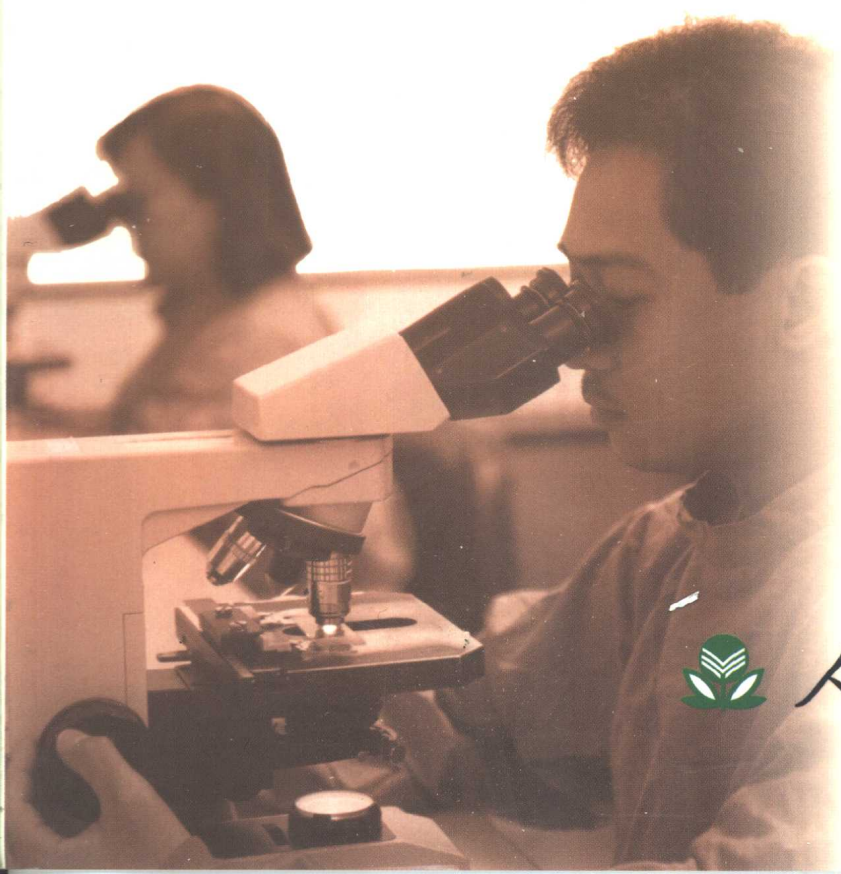


● 高等医学院校教材

● 供检验、影像专业用

临床检验仪器学

曾照芳 翟建才 主编



人民卫生出版社

高等医学院校教材

供检验、影像专业用

临床检验仪器学

主 编 曾照芳 翟建才

副主编 徐克前 向 华 叶光明

编者 (以姓氏笔画为序)

马 雷	大连大学	王 平	山西医科大学汾阳学院
叶光明	湖北医科大学	朱 枚	大连大学
向 华	重庆医科大学	孟庆勇	广东医学院
张艾华	包头医学院	张振荣	山西医科大学汾阳学院
周 新	湖北医科大学	和彦苓	包头医学院
郑 军	重庆医科大学	罗建新	湖南医科大学
贺志安	新乡医学院	徐克前	湖南医科大学
徐得选	镇江医学院	黄维嘉	重庆医科大学
谢国明	重庆医科大学	曾照芳	重庆医科大学
翟建才	第三军医大学		

人 民 卫 生 出 版 社

图书在版编目 (CIP) 数据

临床检验仪器学/曾照芳等主编. —北京:
人民卫生出版社, 2001. 3

ISBN 7-117-04233-8

I. 临… II. 曾… III. 医学检验-医疗器械-使用
IV. R446

中国版本图书馆 CIP 数据核字 (2001) 第 04460 号

NA441/08 06

临床检验仪器学

主 编: 曾照芳 翟建才

出版发行: 人民卫生出版社 (中继线 67616688)

地 址: (100078) 北京市丰台区方庄芳群园 3 区 3 号楼

网 址: [http://www. pmph. com](http://www.pmph.com)

E - mail: [pmph @ pmph. com](mailto:pmph@pmph.com)

印 刷: 北京人卫印刷厂

经 销: 新华书店

开 本: 787×1092 1/16 印张: 28.5

字 数: 637 千字

版 次: 2001 年 3 月第 1 版 2001 年 10 月第 1 版第 2 次印刷

印 数: 5 051—8 065

标准书号: ISBN 7-117-04233-8/R·4234

定 价: 36.50 元

著作权所有, 请勿擅自用本书制作各类出版物, 违者必究

(凡属质量问题请与本社发行部联系退换)

前 言

检验医学(Laboratory Medicine)介于临床医学与基础医学之间,是应用先进的实验科学技术向生命科学和现代医学进行广泛渗透的一门重要医学分支。在现代医学中,检验医学在疾病的预防、疗效和预后的判断、治疗药物的监测、健康状况的评价以及遗传性疾病预测等领域中,正在发挥越来越大的作用。

随着科学技术的不断发展和基础医学的重大突破,尤其是近年来基础科学、信息科学、电子技术、生命科学技术、生物医学工程等的飞速发展,使临床检验工作的面貌日新月异,出现了许多新理论、新技术和新仪器设备,大大促进了临床检验技术的进步,将临床医学水平推向了一个新的高度。随着近期人类基因组草图的绘制成功以及免疫学、化学计量学和自动化新技术的飞速发展,将会使检验医学呈现新的气象。

为适应当前临床检验工作的需求,在各院校已开设“医学检验仪器学”课程十年的基础上,我们重新编写了这本面向临床检验实践需要的教材,推陈出新,面向未来,并定名为《临床检验仪器学》。

本教材的编写突出“新型、实用、有代表性、有前瞻性”。全书按篇、章、节结构,对目前临床检验中的常用仪器的工作原理、结构分类、性能指标,使用方法、维护保养、常见故障的排除以及发展趋势等进行了介绍,特别对于临床检验仪器中的计算机技术用了一定的篇幅进行专门介绍。为便于学生学习,各章内容后均附有一定数量的思考题。全书内容丰富,语言精练,体现专业特色,坚持理论联系实际的原则。可供高等医学院校检验医学专业、影像医学专业本科学生、研究生、成人教育专科、本科学生 72~108 学时教学使用,也可供从事临床检验工作的技术人员继续教育学习参考使用。

本书在编写和出版过程中得到参编院校各级领导的大力支持,特别是重庆医科大学的董志教授、代立里教授、涂植光教授、唐学平同志、陈可同志的鼎力扶持、协助,本书中的大部分插图由包头医学院李岩工程师绘制。在此一并表示衷心的感谢。在本书出版之际,我们全体编委特别向本课程的开拓者:康格非教授、刘泽民教授等表示深切的感谢和崇高的敬意。

由于临床检验仪器种类繁多,更新换代频繁,检验医学内容广泛、技术发展日新月异,学术研究发展迅速,文献信息量大,本书作者虽经认真努力,缺点和错误仍在所难免。深切期望各位专家、读者给予批评指正,以期再版时补充、修正、完善。

曾照芳

2000 年 10 月

目 录

总论	1
一、学习《临床检验仪器学》课程的目的	1
二、临床检验仪器的分类和进展	1
三、临床检验仪器常用的性能指标	3
四、组成检验仪器的主要部件	5
五、临床检验仪器的选用标准	7
第一篇 光谱分析仪器	9
第一章 紫外-可见分光光度计	9
第一节 基本原理	9
一、电磁波谱	9
二、物质对光的吸收	9
三、光的吸收定律	11
第二节 紫外-可见分光光度计的结构原理及组成	11
一、光源	12
二、单色器	12
三、吸收池	14
四、检测器	14
五、信号显示系统	16
第三节 紫外-可见分光光度计的类型	16
一、单波长单光束分光光度计	16
二、双光束分光光度计	17
三、双波长分光光度计	18
第四节 影响分光光度法准确性的因素	18
第五节 紫外-可见分光光度法的应用	19
一、紫外-可见吸收光谱	19
二、定量分析	19
三、定性分析	19
第六节 紫外-可见分光光度计性能检查	20
一、波长准确度	20
二、波长重复性	20
三、光度准确度	20
四、光度线性范围	21

五、分辨率·····	21
六、杂散光·····	21
七、光谱带宽·····	21
八、基线稳定度·····	22
九、基线平直度·····	22
第七节 分光光度计的进展 ·····	22
一、仪器部件的改进·····	22
二、新的检测分析方法的增加·····	23
第八节 紫外-可见分光光度计的使用和常见故障及排除方法 ·····	23
一、仪器的安装·····	23
二、紫外-可见分光光度计的使用和日常维护 ·····	24
三、紫外-可见分光光度计常见故障和排除方法 ·····	24
第二章 荧光分析仪器 ·····	26
第一节 荧光分析的原理 ·····	26
一、荧光发生的机制·····	26
二、激发光谱和荧光光谱·····	28
三、物质的分子结构和荧光的关系·····	28
第二节 荧光光谱仪 ·····	29
一、荧光光谱仪的一般结构和工作原理·····	29
二、荧光光度计·····	31
三、荧光分光光度计·····	31
四、仪器的使用与维护·····	32
第三节 荧光光谱仪的应用 ·····	33
一、在生物化学中的应用·····	33
二、在医药学中的应用·····	33
三、在环境保护中的应用·····	33
第三章 原子光谱分析仪 ·····	35
第一节 原子吸收光谱仪 ·····	35
一、原子吸收光谱法的基本原理·····	35
二、原子吸收光谱仪的结构·····	36
三、原子吸收光谱仪的性能·····	42
四、原子吸收光谱仪的常见故障及排除方法·····	42
第二节 原子发射光谱仪 ·····	45
一、基本原理·····	45
二、火焰光度计和火焰分光光度计·····	46
三、摄谱仪简介·····	48
四、光电直读光谱仪简介·····	49
五、激光显微发射光谱仪简介·····	49

第三节 原子光谱分析仪在临床检验中的应用	50
一、血浆中钠、钾的火焰光度法测定	50
二、血清锌的原子吸收法测定	50
第二篇 光学显微镜和电子显微镜	53
第四章 光学显微镜	53
第一节 光学显微镜概述	53
一、光学显微镜的发展简史	53
二、显微镜的工作原理	54
三、显微镜的性能参数	54
第二节 显微镜的基本结构	56
一、物镜	57
二、目镜	60
三、显微镜的照明系统	61
四、显微镜的机械系统	63
第三节 普通类型显微镜	66
一、双目生物显微镜	66
二、倒置生物显微镜	67
三、摄影显微镜	67
四、显微镜的使用和维护	69
第四节 特种类型显微镜	71
一、暗场显微镜	71
二、荧光显微镜	72
三、紫外光显微镜	73
四、偏光显微镜	74
五、相衬显微镜	75
六、干涉相衬显微镜	77
七、近场显微镜	78
第五节 显微镜的常见故障及排除	78
一、显微镜拆装的注意事项	78
二、光学故障及其排除	79
三、机械故障及排除	80
第五章 电子显微镜	83
第一节 电子显微镜概述	83
一、电子显微镜的进展	83
二、电子显微镜的基本类型	84
三、电子显微镜的组成	84
四、电子显微镜的医学应用	86

第二节 透射电子显微镜	87
一、TEM 的工作原理	87
二、TEM 的电子光学成像系统	88
第三节 扫描电子显微镜	90
一、SEM 的成像原理	90
二、SEM 的基本结构	90
三、SEM 的特点	91
四、透射电镜和扫描电镜的比较	92
第四节 扫描隧道显微镜和原子力显微镜	92
一、STM 的工作原理及基本装置	93
二、STM 的性能特点及应用	93
三、AFM 的工作原理及基本装置	94
四、AFM 在生物医学中的应用	95
 第三篇 分离分析仪器	97
第六章 离心机	98
第一节 离心机的工作原理	98
一、匀速圆周运动与离心现象	98
二、液体中的微粒在重力场中的分离	98
三、液体中的微粒在离心力场中的沉降	100
四、沉降系数	101
第二节 常用的离心方法	102
一、差速离心法	102
二、密度梯度离心法	103
三、分析离心方法	105
第三节 离心机的分类与结构	106
一、离心机的分类	106
二、离心机的结构	107
三、离心转头	111
四、离心机的规格及性能指标	113
第四节 离心机的使用、维护及常见故障排除	113
一、离心机的使用、维护	113
二、离心机常见故障及排除方法	114
第五节 离心技术进展	116
一、离心设备的进展	116
二、离心方法的进展	117
第七章 色谱仪器	119
第一节 色谱法概述	119

一、色谱法的研究进展	119
二、基本概念及原理	120
三、色谱法的分类及特点	120
四、色谱仪的输出信息	124
五、色谱仪的现状和发展趋势	125
第二节 气相色谱仪	125
一、气路系统	126
二、进样系统	127
三、气相色谱柱及温度控制	129
四、程序升温气相色谱法	130
五、气相色谱仪常用检测器	133
六、气相色谱仪的操作	138
第三节 高效液相色谱仪	139
一、溶剂输送系统	139
二、进样系统	144
三、分离系统和温度控制系统	145
四、高效液相色谱仪用检测器	147
五、操作条件的选择	150
第四节 色谱仪的数据处理系统	151
一、数据处理系统	151
二、微机在色谱仪中的功能	151
第八章 电泳仪	154
第一节 电泳原理	154
一、电场强度的影响	155
二、溶液的 pH 值的影响	155
三、溶液的离子强度的影响	155
四、粒子的迁移率	155
第二节 常用电泳技术	156
一、电泳技术的分类	157
二、电泳方法简介	157
第三节 电泳设备	160
一、电泳槽	160
二、电泳电源	162
三、附加装置	164
四、电泳仪的主要技术指标	164
第四节 常用的几种电泳仪	165
一、稳压稳流电泳仪	165
二、FD201 型稳压稳流电泳仪	167

三、ECP3000 型高压电泳仪	168
四、其它类型电泳仪简介	169
第九章 毛细管电泳仪	172
第一节 毛细管电泳的工作原理	173
一、偶电层和 Zeta 势	173
二、恒定场强下带电粒子的迁移	174
三、电渗	174
四、影响谱带展宽的主要因素	175
第二节 毛细管电泳方法	177
第三节 毛细管电泳设备	178
一、毛细管柱	178
二、检测器	179
第四节 毛细管电泳仪	181
一、1229 型高效电泳仪	181
二、BioFocus-3000 型毛细管电泳仪	182
第五节 毛细管电泳仪故障处理	186
 第四篇 细胞及分子生物学仪器	189
第十章 血培养仪和 CO ₂ 培养箱	189
第一节 自动化血液培养系统	189
一、微生物自动化仪器检测的原理	190
二、自动化血液培养系统	190
三、连续监测血液培养系统	192
第二节 CO ₂ 培养箱	196
一、CO ₂ 培养箱的工作原理	196
二、CO ₂ 培养箱的进展	197
第十一章 流式细胞仪	198
第一节 基本原理	198
第二节 仪器的分类与结构	199
一、仪器的分类	199
二、仪器的结构	200
第三节 仪器的性能指标	207
第四节 仪器的调校及维护	208
一、仪器的调校	208
二、仪器的维护	208
第五节 流式细胞仪的应用	209
一、一般应用程序	209
二、流式细胞仪的应用	209

第六节 常见故障及排除·····	210
第十二章 PCR 基因扩增仪 ·····	212
第一节 基本原理·····	213
第二节 仪器的分类与结构·····	214
一、PCR 扩增仪分类 ·····	214
二、PCR 扩增仪的结构 ·····	216
第三节 性能指标·····	220
第四节 仪器的调校及维护·····	221
第五节 测试方法及应用·····	221
一、实验准备 ·····	221
二、PCR 扩增仪操作规程 ·····	223
三、PCR 扩增仪的应用 ·····	223
第六节 常见故障及排除·····	224
第十三章 全自动 DNA 测序仪和蛋白质自动测序仪 ·····	226
第一节 全自动 DNA 测序仪 ·····	226
一、DNA 测序仪的工作原理·····	226
二、全自动 DNA 测序仪的结构及功能 ·····	229
三、全自动 DNA 测序仪的使用 ·····	232
四、全自动 DNA 测序仪的主要应用 ·····	232
第二节 蛋白质自动测序仪·····	233
一、蛋白质测序仪的工作原理 ·····	233
二、蛋白质测序仪的结构及其各部件的功能 ·····	234
三、蛋白质测序仪的主要应用 ·····	235
第五篇 临床检验常规仪器·····	237
第十四章 血液分析仪器·····	237
第一节 血细胞分析仪·····	237
一、血细胞分析仪分型 ·····	238
二、电阻抗法血细胞分析仪基本原理 ·····	238
三、联合检测型血细胞分析仪的基本原理 ·····	241
四、仪器基本结构 ·····	245
五、性能指标 ·····	248
六、仪器的安装、维护与调校·····	249
七、测试方法 ·····	251
八、常见故障及排除 ·····	252
九、血细胞分析仪的进展与应用展望 ·····	253
第二节 血液凝固分析仪·····	254
一、血凝仪的基本原理 ·····	254

二、血凝仪的基本结构	259
三、血凝仪的检测项目	260
四、仪器评价	261
五、C2000 型血凝仪	261
六、血凝仪的发展和应用展望	264
附录 关于凝血因子的编号	264
第三节 血液流变学分析仪器	265
一、基础知识	266
二、粘度计	267
三、红细胞变形测试仪	273
四、血液流变学分析仪器的发展和临床应用	276
第十五章 尿液分析仪器	277
第一节 尿液分析仪	277
一、尿液分析仪的分类	277
二、尿液分析仪工作原理	278
三、仪器的结构与组成	281
四、尿液分析仪的安装、调校	283
五、尿液分析仪的使用注意事项及维护与保养	284
第二节 尿沉渣分析仪	287
一、流式细胞术尿沉渣分析仪	288
二、影像式尿沉渣分析仪	295
第十六章 自动生化分析仪	297
第一节 基本结构和原理	297
一、检测系统	297
二、样品、试剂处理系统	300
三、反应系统	301
四、清洗机构	302
五、数据处理系统	302
第二节 自动生化分析仪的分类	302
一、半自动生化分析仪	302
二、全自动生化分析仪	303
第三节 自动生化分析仪的性能及评价	306
一、自动生化分析仪的性能	306
二、自动生化分析仪的评价	307
第四节 常用自动生化分析仪器	308
一、全自动生化分析仪	308
二、半自动生化分析仪	312
第五节 自动生化分析仪的使用和分析方法	313

一、分析仪的使用	313
二、自动生化分析方法	313
三、生化分析仪的参数设置	318
第六节 样品前处理系统	319
一、样品前处理系统的模块及功能	319
二、模块组合系统	320
三、特殊功能	320
第十七章 电化学分析仪器	323
第一节 电解质分析仪	323
一、工作原理	323
二、电解质分析仪的分类与结构	325
三、IL-501 型电解质分析仪	326
四、AC-900 型电解质分析仪	330
五、其它典型电解质分析仪简介	334
第二节 血气分析仪	334
一、工作原理	335
二、仪器结构	337
三、AVL995 型血气分析仪	341
第十八章 细菌快速检测仪	353
第一节 自动血培养检测和分析系统	353
一、血培养仪的工作原理	353
二、血培养仪的结构与功能	356
三、血培养仪的性能	357
四、血培养仪的应用及其调校方法	358
五、血培养仪的常见故障及维修	359
第二节 细菌自动鉴定及药敏系统	360
一、细菌快速检测仪工作原理	360
二、细菌快速检测仪的结构与功能	361
三、细菌快速检测仪的性能	363
四、细菌快速检测仪的应用及其调校方法	363
五、细菌快速检测仪的仪器维修	365
第十九章 免疫分析仪器	366
第一节 酶标分析仪	366
一、酶免疫分析法	366
二、酶标仪的工作原理及结构	366
三、EL312E 型酶标仪简介	368
第二节 化学发光免疫分析仪	369
一、化学发光免疫分析法	369

二、化学发光免疫分析仪简介	370
第三节 放射免疫测定仪器	373
一、放射性核素的基本概念	373
二、液体闪烁计数器	376
三、 γ 放射免疫计数仪	382
第六篇 现代波谱分析仪器	389
第二十章 质谱仪	389
第一节 质谱仪的基本原理及性能指标	390
一、基本原理	390
二、质谱仪的性能指标	391
第二节 质谱仪的基本结构	391
一、进样系统	391
二、离子源	392
三、质量分离器	392
四、离子检测器	393
五、真空系统	394
第三节 质谱图解析	395
一、质谱图	395
二、质谱图解析	396
第二十一章 磁共振波谱分析仪	398
第一节 磁共振的基本原理	399
一、原子核的自旋	399
二、磁共振	399
三、弛豫过程	400
四、磁共振信号	401
第二节 磁共振波谱分析仪(MRS)的结构	402
一、磁体	403
二、射频系统	404
三、数据处理及图像显示系统	405
四、其他部件	405
第三节 磁共振波谱分析的操作与安装	406
一、表面线圈技术的改进	406
二、磁共振波谱分析仪的安装要求	407
第四节 磁共振波谱分析仪的临床应用	407
一、活体磁共振波谱分析	407
二、各脏器组织的 MRS	408

第七篇 临床检验仪器中的计算机技术·····	411
第二十二章 数据传输和接口技术·····	411
第一节 数据传输·····	411
一、数据采集 ·····	411
二、数据处理 ·····	413
三、数据输出 ·····	414
第二节 接口技术·····	414
一、可编程并行接口 ·····	415
二、串行 I/O 接口 ·····	416
三、D/A 转换(数模转换) ·····	416
第三节 计算机技术在检测分析仪器中的应用·····	417
一、计算机技术在血液分析仪器中的应用 ·····	418
二、计算机技术在电化学分析仪器中的应用 ·····	419
三、计算机在原子吸收光谱分析仪器中的应用 ·····	419
第二十三章 医学检验仪器的信号与图像处理技术·····	421
第一节 医学检验仪器的信号处理·····	421
一、模拟信号处理 ·····	421
二、数字信号处理 ·····	421
第二节 医学检验仪器的图像处理·····	423
一、医学检验仪器的图像处理的特点和类型 ·····	423
二、图像模型和数字化表达方法 ·····	423
三、几种常用的医学检验仪器的图像处理技术 ·····	424
四、血细胞自动分类中图像处理技术的应用 ·····	425
第二十四章 临床检验仪器的网络化技术·····	427
第一节 单机联网·····	427
一、硬件接口 RS232 ·····	427
二、检验数据的采集与传输格式 ·····	428
三、单机联网的现状 ·····	429
第二节 检验信息管理网络化·····	429
一、计算机网络基础知识 ·····	430
二、网络设计原则及目标 ·····	435
参考文献·····	438

总 论

一、学习《临床检验仪器学》课程的目的

检验医学在国外习惯上称为实验室医学(Laboratory Medicine)。它是一门涉及范围相当广泛,包括多个专业的交叉性学科。在现代医学中,检验医学已经远远超出了早先单纯辅助临床诊断的认识范围。随着现代医学的不断发展,临床检验的范围日益广泛,检验的项目也越来越多。各种定量的检测结果对疾病的诊断、治疗、预后判断和健康评价有着十分重要的价值,正在发挥着越来越大的作用。

近年来,由于临床诊断、治疗、预后监测和医学研究的诸多需要,医学检验方法的进展十分迅速,血液学、免疫学、生物化学和微生物学的任何新理论,新技术以及重大科研成果,凡是能直接用于诊断疾病的,或早或迟都会发展成为一种检验方法,进入临床实验室。相应的检验仪器更是日新月异。随着数学方法和统计学方法、电子技术和计算机技术向检验医学的广泛渗透,使得临床检验仪器都向着机械化、自动化、精密化和简易化的方向发展,大大地提高了临床检验的速度与精度以及对资料的处理能力和管理质量。随着高灵敏度、多功能、智能化程度较高的检测仪器的不断涌现和广泛应用,临床医学的发展对实验室检验,判断结果的依托性的不断增大,对检验工作者的专门知识和技术技能要求越来越高。培养和提高医学院校相关专业的各层次学生及实验室工作人员熟练掌握和使用各类现代化检验仪器,使之在辅助诊断和治疗中发挥最佳的效能,成为相当急迫、重要的事情。教育培养各层次学生和相关工作人员掌握各种常用检验仪器的工作原理、分类结构、性能指标、使用方法、常见故障的排除、临床检验仪器中的计算机技术,并了解其发展趋势,为他们更好地从事临床检验工作打下坚实的基础,这就是学习本课程的目的。

二、临床检验仪器的分类和进展

(一)临床检验仪器的分类

临床检验仪器的分类历来就是一个比较困难的问题,各方面人士对此争议较大。有主张以临床检验的方法为主对临床检验仪器进行分类的,如按目视检查、理学检查、化学检查、显微镜检查、自动化仪器检查等进行分类;也有主张以检验仪器的工作原理为主对临床检验仪器进行分类的,如按力学式检验、电化学式检验、光谱分析检验、波谱分析检验等进行分类。无论哪一种分类方法,都有其优点和一定的局限性及交叉性。近年来,由于各医学基础学科的重大突破和迅速发展,微型电脑在临床实验室的普及,特别是电子技术和计算机技术在检验仪器中的广泛应用,不仅使临床检验仪器的种类愈来愈多,更使临床检验的方法和手段发生了划时代的改变。如何科学地、合理地对临床检验仪器进行分类变得更复杂。但是,随着临床检验学科的不断发展,临床检验仪器的分类将会不断规范、完善。本书对所介绍的各种临床检验仪器,综合以上两种分类思路并考虑到临床检验中

的使用习惯,大体分成以下几类:

1. 分离分析检验仪器 低速离心机,高速离心机,超速离心机;气相色谱仪,高效液相色谱仪;等电聚焦电泳仪,高效毛细管电泳仪。

2. 光谱分析检验仪器 紫外-可见分光光度计;荧光分析仪;原子吸收光谱仪,原子发射光谱仪。

3. 目视检验仪器 普通生物显微镜,荧光显微镜,紫外线显微镜,偏光显微镜,相衬显微镜,透射电子显微镜,扫描电子显微镜。

4. 细胞及分子生物学检验仪器 血培养仪,二氧化碳培养箱,流式细胞仪;基因扩增仪;氨基酸分析仪;DNA 测序仪。

5. 现代波谱分析检验仪器 质谱仪;磁共振分析仪。

6. 临床检验常规仪器 血细胞分析仪,凝血分析仪,血液流变学分析仪;尿液分析仪,尿沉渣分析仪;样品自动处理系统,半自动生化分析仪,全自动生化分析仪;电解质分析仪,血气酸碱分析仪;微生物快速检测仪;酶标分析仪,化学发光免疫分析仪, γ 计数器,微量蛋白比浊仪,磁分离酶联免疫测定仪。

7. 其它临床检验仪器。

以上对临床检验仪器的分类只是本书采用的一般分类方式。目前,在临床检验中还常常联合使用不同类别的检验仪器,称为多机组合联用,以达到最佳检验效果。

(二)临床检验仪器的进展及发展趋势

临床检验仪器是在人们认识疾病、明确诊断、观察疗效、推测预后和不断提高人类的生存质量的过程中逐步发展起来的。纵观临床检验仪器的进展,大体上可分成如下几个阶段。

17 世纪末,荷兰人 Leeuwenhook 在诊断中创用了显微镜。随后,人们相继应用显微镜观察到血液中的红细胞和白细胞,并开始改变仅限于用感官直觉(色、嗅、味等)观察尿液的方式。一些只凭人们感官操纵的检验仪器不断出现。随着第一次产业革命的到来,一些机械指针式检验仪器和检验控制装置开始问世。

20 世纪初,由于电子管的发明及电子学的蓬勃发展,促进了近代医学科学和自动化理论与实践的飞速发展。临床上要求检验提供的支持诊断、鉴别诊断和准确诊断的依据不断增多,要求不断提高。这些都为近代临床检验仪器的发展奠定了基础。随着晶体管的发明,数字化技术进展迅速,各种模拟-数字转换技术日趋成熟。从 50 年代到 60 年代中期,一大批数字式检验仪器开始应用于临床检验。例如,生化分析仪就从单通道连续流动式发展到多通道连续流动式自动分析仪。在这个阶段,虽然电子计算机的发明在科学技术领域引起了轰动,但计算机技术并未对临床检验仪器产生革命性的影响。这是因为当时的计算机还是一种技术复杂、价格昂贵的设备,只有少数专业人员才能掌握和操纵它。因此,计算机很难在临床检验仪器中获得普遍应用,只有少数需要浩繁数据处理的大型精密检测仪器如质谱仪、波谱仪、声谱仪等才尝试使用计算机技术。

20 世纪 70 年代,随着大规模集成电路制造技术的发展,发明了微处理器芯片。随后,美国开始制售配微型计算机的检验、分析仪器产品。从 1975 年起,微处理器和微型计算机在各种检验、分析仪器中的应用以平均每年 35% 的速度递增。到 20 世纪 90 年代,