



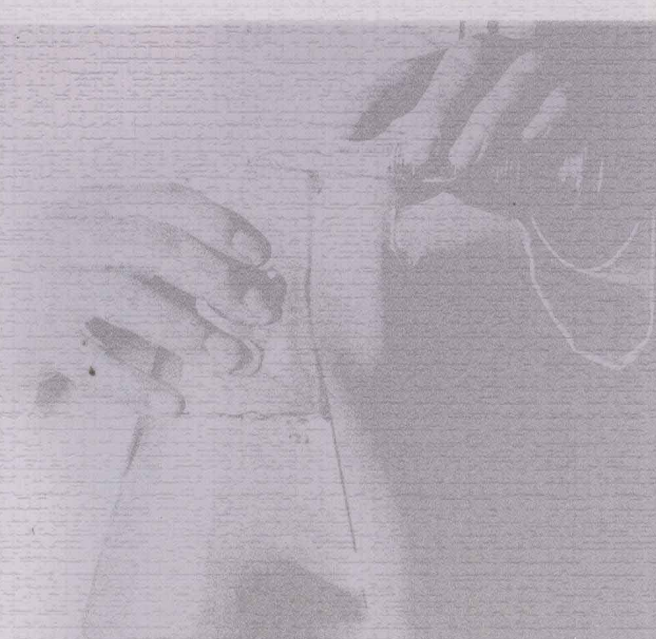
卫生部“十二五”规划教材
全国高等医药教材建设研究会规划教材

全国高等学校教材
供医学检验专业用

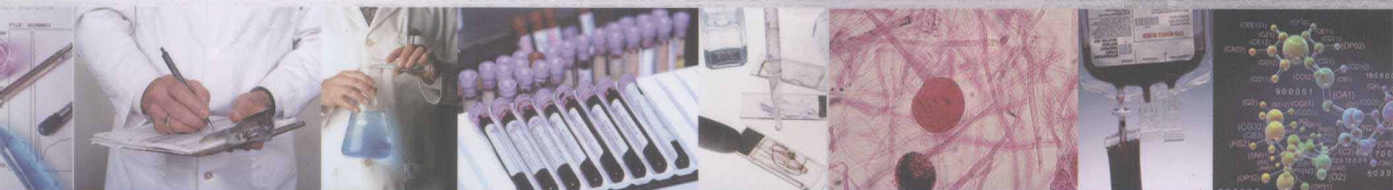
临床血液学检验

第5版

主编 许文荣 王建中



 人民卫生出版社
PEOPLE'S MEDICAL PUBLISHING HOUSE



卫生部“十二五”规划教材
全国高等医药教材建设研究会规划教材

全国高等学校教材
供医学检验专业用

临床血液学检验

第5版


主 编 许文荣 王建中

副 主 编 冯文莉 管洪在

编 者 (按姓氏笔画为序)

王学锋 (上海交通大学)	王建中 (北京大学)
王霄霞 (温州医学院)	牛新清 (新乡医学院)
邓小燕 (广州医学院)	冯文莉 (重庆医科大学)
司维柯 (第三军医大学)	江 虹 (四川大学)
许文荣 (江苏大学)	谷俊侠 (江苏大学)
林东红 (福建医科大学)	孟秀香 (大连医科大学)
赵谢兰 (中南大学)	姜朝新 (南方医科大学)
莫武宁 (广西医科大学)	夏 薇 (北华大学)
管洪在 (青岛大学)	

学术秘书 孙晓春 (江苏大学)

 人民卫生出版社

图书在版编目(CIP)数据

临床血液学检验 / 许文荣等主编. —5 版. —北京:
人民卫生出版社, 2012.1

ISBN 978-7-117-15208-2

I. ①临… II. ①许… III. ①血液检查—医学院校—
教材 IV. ①R446.11

中国版本图书馆 CIP 数据核字(2011)第 247208 号

门户网: www.pmph.com	出版物查询、网上书店
卫人网: www.ipmph.com	护士、医师、药师、中 医 师、卫生资格考试培训

版权所有, 侵权必究!

本书本印次封底贴有防伪标。请注意识别。

临床血液学检验

第 5 版

主 编: 许文荣 王建中

出版发行: 人民卫生出版社(中继线 010-59780011)

地 址: 北京市朝阳区潘家园南里 19 号

邮 编: 100021

E - mail: pmph@pmph.com

购书热线: 010-67605754 010-65264830

010-59787586 010-59787592

印 刷: 北京人卫印刷厂

经 销: 新华书店

开 本: 787×1092 1/16 印张: 27

字 数: 653 千字

版 次: 1990 年 10 月第 1 版 2012 年 1 月第 5 版第 20 次印刷

标准书号: ISBN 978-7-117-15208-2/R·15209

定价(含光盘): 60.00 元

打击盗版举报电话: 010-59787491 E-mail: WQ@pmph.com

(凡属印装质量问题请与本社销售中心联系退换)

前 言

《临床血液学检验》是医学检验专业的必修课和主干课程之一。本书第4版内容丰富，知识性、实用性强，得到了教师和学生们的广泛好评。随着基础医学的发展和高新技术在医学检验中的应用，临床血液学在深度和广度方面均取得了令人瞩目的进展。《临床血液学检验》(第4版)的出版至今已经有四年多了，为了适应医学科学发展的需要，适应21世纪教学与改革的需要，在卫生部教材办公室和医学检验专业教材评审委员会的领导和支持下，邀请了全国部分从事教学和医疗工作、有较高学术造诣和实践经验的专家、教授修订和编写了本书。本书主要供全国高等医学院校临床医学类医学检验专业的本科学生使用，同时也可供广大临床医师、检验工作者、研究生和参加职称考试人员的参考。

本书沿用第4版的整体布局，继承第4版教材的特色，在强调“三基”(基本理论、基本知识、基本技能)的基础上，突出“五性”(思想性、科学性、先进性、启发性和适用性)。全书分为五篇：第一篇“绪论”，简述血液学概述和发展史、血液学与临床的关系；其余四篇分别为“造血检验”、“红细胞检验”、“白细胞检验”和“血栓与止血检验”。每篇都从基本理论、基本方法和临床应用三个方面进行阐述，注重各部分内容的内在联系，注重理论联系实际。在检验的实验方法中，本书仅描述了“实验原理”、“参考范围”、“临床意义”和“应用评价”，而具体的操作方法、实验注意事项等在本书配套的实验教材《临床血液学检验实验指导》(第5版)中详述。本书还配有多媒体教学光盘和习题集，方便广大师生的使用。

本次修订力求在把握临床血液学检验完整体系的基础上，从理论和实际应用方面反映临床血液学检验领域的进展，反映近年来课程改革的成果。力争本书成为一本更适用于课堂教学和临床应用，有利于培养学生终身学习能力的教材和参考书。在第4版的基础上本书主要作了以下修订：第一，在内容上各篇章均有所更新：①2008年WHO对造血与淋巴组织肿瘤分类进行了修订，2009年又对这一分类进行了详细解读，在编写中注意保存FAB分类，同时介绍了WHO新的分类，体现了肿瘤在细胞形态学、免疫学、细胞生物学、分子遗传学以及治疗和预后等方面的研究进展，阐述了肿瘤分类与肿瘤生物学本质和临床的联系；②在血液学肿瘤分子诊断技术方面，增加了基因表达谱(GEP)、miRNA表达谱以及单核苷酸多态性(SNP)等方面的成果和知识；③在临床血液检验技术中，增加了血液干细胞的基础与临床应用，对干细胞生物学、白血病干细胞及诱导性干细胞的概念做了概要介绍，对自噬与血液学肿瘤的发生也有新的补充。第二，在格式上作了一些变动：①保持每章以若干问题开始，这些问题涉及教学的重点和难点，或者需要通过查阅参考资料进行思考和归纳，这有利于提高学生的思维能力和自主学习能力。每章后的小结以简洁的语言对全章

前 言

要点作了高度概括,便于理清学习的脉络;②增加了正常与异常外周血和骨髓细胞图像以及其他图像,图片与文字并行,关键词以黑体显示,加强视觉效应,提高学习兴趣和学习效果。

本书作者反复讨论和修改编写内容,而后互相审阅、集体定稿。本书的编写虽经多方面努力,但缺点和错误在所难免,敬请各位专家和读者批评指正,以便再版时更臻完善。本书在编写过程中得到王鸿利、谭齐贤两位教授的悉心指导,得到了临床血液学和医学检验学其他专家的指导和帮助,在书稿的整理中孙晓春、朱伟、毛飞等老师作了大量的工作,在此一并表示真诚的感谢。

许文荣 王建中
2011年9月

目 录

第一篇 绪 论

第一章 血液学概述和发展史	1
第一节 血液学概述.....	1
第二节 血液学发展史.....	2
一、血细胞的认识.....	2
二、血栓与止血的认识.....	4
三、骨髓干细胞与造血调控的认识.....	4
四、造血与淋巴组织肿瘤的认识.....	7
第二章 血液学与临床的关系	8
第一节 血液学与疾病的关系.....	8
第二节 血液学与检验的关系.....	9
第三节 血液学检验与循证医学和转化医学的关系.....	10

第二篇 造血检验

第三章 造血检验的基础理论	13
第一节 造血器官.....	13
一、胚胎期造血器官.....	13
二、出生后造血器官.....	15
第二节 造血微环境.....	18
一、骨髓微血管系统.....	18
二、骨髓基质细胞及其分泌因子.....	19
三、骨髓的神经.....	19
第三节 造血干/祖细胞及骨髓间质干细胞.....	19
一、造血干/祖细胞.....	20
二、骨髓间质干细胞.....	23
第四节 血细胞的发育与成熟.....	24
一、血细胞的发育.....	25

二、血细胞发育成熟的一般规律	25
第五节 造血的调控	26
一、造血的基因调控	26
二、造血的体液调控	28
第六节 细胞凋亡与自噬	32
一、细胞凋亡与自噬的特征	33
二、细胞凋亡与自噬的基因调控	34
三、细胞凋亡与自噬的生物学意义	36
第四章 造血检验的基本方法	39
第一节 血象和骨髓象检验	39
一、正常血细胞形态学	39
二、外周血细胞形态学检验	53
三、骨髓细胞形态学检验	54
第二节 细胞化学染色检验	63
一、铁染色	64
二、中性粒细胞碱性磷酸酶染色	67
三、过氧化物酶染色	69
四、苏丹黑染色	71
五、过碘酸-雪夫反应	71
六、酯酶染色	74
七、酸性磷酸酶染色	80
八、组织化学染色小结	81
第三节 骨髓活体组织检查	84
一、骨髓活检适应证	84
二、骨髓活检的临床应用	84
第四节 造血细胞培养检验	87
一、红系祖细胞培养	87
二、粒-单系造血祖细胞培养	87
三、巨核系祖细胞培养	88
四、混合祖细胞培养	88
第五节 血液细胞染色体检验	89
一、染色体非显带技术	89
二、染色体常规显带技术	90
三、染色体高分辨显带技术	91
四、姐妹染色单体互换技术	91
五、染色体核型分析系统	91
六、应用评价	91

第六节 血液分子生物学检验	97
一、核酸分子杂交技术	97
二、聚合酶链反应技术	99
三、基因芯片技术	100
四、基因表达谱分析技术	100
五、miRNA 表达谱分析技术	101
六、单核苷酸多态性分析技术	102
七、应用评价	102
第七节 流式细胞分析	105
一、工作原理	105
二、荧光染色	106
三、分析参数	106
四、结果表示	107
五、主要性能指标	109
六、临床血液学检验中的应用	109
第五章 造血检验的临床应用	120
第一节 血液病诊断中的应用	120
一、恶性血液病诊断中的应用	120
二、其他血液病中的应用	123
第二节 血液病治疗监测中的应用	123
一、造血干细胞移植治疗中的应用	123
二、肿瘤治疗中的应用	124
第三篇 红细胞检验	
第六章 红细胞检验的基本方法	127
第一节 有关铁代谢指标的检验	128
一、血清铁测定	128
二、血清铁蛋白测定	128
三、血清总铁结合力和转铁蛋白饱和度测定	129
四、血清转铁蛋白测定	130
五、血清转铁蛋白受体测定	130
六、红细胞游离原卟啉测定	131
第二节 叶酸和维生素 B ₁₂ 的检验	131
一、血清和红细胞叶酸测定	131
二、血清维生素 B ₁₂ 测定	132
三、血清维生素 B ₁₂ 吸收试验	133
四、血清内因子阻断抗体测定	133

第三节 溶血的检验	133
一、红细胞寿命测定	133
二、血浆游离血红蛋白测定	134
三、血清结合珠蛋白测定	134
四、血浆高铁血红素白蛋白检测	135
五、尿含铁血黄素试验	135
六、尿卟啉检测	136
第四节 红细胞膜缺陷的检验	136
一、红细胞渗透脆性试验	136
二、自身溶血试验及其纠正试验	137
三、酸化甘油溶血试验	137
四、高渗冷溶血试验	138
五、红细胞膜蛋白电泳分析	138
第五节 红细胞酶缺陷的检验	138
一、高铁血红蛋白还原试验	138
二、变性珠蛋白小体生成试验	139
三、葡萄糖-6-磷酸脱氢酶活性测定	139
四、丙酮酸激酶活性测定	139
五、谷胱甘肽还原酶活性测定	140
第六节 血红蛋白异常的检验	140
一、红细胞包涵体试验	140
二、血红蛋白电泳分析	140
三、抗碱血红蛋白测定	141
四、HbF 酸洗脱法检测	142
五、异丙醇沉淀试验	142
六、热变性试验	142
七、血红蛋白聚丙烯酰胺凝胶电泳分析	143
八、HbA ₂ 微柱层析试验	143
九、血红蛋白分子生物学技术检测	143
第七节 阵发性睡眠性血红蛋白尿症的检验	144
一、酸化血清溶血试验	144
二、蔗糖溶血试验	144
三、蛇毒因子溶血试验	145
四、血细胞表型 CD59/CD55 流式细胞术分析	145
第八节 免疫性溶血性贫血的检验	146
一、抗人球蛋白试验	146
二、冷凝集素试验	147
三、冷热溶血试验	147

第七章 红细胞检验的临床应用	149
第一节 贫血的分类和诊断中的应用	149
一、贫血的分类.....	150
二、贫血的诊断.....	151
第二节 造血功能障碍性贫血中的应用	154
一、再生障碍性贫血.....	154
二、急性造血功能停滞.....	158
三、纯红细胞再生障碍性贫血.....	159
第三节 铁代谢障碍性贫血中的应用	160
一、缺铁性贫血.....	161
二、铁粒幼细胞贫血.....	166
第四节 巨幼细胞贫血中的应用	167
第五节 溶血性贫血中的应用	173
一、溶血性贫血的分类和诊断.....	174
二、红细胞膜缺陷溶血性贫血.....	176
三、阵发性睡眠性血红蛋白尿症.....	178
四、红细胞酶缺陷性溶血性贫血.....	180
五、血红蛋白病.....	182
六、免疫性溶血性贫血.....	186
七、其他溶血性贫血.....	189
第六节 继发性贫血中的应用	189
一、慢性系统性疾病贫血.....	190
二、慢性病性贫血.....	190
三、骨髓病性贫血.....	190
第七节 其他红细胞疾病中的应用	191
一、继发性红细胞增多症.....	191
二、卟啉病.....	191

第四篇 白细胞检验

第八章 白细胞检验的基本方法	193
第一节 白细胞功能检验	194
一、吞噬功能试验.....	194
二、趋化功能试验.....	195
三、杀菌功能试验.....	196
第二节 白细胞代谢及其产物检验	197
一、末端脱氧核苷酰转移酶检测.....	197
二、N-碱性磷酸酶检测.....	198

三、酸性 α - 醋酸酯酶检测	198
四、血清溶菌酶活性试验	199
第三节 白细胞动力学检验	199
一、氡标记脱氧胸苷 ($^3\text{H-TdR}$) 测定	200
二、泼尼松刺激试验	200
三、肾上腺素激发试验	200
四、二异丙酯氟磷酸盐标记 (DF^{32}P) 测定	201
五、流式细胞仪检测 DNA 合成及含量	201
第四节 白细胞免疫标记及血清粒细胞抗体检测	202
一、荧光显微镜计数检测	203
二、碱性磷酸酶 - 抗碱性磷酸酶桥联酶标法检测	203
三、流式细胞术检测	203
四、粒细胞抗体检测	204
第九章 白细胞检验的临床应用	206
第一节 造血与淋巴组织肿瘤的概述	206
一、造血与淋巴组织肿瘤的临床特征	206
二、造血与淋巴组织肿瘤的分类	207
第二节 急性白血病的实验室检查	211
一、急性白血病的血象与骨髓象	211
二、急性白血病的免疫学检验	212
三、急性白血病的细胞与分子遗传学检验	214
四、急性白血病的其他检验	217
第三节 急性髓系白血病中的应用	219
一、急性髓系白血病, 未分化型 (M1 型)	219
二、急性髓系白血病, 伴成熟型 (M2a 型)	220
三、急性髓系白血病, 伴成熟型 (M2b 型)	221
四、急性早幼粒细胞白血病 (M3 型)	222
五、急性粒 - 单核细胞白血病 (M4 型)	224
六、急性粒 - 单核细胞白血病 (M4Eo 型)	225
七、急性单核细胞白血病 (M5 型)	226
八、红白血病 (M6 型)	228
九、急性巨核细胞白血病 (M7 型)	230
十、急性髓系白血病, 微分化型 (M0 型)	231
第四节 骨髓增殖性肿瘤中的应用	232
一、慢性粒细胞白血病	232
二、真性红细胞增多症	237
三、原发性血小板增多症	239

四、原发性骨髓纤维化	241
五、慢性嗜酸性粒细胞白血病,非特殊类型	243
第五节 骨髓增生异常综合征中的应用	245
一、难治性贫血伴单一型发育异常	247
二、难治性贫血伴环形铁粒幼细胞	248
三、难治性贫血伴多系发育异常	249
四、难治性贫血伴原始细胞增多	251
五、骨髓增生异常综合征伴孤立5q丢失	251
第六节 恶性淋巴瘤中的应用	252
一、霍奇金淋巴瘤	253
二、非霍奇金淋巴瘤	256
第七节 急性淋巴细胞白血病中的应用	260
第八节 慢性淋巴细胞白血病中的应用	264
第九节 浆细胞肿瘤中的应用	267
一、多发性骨髓瘤	267
二、浆细胞瘤	271
三、意义未定的单克隆免疫球蛋白病	271
第十节 其他白细胞疾病	272
一、中性粒细胞减少症和粒细胞缺乏症	272
二、类白血病反应	275
三、传染性单核细胞增多症	276
四、脾功能亢进	279
五、噬血细胞综合征	280
六、特发性嗜酸粒细胞增多综合征	281
七、类脂质沉积病	282

第五篇 血栓与止血检验

第十章 血栓与止血检验的基础理论	287
第一节 血管壁的止血作用	287
一、血管壁的结构	288
二、血管的止血作用	288
第二节 血小板的止血作用	291
一、血小板的结构	291
二、血小板的活化	295
三、血小板的止血功能	298
第三节 血液凝固	300
一、凝血因子的一般特性	301

二、凝血因子的功能	303
三、凝血机制	304
第四节 抗凝血系统	306
一、抗凝血酶	306
二、蛋白 C 系统	307
三、组织因子途径抑制物	308
四、蛋白 Z 和蛋白 Z 依赖的蛋白酶抑制物	309
第五节 纤维蛋白溶解系统	310
一、纤溶系统的成分及功能	310
二、纤维蛋白溶解的机制	313
三、纤维蛋白降解产物的作用	315
第六节 血液的流变特性	315
一、血液流动性和黏滞性	315
二、影响血液黏度的因素	317
第七节 血栓形成	317
一、血栓的分类	317
二、血栓形成的机制	318
第十一章 血栓与止血检验的基本方法	322
第一节 血栓与止血的筛查试验	323
一、初期止血的筛查试验	323
二、二期止血的筛查试验	324
三、纤溶活性的筛查试验	327
第二节 血管内皮细胞的检验	329
一、血管性血友病因子	329
二、血浆内皮素-1	331
三、血浆血栓调节蛋白	331
四、血浆 6-酮-前列腺素 $F_{1\alpha}$ 和去甲基 6-酮-前列腺素 $F_{1\alpha}$	332
第三节 血小板的检验	332
一、血小板黏附试验	332
二、血小板聚集试验	333
三、血小板膜糖蛋白	335
四、血小板活化分析	336
五、血小板第 3 因子有效性	338
六、血小板自身抗体	338
七、血小板生存时间	339
第四节 凝血因子的检验	340
一、血浆纤维蛋白原	340

二、血浆凝血因子Ⅱ、Ⅴ、Ⅶ、Ⅹ	340
三、血浆凝血因子Ⅷ、Ⅸ、Ⅺ、Ⅻ	341
四、血浆组织因子	342
五、凝血因子Ⅻ	342
六、凝血活化分子标志物	343
第五节 抗凝物质的检验	344
一、生理性抗凝蛋白	344
二、病理性抗凝物质	347
第六节 纤溶活性的检验	348
一、血浆纤溶酶原	349
二、血浆组织型纤溶酶原活化剂	349
三、血浆纤溶酶原活化抑制剂	350
四、血浆 α_2 -抗纤溶酶	350
五、血浆纤溶酶-抗纤溶酶复合物	351
第七节 血液流变学的检验	351
一、全血黏度	352
二、血浆黏度	353
三、红细胞变形性	354
第十二章 血栓与止血检验的临床应用	356
第一节 血栓与止血筛检试验的应用	357
一、一期止血缺陷筛检试验的应用	357
二、二期止血缺陷筛检试验的应用	357
三、纤溶活性亢进筛检试验的应用	358
第二节 出血性疾病诊断中的应用	358
一、过敏性紫癜	359
二、血小板减少症	360
三、血小板功能异常症	363
四、血友病和血管性血友病	365
五、肝脏疾病的凝血障碍	369
六、依赖维生素K凝血因子缺乏症	370
七、病理性抗凝物质增多	371
八、弥散性血管内凝血	373
九、原发性纤溶亢进症	374
第三节 血栓性疾病诊断中的应用	374
一、急性心肌梗死	374
二、脑梗死	375
三、肺梗死	377

目 录	
四、深静脉血栓形成	377
五、血栓前状态	378
六、遗传性易栓症	379
七、血栓性血小板减少性紫癜	380
第四节 抗血栓和溶血栓治疗中的应用	381
一、抗凝治疗的监测	381
二、溶栓治疗的监测	383
三、抗血小板药物治疗的监测	383
四、降纤药治疗的监测	384
附录 血液学检验常用检查参考范围	385
参考文献	395
中英文名词索引	396

第一篇 绪 论

第一章

血液学概述和发展史

通过本章学习,应该思考下列主要问题:

1. 临床血液学检验的基本概念是什么?
2. 临床血液学检验的主要任务和作用有哪些?
3. 临床血液学检验近年来有哪些新的进展?

第一节 血液学概述

血液学(hematology)是以血液和造血组织为主要研究对象的医学科学的一个独立分支学科。根据研究内容和范畴的不同又可细分为多门分支学科,如:①血细胞形态学,研究对象为血液中有形成分的形态;②血细胞生理学,研究对象为细胞来源、增殖、分化和功能;③血液生化学,研究对象为血细胞代谢和血浆成分;④血液免疫学,研究对象为血细胞免疫和体液免疫;⑤遗传血液学,研究对象为血液病遗传方式和信息传递;⑥血液流变学,研究对象为血液流动性和血细胞变形性;⑦实验血液学,研究对象为实验技术和实验方法等。近年来,随着基础医学学科的发展,实验技术的日新月异,血液学的研究内容和范畴不断地深入和扩大,开拓了许多新的领域,如血细胞生物学和血液分子生物学等。血液学已成为组织、生理和病理多种专业工作者共同耕耘的园地,血液学范围不断扩大,生理学家、生物化学家、免疫学家、遗传学家、肿瘤学家等与血液学家密切合作,使血液学基础研究与血液疾病的预防、诊断和治疗水平不断提高,推动了血液学发展,并开阔了新的领域。

临床血液学(clinical hematology)是以来源于血液和造血组织的原发性血液病以及非血液病所致的继发性血液病为主要研究对象,基础理论与临床实践紧密结合的一门综合性临床学科。临床血液学重点研究各种血液疾病(如白血病、再生障碍性贫血、血友病、深静脉血栓形成等)的致病原因、发病机制、临床表现和诊治措施等。此外,也研究临床其他各科疾病(如肝脏病、肾脏病、冠心病、糖尿病、脑血管病、呼吸病、传染病、免疫病、产科病、恶性肿瘤、遗传病等以及外科手术、严重创伤、药物治疗等)所引起的血液学异常。

临床血液学检验(clinical laboratory hematology)是以血液学的理论为基础,以检验学的

实验方法为手段,以临床血液病为工作对象,创建了一个理论-检验-疾病相互结合、紧密联系的新临床分支学科。随着医学院校检验专业的崛起和发展,它在实践过程中不断发展、完善和提高。近20年来,医学分子生物学的进展全面推动了血液分子细胞生物学的发展,血细胞的分子和细胞学结构的研究及其在发病中的作用原理对血液疾病的理论和实践有了更深入的认识,把血液学提高到崭新的“分子血液学”水平。在方法学上,聚合酶链反应、核酸分子杂交及生物芯片及蛋白质组学技术等分子生物学研究方法在血液学检验和临床诊断中已广泛应用,使认识和诊断疾病从原来的细胞水平上升到亚细胞水平,到目前的分子及组学水平。新的分子标志物如血细胞CD分子、融合基因和小分子非编码RNA等的发现提高了白血病及淋巴瘤等恶性血液病的精确诊断与分型水平。

综上所述,血液学、临床血液学和临床血液学检验,都属于血液学的范畴,只是研究的对象有不同的侧重和分工而已。

第二节 血液学发展史

祖国医学早在《黄帝内经》一书中即有关于血液的记载,国外在公元前3~4世纪时已有人提到血液的名字。然而对于血液组成和功能的认识长期以来是唯心的和不完全的,有些概念是从点滴的现象和不完整的观察中推测出来的。系统地 and 科学地研究血液开始于显微镜的问世以后,用显微镜观察血液中的红细胞(1673年)、白细胞(1749年)和血小板(1842年),称为血液的有形部分,是血液学家研究的重点对象。血液中的液体部分,亦称为血液无形成分(或血浆),许多年来由生物化学家和免疫学家所研究,目前血液学家对血浆特别关心的问题是止血和血栓的基础和临床。自20世纪初开始,血细胞生成、造血干细胞、造血微环境及造血调控方面也是血液学研究的热点领域。

一、血细胞的认识

血细胞的发现虽已有150~300多年的历史,但这些细胞的形态学至今还是血液学家研究的重要部分。随着观察血细胞的技术不断改进,光学显微镜的精密度不断提高,染色技术使细胞形态更清晰易于鉴别,得以区分出各类白细胞且观察到各种血细胞的异常形态;特殊显微镜的发明使血细胞形态学概念更加充实。目前应用的特殊显微镜有:暗视野显微镜、位相显微镜、偏光显微镜、干涉显微镜、激光共聚焦显微镜以及电子显微镜等。19世纪60年代后开始了解到血细胞产生于骨髓,骨髓中有幼稚血细胞,这些幼稚细胞成熟后才进入外周血液。1929年发明了骨髓穿刺针,骨髓可像血液一样被吸取和推成薄膜片,在油镜下观察。从此骨髓细胞观察成为血细胞形态学研究的一个重要内容。类似技术也应用于淋巴组织内的血细胞形态观察。

(一) 血细胞数量的检测

这有赖于血细胞吸管(1852—1867年)、血细胞计数板(1855年)、血红蛋白计(1878—1895年)和细胞分类技术(1877—1912年)的发明。1953年,美国Coulter发明世界上第一台血细胞自动计数仪,随着基础医学的发展、高科学技术的应用,特别是计算机技术的应用,血液分析仪的研制水平不断提高,检测原理不断完善,测量参数逐渐增多。检测速度快、精确度高、操作简便为血液分析仪的优势,多种型号血液分析仪的问世,不断为临床提