

· 临床研究 ·

右心房升主动脉插管体外膜肺氧合在肺动脉高压肺移植手术中的应用

蒋华驰¹, 陈静瑜¹, 郑明峰¹, 高新亮², 胡春晓¹, 刘峰^{1*}

¹南京医科大学附属无锡人民医院胸外科, 肺移植中心, 江苏 无锡 214023; ²吉林大学第一医院胸外科, 吉林 长春 130021

[摘要] 目的:探讨右心房-升主动脉插管体外膜肺氧合(中心ECMO)在双肺移植术中的应用。方法:搜集2020年3月—2021年9月在双肺移植手术中使用中心ECMO的8例患者,其中肺间质纤维化6例,慢性闭塞性细支气管炎1例,肺泡微石症1例,所有肺移植患者都合并不同程度肺动脉高压,采用Clamshell切口行双肺移植。结果:所有患者顺利完成手术,术中置入ECMO后肺动脉压显著降低[ECMO置入前(82.75±29.87)mmHg vs. ECMO置入后(28.37±8.21)mmHg],其中7例术毕即撤除ECMO,1例因低氧血症转为股静脉颈内静脉插管即VV-ECMO。随访至今存活6例,2例因术后肺部感染死亡。结论:右心房升主动脉插管体外膜肺氧合可以有效应用于肺动脉高压患者中,提高肺移植手术安全性。

[关键词] 右心房升主动脉插管;中心体外膜肺氧合;肺动脉高压;肺移植

[中图分类号] R655.3

[文献标志码] A

[文章编号] 1007-4368(2023)01-097-03

doi:10.7655/NYDXBNS20230116

肺移植是治疗晚期肺动脉高压的有效方法,体外膜肺氧合因其操作简单、术后并发症少已基本取代体外循环,是肺移植围手术期的安全保障^[1]。对于合并严重心功能不全的患者,其常用的插管方式一般为外周VA-ECMO(即股动静脉插管)^[2]。近些年南京医科大学附属无锡人民医院胸外科肺移植中心也在探索VA-ECMO的其他插管方式。本文回顾性总结了近期8例升主动脉-右心房插管(即中心ECMO)辅助下肺移植患者的临床资料,以此探讨其对肺移植的辅助疗效。

1 对象和方法

1.1 对象

2020年3月—2021年9月,8例双肺移植患者在术中应用了中心ECMO。其中,男6例,女2例。患者的原发病分别为肺间质纤维化6例,肺泡微石症1例,慢性闭塞性细支气管炎1例。所有患者术前行心脏彩超检查提示有不同程度肺动脉高压,中心ECMO置入前肺动脉收缩压(82.75±29.87)mmHg。患者具体临床资料见表1。本研究经无锡市人民医

院科研伦理委员会批准(批号KY22059),所有患者均知情同意。

1.2 方法

1.2.1 中心ECMO置管及肺移植手术

患者麻醉后于右侧颈内静脉放置Swan-Ganz导管,测定肺动脉压力,食道超声评估心功能。单肺通气评估左右肺氧合功能,决定手术优先侧。患者采取平卧位,切口方式选择双侧第四肋间横断胸骨,即Clamshell切口。游离并解剖出升主动脉,应用3-0 Prolene线在升主动脉中部做双荷包线并置入动脉管道,同样方法在右心耳处缝合双荷包后插入静脉管道。根据患者身高体重,选择合适动静脉插管,成人升主动脉管道常选择一次性使用体外循环配套动脉插管Z0型20FR-24FR(常州康心医疗),沿顺行方向置入深度约3 cm,置入过程中避免损伤主动脉瓣,静脉管道选择一次性使用体外循环配套静脉插管直型30FR-34FR(常州康心医疗)沿下腔静脉方向置入。动静脉管道应用丝线二次固定于胸壁,避免术中滑脱。完成置管后开始ECMO转流,根据流量评估管道是否处于最佳位。等待供体期间,提前游离双侧病肺。手术优先切除肺功能较差侧,其中肺静脉应用血管切割吻合器离断,肺动脉应用无损伤血管钳钳夹后组织剪离断,支气

[基金项目] 国家自然科学基金(82070059)

*通信作者(Corresponding author), E-mail: liufengwuxi@126.com

表1 8例中心ECMO患者基本资料

病例	性别	年龄(岁)	原发病	PASP1 (mmHg)	PASP2 (mmHg)	PASP3 (mmHg)	手术时间 (h)	第二侧肺移 植时长(h)	出血 (mL)	ICU时间 (d)	90 d 存活
1	男	63	肺纤维化	82	32	28	9.80	1.17	6 900	4	是
2	男	46	肺纤维化	122	35	32	4.87	1.11	2 000	2	是
3	男	67	肺纤维化	85	26	23	5.50	2.91	2 000	75	否
4	男	52	肺泡微石症	122	37	34	5.00	1.03	1 500	11	否
5	男	35	肺纤维化	73	31	45	5.83	1.41	2 000	13	是
6	男	62	肺纤维化	90	13	42	5.80	1.27	2 400	6	是
7	女	5	肺纤维化	46	33	30	5.05	0.9	1 000	14	是
8	女	8	慢性闭塞性 细支气管炎	42	20	25	3.75	0.8	800	4	是

PASP1:ECMO置入前肺动脉收缩压;PASP2:ECMO置入后肺动脉收缩压;PASP3:ECMO撤出后肺动脉收缩压。

管应用电刀劈离后移除病肺。整修供肺,依次应用4-0PDS线连续端端吻合气管,5-0Prolene线连续端端吻合肺动脉,4-0Prolene线连续端端吻合房袖,留置一针开放排气后收紧打结。调高ECMO流量,并逐步缓慢开放肺动脉,充分鼓肺评估供肺与胸腔匹配程度,必要时行肺减容术。同样方法完成第二侧肺移植。

1.2.2 ECMO管理

采用Maquet公司提供的Bio-Medicus BP-80离心泵和氧合器套包。插管前静脉注射肝素1 250 U避免管道外周血栓形成,术中根据活化凝血时间(ACT)来调整肝素剂量,使其控制在150~200 s。通过调节ECMO转速,使得流量支持相当于心输出量50% [2.2~2.5 L/(m²·min)]的流量,动脉氧分压>75 mmHg。术中根据血流动力学及氧合动态调整ECMO转速(流量)。移植开放后采用小潮气量(潮气量为5~6 mL/kg)和低气道压(15~25 cmH₂O)方式通气。手术结束后,评估循环和氧合,若血流动力学不平稳,则更换为外周VA-ECMO,若氧合指数<300 mmHg,则更换为VV-ECMO维持带入重症监护室。在ICU期间,支气管镜检查无明显气道水肿、血流动力学稳定、氧合良好后则可关闭氧源,若氧合无明显下降,则可以撤除ECMO。

2 结果

患者肺移植手术均顺利完成。平均手术时长为5.70 h,平均失血量2 325 mL。8例患者置入中心ECMO后肺动脉收缩压显著降低[ECMO置入前(82.75±29.87)mmHg vs. ECMO置入后(28.37±8.21)mmHg vs. ECMO撤除后(32.37±7.76)mmHg]。其中7例患者术毕撤除ECMO,1例患者因术后氧合指

数较低转为颈内静脉及股静脉VV-ECMO。所有患者术后3 d内脱离呼吸机,术后未见上半身缺氧、血栓等插管并发症。2例患者因肺部感染导致多器官功能衰竭分别于术后第55天和第75天死亡,余患者平均ICU住院天数为7.2 d,随访至今均存活,这些患者出院时复查心脏彩超提示肺动脉压均在正常范围内。

3 讨论

《中国肺动脉高压诊断与治疗指南(2021版)》建议,对于绝大部分肺动脉高压患者手术方式推荐行双肺移植,在2020年前手术切口的选择上,通常选择双侧前外侧第四肋间作为手术入路,体位则取侧卧位。为了追求更低的冷缺血时间以减少再灌注损伤,近些年来我中心开始尝试仰卧位Clamshell切口,由于术中不用变更手术体位,在等待供体中即可完成双侧病肺的游离,大幅度缩短切肺时间,降低第二侧供体的冷缺血时间。在本研究中,第二侧肺移植从切肺到吻合完成肺动脉开放仅需1 h左右。由于严重肺动脉高压患者常伴有心功能不全,在麻醉诱导、单肺通气、肺动脉阻断时会加剧血流动力学紊乱,引起心律失常甚至心脏骤停。对于这类术中突发情况,中心ECMO可在仰卧位及Clamshell切口基础上直接置管,为抢救争取时间。

在序贯式双肺移植中,控制供肺的再灌注至关重要,尤其是在一侧肺移植完成,另一侧肺动脉阻断后,过度灌注导致急性肺损伤、肺水肿,从而导致移植失功(PGD)。前瞻性研究表明在肺移植前使用VA-ECMO可以大大降低PGD的发生,从而降低围手术期病死率及提高远期生存率。因此Hoetzel等^[3]建议肺移植患者应该常规使用VA-EC-

MO。外周 VA-ECMO(股静脉-股动脉)因其操作简单而作为首选插管方式,尤其对于心功能差或合并肺动脉高压的患者。但由于股动脉较细,动脉管道型号选择过细可能影响流量,太粗则可能闭塞股动脉,加之肺移植患者本身容量不足和升压药物的应用,极易导致肢端供血不足,而这种情况与患者高死亡率相关,并严重影响患者的生活质量^[4]。本中心在外周 VA-ECMO 置管中尝试同时向远端置入管道以促进肢端供血,但效果并不显著。国外报道指出即使预防性放置肢端灌注管道,也有患者发生肢端缺血甚至导致骨筋膜室综合征^[5]。ECMO 每套管道都有其独立的压力流量曲线,选择合适的套管可以提供充分的流量,管道的直径、侧孔闭塞或侧孔数量减少以及插管的长度都会增加阻抗^[6]。中心 ECMO 置入管道一般都较粗短,使得通过较小的压力即可提供足够的流量,在大幅度降低肺动脉压的同时减少血细胞破坏。此外通过调高中心 ECMO 流量可以直接降低经心肺血流量,既避免肺过渡灌注,又可以保持血流动力学稳定,减少在手术过程中对心脏刺激尤其是对房袖的牵拉引发心律失常。吻合完毕后在开放肺动脉过程中,可以通过调高流量及逐步开放肺动脉来减轻肺再灌注损伤,减少术后 PGD 发生。本组 8 例患者术后均未出现 PGD。对于合并心功能不全的肺移植患者更需要 VA-ECMO 的支持,但外周 ECMO 由于逆行血流会增加左心室后负荷,从而引发左心室扩张、左心房压力增高、心腔血栓形成,加重供肺水肿风险。另外外周 VA-ECMO 灌注大脑和心脏的血液由原始肺和 ECMO 的混合构成,流向上半身的血液氧合往往较低,可能造成大脑和上半身供氧不足,因此偶尔需要增加颈部静脉引流管形成 VAV-ECMO(股静脉-股动脉-颈静脉)。中心 ECMO 可以很好地解决这个问题,由于相对更符合人体血流动力学,在不增加左心室后负荷的同时,可以提供更好的上半身灌注,避免南北综合征,减少血流对冲,从另一方面降低了对血细胞的破坏。

在肺移植手术结束后需要通过血气分析、心输出量、血流动力学来综合评估患者移植后心肺功能,以此来决定是否撤除中心 ECMO。对于氧合指数低的患者需要更换为 VV-ECMO 辅助支持,而对于心功能较差的患者则需要更改为股动静脉 VA-ECMO,有中心通过人工血管与腋动脉进行端侧吻合,使用腋动脉作为 ECMO 输出端^[7],这样可以有

效解决移植术后更换管路、胸骨畸形等问题,但其吻合口受到 ECMO 回路的流量压力影响,可能会增加出血的风险。

本组存活的 6 例患者至今恢复良好,术后未出现出血、纵隔感染、胸骨延迟愈合等并发症,随访过程中复查心超肺动脉压均在正常范围内,而另外 2 例患者因术后重症肺炎引发多器官功能衰竭死亡,和中心 ECMO 的使用无直接关系,但由于本组研究样本量较少,中心 ECMO 所暴露的缺点尚不明显。目前 ECMO 无最佳插管方式标准,本文认为应结合插管具体情况、手术方式、肺动脉压、心功能、肢端血管条件等多种因素综合考虑 ECMO 插管方式。

[参考文献]

- [1] ROSENZWEIG E B, GANNON W D, MADAHAR P, et al. Extracorporeal life support bridge for pulmonary hypertension: a high-volume single-center experience[J]. J Heart Lung Transplant, 2019, 38(12): 1275-1285
- [2] 胡春晓,许波,王志萍,等.特发性肺动脉高压患者肺移植围手术期应用体外膜肺氧合的临床效果[J].中华器官移植杂志,2017,38(5):267-271
- [3] HOETZENECKER K, BENAZZO A, STORK T, et al. Bilateral lung transplantation on intraoperative extracorporeal membrane oxygenator: an observational study[J]. J Thorac Cardiovasc Surg, 2020, 160(1): 320-327
- [4] KAUSHAL M, SCHWARTZ J, GUPTA N, et al. Patient demographics and extracorporeal membranous oxygenation (ECMO)-related complications associated with survival to discharge or 30-day survival in adult patients receiving venoarterial (VA) and venovenous (VV) ECMO in a quaternary care urban center[J]. J Cardiothorac Vasc Anesth, 2019, 33(4): 910-917
- [5] YEN C C, KAO C H, TSAI C S, et al. Identifying the risk factor and prevention of limb ischemia in extracorporeal membrane oxygenation with femoral artery cannulation[J]. Heart Surg Forum, 2018, 21(1): E018-E022
- [6] KOHLER K, VALCHANOV K, NIAS G, et al. ECMO cannula review[J]. Perfusion, 2013, 28(2): 114-124
- [7] YANG C, PENG G, XU X, et al. The technique of intraoperative axillary artery cannulation for extracorporeal membrane oxygenation in lung transplantation[J]. J Thorac Dis, 2019, 11(7): 2939-2944

[收稿日期] 2022-04-29

(责任编辑:蒋莉)