



教育部 高职高专 规划教材
Jiaoyubu Gaozhi Gaozhuan Guihua Jiaocai
供 医 学 检 验 专 业 用

生物化学检验

第 2 版

WBC		WBC	
LY%	50.0	LY%	50.0
MO%	13.5	MO%	13.5
GR%	36.6 L	GR%	36.6 L
LY#		LY#	
MO#		MO#	
GR#		GR#	
RBC	4.45	WBC	
HGB	14.2	LY%	50.0
HCT	42.6	MO%	13.5
MCV	95.8	GR%	36.6 L
MCH	31.9	LY#	
MCHC	33.3	MO#	
RDW	12.0	GR#	
PLT	...		
PCT	...		
MPV	...		
PDW	...		

主编 李 萍 副主编 刘 彬



人民卫生出版社



教育部高职高专规划教材
JiaoyubuGaozhiGaozhuanGuihuaJiaocai
供医学检验专业用

生物化学检验

笔画为序)

兰 英 (北华)

渊渊 (河南大学医学院)

孙连云 (白求恩)

贵星 (四川大学华西临床医学院)

李 萍 (四川大)

彬 (河南大学医学院)

邹光楣 (湖北药检、卫校)

张纯洁 (四川省卫生干部管理学院)

张 彦 (重庆医科大学)

张瑞萍 (河北邯郸医学高等专科学校)

张燕玲 (天津医科大学)

胡云良 (温州医学院)

姜旭淦 (江苏大学医学技术学院)

人 民 卫 生 出 版 社

全国高等医药院校医学检验 专业专科教材修订说明

为适应我国检验专业教育改革的需要,培养我国社会主义现代化建设需要的检验专业专门人才,在总结上一版教材的使用情况及各门学科发展需求的基础上,于2001年经全国高等医药院校医学检验专业第三届教材评审委员会研究决定,对第一版专科教材进行修订,同时对上一版的实验指导进行修订。根据医学检验专业专科的培养目标,确定了编写的指导思想和教材的深度和广度,强调了基础理论与检验实践的联系及全套教材的系统性。

本次修订后专科教材为6种:

- | | | |
|----------------|--------|---------|
| 1.《临床检验基础》第二版 | 主编 罗春丽 | 副主编 刘体全 |
| 2.*《血液学检验》第二版 | 主编 陈方平 | 副主编 覃西 |
| 3.*《生物化学检验》第二版 | 主编 李萍 | 副主编 刘彬 |
| 4.《微生物学检验》第二版 | 主编 刘运德 | 副主编 楼永良 |
| 5.《免疫学检验》第二版 | 主编 吕世静 | 副主编 陈育民 |
| 6.《寄生虫学检验》第二版 | 主编 仇锦波 | |

*为教育部高职高专规划教材

与本套教材配套的实验指导共6种

- | | |
|--------------------------|--------|
| 1.临床检验基础实验指导(第二版) | 主编 刘成玉 |
| 2.临床免疫学和免疫检验实验指导(第二版) | 主编 刘辉 |
| 3.临床生物化学和生物化学检验实验指导(第二版) | 主编 钱士匀 |
| 4.临床微生物学和微生物检验实验指导(第二版) | 主编 洪秀华 |
| 5.临床血液学和血液检验实验指导(第二版) | 主编 许文荣 |
| 6.临床寄生虫学和寄生虫检验实验指导(第二版) | 主编 曾庆仁 |

第二版前言

卫生部医学检验专业教材评审委员会于2001年10月在黄山召开会议决定再版检验专业专科教材《临床生物化学及生物化学检验》，新版（第二版）教材改名为《生物化学检验》。

《生物化学检验》内容以培养医学检验专业的实用性人才——检验技师为宗旨，使其具有一定的临床生物化学基础理论知识和较强的实际操作能力，能够胜任临床生化的常规检验工作、独立解决工作中的技术难题，以适应广泛的社会需求。

本书在借鉴国内外本学科最新进展和动态的同时，总结了国内教学和临床实践的经验，吸取上版教材之精华编写而成。全书共分19章，前7章主要介绍生化检验的基本技术和技能，适量介绍一些特殊技术和方法。后几章以物质和物质代谢为纲，阐述物质代谢紊乱与疾病发展中的基本病理改变及生化诊断；以主要器官的功能失常与疾病发展为中心，阐述疾病发生发展的病理生理及生化诊断，重点在生化诊断部分。内容编排如下：

1. 生物化学检验的质量保证 包括分析前的质量保证，如标本的采集、处理和病人的准备；分析中的质量控制，如室内质控的材料、方法、室间质量评价的意义和方法，以及全过程质量管理和实验室认可的概念和意义；试剂盒的选择和评价。

2. 生物化学检验的常用技术 包括生物化学检验实验室的基本知识，如实验用水的制备和纯度检查，实验用玻璃仪器的使用和清洗，实验方法的选择和评价；常用的分析技术，如光度分析技术、电化学技术、电泳技术、层析和离心技术和自动生化分析技术的原理、方法和评价；酶学分析的基本知识和类型；诊断分子生物学的常用技术和临床应用。

3. 以物质分类和器官、组织病损为主，介绍常见疾病时物质代谢的特点、相应体液成分改变及其检验方法的原理、特点和评价，同时介绍了这些物质检验的临床意义和选择原则。

4. 附加了几个综合病案分析，以期通过本教材的学习，能够将各种知识、技术融会贯通和应用。附加了中英文专业词汇的对照，以便于查找有关内容。

参加本教材编写的作者都是从事检验医学专业教学工作第一线的教师及临床工作者，他们中有教学和临床经验丰富的中青年教师，也有思维敏捷、充满活力的年轻教师。经过不足4个月的艰苦努力和通力协作，完成了全书的编写任务。在此对编写组全体老师的辛勤工作表示敬意，对卫生部教材办以及帮助过此书编写的领导和老师们表示



衷心感谢!

由于时间紧、编者的水平有限，不足之处，恳请广大读者批评指正。

李 萍 刘 彬

2002—9—10

目 录

第一章 绪论	1
一、生物化学检验的研究领域	1
二、生物化学检验的发展	2
三、生物化学检验的任务	3
第二章 生物化学检验的标本	5
第一节 标本的采集	5
一、检验申请单	5
二、血液标本的采集	5
三、尿液标本的采集	7
四、特殊标本的采集	7
第二节 标本的处理	8
一、抗凝剂	8
二、防腐剂	9
三、标本的分离储存和转运	9
第三节 影响检验结果的生物学因素	10
一、生理因素的影响	10
二、饮食和药物的影响	12
第三章 生物化学检验实验室基本知识	14
第一节 实验用纯水	14
一、纯水的制备方法	14
二、水的纯度检查	15
第二节 实验用玻璃仪器	16
一、普通玻璃仪器的使用	16
二、普通玻璃仪器的清洗	18
第三节 实验方法的选择	19
一、实验方法选择的目的	19
二、实验方法的分级	19

三、标准试剂的分级	21
四、实验方法选择的原则	22
五、实验方法选择的步骤	22
第四节 实验方法的评价	22
一、实验误差	23
二、方法评价的基本内容和步骤	24
三、方法评价指标	25
四、评价实验	26
五、方法性能判断	31
第五节 实验的诊断性能评价	37
一、参考值和医学决定水平	37
二、诊断灵敏度、特异度、预测值和似然比	39
三、受试者工作曲线	44
第四章 生物化学检验的质量控制	46
第一节 全过程质量控制	46
一、主要步骤	46
二、分析前质量控制	46
三、分析后质量控制	47
第二节 室内质量控制	47
一、室内质量控制的任务	47
二、室内质量控制的主要方法	48
第三节 室间质量评价	53
一、目的和条件	53
二、方法	54
三、能力比对检验	54
第四节 实验室认可	56
第五节 试剂盒的选择和评价	59
一、生化检验试剂的发展	59
二、试剂盒的选择和评价	59
第五章 常用生物化学检验技术	62
第一节 光谱分析技术	62
一、分光光度技术的基本原理	62
二、分光光度计的基本结构	63
三、分光光度计的操作方法	64
四、分光光度技术的定性和定量方法	64
五、其它光谱分析技术	65



第二节 电化学分析	67
一、电化学分析方法基本原理	67
二、离子选择电极分类	67
三、离子选择电极的分析方法	69
第三节 电泳技术	69
一、电泳的基本原理	70
二、电泳技术的分类	71
三、影响电泳的因素	71
四、常用电泳技术	74
五、电泳区带的测定	78
六、特殊电泳技术	79
第四节 层析技术	81
一、层析的概念与分类	81
二、常用的层析技术	84
第五节 离心技术	88
一、离心技术原理	88
二、离心机的结构与分类	90
三、离心方法	91
四、使用离心机的注意事项	93
第六节 自动生化分析技术	93
一、自动生化分析仪的类型	93
二、自动生化分析方法和校准	96
三、自动生化分析仪的参数设置	97
四、自动生化分析仪的性能评价	98
第六章 分子生物学技术	100
第一节 核酸的分离纯化技术	100
一、DNA 的分离与纯化	100
二、RNA 的分离与纯化	101
第二节 DNA 分析技术	102
一、重组 DNA 技术	102
二、分子杂交	105
三、聚合酶链反应	108
四、DNA 序列测定	109
五、DNA 限制性片段长度多态性分析	110
六、DNA 芯片技术	110
第三节 诊断分子生物学技术的临床应用	112
一、人类基因组概念	112

二、基因诊断	113
第七章 酶学分析技术	118
第一节 酶活性测定的基本知识	118
一、酶活性的概念	118
二、酶活性单位	118
三、酶活性单位的计算	119
四、酶促反应进程	119
五、酶促反应底物动力学	120
第二节 酶活性测定方法及酶学分析的类型	123
一、酶活性的测定方法	123
二、工具酶	124
三、酶偶联测定法	124
四、底物浓度测定	126
第三节 同工酶测定	126
一、同工酶产生的机理	126
二、同工酶的测定方法	127
第四节 酶学分析在临床诊断上的应用	128
一、血浆酶的来源	128
二、酶的区域化分布	129
三、酶活性测定在临床诊断中的应用	129
四、同工酶的诊断价值	131
第五节 酶活性测定最适条件的选择	131
第八章 体液蛋白质检验	133
第一节 概述	133
一、血浆蛋白质的组成、功能及分类	133
二、个别血浆蛋白质	134
三、疾病时的血浆蛋白质	142
第二节 体液蛋白质测定	144
一、血清总蛋白测定	144
二、血清白蛋白测定	146
三、血清球蛋白测定	148
四、血浆纤维蛋白原测定	148
五、尿总蛋白测定	149
六、尿微量蛋白质测定	149
七、脑脊液蛋白质测定	150



第九章 体液葡萄糖检验	152
第一节 概述	152
一、血糖的来源、去路和调节	152
二、糖代谢紊乱	154
第二节 体液葡萄糖测定	157
一、血糖测定	157
二、糖耐量试验	159
三、血清糖化血红蛋白测定	162
四、血清糖化白蛋白测定	163
五、胰岛素测定和胰岛素释放试验	163
六、C-肽测定	164
七、尿糖测定	164
八、脑脊液糖测定	166
第十章 血脂及血浆脂蛋白检验	167
第一节 概述	167
一、血脂及血浆脂蛋白	167
二、脂蛋白代谢紊乱	173
第二节 血脂、脂蛋白及载脂蛋白测定	177
一、血清(浆)静置试验	178
二、血清(浆)总胆固醇测定	178
三、血清(浆)甘油三酯测定	180
四、血清(浆)脂蛋白测定	182
五、血清载脂蛋白测定	185
第十一章 钠、钾、氯和酸碱平衡检验	187
第一节 钠、钾、氯代谢及其检测	187
一、体液中的电解质及其生理功用	187
二、钠、氯的代谢及其平衡紊乱	188
三、钾的代谢及其平衡紊乱	189
四、钠、钾、氯的测定	190
第二节 酸碱平衡与血气分析	193
一、气体在血液中的运输	193
二、血气分析的测定原理及方法	197
三、血气分析常用指标与参数	202
四、酸碱平衡紊乱的分类及判断	205
第十二章 钙、磷、镁和微量元素检验	210

第一节 概述	210
一、钙、磷代谢和调节	210
二、镁代谢和生理功能	213
三、微量元素与疾病	214
第二节 钙、磷、镁和微量元素测定	218
一、血清钙、磷、镁的测定	218
二、尿液钙、镁、磷的测定	221
三、铁、铜和锌测定	222
第十三章 肝功能检验	224
第一节 概述	224
一、肝脏结构	224
二、肝脏的生物化学功能	225
三、肝脏疾病的生化改变	230
第二节 肝功能试验	233
一、血清(浆)蛋白测定	233
二、血清酶测定	236
三、血清胆红素测定	241
四、血清胆汁酸测定	243
五、血氨测定	244
第三节 肝功能试验选择原则	244
一、肝功能试验选择原则	244
二、肝功能试验的分类	245
第十四章 肾脏功能检验	246
第一节 概述	246
一、肾脏的结构	246
二、肾脏的功能	247
第二节 肾脏功能试验	249
一、血清尿素、肌酐、尿酸的测定	249
二、尿液总蛋白、微量蛋白的测定	256
三、尿液 pH、相对密度及渗透量的测定	260
四、其它	261
五、肾脏功能试验的选择原则与应用	263
第十五章 心脏标志物检验	268
第一节 概述	268
一、心脏的结构和功能	268



二、心脏疾病的诊断	269
第二节 心脏标志物的测定	269
一、酶类标志物	269
二、蛋白类标志物	274
第三节 心脏标志物的选择和评价	277
第十六章 内分泌功能检验	279
第一节 概述	279
一、激素的概念、分类及作用机制	279
二、激素分泌的调节	279
三、激素测定方法的选择和评价	280
第二节 甲状腺功能测定	281
一、甲状腺激素的代谢与分泌调节	281
二、甲状腺功能紊乱	283
三、甲状腺激素的测定	284
四、其它指标	286
五、甲状腺分泌调节功能测定	287
第三节 肾上腺功能测定	287
一、肾上腺皮质功能测定	288
二、肾上腺髓质功能测定	292
第四节 下丘脑-垂体分泌激素的测定	295
一、垂体分泌的激素	295
二、下丘脑分泌的激素	296
三、下丘脑-腺垂体激素分泌的调节	297
第十七章 肿瘤标志物检验	298
第一节 概述	298
一、肿瘤标志物的概念	298
二、肿瘤标志物的分类	298
第二节 肿瘤标志物的测定	299
一、胚胎性抗原标志物的测定	299
二、糖类抗原标志物的测定	300
三、酶类抗原标志物的测定	302
四、激素类抗原标志物的测定	305
五、基因类标志物的测定	306
六、其它	309
第十八章 妊娠和新生儿的生物化学检验	311

第一节 妊娠的生物化学	311
一、妊娠期生物化学特征	311
二、妊娠期的内分泌特点	312
三、妊娠的生物化学检验	314
第二节 新生儿代谢性疾病	317
一、新生儿代谢性疾病的概念	317
二、新生儿代谢性疾病的筛选	317
 第十九章 治疗药物监测	322
第一节 概述	322
一、治疗药物监测的概念	322
二、药物在体内的代谢过程	322
三、影响血药浓度的因素	324
第二节 治疗药物监测	325
一、治疗药物监测的常用范围	325
二、治疗药物监测与药代动力学	326
三、治疗药物监测常用标本及处理	328
四、药物监测的常用方法	329
 附 案例分析	330
 英中文对照	334
 主要参考文献	345

绪 论

一、生物化学检验的研究领域

生物化学检验 (biochemistry test) 是以健康和疾病时的生物化学过程为研究目的, 通过测定组织、体液的成分, 揭示疾病变化和药物治疗对机体生物化学过程和组织、体液成分的影响, 以提供疾病诊断、病情监测、药物疗效、预后判断和疾病预防有用信息的一门学科。生物化学检验是医学的一个分支, 它主要以化学和医学知识为基础, 同时应用生物学、药理学、分子生物学、仪器学、计算机电子学等学科知识, 它的独特研究领域、性质和作用, 使其成为一门理论和实践性强的边缘性的应用学科。它与检验医学的其它专业学科, 如临床病理学、临床血液学、临床免疫学和临床微生物学等有着密切的联系, 临床生物化学工作者与医生的紧密合作有助于疾病的正确诊断和治疗。

临床生物化学的主要任务是阐述疾病的生物化学基础, 疾病发生发展的生物化学过程, 以及药物对此过程的影响。生物化学检验则以检验方法、新技术的开发应用和检验质量的保证为主, 并对检验结果及其临床意义作出评价, 为临床提供正确、有用的实验室信息。

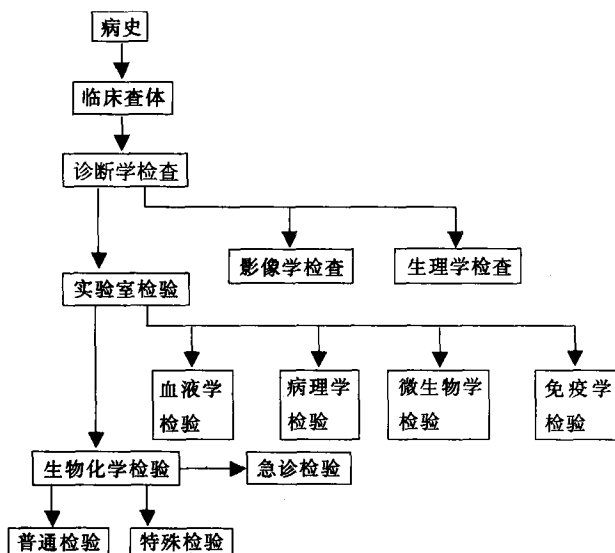


图 1-1 生物化学检验的地位和作用

生物化学检验包括①普通生化检验,其提供的检验项目可满足临床多种疾病的诊断需要,可对这些项目按不同类别进行编组,如:肝脏功能试验、肾脏功能试验、心脏标志物测定、血脂检验、血糖检验、电解质分析、动态功能试验等。②特殊生化检验,如:毒物分析、治疗药物监测、激素检验、DNA 分析等。这类检验的技术条件要求较高,并非在每个实验室都能开展,可通过中心实验室提供此类服务。③急诊生化检验,所有的生化检验实验室均应有急诊生化检验,即开展临床紧急需求的、小规模检验项目,能迅速地回报检验结果,这类检验通常包括血糖、尿素、电解质、淀粉酶、血气分析、心脏标志物等。④床旁生化检验,即将一些小型的生化分析仪放置在病人床旁或医疗现场,如急诊室、监护病房、外科手术室和事故现场等,使得能快捷、方便地得到检验结果,现在开展较多的床旁检验项目有血糖、血气、心脏标志物等。生物化学检验的地位和作用见图 1-1。

二、生物化学检验的发展

早在 3000 年前就有人发现了疾病可引起体液成分的变化。最早注意到的是尿液中的蛋白和糖,第一个检查尿液蛋白的物理试验是由中国人发明的,即用竹条搅动尿液,尿液起泡说明有蛋白,从而记载有“泡沫尿表明有疾病”。体液的生物分析约起源于公元前 500 年的埃及,埃及人将尿液倒在干沙上,通过记录蚂蚁的数量来估计尿液中糖的含量,即尿液中糖含量越高,蚂蚁数量越多。在 18 世纪,法国化学家的研究指出,尿液中吸引蚂蚁的甜物质是葡萄糖。

化学技术应用于体液成分分析始于 18 世纪后期,首先对肾结石的化学组成进行分析,此后英国医生 Bence Jones 提出了第一个肿瘤标志物,即一种具有特殊凝溶性质的物质,存在于多发性骨髓瘤病人的尿液中,被称作“Bence Jones”即“本周氏”蛋白,现在均已知为免疫球蛋白中的游离轻链。100 多年前,有人使用重量分析法对血浆电解质进行分析,尽管当时测定的正常人和脱水病人血浆电解质浓度与现代报道的浓度有惊人的一致性,但这一发现未从病因诊断或治疗的角度进一步研究、探讨。直到 50 年代初,火焰光度计的使用才使电解质的分析方法产生了革命性的变化。比色仪最初用于临床实验室是测定血清尿素和糖,1920 年开始了对体液酶的分析。19 世纪 30 年代中期出现了测定血清碱性磷酸酶用于评价肝脏功能和测定血清淀粉酶用于胰腺炎诊断的报道,这期间体液激素的分析也开始进行,但直到 70 年代,放射免疫分析替代了非敏感、非特异的激素测定方法使其得到了迅速发展。能在可见及紫外区读数的分光光度计的出现,也极大地扩展了检测物的数量。

我国近 20 年临床化学的发展是卓有成效的。由于各种计算机系统控制的全自动生化分析仪以及各种商品化药盒在临床实验室广泛应用,使分析的准确度、精密度显著提高,并大大拓展了分析范围,包括常规生化、毒物、药物、激素、肿瘤标志物、营养物等项目均能被检测。同时试剂和标本条码检测的应用和分析方法的自动化,使生化检验质量和工作效率明显提高。自动生化分析发展到对标本的需求可少至 10 μ l,一台仪器可同时分析 40 多种不同的项目,每小时可完成几千个测试。21 世纪引进生化分析仪的模块化系统,使得生化检验系统概念形成,当自动生化分析仪连接上标本前处理系统,

则实现了生化检验的全实验室自动化。床旁分析仪的使用和发展,使得生化检验更快捷、便利,并能在医疗事发现场实时开展。

气相和高效液相色谱分析使人们能更有效地进行治疗药物的监测,并对体内激素和代谢物水平和成分实施分析。而质谱分析则提供了药物和新生儿代谢异常迅速鉴定的手段。DNA 分析和基因、蛋白芯片的研究开发及应用为临床化学发展开辟了新纪元。

21 世纪的循证医学 (evidence - based medicine, EBM) 理论从理念上对临床生物化学检验新方法、新技术的认识和使用产生了极大的影响。循证医学是指系统地、严格地搜寻、评价和应用当前研究成果,并以此作为临床决策的依据,此依据应是当前最佳的科学证据。而诊断技术随着对疾病过程认识的深化和发展,新的实验方法和技术不断涌现,并迅速制造生产为试剂盒或仪器,应用于临床,使得这些方法和技术缺乏严格的评价。鉴于此,循证医学以及在检验医学领域应用而形成的循证检验医学 (evidence - based laboratory medicine, EBLM) 要求任何检验方法或技术只有在充分评价其准确、可靠、有助于医疗决策,以及经济有效后才能用于医疗实践,并要求检验人员能提供基于循证理论的检验指南,这无疑会对检验医学及生化检验的规范化发展产生推动作用。

三、生物化学检验的任务

分析方法和技术手段的现代化、自动化为临床生化实验室提供了良好的条件。但方法、技术的使用则需要相应高素质的工作人员作保障。为保证检验结果的精确、准确及实用,建立相应的教育、培训计划和考核制度是十分必要的。其目的是使检验人员具有研究、开发和使用新技术和新方法的能力,并能熟练地设置和操作自动化仪器。在加强实验室质量管理的同时,要有分析前质量控制意识,并能够对检验结果进行解释。因此,要求现代临床生化检验师应具有以下能力:

1. 研究开发

(1) 正确组合配套试验,并对结果进行评价。

(2) 不断开发新试验,推出新项目,对方法进行选择和评价,了解方法的特点和局限性,主动向临床进行专题介绍。

2. 质量保证 生化检验人员能了解和控制影响生化检验质量的各种因素,包括分析前的质量控制、分析过程的质量控制、质量保证和质量改进、分析过程中干扰的识别和消除。

3. 分析能力 能熟练地使用现代分析仪器,包括手动、半自动、全自动和特殊分析仪器等,并能进行参数设置、仪器的常规和特殊保养。

4. 信息化管理 能够熟练地使用计算机,了解实验室信息系统 (laboratory information system, LIS) 在实验室数据贮存、处理和管理中的应用。

5. 临床对话 具有一定的临床“对话”能力,即能提供一般的检验项目选择、结果解释、分析干扰及分析前病人准备的咨询。能运用循证医学的理念,合理地选择、评价和组合检验项目,提供检验应用指南及最有效的生化检验服务。

为培养适应现代社会发展的合格检验技术人员,本书从以下几方面进行了阐述。