

• 论著—研究报告 •

微柱凝胶卡式法 20 例正反定型不符原因分析及对策

刘桂芳¹ 王薇薇² 王峻霞¹ 韩霜¹

[摘要] 目的:调查微柱凝胶卡式法 ABO 正反定型不符的原因,并探讨相应对策。方法:结合盐水介质试管法对微柱凝胶卡式法正反定型不符的患者,进行不同血型血清学试验:吸收放散试验、唾液中血型物质测定、直接抗球蛋白试验、不规则抗体筛选及鉴定以及临床资料进行综合分析。结果:4 578 例血型资料中有 20 例正反定型不符。其中婴幼儿 4 例,抗原抗体减弱 4 例,亚型 3 例,不规则抗体 2 例,M 蛋白 2 例,冷自身抗体 2 例,自身免疫性溶血性贫血 2 例,ABO 不相合造血干细胞移植后 1 例。盐水试管法能纠正 7 例,其中婴幼儿 3 例,M 蛋白 2 例,冷自身抗体 2 例。结论:卡式法结合试管法有利于纠正部分婴幼儿、冷自身抗体、M 蛋白所致的正反定型不符;对试管法无法纠正的正反定型不符,结合多种血型血清学方法及患者临床资料等综合分析,有利于血型的最终判定。

[关键词] 正反定型不符;微柱凝胶卡式法;盐水试管法;血型血清学

DOI:10.13201/j.issn.1004-2806.2024.02.008

[中图分类号] R446.11 **[文献标志码]** A

Cause analysis and countermeasures of 20 cases of inconsistent positive and negative stereotypes by micro-column gel card method

LIU Guifang¹ WANG Weiwei² WANG Junxia¹ HAN Shuang¹

¹Department of Blood Transfusion, Dongtai People's Hospital, Dongtai, 224200, China;

²Department of Blood Transfusion, Dongtai Hospital of Traditional Chinese Medicine)

Corresponding author: HAN Shuang, E-mail: hanshuang1030@126.com

Abstract Objective: To investigate the reasons for the inconsistency of ABO positive and negative stereotypes by micro-column gel card method, and explore the corresponding countermeasures. **Methods:** Serological tests of different blood types were carried out in the cases with inconsistent positive and negative typing by saline medium test tube method: Absorption-elution test, determination of blood group substances in saliva, direct antiglobulin test, screening and identification of irregular antibodies and clinical data were analyzed comprehensively. **Results:** In 4578 cases of blood type data, 20 cases of positive and negative stereotypes were inconsistent. Among them, there were 4 cases of infants and children, 4 cases of antigen antibody weakening, 3 cases of subtype, 2 cases of irregular antibody, 2 cases of M protein, 2 cases of cold autoantibodies, 2 cases of autoimmune hemolytic anemia, and 1 case after ABO incompatible hematopoietic stem cell transplantation. Saline test tube method could correct 7 cases, including 3 cases of infants, 2 cases of M protein; and 2 cases of cold autoantibodies. **Conclusion:** The card method combined with the tube method might be helpful to correct the inconsistency of positive and negative stereotypes caused by some infants, cold autoantibodies and M protein. For the positive and negative stereotypes that could not be corrected by the test tube method, comprehensive analysis combined with many serological methods of blood group and clinical data of patients, etc. might be conducive to the final determination of blood group.

Key words positive and negative stereotypes inconsistent; micro-column gel card method; saline test tube method; blood group serology

ABO 血型系统是人类发现的第一个血型系统,其在临床输血、法医学鉴定、新生儿溶血病的诊断、器官移植等领域有重要的临床意义^[1]。常规血型检测方法有盐水试管法、微柱凝胶卡式法等,其

中微柱凝胶卡式法因其灵敏度高,能检出弱的血型抗原抗体,操作简单、快速、结果客观,适用批量操作,实现了血型鉴定的自动化、标准化、信息化^[2]。与其他检测方法一样,因生理、病理等因素影响,卡式法也会出现正反定型不符^[3-4]。如何及时查找其正反定型不符的原因,将有助于正确鉴定患者血型,及时提供安全适合的血液,满足临床紧急用血

¹东台市人民医院输血科(江苏东台,224200)

²东台市中医院输血科

通信作者:韩霜,E-mail:hanshuang1030@126.com

的需要,是基层医院输血科所期盼的。现将 4 578 例微柱凝胶卡式法的血型鉴定结果进行分析并报告如下。

1 资料与方法

1.1 资料

2021 年 10 月至 2023 年 4 月我院 4 578 例应用微柱凝胶卡式法全自动血型分析仪检测的血型结果,排除由于标本质量原因、血型卡质量问题、ABO 反定型细胞所致的假性正反定型不符,检出 ABO 正反定型不符 20 例。

1.2 仪器与试剂

单克隆抗-A/B、人源性抗-A/B、0.8% A₁/B/O 标准红细胞、5% 抗体筛选细胞、ABO、RhD 微柱凝胶血型定型检测卡、抗人球蛋白微柱凝胶检测卡(长春博讯);抗-A₁/H/AB、A₂ 细胞、谱细胞(上海血液生物医药);ML STAR 全自动血型分析仪(瑞士 HAMILTON);Baso 血液学专用离心机(台湾贝索);显微镜(日本 Olympus)等。

1.3 试验方法

1.3.1 ABO 血型鉴定 所有标本均使用微柱凝胶血型定型检测卡在全自动血型分析仪中进行 ABO 血型鉴定,正反定型的凝集强度和(或)反应格局不符者,正定型的凝集强度≤2+,反定型的凝集强度≤1+,或出现额外的抗原、抗体反应,均用盐水介质试管法复查,按《全国临床检验操作规程》第 4 版^[5]进行操作。正定型:抗-A、抗-B;反定型 A₁c、Bc、Oc、自身细胞。必要时加做抗-H、抗-A₁、抗-AB、A₂c。抗球蛋白试验、吸收放散试验、抗体筛选及鉴定、分泌型唾液血型物质 HAB 测定。怀疑冷自身抗体干扰在 37℃ 孵育 30 min 再判定结果;怀疑 M 蛋白干扰引起的缙钱状聚集,试管法凝集管加盐水或盐水置换在显微镜下观察判断;怀疑抗体减弱或缺失,盐水法反定型增加血清的量,混

匀,4℃ 放置 30 min,1 000×g 离心 15 s,辅助鉴定血型。

1.3.2 吸收放散试验 利用抗-A/B(人源性)进行吸收放散试验,检测患者红细胞上弱的 A/B 抗原,取 1 mL 洗涤后的压积红细胞加入等量的抗-A(抗-B)血清,充分混合后 4℃ 孵育 1 h,测量离心后上清的效价,充分洗涤吸收后红细胞 3 次后,56℃ 水浴 10 min,1 000×g 离心 3 min,取放散液并测量其抗-A(抗-B)效价。同理对抗体减弱或缺失样本以其血浆和相应献血者标准红细胞(A/B 型 RBC)进行吸收放散试验。具体操作方法参考文献^[5]。

1.3.3 唾液中血型物质测定 对约 80% 分泌型患者,可进行唾液血型物质测定,辅助确定其 ABO 血型。受检者唾液经煮沸 20 min,冷却离心,取上清液分别与抗-A/B/H 血清等量混合,置室温 15 min 中和后,加 2% 相应的 A、B、O 型红细胞,混匀,室温 30 min 后离心观察结果。

1.3.4 病史调查 包括:疾病诊断、妊娠史、输血史、移植史、生化指标等。

2 结果

2.1 微柱凝胶卡式法

全自动分析仪血型鉴定中有 20 例正反定型不符,盐水介质试管法复查后,13 例正反定型不符,7 例血型结果可被纠正。见表 1。

2.2 正反定型不符鉴定结果

13 例卡式法联合试管法未能纠正,其正反定型不符的主要原因有:抗原减弱、亚型、抗体减弱或缺失、自身免疫性溶血性贫血、因输血或妊娠产生不规则抗体、ABO 不相合异基因造血干细胞移植后。经过一系列血型血清学检测,综合分析,最终判定血型。见表 2。

表 1 7 例可被试管法纠正的血型正反定型及原因分析

原因	例数	卡式法						试管法					
		抗-A	抗-B	A ₁ c	Bc	Oc	自身细胞	抗-A	抗-B	A ₁ c	Bc	Oc	自身细胞
婴幼儿弱抗体	2	3+	0	0	0	0	0	3+	0	0	1+ ^s	0	0
	1	0	3+	0	0	0	0	0	3+	1+ ^s	0	0	0
冷自身抗体	1	2+	4+	4+	2+	1+	1+	0	3+	3+	0	0	0
	1	4+	1+	2+	4+	2+	1+	3+	0	0	3+	0	0
M 蛋白	1	3+	0	1+	3+	1+	1+	3+	0	0	3+	0	0
	1	4+	4+	1+	+	1+	1+	4+	4+	0	0	0	0

注:1+~4+:凝集强度递增;0:阴性;^s 强。

3 讨论

在日常输血工作中,出现 ABO 正反定型不符的表现形式和原因较多^[6]。红细胞抗原减弱、红细胞抗原额外反应、血清抗体减弱、血清抗体额外反

应、混合凝集等。本文分析 4 578 例微柱凝胶卡式法检测标本中,发现正反定型不符 20 例,盐水试管法纠正 7 例。其中婴幼儿弱抗体 3 例,冷自身抗体 2 例,M 蛋白干扰 2 例。盐水试管法通过加大反定

型试验的血清量,4℃下放置 30 min 再试验,能提高微柱凝胶卡式法漏检的部分弱血型抗体的检出率,本文通过此方法,4 例婴幼儿血型不符纠正 3 例。冷凝集素是一种大分子针对红细胞膜抗原的免疫球蛋白-IgM 抗体,其具有可塑性,在 4℃活性最强,温度升高,活性减弱,凝集消失。文献报道若患者血清中仅存在 37℃无活性的室温反应性冷自身抗体,可用 37℃生理盐水洗涤红细胞数次后将实验管置 37℃水浴箱中,经此步骤处理后,由冷自身抗体引起的凝集可消散,因此盐水试管法对冷

自身抗体更具有优势,可以改变反应的温度,而卡式法在 18~25℃室温下离心,无法消除冷自身抗体的干扰^[7-9]。M 蛋白干扰引起的缙钱状聚集,为异常免疫球蛋白包裹红细胞表面,使红细胞表面负电荷之间排斥力下降而相互凝集的结果,试管法凝集管加盐水或盐水置换,肉眼观察凝集减弱,显微镜下观察,缙钱状凝集渐散开,2 例患者临床诊断为多发性骨髓瘤,血清蛋白电泳出现 M 蛋白峰,可确定患者血型。

表 2 13 例卡式法联合试管法未能纠正正反定型不符鉴定结果分析

序号	原因	正定型		反定型				鉴定方法	鉴定结果
		抗-A	抗-B	A ₁ c	Bc	Oc	自身细胞		
1	抗原减弱	0	1+	3+	0	0	0	4℃放置 30 min、收放散试验、唾液	B
2	抗原减弱	DP	0	0	3+	0	0	中血型物质测定	A
3	亚型	3+	0	+	3+	0	0	正定型增加抗-A ₁ /AB/H、反定型	A ₂
4	亚型	3+	4+	2+	0	0	0	增加 A ₂ c、吸收放散试验、唾液中	A ₂ B
5	亚型	0	1+	3+	0	0	0	血型物质测定	B ₃
6	抗体减弱或缺失	3+	0	0	±	0	0	增加血浆量、4℃放置 30 min、用抗	A
7	抗体减弱或缺失	0	3+	0	0	0	0	人球蛋白卡检测 IgG 抗-A/B、吸	B
8	新生儿抗体未产生	3+	0	0	0	0	0	收放散试验	A
9	自身免疫性溶血性贫血	±	4+	4+	1+	0	2+	直接抗人球蛋白试验、45℃生理盐	B
10	自身免疫性溶血性贫血	4+	1+	1+	3+	0	2+	水温和洗脱去大部分自身抗体或	A
11	不规则抗体 IgM 抗-P ₁	0	4+	4+	1+	±	0	2-Me 处理红细胞正定型、反定型	B
12	IgM 抗-M	0	4+	4+	2+	2+	0	异体冷吸收 3 次后鉴定	B
13	异基因干细胞移植后	DP	0	0	3+	0	0	临床诊断资料、受者/供者为 O/	A
								A、吸收放散试验	

注:0:阴性;1+~4+:凝集强度顺增;DP:双群。

ABO 亚型和血型抗原减弱是造成正反定型不符的主要原因。亚型在基因上多因 1 个或多个碱基突变导致其转移酶活性及专一性改变产生抗原减弱或额外抗原^[10-11],是遗传基因决定的弱表现型。在常规输血试验中,A₁、A₂、A₁B、A₂B 亚型不需加以区别,当 A₂、A₂B 亚型血清中有抗-A₁可引起血型正反定型不符,进而引起临床输血反应。金新莉等^[12]认为,微柱凝胶血型卡利用排阻层析原理,分子筛效应使直径大小不同的红细胞颗粒在离心力作用下,形成梯度明显的分层,相对于试管法易于检出弱抗原、弱抗体,更易于 ABO 亚型的发现。本研究发现 A₂、A₂B、B₃ 3 例亚型,卡式法和试管法均正反定型不符。其鉴定的方法主要有:①正定型加做抗-AB、抗-A₁、抗-H,观察红细胞与其凝集的程度;②反定型加做 A₂c,观察血清中是否含有抗-A₁;③吸收放散试验,亚型细胞一般具有吸收能力弱而放散能力强的特点;④唾液血型物质检

测。研究发现,根据血清学反应格局,本文确定的 A₂、A₂B 亚型血清中含有 IgM 抗-A₁,B₃ 亚型血型血清学比正常 B 抗原凝集稍弱,H 抗原增强,出现 B₃ 亚型特异性的混合外观表现,吸收能力<Bc,放散能力>Bc,唾液中有 B、H 物质,最终确定为 B₃ 亚型。因亚型血不易获得,因此此类患者输血可以输注 O 型洗涤红细胞。

在某些病理条件下,如急性白血病和恶性肿瘤等,可因内含子、甲基水平升高、致癌基因的影响导致 A/B 转移酶活性降低,造成红细胞膜上血型抗原合成不足,表现为 A/B 血型抗原减弱或消失^[13-14]。红细胞抗原减弱可以通过 4℃放置 30 min 后再试验,吸收放散试验,唾液中血型物质测定来辅助确定血型。目前吸收放散试验是检测红细胞上存在弱的 A/B 抗原的主要方法。本研究 1 例急性髓细胞性白血病患者,A 抗原表达减弱,而之前其 A 抗原表达正常,此次入院卡式法抗-A 孔正定型

出现双群现象,是因为疾病急性期患者血浆中幼稚红细胞释放过多、成熟红细胞减少;还是因疾病部分红细胞 A 抗原暂时性缺乏;亦或是部分红细胞形态改变;其原因有待进一步研究。另 1 例消化道肿瘤患者,化疗过程中,A 抗原减弱,疾病缓解,减弱的血型抗原又恢复正常。吸收放散试验能放散出抗-A,唾液中有 A、H 物质,最终血型为 A 型。

ABO 血型抗体减弱或缺失的机制尚未确定,可能属于免疫耐受现象。婴幼儿、老年人、白血病、骨髓瘤、长期接收免疫抑制剂治疗及丙种球蛋白缺失等均可使患者血型抗体效价减弱或消失,引起正反定型不符,血型抗体缺乏免疫球蛋白类型以单纯 IgM 抗体缺乏多见,IgM 和 IgG 抗体同时缺乏相对较少。进一步处理反定型可以通过增加血浆与红细胞比例,重复进行试验,将血浆从 2 体积增加到 4 体积、8 体积,在 4℃ 下放置 30 min 后再试验,以适宜的温度和时间增强弱抗体与抗原的结合观察结果。盐水法无法纠正的用抗人球卡检测有无弱的 IgG 抗-A/B,对有疑问标本进一步进行吸收放散试验结合临床诊断资料综合判断。本研究中 2 例抗体减弱,1 例为多发性骨髓瘤,可能是由于浆细胞异常增生,血浆出现单克隆免疫球蛋白,正常的多克隆免疫球蛋白全成受抑,此例患者用抗人球蛋白卡检测有弱的 IgG 抗-B,结合吸收放散试验放散出抗-A,确定血型为 A 型。1 例肝癌出血患者,可能是由于肿瘤放化疗免疫抑制、低免疫球蛋白血症,盐水法和抗人球蛋白法均未检出弱抗体,吸收放散试验放散出抗-B 抗体,确定为 B 型。

不规则抗体和自身抗体也可引起 ABO 正反定型不符,其中不规则抗体是最复杂的影响因素之一^[15]。本研究发现 2 例不规则抗体和 2 例 AIHA 导致的正反定型不符,卡式法和试管法结果一致。当反定型发现 Oc 凝集而自身对照细胞阴性时,应考虑同种抗体的可能性;自身对照凝集考虑自身抗体的可能性。应用筛选细胞和谱细胞加做抗体筛选和鉴定,检出 1 例同种抗体为 IgM 抗-P₁,1 例 IgM 抗-M,输血时选择 P₁ 抗原或 M 抗原阴性的血液,保证输血安全。AIHA 患者血型鉴定困难,首先要通过各种方法去除自身抗体的干扰,再进行血型鉴定^[16],本研究 2 例 AIHA 患者正定型 45℃ 水浴微热放散,45℃ 生理盐水温温和洗脱去除大部分自身抗体再定型或 2-Me 处理红细胞;反定型异体冷吸收 3 次后鉴定。AIHA 输血前需进行抗体筛选及鉴定,抗体鉴定的关键在于明确是否具有临床意义的同种抗体,当检测到同种抗体或特异性自身抗体时,选择与患者 ABO 同型/RhD 同型或相容且避开针对特异性同种抗体/自身抗体抗原的红细胞输注^[17]。本研究 2 例 AIHA 患者自身抗体均无特异性,均检出同种 IgG 抗-E,选择 E 抗原阴性的

少白红细胞输注。紧急抢救时,可先输注 O 型洗涤红细胞,待病情缓解后再重新鉴定血型。

另外,ABO 血型不合异基因造血干细胞移植后会引起 ABO 正反定型不符^[18]。其原因可能是干细胞移植后,植活的淋巴细胞对受者的血型抗原产生了持续性的免疫耐受,因而检测不到相应的抗-A/B 抗体;也可能是其免疫系统受到抑制,使受者产生免疫球蛋白包括抗体的能力降低,应以正定型结果确定血型。值得注意的是,本研究的 1 例 ABO 血型不合异基因造血干细胞移植后,其正定型微柱凝胶法抗-A 孔出现双群,试管法显示混合外观,需镜下观察,原因可能是移植后体内自身以及来源于供者的两群红细胞比例随时间发生动态变化^[19],逐渐转变成供者红细胞,双群现象消失,据此可以分析双群的原因。ABO 基因分型有助于区分血清学检测难以解决的 ABO 差异,如存在亚型,近期输注过异体红细胞的,疾病致抗原减弱等,基因分型结果相对客观,逐渐成为判断疑难血型的重要辅助技术^[20-21]。但其成本高,不利于基层医院广泛开展。

综上所述,正确鉴定患者的 ABO 血型,在临床输血工作中极其重要。微柱凝胶卡式法对于婴幼儿弱抗体、冷自身抗体、M 蛋白等所致的正反定型不符,结合盐水试管法有助于血型结果的判定。卡式法相对于试管法结果判定更直观,更易发现弱抗原抗体及 ABO 亚型。对盐水法无法纠正的正反定型不符,结合其他血型学方法如吸收放散试验、直接抗球蛋白试验、唾液中血型物质测定、抗体筛选及鉴定、患者临床诊断资料等综合分析,可能有助于对血型的最终判定,以保障临床输血的及时、安全和有效。

利益冲突 所有作者均声明不存在利益冲突

参考文献

- [1] Bertsch T, Lüdecke J, Antl W, et al. Karl Landsteiner: the discovery of the ABO blood group system and its value for teaching medical students [J]. Clin Lab, 2019, 65(6): 897-902.
- [2] 秦洪伟, 刘玉锋, 张树超. 青岛市某三级医院就诊患者 ABO 血型正反定型不符原因分析 [J]. 临床血液学杂志, 2023, 36(12): 896-901.
- [3] 任爽, 林静, 李思远, 等. 132 例 ABO 血型正反定型不符患者的临床特点及相关影响因素分析 [J]. 解放军医学院学报, 2021, 42(4): 392-396.
- [4] 陈赞兵. 微柱凝胶法检测 ABO 血型正反定型不符的影响因素分析 [J]. 检验医学与临床, 2019, 16(4): 560-562.
- [5] 尚红, 王毓三, 申子瑜. 全国临床检验操作规程 [M]. 4 版. 北京: 人民卫生出版社, 2015: 118-123, 129-131.
- [6] 朱文刚, 李凌波, 钟靖. 75 例 ABO 血型正反定型不符原因调查与分析 [J]. 中国输血杂志, 2022, 35(7): 751-754.

- [11] Lim C, Sinha P, Harrison SJ, et al. Epidemiology and risks of infections in patients with multiple myeloma managed with new generation therapies[J]. *Clin Lymphoma Myeloma Leuk*, 2021, 21(7):444-450. e3.
- [12] 常鑫, 袁颖, 王明义. Th1/Th2 与 PCT 检测在感染性疾病诊断中的临床应用[J]. *中国微生态学杂志*, 2020, 32(4):477-480.
- [13] 申存存, 赵春慧, 邱净净, 等. 降钙素原、C 反应蛋白及白细胞参数对新生儿败血症病情诊断的临床意义[J]. *临床血液学杂志*, 2022, 35(4):256-259.
- [14] 马宇杰, 侯卫坤, 许珂, 等. 宏基因组学第二代测序技术在骨感染诊断中的应用及发展[J]. *国际外科学杂志*, 2022, 49(11):780-784.
- [15] 张慧秋, 刘丽, 刘玲, 等. 严重多发伤患者外周血 Th1/Th2 细胞因子水平变化及其对医院感染的预测价值分析[J]. *中国感染与化疗杂志*, 2022, 22(4):418-424.
- [16] van der Galiën HT, Loeffen EAH, Miedema KGE, et al. Predictive value of PCT and IL-6 for bacterial infection in children with cancer and febrile neutropenia [J]. *Support Care Cancer*, 2018, 26 (11): 3819-3826.
- [17] 杨李, 卢文婕, 张爱萍, 等. 白细胞 CD64 指数和白细胞介素-6 在儿童急性白血病化疗后中性粒细胞缺乏伴发热诊疗中作用[J]. *中华实用诊断与治疗杂志*, 2020, 34(12):1274-1277.
- [18] Guan JJ, Wang ZY, Liu XY, et al. IL-6 and IL-10 closely correlate with bacterial bloodstream infection [J]. *Iran J Immunol*, 2020, 17(3):185-203.
- [19] Li X, Xu S, Yu M, et al. Risk factors for severity and mortality in adult COVID-19 inpatients in Wuhan[J]. *J Allergy Clin Immunol*, 2020, 146(1):110-118.
- [20] 解晶, 王翔, 张国彬, 等. 基于流式微球技术检测 6 种细胞因子在斑秃患者外周血中的表达及临床意义研究[J]. *中国卫生检验杂志*, 2022, 32(6):706-709, 712.
- [21] 任会均, 马小涵, 彭若玉, 等. 血浆 Th1/Th2 细胞因子检测在血流感染诊断中的应用价值[J]. *郑州大学学报(医学版)*, 2021, 56(4):539-544.
- [22] 刘玉鑫, 韩迎香, 包爱玲, 等. 流式微球阵列法检测 Th1/Th2 细胞因子谱在细菌性血流感染中的临床应用[J]. *临床检验杂志*, 2022, 40(11):812-816.
- [23] 胡珊博, 杨婧, 于超平, 等. IL-6、IL-1 β 和 IL-10 在外周血的水平可作为早期鉴别革兰阳性与革兰阴性脓毒症的指标[J]. *细胞与分子免疫学杂志*, 2021, 37(6):532-537.

(收稿日期:2023-09-04)

(上接第 116 页)

- [7] 曹微微, 李碧娟, 李宁. 抗-I 引起配血不合的处理及治疗 38 例[J]. *中国输血杂志*, 2021, 34(1):36-39.
- [8] 杜娟, 张勇萍, 杨世明, 等. 抗 I 抗体引起 ABO 血型正反定型不符及原因分析[J]. *细胞与分子免疫学杂志*, 2018, 34(7):637-639.
- [9] 谢惠益, 周载鑫, 顾海慧, 等. 16 例冷凝集素造成的血型不合分析[J]. *中国输血杂志*, 2021, 34(1):40-43.
- [10] 苏蔓, 赵倩, 郭霞, 等. ABO 等位基因新变异引起正反定型不符 2 例[J]. *临床输血与检验*, 2021, 23(4):527-529.
- [11] 陈萍, 王渊元, 蔡晓红, 等. O 等位基因表达弱 A 抗原伴 c. 859G>T 新突变 1 例的分子学研究[J]. *临床血液学杂志*, 2023, 36(10):755-758.
- [12] 金新莉, 李丹, 刘湘巧, 等. 全自动血型仪判读无效结果的原因分析[J]. *临床血液学杂志*, 2018, 31(10):781-783.
- [13] Kronstein-Wiedemann R, Nowakowska P, Milanov P, et al. Regulation of ABO blood group antigen expression by miR-331-3p and miR-1908-5p during hematopoietic stem cell differentiation[J]. *Stem Cells*, 2020, 38(10):1348-1362.
- [14] 邵明, 汤平, 吕先萍, 等. ABO 血型基因启动子甲基化水平在成人白血病和骨髓增生异常综合征中的临床意义和预后分析[J]. *中华内科杂志*, 2018, 57(11):816-823.
- [15] 张勇萍, 杨琳, 杨世明, 等. 56 例不规则抗体引起 ABO 血型正反定型不相符的分析[J]. *细胞与分子免疫学杂志*, 2016, 32(2):250-252.
- [16] 邓俊, 黄蓉, 刘凤霞, 等. 自身抗体影响血型鉴定的处理方法及效果[J]. *中国输血杂志*, 2021, 34(8):818-820.
- [17] 朱婷文, 黄蓉, 刘凤霞, 等. 混合抗体型自身抗体干扰同种抗体鉴定研究[J]. *中国输血杂志*, 2021, 34(8):813-817.
- [18] 蔡雪娇, 陈碧乐, 谢作听, 等. ABO 血型不合的异基因造血干细胞移植骨髓空虚期血型的血清学特性研究[J]. *中国实验血液学杂志*, 2016, 24(1):221-224.
- [19] 余忠清, 程汉华, 陈凤花, 等. 异基因造血干细胞移植 ABO 转型特征与免疫相关性疾病的防治策略[J]. *中华临床医师杂志(电子版)*, 2013, 7(5):14-17.
- [20] Flegel WA, Chen Q, Castilho L, et al. Molecular immunohaematology round table discussions at the AABB Annual Meeting, Orlando 2016 [J]. *Blood Transfus*, 2018, 16(5):447-456.
- [21] 马晓莉, 刘丹, 金新莉, 等. 42 例疑难 ABO 血型的血清学与基因分型[J]. *中国输血杂志*, 2020, 33(12):1245-1247.

(收稿日期:2023-08-01 修回日期:2024-01-03)