

• 临床经验 •

体外膜肺氧合在危重症孕产妇抢救中的应用

钱雅君 郝迎迎 刘洋 唐健 董丹江 刘宁 顾勤

南京大学医学院附属鼓楼医院重症医学科, 江苏南京 210009

通信作者: 顾勤, Email: icuguqin@sina.com

【摘要】 目的 探讨体外膜肺氧合(ECMO)在危重症孕产妇急救中应用的安全性及有效性。**方法** 回顾性分析 2017 年 9 月至 2020 年 11 月在南京大学医学院附属鼓楼医院重症医学科因严重心肺功能障碍应用 ECMO 救治的 8 例围生期孕产妇的治疗过程。**结果** 8 例孕产妇年龄(32.5 ± 6.3)岁, 体重(73.5 ± 8.1)kg, 孕周(31.0 ± 4.4)周, 急性生理学及慢性健康状况评分 II (APACHE II) 为(13.0 ± 6.6)分, 序贯器官衰竭评分(SOFA)为(8.3 ± 3.8)分。5 例合并重症肺炎的孕产妇行静脉-静脉 ECMO(VV-ECMO)治疗; 3 例心力衰竭(心衰)孕产妇实施静脉-动脉 ECMO(VA-ECMO)。8 例孕产妇 ECMO 治疗初始流速设定为 $2.0 \sim 3.0$ L/min, 最高流速为(3.1 ± 0.6)L/min, ECMO 运行时间为(174 ± 36)h, 重症监护病房(ICU)住院时间为(16.0 ± 5.4)d。5 例重症肺炎、1 例围生期心肌病孕产妇成功撤离 ECMO 痊愈出院, 2 例肺动脉高压孕产妇预后不良。7 例孕产妇的婴儿存活, 其中 2 例为撤离 ECMO 后娩出, 1 例则在 ECMO 保障下行急诊剖宫产; 另外 1 例孕产妇因未足孕周, 胎儿未能娩出。8 例孕产妇 ECMO 运行期间虽无严重出血并发症, 但 1 例合并肝素诱导血小板减少症并血栓形成(HITT), 更换抗凝治疗后好转; 1 例孕产妇穿刺血管内有血栓形成, 序贯抗凝治疗 3 个月。**结论** ECMO 在危重症孕产妇的抢救中起到了积极的作用, 针对可逆性的严重心肺功能不全孕产妇, 需及早评估 ECMO 的应用指征, 提高母婴存活率。

【关键词】 体外膜肺氧合; 孕产妇; 重症肺炎; 围生期心肌病; 肺动脉高压**基金项目:** 江苏省科技计划项目(BE2018700)

DOI: 10.3760/cma.j.cn121430-20201231-00784

Application of extracorporeal membrane oxygenation in critically ill pregnant women

Qian Yajun, Hao Yingying, Liu Yang, Tang Jian, Dong Danjiang, Liu Ning, Gu Qin

Department of Intensive Care Unit, Nanjing Drum Tower Hospital, the Affiliated Hospital to Nanjing University Medical School, Nanjing 210009, Jiangsu, China

Corresponding author: Gu Qin, Email: icuguqin@sina.com

【Abstract】 Objective To investigate the safety and effectiveness of extracorporeal membrane oxygenation (ECMO) in emergency treatment of critically ill pregnant women. **Methods** Clinical data of 8 pregnant women with severe cardiopulmonary dysfunction during the perinatal period treated by ECMO in the department of intensive care unit (ICU) of Nanjing Drum Tower Hospital, the Affiliated Hospital to Nanjing University Medical School from September 2017 to November 2020 were retrospectively analyzed. **Results** For the 8 pregnant women, the mean age was (32.5 ± 6.3) years old. Body weight was (73.5 ± 8.1) kg. Gestational age was (31.0 ± 4.4) weeks. Acute physiology and chronic health evaluation II (APACHE II) score was 13.0 ± 6.6 , and sequential organ failure assessment (SOFA) score was 8.3 ± 3.8 . Among them, 5 pregnant women suffered from severe pneumonia and were treated with veno-venous ECMO (VV-ECMO). Another 3 pregnant women with heart failure underwent veno-arterial ECMO (VA-ECMO). The initial ECMO flow rate was set to $2.0 \sim 3.0$ L/min. Then the highest flow rate was (3.1 ± 0.6) L/min, and the average ECMO running time was (174 ± 36) hours. The length of ICU stay was (16.0 ± 5.4) days. Six pregnant women (5 with severe pneumonia and 1 with peripartum cardiomyopathy) successfully evacuated from ECMO and survived. Two pregnant women with pulmonary hypertension showed poor prognosis. In total, seven babies survived. Two of them were delivered after ECMO evacuation, and one underwent emergency cesarean section with ECMO support. In another case, the fetus could not be delivered due to under-gestational weeks. During this period, there were no serious bleeding complications. One pregnant woman developed heparin-induced thrombocytopenia and thrombosis (HITT), then she received another anticoagulant treatment. One pregnant woman got sequential anticoagulation therapy for 3 months on account of thrombosis in the puncture vessel. **Conclusions** ECMO has played an active role in the rescue of critically ill pregnant women. For those with reversible severe cardiopulmonary dysfunction, it is necessary to evaluate the application of ECMO as early as possible to improve the survival rate of mothers and infants.

【Key words】 Extracorporeal membrane oxygenation; Pregnant women; Severe pneumonia; Peripartum cardiomyopathy; Pulmonary hypertension**Fund program:** Jiangsu Provincial Science and Technology Projects of China (BE2018700)

DOI: 10.3760/cma.j.cn121430-20201231-00784

体外膜肺氧合(extracorporeal membrane oxygenation, ECMO)技术作为一种有效的心肺支持手段,已广泛应用于重症监护病房(intensive care unit, ICU)各种重症疾病中,并

取得了良好的疗效。但基于抗凝、出血等相关并发症及对胎儿的影响,目前在危重症孕产妇中应用 ECMO 仍缺乏临床经验。本研究旨在分享本院重症医学科因严重心肺病变

应用 ECMO 救治的 8 例围生期孕产妇的治疗过程,从而评价 ECMO 在危重症孕产妇治疗中的安全性和有效性。

1 资料与方法

1.1 研究对象:采用回顾性研究方法,选择 2017 年 9 月至 2020 年 11 月本院重症医学科收治的进行 ECMO 的危重症孕产妇。

1.2 伦理学:本研究符合医学伦理学标准,经医院伦理委员会批准(审批号:2020-300-01),所有孕产妇均符合 ECMO 上机指征,且孕产妇家属同意使用并签署过知情同意书。

1.3 数据采集:①一般信息:孕产妇入院基本信息(如年龄、孕周、体质量等),基础疾病,入 ICU 情况[如入 ICU 诊断、住院时间、生命体征、辅助检查、第一个 24 h 急性生理学及慢性健康状况评分 II (acute physiology and chronic health evaluation II, APACHE II)、序贯器官衰竭评分(sequential organ failure assessment, SOFA)]。②临床数据:ECMO 每日实时数值(血流速度、气流速度、吸入氧浓度);孕产妇每日生命体征(心率、血压、血氧饱和度、血管活性药物剂量、呼吸机支持参数、镇静药物剂量);孕产妇每日实验室检查(血常规、凝血功能、肝肾功能、心肌损伤标志物、血气分析指标、胸片、彩超检查等)。③预后指标:孕产妇 28 d 生存率、机械通气(mechanical ventilation, MV)时间、ICU 住院时间、ECMO 相关并发症(穿刺部位及下肢缺血、出血、栓塞事件等);妊娠状态下的胎儿状态等。

1.4 统计学分析:采用 SPSS 16.0 软件对数据进行统计分析,正态分布的连续变量以均数 ± 标准差($\bar{x} \pm s$)表示。

2 结果

2.1 临床特征(表 1):共入选 8 例孕产妇,年龄 20~41 岁,平均(32.5 ± 6.3)岁;体质量 55~82 kg,平均(73.5 ± 8.1)kg;孕周 22~37 周,平均(31.0 ± 4.4)周。其中 1 例孕 18 周产检有妊娠高血压综合征(妊高征),1 例早孕期产检诊断为妊娠期糖尿病,另 2 例基础疾病分别为小儿麻痹症、先天性心脏病(先心病)。5 例在孕期感染 H1N1、H7N9 或腺病毒继发重症肺炎、重度急性呼吸窘迫综合征(acute respiratory distress syndrome, ARDS),其中 3 例迅速接受了全麻下剖宫产手术,术后转入 ICU 行 ECMO 治疗;另 2 例因严重低氧状态及并发症直接收入 ICU 行 ECMO 治疗。1 例孕晚期合并围生期心肌

病,产后 36 h 因严重心源性休克紧急行 ECMO 治疗。2 例因妊娠合并重度肺动脉高压[例 6,先心病,房间隔缺损病史,坚持怀孕,产检心脏超声示肺动脉压 120 mmHg(1 mmHg=0.133 kPa);例 7,无特殊病史,考虑特发性肺动脉高压,入院心脏彩超示肺动脉压 90 mmHg]、心功能衰竭、严重低氧血症行 ECMO 治疗。ECMO 运行前有 7 例孕产妇应用 MV 支持,3 例需血管活性药物维持血压,3 例继发急性肾损伤(acute kidney injury, AKI)。在置管过程中例 7 孕产妇突发心搏骤停,经持续心肺复苏,并成功建立 ECMO 后恢复自主心律。8 例孕产妇 APACHE II 评分 10~28 分,平均(13.0 ± 6.6)分;SOFA 评分 5~15 分,平均(8.3 ± 3.8)分。

2.2 ECMO 的建立及应用(表 2):8 例孕产妇均符合 ECMO 应用指征,使用德国 MAQUET 公司生产的体外膜肺氧合器 ROTAFLOW,其中 3 例采用股静脉-股动脉置管行静脉-动脉 ECMO(veno-arterial extracorporeal membrane oxygenation, VA-ECMO),另外 5 例采用颈内静脉-股静脉置管行静脉-静脉 ECMO(veno-venous extracorporeal membrane oxygenation, VV-ECMO)。动脉置管采用 17 F,静脉置管选择 21~23 F;应用肝素涂层 ECMO 管路(MAQUET),予以生理盐水及普通肝素钠 10~20 mg 预冲。8 例孕产妇运行 ECMO 总时间为 120~240 h,平均(174 ± 36)h。

2.3 ECMO 期间流量、呼吸、循环管理及镇静治疗(表 2):①流量管理:根据孕产妇氧合情况及临床表现进行调整,设定初始血流速度 2.0~3.0 L/min,气流速度 3.0~4.0 L/min,维持血氧饱和度在 0.95 以上,血二氧化碳分压 30~40 mmHg,平均动脉压 >65 mmHg。根据孕产妇心排量、呼吸和循环状态,调整最高 ECMO 支持流速为 2.5~4.0 L/min,平均(3.1 ± 0.6)L/min。②呼吸管理:所有重症肺炎孕产妇在 ECMO 运转前已进行有创机械通气(invasive mechanical ventilation, IMV),并采用肺保护性通气策略;非重症肺炎孕产妇以保证氧供、避免气喘、减轻呼吸做功为目标选择给氧方式。例 2 孕产妇在 ECMO 运转 40 h 后拔除气管导管,序贯高流量吸氧行清醒 ECMO 治疗。③循环管理:应用床边超声心动图及循环、灌注指标指导容量管理,保证灌注压,评价心脏功能及微循环灌注等。④镇静治疗:所有孕产妇在 ECMO 建立期间静脉泵注镇静镇痛药物实施基础麻醉,运

表 1 应用 ECMO 治疗的 8 例危重症孕产妇的基础状态

例序	年龄 (岁)	体质量 (kg)	孕周 (周)	产前/ 产后	基础疾病	入 ICU 诊断	其他器官 损害	给氧 方式	血管活性 药物	APACHE II (分)	SOFA (分)
例 1	32	78	33	产后 1 d	无	H1N1 重症肺炎,重度 ARDS	心律失常	IMV	NE	10	7
例 2	25	66	25	产前	小儿麻痹症	H1N1 重症肺炎,重度 ARDS	AKI	IMV	无	15	9
例 3	27	74	32	产前	无	H1N1 重症肺炎,重度 ARDS	无	IMV	无	11	5
例 4	20	67	31	产后 12 h	无	H7N9 重症肺炎,重度 ARDS	无	IMV	无	12	5
例 5	41	82	37	产后 36 h	妊娠高血压综合征	围生期心肌病,心源性休克	心律失常、AKI	IMV	AD+NE	26	14
例 6	27	63	28	产前	先心病(房缺)	重度肺动脉高压,低氧血症	无	面罩	无	11	5
例 7	22	55	22	产前	无	重度肺动脉高压,低氧血症	心搏骤停、AKI	IMV	AD+NE	28	15
例 8	33	69	29	产后	妊娠期糖尿病	腺病毒重症肺炎,重度 ARDS	无	IMV	无	16	6

注:ECMO 为体外膜肺氧合,ICU 为重症监护病房,APACHE II 为急性生理学及慢性健康状况评分 II,SOFA 为序贯器官衰竭评分,ARDS 为急性呼吸窘迫综合征,AKI 为急性肾损伤,IMV 为有创机械通气,NE 为去甲肾上腺素,AD 为肾上腺素

表 2 8 例危重症孕产妇 EMCO 治疗过程及最终预后

例序	ECMO 方式	ECMO 流速 (L/min) 初始流速 最高流速	抗凝方式	出凝血事件	特殊事件	ECMO 运行时间 (h)	ICU 住院时间 (d)	孕产妇预后	胎儿预后
例 1	VV-ECMO	3.0 4.0	肝素	无	无	160	14	存活	存活
例 2	VV-ECMO	2.5 3.2	肝素	颈内静脉血栓	清醒 ECMO	240	21	存活	存活
例 3	VV-ECMO	3.0 3.5	肝素	无	无	120	15	存活	存活
例 4	VV-ECMO	3.0 3.5	肝素	无	无	164	19	存活	存活
例 5	VA-ECMO	2.5 2.5	肝素→阿加曲班	心房内血栓	HITT	200	22	存活	存活
例 6	VA-ECMO	3.0 3.0	肝素→停用	无	ECMO 辅助剖宫产	198	9	死亡	存活
例 7	VA-ECMO	2.0 2.5	肝素	下肢缺血	缺氧缺血性脑病	135	7	死亡	死亡
例 8	VV-ECMO	2.5 3.0	肝素	无	无	172	21	存活	存活

注: ECMO 为体外膜肺氧合, ICU 为重症监护病房, VV-ECMO 为静脉-静脉 ECMO, VA-ECMO 为静脉-动脉 ECMO, HITT 为肝素诱导血小板减少症并血栓形成

转后根据孕产妇实际病情、呼吸深度等调整神经药物剂量。

2.4 ECMO 抗凝及并发症(表 2): 所有孕产妇均在起始阶段给予 10~20 mg 负荷剂量肝素,并持续泵入肝素抗凝,以活化部分凝血活酶时间(activated partial thromboplastin time, APTT)调整肝素剂量,维持目标 APTT 45~60 s, 4~6 h 复测 APTT、血红蛋白、血小板及纤维蛋白原水平。例 6 孕产妇在剖宫产前 12 h 暂停用肝素,产后 12 h 再次应用。例 1、例 5 孕产妇有短暂的恶露增多表现,但无严重产后出血,亦无明显皮肤、消化道、气道出血症状。孕产妇妊娠状态无阴道出血、流产表现。例 2 孕产妇撤离 ECMO 导管后 B 超检查提示穿刺血管(右颈内静脉)内血栓形成,持续抗凝 3 个月。例 5 孕产妇从抗凝治疗第 3 天起出现血小板下降,最低降至 $12 \times 10^9/L$ (初始值 $124 \times 10^9/L$);第 6 天 B 超检查发现右心房内大血栓(图 1),送检肝素诱导血小板减少症(heparin-induced thrombocytopenia, HIT)抗体 $22.2 \times 10^3 U/L$,明确诊断为肝素诱导血小板减少症并血栓形成(heparin-induced thrombocytopenia and thrombosis, HITT),遂停用肝素,予以尿激酶 100 kU 治疗 3 d,并序贯阿加曲班抗凝;第 8 天血栓消失。例 7 孕产妇在置管第 4 天出现下肢花斑、皮温下降等缺血症状,无肢体坏死。余患者均未出现严重出血事件。

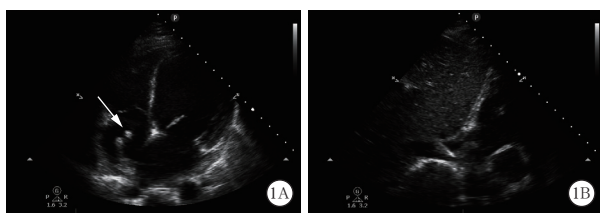


图 1 41 岁危重症孕产妇(例 5)行静脉-动脉体外膜肺氧合(VA-ECMO)治疗第 6 天 B 超检查 心尖四腔切面可见右心房底部伸出一长条形血栓(箭头所示, A);剑突下切面可见血栓可疑由 ECMO 导管底部延伸出(B),不排除导管压迫内膜损伤可能

2.5 其他治疗: 5 例重症肺炎孕产妇入 ICU 确诊为病毒性肺炎,予以针对性抗病毒治疗,并因保留气管导管及多根腔内导管,预防性给予广谱抗菌药物头孢哌酮舒巴坦、万古霉素治疗 5~14 d;其余 3 例孕产妇给予哌拉西林他唑巴坦预防导管相关性感染。3 例孕产妇因合并 AKI、内环境紊乱行血液滤过治疗。例 5 孕产妇因肥胖、股动脉纤细,置管及拔

管过程均请血管外科参与行动脉切开、缝合术。

2.6 撤离 ECMO 及孕产妇预后(表 2): 待孕产妇原发病控制,由临床主治医师评估符合撤机指征后,逐渐减少 ECMO 支持参数,直至撤机。5 例重症肺炎孕产妇均顺利撤离 ECMO、MV,最终康复出院。例 5 围生期心肌病孕产妇在撤离 ECMO 后继发局部创面感染,转至产科继续治疗。例 6 孕产妇在 ECMO 辅助 3 d 后行急诊剖宫产术,顺利娩出一女婴,送往儿童医院新生儿科继续治疗;但孕产妇在撤离 ECMO 后再次出现严重呼吸、循环功能衰竭,最终死亡。例 7 孕产妇因心搏骤停继发缺氧缺血性脑病,神经功能未恢复,实施 ECMO 135 h 后家属签字放弃治疗。例 2 和例 3 孕产妇在撤离 ECMO 后顺利娩出胎儿;例 7 孕产妇因未足孕周,胎儿未能娩出。8 例孕产妇 ICU 住院时间 7~22 d,平均 $(16.0 \pm 5.4)d$ 。

3 讨论

应用 ECMO 技术治疗妊娠合并重症肺炎、ARDS 国内外均已报道^[1-2]。Meta 分析提示,与 H1N1 相关的 ARDS 孕产妇应用 ECMO 可使母婴存活率达 60% 以上^[3]。ECMO 已在产科危重症的救治中起到了不俗的作用,但相比整体患病人群来说仍较为少见。随着对妊娠期危重症疾病认识的提高,特别是对合并严重心肺疾病的危重症孕产妇的重视,提前干预保证分娩过程中母婴安全已成为产科和 ICU 医师共同关注的课题。但基于体外循环治疗过程及相关并发症可能对产妇本人及胎儿造成影响,临床上对于孕产妇应用 ECMO 仍处于十分保守的态度。本研究旨在分享本科应用 ECMO 救治危重症孕产妇的经验,探讨 ECMO 救治妊娠合并严重心肺疾病的安全性及可操作性。

感染为孕产妇围生期较为严重的疾病,其中甲型 H1N1 流感病毒、人感染高致病性禽流感 H7N9 病毒,乃至目前全球大流行的新型冠状病毒肺炎对孕产妇均存在临床易感性^[4-6],一旦进展为重症肺炎、ARDS,会严重影响孕产妇的氧合功能。生理上,孕产妇腹腔容积增大,膈肌上抬,肺顺应性下降,腹式呼吸受限,胸式呼吸随之增加,而重症肺炎状态会导致胸式呼吸减弱,从而致缺氧耐受性下降,同时 MV 效率受损^[7]。故积极应用 ECMO 给予孕产妇提供充足的氧供,清除 CO₂,减轻缺氧及呼吸窘迫状态,降低吸氧浓度、呼吸机压力以减少呼吸机相关性肺损伤,可有效提高罹患重症肺炎

孕产妇的母婴存活率。此外,因目前二胎政策放开,高龄产妇增加,导致围生期心血管疾病的比例明显升高。2018年欧洲心脏病学会公布的妊娠期间心血管疾病诊疗指南指出,围生期心肌病伴左心功能不全、各种因素导致肺动脉高压的孕产妇,妊娠风险达Ⅳ级,有极高的孕妇病死率和母婴并发症,一旦发生心功能衰竭、心源性休克等需考虑采用有效的体外循环支持,甚至移植手术等^[8]。而肺动脉高压患者剖宫产围手术期肺动脉高压危象时病死率极高,且目前无有效救治方法^[9]。本研究应用 ECMO 支持的 8 例孕产妇中,5 例为妊娠合并重症肺炎、ARDS,经 ECMO 救治病情均明显好转;1 例妊高征合并围生期心肌病孕产妇亦在 ECMO 支持期间心肺功能得到恢复顺利撤机。指南中明确提出应避免妊娠的肺动脉高压患者因原发病无法纠正而最终死亡,但本组有 1 例在 ECMO 辅助下娩出胎儿。从救治经验中我们可知,对于合并有可逆性的心肺功能严重障碍的孕产妇,应用 ECMO 可有效缓解缺血缺氧症状,改善预后。

ECMO 应用于孕产妇中的一个难点在于导管的置入。常规 ECMO 置管多选择经腹股沟、颈部置管、或开胸插管等。妊娠中后期一方面可能存在皮下脂肪增厚,血管难以暴露,导致置管困难,这时候可以选择 B 超引导下血管穿刺或局部切开直视下置管;另一方面因腹腔内子宫及胎儿压迫腔静脉,可能导致引血端导丝及导管进入困难,此时如果暴力置管易致血管损伤,甚至腹腔内大出血可能。有研究表明,在行股静脉置管时将患者放置于左侧 15°~30° 倾斜体位,可以有效减少血管压迫,降低置管困难度^[10]。

抗凝治疗是围生期 ECMO 管理中遇到的另一个挑战,现有的文献均未对围生期患者抗凝策略达成共识。出血是 ECMO 治疗中最常见的并发症^[11],以置管部位最为常见,而孕产妇亦存在宫腔出血、剖宫产切口出血及流产等风险。本研究中 8 例孕产妇因采取较为严密的临床观察及监测方案指导抗凝治疗,均无严重出血事件发生。虽然目前 ECMO 管路内壁均应用肝素涂层技术,以保障短期内体外血栓形成减少,但人工材料、接头等非生理性异物易导致血液成分破坏,血栓形成^[12]。有研究表明,妊娠期妇女为高凝状态,有血栓形成的高危风险^[13]。故在密切监测出血倾向的前提下充分抗凝是保障 ECMO 有效运行的必要条件;同时,需警惕肝素相关并发症的发生。本研究中例 5 孕产妇在应用肝素 3 d 后出现血小板迅速下降,第 6 天可见心房内血栓形成,临床表现及实验室检查确诊为 HIT,且心房内巨大血栓随时有脱落致脑、肺栓塞的风险。肝素暴露者 HIT 发生率为 0.1%~5.0%,静脉和动脉血栓栓塞发生率高达 30%~80%^[14],具有较高的病死率和致残率。故应用肝素全身抗凝期间除关注出血事件外,亦需密切关注有无血小板下降、血栓形成等发生,依据肝素致血小板减少前概率(4Ts)评分评估 HIT 发生可能性,如为中高危人群应及早更换抗凝策略。同时在撤离导管后需完善损伤血管的 B 超检查,警惕血栓形成^[14]。

综上,ECMO 技术在孕产妇危重症抢救中可起到维持生命体征、逆转病情的作用。对于合并严重心肺疾病、急需维持循环和氧合的孕产妇,积极评估病情的可逆性,及早应

用 ECMO,可以有效降低母婴的病死率。在 ECMO 实施过程中,需尽量避免重复、暴力置管,减少穿刺风险,或可采取左侧 15°~30° 卧位减少腔静脉压迫。在抗凝治疗期间应密切关注有无出血事件,根据临床表现选择抗凝治疗策略,积极处理并发症。

利益冲突 所有作者均声明不存在利益冲突

参考文献

- [1] Nair P, Davies AR, Beca J, et al. Extracorporeal membrane oxygenation for severe ARDS in pregnant and postpartum women during the 2009 H1N1 pandemic [J]. *Intensive Care Med*, 2011, 37 (4): 648-654. DOI: 10.1007/s00134-011-2138-z.
- [2] 吴珺,孙兵,郭利民,等.体外膜肺氧合治疗重症甲型 H1N1 流感病毒性肺炎孕产妇患者疗效分析[J]. *中华医院感染学杂志*, 2015, 25 (3): 675-677. DOI: 10.11816/cn.ni.2015-131875. Wu J, Sun B, Guo LM, et al. Application of extracorporeal membrane oxygenation for severe influenza H1N1 flu viral pneumonia in pregnant women: report of 10 cases [J]. *Chin J Nosocomiol*, 2015, 25 (3): 675-677. DOI: 10.11816/cn.ni.2015-131875.
- [3] Saad AF, Rahman M, Maybauer DM, et al. Extracorporeal membrane oxygenation in pregnant and postpartum women with H1N1-related acute respiratory distress syndrome: a systematic review and Meta-analysis [J]. *Obstet Gynecol*, 2016, 127 (2): 241-247. DOI: 10.1097/AOG.0000000000001236.
- [4] ANZIC Influenza Investigators and Australasian Maternity Outcomes Surveillance System. Critical illness due to 2009 A/H1N1 influenza in pregnant and postpartum women: population based cohort study [J]. *BMJ*, 2010, 340: c1279. DOI: 10.1136/bmj.c1279.
- [5] 刘宁,顾勤,董丹江,等.成功救治重症甲型 H1N1 流感合并急性呼吸窘迫综合征孕妇 1 例[J]. *中华危重病急救医学*, 2010, 22 (3): 176-178. DOI: 10.3760/cma.j.issn.1003-0603.2010.03.017. Liu N, Gu Q, Dong DJ, et al. Successful treatment of a pregnant woman with severe influenza A (H1N1) complicated with acute respiratory distress syndrome [J]. *Chin Crit Care Med*, 2010, 22 (3): 176-178. DOI: 10.3760/cma.j.issn.1003-0603.2010.03.017.
- [6] 张瑞凌,岳锦熙,朱炜华,等.妊娠晚期合并重症甲流救治成功 1 例[J]. *中华危重病急救医学*, 2019, 31 (12): 1545-1546. DOI: 10.3760/cma.j.issn.2095-4352.2019.12.023. Zhang RL, Yue JX, Zhu WH, et al. Severe influenza A (H1N1) in late pregnancy: a case report [J]. *Chin Crit Care Med*, 2019, 31 (12): 1545-1546. DOI: 10.3760/cma.j.issn.2095-4352.2019.12.023.
- [7] Catanzarite V. Acute respiratory distress syndrome in pregnant women [J]. *Obstet Gynecol*, 2017, 130 (1): 218. DOI: 10.1097/AOG.0000000000002123.
- [8] Regitz-Zagrosek V, Roos-Hesselink JW, Bauersachs J, et al. 2018 ESC guidelines for the management of cardiovascular diseases during pregnancy [J]. *Eur Heart J*, 2018, 39 (34): 3165-3241. DOI: 10.1093/eurheartj/ehy340.
- [9] 张春雷,刘亚光,卿恩明,等.重度肺动脉高压产妇剖宫产围手术期发生肺动脉高压危象的术前危险因素分析[J]. *中华危重病急救医学*, 2017, 29 (5): 431-435. DOI: 10.3760/cma.j.issn.2095-4352.2017.05.009. Zhang CL, Liu YG, Qing EM, et al. Preoperative risk factors analysis of pulmonary hypertension crisis during perioperative period for caesarean section of woman with severe pulmonary hypertension [J]. *Chin Crit Care Med*, 2017, 29 (5): 431-435. DOI: 10.3760/cma.j.issn.2095-4352.2017.05.009.
- [10] Ngatchou W, Ramadan AS, Van Nooten G, et al. Left tilt position for easy extracorporeal membrane oxygenation cannula insertion in late pregnancy patients [J]. *Interact Cardiovasc Thorac Surg*, 2012, 15 (2): 285-287. DOI: 10.1093/icvts/ivs142.
- [11] Yap HJ, Chen YC, Fang JT, et al. Combination of continuous renal replacement therapies (CRRT) and extracorporeal membrane oxygenation (ECMO) for advanced cardiac patients [J]. *Ren Fail*, 2003, 25 (2): 183-193. DOI: 10.1081/jdi-120018719.
- [12] Combes A, Hajage D, Capellier G, et al. Extracorporeal membrane oxygenation for severe acute respiratory distress syndrome [J]. *N Engl J Med*, 2018, 378 (21): 1965-1975. DOI: 10.1056/NEJMoa1800385.
- [13] Greer IA. Thrombosis in pregnancy: maternal and fetal issues [J]. *Lancet*, 1999, 353 (9160): 1258-1265. DOI: 10.1016/S0140-6736(98)10265-9.
- [14] 许俊堂,李为民,门剑龙,等.肝素诱导的血小板减少症中国专家共识(2017)[J]. *中华医学杂志*, 2018, 98 (6): 408-417. DOI: 10.3760/cma.j.issn.0376-2491.2018.06.003. Xu JT, Li WM, Men JL, et al. Chinese expert consensus on heparin induced thrombocytopenia (2017) [J]. *Natl Med J Chin*, 2018, 98 (6): 408-417. DOI: 10.3760/cma.j.issn.0376-2491.2018.06.003.

(收稿日期:2020-04-21)