· 论著 ·

高体质量指数的特发性肺纤维化患者接受体外膜肺氧合支持的相关结局

田静　董妍　周涛　张佳悦　许红阳

南京医科大学附属无锡人民医院重症医学科，南京医科大学无锡医学中心，江苏无锡 214000

通信作者：许红阳，Email：xhy1912@aliyun.com

【摘要】 **目的**　评估肺移植术中接受体外膜肺氧合（ECMO）支持的高体质量指数（BMI，>25 kg/m^2）的特发性肺纤维化（IPF）患者在重症监护病房（ICU）住院期间的 ECMO 相关结局。**方法**　采用回顾性观察性研究，纳入 2019 至 2020 年在南京医科大学附属无锡人民医院肺移植术中接受 ECMO 支持的 IPF 患者。收集患者术前指标，如人口学指标、合并症、动脉血气、实验室指标；术中指标，如肺叶减容、手术类型、手术时间、冷缺血时间、失血量和输血量；入 ICU 即刻指标，如血气分析和实验室指标；ECMO 相关结局，如 ECMO 模式、ECMO 支持时间、ECMO 相关并发症（置管处出血、导管内血栓、下肢缺血）；以及 ICU 住院时间、机械通气时间和 30 d 生存率。根据 BMI 将患者分为 3 组，体质量偏轻组（BMI＜18.5 kg/m^2）、体质量正常组（BMI 18.5～24.9 kg/m^2）、体质量超重组（BMI≥25.0 kg/m^2）。主要对患者在 ICU 期间的 ECMO 相关结局进行比较。**结果**　共纳入 114 例肺移植术中接受 ECMO 支持的 IPF 患者，其中体质量偏轻组 23 例，体质量正常组 63 例，体质量超重组 28 例。与体质量偏轻和体质量正常的患者相比，体质量超重的患者术前多患有高血压（46.4% 比 8.7%、23.8%，P＜0.01）和冠心病（32.1% 比 4.3%、20.6%，P＜0.05），符合国际指南对于肥胖的共识；其余临床资料（术前、术中、ICU 特征）差异均无统计学意义，具有可比性。在 ECMO 相关结局方面，体质量偏轻组、体质量正常组、体质量超重组 ECMO 模式〔静脉－静脉（V-V）模式：78.3%、77.8%、78.6%，静脉－动脉（V-A）模式：21.7%、22.2%、21.4%〕、ECMO 支持时间（h：61.70±20.03、44.57±5.76、41.77±7.26）、ECMO 相关并发症（置管处出血：4.3%、7.9%、14.3%，导管内血栓：8.7%、12.7%、17.9%，下肢缺血：8.7%、12.7%、14.3%）、ICU 住院时间（d：11±3、7±1、9±1）、机械通气时间〔d：2（2，11）、2（2，6）、3（2，8）〕差异均无统计学意义（均 P＞0.05）。Kaplan-Meier 生存曲线分析显示，3 组 30 d 累积生存率差异也无统计学意义（Log-Rank 检验：χ^2＝0.919，P＝0.632）。**结论**　接受肺移植的 IPF 患者并不会因为 BMI 过高而出现 ECMO 相关结局的恶化和不良的早期预后，BMI 作为单一参数也不应成为 IPF 患者在肺移植手术中应用 ECMO 的禁忌证。

【关键词】 体外膜肺氧合；　特发性肺纤维化；　肥胖

基金项目：江苏省无锡市“太湖人才计划”项目（2021-9）

DOI：10.3760/cma.j.cn121430-20231119-00989

Outcomes of idiopathic pulmonary fibrosis patients with high body mass index undergoing extracorporeal membrane oxygenation support

Tian Jing, Dong Yan, Zhou Tao, Zhang Jiayue, Xu Hongyang

Department of Critical Care Medicine, the Affiliated Wuxi People's Hospital of Nanjing Medical University, Wuxi People's Hospital, Wuxi Medical Center, Nanjing Medical University, Wuxi 214000, Jiangsu, China

Corresponding author: Xu Hongyang, Email: xhy1912@aliyun.com

【**Abstract**】 **Objective**　To evaluate the extracorporeal membrane oxygenation (ECMO) related outcomes during hospitalization during the intensive care unit (ICU) in idiopathic pulmonary fibrosis (IPF) patients with high body mass index (BMI, >25 kg/m^2) undergoing lung transplantation with ECMO support. **Methods**　A retrospective observational study was conducted. IPF patients who received ECMO during lung transplantation admitted to the Affiliated Wuxi People's Hospital of Nanjing Medical University from 2019 to 2020 were enrolled. Preoperative indicators including, demographics, comorbidities, arterial blood gas, and laboratory indicators; intraoperative indicators, such as lung lobe volume reduction, surgical type, surgical time, cold ischemia time, blood loss and transfusion volume; immediate indicators upon admission to the ICU, such as blood gas analysis and laboratory indicators; ECMO related outcomes, such as ECMO mode, ECMO support time, ECMO related complications (bleeding at the catheterization site, intraductal thrombosis, lower limb ischemia), and the length of ICU stay, duration of mechanical ventilation, and 30-day survival rate were collected. According to BMI, patients were divided into three groups: light weight group (BMI < 18.5 kg/m^2), normal weight group (BMI 18.5–24.9 kg/m^2), and overweight group (BMI ≥ 25.0 kg/m^2). Mainly to compare the relevant outcomes of ECMO among patients during ICU. **Results**　A total of 114 IPF patients who received ECMO support during lung transplantation were collected, including 23 cases in the light weight group, 63 cases in the normal weight group, and 28 cases in the overweight group. Compared with patients with underweight and normal weight, overweight patients were more likely to have hypertension (46.4% vs. 8.7%, 23.8%, P < 0.01) and coronary heart disease (32.1% vs. 4.3%, 20.6%, P < 0.05) before surgery, which was consistent with international guidelines for obesity. Other clinical data

(preoperative, intraoperative, ICU characteristics) showed no statistically significant differences and were comparable. There was no statistically significant difference in terms of ECMO related outcomes, such as ECMO related complications [veno-venous (V-V) mode: 78.3%, 77.8%, 78.6%, veno-arterial (V-A) mode: 21.7%, 22.2%, 21.4%], ECMO support time (hours: 61.70±20.03, 44.57±5.76, 41.77±7.26), ECMO related complications (bleeding at the catheterization site: 4.3%, 7.9%, 14.3%; intraductal thrombosis: 8.7%, 12.7%, 17.9%; lower limb ischemia: 8.7%, 12.7%, 14.3%), and the length of ICU stay (days: 11±3, 7±1, 9±1), duration of mechanical ventilation [days: 2 (2, 11), 2 (2, 6), 3 (2, 8)] among the light weight group, normal weight group, and overweight group (all $P > 0.05$). Kaplan-Meier survival curve analysis showed that there was no statistically significant difference in the 30-day cumulative survival rate among the three groups (Log-Rank test: $\chi^2 = 0.919$, $P = 0.632$). **Conclusions** High BMI does not worsen ECMO-related outcomes or adversely affect early prognosis in IPF patients undergoing lung transplantation. BMI as a single parameter should not be a contraindication for the use of ECMO in lung transplantation surgery for IPF patients.

【Key words】 Extracorporeal membrane oxygenation; Idiopathic pulmonary fibrosis; Obesity

Fund program: "The Taihu Lake Lake Talent Plan" Project in Wuxi City of Jiangsu Province of China (2021-9)

DOI: 10.3760/cma.j.cn121430-20231119-00989

特发性肺纤维化(idiopathic pulmonary fibrosis, IPF)是一种致命且无法治愈的间质性肺病,其中持续性损伤会导致瘢痕组织形成。随着纤维化增厚,肺组织会失去促进气体交换和为细胞提供所需氧气的能力。随着医疗水平进步,IPF 的诊断率有所提高,其在我国临床中越来越常见[1]。目前,除肺移植外,IPF 尚缺乏有效的治疗方法[2]。体外膜肺氧合(extracorporeal membrane oxygenation, ECMO)的使用已经增加并扩展到包括一系列终末期肺部病变,如间质性肺病[3],并且已经成功取代体外循环作为肺移植术中的心肺支持技术[4]。

肥胖患者通常有糖尿病、高血压和冠状动脉疾病等合并症[5]。在一项 IPF 的危险因素分析中指出,随着体质量指数(body mass index, BMI)的增加,IPF 的发病风险也会随之增加〔优势比(odds ratio, *OR*)=1.425,95% 可信区间(95% confidence interval, 95%*CI*)为 1.114 ~ 1.823,P=0.005〕[6]。当 IPF 肥胖患者在肺移植手术中需要体外支持时,往往在血管通路和相关并发症方面存在一些挑战,这是由于血管压迫或皮下脂肪过厚,使得无法实现预期的 ECMO 流速[7],甚至俯卧位治疗时,也可能难以在该人群中实施[8-9]。因此,在重症监护病房(intensive care unit, ICU)住院期间,肺移植术后 IPF 患者的 ECMO 管理是一个较为棘手的问题。本研究旨在评估肺移植术中接受 ECMO 支持的高 BMI(>25 kg/m^2)的 IPF 患者在 ICU 住院期间的 ECMO 相关结局。

1 资料与方法

1.1 临床资料:采用为单中心回顾性研究方法,纳入 2019 至 2020 年在本院肺移植术中接受 ECMO 支持的 IPF 患者。

1.1.1 纳入标准:① 年龄≥18 岁;② 诊断包含 IPF,且保守治疗无效者;③ 术中 ECMO 均使用静脉-静脉(veno-venous, V-V)模式或静脉-动脉(veno-arterial, V-V)模式。

1.1.2 排除标准:① 二次肺移植;② 合并其他肿瘤疾病;③ 既往有肺部手术史;④ 术前使用 ECMO。

1.2 伦理学:本研究符合医学伦理学标准,经医院科研伦理委员会审批通过(审批号:2023-KY23169),因本研究为回顾性,进而免除了患者同意该研究的必要性,且患者为匿名。

1.3 分组:根据世界卫生组织的建议,按照 BMI 将患者分为 3 组,体质量偏轻组(BMI<18.5 kg/m^2)、体质量正常组(BMI 18.5 ~ 24.9 kg/m^2)、体质量超重组(BMI≥25.0 kg/m^2)。

1.4 观察指标:收集患者术前特征、包括人口学指标、合并症、动脉血气、实验室指标;术中指标,包括肺叶减容、手术类型、手术时间、冷缺血时间、失血量和输血量;入 ICU 即刻指标,如血气分析、实验室指标。主要观察结局为 ECMO 模式、ECMO 支持时间及相关并发症(置管处出血、导管内血栓、下肢缺血)。次要结局为 ICU 住院时间、机械通气时间、30 d 生存率。下肢缺血定义为临床上发现患者下肢出现疼痛、变温、面色苍白、无脉、感觉异常和瘫痪[10]。双肺移植的冷缺血时间定义为第二侧供肺的冷缺血时间。

1.5 统计学方法:使用 SPSS 26.0 软件分析数据。对连续变量进行正态分布检验,若符合正态分布以均数 ± 标准差($\bar{x}\pm s$)表示,采用单因素方差分析,两组间比较采用 t 检验;若非正态分布则以中位数(四分位数)〔$M(Q_L, Q_U)$〕表示,采用 Kruskal-Wallis H 检验。分类变量以例数和百分比表示,使用 χ^2 检验进行比较。采用 Kaplan-Meier 生存曲线估算 30 d 累积生存率,组间差异采用对数秩检验量化。统计显著性定义为双尾 P<0.05。

2 结 果

2.1 术前情况：共纳入 114 例 IPF 患者，其中 23 例患者体质量偏轻（BMI<18.5 kg/m^2），63 例体质量正常（BMI 18.5～24.9 kg/m^2），28 例体质量超重（BMI≥25.0 kg/m^2）。表 1 显示，3 组患者在高血压、冠心病方面差异存在统计学意义（均 P<0.05）；其中，与体质量正常组比较，体质量超重组患者高血压和冠心病的发生率呈显著增加倾向（均 P<0.05）。但在术前肺动脉压、动脉血气以及实验室数据等方面，3 组之间差异并无统计学意义（均 P>0.05）。

表 1　不同 BMI 3 组肺移植术中接受 ECMO 支持的 IPF 患者术前特征比较

指标	体质量偏轻组（n=23）	体质量正常组（n=63）	体质量超重组（n=28）	$F/\chi^2/H$ 值	P 值
年龄（岁，$\bar{x}\pm s$）	54.65±2.34	57.44±1.53	61.04±1.60	2.121	0.125
男性〔例（%）〕	17（73.9）	55（87.3）	22（78.6）	2.475	0.290
高血压〔例（%）〕	2（ 8.7）	15（23.8）	13（46.4）[a]	9.728	0.008
糖尿病〔例（%）〕	4（17.4）	20（31.7）	5（17.9）	2.955	0.228
冠心病〔例（%）〕	1（ 4.3）	13（20.6）	9（32.1）[a]	6.076	0.048
术前肺动脉压（mmHg，$\bar{x}\pm s$）	56.26±4.07	53.33±2.99	58.10±5.67	0.421	0.658
二尖瓣关闭不全〔例（%）〕	5（21.7）	19（30.2）	7（25.0）	0.693	0.707
主动脉瓣关闭不全〔例（%）〕	3（13.0）	14（22.2）	10（35.7）	3.757	0.153
pH 值（$\bar{x}\pm s$）	7.41±0.01	7.41±0.01	7.40±0.01	0.510	0.602
$PaCO_2$〔mmHg，$M(Q_L, Q_U)$〕	46（37，56）	44（39，48）	46（40，53）	1.015	0.366
PaO_2/FiO_2〔mmHg，$M(Q_L, Q_U)$〕	267（187，359）	266（205，305）	279（223，332）	1.427	0.244
中性粒细胞计数（×10^9/L，$\bar{x}\pm s$）	6.12±0.53	6.85±0.40	7.32±0.79	0.829	0.439
淋巴细胞计数（×10^9/L，$\bar{x}\pm s$）	1.53±0.14	1.75±0.16	1.87±0.16	0.614	0.543
血小板计数〔×10^9/L，$M(Q_L, Q_U)$〕	225（166，291）	215（173，267）	216（184，237）	0.924	0.400
C-反应蛋白（mg/L，$\bar{x}\pm s$）	20.38±7.03	16.67±2.58	21.15±6.97	0.310	0.734
肌酐（μmol/L，$\bar{x}\pm s$）	70.79±12.77	62.39±2.13	62.18±3.16	0.678	0.510

注：BMI 为体质量指数，ECMO 为体外膜肺氧合，IPF 为特发性肺纤维化，$PaCO_2$ 为动脉血二氧化碳分压，PaO_2/FiO_2 为氧合指数；1 mmHg≈0.133 kPa；与体质量正常组比较，[a]P<0.05

2.2 术中情况（表 2）：在肺叶减容、手术类型、手术时间、冷缺血时间方面，3 组患者差异均无统计学意义（均 P>0.05），但与体质量正常组相比，体质量超重组进行肺叶减容术的患者反而偏少，手术时间也相对较短。3 组间失血量和输血量没有因 BMI 的不同而出现显著差异（均 P>0.05），但相对于体质量正常和体质量偏轻的患者而言，体质量超重的患者失血量和输血量均偏少。

表 2　不同 BMI 3 组肺移植术中接受 ECMO 支持的 IPF 患者术中情况比较

指标	体质量偏轻组（n=23）	体质量正常组（n=63）	体质量超重组（n=28）	$\chi^2/F/H$ 值	P 值
肺叶减容〔例（%）〕	2（ 8.7）	7（11.1）	2（ 7.1）	0.380	0.827
手术类型〔例（%）〕				3.655	0.161
单肺移植	10（43.5）	19（30.2）	14（50.0）		
双肺移植	13（56.5）	44（69.8）	14（50.0）		
手术时间（min，$\bar{x}\pm s$）	232±23	351±14	331±22	0.732	0.483
冷缺血时间（mL，$\bar{x}\pm s$）	466±26	483±14	476±23	0.177	0.838
失血量〔mL，$M(Q_L, Q_U)$〕	1 000（800，1 300）	1 000（600，1 300）	900（650，1 150）	2.283	0.107
输血量（mL，$\bar{x}\pm s$）	1 603±364	1 158±171	832±160	2.074	0.130

注：BMI 为体质量指数，ECMO 为体外膜肺氧合，IPF 为特发性肺纤维化

2.3 ICU 特征（表 3）：为避免治疗方案产生的干预，对患者转入 ICU 时的动脉血气和实验室数据进行统计，结果显示，3 组患者在动脉血气分析和实验室数据方面差异并无统计学意义（均 P>0.05）。

表 3　不同 BMI 3 组肺移植术中接受 ECMO 支持的 IPF 患者 ICU 特征比较（$\bar{x}\pm s$）

指标	体质量偏低组（n=23）	体质量正常组（n=63）	体质量超重组（n=28）	F 值	P 值
pH 值	7.42±0.01	7.45±0.01	7.44±0.02	0.766	0.468
$PaCO_2$（mmHg）	34±1	37±4	38±3	0.168	0.846
PaO_2/FiO_2（mmHg）	331±22	264±12	252±17	2.690	0.072
Lac（mmol/L）	4.3±0.5	3.7±0.3	3.8±0.5	0.721	0.489
中性粒细胞计数（×10^9/L）	8.92±0.94	10.65±0.66	10.95±0.86	1.28	0.282
淋巴细胞计数（×10^9/L）	0.70±0.07	0.76±0.07	0.67±0.09	0.352	0.704
血小板计数（×10^9/L）	144±12	138±7	140±11	0.079	0.924
C-反应蛋白（mg/L）	28.83±8.79	27.71±6.06	27.73±7.29	0.006	0.996
肌酐（μmol/L）	54.73±2.33	62.07±1.97	64.83±3.49	2.825	0.064

注：BMI 为体质量指数，ECMO 为体外膜肺氧合，IPF 为特发性肺纤维化，ICU 为重症监护病房，$PaCO_2$ 为动脉血二氧化碳分压，PaO_2/FiO_2 为氧合指数，Lac 为血乳酸；1 mmHg≈0.133 kPa

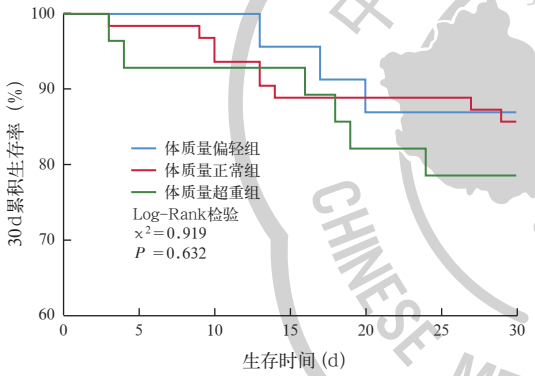
2.4 结局（表 4）：3 组患者在主要结局方面，即 ECMO 类型、支持时间以及相关并发症（置管处出血、导管内血栓、下肢缺血）等情况基本相似（均 P>0.05）。同时，在次要结局中，体质量正常和体质量偏轻的患者在 ICU 住院时间、机械通气时间并未出现理想的优势（均 P>0.05）。

Kaplan-Meier 生存曲线显示（图 1），体质量超重患者的 30 d 累积生存率略低于体质量偏轻和体质量正常的患者，但差异无统计学意义（Log-Rank 检验：χ^2=0.919，P=0.632）。

表 4 不同 BMI 3 组肺移植术中接受 ECMO 支持的 IPF 患者结局指标比较

指标	体质量偏轻组（n=23）	体质量正常组（n=63）	体质量超重组（n=28）	χ^2/F/H 值	P 值
ECMO 类型〔例(%)〕				0.008	0.996
V-V 模式	18(78.3)	49(77.8)	22(78.6)		
V-A 模式	5(21.7)	14(22.2)	6(21.4)		
ECMO 支持时间（h, $\bar{x}\pm s$）	61.70±20.03	44.57±5.76	41.77±7.26	0.917	0.403
ECMO 并发症〔例(%)〕					
置管处出血	1(4.3)	5(7.9)	4(14.3)	1.681	0.431
导管内血栓	2(8.7)	8(12.7)	5(17.9)	0.954	0.621
下肢缺血	2(8.7)	8(12.7)	4(14.3)	0.389	0.823
ICU 住院时间（d, $\bar{x}\pm s$）	11±3	7±1	9±1	1.497	0.228
机械通气时间〔d, $M(Q_L, Q_U)$〕	2(2, 11)	2(2, 6)	3(2, 8)	0.529	0.591

注：BMI 为体质量指数，ECMO 为体外膜肺氧合，IPF 为特发性肺纤维化，V-V 为静脉 - 静脉，V-A 为静脉 - 动脉，ICU 为重症监护病房



注：BMI 为体质量指数，ECMO 为体外膜肺氧合，IPF 为特发性肺纤维化

图 1 不同 BMI 3 组肺移植术中接受 ECMO 支持的 IPF 患者 30 d Kaplan-Meier 生存曲线

3 讨 论

在此项单中心、回顾性、观察性研究中，我们对不同 BMI 的 IPF 患者在肺移植术中接受 ECMO 的结局进行了分析，发现 BMI 的差异并不会影响 IPF 患者的 ECMO 相关结局。

肥胖在 20% 的重症患者中普遍存在[11]。由于肥胖患者具有心血管疾病、代谢疾病、癌症的高风险[12]，因此，肥胖患者在发生重病期间的管理更加困难[13]。而 IPF 患者在急性加重期容易发生血栓栓塞性疾病、心力衰竭、液体超负荷和其他非感染性肺部疾病（如肺栓塞、气胸或胸腔积液）[14]，并且 BMI 较高的患者发作更频繁[15]。部分 IPF 患者在疾病晚期会出现继发性肺动脉高压，而 IPF 合并肺动脉高压是肺移植患者早期死亡的独立危险因素[16]，因为长期的肺动脉高压可导致患者右心室肥厚、扩大，甚至右心衰竭，进而可快速、加重疾病的严重程度[17]。一项关于 IPF 患者在肺移植术后发生原发性移植物功能障碍的研究充分证实了，术前较高的肺动脉压力是术后原发性移植物功能障碍的危险因素[18]。可见，在肺移植术后，高 BMI 的 IPF 患者在 ICU 住院期间的管理相对更加复杂。

在新型冠状病毒感染期间，肥胖成为 ECMO 的相对禁忌证[19-20]，因为肥胖患者难以建立血管通路和获得足够的 ECMO 流量[21]，由于腹部压迫的增加改变了呼吸动力学，有学者认为 BMI 会影响呼吸顺应性，即呼吸阻力随 BMI 的升高而增加，由于肥胖患者在平静呼气末即接近闭合容量，加之往往合并潮气量下降，因此患者往往需要增加呼吸功来保障分钟通气量，以补偿因代谢升高而引起的氧耗增加和 CO_2 蓄积[22]，在疾病的终末期可发生肺不张、气道完全闭合[23]。虽然不同 BMI 的患者在术前肺功能方面存在差异，但也许并不影响术后 ECMO 的撤机和脱机拔管的成功率。例如，Zaidi 和 Saleem[24] 的研究证实，肥胖患者与非肥胖患者在 ECMO 的生存率和脱机拔管率方面差异并无统计学意义。同样，Al-Soufi 等[25]发现体质量增加不是 VV-ECMO 支持的成人患者住院死亡的风险因素，高 BMI 与死亡风险之间的关联不具有统计学意义（OR=0.73，95%CI 为 0.52 ~ 1.04，P=0.08）。此外，王大鹏等[26]也报道，BMI 并不是肺移植术后 30 d 的死亡危险因素。结合既往的经验和本研究结果，我们发现高 BMI 的 IPF 患者 ICU 住院时间、机械通气时间及早期生存率与正常 BMI 和低 BMI 患者基本相似。以下理论也许可以解释这样的“肥胖悖论”：① 肥胖患者具有较高的瘦体重和脂肪量，这提供了更大的营养和代谢储备[27]；② 与非肥胖患者相比，肥胖患者在重病期间血清炎症细胞因子水平较低，这表明肥胖患者发生过度炎症反应的可能性较小[28-29]；③ 脂肪组织增加与通过上调白细胞介素 -6 和肿瘤坏死因子来中和内毒素相关[30]。

不仅如此，肥胖患者 ECMO 管路的建立也存在挑战。在 ECMO 置管时需要考虑患者皮下脂肪的厚度，因为通过厚软组织穿刺血管时，可能会增加穿刺部位并发症、插管错位、插管部位出血和感染的风险，由于肥胖患者的解剖标志不够明显，使置管的角度接近于直角，进而使扩张器和导丝剪切或扭折血管后壁，最终导致血管损伤和出血发生[31]。正如王泓懿等[32]提出，ECMO 治疗的整个过程重在精细化

管理，尤其是及时发现和处理并发症。Kon 等[7]的小样本研究显示，BMI≥40 kg/m^2 与 BMI<40 kg/m^2 患者 ECMO 相关出血和血栓形成事件的发生率近乎相似。本研究同样也证实了，BMI 并不影响 ECMO 相关出血和血栓形成的发生。

4　局限性

本研究存在一些局限性。首先，本研究是一项单中心、回顾性、观察性研究，纳入的 IPF 患者数量有限，降低了研究结果的可重复性。其次，因纳排标准的执行使研究具有选择性偏倚。最后，考虑到国人的生活方式，并未将 BMI 分级过于详细，使研究分组不够细化。

5　结　论

综上所述，接受肺移植术的 IPF 患者并不会因为 BMI 过高而出现 ECMO 相关结局的恶化和不良的早期预后。由于医学的进步和技术的完善，BMI 不再作为 IPF 患者在肺移植手术中应用 ECMO 禁忌证的单一参数。未来仍需要更多的数据来探讨肥胖与 ECMO 结局的相关性。

利益冲突　所有作者均声明不存在利益冲突

参考文献

[1] 郭友芳，张薇，冯明发，等. 特发性肺纤维化治疗进展 [J]. 临床肺科杂志，2021, 26 (10): 1591–1594. DOI: 10.3969/j.issn.1009–6663.2021.10.029.

[2] 孙梦，温宗梅. 肺移植问题的研究进展 [J]. 中华危重病急救医学，2019, 31 (3): 375–377. DOI: 10.3760/cma.j.issn.2095–4352.2019.03.024.

[3] 郭锋伟，刘锋锋，李勇新，等. 体外膜氧合在肺移植围术期应用的经验总结 [J]. 中国体外循环杂志，2020, 18 (3): 137–140. DOI: 10.13498/j.cnki.chin.j.ecc.2020.03.03.

[4] Ius F, Aburahma K, Boethig D, et al. Long–term outcomes after intraoperative extracorporeal membrane oxygenation during lung transplantation [J]. J Heart Lung Transplant, 2020, 39 (9): 915–925. DOI: 10.1016/j.healun.2020.04.020.

[5] Tchang BG, Saunders KH, Igel LI. Best practices in the management of overweight and obesity [J]. Med Clin North Am, 2021, 105 (1): 149–174. DOI: 10.1016/j.mcna.2020.08.018.

[6] Wu WJ, Li CH, Zhu XM, et al. Genetic association of telomere length, obesity and tobacoo smoking with idiopathic pulmonary fibrosis risk [J]. BMC Public Health, 2023, 23 (1): 868. DOI: 10.1186/s12889–023–15733–5.

[7] Kon ZN, Dahi S, Evans CF, et al. Class Ⅲ obesity is not a contraindication to venovenous extracorporeal membrane oxygenation support [J]. Ann Thorac Surg, 2015, 100 (5): 1855–1860. DOI: 10.1016/j.athoracsur.2015.05.072.

[8] Lee JM, Bae W, Lee YJ, et al. The efficacy and safety of prone positional ventilation in acute respiratory distress syndrome: updated study–level meta–analysis of 11 randomized controlled trials [J]. Crit Care Med, 2014, 42 (5): 1252–1262. DOI: 10.1097/CCM.0000000000000122.

[9] Prone–Supine Ⅱ Study Group. Prone positioning in patients with moderate and severe acute respiratory distress syndrome: a randomized controlled trial [J]. JAMA, 2009, 302 (18): 1977–1984. DOI: 10.1001/jama.2009.1614.

[10] Bonicolini E, Martucci G, Simons J, et al. Limb ischemia in peripheral veno–arterial extracorporeal membrane oxygenation: a narrative review of incidence, prevention, monitoring, and treatment [J]. Crit Care, 2019, 23 (1): 266. DOI: 10.1186/s13054–019–2541–3.

[11] Schetz M, De Jong A, Deane AM, et al. Obesity in the critically ill: a narrative review [J]. Intensive Care Med, 2019, 45 (6): 757–769. DOI: 10.1007/s00134–019–05594–1.

[12] GBD 2015 Obesity Collaborators. Health effects of overweight and obesity in 195 countries over 25 years [J]. N Engl J Med, 2017, 377 (1): 13–27. DOI: 10.1056/NEJMoa1614362.

[13] van Winkel M, Peeters F, van Winkel R, et al. Impact of variation in the BDNF gene on social stress sensitivity and the buffering impact of positive emotions: replication and extension of a gene–environment interaction [J]. Eur Neuropsychopharmacol, 2014, 24 (6): 930–938. DOI: 10.1016/j.euroneuro.2014.02.005.

[14] Collard HR, Ryerson CJ, Corte TJ, et al. Acute exacerbation of idiopathic pulmonary fibrosis. An international working group report [J]. Am J Respir Crit Care Med, 2016, 194 (3): 265–275. DOI: 10.1164/rccm.201604–0801CI.

[15] Baratella E, Fiorese I, Marrocchio C, et al. Imaging review of the lung parenchymal complications in patients with IPF [J]. Medicina (Kaunas), 2019, 55 (10): 613. DOI: 10.3390/medicina55100613.

[16] 胡春兰，刘民强，于慧智，等. 特发性肺纤维化合并肺动脉高压肺移植患者术后早期死亡危险因素分析 [J]. 中华危重病急救医学，2023, 35 (2): 124–129. DOI: 10.3760/cma.j.cn121430–20220523–00506.

[17] 杨茂农，胥方元，王毅，等. 肺心合剂对肺动脉高压大鼠肺血管重建的影响 [J]. 中国中西医结合急救杂志，2004, 11 (4): 231–234. DOI: 10.3321/j.issn:1008–9691.2004.04.017.

[18] 张玲玉，叶鹏. 肺动脉压力升高是特发性肺纤维化患者在肺移植术后发生原发性移植物功能障碍的危险因素之一 [J]. 中华高血压杂志，2011, 19 (7): 651. DOI: 10.16439/j.cnki.1673–7245.2011.07.033.

[19] Zakhary B, Oppenheimer BW. ECMO for all? Challenging traditional ECMO contraindications [J]. J Crit Care, 2018, 48: 451–452. DOI: 10.1016/j.jcrc.2018.09.020.

[20] ELSO COVID–19 Working Group Members. Extracorporeal membrane oxygenation for COVID–19: updated 2021 guidelines from the Extracorporeal Life Support Organization [J]. ASAIO J, 2021, 67 (5): 485–495. DOI: 10.1097/MAT.0000000000001422.

[21] Lu SY, Ortoleva J, Colon K, et al. Association between body mass index and outcomes in venoarterial extracorporeal membrane oxygenation [J]. Anesth Analg, 2022, 134 (2): 341–347. DOI: 10.1213/ANE.0000000000005689.

[22] 廖宏亮，魏珂. 肥胖患者围术期呼吸系统管理的研究进展 [J]. 山东医药，2020, 60 (12): 94–98. DOI: 10.3969/j.issn.1002–266X.2020.12.026.

[23] Grieco DL, Anzellotti GM, Russo A, et al. Airway closure during surgical pneumoperitoneum in obese patients [J]. Anesthesiology, 2019, 131 (1): 58–73. DOI: 10.1097/ALN.0000000000002662.

[24] Zaidi SAA, Saleem K. Obesity as a risk factor for failure to wean from ECMO: a systematic review and Meta–analysis [J]. Can Respir J, 2021, 2021: 9967357. DOI: 10.1155/2021/9967357.

[25] Al–Soufi S, Buscher H, Nguyen ND, et al. Lack of association between body weight and mortality in patients on veno–venous extracorporeal membrane oxygenation [J]. Intensive Care Med, 2013, 39 (11): 1995–2002. DOI: 10.1007/s00134–013–3028–3.

[26] 王大鹏，李小杉，徐忠平，等. 受者体质量指数对肺移植术后早期预后的影响 [J]. 器官移植，2023, 14 (5): 669–675. DOI: 10.3969/j.issn.1674–7445.2023081.

[27] Oliveros H, Villamor E. Obesity and mortality in critically ill adults: a systematic review and meta–analysis [J]. Obesity (Silver Spring), 2008, 16 (3): 515–521. DOI: 10.1038/oby.2007.102.

[28] Hotamisligil GS. Inflammation, metaflammation and immunometabolic disorders [J]. Nature, 2017, 542 (7640): 177–185. DOI: 10.1038/nature21363.

[29] Porcheray F, Viaud S, Rimaniol AC, et al. Macrophage activation switching: an asset for the resolution of inflammation [J]. Clin Exp Immunol, 2005, 142 (3): 481–489. DOI: 10.1111/j.1365–2249.2005.02934.x.

[30] Mohamed–Ali V, Goodrick S, Bulmer K, et al. Production of soluble tumor necrosis factor receptors by human subcutaneous adipose tissue *in vivo* [J]. Am J Physiol, 1999, 277 (6): E971–E975. DOI: 10.1152/ajpendo.1999.277.6.E971.

[31] Alvarez NH, O'Malley TJ, Abai B, et al. Complications of peripheral cannulation site in obese patients on adult extracorporeal membrane oxygenation [J]. ASAIO J, 2021, 67 (12): 1294–1300. DOI: 10.1097/MAT.0000000000001507.

[32] 王泓懿，李益行，高山，等. 肺移植围术期 ECMO 应用经验分析 [J/CD]. 实用器官移植电子杂志，2023, 11 (3): 237–241. DOI: 10.3969/j.issn.2095–5332.2023.03.009.

（收稿日期：2023–11–19）
（责任编辑：保健媛　李银平）