



普通高等教育“十一五”国家级规划教材
全国高职高专卫生部规划教材
供 临 床 医 学 专 业 用

生物化学

第6版

主 编 潘文干
副主编 何旭辉 万恂恂



人民卫生出版社
PEOPLE'S MEDICAL PUBLISHING HOUSE

普通高等教育“十一五”国家级规划教材

全国高职高专卫生部规划教材

供临床医学专业用

生物化学

第6版

主 编 潘文干

副主编 何旭辉 万恂恂

编 者 (以姓氏笔画为序)

万恂恂 (湖南师范大学医学院)	何旭辉 (大庆医学高等专科学校)
吕士杰 (吉林医药学院)	张晓林 (佛山科学技术学院医学院)
孙秀玲 (山东医学高等专科学校)	罗洪斌 (湖北民族学院医学院)
李 林 (解放军白求恩军医学院)	梁丽云 (大同大学医学院)
李宜川 (商丘医学高等专科学校)	蒋长顺 (安徽医学高等专科学校)
李惠芳 (长治医学院)	韩银淑 (厦门医学高等专科学校)
吴福国 (济宁医学院)	潘文干 (吉林医药学院)

 人民卫生出版社

图书在版编目 (CIP) 数据

生物化学/潘文干主编. —6 版. —北京: 人民卫生出版社, 2009. 7

ISBN 978-7-117-12025-8

I. 生… II. 潘… III. 生物化学-高等学校-教材
IV. Q5

中国版本图书馆 CIP 数据核字 (2009) 第 095734 号

门户网: www.pmph.com	出版物查询、网上书店
卫人网: www.hrhexam.com	执业护士、执业医师、 卫生资格考试培训

本书本印次封底贴有防伪标。请注意识别。

生 物 化 学

第 6 版

主 编: 潘文干

出版发行: 人民卫生出版社 (中继线 010-67616688)

地 址: 北京市丰台区方庄芳群园 3 区 3 号楼

邮 编: 100078

E - mail: pmph@pmph.com

购书热线: 010-67605754 010-65264830

印 刷: 三河市宏达印刷有限公司

经 销: 新华书店

开 本: 787×1092 1/16 印张: 20

字 数: 474 千字

版 次: 1980 年 11 月第 1 版 2009 年 7 月第 6 版第 57 次印刷

标准书号: ISBN 978-7-117-12025-8/R · 12026

定价(含光盘): 33.00 元

版权所有, 侵权必究, 打击盗版举报电话: 010-87613394

(凡属印装质量问题请与本社销售部联系退换)

高职高专临床医学专业第六轮教材 修 订 说 明

为适应我国医学专科教育改革和基层卫生工作改革发展的需要,经全国医药高职高专临床医学类教材评审委员会的审议,卫生部教材办公室决定 2008 年开始进行高职高专临床医学专业第六轮教材的修订编写工作。本轮教材的编写继续强调“三基、五性、三特定”和“必需、够用”原则,经过认真调研、论证,结合高职高专院校教学的特点,使之更适合于对基层、社区和农村助理执业医师的培养。

此次修订是在第五轮高职高专临床医学专业 23 种教材的基础上进行,第六轮教材的修订做了以下调整:

1. 保留第五轮的 23 本教材;
2. 第五轮教材《病理学》更改书名为《病理学与病理生理学》;
3. 增加《全科医学导论》和《医学伦理学》。

高职高专临床医学专业第六轮教材共 25 种:

* 1. 《医学物理学》第 5 版

主 编 潘志达

副主编 阮 萍 岳小萍

* 2. 《医学化学》第 6 版

主 编 陈常兴

副主编 秦子平 许 新

* 3. 《人体解剖学与组织胚胎学》第 6 版

主 编 窦肇华 吴建清

副主编 郭 兴 艾克热木·库尔班

* 4. 《生理学》第 6 版

主 编 白 波 高明灿

副主编 苏莉芬 周晓隆

* 5. 《生物化学》第 6 版

主 编 潘文干

副主编 何旭辉 万恂恂

* 6. 《病原生物学和免疫学》第 6 版

主 编 肖纯凌 赵富玺

副主编 夏 惠 陈晓宁 吴松泉

* 7. 《病理学与病理生理学》第 6 版

主 编 王 斌 陈命家

副主编 丁运良 张晓杰

- | | | | |
|---------------------|-----|-----|---------|
| 8. 《药理学》第6版 | 主 编 | 王开贞 | 于肯明 |
| | 副主编 | 秦红兵 | 李秀丽 |
| 9. 《细胞生物学和医学遗传学》第4版 | 主 编 | 张丽华 | 邹向阳 |
| | 副主编 | 王洪波 | 王小荣 |
| * 10. 《预防医学》第4版 | 主 编 | 孙要武 | |
| | 副主编 | 晏志勇 | 孙仁莲 肖焕波 |
| * 11. 《诊断学》第6版 | 主 编 | 魏 武 | |
| | 副主编 | 符晓华 | 叶燕青 苗来生 |
| * 12. 《内科学》第6版 | 主 编 | 雷 寒 | |
| | 副主编 | 王庸晋 | 赵惟呈 梁 谷 |
| * 13. 《外科学》第6版 | 主 编 | 梁力建 | |
| | 副主编 | 熊云新 | 高庆涛 娄 庆 |
| * 14. 《妇产科学》第6版 | 主 编 | 王泽华 | |
| | 副主编 | 翟建军 | 张玉娟 |
| * 15. 《儿科学》第6版 | 主 编 | 于 洁 | |
| | 副主编 | 张玉兰 | 李 蕾 |
| * 16. 《传染病学》第4版 | 主 编 | 王明琼 | |
| | 副主编 | 钟 锋 | |
| 17. 《眼耳鼻喉口腔科学》第6版 | 主 编 | 王斌全 | 龚树生 |
| | 副主编 | 张铁民 | 李 波 |
| 18. 《皮肤性病学》第6版 | 主 编 | 张信江 | |
| | 副主编 | 胡晓军 | |
| 19. 《中医学》第4版 | 主 编 | 潘年松 | |
| | 副主编 | 陈 平 | |
| * 20. 《医学心理学》第3版 | 主 编 | 马存根 | |
| | 副主编 | 张银玲 | 张纪梅 |
| * 21. 《急诊医学》第2版 | 主 编 | 黄显凯 | |
| | 副主编 | 张贵云 | 申文龙 |
| 22. 《康复医学》第2版 | 主 编 | 王前新 | 宋为群 |
| 23. 《医学文献检索》第2版 | 主 编 | 黄 燕 | |
| | 副主编 | 谈永进 | |
| 24. 《全科医学导论》第1版 | 主 编 | 路孝琴 | |
| 25. 《医学伦理学》第1版 | 主 编 | 秦敬民 | |
| | 副主编 | 奚 红 | |

* 为普通高等教育“十一五”国家级规划教材

高职高专临床医学类第四届教材 评审委员会

主任委员 文历阳

副主任委员 陈增良

委 员 (以汉语拼音为序)

常唐喜 何文彬 李晓阳 梁琮芳

马存根 马家骥 屈年贺 苏汝好

王斌全 王家富 王义祁 夏修龙

肖纯凌 熊云新 许化溪 赵富奎

秘 书 厉 岩

第6版前言

依据卫生部教材办公室关于本套教材编写的原则精神,确定修编第6版高职高专《生物化学》规划教材。编写人员由13所院校长期从事专科教学工作的教授、副教授组成。在卫生部教材办公室的指导下,编写人员依据第5版教材使用的情况反馈和上级有关指示精神,围绕培养具有创新精神的高素质基层卫生人才所需的知识构建,注意相关学科的衔接,重视学科的发展态势,考虑到各专业使用的层面而确定编写内容。本套教材完全适用于3年制专科临床、口腔、预防、检验、影像、药学、护理等医学专业基础生物化学的教学需要。

第6版《生物化学》教材共分19章,在保持曾获得“全国高等学校医药优秀教材”一等奖的第5版《生物化学》特色的基础上,适当压缩了分子生物学部分的篇幅,增强了临床生物化学部分及与各专业课程的联系,为使该教材更具有学科的系统性、科学性、先进性和适用性,进行了尝试探讨。

各院校在使用第6版《生物化学》教材时,可根据各专业的培养目标和教学大纲的需要,对教材内容进行有重点的选择性教学,个别章节内容可供学生自学或作专题讲座。与第6版《生物化学》教材内容配套的多媒体课件光盘,各类试题与实验指导汇编的《生物化学学习指导及习题集》均同时出版发行,可作为学生复习或教师教学与考试命题之参考。

在第6版《生物化学》教材修编过程中,自始至终得到了卫生部教材办公室的指导,得到了佛山科学技术学院医学院、湖北民族学院医学院、吉林医药学院领导和机关的支持,还得到了吉林医药学院生化教研室及王程等同志的大力协助,在此表示衷心感谢。

由于主编能力水平所限,尽管编写人员尽了最大努力,但仍可能有某些不妥之处,特请广大师生提出宝贵批评意见,使第6版《生物化学》尽量成为教师喜欢用,学生喜欢读,意见不太多的含生物化学教材、多媒体课件、实验指导、习题解答“四合一”的教科书。这是主编和全体编写人员的真诚心愿。

潘文干

2009年4月

目 录

第一章 绪论	1
一、生物化学发展简史	1
二、生物化学研究内容	2
三、生物化学与医学	3
第二章 蛋白质的结构与功能	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	5
三、氨基酸在蛋白质分子中的连接方式	9
第二节 蛋白质的分子结构	9
一、蛋白质的一级结构	10
二、蛋白质的空间结构	10
三、蛋白质结构与功能的关系	15
四、蛋白质的分类	17
第三节 蛋白质的理化性质	17
一、蛋白质的两性解离和等电点	17
二、蛋白质的胶体性质	18
三、蛋白质的变性、沉淀和凝固	19
四、蛋白质的紫外吸收性质	19
五、蛋白质的呈色反应	19
第三章 核酸结构与功能	21
第一节 核酸的化学组成	21
一、碱基	21
二、戊糖	22
三、核苷	22
四、核苷酸	22
五、核酸中核苷酸的连接方式	23

第二节 DNA 的结构与功能	24
一、DNA 的一级结构	24
二、DNA 的二级结构	24
三、DNA 的超级结构	26
四、DNA 的功能	27
第三节 RNA 的结构与功能	28
一、信使 RNA	28
二、转运 RNA	29
三、核糖体 RNA	30
四、核内小 RNA	31
五、核酶	31
第四节 核酸的理化性质	31
一、核酸的一般性质	31
二、核酸的紫外线吸收	32
三、核酸的变性与复性	32
第四章 维生素	34
第一节 概述	34
一、维生素的命名与分类	34
二、维生素的需要量	34
三、维生素的缺乏与中毒	35
第二节 脂溶性维生素	35
一、维生素 A	35
二、维生素 D	36
三、维生素 E	37
四、维生素 K	38
第三节 水溶性维生素	39
一、维生素 B ₁ (硫胺素)	39
二、维生素 B ₂ (核黄素)	40
三、维生素 PP	41
四、维生素 B ₆	43
五、生物素	43
六、泛酸	44
七、叶酸	45
八、维生素 B ₁₂	46
九、硫辛酸	47
十、维生素 C	47
第五章 酶	49
第一节 概述	49

一、酶的化学组成	49
二、酶的命名和分类	50
三、酶活性	51
第二节 酶催化作用的特点	52
一、高度的催化效率	52
二、高度的特异性	52
三、酶活性的可调节性	52
四、酶活性的不稳定性	53
第三节 酶的作用机制及调节	53
一、酶的活性中心	53
二、酶原与酶原的激活	54
三、酶催化作用机制	55
四、酶活性的调节	56
第四节 影响酶催化作用的因素	57
一、底物浓度对反应速度的影响	57
二、酶浓度对反应速度的影响	58
三、温度对反应速度的影响	58
四、pH 对反应速度的影响	59
五、激活剂对反应速度的影响	60
六、抑制剂对反应速度的影响	60
第五节 酶与医学的关系	63
一、酶与疾病的发生	63
二、酶与疾病的诊断	63
三、酶与疾病的治疗	65
四、酶与科学研究	65
第六章 生物氧化	67
第一节 概述	67
一、生物氧化的方式与特点	67
二、参与生物氧化的酶类	68
三、生物氧化过程中 CO_2 的生成	69
第二节 呼吸链与氧化磷酸化	69
一、呼吸链的组成与作用	69
二、氧化磷酸化的机制	73
三、线粒体内膜的物质转运	75
四、影响氧化磷酸化的因素	77
五、高能化合物的储存与利用	78
第三节 其他氧化体系	80
一、微粒体中的氧化酶类	80

二、抗氧化酶体系与反应活性氧类的清除	81
第七章 糖代谢	83
第一节 概述	83
一、糖的功能	83
二、糖代谢概况	83
第二节 糖原的合成与分解	84
一、糖原合成	85
二、糖原分解	86
三、糖原合成与分解的意义	88
四、糖原合成与分解的调节	88
第三节 糖的分解代谢	89
一、糖的无氧化	89
二、糖的有氧氧化	94
三、磷酸戊糖途径	99
四、其他单糖的分解代谢	101
第四节 糖异生	103
一、糖异生概念	103
二、糖异生的途径	103
三、糖异生的意义	104
四、糖异生的调节	105
第五节 血糖	106
一、血糖的来源和去路	106
二、血糖的调节	107
三、糖代谢异常	107
第八章 脂类代谢	110
第一节 概述	110
一、脂类的功能	110
二、脂类的分布	111
三、血脂的来源及含量	111
第二节 甘油三酯的代谢	112
一、甘油三酯的分解代谢	112
二、甘油三酯的合成代谢	118
三、多不饱和脂肪酸的衍生物	122
第三节 磷脂的代谢	122
一、甘油磷脂的代谢	123
二、鞘磷脂的代谢	126
第四节 胆固醇代谢	126

一、胆固醇的生物合成	127
二、胆固醇的酯化	128
三、胆固醇在体内的转化与排泄	129
第五节 血浆脂蛋白代谢	129
一、血浆脂蛋白的结构、分类及组成	129
二、载脂蛋白	132
三、血浆脂蛋白的代谢	132
四、血浆脂蛋白代谢异常	136
第九章 蛋白质分解代谢	138
第一节 蛋白质的营养作用	138
一、蛋白质的功能	138
二、蛋白质的需要量	138
三、蛋白质的营养价值	139
四、蛋白质的肠中腐败作用	139
第二节 氨基酸的一般代谢	140
一、氨基酸代谢概况	140
二、氨基酸的脱氨基作用	140
三、 α -酮酸的代谢	143
第三节 氨的代谢	144
一、体内氨的来源	144
二、体内氨的转运	144
三、体内氨的去路	145
第四节 氨基酸的特殊代谢	148
一、氨基酸的脱羧基作用	148
二、一碳单位的代谢	150
三、含硫氨基酸的代谢	152
四、芳香族氨基酸的代谢	153
五、支链氨基酸的代谢	155
第五节 糖、脂类、蛋白质代谢的联系及调节	156
一、糖、脂和蛋白质代谢之间的相互联系	156
二、代谢调节	157
第十章 核苷酸代谢	162
第一节 嘌呤核苷酸的代谢	162
一、嘌呤核苷酸的合成代谢	162
二、嘌呤核苷酸的分解代谢	166
第二节 嘧啶核苷酸的代谢	168
一、嘧啶核苷酸的合成代谢	168

二、嘧啶核苷酸的分解代谢	171
第十一章 DNA 的生物合成(复制)	172
第一节 DNA 复制基本规律与体系	172
一、DNA 复制基本规律	172
二、DNA 复制体系	174
第二节 DNA 复制过程	177
一、原核生物 DNA 复制过程	178
二、真核生物 DNA 复制过程	179
第三节 DNA 的损伤与修复	180
一、引发 DNA 损伤的因素	180
二、DNA 损伤的后果及类型	181
三、DNA 损伤的修复	181
第十二章 RNA 的生物合成(转录)	184
第一节 RNA 转录基本规律与体系	184
一、不对称转录	184
二、RNA 转录的体系	185
第二节 RNA 转录的过程	187
一、原核生物 RNA 转录过程	187
二、真核生物 RNA 转录过程	189
三、转录后的加工修饰	191
第三节 反转录	194
一、反转录酶	194
二、反转录的意义	195
第十三章 蛋白质的生物合成(翻译)	196
第一节 蛋白质生物合成的体系	196
一、蛋白质生物合成的原料和所需酶类	196
二、mRNA 与遗传密码	197
三、rRNA 与核糖体	199
四、tRNA 与氨基酸活化	200
第二节 蛋白质生物合成的过程	200
一、原核生物翻译过程	201
二、真核生物翻译过程	205
三、翻译后的加工修饰和输送	205
四、蛋白质生物合成与医学	207
第十四章 基因表达调控	208
第一节 基因表达调控的概念和原理	208

一、基因表达调控的概念	208
二、原核生物基因表达调控	208
三、真核生物基因表达调控	210
第二节 癌基因与抑癌基因	212
一、癌基因	213
二、抑癌基因	214
三、癌基因和抑癌基因与肿瘤的发生	215
第十五章 基因工程与分子生物学常用技术	218
第一节 基因工程与基因重组	218
一、基因工程的基本概念	218
二、重组 DNA 技术的原理和过程	220
三、基因诊断和基因治疗	222
第二节 分子生物学常用技术及其应用	223
一、核酸分子杂交技术	223
二、聚合酶链反应	225
三、核酸的序列分析	226
四、基因文库	227
五、生物芯片技术	227
六、生物大分子相互作用研究技术	228
第十六章 细胞信号转导	230
第一节 信号分子与受体	230
一、信号分子的种类与传递方式	230
二、受体的种类和作用特点	231
第二节 细胞信号转导途径	232
一、膜受体介导的信号转导途径	232
二、胞内受体介导的信号转导途径	237
三、细胞信号转导与医学	237
第十七章 水和电解质代谢	239
第一节 水代谢	239
一、水的功能	239
二、水的摄入与排出	240
第二节 电解质代谢	241
一、电解质的功能	241
二、体液电解质的含量及其分布特点	242
三、钠、氯代谢	243
四、钾代谢	244

第三节 钙磷代谢	245
一、钙磷的分布与功能	245
二、钙磷的吸收与排泄	246
三、血钙与血磷	247
四、钙磷与骨的关系	248
五、钙磷代谢的调节	249
第四节 微量元素及镁代谢	250
一、微量元素的代谢	250
二、镁代谢	255
第十八章 酸碱平衡	257
第一节 体内酸碱物质的来源	257
一、酸性物质的来源	257
二、碱性物质的来源	258
第二节 酸碱平衡的调节	258
一、血液的缓冲作用	258
二、肺对酸碱平衡的调节作用	261
三、肾对酸碱平衡的调节作用	261
四、其他组织细胞对酸碱平衡的调节	264
第三节 酸碱平衡失调	265
一、酸碱平衡失调的基本类型	265
二、酸碱平衡的主要生化诊断指标	267
第十九章 肝的生物化学	269
第一节 肝的物质代谢特点	269
一、肝的糖、脂类、蛋白质代谢特点	269
二、肝的维生素、激素代谢特点	270
第二节 肝的生物转化作用	271
一、生物转化的概念	271
二、生物转化的类型	271
三、影响生物转化的因素	274
第三节 胆汁酸代谢	274
一、胆汁酸的生成	275
二、胆汁酸的功能	277
第四节 血红素代谢	278
一、血红素的生物合成	278
二、血红素的分解代谢	280
主要参考文献	286
汉英对照	287

第一章

绪论

生物化学(biochemistry)是研究生物体的化学组成和生命过程中化学变化规律的科学。它主要采用化学以及物理学和免疫学等原理和方法,从分子水平来探讨生命现象的本质,故又称生命的化学。通常将生物大分子的结构、功能及其代谢调控等的研究,称为分子生物学(molecular biology)。故从广义的角度可将分子生物学视为生物化学的重要组成部分。生物化学是重要的生物学学科之一,也是重要的基础医学学科,并与其他基础医学学科有着广泛的联系与交叉。这些学科的研究已深入到分子水平,并常需应用生物化学的理论和技術去研究解决各自学科的问题。由此产生以“分子”二字冠于学科之前的许多新学科,如分子病理学、分子药理学、分子免疫学、分子遗传学等等,故当今生物化学已成为生命科学领域的重要前沿学科。

一、生物化学发展简史

生物化学是一门既古老又年轻的学科,它既有悠久的发展历史,又有近代许多重大的进展和突破。生物化学的发展,在我国可追溯到公元前 21 世纪,而在欧洲约为 200 多年前。但直到 1903 年才由德国人 C. A. Neuberg 提出“生物化学”这个名称而成为一门独立的学科。

公元前 21 世纪我国人民已能用曲(麴)造酒,称曲为酒母,即能促进谷物中的淀粉发酵转变成酒的媒介物。生物化学工作者将促进体内化学反应的生物催化剂统称为酶(enzymes)。公元前 12 世纪前,我们的祖先已能利用豆、谷、麦等为原料,制成酱、饴和醋,这表明该时期已是酶学的萌芽时期。

此外历史上还有汉代淮南王刘安制作豆腐的记载。豆腐的制成说明,当时在提取豆类蛋白质方面已经应用了近代生物化学及胶体化学的方法。公元 7 世纪孙思邈用猪肝治疗雀目的记载,实际上是用富含维生素 A 的猪肝治疗夜盲症。北宋沈括记载的“秋石阴炼法”,实际上就是采用皂角汁沉淀等方法从尿中提取性激素制剂。明末宋应星记载的用“石灰澄清法”将甘蔗制糖的工艺,被近代公认为最经济的方法。所有这些都对生物化学的发展作出了重要贡献。

近代生物化学的发展,欧洲已处于领先地位。18 世纪下半叶,居住瑞典的德国药师 K. Scheele 首次从动植物材料中,分离出乳酸、柠檬酸、酒石酸、苹果酸、尿酸和甘油等。法国化学家 A. L. Lavoisier 的实验证明,有机体的呼吸和蜡烛的燃烧同样都是碳氢化合物的氧化。在氧化过程中,氧被消耗而水和二氧化碳被生成,同时放出热能,这一发现被

视为生物氧化研究的开端。1868年瑞士青年医生 F. Miescher 发现了核素,后来定名为核酸,为后续的研究作出了重要贡献。

从20世纪初期开始,生物化学进入了蓬勃发展阶段。德国化学家 E. Fischer 在发现缬氨酸、脯氨酸和羟脯氨酸之后,又用化学方法合成了18个氨基酸的多肽。我国生物化学家吴宪等在血液分析方面,创立了血滤液的制备及血糖的测定等方法,并在蛋白质的研究中,提出了蛋白质变性的学说。在营养学方面,发现了人类必需氨基酸、必需脂肪酸及多种维生素。在内分泌学方面,发现了多种激素,并将其分离、合成。在酶学方面,1926年美国人 J. B. Sumner 从刀豆中获得了脲酶结晶,并证实是蛋白质。在物质代谢方面,由于化学分析及同位素示踪技术的发展和运用,对生物体内主要物质的代谢途径已基本确定,如1904年 F. Knoop 提出脂肪酸 β -氧化学说后, H. A. Krebs 又提出了著名的三羧酸循环和鸟氨酸循环学说。

20世纪50年代开始,生物化学的发展突飞猛进,1950年美国人 L. Pauling 提出了蛋白质二级结构的 α -螺旋形式。更具里程碑意义的是 J. D. Watson 和 F. H. Crick 于1953年提出的DNA双螺旋结构模型,为揭示遗传信息传递规律奠定了基础。1955年英国人 F. Sanger 等完成了牛胰岛素一级结构的测定。1958年 F. H. Crick 提出了遗传信息传递的中心法则。1961年法国人 F. Jacob 等提出了操纵子模型。同年由英国人 P. Mitchell 提出了氧化磷酸化机制的化学渗透假说。1965年我国生物化学工作者采用人工合成方法,首次合成了具有生物活性的蛋白质——结晶牛胰岛素,同时还采用X线衍射方法成功地测定猪胰岛素分子的空间结构,分辨率达0.18nm。M. W. Nirenberg 等人经过5年多的努力于1966年终于破译了mRNA分子中的遗传密码,书写了最为激动人心的篇章。

20世纪70年代重组DNA技术的建立,如1973年 S. Cohen 等首次获得体外重组DNA的分子克隆。1985年 K. Mullis 发明了PCR技术等,不仅促进了对基因表达调控机制的研究,而且使人们主动改造生物体成为可能。由此,相继获得了多种基因工程产品,大大推动了医药工业和农业的发展。转基因动植物和基因剔除(gene knock out)的成功是重组DNA技术发展的结果。基因诊断与基因治疗亦是重组DNA技术在医学领域中应用的重要方面。1981年我国生物化学工作者首次成功的合成了酵母丙氨酸tRNA。1982年 T. R. Cech 等人发现了核酶(ribozyme),使人们对生物催化剂的本质产生了新的认识。

20世纪90年代开始实施的人类基因组计划(human genome project, HGP)是生命科学领域有史以来最庞大的全球性研究计划,旨在确定人类基因组的全部序列。进入21世纪后,随着人类基因组草图的公布,将进一步深入研究各种基因的功能与调节。近年来蛋白质组学、RNA组学等的研究迅速兴起,这些研究结果必将进一步加深人们对生命本质的认识,也将极大地推动医学的发展。

二、生物化学研究内容

生物化学的研究对象及范围涉及整个生物界,依据研究对象的不同,可分为微生物生化、植物生化、动物生化和人体生化(医学生化)等。人体生物化学的研究内容虽然十分广泛,但可归纳为以下几个主要方面:

1. 人体的物质组成 人体是由以细胞为基本单位构成的组织器官所组成,而细胞又