

# 《细胞学讲座》(VI)

## 五、细胞的化学组成

丁友真

(中国科学院动物研究所)

细胞具有复杂的形态结构和精细的化学结构。所有的细胞中都包含许多种无机分子和有机分子,以及由它们组成的许多生物超分子体系,它们在细胞内不断地进行新陈代谢,行使各种各样的功能,它们是构成细胞结构的物质基础,也是生命活动的物质基础。

细胞是由氢、碳、氮、氧、磷、硫等 16 种主要元素和硼、铝等微量元素和由这些元素构成的许多小分子以及这些小分子化合物的聚合物构成的。细胞的化学成分可以分为无机成分和有机成分。前者主要是水和各种无机离子,如钠离子,钾离子、镁离子等。后者主要是蛋白质、糖、核酸和脂类等。在一般情况下,植物或动物细胞的原生质含 75—85% 的水,10—20% 蛋

白质,1% 碳水化合物,2—3% 的脂类和 1% 左右的其它有机物。

### 一、细胞的无机成分

(一) 水 水是细胞中含量最多的物质,多数细胞都含有 70—90% 的水。水不但是细胞无机离子和其它物质的天然溶剂,也是原生质胶体系统中的一种重要分散体系。

水分子由两个氢原子和一个氧原子组成。由于水分子内电子的特殊分布,使它成为一个电偶极。当两个水分子紧密靠近时,两个分子带不同电荷的部分发生静电吸引,随即发生两个分子内电荷的再分配,这使得他们之间的相互作用大大加强,这种复杂的静电结合称为氢

键。每个水分子通过氢键可以与邻近的四个水分子结合，因而使液态水具有很大的内聚力。这种内聚力使得水的熔点、沸点、蒸发热和表面张力都较大多数普通液体高。水的这些特性对蛋白质、核酸等细胞成分的结构、功能都是很重要的。氢键不但可以在水分子间形成，也可以在负电性强的原子如氧、氮或氟和另一个与这种电负性的原子以共价键结合的氢原子间形成。氢键可以在两个分子间形成，也可以在同一个分子的两个部分形成。蛋白质和核酸分子内部的氢键在维持其分子的高级结构和生物功能方面是很重要的。

细胞中 95% 的水以自由水的形式存在，它可以自由地同细胞质混合，主要作为溶剂和胶体分散介质。结合水约占细胞总水的 4—5%，它们主要以氢键或其它力结合在蛋白质分子中。结合水和自由水的性质不同，它在 0℃ 不结冰，植物细胞的耐热性和耐寒性可能与细胞中结合水的特性有关。细胞中水的含量与细胞的年龄和代谢活动有关。例如：胚胎细胞的含水量可高达 90—95%，而成年和老年细胞的含水量则逐次减少。当人生病时，细胞中的含水量也有变化，所以研究细胞中含水量的变化对医学实践会有所帮助。

**(二) 无机离子和盐类** 细胞中含有多种无机离子，它们对维持细胞内的酸碱平衡，调节渗透压等方面都有很大作用。各种离子在细胞内、外的分布不同，它们的生理功能也不相同。例如细胞内钾离子和镁离子的浓度高，细胞外的钠离子和氯离子浓度高，它们浓度的变化直接与细胞渗透压的调节有关。细胞内有两对缓冲物：磷酸氢二钠与磷酸二氢钠 ( $\text{Na}_2\text{HPO}_4$ ,  $\text{NaH}_2\text{PO}_4$ ) 和磷酸与重碳酸钠 ( $\text{H}_2\text{CO}_3$ ,  $\text{NaHCO}_3$ )，这些离子为细胞代谢提供了适宜而又相对稳定的环境。钙离子在肌肉收缩中提供了重要的调节作用。钙离子在血液流出血管时的凝血过程中也是不可缺少的，除去钙离子的血液是不会凝集的。镁离子 ( $\text{Mg}^{++}$ ) 是很多种酶的辅助因子，例如线粒体内膜  $\text{H}^+$ -ATP 酶，它催化水解 ATP (三磷酸腺苷) 或催化合成 ATP 时，

除了要有 ATP 或 ADP (腺苷二磷酸) 以外，必须有  $\text{Mg}^{++}$  才能表现催化活性。磷酸根离子不仅是细胞内的缓冲物质，它还是细胞内能量代谢中不可少的一部分，在酶的催化下，磷酸根可以从一个供体分子转到 ADP 形成 ATP，在需能反应中 ATP 在释放出能量的同时将一个磷酸根离子转给受体。此外，磷酸根离子是核酸的组成成分之一，在维持核酸分子的结构中是不可缺少的一部分。

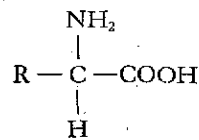
有些无机离子是某些生物大分子不可缺少的组成部分，例如血红蛋白中的铁，叶绿素蛋白中的镁，血蓝蛋白中的铜，维生素  $\text{B}_{12}$  中的钴等。其它的微量元素如锰、钴、碘、硒、镍、钼和锌等对维持细胞的正常生理活动也是不可少的，有些元素的缺少会影响机体的生理功能，如缺碘会导致甲状腺增生，缺硒会导致大骨节病等。

## 二、细胞的有机成分

**(一) 生物大分子** 细胞内 90% 的干物质是生物大分子<sup>1)</sup>，它们是由一种或几种小分子<sup>2)</sup>构成的大的聚合物。主要的生物大分子有四种：蛋白质、核酸、糖类和脂类。

1. 蛋白质 蛋白质是细胞中最重要的化学成分之一，是生命活动的主要物质基础。

蛋白质是含氮的高分子化合物。所有蛋白质，不论其功能或物种来源如何，都是由基本的 20 种氨基酸所组成 (见表 1)。



这是一个标准氨基酸的结构式，不同氨基酸的差别在于 R 基团的不同。除了脯氨酸外，所有氨基酸的  $\alpha$  碳原子上都有一个游离羧基和一个游离的未取代的氨基。这就决定了氨基酸的酸碱性质：在水溶液中氨基酸分子以偶极离子或兼性离子的形式存在，随溶液 pH 的变化，它

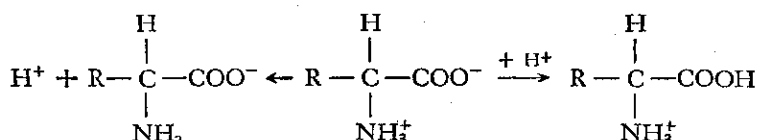
1) 生物大分子：以多个生物小分子由共价键结合成的聚合物，这些聚合物在生命活动中具有特殊的生物功能。如蛋白质、核酸、多糖、磷脂等。

2) 生物小分子：构成蛋白质分子的基本单元氨基酸和构成核酸分子的基本单元核苷酸称为生物小分子，单糖，脂肪酸分子以及卟啉、维生素等也属生物小分子。

表 1 氨基酸的简写符号

名 称	三字母符号	单字母符号	名 称	三字母符号	单字母符号
丙 氨 酸	Ala	A	异亮氨酸	Ile	I
精 氨 酸	Arg	R	亮 氨 酸	Leu	L
天冬酰胺	Asn	N	赖 氨 酸	Lys	K
天冬氨酸	Asp	D	蛋 氨 酸	Met	M
Asn 和/或 Asp	Asx	B	苯丙氨酸	Phe	F
半胱氨酸	Cys	C	脯 氨 酸	Pro	P
谷氨酰胺	Gln	Q	丝 氨 酸	Ser	S
谷 氨 酸	Glu	E	苏 氨 酸	Thr	T
Glu 和/或 Glu	Glx	Z	色 氨 酸	Trp	W
甘 氨 酸	Gly	G	酪 氨 酸	Tyr	Y
组 氨 酸	His	H	缬 氨 酸	Val	V

可以表现为带正电荷的形式或带负电荷的形式:



由于不同氨基酸的R基团不同,所以不同的氨基酸在同一pH溶液中表现为不同带电状态。了解氨基酸的两性性质对蛋白质性质的研究是很重要的。

在可见光范围内所有氨基酸都没有光吸收,在紫外光范围内,色氨酸、酪氨酸和苯丙氨酸都有其特有的吸收峰,这是用紫外光度法测定蛋白质的光吸收和用紫外光监测的方法进行蛋白质分离和纯化的依据。

氨基酸之间通过共价键——肽键连成肽链。天然蛋白质分子是由一条或多条肽链构成的,具有特定的空间结构的大分子。氨基酸的两性性质决定了蛋白质分子是具有多价离子的两性分子,它所携带电荷的性质和数量是由蛋白质分子中可解离基团的性质和数量以及环境的pH决定的。一种蛋白质,当溶液的pH为某一特定值时,它所携带的正、负电荷总和相等(即净电荷为0)这一pH值称为该蛋白质的等电点,不同蛋白质的等电点不相同,这就是用电泳或等电聚焦方法分离和鉴定蛋白质的理论基础。

各种氨基酸按一定的顺序排列形成了蛋白质的肽键骨架,这是蛋白质的基本结构,称为蛋白质的一级结构。一级结构是蛋白质高级结构

的基础。了解一级结构后,即可以用化学方法或生物化学方法合成蛋白质。

具有独特的三维结构是蛋白质分子的一个显著特征。蛋白质的二级结构是指具有一定的氢键结构的多肽链的空间排布。它只涉及蛋白质分子主链的构象及其链内的氢键排布。在不同的蛋白质中,二级结构的分布和作用不一样,在纤维蛋白中,二级结构就是分子的基本三维结构。角蛋白是一种纤维蛋白,它的二级结构以 $\alpha$ -螺旋为主,丝和昆虫纤维中的纤维蛋白的二级结构主要是 $\beta$ -折叠层。而胶原蛋白的基本结构是由三股左手螺旋体构成的右手螺旋,是一种独特的二级结构。在球蛋白中,二级结构是分子三维折叠的基本要素,对分子的骨架形成具有重要作用。不同球蛋白中 $\alpha$ -螺旋和 $\beta$ -折叠层的比例不一样,例如肌红蛋白中有75%的螺旋而没有 $\beta$ 结构,而伴刀豆球蛋白中有59%的 $\beta$ 结构却没有螺旋。多数球蛋白中都有多种形式的二级结构。X-衍射研究证明 $\alpha$ 结构不能拉伸, $\beta$ 结构可以拉伸,前者结构较后者致密。

蛋白质分子的三级结构是指二级结构和非二级结构在空间的进一步盘曲、折叠所形成的包括全部主、侧链在内的三维排布。对单链蛋

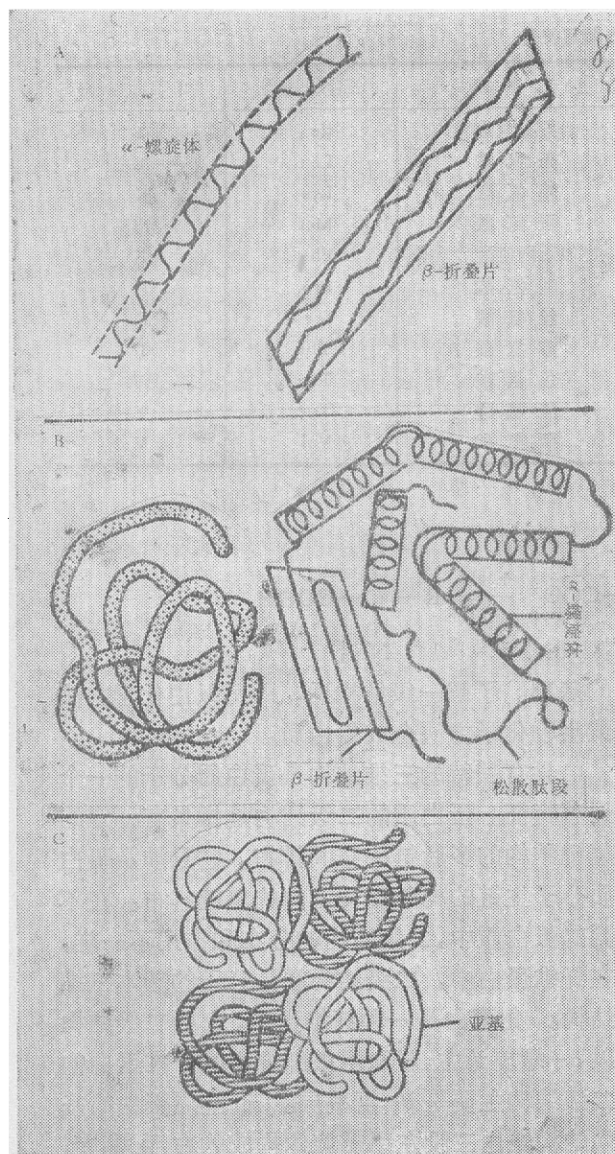


图1 蛋白质分子的构象

A. 纤维状蛋白质(示二级结构); B. 球状蛋白质(示三级结构); C. 蛋白质四聚体(示四级结构)

白质,三级结构就是分子的特征性立体结构,对多链蛋白质则指各亚单位的三维折叠。除了氢键和离子键外,氨基酸残基的非极性基团间的疏水性相互作用在维持蛋白质三级结构中起了很重要的作用。具有三级结构的蛋白质分子都有近似球形或椭圆形的外形,所以称为球蛋白。具有生物活性的蛋白质都是球蛋白,如酶、抗体蛋白、毒蛋白等。根据热力学的原理,每种

蛋白质的特定的构象都是在生物体中最稳定的结构。决定这一空间结构的基础是该蛋白质的一级结构,所以说只有弄清蛋白质的一级结构,才有可能研究蛋白质的高级结构和构象。

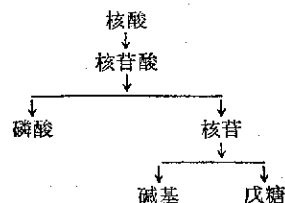
所谓蛋白质的四级结构是指含多个亚基的蛋白质,各个亚基在寡聚蛋白质的空间构象中的排列方式。其中的各个亚基有各自的二级结构和三级结构,各亚基以次级作用形成聚合体,协同行使一定的生理功能。如多亚基蛋白,多酶复合体等(见图1)。

蛋白质又可分为简单蛋白质和复合蛋白质,简单蛋白质只含有氨基酸,复合蛋白质除了氨基酸外还含有核酸(核蛋白),糖(糖蛋白)和脂(脂蛋白)等。

蛋白质最重要的生物功能是作为生物催化剂——酶,生物体内的各种化学反应几乎都是在相应的酶参与下进行的。蛋白质还是生物体的结构成分,它在细胞外是结缔组织和骨骼的组成成分,构成了身体的支架,在细胞内的是其片层结构如细胞膜、线粒体、内质网等的组成成分。此外,有的蛋白质在细胞内具有物质运输和能量传递的功能,有的具有激素的作用,调节生物体内的新陈代谢,有的在细胞免疫中具重要作用。蛋白质还具有控制或调节遗传物质——核酸的作用,在某些情况下制约核酸的遗传信息的表达。

2. 核酸 核酸是细胞中的另一类生物大分子,约占细胞干重的5—15%,在细胞遗传和代谢方面有极重要的作用,是生命的主要物质基础之一。

核酸是一种多聚核苷酸,它的基本结构单位是核苷酸。采用不同的降解法,可以将核酸分子降解成核苷酸,后者可继续降解成核苷和磷酸,核苷又可降解成碱基和戊糖:



核酸中的戊糖有两种: 核糖和脱氧核糖。

根据核酸中所含糖的种类不同，可将核酸分成两大类，核糖核酸（RNA）和脱氧核糖核酸（DNA）。RNA 主要由腺嘌呤、鸟嘌呤、胞嘧啶和尿嘧啶等四种碱基的核糖核酸构成，DNA 主要由腺嘌呤、鸟嘌呤、胞嘧啶和胸腺嘧啶等四种碱基的脱氧核糖核酸组成。

真核细胞中，DNA 主要存在于细胞核中，线粒体和叶绿体也含有 DNA，它们分别是细胞核和细胞质中遗传信息的携带者。DNA 分子是数量极其庞大的四种脱氧核糖核酸通过 3', 5'-磷酸二酯键彼此连接起来的线形或环形分子，没有分枝。对 DNA 晶体进行 X 光衍射分析发现，DNA 分子是由两条反向平行的多核苷酸链，围绕同一个中心轴构成的双螺旋结构，两条链都是右手螺旋，磷酸基和脱氧核糖在外侧，彼此通过磷酸二酯键相连接，形成 DNA 的骨架，嘌呤和嘧啶碱基层叠于螺旋内侧，二条链的碱基通过氢键结合成对，这种配合是有一定规律的，腺嘌呤（A）只能与胸腺嘧啶（T）配对，鸟嘌呤（G）只能与胞嘧啶（C）配对。这种碱基之间互相匹配的情形称为碱基互补。这样，当一条核苷酸链的碱基顺序确定之后，即可以知道另一条互补核苷酸链的碱基顺序。碱基互补具有极重要的生物学意义。DNA 复制、转录、反转录的分子基础都是碱基互补。

RNA 也普遍存在于各种生物体的细胞内，根据现在的研究，细胞内的 RNA 主要有三种：即核糖体 RNA（rRNA），转运 RNA（tRNA）和信使 RNA（mRNA）。其中 rRNA 占全部 RNA 的 80%，是构成核糖体的骨架，它与蛋白质合成有关。tRNA 占全部 RNA 的 16% 左右，它的分子量较小，一般由 75—90 个核苷酸组成。在蛋白质合成中 tRNA 具有转运氨基酸的功能，有的 tRNA 在蛋白质生物合成中与起始作用有关。在 DNA 反转录和其它代谢调节中 tRNA 也起重要作用。mRNA 只有细胞全部 RNA 的 5% 左右，它是以 DNA 为模板合成的，其碱基组成与 DNA 相对应，所以它能把 DNA 的遗传信息转录下来，在蛋白质合成中，mRNA 作为模板起着翻译遗传信息的作

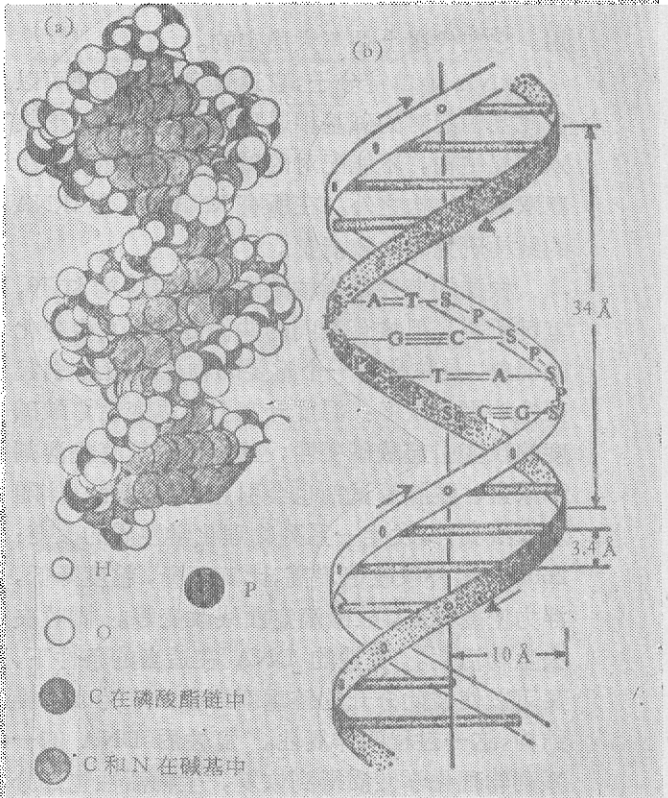


图 2 DNA 分子双螺旋结构模型 (a) 及其图解 (b)

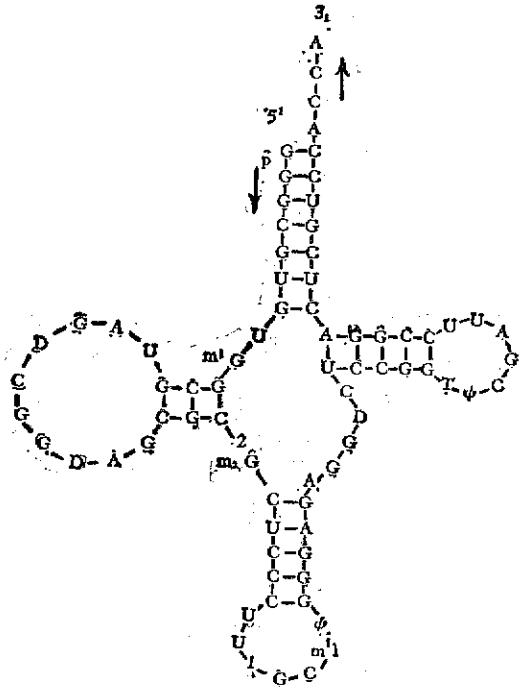


图 3 酵母 tRNA<sup>Phe</sup>

用。它在代谢上是不太稳定的。

RNA 是单链分子,它通过自身回折使可以彼此互相配对的碱基相遇形成氢键,同时形成双螺旋结构,不能配对的碱基形成突环被排斥在双螺旋结构之外。在所有 RNA 中,以 tRNA 的结构研究的比较清楚。

核酸的变性是指核酸的双螺旋结构打开,氢键断裂,但核苷酸间的共价键并不发生变化的现象,是核酸的一个重要的物化性质。引起变性的因素很多:温度升高引起热变性;酸碱度的改变引起酸碱变性;乙醇、丙酮等有机溶剂和尿素、酰胺等试剂也会引起核酸变性,伴随着核酸变性,发生一系列物理化学性质的改变:260nm 紫外吸收值增高,比旋下降,粘度降低,浮力密度升高,酸碱滴定曲线改变等。同时失去生物活性。变性的 DNA 在适当的条件下,又可以使彼此分开的链重新缔合,成为双螺旋结构,这一过程叫作复性。复性后 DNA 的一系列物理化学性质得到恢复,生物活性也部分恢复。变性的 DNA 片段在复性时并不能完全恢复到原来的结构状态,复性后的 DNA 片段实际上已不是变性前的情况了,不同的 DNA 片段间发生了杂交。不仅 DNA—DNA 的同源序列之间, RNA—RNA 同源序列间也可以进行杂交,这在核酸结构功能的研究上是一个极其有用的技术。

近年来,对核酸,特别是对 DNA 化学结构的分析和顺序测定,有了很大的进展,许多新技术新方法的应用使测定 DNA 和 RNA 中核苷酸顺序的时间大大缩短。这一进展不仅对核酸研究,而且对蛋白质研究都有很大的促进作用。

3. 蛋白质和核酸的关系 蛋白质和核酸同为生命现象的物质基础。蛋白质的生物合成与核酸有密切的关系。以 DNA 为模板转录合成的多种 RNA (mRNA, tRNA, rRNA 等)都直接参与蛋白质的生物合成过程, mRNA 是蛋白质合成的直接模板, DNA 储存的遗传信息通过 mRNA 传递给蛋白质(见图 4)

随着反转录酶的发现,肯定了某些病毒能

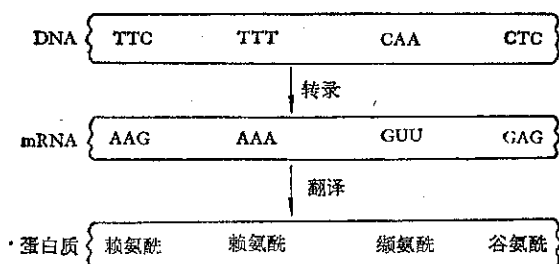
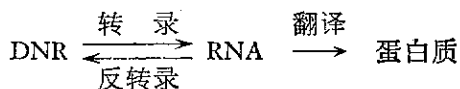


图 4 遗传密码的转录和翻译

以 RNA 为模板合成互补的 DNA。这就完善和补充了中心法则。下面的图解可以概括 DNA, RNA 和蛋白质三者在遗传信息传递上的相互关系。



应用生物化学和遗传学的研究技术,已充分证明了三个碱基编码一个氨基酸。所以叫作三联体密码或密码子(见表 2)。

到目前为止,我们对三联密码有了相当的了解,我们有了较简便而迅速测定 DNA 顺序的方法,这就使通过测定 DNA 顺序测定蛋白质中氨基酸顺序成为可能。方法大致是:先得到蛋白质的 mRNA,再反转录成 DNA。然后分析 DNA 序列,同时在蛋白质的头尾选几部分作顺序分析,若能与 DNA 序列相互对应就可以推知蛋白质中的序列。这已成为蛋白质序列测定的重要方法。用这种方法已经测出了人干扰素和  $H^+$ -ATP 酶  $\beta$  亚单位的氨基酸顺序。

4. 糖类 糖是存在于细胞内的由碳、氢、氧组成的一类有机化合物。由于一些糖分子中氢、氧原子的比例与水中两种原子的比例一样,故又称之为碳水化合物。细胞中的糖分单糖、二糖和多糖。细胞中主要的单糖有核酸中的核糖和脱氧核糖,作为主要能源的葡萄糖和半乳糖等。生物体内主要的二糖是植物体内的蔗糖,麦芽糖和动物体内的乳糖,多糖有动物细胞内的糖元和植物细胞内的淀粉和纤维素,它们都是作为贮存物质而存在的。此外细胞内还有一些糖的复合物:如糖脂、糖蛋白等。糖蛋白是多肽链通过共价键与糖结合成的分布很广具

表 2 遗传密码字典

S'-磷酸末端的碱基	中 间 的 碱 基				3'-OH 基末端的碱基
	U	C	A	G	
U	Phe	Ser	Tyr	Cys	U
	Phe	Ser	Tyr	Cys	C
	Leu	Ser	终止信号	终止信号	A
	Leu	Ser	终止信号	Trp	G
C	Leu	Pro	His	Arg	U
	Leu	Pro	His	Arg	C
	Leu	Pro	Gln	Arg	A
	Leu	Pro	Gln	Arg	G
A	Ile	Thr	Asn	Ser	U
	Ile	Thr	Asn	Ser	C
	Ile	Thr	Lys	Arg	A
	Met	Thr	Lys	Arg	G
G	Val	Ala	Asp	Gly	U
	Val	Ala	Asp	Gly	C
	Val	Ala	Glu	Gly	A
	Val	Ala	Glu	Gly	G

有重要生理功能的蛋白。依含糖多寡可将其分为糖蛋白和粘蛋白。糖蛋白中的糖以唾液酸、氨基葡萄糖、半乳糖、甘露醇为主,此外还有 N-乙酰氨基葡萄糖或 N-乙酰氨基半乳糖。粘多糖是一种杂多糖,通常含两种多糖,其中至少有一种为酸性,含羧基或硫酸根的糖。粘蛋白含糖量很高,透明质酸、软骨素和肝素等都属酸性粘多糖。糖脂将在脂类介绍。

5. 脂类 细胞中脂类包括的范围很广,这些物质在化学结构和化学成分上有很大差异,它们的共同特点是不溶于水,溶于氯仿、乙醚、苯等非极性溶剂。脂类可以分为简单脂类和复

杂脂类(见表 3)。

脂类是机体所需燃料的储存形式和运输形式。此外,磷酸甘油脂类和神经鞘脂类是生物膜的组成成分,腊质附在体表的羽毛或毛皮上有保护作用,简单脂类中的很多种类如维生素激素,前列腺素都是十分重要的生物活性物质。

脂类还可以与其它生物大分子如蛋白质、糖等组成复合体。脂蛋白有运输脂蛋白和膜系统脂蛋白两大类,脂蛋白中的脂类和蛋白质主要通过两种组分的非极性部分之间的疏水性相互作用结合在一起。糖脂是含糖的脂类,最简单的脑苷脂只含一个葡萄糖或半乳糖。神经节苷脂占大脑灰质总磷脂的 6%,在神经末梢中含量也较多,它们可能与神经传导有关。脑苷脂和神经节苷脂都属糖鞘脂类,这一类脂与磷酸甘油脂都是生物膜的组成成分,它们从量上说是较次要的成分,但它们分布不均,说明这是具有特殊功能的一类脂,因此是当前研究的比较多的一类膜脂。有关磷脂等与生物膜有关的内容请看本讲座第三部分有关生物膜的论述。

6. 维生素和辅酶维生素与前面提到的糖类、脂类和蛋白质不同,在天然食品中含量极

表 3 脂的分类

脂的类型	骨 架
复杂(可皂化)	
酰基甘油类	甘油
磷酸甘油酯类	3-磷酸甘油
神经鞘脂类	神经胺醇
腊类	高分子量非极性醇类
简单	
甾类	
固醇类	
前列腺素类	

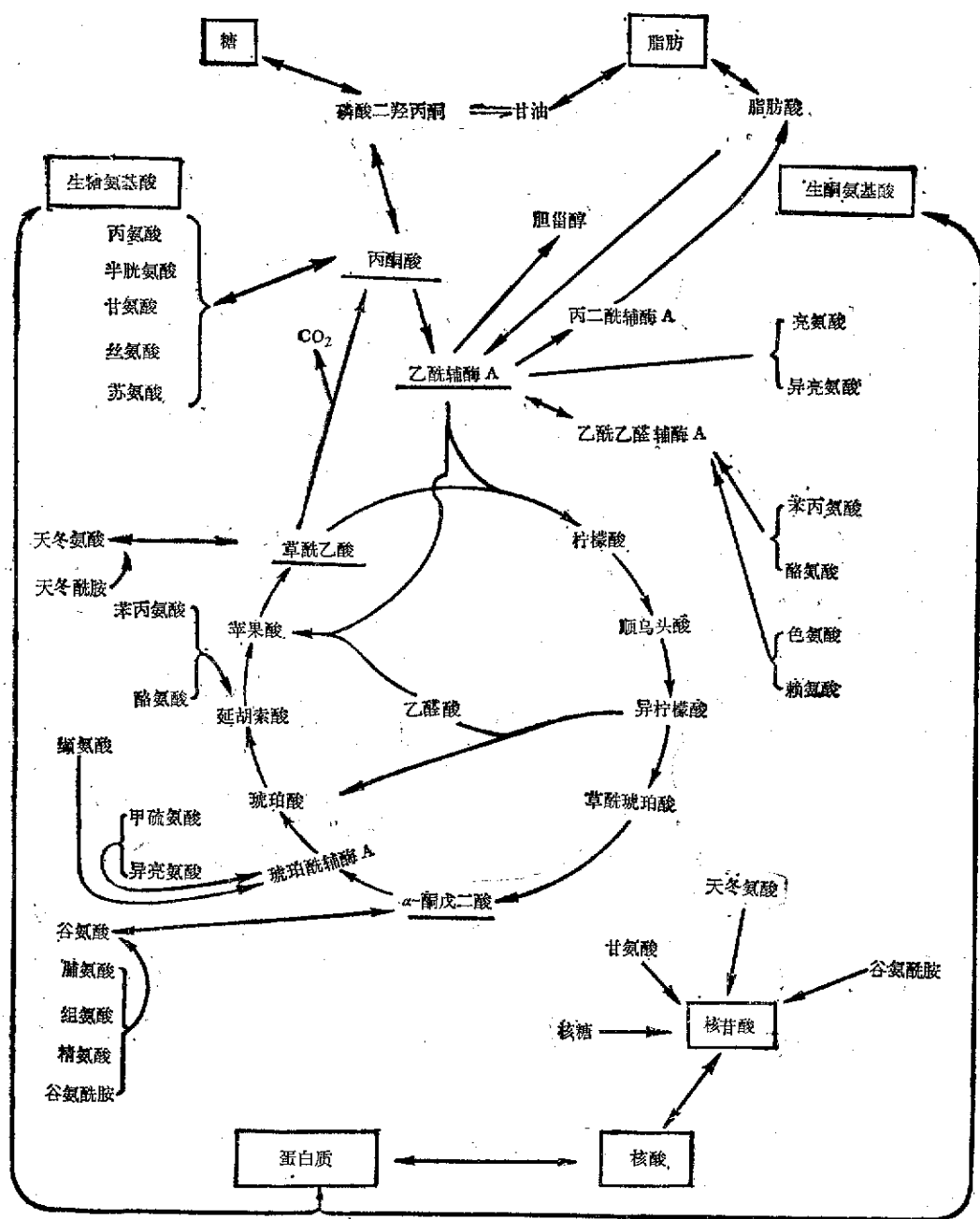


图5 糖类、脂类、蛋白质及核酸代谢的相互关系

少,但它们是生物生长发育所必须的。有的维生素作为辅酶是维持酶活性不可缺少的部分。维生素分脂溶性维生素:维生素A、D、E、K等和水溶性维生素:维生素C族和B族。各已知维生素的辅酶形式和可能的作用(见表4)。

上面谈到细胞内的主要有机组分,在细胞

内它们不是孤立存在的。以磷脂为主体构成了细胞内复杂的膜系。除了细胞表面的细胞膜外,真核细胞内具有由膜构成的多种功能不同的细胞器,如细胞核、线粒体、叶绿体、内质网、溶酶体、高尔基氏器等。各种酶促反应就在这些复杂的膜系中进行。图5即为糖、脂肪、蛋白



表 4 维生素和它们的辅酶

类 型	辅 酶 或 活 化 形 式	促 进 功 能
水溶性		
硫胺素	硫胺素焦磷脂 (TPP)	醛基转移
核黄素	核黄素单核苷酸 (FMN)	氢原子(电子)转移
	核黄素腺嘌呤二核苷酸 (FAD)	氢原子(电子)转移
烟酸	烟酰胺腺嘌呤二核苷酸 (NAD)	氢原子(电子)转移
	烟酰胺腺嘌呤二核苷酸磷酸 (FADP)	氢原子(电子)转移
泛酸	辅酶 A (CoA)	乙酰基转移
吡哆醇	磷酸吡哆醛	氨基转移
生物素	生物胞素	羧基转移
叶酸	四氢叶酸	"1-C" 基转移
维生素 B <sub>12</sub>	辅酶 B <sub>12</sub>	氢原子 1, 2 交换
硫辛酸	硫辛酸赖氨酸	氢原子与酰基转移
抗坏血酸	—	羟化辅助因子
脂溶性		
维生素 A	11-顺视丁醛	视循环
维生素 D	1,25 二羟胆钙固醇	钙磷代谢
维生素 E	—	抗氧化剂
维生素 K	—	凝血酶原生物合成

程是在细胞内的什么部位进行。这充分说明了细胞是一个完整的协调的整体。在多细胞生物中多个细胞间的功能也是互相协调的。

### 三、结 语

细胞学说的创立是十九世纪科学上的三大发现之一。这一学说使人们认识到细胞是一切生物的基本构造单位，也是生物体生存和发展的基础。随着科学技术的发展，现在对细胞的研究已从宏观的形态描述发展到用化学语言进行表达的阶段，许多复杂的生命现象可以归纳为一系列的化学反应。传统的细胞学的研究方法已不能解决当前面临的问题，生物化学、生物物理学、化学、物理学等学科逐渐渗透入细胞学的研究中，为了解决细胞的生命活动规律，细胞生物学家、生物化学家、遗传学家等都力求从细胞水平和分子水平研究细胞的结构和功能，以便解决所研究的问题。由于多学科的科学家们的共同努力，特别是在蛋白质和 DNA 序列测定技术的发展和遗传工程技术的广泛应用，使分子生物学发展很快，例如 RNA 反转录酶的发现，完善和补充了中心法则，左旋 DNA (Z-DNA) 对基因活性的调控作用的研究和具有催

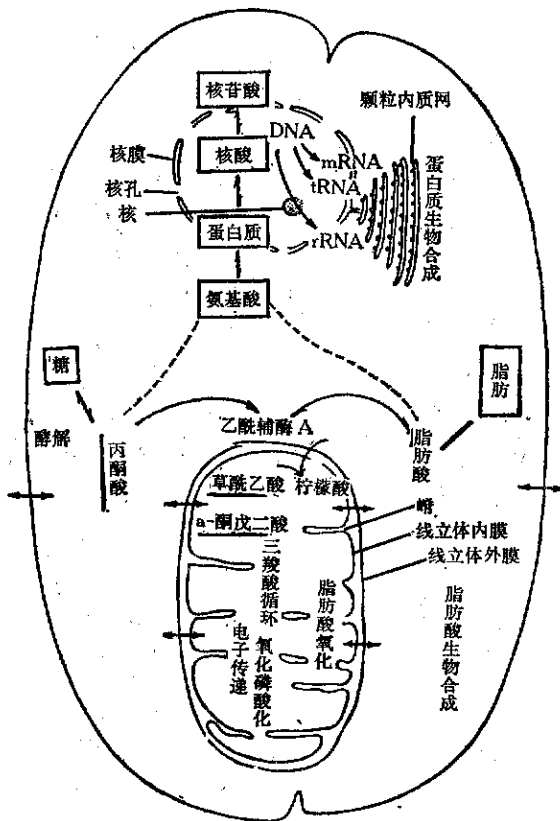


图 6 动物细胞膜结构和物质代谢的联系

质及核酸代谢的相互关系。图 6 表示出这些过

化作用的 RNA 的发现也会提示一些尚未发现的新规律,使人们对生命活动的机理的认识更深一步。我们现在已经可以人工合成某些蛋白质,核酸,也可以用遗传工程的方法令生物定向生产某种生物大分子,如人胰岛素,干扰素等。

尽管在细胞生物学的研究中取得了很大的进步,但有待于深入研究的课题还是很多的,例如:真核细胞基因组及染色体的结构、功能和调控机制,生物膜的结构、功能和细胞识别、细胞通讯、能量传递等的分子生物学,细胞器的精细结构和特殊功能的分子基础,细胞病变、衰老的机理和人类智能的分子机理等。这些问题的研究,必将推动细胞生物学、医学、农学以及生物工程的发展。这将有助于解决人类的一些“不治之症”,使人类健康长寿,改良作物品种,促进农牧业的发展,也可能有助于解决能源问题。

细胞生物学是近年来发展较快的学科,它是从分子水平、亚显微水平研究细胞的生命现象的学科,涉及的学科领域多,使用的研究方法多。本讲座在有限的篇幅里简单地介绍了这一学科领域的几个主要问题。希望它能使读者对细胞生物学有个初步的了解。

### 参 考 文 献

- [1] 新 亮 1978 生命起源研究概况 生物科学参考资料科学出版社 (10): 1—11.
- [2] Albert L. Lehninger 1975 Biochemistry The Molecular Basis of Cell Structure and Function Worth Publishers 2nd. ed.
- [3] De Robertis and De Robertis 1980 Cell and Molecular Biology Saunders College HRW Roger Lewin. 69—93.
- [4] First True RNA catalyst Found 1984 Science 223(4633): 266—267.
- [5] Wood Wilson Benbon Hood 1984 Biochemistry Benjamin Cummings 3—75, 315—396.