

• 论著—研究报告 •

不同 MAPP 量对心脏瓣膜置换手术患者肺功能保护
及凝血功能的影响*刘芳¹ 李彩霞¹ 韩新² 王发兴²

[摘要] 目的:探讨不同改良自体血小板分离(MAPP)量对心脏瓣膜置换手术患者肺功能保护及凝血功能的影响。方法:纳入 2019 年 1 月—2023 年 1 月医院住院成人心脏瓣膜病 95 例患者进行前瞻性随机对照试验。根据随机数字表分成 3 组:A 组(MAPP<10 mL/kg)31 例、B 组(MAPP 为 10~15 mL/kg)32 例、C 组(MAPP>15 mL/kg)32 例。比较 3 组凝血功能及术后 72 h 内急性肺损伤发生情况。结果:研究过程中剔除各组 MAPP 分离至目标量前红细胞比容持续<20%者,每组均有 30 例患者进入研究。与 A 组比较,B、C 组在体外循环结束即刻(L3)时活化部分凝血酶原时间(APTT)明显延长,血浆纤维蛋白原(Fib)浓度升高($P<0.05$),但 B 组和 C 组 L3 时 APTT、Fib 值比较,差异无统计学意义($P>0.05$);B 组和 C 组 L3、术后 1 h(L4)、24 h(L5)时最大血块强度(MA)值均高于 A 组($P<0.05$),但 B 组和 C 组 L3、L4、L5 时 MA 值比较,差异无统计学意义($P>0.05$)。A 组术后 72 h 急性肺损伤发生率为 6.67%,B 组为 3.33%,C 组为 10.00%。3 组急性肺损伤发生率比较,差异无统计学意义($\chi^2=1.012, P=0.868$)。结论:10~15 mL/kg MAPP 分离量对改善心脏瓣膜置换手术患者的凝血功能最佳,同时该分离量不会增加急性肺损伤发生率。

[关键词] 心脏瓣膜置换术;改良自体血小板分离;凝血功能;肺功能

DOI:10.13201/j.issn.1004-2806.2023.12.008

[中图分类号] R457.1 [文献标志码] A

Effect of different levels of MAPP on lung function protection and
coagulation function in patients undergoing heart valve
replacement surgeryLIU Fang¹ LI Caixia¹ HAN Xin² WANG Faxing²

(¹Department of Blood Transfusion, Lishui People's Hospital, Lishui, 323000, China;

²Department of Anesthesiology, Lishui People's Hospital)

Corresponding author: WANG Faxing, E-mail: faxingwanglive@163.com

Abstract Objective: To investigate the effects of different levels of modified autologous platelet-rich plasmapheresis(MAPP) on lung function protection and coagulation function in patients undergoing heart valve replacement surgery. **Methods:** A prospective randomized controlled trial was conducted on 95 adult patients with valvular heart disease admitted to our Hospital from January 2019 to January 2023. According to a random number table, they were randomly divided into three groups: Group A(MAPP<10 mL/kg) with 31 cases, Group B (MAPP 10-15 mL/kg) with 32 cases and Group C(MAPP>15 mL/kg) with 32 cases. The effect of different levels of MAPP on lung function protection and coagulation function in patients undergoing double valve replacement surgery was analyzed. **Results:** During the study, patients with hematocrit<20% before MAPP separation to the target volume were excluded, and 30 patients in each group were enrolled in the study. Compared with Group A, Group B and Group C significantly prolonged the activated partial prothrombin time(APTT) and increased plasma fibrinogen(FIB) concentration immediately after the end of cardiopulmonary bypass(L3)($P<0.05$). However, there was no statistical significant difference in APTT and FIB values between Group B and Group C at L3($P>0.05$). The maximum blood clot strength(MA) values at L3, 1 hour(L4), and 24 hours(L5) after surgery in Group B and Group C were higher than those in Group A($P<0.05$), but there was no statistical significant difference in MA values between Group B and Group C at L3, L4, and L5($P>0.05$). The incidence of acute lung inju-

*基金项目:浙江省医药卫生科技计划项目(No:2023KY1378)

¹丽水市人民医院输血科(浙江丽水,323000)

²丽水市人民医院麻醉科

通信作者:王发兴,E-mail:faxingwanglive@163.com

ry at 72 h after operation in group A, B, C was 3.33%, 6.67% and 10.00%. There was no statistical significant difference in the incidence of acute lung injury among the three groups($\chi^2=1.012$, $P=0.868$). **Conclusion:** The separation amount of 10-15 mL/kg MAPP may be the best for improving coagulation function in the patients undergoing heart valve replacement surgery, and the separation amount would not increase the incidence of acute lung injury.

Key words heart valve replacement surgery; modified autologous platelet-rich plasmapheresis; coagulation function; lung function

体外循环(cardiopulmonary bypass, CPB)心脏手术在低温、全身肝素化、血液与体外循环管路接触等多种因素影响下,容易引起红细胞碎裂,血小板及凝血因子消耗,增加围术期异体输血及术后炎症反应发生率,从而导致患者术后凝血功能障碍及术后急性肺损伤^[1-2]。研究表明血小板功能异常是引起是心脏大血管术后凝血功能障碍及急性肺损伤的重要原因之一^[3-4]。针对这一状况目前临床主要通过有效的血液保护或者药物治疗来降低其发生率^[5]。研究显示自体血小板分离(autologous plateletpheresis, APP)技术可通过保护部分血小板免受 CPB 破坏来达到血液保护目的^[6]。但常规 APP 多在麻醉后、CPB 肝素化前完成,且 APP 过程中需加入除肝素以外的抗凝剂避免血液凝固,此外该过程中容易出现血液过度稀释、循环不稳定等情况,进而加重患者病情。而改良自体血小板分离(modified autologous platelet-rich plasmapheresis, MAPP)于 CPB 管路建立以后、启动 CPB 之前完成,已被证实对心脏手术患者循环功能影响较小,且对自体血小板及肺保护作用与 APP 相似^[7-8]。另有研究显示不同 APP 量对其凝血功能改善、肺功能保护存在差异,其中 APP 分离量达到 15~20 mL/kg 可明显改善急性主动脉夹层患者凝血功能^[9]。但心脏瓣膜置换手术者本身循环不稳定、病情复杂危重,15~20 mL/kg APP 分离量是否适用该类病种患者尚需探讨。预试验中发现 MAPP 分离量为 10~15 mL/kg 对改善凝血功能、降低肺损伤有益,但缺乏相关试验证据,本研究分析不同 MAPP 量对心脏瓣膜置换手术患者凝血功能及肺功能保护的影响,提供临床证据支持。

1 资料与方法

1.1 一般资料

本研究经我院医学伦理委员会审核批准,纳入 2019 年 1 月—2023 年 1 月我院住院成人心脏瓣膜病患者进行前瞻性随机对照试验。

纳入标准:①心脏瓣膜病符合 2017 年 ESC/EACTS 心脏瓣膜病管理指南中相关标准^[10];②拟择期首次于 CPB 下行多瓣膜手术治疗,预计手术时间 > 2 h;③美国麻醉医师学会分级(American society of anesthesiologists, ASA) II ~ III 级^[11];④术前红细胞比容(hematocrit, HCT) > 0.35,术前血小板计数 > $150 \times 10^9/L$,体重 ≥ 50 kg;⑤CPB

操作者和手术操作者为相对固定的团队人员;⑥患者及家属了解试验方案内容并签署知情同意书。

排除标准:①伴凝血功能障碍病史;②术前伴肝、肾功能障碍及血液系统合并症;③2 周内使用抗凝药和抑制血小板的药物;④合并严重脏器功能不全及循环衰竭;⑤既往有其他心脏手术或胸腔内手术操作史;⑥术前合并活动性感染。

剔除或脱落标准:①MAPP 分离至目标量前静脉血氧饱和度(venous oxygen saturation, SvO₂) < 70% 且 HCT < 0.2;②多瓣膜手术失败。

遵循上述标准,纳入拟择期首次于 CPB 下行多瓣膜手术操作患者 95 例,根据随机数字表随机分成 3 组:A 组(MAPP < 10 mL/kg) 31 例、B 组(MAPP 为 10~15 mL/kg) 32 例、C 组(MAPP > 15 mL/kg) 32 例。研究过程中 A 组 1 例、B 组 2 例及 C 组 2 例在 MAPP 分离至目标量前 HCT 持续 < 0.2,均被剔除。最终每组均纳入 30 例患者进入本次研究。A 组男 18 例,女 12 例;年龄 41~53 岁,平均(46.33 ± 3.11)岁;ASA 分级:II 级 14 例,III 级 16 例;伴糖尿病 3 例,伴高血压 5 例。B 组男 20 例,女 10 例;年龄 41~53 岁,平均(46.50 ± 3.14)岁;ASA 分级:II 级 15 例,III 级 15 例;伴糖尿病 4 例,伴高血压 6 例。C 组男 17 例,女 13 例;年龄 41~52 岁,平均(46.43 ± 3.20)岁;ASA 分级:II 级 17 例,III 级 13 例;伴糖尿病 3 例,伴高血压 7 例。3 组患者基线资料比较差异无统计学意义($P > 0.05$),具有可比性。

1.2 方法

1.2.1 麻醉方法 所有患者在术前 30 min 给予麻醉前用药:东莨菪碱 0.3 mg,吗啡 0.1 mg/kg,肌肉注射。入室后常规监测心电图和脉搏氧饱和度,开放 16G 外周静脉通路。在 2%利多卡因局麻下行桡动脉置管,连续监测有创动脉压。患者均采用静脉麻醉诱导,咪唑安定 0.05~0.1 mg/kg、依托咪酯 0.1~0.3 mg/kg、顺式阿曲库铵 0.1~0.2 mg/kg 和舒芬太尼 1~2 $\mu\text{g}/\text{kg}$ 。诱导后低血压根据术前瓣膜病病理生理特点给予血管活性药物或缩血管药物纠正。麻醉诱导后行气管插管,人工气道建立后于右颈内置入三腔深静脉导管监测中心静脉压及 Swan-Gans 导管监测气道峰压及 SvO₂。麻醉维持采用丙泊酚 2~3 mg/(kg·h)、舒芬太尼 0.5~1.5 $\mu\text{g}/(\text{kg} \cdot \text{h})$,持续吸入 1%~

2%七氟烷和间断推注顺式阿曲库铵 0.1 mg/kg, BIS 值维持范围 40~60。手术期间应用麻醉机 Drager Primus 麻醉工作站呼吸支持,调整通气参数以维持呼气末二氧化碳分压 35~45 mmHg (1 mmHg=0.133 kPa)。术中监测麻醉机通气参数、吸入七氟烷浓度、呼末二氧化碳分压、直肠温和鼻咽温,间断监测动脉血气。

1.2.2 CPB 所有入选的患者由固定的手术组和麻醉、CPB 人员完成手术;所有手术均采用前胸正中切口,纵劈胸骨切开心包后,全身肝素化,剂量为肝素 3 mg/kg,5 min 后测定活化凝血时间(activated coagulation time, ACT),主动脉插管应在 ACT>300 s 时,ACT>480 s 才能实行 CPB 转机,CPB 转流期间需维持 ACT 值≥480 s。所有患者均采用 MAQUET HL20 型体外循环机,MAQUET 71000 膜式氧合器;体外循环的预充液为万汶注射 1 000 mL、乳酸林格氏液 1 000 mL,肝素预充 1 mg/kg。CPB 采用浅低温平流灌注,鼻咽温维持 30~35℃,灌注流量 2.2~2.4 L/(m²·min),平均动脉压维持在 50~70 mmHg,中度血液稀释;后并行根据心功能和呼吸、循环监测参数减流量停机,鱼精蛋白与肝素中和比例为 1:1.5~1:1,根据 ACT 值追加鱼精蛋白直到与术前相当。CPB 机器和管道余血尽可能回输或经自体血回输机洗

涤后回输。

1.2.3 术后监护 手术结束患者血流动力学稳定,返回心外重症监护室,心外重症监护室调整呼吸机参数,间断复查血气、心肌酶谱、血常规,肝肾功能等指标,监测心电图、有创动脉压、中心静脉压、体温及术后 24、48 h 出入量,异体血输注量;根据情况给予必要的镇静镇痛治疗,待血流动力学稳定、自主呼吸恢复满意、意识清醒后撤除呼吸机、拔气管导管。

1.2.4 MAPP 及回输 患者经全身肝素化 (3 mg/kg)、ACT>300 s 时开始升主动脉和上下腔静脉插管,ACT>480 s 后将肝素化全血经静脉引流管侧路快速放血至无菌储血袋中;采血时根据血流动力学变化,从升主动脉给予预充液扩容。全血由一次性血液成分收集袋引至血液成分分离器, MAPP 方法(图 1)参照该机型操作手册,启动血小板分离程序将 MAPP 分离至目标量,其中 A 组 (MAPP < 10 mL/kg)、B 组 (MAPP 为 10~15 mL/kg)、C 组 (MAPP > 15 mL/kg);将肝素化全血分离为浓缩红细胞、自体富血小板血浆。浓缩红细胞分离完毕酌情回输给患者,自体富血小板血浆于 22℃ 恒温震荡保存,待停机鱼精蛋白中和无明显外科出血后回输。全血采集、自体血小板分离和自体血输注过程严格执行无菌操作。

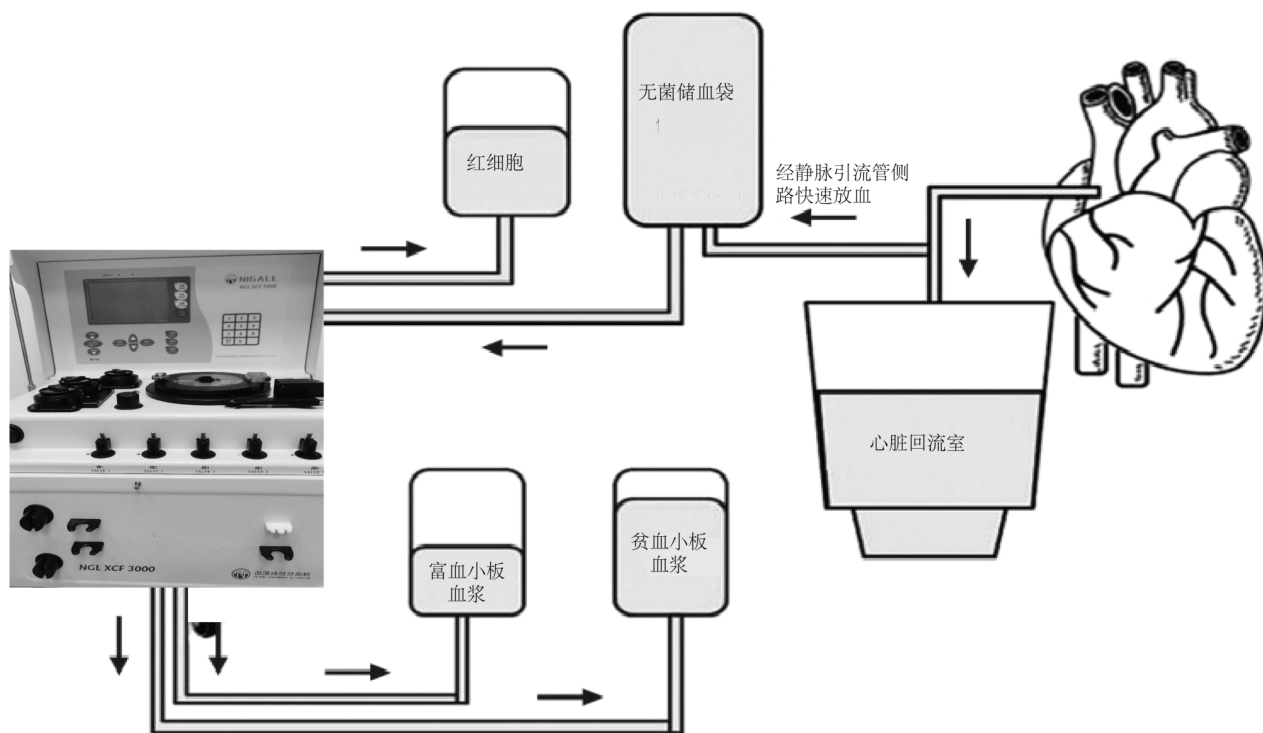


图 1 改良自体血小板分离示意图

1.3 评价指标

1.3.1 凝血功能 分别于麻醉诱导前(L1)、分离结束后(L2)、CPB 结束即刻(L3)、术后 1 h(L4)、

24 h(L5)和 48 h(L6)各时点抽取患者颈内静脉血 6 mL,送检验科检测凝血指标及血栓弹力图检测相关指标,主要包括凝血酶原时间(prothrombin

time,PT)、活化部分凝血酶原时间(activated partial prothrombin time,APTT)、血浆纤维蛋白原(fibrinogen,Fib)及血栓弹力图最大血块强度(maximum amplitude,MA)值。

1.3.2 急性肺损伤 记录患者术后 72 h 内急性肺损伤发生情况,急性肺损伤参照中华医学会重症医学分会的急性肺损伤诊断标准^[12]:有引发该病的高危因素;发病急,呼吸窘迫;氧合指数 ≤ 300 mmHg;X 线检测显示双肺呈斑片状阴影;肺动脉楔压 ≤ 18 mmHg。

1.4 统计学方法

采用 SPSS 25.0 软件进行数据处理,使用 Shapiro-Wilk 检验计量资料,服从正态分布的数据使用 $\bar{X} \pm S$ 表示,2 组组间行独立样本 *t* 检验,多组间比较采用单因素方差分析,单个指标多个时点采用

重复度量方差分析。计数资料用例(%)表示,组间比较采用 χ^2 检验;双侧检验水准 $\alpha=0.05$ 。

2 结果

2.1 凝血功能

3 组 PT、APTT、Fib、MA 值随时点变化差异有统计学意义($P < 0.05$);B 组、C 组在 L3 时 APTT 较 A 组明显延长,Fib 浓度较 A 组明显升高($P < 0.05$),但 B 组和 C 组 L3 时 APTT、Fib 值比较,差异无统计学意义($P > 0.05$);B 组和 C 组 L3、L4、L5 时 MA 值均高于 A 组($P < 0.05$),但 B 组和 C 组 L3、L4、L5 时 MA 值比较,差异无统计学意义($P > 0.05$);且其他时点 3 组 APTT、Fib、MA 值比较,差异无统计学意义($P > 0.05$);3 组 PT 各时点比较,差异无统计学意义($P > 0.05$)。见表 1。

表 1 3 组患者不同时点凝血功能比较

$\bar{X} \pm S$

组别	例数	PT/s					
		L1	L2	L3	L4	L5	L6
A 组	30	12.36 \pm 2.67	12.64 \pm 2.24	15.52 \pm 2.17	14.68 \pm 2.34	13.56 \pm 2.19	13.52 \pm 2.16
B 组	30	12.33 \pm 2.51	12.91 \pm 2.30	15.80 \pm 2.21	14.57 \pm 2.27	13.48 \pm 2.34	13.29 \pm 2.13
C 组	30	12.40 \pm 2.62	12.73 \pm 2.28	15.67 \pm 2.19	14.64 \pm 2.31	13.54 \pm 2.26	13.51 \pm 2.20
<i>F</i>		0.070	0.109	0.147	0.015	0.009	0.161
<i>P</i>		0.993	0.897	0.863	0.985	0.991	0.852

组别	例数	APTT/s					
		L1	L2	L3	L4	L5	L6
A 组	30	33.12 \pm 4.18	34.21 \pm 4.35	44.06 \pm 6.72	42.89 \pm 8.33	38.27 \pm 6.10	37.25 \pm 5.35
B 组	30	33.28 \pm 4.26	34.67 \pm 4.42	49.07 \pm 6.14	43.00 \pm 7.64	39.00 \pm 5.62	37.13 \pm 5.55
C 组	30	33.30 \pm 4.24	34.50 \pm 4.38	48.67 \pm 6.30	42.93 \pm 8.12	38.65 \pm 6.00	37.20 \pm 5.47
<i>F</i>		0.019	0.089	5.801	0.002	0.116	0.003
<i>P</i>		0.981	0.915	0.004	0.998	0.891	0.997

组别	例数	Fib/(g/L)					
		L1	L2	L3	L4	L5	L6
A 组	30	3.24 \pm 0.63	3.22 \pm 0.54	2.03 \pm 0.48	2.69 \pm 0.47	2.94 \pm 0.44	2.96 \pm 0.46
B 组	30	3.30 \pm 0.60	3.18 \pm 0.55	2.61 \pm 0.50	2.71 \pm 0.45	2.98 \pm 0.46	3.00 \pm 0.49
C 组	30	3.27 \pm 0.62	3.20 \pm 0.51	2.58 \pm 0.47	2.70 \pm 0.50	2.97 \pm 0.48	3.02 \pm 0.50
<i>F</i>		0.093	0.045	12.470	0.013	0.057	0.157
<i>P</i>		0.991	0.956	<0.001	0.987	0.945	0.855

组别	例数	MA/mm					
		L1	L2	L3	L4	L5	L6
A 组	30	60.65 \pm 5.76	60.47 \pm 6.01	46.63 \pm 4.32	46.74 \pm 4.29	49.39 \pm 4.33	55.52 \pm 4.58
B 组	30	61.20 \pm 5.17	60.54 \pm 5.87	50.64 \pm 4.51	53.52 \pm 4.32	55.67 \pm 5.01	55.80 \pm 4.61
C 组	30	60.87 \pm 5.54	60.61 \pm 5.92	50.51 \pm 4.56	53.56 \pm 4.44	55.53 \pm 4.86	55.73 \pm 4.53
<i>F</i>		0.081	0.004	7.817	24.945	17.584	0.027
<i>P</i>		0.922	0.996	0.001	<0.001	<0.001	0.973

注:PT:*F*_{组间} *P*_{组间} = 0.012/0.988;*F*_{时点} *P*_{时点} = 8.563/0.004;*F*_{组间 * 时点} *P*_{组间 * 时点} = 0.136/0.873;APTT:*F*_{组间} *P*_{组间} = 1.661/0.196;*F*_{时点} *P*_{时点} = 75.183/<0.001;*F*_{组间 * 时点} *P*_{组间 * 时点} = 1.068/0.385;Fib:*F*_{组间} *P*_{组间} = 3.002/0.055;*F*_{时点} *P*_{时点} = 34.164/<0.001;*F*_{组间 * 时点} *P*_{组间 * 时点} = 1.810/0.057;MA:*F*_{组间} *P*_{组间} = 23.958/<0.001;*F*_{时点} *P*_{时点} = 83.572/<0.001;*F*_{组间 * 时点} *P*_{组间 * 时点} = 3.922/<0.001。

2.2 急性肺损伤情况

A 组术后 72 h 急性肺损伤发生率为 6.67% (2/30), B 组为 3.33% (1/30), C 组为 10.00% (3/30)。3 组急性肺损伤发生率比较, 差异无统计学意义 ($\chi^2=1.012, P=0.868$)。

3 讨论

目前关于达到 MAPP 技术明显血液保护效果需要采集新鲜全血的数量、分离血小板总量和功能的要求目前尚无统一的意见。目前采集量通常为 10~20 mL/kg 富血小板血浆或患者总血浆容量的 20%, 一般血小板采集量 >20% 患者全身循环中血小板总量才可达到明显的血液保护效果^[13-14]。在急性主动脉夹层手术患者中进一步对 APP 的分离量进行观察, 结果发现 15~20 mL/kg 的 APP 可明显减少术中自体血输注量, 术后 48 h 的肺功能指标恢复效果优于 <15 mL/kg 与 >20 mL/kg 的 APP 分离量^[9]。在心血管外科手术中关于 MAPP 技术的分离量存在一定争议, 并多为回顾性研究, 样本量较小, 容易出现选择性偏移, 仍需前瞻性随机试验数据来证实^[15-16]。本研究在预试验基础上针对 MAPP 分离量选择进行前瞻性分析, 为多瓣膜手术操作患者提供安全而有效的 MAPP 方法和策略。

当采集并保存足够量的血小板情况下可显著改善患者凝血功能, 并起到血液保护的作用^[17]。本研究中 B 组、C 组在 CPB 结束即刻 APTT 较 A 组明显延长。这一研究结果提示了提示 >10 mL/kg 的 MAPP 分离量可有效减轻内源性凝血途径过程中凝血酶的消耗。因大量的 MAPP 输注可以通过补充体内缺乏或不足的血小板, 促进血小板的聚集和凝集, 补充体内凝血相关因子, 从而加速凝血途径的进行, 减轻内源性凝血途径过程中凝血酶的消耗, 减缓出血程度^[18-19]。同时本研究中 B 组、C 组在 CPB 结束即刻 Fib 浓度明显高于 A 组, 提示 >10 mL/kg 的 MAPP 分离量对凝血功能起到一定的保护作用。因足量血小板输注可阻止内源性纤维蛋白溶解途径的激活, 从而减少纤维蛋白溶解产物的生成, 抑制其对凝血途径的影响^[20]。本研究观察 MA 值发现 B 组、C 组在 CPB 结束即刻、术后 1 h、24 h 的 MA 值高于 A 组。血小板分离使得每一单位血液中的血小板计数更加集中, 同时减少了其他细胞和蛋白质等物质的干扰, 促使血小板之间的相互作用更为有效, 当心肺转流过程结束后, 足够量的血小板输注促使恢复循环的血液中的血小板更快地聚集和凝集, 从而促使机体凝血功能的恢复^[21-22]。因此, 合理的 MAPP 分离量可改善凝血功能。但是本研究也发现 B 组和 C 组在不同时间点的凝血指标差异无统计学意义 ($P>0.05$)。目前临床前期研究已显示大剂量 APP 分离量在减

少自体血输注量上与常规采集量差异无统计学意义^[9]。但随着采血比例及分离量的增加, 血液稀释及血小板功能破坏的风险可能增加, 因此本研究中心心脏瓣膜置换手术患者选择 10~15 mL/kg MAPP 分离量相对适宜。

有研究显示血小板激活后可释放 5-羟色胺、花生四烯酸等血管活性物质, 直接损伤肺毛细血管膜, 进而导致急性肺损伤^[23]。目前尚未有关于 MAPP 分离量对心脏瓣膜手术患者肺功能影响的明确研究报告。但有研究证实, 血小板输注量的增加可导致动脉-静脉体外膜肺氧合患者预后不良^[24]。另一项报道中显示 15~20 mL/kg MAPP 分离量可减少自体血输注, 改善术后肺功能, 但 >20 mL/kg 的 MAPP 分离量与 15~20 mL/kg 的分离量相比无明显优势, 提示了 MAPP 分离量过高可能会导致血小板功能异常, 从而影响肺功能^[25]。本研究观察不同 MAPP 分离量患者的急性肺损伤发生情况, 3 组急性肺损伤发生率相似。这一结果提示了高 MAPP 分离量不会增加急性肺损伤发生率。其具体的机制尚不清楚, 可能与本研究中 >15 mL/kg 的 MAPP 分离量对凝血功能影响不大有关。

综上所述, 10~15 mL/kg MAPP 分离量对改善心脏瓣膜置换手术患者的凝血功能最佳, 同时该分离量不会增加急性肺损伤发生率。该研究结果对制定一项既能保障患者血流动力学, 又能保护患者重要脏器功能的血液保护策略提供了参考依据。

利益冲突 所有作者均声明不存在利益冲突

参考文献

- [1] Gerstein NS, Panikkath PV, Mirrakhimov AE, et al. Cardiopulmonary bypass emergencies and intraoperative issues[J]. J Cardiothorac Vasc Anesth, 2022, 36(12):4505-4522.
- [2] Ntelopoulos G, Nikolakopoulou Z, Chow BHN, et al. Lung injury following cardiopulmonary bypass: a clinical update[J]. Expert Rev Cardiovasc Ther, 2022, 20(11):871-880.
- [3] 曾玉鑫, 裴聪, 潘佳浩, 等. 不同时程心脏大血管手术中自体血小板分离回输的临床应用[J]. 中国医师杂志, 2022, 24(4):577-581.
- [4] Xin Y, Peng J, Hong YY, et al. Advances in research on the effects of platelet activation in acute lung injury (Review)[J]. Biomed Rep, 2022, 16(3):17.
- [5] 常影, 刘泽雄, 季晓鹏, 等. 体外循环肺损伤机制与肺保护策略研究进展[J]. 长春中医药大学学报, 2023, 39(7):817-821.
- [6] 魏海燕, 史宏伟, 李滢, 等. 自体血小板分离回输对急性 A 型主动脉夹层患者 P-选择素和炎性因子的影响[J]. 国际麻醉学与复苏杂志, 2021, 42(7):712-716.
- [7] 王惠, 梁碧霞, 于坤, 等. 改良自体血小板分离技术在心脏手术中应用[J]. 中国体外循环杂志, 2018, 16

- (5):273-277.
- [8] 陶雨琦,汪沁,贺玲,等.麻醉前自体血小板保护技术在 Stanford A 型主动脉夹层手术中的应用 1 例报道[J].现代医药卫生,2021,37(10):1785-1787.
- [9] 裴馨,何琛,谢思远,等.不同自体血小板分离量对中低温停循环急性主动脉夹层手术患者肺功能的影响[J].心肺血管病杂志,2021,40(9):940-944,950.
- [10] Baumgartner H, Falk V, Bax JJ, et al. 2017 ESC/EACTS Guidelines for the management of valvular heart disease [J]. Eur Heart J, 2017, 38 (36): 2739-2791.
- [11] Knuf KM, Maani CV, Cummings AK. Clinical agreement in the American Society of Anesthesiologists physical status classification [J]. Perioper Med (Lond), 2018, 7(1):14.
- [12] 中华医学会重症医学分会.急性肺损伤/急性呼吸窘迫综合征诊断和治疗指南(2006)[J].中华急诊医学杂志,2007,16(4):343-349.
- [13] Bai SJ, Zeng B, Zhang L, et al. Autologous Platelet-Rich Plasmapheresis in Cardiovascular Surgery: A Narrative Review [J]. J Cardiothorac Vasc Anesth, 2020, 34(6):1614-1621.
- [14] 王娜,曾思思,李佳蓓,等.体外循环对血小板数量和功能的影响及机制[J].中国体外循环杂志,2022,20(1):53-58.
- [15] Tong JQ, Cao L, Liu LW, et al. Impact of autologous platelet rich plasma use on postoperative acute kidney injury in type A acute aortic dissection repair: a retrospective cohort analysis [J]. J Cardiothorac Surg, 2021, 16(1):9.
- [16] Duan L, Wang E, Hu GH, et al. Preoperative autologous platelet pheresis reduces allogeneic platelet use and improves the postoperative PaO₂/FiO₂ ratio in complex aortic surgery: a retrospective analysis [J]. Interact Cardiovasc Thorac Surg, 2020, 31 (6): 820-826.
- [17] 李正业,王浩,史玮,等.自体血小板分离回输技术对于不同血小板水平的主动脉夹层患者成分血输注量的影响研究[J].临床输血与检验,2022,24(2):207-211.
- [18] 雷迪斯,曾琳玲,巫红梅,等.术前自体血小板分离对复杂成人先天性心脏病手术的血液保护效果[J].岭南心血管病杂志,2020,26(3):292-296.
- [19] 胡燕,严顺东,吴雅娟,等.低剂量血小板预防性输注分析[J].临床血液学杂志,2022,35(10):720-723.
- [20] Karlström C, Gryfelt G, Sc-hmied L, et al. Platelet transfusion improves clot formation and platelet function in severely thrombocytopenic haematology patients [J]. Br J Haematol, 2022, 196(1):224-233.
- [21] 翟晴,田阿勇.富血小板血浆分离应用于体外循环心脏手术的研究进展[J].中国医科大学学报,2019,48(2):180-183.
- [22] Shams HC, Singh S, Hesse C, et al. Effects of fibrinogen and platelet transfusion on coagulation and platelet function in bleeding cardiac surgery patients [J]. Acta Anaesthesiol Scand, 2019, 63(4):475-482.
- [23] Xin Y, Peng J, Hong YY, et al. Advances in research on the effects of platelet activation in acute lung injury (Review) [J]. Biomed Rep, 2022, 16(3):17.
- [24] 朱轶,陈旭锋,张劲松,等.血小板输注量对动脉-静脉体外膜肺氧合患者预后的影响:一项连续三年的回顾性研究[J].中华急诊医学杂志,2021,30(10):1177-1181.
- [25] 何琛,裴馨,赵丽云,等.不同自体血分离量对急性主动脉夹层大血管手术患者凝血功能的影响分析[J].中国医药,2019,14(4):517-521.

(收稿日期:2023-06-20 修回日期:2023-11-06)