

主编 龚庆成

体外循环

技术指导



TIWAI XUNHUAN
JISHU ZHIDAO



人民军医出版社

PEOPLE'S MILITARY MEDICAL PRESS

体外循环技术指导

TIWAI XUNHUAN JISHU ZHIDAO

主 编 龚庆成

副主编 刘凤珍 倪 虹

编著者 (以姓氏笔画为序)

万彩红 马 剑 王建刚

刘 锋 刘瑞芳 刘岸新

刘晓军 刘晓明 邢家林

孙 虹 孙志全 李砚平

杨 璟 何美玲 陈 彧



人 民 军 医 出 版 社

People's Military Medical Press

图书在版编目(CIP)数据

体外循环技术指导/龚庆成主编. —北京:人民军医出版社,
2006. 1

ISBN 7-80194-674-X

I. 体… II. 龚… III. 体外循环 IV. R654. 1

中国版本图书馆 CIP 数据核字(2005)第 052230 号

策划编辑:杨磊石 文字编辑:海湘珍 责任审读:李 晨
出 版 人:齐学进

出版发行:人民军医出版社 经销:新华书店

通信地址:北京市复兴路 22 号甲 3 号 邮编:100842

电话:(010)66882586(发行部)、51927290(总编室)

传真:(010)68222916(发行部)、66882583(办公室)

网址:www. pmmp. com. cn

印刷:三河市春园印刷有限公司 装订:春园装订厂

开本:850mm×1168mm 1/32

印张:17. 375·彩图 24 面 字数:457 千字

版次:2006 年 1 月第 1 版 印次:2006 年 1 月第 2 次印刷

印数:4501~5500

定价:45. 00 元

版权所有 侵权必究

购买本社图书,凡有缺、倒、脱页者,本社负责调换

电话:(010)66882585、51927252

内 容 提 要

本书作者以北京安贞医院 23 000 余例体外循环的实践经验为基础,参考国内外最新文献,系统阐述了体外循环的基础理论、技术操作和最新进展。全书共 15 章,包括体外循环设备,体外循环的病理生理,心、脑、肺、肾等重要脏器保护,各种灌注技术和监测方法,体外循环中的用药、超滤和血液透析,不同病种的体外循环管理,各种并发症和意外事故的预防与处理,呼吸循环辅助技术、微创体外循环进展等。内容先进,资料翔实,指导性、实用性强,适于体外循环灌注医师、麻醉医师和中青年心外科医师学习参考。

责任编辑 杨磊石 海湘珍

前 言

体外循环技术发展至今已有 50 余年历史,北京安贞医院开展体外循环下心脏手术已超过 20 年。随着基础理论、临床实践及仪器设备等方面的不断发展完善,体外循环技术有了显著提高,且日臻成熟。它不仅适用于心血管手术,在其他领域也被广泛应用。目前,国内有关体外循环理论及实践方面的书籍仍不多;我的恩师,我国心胸外科奠基人吴英恺院士生前多次叮嘱我写一本有关体外循环技术的书,为此,我们根据安贞医院 20 多年 23 000 余例体外循环的临床经验,结合国内外最新发展动态,编写了《体外循环技术指导》一书。本书共分 15 章,本着实用性、先进性的原则,既介绍了体外循环实际操作方法,也介绍了相关基础理论;既有我们的临床经验教训,也有体外循环用于各种不同领域的体会,同时介绍了体外循环的新进展。本书主要包括:体外循环设备,体外循环病理生理改变,重要脏器保护,体外循环灌注方法、监测及用药,体外循环中意外事故处理,主动脉内气囊反搏技术,体外膜肺氧合,微创体外循环进展等。本书适用于各大医院的体外循环灌注医师、麻醉医师、中青年心外科医师阅读参考。

参加编写本书的人员结合自身经验,参考大量文献,撰写出此书,刘岸新、李蔚然两位同志在本书的绘图、文字编辑等方面付出了辛勤劳动,在此表示衷心感谢。由于编写时间有限,参加写作人员较多,书中如有不足之处,欢迎同道批评指正,以达到相互交流学习的目的。

龚庆成

2005 年 3 月 12 日



目 录

第1章 体外循环设备及装置	(1)
第一节 氧合器	(1)
一、历史	(1)
二、常用氧合器的性能及使用注意事项	(3)
三、安贞医院氧合器使用情况	(10)
第二节 过滤器	(13)
一、微栓过滤器的原理及分型	(13)
二、微栓过滤器的应用及注意事项	(14)
第三节 人工心肺机	(16)
一、人工心肺机概述	(16)
二、人工心肺机的组成	(16)
三、人工心肺机在手术中可能出现的问题及应急处理	(24)
四、人工心肺机的维护与保养	(24)
第四节 变温水箱	(25)
一、全自动变温水箱特点	(25)
二、常见变温水箱	(25)
三、变温水箱使用的注意事项	(26)
四、变温水箱的维护与保养	(27)
第五节 体外循环中的监测装置	(27)
一、生命体征监测装置	(27)
二、连续动静脉血氧饱和度监测仪	(27)
三、激活全血凝固时间监测仪	(28)
四、血气电解质监测仪	(28)

五、脑氧饱和度监测仪·····	(29)
第六节 体外循环管道和插管·····	(29)
一、体外循环管道·····	(29)
二、体外循环插管·····	(33)
第2章 体外循环的病理生理改变 ·····	(38)
第一节 体外循环的生化改变·····	(38)
一、体外循环中的电解质紊乱·····	(38)
二、体外循环中的酸碱平衡·····	(47)
三、体外循环期间的酸碱平衡紊乱·····	(54)
四、pH 稳态和 α 稳态·····	(59)
第二节 体外循环的心脏改变·····	(63)
一、心脏生理特点·····	(63)
二、心肌缺血缺氧后的形态学改变·····	(67)
三、心肌缺血缺氧后的病理生理学变化·····	(68)
第三节 体外循环脑的改变·····	(72)
一、脑组织的生理特点·····	(73)
二、体外循环对脑的影响·····	(73)
三、体外循环后脑损伤的临床表现·····	(78)
四、体外循环引起脑变化的因素·····	(79)
五、体外循环引起脑损伤的主要机制·····	(81)
第四节 体外循环肺的改变·····	(84)
一、体外循环对肺呼吸功能的影响·····	(84)
二、体外循环对肺代谢功能的影响·····	(87)
第五节 体外循环肾和肝的改变·····	(87)
一、体外循环肾的改变·····	(87)
二、体外循环肝的改变·····	(89)
第六节 体外循环消化系统的改变·····	(91)
一、体外循环消化道的改变·····	(91)
二、体外循环胰腺的改变·····	(92)

第七节 体外循环的血液学改变	(94)
一、体外循环对红细胞的影响	(94)
二、体外循环对白细胞的影响	(96)
三、体外循环对血小板的影响	(98)
第八节 体外循环对血流动力学的影响	(102)
一、血流动力学变化的原因	(102)
二、血流动力学变化的表现及干预	(103)
第九节 体外循环引起的炎性反应	(106)
一、体外循环引起炎性反应的机制	(106)
二、炎性反应治疗方法	(110)
第3章 体外循环中重要脏器的保护	(120)
第一节 心肌保护	(120)
一、心肌缺血和再灌注损伤	(121)
二、再灌注损伤的决定因素	(124)
三、心肌保护的原理	(132)
四、术中心肌保护的具体方法及临床效果	(138)
五、心肌保护的进展	(149)
第二节 脑保护	(155)
一、脑损伤的原因及机制	(155)
二、脑保护的措施及方法	(159)
三、深低温停循环时的脑保护	(161)
四、围手术期神经精神功能评价的方法及意义	(163)
第三节 肺保护	(165)
第四节 肾保护	(167)
第五节 血液保护	(168)
一、血液保护的基本方法	(169)
二、合理血液稀释	(169)
三、自体血细胞回收	(170)
四、血液超滤	(174)

五、药物的应用	(175)
第六节 消化系统保护	(176)
第七节 脊髓保护	(177)
一、脊髓的血供	(177)
二、脊髓损伤的发病机制	(178)
三、脊髓保护方法	(179)
第4章 体外循环的一般管理	(191)
第一节 体外循环前的准备	(191)
一、了解病史和基本情况	(191)
二、了解各项检查结果	(192)
三、术前讨论	(193)
四、体外循环仪器和物品的选择	(193)
五、药品的准备	(195)
第二节 体外循环系统的安装及预充排气	(196)
一、氧合器的安装与预充排气	(196)
二、心脏停搏液灌注装置的安装与排气	(200)
第三节 体外循环预充和血液稀释	(204)
一、体外循环的预充	(204)
二、血液稀释的概念及意义	(206)
三、预充和血液稀释的方法	(208)
第四节 体外循环运转前检查项目	(210)
第五节 停静脉的依据	(211)
第六节 停静脉后的体外循环工作	(212)
一、停静脉后的注意事项	(212)
二、机器余血的处理	(212)
三、体外循环物品的处理	(213)
四、填写整理体外循环记录和小结	(214)
第5章 体外循环灌注技术	(216)
第一节 体外循环基本灌注技术	(216)

一、常温体外循环	(216)
二、浅低温体外循环	(217)
三、中低温体外循环	(218)
四、深低温体外循环	(218)
五、上下半身分别灌注	(223)
六、左心转流	(223)
第二节 搏动灌注	(224)
一、搏动灌注的基本理论	(225)
二、搏动灌注在临床的应用	(226)
第6章 体外循环中的监测及调节	(231)
第一节 生命体征的监测	(231)
一、心电图	(231)
二、动脉血压	(232)
三、中心静脉压	(234)
四、左房压	(235)
五、温度	(235)
六、脑功能和脑电图	(236)
七、尿量及性状	(238)
第二节 血气及生化指标的监测	(238)
一、血气化验	(238)
二、混合静脉血氧饱和度(SvO_2)	(240)
三、血钾	(240)
四、血细胞比容和血红蛋白	(241)
五、其他生化指标	(241)
六、渗透压	(242)
第三节 灌注指标的监测	(242)
一、动脉供血路压力	(242)
二、动脉流量	(243)
三、吸引泵流量	(244)

四、氧合器血平面监测	(244)
五、氧和二氧化碳流量	(245)
六、周围组织循环状况	(246)
七、动、静脉管路情况	(246)
八、抗凝与凝血状况监测	(246)
第四节 其他监测项目	(248)
一、心肌 pH 值测定	(248)
二、冠状动脉旁路移植术中桥血管通畅性的判断	(248)
三、术中超声监测	(249)
第 7 章 体外循环中的用药	(251)
一、肝素和鱼精蛋白	(251)
二、糖皮质激素	(254)
三、血液保护药物	(254)
四、预充液	(256)
五、利尿剂	(259)
六、抗生素	(259)
七、血管活性药物	(260)
八、其他药物	(263)
第 8 章 体外循环中的超滤与血液透析	(267)
一、概述	(267)
二、超滤器的使用方法及注意事项	(270)
三、体外循环中血液透析的应用	(274)
第 9 章 不同病种的体外循环管理	(277)
第一节 婴幼儿体外循环管理技术	(277)
一、设备的选择	(278)
二、体外循环准备	(280)
三、灌注技术	(282)
四、深低温停循环灌注方法	(287)
五、改良超滤及平衡超滤	(289)

六、婴幼儿急诊体外循环	(289)
第二节 动脉导管未闭手术的体外循环管理	(291)
一、动脉导管未闭手术的灌注方法	(291)
二、体外循环管理特点	(292)
第三节 重度肺动脉高压心脏手术的体外循环管理	(293)
第四节 冠心病手术的体外循环管理	(294)
一、冠心病的病理生理	(294)
二、冠状动脉旁路移植手术时的体外循环方法	(294)
三、冠状动脉旁路移植手术时的心肌保护	(296)
第五节 不停跳冠状动脉旁路移植术中的体外循环注意 事项	(298)
一、非体外循环心脏不停跳冠状动脉旁路移植术 (OPCAB)概况	(298)
二、不停跳冠状动脉旁路移植术转为常规体外循环 冠状动脉旁路移植术的原因	(299)
三、不停跳冠状动脉旁路移植术期间的备体外工作	(301)
第六节 重症瓣膜病手术的体外循环管理特点	(303)
第七节 大血管手术的体外循环管理	(304)
一、概述	(304)
二、近段胸主动脉手术的体外循环方法	(305)
三、远段胸主动脉手术的体外循环方法	(314)
四、夹层动脉瘤手术时应注意的问题	(318)
第八节 体外循环在血管外科中的应用	(318)
一、升主动脉手术的灌注方法	(319)
二、主动脉弓手术的灌注方法	(325)
三、胸主动脉和胸腹主动脉手术的灌注方法	(330)
四、主动脉弓离断手术的灌注方法	(336)
五、体外循环在布加综合征手术中的应用	(336)

第九节 心脏黏液瘤手术的体外循环管理特点	(338)
一、病理生理和临床表现	(339)
二、体外循环管理特点	(340)
第十节 脏器移植的体外循环管理	(342)
一、心脏移植的体外循环管理	(342)
二、体外循环技术在肺移植手术中的应用	(347)
三、心肺联合移植的体外循环管理	(352)
第十一节 肺栓塞的体外循环特点	(355)
一、概述	(355)
二、手术指征	(355)
三、体外循环管理特点	(356)
第十二节 再次手术的体外循环注意事项	(357)
一、概述	(357)
二、体外循环注意事项	(358)
第十三节 微创小切口心脏手术体外循环的注意事项	(361)
一、手术分类及适应证	(362)
二、切口类型与选择	(362)
三、体外循环注意事项	(363)
第十四节 体外循环在急诊中的应用	(364)
一、急诊体外循环的应用范围	(364)
二、急诊体外循环的准备	(366)
三、急诊体外循环的方法	(367)
四、急诊体外循环管理的特点	(369)
第十五节 妊娠期的体外循环管理特点	(371)
第十六节 冷凝集阳性心脏手术的体外循环注意事项	(372)
一、概述	(372)
二、体外循环注意事项	(373)

第 10 章 体外循环在非心脏手术及其他领域的应用	(381)
第一节 概述	(381)
第二节 体外循环在其他外科手术中的应用	(382)
一、体外循环在神经外科中的应用	(382)
二、体外循环在胸外科中的应用	(383)
三、体外循环在腹部外科中的应用	(385)
四、体外循环在泌尿外科中的应用	(387)
五、体外循环在创伤外科中的应用	(388)
六、体外循环在器官移植供体保护中的应用	(389)
第三节 体外循环在危重急症救治中的应用	(389)
一、体外循环在心血管系统急症中的应用	(390)
二、体外循环在呼吸系统急症中的应用	(391)
三、体外循环在中毒救治中的应用	(391)
四、体外循环用于意外低温的抢救	(392)
第四节 体外循环在恶性肿瘤治疗中的应用	(393)
一、体外循环用于肺隔离灌注化疗	(393)
二、体外循环用于局部腹腔、肝隔离灌注	(393)
三、体外循环用于局部肢体灌注	(394)
四、体外全身热疗用于肿瘤的治疗	(394)
第 11 章 体外循环并发症的预防及处理	(396)
第一节 低心排综合征	(396)
一、概述	(396)
二、病因	(396)
三、预防措施	(397)
四、治疗原则	(397)
第二节 急性肾功能不全	(399)
一、概述	(399)
二、病因	(399)
三、临床表现及诊断	(400)

四、预防及治疗措施	(401)
第三节 出血	(401)
一、原因及机制	(402)
二、预防及治疗措施	(402)
第四节 肺功能不全	(403)
一、概述	(403)
二、急性呼吸窘迫综合征的诊断标准	(403)
三、体外循环后肺损伤的表现	(404)
四、肺功能不全发生的原因及机制	(405)
五、预防及处理措施	(406)
第五节 脑部并发症	(409)
一、临床表现	(409)
二、危险因素	(410)
三、脑损伤的原因及机制	(410)
四、预防及处理措施	(412)
第12章 体外循环中的意外及处理	(414)
一、氧合器意外及处理	(414)
二、机械性故障及处理	(421)
三、动脉空气栓塞	(422)
四、动脉供血管意外	(423)
五、抗凝障碍	(425)
六、其他意外	(426)
第13章 呼吸循环辅助技术	(430)
第一节 主动脉内气囊反搏(IABP)	(431)
一、IABP的历史	(431)
二、IABP的工作原理	(432)
三、IABP的主要组成部分	(433)
四、IABP的适应证、禁忌证及应用指征	(434)
五、IABP的抗凝	(436)

六、IABP 的临床操作	(436)
七、IABP 应用失败原因	(443)
八、IABP 的并发症	(444)
九、IABP 临床应用经验	(446)
十、结束语	(451)
十一、附件	(451)
第二节 心室辅助	(453)
一、概述	(453)
二、心室辅助临床应用	(456)
三、展望	(464)
第三节 体外膜肺氧合	(465)
一、体外膜肺氧合的历史及概况	(465)
二、体外膜肺氧合的原理和方法	(469)
三、体外膜肺氧合的适应证和禁忌证	(474)
四、体外膜肺氧合的应用技术	(479)
五、体外膜肺氧合的进展	(486)
六、结束语	(489)
第 14 章 微创体外循环装置	(492)
第一节 微创体外循环背景	(492)
第二节 微创体外循环设备的共同特点	(493)
第三节 微创体外循环设备的功能特性	(494)
一、微型化	(494)
二、良好的生物相容性	(496)
三、密闭性	(497)
四、吸回血液的处理	(497)
五、广泛适用和灵活性	(498)
六、其他微创性设计	(498)
第 15 章 体外循环进展	(502)
一、体外循环应用领域的进展	(502)

二、体外循环设备的进展	(503)
三、体外循环技术的进展	(507)
附录 A 体外循环预充液流量预算表	(527)
附录 B 体外循环运转记录	(528)
附录 C 体外循环常见缩略语英汉对照	(531)
彩图	(539)