

脏器替代治疗

CRRT

实践操作教程

CRRT SHIJIAN
CAOZUO JIAOCHENG

■ 主 编 / 王欣然 贾建国



人民军医出版社

PEOPLE'S MILITARY MEDICAL PRESS

CRRT实践操作教程

CRRT SHIJIAN CAOZUO JIAOCHENG

主 编 王欣然 贾建国

副主编 韩斌如 陈 宏

编 者 (以姓氏笔画为序)

王 硕 王欣然 朱 研 刘 宁

孙尤佳 杨 鹏 张 琰 张芝颖

陈 宏 贾建国 韩斌如



人民军医出版社

PEOPLE'S MILITARY MEDICAL PRESS

北 京

图书在版编目(CIP)数据

CRRT 实践操作教程/王欣然,贾建国主编. —北京:人民军医出版社,2012.6

ISBN 978-7-5091-5754-1

I. ①C… II. ①王…②贾… III. ①血液透析—教材
IV. ①R459.5

中国版本图书馆 CIP 数据核字(2012)第 096944 号

策划编辑:崔玲和 文字编辑:李 坚 陈 鹏 责任审读:黄栩兵

出 版 人:石 虹

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—8139

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

印、装:三河市春园印刷有限公司

开本:850mm×1168mm 1/32

印张:4.5 字数:85 千字

版、印次:2012 年 6 月第 1 版第 1 次印刷

印数:0001—4000

定价:39.00 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

本书以《血液净化标准操作规程(2010 版)》为基础,分实践基础、操作规程、风险管理、答疑解惑 4 章,介绍连续性肾脏替代治疗(CRRT)技术及临床应用。编者从操作者的角度,详细说明操作步骤,并对每一步操作配以图片,清晰直观,以指导医护人员准确、规范地掌握此项技术,提高其临床操作技能。本书是一本临床工作的实战书,适合重症医学医护人员学习参阅。

前言

连续性肾脏替代治疗(continuous renal replacement therapy, CRRT)是血液净化技术中一种较新的技术,诞生于 1977 年,20 世纪 90 年代进入中国。经过多年的临床实践,CRRT 已经历了不断的技术改进和理论更新。随着危重症医学理论与技术的发展,当今已经从单一器官功能替代转变为多器官功能支持,在 CRRT 基础上衍生出的多器官功能支持的新技术,已经成为不同原因导致的多器官功能不全治疗的重要辅助手段。为了顺应临床医学技术发展趋势的需要,医护人员必须不断进行知识更新,提高临床技能,熟练掌握各种危重病医学监护治疗技术。CRRT 作为危重病患者救治过程中一项重要的且复杂的辅助治疗技术,医护人员必须准确、规范地掌握,使其在危重病患者的救治过程中充分发挥其作用。

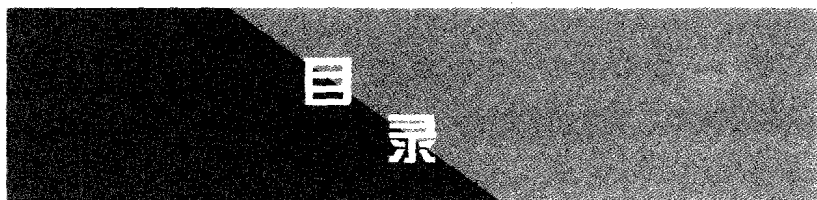
本书以《血液净化标准操作规程(2010 版)》为基础,本着实用性、系统性,并具有较强可读性、可视性的原则进行撰写。通过对我们在临床实践操作中遇到的相应问题逐一进行分析、总结,并查阅国内外文献,力争对临床 CRRT 技术的应用具有一定的借鉴与帮助。全书分 4 章,分别是实践基础、操作规程、风险管理、答疑解惑。力求

通过简洁的语言,深入浅出的对基础相关知识进行介绍,以期使读者掌握简明、系统的理论基础;从操作者的角度,遵照操作过程的认知特点及规律,在操作部分除了有详细的文字说明外,还对每一步操作配以图片,做到图文结合,既增强了图书视觉效果,又使抽象的操作过程具体化、直观化、形象化,力争达到理论和实践的统一。寄希望这本书可以帮助读者尽快从抽象理论概念上转变到临床实践操作中来,既有扎实的先进理论知识,又有系统逻辑推理和形象思维,使其操作技能和理论水平得到一定提高,尽快满足临床工作需要。

本书是一本临床工作的实践教材,适合开展 CRRT 技术的住院医师、护士查阅,对在读的临床医学及护理专业的研究生、本科生也有重要的参考价值。由于时间仓促及作者水平有限,书中疏漏、不当之处敬请广大读者指正,我们将表示衷心的感谢。

首都医科大学宣武医院重症医学科

王欣然 贾建国



第 1 章	实践基础	1
	第一节 CRRT 常用治疗模式	1
	第二节 肾脏替代治疗在 ICU 的应用	5
	第三节 药品选择与监护	17
	第四节 常见设备	20
第 2 章	操作规程	23
	第一节 血管通路的建立与维护	23
	第二节 管路的安装与预冲	34
	第三节 治疗的开始与结束	70
	第四节 参数调试与过程监护	94
第 3 章	风险管理	105
	第一节 报警信息识别与处理	105
	第二节 应急预案	111
	第三节 风险告知与文件记录	118
第 4 章	答疑解惑	124
	第一节 理论部分	124
	第二节 操作部分	129

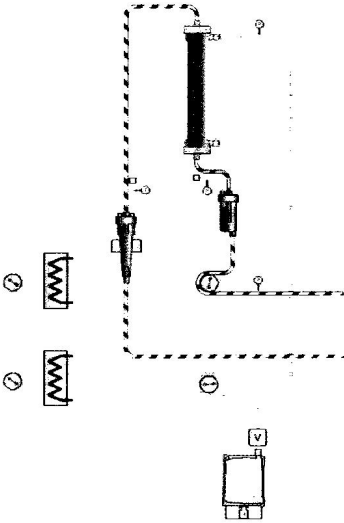
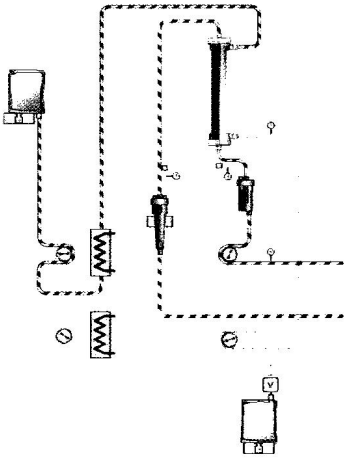
第1章

Chapter 1

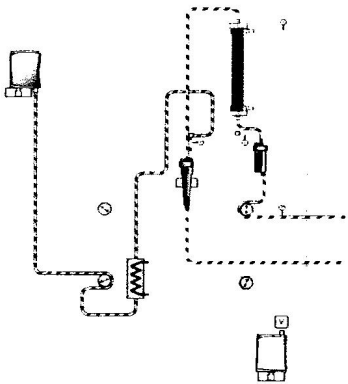
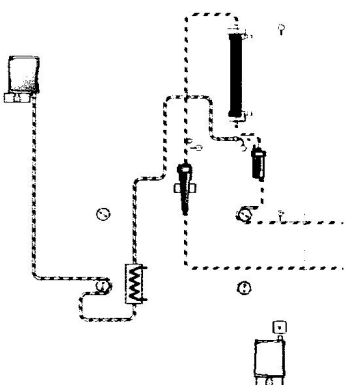
实践基础

第一节 CRRT 常用治疗模式

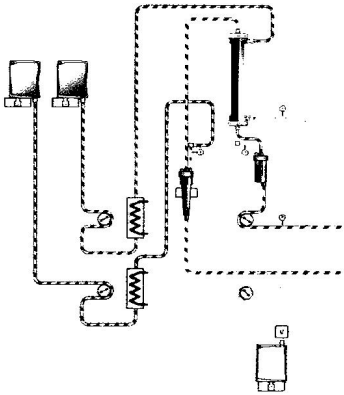
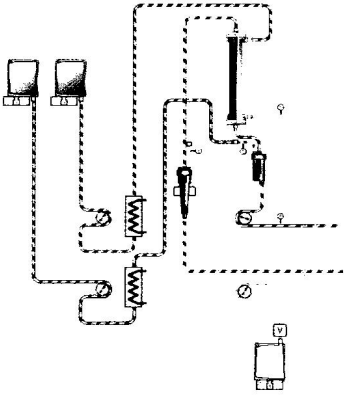
连续性肾脏替代治疗(continuous renal replacement therapy, CRRT)是指一组体外血液净化的治疗技术,是所有连续、缓慢清除水分和溶质治疗方式的总称。传统 CRRT 技术每天持续治疗 24h,目前临床上常根据患者病情、治疗时间做适当调整。CRRT 的治疗目的已不仅仅局限于替代功能受损的肾脏,近来更扩展到常见危重疾病的急救,成为各种危重病救治中最重要的支持措施之一,与机械通气和全胃肠外营养地位同样重要。其常用治疗模式见图 1-1~图 1-7。

治疗模式	图示
缓慢连续超滤 (slow continuous ultrafiltration, SCUF)	 图 1-1
连续性静-静脉血液透析 (continuous venovenous hemodialysis, CVVHD)	 图 1-2

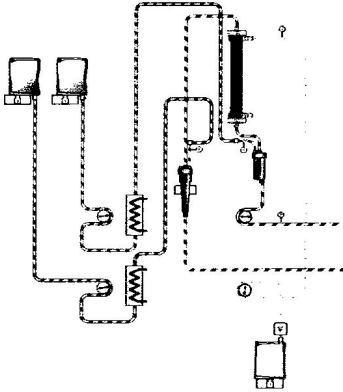
(续 表)

治疗模式	后稀释	图示
连续性静—静脉血液滤过 (continuous venovenous hemofiltration, CVVH)		 图 1-3
	前稀释	 图 1-4

(续 表)

治疗模式		图示
连续性静—静脉血液 透析滤过 (continuous venovenous hemodiafiltration, CVVHDF)	后稀释	 图 1-5
	前稀释	 图 1-6

(续 表)

治疗模式	图示
连续性高容量血液滤过 (high volume hemofiltration, HVHF)	 图 1-7

第二节 肾脏替代治疗在 ICU 的应用

一、治疗指征、时机和目标

急性肾功能不全(acute renal dysfunction, ARD)是重症监护病房(intensive care unit, ICU)常见的综合征,其发生率约占 ICU 患者的 10%。大约 50%的 ARD 患者需要进行肾脏替代治疗(renal replacement therapy, RRT),而 RRT 的治疗可以是临时性的,也可能是永久性的。即使现今在重症医学和肾脏病学方面已有较大发展,但 ARD 的病死率仍然较高。ARD 患者因体内代谢产物排出障碍而产生一系列问题,包括水、电解质紊乱和酸碱失衡等,最终导致氮质血症或尿毒症。

在重症患者中所进行的任何形式的 RRT 都是在模仿肾脏的生理功能。RRT 主要目的是代偿或替代因 ARD 而迅速丧失的肾脏功能,以保证足量 and 高质量完成血液净化,维持和恢复机体内环境稳定,避免并发症发生,达到良好的临床耐受性,有利于肾脏和其他器

官功能恢复。持续 RRT 有助于达到上述目的。ARD 引起的内环境紊乱包括容量超载、含氮的代谢产物聚积、高血钾、代谢性酸中毒,甚至尿毒症。ICU 患者很早便可发生急性肾损伤(acute kidney injury, AKI),其临床表现往往不如所谓院外获得性 ARD 突出。因此,对 ICU 患者启动 RRT 的决定常依据的是 AKI 的早期临床表现,如长时间少尿等。过去,只有当 ICU 患者因 ARD 导致危及生命的并发症、采用其他治疗方法不能奏效时才开始考虑启动 RRT 治疗。危及生命的并发症包括:可引发心搏骤停的严重酸中毒、威胁生命的高钾血症、引起心力衰竭的水中毒、导致心包炎或脑病的尿毒症以及各类中毒。然而,近年来随着对 ICU 患者 ARD 病理生理学认识的不断加深,RRT 指征和方法有了很大改变,RRT 已不仅局限于肾功能不全时的替代治疗(见表 1-1)。虽然明确尿毒症的临床表现(心包炎、神经病变和昏迷)是启动 RRT 的绝对指征,但在 ICU,很少有医师等待典型的尿毒症出现后才启动 RRT。另外,尿毒症伴有的厌食、恶心、呕吐和神志改变并非特异性表现,有时很难与重症疾病本身产生的类似临床表现鉴别分明。因此,进展性氮质血症常成为 AKI 患者 RRT 指征。迄今,尚不存在对 ICU 患者启动 RRT 的明确临界值。一般认为,血尿素氮(BUN)为 $17.85 \sim 39.27 \text{ mmol/L}$,或血肌酐在 $309.4 \sim 442 \mu\text{mol/L}$ 是启动 RRT 的参考指标。

表 1-1 ICU 患者 RRT 指征

肾脏指征	非肾脏指征
尿毒症(血尿素氮 $17.85 \sim 39.27 \text{ mmol/L}$,或 血肌酐 $309.4 \sim 442 \mu\text{mol/L}$)	体温调节(体温过高)
进展性氮质血症	中毒/药物过量
容量超负荷/少尿($8 \sim 12 \text{ h} < 100 \text{ ml}$)	脓毒症
电解质紊乱(血钾 $> 6.5 \text{ mmol/L}$)	挤压伤/横纹肌溶解
顽固性代谢性酸中毒	

由于水钠潴留产生容量超负荷是 ARD 常见并发症,在 ICU 发生率高达 30%~70%。虽然常使用利尿药降低少尿的发生,但没有证据显示利尿药对 ARD 患者有益。容量超负荷患者发生并发症和死亡风险明显增加。因此,对利尿药无反应的严重容量超负荷患者应启动 RRT。事实上,对 ICU 患者而言,RRT 的应用标准更多的是依据预测会发生容量超负荷的少尿情况,而较少根据血尿素氮或肌酐水平的升高。有研究显示,若以少尿超过 8~12h 为重症患者 RRT 指征而不必等到血尿素氮或肌酐达到阈值才进行 RRT 的话,患者住院 30d 病死率或在院病死率可明显降低。这样,对 AKI 患者而言,RRT 指征应为 RIFLE 标准的损害(injury)期,或 AKIN 标准的第 2 期。

RRT 的指征,除了减轻 ARD 本身引起的严重并发症外,还应包括缓解或改善因多器官功能不全(multiple organ dysfunction, MODS)所致内环境紊乱。例如,RRT 可作为针对非少尿或非无尿的容量过负荷患者液体管理措施之一而应用于 ICU 患者。即使存在急性心力衰竭,通过 RRT 去除过多的容量负荷也可保证患者得到充足的营养支持和恰当的液体治疗。

有高达约 50%的严重感染或感染性休克患者可合并 AKI,但在严重感染合并 AKI 的 ICU 患者中,氮质血症并非是突出的临床表现。对此类患者,其他指标如长时间少尿或难于纠正的严重代谢性酸中毒可成为启动 RRT 指征。有证据支持连续肾脏替代治疗(continuous renal replacement therapy, CRRT)有助于去除因全身感染(sepsis)和全身炎症反应(systemic inflammation response syndrome, SIRS)所引发的炎症介质和细胞因子的论点。在临床,CRRT 已成为严重感染患者的辅助治疗措施。无论从理论上还是从临床应用中都不难体现,CRRT 较间断 RRT 对血流动力学不稳定或严重高分解代谢的 ARD 患者具有明显优势。据一份在全球范围 ICU 进行调查的统计资料表明,近 80% ICU 应用 CRRT 治疗 ARD 患者。但是,近年来也有研究认为 CRRT 并不能改善所有严重感染患者预后,但可能改善严重感染合并 AKI 患者预后。RRT 不但可

应用于顽固性心功能衰竭、急性肝衰竭等患者,也可预防造影剂所致肾功能损害。ICU 患者何时开始 RRT 是个非常复杂的问题,并受多种因素影响。早先,只有当出现 ARD 所致威胁生命的严重并发症时才启动 RRT,而近来有证据支持早期进行 RRT 的观点。RRT 总体目标是延长生存时间,为改善器官功能和实施其他治疗创造条件和赢得时间。

二、治疗原理

“透析”可从字面理解为“通过”,是 RRT 基本机制之一,其物理原理为在半透膜两侧的溶液中溶质和水的流动方向与各组分溶质的浓度梯度相关。理论上,在允许分布的空间内,半透膜两侧存在浓度梯度的同一溶质通过弥散方式可使其浓度梯度降为零,即膜两侧同一溶质浓度相等。水和低分子量分子能够通过滤膜孔,而较大分子量分子是否能被滤膜“筛出”要依赖膜孔径大小。RRT 包含各种类型人工滤膜和技术方法,应用何种材料和模式要因患者具体病情而定。

溶质通过半透膜孔径的机制主要分为两类:弥散(透析)和对流(超滤)。图 1-8 显示的是 RRT 中常用的弥散和对流原理的示意图。弥散时,溶质通过半透膜的通量(J_x)与该溶质在膜两侧的浓度梯度(dc)、温度(T)、弥散系数(D)、膜厚度(dx)和表面积(A)成函数关系,其公式为: $J_x = DTA(dc/dx)$ 。由于透析是血液和透析液通过逆流交换原理进行弥散的动态过程,血液中溶质的清除率远非上述静态公式所表述的那样简单。清除率(K)= $[(Q_{bi} \times C_{bi}) - (Q_{bo} \times C_{bo})]/C_{bi}$ 其中, Q_{bi} 和 Q_{bo} 分别为滤器入口和出口血流速度; C_{bi} 和 C_{bo} 分别为某溶质在滤器入口和出口的浓度。透析清除率也可表达为: $K = (Q_{do} \times C_{do})/C_{bi}$,其中 Q_{do} 是透析液流速; C_{do} 是溶解于透析液中被清除溶质在流出滤器时的浓度。

对流是指在静水压或渗透压差作用下水由高静水压或高渗透压一侧通过半透膜向对侧流动的过程,溶解在水中且能透过半透

膜口径的溶质也随水进入膜的另一侧,从而将该溶质清除(图 1-8),这也称之为“溶剂牵拉”。溶质对流通量(J_f)的维持需要半透膜两侧的持续压力梯度——跨膜压(TMP),跨膜压推动液体(血浆中水)及其溶解的晶体溶质成分流向膜的另一侧,这一过程与膜通透系数 K_f 相关。由于膜孔径小,因此血浆内胶体分子和血细胞不能以超滤形式通过半透膜。 $J_f = K_f \times \text{TMP}$, $\text{TMP} = P_b - P_d - \pi$ 。 P_b 为血液静水压, P_d 为超滤液静水压, π 为胶体渗透压。一旦超滤出现,不同溶质通过半透膜的速率差异较大,其取决于膜的排斥系数(σ), σ 对白蛋白为 1, 对小分子物质如尿素则为 0。某溶质的筛过系数(S)与其排斥系数成反向关系,即 $S = 1 - \sigma$ 。在临床, S 是通过计算超滤液溶质浓度与其在血浆浓度的比值而获得。因此某溶质(X)在对流过程中转运总量(J_c)可计算为: $J_c = UF \times [X]_{UF}$, UF 为超滤液体积, $[X]_{UF}$ 为 X 溶质在超滤液中浓度。由此,我们可以推导某溶质对流清除率(K): $K = Q_f [X]_{UF} / [X]_{PW}$, 其中 Q_f 为设置的超滤率, $[X]_{UF} / [X]_{PW}$ 为超滤液溶质浓度与其在血浆中浓度比值(即为筛过系数, S)。我们可通过上述公式计算,当 S 为 1 时,某溶质清除率等于超滤率。

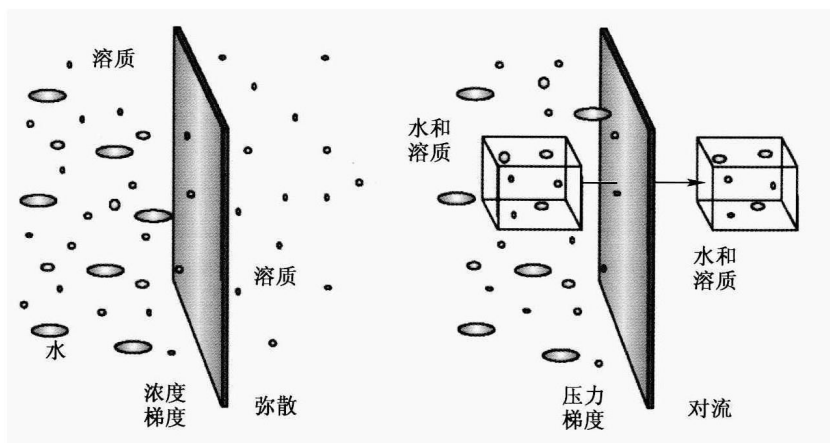


图 1-8 水和溶质依照弥散和对流原理通过半透膜模式

虽然弥散和对流在物理原理上有明显差别,但在临床治疗时,若两种模式同时进行,两者的作用差异则很难区别。

三、治疗方法

早先 RRT 多采用动脉—静脉回路,由于存在血流速度慢和凝血问题而未在 ICU 常规应用。1983 年以后,因血泵的出现和体外循环系统的建立,静脉—静脉 RRT 才逐渐在临床应用。随着电子技术的发展,更加智能化和性能卓越的血液净化机器不断被研发和应用。现在,动脉—静脉 RRT 已不再应用于临床,其缺陷主要是:血流速度慢、净化效率低下、动脉置管时间长、需要足够的平均动脉压才能维持 RRT 的血流速度。另外,动脉置管也存在并发症:出血、动脉远端缺血、动脉血栓、损伤性瘘以及假性动脉瘤等。随着紧凑而有效的蠕动血泵问世,静脉—静脉途径已取代动脉—静脉途径。

RRT 主要分为两类:CRRT 和间断性血液透析(intermittent hemodialysis, IHD)。实际技术方法的应用主要基于对流原理(血液滤过)、弥散原理(血液透析),或两种机制相结合(血液透析滤过)。至于哪项 RRT 技术方法更适用于 ICU 患者仍有争论,主要取决于运用不同 RRT 模式的经验、掌握不同技术方法的能力,以及对病情和治疗效果的判定。IHD 是针对 ARD 患者采取每天或间隔数天血液透析的治疗方法,每次治疗时间可持续 3~5h,血液流速 250~500ml/min,透析液流速 500ml/min,根据临床情况设定超滤率;可选用低通量膜,如铜纺或血纺膜,滤膜平均表面积为 $1\sim1.5\text{m}^2$ 。理论上,CRRT 在治疗效果和安全性方面优于 IHD,但 CRRT 也具有局限性和缺陷。CRRT 主要优势包括保障血流动力学相对稳定性,这在循环状态不稳定或需要清除大量水的患者中更为重要;水和溶质的转移更为和缓,此优势在脑水肿患者中更显突出;清除溶质和纠正电解质及酸碱失衡效果更佳。但是 CRRT 也有局限性,包括连续抗凝、患者制动、占用更多资源,如增加 ICU 监测和护理负荷等,并且提高了医疗费用。