· 个例报告 ·

一例抗-M 阳性少浆单采血小板的再制备及临床应用

刁荣华[1,2]　阮潜瑛[1,2]　刘晨曦[1,2]　王世春[1,2]

(1. 陆军军医大学第一附属医院 输血科,重庆 400038;2. 中国人民解放军重庆血液中心,重庆 400038)

摘要:目的　评价抗-M 阳性单采血小板输注的安全性及有效性。**方法**　回顾性分析中国人民解放军重庆血液中心采集的 1 名抗-M 阳性捐献者的双份单采血小板,经用于陆军军医大学第一附属医院 2 例意外抗体阴性的血液系统疾病患者的临床应用情况,包括抗-M 阳性少浆单采血小板体外质量及体内输注疗效评价。**结果**　输注抗-M 阳性少浆单采血小板后,2 名受血者血小板值($\times10^9$/L)分别从 13、5 提升到 24、18,CCI_{24h} 值分别为 7.02 和 9.10,均大于 4.5,输注有效且均无输血不良反应发生。**结论**　抗-M 阳性单采血小板可经去浆处理后用于临床输注。

关键词:MNS 血型;抗-M;意外抗体;单采血小板;少浆单采血小板

中图分类号:R457.1　　**文献标识码:**A　　**文章编号:**1004-549X(2026)7-0942-05

DOI:10.13303/j.cjbt.issn.1004-549x.2026.07.019

Repreparation and clinical application of apheresis platelets from a donor with positive anti-M antibody

DIAO Ronghua[1,2], *RUAN Qianying*[1,2], *LIU Chenxi*[1,2], *WANG Shichun*[1,2].

1. *Department of Blood Transfusion, First Affiliated Hospital of Army Medical University, Chongqing* 400038, *China*; 2. *Chongqing Blood Center of the Chinese People's Liberation Army, Chongqing* 400038, *China*.

Corresponding author: WANG Shichun, Email: wangshichun@tmmu.edu.cn

Abstract: Objective　To evaluate the safety and efficacy of transfusing apheresis platelets from an anti-M-positive donor. **Methods**　A retrospective analysis was conducted on two units of apheresis platelets collected from a single anti-M-positive donor at Chongqing Blood Center of the Chinese People's Liberation Army. These platelets were transfused into two unexpected antibodies-negative patients with hematological diseases at the First Affiliated Hospital of the Army Medical University. In vitro, the quality of the anti-M-positive low-plasma apheresis platelets was analysed. In vivo, transfusion efficacy and safety was observed. **Results**　Following transfusion of anti-M-positive plasma-depleted platelets, the platelet counts of the two patients increased from 13 and 5×10^9/L to 24 and 18×10^9/L, respectively. The CCI_{24h} values were 7.02 and 9.10, both exceeding 4.5. The transfusions were effective, and no transfusion-related adverse reactions occurred in either patient. **Conclusion**　Anti-M-positive apheresis platelets can be used clinically after plasma removal.

Key words: MNS blood group system; anti-M antibody; unexpected antibody; apheresis platelet; plasma-reduced apheresis platelets

血小板输注是预防和治疗血液系统恶性肿瘤及创伤患者致命性出血的关键手段,由于其保存期短(22 ℃,5 d),过期、细菌污染、储存损伤等报废原因,加剧了血小板临床应用的短缺[1-2]。另外,意外抗体阳性导致的血小板报废也逐渐受到关注,各血液中心及中心血站为杜绝输注风险,通常情况下对意外抗体阳性的单采血小板或浓缩血小板做报废处理[3]。意外抗体主要涉及 Rh 血型系统及 MNS 血型系统,Rh 血型系统意外抗体研究已趋于成熟,而 MNS 血型系统抗体因抗原复杂、表型多样,其临床风险与检测价值正逐步成为输血医学的研究热点。研究表明,该系统意外抗体同样可引发免疫性溶血输血反应[4-5]。我们在前期研究中建立了少浆血小板制备方法,并将其应用于 ABO 非同型单采血小板输注,结果表明,血小板经离心去除大部分血浆后,抗体效价明显降低,体内应用效果与同型输注相比无显著差异[6]。该制备方法是否适用于 MNS 血型系统意外抗体阳性单采血小板资源的再利用,尚不清楚,为明确该问题,本研究对抗-M 阳性单采血小板进行了去浆制备,现将其临床应用报道如下。

1　资料与方法

1.1　一般资料

献血者:男性,53 岁,174 cm,69 kg,A 型 RhD,经献血前初筛符合献血者健康检查要求,血常规检测:WBC:6.98×10^9/L,RBC:4.85×10^{12}/L,Hb:155 g/L,HCT:47.1%,PLT:240×10^9/L,捐献 2 个治疗量单采血小板,无献血不良反应

第一作者简介:刁荣华(1980-),女,副主任护师,Email:295408534@qq.com;**通信作者:**王世春,Email:wangshichun@tmmu.edu.cn

发生。复查血型 ABO 正反定型不一致,做进一步抗体筛查,进行特异性鉴定。

两袋单采血小板分别输注给均为 O 型 RhD、男性,分别为淋巴瘤和急性白血病患者的 2 位受血者。

1.2 试剂与仪器

抗人球蛋白检测卡(基立福诊断股份公司,批号:25520.01.1);离心孵育工作组(基立福诊断股份公司,规格型号:DG Spin);标准红细胞(无锡托马自然生物技术有限公司,批号:202512003);红细胞血型抗体筛选细胞(基立福诊断股份公司,批号:25054);抗体鉴定 12 组谱细胞(江苏中济万泰生物医药有限公司,批号:20251223);低离子介质(珠海贝索生物技术有限公司,批号:A251102);0.9%氯化钠注射液(四川科伦药业股份有限公司)。低速离心机(安徽中科中佳科学仪器有限公司,LC-10C 型);大容量低温离心机(赛默飞世尔科技中国有限公司,Thermo 6000i 型);全自动血液分析仪(日本希森美康株式会社,XS-900i 型);血小板恒温振荡保存箱(苏州市医用仪器厂,XHZ-IB);电子天平(长沙湘平科技发展有限公司,ES-1100s 型);无菌接驳机(泰尔茂比司特公司,TSCD-Ⅱ型);热合机(韩国森通公司,SE250 型)。

1.3 方法

1.3.1 献血者 ABO、RhD 血型鉴定

上机检测采用全自动血型仪检测,按照仪器说明书操作。试管法反定型检测,取血清 80 μL 加 40 μL 标准红细胞混合,离心力 1 000 g10 s,对光轻摇观察结果。

1.3.2 献血者意外抗体鉴定试验

抗人球蛋白法:取抗人球蛋白检测卡,每孔加入献血者血清 80 μL 及 40 μL 谱细胞,加低离子介质 1 滴,37 ℃孵育 15 min,离心 10 min;试管法:取 12 支一次性透明空试管,每管加入献血者血清 80 μL 及 40 μL 谱细胞,4 ℃放置 10 min,离心力 1 000 g10 s,通过反应格局与谱细胞格局比对,明确抗体特异性。

1.3.3 受血者 ABO、RhD 血型鉴定及意外抗体鉴定

同 1.3.1-1.3.2。

1.3.4 少浆单采血小板制备[6]

设定离心程序,选择离心条件为 1 607 g,8 min,22 ℃,升速 9,降速 6,残留血浆量为 50 mL,静置时间为 30 min,解聚后缓慢补充 150 mL 生理盐水重悬,最终制得少浆单采血小板,袋内未观察到聚集血小板。

1.3.5 少浆单采血小板临床应用评价

体外质量评价:1)少浆单采血小板抗-M 效价(盐水法)测定试验:取血浆 80 μL,经盐水倍比稀释后加入 M^+N^- 8 号谱细胞 40 μL,分别置于 4 ℃、22 ℃、37 ℃条件下孵育 15 min 后离心观察结果。2)少浆单采血小板产品血常规检测:留取少浆单采血小板 1 mL 标本,立即进行 PLT、PDW、MPV、P-LCR 检测。

体内临床应用评价:1)输注有效性:根据输注后 24 h 血小板计数增加值(corrected count increment,CCI)和临床出血症状改善,判定抗-M 少浆单采血小板输注疗效。CCI=(输注后血小板计数-输注前血小板计数)($\times10^9$/L)×体表面积(m^2)/输注血小板总数($\times10^{11}$)(体表面积=0.006 1×身高+0.012 8×体重-0.015 29)。CCI_{24h}<4.5×10^9/L,则为血小板输注无效。2)输注安全性:通过查阅病例中的输血护理记录单,记录是否有输血不良反应发生。

2 结果

2.1 ABO、RhD 血型鉴定

献血者血型为 A 型 RhD,与上机正定型相符,反定型则标准红细胞在 4 ℃和 22 ℃发生强凝集,O 细胞在 37 ℃反应为弱凝集,提示存在盐水介质的意外抗体。见表 1。受血者 1 和受血者 2 反定型均为 O 型,与上机正定型相符。见表 2。

表 1 献血者 ABO 血型反定型结果

Table 1 Reverse typing results of ABO blood group of the donor

献血者	反应温度	时间	Ac	Bc	Oc
	4 ℃	10 min	4+	4+	4+
	22 ℃	5 min	3+	4+	4+
	37 ℃	5 min		3+	1+

表 2 受血者 ABO 血型反定型结果

Table 2 Reverse typing results of ABO blood group of the recipients

	反应温度	时间	Ac	Bc	Oc
受血者 1	4 ℃	10 min	4+	4+	
	22 ℃	5 min	4+	4+	
	37 ℃	5 min	4+	4+	
受血者 2	4 ℃	10 min	4+	4+	
	22 ℃	5 min	4+	4+	
	37 ℃	5 min	4+	4+	

2.2 意外抗体鉴定

献血者参考 12 组谱细胞表,见表 3,根据抗人球蛋白检测卡微柱凝胶法及 4 ℃试管法检测结果,鉴定意外抗体为抗-M。见图 1 和图 2。受血者 1 和受血者 2 参考 3 组谱细胞表,根据抗人球蛋白检测卡微柱凝胶法检测,结果为阴性。见图 3。

2.3 单采血小板抗体效价检测

单采血小板在制备前和制备后分别进行抗-M 效价检测,在 4 ℃反应最强,效价高达 128,经去浆处理后 4 ℃反应效价明显降低至 8。见表 4。

2.4 抗-M 少浆单采血小板质量检测

对抗-M 少浆单采血小板在制备前和制备后分别进行血常规检测,制备后血小板含量均高于 2.5×10^{11} 个/袋,回收率也均高于 85%。见表 5。

2.5 抗-M 阳性少浆单采血小板临床应用评价

2.5.1 有效性评价

2 名受血者在输注抗-M 阳性少浆单采血小板 24 h 后,血常规检测显示,血小板提升值分别为 24×10^9/L 和 18×10^9/L,CCI_{24} h 分别为 7.02 和 9.10,提示抗-M 少浆血小板输注有效。2 名受血者分别在发血后 36 min 和 25 min 内接

受少浆血小板常温输注,1 名受血者牙龈出血症状得到明显改善。见表 6。

表 3　12 组谱细胞反应格局表

Table 3　The reaction pattern of 12-group panel cells

编号	RH						Lewis		MNSsMur					Kidd		Duffy		P1	Dia	Kell				Lutheran	
	D	C	c	E	e	Cw	Lea	Leb	M	N	S	s	Mur	Jka	Jkb	Fya	Fyb	P1	Dia	K	k	Kpa	Kpb	Lua	Lub
1	+	+	0	0	+	0	0	+	0	+	0	+	0	+	+	+	+	0	0	+	0	0	+	0	+
2	+	0	+	+	0	0	0	+	+	0	0	+	0	+	0	0	+	0	0	0	+	0	+	0	+
3	0	+	+	0	+	0	0	+	+	+	+	0	0	+	0	+	0	+	0	0	+	0	+	0	+
4	0	0	+	+	+	0	0	+	0	+	+	+	0	+	+	0	+	0	0	0	+	0	+	0	+
5	0	0	+	0	+	0	0	0	+	+	0	+	0	+	+	0	+	+	+	+	+	0	+	0	+
6	+	0	+	0	+	0	+	0	+	+	+	+	0	0	+	+	0	+	0	+	+	0	+	0	+
7	+	+	0	0	+	+	0	+	0	+	+	+	0	+	0	+	+	+	0	0	+	0	+	0	+
8	0	0	+	0	+	0	+	0	+	0	+	0	0	+	0	+	0	+	0	0	+	0	+	0	+
9	+	+	+	+	+	0	0	+	+	+	+	+	0	0	+	0	+	+	0	0	+	0	+	+	+
10	+	+	0	0	+	0	0	+	+	0	+	+	0	0	+	0	+	+	0	0	+	+	+	0	+
11	0	0	+	0	+	0	0	0	+	+	0	+	0	0	+	+	+	+	0	0	+	0	+	0	+
12	+	+	+	+	+	0	0	+	+	+	0	+	+	0	+	+	0	0	0	0	+	0	+	0	+

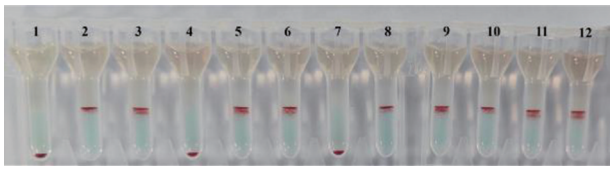


图 1　献血者 12 组谱细胞 37 ℃检测结果

Figure 1　Results of 12-group panel cells at 37 ℃ for the donor

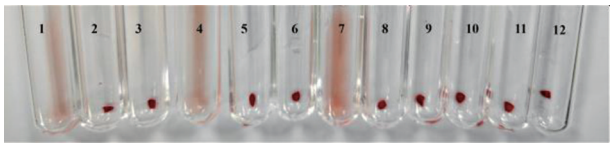


图 2　献血者 12 组谱细胞 4 ℃检测结果

Figure 2　Results of 12-group panel cells at 4 ℃ for the donor

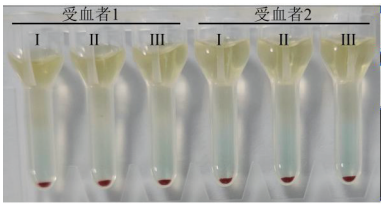


图 3　受血者 3 组谱细胞检测结果

Figure 3　Results of 3-group panel cells for the two recipients

表 4　抗-M 少浆血小板抗体效价检测结果

Table 4　Results of anti-M antibody titer in plasma-reduced apheresis platelets

	温度	1	2	4	8	16	32	64	128
制备前	4 ℃	4+	4+	4+	4+	4+	3+	2+	1+
	22 ℃	4+	3+	2+	1+				
	37 ℃	4+	3+	2+	1+				
制备后	4 ℃	4+	3+	2+	1+				
	22 ℃	2+	1+						
	37 ℃	2+	1+						

表 5　抗-M 少浆单采血小板质量检测结果

Table 5　Quality of anti-M plasma-reduced apheresis platelets

	容量 (mL)	PLT ($\times10^{11}$ 个)	PDW (fL)	MPV (fL)	PLCR (%)	血小板回收率(%)
血小板 1 制备前	270	2. 89	8. 2	8. 3	11. 3	87
制备后	200	2. 53	9. 1	8. 8	14. 5	
血小板 2 制备前	270	2. 89	8. 2	8. 3	11. 3	88
制备后	200	2. 56	9. 3	8. 9	14. 7	

表 6　抗-M 少浆血小板输注有效性评价

Table 6　Evaluation of transfusion efficacy of anti-M plasma-reduced apheresis platelets

	输注 PLT ($\times10^{11}$ 个)	输前 ($\times10^{9}$/L)	输后 ($\times10^{9}$/L)	CCI	是否有效
受血者 1	2. 53	13	24	7. 02	是
受血者 2	2. 56	5	18	9. 10	是

2. 5. 2　安全性评价

2 袋抗-M 少浆单采血小板分别输注给未携带抗-M 的受血者体内,通过查看输血护理记录,2 名受血者接受血小板输注期间无发热、过敏等输血不良反应发生。受血者在输注了低效价抗-M 的少浆单采血小板,两周后再次抽血进行意外抗体检测,均为阴性。

3　讨论

参考前期研究,本研究少浆血小板的制备采用离心去除大部分血浆的制备方法,利用无菌接驳技术进行密闭式管路对接,全程无开放性操作环节,可避免外源性污染风险。装罐时,血小板直立于两支撑板中央,避免离心过程中血小板聚集在袋子褶皱边缘;选择合适的离心力及时间,降速刹车选择 6 档;离心结束后静置 30 min,使血小板充分解聚,随后控制生理盐水添加速度,避免过快激活血小板,影响其质量。生理盐水替代血浆将高滴度抗-M 阳性单采血小板制备成抗-M 低效价少浆单采血小板,并输注给意外抗体阴性的 2 例 O 型 RhD 阳性男性淋巴瘤和急性白血病患者体

内,验证了输注有效且无输血不良反应。在同一住院周期内,血小板输注两周后再次抽检 2 例患者,均未检出意外抗体,表明低抗-M 效价血小板经全身血容量稀释后是安全的,未对患者后续血液制品输注造成影响。该制备方法有利于抗-M 阳性单采血小板回收再利用,本研究对降低免疫性因素导致的血小板报废率提供了重要参考。

我国献血者总意外抗体阳性率为 0.20%,其中,MNS 系统约占 23.73%[7]。抗-M 是 MNS 血型系统中常见的意外抗体,其特性复杂多变,临床意义的评估在很大程度上依赖于对其免疫球蛋白类别(如 IgG 和 IgM)以及热振幅的精确分析[8]。抗-M 通常也被视为一种天然产生的、以免疫球蛋白 M(IgM)为主的冷抗体[9]。由于我国血小板保存在血浆介质中,除了单采血浆外,单采血小板是另一富含抗-M 的血液成分。抗-M 最佳反应温度为 4 ℃,多数抗-M 在 37 ℃无反应,因此存在漏检风险,从而影响血型鉴定及交叉配型[10]。然而,输注抗-M 血液成分在某些特殊情况下可能导致严重不良反应,如发热、寒战、酱油色尿等典型急性溶血性输血反应[11]。另外,抗-M 在低体温罕见临床情景下,可导致急性溶血性输血反应或迟发性输血反应[12-13]。高效价抗-M 输注可增加输血不良反应发生风险[14-15],本研究通过去浆并用生理盐水重悬血小板,获得低效价抗-M 血小板制剂,体内评价证实该措施安全、有效。

血小板制剂在贮存过程中极易发生损伤。当检测到血小板制剂存在意外抗体,且无相应配型成功的受试者时,可尽快对其进行离心去浆处理。理论上,在血小板保存初期进行少浆制备可在一定程度上减少血小板功能损伤,提高血小板回收率,维持其质量,并延长体内存活时间[16]。但随着保存期延长,少浆血小板的体外功能及输注体内的有效性如何变化,值得进一步探索。血小板经离心后解聚过程需注意两点:一是血小板经离心后须静置 30 min 再缓慢轻摇,这有利于恢复离心带来的可逆聚集。解聚后对光观察血小板是否解聚成功,如仍存在颗粒或块状血小板,应适当延长静置时间。二是待血小板充分解聚后再添加生理盐水,因为血小板解聚须在一定血浆浓度条件下才能进行。另外,由于少浆血小板制剂是由生理盐水替代血浆重悬,不宜长时间保存,建议制备后 6 h 内输注完毕。

目前各血液中心及中心血站未将献血者样本意外抗体筛查列入常规检测,更多时候是在复查血型后发现 ABO 血型正反定型不一致,O 细胞有反应,从而检测出特异性抗体。抗-M 对纯合子抗筛细胞的反应强于杂合子,较弱的反应容易出现假阴性结果;部分抗-M 在室温下效价较低或无活性,容易被漏检[17]。目前未见关于血小板抗-M 阳性检出率的报道。主要原因有两个:一是单采血小板捐献人群占比较小,约为总献血人群的 10%(本站数据);二是大多血站不常规进行献血者意外抗体筛查。对本中心检出的这 1 例抗-M 阳性抗体的献血者,在排除了输血、妊娠等明确免疫刺激后,其产生可能与环境中广泛存在的细菌或病毒抗原的交叉反应有关,考虑为自然产生的抗-M。有研究指出,针对某些病原体(如巨细胞病毒、EB 病毒)产生的 IgM 抗体可能与人类红细胞抗原发生交叉反应,且随着环境变化,抗体会减弱或消失[18]。有文献报道,在普通献血人群中,意外抗体检出率仅为 0.07%[4],为提高临床输注安全性,各血站有必要优化意外抗体检查流程,以提高检出率。对 ABO 正反定型不符的献血者,应建立电子档案,备注其特异性抗体类型。当献血者再次献血后,复查血型时应重点关注意外抗体携带情况,并根据筛查结果决定血液成分是否报废处理或再利用,如红细胞是否洗涤、血小板是否去浆等,该举措不仅可以提高血液资源利用率,还可有效减少献血者流失。

综上所述,本研究提示,抗-M 阳性单采血小板经离心制备成抗-M 低效价少浆单采血小板,用于 ABO 非同型输注具有一定安全性和有效性,该举措在缓解血小板供应压力、促进血液资源合理利用方面具有一定潜力。为进一步规范此类单采血小板再制备及输注要求,仍有诸多问题等待解决,包括是否对意外抗体类型进行鉴定、少浆单采血小板意外抗体滴度要求、37 ℃有无反应性、患者意外抗原携带情况确认等,还需大样本研究提供数据支持。

利益冲突说明/Conflict of Interests

所有作者均声明不存在利益冲突。

伦理批准及知情同意/Ethics Approval and Patient Consent

本研究已通过陆军军医大学第一附属医院伦理委员会评审(审批号:KY2026050);本研究纳入的患者均已签署知情同意书。

作者贡献/Authors' Contribution

刁荣华:研究方案设计、实验操作、论文撰写、统计分析;阮潜瑛:数据整理;刘晨曦:实验操作;王世春:研究方案设计、统计分析、论文最终版本修订。

致谢/Acknowledgment

感谢原陆军军医大学第一附属医院输血科肖瑞卿教授给予的宝贵指导。

[参考文献]

[1] GOUFRAN H, EPSTEIN J, BURNOUF T. Repurposing surplus plasma and expired platelets into useful biotherapies[J]. Transfus Apher Sci, 2025, 64(6):104277.

[2] HOU J, XIONG W, SHAO X, et al. Liposomal resveratrol alleviates platelet storage lesion via antioxidation and the physical buffering effect[J]. Acs Appl Mater Interfaces, 2023, 15(39):45658-45667.

[3] PERRY H E, PERRY W N C. Analysis of haemovigilance reports reveals 12.5% of acute haemolytic transfusion reactions are attributed to antibodies to low-incidence antigens[J]. Vox Sang, 2025, 120(9):928-934.

[4] 余培琼,黄小毅,黄钜明,等. 献血者不规则抗体血液的调查分析及应用研究[J]. 中国医药科学, 2022,

12(24):112-115.
YU P Q, HUANG X Y, HUANG J M, et al. Investigation, analysis and application research of irregular antibody blood in blood donors[J]. China Med Pharm, 2022, 24(12):112-115.

[5] WANG S, WANG J, MO X, et al. Analysis of anti-m antibody status and blood transfusion strategy in hunan, china[J]. Ann Transl Med, 2022, 10(21):1166.

[6] 刁荣华, 阮潜瑛, 王世春, 等. ABO 非同型少浆单采血小板输注的安全性及有效性评价[J]. 中国输血杂志, 2025, 38(7):909-914.
DIAO R H, RUAN Q Y, WANG S C,et al. Evaluation of the safety and efficacy of ABO non-identical apheresis platelets with reduced plasma transfusion[J]. Chin J Blood Transfusion, 2025, 38(7):909-914.

[7] 郭伟洁, 刘泽雅, 张凡,等. 中国献血人群意外抗体阳性率的 META 分析[J]. 临床输血与检验, 2021, 23(4):202-212.
GUO W J, LIU Z Y, ZHANG F, et al. Meta-analysis: unexpected antibody positive rate of blood donors in China[J]. J Clin Transfus Lab Med, 2021, 23(4):202-212.

[8] FERDOWSI S, MOHAMMADI S, AHMADNEZHAD M, et al. Anti-m antibody and abo blood grouping discrepancy:a report of three cases with review of literature[J]. Hematol Transfus Cell Ther, 2022, 44(2):288-290.

[9] FERDOWSI S, MOHAMMADI S, AHMADNEZHAD M, et al. Naturally occurring anti-p1 with high thermal amplitude complicating abo blood grouping[J]. Asian J Transfus Sci, 2024, 18(1):135-137.

[10] 董雅静, 苏瑞蕊, 李小飞, 等. 抗-M 致噬血细胞综合征患者迟发性溶血性输血反应 1 例[J]. 临床血液学杂志, 2021, 34(8):600-602.
DONG Y J, SU R R, LI X F, et al. Delayed hemolytic transfusion reaction in a patient with hemophagocytic syndrome induced by anti-m antibody[J]. J Clin Hematol, 2021, 34(8):600-602.

[11] HE Y, LI Y, WANG Q. Acute hemolytic transfusion reaction caused by anti-m antibodies:a case report and literature review[J]. Lab Med, 2024, 55(6):795-801.

[12] SHARMA D, JOHNSON M, VENABLE J, et al. A rare case of a clinically significant anti-m alloantibody in a heart transplant recipient[J]. Transfus Apher Sci, 2021, 60(5):103233.

[13] 丁佳栋, 王艺媛,张晓萍. 低体温体外循环引起迟发性输血不良反应及应对策略[J]. 中国实验血液学杂志, 2023, 31(4):1164-1170.
DING J D, WANG Y Y, ZHANG X P. Delayed blood transfusion adverse reactions caused by hypothermia cardiopulmonary bypass and its coping strategies[J]. J Exp Hematol, 2023, 31(4):1164-1170.

[14] 梁延连, 梁耀鹏, 唐雄驰. 孕期母亲血浆抗-M 对 M 抗原阳性红细胞凋亡速率的影响[J]. 临床输血与检验, 2025, 27(4):451-456.
LIANG Y L, IANG Y P, TANG X C. The influence of plasma anti-m antibody of pregnant mothers on the apoptosis rate of m antigen-positive red blood ceLLS[J]. J Clin Transfus Lab Med, 2025, 27(4):451-456.

[15] 王翠碧, 陈玮媛, 熊磊群, 等. 高效价抗-M 急诊输血的策略探讨——附 1 例交叉配血不合病例报告[J]. 实用检验医师杂志, 2022, 14(2):208-211.
WANG C B, CHEN W Y, XIONG L Q, et al. Emergency transfusion strategy of patient with high titer anti-m antibody:a case report[J]. Chin J Clin Pathol, 2022, 14(2):208-211.

[16] CHENG L, WANG L, WANG S, et al. The effect of physical cues on platelet storage lesion[J]. Hematology, 2025, 30(1):2450573.

[17] 杨红梅, 邹昕, 张建伟, 等. 抗体类型与效价在血液应用及献血者队伍保留中的应用探索[J]. 临床血液学杂志, 2024, 37(8):590-596.
YANG H M, ZOU X, ZHANG J W, et al. Application of antibody type and titer in blood products and donor retention[J]. J Clin Hematol, 2024, 37(8):590-596.

[18] EMAMI S, ROJAS CONVERSO T, PERSSON J J, et al. Insertion of an immunodominant t helper cell epitope within the group astreptococcus m protein promotes an IFN-γ-dependent shift from a non-protective to a protective immune response[J]. Front Immunol, 2023, 14:1241485.

(2026-04-10 收稿,05-16 修回,06-05 接收)

本文编辑:李宜蔓