

第2版

● 临床专科护理技术丛书 ●

实用血液净化护理

SHIYONG XUEYE JINGHUA

HÜLI

上海市护理学会 组编

主 编 林惠风
主 审 翁素贞 张伟明 丁小强
徐筱萍 叶志斌



上海科学技术出版社

临床专科护理技术丛书

实用血液净化护理

(第2版)

上海市护理学会组编

主 编 林惠凤

主 审 翁素贞 张伟明 丁小强
徐筱萍 叶志斌

上海科学技术出版社

图书在版编目(CIP)数据

实用血液净化护理 / 林惠凤主编. —2 版. —上海: 上海科学技术出版社, 2016. 1

ISBN 978-7-5478-2522-8

I. ①实… II. ①林… III. ①血液透析—护理 IV. ①R473

中国版本图书馆 CIP 数据核字(2015)第 012377 号

实用血液净化护理(第 2 版)

主编 林惠凤

上海世纪出版股份有限公司 出版
上海科学技术出版社

(上海钦州南路 71 号 邮政编码 200235)

上海世纪出版股份有限公司发行中心发行
200001 上海福建中路 193 号 www.ewen.co

常熟市华顺印刷有限公司印刷

开本 787×1092 1/16 印张 21.5

字数 500 千字

2005 年 10 月第 1 版

2016 年 1 月第 2 版 2016 年 1 月第 5 次印刷

ISBN 978-7-5478-2522-8/R·860

定价: 58.00 元

内容提要

本书是临床专科护理技术丛书之一,由上海市多家医院长期从事血液净化工作的护理专家及资深护理人员共同编写。

根据医学模式的转变和血液净化发展,结合护理相关的需求,本书在第一版的基础上进行了大幅修订。修订内容主要包括:血管通路规范维护、急性并发症的评估干预及处理流程、居家腹膜透析护理评估和培训、特殊血液净化护理操作技术和流程等。本书还介绍了血液净化最新护理技术和管理、慢性肾脏病患者的自我护理教育、透析室突发事件的处理流程、血液净化护理的概念和职能、血液净化护士的三级培养、血液透析感染的控制和护理管理、护理不良事件的防范等。

本书内容翔实、系统,可操作性强,对血液净化专业护士提升工作技能、提高护理质量、保障治疗安全、规范血液净化管理大有裨益。

作者名单

主 编

林惠凤

副主编

张晓萍 王咏梅 郁佩青 吴谷奋 陈 静
苏 红 吴霞珺 黄碧红

主 审

翁素贞 张伟明 丁小强 徐筱萍 叶志斌

编写者(以姓氏笔画为序)

王 颖 王 靖 王咏梅 朱国红 刘仕艳
池 琦 苏 红 李 敏 李荣英 李雅萍
杨泽彬 吴谷奋 吴霞珺 张 斌 张 慧
张咏梅 张晓萍 陈 静 陈 蕾 林惠凤
郁佩青 周 清 项 波 胡 琳 柯晓洁
袁 立 都亚净 倪 洁 徐雅萍 郭丽萍
高 健 唐 欢 黄晓敏 黄碧红 章海芬
鲁 慧

序

血液透析是器官替代治疗中最成功的范例,应用至今已有近70年,挽救了无数肾脏病患者的生命,也给无数肾脏病患者及其家庭带来了希望。我国血液透析开始于20世纪50年代,当时的上海第一医学院附属中山医院(现复旦大学附属中山医院)开展了我国第一例血液透析治疗急性肾衰竭患者,并于1973年研制成功第一台国产血液透析机,使长期血液透析治疗成为可能。1984年,在我国现代血液净化技术的主要奠基人之一——廖履坦教授的主持下,开展了国内第一例连续性肾脏替代疗法,使原先不能耐受常规血液透析治疗的危重肾衰竭患者可以得到及时有效的治疗,在危重病救治方面开启了先河。

《实用血液净化护理》是由上海市护理学会组编的“临床专科护理技术丛书”之一,是我国第一部血液净化领域的护理专著。本书自2005年出版以来受到国内同行的普遍欢迎和赞誉。这次经过精心修订的第二版,在保留了原来血液透析和腹膜透析护理等内容的基础上,结合近年血液净化护理专业的发展和需求,补充了血液净化护士的职能、透析护理的规范操作、透析急性并发症的评估和干预、血液净化护士的三级培养、患者教育以及自我护理等内容,使这本书能更好地指导临床护理实践,反映血液净化护理领域的最新进展。《实用血液净化护理》汇聚了上海市血液净化领域许多护理专家丰富、独到的经验,具有很强的指导性和可操作性,相信这本书对进一步提高我国血液净化护理技术水平会大有裨益。

主编和编者业务水平高,实践经验丰富,写作态度严谨,文字表达流畅,图表精美,相信一定会受到广大血液净化护理相关人员的喜爱!

复旦大学附属中山医院院长



2015年11月

前 言

血液净化技术不仅可清除血液中的有害物质,而且具有重要的器官功能支持作用和调节机体内环境稳定的作用。目前,血液净化技术的治疗对象已从肾脏病领域扩展到临床各科,治疗方法从最初的常规血液透析和腹膜透析发展为一系列的血液净化技术。作为血液净化技术实施的主要生力军,血液净化专业护士应能够全面掌握血液净化护理的专门知识和技能,提高治疗的规范性和安全性,掌握患者的生理及心理、社会、精神需求,提高患者的生存率及生活质量。血液净化护理技术已逐渐成为一门专业性很强的护理学科。

《实用血液净化护理》第一版自2005年问世以来,受到国内同行的普遍欢迎和赞誉,在很多单位,本书被用作辅导、培训血液净化专业护理人员的主要教材。这次精心修订的第二版,结合了近年国内外有关方面的进展及我国血液净化护理专科的规范化管理要求,增添了许多新的内容,如:血液净化的各项护理操作及流程;透析急性并发症的评估、干预及护理;患者的教育和自我管理;护理不良事件的防范;突发事件处理及流程;血液净化护理的概念、职能及特点;血液净化护士的规范化三级培养等。本书还汇聚了上海市各大医院长期从事血液净化的护理专家丰富、独到的经验,吸纳了国内外血液净化护理的先进理念和方法,因此,我们相信本书对从事血液净化的护理人员具有参考价值。

本书在编写过程中,邀请了护理专家及部分专业医生对护理操作流程进行了反复讨论、评估和推敲,体现了严谨的写作态度。感谢此书所有作者的通力合作和倾力支持!感谢王玲娣老师和程爽先生的指点和帮助。

本书编写得到了上海市护理学会翁素贞理事长的督促和指导,得到了上海交通大学医学院附属仁济医院张伟明教授,复旦大学附属华东医院叶志斌教授、傅辰生教授,复旦大学附属中山医院邹建洲教授的专业指点和帮助,同时还得到了肾脏病领域专家陈楠、梅长林、丁小强、倪兆慧、汪年松、陈晓农和鲍晓荣等教授的关心和爱护,在此表示衷心的感谢!

在本书的编写过程中,编者本着百花齐放、百家争鸣的理念,发表了一些新的观点,加之我们水平有限和时间紧迫,本书难免有不妥和不足之处,恳请各位读者批评指正。

编 者

2015年10月

目 录

第一章	血液透析技术及护理	1
第一节	血液透析概述 / 1	
第二节	血液透析护理操作及流程 / 11	
第三节	血液透析治疗中的监控及护理 / 23	
第四节	水处理系统技术及进展 / 30	
第五节	维持性血液透析患者的用药指导及护理 / 38	
第六节	血液透析相关血标本采集及流程 / 42	
第二章	血管通路技术及护理	45
第一节	临时性血管通路 / 45	
第二节	永久性血管通路(自体动静脉内瘘) / 54	
第三节	永久性血管通路(人造血管移植内瘘) / 65	
第四节	高位动静脉内瘘 / 69	
第三章	血液净化抗凝技术及护理	71
第一节	肝素抗凝 / 71	
第二节	小剂量肝素抗凝 / 74	
第三节	无抗凝剂透析 / 75	
第四节	低分子量肝素抗凝 / 77	
第五节	局部枸橼酸钠抗凝 / 80	
第六节	血液净化抗凝剂配制和使用流程 / 83	
第四章	血液透析并发症干预及护理	86
第一节	急性并发症 / 86	
第二节	远期并发症 / 115	
第五章	特殊血液净化技术及护理	123
第一节	血液滤过与血液透析滤过 / 123	



- 第二节 血浆置换 / 133
- 第三节 蛋白 A 免疫吸附 / 140
- 第四节 分子吸附再循环 / 146
- 第五节 连续性肾脏替代疗法 / 151
- 第六节 血液灌流 / 163
- 第七节 单纯超滤和序贯透析 / 168
- 第八节 高通量透析 / 171
- 第九节 体外血脂净化 / 173

第六章 特殊患者透析技术及护理

182

- 第一节 儿童患者腹膜透析 / 182
- 第二节 儿童患者血液透析 / 193
- 第三节 糖尿病患者血液透析 / 199
- 第四节 老年患者血液透析 / 202
- 第五节 妊娠合并血液透析 / 206
- 第六节 传染病患者血液透析 / 208
- 第七节 维持性血液透析患者临终护理 / 212

第七章 慢性肾脏病患者宣教和自我管理教育

219

- 第一节 慢性肾脏病自我管理概念 / 219
- 第二节 慢性肾脏病 1~3 期患者的宣教及自我管理 / 222
- 第三节 慢性肾脏病 4~5 期患者的宣教及自我管理 / 224
- 第四节 维持性透析患者的“康复”护理及进展 / 230
- 第五节 维持性血液透析患者的营养管理 / 237
- 第六节 居家腹膜透析患者的自我管理 / 247

第八章 血液净化护理管理及感染控制

251

- 第一节 血液净化中心(室)的感染控制 / 251
- 第二节 血液净化中心(室)的消毒隔离 / 253
- 第三节 透析器重复使用管理 / 256
- 第四节 血液净化中心(室)人员管理 / 259

第九章 血液净化护理的概念、特点、职能和培训

262

- 第一节 血液净化护理的概念、特点及血液净化护士的职能 / 262
- 第二节 血液净化专业护士的培养及管理 / 265

第十章 血液净化中心(室)的护理质量管理

274

- 第一节 护理质量改进及控制 / 274



- 第二节 血液净化护士职业安全防范 / 278
- 第三节 护理不良事件防范 / 280
- 第四节 防跌倒评估及干预 / 283
- 第五节 突发事件应急预案 / 286
- 第六节 护理病历书写及管理 / 293
- 第七节 库房管理技术 / 295

第十一章 腹膜透析技术及护理 297

- 第一节 腹膜透析护理技术 / 297
- 第二节 腹膜透析并发症干预及护理 / 304
- 第三节 居家腹膜透析的培训及管理 / 306
- 第四节 居家腹膜透析生活指南 / 309

附 录 314

- 附录一 血液净化护理相关名词术语中英对照 / 314
- 附录二 肾脏病患者饮食对照表 / 319

参考文献 324



血液透析技术及护理

第一节 血液透析概述

一、血液透析发展史

19世纪苏格兰化学家 Thomas Graham 首先提出“透析”(dialysis)这个概念。1912年美国 Johns Hopkins 医学院 John Abel 及其同事第一次对活体动物进行弥散试验,次年展示出他们用火棉胶制成的管状透析器并命名为人工肾。20世纪30年代后期荷兰学者 Kolff 首先研制成转鼓式人工肾,试用于治疗急性肾衰竭的患者,这是历史上首例经人工肾成功救活肾衰竭患者的案例。在第二次世界大战期间,加拿大学者成功研制成第一台蟠管型人工肾。1960年挪威 Kiil 在3块聚丙烯之间放4层赛璐酚膜,研制成平板型透析器,从而促使人工肾得以发展和普及。1967年 Lipps 把醋酸纤维拉成直径200 μm 的空心纤维,把8000~10000根纤维装在一个硬壳内,这就是空心纤维透析器。它体积小,具有清除率高、除水能力强的优点。至今,透析器已有200多种类型,明显提高了血液透析的效果。

1960年美国 Quinion、Dillard、Sinbner 等提出动静脉外分流术,解决了血液透析患者的血管通路问题。1964年,醋酸盐透析液诞生,透析液的沉淀问题得以解决;同年又发明了浓缩透析液的配比稀释系统、血液与透析液的监视系统,使人工肾日臻完善。随着电子技术的发展,各种监控系统均用电脑控制,从而达到简单、安全、可靠和准确。

我国的人工肾工作起步晚,20世纪60年代曾一度中断,70年代后期发展较快,研制出 TX-23、TX-24 透析机及 LX-1 血液滤过机,使我国的血液净化事业得到发展。80年代中空纤维透析器进入我国,使我国在透析器生产上得到迅速发展。目前我国已生产出多种膜材料的透析器,如血仿膜、聚砜膜透析器和滤过器,同时还生产了血浆分离器,标志着我国的透析器生产达到新的水平。20世纪80年代以来我国各医院都引进反渗透水处理系统,使透析用水达到国际透析标准。目前,我国已自行研制出良好的反渗透系统,使水质达到国外的透析用水标准,为我国透析技术的发展提供了良好的国产设备。透析技术和设备的不断发展和完善也促进了血液净化方法的发展。目前,我国许多医疗单位不仅开展维持性透析,还开展了血液透析滤过、血液滤过、血液灌流、血浆置换、免疫吸附、持续性肾脏替代治疗、人工肝等血液净化技术,这说明了我国的血液净化水平已迈进国际先进行列。

二、血液透析原理

透析是一种溶质通过半透膜与另一种溶质进行交换的过程。所谓半透膜是一张布满许多小孔的薄膜,因膜的孔隙大小控制在一定范围内,使得膜两侧溶液中的水分子和小分子的溶质

可通过膜孔进行交换,但大分子溶质(如蛋白质)则不能通过。根据 Gibbs-Donnan 膜平衡原理,半透膜两侧液体各自所含溶质浓度的梯度差及其他溶质所形成的不同渗透浓度可使溶质从浓度高的一侧通过半透膜向浓度低的一侧移动(弥散作用),而水分子则从渗透浓度低的一侧向浓度高的一侧渗透(渗透作用),最终达到动态平衡。当血液被引入透析器时,其代谢产物如尿素、肌酐、肌酐、小分子物质、过多的电解质便可通过透析膜弥散到透析液中,而透析液中的碳酸氢根、葡萄糖、电解质等机体所需物质被补充到血液中,从而达到清除体内代谢废物及纠正水、电解质紊乱和酸碱失衡的目的。

(一) 弥散 任何溶质总是从浓度高的部位向浓度低的部位流动,这种依靠浓度梯度差进行的转运称为弥散。这是清除溶质的主要机制。影响弥散的因素包括溶液浓度梯度、溶质的分子量、半透膜的阻力、透析时血液和透析液的流速等。

1. 溶质浓度梯度 弥散是分子的随机运动。分子不停地撞击透析膜,撞击的频率与分子的浓度有关,当分子撞击到膜上有足够大小的膜孔时,该分子便从膜的一侧流向另一侧。例如,某一溶质在血液中的浓度为 100 mmol/L,而透析液中的浓度仅 1.0 mmol/L,则血液中溶质撞击膜的频率显然高于透析液中该溶质撞击膜的频率,于是此溶质便从血液中弥散至透析液中。浓度梯度差越大,跨膜运转的量也越大。

2. 溶质的分子量 溶质运动速度与其分子量和体积大小成反比,分子量越大,运动速度越慢。因此,小分子量溶质运动速度快,撞击膜的次数大于大分子溶质,跨膜弥散的速率也高。分子量大的溶质运动速度慢,与膜撞击的机会少,即使与膜孔大小相宜,该溶质也很难或完全不能通过半透膜。

3. 膜的阻力 膜的面积、厚度、结构、孔径大小和电荷等决定膜的阻力。膜两侧滞留液体层降低膜两侧有效浓度梯度,影响溶质的弥散。这种液体层厚度受透析液和血液流速的影响,也受透析器设计的影响。

4. 透析液和血液流速 增加血液与透析液的流速可最大限度地保持溶质浓度梯度差,降低滞留液体层厚度,减少膜的阻力。一般情况下,当透析液的流速为血液流速的两倍时,最有利于溶质的清除。血液透析时血流与透析液逆向流动,这样浓度梯度最大;若血流与透析液同向流动,其清除率将减少 10%。

(二) 超滤 液体在压力梯度作用下通过半透膜的运动称为超滤,也就是对流。这是溶质经半透膜转运的第二种机制。超滤的驱动力取决于透析膜两侧的静水压和渗透压所形成的梯度。在静水压或渗透压强迫水通过半透膜时,小分子溶质以与原溶液相同的浓度随水一起通过半透膜而被清除,大分子溶质保持不变。反映溶质在超滤时可被滤过膜清除的指标是筛选系数,它是超滤液中某溶质的浓度除以其血中浓度得到的数值。因此,利用超滤清除溶质的效果主要由两个因素决定,即超滤率和膜对溶质的筛选系数。影响超滤的因素有:

1. 膜的特性 膜的性质、温度、湿度;消毒可使膜孔皱缩。
2. 血液成分 血浆蛋白浓度、血细胞比容及血液黏滞度。
3. 液体动力学 膜表面的切变力或速度梯度。
4. 温度 血液透析或血液滤过时的温度(在临床允许范围内)与超滤率呈直线关系。

(三) 水分清除 血液透析或血液滤过治疗间隙滞留于体内的水分需在透析时被清除。透析时水分转运和清除的动力来源于透析膜两侧的渗透压梯度和静水压梯度。影响水分清除的因素有:

1. 跨膜压 跨膜压(TMP),即膜两侧的压力差,包括透析器内血液侧的正压和透析液侧

的负压之和。透析器血液侧的压力为正压,约 50~100 mmHg,如血流量很大或血流有阻塞时,压力可高达 250 mmHg;透析液侧压力常为负压。跨膜压 ≥ 500 mmHg 时可出现破膜。

2. 透析器的超滤系数 超滤系数(KFU)可定义为每小时在每毫米汞柱的跨膜压力下,液体通过透析膜的毫升数。KFU 是衡量透析膜对水的通透性能的一个指标。透析器上标明的超滤系数是实验数值,而体内数值往往低于实验数值 5%~30%。此外,血浆蛋白浓度和血细胞比容均可影响超滤,透析器部分凝血也影响超滤量。

三、血液透析的适应证及禁忌证

血液透析是一种安全有效的治疗技术,利用弥散、超滤和对流原理清除血液中有毒物质和过多水分,是常用的肾脏替代疗法之一,也可用于治疗药物或毒物中毒等。

患者是否需要血液透析治疗应由有资质的肾脏专科医师决定。肾脏专科医师负责筛选患者、确定治疗方案等。

(一) 适应证

(1) 终末期肾脏病

透析指征:非糖尿病肾病肾小球滤过率(eGFR) < 10 ml/(min $\cdot 1.73$ m 2);糖尿病肾病 eGFR < 15 ml/(min $\cdot 1.73$ m 2)。当有下列情况时,可酌情提前开始透析治疗:严重并发症,经药物治疗等不能有效控制者,如血容量过多(包括急性心力衰竭、顽固性高血压)、高钾血症、代谢性酸中毒、高磷血症、贫血,以及体重明显下降和营养状态恶化(尤其是伴有恶心、呕吐)等。

(2) 急性肾损伤。

(3) 药物或毒物中毒。

(4) 严重水、电解质和酸碱平衡紊乱。

(5) 其他:如严重高热、低体温等。

(二) 禁忌证 无绝对禁忌证,但下列情况应慎用。

(1) 颅内出血或颅内压增高。

(2) 药物难以纠正的严重休克。

(3) 严重心肌病伴有难治性心力衰竭。

(4) 活动性出血。

(5) 精神障碍不能配合血液透析治疗。

四、血液透析设备

(一) 透析器 透析器由透析膜及其支撑结构组成,用来代替肾脏功能。透析膜是透析器的主要部分,它将血液和透析液分开。透析时,血液和透析液在膜的两侧反向流动,水和溶质则通过半透膜孔进行交换。透析器的性能决定透析治疗的效果,是制订血液透析治疗方案的一个重要参考因素。

1. 透析器的类型 透析器的特性是由设计特性和工作特性两部分组成的。设计特性包括透析器的构型、血室及透析液室的预充量、膜的类型及生物相容性;工作特性包括不同溶质和水的转运率。根据透析器分类标准不同,有以下几种分类。

(1) 根据构型,透析器分为管型、平板型和空心纤维型。目前最常用的透析器为空心纤维型。空心纤维型透析器是由数以千计的薄壁空心纤维构成,纤维内径 200 μ m,壁厚 10 μ m 左右,空心纤维紧紧地捆扎成束,固定在透析器两端坚硬的聚氨酯柱状罐体中。血液在空心纤维

内流过,透析液在纤维外面以相反方向流动。

(2) 根据膜材料,透析器分为4类。① 再生纤维素膜透析器:包括铜仿膜和铜氨纤维透析器。纤维素表面有游离羟基,可与血液成分反应,生物相容性差。② 醋酸纤维素膜透析器:纤维素在形成膜之前被乙酰化,改善了生物相容性及膜的性能。③ 替代纤维素膜透析器:血仿膜是一种替代的铜仿膜,因其表面游离羟基被第三级氨化合物覆盖,有较好的生物相容性。④ 合成纤维膜透析器:包括聚丙烯腈(PAN)、聚甲基丙烯酸甲酯(PMMA)、聚砜、聚碳酸酯、聚乙烯乙醇和聚酰胺。它们有较高的转运系数和超滤系数,生物相容性好。

(3) 根据超滤系数,透析器分2类。超滤系数 $<15 \text{ ml}/(\text{h} \cdot \text{mmHg})$ 称低通量透析器;超滤系数 $>40 \text{ ml}/(\text{h} \cdot \text{mmHg})$ 称高通量透析器;也有报道将低通、高通之间称为中通。高通量透析器对中分子量物质有相当高的清除率,且能清除大分子量的 β_2 微球蛋白和其他大分子物质。

2. 透析器的选择 透析器的选择是决定血液透析方案的一个基本因素。选择透析器主要考虑以下几个方面。

(1) 膜材料:目前常用的透析器膜材料有聚丙烯腈、醋酸纤维素、聚砜和聚醚砜。但要注意:① 纤维素膜和合成膜有高通量和低通量之分。② 不应把所有纤维素膜都认为是同样的,同样也不应把所有合成膜都看作是相同的。③ 各种纤维素膜之间或各种合成膜之间生物相容性可以不同。

(2) 透析膜的生物相容性:透析膜作为一种异物物质,可导致患者产生一系列反应。包括两个方面的内容:一是血-膜反应,血浆蛋白和血细胞被激活,激活产物介导产生一系列的临床和亚临床表现;二是透析器消毒中应用的化学物质,如环氧乙烷,对人体直接产生毒性作用。

广义上讲,透析膜的生物相容性是指建立体外循环对患者直接引起的一系列反应,其中血-膜反应是决定生物相容性的最重要方面。另外,膜的形式和通透程度可促使或预防热原反应,透析液的温度、成分和抗凝剂种类直接影响患者的血流动力学和膜介导反应的严重程度,交换率和交换方法(弥散和对流)也影响患者的血流动力学稳定。狭义上讲,生物相容性指血液和透析膜间的相互作用。若无反应或反应轻微,患者可耐受,此膜材料称生物相容。若反应严重,影响患者的健康或对患者有害时,则称生物不相容。

关于生物相容性对慢性透析患者的临床重要性,目前意见不一。除非极少数患者用纤维素膜透析器有严重反应或反复凝血,否则生物相容性不应影响透析器的选择。

(3) 清除率:清除率是透析器最重要的特性,是决定透析方案的主要因素。不同透析膜的尿素清除率见表1-1。但不同透析器的清除率范围有明显的重叠,可根据需要选择。近年来,以维生素 B_{12} 为代表的中分子物质清除率不再被认为是重要的,但清除 β_2 微球蛋白的重要性越来越受到人们的关注。

表1-1 常用透析膜的尿素清除率

透 析 膜	尿素清除率范围(ml/min)
铜仿膜	50~196
血仿膜	82~194
铜氨膜	106~194

(续表)

透 析 膜	尿素清除率范围(ml/min)
醋酸纤维素膜	128~194
PAN膜	148~188
聚砜膜	150~192
聚乙烯乙烯膜	172~177
PMMA膜	169~194

(4) 透析器的超滤系数: 透析器的超滤系数(UFR)[ml/(h·mmHg)]决定透析器通量高低。高通量透析器可提高大分子溶质的清除,可改善由于大分子物质清除不足引起的并发症。

(5) 透析器的面积、血室容积: 透析器的表面积与透析器的清除率和超滤系数有关。然而透析器的表面积大小与尿素清除率并不总是成正比。表面积大的透析器尿素清除率比表面积虽小但膜孔较多的透析器要低。透析器的血室容积为30~160 ml,但血室容积仅是总体外循环的一部分,总的体外循环血量通常为160~270 ml,所以透析器血室大小不是选择透析器的主要考虑因素。

(6) 透析器使用的注意点: ① 使用透析器前阅读说明书,了解操作方法及注意事项。② 透析器使用前时要进行预冲处理(详见第一章第二节)。预冲过程分为透析器膜内、膜外和跨膜预冲。如怀疑过敏者增加冲洗量和弥散时间。如反应严重,换用其他透析器。③ 首次诱导透析的患者,选用面积小、低效率的透析器,防止发生失衡反应。④ 高血压患者难以用药物控制、透析间期体重增加较多、心血管系统稳定性好的患者可选用高通量的透析器。⑤ 小儿透析患者根据年龄和体重选用相应的透析器。⑥ 对于有出血倾向的透析患者,可以减少肝素的用量或采用无肝素透析。

(二) 透析液

1. 透析液供给系统 现代透析液供给装置可分成2类:一类是单机独立供液系统,透析液配比在每台血液透析机内;另一类是多机共享的集中供液系统,透析液配比系统与透析机分离,并为多台透析机共享。

(1) 单机独立供液系统: 单机独立供液系统是指透析液的混合过程是在每台机器内完成,每台机器都有透析液的配比系统。同时可以通过改变浓缩液的成分,改变配制比例来控制透析液中的离子浓度,有利于实现个体化透析处方。每台机器各有配比系统,当有故障时不影响整个透析室的正常运转。

(2) 中心供液系统: 中心供液是指透析液配比系统与透析机分离,由中心供液系统供给多台透析机使用,可减少机器成本、节省工作及工作人员的劳力。但由于透析液成分固定,无法进行个体化透析;如果中心供液系统发生故障,会导致所有透析都不能进行。

2. 透析液的配比 透析液是由透析液配制装置将浓缩的透析液与透析用水按一定的比例混合而成。不同厂家生产的透析机对透析液比例的要求也不同。透析机一般为2个浓缩泵,分别是酸性浓缩泵和碳酸氢盐浓缩泵。将反渗水与含有钾、钠、氯、钙、镁等离子的酸性浓缩液混合,使pH在2.7以下,再与碳酸氢钠浓缩液混合,使pH在7.4左右。由于碳酸氢钠浓缩液不稳定,易分解成水和二氧化碳,故应在透析前临时配制,存放的容器应密闭,避免加

热。新型透析机采用碳酸氢钠粉剂溶解装置,由机器直接将粉剂溶解稀释到所需浓度,但碳酸氢钠粉剂必须是精制、易溶解的。

不同类型的机器,浓缩液的配方不同,是按不同的比例进行配比的。比例泵的转速决定浓缩液的抽吸量,因此透析液的浓度是由浓缩泵的转速来调节的。现代血液透析机大多有钠离子调节系统,可根据临床需要调节浓缩泵的转速来改变透析液钠浓度,达到个体化透析的目的。有两种调节方法:手工与自动调节。手工调节即在透析的任何时候调节;自动调节则在透析前将钠离子的浓度、改变的方式和时间设置好,在透析中自动调节。值得注意的是,当比例泵失灵时,不要随意调节透析液的浓度;维修后应先进行透析液的生化测试,然后才能进行透析。

3. 透析液的成分 血液透析过程中,血液隔着透析膜与透析液中的溶质进行交换,达到清除代谢产物并纠正水、电解质和酸碱平衡紊乱的目的。血液与透析液之间溶质的移动,除与透析膜的特性及结构有关外,还与透析液的成分及浓度有关。为了达到透析效果,维持机体内环境的稳定,透析液应具备下列条件:①能充分清除体内的代谢废物,如尿素、肌酐、尿酸和其他有毒物质。②维持机体电解质和酸碱平衡,如钾、钠、钙、镁、氯、碳酸盐。③保留机体所需要的物质,如葡萄糖、氨基酸等。④维持一定的渗透压,与血浆浓度相等。⑤透析液温度高于人体温度 $1\sim 2^{\circ}\text{C}$ 。⑥使用和配制方便,各种成分之间不产生化学反应,不产生沉淀。

血液透析常用透析液的成分和浓度见表1-2。透析液中各种成分的浓度不是一成不变的,要根据透析过程中患者的血浆电解质水平及临床表现做相应调整。目前提倡透析“个体化”,其中透析液的变化就是一种实现个体化的方法。

表1-2 常用透析液(碳酸氢盐透析液)的成分和浓度

成 分	溶 度
Na^+	135~145 mmol/L
K^+	0~4.0 mmol/L
Ca^{++}	1.25~1.75 mmol/L
Mg^{++}	0.5~1.0 mmol/L
Cl^-	100~124 mmol/L
Ac^-	0~4 mmol/L
HCO_3^-	30~38 mmol/L
葡萄糖	0~2.5 g/L
pH	7.3~7.5
Pco_2	40~100 mmHg

(1) 钠: 人体内的钠主要存在于细胞外液,它对维持血浆渗透压和血容量起重要作用。透析液中钠离子浓度是决定透析液渗透压的主要因素,对透析患者心血管系统稳定性起重要作用。常用透析液的钠离子浓度为135~145 mmol/L。根据患者病情,可采用低钠(钠离子浓度 <130 mmol/L)或高钠(钠离子浓度 >145 mmol/L)透析液。

1) 低钠透析: 为纠正透析患者的高血压,使透析液中的钠浓度低于血浆钠,使钠弥散丢失。但低钠透析是非生理性的,负钠平衡可使细胞外液脱水,而细胞内液含水过多,导致严重

的副作用。

2) 高钠透析:可减少失衡综合征的发生。心血管系统不稳定者、老年或儿童患者对高钠透析比低钠透析有更大的耐受性。使用高钠透析可减少透析间期低血压、肌痉挛的发生,但也带来一定的不利影响,如发生明显的口渴、体重增加过多等。近年来,使用可调钠透析,可避免持续性高钠透析导致的口渴、高血压等问题。

3) 可调钠透析:透析开始至结束,透析液钠浓度呈现从高到低或从低到高的动态变化,保持透析中血钠的高水平,有利于细胞内水分向细胞外转移,维持血容量稳定。可调钠透析明显减少肌痉挛、低血压、失衡综合征的发生,更有利于稳定心血管功能。

(2) 钾:血液透析在维持终末期肾衰竭患者血清钾浓度中起重要作用。通常透析液钾离子浓度为 $0\sim 4\text{ mmol/L}$ 。标准透析完成后,血钾会产生“反跳”,透析后 $4\sim 5$ 小时,血清钾浓度较透析结束时增高 30% ,这是因为细胞内钾继续向细胞外转移而重建细胞内外钾浓度梯度的缘故。所以,临床上不应该根据透析后即刻测量的血钾浓度来决定患者体内的钾含量。细胞内外钾的转移受许多因素的影响,调节这些因素可改变透析中钾的清除率。这些因素包括血浆氢离子浓度、血浆张力、血糖和胰岛素浓度等。透析时血清钾浓度的改变对血流动力学有重要的影响:一是低钾对血管平滑肌细胞膜上的钠-钾泵的影响,增加骨骼肌、皮肤和冠状血管床的阻力,以及提高血管床对内源性加压素的敏感性从而引起血压升高;二是低钾可加强高钙引起的心肌收缩作用。

(3) 钙:透析液中的钙浓度对维持透析患者体内钙的动态平衡起重要的作用。一般透析液中的钙离子浓度为 $1.25\sim 1.75\text{ mmol/L}$ 。钙离子对神经、肌肉的兴奋传导具有生理学活性作用,体内缺钙会引起手足抽搐和骨营养不良。维持性血液透析患者均有低血钙和甲状旁腺功能亢进的问题,为解决该问题就得提高透析液中钙离子浓度,口服碳酸钙和维生素 D_3 ,往往导致透析患者钙磷乘积增高。对有高磷血症者,临床上应用含钙结合剂来控制高磷血症。这些治疗的不良反应是发生高钙血症。一些专家建议应至少具备两种不同的钙浓度透析液供选择。

1) 患者服用碳酸钙作为磷结合剂,应使用中等偏低钙浓度(钙浓度为 $1.25\sim 1.5\text{ mmol/L}$)的透析液,并对甲状旁腺素(PTH)进行仔细观察,或者开始时使用中等钙浓度(钙浓度为 $1.65\sim 1.75\text{ mmol/L}$)的透析液,如发生高钙血症则将透析液中的钙降至 $1.25\sim 1.35\text{ mmol/L}$ 。

2) 患者不服用磷结合剂或用不含钙的磷结合剂,应采用钙浓度偏高的透析液(钙浓度为 $1.65\sim 1.75\text{ mmol/L}$),或者用钙浓度为 $1.25\sim 1.35\text{ mmol/L}$ 的透析液并口服钙。

据报道,目前临床采用大剂量的含钙结合剂和大剂量罗钙全与低钙透析液的综合措施来控制高血磷,以纠正继发性甲状旁腺功能亢进,同时避免高钙血症。

(4) 镁:正常血镁浓度为 $0.8\sim 1.2\text{ mmol/L}$ 。肾衰竭患者血镁浓度增高,但一般不超过 $1.5\sim 1.75\text{ mmol/L}$ 。用含镁药物时可引起明显血镁升高。高镁血症可抑制甲状旁腺分泌。透析液镁浓度一般为 $0.5\sim 0.75\text{ mmol/L}$ 。

(5) 氯:氯离子是透析液主要阴离子之一。透析液氯离子浓度与细胞外液相似,一般为 $100\sim 115\text{ mmol/L}$ 。

(6) 葡萄糖:透析液葡萄糖浓度有两种:含糖和无糖。初始血液透析时,透析液中加入葡萄糖主要是为了提高透析液的渗透压,增加超滤,在一定程度上避免低血压、神经功能紊乱和血浆渗透压改变,避免低血糖发生。但含糖透析液容易被细菌污染,有利于细菌生长。由于容