



血型概论

主编

李树中 李凌波

INTRODUCTION OF BLOOD GROUPS

上海科学技术出版社

血型概论

Introduction of Blood Groups

主 编 · 李树中 李凌波

副主编 · 王思思 兰炯采 苗天红 何 啸
郝一文 丛 辉 卢 俊 蒋 敏
金一鸣 杨 欢 田 丰 费 敏

上海科学技术出版社

图书在版编目(CIP)数据

血型概论 / 李树中, 李凌波主编. -- 上海 : 上海
科学技术出版社, 2021.1
ISBN 978-7-5478-4995-8

I. ①血… II. ①李… ②李… III. ①血型—概论
IV. ①R394

中国版本图书馆CIP数据核字(2020)第118863号

血型概论

主编 李树中 李凌波

上海世纪出版(集团)有限公司 出版、发行
上海科学技术出版社
(上海钦州南路71号 邮政编码 200235 www.sstp.cn)

印刷

开本 889×1194 1/16 印张 37.5
字数: 1100 千字
2021年1月第1版 2021年1月第1次印刷
ISBN 978-7-5478-4995-8/R·2129
定价: 188.00 元

本书如有缺页、错装或损坏等严重质量问题,
请向工厂联系调换

编者名单

主 编 李树中 李凌波

副主编 王思思 兰炯采 苗天红 何 啸 郝一文 丛 辉 卢 俊 蒋 敏
金一鸣 杨 欢 田 丰 费 敏

编 者 (以姓氏笔画为序):

王秀伟 珀金埃尔默医学诊断产品(上海)有限公司
王思思 吉林大学第一医院
卞 洁 江苏大学附属昆山医院
卢 俊 苏州大学附属儿童医院
叶小英 江苏大学附属昆山医院
田 丰 江苏省昆山市第三人民医院
丛 辉 南通大学附属医院
兰炯采 南方医科大学附属南方医院
朱天彧 苏州苏大赛尔免疫生物技术有限公司
朱冬宁 苏州苏大赛尔免疫生物技术有限公司
任 凯 吉林大学第二医院
刘 芸 江苏大学附属昆山医院
刘贵年 钦州市中医医院
许志远 北京市红十字血液中心
李中华 黑龙江省牡丹江市第二人民医院
李树中 江苏大学附属昆山医院/苏州苏大赛尔免疫生物技术有限公司
李凌波 吉林省健康管理学会
杨 欢 苏州大学附属第二医院
杨 劲 合肥市第二人民医院
杨 眉 贵州省人民医院
杨贵忠 贵州省遵义市妇幼医院
何 欣 武汉血液中心
何 啸 江苏省盐城市第一人民医院

2 血型概论

张志琴 江苏大学附属昆山医院
张绍基 遵义医学院附属医院
陈涌泉 福建医科大学附属厦门弘爱医院
苗天红 北京市红十字血液中心
范春丽 江苏大学附属昆山医院
罗惠如 山西省太原市红十字血液中心
金一鸣 苏州市中心血站
周卫刚 苏州市吴中区人民医院
郝一文 中国医科大学附属第一医院
俞黎娅 江苏大学附属昆山医院
费敏 苏州苏大赛尔免疫生物技术有限公司
顾易凡 苏州苏大赛尔免疫生物技术有限公司
唐长玖 江西省人民医院
蒋敏 苏州大学附属第一医院
廖燕 广西医科大学第三附属医院
黎海澜 广西壮族自治区人民医院



内容提要

本书是一本介绍红细胞血型抗原方面的专业图书,全书内容分为2篇,共47章。第一篇“总论”部分共4章,包括血型免疫学、血型遗传学、血型分子生物学等章节,主要介绍了血型抗原相关的最新数据和新研究、新概念。第二篇“各论”部分共43章,主要介绍了红细胞的系统、系列、集合、多凝集、未定义编号等抗原,并着重介绍了每一个系统抗原的基因、分子生物学、血型免疫学方面的研究进展和结果。

本书介绍了目前红细胞血型的最新研究进展和发展方向,在内容上有深度,在表述上简单易懂,所采用的资料、数据、文献都来自国内外权威的官方网站,所介绍的内容是目前国内外同类论著中最新、最全的,既可以作为临床输血专业人员的实用工具书,也为相关研究人员和论文撰写提供了方便的资料查询和数据来源,同时还为初学者和医学生的学习提供了参考。

序

《血型概论》是一本论述红细胞血型抗原的专业参考书,也是临床输血工作者的工具书,同时可以作为医学生的教科书。这本书的最大特点是比较全面地介绍了每一个血型系统抗原的最新数据。本书大量参阅了国内外比较新的观点和论述,以大量的参考文献作为素材,因此,书中有很多内容都是比较新颖的。

本书的写作团队都是关注血型抗原领域的一线专业人员,他们在近 5 年里发表了 30 余篇关于红细胞血型抗原的核心期刊论文,投稿了数篇 SCI 类杂志论文,这为他们编写本书积累了丰富的素材。在这里,他们愿意把他们的积累和研究写出来,为国内同仁提供一点参考,为相关工作的发展略尽绵薄之力。

血型抗原由于研究进展的关系,不断有集合、系列抗原升级为系统抗原,同时也有系统抗原被剔除出系统,所以在各个系统、集合、系列中的抗原数目一直在变化,这也是目前抗原数目比较混乱的原因。在本书第一篇里,明确指出了截至目前红细胞抗原有 391 个,其中由国际输血协会定义的有 367 个,有 24 个尚未得到国际输血协会确认和定义。在已经确认命名的 367 个抗原中,属于 39 个血型系统的有 330 个抗原,属于集合和系列的有 37 个抗原。

第一篇中介绍的主要是血型遗传学、血型分子生物学、血型免疫学三方面的基础理论与基础概念,这也是国际输血协会对血型抗原的基本定义,是了解、掌握、学习、研究红细胞血型抗原的基础知识。

本书的第二篇共有 43 章。第 1~39 章介绍了红细胞血型的系统抗原,每章都是从遗传学、分子生物学、免疫学反应格局三方面分别加以论述,并且确认和查证了每一个系统抗原的基因、外显子、编码蛋白的注册编号,使读者在今后研究红细胞血型抗原时能够迅速准确地在本书中查到相关数据。书中许多章节里的内容都是比较新颖的,Rh 血型一章详细阐述了 Rh 复合抗原的相关问题,并且全面地介绍了 Rh 抗原在基因、Rh 肽链结构、每一个 Rh 抗原的具体反应格局以及 Rh 抗原的抗原表位等问题。ABO 抗原一章里第一次阐述了关于 B1 抗原、B2 血型的有关问题,以及 ABO 抗原的两抗原、四抗原结构,ABO 抗体及 ABO 抗原的群体遗传分布。MNS 抗原一章详细地介绍了血型糖蛋白相关的结构、基因突变后产生的变异 GP 与 MNS 抗原的关系,并且详尽地阐述了每一个 MNS 系统抗原的基因、分子结构、反应格局等问题。在其他章节,也不乏有新颖之处,尤其是第二篇的第 37~39 章介绍的系统抗原,是国际输血协会在 2019 年公布的新系统抗原,本书做了详尽论述,而且这 3 个最新血型抗原也有本书作者在核心期刊上发表的最新论文介绍。

自从 1900 年卡尔·兰德斯泰纳发现 ABO 血型抗原,多年来对血型抗原的认识,仅仅局限于与输血、呼吸化学有关,直到 20 世纪 60 年代,人们才逐渐认识到红细胞血型抗原并非那么简单,很可能有更深层

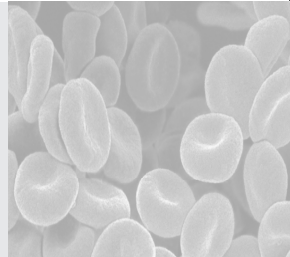
2 血型概论

次的用处。到今天,我们已经知道,红细胞膜抗原是人体生理生化、免疫机制的一部分。如今的红细胞血型抗原科研课题,已经是临床肿瘤、疾病感染、药物治疗等学科重要的研究项目。Duffy 抗原是疟原虫入侵红细胞的免疫受体;Junier 抗原是乳腺癌耐药蛋白;AUG 抗原是核苷转运蛋白;许多红细胞抗原是膜分化抗原,参与人体的免疫机制;许多红细胞抗原还是转运蛋白,都是人体代谢化学的参与者。红细胞血型抗原越来越引起临床各科室的重视,成为研究热点。

随着研究与探讨的深入,我们对红细胞血型抗原有了更多的了解。今后,会有更多的红细胞血型新抗原被发现,会有更多的红细胞抗原功能被认知。

兰炯采

2020年6月



前 言

我从医 45 年,主要时间都是在从事临床生化检验工作。在我多年从事的临床生化检验工作经历中,曾经有幸师从国内一些临床生化检验界知名的老一辈学者专家,如北京中日友好医院楼永新、大连中心医院王永安、大连医科大学医院王永才、空军医院韩志均、南京军区南京总医院孟泽、南京军区福州总医院朱忠勇等,他们给了我很多的教诲和指导,我也有幸与他们共同主编《临床化学常用项目自动分析法》《血气酸碱分析》等,并多次获得北京医院叶应抚老师的材料和图书,这对我后来的写作有非常大的帮助。他们精益求精的学习态度和研究精神也影响了我的一生。

多年来我一直都在从事临床生化分析仪和试剂的研究以及生化方法学的研究,所以,在输血医学这个专业领域我是个后来者。一个偶然的的机会,让我对红细胞血型抗原产生了浓厚的兴趣和探知欲望,我用了半年的时间看了 50 多本输血方面的图书,阅读了 2 000 多篇输血相关的文章;之后我尝试自己发论文,想看看自己的学习和理解是否被承认,至今已经在核心期刊发表了 30 多篇论文。后来,我开始组织编写《血型概论》这本书。

《血型概论》是一本专门论述红细胞血型抗原的书,书中所采用的论述和数据主要来自“国际输血协会”网站、美国国立医学图书馆“生物技术信息中心”网站、Sanger 研究所、欧洲生物信息学研究所网站、日本国立遗传学研究所网站、瑞士日内瓦大学-蛋白质序列数据库网站等。

本书分为两篇。在第一篇“总论”里主要介绍了红细胞血型抗原相关的基础概念和血型遗传学、血型分子生物学、血型免疫学等基础知识,并且介绍了最近几年来在血型抗原研究中的一些新发现、新进展、新论述等,如膜分化抗原、转运蛋白、转录因子等。在第二篇“各论”部分的 43 章里,主要介绍了系统抗原、集合抗原、系列抗原、多凝集抗原,以及未分类定义抗原。

据我们所知,所有的血型抗原都是人体生理生化代谢和人体免疫机制的一部分。如 Junier 抗原是“乳腺癌耐药蛋白”,这个蛋白具有把进入细胞内的治疗药物“泵”出细胞外的功能,使药物失去治疗作用,这本来是细胞的自我保护功能,但却阻碍了抗癌药物的治疗作用。对红细胞血型抗原的深入研究,将是今后临床疾病和诊断、药物筛选和治疗的前沿课题。

近 10 年,红细胞血型抗原的研究进展非常迅速,下一个新的红细胞血型抗原很有可能出自“膜分化抗原”和“转运蛋白”之中。目前的 39 个血型系统抗原中,已知有 24 个血型抗原都是膜分化抗原,有 20 几个都是转运蛋白。下一个新的系统抗原,很可能就是现在高频抗原中的 MAM 抗原和 PEL 抗原。

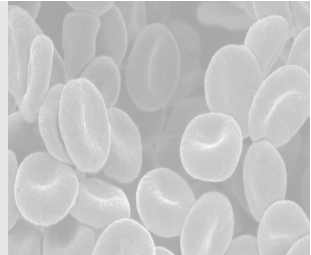
我希望能深入浅出、全面系统地把目前最新的红细胞血型抗原研究结果加以总结归述,为进入这个

2 血型概论

行业的初学者提供一本简单明了的工具书,为输血技术人员在日常工作中提供一点帮助和参照,为血型抗原的研究人员提供一点借鉴。由于水平有限,可能有些许错误之处,恳请业内专家、同行给予批评指正。

李树中

2020年8月于上海



目 录

第一篇 总论	1	第四节 膜分化抗原	54
第一章 绪论	3	第五节 糖蛋白抗原	55
第一节 血型学	3	第六节 血型糖蛋白抗原	56
第二节 血型抗原的定义	4	第七节 红细胞免疫	58
第三节 血型抗原的分类和命名	4	第八节 G 蛋白偶联受体	60
第二章 血型免疫学	11	第九节 转录因子	62
第一节 血型抗原	11	第十节 引导肽	73
第二节 血型抗体	11	第十一节 糖链抗原与肽链抗原的免疫原性	74
第三节 补体	20	第二篇 各论	79
第四节 输血性溶血反应	24	第一章 ABO 血型系统	81
第三章 血型遗传学	26	第一节 血型遗传学	81
第一节 染色体	28	第二节 血型分子生物学	110
第二节 经典遗传学	32	第三节 血型免疫学	114
第三节 现代遗传学	33	第四节 临床意义	131
第四节 基因的表达和构成	34	第二章 MNS 血型系统	137
第五节 基因产物	35	第一节 血型遗传学	137
第六节 等位基因	37	第二节 血型分子生物学	144
第七节 密码子	37	第三节 血型免疫学	152
第八节 基因突变	38	第三章 P1PK 血型系统	170
第九节 基因多态性	40	第一节 血型遗传学	171
第十节 常用名词概念	40	第二节 血型分子生物学	175
第十一节 DNA 甲基化	41	第三节 血型免疫学	177
第四章 血型分子生物学	46	第四章 Rh 血型系统	184
第一节 细胞膜生化	47	第一节 血型遗传学	185
第二节 糖链抗原和肽链抗原	48	第二节 血型分子生物学	209
第三节 转运蛋白	52		

2 血型概论

第三节 血型免疫学	214	第三节 血型免疫学	350
第五章 Lutheran 血型系统	242	第十四章 Dombrock 血型系统	353
第一节 血型遗传学	242	第一节 血型遗传学	353
第二节 血型分子生物学	249	第二节 血型分子生物学	357
第三节 血型免疫学	251	第三节 血型免疫学	358
第六章 Kell 血型系统	259	第十五章 Colton 血型系统	362
第一节 血型遗传学	259	第一节 血型遗传学	362
第二节 血型分子生物学	263	第二节 血型分子生物学	364
第三节 血型免疫学	265	第三节 血型免疫学	365
第七章 Lewis 血型系统	277	第十六章 Landersteiner-Wiener 血型系统	370
第一节 血型遗传学	277	第一节 血型遗传学	370
第二节 血型分子生物学	282	第二节 血型分子生物学	372
第三节 血型免疫学	285	第三节 血型免疫学	373
第八章 Duffy 血型系统	291	第十七章 Chido/Rodgers 血型系统	376
第一节 血型遗传学	291	第一节 血型遗传学	376
第二节 血型分子生物学	294	第二节 血型分子生物学	378
第三节 血型免疫学	295	第三节 血型免疫学	381
第九章 Kidd 血型系统	304	第十八章 H 血型系统	384
第一节 血型遗传学	304	第一节 血型遗传学	384
第二节 血型分子生物学	309	第二节 血型分子生物学	392
第三节 血型免疫学	310	第三节 血型免疫学	397
第十章 Diego 血型系统	316	第十九章 XK 血型系统	401
第一节 血型遗传学	316	第一节 血型遗传学	401
第二节 血型分子生物学	320	第二节 血型分子生物学	405
第三节 血型免疫学	322	第三节 血型免疫学	406
第十一章 YT 血型系统	332	第二十章 Gerbich 血型系统	409
第一节 血型遗传学	332	第一节 血型遗传学	409
第二节 血型分子生物学	334	第二节 血型分子生物学	411
第三节 血型免疫学	335	第三节 血型免疫学	413
第十二章 XG 血型系统	337	第二十一章 Cromer 血型系统	420
第一节 血型遗传学	337	第一节 血型遗传学	420
第二节 血型分子生物学	342	第二节 血型分子生物学	423
第三节 血型免疫学	343	第三节 血型免疫学	424
第十三章 Scianna 血型系统	346	第二十二章 Knops 血型系统	429
第一节 血型遗传学	346	第一节 血型遗传学	429
第二节 血型分子生物学	349	第二节 血型分子生物学	435

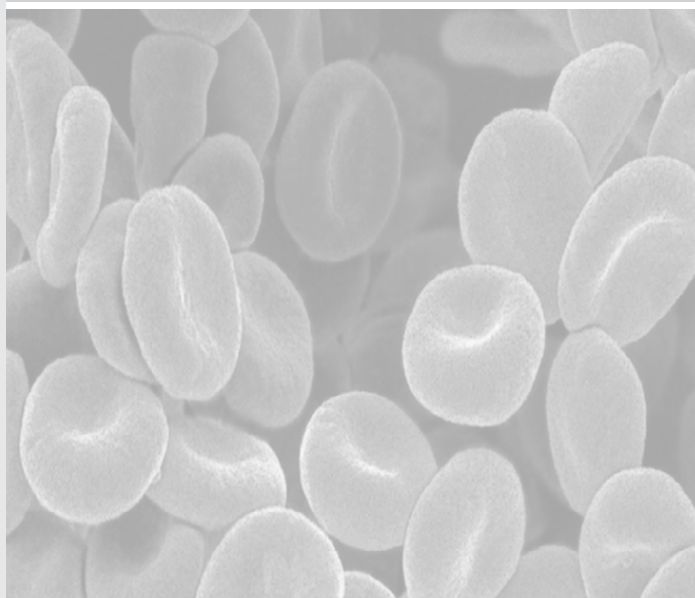
第三节 血型免疫学	437	第三节 血型免疫学	501
第二十三章 Indian 血型系统	442	第三十二章 Junier 血型系统	504
第一节 血型遗传学	442	第一节 血型遗传学	504
第二节 血型分子生物学	445	第二节 血型分子生物学	507
第三节 血型免疫学	446	第三节 血型免疫学	509
第二十四章 OK 血型系统	450	第三十三章 Langereis 血型系统	511
第一节 血型遗传学	450	第一节 血型遗传学	511
第二节 血型分子生物学	452	第二节 血型分子生物学	515
第三节 血型免疫学	453	第三节 血型免疫学	516
第二十五章 RAPH 血型系统	456	第三十四章 VEL 血型系统	519
第一节 血型遗传学	456	第一节 血型遗传学	519
第二节 血型分子生物学	457	第二节 血型分子生物学	520
第三节 血型免疫学	458	第三节 血型免疫学	521
第二十六章 John Milton Hagen 血型系统	461	第三十五章 CD59 血型系统	523
第一节 血型遗传学	461	第一节 血型遗传学	523
第二节 血型分子生物学	463	第二节 血型分子生物学	527
第三节 血型免疫学	464	第三节 血型免疫学	528
第二十七章 I 血型系统	467	第三十六章 Augustine 血型系统	530
第一节 血型遗传学	467	第一节 血型遗传学	530
第二节 血型分子生物学	474	第二节 血型分子生物学	532
第三节 血型免疫学	477	第三节 血型免疫学	534
第二十八章 Globoside 血型系统	480	第三十七章 KANNO 血型系统	537
第一节 血型遗传学	481	第一节 血型遗传学	537
第二节 血型分子生物学	483	第二节 血型分子生物学	539
第三节 免疫血型学	484	第三节 血型免疫学	541
第二十九章 GILL 血型系统	487	第三十八章 SID 血型系统	543
第一节 血型遗传学	487	第一节 血型遗传学	543
第二节 血型分子生物学	488	第二节 血型分子生物学	548
第三节 血型免疫学	489	第三节 血型免疫学	549
第三十章 Rh-associated glycoprotein 血型系统	491	第三十九章 CTL2 血型系统	551
第一节 血型遗传学	491	第一节 血型遗传学	551
第二节 血型分子生物学	494	第二节 血型分子生物学	553
第三节 血型免疫学	496	第三节 血型免疫学	555
第三十一章 Forssman 血型系统	498	第四十章 血型集合抗原	556
第一节 血型遗传学	498	第一节 集合抗原 Cost, 205	556
第二节 血型分子生物学	500	第二节 集合抗原 i, 207	557

4 血型概论

第三节 集合抗原 Er, 208	558	第四节 TX 多凝集抗原	576
第四节 集合抗原 U _{nm} , 210	558	第五节 AV 多凝集抗原	576
第五节 集合抗原 MN-CHO, 213	559	第六节 T _n 多凝集抗原	576
第四十一章 血型系列抗原	561	第七节 HEMPAS 多凝集抗原	579
第一节 高频抗原(HFA)	561	第八节 Nor 多凝集抗原	579
第二节 低频抗原(LFA)	567	第九节 Hyde Park 多凝集抗原	580
第四十二章 多凝集红细胞抗原	571	第十节 Tr 多凝集抗原	580
第一节 T 多凝集抗原	572	第十一节 多凝集红细胞抗原的意义	580
第二节 Th 多凝集抗原	576	第四十三章 未分类确认的抗原	583
第三节 TK 多凝集抗原	576		

第一篇

总论



第一章

绪 论

自 1900 年奥地利维也纳大学病理解剖研究室的助教卡尔·兰德斯坦纳(Karl Landersteiner, 1868—1943)发现和定义了人类红细胞的第一个血型抗原——ABO 抗原之后,到今天已经发现了 391 个红细胞血型抗原。

最初,在卡尔·兰德斯坦纳发现和定义血型抗原之后的几十年里,许多知名学者所研究红细胞血型抗原的目的都与输血有关,仅此而已。

然而,随着科学技术的进步,到 20 世纪 90 年代,人们逐渐认识到红细胞血型抗原与人体生理生化代谢和人体免疫学有关。到今天,人们已经证实红细胞血型抗原不仅仅与输血医学相关,而且与人体免疫机制和临床疾病密不可分,红细胞血型抗原实质上就是人体生理生化代谢的一部分,也是人体免疫功能之一。

对红细胞血型抗原的认识,从最初的仅仅为了临床输血,到今天的深入了解,经历了漫长的 100 多年时间,随着对红细胞血型抗原持续不断的研究,会有更多的研究成果让我们对这门学科有更多、更深刻的了解。

从 1900 年到今天,已经陆续发现了几百个红细胞血型抗原,今后可能还会有更多的血型抗原被发现,在近十几年里,对许多抗原的深入研究,使许多抗原被重新定义、重新归属、重新划分。

由于血型学研究的进展和临床输血的技术需求,今天的三级医院已经把过去归属于检验科的血库专业,发展到了今天独立的输血学科。在归属上的独立,也意味着输血学科在技术上的进步,输血学科已经不再是检验专业所能包含的学科了,血型学发展成为一门独立的医学专业。

从过去的血库,到今天的输血科,从过去的血库

检验技术到今天的血型学,输血学科已从单一的输血技术发展整套的输血学学科,输血学学科不仅仅是单独的输血检验,而是集合了免疫学、遗传学、生物分子学等多专业的集中学科,今天的输血医学报告是输血相关疾病诊断和输血相关治疗的权威报告,这个报告权和诊断权不在临床医生,也不在检验科,而在输血科医生手中。所以,输血医学专业技术人员责任重大,任重道远。

第一节 血型学

血型学是输血学科的核心技术,是在过去检验专业的血库技术基础上发展而来的。血型学在近几年来之所以能成为一门独立学科,这依赖于现代医学在免疫学、遗传学、分子生物学和分子细胞学的研究进展。

血型学由血型免疫学、血型遗传学和血型分子生物学三部分组成,是一门独立的医学学科。

一、血型免疫学

血型免疫学是在过去血型血清学的基础上发展而来的,几乎所有的红细胞血型抗原都是经抗原-抗体反应被发现的。血型免疫学已经完全不同过去简单的血型血清学反应,它包括了现代免疫理论、现代技术和现代仪器,是一门全新的学科,尤其是血型免疫学在理论上的突破,新仪器、新试剂、新方法、新理论的广泛应用,已成为新的红细胞血型抗原不断被发现的根本。所以,血型免疫学是血型学最重要的分