

体外膜肺氧合对非肺部原发性急诊危重症患者预后影响的 Meta 分析

兰超 吕青 刘奇 裴辉 孟醒 罗志毅 王超 叶华清 单梦田 许能媛

【摘要】目的 评价体外膜肺氧合 (extracorporeal membrane oxygenation, ECMO) 对非肺部原发性急诊危重症患者治疗预后的影响。**方法** 计算机检索美国国立医学图书馆 Pubmed、荷兰医学文摘 Embase 等数据库中在 2017 年 8 月前公开发表的有关 ECMO 治疗非肺部原发性急诊危重症患者的英文和中文临床研究, 并对获得的文献进行严格的筛选和质量评价, 提取 ECMO 治疗组及传统治疗组院内存活率, 3 个月、6 个月及 1 年生存率, 及平均住 ICU、总住院时间等。采用 RevMan 5.0 软件对数据进行 Meta 分析。**结果** 纳入 11 篇文献, 共 3 043 例患者。其中 ECMO 治疗组 616 例, 对照组 2 427 例。拟合结果显示, 与传统的治疗方式相比, ECMO 应用可改善非肺部原发性急诊危重症患者的院内存活率 [52.1% (321/616) vs. 32.1% (780/2 427), $OR=2.02$, 95% CI : 1.11~3.67, $P=0.02$] 及大于 90 d 的生存率 [42.1% (61/145) vs. 17.1% (38/222), $OR=3.98$, 95% CI : 2.30~6.89, $P<0.01$]; 延长平均住院时间 [加权均数差 (MD) = -5.35, 95% CI : -8.10~-2.60, $P<0.01$] 及住 ICU 时间 [$MD=-8.99$, 95% CI : -8.20~-1.80, $P<0.01$]。**结论** ECMO 应用可改善非肺部原发性急诊危重症患者的短期及长期预后。但由于研究数量仍较少, 研究人群异质性较大, 需要进行更多、大样本、高质量的随机对照临床试验研究。

【关键词】 体外膜肺氧合; 中毒; 心脏骤停; 心律失常; 急诊危重症; Meta 分析

Effect of extracorporeal membrane oxygenation on critical patients with non-pulmonary primary disease in the emergency department: a meta-analysis Lan Chao, Lyu Qing, Liu Qi, Pei Hui, Meng Xing, Luo Zhiyi, Wang Chao, Ye Huaqing, Shan Mengtian, Xu Nengyuan

Emergency Intensive Care Unit, the First Affiliated Hospital of Zhengzhou University, Zhengzhou 450000, China

Corresponding author: Lan Chao, Email: lanchao29@163.com

【Abstract】Objective To investigate the effect of extracorporeal membrane oxygenation (ECMO) on critical patients with non-pulmonary primary disease in the emergency department. **Methods** The literature of English and Chinese clinical studies on the ECMO treating critical patients with non-pulmonary primary disease published before August 2017 were electronically searched on PubMed, Embase and other databases. The obtained articles were selected, their qualities were strictly evaluated, and the in-hospital survival rate, 3-month, 6-month and 1-year survival rate, as well as the average intensive care unit (ICU) and length of hospital stay were extracted. This meta-analysis were performed using RevMan software (Version 5.0, Cochrane collaboration). **Results** A total of 11 articles ($n=3\ 043$) were enrolled including 616 cases of ECMO treatment group and 2 427 cases of control group. Fitting results showed that compared with the traditional treatment, application of ECMO can improve the in-hospital survival rate [52.1% (321/616) vs. 32.1% (780/2 427); $OR=2.02$; 95% CI : 1.11-3.67, $P=0.02$] and the survival rate more than 90 days [42.1% (61/145) vs. 17.1% (38/222); $OR=3.98$; 95% CI : 2.30-6.89, $P<0.01$]; and prolong the average length of hospital stay ($MD=-5.35$, 95% CI : -8.10~-2.60, $P<0.01$) and ICU time

DOI: 10.3760/cma.j.issn.1671-0282.2018.09.013

基金项目: 国家临床重点专科项目 (2012649); 河南省基础与前沿技术研究计划项目 (142300410068)

作者单位: 450000 郑州, 郑州大学第一附属医院急诊 ICU

通信作者: 兰超, Email: lanchao29@163.com

($MD=-8.99$, $95\%CI:-8.20--1.80$, $P<0.01$). **Conclusions** Meta-analysis of existing studies showed that application of ECMO can improve the short-term and long-term prognosis of critical patients with non-pulmonary primary disease. However, due to the small number of studies and the large heterogeneity of the study population, it is necessary to carry out more, large samples and high quality randomized controlled clinical trials.

【 Key words 】 Extracorporeal membrane oxygenation; Poisoning; Cardiac arrest; Arrhythmia; Emergency critical disease; Meta analysis

急诊危重症是临床上常见的严重威胁人们生命安全的疾病,能快速导致机体出现呼吸循环衰竭、内环境紊乱,尽管给予患者最优化的机械通气、稳定循环等药物应用,但是仍会出现顽固性的低氧血症及难以纠正的低血压,病死率仍较高。ECMO 是通过体外氧合器及离心泵等暂时部分或全部替代心肺功能的体外循环支持系统,可使心肺得到充分的休息,且能满足机体需氧及稳定循环系统^[1-2]。ECMO 较多应用于由细菌或病毒感染引起肺部原发急性呼吸窘迫综合征,并且技术日趋成熟^[3]。但在急诊危重症患者中,继发于各种疾病的心肺衰竭,可能由于病因及患病人群的异质性较大,而使 ECMO 治疗的效果不明确,但 ECMO 作为一种新型的、可能改善患者预后的替代治疗方法,临床医师应该更加全面、客观地了解其应用价值,以进一步指导临床工作。本文就 ECMO 对非肺部原发性的急诊危重症患者预后的影响进行 Meta 分析。

1 资料与方法

1.1 文献检索

检索 Pubmed 数据库、中国学术期刊全文数据库 (CNKI)、万方数据库、美国《医学索引》(MEDLINE)、生物医学与药理学文摘数据库 (Embase)、Cochrane 临床试验数据库,并追溯文献参考文献、手工检索等。检索策略:(1)中文检索词:体外膜肺氧合(或体外循环支持)和创伤或失血性休克或中毒(或药物过量)、心肌梗死、严重心律失常、心源性休克、心脏骤停、脓毒症(或脓毒性休克)、肺栓塞。(2)英文检索词:ECMO(extracorporeal membrane oxygenation), trauma, hemorrhagic shock, poisoning(toxic or overdose), MI(myocardial infarction), arrhythmia, cardiogenic shock, CA(cardiac arrest), sepsis(septic shock), pulmonary embolism。(3)截止至 2017 年 8 月前公开发表的中英文文献。

1.2 文献纳入标准与排除标准

1.2.1 纳入标准 ①以论文形式公开发表的有关

ECMO 在急诊危重症患者中应用预后的随机对照临床试验(RCT)、病例对照及队列研究;②中文或英文文献,重复发表的文献仅纳入数据较完整者;③研究对象大于 16 岁;④治疗组采用 ECMO 治疗,对照组采用传统方法治疗;⑤明确治疗组和对照组样本量、疾病种类、ECMO 应用方式、是否经过心肺复苏等;⑥主要为心源性疾病、中毒、创伤等各种急诊常见危重症的研究;⑦主要的观察指标为院内存活率。

1.2.2 排除标准 ①排除非临床对照研究、综述、病例报道及评价及分析类型的文章;②重复发表、质量差、原始数据记录不完整以至于统计分析时无法转化且未能从作者处获得详细资料文献;③无法获取全文的文献;④研究病例数小于 10 例的研究;⑤研究对象小于 16 岁;⑥观察指标无法定量提取。

1.3 质量评定

由两名研究者严格按照纽卡斯尔-渥太华量表(The Newcastle-Ottawa Scale, NOS)对拟纳入研究进行质量评价,该评价方式采用了星级系统的半定量原则。病例对照研究及队列研究评价包括 3 个类别 8 个条目:选择方法、可比性、接触暴露评估方法,满分为 9 分,一般 5 分以上为高质量研究;如遇分歧,则通过双方讨论解决或由第三研究者进行裁定。

1.4 数据提取

严格筛选所有涉及 ECMO 和急诊危重症患者预后的文献以数据库的形式保存,规范记录,2 名研究者根据预提取表格提取数据,提取的主要资料包括:作者、发表时间、研究对象、研究类型、质量评价、完成研究的患者例数及存活患者例数、应用 ECMO 方式、心肺复苏患者例数及存活患者例数。若有不一致则向更高资历专家咨询。

1.5 统计学方法

将文献按 Meta 分析的要求整理、核对数据,采用 Cochrane 协作网提供的 RevMan 5.0 软件进行统计分析。纳入的文献中正态分布计量资料以均数 \pm 标准差($\bar{x}\pm s$)表示,非正态分布计量资料以中位数(四

分位数)表示,纳入研究非连续性数据选取优势比(OR)作为合并效应量,连续性数据选取加权均数差(MD)作为合并效应量,采用卡方检验进行异质性检验。若研究间有同质性($P>0.05$),则采用固定效应模型进行 Meta 分析;若各研究间统计学异质性($P<0.05$),计算异质性 I^2 值,若 $I^2<60%$,认为异质性可以接受,否则可认为异质性过大,并根据实际原因寻找异质性可能,并给予纠正后采用随机效应模型进行 Meta 分析。总体检验效应以 $P<0.05$ 为标准。采用漏斗图分析是否存在发表偏倚。

2 结果

2.1 文献纳入情况

通过计算机及手工检索,逐层筛选,初步筛查出相关文献 4 347 篇,根据文献排除及纳入标准,最终纳入临床对照研究 11 篇^[4-14](表 1,图 1),其中队列研究 7 篇^[5,6,8,10-11,13-14],共 510 例患者,病例对照研究 4 篇^[4,7,9,12],共 2 533 例患者,且质量评价均在 5 分以上。11 篇文献全为英文文献,其中来自美国 3 篇、中国 4 篇、日本 1 篇、法国 2 篇、印度 1 篇;包括进行心肺复苏的有 5 篇;应用 V-A ECMO 的文献有 9 篇;11 篇文献都包括院内存活率,

其中有 5 篇随访时间较长(有 3 项分别随访至 3 个月^[6]、90 d^[13]和 6 个月^[12],2 项随访至 1 年^[8,11])。

2.2 ECMO 应用对非肺部原发性急诊危重症患者预后的影响

2.2.1 ECMO 对非肺部原发性急诊危重症患者院内存活率的影响(图 2) 11 项研究报道了院内存活率,各研究间异质性明显($P<0.01, I^2=77%$),利用随机效应模型进行 Meta 分析,结果显示,与

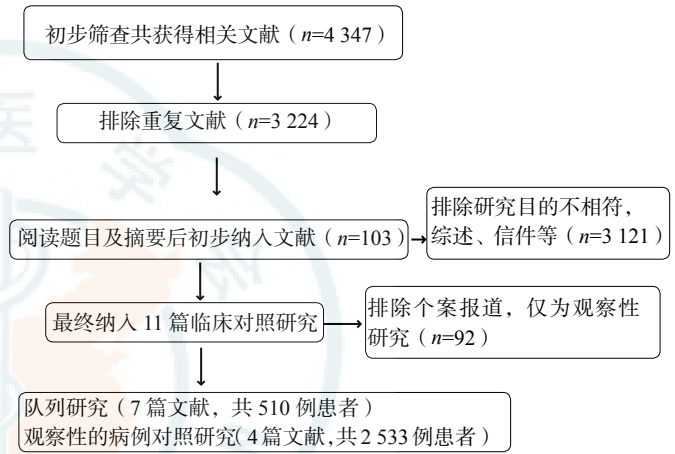


图 1 文献检索及筛选纳入流程

Fig 1 Flow chart of the selection process for identifying eligible studies

表 1 ECMO 治疗非肺部原发性急诊危重症患者的临床研究概况

Table 1 Patients characteristics from the selected studies

纳入研究	纳入时间 国家和地区	研究类型	文献质量 (分)	疾病种类 总患者数(例)	分组		ECMO 方式	预后指标
					ECMO 组 例(存活/死亡)	对照组 例(存活/死亡)		
Chen 等 2016 ^[4]	1996-2011 中国台湾	病例对照研究	7	室速和室颤 960	320 (192/128)	640 (363/277)	V-A	存活率
Bosarge 等 2016 ^[5]	2012-2014 美国	队列研究	7	创伤 29	15 (13/2)	14 (5/9)	V-A V-V	生存率
Maekaawa 等 2013 ^[6]	2000-2004 日本	队列研究	7	心源性心脏骤停 162	53 (17/36)	109 (7/102)	V-A	生存率 3 个月生存率
Nosanov 等 2017 ^[7]	2002-2011 美国	病例对照研究	7	烧伤 60	30 (14/16)	30 (26/4)	V-A V-V	生存率
Chou 等 2013 ^[8]	2006-2010 中国台湾	队列研究	7	心肌梗死心脏骤停 66	43 (15/28)	23 (5/18)	V-A	生存率 1 年生存率
Bougouin 等 2016 ^[9]	2011-2015 法国	病例对照研究	6	心肺复苏后休克 1 468	51 (13/38)	1 417 (299/1 118)	V-A	生存率
Guirand 等 2014 ^[10]	2001-2009 美国	队列研究	7	创伤 102	26 (15/11)	76 (42/34)	V-V	生存率
Fu-Yuan Siao 2015 ^[11]	2011-2013 中国台湾	队列研究	7	难治性室颤 60	20 (10/10)	40 (11/29)	V-A	生存率 1 年生存率
Mohan 等 2016 ^[12]	2011-2014 印度	病例对照研究	6	磷化铝中毒 45	15 (10/5)	30 (4/26)	V-A	生存率 6 个月生存率
Sauneuf 等 2017 ^[13]	2000-2015 法国	队列研究	7	嗜铬细胞瘤危象 34	14 (11/3)	20 (15/5)	V-A V-V	生存率 90 d 生存率
Hou 等 2016 ^[14]	2013-2014 中国	队列研究	7	心源性休克 57	29 (11/18)	28 (3/25)	V-A	生存率

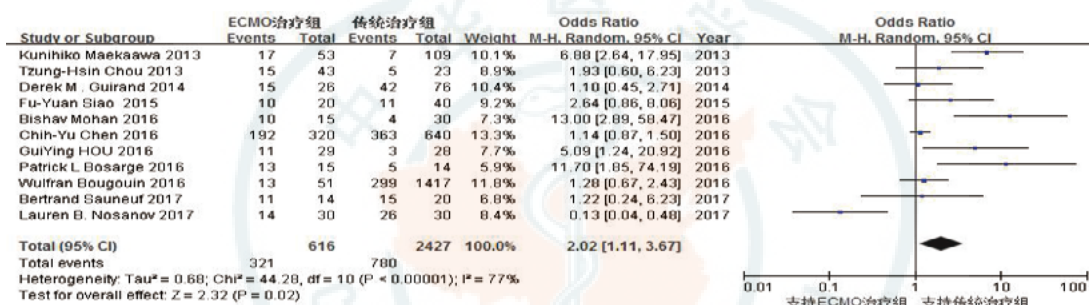
注: ECMO, 体外膜肺氧合; V-A, 静脉-动脉模式; V-V, 静脉-静脉模式

传统治疗组相比, ECMO 能够提高非肺部原发性急诊危重症患者的院内存活率 [52.1% (321/616) vs. 32.1% (780/2427), $OR=2.02$, 95% CI : 1.11~3.67, $P=0.02$]。

2.2.2 ECMO 应用对非肺部原发性急诊危重症患者 ≥ 90 d 生存率的影响 (图 3) 随访时间较长的研究有 5 项 [6,8,11-13] (有 3 项分别随访至 3 个月 [6]、90 d [13] 和 6 个月 [12], 2 项随访至 1 年 [8,11]), 各研究间同质性较好 ($P=0.13$, $I^2=44\%$), 利用固定效应模型进行 Meta 分析, 结果显示, 可认为 ECMO 能够改善非肺部原发性急诊危重症患者大于 90 d 生存率 [42.1% (61/145) vs. 17.1% (38/222), $OR=3.98$,

95% CI : 2.30~6.89, $P<0.01$]。

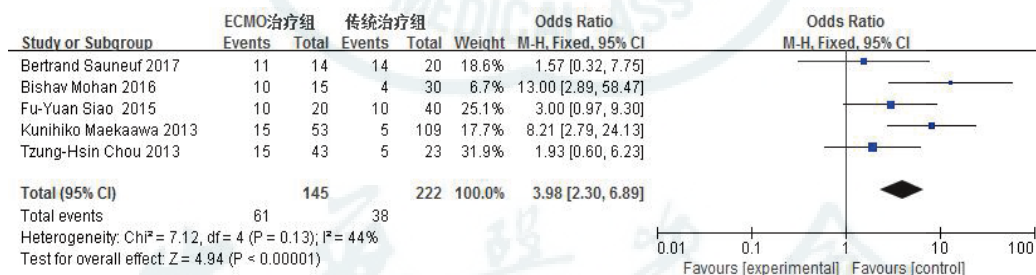
2.2.3 ECMO 应用对非肺部原发性急诊危重症患者平均住院及住 ICU 时间的影响 (图 4、5) 纳入的含有平均住院时间的研究有 4 项 [2,7,10,12], 各研究间同质性较好 ($P=0.47$, $I^2=0\%$), 利用固定效应模型进行 Meta 分析, 结果显示, ECMO 在非肺部原发性急诊危重症患者中的应用可延长平均住院时间 [加权均数差 (MD) = -5.35, 95% CI : -8.10~-2.60, $P<0.01$]; 纳入的含有平均住院 ICU 时间的研究也有 4 项 [2,7,10,13], 各研究间同质性欠佳 ($P=0.02$, $I^2=68\%$), 利用随机效应模型进行 Meta 分析, 结果显示, ECMO 在非肺部原发性急诊危重症患



ECMO 为体外膜肺氧合, Odds Ratio(OR) 为优势比, 95% CI 为 95% 置信区间, Study or Subgroup: 为研究或亚组, Weight 为权重, Events 为事件, Total 为总数, Random 为随机效应模型

图 2 ECMO 应用对非肺部原发性急诊危重症患者院内存活率影响的 Meta 分析

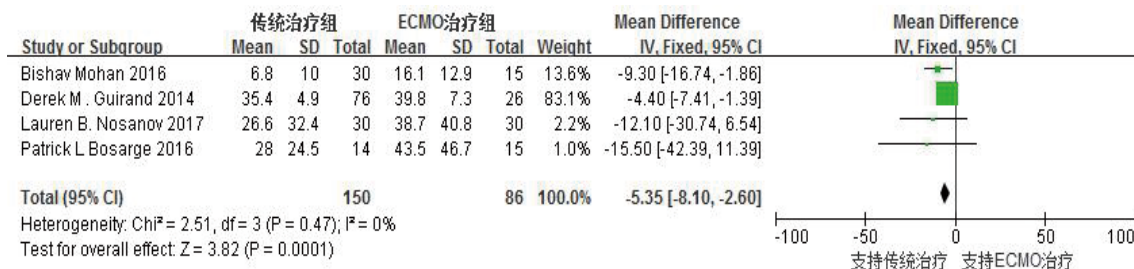
Fig 2 Forest plot showing the odds ratio estimating the hospitalized survival



ECMO 为体外膜肺氧合, Odds Ratio(OR) 为优势比, 95% CI 为 95% 置信区间, Study or Subgroup: 为研究或亚组, Weight 为权重, Events 为事件, Total 为总数, Fixed 为固定效应模型

图 3 ECMO 应用对非肺部原发性急诊危重症患者大于 90 d 生存率影响的 Meta 分析

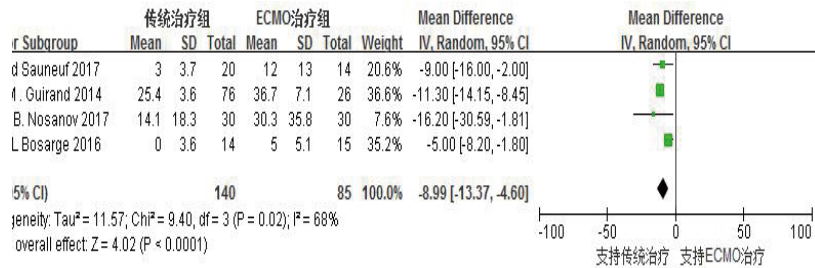
Fig 3 Forest plot showing the odds ratio estimating the survival rate of more than 90 days



ECMO 为体外膜肺氧合, Mean 为均数, SD 为标准差, Total 为总数, Study or Subgroup 为研究或亚组, Weight 为权重, Mean Difference 为加权均数差, Fixed 为固定效应模型

图 4 ECMO 应用对非肺部原发性急诊危重症患者平均住院天数影响的 Meta 分析

Fig 4 Forest plot showing the fixed-effects model estimating the average length of hospital stay

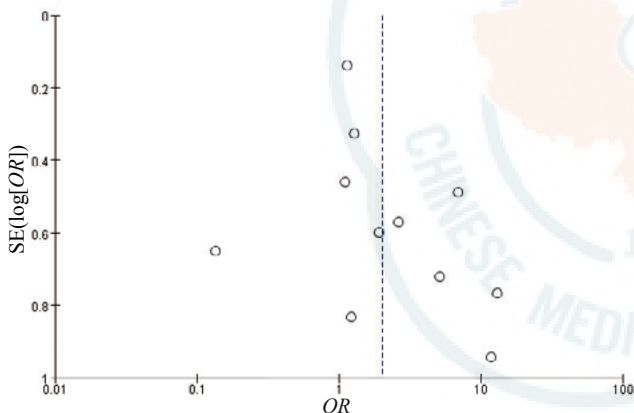


ECMO 为体外膜肺氧合, Mean 为均数, SD 为标准差, Total 为总数, Study or Subgroup 为研究或亚组, Weight 为权重, Mean Difference 为加权均数差, Random 为随机效应模型

图 5 ECMO 应用对非肺部原发性急诊危重症患者平均住 ICU 天数影响的 Meta 分析
 Fig 5 Forest plot showing the randomized-effects model estimating the average ICU time

者中的应用可延长平均住 ICU 时间 (MD=-8.99, 95%CI: -8.20~-1.80, P<0.01)。

2.2.4 发表偏倚法分析 11 个研究大致均匀分布在垂线的两侧, 推测纳入的 11 篇文献发表偏倚不大, 见图 6。



SE (log[OR]) 为 OR 值对数的标准误, OR 为优势比, ECMO 为体外膜肺氧合

图 6 ECMO 应用对非肺部原发性急诊危重症患者预后影响的发表偏倚图
 Fig 6 Funnel plot evaluating publication bias of the effect of ECMO application on the prognosis of patients with non-pulmonary primary disease in the emergency department

3 讨论

本文通过现有的临床研究的 Meta 分析显示, 与传统治疗相比, ECMO 可以明显提高非肺部原发性急诊危重症患者院内存活率及 3 个月以上的生存率, 具有明显的优势, 但 ECMO 应用也可增加患者的住 ICU 及住院的平均天数, 在应用 ECMO 时应仔细评估患者病因、把握时机、综合考虑经济问题等多方面因素, 可能更有利于患者预后。

ECMO 应用与呼吸机相比, 通过 ECMO 气体交换, 可以减轻呼吸机相关肺损伤, 使肺处于休息状态, 为疾病诊断和治疗起到桥梁作用^[15]。在治疗

循环系统衰竭时, 其保证血液氧体积分数的同时, 可减少强心药物的用量及降低心肌耗氧量, 改善全身灌注, 为心功能和肺功能的恢复赢得宝贵时间^[16]。急性重度中毒、严重创伤、脓毒症、心脏呼吸骤停等急危重症导致的心肺衰竭患者, 在传统治疗失败后, 越来越多的考虑应用 ECMO 抢救, 增加全身供氧, 明显改善低氧血症, 减少多脏器功能不全的发生, 且能为大脑提供稳定的氧合血灌注, 有利于心肺脑复苏^[17], 理论上可降低急诊危重症患者病死率。

目前对合并有呼吸循环衰竭的急诊危重症患者的治疗, 缺乏大规模的 RCT 研究来证实 ECMO 治疗的优越性, 且各种专家共识及指南多未推荐 ECMO。ECMO 较多应用于由细菌或病毒感染引起肺部原发急性呼吸窘迫综合征, 并且在 2003 年非典型肺炎及 2009 年 H1N1 流感病毒大暴发时得到了快速的发展, 尽管早期的临床随机对照研究表明 ECMO 不能增加重度急性呼吸窘迫综合征的生存率^[18]。近年来 ECMO 在心肺复苏中应用的临床研究逐渐增多, 且越来越多的研究认为 ECMO 能提高心肺复苏患者的院内存活率及改善长期预后^[19]。ECMO 在非肺部原发性疾病的急诊危重症中的应用处于发展阶段, 在中毒、脓毒症、创伤等方面的应用较少, 且多数为个案报道^[20], 无法代表 ECMO 在急诊危重症中的治疗效果。本文将现有的临床研究经过 Meta 分析, 可扩充样本量, 提高统计效能, 以期得到更加全面、客观的认识, 以指导临床工作。

本次 Meta 分析发现, ECMO 应用于非肺部原发性急诊危重症患者可将院内存活率提升至 52.1%, 且有研究表明应用 ECMO 治疗的患者的 SAPS II 及 SOFA 评分明显高于接受传统治疗的患者^[13,21], 说明接受 ECMO 治疗的患者一般情况较

差,病情较重,所以本 Meta 分析得出 ECMO 应用能改善非肺部原发性急诊危重症患者院内存活率的结果,尽管各研究间同质性欠佳,但仍具有一定的参考价值。且纳入的 11 篇文献质量评价全在 5 分以上,可认为是高质量文献。纳入的文献漏斗图显示两侧基本对称,发表偏倚较小。为进一步了解各研究间异质性的原因,根据原发病因、是否进行心肺复苏、研究区域及研究时间等不同方面反复进行亚组分析(数据未列出),但未能发现能明显改善各研究间异质性的因素。这可能与 ECMO 的应用时机、ECMO 技术应用的娴熟程度、选择研究病例疾病严重程度等有关,但由于可提取的相关数据有限,无法从各个方面进行亚组分析,需要进一步的研究来验证。

ECMO 应用可显著提高患者 90 d 以上的生存率(42.1% vs. 17.1%),且各研究间同质性较好,可信度较高。且有关 ECMO 在 ARDS 及心肺复苏患者中应用的研究表明^[19,21],可提高患者长期预后及改善神经功能恢复、提高生活质量等,与本研究结果一致,但由于本 Meta 分析纳入研究能提取出表明长期预后的数据较少,无法进一步分层分析。

导致急诊危重症心肺衰竭的原因较多,病因可逆是应用 ECMO 治疗获得较好临床结果的必要条件,ECMO 可暂时替代部分心肺功能,使心肺得到休息,以期逐渐恢复功能或者将 ECMO 作为桥梁而给予进一步的治疗措施如心肺移植等^[22]。许崇恩等^[23]对 2 例急性百草枯中毒患者采用 ECMO 治疗,疗效较差,最终 2 例患者全部死亡,百草枯中毒可导致肺部不可逆的纤维化^[24-25],现有的 ECMO 在百草枯中毒方面的研究多为个案报道,且数量较少,百草枯中毒后呼吸衰竭治疗是否能作为 ECMO 治疗的适应证有待进一步研究,但理论上效果较差。病例的选择和采用 ECMO 治疗的时机也非常重要,当疾病发展到不可逆或终末阶段时采用 ECMO 治疗临床效果较差,急诊危重症病因繁多及病情发展较快,准确评估病情,早期采用 ECMO 治疗,可能效果较好^[3]。刘松桥等^[26]的一篇关于 ECMO 对成人急性呼吸窘迫综合征预后影响的 Meta 分析指出尽管现有的研究结果尚不能证实 ECMO 能改善重度 ARDS 患者的预后,但病因可逆的重度 ARDS 患者尽早采用 ECMO 治疗可获得较好的临床效益。本 Meta 分析发现,非肺部原发性急诊危重症患者应用 ECMO 治疗平均住 ICU

及住院时间较接受传统治疗患者延长,有研究表明花费更高^[20],应严格评估患者病因及把握 ECMO 治疗时机,减少医疗资源的占用与浪费。也应当综合评估患者经济情况,避免由于经济原因而中途放弃治疗。

综上所述,通过现有 Meta 分析结果提示 ECMO 治疗可改善非肺部原发性急诊危重症患者的短期及长期预后,可作为急诊危重症患者抢救的措施。但 ECMO 的应用可延长患者平均 ICU 及住院时间,及花费较高,应综合评估患者情况,减少医疗资源浪费及使患者获益最大。本研究纳入的全部为观察性研究,各研究间的同质性欠佳,由于提取出的相关数据有限,无法详尽地进行亚组分析,且得到的分析结果较笼统,应设计在中毒、创伤、脓毒症等急诊危重症的各个方面的的大样本、高治疗的 RCT 研究,更加明确 ECMO 治疗对非肺部原发性各种急诊危重症患者预后的影响。

参 考 文 献

- [1] Mosier JM, Kelsey M, Raz Y, et al. Extracorporeal membrane oxygenation (ECMO) for critically ill adults in the emergency department: history, current applications, and future directions[J]. Crit Care, 2015, 19:431. DOI:10.1186/s13054-015-1155-7.
- [2] Ventetuolo CE, Muratore CS. Extracorporeal life support in critically ill adults[J]. Am J Respir Crit Care Med, 2014, 190(5):497-508. DOI:10.1164/rccm.201404-0736CI.
- [3] Sukhal S, Sethi J, Ganesh M, et al. Extracorporeal membrane oxygenation in severe influenza infection with respiratory failure: a systematic review and meta-analysis[J]. Ann Card Anaesth, 2017, 20(1):14-21. DOI:10.4103/0971-9784.197820.
- [4] Chen CY, Tsai J, Hsu TY, et al. ECMO used in a refractory ventricular tachycardia and ventricular fibrillation patient: a national case-control study[J]. Medicine, 2016, 95(13):e3204. DOI:10.1097/MD.0000000000003204.
- [5] Bosarge PL, Raff LA, McGwin G Jr, et al. Early initiation of extracorporeal membrane oxygenation improves survival in adult trauma patients with severe adult respiratory distress syndrome[J]. J Trauma Acute Care Surg, 2016, 81(2):236-243. DOI:10.1097/ta.0000000000001068.
- [6] Maekawa K, Tanno K, Hase M, et al. Extracorporeal cardiopulmonary resuscitation for patients with out-of-hospital cardiac arrest of cardiac origin: a propensity-matched study and predictor analysis[J]. Crit Care Med, 2013, 41(5):1186-1196. DOI:10.1097/ccm.0b013e31827ca4c8.
- [7] Nosanov LB, McLawhorn MM, Vigiola Cruz M, et al. A national perspective on ECMO utilization in patients with burn injury[J]. J Burn

- Care Res, 2017:1559-047X. DOI:10.1097/bcr.0000000000000555.
- [8] Chou TH, Fang CC, Yen ZS, et al. An observational study of extracorporeal CPR for in-hospital cardiac arrest secondary to myocardial infarction[J]. Emerg Med J, 2013, 31(6):441-447. DOI:10.1136/emered-2012-202173.
- [9] Bougouin W, Aissaoui N, Combes A, et al. Post-cardiac arrest shock treated with veno-arterial extracorporeal membrane oxygenation: An observational study and propensity-score analysis[J]. Resuscitation, 2016, 11(1):1-7. DOI:10.1016/j.resuscitation.2016.11.005.
- [10] Guirand DM, Okoye OT, Schmidt BS, et al. Venovenous extracorporeal life support improves survival in adult trauma patients with acute hypoxemic respiratory failure: a multicenter retrospective cohort study[J]. J Trauma Acute Care Surg, 2014, 76(5):1275-1281. DOI:10.1097/ta.0000000000000213.
- [11] Guirand DM, Okoye OT, Schmidt BS, et al. Managing cardiac arrest with refractory ventricular fibrillation in the emergency department: conventional cardiopulmonary[J]. Resuscitation, 2015, 92:70-76. DOI:10.1016/j.resuscitation.2015.04.016.
- [12] Mohan B, Singh B, Gupta V, et al. Outcome of patients supported by extracorporeal membrane oxygenation for aluminum phosphide poisoning: an observational study[J]. Indian Heart J, 2016, 68(3):295-301. DOI:10.1016/j.ihj.2016.03.024.
- [13] Sauneuf B, Chudeau N, Champigneulle B, et al. Pheochromocytoma crisis in the ICU: a french multicenter cohort study with emphasis on rescue extracorporeal membrane oxygenation[J]. Crit Care Med, 2017, 45(7):657-665. DOI:10.1097/ccm.0000000000002333.
- [14] Hou G, Yu K, Yin X, et al. Safety research of extracorporeal membrane oxygenation treatment on cardiogenic shock: a multicenter clinical study[J]. Minerva Cardioangiol, 2016, 64(2):121-126.
- [15] Del Sorbo L, Cypel M, Fan E. Extracorporeal life support for adults with severe acute respiratory failure[J]. Lancet Respir Med, 2014, 2(2):154-164. DOI: 10.1016/S2213-2600(13)70197-8.
- [16] 苏文亭. 体外心肺复苏在心脏骤停中的应用进展[J]. 中国急救医学, 2017, 37(6):560-563. DOI:10.3969/j.issn.1002-1949.2017.06.020.
- [17] 蒋崇慧, 黄子通, 谢钢, 等. 体外膜肺氧合在心肺脑复苏中的应用[J]. 中华急诊医学杂志, 2008, 17(6):634-637. DOI:10.3760/j.issn.1671-0282.2008.06.019.
- [18] Morris AH, Wallace CJ, Menlove RL, et al. Randomized clinical trial of pressure-controlled inverse ratio ventilation and extracorporeal CO2 removal for adult respiratory distress syndrome[J]. Am J Respir Crit Care Med, 1994, 149(2 Pt 1):295-305. DOI: 10.1164/ajrccm.149.2.8306022.
- [19] Wang G, Chen X, Qiao L, et al. Comparison of extracorporeal and conventional cardiopulmonary resuscitation: A meta-analysis of 2 260 patients with cardiac arrest[J]. World J Emerg Med, 2017, 8(1):5-11. DOI:10.5847/wjem.j.1920-8642.2017.01.001.
- [20] 刘奇, 单梦田, 罗志毅, 等. 体外膜肺技术在中毒相关急性肺损伤患者救治中的应用[J]. 中华急诊医学杂志, 2017, 26(10):1133-1137. DOI:10.3760/cma.j.issn.1671-0282.2017.10.007.
- [21] Wang ZY, Li T, Wang CT, et al. Assessment of 1-year outcomes in survivors of severe acute respiratory distress syndrome receiving extracorporeal membrane oxygenation or mechanical ventilation: a prospective observational study[J]. Chin Med J, 2017, 130(10):1161-1168. DOI:10.4103/0366-6999.205847.
- [22] Song JH, Park JE, Lee JG, et al. Outcomes of perioperative extracorporeal membrane oxygenation use in patients undergoing lung transplantation[J]. J Thorac Dis, 2017, 9(12):5075-5084. DOI:10.21037/jtd.2017.10.142.
- [23] 许崇恩, 郭玲, 张涛, 等. 体外膜肺氧合技术抢救百草枯中毒的经验和教训[J]. 中国体外循环杂志, 2012, 10(3):148-150. DOI:10.3969/j.issn.1672-1403.2012.03.006.
- [24] Hu L, Yu Y, Huang H, et al. Epigenetic regulation of interleukin 6 by histone acetylation in macrophages and its role in paraquat-induced pulmonary fibrosis[J]. Front Immunol, 2016, 7:696. DOI:10.3389/fimmu.2016.00696.
- [25] 兰超, 李海娜, 李莉, 等. 甲泼尼龙治疗急性百草枯中毒家猪肺损伤的剂量观察[J]. 中华劳动卫生职业病杂志, 2015, 33(1):24-28. DOI : 10.3760/cma.j.issn.1001-9391.2015.01.007.
- [26] 刘松桥, 金辉, 黄英姿, 等. 体外膜肺氧合对成人急性呼吸窘迫综合征患者预后影响的 Meta 分析和系统评价[J]. 中华急诊医学杂志, 2011, 20(4):355-359. DOI:10.3760/cam.j.issn.1671-0282.2011.04.004.

(收稿日期: 2018-02-17)

(本文编辑: 郑辛甜)