

中国开展成人体外膜肺氧合项目建议书

侯晓彤 杨峰 童朝晖 龙村 邱海波 陈静瑜 方强 黑飞龙
李欣 詹庆元 隆云 李斌飞 章晓华 李军 刘小军 孙兵

【摘要】 体外膜肺氧合 (extracorporeal membrane oxygenation, ECMO) 是一种高级生命支持形式, 该技术能够代表一个国家、地区或医院的医疗水平。近年来 ECMO 技术在我国广泛开展, 但该技术快速普及期间可能遇到一些问题。本建议书代表一组国内在成人 ECMO 辅助技术方面积累了一定经验的 ECMO 专家, 就目前国内开展 ECMO 技术的相关问题, 如医疗单位的资质、人员和设备等方面提出相关建议, 供致力于开展 ECMO 技术的医生、ECMO 管理者、医疗单位以及相关医疗政策制定者参考, 以促进我国 ECMO 技术的进一步规范化开展, 并能够积极参与相关临床研究。

【关键词】 体外膜肺氧合; 循环支持; 呼吸支持

随着科技进步, 我国大陆近年来应用体外膜肺氧合 (ECMO) 进行成人心肺衰竭支持的例数快速增长, 尤其是心脏 ECMO 辅助开展相对较早, 部分医疗单位已经积累了一定的循环辅助经验。英国成人呼吸衰竭传统与 ECMO 治疗临床试验 (conventional ventilation or ECMO for severe adult respiratory failure, CESAR) 阳性结果的公布, 以及 ECMO 在 2009 年甲型 H1N1 流感相关急性呼吸窘迫综合征 (ARDS) 的成功应用, 使得世界范围内成人难治性 ARDS 的 ECMO 辅助治疗迅速发展, 我国一些医疗机构也开始开展了呼吸 ECMO 辅助治疗。由于 ECMO 是一种复杂、风险高、花费高的治疗技术, 建议在有丰富经验或有充足准备、预计有一定的 ECMO 救治规模的医疗单位开展, 以保障其安全性和有效性。ECMO 辅助患者通常较为危重, 开展多中心随机对照研究难度较大, 但进一步的临床试验对明确其适应证、禁忌证和方法改进、

提高 ECMO 技术也至关重要。

1 ECMO 的相关定义

体外生命支持系统 (ECLS) 是为衰竭的心脏和 (或) 肺脏提供暂时辅助支持作用的机械装置^[1]。无论从外形结构还是目的用途, ECLS 均与能在较短时间内用于心脏手术中的体外循环系统存在明显差别。虽然 ECMO 仅代表 ECLS 的一种形式, 其主要目的是提供血液氧合和排除 CO₂, 但目前人们通常将 ECMO 这个术语等同于 ECLS。一般来说, ECMO 有静脉-动脉 (V-A) 和静脉-静脉 (V-V) 两种辅助模式^[2]。

V-A ECMO 由右心房 (经股静脉或颈内静脉插管, 或开胸直接经右心房插管) 引流血液, 血液被泵入膜肺进行气体交换 (氧合和排除 CO₂) 后, 经外周动脉泵入动脉系统 (通常经股动脉或锁骨下动脉), 或在开胸时直接由主动脉插管泵入。V-A ECMO 是一个密闭的环路系统, 可以进行部分或全部心肺支持, 这一点与体外循环存在本质区别, 而且 ECMO 仅需要相对较低强度的抗凝^[3]。

V-V ECMO 由腔静脉引流血液 (经股静脉或右颈内静脉插管), 血液经膜肺进行气体交换后回到静脉系统 (经股静脉或颈内静脉插管); 也可以用一根双腔插管插入颈内静脉来实现。V-V ECMO 可以进行部分或全部肺支持^[4]。

体外 CO₂ 去除 (ECCO₂R) 是一种特殊形式的 ECMO, 它是利用低血流量 (200 ~ 1 500 mL/min) 静脉到静脉或动脉到静脉体外装置来实现足够的 CO₂ 排除, 但血液氧合能力有限。有不同的插管类型和插入部位, 设备目前正在改进, 如果进一步证明有效, ECCO₂R 有望像连续性肾脏替代治疗技术 (CRRT) 一样应用于大部分重症监护病房 (ICU)^[5]。

2 ECMO 的适应证

ECMO 技术是一项风险高、较复杂且创伤大的治疗

DOI: 10.3760/cma.j.issn.2095-4352.2014.11.001

基金项目: 首都卫生发展科研专项重点攻关项目 (2014-1-1051); 首都市民健康项目培育计划 (Z131100004013040)

作者单位: 100029 北京, 首都医科大学附属北京安贞医院成人心脏危重症中心 (侯晓彤、杨峰); 100020 北京, 北京朝阳医院呼吸重症监护室, 北京市呼吸病研究所 (童朝晖、孙兵); 100037 北京, 阜外心血管病医院体外循环科 (龙村、黑飞龙); 210009 江苏南京, 东南大学附属中大医院重症医学科 (邱海波); 214023 江苏南京, 南京医科大学附属无锡市人民医院胸外科、肺移植科 (陈静瑜); 310003 杭州, 浙江大学附属第一医院重症医学科 (方强); 200030 上海, 上海交通大学附属上海胸科医院体外循环科 (李欣); 100029 北京, 卫生部中日友好医院 ICU (詹庆元); 100730 北京, 中国医学科学院北京协和医院加强医疗科 (隆云); 528403 广州, 广东中山市人民医院麻醉科 (李斌飞); 510080 广州, 广东省医学科学院, 广东心血管病研究所, 广东省人民医院心血管外科 (章晓华); 450052 河南郑州, 郑州大学第一附属医院心外科 (李军); 450000 河南郑州, 郑州大学第二附属医院重症医学科 (刘小军)

通信作者: 侯晓彤, Email: xt.hou@cmmu.cn

手段,一般只考虑用于常规治疗手段失败、预期病死率高达 80% 以上的严重心肺衰竭患者^[6]。由于我国目前没有成熟的心室辅助装置(VAD)可以应用于临床,ECMO 循环辅助的主要目的是等待自身心脏功能恢复(bridge-to-recovery)和过渡到下一步治疗(bridge-to-decision),而过渡到心脏移植(bridge-to-transplantation)或过渡到 VAD(bridge-to-VAD)相对较少,这一点与国外有所不同。近年来 ECMO 的临床适应证不断扩展,主要包括:①各种原因引起的严重心源性休克,如心脏术后、心肌梗死、心肌病、心肌炎、心搏骤停、心脏移植术后等^[7-10];②各种原因引起的严重急性呼吸衰竭,如严重 ARDS、哮喘持续状态、过渡到肺移植(bridge-to-lung transplantation)、肺移植后原发移植体衰竭、弥漫性肺泡出血、肺动脉高压危象、肺栓塞、严重支气管胸膜瘘等^[11];③各种原因引起的严重循环衰竭,如感染中毒性休克、冻伤、大面积重度烧伤、药物中毒、CO 中毒、溺水、严重外伤等^[12]。目前虽然有证据提示 ECMO 可以挽救部分严重心肺衰竭患者的生命,但仍需要进行研究以明确哪些患者从中获益最大^[13]。

3 ECMO 中心的组建

由于我国绝大多数地区缺乏相关疾病发病率的报告,以及受地区经济因素影响,目前仍然无法根据可能需要应用 ECMO 的病例数来决定哪些医疗机构是否需要或值得开展 ECMO 项目。

国外先进的 ECMO 辅助治疗经验显示,将可能需要 ECMO 支持的患者送至开展 ECMO 较多的中心可以改善其临床预后^[14]。开展例数较多的 ECMO 中心有以下几方面优势:通常可以投入较多的人员、设备,开展更加正规化的培训;较多的病例数可以保证人员乃至整个中心的技术水准保持在较高水平;患者种类具有多样性(心脏、呼吸均涵盖)等。

临床上常用每年完成最少 ECMO 的例数(年例数)来作为衡量 ECMO 从业人员的经验标准。近期国外针对婴幼儿 ECMO 辅助治疗的研究结果显示:年例数 > 20 ~ 25 例的 ECMO 中心临床结果优于 10 ~ 20 例或 < 10 例的中心,建议 ECMO 专业人才的培养应在年例数不少于 20 例的中心 ECMO^[15]。目前国际上对于最少可接受 ECMO 的年例数存在争议,尚不清楚成人 ECMO 年例数与临床结果是否存在相关性。需要指出的是,国际生命支持组织(Extracorporeal Life Support, ELSO)在评估一个 ECMO 中心的水平时,将 ECMO 中心的经验累积、是否常规进行继续教育和培训以维持 ECMO 相关操作的熟练程度纳入考虑的范围^[16]。另外,ECMO 辅助患者累计辅助时间(天数)也是评价 ECMO 中心经验的另外一个指标。因此,本建议书提议 ECMO 中心在坚持最好的临床实践的同时,还应进行 ECMO 相关继续医学教育和培训。由于转运到更合适的 ECMO 中心经常无法实现,现

有从事 ECMO 的医疗机构应尽可能全面掌握对于不同适应证的 ECMO 的治疗。

ELSO 组织建议开展 ECMO 的辅助中心年例数应该 ≥ 6 例,近期国际 ECMO 合作网络建议大多数成人呼吸 ECMO 中心年例数应该 ≥ 20 例,并根据本地区可能应用 ECMO 病例的发病率计算出可能建立 ECMO 中心的数量^[16]。由于我国没有类似流行病学研究报告可参考,而且心脏 ECMO 患者需得到及时抢救,即使年例数不能达到上述标准也可以接受。但是,在一个 ECMO 年例数较少的单位要维持这种技术并保持较好的临床实践是非常困难的,另外,目前 ECMO 相关收费问题仍无统一标准,其投入产出比也较低。对于附近已有经验丰富的 ECMO 中心,其他医疗单位应根据自身情况谨慎开展 ECMO 工作。初期开展 ECMO 的医疗单位应与有经验、例数多的单位密切合作,对于自身迅速成长、避免走弯路是非常重要的。可以借鉴英国、意大利、澳大利亚、德国等国家在每个 ECMO 中心周边建立区域性会诊网络的经验,尝试在我国建立几个较大的 ECMO 支持技术医疗联合体,必要时积极开展院间 ECMO 辅助危重症患者的会诊及转诊工作,积极促进 ECMO 技术的健康可持续发展^[17]。

4 ECMO 中心的标准

由于 ECMO 技术复杂,救治患者极为危重,为保障 ECMO 辅助成功率,建立 ECMO 救治中心可能是较好的模式。ELSO 组织建议 ECMO 中心最好设立在三级医院,且应具有相当水平的 ICU。因为较大的医疗机构无论在医务人员、科室设置以及医疗相关的硬件设备等方面均具有较好的配备,并能够进行多器官功能衰竭的辅助支持治疗。另外,考虑到 ECMO 技术的特殊性,开展 ECMO 的医疗机构还应具有随时进行心血管手术和体外循环手术的能力。

为保障 ECMO 救治工作的顺利开展,ECMO 中心也应与医院相关科室协调,包括心血管外科、腹部外科、放射科、超声科、输血科、麻醉科、呼吸科、神经内科、药剂科和生化检验科等。较好的 ECMO 中心是:最好既有心脏支持又有呼吸支持,这样可以节省资源,尽快掌握 ECMO 技术。各 ECMO 中心应以 ELSO 组织提供的 ECMO 技术指南为基础,结合自身特点,制定详细的 ECMO 技术规范与流程,其中包括 ECMO 技术的适应证和禁忌证、ECMO 相关操作流程、ECMO 辅助期间的管理、ECMO 辅助期间突发意外事件处理、ECMO 相关设备和耗材的管理制度、终止 ECMO 辅助指征、ECMO 病例资料数据库管理和出院存活患者随访等。

5 ECMO 团队建设

ECMO 技术的成功开展离不开组织严密的 ECMO 团队。ECMO 团队成员应以具有良好的职业道德为前提,以患者生命安全第一为目标和出发点;以能够提供最好

治疗为理念,相互信任,团结一致,共同提高。在临床实践过程中,ECMO 团队应不断总结经验与教训,持续改进和不断完善,根据自身情况定期进行培训和继续再教育,时刻保持良好的快速应急能力,能够高效提供各种危重症患者院内、院外的急诊抢救性治疗^[18]。

ELSO 组织建议开展 ECMO 辅助的医疗单位的 ECMO 团队组织与结构设置应是:① 1 名负责人(ECMO program director),该负责人应具有医师资格,且有较高的技术职称,具有丰富的循环、呼吸治疗相关知识和 ECMO 知识,并专注于 ECMO 技术,能够组织和制定 ECMO 的临床治疗及科研发展方向,确定 ECMO 团队成员的职责。② 1 名 ECMO 协调员(ECMO coordinator/manager)或称为 ECMO 小组组长,主要负责 ECMO 团队的日常事务,包括协调团队内外联系,质量控制和监测,制定规则、规范和操作流程,采集 ECMO 病例数据(ECMO 患者数据资料、随访等),人员调派排班,培训和继续教育,设备维护和耗材管理,并为团队成员提供必要的支持和服务。ECMO 协调员可以由参加 ECMO 临床工作的医师、体外循环灌注师或护师担任。但协调员应了解 ECMO 临床工作的基本程序,熟练掌握 ECMO 技术,具有组织协调能力,工作热情、负责,有责任将临床实践、团队管理中遇到的问题向负责人汇报,并持续完善制度、规范、流程,提高 ECMO 临床实践的效果。③ ECMO 团队还可以设置 1 名仪器和耗材管理员以及 1 名信息管理员,在 ECMO 协调员管理下工作,前者负责仪器维护和供给,后者负责 ECMO 病例数据库的管理和录入计算机系统,并按 ELSO 要求上报。

ECMO 医师应受过 ECMO 相关专业培训,能够处理 ECMO 患者辅助期间出现的各种问题。由于 ECMO 辅助患者病种较多,辅助期间可能出现全身各系统问题,因此,ECMO 医师应来自多个医学专业,如危重症、呼吸、心脏、外科等,最好分布在 ECMO 支持能够涉及到的相应科室。ECMO 医师中最好有心血管外科医师,以指导和解决建立及撤离 ECMO 时插管相关技术和难题^[19]。

近年来院内、院外急性心搏骤停的 ECMO 抢救不断增多,ECMO 团队也应增强机动性,快速建立 ECMO。

6 ECMO 的人员培训

ECMO 专业人员(ECMO specialist)是经过 ECMO 培训、训练有素的负责 ECMO 患者日常管理的专业人员,可以是相关专业医师、护师、灌注师、呼吸治疗师,最好具有重症医学等相关专业监护室工作经验。ECMO 专业人员的职责是对 ECMO 患者进行基础管理,处理设备故障、评估环路安全、遇紧急情况维持 ECMO 运行并等待支援。由于 ECMO 专业人员是 ECMO 团队的基础力量,其定期培训尤为重要。

ELSO 组织提出 ECMO 项目培训主要分为两大部分,

即针对之前没有开展过 ECMO 辅助工作的相关人员和有一定 ECMO 辅助经验的 ECMO 中心人员的培训。每个 ECMO 中心都应有一套完整的 ECMO 培训流程,包括相关理论授课,ECMO 设备使用的现场培训,模拟患者床旁实景操作和突发意外情况处理等^[20]。参与培训的人员可以分成几个小组同时进行,整套培训内容大约需要 24~36 个学时。ECMO 协调员应结合每位 ECMO 专业人员的教育背景不同,熟悉每个 ECMO 小组成员的优势和薄弱环节,开展有针对性的个性化培训内容,不断强化 ECMO 小组个人的工作能力,并设置针对每个不同成员培训结果而进行考核的项目,世界 ELSO 指南中也指出,对于连续 3 个月未从事 ECMO 工作的人员均应进行 ECMO 培训。

7 ECMO 的设施与设备

ECMO 中心应有 ECMO 相关物品库房,其中包括 ECMO 安装设备、ECMO 相关耗材和转运相关设备,并列相应清单,定期由专人核查,及时补充相关物品,并负责设备的维护和清洁。ECMO 中心应建立一套高效而安全的 ECMO 应急预案,确保在任何情况下都能够开展 ECMO 工作。ECMO 库房管理应能够随时提供所需耗材,方便 ECMO 值班人员及时获取。

8 ECMO 的科研工作

科研是医疗技术发展的源泉和动力。近年来国外针对 ECMO 呼吸支持治疗已成功开展了较大规模的前瞻性随机多中心临床研究,并取得了很好的效果,不断推动了 ECMO 技术向前发展。我国 ECMO 呼吸辅助较少;而循环辅助病例数相对较多,也积累了一定的经验,一些医院参与 ELSO 组织的临床病例数据登记,就 ECMO 的循环辅助适应证、风险因素和并发症防治等进行了相关研究^[21-35]。鉴于 ECMO 循环辅助的特殊性,开展多中心前瞻性随机对照研究存在一定难度。与国外 ECMO 科研工作相比,国内仍然存在一定的差距。本建议书积极倡导我国 ECMO 中心规范 ECMO 技术的适应证,建立管理流程、团队建设、人员培训与继续教育等,并建议各 ECMO 中心加强交流与合作,做到数据共享,以便开展相关科研工作。

9 总 结

从现阶段我国国情和医疗发展水平考虑,ECMO 仍然是救治各种急性循环和(或)呼吸衰竭的主要高级生命支持形式。国外一些较大规模的 ECMO 中心在 ECMO 的临床和科研方面均取得了较好的发展,鉴于目前我国 ECMO 技术尚处于早期开展阶段以及发展较为不均衡的特点,结合 ECMO 技术自身特点,选择在 ECMO 辅助治疗技术经验丰富的医疗单位建立 ECMO 中心,是保障 ECMO 救治效果的重要条件。另外,加快 ECMO 团队建设和 ECMO 专业人才培养,以及对 ECMO 从业人员进行

培训和继续教育也迫在眉睫。进一步规范我国 ECMO 技术、加快 ECMO 相关科研工作是促进该技术可持续发展的重要途径。

志谢 本建议书为中国第二届体外生命支持论坛 ECMO 专家共同讨论提出。感谢阜外心血管病医院体外循环科楼松和赵举,第二军医大学南京临床学院南京军区总医院普通外科虞文魁,北京军区总医院附属八一儿童医院 PICU 洪小杨,上海交通大学附属上海儿童医学中心体外循环科王伟,华中科技大学附属协和医院心外科李平等医师为该建议书的修订提出了宝贵意见。

参考文献

- [1] Hill JD, O'Brien TG, Murray JJ, et al. Prolonged extracorporeal oxygenation for acute post-traumatic respiratory failure (shock-lung syndrome). Use of the Bramson membrane lung [J]. *N Engl J Med*, 1972, 286 (12): 629-634.
- [2] Shekar K, Mullany DV, Thomson B, et al. Extracorporeal life support devices and strategies for management of acute cardiorespiratory failure in adult patients: a comprehensive review [J]. *Crit Care*, 2014, 18 (3): 219.
- [3] Lunz D, Philipp A, Dolch M, et al. Veno-arterial extracorporeal membrane oxygenation: Indications, limitations and practical implementation [J]. *Anaesthetist*, 2014, 63 (8-9): 625-635.
- [4] Brodie D, Bacchetta M. Extracorporeal membrane oxygenation for ARDS in adults [J]. *N Engl J Med*, 2011, 365 (20): 1905-1914.
- [5] Bein T, Weber-Carstens S, Goldmann A, et al. Lower tidal volume strategy (≈ 3 ml/kg) combined with extracorporeal CO₂ removal versus 'conventional' protective ventilation (6 ml/kg) in severe ARDS: the prospective randomized Xtravent-study [J]. *Intensive Care Med*, 2013, 39 (5): 847-856.
- [6] Abrams D, Combes A, Brodie D. Extracorporeal membrane oxygenation in cardiopulmonary disease in adults [J]. *J Am Coll Cardiol*, 2014, 63 (25 Pt A): 2769-2778.
- [7] Chen YS, Lin JW, Yu HY, et al. Cardiopulmonary resuscitation with assisted extracorporeal life-support versus conventional cardiopulmonary resuscitation in adults with in-hospital cardiac arrest: an observational study and propensity analysis [J]. *Lancet*, 2008, 372 (9638): 554-561.
- [8] Kagawa E, Dote K, Kato M, et al. Should we emergently revascularize occluded coronaries for cardiac arrest?: rapid-response extracorporeal membrane oxygenation and intra-arrest percutaneous coronary intervention [J]. *Circulation*, 2012, 126 (13): 1605-1613.
- [9] Fagnoul D, Combes A, De Backer D. Extracorporeal cardiopulmonary resuscitation [J]. *Curr Opin Crit Care*, 2014, 20 (3): 259-265.
- [10] Park SJ, Kim JB, Jung SH, et al. Outcomes of extracorporeal life support for low cardiac output syndrome after major cardiac surgery [J]. *J Thorac Cardiovasc Surg*, 2014, 147 (1): 283-289.
- [11] Turner DA, Cheifetz IM. Extracorporeal membrane oxygenation for adult respiratory failure [J]. *Respir Care*, 2013, 58 (6): 1038-1052.
- [12] Bréchet N, Luyt CE, Schmidt M, et al. Venoarterial extracorporeal membrane oxygenation support for refractory cardiovascular dysfunction during severe bacterial septic shock [J]. *Crit Care Med*, 2013, 41 (7): 1616-1626.
- [13] Loforte A, Marinelli G, Musumeci F, et al. Extracorporeal membrane oxygenation support in refractory cardiogenic shock: treatment strategies and analysis of risk factors [J]. *Artif Organs*, 2014, 38 (7): E129-141.
- [14] Peek GJ, Mugford M, Tiruvoipati R, et al. Efficacy and economic assessment of conventional ventilatory support versus extracorporeal membrane oxygenation for severe adult respiratory failure (CESAR): a multicentre randomised controlled trial [J]. *Lancet*, 2009, 374 (9698): 1351-1363.
- [15] Freeman CL, Bennett TD, Casper TC, et al. Pediatric and neonatal extracorporeal membrane oxygenation: does center volume impact mortality? [J]. *Crit Care Med*, 2014, 42 (3): 512-519.
- [16] Combes A, Brodie D, Bartlett R, et al. Position paper for the organization of extracorporeal membrane oxygenation programs for acute respiratory failure in adult patients [J]. *Am J Respir Crit Care Med*, 2014, 190 (5): 488-496.
- [17] Guérin C, Reignier J, Richard JC, et al. Prone positioning in severe acute respiratory distress syndrome [J]. *N Engl J Med*, 2013, 368 (23): 2159-2168.
- [18] Wang CH, Chou NK, Becker LB, et al. Improved outcome of extracorporeal cardiopulmonary resuscitation for out-of-hospital cardiac arrest—a comparison with that for extracorporeal rescue for in-hospital cardiac arrest [J]. *Resuscitation*, 2014, 85 (9): 1219-1224.
- [19] Gokalp O, Besir Y, Eygi B, et al. Cannulation in extracorporeal membrane oxygenation [J]. *Crit Care*, 2014, 18 (4): 443.
- [20] Burkhart HM, Riley JB, Lynch JJ, et al. Simulation-based postcardiotomy extracorporeal membrane oxygenation crisis training for thoracic surgery residents [J]. *Ann Thorac Surg*, 2013, 95 (3): 901-906.
- [21] 龙村. 体外膜肺氧合循环支持专家共识 [J]. 中国体外循环杂志, 2014, 12 (2): 65-67.
- [22] 郭利涛, 王雪. 体外膜肺氧合对常用药物药代动力学的影响 [J]. 中华危重病急救医学, 2013, 25 (10): 637-640.
- [23] 高国栋, 龙村, 黑飞龙, 等. 107 例体外膜肺氧合并发症回顾分析 [J]. 心肺血管病杂志, 2010, 29 (4): 296-300.
- [24] 王迪芬, 刘颖, 唐艳, 等. 体外膜肺氧合在救治人感染高致病性禽流感过程中并发症的防治 [J]. 中华危重病急救医学, 2013, 25 (6): 380-381.
- [25] 贾明, 王红, 周晔, 等. 体外膜肺氧合在心脏手术后心肺复苏困难患者的应用 [J]. 中国体外循环杂志, 2014, 12 (2): 73-76.
- [26] 李斌飞, 廖小卒, 程周, 等. 主动脉内球囊反搏联合体外膜肺氧合在爆发性心肌炎性心源性休克中的应用 [J]. 中国体外循环杂志, 2014, 12 (2): 77-79, 67.
- [27] 尹明, 沈洪. 体外膜肺氧合在危重症中的应用 [J]. 中国危重病急救医学, 2012, 24 (7): 385-387.
- [28] 江春景, 贾在申, 杨峰, 等. 体外膜肺氧合联合主动脉内球囊反搏脑血流观察研究 [J]. 中国体外循环杂志, 2014, 12 (2): 80-83.
- [29] 郑俊波, 于凯江, 叶明, 等. 体外膜肺氧合对急性右心衰竭犬血流动力学的影响 [J]. 中国危重病急救医学, 2012, 24 (4): 229-232.
- [30] 赵岩岩, 邢家林, 杜中涛, 等. 体外循环心肺复苏技术在成人心脏术后心搏骤停抢救中的应用 [J]. 中国体外循环杂志, 2013, 11 (3): 145-149.
- [31] 詹庆元, 孙兵, 王辰. 体外膜肺氧合在极重度呼吸衰竭救治中的应用 [M] // 王辰. 呼吸与危重症医学 2011-2012. 北京: 人民卫生出版社, 2011: 328-332.
- [32] 赵举, 黑飞龙, 李斌飞, 等. 中国体外生命支持临床汇总报告 [J]. 中国体外循环杂志, 2011, 9 (1): 1-5.
- [33] 王传海, 童朝晖, 詹庆元, 等. 体外膜肺氧合治疗急性呼吸窘迫综合征的临床疗效观察 [J]. 中国危重病急救医学, 2012, 24 (2): 83-85.
- [34] Hu Y, Lu S, Song Z, et al. Association between adverse clinical outcome in human disease caused by novel influenza A H7N9 virus and sustained viral shedding and emergence of antiviral resistance [J]. *Lancet*, 2013, 381 (9885): 2273-2279.
- [35] Sun B, He H, Wang Z, et al. Emergent severe acute respiratory distress syndrome caused by adenovirus type 55 in immunocompetent adults in 2013: a prospective observational study [J]. *Crit Care*, 2014, 18 (4): 456.

(收稿日期: 2014-09-22)

(本文编辑: 李银平)