

# 基于科技论文的中国体外肺膜氧合领域 基础研究实力分析

陈娟, 卢岩, 张婷, 欧阳昭连

中国医学科学院/北京协和医学院 医学信息研究所/图书馆, 北京 100020

**[摘要]** 目的 分析中国在体外肺膜氧合 (Extracorporeal Membrane Oxygenation, ECMO) 领域的基础研究实力。方法 在Web of Science数据库中检索ECMO相关的科技论文, 基于论文数量、被引频次、高被引论文数量以及高频词聚类, 分析中国在该领域的研究规模、影响力及研究热点。结果 1970年至今, 全球ECMO相关科技论文共计8822篇, 近十年复合增长率达11.4%。美国的论文数量和影响力均居全球绝对领先地位, 中国论文数量 (592篇 vs. 3975篇) 仅为美国的七分之一, 总被引频次 (7360次 vs. 95021次) 和高被引论文数量 (3篇 vs. 42篇) 均不足美国的十分之一, 篇均被引频次 (12.4次/篇 vs. 23.9次/篇) 仅为美国的一半, 单看中国大陆地区 (论文数量277篇, 总被引频次2133次, 篇均被引频次7.7次/篇) 则与美国差距更为明显。中国仅台湾大学一家机构的论文数量进入全球前20位, 中国前10位机构的平均总被引频次 (658次)、篇均被引频次 (11.8次/篇) 和高被引论文数量 (0.3篇) 均远低于全球前20位机构的均值 (分别为7476次、34.2次/篇、6.8篇)。中国仅有的少量研究主要集中在“体外心肺复苏”和“急性呼吸窘迫综合征的机械通气治疗”两个方向。结论 我国在ECMO领域基础研究规模小, 学术影响力弱, 研究实力与美国相比差距明显, 目前仅有的少量研究主要集中在应急救治方面, 很少涉及先天缺陷和心肺移植手术的支持治疗。

**[关键词]** 文献计量学; 体外肺膜氧合; 基础研究; 研究实力

## Analysis of the Basic Research Competitiveness of China in the Field of Extracorporeal Membrane Oxygenation Based on Scientific Papers

CHEN Juan, LU Yan, ZHANG Ting, OUYANG Zhaolian

Institute of Medical Information & Library, Chinese Academy of Medical Sciences and Peking Union Medical College, Beijing 100020, China

**Abstract:** Objective To analyze the basic research competitiveness of China in the field of extracorporeal membrane oxygenation (ECMO). Methods Scientific papers on ECMO were retrieved from the Web of Science database, based on which bibliometric analysis was conducted. The scale and impact of research were analyzed based on the number of papers, citations and highly cited papers, and hotspots were displayed by clustering analysis of high-frequency words. Results From 1970 to the present, 8822 scientific papers on ECMO had been published, with a compound annual growth rate of 11.4% in recent 10 years. The scale and impact of research in the United States were in absolute global leadership. The number of papers published by China was only one-seventh of that by United States (592 vs. 3975). For China, the total number of citations (7360 vs. 95021) and the number of highly cited papers (3 papers vs. 42 papers) were less than one-tenth of that for the United States, and the average citations per paper (12.4 vs. 23.9) was only half of that for the United States. Looking at mainland China alone (277 papers, 2133 citations in total, 7.7 citations per paper), the gap with the United States was even more obvious. Among the institutions in China, only Taiwan University ranked top 20 in the number of papers. The means for the total citations (658), average citations per paper (11.8) and the number of highly cited papers (0.3) for the top 10 Chinese institutions were far lower than those for the top 20 institutions in the world (7476, 34.2, and 6.8). The studies of China mainly focus on “cardiopulmonary resuscitation” and “mechanical ventilation therapy for acute respiratory distress syndrome”. Conclusion In the field of ECMO, China has conducted a small scale of basic research and produced relatively weak academic impact, with a significant gap compared with the United States; the researches by Chinese scholars mainly focus on emergency treatment, with few involve the supportive treatment of congenital defects and heart/lung transplantation.

**Key words:** bibliometric analysis; extracorporeal membrane oxygenation; basic research; competitiveness

[中图分类号] R654.1; G353.12

[文献标识码] A

doi: 10.3969/j.issn.1674-1633.2020.06.035

[文章编号] 1674-1633(2020)06-0139-05

## 引言

体外膜肺氧合 (Extracorporeal Membrane Oxygenation,

ECMO) 技术是最近半个世纪发展起来的用于生命支持的一项关键技术<sup>[1]</sup>。在急危重症或行某些器官手术时, 人体

缺血缺氧往往容易导致重要脏器发生不可逆转的重度损伤,进而导致患者死亡。ECMO 技术可以将人体静脉血引出,进行气体交换,然后再泵入人体循环系统,从而在一定程度上代替心肺器官功能,为病人提供呼吸和循环支持<sup>[1-2]</sup>。

目前,ECMO 技术已经成功用于急性肺栓塞、呼吸衰竭、急性呼吸窘迫综合征、心脏骤停、心源性休克、心力衰竭等急危重症的救治,以及心脏移植、肺移植的术中及围手术期循环替代<sup>[3-7]</sup>。对于感染 SARS、H1N1、H7N9、COVID-19 等呼吸系统传染病的重症患者而言,ECMO 也是一种极为重要的救治技术<sup>[8-11]</sup>。

ECMO 技术含量高,分析全球各国在该领域的竞争态势有助于了解中国的发展现状。本研究将基于科技论文分析中国在 ECMO 领域的基础研究实力,从而为相关科技工作者和行业管理人员提供参考。

## 1 资料与方法

科技论文是基础研究的主要产出成果之一,基于科技论文进行文献计量学分析有助于了解各国在某技术领域的科研实力。本研究在 Web of Science 数据库中,通过主题检索方式获得 ECMO 相关的所有研究性论文,检索词包括 ECMO、extracorporeal membrane oxygenation、extracorporeal membrane oxygenator、extracorporeal life support 及其各种变体,检索时间为 2020 年 3 月 16 日,数据库覆盖时间段为 1970 年至今,文献类型限定为 Article。

基于上述检索形成论文集,通过论文数量变化了解全球在 ECMO 领域的发展概况,通过论文数量、被引频次和高被引论文分析中国及中国机构在全球竞争中的科研实力,基于作者共现分析了解国际合作情况,并基于高频词聚类分析比较中国与美国的研究热点差异。

## 2 结果

### 2.1 全球概况

1970 年至今,ECMO 相关论文共计 8822 篇,其中 2010—2019 年合计 5790 篇,占 65.6% (图 1)。从历年发文量来看,九十年代之前的发文量较少,之后有所增多,近十年增长尤其迅速,2010~2019 年的十年复合增长率高达 11.4%。

### 2.2 国别分析

(1) 发文数量。1970 年至今,美国发表的 ECMO 相关论文数量最多 (3975 篇),是排名第二德国 (895 篇)

收稿日期: 2020-04-07

基金项目: 国家重点研发计划 (2016YFC0104805); 中国医学科学院中央级公益性科研院所基本科研业务费 (2018PT33008); 中国工程院咨询研究项目“天津市生物医药创新与产业发展战略研究”; 中国医学科学院北京协和医学院医学信息研究所/图书馆新冠肺炎疫情专项课题“全球体外膜肺氧合 (ECMO) 研发态势研究” (2020XG010)。

通信作者: 欧阳昭连,副研究员,主要研究方向为医疗器械战略情报研究。

通信作者邮箱: zoeouyang@163.com

的 4.4 倍,领先优势极为明显。德国、中国、英国、法国、意大利、加拿大等国处于第二梯队,发文量在 400~900 篇。需要指出的是,中国虽以 592 篇论文居全球第三位,但中国大陆地区仅 277 篇,少于全球排名第十位的荷兰 (285 篇) (表 1)。

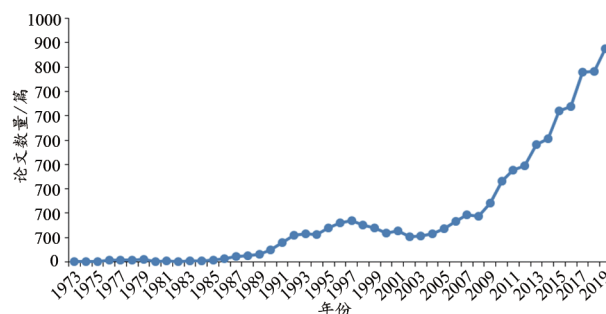


图1 ECMO相关论文年度分布

注: 检索日期为2020年3月16日, 含合作发文。

表1 ECMO相关论文数量排名前10位的国家对比

国家	论文数量 (篇)	论文数量排名	总被引 (次)	总被引排名	篇均被引 (次/篇)	篇均被引排名	高被引论文数量 (篇)
美国	3975	1	95021	1	23.9	5	42
德国	895	2	15857	2	17.7	8	14
中国 <sup>a</sup>	592	3	7360	8	12.4	9	3
英国	523	4	14140	4	27.0	3	14
法国	467	5	12622	5	27.0	4	16
意大利	467	5	10275	7	22.0	6	9
加拿大	454	7	15680	3	34.5	1	17
日本	376	8	4014	10	10.7	10	1
澳大利亚	356	9	10515	6	29.5	2	11
荷兰	285	10	5134	9	18.0	7	5
全球	8822	-	174138	-	19.7	-	70

注: 检索日期为2020年3月16日, 含合作发文。a. 中国数据含大陆地区277篇和台湾地区323篇, 其中8篇为大陆和台湾合作发文。

(2) 发文影响力。如表 1 所示, 从总被引频次来看, 美国占绝对领先地位 (95021 次), 总影响力最强; 德国、加拿大、英国、法国、澳大利亚、意大利处于第二梯队, 总被引频次均超过 10000 次。从篇均被引频次来看, 加拿大、澳大利亚、英国、法国、美国、意大利等均超过 20 次/篇, 论文平均影响力较强。从高被引论文数量来看, 美国多达 42 篇, 高影响力成果最多; 加拿大、法国、德国、英国、澳大利亚等国也积累了一定量的高影响力成果, 其高被引论文数量均超过 10 篇。中国的总被引频次 (7360 次) 和高被引论文数量 (3 篇) 均不足美国的十分之一, 篇均被引频次 (12.4 次/篇) 仅为美国的一半。单从中国大陆地区来看, 上述指标与美国差距更大, 总被引频次 (2133 次) 不足美国的三十分之一, 篇均被引频次 (7.7 次/篇) 仅为美国的三分之一。

### 2.3 机构分析

(1) 发文数量。从表 2 来看, 在发文量排名全球前 20 位

的机构中,有14家美国机构(70%),2家法国机构,另外加拿大、英国、中国和荷兰机构各1家。值得注意的是,美国机构占据全球前五位,领先优势明显。从中国排名前10位的机构(表3)来看,中国的台湾大学排名全球第16位,其他中国机构的ECMO相关论文均不足100篇,研究规模相对较小。在中国排名前10位的机构中,有6家来自台湾地区,4家来自大陆地区。

(2) 发文影响力。从表2来看,哈佛大学、密歇根大学、宾夕法尼亚大学和多伦多大学的总被引频次均超过10000次,总体影响力较大;多伦多大学、伦敦大学、杜克大学、埃默里大学和哈佛大学的篇均被引频次均超过40次/篇,论文平均影响力较强;多伦多大学、哥伦比亚大学、巴黎公共援助医院、哈佛大学和索邦大学的高被引论文均超过10篇,高影响力成果较多。表2和表3对比来看,中国排名前10位机构的平均总被引频次(658次)、篇均被引频

次(11.8次/篇)和高被引论文数量(0.3篇)均远低于全球前20位机构的均值(分别为7476次、34.2次/篇、6.8篇),中国机构的ECMO相关论文影响力还有较大提升空间。

## 2.4 国际合作分析

ECMO领域的国际合作情况,见图2,美国国际合作最频繁,共计868次。在论文数量排名前十位的其他几个国家中,德国(519次)、英国(528次)、意大利(470次)、加拿大(452次)、澳大利亚(348次)、法国(347次)和荷兰(343次)的国际合作次数也较多,中国(137次)和日本(115次)相对较少。

## 2.5 研究热点分析

如图3所示,ECMO领域的研究热点包括:①婴幼儿心肺先天缺陷的修复与治疗,代表性关键词包括infant(1194次)、respiratory failure(718次)、pulmonary hypertension(508次)、congenital

表2 ECMO相关论文数量排名前20位的机构对比(全球)

机构名	所属国家	论文数量 (篇)	论文数量 排名	总被引(次)	总被引排名	篇均被引 (次/篇)	篇均被引 排名	高被引论文 数量(篇)
密歇根大学	美国	407	1	14062	2	34.6	12	9
哈佛大学	美国	384	2	15386	1	40.1	5	11
宾夕法尼亚联邦高等教育系统	美国	321	3	9066	6	28.2	17	7
宾夕法尼亚大学	美国	286	4	10723	3	37.5	7	9
加州大学	美国	247	5	9714	5	39.3	6	6
巴黎公共援助医院	法国	236	6	8738	7	37.0	8	12
多伦多大学	加拿大	227	7	10603	4	46.7	1	14
哥伦比亚大学	美国	222	8	6952	10	31.3	13	14
贝勒医学院	美国	203	9	5492	15	27.1	18	6
得克萨斯大学	美国	194	10	6077	13	31.3	13	2
匹兹堡大学	美国	192	11	7094	9	36.9	9	7
费城儿童医院	美国	190	12	6621	11	34.8	11	4
伦敦大学	英国	172	13	7154	8	41.6	2	6
杜克大学	美国	159	14	6598	12	41.5	3	6
国家儿童健康系统	美国	158	15	4647	17	29.4	15	0
台湾大学	中国	150	16	3215	19	21.4	19	1
索邦大学	法国	141	17	5070	16	36.0	10	10
纽约长老会医院	美国	139	18	3953	18	28.4	16	6
鹿特丹伊拉斯姆斯大学	荷兰	136	19	2648	20	19.5	20	0
埃默里大学	美国	135	20	5531	14	41.0	4	6
均值	—	215	—	7467	—	34.2	—	6.8

注:检索日期为2020年3月16日,含合作发文。

表3 ECMO相关论文数量排名前10位的机构对比(中国)

机构名	论文数量(篇)	论文数量排名	总被引(次)	总被引排名	篇均被引(次/篇)	篇均被引排名	高被引论文数量
台湾大学	150	1	3215	1	21.4	2	1
长庚大学	81	2	1296	2	16.0	3	0
首都医科大学	46	3	673	3	14.6	4	2
中国医学科学院	36	4	275	5	7.6	7	0
浙江大学	24	5	72	10	3.0	10	0
台湾阳明大学	23	6	174	7	7.6	7	0
中国医药大学	20	7	170	8	8.5	6	0
南京大学	20	8	108	9	5.4	9	0
台北医科大学	19	9	203	6	10.7	5	0
台北荣民总医院	17	10	396	4	23.3	1	0
均值	44	—	658	—	11.8	—	0.3

注:检索日期为2020年3月16日,含合作发文。

diaphragmatic hernia (459次)和repair (349次)；②心肺移植手术的体外循环支持，代表性关键词包括device (493次)、heart (453次)、bridge (415次)、transplantation (410次)、mechanical circulatory support (338次)、lung transplantation (325次)和heart transplantation (306次)；③急性呼吸窘迫综合征的机械通气治疗，代表性关键词包括ARDS (890次)、mechanical ventilation (666次)和lung injury (374次)；④体外心肺复苏，代表性关键词包括cardiogenic shock (699次)、cardiopulmonary resuscitation (698次)、cardiac arrest (657次)、myocardial infarction (319次)。

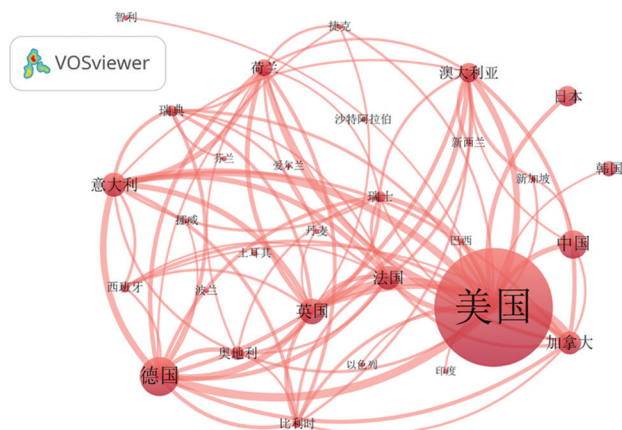


图2 ECMO领域的全球国际合作情况

注:球的大小表示论文多少,线的粗细表示合作次数多少;仅展示论文数量超过25篇的30个国家以及合作次数大于10次的连线。

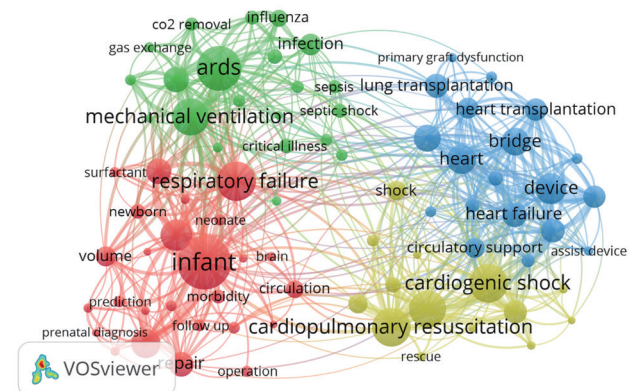


图3 ECMO领域的研究热点 (全球)

注:选择词频 $\geq 50$ 且相关系数排前60%的80个关键词做聚类分析,不同颜色代表不同类别。

如图 4 所示, 美国在 ECMO 领域的研究覆盖上述所有热点, 而中国仅在“体外心肺复苏”和“急性呼吸窘迫综合征的机械通气治疗”方面有所涉及, 在另外两个热点方向很少开展研究, 表明中国主要将 ECMO 应用于急救救治中。

### 3 讨论

本研究显示,我国在 ECMO 领域的科研实力总体较

弱。从国家层面来看,我国论文数量不足美国的六分之一,总被引频次、篇均被引频次和高被引论文数量均排名靠后;单从中国大陆地区来看,上述指标与美国的差距进一步拉大。美国在婴幼儿心肺先天缺陷的修复与治疗、心肺移植手术的体外循环支持、急性呼吸窘迫综合征的机械通气治疗、和体外心肺复苏等方面均开展了大量研究,尤其是在前两个方向上研究众多。相比之下,中国在婴幼儿心肺先天缺陷的修复与治疗、心肺移植手术的体外循环支持两个方向研究极为缺乏,目前仅有的少量研究主要集中在应急救援治方面,即急性呼吸窘迫综合征的机械通气治疗和体外心肺复苏。

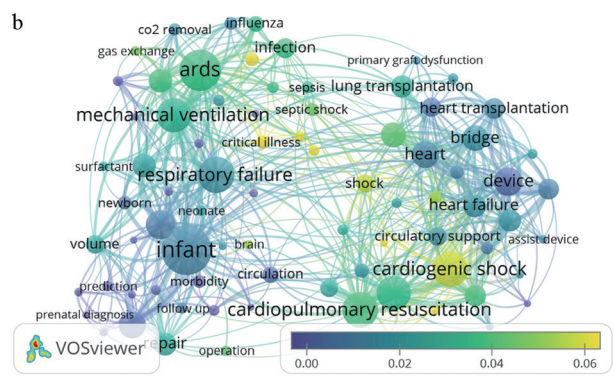
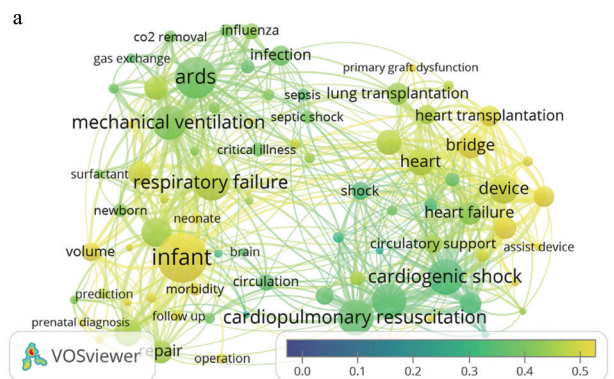


图4 ECMO领域的研究热点（美国和中国）

注: a. 美国ECMO领域的研究热点; b. 中国ECMO领域的研究热点。选择词频 $\geq 50$ 且相关系数排前60%的80个关键词做聚类分析, 由紫色至黄色渐变, 颜色越黄代表该国开展研究越多, 中国仅包含大陆数据。

从机构层面来看, ECMO 领域以美国机构占绝对优势, 其中不乏密西根大学、哈佛大学、宾夕法尼亚大学等知名院校。中国机构的竞争力较弱, 仅台湾大学一家机构进入全球前 20 位, 中国大陆地区无任一机构进入全球前 20 位。就中国大陆地区来看, 首都医科大学附属北京安贞医院心脏外科侯晓彤等<sup>[12]</sup>和王坚刚等<sup>[13]</sup>、首都医科大学附属北京朝阳医院呼吸与危重症医学科孙兵等<sup>[14]</sup>、中国医学科学院阜外医院国家心血管病中心胡盛寿等<sup>[15]</sup>和体外循环科龙村等<sup>[16]</sup>、浙江大学医学院附属儿童医院小儿重症监护中心宁铂涛等<sup>[17]</sup>以及南京大学医学院附属金陵医院虞文魁等<sup>[18]</sup>已经在 ECMO 基础研究方面取得了一些积累。另外, 复旦大学上海医学院袁正宏等<sup>[19]</sup>发表的一篇与 H7N9 流感治疗

有关的文章以及首都医科大学附属北京安贞医院心脏外科王坚刚等<sup>[13]</sup>发表的一篇心脏瓣膜手术患者体外膜肺氧合治疗转归的文章均产生了一定的影响力,成为领域内的高被引论文。

改革开放以来,我国医学科技论文数量明显增长,国际排名显著提升,论文总被引频次持续提升,高质量成果也逐渐增多<sup>[20]</sup>。在医疗器械领域,我国研究规模同样快速增长,论文数量约为美国的1/5,在医学科技发达国家中处于中等偏上水平<sup>[21]</sup>。在ECMO领域,中国的论文数量约为美国的1/7,与整个医疗器械领域的情况相似。然而,中国在该领域的论文中,多达54.5%由台湾地区的机构发表,中国大陆地区众多机构总共仅发表了两百余篇论文,反映出大陆机构在ECMO领域的科研实力较弱。究其原因,一方面ECMO是一项学习曲线较长且操作风险高的技术,我国大多数医生仍处于学习ECMO知识的经验累积阶段,尚缺乏开展基础研究的实力;另一方面,我国经济水平较之于美国的差距使得仅有少部分危重症患者能够获得ECMO治疗,这又在一定程度上限制了基础研究<sup>[22]</sup>。美国早在1989年就成立了体外生命支持组织,自此,美国开展了大量ECMO手术,积累了丰富的经验。而我国在2016年之前每年开展的ECMO手术例数不足1000例,开展ECMO手术的医院仅有一百余家,这很可能是我国在ECMO领域科研实力落后于美国的重要原因<sup>[22-23]</sup>。

综上所述,我国在ECMO领域科研规模小,学术影响力弱,研究实力与美国相比差距明显,目前仅有的少量研究主要集中在急救救治方面,与美国已经将ECMO大量用于婴幼儿心肺先天缺陷的修复与治疗以及心肺移植手术的体外循环支持有所不同。建议我国制定系统的ECMO培训计划,加强学术交流,培养更多专业人才,拓展ECMO应用范围,使得ECMO技术能够更好地服务于我国卫生健康事业的发展。

#### [参考文献]

- [1] 田荣成,刘抗,张泽生,等.体外膜肺氧合技术(ECMO)在临床急危重症医学的应用进展[J].赣南医学院学报,2019,39(12):1207-1212.
- [2] 王丽红,崔妮,卜惠弟.体外膜肺氧合技术在危重症患儿护理中的应用进展[J].护士进修杂志,2018,33(5):416-418.
- [3] Kocabas U,Altay H,Eren G,et al.Successful management of acute pulmonary embolism complicated with cardiopulmonary shock by implementing point-of-care ultrasonography and extracorporeal membrane oxygenation[J].*Turk Gogus Kalp Damar Cerrahisi Derg*,2020,28(1):215-216.
- [4] Hayanga J,Chan EG,Musgrove K,et al.Extracorporeal membrane oxygenation in the perioperative care of

the lung transplant patient[J].*Semin Cardiothorac Vasc Anesth*,2020,24(1):45-53.

- [5] DeRoo SC,Takayama H,Nemeth S,et al.Extracorporeal membrane oxygenation for primary graft dysfunction after heart transplant[J].*J Thorac Cardiovasc Surg*,2019,158(6):1576-1584.
- [6] Loyaga-Rendon RY,Boeve T,Tallaj J,et al.Extracorporeal membrane oxygenation as a bridge to durable mechanical circulatory support: An analysis of the STS-INTERMACS database[J].*Circ Heart Fail*,2020,13(3):e6387.
- [7] Quintel M,Bartlett RH,Grocott M,et al.Extracorporeal membrane oxygenation for respiratory failure[J].*Anesthesiology*,2020.
- [8] MacLaren G,Fisher D,Brodie D.Preparing for the most critically ill patients with COVID-19: the potential role of extracorporeal membrane oxygenation[J].*JAMA*,2020.
- [9] Hamoudi A,Vais D,Taqi V.H1N1 influenza causing fulminant myocarditis requiring extracorporeal membrane oxygenation[J].*Cureus*,2019,11(5):e4665.
- [10] Huang L,Zhang W,Yang Y,et al.Application of extracorporeal membrane oxygenation in patients with severe acute respiratory distress syndrome induced by avian influenza A (H7N9) viral pneumonia: national data from the Chinese multicentre collaboration[J].*BMC Infect Dis*,2018,18(1):23.
- [11] Rawal G,Kumar R,Yadav S,et al.H1N1 influenza induced acute respiratory distress syndrome rescued by extracorporeal membrane oxygenation: a case report[J].*J Transl Int Med*,2017,5(3):182-185.
- [12] Yan X,Jia S,Meng X,et al.Acute kidney injury in adult postcardiotomy patients with extracorporeal membrane oxygenation: evaluation of the RIFLE classification and the Acute Kidney Injury Network criteria[J].*Eur J Cardiothorac Surg*,2010,37(2):334-338.
- [13] Wang JG,Han J,Jia YX,et al.Outcome of veno-arterial extracorporeal membrane oxygenation for patients undergoing valvular surgery[J].*PLoS One*,2013,8(5):e63924.
- [14] Li X,He H,Sun B.Veno-venous extracorporeal membrane oxygenation support during lung volume reduction surgery for a severe respiratory failure patient with emphysema[J].*J Thorac Dis*,2016,8(3):E240-E243.
- [15] Chen K,Hou J,Tang H,et al.Concurrent implantation of intra-aortic balloon pump and extracorporeal membrane oxygenation improved survival of patients with post cardiectomy cardiogenic shock[J].*Artif Organs*,2019,43(2):142-149.
- [16] Hei F,Lou S,Li J,et al.Five-year results of 121 consecutive

下转第165页