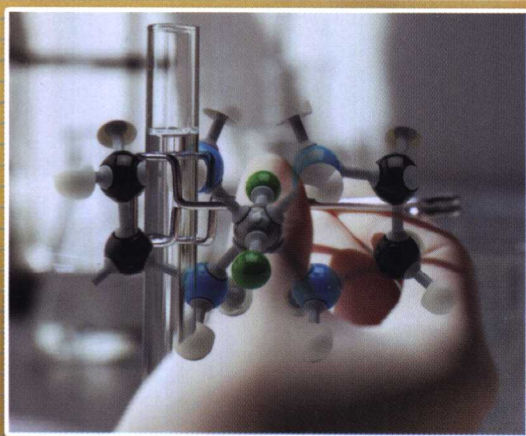


湖北试验版

全国高职高专医学规划教材(护理专业)

生物化学

主编 韩昌洪



高等教育出版社
HIGHER EDUCATION PRESS

湖北试验版
全国高职高专医学规划教材(护理专业)

生物化学

主 审 郑修霞

主 编 韩昌洪

副主编 曹熙芳

编 者 (以姓氏笔画为序)

付翠华(湖北省医学职业技术教育研究室)

刘玲华(湖北中医药高等专科学校)

朱孝蕴(江汉大学卫生技术学院)

朱志良(荆门职业技术学院)

曹熙芳(武汉大学医学院职业技术学院)

韩昌洪(湖北中医药高等专科学校)

谭红军(三峡大学护理学院)



高等教育出版社
HIGHER EDUCATION PRESS

内容提要

本书是全国高职高专医学教育系列教材之一。

全书共十三章,分四部分内容。第一部分为生物大分子的结构与功能,包括蛋白质、核酸、酶;第二部分为物质代谢,包括糖代谢、脂质代谢、生物氧化、氨基酸与核苷酸代谢;第三部分是遗传信息的传递与表达,有复制、转录、翻译、基因工程等内容;第四部分为水盐代谢、酸碱平衡、肝的生化、血液生化等。

本教材有如下特点:① 内容取舍得当,既保持了本课程理论知识的连续性,同时避免烦琐难学,比同类教材减少了4~5万字。② 定位准确,突出专业特色,增加了与护理专业密切相关的内容。如水盐代谢、酸碱平衡等章节,在各章节的叙述中尽可能的结合护理专业的实际。③ 编排新颖。每章前有学习要点,每章后有复习思考题,图表占全书内容的20%以上,便于学生掌握所学内容。

本教材适用于高职护理和相关专业学生使用,也可供国家执业护士考试和本科入学考试参考使用。

图书在版编目(CIP)数据

生物化学 / 韩昌洪主编. —北京: 高等教育出版社, 2004.1

ISBN 7-04-013272-9

I. 生... II. 韩... 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(2003)第 105337 号

出版发行 高等教育出版社
社 址 北京市西城区德外大街 4 号
邮政编码 100011
总 机 010-82028899

购书热线 010-64054588
免费咨询 800-810-0598
网 址 <http://www.hep.edu.cn>
<http://www.hep.com.cn>

经 销 新华书店北京发行所
印 刷 北京市联华印刷厂

开 本 787×1092 1/16
印 张 15
字 数 360 000

版 次 2004 年 1 月第 1 版
印 次 2004 年 1 月第 1 次印刷
定 价 19.10 元

本书如有缺页、倒页、脱页等质量问题,请到所购图书销售部门联系调换。

版权所有 侵权必究

序

我非常高兴地获悉高等教育出版社即将出版一套专为全国高职高专护理专业教育所用的教材。我认为此举是十分必要与及时的。护理高等教育的重要组成部分——护理高职高专教育,近年来在我国发展很快,但由于各地基础条件与改革力度不同,也出现一些不够规范和参差不齐的现象。湖北省卫生厅和教育厅十分重视高职高专护理教育,在他们的共同领导下,不仅湖北各高职高专院校对护理专业教学进行了改革,而且将全省高职高专护理专业教学改革与科研的成果编写成系统的规划教材,目的是规范全省高职高专护理教育,并向全国各有关院校提供一种经过实验与研究的新鲜教材。

全套书共分 25 个分册,其中有护理学需要的基础、临床、社区、管理等课程,也有大量的以人文科学为主的内容如护理伦理、美学、礼仪与人际沟通等。全套教材概括了护士所需的自然科学、社会科学、人文科学的基础,再加以新知识与新技术,有助于培养出更多合格的高层次护理人才。

本套书作者均是长期从事护理教学与科研、临床工作的同志,他们将多年积累的理论知识与护理实践相结合,并吸取国内外有关护理高职高专教学改革的成果,编写此套书。在编写形式上图文并茂,更便于读者理解。

这套教材是湖北省高职高专护理专业教学改革的成果,得到高等教育出版社的认可与推荐,这有助于将教学经验向全国推广,促进我国高职高专护理教育的稳步发展。

林莉英

2003.8.12

出版说明

护理高等职业教育是我国高等教育的重要组成部分,近年来发展迅猛。由于护理高职高专学生起点不一,各护理高职高专院校改革力度、建设水准、发展速度不太均衡,护理专业教材的建设也还处于初步探索阶段。在这种情况下,编写一套包含教学改革成果的高质量的护理教材,规范和完善我国高职高专护理教育,是高职高专院校广大师生的迫切愿望。

湖北省作为教育大省和强省之一,在省卫生厅、教育厅和湖北省医学职业技术教育研究室的领导下,护理高职高专教育快速发展,得到全省护理院校广泛认同。为了规范湖北省护理教育,并为全国护理教育改革提供一条新思路,省卫生厅和省医学职业技术教育研究室通过制定护理专业指导性教学计划,充分吸收全省护理院校多年的教学经验,吸取国内外护理高职高专教育的改革成果,并在湖北试验版全国高职高专医学规划教材(护理专业)建设委员会的指导下,编写了本套“湖北试验版全国高职高专医学规划教材(护理专业)”系列教材。

本套教材的作者是从全省范围内认真遴选的长期从事护理教学与科研工作的同志,他们既有广博的知识和新颖的理论,又有丰富的护理实践经验。在编写中,不仅注重理论性,而且注重实用性。基础学科教材注重了理论与临床紧密结合;临床学科教材重点介绍临床常见病、多发病的护理知识、技术手段,并且吸收近年来学术界公认的比较成熟的新知识、新技术。

我们希望此套教材的出版,也能促进我国护理高职高专教育的规范化和系统化,把护理学专业建设成为特色鲜明、实力较强的医学高职高专教育专业之一。

湖北试验版全国高职高专医学规划教材 (护理专业)建设委员会

主任委员 姚 云 杜海鹰

副主任委员 刘时海 周森林

委 员 (以姓氏笔画为序)

丁建中 王前新 杨 洁 李本初 李守国 李 伶

李 勇 汪 翔 陈元芳 张自文 周发贵 洪贞银

唐 佩 黄万琪 廖福义

前 言

在湖北省卫生厅领导下,由省医学职业技术教育研究室组织,并在湖北试验版全国高职高专医学规划教材(护理专业)建设委员会指导下,我们编写了这本“湖北试验版全国高职高专医学规划教材(护理专业)”——《生物化学》教材。本教材的编写根据教育部、卫生部关于高职高专人才培养目标,力求做到科学性、先进性、启发性、创新性和适用性相结合。考虑到医学专业基础学科的相通性,本书也适用于高职高专医学其他专业。

本书共十三章,分为四部分。第一部分:生物大分子的结构与功能,包括蛋白质、核酸、酶。第二部分:物质代谢,包括糖代谢、脂质代谢、生物氧化、氨基酸与核苷酸代谢。第三部分:遗传信息的传递与表达,有复制、转录、翻译、基因工程等内容。第四部分:水盐代谢、酸碱平衡、肝的生化、血液生化等。

与同类教材比较本教材的特点是:① 突出基本理论、基本知识,语言简练、通俗易懂。既保持了本课程理论知识的连续性,也适当精简了部分繁琐难学的内容,比同类教材减少了4~5万字。删减了一些与本专业联系不大的内容,如删去物质代谢的调节及细胞间信息的传递等内容;而维生素部分归入药理学,将其与生物化学有联系的内容合并到酶一章中。② 针对性强。突出专业特色,增加了与护理专业密切相关的内容,如水盐代谢、酸碱平衡等章节。同时在各章节的叙述中尽可能地结合护理专业的实际,以加强与临床的密切联系。③ 可读性强。图表占全书篇幅的20%以上,每章前有学习要点,每章后有复习思考题,旨在帮助同学们掌握各章的重点内容;书后附有主要参考资料,便于同学们进一步阅读。本教材适用于医学专科和医学高职护理专业师生使用,也可供国家执业护士考试和本科生入学考试使用。

本教材由6所高等医学院校的7位教师参加编写,都从事生物化学教学多年,有着较高的理论水平和丰富的教学经验。全体编者作风严谨,精益求精,尽心尽力,经反复修改,才最后定稿。但由于时间仓促,加之我的水平有限,经验不足,书中难免会出现一些差错或不妥之处,敬请同行、专家们指正及使用本教材的教师和学生提出批评和宝贵意见。

本书编写工作始终在高等教育出版社生命科学分社的指导和关怀下进行,并得到了湖北省卫生厅以及湖北省医学职业教育研究室的大力支持,在此表示衷心的感谢。

韩昌洪

2003年8月

目 录

绪论	1	第三节 血糖	76
第一节 生物化学的任务和研究对象	1	思考题	78
第二节 生物化学与医学的关系	2		
思考题	3	第五章 脂质代谢	80
第一章 蛋白质的结构与功能	4	第一节 概述	80
第一节 蛋白质的分子组成	4	第二节 甘油三酯的代谢	83
第二节 蛋白质的分子结构	8	第三节 磷脂代谢	92
第三节 蛋白质结构与功能的关系	12	第四节 胆固醇代谢	95
第四节 蛋白质的理化性质	13	第五节 血脂与血浆脂蛋白	98
第五节 蛋白质的分类	17	思考题	102
思考题	18	第六章 生物氧化	104
第二章 核酸的结构与功能	19	第一节 概述	104
第一节 核酸的化学组成	19	第二节 呼吸链	105
第二节 核酸的分子结构	23	第三节 能量的生成、贮存和利用	110
第三节 核酸的理化性质	28	第四节 非线粒体氧化体系	115
思考题	30	第五节 二氧化碳的生成	116
		思考题	117
第三章 酶	31	第七章 氨基酸代谢	118
第一节 酶促反应的特点	31	第一节 蛋白质的营养作用	118
第二节 酶的分子组成与结构	33	第二节 氨基酸的一般代谢	120
第三节 维生素与辅酶	38	第三节 个别氨基酸的代谢	127
第四节 影响酶促反应速率的因素	44	思考题	136
第五节 酶活性的调节	50	第八章 核苷酸代谢	137
第六节 酶的分类与命名	52	第一节 核苷酸的合成代谢	137
第七节 酶与医学的关系	53	第二节 核苷酸的分解代谢	143
思考题	54	思考题	145
第四章 糖代谢	56	第九章 遗传信息的传递与表达	147
第一节 糖的分解代谢	56	第一节 DNA 的生物合成	148
第二节 糖的贮存与动员	70		

第二节 RNA 的生物合成(转录)	155	思考题	202
第三节 蛋白质的生物合成(翻译)	163		
第四节 基因工程	171	第十二章 水和无机盐代谢	203
第五节 聚合酶链反应	175	第一节 体液	203
思考题	177	第二节 水平衡	205
第十章 血液生化	178	第三节 无机盐代谢	207
第一节 血液的化学组成	178	第四节 钙磷代谢	211
第二节 血浆蛋白质	180	第五节 微量元素代谢	214
第三节 红细胞代谢	183	思考题	217
思考题	187	第十三章 酸碱平衡	218
第十一章 肝的生物化学	188	第一节 体内酸碱物质的来源	218
第一节 肝在物质代谢中的作用	188	第二节 机体酸碱平衡的调节	219
第二节 肝的生物转化作用	190	第三节 酸碱平衡失调	224
第三节 胆汁酸代谢	194	思考题	226
第四节 胆色素代谢	196	参考文献	227

绪 论

[学习要点] 通过本章的学习,掌握生物化学的概念及主要内容,熟悉生物化学在医学中的地位。

第一节 生物化学的任务和研究对象

一、生物化学的概念

生物化学(biochemistry)是一门运用化学的理论和方法,从分子水平上研究生命现象的科学。它以生物体为研究对象,研究生物体的物质组成、结构及其与功能的关系;生物体内物质的代谢变化及其调控;生物体内信息的传递等。总之,生物化学要阐明生物体内所发生的一切化学变化及其与生命活动的关系。因此,生物化学就是生命的化学。

在医学领域中,生物化学的研究对象是人体,它不仅运用化学的理论和方法,而且与生物学、物理学、生理学、微生物学、遗传学等有着密切的联系,是一门重要的医学基础课。随着分子生物学理论和技术的发展,重组 DNA 技术、基因诊断与基因治疗、聚合酶链反应(PCR)等技术在医学领域中的应用,人类基因组计划的实现,都表明了生物化学在医学领域中的重要性,是生命科学领域最活跃最前沿的学科。

二、生物化学的主要内容

(一) 生物大分子的结构与功能

机体是由各种不同的组织和器官构成的,不同的组织和器官具有不同的功能,这是因为构成这些组织和器官的细胞不同。不同的组织细胞又是由不同的分子组成,这就赋予不同的组织细胞具有各种不同的功能,如肌细胞和神经细胞各自具有其特有的功能。构成机体的分子包括水、无机盐、蛋白质、核酸、糖类和脂质等化学物质。其中,蛋白质、核酸、多糖及复合脂质是存在生物体内的相对分子质量大而结构复杂的分子,是由某些基本结构单位按一定顺序和方式连接形成

的多聚体(polymer),称为生物大分子。其相对分子质量一般大于 10^4 。这些生物大分子是生物体内重要的组成成分,在生命活动中具有重要的生理功能,研究生物大分子的结构及其与功能的关系是当今生物化学的重要课题。

(二) 物质代谢及其调节

各种分子在生物体内并不是一成不变的,它们不断地进行着新陈代谢。这是生物体与非生物体的重要区别。新陈代谢包括合成代谢和分解代谢,生物体不断地从外界环境中摄取营养物质,如糖类、脂质、蛋白质、水、无机盐和维生素等,经消化吸收进入体内,然后经过一系列的化学反应将其转变为自身的组成成分,这个过程称为同化作用,即合成代谢。合成代谢保证了生物体的生长、发育、繁殖、修复和更新,需要消耗能量。同时,生物体又能将自身的组成成分分解产生代谢废物经排泄器官排出体外,这个过程称为异化作用,又叫分解代谢,分解代谢产生能量以供完成各种生命活动。物质代谢一旦停止,生命就会终止。

物质代谢是成千上万个化学变化的总和,错综复杂,但正常人体内物质代谢总是能够适应内外环境的变化而有条不紊地进行着,这是因为在生物体内有对物质代谢进行精细调节的机制,如神经系统和激素等的调节。一旦物质代谢调节发生障碍,物质代谢就会发生紊乱,机体就会产生疾病。因此,研究物质代谢及其调节是生物化学的重要内容。

(三) 遗传信息的传递与调控

生命的另一个基本特征是繁殖,生物体在繁衍后代的过程中使遗传信息代代相传。DNA 是生物遗传的主要物质基础,在 DNA 分子上储存着遗传信息。基因是 DNA 分子上为生物活性产物编码的功能片段,这些产物主要是蛋白质或是各种 RNA。随着人类基因组计划的完成,人类基因组的全部序列已经确定,共有 3 万多个基因,这些基因在染色体上的定位以及核苷酸序列已被阐明,这是生命科学领域的又一个里程碑。

生物体内进行的一切生命活动是遗传信息最终表达的结果,遗传信息的表达主要是通过蛋白质的功能来体现的,蛋白质是生命活动的执行者。蛋白质的功能是由其结构决定的,而蛋白质的结构又是由 DNA 分子上储存的遗传信息所决定的,这涉及 DNA 的复制、RNA 的转录和蛋白质生物合成等遗传信息传递的过程和机制,还涉及基因表达的调控。遗传信息的传递与调控的研究对阐明遗传、变异、生长和分化等诸多生命过程以及遗传性疾病、恶性肿瘤和心血管疾病等多种疾病的发病机制具有重要的作用。基因工程、转基因、基因剔除、基因诊断和基因治疗等分子生物学新技术的应用已取得了可喜的成绩,并具有广阔的前景。

第二节 生物化学与医学的关系

生物化学是一门重要的医学基础课,与医学各学科关系密切。首先,学习生物化学要有一定的化学、遗传学、解剖学和生理学等学科的知识,此外,生理学、病理学、药理学、微生物学、免疫学及遗传学等基础医学都需要利用生物化学的理论和解决本学科的一些问题。随着分子生物学技术的发展和运用,进一步促进了生物化学与这些学科的联系,由此产生了“分子遗传学”、“分子药理学”、“分子免疫学”和“分子病理学”等新学科,使得这些学科的研究深入到分子水平。生物化学还为临床医学各学科从分子水平上阐明疾病的发病机制、进行疾病的诊断和疾病的治疗

提供了基础理论依据。学好生物化学对于医学学生是十分必要的。

思 考 题

1. 何谓生物化学,生物化学的主要内容是什么?
2. 生物化学与医药各学科有什么关系?

(韩昌洪)

第一章 蛋白质的结构与功能

【学习要点】 通过本章的学习,掌握蛋白质元素组成及基本组成单位,蛋白质的各级结构和维持各级结构的化学键。蛋白质的两性电离和等电点,蛋白质的变性与沉淀。熟悉蛋白质的高分子性质、呈色反应与紫外吸收特性,蛋白质的结构与功能的关系。

蛋白质(protein)是生命的物质基础,一切生命活动都与蛋白质有关,蛋白质是构成组织和细胞的重要组成成分,它占人体干重的45%。由于人体内含有十万种以上不同结构的蛋白质分子,生物体才能表现出千差万别的功能活动。在此将蛋白质的功能概括为:① 催化与调节功能。人体内的物质代谢几乎都是在酶的催化下进行的,而酶的化学本质是蛋白质;某些蛋白质组成的激素如胰岛素可参与物质代谢的调节。② 运输和贮存功能。有些蛋白质在血液中起着“载体”——运输工具的作用,如血浆脂蛋白是脂质的运输形式以及铁蛋白可贮存铁等。③ 凝血与抗凝血功能。为防止创伤时过度出血的凝血机制以及防止血栓形成,保证血流通畅的纤溶过程,都是依靠血浆中多种蛋白质的协同作用完成的。④ 免疫与防御功能。血浆中的补体和免疫球蛋白能特异性的识别、清除异体蛋白质和病原微生物。⑤ 协调运动功能。肌肉中含有能收缩的蛋白质,可引起肌肉收缩而完成躯体运动、血液循环、呼吸与消化等多种功能活动。⑥ 信息的传递和表达功能。细胞间信号的传递、遗传信息传递与表达都需通过蛋白质完成。⑦ 支持与营养功能。广泛分布在皮肤、骨骼以及结缔组织中的胶原蛋白和弹性蛋白对机体起支持作用,蛋白质还是人体重要的营养素。⑧ 其他。如细胞膜的通透性,高等动物的记忆和识别都与蛋白质有关。

第一节 蛋白质的分子组成

一、蛋白质的元素组成

生物界蛋白质的种类很多,但其元素组成基本相似,大多数蛋白质都含有碳50%~55%、氢6%~75%、氧19%~24%、氮13%~19%、硫0~4%,有些蛋白质含有磷,少数蛋白质还含有铁、铜、锰、钴、锌、钼,个别还含有碘。

由于各种蛋白质的含氮量很接近,平均为 16%,而生物体内含氮的物质主要是蛋白质,因此只要测定生物样品中的含氮量,就可以按下列公式计算出其蛋白质的含量。

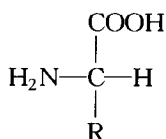
1 g 氮相当于 6.25 g 蛋白质,则样品中的氮的质量分数 $\times 6.25$ 等于样品中蛋白质的质量分数(g%)

二、组成蛋白质的基本单位——氨基酸

用酸、碱或酶可使蛋白质彻底水解,得到的水解产物是氨基酸(amino acid),因此氨基酸是组成蛋白质的基本单位。

(一) 氨基酸的结构特点

自然界中的氨基酸有 300 多种,但参与人体蛋白质组成的氨基酸只有 20 种,它们均有相应的遗传密码,故又称之为编码氨基酸,其结构通式如下:



R 代表氨基酸侧链

各种氨基酸的结构各不相同,但都具有以下特点:

1. 除脯氨酸外,组成蛋白质的氨基酸的氨基均连在 α -碳原子上,为 α -氨基酸。脯氨酸为 α -亚氨基酸。

2. 除甘氨酸外,其他氨基酸的 α -碳原子上,分别连接有四个不同的原子和基团,是不对称碳原子,具有旋光异构现象,有两种异构体。凡氨基在 α -碳原子右侧的为 D 型,氨基在 α -碳原子左侧的为 L 型。组成人体蛋白质的氨基酸是 L 型,即 L- α -氨基酸。

3. 不同的氨基酸其 R 侧链的结构不同而导致其性质不同,各种氨基酸的差异就表现在 R 侧链上。

(二) 氨基酸的分类

组成人体蛋白质的 20 种氨基酸根据其侧链结构和理化性质不同将其分为四类(表 1-1)。

1. 非极性疏水性氨基酸 R 侧链为非极性基团如烃基、吡啶环、苯基、甲硫基等的氨基酸。

2. 极性中性氨基酸 R 侧链为极性基团如羟基、酚羟基、巯基和酰氨基,在中性溶液中不电离的氨基酸属于此类氨基酸。

3. 酸性氨基酸 R 侧链上有羧基,在水溶液中可释放出氢离子的氨基酸如谷氨酸和天冬氨酸。

4. 碱性氨基酸 R 侧链上有氨基,在水溶液中可结合氢离子的氨基酸,如赖氨酸、组氨酸和精氨酸。

蛋白质分子内除 20 种氨基酸外,有些氨基酸是在蛋白质合成后,由相应的编码氨基酸经加工、修饰而成。如胱氨酸是由 2 个半胱氨酸经氧化脱氢后生成的,羟脯氨酸、羟赖氨酸是由相应的氨基酸羟化生成,这些氨基酸在机体内没有相应的遗传密码。

表 1-1 氨基酸的分类

分 类	中 文 名	三 字 符	结 构 式	pI
非 极 性 疏 水 氨 基 酸	甘氨酸	Gly	$\begin{array}{c} \text{H} \\ \\ \text{H}-\text{C}-\text{COOH} \\ \\ \text{NH}_2 \end{array}$	5.97
	丙氨酸	Ala	$\begin{array}{c} \text{H} \\ \\ \text{CH}_3-\text{C}-\text{COOH} \\ \\ \text{NH}_2 \end{array}$	6.00
	缬氨酸	Val	$\begin{array}{c} \text{H} \\ \\ \text{CH}_3-\text{CH}-\text{C}-\text{COOH} \\ \quad \\ \text{CH}_3 \text{ NH}_2 \end{array}$	5.96
	亮氨酸	Leu	$\begin{array}{c} \text{H} \\ \\ \text{CH}_3-\text{CH}-\text{CH}_2-\text{C}-\text{COOH} \\ \quad \\ \text{CH}_3 \text{ NH}_2 \end{array}$	5.98
	异亮氨酸	Ile	$\begin{array}{c} \text{H} \\ \\ \text{CH}_3-\text{CH}_2-\text{CH}-\text{C}-\text{COOH} \\ \quad \\ \text{CH}_3 \text{ NH}_2 \end{array}$	6.02
	苯丙氨酸	Phe	$\begin{array}{c} \text{H} \\ \\ \text{C}_6\text{H}_5-\text{CH}_2-\text{C}-\text{COOH} \\ \\ \text{NH}_2 \end{array}$	5.48
	脯氨酸	Pro	$\begin{array}{c} \text{H} \\ \\ \text{C}-\text{COOH} \\ \\ \text{NH} \end{array}$	6.30
极 性 中 性 氨 基 酸	色氨酸	Trp	$\begin{array}{c} \text{H} \\ \\ \text{C}_8\text{H}_6\text{N}-\text{CH}_2-\text{C}-\text{COOH} \\ \\ \text{NH}_2 \end{array}$	5.89
	丝氨酸	Ser	$\begin{array}{c} \text{H} \\ \\ \text{HO}-\text{CH}_2-\text{C}-\text{COOH} \\ \\ \text{NH}_2 \end{array}$	5.68
	酪氨酸	Tyr	$\begin{array}{c} \text{H} \\ \\ \text{HO}-\text{C}_6\text{H}_4-\text{CH}_2-\text{C}-\text{COOH} \\ \\ \text{NH}_2 \end{array}$	5.66
	半胱氨酸	Cys	$\begin{array}{c} \text{H} \\ \\ \text{HS}-\text{CH}_2-\text{C}-\text{COOH} \\ \\ \text{NH}_2 \end{array}$	5.07

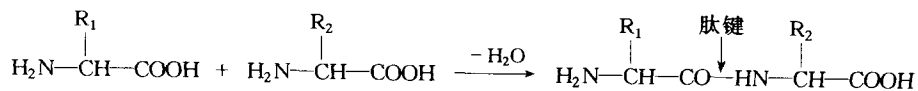
续表

分 类	中 文 名	三 字 符	结 构 式	pI
极 性 中 性 氨 基 酸	蛋氨酸	Met	$\begin{array}{c} \text{H} \\ \\ \text{CH}_3-\text{S}-\text{CH}_2-\text{CH}_2-\text{C}-\text{COOH} \\ \\ \text{NH}_2 \end{array}$	5.74
	天冬酰胺	Asn	$\begin{array}{c} \text{O} \quad \text{H} \\ \quad \\ \text{H}_2\text{N}-\text{C}-\text{CH}_2-\text{C}-\text{COOH} \\ \\ \text{NH}_2 \end{array}$	5.41
	谷氨酰胺	Gln	$\begin{array}{c} \text{O} \quad \text{H} \\ \quad \\ \text{H}_2\text{N}-\text{C}-\text{CH}_2-\text{CH}_2-\text{C}-\text{COOH} \\ \\ \text{NH}_2 \end{array}$	5.65
	苏氨酸	Thr	$\begin{array}{c} \text{CH}_3 \quad \text{H} \\ \quad \\ \text{HO}-\text{CH}-\text{C}-\text{COOH} \\ \\ \text{NH}_2 \end{array}$	5.60
酸 性 氨 基 酸	谷氨酸	Glu	$\begin{array}{c} \text{H} \\ \\ \text{HOOC}-\text{CH}_2-\text{CH}_2-\text{C}-\text{COOH} \\ \\ \text{NH}_2 \end{array}$	2.97
	天冬氨酸	Asp	$\begin{array}{c} \text{H} \\ \\ \text{HOOC}-\text{CH}_2-\text{C}-\text{COOH} \\ \\ \text{NH}_2 \end{array}$	3.22
碱 性 氨 基 酸	赖氨酸	Lys	$\begin{array}{c} \text{H} \\ \\ \text{H}_2\text{N}-\text{CH}_2-\text{CH}_2-\text{CH}_2-\text{CH}_2-\text{C}-\text{COOH} \\ \\ \text{NH}_2 \end{array}$	9.74
	精氨酸	Arg	$\begin{array}{c} \text{NH} \quad \text{H} \\ \quad \\ \text{H}_2\text{N}-\text{C}-\text{NH}-\text{CH}_2-\text{CH}_2-\text{CH}_2-\text{C}-\text{COOH} \\ \\ \text{NH}_2 \end{array}$	10.76
	组氨酸	His	$\begin{array}{c} \text{H} \\ \\ \text{N} \text{---} \text{CH}_2-\text{C}-\text{COOH} \\ \quad \\ \text{NH} \quad \text{NH}_2 \end{array}$	7.59

氨基酸可作为药物或营养品用于临床,20种氨基酸被广泛地以口服或静脉滴注的形式给病人补充营养或进行治疗。

(三) 氨基酸之间的连接方式

氨基酸是组成蛋白质的基本单位,在蛋白质分子中氨基酸通过肽键连接。



肽键(peptide bond)是一个氨基酸的 α -羧基与另一氨基酸的 α -氨基脱水缩合形成的酰胺键称为肽键。氨基酸通过肽键连接形成的产物称为肽(peptide)。两个氨基酸形成的肽称为二肽,三个氨基酸形成的肽称为三肽,以此类推,十肽以下为寡肽,十肽以上为多肽,多肽为链状化合物。氨基酸形成肽后,部分基团已参加肽键的形成而不是完整的氨基酸,故将肽中的氨基酸单位称为氨基酸残基。

氨基酸缩合成肽后,其两端有游离的 α -羧基和 α -氨基,具有游离 α -氨基的一端称为氨基末端或N端,通常写在多肽链的左侧。具有游离的 α -羧基的一端称为羧基末端或C端,通常写在多肽链的右侧。多肽链中氨基酸残基的顺序编号是从N端开始,因而肽的命名也是从N端开始,如从N端到C端依次为由甘氨酸、丙氨酸、丝氨酸和蛋氨酸组成的四肽称为甘氨酰丙氨酰丝氨酰蛋氨酸,简称为“甘·丙·丝·蛋”。

自然界有一些重要的肽,如催产素、加压素、促肾上腺皮质激素等肽类激素;与神经传导有关的脑啡肽、强啡肽等神经肽;短杆菌肽、缬氨霉素等抗生素肽以及机体内重要的还原剂谷胱甘肽等,都有着重要的生物学活性。

第二节 蛋白质的分子结构

蛋白质分子是由氨基酸通过肽键聚合而成的大分子物质,蛋白质分子的多肽链按特有的模式高度卷曲,形成具有一定空间结构的纤维状、球状或椭球状单位,有的蛋白质是由多肽链组成的亚单位聚合起来的聚合体。蛋白质的分子结构一般用一级结构和空间结构或构象来进行描述,一级结构是蛋白质的基本结构,空间结构包括二级、三级和四级结构。蛋白质的生物学功能是由其结构来决定的。

一、蛋白质的一级结构

氨基酸在蛋白质分子多肽链中的排列顺序称为蛋白质的一级结构(primary structure)。多肽链中氨基酸的排列顺序是由DNA分子中的遗传信息,即DNA分子中核苷酸的排列顺序所决定。一级结构是蛋白质的基本结构,其主要化学键是肽键,有的蛋白质还含有二硫键。一级结构是决定蛋白质空间结构和生物学功能的基础。虽然组成蛋白质的氨基酸只有20种,但其可按照不同的数量、不同的比例以及不同的排列顺序而形成多种多样、功能各异的蛋白质。

胰岛素(insulin)是世界上第一个被确定一级结构的蛋白质(图1-1),它是胰岛 β 细胞分泌的一种激素,由51个氨基酸残基组成的A、B两条多肽链构成。A链有21个氨基酸残基,B链有30个氨基酸残基,两条多肽链之间以两个二硫键连接,A链链内有一个二硫键。胰岛素一级结构的确定是蛋白质分子水平结构研究的一个里程碑。目前已有20多万种蛋白质,尤其是一些具有重要生理功能的蛋白质的一级结构已被测出。蛋白质一级结构的研究,对认识遗传性疾病的发病机制和疾病的治疗具有重要的意义。