

• 病例报告 •

抗-E、抗-Lea 合并抗-Jkb、抗-Cw 致疑难配血
及输血反应分析*杨红梅^{1,2} 虞茜^{1,2} 邹昕^{1,2} 马思飞^{1,2} 许飞^{1,2} 徐立^{1,2}

[提要] 探讨交叉配血中抗-E、抗-Lea 合并抗-Jkb、抗-Cw 抗体引起患者配血不合及输血反应原因。通过试管法鉴定 ABO 血型,毛细管离心法抗原分型和直接抗人球蛋白试验,盐水、聚凝胺、抗人球蛋白三种介质联用多套谱细胞进行抗体筛选试验及抗体特异性鉴定试验对患者配血不合进行分析。对照谱细胞格局表采用剂量效应,该患者血清中检出抗-E、抗-Lea 合并抗-Jkb、抗-Cw,酸放散液中检出抗-E 和抗-Jkb 抗体。患者血清中多种不规则抗体是导致交叉配血不合的主要原因,该患者连续多次输注 E 抗原阳性及 Jkb 阳性红细胞是引起输血反应的主要原因,多抗体联合存在时应运用剂量效应以减少易漏检抗体概率,保证输血安全性。

[关键词] 输血反应;交叉配血;抗体筛查;抗-Lea;抗-Jkb

DOI:10.13201/j.issn.1004-2806.2022.12.013

[中图分类号] R457.1 **[文献标志码]** D

Analysis of complicated blood matching and transfusion reaction caused by
anti-E, anti-Lea combined with anti-Jkb, anti-CwYANG Hongmei^{1,2} YU Xi^{1,2} ZOU Xi^{1,2} MA Sifei^{1,2} XU Fei^{1,2} XU Li^{1,2}

(¹Changzhou Blood Center, Changzhou, 213000, China; ²Changzhou Key Laboratory of Clinical Blood Transfusion)

Corresponding author: XU Li, E-mail: xulion@126.com

Summary To investigate the reason of anti-E, anti-Lea combined with anti-Jkb, anti-Cw inducing incompatibility in blood crossmatching and blood transfusion reaction. The blood mismatch of patients was analyzed through ABO blood group typing, blood group typing by capillary centrifugation and direct coombs testing, antibody screening test and antibody specificity identification test using saline, polycoagulant and anti-human globulin combined with multiple sets of panel cells. The dose-effect grading system was used to compare the pattern of cell spectra, which existed anti-E, anti-Lea combined with anti-Jkb antibodies in the serum of this patient, anti-Cw could be excluded. Anti-E and anti-Jkb antibodies were detected in acid release fluid. The presence of irregular antibodies in the serum of patients was the main factor leading to incompatibility in blood crossmatching. Continuous infusion of E antigen positive and Jkb positive red blood cells was the main cause of blood transfusion reaction. Applying the dose-effect combined antibodies could reduce the probability of missing weak antibodies and ensure the safety of clinical transfusion.

Key words transfusion reaction; crossmatching blood; antibody screening; anti-Lea; anti-Jkb

不规则抗体是指不符合 ABO 系统 Landsteiner 法则的抗体,包括非 ABO 血型系统抗体和 ABO 亚型抗体。专家共识具有重要临床意义的血型系统有 Rh、Kidd、MNSs、Duffy、Diego、Kell、Lewis 和 P₁P_k^[1-2]。不规则抗体多经妊娠或者输血等免疫产生,它是引起 ABO 血型鉴定困难和配血不合的主要原因。而引起临床交叉配血不合最常见抗体是

Rh 血型系统相关不规则抗体,该系统不规则抗体多以单独或以联合抗体的形式存在,因此抗体筛查在临床输血中非常重要^[3]。本实验室在工作中发现 1 例抗-E、抗-Lea 合并抗-Jkb、抗-Cw 抗体引起配血不合及输血反应,现报告如下。

1 资料与方法

1.1 患者资料

患者,男,40 岁,因呕血 2 h 住院,近 1 个月内共累计输血 8 次,悬浮少红细胞 18 单位。2021 年 11 月 16 日输注辐照悬浮少红细胞出现寒战、胸闷、气促等症状,再次复查血清抗体筛查由阴转阳,

*基金项目:常州市卫健委青年人才项目(No:QN202133);
江苏省英科科创科研基金课题(No:JS2020001)

¹常州市中心血站(江苏常州,213000)

²常州市临床输血重点专科实验室

通信作者:徐立, E-mail: xulion@126.com

送我实验室特配悬浮红细胞。

1.2 仪器与试剂

抗-A/B 单克隆抗体、抗-C、抗-c、抗-E、抗-e 抗体、ABO 血型反定型红细胞(均为上海血液生物,批号:20201221,20203002,20203102,20203202,20203301,20215342);抗-D(IgM)单克隆抗体(北京金豪,批号:20201201104);抗-Jka、抗-Jkb、抗-Lea、抗-Leb、抗-Cw(德国 CE,批号:OJkaM208-1、OJkbM131-1、OLEaM121-1、OLEbM110-1、MCwM188-1);进口抗体筛选细胞、进口谱细胞(均为 REAGENS,批号:702121,732119);Sanquin 谱细胞(批号:8000454945)、ORTHO 抗人球蛋白卡(强生公司,批号:AHC234J);抗人球蛋白检测卡(长春博迅,批号:20211004);抗人球蛋白试剂、抗-IgG 和抗-C₃d 试剂(均为上海血液生物,批号:20205001、20215103、20215202);酸放散试剂(上海申型医学科技公司,批号:20212101);聚凝胺试剂(珠海贝索,批号:A211203)。久保田 KA-2200 血清学专用离心机;贝索 2020-2 低速离心机;37℃ 恒温水浴箱;长春博研 FYQ 型试剂卡孵育器;长春博研 TD-A 医用离心机;贝索毛细管离心机 2403。

1.3 试验方法

试管法鉴定 ABO 正反定型,毛细管离心法进行 Rh 及相关血型系统定型检测,盐水、凝聚胺、抗

人球蛋白卡三介质联用结合多套谱细胞进行抗体特异性鉴定及交叉配血,抗人球蛋白卡法进行酸放散试验,所有试验均严格按照文献[4]的方法和试剂操作说明书进行。

2 结果

2.1 患者血型、Rh 分型及直抗试验

试管法鉴定该患者血型为 O 型 RhD 阳性。试管法鉴定患者 Rh 分型时其结果抗-C、抗-c、抗-E、抗-e 均有凝集,其中 E 抗原呈混合视野,无法确定其准确 Rh 分型。因患者近 3 个月内有输血史,因此毛细管离心法对其进行 Rh 抗原检测及直抗试验(DAT),确定该患者其 Rh 分型为 CcDee,结果见表 1。该患者多抗和抗-IgG 弱阳性,提示红细胞已致敏,当不完全抗体结合到红细胞上可能会引起一定程度的输血反应。毛细管离心后的近心端直抗试验均为阴性,而远心端多抗和抗-IgG 皆为弱阳性,提示该患者存在红细胞致敏过程可能是由输入不相合的红细胞导致。

2.2 抗体筛选试验

患者血清与抗体筛选细胞试验结果见表 2。患者血清与抗体筛选细胞在盐水介质经室温放置 10 min 多次离心有弱凝聚,在凝聚胺、抗人球蛋白卡介质中皆有凝集,提示该患者血清中含有多种不规则抗体,需进一步抗体特异性试验。

表 1 患者 Rh 血型系统定型及直抗试验结果

项目	抗-D	抗-C	抗-c	抗-E	抗-e	多抗	抗-IgG	抗 C3d
IS	4+	3+	2+ ^s	1+	3+	1+ ^{mf}	1+ ^{mf}	0
多次 IS	4+	3+ ^s	3+	1+ ^{mf}	3+ ^s			
近心端 IS		3+	2+ ^s	0	3+	0	0	0
远心端 IS		3+	2+ ^s	1+	3+	1+ ^{mf}	1+ ^{mf}	0

0 代表阴性;±代表极小的细胞凝集混合众多游离红细胞;1+、2+、3+、4+代表凝集强度;s 表示稍强;w 表示稍弱。

表 2 患者血清与抗筛细胞反应格局及结果(REAGENS,702121)

序号	Rh-hr	D	C	E	c	e	Cw	M	N	S	s	Pl	Le ^a	Le ^b	Fy ^a	Fy ^b	Jk ^a	Jk ^b	Di ^a	Lu ^a	Lu ^b	IS	多次 IS	IAT	poly
I	R ₁ R _{1w}	+	+	0	0	+	+	+	0	+	0	0	+	0	+	0	+	0	0	0	+	±	1+ ^w	1+	±
II	R ₂ R ₂	+	0	+	+	0	0	0	+	0	+	+	+	0	+	+	+	+	0	0	+	±	1+ ^w	1+	1+
III	rr K+	0	0	0	+	+	0	+	0	+	+	+	0	+	0	+	0	+	0	0	+	0	0	2+	1+
																					自 c	0	0	1+	0

2.3 抗体特异性鉴定试验

将患者血清与 REAGENS 匈牙利谱细胞反应,结果见表 3。患者血清与谱细胞在盐水介质中经多次离心出现弱凝集且符合抗-Lea 格局,抗-Lea 大多为 IgM 型抗体,结合 5 号和 7 号凝集强度排除抗-Lea 对在抗人球蛋白卡检测干扰。在抗人球蛋白卡及凝聚胺介质中血清与谱细胞均出现不同强度的凝集,在抗人球蛋白卡中根据剂量效应和积分制原则符合抗-E 和抗-Jkb 格局,但无法排除抗-Cw

抗体。进一步做 Kidd 和 Lewis 等血型系统抗原分型进一步确定抗体特异性,见表 4,该患者分型为 Ccee、Jk(a+b-)、Le(a-b+),与血清中相应抗体吻合。进行吸收放散试验来证实抗体的特异性。患者直抗呈弱阳性,继而用酸放散液与谱细胞进行试验,红细胞放散液检出抗-E 和抗-Jkb。考虑到患者血清充足及抗体的复杂性,用 sanquin 谱细胞再次进行抗体鉴定并用剂量效应和积分制原则进行分析,结果见表 5,1 号细胞[Cw(+),ee,Jk(a-

b+)]凝集强于 8 号[Cw(-),ee,Jk(a-b+)],再结合 13 号细胞[Cw(+)]结果为阳性,因此判定该患者抗体为抗-E、抗-Lea 联合抗-Jkb、抗-Cw 抗体。

2.4 吸收放散试验

血型系统抗体在谱细胞试验中可能会有干扰而影响反应格局,为了进一步确定该患者血清中抗体特异性,对其进行吸收放散试验,分别挑选 E 抗

原阳性 Jkb 抗原阴性的细胞(Sanquin 谱 6 号)和 E 抗原阴性 Jkb 抗原阳性的细胞(Sanquin 谱 1 号)分别与患者血清采用热吸收酸放散(37℃ 30 min 吸收),将放散液与吸收后的血清进一步进行谱细胞试验,见表 6。试验表明患者血清中存在抗-E 和抗-Jkb 抗体。

表 3 患者血清与谱细胞反应格局及结果(REAGENS,732119)

序号	Rh-hr	D	C	E	c	e	Cw	M	N	S	s	P1	Le ^a	Le ^b	Fy ^a	Fy ^b	Jk ^a	Jk ^b	Di ^a	Lu ^a	Lu ^b	3IS	poly	IAT	放 IAT	
1	R1R2K+	+	+	0	0	+	0	+	+	0	+	+	0	+	0	+	+	+	0	0	+	0	0	1+ ^w /±	±	
2	R2R2	+	0	+	+	0	0	+	+	+	+	0	0	+	0	+	+	+	+	0	+	0	1+	1+ ^s	1+ ^w	
3	r'r	0	+	0	+	+	0	+	+	0	+	+	+	0	+	0	+	+	0	0	+	1+ ^w	0	1+ ^w /±	±	
4	rr	0	0	+	+	+	0	+	0	+	0	+	0	+	+	+	+	0	0	0	+	0	1+ ^s	1+	1+ ^w	
5	rrK+	0	0	0	+	+	0	+	0	+	+	+	+	0	+	0	0	+	0	0	+	1+ ^w	0	1+	±	
6	R0r	+	0	0	+	+	0	+	0	0	+	0	0	0	0	+	+	0	0	0	+	0	0	0	0	
7	R1R1W	+	+	0	0	+	+	+	0	+	0	+	0	0	0	+	0	+	0	0	+	0	0	1+	1+ ^w	
8	rr	0	0	0	+	+	0	0	+	+	+	0	0	+	+	0	+	0	0	0	+	0	0	0	0	
9	R1R2	+	+	+	+	+	0	0	+	0	+	+	0	+	0	+	0	+	0	+	+	0	1+	2+	1+	
10	R1R1	+	+	0	0	+	0	+	0	0	+	+	+	0	+	+	*	0	+	0	0	+	1+ ^w	1+ ^w	1+	1+
11	rr	0	0	0	+	+	0	+	+	0	+	+	0	+	+	0	+	0	0	0	+	0	0	0	0	

表 4 患者血清与进口谱细胞反应格局与结果(sanquin,8000454945)

序号	Rh-Hr	Rh-Hr		Duffy		Kidd		Lewis		P	MNS				Lurher		Xg	IAT	放 IAT						
		C	D	E	c	e	C ^w	Fy ^a	Fy ^b	Jk ^a	Jk ^b	Le ^a	Le ^b	P ₁	M	N	S			s	Lu ^a	Lu ^b	Xg ^a		
1	R1wR1	+	+	0	0	+	+	+	0	0	+	0	+	+	+	0	+	+	0	+	0		1+/1+ ^s	1+ ^w	
2	R1R1	+	+	0	0	+	0	+	0	0	+	0	0	+	0	+	+	0	+	0	+	0	0	0	0
3	R2R2	0	+	+	+	0	0	0	+	+	+	+	0	+	+	+	+	0	0	+	+		1+ ^s /2+	1+	
4	R0	0	+	0	+	+	0	+	0	0	+	+	+	+	+	0	+	+	+	+	/		0	0	
5	r'r'	+	0	0	0	+	0	0	+	+	+	0	+	+	+	0	+	+	0	+	+		±	±	
6	r'r''	0	0	+	+	0	0	+	+	+	0	0	0	+	+	0	+	+	0	+	+		1+ ^s	1+ ^w	
7	rr	0	0	0	+	+	0	0	+	+	0	+	0	+	+	0	+	+	0	+	0		0	0	
8	rr	0	0	0	+	+	0	0	+	0	+	0	+	+	0	+	0	+	0	+	0		1+ ^w	1+ ^w	
9	rr	0	0	0	+	+	0	+	0	+	+	+	0	0	+	+	+	0	0	+	0		±/0	0	
10	rr	0	0	0	+	+	0	+	+	0	0	0	+	0	+	0	+	+	+	+	+	+	Co(b+)	0	0
11	RzR1	+	+	+	0	+	0	0	+	0	+	+	0	+	+	0	+	+	0	+	+		1+ ^s	1+	
12	RzR2	w	+	+	+	0	0	+	+	+	+	0	+	+	+	+	+	+	0	+	+		1+ ^s	1+	
13	r'wr	+	0	0	+	+	+	+	0	+	0	+	+	+	+	+	+	0	+	0			1+ ^w /±	0	
14	R2R2	0	+	+	+	0	0	0	+	+	0	0	+	0	0	+	0	+	0	+	+	JK01W	1+	1+ ^w	
15	R1R1	+	+	0	0	+	0	+	+	0	+	+	0	+	+	0	0	+	+	+	+	Co(b+)	1+ ^w /1+	±	
16	rr	0	0	0	+	+	0	0	+	+	0	+	+	+	0	+	0	+	+	+	+	Wr(a+)	1+ ^w /1+	±	

2.5 抗体效价测定

采用试管法对血清倍比稀释,混合体系为 100 μL,整个试验步骤按照文献[5]进行。抗-Lea 效价 4℃为 2、室温为 1、抗人球蛋白介质(卡)<1;抗人球蛋白介质中抗-E 效价为 4 及抗-Jkb 效价为 2。我实验室以出现±的最低稀释倍数为最终效价。

2.6 交叉配血试验

2021 年 11 月 16 至 22 日先后 4 次共筛选出 7 袋 O 型悬浮少白细胞红细胞[ee、Jk(b-)、Le(a-)]与患者标本进行交叉配血试验。主侧在盐水、凝聚胺、抗人球蛋白介质中均无凝集无溶血。跟踪该患者,输血效果良好。

表 5 血型系统抗原分型及剂量效应积分制原则结果

序号	REAGENS,732119						序号	sanquin,8000454945						
	Cw	Le ^a	E	Jk ^b	IAT	放 IAT		Cw	Le ^a	E	Jk ^b	IAT	放 IAT	
1		0	0	1	1+ ^w /±	±	1	+	0	0	2	1+/1+ ^s	1+ ^w	
2		0	2	1	1+ ^s	1+ ^w	2		0	0	0	0	0	
3		2	0	1	1+ ^w /±	±	3		2	2	1	1+ ^s /2+	1+	
4		0	1	0	1+	1+ ^w	4		0	0	0	0	0	
5		2	0	2	1+	±	5		0	0	1	±	±	
6		0	0	0	0	0	6		0	2	0	1+ ^s	1+ ^w	
7	+	0	0	2	1+	1+	7		2	0	0	0	0	
8		0	0	0	0	0	8		0	0	2	1+ ^w	1+ ^w	
9		0	1	2	2+	1+	9		0	0	1	±	0	
10		2	0	2	1+	1+	10		0	0	0	0	0	
11		0	0	0	0	0	11		2	1	2	1+ ^s	1+	
	Lewis 系统		Kidd 系统			Rh 系统		12		0	2	1	1+ ^s	1+
	抗-Lea	抗-Leb	抗-Jka	抗-Jkb	抗-Cw		13	+	2	0	0	1+ ^w /±	0	
IS	0	1+	1+ ^s	± ^{mf}	0		14		0	2	0	1+	1+ ^w	
近心端	0	1+	1+	0	0		15		2	0	2	1+ ^w /1+	±	
远心端	0	1+	1+ ^w	1+ ^w	0		16		2	0	2	1+ ^w /1+	±	

表 6 吸收放散结果 (REAGENS,732119)

细胞		1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	11
S6 吸收后血清	IAT	1+ ^w /±	1+ ^w /±	1+ ^w /±	0	1+ ^s	0	1+ ^s	0	1+	1+ ^s	0
	放散液	IAT	0	1+	0	1+	0	0	0	0	1+	0
S1 吸收后血清	IAT	0	1+	0	1+ ^w	0	0	1+ ^w /±	0	1+ ^w	0	0
	放散液	IAT	±	±	±	0	1+ ^w	0	1+	0	1+ ^w	1+ ^w

S6 为 Sanquin 谱细胞 6 号 [ccDEE、Jk(a+b-)]；S1 [CCDee、Jk(a-b+)]。

3 讨论

不规则抗体分为 IgM 和 IgG 类, IgG 类血型抗体在临床输血中有重要意义, 能够导致临床输血反应, 比较常见的是 Rh 血型系统抗体。Rh 系统是仅次于 ABO 系统的重要血型系统, 其免疫原性强度由强到弱依次为 D、E、C、c、e, 目前我国在临床输血对 D 抗原的筛选很严格, 对其他抗原并不进行筛选, 因此抗-E 成为临床上最常见的不规则抗体^[5]。该患者有多次输血史, 通过抗体特异性鉴定、剂量效应及积分制原则判断其血清中除了抗-E、抗-Lea 之外还含有极易漏检的抗-Jkb 抗体及抗-Cw 抗体。抗-Jka 和抗-Jkb 抗体主要是免疫后产生的 IgG 类抗体且有明显剂量效应, 能有效结合补体且可与其他抗体合并产生, 常伴抗-E 抗体产生。本例患者 Kidd 血型分型为 Jk(a+b-), 进一步用吸收放散试验证明患者血清及红细胞放散液中均检出抗-Jkb 抗体, 但其反应弱、半衰期短, 在体内产生后消失快而不易检出, 是严重的迟发型溶血性输血反应常见原因^[6-8]。

该患者红细胞经毛细管离心后近心端和远心端直抗试验完全不同, 可能是 IgG 类抗体致敏在红

细胞膜表面, 同时吸附 C3b, 但未激发补体的瀑布反应, 而是红细胞抗原-抗体复合物随血液流经肝、脾处, 被网状内皮系统吞噬、破坏、溶解。发生血管外溶血一般较速发型溶血性输血反应要慢。该患者最近有多次输血史, 直抗阳性可能是出现免疫应答的第一个表现, 抗体致敏输入的含有相应抗原的红细胞, 使其直抗结果变成阳性。但是当抗体滴度不够时, 血清中不易检出, 这可能也是患者经多次输血后抗体筛选试验由阴转阳的原因。抗体最早可能出现在输血后 7~10 d(初次免疫), 最早可能在输血后 1~2 d(再次免疫)^[9-10]。这些抗体可以缩短已经输注或后续输注红细胞的存活时间; 同时输血后的直抗结果可能为混合外观(即献血者红细胞凝集, 患者红细胞不凝集)。而抗-Cw 不是一种常见的抗体, 它一般非红细胞免疫刺激而产生, 只是目前该抗体性质和机制研究很少。

现随着医疗技术提升, 临床上常遇到复杂抗体的患者。对于临床上需要多次输血的患者要额外注意, 因为不规则抗体产生的原因是输血大于妊娠, 患者大于健康人。在进行此类患者交叉配血时, 除了 ABO 和 Rh 同型输注, 应警惕其他抗体产

生,尤其是 Kidd 血型系统抗体,该血型系统抗体微弱、联合存在、半衰期短的特点极易造成漏检。因此平时工作中应学会并掌握分析凝集强度有差别的谱细胞格局,熟练运用抗体剂量效应及积分制原则鉴定不规则抗体特异性。在鉴定复杂抗体时,还可以采用吸收放散试验排除不同血型系统抗体干扰,保证抗体鉴定的准确性,从而选择相应抗原阴性的血液,保障临床输血安全。

利益冲突 所有作者均声明不存在利益冲突

参考文献

- [1] 杨红梅,郑皆炜,向东,等. 抗-G 联合抗-D、抗-C 抗体导致交叉配血不合临床分析[J]. 临床血液学杂志, 2019,32(12):918-921.
- [2] 桂嵘,张志昇,王勇军. 输血相容性检测及疑难病例分析[M]. 北京:人民卫生出版社,2018:30.
- [3] Skov F, Hughes-Jones NC. Observations of the number of available C antigen sites on red cells[J]. Vox Sang, 1977,33:170-174.
- [4] 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,2015:118-137.
- [5] 杨红梅,邹昕,郑皆炜,等. 抗-cE 及抗-Jkb 和抗-Mur 混合抗体致疑难配血分析—附 1 例报告[J]. 中国输血杂志,2020,33(1):70-72.
- [6] Jajosky RP, Lumm WC, Wise SC, et al. A suspected delayed hemolytic transfusion reaction mediated by anti-Jka[J]. Immunohematology, 2017,33(2):73-75.
- [7] 王德平,何卫社,刘乐霞. 多次流产致 IgG 抗-E、抗-Jka 引起配血不合结果分析[J]. 临床输血与检验, 2018,20(6):670-671.
- [8] 毛娟,褚晓月,左琴琴,等. IgG-Jka 联合 IgG-cE、IgG-Fyb 抗体鉴定及输血策略分析[J]. 中国输血杂志, 2019,32(8):811-813.
- [9] 姚韵,许进明,赵凌,等. D 变异型受血者产生同种抗-D 合并抗-E 及抗-C 抗体 1 例[J]. 临床血液学杂志, 2020,33(2):140-142.
- [10] 刘世佳,张勇萍,杨世明,等. IgM 抗 Lea、抗 P1 抗体联合 IgG 抗 E 抗体的血清学检测分析[J]. 细胞与分子免疫学杂志, 2021,37(10):932-935.
(收稿日期:2022-05-23 修回日期:2022-06-27)
- (上接第 891 页)
- [11] Foxcroft ZK, Schlebusch CM. Human Platelet Antigen(Hpa)1-5 And-15 Frequencies In South African Blood Donors [J]. Africa Sanguine, 2008, 11 (1):15-18.
- [12] 薛敏,潘芹芹,樊甦,等. 已知 HLA 单采血小板供者资料库库容估计[J]. 中国实验血液学杂志, 2019, 27 (1):266-271.
- [13] Bennett JA, Palmer LJ, Musk AW, et al. Gene frequencies of human platelet antigens 1-5 in indigenous Australians in Western Australia[J]. Transfus Med, 2002,12(3):199-203.
- [14] 刘瑛,许先国,马开荣,等. HLA I 基因型配合输注策略用于免疫性血小板输注无效的实验研究[J]. 中国输血杂志, 2021,34(8):832-835.
- [15] 王晓伟,邵春燕,张菁,等. 北京地区 HPA1-6,15 基因库的建立与应用[J]. 中国实验血液学杂志, 2020, 28 (1):296-299.
- [16] Seike K, Fujii N, Asano N, et al. Efficacy of HLA virtual cross-matched platelet transfusions for platelet transfusion refractoriness in hematopoietic stem cell transplantation [J]. Transfusion, 2020, 60 (3):473-478.
(收稿日期:2022-05-09 修回日期:2022-07-04)