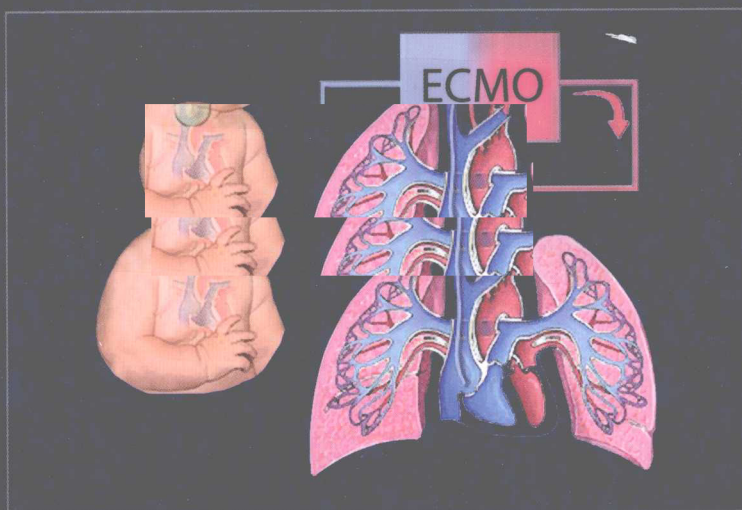


ECMO

— 体外膜肺氧合 —

Extra-corporeal
Membrane Oxygenation

第 2 版



人民卫生出版社
PEOPLE'S MEDICAL PUBLISHING HOUSE

ECMO

—— 体外膜肺氧合
Extra-corporeal
Membrane Oxygenation

主 编 龙 村
副主编 赵 举 李 欣



人民卫生出版社
PEOPLE'S MEDICAL PUBLISHING HOUSE

图书在版编目 (CIP) 数据

ECMO: 体外膜肺氧合/龙村主编. —北京: 人民
卫生出版社, 2010. 9

ISBN 978-7-117-13157-5

I. ①E… II. ①龙… III. ①体外循环
IV. ①R654. 1

中国版本图书馆 CIP 数据核字(2010)第 116500 号

门户网: www.pmph.com	出版物查询、网上书店
卫人网: www.ipmph.com	护士、医师、药师、中医 师、卫生资格考试培训

版权所有, 侵权必究!

ECMO——体外膜肺氧合

主 编: 龙 村

出版发行: 人民卫生出版社 (中继线 010-59780011)

地 址: 北京市朝阳区潘家园南里 19 号

邮 编: 100021

E-mail: pmph@pmph.com

购书热线: 010-67605754 010-65264830

010-59787586 010-59787592

印 刷: 北京铭成印刷有限公司

经 销: 新华书店

开 本: 787×1092 1/16 印张: 37

字 数: 900 千字

版 次: 2010 年 9 月第 1 版 2010 年 9 月第 1 版第 1 次印刷

标准书号: ISBN 978-7-117-13157-5/R·13158

定 价: 120.00 元

打击盗版举报电话: 010-59787491 E-mail: WQ@pmph.com

(凡属印装质量问题请与本社销售中心联系退换)



前言

经过1年多的努力，书稿完成。先交给恩师胡小琴教授，请她提出修改意见。半月后，胡教授约我讨论书稿，指出书中的多处不足，并明确指出此书前言必须重写。我先后写了三稿前言，仍不满意。正当愁眉不展时，无意看到女儿的博客，兴奋无比，并确定将此文作为前言的一部分。

2008年10月2日晚6点，我和我爸开车前往国家大剧院。突然我爸的手机响了。

‘ECMO病人出事了，去医院’

我爸义无反顾地将车掉头，飞车赶往医院。此时我突然觉得他像一个倔强的英雄冲向血腥的战场。他从死神手中抢救生命的职业决定了他在这一刻永远不会退缩，此时获得的是亢奋和勇气。此时对医生和病人来说都是一样，时间就是生命。”

车停在病房楼下，我跟他后面狂奔上楼，穿上鞋套直冲进ICU的大门。消毒水的味道扑面而来，冲淡了鲜血的甜腥，但其间也许还有些隐隐的死亡的黑色味道。我还没反应过来，我爸已经飞快地换好了工作服，冲进了那个被各种仪器电线导管还有忙成一团的医生护士充斥着

的病房。

隔着玻璃我所见的一切就像是电影，但这就是活生生血淋淋的现实，时间可怕地随着止不住的鲜血流淌。一个个画面劈头盖脸地扑面而来：朝病房涌去的纷乱脚步，晃动交叠的人影，口罩上方露出的严肃眼神，交叉的管子跳动的红灯，血和消毒水混合的味道……这些声光电影在同一时刻冲击着感官，让人一时透不过气来。生命在一点一滴地流逝。死亡在离我近在咫尺的地方发生着，我感到一种前所未有的压迫感。

站在门口看不清楚病人的脸，只看得到各种各样的管子插在他赤裸的胸膛上。他头上的屏幕上跳动着各种反映他生命表征的曲线和数字，一盏红灯在屏上以快速的频率闪烁着。

虽然我看过他穿白大褂无数次，但还从没见过我爸穿手术服的样子。这一次我也穿上了整套的行头，绿袍蓝帽口罩鞋套。我们两个是一样的。只不过他在里面救人性命，我在外面望着他。我不知所措的扎着手站在外面，看里面人影晃动，人声纷乱。

“通知手术室和麻醉科。”

“要十个单位血。”

“备头灯电刀。”

“通知病人家属。”

一道道指令从里面传达出来，然后就有小护士或者住院医师匆匆地从我面前跑进再跑出。我看见一个跑过的粉衣护士腿上有一片血迹，像一朵绽开的红花。后来才知道是在尝试压迫止



血的时候喷上去的。

看上去一片忙乱，但一切都在有条不紊地进行着。所有的人，都在为一个生命正在消逝的同类奔走努力。他们在救命。

手术室和麻醉科的人来了，没有再多的时间，手术就在ICU病房里当机立断的进行了。一袋袋血运进来挂上，这是生命的源泉。

我爸终于可以在外科医生手术的时候走出来跟我说说话。他指给我看里面一屋子的医生护士，说这些人越到这时候越兴奋，不管在哪里，一个电话打过来立刻就赶到医院。

我的确感受到一种激动人心的气氛，同时包涵挑战极限的快感和身负重任的幸福。抬高一点说是人类在死亡面前那种倔强的抗争和坚持。这是一个吸引人的场，人的每一个细胞都受了刺激，好像要爆裂开来。

第一次看到一个垂死挣扎的人是很震撼的。一个50多岁的男人，插着各种管子戴着氧气面罩，全身苍白，神情恐惧。整个世界都是血色了。他身下是殷红的血，从身体的边缘渗出来蔓延在白床单上，好像给整个人描上了重重的红色轮廓。正如我爸所说，他好像漂浮在自己的鲜血之上。头顶刺眼的白光映在床单上，于是立刻红的更加惊心，白的更加怵目。

我听到了生命急速奔流而走的声音。

这让我想起天使之城的电影，于是努力向周围看去，如果他要走，那他的天使是不是已经牵着他灵魂的手站到一旁了。

病人是清醒的，他还有意识。不仅仅是意识，他大张着恐惧的眼睛，还在喊疼。

亲眼看到鲜血不住的流出自己的身体，清醒着直面死亡之翼在头顶盘旋，这种恐惧，恐怕是终极的，这比在昏迷中离开人世不知要可怕多少倍。

我现在闭上眼睛还看到在一片血红中苍白扭曲的脸和恐惧无助的眼神，眼神里同时充满着极度的绝望和渴望。我仿佛还能听到他身体中的每个毛孔都在无声的呐喊呼唤着生命的可能。他的身体在不自禁的剧烈颤抖，这使他脸上的面罩也一直随之大幅度的摇动。这样的视觉震撼在一瞬间击中了我，我定在原地，头脑中刹那间一片空白。

很快回过神来。这个躺在血床上的男人在我面前呈现出的是一种最无助最脆弱的生命状态，这个时候他的心理已经处于崩溃的边缘。我不知道如果换作是我，我会不会流着血立刻晕厥过去，但面前这个男人的心理素质我相信是少有的坚强。他盯着抢救他的医生的那种眼神炽烈极了，渴求极了，像是在洪水中拼命想抓住一根稻草。不过的确，在他自己的血流成的汪洋之中，医生们是他唯一的那根可以求生的稻草。

生命是如此的转瞬即逝，而求生的渴望确是如此的真实而强烈。

这个男人手足无措的直面死亡，他所能做的只有在绝望中顺从地将自己交给大夫，任由摆布。这时候医生们的头顶好似都围了光环，他们在一瞬间成了上帝，被交付了生命，手中有了解决别人生死的大权。这是一种何等的信任与被信任。



我突然感到一种近似宗教般虔诚的神圣感。我几乎要落下泪来。

外科医生开始动刀动针了，护士们依然跑进跑出，我爸站在外面和同事小声讨论着插管的问题。时间就在与生命的赛跑中一分一秒的走掉，病人垂死的生命在被一群天使生生地从死神手里抢了回来。

将近22点的时候，患者脱离了生命危险，安排好看护的人。

“老马啊，又活过来了！一会儿让他们给你换个干净床单就什么事没有啦。明天早上我再来看你啊。”临走的时候我爸对死里逃生的患者说。

我爸脱下手术服马上变回了他平时活力四射嬉皮笑脸的休闲打扮，这和他刚才的样子判若两人。他兴奋一声“YES”，做了一个胜利的POSE，此刻我懂得那种真实的喜悦。

这就是女儿的博客。她用文学的语言将我们的日常工作描写得激动万分和惊心动魄，但对我们来说，这就是责任和本能。

本书为科技书籍，我想在前言后半部回答如下问题：

一、什么是ECMO?

ECMO是体外膜肺氧合(extracorporeal membrane oxygenation)的英文缩写。ECMO是以体外循环系统为其基本设备，采用体外循环技术进行操作和管理的一种辅助治疗手段。ECMO是将静脉血从体内引流到体外，经膜式氧合器氧合后再用血泵将血液灌入体内。临床上主要用于呼吸功能不全和心脏功能不全的支持，ECMO能使心脏和肺脏得到充分休息，有效地改善低氧血症，避免长期高氧吸入所致的氧中毒，以及机械通气所致的气道损伤；心脏功能得到有效支持，增加心输出量，改善全身循环灌注，为心肺功能的恢复赢得了时间。

随着社会的进步，科学的发展，心血管外科亦取得了长足的进步。体外循环(CPB)至今已有50余年的历史，其技术在理论、实践及器材等方面均发生了巨大的变化。ECMO是CPB技术范围的扩大和延伸的典型范例。ECMO可对危重患者进行有效地循环和呼吸支持，对于危重心功能衰竭和呼吸衰竭的救治起有积极的作用。它已成为一个医院综合实力的突出体现。体外生命支持组织(ELSO)2010年1月统计表明：全球ECMO患者总数为41 558名，呼吸支持存活率为52%~75%。循环支持存活率为34%~47%。

二、中国能开展ECMO吗?

ECMO涉及知识广泛；可将极为危重患者抢救成功；并发症严重而多发；同时需要大量的人力、物力和财力。在先进发达国家大的医疗中心ECMO已成为常规的临床工作。ELSO注册开展ECMO医院全球约140余家。10年前中国对ECMO的认识只停留在阅读文献的感性认识，开展临床ECMO困难重重。这主要受限于国力不强，患者和医院都难以承受ECMO高额的费用。随着我国经济飞速发展，人民生活水平不断提高，为ECMO的开展奠定了一定的基础。2004年广东中山市人民医院率先开展ECMO并取得可喜成绩。2009年中国体外循环学会统计表明：我



国开展ECMO医疗中心为43家，2009年ECMO的例数为207例。著名ICU专家席修明教授指出：“20世纪末非典时，呼吸机是我们的主要武器。21世纪初四川汶川地震时，透析机是我们主要武器”。我预测在不久的将来ECMO将在ICU得到广泛的应用。

阜外心血管病医院从开展ECMO（主要为循环支持）工作已有6年之久，平均存活率为65%。2008年36例ECMO患者75%治愈出院。Mayo Clinic(美国第二大心脏病中心)心脏麻醉中心主任David Cook教授刚听此结果曾感到惊讶和怀疑，但经过实地考察和交流，他对此成绩表示认可和敬佩。此时，我们应该清楚地认识到取得此可喜的成绩原因是多方面的。首先是团队共同不懈努力的结果；同时我们通过文献借鉴他人的经验教训，少走了弯路；一些著名专家，如台湾大学柯文哲教授、ECMO的创始人Robert Bartlett教授的亲临指导授课，是使我们获得成功的捷径；另外，近来ECMO器材质量的改进也为达此成功率提供了有力的保证。我坚信，阜外医院ECMO取得的成功经验将会促进和推动我国ECMO更快更加规范的发展。因为中国医务工作者具有强烈的责任心，极高的职业素质和无畏的献身精神。

三、怎样搞好ECMO?

搞好ECMO不仅需要热情、信心和勇气，而且需要渊博的知识，高超的技术。ECMO体现一个医院的整体医疗水平，一个人和一个科室难以承担此工作。ECMO涉及的科室和专业多，如体外循环、外科、内科、ICU、血库、超声科、放射科、化验室等。对于濒临死亡的患者进行长期的ECMO支持需要多个部门的协同作战。一个学习型团队是ECMO成功的关键。几年来由于全国同道的努力拼搏，无私奉献，ECMO取得了显著的成绩，积累了不少好的临床经验，并获得国内外有关专家的认可和好评。

为了巩固成绩，尽快将ECMO技术在全国推广，我们根据国内外的经典文献，结合我们的临床经验，编写了这本《ECMO——体外膜肺氧合》。本书主要注意ECMO的实用性、全面性，阐述ECMO的基础、临床和社会问题。此书适用于灌注医师、麻醉医师、外科医师及ICU医师阅读。由于时间仓促，参编人员众多，主编水平有限，书中难免有不妥之处。我们敬请读者提出宝贵意见，以利于下次再版时更正，同时亦对各位同道的善意批评和建议，表示深深地感谢。

我们希望此书能起到抛砖引玉的作用。希望全国同道在阅读此书时结合自身临床实践，不断提高ECMO成功率，减少并发症，扩大其应用范围。

龙 村

2010年3月 于北京

目 录

第1章 ECMO 历史与概况	龙村	1
第一节 ECMO 发展史		1
一、ECMO 的历史		1
二、发展趋势		4
第二节 ECMO 概论		7
一、原理		7
二、常规治疗对严重呼吸衰竭和心力衰竭的缺陷		8
三、ECMO 的治疗特点		9
四、ECMO 和体外循环的区别		10
五、ECMO 的其他名称及缩写		12
第2章 ECMO 治疗的病理生理	于坤	14
第一节 正常氧和二氧化碳在肺、血液和组织中的转运和交换		14
一、氧和二氧化碳在肺、血液和组织中的压力		14
二、氧在血液中的转运		15
三、氧在细胞中的代谢		16
第二节 缺氧对机体的损伤		16
一、缺氧导致的细胞损伤		16
二、缺氧对机体各脏器的损伤		17
三、影响机体对缺氧耐受性的因素		17
第三节 危重患者氧代谢		18
一、全身氧供(DO_2)/氧耗(VO_2)失衡的机制		18
二、危重患者氧代谢障碍的原因		21
三、危重患者氧代谢的特点		22
四、危重患者氧代谢的监测和评估		23
五、危重患者氧障碍的纠正		28
第四节 ECMO 治疗		29

一、适应证	29
二、ECMO 的原理	29
三、ECMO 治疗期间的气体交换	32
四、ECMO 期间患者自身肺的情况	34
五、ECMO 期间自身循环系统功能	35
六、ECMO 治疗期间不同时期机体氧代谢特点	35
七、ECMO 期间患者的管理	36
第 3 章 ECMO 的呼吸支持	李欣 38
第一节 ECMO 的呼吸支持概述	38
第二节 呼吸衰竭的治疗	41
一、保护性肺通气	41
二、药物治疗措施	42
三、ARDS 患者容量管理	43
第三节 ECMO 呼吸支持临床应用	44
一、小儿 ECMO 呼吸支持的临床适应证	44
二、小儿 ECMO 呼吸支持的临床效果	44
三、成人呼吸衰竭 ECMO 支持的现状	45
四、成人呼吸衰竭 ECMO 支持适应证选择与评估要素	45
第四节 ECMO 呼吸支持的管理特点	47
一、因呼吸支持进行 ECMO 前的必要准备工作	47
二、ECMO 呼吸支持血管径路的选择和建立	48
三、ECMO 管路选择	50
四、ECMO 运转管理	51
第 4 章 急性肺损伤/急性呼吸窘迫综合征的治疗	詹庆元 夏金根 58
第一节 急性肺损伤/急性呼吸窘迫综合征的临床表现	58
一、急性肺损伤/急性呼吸窘迫综合征的流行病学	58
二、急性肺损伤/急性呼吸窘迫综合征的病因和发病机制	59
三、急性肺损伤/急性呼吸窘迫综合征的病理生理	59
四、急性肺损伤/急性呼吸窘迫综合征的临床表现	60
五、急性肺损伤/急性呼吸窘迫综合征的诊断	60
第二节 急性肺损伤/急性呼吸窘迫综合征的治疗	60
一、原发病的治疗	60
二、机械通气	60
三、液体管理	65
四、药物治疗	65
第 5 章 ECMO 的循环支持	龙村 68

第一节 ECMO 的循环支持概论	68
一、概况	68
二、重症心力衰竭的治疗原则	70
三、重症心力衰竭常规治疗缺陷	70
四、心肌顿抑	72
五、ECMO 的临床应用	73
第二节 ECMO 循环支持的管理	76
一、ECMO 建立	76
二、ECMO 运行	78
第 6 章 晚期心力衰竭的内科诊治	张健 83
第一节 心力衰竭的诊断	83
一、定义	83
二、流行病学特点	83
三、诊断和评估	84
四、发病机制和病理生理	86
第二节 心力衰竭的治疗	87
一、治疗的基本原则	87
二、心力衰竭的治疗	88
第 7 章 晚期心力衰竭的外科治疗	罗新锦 94
第一节 外科治疗心力衰竭概述	94
一、矫治心脏的病理改变和心肌血运重建	94
二、促进心肌及血管再生	96
三、部分或全部替代病损心脏的功能	97
第二节 心脏辅助装置	97
一、被动性心室限制装置	97
二、心室机械辅助装置	99
第 8 章 ECMO 的类型	侯晓彤 115
第一节 VV-ECMO	115
一、VV-ECMO 的特点	116
二、VV-ECMO 的分类和插管方式	117
三、VV-ECMO 的适应证与禁忌证	119
四、VV-ECMO 临床应用效果	121
五、呼吸衰竭辅助治疗未来发展方向	123
第二节 VA-ECMO	124
一、VA-ECMO 辅助下患者的心脏功能表现	124
二、VA-ECMO 的插管以及与 VV-ECMO 的比较	126

三、VA-ECMO 的适应证和禁忌证	129
四、VA-ECMO 的管理	130
五、VA-ECMO 的临床应用效果	130
六、VA-ECMO 循环辅助发展展望	131
第三节 ECMO 辅助患者的管理	131
第四节 AV-ECMO	137
第9章 ECMO 的物品与准备	周岳廷 140
第一节 驱动泵	141
一、滚轴泵	141
二、离心泵	142
第二节 氧合器	143
一、气体交换装置分类	143
二、气体交换装置的病理生理学	147
第三节 插管和管道	147
一、ECMO 的管路	147
二、ECMO 插管	148
第四节 变温水箱	154
一、热交换器	154
二、变温水箱	154
第五节 空氧混合调节器	155
第六节 监测系统	155
一、ECMO 管路上持续性血液气体分析与氧饱和度监测器	155
二、流量测定装置	157
三、气泡探测器	157
四、ACT 测定	157
五、持续动态血气监测	157
第七节 其他附加装置	158
第10章 ECMO 建立	赵举 160
第一节 ECMO 的适应证与禁忌证	160
一、ECMO 适应证	160
二、ECMO 禁忌证	162
三、ECMO 患者心肺功能可复性的评估	163
第二节 ECMO 团队分工	164
一、外科医师负责安装动静脉插管	164
二、麻醉医师负责整个 ECMO 建立过程中的麻醉及呼吸循环管理	164
三、器械护士辅助外科医师完成手术操作	164
四、体外循环灌注师 2 名,负责 ECMO 安装、预充及转运	165

第三节 ECMO 系统的准备	165
一、设备准备及功能监测	165
二、耗材准备	167
三、系统安装及预充	169
四、ECMO 系统建立	172
第四节 不同患者 ECMO 流程的建立	176
一、紧急 ECMO 的建立	176
二、急诊(床旁)ECMO 建立	178
三、成人经皮穿刺股动、静脉置管,快速建立 ECMO	178
四、CPB 转 ECMO	179
五、ECMO 转 CPB	179
六、便携 ECMO 建立	179
七、ECMO 备机的准备	180
 第 11 章 ECMO 的转运和撤除	李景文 182
第一节 ECMO 转运前的准备	182
一、ECMO 转运的必要性与可行性	182
二、人员设备的准备	183
第二节 院内 ECMO 转运	183
一、转运目的	183
二、操作流程	184
三、途中监测	184
四、成功条件	184
第三节 院外 ECMO 患者转运	185
一、应用及范围	185
二、人员和设备	185
三、操作流程	185
四、ECMO 转运中的监测	186
五、转运中患者的治疗和护理	187
第四节 转运意外及处理	188
一、电源	188
二、氧气	188
三、管道	189
四、膜肺	189
五、其他	189
第五节 ECMO 的撤除	189
一、指征	189
二、撤除步骤	190
第六节 应用前景	190

一、ECMO 优缺点	190
二、ECMO 的应用展望	191
第 12 章 ECMO 插管模式及外科技术	刘志刚 194
第一节 VA-ECMO 动、静脉插管技术	194
一、婴幼儿动、静脉插管	194
二、股动、静脉插管	195
第二节 VV-ECMO 静脉插管技术	197
一、插管部位的选择	197
二、插管方法	197
三、管道选择	197
四、双腔静脉插管的置管技术	197
第三节 ECMO 期间与外科相关的并发症及其处理	198
一、活动性胸腔出血	198
二、溶血	199
三、胸腔感染	199
四、插管部位出血	199
五、静脉插管意外	199
六、动脉插管远端肢体缺血	200
第 13 章 新生儿呼吸衰竭的 ECMO 治疗	林茹 201
第一节 新生儿呼吸衰竭的病理生理	201
一、胎儿肺循环特点和出生后转变	201
二、新生儿呼吸衰竭病理生理类型与常见原发病	202
第二节 新生儿呼吸衰竭的治疗	205
一、供氧、气管插管和机械通气	205
二、支持心功能、维持血容量	206
三、纠正代谢性酸中毒	206
四、吸入 NO	206
五、选择性肺血管扩张剂	208
六、ECMO 治疗	208
七、ECMO 与治疗新技术交互作用	208
第三节 新生儿呼吸衰竭的 ECMO 治疗	208
一、适应证选择	211
二、新生儿 ECMO 管理	212
三、ECMO 并发症	216
四、存活与结果	219
五、ECMO 发展趋势与最新研究	220
第四节 新生儿 ECMO 预后与远期随访	221

一、医学问题	221
二、神经运动发育问题	222
三、特殊心理缺陷	223
第 14 章 婴幼儿先心病术后 ECMO 支持治疗	刘晋萍 226
第一节 婴幼儿先心病手术后应用 ECMO 支持治疗的特点	226
一、心脏术后急性心功能不全的原因	226
二、心脏术后 ECMO 辅助的原因	226
第二节 婴幼儿应用 ECMO 的常见疾病	228
一、心肌炎或心肌病	228
二、心脏手术	228
三、心跳、呼吸骤停	229
四、心脏移植过渡	229
五、药物难治性肺动脉高压	229
六、呼吸衰竭	230
七、心室训练	230
八、术后出血	230
九、先天畸形的进一步矫治	230
第三节 婴幼儿 ECMO 的选择标准	231
一、婴幼儿行 ECMO 辅助心脏功能的指征	231
二、婴幼儿行 ECMO 辅助呼吸功能的指征	231
第四节 婴幼儿心脏术后行 VA-ECMO 的管理	231
一、主要物品准备	231
二、ECMO 辅助支持的建立	232
三、抗凝	234
四、营养	234
五、感染	234
六、脱机和拔除插管	235
第 15 章 成人 ECMO 支持治疗	高国栋 237
第一节 成人心肺功能衰竭的特点	237
一、成人呼吸衰竭特点	237
二、成人心力衰竭特点	238
第二节 ECMO 在成人呼吸支持中的应用	239
一、ECMO 与急性肺损伤/急性呼吸窘迫综合征	239
二、成人行 ECMO 支持治疗的常见呼吸系统疾病	240
三、成人 ECMO 呼吸支持选择标准	243
四、ECMO 管理	244
第三节 ECMO 在成人循环支持中的应用	245

一、几种常见 ECMO 支持治疗的心脏疾病	245
二、成人 ECMO 循环支持选择标准	247
三、ECMO 管理	247
第四节 ECMO 在成人心肺复苏中的应用	247
一、ECMO 心肺复苏患者选择标准	248
二、ECMO 管理	249
第五节 ECMO 在成人其他方面的应用	250
一、肺移植	250
二、神经外科手术	250
三、无心跳器官捐赠者的维持	250
四、无泵 ECMO	250
第 16 章 ECMO 与心脏移植 黑飞龙	253
第一节 心脏移植概况	253
一、心脏移植历史	253
二、心脏移植的手术方法	254
第二节 ECMO 在心脏移植前的应用	255
一、移植前过渡	256
二、ECMO 与机械支持的比较	258
第三节 ECMO 在心脏移植后的应用	258
一、移植术后 ECMO 支持概况	259
二、移植术后 ECMO 支持的时机选择	259
三、移植术后 ECMO 适应证与支持特点	259
四、移植术后 ECMO 管理要点	260
五、ECMO 在移植应用中的优势	260
第 17 章 肺移植的 ECMO 支持 李欣	263
第一节 肺移植简介	263
一、肺移植发展史	263
二、肺移植适应证	264
三、肺移植手术基本过程	264
第二节 肺移植过程中的病理生理变化	265
一、肺移植前的病理生理	265
二、肺移植中的病理生理和相应处理思路	266
三、肺移植后的病理生理	267
第三节 ECMO 在肺移植中应用优点	268
一、肺移植手术中采用传统体外循环可能带来的问题	268
二、肺移植中应用 ECMO 的优势	269
第四节 肺移植中应用 ECMO 的管理特点	270

一、ECMO 物品准备	270
二、ECMO 插管部位与插管选择	271
三、预充液选择	272
四、ECMO 监测	272
五、ECMO 抗凝管理	273
六、肺移植中 ECMO 管理特点	273
第 18 章 ECMO 管理	黑飞龙 277
第一节 ECMO 前的准备	277
一、患者一般情况的掌握	277
二、ECMO 模式确定	277
三、ECMO 物品准备	277
四、ECMO 团队的准备	278
第二节 ECMO 的早期管理	278
一、ECMO 系统建立	278
二、麻醉	278
三、插管	278
四、氧合状况	279
五、流量管理	280
六、血流动力学	280
七、温度管理	280
八、血气和电解质管理	280
九、抗凝管理	281
十、肝、肾功能及血糖监测	281
十一、呼吸机管理	281
十二、ECMO 系统监测管理	281
十三、营养支持	282
十四、常规监测	282
第三节 ECMO 的中期管理	282
一、氧代谢	283
二、血流动力学	283
三、血气和电解质	283
四、呼吸机管理	284
五、抗凝和凝血	284
六、温度管理	284
七、肝、肾功能及血糖监测	284
八、常规监测	284
九、营养支持	285
十、护理	285

十一、心理支持	285
十二、ECMO 系统监测	286
十三、ECMO 系统意外处理	286
十四、并发症防治	286
第四节 ECMO 的后期管理	286
一、ECMO 停机指征	287
二、ECMO 撤除的步骤	287
三、VV-ECMO 与 VA-ECMO 试停机的差别	287
第 19 章 ECMO 中的凝血与抗凝	冯正义 289
第一节 正常凝血、抗凝与纤维蛋白溶解	289
一、血液凝固系统	289
二、血液抗凝系统	290
三、血液纤溶系统	291
四、血小板的止血功能	291
第二节 ECMO 对出血、凝血的影响	292
一、ECMO 对血小板的影响	292
二、ECMO 中出、凝血异常	293
三、出血	293
四、ECMO 中出血的处理	294
五、血栓形成	294
第三节 ECMO 中的抗凝策略	295
一、抗凝剂	295
二、抗凝监测	295
三、抗凝维持	296
四、补充凝血因子、血小板	296
五、抗凝不足	298
六、特殊情况下 ECMO 的抗凝	298
第四节 ECMO 中的血液保护	299
一、肝素涂抹技术	299
二、抗纤溶药	299
三、酶抑制剂	299
四、ECMO 系统	300
五、插管技术	300
六、一氧化氮	300
第 20 章 ECMO 中的血流动力学变化	赵明霞 302
第一节 ECMO 期间血流动力学特点	302
一、管道和插管	302