

自体输血对心血管外科手术的效果分析

马芳芳 陈燕双 谢华斌 蔡金特

作者单位: 361005 福建厦门, 厦门大学附属心血管病医院检验科, 厦门市心血管病精准医学重点实验室

通信作者: 马芳芳, Email: mff060606@163.com

DOI: 10.3969/j.issn.1674-7151.2025.03.014

【摘要】 目的 探讨自体输血在心血管外科手术中的应用效果, 并与异体输血及自体 + 异体输血进行比较, 评估自体输血在减少术后出血、输血量及不良反应方面的优势。方法 回顾并分析 2023 年 1 月—2024 年 12 月在厦门大学附属心血管病医院接受心血管外科手术 185 例患者的临床资料, 根据输血治疗方法不同分为自体输血组 (58 例; 采用联合急性等容血液稀释与术中自体血回输技术)、异体输血组 (60 例; 根据患者失血量和成分进行异体输血) 和自体 + 异体输血组 (67 例; 自体输血与异体输血联合应用)。比较各组术前及术后 24 h 的血常规指标 [血红蛋白 (Hb)、红细胞压积 (Hct)], 凝血功能指标 [活化部分凝血活酶时间 (APTT)、凝血酶原时间 (PT)、凝血酶时间 (TT)], 术后 24 h 胸腔引流量和输血量以及术后不良反应和转归情况。结果 术后自体输血组和自体 + 异体输血组的 Hb 与 Hct 水平均显著高于异体输血组 [Hb (g/L): 128.41 ± 13.74 , 102.28 ± 14.72 比 96.44 ± 18.20 ; Hct: $(38.74 \pm 3.73)\%$, $(35.67 \pm 5.94)\%$ 比 $(30.50 \pm 4.77)\%$; 均 $P < 0.05$]。术后自体输血组的 PT、APTT 和 TT 均较异体输血组显著缩短 [PT (s): 12.76 ± 1.27 比 14.30 ± 3.10 ; APTT (s): 28.50 ± 3.66 比 36.96 ± 11.87 ; TT (s): 19.16 ± 2.43 比 24.45 ± 19.84 ; 均 $P < 0.05$]。自体输血组的术后 24 h 胸腔引流量和输血量均显著低于异体输血组 [术后 24 h 胸腔引流量 (mL): $220.0 (150.0, 322.5)$ 比 $240.0 (62.5, 502.5)$; 术后 24 h 输血量 (mL): $0 (0, 0)$ 比 $0 (0, 273.5)$; 均 $P < 0.05$]。自体输血组和自体 + 异体输血组的不良反应发生率和病死率均显著低于异体输血组 (不良反应发生率: 1.72% , 1.49% 比 11.67% ; 病死率: 1.72% , 1.49% 比 3.33% ; 均 $P < 0.05$)。结论 自体输血在心血管外科手术中具有显著的临床优势, 能够有效减少术后贫血的发生, 有利于患者凝血功能的恢复, 并在减少术后出血、异体输血量、不良反应发生以及改善转归方面具有显著的优势。

【关键词】 心血管外科手术; 自体输血; 异体输血; 不良反应

基金项目: 福建省自然科学基金面上项目 (2025J011492)

Effect analysis on autologous blood transfusion in cardiac spinal surgery

Ma Fangfang, Chen Yanshuang, Xie Huabin, Cai Jinte. Department of Clinical Laboratory, Affiliated Cardiovascular Disease Hospital of Xiamen University, Xiamen Key Laboratory of Precision Medicine for Cardiovascular Disease, Xiamen 361005, Fujian, China

Corresponding author: Ma Fangfang, Email: mff060606@163.com

【Abstract】 Objective To explore the application effect of autologous blood transfusion in cardiovascular surgery, compare it with acute normovolemic hemodilution combined with intraoperative cell salvage technique, and evaluate the advantages of autologous blood transfusion in reducing postoperative bleeding, transfusion volume and adverse reactions. **Methods** The clinical data of 185 patients undergoing cardiovascular surgery in Affiliated Cardiovascular Disease Hospital of Xiamen University from January 2023 to December 2024 were retrospectively analyzed. According to different methods of blood transfusion, they were divided into autologous blood transfusion group (58 cases; acute normovolemic hemodilution combined with intraoperative recycled autologous blood transfusion), allogeneic blood transfusion group (60 cases; allogeneic blood transfusion according to the amount and composition of blood loss) and autologous + allogeneic blood transfusion group (67 cases; autologous blood transfusion combined with allogeneic blood transfusion). The blood routine indexes [hemoglobin (Hb) and hematocrit (Hct)], coagulation function indexes [activated partial thromboplastin time (APTT), prothrombin time (PT) and thrombin time (TT)] before and 24 hours after operation, as well as thoracic drainage volume and blood transfusion volume 24 hours after operation, postoperative adverse reactions and prognosis were compared. **Results** The levels of Hb and Hct in autologous blood transfusion group and autologous + allogeneic blood transfusion group were significantly higher than those in allogeneic blood transfusion group [Hb (g/L): 128.41 ± 13.74 , 102.28 ± 14.72 vs. 96.44 ± 18.20 ; Hct: $(38.74 \pm 3.73)\%$, $(35.67 \pm 5.94)\%$ vs. $(30.50 \pm 4.77)\%$; all $P < 0.05$]. The PT, APTT and TT

in autologous blood transfusion group were significantly shorter than those in allogeneic blood transfusion group [PT (s): 12.76 ± 1.27 vs. 14.30 ± 3.10 ; APTT (s): 28.50 ± 3.66 vs. 36.96 ± 11.87 ; TT (s): 19.16 ± 2.43 vs. 24.45 ± 19.84 ; all $P < 0.05$]. The thoracic drainage volume and blood transfusion volume 24 hours after operation in autologous blood transfusion group were significantly lower than those in allogeneic blood transfusion group [thoracic drainage volume 24 hours after operation (mL): 220.0 (150.0, 322.5) vs. 240.0 (62.5, 502.5); blood transfusion volume 24 hours after operation (mL): 0 (0, 0) vs. 0 (0, 273.5); both $P < 0.05$]. The incidence of adverse reactions and mortality in autologous blood transfusion group and autologous + allogeneic blood transfusion group were significantly lower than those in allogeneic blood transfusion group (incidence of adverse reactions: 1.72%, 1.49% vs. 11.67%; mortality: 1.72%, 1.49% vs. 3.33%; all $P < 0.05$). **Conclusions** Autologous blood transfusion has significant clinical advantages in cardiovascular surgery, and could effectively reduce the incidence of postoperative anemia and promote the recovery of coagulation function. It also demonstrates notable benefits in reducing postoperative bleeding, volume of allogeneic blood transfusion, adverse reactions and improving overall patient outcomes.

【Key words】 Cardiovascular surgery; Autologous blood transfusion; Allogeneic blood transfusion; Adverse reaction

Fund Program: Fujian Provincial Natural Science Foundation General Project (2025J011492)

目前我国每年接受心血管外科手术的患者数超过 20 万例^[1]。心血管外科手术围术期抗血小板及抗凝药物的应用加剧了该类疾病患者的手术出血风险,造成失血量过大,导致围术期用血量居高不下。虽然输血能够有效改善患者临床症状,但同时也是增加患者不良事件的危险因素。多项研究已经证实,输血是围术期不良事件发生率和病死率增加的独立危险因素,大量输血还会导致患者住院时间延长、感染、输血相关的急性肺损伤和容量过负荷,输血量更是成为术后转归 5 年病死率的重要影响因素之一^[2-6]。另外,每年区域性和季节性血液资源短缺会使大量备血非常困难。自体输血是先通过采集患者自身的血液或血液成分,经过储存、处理后,在术中或术后需要时再回输给患者的一种输血方式,比较安全。多项研究表明,自体输血可以减少术后出血、输血及不良反应发生^[7-9]。本研究观察术中异体输血和自体输血应用于心外科手术中的效果,同时增加了术中异体 + 自体输血组来进一步论证自体输血在心血管外科手术中具有显著的临床优势,现将结果报告如下。

1 资料与方法

1.1 研究对象与分组 选择 2023 年 1 月—2024 年 12 月来本院就诊(诊断为主动脉夹层、室间隔缺损、房间隔缺损等)并进行心血管外科手术的 185 例患者作为研究对象,根据输血方法不同分为自体输血组(58 例;联合急性等容血液稀释与术中自体血回输技术)和异体输血组(60 例;根据患者失血量和成分进行异体输血)、自体 + 异体输血组(67 例;自体输血与异体输血联合应用)。

1.1.1 纳入标准 ① 经心电图、心肌标志物、心脏彩超、冠状动脉(冠脉)造影等检查,结果符合心外科手术指征,并于本院心外科接受手术治疗;② 年龄 ≥ 18 岁;③ 首次住院手术;④ 临床病历完整。

1.1.2 排除标准 ① 合并其他重要器官疾病;② 合并严重感染、出血、恶性肿瘤、凝血功能障碍等疾病;③ 存在无法控制的糖尿病、高血压;④ 术前 7 d 内心血管反应应用药史;⑤ 临床病历资料不全。

1.1.3 伦理学 本研究按照《赫尔辛基宣言》原则,严格遵循伦理委员会审查同意的方案开展研究,经本院伦理审批(审批号:XXY-AF/SC-09.06/1.1),所有研究均获得患者或家属的知情同意。

1.2 研究方法 术中自体输血采用联合急性等容血液稀释与术中自体血回输技术,在手术开始前,抽取患者一定量的自身血液保存备用,同时通过急性等容性血液稀释来减少术中红细胞丢失。再利用血液回收装置将患者体腔积血、手术失血及术后引流血液进行处理后回输给患者,最大限度地减少异体输血需求。异体输血指征:内科为血红蛋白(hemoglobin, Hb) < 70 g/L;外科为 Hb < 80 g/L 或 Hb 为 (70/80 ~ 100) g/L 的同时患者存在临床症状。根据输血指征判定需要输注的血液成分,由临床医师向输血科申请血型相同且配血相容的成分输注。

1.3 观察指标

1.3.1 血常规与凝血功能指标 在术前及术后 24 h 采集患者静脉血,经抗凝处理后采用 BC 6800 plus 全自动血细胞分析仪(深圳迈瑞医疗国际股份有限公司)检测 Hb、红细胞压积(hematocrit, Hct)和血小板计数(platelet count, PLT)。在术前及术后 24 h

采集患者静脉血,经抗凝处理后以 3 000 r/min 离心 10 min,使用 CS-5100 全自动凝血分析仪(日本希森美康株式会社)检测凝血酶原时间(prothrombin time, PT)、活化部分凝血活酶时间(activated partial thromboplastin time, APTT)、纤维蛋白原(fibrinogen, FIB)、凝血酶时间(thrombin time, TT)。

1.3.2 术后 24 h 胸腔引流量和输血量 根据本院医生工作站中护理记录查询胸腔出血引流量,根据输血管管理系统查询并计算患者术后 24 h 输血量。输血量计算方法:1 U 血小板=275 mL, 1 U 浓缩红细胞=135 mL, 10 U 冷沉淀=400 mL。

1.3.3 术后不良反应和患者转归 根据本院病例系统查询不良反应发生情况,包括发热、寒战、皮疹、血压下降、心率增快,血氧饱和度下降等。患者转归根据出院小结获取。

1.4 统计学方法 采用 SPSS 22.0 统计软件分析数据。符合正态分布的计量资料以均数 ± 标准差($\bar{x} \pm s$)表示,采用 *t* 检验;不符合正态分布的计量资料以中位数(四分位数)[$M(Q_L, Q_U)$]表示,采用 Mann-Whitney *U* 检验;计数资料以例(%)表示,采用 χ^2 检验。 $P < 0.05$ 为差异有统计学意义。

2 结果

2.1 一般资料 各组性别、年龄等一般资料差异均无统计学意义(均 $P > 0.05$),具有可比性。见表 1。

2.2 各组术前与术后血常规指标水平变化比较 术前各组 Hb、Hct 和 PLT 水平差异均无统计学意义(均 $P > 0.05$)。自体输血组的术后 Hb 水平与术前比较差异无统计学意义($P > 0.05$),异体输血组和自体 + 异体输血组的术后 Hb、Hct 和 PLT 水平与术前比较均显著降低,差异均有统计学意义(均 $P < 0.05$)。术后各组的 PLT 水平差异无统计学意义($P > 0.05$),但是与异体输血组比较,自体 + 异体输血组和自体输血组的 Hb 和 Hct 水平均显著升高(均 $P < 0.05$),与自体 + 异体输血组比较,自体输血组的 Hb 和 Hct 水平均显著升高(均 $P < 0.05$)。见表 2。

表 2 各组术前与术后血常规指标水平变化比较($\bar{x} \pm s$)

组别	时间	例数(例)	Hb (g/L)	Hct (%)	PLT ($\times 10^9/L$)
自体输血组	术前	58	131.14 ± 17.33	40.66 ± 3.86	211.37 ± 61.01
	术后	58	128.41 ± 13.74	38.74 ± 3.73 ^a	136.00 ± 40.45 ^a
自体 + 异体输血组	术前	67	131.49 ± 22.05	38.85 ± 6.84	198.36 ± 71.97
	术后	67	102.28 ± 14.72 ^{abc}	35.67 ± 5.94 ^{abc}	123.63 ± 45.87 ^a
异体输血组	术前	60	124.88 ± 28.58	39.23 ± 7.17	204.88 ± 92.23
	术后	60	96.44 ± 18.20 ^{ab}	30.50 ± 4.77 ^{ab}	126.27 ± 62.87 ^a

注: Hb 为血红蛋白, Hct 为红细胞压积, PLT 为血小板计数;与本组术前比较,^a $P < 0.05$;与自体输血组同期比较,^b $P < 0.05$;与异体输血组同期比较,^c $P < 0.05$

2.3 各组术前与术后凝血指标水平变化比较 术前各组的 PT、APTT、TT 和 FIB 水平差异均无统计学意义(均 $P > 0.05$)。各组 PT 水平在术前和术后差异均无统计学意义(均 $P > 0.05$); APTT 的术前和术后水平在自体输血组差异无统计学意义($P > 0.05$),而在异体输血组和自体 + 异体输血组均显著延长(均 $P < 0.05$); TT 的术前和术后水平在异体输血组和自体输血组均显著延长(均 $P < 0.05$),而在自体 + 异体输血组术前和术后水平差异无统计学意义($P > 0.05$); FIB 水平在各组术后较术前均显著降低(均 $P < 0.05$)。与异体输血组比较,术后自体输血组的 PT、APTT、TT 均显著缩短,自体 + 异体输血组的 PT 显著缩短(均 $P < 0.05$);与自体 + 异体输血组比较,自体输血组的 APTT 显著缩短($P < 0.05$)。FIB 水平在术后各组中比较差异均无统计学意义(均 $P > 0.05$)。见表 3。

2.4 各组术后 24 h 胸腔出血引流量和输血量比较 与自体输血组比较,异体输血组和自体 + 异体输血组的术后 24 h 胸腔出血引流量均显著升高(均 $P < 0.05$),而异体输血组与自体 + 异体输血组术后 24 h 出血引流量差异无统计学意义($P > 0.05$)。异体输血组和自体 + 异体输血组的输血量均显著高于自体输血组,且异体输血组的输血量显著高于自体 + 异体输血组,差异均有统计学意义(均 $P < 0.05$)。见表 4。

表 1 各组一般资料比较

组别	例数(例)	性别(例)		年龄(岁)		手术类型(例)			心功能分级(例)	
		男性	女性	范围	均数($\bar{x} \pm s$)	主动脉瓣置换	心脏瓣膜置置换	心脏瓣膜成形术	Ⅱ级	Ⅲ级
自体输血组	58	29	29	21 ~ 76	55.03 ± 11.07	18	23	17	31	27
自体 + 异体输血组	67	35	32	18 ~ 75	52.92 ± 13.11	21	27	19	34	33
异体输血组	60	32	28	24 ~ 85	55.40 ± 11.40	18	24	18	31	29
χ^2/t 值			0.179		0.963		0.120		0.445	
<i>P</i> 值			0.673		0.337		0.904		0.657	

表 3 各组术前和术后凝血指标水平变化比较($\bar{x} \pm s$)

组别	时间	例数(例)	PT(s)	APTT(s)
自体输血组	术前	58	13.84 ± 6.92	30.32 ± 6.06
	术后	58	12.76 ± 1.27	28.50 ± 3.66
自体 + 异体输血组	术前	67	13.18 ± 5.59	29.77 ± 4.19
	术后	67	12.79 ± 2.43 ^c	36.19 ± 21.28 ^{ab}
异体输血组	术前	60	13.21 ± 3.42	30.78 ± 3.45
	术后	60	14.30 ± 3.10 ^b	36.96 ± 11.87 ^{ab}

组别	时间	例数(例)	TT(s)	FIB(g/L)
自体输血组	术前	58	17.95 ± 1.37	2.54 ± 0.62
	术后	58	19.16 ± 2.43 ^a	2.05 ± 0.51 ^a
自体 + 异体输血组	术前	67	17.50 ± 1.98	2.60 ± 1.26
	术后	67	19.81 ± 12.06	2.23 ± 0.66 ^a
异体输血组	术前	60	18.03 ± 2.52	2.82 ± 0.95
	术后	60	24.45 ± 19.84 ^{ab}	2.28 ± 0.81 ^a

注: PT 为凝血酶原时间, APTT 为活化部分凝血活酶时间, TT 为凝血酶时间, FIB 为纤维蛋白原; 与本组术前比较, ^a $P < 0.05$; 与自体输血组同期比较, ^b $P < 0.05$; 与异体输血组同期比较, ^c $P < 0.05$

表 4 各组术后 24 h 胸腔引流量和输血量比较 [$M(Q_L, Q_U)$]

组别	例数(例)	术后 24 h 胸腔引流量(mL)	术后 24 h 输血量(mL)
自体输血组	58	220.0(150.0, 322.5)	0(0, 0)
自体 + 异体输血组	67	340.0(240.0, 500.0) ^a	0(0, 0) ^{ab}
异体输血组	60	240.0(62.5, 502.5) ^a	0(0, 273.5) ^a

注: 与自体输血组比较, ^a $P < 0.05$; 与异体输血组比较, ^b $P < 0.05$

2.5 各组术后不良反应发生率与患者转归比较

自体输血组术后不良反应发生率为 1.72%, 自体 + 异体输血组不良反应发生率为 1.49%, 差异无统计学意义 ($P > 0.05$); 异体输血组的不良反应发生率为 11.67%, 显著高于自体 + 异体输血组和自体输血组, 差异均有统计学意义 (均 $P < 0.05$)。异体输血组的病死率为 3.33%, 显著高于自体输血组和自体 + 异体输血组 (分别为 1.72%、1.49%), 差异均有统计学意义 (均 $P < 0.05$)。见表 5。

表 5 各组术后不良反应发生率与病死率比较

组别	例数(例)	不良反应发生率 [% (例)]	病死率 (%)
自体输血组	58	1.72(1)	1.72(1)
自体 + 异体输血组	67	1.49(1) ^b	1.49(1) ^b
异体输血组	60	11.67(7) ^a	3.33(2) ^a

注: 与自体输血组比较, ^a $P < 0.05$; 与异体输血组比较, ^b $P < 0.05$

3 讨论

心血管外科手术是治疗多种心脏疾病(如主动脉夹层、室间隔缺损、房间隔缺损等)的重要手段, 然而这类手术常伴随着较高的出血风险, 需要输血

治疗以改善患者的术后临床症状。目前临床输血的方式有异体输血和自体血回输两大类, 异体输血虽然在紧急情况下能够挽救生命, 但带来的风险不容忽视。大量输血不仅会导致患者住院时间延长, 还可能引发输血相关的急性肺损伤、感染和免疫反应等。另外, 血制品资源紧张也需要缩减异体输血的需求。自体输血是将患者术中或术后流失的血液经过一定的处理后再回输给患者本人的一种输血方法, 目前自体输血已应用于骨科大手术、心血管手术、妇产科大出血等手术治疗^[10]。

本研究结果显示, 术后各组 Hb、Hct、PLT 水平均较术前有所下降, 这与手术失血和血液稀释有关。然而, 自体输血组和自体 + 异体输血组的 Hb 和 Hct 水平均显著高于异体输血组, 表明自体输血可能会减少术后贫血发生的概率。特别是自体输血组术后 Hb 水平与术前比较差异无统计学意义, 表明自体输血在维持患者血液成分稳定方面具有明显优势。这一结果与已有研究一致, 表明自体输血能够有效减少异体输血的需求, 降低术后贫血的发生率^[11]。在凝血功能方面, 自体输血组的 PT、APTT 和 TT 在术后均较异体输血组缩短, 表明自体输血对凝血功能的恢复具有积极作用。相比之下, 异体输血组的 APTT 和 TT 在术后显著延长, 提示异体输血可能对凝血功能产生不利影响, 这与 Salamin 等^[12]研究结果一致, 本研究中自体 + 异体输血组的 PT 水平相比异体输血组有所改善, 自体输血组的 APTT 较自体 + 异体输血组也有所改善, 再一次证明自体输血有利于患者凝血功能的恢复。自体输血组的 FIB 水平在术后也有所下降, 但与异体输血组比较, 下降幅度较小, 表明自体输血对 FIB 的干扰较小, 这与 Donati 等^[13]研究结果一致, 但是本研究样本量较小也可能是其中的原因。本研究中术后 24 h 胸腔引流量和输血量的比较结果显示, 自体输血组的胸腔引流量和输血量均显著低于异体输血组, 自体 + 异体输血组的胸腔引流量和输血量虽然高于自体输血组, 但仍低于异体输血组。这一结果进一步证实了自体输血在减少术后出血和输血需求方面的优势。自体输血通过减少异体输血的需求, 降低了输血相关不良事件的发生风险。自体输血组和自体 + 异体输血组的术后不良反应发生率显著低于异体输血组, 这一结果与已有研究一致, 表明异体输血与术后不良反应的发生密切相关^[14]。此外, 异体输血组的病死率也显著高于自体输血组和自体 + 异体输血

组,提示异体输血可能增加患者的死亡风险。

综上所述,本研究通过比较自体输血与异体输血在心血管外科手术中的应用效果,证实了自体输血能够有效减少术后贫血的发生,有利于凝血功能的恢复,在减少术后出血、输血量及不良反应方面具有显著优势。自体输血不仅能够降低异体输血的风险,还能缓解血液资源短缺的问题,具有重要的临床推广价值。本研究为回顾性资料的研究,存在局限性:① 样本量小,普遍适用性不够;② 患者的预后随访做的不够,无法评估自体输血对患者长期生存率的影响。未来需要进一步夸大样本量并进行多中心的前瞻性研究,以验证自体输血在心血管外科手术中的长期效果。此外,还需探索自体输血在不同类型心血管手术中的应用效果,以及如何优化自体输血的技术和方法,以进一步提高输血安全性和有效性。

利益冲突 所有作者均声明不存在利益冲突

参考文献

- 1 国家心血管病医疗质量控制中心,国家心血管病专家委员会. 2022 年国家医疗服务与质量安全报告. 心血管病专业分册 [M]. 北京:中国协和医科大学出版社, 2023: 2.
- 2 HUNG M, BESSER M, SHARPLES L D, et al. The prevalence and association with transfusion, intensive care unit stay and mortality of pre-operative anaemia in a cohort of cardiac surgery patients [J]. *Anaesthesia*, 2011, 66 (9): 812-818. DOI: 10.1111/j.1365-2044.2011.06819.x.
- 3 KOLTE D, BEALE C, ARONOW H D, et al. Trends and outcomes of red blood cell transfusion in patients undergoing transcatheter aortic valve replacement in the United States [J]. *J Thorac Cardiovasc Surg*, 2020, 159 (1): 102-111. e11. DOI: 10.1016/j.jtcvs.2019.03.043.
- 4 郑莹,王泽洲,吴灵. 基于单病种数据库的临床科研平台构建探索 [J]. *中国卫生质量管理*, 2023, 30 (7): 30-32. 47. DOI: 10.13912/j.cnki.chqm.2023.30.7.07.
- 5 BJURSTEN H, DARDASHTI A, EDEROTH P, et al. Increased long-term mortality with plasma transfusion after coronary artery bypass surgery [J]. *Intensive Care Med*, 2013, 39 (3): 437-444. DOI: 10.1007/s00134-012-2723-9.
- 6 WS/T796-2022. 围手术期患者血液管理指南 [S]. 北京: 中华人民共和国国家卫生健康委员会. 2022.
- 7 杨伟华,姜志勇. 回收式自体输血对剖宫产大出血患者血流动力学及凝血功能的影响 [J]. *妇儿健康导报*, 2024, 3 (17): 56-60. DOI: 10.3969/j.issn.2097-115X.2024.17.whbb202417014.
- 8 宋斌,王丹,严小丽,阎萍. 回收式自体输血在前置胎盘剖宫产术中应用价值的 Meta 分析 [J]. *中国输血杂志*, 2024, 37 (1): 111-119. DOI: 10.13303/j.cjbt.issn.1004-549x.2024.01.020.
- 9 盛伊兰,谢仁伟,吴玲玲,等. 急性等容性血液稀释联合术中回收式自体输血用于心脏瓣膜置换术患者的效果 [J]. *吉林医学*, 2024, 45 (8): 1853-1855. DOI: 10.3969/j.issn.1004-0412.2024.08.020.
- 10 LIU Y, GE Y. Effect of intraoperative recovery autotransfusion on postoperative coagulation index in patients with pelvic fracture [J]. *J Pract Orthop*, 2022, 28 (2): 177-180.
- 11 李娜,李西川,张凯. 贮存式自体输血用于脊柱外科手术的效果分析 [J]. *天津医科大学学报*, 2024, 30 (6): 554-557. DOI: 10.20135/j.issn.1006-8147.2024.06.0554.
- 12 SALAMIN O, De ANGELIS S, TISSOT J D, et al. Autologous blood transfusion in sports: emerging biomarkers [J]. *Transfus Med Rev*, 2016, 30 (3): 109-115. DOI: 10.1016/j.tmr.2016.05.007.
- 13 DONATI F, ACCIARINI R, De BENEDETTIS I, et al. Detecting autologous blood transfusion in doping control: biomarkers of blood aging and storage measured by flow cytometry [J]. *Curr Pharm Biotechnol*, 2018, 19 (2): 124-135. DOI: 10.2174/1389201019666180405165118.
- 14 梁勇升,唐培佳,黄海林,等. 急性等容血液稀释联合回收式自体输血在心脏瓣膜置换术中的应用 [J]. *医学信息*, 2023, 36 (14): 104-107. DOI: 10.3969/j.issn.1006-1959.2023.14.020.

(收稿日期: 2025-06-10)

(本文编辑: 邵文)