

全国高等医药教材建设研究会·卫生部规划教材

全国高等医药院校教材

供护理学类专业用

生物化学

主 编 崔 行
副主编 廖淑梅



人民卫生出版社

全国高等医药院校教材

供护理学类专业用

生 物 化 学

主 编 崔 行

副主编 廖淑梅

编者（以姓氏笔画为序）

于晓光（哈尔滨医科大学）

于雪艳（山东大学医学院）

王建华（山西医科大学）

李丹宁（天津医科大学）

朱振宇（中山大学中山医学院）

吴兆丰（四川大学华西医学中心）

汪 渊（安徽医科大学）

俞小瑞（西安交通大学医学院）

崔 行（山东大学医学院）

廖淑梅（中南大学湘雅医学院）

电脑绘图

张月强（山东大学医学院）



人 民 卫 生 出 版 社

图书在版编目(CIP)数据

生物化学/崔行主编. —北京:人民卫生出版社,
2002

ISBN 7-117-04866-2

I. 生… II. 崔… III. 生物化学-医学院校-教材 IV. Q5

中国版本图书馆 CIP 数据核字(2002)第 030311 号

生 物 化 学

主 编: 崔 行

出版发行: 人民卫生出版社(中继线 67616688)

地 址: (100078) 北京市丰台区方庄芳群园 3 区 3 号楼

网 址: [http://www. pmph. com](http://www.pmph.com)

E - mail: [pmph @ pmph. com](mailto:pmph@pmph.com)

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: 18.75

字 数: 424 千字

版 次: 2002 年 8 月第 1 版 2002 年 8 月第 1 版第 1 次印刷

标准书号: ISBN 7-117-04866-2/R·4867

定 价: 20.50 元

著作权所有, 请勿擅自用本书制作各类出版物, 违者必究

(凡属质量问题请与本社发行部联系退换)

前 言

随着现代生物医学科技的进步,国际上整体护理、护理程序等现代护理理念、技术、方法不断发展。为使我国护理本科专业人才培养与国际接轨,必须进行本科护理教学改革。卫生部护理专业教材评审委员会决定编写全国高等医药院校护理专业本科的第三轮规划教材,建立适应当代医学的护理教材体系。制定了培养专业基础扎实、具有创新意识、科学素质、综合能力的通用型护理专业人才的培养目标。对护理专业生物化学教材的编写,我们着重达到以下要求:

1. 根据护理本科教学的总体安排,规定的生物化学教学时数比临床医学专业减少。在保证生物化学理论知识体系完整的前提下,对本科教材传统内容进行适当的精简。
2. 保证教材内容的先进性,尽量反映目前生物化学学科进展,特别是分子生物学领域的热点问题,达到护理专业本科生培养目标要求。
3. 注意突出医学护理专业生物化学教材特点,适当联系护理专业工作涉及的临床医学实际问题。

本书分十五章,包括生物化学和分子生物学两部分。生物化学部分包括生物大分子的结构功能和物质代谢及能量代谢的基本理论和内容。另将维生素、糖蛋白、胆汁酸代谢等基本概念分别放在酶、糖代谢和脂类代谢各章中说明。分子生物学部分包括基因的表达及调控、基因重组与分子生物学技术、细胞间信号转导和癌基因等内容,注意适当补充了相应章节中涉及的已确认的新知识内容。对于教材中少部分扩充的进展性内容,各校在教学中可根据具体情况加以选择。

我们也注意了教材的实用性,力争基本知识、基本理论和基本概念阐述明确,逻辑通顺,方便学习和讲授。本教材虽为5年制护理专业本科生编写,但作为生物化学的专业基础课教材,同样适用于其它医学专业本科生使用或参考。

本教材由全国9所高校的10名生物化学教授、副教授参与编写,他们都有多年本科教学的丰富经验,并将自己的经验体现在本教材内容编写中。编写过程中,我们得到卫生部教材办公室、山东大学医学院、中南大学护理学院的热情支持,山东大学医学院生物化学教研室的张月强同志担任本书大量图表的电脑整理、制作工作,在此一并表示感谢。

由于我们首次编写护理专业本科教材,加上水平所限,在内容取舍、叙述表达等方面肯定存在不少缺点,衷心期望各同行专家,特别是直接使用本教材的师生、读者给予批评和指正。

崔 行

2002年4月于山东大学

目 录

绪论	(1)
第一章 蛋白质的化学	(4)
第一节 蛋白质的分子组成	(4)
一、组成蛋白质的基本单位——氨基酸	(4)
二、氨基酸与多肽	(7)
三、蛋白质的分类	(8)
第二节 蛋白质的分子结构	(9)
一、蛋白质的一级结构	(9)
二、蛋白质的空间结构	(9)
第三节 蛋白质结构与功能的关系	(14)
一、蛋白质的一级结构与功能的关系	(15)
二、蛋白质的空间结构与功能的关系	(16)
第四节 蛋白质的理化特性与分离检测技术	(18)
一、蛋白质的两性解离	(18)
二、蛋白质的胶体性质	(18)
三、蛋白质的变性、复性	(18)
四、蛋白质的紫外吸收	(19)
五、蛋白质的呈色反应	(19)
六、蛋白质的分离和纯化	(19)
第二章 核酸的结构与功能	(21)
第一节 核酸的分子组成	(21)
一、戊糖	(21)
二、碱基	(21)
三、核苷、核苷酸与多核苷酸	(23)
第二节 DNA 的结构与功能	(24)
一、核酸的一级结构	(24)
二、DNA 的二级结构	(25)
三、DNA 的超螺旋结构	(27)
四、DNA 的功能	(28)
第三节 RNA 的结构与功能	(28)

一、信使 RNA 的结构与功能	(29)
二、转运 RNA 的结构与功能	(29)
三、核蛋白体 RNA 的结构与功能	(30)
第四节 核酸的理化性质	(31)
一、核酸的一般理化性质	(31)
二、DNA 的变性	(32)
三、DNA 的复性	(32)
四、分子杂交与探针技术	(32)
第三章 酶	(34)
第一节 酶分子的结构与催化功能	(34)
一、酶的分子组成	(34)
二、酶的活性中心	(35)
第二节 维生素与辅酶/辅基	(36)
一、脂溶性维生素	(36)
二、水溶性维生素	(37)
第三节 酶的命名与分类	(41)
一、酶的命名	(41)
二、酶的分类	(41)
第四节 酶促反应的特性与催化机制	(42)
一、酶促反应的特点	(42)
二、酶催化作用机制	(43)
第五节 酶促反应的动力学	(44)
一、底物浓度对反应速度的影响	(45)
二、酶浓度对反应速度的影响	(47)
三、温度对反应速度的影响	(47)
四、pH 对反应速度的影响	(47)
五、抑制剂对反应速度的影响	(48)
六、激活剂对反应速度的影响	(51)
七、酶活性的测定与酶的活性单位	(51)
第六节 酶的调节	(51)
一、酶活性的调节	(51)
二、酶含量的调节	(53)
三、同工酶	(53)
第七节 酶与医学的关系	(54)
一、酶与疾病的发生	(54)
二、酶与疾病的诊断	(54)
三、酶与疾病的治疗	(55)

第四章 糖代谢	(56)
第一节 糖的无氧分解	(57)
一、糖酵解的反应过程	(57)
二、成熟红细胞的糖酵解	(59)
三、糖酵解的生理意义	(59)
四、糖酵解的调节	(60)
第二节 糖的有氧氧化	(61)
一、糖的有氧氧化反应过程	(61)
二、三羧酸循环的生理意义	(65)
三、有氧氧化的调节	(65)
第三节 磷酸戊糖途径	(67)
一、磷酸戊糖途径的主要反应过程	(67)
二、磷酸戊糖途径的生理意义	(68)
第四节 糖原的合成与分解	(69)
一、糖原合成	(69)
二、糖原分解	(70)
三、糖原合成与分解的调节	(71)
四、糖原累积病	(72)
第五节 糖异生作用	(73)
一、糖异生途径	(73)
二、乳酸循环与糖异生作用	(75)
三、糖异生的生理意义	(75)
四、糖异生作用的调节	(75)
第六节 血糖	(76)
一、血糖的来源和去路	(76)
二、血糖水平的调节	(77)
三、糖代谢异常	(78)
第七节 糖复合物	(79)
一、糖蛋白	(79)
二、蛋白聚糖	(80)
第五章 脂类代谢	(82)
第一节 脂类的消化吸收及运输	(82)
第二节 甘油三酯的代谢	(83)
一、脂肪的分解代谢	(83)
二、脂肪的合成代谢	(88)
三、必需脂肪酸的生理功用	(92)
第三节 磷脂的代谢	(93)
一、甘油磷脂的代谢	(93)

二、鞘磷脂的代谢	(97)
第四节 胆固醇代谢	(97)
一、胆固醇的合成	(98)
二、胆汁酸的生成与代谢	(99)
三、胆固醇其它转化途径	(101)
第五节 血浆脂蛋白代谢	(102)
一、血浆脂蛋白	(102)
二、载脂蛋白	(104)
三、血浆脂蛋白代谢	(105)
四、血浆脂蛋白代谢异常	(108)
 第六章 生物氧化	(110)
第一节 概述	(110)
第二节 ATP 与能量代谢	(110)
一、ATP	(110)
二、ATP 的生成方式	(111)
三、ATP 循环	(111)
四、高能键的转移和贮存	(111)
第三节 氧化磷酸化	(112)
一、呼吸链的组成	(113)
二、呼吸链中电子传递体的排列顺序	(116)
三、主要的呼吸链	(118)
四、胞液中 NADH 的氧化	(119)
五、ATP 偶联生成(氧化磷酸化)	(119)
第四节 细胞生物氧化体系	(123)
一、生物氧化中物质氧化的方式	(123)
二、微粒体加氧酶类	(123)
第五节 活性氧的产生和清除	(125)
一、活性氧的毒性作用	(125)
二、活性氧的清除	(126)
 第七章 氨基酸代谢	(128)
第一节 蛋白质的营养作用	(128)
一、蛋白质营养的重要性	(128)
二、氮平衡的概念	(128)
三、人体对蛋白质的需要量	(129)
四、蛋白质的营养价值	(129)
第二节 蛋白质的消化、吸收与腐败	(129)
一、蛋白质的消化	(129)

二、氨基酸的吸收	(130)
三、氨基酸在肠中的腐败	(131)
第三节 氨基酸的一般代谢	(132)
一、氨基酸代谢的概况	(132)
二、组织蛋白质的降解	(132)
三、氨基酸的脱氨基作用	(133)
四、氨的代谢	(136)
五、 α -酮酸的代谢	(141)
第四节 个别氨基酸代谢	(142)
一、氨基酸的脱羧基反应	(142)
二、一碳单位代谢	(143)
三、含硫氨基酸的代谢	(145)
四、其他氨基酸代谢	(148)
第八章 核苷酸代谢	(149)
第一节 嘌呤核苷酸代谢	(150)
一、嘌呤核苷酸的合成代谢	(150)
二、嘌呤核苷酸的分解代谢	(155)
第二节 嘧啶核苷酸代谢	(156)
一、嘧啶核苷酸的合成代谢	(156)
二、嘧啶核苷酸的分解代谢	(159)
第三节 核苷酸的抗代谢物	(160)
第九章 DNA 的生物合成	(162)
第一节 DNA 复制的基本特性	(163)
一、DNA 复制方向和方式	(163)
二、半不连续复制	(164)
第二节 DNA 复制的反应体系	(164)
一、DNA 聚合酶	(164)
二、DNA 解螺旋酶、DNA 拓扑异构酶、单链 DNA 结合蛋白	(167)
三、引物酶和引发体	(168)
四、DNA 连接酶	(169)
第三节 DNA 复制过程	(170)
一、原核生物 DNA 复制的基本过程	(170)
二、真核生物 DNA 复制的特点	(172)
三、滚环复制	(173)
四、端粒 DNA 的合成	(173)
第四节 DNA 损伤、突变和修复	(174)
一、引起 DNA 损伤的因素	(175)

二、基因突变类型	(175)
三、DNA 损伤的修复	(175)
第五节 逆转录现象和逆转录酶	(178)
第十章 RNA 的生物合成	(180)
第一节 转录的反应体系	(180)
一、转录模板	(180)
二、RNA 聚合酶	(181)
第二节 转录过程	(182)
一、转录起始	(183)
二、转录延长	(187)
三、转录终止	(187)
第三节 真核 RNA 的转录后加工	(189)
一、mRNA 转录后加工	(190)
二、tRNA 转录后加工	(193)
三、rRNA 的转录后加工	(194)
第四节 核酶	(195)
一、核酶的类型	(195)
二、rRNA 前体的自我剪接作用	(196)
三、核酶的锤头结构	(196)
第十一章 蛋白质的生物合成	(197)
第一节 RNA 在蛋白质生物合成中的作用	(197)
一、翻译模板 mRNA 及遗传密码	(197)
二、tRNA 和氨基酰 tRNA	(199)
三、氨基酸在核糖体缩合成肽	(199)
第二节 蛋白质生物合成过程	(200)
一、多肽合成概况	(200)
二、翻译的起始	(201)
三、多肽链合成延长	(203)
四、多肽合成的终止	(205)
第三节 蛋白质合成后加工	(206)
一、新生肽链的折叠	(206)
二、一级结构的修饰	(207)
三、高级结构修饰	(207)
四、蛋白质合成后靶向分送	(207)
第四节 蛋白质生物合成与医学	(209)
一、抗生素类	(209)
二、其他干扰蛋白质合成的物质	(210)

第十二章 基因表达调控	(212)
第一节 基因表达调控的基本原理	(212)
一、概述	(212)
二、基因转录激活调节的因素	(213)
第二节 原核基因转录的调节系统	(216)
一、乳糖操纵子	(216)
二、色氨酸操纵子	(219)
三、其他转录调控方式	(220)
第三节 真核基因转录的调节系统	(221)
一、真核生物基因结构的特点	(221)
二、真核基因转录调控特点	(222)
三、真核基因转录激活调节	(223)
第十三章 基因重组与分子生物学技术	(227)
第一节 自然界的基因转移和重组	(227)
一、接合作用	(227)
二、转化作用	(227)
三、转导作用	(227)
四、转座	(228)
五、基因重组	(228)
第二节 基因重组技术	(231)
一、基因重组主要步骤	(231)
二、工具酶	(231)
三、基因载体	(233)
第三节 基因重组基本过程	(235)
一、目的基因的获得	(235)
二、基因载体的选择和构建	(236)
三、目的基因和载体的连接	(236)
四、重组 DNA 分子导入受体细胞	(237)
五、重组体筛选	(237)
六、克隆基因表达	(239)
第四节 分子生物学实验技术	(239)
一、分子杂交与探针技术原理	(240)
二、印渍技术	(240)
三、聚合酶链反应技术	(241)
四、DNA 序列分析技术	(242)
第五节 基因诊断和基因治疗	(244)
一、基因诊断的常用技术	(244)
二、基因诊断的应用	(244)

三、基因治疗	(245)
第十四章 物质代谢调节和细胞间信号转导	(247)
第一节 物质代谢调节	(247)
一、关键酶活性的调节	(247)
二、酶含量的调节	(250)
第二节 细胞间信号转导	(251)
一、信号传导的相关概念	(251)
二、信号转导受体	(252)
三、环核苷酸依赖的蛋白激酶信号通路	(255)
四、肌醇磷脂信号分子介导的信号通路	(258)
五、酪氨酸蛋白激酶信号通路	(261)
六、细胞内受体信号传递途径	(264)
七、信号转导途径间相互联系	(266)
八、信号转导与疾病	(266)
第十五章 癌基因、生长因子与细胞凋亡	(268)
第一节 癌基因	(268)
一、病毒癌基因和细胞癌基因	(268)
二、细胞癌基因产物功能	(270)
三、原癌基因激活的机制	(271)
第二节 抑癌基因	(272)
一、抑癌基因的概念	(272)
二、常见抑癌基因的主要生化功能	(273)
三、癌基因、抑癌基因与肿瘤发生	(275)
第三节 生长因子	(275)
一、生长因子的作用机制	(276)
二、生长因子与临床	(276)
第四节 细胞凋亡	(277)
一、细胞凋亡的概念	(277)
二、细胞凋亡的分子机制	(278)
三、细胞凋亡相关基因	(279)
四、细胞凋亡与疾病	(280)
附录:英中文对照	(281)

绪 论

生物化学是生物科学中重要学科领域,医学生物化学主要研究人体生命过程的化学问题,从分子水平研究各种物质的结构与功能、物质代谢及其调节的规律和遗传物质与遗传信息传递知识等,以及它们在人体生命活动中作用。生物化学的研究中,除采用化学的理论和技術外,也经常运用生理学、免疫学、遗传学及细胞生物学的新理论和方法,以期在分子水平探讨生命现象的本质。近二、三十年,随着近代生物科技的发展,作为生物化学组成部分的分子生物学异军突起,以核酸、蛋白质为代表的生物大分子的研究取得重大的突破和迅速的进展。分子生物学的新理论、新技术广泛渗透及应用于生命科学的各个领域,生物化学成为生命科学的领先学科,在促进现代医学的发展方面起着重要作用。

一、生物化学的研究内容

生物化学的发展历史悠久,人类在漫长的生活与生产劳动实践中发现并利用了包括发酵、酿造等很多生物化学的知识和规律。直到 20 世纪初期,生物化学才形成一门独立的学科,各个分支领域的研究开始迅速发展。生物化学的初期研究成果表现在营养学、内分泌学、酶学等方面,以及基本阐明和不断认识糖类、脂肪和蛋白质代谢的分子机制及在生命过程中的作用。且随着对生物体物质代谢反应过程的深入研究,重点进行了代谢调节机制与蛋白质等生物分子合成代谢的研究。生物化学学科知识及理论的发展,符合人们对客观自然现象的认识规律,大略可以分为三个部分:

1. 了解生物体的物质组成,生物分子的结构、性质和生物功能,即静态反映生物体的化学组成。生物体成分包括糖类、脂类、蛋白质、核酸等主要物质,也有维生素、各种无机离子及微量元素等。生物体特有的蛋白质、核酸、聚糖等大分子,称为生物大分子。它们分子结构复杂,种类繁多,是完成各种最基本生命活动的物质基础。完整的大分子是由氨基酸、核苷酸、单糖这些基本组成单位连接形成的聚合体,具有复杂的空间结构。其结构与生物功能的关系仍然是现代生物科学研究的重点问题。

2. 研究各种生物物质的代谢过程、变化规律和体内能量的产生及利用,即关注各类生物物质的动态变化。新陈代谢是生命的基本特征,在整个生命过程中生物体需要不断与外界环境进行物质交换,摄入各种营养物质、无机盐和水,吸进氧气;排出二氧化碳及各种代谢废物。每类营养物或降解为最终产物,或从小分子前体合成为生物分子,其过程都由酶促进的连续的化学反应组成,称为代谢途径。物质的分解代谢与合成代谢还伴随能量的释放和消耗。目前各种生物分子的代谢过程已基本清楚。

3. 生物化学研究各种生物大分子的结构、物质代谢与能量代谢在生命活动中的作用,可以称为功能生物化学。糖类、脂类、蛋白质等的代谢为机体提供必要的中间物和能量,完成相应物质的代谢更新,保证生命活动的正常进行。另外,生物体还需对物质代谢途径

的精细调节,以维持体内环境的动态平衡与稳定。对物质代谢调节和调控细胞生长、增殖、分化等关键生命过程的细胞间信号转导机制的研究是现代生物科学的重要领域。生物体各种代谢过程某些环节的异常改变,各种代谢调节机制的某种失常都可能直接或间接影响正常生命活动而造成疾病的发生。弄清代谢障碍与疾病发生的分子机制,才能针对性研究相应治疗药物和措施。

二、分子生物学与现代生物医学发展

分子生物学是生物化学迅速崛起的重要分支领域。分子生物学主要研究核酸、蛋白质等生物大分子和生物膜的结构、功能及代谢调控。核酸、蛋白质具有遗传信息的功能,遗传信息的传递过程及规律是分子生物学的重要内容。1953年 J. D. Watson 和 F. H. Crick 提出 DNA 双螺旋结构模型,成为生物化学发展进入分子生物学时代的重要里程碑。随后对 DNA 复制机制, RNA 转录过程, RNA 遗传密码破译;核酸与蛋白质生物合成关系等各方面研究成果,从分子水平揭示了生物遗传信息存在和传递的规律。人类 46 条染色体由 DNA 和蛋白质组成,每个细胞的 DNA 有 3×10^9 对碱基,数量巨大的四种脱氧核苷酸以千差万别的序列储存着控制生物体所有遗传性状的信息。DNA 双螺旋两条单链间严格互补的特殊结构,使 DNA 可以自身单链为模板通过复制使子代细胞获得全套遗传信息, DNA 基因序列信息经过转录合成携带遗传信息的 RNA;信使 RNA 以其分子核苷酸序列三联体密码的方式指导合成有特定氨基酸序列的多肽链,翻译成具有特定结构、功能的蛋白质及酶体系,决定了生物体的代谢特性和遗传特性。这种从 DNA 到 RNA 到蛋白质的过程,组成遗传信息流动的中心法则。70 年代建立的重组 DNA 技术和基因工程,不仅促进了基因表达及调控理论和技术研究的突破,又发展了人工改造优良遗传特性生物体的现代生物高科技,推动工业、农业和医药工业的发展。近年来,分子生物学发展不断出现重大科技成就,如新生物催化剂核酶的发现,聚合酶链式反应技术发明,多种基因工程产品的生产,转基因植物、动物技术的应用,基因诊断与基因治疗的进展等。人类基因组计划开始了对人类整体基因结构和功能的研究,并于 2001 年提前完成,确定人类基因组 30 亿对碱基、近 4 万个基因的全部序列。在这一壮举基础上,以各种基因的功能和表达调节为重点的后基因组计划也逐步推开,必将极大促进对最终认识生命的本质,从基因水平弄清健康、疾病和遗传的关系的研究。分子生物学正不断包容生命科学的各种热点内容,成为生物医学领域最有活力的前沿学科。

三、生物化学与现代医学

医学生物化学主要以人体为研究对象,生物化学与医学发展有密切关系,因此生物化学是包括护理专业在内的各医学专业大学生的重要基础课程。生物化学的理论和技術对临床医学发展至关重要,并与之密切相关、相互促进。随着生物化学研究成果对人体各种代谢过程、代谢调控机制、细胞间信号转导及遗传信息传递规律的深入阐明,人们有可能准确了解各种相应代谢障碍相关疾病、遗传性疾病发病机制,开发治疗药物,研究诊断、治疗的新方法。目前临床的癌症、心血管疾病等重大疾病的最后攻克,还是要期待于在生物化学和分子生物学领域中不断取得突破。由于其它医学学科研究向分子水平深入,生物化学理论和技术在生理学、遗传学、微生物免疫学、病理学和药理学等学科广泛运用,学习

生物化学知识理论也有助于这些学科的学习。从临床实际看,生物化学检测技术经常性应用于临床诊断,蛋白酶类、尿激酶等多种酶和蛋白及某些基因工程蛋白药物,已直接用于疾病的治疗。

现代分子生物学新理论、新技术成就正迅速在临床医学研究和实践中得到运用。如用探针技术检测致病基因的基因诊断技术,可在基因水平确定导致遗传病的变异基因的存在。基因治疗研究最终能向机体导入有功能的基因,补偿、替代致病的缺陷基因等。学习好生物化学与分子生物学知识理论已成为当代医护专业人员的必备素质,惟此才能适应现代医学的发展。

(崔 行)

第一章 蛋白质的化学

蛋白质(protein)是构成生物体最重要的高分子有机含氮化合物,是生命的物质基础,是构成组织和细胞的重要组成成分。蛋白质含量丰富,约占人体固体成分的45%,不同组织蛋白质的含量不同,肌肉、内脏及皮肤的含量较多,骨骼、牙齿及脂肪组织含量较少。真核细胞可有数千种蛋白质,各自有特殊的结构和功能,并与生命活动密切相关。生物体结构越复杂其蛋白质的种类和功能也越繁多。蛋白质的功能包括;①酶的生物催化作用,物质代谢的全部生化反应几乎每一步都需要酶作催化剂。细胞酶系特点决定了生物代谢类型。②调控作用,蛋白质,如参与基因调控的组蛋白、非组蛋白、阻遏蛋白;参与细胞间的信号传递的蛋白激素、生长因子。③协调运动作用,如肌肉组织收缩蛋白。④参与运输、贮存作用,如血液中的血红蛋白运输氧,铁蛋白贮存铁。⑤免疫保护作用,血浆中的免疫球蛋白和补体能特异地识别清除病原微生物和异体蛋白质。各种凝血因子能促进损伤部位凝血,保护受伤机体。⑥其他作用,如信号作用配体的受体蛋白介导神经递质、激素等信号转导。体内各种结构蛋白,对机体的支持作用。血液清蛋白对细胞的营养作用。因此,一切重要的生命现象与生理机能都与蛋白质密切相关。

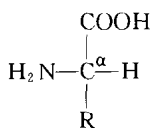
第一节 蛋白质的分子组成

不同来源的蛋白质,其元素组成相似,主要含有碳、氢、氧、氮及硫,有些蛋白质还含有少量磷、铁、铜、锌、锰、钴及钼等。元素分析证实干燥蛋白质含碳约为50%~55%、氢6%~7%、氧19%~24%、氮13%~19%、硫0%~4%。各种蛋白质的含氮量很接近,平均为16%,即每mgN对应(100/16)6.25mg蛋白质。由于蛋白质是生物体内主要含氮物质,因此生物样品蛋白质大致含量可计算为:

每克样品含氮 mg 数 $\times 6.25 \times 100 = 100\text{g}$ 样品中蛋白质含量(mg%)

一、组成蛋白质的基本单位——氨基酸

组成蛋白质的基本单位是氨基酸(amino acid)。蛋白质在不同条件水解时产物是游离氨基酸。自然界中的氨基酸有300余种,但参与人体蛋白质组成的氨基酸仅有20种,且其化学结构均属L- α -氨基酸(除甘氨酸外),氨基酸的通式如下:



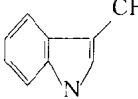
由氨基酸的通式可见,连接—COOH基的 α -碳原子,分别连接4个不同原子或基团,为不对称碳原子(甘氨酸除外),分子都呈L构型。不同的氨基酸侧链(R)结构及官能团

差异导致其性质各异。D-氨基酸可存在于原核细胞产生的抗生素及个别植物的生物碱中,个别可见于哺乳动物脑与神经组织中。

(一)氨基酸的分类

组成体内蛋白质的 20 种氨基酸,根据其侧链的结构和理化性质可进行分类。如可分成:①非极性疏水性氨基酸;②极性中性氨基酸;③酸性氨基酸;④碱性氨基酸(表 1-1)。

表 1-1 氨基酸分类

结构式	中文名	英文名	三字符号	一字符号	等电点(pI)
1. 非极性疏水性氨基酸					
$\begin{array}{c} \text{H}-\text{CHCOO}^- \\ \\ ^+\text{NH}_3 \end{array}$	甘氨酸	glycine	Gly	G	5.97
$\begin{array}{c} \text{CH}_3-\text{CHCOO}^- \\ \\ ^+\text{NH}_3 \end{array}$	丙氨酸	alanine	Ala	A	6.00
$\begin{array}{c} \text{CH}_3-\text{CH}-\text{CHCOO}^- \\ \quad \\ \text{CH}_3 \quad ^+\text{NH}_3 \end{array}$	缬氨酸	valine	Val	V	5.96
$\begin{array}{c} \text{CH}_3-\text{CH}-\text{CH}_2-\text{CHCOO}^- \\ \quad \quad \\ \text{CH}_3 \quad \quad ^+\text{NH}_3 \end{array}$	亮氨酸	leucine	Leu	L	5.98
$\begin{array}{c} \text{CH}_3-\text{CH}_2-\text{CH}-\text{CHCOO}^- \\ \quad \\ \text{CH}_3 \quad ^+\text{NH}_3 \end{array}$	异亮氨酸	isoleucine	Ile	I	6.02
$\begin{array}{c} \text{C}_6\text{H}_5-\text{CH}_2-\text{CHCOO}^- \\ \\ ^+\text{NH}_3 \end{array}$	苯丙氨酸	phenylalanine	Phe	F	5.48
$\begin{array}{c} \text{CH}_2 \\ / \quad \backslash \\ \text{CH}_2 \quad \text{CHCOO}^- \\ \backslash \quad / \\ \text{CH}_2 \quad \text{NH}_3^+ \end{array}$	脯氨酸	proline	Pro	P	6.30
2. 极性中性氨基酸					
$\begin{array}{c} \text{CH}_2-\text{CHCOO}^- \\ \\ ^+\text{NH}_3 \end{array}$ 	色氨酸	tryptophan	Trp	W	5.89
$\begin{array}{c} \text{HO}-\text{CH}_2-\text{CHCOO}^- \\ \\ ^+\text{NH}_3 \end{array}$	丝氨酸	serine	Ser	S	5.68
$\begin{array}{c} \text{HO}-\text{C}_6\text{H}_4-\text{CH}_2-\text{CHCOO}^- \\ \\ ^+\text{NH}_3 \end{array}$	酪氨酸	tyrosine	Tyr	Y	5.66
$\begin{array}{c} \text{HS}-\text{CH}_2-\text{CHCOO}^- \\ \\ ^+\text{NH}_3 \end{array}$	半胱氨酸	cysteine	Cys	C	5.07