

DOI: 10. 12138/j. issn. 1671—9638. 20218427

· 论 著 ·

器官保存液培养阳性率、病原菌分布及临床意义研究

陈志强¹, 张艳君¹, 薛晨¹, 谈锦艳¹, 马秀珍¹, 姜倩倩¹, 赵月秀¹, 黄怡^{1,2}, 李奕¹

(海军军医大学第一附属医院 1. 疾病预防控制科; 2. 呼吸与危重症医学科, 上海 200433)

[摘要] **目的** 了解器官保存液(PS)微生物培养结果与受者移植后感染情况。**方法** 回顾性收集 2016 年 6 月—2020 年 12 月上海某三甲医院 485 例器官移植患者器官 PS 微生物培养结果, 根据器官 PS 培养结果将受者分为阳性组和阴性组, 阳性组依据不同菌株进一步分组, 分析不同组患者移植后 3 个月内的感染情况。**结果** 485 例器官移植患者中, 221 例 PS 培养阳性, 阳性率为 45.57%, 其中单一菌种 142 例(64.25%), 2 种菌 54 例(24.43%), ≥ 3 种菌 25 例(11.31%)。共分离病原菌 327 株, 居前 3 位的是凝固酶阴性葡萄球菌(67 株, 20.49%)、肺炎克雷伯菌(37 株, 11.31%)和大肠埃希菌(27 株, 8.26%)。分离出常见多重耐药菌 47 株(14.37%), 其中耐碳青霉烯类肺炎克雷伯菌(CRKP)20 株(42.55%), 耐碳青霉烯类鲍曼不动杆菌 18 株(38.29%)。阳性组患者移植后感染率(12.22%, 27/221)数值高于阴性组(6.82%, 18/264), 但差异无统计学意义($P = 0.243$); ≥ 3 种菌组患者移植后感染率为 32.00%(8/25), 高于单一菌组的 9.15%(13/142) ($P = 0.004$); CRKP、白念珠菌阳性组患者移植后感染率分别为 45.00%(9/20)、21.74%(5/23), 均高于其他病原菌组的 8.20%(15/183) (P 值分别为 < 0.001 、 0.034)。**结论** 常规监测器官 PS 培养结果对移植后感染防控具有指导意义, 若 PS 培养 CRKP、酵母菌或念珠菌阳性, 建议立即进行相应抗感染的治疗。

[关键词] 器官移植; 保存液; 常规监测; 医院感染

[中图分类号] R181.3⁺2

Positive rate, pathogen distribution and clinical significance of organ preservation solution culture

CHEN Zhi-qiang¹, ZHANG Yan-jun¹, XUE Chen¹, TAN Jin-yan¹, MA Xiu-zhen¹, JIANG Qian-qian¹, ZHAO Yue-xiu¹, HUANG Yi^{1,2}, LI Yi¹ (1. Department of Disease Control and Prevention; 2. Department of Respiratory and Critical Care Medicine, The First Affiliated Hospital, Navy Medical University, Shanghai 200433, China)

[Abstract] **Objective** To understand the microbial culture results of organ preservation solution (PS) and post-transplant infection of recipients. **Methods** Microbial culture results of organ PS of 485 organ transplant patients in a tertiary hospital in Shanghai from June 2016 to December 2020 were collected retrospectively, according to organ PS culture results, patients were divided into positive group and negative group, positive group were subdivided into different groups according to the distribution of pathogens, infection of different groups within 3 months after transplant was statistically analyzed. **Results** Among 485 organ transplant patients, 221 cases (45.57%) were PS culture positive, 142 (64.25%) of whom were isolated single kind of pathogen, 54 (24.43%) were isolated two kinds of pathogens, and 25 (11.31%) were isolated ≥ 3 kinds of pathogens. A total of 327 strains of pathogens were isolated, the top three were coagulase negative staphylococcus ($n = 67$, 20.49%), *Klebsiella pneumoniae* ($n = 37$, 11.31%) and *Escherichia coli* ($n = 27$, 8.26%). A total of 47 strains (14.37%) of multidrug-resistant organisms were isolated, including 20 strains (42.55%) of carbapenem-resistant *Klebsiella pneumoniae* (CRKP) and 18 strains (38.29%) of carbapenem-resistant *Acinetobacter baumannii*. Infection rate after transplant in positive group

[收稿日期] 2021-05-20

[作者简介] 陈志强(1989-), 男(汉族), 山东省单县人, 医师, 主要从事医院感染管理研究。

[通信作者] 李奕 E-mail: liyi88@msn.com

was higher than that in negative group (12.22% [27/221] vs 6.82% [18/264]), but difference was not statistically significant ($P=0.243$); infection rate after transplant in patients with ≥ 3 pathogen group was 32.00% (8/25), which was higher than 9.15% (13/142) in single pathogen group ($P=0.004$); infection rates of CRKP and *Candida albicans* positive groups were 45.00% (9/20) and 21.74% (5/23) respectively, which were both higher than 8.20% (15/183) of other pathogen groups ($P<0.001$ and $P<0.034$, respectively). **Conclusion** Routine monitoring on organ PS culture results can guide the prevention and control of infection after transplant, if PS culture is positive for CRKP, yeast or *Candida*, it is recommended to carry out corresponding anti-infection treatment immediately.

[Key words] organ transplant; preservation solution; routine monitoring; healthcare-associated infection

近年来,尽管外科技术、免疫抑制手段及抗菌药物不断发展,但感染仍然是器官移植受者术后发病和死亡的主要原因^[1],受者术后感染的预防、诊断及治疗成为目前器官移植面临的重要挑战。移植后早期发生的感染主要为医疗保健相关感染,其中包括供者来源感染(donor-derived infection, DDI)^[2]。我国供者器官主要来自公民逝世后捐献(DCD),由于多数供者在逝世前存在重症监护病房(ICU)留滞时间长、侵袭性操作多及使用广谱抗菌药物等危险因素,DDI 越来越受到移植医生的关注^[3],2018 年发布的《中国实体器官移植供者来源感染防控专家共识(2018 版)》^[4](以下简称《共识》)建议多学科协作对供者主动筛查以防控 DDI。器官保存液(preservation solution, PS)是受者术后感染的潜在来源,PS 培养是否作为供者常规筛查内容尚存在争议。有学者^[5]认为,PS 培养结果可提示移植器官病原菌污染情况,对受者治疗策略有指导意义,但也有研究^[6-7]指出,PS 中微生物多来自污染,并且由 PS 污染导致的受者感染较罕见,常规监测意义不大。本研究旨在通过回顾性分析供者器官 PS 培养结果,了解受者术后感染情况。

1 对象与方法

1.1 研究对象 采用回顾性研究方法,选择 2016 年 6 月—2020 年 12 月上海某三甲医院接受器官移植的 485 例患者为研究对象,入组标准:DCD 来源器官移植患者、供者器官 PS 行微生物培养。

1.2 方法 收集器官移植患者 PS 微生物培养结果及术后感染资料。根据培养结果将患者分为阳性

组和阴性组,并将阳性组患者依据病原菌分成亚组,比较不同组患者术后感染率的差异。

1.3 统计分析 应用 Excel 和 SPSS 24.0 软件进行统计分析,偏态分布计量资料以中位数及四分位数 $[M(P_{25}, P_{75})]$ 表示,两组比较采用非参数秩和检验,计数资料以例数或百分比表示,采用卡方检验或 Fisher's 确切概率法, $P\leq 0.05$ 为差异有统计学意义。

2 结果

2.1 器官 PS 培养情况 485 例患者中 221 例 PS 培养阳性,阳性率为 45.57%。分离病原菌菌种数构成情况见表 1。共分离菌株 327 株,其中细菌 282 株(占 86.23%),真菌 45 株(占 13.76%),见表 2。分离常见多重耐药菌 47 株,其中较多的为耐碳青霉烯类肺炎克雷伯菌(CRKP)、耐碳青霉烯类鲍曼不动杆菌(CRAB),分别占 42.55%、38.29%,见表 3。

表 1 221 份 PS 培养病原菌菌种数构成

Table 1 Constituent of pathogen species in 1 221 PS cultures

菌种数	份数	占比(%)
单一菌	142	64.25
2 种菌	54	24.43
3 种菌	23	10.41
4 种菌	2	0.91

2.2 受者基本情况 不同组受者性别、年龄、移植类型、手术时间等临床资料比较,差异均无统计学意义(均 $P>0.05$),具有可比性。见表 4。

表 2 PS 分离病原菌构成情况

Table 2 Constituent of pathogens isolated from PS

病原菌	菌株数 (n = 327)	占比 (%)
革兰阳性 (G⁺) 菌	157	48.01
凝固酶阴性葡萄球菌	67	20.49
屎肠球菌	27	8.26
粪肠球菌	19	5.81
其他 G ⁺ 菌	44	13.46
革兰阴性 (G⁻) 菌	125	38.23
肺炎克雷伯菌	37	11.31
大肠埃希菌	27	8.26
鲍曼不动杆菌	21	6.42
其他 G ⁻ 菌	40	12.23
真菌	45	13.76
白念珠菌	23	7.03
光滑念珠菌	7	2.14
近平滑念珠菌	4	1.22
热带念珠菌	4	1.22
其他真菌	7	2.14

表 3 PS 分离常见多重耐药菌构成情况

Table 3 Constituent of common MORO isolated from PS

多重耐药菌	菌株数 (n = 47)	构成比 (%)
CRKP	20	42.55
CRAB	18	38.29
CRPA	3	6.38
CRE. coli	2	4.26
其他 CRE	2	4.26
MRSA	1	2.13
VRE	1	2.13

注:多重耐药菌参照《多重耐药菌医院感染预防与控制技术指南(试行)》(2011),CRE. coli 指耐碳青霉烯类大肠埃希菌,CRE 指耐碳青霉烯类肠杆菌目细菌,MRSA 指耐甲氧西林金黄色葡萄球菌,VRE 指耐万古霉素肠球菌。

表 4 PS 培养阳性组、阴性组受者临床资料比较

Table 4 Comparison of clinical data between PS culture positive group and PS culture negative group

临床资料	阳性组 (n = 221)	阴性组 (n = 264)	χ^2/Z	P
性别(例)				
男	152	188	0.340	0.560
女	69	76		
移植类型				
肾移植	178	195	3.022	0.082
肝移植	43	69		
年龄(岁)	42(30,52)	45(34,53)	-1.826	0.068
手术时间(min)	230(195,277)	240(200,300)	-1.577	0.115

2.3 受者术后感染率 PS 培养阳性组受者术后感染率为 12.22% (27/221), 阴性组为 6.82% (18/264), 两组比较采用倾向性评分匹配方法, 共获得 214 对匹配对, 成组设计资料 χ^2 检验结果显示, 差异无统计学意义 ($P = 0.203$), 见表 5。PS 培养不同病原菌种数组受者术后感染率存在统计学差异 ($P = 0.005$), 其中 ≥ 3 种菌组高于单一菌阳性组, 差异有统计学意义 ($P = 0.004$), 见表 6。PS 培养不同病原菌组受者术后感染率存在统计学差异 ($P < 0.001$), 其中 CRKP、白念珠菌组均高于其他病原菌组, 差异有统计学意义 ($P < 0.001, P = 0.034$), 见表 7。

表 5 PS 培养阳性组、阴性组受者术后感染情况

Table 5 Post-operative infection between PS culture positive group and PS culture negative group

组别	移植例数	感染例数	感染率 (%)	χ^2	P
阳性组	214	26	12.15	1.621	0.203
阴性组	214	18	8.41		

表 6 PS 培养不同病原菌种数各组感染情况

Table 6 Infection in groups with different kinds of strains of pathogens isolated from PS culture

菌种数	移植例数	感染例数	感染率 (%)	χ^2	P
单一菌	142	13	9.15	10.426	0.005 ^a
2 种菌	54	6	11.11		
≥ 3 种菌	25	8	32.00		

注:a 采用多组比较的 χ^2 检验, 差异有统计学意义 ($P = 0.005$), 提示 3 组之间受者术后感染率存在差异, 进一步进行两两比较的 χ^2 检验, 采用 Bonferroni 方法调整 P 值后显示, ≥ 3 种菌组与单一菌组比较, 差异有统计学意义 ($\chi^2 = 8.120, P = 0.004$)。

表 7 PS 培养不同病原菌各组感染情况

Table 7 Infection in groups with different pathogens isolated from PS culture

病原菌	移植例数	感染例数	感染率 (%)	χ^2	P
CRKP	20	9	45.00	27.631	$< 0.001^a$
CRAB	18	3	16.67		
白念珠菌	23	5	21.74		
其他病原菌	160	10	6.25		

注:a 采用多组比较的 χ^2 检验, 差异有统计学意义 ($P < 0.001$), 提示 4 组之间受者术后感染率存在差异, 进一步进行两两比较的 χ^2 检验, 采用 Bonferroni 方法调整 P 值后显示, CRKP 阳性组与其他病原菌组差异有统计学意义 ($\chi^2 = 24.319, P < 0.001$), 白念珠菌阳性组与其他病原菌组差异有统计学意义 ($\chi^2 = 4.518, P = 0.034$)。

2.4 受者术后感染部位分布 PS 培养阳性组感染受者以手术部位感染为主,占 45.45%,阴性组感染受者以呼吸系统感染居多,占 38.89%,两组感染部位分布差异无统计学意义($P=0.164$),见表 8。

表 8 移植术后受者不同部位感染例次数构成情况[例(%)]
Table 8 Constituent of cases of infection in different sites of recipients after transplant (No. of cases [%])

分组	感染部位				
	手术部位	泌尿系统	呼吸系统	血液	消化系统
阳性组	15(45.45)	6(18.18)	4(12.12)	7(21.21)	1(3.03)
阴性组	4(22.22)	4(22.22)	7(38.89)	2(11.11)	1(5.56)

3 讨论

PS 是一种无菌液体,用于保持移植器官良好质量,延长保存时间,但也可成为微生物生长的良好培养基,PS 中的微生物可能来自两种情况,一种是源于供者器官,另一种是源于器官获取过程中的污染,以上两种情况均可通过移植过程导致受者感染^[5,8]。PS 培养真菌阳性引起受者发生真菌性动脉瘤风险已被证实,受者的治疗及监测方案有国际共识可遵循^[9];PS 培养细菌阳性导致受者感染的风险目前尚不清楚,针对培养结果的管理方案缺少共识^[10]。有学者^[7,11]指出,针对性预防抗感染治疗并不能获得明确收益。PS 培养的微生物分布情况目前尚不完全清晰,最近研究^[9]显示,虽然凝固酶阴性葡萄球菌是最常见的 PS 培养阳性病原菌,但一些毒力较强、易产生耐药的肠杆菌目细菌越来越引起关注。

本研究纳入 485 例器官移植患者,其中肝移植 112 例,肾移植 373 例。221 例患者 PS 培养阳性,阳性率为 45.57%,培养阳性病原菌以凝固酶阴性葡萄球菌居多(20.49%),其次为肺炎克雷伯菌(11.32%)、屎肠球菌(8.26%)、大肠埃希菌(8.26%)。PS 培养阳性率受移植类型、研究设计、样本量及采样时机等因素影响^[10],不同研究报道的 PS 培养阳性率变化范围很大。Oriol 等^[12]报道的 50 例移植肝 PS 样本中,46 例培养阳性,阳性率为 92%。国内一移植中心一项大样本研究^[13]发现,移植肾 PS 培养阳性率为 77.8%。多数研究^[9-10]结果显示,凝固酶阴性葡萄球菌等皮肤定植菌是 PS 培养常见病原菌,本研究结果支持该结论,提示 PS 培养阳性病原菌主要来自器官获取过程污染而非供者器官。导致获取过程中污染的原因^[6,11,13]可能包

括:不严格的无菌操作,供者表皮定植菌及周围环境微生物通过手术操作传播至 PS,器官获取过程中供者肠道破损也可造成污染。因此,优化器官获取、保存和移植前器官修整流程,严格无菌操作,有助于降低器官 PS 污染风险。

国外一项 Meta 分析^[10]结果显示,PS 引起的受者感染率为 4%,感染部位包括泌尿系统、手术部位、血流及呼吸系统。国内学者 Yu 等^[13]回顾分析其所在移植中心肾移植受者术后感染情况,结果显示受者 PS 相关感染率为 2.9%,感染类型较多的为手术部位感染及菌血症,其他感染部位也可涉及。本研究结果显示,PS 培养阳性组受者术后感染率及感染部位分布与阴性组相比,差异均未达到统计学意义,可能是由 PS 相关感染率较低且涉及多种感染部位所致。研究^[10-11,14]显示,尽管 PS 相关感染率较低,但导致的受者病死率可达 35%,即使没有引起感染,也可造成移植器官功能障碍,针对 PS 培养结果进行预防性抗感染治疗可降低受者 PS 相关感染及移植器官失功风险。然而,有学者^[7,15]指出,针对性预防抗感染治疗并不能降低受者 PS 相关感染率,反而会增加产超广谱 β -内酰胺酶(ESBLs)肠杆菌目细菌产生的风险,认为密切关注受者临床症状及微生物监测是较合理的措施,并且可减少抗菌药物使用。此外,本研究发现病原菌 ≥ 3 种阳性组受者术后感染率高于单一菌组($P < 0.05$),多种(≥ 3)菌培养阳性提示 PS 污染程度可能较大,更易导致受者术后感染,但该结果未看到相关文献报道。PS 培养阳性可增加受者术后感染风险,造成的受者感染涉及多种部位,虽然 PS 相关感染率较低,但给受者带来严重不良结局,对于是否进行常规针对性预防抗感染治疗,目前尚存在争议。

多重耐药菌感染是目前全世界面临的难题,对患者生命安全造成严重威胁,2017 年世界卫生组织(WHO)制定了急需研发有效抗菌药物的多重耐药菌优先等级,其中将耐碳青霉烯类革兰阴性菌(CRGN)列为首要等级^[16]。本研究发现 PS 分离的 327 株病原菌中,有常见多重耐药菌 47 株,占 14.37%,其中较多为 CRKP(42.55%)、CRAB(38.29%),CRKP 阳性组受者术后感染率高于其他病原菌组($P < 0.05$)。意大利学者进行的一项全国监测研究^[17]发现,16.5% 的实体器官移植受者分离到 G^- 菌,其中 CRGN 占 26.5%,CRGN 感染可显著增加受者术后死亡风险。Lewis 等^[18]研究显示,实体器官移植中,多重耐药 G^- 菌可导致受者严

重不良结局,59%的受者死亡或移植器官摘除。国内调查数据^[4]显示,引起 DDI 的病原菌以细菌为主,其中 CRKP 占 41.5%。全国细菌耐药监测网数据^[19]显示,2014—2019 年肺炎克雷伯菌对碳青霉烯类抗生素的耐药率呈持续上升趋势,2019 年全国 CRKP 检出率为 10.9%,较 2014 年的 6.4% 上升了 4.5%。朱兰等^[20]报道 13 例受者发生供者来源的 CRKP 感染,同时指出尽早、足量及延时使用抗菌药物可减弱肾移植术后供肾来源 CRKP 的致病性,降低移植肾切除概率和病死率,改善预后。鉴于 CRKP 具有易在院内传播、缺乏有效抗菌药物、致死率高等特点^[21-22],当 PS 培养 CRKP 阳性时,建议尽早进行抗感染治疗,以改善受者预后。

真菌具有嗜血管性,对血管破坏大,所引发的真菌性动脉炎常常造成移植器官吻合口瘘或动脉壁破裂,并且治疗困难,受者一旦发生供者来源真菌感染,易出现严重不良结局^[23]。本研究结果显示,PS 培养分离菌株中真菌占比 13.76%,其中以白念珠菌多见(占 51.11%),与之前文献^[9-10]报道的结果相似,白念珠菌阳性组受者术后感染率高于其他病原菌组。国外学者研究^[24-25]结果显示,受者术后供者来源的真菌感染主要由 PS 污染导致,虽然发生率较低,但可引起受者术后严重并发症及高死亡率,建议对 PS 培养真菌阳性的受者进行预防性抗真菌治疗。蔡文利等^[26]报道 12 例供者来源的真菌感染受者,其中 11 例术后出现假性动脉瘤或移植肾破裂并发症,4 例受者出现死亡结局。冯豪等^[27]对 PS 培养为白念珠菌的受者采取相应的抗真菌治疗方案,取得了良好的治疗效果,指出针对 PS 培养结果进行抗感染治疗可有效防止真菌感染所致血管并发症。重视并及时预防 PS 来源的真菌感染,对改善受者的预后极为重要。《共识》指出,一旦 PS 培养酵母菌或念珠菌阳性,建议立即进行抗真菌治疗。

本研究尚存在一定局限,首先,由于未获悉供者病原筛检结果及器官获取过程中肠道损伤情况,无法判断 PS 培养阳性病原菌是来自供者器官还是污染所致;其次,由于缺少同源性分析技术手段,未获得受者 PS 相关感染率;再者,本研究采用回顾性研究方法,有学者^[10]指出不同研究方法对 PS 培养阳性率存在一定影响,前瞻性研究的 PS 培养阳性率高于回顾性方法,可能与前者通常采用灵敏度高的检测方法有关。

综上所述,我国供者器官以 DCD 来源为主,多数供者潜在感染风险高,由于器官获取时机的不确

定性造成供者感染评估、筛查不彻底,以及部分病原体处于感染窗口期,致使供者的主动筛查存在一定局限。PS 培养监测作为供者来源感染筛查的最后环节,对受者预后判断和移植后抗感染策略具有指导意义。鉴于受者 CRKP 及真菌感染的严重性,同时本研究观察到 PS 培养 CRKP、白念珠菌阳性的受者术后感染率高于其他病原菌,结合《共识》意见及相关研究结果,若 PS 培养 CRKP、酵母菌或念珠菌阳性,建议立即进行相应抗感染治疗。由于 PS 培养阳性率高,以凝固酶阴性葡萄球菌等皮肤菌群居多,并且由 PS 污染引起的感染率较低,因此,是否针对培养结果常规预防性抗感染治疗,以及如何避免抗菌药物过度使用导致受者发生耐药菌感染风险,仍需采用更优设计的前瞻性、多中心研究进一步探讨。

【参 考 文 献】

- [1] Mossad SB. Management of infections in solid organ transplant recipients[J]. *Infect Dis Clin North Am*, 2018, 32(3): xiii - xvii.
- [2] Fishman JA. Infection in organ transplantation[J]. *Am J Transplant*, 2017, 17(4): 856 - 879.
- [3] Fischer SA. Is this organ donor safe?: donor-derived infections in solid organ transplantation[J]. *Surg Clin North Am*, 2019, 99(1): 117 - 128.
- [4] 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.
- [5] Oriol I, Sabe N, Cámara J, et al. The impact of culturing the organ preservation fluid on solid organ transplantation: a prospective multicenter cohort study[J]. *Open Forum Infect Dis*, 2019, 6(6): ofz180.
- [6] Sotiropoulos GC, Kostakis ID, Prodromidou A, et al. Contamination of the preservation solution in solid organ transplantation[J]. *Transplant Proc*, 2019, 51(2): 392 - 395.
- [7] Ranghino A, Diena D, Simonato F, et al. Clinical impact of bacterial contamination of perfusion fluid in kidney transplantation[J]. *Springerplus*, 2016, 5: 7.
- [8] Jing L, Yao L, Zhao M, et al. Organ preservation: from the past to the future[J]. *Acta Pharmacol Sin*, 2018, 39(5): 845 - 857.
- [9] Corbel A, Ladrière M, Le Berre N, et al. Microbiological epidemiology of preservation fluids in transplanted kidney: a nationwide retrospective observational study[J]. *Clin Microbiol Infect*, 2020, 26(4): 475 - 484.
- [10] Oriol I, Sabé N, Tebé C, et al. Clinical impact of culture-positive preservation fluid on solid organ transplantation: a sys-

- tematic review and Meta-analysis[J]. *Transplant Rev (Orlando)*, 2018, 32(2): 85-91.
- [11] Yahav D, Manuel O. Clinical relevance of preservation-fluid contamination in solid-organ transplantation: a call for mounting the evidence[J]. *Clin Microbiol Infect*, 2019, 25(5): 536-537.
- [12] Oriol I, Lladó L, Vila M, et al. The etiology, incidence, and impact of preservation fluid contamination during liver transplantation[J]. *PLoS One*, 2016, 11(8): e0160701.
- [13] Yu X, Wang R, Peng W, et al. Incidence, distribution and clinical relevance of microbial contamination of preservation solution in deceased kidney transplant recipients: a retrospective cohort study from China[J]. *Clin Microbiol Infect*, 2019, 25(5): 595-600.
- [14] Meier RPH, Andrey DO, Sun P, et al. Pancreas preservation fluid microbial contamination is associated with poor islet isolation outcomes—a multi-centre cohort study[J]. *Transpl Int*, 2018, 31(8): 917-929.
- [15] Bertrand D, Pallet N, Sartorius A, et al. Clinical and microbial impact of screening kidney allograft preservative solution for bacterial contamination with high-sensitivity methods [J]. *Transpl Int*, 2013, 26(8): 795-799.
- [16] Tacconelli E, Carrara E, Savoldi A, et al. Discovery, research, and development of new antibiotics: the WHO priority list of antibiotic-resistant bacteria and tuberculosis[J]. *Lancet Infect Dis*, 2018, 18(3): 318-327.
- [17] Lanini S, Costa AN, Puro V, et al. Incidence of carbapenem-resistant gram negatives in Italian transplant recipients: a nationwide surveillance study [J]. *PLoS One*, 2015, 10(4): e0123706.
- [18] Lewis JD, Sifri CD. Multidrug-resistant bacterial donor-derived infections in solid organ transplantation[J]. *Curr Infect Dis Rep*, 2016, 18(6): 18.
- [19] 全国细菌耐药监测网. 全国细菌耐药监测网 2014—2019 年耐碳青霉烯类肺炎克雷伯菌流行病学变迁[J]. *中国感染控制杂志*, 2021, 20(2): 175-179.
- [20] 朱兰, 王志强, 马科, 等. 肾移植术后供肾来源 CRKP 感染 13 例成功防治的临床经验[J]. *中华器官移植杂志*, 2019, 40(6): 328-333.
- [21] Yan ZQ, Zhou Y, Du MM, et al. Prospective investigation of carbapenem-resistant *Klebsiella pneumoniae* transmission among the staff, environment and patients in five major intensive care units, Beijing[J]. *J Hosp Infect*, 2019, 101(2): 150-157.
- [22] Shields RK, Potoski BA, Haidar G, et al. Clinical outcomes, drug toxicity, and emergence of ceftazidime-avibactam resistance among patients treated for carbapenem-resistant Enterobacteriaceae infections[J]. *Clin Infect Dis*, 2016, 63(12): 1615-1618.
- [23] Zadrożny D, Dębska-Ślizień A, Chrobak Ł, et al. Response to: on *Candida* arteritis in renal transplant recipients[J]. *Transpl Infect Dis*, 2016, 18(1): 162-163.
- [24] Levesque E, Paugam-Burtz C, Saliba F, et al. Fungal complications after *Candida* preservation fluid contamination in liver transplant recipients[J]. *Transpl Int*, 2015, 28(11): 1308-1316.
- [25] White SL, Rawlinson W, Boan P, et al. Infectious disease transmission in solid organ transplantation: donor evaluation, recipient risk, and outcomes of transmission[J]. *Transplant Direct*, 2019, 5(1): e416.
- [26] 蔡文利, 苗书斋, 邢利, 等. 供者来源侵袭性移植肾真菌感染 12 例报告[J]. *中华器官移植杂志*, 2016, 37(6): 353-356.
- [27] 冯豪, 朱兰, 贾金东, 等. 临床肾移植 DCD 供者来源的白色念珠菌感染防治经验体会[J]. *实用器官移植电子杂志*, 2018, 6(1): 13-16.

(本文编辑:曾翠、左双燕)

本文引用格式:陈志强,张艳君,薛晨,等. 器官保存液培养阳性率、病原菌分布及临床意义研究[J]. *中国感染控制杂志*, 2021, 20(9): 832-837. DOI:10.12138/j.issn.1671-9638.20218427.

Cite this article as: CHEN Zhi-qiang, ZHANG Yan-jun, XUE Chen, et al. Positive rate, pathogen distribution and clinical significance of organ preservation solution culture[J]. *Chin J Infect Control*, 2021, 20(9): 832-837. DOI:10.12138/j.issn.1671-9638.20218427.