

血液净化与临床护理

主编 李运梅 赵立民 莫国华



科学出版社

血液净化与临床护理

主 编 李运梅 赵立民 莫国华

科 学 出 版 社

北 京

内 容 简 介

本书分9章,详细阐述了血液净化概论、血液净化血管通路及护理、血液净化抗凝技术及护理、常用血液净化操作流程及护理、血液净化运行中的护理、血液透析质量管理、特殊患者的血液透析及护理、血液透析相关紧急情况的应急处理、腹膜透析及护理等。

本书以国家《血液净化标准操作规程》为蓝本,紧密结合血液净化的临床护理实践,内容的层次性、实用性、指导性均强,且通俗易懂,便于掌握,适宜从事透析的专科护士、护理院校的学生、透析患者及家属阅读。

图书在版编目(CIP)数据

血液净化与临床护理 / 李运梅, 赵立民, 莫国华主编, —北京: 科学出版社, 2015.10

ISBN 978-7-03-045939-8

I. 血… II. ①李… ②赵… ③莫… III. ①血液透析-诊疗 ②血液透析-护理 IV. ①R459.5 ②R473

中国版本图书馆CIP数据核字(2015)第234182号

责任编辑: 杨小玲 / 责任校对: 张怡君

责任印制: 肖 兴 / 封面设计: 陈 敬

科学出版社出版

北京东黄城根北街16号

邮政编码: 100717

<http://www.sciencep.com>

新科印刷有限公司 印刷

科学出版社发行 各地新华书店经销

*

2015年10月第一版 开本: 787×1092 1/16

2015年10月第一次印刷 印张: 8 1/2

字数: 200 000

定价: 36.00元

(如有印装质量问题, 我社负责调换)

《血液净化与临床护理》编写人员名单

主 编 李运梅 赵立民 莫国华

主 审 尹友生

副主编 李家莲 胡志恒 陈运香

编 者 (以姓氏笔画为序)

文玉先 王美莲 韦 红 全丽霞

李小芒 李运梅 李家莲 陈运香

陈荣姣 胡志恒 赵立民 徐 立

莫国华 黄远东

前 言

肾脏疾病往往因治疗效果不佳，最终发展为慢性肾功能衰竭。而终末期慢性肾功能衰竭患者的主要治疗措施就是肾脏替代治疗，即血液净化。不同方式的血液净化方法、原理、操作流程及透析中的各种透析指标都会影响终末期慢性肾功能衰竭患者的透析效果，影响患者近期和远期并发症的发生，导致患者生活质量下降。我们透析工作者的职责和任务就是改善患者的透析效果，减少或延缓并发症的发生，提高患者的生活质量。

随着血液净化技术的飞速发展，血液净化所面临的问题也开始增多，特别是血液净化护理的专业性问题。如何提高护理水平或护理质量是非常重要的。由于血液净化技术的理论性较强，而临床护理人员的时间和精力有限，本着从临床实际出发，我们将多年的临床经验进行系统的总结、归纳后与大家分享，为临床护理事业的发展尽自己的绵薄之力。

本书以国家《血液净化标准操作规程》为蓝本，以实用性、指导性为目的，以临床护理实践为主线，对透析的基本理论、概念、工作方法及临床护理思维方式等进行了阐述，为了护理工作的方便，按照临床护理工作的步骤把基础知识进行了合理的整理。

本书共分 9 章，通过血液净化及临床护理的介绍，让学生掌握血液净化的基本理论知识和操作技能，不仅为临床输送实用型的护理人才，且可缩短血液净化临床护理人才的培养时间。同时，本书适合透析护士、透析患者及家属阅读，具有一定的实践指导性，可提高透析患者的自我护理能力。本书的作者都是临床一线的护理工作者，在编写过程中，特别邀请了有着丰富的肾脏疾病治疗经验的肾内科主任尹友生教授为我们指导、把关，在此表示衷心感谢！同时，由于时间和能力的限制，书中难免存在不足，也恳请广大读者和同行予以指正。

编 者

2015 年 8 月

目 录

第一章 血液净化概论	1
第一节 血液净化原理	1
第二节 透析设备	4
第二章 血液净化血管通路及护理	10
第一节 动静脉穿刺建立临时血管通路的方法及护理	10
第二节 中心静脉留置导管通路及护理	11
第三节 永久性血管通路自体动静脉内瘘的建立及护理	12
第四节 永久性血管通路人工移植血管内瘘的建立及护理	15
第三章 血液净化抗凝技术及护理	19
第一节 常规肝素抗凝技术及护理	19
第二节 小剂量肝素和局部肝素抗凝技术及护理	21
第三节 低分子肝素抗凝技术及护理	22
第四节 无抗凝药物透析技术及护理	23
第五节 其他抗凝技术及护理	24
第四章 常用血液净化操作流程及护理	27
第一节 血液透析	27
第二节 血液滤过及透析滤过	31
第三节 连续性肾脏替代治疗	34
第四节 血浆置换	37
第五节 血液灌流	40
第六节 其他的血液净化技术	42
第五章 血液净化运行中的护理	46
第一节 透析前护理	46
第二节 透析中的护理	48
第三节 透析后的护理	56
第六章 血液透析质量管理	70
第一节 血液净化中心的设立及人员管理	70
第二节 透析治疗质量监控	71
第三节 透析患者的管理	79
第七章 特殊患者的血液透析技术及护理	83
第一节 小儿血液透析技术及护理	83
第二节 老年患者的血液透析技术及护理	87
第三节 糖尿病肾病血液透析技术及护理	92

第八章 血液透析相关紧急情况的应急处理	96
第一节 透析材料突发事件的应急处理	96
第二节 血液透析中发生紧急情况的处理	97
第九章 腹膜透析及护理	111
第一节 腹膜透析的基本结构	111
第二节 腹膜透析原理	112
第三节 腹膜透析的适应证和禁忌证	115
第四节 腹膜透析的护理	116
第五节 腹膜透析患者的居家指导	120
附录 常见食物成分表	123

第一章 血液净化概论

血液净化技术是利用天然或人工半透膜,通过体外循环技术清除血液内代谢产物、内源性抗体、过量的药物或毒物等,以维持体液、电解质或酸碱平衡的一种治疗技术。近年来随着工程技术的进步,血液净化技术日趋成为现代医学不可缺少的一种治疗手段,尤其是连续性血液净化技术的成熟和发展,使其应用领域远远超出肾脏疾病,成为危重症医学中重要的脏器支持和救治措施。

血液净化发展简史:1854年,苏格兰化学家 Thoma Graham 首次提出了“透析”(dialysis)的概念,“dia-”具有通向双面的意思,“-lysis”即分离的意思。他第一次提出晶体物质通过半透膜弥散并开创了渗透学说,被称为现代透析之父。1913年,美国约翰·霍普金斯医学院的 John Abel 及其同事用火棉胶制成管状透析器,并命名为人工肾脏(artificial kidney)。抗凝治疗中使用了水蛭素,对兔子进行了2小时的血液透析,从而开创了血液透析事业。1926年德国的 Georg Haa 首次对一位年轻的尿毒症患者进行了血液透析,虽然没有取得治疗效果,但为今后透析研究的发展打下了良好的基础。20世纪30年代后期,荷兰著名学者 Willem Kolff 研制完成了第一台转鼓式人工肾,具有划时代的意义。1944年,荷兰的 Kolff 首次成功地将透析应用于肾衰患者的抢救治疗。1960年美国学者 Scribner 和 Sinbner 发明了用于反复透析的血管通路,提出了动静脉外分流,用两根聚四氟乙烯管分别插入桡动脉和头静脉,这是血液透析史上的突破性进展。1962年, Cimino 和 Brescia 用手术方法建立了更为永久的血管通路——动静脉内瘘,这是透析史上重要的里程碑。此后,透析技术逐步完善,从20世纪80年代开始,血液净化相关设备逐步向电子化、智能化进展,透析膜相容性的改进,透析液的不完善,抗凝技术等方面研究的进展,从而血液净化技术进入一个持续快速发展的时期,广泛地应用于肾脏病领域,并在医学各领域均发挥着重要作用。

第一节 血液净化原理

将患者的血液引出身体外并通过一种净化装置去除其中某些致病物质,净化血液,达到治疗疾病的目的,这个过程即为血液净化。其目的是清除血液中的有害物质。现代血液净化疗法主要包括:血液透析(hemodialysis, HD)、血液滤过(hemofiltration, HF)、血液透析滤过(hemodiafiltration, HDF)、血液灌流(hemoperfusion, HP)、血浆置换(plasma exchange, PE)、免疫吸附(immunoabsorption, IA)、连续性血液净化(CRRT)。不同的净化模式其对溶质清除的原理不同,主要有:弥散(diffusion)、对流(convection)、吸附(adsorption)和渗透(osmosis)。不同物质被清除的方式也不同,小分子物质弥散效果好,中分子物质则以对流及吸附效果好。临床上应根据不同的临床需要,甚至在病情的不同阶段,选择恰当的治疗模式。

一、血液透析的原理

血液透析(hemodialysis, HD)主要是依靠半透膜的作用,利用弥散、超滤(ultrafiltration, UF)的原理清除血液中有毒物质和过多水分,从而达到治疗的目的。血液透析是最常用的肾脏替代治疗方法之一,也可用于治疗药物或毒物中毒等。

(一) 弥散

1. 弥散 指溶液中的分子以弥散的方式通过半透膜的过程。半透膜是一种具有微孔的膜,能够允许直径比其微孔小的溶质分子通过,而直径大于膜孔的物质挡于膜的一侧。血液透析中溶质转运的基础是弥散作用。半透膜上含有小孔使得较小的或所有的溶质都可以通过弥散的方式移动。弥散是各种物资的分子或颗粒都呈无规律的热运动。根据膜平衡原理,半透膜两侧液体各自所含溶质浓度的梯度差及其所形成的不同渗透浓度,可使尿毒症患者血液中的水及小分子物质如电解质、尿素、肌酐等含氮的废物从浓度高的一侧通过半透膜向浓度低的一侧透析液中移动(弥散作用),而透析液中的碱基、钙离子等向血液中弥散。同时利用超滤压和渗透压两种压力清除水分。

影响弥散清除的因素有:溶质的浓度梯度、溶质相对分子质量、透析膜的物理特性、血流量和透析液流量等。

(1)溶质的浓度梯度:弥散是分子的随机运动。尿毒症患者血液中的尿素、肌酐、胍类、尿酸、钾离子等很高,而在透析液中不含上述溶质,因而在透析膜的两侧形成了浓度梯度,溶质顺着由膜两边浓度差形成的电化学梯度而运动,上述溶质通过半透膜向透析液侧弥散。溶质的清除与该溶质在血液侧与透析液侧的浓度梯度差成正比。

(2)溶质的相对分子质量的影响:每一种溶质因为分子体积和分子量的不同而各自具有不同的溶质转运量,溶质的分子量越大,其通过半透膜的转运速率越低。转运速率与分子量成负相关。如分子量为100道尔顿的溶质的弥散率是分子量为200道尔顿的弥散率2倍。高速率运动的分子与膜壁碰撞频率高,其通过半透膜的转运速率越高。大分子物质运动较慢,与膜壁的碰撞频率低,通过半透膜孔的速率也慢,故清除率低。另外溶质的分子量与其大小密切相关。若溶质分子的体积接近或超过膜孔大小,溶质仅能部分或完全不能通过半透膜。小分子物质,如尿素、肌酐可很容易地通过半透膜,而较大的分子,如 β_2 -微球蛋白或白蛋白弥散很慢或没有弥散,体积更大的大分子更是被小孔阻挡。

(3)透析膜的物理特性:弥散清除量与膜的阻力成反比。膜的阻力是溶质弥散速度的决定因素,取决于透析膜的面积、厚度、结构、弥散系数、膜孔径大小和膜所带的电荷等。如果透析膜很厚、膜孔数量少、膜孔径小,膜对溶质跨膜转运的阻力就很高;而减少膜厚度可增加溶质的弥散率。而膜的结构对各种分子量的溶质均有明显的影响,如纤维素膜的孔道弯曲,彼此间有交通支、阻力大,分子量相同的小分子物质弥散量也较合成膜低;合成膜壁薄,孔道直,无交通支,阻力小。透析膜的表面积越大,对小分子物质弥散清除率越高。膜的亲水性与疏水性可将蛋白质吸附于膜上,从而影响溶质的转运。

(4)血液和透析液的流量:血液流速影响溶质的清除效率。当血流量增加时,单位时

间内有更多的溶质与膜接触，溶质的清除增加。当血液流速 $<200\text{ml}/\text{min}$ 时，其尿素清除率与血流量呈线形关系；当血液流速 $>300\text{ml}/\text{min}$ 时，两者线形关系消失，逐渐达至平台。一般而言，血液流量的设定应为自身体重的4倍较妥，透析液流速为血液流速的2倍，最有利于溶质的清除。

此外，透析液温度、血液黏稠度等均能影响弥散清除量。

(二) 渗透与超滤

1. 渗透 渗透是指依靠膜两侧的渗透压差，使水分从渗透压低的一侧向渗透压高的一侧做跨膜运动。血液透析主要通过水压梯度超滤脱水，而渗透脱水作用很小。

2. 超滤 超滤是血液透析清除体内过多水分的主要途径。即水在压力差的作用下做跨膜运动，这一压力称为跨膜压(transmembrane pressure, TMP)。跨膜压为超滤的动力，超滤水量与跨膜压成正比。现代的血液透析机均采用容量控制系统进行超滤，不需要根据脱水去计算TMP，但需了解TMP对水超滤的作用。

二、血液滤过及透析滤过的基本原理

(一) 血液滤过

血液滤过(hemofiltration, HF)是模仿正常人肾小球滤过和肾小管重吸收原理，以对流方式清除尿毒症毒素和过多的水分。对流即通过透析膜两侧的压力梯度，液体从压力高的一侧通过半透膜向压力低的一侧移动，液体中的溶质也随之通过半透膜，这种方法即为对流。血液滤过是通过这种方式清除毒物的。对流具有溶质跨膜移动较弥散快，对中、大分子溶质清除较好，不受溶质浓度梯度差的影响。影响对流的因素有：膜的物理性质、消毒剂、血液成分、液体动力学、温度等。

在对流的过程中，透析膜起着筛网的作用，随着膜两侧压力差的增高，大、中分子物质的对流清除率显著提高。不同种类的膜、不同溶质的筛选系数不同。对流清除量与筛选系数呈正比。半透膜的结构、溶质分子和蛋白质含量也是其筛选系数的影响因素。血浆蛋白浓度、血细胞比容以及血液黏滞度影响超滤率。HF具有对中分子物质的清除率高、对血流动力影响小等优点。

(二) 血液透析滤过

血液透析滤过(hemodiafiltration, HDF)的溶质转运是通过弥散清除小分子物质，又通过对流清除中分子物质两种方式。HDF的总清除率不是弥散与对流的简单相加，而是相互影响。

三、血液灌流的基本原理

血液灌流(hemoperfusion, HP)是把患者的血液引出体外，让溶解于血中的毒性物质被

吸附到灌流器中的活性炭上，从而除去血液中内源性和外源性毒物，达到清除血液中有毒物质的效果，为临床抢救药物、毒物中毒开辟了新的途径。最常用的吸附材料是活性炭和树脂。

1. 活性炭 是一种广谱吸附剂，能吸附多种化合物，对肌酐、尿酸和巴比妥类药物具有良好的吸附性能。具有吸附速度快，吸附容量高的特点。但活性炭与血液直接接触会引起红细胞、白细胞和血小板的破坏，同时易脱落炭微粒引起微血管血栓的危险，故其临床应用受到了限制。20世纪70年代初，张明瑞率先用白蛋白火棉胶包裹活性炭制成的微胶囊做HP，防止了炭微粒的脱落，而包裹后的活性炭吸附性能并无明显改变，此后才使活性炭血液灌流在临床上广泛应用。

2. 树脂 树脂是具有网状立体结构的高分子聚合物。临床上应用较多的是吸附树脂。吸附树脂分为极性吸附树脂和非极性吸附树脂。非极性吸附树脂易于吸附脂溶性物质，而极性吸附树脂容易吸附极性大且溶于水的物质。根据需要，通过改善合成技术条件，制备出不同孔径尺寸和不同表面积的吸附树脂。

四、血浆置换的基本原理

血浆置换(plasma exchange, PE)是一种用来清除血液中大分子物质的血液净化疗法。其基本原理是通过血浆分离装置，利用体外循环的方法将血浆分离并滤出，去除致病血浆或选择性地去除血浆中的某些致病因子，然后将血液的有形成分、净化后血浆及所需补充的置换液输回体内。

血浆置换包括单重血浆置换、双重血浆置换。单重血浆置换是通过血浆分离器分离并丢弃体内含有高浓度致病因子的血浆，同时补充同等体积的新鲜冰冻血浆或新鲜冰冻血浆加少量白蛋白溶液。双重血浆置换是使经血浆分离器分离出来的血浆再通过膜孔径更小的血浆过滤器，将患者血浆中分子量大于白蛋白致病因子除去，如免疫球蛋白、免疫复合物、脂蛋白等。将含有大量白蛋白的血浆加上补充液(白蛋白或电解质溶液)输回人体的治疗方法。

第二节 透析设备

一、血液透析机

血液透析机实现肾脏功能替代，是通过把体外循环路径与患者的循环系统相连来完成的。血液透析机分为血液监护报警系统和透析液供给系统两部分。血液监护报警系统包括血泵、肝素泵、动静脉压监测和空气监测等；透析液供给系统包括温度控制系统、配液系统、除气系统、电导率监测系统、超滤监测和漏血监测等部分组成。其工作原理是：透析用浓缩液和透析用水经过透析液供给系统配制成合格的透析液，通过血液透析器，与血液监护报警系统引出的病人血液进行溶质弥散、渗透和超滤作用；作用后的病人血液通过血液监护报警系统返回病人体内，同时透析用后的液体作为废液由透析液供给系统排出。

二、水处理

水处理系统包括加压泵、前级过滤器、砂滤器、活性炭过滤器、树脂软化器、二级过滤器、反渗透机和输水管路。

1. 加压泵 原水在到达反渗透机之前，水压会有一定程度的下降，为了保证反渗透机的进水压力和进水量，使其能够正常的工作，需要在水处理系统的进水处安装加压泵以保证进水压力达到系统工作压力。

2. 前级过滤器、砂滤器 砂过滤器内含有数层固定的致密砂粒，自来水首先通过砂过滤器，可以阻挡原水中的不溶性和悬浮颗粒，其中的中、大分子悬浮颗粒被清除，保护下游的活性炭过滤器、树脂软化器、二级过滤器、反渗透机等设备。

3. 活性炭过滤器 活性炭的微孔结构可吸附水中的可溶性有机物、活性氯和氯胺、致热源、色素等。活性炭罐每周定时反向冲洗一次，过期应及时更换。

4. 树脂软化器 树脂软化器主要包括控制器、交换树脂和盐箱组成。当硬水流过交换树脂表面时，水中的钙、镁离子被树脂大量吸附，达到清除水中高浓度的钙、镁离子等二价阳离子的目的，从而使水得以软化。树脂软化器的容量选择要结合原水水质和产水量的要求，保证治疗当中的持续软化。当树脂吸附钙、镁离子至饱和后，应采用过饱和含钠离子盐水冲洗树脂，使树脂再生。再生盐桶中要有充足的再生盐，最好在盐水中可见固体盐，在饱和盐水的前提下保证树脂软化器的再生效果。控制器自动控制软化和再生过程。交换树脂须每次用后或至少每周再生一次，每年更换一次。

5. 反渗透器 反渗透装置是水处理系统的核心部位，由反渗透膜和加压泵组成。根据反渗透原理设计而成。反渗透膜可以阻挡分子量大于 300 道尔顿的溶解性无机物、有机物、细菌、内毒素病毒和颗粒，可以排斥 90%~95% 的双价离子和 95%~99% 的单价离子。加压泵将纯水压过反渗透膜，反渗透膜应保持湿润，每周清洗并消毒一次，可根据需要每 1~2 年更新一次。

三、透析液

透析液的基本成分与人体内环境成分相似，主要有钠、钾、钙、和镁四种阳离子，氯和碱基两种阴离子，部分透析液含有葡萄糖。透析液成分：钠，135~145mmol/L；钾，0~4mmol/L；钙，1.25~1.75mmol/L；镁，0.5~0.75mmol/L；氯，100~112mmol/L；醋酸根，2~4mmol/L；碳酸氢根，30~40mmol/L；葡萄糖，5.5~11mmol/L；pH，7.1~7.3mmol/L；渗透压[mOsm/(H₂O·kg)]，285~295mmol/L。

1. 钠 是人体细胞外液的主要阳离子，透析液钠离子浓度决定了透析患者血清钠浓度及渗透压。若透析液的钠含量低于血浆钠浓度，由于膜内外钠浓度的差异，有利于体内血浆中钠向透析液转移。低钠透析时有口渴减轻、控制体重增加的优点。但是透析液钠过低，细胞外液钠弥散清除后，使血浆晶体渗透压快速下降，细胞外低渗导致细胞外液向细胞内转移，细胞水肿、细胞外液进一步减少，发生一系列神经肌肉及血流动力学不稳定，低血压、肌肉痉挛、头痛、恶心、呕吐、乏力及眩晕并发症，故不宜将透析液钠降得太低。提

高透析液钠浓度可维持血流动力学稳定,还可改善患者透析时耐受性,头痛、痉挛、恶心、呕吐的发生减少。但高钠透析不利于钠的弥散清除,有使患者口渴加重及透析间期体重增长过多的缺点。为此透析中心有时可利用现有透析机的可调钠装置,适当使用钠梯度透析达到体内钠平衡又使患者易于耐受。即开始钠浓度 $>145\text{mmol/L}$,透析过程中逐渐下降至等张水平,透析结束时透析液中钠浓度为 $135\sim 140\text{mmol/L}$,可减少尿素清除引起的渗透压差,避免产生透析低血压和失衡综合征,又可预防透析期间的口渴、饮水过多、高血压、心衰等。所以目前倾向,透析液钠浓度宜根据病人实际情况而定,在整个透析过程中的不同时间,调整钠浓度以适合病人的需要。

2. 钾 钾是细胞内液中主要的阳离子。肾功能衰竭患者常因种种原因可存在着高钾血症或钾清除障碍。高钾血症是肾功能衰竭的危险并发症,可导致心脏传导阻滞,直接危及生命。

因此往往需要透析液的钾浓度低于血钾,目前国内大多数透析单位所用透析液钾浓度为 $0\sim 4\text{mmol/L}$,一般为 2mmol/L 。但应根据具体病情调节钾浓度,维持体内钾平衡。若有明显严重的高血钾更应降低透析液钾浓度;相反少数病员血钾持续偏低,原则上也应提高透析液钾浓度,因此透析液中理想的钾浓度应根据患者饮食中增入钾的多少,透析的频率、时间,透析前测得血钾水平决定。维持性血透患者的血钾水平,应定期检测,对于有异常者,及时给予纠正。

3. 钙 钙离子对神经-肌肉的兴奋传导具有生物学活性,体内缺钙会引起手足抽搐、骨营养不良。透析液钙浓度对维持透析患者钙的动态平衡,避免因钙代谢紊乱而致骨病、迁移性钙化、心血管并发症都十分重要。慢性肾衰接受透析的患者体内钙呈负平衡,低血钙又易促发继发性甲旁亢,因此为了纠正低钙血症,血透早期一般采用相对高的钙浓度如 $1.65\sim 1.75\text{mmol/L}$ 的透析液。20世纪80年代,由于广泛使用碳酸钙来对抗高血磷,又普遍使用活性维生素D来抑制PTH治疗继发性甲旁亢,此时若仍采用相对高钙的透析液,必然导致高血钙及 $\text{Ca}\times\text{P}$ 乘积过高,而引起迁移性钙化,中小动脉的钙化,不仅导致肢体供血不足坏死,而且引起冠心病与心肌梗死,因此在这种情况下必须用相对低钙的透析液(如 1.25mmol/L)。因此透析液钙的浓度应结合血钙浓度、甲状旁腺素(PTH)水平、活性维生素D应用等情况而决定。血钙高,血磷高, $\text{Ca}\times\text{P}$ 高,服用碳酸钙等含钙的磷结合剂或应用大剂量活性维生素D冲击时,应使用相对低的钙浓度(如 1.25mmol/L 左右)。血钙、血磷偏低, $\text{Ca}\times\text{P}$ 不高,不服用含钙的磷结合剂,PTH轻度增高,不用大剂量活性维生素D时,可使用正常或相对高的钙浓度($1.50\sim 1.75\text{mmol/L}$),并应根据血钙水平加以调整。

4. 镁 是一种细胞内离子,主要存在于骨组织中。正常血镁浓度为 $0.8\sim 1.2\text{mmol/L}$,镁的浓度与细胞、骨代谢及神经生理有关。正常情况下镁主要从肾脏排泄,肾功能衰竭时肾排出减少,血镁升高。高镁血症是肾性骨病和软组织钙化的原因之一,当血镁超过 3mmol/L 时可引起神经系统症状,如深腱反射消失。因此较常用的透析液镁浓度稍低于正常($0.5\sim 0.75\text{mmol/L}$)。透析液镁的重要性,在临床透析中的研究较少,其作用尚待进一步评估。

5. 氯 氯离子是透析液中主要的阴离子之一,透析液氯浓度与细胞外液浓度相似,为 $100\sim 105\text{mmol/L}$ 。调整钠浓度时,氯的浓度也随之变化,由于氯离子过高不利于纠正代谢性酸中毒,并引起透析后暂时性高氯性酸中毒。因此,为避免此并发症,宜适当限制透析

液氯化钠的用量。

6. 葡萄糖 早年透析液中加入葡萄糖主要是为提高渗透压以利于水分从血液中超滤,现由于透析机性能的改进,可通过调整跨膜压来达到超滤,因此无糖透析液为人们所重视。含糖透析液容易生长细菌,并对糖尿病患者不利。透析中患者发生高血糖,刺激胰岛素分泌,透析后易产生低血糖,并且长期高血糖可导致酯类代谢紊乱。但也有研究认为少量的糖可避免低血糖反应,有助于纠正失衡综合征,更好地进行三羧酸循环,达到酸碱平衡,尤其在急性透析或儿童患者中,维持葡萄糖的生理水平十分重要,因此透析液中可加少量葡萄糖,较常用的是1~2g/L。

7. 碱基 是透析维持体内酸碱平衡和纠正代谢性酸中毒的主要药物。透析液所用的碳酸氢盐的浓度多数为:30~40mmol/L。早年使用醋酸盐,但由于明显的不耐受现象如低血压、恶心、呕吐、疲乏、头痛等,已被碳酸氢盐而替代。为维持透析液的化学稳定性,防止镁钙沉淀,常在透析液中加入少量醋酸盐(2~4mmol/L),因此并不是绝对无醋酸盐的透析,有时这些小剂量醋酸盐对少部分患者会造成一些并发症。包括对炎症细胞因子的释放、钙磷代谢的影响,及血管耐受性的变化等,因此人们尚期待着无醋酸盐的透析液的改进与推广应用。

四、透 析 器

透析器由外部支撑结构和内部透析膜组成。透析膜为半透膜,将透析器分为血室和透析液室两部分,膜制成空心纤维或多层平板状,使两室交界面积增大。透析时,血液和透析液在膜的两侧反方向流动,溶质和水通过膜进行交换。

透析的质量很大程度上取决于透析器的性能。根据不同构型、超滤系数和膜材料而分类。历史上先后出现过的透析器基本上可分为三类:平板型、蟠管型和空心纤维型。前两种已淘汰,目前临床使用最多的是空心纤维型透析器。空心纤维透析器由5000~15000根空心纤维构成,纤维内径200~300 μm ,壁厚5~30 μm ,空心纤维捆扎成束,放入成形的透析器外壳内,外壳与透析膜之间采用聚氨酯进行密封。能耐受500mmHg的跨膜压。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。

决定透析器性能最重要的部件是透析膜。对透析膜材料要求包括无毒、生物相容性好、表面光滑、防凝性能好,具有良好的通透性、化学稳定性好。

(一)透析膜的分类

1. 纤维素膜 包括铜仿膜、铜氨膜、再生纤维素膜、皂化纤维素膜等。生物相容性不及其他类型,超滤系数小,但价格便宜。

2. 替代纤维膜 亦称醋酸纤维膜,纤维素多聚体表面含有大量游离羟基团,这些基团与醋酸根结合,便成为醋酸纤维膜、双醋酸纤维膜、三醋酸纤维膜。纤维素在形成膜之前被乙酰化,生物相容性有所提高。

3. 合成纤维素膜 血仿膜是合成改良型纤维膜,在膜的制作过程中,向液化的纤维素中加入一种合成的3位氨基化合物,改变了膜表面,具有较好的生物相容性,但超滤系数不及合成膜。

4. 合成高分子聚合膜 包括聚丙烯腈膜(PAN)、聚甲基丙烯酸甲酯膜(PMMA)、乙烯基乙烯醛共聚膜(EVAL)、聚砜膜(PS)、聚酰胺膜(PA)它们的通透性比一般高分子膜高2~3倍,能清除分子量大于20000道尔顿的物质,除水性却保持在允许范围内,生物相容性好。

(二)透析器的主要技术指标

透析器的主要技术指标:清除率、超滤率、血区预充量、透析膜耐受力、残留血量。

1. 清除率 是指穿过血液透析器或血液滤过器的纯溶质。临床上通常采用清除率来衡量透析器对溶质的清除能力。常用小分子物质如尿素,肌酐;中分子物质如维生素 B₁₂, β₂-微球蛋白作为评价透析器清除率的指标。与透析膜材料、面积、厚度及工艺有关。现有透析膜的清除率已达到较好的性能,尿素清除率为 82~266ml/min,肌酐清除率 88~185ml/min,维生素 B₁₂清除率 20~136ml/min,几乎不清除β₂-微球蛋白。高通量透析器尿素清除率 185~192ml/min,肌酐清除率 172~180ml/min,维生素 B₁₂清除率 118~135ml/min,β₂-微球蛋白透析后下降率为 40%~60%。

2. 超滤率 表示某一特定透析器总的超滤能力,它是指在 1mmHg 的跨膜压力下,每小时通过膜超滤的液体毫升数,它反映透析膜对水的清除能力,单位为 ml/(h·mmHg)。低通量透析器超滤系数为 4.2~8.0ml/(h·mmHg)。高通量透析器超滤系数为 20~55ml/(h·mmHg)。超滤率与膜孔大小、孔的分布、孔的形态、膜的厚度等因素有关。

3. 预充血量 透析器的预充血量与透析器面积成正比,一般为 50~120ml,太少会影响透析效率,太多会增加体外血液循环量,容易产生低血压。

4. 耐受压力 新透析器耐受压力应不低于 66.7kPa。

5. 残留血量 残留血量增加对患者造成损失,应尽量避免。透析结束时残留在透析器的血量应不大于 1ml。

(三)透析膜的生物相容性

透析膜的生物相容性包括许多方面,它的概念还没有明确的定义,补体激活的能力曾被作为判断透析膜生物相容性的主要标准,有人认为生物相容性好的膜是“最低程度的引起接触透析膜的病人发生炎症反应的膜”,也有人认为应是“对补体无激活能力的表面”。理想的透析膜应是完全生物相容性膜,血/膜接触不引起反应。

生物相容性是判定透析膜的主要指标。目前临床上判断相容性的主要指标是检查透析 15 分钟后白细胞、血小板计数、血氧分压、补体 C3a、C5a 水平的变化。

(四)其他

透析器功能的综合判定还有其他的一些指标,如顺应性、血流阻力、破膜率、抗凝率等。

(五)理想透析器的条件

(1)小分子、中分子尿毒症毒素的高清除率。

(2)生命溶质(如氨基酸、低分子蛋白)的丢失很少。

- (3) 足够的超滤范围。
- (4) 超滤率很低时反超很少。
- (5) 血室容量低。
- (6) 透析器的物质结构无毒、无凝血特性。
- (7) 冲洗特性好。
- (8) 可靠性高。
- (9) 费用低。

(六) 透析器的选择

应该个体化。

- (1) 首次透析患者或有失衡表现的患者，选择面积小、低通量透析器。
- (2) 高血压患者难以药物控制，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。
- (3) 小儿透析患者根据年龄体重选用相应的透析器。
- (4) 血液透析滤过患者，选择高通量滤器。
- (5) 对合成膜有过敏的患者，选择纤维素膜。
- (6) 新的透析器使用时要进行预冲处理，一般用 500~1000ml 生理盐水或肝素生理盐水冲洗血室，如怀疑过敏者增加冲洗量至 2000ml，并上机循环 10~20 分钟。如果反应严重，应换用其他膜材料的透析器。

参 考 文 献

- 关广聚，时一民. 2003. 临床血液净化学. 山东：山东科学技术出版社，52~78.
 孙世澜，姚国乾. 2008. 血液净化理论与实践. 北京：人民军医出版社，3~30，185~186.

练 习 题

一、选择题

1. 一般而言血流量应设为自身体重的()较好，有利于溶质的清除。
 A. 1 倍 B. 2 倍 C. 3 倍 D. 4 倍 E. 5 倍
2. 透析液流速为血液流速的()，最有利于溶质的清除。
 A. 1 倍 B. 2 倍 C. 3 倍 D. 4 倍 E. 5 倍
3. 活性炭滤器应()定时反向冲洗一次。
 A. 每日 B. 每周 C. 每 2 周 D. 每 3 周 E. 每月
4. 血液透析是利用()原理，清除血液中有毒物质。
 A. 弥散 B. 超滤 C. 吸附 D. 对流 E. 吸附与弥散

二、问答题

1. 电导度报警的原因及处理？
2. 静脉压高报警的常见原因及处理？

(陈荣姣)

第二章 血液净化血管通路及护理

血液透析是慢性肾功能衰竭患者进行肾脏替代治疗的主要手段，建立一条有效的血管通路是血液透析顺利进行的前提，有人将血管通路称为尿毒症患者的生命线。血液透析护士是血管通路的使用者，需掌握正确的方法解决通路的问题，维护血管通路的功能。

第一节 动静脉穿刺建立临时血管通路的方法及护理

直接动静脉穿刺操作简便，血流量大，可以立即使用，适用于各年龄组，常用穿刺部位有桡动脉、足背动脉、肱动脉。其缺点为透析中和透析后并发症较多，如早期的血肿和大出血；后期的假性动脉瘤；透析中活动受限，透析后止血困难；反复穿刺易导致血管损伤，与周围组织粘连。对于慢性肾功能不全的患者，会影响其永久性血管通路——动静脉内瘘的建立，因此临床的使用受到严格控制。

一、穿刺技术

(1) 穿刺前先评估患者，包括神志、皮肤黏膜有无出血、需穿刺的部位有无瘢痕、动脉搏动强弱、患者的合作性及对疼痛的耐受性。

(2) 必要时可先局部用少量 0.5%利多卡因皮下注射进行局部麻醉，减少疼痛和血管收缩。

(3) 让患者取舒适体位，做好穿刺肢体的固定，以免透析中患者体位不适影响血流量。

(4) 充分暴露血管，摸清血管走向。先行静脉穿刺，常规消毒，扎止血带，回抽回血通畅后松开止血带，固定针翼，缓慢静脉推注首剂量肝素；然后行动脉穿刺，无需扎止血带，触摸到动脉搏动最明显处，确定进针点，常规消毒后先进针于皮下，摸到明显搏动后沿血管壁进入血管，见有冲击力回血和搏动后固定针翼。

二、护理指导

(1) 反复穿刺容易引起血肿，所以穿刺时尽量做到“一针见血”。

(2) 刚开始透析时血流量欠佳，大多是血管痉挛所致。只要穿刺到位，血流量会逐渐改善。如仍不足，可另穿刺一条浅表动脉或静脉，用无过滤器的输液管连接穿刺针，另一端接泵前侧动脉侧管，形成两条引血通道的闭式循环通路，保证血流量。

(3) 透析过程中加强巡视，穿刺肢体严格制动，发现针体移位致血肿或渗血应及时处理。

(4) 透析结束时注意压迫，防止血肿和出血。穿刺点应该用纱球压迫，再用弹力绷带包扎，观察无出血及肿胀，2~4 小时可解开弹力绷带，6~8 小时可解开纱球。

(5) 告知患者，注意观察局部穿刺点有无出血、血肿，如有出血及肿胀，需重新包扎