

医学生物化学

魏湧 主编



世界图书出版公司

医学生物化学

主 编

魏 湧 (南京铁道医学院)

副 主 编

黄诒森 (镇江医学院) 黄钦田 (南京医学院)

编 委 (按姓氏笔画为序)

王武康 (江南大学医疗系)

丘志昌 (南京医学院)

吴广义 (青岛医学院)

何立望 (贵阳医学院)

周秀贞 (昆明医学院)

赵学海 (蚌埠医学院)

赵鼎吕 (扬州医学院)

胡梅清 (南京铁道医学院)

姚 玥 (上海铁道医学院)

黄如彬 (首都医学院)

蒋 滢 (苏州医学院)

世界图书出版公司

1 9 9 2

内 容 简 介

本书是由 12 所医学院校生化教研室的专业教师根据生化教学的需要, 遵循国家教委和卫生部关于编写教材的思想性、启发性、先进性和适用性的指示撰写的。本书重点突出, 文字流畅, 逻辑性强, 内容符合医学本科生的教学需要, 适合于医学院校本科生使用。

医学生物化学

魏 通主编

责任编辑 程志瑞

世界图书出版公司 北京分公司出版

北京朝阳门内大街 137 号

邮政编码: 100704

通州印刷厂印刷

新华书店北京发行所发行 各地新华书店经售

*

1992 年 5 月第一版 开本: 787×1092 1/16

1992 年 5 月第一次印刷 印张: 27

印数: 0001—10300 册 字数: 59.4 万字

ISBN 7-5062-1340-O/R·24

定价: 8.60 元

编写说明

1990年在江苏省生化学会主持召开的生化教学研讨会上,与会的代表根据医学院校生物化学教学的状况,提出了编写一本适合于医学院校本科生使用的生物化学教材的设想。经过十二所参编院校两年的共同努力,这本《医学生物化学》经过了由作者的手稿变成了铅字这一漫长的孕育过程,如同一个足月分娩的新生儿,呈现在广大读者的面前。

生物化学是一门重要的基础医学课程,生物化学教材不仅要给予学生必需的生物化学基本理论,为临床医学课程奠定基础,而且还要让学生掌握继续学习生物化学进展所必需的基础知识,即培养学生的自能力,使之能独立思考,运用生物化学的基本理论去分析、解决实际问题。这是我们编写这本教材的指导思想。

本书各章节共同采用的参考书有:Murray:Harper's Biochemistry, Lange Medical Publication 21th ed(1988);Mathews and Vanholde:Biochemistry, Benjamin/Cummine Publication(1990)等。

为了本书的出版和发行,江苏省生化学会和世界图书出版公司给予了大量的支持,南京医学院的沈士弼教授不顾年老体衰,认真审阅了书稿,并提出了宝贵的意见,在此一并致谢。

由于水平和条件的限制,加之时间仓促,本书一定有缺点和不足之处,盼广大读者提出批评指正。

魏 湧

1992年3月

目 录

I 绪论	(1)
II 蛋白质的化学	(4)
2.1 蛋白质分子的化学组成	(5)
2.1.1 蛋白质的元素组成	(5)
2.1.2 蛋白质的组成单位——氨基酸	(5)
2.1.2.1 氨基酸的结构特点	(5)
2.1.2.2 氨基酸的分类	(5)
2.1.2.3 氨基酸的主要理化性质	(8)
2.2 蛋白质的分子结构	(10)
2.2.1 氨基酸的连接方式	(10)
2.2.2 蛋白质的一级结构	(11)
2.2.3 蛋白质的二级结构	(13)
2.2.3.1 肽键平面	(13)
2.2.3.2 蛋白质分子的主链结构单元	(14)
2.2.4 蛋白质的三级结构	(17)
2.2.5 蛋白质的四级结构	(17)
2.2.6 蛋白质分子构象的维系力	(18)
2.2.6.1 氢键	(19)
2.2.6.2 盐键	(19)
2.2.6.3 疏水力	(19)
2.2.6.4 Van der Waals 力	(19)
2.3 蛋白质结构与功能的关系	(19)
2.3.1 蛋白质一级结构与功能的关系	(20)
2.3.2 蛋白质空间构象与功能的关系	(21)
2.4 蛋白质的理化性质	(22)
2.4.1 高分子性质	(22)
2.4.2 两性解离和等电点	(23)
2.4.3 变性作用	(23)
2.4.4 沉淀作用	(24)
2.5 蛋白质的分类	(25)
2.5.1 单纯蛋白质	(25)
2.5.2 结合蛋白质	(26)

III 酶	(27)
3.1 酶的概念	(28)
3.1.1 酶与一般催化剂的异同	(28)
3.1.1.1 极高的催化效率	(28)
3.1.1.2 高度的专一性	(29)
3.1.1.3 高度不稳定性	(30)
3.1.1.4 酶活性的可控性	(30)
3.2 酶的化学结构与催化活性	(30)
3.2.1 酶的化学组成	(30)
3.2.2 酶分子的结构和催化活性	(31)
3.2.2.1 必需基团和活性中心	(31)
3.2.2.2 酶原的激活	(32)
3.2.2.3 同工酶	(34)
3.3 酶的作用机理	(35)
3.3.1 酶作用与反应活化能的降低	(35)
3.3.2 酶-底物复合物	(35)
3.3.3 诱导契合学说	(36)
3.4 酶促反应动力学	(36)
3.4.1 酶浓度对酶促反应速度的影响	(37)
3.4.2 底物浓度对酶促反应速度的影响	(38)
3.4.2.1 米-曼氏方程	(38)
3.4.2.2 K_m 值的意义	(39)
3.4.2.3 V_{max} 和 K_m 值测定法	(40)
3.4.3 温度对酶促反应速度的影响	(41)
3.4.4 pH 对酶促反应速度的影响	(41)
3.4.5 激活剂对酶促反应速度的影响	(42)
3.4.6 抑制剂对酶促反应速度的影响	(42)
3.4.7 变构酶和修饰酶	(47)
3.5 酶的命名和分类	(48)
3.5.1 酶的分类	(48)
3.5.2 酶的命名	(48)
3.6 酶在医学上的应用	(49)
3.6.1 酶和疾病的关系	(49)
3.6.1.1 酶合成异常	(49)
3.6.1.2 酶从损伤细胞内释放增加	(49)
3.6.1.3 酶排泄障碍	(49)
3.6.2 酶和疾病的诊断	(49)
3.6.3 酶与疾病的治疗	(50)
IV 维生素	(51)

4.1 脂溶性维生素	(53)
4.1.1 维生素 A	(54)
4.1.1.1 化学本质	(54)
4.1.1.2 生理作用	(54)
4.1.2 维生素 D	(56)
4.1.2.1 化学本质	(56)
4.1.2.2 生理作用	(56)
4.1.3 维生素 E	(57)
4.1.3.1 化学本质	(57)
4.1.3.2 生理作用	(57)
4.1.4 维生素 K	(58)
4.1.4.1 化学本质	(58)
4.1.4.2 生理作用	(58)
4.2 水溶性维生素	(59)
4.2.1 维生素 B ₁	(59)
4.2.1.1 化学本质	(59)
4.2.1.2 生化作用	(60)
4.2.2 维生素 B ₂	(60)
4.2.2.1 化学本质	(60)
4.2.2.2 生化作用	(61)
4.2.3 维生素 PP	(61)
4.2.3.1 化学本质	(61)
4.2.3.2 生化作用	(61)
4.2.4 维生素 B ₆	(63)
4.2.4.1 化学本质	(63)
4.2.4.2 生化作用	(63)
4.2.5 泛酸	(63)
4.2.5.1 化学本质	(63)
4.2.5.2 生化作用	(63)
4.2.6 生物素	(64)
4.2.6.1 化学本质	(64)
4.2.6.2 生化作用	(64)
4.2.7 硫辛酸	(65)
4.2.7.1 化学本质	(65)
4.2.7.2 生化作用	(65)
4.2.8 叶酸	(65)
4.2.8.1 化学本质	(65)
4.2.8.2 生化作用	(65)
4.2.9 维生素 B ₁₂	(66)
4.2.9.1 化学本质	(66)

4.2.9.2 生化作用	(67)
4.2.10 维生素 C	(68)
4.2.10.1 化学本质	(68)
4.2.10.2 生化作用	(68)
V 核酸化学	(71)
5.1 单核苷酸	(72)
5.1.1 含氮碱	(72)
5.1.2 戊糖	(72)
5.1.3 核苷	(72)
5.1.4 核苷酸	(73)
5.1.5 环核苷酸	(74)
5.2 DNA 分子结构	(74)
5.2.1 DNA 碱基组成	(75)
5.2.2 DNA 的一级结构	(75)
5.2.3 DNA 的二级结构	(75)
5.2.4 DNA 的三级结构	(77)
5.2.5 DNA 结构的类型	(77)
5.2.5.1 DNA 分子的大小	(77)
5.2.5.2 线形和环形 DNA 分子	(78)
5.2.5.3 DNA 类型	(78)
5.2.6 真核 DNA 结构	(79)
5.3 RNA 结构	(80)
5.3.1 RNA 碱基组成和一级结构	(80)
5.3.2 RNA 的二级结构	(81)
5.3.3 tRNA 的三级结构	(82)
5.3.4 RNA 的类型	(82)
5.4 核酸的理化性质	(83)
5.4.1 核酸分子大小	(83)
5.4.2 核酸的变性与复性	(83)
5.4.3 电泳	(84)
5.4.4 水解	(85)
5.4.5 沉降行为	(85)
5.4.6 DNA 顺序分析(化学方法)	(85)
VI 生物膜的生物化学	(88)
6.1 生物膜的结构	(89)
6.2 生物膜的化学组成	(89)
6.2.1 生物膜化学组成之间的比例	(89)
6.2.2 生物膜化学组成的流动性	(90)

6.2.2.1	膜脂的运动(流动性)	(90)
6.2.2.2	膜蛋白的运动	(90)
6.2.2.3	糖分子的运动	(90)
6.2.3	生物膜化学组成分布的不对称性	(90)
6.2.3.1	脂类在生物膜中分布的不对称性	(90)
6.2.3.2	蛋白质在生物膜中分布的不对称性	(91)
6.2.3.3	糖链在生物膜中分布的不对称性	(91)
6.2.4	生物膜化学组成的功能	(91)
6.3	生物膜的功能	(92)
6.3.1	运输功能	(92)
6.3.2	受体功能	(94)
6.3.3	膜抗原	(96)
6.3.4	正常细胞增殖中的接触抑制	(97)
6.3.5	某些膜的标志酶	(98)
VII	糖代谢	(99)
7.1	血糖	(100)
7.1.1	血糖的来源与去路	(100)
7.1.1.1	血糖的来源	(100)
7.1.1.2	血糖的去路	(100)
7.1.2	血糖浓度的调节	(101)
7.1.2.1	肝脏在维持血糖水平中的作用	(101)
7.1.2.2	激素对糖代谢的调节	(101)
7.1.3	高血糖和低血糖	(103)
7.1.3.1	高血糖与糖尿病	(103)
7.1.3.2	低血糖	(103)
7.1.3.3	糖耐量试验	(103)
7.2	糖原的代谢	(104)
7.2.1	糖原的合成与分解	(105)
7.2.1.1	糖原的合成	(105)
7.2.1.2	糖原的分解	(107)
7.2.2	糖原合成与分解的调节	(109)
7.3	糖的无氧酵解与糖异生作用	(110)
7.3.1	糖酵解	(110)
7.3.1.1	糖酵解途径的反应和参与的酶	(111)
7.3.1.2	糖酵解过程中能量的产生和利用	(116)
7.3.1.3	糖酵解的生理意义	(118)
7.3.1.4	糖酵解途径的调节	(118)
7.3.2	糖异生作用	(118)
7.3.2.1	糖异生的途径	(118)
7.3.2.2	糖异生的生理意义	(120)

7.3.2.3 糖异生的调节	(121)
7.4 糖的有氧氧化	(121)
7.4.1 糖有氧氧化的反应途径	(121)
7.4.2 糖有氧分解与产能	(126)
7.4.3 糖有氧氧化的调节	(127)
7.5 磷酸戊糖途径	(128)
7.5.1 基本反应过程	(128)
7.5.2 磷酸戊糖途径的调节	(131)
7.5.3 主要生理意义	(131)
7.6 糖的其它代谢途径	(132)
7.6.1 糖醛酸途径	(132)
7.6.2 果糖和半乳糖的代谢	(133)
7.6.2.1 果糖的代谢	(133)
7.6.2.2 半乳糖代谢	(133)
VIII 三羧酸循环与氧化磷酸化	(135)
8.1 三羧酸循环	(136)
8.1.1 三羧酸循环中的酶	(136)
8.1.2 三羧酸循环的反应过程	(137)
8.1.3 三羧酸循环的总结	(140)
8.1.4 三羧酸循环的生理意义	(142)
8.1.5 三羧酸循环的调节	(142)
8.2 生物氧化与氧化磷酸化概念	(143)
8.2.1 生物氧化的特点及意义	(143)
8.2.2 生物氧化的方式	(143)
8.2.3 生物氧化与能量转换	(144)
8.2.3.1 高能磷酸化合物	(144)
8.2.3.2 能量的转换	(145)
8.3 生物氧化的基本途径	(146)
8.3.1 线粒体内氧化产能的途径	(146)
8.3.2 微粒体内的氧化途径	(146)
8.3.3 微体中的氧化系统	(147)
8.4 线粒体的氧化体系——呼吸链	(149)
8.4.1 线粒体结构及功能概要	(149)
8.4.2 呼吸链的组分与其作用	(149)
8.4.2.1 黄素辅基	(151)
8.4.2.2 铁硫蛋白	(151)
8.4.2.3 泛醌	(151)
8.4.2.4 细胞色素类辅基	(152)
8.4.3 呼吸链成份的排列顺序	(153)

8.4.4	呼吸链电子传递过程和水的生成	(154)
8.4.4.1	两种呼吸链与其电子传递路线	(154)
8.4.4.2	还原当量的氧化和水的生成	(154)
8.4.5	胞液中 NADH 的氧化	(155)
8.5	氧化磷酸化作用	(156)
8.5.1	氧化磷酸化偶联部位及 P/O 值	(157)
8.5.2	氧化磷酸化偶联机制	(158)
8.5.2.1	化学渗透学说内容概要	(159)
8.5.2.2	F_0-F_1 结构基础与 ATP 合成	(160)
8.5.3	影响氧化磷酸化的因素	(161)
8.5.3.1	生理调节因素的影响	(161)
8.5.3.2	氧化磷酸化的抑制剂	(161)
IX	脂类代谢	(164)
9.1	脂类的生理功能	(165)
9.1.1	供能储能	(165)
9.1.2	构成生物膜	(166)
9.1.3	其他功能	(166)
9.2	脂类的消化和吸收	(166)
9.2.1	脂类的消化	(166)
9.2.2	脂类的吸收	(167)
9.3	脂肪的中间代谢	(167)
9.3.1	脂肪的动员	(168)
9.3.2	脂肪酸的氧化分解	(169)
9.3.2.1	脂肪酸的活化——脂酰 CoA 的生成	(169)
9.3.2.2	脂酰 CoA 进入线粒体	(170)
9.3.2.3	饱和脂肪酸的 β -氧化	(171)
9.3.2.4	不饱和脂肪酸的氧化	(172)
9.3.2.5	脂肪酸氧化的其他途径	(172)
9.3.3	酮体的生成和利用	(173)
9.3.3.1	酮体的生成	(174)
9.3.3.2	酮体的氧化利用	(174)
9.3.4	脂肪酸的合成	(175)
9.3.4.1	脂肪酸合成的原料	(175)
9.3.4.2	脂肪酸合成体系	(176)
9.3.4.3	脂肪酸碳链的延长	(179)
9.3.4.4	不饱和脂肪酸的生成	(180)
9.3.5	多不饱和脂肪酸的重要衍生物——前列腺素、血栓素和白三烯	(180)
9.3.5.1	前列腺素、血栓素和白三烯的生物合成	(182)
9.3.5.2	前列腺素、血栓素和白三烯的生物学效应	(184)

9.3.6	甘油的代谢	(184)
9.3.7	脂肪的合成	(185)
9.4	磷脂的代谢	(185)
9.4.1	磷酸甘油酯的代谢	(186)
9.4.1.1	磷酸甘油酯的合成代谢	(187)
9.4.1.2	磷酸甘油酯的分解代谢	(190)
9.4.2	神经鞘脂的代谢	(190)
9.4.2.1	鞘磷脂的代谢	(191)
9.4.2.2	鞘糖脂的代谢	(192)
9.5	胆固醇代谢	(194)
9.5.1	胆固醇的消化吸收	(194)
9.5.2	胆固醇的合成	(195)
9.5.2.1	胆固醇合成的基本过程	(195)
9.5.2.2	胆固醇合成的调节	(197)
9.5.3	胆固醇的代谢转变与排泄	(198)
9.6	血浆脂蛋白代谢	(198)
9.6.1	血脂	(198)
9.6.2	血浆脂蛋白	(200)
9.6.2.1	血浆脂蛋白分类	(200)
9.6.2.2	血浆脂蛋白的组成	(200)
9.6.2.3	载脂蛋白	(201)
9.6.2.4	血浆脂蛋白的结构	(202)
9.6.2.5	血浆脂蛋白的代谢及功能	(202)
9.6.3	高脂蛋白血症及高脂血症	(205)
X	氨基酸代谢	(208)
10.1	蛋白质的营养作用	(209)
10.1.1	蛋白质的生理功能	(209)
10.1.2	蛋白质的营养作用	(209)
10.1.3	蛋白质的营养价值	(210)
10.2	蛋白质的消化、吸收、腐败	(211)
10.2.1	蛋白质的消化	(211)
10.2.2	氨基酸的吸收	(212)
10.2.3	蛋白质的腐败作用	(214)
10.3	氨基酸代谢概况	(215)
10.3.1	血液氨基酸的来源与去路	(215)
10.3.2	血液氨基酸的含量	(215)
10.3.3	血液与器官之间氨基酸的交换	(215)
10.3.4	体内氨基酸循环	(216)
10.4	氨基酸的分解代谢——转氨及脱氨作用	(216)

10.4.1	转氨作用	(216)
10.4.2	氧化脱氨作用	(218)
10.4.3	联合脱氨基作用	(219)
10.4.4	非氧化性脱氨作用	(220)
10.5	氨及碳骨架的代谢转变	(220)
10.5.1	氨的代谢	(220)
10.5.1.1	血氨的动态	(220)
10.5.1.2	氨的转运	(221)
10.5.1.3	尿素的生物合成	(223)
10.5.2	氨基酸碳骨架的代谢转变	(225)
10.6	氨基酸的降解和转变	(227)
10.6.1	几种氨基酸脱羧与其产物的作用	(227)
10.6.1.1	组氨酸脱羧产生组胺	(227)
10.6.1.2	谷氨酸脱羧产生 γ -氨基丁酸	(227)
10.6.1.3	色氨酸的氧化脱羧	(228)
10.6.1.4	鸟氨酸和S-腺苷蛋氨酸的脱羧	(229)
10.6.2	一碳单位的代谢	(230)
10.6.2.1	一碳单位与 FH_4 的结合	(230)
10.6.2.2	一碳单位的生成	(232)
10.6.2.3	一碳单位互变和功能	(233)
10.6.3	含硫氨基酸的代谢转变	(233)
10.6.3.1	蛋氨酸代谢	(234)
10.6.3.2	半胱氨酸与胱氨酸的代谢	(234)
10.6.4	肌酸的代谢	(235)
10.6.5	芳香族氨基酸的代谢转变	(236)
10.6.5.1	酪氨酸的转变	(236)
10.6.5.2	色氨酸的代谢	(238)
10.6.6	支链氨基酸的分解代谢	(240)
10.6.7	氨基酸代谢转变小结及先天性代谢缺陷简介	(242)
10.7	蛋白质与糖、脂代谢的相互关系	(243)
10.7.1	蛋白质代谢与糖代谢的相互关系	(244)
10.7.2	蛋白质代谢与脂代谢的相互关系	(244)
10.7.3	糖代谢与脂类代谢的相互关系	(244)
XI	代谢调节	(246)
11.1	细胞水平酶的调节	(247)
11.1.1	细胞内多酶体系的布局及限速酶	(247)
11.1.2	细胞内酶活性的调节	(247)
11.1.2.1	酶的变构(别构)调节	(247)
11.1.2.2	酶的化学修饰调节	(251)

11.1.3	酶含量的调节	(252)
11.1.3.1	酶蛋白合成的诱导与阻遏	(253)
11.1.3.2	酶蛋白降解的调节	(253)
11.2	激素对代谢的调节	(254)
11.2.1	激素作用的一些重要特点	(254)
11.2.1.1	激素是第一信使	(254)
11.2.1.2	激素的类别	(254)
11.2.1.3	激素的受体及其结合特点	(255)
11.2.2	膜受体的信息转导和应答效应	(257)
11.2.2.1	膜受体—cAMP—蛋白激酶的作用模式	(257)
11.2.2.2	膜受体-PIP ₂ 产物及Ca ²⁺ 的信使作用	(259)
11.2.2.3	膜受体——第二信使未定的激素作用	(262)
11.2.2.4	cGMP的产生与其作用	(263)
11.2.3	胞内受体激素的调节作用	(264)
11.2.3.1	类固醇激素的一般特性	(264)
11.2.3.2	类固醇激素——胞内受体的调节机制	(265)
11.3	物质代谢的整体调节	(265)
11.3.1	饥饿状态下的调节作用	(266)
11.3.2	应激状态下的调节作用	(266)
XII	核苷酸代谢	(268)
12.1	概述	(269)
12.2	嘌呤核糖核苷酸代谢	(269)
12.2.1	嘌呤核糖核苷酸的合成代谢	(269)
12.2.1.1	从头合成途径	(269)
12.2.1.2	补救合成途径	(271)
12.2.1.3	影响嘌呤核糖核苷酸生物合成的因素	(273)
12.2.2	嘌呤核糖核苷酸的分解代谢	(274)
12.3	嘧啶核糖核苷酸代谢	(277)
12.3.1	嘧啶核糖核苷酸的合成代谢	(277)
12.3.1.1	从头合成途径	(277)
12.3.1.2	补救合成途径	(278)
12.3.1.3	影响嘧啶核糖核苷酸生物合成的因素	(278)
12.3.2	嘧啶核糖核苷酸的分解代谢	(279)
12.4	脱氧核糖核苷酸的生成	(280)
12.4.1	脱氧核糖核苷酸的生成	(280)
12.4.2	胸腺嘧啶核苷酸的生成	(281)
XIII	DNA复制和基因工程概述	(284)
13.1	复制机理	(285)
13.2	参与DNA复制的酶类及蛋白质因子	(286)

13.2.1	参与解旋、解链的酶类及蛋白质因子	(286)
13.2.2	DNA-聚合酶	(288)
13.2.3	引物酶与起动前蛋白	(290)
13.2.4	DNA-连结酶	(290)
13.3	复制过程	(290)
13.3.1	复制的起始	(290)
13.3.2	复制的延长	(291)
13.3.3	复制的终止	(292)
13.3.4	滚环式复制	(293)
13.4	DNA 的损伤与修复	(293)
13.4.1	DNA 损伤	(293)
13.4.1.1	物理因素	(293)
13.4.1.2	化学因素	(293)
13.4.2	DNA 损伤的修复	(294)
13.4.3	突变	(295)
13.5	反向转录	(295)
13.5.1	逆转录过程	(296)
13.5.2	致癌病毒和癌基因	(296)
13.6	基因工程概述	(296)
13.6.1	限制性核酸内切酶	(297)
13.6.2	载体	(298)
13.6.3	基因工程技术原理	(298)
13.6.3.1	目标基因的分离	(298)
13.6.3.2	目标基因与载体接合成重组体	(299)
13.6.3.3	重组体的转化	(299)
13.6.3.4	重组体的筛选与鉴定	(300)
13.6.4	基因工程的应用	(301)
XIV	RNA 转录与蛋白质生物合成	(302)
14.1	转录的模板	(303)
14.2	参与转录的酶	(304)
14.3	转录过程	(305)
14.4	转录后加工	(307)
14.5	RNA 复制	(310)
14.6	蛋白质生物合成的体系	(311)
14.6.1	mRNA 与遗传密码	(311)
14.6.2	tRNA 与氨基酸的转运	(313)
14.6.3	核糖体与肽链装配	(314)
14.7	蛋白质的生物合成过程	(315)

14.7.1	氨基酸的活化	(315)
14.7.2	肽链合成的起始	(316)
14.7.3	肽链的延长	(317)
14.7.4	肽链的终止和释放	(319)
14.7.5	多核糖体	(319)
14.7.6	新生肽链的修饰和改造	(320)
14.8	真核和原核生物在蛋白质合成的异同点	(321)
14.8.1	起始物 tRNA	(321)
14.8.2	起始密码的辨认和起始因子	(321)
14.8.3	核糖体	(322)
14.8.4	延长因子	(322)
14.8.5	终止因子	(322)
14.8.6	分泌性蛋白质的合成	(322)
14.9	蛋白质生物合成的调节	(323)
14.9.1	原核细胞转录水平的调节——操纵子学说	(323)
14.9.1.1	乳糖操纵子	(323)
14.9.1.2	阿拉伯糖操纵子	(325)
14.9.1.3	色氨酸操纵子	(325)
14.9.2	真核细胞转录水平的调节	(326)
14.9.3	翻译水平的调节	(327)
14.10	蛋白质合成与医学的关系	(328)
14.10.1	干扰素抗病毒感染	(329)
14.10.2	抗生素对蛋白质合成的影响	(329)
XV	血液生物化学	(331)
15.1	血液的化学成份	(332)
15.2	血浆蛋白质	(333)
15.2.1	血浆蛋白质的组成和特性	(333)
15.2.2	血浆蛋白质的分类和功能	(336)
15.3	红细胞代谢	(338)
15.3.1	血红素的合成	(339)
15.3.1.1	合成血红素的通路	(339)
15.3.1.2	血红素合成的调节	(340)
15.3.2	叶酸、维生素 B ₁₂ 对红细胞成熟的影响	(341)
15.3.3	成熟红细胞的代谢特点	(341)
15.3.3.1	糖酵解	(341)
15.3.3.2	2,3-BPG 支路	(342)
15.3.3.3	磷酸戊糖通路	(343)
15.3.4	铁的代谢	(344)

15.3.4.1	铁的摄取与排泄	(344)
15.3.4.2	胃肠道内铁的吸收	(345)
15.3.4.3	铁的运输和储存	(345)
15.4	血红蛋白的结构和功能	(345)
15.4.1	血红蛋白的结构	(345)
15.4.1.1	珠蛋白链的一级结构	(346)
15.4.1.2	珠蛋白链的空间结构	(346)
15.4.1.3	珠蛋白链与血红素的结合	(346)
15.4.1.4	血红蛋白的四级结构	(346)
15.4.2	血红蛋白的生理功能	(347)
15.4.2.1	Hb 的运氧功能	(347)
15.4.2.2	波尔效应——Hb 结合 O_2 、 CO_2 和 H^+ 的相互影响	(348)
15.4.2.3	Hb 的运 CO_2 功能	(349)
15.4.2.4	Hb 对体液 H^+ 浓度的调节	(350)
15.4.2.5	2,3-BPG 对 Hb 功能的调节	(351)
XVI	肝胆生化	(353)
16.1	肝脏在物质代谢中的作用	(354)
16.1.1	肝脏在糖代谢中的作用	(354)
16.1.2	肝脏在脂类代谢中的作用	(354)
16.1.3	肝脏在蛋白质代谢中的作用	(355)
16.1.4	肝脏在维生素代谢中的作用	(355)
16.2	肝脏的生物转化作用	(356)
16.2.1	生物转化概述	(356)
16.2.2	生物转化反应的主要类型	(356)
16.2.3	生物转化的特点	(360)
16.2.4	影响生物转化的因素	(361)
16.3	胆汁酸代谢	(361)
16.3.1	胆汁和胆汁酸的化学	(361)
16.3.2	初级胆汁酸的生物合成	(363)
16.3.3	次级胆汁酸的生物合成和胆汁酸的肠肝循环	(364)
16.3.4	胆汁酸的生理功用	(365)
16.4	胆色素代谢	(366)
16.4.1	胆红素的来源和生成	(366)
16.4.1.1	胆红素的来源	(366)
16.4.1.2	胆红素的生成	(366)
16.4.1.3	胆红素分子的空间构象	(367)
16.4.2	胆红素在血液中的运输	(367)
16.4.3	胆红素在肝脏中的转变	(368)
16.4.3.1	肝细胞对胆红素的摄取	(368)