



全国医药卫生类农村医学专业教材

生物化学

主 编 韦 斌 宾 巴



第四军医大学出版社

全国医药卫生类农村医学专业教材

生物化学

主 编 韦 斌 宾 巴

副主编 王治西 薛永胜 秦丽华

编 者 (按姓氏笔画排序)

力提甫·斯拉木 (巴音郭楞蒙古自治州卫生学校)

王治西 (甘肃省定西市卫生学校)

韦 斌 (福建省福清卫生学校)

苏 川 (福建省福清卫生学校)

柳晓燕 (安徽省淮南卫生学校)

祖里胡玛·阿卜杜克热木 (巴音郭楞蒙古自治州卫生学校)

秦丽华 (广西桂林市卫生学校)

宾 巴 (内蒙古锡林郭勒职业学院)

薛永胜 (贵州省毕节市卫生学校)

第四军医大学出版社·西安

图书在版编目(CIP)数据

生物化学/韦斌,宾巴主编. —西安:第四军医大学出版社,2012.4(2013.1重印)

全国医药卫生类农村医学专业教材

ISBN 978-7-5662-0152-2

I. ①生… II. ①韦… ②宾… III. ①生物化学-医学院校-教材 IV. ①Q5

中国版本图书馆CIP数据核字(2012)第063460号

生物化学

主 编 韦 斌 宾 巴

责任编辑 曹江涛

执行编辑 崔宝莹

出版发行 第四军医大学出版社

地 址 西安市长乐西路17号(邮编:710032)

电 话 029-84776765

传 真 029-84776764

网 址 <http://press.fmmu.sn.cn>

印 刷 陕西金德佳印务有限公司

版 次 2012年5月第1版 2013年1月第2次印刷

开 本 787×1092 1/16

印 张 11.5

字 数 280千字

书 号 ISBN 978-7-5662-0152-2/Q·50

定 价 29.00元

版权所有 侵权必究

购买本社图书,凡有缺、倒、脱页者,本社负责调换

出版说明

2010年教育部颁布《中等职业学校专业目录》(2010修订版),新增农村医学专业,以承担为农村医疗单位培养合格医务人员的责任,但教学实施过程中缺乏一套实用、适用的教材。为此,第四军医大学出版社联合中国职教学会教学工作委员会、中华预防医学会职业教育分会,按照研究先行、实践支撑的科学原则,完成农村医学专业课程的研究工作,其后组织全国40余所职业院校于2011年7月正式启动国内首套“全国医药卫生类农村医学专业教材”的编写工作。

本套教材的编写思想强调两个“转变”、三个“贴近”,即由传统的“以学科体系为引领”向“以解决基层岗位实际问题为引领”的转变,由“以学科知识为主线”向“基层实际应用技能为主线”转变;坚持“贴近学生、贴近岗位、贴近社会”,最终构建集思想性、科学性、先进性、启发性和适用性相结合的农村医学专业教材体系。同时,为满足农医专业学生参加临床执业助理医师资格考试的需求,教材设计了“案例分析”和“考点链接”模块,通过选编临床典型案例和高频考点并进行解析,以加深学生对重点、考点内容的理解,并提高其实际应用能力。

全套教材包括公共基础课、专业基础课、专业课、选修课、毕业实习与技能实习5个模块,共31门课程,主要供农村医学专业及其他医学相关专业使用,亦可作为基层医务人员的培训教材。

全国医药卫生类农村医学专业教材 建设委员会

主任委员 刘 晨

副主任委员 赵昌伦 宾映初 曹文元 朱爱军

委 员 (按姓氏笔画排序)

马永林 邓鼎森 石海兰 刘 敏

苏传怀 杨海根 吴 明 吴 敏

何海明 宋立富 张 展 张来平

张金来 张惊湖 陈德军 邵兴明

金 花 胡月琴 格根图雅 郭尧允

菅辉勇 崔玉国 符史干

序

太湖之滨，烟波浩渺，鱼米之乡，“二泉映月”委婉、舒缓、宁静、快乐、执着、激昂，感悟历史沧桑与幸福向往，名曲中外扬。十年前的昨天，来自全国的医学教育精英在此共议大事，筹划“卫生保健”专业的建设；十年后的今天，群英再聚首，同商“农医”专业的开拓发展，我们为之喝彩鼓掌。

农村，有着我国最广大的人口群体，“新农合”惠民政策正在深入人心，为百姓交口称道。为百姓的健康，培养身边下得来、留得住、干得好的农村医生，中国预防医学会公共卫生职教分会担重担、勇创新，组织全国开设此专业的院校齐心协力、智慧汇聚，使“农医”专业的建设应时而生、应势而长，使国家的惠民大计落地、生根、开花，将结出丰硕果实。这炫丽的花朵，恰绿叶相托，第四军医大学出版社捧上一片事业爱心、待人诚心，尽全力支持本专业的研究、开发和教材建设，并已见成效。

本套教材是教育部2010年确定开设“农医”专业后的第一套教材，有着很大的创新要求。它依据教育部专业目录与专业简介（2010版），以及此基础上公卫职教分会的研究结果——教改性教学方案而编写；它将医学教育与职业教育相结合，满足岗位需要；它适合学生、教师、院校的实际情况，具有可操作性。为此，陈锦治理事长、学会的核心院校领导和老师们共同努力，第四军医大学出版社鼎力支持，分析了本专业的教育目标、教育层次、岗位特征、学制学时、教学特点、学生状况以及执业资格准入标准等多个因素，提出了初中毕业起点学生获得农村医生执业（助理执业医师标准以上）能力的课程结构与基本教学内容。相信在教学实践中，老师们将结合实际做出进一步地探索与发展，以培养出合格的新型农村医生，发展医学服务事业，造福百姓，完成社会、时代所赋予的重任。

“农医”专业的课程与教材建设宛如柔韧多彩的江南乐曲与质朴高亢的秦腔汇成的一个春天的曲目，它会得到全国不同地区院校师生们的喜爱与爱护，它将是我们大家共同创造的“农医”专业的美好明天。

刘 晨

2012年3月28日于北京

前 言

本书以农村医学专业建设人才培养方案作为编写的主导思想,在编写过程中实现了由传统的“以学科体系为引领”向“以解决基层岗位实际问题为引领”的转变,以及由“以学科知识为主线”向“基层实际应用技能为主线”的转变,同时坚持“贴近学生、贴近岗位、贴近社会”的基本原则,以学生认知规律为导向,以培养目标为依据,以教学计划和课程目标为纲领,结合临床执业助理医师资格考试的“考点”,根据农村医学专业岗位的实际需求,体现“实用为本,够用为度”的特点,构建思想性、科学性、先进性、启发性及适用性相结合的农村医学专业教材体系。

编者编写时在每个章节的正文中插入大量图表、案例分析、考点链接,以唤起学生的问题意识以及对临床执业助理医师资格考试的关注,帮助学生开阔视野、激活思维,提高学生分析问题和解决问题的能力。在正文后增加了综合测试,以章为单位编写,并附有参考答案,供学生参考。同时在全书末附有两套模拟试题(每套100题,题型参考临床执业助理医师资格考试题型,以A1、A2、A3、B型题为主)。为了更好地加强理论知识的学习,我们还编写了与本教材配套的课件光盘,以帮助学生更好地理解 and 掌握教材内容。

全书共14章,内容包括绪论、蛋白质的结构与功能、核酸的结构与功能、维生素、酶、生物氧化、糖代谢、脂类代谢、氨基酸的代谢、核苷酸代谢、基因信息的传递、信号转导、癌基因与抑癌基因、肝生物化学,另附实验指导。本书教学共安排51学时,其中理论教学35学时,实验课16学时。各学校可根据实际情况,对课时安排及实验做相应调整。

本教材在编写过程中得到了中华预防医学会公共卫生教育学会职教分会、第四军医大学出版社及其他编者所在单位领导的大力支持,在此深表衷心感谢。

生物化学发展迅速,内容涉及面广,尽管编写人员尽心尽责,鉴于学术水平有限,加之时间仓促,书中疏漏和不完善之处在所难免,恳请各位同仁以及使用本教材的教师和同学们给予批评指正,以便再版时进一步修订,以臻完善。

韦 斌 宾 巴

2012年3月

目 录

第一章 绪论	(1)
第一节 生物化学的概念与内容	(1)
第二节 生物化学与医学的关系	(2)
第二章 蛋白质的结构与功能	(4)
第一节 蛋白质的分子组成	(4)
第二节 蛋白质的结构与功能	(7)
第三节 蛋白质的理化性质和分类	(12)
第三章 核酸的结构与功能	(17)
第一节 核酸的分子组成	(17)
第二节 核酸的分子结构	(20)
第三节 核酸的理化性质	(22)
第四章 维生素	(25)
第一节 概述	(25)
第二节 脂溶性维生素	(26)
第三节 水溶性维生素	(28)
第五章 酶	(36)
第一节 概述	(36)
第二节 酶的结构与功能	(37)
第三节 影响酶促反应速度的因素	(40)
第四节 酶与医学的关系	(44)
第六章 生物氧化	(47)
第一节 概述	(47)
第二节 线粒体生物氧化体系	(47)
第三节 ATP 的生成与能量的利用和转移	(49)
第四节 二氧化碳的生成	(53)
第七章 糖代谢	(55)
第一节 糖的分解代谢	(55)



第二节 糖原的合成与分解	(62)
第三节 糖异生作用	(64)
第四节 血糖	(65)
第八章 脂类代谢	(69)
第一节 概述	(69)
第二节 甘油三酯代谢	(70)
第三节 类脂的代谢	(75)
第四节 血脂	(79)
第九章 氨基酸的代谢	(85)
第一节 蛋白质的营养作用	(85)
第二节 氨基酸的一般代谢	(87)
第三节 个别氨基酸的代谢	(92)
第十章 核苷酸代谢	(99)
第一节 核苷酸合成代谢	(99)
第二节 核苷酸的分解代谢	(103)
第十一章 基因信息的传递	(107)
第一节 DNA 的生物合成	(107)
第二节 RNA 的生物合成	(110)
第三节 蛋白质的生物合成	(112)
第四节 基因表达调控	(117)
第十二章 信号转导	(119)
第一节 信号分子	(119)
第二节 受体	(121)
第十三章 癌基因与抑癌基因	(124)
第一节 癌基因	(124)
第二节 抑癌基因	(125)
第十四章 肝生物化学	(127)
第一节 肝在物质代谢中的作用	(127)
第二节 胆汁酸代谢	(129)
第三节 肝的生物转化作用	(130)

第四节 胆色素代谢	(132)
第五节 常用肝功能试验及临床意义	(136)
生物化学实验指导	(138)
生物化学实验基本要求与基本操作	(138)
实验一 酶的特异性	(140)
实验二 温度、pH、激活剂与抑制剂对酶促作用的影响	(141)
实验三 琥珀酸脱氢酶的作用及其抑制	(143)
实验四 分光光度计的使用	(144)
实验五 血糖浓度测定(葡萄糖氧化酶法)	(146)
实验六 肝中酮体的生成作用	(147)
实验七 血清总胆固醇测定(胆固醇氧化酶法)	(148)
实验八 转氨基作用	(149)
实验九 尿素的测定(脲酶比色法)	(150)
实验十 血清蛋白质测定	(151)
模拟测试卷	(154)
试卷一	(154)
试卷二	(162)
参考答案	(170)
参考文献	(172)

第一章 绪 论

生物化学是研究生命化学的科学，它在分子水平上探讨生命现象的本质。随着分子生物学时代的到来，生物化学已成为生命科学中的前沿学科。生物化学是生命科学和医学的重要组成部分，因此也是农村医学专业学生必修的基础医学课程。学好生物化学将学习其他基础医学和临床医学课程以及在分子水平上认识病因和发病机制、诊断和防治疾病奠定扎实的基础。

第一节 生物化学的概念与内容

一、生物化学的概念

生物化学也称生命的化学，它是研究生物体内化学分子与化学反应的基础生命科学，从分子水平探讨生命现象的本质。生物化学的研究方法主要采用化学的原理和方法，同时也与生物学、物理学、生理学、细胞学、遗传学和免疫学相联系和交叉。生物化学的研究对象是生物体，在医学领域中生物化学的研究对象主要是人体。

二、生物化学研究的内容

当代生物化学的研究内容主要集中在以下几个方面。

（一）生物体的物质组成及生物分子

组成生物体的化学成分包括无机物、有机小分子和生物大分子。活细胞的有机物主要由碳、氢、氧、氮、磷和硫等元素结合组成，分为大分子和小分子两大类。前者包括蛋白质、核酸、多糖和复合脂类，后者有维生素、激素、各种代谢中间物以及合成生物大分子所需的氨基酸、核苷酸、糖、脂肪酸和甘油等。小分子化合物可以构成生物大分子，所以也把他们称为生物分子或构件分子。生物大分子的重要特征之一是具有信息功能，由此也称之为生物信息分子。

（二）新陈代谢与代谢调节控制

生物体与周围环境之间不断地进行物质交换和能量交换，以实现自我更新的过程，称为新陈代谢。新陈代谢是生命的基本特征，由合成代谢和分解代谢组成。合成代谢是生物体从外界摄取营养物质，并将其合成、转化为自身物质，同时贮存能量的过程，也叫同化作用；分解代谢是生物体不断分解自身物质，同时释放能量供生命活动的需要，并将其分解产物排出体外的过程，也叫异化作用。因此，新陈代谢又包含着物质代谢和

能量代谢两个密不可分的过程。正常的物质代谢是正常生命过程的必要条件,若物质代谢发生紊乱则可引起疾病。机体内错综复杂的代谢途径的有序进行,需要严格的调节机制,否则代谢的紊乱可影响正常的生命活动,从而发生疾病。因此,研究新陈代谢及代谢调节规律是生物化学课程的主要内容。

(三) 基因信息传递及其调控

DNA 是生物遗传的主要物质基础,在 DNA 分子中储存着遗传信息,即基因,遗传信息可翻译成能执行各种各样生理功能的蛋白质。生物体内进行的一切生命活动都是遗传信息最终表达的结果,这涉及 DNA 的复制、RNA 的转录及蛋白质生物合成等基因信息传递的过程和机制,还涉及基因表达的调控。基因信息的传递涉及遗传、变异、生长、分化等诸多生命过程,也与遗传病、恶性肿瘤、心血管病等多种疾病的发病机制有关。对基因表达调控的研究,将进一步阐明大分子功能和疾病发生机制,从而在分子水平上为疾病的诊断、治疗和预防提供科学依据和技术支持。

第二节 生物化学与医学的关系

一、生物化学发展概况

生物化学是一门既古老又年轻的学科。在远古时代人们就开始应用生物化学的知识,但直到 1903 年才引进“生物化学”这一名称而成为一门独立的学科。

(一) 古代生物化学在实践中的应用

在“生物化学”提出之前,我国劳动人民在生活、生产实践中已经积累并应用了大量的与生化相关的知识,开展了大量的实践活动。如我国古代的酿酒、造醋、制麦芽糖等;又如在医药方面,葛洪在《肘后备急方》记载了用海藻酒治疗瘰病。孙思邈则在他的著作中记载了可用车前子、防风、杏仁、大豆、槟榔这些含维生素 B₁ 丰富的草药治疗脚气病,孙思邈还首先用含有丰富维生素 A 的猪肝治疗“雀目”(夜盲症)。在欧洲,早在 17 世纪就开始了与生物体有关的科学试验,尽管这些试验主要是为了研究医学、微生物学等学科,也为生物化学奠定了十分重要的基础。

(二) 近代生物化学的发展

近代生物化学的发展,欧洲处于领先的地位。

1. 叙述生物化学阶段 18 世纪中叶至 19 世纪末是生物化学的初期阶段,也称叙述生物化学阶段,研究内容以分析生物体内物质的化学组成、性质和含量为主。在此期间,对脂类、糖类及氨基酸性质进行了系统的研究;发现了重要的遗传物质——核酸;化学家合成了简单多肽;酵母发酵过程中“可溶性催化剂”的发现,奠定了酶学基础等。

2. 动态生物化学阶段 从 20 世纪初期开始,生物化学处于飞速发展的辉煌时期,进入了动态生物化学阶段。以研究生物体内物质的变化即物质代谢途径及其动态平衡为主。例如:在营养学方面发现了人类必需氨基酸、必需脂肪酸和多种维生素;在内分泌方面,发现了多种激素,并将其分离、合成;在酶学方面,认识到酶的化学本质是蛋白质,酶晶体制备获得成功;在物质代谢方面,生物体内主要物质的代谢途径已基本确定。

3. 分子生物学时期 20 世纪后半叶以来, 生物化学发展的显著特征是分子生物学的崛起。这一阶段主要的研究工作就是探讨各种生物大分子的结构与其功能之间的关系。其标志是 1953 年 Watson 和 Crick 提出 DNA 双螺旋结构模型, 为揭示遗传信息传递规律奠定了基础, 是生物化学发展进入分子生物学时期的重要标志。

这一时期的重要贡献包括: 20 世纪 70 年代的重组 DNA 技术的建立, 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; 80 年代核酶的发现补充了人们对生物催化剂本质的认识; 聚合酶链反应 (PCR) 技术的发明, 使人们有可能在体外高效率扩增 DNA; 20 世纪末和 21 世纪初, 随着人类基因组全序列测定的基本完成, 生命科学进入了后基因组时代, 产生了功能基因组学、蛋白质组学、结构基因组学等。

分子生物学的发展揭示了生命本质的高度有序性和一致性, 是人类在认识论上的巨大飞跃。从广义上理解, 分子生物学是生物化学的重要组成部分, 也被视作生物化学的发展和延续, 因此, 分子生物学的飞速发展无疑为生物化学的发展注入了生机和活力。

二、生物化学与医学的关系

生物化学与医学的发展密切相关, 相互促进。近年来, 生物化学已渗透到医学科学的各个领域, 使许多基础医学的研究均深入到分子水平, 并应用生物化学的理论与技术解决各学科的问题, 由此产生了“分子免疫学”“分子病理学”“分子药理学”等新学科。现代医学经常运用生物化学的理论和预防、诊断和治疗疾病, 许多疾病的发生机理也需要从分子水平上加以探讨。近年来, 对人们十分关注的恶性肿瘤、心脑血管疾病、免疫性疾病、神经系统疾病等重大疾病, 从分子水平上对其发病机制的研究取得了丰硕成果。生物化学与分子生物学的进一步发展, 必将给临床医学的诊断和治疗带来全新的理念。因此, 学习和掌握生物化学的知识, 除了能帮助我们理解生命现象的本质与人体正常生理过程的分子机制, 更重要的是为后续的基础医学课程、临床医学课程打下坚实的基础。

(韦 斌)

第二章 蛋白质的结构与功能

蛋白质是由氨基酸组成的一类生物大分子，在机体内蛋白质的含量很多，约占机体固体成分的45%。它分布广泛，几乎所有的器官组织都含有蛋白质。体内各种蛋白质结构千差万别，功能多种多样，它们不仅参与人体的结构组成、催化细胞中的化学反应、调节物质代谢、运输营养物质与代谢产物，还参与肌肉收缩、血液凝固、免疫反应以及遗传信息的传递与调控等。因此，蛋白质是各种生命现象的主要物质基础。

第一节 蛋白质的分子组成

一、蛋白质的元素组成

根据蛋白质的元素分析，组成蛋白质的主要元素有碳（50% ~ 55%）、氢（6% ~ 7%）、氧（19% ~ 24%）、氮（13% ~ 19%）和硫（0 ~ 4%）。有些蛋白质还含有少量磷或金属元素如铁、铜、锌、锰、钴、钼等，个别蛋白质还含有碘。各种蛋白质的含氮量很接近，平均为16%。由于体内组织的主要含氮物是蛋白质，因此，只要测定生物样品中的氮含量，就可以按下式推算出蛋白质的大致含量。

每克样品中含氮克数 $\times 6.25 \times 100 = 100\text{g}$ 样品中蛋白质含量（g%）

案例分析

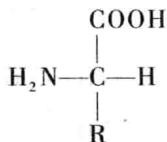
2008年9月，中国爆发三鹿婴幼儿奶粉受污染事件，导致食用了受污染奶粉的婴幼儿出现肾结石病症，其原因是奶粉中含有三聚氰胺。三聚氰胺简称三胺，是一种三嗪类含氮杂环有机化合物，学名三氨基三嗪，分子式： $\text{C}_3\text{N}_6\text{H}_6$ 、 $\text{C}_3\text{N}_3(\text{NH}_2)_3$ 。其分子最大的特点为含氮原子很多。由于食品和饲料工业蛋白质含量测试方法的缺陷，三聚氰胺也常被不法商人用作食品添加剂，以提升食品检测中的蛋白质含量指标，因此三聚氰胺也被人称为“蛋白精”。

思考：1. 三鹿奶粉中厂家为什么要加入三聚氰胺？

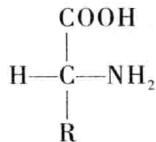
2. 奶粉中蛋白质含量如何估算？

二、蛋白质的基本组成单位——氨基酸

蛋白质是高分子化合物，可以受酸、碱或酶作用而水解成为氨基酸，所以组成蛋白质的基本单位是氨基酸。自然界中的氨基酸有 300 余种，组成人体蛋白质的氨基酸仅有 20 种，且均属 L- α -氨基酸（甘氨酸除外）。



L- α -氨基酸



D- α -氨基酸

（一）氨基酸的结构特点

虽然各种氨基酸结构各不相同，但都具有如下特点：

1. 氨基酸的氨基（ $-\text{NH}_2$ ）或亚氨基（ $=\text{NH}$ ）都与连接羧基（ $-\text{COOH}$ ）的 α -碳原子相连，故它们都属于 α -氨基酸（脯氨酸为 α -亚氨酸）。
2. 不同氨基酸的差异在于侧链 R 不同。除了甘氨酸侧链 R 为 H 外，其他氨基酸（包括脯氨酸）的 α -碳原子都是手性碳原子（碳原子所连的 4 个原子或基团互不相同），因而每种氨基酸都有两种构型：D 型（右旋）和 L 型（左旋）。组成人体蛋白质的氨基酸都是 L 型，即 L- α -氨基酸。生物界中已发现的 D 型氨基酸大都存在于某些细菌产生的抗生素及个别植物的生物碱中。

考点链接

下列氨基酸中无 L 型或 D 型之分的是

- A. 谷氨酸 B. 甘氨酸 C. 半胱氨酸 D. 赖氨酸 E. 组氨酸

解析：所有 α -氨基酸，除了甘氨酸外，其余氨基酸的 α 碳原子都是一个不对称碳原子，具有旋光异构现象，有 D 型和 L 型两种构型。**参考答案：**B。

（二）氨基酸的分类

根据氨基酸侧链 R 的结构和性质的差异分为以下 4 类，见表 2-1。

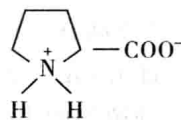
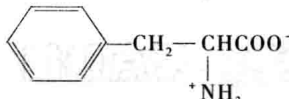
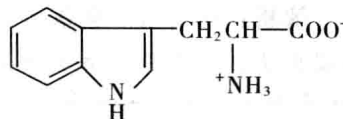
1. 非极性侧链氨基酸 这类氨基酸的特征是在水中溶解度小于极性侧链氨基酸。包括 4 种带有脂肪烃侧链的氨基酸（丙氨酸、缬氨酸、亮氨酸和异亮氨酸）；2 种含芳香环氨基酸（苯丙氨酸和色氨酸）；1 种含硫氨基酸（蛋氨酸）和一种亚氨基酸（脯氨酸）。
2. 不带电荷的极性侧链氨基酸 这类氨基酸的特征是比非极性侧链氨基酸易溶于水。包括 3 种具有羟基的氨基酸（丝氨酸、苏氨酸和酪氨酸）；2 种具有酰胺基的氨基酸（谷氨酰胺和天冬酰胺）；1 种含有巯基氨基酸（半胱氨酸）和 R 基团只有一个氢但仍能表现一定极性的甘氨酸。
3. 带正电荷的侧链氨基酸 这类氨基酸的特征是在水溶液中能结合 H^+ 带正电荷，



是一类碱性氨基酸。包括在侧链含有 ϵ 氨基的赖氨酸、R 基团含有一个带正电荷胍基的精氨酸和含有弱碱性咪唑基的组氨酸。

4. 带负电荷的侧链氨基酸 天冬氨酸和谷氨酸都含有 2 个羧基，在水溶液中能释放出 H^+ 带负电荷，是一类酸性氨基酸。

表 2-1 氨基酸的分类

名 称	中文缩写	英文缩写		结 构 式
1. 非极性侧链氨基酸				
丙氨酸	丙	Ala	A	$\begin{array}{c} \text{CH}_3-\text{CH}-\text{COO}^- \\ \\ ^+\text{NH}_3 \end{array}$
亮氨酸	亮	Leu	L	$\begin{array}{c} (\text{CH}_3)_2\text{CHCH}_2-\text{CHCOO}^- \\ \\ ^+\text{NH}_3 \end{array}$
异亮氨酸	异亮	Ile	I	$\begin{array}{c} \text{CH}_3\text{CH}_2\text{CH}-\text{CHCOO}^- \\ \quad \\ \text{CH}_3 \quad ^+\text{NH}_3 \end{array}$
缬氨酸	缬	Val	V	$\begin{array}{c} (\text{CH}_3)_2\text{CH}-\text{CHCOO}^- \\ \\ ^+\text{NH}_3 \end{array}$
脯氨酸	脯	Pro	P	
苯丙氨酸	苯丙	Phe	F	
蛋（甲硫）氨酸	蛋	Met	M	$\begin{array}{c} \text{CH}_3\text{SCH}_2\text{CH}_2-\text{CHCOO}^- \\ \\ ^+\text{NH}_3 \end{array}$
色氨酸	色	Trp	W	
2. 不带电荷的极性侧链氨基酸				
甘氨酸	甘	Gly	G	$\begin{array}{c} \text{CH}_2-\text{COO}^- \\ \\ ^+\text{NH}_3 \end{array}$
丝氨酸	丝	Ser	S	$\begin{array}{c} \text{HOCH}_2-\text{CHCOO}^- \\ \\ ^+\text{NH}_3 \end{array}$
谷氨酰胺	谷胺	Gln	Q	$\begin{array}{c} \text{O} \\ \\ \text{H}_2\text{N}-\text{C}-\text{CH}_2\text{CH}_2\text{CH}-\text{COO}^- \\ \\ ^+\text{NH}_3 \end{array}$

续表

名 称	中文缩写	英文缩写	结 构 式	
苏氨酸	苏	Thr	T	$\begin{array}{c} \text{CH}_3\text{CH}-\text{CHCOO}^- \\ \quad \\ \text{OH} \quad ^+\text{NH}_3 \end{array}$
半胱氨酸	半胱	Cys	C	$\begin{array}{c} \text{HSCH}_2-\text{CHCOO}^- \\ \\ ^+\text{NH}_3 \end{array}$
天冬酰胺	天胺	Asn	N	$\begin{array}{c} \text{O} \\ \\ \text{H}_2\text{N}-\text{C}-\text{CH}_2-\text{CHCOO}^- \\ \\ ^+\text{NH}_3 \end{array}$
酪氨酸	酪	Tyr	Y	$\begin{array}{c} \text{HO}-\text{C}_6\text{H}_4-\text{CH}_2-\text{CHCOO}^- \\ \\ ^+\text{NH}_3 \end{array}$
3. 酸性氨基酸				
天冬氨酸	天	Asp	D	$\begin{array}{c} \text{HOOCCH}_2\text{CHCOO}^- \\ \\ ^+\text{NH}_3 \end{array}$
谷氨酸	谷	Glu	E	$\begin{array}{c} \text{HOOCCH}_2\text{CH}_2\text{CHCOO}^- \\ \\ ^+\text{NH}_3 \end{array}$
4. 碱性氨基酸				
赖氨酸	赖	Lys	K	$\begin{array}{c} \text{NH}_2\text{CH}_2\text{CH}_2\text{CH}_2\text{CH}_2\text{CHCOO}^- \\ \\ ^+\text{NH}_3 \end{array}$
精氨酸	精	Arg	R	$\begin{array}{c} \text{NH} \\ \\ \text{H}_2\text{N}-\text{C}-\text{NHCH}_2\text{CH}_2\text{CH}_2\text{CHCOO}^- \\ \\ ^+\text{NH}_3 \end{array}$
组氨酸	组	His	H	$\begin{array}{c} \text{N} \\ \\ \text{C}=\text{N} \\ \\ \text{H} \end{array} \text{CH}_2\text{CH}-\text{COO}^- \\ \\ ^+\text{NH}_3$

第二节 蛋白质的结构与功能

一、蛋白质的基本结构

(一) 肽键和肽

1. 肽键 在蛋白质分子中,氨基酸通过肽键相互连接。肽键是由一个氨基酸的 α -羧基与另一个氨基酸的 α -氨基脱水缩合形成的酰胺键 ($-\text{CO}-\text{NH}-$)。