

21 世纪高等医学院校教材

德 伟
李艳利

主编

供成人专升本临床医学、护理学、预防医学、口腔医学专业使用

生物化学与 分子生物学



科学出版社
SCIENCE PRESS

125-43

D35

21 世纪高等医学院校教材

(供成人专升本临床医学、护理学、预防医学、口腔医学专业使用)

生物化学与分子生物学

德 伟 李艳利 主编

科学出版社

2002

内 容 简 介

本书为高等医学院校专升本教材之一。内容主要包括生物大分子的结构与功能、物质代谢、遗传信息的传递与表达、细胞信息传递、临床生物化学,系统阐明了生物化学与分子生物学的基本理论和基础知识及其与临床医学的关系。本书特点为内容精练,重点突出,图文结合,文字流畅。可供专升本临床医学、护理学、口腔医学、预防医学专业使用。

图书在版编目(CIP)数据

生物化学与分子生物学/德伟,李艳利主编.-北京:科学出版社,2001.8

21世纪高等医学院校教材

ISBN 7-03-009637-1

I. 生… II. ①德… ②李… III. ①生物化学-医学院校-教材 ②分子生物学-医学院校-教材 IV. ①Q5 ②Q7

中国版本图书馆 CIP 数据核字(2001)第 053866 号

科 学 出 版 社 出 版

北京东黄城根北街16号

邮政编码:100717

<http://www.sciencep.com>

双 青 印 刷 厂 印 刷

科学出版社发行 各地新华书店经销

*

2001年8月第 一 版	开本:850×1168 1/16
2002年9月第二次印刷	印张:27
印数:5001—8 000	字数:544 000

定价:37.00元

(如有印装质量问题,我社负责调换〈环伟〉)

前 言

本教材——《生物化学与分子生物学》可供医学院校专升本的学生使用。专科学生有一定的专业基础和实践经验,他们再次入学,为的是在原有基础上进一步提高,因此,对他们的教学侧重点应和本科生的教学有所不同。他们的侧重点应放在新兴学科分子生物学方面,例如 DNA 复制、RNA 转录、蛋白质的生物合成、基因表达的调控、DNA 重组与基因工程、跨膜信息的传递、肿瘤的生化机制、基因诊断与基因治疗等。突出分子生物学的地位也正是本教材编写的重要特色。

专升本学生课时数有限,而且不同的学生原有的生化基础知识的深度与广度不尽相同,我们针对医学院校专升本学生的特点编写了本教材。全书内容主要包括生物大分子的结构与功能、物质代谢、遗传信息的传递与表达、细胞信息传递、临床生化等,系统阐明了生物化学与分子生物学的基本理论和基础知识及其与临床医学的关系。

参加本教材编写的单位有:南京医科大学、镇江医学院、南通医学院、扬州大学医学院。编写工作承蒙南京医科大学生化教研室陈丙莺教授的支持与审校,同时也得到了南京医科大学丁国英、徐桦等老师的大力支持,特此表示感谢。

虽然编者对专升本学生的教学有一定的经验,但初次编写这类教材,加之时间仓促,不当之处在所难免,恳请广大读者予以指正。

编 者

2000 年 7 月 6 日

目 录

序

前言

第一章 蛋白质的结构与功能	(1)
第一节 蛋白质的分子组成	(1)
一、蛋白质的元素组成	(1)
二、蛋白质的基本组成单位——氨基酸	(1)
三、氨基酸通过肽键连接成肽	(8)
第二节 蛋白质的分子结构	(9)
一、蛋白质的一级结构	(10)
二、蛋白质的二级结构	(11)
三、蛋白质的三级结构	(15)
四、蛋白质的四级结构	(17)
第三节 蛋白质的结构和功能的关系	(18)
一、蛋白质一级结构与功能的关系	(18)
二、蛋白质空间结构与功能的关系	(20)
第四节 蛋白质的理化性质	(21)
一、蛋白质的两性解离	(21)
二、蛋白质的高分子性质	(22)
三、蛋白质的变性	(22)
四、蛋白质的沉淀	(23)
五、蛋白质的呈色反应及紫外吸收性质	(24)
第五节 蛋白质的分类	(24)
第二章 核酸化学	(28)
第一节 核酸的化学组成	(28)
一、戊糖	(28)
二、含氮碱	(29)
三、核苷	(30)
四、核苷酸	(30)
五、核酸	(32)
第二节 DNA 的分子结构	(33)
一、DNA 的一级结构	(33)

二、DNA 分子的空间结构	(34)
第三节 RNA 的分子结构	(39)
一、转运 RNA	(39)
二、信使 RNA	(41)
三、核糖体 RNA	(42)
四、其他小分子 RNA 与核酶	(43)
第四节 核酸的理化性质	(43)
一、一般性质	(43)
二、核酸的变性和复性	(44)
第三章 维生素	(46)
第一节 脂溶性维生素	(46)
一、维生素 A	(47)
二、维生素 D	(49)
三、维生素 E	(51)
四、维生素 K	(52)
第二节 水溶性维生素	(54)
一、维生素 B ₁	(55)
二、维生素 B ₂	(56)
三、维生素 PP	(57)
四、维生素 B ₆	(58)
五、泛酸	(59)
六、生物素	(60)
七、叶酸	(61)
八、维生素 B ₁₂	(62)
九、维生素 C	(64)
第四章 酶	(67)
第一节 酶的分子结构与功能	(67)
一、酶的分子组成	(68)
二、酶的活性中心	(69)
第二节 酶作用的特点与机制	(70)
一、酶作用的特点	(70)
二、酶作用的机制	(72)
第三节 酶促反应动力学	(73)
一、底物浓度对反应速度的影响	(73)
二、酶浓度对反应速度的影响	(76)
三、温度对反应速度的影响	(76)
四、pH 对反应速度的影响	(77)
五、抑制剂对反应速度的影响	(78)

六、激活剂对反应速度的影响	(83)
第四节 酶的调节	(83)
一、酶活性的调节	(83)
二、酶含量的调节	(86)
三、同工酶	(86)
第五节 酶的分类与命名	(88)
一、酶的分类	(88)
二、酶的命名	(88)
第六节 酶与医学的关系	(89)
一、酶与疾病的关系	(89)
二、酶在医学上的应用	(90)
第五章 糖代谢	(92)
第一节 糖类的消化和吸收	(92)
一、糖的消化	(92)
二、糖的吸收	(93)
第二节 血糖	(93)
一、血糖的来源和去路	(93)
二、血糖浓度的调节	(94)
第三节 糖的分解代谢	(95)
一、糖的无氧分解	(95)
二、糖的有氧氧化	(98)
三、磷酸戊糖途径	(104)
第四节 糖异生	(105)
一、糖异生的反应过程	(106)
二、糖异生的生理意义	(108)
第五节 糖原的代谢	(108)
一、糖原的合成	(109)
二、糖原的分解	(110)
三、糖原合成与分解的调节	(111)
第六节 糖代谢障碍	(112)
一、先天性糖代谢酶的缺乏	(112)
二、高血糖与糖尿病	(113)
三、低血糖	(113)
四、耐糖曲线	(113)
第六章 生物氧化	(116)
第一节 ATP 和其他高能化合物	(116)
一、自由能	(116)
二、ATP 循环	(117)

三、高能磷酸键及能量的转换和利用	(118)
第二节 呼吸链	(119)
一、呼吸链的组成	(119)
二、传递体的排列顺序	(121)
三、呼吸链电子传递过程和水的生成	(122)
第三节 氧化磷酸化	(123)
一、氧化磷酸化偶联部位及 P/O 值	(124)
二、氧化磷酸化偶联机制	(124)
第四节 影响氧化磷酸化的因素	(126)
一、抑制剂	(126)
二、ADP 的调节作用	(128)
三、甲状腺激素	(128)
第五节 胞液中 NADH 的氧化	(128)
一、 α -磷酸甘油穿梭作用	(128)
二、苹果酸穿梭作用	(129)
第六节 其他氧化体系	(129)
一、需氧脱氢酶和氧化酶	(130)
二、过氧化物酶体中的氧化酶类	(130)
三、超氧化物歧化酶	(131)
四、微粒体中的氧化酶	(131)
第七章 糖复合物的结构和功能	(133)
第一节 蛋白聚糖	(133)
一、糖胺聚糖	(133)
二、蛋白聚糖的组成和生理功能	(136)
三、蛋白聚糖与临床疾病的关系	(138)
第二节 糖蛋白	(138)
一、糖蛋白糖链的结构和分类	(139)
二、糖蛋白的生理功能	(143)
第八章 脂类代谢	(147)
第一节 脂类的消化吸收	(147)
一、脂类的消化	(147)
二、脂类的吸收	(148)
第二节 三酰甘油代谢	(149)
一、三酰甘油的分解代谢	(149)
二、三酰甘油的合成代谢	(154)
三、多不饱和脂肪酸代谢	(158)
第三节 磷脂代谢	(160)
一、磷脂代谢	(160)

二、磷脂的生理功能	(164)
第四节 胆固醇代谢	(164)
一、胆固醇的合成	(164)
二、胆固醇的转变与排泄	(166)
第五节 血浆脂蛋白代谢	(168)
一、血脂	(168)
二、血浆脂蛋白的分类与组成	(168)
三、血浆脂蛋白的代谢	(169)
四、高脂蛋白血症及高脂血症	(172)
第九章 氨基酸代谢	(174)
第一节 蛋白质的营养作用	(174)
一、蛋白质的生理功能	(174)
二、蛋白质的需要量和营养价值	(174)
第二节 蛋白质的消化、吸收与腐败	(176)
一、蛋白质的消化	(176)
二、氨基酸的吸收	(177)
三、蛋白质的腐败作用	(178)
第三节 氨基酸的一般代谢	(179)
一、氨基酸的脱氨基作用	(180)
二、 α -酮酸的代谢	(183)
第四节 氨的代谢	(185)
一、氨的来源与去路	(186)
二、氨的转运	(186)
三、尿素的生成	(188)
第五节 个别氨基酸的代谢	(191)
一、氨基酸的脱羧基作用	(192)
二、一碳单位的代谢	(194)
三、含硫氨基酸的代谢	(197)
四、芳香族氨基酸的代谢	(200)
五、支链氨基酸的代谢	(202)
第十章 核苷酸代谢	(205)
第一节 核苷酸的合成代谢	(205)
一、嘌呤核苷酸的合成	(205)
二、嘧啶核苷酸的合成	(209)
三、脱氧核糖核苷酸的生成	(211)
第二节 核苷酸的分解代谢	(212)
一、嘌呤的分解代谢	(212)
二、嘧啶的分解代谢	(213)

第三节 核苷酸代谢与医学的关系	(213)
一、先天性缺陷所造成的代谢异常	(213)
二、核苷酸合成的抑制剂	(215)
第十一章 代谢调节	(219)
第一节 细胞水平的调节	(219)
一、细胞内酶的隔离分布的调节	(219)
二、改变细胞内酶活性的调节	(221)
三、改变细胞内酶含量的调节	(224)
第二节 激素水平的调节	(225)
第三节 整体水平的调节	(225)
一、饥饿状态下的调节	(225)
二、应激状态下的调节	(226)
第十二章 复制	(228)
第一节 DNA 复制的基本特点	(229)
一、半保留复制	(229)
二、半不连续复制	(230)
三、复制过程的顺序性及模型	(231)
第二节 DNA 复制的酶学	(233)
一、DNA 聚合酶	(233)
二、拓扑异构酶	(236)
三、解旋酶	(236)
四、引发酶和引发体	(236)
五、DNA 连接酶	(237)
六、端粒酶	(237)
七、单链 DNA 结合蛋白	(238)
八、其他因子	(238)
第三节 DNA 复制过程	(239)
一、DNA 复制过程	(239)
二、反转录	(240)
第四节 DNA 损伤与修复	(242)
一、突变的形式及因素	(242)
二、诱变的形式及因素	(242)
三、DNA 修复	(243)
第十三章 转录	(246)
第一节 转录的模板	(247)
一、不对称转录	(247)
二、启动子	(247)
三、终止子	(248)

第二节 RNA 聚合酶	(249)
一、原核生物 RNA 聚合酶	(249)
二、真核生物 RNA 聚合酶	(250)
第三节 转录过程	(250)
一、起始	(250)
二、延伸	(251)
三、终止	(252)
第四节 转录后加工	(254)
一、mRNA 加工	(254)
二、tRNA 加工	(257)
三、rRNA 加工	(258)
第五节 核酶	(259)
一、核酶的作用特点及方式	(259)
二、核酶的作用机制	(260)
第十四章 翻译	(262)
第一节 参与蛋白质生物合成的物质	(262)
一、mRNA 与遗传密码	(262)
二、tRNA 与氨基酸的转运	(264)
三、核糖体与肽链装配	(265)
四、氨基酰 tRNA 合成酶	(266)
五、其他因子	(266)
第二节 翻译过程	(266)
一、翻译的起始	(266)
二、翻译的延长	(267)
三、翻译的终止	(268)
第三节 翻译后加工	(269)
一、加工与修饰	(269)
二、折叠	(270)
三、组装	(270)
四、转运	(270)
第四节 翻译与临床医学	(271)
一、干扰素对翻译的影响	(271)
二、抗生素对翻译的影响	(272)
第十五章 基因表达的调控	(273)
第一节 原核生物基因表达的调控	(273)
一、原核生物基因表达操纵子的调控	(274)
二、基因转录的翻译调控——衰减子系统	(276)
三、严谨反应	(278)

四、翻译水平的调控	(278)
五、DNA 序列重排对基因转录的调控	(280)
第二节 真核生物基因表达的调控	(281)
一、真核生物基因表达调控的特点	(281)
二、DNA 水平的调控	(282)
三、染色体结构和基因转录	(283)
四、真核基因转录的调控	(283)
五、转录后水平的调控	(287)
六、翻译水平调控	(288)
七、翻译后水平的调控	(288)
第十六章 重组 DNA 与基因工程	(290)
第一节 基本概念	(290)
第二节 DNA 重组中的工具酶	(291)
一、限制性核酸内切酶	(291)
二、连接酶	(293)
三、聚合酶	(293)
四、多核苷酸激酶	(293)
五、磷酸酯酶	(293)
六、核酸酶	(294)
第三节 基因工程载体	(294)
一、质粒载体	(294)
二、噬菌体载体	(295)
三、真核细胞用载体	(296)
四、人工染色体	(297)
第四节 目的基因的获取	(297)
一、限制性内切酶直接分离获得	(297)
二、化学合成法	(297)
三、从基因组文库中筛选	(297)
四、反转录制备 cDNA 或从 cDNA 文库中筛选	(298)
五、聚合酶链反应	(298)
第五节 外源基因与载体的连接	(300)
一、黏性末端连接	(300)
二、平端连接	(301)
三、同聚物加尾连接	(301)
四、人工接头连接	(301)
五、加插头连接	(301)
六、通过 PCR 获得黏末端	(301)
第六节 重组 DNA 导入受体菌	(302)

第七节 重组体的筛选	(302)
一、抗药性标志	(303)
二、标志补救	(303)
三、电泳筛选法	(303)
四、聚合酶链反应(PCR)	(303)
五、分子杂交	(304)
六、免疫学筛选方法	(305)
七、DNA 序列测定	(305)
第八节 克隆基因的表达	(305)
一、原核表达体系	(306)
二、真核表达体系	(306)
第九节 重组 DNA 技术与医学的关系	(307)
一、疾病基因与人类基因组计划	(307)
二、基因工程药物与疫苗	(308)
三、转基因与基因剔除	(309)
四、基因诊断和基因治疗	(310)
第十七章 细胞信息传递	(312)
第一节 细胞信息物质	(312)
一、细胞间信息分子	(312)
二、细胞内信息分子	(314)
第二节 受体	(314)
一、受体的类型及其结构与功能	(314)
二、配体与受体结合的特征	(319)
第三节 主要的细胞信息传递途径	(319)
一、膜受体介导的信息传递途径	(319)
二、胞内受体介导的信息传递途径	(327)
第十八章 肿瘤生化	(330)
第一节 癌基因与抑癌基因	(330)
一、癌基因	(330)
二、抑癌基因	(337)
第二节 生长因子与肿瘤	(340)
一、概述	(340)
二、生长因子的信号传导	(341)
三、生长因子与肿瘤	(342)
第三节 基因诊断与基因治疗	(342)
一、基因诊断	(343)
二、基因治疗	(345)
三、基因治疗的应用与展望	(348)

第十九章 血液生物化学	(351)
第一节 血液的化学成分.....	(352)
第二节 血浆蛋白质.....	(352)
一、血浆蛋白质的组成与功能	(352)
二、清蛋白	(355)
三、结合珠蛋白	(355)
四、铁转运蛋白与铁代谢	(355)
五、铜蓝蛋白	(357)
六、 α_1 -抗胰蛋白酶.....	(357)
第三节 非蛋白含氮化合物.....	(358)
一、尿素及尿素氮	(358)
二、尿酸	(358)
三、肌酸与肌酐	(358)
四、氨基酸与多肽	(358)
五、血氨	(359)
第四节 红细胞代谢.....	(359)
一、成熟红细胞的代谢特点	(359)
二、血红蛋白的生物合成	(362)
第五节 血液凝固.....	(365)
一、纤维蛋白原转变为纤维蛋白	(367)
二、凝血酶原的激活和维生素 K 的功能	(369)
三、两种凝血途径	(370)
四、血液凝固和调控	(371)
五、纤维蛋白溶解	(371)
六、凝血因子与肝脏疾病	(373)
第二十章 肝胆生化	(375)
第一节 肝脏在物质代谢中的作用.....	(375)
一、肝脏在糖代谢中的作用	(375)
二、肝脏在脂类代谢中的作用	(375)
三、肝脏在蛋白质代谢中的作用	(376)
四、肝脏在维生素代谢中的作用	(376)
五、肝脏在激素代谢中的作用	(377)
第二节 肝脏的生物转化作用.....	(377)
一、生物转化的概念	(377)
二、生物转化的类型	(378)
三、生物转化的特点	(381)
四、影响生物转化的因素	(382)
第三节 胆汁酸代谢.....	(383)

一、胆汁和胆汁酸的化学	(383)
二、初级胆汁酸的生物合成	(383)
三、次级胆汁酸的生成及胆汁酸的肠肝循环	(384)
四、胆汁酸的生理功能	(386)
第四节 胆色素代谢	(386)
一、胆红素的来源与生成	(387)
二、胆红素在血液中的转运	(388)
三、胆红素在肝中的转变	(388)
四、胆红素在肠道中的转变与胆色素的肠肝循环	(390)
五、影响尿胆素原排泄的因素	(391)
六、血清胆红素与黄疸	(392)
附录:英汉名词对照	(394)

第一章

蛋白质的结构与功能

蛋白质(protein)是一类生物大分子,是组成一切细胞和组织的重要成分。按重量计,人体干重的45%是蛋白质。蛋白质是一切生命活动的主要物质基础,自1839年德国化学家 Mulder 研究了乳和蛋中的清蛋白至今,大量研究表明,几乎全部的生命过程及所有细胞活动都离不开蛋白质。自然界的蛋白质分布广泛,种类繁多,仅单细胞的大肠杆菌就含有3 000多种蛋白质,而人体结构复杂,更是存在着成千上万种结构和功能各异的蛋白质。它们在整个生命活动中起着非常重要的作用,决定着生物物种性状、新陈代谢类型。各种生命现象和生命活动的基因也都是通过编码蛋白质来表达和实现的。蛋白质和核酸等生物大分子共同构成生命的物质基础。

第一节 蛋白质的分子组成

一、蛋白质的元素组成

通过元素分析得知,蛋白质由碳(50%~55%)、氢(6%~7%)、氧(19%~24%)、氮(13%~19%)及硫(0%~4%)等元素组成。有些蛋白质含磷,少数蛋白质含铁、铜、锌、锰、钴、铝等金属元素,个别蛋白质还含有硒、碘。

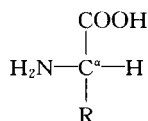
氮是蛋白质元素组成中的一种特征性成分,多数蛋白质的含氮量很相近,平均约为16%。动植物组织中的含氮物质以蛋白质为主,其他的含氮物很少,因此,可以用定氮法来推算样品中蛋白质的大致含量。只要测出生物样品中的含氮量,再乘以6.25($100/16=6.25$),即可换算出蛋白质的含量。

二、蛋白质的基本组成单位——氨基酸

蛋白质可以在酸、碱或酶的作用下,最终水解为其基本组成单位——氨基酸(amino acid)。

(一) 氨基酸的结构特点

组成蛋白质的氨基酸,其结构有共同的特点,可以用下面的通式表示:



L- α -氨基酸

由氨基酸的结构通式可见:①氨基和羧基都连接在 α -碳原子上,属于 α -氨基酸(脯氨酸为 α -亚氨基酸);②R基团为氨基酸的侧链,除R为H的甘氨酸外,其他氨基酸的 α -碳原子都是不对称碳原子,有D型和L-型两种异构体,蛋白质中的氨基酸均为L-型。

(二) 氨基酸的分类

存在于自然界的氨基酸有300多种,但合成蛋白质的氨基酸仅有20种,这20种氨基酸都有其相应的遗传密码,称为编码氨基酸(coding amino acid)。

根据编码氨基酸侧链R基团的结构和极性不同,按它们在中性溶液中侧链的解离状态可分为三类(表1-1)。

表 1-1 蛋白质分子中的 20 种编码氨基酸

名称(缩写代号)	分子结构	残基 分子量	pK ₁ α -COOH	pK ₂ α -NH ₃ ⁺	pK _R 侧链	等电点 (pI)
带有非极性侧链的氨基酸						
1. 甘氨酸(甘) glycine (Gly, G)	$\begin{array}{c} \text{COO}^- \\ \\ \text{H}-\text{C}-\text{H} \\ \\ \text{NH}_3^+ \end{array}$	57.0	2.35	9.78		6.07
2. 丙氨酸(丙) alanine (Ala, A)	$\begin{array}{c} \text{COO}^- \\ \\ \text{H}-\text{C}-\text{CH}_3 \\ \\ \text{NH}_3^+ \end{array}$	71.0	2.35	9.87		6.11
3. 缬氨酸(缬) valine (Val, V)	$\begin{array}{c} \text{COO}^- \\ \\ \text{H}-\text{C}-\text{CH}(\text{CH}_3)_2 \\ \\ \text{NH}_3^+ \end{array}$	99.1	2.29	9.74		6.02