

• 发明与专利 •

体外膜肺氧合转运车的设计与应用

杨硕 鲁玫 刘芳 高丽娟 彭升 岑仲然 陈俊杰

南方医科大学珠江医院重症医学科, 广东广州 510282

通信作者: 陈俊杰, Email: jjchan9527@126.com

【摘要】 随着体外膜肺氧合 (ECMO) 技术大范围推广应用, 全国大部分地区都成立了 ECMO 中心, ECMO 转运需求也日益增加。ECMO 患者病情危重, 携带导管多, ECMO 机器及附属设备笨重且数量多, 转运时需要大量人力协助转移。目前 ECMO 的转运设备多为由器械供应商提供的立式推车, 无法收纳所有的附属设备, 也难以装进救护车进行转运。由此, 危重症患者如需进行院间转运, 则面临诸多风险。南方医科大学珠江医院重症医学科的医护人员设计了一种专门用于 ECMO 患者的转运车, 将 ECMO 主机、氧合器、离心泵、便携式呼吸机、凝血仪、注射泵、监护仪、氧气瓶等集合于一体, 极大地方便了患者转运, 并获得了国家实用新型专利 (专利号: ZL 2019 2 1201261.4)。该新型 ECMO 转运车可为危重症患者的院际转运提供便利, 能够减少意外事件发生、缩短转运时间、减少转运人员, 有很好的临床应用及推广价值。

【关键词】 体外膜肺氧合; 转运车; 设计; 应用

基金项目: 国家实用新型专利 (ZL 2019 2 1201261.4); 广东省医学科研基金项目 (A2021427)

DOI: 10.3760/cma.j.cn121430-20210830-01292

Design and application of extracorporeal membrane oxygenation transport vehicle

Yang Shuo, Lu Mei, Liu Fang, Gao Lijuan, Peng Sheng, Cen Zhongran, Chen Junjie

Department of Critical Care Medicine, Zhujiang Hospital of Southern Medical University, Guangzhou 510282, Guangdong, China

Corresponding author: Chen Junjie, Email: jjchan9527@126.com

【Abstract】 With the widespread application of extracorporeal membrane oxygenation (ECMO) technology, ECMO centers have been established in most regions of China, and the demand for ECMO transport is also increasing. Critically ill patients with ECMO carry many catheters. ECMO devices and accessories are cumbersome and numerous, requiring a large amount of manpower to assist in the transfer. At present, most of ECMO transport equipment are vertical carts provided by equipment suppliers, which cannot accommodate all ancillary equipment and are difficult to be loaded into ambulances for transportation. Therefore, critically ill patients face many risks if they need to be transported inter-hospital. A specific vehicle for ECMO patients was designed by the medical staff of the department of critical care medicine of Zhujiang Hospital of Southern Medical University, which integrates the ECMO host, oxygenator, centrifugal pump, portable ventilator, coagulation instrument, injection pump, monitor, oxygen cylinder, and etc., to greatly facilitate the transportation. This invention obtained the National Utility Model Patent of China (ZL 2019 2 1201261.4). The new ECMO transport vehicle can facilitate the interhospital transport of critically ill patients, reduce the occurrence of accidents, shorten the transport time and reduce the number of transport personnel, and has a good clinical application value.

【Key words】 Extracorporeal membrane oxygenation; Transport vehicle; Design; Application

Fund program: National Utility Model Patent of China (ZL 2019 2 1201261.4); Medical Scientific Research Foundation of Guangdong Province (A2021427)

DOI: 10.3760/cma.j.cn121430-20210830-01292

近年体外膜肺氧合 (extracorporeal membrane oxygenation, ECMO) 快速发展, 目前已经在我国大部分中心城市医院大范围使用, 为危重症患者的救治提供了新的选择; 但由于医疗资源分布不均及专业技术水平存在差异, 使得 ECMO 院际间的转运需求日益增加^[1-2]。现阶段 ECMO 技术在中心城市的应用逐渐成熟, 加上各种渠道的交通条件快速发展, 使得院际间患者的转运得以实现常态化^[3]。需要 ECMO 辅助呼吸或循环的患者病情往往十分危重, 生命体征不稳定, 而且各种管路及设备众多, 使得转运成为一个困难而又艰巨的任务^[4]。一个成熟的 ECMO 中心, 不但要在院内成熟开展技术, 也要在区域内建立一个规范的救治中心, 形成并完善一个多单位间的转运程序^[5]。危重症患者的病情特点促使我们必须

建立一个快速反应团队, 同时也要有良好的急救设备和救治流程, 以确保患者能在最短的时间内得到救治^[6]。传统的转运模式中, ECMO 及其附属设备众多, 需要大量的人力协助转移, 某个环节或个人出现问题都可能酿成重大事故^[7]。国内有研究显示, 在转运过程中, 与转运设备或人员相关的不良事件发生率可达 7.1%^[8]。良好的转运设备能给抢救提供更多的便利, 避免因意外事件造成的不良后果^[9]。南方医科大学珠江医院重症医学科的医护人员设计了一种集合所有相关设备于一体的 ECMO 转运车, 并获得了国家实用新型专利 (专利号: ZL 2019 2 1201261.4), 其良好的设计使得转运过程的时间、人力、意外事件等均大大减少, 提高了转运效率, 具有极好的临床应用前景。

1 ECMO 转运车的构成

ECMO 转运车由位于上方的固定框架(图 1-1)、下方的底板(图 1-2)连接成四方体框架结构。在底板一侧的上方连接有固定支架(图 1-3),用于固定 ECMO 主机箱;另一侧设有凹槽(图 1-4),可滑动连接水箱支架(图 1-5)。底板底端拐角的 4 根竖立杆作为整个框架的支腿(图 1-6),每个支腿底部均连接有万向轮(图 1-7),以方便整车移动。在框架前后端共有 4 个固定连接的把手(图 1-8),用于抬动框架;框架上方 4 个拐角处均设有可伸缩的输液杆(图 1-9),用于悬挂液体。底板正面的底端设有门框,经合页铰接;门栓(图 1-10)设在框架两侧顶端,其内部均与门扣卡合连接。

底板背面一侧可放置氧气瓶,氧气瓶外壁由环形的固定件(图 1-11)包绕固定,此固定件的两端分别与框架背面的连接杆和底板上的卡槽卡合固定。

转运车正面的 2 个支腿由横杆(图 1-12)连接固定,横杆上方与框架间隙设有排插座(图 1-13),用于放置排插,此处内面贴有防滑橡胶垫。

框架两侧各设有 1 个可移动输液泵固定支架(图 1-14),其中 1 个支架底端放置可移动心电监护仪固定器(图 1-15);框架两侧有多个支撑杆,内侧有转运呼吸机悬挂钩(图 1-16)。

门框内侧中间设有连接杆,连接杆的一端设有锯齿槽(图 1-17),其中部有紧固螺栓(图 1-18)将其连接;另一端通过螺孔连接紧固螺栓进行加固。

固定框架一侧设有可移动离心泵固定器(图 1-19),其中部设有若干个销孔用于连接销钉;固定框架的另一侧设有可移动流量传感器固定器(图 1-20),底端通过销孔连接销钉;膜肺固定器连接在移动输液泵固定支架的上方,中部设有若干个旋孔,支撑杆的一侧可安放氧气压力表转换头。

4 个支腿内侧的底部均设有支撑块(图 1-21),下方贴有橡胶防滑垫,用于将转运车固定在担架床上。

2 ECMO 转运车的使用及转运方法

2.1 ECMO 转运车的使用方法:将氧气瓶放在固定框架内,用环形固定件包绕瓶身外壁进行固定;ECMO 主机箱置于固定支架处固定,再通过可移动支架在凹槽的内部调整位置,然后将紧固螺栓拧紧;转运呼吸机等设备悬挂于相应的挂钩上;心电监护仪放置在专属固定器处,再通过调节位置,使医护人员能够随时观察监测数据(图 2)。各项设备放置完毕后,通过支腿下方的万向轮平移转运车至指定位置,再将转运车抬起,放置在急救床上,用支撑块卡住床沿以保持车、床稳定(图 3)。当患者需要输液时,液体可挂在可伸缩输液杆上。

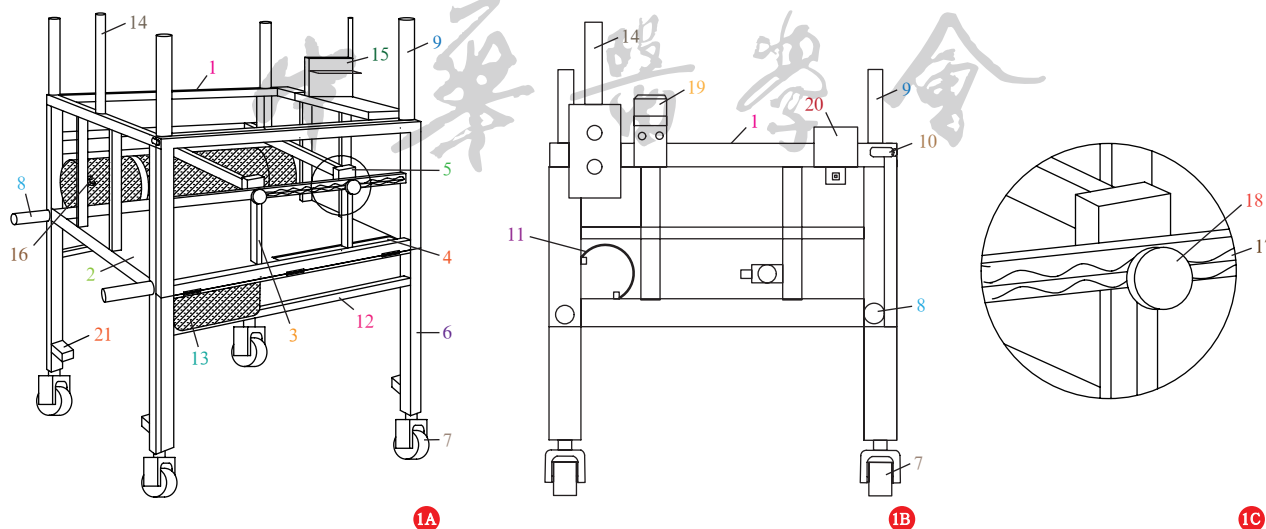
2.2 ECMO 转运车的转运流程:① 将担架床调整至与病床同高,并将患者平移至担架床上;② 将担架床降低,由 4 名医护人员手抬握把将转运车架到担架床上,用 4 个支撑块卡住担架床边缘;③ 整体升高担架床,转移至救护车,执行转运程序。到达目标地点后,车、床、人撤离程序与装车程序相反。

3 ECMO 转运车的优点

通过优化设计,转运车将 ECMO 主机、氧合器、离心泵、氧气瓶、便携式呼吸机、凝血仪、注射泵、监护仪等集于一体,只需 2 名医护人员即可顺利转运患者,节省了人力。备机状态下,所有物品均准备就位,执行 ECMO 上机程序时可直接在转运车上安装循环管路及冲管,患者插管完毕即可直接连接体外循环转机。实现从上机到转运无缝连接,缩短了时间。

所有附属设备全部固定于转运车上,转运车配备了 4 个万向轮,院内转运时可随病床直接移动,物品、导管移位风险大大降低;院际转运时转运车可架设在担架床上,转运途中节省人力,相关转运风险大大降低。

救护车担架床通常承重在 250 kg 以上,转运车为不锈钢制造,裸重 25 kg,加上设备总重量在 50 kg 以内,担架床可承受。可采用复合材料优化设计,改进方案,如钛合金等,进一步增加强度、减轻重量。



注: 1 为固定框架, 2 为底板, 3 为 ECMO 主机箱固定支架, 4 为凹槽, 5 为水箱可移动支架, 6 为支腿, 7 为万向轮, 8 为把手, 9 为伸缩输液杆, 10 为门栓, 11 为氧气瓶固定件, 12 为横杆, 13 为排插座, 14 为可移动输液泵固定支架, 15 为可移动心电监护仪固定器, 16 为转运呼吸机悬挂钩, 17 为锯齿槽, 18 为紧固螺栓, 19 为可移动离心泵固定器, 20 为可移动流量传感器固定器, 21 为支撑块

图 1 体外膜肺氧合 (ECMO) 转运车整体 (A)、侧面 (B) 及局部 (C) 结构示意图

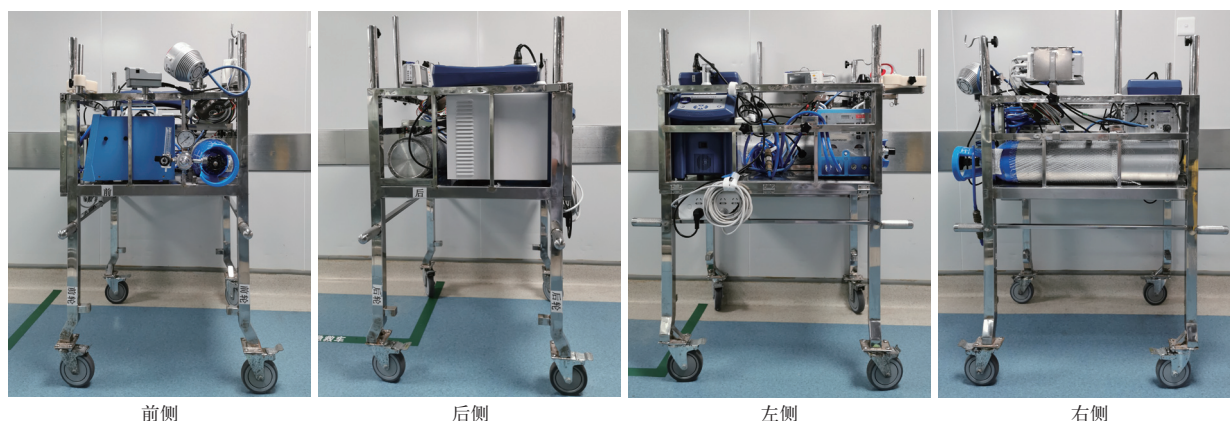


图2 体外膜肺氧转运车不同角度实物图



图3 体外膜肺氧转运车与担架车搭配使用不同角度示意图

4 结 论

随着体外生命支持技术在我国各地区逐渐开展,各个区域性 ECMO 中心建立并不断完善救治流程,大量呼吸循环衰竭的危重患者院际间的转运救治得以实现。ECMO 作为一项已被证实可有效并广泛应用的心肺功能辅助措施,是一项技术难度高、管理风险大的系统工程,人员、设备配置要求高。目前院际、院内转运的需求越来越大,ECMO 运行后所面临的风险具有不可预知性。ECMO 载具的改进使得附属监护、治疗设备的转移得以最大程度优化。新型 ECMO 转运车构思新颖、结构合理,充分考虑到所有附属设备的集合要求,可在救护车有限的空间内轻松装载,也同时适用于院内短距离的移动,极大地优化了转运流程、满足临床需求。

利益冲突 所有作者均声明不存在利益冲突

参考文献

- [1] 高洁,梁影,黑飞龙.体外膜肺氧转运网络建设及转运工作开展现状与前景[J].中国急救医学,2020,40(10):1016-1019. DOI: 10.3969/j.issn.1002-1949.2020.10.022.
- [2] 中国医药教育协会急诊专业委员会,中华医学会急诊分会复苏学组,中国急诊体外膜肺氧合联盟.成人体外膜肺氧合患者院际转运专家共识[J].中华急诊医学杂志,2020,29(2):165-170. DOI: 10.3760/cma.j.issn.1671-0282.2020.02.0020.
- [3] 洪小杨,程东良,林茹,等.中国大陆儿科体外膜肺氧合转运的多中心调查分析[J].中华儿科杂志,2019,57(5):350-354. DOI: 10.3760/cma.j.issn.0578-1310.2019.05.007.
- [4] 吴洁华,冷夏华,王蒙蒙,等.优化导管管理策略在体外膜肺氧合患者院际转运中的应用[J].中华危重病急救医学,2021,33(5):600-604. DOI: 10.3760/cma.j.cn121430-20210127-00137.
- [5] 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.cn121430-20210202-00740.
- [6] 盖玉彪,郭小靖,辛晨,等.ECMO 快速反应团队的建立和管理实践[J].中华危重病急救医学,2021,33(3):349-351. DOI: 10.3760/cma.j.cn121430-20201010-00663.
- [7] Vieira J, Frakes M, Cohen J, et al. Extracorporeal membrane oxygenation in transport part 2: complications and troubleshooting[J]. Air Med J, 2020, 39(2):124-132. DOI: 10.1016/j.amj.2019.09.009.
- [8] 潘旗开,刘延锦,柴宇霞,等.重症体外膜肺氧合患者院际转运风险管理[J].中国急救复苏与灾害医学杂志,2020,15(1):20-25. DOI: 10.3969/j.issn.1673-6966.2020.01.007.
- [9] 徐前程,姜小敢,王涛,等.新型冠状病毒肺炎疫情期间 ECMO 院际转运流程探讨:基于 6 例重症甲型 H1N1 流感病毒性肺炎 ECMO 转运经验的提示[J].中华危重病急救医学,2020,32(4):430-434. DOI: 10.3760/cma.j.cn121430-20200309-00413.

(收稿日期:2021-08-30)