

免疫血液学

李昌林

美国

芝加哥拿西医学院内科学病理学教授

蒙特辛纳医学中心血液中心主任

美中部红十字会血液部科学主任

四川医学院

一九八〇年成都

PDG

吴梅筠 编

目 录

第一讲 血型抗原

一、定义	(1)
二、抗原的物理性质	(1)
三、抗原的化学性质	(2)
四、抗原的生物学特性	(3)

第二讲 ABO 及 Rh 系统

一、主要的红细胞系统	(6)
二、ABO 血型系统	(6)
三、Rh 系统	(11)

第三讲 其他血型系统

一、P 及 MNSs 系统	(17)
二、Kell、Duffy 及 Kidd 系统	(18)
三、Lutheran 系统及其他血型系统	(20)
四、血小板与白细胞抗原 (HLA)	(21)

第四讲 免疫反应

一、影响免疫反应的因素	(23)
二、与免疫反应有关的细胞	(24)
三、抗体的应答与产生	(28)
四、免疫反应的控制	(29)
五、产生单克隆抗体	(29)

第五讲 免疫球蛋白及血型抗体

一、免疫球蛋白分子结构的基本单位	(31)
二、五类免疫球蛋白	(32)
附录：实验室常用术语的简介	(37)

第六讲 补 体

一、补体的成份	(39)
二、补体的激活	(40)
三、补体的功能	(42)
四、补体在血库方面的应用	(43)

第七讲 红细胞凝集反应

- 一、影响红细胞凝集的因素..... (44)
- 二、红细胞上的负电荷与凝集反应的关系..... (45)
- 三、凝集反应的诱导与促进因素..... (45)
- 四、不正常凝集反应..... (47)
- 五、红细胞凝集反应检查方法改良的趋势..... (47)

第八讲 其他抗原抗体反应

- 一、抗原抗体基本结合..... (49)
- 二、抗原抗体结合继发表现..... (49)
- 三、抗原抗体结合第三表现..... (51)

第九讲 抗体鉴定

- 一、基本材料..... (53)
- 二、了解各种抗体的特性..... (54)
- 三、实验必要的基本试剂..... (57)
- 四、基本技术与程序..... (58)

第十讲 组织相容性试验

- 一、器官移植的类型和免疫问题..... (61)
- 二、组织相容性抗原..... (61)
- 三、HLA 的遗传特性..... (63)
- 四、HLA 与器官移植..... (66)
- 五、HLA 与疾病的关系..... (68)
- 六、HLA 用于父权鉴定..... (69)

第十一讲 血液成份的制备

- 一、采集全血、血浆、血小板及白细胞..... (70)
- 二、冷沉淀物的制备..... (71)
- 三、红细胞的处理..... (71)

第十二讲 血液的检查和保存

- 一、血液的检查..... (74)
- 二、红细胞的保存..... (74)
- 三、血小板的保存..... (78)

第十三讲 血液成份的输用

- 一、常用的血液成份..... (79)
- 二、血液成份的应用与输血适应症..... (80)
- 三、输血前的检查..... (82)

四、输血应注意事项	(84)
-----------	------

第十四讲 输血反应

一、输血反应的频率	(86)
二、输血反应	(87)
三、输血反应的调查	(92)
四、输血反应的预防	(93)
五、关于人造血	(94)

第十五讲 输血后肝炎

一、病毒性肝炎的种类与命名	(97)
二、非甲非乙型肝炎	(98)
三、乙型肝炎	(98)
四、肝炎的预防	(103)

第十六讲 妊娠伴免疫

一、基本原理	(105)
二、致病因素	(105)
三、新生儿溶血症的检验	(106)
四、婴儿出生前后的临床表现	(108)
五、治疗与预防	(108)

第十七讲 免疫遗传及其应用

一、免疫遗传研究	(111)
二、血型基因定位	(111)
三、父子关系的测定	(113)

第十八讲 与血库工作有关的药物及试剂

一、药物影响红细胞的直接抗球蛋白试验	(116)
二、其他有关的药物及化学物质	(117)
三、常用试剂	(118)

第十九讲 血库工作中的数学问题

一、输血工作中的有关数学问题	(122)
二、血液免疫学中有关的数学问题	(123)

第二十讲 传染性单核细胞增多症

一、概述	(127)
二、非典型淋巴细胞的形态特征	(127)
三、常见的抗体及免疫学诊断	(128)
附：L.E细胞试验 毛细玻管法	(131)

第一讲 血型抗原

Blood Group Antigens

一、定 义

(一) 抗原: 抗原是能刺激产生特异性抗体并与该抗体发生特异性反应的物质; 抗原还能引起细胞免疫反应并与致敏淋巴细胞发生反应。

(二) 半抗原: 本身没有引起产生抗体的能力, 但与蛋白质结合后可以引起产生抗体。半抗原有两种: 一种可与抗体直接发生可见的反应, 一种可以中和抗体活性。

二、抗原的物理性质

(一) 分子大小: 分子太小了不具有抗原性, 至少需在 4000~6000 Mw. 才具有抗原性。

(二) 形状: 抗原的物理性质与抗原肽链上的氨基酸排列顺序及构形有关。

(三) 抗原的数目及分布: 不是整个细胞上都是抗原, 各型细胞上的抗原位点有的多, 有的少, 有的密集, 有的疏松。过去认为血型抗原只是红细胞上有, 现在认为在其他细胞上也有血型抗原。红细胞上的抗原有的在细胞表面, 有的在细胞膜内。红细胞膜是一种双层类脂结构, 类脂头部是亲水的, 尾部是忌水的。膜中间夹杂三种蛋白: a、糖蛋白, b、简单蛋白, c、膜收缩蛋白。ABO抗原是糖蛋白, 不影响膜的结构。孟买型 (Bombay type) 虽然没有ABH抗原, 但细胞不会发生溶血等异常情况。Rh抗原是膜内镶嵌蛋白。Rhnull细胞没有C、c、D、E及e抗原, 所以这种细胞呈唇样细胞, 功能异常, 容易溶血。膜收缩蛋白与维持细胞形态有关。一个红细胞上Rh抗原有10,000万个左右位点, --D--有100,000个位点, D只有几千个位点, A抗原有将近100万个位点。

(四) 可溶性抗原: 各种血型抗原在红细胞、血浆、分泌液中的分布: (表1-1)

ABH、Lewis、T、sid、i、I这几种抗原除红细胞上有这些抗原外, 在血浆、分泌液中也都存在。Lewis抗原是血浆中的抗原, 红细胞由血浆中吸收Lewis抗原。血浆中没有I抗原。Ch、Rg^a (C4)、P、Pk、Bg^a、Bg^b、Bg^c等抗原在分泌液中没有找到。Bg^a、Bg^b、Bg^c是白细胞抗原, 可能是由白细胞脱落下来到了血浆中, 再由血浆中吸附到细胞上, 形成红细胞抗原。还有很多抗原只在红细胞上存在。

C4与Chido及Rodger抗原的关系: C4与Chido及Rodger都与HLA成连锁关系, C4用电泳分析可以出现三种类型: F、S、及FS。F与Rodger抗原有关, S与Chido抗原有关。有一种人没有C4, 也没有Chido及Rodger抗原, 若将血将中的C4吸收后, Chido及Rodger抗原也

消失。Chido及Rodger阴性的红细胞若吸附C4可以获得Chido及Rodger抗原，C4也能抑制抗Chido及抗Rodger抗体（见表1—2），所以现在相信C4就是Chido及Rodger抗原。

表 1—1 可 溶 性 抗 原 的 分 布

抗 原	红 细 胞	血 浆	分 泌 物
A、B、H、 Lewis T、sid i I	+ + + + +	+ ← + + + —	+ (分泌型) + + + +
Ch ^a 、Rh ³ (C4) P、P ^k Bg ^a 、Bg ^b 、Bg ^c (HLA—B ₇ 、B ₁₇ 、A ₂₈)	+ + + (? WBC) →	← + + +	— — —
其 他 抗 原	+	—	

1978年摘自Crookston 并修改

表 1—2 C4 与 Chido 及 Rodger 的关系

C4	Chido	Rodger
相关联 F S FS	— + +	+ — +
先天缺乏	—	—
被 吸 收	消 失	消 失
Chido, Rodger 阴性红细胞		
吸 附	获 得	获 得
抑 制	抗 体	抗 体

三、抗原的化学性质

- (一) 蛋白、糖蛋白、脂蛋白，大多数抗原是这些物质。
- (二) 某些动物的抗原物质是纯多糖。
- (三) 纯脂或游离 DNA 无抗原性。
- (四) 红细胞上的唾液酸与抗原的特异性有关。

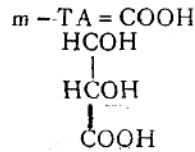
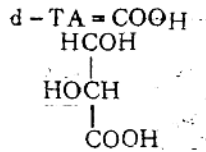
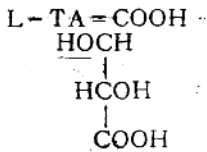
四、抗原的生物学特性

(一) 血清特异性:

例如 Landsteiner 用各种酒石酸异构体进行免疫注射, 所产生的抗体对于与自己相同的酒石酸异构体反应强, 而对其他酒石酸异构体虽有交叉反应, 但反应弱 (见表 1-3)。

表 1-3 各种酒石酸异构体的抗体特异性

半 抗 原	抗 体		
	L-TA	d-TA	m-TA
L-TA	+++	+/-	+/-
d-TA	-	+++	+/-
m-TA	+/-	-	+++



按 Landsteiner 1929.

另外一些复合抗原, 它们的抗体与复合抗原反应强, 与单独的抗原无反应, 如抗IH对IH抗原反应强, 与I或H抗原无反应。常见的复合抗原见 (图 1-1)。

ABO、Lewis、I及P系统的抗体, 主要是 IgM, 常有复合抗体如抗 H₁I 等等。这些系统的抗原因其化学成份很相近, 都是糖蛋白, 决定簇亦相似, 都有液体性的抗原, 几种抗原常在同一个红细胞上出现而成为复合抗原。

(二) 抗原的遗传: 血型抗原都是按孟德尔定律遗传的。

(三) 抗原决定簇: 包括三种, 即氨基酸类、糖类与辛酸盐。

1. 氨基酸决定簇。免疫球蛋白是由若干氨基酸组成的, 不同的人其免疫球蛋白的氨基酸组成不同, 所以抗原性也不同, 例如在第 356 氨基酸位置上若是天冬氨酸,

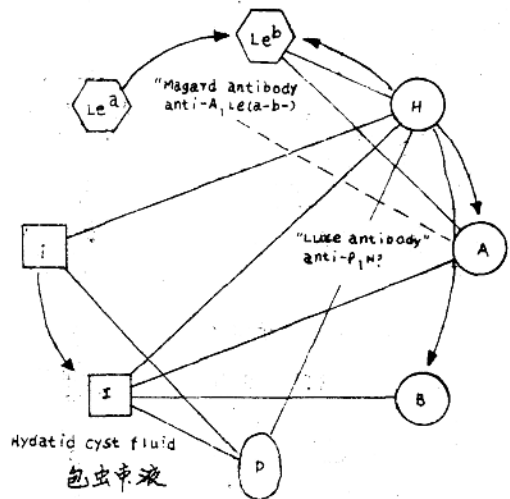


图 1-1 ABH、Lewis、P及I系统内的复合抗原

358位置上是亮氨酸时，就形成Gm（1）；若在356、358位置上换为谷氨酸及甲硫氨酸，便形成Gm（-1）这种差别叫同种异型（Allotype）（表1—4）。

表 1—4 一些免疫球蛋白的决定簇

同种异型	氨基酸	所在位置	所在肽链区	亚 型
Gm（1）	天冬氨酸	*353	CH ₃	IgG ₁
	亮氨酸	*358		
Gm（-1）	谷氨酸	*356	CH ₃	IgG ₁
	甲硫氨酸	*358		
Gm（4）	转氨酸	*214	CH ₁	IgG ₁
Gm（-4）	赖氨酸			
Gm（5）	苯丙氨酸	*436?	CH ₃	IgG?
Gm（21）	酪氨酸			
Km（1-2）	亮氨酸	*191	CL	Kappa
Km（3）	缬氨酸			

2.糖类决定簇。一个6碳糖有6个碳位置，当一个糖链它的第一个糖的第一位置碳与第二个糖的第三个位置碳的连接链，叫Ⅰ型链，与第二个糖的第四个位置碳连接的链，叫Ⅱ型链（图1—2）。

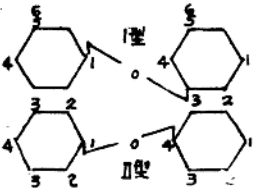


图 1—2 I、Ⅱ型链示意图

人体内有一种物质，是由四个糖连接而成。四个糖用不同的符号表示：◻代表N-乙酰-D-半乳糖胺，◻代表D-半乳糖，△代表N-乙酰-D-葡萄糖胺，○代表岩藻糖。这四种糖连接成的物质与XIV型肺炎球菌的抗原是一样的（图1—3）。

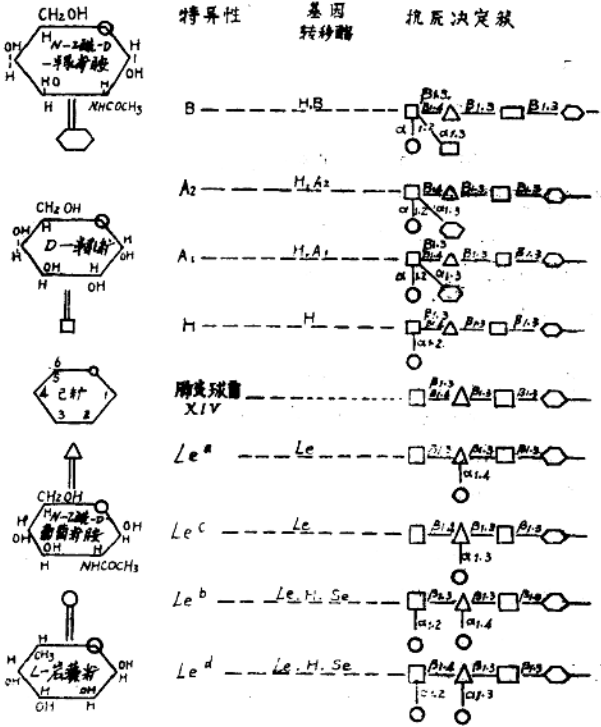


图 1—3 ABO和Lewis抗原决定簇

如果一个人有H基因,这个基因控制一种转移酶,能使L-岩藻糖连结在这种物质的第一个半乳糖上,这样XIV型肺炎球菌抗原就转变成H物质。O型的人有H基因,所以O型人只有H抗原。A基因控制另一种转移酶,能使N-乙酰-D-半乳糖连结在H物质的半乳糖上,于是H物质就变成A物质了。H物质有两种链,一种是I型链,一种是II型链。A型分A₁型和A₂型。A₁型能使N-乙酰-D-半乳糖胺与两种类型的H物质结合,而A₂型只能使N-乙酰-D-半乳糖与第II型的H物质结合。B基因控制另一种转移酶,这种酶可将D-半乳糖胺连接在H物质的半乳糖上,这样就变成B物质了。可见A与B抗原都是由H物质转变来的,只是两种转移酶不同。从这里我们可以看出糖类不同其所形成特异性抗原决定簇也不同,血清学特异性就大不相同。有的A₁型的人因为患了下部肠道疾病(感染、肿瘤),有时血型可变成A₁B型(Acquired B),这是怎么回事呢?有人这样解释:这种人获得一种D-乙酰基转移酶,使A型物质上的N-乙酰-D-半乳糖胺上的乙酰基被OH取代,变成D-半乳糖,所以获得类似B抗原,因此A₁型变成A₁B型了。再用XIV型肺炎球菌抗原这四种糖来观察另一个血型系统中的Lewis血型的特异抗原决定簇。如果一个人有Le基因,这个基因控制一种转移酶能使同样的岩藻糖连结在这四种糖链的第二个糖基上,即N-乙酰-D-葡萄糖胺上,于是形成Le^a抗原。H抗原与Le^a抗原糖的种类是一样的,只是岩藻糖存在的位置不同,特异性就不一样了。Le^b抗原是在H抗原的基础上再给第二个糖连结一个岩藻糖,便成Le^b抗原了。所以Le^b物质并不是受一个特别的Le^b基因控制,而是决定于H和Se基因。一个人如果有H和Se基因,也有Le基因,便形成Le^b物质。如果有Le基因,没有H和Se基因,就只能是Le^a物质,所以Le^b不是Le^a的等位基因(见图1—3)。

P血型系统有五个物质(见图1—4)。

P血型在临床上没有什么重要性。

免疫球蛋白的抗原特异性是由氨基酸决定的。ABH与P的特异性是由糖决定的。下面谈一下MN血型系统,它的特异性既与氨基酸种类有关,又与糖的种类有关(见图1—5)。

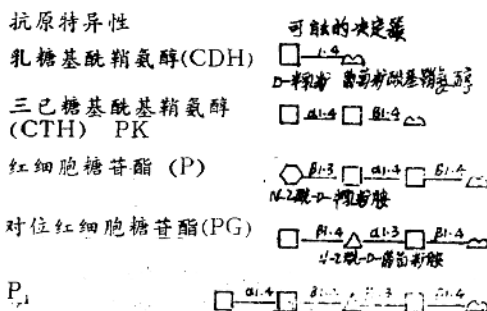


图1—4 P系统抗原决定簇

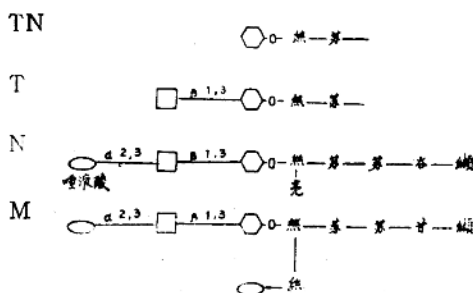


图1—5 MN系统的抗原决定簇

在T抗原上再加一个唾液酸就变成N抗原决定簇。过去认为M与N的区别就是M比N多一个唾液酸,因为多了一个唾液酸,抗原特异性就不同了。现在认为M与N在氨基酸上也不同,N抗原第一位氨基酸是亮氨酸,第五位氨基酸是谷氨酸。M抗原第一位是丝氨酸,第五位是甘氨酸。

3.辛酸盐:这是一种白蛋白稳定剂,在制备白蛋白时起到保护白蛋白的作用,所以输白蛋白后有时可产生抗辛酸盐的抗体。

(陈稚勇 整理)

第二讲 ABO 及 Rh 系统

一、主要的红细胞系统

Race 与 Sanger (1975) 把已经发现的许多血型抗原, 按遗传关系, 分为21个系统。另外还有一些抗原研究尚不充分, 暂时叫它们为公共血型组, 亦叫高频率组(表示一千个人当中999个人有此抗原)及私有血型组, 亦叫低频率组(表示一千人当中, 只有一个人有此抗原), (见表2-1)。

表2-1

红细胞的血型系统

时 间	血 型 系 统	新 发 现 的 血 型 数 目	
		公 共 血 型	私 有 血 型
1901	ABO		
1902-28			
1929-30	MN, P		
1931-35	Se		
1936-40	Rh		
1941-45	Lu		
1946-50	K, Fy		1
1951-55	Jk, Le, Di	1	3
1956-60	Yt	2	2
1961-65	Au, Xg ^a , Do, Sc, Cs	6	8
1966-70	Co, Sd, Bg, Ch	2	7
1971-75	无明显进展		7

可以把普通血型按它们的抗体, 分为两大组: 一组主要为IgM 抗体, 如ABO, Lewis, P, I, 及MN血型系统; 一组主要为IgG抗体, 如Rh, Kell, Duffy及Kidd血型系统, 常常需要用抗球蛋白试验法才能查出。

二、ABO 血 型 系 统

(一) ABO血型系统的特征:

1、在血清中有凝集素

血 型	血清中应有的抗体
O 型	抗A, 抗B (IgG)
A 型	抗B (IgM)
B 型	抗A (IgM)
AB 型	——

2、在组织中、血浆中、分泌液中有血型物质。

O 型有	H 物质
A 型有	H、A 物质
B 型有	H、B 物质
AB 型有	H、A、B 物质

在分泌液中只有分泌型的人(Secretor)才有血型物质, 非分泌型的人(Non-secretor)就没有血型物质 (见表 2—2)。血型物质的意义: ①保护胎儿免受来自母体中抗体的损害, ②常是移植不成功的主要原因。

表 2—2 分 泌 型 与 非 分 泌 型

	分 泌 型 者	非 分 泌 型 者
频率	80%	20%
控制基因	Se	Se
ABH物质	存在	不存在
Lewis物质	Le ^a + Le ^b	Le ^a
Lewis表现型	Le(a-b+)	Le(a+b-)

(二) 分型: 根据 ABO 型的这种特征, 在查血型时不仅需用已知抗体检查红细胞的抗原, 还要用已知血型的红细胞检查血清中的抗体。在美国这件工作是由两个人作的, 互相谁也不知道, 把两个人的结果结合起来, 才能定型 (表 2—3)。

表 2—3 ABO 分 型

	用 抗 体 检 查		用 红 细 胞 检 查	
	抗 A	抗 B	A 细 胞	B 细 胞
O 型	-	-	+	+
A 型	+	-	-	+
B 型	-	+	+	-
AB 型	+	+	-	-

+: 表示凝集 -: 表示不凝集

A型及B型都有亚型，B的亚型比较少。表2—4、2—5、2—6对A及B的亚型特征一般地表示出来了，实际检查要复杂得多。

表2—4 ABO抗原亚型的特征

表现型	用已知抗血清检查红细胞					用标准红细胞检查血清				吸收 放散	分泌物 中血型 物质
	抗A	抗A ₁	抗B	抗A,B	抗H	A ₁	A ₂	B	O		
A ₁	+	+	-	+	-	-	-	+	-	A	A,H
Aint	+	w ⁺	-	+	w ⁺	-	-	+	-	A	A,H
A ₂	+	-	-	+	+	-, +(1%)	-	+	-	A	A,H
A ₃	mf	-	-	mf	+	-, +(20%)	-	+	-	A	A,H
Abantu	mf	-	-	mf	+	+	-	+	-	A	H
Aend	-, +	-	-	w ⁺	+	-	-	+	-	A	H
Ael	-	-	-	-	+	-	-	+	-	A	H
Ax	-, w ⁺	-	-	+	+	+	-, +	+	-	A	H
Am	-, w ⁺	-	-	-, w ⁺	+	-	-	+	-	A	A,H
B	-	-	+	+	-	+	+	-	-	B	B,H
B ₃	-	-	mf	mf	+	+	+	-	-	B	H
Bx	-	-	vw ⁺	w ⁺	+	+	+	-	-	B	B,H
Bm	-	-	-	vw ⁺	+	+	+	-	-	B	
O	-	-	-	-	+	+	+	+	-	H	H
Oh	-	-	-	-	-	+	+	+	+	?	-

vw⁺=很弱, w⁺=弱, +=凝集, -=不凝集, mf=少数大块凝集, 伴有大量游离细胞。

Oh是孟买型 (Bombay Type), 发现于印度孟买, 美国也见到, 对研究工作很重要。

表2—5 A₁红细胞与 A₂红细胞的差别

	A ₁ 型红细胞	A ₂ 型红细胞
与抗A血清反应:	+++	++
与抗A ₁ 血清反应:	+	-
抗原位点数目	成人 1,000,000	250,000
脐血	310,000	140,000
决定簇	I型及II型链	II型链
α乙酰—D—半乳糖胺	在pH 6时最多	在pH 7时最多
转移酶	活力较强	活力较小

表 2—6

Cis—AB 与 获 得 性 类 B

发 生 原 因	Cis—AB型	获 得 性 类 B
	遗传决定的一个单倍型上同时有AB基因	A ₁ 型人因患下部肠胃病感染, 肿瘤, 获得一种D-乙酰转移酶 (D-acetylase)
可能生的小孩	A ₂ B或O	A ₁ 或O
本人红细胞	通常为A ₂ B型	通常为A ₁ B型
血清中抗体	弱	强
发 生 频 率	少见, 目前全世界只十多个至二十个	常见, 每年可见到 4—5 次

Cis—AB 常常是母亲是AB型, 却有 O 型小孩, 这是因为母亲有两种单倍型 $\begin{smallmatrix} A & B \\ B & A \end{smallmatrix}$

(三) ABO抗体: ABO抗体有“天然”的及“免疫性”两种。“天然”抗体是指未经抗原刺激(输血或妊娠)而产生的抗体。一般O型的血清中多为IgG抗A及抗B, 而A型或B型的血清中多为IgM抗体, 区别见表 2—7。

表 2—7

“天然”抗体及“免疫”性抗体的区别

	“天然”抗体	“免疫性”抗体
抗原刺激	未知	妊娠、输血
Ig类别	IgM	IgG
通过胎盘	不能	能
在试管内溶血	少见	常见
A ₁ B物质中和	可被中和	部份被中和
凝集A型猪红细胞(PA)	不	凝
最适反应温度	0℃—25℃	37℃
对加热或SH基	敏感	不敏感
化合物的作用		
对大分子介质的作用	滴度低	滴度高
对酶处理过的红细胞	变化不大	能反应

(四) 检查ABO血型常易发生的问题: 可参考(表 2—8)。

表 2—8

检查 ABO 血型容易出现的问题

红细胞凝集反应改变		血浆凝集反应改变	
反应增强及额外反应	反应减弱或消失	反应增强及额外反应	反应减弱或消失
抗体：胶体介质、抗球蛋白 细菌产生的多醣复合物：阿苦利黄，辛酸盐，非那西汀，二价铁，华通氏胶冻	A_3 , A_x , A_m , B_3 , B_x , O_h , 白血病时抗原性减弱 胃肿瘤时，血型物质增加，吸收了相应抗体 嵌合细胞：输血、孪生兄弟	自身抗体： 温、冷凝集素 同种异型抗体： 抗 A_1 ，抗H，抗M，抗 Le^a …… 被动获得： 抗D 缙钱状	先天性低丙种球蛋白血症婴儿 疾病：粒细胞白血病，慢性淋巴细胞性白血病

(五) 关于O型及孟买型 (O_h) 的遗传

一个A型父亲，假设他是杂合子 (A/O)，但H基因是纯合子，母亲是B型，也是杂合子 (B/O)，H基因也是纯合子，那末，他们的子女中，四种血型的小孩都可能，见图2—1。

H的等位基因是h，不能形成H物质，A及B物质是由H变来的。孟买型的人，因为没有H基因，即使他有A基因，也不能形成A物质，所以他的红细胞像个O。但又没有H，所以写作 O_h 。孟买型遗传如图2—2。

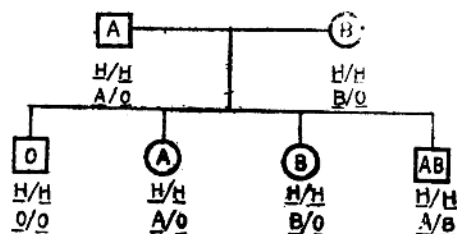


图 2—1 ABO血型遗传

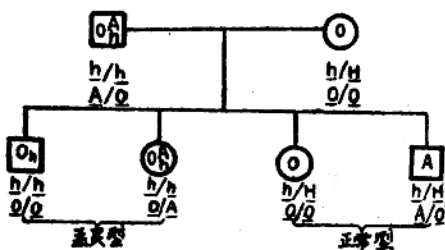


图 2—2 孟买型遗传

(六) ABO抗原的发展过程：见图2—3。

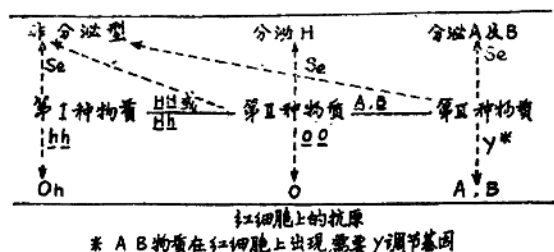


图 2—3 ABO抗原的产生过程

(七) 不同血型的父母其子女可能的基因型:

		母亲的基因型					
		OO	AA	BB	AO	BO	AB
父亲的基因型	OO	OO					
	AA	AO	AA				
	BB	BO	AB	BB			
	AO	AO OO	AA AO	AB BO	AO AA OO		
	BO	BO OO	AB AO	BB BO	AB AO BO OO	BO BB OO	
	AB	AO BO	AA AB	AB BB	AB BO AA AO	AB BB AO BO	AB AA BB
子女的基因型							

近来Yoshida (1980) 检查血浆中的交叉反应蛋白成分, 结合检查血浆中的 A 及 B 转移酶可确定人的基因型, 见表 2—9。是否可靠, 有待积累资料。

表 2—9 用 血 浆 鉴 定 基 因 型

基 因 型	A 转移酶	B 转移酶	CRM*
<u>A</u> ₁ <u>A</u> ₁	+	-	-
<u>A</u> <u>O</u>	+	-	+
<u>B</u> <u>B</u>	-	+	-
<u>B</u> <u>O</u>	-	+	+
<u>O</u> <u>O</u>	-	-	+

* 交叉反应蛋白成份 (Cross-Reactive Protein Components)

三、Rh 系 统

(一) 命名法: 目前有三种命名法: 1、Fisher—Race 命名法; 2、Wiener 命名法; 3、Rosenfield命名法。Rosenfield命名法现在还不常使用, 但是随着新的抗原不断出现, 今后非用Rosenfield命名法不可。Wiener的概念较正确, 但Fisher—Race命名法易接受, 较常

用。现在已经发现40多个Rh因子，用Wiener法已经无法表示，强迫人们今后要习惯使用数字命名法（表2—10）。

表2—10 不同作者对Rh的概念以及命名法（举例说明）

		概 念	染色体1a	染色体1b
单 倍 型	Wiener	一个位点	Rz	r
	Fisher-Race	三个亚位点	DCE	dce
一个单倍型	Wiener	一个凝集原上有2—3个因子	Rhz Rh _c , rh', rh''	rh hr', hr''
控制的抗原	Fisher-Race	2—3个抗原	D, C, E	c, e
	Rosenfield	用数字表示	Rh1, Rh2, Rh3	Rh4, Rh5

（二）Rh 抗原：用常见的五种Rh抗血清，可以把Rh血型分成很多表现型（见表2—11）。

表2—11 五种抗血清确定的Rh各种表现型

抗 血 清					表 现 型		
Rh (D)	rh' (C)	rh'' (E)	hr' (c)	hr'' (e)	Rh-Hr	F--R	数 字 名 称
+	+	○	+	+	Rh ₁ rh	CcDee	Rh ₁ 1,2,-3,4,5
+	+	○	○	+	Rh ₁ Rh ₁	CCDee	Rh ₂ 1,2,-3,-4,5
+	+	+	+	+	Rh ₁ Rh ₂	CcDEe	Rh ₃ 1,2,3,4,5,
+	○	○	+	+	Rh ₀	ccDee	Rh ₄ 1,-2,-3,4,5
+	○	+	+	+	Rh ₂ rh	ccDEe	Rh ₅ 1,-2,3,4,5,
+	○	+	+	○	Rh ₂ Rh ₂	ccDEE	Rh ₆ 1,-2,3,4,-5
+	+	+	○	+	RhzRh ₁	CCDEe	Rh ₇ 1,2,3,-4,5
+	+	+	+	○	RhzRh ₂	CcDEE	Rh ₈ 1,2,3,4,-5
+	+	+	○	○	RhzRh ₃	CCDEE	Rh ₉ 1,2,3,-4,-5
○	○	○	+	+	rh	ccdee	Rh ₁₀ -1,-2,-3,4,5
○	+	○	+	+	rh'rh	Ccdee	Rh ₁₁ -1,2,-3,4,5
○	○	+	+	+	rh''rh	ccDEe	Rh ₁₂ -1,-2,3,4,5
○	+	+	+	+	rh rh	CcdEe	Rh ₁₃ -1,2,3,4,5

图2—4是两年以前绘制的，系用三种命名法表示了39种Rh抗原，事实上据我所知现在已经发现40个。其中有五个最重要（Rh1、2、3、4、5）。Rh1有6个亚型（Rh13、14、30、23、15、16），每个是Rh1的一部份。Rh2及Rh4是对偶抗原，有4个变异型（Rh8、9、21、23）。Rh3及Rh5亦是对偶抗原，有6个变异型（Rh11、24、19、20、28、