与假体材料相关金黄色葡萄球菌感染的治疗指南<sup>[102]</sup>推导出来的。

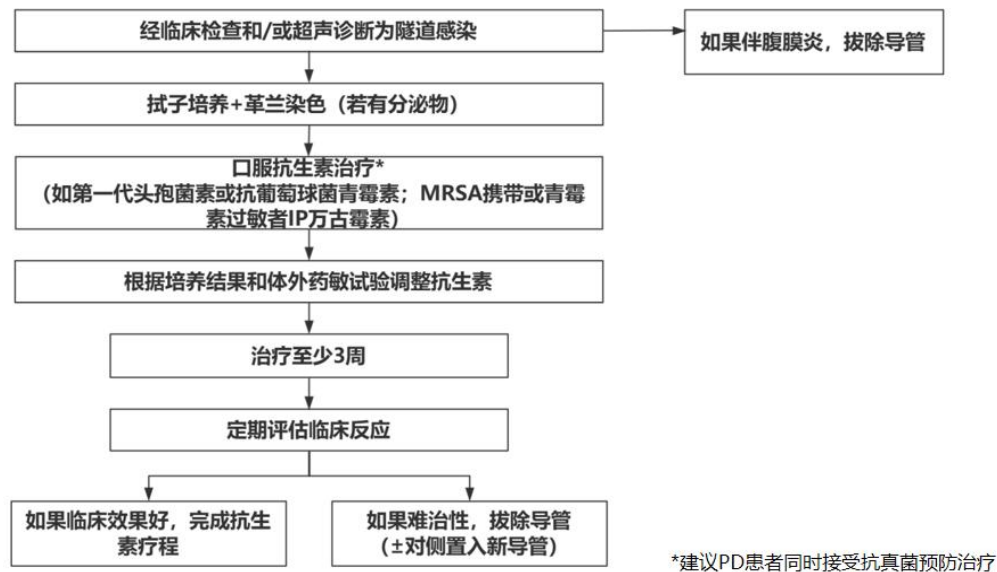


图 2 PD 导管隧道感染的管理流程

难治性出口处感染应怀疑非典型微生物感染，如非结核分枝杆菌（NTM）。NTM 可能被误认为白喉杆菌或棒状杆菌，导致诊断延误。当存怀疑时，应用 Ziehl-Neelsen 染色法检查抗酸杆菌，并用特定的培养基进行培养。最常见的菌种是偶发分枝杆菌，其次是脓肿分枝杆菌和龟分枝杆菌<sup>[103-104]</sup>。由于脓肿分枝杆菌的治疗更困难，有必要对结果报道为龟分枝杆菌/脓肿分枝杆菌的分离株进一步鉴定<sup>[104-105]</sup>。一般来说，NTM 感染需要用对临床分离菌株具有体外活性的两种药物治疗至少 4 个月。对于 NTM 出口处感染，目前还没有标准化的治疗建议，但 IDSA 指南强调需要清除任何异物以提高治愈的可能性，尤其是脓肿分枝杆菌导致的感染<sup>[104]</sup>。

最后，观察性数据展示了超声检查在评估治疗反应中的辅助作用。初步研究结果表明，在抗生素治疗结束 1 周后，外涤纶套周围出现厚度超过 1 mm 的低回声区可预测较差的临床结局<sup>[85]</sup>。另一项对 43 例单涤纶套导管隧道感染患者的研究表明开始使用抗生素 2 周后低回声区显著缩小与较低的导管拔除相关<sup>[106]</sup>。

抗生素治疗结束后 1~2 周是否应常规进行出口处伤口分泌物培养，目前尚无共识。然而，在出口处感染治愈后进行监测培养显示，致病微生物持续定植与发生腹膜炎和转血液透析的更高风险相关<sup>[107-108]</sup>。

PD 导管相关出口处及隧道感染的管理流程见图 1，图 2。

#### 导管相关感染的外科干预手段

- 有明确出口处或隧道感染进展为腹膜炎，或是伴随发生相同病原体腹膜炎的 PD 患者，我们建议拔除 PD 导管（2C）。
- 当有效抗生素治疗无法缓解出口处感染或隧道感染时，我们建议在抗生素覆盖下拔除导管并同时选择新的出口重置导管（2C）。
- 当并发的腹膜炎累及深层涤纶套时，我

们推荐应避免同时拔除导管和重置导管（1C）。

- 在特定的患者中，我们建议可以考虑外科挽救手术作为同时重置导管的替代方案（2C）。
- 对于存在外涤纶套露出和抗生素治疗无效的出口处感染，我们建议考虑去除或削刮涤纶套环（2C）。
- 对于抗生素治疗无效的出口处感染，我们建议考虑更换出口部位（2C）。

感染源控制仍然是 PD 导管相关感染持续存在和感染灶持续存在时的关键管理策略。在 ISPD 2022 年更新的腹膜炎指南推荐中强调，当存在未控制的腹膜炎时，不要尝试在拔管的同时重新置管<sup>[3]</sup>。在腹膜炎同时合并导管感染时建议拔管（图 1），随后暂时转血透直至拔管后至少 2 周、腹膜炎完全控制后，再考虑重置 PD 导管。几乎没有关于感染导致拔管后重新置管时机的数据<sup>[109]</sup>。至少 2 周的等待时间似乎较为合理。

仅有导管感染时，拔管的同时重置导管是一种可最大程度减少 PD 中断并避免非计划转血透的方案。这在一些观察性研究中得到支持<sup>[110-114]</sup>。一项含 37 例难治性铜绿假单胞菌出口处感染的病例研究探讨了同时手术拔管和重置导管的可行性。所有患者术后均使用抗生素 1 周。4 周时，出口处没有铜绿假单胞菌感染复发<sup>[110]</sup>。在其他两个隧道感染的病例研究中（大多数致病菌是铜绿假单胞菌和金黄色葡萄球菌），术后抗生素覆盖延长至了 2 周<sup>[112, 115]</sup>。在金黄色葡萄球菌的隧道感染中，同时拔管和重置导管的有效性更显著（包括合并腹膜炎的病例感染得到控制，引流液白细胞计数减少）<sup>[115]</sup>。然而，复发性铜绿假单胞菌腹膜炎和隧道感染的治愈率仅为 50%<sup>[115]</sup>。

对于耐药微生物包括 NTM 所致的感染也可考虑同时拔管和重置，但其临床预后数据非常有限<sup>[112, 116]</sup>。但是，对于脓毒分支杆菌所致的感染，因同时重置导管的失败率高，应先拔除导管<sup>[104-105, 117]</sup>。

尽管同时拔管和重置有很大概率解决导管相关感染,但该手术可能会引起新导管相关的潜在并发症,例如导管周围渗漏和导管失功<sup>[14]</sup>。因此,人们提出了其他的挽救策略<sup>[118]</sup>。

外涤纶套经出口处露出是由于皮下隧道段导管被弯曲,而皮下涤纶套间直管因其形状记忆回弹力引起的机械并发症<sup>[14]</sup>。随着时间的推移,外涤纶套朝出口处移动,导管恢复其原始的直型。如果管理露出的涤纶套,它可能滋生细菌,并容易发生出口处感染。对于外涤纶套露出且出口处持续感染的患者,当感染仅限于出口处时,可以考虑去除或削刮外涤纶套。这种做法最初被推荐用于复发/重现假单胞菌出口处感染的患者<sup>[119]</sup>。来自对继发于其他致病微生物(例如金黄色葡萄球菌和/或表皮、棒状杆菌以及有些革兰阴性菌)出口处感染患者的观察性研究为这个治疗措施提供了更多数据支持<sup>[120-122]</sup>。有3项研究显示了外涤纶套削刮对金黄色葡萄球菌出口处感染的益处,其中出口处感染或腹膜炎的复发/重现率在该3项研究中分别为17%<sup>[120]</sup>、50%<sup>[122]</sup>和44%<sup>[121]</sup>。在没有感染的情况下,例如体重骤减后<sup>[122]</sup>或导管的形状记忆回弹力所致外涤纶套露出,没有足够的证据支持应该去除或削刮外涤纶套。我们还需要平衡手术的获益与潜在并发症的风险。一般来说,削刮或去除外涤纶套是在床旁或门诊诊间的无菌环境下进行的。常用的技术包括使用钝钳从PD导管上剔除涤纶套<sup>[14, 120, 122]</sup>。也可以用锋利的手术刀片平行于暴露的涤纶套进行削刮<sup>[121, 123]</sup>。然而,精细的剥离应由经验丰富的临床医师实施,以尽量减少导管毁损的风险。刀片还必须经常更换,以确保轻松去除涤纶套材料,而不会因使用旧刀片而施加过度或过大的压力意外切开导管内腔。该手术的另一种操作是在涤纶套部分暴露情况下对皮下隧道进行去顶操作<sup>[14]</sup>。一些肾科医师在术前或术后给予局部或全身预防性使用抗生素,以帮助进一步抗感染<sup>[120-122]</sup>。如果暴露的涤纶套处有脓性分泌物,应采集标本进行病原体培养,以指导抗生素选择。

除了去除外涤纶套以治疗难治性出口感染外,还有另一种治疗方法是选择新的出口部位重新置管。在局部麻醉下、术前静脉注射抗生素后,即可在门诊进行该手术<sup>[124]</sup>。通过切开口处和覆盖皮下隧道的皮肤以及导管周围的组织来暴露外涤纶套。去除出口处和/或隧道周围的感染物质,同时用浸有2%氯己定溶液的纱布覆盖导管至少5 min,对暴露的导管进行消毒<sup>[124]</sup>。将外露的导管通过皮下隧道重置到新的位置<sup>[124-125]</sup>。或者,将PD导管的腹膜外部分切除,并通过带双倒刺的钛接头将带有涤纶套的新无菌导管段和原始导管相接(内侧套环)<sup>[126-127]</sup>。已有4项或更多单中心观察性研究表明,对抗生素治疗无效的出口处感染,更换出口处具有潜在的获益<sup>[15, 124-125, 127]</sup>。不同研究外出口的重新定位成功率(定义为感染完全缓解,在修复术后1个月无需额外手术操作)分别为52例患者中的83%<sup>[15]</sup>、33例患者中的90%<sup>[127]</sup>以及36例患者中的69%<sup>[125]</sup>。尽管没有RCT队列研究比较不同治疗方法对导管相关感染预后的影响,但在一项观察性研究中,手术挽救的PD导管中位生存期为84个月,高于保守治疗的对照组的49个月,差异具有统计学意义<sup>[127]</sup>。重要的是,挽救性操作可允许患者维持PD治疗。据报道,该策略也有利于管理NTM出口处感染<sup>[127]</sup>。不拔管的导管相关感染治疗成功率取决于感染程度,感染深度不应超过皮下涤纶套<sup>[127-128]</sup>。如果术前超声已显示或手术过程中发现内涤纶套感染<sup>[129]</sup>,应拔除整根PD导管。

根据最近一项系统性文献综述<sup>[130]</sup>,总体而言,已报道的这些挽救性干预措施的证据质量由于研究设计的因素被低估,荟萃分析难以进行,因为此方法分析仍然不能确定任何技术是否优于其他技术。削刮涤纶套或更改新出口(包括感染组织的整体切除)的汇总分析表明,这些技术是安全的,手术并发症发生率为2.7%<sup>[130]</sup>。表3总结了不同外科干预措施的预后<sup>[110, 112, 114-115, 125-138, 140-141]</sup>。

**表 3** 各种外科干预对不同时伴有腹膜炎的独立导管相关感染预后的汇总

挽救措施	外科手术切口分级 <sup>a</sup>	研究数量	成功率 (%)
同步重新置管 <sup>[110, 112, 114-115, 131]</sup>	清洁	5	92/95 (96.8%)
更换新的出口部位：剪接导管并去除感染累及的导管残余物 [126-127, 129, 132-135]	清洁	7	144/175 (82.3%)
削刮涤纶套，导管隧道改道 <sup>[125, 136]</sup>	污染	2	47/51 (92.2%)
去顶、伤口切除或整体切断导管并削刮涤纶套 <sup>[151, 120-121, 128, 130, 137-138]</sup>	污染	7	120/185 (64.9%)

<sup>a</sup>外科伤口根据国际医疗安全网络伤口分类<sup>[139]</sup>为清洁、清洁-污染、污染或脏污/感染（指保留失活组织的旧伤口和涉及现有临床感染的伤口，表明手术区域引起术后感染的微生物在手术前已存在）

### 未来研究方向

以预防导管相关感染为目的的出口处最佳护理方法尚不明确，只有进一步研究和阐明发生导管感染的危险因素、发病机制以及感染康复的机制，才能推进预防和治疗方面的更大进展。

此外，在出口处感染和隧道感染的预防措施及治疗疗程方面，还需要高质量临床试验来确定最佳干预方案。针对抗生素治疗的不同疗程的方案，既往已经在关节假体感染<sup>[142]</sup>和腹腔感染<sup>[143]</sup>治疗中进行了RCT研究，但在PD合并出口处感染领域并没有开展类似临床研究。新近的治疗方案比如醋或其活性成分乙酸对出口处假单胞菌感染的抗菌作用，已有初步结果<sup>[144]</sup>或体外试验<sup>[145]</sup>的数据，应进一步探索。另外，导管出口重置的挽救治疗等新兴技术，有可能改善PD结局，但尚未得到系统性评估。未来导管感染治疗的改进还可能包括实时超声评估和治疗反应监测<sup>[86]</sup>。NTM导管感染的发生率和流行率都在不断上升<sup>[103]</sup>，鉴于此类感染持续存在的特点，正在进行的前瞻性注册数据的收集将为治疗策略的推荐提供证据。

最后，确立出口处感染率的达标标准旨在长期推动PD团体制定更有效的预防策略，但这一标准尚未明确。

**致谢** 无

**作者注释** Philip Kam-Tao Li 和 David Johnson 是 ISPD 导管相关感染指南工作组的联合主席

**作者贡献** Philip Kam-Tao Li 和 David W Johnson 对指南的概念做出了贡献。Simon Wai-Yin So、David W Johnson、Yeoungjee Cho、Kai Ming Chow 和 Philip Kam-Tao Li 进行了文献检索。David W Johnson、Yeoungjee Cho、Kai Ming Chow、Philip Kam-Tao Li 撰写了原始草稿。所有作者都参与了稿件的修改和最终审定

**利益冲突声明** 作者对本文的研究、撰写和/或出版有关的潜在利益冲突做以下声明：David Johnson 已获得百特医疗保健公司和费森尤斯医疗保健公司的咨询费用、研究经费、演讲酬金和差旅赞助，阿斯利康公司、拜耳公司和 AWAK 公司的咨询费用，ONO 公司和勃林格英格翰&礼来公司的演讲酬金，以及 ONO 公司和安进公司的差旅赞助，他目前是澳大利亚国家卫生和医学研究委员会领导研究者基金的获得者。Edwina Brown 曾获得百特医疗、费森尤斯医疗、维福(Vifor)、liberDi、AWAK 等公司的演讲和/或咨询费。Yasuhiko Ito 获得了百特医疗、泰尔茂 (Terumo Corp.) 和 JMS 有限公司的研究经费和/或演讲费。Ali Abu-Alfa 已获得百特医疗保健公司的基金支持和/或演讲费。Philip Li 获得了阿斯利康、百特医疗、协和麒麟等公司的演讲酬金。Youngjee Cho 获得了百特医疗和费森尤斯医疗公司的研究资助和演讲酬金，她目前是澳大利亚国家卫生和医学研究委员会新兴领导研究者基金和昆士兰健康推进研究奖学金的获得者

**伦理审批** 不适用

**资助** 作者未收到用于本文研究、创作和/或发表的经费支持

**ORCID iDs**

Kai Ming Chow

<https://orcid.org/0000-0001-5310-5197>

Philip Kam-Tao Li

<https://orcid.org/0000-0001-9879-8388>

Yeoungjee Cho

<https://orcid.org/0000-0002-3502-9837>

Edwina A Brown

<https://orcid.org/0000-0002-4453-6486>

Brett Cullis

<https://orcid.org/0000-0001-8909-686X>

Helen Hurst

<https://orcid.org/0000-0002-7268-171X>

Thyago Proença de Moraes

<https://orcid.org/0000-0002-2983-3968>

David W Johnson

<https://orcid.org/0000-0001-5491-3460>

**知情同意** 不适用

## 参考文献

- [1] Manera KE, Johnson DW, Craig JC, et al. Establishing a Core Outcome Set for Peritoneal Dialysis: Report of the SONG-PD (Standardized Outcomes in Nephrology-Peritoneal Dialysis) Consensus Workshop[J]. *Am J Kidney Dis*, 2020, 75(3): 404-412. DOI: 10.1053/j.ajkd.2019.09.017.
- [2] Szeto CC, Li PK, Johnson DW, et al. ISPD Catheter-Related Infection Recommendations: 2017 Update[J]. *Perit Dial Int*, 2017, 37(2): 141-154. DOI: 10.3747/pdi.2016.00120.
- [3] Li PK, 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. DOI: 10.1177/08968608221080586.
- [4] Atkins D, Best D, Briss PA, et al. Grading quality of evidence and strength of recommendations[J]. *BMJ*, 2004, 328(7454): 1490. DOI: 10.1136/bmj.328.7454.1490.
- [5] Warady BA, Bakkaloglu S, Newland J, et al. Consensus guidelines for the prevention and treatment of catheter-related infections and peritonitis in pediatric patients receiving peritoneal dialysis: 2012 update[J]. *Perit Dial Int*, 2012, 32 Suppl 2: S32-S86. DOI: 10.3747/pdi.2011.00091.
- [6] Gonthier D, Bernardini J, Holley JL, et al. Erythema: does it indicate infection in a peritoneal catheter exit site?[J]. *Adv Perit Dial*, 1992, 8: 230-233.
- [7] Rigo M, Pecoits-Filho R, Lambie M, et al. Clinical utility of a traditional score system for the evaluation of the peritoneal dialysis exit-site infection in a national multicentric cohort study[J]. *Perit Dial Int*, 2021, 41(3): 292-297. DOI: 10.1177/0896860820949032.
- [8] Schmitt R, Haller H, Hiss M. Quiz page september 2012: erythematous rash around peritoneal dialysis catheter exit site[J]. *Am J Kidney Dis*, 2012, 60(3): A29-31. DOI: 10.1053/j.ajkd.2012.04.030.
- [9] Schaefer F, Klaus G, Müller-Wiefel DE, et al. Intermittent versus continuous intraperitoneal glycopeptide/ceftazidime treatment in children with peritoneal dialysis-associated peritonitis. The Mid-European Pediatric Peritoneal Dialysis Study Group (MEPPS) [J]. *J Am Soc Nephrol*, 1999, 10(1): 136-145. DOI: 10.1681/ASN.V101136.
- [10] Twardowski ZJ, Prowant BF. Classification of normal and diseased exit sites[J]. *Perit Dial Int*, 1996, 16 Suppl 3: S32-S50.
- [11] Plum J, Sudkamp S, Grabensee B. Results of ultrasound-assisted diagnosis of tunnel infections in continuous ambulatory peritoneal dialysis[J]. *Am J Kidney Dis*, 1994, 23(1): 99-104. DOI: 10.1016/s0272-6386(12)80818-3.
- [12] van Diepen AT, Tomlinson GA, Jassal SV. The association between exit site infection and subsequent peritonitis among peritoneal dialysis



- patients[J]. *Clin J Am Soc Nephrol*, 2012, 7(8): 1266-1271. DOI: 10.2215/CJN.00980112.
- [13] Bernardini J, Bender F, Florio T, et al. Randomized, double-blind trial of antibiotic exit site cream for prevention of exit site infection in peritoneal dialysis patients[J]. *J Am Soc Nephrol*, 2005, 16(2): 539-545. DOI: 10.1681/ASN.2004090773.
- [14] Crabtree JH, Shrestha BM, Chow KM, et al. Creating and Maintaining Optimal Peritoneal Dialysis Access in the Adult Patient: 2019 Update[J]. *Perit Dial Int*, 2019, 39(5): 414-436. DOI: 10.3747/pdi.2018.00232.
- [15] Kang SH, Cho KH, Kim AY, et al. Catheter salvage using revision for a peritoneal dialysis catheter with intractable exit site and/or tunnel infections[J]. *Semin Dial*, 2023, 36(1): 53-56. DOI: 10.1111/sdi.13094.
- [16] Nataatmadja M, Cho Y, Johnson DW. Continuous Quality Improvement Initiatives to Sustainably Reduce Peritoneal Dialysis-Related Infections in Australia and New Zealand[J]. *Perit Dial Int*, 2016, 36(5): 472-477. DOI: 10.3747/pdi.2016.00114.
- [17] Boudville N, Johnson DW, Zhao J, 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. DOI: 10.1093/ndt/gfy204.
- [18] Mushahar L, Mei LW, Yusuf WS, et al. Exit-Site Dressing and Infection in Peritoneal Dialysis: A Randomized Controlled Pilot Trial[J]. *Perit Dial Int*, 2016, 36(2): 135-139. DOI: 10.3747/pdi.2014.00195.
- [19] Lin J, Ye H, Li J, et al. Prevalence and risk factors of exit-site infection in incident peritoneal dialysis patients[J]. *Perit Dial Int*, 2020, 40(2): 164-170. DOI: 10.1177/0896860819886965.
- [20] Htay H, Johnson DW, Wu SY, et al. Comparison of Topical Chlorhexidine and Mupirocin for the Prevention of Exit-Site Infection in Incident Peritoneal Dialysis Patients[J]. *Perit Dial Int*, 2017, 37(3): 266-272. DOI: 10.3747/pdi.2016.00257.
- [21] Zhang L, Badve SV, Pascoe EM, et al. Representativeness of Honeypot Trial Participants to Australasian PD Patients[J]. *Perit Dial Int*, 2017, 37(5): 516-522. DOI: 10.3747/pdi.2016.00065.
- [22] Johnson DW, Badve SV, Pascoe EM, et al. Antibacterial honey for the prevention of peritoneal-dialysis-related infections (HONEYPOT): a randomised trial[J]. *Lancet Infect Dis*, 2014, 14(1): 23-30. DOI: 10.1016/S1473-3099(13)70258-5.
- [23] Chen SS, Sheth H, Piraino B, et al. Long-Term Exit-Site Gentamicin Prophylaxis and Gentamicin Resistance in a Peritoneal Dialysis Program[J]. *Perit Dial Int*, 2016, 36(4): 387-389. DOI: 10.3747/pdi.2015.00162.
- [24] Ferreira AC, Fernandes V, Rodrigues A, et al. Peritoneal Dialysis Exit-Site Care Protocols in Portugal and Its Association with Catheter-Related Infections[J]. *Blood Purif*, 2023, 52(4): 366-372. DOI: 10.1159/000528641.
- [25] Campbell D, Mudge DW, Craig JC, et al. Antimicrobial agents for preventing peritonitis in peritoneal dialysis patients[J]. *Cochrane Database Syst Rev*, 2017, 4(4): CD004679. DOI: 10.1002/14651858.CD004679.pub3.
- [26] Gadallah MF, Ramdeen G, Torres C, et al. Preoperative vancomycin prophylaxis for newly placed peritoneal dialysis catheters prevents postoperative peritonitis[J]. *Adv Perit Dial*, 2000, 16: 199-203.
- [27] Grothe C, Taminato M, Belasco A, et al. Prophylactic treatment of chronic renal disease

- in patients undergoing peritoneal dialysis and colonized by *Staphylococcus aureus*: a systematic review and meta-analysis[J]. *BMC Nephrol*, 2016, 17(1): 115. DOI: 10.1186/s12882-016-0329-0.
- [28] Htay H, Johnson DW, Craig JC, et al. Catheter type, placement and insertion techniques for preventing catheter-related infections in chronic peritoneal dialysis patients[J]. *Cochrane Database Syst Rev*, 2019, 5(5): CD004680. DOI: 10.1002/14651858.CD004680.pub3.
- [29] Agarwal A, Whitlock RH, Bamforth RJ, et al. Percutaneous Versus Surgical Insertion of Peritoneal Dialysis Catheters: A Systematic Review and Meta-Analysis[J]. *Can J Kidney Health Dis*, 2021, 8: 20543581211052731. DOI: 10.1177/20543581211052731.
- [30] Dombros N, Dratwa M, Feriani M, et al. European best practice guidelines for peritoneal dialysis. 3 Peritoneal access[J]. *Nephrol Dial Transplant*, 2005, 20 Suppl 9: ix8-ix12. DOI: 10.1093/ndt/gfi1117.
- [31] Prowant BF, Twardowski ZJ. Recommendations for exit care[J]. *Perit Dial Int*, 1996, 16 Suppl 3: S94-S99.
- [32] Htay H, Johnson DW, Craig JC, et al. Urgent-start peritoneal dialysis versus conventional-start peritoneal dialysis for people with chronic kidney disease[J]. *Cochrane Database Syst Rev*, 2020, 12(12): CD012913. DOI: 10.1002/14651858.CD012913.pub2.
- [33] Nessim SJ, Bargman JM, Jassal SV. Relationship between double-cuff versus single-cuff peritoneal dialysis catheters and risk of peritonitis[J]. *Nephrol Dial Transplant*, 2010, 25(7): 2310-2314. DOI: 10.1093/ndt/gfq002.
- [34] Eklund B, Honkanen E, Kyllönen L, et al. Peritoneal dialysis access: prospective randomized comparison of single-cuff and double-cuff straight Tenckhoff catheters[J]. *Nephrol Dial Transplant*, 1997, 12(12): 2664-2666. DOI: 10.1093/ndt/12.12.2664.
- [35] Crabtree JH, Burchette RJ, Siddiqi RA, et al. The efficacy of silver-ion implanted catheters in reducing peritoneal dialysis-related infections[J]. *Perit Dial Int*, 2003, 23(4): 368-374.
- [36] Kim CY, Kumar A, Sampath L, et al. Evaluation of an antimicrobial-impregnated continuous ambulatory peritoneal dialysis catheter for infection control in rats[J]. *Am J Kidney Dis*, 2002, 39(1): 165-173. DOI: 10.1053/ajkd.2002.29911.
- [37] Figueiredo AE, Bernardini J, Bowes E, et al. A Syllabus for Teaching Peritoneal Dialysis to Patients and Caregivers[J]. *Perit Dial Int*, 2016, 36(6): 592-605. DOI: 10.3747/pdi.2015.00277.
- [38] Zhang L, Hawley CM, Johnson DW. Focus on peritoneal dialysis training: working to decrease peritonitis rates[J]. *Nephrol Dial Transplant*, 2016, 31(2): 214-222. DOI: 10.1093/ndt/gfu403.
- [39] Cheetham MS, Zhao J, McCullough K, et al. International peritoneal dialysis training practices and the risk of peritonitis[J]. *Nephrol Dial Transplant*, 2022, 37(5): 937-949. DOI: 10.1093/ndt/gfab298.
- [40] Dryden MS, Ludlam HA, Wing AJ, et al. Active intervention dramatically reduces CAPD-associated infection[J]. *Adv Perit Dial*, 1991, 7: 125-128.
- [41] Hall G, Bogan A, Dreis S, et al. New directions in peritoneal dialysis patient training[J]. *Nephrol Nurs J*, 2004, 31(2): 149-154, 159-163.
- [42] Chow JS, Adams K, Cho Y, et al. Targeted Education ApproaCH to improve Peritoneal Dialysis Outcomes (TEACH-PD): A feasibility study[J]. *Perit Dial Int*, 2020, 40(2): 153-163. DOI: 10.1177/0896860819887283.
- [43] Gokal R, Ash SR, Helfrich GB, et al. Peritoneal

- catheters and exit-site practices: toward optimum peritoneal access[J]. *Perit Dial Int*, 1993, 13(1): 29-39.
- [44] Chang JH, Oh J, Park SK, et al. Frequent patient retraining at home reduces the risks of peritoneal dialysis-related infections: A randomised study[J]. *Sci Rep*, 2018, 8(1): 12919. DOI: 10.1038/s41598-018-30785-z.
- [45] Strippoli GF, Tong A, Johnson D, et al. Antimicrobial agents to prevent peritonitis in peritoneal dialysis: a systematic review of randomized controlled trials[J]. *Am J Kidney Dis*, 2004, 44(4): 591-603.
- [46] Tacconelli E, Carmeli Y, Aizer A, et al. Mupirocin prophylaxis to prevent *Staphylococcus aureus* infection in patients undergoing dialysis: a meta-analysis[J]. *Clin Infect Dis*, 2003, 37(12): 1629-1638. DOI: 10.1086/379715.
- [47] Bernardini J, Piraino B, Holley J, et al. A randomized trial of *Staphylococcus aureus* prophylaxis in peritoneal dialysis patients: mupirocin calcium ointment 2% applied to the exit site versus cyclic oral rifampin[J]. *Am J Kidney Dis*, 1996, 27(5): 695-700. DOI: 10.1016/s0272-6386(96)90105-5.
- [48] Xu G, Tu W, Xu C. Mupirocin for preventing exit-site infection and peritonitis in patients undergoing peritoneal dialysis[J]. *Nephrol Dial Transplant*, 2010, 25(2): 587-592. DOI: 10.1093/ndt/gfp411.
- [49] Pérez-Fontán M, Rosales M, Rodríguez-Carmona A, et al. Mupirocin resistance after long-term use for *Staphylococcus aureus* colonization in patients undergoing chronic peritoneal dialysis[J]. *Am J Kidney Dis*, 2002, 39(2): 337-341. DOI: 10.1053/ajkd.2002.30553.
- [50] Piraino B. Mupirocin for preventing exit-site infection and peritonitis in patients undergoing peritoneal dialysis. Was it effective?[J]. *Nephrol Dial Transplant*, 2010, 25(2): 349-352. DOI: 10.1093/ndt/gfp615.
- [51] Obata Y, Murashima M, Toda N, et al. Topical application of mupirocin to exit sites in patients on peritoneal dialysis: a systematic review and meta-analysis of randomized controlled trials[J]. *Ren Replace Ther*, 2020, 6: 12.
- [52] Nochaiwong S, Ruengorn C, Noppakun K, et al. Comparative Effectiveness of Local Application of Chlorhexidine Gluconate, Mupirocin Ointment, and Normal Saline for the Prevention of Peritoneal Dialysis-related Infections (COSMO-PD Trial): a multicenter randomized, double-blind, controlled protocol[J]. *Trials*, 2019, 20(1): 754.
- [53] Nessim SJ, Jassal SV. Gentamicin-resistant infections in peritoneal dialysis patients using topical gentamicin exit-site prophylaxis: a report of two cases[J]. *Perit Dial Int*, 2012, 32(3): 339-341. DOI: 10.3747/pdi.2011.00224.
- [54] Pierce DA, Williamson JC, Mauck VS, et al. The effect on peritoneal dialysis pathogens of changing topical antibiotic prophylaxis[J]. *Perit Dial Int*, 2012, 32(5): 525-530. DOI: 10.3747/pdi.2011.00183.
- [55] Lo MW, Mak SK, Wong YY, et al. Atypical mycobacterial exit-site infection and peritonitis in peritoneal dialysis patients on prophylactic exit-site gentamicin cream[J]. *Perit Dial Int*, 2013, 33(3): 267-272. DOI: 10.3747/pdi.2011.00184.
- [56] Wong PN, Tong GM, Wong YY, et al. Alternating Mupirocin/Gentamicin is Associated with Increased Risk of Fungal Peritonitis as Compared with Gentamicin Alone - Results of a Randomized Open-Label Controlled Trial[J]. *Perit Dial Int*, 2016, 36(3): 340-346. DOI: 10.3747/pdi.2015.00237.
- [57] Zhang L, Badve SV, Pascoe EM, et al. The Effect of Exit-Site Antibacterial Honey Versus Nasal

- Mupirocin Prophylaxis on the Microbiology and Outcomes of Peritoneal Dialysis-Associated Peritonitis and Exit-Site Infections: A Sub-Study of the HoneyPot Trial[J]. *Perit Dial Int*, 2015, 35(7): 712-721. DOI: 10.3747/pdi.2014.00206.
- [58] McQuillan RF, Chiu E, Nessim S, et al. A randomized controlled trial comparing mupirocin and polysporin triple ointments in peritoneal dialysis patients: the MP3 Study[J]. *Clin J Am Soc Nephrol*, 2012, 7(2): 297-303. DOI: 10.2215/CJN.07970811.
- [59] Núñez-Moral M, Sánchez-Álvarez E, González-Díaz I, et al. Exit-site infection of peritoneal catheter is reduced by the use of polyhexanide. results of a prospective randomized trial[J]. *Perit Dial Int*, 2014, 34(3): 271-277. DOI: 10.3747/pdi.2012.00109.
- [60] Findlay A, Serrano C, Punzalan S, et al. Increased peritoneal dialysis exit site infections using topical antiseptic polyhexamethylene biguanide compared to mupirocin: results of a safety interim analysis of an open-label prospective randomized study[J]. *Antimicrob Agents Chemother*, 2013, 57(5): 2026-2028. DOI: 10.1128/AAC.02079-12.
- [61] Tam BM, Chow SK. A preliminary report on the effectiveness of nanotechnology anti-microbial spray dressing in preventing Tenckhoff catheter exit-site infection[J]. *Perit Dial Int*, 2014, 34(6): 670-673. DOI: 10.3747/pdi.2013.00199.
- [62] Khandelwal M, Bailey S, Izatt S, et al. Structural changes in silicon rubber peritoneal dialysis catheters in patients using mupirocin at the exit site[J]. *Int J Artif Organs*, 2003, 26(10): 913-917. DOI: 10.1177/039139880302601007.
- [63] Gardezi AI, Schlageter KW, Foster DM, et al. Erosion of the Silicone Peritoneal Dialysis Catheter with the Use of Gentamicin Cream at the Exit Site[J]. *Adv Perit Dial*, 2016, 32: 15-18.
- [64] Riu S, Ruiz CG, Martínez-Vea A, et al. Spontaneous rupture of polyurethane peritoneal catheter. A possible deleterious effect of mupirocin ointment[J]. *Nephrol Dial Transplant*, 1998, 13(7): 1870-1871. DOI: 10.1093/ndt/13.7.1870.
- [65] Luzar MA, Brown CB, Balf D, et al. Exit-site care and exit-site infection in continuous ambulatory peritoneal dialysis (CAPD): results of a randomized multicenter trial[J]. *Perit Dial Int*, 1990, 10(1): 25-29.
- [66] Wilson AP, Lewis C, O'Sullivan H, et al. The use of povidone iodine in exit site care for patients undergoing continuous peritoneal dialysis (CAPD) [J]. *J Hosp Infect*, 1997, 35(4): 287-293. DOI: 10.1016/s0195-6701(97)90222-x.
- [67] Berns JS, Tokars JI. Preventing bacterial infections and antimicrobial resistance in dialysis patients[J]. *Am J Kidney Dis*, 2002, 40(5): 886-898. DOI: 10.1053/ajkd.2002.36332.
- [68] Htay H, Choo J, Johnson DW, et al. Chlorhexidine-impregnated sponge dressing for prevention of catheter exit-site infection in peritoneal dialysis patients: a pilot study[J]. *Int Urol Nephrol*, 2021, 53(4): 803-812. DOI: 10.1007/s11255-020-02674-w.
- [69] Mendoza-Guevara L, Castro-Vazquez F, Aguilar-Kitsu A, et al. Amuchina 10% solution, safe antiseptic for preventing infections of exit-site of Tenckhoff catheters, in the pediatric population of a dialysis program[J]. *Contrib Nephrol*, 2007, 154: 139-144. DOI: 10.1159/000096959.
- [70] Chua AN, Goldstein SL, Bell D, et al. Topical mupirocin/sodium hypochlorite reduces peritonitis and exit-site infection rates in children[J]. *Clin J Am Soc Nephrol*, 2009, 4(12): 1939-1943. DOI: 10.2215/CJN.02770409.
- [71] Jones LL, Tweedy L, Warady BA. The impact of exit-site care and catheter design on the incidence of catheter-related infections[J]. *Adv*

- Perit Dial, 1995, 11: 302-305.
- [72] Shelton DM. A comparison of the effects of two antiseptic agents on *Staphylococcus epidermidis* colony forming units at the peritoneal dialysis catheter exit site[J]. *Adv Perit Dial*, 1991, 7: 120-124.
- [73] Ceri M, Yilmaz SR, Unverdi S, et al. Effect of Local Polyhexanide Application in Preventing Exit-Site Infection and Peritonitis: A Randomized Controlled Trial[J]. *Ther Apher Dial*, 2020, 24(1): 81-84. DOI: 10.1111/1744-9987.12836.
- [74] Wong S, Wong SC, Chen J, et al. Polyclonal *Burkholderia cepacia* Complex Outbreak in Peritoneal Dialysis Patients Caused by Contaminated Aqueous Chlorhexidine[J]. *Emerg Infect Dis*, 2020, 26(9): 1987-1997. DOI: 10.3201/eid2609.191746.
- [75] Romero-Gómez MP, Quiles-Melero MI, Peña García P, et al. Outbreak of *Burkholderia cepacia* bacteremia caused by contaminated chlorhexidine in a hemodialysis unit[J]. *Infect Control Hosp Epidemiol*, 2008, 29(4): 377-378. DOI: 10.1086/529032.
- [76] Kaitwatcharachai C, Silpajajakul K, Jitsurong S, et al. An outbreak of *Burkholderia cepacia* bacteremia in hemodialysis patients: an epidemiologic and molecular study[J]. *Am J Kidney Dis*, 2000, 36(1): 199-204. DOI: 10.1053/ajkd.2000.8295.
- [77] Gleeson S, Mulroy E, Bryce E, et al. *Burkholderia cepacia*: An Outbreak in the Peritoneal Dialysis Unit[J]. *Perit Dial Int*, 2019, 39(1): 92-95. DOI: 10.3747/pdi.2018.00095.
- [78] Ding XR, Huang HE, Liao YM, et al. Daily self-care practices influence exit-site condition in patients having peritoneal dialysis: A multicenter cross-sectional survey[J]. *J Adv Nurs*, 2021, 77(5): 2293-2306. DOI: 10.1111/jan.14751.
- [79] Bennett PN, Bohm C, Harasemiw O, et al. Physical activity and exercise in peritoneal dialysis: International Society for Peritoneal Dialysis and the Global Renal Exercise Network practice recommendations[J]. *Perit Dial Int*, 2022, 42(1): 8-24. DOI: 10.1177/08968608211055290.
- [80] Soetendorp H, Kliuk-Ben Bassat O, Wasserman A, et al. Water avoidance and modification of exit-site care with stoma bag results in reduced exit-site infection rate in peritoneal dialysis patients[J]. *Clin Nephrol*, 2021, 95(6): 323-331. DOI: 10.5414/CN110440.
- [81] Taheri S, Ahmadnia M, Mortazavi M, et al. Comparing the Effect of Dressing Versus No-dressing on Exit Site Infection and Peritonitis in Chronic Ambulatory Peritoneal Dialysis Patients[J]. *Adv Biomed Res*, 2017, 6: 5. DOI: 10.4103/2277-9175.199263.
- [82] Figueiredo AE, de Mattos C, Saraiva C, et al. Comparison between types of dressing following catheter insertion and early exit-site infection in peritoneal dialysis[J]. *J Clin Nurs*, 2017, 26(21-22): 3658-3663. DOI: 10.1111/jocn.13738.
- [83] Vychytil A, Lilaj T, Lorenz M, et al. Ultrasonography of the catheter tunnel in peritoneal dialysis patients: what are the indications?[J]. *Am J Kidney Dis*, 1999, 33(4): 722-727. DOI: 10.1016/s0272-6386(99)70225-8.
- [84] Korzets Z, Erdberg A, Golan E, et al. Frequent involvement of the internal cuff segment in CAPD peritonitis and exit-site infection - an ultrasound study[J]. *Nephrol Dial Transplant*, 1996, 11(2): 336-339. DOI: 10.1093/oxfordjournals.ndt.a027263.
- [85] Kwan TH, Tong MK, Siu YP, et al. Ultrasonography in the management of exit site infections in peritoneal dialysis patients[J]. *Nephrology (Carlton)*, 2004, 9(6): 348-352. DOI: 10.1111/j.1440-1797.2004.00331.x.
- [86] Granata A, Rahbari E, Di Nicolò P, et al. The

- Underrated Role of Ultrasound in Peritoneal Dialysis[J]. *J Ultrasound Med*, 2022, 41(2): 301-310. DOI: 10.1002/jum.15710.
- [87] Granata A, Rahbari E, Pesce F, et al. Contrast-enhanced ultrasound in peritoneal dialysis: when and how to perform it[J]. *J Nephrol*, 2022, 35(5): 1329-1337. DOI: 10.1007/s40620-022-01287-z.
- [88] Hui YH, So WK, Ng MS, et al. Treating peritoneal dialysis catheter exit-site granulomas with chlorhexidine swabstick: A pilot study[J]. *J Ren Care*, 2021, 47(2): 103-112. DOI: 10.1111/jorc.12358.
- [89] Matinfar M, Taheri S, Karimi S, et al. Successful treatment of peritoneal dialysis catheter exit-site granuloma with silver ion-based dressing[J]. *J Vasc Access*, 2021, 22(4): 685-686. DOI: 10.1177/1129729820938216.
- [90] Winthrop KL, Ku JH, Marras TK, et al. The tolerability of linezolid in the treatment of nontuberculous mycobacterial disease[J]. *Eur Respir J*, 2015, 45(4): 1177-1179. DOI: 10.1183/09031936.00169114.
- [91] Au C, Yap D, Chan J, et al. Exit site infection and peritonitis due to *Serratia* species in patients receiving peritoneal dialysis: Epidemiology and clinical outcomes[J]. *Nephrology (Carlton)*, 2021, 26(3): 255-261. DOI: 10.1111/nep.13813.
- [92] Yap DY, Choy CB, Mok MM, et al. *Burkholderia cepacia*-an uncommon cause of exit-site infection in a peritoneal dialysis patient[J]. *Perit Dial Int*, 2014, 34(4): 471-472. DOI: 10.3747/pdi.2013.00090.
- [93] Lew SQ, Wallace EL, Srivatana V, et al. Telehealth for Home Dialysis in COVID-19 and Beyond: A Perspective From the American Society of Nephrology COVID-19 Home Dialysis Subcommittee[J]. *Am J Kidney Dis*, 2021, 77(1): 142-148. DOI: 10.1053/j.ajkd.2020.09.005.
- [94] Montravers P, Snauwaert A, Welsch C. Current guidelines and recommendations for the management of skin and soft tissue infections[J]. *Curr Opin Infect Dis*, 2016, 29(2): 131-138. DOI: 10.1097/QCO.0000000000000242.
- [95] Stevens DL, Bisno AL, Chambers HF, et al. Practice guidelines for the diagnosis and management of skin and soft tissue infections: 2014 update by the infectious diseases society of America[J]. *Clin Infect Dis*, 2014, 59(2): 147-159. DOI: 10.1093/cid/ciu296.
- [96] Auricchio S, Giovenzana ME, Pozzi M, et al. Fungal peritonitis in peritoneal dialysis: a 34-year single centre evaluation[J]. *Clin Kidney J*, 2018, 11(6): 874-880. DOI: 10.1093/ckj/sfy045.
- [97] Li R, Zhang D, He J, et al. Characteristics Analysis, Clinical Outcome and Risk Factors for Fungal Peritonitis in Peritoneal Dialysis Patients: A 10-Year Case-Control Study[J]. *Front Med (Lausanne)*, 2021, 8: 774946. DOI: 10.3389/fmed.2021.774946.
- [98] Lo CY, Chu WL, Wan KM, et al. *Pseudomonas* exit-site infections in CAPD patients: evolution and outcome of treatment[J]. *Perit Dial Int*, 1998, 18(6): 637-640.
- [99] Kazmi HR, Raffone FD, Klinger AS, et al. *Pseudomonas* exit site infections in continuous ambulatory peritoneal dialysis patients[J]. *J Am Soc Nephrol*, 1992, 2(10): 1498-1501. DOI: 10.1681/ASN.V2101498.
- [100] Burkhalter F, Clemenger M, Haddoub SS, et al. *Pseudomonas* exit-site infection: treatment outcomes with topical gentamicin in addition to systemic antibiotics[J]. *Clin Kidney J*, 2015, 8(6): 781-784. DOI: 10.1093/ckj/sfv089.
- [101] Szeto CC, Chow KM, Kwan BC, et al. *Staphylococcus aureus* peritonitis complicates peritoneal dialysis: review of 245 consecutive cases[J].

- Clin J Am Soc Nephrol, 2007, 2(2): 245-251. DOI: 10.2215/CJN.03180906.
- [102] Liu C, Bayer A, Cosgrove SE, et al. Clinical practice guidelines by the infectious diseases society of america for the treatment of methicillin-resistant *Staphylococcus aureus* infections in adults and children: executive summary[J]. Clin Infect Dis, 2011, 52(3): 285-292. DOI: 10.1093/cid/cir034.
- [103] Bnaya A, Wiener-Well Y, Soetendorp H, et al. Nontuberculous mycobacteria infections of peritoneal dialysis patients: A multicenter study[J]. Perit Dial Int, 2021, 41(3): 284-291. DOI: 10.1177/0896860820923461.
- [104] Griffith DE, Aksamit T, Brown-Elliott BA, et al. An official ATS/IDSA statement: diagnosis, treatment, and prevention of nontuberculous mycobacterial diseases[J]. Am J Respir Crit Care Med, 2007, 175(4): 367-416. DOI: 10.1164/rccm.200604-571ST.
- [105] Chamarthi G, Modi D, Andreoni K, et al. Simultaneous catheter removal and reinsertion, is it acceptable in *M. abscessus* exit site infection?[J]. CEN Case Rep, 2021, 10(4): 483-489. DOI: 10.1007/s13730-021-00593-y.
- [106] Vychytil A, Lorenz M, Schneider B, et al. New criteria for management of catheter infections in peritoneal dialysis patients using ultrasonography[J]. J Am Soc Nephrol, 1998, 9(2): 290-296. DOI: 10.1681/ASN.V92290.
- [107] Beckwith H, Clemenger M, McGrory J, et al. Repeat Peritoneal Dialysis Exit-Site Infection: Definition and Outcomes[J]. Perit Dial Int, 2019, 39(4): 344-349. DOI: 10.3747/pdi.2018.00216.
- [108] Nadarajah L, Yaqoob MM, Fan S. Persistent colonization of exit site is associated with modality failure in peritoneal dialysis[J]. Perit Dial Int, 2022, 42(1): 96-99. DOI: 10.1177/0896860820972598.
- [109] Szeto CC, Chow KM, Wong TY, et al. Feasibility of resuming peritoneal dialysis after severe peritonitis and Tenckhoff catheter removal[J]. J Am Soc Nephrol, 2002, 13(4): 1040-1045. DOI: 10.1681/ASN.V1341040.
- [110] Lui SL, Yip T, Tse KC, et al. Treatment of refractory *Pseudomonas aeruginosa* exit-site infection by simultaneous removal and reinsertion of peritoneal dialysis catheter[J]. Perit Dial Int, 2005, 25(6): 560-563.
- [111] Posthuma N, Borgstein PJ, Eijsbouts Q, et al. Simultaneous peritoneal dialysis catheter insertion and removal in catheter-related infections without interruption of peritoneal dialysis[J]. Nephrol Dial Transplant, 1998, 13(3): 700-703. DOI: 10.1093/ndt/13.3.700.
- [112] Crabtree JH, Siddiqi RA. Simultaneous Catheter Replacement for Infectious and Mechanical Complications Without Interruption of Peritoneal Dialysis[J]. Perit Dial Int, 2016, 36(2): 182-187. DOI: 10.3747/pdi.2014.00313.
- [113] Paterson AD, Bishop MC, Morgan AG, et al. Removal and replacement of Tenckhoff catheter at a single operation: successful treatment of resistant peritonitis in continuous ambulatory peritoneal dialysis[J]. Lancet, 1986, 2(8518): 1245-1247. DOI: 10.1016/s0140-6736(86)92676-0.
- [114] Swartz R, Messina J, Reynolds J, et al. Simultaneous catheter replacement and removal in refractory peritoneal dialysis infections[J]. Kidney Int, 1991, 40(6): 1160-1165. DOI: 10.1038/ki.1991.329.
- [115] Scalapogna A, Nardelli L, Zubidat D, et al. Simultaneous replacement and removal of the peritoneal catheter is effective in patients with refractory tunnel infections sustained by *S. aureus*[J]. Int Urol Nephrol, 2023, 55(1): 151-155. DOI: 10.1007/s11255-022-03288-0.
- [116] Washida N, Itoh H. The Role of Non-Tuberculous

- Mycobacteria in Peritoneal Dialysis-Related Infections: A Literature Review[J]. *Contrib Nephrol*, 2018, 196: 155-161. DOI: 10.1159/000485716.
- [117] Yoshimura R, Kawanishi M, Fujii S, et al. Peritoneal dialysis-associated infection caused by *Mycobacterium abscessus*: a case report[J]. *BMC Nephrol*, 2018, 19(1): 341. DOI: 10.1186/s12882-018-1148-2.
- [118] Scalapogna A, Nardelli L, Castellano G. The use of mini-invasive surgical techniques to treat refractory exit-site and tunnel infections in peritoneal dialysis patients: a clinical approach[J]. *J Nephrol*, 2022 : DOI: 10.1007/s40620-022-01479-7.
- [119] Taber TE, Hegeman TF, York SM, et al. Treatment of *Pseudomonas* infections in peritoneal dialysis patients[J]. *Perit Dial Int*, 1991, 11(3): 213-216.
- [120] Meng C, Beco A, Oliveira A, et al. Peritoneal Dialysis Cuff-Shaving-A Salvage Therapy for Refractory Exit-Site Infections[J]. *Perit Dial Int*, 2019, 39(3): 276-281. DOI: 10.3747/pdi.2018.00193.
- [121] Scalapogna A, De Vecchi A, Maccario M, et al. Cuff-shaving procedure. A rescue treatment for exit-site infection unresponsive to medical therapy[J]. *Nephrol Dial Transplant*, 1995, 10(12): 2325-2327. DOI: 10.1093/ndt/10.12.2325.
- [122] Debowski JA, Wærp C, Kjellefold SA, et al. Cuff extrusion in peritoneal dialysis: single-centre experience with the cuff-shaving procedure in five patients over a 4-year period[J]. *Clin Kidney J*, 2017, 10(1): 131-134. DOI: 10.1093/ckj/sfw089.
- [123] Tan SY, Thiruvethiran T. Catheter cuff shaving using a novel technique: a rescue treatment for persistent exit-site infections[J]. *Perit Dial Int*, 2000, 20(4): 471-472.
- [124] Kirmizis D, Bowes E, Ansari B, et al. Exit-Site Relocation: A Novel, Straightforward Technique for Exit-Site Infections[J]. *Perit Dial Int*, 2019, 39(4): 350-355. DOI: 10.3747/pdi.2017.00214.
- [125] Cho KH, DO JY, Park JW, et al. Catheter revision for the treatment of intractable exit site infection/tunnel infection in peritoneal dialysis patients: a single centre experience[J]. *Nephrology (Carlton)*, 2012, 17(8): 760-766. DOI: 10.1111/j.1440-1797.2012.01644.x.
- [126] Clouâtre Y, Cartier P, Charbonneau R, et al. Outpatient CAPD catheter salvage for persistent exit-site/tunnel infection[J]. *Nephrol Dial Transplant*, 2000, 15(2): 231-234. DOI: 10.1093/ndt/15.2.231.
- [127] Oki R, Hamasaki Y, Komaru Y, et al. Catheter Diversion Procedure With Exit-Site Renewal Promotes Peritoneal Dialysis Catheter Survival[J]. *Kidney Int Rep*, 2021, 6(2): 325-332. DOI: 10.1016/j.ekir.2020.11.030.
- [128] Nichols WK, Nolph KD. A technique for managing exit site and cuff infection in Tenckhoff catheters[J]. *Perit Dial Int*, 1983, 3(4): 4-5.
- [129] Muraoka K, Ishibashi Y, Yamaguchi J, et al. Early partial re-implantation of Tenckhoff catheters to treat intractable exit-site or tunnel infection[J]. *Perit Dial Int*, 2011, 31(3): 350-353. DOI: 10.3747/pdi.2010.00181.
- [130] Soon J, Ng N, Lee SQ, et al. Are salvage techniques safe and effective in the treatment of peritoneal dialysis catheter-related exit-site and tunnel infections? A systematic review and description of the authors' preferred technique[J]. *Perit Dial Int*, 2022, 42(6): 591-601. DOI: 10.1177/08968608221116689.
- [131] Cancarini GC, Manili L, Brunori G, et al. Simultaneous catheter replacement-removal during infectious complications in peritoneal dialysis[J]. *Adv Perit Dial*, 1994, 10: 210-213.
- [132] Cheung AH, Wheeler MS, Limm WM, et al. A salvage



- technique for continuous ambulatory peritoneal dialysis catheters with exit-site infections[J]. *Am J Surg*, 1995, 170(1): 60-61. DOI: 10.1016/s0002-9610(99)80253-0.
- [133] Wu YM, Tsai MK, Chao SH, et al. Surgical management of refractory exit-site/tunnel infection of Tenckhoff catheter: technical innovations of partial replantation[J]. *Perit Dial Int*, 1999, 19(5): 451-454.
- [134] Fukasawa M, Matsushita K, Tanabe N, et al. A novel salvage technique that does not require catheter removal for exit-site infection[J]. *Perit Dial Int*, 2002, 22(5): 618-621.
- [135] Yang PJ, Lee CY, Yeh CC, et al. Mini-laparotomy implantation of peritoneal dialysis catheters: outcome and rescue[J]. *Perit Dial Int*, 2010, 30(5): 513-518. DOI: 10.3747/pdi.2009.00033.
- [136] Macchini F, Testa S, Valadè A, et al. Conservative surgical management of catheter infections in children on peritoneal dialysis[J]. *Pediatr Surg Int*, 2009, 25(8): 703-707. DOI: 10.1007/s00383-009-2412-0.
- [137] Crabtree JH, Burchette RJ. Surgical salvage of peritoneal dialysis catheters from chronic exit-site and tunnel infections[J]. *Am J Surg*, 2005, 190(1): 4-8. DOI: 10.1016/j.amjsurg.2005.04.010.
- [138] Terawaki H, Nakano H, Ogura M, et al. Unroofing surgery with en bloc resection of the skin and tissues around the peripheral cuff[J]. *Perit Dial Int*, 2013, 33(5): 573-576. DOI: 10.3747/pdi.2012.00262.
- [139] Mangram AJ, Horan TC, Pearson ML, et al. Guideline for prevention of surgical site infection, 1999. Hospital Infection Control Practices Advisory Committee[J]. *Infect Control Hosp Epidemiol*, 1999, 20(4): 250-278; quiz 279-280. DOI: 10.1086/501620.
- [140] Schröder CH, Severijnen RS, de Jong MC, et al. Chronic tunnel infections in children: removal and replacement of the continuous ambulatory peritoneal dialysis catheter in a single operation[J]. *Perit Dial Int*, 1993, 13(3): 198-200.
- [141] Goldraich I, Mariano M, Rosito N, et al. One-step peritoneal catheter replacement in children[J]. *Adv Perit Dial*, 1993, 9: 325-328.
- [142] Bernard L, Arvieux C, Brunschweiler B, et al. Antibiotic Therapy for 6 or 12 Weeks for Prosthetic Joint Infection[J]. *N Engl J Med*, 2021, 384(21): 1991-2001. DOI: 10.1056/NEJMoa2020198.
- [143] Sawyer RG, Claridge JA, Nathens AB, et al. Trial of short-course antimicrobial therapy for intraabdominal infection[J]. *N Engl J Med*, 2015, 372(21): 1996-2005. DOI: 10.1056/NEJMoa1411162.
- [144] Leung DKC, Mok WFM, Yu DMW, et al. Use of distilled white vinegar dressing supplemental to oral antibiotics in the management of *Pseudomonas aeruginosa* exit site infection in continuous ambulatory peritoneal dialysis patients[J]. *Hong Kong J Nephrol*, 2001, 3(1): 38-40.
- [145] Carson CF, Ash O, Chakera A. In vitro data support the investigation of vinegar as an antimicrobial agent for PD-associated *Pseudomonas* exit site infections[J]. *Nephrology (Carlton)*, 2017, 22(2): 179-181. DOI: 10.1111/nep.12848.