

正常人体机能学

浙江医科大学

目 录

绪论..... (1)

第一节 学习正常人体机能学的 目的..... (1)

第二节 人体生命活动的基本特 征..... (2)

一、新陈代谢..... (2)

二、刺激与反应..... (2)

三、人体机能的整体性..... (3)

第三节 调节人体机能活动的基 本过程..... (3)

一、神经调节..... (4)

二、神经体液调节..... (5)

三、人体机能的经络调节与经络学 说..... (5)

第一章 人体的物质组成 (重点是 蛋白质和核酸的化学)..... (6)

第一节 概述..... (6)

一、蛋白质和核酸..... (6)

二、糖类..... (6)

三、脂类..... (7)

第二节 蛋白质..... (7)

一、蛋白质是生命的物质基础..... (7)

二、蛋白质的分子组成..... (8)

三、蛋白质分子的结构概念..... (9)

四、蛋白质的重要理化性质..... (11)

五、蛋白质的分类..... (14)

第三节 核酸..... (15)

一、核酸在细胞内的分布和生物学 意义..... (15)

二、核酸的分子组成成分..... (15)

三、核酸的组成单位——核苷酸..... (16)

四、核酸的分子结构和功能..... (18)

五、体内重要的核苷酸..... (19)

第二章 参加代谢的活性物质—— 酶、维生素、激素..... (21)

第一节 酶..... (21)

一、概述..... (21)

二、酶的化学组成、结构与功能的 关系..... (21)

三、酶作用的特点..... (23)

四、酶的激活与抑制..... (24)

五、酶的命名和分类..... (26)

六、酶在临床医学上的重要性..... (26)

第二节 维生素..... (27)

一、概述..... (27)

二、人体获得维生素的途径..... (29)

三、维生素怎样发挥生理功用..... (30)

第三节 激素..... (32)

一、什么叫激素..... (32)

二、分泌激素的腺体..... (32)

三、脑垂体的促激素..... (32)

四、下丘脑的调节因子..... (33)

五、激素分泌的调节..... (33)

六、神经系统与激素的分泌..... (34)

七、激素的化学本质..... (34)

八、激素的化学结构..... (36)

九、激素的代谢..... (38)

十、激素的作用机制..... (39)

十一、激素的相互关系..... (39)

十二、激素的应用..... (39)

第三章 消化和吸收..... (40)

第一节 概述..... (40)

第二节 口腔内的消化..... (41)

第三节 胃内的消化..... (41)

一、胃液及其作用..... (41)

二、胃的运动..... (42)

第四节 小肠内的消化..... (43)

一、小肠内的化学消化..... (43)

二、小肠的机械消化..... (44)

第五节 大肠在消化中的作用及 排粪反射..... (45)

一、大肠在消化中的作用..... (45)

二、排粪反射..... (46)

第六节 营养物质的吸收..... (46)

一、吸收部位	(46)	三、脂肪酸的氧化	(70)
二、几种主要营养物质的吸收	(47)	四、酮体的生成和氧化	(71)
第七节 消化机能的整体性和调 节	(48)	五、脂肪的合成代谢	(72)
一、消化腺分泌的调节	(48)	六、激素对脂肪中间代谢的调节作 用	(72)
二、消化管运动的调节	(49)	第五节 磷脂的代谢	(72)
三、调节中枢	(50)	第六节 胆固醇的代谢	(73)
第四章 新陈代谢总论和糖代谢 ..	(51)	第六章 蛋白质和核酸的代谢	(75)
第一节 新陈代谢总论	(51)	第一节 概述	(75)
一、中间代谢	(51)	第二节 氮素平衡和蛋白质的互 补作用	(75)
二、细胞是代谢的单位	(52)	一、氮素平衡	(75)
第二节 糖代谢	(54)	二、必需氨基酸和蛋白质的互补作 用	(75)
一、糖的不需氧分解	(54)	第三节 氨基酸的代谢变化	(76)
二、糖的需氧分解	(56)	一、氨基酸的氧化脱氨基作用	(77)
三、磷酸己糖代谢旁路	(59)	二、氨基酸的氨基移换作用(转氨 作用)	(77)
四、糖元的合成、分解与异生作用	(59)	三、联合脱氨基作用和它的逆过程	(77)
五、脑、肌肉、肝脏在糖代谢上的 特点	(60)	四、氨基酸的脱羧基作用	(78)
六、血糖浓度的调节	(61)	五、氨基酸脱氨基产物的进一步代 谢过程	(78)
第三节 生物氧化	(63)	六、酰胺的合成与分解	(78)
一、生物氧化中脱氢和呼吸链	(63)	七、某些氨基酸的代谢特点	(79)
二、生物氧化中能量的转移	(64)	八、氨基酸的代谢变化小结	(79)
第五章 脂类代谢	(66)	第四节 氨的代谢	(80)
第一节 脂类的生理功能	(66)	第五节 蛋白质的分解和合成 ..	(81)
一、组织细胞的组成成分	(66)	第六节 核酸代谢	(83)
二、供给能量	(67)	一、核酸的消化吸收	(83)
三、协助脂溶性维生素的吸收	(67)	二、核酸的分解代谢	(83)
四、供给人体所需的不饱和脂肪酸	(67)	三、核酸的合成代谢	(84)
第二节 脂类的消化、吸收和血 脂	(67)	第七章 糖、脂肪、蛋白质代谢的 相互联系和调节	(86)
一、脂类的消化和吸收	(67)	第一节 糖、脂肪、蛋白质三者 在代谢上的相互联系 ..	(86)
二、血脂	(68)	第二节 糖、脂肪、蛋白质中间 代谢的调节	(87)
第三节 脂类在体内的分布动态	(68)	一、细胞内源的调节	(87)
一、脂肪的分布动态	(68)	二、神经、激素对代谢的调节作用	(89)
二、人体某些组织中脂类的分布 ..	(69)	第八章 肝脏生化和胆色素代谢 ..	(90)
第四节 脂肪的分解和合成代谢	(69)		
一、脂肪分解代谢的特点	(69)		
二、甘油的氧化	(70)		

第一节 肝脏在代谢中所起的作用	(133)
用	(90)
一、肝脏在糖代谢中的作用	(90)
二、肝脏在脂类代谢中的作用	(90)
三、肝脏在蛋白质代谢中的作用	(91)
四、肝脏的解毒作用	(91)
五、肝脏中激素和维生素的代谢	(92)
第二节 血红蛋白的分解代谢	
——胆色素代谢	(92)
一、胆色素的代谢过程	(93)
二、黄疸的类型	(93)
第九章 血液	(95)
第一节 血液的组成、化学成分和理化特性	(95)
第二节 血细胞	(101)
一、红细胞	(101)
二、白细胞	(103)
三、血小板	(103)
四、血细胞生成的调节	(104)
第三节 血量	(104)
第四节 血液凝固	(106)
第十章 血液循环	(110)
第一节 心脏的生理机能	(110)
一、心肌的生理特性	(110)
二、心动周期与心率	(113)
三、心脏的射血	(113)
四、心尖搏动与心音	(114)
五、心脏的生物电现象	(115)
六、心输出量	(118)
第二节 血管的生理机能	(119)
一、血管的分类及其机能特点	(119)
二、微循环	(120)
三、血流的基本规律	(121)
四、血压	(122)
第三节 心血管活动的调节	(125)
一、神经调节	(125)
二、体液性调节	(129)
第四节 应激状态的循环机能调节	(131)
一、劳动时的循环机能调节	(131)
二、休克时的循环机能变化	(132)
第五节 脑、心、肺的循环特点	
第十一章 呼吸	(135)
第一节 呼吸运动	(135)
一、呼吸肌与胸廓运动	(136)
二、呼吸时胸内压的变化	(136)
三、肺的通气机能	(137)
第二节 气体的交换与运输	(139)
一、气体的交换	(139)
二、气体在血液中的运输	(140)
第三节 呼吸运动的调节	(143)
一、呼吸中枢	(143)
二、肺牵张反射	(144)
三、血液中 O_2 、 CO_2 与 H^+ 浓度对呼吸的影响	(144)
四、其他传入神经对呼吸的影响	(146)
第十二章 能量代谢和体温调节	(148)
第一节 能量代谢	(148)
一、测定能量代谢的基本原理	(148)
二、影响能量代谢的基本因素	(149)
三、基础代谢	(150)
第二节 体温调节	(152)
一、体温的正常变异	(152)
二、产热和散热过程	(153)
三、体温调节	(154)
第十三章 尿的排泄	(157)
概述	(157)
第一节 尿的特性与组成	(158)
第二节 肾脏生成尿的过程	(159)
一、肾小球的滤过作用	(160)
二、肾小管的重吸收和分泌、排泄机能	(161)
第三节 膀胱的排尿生理	(163)
第四节 祖国医学有关泌尿生理的论述	(165)
第五节 肾功能衰竭和透析治疗的原理	(165)
第十四章 水、盐代谢和酸碱平衡	(166)
第一节 水和电解质平衡	(166)
一、人体内水和电解质的含量及分布	(166)
二、体液间的动态平衡	(167)
三、水的代谢	(168)

四、钠、钾、氯的代谢	(170)	二、大脑皮质对躯体运动机能的调 节	(196)
五、水、电解质平衡的调节	(171)	三、大脑皮质对植物性机能的调节 ——植物性神经的机能	(197)
六、水和电解质平衡失调	(171)	四、大脑皮质活动的基本规律—— 条件反射的建立及其生理意义	(202)
第二节 钙磷代谢	(172)	第十六章 感觉器官	(205)
一、血钙和血磷	(172)	第一节 视觉器官	(205)
二、钙、磷的吸收与排泄	(173)	一、眼的屈光系统	(205)
三、甲状腺素、甲状腺降钙素、维 生素D对钙磷代谢的影响	(173)	二、眼的感光系统	(210)
〔附〕一份软骨病病例——对旧 社会的血泪控诉	(174)	第二节 听觉器官	(213)
第三节 酸碱平衡	(175)	一、声波在听觉器官内的传导过程	(213)
一、体内酸和碱的来源	(175)	二、耳蜗的感音机能	(215)
二、酸碱平衡的调节	(176)	第三节 前庭器官	(216)
三、酸碱平衡失调	(179)	一、椭圆囊、球囊的功能	(216)
四、酸碱平衡失调的处理原则	(180)	二、半规管的机能	(216)
第十五章 神经系统的功能	(181)	第四节 内脏感觉	(217)
第一节 神经纤维的机能特性与 神经肌接点的兴奋传递	(181)	第十七章 内分泌的功能与调节	(220)
一、神经动作电位及其传播	(181)	概述	(220)
二、神经纤维的传导特征	(182)	第一节 脑垂体	(220)
三、神经肌接点兴奋的传递	(183)	垂体前叶	(221)
第二节 反射弧中枢部分的机能 特征	(184)	一、垂体前叶激素及其作用	(221)
一、中枢神经原联系的复杂性	(184)	二、垂体前叶活动的调节	(222)
二、突触结构与中枢内兴奋的传递	(184)	垂体后叶	(223)
三、反射中枢兴奋的特征	(186)	一、垂体后叶的激素及其作用	(223)
四、反射活动的协调	(186)	二、垂体后叶活动的调节	(224)
第三节 脊髓的机能	(187)	第二节 甲状腺	(225)
一、脊髓的传导机能	(187)	一、甲状腺的机能	(225)
二、脊髓的反射机能	(188)	二、甲状腺活动的调节	(225)
三、脊髓横断和半横断的反应	(189)	第三节 甲状旁腺	(226)
第四节 脑干的机能	(190)	一、甲状旁腺的机能	(226)
一、脑干的传导机能	(190)	二、甲状旁腺活动的调节	(227)
二、脑干的反射机能	(191)	第四节 肾上腺	(227)
第五节 小脑的机能	(192)	肾上腺皮质	(227)
第六节 间脑的机能	(193)	一、肾上腺皮质的激素	(227)
一、丘脑的机能	(193)	二、肾上腺皮质的机能	(227)
二、下丘脑的机能	(194)	三、肾上腺皮质活动的调节	(228)
第七节 大脑的机能	(194)	肾上腺髓质	(229)
一、大脑皮质的机能定位	(194)	一、肾上腺髓质的激素及其作用	(229)
		二、肾上腺髓质分泌的调节	(230)

第五节 胰岛	(230)
一、胰岛的激素及其作用	(230)
二、胰岛活动的调节	(231)
第六节 性腺	(231)
一、睾丸的内分泌机能	(231)
二、卵巢的内分泌机能	(231)

附录一 二十种氨基酸的化学结构	(235)
-----------------------	---------

绪 论

第一节 学习正常人体机能学的目的

正常人体机能学是以人体的机能为研究对象，是从生命活动的物理现象和化学现象中找出人体机能活动规律的科学。根据“课程设置要精简”，以及教育革命的实践，它由生理学与生物化学两门密切联系的学科组成。生理学着重研究人体各系统、器官的机能及其物理学基础；生物化学着重研究人体的化学组成及其变化过程，即人体的新陈代谢过程，并进而阐明人体新陈代谢与生理机能的相互关系。

人体各器官的机能与其结构是互相联系、相互制约的。人体机能学（或人体生理、生化学）一方面与人体形态学（或解剖、组织学）密切联系；另一方面，正常人体的生理、生化知识又为研究病理、药理、微生物等后继医学基础科学和所有临床医学及卫生学提供不可缺少的理论基础。这是因为只有了解了正常人体机能活动的规律，才可能进一步深入理解疾病情况下人体机能活动的异常改变，并找出合理的预防措施和治疗方法。例如只有在了解正常肾脏泌尿过程、尿的理化特性与化学成分等必需知识之后，才能进一步掌握肾炎患者肾功能障碍的病理，从检查尿成分等方法进行疾病的诊断和防治。因此，正常人体机能学是重要的医学基础理论课。我们学习它的目的就在于掌握正常人体机能活动的规律，以便进一步掌握疾病发生的规律和防治原理，以增进健康、战胜疾病，为广大工农兵群众服务，为中国革命和世界革命服务。

正常人体机能学以人体生命活动为研究对象。本课程首先介绍人体生命活动的基本特征，以及人体机能所以能保持完整统一的基本原理。然后从人体的基本组成物质和参于代谢过程的生物活性物质开始，再分别对人体各机能系统即：消化吸收、新陈代谢、血液、循环、呼吸、能代谢与体温调节、泌尿、水盐代谢与酸碱平衡、神经系统、感觉器官与内分泌等的活动规律进行讨论。由于人是由高等动物发展而来，实践证明，研究动物，特别是哺乳类动物的生命活动规律，对于了解人体机能活动规律有重要参考价值。许多不能在人体进行的实验，常利用动物作为研究对象，但必须指出，从动物实验得到的结果，还应在人体上进行观察验证，以区别其异同。

作为正常人体机能学研究对象的人体，不仅是最高级，最复杂的自然机体，而且是处于一定的历史阶段，一定的社会条件下的人体。毛主席教导：**在阶级社会中，每一个人都在一定的阶级地位中生活，各种思想无不打上阶级的烙印。**因此，我们不能仅从一般的生物学规律去研究人体的一切生命活动，同时必须以无产阶级的立场、观点和方法去研究人类社会实践，特别是生产劳动实践和阶级斗争实践对人体的各种影响。毛主席又教导我们：**在人类的认识史中，从来就有关于宇宙发展法则的两种见解，一种是形而上学的见解，一种是辩证法的见解，形成了互相对立的两种宇宙观。**在研究人体生理、生化现象的过程中，两种宇宙观的斗争是十分激烈的。例如在生理学中曾将有机体的反射动作看作是一种固定不变的机械动

作，用静止、孤立的观点去分析机体各脏器的活动，甚至还有认为人有天赋的才能与知识等等，这些都是形而上学与唯心主义的观点，必须批判。刘少奇、林彪一伙则出于其篡权复辟的狼子野心，大肆贩卖唯心主义的“先验论”、“天才观”，则更需彻底揭穿，严加批判。在今天，马列主义、毛泽东思想科学地总结了自然、社会和人类思维的客观规律，因此我们必须以马、列和毛主席的哲学思想作为我们学习、研究本课程的指导思想。对于中外前人在生理、生化学方面所积累的知识，应本着毛主席“洋为中用，古为今用”，“排泄其糟粕，吸收其精华”的教导，继承、利用其正确的方面，扬弃、批判其错误的方面；并遵循毛主席“中国医药学是一个伟大的宝库，应当努力发掘，加以提高”的教导，促进中西医结合，为创立我国统一的新医药学而努力。

毛主席教导我们：“路线是个纲，纲举目张”；“思想上政治上的路线正确与否是决定一切的”。过去的生理生化学课程在反革命修正主义教育路线和卫生路线的影响下，没有很好地为无产阶级政治服务，推行理论至上、自觉不自觉地宣扬唯心主义和形而上学，传播“洋奴哲学”、“爬行主义”等等，造成脱离无产阶级政治、脱离工农兵、脱离三大革命的实践。经过无产阶级文化大革命的战斗洗礼，一场轰轰烈烈的教育革命正在向纵深不断发展，我们必须紧跟毛主席的无产阶级革命教育路线，坚持以无产阶级政治统帅业务，坚持为工农兵服务的方向，坚持“实践第一”与理论相结合的原则，反对单纯学理论和轻视理论学习的两种偏向，为革命而教，为革命而学，为把自己培养成为又红又专、对同志对人民极端热忱，对工作极端负责任，对技术精益求精的白求恩式的革命医务工作者而努力。

第二节 人体生命活动的基本特征

一、新陈代谢：

毛主席教导我们：“新陈代谢是宇宙间普遍的永远不可抵抗的规律。依事物本身的性质和条件，经过不同的飞跃形式，一事物转化为他事物，就是新陈代谢的过程”。恩格斯指出：“生命是蛋白体的存在方式，这个存在方式的基本因素在于和它周围的外部自然界的不断的新陈代谢，而且这种新陈代谢一停止，生命就随之停止，结果便是蛋白质的分解”。由此可见，生命最基本的表现就是机体的新陈代谢活动。人体的新陈代谢就是机体与周围环境之间不断的进行物质交换，自我更新、运动和发展的过程。机体的新陈代谢包括同化、异化两个对立而又统一的过程。同化作用就是从周围环境摄取所需的物质，综合成机体本身的物质；异化作用则是机体本身的物质不断进行分解。整个物质代谢过程伴有能量的储存、释放和利用。由于新陈代谢的不断进行，机体才能进行生长、发育、生殖等一系列生命活动。新陈代谢如果停止，生命也就随之停止。关于新陈代谢的概念，在代谢总论中还要专章讨论。

二、刺激与反应：

生命机体具有对周围环境中的变化发生反应的能力，称为感应性（应激性或兴奋性）。能引起机体发生反应的理化因素称为刺激。刺激必须达到一定的强度才能引起组织反应；能引起组织有效反应的最低强度的刺激称阈刺激，其强度值称为强度阈值。除强度条件外，尚须有一定的刺激作用时间，如强度虽够，但刺激作用时间不足，也不能发生刺激效果。例如每秒10万周率以上的高频电流能使电灯发光，但通过人体时人体不受电击，也不引起肌肉收缩；即由于频率太高，每次通电或断电的持续时间过短，达不到最低的时限要求，不能引起组织兴奋。这种高频电流仅具有生热效应，临床上高频电流透热疗法，即根据此原理。组织对刺激的

反应是与组织细胞内的代谢变化(具体表现是细胞的化学变化、生物电等变化)密切相关的。毛主席教导我们：“唯物辩证法认为外因是变化的条件，内因是变化的根据，外因通过内因而起作用”。各种组织的机能不同，对刺激作出不同的反应，例如肌肉组织表现为收缩，神经纤维表现为兴奋的传导，腺体表现为分泌等。毛主席又教导我们：“无论什么事物的运动都采取两种状态，相对地静止的状态和显著地变动的状态。两种状态的运动都是由事物内部包含的两个矛盾着的因素互相斗争所引起的”。机体对刺激的反应就有两种形式：一种是由相对静止状态变为显著活动的状态，或由较弱的活动状态变为较强的活动状态。这一种反应形式叫做兴奋。另一种形式则相反，即由显著活动的状态变为相对的静止状态，或由较强的活动状态变为较弱的活动状态，这一种反应形式叫做抑制。例如人在运动时，心跳由慢变快，这种反应就是兴奋的表现；休息或入睡时，心跳较慢，这就是抑制的表现。兴奋和抑制是对立统一的，既互相斗争，又互相依存，互相转化，由此表现了机体多种多样的活动形式。

三、人体机能的整体性：

人体各部分组织，器官虽然各有其不同的机能，但它们之间是互相连系，互相影响着的。我们在研究机体的机能时，有时应用分析的方法，例如对离体的器官、组织进行研究，探讨其机能活动的内在原理，这是需要的。但是我们切不可将各个局部孤立起来看待，应该辩证地处理局部与整体的关系，注意局部与整体之间的相互影响。注意比较用分析方法所得的器官功能的结果与在整体情况下的异同点。人体各部分相互影响、相互协调的例子是很多的。例如在劳动时，人体肌肉活动加强，需要更多的营养物质和氧气的供应，这时心脏跳动加快、加强，促进血液循环运送更多的养料，呼吸也加深加快，增加气体的交换，吸入更多的氧，排出更多的二氧化碳。这说明一个器官的活动有赖于其他器官活动的配合。同样，一个器官系统机能活动失常，将影响到其他器官系统的活动，进而妨碍整个人体的活动。故人体是一个完整的矛盾统一体。

人体生活在一定的环境中，人与环境之间的关系也是矛盾统一的。环境变化不断地作用于人体，人体不断以相应的机能活动变化适应环境的变化。例如夏天环境温度升高，人体就相应地发生皮肤血管舒张，大量出汗，增加身体的散热量，以维持正常体温；而寒冷时则发生相反的生理变化。人体除了生活于自然环境，还生活于一定的社会环境中。阶级斗争、生产斗争和科学实验等社会实践深远地影响着人体的生理机能。人与动物具有质的不同之点是在于人不仅被动地适应周围环境，而更能通过社会的集体劳动，主动地适应环境、改造环境，使之有利于人体的机能活动。人与环境的矛盾斗争是绝对的，通过人体对环境变化产生适应性的机能活动，使人与环境达到“矛盾的暂时的相对的统一”。毛主席教导我们：“人们的社会存在，决定人们的思想。而代表先进阶级的正确思想，一旦被群众掌握，就会变成改造社会、改造世界的物质力量”。用毛泽东思想武装起来的人就是最大的战斗力，能够最勇敢、最无畏地去改造客观世界。英雄的大庆工人，排除万难，高速度地创建油田，大寨人垒石造田，改造自然，河南林县人民劈山引水，修建红旗渠等等，这一系列动人心腑的英雄事迹，就是人类能动地改造客观世界的典范。

第三节 调节人体机能活动的基本过程

人体机能的完整统一以及与环境的作用，是由于人体对各种生理机能进行调节的结果。所谓机能的调节，就是使机体各部分不断变化的机能活动能够互相协调，从而使各部分

活动之间保持动态平衡，并使机体的活动能够同外界环境的变化保持动态平衡。这里应该指出：平衡是相对的和暂时的，而运动才是绝对的，平衡只是运动的一种表现。人体的机能调节主要是通过神经与神经体液两种方式：

一、神经调节：

人体各器官都有神经分布，无论外界环境的变化或机体内部活动的改变，首先是通过神经系统的一系列活动来调节的。神经调节的基本方式是反射活动。所谓反射就是人体受到环境变化的刺激，通过中枢神经系统而发生的反应活动。例如人在不知不觉中肢体受烫热刺激而缩回，异物接触眼球时所发生的眨眼反应，运动时心脏、呼吸活动的加快、加强等等，都是反射活动的例子。

反射活动需要通过由中枢神经系统连接起来的反射弧来实现。反射弧由以下五部分组成：即感受器、传入神经、神经中枢、传出神经和效应器。以上述肢体受烫热刺激而回缩的反射为例，当烫热刺激皮肤痛觉感受器时，感受器能将刺激转变为神经冲动，经传入神经传至脊髓有关神经中枢，通过中枢的作用，再发出神经冲动，经传出神经传至所支配的肌肉（即效应器）引起肢体肌肉的收缩，而使肢体回缩。（图1）。

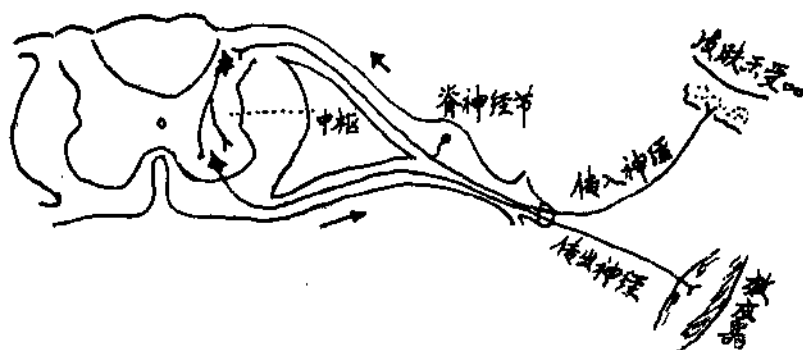


图1 简单反射弧模式图

感受器一般是传入神经原外周轴突末梢的特殊结构。它能接受内外环境的刺激，将其转变为神经冲动（即可传导的兴奋）。传入神经的细胞体位于脑、脊神经节内，其轴突末梢接受感受器来的刺激而发生兴奋时，将周围的兴奋沿着神经纤维传导到中枢。神经纤维的机能就是传导冲动。神经中枢是由中枢神经系统内参加该反射活动的一切有关的神经原所组成。每一反射都有其特定的反射中枢，将传入冲动进行分析与综合。传出神经的细胞体位于脑和脊髓内，发出轴突到达效应器。它能将中枢的兴奋传导至效应器。效应器是指传出神经所支配的器官组织，如各种肌肉和腺体。

反射可分两大类，即无条件反射和条件反射。无条件反射是先天所具有的反射活动，其经路不一定通过大脑皮质，大部分可在低级中枢完成，上述的肢体受烫热刺激而回缩，眨眼反射，吃食物引起唾液分泌等等都是。条件反射则是后天形成的，由于某些刺激经常与一定的无条件反射相连系，后来单是这个刺激一出现，也能使机体产生与该无条件反射同样的反应。这就叫做条件反射。例如机体不但对于落在眼内的异物刺激发生眨眼反应，以后即使飞虫向眼前飞来，未接触角膜以前就已眨眼；又如快速跑步时，由于骨骼肌的本身感受器等刺激，反射地引起心跳、呼吸的加强，这是无条件反射。但经常训练的运动员在作起跑准备

时，就已有心跳、呼吸的加强，这就是条件反射，它使机体能更及时、更完善地适应环境的变化。条件反射在人类必须通过大脑皮质的活动来完成。

二、神经体液调节：

体内某些器官组织可以产生某些特殊的化学物质，释放到血液中，通过血液循环的运送，作用于各有关的器官组织，调节它们的活动。这种特殊的化学物质又称体液因素，包括内分泌腺的激素，组织的代谢产物，二氧化碳、乳酸等。由于体液因素的产生本身也直接或间接接受神经系统的调节，因此这种调节方式称为神经—体液调节。它的调节过程是：中枢神经系统的兴奋冲动作用于产生体液因素的组织，促进体液因素的分泌，然后，体液因素进入血行，通过血液循环作用于各器官而影响其活动。现举内分泌腺肾上腺髓质激素分泌为例：当人体受到较剧烈的环境变化的刺激，如寒冷刺激等，能够反射地使神经中枢兴奋，经交感神经传出冲动至肾上腺髓质，促进其分泌肾上腺素，后者通过血液循环的运输作用于心脏、血管、肝脏和其他组织，引起血液循环加速，新陈代谢增强，热量产生增加，皮肤血管收缩，减少散热，防止体温下降，从而有助于人体对寒冷环境的适应。

神经调节的特点是作用迅速而精确，神经—体液调节则进行较缓慢，但作用范围较广泛而持久。在体内两种调节是互相补充，互相影响的。在人体机能的调节中，神经系统起着主导作用。人体神经系统最高级部分、大脑皮质已进化成为思维的器官，故人具有自觉的能动性。资产阶级学者从唯心的形而上学世界观出发，把人单纯看作是生物学的人，与一般动物等同起来，抹杀人的阶级性和主观能动性，这是完全错误的。例如资产阶级学者把机体受到损伤性刺激发生避开动作的防御反射看成是“趋利避害”的“本能”，并认为人类的行为也服从这一规律。客观事实证明：人的行为不是全由这些所谓的生物学“本能”所支配，而更受人的阶级性和主观能动性所支配。剥削阶级、叛徒之流贪生怕死，为了活命可以出卖祖国，出卖同志，变为不耻于人类的狗屎堆。而用毛泽东思想武装起来的革命战士，对所谓损伤性刺激在一般情况下也要避开，以“减少不必要的牺牲”，但在革命需要的时候，将为革命一不怕苦、二不怕死，“明知征途有艰险，越是艰险越向前”。战斗英雄黄继光为了夺取高地全歼敌人，奋不顾身地用自己的胸膛堵住正在扫射的敌人的机枪孔。志愿军烈士邱少云，在战斗中全身着火，为了不暴露目标，忍受着烈火烧身的疼痛，坚持不动而壮烈牺牲，保证了我军战斗的胜利。这些英雄行为，对所谓“趋利避害”的本能决定着人类的行动”的反动谬论给以最有力的批判。

三、人体机能的经络调节与经络学说：

祖国医学认为人体内有一个经络系统，其大的纵行干线叫“经”，小的横出支路叫“络”，经犹似经路，络犹似网络，它们是人体气血运行、内外贯通的道路。经络遍布全身，内连五脏六腑，外络四肢、肌肉、筋骨、皮肤、脉、耳、鼻、舌等，把人体各部如脏腑与脏腑、脏腑与体表、脏腑与五官、四肢与躯干等紧密地连接起来，构成一个在功能上互相联系，互相制约的对立统一的整体。经络的生理作用是“行血气、营阴阳，濡筋骨、利关节”。祖国医学所谓的“气”是代表一种功能或动力，“血”是指营养全身，维持人体正常生理机能的主要物质，由于经络系统的联系、调节，推动气血的运行并营养全身。当经络循行的通路或其功能发生障碍时就会产生疾病，用针刺一定穴位，或用药物等方法使经络恢复正常的运行，使气血正常流通，则阴阳调和，健康恢复。关于经络的物质基础是什么，目前尚有不同认识。许多临床资料与动物实验表明，经络与神经系统有密切关系。例如针刺穴位引起的循经行走的感觉，是在产生酸、麻、胀等感觉（又称针感）的基础上引起的，而大脑是感觉的物质基础，在下半身完全瘫痪或半身麻醉的病人，针刺腿部穴位就不能产生针感。目前关于经络本质和在针灸疗法基础上发展起来的针刺麻醉原理，正在国内展开广泛的研究和讨论。

第一章 人体的物质组成（重点是蛋白质和核酸的化学）

第一节 概 述

辩证唯物主义认为，世界是物质的，物质是运动的。这一辩证唯物主义观点同样阐明了人体是物质组成的，这些组成物质又是不断地运动更新的。为了认识人体物质运动的基本规律，首先应该了解参与运动的组成物质。

构成人体的物质，主要有水、蛋白质和核酸、脂类、无机盐和糖类等。按其含量多少来看，水的含量最高，约占成人体重的60~70%；蛋白质次之，约为体重的15~18%；脂类约为体重的10~15%；无机盐和糖类分别约为体重的3~4%和1~2%。

本章着重介绍蛋白质和核酸，因为它与生命活动关系最为密切。至于水、无机盐以及糖、脂类等的化学均已在化学课程中学习过，本章不再重复，仅对糖类和脂类化学中与人体有关的内容在这一节里做一些简要的介绍。

一、蛋白质和核酸：

蛋白质和核酸是生物体的最重要的化学组成。早在一百多年前，伟大革命导师恩格斯在《反杜林论》中指出：“生命是蛋白体的存在方式，这种存在方式本质上就在于这些蛋白体的化学组成部分的不断的自我更新”。一百多年以来的科学实践，特别是近十几年来，充分证实并进一步发展了恩格斯的光辉预见。现在已知，无论在什么地方，生命总是与蛋白质这类基本物质相联系，借此来认识生命现象，已经成为现代生物科学发展的方向。

二、糖类：

人体内糖的总量并不多（主要是葡萄糖、糖元和粘多糖），但是人体每天需要从食物中取得的营养素来说，除水之外就要算糖类最多了。一般成年人平均每天进食的食物，按干燥量计算大约有五百克（一市斤）以上，其中80%是糖类物质（主要是淀粉，经人体胃肠道消化后分解成葡萄糖）。因为人体正常生活、劳动所需要的能量主要是靠糖类氧化作用供给的。

葡萄糖：是人体内最重要的糖。它主要分布在细胞外，由血液输送到各组织以供利用。体内其他的单糖、多糖和糖的衍生物的合成亦是以葡萄糖为原料的。

糖元：是细胞内糖的储存形式，当糖的供给充足时，葡萄糖可以在肝脏及肌肉等组织中变成糖元；需要利用时，糖元可以再断裂成磷酸葡萄糖或继续分解成葡萄糖；肝脏中糖元分解成葡萄糖后，可以释放至血液中起着维持血液中葡萄糖（血糖）浓度的作用。

人体中其他的重要单糖有戊糖，其中核糖和脱氧核糖是核酸的组成成分（参见“核酸”节）。

人体内重要的多糖还有粘多糖。它是由氨基己糖、己糖醛酸等与乙酸、硫酸等缩合而成的一类高分子聚合物。它是结缔组织的基质中最重要的物质，其中一部分与蛋白质结合在一起，成为粘蛋白。粘多糖具有粘合细胞、保护组织

和润滑等作用。粘多糖种类很多，主要的有透明质酸、硫酸软骨质、硫酸角质、硫酸粘液素和肝素等。其中分布最普遍和含量最多的是透明质酸，在眼球玻璃体、关节滑液和脐带中含量特别多，它是由许多分子的葡萄糖醛酸和乙酰氨基葡萄糖的聚合物，分子量很大，大约有五万到八百万左右，水溶液很粘，在组织内将细胞粘起来并有使病菌不易渗入组织的功能。但有些致病细菌和肿瘤组织能分泌一种分解透明质酸的酶，叫做透明质酸酶，在它的作用下使透明质酸分解，于是病菌或癌细胞就容易在组织中扩散。硫酸软骨质也是广布于人体结缔组织中的一类粘多糖，但主要分布在含水分较少的结缔组织（如软骨、生长的骨骼、心瓣膜和皮肤等）中。肝素（由于它首先在肝组织中发现，所以称为肝素）也广泛分布在各组织中，虽然含量不多，但它是人体内防止血液凝固的重要抗凝剂。此外在腺体与粘膜的分泌液（以及血液和尿等体液）中也含有相当数量的粘多糖，它们主要与蛋白质结合成糖蛋白或粘蛋白，也具有润滑和保护组织的作用。

三、脂类：

脂类也是生物界存在的一大类有机物质，分布很广泛。在物理性质上，脂类不溶于水而溶于脂肪溶剂（如乙醇、乙醚、丙酮、氯仿、苯等）；在化学组成上，脂类是属于高级脂肪酸的酯或可能与这种酯有关的物质；在营养上，脂类是可以被人体和动物所利用的物质。所以我们这里所指的脂类的涵义要比在化学上所指的脂肪（即三酸甘油酯）广泛得多。脂类包括脂肪（这是生物体内含量最多的脂类）和类脂两类。人体中就含有这两种脂类。

人体内的脂肪主要分布在皮下、肠系膜等脂肪组织中，是人体内的储存脂肪。在体内氧化时每克脂肪所供给的能量比糖和蛋白质多一倍。人体内的脂肪含量随着性别、胖瘦、饮食情况而有很大的变动。

类脂包括磷脂和胆固醇等，是细胞的组成成分，它在体内的含量并不因胖瘦而有显著变动。类脂和蛋白质相结合，便成为脂蛋白，是构成细胞的各种膜的基本材料。如细胞膜、核膜、以及线粒体膜等。这些膜不但能维持细胞的完整，以及分隔细胞内部的不同部分，同时还与细胞的代谢过程以及通透性等有重要关系。

人体内除在脂肪组织中大量地存积着脂肪之外，其他部位的脂类物质往往是和蛋白质结合在一起的。例如上面提到的构成细胞各种膜的材料便是脂蛋白。还有，血浆中的脂类也是以各种不同密度的脂蛋白形式存在的。分析血浆中各种脂类和脂蛋白的组成，对于认识各种类型的高脂血症有着重要的临床意义。

以上是关于人体组成成分的一些总的概念。在体内，这些物质受着各种因素的调节，不断地进行新陈代谢，吐故纳新。酶、维生素、激素是调节新陈代谢的三类物质，它们在体内含量虽少，但确为维持正常生命活动所必需。这些物质还将专题学习。本章先学习与生命现象有头等重要关系的蛋白质和核酸。

第二节 蛋 白 质

一、蛋白质是生命的物质基础：

蛋白质不仅是构成生物体的基本材料，而且是生命活动所依赖的主要物质基础。早在十九世纪的七十年代，恩格斯已经指出蛋白质和生命不可分割的关系，“无论在什么地方，只要我们遇到生命，我们就发现生命是和某种蛋白体相联系的，……”《反杜林论》。这一科学论断，现在已经被愈来愈多的科学实践所证明：体内各组成物质不断进行自我更新即新陈代谢，它的每一个变化过程几乎都靠酶的催化，酶便是蛋白质；调节新陈代谢的某些激素也是蛋白质（或多肽等）；此外，如肌肉收缩，它完成人体的运动、吞咽、心脏搏动等生理过程，肌肉的特殊蛋白质，——肌球蛋白，发挥着重要作用；又如血液运输气体，将吸进体

内的氧运送至各组织供细胞利用，并将组织中产生的二氧化碳运至肺部呼出，完成这一功能的主要是血液红细胞中的血红蛋白；其他如抵抗病菌侵入体内的抗体也是蛋白质，等等，这些事实均更深刻地说明了蛋白质在生命过程中的重要性。

蛋白质为什么具有如此重要的生理功能？这是与它的分子结构特异性分不开的。不同的蛋白质分子具有不同的分子组成和不同的分子结构，这是蛋白质在生理功能上之所以有千差万别的内在原因。据估计，世界上约有一百二十万种以上的生物，按每种生物平均含有数千种蛋白质计算，则世界上生活着的有生命机体总共有将近百亿种不同种类的蛋白质。

二、蛋白质的分子组成：

(一) 蛋白质的组成元素：

蛋白质和糖、脂肪一样都含有碳(C)、氢(H)、氧(O)三种元素。不同于糖和脂肪的是蛋白质还含有一定量的氮(N)元素，这是蛋白质元素组成的特点。蛋白质的平均含氮量为16%，即100克蛋白质约含氮16克，或者说，1克氮相当于6.25克蛋白质。6.25这个数值有其应用意义，在测定蛋白质时，只要把测得的含氮量乘以6.25就大约等于蛋白质的量。

除含C、H、O、N以外，蛋白质还含有硫(S)或磷(P)等元素。

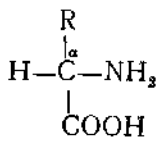
(二) 蛋白质的组成单位——氨基酸：

蛋白质是一类分子量很大的高分子化合物。不同的蛋白质，它的组成、形状和大小各不相同，分子量可以从几千、几万到几十万甚至更大，如胰岛素的分子量为11,466，人血红蛋白的分子量为66,800。

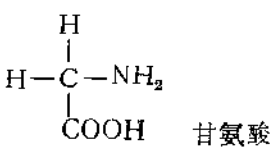
实验证明，蛋白质受酸或硷作用时，可以水解生成各种氨基酸，氨基酸是蛋白质的基本组成单位。

(三) 氨基酸：

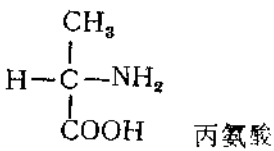
组成蛋白质的氨基酸主要的共有二十种。它的化学结构具有一个共同特点，即在最接近羧基的碳原子，即 α -碳原子上有一个氨基，所以称为 α -氨基酸。 α -氨基酸的一般结构式可表示如下式：



上式中R代表各种 α -氨基酸的不同结构部分。学习时应注意R的特点而区别各种氨基酸。例如，甘氨酸是结构最简单的氨基酸，它的化学结构式是：

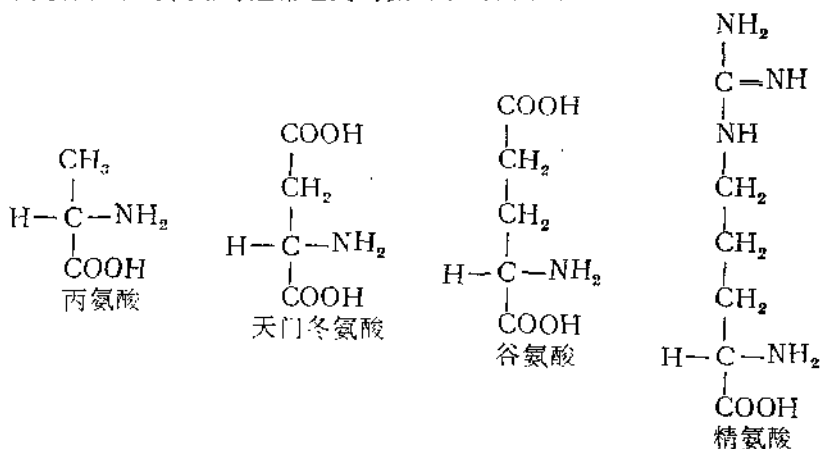


在甘氨酸结构中，R便是氢原子。比甘氨酸多一个碳原子的氨基酸是丙氨酸，它的化学结构式是：



在丙氨酸中R是甲基(CH₃)。

下面列举几种在学习代谢时经常遇到的氨基酸的化学结构：

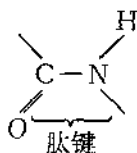


其余各种氨基酸的化学结构，请参看附录。

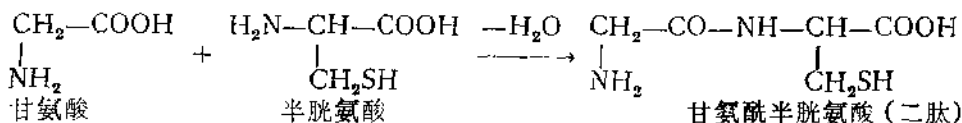
三、蛋白质分子的结构概念：

(一) 氨基酸在蛋白质分子中的连接方式：

蛋白质是高分子化合物，在蛋白质分子中，氨基酸藉肽键连成肽链。肽键是一分子氨基酸的氨基与另一分子氨基酸的羧基去水缩合而成。



两个氨基酸分子缩合而成二肽，二肽是最简单的肽。如甘氨酸与半胱氨酸生成二肽，称甘氨酰半胱氨酸，如下式：



二肽仍含有自由存在的（游离的）氨基和羧基，同样能继续与氨基酸缩合成三肽、四肽、五肽、六肽以至多肽。

当然，肽的合成是要吸收能量的，氨基酸与氨基酸之间并不容易自行缩合，而且生物体内的各种肽和蛋白质分子的氨基酸排列均有一定顺序，所以不论在人体内或者在体外用化学合成各种肽都需要先将氨基酸转变成能位较高的衍生物（化学合成时还要保护别的可起反应的基团）才能达到。关于人体内如何合成肽链将在蛋白质的新陈代谢中讨论。

人体中也有一些肽在新陈代谢中发挥重要作用，如谷胱甘肽（谷氨酸、半胱氨酸和甘氨酸所组成的三肽）广泛存在于动植物体内，在生物体内的氧化过程中参与作用。又有一些肽是内分泌腺分泌出来的激素，如垂体后叶分泌的催产素、加压素，垂体前叶分泌的促肾上腺皮质激素（ACTH），胰岛α细胞分泌的胰高血糖素等。此外，作为药物使用的肽，如杆菌肽、多粘菌素，更生霉素等都是临床上有用的抗菌素。

许多氨基酸形成多肽长链（称为肽链）是蛋白质的最基本结构。各种蛋白质都有其特有的氨基酸组成和排列顺序以及肽链之间相互交联的位置。正由于各种蛋白质在结构上有着这样的特异性才表现出它们的生理功能千变万化。例如，每分子胰岛素单体是由两条不同的肽链共51个氨基酸分子（包括谷氨酸、亮氨酸等十六种不同氨基酸）借半胱氨酸之间的二硫键相

结合起来的。研究各种蛋白质分子中的氨基酸组成和排列顺序是认识蛋白质结构和功能的基础，例如，正由于胶原蛋白中含有大量的脯氨酸和羟脯氨酸，方能形成人体结缔组织的特殊的胶原纤维结构。

当我们认识了蛋白质分子中的氨基酸排列顺序之后，便开始了用化学方法来合成各种有生理功能的蛋白质的尝试。我国科学工作者遵循革命导师恩格斯的教导：“如果化学有一天能够用人工方法制造蛋白质，那末这样的蛋白质就一定会显示出生命现象，即使这种生命现象可能还很微弱”《反杜林论》。在党的总路线的光照耀下，在大跃进的年代里开始了向人工合成蛋白质的伟大进军，终于在1965年，我国首先从氨基酸用化学方法全合成了结晶胰岛素。这是我国科学工作者高举毛泽东思想伟大红旗，在奋力攀登世界科学高峰，赶超世界先进科学水平的伟大进军中，为祖国为人民在理论科学研究方面争得的一项世界冠军，这是毛泽东思想的伟大胜利，是对刘少奇、林彪等一类骗子所鼓吹的“洋奴哲学”“爬行主义”的一个有力批判。

（二）蛋白质的空间构型概念：

在蛋白质分子中，由氨基酸连成的长肽链具有一定的空间构型，它可以靠着氢键卷成螺旋形（样子象弹簧那样）称为 α -螺旋，典型的例子是头发中的角蛋白。

α -螺旋结构中的氢键是怎样形成的呢？原来氨基酸之间形成了肽键之后，留下的 $>C=O$ 的氧原子端电子分布较密集，也就是呈负电性，而留下的 $>N-H$ 的氢原子，则由于原有的一个电子已移近氮原子并与氮原子成共价键相结合，而呈正电性。所以当肽链之间这两个基团相互靠近时便相互吸引而形成氢键。

各种蛋白质的肽链都具有各自的空间构型。大多数蛋白质分子中不仅含有一定数量的 α -螺旋，并且还盘曲成一定的空间构型。而且，只有具有这样特殊空间构型的蛋白质方才显示出蛋白质的生物学功能。一旦把这种构型破坏掉了，蛋白质也就丧失了它的生物学功能，即蛋白质变性。某些蛋白质分子又是由两个或两个以上的上述结构单位（这时称它们为亚基）依一定的立体关系组合的。例如红细胞中的血红蛋白分子就是由四条两两相同的肽链（ α -链和 β -链）即四个亚基构成的。

蛋白质和多肽的主要不同之处，在于前者除了具有一定的氨基酸排列顺序之外，还具有特殊的空间构型。这种构型是蛋白质表现生理功能的依据，我国首先人工合成的胰岛素就是这样的具有与天然胰岛素相同构型的蛋白质。我国科学工作者在无产阶级文化大革命的有力推动下继人工合成胰岛素之后，从1967年夏天起开始用X-射线衍射法测定胰岛素的空间构型，已经精细地测出1.8埃（每1埃为一亿分之一厘米的长度）分辨率的电子密度图，这就有可能在分子空间结构的基础上阐明胰岛素的生物化学性质，进而提供研究胰岛素生物活性及免疫本质的线索。

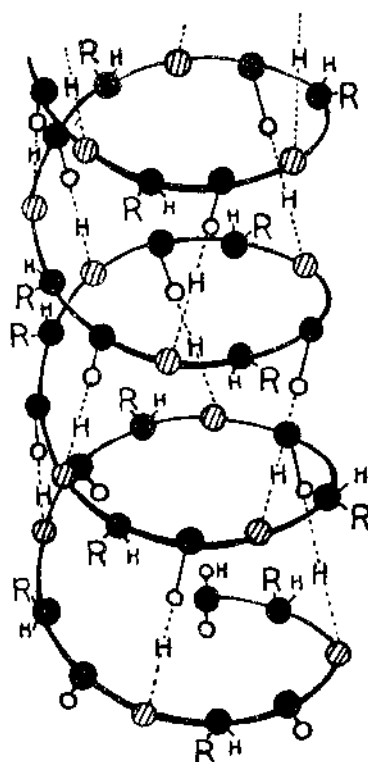


图1：1 α -螺旋，图中显示各圈螺旋之间有氢键相互联结着

从蛋白质结构与功能的关系来看，蛋白质功能的表现，不仅需要一定的氨基酸组成，更重要的是整个蛋白质分子在立体结构上的完整性。但是，维持蛋白质立体结构的化学键，特

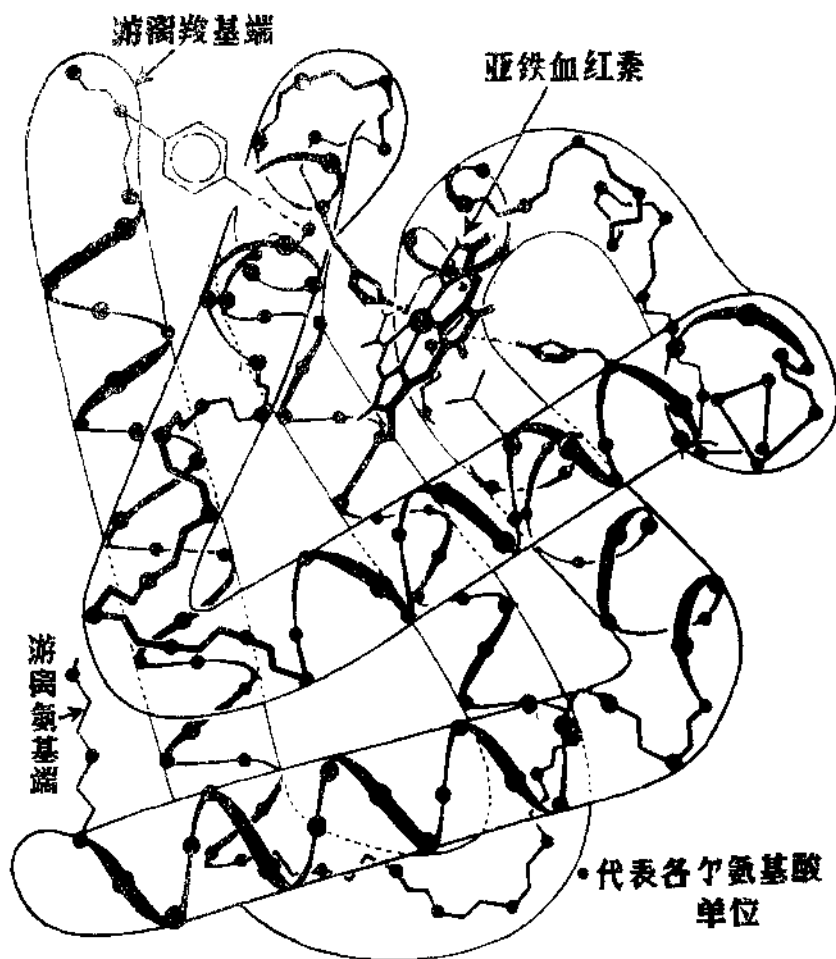


图 1 : 2 血红蛋白分子中的一个 β 亚基结构示意图，图中显示壹级、贰级和叁级结构的梗概。

别是氢键，是很弱的，容易受外界因素的影响而遭到破坏，从而，改变了蛋白质的性质，破坏了蛋白质的功能。

四、蛋白质的重要理化性质：

蛋白质是由许多氨基酸组成的，分子庞大，结构复杂，这就决定了蛋白质的各种理化性质。

（一）蛋白质在溶液中的两性电离：

蛋白质由氨基酸组成，虽然大部分氨基与羧基已结合成肽键，但分子中仍含有少数游离的氨基与羧基。氨基具有硷性，羧基具有酸性，因而能在溶液中电离而使蛋白质分子带有电荷。在酸性溶液中，氨基电离增加，蛋白质带正电荷；相反，在硷性溶液中，羧基电离增加，蛋白质带负电荷。