

全国中等卫生学校教材

生物化学及检验技术

(供检验士、临床检验士专业用)

王同明 主编

李立群 主审

江苏科学技术出版社

全国中等卫生学校教材

生物化学及检验技术

(供检验士、临床检验士专业用)

王同明 主编

王同明 李玉岭 编写
宋德璋 顾洛

李立群 主审

江苏科学技术出版社

全国中等卫生学校教材
生物化学及检验技术
王同明 主编

江苏科学技术出版社出版
宜兴市第二印刷厂印刷
江苏省新华书店发行

*

787×1092毫米 开本1/16 印张30 字数723.800
1986年6月第1版 1990年2月第5次印刷
印数：54,571—90,120册

ISBN 7-5345-0129-6

R·19(课)

定价：6.50元

编写说明

本书是受卫生部委托，由上海市卫生局组织编写小组，根据卫生部(83)卫科教字第81号文件“关于中等卫生学校制订教学大纲的几点意见”和“关于组织编写中等卫生学校教材暂行办法”的精神，并按照卫生部1982年颁发的“中等卫生学校十三个专业教学计划”进行编写，供全国中等卫生学校三年制临床检验士和检验士专业使用。

全书共二十五章，分成三篇。第一篇主要是生物化学基础理论，包括蛋白质化学、酶、维生素、生物氧化以及糖、脂、蛋白质、水盐等在体内的代谢过程，肝脏的生理功能。第二篇为生化检验技术总论，包括实验室的基本知识和常用分析方法的原理（如比色法、电泳技术和层析等）。第三篇是生化检验技术各论，分别介绍了临床上常用的检验项目。对各检验项目本书只介绍一种方法，各地卫校可根据具体情况酌情修改。

本书的编写原则是：以教学大纲为依据，贯彻“少而精”的原则，加强基础理论和检验技术的内容，适当介绍新技术、新进展，为学生提供进一步深入学习奠定一些基础。

参加本书编写的有：西安市卫生学校宋德璋、南京卫生学校李玉岭、福建省卫生学校顾洛和上海第二医科大学附属新华卫生学校王同明。全稿由上海第二医科大学检验系临床生化教研组主任李立群审定。上海第二医科大学附属仁济医院检验科副主任李蓉蓉参加了部分内容的审阅。

全书编写完成后，经征求部分学校和医院检验科的意见，认为内容适中，部分章节仍有偏多偏深的缺点，但可作为学生的参考资料。请各校师生在使用中及时提出宝贵意见，以便今后修订时改正。

王同明

1985年8月

目 录

第一篇 生物化学

第一章 绪 论	1
一、生物化学的概念	1
二、生物化学的发展	2
三、生物化学与医药卫生的关系	3
第二章 蛋白质与核酸化学	5
第一节 蛋白质化学	5
一、蛋白质是生命的物质基础	5
二、蛋白质的分子组成与结构	6
三、蛋白质的命名与分类	18
四、蛋白质的理化性质和生物学特性	19
第二节 核酸化学	24
一、核酸的化学组成	24
二、核酸的结构	29
三、核酸的性质	32
第三章 酶	36
第一节 酶促反应的特点	36
一、酶作为生物催化剂和一般催化剂相比的共同点	36
二、酶作为生物催化剂和一般催化剂相比的不同点	36
第二节 酶的作用机理	37
一、酶能降低化学反应的活化能	37
二、中间产物学说	38
三、诱导契合学说	38
第三节 酶的命名和分类	38
一、酶的命名	38
二、酶的分类	39
第四节 酶的化学本质、组成与结构	40
一、酶的化学本质	40
二、酶的分子组成	40

三、酶的氨基酸组成与肽链结构	40
四、酶的结构与生物活性的关系	41
第五节 影响酶促反应的因素	43
一、底物浓度对酶促反应速度的影响	43
二、酶浓度对酶促反应速度的影响	45
三、pH对酶促反应速度的影响	46
四、温度对酶促反应速度的影响	47
五、抑制剂对酶促反应速度的影响	47
六、激活剂对酶促反应速度的影响	49
第六节 酶与医学的关系	49
一、酶与疾病发生的关系	49
二、酶在疾病诊断上的应用	49
三、酶在治疗上的应用	50
实验一 酶促反应的特异性	50
实验二 影响酶促反应的因素(温度、pH、激活剂、抑制剂)	52
第四章 维生素	55
第一节 脂溶性维生素	55
一、维生素A	55
二、维生素D	56
三、维生素E	57
四、维生素K	58
第二节 水溶性维生素	58
一、维生素B ₁	58
二、维生素B ₂	60
三、维生素PP	61
四、维生素B ₆	62
五、泛酸	63
六、生物素	64
七、叶酸	64
八、维生素B ₁₂	65
九、维生素C	67
第五章 生物氧化	70
第一节 生物氧化的方式与特点	70
一、生物氧化的方式	70
二、生物氧化的特点	71

第二节	重要的生物氧化体系	71
一、	线粒体生物氧化体系	71
二、	非线粒体生物氧化体系	75
第三节	生物氧化与能量的释放、转移、贮存和利用	75
一、	高能键及高能化合物	76
二、	三磷酸腺苷的生成	76
三、	能量的贮存	78
四、	能量的利用	78
第四节	生物氧化中二氧化碳的生成和利用	79
一、	二氧化碳的生成	79
二、	二氧化碳的利用	80
实验三	琥珀酸脱氢作用的定性试验	80
第六章	糖的代谢	83
第一节	糖的消化和吸收	83
一、	糖的消化	83
二、	糖的吸收	83
第二节	糖在体内的一般动态	84
第三节	糖的分解代谢	85
一、	糖的无氧分解	85
二、	糖的有氧氧化	89
三、	磷酸戊糖通路	94
第四节	糖原的合成和分解	96
一、	糖原的合成	96
二、	糖原的分解	98
第五节	糖异生作用	98
一、	糖异生的途径	98
二、	糖异生的生理意义	99
第六节	血糖	100
一、	血糖的来源和去路	100
二、	血糖浓度的调节	101
第七节	糖代谢紊乱	102
一、	低血糖及低血糖症	102
二、	高血糖、糖尿及糖尿病	103

实验四 激素(肾上腺素、胰岛素)对血糖浓度的影响	104
第七章 脂类代谢	106
第一节 脂类的分布和生理功能	106
第二节 脂类的消化和吸收	107
一、脂类的消化	107
二、脂类的吸收	109
第三节 血脂	110
一、血浆中脂类的成分和正常参考值	110
二、血浆脂蛋白	111
第四节 甘油三酯的分解与合成	114
一、甘油三酯的分解	114
二、甘油三酯的合成	119
第五节 类脂代谢	122
一、磷脂的代谢	122
二、胆固醇的代谢	123
实验五 酮体的生成(肝生酮试验)	128
第八章 蛋白质与核酸代谢	130
第一节 蛋白质的营养作用	130
一、氮平衡	130
二、必需氨基酸与蛋白质的互补作用	130
三、蛋白质的需要量	131
第二节 蛋白质的消化吸收	132
一、蛋白质的消化	132
二、氨基酸的吸收	133
三、氨基酸在肠中腐败	133
第三节 蛋白质分解代谢	133
一、血液氨基酸的来源与去路	133
二、氨基酸分解代谢的一般途径	135
三、氨的代谢	139
四、血氨与肝昏迷	140
五、 α -酮酸的代谢	141
六、个别氨基酸代谢	142
第四节 核酸代谢	146

一、核酸的消化吸收	146
二、核酸的分解代谢	146
三、核酸的合成代谢	146
第五节 蛋白质的生物合成	152
一、核酸在蛋白质生物合成中的作用	153
二、蛋白质生物合成的过程	153
三、蛋白质生物合成与医学的关系	156
第六节 蛋白质、糖、脂类代谢之间的关系	156
一、蛋白质与糖代谢关系	157
二、蛋白质与脂类代谢关系	157
三、糖与脂类代谢关系	157
实验六 氨基移换反应——谷丙转氨酶活性的测定(纸层析法)	158
第九章 血液	161
第一节 血液的化学成分	161
一、血液蛋白质	161
二、非蛋白含氮化合物	167
三、不含氮的有机化合物	168
四、无机盐	168
第二节 血红蛋白	168
第三节 血液在气体运输中的作用	170
一、氧的运输	170
二、二氧化碳的运输	173
第十章 水盐代谢与酸碱平衡	176
第一节 体液	176
一、体液的含量和分布	176
二、体液电解质含量和分布的特点	177
三、体液间的交换	179
四、体液中电解质浓度的表示方法	180
第二节 水、钠、氯的代谢	181
一、水代谢	181
二、钠、氯代谢	183
三、水、钠代谢的调节	184
四、水、钠代谢紊乱	186
第三节 钾代谢	188

一、钾的主要生理功能	188
二、钾的需要量、吸收和排泄	189
三、钾代谢紊乱	189
第四节 钙、磷代谢	189
一、钙、磷在体内的含量、分布及主要生理功能	189
二、钙、磷的吸收与排泄	190
三、血钙和血磷	190
四、钙、磷代谢的调节	191
五、钙、磷代谢紊乱	193
第五节 铁代谢	193
一、铁的分布和存在形式	193
二、铁的吸收	193
三、铁的运输	194
四、铁的贮存	194
五、铁的排泄	194
第六节 酸碱平衡	195
一、体内酸性和碱性物质的来源	195
二、酸碱平衡的调节	196
三、酸碱平衡紊乱	201
四、血液酸碱平衡的指标及其临床意义	203
第十一章 肝脏功能	205
第一节 肝脏的结构和化学组成的特点	205
一、肝脏通过门静脉和肝动脉双重供血	205
二、肝脏通过肝静脉与体循环相沟通，通过胆道与肠腔相沟通	205
三、肝细胞膜的通透性较高	205
四、肝细胞的亚细胞结构的特点	205
五、肝细胞内含有种类繁多，活性较高的酶类	205
六、肝细胞内含有丰富的蛋白质	205
第二节 肝脏在物质代谢中的作用	206
一、肝脏在糖代谢中的作用	206
二、肝脏在脂类代谢中的作用	206
三、肝脏在蛋白质代谢中的作用	207
四、肝脏在维生素代谢中的作用	208
五、肝脏在激素代谢中的作用	208
六、肝脏的生物转化作用	208
第三节 胆汁和胆汁酸	212

一、胆汁	212
二、胆汁酸及其代谢	212
第四节 胆色素代谢与黄疸	214
一、胆色素代谢	214
二、血清胆红素及黄疸	218
第五节 常用肝功能试验	220
一、常用肝功能试验的主要临床意义	220
二、常用肝功能试验的选择	223
第二篇 生物化学检验技术(总论)	
第十二章 基本知识	224
第一节 生化实验室一般守则	224
一、实验室规则	224
二、注意事项及应急处理	224
第二节 常用玻璃仪器的清洗和容量检测	226
一、常用玻璃仪器的清洗	226
二、常用容量玻璃仪器的规格及校正	227
第三节 试剂的配制与保存	230
一、化学试剂的品质规格	231
二、化学(原料)试剂的保管	231
三、实验试剂的配制	232
四、实验试剂的使用	233
第四节 质量控制	234
一、实验数据的处理	234
二、实验结果的变异	236
三、临床生化检验的质量控制	238
第五节 实验室管理	248
一、行政管理	248
二、技术管理	249
实验七 吸量管的检定及质量控制习题	249
第十三章 光谱光度分析技术	252
第一节 光谱光度分析基本原理	252
第二节 比色分析和标准检量表的制备	254
一、原理	255

二、测定方法	256
三、标准曲线及标准检量表制作	257
第三节 721型分光光度计及其波长校正	259
一、721型分光光度计的基本结构及主要技术指标	259
二、仪器的安装与使用	261
三、721型分光光度计的调整与波长校正	262
第四节 其他光谱光度分析技术简介	263
一、荧光分析法	263
二、火焰光度法	264
三、原子吸收分光光度法	266
四、比浊法	267
实验八 吸收曲线的制作和721型分光光度计的波长校正	269
实验九 标准曲线的制备(o—TB法测定血糖)	272
第十四章 电泳技术	275
第一节 电泳基本原理	275
第二节 影响电泳速度的因素	276
一、样品	276
二、电场	276
三、缓冲液	277
四、支持介质	277
第三节 区带电泳的分类	278
一、按支持介质的物理性状不同分类	278
二、按支持介质的装置形式不同分类	278
三、按电泳系统中pH的连续性不同分类	279
第四节 电泳的一般操作技术	279
一、仪器设备	279
二、常用支持介质的制备和特点	279
三、电泳的一般操作过程	280
第五节 特殊电泳技术	280
一、聚丙烯酰胺凝胶电泳	280
二、高压电泳	284
三、免疫电泳	285
实验十 血清蛋白醋酸纤维薄膜电泳及缓冲液离子强度对电泳速度的影响	286
实验十一 血清蛋白聚丙烯酰胺凝胶电泳	287

第十五章 层析法	289
第一节 层析法概况	289
第二节 层析法基本原理	289
第三节 纸层析技术	291
一、原理	291
二、器材和试剂	291
三、方法和注意事项	292
四、临床应用	293
第四节 凝胶层析技术	293
一、原理	293
二、器材和试剂	295
三、方法和注意事项	296
第五节 亲和层析技术	296
一、原理	296
二、器材和试剂	297
三、方法和注意事项	297
四、临床应用	297
实验十二 聚酰胺薄膜层析法分离氨基酸	298
实验十三 凝胶柱层析法分离血红蛋白及DNP-糜蛋白酶	301
第十六章 其他生化分析技术	303
第一节 电位分析	303
一、基本原理	303
二、实验条件	304
三、电极类型	304
四、仪器与测量	306
第二节 超速离心分析	307
一、一般原理	307
二、仪器设备	309
第三节 生化自动分析技术	309
一、分立式自动生化分析仪	309
二、管道流动式生化自动分析仪	310
三、离心式自动分析仪	314
第三篇 生物化学检验技术(各论)	
第十七章 血浆蛋白质测定	316
第一节 血浆蛋白质测定——微量凯氏定氮法	316

一、微量凯氏定氮法——蒸馏滴定法	316
二、微量凯氏定氮比色法	319
第二节 血清总蛋白、清蛋白及球蛋白测定——盐析双缩脲法	321
第三节 血清清蛋白测定——溴甲酚绿法	324
第四节 血清蛋白电泳——醋酸纤维素膜法	326
第五节 血清粘蛋白测定——酚试剂法	329
第六节 血浆纤维蛋白原测定——盐析双缩脲法	332
第七节 脑脊液和尿液蛋白定量——磺基水杨酸比色法	333
一、脑脊液蛋白质定量测定	333
二、尿液蛋白定量测定	334
第十八章 酶类测定	336
第一节 血清转氨酶测定	337
第二节 血清乳酸脱氢酶测定	340
第三节 血清碱性磷酸酶测定	343
第四节 淀粉酶测定	346
第五节 血清 γ -谷氨酰转肽酶测定	347
第六节 胆碱酯酶测定	350
第七节 血清5'-核苷酸酶测定	353
第八节 血清磷酸肌酸激酶测定	355
第九节 血清乳酸脱氢酶同工酶测定	358
第十九章 糖类测定	361
第一节 血液葡萄糖测定	361
一、邻甲苯胺法	361
二、葡萄糖氧化酶法	363
第二节 葡萄糖耐量试验	365
第二十章 血脂测定	368
第一节 血清总胆固醇测定	368
一、硫磷铁法	368
二、邻苯二甲醛法	369
第二节 血清甘油三酯测定	370
分溶抽提-乙酰丙酮显色法	371

第三节	血清脂蛋白电泳分析	373
一、	血清脂蛋白醋酸纤维素薄膜电泳	373
二、	血清脂蛋白预染琼脂糖电泳分析法	375
三、	血清脂蛋白预染聚丙烯酰胺凝胶电泳法	376
第四节	血清 β -脂蛋白和前 β -脂蛋白简易测定——肝素比浊法	380
第五节	血清高密度脂蛋白胆固醇测定	381
第二十一章	蛋白质代谢产物测定及有关肾功能试验	384
第一节	尿素氮测定——二乙酰-脲显色法	384
第二节	肌酐测定——碱性苦味酸法	386
第三节	尿酸测定——磷钨酸比色法	389
第四节	血氨测定——酚-次氯酸盐显色法	391
第五节	与生化检验有关的肾功能试验	393
一、	尿素廓清试验	393
二、	内生肌酐清除率测定	396
三、	酚红(PSP)排泄试验	397
第二十二章	电解质类测定	400
第一节	血清钾测定	400
四苯硼钠比浊法		400
第二节	血清钠测定	403
焦锑酸钾比浊法		403
第三节	血清钾、钠火焰光度测定法	404
第四节	血清氯化物测定	409
硝酸汞滴定法		409
第五节	血清钙测定	411
乙二醇四乙酸钠滴定法		411
第六节	血清无机磷测定	414
硫酸亚铁-磷钼酸比色法		414
第七节	血清铁测定	415
双吡啶比色法		416
第二十三章	血气酸碱分析	418

第一节 血浆CO ₂ 结合力测定	418
一、量积法	418
二、滴定法	422
第二节 血液酸碱平衡分析	424
一、血液酸碱平衡的主要指标及临床意义	424
二、血液酸碱平衡测定方法(直接法)	427
第二十四章 激素及其代谢产物的测定	435
第一节 尿17-酮类固醇测定	435
第二节 尿17-羟类固醇测定	438
第三节 尿中3-甲氧基-4-羟苦杏仁酸(VMA)测定	440
第二十五章 肝功能试验	443
第一节 血清浊度和絮状试验	443
一、脑磷脂-胆固醇絮状试验(CCFT)	443
二、麝香草酚浊度试验(TTT)	444
三、麝香草酚絮状试验(TFT)	446
四、硫酸锌浊度试验(ZnTT)	447
五、芦戈氏碘试验	447
第二节 有关胆红素代谢的肝功能试验	449
一、血清黄疸指数测定	449
二、血清胆红素定性试验——凡登白氏反应	449
三、血清总胆红素和1分钟胆红素测定	451
第三节 有关生物转化和排泄的肝功能试验	
——磺溴酞钠(BSP)滞留试验	453
附：教学大纲	456

第一篇 生物化学

第一章 绪 论

生物化学属于生物科学，是一门重要的医学基础课程，也是医学检验的专业课程之一。

一、生物化学的概念

生物化学是生物科学中一门相对独立的科学，它是以生物为对象，运用化学的原理和方法来研究生物体的化学组成与性质、物质代谢、物质代谢与机体功能的相互关系之科学。也就是研究生物体生命活动的一切化学变化规律的科学。简而言之，生物化学就是研究生命的化学。

生命是物质代谢的最高形式，恩格斯早在1878年曾指出：“生命是蛋白体的存在方式，这个存在方式的基本因素在于和它周围外部自然界的不断的新陈代谢”。生物体的运动、生长、发育、繁殖、遗传等，都是通过物质代谢来完成的。

人体的物质组成极其复杂，经化学分析，也是由C、H、O、N、S、Ca、P、Na、K、Cl、Mg、Fe、Zn、Cu、I、Mn、Mo、Co、Se、Cr、Ni、Sn、Si、F等五十多种元素组成。按其含量多少可分两类：含量在0.01%以上称大量元素(常量元素)，如H、O、C、N、S、Ca、P、Na、K、Cl、Mg，其总含量约占体重的99.95%；含量低于0.01%的称微量元素(痕量元素)，如Fe、Zn、Cu、I、Mn、Co、Mo、Se……等，总含量不超过体重的0.05%。标准人体的化学元素组成见表1-1。这些元素以化合物形式存在于体内。最主要的有蛋白质、核酸、糖类、脂类、无机盐及水，在体内的含量见表1-2。这些化合物是组成细胞的主要成分。细胞即具有生命的特征，人体约由 10^{17} 个细胞组成，不同的细胞可组合成上皮组织、结缔组织、神经组织、肌肉组织等，不同的组织又可组合成心、肺、肝、脾、肾、胃、肠和五官等器官。由功能相似的器官和组织又组合成各个系统，如消化、呼吸、循环、泌尿……等八大系统。人体物质结构的层次，用图1-1示意。

各种化合物在体内的含量相当恒定，是依靠物质代谢以维持它们的动态平衡。它们之间是相互联系，相互制约的。各种物质代谢的过程是非常复杂而有规则地进行，实质上就是这些物质在体内的化学变化的过程。曾有人计算过，一个人在一生中(按寿命60岁计算)通过物质代谢的水约有60000公斤，糖约10000公斤，蛋白质约1600公斤，脂肪约1000公斤。这么巨大数量的物质在人体内被消耗掉，并保证了数十年的生命活动。所以研究机体的物质代谢规律，对人类的健康生长、延年益寿、疾病的预防治疗都有很大关系。

生物化学研究范围，可以概括成下列三方面：

1. 生物体是由哪些物质组成的？它的结构和性质怎样？
2. 这些物质在生物体内发生什么变化？怎样变化？变化过程中能量是怎样转变的？
3. 这些物质的结构、代谢和生物功能及复杂的生命现象之间有什么关系？