

血型与血库

XING YU XUE

上海生物制品研究所血型组编著

上海生物制品研究所血型组编著

血型与血库

上海生物制品研究所血型组 编著

上海人民出版社出版

(上海绍兴路5号)

新华书店上海发行所发行 上海新华印刷厂印刷

开本 787 × 1092 1/32 印张 10.625 字数 231,000

1977年1月第1版 1977年1月第1次印刷

毛主席语录

应当积极地预防和医治人民的疾病，推广人民的医药卫生事业。

人类总得不断地总结经验，有所发现，有所发明，有所创造，有所前进。

把医疗卫生工作的重点放到农村去。

前 言

在毛主席革命路线指引下,我国医疗卫生事业迅速发展,输血与血型工作也随着不断扩大。为了进一步提高输血与血型工作质量,更好地为广大工农兵伤病员服务,我们根据历年来的工作经验,把我所一九七一年编写的《血库与血型讲义》作了修改,并增加了部分新的内容,重新汇编成册,以供输血与血型工作者等有关医务人员参考。

本书内容主要是介绍了血库和献血的组织管理、输血器材的准备、血型检验及新生儿溶血病与输血反应的研究和防治、有关各类抗血清的制备以及试剂配制的技术操作等方法;此外,还介绍了国内外有关输血与血型工作的发展趋向。

由于我们政治水平不高,业务能力有限,又缺乏编写经验,错误和不足之处在所难免,谨请同志们给我们提出宝贵意见,以便再版时修改订正。

目 录

第一篇 血 型

第一章 ABO 血型	5
第一节 ABO 血型的分类	5
第二节 ABO 血型的亚型	7
第三节 ABO 血型的遗传	10
第四节 血型物质	12
第五节 异常血型	15
第六节 分泌型及非分泌型	17
第二章 Rh 血型	19
第一节 Rh 血型的遗传	20
第二节 Rh 血型的鉴别	24
第三节 Rh 血型的抗原	26
第四节 Rh 亚型	27
第五节 Rh 缺失型	28
第六节 Rh 抗体	28
第三章 MNSs 血型	34
第一节 MNSs 血型的遗传	34
第二节 MNSs 血型的鉴别	35
第三节 Ss 血型	37
第四章 其他血型	39
第一节 P 血型	39
第二节 Lewis 血型	41
第三节 Lutheran 血型	44

第四节	Kell 血型	45
第五节	Kidd 血型	46
第六节	Duffy 血型	47
第七节	Xg 血型	47
第八节	稀有血型	50
第九节	血型基因频率计算	52
第五章	白细胞与血小板的血型	56
第一节	白细胞抗原	56
第二节	血小板的抗原	59
第六章	血型抗体	61
第一节	抗体的产生	62
第二节	完全抗体与不完全抗体	63
第三节	各种血型的抗体	66
第四节	白细胞抗体及血小板抗体	70
第五节	γ 球蛋白与非 γ 球蛋白抗体	72
第六节	自身抗体	74
第七节	植物凝集素	77
第八节	血型抗体的出现频率	78
第九节	异体免疫引起的抗体	80

第二篇 输 血

第一章	血源	85
第一节	血液来源	85
第二节	献血的组织管理	86
第三节	献血员体格检查标准	91
第二章	血库	94
第一节	血库组织	94
第二节	✓ 输血、采血用具清洗、装配及消毒	96
第三节	✓ 血液保存液的配制	102
第四节	热原检查	109

第五节	消毒常规	112
第六节	采血及保管	114
第三章	血液有形成分的利用	123
第一节	✓血小板分离	123
第二节	✓白细胞分离	125
第三节	红细胞的保存和利用	126
第四章	血浆及血浆蛋白的分离和保存	129
第一节	液体血浆分离和保存	130
第二节	冻干人血浆	133
第三节	血浆蛋白分离提纯	136
第五章	输血适应症及输血反应	143
第一节	✓输血的作用与适应症	143
第二节	输血法	147
第三节	输血反应	152
第四节	大量输血副作用及禁忌症	162
第五节	✓输血传染疾病	164
第六节	✓输血反应的检查	165
第七节	新生儿溶血病	166
第六章	其他	179
第一节	通用输血采血器材规格标准	179
第二节	去离子水制备	185
第三节	无热原蒸馏水制备	191
第四节	标准抗 A、抗 B 血清的制备	192
第五节	有机硅处理	195
第三篇 技 术 操 作		
第一章	血型鉴定	197
第一节	✓A、B、O 血型鉴定	197
第二节	A、B 亚型鉴定	204
第三节	MN 血型鉴定	218

第四节	Ss 血型鉴定	220
第五节	P 血型鉴定	221
第六节	Rh 血型鉴定	222
第七节	Kell 血型鉴定	227
第八节	Duffy 血型鉴定	228
第九节	分泌型鉴定	229
第十节	毛发及骨粉的 ABO 血型鉴定	232
第十一节	Hp 型鉴定	238
第二章	抗体检查	243
第一节	ABO 系统之外的抗体检查	243
第二节	完全抗体(盐水抗体)检查法	245
第三节	不完全抗体检查法	246
第四节	溶血素试验	260
第五节	吸收释放试验	261
第六节	Ashb 改良法	265
第七节	血清胆红质测定法	266
第八节	ABO 新生儿溶血病血清学检查	271
第三章	交互配合试验	279
第一节	盐水交互配合试验	279
第二节	抗人球蛋白交互配合试验	282
第三节	胶体介质交互配合试验	284
第四节	大量输血时的交互配合试验	285
第四章	白细胞抗体检查方法	287
第一节	白细胞凝集试验	287
第二节	白细胞抗人球蛋白消耗试验	289
第三节	白细胞毒素试验	296
第四节	微量淋巴细胞毒试验	297
第五章	血小板抗体检查方法	302
第一节	血小板凝集试验	302

第二节	血小板抗人球蛋白消耗试验	304
第六章	抗血清等试剂的制备	307
第一节	ABO 标准血清干燥纸片制备	307
第二节	抗 A ₁ 血清制备	308
第三节	抗 M、抗 N 血清制备	310
第四节	抗 P 血清制备	312
第五节	抗 Rh ₀ (D) 血清制备	313
第六节	用于抗原抗体检查的 AB 型血清的选择	314
第七节	木瓜酶间接液配制	316
第八节	1%木瓜酶直接液配制	317
第九节	1%菠萝酶干粉配制	317
第十节	1%胰蛋白酶液配制	318
第十一节	1%菠萝酶液配制	318
第十二节	酶活力简易测定法	318
第十三节	抗人球蛋白血清的制备	319
第十四节	A、B 血型物质的制备	324
第十五节	抗 H 制备	325
第十六节	抗淋巴血清制备	325

第一篇 血 型

血型是人体的一种遗传性状，狭义来说是指红细胞抗原的差异，广义来说包括白细胞、血小板、血浆等血液各成份的抗原的不同。近年来，随着临床输血、组织器官移植及血液免疫学的进展，血型工作发展甚速，新的血型抗原不断发现，血型抗体和血型抗原的化学结构及其相互作用也逐渐有所了解。血型在人类学、遗传学、法医学、考古学等各方面的应用日趋广泛。

我国是世界上最早进行血型研究的国家，早在 13 世纪，就已用滴血法作亲权鉴定，其方法类似血型交叉反应，由于当时条件的限制，这些方法在今天看来虽缺乏科学根据，但以历史唯物主义观点来评价，仍不失为一次有意义的尝试，因为发现和确定人类第一个血型系统是 1900 年。我国民族血型分布的调查在 1918 年就有人进行。解放后，血型工作有很大发展，先后制备了 ABO, MN, P, Rh 等血型系统的抗体血清，并用于国内有关民族的血型调查。

目前已知的血型可以分为在遗传上各自独立的 15 个系统，另外还有一组高频率抗原和一组低频率抗原。所谓高频率组是指大多数人中有此血型抗原，少数人无此抗原；所谓低频率组是指只有在少数人中有此血型抗原，大部份人无此抗原。见表 1。

血型抗原与相应的抗体起反应而被鉴定。抗原一般是一种蛋白质(全抗原)及多糖类(半抗原)等物质。蛋白质等注射到机体时，机体内如无该种物质就能刺激机体而产生一种特殊的

表 1 人体主要的红细胞血型抗原

发现年代	血型系统	可用特异性抗血清鉴定的抗原	无特异性抗血清鉴定的抗原
1900	ABO	A ₁ , B, H	A ₂ , A ₃ , Ax(A ₁ , A ₅ , A ₆ , A ₇), Am, B ₃ , B ₄ , Bm等
1927	MNSs	M, N, S, s, U, He, M ^a , M ^b , Mi ^a , Vw(Gr), Mur(Mu), Hil (Hill), M ₁ , M ₂ , Vr(Vr ^a), Ny ^a , Mt ^a , Ri ^a , Cl ^a , Sul, Tm, Sj, M ^k , M ^z , M ^r	M2, N2, M ^c , M ^v
1927	P	P ₁ , Luke	P ₂ , P ₁ ^k , P ₂ ^k
1940	Rh*	D[Rho], C[rh'], E[rh''], c[rh'], e[rh''], f(ce)[hr], Ce [rhi], C ^w [rh ^w], C ^x [rh ^x], V (ce ^s) [hr ^v], E ^w [rh ^{w2}], G [rh ^g], D ^B [Rh ^B], VS(e ^s) [hr ^v + hr ^p], C ^e , CE[rh], Wiel, E ^T [rh ^T], 类c[hr ^{1A}], cE[rhi], [Rh ^A], [Rh ^c], [Rh ^b], [hr ^s], [Hr], [RH], 类D(LW)[LW]	
1945	Lutheran	Lu ^a , Lub, Au ^a	
1946	Kell	K, k, Kp ^a , Kp ^b , Js ^a , Js ^b	
1946	Lewis	Le ^a , Leb	
1950	Duffy	Fy ^a , Fyb	
1951	Kidd	JK ^a , JK ^b	
1955	Diego	Di ^a , Dib	
1956	Yt	Yt ^a , Ytb	
1956	I	I, i	
1962	Xg	Xg ^a	
1965	Dombrock	Do ^a	
1967	Colton	Co ^a , Cob	
高频率组		Vel(Ve ^a), Sm(等位基因为Bu ^a), Ge, Lan, Gy ^a , At ^a , Yk ^a , Cs ^a , En ^a	
低频率组		Be ^a , By, Bi, Bp ^a , Bx ^a , Evans, Good, Gf, Heibel, Ht ^a , Jn ^a , Levay, Ls ^a (Lewis II), Or, Raddon, Rd(Radin), Sw ^a , To ^a , Tr ^a , Wb, Wr ^a (Ca)	

* 方括号内为 Rh-Hr命名; 方括号外为 CDE 命名。

抵抗物质，这种物质被称为抗体。这种现象统称为免疫。多糖类等与载体结合后进行免疫亦能产生抗体。血型抗体存在于血浆(血清)里，并能与红细胞上的抗原发生特异性反应。血清学上所谓“特异性”是指某一抗体只对某一相应的抗原起反应，而对其他抗原不起作用。抗体在机体内作为抗原刺激的反应，由淋巴细胞系统，特别是由浆细胞形成。有时也能在初乳、腹腔渗出液里找到。机体本身有某种抗原存在时，它的血浆里不含有相对应的抗体，这是因为在同一个机体内抗原和抗体共存的话，那么就要发生抗原抗体反应，而这种反应往往对机体是非常有害的，有时甚至会引起机体的死亡。例如血型不合的输血，由于抗原与抗体相结合而损害机体。有时机体虽未曾受过任何抗原的刺激，但其血浆里竟有抗体存在，这种抗体被称为天然抗体，并能与对应的抗原发生特异性反应。而经过一定的免疫过程后产生的抗体，被称为免疫抗体。另外，根据抗体与抗原在体外产生反应的情况，可将抗体分为如下三种：(1)抗体同抗原起反应后形成沉淀物的称为沉淀素；(2)能溶解抗原(红细胞或细菌)的抗体称为溶血素或溶菌素；(3)能使带有抗原的红细胞或细菌凝聚成块状的称为凝集素。能刺激机体而使其产生上述抗体的对应抗原，分别称为沉淀原、溶血原或溶菌原及凝集原。

如把已知特异性的抗体血清同红细胞的生理盐水悬液混合，然后视其是否发生凝集反应，来确定红细胞上有否对应的抗原，从而就能根据其结果来决定该血液是什么血型。

凝集反应的发生机理一般分两个步骤进行。在第一阶段凝集素附着于(分布在红细胞膜上面的)凝集原上，这种红细胞取得凝集素的状态叫做致敏。继而在第二阶段已被致敏的红细胞开始凝聚而形成块状，即发生凝集反应。这时红细胞形成的凝块大小，有肉眼可见的直到要靠显微镜观察的各种程度。虽然

如此,上述两个阶段的界限往往是不明确的,如凝集素的力量强大,则红细胞和抗体血清混合后,红细胞致敏,立即发生凝集现象,但如凝集素的力量不大,凝集现象的出现就需要较长的时间。

在观察凝集反应时,如不见红细胞凝集在一起,不要立即认为红细胞未被致敏。这时需考虑如下三种情况;(1)红细胞所吸取的抗体量是否足以引起凝集反应;(2)红细胞所处温度是否只许红细胞致敏,而不允许红细胞致敏后互相连结起来凝集成块;(3)有一种抗体,它虽能致敏红细胞,但其本身没有能力促使红细胞发生凝集,这种抗体称为不完全抗体或类凝集素,并在近代血型研究工作上较为重要。不完全抗体最初被发现于 Rh 血型的研究过程中,现已被认为同所有的血型系统都有密切的关系。如把不完全抗体与悬浮于生理盐水的红细胞混合,则它只能致敏红细胞,而没有能力凝集红细胞,但如把它与悬浮于高分子蛋白溶液(如 AB 血清、牛白蛋白)里的红细胞混合,就能够凝集红细胞,因此曾称为白蛋白抗体。此外,还有一种不完全抗体,称为遮断抗体,该种抗体只能用抗人球蛋白试验即柯姆氏试验(Coombs test)或用酶处理的红细胞进行测定,才可产生凝集反应。综上所述,在凝集反应时,对某一血型抗原可有三种形态的对应抗体,即凝集素(完全抗体),类凝集素及遮断抗体(均系不完全抗体),但此三者特异性都是一致的。

第一章 ABO 血型

第一节 ABO血型的分类

1900 年 Landsteiner 发现了人类红细胞与血清间的同种凝集反应,并将人类血液分为 A、B、O 三型;1902 年 Landsteiner 的学生 Decastelle 和 Sturl 继续研究发现 AB 型。这样确定了人类血型有四种型,就是大家熟知的 ABO 血型。ABO 血型的发现对于以后安全地进行输血开辟了康庄大道。继而 1907 年 Jansky 对此四种血型作了进一步的研究,而命名为 I(O), II(A), III(B) 及 IV(AB) 型。1910 年 Moss 也发表文章,将血型命名为 I(AB), II(A), III(B), IV(O)。由于命名不一致,当时在临床输血中曾引起不少的混乱和事故。1921 年国际卫生组织为避免这种混乱的情况而统一命名,决定采用 Landsteiner 的 A、B、O 及 AB 命名法为国际通用的命名法。

ABO 血型分类原则如下:

红细胞上无 A 和 B 血型抗原,而血清中有抗 A 及抗 B 抗体者,称为 O 型。

红细胞上有 A 抗原而血清中有抗 B 抗体者,称为 A 型。

红细胞上有 B 抗原,而血清中有抗 A 抗体者,称为 B 型。

红细胞上有 A 和 B 抗原,而血清中没有相应抗体者,称为 A B 型。

A 抗原同抗 A 抗体, B 抗原同抗 B 抗体相互结合能发生红

细胞凝集反应，因此血型抗原也称凝集原；血型抗体也称凝集素。上述四种血型的红细胞（抗原）和血清（抗体）的相互关系即凝集反应见表2。

表2 ABO血型的分类

血 型 血 型		血 型			
		O	A	B	AB
抗 原		抗 A, 抗 B	抗 B	抗 A	-
O	-	-	-	-	-
A	A	+	-	+	-
B	B	+	+	-	-
AB	A, B	+	+	+	-

(+)凝集反应阳性 (-)凝集反应阴性

表3 对两种标准血清和标准红细胞的反应

血 型	对标准血清的凝集反应		对标准红细胞的凝集反应	
	抗 A	抗 B	A细胞	B细胞
O	-	-	+	+
A	+	-	-	+
B	-	+	+	-
AB	+	+	-	-

从表2可以了解，如将抗A抗体（即B型血清）和抗B抗体（即A型血清）作为标准血清来检验某一人红细胞上的抗原，就能决定他的所属血型（表3）。与此相反，如将A型红细胞和B型红细胞作为标准细胞检验他血清中的抗体，同样也能决定他的血型。在检验血型时，最好同时运用这两种方法，这样可以

起到核对的作用，以求得到正确的结果。同属某一血型的人在他们的红细胞上虽有同样的抗原，但对凝集反应的敏感度是有差异的，新生儿红细胞上的抗原比成年人弱的多。不仅如此，同样血型的人在他们的血清里，抗体的量也有很大的差异，即使同一个人根据年龄也有所变化。

第二节 ABO 血型的亚型

1911 年 von Dungern and Hirszfeld 记载 A 型中有较弱的 A 抗原，因此 A 型可分为两种亚型，即 A_1 和 A_2 型。他们以吸收试验证明 B 型及 O 型血清里的抗 A 抗体含有两种成分，即一种称为抗 A 抗体，另一种称为抗 A_1 抗体。抗 A 抗体能与所有 A 与 AB 型红细胞发生凝集反应，但抗 A_1 抗体只凝集 A 和 AB 型中大约 80% 左右的红细胞。据此，将 A 型及 AB 型中能与抗 A_1 抗体发生凝集反应的称为 A_1 和 A_1B 亚型，不发生凝集反应的称为 A_2 和 A_2B 亚型。我们曾于 1959 年制备了抗 A_1 血清，把 A 型分为 A_1 和 A_2 两种亚型，AB 型分为 A_1B 和 A_2B 两种亚型。这种抗 A_1 血清我们是用 A_2 型红细胞对 B 型人的血清进行适当地吸收后制成的，因为 A_2 型红细胞只能与抗 A 抗体结合而不能同抗 A_1 抗体结合，所以经过吸收后的抗 A 血清只含有抗 A_1 抗体，从而可供作 A 亚型分类之用。此四种亚型的红细胞的凝集力以 A_1 为最强， A_2B 最弱，即 $A_1 > A_2$ ， $A_1B > A_2B$ 。

我们调查了上海地区居民的 A 亚型情况，5568 例 A 型中 A_2 约有 2.41%；1591 例 AB 型中 A_2B 约有 8.67%。在白种人中有 A_2 性质的红细胞约占 A 和 AB 型的 20%；日本人的调查报告，3600 例 A 型中 A_2 仅为 0.61%，509 例 AB 型中 A_2B 为 2.7%。约 2% 的 A_2 型人、25% 的 A_2B 型人血清中含有低温的

抗 A_1 抗体。在检验血型时, A_2 和 A_2B 亚型, 由于抗原性较弱可能会引起错误的判断, 将 A_2 误认为 O 型, A_2B 误认为 B 型。如此误型后的输血, 则会引起溶血性输血反应。

除上述 A 亚型外, 我们在调查中还发现了另外几种亚型如 $A_3, A_4, A_m, A_3B, A_4B, A_mB$ 等。 A_3 的凝集反应比 A_2 更弱, 用抗 A 或 O 型血清检验时在显微镜下呈一种较弱的凝集, 如同在无数游离红细胞的“大海”中掺杂着少数凝块, 该凝集状态亦被称为“混合外观”。

A_2 和 A_3 用抗 A_1 血清均不起反应, 故不能以此进行区别。 A_x, A_o, A_z, A_g 等统称为 A_4 , 更为少见, 与抗 A 血清发生极微弱反应, 但和 O 型血清凝集较为明显。经吸收放散试验可证明 A_4 红细胞能同抗 A 抗体结合。 A_4 型人的血清常含有抗 A_1 抗体。 A_m 型的人在其血清中有抗 B 抗体, 一般无抗 A_1 抗体, 其红细胞同抗 A 血清不起凝集反应, 吸收释放试验中证明有 A 抗原, 若为分泌型, 则在其唾液中有 A 和 H 物质。关于 B 亚型的报告比 A 亚型为少, 相当于上述 A 亚型的 B_3, B_4, B_m 等亚型亦曾遇到。

A 和 B 亚型的存在究竟是由于抗原性质不同, 还是由于抗原量的多寡, 尚属不明。

我国幅员广阔, 民族较多, 各兄弟民族 A 和 B 抗原的出现率也有所不同。根据上海居民 (主要是汉族) 40,980 人的调查结果表明, O 型占 30.86%, A 型占 31.31%, B 型占 28.06%, AB 型占 9.77%。此数据在血库备血及生产冻干血浆中混合血浆时, 可作为参考依据。

根据报导, 日本调查总数 301,959 人的结果是 O 型 30.5%, A 型 38.2%, B 型 21.9%, AB 型 9.4%。据 Dobson、Ikin 的报导, 英国人的出现率是 O 型 46.7%, A 型 41.7%, B 型 8.6%, AB 型 3.0%。我国 14 个民族 ABO 血型分布情况详见表 4。