

体外循环 损伤与保护

主 编 董培青



 人民卫生出版社

体外循环损伤与保护

主 编 董培青

副主编 杨 璟 刘 锋 管玉龙

编 者 (以拼音字母排序)

陈长城 陈 彧 董培青 管玉龙 韩幼奇 侯晓彤
黄伟明 江朝光 JW.Austin 刘 锋 卢家凯
任发成 万彩红 武 婷 邢 颖 杨 璟 杨子彬
朱团结

编写秘书 何美玲



人民卫生出版社

图书在版编目(CIP)数据

体外循环损伤与保护/董培青主编. —北京:
人民卫生出版社, 2007. 9
ISBN 978-7-117-09158-9

I. 体… II. 董… III. 体外循环—研究
IV. R654. 1

中国版本图书馆 CIP 数据核字(2007)第 128857 号

体外循环损伤与保护

主 编: 董培青

出版发行: 人民卫生出版社(中继线 010-67616688)

地 址: 北京市丰台区方庄芳群园 3 区 3 号楼

邮 编: 100078

网 址: <http://www.pmph.com>

E - mail: pmph@pmph.com

购书热线: 010-67605754 010-65264830

印 刷: 北京人卫印刷厂(宏达)

经 销: 新华书店

开 本: 787×1092 1/16 印张: 24.25

字 数: 575 千字

版 次: 2007 年 9 月第 1 版 2007 年 9 月第 1 版第 1 次印刷

标准书号: ISBN 978-7-117-09158-9/R·9159

定 价: 62.00 元

版权所有, 侵权必究, 打击盗版举报电话: 010-87613394

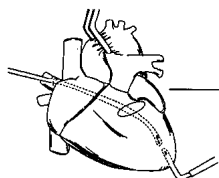
(凡属印装质量问题请与本社销售部联系退换)

内 容 简 介

本书结合临床工作中遇到的问题,介绍了体外循环工作的经验和教训,并详细介绍了相关领域的基础研究进展以及临床应用情况。

本书共分十八章。重点论述了体外循环对机体的损伤,临床表现和发生机制以及保护策略,介绍了当前相关研究的热点问题。本书除能使体外循环专业人员提高对本专业常见临床问题的认识和理解,也有助于心脏外科、麻醉科医师、外科医师、手术室及 ICU 工作者加深对在手术过程中常见问题的理解,引发深入研究的兴趣。是专业人员、研究生、从事科研和相关临床研究人员的参考书籍之一。

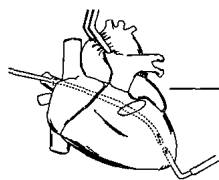




编者

(以拼音字母为序)

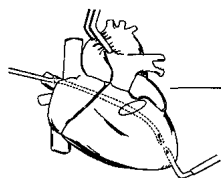
陈长城	首都医科大学附属北京安贞医院心外科	副主任医师 博士
陈 彧	首都医科大学附属北京安贞医院体外循环科	硕士
董培青	首都医科大学附属北京安贞医院体外循环科	教授 主任医师
管玉龙	中国协和医科大学阜外心血管病医院体外循环科	博士
韩幼奇	美国密西西比州立大学附属医院体外循环科	主任灌注师
侯晓彤	首都医科大学附属北京安贞医院体外循环科	副主任医师 博士
黄伟明	中山大学附属第一医院麻醉科	教授 主任医师
江朝光	中国人民解放军总医院胸心外科	研究员 博士
刘 锋	首都医科大学附属北京安贞医院体外循环科	硕士
卢家凯	首都医科大学附属北京安贞医院麻醉科	副主任医师 博士
任发成	首都医科大学附属北京安贞医院麻醉科	主任医师
万彩虹	首都医科大学附属北京安贞医院体外循环科	硕士
武 婷	天津胸科医院体外循环科	硕士
邢 颖	清华大学附属华信医院重症监护室	副主任医师 硕士
杨 璟	首都医科大学附属北京安贞医院体外循环科	副主任医师 硕士
杨子彬	中国协和医科大学北京协和医院	教授 主任医师
朱团结	湖南旺旺医院重症监护室	副主任医师
JW. Austin	美国西北大学灌注学校	MA Ed, CP; Director and Assistant Professor



主 编 简 介

董培青 首都医科大学附属安贞医院教授,主任医师,博士生导师。毕业于北京第二医学院医疗系。在北京友谊医院外科工作。1978年赴阿根廷布宜诺斯艾利斯意大利医院心脏外科和人工生物瓣膜研究室进修。回国后开始心胸外科,实验外科及体外循环临床工作。1985~1986年作为访问学者在美国亚利桑那州凤凰城圣鲁克斯(Phoenix, Arizona ST. Lukes)心肺中心从事研究工作。1988年起在北京市心肺血管中心-安贞医院从事体外循环及实验外科工作。多年来对大血管外科的体外循环及脑保护等方面,开展了系列的临床和基础研究工作。发表论文70余篇,编译著作3部,参与编写著作5部。曾承担国家及北京市自然科学基金项目研究。研究成果获卫生部科技进步二等奖1项,北京市科技进步二等奖3项,北京市科技进步三等奖2项,局级科技进步一等奖1项、二等奖1项。

现任中国生物医学工程学会体外循环分会常委,《中国体外循环杂志》副主编,《中华胸心血管外科杂志》编委,《中国循环杂志》编委,《美国体外循环杂志》编委。



前言

1953 年 Gibbon 医生首次成功地将体外循环应用于临床心内直视手术。半个多世纪的时间如弹指一挥间。体外循环系统的设计、应用及相关材料的设计日臻完善。不断深入的理论研究揭示了体外循环中先前未被认识的病理生理变化。随着专业理论的深入理解、医用材料的进步,管理操作水平的提高,体外循环已不局限于心脏直视手术。其在辅助循环、心肺复苏的应用挽救了一些濒临死亡患者的生命。体外循环技术向多学科的渗透进一步拓展了其应用范围,如器官移植、肿瘤热疗、化学治疗、颅内巨大血管瘤切除以及解救药物中毒等。

据中国体外循环学会统计,2006 年全国共完成心脏直视手术 11 万余例。而其他发达国家如美国,AHA 公布的数据显示,其 2002 年心脏直视手术即达 70 余万例,差距何其巨大! 由于我国巨大的人口基数,我们有理由相信,随着经济的发展,医疗水平的改善,我国的心脏病治疗还有巨大的发展空间。

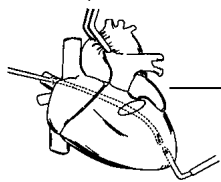
凡事均有两面,体外循环亦不例外。体外循环就像一把双刃剑,在挽救生命的同时,也对机体造成不利影响,甚至损害。如何深入精确地理解损害的因素与机制,是改进体外循环的关键。只有不断改进体外循环,将其损害减少到最低,才能最大程度发挥其作用。随着全国体外循环学会及各大区、省、市分会的成立,体外循环专业培训和学术交流更加活跃。近年来已相继出版几部专业著作。然而体外循环的相关研究日新月异,且国内专著多侧重于临床操作与应用,对于体外循环对机体损伤的病理生理乃至分子生物学机制尚未进行更深入的触及。有鉴于此,我们组织临床医师及进行相关研究的硕、博士研究生编写此书,力求从国际、国内最新动态,基础研究及编著人员的临床经验等不同侧面阐述体外循环损害的因素、机制、相关的保护措施和拓展应用,进而展望体外循环的发展方向。如果说之前的著作指出“如何进行体外循环”,本书则力

2 前 言

图深入阐述“为何这样做？进而指出还应怎样做”。本书作为一部补充提高读物，适合于体外循环医师、心脏外科医师、麻醉医师及 ICU 医师等阅读参考。限于水平，本书在编写过程中一定存在瑕疵，某些观点可能存在争论或不尽完善诠释之处，某些统计数字因参考文献不同，可能存在差异。编者希望本书成为引玉之砖，达到促进学科发展之目的。

董培青

2007 年 6 月



目 录

第一章 总论——体外循环的组织与器官损伤	1
第一节 体外循环损伤的共同机制	1
第二节 不同组织器官的损伤	2
一、心脏损伤	2
二、神经系统损伤	2
三、肺损伤	5
四、肾脏损伤	6
五、肝脏损伤	7
六、胰腺损伤	8
七、胃肠道损伤	8
八、内分泌损伤	9
九、血液系统影响	11
十、全身炎症反应	12
第二章 体外循环与血管舒缩功能紊乱	15
第一节 体外循环期间压力的测定及其意义	15
一、体外循环早期低血压	16
二、体外循环过程中进行性高血压	18
三、体外循环后的血压变化	19
第二节 心脏手术围手术期灌注压力的管理及控制	20
第三节 体外循环期间内皮系统损伤的影响与研究进展	21
一、内皮细胞的生物学特性	22
二、内皮细胞的生理性调节机制	23
三、内皮功能检测	26
四、内皮细胞损伤后的病理生理变化	26

2 目 录

五、体外循环细胞保护及进展	31
第三章 体外循环对心脏的影响	35
第一节 心肌损伤的理论基础	35
一、缺血性损伤	36
二、缺血-再灌注损伤	37
第二节 不同病种的心肌病理生理特点	44
一、冠状动脉硬化性心脏病	44
二、先天性心脏病	45
三、获得性心脏瓣膜病	46
第三节 心肌保护方法	49
一、冠心病	49
二、先天性心脏病	57
三、瓣膜病	62
四、移植心脏的心肌保护	64
第四节 心肌保护的研究进展	69
一、超极化停搏液	69
二、停搏液辅助成分	70
三、不停跳心肌保护	71
四、缺血预处理	72
五、控制全身炎症反应综合征	75
六、心肌保护的监测指标	76
第四章 体外循环相关肺损伤与保护	79
第一节 体外循环相关肺循环病理生理特点	79
一、肺循环	79
二、肺动脉高压形成的病理生理特点	81
三、肺水肿形成的病理生理特点	82
第二节 体外循环对肺脏的影响	83
一、体外循环相关全身炎症反应与肺损伤	83
二、缺血-再灌注与肺损伤	85
三、其他体外循环相关的肺损伤机制	87
第三节 肺损伤对机体的影响	88
一、体外循环相关肺损伤对呼吸系统本身的影响	88
二、体外循环相关肺损伤对心功能的影响	90
三、体外循环相关肺损伤对肾脏的影响	90
四、体外循环相关肺损伤对酸碱平衡的影响	91
第四节 围体外循环期的肺保护	91
一、围体外循环期肺保护总策略	91

二、婴幼儿体外循环肺保护措施	96
三、婴幼儿先天性心脏病伴肺动脉高压体外循环肺保护措施	98
四、老年心脏手术体外循环管理与肺保护措施	100
第五章 中枢神经系统的损伤与保护	103
第一节 体外循环管理对中枢神经系统的影响	103
一、低温	103
二、血气管理模式	106
三、灌注压力	107
四、灌注流量	108
第二节 中枢神经系统损伤的临床表现	109
一、婴幼儿中枢神经系统并发症	109
二、成人中枢神经系统并发症	110
第三节 中枢神经系统损伤的病因及其影响因素	110
一、中枢神经系统损伤的病理生理	110
二、中枢神经系统损伤的影响因素	111
三、中枢神经系统损伤的常见原因	113
第四节 中枢神经系统的保护策略	120
一、脑保护	120
二、脊髓保护	128
第六章 体外循环与消化系统	134
第一节 病因及危险因素	134
一、病因	134
二、危险因素	136
第二节 消化系统器官损伤的表现、诊断与治疗	136
一、胃肠道	136
二、胰腺	140
三、肝胆系统	141
第三节 体外循环技术改进	142
第七章 体外循环与肾脏	144
第一节 肾脏的结构及功能调节	144
一、肾脏的基本功能	144
二、肾脏的基本结构	145
三、肾脏的神经支配	147
四、肾脏血液循环的特征	147
第二节 急性肾衰竭的发生率及预后	148
一、发生率	148

4 目 录

二、预后	148
三、急性肾衰竭引起死亡的因素	149
第三节 急性肾衰竭的危险因素及评估	149
一、急性肾衰竭的危险因素	149
二、急性肾衰竭预测评分系统	153
三、肾功能的评估指标	154
第四节 急性肾衰竭的发病机制	156
一、术前状态	156
二、术中因素	157
三、术后状态	159
第五节 肾脏损伤的治疗及预防	159
一、一般措施	159
二、急性肾损伤的药物干预	160
三、体外循环技术	163
 第八章 体外循环与血液保护	165
第一节 体外循环后凝血功能障碍	165
一、出血的原因及分类	165
二、出血的病理生理机制	166
第二节 围术期血液保护措施	171
一、非药物性策略	172
二、药物性血液保护	173
第三节 自体血液保护	175
一、术前自体血液保存	175
二、术中血液稀释	176
三、术中自体血液回收	177
四、术后纵隔引流血液回输	180
五、逆行自体血液预充	182
第四节 术后患者的处理	183
一、减少术后失血	183
二、尽可能地增加患者自身的造血功能	183
三、改善氧供和降低氧耗	184
第五节 无血手术	184
 第九章 体外循环与内分泌系统	187
第一节 体外循环对内分泌系统的影响	187
一、交感肾上腺髓质反应	187
二、甲状腺	188
三、胰岛素与胰高血糖素	190

四、调解水盐平衡的激素	193
五、组织激素和细胞因子	196
第二节 内分泌系统保护措施	199
一、提高生物相容性	199
二、减少预充与血液稀释的不良影响	199
三、低温保护	200
四、全身肝素化	200
五、非搏动血流与搏动血流	200
六、灌注压与灌注流量	201
七、保持电解质平衡	201
八、其他	201
第十章 体外循环与免疫炎症反应	202
第一节 心脏手术引起炎症反应的病理生理	202
一、炎性细胞反应	203
二、白细胞与血管内皮细胞的黏附	203
三、细胞因子	205
四、核因子	206
五、补体激活	207
六、凝血因子激活	208
七、纤溶系统亢进	209
八、内皮素-1	210
九、一氧化氮	210
十、花生四烯酸代谢物	210
十一、内毒素	210
十二、其他	211
第二节 炎症反应的影响因素	211
一、手术前因素	211
二、围术期血流动力学因素	211
三、麻醉技术	211
四、外科因素	212
五、体外循环期间灌注因素	212
六、剪切应力	212
七、输血	212
八、术后影响因素	212
第三节 心脏手术中炎症反应与临床结果	213
一、心脏有关的临床结果	213
二、肾脏有关的结果	214
三、肺脏有关结果	215

6 目 录

四、毛细血管渗漏综合征	215
五、止血	215
六、神经系统的表现	216
第四节 评估能控制炎性反应的治疗策略	217
一、药物治疗	217
二、体外循环技术及设备的改进	221
三、减少肠道内毒素吸收的策略	223
四、外科新技术	225
 第十一章 体外循环相关外科损伤	228
第一节 体外循环与插管相关的问题	228
一、常用动脉插管的操作和相关问题的处理	228
二、静脉插管的操作及相关问题的处理	235
三、左心引流插管的操作及相关问题	236
四、停搏液灌注插管的操作及相关问题	237
第二节 体外循环相关的栓塞问题	240
一、栓塞常见的原因	240
二、栓塞的监测方法	241
三、栓塞的预防	243
四、停止体外循环的注意事项	244
 第十二章 体外循环的意外和处理	246
第一节 人工肺意外及处理	246
一、氧合不良	246
二、膜式人工肺渗漏	249
三、人工肺祛泡不良	249
四、热交换器渗漏	249
第二节 机械性故障及处理	250
一、动脉泵故障及处理	250
二、变温水箱故障	250
三、动脉滤器故障	250
四、电源故障	251
第三节 动脉空气栓塞	251
一、动脉空气栓塞出现的原因	251
二、动脉气栓的处理	251
第四节 动脉供血管意外	252
一、供血管插入主动脉形成夹层	252
二、动脉供血泵反向转流	252
三、动静脉误接	252

四、体外循环管路系统脱落	252
五、动脉管路意外放血	252
六、主动脉插管连接处脱开	253
第五节 抗凝障碍	253
一、抗凝不足	253
二、广泛性动脉栓塞	253
第六节 其他意外	254
一、上、下腔静脉引流障碍	254
二、停跳液灌注时排空	254
三、鱼精蛋白反应	254
四、泵管破裂	255
 第十三章 术后监护观察体外循环对机体的影响	256
第一节 血液成分紊乱	256
第二节 体外循环后液体紊乱与管理	256
第三节 体温、麻醉剂、血管活性药物的管理	257
第四节 心功能损伤	258
一、心肌缺血、缺氧及缺血后的再灌注损伤	258
二、低心排血量综合征 (low cardiac output syndrome, LCOS)	259
三、心律失常	261
四、心力衰竭	263
第五节 心外器官损伤	264
一、肺功能损伤	264
二、脑功能损伤	267
三、肾功能损伤	267
四、体外循环后血管麻痹综合征	269
 第十四章 围体外循环期的器官保护策略	273
第一节 器官保护总纲	273
一、温度与生命力	273
二、动脉压力灌注与重要脏器保护	274
三、体外循环前器官损伤的原因	274
四、体外循环后器官损伤的原因	274
五、体外循环前后器官保护措施	274
六、常见心血管疾病的外科手术麻醉与体外循环中的器官保护	274
第二节 心血管手术期间正性肌力药的应用	277
一、肾上腺素	277
二、多巴胺	278
三、多巴酚丁胺	278

8 目 录

四、异丙肾上腺素	278
五、去甲肾上腺素	278
六、去氧肾上腺素	278
七、间羟胺	279
八、氨力农和米力农	279
第十五章 体外循环辅助系统	280
第一节 辅助循环	280
一、临时性辅助装置	282
二、长期性辅助装置	283
三、轴流式非搏动左心室辅助装置	288
四、人工心脏	290
五、心脏辅助装置在国内的应用概况	292
第二节 主动脉内球囊反搏	293
一、主动脉内球囊反搏设备	294
二、主动脉内球囊反搏的原理	294
三、适应证、禁忌证、应用及撤除指征	295
四、主动脉内球囊反搏的临床操作要点	296
五、主动脉内球囊反搏的并发症	300
六、主动脉内球囊反搏在小儿的应用	301
第三节 体外膜式人工肺氧合	301
一、发展历史	301
二、概念	303
三、基本原理	304
四、与传统体外循环的对比	304
五、对血流动力学的影响	305
六、血液相容性	308
七、呼吸辅助	309
八、治疗急性心力衰竭	311
九、辅助期间患者的处理	311
十、脱机指征	312
十一、并发症	312
第十六章 体外循环热点问题	315
第一节 体外循环中的氧管理	315
一、缺氧损伤	315
二、高氧损伤	320
三、体外循环中的氧管理	321
四、发绀患者的氧管理	322

第二节 体外循环与低体温救治	323
一、低体温的临床表现	323
二、低温的病理生理	324
三、体外循环的应用	327
第三节 体外循环热疗	328
一、热疗的历史与发展	329
二、肿瘤热疗的方法	329
三、体外全身热疗的应用	330
四、体外全身热疗对机体正常生理的影响	331
第四节 体外循环在中毒救治中的应用	334
一、体外循环在一氧化碳中毒救治中的应用	334
二、体外循环在有机磷中毒救治中的应用	338
 第十七章 计算机模拟体外循环在体外循环教育与实践中的应用	341
第一节 绪论	341
第二节 数据库与互联网对体外循环的影响	342
第三节 计算机在体外循环培训中的应用	343
一、数据库	343
二、模拟器	346
三、专业资格认定	347
四、体外循环模拟与综合能力	347
五、紧急事件的训练	348
六、紧急资源管理训练	348
七、研究方法论	349
 第十八章 医用高分子材料与体外循环技术	351
第一节 生物医用高分子材料	351
一、历史回顾	351
二、生物材料分类	352
三、生物医学材料特性要求	352
四、材料生物相容性评价	353
五、材料植入人体的双向影响效应	354
六、生物相容性评价标准	354
七、生物材料安全性评价	355
第二节 体外循环用高分子材料	356
一、体外循环装置	357
二、体外循环发展	357
三、人工肺	357
四、人工肺高分子材料	359