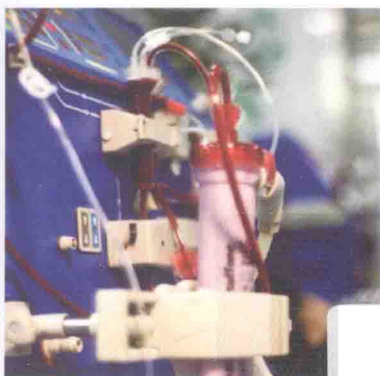


# 血液透析 操作技术及护理

XUEYE TOUXI

▶ 主 编 / 李红兵 辛玲芳

CAOZUO JISHU JI HULI



人民軍醫出版社

PEOPLE'S MILITARY MEDICAL PRESS



# 血液透析操作技术及护理

XUEYE TOUXI CAOZUO JISHU JI HULI

主 审 熊 飞  
主 编 李红兵 辛玲芳  
副主编 唐雅文 荆 萍 张燕敏 王 莉  
编 委 (排名不分先后)  
王 晓 张小曼 张 衡 李 栓  
史志波 黄 慧 吴 磊 刘 彩  
谢美芝 彭 蔓 苏珊娜 万 胜  
何 达 李红波 费世枝 陈海波  
阮 妮 陈 臻 祝中元 牛 煜  
许 慧 王 管 傅丽娜 叶 清  
雷 虹 张 瓚 吴爱纯 陈 媛  
郑 蓉 李红莉 梅群超 周秀莉  
胡家婷 李 波 徐翠玲 田洪丹  
高义华 丁艳琼 朱 虹 王 娜  
王 静



人民军医出版社

PEOPLE'S MILITARY MEDICAL PRESS

北 京

---

图书在版编目(CIP)数据

血液透析操作技术及护理/李红兵,辛玲芳主编. —北京:人民军医出版社,2015. 1  
ISBN 978-7-5091-8041-9

I. ①血… II. ①李… ②辛… III. ①血液透析 ②血液透析—护理 IV. ①R459.5 ②R473

中国版本图书馆 CIP 数据核字(2014)第 271982 号

---

策划编辑:管悦 张怡泓 文字编辑:王丹 刘新瑞 责任审读:黄栩兵

出版发行:人民军医出版社 经销:新华书店

通信地址:北京市 100036 信箱 188 分箱 邮编:100036

质量反馈电话:(010)51927290;(010)51927283

邮购电话:(010)51927252

策划编辑电话:(010)51927300—8060

网址:[www.pmmp.com.cn](http://www.pmmp.com.cn)

---

印、装:京南印刷厂

开本:787mm×1092mm 1/16

印张:17.5 字数:416千字

版、印次:2015年1月第1版第1次印刷

印数:0001—2000

定价:80.00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



## 内容提要

---

编者分 15 章从多个角度解析了透析管理、透析设备、透析技术及护理、透析技术操作、血管通路技术及护理、抗凝方法及护理、特殊血液净化技术、特殊人群的血液透析技术、常见并发症及处理,以及医务人员自我防护、血液透析患者的健康教育、中医学在血液透析中的应用等;系统介绍了腹膜透析的适应证和禁忌证、治疗模式的选择与指征、腹膜透析患者的培训、腹膜透析中心的设置与管理、腹膜透析患者生存率的测量、腹膜透析标准操作流程等相关内容。本书内容翔实,针对性强,适合血液透析相关医护人员参考阅读。



# 前 言

---

自 20 世纪 60 年代血液透析设备及技术问世以来,血液净化学作为医学史上一门年轻的学科,在现代科学技术的支持下得到了迅猛的发展,挽救了无数肾衰竭患者的生命,并使他们的生活质量显著提高。随着医学科学技术的发展,血液净化技术早已超出治疗急、慢性肾衰竭的范畴,成为抢救急性药物、毒物中毒,治疗自身免疫性疾病、肝衰竭、顽固性心力衰竭、全身性炎症反应综合征和复杂的水电解质紊乱等急重症的有效方法,并取得满意的疗效。

血液净化护理是一个专业性很强的工作。对大多数患者而言,血液净化是一种终身治疗,要达到理想的治疗效果、改善患者疾苦的治疗目标,这对从事血液净化专业的护理人员的专业知识的更新和操作技术的熟练掌握,以及心理素质的培养提出了更高的要求。有鉴于此,我们组织了一批国内从事血液净化护理工作多年的专家及相关的专业人士编撰了此书,编者单位武汉市第一医院(国家中医药管理局“十二五”临床重点专科、武汉市血液净化质量控制中心挂靠单位、武汉市中部肾病医疗服务中心、湖北省血液透析培训基地),旨在为从事或即将从事血液净化护理专业的人员专业能力的提升提供一本可资借鉴的专业参考书。

本书共 15 章,从多个角度解析了透析管理、透析设备、透析技术及护理、透析技术操作、血管通路技术及护理、抗凝方法及护理、特殊血液净化技术、特殊人群的血液透析技术、常见并发症及处理,以及医务人员自我防护、血液透析患者的健康教育、中医学在血液透析中的应用等。腹膜透析护理部分系统介绍了腹膜透析的适应证和禁忌证、治疗模式的选择与指征、腹膜透析患者的培训、腹膜透析中心的设置与管理、腹膜透析患者生存率的测量、腹膜透析标准操作流程等相关内容。

对于书中存在的不足之处,恳请读者赐教。

编 者

2015 年 1 月

# 目 录

第 1 章 血液透析发展史 .....	(1)
一、人工肾 .....	(1)
二、新抗凝血药 .....	(2)
三、血管通路 .....	(2)
四、透析液 .....	(3)
五、透析膜与透析器 .....	(3)
第 2 章 血液透析专业人员资格与透析室的管理 .....	(5)
第一节 血液净化治疗专业人员资格 .....	(5)
一、医生 .....	(5)
二、护士 .....	(5)
三、工程技术人员 .....	(5)
第二节 血液透析室(中心)的文件管理 .....	(6)
一、血液透析室(中心)患者的病历资料管理细则 .....	(6)
二、透析患者的在架病历内容及排序 .....	(6)
三、透析患者的历史资料 .....	(6)
四、透析患者的网络登记 .....	(6)
第三节 血液透析室(中心)的布局 .....	(7)
一、清洁区 .....	(7)
二、半清洁区 .....	(8)
三、污染区 .....	(9)
第 3 章 血液透析设备 .....	(12)
第一节 血液透析机 .....	(12)
一、体外循环通路 .....	(12)
二、透析液通路 .....	(13)
三、微电脑控制监测系统 .....	(14)
四、血液透析机的维护与保养 .....	(14)
第二节 水处理系统 .....	(14)
第三节 透析液 .....	(15)
一、透析液成分 .....	(15)
二、血液透析浓缩液配置和质量控制 .....	(17)
第四节 透析器 .....	(17)
一、透析器的结构及类型 .....	(17)

二、透析器性能主要衡量指标·····	(19)
三、透析膜分类及各自特性·····	(21)
四、透析器选择·····	(21)
第五节 血液透析机的维护、保养与操作注意事项·····	(22)
一、血液透析机的维护·····	(22)
二、日常检查保养·····	(23)
三、操作注意事项·····	(24)
<b>第4章 血液透析技术及护理</b> ·····	(25)
第一节 血液透析技术·····	(25)
一、基本概念·····	(25)
二、基本原理·····	(25)
三、透析方式·····	(27)
第二节 血液透析适应证和禁忌证·····	(27)
一、适应证·····	(27)
二、禁忌证·····	(28)
第三节 血液透析的剂量选择·····	(29)
一、首次透析患者(诱导透析期)·····	(29)
二、维持透析患者·····	(30)
第四节 血液透析充分性评估、影响因素及措施·····	(31)
一、评估指标·····	(31)
二、影响因素及相关措施·····	(33)
<b>第5章 血液透析技术操作</b> ·····	(35)
第一节 常见的机器操作·····	(35)
一、贝朗 Dialog+血液透析机/血液透析滤过机简明操作流程·····	(35)
二、费森尤斯血液透析机/血液透析滤过机的操作流程·····	(36)
三、日机装血液透析机操作程序·····	(38)
四、Gambro 血液透析操作程序·····	(38)
第二节 血液透析上机、下机、穿刺流程·····	(40)
一、血液透析操作的流程·····	(40)
二、操作步骤·····	(40)
第三节 透析过程中的监测及护理·····	(44)
一、透析中机器报警及处理·····	(44)
二、血液透析中再循环的观察与护理·····	(46)
三、透析过程中的护理·····	(47)
<b>第6章 血液透析的血管通路技术及护理</b> ·····	(49)
第一节 概述·····	(49)
一、血管通路的发展史、分类及选择·····	(49)
二、建立血管通路前的患者评估·····	(50)
第二节 临时性血管通路技术及护理·····	(50)



一、直接动、静脉穿刺 .....	(50)
二、中心静脉留置导管 .....	(53)
第三节 永久性血管通路 .....	(58)
一、动、静脉内瘘 .....	(58)
二、高位动、静脉内瘘 .....	(65)
三、带涤纶套深静脉长期留置导管 .....	(67)
四、人造血管技术及护理 .....	(71)
<b>第7章 透析的抗凝方法及护理 .....</b>	<b>(74)</b>
第一节 凝血的监测 .....	(74)
一、血液透析中凝血指标的监测 .....	(74)
二、血液透析中凝血的监测 .....	(75)
第二节 常规肝素的抗凝技术及护理 .....	(75)
一、配制 .....	(76)
二、应用指征 .....	(76)
三、使用方法 .....	(76)
四、并发症及其防治 .....	(76)
五、护理 .....	(77)
第三节 低分子抗凝技术及护理 .....	(78)
一、低分子肝素的药理作用机制 .....	(78)
二、低分子肝素的体内代谢过程 .....	(79)
三、应用指征 .....	(79)
四、使用方法 .....	(79)
五、并发症 .....	(79)
六、护理 .....	(79)
第四节 局部体外肝素化抗凝技术及护理 .....	(80)
一、应用指征 .....	(80)
二、使用方法 .....	(80)
三、观察要点及护理 .....	(81)
第五节 局部枸橼酸钠抗凝治疗 .....	(81)
一、应用指征 .....	(81)
二、使用方法 .....	(81)
三、并发症及其防治 .....	(82)
四、观察要点及护理 .....	(83)
第六节 无肝素透析技术及护理 .....	(83)
一、应用指征 .....	(84)
二、使用方法 .....	(84)
三、操作要点 .....	(84)
四、观察及护理要点 .....	(85)
第七节 阿加曲班抗凝技术及护理 .....	(85)



一、阿加曲班的药理作用机制	85
二、阿加曲班的体内代谢过程	85
三、应用指征	85
四、使用方法	86
五、并发症及防治	86
六、注意事项	86
<b>第 8 章 特殊血液净化技术</b>	87
<b>第一节 高通量透析</b>	87
一、高通量透析的定义	87
二、高通量透析的优点	87
三、高通量透析的常见问题	88
四、高通量透析的要求和条件	88
五、高通量透析的处方	89
六、高通量透析的护理	89
<b>第二节 连续性血液净化技术与护理</b>	90
一、连续性血液净化概述	90
二、连续性血液净化的原理	90
三、连续性血液净化的方式	90
四、连续性血液净化治疗的技术特点	91
五、连续性血液净化的抗凝	91
六、置换液的配置	92
七、连续性血液净化的护理	92
<b>第三节 血液灌流技术及护理</b>	93
一、血液灌流的原理	93
二、血液灌流的临床应用	94
三、血液灌流的不良反应	95
四、操作程序及监测	95
五、并发症和护理	96
<b>第四节 血浆置换技术及护理</b>	97
一、血浆置换的原理	98
二、血浆置换方法	98
三、血浆置换的临床应用	98
四、血浆置换操作流程	101
五、血浆置换的注意事项	101
六、血浆置换的并发症及护理	101
<b>第五节 血液滤过及血液透析并滤过技术及护理</b>	103
一、血液滤过	103
二、血液透析并滤过	107
三、血液滤过及血液透析并滤过技术的设备装置	107

四、血液滤过及血液透析并滤过技术的治疗方法 .....	(107)
五、血液滤过及血液透析并滤过技术的并发症 .....	(110)
六、血液滤过及血液透析并滤过技术的护理 .....	(110)
第六节 免疫吸附技术及护理 .....	(111)
一、免疫吸附的原理 .....	(111)
二、适应证 .....	(111)
三、免疫吸附治疗的并发症 .....	(111)
四、设备装置 .....	(111)
五、免疫吸附的方法 .....	(112)
六、免疫吸附治疗的护理 .....	(112)
第七节 分子吸附技术与护理 .....	(113)
一、MARS 技术原理 .....	(113)
二、MARS 的设备及工作程序 .....	(113)
三、MARS 治疗的适应证 .....	(114)
四、MARS 治疗的禁忌证 .....	(114)
五、MARS 治疗的主要指征 .....	(114)
六、MARS 治疗的护理 .....	(115)
第八节 血脂净化技术及护理 .....	(115)
一、原理 .....	(116)
二、临床应用 .....	(117)
三、血管通路 .....	(118)
四、血脂净化疗法常见并发症及处理 .....	(119)
五、血脂净化的护理 .....	(119)
第九节 腹水回输技术及护理 .....	(120)
一、腹水回输的原理 .....	(120)
二、腹水回输的适应证 .....	(120)
三、腹水回输的禁忌证 .....	(120)
四、腹水回输的方法 .....	(121)
五、腹水回输的护理 .....	(121)
六、并发症及其处理措施 .....	(122)
第十节 其他血液透析技术 .....	(123)
一、单纯超滤 .....	(123)
二、序贯透析 .....	(124)
三、高效短时透析 .....	(124)
四、每日透析 .....	(125)
五、血液灌流联合血液透析 .....	(126)
第 9 章 特殊人群的血液透析技术 .....	(128)
第一节 老年患者血液透析技术及护理 .....	(128)
一、老年患者透析时机 .....	(128)

二、诱导透析 .....	(128)
三、透析中的护理 .....	(129)
四、老年透析患者通路的护理 .....	(129)
五、老年透析患者饮食护理 .....	(130)
六、老年透析患者并发症护理 .....	(130)
七、老年透析患者心理 .....	(133)
第二节 儿童血液透析技术及护理 .....	(134)
一、小儿患者透析指征 .....	(135)
二、小儿透析时护理 .....	(135)
三、小儿透析患者饮食护理 .....	(136)
四、小儿透析患者并发症及其护理 .....	(137)
五、小儿透析患者心理护理 .....	(138)
第三节 糖尿病血液透析患者的护理 .....	(138)
一、糖尿病血液透析患者透析指征 .....	(139)
二、糖尿病血液透析患者的护理 .....	(139)
三、糖尿病透析患者并发症的护理 .....	(140)
四、糖尿病透析患者的健康教育 .....	(142)
<b>第 10 章 常见并发症及处理 .....</b>	<b>(143)</b>
第一节 急性并发症 .....	(143)
一、透析低血压 .....	(143)
二、透析器反应 .....	(145)
三、肌肉痉挛 .....	(146)
四、恶心、呕吐 .....	(147)
五、透析相关高血压 .....	(147)
六、出血 .....	(148)
七、失衡综合征 .....	(149)
八、空气栓塞 .....	(150)
九、发热 .....	(151)
十、溶血 .....	(152)
十一、心律失常 .....	(153)
十二、心源性猝死 .....	(154)
十三、急性脑血管意外 .....	(155)
第二节 远期并发症 .....	(157)
一、肾性骨病 .....	(157)
二、皮肤瘙痒 .....	(160)
三、睡眠障碍 .....	(162)
四、感染 .....	(164)
五、心血管并发症 .....	(166)
<b>第 11 章 消毒隔离与医务人员自我防护 .....</b>	<b>(169)</b>

第一节 消毒隔离要求	(169)
一、血液透析机的清洁与消毒	(169)
二、透析消耗品使用消毒处理	(170)
三、空气和物体表面消毒	(170)
四、医疗污物及废物处理	(171)
五、感染控制检测	(171)
六、医务人员感染检测及防范	(173)
七、传染病报告	(173)
第二节 透析用水系统安全监测及管理	(173)
一、血液透析用水处理系统	(174)
二、水处理系统的运行与保养	(176)
三、透析用水的水质监控	(177)
四、水中污染物质的毒副作用及去除方法	(178)
五、严格控制透析用水微生物污染	(179)
六、透析用水内毒素超标的主要原因和对策	(179)
第三节 透析器和滤器复用	(179)
一、透析器复用的优缺点	(179)
二、透析器和滤器复用原则	(180)
三、复用透析器和滤器人员资格与培训	(180)
四、复用消毒程序	(180)
五、透析器或滤器复用用水要求	(182)
六、复用所致不良事件的相关临床表现	(182)
七、透析器和滤器复用的注意事项	(182)
第四节 医务人员自我防护	(182)
一、常见的职业伤害因素	(183)
二、安全防护	(184)
<b>第 12 章 血液透析患者的健康教育</b>	<b>(186)</b>
第一节 健康教育的意义	(186)
第二节 血液透析患者的营养管理	(186)
一、营养不良的原因	(187)
二、营养状况的评估	(187)
三、营养管理的护理干预	(188)
第三节 血液透析患者的运动疗法	(190)
一、运动疗法的意义	(190)
二、运动疗法的内容	(191)
三、运动处方的实施	(192)
第四节 血液透析治疗的心理护理	(194)
一、患者产生心理问题的原因	(194)
二、患者的心理疾病表现形式	(195)

三、心理护理措施 .....	(195)
第五节 血液透析患者的用药指导 .....	(197)
一、纠正贫血类药物 .....	(197)
二、磷结合剂 .....	(199)
三、活性维生素 D .....	(199)
四、纠酸药物 .....	(199)
五、降压药 .....	(200)
六、左旋肉碱 .....	(201)
七、复方 $\alpha$ -酮酸片 .....	(201)
第 13 章 中医学在血液透析中的应用 .....	(202)
第一节 失眠 .....	(202)
一、维持性血液透析患者发生睡眠障碍的原因 .....	(202)
二、中医护理 .....	(203)
第二节 头痛 .....	(205)
一、诊断标准 .....	(205)
二、透析性头痛的常见原因 .....	(205)
三、透析头痛的发病基础 .....	(206)
四、中医护理耳穴疗法 .....	(206)
第三节 瘙痒 .....	(206)
第 14 章 血液透析的未来展望 .....	(208)
一、血液透析设备不断更新 .....	(208)
二、透析形式多样化 .....	(209)
三、国外血液透析领域新进展 .....	(210)
四、我国血液透析的未来展望 .....	(212)
第 15 章 腹膜透析护理 .....	(215)
第一节 腹膜透析的适应证和禁忌证 .....	(215)
一、适应证 .....	(215)
二、禁忌证 .....	(216)
第二节 治疗模式的选择与指征 .....	(217)
一、腹膜透析治疗模式 .....	(217)
二、腹膜透析治疗模式的选择与指征 .....	(217)
第三节 腹膜透析患者的培训 .....	(218)
一、腹膜透析培训的要求 .....	(218)
二、腹膜透析护士的素质要求 .....	(219)
三、腹膜透析术前培训及护理 .....	(220)
四、术后早期护理及教育 .....	(220)
五、术后透析相关教育、培训与护理 .....	(221)
第四节 腹膜透析中心的设置与管理 .....	(231)
一、腹膜透析中心的设置 .....	(231)

二、腹膜透析中心的人员配备与管理 .....	(235)
三、腹膜透析中心的管理制度 .....	(236)
四、腹膜透析中心人员要求及职责 .....	(236)
五、腹膜透析护士的培训与管理 .....	(238)
六、腹膜透析患者的管理 .....	(239)
七、腹膜透析中心建立与评估 .....	(240)
八、腹膜透析中心质量管理 .....	(240)
九、病例管理 .....	(241)
第五节 腹膜透析患者生存率的测量 .....	(242)
第六节 腹膜透析标准操作流程 .....	(242)
一、出口处的护理流程 .....	(242)
二、腹膜平衡试验操作流程 .....	(243)
三、腹膜透析换液操作常规 .....	(243)
四、透析短管更换流程 .....	(245)
附录 A 血液透析室(中心)人员职责和培训 .....	(247)
附录 B 血液透析室(中心)的相关规章制度 .....	(252)
附录 C 血液净化有关名词术语英中文对照 .....	(256)
附录 D 血液透析的操作评分标准 .....	(259)
参考文献 .....	(265)

# 第1章

## 血液透析发展史

19世纪(1854年),苏格兰化学家 Thomas Graham 首先提出“透析”(dialysis)这个概念。Dia-具有通向对面意思,-lysis 具有分离的意思。Thomas Graham 利用牛的膀胱膜作为过滤溶质的膜。在以后漫长的时间里,科学家们遍寻可以作为半透膜使用的能够过滤水分和毒素、同时又不容易破坏的材料。1912年,美国 Johns Hopkins 医学院的 John Abel 及其同事第一次对活体动物进行弥散(diffusion)实验,之后的第二年,他们展示出用火棉胶(珂罗酊, colliding)制成的管状透析器,并命名为人工肾(artificial kidney)。将这个透析器放在生理盐水中,用水蛭素作为抗凝血药,对兔进行了 2h 的血液透析,取得了满意的效果,从而开创了血液透析事业。血液透析雏形发展至今已有一百年历史了,漫长的血液透析发展史,主要是透析膜和透析器的演变史。

### 一、人工肾

在美国医学院的 Abel 等实验成功的鼓舞下,美国和欧洲各国也相继开展了透析研究,尤其是在第一次世界大战之后,很多由战伤导致的急性肾衰竭患者需要进行透析治疗,更加促进了人工肾的研制步伐。Love(1920年)和 Necheles(1923年)等用腹膜加工制成透析膜,对切除双肾的犬进行了透析,可使其尿毒症症状得以改善。1925年,德国 Haas 利用火棉胶制成 1.2m 的火棉胶管,总面积为 1.5~2.1m<sup>2</sup>,用纯化水蛭素抗凝,先用犬做实验,取得成功。之后,他们于 1926 年给第 1 例年轻的尿症患者做透析治疗,虽然没有取得治疗效果,但因其人体上进行了首次实践,为今后透析研究的发展打下了良好的基础。

此外,当时的另一发明是用一种玻璃纸(赛璐玢,Cellophane)制成透析膜。1937年,Thalheimer 用玻璃纸作为透析膜,用生理盐水作为透析液,用肝素抗凝,对双肾切除的犬进行了 3~5h 的透析治疗,排除尿素 200~700mg,这次实验进一步推动了血液透析事业的发展。

20世纪30年代后期,荷兰学者 Kolff 研制完成了第一台转鼓式人工肾,具有划时代的意义。从 1943年3月至1944年7月,Kolff 共治疗了 15 例尿毒症,仅存活 1 例,该例是由药物引起的急性肾衰竭,做了 1 次透析后,其尿素氮下降,尿量增多。事后 Kolff 认为这例患者并不是通过透析挽救生命的,而是因为排除了磺胺结晶,解除了肾小管梗阻,才使肾功能恢复。1945年9月,Kolff 治疗了 1 例急性胆囊炎伴急性肾衰竭,患者昏迷,经透析 11.5 h 后,神志改善,1 周后开始利尿,患者康复出院,这是历史上第 1 例由人工肾成功救活的急性肾衰竭患者。

20世纪六七十年代出现“现代血液透析机”及其配套设备,主要包括 3 部分,即透析器、透析液和血液监测装置及水处理系统。从 20 世纪 80 年代开始,血液透析相关设备逐步向电子化、智能化方向发展,从而血液透析技术进入一个持续快速发展的新时期。

## 二、新抗凝血药

初期进行血液透析的最大障碍就是没有适当的抗凝血药。1884年, Haycraft 确定水蛭提取物有抗凝作用, 于是研究者们开始尝试以水蛭素作为血液透析的抗凝血药物, 但因其不良反应很大, 应用受到限制。1918年, Howell 等发现了肝素, 但因其制剂不纯, 故其临床使用仍然很难推广。直到20世纪30年代, 由于完成了肝素的提纯, 我们才开始以肝素作为现在血液透析的主要抗凝血药。近年来发现, 肝素也有缺点, 如出血、过敏、血小板减少、导致骨病和影响脂类代谢等。1985年, 低分子量肝素(LMWH)问世是透析领域的一件大事。LMWH平均分子量5000u, 具有良好的抗凝作用, 而出血倾向又较小。

尽管LMWH与普通肝素相比优点较多, 但因其临床监测指标不方便, 所以其用量多凭经验调整。若因LMWH用量过大导致出血而需使用鱼精蛋白对抗时, 会使后者的剂量无法确定。

以枸橼酸钠盐与血浆中钙离子置换而阻断凝血过程, 通常在动脉端输入枸橼酸钠, 同时在静脉端输入氯化钙, 调整两者比例达到预定的凝血效果。枸橼酸钠半衰期短, 代谢产物对人体无害, 局部抗凝作用肯定, 多应用于有活动出血的患者, 特别是用在重症伴有凝血障碍并实行持续性床旁血液透析滤过的患者。

1976年, 有研究者发现前列环腺素( $\text{PGI}_2$ )可刺激血小板膜上的环化酶, 使血小板内cAMP水平升高, 从而发挥抗血小板聚集和血栓形成的作用。1978年, Woods等首先在动物身上实验, 即不用肝素而单独使用 $\text{PGI}_2$ 进行血液透析并取得了成功。 $\text{PGI}_2$ 对内在凝血系统没有重要的影响, 不会引起出血或凝血, 可以安全替代肝素的抗凝作用。但 $\text{PGI}_2$ 可导致低血压和一些血管扩张的反应, 因而其应用也受到了一定限制。

## 三、血管通路

1942年, 荷兰学者Kolff发明了人工肾治疗急性肾衰竭。1949年, 瑞典学者Alwall进行了实验动物透析, 把兔的颈动脉和颈静脉用硅化玻璃管进行血管外分流, 血液分流量1L/h, 每隔4~6h注射1次肝素, 但1周后就发生凝血, 仍不能解决慢性透析血管通路问题。之后还有一些学者用髂静脉、下腔静脉等, 都未能建立永久性血管通路。几年后, 瑞典学者Nils Alwall试用玻璃套管进行血管外分流, 在两次透析之间用抗凝血药, 用来长期治疗慢性肾衰竭患者, 但也没有取得成功。直到1960年, 美国学者Scribner和Sinbner等提出了动、静脉外分流, 用两根聚四氟乙烯管(teflon)分别插入桡动脉和头静脉, 非透析时两个管子连接, 透析时分开, 分别连接体外循环的动、静脉管道。这是血液透析史上的突破性进展, 它标志着慢性透析成为现实。他们于1960年3月接收了第1位慢性透析患者, 并使用动、静脉外分流做维持性透析, 创造了依靠人工肾存活11~18年的记录, 但是外分流存在着出血、凝血和感染等缺点。1962年, Cimino和Brescia用手术方法建立了动、静脉内瘘, 这是透析史上的重要里程碑。此后, 不但开始了门诊慢性透析, 还建立了家庭透析, 并且患者可以自行穿刺。

由于有些透析患者没有可利用的自体血管, 所以需要采用移植血管, 包括同种异体血管(活体或尸体动脉或静脉)、异种血管(牛颈动脉)及人造血管(聚四氟乙烯管)等进行。

急性肾衰竭或慢性肾衰竭的内瘘形成之前, 需要使用临时性血管通路, 以前都是穿刺表浅静脉或直接穿刺动脉。由于存在种种缺点, 加之新的双腔中心静脉留置导管的出现, 目前基本



采用中心静脉留置导管作为临时性血管通路。20世纪80年代,通过皮下隧道留置带涤纶套的半永久性留置导管也被应用于临床,它可以留置6个月或更长的时间。

#### 四、透析液

1943年,Kolff提出使用含碳酸氢钠的透析液透析纠正患者酸中毒是合情合理的,但在使用过程中发现 $\text{HCO}_3^-$ 能与钙、镁产生沉淀而导致透析不能进行。1964年,发现透析液中醋酸盐可以替代碳酸氢盐,能有效防止透析液的沉淀。但随后又发现醋酸盐有很多缺点,使患者产生透析不耐受,因此人们又重新寻求使用碳酸氢钠作为缓冲剂。要想达到理想的纠酸效果,透析液中 $\text{HCO}_3^-$ 浓度应达到 $35\text{mmol/L}$ ,但此时往往透析液的 $\text{pH}>7.45$ ,因此又容易产生钙盐沉淀。为避免沉淀,常在透析液中加入 $5\text{mmol/L}$ 的醋酸盐以酸化透析液,结果成为含有醋酸的碳酸氢盐透析液。至20世纪80年代,碳酸氢盐透析逐渐增多,据估计已占到80%。但透析液中 $5\text{mmol/L}$ 的醋酸盐足以引起醋酸的不良反应,很多厂家向A液中添加一些制剂,以降低A液的 $\text{pH}$ 防止沉淀,从而可以达到真正的无醋酸的碳酸氢盐透析液。

透析液另一个变化是钠离子浓度,因为尿毒症多有钠水潴留,所以最初选择透析液钠浓度为 $132\text{mmol/L}$ ,实践中发现该浓度的钠盐容易导致患者在透析中发生低血压。到目前为止,学者们多认为比较满意的钠浓度为 $138\sim 140\text{mmol/L}$ 。近年来发现,长期透析患者继发性甲状旁腺功能亢进概率增加,导致血浆钙、磷乘积增高,使患者骨病和心血管并发症增多。标准透析液钙浓度为 $1.75\text{mmol/L}$ ,则可进一步加重钙的正平衡,而用钙浓度 $1.5\text{mmol/L}$ 有助于调节钙的净平衡,随之产生低钙( $1.25\text{mmol/L}$ )透析液适用于高钙血症的患者。

因为透析液与血液仅有一层半透膜相隔,溶质能够互相渗透,可以利用这一弥散原理排除体内有害物质,也可以有意导入体内一些有益物质。譬如,可以根据患者需要从透析液中补充氨基酸、葡萄糖等,从而改善患者的营养状态。透析患者存在氧化应激状态,维生素C是抗氧化剂,如果将维生素C加入透析液中,则在透析过程中维生素C可以通过透析膜进入血液,减轻氧化应激反应。

现在人们越来越追求无热原的透析液,因为内毒素从透析膜进入体内可以引起致热反应,启动细胞因子网络瀑布,产生氧自由基、炎性因子和微炎症反应,增加对EPO抵抗等一系列的机体异常反应。

为避免透析液中存在内毒素,必须注意两个环节,一是制备超纯化水;二是防治B液细菌生长。

1999年,Wmtten等提出血脂透析(HLD),它是在透析液中加入具有亲水和亲脂双重特性的脂质体,清除脂溶性与蛋白结合的毒素,并通过抗氧化剂减少自由基的产生,维持抗氧化防御状态。通过HLD可以清除促进释放反应性氧代谢物(ROS)的疏水物质;改变炎症细胞活化,排除炎性介质;维持维生素C的生理水平;使外源性抗氧化剂与膜表面释放的自由基反应,从而减少细胞和脂蛋白中内源性抗氧化剂的消耗。

#### 五、透析膜与透析器

透析器的发展历史实际是透析膜的发展历史,透析效率的提高和新透析模式的发展都离不开新透析膜的出现。1923年,德国学者Graham用火棉胶(colliding)曾作为透析膜,20世纪30年代出现了再生纤维素赛璐玢(cellophane),至今由纤维素已衍生出多种膜材料,如铜仿