

医学生物化学

主编 徐晓利 马润泉

人 民 卫 生 出 版 社

医学生物化学

主 编 徐晓利 马涧泉

副主编 黄 诒 森

编委 (以姓氏笔画为序)

马涧泉	中山医科大学	杨英浩	中山医科大学
王均衡	哈尔滨医科大学	杨康成	大连医科大学
王明运	山东医科大学	罗超权	中山医科大学
冯宗忱	同济医科大学	周爱儒	北京医科大学
卢义钦	湖南医科大学	董苍玉	北京医科大学
刘秉文	华西医科大学	徐晓利	中山医科大学
朱定尔	湖南医科大学	崔肇春	大连医科大学
阮长耿	苏州医学院	黄诒森	镇江医学院
陈惠黎	上海医科大学	童坦君	北京医科大学
陈诗书	上海第二医科大学	赵宝昌	大连医科大学
李茂深	上海医科大学	潘华珍	北京协和医科大学
麦荫乔	白求恩医科大学		

人 民 卫 生 出 版 社

图书在版编目 (CIP) 数据

医学生物化学/徐晓利, 马润泉主编. —北京: 人民卫生出版社, 1998

ISBN 7-117-02970-6

I. 医… I. ①徐… ②马… II. 生物化学 IV.Q5

中国版本图书馆 CIP 数据核字 (98) 第 09741 号

医学生物化学

徐晓利 马润泉 主编

人民卫生出版社出版发行
(100078 北京市丰台区方庄芳群园 3 区 3 号楼)
北京市卫顺印刷厂印刷

新华书店经销

787×1092 16 开本 69 $\frac{3}{4}$ 印张 1544 千字

1998 年 10 月第 1 版 1998 年 10 月第 1 版第 1 次印刷
印数: 00 001—3 000

ISBN 7-117-02970-6/R · 2971 定价: 90.00 元

(凡属质量问题请与本社发行部联系退换)

内 容 简 介

本书是医学生化教材的补充读物,在本科生化教材基础上扩充内容,又尽可能不与生化课本重复。全书共 23 章,1~12 章章目与生化课本共有,但内容上作了较深入的阐述。13~21 章属功能生化的内容,这些内容在生化课堂和课本上论述较少,但在本书中却占了主要篇幅。希望读者从中了解更多的应用性生化基础知识。最后两章介绍免疫生化和肿瘤生化,是医学研究的热点,也是其他学科希望生化能解决更多问题的领域。本书撰稿人均是 30 年教龄以上的生化教授,而且仍活跃在教学、科研第一线,熟知生化学科领域及其与医学相关的知识。因此,本书能反映医学生化前沿概貌,为读者提供较全面的生化参考资料。

本书可用作医学生课外参考书,也可供生化及有关学科教师、临床医生、医学专业的研究生以及医学科研人员参考。

前言

生物化学是重要的医学基础课，在包括医学在内的生命科学研究上，生物化学起配合和驱动其他学科发展的作用。作为生化教师，我们迫切地感觉到：现在在学的医学生，要成为下一世纪的开拓性的人材，有扎实的生化基础是必要的条件之一。让医学生们学好生化，是我们的本职，也是各学科的同事们向我们提出的普遍要求。

医学院校开设至少 30 门课程，总教学时数 4000 学时左右，其中生化的时数连实验一般在 120~160 学时之间。生化的内容发展、更新很快。在有限的学时内，要使学生掌握有足够深度和广度的生化知识，历来就是生化教师们面临的难题。二年级医学生在上生化课中，往往反映说生化内容太多、太细。几年后，当他们进入临床实习或当上了医生，又会向我们说：生化太重要了，课本和上课都讲得太精简，现在才知道不够用。“书到用时方恨少”这句话，教生化、学过生化的人都体会很深刻。国内现有的医学本科生化课本不下十种，编写取材都各有特色，但总字数都控制在 60~80 万字之间，以便能在规定学时内授完。生化课本的内容总是高度浓缩的，有些师生说：生化书上有时一句话就包含一大段文章。

根据我国国情，我们不可能出版像国外那些过千页的生化课本。在执笔之前，本书作者们的共识是：这本书作为生化教材的补充读本，写给学有余力的医学生读。国内现有中文的生化参考书极少，因此本书也可用作教师备课或有关专业的研究生需较深入了解现代生化内容的参考书。有些院校开设与生化有关的选修课，也可考虑用作选修课课本。根据上述这些读者对象，我们确定的编写原则是：尽量不重复本科课本的内容，腾出篇幅介绍生化发展前沿的概貌，介绍生化知识如何应用于临床。与本科生化课本相同的章目，采用不同的节目。有些属本科课本已有的内容，但为了维持学科的系统性需在本书谈及的，只作扼要的复述。在本科课本基础上扩充、延伸的内容，在本书则着重介绍这些知识的来由、历史背景、实验依据，或作深入浅出的推理讲解。我们希望这本书的读者，能以自学的方式掌握较扎实而又有用的生化知识。

医学生在学完解剖学、组织学这些形态学科后，进入生化课程的学习，这是现有大多数医学院校课程安排的方式。学生们和前一段的课程对比，都会反映生化很抽象，看不见、摸不着、难理解。他们用的课本也不可能提供更大的篇幅讲述生化的理论知识也是来源于实践，都有实验依据的。生化实验课也没有充分的时间和条件让学生做足够的验证性实验。因此，本书尽可能多引用来源于实验的资料，多用图解的方式，使学生通过科学思维方法的训练，在理解的基础上掌握生化知识。在他们以后的医生职业生涯中，本书仍可供他们经常翻阅，作为有用的参考书。当然，本书也不可能无限膨大，包罗万象。国外过千页的教材，也未能做到面面俱全。我们希望每章书能讲清楚两、三个在学生们将来的工作上用得上的问题，使他们能举一反三，接受接踵而来的不断更新的生化知识，就很不错了。本书由 24 位作者执笔，有些内容在不同的章内重复出现。我个人认为同一问题由不同作者以不同角度来阐述，有利读者从不同侧面加深理解，开阔视野，因此就没有把这些少量的重复内容合并或删减。

全书共 23 章，1~12 章的章目，均可见于本科生化课本。但内容较深入，是在已有本科生化知识基础上的扩展。我们希望这一部分能帮助学生把课堂的知识活化、深化。

13~21 章,大多数本科生化课本不设这些章目,其中一些内容也可能分散在有关章节提及到。过去习惯把生物化学划分为描述生化、动态生化和功能生化三大部分。现代的生化又加入了基因信息及其传递作为一大部分(即本书 8~12 章的内容)。13~21 章可以认为是较深入的功能生物化学的论述。浏览一下现有的国内外生化教科书,可以看到两种不同的编写体系。一种是遵循描述、动态、功能生化为主线,加入分子生物学的内容。另一种编写体系以分子生物学内容为主线,功能生化的内容就相对不集中。无论哪一种体系,动态生化(即物质代谢)都应是生化的核心内容。功能生化这一部分,无论是集中成篇或分散于各章节,都无可能详细、系统讲授。所以学生学完本科生化课程,也可能未能完全读懂本书 13~21 章的全部内容。但这些内容他们在后续课程或将来当了医生,却会感到需要。我们曾在本科生生化中期考卷上顺带出过一道民意测验性质的题目:“你对生化学习的感受是: A. 不感兴趣; B. 不难; C. 很难; D. 困难但很有兴趣; E. 说不清楚。”结果,55% 的学生选择了答案 D。老师们也是从学生这一选择中得到鼓舞的。我们也调查过高年级学生,在后续课程学习中还翻阅生化课本的,占被调查者的近 1/3。也可以说,本书 13 章以后的内容,是写给这 55% 或 1/3 的学生看的吧。我们觉得本书对临床医生也有用,也是基于上述的调查结果。

最后两章(22、23 章)可算是医学科学基础研究中进展较快、期刊杂志上出现较多,而又是临床上较迫切期望生化去解决问题的领域。这两章内容对低年级医学生可能深些。但我们希望这本书不但可作为学习生化的参考书,而且是当了医生后还可以用的,也许是比生化课本更有用的书。我们更希望医学生们不要拿到生化的及格成绩后,就算“学完”了生化。这本书是可供他们继续学习的。

本书从组织写作班子直到成书,始终是在人民卫生出版社的指导和关怀下进行工作的。郝巨为编辑亲自指导和参与各项具体工作。本书作者分散在全国各地,我们感谢参编人员所在的各院校及其生化教研室的同事们的支持,其中不少同事是直接担负了部分资料收集、图表制作、文字抄写等工作的。北京医科大学张昌颖教授和上海医科大学顾天爵教授两位前辈,曾分别主编了卫生部规划教材《生物化学》第 1、2 版和第 3、4 版。我们未敢劳动两位,但他们两位对本书的编写、出版都十分关心,主动过问和提出宝贵意见。我们在此深表谢意。

本书撰稿人都是从事生化教学、科研 30 年以上的老教师,因此本书的内容和质量,都是可以信赖的。不幸的是当全部稿件即将收齐时,主编人徐晓利教授患了重病,至今未完全康复。我们祝愿徐教授早日痊愈。但在这种情况下,我只能勉为其难地继续完成他的工作。本书延误了出版时间,我谨向作者和读者们表示歉意。由于我的水平、能力、经验有限,在统稿中,未能发挥本书写作班子阵容雄厚的优势以提高全书的综合质量,因此书中会出现某些差错或未完善之处,恳请广大读者提出宝贵意见。

马 润 泉

1998 年 3 月

目 录

第一章 蛋白质的结构与功能	1
第一节 蛋白质的肽链	1
一、蛋白质中的氨基酸	1
(一) 蛋白质中的编码氨基酸	1
(二) 蛋白质中的修饰氨基酸	4
(三) 氨基酸的构型	4
二、肽键与肽链	5
(一) 肽键的结构	5
(二) 肽链及其双面角	6
三、蛋白质的一级结构	7
(一) 蛋白质一级结构的测定	7
(二) 蛋白质一级结构的种属差异	8
(三) 蛋白质一级结构与分化	9
第二节 纤维状蛋白质	9
一、 α -螺旋与 α -角蛋白	10
二、 β -折叠与丝蛋白	12
三、胶原的螺旋构象	13
第三节 球状蛋白质	15
一、球状蛋白质的构象	15
二、稳定球状蛋白质构象的作用力	16
(一) van der waals 力	16
(二) 氢键	17
(三) 盐键	18
(四) 疏水作用	18
(五) 二硫键	19
三、球状蛋白质构象的运动	19
四、关于球状蛋白质构象预测的问题	20
五、球状蛋白质的变性	21
(一) 各种变性因素的作用	21
(二) 复性	22
第四节 肌红蛋白与血红蛋白	24
一、肌红蛋白的结构与功能	24
二、血红蛋白的结构	27
三、血红蛋白输氧功能的分子基础	29
(一) 血红蛋白的输氧功能	29
(二) 血红素与氧结合时的结构变化	30
(三) 血红蛋白氧合时构象的改变	31

(四) 血红素氧合引发血红蛋白变构的机制	31
(五) 波尔效应与血红蛋白功能	32
(六) 2, 3-二磷酸甘油酸与血红蛋白功能	33
四、血红蛋白结构变异与功能的关系	33
(一) 血红素微环境中氨基酸残基的变异	34
(二) 亚基界面上氨基酸残基的变异	34
(三) 与 2, 3-BPG 结合有关的氨基酸残基的变异	35
(四) 血红蛋白表面氨基酸残基的变异	35
第二章 酶的催化作用	36
第一节 酶催化作用的基本理论	36
一、酶-底物复合物	36
(一) 酶-底物复合物存在的证据	36
(二) 酶和底物的结合键	37
二、酶的专一性	37
(一) 立体化学专一性	37
(二) 非立体化学专一性	39
(三) 两类专一性的重叠	40
(四) 序列专一性	40
三、酶与底物结合的模式	40
(一) 锁和钥学说——刚性模式	40
(二) 诱导契合学说——柔性模式	41
四、活化能和酶催化作用的关系	41
(一) 酶降低反应的活化能	41
(二) Arrhenius 公式和活化能的计算	42
第二节 酶的结构和功能	43
一、酶的活性中心	43
(一) 活性中心和必需基团的概念	43
(二) 酶活性中心中化学基团的鉴定	45
(三) 组成活性中心的重要化学基团	46
二、酶的一级结构和功能的关系	47
三、酶的二、三级结构和功能的关系	48
(一) 酶的变性和失活	48
(二) 活性中心的挠性	49
(三) 酶分子的结构域	50
四、酶的四级结构和功能的关系	50
五、酶原激活	51
(一) 胰凝乳蛋白酶原的激活	52
(二) 凝血酶原的激活	52
六、酶催化机制的类型	54
(一) 趋近效应和定向效应	55
(二) 张力学说	55
(三) 共价催化理论	55

(四) 酸碱催化机制	56
七、金属在酶催化中的作用	57
(一) 金属酶和金属激活酶	57
(二) 金属的催化作用	59
(三) 金属离子的氧化还原作用	60
八、模拟酶和抗体酶	62
(一) 模拟酶	62
(二) 抗体酶	62
第三节 酶动力学	64
一、底物动力学	64
(一) 化学反应的级数	64
(二) 酶按底物数的分类	65
(三) 单底物动力学	65
(四) 双底物动力学	73
二、pH 动力学	74
三、可逆抑制动力学	77
(一) 抑制动力学通用公式的推导	77
(二) 竞争性抑制作用	78
(三) 反竞争性抑制作用	81
(四) 非竞争性抑制作用	81
(五) 混合性抑制作用	83
(六) 三类主要可逆性抑制的比较	83
第四节 酶的别构效应	84
一、别构酶的性质	84
(一) 别构酶的协同效应	84
(二) Hill 动力学公式和协同指数	84
(三) 协同效应的鉴别	86
(四) 别构酶的效应剂	86
(五) 两个典型的别构酶	87
(六) 别构酶的模式	88
二、酶的别构效应和代谢调节	89
(一) 别构抑制调节	89
(二) 别构激活调节	90
第五节 同工酶	91
一、同工酶的概念和分类	91
(一) 基因性同工酶	91
(二) 同一基因不同 mRNA 的同工酶	93
二、同工酶的结构和功能	93
(一) 乳酸脱氢酶	93
(二) 蛋白激酶 C	94
(三) 谷胱甘肽 S-转移酶	94
第三章 糖类代谢	96

第一节 概论	96
一、生物界的重要糖类及其生理功能	96
(一) 单糖	97
(二) 寡糖	103
(三) 多糖	107
二、某些常用食物中糖类的种类及含量	115
第二节 糖类的消化和吸收	116
一、口腔内的消化	116
二、胃肠道内的消化	117
三、小肠粘膜上皮细胞表面上的消化	117
四、糖的吸收	118
第三节 血糖	119
一、血糖的成分和浓度	119
二、血糖的来源和去路	119
(一) 血糖的来源	119
(二) 血糖的去路	120
三、血糖浓度的调节	121
(一) 细胞水平的调节作用	121
(二) 激素的调节作用	122
(三) 高级神经系统的调节作用	123
四、耐糖现象	124
第四节 糖原的合成及分解作用	124
一、糖原的合成作用	125
(一) 6-磷酸葡萄糖的生成	125
(二) 1-磷酸葡萄糖的生成	126
(三) 二磷酸尿苷葡萄糖的生成	126
(四) 糖原分子中 α -1, 4-糖苷键的生成	127
(五) 糖原分子中 α -1, 6-糖苷键的生成	127
二、糖原的分解作用	128
(一) 糖原磷酸解	128
(二) 1-磷酸葡萄糖变成 6-磷酸葡萄糖	128
(三) 6-磷酸葡萄糖水解为自由葡萄糖	129
三、糖原合成及分解作用的调节	129
四、糖原合成及分解作用的生理意义	132
第五节 糖的无氧分解	132
一、糖无氧分解的含义	132
二、糖酵解过程的发现及其意义	133
三、糖酵解过程的反应步骤及有关的酶	134
(一) 葡萄糖磷酸化为 6-磷酸葡萄糖	134
(二) 6-磷酸葡萄糖转变为 6-磷酸果糖	135
(三) 6-磷酸果糖磷酸化为 1, 6-二磷酸果糖	136
(四) 1, 6-二磷酸果糖裂解为两分子磷酸丙糖	136

(五) 磷酸丙糖的相互转变	136
(六) 3-磷酸甘油醛被氧化成 1, 3-二磷酸甘油酸	137
(七) 1, 3-二磷酸甘油酸转变成 3-磷酸甘油酸	138
(八) 3-磷酸甘油酸转变成 2-磷酸甘油酸	138
(九) 2-磷酸甘油酸转变成磷酸烯醇式丙酮酸	139
(十) 磷酸烯醇式丙酮酸转变为丙酮酸	139
(十一) 丙酮酸还原成乳酸	139
四、糖酵解过程的调节	142
(一) 己糖激酶活性的调节	142
(二) 磷酸果糖激酶活性的调节	142
(三) 丙酮酸激酶活性的调节	144
五、糖酵解作用的生理意义	144
(一) 供应能量	144
(二) 物质互变	145
六、糖酵解途径中的 2, 3-二磷酸甘油酸支路	145
七、葡萄糖的生醇发酵作用	146
第六节 糖的有氧氧化	146
一、糖有氧氧化的反应过程	147
(一) 第一阶段	147
(二) 第二阶段	147
(三) 第三阶段	150
二、糖有氧氧化过程的调节	151
三、糖有氧氧化过程的生理意义	152
(一) 能量的生成	152
(二) CO_2 的生成	153
(三) 糖、脂类及蛋白质代谢的相互联系	154
第七节 磷酸戊糖途径	154
一、磷酸戊糖途径的反应过程	155
(一) 第一阶段	155
(二) 第二阶段	156
二、磷酸戊糖途径的生理意义	159
(一) 供应体内重要的生物还原剂—— $\text{NADPH} + \text{H}^+$	159
(二) 产生和供应体内需要的戊糖	159
(三) 保护作用	160
三、磷酸戊糖途径的调节	160
(一) 磷酸戊糖途径受糖酵解及有氧氧化的调节	160
(二) 磷酸戊糖途径受细胞中 NADP^+ 水平的调控	160
第八节 糖的异生作用	161
一、糖异生作用的反应过程	161
二、糖异生作用的调节	165
(一) 糖异生作用与糖酵解作用的相互调节	165
(二) 激素的调节作用	166

三、糖异生作用的生理意义	167
(一) 糖异生作用可使机体饥饿时保持血糖的相对稳定	167
(二) 糖异生作用可促进肌乳酸的充分利用	167
(三) 糖异生可促进肾小管细胞分泌氨的作用	168
第九节 糖的其他代谢途径	168
一、糖醛酸途径	168
(一) 糖醛酸途径的反应过程及其生理意义	169
(二) 糖醛酸途径与戊糖尿症的关系	171
二、乙醛酸循环	171
三、其他单糖的代谢	173
(一) 果糖的代谢	173
(二) 半乳糖的代谢	174
(三) 甘露糖的代谢	177
(四) 戊糖的代谢	177
第十节 糖代谢的障碍	178
一、高血糖及糖尿	178
二、低血糖	179
三、糖原积累病	179
第四章 三羧酸循环	181
第一节 三羧酸循环在细胞内的定位	181
第二节 循环机构中各组分的本质	182
一、丙酮酸的脱羧作用及 PDH 复合体的调节	183
二、缩合反应	183
三、柠檬酸的异构作用	183
四、第一次脱羧作用	184
五、第二次脱羧作用	184
六、底物水平磷酸化作用	185
七、最后阶段	185
第三节 三羧酸循环能量学	186
第四节 氨基酸进入三羧酸循环的途径	187
一、氨基酸的转氨作用	187
二、其他氨基酸进入三羧酸循环的途径	187
三、甲基丙二酸单酰 CoA 变位酶的作用机制	188
四、小结	188
第五节 回补反应	189
第六节 线粒体的区域化	190
一、转位酶的本质	191
二、转位酶的表达法	191
三、转位酶的代谢调节	193
第七节 线粒体在脂肪形成中的功能	194
第八节 线粒体在糖异生中的功能	195
第九节 还原当量的传递	195

一、穿梭系统	195
二、转氢酶系统	196
第十节 脂肪不转变为葡萄糖	196
第五章 生物能量学	198
第一节 化学反应中的能量转变	198
一、能量流动的基本规律	198
二、自由能	199
三、化学反应的能量学的定性估计	199
四、标准状态	200
五、偶联反应系统	200
六、 ΔG 的定量表示法	201
(一) 平衡常数	201
(二) 浓度差	202
(三) 氧化还原反应	203
七、浓度对氧化还原反应的影响	205
八、小结	205
第二节 呼吸链	206
一、呼吸链的主要组分	206
(一) 黄素蛋白及铁-硫组分	208
(二) 辅酶 Q 或泛醌	208
(三) 细胞色素	209
(四) 氧中毒、超氧基团和超氧化物歧化酶	209
(五) 脂类基质	211
(六) 小结	211
二、内质网上的呼吸链	211
三、微粒体的脂肪酸去饱和酶	212
第三节 高能化合物	212
第四节 氧化磷酸化作用	214
一、氧化磷酸化作用的控制	214
二、线粒体的能量状态	215
三、能荷的概念	215
四、氧化磷酸化作用的抑制和解偶联	216
(一) 位点特异性抑制剂	216
(二) 非位点特异性抑制剂	216
(三) 氧化磷酸化作用的解偶联剂	216
五、线粒体内膜的结构	217
六、重建线粒体的实验	219
第五节 氧化磷酸化作用的机制	219
第六节 ATP 酶和离子泵	220
一、某些离子泵 ATP 酶的共同特性	221
二、 Na^+ , K^+ -ATP 酶	221
(一) 特性	221

(二) Na^+ , K^+ -ATP 酶的催化循环	222
(三) Na^+ , K^+ -ATP 酶与肥胖	223
三、哺乳动物的 Ca^{2+} , Mg^{2+} -ATP 酶	223
(一) Ca^{2+} , Mg^{2+} -ATP 酶的催化循环	223
(二) 抑制剂	223
四、线粒体转运 Ca^{2+} 的其他方式	224
(一) 载钙蛋白	224
(二) 含唾液酸的糖蛋白钙转运体	224
五、Racker-Stoeckenius 实验	224
第七节 肌肉收缩与肌球蛋白 ATP 酶	225
第六章 脂类代谢	226
第一节 脂酸的氧化	226
一、细胞摄取游离脂酸	226
二、细胞内游离脂酸的转运	226
三、脂酸转移至线粒体和过氧化体	227
四、线粒体 β -氧化途径	229
五、不饱和脂酸的 β -氧化	230
六、过氧化体 β -氧化途径	231
(一) 过氧化体 β -氧化途径	231
(二) 过氧化体 β -氧化途径的功能	233
(三) 过氧化体途径的调节	235
第二节 酮体代谢	236
一、酮体的生成和氧化	236
(一) 酮体生成	236
(二) 酮体的氧化	237
二、酮体生成的调节	239
第三节 多不饱和脂酸代谢	241
一、多不饱和脂酸的命名及分类	241
二、多不饱和脂酸的合成	242
(一) 合成部位	242
(二) 合成原料	242
(三) 合成酶系	242
(四) 合成主要途径	244
三、多不饱和脂酸的氧化	244
四、多不饱和脂酸的生理功能	245
五、花生四烯酸的衍生物	246
(一) 前列腺素及血栓素	246
(二) 白三烯	253
(三) 脂氧素	255
(四) 花生四烯酸代谢的抑制剂	256
第四节 胆固醇代谢	257
一、体内胆固醇代谢概况	257

二、细胞胆固醇代谢的动态平衡	258
(一) 胆固醇的生物合成	258
(二) 细胞胆固醇的外流	261
第五节 载脂蛋白	264
一、总述	264
二、载脂蛋白 AI	266
(一) apo AI 的结构	266
(二) apo AI 的功能	268
三、载脂蛋白 AII	269
(一) apo AII 的结构	269
(二) apo AII 的功能	269
四、载脂蛋白 AN	269
(一) apo AN 的结构	269
(二) apo AN 的功能	270
五、载脂蛋白 B	270
(一) apo B 的结构	271
(二) apo B 的基因结构及染色体定位	272
(三) apo B ₁₀₀ 及 apo B ₄₈ 的生物合成	272
(四) apo B 基因变异	273
(五) apo B 的生理功能	273
六、载脂蛋白 (a)	274
(一) apo (a) 的结构	275
(二) apo (a) 的生理功能	276
(三) LP (a) 与动脉粥样硬化	277
七、载脂蛋白 C	277
(一) apo CI	277
(二) apo CII	278
(三) apo CIII	279
八、载脂蛋白 D	280
九、载脂蛋白 E	280
(一) apo E 的结构及多态性	280
(二) apo E 的基因结构	282
(三) apo E 的空间结构	282
(四) apo E 的生理功能	283
(五) apo E 的变异	285
十、载脂蛋白 J	286
十一、血浆脂质转运蛋白	287
(一) LTP 的性质及结构	287
(二) 作用机制及抑制剂	287
(三) 与脂蛋白的结合及在血浆中的分布	288
(四) LTP 在脂蛋白代谢中的作用	288
(五) CETP 与高脂血症	288
第六节 血浆脂蛋白代谢的关键酶	289

一、脂蛋白脂酶	289
(一) LPL 的结构	289
(二) LPL 的性质	292
(三) LPL 的基因变异	293
二、肝脂酶	295
三、卵磷脂胆固醇脂酰转移酶	296
(一) LCAT 的来源及分布	296
(二) LCAT 的结构	297
(三) 影响 LCAT 催化反应的因素	298
(四) LCAT 的作用	299
(五) LCAT 缺陷	300
第七节 脂蛋白受体	301
一、LDL 受体	302
(一) LDL 受体的结构	302
(二) LDL 受体基因	303
(三) LDL 受体的生命周期和功能	305
(四) 肝 LDL 受体与脂蛋白代谢	306
二、LDL 受体相关蛋白 (LRP)	306
三、HDL 受体	308
四、清道夫受体	309
(一) 清道夫受体结构	309
(二) 清道夫受体的生理功能	311
五、其他脂蛋白受体	311
第八节 血浆脂蛋白	312
一、血脂	312
二、血浆脂蛋白的分类、组成及结构	312
(一) 血浆脂蛋白的分类	312
(二) 血浆脂蛋白的组成	314
(三) 脂蛋白的结构	314
三、血浆脂蛋白代谢	314
(一) 乳糜微粒 (CM)	314
(二) 极低密度脂蛋白 (VLDL)	315
(三) 低密度脂蛋白 (LDL)	315
(四) 高密度脂蛋白 (HDL)	316
第七章 氨基酸代谢	322
第一节 氨基酸的一般代谢	322
一、概述	322
二、组织摄取氨基酸的机制	323
三、重要的辅酶——磷酸吡哆醛	325
(一) 作用机制	325
(二) 参与反应的类型	326
四、氨基酸的脱氨基作用	330

(一) 氨基酸脱氨的主要方式——转氨酶与谷氨酸脱氢酶的联合脱氨基作用	330
(二) 肌肉组织的氨基酸脱氨方式	331
五、氨的代谢	334
(一) 谷氨酰胺的合成和分解	334
(二) 尿素的合成——鸟氨酸循环	336
(三) 鸟氨酸循环的一氧化氮合酶支路	338
六、 α -酮酸的代谢	339
(一) 氨基酸的合成和必需氨基酸	339
(二) 进入糖、脂肪及氨基酸代谢的枢纽途径	341
第二节 个别氨基酸代谢途径	343
一、经丙酮酸的氨基酸代谢途径	343
(一) 苏氨酸、丝氨酸与甘氨酸的代谢	343
(二) 羟脯氨酸的代谢	346
二、经草酰乙酸及 α -酮戊二酸的氨基酸代谢途径	347
(一) 脯氨酸和精氨酸的代谢	347
(二) 组氨酸的代谢	348
三、经琥珀酰 CoA 的氨基酸代谢途径	348
(一) 蛋氨酸的代谢	348
(二) 缬氨酸及异亮氨酸代谢	357
四、经乙酰 CoA 或乙酰乙酰 CoA 的氨基酸代谢途径	359
(一) 亮氨酸的代谢	359
(二) 赖氨酸及色氨酸的代谢	359
(三) 苯丙氨酸及酪氨酸的代谢	365
五、一碳单位的代谢	367
第三节 胺的代谢	369
一、胺类的合成	369
二、胺类的去路	370
(一) 胺的氧化	370
(二) 胺的甲基化	370
三、多胺的代谢	370
第四节 先天性氨基酸代谢缺陷	372
第八章 核酸的结构与功能	374
第一节 核苷酸	374
一、核酸的组成成分	374
(一) 戊糖	374
(二) 碱基	374
(三) 核苷	374
二、核苷酸	374
三、修饰成分	375
第二节 DNA 的结构与功能	379
一、DNA 的一级结构	380
二、DNA 的二级结构	380