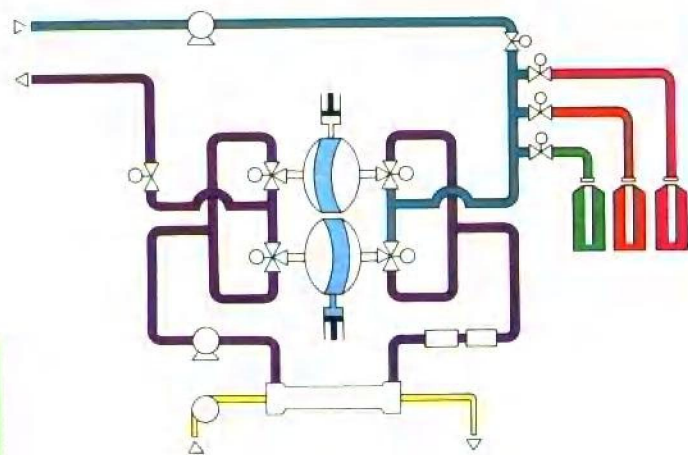


临床血液 透析指南

刘丽敏 杨晓梅 曹风华 编著

黑龙江科学技术出版社



临床血液透析指南

刘丽敏 杨晓梅 曹凤华 编著

黑龙江科学技术出版社

中国·哈尔滨

责任编辑 常虹
封面设计 张秉顺

临床血液透析指南

LINCHUANG XUEYE TOUXI ZHINAN

刘丽敏 杨晓梅 曹凤华 编著

出版 黑龙江科学技术出版社
(150001 哈尔滨市南岗区建设街 41 号)
电话(0451)3642106 传真 3642143(发行部)

印刷 哈尔滨市哈平印刷厂

发行 全国新华书店

开本 787×1092 1/32

印张 5.625

字数 113 000

版次 1997 年 11 月第 2 版·1997 年 11 月第 2 次印刷

印数 2 001—5 000

书号 ISBN 7-5388-3140-9/R·621

定价 8.00 元

前 言

在各种肾替代性治疗方法中,发展最早和应用最广泛的是血液透析。虽然用于临床的时间不过 30 多年的历史,其发展却非常迅速。从新型的透析机、透析器、水处理设备的问世到各种血管通路的创立、透析液的改进以及由血透技术衍生出来的各种血液净化技术,均在这短短的几十年内发展起来了。

血液透析是急、慢性肾衰可靠的治疗方法,用这种方法挽救了成千上万病人的生命。目前全世界估计有 50 多万终末期肾病(ESRD)病人靠透析疗法维持生命,而且病人存活的时间越来越长,生存质量有了很大提高。

我国以血液透析作为 ESRD 病人的维持性治疗起步虽然较晚,但近 10 年来发展亦很迅速,而且透析技术和病人存活率已接近发达国家水平。但维持性血透病人的生活质量同发达国家尚有一定距离,还需要从事血液净化的医务工作者不懈努力,不断总结经验,推动我国血液透析技术的进一步发展。

本书立足于临床实用,深入浅出,使广大临床医生读后易懂,便于应用。对血液透析原理、设备、新技术、适应症以及并发症的处理等进行了详细的论述。并且对血透病人本身有指导作用。本书是根据作者多年的临床经验,参考国内外的最新资料编写而成。但由于作者水平有限,书中难免有不少遗漏和不妥之处,敬希读者不吝赐教。

本书在编写过程中,得到了王守仁教授的大力支持和指导,孙丽红、王瑾、肖淑丽、裴淑娇、王秀芬等同志协助整理资料,特此一并致谢。

编著者

1996—03 于哈尔滨医科大学附属第一医院

目 录

第一章 血液透析原理和设备	(1)
一、血液透析基本原理	(1)
二、血液透析机	(3)
三、透析器	(10)
四、透析器及血液回路的复用	(12)
五、水处理设备	(19)
六、透析液	(31)
第二章 血管通道	(41)
一、血管通道的选择	(42)
二、暂时性血管通道	(43)
三、动静脉外瘘	(48)
四、动静脉内瘘	(49)
五、永久性血液通路的新方法	(55)
第三章 血液透析的抗凝疗法	(57)
一、抗凝剂分类	(57)
二、肝素	(58)
三、低分子肝素	(61)
四、枸橼酸抗凝	(65)
五、前列腺素	(66)
六、甲磺酸胍已苯酯	(66)
七、无肝素透析	(67)
第四章 维持性血液透析病人的准备	(69)
一、血液透析前的治疗	(69)
二、血液透析病人的选择	(71)

三、血液透析指征·····	(72)
四、透析前的检查·····	(73)
五、诱导透析·····	(75)
第五章 透析治疗的时间和频度 ·····	(77)
一、影响透析时间和频度的因素·····	(77)
二、充分透析的标准·····	(79)
三、透析不充分的原因·····	(84)
第六章 血液透析的操作方法及监护 ·····	(87)
一、血液透析的操作方法·····	(87)
二、血液透析中的监护·····	(89)
第七章 血液透析中的并发症及处理 ·····	(95)
一、血液透析中技术事故及处理·····	(95)
二、血液透析中急性并发症及处理·····	(101)
第八章 超滤和序贯透析 ·····	(116)
一、概论·····	(116)
二、超滤原理·····	(116)
三、单纯超滤与序贯透析的方法·····	(119)
四、临床应用·····	(120)
第九章 高一低钠序贯透析 ·····	(122)
一、高钠透析的目的·····	(122)
二、高-低钠序贯透析疗法·····	(123)
三、高-低钠序贯透析的应用·····	(124)
第十章 单针透析 ·····	(126)
一、单针透析设备·····	(126)
二、单针透析的临床特点·····	(126)
三、单针透析临床应用·····	(129)

第十一章 短时血液净化疗法	(131)
一、高效短时透析的技术要求	(131)
二、高效短时透析的技术及其定义	(132)
第十二章 碳酸氢盐透析	(135)
一、概述	(135)
二、碳酸氢盐透析对机体影响	(135)
三、碳酸氢盐透析方法	(139)
四、临床应用	(140)
第十三章 透析病人的自我护理	(141)
一、概述	(141)
二、透析患者的常规用药选择和用法	(143)
三、透析患者的营养及饮食疗法	(143)

第一章 血液透析原理和设备

一、血液透析基本原理

(一)弥散 物质从高浓度处向低浓度处运动称弥散。如血液透析时,血液中的尿素向透析液流动,透析液中的钙向血液流动(这种运动的能源来自物质本身的分子运动)。溶质弥散的驱动力取决于溶质的浓度梯度。血液和透析液对溶质弥散的阻力与其流动状况有关,膜的阻力与膜的厚度、化学性质以及膜的结构有关,空心纤维透析器对尿素弥散阻力要小于平板型透析器。其影响弥散的因素还有:①血液的流速:血液流速快,弥散清除率高;②透析器的效率:表面积大,膜薄、孔径大的透析膜,清除率高;③透析液的流速与清除率呈正比;④清除分子量大小:小分子溶质弥散清除率大于大分子溶质,例如,分子量为60的尿素有效清除率为70%,而分子量为113的肌酐有效清除率为50%。

(二)透析 溶质通过半透膜,从高浓度溶液向低浓度溶液运动,称透析。血液透析包括溶质的移动和水的移动。前者的基本原理是弥散,即血液和透析液在透析器内介半透膜接触,借助浓度梯度进行物质交换。血液中的代谢废物向透析液

侧移动,透析液中的离子(如钙)移行到血液中。一般提到的是净物质转运,实际上通过膜的物质交换是双向性的。血液透析所使用的半透膜厚度为 $10\mu\sim 20\mu$,孔径平均 30\AA ($1^\circ=10^{-7}\text{mm}$ 或 $10^{-4}\mu$),故只允许分子量约15 000以下的小分子和部分中分子物质通过,而分子量大于35 000的大分子物质不能通过。因此,蛋白质、致热原、病毒、细菌及血细胞都是不可透析的。

(三)超滤 透析的另一原理,也称对流。广义地说,液体在压力梯度作用下通过半透膜的运动,称超滤。超滤的驱动力取决于透析膜两侧的静水压以及渗透压梯度。静水压包括血泵、血流阻力及静脉压三者产生的正压与透析液侧的负压之和,使液体向透析液侧滤过。渗透压是水通过半透膜从低浓度侧向高浓度侧移动,血浆胶体渗透压及大量代谢产物形成的晶体渗透压使液体侧流动。渗透压取决于单位容积内离子、电解质或非电解质的多少。血液透析的透析液与血清基本上等渗。因此,超滤并不依赖渗透压梯度,而主要取决于静水压。超滤系数:可定义为每小时每毫米汞柱下液体通过透析膜的毫升数。是衡量透析膜对水的通过性能的一个指标。

(四)跨膜压力(TMP) 是指血液侧正压与透析液侧负压的绝对值之和。血液侧正压理论上应该是透析器两端压力的平均值,为了观察方便,一般都用静脉回路上与除泡器相连的压力计测得的静脉压表示。透析器不变,跨膜压力可以决定单位时间内超滤多少。

(五)超滤率(UFP) 指某一透析器单位时间内压力梯度为 1mmHg 时的超滤量,代表该透析器脱水的效率。

超滤的目的是为了清除体内多余的水分,以达到干体重。

干体重的概念可理解为：在血浆蛋白正常的透析病人，脱水后低于这个体重，病人就出现低血压、头晕、肌肉痉挛等症状，如高于这个体重则出现高血压或其它体液过多的症状和体征，这个体重即为干体重。

透析时的超滤量可以根据超滤系数来调节跨膜压，如前述超滤的驱动力来自血液侧的正压和透析液侧的负压，血液侧的正压一般在 6.7kPa~13.3kPa(50mmHg~100mmHg)之间，如血流过快或血流部分阻塞时可达 33.3kPa(250mmHg)。透析液侧的负压由透析液流出口的泵或夹住透析液入口处等方法产生，最大可达-60kPa(-450mmHg)，如跨膜压超过 66.7kPa(500mmHg)，可导致透析膜破裂。当我们知道透析器的滤过系数(通常为 2.0~6.0，部分高流量透析器可达 50)为 2.0，在 4 透析过程中需脱水 200ml，可用下列公式计算：

$$\begin{aligned} \text{跨膜压(TNP)} &= \frac{\text{脱水量(ml)}}{\text{滤过系数} \times \text{透析时间(h)}} \\ &= \frac{2000}{2 \times 4} = 33.3\text{kPa}(250\text{mmHg}) \end{aligned}$$

跨膜压应调到 33.3kPa(250mmHg)。

容量型超滤控制透析器，其内装有容量平衡装置，能自动调节跨膜压，准确控制超滤量，适用于高流量透析及血液滤过治疗。

二、血液透析机

血液透析机(hemodialysis machines)，是血液净化治疗中应用最广泛的一种治疗仪器，使用时一般与透析器、水处理

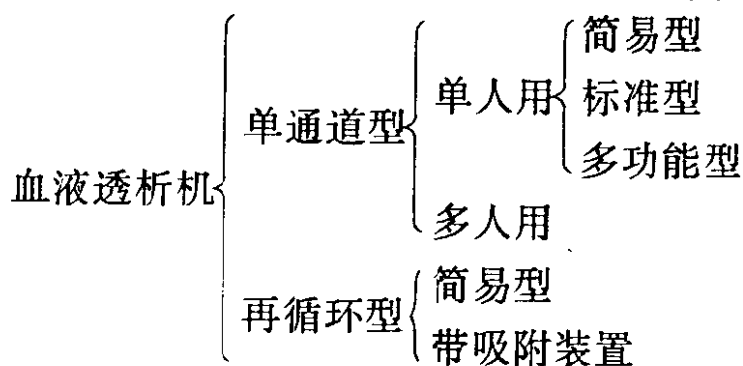
设备组成血液透析系统。

血液透析时建立患者体外循环,利用具有特殊通透性的透析膜分隔血液和透析液,通过膜两侧液体容质弥散、渗透和超滤作用,可以清除患者血液中的代谢废物和毒物;调整水和电解质平衡;调整酸碱平衡。具有人体肾脏的部分功能。血液透析机广泛用于急慢性肾功能衰竭;急性药物和毒物中毒;急性高血容量性左心衰竭等。

血液透析机包括透析液供给装置和血路监控装置,实现对透析治疗各种物理量的控制和监护,保证透析治疗有效和安全进行。

由于医学和电子技术的发展,血液透析机不断得到改进和完善。近年生产的血液透析机,大多具有高效、准确、自动化程度高、多功能、低噪音和使用安全的特点。

(一)血液透析机分型 目前国际上流行的血液透析机型号繁多,按它们的工作特点,可以归类为以下分型:



其中单人用单通道型机器在我国的占有量在90%以上,其特点是效率高、机动性强、使用方便、不存在患者间相互影响,在国外也是最主要的机种。

(二)血液透析机的结构和性能 最流行的单通道单人用标准型血液透析机在我国发展很快,目前有不少基层医院亦

拥有血液透析机,并开展常规的血液透析治疗。

1. 透析液供给监控装置 透析液供给和监控主要由透析液配比、流量、压力、温度等物理量的控制和监护组成。

(1)透析液除气和流量调节:透析液流量一般多选为500ml/min,由透析机内除气泵和流量阀所控制。除气泵可以产生-83.79kPa(-630mmHg)的负压,将溶解在水中的气体分离成气泡,并由除气室排走,透析时施负压于透析器便不再会有气泡存在透析膜上影响透析效果。

高流量透析(high flux hemodialysis)是为了获得快速透析效果,必须选用高流量型透析器,加大血流量并把透析液流量加大到800ml/min~1000ml/min。

(2)透析液温度监控:透析液温度控制由电热器、热敏电阻和控制电路组成。当透析液流量为500ml/min,为达到透析所需的36℃~40℃,需要有1000伏安左右的加热容量。通过热敏电阻反馈控制加热器的电流,便可以将透析液温度稳定在设定范围内。透析液温度超过43℃时会对血液成分造成破坏,甚至引起溶血。当温度控制系统失灵时有独立的温度保护装置,包括切断加热器电源,并使温度异常的透析液在机内旁路而不再流经透析器。

(3)自动配液系统:自动配液系统由比例混合装置和传导率监测装置组成,工作时只要提供水和浓缩透析液即可按设定比例稀释成标准透析液,并可进行连续监测透析液浓度。自动配液系统的主要部件是比例泵。目前流行的比例泵有二种型式:①液压驱动比例泵:透析液流量易受驱动水压影响,与自来水压力有关;调节透析液浓度不方便;②电导反馈控制比例泵:由流量泵和浓缩液泵组成,用电导信号反馈控制浓缩液

对水的比例。可以方便改变透析液浓度,且透析液流量与水压基本无关,但结构比较复杂。

由于透析液的浓度异常会导致患者水、电解质紊乱,甚至出现溶血事故,所以必须对透析液浓度进行连续监测,当透析液浓度偏离出预置范围时,透析机将会报警并使透析液通过旁路而不再通过透析器。

透析液是一种电解液,其导电率与离子浓度成正比,透析液的浓度检测多数以测定其导电率来反映。透析液浓度的指示及报警范围通常用:透析液电导率 $12.5\text{ms/cm} \sim 15.5\text{ms/cm}$;透析液电导与预置值误差 $\pm 5\%$;透析液相应钠离子浓度 $130\text{mmol/L} \sim 150\text{mmol/L}$ 。

(4)可变钠透析:具有可变钠透析功能的血液透析机,可以方便地改变透析液浓度,使之更适合患者情况,实现透析个体化,一般可变钠范围为 $130\text{mmol/L} \sim 155\text{mmol/L}$ 。控制型式主要有两种:一种是利用 $1:25 \sim 1:40$ 的可变比例泵,只须一种标准浓缩液即可调出多种浓度标准液。优点是简单、使用方便。改变比例会影响透析液中其它成分的浓度,但一般都在正常范围,不会有不良反应。另一种是利用输液泵外加 $10\% \sim 20\%$ NaCl 溶液,提高透析液的钠浓度。优点是只改变 Na^+ 、 Cl^- 的浓度,对其它离子浓度影响小;缺点是须增加一台泵及另外配备氯化钠溶液,使用不方便。

(5)超滤控制:超滤控制用于控制透析期间患者的脱水。对于负压型血液透析机,通过负压泵产生透析压,若血区压力稳定在一定范围内,调节负压大小造成适合的跨膜压力(TMP)即可控制脱水速度。超滤控制的主要形式有:

1)容量超滤控制。直接设定治疗期间每小时要求的脱水

量和总的脱水量,由机器自动调节跨膜压力。容量超滤控制设定超滤率和超滤量时,应考虑到扣除治疗期间患者的其它出量和增加的其它入量,才能得到准确的脱水量。

2)压力超滤控制。透析时超滤率=超滤系数 \times TMP。根据透析器的超滤系数设定 TMP 大小即可控制脱水速度。静脉压高而无须脱水的患者,由机器产生正的透析压以抵消静脉压,便可避免强迫超滤。

3)流量超滤控制。由一个特殊传感器测定进出透析器的透析液量之差,反馈控制超滤速度,达到脱水目的。

(6)单纯超滤:具有单纯超滤功能的透析机透析期间可以停止供给透析液,利用负压系统和旁路阀,只施负压于透析液区。通过透析膜两侧压力差造成超滤,使血液中水分及中小分子溶质通过透析膜进入透析液区,对于消除多余体液,改善高血容量急性左心衰竭有显著效果。单纯超滤可以选择在透析开始前,透析期间或透析结束时,主要视患者具体情况而定。

(7)漏血检测:漏血检测是利用光电原理,检测通过探测器透明窗口的液体透明度。一般将漏血报警的灵敏度设定在相当于 1:2000 的漏血量,即每升透析液中有 0.5ml 血液漏入时触发警报。必须注意因为消毒不充分引起的探测器不洁、透析液混浊和漏气有时也会引发误报警,这些假漏血报警要和真漏血作区别。漏血报警发生时,机器应立即停止血泵运转、钳夹住静脉回流,停止供应透析压以免透析液污染血液,所以一般来说即使真漏血发生,也不会对患者产生大的影响。

(8)碳酸氢盐透析:碳酸氢盐透析须配备分开的 A 和 B 浓缩液,A 液中有酸根和其它离子;B 液主要是碳酸氢钠。由于 HCO_3^- 容易和 A 液中的 Ca^{2+} 、 Mg^{2+} 离子结合产生盐类沉

淀,所以必须由三联比例泵进行配液,并控制透析液的 pH 和温度在一定范围内。

碳酸盐透析适用于对醋酸盐敏感、心血管系统不稳定,老年及严重酸中毒的患者。碳酸氢盐透析比较复杂,成本也较高,B 浓缩液中的 CO_2 逸出会使透析液 pH 升高,不宜长时间放置。

(9)消毒功能:血液透析机的透析液供给装置,应有自行消毒功能,通常可以选用热消毒或化学消毒程序。

1)热消毒。利用机器本身的加热器使机内液体加热到 $85^\circ\text{C}\sim 97^\circ\text{C}$ 保持 20 分钟以上,这是一种比较古老的方法,优点是无需使用化学消毒剂,操作简便,缺点是耗费电能、消毒效果不充分。

2)化学消毒。是目前使用比较普遍的消毒方式。①福尔马林消毒:使用 2%福尔马林,在机内停留 2 小时以上,再冲洗 20 分钟。消毒时间比较长,但福尔马林对乙肝病毒的消毒效果不如次氯酸钠;②次氯酸钠消毒:使用 1%次氯酸钠消毒机器同时有洁净作用,可以取得比较好的效果。因为次氯酸钠有氧化腐蚀作用,消毒时吸完消毒液后跟着做冲洗程序而需让消毒液在机内停留,消毒时间比福尔马林短。

(10)微电脑技术在透析机上应用:近年生产的进口血液透析机中,普遍应用微电脑技术,进行数值计算、数据处理、自动控制和监护,增加了血液透析机的功能和准确性,提高了自动化程度和安全系数。

2. 体外循环监控装置

(1)血泵:血泵在血液透析机中,作为体外循环的动力和用于调节血流速度。多数采用封闭式蠕动泵结构,通过转子挤

压泵管驱动血液在管内向前流动,血泵不会对血液造成污染;只要转子间隙正常,也不会破坏血液成分。

一般的血泵血流量可在 $0\sim 500\text{ml}/\text{min}$ 之间调节。血流量指示多数表示泵管截面积与血泵转子线速度之乘积而不是直接测量实际流量。当动脉或静脉端不畅通时,实际血流量与血泵流量指示有较大差异。

(2)肝素泵:肝素泵用于输注透析时延长凝血时间用的肝素溶液,注入量为 $0\sim 10\text{ml}/\text{h}$ 。①推注式肝素泵必须使用指定的注射器型号,才能得到准确的肝素注入量;②蠕动式肝素泵可使用不同型号的注射器或滴瓶,但必须使用专门的血液管道;③双管式肝素泵可同时向动、静脉端输注肝素和鱼精蛋白,进行体外肝素化透析。

(3)空气探测:透析期间若有空气随血液进入患者静脉会发生空气栓塞危险,进入体内的空气量大于 5ml 时可有生命危险。为了防止透析期间出现空气栓塞意外,在静脉回路段上设置空气探测器。

近年血液透析机多采用超声空气检测装置。由超声发射和接收探头,反映通过探测器控头之间的血流信号,可以检出体积为 0.02mm^3 以上的气泡,而且不会因管道中流体颜色改变而出现误报警。空气报警时将会停止血泵运转,钳夹静脉夹子,停止血流进入患者体内。

(4)静脉压监护:透析期间静脉压取决于体外循环血流量和患者静脉端的回流阻力,一般在 $0\sim 13.33\text{kPa}$ ($0\sim 100\text{mmHg}$)之间。肝素化不充分、血液粘滞度增加或痿管穿刺点不良静脉回流受阻时压力会明显升高而必须进行处理。静脉压报警时血泵会停止运转,以避免压力不断升高引起管道