



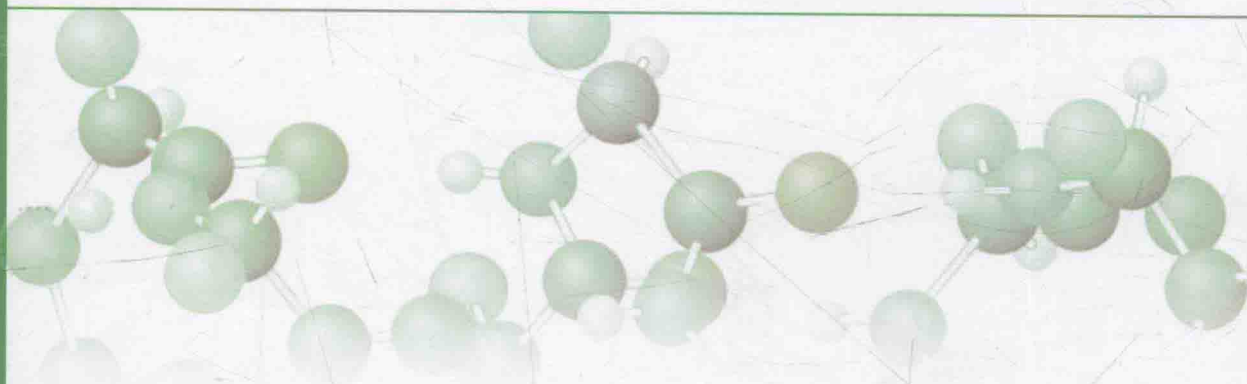
中国抗癌协会
Chinese Anti-Cancer Association

中国抗癌协会肿瘤营养与支持治疗专业委员会推荐阅读

蛋白质临床应用

Protein in Clinical Use

主编 石汉平 王昆华 李增宁



中国抗癌协会肿瘤营养与支持治疗专业委员会推荐阅读

蛋白质临床应用

Protein in Clinical Use

主 编

石汉平 王昆华 李增宁

副主编

吴小燕 缪明永 罗 琪

韩 骅 姜海平 荣新洲

人民卫生出版社

图书在版编目 (CIP) 数据

蛋白质临床应用/石汉平,王昆华,李增宁主编.—北京:人民卫生出版社,2015

ISBN 978-7-117-21336-3

I. ①蛋… II. ①石…②王…③李… III. ①蛋白质-临床应用 IV. ①Q51②R4

中国版本图书馆 CIP 数据核字 (2015) 第 219772 号

人卫社官网	www.pmph.com	出版物查询, 在线购书
人卫医学网	www.ipmph.com	医学考试辅导, 医学数据库服务, 医学教育资源, 大众健康资讯

版权所有, 侵权必究!

蛋白质临床应用

主 编: 石汉平 王昆华 李增宁

出版发行: 人民卫生出版社 (中继线 010-59780011)

地 址: 北京市朝阳区潘家园南里 19 号

邮 编: 100021

E - mail: pmph@pmph.com

购书热线: 010-59787592 010-59787584 010-65264830

印 刷: 北京铭成印刷有限公司

经 销: 新华书店

开 本: 787×1092 1/16 印张: 21

字 数: 511 千字

版 次: 2015 年 12 月第 1 版 2015 年 12 月第 1 版第 1 次印刷

标准书号: ISBN 978-7-117-21336-3/R · 21337

定 价: 99.00 元

打击盗版举报电话: 010-59787491 E-mail: WQ@pmph.com

(凡属印装质量问题请与本社市场营销中心联系退换)

编者名单 (以姓氏拼音为序) ...

蔡如玉 福建医科大学附属协和医院
曹婧然 河北医科大学第一医院
陈 玲 武汉大学中南医院
陈 涛 昆明医科大学第一附属医院
陈 溢 福建医科大学附属协和医院
陈贤玉 昆明医科大学第一附属医院
陈玉龙 郑州大学第一附属医院
段维佳 首都医科大学附属北京友谊医院
樊跃平 中国科学院北京转化医学研究院/
中国医科大学航空总医院
冯 玲 河北医科大学第一医院
高 苹 武汉大学中南医院
龚方友 昆明医科大学第一附属医院
郭世奎 昆明医科大学第一附属医院
韩 骅 第四军医大学基础部生物化学与
分子生物学教研室
胡春雷 中山大学附属第一医院
黄正接 厦门大学附属第一医院
贾震易 上海交通大学第六医院
姜海平 暨南大学华侨医院
兰 玲 郑州大学附属人民医院
雷 毅 昆明医科大学第一附属医院
李 苹 厦门大学附属中山医院
李松泽 广州市第一医院
李云涛 南京医科大学第二附属医院
李增宁 河北医科大学第一医院
梁世倩 第四军医大学基础部遗传学与发育
生物学教研室
林巧贤 福建医科大学附属协和医院
刘兵兵 河北医科大学第一医院
路树强 中国科学院北京转化医学研究院/
中国医科大学航空总医院

罗 琪 厦门大学附属第一医院
缪明永 第二军医大学生物化学与分子生物
学教研室
欧晓娟 首都医科大学附属北京友谊医院
荣新洲 广州市第一医院
尚 杰 北京大学第三医院海淀区
石大伟 河南省直第三人民医院
石汉平 中国科学院北京转化医学研究院/
中国医科大学航空总医院
王 丹 昆明医科大学第一附属医院
王 霞 杭州市第一人民医院
王昆华 昆明医科大学第一附属医院
王倩怡 首都医科大学附属北京友谊医院
王思力 厦门大学附属第一医院
王晓明 首都医科大学附属北京友谊医院
王幼黎 中国科学院北京转化医学研究院/
中国医科大学航空总医院
吴小燕 武汉大学中南医院
吴晓宁 首都医科大学附属北京友谊医院
谢 颖 河北医科大学第一医院
徐 玉 昆明医科大学第一附属医院
许春进 河南省商丘市第一人民医院
杨 婷 福建医科大学附属协和医院
尤 俊 厦门大学附属第一医院
于 森 中山大学附属第一医院
袁凯涛 中山大学附属第一医院
曾 仲 昆明医科大学第一附属医院
张 娟 武汉大学中南医院
张慧锋 昆明医科大学第一附属医院
张秀萍 福建医科大学附属协和医院
赵 玲 昆明医科大学第一附属医院
赵天涯 武汉大学中南医院

前言 ...

19 世纪初, 荷兰化学家格利特·马尔德 (Gerhardus Johannes Mulder) 从动物组织和植物体液中提取出一种共同物质, 并发现几乎所有的该物质都有相同的实验公式, 还观察到有生命的东西离开了该物质就不能生存, 遂于 1838 年以 “protein” 来命名该物质。“Protein” 一词源于希腊语 “protos”, 原意为 “of first importance, 最重要、第一”, 以警示人们该物质的重要性。至于何人、何时、何地、何故将 “protein” 译为 “蛋白质”, 我们无法考证。推测 “蛋白质” 这个译名与熟蛋的白色部分——蛋白有关。

对人体而言, 尽管碳水化合物、脂肪、蛋白质、水、维生素、矿物质六大营养素都非常重要, 缺一不可, 但是, 蛋白质无疑是其中最为重要的一种。与其他营养素不同, 蛋白质是组成人体一切细胞、组织及器官的重要成分, 是与生命及其各种形式的生命活动紧密联系在一起的物质。机体中的每一个细胞和所有重要组成部分都有蛋白质参与。蛋白质是生命的物质基础, 是构成细胞的基本有机物, 是生命活动的主要承担者。生命是物质运动的高级形式, 这种运动方式是通过蛋白质来实现的。人体的生长、发育、运动、遗传及繁殖等一切生命活动都离不开蛋白质, 没有蛋白质就没有生命。

正是因为蛋白质具有独一无二、不可替代、无与伦比的生物学意义, 所以, 近两百年来, 蛋白质的研究、开发与利用一直是如火如荼, 方兴未艾。人体内有 10 万种以上的蛋白质, 人生不同阶段、不同疾病、不同病程, 体内蛋白质的变化与需求大相径庭。自然界的蛋白质不计其数, 其组成、性质与功能也千差万别。因此, 为不同状况、不同条件下的人体提供内外契合、匹配对应的蛋白质是临床营养学乃至临床医学最为重要的议题。

尽管人们对蛋白质重要性的认识已经相当深刻, 但是与蛋白质的生物学作用相比, 人们对蛋白质本身的认知仍然相当肤浅, 误区甚多, 三聚氰胺事件就是一个生动的说明。关于蛋白质的疑问更是不计其数。自然界的氨基酸有 300 多种, 为什么参与蛋白质合成的氨基酸只有 20 种? 20 种氨基酸如何编码成千上万种蛋白质? 人体的新陈代谢包括合成代谢与分解代谢, 疾病条件下何时是分解代谢亢进、何时是合成代谢障碍? 如何补充蛋白质才能达到最佳蛋白质合成? 蛋白质是由碳、氢、氧、氮、磷、硫等多种元素组成, 为什么所有蛋白质的含氮量均为 16%? 体内蛋白质只占人体全部重量的 18% (16% ~ 20%), 为什么蛋白质发挥如此重要的作用? 食物中的蛋白质举不胜举、数不胜数, 什么蛋白质是人体最为需要的蛋白质? 支链氨基酸只比其他氨基酸多一个侧链, 为什么他们的作用如此不同?

有鉴于此,为了回答医务人员在日常工作中遇到的问题,解析临床实际工作中存在的疑惑,规范蛋白质的临床应用,指导疾病的合理营养治疗,我们邀请国内多家大学及医院对蛋白质的基础研究有丰富经验、对蛋白质的临床应用有实际体会的专家,参与编写本专著。编写工作始于2013年8月20日,程序仍然是确定书名、申报选题、编写目录、邀请作者、组织实施。2014年4月,初稿全部完成,随后我们邀请专家对全部书稿进行认真审理,并组织两次大范围的修订,最终于2015年6月23日交付出版社。

中国科学院北京转化医学研究院/中国医科大学航空总医院、中山大学附属第一医院、昆明医科大学第一附属医院、河北医科大学第一医院、武汉大学中南医院、第二军医大学生物化学与分子生物学教研室、厦门大学附属第一医院、第四军医大学生物化学与分子生物学教研室、福建医科大学附属协和医院、郑州大学第一附属医院、首都医科大学附属北京友谊医院、上海交通大学第六医院、暨南大学华侨医院、郑州大学附属人民医院、厦门大学附属中山医院、南京医科大学第二附属医院、第四军医大学遗传学与发育生物学教研室、北京大学第三医院、河南省直第三人民医院、广东省广州市第一医院、浙江省杭州市第一人民医院、河南省商丘市第一人民医院等22家单位、50余位专家参与了本书的编写工作。因此,本书是集体智慧的结晶,是共同努力的结果,是继《肿瘤营养学》、《营养筛查与评估》、《肿瘤恶液质》、《中国肿瘤营养治疗指南》等重要著作后,中国抗癌协会肿瘤营养与支持治疗专业委员会对社会的又一个贡献、对国家的又一份义务、对患者的又一颗爱心。本书的出版,再一次得到人民卫生出版社的大力支持,并得到《肿瘤代谢与营养电子杂志》编辑部、北京康爱营养医学研究院、天津康哲医药科技发展有限公司、亚太肿瘤研究基金会的热情帮助,在此一并表示衷心感谢。

本书是一本实用型专业参考书,全书分为蛋白质的基本问题及蛋白质的临床应用两篇。第一篇扼要介绍了蛋白质的结构、功能、消化、吸收与作用,重要食物蛋白质及医用蛋白质制剂;第二篇详细讨论了疾病、创伤、手术、感染、肿瘤情况下蛋白质的代谢,以及不同器官系统主要疾病的蛋白质应用。本书以临床医师、营养师、教师、研究生为读者对象,广泛适用于各级医院、医疗机构和教学单位。尽管愿望良好、尽管目的明确,但是由于能力有限,由于认识差异,由于科学发展,本书一定存在许多缺点,甚至错误,敬请广大读者批评指正,以便更新;本书是否实现初衷、是否达到目标,也恳请广大读者作出评判,以利提高。

如果本书对医务人员的临床工作有一点点帮助,如果本书对患者朋友的身心康复有一



丝丝作用，那么，请允许我们借用并改编晋·陶潜《和刘柴桑》诗：“陋作虽非著，慰情聊胜无。”

谨以本书献给中国抗癌协会肿瘤营养与支持治疗专业委员会的“蛋白质”——帮助学会成立、扶植学会成长、援手学会发展的老师们、朋友们！

2015 年 6 月

目 录 ..

第一篇 蛋白质的基本问题

第一章 蛋白质的基础	3
第一节 氨基酸	3
第二节 蛋白质的结构与功能	8
第三节 蛋白质的消化、吸收与代谢	13
第四节 血浆蛋白	16
第二章 重要食物蛋白质	20
第一节 动物源蛋白	20
第二节 植物源蛋白	26
第三章 医用蛋白质制剂	32
第一节 肠内制剂	32
第二节 静脉制剂	42
第四章 氮平衡	60
第一节 人体测量（肌肉）	60
第二节 人体成分分析（肌肉）	77
第三节 蛋白质的检测与氮平衡的评估	81
第四节 正氮平衡	84
第五节 负氮平衡	86
第六节 临床蛋白质补充的基本原则	87
第七节 中国居民膳食指南	88

第五章 蛋白质与生长发育	91
第一节 妊娠妇女	92
第二节 婴幼儿	95
第三节 儿童与青少年	98
第四节 老年人与老年患者	100

第二篇 蛋白质的临床应用

第六章 手术与创伤	105
第一节 创伤	105
第二节 围术期	113
第三节 烧伤	116
第七章 危重病患者	127
第一节 概述	127
第二节 重症胰腺炎	131
第三节 急性呼吸窘迫综合征	135
第四节 多器官功能障碍综合征与多器官功能衰竭	138
第五节 机械通气	140
第八章 恶性肿瘤	146
第一节 概述	146
第二节 肿瘤放化疗患者	158
第三节 家居肿瘤患者	164
第四节 恶液质患者	168
第五节 肌肉减少症	180
第九章 代谢性疾病	189
第一节 概述	189
第二节 营养不良	192
第三节 肥胖患者	194
第四节 糖尿病	195
第五节 骨质疏松	198
第六节 血脂与脂蛋白异常	200
第七节 代谢综合征	204
第十章 胃肠疾病	207
第一节 概述	207

第二节 克罗恩病	208
第三节 溃疡性结肠炎	211
第四节 短肠综合征	216
第五节 慢性腹泻	218
第十一章 肝脏疾病	222
第一节 概述	222
第二节 急、慢性肝炎	222
第三节 肝功能衰竭	225
第四节 肝硬化	229
第五节 酒精性肝病	232
第六节 肝移植	234
第十二章 肾脏疾病	237
第一节 概述	237
第二节 急性肾炎	240
第三节 急性肾衰竭	242
第四节 慢性肾脏疾病	245
第五节 透析患者	255
第六节 肾移植	265
第十三章 呼吸系统疾病	269
第一节 概述	269
第二节 慢性阻塞性肺疾病	270
第三节 慢性肺源性心脏病	272
第四节 支气管扩张症	274
第十四章 血液系统疾病	278
第一节 概述	278
第二节 贫血	280
第三节 白血病	282
第四节 骨髓移植	285
第五节 过敏性紫癜	291
第十五章 神经系统疾病	293
第一节 概述	293
第二节 脑卒中	294

第十六章 慢性感染性疾病	304
第一节 概述	304
第二节 结核病	308
第三节 艾滋病	309
第四节 病毒性肝炎	311
索引	315

第一篇 …

蛋白质的基本问题

蛋白质的基础

作为人体的三大类营养物质之一，蛋白质在维持正常生命活动的过程中起着极为关键的作用。首先，蛋白质具有维持组织生长、更新和修复的功能；其次，蛋白质参与体内多种重要的生理功能：如催化功能、调节功能、运输功能、储存功能、保护功能以及维持体液渗透压等。再次，蛋白质具有氧化供能的作用，亦可以转变为糖类和脂肪。

在临床实践中，一方面，很多疾病都是由于蛋白质分子异常造成的，如镰刀型红细胞贫血症是由于血红蛋白 β 链的第 6 位谷氨酸被缬氨酸代替，造成血红蛋白结构异常，导致红细胞的运氧功能发生改变。再如亨廷顿舞蹈病是由于编码 Huntintin 蛋白的基因发生动态突变，导致 Huntintin 蛋白不能被正常地代谢，而是积聚在神经元，造成神经元的变性和死亡。另一方面，许多蛋白质可作为药物，如胰岛素、干扰素、免疫球蛋白等。

综上，蛋白质功能的改变源于其结构的改变，氨基酸（amino acid, AA）是组成肽和蛋白质的基本单位，为了更好地理解蛋白质的功能，有必要对蛋白质的结构基础——氨基酸进行了解。

第一节 氨基酸

一、氨基酸的结构与构型

分子中同时含有氨基和羧基的化合物称为氨基酸。氨基酸是一种取代羧酸，即羧酸分子中烃基上的氢被氨基所取代，因此其命名可依据羧酸的命名规则，从羧基相邻碳原子开始编号，依次为 α 、 β 、 γ ……依此类推，称为 α -氨基酸、 β -氨基酸、 γ -氨基酸……肽和蛋白质都是由 α -氨基酸按一定的顺序以肽键（酰胺键）连接起来的生物分子。由两个、三个或多个 α -氨基酸形成的肽分别称为二肽、三肽或多肽。肽和蛋白质之间没有十分严格的界限，通常把相对分子质量大于 10 000Da 的称为蛋白质，而把相对分子质量小于 10 000Da 的称为肽，其中 10 个或 10 个以下氨基酸形成的肽称为寡肽（oligopeptide），10 个以上氨基酸形成的肽称为多肽（polipeptide）。

（一）氨基酸的结构

自然界中的氨基酸约有 300 种，而组成蛋白质的氨基酸仅有 20 种（表 1-1-1）。这 20 种氨基酸中，除脯氨酸外均为 α -氨基酸，即氨基连在羧基的 α -碳上，其结构通式如下

(图 1-1-1):

组成蛋白质的 20 种氨基酸，根据分子中羧基和氨基的相对数目可将它们分为酸性、碱性和中性氨基酸。天冬氨酸和谷氨酸分子中各含两个羧基和一个氨基，所以是酸性氨基酸；赖氨酸、精氨酸都含两个氨基和一个羧基，所以是碱性氨基酸，由于组氨酸的咪唑环具有微碱性，因而也是碱性氨基酸；其余 15 个氨基酸各含一个氨基和一个羧基，因而是中性氨基酸，根据中性氨基酸侧链基团有无极性，可将其分为非极性氨基酸（疏水氨基酸）和极性氨基酸（亲水氨基酸）（表 1-1-1）。

$$\begin{array}{c} \text{R}-\text{CH}-\text{COOH} \\ | \\ \text{NH}_2 \end{array}$$

图 1-1-1 氨基酸
的结构通式

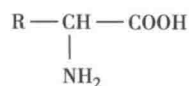


图 1-1-1 氨基酸
的结构通式

表 1-1-1 组成蛋白质的 20 种氨基酸

分类	中文名称	英文名称	符号	R 侧基结构式	等电点 (PI)
酸性氨基酸					
	天冬氨酸	Aspartic acid	Asp (D)	$\text{HOOCCH}_2-\underset{\substack{ \\ \text{+NH}_3}}{\text{CHCOO}^-}$	2.97
	谷氨酸	Glutamic acid	Glu (E)	$\text{HOOCCH}_2\text{CH}_2-\underset{\substack{ \\ \text{+NH}_3}}{\text{CHCOO}^-}$	3.22
碱性氨基酸					
	赖氨酸	Lysine	Lys (K)	$\text{NH}_2\text{CH}_2\text{CH}_2\text{CH}_2\text{CH}_2-\underset{\substack{ \\ \text{+NH}_3}}{\text{CHCOO}^-}$	9.74
	精氨酸	Arginine	Arg (R)	$\text{NH}_2\overset{\text{NH}}{\parallel}\text{CNHCH}_2\text{CH}_2\text{CH}_2-\underset{\substack{ \\ \text{+NH}_3}}{\text{CHCOO}^-}$	10.76
	组氨酸	Histidine	His (H)	$\text{HN}\begin{array}{c} \diagup \text{C} \diagdown \\ \diagdown \text{NH} \diagup \end{array}-\text{CH}_2-\underset{\substack{ \\ \text{+NH}_3}}{\text{CHCOO}^-}$	7.59
中性氨基酸 (极性氨基酸)					
	丝氨酸	Serine	Ser (S)	$\text{HO}-\text{CH}_2-\underset{\substack{ \\ \text{+NH}_3}}{\text{CHCOO}^-}$	5.68
	半胱氨酸	Cysteine	Cys (C)	$\text{HS}-\text{CH}_2-\underset{\substack{ \\ \text{+NH}_3}}{\text{CHCOO}^-}$	5.07
	酪氨酸	Tyrosine	Tyr (Y)	$\text{HO}-\text{C}_6\text{H}_4-\text{CH}_2-\underset{\substack{ \\ \text{+NH}_3}}{\text{CHCOO}^-}$	5.66
	天冬酰胺	Asparagine	Asn (N)	$\text{H}_2\text{N}-\overset{\text{O}}{\parallel}\text{C}-\text{CH}_2-\underset{\substack{ \\ \text{+NH}_3}}{\text{CHCOO}^-}$	5.41

续表

分类	中文名称	英文名称	符号	R 侧基结构式	等电点 (PI)
	谷氨酰胺	Glutamine	Gln (Q)	$\text{H}_2\text{N}-\overset{\text{O}}{\parallel}{\text{C}}-\text{CH}_2-\text{CH}_2-\underset{\text{NH}_3^+}{\text{CH}}\text{COO}^-$	5.65
	苏氨酸	Threonine	Thr (T)	$\text{HO}-\underset{\text{CH}_3}{\overset{ }{\text{CH}}}-\underset{\text{NH}_3^+}{\text{CH}}\text{COO}^-$	5.60
中性氨基酸 (非极性氨基酸)					
	甘氨酸	Glycine	Gly (G)	$\text{H}-\underset{\text{NH}_3^+}{\text{CH}}\text{COO}^-$	5.97
	丙氨酸	Alanine	Ala (A)	$\text{CH}_3-\underset{\text{NH}_3^+}{\text{CH}}\text{COO}^-$	6.00
	缬氨酸	Valine	Val (V)	$\text{CH}_3-\underset{\text{CH}_3}{\overset{ }{\text{CH}}}-\underset{\text{NH}_3^+}{\text{CH}}\text{COO}^-$	5.96
	亮氨酸	Leucine	Leu (L)	$\text{CH}_3-\underset{\text{CH}_3}{\overset{ }{\text{CH}}}-\text{CH}_2-\underset{\text{NH}_3^+}{\text{CH}}\text{COO}^-$	5.98
	异亮氨酸	Isoleucine	Ile (I)	$\text{CH}_3-\text{CH}_2-\underset{\text{CH}_3}{\overset{ }{\text{CH}}}-\underset{\text{NH}_3^+}{\text{CH}}\text{COO}^-$	6.02
	脯氨酸	Proline	Pro (P)	$\begin{array}{c} \text{CH}_2-\text{CH}-\text{COO}^- \\ \quad \quad \quad \\ \text{CH}_2-\text{CH}_2-\text{NH}_2^+ \end{array}$	6.30
	苯丙氨酸	Phenylalanine	Phe (F)	$\text{C}_6\text{H}_5-\text{CH}_2-\underset{\text{NH}_3^+}{\text{CH}}\text{COO}^-$	5.48
	色氨酸	Tryptophan	Try (W)	$\text{C}_8\text{H}_6\text{N}-\text{CH}_2-\underset{\text{NH}_3^+}{\text{CH}}\text{COO}^-$	5.89
	蛋氨酸	Methionine	Met (M)	$\text{CH}_3\text{SCH}_2\text{CH}_2-\underset{\text{NH}_3^+}{\text{CH}}\text{COO}^-$	5.74

(二) 氨基酸的构型

有机化合物中很多分子都具有立体异构现象, 氨基酸也不例外。立体异构是指分子的构造相同, 但由于分子中原子或原子团在空间的排列方式不同而引起的同分异构现象。实物与镜像不能重合的物质称为具有手性的 (chiral) 物质, 如同人的左右手一样, 互为实物与镜像, 但却不能完全重合, 反之, 能与其镜像重合的物质则是非手性的 (achiral) 物质。手性的概念可用于描述分子结构。当一个化合物的分子与其镜像不能完全重合时, 这种分子就具有手性 (chirality), 氨基酸即为一种手性分子, 见图 1-1-2。

这种立体异构体称为对映异构体，简称对映体（enantiomer）。一对对映体包括一个左旋体（levoisomer, L）和一个右旋体（dextroisomer, D），二者是实物与镜像的关系，但不能完全重合。若碳原子上连接的四个原子或基团都不同，它就没有对称面而有手性，这种碳原子称为手性碳原子。氨基酸中除甘氨酸（ $R=H$ ）外， α -氨基酸的碳原子均是手性碳原子。为了书写的方便，通常用费歇尔（Fischer）投影式表示对映体的构型。构型的表示方法有 D/L 构型表示法，氨基酸的构型便采用这种表示法。在具有手性碳原子的化合物中，按费歇尔投影规则投影，即将含碳原子的集团放在竖键上，氧化态较高的基团放在上端，这时所得的费歇尔投影式中，X（X 通常代表羟基、卤素及氨基等集团）在右边的称为 D 型，X 在左边的称为 L 型。依据这种方法，氨基酸的费歇尔投影式如图 1-1-3：

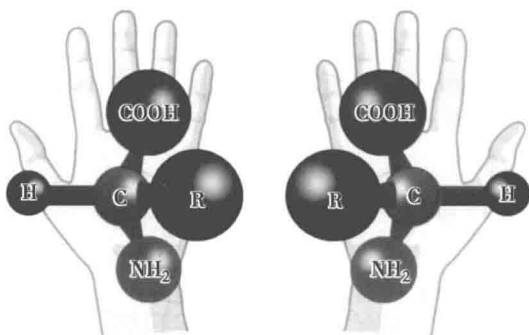


图 1-1-2 手性的氨基酸分子

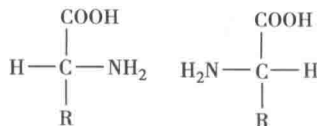


图 1-1-3 氨基酸的费歇尔投影式

因此氨基酸的构型有 D 型与 L 型。天然氨基酸大多属于 L 型。D-氨基酸多存在于微生物的细胞壁、多肽抗生素和个别植物的生物碱中，如 D-丙氨酸和 D-谷氨酸。此外，哺乳动物中也存在不参与蛋白质组成的游离 D-氨基酸，如存在于前脑中的 D-丝氨酸和存在于脑和外周组织的 D-天冬氨酸。

二、氨基酸的理化性质

氨基酸由于同时含有氨基和羧基，因而它既具有氨基的性质，也具有羧基的性质。同时，分子中氨基和羧基相互影响，又表现出一些特殊的性质。下面将从氨基酸的两性解离、氨基酸的重要化学反应以及氨基酸的光学性质三个方面对氨基酸的理化性质进行介绍。

（一）氨基酸的两性解离特性

氨基酸分子中同时含有碱性的氨基和酸性的羧基，是一种两性电解质，具有两性解离的特性。在酸性溶液中，氨基酸的氨基会接受质子形成阳离子；在碱性溶液中，氨基酸的羧基会失去质子而形成阴离子。当氨基酸在某一 pH 的溶液中解离成阳离子和阴离子的趋势相等，静电荷为零，氨基酸呈电中性，此时溶液的 pH 称为该氨基酸的等电点（isoelectric point, pI）。氨基酸 pI 的大小取决于氨基酸的结构，见表 1-1-1。中性氨基酸的等电点一般为 5.0~6.5，酸性氨基酸为 2.7~3.2，碱性氨基酸为 9.5~10.7。中性氨基酸的等电点偏酸，这是由于其羧基的酸式电离略大于其氨基的碱式电离，因而溶液的 pH 须略小于 7（偏酸）时，才能使其两种电离趋向恰好相等。