

Human Blood Groups Theoretical and Technical Approach

人类红细胞血型学 实用理论与实验技术

李勇 杨贵贞 主编

6.11
Y
2

中国科学技术出版社

Human Blood Groups Theoretical and Technical Approach

人类红细胞血型学 实用理论与实验技术

李 勇 杨贵贞 主编

中国科学技术出版社

图书在版编目(CIP)数据

人类红细胞血型学实用理论与实验技术/李勇,杨贵贞主编.
—北京:中国科学技术出版社,1999.11
ISBN 7-5046-2657-0

I. 红… I. ①李… ②杨… II. 红细胞-血型-血液
检查 IV.R446.11

中国版本图书馆 CIP 数据核字(1999)第 64084 号

中国科学技术出版社出版
北京市海淀区白石桥路 32 号 邮政编码:100081
北京金盾印刷厂印刷

*

开本:787 毫米×1092 毫米 印张:21.75 字数:521 千字
1999 年 12 月第 1 版 1999 年 12 月第 1 次印刷
印数:1—7 000 册 定价:40.00 元

(凡购买本社的图书,如有缺页、倒页、脱页者,本社发行部负责调换。)

内 容 简 介

本书系统地介绍了人类红细胞血型学现代理论知识及血型的应用和实验技术,详细地阐述了红细胞血型最新分类、命名和表述;抗原和基因已明确的 23 个血型系统,特别是 ABO 和 Rh 血型;输血前检测;溶血性输血反应;新生儿溶血病;药物免疫溶血性贫血以及临床常规传统和新的检测技术等。简要介绍了单克隆抗体;PCR,亲子鉴定;法医物证检测。

全书共二十四章,内容新颖丰富而全面,实用性强,本书可供临床医生、检验人员、法医、血液免疫学研究人员、高等医学院校的教师、研究生和本(专)科学生参考。

前 言

输血作为临床各科有力的治疗或辅助治疗手段之一，挽救了无数危急病人生命。红细胞血型学知识的应用是安全输血的基础和保证，受血者和供血者血型不合会出现严重的输血反应，甚至危及患者生命。血型的研究和应用，不仅与输血有着密切关系，而且与临床溶血性疾病及法医亲子鉴定等工作亦有着不可分割的关联。随着当代免疫学和分子生物学的进展，血型抗原分子，基因及其相关分子等人类血型的本质被不断得到认识。近年来，人类血型的生物学意义也在不断被揭示。免疫学新技术丰富和修正了传统血型血清学实验技术，血型定型也在开始应用基因检测技术。因此，人类血型的研究和应用正成为一门独立的学科。但目前在我国极少有人类红细胞血型专著出版，鉴于此，方促成本书的问世。

本书主要参考了美国《AABB 技术手册》(Technical Manual AABB)，第 12 版，1996 年；《血型抗原纲要》(The Blood Group Antigen Factsbook) 1997 年；《临床医学输血》(Blood Transfusion in Clinical Medicine) 第 10 版，1997 年；《人类血型》(Human Blood Groups) 1995 年等专著，以及“Vox Sang”、“Transfusion”等学术专刊截止于 1999 年 6 月的文献，加上作者在血型工作中经验编撰而成。本书概括为红细胞血型规范分类、命名、记述，以及血型遗传的总论部分，到红细胞血型系统及抗原各论的理论部分；继之，进入应用及实验技术的实际部分。因此说，这是一部理论和实践相结合的人类血型学专著。可供临床医生、检验人员、输血及血液学研究者、有关教师、研究生及大学生参考。

血型学是一门古老而又充满新进展的学科，既可算作单一学科，又可作为与免疫学、细胞学及分子生物学等交叉的学科，值得多学科共同协作、不断创新，必有所发现。

囿于编写者水平，本书难以避免出现错误和不足，恳请专家及读者谅解，并望批评指正。

最后，感谢苏州医学院陈忠教授，中国生物制品学杂志编辑部主任马尔瞻研究员对本书编撰过程中提出的宝贵意见和对部分章节的修改。

杨贵贞

1999 年 11 月

目 录

第一篇 红细胞血型总论

第一章 红细胞血型国际输血协会 (ISBT) 规范分类、命名及表述	(1)
第一节 红细胞血型 ISBT 规范分类	(1)
第二节 红细胞血型 ISBT 命名及表述	(4)
第二章 组织血型和器官血型	(8)
第一节 概述	(8)
第二节 ABO 等组织血型抗原结构	(9)
第三节 RH 等器官血型抗原结构	(11)
第三章 基因基本概念	(13)
第一节 核酸和基因	(13)
第二节 影响 DNA 结构的因素	(15)
第三节 DNA 的变性与复性	(17)
第四章 红细胞血型遗传	(19)
第一节 概述	(19)
第二节 基因和遗传	(19)
第三节 遗传方式	(23)
第五章 红细胞抗原抗体反应基础	(27)
第一节 红细胞抗原抗体反应的主要类型	(27)
第二节 抗原抗体反应特点	(28)
第三节 影响凝集反应的因素	(29)
第四节 抗球蛋白试验 (Coombs 试验)	(31)

第二篇 红细胞血型系统及抗原各论

第六章 ABO 血型系统 (ABO, 001)	(33)
第一节 概述	(33)
第二节 ABO 血型表型及其分子基础	(37)
第三节 ABO 血型抗体和外源凝集素	(43)
第七章 Hh 血型系统 (H, 018)	(48)
第一节 概述	(48)
第二节 分泌型和非分泌型	(49)
第三节 H 抗原缺失表型	(50)
第八章 Lewis 血型系统 (LE, 007) 及其相关抗原	(52)

第一节	概述	(52)
第二节	Lewis 血型系统	(54)
第三节	Lewis 系统相关抗原	(58)
第九章	P 血型系统 (P, 003) 和血型集合 (GLOB, 209)	(61)
第一节	概述	(61)
第二节	P1 抗原和抗体	(63)
第三节	P、P ^k 、LKE 抗原 (血型集合 GLOB, 209)	(64)
第十章	Ii 血型抗原 (血型集合 I, 207)	(68)
第一节	概述	(68)
第二节	Ii 抗原	(69)
第三节	Ii 抗体	(71)
第十一章	Rh 血型系统 (RH, 004)	(73)
第一节	概述	(73)
第二节	历史和命名	(74)
第三节	双结构基因模型	(77)
第四节	多肽及抗原	(78)
第五节	Rh 抗原多肽与其它血型抗原关系	(80)
第六节	基因复合物, 基因型和表型	(80)
第七节	D 抗原	(81)
第八节	C、c 和 E、e 抗原	(86)
第九节	G 抗原 (RH12, 004012)	(88)
第十节	Rh null 抗原和 Rh mod 抗原	(89)
第十一节	RH 缺失综合症	(90)
第十二节	Rh 抗体	(90)
第十二章	MNS 血型系统 (MNS, 002)	(93)
第一节	概述	(93)
第二节	MNS 抗原和血型糖蛋白	(95)
第三节	蛋白酶处理对 MNS 抗原的作用	(98)
第四节	En ^a 抗原, GPA 缺失表型 En (a-) 和 M ^k 抗原	(99)
第五节	U 抗原和 GPB 缺失表型 S-s-U- 和 S-s-U+	(99)
第六节	Miltenberger 抗原	(100)
第七节	其它不常见的 MNS 血型抗原	(100)
第十三章	其它红细胞血型系统	(101)
第一节	Lutheran 血型系统 (LU, 005)	(101)
第二节	Kell 血型系统 (KEL, 006)	(102)
第三节	Kx 抗原 (XK, 019), Mcleod 表型和 Mcleod 综合症	(104)
第四节	Duffy 血型系统 (FY, 008)	(104)
第五节	Kidd 血型系统 (JK, 009)	(106)
第六节	Diego 血型系统 (DI, 010)	(107)

第七节	Cartwright (Yt) 血型系统 (YT, 011)	(109)
第八节	Xg 血型系统 (XG, 012)	(109)
第九节	Scianna 血型系统 (SC, 013)	(110)
第十节	Dombrock 血型系统 (DO, 014)	(110)
第十一节	Colton 血型系统 (CO, 015)	(111)
第十二节	LW 血型系统 (LW, 016)	(112)
第十三节	Chido/Rodgers 血型系统 (CH/RG, 017)	(113)
第十四节	Gerbich 血型系统 (GE, 020)	(115)
第十五节	Cromer 血型系统 (CROM, 021)	(116)
第十六节	Knops 血型系统 (KN, 022)	(117)
第十七节	Indian 血型系统 (IN, 023)	(118)
第十四章	多凝集红细胞	(119)
第一节	概述	(119)
第二节	获得性的多凝集和有关的隐蔽抗原	(120)
第三节	遗传性多凝集	(123)

第三篇 红细胞血型应用

第十五章	输血前血型血清学检测	(125)
第一节	血型检定	(126)
第二节	抗体检测和鉴定	(139)
第三节	交叉配血试验	(157)
第四节	紧急情况下输血和大量输血	(163)
第十六章	免疫溶血性输血反应	(164)
第一节	概述	(164)
第二节	速发性溶血性输血反应	(166)
第三节	迟发性溶血性输血反应	(171)
第十七章	胎儿和新生儿免疫溶血性疾病的血型血清学检查	(173)
第一节	HDN 定义及病理生理	(173)
第二节	HDN 免疫基础	(174)
第三节	HDN 的产前实验检测	(175)
第四节	产后检测 HDN	(179)
第十八章	自身免疫溶血性疾病 (AIHA)	(182)
第一节	概述	(182)
第二节	AIHA 的诊断原则和标准	(183)
第三节	AIHA 血清学检查结果	(186)
第十九章	药物免疫溶血性贫血	(192)
第一节	药物所致 DAT 阳性及抗体的分类	(192)
第二节	药物引起的免疫溶血性贫血	(193)
第二十章	红细胞血型与亲子鉴定	(199)

第一节	概述	(199)
第二节	亲子鉴定的遗传多态系统及其遗传规律	(201)
第三节	亲子鉴定原理及遗传规律性	(204)
第四节	亲权否定——排除亲子关系概率的计算	(204)
第五节	亲权认定——肯定亲子关系概率计算	(207)
第六节	注意事项	(208)
第二十一章	法医物证痕量 ABH 血型物质的检测	(211)
第一节	吸收抑制试验	(211)
第二节	吸收解离试验	(212)
第三节	红细胞吸收试验	(213)

第四篇 实验技术

第二十二章	血型血清学实验基本技术	(214)
方法 1	病人和献血者标本	(214)
方法 2	试验操作一般原则	(214)
方法 3	红细胞悬液的准备	(215)
方法 4	加速血液凝固及血清的保存	(215)
方法 5	补体灭活	(215)
方法 6	抗体试剂质量控制	(216)
方法 7	红细胞试剂质量控制	(218)
方法 8	抗球蛋白试剂质量控制	(220)
方法 9	红细胞保存	(224)
方法 10	溶液及试剂配制	(233)
方法 11	预值理论在血型血清学中的应用	(244)
第二十三章	红细胞血型分型及抗体检测	(250)
方法 1	血凝试验	(250)
方法 2	抗球蛋白试验	(259)
方法 3	酶技术	(263)
方法 4	吸收放散试验	(267)
方法 4.1	证明弱 A 或弱 B 血型的吸收放散试验	(267)
方法 4.2	酶处理和非酶处理红细胞冷抗体自身吸收技术	(268)
方法 4.3	热放散技术	(269)
方法 4.4	冻融放散技术	(269)
方法 4.5	柠檬酸放散技术	(270)
方法 4.6	氯仿/三氯乙稀放散技术	(270)
方法 4.7	二甲苯放散技术	(271)
方法 4.8	甘氨酸—盐酸/EDTA 放散技术	(271)
方法 5	凝集抑制试验	(272)
方法 6	微柱凝胶试验	(276)

方法7 红细胞血型检定	(279)
方法 7.1 ABO 血型检定	(279)
方法 7.2 RH1 (D) 血型检定	(283)
方法 7.3 MN 和 P 血型检定	(287)
方法8 同种异体抗体其它检测技术	(288)
方法 8.1 巯基试剂 (DTT) 区分 IgG 和 IgM	(288)
方法 8.2 巯基试剂 (DTT) 处理红细胞	(289)
方法 8.3 快速鉴定抗-Ch 及抗-Rg	(290)
方法 8.4 血浆抑制方法区别抗-Ch、抗-Rg 及其它高效价、 低亲合性的抗体	(291)
方法 8.5 尿中和作用检测抗-Sd ^a	(292)
方法 8.6 酸化血清	(294)
第二十四章 特殊实验技术	(295)
方法1 致敏红细胞血型检测预处理	(295)
方法 1.1 巯基试剂消除自身凝集反应	(295)
方法 1.2 45℃热放散红细胞膜 IgG 抗体	(296)
方法 1.3 氯喹放散法放散 IgG 抗体	(296)
方法 1.4 甘氨酸/EDTA 法放散红细胞膜上抗体	(297)
方法2 输血后自身红细胞和输入的红细胞分离	(298)
方法 2.1 自身红细胞和输入的红细胞的分离	(298)
方法 2.2 血红蛋白 S 型病人输血后自身红细胞的分离	(299)
方法3 免疫溶血、自身抗体和药物溶血血清学试验	(299)
方法 3.1 冷抗体自身吸收	(299)
方法 3.2 冷自身抗体的特异性检定	(300)
方法 3.3 评估高效价冷反应自身抗体	(302)
方法 3.4 温自身抗体的自身吸收	(302)
方法 3.5 ZZAP 处理的同种异体红细胞吸收病人自身抗体	(304)
方法 3.6 ZZAP 处理的同种异体单入份红细胞吸收	(305)
方法 3.7 Donath-Landsteiner 试验	(305)
方法 3.8 青霉素和头孢噻吩抗体的检测	(306)
方法 3.9 药物免疫复合物检测	(307)
方法 3.10 药物代谢物免疫复合物检测	(308)
方法4 新生儿溶血病检测——酸洗离 Hb 试验 (Kleihauer-Betke 试验)	(310)
方法5 外源凝集素制备和应用	(311)
方法 5.1 外源凝集素制备	(311)
方法 5.2 TF 抗原 (T 多凝集红细胞) 检测	(312)
方法 6 单克隆抗体技术	(313)
方法 7 聚合酶链反应 (PCR)	(320)

第一篇 红细胞血型总论

第一章 红细胞血型国际输血协会(ISBT) 规范分类、命名及表述

第一节 红细胞血型 ISBT 规范分类

第二节 红细胞血型 ISBT 命名及表述

第一节 红细胞血型 ISBT 规范分类

自 20 世纪初人类 ABO 血型被发现以来,应用血型血清学方法已检出人红细胞血型 500 余种,国际输血协会(The International Society of Blood Transfusion,ISBT)红细胞表面抗原命名专业组(The ISBT Working Party on Terminology for Red Cell Surface Antigens)目前已确认了 200 余种,并将其分为血型系统(systems)、血型集合(collections)和血型系列(series)。每个血型系统是由单一基因位点,或二个,或多个紧密邻接的而其间又极少重组的同源基因所编码的一个或多个抗原组成;血型集合是指在血清学、生物化学或遗传学上有相关性,但又达不到血型系统命名标准,与血型系统无关的血型抗原;血型系列是指目前不能归类于血型系统和集合的血型抗原,分为低频率抗原(在人群中频率小于 1%)的 700 系列和高频率抗原的 901 系列(频率在 90%以上),但其等位基因还不清楚。ISBT 在 1996 年报告中称,红细胞血型抗原为血型系统 23 个、201 个抗原;血型集合有 5 个、11 个抗原;血型系列有两个,低频率抗原 700 系列有 33 个抗原;高频率抗原 901 系列有 12 个抗原。血型系统和血型集合中的抗原是不属于 700 和 901 系列的低频率或高频率抗原。红细胞血型 ISBT 分类见表 1-1,血型系统、血型集合和血型系列分别见表 1-2 至表 1-5。

表 1-1 红细胞血型 ISBT 分类

分类	定义	抗原数
血型系统 Systems	单一基因位点,或二个或多个紧密邻接的而其间又极少重组的同源基因所编码的一个或多个抗原组成	23 个系统 201 个抗原
血型集合 Collections	在血清学、生物化学或遗传学上有相关性,但又达不到血型系统命名标准,与血型系统无关的血型抗原	5 个集合 11 个抗原
低频率系列 700 Series	目前不能归类于血型系统和血型集合的血型抗原,在人群中抗原发生频率小于 1%	33 个抗原
高频率系列 901 Series	目前不能归类于血型系统和血型集合的血型抗原,在人群中抗原发生频率在 90%以上	12 个抗原

表 1-2 红细胞血型系统

系统名	ISBT		抗原数	相关膜结构	基因名	基因是否克隆	染色体
	符号	数字					
ABO	ABO	001	4	Carbohydrate	<i>ABO</i>	是	9
MNS	MNS	002	40	GPA GPB	<i>GYPA, GYPB</i>	是	4
P	P1	003	1	Glycolipid	<i>P1</i>	未	22
Rh	RH	004	45	Proteins	<i>RHD, RHCE</i>	是	1
Lutheran	LU	005	18	IgSF**	<i>LU</i>	是	19
Kell	KEL	006	22	Glycoprotein	<i>KEL</i>	是	7
Lewis	LE	007	3	Carbohydrate	<i>FUT3</i>	是	19
Duffy	FY	008	6	ECR*	<i>FY</i>	是	1
Kidd	JK	009	3	Urea transporter	<i>JK</i>	可能	18
Diego	DI	010	7	Band 3	<i>AE1</i>	是	17
Yt	YT	011	2	AChe	<i>ACHE</i>	是	7
Xg	XG	012	1	Glycoprotein	<i>XG</i>	是	X
Scianna	SC	013	3	Glycoprotein	<i>SC</i>	未	1
Dombrock	DO	014	5	GPI-linked	<i>DO</i>	未	?
Colton	CO	015	3	Aquaporin-1	<i>AQP1</i>	是	7
Landsteiner-Wiener	LW	016	3	IgSF**	<i>LW</i>	是	19
Chido/Rodgers	CH/RG	017	9	C4A C4B	<i>C4A, C4B</i>	是	6
Hh	H	018	1	Carbohydrate	<i>FUT1</i>	是	19
Kx	XK	019	1	Glycoprotein	<i>XK</i>	是	X
Gerbich	GE	020	7	GPC GPD	<i>GYPC</i>	是	2
Cromer	CROM	021	10	DAF	<i>DAF</i>	是	1
Knops	KN	022	5	CR1	<i>CR1</i>	是	1
Indian	IN	023	2	CD44	<i>CD44</i>	是	11

* 红细胞趋化因子受体。

** 免疫球蛋白超家族成员。

表 1-3 红细胞血型集和和集合抗原的相关性

血型集合			抗 原			相关性		
数字	名字	符号	数字	符号	频率 (%)	血清学	生物化学	遗传学
205	Cost	COST	205001	Cs ^a	95			✓
			205002	Cs ^b	34			✓
207	Ii	I	207001	I	>99	✓	✓	
			207002	i		✓	✓	
208	Er	ER	208001	Er ^a	>99			✓
			208002	Er ^b	<1			✓
209	GLOBO		209001	P	>99	✓	✓	
			209002	P ^k		✓	✓	
			209003	LKF	98	✓		
210			210001	Le ^a	1		✓	✓
			210002	Le ^d	6		✓	✓

表 1-4 700 低频率系列

ISBT			抗体数	抗体产生		抗体特异性	
数字	符号	名字		免疫	不清	多特异性	单特异性
700.002	By	Batty	Many	✓	✓	✓	
700.003	Chr ^a	Christiansen	Few		✓		✓
700.004	Sw ^a	Swann	Many		✓	✓	
700.005	Bi	Biles	Few	✓			
700.006	Bx ^a	Box	Few		✓	✓	
700.010	Bp ^a	Bishop	Many		✓	✓	
700.013	Wu	Wulfsberg	Many	✓	✓	✓	
700.014	Jn ^a	Nunhart	Several		✓	✓	
700.015	Rd	Radin	Many	✓			✓
700.017	To ^a	Torkildsen	Many		✓	✓	✓
700.018	Pt ^a	Peters	Many		✓	✓	
700.019	Re ^a	Reid	Few	✓			
700.021	Je ^a	Jensen	Few		✓		
700.022	Mo ^a	Moen	Several		✓	✓	
700.026	Fr ^a	Froese	Several	✓	✓	✓	
700.028	Li ^a	Livesey	Few	✓	✓		
700.029	Vg ^a	Van Vugt	Several		✓	✓	
700.034	Hg ^a	Hughes	Several		✓	✓	
700.037	NFLD	Newfound-land	Many		✓	✓	
700.039		Milne	Many		✓	✓	
700.040	RASM	Rasmussen	1	✓			✓
700.041	SW1		Several				
700.043	Ol ^a	Oldeide	Few		✓	✓	
700.044	JFV		Few	✓			✓
700.045	Kg	Katagiri	1	✓			
700.046	BOW	Bowyer	Many		✓	✓	✓
700.047	JONES	Jones	Few	✓			✓
700.049	HJK		1	✓			✓
700.050	HOFM		1	✓			✓
700.051	ELO		Many	✓	✓	✓	✓
700.052	SARA	SARAH	Few	✓	✓	✓	✓
700.053	LOCR		Few	✓			✓
700.054	REIT		1	✓			

表 1-5 901 系列高频率抗原

数字	名字	符号	比例 (%)
901001		Vel	>99
901002	Langereis	Lan	>99
901003	August	At ^a	>99
901005		Jr ^a	>99
901006		Ok ^a	>99
901007		JMH	>99
901008		Emm	>99
901009	Anton	AnWj	>99
901011	Raph	MER2	92
901012	Sid	Sd ^a	94
901013	Duelos		>99
901014		PEL	>99

第二节 红细胞血型 ISBT 命名及表述

众多的红细胞血型是在进入 20 世纪后的几十年被陆续发现的,对每个新发现的红细胞血型的命名及记述,没有统一的规定。一些血型抗原是以大写英语字母表示,如 ABO 血型的 A、B 抗原;另一些抗原是以大写和小写字母组成,如 Lewis 系统的 Le^a 、 Le^b ;还有这二种表示方法的混合,如 MNSs 系统的 M、N、S、s、 Mi^s 等;也有用字母加数字或几种方法混合来表示的抗原,如 Duffy 系统的 Fy^a 、 Fy^b 和 $Fy3$ 、 $Fy5$ 等。对某一系统内同一个抗原,不同的实验室也可能采用不同记述方式,如 D 和 Rh_0 是表示同一抗原,这是因为很长时间内对 Rh 血型遗传理论及抗原的基因认识不清楚,有两种假说。总之,红细胞血型传统的分类、命名及记述均是比较混杂的。在 80 年代初,国际输血协会自动化和数据处理专业组(The ISBT Working Party on Automation and Data Processing)倡议,由 B、P、L、Moore 组织了国际输血协会红细胞表面抗原命名专业组,开始对人红细胞血型分类、命名及记述进行规范和统一的工作。

1996 年 ISBT 发表的该命名专业组确定的红细胞血型抗原、表型、基因和基因型命名和记述方法:6 位数字和字母/数字方式。前者适于计算机语言,后者更适于一般阅读、书写和印刷。6 位数字的头 3 位数字表示某一血型系统,后 3 位数字表示该血型抗原的特异性(见表 6)。如 001001 表示 ABO 血型系统的 A 抗原,004001 表示 Rh 血型系统的 D 抗原。5 个红细胞血型集合数字符号分别用 6 位数字头 3 位数字 205,207,208,209 和 210 表示,特异性抗原也分别用后 3 个数字表示,如 207001 表示 Ii 血型集合的 I 抗原。血型系列中高频率系列符号统一用 901 表示,低频率系列符号统一用 700 表示,高频率和低频率系列中特异性抗原也用后 3 位数字表示,如 901001 表示高频率 Vel 抗原,700015 表示低频率的 Rd 抗原。

红细胞血型的 ISBT 字母/数字记述方式:血型系统符号用 2~4 个大写字母表示,血型抗原用字母加数字表示,如 RH1 表示 Rh 血型系统 D 抗原,KEL1 表示 Kell 血型系统的 K 抗原,KEL2 表示 k 抗原。表型的记述方式是系统符号加冒号,再加上系统内各抗原编号,各抗原编号用逗号隔开,抗原阴性(缺失的)则在该抗原编号前加“-”号(-),如 LU;-1,2 表示 Lu ($a-b+$),传统的写法 DCce 或 R_1r_1 或 $D+C+E-c+e$ 改作 ISBT 规范写法 RH:1,2,-3,4,5。表示红细胞血型基因和基因型的大写字母和数字符号均用斜体字,基因是用系统符号、空格或一星号、该抗原数字来表示,如 *KEL 3* 或 *KEL * 3*。基因型是用系统符号、空格或一星号等位基因或单倍体型(alleles or haplotypes)数字符号,如 *KEL2,3/2,4*,无效等位基因或无效基因(Amorph or null gene)用 0 表示,如 *KEL2,3/0*。红细胞血型集合的抗原、表型、基因和基因型的写法同血型系统一致。901 和 700 分别表示高频率和低频率系列符号,抗原为 901 或 700 后加 3 位数字表示。高频率和低频率符号还没有统一用大写字母表示。红细胞血型抗原、表型、基因和基因型传统的和 ISBT 表述方法举例见表 1-6、表 1-7、表 1-8。

表 1-7 血型抗原一览表(抗原 027~052)

[illegible]

表 1-8 红细胞血型表述

	传 统 (Traditional)	国际输血学会 (ISBT)
抗原 Antigen	Fy^a	008001 or FY1
表型 Phenotype	$Fy (a+b-)$	FY: 1, -2
基因 Gene	FY^a	$FY 1$
	FY	$FY 0$
基因型 Genotype	$Fy^a Fy^a$	$FY 1/1$
	$Fy^a Fy$	$FY 1/0$

(李勇 杨贵贞)