

儿童血液净化

刘萍 主编

ERTONG XUEYE JINGHUA SHIYONG CAOZUO SHOUCHE



实用操作手册

儿童血液净化

刘萍 主编

ERTONG XUEYE JINGHUA SHIYONG CAOZUO SHOUCE



实用操作手册



甘肃科学技术出版社

图书在版编目 (C I P) 数据

儿童血液净化实用操作手册 / 刘萍主编. -- 兰州 :
甘肃科学技术出版社, 2017.9

ISBN 978-7-5424-2466-2

I. ①儿… II. ①刘… III. 小儿疾病-血液透析-
手册 IV. ①R725.5-62

中国版本图书馆 CIP 数据核字(2017)第 274120 号

儿童血液净化实用操作手册

刘萍 主编

责任编辑 刘 钊(0931-8773274 13919356432)

封面设计 冯 渊

出 版 甘肃科学技术出版社

社 址 兰州市读者大道 568 号 730030

网 址 www.gskejipress.com

电 话 0931-8773274 (编辑部) 0931-8773237 (发行部)

京东官方旗舰店 [https://mall. jd. com/index-655807.html](https://mall.jd.com/index-655807.html)

发 行 甘肃科学技术出版社

印 刷 兰州万易印务有限责任公司

开 本 710mm×1020mm 1/16

印 张 8.25 字 数 153 千

插 页 2

版 次 2018 年 7 月第 1 版 2018 年 7 月第 1 次印刷

印 数 1~1 000

书 号 ISBN 978-7-5424-2466-2

定 价 28.00 元

图书若有破损、缺页可随时与本社联系:0931-8773237

本书所有内容经作者同意授权,并许可使用

未经同意,不得以任何形式复制转载

《儿童血液净化实用操作手册》

编委会

主 审:易 彬 郭 宇

顾 问:李海鸿

主 编:刘 萍

副主编:白 静

编 委:宋雅琪 徐瑞峰 王卫凯 安彩霞 张红红

石静云 杨永鹏 张译翎 石 飞 傅文婷

张 涛 王鸿雁 王云云 齐学宏 彭梅娟

刘丽萍 杨 琳 陆红梅 杨 婷 马雪文

李雪娇 张 晶 李桂荣

目 录

第一章 操作理论基础	1
第一节 儿童血液净化发展概述	1
第二节 血液净化治疗原理	3
第三节 儿童血液净化常用治疗模式	6
第四节 常见设备	14
第二章 操作规程	19
第一节 儿童血管通路的建立与维护	19
第二节 血液净化临床实施的必备条件	41
第三节 治疗的开始与结束	43
第四节 液体配置	79
第五节 参数调试与过程监护	84
第六节 血液净化设备的日常维护	94
第三章 风险管理	96
第一节 报警信息识别与处理	96
第二节 常见并发症的处理	115
第三节 风险告知与文件记录	125
参考文献	129



第一章 操作理论基础

第一节 儿童血液净化发展概述

国内儿科开展连续性血液净化技术(Continuous blood purification, CBP)较晚,随着血液净化设备的不断发展、完善和临床实践经验的积累,血液净化疗法才得以在儿科 ICU 临床应用。近 20 年来,血液净化治疗的疾病谱也不断拓宽,已经扩展到了先天遗传代谢病、神经系统疾病、自身免疫性疾病、脓毒症、多脏器功能衰竭、急性中毒等各个领域,成为儿科危重症治疗中不可或缺的一部分。

儿科 ICU 的患儿,大多病情危重,很多出现多器官功能衰竭综合征(Multiple organ dysfunction syndrome, MODS),血流动力学不稳定,循环衰竭和少尿、无尿,出现心力衰竭、血压下降甚至休克。重症患儿又需要从静脉输入各种药物,包括抗生素、营养支持、血液制品和原发病治疗用药等,而无尿、少尿的患儿却要限制入液量,这给临床治疗带来了困难。CBP 可以通过持续、缓慢地滤出人体内水分和溶质(模拟肾小球滤过),同时又根据机体情况补充置换液(模拟肾小管重吸收),这样就能够允许较大量液体输入体内,同时保持机体内环境平衡。另外, CBP 机器可在床旁进行抢救治疗,并有精密的液体平衡控制系统及安全报警系统,是儿科危重病救治中的重要支持措施之一,在当今医学领域具有非常重要的地位。

本书在编写过程中,总结儿童血液净化操作经验,吸收前沿理念,强调操作的科学性、规范性和实用性,以及减少儿童血液净化的相关并发症,保



证医疗护理质量安全。

(一)儿童 ICU 血液净化的适应证

随着 CBP 技术的发展,儿童 ICU 血液净化同成人领域一样,应用范围已从肾脏疾病扩大到多种危重疾病的救治。CBP 用于非肾脏疾病方面主要是为了清除炎性介质,在调节内环境平衡的同时,保持血流动力学的平稳,持续、稳定控制氮质血症,调节水、电解质、酸碱平衡,清除体内各种代谢产物、毒物等致病物质;有利于气体交换,缩短辅助呼吸支持时间,保证营养和支持治疗。

(二)儿科 ICU 血液净化的应用范围与时机

1. 血液净化的治疗范围

(1)急性肾功能衰竭。

(2)高血溶性心衰、肺水肿、脑水肿:CBP 可有效清除多余的水分,迅速减轻病情。

(3)各种原因所致的高钾血症危及生命,而常规手段难以奏效者。

(4)药物或毒物中毒:对中毒较重者,尤其伴有肾功能或肝功能衰竭者更适合 CBP。

(5)全身炎症反应综合征(SIRS)及多脏器功能障碍综合征:已证实持续存在高浓度促炎介质及抗炎介质与病死率相关。有效清除炎症介质可能阻断病程进展,提高治愈率。

(6)其他:如乳酸酸中毒、先天性代谢障碍等。

2. 儿科 ICU CBP 治疗的时机

(1)少尿[尿量 $<1\text{ml}/(\text{kg}\cdot\text{h})$]或无尿[尿量 $<0.5\text{ml}/(\text{kg}\cdot\text{h})$],尤其有尿毒症脑病或肺水肿、心衰者。

(2)严重的代谢性酸中毒($\text{PH}<7.1$)。

(3)氮质血症(血 Cr $>530\mu\text{mol/L}$, BUN $>25\text{mmol/L}$,或 BUN 每天增加的幅度 $>9\text{mmol/L}$)。

(4)高热(体温高于 39.5°C)。

(5)高钾血症(血钾浓度 $>6.5\text{mmol/L}$)。

(6)严重的钠失衡(血钠 $>160\text{mmol/L}$ 或 $<115\text{mmol/L}$)。



第二节 血液净化治疗原理

1. 弥散

溶质依靠浓度梯度从高浓度一侧向低浓度一侧转运,这种现象称为弥散。其动力来源于溶质分子或微粒本身的布朗运动。在两种溶液之间有半透膜相隔时,溶质通过半透膜由高浓度侧向低浓度侧溶液进行转运则为透析。血液透析时,透析膜的一侧是血液,另一侧是透析液。血液中的代谢产物如尿素、肌酐、胍类、小分子物质及部分中分子物质、酸根和过多的电解质等废物可经透析膜弥散到透析液中;而透析液中的碳酸氢根或醋酸盐、葡萄糖、电解质等机体所需要的物质可以经过透析膜弥散入血,从而达到清除体内代谢废物,纠正水、电解质紊乱和酸碱失衡的治疗目的。血液净化时影响溶质转运的因素很多,包括以下几个方面。

(1)溶质浓度梯度:在溶质弥散转运时,溶质浓度梯度是维持弥散进行的动力。尿毒症患者血液中的毒素浓度较高,而透析液中不含这些毒素溶质,因而透析膜的两侧形成了浓度梯度,这些毒素向透析液侧弥散转运。需要补充血液中缺乏的电解质或碱基时,也可以通过增高透析液侧溶质的浓度,形成浓度梯度,通过弥散,转运到血液中。提高血液流速和透析液流量,有利于保持最大的浓度梯度差,从而提高溶质的弥散转运量。此外,血液透析过程中的心肺再循环和血管通路再循环也可影响膜两侧溶质浓度梯度。

(2)透析膜物理特性:膜阻抗是影响溶质弥散转运速度的决定性因素,而膜阻抗取决于透析膜的物理特性,如膜厚度、弥散系数、膜孔径大小、血液和透析液流经途径的几何形状等。如果透析膜较厚、膜孔数量少、膜孔径小,则膜对溶质跨膜转运的阻抗就高。因此,改变膜材料、选用高通透性膜(壁薄、膜孔大)或改变透析器的形状都可以提高膜通透性。另外,透析膜表面积越大,弥散清除率越高。空心纤维透析器膜的表面积为 $0.5\sim 2.5\text{cm}^2$,在透析时变化不大,是理想的几何形状。

(3)溶质分子特性:大分子溶质阻抗大、弥散慢;小分子溶质阻抗小、弥



散快。分子量为 100D 的溶质弥散率是分子量为 200D 的弥散率的 2 倍。因此小分子物质主要是通过弥散清除。另外,溶质分子体积接近或超过膜孔大小,溶质仅部分或完全不能通过半透膜。铜仿膜空心纤维透析器对尿素的清除率达 130~180ml/min。中分子物质弥散速率低,而分子量超过 35000D 以上的物质不能通过一般材料的透析膜。溶质分子与透析膜所带的正、负电荷的绝对值及其亲水性均可影响其弥散清除量。

(4)血流量和透析液流量:增加血流量和透析液流量可维持透析膜两侧溶质浓度梯度差,降低滞留液体层厚度,减少膜阻力有利于溶质转运。一般情况下,透析液流速为血流速的两倍时最有利于溶质清除。透析液流速为 500ml/min,血流量为 200~300ml/min 时,其尿素清除率与血流量呈线性关系;当血流量>300ml/min 时,两者线性关系消失,逐渐达到平衡。但在使用高效透析器时,在高血流量(>300ml/min)和高透析液流量(>500ml/min)的情况下,其弥散清除率仍与血流量或透析液流量成正比,从而提高了透析效率。虽然增加透析液流速后溶质清除可增加,但会导致成本增加。

(5)血浆蛋白:血液除红细胞和白细胞等有形成分外,还有不能通过半透膜的白蛋白、球蛋白等。蛋白质分子带有负电荷,通过半透膜吸引与其带有相反电荷的离子,使其通过半透膜到同一侧来,而且蛋白质还能拖住与它带有相反的电荷,使其不能通过半透膜到达对侧。这样,由于不能通过半透膜的蛋白质直接影响离子移动,结果造成某些离子在半透膜两侧分布不均匀,这种现象称为 Donnan 膜平衡原理。在实际工作中,也可不考虑电荷对蛋白质的影响,而看做由弥散作用引起的单纯平衡关系。

另外,透析液温度、血液黏稠度等均能影响弥散清除量。

2. 对流

对流是指溶质随着水(溶剂)的跨膜移动同时被带出膜外,借助于透析器膜内血液的跨膜压(正压)及透析器膜外设定的相反方向的压力(负),将体内的水分通过跨膜拉出,与此同时血液内的毒素也被带出来。溶质随着溶剂(水)的跨膜移动而移动,跨膜的动力是膜两侧的水压差。对流时物质移动主要由分子大小、膜孔大小来决定。对流溶质转运速度要比弥散快得多,不受溶质浓度梯度差的影响。对流清除量与膜的物理性质有关。在对流



过程中,透析膜起着筛网作用,并且随着两侧压力差的增高,尿毒症患者的、大、中分子毒素对流清除率显著提高。

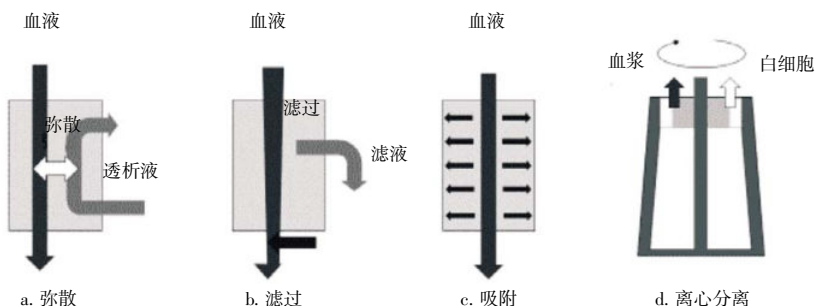
3. 超滤

(1)渗透超滤:渗透作用是指依靠膜两侧的渗透压差,使水由渗透压低的一侧向渗透压高的一侧移动。溶液渗透压取决于溶质分子或离子数目,体液内起渗透作用的溶质主要是电解质。血浆和组织间液的渗透压 90%~95%来源于单价离子 Na^+ 、 Cl^- 和 HCO_3^- , 剩余的 5%~10% 由其他离子、葡萄糖、氨基酸、尿素以及蛋白质等构成。血浆蛋白质所产生的渗透压极小,仅占血浆总渗透压的 1/200,与血浆晶体渗透压相比微不足道,但由于其不能通过毛细血管壁,因此对于维持血管内外液体的交换和血容量具有十分重要的作用。通常血浆渗透压为 280~310mmol/L,在此范围内称等渗,低于此范围称低渗,高于此范围称高渗。血液透析渗透脱水作用很小。

(2)水压梯度超滤:超滤是血液透析清除体内过多水分的主要途径。通过人为地加大膜一侧液体压力,使膜两侧存在压力差,加速水分子从加压侧向不加压侧作跨膜移动称为水压梯度超滤。超滤的主要动力是透析膜两侧液体的不同压力。超滤水量与跨膜压成正比,故临床上常在透析过程中用血泵增加膜内血压,同时增加透析液的负压,以促进水的清除。现代血液透析机均采用容量控制系统进行超滤。影响超滤的因素有:跨膜压、超滤系数、血流量、血细胞比容、血浆胶体渗透压、透析液渗透压等。

4. 吸附

吸附是指溶质分子通过正负电荷的相互作用或范德华力与膜表面的亲水基团结合。吸附作用与溶质和膜间的亲和力以及膜吸附能力、亲水性





有关。膜吸附蛋白质后使弥散清除率降低,而且影响膜的通透性能和复用。同时血中某些异常升高的蛋白质、毒物、药物等被选择性吸附到透析膜表面,从而被血液中清除。

第三节 儿童血液净化常用治疗模式

(一)血液透析

血液透析(hemodialysis HD)采用弥散、超滤和对流原理清除血液中有毒物质和过多水分,是常见的肾脏替代治疗方法之一,也可用于治疗药物和毒物中毒等。

1. 适应证

(1)终末期肾病:透析指征: $eGFR < 15 \text{ml}/(\text{min} \cdot 1.73 \text{m}^2)$ 。当有下列情况时,可酌情提前开始透析治疗:顽固的细胞外液超负荷;高钾血症;代谢性酸中毒;高磷血症;高钙或低钙血症;贫血;神经系统异常(如神经性脑病;不能解释的日常生活障碍或生活质量下降;胸膜炎或心包炎;顽固性高血压;生长发育迟缓;体重明显下降和营养不良,消化系统症状(恶心、呕吐等)。

(2)急性肾损伤。

(3)药物或毒物中毒。

(4)严重水、钠潴留或有充血性心力衰竭、肺水肿和脑水肿。

(5)高钾血症。

(6)难以纠正的酸中毒。

(7)代谢紊乱。

2. 禁忌证

无绝对禁忌证,但下列情况应慎用:

(1)严重感染如败血症等。

(2)严重低血压、休克及严重心功能不全。

(3)严重高血压及脑血管病或恶性肿瘤。



- (4)严重出血或重度贫血。
- (5)未控制的严重糖尿病。
- (6)不合作或患儿家属不同意者。

(二)血液滤过

血液滤过(hemofiltration HF)是模拟正常人肾小球的滤过肾小管重吸收原理,以对流的方式清除血液内中小分子物质及水分的一种血液净化技术。与血液透析相比,血液滤过具有中分子物质清除率高,对血流动力学影响小等优点。

1. 适应证

适合急、慢性肾衰竭者,特别是伴以下情况者:

- (1)常规透析易发生低血压。
- (2)顽固性高血压。
- (3)常规透析不能控制的体液过多和心力衰竭。
- (4)严重继发性甲状旁腺功能亢进。
- (5)尿毒症神经病变。
- (6)心血管功能不稳定,多脏器衰竭及病情危重患儿。

2. 禁忌证

HF 无绝对禁忌证,但出现如下情况时应慎用:

- (1)药物难以纠正的严重休克或低血压。
- (2)严重心肌病变导致的心力衰竭。
- (3)严重心律失常。
- (4)意识障碍不能配合血液净化治疗。

(三)血液透析滤过

血液透析滤过(hemodiafiltration HDF)是血液透析和血液滤过的结合,具有两种治疗模式的优点,可通过弥散和对流两种机制清除溶质,在单位时间内比单独的血液透析和血液滤过清除更多的中小分子物质。

- (1)适应证 与血液滤过相似。
- (2)禁忌证 同血液滤过。



(四)血浆置换

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。其基本过程是将患者血液经血泵引出,经过血浆分离器,分离血浆和细胞成分,去除致病血浆或选择性地去除血浆中的某些致病因子,然后将细胞成分、净化后血浆及所需补充的置换液输回体内。血浆置换包括单纯血浆置换,双重血浆置换(double filtration plasmapheresis DFPP)。单纯血浆置换是利用离心或膜分离技术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。双重血浆置换是使血浆分离器分离出来的血浆再通过膜孔径更小的血浆成分分离器,将患者血浆中相对分子质量远远大于白蛋白的致病因子,如免疫球蛋白、免疫复合物、脂蛋白等丢弃,将含有大量白蛋白的血浆成分回输体内,它可以利用不同孔径的血浆成分分离器来控制血浆蛋白的除去范围。DFPP能迅速清除患者血浆中的免疫复合物、抗体、抗原等致病因子,调节免疫系统,清除封闭性抗体,恢复细胞免疫功能及网状内皮细胞吞噬功能,使病情得到缓解。

1. 适应证

(1)肾脏疾病 抗肾小球基底膜病(肺出血-肾炎综合征)、急进性肾小球肾炎、溶血尿毒综合征、难治性局灶节段性肾小球硬化症、系统性小血管炎、重症狼疮性肾炎、重症紫癜性肾炎等。

(2)风湿免疫性疾病 系统性红斑狼疮(尤其是狼疮性脑病)、难治性类风湿性关节炎、皮炎或多发性肌炎、系统性硬化症、抗磷脂抗体综合征等。

(3)免疫性神经系统疾病 格林巴利综合征、重症肌无力、急性传播性脑脊髓炎、急性炎症性脱髓鞘性多发性神经病、多发性硬化病、慢性炎症性脱髓鞘性多发性神经病、肌萎缩性脊髓侧索硬化症、儿童自身免疫性神经精神障碍等。

(4)消化系统疾病 急性肝衰竭、肝性脑病、胆汁淤积性肝病、高甘油三酯血症、高胆红素血症等。

(5)血液系统疾病 血栓性血小板减少性紫癜、多瘤、高 r-球蛋白血



症、冷球蛋白血症、高黏滞综合征(巨球蛋白血症)、自身免疫性血性贫血、新生儿溶血性疾病、白血病、淋巴瘤、自身免疫性血友病甲、单纯红细胞再生障碍性贫血等。

(6)自身免疫性皮肤病 大疱性皮肤病、天疱疮、类天疱疮、中毒性表皮坏死松解症、坏疽性脓皮病等。

(7)代谢性疾病 纯合子型家族性高胆固醇血症等。

(8)器官移植 器官移植前去除抗体(ABO 血型不兼容移植、免疫高致敏受者移植等)、器官移植后排斥反应。

(9)其他疾病 药物中毒或药物过量、与蛋白结合等毒物中毒、淀粉样变、银屑病、重症脓毒症、烧伤休克复苏、多脏器衰竭、浸润性突眼等甲状腺疾病等。

2. 禁忌证

无绝对禁忌证,相对禁忌证包括:

(1)对血浆、人血白蛋白、肝素等有严重过敏史。

(2)药物难以纠正等全身循环衰竭。

(3)颅内出血或中毒脑水肿伴有脑疝。

(4)存在意识障碍而不能很好配合的患儿。

(五)血液灌流

血液灌流(hemoperfusion HP)是借助体外循环,将患儿血液引入装有固态吸附剂的灌流器中,通过吸附作用清除血液中内源性或外源性或致病物质,然后将净化的血液重新返回患儿体内。HP 是最早应用于临床的一种血液净化方式之一,主要用于治疗重症药物、毒物中毒及改善尿毒症症状。

1. 适应证

(1)急性药物和毒物中毒。

(2)尿毒症。

(3)肝性脑病。

(4)败血症。

(5)风湿、免疫性疾病。

(6)海洛因成瘾。



(7)肺间质疾病和急性肺损伤。

(8)其他用于重症胰腺炎、牛皮癣、精神分裂症、银屑病、重症痤疮、湿疹、天疱疹、甲状腺危象、肾移植排斥反应、辅助癌症化疗等方面辅助治疗。

2. 禁忌证

除对灌流器及相关材料过敏者外,目前尚无绝对禁忌证。

(六)血浆(免疫)吸附

1. 血浆吸附(immunoabsorption IA)

是血液引出后首先进入血浆分离器将血液的有形成分(血细胞、血小板)和血浆分开,有形成分输回患者体内,血浆再进入吸附器进行吸附清除其中某些特定的物质,吸附后血浆回输至患者体内。血浆吸附根据吸附剂的特性主要分为两大类,一类是分子筛吸附,即利用分子筛原理通过吸附剂携带的电荷和孔隙,非特异性地吸附在电荷和分子大小与之相对应的物质,如活性炭、树脂、碳化树脂和阳离子型吸附剂等;另一类是免疫吸附,即利用高度特异性的抗原-抗体反应或有特定物理化学亲和力的物质(配基)结合在吸附材料(载体)上,用于清除血浆或全血中特定物质(配体)的治疗方法,如蛋白A吸附、胆红素吸附等。其不同于一般非特异的血液灌流。免疫吸附不需要任何置换液,无发生血源传播性疾病的危险。血浆吸附的优点是清除效率高,凝血风险降低;但不足是需要血浆分离器,成本较高。

2. 全血吸附

全血吸附是将患者的血液引出体外,不需要分离血浆,直接经过血液吸附柱(血液灌流器),通过吸附的方法来清除体内内源性或外源性毒物,最后将净化后的血液回输患者体内的一种血液净化方法。此方法优点是相容性好,不需要血浆分离器,成本较低;但不足是清除效率相对低,凝血风险增加。

3. 适应证

(1)肾脏和风湿免疫系统疾病 系统性红斑狼疮和狼疮性肾炎、重症过敏性紫癜、抗肾小球基底膜病、Wegener肉芽肿、新月体肾炎、局灶节段性肾小球硬化、溶血性尿毒症综合征、免疫性肝病、脂蛋白肾病、冷球蛋白血症、严重的幼年特发性关节炎、单克隆丙种球蛋白血症、抗磷脂抗体综合



征等。

(2)神经系统疾病 重症肌无力、GuiUain-Barre 综合征等。

(3)血液系统疾病 特发性血小板减少性紫癜、血栓性血小板减少性紫癜、血友病等。

(4)血脂代谢紊乱 严重的家族性高胆固醇血症、高三酰甘油血症等。

(5)肝衰竭重症肝炎、严重肝衰竭尤其是合并高胆红素血症患者等。

(6)器官移植排斥 肾移植和肝移植排斥反应、群体反应抗体(PRA)升高、移植后超敏反应等。

(7)重症药物或毒物的中毒化学药物或毒物、生物毒素,对于高脂溶性而且易与蛋白结合的药物或毒物,可选择血浆灌注吸附,或与血液透析联合治疗效果更佳。

(8)其他疾病 扩张性心肌病、银屑病、甲状腺功能亢进等。

4. 禁忌证

无绝对禁忌证,相对禁忌证包括:

(1)对血浆分离器、吸附器的膜或管道有过敏史。

(2)严重活动性出血或 DIC,药物难以纠正的全身循环衰竭。

(3)非稳定期的心、脑梗死,颅内出血或重度脑水肿伴有脑疝。

(七)单纯超滤

单纯超滤(isolated ultrafiltration IUF)是利用对流转运机制,采用容量控制或压力控制,通过透析器或血滤器的半透膜内外差,等渗地从全血中去除水分的一种治疗方法。在单纯超滤治疗过程中,不需要实用透析液和置换液,无离子交换,患儿体循环中晶体渗透压无变化。而胶体渗透压随水分清除而升高,又利用组织间隙液体回流入血,患儿耐受好。

1. 适应证

(1)各种原因所致的严重水肿,内科药物治疗效果不佳时。

(2)充血性心力衰竭。

(3)急性肺水肿。

2. 禁忌证

(1)绝对禁忌证



- 1) 严重低血压。
 - 2) 致命性心律失常。
- (2) 相对禁忌证 存在血栓栓塞疾病高度风险的患儿。

(八) 连续性肾脏替代治疗

连续性肾脏替代治疗(continuous renal replacement therapy, CRRT)即连续血液净化(continuous blood purification, CBP),是指一组体外血液净化治疗技术,是所有连续、缓慢清除水分和溶质治疗方式的总称,其主要原理为弥散、对流以及吸附。经过三十年的发展,CBP 已经由原来的局限于替代肾功能受损,发展到非肾脏疾病的救治,更被重症医学界认为近年来的重要发展,成为各种危重病救治包括严重脓毒症、中毒、严重结缔组织病等最重要等支持措施之一,并与人工肝技术、体外膜肺技术合为多器官功能不全支持系统(Multiple Organ Support system, MOST)。

(1) 缓慢连续超滤(slow continuous ultrafiltration, SCUF) 将血液引入滤器或透析器后,单纯依赖增加透析膜跨膜压力差清除水分,控制容量;基本原理为对流方式,不补充置换液和透析液,对溶质的清除不理想。主要用于清除过多液体如心脏病术后。

(2) 连续性静-静脉血液透析(continuous venovenous hemodialysis, CVVHD) 通过弥散清除过量小分子物质,平衡电解质、酸/碱和过量液体。主要用于高分解代谢需要清除小分子溶质。

(3) 连续性高通量透析(continuous high flux dialysis, CHFD) 采用人工合成高通量膜,弥补 CVVHD 对中分子物质的清除不足,是对流及弥散最优化结合,可清除大、中、小分子物质,相当于不需要置换液的 CVVHDF;适合于高分解代谢伴全身炎症综合征,伴急性肾功能损伤。

(4) 连续性静-静脉血液滤过(continuous venovenous hemofiltration, CVVH) 通过对流原理,主要清除体内中分子物质,尤其是炎症介质。主要用于严重全身炎症反应综合征如脓毒症。

(5) 连续性静-静脉血液透析滤过(continuous venovenous hemodiafiltration, CVVHDF) 是 CVVH 与 CVVHD 的有机结合,以对流联合弥散方式弥补对小分子清除,并促进中分子清除,可有效清除小、中、大分子物质。主要用于