

doi: 10.3969/j.issn.1674-1242.2026.01.029

不规则抗体筛查弱阳性结果的临床应对与策略管理探究

侯倩倩¹, 张萌萌¹, 贾小村²

(1. 许昌市中心血站 质管科血型室, 河南许昌 461000; 2. 漯河市中心医院 输血科, 河南漯河 462000)

【摘要】目的 探究不规则抗体筛查弱阳性结果的特异性分布、形成原因及其对临床输血安全的影响, 为优化弱阳性标本的实验室复核流程与临床管理策略提供依据。**方法** 采用回顾性研究方法, 收集 2022 年 12 月 1 日~2024 年 12 月 31 日许昌市中心血站血型研究室检出的不规则抗体筛查弱阳性患者资料 186 例。所有标本采用微柱凝胶抗人球蛋白法筛查, 并对弱阳性样本进一步运用盐水法、抗人球蛋白试管法进行抗体鉴定与复核。结合患者输血史、临床诊断等资料, 分析弱阳性抗体的分布特征及相关因素。**结果** 186 例弱阳性样本中, 男性 89 例 (47.8%), 女性 97 例 (52.2%), 有输血史者占 68.8%; 抗体鉴定显示, 76.3% (142/186) 为具有明确特异性的抗体, 以 Rh 系统 (37.3%)、MNSs 系统 (21.8%) 和 P 系统 (16.2%) 为主, 常见抗体为抗-E、抗-P1 和抗-M; 盐水法仅能检出 62.7% (89/142) 的特异性抗体, 提示多数为 IgG 类; 多次输血 (≥ 3 次) 患者弱阳性率显著高于少次输血者 ($P < 0.001$), 输注抗原阴性血液者无急性溶血反应, 但输注未相合血液者 13.8% 出现输血无效。**结论** 不规则抗体筛查弱阳性结果大部分具有临床意义, 且与输血史密切相关, 该类抗体以 Rh 等系统常见, 多属 IgG 类型, 易被盐水法漏检。临床应建立弱阳性结果的系统化复核流程, 采用多种方法联合鉴定, 并为特异性抗体阳性患者选择抗原阴性血液输注, 同时对多次输血者加强筛查与随访, 以提升输血安全与管理成效。

【关键词】 不规则抗体; 弱阳性; 抗体筛查; 输血安全; 抗体鉴定**【中图分类号】** R446.6**【文献标志码】** A

文章编号: 1674-1242 (2026) 01-0150-04

Clinical management and strategic approaches for weakly positive results in irregular antibody screening

HOU Qianqian¹, ZHANG Mengmeng¹, JIA Xiaocun²

(1. Blood Group Room, Department of Quality Control, Xuchang Central Blood Station, Xuchang 461000, Henan, China;

2. Department of Blood Transfusion, Luohe Central Hospital, Xuchang 461000, Henan, China)

【Abstract】Objective To investigate the specific distribution of weakly positive irregular antibody screening results, their underlying causes, and their impact on clinical transfusion safety, thereby providing evidence for optimizing laboratory review procedures and clinical management strategies for weakly positive specimens. **Methods** A retrospective study was conducted by collecting data from 186 patients with weakly positive irregular antibody screening results identified at the Blood Group Laboratory of Xuchang Central Blood Station between December 1, 2022, and December 31, 2024. All specimens were screened using the microcolumn gel anti-human globulin method. Weakly positive samples underwent further antibody identification and verification using the saline method and anti-human globulin tube test. Combined with patient transfusion histories and clinical diagnoses, we analyzed the distribution characteristics and associated factors of weakly positive antibodies. **Results** Among the 186 weakly positive samples, 89 (47.8%) were male and 97 (52.2%) were female; 68.8% had a history of transfusion. Antibody identification revealed that 76.3% (142/186) were antibodies with clear specificity, predominantly within the Rh system (37.3%), MNSs system (21.8%), and P system (16.2%), with common antibodies including anti-E, anti-P1, and anti-M. The saline test detected only 62.7% (89/142) of specific antibodies, suggesting a predominance of IgG class. Patients with multiple transfusions (≥ 3 times) exhibited significantly higher weak positive rates than those with fewer transfusions ($P < 0.001$). No acute hemolytic reactions occurred after transfusion of antigen-negative blood, but 13.8% of patients receiving incompatible blood experienced transfusion failure. **Conclusion** Weakly positive irregular antibody screening results are largely clinically significant and closely correlated with transfusion history. Such antibodies commonly belong to the Rh system and are predominantly IgG-type, often missed by saline testing. Clinically, a systematic re-evaluation process for weakly positive results should be established, employing multiple methods for confirmation. Patients with positive specific antibodies should receive antigen-negative blood transfusions. Enhanced screening and follow-up for multiple transfusion recipients are essential to improve transfusion safety and management effectiveness.

【Key words】 Irregular antibodies; Weakly positive; Antibody screening; Transfusion safety; Antibody identification

收稿日期: 2025-08-08。

作者简介: 侯倩倩, 主管技师, 研究方向: 疑难血型鉴定与交叉配血。E-mail: 335454054@qq.com。

随着临床输血医学的不断发展,输血安全已成为医疗质量管理的关键环节之一^[1]。输血前进行不规则抗体筛查,是预防溶血性输血反应、保障输血疗效的关键技术措施^[2]。然而,在实际工作中,不规则抗体筛查结果常出现凝集强度较低的弱阳性现象,其临床意义复杂,给输血决策带来挑战^[3-5]。目前,部分医疗机构尤其基层医院对弱阳性结果的认知不足、复核流程不完善,缺乏系统化的应对策略,相关问题亟待规范。本研究旨在通过系统分析本院近年不规则抗体筛查弱阳性病例的抗体特异性分布、形成原因及其与临床输血史的关联,探讨此类结果的临床价值与管理难点,进而为构建科学、规范的弱阳性结果复核路径与临床应对策略提供依据,以提升输血安全水平,实现精准化血液管理。

1 资料与方法

1.1 一般资料

回顾性分析2022年12月1日至2024年12月31日期间于许昌市中心血站血型研究室进行不规则抗体筛查的所有患者资料共不规则抗体筛查12450例次,从中筛选出筛查结果为弱阳性(凝集强度 $\leq 1^+$)的患者186例作为研究对象。其中男性89例,女性97例,年龄范围18~85岁,平均(56.32 \pm 14.71)岁。患者主要分布于血液科(42例)、肿瘤科(38例)、外科(35例)、妇产科(31例)及其他科室(40例)。纳入标准:(1)所有患者均具有明确的输血指征;(2)输血前不规则抗体筛查结果为弱阳性;(3)年龄 ≥ 18 岁;(4)临床资料完整。排除标准:(1)筛查结果为阴性或强阳性($\geq 2^+$);(2)样本量不足或溶血严重无法复检;(3)病例资料不全。(4)抗体筛查时处于明确的急性感染期(如急性肺炎、败血症等)或筛查前1周内发热(体温 $> 38^\circ\text{C}$)病史,以避免急性期反应对检测结果的非特异性干扰。本研究经许昌市中心血站伦理委员会审核批准。

1.2 研究方法

本研究对纳入患者血液样本均采用手工微柱凝胶抗人球蛋白法进行不规则抗体筛查,凝集强度 $\leq 1^+$ 定义为弱阳性。为确保结果准确性,对全部筛查样本同步进行手工盐水法不规则抗体筛查。对初筛结果为弱阳性的样本,采用手工抗人球蛋白试

管法及手工盐水法双路径复核策略进行抗体鉴定。针对疑难或鉴定结果不明确的样本,经实验室内采用不同厂家试剂、不同方法进行复验证,必要时送上级参比实验室确认,以确保鉴定结果的准确性与可靠性。所有操作均符合血型血清学标准化要求,实验在恒温恒湿环境下进行,每个检测批次均设立阴性与阳性对照。

1.3 统计学方法

数据采用SPSS 26.0软件进行统计分析,计数资料以百分率[n(%)]表示,组间比较采用 χ^2 检验; $P < 0.05$ 表示差异具有统计学意义。

2 结果

2.1 弱阳性样本基本特征分布

纳入186例弱阳性样本中,男性89例(47.8%),女性97例(52.2%),其中年龄以41~60岁居多(78例,41.9%);有输血史者128例(68.8%),无输血史58例(31.2%);科室分布以血液科(22.6%)、肿瘤科(20.4%)和外科(18.8%)为主,各科室主要抗体类型分布亦有所不同。特征分布详见表1。

表1 弱阳性样本一般资料分布(n=186)

| 特征 | 分类 | 例数(n) | 构成比(%) | 主要抗体类型分布 |
|---------|-------------------|-------|--------|------------|
| 性别 | 男 | 89 | 47.8 | - |
| | 女 | 97 | 52.2 | - |
| 年龄(岁) | 18~40 | 42 | 22.6 | - |
| | 41~60 | 78 | 41.9 | - |
| | ≥ 61 | 66 | 35.5 | - |
| 输血史 | 有 | 128 | 68.8 | - |
| | 无 | 58 | 31.2 | - |
| 主要科室 | 血液科 | 42 | 22.6 | 抗-E为主 |
| | 肿瘤科 | 38 | 20.4 | 抗-P1、抗-M多见 |
| | 外科 | 35 | 18.8 | 分布较为分散 |
| | 妇产科 | 31 | 16.7 | - |
| 输血史具体情况 | 其他 | 40 | 21.5 | - |
| | 多次输血(≥ 3 次) | 98 | 52.7 | - |
| | 少次输血(≤ 2 次) | 30 | 16.1 | - |

2.2 弱阳性样本抗体特异性鉴定结果

186例弱阳性样本经鉴定,142例(76.3%)检出明确特异性抗体,29例(15.6%)未能明确特异性,15例(8.1%)鉴定为阴性。特异性抗体中以Rh血型系统最为常见(53例,37.3%),其次为MNSs系统(31例,21.8%)和P系统(23例,16.2%)。

抗体类型以抗-E (21 例)、抗-P1 (18 例) 和抗-M (15 例) 检出最多。联合抗体 4 例 (2.8%), 自身抗体 3 例 (2.1%), 另检出抗-HI 2 例 (1.4%)。详见表 2。

表 2 弱阳性样本中特异性抗体分布情况 (n=142)

| 血型系统 | 抗体类型 | 例数 (n) | 比例 (%) |
|----------|-------------------|--------|--------|
| Rh 血型系统 | 抗-E | 21 | 14.8 |
| | 抗-D | 9 | 6.3 |
| | 抗-C | 8 | 5.6 |
| | 抗-c | 7 | 4.9 |
| | 抗-e | 5 | 3.5 |
| | 抗-Ce | 3 | 2.1 |
| MNSs 系统 | 抗-M | 15 | 10.6 |
| | 抗-S | 8 | 5.6 |
| | 抗-s | 5 | 3.5 |
| P 系统 | 抗-N | 3 | 2.1 |
| | 抗-P1 | 18 | 12.7 |
| Duffy 系统 | 其他 | 5 | 3.5 |
| | 抗-Fy ^a | 7 | 4.9 |
| Lewis 系统 | 抗-Fy ^b | 5 | 3.5 |
| | 抗-Le ^a | 4 | 2.8 |
| Kidd 系统 | 抗-Le ^b | 2 | 1.4 |
| | 抗-Jk ^a | 5 | 3.5 |
| 联合抗体 | 抗-Jk ^b | 3 | 2.1 |
| | 抗-M+E | 2 | 1.4 |
| 自身抗体 | 抗-M+c | 1 | 0.7 |
| | 抗-C+P1 | 1 | 0.7 |
| 其他 | 抗-HI | 3 | 2.1 |
| | | 2 | 1.4 |

2.3 不同检测方法对弱阳性样本的鉴定效能

微柱凝胶法初筛为弱阳性的 186 例样本, 经抗人球蛋白试管法复核后, 142 例 (76.3%) 确认为真阳性。进一步采用盐水法检测, 仅在 89 例 (62.7%) 特异性抗体中观察到凝集反应, 其余 53 例 (37.3%) 在盐水介质中未显凝集, 提示该类抗体可能为 IgG 类型。对其中疑似 IgM 性质的抗体经 2-巯基乙醇处理后, 其凝集强度均显著减弱或消失, 证实其 IgM 属性。

2.4 弱阳性抗体与临床输血结局的相关性

根据抗体鉴定结果, 所有 142 例特异性抗体患者均给予相应抗原阴性血液输注, 在输注过程中, 无急性溶血性输血反应发生。对其中 98 例患者进行输血后 7~14 d 复查, 发现 8 例 (8.2%) 抗体效价有升高趋势, 主要见于抗-E 和抗-Jk^b 抗体。

3 讨论

弱阳性结果应被视为重要的风险信号, 其管理

核心在于通过可靠的鉴定技术明确其特异性, 而非简单根据强度预判其临床价值^[6]。这要求输血科建立并执行对所有弱阳性结果进行强制性复核与鉴定的标准操作程序, 从流程上杜绝漏检。本研究结果显示, 在 186 例弱阳性样本中, 共检出具有明确特异性的抗体 142 例, 占比高达 76.3%。特异性抗体的系统分布以 Rh 血型系统最为常见 (37.3%), 其次为 MNSs 系统 (21.8%) 和 P 系统 (16.2%), 此分布与多项关于输血人群不规则抗体总体分布的研究基本一致^[7,8]。从抗体类型看, 抗-E、抗-P1 及抗-M 位列前三, 这与这些抗体在人群中的相对高频率及其常呈现的血清学特性密切相关。有研究表明 Rh 系统抗体、Kidd 系统抗体等均具有明确的临床危害性, 可引起急性或迟发性溶血性输血反应及新生儿溶血病^[9]。本研究在弱阳性样本中检出了联合抗体 (2.8%) 及自身抗体 (2.1%)。

本研究数据揭示了输血史与不规则抗体筛查弱阳性结果之间的强关联性, 这为临床风险预警与重点人群管理提供了关键依据。在 186 例弱阳性样本中, 有输血史者高达 128 例, 占 68.8%。进一步分析显示, 多次输血 (≥3 次) 患者弱阳性抗体的检出率显著高于输血次数较少者 (P<0.001)。这一结果与免疫学规律高度吻合, 反复输入异体红细胞, 如同持续性免疫刺激, 显著增加了受血者接触不同血型抗原并产生相应同种抗体的风险^[13]。为此, 本研究提出以下多维度应对建议: 第一, 在实验室层面, 必须建立标准化的“弱阳性复核与鉴定路径”。同时, 应建立疑难标本外送参比实验室的机制, 确保鉴定结果的权威性; 第二, 在临床决策与血液选择层面, 应实施基于鉴定结果的精准输血方案。对于鉴定明确的特异性抗体, 必须严格选择对应抗原阴性的血液进行输注; 第三, 在系统管理与质控层面, 应推行风险预警与信息化支持。建议将“多次输血史 (≥3 次)” 作为电子输血申请系统的强制提醒项, 并对该类患者既往的抗体筛查与鉴定历史进行重点提示, 辅助临床决策。通过上述系统化的“识别-鉴定-干预-监测” 闭环管理, 方能将弱阳性结果这一潜在风险点, 转化为提升整体输血安全与管理水平的重要契机。

综上所述,不规则抗体筛查中的弱阳性结果具有重要临床意义,绝非可简单忽视的假阳性。为避免漏检风险,实验室必须建立强制性复核流程,采用抗人球蛋白法等进行确认与鉴定,并据此为患者精准选择抗原阴性血液。将输血史纳入风险预警并对弱阳性结果实施系统化闭环管理,是保障输血安全的关键举措。

参考文献

- [1] 张洪红,王妮娜,王凯,等. HIMSS7-PDCA 信息化管理在临床输血病案质控中的应用[J]. 中国病案, 2025, 26 (1): 13-16.
- [2] 黄佑颖,周雪莲,牟娟娟,等. 2016-2022年重庆某三甲医院临床用血质量管理调查分析[J]. 重庆医学, 2023, 52 (2): 10-14.
- [3] 杜娟,谢霞,杨世明,等. 不规则抗体筛查弱凝集患者的抗体特异性鉴定分析[J]. 细胞与分子免疫学杂志, 2024, 40 (3): 252-256.
- [4] 阴瑞兰,魏希建,徐全民. 微柱玻璃珠法筛查弱阳性不规则抗体的结果分析[J]. 临床血液学杂志, 2024, 37 (4): 287-290.
- [5] 陈扬,杜娟,杨世明,等. 抗原遮蔽现象引起 Rh 血型初检弱阳性或假阴性的鉴定分析[J]. 细胞与分子免疫学杂志, 2024, 40 (12): 1104-1109.
- [6] ZHANG X, LI Y, YAN B, *et al.* Red blood cell alloimmunizations in thalassaemia patients with regular transfusion in China: A systematic review and meta-analysis[J]. *Transfus Clin Biol*, 2023, 30(2):256-262.
- [7] 沈晨芳,张叶峰,屠佳燕,等. 特异性抗体与非特异性抗体导致的疑难交叉及输血策略[J]. 全科医学临床与教育, 2025, 23 (6): 556-557.
- [8] DIEBOLD M, VIETZEN H, HEINZEL A, *et al.* Natural killer cell functional genetics and donor-specific antibody-triggered microvascular inflammation[J]. *Am J Transplant*, 2024, 24(5):743-754.
- [9] 谢霞,安宁,杜旭利,等. Rh 联合 Kidd 及 Duffy 血型不规则抗体的检测分析[J]. 细胞与分子免疫学杂志, 2024, 40 (4): 349-353.
- [10] 杨松,邹楠,胡红梅,等. 无偿单采血小板供者与多次输血住院患者血小板抗体检测结果分析[J]. 医药前沿, 2025, 15 (4): 144-146.
- [11] 刘凯,吴静,许珣,等. 39671例输血患者不规则抗体的筛选与鉴定结果分析[J]. 中华全科医学, 2024, 22 (8): 1395-1398.
- [12] 田亚娟,乔芳,王素玲,等. 类抗 E 自身抗体的鉴定分析及输血策略探讨[J]. 临床血液学杂志, 2024, 37 (6): 419-422.