

## · 新冠肺炎救治专题 ·

DOI: 10.13498/j.cnki.chin.j.ecc.2020.02.02

# 上海市新型冠状病毒肺炎 危重患者体外膜氧合救治方案建立与优化

李欣, 郭震, 李白翎, 张晓林, 田锐, 吴威, 张忠伟, 陆云飞, 陈楠

**[摘要]:** 新型冠状病毒肺炎(COVID-19)疫情进展使得 ECMO 技术应用已经成为危重患者救治体系的重要组成。上海市组织跨单位多学科救治专家团队在上海市确诊患者定点医院进行患者治疗,并就体外膜氧合(ECMO)技术在新型冠状病毒肺炎危重患者的救治中的核心要点形成方案。根据高标准防护的特殊要求与环境,因地制宜保证 ECMO 实施的安全性。选择合理的 ECMO 支持模式(静脉-静脉 ECMO 模式),及时对常规机械通气无法逆转的严重缺氧患者建立有效 ECMO 支持。充分发挥 ECMO 作用,有效维持氧供与氧耗平衡为核心,坚持保护性肺通气原则。多学科合作针对此类危重患者特点维持 ECMO 安全性和有效性,同时为患者病情提供各种客观评估数据。合理设定撤机标准,助力危重患者救治成功率。

**[关键词]:** 新型冠状病毒; 新型冠状病毒肺炎; 体外膜氧合; 体外生命支持; 危重症救治; 专家建议

## Establishment and optimization of the extracorporeal membrane oxygenation treatment regimen for novel coronavirus pneumonia in Shanghai

Li Xin, Guo Zhen, Li Bailing, Zhang Xiaolin, Tian Rui, Wu Wei, Zhang Zhongwei, Lu Yunfei, Chen Nan  
*Department of Cardiovascular Surgery, Zhongshan Hospital, Fudan University, Shanghai 200032, China*  
*Corresponding author: Li Xin, Email: Leex21@hotmail.com*

**[Abstract]:** The progress of the coronavirus disease 2019 (COVID-19) epidemic has made extracorporeal membrane oxygenation (ECMO) an important part of critical patient treatment system. Following the instructions given by Shanghai Health Authority, the multicenter treatment expert team has enrolled in the treatment of patients in designated hospitals, such as Shanghai Public Health Clinical Center, Fudan University. The ECMO treatment regimen has issued including the key points in the treatment of critical patients with COVID-19. According to the special requirements and environment of high standard protection, we have adjusted measures to local conditions to ensure the safety of ECMO implementation. ECMO support has been established timely in patients with severe hypoxia who cannot be reversed by conventional mechanical ventilation in V-V mode. Efforts were made to maintain the balance between oxygen supply and oxygen consumption by making full use of ECMO as well as protective ventilation in the meantime. Multidisciplinary cooperation aims to ensure the safety and effectiveness of ECMO and provide objective evaluation data for patients' condition. Standard protocol of ECMO withdrawal should be established to increase the successful rate of treatment in the critical patients.

**[Key words]:** 2019-nCoV; COVID-19; Extracorporeal membrane oxygenation; Extracorporeal life support; Critical care; Expert advice

**作者单位:** 200030 上海, 复旦大学附属中山医院心血管外科(李欣), 重症医学科(吴威); 200030, 上海, 上海交通大学附属胸科医院体外循环室(郭震); 200433 上海, 海军军医大学附属长海医院心外科监护室(李白翎); 200083, 上海, 上海市公共卫生临床中心重症医学科(张晓林), 中医科(陆云飞), 血液净化中心(陈楠); 200080, 上海, 上海交通大学附属第一人民医院急诊危重病科(田锐); 200032 上海, 复旦大学附属肿瘤医院重症医学科(张忠伟)。以上作者均为共同第一作者

**通讯作者:** 李欣, Email: leex21@hotmail.com

新型冠状病毒肺炎(coronavirus disease 2019, COVID-19)自爆发以来,因其在人际间的传播和较强的下呼吸道致病力,迅速在湖北省蔓延并致国内与国际多点播散。COVID-19 患者中以轻症居多,多数能够痊愈,但约有 14% 患者为重症,5% 患者为危重症,病死率约 2.3%~3.83%<sup>[1-3]</sup>。针对 COVID-19 危重患者各地方以重症医学为主的多学科医疗团队积极救治过程中,体外膜氧合技术(extracorporeal membrane oxygenation, ECMO)的应用报告迅速增多。自 2020 年 1 月 20 日上海市

首例确诊病例至 3 月 10 日 12 时,上海市共确诊 344 例 COVID-19 患者<sup>[4]</sup>,全部收治入上海市确诊患者定点收治医院—上海市公共卫生临床中心。其中 16 例危重患者中有 8 例因严重缺氧无法逆转实施 ECMO 体外生命支持。本文介绍上海市级专家组 COVID-19 危重患者应用 ECMO 技术体外生命支持的核心方案,并就主要内容进行简要解读,有助于充分发挥 ECMO 技术在此次疫情防控中的作用,并规避可能的风险。

## 1 上海市 COVID-19 危重患者 ECMO 救治情况

自从 2019 年 12 月开始,湖北省武汉市出现新冠病毒疫情以来,上海市卫生主管部门严密关注疫情进展,并基于 2013 年 H7N9 全市综合防治经验,开始统计全市各级医疗单位 ECMO 设备数量。随后成立新冠肺炎防控市级专家组,其中包含上海市有经验的 ECMO 专家。自 1 月 20 日首例确诊患者开始,所有确诊患者均收治入上海市公共卫生临床中心负压病房,并根据患者病情轻重给予分区管理。1 月 30 日,1 例 COVID-19 危重患者因常规机械通气支持下,低氧严重无法逆转而选择建立静脉-静脉(veno-venous, V-V) ECMO,至今有 8 例患者接受 ECMO 支持,其中 V-V ECMO 7 例,V-A ECMO 下体外心肺复苏(extracorporeal CPR, ECPR)1 例。至 3 月 10 日,2 例死亡,1 例运转 23 d 后成功脱机,仍处于机械通气状态,5 例仍在 V-V ECMO 支持中。仍运行患者 ECMO 运转时间分别为 35 d、34 d、28 d、27 d、20 d(中位数 28 d)。为了更好的保持 ECMO 管理专业性,成立 ECMO 专家团队,在隔离区内单位时间段(每周)维持 3 位专家,由体外循环专家,重症医学或呼吸重症专家组成,全面负责 ECMO 技术管理,参与患者综合评估与管理,并接受市级高级专家组指导。同时,调集上海市各大医院 ECMO 设备,共 12 台保证危重患者 ECMO 支持需要,并在院外后备 4 台 ECMO 设备待命。为了保持跨单位多学科团队在 ECMO 管理与患者评估理念和标准的统一性,ECMO 团队持续讨论、制订并持续修订了《上海市新冠肺炎危重患者 ECMO 救治方案》,其核心内容已被纳入《上海市 2019 冠状病毒病综合救治专家共识》<sup>[5]</sup>。

## 2 上海市 COVID-19 危重患者 ECMO 救治方案介绍

### 2.1 ECMO 支持患者环境要求

需 ECMO 支持 COVID-19 危重症患者应置于单间负压 ICU 病房

内。保持患者头端墙式设备带有空余压缩空气与氧气接口。有两路以上国标电源插座,配备不间断电源(UPS)可在供电中断情况下支持 ECMO 全功运转时间 $\geq 30$  min。ECMO 电源连接于 UPS,并不得与其他任何用电设备共享。ECMO 水箱与其他监测设备可共享电源插座。

### 2.2 ECMO 支持患者设备和耗材要求

为了统一管理,集中调集同一品牌 ECMO 设备。使用耗材每一种类均使用同一品牌。维持 ECMO 设备数量为当前院内危重患者数量+2。维持 ECMO 套包和插管数量为当前院内危重患者数量+4。活化凝血时间(activated clotting time, ACT)监测试剂备货按照每例患者 Q4 h 监测频率一周量备货。调集外院设备进场后更换空气和氧气接头与现场一致并测试。ECMO 离心泵断电状态下应测试电池电量,保证维持断电状态可维持离心泵运转 $\geq 30$  min。ECMO 推车旁一米内应配备可调氧流量满装转运氧气钢瓶一个(5 L/min 氧流量持续供氧 $\geq 2$  h)。每 ECMO 设备配手摇泵一个、金属管道钳 4 把、塑料管道钳 4 把、长效超声耦合剂一管、聚光手电筒一个和管道扎带若干。将所有 ECMO 建立与维护所需无菌耗材与消毒器械包集中于一台推车,放置于最远床单元 50 米以内可及。要求物资消耗后立即补充。

### 2.3 ECMO 支持适应证和时机

为了避免长时间缺氧对机体重要脏器造成的损伤,应遵循急性呼吸窘迫综合征(acute respiratory distress syndrome, ARDS)规范化治疗流程,采用保护性肺通气,在优化呼气末正压通气(positive end expiratory pressure ventilation, PEEP)选择基础上,联合神经肌肉阻滞剂、肺复张、俯卧位通气等手段,若患者无明显改善,仍表现为:①动脉氧分压/吸入氧浓度分数( $\text{PaO}_2/\text{FiO}_2$ ) $< 100$  mm Hg;②在优化机械通气基础上,动脉血 pH $< 7.25$  并伴有动脉二氧化碳分压( $\text{PaCO}_2$ ) $> 60$  mm Hg 超过 6 h,应积极考虑建立 ECMO。由于部分重症患者进入危重阶段病情进展速度很快,如经积极处理患者仍表现进行性加重时,满足以下条件之一应立即建立 ECMO:① $\text{PaO}_2/\text{FiO}_2 < 50$  mm Hg 超过 1 h;② $\text{PaO}_2/\text{FiO}_2 < 80$  mm Hg 超过 2 h;③存在难以代偿的呼吸性酸中毒 pH $< 7.2$  超过 1 h。

### 2.4 ECMO 管理全程防护要求

ECMO 建立、更换膜肺和其他与患者相关的 ECMO 有创操作,应在三级防护下进行,必须佩带正压呼吸面罩,同时防护服外套一次性无菌手术衣和第三层无菌手套。一般性 ECMO 巡回管理应避免患者其他有创操作以及在气

道开放状态进行操作。一般性巡回管理无需正压呼吸面罩。

## 2.5 ECMO 建立要素

**2.5.1 模式选择** 除体外心肺复苏选择静脉-动脉 (veno-arterial, V-A) ECMO 外,所有患者均选择 V-V ECMO 以纠正缺氧为目的。建立有效 V-V ECMO 之前,需根据床旁超声监测评估血流动力学,并适当给予正性肌力药物和血管活性药物维持平稳。

**2.5.2 插管定位** 插管选择颈内静脉 17 Fr 动脉插管,股静脉 21 Fr 静脉插管。插管在超声监测下用 Seldinger 法穿刺置管。插管定位颈内静脉插管(灌注管)尖端到达上腔静脉右心房开口处。股静脉插管(引流管)尖端经下腔静脉右心房开口处进右心房约 1 cm,并超声监测下插管尖端与房间隔等不形成抵触为宜。

**2.5.3 起始过程** ECMO 管路常规复方电解质注射液预充,在膜肺前/后预留连续肾替代治疗 (continuous renal replacement therapy, CRRT) 通路,并在引流与灌注管路上常规连接血氧饱和度探头。待插管过程完成,与 ECMO 管路连接过程完成后,空氧混合器  $\text{FiO}_2$  设为纯氧。ECMO 起始从 1 L/min 血流量/氧流量开始,以每 30 s 提高 1 L 血流量/气流量速度提高至当前状态可实现最大流量。观察此时经皮氧饱和度/混合静脉血氧饱和度,如流量满意,继而按照超保护性肺通气原则调整呼吸机参数,同时超声再次定位插管位置无变动即可三重固定插管,同时做好插管位置体表标记。随后下调 ECMO 血流量/气流量以达到经皮氧饱和度  $\geq 90\%$ ,及混合静脉血氧饱和度  $\geq 70\%$  为初始氧供/氧耗平衡目标。保持 ECMO 血流/氧流量比 1:1。如遇 ECMO 流量不稳定,再次超声插管定位无异常,可适当扩容至流量稳定。30 min 后监测动脉血气再根据氧供需要调整氧供核心参数。

## 2.6 ECMO 核心管理目标和监测

**2.6.1 机体氧供/氧耗平衡监测和参数调节** V-V ECMO 氧供核心要素是 ECMO 流量/血红蛋白和心排量。ECMO 全程尽量保持患者血红蛋白  $\geq 110$  g/L。临床应根据外周动脉血气/ECMO 膜前血气/膜后血气或经皮氧饱和度/混合静脉血氧饱和度/ECMO 膜后饱和度连续监测来计算患者氧供/氧耗比值是否  $>3$  来判断患者氧供/氧耗平衡状态。提高氧供的方法为提高血红蛋白、提高 ECMO 流量及调整患者每分心排量。

COVID-19 患者普遍存在胃肠功能紊乱及因早

期肌松剂使用等原则造成腹腔腹内压增高对 ECMO 流量形成直接影响。密切监测腹内压变化,及时解除过高腹内压,保证 ECMO 流量稳定。

**2.6.2 ECMO 抗凝目标与凝血功能监测** 采用普通肝素抗凝,每日常规监测部分凝血活酶时间 (activated partial thromboplastin time, APTT)、凝血酶时间 (thrombin time, TT)、凝血酶原时间 (prothrombin time, PT)、纤维蛋白原 (Fibrinogen, FIB)、D-二聚体 (D-Dimer, DD)、纤维蛋白原产物 (fibrinogen degradation product, FDP)。同时监测血小板计数 ( $>100 \times 10^9/L$ ) 和抗凝血酶 (antithrombin, AT) 活性 ( $>80\%$ )。常规床旁 ACT 监测。抗凝目标 ACT 180~200 s, APTT 50~80 s。肝素浓度维持 2~20 U/(kg·h) 区间,超过此剂量应考虑肝素抵抗可能,结合 AT 活性监测补充新鲜冰冻血浆 (fresh frozen plasma, FFP)。如连续输注单采血小板仍出现血小板明显降低,应高度怀疑肝素诱导血小板减少症,可经验性更换为阿加曲班抗凝,抗凝监测目标同肝素抗凝。

如临床出现 ECMO 膜肺表面明显血栓附着,同时合并纤溶指标持续增高 ( $\text{DD} > 10 \mu\text{g/ml}$ ),  $\text{FIB} < 1.5 \text{ g/L}$ ), 应结合血栓弹力图结果确立纤溶亢进诊断。处理应积极更换 ECMO 管路,同时予以氨甲环酸治疗 [10~20 mg/kg, 3 h 缓慢滴注,然后每天 1 000 mg, 1~2 mg/(kg·h) 输注,维持 2~3 d], 同时补充纤维蛋白原 1~2 g/d,直至  $\text{FIB} > 1.5 \text{ g/L}$ 。

临床如有较显著局部出血或需气管切开等有创操作时,可短时间降低或暂停肝素抗凝,持续时间不得超过 24 h。

**2.6.3 ECMO 管理床旁超声监测** 常规 ECMO 组每日进行床旁超声监测。监测内容包括①肺部超声;②心脏超声;③腹部超声;④双下肢血管超声。ECMO 组形成每日汇总报告反馈给患者床位治疗负责人。

**2.7 COVID-19 危重患者 V-V ECMO 支持下保护性肺通气和通气功能监测** 以 V-V ECMO 充分辅助满足患者氧供与  $\text{CO}_2$  排除为前提,机械通气支持的主要目的转为对肺脏的保护,同时要充分考虑心肺交互作用,避免对右心功能的损害。

**2.7.1 机械通气策略** 初始设置采用超保护性肺通气策略:  $\text{FiO}_2 < 40\%$ , 潮气量 (tidal volume,  $V_t$ ) 为 2~4 ml/kg (理想体重), 控制平台压  $< 25 \text{ cmH}_2\text{O}$ , 呼吸频率 (respiratory rate, RR) 8~10 次/min。机械通气需监测压力指标。平台压若  $> 25 \text{ cmH}_2\text{O}$ , 以 1 ml/kg 降低  $V_t$ 。患者氧合不满意应首先根据 ECMO 氧



供/氧耗平衡考虑而不是首先试图考虑调整呼吸机参数。注意 PEEP 过大导致的肺部并发症的发生。同时由于 COVID-19 危重患者极度呼吸窘迫及高氧耗的存在,应采用目标化镇痛镇静管理,必要时完全肌松。

**2.7.2 机械通气模式选择** 行 V-V ECMO 治疗的初始阶段鉴于目标设置对压力的要求,压力控制模式是目前治疗初始阶段使用最广泛的模式。患者全身情况稳定和镇静减量后,经充分评估,可以考虑使用允许自主呼吸的压力支持通气模式。

**2.7.3 通气功能监测** 出于 ECMO 支持患者安全性考虑,在明显肺部恢复之前不常规进行胸部 CT 检查。呼吸力学、床边肺部超声检查和电阻抗成像 (electrical Impedance tomography, EIT) 是 V-V ECMO 过程中较好的机械通气监测手段,可明确患者肺的可复张性,并有助于滴定 PEEP。每日结果汇总给患者床位治疗负责人。

**2.7.4 高碳酸血症的处理** 如出现高碳酸血症,首先应考虑增加 V-V ECMO 膜肺通气量。在肺的恢复期,逐渐降低 ECMO 换气阶段,为避免二氧化碳潴留可适当调整吸呼比及 RR,但建议 RR 次数一般不超过 14 次/min。增加 RR 后注意观察呼吸机呼气时间流速在呼气末是否达到零,如不能达到零,则需减少 RR 或调整吸呼比,延长呼气时间。

**2.7.5 有关清醒 ECMO** 此类患者即使在有效 ECMO 支持状态仍可能出现顽固性高热等高氧耗状态;即使血气指标正常,但此类患者肺牵张感受器激动明显,容易出现过强的自主呼吸与躁动,可能加重肺损伤。因此综合呼吸力学监测需求与高污染环境下的感控压力考虑,如患者存在过强自主呼吸难以控制,不建议轻易尝试拔除气管插管的清醒 ECMO。

## 2.8 ECMO 与 CRRT 联合应用

**2.8.1 ECMO 过程中 CRRT 治疗的紧急指征** 包括 ①血清肌酐  $\geq 354 \mu\text{mol/L}$  (4 mg/dl), 或尿量  $< 0.3 \text{ ml}/(\text{kg} \cdot \text{h})$ , 时间超过 24 h; ②难以纠正的代谢性酸中毒,  $\text{pH} < 7.2$ ,  $\text{HCO}_3^- < 15 \text{ mmol/L}$ ; ③严重的电解质紊乱, 血钾  $\geq 6.5 \text{ mmol/L}$ ; ④容量过负荷, 存在球结膜水肿、肺水肿、充血性心力衰竭、胸腹腔积液等; ⑤判断或疑似炎症介导的脓毒血症及多脏器功能衰竭。上述指证可根据患者病情危重程度适当放宽, 提倡早期干预。

**2.8.2 CRRT 与 ECMO 连接方式** 在 CRRT 设备可识别 ECMO 状态输入和输出端压力范围的前提下, 实施 ECMO 与 CRRT 并联连接。将 CRRT 的引血动

脉端连于 ECMO 氧合器后的预留端口, CRRT 回输静脉端连于 ECMO 离心泵与氧合器之间的预留端口。

**2.8.3 CRRT 模式选择** 根据病情和需要选择连续性血液透析滤过和连续性血液滤过两种模式。为提高透析效率, 首选后置换; 如患者存在高凝状态或者无抗凝剂维持的情况, 则可选用前置换或前后联合置换进行 CRRT 治疗。

**2.8.4 CRRT 剂量选择**  $28 \sim 32 \text{ ml}/(\text{kg} \cdot \text{h})$  的治疗剂量, 维持 10~12 h。

## 2.9 ECMO 直接相关并发症防控

**2.9.1 出血** 应积极预防口鼻咽腔医源性出血, 一旦出血无法用降低抗凝强度控制, 应请耳鼻喉科专业医生积极填塞压迫处理。插管穿刺出血必须缝扎止血。避免一切非必须的穿刺性操作。

**2.9.2 ECMO 相关感染防控** 减低 ECMO 监测检验性抽血频率。ECMO 插管穿刺点抗感染透明敷料覆盖。每日检查, 定期消毒换药。插管与皮肤接触处干纱布衬垫避免皮肤破损。

**2.9.3 患者胃肠道管理** COVID-19 危重患者常见明显腹部胀气。ECMO 支持下, 如腹部胀气导致腹内压升高, 可严重影响 ECMO 治疗时股静脉引流。如患者采用常规乳果糖鼻饲或灌肠效果不佳时, 采用中药干预。

**2.9.4 ECMO 管路安全** 妥善三重插管缝扎固定和表面贴膜覆盖, 避免插管移位和意外脱出。所有管路不得悬垂于地, 均需妥善固定于床侧。

**2.9.5 床旁护理人员 ECMO 应急培训** 对于失电、失气紧急处理标准操作程序清晰可见。

**2.9.6 COVID-19 危重患者 ECMO 撤机程序和撤机标准** 患者胸片/CT、血气和呼吸力学监测等监测数据改善后可进入 ECMO 撤机程序。在呼吸机保护性肺通气参数设置下, 维持 ECMO 通气和血流比 1:1 比例, 逐步降低 ECMO 血流量至  $2.5 \text{ L}/\text{min}$ 。继而维持 ECMO 血流量  $2.5 \text{ L}/\text{min}$ , 逐步降低 ECMO 通气量, 直至完全关闭 ECMO 通气。每调节动作观察时间窗为 6~12 h。任何病情不稳定或氧合表现无法耐受撤机过程, 则 ECMO 参数恢复撤机程序前。经 ECMO 无供气维持血流量  $2.5 \text{ L}/\text{min}$  状态下, 持续 24~48 h 稳定满足下列条件: ①血流动力学稳定; ②胸片或 CT、EIT 或肺超声等支持肺组织形态与通气交换功能明显改善; ③  $\text{PaO}_2/\text{FiO}_2 > 150 \text{ mm Hg}$ ,  $\text{PCO}_2 \leq 50 \text{ mm Hg}$ , 呼吸频率  $\leq 20 \text{ 次}/\text{min}$ ; ④体温低于  $38^\circ\text{C}$ ; ⑤Murry 指数: 2~3; ⑥血细胞比容  $> 0.35$ 。方可撤机。

### 3 讨论

我国当前 COVID-19 疫情防控进入攻坚阶段,仍有不少危重患者并未脱离危险。同时疫情在不同地区和国家持续进展,使得危重患者应用 ECMO 技术生命支持不仅在我国,在国际上已经成为热议话题。而 COVID-19 危重患者病程迁延,病变肺恢复缓慢,并存在各种高氧耗与继发免疫力低下的情况,使得 ECMO 的安全性和有效性保障压力巨大。面对当前形势,如何合理有效运用 ECMO 技术救治危重 COVID-19 患者的问题已经凸显。上海市集中优势医疗资源集中收治新冠病毒确诊患者,用最大努力救治危重患者的投入和条件所产生的临床结果由于疫情尚未结束故还存有未知数。上海跨单位多学科 ECMO 团队的经验也因危重患者尚未形成最终结果还需最后检验。但阶段性成果反映在此次方案汇总中仍得到充分体现。

**3.1 以往工作成果对此次 COVID-19 危重患者 ECMO 救治的支撑作用** ECMO 技术在上海已有近 19 年的临床应用经验。上海市不同专业间,如心外科体外循环、重症医学、呼吸重症、心血管重症和急诊重症间交流持续和深入。交叉培训和学术交流及临床工作互助已经成为常态。相关专家间彼此熟悉,临床思路相近,专业特长也易形成良性互补。2013 年 H7N8 高致病性禽流感防控工作经验为此次包括 ECMO 支持在内的跨单位多学科合作打下了良好的人力资源组合基础。这些基础使得此次 ECMO 专家组由富有经验的临床专家“点将”形式迅速组建,并经人员轮替仍可以保持有效战斗力。

2018 年上海市 ECMO 临床质量控制督察工作结果<sup>[6]</sup>使得上海市卫生主管部门全面掌握了上海市开展 ECMO 技术的医院、科室、硬件设备等关键数据,为此次上海市集中设备可调集数量与品牌一致性等提供了极为有利的支撑。

**3.2 以及时逆转严重缺氧为目的,根据个体病情进展速度和程度把握 ECMO 时机,继而决策 ECMO 模式** 此类患者病理以弥漫性肺泡损伤伴细胞纤维黏液样渗出表现为主<sup>[7]</sup>,缺氧表现常有迅速加重进入危重状态,而此时最优化机械通气等手段如不足以纠正缺氧可直接危及生命。如依照传统 ARDS 呼吸衰竭 ECMO 适应证标准,如 EOLIA 研究<sup>[8]</sup>采纳的标准可能导致患者出现严重缺氧时间过长导致全身重要脏器继发于缺氧损伤而造成多脏器功能衰竭。因此,基于氧合指数恶化程度与速度及呼吸力学监测

结果,在阶梯式最优化机械通气手段不足以纠正缺氧及高驱动压状态时,应尽早或马上建立 ECMO。这个适应证与时机把握与最新版《新型冠状病毒肺炎诊疗方案(试行第七版)》<sup>[9]</sup>基本一致。

由于具备条件迅速建立 ECMO 呼吸支持,从现有重症和危重症患者中,并未发现病毒直接导致的心肌损伤或心肌炎的临床证据,因此除 1 例 ECPR 病例外,均采用 V-V ECMO 模式支持。个别患者血流动力学波动为缺氧所致一过性表现,均在氧供/氧耗平衡后缓解并消失。随访心肌酶谱和心超表现也无持续心肌损伤表现。

**3.3 因地制宜创造条件,从教训中不断总结** 此次救治集中在上海市公共卫生临床中心应急病区。陌生环境、防护要求、陌生团队成员、隔离病区通讯反馈缓慢等因素均对 ECMO 临床管理安全性和有效性形成挑战。需要不断因地制宜创造条件,并根据团队经验做好预案。如使用前设备状态检测,气、电安全和意外处理,及危机应对所需耗材的可及性均不断在教训中总结与完善。对诸如离心泵流量感应报警等采取预防性巡回措施避免对床旁护理人员的惊扰。

从早期病例和媒体公开报道有限外地病例资料中发现了普遍存在的 COVID-19 危重患者腹胀的表现对 ECMO 血流量的极大扰动影响。及时调整插管定位策略,并积极寻找解决腹胀问题的有效应对方法。如与中医团队协作,依照中医“肺与大肠相表里”的医理;肺气既失肃降,则大肠的传导功能自然受到影响。反之,腑气不通,肺气势必壅滞。而大承气汤作为中医经典方剂,有峻下热结之功效。对于新型冠状病毒肺炎危重症合并腹胀患者,通过大承气汤灌肠或鼻饲,起到迅速通便、促进肠道蠕动,防止胃肠功能衰竭,防止细菌和肠道毒素移位的功效。

**3.4 抓住呼吸 ECMO 支持本质,坚持保护性肺通气,耐心等待肺恢复** 通过培训和持续沟通,和患者救治团队形成呼吸 ECMO 支持氧供与氧耗平衡管理整体共识。把握 V-V ECMO 氧供的核心要素:血红蛋白高低、ECMO 流量高低与心排量高低。患者任何高氧耗状态发生时,通过多处氧饱和度监测判断此时氧供/氧耗是否平衡,决定是否需要调整 ECMO 血流量等措施,尽量避免过度调节呼吸机参数。针对患者肺广泛实变,在肺组织开始恢复之前的肺通气和驱动压力都作用于残余有通气肺泡的现实,坚持肺通气 EIT 监测下的(超)保护性肺通气原则。危重

患者早期以肺间质病变导致弥散功能障碍为主, 俯卧位通气效果不易显现。而随着病程进展, 随着病毒直接损伤作用逐渐消退, 肺病理改变以肺泡弥漫渗出, 肺泡萎陷和小气道堵塞为主时, 积极采用俯卧位通气和体位引流等措施有望促进肺功能恢复。因此在 ECMO 支持下对肺的恢复应保持足够耐心。

### 3.5 将 ECMO 团队工作融入患者整体救治体系中

ECMO 专家组不仅要保证 ECMO 支持的安全性和有效性。同时还需要与患者救治团队共同协作完成患者日常评估。ECMO 团队每日常规的床旁肺、心、腹部和血管检查为整个团队提供了第一手超声评估数据。同时与呼吸治疗团队共同完成 EIT 与呼吸力学相结合的评估为患者肺功能恢复情况与呼吸机参数调整提供了客观依据。与 CRRT 团队的合作, 帮助判断患者容量状态, 为容量平衡调节提供了诸如固定转速下血流量变化协助容量评估的参考。而凝血功能监测、高凝状态处理、局部出血的防控及纤溶亢进的处理等保证了危重患者的 ECMO 得以长时间有效与安全运行。正是这种参与过程与程度使得 ECMO 团队在此次救治的团队协作中发挥了重要作用。

## 4 总结

正确实施 ECMO, 保证 ECMO 支持的有效性和安全性, 是发挥 ECMO 作用的基础。应该清醒的认识到, ECMO 技术是具有高医疗风险的技术, 管理不当可直接造成严重后果。同时, ECMO 生命支持是危重患者救治体系的一个部分, COVID-19 肺炎危重患者在缓慢的恢复过程中危重症救治团队把各种可能继发损伤因素控制在“可控”水平可能是患者

能否存活的关键。ECMO 相关的“上海经验”是上海医疗优质资源集中投入的成果之一, 其最终结果还需要时间的检验。

### 参考文献:

- [1] World Health Organization. Coronavirus disease (COVID-2019) situation reports. <https://www.who.int/emergencies/diseases/novel-coronavirus-2019/Situation-reports/>.
- [2] Guan WJ, Ni ZY, Hu Y, *et al*. Clinical characteristics of coronavirus disease 2019 in China[J]. *N Engl J Med*, 2020. [Epub ahead of print].
- [3] Wu ZY, McGoogan JM. Characteristics of and important lessons from the coronavirus disease 2019 (COVID-19) outbreak in China; summary of a report of 72 314 cases from the chinese center for disease control and prevention[J]. *JAMA*, 2020. [Epub ahead of print].
- [4] 上海市卫生健康委员会: 新型冠状病毒感染的肺炎疫情防控. <http://wsjkw.sh.gov.cn/yqfk2020/>.
- [5] 上海市新型冠状病毒病临床救治专家组. 上海市 2019 冠状病毒病综合救治专家共识[J]. *中华传染病杂志*, 2020.
- [6] 赵贇, 魏来, 王军, 等. 2018 年上海市体外膜氧合专项技术质控督查报告[J]. *中国体外循环杂志*, 2019, 17(4): 198-201.
- [7] Xu Z, Shi L, Wang Y, *et al*. Pathological findings of COVID-19 associated with acute respiratory distress syndrome [J]. *Lancet Respir Med*, 2020. [Epub ahead of print].
- [8] Combes A, Hajage D, Capellier G, *et al*. Extracorporeal membrane oxygenation for severe acute respiratory distress syndrome [J]. *N Engl J Med*, 2018, 378(2): 1965-1975.
- [9] 国家卫生健康委办公厅. 新型冠状病毒肺炎诊疗方案(试行第七版). 2020. <http://www.nhc.gov.cn/yzygj/s7653p/202003/46c9294a7dfe4cef80dc7f5912eb1989.shtml>.

(收稿日期: 2020-03-10)

(修订日期: 2020-03-12)