

## 重症血液净化与集成

杨荣利<sup>1</sup>, 陈秀凯<sup>2,3</sup>, 王小亭<sup>4</sup>, 刘大为<sup>4</sup>

<sup>1</sup> 大连医科大学附属大连市中心医院重症医学科, 大连 116033

<sup>2</sup> 匹兹堡大学医学院重症医学科, 匹兹堡, 美国 15213

<sup>3</sup> 匹兹堡大学医学院微生物与分子基因学系, 匹兹堡, 美国 15213

<sup>4</sup> 中国医学科学院 北京协和医学院 北京协和医院重症医学科, 北京 100730

通信作者: 刘大为 电话: 010-69152300, E-mail: dwliu98@163.com

**【摘要】**重症血液净化学是在重症医学理论指导下, 研究机体内环境与重症相关性及其变化规律, 并运用血液净化技术治疗重症的科学。重症患者病情的复杂多变性, 决定了重症血液净化的方式需灵活选用不同血液净化技术, 因而表现出集成的特点。其具体形式包括序贯集成和同步集成。本文详细阐述了重症血液净化的集成特征和主要集成技术。

**【关键词】**重症血液净化; 集成

**【中图分类号】** R459.7; R457 **【文献标志码】** A **【文章编号】** 1674-9081(2017)06-0375-006

**DOI:** 10.3969/j.issn.1674-9081.2017.06.011

## Critical Care Blood Purification and Integration

YANG Rong-li<sup>1</sup>, CHEN Xiu-kai<sup>2,3</sup>, WANG Xiao-ting<sup>4</sup>, LIU Da-wei<sup>4</sup>

<sup>1</sup> Department of Critical Care Medicine, Dalian Municipal Central Hospital affiliated of Dalian Medical University, Dalian, 116033

<sup>2</sup> Department of Critical Care Medicine, University of Pittsburgh School of Medicine, Pittsburgh, USA, 15213

<sup>3</sup> Department of Microbiology and Molecular Genetics, University of Pittsburgh School of Medicine, Pittsburgh, USA 15213

<sup>4</sup> Department of Critical Care Medicine, Peking Union Medical College Hospital, Chinese Academy of Medical Sciences & Peking Union Medical College, Beijing 100730, China

Corresponding author: LIU Da-wei Tel: 010-69152300, E-mail: dwliu98@163.com

**【Abstract】** The discipline of critical care blood purification (CCBP) is a branch of science that aims at studying changes of the internal environment in critically ill patients and relating principles, and exploring the methodology of blood purification with the guidance of theories of critical care medicine. Because of the complexity and variability of the conditions of critically ill patients, we should select different blood purification techniques according to the state of the illness, which makes integration as one of main characteristics of CCBP. There are two forms of integration: sequential integration and concurrent integration. This article will elaborate on the integration feature and main integration techniques of CCBP.

**【Key words】** critical care blood purification; integration

*Med J PUMCH*, 2017,8(6):375-380

血液净化技术是重症医学中常用的一种脏器支持技术。随着重症医学的迅猛发展, 重症血液净化技术也随之蓬勃发展。重症血液净化源于传统的血液净

化, 又与之有别, 其具有独特的理念和特征。经过多年理论发展和临床实践, 重症血液净化已不仅仅是一项技术, 而成为了在基础理论、临床应用原则与方

法、治疗实施细则等方面具有鲜明特点的科学体系——重症血液净化学（critical care blood purification, CCBP）。CCBP 是在重症医学理论指导下，研究机体内环境与重症相关性及其变化规律，并运用血液净化技术治疗重症的科学<sup>[1]</sup>。

重症患者病情复杂且多变，内环境紊乱多种多样，因此要求重症医学科医生要为患者选择适当的血液净化技术，制定个体化的血液净化方案。与传统血液净化相对单一和固定的治疗方案不同，重症血液净化往往需要根据患者病情变化灵活选用不同的血液净化技术或组合技术，表现出集成特征。本文对重症血液净化的集成特征与重要的集成技术进行了详细阐述。

同步集成和序贯集成

根据血液净化技术组合的形式不同，可将重症血液净化集成分为两种，即同步集成和序贯集成。

同步集成

同步集成是指采用集成血液净化技术对重症患者进行治疗，在同一技术中同时采用不同的血液净化原理或方式，将重症血液净化技术分为基本血液净化技术和集成血液净化技术两大类。基本血液净化技术是指单一原理或方式的血液净化技术，如连续血液滤过、连续血液透析、血液吸附技术和单重血浆置换技术等。集成血液净化技术是在基本血液净化技术的基础上，将不同原理或方式的技术整合在一起的复合血液净化技术。集成血液净化技术包括连续血液透析滤过、延长低效透析、血液吸附集成连续血液净化、血浆吸附、血浆吸附集成连续血液净化、双重血浆置换、血浆透析滤过、分子吸附再循环系统、成份血浆分离吸附技术等，可用于急慢性肾功能衰竭、肝功能衰竭、各种毒物和药物中毒、高脂血症重症胰腺炎、以及药物治疗无效的重症肌无力、格林巴利综合症、多发骨髓瘤、系统性红斑狼疮等重症患者<sup>[2]</sup>。

有学者将集成血液净化技术称为杂合血液净化技术，但事实上杂合血液净化最初是指介于连续血液净化和间歇血液透析之间的一种杂合肾脏替代治疗方式——延长低效透析<sup>[3]</sup>，且“集成”比“杂合”更能反映这些复合技术的严谨性和科学性。因此，笔者推荐“集成血液净化技术”的叫法。

序贯集成

序贯集成是指在重症患者病程的不同阶段，以不

同血液净化技术进行救治。如中毒患者早期行血液灌流治疗以清除外源性毒素，2 d 后继发急性肾损伤，出现容量过负荷及氮质血症，改行连续血液滤过治疗。虽然在此治疗过程中仅采用了基本血液净化技术，但由于在不同病程阶段采用了不同技术，因此从整体来看，是一种序贯集成表现。

序贯集成不仅仅是基本血液净化技术的序贯，也可是基本技术与集成血液净化技术的序贯，或集成血液净化技术之间的序贯。比如肝衰竭时，由于体内蓄积各种水溶性毒素和蛋白结合毒素，并可能伴有凝血功能障碍、肝肾综合征或高氨血症，其血液净化治疗方式可根据内环境变化灵活选用血浆置换、连续血液滤过、血浆透析滤过或胆红素吸附等方式，表现出明显的序贯集成特征。

集成血液净化技术分类

不同血液净化技术的杂合

不同血液净化技术的杂合指将两种技术或技术组分杂合在一起形成的技术。如延长低效透析是连续血液净化与间歇血液透析杂合而成的一种新的肾脏替代方式，实际上采用了血液透析技术的形式和介于连续血液净化及间歇血液透析之间的治疗时间。

不同血液净化技术的组合

不同血液净化技术的组合是指两种或多种不同技术串联或并联在一起形成的技术。如血浆吸附是血浆分离技术与吸附技术的并联组合；血液吸附技术与连续血液净化技术的串联组合；血浆吸附技术与连续血液净化技术的串联组合；分子吸附再循环系统是白蛋白透析技术、吸附技术和血液透析技术的串联及并联组合；成份血浆分离吸附技术是血浆成份分离技术、吸附技术和血液透析技术的串联及并联组合。

不同血液净化原理或技术的融合

不同血液净化原理或技术的融合是指两种技术有机融和在一起，而非并联或串联。如连续血液透析滤过集血液透析和血液滤过两种血液净化技术于一身，形成了与连续血液滤过和连续血液透析不同的连续血液净化模式；血浆透析滤过是血浆成份分离技术和透析技术的有机融合。

类似血液净化技术的叠加

类似血液净化技术的叠加是指类似的技术叠加在一起形成的技术。如双重血浆置换是血浆分离技术与

血浆成份分离技术叠加在一起形成的半选择性、清除大分子溶质的血液净化方式。

## 集成血液净化技术的应用

### 集成血液净化技术应用于重症肾脏病学

连续血液透析滤过技术：是将连续血液滤过和连续血液透析两种基本血液净化技术有机结合在一起形成的一种集成血液净化技术，三者均为连续血液净化的主要治疗模式。连续血液透析滤过既利用血液透析的弥散原理，又利用血液滤过的对流原理来清除溶质，在相同剂量下，其清除溶质的能力并非最强。对于小分子溶质而言，由于弥散系数和筛过系数均接近 1，连续血液透析滤过同后稀释连续血液滤过和连续血液透析的清除效率相当。对于中分子溶质而言，由于筛选系数一般大于弥散系数，连续血液透析滤过的清除能力介于连续血液滤过和连续血液透析之间。在滤器寿命方面，由于血液滤过比血液透析容易产生较高的跨膜压，连续血液透析滤过和连续血液透析模式下的滤器寿命一般长于连续血液滤过模式。因此三种连续血液净化模式各有优缺点，可根据重症患者病情个体化选用<sup>[4]</sup>。连续血液透析滤过由于兼顾了连续血液滤过清除中分子效率高和连续血液透析滤器寿命长的优点，并且其透析和滤过的比例可根据治疗需要随时调整，可能受到更多青睐。

延长低效透析技术（sustained low-efficiency dialysis, SLED）：在肾脏替代治疗方式的选择上，由于间歇血液透析需要在 3~4 h 内完成治疗，容易引起血压下降和透析失衡综合症；连续血液净化在血流动力学及渗透压改变方面具有明显优势，因此更适合血流动力学不稳定或合并脑水肿的重症急性肾损伤（acute kidney injury, AKI）患者。然而由于连续血液净化持续时间超过 24 h，对抗凝、成本及工作量要求相对较高。近年来，有专家将连续血液净化和间歇血液透析中和，产生了一种新的肾脏替代方法，即延长每日透析（extended daily dialysis, EDD），其中比较常用的 EDD 是 SLED。SLED 每次治疗时间为 8~12 h，治疗剂量 200 ml/min 左右，均介于连续血液净化和间歇血液透析之间，其对血流动力学和渗透压的影响也介于两者之间。因此 SLED 也可用于轻度血流动力学不稳定的 AKI 患者<sup>[5]</sup>。有研究表明，用 SLED 治疗重症 AKI 患者可降低医疗费用并减少持续抗凝引起的并

发症，且有效降低医护人员的工作量。目前，无论在国内还是国外，SLED 尚未普遍开展，但由于 SLED 集成了连续血液净化和间歇血液透析两者的优点，笔者认为 SLED 在未来肾脏支持治疗方面必将拥有一席之地。

### 集成血液净化技术应用于重症肝衰竭

人工肝技术有着与生俱来的集成属性，因为肝衰竭时除了小分子代谢产物蓄积外，还会有较多与蛋白结合的毒素和代谢产物蓄积，单一的血液净化技术无法达到治疗目的。人工肝技术中，除了能去除小分子毒素的透析/血液滤过技术，还包含能去除与蛋白结合毒素的血液净化技术。常用的集成人工肝技术包括：高级集成人工肝技术（分子吸附再循环系统和成份血浆分离吸附技术）、血浆透析滤过和胆红素吸附技术等。

高级集成人工肝技术：目前，在发达国家和地区，常采用集成血液净化技术来治疗急性肝衰竭，如分子吸附再循环系统、成份血浆分离吸附技术（如 Prometheus 系统）。这些高级集成人工肝技术能够在 7~8 h 的单次治疗中同步完成白蛋白透析或血浆成份分离、毒素吸附、小分子毒素透析清除及水平衡，效率很高。但并非所有肝衰竭患者均适用，对于凝血功能极差的肝衰竭患者，应首先考虑血浆置换治疗。由于上述设备成本较高，单次治疗费用昂贵，我国大多数医院尚不具备做这种高级集成人工肝的条件，可根据情况开展一些相对简单的集成技术，如血浆透析滤过技术、胆红素吸附技术等。

血浆透析滤过技术：血浆透析滤过是由透析技术和血浆成份分离技术有机结合而成的一种集成血液净化技术。这种技术于 2002 年由日本学者最先报道，是作为肝脏替代治疗的新方法。在这种血液净化方式中，透析技术用来清除小分子溶质和保持水平衡；血浆成份分离技术用来清除与白蛋白结合的溶质；同时补充血浆或白蛋白作为置换液<sup>[6-7]</sup>。因此，血浆透析滤过可同步清除肝衰竭时的各种代谢产物，并改善凝血功能，是一种较好的人工肝技术。由于血浆透析滤过治疗只需要血浆成份分离器，无论从操作难易程度还是成本角度考虑，均比分子吸附再循环系统及成份血浆分离吸附技术具有明显优势。

胆红素吸附技术：无论是间接胆红素，还是直接胆红素，在血中多数与白蛋白结合，故连续血液净化清除胆红素的能力有限。血浆置换、白蛋白透析/置换、血浆胆红素吸附、分子吸附再循环系统、



成份血浆分离吸附技术、血浆透析滤过等技术均可清除胆红素。其中胆红素吸附是一种血浆吸附技术,其由血浆分离技术和胆红素特异性吸附技术组合而成。胆红素特异性吸附是通过专门的胆红素吸附柱实现的,其主要吸附原理为静电结合。胆红素吸附柱中的吸附材料是一种阴离子交换树脂,树脂上的季氨基带有正电荷,能够相对特异地吸附含有羧基负电荷的胆红素和胆汁酸。行一次胆红素吸附治疗可使血中的胆红素水平降低 30% 左右。胆红素吸附柱也会吸附一部分凝血因子,因此这项技术适用于无明显凝血功能障碍的单纯高胆红素血症患者。对于有明显凝血功能障碍的高胆红素血症患者,往往需要血浆置换治疗。

### 集成血液净化应用于重症中毒

中毒救治的首要原则是早期、迅速,因此在选择血液净化技术时应根据病情首先选择简单易行的基本血液净化技术,如血液透析、血液滤过、血液吸附或血浆置换。但若毒物的毒性很强,患者服毒量又较大,应考虑采用集成技术,以保证在单位时间内同步清除更多毒素。严重中毒时,可根据病情采用血液吸附集成连续血液净化、血浆吸附集成连续血液净化、血浆透析滤过等技术。

血液吸附集成连续血液净化:由血液吸附和连续血液净化两种血液净化技术串联而成。血液吸附技术可通过吸附机制清除溶质;连续血液净化通过血液滤过/血液透析清除溶质;把两者结合起来有助于在单位时间内清除更多毒素,对于严重中毒如百草枯中毒等可能会改善预后。由于连续血液净化是连续性治疗,而血液吸附是间断性治疗,需要在治疗过程中根据病情间断更换血液吸附器。

血浆吸附集成连续血液净化:又称联合血浆滤过吸附,是将血浆吸附和连续血液净化两种血液净化方法串联在一起而成的一种集成技术。其与血液吸附集成连续血液净化相同,同时利用吸附和透析/滤过机制清除毒素,其清除毒物效率高,适用于百草枯等严重中毒。两者不同之处在于把血液吸附集成连续血液净化中的血液吸附换成了血浆吸附,这种改变仅在于连接方式不同,而吸附柱同样均为普通吸附器。与血液吸附相比,血浆吸附可大大减少血小板激活和消耗,既减少了吸附治疗风险,又改善了吸附效果,因此比血液吸附集成连续血液净化更加安全有效。但由于血浆吸附集成连续血液净化往往需要串联两台血液净化设备,操作相对复杂,应用于中毒早期救治可能

会受到影响,可考虑在血液吸附技术或血液吸附集成连续血液净化治疗后序贯使用。相比之下,血液吸附集成连续血液净化操作简单,适合在第一时间对中毒患者进行施救。

### 集成血液净化应用于免疫相关重症疾病

免疫相关重症患者,如重症肌无力、格林巴利综合征、系统性红斑狼疮、脏器移植后的免疫排斥反应等的发病与患者体内异常抗体或免疫复合物相关。由于抗体/免疫复合物分子量一般较大,多在 10 万 KD 以上,血液透析技术和连续血液净化无法清除,常需采用免疫吸附、双重血浆置换等集成血液净化技术治疗。

免疫吸附:包括血液直接吸附和血浆免疫吸附,后者更加常用。血浆免疫吸附是由血浆分离技术和特异性吸附技术组合而成的一种集成血液净化技术。特异性吸附技术利用免疫吸附柱实现。免疫吸附柱中装有能特异性吸附致病性自身抗体或免疫复合物(吸附对象)的吸附材料(载体+配体)。固定于载体上,具有免疫吸附活性的物质称为配体。配体与吸附对象之间具有特异性亲和力,包括生物学亲和力(如抗原-抗体反应)和物理化学亲和力(如疏水交互作用)。目前常见的免疫吸附包括:抗低密度脂蛋白抗体吸附、苯丙氨酸吸附(PH-350)、色氨酸吸附(TR-350)、胆红素吸附(BR-350)、DNA 吸附、硫酸葡聚糖纤维素吸附、多黏菌素 B 纤维柱吸附等。免疫吸附具有高选择性和特异性,安全有效,避免了血浆置换并发症,是重症免疫性疾病很有前途的治疗方法。

双重滤过血浆置换:是将两种类似的基本血液净化技术,即血浆分离和血浆成份分离有机叠加而形成的集成血液净化技术。首先采用普通血浆分离器(一级膜)将血浆与血细胞进行分离;然后采用血浆成份分离器(二级膜)将血浆中的大分子蛋白与小分子蛋白进行二次分离;最后将分离出的含致病抗体或免疫复合物的大分子血浆弃掉,将含白蛋白等小分子血浆蛋白回收至血液中<sup>[8]</sup>。治疗过程中仅需补充少量血浆或白蛋白作为置换液。与单重血浆置换相比,其虽操作相对复杂,但所需外源血浆量明显减少,很大程度上减少了血源性感染性疾病的传播,并节省了血制品资源,应大力推广。

### 集成血液净化应用于严重感染

近十多年来,人们一直热衷于尝试用血液净化的方法治疗脓毒症。虽然理论和部分试验证实连续

血液净化等血液净化方法能够清除脓毒症时的炎症细胞因子，改善血流动力学，但由于研究结果参差不齐，尤其对预后改善不佳，目前采用血液净化治疗脓毒症尚未得到公认。近年来，越来越多的研究报道提示，内毒素吸附治疗能够改善感染性休克患者的血流动力学和预后，给血液净化治疗脓毒症带来了新的希望。目前研究热点转向以吸附为主的血液净化方式或连续血液净化联合吸附的集成血液净化方式。

连续血液净化联合吸附的集成技术主要包括两种，即血液吸附集成连续血液净化和血浆吸附集成连续血液净化。其对脓毒症产生的大量炎症因子的清除能力强于单纯连续血液净化或单纯吸附。在这两种集成技术中，连续血液净化能够清除中、小分子的炎症因子；而血浆/血液吸附技术能够清除中、大分子的炎症因子和内毒素等。早在 10 多年前，Ronco 等<sup>[9]</sup>研究表明：与单纯连续血液净化相比，血浆吸附集成连续血液净化能够更好地改善感染性休克患者的血流动力学。近年来，越来越多研究表明，较高剂量的血浆吸附集成连续血液净化不仅能改善严重感染患者的血流动力学，还可改善预后<sup>[10]</sup>。理论上，血液吸附集成连续血液净化和血浆吸附集成连续血液净化能够同步清除较多的炎症因子，治疗脓毒症可能更有优势，但尚需更多临床研究验证。

**集成血液净化应用于严重高脂血症**

由于血脂分子量高，连续血液净化和血液透析无法有效降脂，临床可采用以下几种集成血液净化方法进行降脂。

双重血浆置换：首先通过血浆分离技术将血浆与血细胞进行分离；然后通过血浆成份分离技术将血浆中的大分子脂蛋白与小分子蛋白进行二次分离；最后将分离出的大分子乳糜微粒、低密度脂蛋白等弃掉，而将白蛋白等小分子血浆蛋白回收至血液中<sup>[8]</sup>。治疗过程中需补充少量血浆或白蛋白作为置换液。由于用于分离血脂的血浆成份分离器孔径较大（如 EC50），其分离比率可高达 90%~95%，即只需弃掉 5%~10% 的少量血浆，因此双重血浆置换用于降脂治疗时往往不需要输外源性血浆。

血浆吸附法：包括两种高选择性的血液净化方法，即免疫吸附法和硫酸右旋糖酐纤维素吸附系统。两种方法均先通过血浆分离技术将血浆与血细胞分离，然后分别用带有特异性抗体（如低密度脂蛋白/脂蛋白 a 抗体）的免疫吸附柱或带有负电荷的硫酸

右旋糖酐纤维素吸附柱对血脂进行特异性吸附。

肝素介导体外低密度脂蛋白沉淀系统：一种较为复杂的集成血液净化技术，可高选择地完成降脂治疗。先通过血浆分离技术将血浆与血细胞分离；然后将分离出的血浆与肝素和醋酸盐的混合液（pH = 4.85）以 1 : 1 比例混合，使 pH 值达到 5.12，即低密度脂蛋白等电点，表面带大量负电荷的肝素与带正电荷的低密度脂蛋白、脂蛋白 a、极低密度脂蛋白最大程度结合形成沉淀，在脂质沉淀器中去除；去除脂肪的清洁血浆经阴离子交换柱吸附肝素，在经碳酸氢盐透析恢复生理状况后，随分离的红细胞混合返回体内。

**集成血液净化技术的优势**

从以上临床应用可以看出，与基本血液净化技术相比，集成血液净化技术具有清除能力更强、副作用更少、选择性更高等优势。

**清除能力更强**

由于集成血液净化技术常常是两种基本技术组合而成，其在单位时间内对溶质的清除能力一般强于任何单一基本技术。如血液吸附集成连续血液净化及血浆吸附集成连续血液净化与单纯的吸附技术或单纯的连续血液净化相比，单位时间内可清除更多溶质。由于每种基本技术清除的溶质分子量范围不同，集成血液净化技术所清除溶质的分子量范围也比单一基本技术要广。临床上也会将血液吸附技术或血浆吸附技术与连续吸附净化序贯进行，这样做虽然相对简便，但在单位时间溶质的清除效率低于血液吸附集成连续血液净化或血浆吸附集成连续血液净化。

**副作用更少**

集成血液净化技术的另一个优势是通过集成提高血液净化技术的安全性，减少血液净化技术的副作用。如血液吸附的主要副作用是吸附剂和血小板的直接接触，容易引起血小板聚集，激活凝血和炎症反应，引起血小板下降。而血浆吸附将血浆分离与吸附技术集成，避免了血小板和吸附剂的直接接触，从而提高了吸附治疗的安全性。

**选择性更高**

集成血液净化技术通过基本技术组合，可实现对致病性溶质选择性清除。如单重血浆置换在清除致病大分子的同时，也清除了目标溶质之外的分子，选择

性差。将血浆分离技术与血浆成分分离技术叠加在一起形成双重血浆置换,则可只清除血浆中的大分子致病蛋白,而保留白蛋白等小分子蛋白,选择性更高,减少对外源性血浆的需求。血浆免疫吸附通过对血浆分离和特异性吸附技术的集成,实现了对致病溶质的特异性清除,选择性更高。

小 结

将重症血液净化技术分为基本技术与集成技术,有助于操作者更好地理解一些较复杂血液净化技术的工作原理,更好地指导这些技术在临床上进行个体化应用,并有助于重症血液净化技术的分层培训和分阶段提高。集成血液净化技术相对复杂,要求使用者具有扎实的血液净化基本功,能根据患者病情个体化地选用最佳血液净化方式,重症医学科医护人员应逐步了解和掌握这些集成技术。从基本血液净化技术到集成血液净化技术,是重症血液净化技术由起步到成熟、由单一向多元化发展的过程,需要从事重症的医护人员在熟练基本血液净化技术的基础上进一步提高自身血液净化本领,以使更多重症患者受益。

参 考 文 献

[1] 杨荣利,李素玮,陈秀凯,等. 重症血液净化:从技术到科学[J]. 中华医学杂志, 2017, 97: 2241-2263.

[2] 杨荣利,陈秀凯,王小亭,等. 重症血液净化:从连续肾脏替代治疗到集成技术[J]. 中华医学杂志, 2013, 93: 2769-2771.

[3] Cheng J, Hu S, Lu H, et al. Comparison of the therapeutic

effectiveness of sustained low-efficiency dialysis (SLED) with continuous blood purification (CBP) in critically ill patients [J]. Cell Biochem Biophys, 2013, 67: 923-927.

[4] Parakininkas D, Greenbaum LA. Comparison of solute clearance in three modes of continuous renal replacement therapy [J]. Pediatr Crit Care Med, 2004, 5: 269-274.

[5] Ponce D, Abrao JM, Albino BB, et al. Extended daily dialysis in acute kidney injury patients: metabolic and fluid control and risk factors for death [J]. PLoS One, 2013, 8: e81697.

[6] Komura T, Taniguchi T, Sakai Y, et al. Efficacy of continuous plasma diafiltration therapy in critical patients with acute liver failure [J]. J Gastroenterol Hepatol, 2014, 29: 782-786.

[7] Mori T, Eguchi Y, Shimizu T, et al. A case of acute hepatic insufficiency treated with novel plasmapheresis plasma diafiltration for bridge use until liver transplantation [J]. Ther Apher, 2002, 6: 463-466.

[8] Lumlertgul D, Suteeka Y, Tumpong S, et al. Double filtration plasmapheresis in different diseases in Thailand [J]. Ther Apher Dial, 2013, 17: 99-116.

[9] Ronco C, Brendolan A, Lonnemann G, et al. A pilot study of coupled plasma filtration with adsorption in septic shock [J]. Crit Care Med, 2002, 30: 1250-1255.

[10] Hassan J, Cader RA, Kong NC, et al. Coupled plasma filtration adsorption (CPFA) plus continuous veno-venous haemofiltration (CVVH) versus CVVH alone as an adjunctive therapy in the treatment of sepsis [J]. EXCLI J, 2013, 12: 681-692.

(收稿日期: 2017-08-21)