

卫生
职业
教育
专科
教材

生物化学

供护理、助产等专业用

主编 李冰华

河南科学技术出版社

卫生职业教育专科教材

供护理、助产等专业用

生物化学

主编 李冰华

河南科学技术出版社

· 郑州 ·

图书在版编目 (CIP) 数据

生物化学/李冰华主编. —郑州:河南科学技术出版社, 2005. 8

(卫生职业教育专科教材·供护理、助产等专业用)

ISBN 7-5349-3353-6

I. 生… II. 李… III. 生物化学-高等学校:技术学校-教材 IV. Q5

中国版本图书馆 CIP 数据核字 (2005) 第 077298 号

出版发行: 河南科学技术出版社

地址: 郑州市经五路 66 号 邮政编码: 450002

电话: (0371) 65737028

责任编辑: 李娜娜

责任校对: 徐小刚

封面设计: 霍维深

版式设计: 栾亚平

印刷: 辉县市文教印务有限公司

经销: 全国新华书店

幅面尺寸: 185mm×260mm 印张: 14.5 字数: 300 千字

版次: 2005 年 8 月第 1 版 2007 年 4 月第 2 次印刷

印数: 5 001—7 000

定价: 22.00 元

如发现印、装质量问题, 影响阅读, 请与出版社联系。

河南省卫生职业教育教材编审委员会

名誉主任	王应太	王春俭			
主 任	牛扶幼	李克勤			
副 主 任	宋国华	徐持华	高明灿	于晓谟	
编 委	(以姓氏笔画为序)				
	于晓谟	王应太	王怀生	王春俭	王淑华
	牛扶幼	艾旭光	乔留杰	刘东升	刘桂萍
	许俊业	李克勤	李炳宪	李新春	李娜娜
	肖新德	宋国华	沈军生	张 娟	张继新
	周三明	赵 斌	袁耀华	徐持华	高明灿
	郭茂华	程 伟			

本书编委会名单

主 编 李冰华

副主编 范爱玲

编 者 (以姓氏笔画为序)

马红雨 (开封市卫生学校)

李冰华 (郑州大学护理学院)

李怀晶 (南阳医学高等专科学校)

张新瑞 (商丘医学高等专科学校)

范爱玲 (焦作卫生学校)

贾 梅 (濮阳市卫生学校)

编写说明

随着科技的发展和人民生活水平的提高；人口老龄化速度加快，卫生服务需求不断增长，为卫生职业教育事业的发展带来了机遇与挑战。在国家大力发展高等职业教育精神的引导下，近年来，以对口升学、3+2等形式，建立了中、高等卫生职业教育相衔接的方法，培养的高级卫生人才不断增加。便在教学过程中，中职起点专科层次的临床、护理专业缺乏针对性较强的教材。如何结合中职起点学生的基础，加强学科针对性，突出专业特点选择教学内容，并尽可能减少与中专阶段已学习的知识的重复，是中职起点专科教育教学改革的重点。为此，河南省卫生职业教育协会成立了中职起点卫生职业专科教育课题组，我们坚持以邓小平理论和“三个代表”重要思想为指导，认真贯彻《国务院关于大力推进职业教育改革与发展的决定》、教育部第七部门《关于进一步加强职业教育工作的若干意见》和《关于制定2004—2007年职业教育教材开发计划的通知》精神，从教学方案、课程设置、教学内容、教学环节、教学方法等方面进行全方位的研讨，以建立起适应中职起点学生需求的课程结构，编写出整体优化的适宜教材，并在教学过程中探索更加符合培养目标实际要求的灵活的教法。本套教材的编写是教学改革课题的一个组成部分，是针对中职起点学生编写的专科教材。

本教材在既不过分强调但又保证学科知识的系统性和一定完整性的基础上，突出专业基本理论知识和基本技能，体现各学科前沿知识和临床新技术、新方法的应用。教材基本框架由学习要点、基本内容、学习提示和课后复习4个部分组成。每章之首的“学习要点”，主要列出本章教学的重要内容，便于学生把握。正文是教材的主体，在体现专科层次应具备的基本知识的同时，贴近专业需要对学科知识进行取舍，以提高教材的可读性和针对性。对正文中有关学习方法指导、重点难点解析、基础知识应用等方面需要强调的部分，以“学习提示”的方式强化。课后复习则结合教学内容，提出综合性、分析性的“思考题”，附在每章之后，供学习者参考。

这套教材主要由我省几所高等医学专科学校的骨干教师执笔撰写，并邀请部分职业技术学院和卫生学校的一线教师参与。书稿均经本编审委员会审定。

本套教材主要供各种形式的中职起点临床医学、药学、中西医结合、预防医学、护理、助产等专业使用，也可供普通专科学生使用。

河南省卫生职业教育教材编审委员会

2005年6月

前言

本书是由河南省医学教育研究委员会组织编写的护理专科系列教材之一，以中职起点对口升大专的护理专业学生和成人继续教育的学生为主要使用对象。

本书的编写本着以就业为导向、以能力为本位、以素质教育为基础，培养具有健康的劳动态度、良好的职业道德和正确的价值观，基本上满足社会基层人群健康需求的高素质护理人才为指导思想；以反映新知识、新技术和新方法，具有护理现代科学技术水平和职业教育特色为基本原则。为使本教材符合使用对象的基本特点和对生物化学知识的需要，在编写中我们着重注意以下几点：

1. 既保证生物化学理论知识体系的完整性，又使内容适当精简。
2. 突出生物化学理论和临床护理联系的实用性特点。
3. 注意调整好生物化学基本知识和本学科新进展方面的知识在本教材中的容量。
4. 强调本书与中专起点的大专护理专业学生的学习能力相适应，尽量将基本知识、基本理论和基本概念表述清楚，做到层次分明、语言简练。

本书理论部分共有 13 章，除绪论外，包括四部分。第一部分包括蛋白质、核酸、酶和维生素。将维生素独立成章，使教材的实用性增强。第二部分是物质代谢。主要阐述糖、脂类、氨基酸的代谢，在氨基酸代谢之后简要介绍了三大物质代谢之间的联系，不再将物质代谢的调节单列成章。第三部分是遗传信息相关知识。包括 DNA、RNA 和蛋白质的生物合成，将核苷酸代谢作为一节编入其中，并随后对基因的表达调控原理、基因工程以及分子生物学常用技术等现代分子生物学知识做简明概括的介绍。在容量上和本科层次生物化学教材有较大的差别。最后一部分是应用生物化学部分。主要讲解肝脏的生物化学，将水盐代谢和酸碱平衡纳入其中，以便为后期课程提供理论基础。每章都列出了学习要点，并对学习的难点、易混淆的概念、临床意义、学习方法等附有学习提示，以利于学生的预习和复习。理论内容之后附有一些常用的生物化学实验，供使用者选择参考。

来自河南省 6 所医学职业院校的 6 名教师分工合作，在较短的时间内完成了该书的编写工作。尤其是范爱玲、马红雨等老师对书稿进行审阅和修改，做了大量的工作，付出了艰辛的劳动。但由于我们的水平有限，在对内容繁多、发展迅速的生物化学内容的取舍、叙述和表达的准确性上会有不少的缺点。衷心希望各同行专家，特别是使用本教材的师生，给予批评和指正。

2005 年 2 月

李冰华

2005 年 2 月 10 日

目 录

第一章 绪论	(1)
一、生物化学的概念	(1)
二、医用生物化学的主要内容	(1)
三、生物化学与医学的关系	(3)
四、如何学习生物化学	(3)
第二章 蛋白质化学	(5)
第一节 蛋白质的分子组成	(5)
一、蛋白质的元素组成	(5)
二、蛋白质的基本组成单位——氨基酸	(6)
第二节 蛋白质的分子结构	(8)
一、蛋白质分子的基本结构	(8)
二、蛋白质分子的空间结构	(9)
第三节 蛋白质的结构与功能的关系	(11)
一、蛋白质一级结构与功能的关系	(11)
二、蛋白质空间结构与功能的关系	(12)
第四节 蛋白质的理化性质	(12)
一、蛋白质的两性电离	(12)
二、蛋白质的胶体性质	(13)
三、蛋白质的变性与凝固	(14)
四、蛋白质的沉淀	(15)
五、蛋白质的其他性质	(16)
第五节 蛋白质的分类	(16)
一、按分子组成分类	(16)
二、按分子形状分类	(16)
三、按生物学功能分类	(17)
第三章 核酸化学	(18)
第一节 核酸的化学组成	(18)
一、核酸的元素组成	(18)



二、核酸的基本单位——核苷酸	(18)
三、体内某些重要的游离核苷酸	(21)
第二节 核酸的分子结构	(21)
一、DNA 的分子结构	(22)
二、RNA 的分子结构	(24)
第三节 核酸的理化性质	(26)
一、核酸的一般理化性质	(26)
二、DNA 的变性和复性	(26)
三、核酸分子杂交与探针技术	(27)
第四章 酶	(28)
第一节 概述	(28)
一、酶的概念	(28)
二、酶催化作用的特点	(28)
第二节 酶的结构与功能	(30)
一、酶的分子组成	(30)
二、酶的分子结构	(31)
三、酶催化作用机制	(34)
第三节 影响酶催化作用的因素	(36)
一、底物浓度对反应速度的影响	(36)
二、酶浓度对反应速度的影响	(37)
三、温度对反应速度的影响	(37)
四、pH 对反应速度的影响	(38)
五、激活剂对反应速度的影响	(39)
六、抑制剂对反应速度的影响	(39)
第四节 酶活性的调节	(43)
一、变构调节	(43)
二、酶的化学修饰调节	(44)
第五节 酶在医学上的应用	(44)
一、酶与疾病发生	(44)
二、酶活性的测定与疾病诊断	(45)
三、酶与疾病治疗	(46)
第六节 酶的命名和分类	(46)
一、酶的命名	(46)
二、酶的分类	(47)
第五章 维生素	(48)
第一节 概述	(48)
一、维生素的概念	(48)
二、维生素的命名	(48)



三、维生素的分类	(49)
四、常见的维生素缺乏的原因	(49)
第二节 脂溶性维生素	(49)
一、维生素 A	(49)
二、维生素 D	(50)
三、维生素 E	(51)
四、维生素 K	(52)
第三节 水溶性维生素	(53)
一、维生素 B ₁	(53)
二、维生素 B ₂	(54)
三、维生素 PP	(55)
四、维生素 B ₆	(56)
五、泛酸	(56)
六、生物素	(57)
七、叶酸	(57)
八、维生素 B ₁₂	(58)
九、维生素 C	(59)
第六章 糖代谢	(61)
第一节 概述	(61)
一、糖的生理功用	(61)
二、糖代谢的概况	(62)
第二节 糖的分解代谢	(63)
一、糖的无氧酵解	(63)
二、糖的有氧氧化	(68)
三、磷酸戊糖途径	(73)
第三节 糖原的合成和分解	(74)
一、糖原的合成	(75)
二、糖原的分解	(77)
第四节 糖异生	(78)
一、概念	(78)
二、糖异生的途径	(78)
三、糖异生的生理意义	(79)
第五节 血糖	(80)
一、血糖的概念、含量、来源和去路	(80)
二、血糖水平的调节	(81)
三、糖代谢障碍	(82)
第七章 生物氧化	(84)
第一节 概述	(84)



一、生物氧化的概念	(84)
二、生物氧化的方式与特点	(84)
三、生物氧化中二氧化碳的生成	(85)
第二节 线粒体生物氧化体系——氧化磷酸化	(86)
一、线粒体的氧化	(86)
二、氧化磷酸化	(90)
三、ATP	(92)
第三节 微粒体氧化体系	(94)
一、微粒体中的氧化酶	(94)
二、微粒体氧代谢的意义	(95)
第四节 活性氧	(95)
一、活性氧的含义和作用	(95)
二、活性氧的清除机制	(96)
三、防止体内活性氧过量产生的措施	(96)
第八章 脂类代谢	(98)
第一节 脂类的化学结构、含量、分布和生理功能	(98)
一、脂类的化学	(98)
二、脂类的含量与分布	(99)
三、脂类的生理功能	(100)
第二节 三酯酰甘油的代谢	(100)
一、三酯酰甘油的分解代谢	(100)
二、三酯酰甘油的合成代谢	(104)
第三节 磷脂的代谢	(106)
一、甘油磷脂的合成代谢	(106)
二、甘油磷脂的分解代谢	(107)
三、甘油磷脂与脂肪肝	(108)
第四节 胆固醇代谢	(108)
一、胆固醇的合成代谢	(109)
二、胆固醇的酯化	(110)
三、胆固醇的转变与排泄	(110)
第五节 血脂	(112)
一、概述	(112)
二、血浆脂蛋白	(113)
三、高脂蛋白血症与动脉粥样硬化	(116)
第九章 蛋白质的营养作用和氨基酸代谢	(118)
第一节 蛋白质的营养作用	(118)
一、蛋白质的生理功能	(118)



二、氮平衡的概念	(119)
三、蛋白质的需要量	(119)
四、蛋白质的营养价值	(119)
第二节 蛋白质的消化、吸收和腐败作用	(120)
一、蛋白质的消化和吸收	(120)
二、蛋白质的腐败作用	(120)
第三节 氨基酸的一般代谢	(121)
一、氨基酸代谢的概况	(121)
二、氨基酸的脱氨基作用	(121)
三、氨的代谢	(123)
四、 α -酮酸的代谢	(126)
第四节 氨基酸的特殊代谢	(126)
一、氨基酸的脱羧基作用	(126)
二、一碳单位(基团)的代谢	(127)
三、甲硫氨酸的代谢	(128)
四、苯丙氨酸和酪氨酸的代谢	(128)
第五节 氨基酸、糖、脂类代谢的相互联系	(130)
一、氨基酸代谢与糖代谢的相互联系	(130)
二、氨基酸代谢与脂类代谢的相互联系	(130)
三、糖代谢与脂类代谢的相互联系	(131)
第十章 核苷酸代谢与遗传信息的传递和表达	(133)
第一节 核苷酸代谢	(133)
一、核苷酸的合成代谢	(134)
二、核苷酸的分解代谢	(137)
三、核苷酸的抗代谢物	(138)
第二节 DNA 的生物合成	(138)
一、DNA 的复制	(138)
二、DNA 的损伤和修复合成	(142)
三、逆转录合成 DNA	(144)
第三节 RNA 的生物合成	(145)
一、转录的概念和方式	(145)
二、转录酶——RNA 聚合酶	(146)
三、转录的基本过程	(146)
四、转录后的加工	(147)
五、核酶的概念	(149)
第四节 蛋白质的生物合成	(149)
一、翻译的概念	(149)
二、翻译的反应体系	(150)



三、翻译的基本过程	(152)
四、翻译后的加工和修饰	(154)
五、蛋白质生物合成的干扰与医学应用	(154)
第五节 基因表达调控的基本原理	(155)
一、基因表达的概念和意义	(155)
二、基因表达的特性	(155)
三、基因表达的基本方式	(156)
四、基因表达调控的主要环节和因素	(156)
五、基因转录的调节系统	(157)
第六节 基因工程和常用的分子生物学技术	(158)
一、基因工程的概念	(158)
二、工具酶和基因工程的基本过程	(158)
三、常用的分子生物学实验技术	(159)
四、基因诊断和基因治疗	(161)
第十一章 水和无机盐代谢	(163)
第一节 体液	(163)
一、体液的含量与分布	(163)
二、体液的电解质含量与分布特点	(164)
三、体液的交换	(165)
第二节 水平衡	(166)
一、水的生理功能	(166)
二、水的摄入与排出	(167)
第三节 电解质平衡	(168)
一、电解质的生理功能	(168)
二、钠和氯的代谢	(169)
三、钾的代谢	(169)
第四节 水与电解质平衡的调节	(170)
一、抗利尿激素	(170)
二、醛固酮	(171)
第五节 钙磷代谢	(173)
一、钙磷的含量与分布	(173)
二、钙磷的生理功能	(173)
三、钙磷的吸收与排泄	(173)
四、血钙和血磷	(174)
五、钙磷代谢的调节	(175)
第六节 微量元素的代谢	(176)
一、铁的代谢	(177)
二、锌的代谢	(178)



三、碘的代谢	(178)
四、硒的代谢	(179)
第十二章 酸碱平衡	(181)
第一节 体内酸性和碱性物质来源	(181)
一、酸性物质的来源	(181)
二、碱性物质的来源	(182)
第二节 酸碱平衡的调节	(182)
一、血液的缓冲作用	(182)
二、肺对酸碱平衡的调节	(184)
三、肾对酸碱平衡的调节	(184)
四、其他组织细胞对酸碱平衡的调节	(188)
第三节 酸碱平衡与电解质的关系	(189)
一、酸碱平衡与血钾	(189)
二、酸碱平衡与血氯	(190)
第四节 酸碱平衡的指标	(191)
一、血液 pH 值	(191)
二、血浆二氧化碳分压	(191)
三、血浆二氧化碳结合力	(191)
四、标准碳酸氢盐 and 实际碳酸氢盐	(191)
五、碱剩余和碱缺失	(192)
六、阴离子间隙	(192)
第五节 酸碱平衡失调	(192)
一、代谢性酸中毒	(192)
二、代谢性碱中毒	(193)
三、呼吸性酸中毒	(193)
四、呼吸性碱中毒	(194)
第十三章 肝脏的生物化学	(196)
第一节 肝脏生化的结构和化学基础	(196)
一、肝生化的解剖学基础	(196)
二、肝生化的组织学基础	(197)
三、肝生化的酶学基础	(197)
第二节 肝脏在物质代谢中的作用	(197)
一、肝脏在糖代谢中的作用	(197)
二、肝脏在脂类代谢中的作用	(197)
三、肝脏在蛋白质代谢中的作用	(198)
四、肝脏在维生素代谢中的作用	(198)
五、肝脏与激素的灭活作用	(199)
第三节 肝脏的生物转化作用	(199)



一、生物转化作用的概念和意义	(199)
二、生物转化作用的反应类型	(200)
三、生物转化作用特点和影响因素	(202)
第四节 胆色素代谢	(203)
一、胆红素的生成和特点	(203)
二、胆红素在血液中的运输	(204)
三、胆红素在肝脏的代谢	(204)
四、胆红素在肠道中的代谢	(205)
五、胆色素在肾脏的代谢和排泄	(206)
六、血清胆红素与黄疸	(206)
第五节 常用的肝功能检测和意义	(208)
一、反映肝细胞急性损伤的检验指标	(208)
二、反映肝细胞慢性损伤的检验指标	(208)
三、反映肝脏生物转化和排泄功能的检验指标	(208)
四、反映肝脏肿瘤的相关生化指标	(209)
实验部分	(210)
实验一 血清蛋白醋酸纤维薄膜电泳	(210)
实验二 酶的专一性	(211)
实验三 温度对酶活性的影响	(211)
实验四 pH 对酶活性的影响	(212)
实验五 激活剂和抑制剂对酶活性的影响	(213)
实验六 胡萝卜素的柱层析	(213)
实验七 721 分光光度计的使用	(214)
实验八 血糖测定 (GOD-POD 法)	(215)
实验九 酵母核糖核酸 (RNA) 的提取及组分鉴定	(216)
实验十 血清丙氨酸氨基转移酶测定 (赖氏法)	(217)



第一章 绪 论

一、生物化学的概念

生物化学 (biochemistry) 简称生化, 是一门以生物体为研究对象, 主要运用化学的原理和方法, 从分子水平上探讨生命现象、揭示生命本质的学科。简言之, 生物化学就是生命的化学。近年来, 随着对蛋白质、核酸、多糖和脂类等生物大分子研究的深入, 以生物大分子的结构及其在遗传信息和细胞信息传递中的作用为研究内容的部分被称作分子生物学 (molecular biology)。分子生物学的研究内容与生命的本质更贴近, 逐渐显示出它的独立性。

生物化学的研究对象包括了自然界所有的生命形式。按照研究的主要对象不同, 生物化学可分为动物生化、植物生化、微生物生化和人体生化等分支。生物化学作为生命科学中一门重要的学科, 在工业、农业和医学等领域广泛应用。人体生物化学由于与医学研究之间具有密切关系又称医用生物化学。

医用生物化学主要是研究人体生命过程的化学问题。即从分子水平研究人体内各种物质的结构与功能、物质代谢和调节规律及其在生命活动中的意义, 为提高人类的健康水平和疾病的预防、认识和治疗提供理论和实践依据。

生物化学是一门比较年轻的边缘学科。它是在化学、生物学和生理学的基础上形成的。从 1903 年生物化学这个名词出现, 生物化学作为一门独立的学科开始了它的纵向研究和发展。20 世纪 50 年代以前, 生物化学的研究是以生物体的化学组成、物质代谢途径等为主要内容。例如对脂类、糖类和氨基酸性质的系统研究, 核酸的发现, 维生素、必需氨基酸、必需脂肪酸等多种营养素的发现, 多种激素的发现和分离, 酶的性质认定和提纯成功, 各种物质代谢途径的确定等, 都是这一时期生物化学的重要贡献。1953 年 DNA 双螺旋结构模型的建立, 将生物化学的发展带进了一个以分子生物学的崛起为显著特征的鼎盛时期。同时, 生物化学研究内容的中心也从物质代谢转移到分子生物学, 并成为生命科学中的主流和领先学科。

二、医用生物化学的主要内容

生物化学的发展经历了静态生物化学、动态生物化学、机能生物化学和现代分子生物学等阶段。就医用生物化学而言, 各阶段的主要内容包括:

1. 人体的物质组成 (静态生物化学, 又称叙述生物化学) 生命是物质的, 机体是由以亿万计相对分子质量大小不等的分子组成的。主要的有机物质有蛋白质、核酸、



糖和脂类,无机物有水和无机盐。它们是人体一切生命现象的物质基础,研究它们的结构、性质和生物学功能,是我们认识生命过程和本质的前提,自然也是生物化学的主要内容之一。

其一是物质组成的复杂性。物质种类繁多:以蛋白质为例,自然界中的蛋白质有上亿种,组成人体的蛋白质有10万余种,已知的血浆蛋白质就达200多种,且不同的蛋白质具有不同的结构、功能,具有显著的种属特异性;物质结构复杂:蛋白质、核酸等生物大分子不但相对分子质量巨大,而且每个分子都在基本结构的基础上,再形成更为复杂的空间结构。复杂的生命活动就是这些复杂的物质结构的综合体现。

其二是物质组成的规律性。生物大分子虽然结构复杂,但它们都具有共同的结构形成规律和特征,即都是由一些特有的基本单位通过特定的顺序和方式连接成的多聚体(polymer)。人体的组成单位是细胞,而细胞则是由这些生物分子组成。

2. 体内物质代谢及调控(动态生物化学) 新陈代谢是生命的最基本特征。它是机体和外环境不断进行的物质交换过程。一个60岁的人,一生中 与外环境进行的物质交换的量可估计为:水60 000kg、蛋白质1 600kg、糖10 000kg、脂类1 000kg。可见新陈代谢的化学本质就是物质代谢。生物化学所讲的物质代谢主要是指物质在细胞内发生的化学变化过程,即中间代谢。主要包括:

合成代谢:细胞利用从外环境摄入经过消化吸收后的小分子物质合成自身的结构和活性物质的过程。

分解代谢:将自身的大分子物质分解为小分子物质,并转变为机体可以排出的物质的过程。

能量代谢:发生在机体内的化学反应,仍然遵循一般化学反应的基本规律,即物质代谢伴随能量代谢。在合成代谢过程中,小分子物质转变为大分子物质,需要消耗能量;在分解代谢过程中,大分子物质转变为小分子物质,能量得以释放。

代谢调控:正常的物质代谢是生命过程的必要条件。每种物质本身不但要保证正常的代谢,各种物质代谢之间还要达到最佳的协调。这些都是通过一定的调控机制完成的。调控机制的障碍,物质代谢紊乱,可导致疾病的发生。

3. 人体物质构成、代谢和生命活动的联系(机能生物化学) 物质的结构是功能的基础。特定的物质结构,决定了其特定的功能。医用生物化学研究的主要内容之一就是在前述的两个内容的基础上发现和掌握人体表现出的各种生命现象与物质结构、物质代谢之间的联系,为临床疾病的诊断、治疗和护理提供理论根据。

4. 遗传信息传递规律和调控(分子生物学) 生物大分子重要的功能特征之一是信息功能,所以也称为信息分子。它们各自独特的功能和各信息物质之间的相互联系,完成信息的传递和调控,涉及到生殖、遗传、变异、生长、分化和发育等多个生命过程。分子生物学的研究也使生物化学对生命本质的研究进入到了实际意义上的分子水平。目前这一领域的研究是现代生物化学的中心点和主要方向。所以,对分子生物学的现状和在生命科学领域中的重要地位要有一个清楚的认识。