

Contemporary Extracorporeal Circulation

现代体外循环学

主编 龙村 李欣 于坤

目录

第一章 体外循环学概述
第一节 体外循环学的发展历史
第二节 体外循环学的基本概念
第三节 体外循环学的基本原理

06 体外循环学的基本概念

第一节 体外循环学的基本概念
第二节 体外循环学的基本原理
第三节 体外循环学的基本原理

05 体外循环学的基本概念

第一节 体外循环学的基本概念
第二节 体外循环学的基本原理
第三节 体外循环学的基本原理
第四节 体外循环学的基本原理
第五节 体外循环学的基本原理

04 体外循环学的基本概念

第一节 体外循环学的基本概念
第二节 体外循环学的基本原理
第三节 体外循环学的基本原理
第四节 体外循环学的基本原理
第五节 体外循环学的基本原理

01 体外循环学的基本概念

第一节 体外循环学的基本概念
第二节 体外循环学的基本原理

02 体外循环学的基本概念

第一节 体外循环学的基本概念
第二节 体外循环学的基本原理
第三节 体外循环学的基本原理
第四节 体外循环学的基本原理
第五节 体外循环学的基本原理

03 体外循环学的基本概念

第一节 体外循环学的基本概念
第二节 体外循环学的基本原理
第三节 体外循环学的基本原理
第四节 体外循环学的基本原理
第五节 体外循环学的基本原理
第六节 体外循环学的基本原理
第七节 体外循环学的基本原理
第八节 体外循环学的基本原理



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

现代体外循环学

Contemporary Extracorporeal Circulation

主 编 龙 村 李 欣 于 坤

副主编 周成斌 高国栋 郭 震

人民卫生出版社

图书在版编目(CIP)数据

现代体外循环学/龙村,李欣,于坤主编. —北京:
人民卫生出版社,2017

ISBN 978-7-117-24581-4

I. ①现… II. ①龙…②李…③于… III. ①体外
循环 IV. ①R654.1

中国版本图书馆 CIP 数据核字(2017)第 113023 号

人卫智网 www.ipmph.com 医学教育、学术、考试、健康,
购书智慧智能综合服务平台
人卫官网 www.pmph.com 人卫官方资讯发布平台

版权所有,侵权必究!

现代体外循环学

主 编: 龙村 李欣 于坤

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: 010-59787592 010-59787584 010-65264830

印 刷: 北京人卫印刷厂

经 销: 新华书店

开 本: 889×1194 1/16 印张: 56

字 数: 1656 千字

版 次: 2017 年 7 月第 1 版 2017 年 7 月第 1 版第 1 次印刷

标准书号: ISBN 978-7-117-24581-4/R · 24582

定 价: 348.00 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市场营销中心联系退换)

编者

(以姓氏拼音为序)

- 陈 萍 广东省人民医院体外循环科
杜 磊 四川大学华西医院麻醉科
段 欣 国家心血管病中心,中国医学科学院阜外医院体外循环科
冯正义 国家心血管病中心,中国医学科学院阜外医院体外循环科
高国栋 国家心血管病中心,中国医学科学院阜外医院体外循环科
管玉龙 国家心血管病中心,中国医学科学院阜外医院体外循环科
郭 震 上海交通大学附属胸科医院体外循环室
黑飞龙 国家心血管病中心,中国医学科学院阜外医院体外循环科
侯晓彤 首都医科大学北京安贞医院体外循环科
胡 强 国家心血管病中心,中国医学科学院阜外医院体外循环科
金振晓 第四军医大学第一附属医院心血管心外科
李 平 华中科技大学同济医学院附属协和医院心外科
李 欣 复旦大学附属中山医院心外科
李佳春 中国人民解放军总医院心外科
李景文 国家心血管病中心,中国医学科学院阜外医院体外循环科
李志英 山西医科大学第一医院心外科
刘 斌 四川大学华西医院麻醉科
刘 凯 国家心血管病中心,中国医学科学院阜外医院体外循环科
刘 宇 沈阳军区总医院心外科
龙 村 国家心血管病中心,中国医学科学院阜外医院体外循环科
楼 松 国家心血管病中心,中国医学科学院阜外医院体外循环科
吕 琳 青岛大学附属医院麻醉科
吕小东 国家心血管病中心,中国医学科学院阜外医院外科
阮秀璇 福建省立医院麻醉科
史嘉玮 华中科技大学同济医学院附属协和医院心外科
王 伟 上海交通大学医学院附属上海儿童医学中心胸心外科
王 旭 国家心血管病中心,中国医学科学院阜外医院外科
王伟鹏 国家心血管病中心,中国医学科学院阜外医院麻醉科
晏馥霞 国家心血管病中心,中国医学科学院阜外医院麻醉科
杨九光 国家心血管病中心,中国医学科学院阜外医院体外循环科
于 坤 国家心血管病中心,中国医学科学院阜外医院体外循环科
于钦军 国家心血管病中心,中国医学科学院阜外医院麻醉科
袁 媛 国家心血管病中心,中国医学科学院阜外医院体外循环科
张 涛 中国人民解放军总医院心外科
章晓华 广东省人民医院体外循环科

III 编者(以姓氏拼音为序)

赵 举 国家心血管病中心,中国医学科学院阜外医院体外循环科
赵明霞 国家心血管病中心,中国医学科学院阜外医院体外循环科
周成斌 广东省人民医院体外循环科
周荣华 四川大学华西医院麻醉科
朱德明 上海交通大学医学院附属上海儿童医学中心胸心外科

前言

时光荏苒,在这个变化迅速的时代,体外循环从临床诞生至今已有 63 年。我从事体外循环工作也将近 30 年,转眼就快到退休的年龄。回顾过去,感慨万千。此时我最大的心愿是再写一本学术著作,以此献给培养我的胡小琴老师,培育我的阜外医院,以及支持我的同仁和家人。

这是一个通过刷屏获得信息的年代,但多数情况下读者通过这种渠道获得的是大量碎片化的知识,因此本书的另一目的,就是向读者展现全面系统的体外循环知识。

近年来虽起早贪黑忙于此书的编辑和撰写,但还是比原计划晚出版 1 年。主要是不想辜负大家的期待,将此书尽量完美。我确为此书释出了洪荒之力,交给出版社时已对全书进行了 5 次审校,但就在最后出版的这一刻,我还是发现书中有些地方需要改进或完善。此时我更真切感到学术的广阔无边及我自身能力的有限。庆幸我们赶上这个互联网的时代,如果读者您发现什么问题,可直接和我联系,我们一起沟通。如有必要我会通过网络宣布新的共识或改进。本书使用的一些图片难以联系到版权拥有者,请见到后及时与作者联系。

参与本书编写的作者大多数为全国知名的学者、专家,也不乏年轻有为的翘楚。他们全方位、多视角、系统、深入地介绍了体外循环学所包含的各个方面。

本书分为六篇,共 57 章。第一篇介绍了体外循环历史,特别是中国体外循环历史,展现了一些鲜为人知,激动人心的史料。第二篇着重介绍了最新的体外循环材料与设备。第三篇从基础医学的视角介绍了体外循环对机体的影响和调控。第四篇和第五篇从临床的角度出发介绍相关的体外循环技术,特别是对体外循环的新技术、新概念和新方法做了详尽介绍。第六篇从管理的角度介绍了体外循环的质量控制。

在本书出版之际,我的感激之情难于言表。此时此刻的我,忘不了各位作者在百忙之中仍抽出时间辛勤写作;忘不了我和本书的另外两位主编及各位副主编忙里偷闲,见缝插针认真对各章节进行审校;忘不了吕琳和姚婧鑫同学对本书的后期核对付出的极大努力。在此我向您们表示深深的敬意和感谢。希望此书能为中国体外循环事业发展尽一份绵薄之力,更希望对大家今后的临床、科研及教学工作有所帮助,谢谢大家!



龙村 2016-10-10 凌晨 2:00 敬书于北京老宅书房

目 录

第一篇 体外循环发展简史

第一章 体外循环的产生	3
第一节 心脏对医学的挑战	3
一、对心脏的初步认知	3
二、对心脏的科学理性认知	4
三、心脏对外科的挑战	4
第二节 体外循环的诞生	5
一、早期体外循环的探索	5
二、体外循环的完善	8
第二章 中国体外循环发展史	11
第一节 中国体外循环编年大事记	11
第二节 中国体外循环发展史	22
一、探索期(1949~1976年)	23
二、成长期(1976~2000年)	24
三、壮大期(2001~2015年)	24
四、人才战略	27
五、学术交流	27
六、技术规范培训	27
七、统计资料	28

第二篇 体外循环材料与设备

第三章 体外循环生物医用材料	33
第一节 生物医用材料	33
一、生物医用材料的分类	33
二、生物医用材料的生物相容性	34
三、血液相容性	34
四、生物相容性评价	35
第二节 体外循环常用的生物医用材料	36
一、人工泵	36
二、人工肺	37
三、插管、管道和接头	38

四、滤器	38
五、超滤器	39
六、其他	39
第三节 材料表面涂层技术	39
一、肝素涂层	40
二、非肝素涂层	42
三、小结	43
第四章 体外循环机	45
第一节 体外循环机	45
一、滚压泵	45
二、离心泵	49
三、重力皮囊滚压泵	53
四、涡流泵	53
第二节 变温水箱	54
一、常用变温水箱	54
二、未来变温系统的发展方向	56
第五章 体外循环管道、插管和滤器	58
第一节 体外循环管道	58
一、体外循环管道的功能和材料	58
二、体外循环管道的规格和类型	59
三、体外循环管道连接、安装和管理	60
第二节 体外循环插管	62
一、动脉插管	62
二、静脉插管	64
三、左心减压管及术野吸引管	67
四、心脏停搏液灌注管	68
第三节 滤器	68
一、体外循环中微栓来源	69
二、微栓滤除的机制	70
三、体外循环临床常用的各类滤器	71
第六章 氧合器	75
第一节 鼓泡式氧合器	75
一、鼓泡式氧合器简史	75
二、鼓泡式氧合器设计原理	76
三、鼓泡式氧合器临床应用	77
第二节 膜式氧合器	78
一、膜式氧合器(膜肺)的简史	78
二、膜肺的气体交换	78
三、膜式氧合器的设计原理	80
四、膜式氧合器的评价	82

五、膜式氧合器临床应用	83
六、膜式氧合器的进展	83
七、临床常用膜式氧合器	85
第七章 体外循环监测设备	86
第一节 体外循环机整合监测模块	86
一、压力监测	86
二、温度监测	87
三、流量监测	88
四、气泡监测	88
五、液平面监测	88
六、停跳液灌注监测	89
七、时间监测	89
第二节 气体调节装置	89
第三节 抗凝监测	90
第四节 血气电解质与氧代谢监测	92
一、连续血氧饱和度与血细胞比容监测仪	92
二、连续动态血气分析仪	93
三、脑氧饱和度监测	93
第五节 血浆胶体渗透压监测	95
第六节 血浆游离血红蛋白监测	95
第八章 体外循环的其他装置	97
第一节 血液超滤装置	97
一、结构及工作原理	97
二、超滤器的类型	98
三、滤出液成分	98
四、适应证	99
五、应用时注意事项	99
六、超滤方式	99
七、存在的问题	102
第二节 血液回收机	102
一、自体血液回收的意义	102
二、非洗涤式血液回收机	102
三、洗涤式血液回收机	103
第三节 辅助静脉引流装置	108
一、辅助静脉引流技术的分类	108
二、设备及操作方法	109
三、临床应用	111
四、注意事项	112
第九章 辅助循环装置	114
第一节 心室辅助的发展史	114

第二节 辅助循环装置的分类	117
一、按用途分类	117
二、按应用时间分类	117
三、按安装部位分类	117
四、按驱动方式分类	117
五、按动脉波型分类	117
六、按植入路径分类	118
七、按提供能量分类	118
第三节 经皮循环辅助装置	118
一、主动脉球囊反搏	118
二、TandemHeart	120
三、Hemopump 泵	120
第四节 经胸心室机械辅助装置	121
一、HeartMate LVAS	121
二、Novacor LVAS	122
三、Thoratec VAD	123
四、BVS5000	123
五、Berlin Heart	124
六、Jarvik 2000	124
七、DuraHeart LVAS	125
八、HeartWare HVAD	126
第五节 全人工心脏	126
一、Cardiowest TAH	126
二、Abiocor TAH	127

第三篇 体外循环对机体的影响和调控

第十章 体外循环中的体温变化与调控	131
第一节 体温的生理	131
一、正常体温和调节	131
二、心脏手术对体温的影响	133
三、心脏手术的体温监测	135
第二节 体外循环中低温的调控	136
一、低温的病理生理变化	136
二、低温技术的临床应用	138
三、 α 稳态和 pH 稳态	141
第三节 不同手术类型、不同人群的体温管理策略	142
一、先天性心脏病手术	142
二、心脏瓣膜置换手术	142
三、冠状动脉搭桥手术	143
四、大血管手术	143
五、老年人心血管手术	144
第四节 围术期正常体温的维持	144

一、低温对机体正常代谢的影响	144
二、常温心脏手术	145
三、保温技术措施	146
第十一章 体外循环中氧代谢的变化和调节	149
第一节 机体正常氧代谢	149
一、氧和二氧化碳在肺、血液和组织中的压力	149
二、氧在血液中的转运	150
三、氧在细胞中的代谢	150
四、氧供给和氧消耗的平衡	151
第二节 体外循环中氧代谢监测指标	152
一、传统氧代谢监测参数	152
第三节 缺氧对机体的损伤	155
一、缺氧导致的细胞损伤	155
二、缺氧对机体各脏器的损伤	156
三、影响机体对缺氧耐受性的因素	157
第四节 体外循环氧代谢障碍机制和原因	157
一、全身氧供/氧耗失衡的机制	158
二、常规体外循环和体外生命支持状态发生氧代谢障碍的原因	159
第五节 关于高浓度氧对机体损伤作用简介	161
一、高浓度氧对机体损伤作用机制	161
二、高浓度氧对机体的危害	161
第六节 总结	161
第十二章 体外循环中的药代动力学与药效学变化	163
第一节 CPB 中药代动力学与药效学特点	163
一、心肺转流过程中的药物治疗	163
二、婴幼儿患者的特殊考虑	165
三、年龄相关的药代动力学和药效学差异	165
四、疾病相关的药效学差异	166
五、年龄相关的体外循环技术差异	167
第二节 特定药物在体外循环过程中的药代动力学和药效学	168
一、麻醉药物	168
二、阿片类镇痛药物	172
三、神经肌肉阻断剂	175
四、抗生素	176
五、其他药物	178
六、讨论和结论	180
第十三章 体外循环对中枢神经系统的影响	182
第一节 体外循环期间的脑生理学	182
一、脑血流(CBF)和代谢的生理特性	182
二、体外循环期间影响脑血流量的因素	182

第二节 体外循环围术期神经精神评价	184
一、术前早期监测	184
二、术中监测	185
三、术后评价	189
第三节 脑缺血损伤机制的研究进展	192
一、缺血后损伤机制	192
二、炎症因素	194
第四节 神经系统保护的措施	196
一、药物保护	196
二、低温	199
三、选择性脑灌注	200
四、血气管理方式	200
五、脑保护液	200
第五节 脊髓损伤与保护	201
一、脊髓的血液循环系统	201
二、病理生理改变	202
三、脊髓保护的方法与研究进展	204
 第十四章 体外循环对心血管系统的影响	211
第一节 心肌保护基础知识	211
一、心肌血供和氧代谢	211
二、心肌细胞电机械生理	213
三、心肌物质及能量代谢	214
第二节 体外循环对心脏的影响	217
一、体外循环心脏手术心肌损伤	217
二、心肌缺血及再灌注损伤	217
三、心肌损伤的转归	225
第三节 体外循环对血流动力学的影响	228
一、体循环的变化	228
二、肺循环的变化	229
三、微循环的变化	229
四、脑循环	229
五、肾脏血流	230
 第十五章 体外循环相关肺损伤与肺保护	232
第一节 体外循环期间呼吸病理生理	232
一、气道和肺组织气体流体力学	232
二、肺的气体交换	235
第二节 体外循环与急性肺损伤	236
一、心血管外科体外循环手术围术期肺损伤相关因素	236
二、急性肺损伤与体外循环相关程度	237
三、急性肺损伤与体外循环相关机制研究	237
第三节 心血管手术体外循环围术期急性肺损伤的防治	240
一、体外循环系统的改进与肺保护	241

二、体外循环中药物介入与肺保护	243
三、其他肺保护措施	244
第十六章 体外循环对肾脏的影响	247
第一节 肾脏的生理学	247
第二节 体外循环后急性肾损伤	248
一、心脏手术后急性肾损伤的发生率和危害	248
二、体外循环后急性肾损伤的危险因素和预测评分系统	250
三、体外循环后急性肾损伤的病因和病理生理机制	251
四、急性肾损伤的诊断分期标准	255
五、早期肾功能损害的评估指标	257
六、体外循环后严重肾功能不全的预防及处理	259
第十七章 体外循环对消化系统的影响	263
第一节 体外循环消化系统并发症的病因	263
一、发病机制	263
二、危险因素	264
三、体外循环中消化系统临床特点	265
第二节 体外循环对消化系统的影响	265
一、肝脏	265
二、胆囊	266
三、胰腺	267
四、胃肠道	268
五、体外循环对消化系统保护的防治措施	270
第十八章 体外循环血液稀释与预充	272
第一节 血液稀释	272
一、体外循环血液稀释的目的	272
二、血液稀释的安全范围	274
三、血液稀释对机体的影响	275
四、机体血液稀释的代偿机制	277
五、体外循环血液稀释原则及分级	277
第二节 体外循环预充和血液稀释方法	278
一、体外循环预充概念	278
二、有关体外循环中预充和血液稀释的理论计算	278
三、血液稀释和预充方法	279
四、预充和血液稀释的基本原则	280
第三节 体外循环预充液	280
一、理想的体外循环预充液标准	280
二、预充液的分类	280
三、预充液的效应	281
四、临床常用预充液	281

第十九章 体外循环对内分泌系统的影响	287
第一节 内分泌系统的生理功能	287
一、内分泌腺及其生理功能	287
二、分泌功能的调节	289
第二节 体外循环与内分泌	290
一、概述	290
二、体外循环期间内分泌的变化	290
第三节 合并内分泌疾病患者体外循环期处理	298
一、糖尿病	298
二、甲状腺功能亢进	299
三、甲状腺功能减退	299
四、肾上腺皮质功能亢进	299
五、肾上腺皮质功能低下	300
第二十章 体外循环免疫与炎症反应	301
第一节 体外循环对免疫系统的影响	301
一、体外循环对免疫功能的影响	301
二、体外循环术后免疫功能抑制的机制	306
三、免疫功能低下的防治	307
第二节 体外循环炎症反应	308
一、体外循环炎症反应的始动因素	308
二、体外循环中血液的激活与炎症介质的产生	308
三、体外循环炎症反应的分子生物学机制	313
四、体外循环炎症反应对重要器官的影响	314
五、减轻 CPB 炎症反应的方法	316

第四篇 围体外循环期管理

第二十一章 术前准备	323
第一节 概述	323
一、术前准备的基本任务	323
二、一般术前准备	323
第二节 先天性心脏病	326
一、左向右分流先天性心脏病的术前准备	326
二、先天性复杂性发绀型先天性心脏病的术前准备	327
三、重症小婴儿和新生儿的术前处理	328
四、成人先天性心脏病的术前准备	328
第三节 瓣膜性心脏病	329
一、手术适应证的选择	329
二、术前评估	331
三、病变性质和程度的评估	332
四、术前处理	332
第四节 冠状血管外科疾病	332

一、诊断相关检查	332
二、术前评估	332
三、手术适应证的选择	332
四、术前处理	334
第五节 大血管外科疾病	334
一、诊断	334
二、病情评估和手术时机选择	335
三、术前处理	336
第二十二章 体外循环术前准备	338
第一节 体外循环术前病情访视	338
一、概述	338
二、先天性心脏病患者术前评估	339
三、瓣膜性心脏病患者术前评估	339
四、冠状血管性心脏病患者术前评估	340
五、大血管疾病患者术前评估	340
第二节 体外循环前的设备及物品的准备	340
一、仪器设备	340
二、物品与消耗品	344
三、药品	346
第三节 体外循环术前预充	347
一、常规准备	347
二、特殊体外循环手术的准备与管理	347
三、制订预充计划和选择体外循环方法	348
四、预充排气与滚压泵松紧度调整	349
五、其他	349
第四节 预充液的选择	350
一、预充液的分类	350
二、预充液种类及容量选择原则	350
第二十三章 心脏手术的合理用血	352
第一节 输血的意义和危害	352
一、输血的危害	352
二、输血对心脏外科围术期的影响	352
第二节 心脏手术中的出血原因和预防	353
一、心脏手术围术期的出血原因	353
二、心脏手术出血的预防	355
第三节 科学用血	359
一、加强科学用血的观念、意识	359
二、成分输血	359
三、建立输血管理体系	361
第二十四章 心血管手术麻醉要点	363

第一节 术前访视与评估	363
一、手术和麻醉风险评估	363
二、心脏风险评估	363
三、呼吸系统评估	364
四、肾脏功能	364
五、其他相关疾病	364
第二节 术前准备	365
一、术前药	365
二、急救药物准备	365
三、术中监测	365
第三节 各类手术的麻醉管理	366
一、冠心病	366
二、瓣膜病	367
三、大血管手术	369
四、小儿先天性心脏病	370
五、成人先天性心脏病	373
第四节 血液保护	374
一、减轻应激反应	374
二、血液保护药物	374
三、促进凝血药物	374
四、超滤	374
五、血液回收	375
 第二十五章 围体外循环期监测	376
第一节 体温监测	376
一、体温监测设备和部位	376
二、围体外循环期温度监测	376
三、温度监测并发症	377
第二节 心电图监测	377
一、标准心电图导联和监测电极的放置	378
二、围体外循环期 ECG 监测	378
第三节 血流动力学监测	379
一、动脉血压	379
二、中心静脉压	380
三、左房压	382
四、肺动脉导管	383
五、心排血量	387
第四节 经食管超声心动图监测	389
一、TEE 用于瓣膜外科	390
二、TEE 用于 CABG	390
三、TEE 用于先天性心脏病外科	390
四、心功能评价	391
五、指导术中排气	391
六、插管定位	391

七、术后并发症监测	392
第五节 体外循环系统监测	392
一、安全性监测	392
二、动脉灌注流量监测	393
三、氧合器性能监测	393
四、血液超滤器的监测	393
五、使用心脏停搏液的监测	394
六、深低温停循环期间脑灌注时的监测	394
第六节 出凝血的监测	394
一、肝素浓度	394
二、肝素化效果	395
第七节 中枢神经系统监测	399
一、脑电图监测	399
二、经颅多普勒超声	401
三、颈静脉球血氧饱和度监测	403
四、脑血氧饱和度监测	403
第八节 冠状循环和组织灌注监测	405
一、冠状动脉循环的血流监测	405
二、混合静脉血氧饱和度	406
三、胃肠黏膜内 pH 监测	407
第二十六章 体外循环管理要点	409
第一节 前并行的管理	409
一、并行前的准备工作	409
二、前并行的操作要点	409
第二节 体外循环中的运行管理	412
一、保障患者安全	412
二、为外科提供良好的手术条件	416
第三节 后并行的管理	417
一、后并行的基本任务	417
二、心脏准备	417
三、肺的准备	419
四、实验室数据检查	420
五、温度控制	420
六、其他	420
第四节 停止体外循环	420
一、停止体外循环的标准	420
二、体外循环停机流程	422
三、停机困难常见的原因	422
四、停机后的注意事项	423
第二十七章 体外循环期间水、电解质的管理	425
第一节 水、电解质紊乱	425
一、水、钠代谢	425