

高等医学检验专业试用教材

基础生物化学

主 编 李立群

副主编 龚志明 赵学海

一九八七年五月一日

全国高等医学检验专业试用教材

基础生物化学

主 编：李立群
副主编：龚志明 赵学海
编写者：（以姓氏笔画为序）

韦荫青（镇江医学院）
吴广义（青岛医学院）
李立群（上海第二医科大学）
李修旺（福建医学院）
南国华（江西医学院）
赵学海（蚌埠医学院）
黄跃辉（湖南医学院）
龚志明（镇江医学院）
鲁重元（湖南医学院）
蒋秉坤（蚌埠医学院）

前 言

自1980年以来,全国已有廿余所高等医学院校相继成立医学检验系。根据医学检验专业的特点,各校的生物化学教学一般都分为基础生物化学和临床生物化学两个阶段,而目前国内医学院校使用的生物化学教材基本上是将基础和临床合编在一起的。根据原来教育部号召自编各地教材的精神和全国第一次高等医学检验专业校际教学协作组吉林会议的精神,由镇江医学院和蚌埠医学院发起,会同其它五所医学院校,联合编写本书,供各校检验系基础生物化学教学之用。

本书共十三章,章节的安排仍沿用我国五十年代以来的传统习惯。由于生物化学的发展极为迅速,因此在编写中尽可能地参考了国内外一些现代生物化学的新成就和新进展。对于基本理论的阐述,则力求简明扼要并尽可能结合医学检验专业的特点。为压缩篇幅,除译文不统一或有争议的专业名词加注英文全名外,其它专业词汇原则上不再注英文名词,希读者见谅。本书按72学时理论课编写,各校在教学中可对内容自行取舍和选择。

由于基础生物化学作为一门独立课程进行教学的时间不长,积累的经验还不多,也由于编者水平有限,加上编写时间较为仓促,错误和不足之处在所难免,恳切希望使用本书的师生和其它读者提出批评和指正,俾能于再版时得到修改和补充。

在编写过程中,稿件的抄写和校对等具体事情,镇江医学院,蚌埠医学院,福建医学院和青岛医学院的生化教研室不少老师出力很大,特别是王卉放,方志红,沈志红,候 林,王秀丽,周淮玉等。在编写过程中,曾参考和引用了国内外一些资料,在此,一起特以致谢。

《基础生物化学》编写组 李立群 1987年5月1日

目 录

第一章 绪论

第一节 生物化学的定义和发展阶段.....	(1)
第二节 生物体的化学组成和新陈代谢.....	(1)
第三节 细胞和亚细胞结构.....	(4)

第二章 蛋白质的化学

第一节 概述.....	(9)
第二节 单纯蛋白质的分子组成.....	(14)
第三节 氨基酸的化学.....	(14)
第四节 单纯蛋白质的分子结构.....	(29)
第五节 单纯蛋白质的理化性质.....	(40)
第六节 蛋白质分子结构与功能的关系.....	(47)
第七节 蛋白质分子的分离和提纯.....	(48)

第三章 核酸的化学

第一节 概述.....	(57)
第二节 核酸的化学组成.....	(59)
第三节 核酸的分子结构.....	(63)
第四节 核酸的理化性质.....	(68)
第五节 DNA和染色体.....	(74)
第六节 核酸的提取、分离和鉴定.....	(80)

第四章 酶

第一节 概述.....	(88)
第二节 酶的命名和分类.....	(90)
第三节 酶的化学结构与功能的关系.....	(93)
第四节 同工酶和多酶体系.....	(101)
第五节 酶作用的基本原理.....	(105)
第六节 酶促反应的动力学.....	(107)
第七节 酶的分离提纯和活性测定.....	(124)

第五章 维生素的化学

第一节 脂溶性维生素.....	(127)
第二节 水溶性维生素.....	(135)

第六章 激素的化学

第一节 概述.....	(147)
-------------	-------

第二节	甲状腺激素	(148)
第三节	儿茶酚胺类激素	(152)
第四节	类固醇激素	(155)
第五节	胰岛素	(161)
第六节	垂体激素	(164)
第七节	下丘脑激素	(168)
第八节	前列腺素	(170)
第七章	糖的新陈代谢	
第一节	糖的消化和吸收	(175)
第二节	糖在体内的一般动态	(176)
第三节	糖的分解代谢	(178)
第四节	糖酵解和有氧氧化的调节	(187)
第五节	磷酸戊糖途径	(190)
第六节	糖原合成与分解	(194)
第七节	糖异生作用	(197)
第八节	其它单糖代谢	(201)
第九节	血糖和糖耐量试验	(204)
第八章	脂类的新陈代谢	
第一节	概述	(207)
第二节	脂类的消化和吸收	(208)
第三节	血脂	(210)
第四节	甘油三酯的代谢	(219)
第五节	类脂的新陈代谢	(237)
第九章	生物氧化	
第一节	概述	(247)
第二节	生物氧化酶类	(248)
第三节	呼吸链	(250)
第四节	氧化磷酸化	(257)
第五节	生物氧化中 CO_2 的生成	(262)
第六节	高能磷酸键化合物	(262)
第七节	线粒体外氧化体系	(266)
第十章	氨基酸的分解代谢	
第一节	食物蛋白质的消化与氨基酸的吸收	(268)
第二节	氨基酸在体内的一般代谢	(271)
第三节	某些氨基酸的特殊代谢途径	(282)
第十一章	核酸的新陈代谢	
第一节	核酸的消化和吸收	(290)
第二节	核苷酸代谢	(290)

第三节	DNA的生物合成	(299)
第四节	DNA的遗传功能	(310)
第五节	RNA的生物合成	(321)
第十二章	蛋白质生物合成	
第一节	参与蛋白质生物合成的主要分子	(330)
第二节	多肽链合成的机制	(339)
第三节	遗传密码	(349)
第四节	蛋白质生物合成的调节	(356)
第十三章	物质代谢的调节	
第一节	细胞水平的代谢调节	(363)
第二节	激素对物质代谢的调节	(370)
第三节	物质代谢的整体调节	(376)

第一章 绪 论

第一节 生物化学的定义和发展阶段

生物化学是用化学的理论和方法,研究生物体的化学组成和生命活动所进行的化学变化的规律,也就是生命的化学。它是有机化学与生理学相结合的产物,故亦称生理化学。有机化学的出发点就是为了研究生物体的物质组成,以后才发展为研究含碳化合物的化学,所以与生物化学不全相同。

生物化学的发展过程,大体上可分为三个阶段:第一阶段较注重阐明生物体的化学组成,相当于用化学的方法分析解剖生物体,可称为化学解剖学,又称为叙述生化。叙述生化开始于18世纪,与有机化学有密切的关系;第二阶段较注重阐明生物体内化学变化的过程,即新陈代谢的规律,称为动态生化。动态生化约开始于20世纪20年代,最初被列为生理学的内容,以后从生理学中独立出来;第三阶段较注重阐明组成的物质结构、代谢与其生理机能的关系,称为机能生化,它约开始于20世纪60年代。上述三个阶段的划分只是相对的,并不是说叙述生化和动态生化已不再发展了。事实上叙述生化、动态生化和机能生化都在不断发展中。例如随着分离和分析技术的进步,新的物质成分不断被发现,它的代谢和功能也必将受到研究。有时是在病理情况下发现的某种物质,以后才知道它与正常生理情况的关系,即机能生化的研究促进了叙述生化和动态生化的进展。又如随着合成技术的发展,大量的物质已被合成,它们对于生物体的代谢和机能,产生有利的或不利的的影响,有些是干扰和破坏生物的代谢和机能(如抗生素),有些具有纠正异常代谢的作用(如许多药物)。总之,生物化学是研究生命活动的物质基础,探索生命的奥秘,最终为促进人类的健康服务。

本书的编排以叙述生化和动态生化为主,称为基础生化。第二至六章分别讨论蛋白质、核酸、酶、维生素和激素的叙述生化;第七章至十三章分别讨论糖、脂、蛋白质和核酸的动态生化。所以是以细胞的物质组成和物质代谢为主要内容,为学习后续的临床生化等课程打基础。

第二节 生物体的化学组成和新陈代谢

生物的种类有数千万种,但它们的化学组成,还是有一定的共同之处。例如组成细菌的元素和组成人体的元素主要有12种,而由这12种元素组成的化合物都可以分为六大类。下面以人体的元素和化合物的组成举例说明。

一、元素组成

表1—1列举了构成人体的12种主要元素和它们的含量。

表1—1 组成人体的主要元素及其含量

元 素	符 号	含 量 %
氧	O	65
碳	C	18
氢	H	10
氮	N	3
钙	Ca	2
磷	P	1
钾	K	0.35
硫	S	0.25
钠	Na	0.15
氯	Cl	0.15
镁	Mg	0.05
铁	Fe	0.04

不同的人体中这些元素中不可缺少任何一种，但各种元素的含量可稍有多少，上表只是总体的表示。例如婴幼儿和老年人之间由于前者含水量大于后者，因而氧的含量也是前者大于后者。

二、化合物组成

(一) 水：水的含量约占人体体重的60%，水中的氧原子占水分子的16/18，所以氧原子在体内的含量也是最多。体内的水多数分布在细胞内，并与有机高分子物质如蛋白质等相结合。

(二) 无机物：体内最多的无机物是磷酸钙，分布在骨齿等组织中，是与有机高分子物质蛋白质共同组成人体的支架——骨骼。其它重要的无机物如氯化钠，是维持细胞外液渗透压的主要成分。

(三) 蛋白质：它的含量约占体重的18%，是除了水分以外含量最多的物质。蛋白质是生命现象的物质基础，因此有人称之为生物大分子。蛋白质分子的组成非常复杂，每一类生物都各有其一套特有的蛋白质。

(四) 核酸：它在体内的含量较少，人体内核酸的总量尚未见报导。核酸是组成细胞核的主要成分，也存在于细胞浆中。不同的生物具有不同结构的核酸，遗传信息决定于核酸的不同结构。

(五) 脂类：它的含量约占体重的17%，包括磷脂、类固醇和甘油三酯，其中磷脂是组成细胞膜和细胞器膜的主要成分。甘油三酯是储能的主要形式，而类固醇则是构成体内一些激素和胆汁酸的成分。

(六) 糖类：它的含量约占体重的1%，包括糖元、葡萄糖和粘多糖等，其中糖元和葡萄糖为供能物质，体内含量虽少，但每天由食物中供给大量（约400克）的糖。粘多糖是组成细胞膜和细胞间质的成分，也具有重要的生理功能。

三、各种化合物在体内的分布

Figure 1 is a stacked bar chart showing the concentration of various ions and organic substances in three compartments: 血浆 (Blood Plasma), 组织间液 (Interstitial Fluid), and 细胞内液 (细胞内液) (Intracellular Fluid). The y-axis represents concentration in g/L (克/升), ranging from 0 to 200. The x-axis shows three compartments: 血浆 (Blood Plasma), 组织间液 (Interstitial Fluid), and 细胞内液 (细胞内液) (Intracellular Fluid). The bars are stacked with different ions and substances. Labels include: 血浆 (Blood Plasma), 组织间液 (Interstitial Fluid), 细胞内液 (细胞内液) (Intracellular Fluid), 细胞外液 (细胞外液) (Extracellular Fluid), 细胞膜 (Cell Membrane), 非电解质 (Nonelectrolyte), 电解质 (Electrolyte), 有机酸 (Organic Acid), 无机酸 (Inorganic Acid), 有机碱 (Organic Base), 无机碱 (Inorganic Base), 有机盐 (Organic Salt), 无机盐 (Inorganic Salt), 有机酸根 (Organic Acid Root), 无机酸根 (Inorganic Acid Root), 有机碱根 (Organic Base Root), 无机碱根 (Inorganic Base Root), 有机盐根 (Organic Salt Root), 无机盐根 (Inorganic Salt Root).

图1—1 人体化合物的分布简图

表1—2 成年人体中五类化合物的分布情况

器 官 组 织	占体重的%	占 湿 重 的 %				
		水	蛋 白 质	脂 类	糖 类	无 机 物
肌 肉	40	70	22	7	微 量	1.0
骨 骼	18	28	20	25	微 量	26.0
血 液	8	79	20	<1	微 量	微 量
皮 肤	6	57	27	14	微 量	微 量
神 经	3	75	12	12	微 量	微 量
肝	2.5	71	22	3	1—5	1.4
心	0.5	63	17	16	微 量	0.6
脂 肪	11	23	6	72	微 量	微 量
完整人体	100	59	18	17	1	4

四、新陈代谢

上述的组成成分资料多数取材于尸体。而生命的基本特征是物质的新陈代谢，即组成生物体的各种成分都是处于不断地更新之中，从细菌到人都是如此。

从受精卵发育至成人，固然必须从环境中摄入大量的物质以充实自己，但即使成人也还是要不断摄取食物，以补充体内物质的不断分解，人体一生中是不断地与外环境进行物质交换。据估计，一个人在其一生中（按60岁计），通过代谢与外环境交换的物质约相当于60,000公斤水、10,000公斤糖类、1,600公斤蛋白质和1,000公斤脂类。

新陈代谢的过程可分为三个阶段：即消化吸收、中间代谢和排泄。消化过程在胃肠道内进行，食物中的大分子化合物部分被水解为构成单位，即多糖水解为单糖和蛋白质水解为氨基酸等。水、无机盐和小分子的有机化合物通过肠粘膜细胞进入血循环称为吸收。吸收的机制详见下节生物膜的功能。吸收后的物质在体内细胞中的变化称为中间代谢。中间代谢又分为合成代谢和分解代谢。合成代谢是由小分子原料合成大分子物质，如氨基酸合成蛋白质，葡萄糖合成糖元等。分解代谢则由大分子物质或原料分解为代谢产物，如糖元和葡萄糖分解为二氧化碳和水。代谢的最终产物由肺或肾排出体外。婴儿和儿童的合成代谢大于分解代谢，疾病和衰老则分解代谢大于合成代谢。成年人则处于稳态或动态平衡状态，即表面上物质的量并无增减，实际上物质仍处在不断地分解和合成。如果出现静态平衡，则意味着代谢的停止和死亡。

物质代谢的同时伴随着能量代谢。合成代谢是耗能和储能的过程，分解代谢则是供能和放能的过程。人不断向环境释放能量并作功，而能量的来源来自体内物质的分解，体内的物质最终依赖于食物的补充。当今世界食物的来源仍依赖于农业，因此人体的能源依赖于农业生产。

第三节 细胞和亚细胞结构

基础生化讨论的内容主要是细胞内的生化变化。细胞是生物体的结构与功能单位，生命活动过程中的生化反应绝大部分是在细胞内进行的。

细胞分为原核细胞和真核细胞，它们的主要区别在于前者无细胞核而后者有细胞核。此外前者只有一层外膜，而后者有复杂的胞内膜系统，将真核细胞内划分为许多结构和功能不同的区域，即亚细胞结构或细胞器。

一、亚细胞结构的化学组成与功能

图1—2是典型的动物细胞模式图。已分离出的亚细胞结构有细胞核、线粒体、核蛋白体、内质网、高尔基体，溶酶体和质膜等。在文献中将未完全分离的核蛋白体和内质网等的碎片合称为微粒体，后来证明它不是单一的细胞器。除了上述的细胞器外，细胞内的可溶部分称为胞浆。

各种细胞器的化学组成成分不同。细胞核主要由核酸和蛋白质组成，蛋白质中又分为组蛋白类和非组蛋白类，前者属于碱性蛋白质。线粒体主要由脂类和蛋白质组成，也含有少量核

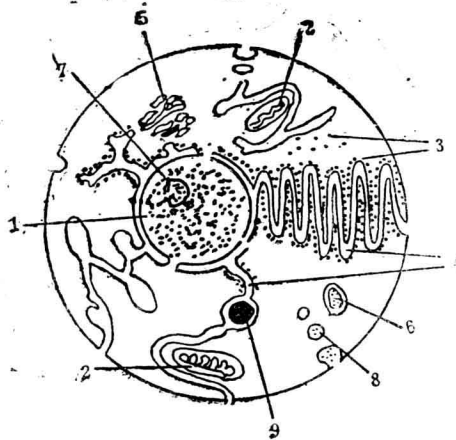


图1—2 动物细胞模式图

- 1.胞核 2.线粒体 3.核蛋白体 4.内质网
5.高尔基体 6.溶酶体 7.核仁 8.囊泡 9.分泌颗粒

酸。核蛋白体含有较多的核糖核酸（RNA）和蛋白质，故也有称为核糖体的。其它细胞器均以脂类和蛋白质为主。

亚细胞结构只存在于真核细胞，它们使细胞内分隔为若干房室，形成了胞内区域化，这是生物进化的产物。细胞内的不同细胞器内进行着不同的化学反应，执行着不同的任务，即发挥其不同的功能，互相之间既有分工又有合作。各种细胞器和胞浆的主要化学组成和功能见表1—3。

表1—3 细胞器和胞浆的主要化学组成和功能

名 称	化 学 组 成	功 能
胞 核	RNA、DNA、组蛋白、非组蛋白	控制细胞的繁殖
线 粒 体	脂类、蛋白质、DNA	糖、脂、氨基酸的氧化分解
核蛋白体	RNA、蛋白质	蛋白质合成
内 质 网	脂类、蛋白质	蛋白质合成
高尔基体	脂类、蛋白质	多糖和糖蛋白的合成
溶 酶 体	蛋白质、脂类	胞内消化和胞外消化
质 膜	蛋白质、脂类	物质转运、分泌、识别
胞 浆	蛋白质	糖分解和脂类合成

不同生理功能的组织细胞除了外形不相同外，内部的细胞器的形态和数量方面也可以有

差别。例如，心肌细胞中含的线粒体的形态比肝细胞中的线粒体体积大，而且心肌细胞中线粒体的数量比肝细胞多。胰腺等分泌细胞含有丰富的与蛋白质合成有关的细胞器——核蛋白体、内质网和高尔基体等。红细胞在成熟过程中会丢去胞核，它便不再具有分裂繁殖的功能。

多数细胞器的组成成分处于不断的代谢更新之中，唯有胞核中DNA的量只在细胞分裂的S期时加倍。

二、生物膜的结构

上述细胞器中多数具有膜的结构，统称为生物膜。生物膜主要由脂类的双分子层和蛋白质构成；脂类与蛋白质的量约占一半。脂类中以磷脂为主，有磷脂酰胆碱、磷脂酰乙醇胺、磷脂酰丝氨酸、双磷脂酰甘油和鞘磷脂等。尚有少量胆固醇和糖脂。

磷脂属于极性分子，有亲水的部位称为头部和疏水的部位称为尾部。它们在水相中形成双分子层(图1—3)，即两层分子的疏水端相互靠拢，其间不含水分子，而亲水端全部向外与水结合，构成生物膜的基本结构。至于蛋白质则根据其于脂类双分子层的关系分为内在蛋白与外在蛋白。内在蛋白分布在脂类双分子层内，可以偏于一侧或贯穿双分子层，后者称为跨膜蛋白。外在蛋白不在脂类双分子层内，可以与磷脂的亲水头部相结合。

七十年代Singer—Nicolson提出了生物膜的流动镶嵌模型(图1—3)。它不仅表示了膜上蛋白质与脂类的排列方式，并着重表示膜结构的动力学性质。他们把膜中的球蛋白看成是在脂类双分子层“海洋”中飘浮的“水山”。

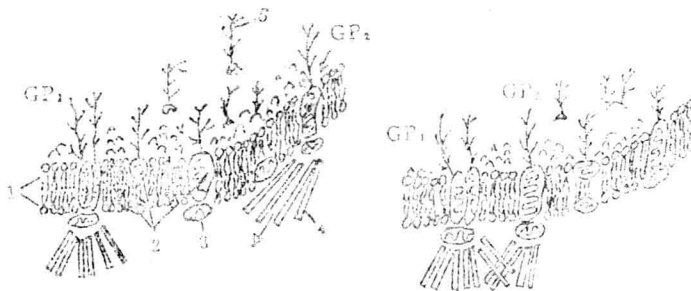


图1—3 生物膜的流动镶嵌模型

- 1.脂类双分子层 2.内在蛋白 3.外在蛋白
4.微管蛋白 →表示微管蛋白收缩
GP₁、GP₂糖蛋白 5.寡糖链

图1—2,3两图除表示了生物膜的结构外，还表示出当细胞受到某种影响时，膜内的一种纤维状蛋白微管蛋白会发生收缩，使膜结构改变，GP₁和GP₂两种糖蛋白由相距较远变为相互接近，与此同时细胞的功能也会发生改变。

三、生物膜的功能

生物膜是多数细胞器的组成部分，它不仅起了分隔作用，生物膜内的蛋白质有许多就是

酶，这些酶被组装在脂类双分子层内，即相对地起了固定化的作用，使这些酶所催化的许多化学反应更容易环环相扣，而不致于杂乱无章。例如线粒体内膜上有关电子传递的酶类呈紧密而有规律的排列、使生物氧化功能顺利地进行（详见生物氧化章）。

生物膜既构成了细胞内的区域，又是细胞内外和各区域间互相联系的所在，在生物膜上存在着许多控制物质交换的“机构”。这方面以质膜为材料所获得的信息最多，故下面介绍质膜的功能。

（一）转运功能

细胞外的各种物质如何进入细胞内，主要有下列四种方式。

（1）被动扩散：水和一些小分子物质能借单纯的扩散作用透过质膜，其转运的速率与膜两边的浓度梯度成正比。当浓度梯度消失后，转运也就达到平衡或停止。脂溶性物质易通过脂类双分子层，即易由被动扩散进入细胞。

（2）易化扩散：易化扩散与被动扩散均依赖浓度梯度和不消耗ATP中的能量，不同之处是易化扩散需要藉助于质膜上的多种特异蛋白（转运蛋白）与被转运的物质间的可逆结合，促进了后者的扩散。但由于转运蛋白的数量限制，当被转运物质的浓度超过一定限度时，扩散速率不再增加，即具有饱和现象。多数细胞对葡萄糖和氨基酸的转运都是通过这类方式。现已证明肠粘膜和肾小管上皮细胞内存在四种转运蛋白，分别担任酸性、碱性和中性氨基酸的转运。

（3）主动转运：主动转运是生物膜的另一重要特性，它能逆浓度梯度把物质运进或运出细胞，维持细胞内外一些物质（如 Na^+ 和 K^+ ）的较大浓度差别。主动转运也是由膜上的特殊蛋白质执行的，但它需要消耗能量。例如钠泵就是膜上的 $\text{Na}^+-\text{K}^+-\text{ATP}$ 酶。它在膜上构成一种通道。内侧有与 Na^+ 的结合点可与 Na^+ 结合，当在 Mg^{2+} 的参与下ATP被分解为ADP的同时，酶蛋白被磷酸化而发生构象改变，不再与 Na^+ 结合而将它释出。变构后的酶蛋白形成了与 K^+ 的结合点，与细胞外 K^+ 结合。当酶被脱磷酸化后，恢复原有构象，失去与 K^+ 结合能力将 K^+ 释入细胞，同时再与 Na^+ 结合。如此循环维持细胞内外 Na^+ 和 K^+ 浓度的差。有人估计它消耗的能量约为人体总能量消耗的四分之一。图1—4为钠泵作用示意图。

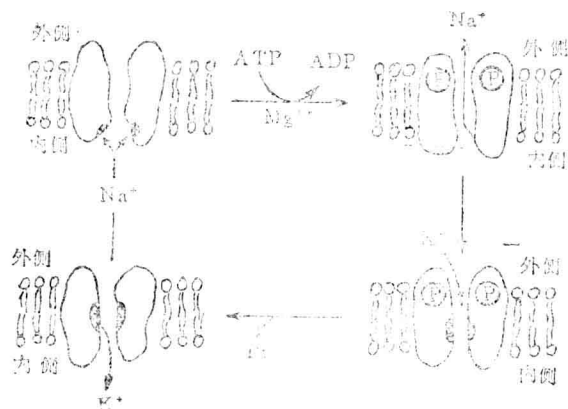


图1—4 钠泵作用示意图

(4)内吞作用(endocytosis)与外吐作用(exocytosis):内吞作用也称胞饮作用,是胞外物质先与质膜结合,局部质膜发生凹陷,最后形成囊泡进入胞内。囊泡可与溶酶体合并将转运进入胞内的物质进一步加工。与此相反的过程为外吐作用,也称胞出作用。内吞作用和外吐作用是由质膜的运动实现的,可能有微管蛋白的收缩并消耗ATP中的能量。例如有些血浆脂蛋白是通过内吞作用进入肝和肾细胞的。

(二) 受体

质膜上有能够特异地与胞外特定物质相结合并产生效应的构造,这种构造叫做受体,而与之结合的物质称为配体。现已从膜上分离出很多种受体,它们是蛋白质或糖蛋白。激素、神经递质、病毒和药物就是配体。受体和配体结合,引起膜的变化并传达到细胞内产生各种效应。如肝细胞膜上的肾上腺素受体和肾上腺素结合,就激活了膜上的腺苷酸环化酶,从而产生环腺苷酸,并进一步引起细胞内一系列反应,如糖元分解等等。受体和配体结合后,有的还可引起内吞作用,使配体进入胞内,甚至可引起细胞的分裂,例如当淋巴细胞的植物血凝素受体与它的配体结合,就可引起淋巴细胞的分裂。

(三) 抗原

细胞膜还携带各种抗原物质。如红细胞膜上携带的血型抗原。血型抗原决定簇是膜上糖蛋白的寡糖侧链ABO血型抗原的差别只在A型糖链末端比O型的多一个乙酰氨基半乳糖,而B型比O型多一个半乳糖,所以A型与B型不同仅在于末端的糖,是乙酰氨基半乳糖或半乳糖。携带不同的抗原正如给细胞打上标记,以便机体可以认识其为“自己的”或“异己的”,从而容纳之或排斥之。器官移植的失败大多由于选了细胞膜上带有“异己”抗原的器官而被排斥。这些抗原叫组织相容性抗原,是质膜上的糖蛋白。

(上海第二医科大学李立群编)

第二章 蛋白质的化学

第一节 概 述

一、蛋白质在生命活动中的重要性

人体内 10^{17} 个细胞中的每一个细胞都是一个有生命的单位，每一个细胞的化学组成都是极其复杂的。其成份繁多，结构复杂，有各种高分子和低分子的物质，有各种有机物和无机物。构成细胞最基本的物质有蛋白质、核酸、多糖和脂类。其中以蛋白质和核酸最为重要。

早在十九世纪七十年代，革命导师恩格斯在《反杜林论》一书中明确指出：“生命是蛋白体的存在形式”。他指出无论在什么地方，只要我们遇到生命，就会发现生命是和某种蛋白体相联系的，而且无论在什么地方，只要我们遇到不处于解体过程中的蛋白体，我们也不例外地发现生命现象。他辩证地指出蛋白体与生命活动有着不可分割的关系。近几十年来，已有大量的科学事实证实了恩格斯关于生命与蛋白体相互联系的科学论断。

蛋白质是生物体的重要组成成分，从高等动植物到低等微生物，从人类到最简单的病毒，都含有蛋白质。以人体来说蛋白质含量占人体总固体量的45%，皮肤、肌肉、内脏、毛发、血液等等都是以蛋白质为主要成份。

在生物体内的蛋白质，其功能可概括成如下几点：

（一）酶的催化作用

生物体内的一切化学变化过程，几乎都是在酶的催化下进行。酶的化学本质是蛋白质。正是由于各种酶的催化作用，新陈代谢才能进行，从而才有可能表现出各种生命现象。

（二）激素的调节作用

在动物体内起某些代谢调节作用，以保证动物正常生理活动的激素，有不少是属于蛋白质或多肽。

（三）肌肉的收缩运动

肌肉的收缩运动是由于肌肉组织中的肌球蛋白和肌动蛋白相对滑动。细胞有丝分裂时，染色体的活动和精子的鞭毛运动都与特殊蛋白质的作用有关。

（四）运输和储存

脂肪在人体血液中与蛋白质结合成脂蛋白而运输。维生素和激素与血液中特殊的蛋白质结合而运输。血浆中的铁是以铁传递蛋白的形式而运输。铁在肝中以铁蛋白的形式而储存。

（五）机械支持作用

皮肤、结缔组织、骨骼所以能起到支持重量和承受机械拉力作用，都是由于纤维状胶原蛋白分子的作用。

（六）免疫作用

生物机体能识别和结合病毒、细菌、异种细胞等。具有此特异识别作用的物质称为抗

体，而抗体的主要组成成分是蛋白质。

(七) 接受和传递调节信息

专一地接受各种激素的受体和接受外界刺激的感觉接受器的感觉蛋白，如味蕾上的味觉蛋白，都是蛋白质。甚至，高等动物的记忆功能和人的思维能力也与大脑中的蛋白质成份有关。

(八) 控制生长和分化

现已证实细菌中的一些阻遏蛋白能控制脱氧核糖核酸分子中基因信息的表达，此表达与细胞的生长和分化有关。

综上所述已能充分说明蛋白质在生命活动中起着重要作用。因此，对蛋白质的研究，不仅具有重大的生物学意义，而且还有重要的医疗实践作用。

二、蛋白质的分类

据估计，自然界中的蛋白质种类约为一百亿种，小小的大肠杆菌中已分离出三百多种蛋白质。人体中可能含有十万种以上的蛋白质。为了更好地研究蛋白质，必须进行分类。

1. 通常根据化学组成，将蛋白质分为两大类：

(1) 单纯蛋白质

其水解终产物完全是氨基酸。

(2) 结合蛋白质

由单纯蛋白质与非蛋白质物质——辅基结合而成。由于分析方法的进步，许多过去认为是单纯蛋白质，现在已证实也含有微量的非蛋白质物质，如某些球蛋白中也含有少量糖。因此，单纯蛋白质和结合蛋白质的分类是相对的。

2. 按蛋白质的功能进行分类：

(1) 活性蛋白质

指生命运动中一切有活性的蛋白质及它们的前体。如酶、激素蛋白、运动蛋白等。占蛋白质的绝大部分。

(2) 非活性蛋白质

担负着对机体的保护和支持作用。如胶原蛋白、角蛋白、弹性蛋白等。

3. 根据蛋白质的形状分成两类：

(1) 纤维状蛋白质

蛋白质分子的长轴与短轴的比，大于 $10:1$ 者，称为纤维状蛋白质。

(2) 球状蛋白质

蛋白质分子的长轴与短轴的比，小于 $10:1$ 者，称为球状蛋白质。球状蛋白质不等于球蛋白。

现着重介绍单纯蛋白质和结合蛋白质。

(一) 单纯蛋白质

根据溶解性质，热凝性质和盐析等方面的差别，把单纯蛋白质可分为七类：

1. 清蛋白与球蛋白

这两类蛋白存在于一切动植物中，是自然界中分布最广的蛋白质，如血清清蛋白与血清球蛋白，卵清蛋白与卵球蛋白等。清蛋白与球蛋白都是可溶性蛋白质，加热时发生凝固。最初用盐

析法将二者分开：凡在半饱和硫酸铵溶液中沉淀者称球蛋白；凡在全饱和硫酸铵溶液中沉淀者称为清蛋白，又名白蛋白。以后发现，清蛋白可溶于纯水，而在半饱和硫酸铵溶液中沉淀的球蛋白有的也能溶于纯水，称为拟球蛋白；有的不能溶于纯水，称为优球蛋白。其实，清蛋白与球蛋白都是混合物，如血清球蛋白用一般电泳方法可分为 α_1 、 α_2 、 β 、 γ 等数种球蛋白，用分辨率高的聚丙烯酰胺电泳法或免疫电泳法可将血清蛋白质分离成三十多种。

2、谷蛋白与醇溶谷蛋白

谷蛋白与醇溶谷蛋白是两种重要的植物蛋白质，共存于植物的种子中，均不溶于水，而溶于稀酸或稀碱。醇溶谷蛋白又能溶于70—80%的乙醇，而谷蛋白则否。重要的谷蛋白有大米中的米精蛋白，小麦中的麦精蛋白和玉米中的玉米谷蛋白等。重要的醇溶谷蛋白有大麦胶蛋白等。这两类蛋白质是面筋的重要成分。醇溶谷蛋白含谷氨酰胺高达40%，水解后可得到较多的谷氨酸，是食品工业制造味精的原料。

3、鱼精蛋白和组蛋白

为分子量较小，构造较简单的一类碱性蛋白质，易溶于水和稀酸，在稀氨水中沉淀，不易被热凝固。

鱼精蛋白缺少色氨酸和酪氨酸，却富含精氨酸和赖氨酸，分子量仅3000—5000。它存在于成熟的精细胞中，与脱氧核糖核酸结合在一起，如从黄鱼精子中提取的鱼精蛋白，临床上是重要的止血药。

组蛋白存在于一般体细胞的细胞核中与DNA结合，由于组蛋白的等电点在pH10左右，因此，带有正电荷的组蛋白与带有负电荷的DNA磷酸基团通过静电引力很易联结在一起。在染色体中，组蛋白与DNA的重量比值接近1。组蛋白分子量为5000~30000，结构较精蛋白复杂，分子中富含精氨酸和赖氨酸。由于分子中含有酪氨酸，故可用Millon反应（即与汞盐和浓硝酸溶液产生红色）与精蛋白相鉴别。

从真核细胞染色体中得到的组蛋白，一般都由五种成份组成，即组蛋白H、H₂A、H₂B、H₃、H₄。组蛋白H₁富含赖氨酸，H₂A和H₂B也含较多的赖氨酸，而H₃和H₄则含赖氨酸较少，却富含精氨酸。目前这五种蛋白质的一级结构已被阐明。在生物进化过程中，组蛋白的保守性很强，特别是组蛋白H₃和H₄。不仅在不同组织中得到的组蛋白极为相似，就是不同物种中含有的组蛋白成份也很相似，如种属差异极大的豌豆和小牛胸腺，其组蛋白H₄的氨基酸排列顺序，仅有两个氨基酸不同。

在细胞核中，组蛋白存在于DNA双螺旋槽内，起抑制基因转录的作用，即阻止DNA链上的一些片段转录成mRNA。由于抑制了DNA的转录，从而控制某些蛋白质的生物合成。实验证明，当除去组蛋白后，被抑制的基因就可恢复作用。

4、硬蛋白

是一类溶解度很小，性质很稳定的蛋白质，不易被蛋白酶水解。在人和动物体内起支持和保护作用。胶原蛋白是体内主要的硬蛋白，占体内蛋白质总量的1/4~1/3，分布于结缔组织，皮肤、骨骼等处。其张力很高，直径为1mm的胶原纤维可支持15~30公斤的张力。胶原蛋白在水中煮沸即成为可溶性的白明胶，后者可被蛋白酶水解。弹性蛋白是韧带、腱和血管中的硬蛋白。角蛋白是角、毛发、指（趾）甲和皮肤角质层中的硬蛋白，含胱氨酸较多。丝蛋白是蚕和蜘蛛等丝囊所分泌的硬蛋白。