

• 临床病例 •

使用双腔导管实施静脉-静脉体外膜肺氧合治疗 高处坠落多发伤致重度 ARDS 患儿 1 例

吴永然¹ 惠越² 陈伟² 邹晓静¹ 郑翔² 尚游¹

¹ 华中科技大学同济医学院附属协和医院重症医学科, 武汉 430022; ² 十堰市太和医院 (湖北医药学院附属医院) 重症医学科, 十堰 442000

通信作者: 尚游, Email: you_shanghust@163.com

【摘要】 静脉-静脉体外膜肺氧合(VV-ECMO)用于治疗成人及儿童重度急性呼吸窘迫综合征(ARDS)已较为普遍,目前国内常规使用双部位单腔导管(即股静脉引流、颈内静脉回输的方式)实施成人和儿童 ECMO。华中科技大学同济医学院附属协和医院重症医学科 ECMO 团队 2021 年 12 月 16 日在十堰市太和医院采用经颈内静脉置入双腔导管(DLC)行 VV-ECMO 成功抢救 1 例因高处坠落多发伤后意识障碍导致重度 ARDS 的患儿。患儿入院初步诊断为失血性休克、双侧气胸、胸骨骨折、空腔器官穿孔、脾破裂、骨盆骨折后出现重度 ARDS。在机械通气难以维持氧合的情况下,经右颈内静脉成功置入 DLC 后实施了 VV-ECMO 治疗,同时加强纤维支气管镜检查吸痰,并间断实施俯卧位治疗,给予抗感染、营养支持治疗,患儿氧合逐渐改善,11 d 后成功撤离 ECMO。本例患儿救治过程中,使用 DLC 简化了治疗流程,无任何相关并发症发生,提示 DLC 可安全有效地应用于儿童重度 ARDS 治疗。

【关键词】 重度急性呼吸窘迫综合征; 体外膜肺氧合; 双腔导管; 儿童

DOI: 10.3760/cma.j.cn121430-20220419-00391

A child suffering from severe acute respiratory distress syndrome due to multiple trauma was treated with veno-venous extracorporeal membrane oxygenation with the dual lumen cannula: a case report

Wu Yongran¹, Hui Yue², Chen Wei², Zou Xiaojing¹, Zheng Xiang², Shang You¹

¹Department of Critical Care Medicine, Union Hospital, Tongji Medical College, Huazhong University of Science and Technology, Wuhan 430022, Hubei, China; ²Department of Critical Care Medicine, Taihe Hospital, Hubei University of Medicine, Shiyan 442000, Hubei, China

Corresponding author: Shang You, Email: you_shanghust@163.com

【Abstract】 Veno-venous extracorporeal membrane oxygenation (VV-ECMO) has been widely used in the treatment for severe acute respiratory distress syndrome (ARDS). Up to now, the routine access to establish VV-ECMO involves two-sites single lumen cannula via femoral vein and internal jugular venous in adult and children, while few studies about the dual lumen cannula (DLC) in VV-ECMO implemented in adult and children have been reported. On December 16, 2021, an unconscious child with severe ARDS due to multiple trauma caused by fatal falling from a height was admitted to Taihe Hospital. The initial diagnosis was hemorrhagic shock, bilateral hemopneumothorax, sternal fracture, cavity organ perforation, splenic rupture, and pelvic fracture and severe ARDS. Despite mechanical ventilation, he progressed to refractory hypoxemia and was treated with VV-ECMO after successful DLC placement in the right internal jugular vein by the mobile ECMO team of intensive care unit of the Union Hospital eventually. In addition, he received endoscopic sputum aspiration, prone position ventilation, anti-infection and nutritional treatment. His oxygenation gradually improved and he was successfully weaned from ECMO after 11 days. In this case, DLC simplified the process without any related complications, suggesting that it can be safely and effectively used in the treatment of Child's severe ARDS.

【Key words】 Severe acute respiratory distress syndrome; Extracorporeal membrane oxygenation; Dual lumen cannula; Child

DOI: 10.3760/cma.j.cn121430-20220419-00391

急性呼吸窘迫综合征(acute respiratory distress syndrome, ARDS)是重症监护病房(intensive care unit, ICU)内常见的综合征之一,其中重度 ARDS 患者往往治疗困难,病死率高,给临床诊疗带来巨大的挑战^[1]。体外膜肺氧合(extracorporeal membrane oxygenation, ECMO)是治疗重度 ARDS 患者的有效手段之一^[2-4],目前临床上通常在股总-颈内静脉处行静脉-静脉 ECMO(veno-venous ECMO, VV-ECMO)处使用单腔导管建立体外循环,而颈内静脉置入双腔导管(dual lumen cannula, DLC)建立 ECMO 治疗大儿童及成人目前国内鲜见

报道。现报告使用 DLC 实施 VV-ECMO 治疗严重创伤合并重度 ARDS 患儿 1 例,以供临床参考。

1 病例介绍

患儿男性,12 岁 8 个月,因“高处坠落伤后意识障碍 1 h”于 2021 年 12 月 16 日 12:50 于十堰市太和医院就诊。入院前 1.5 h 患者不慎从 5 楼跌落,受伤后 120 紧急送至急诊科就诊。入院查体:意识淡漠,口唇及眼睑苍白,四肢湿冷,腹部稍膨隆,血压 80/40 mmHg(1 mmHg $\approx$ 0.133 kPa),心率 120 次/min,律齐,外周血氧饱和度(peripheral oxygen saturation, SpO₂)无

法测出,急诊送检血常规提示血红蛋白(hemoglobin, Hb)低至 64 g/L,血小板计数(platelet count, PLT)低至 $21 \times 10^9/L$ 。立即行气管插管、呼吸机辅助通气、快速扩容及去甲肾上腺素(norepinephrine, NE)静脉泵入升压,并申请多学科会诊及完善 CT 检查。入院初步诊断:失血性休克、双侧气胸、胸骨骨折、空腔器官穿孔、脾破裂、骨盆骨折。

12 月 16 日 15:30 紧急行小肠破裂修补术+脾脏切除术+腹膜后血肿清除术。患儿带气管插管、呼吸机辅助通气入 ICU 进一步治疗。生命体征:心率 136 次/min,律齐,呼吸频率(respiratory rate, RR)25 次/min,有创血压 65/36 mmHg (NE $1.4 \mu\text{g} \cdot \text{kg}^{-1} \cdot \text{min}^{-1}$), SpO_2 为 0.99;动脉血气分析提示动脉血氧分压(arterial partial pressure of oxygen, PaO_2)76.2 mmHg,动脉血二氧化碳分压(arterial partial pressure of carbon dioxide, PaCO_2)58.5 mmHg,氧合指数(oxygenation index, $\text{PaO}_2/\text{FiO}_2$)76.2 mmHg,乳酸 8.4 mmol/L。患儿气道内吸出大量血性痰液,纤维支气管镜检查可见左主支气管内大量血性黏液痰及血凝块,床旁 X 线片提示双肺大面积浸润影(图 1A),经纤维支气管镜检查后氧合稍改善, $\text{PaO}_2/\text{FiO}_2$ 上升至 118 mmHg。但患儿臀部、腰部皮下大面积瘀斑较前加重, Hb 仍进行性下降。12 月 17 日紧急介入手术下行双侧髂内动脉、左侧第二腰动脉栓塞止血。术后患者循环逐渐稳定,但氧合仍急剧下降,血气分析显示 $\text{PaO}_2/\text{FiO}_2$ 仅 45.1 mmHg,呼吸机吸入氧浓度(fraction of inspired oxygen, FiO_2)已达 1.00, SpO_2 仅 0.83, ICU 医师考虑实施 VV-ECMO 治疗。由于患儿腹部大手术后、骨盆骨折、腹盆腔内大血肿、双侧股动脉介入术后、腹腔高压[膀胱压 25 cmH_2O (1 $\text{cmH}_2\text{O} \approx 0.098 \text{ kPa}$)],常规股静脉置管困难,经评估后根据患儿的体型(身高 156 cm, 体重 52 kg)选择 27 Fr 的 DLC (Avalon 双腔静脉导管),并于 12 月 17 日 14:00 成功经右侧颈内静脉置入 DLC,经食道超声(transesophageal ultrasound, TEE)准确定位置管深度、回血端口血流指向三尖瓣。15:00 启动 VV-ECMO 治疗(ECMO 参数:转速 2 100 r/min,流量 2.3 L/min,氧浓度 1.00),复测动脉血气提示 PaO_2 上升至 86.9 mmHg, PaCO_2 为 27.4 mmHg, FiO_2 降至 0.60, SpO_2 可维持在 0.92 左右;同时,复查床旁胸部 X 线片,再次确认导管放置位置(图 1B),结果发现新发左侧气胸,随即实施胸腔闭式引流。

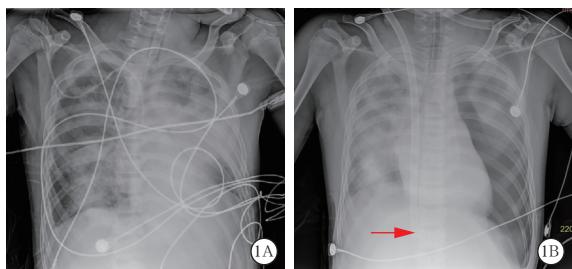


图 1 1 例 12 岁 8 个月因高处坠落多发伤致重度急性呼吸窘迫综合征(ARDS)男性患儿在体外膜肺氧合(ECMO)前后床旁胸部 X 线片对比 ECMO 治疗前 X 线片提示双肺大面积浸润影,左侧较重(A);从颈内静脉置入双腔导管(DLC)后 X 线片提示导管尖端已达下腔静脉(红色箭头所示),左侧新发气胸,右侧浸润影、实变影增多(B)

对患儿启动 VV-ECMO 治疗后予以超保护肺通气(潮气量 3.5 mL/kg,平台压 22 cmH_2O),纤维支气管镜检查及吸痰,并间断实施俯卧位治疗,给予抗感染、营养支持治疗。经治疗患儿氧合逐步改善,12 月 27 日暂停 ECMO 气流 6 h 复测血气, $\text{PaO}_2/\text{FiO}_2$ 为 240 mmHg, PaCO_2 为 41 mmHg,呼吸机参数为潮气量 290 mL, FiO_2 0.50, RR 18 次/min, SpO_2 为 0.97,复查胸部 CT 提示双肺浸润影吸收明显(图 2)。患儿已达 ECMO 撤除标准,于 12 月 27 日成功撤离 ECMO。患儿撤离 ECMO 后暂停给予镇静药物,生命体征稳定,于 12 月 31 日成功拔除气管导管,2022 年 1 月 2 日患者转至骨科病房,1 月 31 日康复出院。

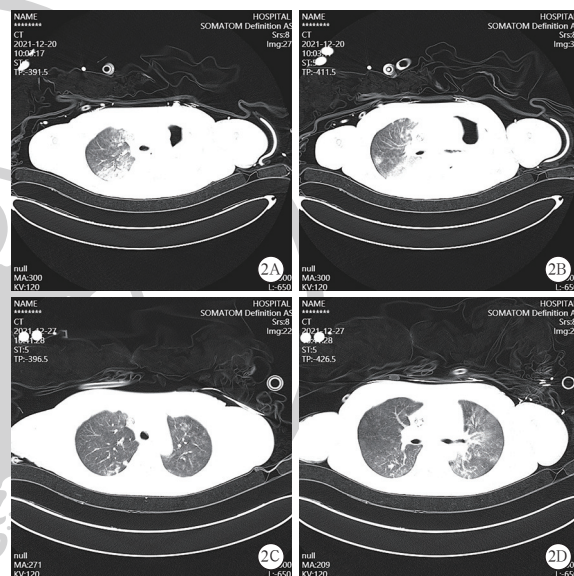


图 2 1 例 12 岁 8 个月因高处坠落多发伤致重度急性呼吸窘迫综合征(ARDS)男性患儿在体外膜肺氧合(ECMO)治疗期间 2 次胸部 CT 对比 ECMO 治疗第 2 天,胸部 CT 提示左侧气胸、双肺多发磨玻璃影及实变影(A~B);ECMO 治疗第 10 天(撤机前)胸部 CT 提示左侧气胸消失,双肺磨玻璃影及实变影明显减少(C~D)

2 讨论

重度 ARDS 病情进展迅速、治疗复杂,病死率高,是困扰 ICU 医生的难题之一。除实施肺保护性通气、俯卧位通气等治疗外,近年来研究表明早期启动 ECMO 治疗可有效改善重度 ARDS 患者的预后^[5]。最新相关指南也明确指出,重度 ARDS 患者实施最佳通气策略后仍存在难治性低氧血症($\text{PaO}_2/\text{FiO}_2 < 80 \text{ mmHg}$)或高碳酸血症(pH 值 < 7.25 且 $\text{PaCO}_2 \geq 60 \text{ mmHg}$)但无 ECMO 禁忌证时,应尽早实施 ECMO 治疗^[6]。

成人或大儿童(体质量 $> 30 \text{ kg}$)常规在股静脉及颈内静脉两个位置分别置入单腔导管建立引血端及回输端实施 VV-ECMO。此方式的缺点在于若导管置入位置不当或流量过大,可存在再循环(即回输的氧合血经引血端口再次进入 ECMO 氧合器中,未直接进入体循环)导致氧输送不足^[7]。此外,在罕见情况下,如本例患儿,股静脉位置无法置管时股-颈静脉的 VV-ECMO 将难以建立。

DLC 最早应用于新生儿及小儿急性呼吸衰竭,经过数十年发展,技术已经相对成熟。但对于成人和大儿童,由于技术的限制,DLC 并未大范围使用。直至 2008 年,Wang 等^[8]成功将 DLC(Avalon 实验室)应用于绵羊,该导管在上腔及下腔静脉分别设计 2 个引流端口引流未氧合的血,而氧合后的血经位于右房内的朝向三尖瓣的回输端口进入肺循环,在充足的流量下使得再循环最小化。此后,2011 年 Javidfar 等^[9]成功地对 27 例患者实施了 W-Z 双腔 ECMO 导管的置入,并建立了平均 9 d 的 ECMO 治疗,26 例患者并未出现任何置管并发症,所有患者均实现了充足的流量和理想的气体交换。后续一些小样本观察试验也显示了 Avalon DLC 在治疗成人呼吸衰竭的有效性^[9-10]。2016 年体外生命支持协会调查报告也显示,已有 2 801 例患者使用 DLC,院内存活率与使用单腔导管相近(69% 比 64%)^[11]。上述研究表明,对于成人 ARDS 患者,采用 DLC 的 VV-ECMO 治疗是安全可行的。

与传统的单腔导管相比,DLC 具有其独特的优势。2018 年一项体外实验显示,Avalon Elite 导管与同等尺寸的传统单腔导管相比具有更大的流量及更低的负压和回输压力^[12]。此外,一些重度肥胖、股静脉难以置管的患者,DLC 反而降低了 ECMO 置管难度。其他的优势在于 DLC 不需要在股静脉处置管,可以更早地实施早期活动锻炼,单部位置管减少了护理难度、降低导管感染概率及脱管风险,更方便于院内外转运以及实施俯卧位通气,尽管仍无相关的随机对照试验来比较这些优势是否可以改善患者的存活率,但一些中心已经积累了较多经验并建立了相关流程来指导置管及日常管理^[13-15]。本例患儿由于下肢多发骨折,在建立 ECMO 治疗后仍难以实施早期下肢活动锻炼,但单部位置管明显减少了日常护理难度,在院内实施 CT 等检查时更为简单、方便,且治疗过程中未发生任何明确的与导管相关的血流感染。

DLC 置入操作的核心在于准确地将引导导丝经颈内静脉通过上腔静脉、右心房到达下腔静脉,导管置入后准确地旋转回输端口对准三尖瓣,同时导管尖端必须到达下腔静脉内,否则将导致再循环的增加。而实现这一操作往往需要有经验的操作者 TEE 引导或在 X 线透视的引导下完成。由于 TEE 对操作者及患者辐射危害小,可在床边实施,已逐渐作为引导 DLC 置入的首选方式。但即使在 TEE 引导下,DLC 的置入仍很复杂,在紧急的情况下实施通常伴随着高风险,需要经验丰富的操作者才可以完成^[16]。本例患者无法转运至手术室实施 X 线引导下置管,我科经验丰富的操作者使用 TEE 顺利置管并实施了 ECMO 治疗。

本例患者在紧急情况下使用 TEE 引导实施了 DLC 置入和 VV-ECMO 治疗,置管和后续的操作均无相关并发症的出现,印证了在大儿童身上实施该治疗的有效性、安全性,更便于临床管理。

利益冲突 所有作者均声明不存在利益冲突

参考文献

- [1] 刘涉洪,周干. 急性呼吸窘迫综合征的诊断及呼吸支持治疗进展[J]. 中国中西医结合急救杂志, 2019, 26 (2): 247-250. DOI: 10.3969/j.issn.1008-9691.2019.02.029.
- [2] 李建伟,梁宏开,吴桂深,等. 体外膜肺氧合在成人急性呼吸窘迫综合征中的临床应用[J]. 中国中西医结合急救杂志, 2017, 24 (1): 40-43. DOI: 10.3969/j.issn.1008-9691.2017.01.013.
- [3] 张文稳,秦秉玉,越丽霞,等. 体外膜肺氧合区域救治模式在重症心肺疾病患者中的应用[J]. 中华危重病急救医学, 2021, 33 (5): 596-599. DOI: 10.3760/cma.j.cn121430-20201202-00740.
- [4] 吕光宇,蔡天斌,蒋文芳,等. VV-ECMO 单用与联用俯卧位通气在急性呼吸窘迫综合征治疗中的疗效比较[J]. 中华危重病急救医学, 2021, 33 (3): 293-298. DOI: 10.3760/cma.j.cn121430-20200805-00563.
- [5] Combes A, Peek GJ, Hajage D, et al. ECMO for severe ARDS: systematic review and individual patient data meta-analysis [J]. Intensive Care Med, 2020, 46 (11): 2048-2057. DOI: 10.1007/s00134-020-06248-3.
- [6] Tonna JE, Abrams D, Brodie D, et al. Management of adult patients supported with venovenous extracorporeal membrane oxygenation (VV-ECMO): guideline from the Extracorporeal Life Support Organization (ELSO) [J]. ASAIO J, 2021, 67 (6): 601-610. DOI: 10.1097/MAT.0000000000001432.
- [7] Gajkowski EF, Herrera G, Hatton L, et al. ELSO guidelines for adult and pediatric extracorporeal membrane oxygenation circuits [J]. ASAIO J, 2022, 68 (2): 133-152. DOI: 10.1097/MAT.0000000000001630.
- [8] Wang DF, Zhou XQ, Liu XJ, et al. Wang-Zwische double lumen cannula-toward a percutaneous and ambulatory paracorporeal artificial lung [J]. ASAIO J, 2008, 54 (6): 606-611. DOI: 10.1097/MAT.0b013e31818e69ab.
- [9] Javidfar J, Wang D, Zwischenberger JB, et al. Insertion of bicaval dual lumen extracorporeal membrane oxygenation catheter with image guidance [J]. ASAIO J, 2011, 57 (3): 203-205. DOI: 10.1097/MAT.0b013e31812155fee.
- [10] Tipograf Y, Gannon WD, Foley NM, et al. A dual-lumen bicaval cannula for venovenous extracorporeal membrane oxygenation [J]. Ann Thorac Surg, 2020, 109 (4): 1047-1053. DOI: 10.1016/j.athoracsur.2019.10.069.
- [11] ELSO member centers. Extracorporeal Life Support Organization registry international report 2016 [J]. ASAIO J, 2017, 63 (1): 60-67. DOI: 10.1097/MAT.0000000000000475.
- [12] von Segesser LK, Berdajs D, Abdel-Sayed S, et al. New, optimized, dual-lumen cannula for veno-venous ECMO [J]. Perfusion, 2018, 33 (1 suppl): 18-23. DOI: 10.1177/0267659118765597.
- [13] Chimot L, Marqué S, Gros A, et al. Avalon© bicaval dual-lumen cannula for venovenous extracorporeal membrane oxygenation: survey of cannula use in France [J]. ASAIO J, 2013, 59 (2): 157-161. DOI: 10.1097/MAT.0b013e31827db6f3.
- [14] Kuhl T, Michels G, Pfister R, et al. Comparison of the Avalon dual-lumen cannula with conventional cannulation technique for venovenous extracorporeal membrane oxygenation [J]. Thorac Cardiovasc Surg, 2015, 63 (8): 653-662. DOI: 10.1055/s-0035-1549359.
- [15] 邹晓静,杨乐,周婷,等. 双腔导管在成人静脉-静脉体外膜肺氧合中的应用[J]. 中华危重病急救医学, 2022, 34 (5): 545-549. DOI: 10.3760/cma.j.cn121430-20220315-00245.
- [16] Griffie MJ, Tonna JE, McKellar SH, et al. Echocardiographic guidance and troubleshooting for venovenous extracorporeal membrane oxygenation using the dual-lumen bicaval cannula [J]. J Cardiothorac Vasc Anesth, 2018, 32 (1): 370-378. DOI: 10.1053/j.jvca.2017.07.028.

(收稿日期: 2022-04-19)