

全国中等卫生学校教材

供检验士、临床检验士专业用

生物化学及检验技术

第二版

王 同 明 主 编

江苏科学技术出版社

全国中等卫生学校教材

供检验士、临床检验士专业用

生物化学及检验技术

第二版

王同明 主编

王同明 李玉岭

宋德璋 顾洛 编写

傅伟昶

(按姓氏笔画为序)

江苏科学技术出版社

(苏)新登字第 002 号

全国中等卫生学校教材

生物化学及检验技术

第二版

王同明 主编

江苏科学技术出版社出版

江苏泰县印刷四厂电脑排版

南京市溧水县印刷厂印刷

江苏省新华书店发行

开本 787×1092 毫米 1/16 印张 25.75 字数 620.000

1986 年 6 月第 1 版 1994 年 6 月第 2 版第 9 次印刷

ISBN 7-5345-0129-6



第二版说明

全国中等卫生学校 11 个专业使用的 77 种教材系卫生部 1983 年组织编写,于 1985~1987 年出版发行。

为进一步提高中等卫生学校的教材质量,培养合格的中等卫生人才,1992 年 11 月决定对这套教材进行小修订。

这次修订基本维持原教材体系,只更正其中的错误和不当之处,在总字数不增加的前提下,修改的幅度一般不超过 20%。主要修订的有:改正错误的内容、数据、图表等;删除淘汰的 35 种临床检验项目与方法;使用国家公布的名词与法定计量单位等;更新陈旧的内容,如不符合《中华人民共和国药典》的内容,不符合医学模式转变的内容等;删除针对性不强,对中等卫生学校不适用的内容等。

本次修订由主编负责。因为时间紧,改动范围不大,部分教材未能邀请第一版全体编审者参与工作,特此说明。

卫生部教材办公室

1993 年 6 月

第二版前言

《生物化学及检验技术》于1985年正式出版至今已有七年余。随着医学事业的发展和生化检验技术的提高,根据我国实际情况,1991年中华人民共和国卫生部颁布了第18号令,自1992年7月1日起至1993年1月1日,分步淘汰硫酸锌浊度试验等35项临床检验项目与方法。这是我国推进医学检验技术的发展和提高医疗质量的重要措施之一。为了执行命令,原教材编有被淘汰的检验项目必须立即删去。根据中华人民共和国卫生部教材办公室1992年11月于北京召开的“全国中等卫生学校教材修订工作会议”精神,本次修改只能是一次小修订,作为过渡。待时机成熟,再作全面地系统修订。

本次小修订,删除了被淘汰的检验项目,修改了计量单位。修订后的教材一律采用中华人民共和国法定计量单位,并按中华人民共和国卫生部医政司编写的《全国临床检验操作规程》统一了操作方法。

根据临床检验士和检验士专业的培养目标,我们对教学大纲进行较大篇幅的修改。由于受教材修改工作会议精神的限制,对教材仅能作部分修订。请各校师生在使用教材中及时提出宝贵意见,以便今后全面修订时完善。

对本次修改教材提出宝贵意见的有:安徽省巢湖卫生学校费瑞林,浙江省杭州卫生学校严瑾,广东省汕头市卫生学校张仕杰,广东省肇庆卫生学校徐建平,安徽省卫生干部进修学校孙晨光,贵州省黔南卫生学校石朝珊,福建省卫生学校马少宁,吉林省通化卫生学校殷蓉蓉、潘佩鸿,河南省信阳卫生学校郑福兆,江苏省淮阴卫生学校王承吉、胡苏,河南省南阳卫生学校张丽,安徽省怀远县人民医院检验科王振钧,四川省自贡市卫生学校潘映苹,江西省卫生学校生化教研组等教师,谨此致谢意。

王同明

1994年1月

第一版编写说明

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組主任李立群审定。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、生物化学的发展简况	3
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	16
四、蛋白质的理化性质和生物学特性	18
第二节 核酸化学	22
一、核酸的化学组成	22
二、核酸的结构	27
三、核酸的性质	31
第三章 酶	34
第一节 酶促反应的特点	34
一、酶作为生物催化剂和一般催化剂相比的共同点	34
二、酶作为生物催化剂和一般催化剂相比的不同点	34
第二节 酶的作用机理	35
一、酶能降低化学反应的活化能	35
二、中间产物学说	36
三、诱导契合学说	36
第三节 酶的命名和分类	36
一、酶的命名	36
二、酶的分类	37
第四节 酶的化学本质、组成与结构	38
一、酶的化学本质	38
二、酶的分子组成	38
三、酶的氨基酸组成与肽链结构	39
四、酶的结构与生物活性的关系	39
第五节 影响酶促反应的因素	41
一、底物浓度对酶促反应速度的影响	41
二、酶浓度对酶促反应速度的影响	44
三、pH 对酶促反应速度的影响	44
四、温度对酶促反应速度的影响	45
五、抑制剂对酶促反应速度的影响	45

六、激活剂对酶促反应速度的影响	47
第六节 酶与医学的关系	47
一、酶与疾病发生的关系	47
二、酶在疾病诊断上的应用	47
三、酶在治疗上的应用	48
实验一 酶促反应的特异性	48
实验二 影响酶促反应的因素(温度、pH、激活剂、抑制剂)	50
第四章 维生素	53
第一节 脂溶性维生素	53
一、维生素 A	53
二、维生素 D	54
三、维生素 E	55
四、维生素 K	56
第二节 水溶性维生素	56
一、维生素 B ₁	56
二、维生素 B ₂	57
三、维生素 PP	58
四、维生素 B ₆	60
五、泛酸	60
六、生物素	61
七、叶酸	62
八、维生素 B ₁₂	63
九、维生素 C	64
第五章 生物氧化	68
第一节 生物氧化的方式与特点	68
一、生物氧化的方式	68
二、生物氧化的特点	69
第二节 重要的生物氧化体系	69
一、线粒体生物氧化体系	69
二、非线粒体生物氧化体系	73
第三节 生物氧化与能量的释放、转移、贮存和利用	73
一、高能键及高能化合物	73
二、三磷酸腺苷的生成	74
三、能量的贮存	75
四、能量的利用	76
第四节 生物氧化中二氧化碳的生成和利用	77
一、二氧化碳的生成	77
二、二氧化碳的利用	77
实验三 琥珀酸脱氢作用的定性试验	78
第六章 糖的代谢	80
第一节 糖的消化和吸收	80
一、糖的消化	80

二、糖的吸收	81
第二节 糖在体内的一般动态	81
第三节 糖的分解代谢	82
一、糖的无氧分解	82
二、糖的有氧氧化	86
三、磷酸戊糖通路	90
第四节 糖原的合成和分解	92
一、糖原的合成	93
二、糖原的分解	93
第五节 糖异生作用	94
一、糖异生的途径	94
二、糖异生的生理意义	95
第六节 血糖	95
一、血糖的来源和去路	95
二、血糖浓度的调节	96
第七节 糖代谢紊乱	98
一、低血糖及低血糖症	98
二、高血糖、糖尿及糖尿病	98
实验四 激素(肾上腺素、胰岛素)对血糖浓度的影响	99
第七章 脂类代谢	101
第一节 脂类的分布和生理功能	101
第二节 脂类的消化和吸收	102
一、脂类的消化	102
二、脂类的吸收	104
第三节 血脂	105
一、血浆中脂类的成分和正常参考值	105
二、血浆脂蛋白	106
第四节 甘油三酯的分解与合成	109
一、甘油三酯的分解	109
二、甘油三酯的合成	114
第五节 类脂代谢	116
一、磷脂的代谢	116
二、胆固醇的代谢	117
实验五 酮体的生成(肝生酮试验)	120
第八章 蛋白质与核酸代谢	123
第一节 蛋白质的营养作用	123
一、氮平衡	123
二、必需氨基酸与蛋白质的互补作用	123
三、蛋白质的需要量	125
第二节 蛋白质的消化吸收	125
一、蛋白质的消化	125
二、氨基酸的吸收	126

三、蛋白质在肠中腐败	126
第三节 蛋白质分解代谢	126
一、血液氨基酸的来源与去路	127
二、氨基酸分解代谢的一般途径	128
三、氨的代谢	132
四、血氨与肝昏迷	134
五、 α -酮酸的代谢	134
六、个别氨基酸代谢	135
第四节 核酸代谢	138
一、核酸的消化吸收	138
二、核酸的分解代谢	139
三、核酸的合成代谢	139
第五节 蛋白质的生物合成	143
一、核酸在蛋白质生物合成中的作用	144
二、蛋白质生物合成的过程	145
三、蛋白质生物合成与医学的关系	147
第六节 蛋白质、糖、脂类代谢之间的关系	147
一、蛋白质与糖代谢关系	148
二、蛋白质与脂类代谢关系	148
三、糖与脂类代谢关系	148
实验六 氨基移换反应——丙氨酸氨基转移酶活性的测定(纸层析法)	149
第九章 激素	152
第一节 蛋白质和多肽类激素	153
一、胰岛素	153
二、高血糖素	154
第二节 氨基酸衍生物激素	154
一、甲状腺激素	154
二、肾上腺髓质激素	155
第三节 类固醇激素	157
一、肾上腺皮质激素	157
二、性腺激素	158
第十章 血液	162
第一节 血液的化学成分	162
一、血液蛋白质	162
二、血浆酶	163
三、非蛋白含氮化合物	164
四、不含氮的有机化合物	165
五、无机盐	165
第二节 血液在气体运输中的作用	166
一、氧的运输	166
二、二氧化碳的运输	169
实验七 血清蛋白醋酸纤维薄膜电泳(定性试验)	171
第十一章 水盐代谢与酸碱平衡	172

第一节 体液	172
一、体液的含量和分布	172
二、体液电解质含量和分布的特点	173
三、体液间的交换	174
四、体液中电解质浓度的表示方法	175
第二节 水、钠、氯的代谢	177
一、水代谢	177
二、钠、氯代谢	179
三、水、钠代谢的调节	180
四、水、钠代谢紊乱	182
第三节 钾代谢	183
一、钾的主要生理功能	183
二、钾的需要量、吸收和排泄	184
三、钾代谢紊乱	185
第四节 钙、磷代谢	185
一、钙、磷在体内的含量、分布及主要生理功能	185
二、钙、磷的吸收与排泄	186
三、血钙和血磷	186
四、钙、磷代谢的调节	187
五、钙、磷代谢紊乱	188
第五节 铁代谢	189
一、铁的分布和存在形式	189
二、铁的吸收	189
三、铁的运输	189
四、铁的贮存	189
五、铁的排泄	190
第六节 酸碱平衡	190
一、体内酸性和碱性物质的来源	191
二、酸碱平衡的调节	192
三、酸碱平衡紊乱	197
四、血液酸碱平衡的指标及其临床意义	198
第十二章 肝胆生物化学	201
第一节 肝脏的结构和化学组成的特点	201
第二节 肝脏在物质代谢中的作用	202
一、肝脏在糖代谢中的作用	202
二、肝脏在脂类代谢中的作用	202
三、肝脏在蛋白质代谢中的作用	203
四、肝脏在维生素代谢中的作用	204
五、肝脏在激素代谢中的作用	204
六、肝脏的生物转化作用	204
第三节 胆汁和胆汁酸	207
一、胆汁	207
二、胆汁酸及其代谢	208

第四节 胆色素代谢与黄疸	210
一、胆色素代谢	210
二、血清胆红素及黄疸	213
第五节 常用肝功能试验	215
一、常用肝功能试验的主要临床意义	215
二、常用肝功能试验的选择	217
第十三章 肾脏生物化学	219
第一节 肾脏的泌尿功能	219
第二节 肾功能测定与尿液的异常成分	220
一、肾功能测定	220
二、尿液的异常成分	221

第二篇 生物化学检验技术(总论)

第十四章 生化检验的基本知识	223
第一节 生化实验室工作的一般守则	223
一、实验室规则	223
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	224
一、常用玻璃仪器的清洗	224
二、常用容量玻璃仪器的规格及校正	226
三、可调移液器	229
第三节 试剂的配制与保存	229
一、化学试剂的品质规格	230
二、化学(原料)试剂的保管	230
三、实验试剂的配制	231
四、实验试剂的使用	232
第十五章 质量控制	233
第一节 实验数据的处理	233
一、有效数	233
二、计算规则	233
三、逸出值的舍弃	234
第二节 实验结果的变异(误差 error)	235
一、实验误差的概念	235
二、减少实验误差的措施	237
第三节 生化实验方法的评价	237
一、评价的目的和重要性	237
二、评价的方法	237
第四节 生化实验方法可接受性决定	240
一、性能标准	241
二、判断指标	242
第五节 生化实验方法的质量控制	242
一、实验室内质量控制的措施	242

二、各实验室室间的质量控制	246
第六节 实验室管理	247
一、行政管理	247
二、技术管理	248
第十六章 光谱光度分析技术	251
第一节 光谱光度分析基本原理	251
第二节 比色分析和标准曲线的制备	253
一、原理	253
二、测定方法	255
三、标准曲线及标准曲线制作	256
第三节 其他光谱光度分析技术简介	258
一、荧光分析法	258
二、火焰光度法	259
三、原子吸收分光光度法	261
四、比浊法	262
实验八 721 型分光光度计的波长校正和吸收曲线的制作	264
附：721 型分光光度计使用说明	266
实验九 标准曲线的制备(O—TB 法测定血糖)	270
第十七章 电泳技术	274
第一节 电泳基本原理	274
第二节 影响电泳速度的因素	275
一、样品	275
二、电场	275
三、缓冲液	276
四、支持介质	276
第三节 区带电泳的分类	277
一、按支持介质的物理性状不同分类	277
二、按支持介质的装置形式不同分类	277
三、按电泳系统中 pH 的连续性不同分类	278
第四节 电泳的一般操作技术	278
一、仪器设备	278
二、常用支持介质的制备和特点	278
三、电泳的一般操作过程	279
第五节 特殊电泳技术	279
一、聚丙烯酰胺凝胶电泳	279
二、高压电泳	283
三、免疫电泳	284
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	285
实验十一 血清蛋白聚丙烯酰胺凝胶电泳	286
第十八章 层析法	288
第一节 层析法概况	288
第二节 层析法基本原理	288

第三节 纸层析技术	290
一、原理	290
二、器材和试剂	290
三、方法和注意事项	291
四、临床应用	292
第四节 凝胶层析技术	292
一、原理	292
二、器材和试剂	294
三、方法和注意事项	295
第五节 亲和层析技术	296
一、原理	296
二、器材和试剂	296
三、方法和注意事项	296
四、临床应用	297
实验十二 凝胶柱层析法分离血红蛋白及 DNP-糜蛋白酶	297
第十九章 其他生化分析技术	299
第一节 电位分析	299
一、基本原理	299
二、实验条件	300
三、电极类型	300
四、仪器与测量	302
第二节 超速离心分析	303
一、一般原理	303
二、仪器设备	305
第三节 生化自动分析技术	305
一、分立式自动生化分析仪(示教)	305
二、管道流动式生化自动分析仪	307
三、离心式自动分析仪	309
实验十三 参观生化自动分析仪(示教)	310

第三篇 生物化学检验技术(各论)

第二十章 血浆蛋白质测定	311
第一节 血清总蛋白测定(双缩脲法)	311
第二节 血清清蛋白测定(溴甲酚绿法)	314
第三节 血清蛋白电泳测定(醋酸纤维素膜法)	315
第四节 血清粘蛋白测定(酚试剂法)	320
第五节 脑脊液和尿液蛋白定量测定(磺基水杨酸比浊法)	322
一、脑脊液蛋白质定量测定	322
二、尿液蛋白定量测定	323
第二十一章 酶类测定	325
第一节 血清转氨酶测定	326
一、血清丙氨酸转氨酶(ALT)测定(赖氏法)	326

二、血清门冬氨酸转氨酶(AST)测定	329
第二节 血清乳酸脱氢酶测定	330
第三节 血清碱性磷酸酶测定	332
第四节 淀粉酶测定	336
第五节 乳酸脱氢酶测定(琼脂糖电泳法)	337
第二十二章 糖类测定	340
第一节 血液葡萄糖测定	340
一、邻甲苯胺法	340
二、血清葡萄糖氧化酶(GOD)法	342
第二节 葡萄糖耐量试验	344
第二十三章 血脂测定	347
第一节 血清胆固醇(Chol)测定	347
一、异丙醇提取高铁冰醋酸-硫酸显色法(修改的 LRC 法)	347
二、胆固醇氧化酶法测定	348
第二节 血清甘油三酯(TG)测定	349
一、异丙醇抽提乙酰丙酮显色法	349
二、分溶抽提乙酰丙酮显色法	350
三、酶法测定(一步终点比色法)	350
第三节 血清脂蛋白电泳测定	351
第四节 血清高密度脂蛋白胆固醇(HDL-C)测定(磷钨酸-镁法)	354
第五节 血清载脂蛋白 AI 及 B(ApoAI 及 ApoB)测定(免疫透射比浊法)	355
第二十四章 蛋白质代谢产物测定及有关肾功能试验	357
第一节 尿素氮测定(二乙酰-脲显色法)	357
第二节 肌酐(Cr)测定(碱性苦味酸法)	358
第三节 内生肌酐清除率测定	361
第二十五章 电解质测定	363
第一节 血清钾、钠测定	363
一、火焰光度法	363
二、离子选择性电极(ISE)法	365
第二节 血清氯化物测定	367
第三节 血清钙测定	369
第四节 血清无机磷测定	371
第五节 血清铁测定	372
第二十六章 血气酸碱分析	375
第一节 血液酸碱平衡的主要指标及临床意义	375
一、pH	375
二、 PaCO_2	375
三、 TCO_2	375
四、SB	376
五、AB	376
六、BB	376

七、BE	376
八、PaO ₂	377
九、SaO ₂	377
第二节 血液酸碱平衡测定方法(直接法)	377
一、仪器简介	377
二、操作程序	381
三、计算	382
第二十七章 激素及其代谢产物的测定	386
尿 17-酮类固醇测定(间二硝基苯法)	386
第二十八章 肝功能试验	390
血清总胆红素和结合胆红素测定	390
一、改良 J-G 法测定	390
二、胆红素氧化酶法测定	392

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,运用化学和物理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,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,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:元素含量占体重的 0.01% 以上称为常量元素,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,如 Fe、Zn、Cu、I、Mn、Co、Mo、Se 等等,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。这些化合物组合成细胞。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,它是依靠物质代谢的方式以维持动态平衡。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 60000kg,糖约 10000kg,

蛋白质约 1600kg,脂肪约 1000kg。这么巨大数量的物质在人体内消化、吸收、代谢、排泄,并保证了数十年的生命活动。所以我们研究机体的物质代谢规律,对人类的健康生长、延年益

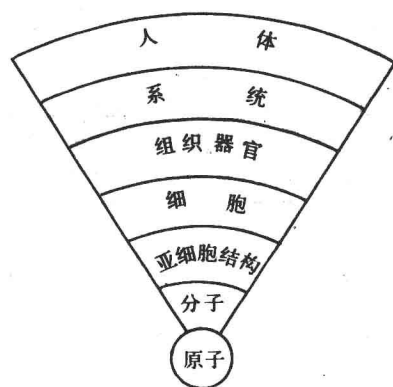


图 1-1 人体物质结构的层次