

# 体外膜肺氧合与机械通气用于严重急性呼吸窘迫综合征患者院间转运的对比研究

徐磊 王志勇 李彤 李智伯 胡晓旻 冯全胜 段大为 高心晶

**【摘要】目的** 比较严重急性呼吸窘迫综合征 (ARDS) 患者应用体外膜肺氧合 (ECMO) 和常规机械通气进行院间转运的情况和临床结局,探讨严重 ARDS 患者最佳的院间转运方式。**方法** 回顾性分析 2009 年 11 月至 2014 年 1 月因常规机械通气失败,从其他医院转诊到天津市第三中心医院的 11 例严重 ARDS 患者的临床资料。以 5 例应用 ECMO 辅助转运者为观察组,6 例由移动呼吸机转运者为对照组。比较两组患者的临床特征和结局、转运情况以及转运前后生命体征、呼吸机参数和 Murray 评分。**结果** 观察组年龄明显大于对照组〔岁:73 (46,77) 比 34 (23,46),  $Z=-2.293$ ,  $P=0.022$ 〕,转运前急性生理学与慢性健康状况评分系统 II (APACHE II) 评分、Murray 评分、氧合指数 ( $\text{PaO}_2/\text{FiO}_2$ ) 以及转运时间、转运距离与对照组比较差异无统计学意义〔APACHE II (分):36 (33,39) 比 27 (23,35),  $Z=-1.830$ ,  $P=0.067$ ; Murray 评分 (分): $3.5\pm 0.3$  比  $3.4\pm 0.2$ ,  $t=0.667$ ,  $P=0.524$ ;  $\text{PaO}_2/\text{FiO}_2$  (mmHg, 1 mmHg=0.133 kPa): $61\pm 14$  比  $63\pm 14$ ,  $t=-0.249$ ,  $P=0.809$ ; 转运时间 (min):24 (18,74) 比 79 (41,86),  $Z=-1.654$ ,  $P=0.098$ ; 转运距离 (km):12.9 (8.3,71.8) 比 72.4 (39.5, 86.8),  $Z=-1.651$ ,  $P=0.099$ 〕。两组转运前生命体征、呼吸机参数和 Murray 评分均无差异。观察组转入时心率、呼吸频率、吸入氧浓度、吸气压、Murray 评分明显低于对照组〔心率 (次/min): $102\pm 16$  比  $136\pm 8$ ,  $t=-4.374$ ,  $P=0.002$ ;呼吸频率 (次/min): $23\pm 3$  比  $37\pm 2$ ,  $t=-7.967$ ,  $P=0.000$ ;吸入氧浓度: $0.40\pm 0.05$  比  $0.96\pm 0.09$ ,  $t=-12.152$ ,  $P=0.000$ ;吸气压 ( $\text{cmH}_2\text{O}$ , 1  $\text{cmH}_2\text{O}=0.098$  kPa): $21\pm 1$  比  $34\pm 4$ ,  $t=-6.887$ ,  $P=0.000$ ; Murray 评分 (分): $2.7\pm 0.2$  比  $3.8\pm 0.2$ ,  $t=-8.573$ ,  $P=0.000$ 〕,而  $\text{PaO}_2/\text{FiO}_2$  明显高于对照组 (mmHg:278 $\pm$ 65 比 41 $\pm$ 5,  $t=8.075$ ,  $P=0.001$ )。观察组 4 例存活出院,1 例转运途中出现氧气供应中断致肺损伤加重,最终死亡;对照组 3 例患者死亡与转运期间肺损伤加重直接相关。**结论** 对于需要实施 ECMO 的严重 ARDS 患者,ECMO 辅助下转运的安全性优于常规机械通气转运,但需要经验丰富的团队实施。

**【关键词】** 严重急性呼吸窘迫综合征; 体外膜肺氧合; 医院间转运

**Comparison of extracorporeal membrane oxygenation and mechanical ventilation for inter-hospital transport of severe acute respiratory distress syndrome patients** Xu Lei\*, Wang Zhiyong, Li Tong, Li Zhibo, Hu Xiaomin, Feng Quansheng, Duan Dawei, Gao Xinjing. Department of Critical Care Medicine, Tianjin Third Central Hospital, Artificial Cells Key Laboratory of Tianjin, Tianjin 300170, China

Corresponding author: Li Tong, Heart Center, Tianjin Third Central Hospital, Tianjin 300170, China, Email: litong3zx@sina.com

**【Abstract】Objective** To compare inter-hospital transport and clinical outcome in severe acute respiratory distress syndrome (ARDS) patients whom were transported either on extracorporeal membrane oxygenation (ECMO) or on conventional ventilation, and to investigate the optimal means of inter-hospital transport. **Methods** Eleven patients with severe ARDS who were invalid under conventional ventilation and were transported from other hospitals to Tianjin Third Central Hospital from November 2009 to January 2014 were analyzed. Five patients were transported on ECMO (observation group) and 6 on conventional ventilation (control group). The clinical characteristics, outcomes, transportation, vital signs before and after transportation, respiratory parameters, and Murray score between two groups were compared. **Results** Patients in observation group were significantly older than those in control group [years: 73 (46,77) vs. 34 (23,46),  $Z = -2.293$ ,  $P = 0.022$ ]. There was no significant difference between observation group and control group in acute pathologic and chronic health evaluation II (APACHE II) score, Murray score, oxygenation index ( $\text{PaO}_2/\text{FiO}_2$ ) before transportation, transit time, and transit distance [APACHE II score: 36 (33,39) vs. 27 (23,

DOI: 10.3760/cma.j.issn.2095-4352.2014.11.005

基金项目:天津市医药卫生重点攻关项目 (12KG106)

作者单位:300170 天津市第三中心医院重症医学科,天津市人工细胞重点实验室 (徐磊、王志勇、李智伯、冯全胜、高心晶); 天津市第三中心医院心脏中心 (李彤、胡晓旻、段大为)

通信作者:李彤, Email: litong3zx@sina.com

35),  $Z = -1.830$ ,  $P = 0.067$ ; Murray score:  $3.5 \pm 0.3$  vs.  $3.4 \pm 0.2$ ,  $t = 0.667$ ,  $P = 0.524$ ;  $\text{PaO}_2/\text{FiO}_2$  (mmHg, 1 mmHg = 0.133 kPa):  $61 \pm 14$  vs.  $63 \pm 14$ ,  $t = -0.249$ ,  $P = 0.809$ ; transit time (minutes): 24 (18, 74) vs. 79 (41, 86),  $Z = -1.654$ ,  $P = 0.098$ ; transit distance (km): 12.9 (8.3, 71.8) vs. 72.4 (39.5, 86.8),  $Z = -1.651$ ,  $P = 0.099$ ]. There was no significant difference between two groups in vital signs and respiratory parameters before transportation. When arrived in ECMO centre, heart rate, respiratory rate, fractional inspired oxygen, inspiratory pressure and Murray score in observation group were significantly lower than those in control group [heart rate (beat/min):  $102 \pm 16$  vs.  $136 \pm 8$ ,  $t = -4.374$ ,  $P = 0.002$ ; respiratory rate (beat/min):  $23 \pm 3$  vs.  $37 \pm 2$ ,  $t = -7.967$ ,  $P = 0.000$ ; fractional inspired oxygen:  $0.40 \pm 0.05$  vs.  $0.96 \pm 0.09$ ,  $t = -12.152$ ,  $P = 0.000$ ; inspiratory pressure (cmH<sub>2</sub>O, 1 cmH<sub>2</sub>O = 0.098 kPa):  $21 \pm 1$  vs.  $34 \pm 4$ ,  $t = -6.887$ ,  $P = 0.000$ ; Murray score:  $2.7 \pm 0.2$  vs.  $3.8 \pm 0.2$ ,  $t = -8.573$ ,  $P = 0.000$ ], but  $\text{PaO}_2/\text{FiO}_2$  was higher than that of control group (mmHg:  $278 \pm 65$  vs.  $41 \pm 5$ ,  $t = 8.075$ ,  $P = 0.001$ ). Four patients were survived in observation group, and one died from the shortage of oxygen induced lung injury deterioration during transportation. Three patients died in control group, which was directly associated with lung injury deterioration. **Conclusion** For patients with severe ARDS who need the support of ECMO, ECMO-assisted transfer is safer than conventional ventilation, but transfer should be implemented by experienced team.

**【Key words】** Severe acute respiratory distress syndrome; Extracorporeal membrane oxygenation; Inter-hospital transport

如果严重急性呼吸窘迫综合征 (ARDS) 患者在规范机械通气支持下不能维持满意的氧合和通气, 或者并发循环衰竭和呼吸机相关性肺损伤 (如气压伤) 致生命体征恶化, 体外膜肺氧合 (ECMO) 可作为一种挽救性治疗措施<sup>[1-2]</sup>。国外研究证实, ECMO 结合“肺休息”策略的呼吸支持较单纯常规应用呼吸机支持可使严重 ARDS 患者 6 个月时的无残疾存活率提高 16%<sup>[3]</sup>。国内自 2009 年甲型 H1N1 流感暴发以来, 已逐渐认知到 ECMO 在严重 ARDS 治疗中的价值<sup>[4-9]</sup>。即使国外发达国家也只有经验丰富的大型医疗中心才能提供 ECMO 支持。但 ARDS 发病分布呈多地域性, 如果机械通气无效, 需要安全、及时地将患者转运到具有 ECMO 支持设备的医疗中心。国外从 20 世纪 90 年代开始实行由专业医务人员就地安装 ECMO, 再转运至 ECMO 治疗中心的方案, 并建立病例筛选与转运流程, 可减少患者的致残率、病死率, 且医疗费用并不增加<sup>[10-12]</sup>。目前我国尚未建立完善的 ECMO 协作网络和转运流程, 这有可能延误 ECMO 的使用<sup>[13]</sup>。

因此, 本院重症监护病房 (ICU) 通过近年来对 ARDS 患者的转运, 总结了 11 例严重 ARDS 患者的转运情况及临床资料, 比较机械通气和 ECMO 辅助进行院间转运的安全性和结局。

## 1 资料与方法

**1.1 病例纳入及排除标准:** 回顾性分析 2009 年 11 月至 2014 年 1 月因严重 ARDS 从其他医院转诊至本院患者的转运情况及临床资料。所有患者均符合严重 ARDS 诊断标准<sup>[14]</sup>, ECMO 指征参考 Schuerer 等<sup>[15]</sup>的标准。排除标准: 存在实施 ECMO 的绝对禁

忌证; 家属拒绝实施 ECMO。

本研究符合医学伦理学标准, 经医院伦理委员会批准, 并获得患者或其代理人知情同意。

**1.2 分组与资料收集:** 因 ARDS 转入本院且符合 ECMO 指征的患者中, 由移动呼吸机支持下转入本院的患者设为对照组, 由 ECMO 支持下转入本院的患者设为观察组。收集两组患者年龄、性别、病因、转运前氧合指数 ( $\text{PaO}_2/\text{FiO}_2$ )、Murray 评分、预期病死率、急性生理学与慢性健康状况评分系统 II (APACHE II) 评分等一般情况; 记录观察组应用 ECMO 的模式; 两组转运时间、转运距离、转运结局以及患者转运前和转入时的生命体征、呼吸参数、 $\text{PaO}_2/\text{FiO}_2$  和 Murray 评分。

### 1.3 转运的组织与实施

**1.3.1 转运的组织:** 接到外院会诊电话后, 由 ICU 医生到现场进行会诊, 评价患者 ECMO 治疗的适应证<sup>[15]</sup>。若患者符合 ECMO 指征, 能耐受常规转运, 则立即动员常规转运团队, 包括重症医师 2 名, 护士 1 名; 如果不能耐受常规转运, 则进行 ECMO 转运, 需增加心脏外科医师 2 名、灌注师 1 名。

**1.3.2 转运设备:** 转运团队携带的设备包括 ECMO 套包, 2 套以上不同型号插管, 手术器械, 氧气瓶、呼吸机等。转运救护车应配备体外生命支持设备, 包括: 美国 Medtronic 公司 Bio-Console 550/560 离心泵, 德国 Jostra 公司 Quadrox 氧合器, 美国 Medtronic 公司肝素涂层插管和管路, 德国 Dräger 公司 Savina 转运呼吸机, 活化凝血时间 (ACT) 检测仪, 雅培公司 I-STAT 血气分析仪, 监护仪、除颤器, 5% 白蛋白 750 mL。

**1.3.3 床旁评价和插管:**在决定实施 ECMO 前,由 ICU 医生主持,再次对患者进行全面评价,同时决定实施 ECMO 的模式。

放置插管前,应在右侧颈内静脉和股静脉以外的穿刺部位置入深静脉导管以确保液路通畅。尽可能进行血管超声检查评价颈内静脉和股静脉直径及通畅程度。所有 ECMO 的安装操作均应严格规范。

**1.3.4 患者的管理和转运:**一旦 ECMO 运行稳定,立即调节患者呼吸机参数至“肺休息”状态,即吸入氧浓度 ( $\text{FiO}_2$ )  $< 0.5$ , 平台压  $< 30 \text{ cmH}_2\text{O}$  ( $1 \text{ cmH}_2\text{O} = 0.098 \text{ kPa}$ ), 潮气量  $4 \sim 6 \text{ mL/kg}$ , 选择合适的呼气末正压 (PEEP) [16]。待患者血流动力学及呼吸机参数稳定 1 h 后,在转运呼吸机和 ECMO 辅助下转运至救护车上,重新核查 ECMO、呼吸机、微量泵运行正常后,开始转运。转运过程中监测患者心率、血压、脉搏血氧饱和度 ( $\text{SpO}_2$ )、呼吸机参数、ACT、ECMO 流量和转速。

常规机械通气转运患者尽可能控制平台压  $< 35 \text{ cmH}_2\text{O}$ ,  $\text{FiO}_2$  设置在  $0.8 \sim 1.0$ , 并尽量维持目标  $\text{SpO}_2$  为  $0.88 \sim 0.95$ 。

**1.4 统计学分析:**采用 SPSS 17.0 软件进行分析;正态分布计量资料以均数  $\pm$  标准差 ( $\bar{x} \pm s$ ) 表示,两组间比较采用两独立样本  $t$  检验;非正态分布计量资料以中位数 (四分位数) [ $M(Q_L, Q_U)$ ] 表示,两组间比较采用非参数 Mann-Whitney  $U$  检验。计数资料比较采用 Fisher 确切概率检验。以  $P < 0.05$  为差异有统计学意义。

## 2 结果

**2.1 患者的临床情况 (表 1):**共 11 例严重 ARDS 患者由外院转入本院行 ECMO 支持,对照组 6 例中男性 4 例,女性 2 例;观察组 5 例中男性 4 例,女性 1 例。观察组年龄明显高于对照组 ( $P < 0.05$ ),而转运前 APACHE II 评分、Murray 评分、 $\text{PaO}_2/\text{FiO}_2$  与对照组无统计学差异 (均  $P > 0.05$ )。两组患者均由肺炎引起,其中观察组 1 例与甲型 H1N1 流感相关;对照组 3 例与甲型 H1N1 流感相关。观察组 4 例为静脉-静脉 ECMO (V-V ECMO), 1 例为静脉-动脉 ECMO (V-A ECMO);对照组 6 例转入后均为 V-V ECMO。

**2.2 患者的转运情况和结局 (表 2):**两组转运时间和距离以及预期病死率无统计学差异 (均  $P > 0.05$ )。观察组 1 例死亡,对照组 3 例死亡,均与转运途中缺氧和肺损伤加重相关。

表 1 不同转运方式两组严重 ARDS 患者转运前临床情况比较

组别	例数 (例)	年龄 [岁, $M(Q_L, Q_U)$ ]	APACHE II [分, $M(Q_L, Q_U)$ ]	Murray (分, $\bar{x} \pm s$ )	$\text{PaO}_2/\text{FiO}_2$ (mmHg, $\bar{x} \pm s$ )
观察组	5	73 (46, 77)	36 (33, 39)	$3.5 \pm 0.3$	$61 \pm 14$
对照组	6	34 (23, 46)	27 (23, 35)	$3.4 \pm 0.2$	$63 \pm 14$
检验值		$Z = -2.293$	$Z = -1.830$	$t = 0.667$	$t = -0.249$
P 值		0.022	0.067	0.524	0.809

注:观察组为体外膜肺氧合 (ECMO) 转运组,对照组为常规通气转运组;ARDS 为急性呼吸窘迫综合征,APACHE II 为急性生理学及慢性健康状况评分系统 II,  $\text{PaO}_2/\text{FiO}_2$  为氧合指数;  $1 \text{ mmHg} = 0.133 \text{ kPa}$

表 2 不同转运方式两组严重 ARDS 患者转运结局比较

组别	例数 (例)	转运时间 [min, $M(Q_L, Q_U)$ ]	转运距离 [km, $M(Q_L, Q_U)$ ]	预期病死率 [%, $M(Q_L, Q_U)$ ]	实际死亡 (例)
观察组	5	24 (18, 74)	12.9 (8.3, 71.8)	88.59 (77.54, 90.68)	1
对照组	6	79 (41, 86)	72.4 (39.5, 86.8)	77.46 (61.21, 85.72)	3
检验值		$Z = -1.654$	$Z = -1.651$	$Z = -1.189$	
P 值		0.098	0.099	0.234	0.545

注:观察组为体外膜肺氧合 (ECMO) 转运组,对照组为常规通气转运组;ARDS 为急性呼吸窘迫综合征;空白代表无此项

**2.3 患者转运前后生命体征、呼吸机参数、Murray 评分 (表 3):**两组转运前的心率、呼吸频率、血压、 $\text{FiO}_2$ 、 $\text{PaO}_2/\text{FiO}_2$ 、吸气压、Murray 评分差异均无统计学意义 (均  $P > 0.05$ )。与转运前比较,对照组转入时  $\text{PaO}_2/\text{FiO}_2$  明显下降, Murray 评分明显升高 ( $P < 0.01$  和  $P < 0.05$ );观察组转入时心率、呼吸频率、 $\text{FiO}_2$ 、吸气压、Murray 评分明显下降,  $\text{PaO}_2/\text{FiO}_2$  明显升高 (均  $P < 0.01$ ), 且与对照组转入时各指标比较也有明显差异 (均  $P < 0.01$ )。

**2.4 与预后相关的不良事件:**观察组 1 例患者由于转运中氧气不足,更换氧气瓶致供氧中断,而出现大量泡沫血性痰,在转运车上抢救。对照组所有患者转运中  $\text{SpO}_2 < 0.90$ ; 1 例患者由于转运途中缺氧,入院后即出现心脏停跳,心肺复苏的同时实施 ECMO,此后又出现 2 次心脏停跳,行心肺复苏无效,最终死亡;另 2 例转入后情况较转入前明显加重,在入院 48 h 内死亡。

## 3 讨论

机械通气是严重 ARDS 的标准治疗手段,但最大问题是可导致呼吸机相关性肺损伤 (VILI) [17-18]。ECMO 具有强大的体外气体交换功能,可保证“肺休息”策略的实施,避免进一步加重肺损伤 [8-9]。

自从 Bartlett 等 [19] 1977 年首次成功转运 2 例 ECMO 患者 (1 例存活出院) 以来,国外许多医疗中心开始应用 ECMO 转运。实践表明,不论是地面还

表 3 不同转运方式两组严重 ARDS 患者转运前后生命体征、呼吸机参数和 Murray 评分变化比较 ( $\bar{x} \pm s$ )

组别	时间	例数 (例)	HR (次/min)	RR (次/min)	血压 (mmHg)	FiO <sub>2</sub>	PaO <sub>2</sub> /FiO <sub>2</sub> (mmHg)	吸气压 (cmH <sub>2</sub> O)	Murray 评分 (分)
观察组	ECMO 前	5	148 ± 15	33 ± 4	111 ± 20	1.00 ± 0.00	61 ± 14	37 ± 2	3.5 ± 0.3
	转入时	5	102 ± 16	23 ± 3	134 ± 17	0.40 ± 0.05	278 ± 65	21 ± 1	2.7 ± 0.2
对照组	转运前	6	135 ± 9	37 ± 3	129 ± 6	1.00 ± 0.00	63 ± 14	37 ± 2	3.4 ± 0.2
	转入时	6	136 ± 8	37 ± 2	130 ± 18	0.96 ± 0.09	41 ± 5	34 ± 4	3.8 ± 0.2
两组转运前比较 <i>t</i> 值			1.648	-2.241	-1.960		-0.249	0.000	0.667
<i>P</i> 值			0.138	0.055	0.086		0.809	1.000	0.524
观察组组内比较 <i>t</i> 值			4.804	4.481	-1.954	24.903	-7.240	17.515	5.488
<i>P</i> 值			0.001	0.002	0.086	0.000	0.001	0.000	0.001
对照组组内比较 <i>t</i> 值			-0.038	0.693	0.000	1.000	3.432	1.508	-2.746
<i>P</i> 值			0.971	0.508	1.000	0.374	0.009	0.170	0.025
两组转入时比较 <i>t</i> 值			-4.374	-7.967	0.405	-12.152	8.075	-6.887	-8.573
<i>P</i> 值			0.002	0.000	0.696	0.000	0.001	0.000	0.000

注：观察组为体外膜肺氧合 (ECMO) 转运组，对照组为常规通气转运组；ARDS 为急性呼吸窘迫综合征，HR 为心率，RR 为呼吸频率，FiO<sub>2</sub> 为吸入氧浓度，PaO<sub>2</sub>/FiO<sub>2</sub> 为氧合指数；1 mmHg = 0.133 kPa，1 cmH<sub>2</sub>O = 0.098 kPa

是空中，ECMO 辅助下都可保证严重 ARDS 患者的院间转运，且减少了 VILI 等并发症<sup>[10-11,20-26]</sup>。

国内 ECMO 技术的逐步开展始于 2002 年<sup>[27]</sup>。2009 年 ECMO 用于甲型 H1N1 流感所致严重 ARDS 支持并取得良好结果。李宏亮等<sup>[7]</sup>报道 7 例甲型 H1N1 流感所致 ARDS 经 ECMO 支持后，4 例存活出院。王传海等<sup>[8]</sup>报道 6 例应用 ECMO 的严重 ARDS 患者中，2 例存活出院，2 例死亡，2 例病情恶化放弃治疗。詹庆元等<sup>[13]</sup>总结了甲型 H1N1 流感流行期间北京和天津地区收治的 18 例甲型 H1N1 流感所致 ARDS 接受 ECMO 的患者，11 例脱离 ECMO (8 例存活出院)，7 例在 ECMO 治疗期间死亡。但如何将严重 ARDS 向更大的医疗中心转运，基本停留在靠应用机械通气来实现，且没有很好的多中心分析。国外通过计算机模拟证实，单纯应用机械通气转运，其成活率为 1/15.7<sup>[28]</sup>。本研究结果显示，两组患者转运前疾病严重程度和肺损伤严重程度相似；与转运前相比，进行常规通气转运的患者转入时肺损伤评分增加、氧合指数下降，提示这种转运方式加重了肺损伤；而 ECMO 辅助转运的患者转入时生命体征更稳定，氧合情况更好，肺损伤评分更低，呼吸机支持条件更低，提示 ECMO 辅助下转运明显减少了患者的转运并发症。

国外报道 ECMO 转运中最常见的不良事件包括电源故障<sup>[11,29-30]</sup>、局部管路或接头渗漏、膜肺内血栓形成或渗漏、管路破裂及低碳酸血症、膜肺接头受损、转运途中救护车压缩机故障、氧气供应不足等<sup>[10-11,20-21]</sup>。本研究对照组所有患者转运中均存在低氧血症，3 例死亡患者均与缺氧及肺损伤加重直

接相关；观察组仅 1 例患者转运中出现氧气供应中断，最终死亡，与缺氧、肺损伤加重有关。

Fried 等<sup>[31]</sup>对 2 396 例成人危重患者的常规转运进行回顾分析发现，在需要机械通气的患者中，专业团队转运明显降低了设备故障的发生率。鉴于 ECMO 转运更加专业化和复杂化，建立一支训练有素的转运团队，并通过不断模拟演练，总结经验，无疑将大大提高 ECMO 转运的安全性。随着我们的经验积累及针对性训练，观察组随后的 4 例患者未再出现明显的并发症。

根据国外经验及我国国情，我们通过有限的病例，总结应用 ECMO 转运患者的经验为：① 组建团队应具有应用机械通气转运患者的经验，在此基础上，严格制定转运流程及核查表格<sup>[32]</sup>。② 与当地医院要有效沟通，了解其技术和设备条件，以确定转运团队需要携带的设备和药品，根据需要准备血制品。③ 准备充足的氧气，根据转运距离选择适当容量的氧气筒，估算好氧气的使用时间，氧气供应应满足全程所需，避免转运途中更换造成病情恶化。④ 转运所用设备应在转运前试运行，转运呼吸机应用于患者并观察无不良情况后再行转运。⑤ 转运中确定主要负责人，合理安排转运人员和设备在急救车中的位置，团队成员分工明确：灌流师负责观察体外循环运转是否稳定及管路有无打折、扭曲；重症医师负责监测患者生命体征，呼吸机运转情况，氧气瓶压力；护士观察输液管路是否通畅，微量泵工作情况，保证气管导管、导尿管通畅。⑥ 转运中尽量减少静脉管路，只保留必需药物；根据血管活性药使用剂量，备好途中用药。

研究显示,应用 ECMO 前机械通气时间越短,患者存活的机会越大<sup>[33]</sup>。国内目前对于 ECMO 及 ECMO 转运认识不足,ECMO 转运受多种因素制约,客观上降低了实施 ECMO 患者的获益。本研究观察组 1 例患者由于需要等待呼吸道传染病筛查结果,延迟了 ECMO 实施和转运。为使患者获益最大化,希望医疗机构之间,尤其是卫生行政部门之间有效沟通,制定相关预案。

总之,基于该组患者的转运经验,在现有条件可以保证严重 ARDS 患者在 ECMO 辅助下安全转运。如果严重 ARDS 患者常规机械通气失败而需要实施 ECMO,移动 ECMO 可能增加转运的安全性,但需要专门转运团队来实施。转运中各个环节的管理还需要总结经验,不断完善。

### 参考文献

- [1] 詹庆元,李绪言,孙兵. 体外膜氧合治疗成人重症呼吸衰竭的指征[J]. 中华结核和呼吸杂志,2013,36(6):479-480.
- [2] 李晓华,李福祥,肖贞良. 严重急性呼吸窘迫综合征的治疗策略[J]. 中国危重病急救医学,2013,25(3):186-189.
- [3] 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.
- [4] 段大为,李彤,秦英智,等. 体外膜肺氧合在甲型 H1N1 流感患者肺功能支持中的应用[J]. 中国危重病急救医学,2010,22(3):161-163.
- [5] 段欣. 体外膜肺氧合在 2009 重症甲型 H1N1 流感患者中的应用[J]. 中国危重病急救医学,2010,22(7):440-442.
- [6] 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.
- [7] 李宏亮,孟超,朱曦,等. 体外膜肺氧合应用于危重症患者的初步探讨[J]. 中国危重病急救医学,2012,24(2):86-89.
- [8] 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.
- [9] 孙兵,王春婷,吴琚,等. 体外膜氧合治疗重症急性呼吸衰竭的临床疗效分析[J]. 中华结核和呼吸杂志,2012,35(11):804-808.
- [10] Lindén V, Palmér K, Reinhard J, et al. Inter-hospital transportation of patients with severe acute respiratory failure on extracorporeal membrane oxygenation—national and international experience [J]. Intensive Care Med, 2001, 27 (10): 1643-1648.
- [11] Foley DS, Pranikoff T, Younger JG, et al. A review of 100 patients transported on extracorporeal life support [J]. ASAIO J, 2002, 48 (6): 612-619.
- [12] Australia and New Zealand Extracorporeal Membrane Oxygenation (ANZ ECMO) Influenza Investigators. Extracorporeal Membrane Oxygenation for 2009 Influenza A (H1N1) Acute Respiratory Distress Syndrome [J]. JAMA, 2009, 302 (17): 1888-1895.
- [13] 詹庆元,孙兵,童朝晖,等. 体外膜式氧合治疗新型甲型 H1N1 流感所致重症急性呼吸窘迫综合征患者的临床分析[J]. 中华医学杂志,2011,91(46):3262-3266.
- [14] ARDS Definition Task Force. Acute respiratory distress syndrome: the Berlin Definition [J]. JAMA, 2012, 307 (23): 2526-2533.
- [15] Schuerer DJ, Kolovos NS, Boyd KV, et al. Extracorporeal membrane oxygenation: current clinical practice, coding, and reimbursement [J]. Chest, 2008, 134 (1): 179-184.
- [16] 徐磊,杜钟珍,高心晶,等. 体外膜肺氧合支持下甲型 H1N1 流感的肺保护策略探讨[J]. 中国危重病急救医学,2010,22(3):150-152.
- [17] 严姝琪,张翔宇. 食道压测定在急性呼吸窘迫综合征中的临床研究[J]. 中国中西医结合急救杂志,2012,19(6):382-384.
- [18] 杨茂宪,施云超,姜傲,等. 俯卧位通气对肺外源性急性肺损伤的治疗作用[J]. 中国中西医结合急救杂志,2014,21(4):294-297.
- [19] Bartlett RH, Gazzaniga AB, Fong SW, et al. Extracorporeal membrane oxygenator support for cardiopulmonary failure. Experience in 28 cases [J]. J Thorac Cardiovasc Surg, 1977, 73 (3): 375-386.
- [20] Rossaint R, Pappert D, Gerlach H, et al. Extracorporeal membrane oxygenation for transport of hypoxaemic patients with severe ARDS [J]. Br J Anaesth, 1997, 78 (3): 241-246.
- [21] Haneya A, Philipp A, Foltan M, et al. Extracorporeal circulatory systems in the interhospital transfer of critically ill patients: experience of a single institution [J]. Ann Saudi Med, 2009, 29 (2): 110-114.
- [22] Ciapetti M, Cianchi G, Zagli G, et al. Feasibility of inter-hospital transportation using extra-corporeal membrane oxygenation (ECMO) support of patients affected by severe swine-flu (H1N1)-related ARDS [J]. Scand J Trauma Resusc Emerg Med, 2011, 19: 32.
- [23] Javidfar J, Brodie D, Takayama H, et al. Safe transport of critically ill adult patients on extracorporeal membrane oxygenation support to a regional extracorporeal membrane oxygenation center [J]. ASAIO J, 2011, 57 (5): 421-425.
- [24] Roncon-Albuquerque R Jr, Basílio C, Figueiredo P, et al. Portable miniaturized extracorporeal membrane oxygenation systems for H1N1-related severe acute respiratory distress syndrome: a case series [J]. J Crit Care, 2012, 27 (5): 454-463.
- [25] Roger D, Dudouit JM, Résière D, et al. Interhospital transfer of ECMO-assisted patients in Martinique [J]. Ann Fr Anesth Reanim, 2013, 32 (5): 307-314.
- [26] Michaels AJ, Hill JG, Long WB, et al. Adult refractory hypoxemic acute respiratory distress syndrome treated with extracorporeal membrane oxygenation: the role of a regional referral center [J]. Am J Surg, 2013, 205 (5): 492-498, discussion 498-499.
- [27] 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.
- [28] Kahn JM, Linde-Zwirble WT, Wunsch H, et al. Potential value of regionalized intensive care for mechanically ventilated medical patients [J]. Am J Respir Crit Care Med, 2008, 177 (3): 285-291.
- [29] Cornish JD, Carter JM, Gerstmann DR, et al. Extracorporeal membrane oxygenation as a means of stabilizing and transporting high risk neonates [J]. ASAIO Trans, 1991, 37 (4): 564-568.
- [30] Heullitt MJ, Taylor BJ, Faulkner SC, et al. Inter-hospital transport of neonatal patients on extracorporeal membrane oxygenation: mobile-ECMO [J]. Pediatrics, 1995, 95 (4): 562-566.
- [31] Fried MJ, Bruce J, Colquhoun R, et al. Inter-hospital transfers of acutely ill adults in Scotland [J]. Anaesthesia, 2010, 65 (2): 136-144.
- [32] Ligtenberg JJ, Arnold LG, Stienstra Y, et al. Quality of interhospital transport of critically ill patients: a prospective audit [J]. Crit Care, 2005, 9 (4): R446-451.
- [33] Brogan TV, Thiagarajan RR, Rycus PT, et al. Extracorporeal membrane oxygenation in adults with severe respiratory failure: a multi-center database [J]. Intensive Care Med, 2009, 35 (12): 2105-2114.

(收稿日期:2014-10-14)

(本文编辑:李银平)