

孔禄卿 编著

血型血清学

XUEXINGXUESERUINGXUE

群众出版社

血型血清学

Blood Group Serology

孔禄卿 编著

群众出版社

一九八八年·北京

血型血清学

孔禄卿 著

群众出版社出版 新华书店北京发行所发行
京安印刷厂印刷

787×1092毫米 32开本 6.5印张 129千字

1988年3月第1版 1988年3月第1次印刷

统一书号：6067·336 定价：1.90元

I3BN7—5014—0105—5/D·67

印数：0001——5500册

绪 言

血型是人类血液的特征之一，具体地说，血型是由人体的抗原抗体反应所显示的遗传标记。动物也有血型，但毕竟没有人的血型那样分明。这种特征作为遗传标记 (genetic marker) 最为突出，所以血型也可以说是免疫遗传学的多态性 (polymorphism) 的代表。因而血型在人类遗传学领域是极其重要的课题。众所周知，血型最广泛地应用于临床上的输血疗法。如果没有血型的知识，输血工作就一筹莫展。在法医学方面，就应用它有规律的遗传现象可以进行亲子鉴定，而更重要的是利用它复杂的多态性来作个人异同的识别。由于血型研究工作的不断进展，新的各种血型陆续发现，血型各系的分型愈来愈复杂，而呈现千姿万态的景象。过去所谓的“血型”，就是单纯地指红细胞上的ABO血型而言，但如今血型的概念已经扩大到红细胞以外的所有其他血液成分，即白细胞、血小板、血清以及红细胞酶等都有独自的血型和型别，血型各系的分型也愈益入微穿细。如果从人类遗传学或法医学的立场而言，则血型抗原种类越多，信息来源也越多，适合于开展科研工作及有利于扩大应用范围。举简单的例子说，ABO系血型分4型，MN系3型，P系2型，Rh-Hr系8型，Se系2型，如将这些各系型别相互配合起来已可组成384种不同组合的血型。如把这些各系的亚型、其他稀有血型，以及高频率抗原和低频率抗原都包括

计算，现知有160种以上的血型抗原存在，而使用与这些抗原相应的抗体，简单地以(+)和(-)判定而能鉴别的血型组合就有 10^{48} 种之多，就是用这种天文学数字的型别，理论上可把地球上的每一个人都一一识别。然而如从临床输血的立场观之，血型抗原种类越简单越有利于诊断及治疗，自不待言。幸亏中国人的血型与白种人相比较似乎没有他们那样复杂，例如Rh血型阴性的人为极少数，所以如新生儿溶血病的症例也很少。但随着血型研究的进展，其复杂性也必有所增长，且世界各个民族的血型分布均各有其独特之处，因此外国的血型研究的成果和知识，特别是外国人测得的各项数据不能生搬硬套于我国各民族，何况我国系多民族国家，人口众多，少数民族成分复杂，血型研究领域极为广阔，故我们应该拟定独自的血型研究的方案及规划，从速建立中国人特有的血型学，以便应用于输血工作及其他科研领域，这是非常重要的。

表1 血型各系的发现年份及其抗原

血 型 系	发现年代	抗 原
ABO	1901	A, B, H
MNSs	1927	M, N, S, $\bar{s}$, U, 其他
P	1927	P_1 , P, P^K
Rh	1940	D, C, $\bar{c}$, E, e, 其他
Lutheran	1945	Lu^a , Lu^b , Lu_s , 其他
Kell	1946	K, $\bar{k}$, Kp^a , Kp^b , Js^a , Js^b , 其他
Lewis	1946	Le^a , Le^b , 其他
Duffy	1950	Fy^a , Fy^b
Kidd	1951	Jk^a , Jk^b
Diego	1955	Di^a , Di^b
Yt	1956	Yt^a , Yt^b
I	1956	I, i
Xg^a	1962	Xg^a
Dombrock	1965	Do^a , Do^b
Colton	1967	Co^a , Co^b
Sid	1967	Sd^a

高频率抗原: Vel, Ge, Jr^a 等

低频率抗原: An^a , By, Levay等

目 录

绪言	(1)
第一章 ABO系血型	(1)
1. Landsteiner的法则	(1)
2. A及B型的亚型(变异型)	(3)
3. 规则性抗体	(6)
4. 血型的遗传	(8)
5. 血型物质的生成	(12)
6. 孟买型及副孟买型 Bombay and Para-Bombay type	(14)
7. 血型契玛拉 (Chimera)	(17)
8. 因病是否可改变血型?	(17)
9. 分泌型及非分泌型	(19)
参考文献	(20)
第二章 MNS _s 系血型	(26)
1. MN血型的发现	(26)
2. MN血型的特性	(28)
3. MN型与S _s 型的关系	(29)
4. MNS _s 系血型的变异性	(31)
参考文献	(32)
第三章 P系血型	(36)
1. 过去的P血型	(36)
2. 抗Ti*抗体的发现	(37)

0376242-8872/29-11902

3. P ^K 抗原	(38)
参考文献	(40)
第四章 Rh-Hr系血型	(43)
1. Rh(+)及Rh(-)	(43)
2. Rh血型的命名法	(44)
3. Rh血型的遗传	(46)
4. Rh血型抗原	(49)
5. -D-与 _c D-型	(50)
6. Rh _{null} 与Rh _{mod} 型.....	(51)
7. Rh与LW 抗原的区别.....	(53)
参考文献	(56)
第五章 Lewis系血型.....	(60)
参考文献	(64)
第六章 其他稀有血型	(66)
1. Lutheran血型	(66)
2. Kell 血型	(67)
3. Kidd血型	(68)
4. Duffy血型	(70)
5. Diego血型	(72)
6. Xg血型	(73)
7. I/i血型	(74)
8. Junior, Jr ^a 抗原.....	(75)
9. Sd ^a 抗原	(76)
10. 高频率抗原.....	(77)
参考文献	(78)
第七章 亲子鉴定问题	(86)

第八章 血清型Serum type	(93)
1. Hp 血清型 Haptoglobin	(94)
(1) 概说	(94)
(2) Hp血清型的分型	(95)
(3) Hp血清型检查法	(96)
Gc血清型	(99)
(1) 概说	(99)
(2) Gc型的出现频率	(100)
(3) Gc型检查法	(101)
3. Gm, Km, Am血清型	(102)
(1) 同种异系型Allotype的分类	(102)
(2) Gm, Km allotype与免疫球蛋白亚型的关系	(106)
(3) Gm, Km型的应用	(107)
(4) 检查法	(107)
参考文献	(110)
第九章 交叉配合试验	(112)
1. 交配试验的目的和范围	(112)
2. 交配试验的方法	(113)
(1) 抗人球蛋白试验(Coombs'teat)	(114)
(2) 蛋白分解酶法	(115)
3. 检验法	(115)
(1) 生理盐水法	(115)
(2) 酶试验法(菠萝酶法)	(116)
(3) 白蛋白法	(116)
(4) 间接抗人球蛋白法(间接柯姆氏试验法)	

.....	(117)
参考文献	(117)
第十章 红细胞酶型	(118)
1. 红细胞酸性磷酸酯酶EAP or AcP	(119)
(1) 概述	(119)
(2) 显色反应	(121)
(3) EAP琼脂糖电泳法	(122)
2. 酯酶D (Esterase D, 简称EsD)	(123)
(1) 显色反应	(124)
(2) EsD高压琼脂糖电泳法	(124)
3. 磷酸葡萄糖变位酶(Phosphoglucumutase, 简称PGM)	(126)
(1) 概述	(126)
(2) 显色反应	(127)
(3) PGM ₁ 淀粉凝胶电泳法	(127)
(4) 本法的其他应用	(130)
4. 腺苷酸激酶(Adenilate Kinase, 简称AK) ..	(130)
(1) 显色反应	(132)
(2) 淀粉凝胶电泳法	(132)
参考文献	(133)
第十一章 白细胞及血小板血型	(136)
1. 白细胞血型的历史	(136)
2. HLA抗原系	(137)
3. HLA的试验方法原理	(141)
4. HLA抗原系的遗传 (亲子鉴定上的应用)	(142)

参考文献	(145)
5. 血小板抗原	(146)
(1) $Zw(P1^A)$ 抗原系	(146)
(2) KO 抗原系	(147)
(3) $P1^E$ 抗原系	(147)
6. 抗血小板抗体	(147)
(1) 自然抗体	(148)
(2) 因妊娠及输血产生的抗体	(148)
(3) 血小板输血的相容性	(148)
参考文献	(149)
第十二章 血型检验技术	(150)
1. ABO血型检验法	(150)
(1) 试管法 (正面试验)	(150)
(2) 磁板 (玻片) 法 (正面试验)	(151)
(3) 试管法检验血清 (反面试验)	(152)
(4) 检验技术上应注意事项	(153)
(5) 抗A及抗B血清的制法	(154)
(6) 检验红细胞时存在问题	(156)
(7) 检验血清时存在问题	(157)
(8) ABO血型无法判定时怎样解决?	(157)
(9) 用吸附及释放试验确证弱A和弱B型	(158)
(10) ABH物质及Lewis抗原的唾液试验	(159)
(11) 免疫抗A及抗B血清的制法	(162)
第十三章 Rh血型检验法	(165)
1. 抗Rh抗体	(165)

2. 快速试管法	(165)
3. 玻片法	(166)
4. D ⁺ 型试验法	(167)
5. 化学方法修饰的IgG抗血清	(168)
6. 其他Rh抗原的试验法	(169)
7. 菠萝酶处理法	(170)
第十四章 抗球蛋白试验	(172)
1. 抗球蛋白试验的原理	(172)
2. 直接抗人球蛋白试验	(173)
3. 间接抗人球蛋白试验	(174)
4. 影响抗球蛋白试验的各种因素	(175)
5. 试验发生错误的根源	(177)
6. 抗球蛋白试验中补体的作用	(182)
7. 添加补体的抗球蛋白试验	(183)
8. 抗人球蛋白血清的制法	(184)
(1) 免疫方法	(184)
(2) 吸收试验	(185)
(3) 抗补体血清的制法	(185)
(4) 抗补体血清的效价测定	(186)
(5) 抗人球蛋白血清最适稀释度的标化	(186)
参考文献	(189)

第一章 ABO系血型

1. Landsteiner的法則

当我们进行输血的时候，首先要考虑的是ABO血型是否相容，此乃必要的条件。其理由是在正常人的血清里必有对自己所有的抗原不起反应的抗体存在，这叫做规则性抗体。这样，有规则地出现不相应的抗体，并能保持它终生不变的在众多血型群里唯有一个ABO系血型。因而该种抗体也称自然发生抗体。此种客观规律称为Landsteiner的法則。ABO系血型是1901年由Landsteiner^{1,2,3}发现的第—种血型。就是红细胞有A抗原（凝集原）时，血清里必有抗B抗体（凝集素），此型称为A型；红细胞有B抗原时，血清里必有抗A抗体，此型称为B型；红细胞没有A和B抗原时，血清里必有抗A和抗B两种抗体，此型称为O型；红细胞有A和B两种抗原时，血清里没有相应的抗体，此型称为AB型。这样，ABO系血型明确而有规则地可以分成4个型，而被认为构成血型学的基础。

ABO血型的检查法有试管法和磁板法两种，都用生理盐水把红细胞洗涤后配成悬浮液检查为原则。凝集原和凝集素相互接触时就能发生红细胞凝集反应。凝集反应是红细胞凝聚成块状的抗原抗体反应的一种，血型的研究方法，主要依赖于凝集反应进行的。现将红细胞和血清的相互关系列表

如表 2。

如果用B型血清（抗A抗体）和A型血清（抗B抗体）作为标准试剂来检查某一人的红细胞抗原，就能决定他属于4种型中哪一种型（参见表3）。在欧美各国除用抗A和抗B抗体外，也用O型血清进行判定。如果用A型红细胞和B型

表2 ABO系血型抗原和抗体的相互关系

血 型	红 细 胞 (抗原)	血 清	
		(抗A)	(抗B)
O	—	有	有
A	A	无	有
B	B	有	无
AB	A,B	无	无

表3 用抗A、抗B血清或A型、B型红细胞检查ABO血型

判定血型	检查试剂		A型红细胞	B型红细胞
	抗A血清	抗B血清		
O	-	-	+	+
A	+	-	-	+
B	-	+	+	-
AB	+	+	-	-

注：1.对于A型、B型红细胞检材是血清，即反面试验。

注：2.（+）表示凝集反应阳性，（-）表示阴性。

红细胞来检查某一人的血清里抗体，则同样能决定他属于何型（参见表3）。前一种试验法称为正面试验（表试验），后一种称为反面试验（里试验），反面试验必须用试管法进行判定。当我们检验ABO血型时必须同时做正面和反面两种试验，观察表里两种结果是否相符合，以期判定结果无误。因为有时遇到亚型（变异型）时，正面试验和反面试验的结果不一定符合（例如B_m型，后述）。

新生儿的A抗原和B抗原还未十分成熟，据研究成熟程度只有成人的约60%，直至5岁左右才接近成人的水平。在新生儿抗A和抗B抗体尚未生成，或其效价很低，一般都在1:8以下，以后随着月龄之增长，抗体效价逐渐升高。

我国幅员辽阔，又是多民族国家，各少数民族的A和B抗原的出现频率有所不同。根据上海居民（主要是汉族）40,980人的调查结果⁴，O型占30.86%，A型占31.31%，B型占28.06%。AB型占9.77%。大体上是3:3:3:1的比例。（日本人约A型40%，O型30%，B型20%，AB型10%）⁵。

2. A和B型的亚型（变异型）

von Dungern of Hirszfild(1911)⁶曾发表A型可分为显示强凝集的和弱凝集两种亚型，前者称为A₁型，后者称为A₂型。这两种亚型对通常的抗A血清虽有强弱之差都能起反应，但A₁型能与特殊的抗A₁血清发生型特异性反应，对此抗体A₂型则不起反应。在白种人A₂型占A型中的约20%⁷（A₂B型也同样）。据大久保等⁸用植物凝集素抗A₁抗体（*Dolichos biflorus*）检查日本人的A₂型，A型总

数17,516例中 A_2 型只找到26例(0.15%)；AB型总数4,210例中 A_2B 型45例(1.07%)。此数据与白种人的20%相比有很大的差距。中国人在上海地区 A_2 型约占2.41%， A_2B 型约为8.67%。上述4种亚型的被凝集力是以 A_1 为最强， A_2B 最弱，即 $A_1 > A_1B > A_2 > A_2B$ 。在常规检查中 A_1 和 A_2 型几乎难以区别。 A_2 型对于抗A血清的凝集似乎稍许缓慢且微弱，但凝集的图象则完全没有两样。如用效价不高的抗A血清，则可能对 A_2 或 A_2B 型的反应呈阴性，而且 A_2 型，特别是 A_2B 型有时在血清里出现抗 A_1 抗体(不规则抗体)，因此存在着被误认为O型或B型之可能性，检查时必须加以注意(抗 A_1 抗体属于冷抗体，一般在37℃不起反应)。

另外，还有一种更弱的A亚型，称为 A_3 型。 A_3 型与抗A血清的凝集已经相当微弱，所示部分凝集的图象，镜检时宛如汪洋大海里的点点小岛那样称为(mixed field agglutination)，所以用肉眼观察时容易看错为O型，必须用显微镜观察才能分清。 A_3 型的出现频率极低，但从正反两方面进行检查，由于 A_3 型血清中只有抗B抗体，故一般不致于判定错误(必要时也可检验唾液中的A型物质)。

至于其他变异型，则更属罕见，如 A_x ， A_m ， A_{el} 型等。这些变异型对于抗A血清都已不起反应。 A_x 型对O型血清即抗(A+B)能发生阳性反应，血清里时有出现抗 A_1 抗体，唾液里不分泌A型物质，而只分泌H物质。 A_m 型对O型血清呈阴性反应，在唾液里分泌A和H物质。据此可以区别两者之不同。 A_{el} 型只能用释放试验才能证明，唾液里也分泌H物质，据此可与 A_x 和 A_m 区别。(el是elution释放之意)。

关于B型的亚型，据西方各国的研究，不如A亚型分类

那么清楚。据山口¹⁰，1974年日本大阪血液中心综合百十余万人的血型检查结果表明，日本人B变异型出乎意料地偏多，约相当于A变异型的10倍。B型变异型大多数属于B_m或AB_m型，对O型血清不发生反应，而在修饰基因控制下遗传的。凡遇到在正面试验中判定为O型或A型，而在血清中未能证明抗B抗体的血液样品时，基本上可以认为是B_m型。B_m型在血清或唾液中含有多量的B型物质和H物质。

B_m变异型在我国尚未见有报道，但在美国吴梅筠¹¹报告罕见的一例。

表4 ABO系血型的变异型（据大久保1973）

变异型	抗 A	抗 B	抗 (A + B)	血清中的不规则抗体	唾液(分泌型)
A ₃	+	-	+	有时有抗A ₁	A, H
B ₃	-	+	+	有时有抗B	B, H
A _x	± ~ -	-	+	抗A ₁	H
B _x	-	± ~ -	+	抗B	H
A _m	-	-	-	-	A, H
B _m	-	-	-	-	B, H
A _{el}	-	-	-	-	H
B _{el}	-	-	-	-	H

• 部分凝集