

主 编 龙 村

第2版

体外循环手册

HANDBOOK OF
EXTRACORPOREAL CIRCULATION

人民卫生出版社

主 编 / 龙 村 副主编 / 于 坤 赵 举

第 2 版

体外循环手册

HANDBOOK OF
EXTRACORPOREAL CIRCULATION

人民卫生出版社

图书在版编目 (CIP) 数据

体外循环手册/龙村主编. —2 版. —北京:
人民卫生出版社, 2005. 9
ISBN 7-117-07000-5

I. 体… II. 龙… III. 体外循环 - 手册
IV. R654. 1 - 62

中国版本图书馆 CIP 数据核字 (2005) 第 081152 号

体外循环手册 第 2 版

主 编: 龙 村

出版发行: 人民卫生出版社(中继线 67616688)

地 址: (100078)北京市丰台区方庄芳群园 3 区 3 号楼

网 址: <http://www.pmph.com>

E - mail: pmph@pmph.com

邮购电话: 010 - 67605754

印 刷: 北京铭成印刷有限公司

经 销: 新华书店

开 本: 850 × 1168 1/32 印张: 18.125 插页: 6

字 数: 462 千字

版 次: 1997 年 6 月第 1 版 2005 年 11 月第 2 版第 3 次印刷

标准书号: ISBN 7-117-07000-5/R·7001

定 价: 45.00 元

著作权所有, 请勿擅自用本书制作各类出版物, 违者必究

(凡属印装质量问题请与本社销售部联系退换)

作者 (姓氏以拼音为序)

- 陈 雷 中国医学科学院协和医科大学阜外心血管病医院
- 程卫平 中国医学科学院协和医科大学阜外心血管病医院
- 邓硕曾 中国医学科学院协和医科大学阜外心血管病医院
- 房秀生 重庆医科大学第一附属医院
- 冯正义 中国医学科学院协和医科大学阜外心血管病医院
- 高国栋 中国医学科学院协和医科大学阜外心血管病医院
- 龚庆成 首都医科大学附属安贞医院
- 管玉龙 中国医学科学院协和医科大学阜外心血管病医院
- 黑飞龙 中国医学科学院协和医科大学阜外心血管病医院
- 胡 强 中国医学科学院协和医科大学阜外心血管病医院
- 黄伟明 中山大学第一附属医院
- 吉冰洋 中国医学科学院协和医科大学阜外心血管病医院
- 考 力 中国医学科学院协和医科大学阜外心血管病医院
- 李春华 中国医学科学院协和医科大学阜外心血管病医院
- 李桂芬 中国医学科学院协和医科大学阜外心血管病医院
- 李佳春 中国人民解放军总医院
- 李景文 中国医学科学院协和医科大学阜外心血管病医院
- 刘晋萍 中国医学科学院协和医科大学阜外心血管病医院

龙 村 中国医学科学院协和医科大学阜外心血管病医院
吕小东 中国医学科学院协和医科大学阜外心血管病医院
沈七襄 中国人民解放军广州军区武汉总医院
孙桂民 中国医学科学院协和医科大学阜外心血管病医院
王 军 上海市长海医院
王仕刚 中国医学科学院协和医科大学阜外心血管病医院
王伟鹏 中国医学科学院协和医科大学阜外心血管病医院
王 旭 中国医学科学院协和医科大学阜外心血管病医院
徐新根 上海市胸科医院
杨九光 中国医学科学院协和医科大学阜外心血管病医院
于 坤 中国医学科学院协和医科大学阜外心血管病医院
袁 媛 中国医学科学院协和医科大学阜外心血管病医院
张海涛 中国医学科学院协和医科大学阜外心血管病医院
张 晶 中国医学科学院协和医科大学阜外心血管病医院
赵 举 中国医学科学院协和医科大学阜外心血管病医院
赵明霞 中国医学科学院协和医科大学阜外心血管病医院
郑 军 中国医学科学院协和医科大学阜外心血管病医院
朱德明 上海第二医科大学附属上海儿童医学中心

再版前言

《体外循环手册》自1997年第一版发行以来得到了广大专家和同行的关心，并提出了很多宝贵意见。目前第一版书籍已全部售罄。近年来，体外循环在基础理论、应用范围以及器材和用品方面发生了很大的变化。鉴于上述因素，我们组织了一批长期从事体外循环专业的专家学者，在第一版《体外循环手册》的基础上增加了一些新而普遍开展的内容和技术再次出版。

《体外循环手册》以精炼、实用为特点，内容涉及体外循环各个方面。手册主要介绍体外循环用品、方法、监测、管理、各类心脏手术体外循环的特点、体外循环中脏器保护，并以表格的形式介绍体外循环常见意外和处理。本书主要适用于从事体外循环临床工作的医生以及心脏外科医生和麻醉医生。由于编者水平有限，不足之处希望广大读者提出宝贵建议和意见。

编 者

2005年10月8日

一 版 前 言

体外循环只有40多年的历史。在基础理论、临床实践、器材完善等方面都有日新月异的变化。近年来我国心血管手术已越来越多地在基层医院开展,而有关体外循环的书籍较为缺乏。为此,我们结合大量临床实践和国外最新的技术动态编写了这本体外循环手册。手册以精炼、实用为特点,其内容涉及体外循环的各个方面。手册主要介绍体外循环的用品、方法、监测、管理、各种心脏病体外循环特点、体外循环中重要脏器的保护,并以表格的形式介绍体外循环常见意外和处理。本书适用于灌注医师、相关心脏手术的麻醉医生、外科医生、ICU 医生阅读。

本书在编写过程中得到了广大朋友的支持、帮助,在出版后希望得到朋友们的关心、爱护和指正。

编 者

1996 年 10 月 29 日

目 录

第一章 体外循环设备与装置	1
第一节 体外循环机	3
一、基本概念	3
二、滚压泵	4
三、离心泵	9
四、重力皮囊滚压泵	12
五、涡流泵	14
第二节 变温系统	16
一、低温在 CPB 中的应用	16
二、变温水箱	19
第三节 氧合器	25
一、气体交换和运输生理	25
二、氧合器工作原理	26
三、氧合器中血液的损害	34
四、氧合器性能的综合评价	35
第四节 体外循环管道与插管	37
一、体外循环管道	37
二、体外循环插管	42



三、滤器	49
第二章 体外循环管理的基本技术	55
第五节 血液超滤系统	57
一、基本原理	57
二、影响滤过的因素	57
三、滤出液成分	58
四、适应证	58
五、应用时注意事项	59
六、常规超滤 (CUF)	59
七、改良超滤 (MUF)	60
八、零平衡超滤 (ZBUF)	63
九、血浆置换	64
十、炎性超滤	65
第六节 辅助静脉引流技术	67
一、辅助静脉引流技术的原理	67
二、辅助静脉引流操作方法	70
三、辅助静脉引流技术的优缺点	72
四、辅助静脉引流的注意事项	73
第七节 术前准备	75
一、术前准备的基本任务	75
二、一般术前准备	75
三、先天性心脏病 (CHD)	78
四、瓣膜性心脏病	81
五、冠状血管外科疾病	83
六、大血管外科疾病	85



第八节 体外循环前的准备	87
一、体外循环手术前期的物品准备	87
二、CPB 前准备工作	92
第九节 心脏手术的麻醉要点	96
一、术前的评估与准备	96
二、麻醉处理	100
三、心脏手术重要脏器的保护	104
四、心脏手术中的心脏复苏	106
五、心脏手术围术期的循环骤停	108
六、心脏麻醉面对的五个问题	110
七、围术期心肌缺血的预防处理	113
八、快车道心脏外科麻醉	115
第十节 血液稀释和预充	117
一、血液稀释	117
二、CPB 预充和血液稀释方法	121
三、CPB 中的预充液	123
第十一节 围体外循环期监测	131
一、物理观察及温度监测	131
二、血流动力学监测	133
三、心脏监测	140
四、经食管超声心动图 (TEE)	141
五、体外循环系统监测	144
六、出凝血监测	149
七、中枢神经监测	152
八、组织灌注/氧合监测	158



第十二节 血流动力学管理	161
一、全身血流动力学管理.....	161
二、重要脏器血流动力学的管理.....	168
三、血管活性药物在体外循环中的应用.....	171
第十三节 体外循环前并行和后并行的管理	173
一、前并行的管理.....	173
二、后并行的管理.....	176
三、停止体外循环.....	179
第十四节 体外循环中水、电解质代谢的管理	181
一、体外循环中水代谢紊乱和纠正.....	181
二、体外循环中钾代谢的紊乱与纠正.....	189
三、体外循环中钙代谢紊乱及纠正.....	193
四、体外循环中镁代谢紊乱及纠正.....	195
五、体外循环中高钠血症.....	197
第十五节 酸碱平衡及调节机制	198
一、概述.....	198
二、血液酸碱平衡的常用指标及意义.....	201
三、体外循环中的酸碱失调.....	204
四、低温 CPB 和血气校正.....	211
第十六节 抗凝与拮抗	214
一、正常控制凝血的机制.....	214
二、体外循环中的抗凝和拮抗.....	216
三、肝素诱发血小板减少综合征 (HITS).....	225
第十七节 搏动灌注	227



一、搏动血流的基本特点和影响因素·····	227
二、搏动灌注的理论基础·····	228
三、搏动灌注对机体的影响·····	229
四、搏动灌注装置·····	231
五、搏动灌注的研究发展趋势·····	233
 第十八节 心脏手术中心律失常及其处理原则 ·····	235
一、概况·····	235
二、术中常见心律失常的诊断和处理·····	237
 第十九节 心血管手术的血液保护 ·····	247
一、概述·····	247
二、血液保护措施·····	248
三、心脏麻醉与血液麻醉·····	251
四、血液保护的其他措施·····	254
五、液体复苏与血浆代用品·····	255
 第二十节 婴幼儿术后 ICU 管理 ·····	257
一、体外循环术后各器官功能的评估·····	257
二、体外循环术后各器官功能的调整·····	261
 第二十一节 成人术后 ICU 管理 ·····	271
一、体外循环术后并发症的治疗原则·····	271
二、心血管外科手术术后 ICU 的监护内容 ·····	271
三、术后并发症·····	272
 第三章 体外循环中重要脏器的保护 ·····	279
第二十二节 心脏手术中的心肌保护 ·····	281
一、心脏停跳前的心脏保护·····	281



二、心脏停跳期间的心脏保护	283
三、体外循环中心脏复跳后的心肌保护	292
四、老年的心肌保护	295
五、新生儿心肌保护	295
六、心脏移植的心肌保护	297
第二十三节 脑保护	300
一、CPB 心脏手术围术期脑缺血的危险因素及预防 措施	300
二、体外循环围术期神经精神评价手段	305
三、神经系统保护的措施	310
第二十四节 脊髓保护	312
一、脊髓的血液循环系统	312
二、病理生理改变	313
三、脊髓保护	314
第二十五节 肺保护	320
一、围术期肺脏的呼吸生理	320
二、肺损伤	328
第二十六节 肾脏保护	340
一、肾脏血流量的调节	340
二、肾脏功能的评估	342
三、急性肾脏功能衰竭	344
四、急性肾衰竭的诊断	345
五、肾脏保护措施	346
第二十七节 消化系统保护	349



一、概述	349
二、消化道并发症易被忽视的原因	349
三、体外循环消化系统并发症的发病机制	350
四、围术期对消化系统影响的危险因素	352
五、围体外循环期消化系统的保护	352
六、术后的营养支持	354
第四章 不同病种的体外循环	355
第二十八节 先天性心脏病的体外循环	357
一、体外循环计划	357
二、体外循环预充	359
三、体外循环中的监测	361
四、体外循环基本方法	364
五、特殊病种的体外循环管理	365
第二十九节 心脏瓣膜手术的体外循环	371
一、瓣膜病的病理生理	371
二、瓣膜手术	374
三、瓣膜手术的体外循环	374
第三十节 冠状动脉搭桥手术的体外循环	384
一、外科手术	384
二、体外循环管理	385
第三十一节 大血管手术的体外循环	396
一、病因	396
二、分类	396
三、体外循环的基本方法	398
四、血液的回收和再利用	404



五、夹层动脉瘤的特殊问题	406
六、脑、脊髓和肾脏保护	407
第三十二节 新生儿患者的体外循环	410
一、新生儿体外循环的装备	410
二、新生儿体外循环管理特点	413
第三十三节 老年患者体外循环管理	419
一、老化的特征	419
二、老年患者体外循环管理特点	419
第三十四节 孕期心血管手术的体外循环	426
一、孕期心脏手术时的监测	426
二、孕期心脏手术时的体外循环管理	427
第三十五节 急诊体外循环	429
一、急诊体外循环的主要功能	429
二、急诊体外循环的人员与设备	430
三、急诊体外循环的方法	431
四、急症体外循环的适应证和禁忌证	433
五、急诊体外循环与 PTCA	435
第三十六节 体外膜式氧合器支持疗法	437
一、ECMO 原理	437
二、ECMO 的适应证和禁忌证	438
三、ECMO 的基本设施	439
四、ECMO 系统的循环途径	441
五、ECMO 的管理	441
六、并发症	445



第三十七节 辅助循环	447
一、辅助循环的目的.....	447
二、辅助循环装置的分类.....	448
三、体外辅助循环装置.....	449
四、体内辅助装置.....	455
第三十八节 微创外科的体外循环	463
一、微创体外循环技术.....	463
二、微创化体外循环管理.....	466
第三十九节 心脏肿瘤的体外循环	471
一、概况.....	471
二、外科手术治疗.....	472
三、心脏肿瘤的体外循环.....	475
四、肿瘤预后.....	479
第四十节 肺栓塞体外循环管理	480
一、肺栓塞概述.....	480
二、病因.....	480
三、发病机制与病理.....	481
四、外科治疗.....	482
五、麻醉方法.....	484
六、体外循环管理.....	485
第四十一节 特殊病种的体外循环	489
一、心脏移植.....	489
二、心脏移植的体外循环特点.....	493
三、心肺联合移植与肺移植.....	496
四、地中海贫血的体外循环.....	498



五、冷凝集反应阳性患者的体外循环·····	499
第四十二节 体外循环在非心脏手术中的应用·····	502
一、体外循环在肝移植手术中的应用·····	502
二、体外循环在布加综合征中的应用·····	506
三、体外循环技术在救治严重急性一氧化碳中毒 中的应用·····	507
四、体外循环技术救治严重急性药物中毒·····	509
五、呼吸道严重阻塞患者的体外循环抢救·····	510
六、应用体外循环灌注对低温、高温患者的抢救·····	511
七、体外循环热药物灌注治疗下肢恶性肿瘤·····	513
八、体外循环在全身热疗中的应用·····	515
附录·····	519
附录一 体外循环意外及其对策·····	521
附录二 氧合器置换方法及示意图·····	539
附录三 心脏手术中的常用药物·····	544
附录四 阜外医院体外循环常用记录单·····	559
附录五 阜外医院体外循环常用设备的使用范围·····	560
附录六 常用人体检查正常值·····	563