

零平衡超滤和静脉-动脉改良超滤在婴幼儿体外循环中的联合应用

李福凝, 邓伟, 高瞻, 陈智豫

(昆明同仁医院心脏大血管外科, 云南昆明 650228)

[摘要] **目的** 探讨零平衡超滤 (ZBUF) 和静脉-动脉改良超滤 (V-A MUF) 联合应用于婴幼儿体外循环 (CPB) 手术中的临床效果, 判定二者联合应用的可行性及临床意义. **方法** 69 例婴幼儿复杂先心病患者, 其中男 32 例, 女 37 例, 年龄 4~24 个月, 体重 5~13 kg; 选用 MEDOS ME HFOS 0025 婴儿型超滤器, CPB 期间行 ZBUF, CPB 结束后采用静脉-动脉路径行改良超滤. 观察患者平均动脉压 (MAP)、血浆白细胞介素-6 (IL-6)、白细胞介素-8 (IL-8)、肿瘤坏死因子 α (TNF- α) 和血浆胶体渗透压 (COP)、红细胞压积 (HCT) 变化. **结果** 所有患者 MAP 在 V-A MUF 结束时明显较 CPB 期间升高 ($P < 0.05$); V-A MUF 结束时 TNF- α 、IL-6、IL-8 与 ZBUF 过程中比较无明显差异 ($P > 0.05$); COP 和 HCT 在 V-A MUF 结束时较 CPB 期间明显升高 ($P < 0.05$). **结论** ZBUF 与 V-A MUF 联合应用于婴幼儿 CPB 手术中可排除炎症因子, 快速减少体内水分、提高 COP 和红细胞压积, 从而改善心肺功能.

[关键词] 婴幼儿; 体外循环; 零平衡超滤

[中图分类号] R654.1 **[文献标识码]** A **[文章编号]** 2095-610X (2014) 11-0140-03

Combined Application of Zero-balanced Ultrafiltration and Venous-arterial Modified Ultrafiltration in Infants during Cardiopulmonary Bypass

LI Fu-ning, DENG Wei, GAO Zhan, CHEN Zhi-yu

(Dept. of Cardiovascular Surgery, Kunming Tongren Hospital, Kunming Yunnan 650228, China)

[Abstract] **Objective** This study was aimed to investigate the clinical effects of combined application of zero-balanced ultrafiltration (ZBUF) and venous-arterial modified ultrafiltration (V-A MUF) in severe infant open heart surgery with cardiopulmonary bypass (CPB), in order to evaluate the feasibility and clinical significance of combination of ZBUF and V-A MUF. **Methods** 69 pediatric patients diagnosed as complicated congenital heart disease had been involved, which included 32 males and 37 females with 4-24 months of age and 5-13 kg of weight. Gambro MEDOS ME HFOS 0025 hemofilter was selected in all patients. ZBUF was done during CPB and V-A MUF was performed after CPB. The changes of mean arterial pressure (MAP), TNF- α , IL-6, IL-8, hematocrit (HCT), and the plasma colloid osmotic pressure (COP) were measured at several time points. **Results** MAP, COP and HCT were significant higher after the end of V-A MUF ($P < 0.05$) than during CPB in all patients. TNF- α , IL-6 and IL-8 had no significant differences during ZBUF and at the end of V-A MUF ($P > 0.05$). **Conclusion** Combined application of ZBUF and V-A MUF can eliminate the inflammatory mediators and improve the respiratory and heart functions through decreasing the body water and increasing COP and HCT.

[Key words] Infant; Cardiopulmonary bypass; Zero-balanced ultrafiltration

随着心脏外科手术技术提高, 先心病手术越来越趋向低龄化, 由于体外循环 (cardiopulmonary bypass, CPB) 血液稀释造成的血细胞压积降低、血液与体外循环装置接触产生的炎症反应产生的并

[作者简介] 李福凝 (1971~), 男, 云南昆明市人, 医学学士, 主治医师, 主要从事心脏大血管外科临床工作.

[通讯作者] 邓伟. E-mail: kmtrxwk@hotmail.com

发病是婴幼儿先天性心脏矫治术后主要死亡原因。现对 2012 年 10 月至 2013 年 10 月施行的 69 例婴幼儿复杂先心病手术体外循环中零平衡超滤 (zero-balanced ultrafiltration, ZBUF) 和静脉-动脉改良超滤 (venous-arterial modified ultrafiltration, V-A MUF) 联合应用回顾总结。

1 资料与方法

1.1 临床资料

2012 年 10 月至 2013 年 10 月收治的 69 例婴幼儿复杂先心病患者, 其中男 32 例, 女 37 例, 年龄 4 ~ 24 个月, 体重 5 ~ 13 kg; 法乐氏四联症 23 例, 心内膜垫缺损 19 例, 右心室双出口 16 例, Ebstein's 畸形 7 例, 完全型肺静脉异位引流 4 例。

1.2 方法

术中使用 STOCKER SC 型人工心肺机, TERUMO Capiox SX-10 型膜式氧合器, 昆明同仁医院婴儿型 CPB 管路, 国产一次性动静脉插管, FAF-3 型动脉微栓过滤器、MEDOS ME HFOS 0025 婴儿型超滤器; 预充采用乳酸钠林格液、5% 碳酸氢钠、悬浮红细胞、20% 人血白蛋白等, 术中维持红细胞压积 25 ~ 30%。所有病例采用静脉吸入麻醉, 使用 St Thomas II 号心脏停搏液, 在中-深低温体外循环下完成手术。超滤器连接方法见图 1。心脏停跳循环稳定后即开始行 ZBUF, 由储血器引出静脉血, 滚压泵控制超滤流量 5 ~ 10 mL/kg, 根据超滤出液体补充等量乳酸钠林格液, 停止体外循环后由静脉引流管引出静脉血行 V-A MUF, 流量 5 ~ 10 mL/kg, 超滤 5 ~ 10 min。

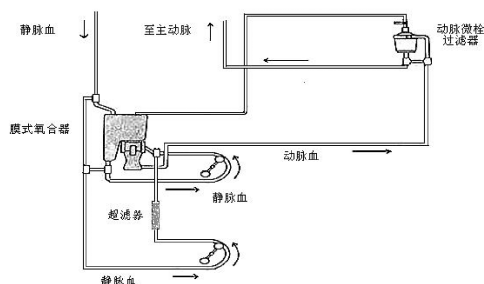


图 1 静脉-动脉改良超滤

Fig. 1 Venous-arterial modified ultrafiltration

1.3 观察指标

分别在 CPB 前、ZBUF 开始时、ZBUF 结束时、CPB 结束时、V-A MUF 结束时测定平均动脉压 (MAP); 测定炎症介质浓度, 包括: 血浆白细胞介素 -6 (IL-6)、白细胞介素 -8 (IL-8)、肿瘤坏死

因子 α (TNF- α); 以及血浆胶体渗透压 (COP)、红细胞压积 (HCT) 变化。

1.4 统计学分析

统计学方法采用 SPSS 统计软件进行统计处理, 所有指标以均数 \pm 标准差 ($\bar{x} \pm s$) 表示, 独立样本 t 检验, 检验水准 $\alpha = 0.05$ 。

2 结果

2.1 平均动脉压变化

所有病例 CPB 前 MAP 为 (60.19 ± 13.37) mmHg (1 mmHg = 0.133 kPa), CPB 中维持在 30 ~ 60 mmHg。V-A MUF 结束时 MAP 为 (62.67 ± 14.17) mmHg, 与 ZBUF 开始时、ZBUF 结束时、CPB 结束时比较差异有统计学意义 ($P < 0.05$), 见表 1。

2.2 炎症介质变化

所有病例血浆白细胞介素 -6 (IL-6)、白细胞介素 -8 (IL-8)、肿瘤坏死因子 α (TNF- α) 在 ZBUF 开始时、ZBUF 结束时、CPB 结束时、V-A MUF 结束时均明显高于 CPB 前 ($P < 0.05$); V-A MUF 结束时上述 3 个指标与 ZBUF 结束时比较差异无统计学意义 ($P > 0.05$), 见表 2。

2.3 血浆胶体渗透压 (COP)、红细胞压积 (HCT) 变化

ZBUF 开始时和 ZBUF 结束时 COP 和 HCT 低于 CPB 前 ($P < 0.05$), V-A MUF 结束时上述 2 项指标升高与 ZBUF 开始时和 ZBUF 结束时比较差异有统计学意义 ($P < 0.05$), 见表 3。

3 讨论

1991 年 Naik 报告了在 CPB 结束后使用动脉-静脉改良超滤 (MUF) 减轻由于 CPB 造成的血液稀释^[1], 血液浓缩效率大幅提高, 其后动脉-静脉改良超滤大量应用于临床, 在浓缩血液, 减轻术后水肿的同时减少了术后并发症, 起到了有好的效果。

随临床应用的增加, MUF 缺陷逐渐出现: (1) 左向右分流, 长时间的 MUF 易造成血流动力学不稳定, 不利于心功能恢复; (2) 动脉插管端的负压有可能产生气栓, 超滤系统没有排气装置, 增加术后栓塞风险; (3) 超滤管路无加温装置, 暴露于室温中使患者体温降低, 特别是婴幼儿体温下降更加明显^[2]; (4) 在 CPB 完成后单独应用 MUF 增加血液与异物接触时间, 反而增加了部分炎症介质的产生^[3]。

ZBUF 通过 CPB 过程中持续超滤, 滤出液体的

表1 MAP变化 ($\bar{x} \pm s$)Tab. 1 The change of MAP ($\bar{x} \pm s$)

时点	CPB 前	ZBUF 开始时	ZBUF 结束时	CPB 结束时	V-A MUF 结束时
MAP (mmHg)	60.19 ± 13.37	38.69 ± 11.84*	40.26 ± 10.41*	50.34 ± 15.22*	62.67 ± 14.17

与 CPB 前比较, * $P < 0.05$.

表2 炎性介质变化 ($\bar{x} \pm s$)Tab. 2 The changes of IL-6, IL-8 and TNF- α ($\bar{x} \pm s$)

时点	CPB 前	ZBUF 开始时	ZBUF 结束时	CPB 结束时	V-A MUF 结束时
IL-6 (ng/L)	127.66 ± 42.89	257.69 ± 42.17*	244.01 ± 37.51*	236.59 ± 52.63*	251.70 ± 49.97*
IL-8 (ng/L)	88.52 ± 16.47	145.68 ± 22.45*	147.96 ± 17.55*	144.65 ± 19.39*	139.64 ± 21.62*
TNF- α (ng/L)	36.52 ± 7.61	53.41 ± 8.24*	47.87 ± 11.03*	55.29 ± 9.69*	50.23 ± 8.81*

与 CPB 前比较, * $P < 0.05$.

表3 COP、HCT变化 ($\bar{x} \pm s$)Tab. 3 The changes of COP and HCT ($\bar{x} \pm s$)

时点	CPB 前	ZBUF 开始时	ZBUF 结束时	CPB 结束时	V-A MUF 结束时
COP(mmHg)	18.63 ± 3.01	15.17 ± 5.64*	14.83 ± 4.35*	17.33 ± 5.91#	20.07 ± 2.24#
HCT	0.33 ± 0.04	0.24 ± 0.05*	0.24 ± 0.05*	0.27 ± 0.04#	0.35 ± 0.06#

与 CPB 前比较, * $P < 0.05$; 与 ZBUF 开始时和 ZBUF 结束时比较, # $P < 0.05$.

同时滤出炎性介质,减轻 CPB 期间的全身炎症反应综合征(SIRS)^[4,5],本观察中 ZBUF 期间炎性介质浓度没有升高,与文献报道结果一致;但 ZBUF 需不断补充滤出的液体量维持合适的血平面,因此没有滤出水分浓缩血液的作用。

笔者在婴幼儿患者中联合应用 ZBUF 和 V-A MUF 能有效减轻 CPB 期间的全身炎症反应综合征,浓缩血液,避免 MUF 和 ZBUF 的不足,分析原因:(1) V-A MUF 血流由静脉到动脉,经膜肺氧合,防止由于 MUF 期间左向右分流造成的重要脏器供血不足,有利于心功能恢复;(2) V-A MUF 理论上相当于一个低流量心室辅助系统,在滤出水分的同时,减轻了心脏和肺的负荷,使缺血再灌注的心肺功能得以休息,有利于婴幼儿患者术后恢复;(3) V-A MUF 出口端接入膜肺变温系统,超滤过程可通过膜肺持续加温,可以保证患者体温持续稳定,避免由于术后低温带来的一系列并发症;(4) V-A MUF 出口接动脉,增加了出口端的压力,提高液体滤出速度,相对传统 MUF 所需时间缩短,进一步减少炎性介质产生;(5) V-A MUF 出口血流须先通过 CPB 管路的微栓滤器再进入体内,可防止气体进入体内,提高了超滤的安全性。

ZBUF 与 V-A MUF 联合应用于复杂先天性心脏病婴幼儿 CPB 心脏手术中可有效滤除炎性介质,

快速减少体内水分,不仅避免了传统 MUF 血流动力学不稳定、体温下降、气栓等不足,而且进一步减少炎性介质产生;与传统 MUF 相比并不增加操作难度,值得临床推广。

[参考文献]

- [1] NAIK S K, KNIGHT A, ELLIOTT M. A prospective randomized study of a modified technique of ultrafiltration during pediatric open-heart surgery [J]. *Circulation*, 1991, 84(5 Suppl):422 - 431.
- [2] 朱德明,王伟,黄惠民,等. 超滤在10公斤以下小儿体外循环中的应用[J]. *中国体外循环杂志*, 2003, 1(3): 134 - 140.
- [3] 赵雨辰,杨一峰,朱云,等. 改良超滤在低体重婴幼儿(≤ 10 kg)体外循环手术中的应用[J]. *中国医师杂志*, 2007, 9(9):1 236 - 1 237.
- [4] CHEW M S, BRIX-CHRISTENSEN V, RAVN H B, et al. Effect of modified ultrafiltration on the inflammatory response in paediatric open-heart surgery: a prospective randomized study[J]. *Perfusion*, 2002, 17(5): 327 - 333.
- [5] SONG L O, YINGLONG L I, JINPING L I. Effects of zero-balanced ultrafiltration on procalcitonin and respiratory function after cardiopulmonary bypass [J]. *Perfusion*, 2007, 22(5): 339 - 343.

(2014-09-15 收稿)