

供者性别对肺移植受者术后短期生存的影响： 一项单中心回顾性队列研究

李小杉 薛士强 熊敏 高蓉 钱婷 满霖 吴波 陈静瑜

【摘要】 目的 评估供者性别对肺移植受者术后短期生存率的影响。方法 回顾性分析1066例肺移植受者的资料，采用log-rank检验评估不同供者性别组及供受者性别组合组短期死亡风险差异。通过多变量Cox回归、倾向性评分(PS)回归和倾向性评分匹配(PSM)控制混杂因素，进一步评估死亡风险差异。并按供者性别进行亚组分析。结果 多变量Cox回归分析显示，男女性供者组肺移植受者术后30d、1年、2年及3年的死亡风险差异无统计学意义(均为 $P>0.05$)。PS回归和PSM后的单变量Cox回归分析显示，女性供者组受者术后2年死亡风险高于男性供者组，风险比(95%可信区间)分别为1.29(1.01~1.65)和1.36(1.03~1.80)。多变量Cox回归分析结果显示，不同供受者性别组合组各随访时间点死亡风险差异均无统计学意义(均为 $P>0.05$)。按供者性别分组的亚组分析显示，无论在男性还是女性供者组中，不同受者性别组的受者死亡风险差异均无统计学意义(均为 $P>0.05$)。结论 女性供者可降低肺移植受者术后的短期生存率，但这种负面影响并非长期可持续。目前尚不支持将性别因素纳入供肺匹配分配规则。

【关键词】 肺移植；供者；性别匹配；供肺分配；短期生存；肺源分配评分；倾向性评分回归；倾向性评分匹配

【中图分类号】 R617, R563 **【文献标志码】** A **【文章编号】** 1674-7445(2025)04-0012-08

Effects of donor gender on short-term survival of lung transplant recipients: a single-center retrospective cohort study

Li Xiaoshan*, Xue Shiqiang, Xiong Min, Gao Rong, Qian Ting, Man Lin, Wu Bo, Chen Jingyu. *Department of Lung Transplantation Center, the Affiliated Wuxi People's Hospital of Nanjing Medical University, Wuxi People's Hospital, Wuxi Medical Center, Nanjing Medical University, Wuxi 214023, China

Corresponding author: Chen Jingyu, Email: chenjy@wuxiph.com

【Abstract】 **Objective** To evaluate the effect of donor gender on short-term survival rate of lung transplant recipients. **Methods** A retrospective analysis was conducted on the data of 1066 lung transplant recipients. The log-rank test was used to evaluate the differences in short-term fatality among different donor gender groups and donor-recipient gender combination groups. Multivariate Cox regression, propensity score (PS) regression, and propensity score matching (PSM) were employed to control for confounding factors and further assess the differences in fatality. Subgroup analyses were also performed based on donor gender. **Results** Multivariate Cox regression analysis showed no statistically significant differences in fatality at 30 days, 1 year, 2 years and 3 years postoperatively between male and female donor groups (all $P>0.05$). After PS regression and PSM, univariate Cox regression analysis indicated that recipients from female

DOI: 10.12464/j.issn.1674-7445.2025062

基金项目：无锡市“双百”中青年医疗卫生拔尖人才项目(BJ2023016)；国家重点研发计划(2023YFC2507100)

作者单位：214023 江苏无锡，南京医科大学无锡医学中心 南京医科大学附属无锡人民医院 无锡市人民医院肺移植中心(李小杉、薛士强、熊敏、钱婷、满霖、吴波、陈静瑜)，检验科(高蓉)；国家肺脏移植专业医疗质量控制中心(李小杉、陈静瑜)

作者简介：李小杉(ORCID 0000-0003-1699-2545)，博士，副研究员，副教授，研究方向为器官移植质量控制，Email: sclxs87@163.com

通信作者：陈静瑜(ORCID 0000-0002-2127-1788)，主任医师，二级教授，研究方向为肺移植，Email: chenjy@wuxiph.com

donors had a higher fatality at 2 years postoperatively compared to those from male donors, with hazard ratios (95% confidence intervals) of 1.29 (1.01-1.65) and 1.36 (1.03-1.80) respectively. Multivariate Cox regression analysis also revealed no statistically significant differences in fatality at various follow-up time points among different donor-recipient gender combination groups (all $P>0.05$). Subgroup analyses based on donor sex showed no statistically significant differences in fatality among recipients of different gender within either male or female donor groups (all $P>0.05$). **Conclusions** Female donors may reduce the short-term postoperative survival rate of lung transplant recipients, but this negative impact is not sustainable in the long term. At present, there is no evidence to support the inclusion of sex as a factor in lung allocation rules.

【 Key words 】 Lung transplantation; Donor; Gender matching; Donor lung allocation; Short-term survival; Lung allocation score; Propensity score regression; Propensity score matching

肺移植是治疗终末期肺病的有效手段^[1]。自国际胸科器官移植登记系统启用以来,已报告了近 70 000 例成人肺移植^[2]。尽管近年来肺移植受者 (lung transplant recipient, LTR) 的生存率显著提高,但与其他实体器官移植相比仍较低。原发性移植功能障碍、感染、排斥反应、心力衰竭等仍是导致 LTR 死亡的主要原因^[3-4]。近年来,一些研究开始探讨性别因素对器官移植受者术后生存的影响,发现供受者性别不匹配可降低肝脏、肾脏和胰腺移植受者的术后生存率,特别是男性受者接受女性供者器官时,术后生存率受到的影响更大^[5-9]。但关于供者性别对 LTR 术后生存的具体影响尚未达成一致意见。Roberts 等^[10]研究发现,供受者性别不匹配对 LTR 生存有积极影响,但在 Fessart 等^[11]的研究中并未观察到供受者性别不匹配对 LTR 生存有影响,Sato 等^[12]则报道了相反的结果。因此,仍需进一步研究供受者性别对 LTR 生存的影响,为优化移植方案、提高受者生存率提供科学依据。

中国肺移植事业发展迅速,移植例数从 2015 年的 118 例增至 2023 年的 959 例。然而,关于供者性别对 LTR 生存的影响尚未见报道。我国现行的供肺分配规则借鉴了国际通行的肺源分配评分系统,但是否应将供受者性别因素纳入分配规则,仍缺乏充分的循证依据。本研究通过回顾性分析中国最大肺移植中心 2015 年至 2022 年期间实施的 1 066 例肺移植数据,评估供者性别对 LTR 短期生存率的影响,探讨将性别因素纳入供肺匹配分配规则的必要性。

1 资料与方法

1.1 数据来源

从南京医科大学附属无锡人民医院的电子病历系统、医疗机构信息系统、实验室系统及手术麻醉系统

等收集供者数据、受者移植前数据和手术数据;术后生存数据来自中国肺移植注册系统。本研究已获南京医科大学附属无锡人民医院医学伦理委员会批准(批号:KY25008),鉴于所有数据已进行脱敏处理,且本研究为回顾性数据分析,因此豁免患者知情同意。

1.2 研究对象

以 2015 年 1 月 1 日至 2022 年 12 月 31 日期间,在本院因终末期肺病接受肺移植手术的所有患者为研究对象(1 149 例)。排除 18 岁以下儿童受者(因儿童免疫系统发育、代谢率及术后管理与成人存在显著差异)、再次 LTR(由于患者数量较少,且 2 例供者的特征差异较大)、术后 72 h 内死亡者(死亡主要由原发性移植失功所致)以及有其他实体器官移植史的受者。最终 1 066 例患者纳入分析,包括男性供者 907 例和女性供者 159 例,其中接收男性供者的男性受者(DM/RM)765 例,接收男性供者的女性受者(DM/RF)142 例,接收女性供者的男性受者(DF/RM)100 例,接收女性供者的女性受者(DF/RF)59 例。研究对象选择流程见图 1。所有供肺均来自公民死亡后自愿捐献,供肺通过中国人体器官分配与共享计算机系统分配。

1.3 变量采集

采集的变量包括供者资料,受者基本人口学特征、术前特征、手术特征和生存数据。供者资料包括供者类型、年龄、体质量指数(body mass index, BMI)、ABO 血型、呼吸机使用时间、氧合指数和冷缺血时间。受者基本人口学资料包括原发病、年龄、性别、民族、婚姻状态、BMI 和 ABO 血型;术前特征包括是否吸烟、泛耐药菌感染、激素依赖、心功能分级、是否需要住院治疗、心输出量、射血分数、总胆红素、糖尿病、高血压、住院状态、动脉血二氧化碳分压(arterial partial pressure of carbon

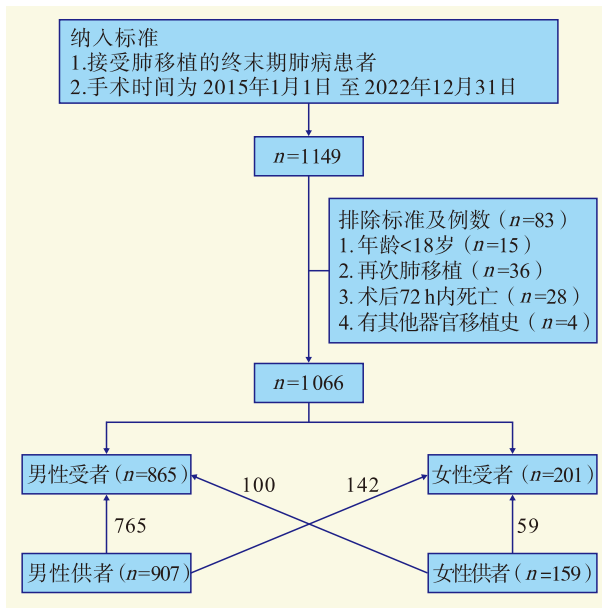


图1 研究对象选择流程

Figure 1 The selection process of research subjects

dioxide, PaCO₂)、氧合指数和肺动脉高压; 手术特征包括移植类型、是否急诊肺移植、手术时间、术中体外膜肺氧合 (extracorporeal membrane oxygenation, ECMO) 类型、术毕是否撤除 ECMO、总出量和总入量; 生存数据包括生存时间和生存状态。

1.4 混杂因素的标准

根据以下 3 个标准确定此次研究的混杂因素: (1) 国际心肺移植学会 (International Society of Heart and Lung Transplantation, ISHLT) 报告中支持的 LTR 死亡的影响因素, 包括供者年龄、受者年龄、主要肺部疾病诊断和受者术前末次总胆红素; (2) 既往已发表研究中, 经多因素校正后仍明确为 LTR 死亡的影响因素, 包括冷缺血时间、受者 BMI、受者术前泛耐药菌感染、术前心功能状态、术前肺动脉高压和术毕是否撤除 ECMO; (3) 2 名老年肺移植临床医师共同认为能反映供肺质量、受者术前机能、移植紧急程度的因素, 包括供者氧合指数、供者呼吸机使用时间、受者术前氧合指数和急诊肺移植。

1.5 结局指标

结局指标为术后 30 d、1 年、2 年和 3 年生存率。生存时间为肺移植手术日期至受者死亡、二次移植或研究结束之间的持续时间。生存状态包括生存或死亡。专人对 LTR 的生存状态进行随访, 并登记至中国肺移植注册系统。固定的随访时间点为术后 30 d、1 年 (± 30 d)、2 年 (± 30 d) 和 3 年 (± 30 d), 受者不定期到医院就诊信息也纳入中国肺移植注册系

统。所有受者均接受了至少 1 年或直至死亡的随访, 在整个随访期间未发生失访。

1.6 研究内容

分析不同性别供者组供受者资料, 分析供者性别对 LTR 术后死亡风险的影响。分析不同供受者性别组合对 LTR 术后死亡风险的影响。根据供者性别进行亚组分析, 深入探讨供者性别对 LTR 死亡风险的具体影响。

1.7 统计学方法

所有统计分析基于 R 4.0.2 和梦特云统计平台 (https://mengte.pro/table_one) 完成。采用双侧检验, 显著性水平设为 $\alpha=0.05$ 。根据供者性别进行分组后, 对混杂因素变量进行简单组内填补: 服从正态或近似正态分布的连续型变量, 使用各组均数填补; 不服从正态分布的连续型变量, 采用各组中位数填补; 分类变量, 则使用各组众数填补。正态或近似正态分布的连续型变量以均数 \pm 标准差表示, 采用独立样本 *t* 检验比较组间差异。严重偏态分布的连续型变量以中位数 (下四分位数, 上四分位数) 表示, 组间差异采用独立样本 Wilcoxon 秩和检验。无序分类变量和有序分类变量以率表示, 组间差异分别通过 χ^2 检验和 Kruskal-Wallis *H* 检验进行比较。

采用 Kaplan-Meier 法估计生存率及 95% 可信区间 (confidence interval, CI), 绘制生存曲线, 并通过 log-rank 检验比较组间差异。为进一步评估不同供者性别组 LTR 死亡风险的差异, 在控制混杂因素后, 使用多变量 Cox 回归、倾向性评分 (propensity score, PS) 回归和倾向性评分匹配 (propensity score matching, PSM) 法估计风险比 (hazard ratio, HR) 及 95% CI。拟合 Cox 回归模型前, 通过加权 Schoenfeld 残差与生存时间的相关性检验, 评估协变量是否满足比例风险假设。PS 得分计算和 PSM 操作均通过梦特云统计平台的“倾向性评分”模块完成, PS 值由 logistic 回归模型计算, 以混杂因素为 PSM 匹配变量并计算 PS 得分。PSM 采用最近邻匹配法, 对混杂因素按照 1:4 进行匹配, 卡钳值设定为 0.1, 匹配方式为无放回。PS 回归通过校正 PS 评分后, 计算供者性别的回归系数以评估其效应。

2 结果

2.1 供者和受者基本特征

1 066 例 LTR 的年龄为 (55 ± 12) 岁, 81.1% 为

男性。主要肺部疾病为特发性肺间质纤维化 (42.7%)、慢性阻塞性肺疾病 (16.2%) 和尘肺 (16.2%)。双肺移植占 54.2%。不同供者组的 LTR 特征描述见附表 1 (扫描二维码可见)。各年度供受者性别组合分布见图 2。



扫描二维码可见附表 1

2.2 供者性别对 LTR 术后死亡风险的影响

男性供者组 LTR 术后 30 d、1 年、2 年和 3 年生存率分别为 82.9% (95%CI 80.5%~85.4%)、67.6% (95%CI 64.6%~70.7%)、60.6% (95%CI 57.3%~63.7%)、55.6% (50.9%~57.6%)，女性供者组 LTR 术后 30d、1 年、2 年和 3 年生存率分别为 76.7% (95%CI 70.4%~83.6%)、58.5% (95%CI 51.3%~66.7%)、47.2% (95%CI 39.9%~55.5%)、45.3% (37.6%~53.4%)。log-rank 检验显示，两组 LTR 术后 30 d 生存率差异无统计学意义 ($P=0.071$ ，图 3A)，但男性供者组 LTR 术后 1、2、3 年生存率均高于女性供者组 (均为 $P<0.05$ ，图 3B~D)。

校正混杂因素后，多变量 Cox 回归分析显示两

组间各随访时间点死亡风险差异均无统计学意义 (均为 $P>0.05$)，PS 回归和 PSM 后的单变量 Cox 回归分析均发现女性供者组 LTR 术后 2 年死亡风险高于男性 (均为 $P<0.05$ ，图 4)。

2.3 不同供受者性别组合对 LTR 术后死亡风险的影响

不同供受者性别组合的 LTR 术后各随访时间点的生存率见表 1，log-rank 检验显示 4 组之间术后 2 年生存率差异有统计学意义 ($\chi^2=10.171$ ， $P=0.017$)，术后 30 d ($\chi^2=4.761$ ， $P=0.190$)、1 年 ($\chi^2=5.333$ ， $P=0.149$) 和 3 年 ($\chi^2=7.040$ ， $P=0.071$) 生存率差异均无统计学意义。

多变量 Cox 回归校正混杂因素后，4 组 LTR 在各个随访时间点的死亡风险差异均无统计学意义 (均为 $P>0.05$ ，图 5)。

2.4 亚组分析

对于男性供者，log-rank 检验显示男女性 LTR 在术后 30 d ($\chi^2=0.865$ ， $P=0.352$)、1 年 ($\chi^2=0.016$ ， $P=0.898$)、2 年 ($\chi^2=0.360$ ， $P=0.549$) 和 3 年 ($\chi^2=0.595$ ， $P=0.440$) 的生存率差异均无统计学意义。在校正混杂因素后，多变量 Cox 回归分析显示男女性 LTR 在各随访时间点的死亡风险差异均无统计学意义 (均为 $P>0.05$ ，图 6)。

对于女性供者，log-rank 检验显示男女性 LTR 在术后 30 d ($\chi^2=0.533$ ， $P=0.466$)、1 年 ($\chi^2=0.054$ ， $P=0.816$)、2 年 ($\chi^2=0.017$ ， $P=0.895$) 和 3 年 ($\chi^2=0.021$ ， $P=0.885$) 的生存率差异均无统计学意义。经

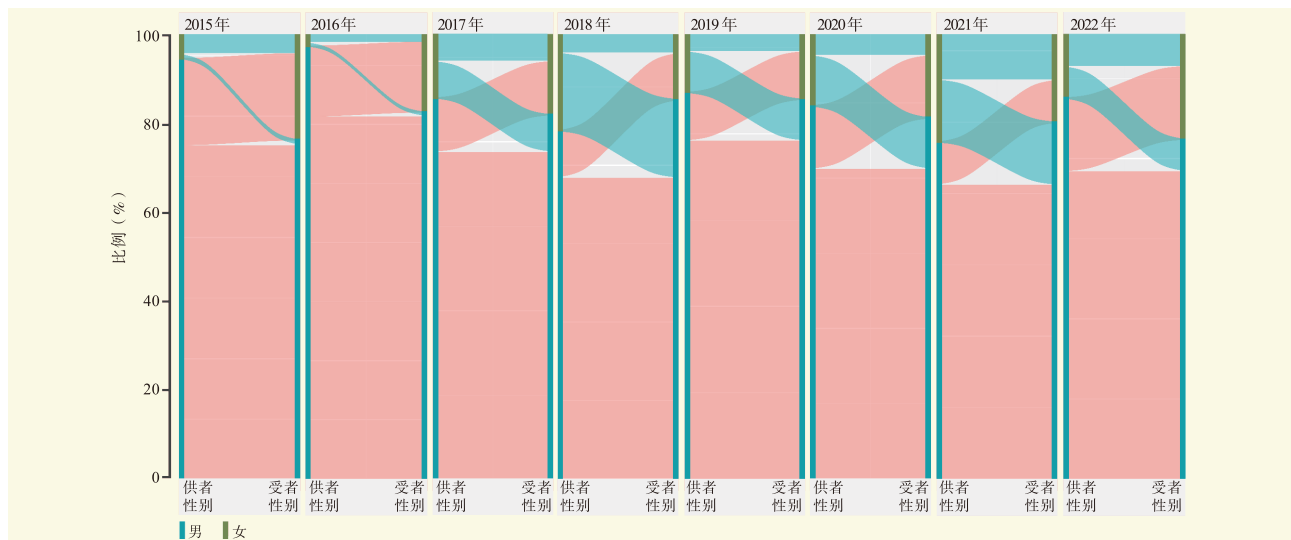
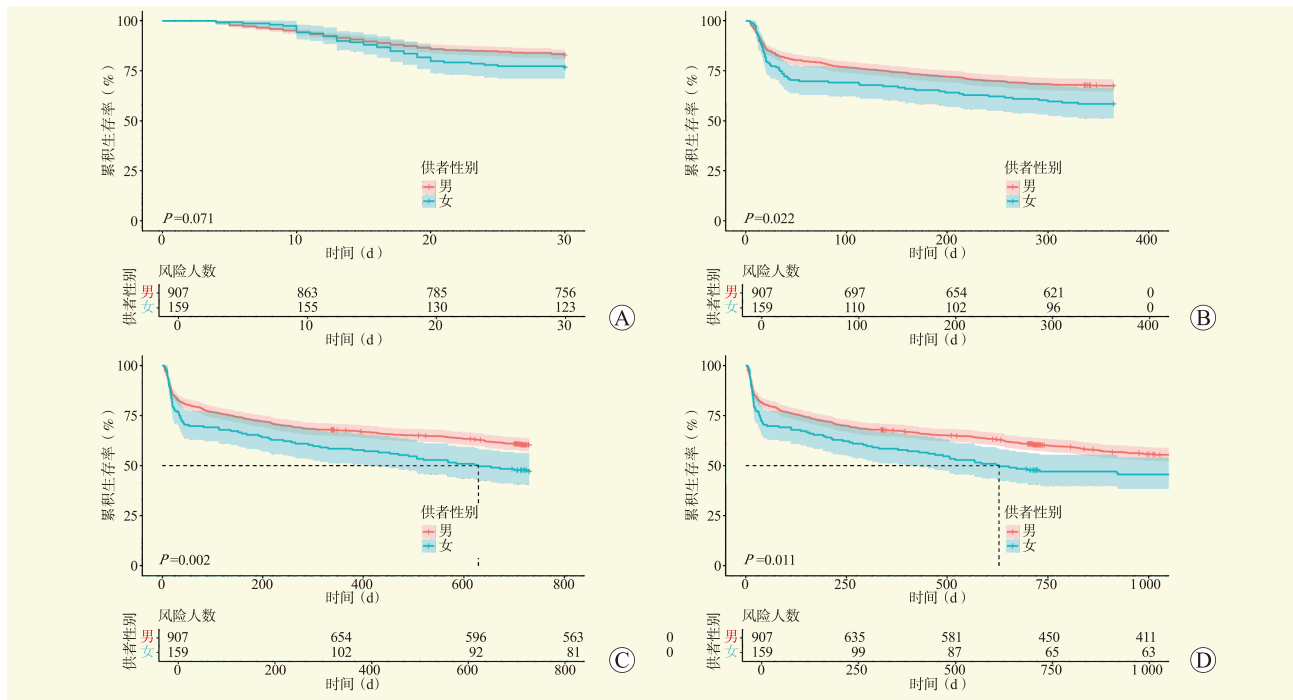


图 2 各年度供受者性别组合分布

Figure 2 Distribution of gender combinations of donors and recipients in each year



注: A 图为术后 30 d 生存曲线; B 图为术后 1 年生存曲线; C 图为术后 2 年生存曲线; D 图为术后 3 年生存曲线。

图 3 不同性别供者组 LTR 各随访时间的生存曲线比较

Figure 3 Comparison of survival curves of LTR with different gender donor groups at various follow-up times

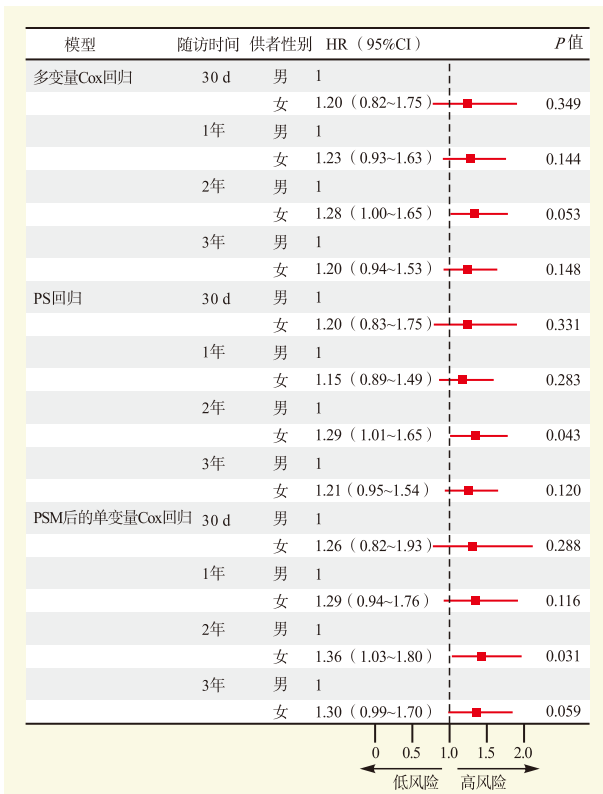


图 4 控制混杂因素后供者性别对 LTR 死亡风险的影响

Figure 4 The impact of donor gender on fatality in LTR after controlling for confounding factors

表 1 不同供受者性别组合 LTR 术后生存率

Table 1 The postoperative survival rates of LTR with different gender combinations of donors and recipients

供者性别	受者性别	随访时间	生存率 (95%CI)
男	男	30 d	83.4% (80.8%~86.1%)
		1年	67.6% (64.3%~71.0%)
		2年	59.8% (56.4%~63.4%)
	女	30 d	80.3% (74.0%~87.1%)
		1年	67.6% (60.3%~75.8%)
		2年	64.0% (56.6%~72.4%)
女	男	30 d	75.0% (67.0%~84.0%)
		1年	58.0% (49.1%~68.5%)
		2年	48.0% (39.0%~58.8%)
	女	30 d	79.7% (70.0%~90.6%)
		1年	59.3% (48.0%~73.3%)
		2年	45.8% (34.7%~60.4%)
		3年	44.1% (32.5%~58.5%)

校正混杂因素后，多变量 Cox 回归分析表明男女性 LTR 在各随访时间点的死亡风险差异均无统计学意义（均为 $P>0.05$ ，图 6）。

3 讨论

随着外科技术的不断进步和围手术期管理水平的提高，LTR 生存预期在过去 20 年中取得了显著改善^[13]。推动这一进展的一个关键因素是对供者与受者之间复杂相互作用的更深入理解^[14]。在这一过程中，性别作为一个重要的、固有的非免疫性因素，在实体器官捐献与移植的全流程中发挥了重要作用^[15-16]。有研究探索了性别对器官移植结局的影响，结果发现供受者性别不匹配对肝脏、肾脏及胰腺移植术后结局存在不利影响。一项 meta 分析显示，供受者性别不匹配是肝移植术后移植存活率低的风险因素，其中接受女性供器官的男性受者术后生存率最低^[17]。另一项基于肝移植受者的研究表明，接受男性供器官的女性受者移植后全因病死率更高^[18]。Miller 等^[19]基于 115 124 例肾移植受者的研究发现，供受者体质量和性别同时不匹配可显著增加移植失功风险。在胰腺移植领域，供受者性别不匹配导致移植失败风险增加了 9%^[20]。然而，关于性别因素对心脏移植受者结局的影响仍存在争议。一项涵盖 18 240 例原位心脏移植的多中心前瞻性队列研究显示，接受女性供者心脏的

男性受者累积死亡风险增加了 15%^[21]。同样，Coriano 等^[22]也得出了类似结论。然而，最近一项研究表明，离体心脏移植中的性别不匹配不会给受者术后带来额外的风险^[23]。

在肺移植领域，性别对受者术后生存结局的影响尚无统一结论。Fessart 等^[11]和 Raghavan 等^[24]的研究表明，受者性别或供受者性别组合对术后生存率及闭塞性细支气管炎综合征发生时间无显著影响。然而，Roberts 等^[10]发现，供受者性别不匹配与肺移植术后生存率的提高相关。另外一些研究则指出，男性受者接受女性供者器官后生存率较低，而女性受者接受女性供者器官后的生存率较高^[12,25-28]。尽管有诸多研究揭示了性别差异对肺移植结局的潜在影响，但其确切机制尚不明确。目前，已提出多种可能的机制，包括免疫反应、器官大小和肺功能、激素作用及代谢差异等^[10,29-31]。其中，性别相关的免疫机制被认为是最为关键的因素，研究表明，男性供者的器官移植给女性受者时，Y 染色体编码的 H-Y 抗原可被受者免疫系统识别为异源抗原，激活 T 细胞介导的排斥反应，从而增加慢性移植失功风险，进而影响移植后生存率^[10,29]。此外，女性供者在妊娠期间形成的父系抗原耐受无法转移至受者，则可能导致移植后免疫抑制不足^[29,31]。激素学说则认为，男女之间激素水平的差异

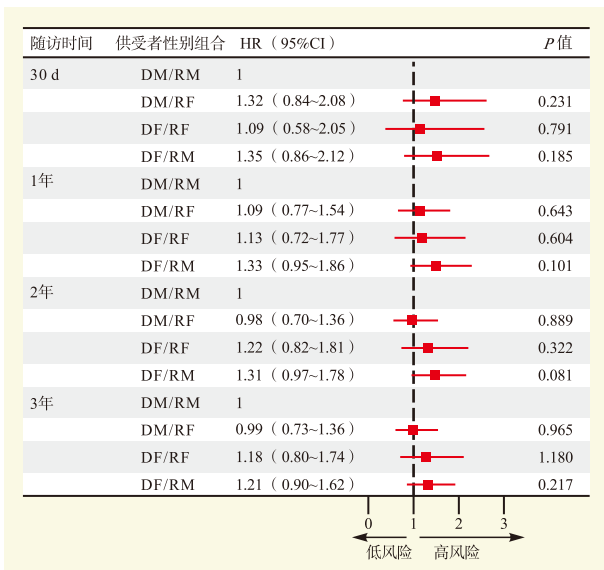


图 5 控制混杂因素后供受者性别组合对 LTR 死亡风险的影响

Figure 5 The impact of gender combination of donors and recipients on LTR fatality after controlling for confounding factors

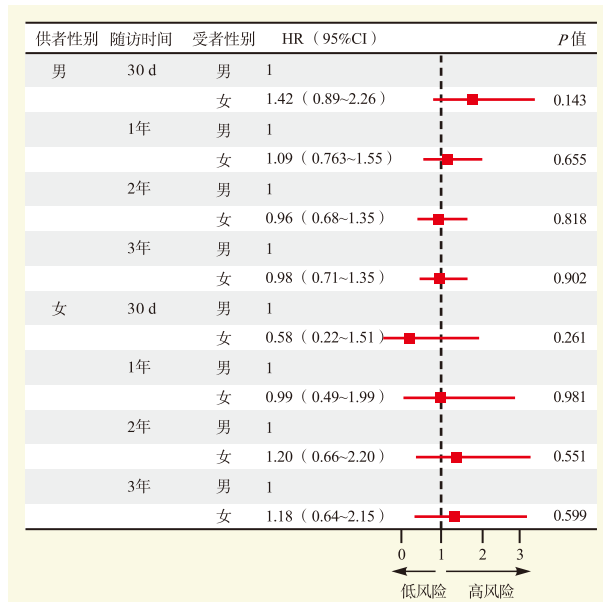


图 6 控制混杂因素后各亚组内不同性别 LTR 死亡风险

Figure 6 The fatality of LTR among different genders within each subgroup after controlling for confounding factors

可能在移植结局中发挥重要作用, 雌激素在缺血-再灌注损伤中的保护作用相较雄激素更为显著^[32-34]。此外, 器官大小也被认为在移植结局中起着重要作用。女性供者的肺容量和气道直径普遍较小, 移植给男性受者时, 供肺与受者胸腔尺寸不匹配可能引发通气不足或血流动力学紊乱。研究表明, 供肺容积与受者预测肺容积比值 (pTLC 比率) <0.8 时, 术后机械通气时间延长、炎症反应加剧, 移植物失功风险显著升高。这种尺寸不匹配还可能增加吻合口狭窄等并发症, 从而进一步损害移植物功能^[11,35]。因此, 移植物失功更常见于供肺较小的受者, 这类受者通常需要气管切开、更长的住院时间及更多的医疗资源^[36]。本研究基于中国人群的结果支持供者性别对 LTR 术后生存率存在负面影响, 但这一负面影响并非长期持续存在, 其具体机制仍需进一步研究。

用于肺移植的供肺作为一种稀缺的医疗资源, 需要对供者与受者进行精确匹配, 以降低患者在等待移植期间的死亡风险, 并提高术后生存率^[37]。目前, 肺源分配评分是国际通用的供肺分配标准^[38-39], 我国人体器官分配与共享计算机系统亦借鉴该原则进行供肺匹配与分配, 然而该系统未考虑供受者性别因素。有研究提出, 性别应纳入供肺匹配的考量范围^[40]。该实践策略的可行性取决于供受者性别组合是否真正影响受者术后生存率。尽管本研究结果支持女性供者对肺移植术后生存率产生负面影响, 但这一影响仅在术后 2 年, 表明其并非长期且持续的负面效应。进一步分析供者性别分组后, 未发现性别组合对受者术后生存率产生显著影响。

综上所述, 本研究发现女性供者对移植受者术后短期生存率存在负面影响, 因此对于接受女性供者器官的受者, 应予以更多关注。然而, 由于这种负面影响并非持续存在, 且在按供者性别分组分析后性别对术后生存率的影响消失, 因此, 暂不支持将供受者性别因素纳入供肺匹配与分配规则。且本研究为单中心研究, 样本量较小, 可能存在样本代表性的问题, 因而仍有必要通过大样本研究或定量 meta 分析进一步评估性别因素对肺移植结局的影响。

参考文献:

[1] PARASKEVA M A, SNELL G I. Advances in lung transplantation: 60 years on[J]. *Respirology*, 2024, 29(6): 458-470. DOI: 10.1111/resp.14721.
[2] PERCH M, HAYES D, CHERIKH W S, et al. The International Thoracic Organ Transplant Registry of the

International Society for Heart and Lung Transplantation: thirty-ninth adult lung transplantation report-2022; focus on lung transplant recipients with chronic obstructive pulmonary disease[J]. *J Heart Lung Transplant*, 2022, 41(10): 1335-1347. DOI: 10.1016/j.healun.2022.08.007.
[3] AXEL S, MONEKE I, AUTENRIETH J, et al. Analysis of perioperative factors leading to postoperative pulmonary complications, graft injury and increased postoperative mortality in lung transplantation[J]. *J Cardiothorac Vasc Anesth*, 2024, 38(11): 2712-2721. DOI: 10.1053/j.jvca.2024.08.002.
[4] DHANANI Z, CRINER R, CRINER G J. Unraveling the spectrum of airway complications following lung transplantation: a comprehensive overview[J]. *Curr Opin Organ Transplant*, 2024, 29(5): 323-331. DOI: 10.1097/mot.0000000000001162.
[5] CAMPILLO AMO N, MARTÍNEZ E P, GOMIS A V H, et al. An analysis of the influence of a patient's sex on quality of life in liver and kidney transplantation[J]. *Healthcare*, 2024, 12(21): 2116. DOI: 10.3390/healthcare12212116.
[6] NADERI G, AZADFAR A, YAHYAZADEH S R, et al. Impact of the donor-recipient gender matching on the graft survival from live donors[J]. *BMC Nephrol*, 2020, 21(1): 487. DOI: 10.1186/s12882-020-02148-2.
[7] SCHOENING W N, HELBIG M, BUESCHER N, et al. Gender matches in liver transplant allocation: matched and mismatched male-female donor-recipient combinations; long-term follow-up of more than 2000 patients at a single center[J]. *Exp Clin Transplant*, 2016, 14(2): 184-190.
[8] MELK A, SUGIANTO R I, ZHANG X, et al. Influence of donor sex and age on graft outcome in kidney transplantation[J]. *Nephrol Dial Transplant*, 2024, 39(4): 607-617. DOI: 10.1093/ndt/gfad181.
[9] MAGYAR C T J, GREENER C P, BALDI P, et al. Recipient donor sex combinations in solid organ transplantation and impact on clinical outcome: a scoping review[J]. *Clin Transplant*, 2024, 38(5): e15312. DOI: 10.1111/ctr.15312.
[10] ROBERTS D H, WAIN J C, CHANG Y, et al. Donor-recipient gender mismatch in lung transplantation: impact on obliterative bronchiolitis and survival[J]. *J Heart Lung Transplant*, 2004, 23(11): 1252-1259. DOI: 10.1016/j.healun.2003.09.014.
[11] FESSART D, DROMER C, THUMEREL M, et al. Influence of gender donor-recipient combinations on survival after human lung transplantation[J]. *Transplant Proc*, 2011, 43(10): 3899-3902. DOI: 10.1016/j.transproceed.2011.08.101.
[12] SATO M, GUTIERREZ C, KANEDA H, et al. The effect of gender combinations on outcome in human lung transplantation: the international society of heart and lung transplantation registry experience[J]. *J Heart Lung Transplant*, 2006, 25(6): 634-637. DOI: 10.1016/j.healun.2006.01.012.
[13] 戴振航, 王梓涛, 陈静瑜. 中国肺移植发展现状概述及未来展望[J]. *中国研究型医院*, 2024, 11(6): 32-36. DOI: 10.19450/j.cnki.jcrh.2024.06.004.
DAI Z H, WANG Z T, CHEN J Y. Overview of the current status and prospect of lung transplantation development in China[J]. *Chin Res Hosp*, 2024, 11(6): 32-36. DOI: 10.19450/j.cnki.jcrh.2024.06.004.
[14] KAYAWAKE H, SAKANOU E, TANAKA S, et al. Influence of HLA mismatch between donors and recipients on postoperative outcomes in cadaveric lung

- transplantation[J]. *Gen Thorac Cardiovasc Surg*, 2024, DOI:10.1007/s11748-024-02109-8 [Epub ahead of print].
- [15] RUBULOTTA F, HEMMERLING T. Does biological sex matter in solid organ transplantation? [J]. *Eur J Intern Med*, 2023, 112: 115-116. DOI: 10.1016/j.ejim.2023.03.033.
- [16] SAWINSKI D, LAI J C, PINNEY S, et al. Addressing sex-based disparities in solid organ transplantation in the United States - a conference report [J]. *Am J Transplant*, 2023, 23(3): 316-325. DOI: 10.1016/j.ajt.2022.11.008.
- [17] LAI Q, GIOVANARDI F, MELANDRO F, et al. Donor-to-recipient gender match in liver transplantation: a systematic review and meta-analysis [J]. *World J Gastroenterol*, 2018, 24(20): 2203-2210. DOI: 10.3748/wjg.v24.i20.2203.
- [18] LEE D U, PONDER R, SANDLOW S, et al. The impact of recipient and donor gender-match and mismatch on the post-liver transplant outcomes of patients with primary biliary cholangitis [J]. *Dig Liver Dis*, 2023, 55(9): 1242-1252. DOI: 10.1016/j.dld.2023.03.018.
- [19] MILLER A J, KIBERD B A, ALWAYN I P, et al. Donor-recipient weight and sex mismatch and the risk of graft loss in renal transplantation [J]. *Clin J Am Soc Nephrol*, 2017, 12(4): 669-676. DOI: 10.2215/cjn.07660716.
- [20] LI Z, MEI S, XIANG J, et al. Influence of donor-recipient sex mismatch on long-term survival of pancreatic grafts [J]. *Sci Rep*, 2016, 6: 29298. DOI: 10.1038/srep29298.
- [21] WEISS E S, ALLEN J G, PATEL N D, et al. The impact of donor-recipient sex matching on survival after orthotopic heart transplantation: analysis of 18 000 transplants in the modern era [J]. *Circ Heart Fail*, 2009, 2(5): 401-408. DOI: 10.1161/CIRCHEARTFAILURE.108.844183.
- [22] CORIANO M, PRADEGAN N, GOLFETTO A, et al. Afterload mismatch is associated with gender mismatch and negatively affect long-term outcome after heart transplant [J]. *Eur Heart J*, 2024, 45(Suppl 1): ehae666.1138. DOI: 10.1093/eurheartj/ehae666.1138.
- [23] DALE R, LEIPZIG M, BAHATYREVICH N, et al. Sex-mismatching in isolated heart transplantation confers no postoperative risk [J]. *JHLT Open*, 2024, 6: 100158. DOI: 10.1016/j.jhlto.2024.100158.
- [24] RAGHAVAN D, GAO A, AHN C, et al. Lung transplantation and gender effects on survival of recipients with cystic fibrosis [J]. *J Heart Lung Transplant*, 2016, 35(12): 1487-1496. DOI: 10.1016/j.healun.2016.06.013.
- [25] TRULOCK E P, EDWARDS L B, TAYLOR D O, et al. The registry of the international society for heart and lung transplantation: twenty-first official adult lung and heart-lung transplant report—2004 [J]. *J Heart Lung Transplant*, 2004, 23(7): 804-815. DOI: 10.1016/j.healun.2004.05.013.
- [26] THABUT G, MAL H, CERRINA J, et al. Influence of donor characteristics on outcome after lung transplantation: a multicenter study [J]. *J Heart Lung Transplant*, 2005, 24(9): 1347-1353. DOI: 10.1016/j.healun.2004.10.016.
- [27] DEMIR A, COOSEMANS W, DECALUWÉ H, et al. Donor-recipient matching in lung transplantation: which variables are important? [J]. *Eur J Cardio Thorac Surg*, 2015, 47(6): 974-983. DOI: 10.1093/ejcts/ezu340.
- [28] PROFOZICH E, KASHEM A, YANAGIDA R, et al. The effect of donor-recipient sex matches on lung transplant survival: an analysis of the United Network for Organ Sharing database [J]. *JTCVS Open*, 2024, 18: 400-406. DOI: 10.1016/j.xjon.2024.01.018.
- [29] MARSHALL M B, KOHMAN L J. Gender and lung transplantation: size matters, does sex? [J]. *J Thorac Cardiovasc Surg*, 2004, 128(3): 352-353. DOI: 10.1016/j.jtcvs.2004.05.014.
- [30] SIMPSON E, SCOTT D, CHANDLER P. The male-specific histocompatibility antigen, H-Y: a history of transplantation, immune response genes, sex determination and expression cloning [J]. *Annu Rev Immunol*, 1997, 15: 39-61. DOI: 10.1146/annurev.immunol.15.1.39.
- [31] SWEEZEY N, TCHEPICHEV S, GAGNON S, et al. Female gender hormones regulate mRNA levels and function of the rat lung epithelial Na channel [J]. *Am J Physiol*, 1998, 274(2): C379-C386. DOI: 10.1152/ajpcell.1998.274.2.C379.
- [32] 冯静茹, 张海洋, 史贺, 等. 雌二醇对大鼠心肌缺血/再灌注损伤的干预作用及其机制 [J]. *中国应用生理学杂志*, 2022, 38(6): 638-643. DOI: 10.12047/j.cjap.6362.2022.116.
- [33] FENG J R, ZHANG H Y, SHI H, et al. Intervention effects of estradiol on myocardial ischemia-reperfusion injury of rat and its mechanisms [J]. *Chin J Appl Physiol*, 2022, 38(6): 638-643. DOI: 10.12047/j.cjap.6362.2022.116.
- [34] WANG Z, ZHANG G, HU S, et al. Research progress on the protective effect of hormones and hormone drugs in myocardial ischemia-reperfusion injury [J]. *Biomed Pharmacother*, 2024, 176: 116764. DOI: 10.1016/j.biopha.2024.116764.
- [35] DAI P, HE J, WEI Y, et al. High dose of estrogen protects the lungs from ischemia-reperfusion injury by downregulating the angiotensin II signaling pathway [J]. *Inflammation*, 2024, 47(4): 1248-1261. DOI: 10.1007/s10753-024-01973-z.
- [36] 王戡, 赵晶. 肺移植术后原发性移植物失功研究进展 [J]. *北京医学*, 2022, 44(11): 1031-1035. DOI: 10.15932/j.0253-9713.2022.11.012.
- [37] WANG K, ZHAO J. Research progress of primary graft failure after lung transplantation [J]. *Beijing Med J*, 2022, 44(11): 1031-1035. DOI: 10.15932/j.0253-9713.2022.11.012.
- [38] WONG K H M, HSIN K Y M. Primary graft dysfunction in lung transplantation: still a thorn in the side of lung transplant [J]. *J Thorac Dis*, 2024, 16(1): 1-5. DOI: 10.21037/jtd-23-1618.
- [39] CHRISTIE J D, VAN RAEMDONCK D, FISHER A J. Lung transplantation [J]. *N Engl J Med*, 2024, 391(19): 1822-1836. DOI: 10.1056/nejmra2401039.
- [40] YANG Z, BAI Y Z, YAN Y, et al. Validation of a novel donor lung scoring system based on the updated lung Composite Allocation Score [J]. *Am J Transplant*, 2024, 24(7): 1279-1288. DOI: 10.1016/j.ajt.2024.03.032.
- [41] FISHER A, PARMAR J. Lung allocation: a vexed, complex multifaceted challenge [J]. *Thorax*, 2024, 79(8): 702. DOI: 10.1136/thorax-2024-221747.
- [42] LEHR C J, DALTON J E, DEWEY E N, et al. Differential effects of donor factors on post-transplant survival in lung transplantation [J]. *JHLT Open*, 2024, 5: 100122. DOI: 10.1016/j.jhlto.2024.100122.

(收稿日期: 2025-02-24)

(本文编辑: 方引超 吴秋玲)