

肺移植受者感染的危险因素及护理研究进展

胡树菁¹, 孙菁², 郭雪洁¹, 张蓓¹, 彭复聪¹, 刘红霞¹

Research progress on risk factors of postoperative infection in lung transplant recipients; nursing measures Hu Shujing, Sun Jing, Guo Xuejie, Zhang Bei, Peng Fucong, Liu Hongxia

摘要: 对近年来肺移植受者感染危险因素及护理文献进行综述, 提出肺移植受者感染危险因素包括肺移植独特的易感因素、肺移植前的危险因素、肺移植手术相关因素和肺移植手术后的危险因素, 护理措施包括肺移植前感染的预防、围手术期感染预防及护理、出院患者感染的预防护理, 为肺移植受者感染预防护理方案的制定提供依据。

关键词: 肺移植; 感染; 危险因素; 护理; 综述文献

中图分类号: R473.6 **文献标识码:** A **DOI:** 10.3870/j.issn.1001-4152.2020.22.109

肺移植已成为治疗终末期肺病最佳的方法^[1]。国际心肺移植协会(International Society for Heart and Lung Transplantation, ISHLT)2019 年报告, 截至 2018 年 6 月, 全球范围内共开展了 69 200 例成人肺移植手术, 并有逐年增长的趋势^[2]。但由于移植肺脏与外界的大气相通、术后移植肺去神经化咳嗽反射消失、术后侵入性操作等诸多因素, 肺移植受者术后极易出现感染^[3]。感染是肺移植受者再入院的主要原因^[4], 使受者的住院时间延长, 增加移植后的医疗费用, 给受者、受者家庭乃至社会带来沉重的经济负担。感染还是肺移植术后各时间点发病和死亡的最常见原因。研究显示, 我国肺移植受者感染发病率为 60% 以上, 居各类器官移植术后感染发生率之首^[5]。因此, 加强对肺移植受者感染的预防、采取积极有效的护理措施是降低肺移植术后并发症及病死率的重要手段。现就近年来国内外对肺移植受者感染危险因素及护理研究进展进行总结。

1 肺移植受者感染的危险因素

1.1 肺移植独特的易感因素 在实体器官移植受者中, 感染发生率最高的是肺移植^[5]。肺移植具有独特的易感因素^[6]: ①从解剖生理来看, 肺是唯一与外界相通的器官, 通过呼吸道暴露于外界, 与环境中的感染性生物持续接触。上呼吸道和肺组织具有由物理屏障和细胞成分组成的防御机制, 包括鼻腔中的毛发、黏液分泌物、纤毛和鼻腔中产生的湍流, 这些可以阻止进入下呼吸道的病原体。尽管存在这些障碍, 病原体仍可能到达并感染肺组织。②在肺移植手术过程中, 支气管循环完全中断, 导致受者的上皮细胞完整性破坏、气道的生理屏障丧失、移植肺的纤毛运动障碍、痰量减少。③移植肺的去神经化, 破坏了受者的防御机制, 如咳嗽反射受抑制, 导致气道分泌物的

清除能力降低, 引起气道高反应性状态。④移植肺的淋巴引流被切断, 淋巴系统受干扰, 妨碍了免疫应答细胞的正常移行, 导致支气管组织淤血和水肿, 影响正常愈合。

1.2 肺移植前的危险因素

1.2.1 供体源性感染 由于目前可获得的供肺缺乏以及待肺患者的日益增长, 边缘供肺现在也逐步进入移植考虑之列, 包括来自重度吸烟者、多重耐药铜绿假单胞菌或鲍曼不动杆菌定植或感染者的供体器官^[7]。我国器官捐献供者多为滞留 ICU 时间较长的患者^[8], 病情严重, 机械通气时间长, 接受过多项有创操作等。这些因素均增加了供体中细菌和真菌感染或定植的风险, 引起供—受病原转移, 即供体中定植的细菌和真菌转移至受体, 进而增加了受者术后的感染性风险。因此, 肺移植医生在评估潜在的肺移植供体时, 要进行常规筛选, 以尽早识别并预防供体源性感染。

1.2.2 受体源性感染 受体移植前的临床状态可影响移植后感染的发生。研究表明, 高龄、营养不良或肥胖、肾功能衰竭、移植前进行机械通气、使用抗生素、糖皮质激素或其他免疫抑制剂治疗的受者在移植后感染发生率较高^[9]。此外, 肺移植前原发病为感染性肺部疾病的患者, 其体内定植的微生物与肺移植后的肺炎之间存在相关性, 如囊性纤维化患者, 在肺移植前常被真菌定植, 最常见的是曲霉菌, 其感染侵袭性曲霉病的风险是正常人的 4 倍^[10]。

1.3 肺移植手术的相关因素

1.3.1 单肺移植术 与双肺移植术相比, 单肺移植术在一定程度上增加有限的器官分配, 减少待肺患者等待时间。然而, Aguilar 等^[11]发现, 单肺移植术是肺移植受者侵袭性曲霉病的显著危险因素。可能是在单肺移植患者中, 剩余的自体肺含有可感染的病原微生物, 尤其是当患者受到免疫抑制时, 自体肺会发生严重感染, 导致败血症或更进一步的危害。也有学者认为, 在单肺移植患者, 移植后自体肺的血流分布较对侧相对减少可能也是感染的易感因素之一^[3]。

1.3.2 移植手术持续时间长 移植手术时间是许多

作者单位: 1. 北京中医药大学护理学院(北京, 102488); 2. 中日友好医院肺移植科

胡树菁: 女, 硕士在读, 护士

通信作者: 刘红霞, hongxia_t@163.com

收稿: 2020-07-12; 修回: 2020-08-19

个体风险因素的表现,包括手术压力、血液和体液损失以及直接组织损伤。随着手术时间的延长,人体内脏器官、组织暴露于空气中的时间也相应延长,其被周围环境污染的概率随之增加。由于肺移植手术较为复杂,且具有损伤大、手术时间持续较长、术后恢复慢等特点,从而增加了感染风险。Oh 等^[12]的研究结果表明,手术时间较长是肺移植受者多重耐药鲍曼不动杆菌感染的独立危险因素。之前的研究也报道了类似的研究结果^[13]。

1.3.3 移植肺损伤,冷缺血时间长 供体肺脏的冷缺血时间对于手术的成功,以及术后感染情况有着显著的影响。冷缺血时间延长可刺激多种炎症细胞因子产生,加重供肺器官缺血再灌注损伤,潜在地提供了易于感染的环境。Onyearugbulem 等^[14]评估了<5 h、5~6 h 和>7 h 的供体缺血时间与感染的关系,结果表明,供体缺血时间延长(>7 h)与肺移植后早期感染风险增加显著相关。

1.3.4 肺移植术中失血量及输血量多 肺移植术中的失血量和输血量都是肺移植术后感染的危险因素。研究显示,术中失血量大以及大量输注浓缩红细胞、血小板都与肺移植受者术后鲍曼不动杆菌感染的发生显著相关^[12]。原因可能是手术中出血导致的缺血再灌注损伤可能加重了炎症反应。同种异体输血可引起白细胞污染、细胞因子紊乱等,同时诱导炎症反应和免疫抑制作用^[15]。因此,肺移植失血及输血患者可能更易于感染。

1.4 肺移植手术后的危险因素

1.4.1 术后侵入性导管的留置 由于肺移植受者病情严重,在术后早期需经静脉、动脉置入各种导管。如用于输液、给药的外周静脉导管,用于监测中心静脉压、输入高营养液和药物的中心静脉导管,用于监测血流动力学的 Swan-Ganz 导管,以及用于持续监测动脉压力的桡动脉导管等。这些侵入性导管在诊断、治疗及抢救上发挥着极其重要的作用,但会增加肺移植术后感染的风险。Kusne 等^[16]指出,留置导管是心肺移植受者感染的主要来源,而导管持续时间是血流感染的危险因素。

1.4.2 移植后机械通气时间较长 肺移植术后患者容易因肺呼吸功能尚未完全恢复导致低氧血症,而常规氧疗难以满足患者的治疗需求,通常需要机械通气辅助治疗,但增加肺移植受者感染的风险。在一项肺和心肺移植患者的回顾性研究中,移植术后机械通气超过 5 d 被认为是侵袭性金黄色葡萄球菌感染的危险因素^[17]。Riera 等^[18]研究结果也表明,肺移植受者发生呼吸机相关性肺炎与机械通气时间延长显著相关。

1.4.3 免疫抑制剂 肺移植后预防排斥反应的免疫抑制是机会性感染的重要风险因素。免疫抑制剂包括免疫诱导剂和免疫维持剂。相比其他器官移植受

者,肺移植受者需要更强的免疫抑制来防止移植排斥反应。大剂量免疫抑制剂能影响体液免疫,导致抗体生成减少,免疫力降低,增加患者对机会性感染的易感性。研究表明,受者感染的风险随着免疫抑制强度的增加而增加^[19],免疫抑制增强者感染的风险更高。由于肺移植受者需要终生服用免疫抑制剂,所以受者具有终生增加的机会性病原体增殖和引起严重并发症的风险^[6]。

1.4.4 移植后预防性抗生素的应用 肺移植后普遍预防性使用抗生素,包括万古霉素、利福平、左氧氟沙星、更昔洛韦、缙更昔洛韦和两性霉素等,这些药物具有潜在的不良反应(肝毒性、神经毒性、QT 周期延长)、药物相互作用和耐药性^[20]。此外,长期应用广谱抗生素可导致正常菌群紊乱,失去对致病菌的抑制作用等,导致患者容易发生耐药菌感染。研究表明,约 1/3 的肺移植受者在接受广谱抗生素治疗后 90 d 内出现多重耐药菌感染及艰难梭菌感染^[21],抗生素的使用是耐多药细菌感染和艰难梭菌感染的既定危险因素。Tebano 等^[22]研究结果也表明,肺移植受者多重耐药菌的获得与较多地应用广谱抗生素有关。

1.4.5 出院后高风险环境的暴露 若肺移植受者出院后长期暴露于高风险的环境中,即使在免疫抑制最低或维持最低的时期,也可能与外源获得的生物体发生机会性感染。在移植 6 个月后,随着患者恢复正常活动,从环境中获得的感染可能会更加突出,如社区获得性呼吸道病毒可引起社区获得性肺炎。真菌孢子在环境中普遍存在,尤其是从事园艺和建筑等工作的受者患真菌感染的风险较大。此外,由于肺移植受者生活质量提高,幸福感增强,越来越多的受者选择异地旅游,面临着食品或动物接触感染的风险^[23]。

2 肺移植受者感染的护理措施

2.1 肺移植前感染的预防

2.1.1 供受者移植前评估 护理人员应协助医生对供受者进行移植前的评估^[21]:①详细询问病史,包括以往的疫苗接种情况、感染史、暴露情况(居住地、职业等);②正确留取各种标本,协助临床医生进行常规检查,主要包括细菌检测(如密螺旋体抗体、结核菌素试验)、病毒检测(如巨细胞病毒、单纯疱疹病毒、水痘带状疱疹病毒、乙型肝炎病毒、丙型肝炎病毒、人类免疫缺陷病毒等)和寄生虫检测(如弓形虫);一些中心还提倡进行多重耐药(MDR)细菌(MRSA 和万古霉素耐药肠球菌)定植的筛查。③对于肺移植供体,除上述常规检查外,应通过支气管镜检查获得呼吸道培养物,以检测定植菌来预防供体的侵袭性感染。

2.1.2 原发病为感染性肺部疾病受者的预防护理 对于有明显气道分泌物的患者,在肺移植手术前,护理人员应协助医生在手术室进行支气管镜下的气道

清除。移植后,当患者有脓性分泌物或感染的临床症状或体征时,或每次进行支气管镜检查时,都要采集深部呼吸道分泌物以跟踪监测病原^[24]。对于原发疾病为囊性纤维化的患者,单肺移植后残留的自体肺可能会成为感染源。为降低其术后感染风险,此类患者应采取双肺移植术。此外,也有研究表明,鼻窦手术和每天用生理盐水冲洗鼻腔可以减少鼻窦的细菌定植,降低移植肺感染的发生率^[25]。

2.1.3 疫苗接种 疫苗接种对于降低肺移植后感染的发生率至关重要。一项包括 616 例移植患者(其中 116 例肺移植患者)的大型多中心前瞻性研究证实,接种流感疫苗可降低感染的风险^[26]。肺移植受者在移植后由于免疫抑制而不能产生免疫应答,因此在理想情况下,肺移植前应进行免疫接种。如果疫苗接种必须推迟至移植后,可将其推迟到移植后 3~6 个月或达到基线免疫抑制水平之时。根据指南肺移植受者应每年接种 1 次灭活流感疫苗^[27]。移植中心应在移植前审查移植候选患者的疫苗接种情况,对于移植前未完全或未接种肺炎链球菌、百日咳、破伤风、水痘、麻疹、腮腺炎和风疹等疫苗的患者,推荐患者接种相应疫苗^[28]。国外研究表明,灭活疫苗在接种肺移植后被证明是安全的,但肺移植后一般应避免接种减毒活病毒疫苗^[29]。

2.2 围手术期感染预防及护理

2.2.1 侵入性导管的护理 为防止肺移植受者发生导管相关血流感染,建议各类导管留置时间不宜过长,病情允许时,应尽早拔除各种侵入性导管。ISHLT 指南指出^[16],给予肺移植受者经输液接头静脉给药时,应用医用葡萄糖酸氯己定棉片用力擦拭 15 s;使用胸腔引流瓶引流积血、积液、积气时,应保证胸膜腔引流管的胸壁出口到引流瓶液面的落差不少于 50 cm,同时引流管内的液面不要过高,以免细菌易于上行繁殖到胸膜腔内。避免对尿失禁肺移植患者常规使用尿管,放置留置尿管须有插管指征,并尽快拔除;护理人员还应每日仔细评估插管部位、插管长度,加强对感染的监测,早期发现感染征象。如发现局部皮肤红肿、压痛、导管穿刺点有脓性分泌物或出现静脉炎时,应立即拔除导管。

2.2.2 肺保护性机械通气 肺移植的机械通气策略以充分保护移植肺功能为主要原则,同时使肺部感染的风险最小化。肺移植受者可采取同步间歇指令通气+压力支持模式,待其病情稳定后应尝试立即脱机、尽早拔管^[30]。对于进行机械通气的单肺移植受者,呼吸机管理策略应适应患病的自体肺,以防止自体肺严重过度膨胀、纵隔移位和移植肺受压^[31]。建议采取自体肺在下、移植肺在上的侧卧位或 45°半侧卧位。为降低呼吸机相关性肺炎的发生,还应加强机械通气患者的口腔护理,可以使用氯己定溶液进行口

腔护理^[32]。此外,对于气道分泌物多、咳痰能力差、普通吸痰管无法吸出、感染严重的机械通气患者,可以采用支气管镜清理气道,以保持呼吸道通畅^[33]。护士应积极配合医生行床边纤维支气管镜下吸痰。

2.2.3 安全准确给药 肺移植术后需常规应用抗生素、免疫抑制剂等药物,这些药物降低受者自身的免疫功能,增加了耐药菌感染的机会。因而,安全有效地应用药物对肺移植受者十分重要。在最初抗生素预防 48 h 后,应根据临床状况和药敏结果合理选用抗生素,避免盲目经验性使用抗生素。在无感染迹象的情况下,应停用抗生素,以免出现抗生素耐药。注意抗生素和免疫抑制剂之间可能存在药物相互作用,护理人员需定时监测免疫抑制剂的血药浓度,以便在治疗期间及时向医生提供停用或换药的依据。遵医嘱根据血药浓度调整用药剂量,以免过度抑制引起感染。一旦发生严重感染,免疫抑制剂剂量需减半,甚至停用^[34]。

2.3 出院患者感染的预防护理

2.3.1 感染自我监测 由于肺移植患者具有独特的易感因素以及长期使用免疫抑制剂,其感染的风险可从院内延续至院外。自我监测有利于识别肺移植感染并发症的早期迹象,进而有助于移植肺感染的早期诊断,使患者更有可能得到及时治疗。肺移植自我监测内容主要包括肺功能测量、呼吸症状、体质量和生命体征等。当患者报告有发热、脓性痰液生成、呼吸困难增加等症状,或家庭肺活量测定值较基线下降 10% 以上,怀疑为感染性并发症时,要求患者立即做进一步的检查^[35]。近年来,移动技术越来越多地应用于肺移植受者健康自我监测^[35-37]。Fadaizadeh 等^[35]使用基于 PC 的便携式肺活量测量仪来进行家庭肺活量测定,并指导受者每日填写 1 份包含感染初始症状的问卷,结果显示,该方法成功地早期发现了感染性并发症,并且使用家庭肺活量测定的肺移植受者面临的并发症明显较少。这表明电子家庭肺活量测定在肺移植受者中是可行的。也有学者描述了一款专门为肺移植受者开发的智能手机应用程序(Pocket Personal Assistant for Tracking Health, Pocket PATH)^[36],受者被要求将肺活量、温度、血压、症状和体质量等所有自我监测值输入到该应用程序中。当输入一个临界值时,该系统可通过智能手机自动生成一条反馈信息,指导肺移植受者何时以及向移植协调员报告什么,并采取相应措施,进而有效地预防或早期发现感染性并发症。

2.3.2 减少暴露风险 肺移植后 6 个月的感染通常是社区获得,需要避免接触,减少暴露风险。预防的重点领域包括通过直接接触、呼吸道飞沫、食品摄入、动物接触和职业接触传播的感染。美国移植学会的《实体器官移植后安全生活对策的建议》提出减少移

植受者暴露风险的措施^[38],Jain 等^[23]将该指南应用到肺移植受者并调查受者对安全生活策略的依从性现状,结果显示,多数肺移植受者对各项措施的依从

性较好,这表明该指南在肺移植受者中具有可行性。出院肺移植受者减少暴露风险的主要措施见表 1。

表 1 出院肺移植受者减少暴露风险的措施

感染类型	措 施
直接接触传播感染	经常彻底洗手,尤其是在接触黏膜时;处理严重污染的材料时应戴手套;避免光脚外出;避免纹身或共用针头;避免在被人或动物排泄物污染的水中游泳
呼吸道感染	避免与呼吸道疾病患者密切接触;避免拥挤区域,特别是在病毒感染和免疫抑制增强时;避免吸烟或大麻;如果不可避免地暴露在高风险区域,应戴口罩
食品相关感染	不饮用未经过滤或未经处理的井水;不食用未经高温消毒的乳制品、水果或蔬菜汁或果汁;不食用生的种子芽、生的或未煮熟的鸡蛋、肉、家禽或海鲜;不吃生的蔬菜、肉酱、冷切肉和烟熏海鲜;在准备食物时避免交叉污染(如要将熟食和生食分开,并使用干净的砧板);食用前彻底清洗水果和蔬菜
动物接触相关感染	在最大程度免疫抑制期间避免与动物接触;权衡养宠物的好处和传染病的潜在风险;如养有宠物,应定期带宠物去兽医院;避免清洁鸟笼、喂食器和垃圾箱,以及处理动物粪便;避免接触腹泻的动物;避免动物咬伤和抓伤
职业相关感染	尽可能避免其他职业风险,包括在动物护理机构工作、建筑工地、园艺、园林绿化和农业

2.3.3 基于互联网的远程感染教育 由于肺移植手术技术难度较大,国内获得资质的肺移植中心较少^[39]。受者常常来自于全国各地,在离开家参加团体健康教育时,往往花费较多的时间和金钱,并且面临较高的呼吸道感染风险。因此,门诊教育给肺移植受者带来一定的不便。一项国外研究调查肺移植受者理想的教育形式,结果表明,有很大比例(74%)的肺移植受者表示非常愿意使用互联网资源的教育形式^[40]。基于互联网的远程教育以更灵活的方式为肺移植受者提供感染、预防、免疫抑制剂等相关知识,且具有一定的成本和经济效益。Suhling 等^[41]对肺移植受者开展以护士主导的 iPad 健康教育与传统健康教育的随机对照试验,其中 iPad 的物理设计提供去污功能,有利于免疫力低下的易感染人群。研究结果显示以平板、计算机为基础的教育可帮助护士提高教育的有效性。提示肺移植中心可以提供基于互联网的远程感染教育资源,便于共享和传播,可以重复学习,减少移植护理人员花在教学上的时间。

3 小结

感染仍是肺移植术后的主要并发症和致死原因,其影响因素诸多,有一些为不可改变的因素如患者固有的、或手术过程的性质所固有的,但也有一些可改变的因素。肺移植受者感染预防护理的综合措施包括移植前评估、免疫接种、围手术期预防、感染自我监测、减少暴露风险和远程感染教育等。然而,目前关于肺移植受者感染预防护理的证据有限,尚缺乏多中心的前瞻性干预研究。未来应开展关于各种感染干预疗效的的随机对照试验,从而制定科学、有效的感染预防方案,最大程度地降低肺移植受者感染的风险。

参考文献:

[1] 周海琴. 肺移植受者生活质量现状及其影响因素研究

[D]. 江苏:苏州大学,2017.

[2] Chambers D C, Cherikh W S, Harhay M O, et al. The International Thoracic Organ Transplant Registry of the International Society for Heart and Lung Transplantation; thirty-sixth adult lung and heart-lung transplantation report—2019; focus theme: donor and recipient size match[J]. J Heart Lung Transplant, 2019, 38(10):1042-1055.

[3] 李赛琪. 肺移植术后肺部感染相关因素及预后的研究[D]. 上海:上海交通大学,2015.

[4] Alrawashdeh M, Zomak R, Dew M A, et al. Pattern and predictors of hospital readmission during the first year after lung transplantation[J]. Am J Transplant, 2017, 17(5):1325-1333.

[5] 刘学松,陈思蓓,刘晓青,等. 肺移植术后感染的评估与救治[J]. 中华重症医学电子杂志(网络版), 2018, 4(1):82-86.

[6] Burguete S R, Maselli D J, Fernandez J F, et al. Lung transplant infection[J]. Respirology, 2013, 18(1):22-38.

[7] Martin A K, Renew J R, Jayaraman A L, et al. Analysis of outcomes in lung transplantation[J]. J Cardiothorac Vasc Anesth, 2019, 33(5):1455-1466.

[8] 中华医学会器官移植学分会,中华预防医学会医院感染控制学分会,复旦大学华山医院抗生素研究所. 中国实体器官移植供者来源感染防控专家共识(2018 版)[J]. 中华器官移植杂志, 2018, 39(1):41-52.

[9] Len O, Roman A, Gavalda J. "Risks and epidemiology of infections after lung or heart-lung transplantation" transplant infections; fourth edition[M]. Cham: Springer International Publishing, 2016:167-183.

[10] Luong M L, Chaparro C, Stephenson A, et al. Pre-transplant aspergillus colonization of cystic fibrosis patients and the incidence of post-lung transplant invasive aspergillosis[J]. Transplantation, 2014, 97(3):351-357.

[11] Aguilar C A, Hamandi B, Fegbeutel C, et al. Clinical

- risk factors for invasive aspergillosis in lung transplant recipients: results of an international cohort study[J]. *J Heart Lung Transplant*, 2018, 37(10): 1226-1234.
- [12] Oh D H, Kim Y C, Kim E J, et al. Multidrug-resistant acinetobacter baumannii infection in lung transplant recipients: risk factors[J]. *Infect Dis (Lond)*, 2019, 51(7): 493-501.
- [13] Freire M P, Van Der Heijden I M, do Prado G V, et al. Polymyxin use as a risk factor for colonization or infection with polymyxin-resistant acinetobacter baumannii after liver transplantation[J]. *Transpl Infect Dis*, 2014, 16(3): 369-378.
- [14] Onyearugbulem C, Williams L, Zhu H, et al. Risk factors for infection after pediatric lung transplantation[J]. *Transpl Infect Dis*, 2018, 20(6): e13000.
- [15] 苑雨辰. 围术期输血对外科手术部位感染影响研究[D]. 北京: 北京协和医学院, 2019.
- [16] Kusne S, Mooney M, Danziger-Isakov L, et al. An ISHLT consensus document for prevention and management strategies for mechanical circulatory support infection[J]. *J Heart Lung Transplant*, 2017, 36(10): 1137-1153.
- [17] Shields R K, Clancy C J, Minces L R, et al. Staphylococcus aureus infections in the early period after lung transplantation: epidemiology, risk factors, and outcomes [J]. *J Heart Lung Transplant*, 2012, 31(11): 1199-1206.
- [18] Riera J, Caralt B, López I, et al. Ventilator-associated respiratory infection following lung transplantation[J]. *Eur Respir J*, 2015, 45(3): 726-737.
- [19] Abad C L, Razonable R R. Non-tuberculous mycobacterial infections in solid organ transplant recipients: an update[J]. *J Clin Tuberc Other Mycobact Dis*, 2016, 4: 1-8.
- [20] Whiddon A R, Dawson K L, Fuentes A, et al. Postoperative antimicrobials after lung transplantation and the development of multidrug-resistant bacterial and clostridium difficile infections: an analysis of 500 non-cystic fibrosis lung transplant patients[J]. *Clin Transplant*, 2016, 30(7): 767-773.
- [21] Henao-Martínez A F, Montoya J G. "Infections in heart, lung, and heart-lung transplantation." *Principles and Practice of Transplant Infectious Diseases* [M]. New York: Springer, 2019: 21-39.
- [22] Tebano G, Geneve C, Tanaka S, et al. Epidemiology and risk factors of multidrug-resistant bacteria in respiratory samples after lung transplantation [J]. *Transpl Infect Dis*, 2016, 18(1): 22-30.
- [23] Jain A, Humar A, Lien D, et al. Strategies for safe living among lung transplant recipients: a single-center survey[J]. *Transpl Infect Dis*, 2015, 17(2): 185-191.
- [24] Bunsow E, Los-Arcos I, Martin-Gómez M T, et al. Donor-derived bacterial infections in lung transplant recipients in the era of multidrug resistance[J]. *J Infect*, 2020, 80(2): 190-196.
- [25] Winterbottom F, Jenkins M. Infections in the intensive care unit: posttransplant infections[J]. *Crit Care Nurs Clin North Am*, 2017, 29(1): 97-110.
- [26] Kumar D, Ferreira V H, Blumberg E, et al. A 5-year prospective multicenter evaluation of influenza infection in transplant recipients[J]. *Clin Infect Dis*, 2018, 67(9): 1322-1329.
- [27] Rubin L G, Levin M J, Ljungman P, et al. 2013 IDSA clinical practice guideline for vaccination of the immunocompromised host[J]. *Clin Infect Dis*, 2014, 58(3): 309-318.
- [28] Danziger-Isakov L, Kumar D. Infectious diseases: community of practice vaccination in solid organ transplantation[J]. *Am J Transplant*, 2013, 13(s4): 311-317.
- [29] Blair B M. Safe living following solid organ transplantation[J]. *Surg Clin North Am*, 2019, 99(1): 153-161.
- [30] 潘红, 黄琴红, 许正红, 等. 肺移植术后呼吸机依赖患者的肺康复护理[J]. *护理学杂志*, 2018, 33(14): 39-41.
- [31] Potestio C, Jordan D, Kachulis B. Acute postoperative management after lung transplantation [J]. *Best Pract Res Clin Anaesth*, 2017, 31(2): 273-284.
- [32] 中华医学会重症医学分会. 呼吸机相关性肺炎诊断、预防和治疗指南[J]. *中华内科杂志*, 2013, 52(6): 524-543.
- [33] 范立, 吴波, 史灵芝, 等. 肺移植受者围术期的呼吸管理 [J]. *实用器官移植电子杂志*, 2019, 7(6): 461-463.
- [34] 朱雪芬, 朱萍, 蔡英华, 等. 肺移植围术期病人多重耐药菌感染的护理[J]. *全科护理*, 2017, 15(1): 50-52.
- [35] Fadaizadeh L, Najafizadeh K, Shafaghi S, et al. Using home spirometry for follow up of lung transplant recipients: "a pilot study"[J]. *Tanaffos*, 2013, 12(1): 64-69.
- [36] Jiang Y, Sereika S M, Dabbs A D, et al. Acceptance and use of mobile technology for health self-monitoring in lung transplant recipients during the first year post-transplantation[J]. *Appl Clin Inform*, 2016, 7(2): 430-445.
- [37] 周海琴, 裴友, 张沁枫, 等. 肺移植患者居家监测管理 App 的设计与应用[J]. *护理学杂志*, 2019, 34(2): 18-20, 43.
- [38] Avery R K, Michaels M G. Infectious Diseases Community of Practice. Strategies for safe living after solid organ transplantation[J]. *Am J Transplant*, 2013, 13(s4): 304-310.
- [39] 曹晓东, 黄琴红, 陈静瑜, 等. 肺移植受者围术期疼痛管理的研究进展[J]. *护理学杂志*, 2019, 34(4): 102-105.
- [40] Davis L A, Ryszkiewicz E, Schenk E, et al. Lung transplant or bust: patients' recommendations for ideal lung transplant education[J]. *Prog Transplant*, 2014, 24(2): 132-141.
- [41] Suhling H, Rademacher J, Zinowsky I, et al. Conventional vs. tablet computer-based patient education following lung transplantation — a randomized controlled trial [J]. *PLoS One*, 2014, 9(6): e90828.