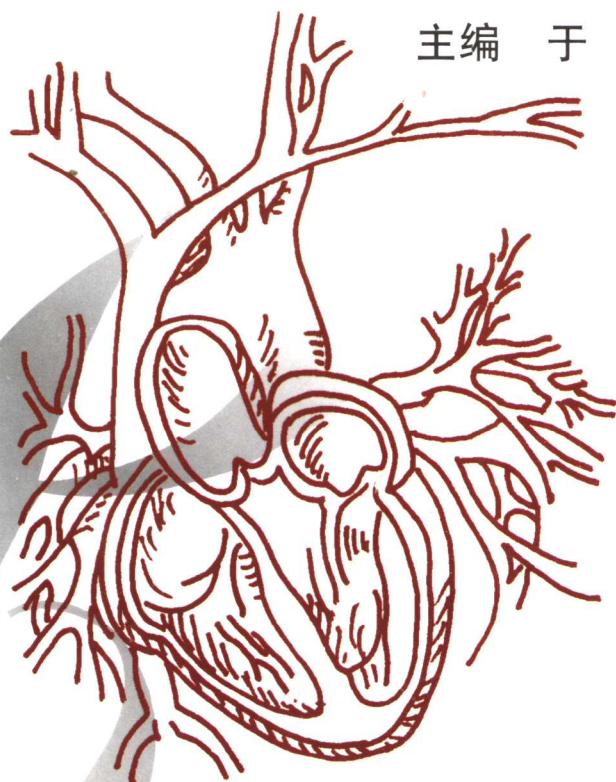


TIWAI XUNHUAN REDIAN JUJIAO

体外循环热点聚焦

主编 于 军 邵金霞



中国协和医科大学出版社

体外循环热点聚焦

于 军 邵金霞 主编

编者名单

邓硕曾	于 冰	方 恒	邵金福
高秀丹	高洪峰	于冬梅	于秋虹
尹述洲	张达雄	林芹兰	

中国协和医科大学出版社

图书在版编目 (CIP) 数据

体外循环热点聚焦 / 于军, 邵金霞主编. 北京: 中国协和医科大学出版社, 2004.8
ISBN 7-81072-569-6

I. 体… II. ①于… ②邵… III. 体外循环 IV. R654.1

中国版本图书馆 CIP 数据核字 (2004) 第 079511 号

体外循环热点聚焦

主 编: 于 军 邵金霞
责任编辑: 刘建春 张利勇

出版发行: 中国协和医科大学出版社
(北京东单三条九号 邮编 100730 电话 65260387)

网 址: www.pumcp.com
经 销: 新华书店总店北京发行所
印 刷: 北京丽源印刷厂

开 本: 787×1092 毫米 1/16 开
印 张: 22.5
字 数: 500 千字
版 次: 2005 年 1 月第一版 2005 年 1 月第一次印刷
印 数: 1—3000
定 价: 39.00 元

ISBN 7-81072-569-6/R·563

(凡购本书, 如有缺页、倒页、脱页及其他质量问题, 由本社发行部调换)

前 言

体外循环下心内直视手术在我国已经成功地开展了近 50 年（苏鸿熙教授，1958 年，西安，室间隔缺损修补术），心血管外科的各个专业也已经日臻成熟并且逐渐壮大起来。目前，国内已有近 500 家医院在开展心血管外科手术，年手术量已经接近 60000 例，瓣膜外科、儿童先心、冠状动脉外科和主动脉瘤手术与国际同步，新生儿心外科、微创与机器人技术、心脏与心肺移植、ICU 处理技术与国际水平相比仍有较大差距，但在发展中国家位于先进行列。伴随着心血管外科的发展，体外循环技术也逐渐成熟并且得到了迅速的普及，作为心血管外科的基础工作之一的体外循环技术，在其中扮演了不可或缺的角色。心血管外科与体外循环技术的相互促进、共同发展，是外科学术界成功结合的典范之一。回首体外循环所走过的 50 年，凝聚着前辈们辛勤的汗水，也留下了大家风范学者们的治学经验，更记载着体外循环过去 50 年的辉煌与成功。

随着近 10 多年来心脏病病因学及疾病谱的变化，与其相关的多种学科得到了迅猛发展，如介入治疗的快速普及，心脏手术的适应证也在不断地进行调整，传统的心血管外科和体外循环工作面临着严峻的考验，同时随着心血管外科的发展，本身也对体外循环技术提出了更高的要求，体外循环技术面临着众多的挑战。在欧洲和北美，PTCA 及支架技术与传统的冠状动脉旁路移植手术的适应证、数量及中远期疗效已经非常接近。体外循环技术的发展必须适应心血管外科发展的特点，即年龄两极化、病情复杂化、多种技术一体化的趋势，未来心脏瓣膜外科仍是心血管外科的基本问题，先天性心脏病手术向小龄化、高难复杂化发展，冠状动脉外科将发展成为我国心血管外科的主流。在传统的体外循环理论和技术的基础上，充分利用新思想、新技术、新方法和新药物，充分利用其他学科的发展成果，如分子生物学和基因学、材料科学的研究成果，去改变和解决体外循环中的一些基础问题，完善和改进现有的体外循环技术，克服和减少体外循环固有的缺陷，使体外循环过程更趋生理化将成为必然。我国现有高血压患病人数约 1.2 亿，心肌梗死约 296.7 万，充血性心力衰竭约 395.9 万，风湿性心脏病约 223.5 万，肺源性心脏病约 197 万，先天性心脏病约 180 万。保守估计，需手术矫治的病人数量约 500 万例，尚未包括新发病人的手术治疗。上述情况一方面说明心血管外科的需求与手术能力存在着巨大的差异，心脏外科的临床工作仍有许多有待解决的研究领域。另一方面也说明传统的体外循环的科研、教学与临床必须适应这一形势的变化，才能更好的提高体外循环质量，保证围手术期患者的恢复，降低心脏手术的风险的同时，使病人有最大的获益，也是体外循环临床实践中的最终目的。

本书就近 5 年来体外循环领域内的基础研究问题、热点问题、有争议的话题和未来的发展进行了系统的阐述，试图说明体外循环领域的研究现状，临床实践中遇到问题的解决思路、方法和理论基础，同时也选择了一些对新技术的评价报告和结论，供体外循环和心血管外科临床工作者参考。

目 录

第一篇 心肌保护

第一章 心肌保护	(1)
一、心肌保护基础	(1)
(一) 细胞保护	(1)
(二) 心血管系统缺血-再灌注损伤的机制	(2)
二、未成熟心肌保护	(5)
(一) 未成熟心脏的解剖和功能特点	(5)
(二) 未成熟心肌对低氧或缺血耐受性	(6)
(三) 未成熟心肌保护的实验性资料	(7)
三、心肌保护方法的临床应用	(14)
(一) 缺血前管理	(14)
(二) 缺血期间的管理	(15)
(三) 缺血后的管理	(16)
四、使用综合血停搏液的心肌保护	(16)
(一) 手术条件下心肌保护策略的原则	(16)
(二) 顺行/逆行灌注	(17)
(三) 间断/连续灌注	(18)
(四) 血停搏液和非血停搏液灌注	(18)
(五) K_{ATP} 通道开放是防止无复流的内因	(19)
(六) 临床应用	(19)
(七) 临床结果	(24)
五、心肌缺血及再灌注的保护	(24)
六、间断温血心肌灌注期间心肌酸碱状态的连续监测	(32)
七、代谢治疗	(35)
第二章 预防心肌再灌注损伤的药理学的可行性	(37)
一、自由基清除剂/抗氧化剂	(37)
二、钙阻断剂	(38)
三、白细胞抑制	(39)
四、腺苷	(39)
五、补体系统的抑制	(40)
六、一氧化氮 (NO)	(40)
七、内皮素-1 (ET-1) 受体阻断剂	(41)

(一) 内皮素受体阻断药与冠心病	(41)
(二) 内皮素受体阻断药的类型	(41)
八、肾素-血管紧张素系统(RAS)的抑制	(42)
九、钠/氢交换的抑制	(43)
(一) Na^+/H^+ 交换抑制剂	(43)
(二) Na^+/H^+ 交换抑制剂作用机制	(43)
十、抗凋亡制剂	(44)
十一、药物的联合应用	(44)
十二、冠状动脉疾病风险因素以及药物保护	(45)
第三章 mK_{ATP} 在心肌保护中的作用	(46)
一、线粒体 ATP 敏感钾通道及受体的信号转导系统	(46)
(一) G 蛋白偶联系统	(46)
(二) 酪氨酸激酶系统	(46)
二、PC 中的 mK_{ATP} 通道的涉及的问题	(47)
(一) ATP 敏感的钾通道的特性	(47)
(二) ATP 敏感钾通道的作用	(48)
三、 mK_{ATP} 能有效触发 PC	(48)
四、 mK_{ATP} 通道和下游激酶	(50)
五、 mK_{ATP} 和 ROS	(50)
六、使用 A7r5 细胞用于 mK_{ATP} 的研究	(51)
七、与 mK_{ATP} 通道偶联的受体	(52)
八、PC 保护的终末效应	(53)
九、钾通道开放剂	(53)
(一) 按化学结构分类	(54)
(二) ATP 敏感的 K^+ 通道药物的药理作用	(54)
十、其他药物对 mK_{ATP} 通道的影响	(54)
第四章 腺苷受体和心肌保护	(56)
一、腺苷简介	(56)
二、腺苷与心血管的病理生理	(56)
(一) 缺血期间腺苷的形成	(56)
(二) 腺苷在全心缺血-缺氧时的作用	(57)
(三) 腺苷在局部心脏缺血-缺氧时的作用	(57)
三、A 的形成, 与 AR 的结合和活化的效应	(58)
(一) 腺苷受体	(58)
(二) 受体磷酸化作用	(58)
(三) A 与受体结合和活化效应	(58)
(四) A_1 、 A_3 AR 亚型的作用	(61)

四、腺苷受体的信号转导机制·····	(62)
(一) 不同腺苷受体的信号转导机制·····	(62)
(二) 腺苷酸环化酶的 P 位点 ·····	(62)
五、腺苷心肌保护的机制·····	(63)
(一) PKC 的作用·····	(63)
(二) K_{ATP} 的作用 ·····	(63)
(三) 延迟保护和保护的消除·····	(65)
(四) 远隔器官的保护·····	(65)
(五) 预处理期间事件的结果·····	(65)
六、腺苷保护中其他效应的参与·····	(66)
七、腺苷心肌保护效应的临床重要性·····	(66)
(一) 保护缺血损伤·····	(66)
(二) 腺苷的剂量会产生心脏毒性·····	(67)
第五章 热休克蛋白和心肌保护 ·····	(69)
一、简介·····	(69)
二、热休克蛋白·····	(70)
(一) 热休克蛋白的产生·····	(70)
(二) 核内信号转导系统·····	(70)
三、应激诱导 HSP 合成的保护效应 ·····	(71)
四、离体心肌细胞相关 HSP 的保护效应 ·····	(72)
五、HSP70 的体内保护效应 ·····	(73)
六、保护机制·····	(73)
七、HSP 在心脏中治疗的可能性·····	(74)
(一) 药理学方法·····	(74)
(二) 基因治疗产品·····	(75)
(三) HSP70 基因转染·····	(75)

第二篇 器官保护

第六章 心血管手术中的脑保护 ·····	(77)
一、脑循环及其调节的生理学基础·····	(77)
(一) 脑循环的特点·····	(77)
(二) 脑血流量的调节·····	(77)
二、心脏手术期间神经病学损伤的发病率·····	(80)
三、神经病学损害的原因·····	(80)
四、神经元损伤的机制·····	(82)
(一) 神经元能量需要·····	(82)
(二) 兴奋性氨基酸大量释放对神经细胞的损伤·····	(83)
(三) 内皮素和白细胞粘附分子在神经病学损害的反应·····	(85)

(四) 一氧化氮 (NO) 与脑缺血	(85)
(五) 缺血性脑损伤的分期	(86)
五、神经病学损害的预防	(87)
(一) 手术前诊断和降低神经病学损害的风险	(87)
(二) 手术方式和设备的选择	(88)
(三) 神经病学监测	(89)
(四) 术后精神障碍的评估	(90)
(五) 预防脑损伤的机制	(91)
六、脑保护的外科技术	(97)
(一) 深低温合并循环停顿 (DHCA)	(97)
(二) 选择性逆行脑灌注 (SCP)	(100)
(三) 深低温停循环时通过上腔静脉行逆行性脑灌注	(106)
(四) CPB 期间体温及二氧化碳张力对脑栓塞形成的影响	(112)
(五) 其他脑保护方法	(116)
(六) 综合脑保护措施的评价	(117)
七、儿童心脏手术的脑保护	(117)
八、儿童与成年 CPB 体外循环脑效应的差异	(120)
九、低温体外循环和糖调节	(123)
(一) 高糖血症	(124)
(二) 低糖血症	(124)
十、灌注技术以及在脑内的效应	(125)
(一) 非搏动与搏动灌注	(125)
(二) 动脉与静脉插管	(125)
(三) 动脉插管与 CABG 术后左半侧脑卒中的临床研究	(127)
第七章 CPB 期间连续肺灌注预防婴幼儿肺损伤的发生	(129)
一、使用连续肺灌注方法	(129)
(一) CPB 方法	(129)
(二) 肺保护方法	(129)
二、连续肺灌注结果	(129)
(一) 肺功能	(130)
(二) 白细胞计数	(130)
(三) 呼吸机持续时间和死亡率	(130)
(四) 组织学检查	(130)
三、使用 HTK 和 Celsior 液作肺保护	(130)
(一) 三种不同肺保护液成分比较	(131)
(二) 结果	(131)
四、结论	(132)
(一) 血流对 CPB 期间肺的影响	(132)

(二) 肺动脉灌注流量的确定	(132)
(三) 不同肺保护液成分对肺的影响	(133)
五、其他不同肺保护方法的结果	(133)
第八章 心血管手术血液保护的进展	(135)
一、血液保护与输血	(135)
二、输血指征	(135)
三、血液稀释的生理基础	(136)
四、急性等容血液稀释	(136)
(一) 血液稀释三种形式	(136)
(二) 麻醉后放血	(137)
(三) 体外循环开始时放血	(137)
五、术中血液回收	(137)
(一) 简单回收系统	(137)
(二) “洗血细胞机”系统	(137)
(三) 术后纵隔和胸腔的引流血	(138)
六、体外循环的血液麻醉	(138)
(一) 凝血酶抑制剂	(138)
(二) 纤溶酶抑制剂	(139)
(三) 血小板抑制剂	(139)
(四) 接触性蛋白酶抑制剂	(140)
七、促红细胞生成素/铁剂	(140)
八、血液代用品—人造氧载体	(140)
(一) 血红蛋白溶液	(140)
(二) 全氟碳化学制剂 (PFC) 乳剂	(141)
九、全面实施血液保护的最佳目标是无血手术	(141)

第三篇 炎症反应

第九章 体外循环导致的全身炎症反应	(143)
一、SIRS 相关机制	(143)
(一) 急性期反应——应激和介质	(143)
(二) 接触和补体系统	(144)
(三) 参与炎症反应的各种因子	(148)
(四) 急性期反应—组织损伤	(157)
(五) 多器官功能障碍中前降钙素的不同表达	(167)
二、药理学治疗策略	(168)
(一) 类固醇	(168)
(二) 蛋白酶抑制剂	(169)
(三) 肝素和其他葡萄糖胺聚糖	(171)

(四) 磷酸二酯酶抑制剂	(171)
(五) 抗氧化剂	(172)
(六) 硝普钠	(173)
三、免疫调变制剂和生物学方法	(173)
(一) 免疫调变制剂	(173)
(二) 抗细胞因子治疗	(173)
(三) 针对 NF- κ B 的抗炎新策略	(175)
(四) 补体抑制剂和单克隆抗体	(176)
四、设备的改进	(179)
(一) 肝素涂层 CPB 管道	(179)
(二) 去除白细胞	(181)
(三) 超滤法	(182)
(四) 氧合器	(182)
五、CPB 技术的改进	(182)
(一) 搏动灌注	(182)
(二) 温度	(182)
(三) 体外循环流量和泵	(183)
(四) 双室转流	(184)
六、其他相关技术的改进	(184)
(一) 选择性预处理	(184)
(二) 肠道治疗	(185)
(三) 与麻醉相关的问题	(188)
七、SIRS 诊断标准及使用	(190)
八、SIRS 治疗摘要总结	(192)
九、总结	(197)
附 1 APACHE - II 评分法	(197)

第四篇 体外循环基础研究

第十章 血液稀释	(199)
一、生理学及血液流变学	(199)
二、血流变因素变化对微循环灌注的影响及其病理生理意义	(201)
三、血液稀释最低限度	(202)
四、最佳的血液稀释	(202)
(一) 血流和氧运输相关的生理学原则	(203)
(二) 粘度的影响	(203)
五、血液稀释的程度	(203)
(一) 动物研究	(203)
(二) 临床研究	(204)

六、血液稀释与脑灌注	(205)
七、血液稀释和血流动力学效应	(206)
(一) 心排出量	(206)
(二) 血液稀释多方面获益	(206)
(三) 低流量	(207)
八、血液稀释的获益	(207)
九、血液稀释的缺点	(208)
十、现行的方法	(208)
十一、血液稀释在几个方面仍然需要加强研究	(209)
第十一章 体外循环预充策略	(211)
一、历史背景	(211)
二、血液的作用	(211)
(一) 血液学参数	(211)
(二) 保持适当的 HCT 以维持有效的氧供	(213)
(三) 胶体与晶体的对比	(214)
三、天然与合成胶体液	(217)
(一) 胶体液的发展现状	(217)
(二) 天然胶体	(218)
(三) 合成胶体	(219)
四、CPB 预充中其他药物的使用	(222)
(一) 抑肽酶	(222)
(二) 甘露醇	(223)
(三) 肝素	(225)
五、CPB 预充方法可以减轻损伤的产生	(225)
(一) 循环的预处理	(225)
(二) 麻醉药	(226)
(三) 血管活性药	(226)
六、血管内容量稳定的重要性	(226)
七、儿童预充的临床研究	(227)
八、未来 CPB 预充的研究问题	(231)
第十二章 体外循环期间氧平衡的管理	(232)
一、氧代谢监测的基本理论	(232)
(一) 氧输送及组织灌注	(232)
(二) 血液流变学在氧运转中的作用	(232)
(三) 血液流变因素变化对微循环灌注的影响及其病理生理意义	(233)
二、氧代谢监测	(234)
(一) 氧供 (DO_2) / 氧耗 (VO_2) 理论	(234)
(二) DO_2 与 VO_2 的相关性	(235)

(三) VO_2 的控制与 $DO_2 - VO_2$ 曲线	(236)
(四) 氧债与氧债偿还理论	(236)
(五) 其他全身氧代谢监测指标	(237)
(六) 各类缺氧的血气特点	(238)
(七) 氧代谢治疗的基本目标	(238)
三、体外循环期间氧供及氧耗变化的规律	(239)
四、体外循环期间混合静脉血和局部静脉血氧饱和度之间的关系	(241)
五、体外循环期间泵流量	(246)
六、(BVP) 改善复温期间颈静脉血氧饱和度	(247)
七、心脏手术后氧供/氧耗之间的关系	(248)
八、体外循环期间氧平衡的观察	(250)
第十三章 抗凝血酶Ⅲ的特性与心脏手术的麻醉	(253)
一、AT-Ⅲ的理化性质和生理学功能	(253)
(一) 理化性质	(253)
(二) 生理功能	(253)
二、作用机制	(254)
三、肝素耐药与鱼精蛋白拮抗	(254)
四、结论	(255)

第五篇 体外循环应用实例

第十四章 机械循环支持—新的进展、新泵和新的思想	(257)
一、心室机械辅助临床常用的分类	(258)
二、心室机械辅助临床应用对象	(259)
(一) 术后心功能衰竭	(259)
(二) 心脏移植前的过渡 (bridge to cardiac transplantation)	(259)
三、短期机械辅助泵	(261)
(一) 离心泵	(261)
(二) Hemopump 轴流泵	(262)
(三) Abiomed BVS5000 气动型泵	(263)
四、长期机械辅助泵	(263)
(一) 搏动类泵	(263)
(二) 连续血流式 LVAD	(266)
(三) Novacor 泵—电动推板泵	(268)
(四) 全人工心脏	(268)
五、新的进展	(269)
六、心衰治疗设备的现状	(269)
(一) 慢性心衰治疗的药物和手术的发展	(270)
(二) 靶人群终末期和机械循环支持	(270)

(三) 目前机械循环支持的状态·····	(271)
(四) 长期心室辅助的新设备·····	(273)
第十五章 CPB 中肝素涂层管道应用对标准抗凝的影响·····	(275)
一、背景·····	(275)
(一) 肝素涂层管道循环·····	(275)
(二) 肝素-鱼精蛋白水平的评估方法·····	(276)
(三) 不同材料对肝素的影响·····	(276)
二、方法·····	(277)
三、结果·····	(277)
(一) 使用全剂量抗凝的传统 CPB 与使用低剂量抗凝的 HBC 比较·····	(277)
(二) 离子化与共价结合方法 HBC·····	(279)
(三) 病人使用 HBC 中抗凝方案对临床结果的影响·····	(279)
(四) 病人使用 HBC 中抗凝方案对血栓形成结果上的影响·····	(280)
(五) 在 CABG 急诊病人中 HBC 和抗凝方案的影响·····	(280)
(六) HBC 在瓣膜手术中的应用·····	(281)
(七) HBC-CPB 降低认知功能障碍·····	(282)
四、结论·····	(282)
五、未来的技术进步·····	(283)
(一) 使用有效的改良方法·····	(283)
(二) 水蛭素 (Hirudin 抗凝血酶)·····	(283)
第十六章 体外循环的脱离·····	(285)
一、为脱机做准备·····	(285)
(一) 温度·····	(285)
(二) 组织氧代谢·····	(286)
(三) 血细胞比容·····	(286)
(四) 酸碱状态·····	(286)
(五) 电解质·····	(286)
二、心血管药理学·····	(287)
(一) 儿茶酚胺类·····	(287)
(二) 双吡啶类·····	(288)
(三) 药代动力学差异·····	(289)
三、CPB 的终止·····	(289)
(一) 在停止 CPB 前立即做心功能的评估·····	(290)
(二) 不同状态病人处理·····	(290)
(三) CPB 的终止·····	(290)
第十七章 儿童灌注的管理·····	(292)
一、灌注环路的建立·····	(292)
(一) 动脉/静脉插管·····	(292)

(二) 氧合器·····	(292)
(三) 管道·····	(293)
(四) 环路组装的改进·····	(294)
二、预充液·····	(296)
三、儿童体外循环期间的管理·····	(297)
(一) 体外循环的监测·····	(297)
(二) 流量和温度·····	(297)
四、心脏停搏液·····	(299)
五、麻醉管理和监护参数·····	(300)
六、停循环·····	(301)
第十八章 儿童体外循环对氧合器等设备的要求·····	(303)
一、氧合器·····	(303)
(一) 鼓泡式氧合器·····	(303)
(二) 膜式氧合器·····	(303)
二、管道·····	(305)
三、泵·····	(305)
四、滤器·····	(306)
五、插管·····	(306)
(一) 动脉插管·····	(306)
(二) 静脉插管·····	(306)
第十九章 心脏手术期间血液浓缩器的应用·····	(308)
一、血液浓缩器和超滤的发展·····	(308)
二、血液浓缩器的决定因素·····	(308)
三、儿童心脏手术血液浓缩器的应用·····	(309)
(一) 血液浓缩器的应用·····	(309)
(二) 毛细血管渗漏综合征 (CLS) 的管理方法·····	(310)
四、手术前应用·····	(310)
五、手术中应用·····	(311)
(一) 手术期间的超滤·····	(311)
(二) 传统超滤法·····	(311)
(三) 改良超滤法·····	(311)
(四) 改良超滤的血流动力学效应·····	(313)
(五) 改良超滤的优点·····	(314)
(六) 改良超滤技术理论上的缺点·····	(314)
六、CPB 手术后应用·····	(315)
七、非 CPB 应用的技术规范·····	(315)
八、成年病人中传统与改良复合超滤的结果·····	(316)
(一) 病人选择·····	(316)

(二) 灌注与超滤技术·····	(316)
(三) 临床监测·····	(317)
(四) 结果·····	(317)

第六篇 体外循环术后并发症与研究方向

第二十章 心脏外科体外循环术后并发症·····	(320)
一、血液系统·····	(320)
(一) 凝血障碍·····	(320)
(二) 溶血·····	(321)
(三) 气栓·····	(321)
二、精神神经系统并发症·····	(321)
(一) 临床分类及症状·····	(322)
(二) 治疗·····	(323)
(三) 预后·····	(323)
三、消化系统疾病·····	(323)
(一) 消化道溃疡、出血、穿孔·····	(323)
(二) 急性肠系膜缺血、肠缺血·····	(324)
(三) 胆囊炎·····	(324)
(四) 胰腺炎·····	(324)
(五) 肝功能衰竭·····	(324)
(六) 其他·····	(324)
四、心脏并发症·····	(325)
(一) 低心排·····	(325)
(二) 右心功能不全·····	(326)
(三) 心跳骤停·····	(326)
(四) 心包填塞·····	(326)
(五) 血管麻痹·····	(326)
(六) 围术期心梗·····	(327)
(七) 缩窄性心包炎·····	(327)
(八) 心脏切开综合征·····	(327)
五、心律失常·····	(327)
(一) 室上性期前收缩·····	(328)
(二) 房颤或房扑·····	(328)
(三) 其他室上性心动过速·····	(328)
(四) 室性心律失常·····	(328)
(五) 缓慢性心律失常·····	(329)
六、肾功能衰竭及相关并发症·····	(329)
(一) 肾功能衰竭·····	(329)

(二) 酸碱电解质失衡·····	(330)
七、呼吸系统并发症·····	(331)
(一) 肺栓塞·····	(331)
(二) 急性呼吸窘迫综合征 (adult respiratory distress syndrome, ARDS) ·····	(331)
(三) 肺炎·····	(331)
(四) 呼吸机相关性肺炎—发病率、风险因素、结果与微生物学·····	(332)
第二十一章 目前实践中的问题与研究方向·····	(336)
一、基础学科研究·····	(336)
(一) 器官功能的评价·····	(336)
(二) 非侵入性实时监测·····	(336)
二、损伤机制·····	(337)
(一) 缺血·····	(337)
(二) 内皮损伤·····	(337)
(三) 白细胞活化·····	(337)
(四) 细胞因子·····	(338)
(五) 生物能学·····	(338)
(六) 栓塞·····	(338)
(七) 兴奋性神经递质·····	(338)
(八) 体液与代谢反应·····	(338)
三、损伤的保护策略·····	(338)
(一) 循环停顿和连续转流·····	(339)
(二) pH 策略 ·····	(339)
(三) 中心降温与表面降温·····	(339)
(四) 降温的速率·····	(339)
(五) 低温保护中的最佳温度·····	(340)
(六) 再灌注和复温的方法·····	(340)
(七) 最佳的血细胞比容·····	(340)
(八) 超滤的作用·····	(340)
(九) 搏动与非搏动血流·····	(340)
(十) 逆行脑灌注·····	(340)
(十一) 神经受体拮抗剂·····	(341)
四、胎儿心脏手术的体外循环·····	(341)

第一篇 心肌保护

第一章 心肌保护

一、心肌保护基础

(一) 细胞保护

1. 细胞保护的分类

- (1) 直接细胞保护 (direct cytoprotection): 保护剂一般以外源性给予, 直接作用于细胞。
- (2) 适应性细胞保护 (adaptive cytoprotection): 事先用弱刺激后, 可阻止或减轻随后给予的强刺激的损伤, 即前者使细胞形成一种状态, 具有一定的保护意义。
- (3) 耐受性细胞保护: 事先用强损伤性刺激 (损伤性刺激) 后, 可阻止或减轻随后给予的同等强度的刺激, 这种保护作用持续时间较长, 并认为是细胞的一种具有普遍性的生理现象。

2. 细胞保护的机制

关于细胞保护产生的机制, 目前所知还是远远不够的, 还不能明确回答有关问题。但有一点是可能肯定的: 既然可由许多性质不同的物质产生细胞损伤, 那么, 其产生损伤的机制必然是多种多样的。因此, 细胞保护机制也不可能是单一的, 绝不可能用一种共同的机制来解释。

由氧自由基介导的细胞损伤: 自 20 世纪 80 年代以来, 氧自由基在某些疾病, 特别是缺血性组织损伤发病中的作用, 愈来愈受到重视。现以典型的缺血-再灌注损伤为例来说明。将实验动物放血至一定低水平或夹闭某组织的动脉约半小时后, 再将失血灌入体内或取消动脉夹恢复供血, 则可产生严重的组织损伤。当缺血开始时, 高能磷酸化合物 ATP 分解为低能产物, 最后成为嘌呤碱, 并有次黄嘌呤的积聚。在不缺血时, 黄嘌呤氧化酶 (XO) 可将次黄嘌呤氧化为黄嘌呤, 再将后者氧化为尿酸, 在正常组织中 XO 的活性很低, 此反应也进行极慢。当缺血开始时, 通过蛋白酶的激活, 组织中原有的高浓度的黄嘌呤脱氢酶迅速转变为 XO。此时, 虽然有多余的酶作用物 (次黄嘌呤) 和已激活的酶 (XO) 的存在, 但由于缺