· 论著 ·

RhD 阴性红细胞成分血制品临床需求变化与供应情况分析

张伟东 梁明月 姬艳丽 王敏 林永桔 戎霞
(广州血液中心,广东 广州 510095)

摘要:目的 回顾性分析 RhD 阴性红细胞成分血的供需情况,了解 RhD 阴性红细胞制品临床需求变化和应用趋势,为优化 RhD 阴性红细胞各类制品的制备和供应提供依据。**方法** 在信息管理系统中统计 2021—2025 年红细胞的临床供应总量和 Rh D 阴性红细胞制品临床需求量和供应量,采用 SPSS 22.0 统计学软件对 RhD 阴性红细胞成分血供应率和重复预约率进行趋势性χ^2 检验;并进一步分析 2025 年 RhD 阴性红细胞制品临床用血原因。**结果** 2021—2025 年间,RhD 阴性红细胞成分血供应率由 0.42%(1 904.5 U/448 787 U)逐渐增加到 0.48%(1 945 U/402 088.5 U),年度间存在上升趋势($P<0.05$);RhD 阴性红细胞实际需求量与供应量保持平衡,重复预约率由 29.73%(804 U/2 704 U)上升到 43.62%(1 505 U/3 450 U),呈逐年上升趋势($P<0.05$);RhD 阴性新鲜红细胞制品占 RhD 阴性红细胞总供应量 87.09%(8 270 U/9 495.5 U),冰冻红细胞占 12.91%(1 225.5 U/9 495.5 U)。2025 年,治疗性用血占 RhD 阴性红细胞成分血总供应量的 55.40%(1 077.5 U/1 945 U),择期手术(含产科)用血占 38.56%(750 U/1 945 U),紧急用血占 6.04%(117.5 U/1 945 U)。从血液制品种类来看,RhD 阴性冰冻红细胞在紧急用血中占比 67.23%(79 U/117.5 U),在择期手术(含产科)用血中占比 29.47%(221 U/750 U);新鲜 RhD 阴性红细胞悬液在治疗性用血中占比 93.92%(1 012 U/1 077.5 U),在择期手术(含产科)用血中占比 70.56%(529 U/750 U);RhD 阴性洗涤红细胞和 RhD 阴性浓缩洗涤红细胞是近年来供应临床的新型制品,临床用量逐渐上升。**结论** 在总血液采集量下降的情况下,广州血液中心的 RhD 阴性血液保障管理体系运转良好,基本可以保障临床用血需求。临床医院的技术发展使得 RhD 阴性浓缩洗涤红细胞应用常规化,建议对浓缩洗涤红细胞规范定义,制定相应的国家质量标准。

关键词: RhD 阴性红细胞成分血;临床需求;供应
中图分类号:R457.1 **文献标识码:**A **文章编号:**1004-549X(2026)7-0903-05
DOI:10.13303/j.cjbt.issn.1004-549x.2026.07.013

Analysis of clinical demand trends and supply status of RhD-negative red blood cell products

ZHANG Weidong, LIANG Mingyue, JI Yanli, WANG Ming, LIN Yongju, RONG Xia.
Guangzhou Blood Center, Guangzhou 510095, *China.*
Corresponding author: RONG Xia, Email: joyjoy@126.com

Abstract: Objective To retrospectively analyze the supply and demand of RhD-negative red blood cell(RBC) components, explore the dynamic changes in clinical demand and application trends of RhD-negative RBC products, and provide evidence for optimizing the preparation and supply management of various RhD-negative RBCs products. **Methods** The total supply of RBCs and the demand and supply of RhD-negative RBC products from 2021 to 2025 were retrieved from the information management system. The trend chi-square test was performed using SPSS 22.0 statistical software to analyze the annual supply rate and repeat reservation rate of RhD-negative RBC products. Meanwhile, the clinical transfusion indications for RhD-negative RBC products in 2025 were further analyzed. **Results** From 2021 to 2025, the supply rate of RhD-negative RBC products gradually increased from 0.42% (1 904.5 U/448 787 U) to 0.48% (1945U/402088.5U), showing an upward trend across years ($P<0.05$). The actual demand and supply of RhD-negative RBC products remained balanced, while the repeat reservation rate increased significantly from 29.73% (804 U/2 704 U) to 43.62% (1 505 U/3 450 U), showing an upward trend year by year($P<0.05$). Fresh RhD-negative RBC products accounted for 87.09% (8 270 U/9 495.5 U) of the total supply, while RhD-negative frozen RBC products accounted for 12.91% (1 225.5 U/9 495.5 U). In 2025, therapeutic transfusion, elective surgery (including obstetric transfusion), and emergency transfusion accounted for 55.40% (1 077.5 U/1 945 U), 38.56% (750 U/1 945 U), and 6.04% (117.5 U/1 945 U) of the total supply of

基金项目:广州市医学重点学科(2025-2027 年)项目
第一作者简介:张伟东(1969-),女,主任技师,Email:zwd0211@163.com;**通信作者:**戎霞,Email:joyjoy@126.com

RhD-negative RBC products, respectively. RhD-negative frozen RBC products accounted for 67.23% (79 U/117.5 U) of emergency use and 29.47% (221 U/750 U) of elective surgery (including obstetrics) use; fresh RhD-negative RBC suspensions accounted for 93.92% (1 012 U/1 077.5 U) of therapeutic use and 70.56% (529 U/750 U) of elective surgery (including obstetrics) use. In recent years, RhD-negative washed RBC products and concentrated washed RBC products have been introduced as new products, and their clinical utilization has shown an increasing trend. **Conclusion** Despite a decline in total blood collection volume, the security management system of RhD-negative RBC components in Guangzhou Blood Center has functioned largely meeting clinical demand. Advances in hospital technology had led to the routine application of RhD-negative concentrated washed RBCs. It is recommended that concentrated washed RBCs should be standardized with a formal definition and corresponding national quality standards should be established.

Key words: RhD-negative red blood cell components; clinical demand; supply

广州地区是南方汉族人群聚集地,RhD 阴性血液属于稀缺资源。在目前血液采集日趋紧张的情况下,我们统计近五年来 RhD 阴性红细胞成分血的供需情况,回顾性分析临床用血原因,掌握临床需求变化,旨在优化 RhD 阴性红细胞成分血的制备和供应方式,提高 RhD 阴性血的有效利用率,缓解供需压力。

1 资料与方法

1.1 资料来源

在广州血液中心信息管理系统中,统计 2021—2025 年红细胞供应总量,以及 RhD 阴性红细胞制品的临床需求量和供应量,包括 RhD 阴性冰冻解冻去甘油红细胞(简称 RhD 阴性冰冻红细胞)、RhD 阴性新鲜红细胞(包括 RhD 阴性红细胞悬液、RhD 阴性洗涤红细胞和 RhD 阴性浓缩洗涤红细胞)。

1.2 成分血制备

RhD 阴性冰冻红细胞,以及 RhD 阴性红细胞悬液和 RhD 阴性洗涤红细胞,均按照相应标准操作规程制备,质量符合 GB 18469-2012《全血及成分血质量要求》; RhD 阴性浓缩洗涤红细胞,则按照广州血液中心制备浓缩洗涤红细胞的标准操作规程制备,最终制备成红细胞压积为 0.7~0.8 的浓缩洗涤红细胞[1]。RhD 阴性红细胞悬液、RhD 阴性洗涤红细胞和 RhD 阴性浓缩洗涤红细胞均采用新鲜血液制备。

1.3 临床医院用血原因分类

根据临床预约申请,按照输血缓急程度,分为紧急用血、择期手术(含产科)用血和治疗用血三个主要类别。

1.4 统计学分析

采用 SPSS 22.0 统计学软件分析数据,计数资料以率表示, 对 RhD 阴性红细胞成分血供应率和重复预约率进行趋势性 χ^2 检验,$P<0.05$ 为差异有统计学意义。

2 结果

2.1 2021—2025 年 RhD 阴性红细胞临床供需量变化情况

红细胞供应总量呈下降趋势,RhD 阴性红细胞供应率由 2021 年的 0.42%(1 904.5 U/448 787 U)逐渐增长为 2025 年的 0.48%(1 945 U/402 088.5 U),年度间存在上升趋势($P<0.05$);RhD 阴性红细胞实际需求量与供应量保持平衡(9491U, 9 495.5 U),重复预约率由 2021 年的 29.73%(804 U/2 704 U)上升到 2025 年的 43.62%(1 505 U/3 450 U), 呈逐年上升趋势($P<0.05$),见表 1。

表 1 2021—2025 年广州血液中心 RhD 阴性红细胞成分血供需情况

Table 1 Supply and demand of RhD-negative red blood cell components in Guangzhou Blood Center (2021—2025)

	红细胞供应总量(U)	RhD 阴性红细胞供应总量(U,%)	RhD 阴性红细胞预约量(U)	RhD 阴性红细胞重复预约量(U,%)	RhD 阴性红细胞实际需求量(U)
2021 年	448 787	1 904.5(0.42)	2 704	804(29.73)	1 900
2022 年	443 261	1 844(0.42)	2 631	786(29.87)	1 845
2023 年	435 181.5	1 934.5(0.45)	2 793	859(30.76)	1 934
2024 年	390 678.5	1 867.5(0.48)	3 073	1206(39.25)	1 867
2025 年	402 088.5	1 945(0.48)	3 450	1 505(43.62)	1 945
合计	2 119 996.5	9 495.5(0.45)	14 651	5160(35.22)	9 491
χ^2		30.472		189.735	
P 值		<0.05		<0.05	

2.2 2021—2025 年 RhD 阴性红细胞成分血供应品种分类情况

2021—2025 年 RhD 阴性新鲜红细胞(包括 RhD 阴性红细胞悬液、RhD 阴性洗涤红细胞和 RhD 阴性浓缩洗涤红细胞)占总供应量的 87.09%(8 270 U/9 495.5 U),冰冻红细胞占总供应量的 12.91%(1 225.5 U/9 495.5 U),见表 2。

表 2 2021—2025 年 RhD 阴性红细胞成分血供应品种分类情况

Table 2 Classification of supplied RhD-negative red blood cell components(2021—2025)

	RhD 阴性红细胞供应总量	RhD 阴性冰冻红细胞供应量(U,%)	RhD 阴性新鲜红细胞总供应量(U,%)	RhD 阴性红细胞悬液供应量(U)	RhD 阴性洗涤红细胞供应量(U)	RhD 阴性浓缩洗涤红细胞供应量(U)
2021 年	1 904.5	200.5(10.53)	1 704(89.47)	1 657	9	38
2022 年	1 844	219(11.88)	1 625(88.12)	1 579.5	9.5	36
2023 年	1 934.5	233(12.04)	1 701.5(87.96)	1 677.5	6	18
2024 年	1 867.5	249(13.33)	1 618.5(86.67)	1 584.5	14	20
2025 年	1 945	324(16.66)	1 621(83.34)	1 579.5	16.5	25
合计	9 495.5	1 225.5(12.91)	8 270(87.09)	8 078	55	137

2.3 2025 年 RhD 阴性红细胞成分血临床分类使用情况

2025 年,临床治疗性用血占 RhD 阴性红细胞成分血总用量的 55.40%(1 077.5 U/1 945 U);其次是择期手术(含产科)用血,占 38.56%(750 U/1 945 U);紧急用血占 6.04%(117.5 U/1 945 U)。如图 1 所示。

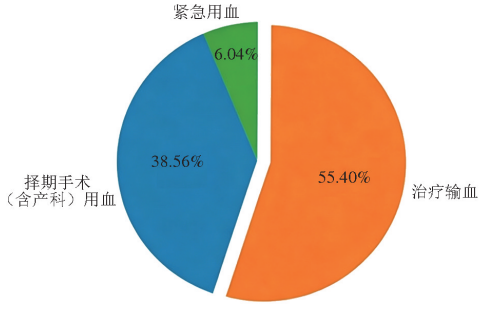


图 1 2025 年 RhD 阴性红细胞成分血临床分类使用情况分布图

Figure 1 Distribution of clinical utilization by category of RhD-negative red blood cell components in 2025

2.4 三种不同临床情况下 2025 年 RhD 阴性成分血使用情况分布

在 2025 年,RhD 阴性冰冻红细胞在紧急用血占比 67.23%(79 U/117.5 U),在治疗性用血中占比 29.47%(221 U/750 U);RhD 阴性红细胞悬液在治疗性用血、择期手术(含产科)用血占比分别为 93.92%(1 012 U/1 077.5 U)和 70.53%(529 U/750 U);RhD 阴性洗涤红细胞在治疗性用血中占比 1.53%(16.5 U/1 077.5 U);RhD 阴性浓缩洗涤红细胞在治疗性用血中占比为 2.32%(25 U/1 077.5 U)。如图 2 所示。

3 讨论

广州作为华南地区规模最大的区域性医疗中心,重症、手术及产科患者高度集中,临床年需红细胞制品约 40 万单位。2021—2025 年,广州地区红细胞总供应量呈缓慢下降态势,而 RhD 阴性红细胞在红细胞总供应量中的占比从 0.42% 提升至 0.48%,年度间存在上升趋势($P<0.05$);RhD 阴性红细胞实际需求量与供应量保持基本平衡(9 491 U,9 495.5 U),但重复预约率由 29.73% 上升到 43.62%,呈逐年上升趋势($P<0.05$),表明与国内外其他地区举措基本一致[2-5]的广州血液中心 RhD 阴性血液保障体系运转良好,能够有效保障临床需求,但满足需求及时率亟待改善。

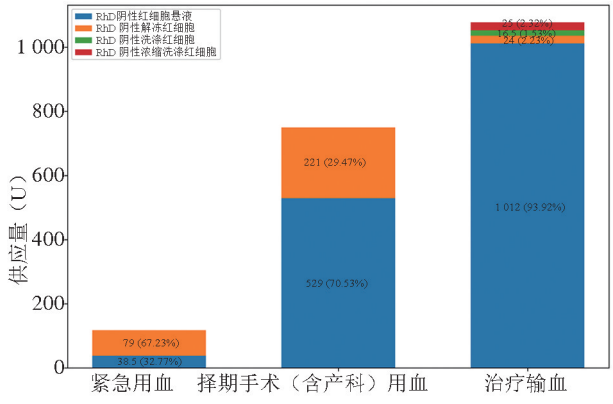


图 2 2025 年 RhD 阴性红细胞成分血在三种不同临床情况应用占比情况分析

Figure 2 Proportion analysis of RhD-negative red blood cell components forthree distinct clinical scenarios in 2025

2021—2025 年供应临床 RhD 阴性新鲜红细胞(包括 RhD 阴性红细胞悬液、RhD 阴性洗涤红细胞和 RhD 阴性浓缩洗涤红细胞)占总供应量的 87.09%(8 270 U/9 495.5 U),低于张妍等[6]报道的乌鲁木齐市 93.60%,高于李双等[7]报道的长沙 64.41%。目前国家对 RhD 阴性新鲜红细胞供应比例无硬性要求,广州血液中心 RhD 阴性血的供应以新鲜红细胞为主,冰冻红细胞为辅,没有出现新鲜血液过期报废和需按阳性血液发放的现象。

治疗性用血是 RhD 阴性红细胞成分血临床应用的最主要原因,占总用量的 55.40%,RhD 阴性浓缩洗涤红细胞是近年来采供血机构按临床需求制备的成分血制品,血比容要求达到 70%~80%,并洗涤去除了 ABO 血型抗体,用于发生抗-D 同种免疫性溶血病的胎儿宫内输血,避免输血量大造成胎

儿心脏不耐受情况,已有文献报道[8]。宫内输血是国内胎儿医学领域的一项新兴技术,它使得胎儿在贫血早期得到及时纠正,或者延缓疾病发展直至出生后治疗,目前作为一项疗效确定的技术越来越受到重视[9]。广州地区 RhD 阴性浓缩洗涤红细胞的用量在 2021 年和 2022 年处于高峰状态,达到 38 U 和 36 U,2023 年下降到 18 U,2024—2025 年又缓慢上升。宫内输血的输血剂量目前尚无统一标准,其目标是将胎儿红细胞压积提升至 30%~35%,达到同孕周正常范围,一般情况下输血量在 20~75 mL 之间[10]。2022 年以前 RhD 阴性浓缩洗涤红细胞随机采用不同规格(2 U、1.5 U、1 U)的红细胞悬液制备,2023 年广州血液中心开始实行将 400 mL 全血常规化分袋制备成 2 袋 1U 红细胞悬液,RhD 阴性浓缩洗涤红细胞仅使用 1 U 红细胞悬液制备,因此 2023 年 RhD 阴性浓缩洗涤红细胞用量较 2021 年和 2022 年减少。2021 年在广州市开展 RhD 阴性血宫内输血的医院有 1 间,2025 年上升到 4 间,其中部属医院 3 间,省属医院 1 间,临床医院的技术发展势必会加大对 RhD 阴性浓缩洗涤红细胞的用量需求,但是目前浓缩洗涤红细胞国家尚无规范定义和质量标准要求,建议 GB 18469-2012《全血及成分血质量要求》修改时应将其纳入。RhD 阴性洗涤红细胞主要用于血浆过敏或自免溶贫患者的输血治疗,2021 年至 2025 年用量变化虽无显著差异,但其使用医院覆盖面较大,涵盖部属、省属、市属、区属和民营各级医院。由于红细胞悬液在洗涤过程中会有部分红细胞流失,对于已产生同种抗-D 免疫反应且免疫力低下的患者,我们更提倡选择匹配血液辐照后输注,建议加强对临床医生进行各种成分血相关知识的培训,选择合适的血液制品,合理使用。

择期手术(含产科)用血占 RhD 阴性红细胞成分血临床总应用量的 38.56%。广州地区与其他地区[11]一样,存在医院术前常规备血,但在实际治疗过程中,会因手术方案调整、实际出血量低于预期等因素,部分备血未被使用,造成血液资源闲置锁定现象,而同期其他医院却面临 RhD 阴性红细胞紧缺的问题。我们采取的应对措施主要是搭建跨院协商平台,医院间相互调剂。根据《临床用血技术规范》(2025 版)第六章第三十二条,特殊情况时血液仅可退回一次,我们建议对符合血液贮存、运输、用血管理规范的医院建立特殊血液回退机制,避免不必要的输注。展望临床医院加大对符合条件的稀有血型患者开展自体输血的力度,减少医源性失血,降低输血概率。

紧急用血占 RhD 阴性红细胞成分血临床总应用量的 6.04%。紧急用血启动时通常需调配大量血液,库存的 RhD 阴性新鲜红细胞悬液常常无法立即满足需求,采供血机构会启动制备 RhD 阴性冰冻红细胞,2025 年 67.23%的 RhD 阴性冰冻红细胞用于紧急用血。跨站调入血液与紧急招募 RhD 阴性献血者,受响应时间不可控、募集数量有限等因素制约,往往难以及时应用于紧急输血案例,但可用于制备冰冻红细胞,补充冰冻红细胞库存,助力构建血液供应链的良性闭环。建议发生 RhD 阴性紧急用血案例时,献血招募应加大招募宣传力度,血液调剂部门紧急调拨可利用资源,强化 RhD 阴性冰冻红细胞库的应急保障效能。

随着输血技术的迅速发展,临床针对不同患者人群输入的血液制品要求不同,采供血机构应及时了解需求变化的原因和要求,合理制备血液,细化供应方式,提升 Rh D 阴性血液保障体系响应的及时性、有效性。临床医院的技术发展使得 RhD 阴性浓缩洗涤红细胞应用常规化,建议对 RhD 阴性浓缩洗涤红细胞进行规范定义,制定相应的国家质量标准。

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

本研究已通过广州血液中心伦理委员会评审(编号:广州血液中心伦 2026 第 003 号);本研究不涉及知情同意。

作者贡献/Authors' Contribution

张伟东:研究设计、论文撰写;梁明月:数据统计分析、文献查找;姬艳丽:论文修改、校对;王敏:论文审核;林永桔:数据核对;戎霞:研究指导和完善。

[参考文献]

[1] 黄小敏,姬艳丽,方群,等. 胎儿贫血行宫内输血术时 0.7~0.8 Hct 浓缩洗涤红细胞制备技术开发与临床应用[J]. 中国输血杂志,2021,34(9):1000-1002
HUANG X M, JI Y L, FANG Q, et al. Preparation and clinical application of 0.7~0.8 hematocrit concentrated washed red blood cells in intrauterine blood transfusion for fetal anemia[J]. Chin J Blood Transfusion, 2021,34(9):1000-1002.

[2] 徐永柱,田耘博. RhD 阴性血液安全管理重庆专家共识[J]. 检验医学与临床,2025,22(19):2593-2598.

XU Y Z,TIAN Y B. Chongqing expert consensus on the safety management of RhD-negative blood[J]. Lab Med Clin, 2025,22(19):2593-2598.

[3] 郑茵红,李阿中,李殷芳,等. 2014-2018 年浙江省 Rh 阴性血液保障情况分析[J]. 中华全科医学,2020,18(4):679-681.
ZHENG Y H,LI A Z,LI YF,et al. Analysis of Rh negative blood security in Zhejiang Province from 2014 to 2018[J]. Chinese Journal of General Practice,2020,18(4):679-681.

[4] 李雄英,周兵,刘振北,等. 广西血站献血者 RhD 阴性稀有血型检测、资料库构建及红细胞实体库运行情况调查[J]. 广西医学,2023,45(9):1119-1122.
LI X Y,ZHOU B,LIU Z B,et al. Investigation on RhD-negative rare blood type screening, database construction and physical red blood cell inventory operation among blood donors in blood stations of Guangxi[J]. Guangxi Medical Journal, 2023,45(9):119-1122.

[5] CORENTIN S, MARIE P, FRANçOIS L. There is an urgent need to adopt a pull-flow logic for the supply of RBCs to meet patients' needs:A single center study[J]. Transfus Clin Biol, 2023,30(4):410-416.

[6] 张妍,马艳焱. RhD 阴性红细胞血液供应情况分析及运行模式研究[J]. 国际医学数据杂志,2022,6(6):147-150.
ZHANG Y,MA Y Y. Analysis of blood supply of RhD negative red blood cells and operation mode research [J]. International Journal of Medicine and Date, 2022,6(6):147-150.

[7] 李双,谢毓滨. 2009-2914 年 RhD 阴性稀有血型献血者队伍建设及采供保障[J]. 临床输血与检验,2016,18(3):229-232.
LI S,XIE Y B. Construction of RhD-negative rare blood donor team and blood collection & supply guarantee from 2009 to 2014[J]. J Clin Transfus Lab Med,2016,18(3):229-232.

[8] 吕嬿,蒋宇林,周希亚,等. 宫内输血治疗母胎 Rh 血型不合胎儿贫血 2 例[J]. 生殖医学杂志,2022,31(8):1137-1140.
LYU Y,JIANG Y L,ZHOU X Y,et al. Two Cases of intrauterine blood transfusion in the management of fetal anemia due to Rh alloimmunization[J]. Journal of Reproductive Medicine, 2022,31(8):1137-1140.

[9] DEVLIEGER R, VERGOTE S, VAN DEN EEDE E, et al. Intrauterine transfusion:Best practices, techniques, and evolving trends[J]. Best Pract Res Clin Obstet Gynaecol, 2025,104:102686.

[10] 刘景汉,兰炯采. 临床输血学[M]. 1 版. 北京:人民卫生出版社,2011,314-318.
LIU J H, LAN J C. Clinical Transfusion Medicine[M]. 1st ed. Beijing: People's Medical Publishing House, 2011:314-318.

[11] 谭秋菊,余泽波,杨晓亮. RhD 阴性红细胞制剂的管理现状及展望[J]. 中国输血杂志,2020,33(7)730-732.
TAN Q J,YU Z B,YANG X L. Current situation and prospect of the management of RhD negative RBC products[J]. Chin J Blood Transfusion,2020,33(7):730-732.

(2026-03-17 收稿,06-09 修回,06-17 接收)

本文编辑:李宜博