

## Junier 抗原的最新研究进展

徐姿<sup>1</sup> 李树中<sup>1△</sup> 李中华<sup>2</sup> 李凌波<sup>3</sup>

[关键词] Junier 血型抗原;转运蛋白;膜分化抗原;乳腺癌耐药蛋白;输血性溶血

doi:10.13201/j.issn.1004-2806-b.2019.04.024

[中图分类号] R457.1 [文献标志码] A

### Recent advances on erythrocyte blood group Junier antigen

**Summary** Junier blood group antigens are high-frequency antigens in the past "series" of antigens. In 2012, the International Society for Blood Transfusion (ISBT) renamed the "system" antigen and named "JR"; number: 032. The gene locus of the antigen is Chromosome 4;4q22.1. The gene coding product is "ABCG2" transporter, composed of 655 amino acids, which is a glycoprotein that passes through the membrane of the erythrocyte 6 times. ABCG2 transporter is also known as "breast cancer resistance protein" (BCRP), which has the effect of "pumping" chemotherapeutic drugs out of the cell, preventing therapeutic drugs for breast cancer from reaching therapeutic targets at low concentrations in breast cancer cells. Junier antigen is also a membrane differentiation antigen and is CDw338, which involves in one of the red cell immune mechanisms. Junier antigen can cause transfusion hemolytic reaction and might be a clinically significant antigen.

**Key words** Junier blood group antigen; transporter; membrane differentiation antigen; breast cancer resistance protein; transfusion hemolysis

2010 年之后,红细胞血型抗原的研究有了很大的进展,发现了许多新的系统抗原,完善了许多原有抗原的理论和认知,国际输血协会确认了 Forssman 抗原(031 血型系统)、Junier 抗原(032 血型系统)、Langereis 抗原(033 血型系统)、VEL 抗原(034 血型系统)、CD59 抗原(035 血型系统)、Augustine 抗原(036 血型系统)等新抗原。本文就红细胞 Junier 血型抗原的最新研究进展,做一简略介绍<sup>[1-3]</sup>。

#### 1 基因

Junier 血型抗原的基因位点在 4 号染色体;4q22.1。基因名:ABCG2,或 JR(基因名 ABCG2 是取自转运蛋白 ABCG2 的名称)。基因编号:9429,基因全长:148 059 bp,NG\_032067(DNA 基因基因组),有 16 个外显子组成。16 个外显子长:4 445 bp,基因库注册号:NM\_004827(mRNA 转录本)。基因编号产物是 ABCG2 糖蛋白,蛋白登记编号:NP\_004818.2(图 1)。

外显子 1 上含有大部分非翻译区,编码一段引导肽,负责引导肽链的定位、穿膜,完成后被切除。膜上肽链的编码从外显子 2 的上游 5'端 312 bp 处(即外显子序列的 788 bp 处)的启动子开始,到外显子 16 的 4 431 bp 处终止(其中有 14bp 不参加编码)。启动子上游有正、负调控区。各个外显子的长度如下见表 1。

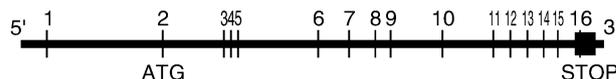


图 1 Junier 血型抗原的基因(ABCG2)外显子

表 1 外显子序列

外显子	bp	外显子	bp
1	1~474	9	1 437~1 687
2	475~696	10	1 688~1 770
3	697~756	11	1 771~1 860
4	757~871	12	1 861~1 985
5	872~1 024	13	1 986~2 140
6	1 025~1 182	14	2 141~2 230
7	1 183~1 334	15	2 231~2 313
8	1 135~1 436	16	2 314~4 431

ABCG2 基因有多态性,大多数发生在外显子 7 上,少数发生在外显子 2、4、6、8、13 上。根据 NCBI 网站的报道,ABCG2 的基因的多态性有 40 多种,多数都是单核苷酸突变。不同种族的突变频率也不一样,中国人高达 29%~40%,日本人高达 30%~35%,而非洲人只有 0.9%~5.3%,见表 2<sup>[4-8]</sup>。

#### 2 分子生物学

ABCG2 基因的产物是 JR 糖蛋白,也称为 ABCG2 和 CDw338。

JR 糖蛋白,由 655 个氨基酸组成,分子量 72 000 D。是一种糖基化糖蛋白,有 3 个 N-糖基化位点,有 12 个半胱氨酸残基,见表 3。

<sup>1</sup> 江苏大学附属昆山医院(江苏昆山,215300)

<sup>2</sup> 黑龙江省牡丹江市第二人民医院

<sup>3</sup> 长春博讯生物技术有限责任公司

△ 审校者

通信作者:李树中,E-mail:kssyylsz@sina.cn

表 2 ABCG2 基因的多态性

编号	基因	基因名	核苷酸	氨基酸	表型
1	ABCG2 1017 删除 CTC	ABCG2	1017-1019 删除 CTC	S340 删除	Jr(a-)
2	ABCG2 1111 删除 AC	ABCG2	1111 删除 AC	T371fs	Jr(a-)
3	ABCG2 1858A	ABCG2	1858G>A	D620N	Jr(a+w)
4	ABCG2 187 11nt 删除	ABCG2	187-197 删除 ATATTATCGAA	163fsX	Jr(a-)
5	ABCG2 27kb 删除 + 376T + 421A ABCG2 * 01N. 23/ABCG2 * 01N. 01	ABCG2	27094 bp 删除:启动子区域,外显子 1, 内含子 1 + 376C>T+421C>A	蛋白质不存在	Jr(a-)
6	ABCG2 27kb 删除,421A ABCG2 * 01N. 23/ABCG2 * 01N. 23	ABCG2	27094 bp 删除:启动子区域,外显 1, 内含子 1 + gDNA 421C>A,	蛋白质不存在	Jr(a-)
7	ABCG2 2C	ABCG2	2T>C	M1T	Jr(a-)
8	ABCG2 337T	ABCG2	337C>T	R113X	Jr(a-)
9	ABCG2 337T,376T	ABCG2	337C>T,376C>T	R113X,R246X	Jr(a-)
10	ABCG2 34A	ABCG2	34G>A	V12M	不清楚
11	ABCG2 34A,1591T	ABCG2	34G>A,1591C>T	V12M,Q531X	Jr(a-)
12	ABCG2 34A,244dupC	ABCG2	34G>A,244dupC	V12M,T82fsX	Jr(a-)
13	ABCG2 34A,706T	ABCG2	34G>A;706C>T	V12M;R236X	Jr(a-)
14	ABCG2 376T	ABCG2	376C>T	Q126X	Jr(a-)
15	ABCG2 421A	ABCG2	421C>A	Q141K	Jr(a+w)
16	ABCG2 421A,1515 删除 C	ABCG2	421C>A,1515 删除 C	Q141K,A505Afs, 509X	Jr(a-)
17	ABCG2 542A 插件	ABCG2	542-543 插件 A	182fsX	Jr(a-)
18	ABCG2 706T	ABCG2	706C>T	R236X	Jr(a-)
19	ABCG2 730T	ABCG2	730C>T	Q244X	Jr(a-)
20	ABCG2 736T	ABCG2	736C>T	R246X	Jr(a-)
21	ABCG2 784T	ABCG2	784G>T	G262X	Jr(a-)
22	ABCG2 791 删除 TT	ABCG2	791delTT	L264fsX	Jr(a-)
23	ABCG2 875dup3nt	ABCG2	875 dupACTT	F293fsX	Jr(a-)
24	ABCG2 d1714C	ABCG2	1714A>C	S572R	不清楚
25	ABCG2 删除外显子 3-5(相当在 1781 bp);插件 17bp	ABCG2	删除外显子 3-5(1781 bp);插件 17 bp 中删除	蛋白质不表达	Jr(a-)
26	ABCG2 ref	ABCG2	参考	参考	Jr(a+)

表 3 ABCG2 转运蛋白的氨基酸序列

KLFDSTLLA	SGRLMFHGPA	QEALGYFESA	GYHCEAYNNP	ADFFLDIING	300
DSTAVALNRE	EDFKATEIIE	PSKQDKPLIE	KLAEIYVNSS	FYKETKAELH	350
QLSGGEKKKK	ITVFKEISYT	TSFCHQLRWV	SKRSFKNLLG	NPQASIAQII	400
VTVVLGLVIG	AIYFGLKND	TGIQNRAGVL	FFLTTNQCFS	SVSAVELFVV	450
EKKLFIHEYI	SGYYRVSSYF	LGKLLSDLLP	MRMLPSIIFT	CIVYFMLGLK	500
PKADAFFVMM	FTLMMVAYSA	SSMALAIAAG	QSVVSVATLL	MTICFVMMI	550
FSGLLVNLT	IASWLSWLQY	FSIPRYGFTA	LQHNEFLGQN	FCPGLNATGN	600
NPCNYATCTG	EEYLVKQGID	LSPWGLWKNH	VALACMIVIF	LTIAYLKLLF	650
LKKYS					655

JR 糖蛋白肽链,有 6~8 次跨过红细胞膜,肽链的 COOH 端和 NH2 端都在红细胞膜内,属于 III 型跨膜蛋白。肽链在红细胞膜外留下 3~4 个环。Junier 抗原的抗原性表达在细胞膜外的第 3 环的 485 位氨基酸上,见图 2。

在 JR 糖蛋白肽链上,靠近 NH2 端的 1-400 位氨基酸,有一个 ATP 结合域和一个疏水区,这个区是“转运蛋白”功能区。ABCG2 转运蛋白的转运功能,都在这个功能区。

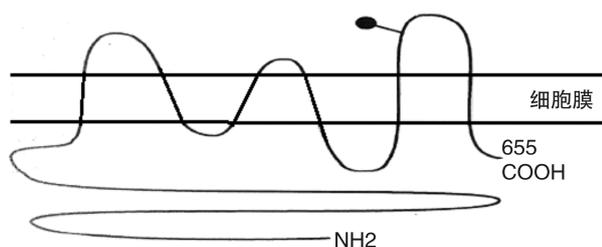


图 2 ABCG2 转运蛋白和 Junier 血型抗原的表位

### 2.1 ABCG2 是 ABC 转运蛋白 G 组 2 号蛋白

属于 ABC 转运蛋白家族,也称乳腺癌耐药蛋白(BCRP),是 1998 年 Doyle 从耐药的乳腺癌细胞中发现的,ABCG2 具有将化学治疗药物“泵”出细胞外的作用,使治疗乳腺癌的药物在乳腺癌细胞内的低浓度达不到治疗目的。这种作用是细胞的自我保护功能,也是一种生理生化作用,所有的转运蛋白都表达有各种各样的生理生化功能,是人体代谢机能的重要组成部分之一。

人类的 ABC 转运蛋白是一个大家族,其全称是 ATP 结合盒式蛋白(ATP-binding cassette transporter, ABC)。ABC 转运蛋白分为 7 类,分别是:ABCA、ABCB、ABCC、ABCD、ACBE、ABCF、ABCG。每个类下又分为若干个亚类,亚类用数字表示。目前已知的 36 个红细胞膜系统抗原中,只有 Langereis 血型抗原(036 系统抗原)是 ABCB6 和 Junier 血型抗原是 ABCG2 才属于 ABC 转运蛋白。而 36 个红细胞系统抗原中,有许多抗原都是转运蛋白,但不属于 ABC 转运蛋白(AUG 抗原是核苷转运蛋白,RHAG 是尿素/胺转运蛋白,DI 抗原是阴离子转运蛋白 AEI7,CO 抗原是水转运蛋白,但都不属于 ABC 转运蛋白)。

ABCG2 是人体生理生化代谢的重要组成部分之一,参与人体的血液-脑脊液屏障、血液-睾丸屏障、血液-胎盘屏障、血液-腹膜屏障功能。ABCG2 具有的化学治疗药物“泵”出细胞外的作用,是许多转运蛋白都具有的功能,这是一种细胞的自我保护作用。在抗乳腺癌药物研究中,如果 JR 抗原(-)时、或者封闭 ABCG2 的 ABC 转运蛋白功能区,抗乳腺癌药物就有很好的疗效。

### 2.2 CDw338 是膜分化抗原 338 号抗原

CDw338 是红细胞免疫的主要组成之一,其详细功能目前的研究报道不多,但在作用上与红细胞抗原的关系更为密切。目前所知所有红细胞抗原都不是简单的膜抗原,而是都与免疫机制密切相关。

CD(Cluster of Differentiation)抗原,最早应用于白细胞的膜抗原分类,后来发现许多组织细胞的膜上都有膜抗原,因此 CD 抗原的新定义为用单克隆技术、用聚类分析法、分类的细胞膜抗原。目前 CD 抗原分为 14 个类别组:T 细胞组,B 细胞组,髓

细胞组,NK 细胞组,血小板组,黏附因子组,细胞因子受体组,激活抗原组,碳水化合物半抗原组,树突状细胞组,干细胞/祖细胞组,基质细胞组,红细胞组,细胞因子/趋化因子组。

在目前 ISBT 公布的 36 个血型系统抗原中,有 21 个系统抗原都是膜分化抗原,见表 4<sup>[7-10]</sup>。

## 3 免疫血型学

Junier 血型抗原是过去的系列抗原中的高频抗原,于 1970 年发现,曾经命名为高频抗原 JR,编号:900012 或 901005。先证者是 Rose Jacobs。2012 年国际输血协会重新命名为“系统抗原 JR”,编号:032。这个系统目前只有 1 个抗原。

JR<sup>a</sup> 抗原,032001,是高频抗原,在所有人群中分布都在 99% 以上。抗原表达位置在 JR 糖蛋白肽链的细胞膜外部分第 3 环的 482 位精氨酸(Arg)上。

JR<sup>a</sup> 抗原在红细胞膜上呈现高数量表达。在人体各个组织中都有不同程度的表达,在胎盘中含量最高,是其他组织中的 100 倍。在脑、前列腺、小肠、睾丸、肝脏表达的含量少于胎盘。而在心脏、肺脏、骨骼、胸腺、胰脏、脾脏、白细胞等处不表达。

当基因沉默时,导致 ABCG2 基因编码缺失、或不编码,表达为 JR<sup>a</sup>(-),也即 JR<sup>null</sup> 表型。JR<sup>null</sup> 表型时转运蛋白 ABCG2 在膜上缺失。

抗原的化学性质:无花果酶/木瓜酶:不破坏(增强)。胰蛋白酶:不破坏。 $\alpha$ -糜蛋白酶:不破坏。DTT 200 mmol:不破坏。酸:不破坏。

抗 JR<sup>a</sup> 抗体:大多数是 IgG,少数是 IgM。IgG 类有 IgG<sub>1</sub> 和 IgG<sub>3</sub>。能引起不同程度的输血性溶血。也可以引发新生儿溶血病(HDNF),并能造成 DAT 阳性,多数的 HDNF 都是轻度的,只有个别的会发生较为严重的新生儿黄疸。

据韩国检验医学杂志报告,1 例妊娠 32 周双胞胎的 33 岁的母亲,由于前置胎盘引起阴道出血,母亲没有输血或羊膜腔穿刺史,在妊娠第 34 周进行紧急剖宫产分娩。常规实验室检查中显示,2 个双胞胎的新生儿都是 JR<sup>a</sup>(+),DAT(+),IAT(+),2 个新生儿的血清中都有抗 JR<sup>a</sup> 抗体。检查母亲的红细胞发现是 JR 抗原(a-),血清中有抗 JR<sup>a</sup> 抗体。这是由于母亲怀孕的胎儿是 JR<sup>a</sup> 抗原(+),胎儿红细胞随脐带进入到母亲血内,母亲同种免疫产生了抗 JR<sup>a</sup> 抗体,随着脐带血行进入到胎儿体内,引起了较为严重的新生儿黄疸。产后的双胞胎新生儿进行了光疗和保守治疗,没有进一步的并发症,并痊愈出院。

据美国血液协会统计,约有 15% JR<sup>a</sup>(-)的母亲怀孕后会产生抗 JR<sup>a</sup> 抗体,但大部分都不会发生严重的 HDNF,只有小部分发生比较严重的 HDNF,一般经治疗都不会产生严重后果<sup>[1,5,11-13]</sup>。

表 4 红细胞系统抗原与 CD 抗原

编号	系统名	缩写	抗原数	基因名	基因位点	CD 编号
001	ABO	ABO	4	<i>ABO</i>	9q34. 2	
002	MNS	MNS	49	<i>GYPA/GYPB/(GYPE)</i>	4q31. 21	CD235a/CD235b
003	P1PK	P1PK	3	<i>A4GALT</i>	22q13. 2	CD77*
004	Rh	RH	55	<i>RHD,RHCE</i>	1p36. 11	CD240
005	Lutheran	LU	25	<i>LU</i>	19q13. 32	CD239
006	Kell	KEL	36	<i>KEL</i>	7q34	CD238
007	Lewis	LE	6	<i>FUT3</i>	19p13. 3	
008	Duffy	FY	5	<i>DARC</i>	1q23. 2	CD234
009	Kidd	JK	3	<i>SLC14A1</i>	18q12. 3	
010	Diego	DI	22	<i>SLC4A1</i>	17q21. 31	CD233
011	Yt	YT	5	<i>ACHE</i>	7q22. 1	
012	Xg	XG	2	<i>XG,MIC2</i>	Xp22. 33	CD99 <sup>+</sup>
013	Scianna	SC	7	<i>ERMAP</i>	1p34. 2	
014	Dombrock	DO	10	<i>ART4</i>	12p12. 3	CD297
015	Colton	CO	4	<i>AQP1</i>	7p14. 3	
016	Landsteiner-Wiener	LW	3	<i>ICAM4</i>	19p13. 2	CD242
017	Chido/Rodgers	CH/RG	9	<i>C4A,C4B</i>	6p21. 3	
018	H	H	1	<i>FUT1</i>	19q13. 33	CD173
019	Kx	XK	1	<i>XK</i>	Xp21. 1	
020	Gerbich	GE	11	<i>GYPC</i>	2q14. 3	CD236
021	Cromer	CROM	20	<i>CD55</i>	1q32. 2	CD55
022	Knops	KN	9	<i>CR1</i>	1q32. 2	CD35
023	Indian	IN	6	<i>CD44</i>	11p13	CD44
024	Ok	OK	3	<i>BSG</i>	19p13. 3	CD147
025	Raph	RAPH	1	<i>CD151</i>	11p15. 5	CD151
026	John Milton Hagen	JMH	6	<i>SEMA7A</i>	15q24. 1	CD108
027	I	I	1	<i>GCNT2</i>	6p24. 2	
028	Globoside	GLOB	2	<i>B3GALT3</i>	3q26. 1	
029	Gill	GIL	1	<i>AQP3</i>	9p13. 3	
030	Rh-associated glycoprotein	RHAG	3	<i>RHAG</i>	6p21-qter	CD241
031	FORSSMAN	FORS	1	<i>GBGT1</i>	9q34. 13	
032	JUNIER	JR	1	<i>ABCG2</i>	4q22	CDw338
033	LENGERIS	LAN	1	<i>ABCB6</i>	2q36	
034	VEL	VEL	1	<i>SMIM1</i>	1p36. 32	
035	CD59	CD59	1	<i>CD59</i>	11p13	CD59
036	Augustine	AUG	4	<i>SLC29A1</i>	6p21. 1	

\* 只有 PK 抗原(即 P1PK2)是 CD77。其余的 P1PK 系统抗原(P1PK1,P1PK4)都不是 CD77。

#### 4 结束语

Junier 血型抗原是原来的系列抗原,2012 年国际输血协会才重新确认为系统抗原。2014 年国内曾经有过介绍<sup>[1]</sup>。但在近几年来,这个抗原有了一些新的研究发现,如确认了各外显子长和在 JR 糖蛋白肽链上的抗原表位等,以及确认了 Junie 抗原在膜分化抗原和在 ATP 转运蛋白中的重要作用。Junier 抗原是红细胞免疫的组成之一,是人体生理生化代谢的参与者。本文的目的就是将近几年来最新的研究和发现,在此做一简略介绍。

红细胞血型抗原的研究,自 2010 年之后有了很大的进展,陆续发现和确认了许多新的系统抗原,如 Forssman 抗原属糖苷类抗原,是重要的免疫机制参与者。Junier 抗原既是 ABC 转运蛋白也是 CDw338,是 BCRP。Langereis 抗原是吡咯质转运体,参与生成亚铁血红素。CD59 抗原是同种限制因子(HRF),是一种补体限制性因子,具有保护膜不受补体破坏的作用。Augustine 抗原是核苷转运蛋白(但不属于 ABC 转运蛋白),是细胞内核苷酸合成的重要转运工具。同时,也陆续发现和完善了

许多原有抗原的新认知和新理解;如 P1Pk 抗原、MNS 抗原、GIL 抗原、RHAG 抗原、I 抗原、GLOB 抗原、GE 抗原等抗原都有了很多新的认知。由于基因测序技术和基因试剂盒的广泛应用,以及质谱仪、流式细胞仪的普及应用,使我们对红细胞抗原的研究和发现有了便利的条件<sup>[14-18]</sup>。

今后,会有更多的新抗原被发现。下一个新的系统抗原,很有可能就是 Sd<sup>a</sup> 抗原,因为这个抗原目前已经在基因、分子生物学、免疫血型学等方面满足了一个系统抗原的要求。

#### 参考文献

- [1] Mark K, Fung MD. AABB technical manual[M]. 18 Thedition; 359—360.
- [2] Tiribelli M, Geromin A, Cavallin M. ABCG2 and CD200 define patients at high risk of relapse in ELN favorable subgroup of AML[J]. Eur J Haematol, 2017, 99: 269—274.
- [3] Yu B, Gu D, Zhang X, et al. The role of GLI2-ABCG2 signaling axis for 5Fu resistance in gastric cancer[J]. J Genet Genomics, 2017, 44: 375—383.
- [4] Geoff Daniels. Human Blood Groups[M]. 3rd, 2013: 487—492.
- [5] Marion E, Reid. The Blood Group Antigen[J]. Facts-Book, 2012: 635—639.
- [6] Pan L, Lin H, Tian S, et al. The sensitivity of glioma cells to pyropheophorbide- $\alpha$ methyl ester-mediated photodynamic therapy is enhanced by inhibiting ABCG2[J]. Lasers Surg Med, 2017, 49: 719—726.
- [7] Wu HF, Hristeva N, Chang J, et al. Rosuvastatin Pharmacokinetics in Asian and White Subjects Wild Type for Both OATP1B1 and BCRP Under Control and Inhibited Conditions[J]. J Pharm Sci, 2017, 106: 2751—2757.
- [8] Son CN, Bang SY, Kim SH, et al. ABCG2 Polymorphism Is Associated with Hyperuricemia in a Study of a Community-Based Korean Cohort[J]. J Korean Med Sci, 2017, 32: 1451—1459.
- [9] Kim CK, Oh S, Kim SJ, et al. Correlation of IGF1R expression with ABCG2 and CD44 expressions in human osteosarcoma [J]. Genes Genomics, 2018, 40: 381—388.
- [10] Wieckhusen C, Rink G, Scharberg EA, et al. A new genetic background for the Jr(a-) blood group phenotype caused by the ABCG2 \* 439T allele encoding a p. Arg147Trp change [J]. Transfusion, 2017, 57: 3063—3064.
- [11] Stiburkova B, Pavelcova K, Zavada J, et al. Functional non-synonymous variants of ABCG2 and gout risk [J]. Rheumatology(Oxford), 2017, 56: 1982—1992.
- [12] Eclov RJ, Kim MJ, Chhibber A, et al. ABCG2 regulatory single-nucleotide polymorphisms alter in vivo enhancer activity and expression[J]. Pharmacogenet Genomics, 2017, 27: 454—463.
- [13] Berardi P, Cote J, Vege S, et al. Two novel ABCG2 alleles resulting in a Jr(a-) phenotype[J]. Transfusion, 2017, 57: 2811—2812.
- [14] 张志琴, 张黎雯, 谢怡萍, 等. Duffy 血型系统抗原研究进展[J]. 临床血液学杂志, 2017, 30(4): 327—330.
- [15] 倪强, 李树中, 雒晶, 等. GIL 抗原研究进展[J]. 临床血液学杂志, 2017, 30(10): 812—814.
- [16] 俞黎娅, 李树中, 雒晶晶. VEL 血型抗原研究进展[J]. 临床血液学杂志, 2018, 31(2): 161—163.
- [17] 刘芸, 李树中, 李中华, 等. AUG 血型抗原研究进展[J]. 临床血液学杂志, 2018, 31(6): 485—490.
- [18] 范春丽, 李树中, 李中华, 等. P1PK 血型抗原研究进展[J]. 临床血液学杂志, 2018, 31(8): 643—664.

(收稿日期: 2018-12-20)

(上接第 318 页)

- [3] Dwyre DM, Clapper A, Heintz M, et al. A red blood cell autoantibody with mimicking anti-E specificity [J]. Transfusion, 2004, 44: 1287—1292.
- [4] Datta SS, Reddy M, Basu S. Warm autoimmune hemolytic anemia with mimicking anti-e specificity causing intravascular hemolysis in a chronic ITP patient[J]. Transfus Apher Sci, 2015, 53: 205—207.
- [5] Subramaniyan R, Veerasamy M. Red cell autoantibody mimicking anti-C specificity; a rare manifestation[J]. Rev Bras Hematol Hemoter, 2017, 39: 91—92.
- [6] Hsieh HY, Moroney D, Naumann D, et al. Warm autoimmune hemolytic anemia with mimicking anti-c and-E specificities[J]. Immunohematology, 2002, 18: 19—22.
- [7] 王晓华, 鞆田. Rh 系统类抗体在临床输血中的鉴定及应用(附 1 例分析)[J]. 淮海医药, 2017, 35(1): 34—36.

(收稿日期: 2018-10-29)