· 论著 ·

无偿献血者意外抗体季节分布特征及其与流感病毒流行的相关性分析

朱建玲 程婷婷 胥炳琳 马春娅 于洋

(中国人民解放军总医院第一医学中心 输血医学科,北京 100853)

摘要:目的 分析北京地区某医院无偿献血者意外抗体分布特征,重点探讨以 MNS 及 Lewis 系统为代表的天然抗体的季节分布规律,及其与同期本地区流感病毒流行的相关性,为临床输血安全预警及管理策略提供科学依据。**方法** 选取 2023 年 3 月至 2026 年 2 月本院 82 780 名无偿献血者作为研究对象,通过复查 ABO 血型及交叉配血次侧不相合发现意外抗体筛查阳性。根据气候学季节划分标准:春季(3—5 月)、夏季(6—8 月)、秋季(9—11 月)和冬季(12 月—次年 2 月),比较不同季节各分类意外抗体的检出率差异。收集同期本地流感监测数据,分析其与流感病毒阳性率的相关性。**结果** 82 780 名献血者中共发现意外抗体阳性 98 例(0. 12%),其中有特异性抗体 87 例,MNS 系统抗体(抗-M)占比最高(54 例,55. 10%)。意外抗体的检出率在不同季节间差异具有统计学意义($P<0. 05$),冬季检出率显著高于春、夏、秋三季($P<0. 05$)。相关性分析表明,总意外抗体的月度检出率与流感病毒阳性率呈正相关,差异有统计学意义($r=0. 423$,$P=0. 010$);其中 Lewis 系统($r=0. 398$,$P=0. 016$)与 MNS 系统($r=0. 389$,$P=0. 019$)意外抗体月度检出率与流感病毒阳性率的相关性均有统计学意义;而 Rh 系统等意外抗体未见相关性(均 $P>0. 05$)。**结论** 无偿献血者意外抗体检出呈显著的冬季聚集性,且在群体水平上与地区流感病毒阳性率呈生态学相关性,这一关联特征在 MNS 和 Lewis 血型系统抗体中表现较为明显。提示流感病毒感染可能对天然抗体的表达产生潜在影响。加强冬季意外抗体鉴定及临床交叉配血风险预警,对保障临床用血安全具有重要意义。

关键词:无偿献血者;意外抗体;天然抗体;季节性分布;流感病毒;输血安全

中图分类号:R457. 1 **文献标识码:**A **文章编号:**1004-549X(2026)9-1273-06

DOI:10. 13303/j. cjbt. issn. 1004-549x. 2026. 09. 016

Seasonal distribution characteristics of unexpected antibodies in voluntary blood donors and their correlation with influenza virus epidemics

ZHU Jianling, CHENG Tingting, XU Binglin, MA Chunya, YU Yang.

Department of Transfusion Medicine, First Medical Center of PLA General Hospital, Beijing 100853, *China.*

*Co-corresponding authors: YU Yang, Email: yuyangpla*301@ 163. *com; MA Chunya, Email: mcydou*@ 163. *com*

Abstract: Objective To analyze the distribution characteristics of unexpected antibodies among voluntary blood donors at a hospital in Beijing, with a focus on the seasonal distribution patterns of natural antibodies represented by the MNS and Lewis systems, as well as their correlation with concurrent local epidemic trends of the influenza virus, so as to provide a scientific basis for clinical transfusion safety early-warning and management strategies. **Methods** A total of 82 780 voluntary blood donors from March 2023 to February 2026 at our hospital were enrolled. Positive screening for unexpected antibodies was identified through ABO blood group re-evaluations and minor crossmatch incompatibilities. Based on climatological seasonal definitions—spring (March to May), summer (June to August), autumn (September to November), and winter (December to February of the following year)—differences in the detection rates of various antibody classifications across different seasons were compared. Local influenza surveillance data from the same period were collected, and their correlation with the positive rate of influenza virus was analyzed. **Results** A total of 98 cases (0. 12%) positive for unexpected antibodies were identified among the 82 780 blood donors, including 87 cases with specific antibodies. The MNS system antibodies (anti-M) accounted for the highest proportion (54 cases, 55. 10%). The detection rate of unexpected antibodies was significantly different in different seasons ($P<0. 05$), and the detection rate in winter was significantly higher than that in spring, summer, and autumn ($P<0. 05$). Correlation analysis showed that the monthly detection rate of total unexpected

第一作者简介:朱建玲(1995-),女,检验技师,Email:zhujl0404@ 163. com;**共同通信作者:**于洋,Email:yuyangpla301@ 163. com;马春娅,Email:mcydou@ 163. com

antibodies was positively correlated with the positive rate of influenza virus ($r=0.423$, $P=0.010$); The correlation between the monthly detection rate of unexpected antibodies and the positive rate of influenza virus in Lewis system ($r=0.398$, $P=0.016$) and MNS system ($r=0.389$, $P=0.019$) was statistically significant; However, no correlation was found for other antibodies such as those of the Rh system ($P>0.05$). **Conclusion** The detection of unexpected antibodies in voluntary blood donors showed significant aggregation in winter, and was ecologically correlated with the positive rate of influenza virus in the region at the population level, which was more obvious in MNS and Lewis blood group system antibodies. These results suggest that influenza virus infection may have a potential impact on the expression of natural antibodies. Enhancing unexpected antibody identification and early warning for clinical crossmatch risks during winter is of great significance for ensuring the safety of clinical blood transfusion.

Key words: voluntary blood donors; unexpected antibody; naturally occurring antibody; seasonal distribution; influenza virus; blood transfusion safety

保障输血安全是输血医学的核心目标,而意外抗体筛查是预防溶血性输血反应、保障临床用血安全的关键环节。在无偿献血人群的常规筛查中,以 MNS 系统(抗-M)及 Lewis 系统为代表的天然抗体具有较高的检出率[1-2]。这类抗体常导致 ABO 血型正反定型不符及交叉配血困难,甚至可诱发严重新生儿溶血病及迟发性溶血反应,对血液筛查与输血安全构成严峻挑战[3-7]。在实际工作中,此类天然抗体在无明确同种免疫史(如输血或妊娠)人群中的产生机制仍不完全明确,环境因素或外源性感染是否作为免疫触发点影响其检出水平,是输血医学领域值得关注的问题。为此,本研究选取 2023—2026 年无偿献血者为研究对象,探讨不同血型系统抗体检出的季节分布规律,并结合同期本地流感监测数据分析其相关性。旨在明确天然抗体流行特点及影响因素,为医疗机构及血站优化筛查策略、提升输血安全风险预警能力提供科学依据。

1 材料与方法

1.1 一般材料

选取 2023 年 3 月至 2026 年 2 月本院 82 780 名无偿献血者作为研究对象,年龄分布为 18~55 岁。所有献血者标本均常规进行 ABO 血型复检。标本入组遵循以下筛查及确认路径:在 ABO 血型复检过程中发现 ABO 血型正反定型不符,或在与≥2 名直抗阴性受血者交叉配血试验次侧不相合或与≥2 名直抗阳性受血者交叉配血试验次侧凝集强度高于直抗的标本,均列为意外抗体疑似标本。对上述疑似标本进一步完成意外抗体筛查,筛查阳性者纳入研究,并进行特异性抗体鉴定。

本研究流感病毒阳性率数据来源于中国疾病预防控制中心发布的《中国流感监测周报(2023 年 3 月—2026 年 2 月)》,提取每周流感病毒病原学检测阳性率,计算月度均值作为各月份流感病毒流行强度指标。

1.2 仪器与试剂

ABO 血型反定型试剂、意外抗体筛查试剂、ABO 血型和 RHD 血型检测卡、抗人球蛋白检测卡购自美国 Ortho-Clinical Diagnostics, Inc. 公司及美国 Bio-Rad 公司。抗体鉴定谱细胞、抗-E(批号:8000455595、8000460543)、抗-P_1(批号:8000459809、8000460830)、抗-Le^a(批号:8000457794、8000460730)、抗-Le^b(批号:8000457794、8000461365),抗-M(批号:8000460713)购自荷兰 Sanquin Reagens B. V. 公司,抗-M(批号:20230328、20240826)购自上海血液生物医药有限责任公司。其中 ABO 血型反定型试剂、意外抗体筛查试剂、抗体鉴定谱细胞于研究期间每月更换,批号依次为首批(A645Z)~末批(A015Z)、首批(3SS294Z)~末批(3SS774Z)、首批(8000458616)~末批(8000462126)。VISION Max 型和 AUTOVUE 型全自动配血及血型分析仪购自美国 Ortho-Clinical Diagnostics, Inc. 公司,ID incubator 37 SI 孵育器,KA-2200 血清学专用离心机。

1.3 血清学检测方法

1.3.1 ABO 血型鉴定

采用 AUTOVUE 全自动血型分析仪,具体流程严格按照仪器说明书操作。

1.3.2 意外抗体筛查

1)采用抗人球蛋白法,使用 AUTOVUE 全自动血型分析仪检测献血者意外抗体;2)手工盐水试管法:取硬质试管 3 支,各加入 2 滴献血者血浆及 1 滴 3%~5%抗筛细胞悬液,经血清学专用离心机离心后判定结果。

1.3.3 意外抗体鉴定

对筛查阳性献血者进一步做抗体鉴定。1)抗人球蛋白法:取配套抗人球蛋白卡,每孔依次加入对应谱细胞悬液及献血者血浆,置孵育器 37℃孵育 15 min 后,经血清学专用离心机离心并观察结果。2)手工盐水法:取硬质试管 16 支,各加入献血者血浆及对应谱细胞悬液,离心后判定凝集强度。

1.3.4 直接抗人球蛋白试验(DAT)与交叉配血

直接抗人球蛋白试验及交叉配血采用 VISION Max 全自动血型分析仪,以抗人球蛋白法进行检测,具体流程严格按照仪器说明书操作。

1.4 统计学分析

采用 SPSS 26.0 统计软件进行数据分析。计数资料以(%)表示,组间比较采用 χ^2 检验,若不满足 χ^2 检验条件则采用 Fisher 确切概率法。为排除各月基础献血量波动对绝对检出数据的干扰,真实反映抗体检出的时间分布特征,本研究引入月度意外抗体检出率指标,具体计算公式为:月度检出率=(每月抗体检出例数/当月献血总人数)×100%。意外抗体月度检出率与流感病毒阳性率的相关性采用 Spearman 秩相关分析。以 $P<0.05$ 为差异有统计学意义。

2 结果

2.1 献血者意外抗体特异性分布情况

2023 年 3 月—2026 年 2 月,82 780 例无偿献血者中发现意外抗体筛查阳性 98 例,总检出率为 0.12%。对 98 例阳性标本进行特异性鉴定,结果显示:具有明确抗体特异性的标本为 87 例(88.78%),非特异性抗体 11 例(11.22%)。在特异性抗体中,涉及 MNS、P1PK、Lewis 及 Rh 四个主要血型系统。其中抗-M 检出率最高,占 55.10%(54/98)。其次为抗-P1 占 13.27%(13/98)、Lewis 血型系统抗体 11.22%(11/98)及 Rh 血型系统抗体 9.19%(9/98),见表 1。

2.2 意外抗体在不同季节中分布情况

统计分析结果显示,献血人群意外抗体总检出率在不同季节间差异有统计学意义($P<0.05$),其中冬季总检出率最高,达 0.188%。进一步按血型系统分析发现,意外抗体总检出率的季节性波动主要由 MNS 系统和 Lewis 系统驱动。这两类系统的抗体检出率均在冬季出现显著峰值,其中 MNS 系统冬季检出率达 0.124%($P<0.05$),Lewis 系统冬季检出率为 0.034%($P<0.05$),组间差异均有统计学意义($P<0.05$)。相反,Rh 系统、P1PK 系统及非特异性抗体在春、夏、秋、冬四季间的分布较为均衡,差异无统计学意义($P>0.05$),见表 2。

表 1 意外抗体特异性分布情况

Table 1 Distribution of unexpected antibody specificities

	n	特异性	n	构成比(%)
Rh	9			
		抗-D	1	1.02
		抗-E	8	8.17
MNS	54	抗-M	54	55.10
P1PK	13	抗-P1	13	13.27
Lewis	11			
		抗-Le^a	7	7.14
		抗-Le^b	3	3.06
		抗-Le^a+抗-Le^b	1	1.02
非特异性	11			
		冷抗体	3	3.06
		抗卡介质	2	2.04
		未检出特异性	6	6.12
合计	98			100

表 2 不同季节各血型系统抗体检出率分布情况比较 n(%)

Table 2 Comparison of antibody detection rate distributions for various blood group systems across different seasons n(%)

	春季(n=19 613)	夏季(n=20 363)	秋季(n=19 415)	冬季(n=23 389)	χ^2 值	P 值
总检出量	15(0.076)	17(0.083)	22(0.113)	44(0.188)	14.672	0.002
MNS	7(0.036)	10(0.049)	8(0.041)	29(0.124)	17.544	0.001
P1PK	3(0.015)	3(0.015)	5(0.026)	2(0.009)	-	0.581
Lewis	1(0.005)	1(0.005)	1(0.005)	8(0.034)	-	0.023
Rh	1(0.005)	2(0.010)	3(0.015)	3(0.013)	-	0.821
非特异性	3(0.015)	1(0.005)	5(0.026)	2(0.009)	-	0.305

注:-为 Fisher 确切概率法结果,无 χ^2 值。

2.3 各系统意外抗体月度构成比与流感流行趋势的相关性分析

为进一步探讨意外抗体季节性波动的潜在环境影响因素,本研究引入了同期本地区流感病毒监测数据,并采用 Spearman 秩相关分析,评估意外抗体月度检出率与流感病毒阳性率之间的生态学相关性。结果显示,献血者总意外抗体月度检出率与流感病毒阳性率呈正相关,差异有统计学意义($r=0.423$,$P=0.010$)。进一步按系统分类分析发现,在各血型系统中,Lewis 系统与 MNS 系统的抗体月度检出率与流感病毒阳性率均呈正相关,其相关系数分别为 $r=0.398$($P=0.016$)和 $r=0.389$($P=0.019$)。相反,Rh 系统、P1PK 系统及非特异性抗体的月度检出率均未见与流感病毒阳性率存在相关性($P>0.05$)。见表 3。在 36 个月监测期内,总意外抗体、MNS 及 Lewis 系统的曲线波峰与流感病

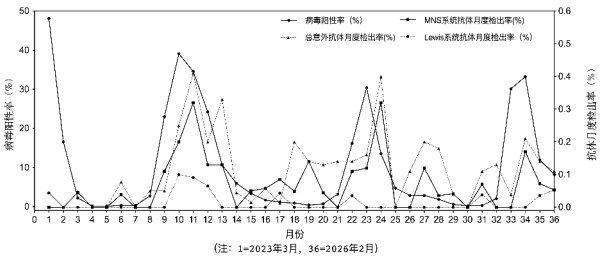
毒阳性率的上升曲线表现出时间同步性，峰值均集中在每年冬季，见图 1。

表 3　献血者各血型系统意外抗体月度检出率与流感流行相关性分析

Table 3　Analysis of the correlation between the monthly detection rate of unexpected antibodies in various blood group systems of blood donors and influenza epidemics

	相关系数(r)	P 值
总意外抗体	0.423	0.010
MNS	0.389	0.019
P1PK	−0.010	0.956
Lewis	0.398	0.016
Rh	0.126	0.463
非特异性	−0.165	0.336

注：月度检出率(%) = (每月抗体检出例数 /当月献血总人数) × 100%。



注：流感病毒阳性率(%)数据源自中国疾病预防控制中心。

图 1　各系统意外抗体月度检出率与流感病毒流行趋势的动态对比

Figure 1　Dynamic comparison between the monthly detection rate ofunexpected antibodies in various systems and the epidemic trend of influenza virus

3　讨论

无偿献血者意外抗体筛查是保障临床输血安全，避免溶血性输血反应的重要环节。精准鉴定献血者体内的意外抗体，对降低临床配血难度、保障供血安全及优化血液资源管理具有切实的临床价值。本研究以 82 780 名献血者为研究对象，共发现 98 例意外抗体阳性，总检出率为 0.12%。在经鉴定具有特异性的 87 例标本中，MNS 血型系统的抗-M 检出频率最高(54 例，占特异性抗体的 62.07%)。这与谢秀华、黄力勤等的研究报道相一致[1,8-9]。进一步剖析人群分布特征，本研究检出的意外抗体阳性献血者中男性占比达 79.60%，且 73.47%的个体年龄集中在 20～35 岁的青年阶段，该人群结构一定程度上排除了女性孕产史的干扰因素，且 20～35 岁的年轻健康群体在我国属于既往输血率极低的人群，一定程度上排除输血史导致的同种免疫混杂。献血者的意外抗体以 MNS、Lewis 等系统的天然抗体占据主导地位。

时序分析显示意外抗体的季节性波动表现出血型系统异质性：Lewis 系统与 MNS 系统抗体的检出具有显著的季节性分布特点，冬季阳性率明显高于其他季节(P<0.05)，这与吴娴等学者关于冬季意外抗体阳性率高于夏季的研究结论相符[10]。此外，本研究进一步显示，Lewis 系统与 MNS 系统抗体月度检出率与流感病毒阳性率之间存在显著正相关(P < 0.05)，冬季为流感等呼吸道病原体高发季，有研究报道，病毒流行引发的免疫应答可能在群体层面提升了循环中冷抗体的表达水平[11]。这一结果提示，天然产生的意外抗体可能与流感流行趋势具有一定的相关性。流行病学调查显示，在社区流感流行期间，健康青壮年人群虽极少因重症就诊，但存在较高的亚临床感染与无症状感染率[12-14]。献血者虽已通过献血前健康征询，但因处于社区流感流行环境中，其机体免疫系统仍可能受到病毒抗原的刺激。既往研究表明，感染相关免疫反应可能通过多克隆 B 细胞激活或交叉反应等途径，引起部分天然抗体或冷抗体短暂升高[15-17]；部分病原体感染可诱导冷凝集素产生[18-19]。因此，推测流感病毒流行可能是影响 MNS 及 Lewis 系统抗体季节性波动的因素之一，但目前尚缺乏个体感染证据和直接机制研究。

本研究仍存在一定局限性。首先，本研究为单中心回顾性研究，样本来源相对局限，可能存在地区性偏倚。因意外抗体筛查试剂细胞未覆盖 Mur 或 Mia 等抗原，可能造成抗-Mur、抗-Mia 等天然抗体漏检，从而低估意外抗体的实际水平。此外，本研究基于连续 36 个月的数据开展分析，未处理时间序列数据的自相关性，相关性分析结果可能存在被高估的风险。且所发现的相关性属于群体层面的生态学线索，尚不足以证明个体层面的因果关系，其潜在机制仍需通过多中心前瞻性队列研究、个体感染指标检测及体外实验进一步验证。

综上所述，北京地区无偿献血者中意外抗体以 MNS 和 Lewis 系统天然抗体为主，并呈现一定的季节性分布特征，其中冬季检出水平相对较高。尽管本研究生态学设计无法推断个体因果关联，但这一群体水平的相关线索提示，在冬季或流感高发时期应加强意外抗体筛查结果的综合判读，对提高输血前相容性评估的准确性及保障临床用血安全具有积极的预警与风险防控价值。未来仍需开展多中心、前瞻性个体队列研究及体外机制研究，进一步

明确感染与气候因素对天然抗体表达的具体影响，为输血安全管理提供更加科学的依据。

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/Donor Consent

本研究通过中国人民解放军总医院医学伦理委员会批准(审批号:S2026-033);研究对象均知情同意。

作者贡献/Authors' Contribution

朱建玲:文章构思与撰写;程婷婷:文献查阅与修改;胥炳琳:资料分析与文献查阅;马春娅:文章整体设计与修改;于洋:写作思路指导与终稿确认。

[参考文献]

[1] 杨红梅, 邹昕, 马思飞, 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):590-593,596.
YANG H M, ZOU X, MA S F, et al. Application of antibody type and titer in blood products and donor retention [J]. J Clin Hematol, 2024,37 (8):590-593,596.

[2] 董珀,徐立. 无偿献血者不规则抗体筛查技术的比较分析 [J]. 临床血液学杂志,2026, 39(4):327-330, 336.
DONG P, XU L. Comparative analysis of different technologies for red cell alloantibody screening in voluntary blood donors[J]. J Clin Hematol, 2026,39 (4):327-330,336.

[3] GOLSHAHI F, SHARBAF F, SHIRAZI M, et al. Severe fetal hemolytic disease due to anti-M alloimmunization:A case report and literature review [J]. Case Rep Womens Health,2024, 42:e00620.

[4] 王琛, 焦琴, 杨世明,等. 81 例抗 M 抗体的鉴定及其对血型血清学检测的影响 [J]. 细胞与分子免疫学杂志,2022,38 (1):74-77.
WANG C, JIAO Q, YANG S M, et al. Identification of anti-M antibodies in 81 cases and their impact on serological blood typing [J]. Journal of Cellular and Molecular Immunology, 2022,38(1):74-77.

[5] DIGEET D, PARAM H S, HARSH M, et al. A case report on the detection of anti-M antibodies in a pediatric patient with pneumonia [J]. Cureus, 2025, 17(7): e87440.

[6] 杨贺才, 马晓莉, 吕永磊, 等. 抗-M 致胎儿新生儿溶血病实验室检测及预防策略分析 [J]. 中国输血杂志,2024, 37(6):648-653.
YANG H C, MA X L, LU Y L, et al. Analysis of laboratorytests and prevention strategies for hemolytic disease of the fetus and newborn caused by anti-M [J]. Chin J Blood Transfusion, 2024, 37(6):648-653.

[7] 龙红惠, 牛迎迎, 王丹婷, 等. 抗-M、抗-Jk^a 序贯产生致 2 次迟发性溶血性输血反应及应对策略[J]. 中国输血杂志,2024, 37(5):501-505.
LONG H H, NIU Y Y, WANG D T, et al. Sequential generation of anti-M and anti-Jk^a leads to two delayed hemolytic transfusion reactions and corresponding strategies [J]. Chin J Blood Transfusion, 2024,37 (5):501-505.

[8] 谢秀华, 杨玉发, 黄守民, 等. 深圳市无偿献血者不规则抗体筛查及鉴定结果分析[J]. 检验医学与临床, 2022, 19(7):946-948.
XIE X H, YANG Y F, HUANG S M, et al. Analysis of irregular antibody screening and identification results in voluntary blood donors in Shenzhen [J]. Laboratory Medicine and Clinic, 2022,19(7):946-948.

[9] 黄力勤, 邬林枫, 李彤, 等. 全面开展献血者意外抗体筛查结果分析和不同检测模式成本比较[J]. 中国输血杂志,2022, 35(3):324-327.
HUANG L Q, WU L F, LI T, et al. Results analysis of unexpected antibody screening for blood donors and cost comparison of two detection modes [J]. Chin J Blood Transfusion, 2022, 35(3):324-327.

[10] 吴娴, 黄宏亮, 尹诗雨, 等. 盐城地区不规则抗体或直抗阳性医院退血的研究分析[J]. 安徽医专学报, 2024, 23(1):5-7,11.
WU XIAN, HUANG H L, YIN S Y, et al. Study and analysis of irregular antibody or direct anti-positive hospital-extracted blood in Yancheng area [J]. Journal of Anhui Medical College, 2024,23(1):5-7,11.

[11] HUNZIKER L, RECHER M, MACPHERSON A J, et al. Hypergammaglobulinemia and autoantibody induction mechanisms in viral infections [J]. Nat Immunol, 2003, 4(4):343-349.

[12] HAYWARD A C, FRAGASZY E B, BERMINGHAM A, et al. Comparative community burden and severity of seasonal and pandemic influenza: results of the Flu Watch cohort study [J]. Lancet Respir Med, 2014, 2 (6):445-454.

[13] FURUYA-KANAMORI L, COX M, MILINOVICH G J, et al. Heterogeneous and dynamic prevalence of asymptomatic influenza virus infections [J]. Emerg Infect Dis, 2016, 22(6):1052-1056.

[14] LEUNG N H, XU C, IP D K, et al. Review article:the fraction of influenza virus infections that are asymptomatic:a systematic review and meta-analysis [J]. Epidemiology, 2015, 26(6):862-872.

(下转第 1285 页)

tion and supply institutions[J]. Med Philos, 2021,42(9):22-25.

[19] 陈涵,李静. 芬兰红十字血液中心生物样本库伦理管理经验及启示[J]. 中国医学伦理学,2023,36(4):428-433.
CHEN H, LI J. Ethical management experience and enlightenment of finnish red cross blood center biobank [J]. Chin Med Ethics, 2023,36(4):428-433.

[20] 伍立桃,曾劲峰,王举,等. 采供血机构生物样本库建立及路径优化探讨[J]. 中国卫生质量管理,2025,32(12):82-85.
WU L T, ZENG J F, WANG J, et al. Establishment and pathway optimization of biobanks in blood collection and supply institutions[J]. Chin Health Qual Manag, 2025, 32(12):82-85.

(2026-07-06 收稿,08-17 修回,08-20 接收)

本文编辑:李宜博

(上接第 1277 页)

[15] TAMAI Y, OHTO H, YASUDA H, et al. Allo-anti-M: Detection peaks around 2 years of age, but may be attenuated by red blood cell transfusion [J]. Transfusion, 2021, 61(9):2718-2726.

[16] YAHEL S, YEHUDA S. Vaccine-induced autoimmunity:the role of molecular mimicry and immune crossreaction [J]. Cell Mol Immunol, 2018, 15(6):586-594.

[17] ANNE W, FANNY M, PAULINE S, et al. Influenza virus-induced type I interferon leads to polyclonal B-cell activation but does not break down B-cell tolerance[J]. J Virol, 2007, 81(22):12525-12534.

[18] MORIE A G. Updates on the diagnosis and management of cold autoimmune hemolytic anemia [J]. Hematol Oncol Clin North Am,2022, 36(2):341-352.

[19] NEENU K, VISHNU V, RAHUL R, et al. A rare case of parvovirus B19 infection induced paroxysmal cold hemoglobinuria in an adult female [J]. Cureus, 2020, 12(11):e11622

(2026-06-12 收稿,07-31 修回,08-14 接收)

本文编辑:李宜博