

SHENG
GONG
JI
SHENG
G
HUA
XUE

生理生化学

《生理生化学教材编写组编》

湖南人民出版社

生理生化学

《生理生化学》教材编写组编

*

湖南人民出版社出版
湖南省新华书店发行
湖南省新华印刷一厂印刷

*

1974年12月第1版第1次印刷

印数：1——68,000册

统一书号：14109·81 定价：2.13元

毛主席语录

领导我们事业的核心力量是中国共产党。

指导我们思想的理论基础是马克思列宁主义。

我们的教育方针，应该使受教育者在德育、智育、体育几方面都得到发展，成为有社会主义觉悟的有文化的劳动者。

学制要缩短。课程设置要精简。教材要彻底改革，有的首先删繁就简。

把医疗卫生工作的重点放到农村去。

中国医药学是一个伟大的宝库，应当努力发掘，加以提高。

目 录

第一章 绪 论	(1)
第一节 生理生化学的研究对象和任务.....	(1)
第二节 生命活动的特征.....	(3)
第三节 人体机能的调节.....	(5)
第二章 蛋白质和核酸的化学	(9)
第一节 蛋白质.....	(9)
第二节 核 酸.....	(20)
第三章 酶	(26)
第一节 酶促反应的特点.....	(26)
第二节 酶的分子组成、结构与功能的关系.....	(27)
第三节 影响酶作用的因素.....	(29)
第四节 酶的命名和分类.....	(32)
第五节 酶在医疗实践中的意义.....	(32)
第四章 维生素	(34)
第一节 脂溶性维生素.....	(34)
第二节 几种重要的水溶性维生素.....	(38)
第三节 维生素缺乏症的原因.....	(47)
第五章 消化与吸收	(50)
第一节 口腔内消化.....	(50)
第二节 胃内消化.....	(52)
第三节 小肠内消化.....	(57)
第四节 大肠的机能.....	(61)
第五节 吸收.....	(62)
第六节 消化系统机能的完整性.....	(64)
第六章 糖代谢	(66)
第一节 糖元的生成和分解.....	(67)
第二节 糖的氧化分解.....	(68)
第三节 血糖.....	(74)
第七章 脂类代谢	(79)
第一节 血脂.....	(80)

第二节	脂肪的代谢	(82)
第三节	磷脂的代谢	(87)
第四节	胆固醇的代谢	(89)
第八章	蛋白质和核酸代谢	(93)
第一节	蛋白质的营养作用	(93)
第二节	蛋白质的代谢	(96)
第三节	核酸代谢	(103)
〔附〕	蛋白质、脂类和糖代谢之间的关系	(108)
第九章	能量代谢	(111)
第一节	水的生成过程	(111)
第二节	能量的转化和利用	(114)
第三节	基础代谢	(117)
〔附〕	几种组织器官的供能特点	(119)
第十章	肝脏功能与胆色素代谢	(120)
第一节	肝脏在代谢中的重要作用	(121)
第二节	胆色素代谢与黄疸	(125)
第三节	几种常用的肝功能试验	(128)
第十一章	血液	(132)
第一节	血浆的化学成分和理化特性	(133)
第二节	血细胞生理	(137)
第三节	血量、输血和血型	(141)
第四节	血液凝固和纤维蛋白溶解	(146)
第十二章	血液循环	(151)
第一节	心脏的生理机能	(151)
第二节	血管的生理机能	(170)
第三节	心血管活动的调节	(177)
第四节	器官、组织的血液供应	(183)
第十三章	呼吸	(190)
第一节	呼吸运动和肺的通气	(191)
第二节	气体的交换与运输	(195)
第三节	呼吸运动的调节	(200)
第十四章	排 泄	(205)
第一节	尿的生成	(205)
第二节	影响尿生成的因素	(211)
第三节	尿液的浓缩与稀释	(214)

第四节	排 尿	.....	(216)
第十五章	水和无机盐代谢	.....	(218)
第一节	体 液	.....	(218)
第二节	水、钠和氯的代谢	.....	(221)
第三节	钾代谢	.....	(226)
第四节	钙磷代谢	.....	(228)
第五节	铁的代谢	.....	(232)
第十六章	酸硷平衡	.....	(233)
第一节	体内酸和硷的来源	.....	(233)
第二节	体内酸硷平衡的调节	.....	(234)
第三节	酸硷平衡紊乱	.....	(239)
(附)	酸硷平衡紊乱与 K^+ 、 Cl^- 、 HCO_3^- 代谢的关系	.....	(242)
第十七章	体 温	.....	(245)
第一节	体温恒定的意义及其正常标准	.....	(245)
第二节	机体的产热和散热过程	.....	(246)
第三节	体温调节	.....	(248)
第十八章	内分泌	.....	(251)
第一节	甲状腺	.....	(254)
第二节	胰 岛	.....	(257)
第三节	肾上腺	.....	(258)
第四节	性 腺	.....	(262)
第五节	脑垂体	.....	(269)
(附)	其他内分泌物质	.....	(272)
第十九章	神经系统	.....	(274)
第一节	神经纤维的机能	.....	(275)
第二节	反射中枢的生理	.....	(279)
第三节	神经系统的感觉机能	.....	(283)
第四节	神经系统对躯体运动的调节	.....	(288)
第五节	神经系统对内脏机能的调节	.....	(294)
第六节	高级神经活动和脑电图	.....	(299)
第二十章	感觉器官	.....	(302)
第一节	眼的机能	.....	(303)
第二节	耳的机能	.....	(309)
第三节	嗅觉、味觉	.....	(316)

第一章 绪 论

第一节 生理生化学的研究对象和任务

人体生理生化学是一门重要的医学基础课，包括原生理学和生化学两门课的内容，是研究人体正常机能的科学。

所谓人体机能，是指人体整体及其各组成系统、器官所表现的生命现象或生理作用，如循环、呼吸、消化、排泄、肌肉运动等等；为了更深入地了解这些机能，还有必要研究某些组织或细胞的微细结构和化学组成，了解细胞内部所发生的各种物理和化学变化。我们学习生理生化学，就是要认识这些机能和变化的发生原理、发生条件、以及各种环境条件对它们的影响，从而掌握人体及其各部分机能活动的规律。

生理生化学是在三大革命实践中产生的，反过来又为三大革命实践服务。它和临床医学有密切的关系。劳动人民在长期同疾病作斗争的过程中，逐渐积累了关于人体正常机能的知识，经过反复实践和不断总结，再配合一定的科学实验（包括一些可供参考的动物实验资料），逐渐形成了一些说明人体机能活动规律的理论，而根据这些理论，又可以更好地指导人们的医疗实践。掌握正常人体机能活动的规律，是正确认识人体疾病状态并采取合理的防治措施的重要理论依据。因此，学习和研究生理生化学，决不能为理论而理论。伟大领袖毛主席教导我们：“马克思主义的哲学认为十分重要的问题，不在于懂得了客观世界的规律性，因而能够解释世界，而在于拿了这种对于客观规律性的认识去能动地改造世界。”我们学习生理生化学，其目的正是在于掌握正常人体机能活动的规律，以便进一步掌握预防和治疗疾病的知识和技能，战胜疾病，增进人民健康，为广大工农兵群众服务，为中国革命和世界革命服务。

生理生化学虽然是一门为医疗实践服务的理论课，但在应该为那个阶级的医疗卫生事业服务以及如何服务的问题上，历来存在着两条路线的斗争。毛主席教导我们说：“思想上政治上的路线正确与否是决定一切的。”长期以来，生理学和生化学课程在刘少奇一伙反革命修正主义路线的毒害下，教材内容先是承袭英、美，后又照搬苏修，基本上保留了封、资、修的旧体系，成了资产阶级对无产阶级实行专政的工具；旧教材宣扬“理论至上”、“智育第一”、“个人奋斗”、“成名成家”等资产阶级黑货，把革命师生引上了“三脱离”的死路。与此相反，毛主席的无产阶级教育革命路线，历来主张“根本改革过去的教育方针和教育制度”，坚持“教育必须为无产阶级政治服务，必须同生产劳动相结合。”因此，我们学习生理生化学，也和学习其他理论课和技术课一样，都必须从广大工农兵

的需要出发，从把医疗卫生工作的重点面向农村的需要出发，从防治常见病和多发病的需要出发，坚持理论和实践相结合的原则，使生理生化学的理论能够更好地为无产阶级政治服务，为医疗实践服务。生理生化学理论之所以重要，正是、也仅仅是因为它能够指导医疗和预防工作实践，否则理论再多，也是无用。当然，我们在批判理论脱离实际的错误倾向的同时，还要划清“理论至上”和学习必要的基本理论的界线，避免实用主义倾向，只有这样，才能真正做到理论和实践的统一。

学习生理生化学，必须以马克思主义、列宁主义、毛泽东思想为指导，用辩证唯物主义来认识人体生命现象及其活动规律。革命导师恩格斯指出：“**生理学当然是有生命的物体的物理学，特别是它的化学，但同时它又不再专门是化学，因为一方面它的活动范围被限制了，另一方面它在这里又升到了更高的阶段。**”这不仅简要地说明了生理学和生化学的内容及其联系，而且从辩证唯物主义哲学的高度，告诉我们应当如何认识人体的各种生命现象，即一方面，生命现象不论如何复杂，它们都是以体内进行着的具体的物理和化学过程为基础的，并没有什么神秘的、非物质的力量在起作用；但同时又应当看到，生命活动是一种更高级的物质运动形式，不能简单地搬用一般的物理和化学原理对它们加以机械的解释。只有这样，我们在认识生命现象时才能既不犯唯心论的错误，也不犯机械唯物论或形而上学的错误。

随着十七世纪欧洲资产阶级工业革命和资本积累而发展起来的西方近代科学如生理学和生化学，由于长期处于分门别类搜集材料的阶段，其思维方法和内容受到形而上学宇宙观和唯心论的深刻影响。按形而上学的观点，孤立、静止、片面地看问题，认为人体各个系统、器官、甚至每一个细胞，都是彼此孤立、互不联系、各自为政的独立王国，因此人体不过是细胞的堆积，器官的组合。根据这样的看法，有些人就抛开整体，抛开整体和外部世界的联系，去孤立地认识和研究某一系统或器官的机能，引导人们“头痛医头”、“脚痛医脚”，因而具有很大的片面性。形而上学强调平衡，否认矛盾，还认为事物变化的原因不在事物的内部而在事物的外部，因而在基础和临床医学中形成了“均衡论”、“外因决定论”等等的错误观点。形而上学忽视人的阶级性和主观能动性，把有阶级意识和思想感情的人，看得同实验动物相差无几，只相信药物或其他医疗处置的作用，忽视人的社会环境和思想意识对人体机能和抗病能力的影响，忽视精神对物质的反作用。对于旧生理学和生化学中的这些错误观点和错误倾向，我们必须坚决抵制，严加批判。坚持辩证唯物论的宇宙观，反对唯心论和形而上学，用对立统一的法则分析客观事物，就能提高我们的认识能力，抵制各个学科领域中的反动思想体系和形形色色的伪科学，这正是我们在学习生理生化学时必须遵循的原则。

我国古代医学从朴素的辩证观点出发，用阴阳、表里、虚实、寒热、气血、经络等相互对立又相互联系的概念，描述人体正常和疾病时的机能活动，虽有其历史局限性的一面，但却强调了各脏器之间的相互联系，相互制约，以及它们内在的对立统一关系，因而为临床诊断和施治指出了一条正确的途径，使祖国医学在很早以前就达到了较高的

水平。毛主席指出：“中国医药学是一个伟大的宝库，应当努力发掘，加以提高。”我们一定要遵照毛主席的教导，批判民族虚无主义、“洋奴哲学”和“爬行主义”等错误思想，走中西医结合的道路，为继承、发掘和提高祖国医药学，创立我国的新医药学而努力。

广大劳动群众在长期同大自然和一切剥削阶级作斗争的过程中，逐步认识了自然界和人类社会发展的规律，也逐步积累了关于正常人体机能以及同疾病作斗争的知识。因此，生理生化学知识也和其他知识一样，都是广大劳动群众创造的。没落奴隶主阶级的代言人孔老二，以及历史上一切反动剥削阶级的代表人物，都竭力贬低劳动人民和他们的无限创造力；刘少奇、林彪一类骗子继承孔孟之道，极力鼓吹“天才论”，散布“上智下愚”、“生而知之”等谬论，胡说什么“知识是少数天才创造的”，其目的完全是为了维护和恢复剥削阶级的反动统治，垄断科学技术成果，妄图永远奴役和剥削劳动人民。但是无数历史事实和革命实践彻底揭露了“天才论”的虚伪性和反动性。在新中国，特别是经过无产阶级文化大革命，工农兵成了文化、科学的主人。在医药卫生战线上，一批过去不出名的工农劳动群众、解放军战士、农村赤脚医生和基层医务工作者，在马列主义和毛泽东思想指引下，通过革命实践，创造出一个又一个震惊世界的医学奇迹，为创立我国新医药学开辟了广阔的前景。作为文化大革命以来进入大学的工农兵学员，负有上大学、管大学、用马列主义和毛泽东思想改造大学的光荣历史使命，因而一定要认真读马、列的书，读毛主席著作，坚持以阶级斗争为主课，把坚定正确的政治方向放在首位，一方面接受前人实践得来的间接知识，而更重要的是投身到三大革命运动的实践中去，走与工农相结合的道路，直接加深和丰富对人体正常机能和疾病过程的认识，掌握和提高防治疾病的本领，为把自己锻炼成无产阶级革命事业的可靠接班人而努力。

第二节 生命活动的特征

生理生化学的研究对象是有生命的人体，人体是由物质组成的。构成人体的化学元素，主要有碳、氢、氧、氮，还有钠、钾、钙、镁、氯、硫、磷、铁、碘等，由这些元素再组成蛋白质、糖、脂类等有机物，以及水和其他无机物。近代生物科学的研究表明，人体并不是各种元素或物质的简单堆积或聚合；在构成人体的各组织和细胞中，各种物质在空间上都有一定的排列和顺序，组成了可以实现各种生理功能的生物学结构。例如，活的细胞膜主要是由具有一定层次和排列方向的蛋白质和脂类等分子构成的，这种膜对不同物质和离子有不同的通透性，因而使细胞表现一定的电性质和其它特性；又如在细胞核和胞浆中含有一些具有结构特异性的蛋白质和核酸，可以控制细胞内其他蛋白质和酶的合成，因而可以决定细胞的结构特点和代谢类型，等等。

在构成人体的固体物质中，各种蛋白质含量约占总量的一半，它们在人体的生命活动中有重要的意义。恩格斯早在十九世纪七十年代就指出：“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”。恩格斯当时所

指的蛋白体不应理解为单纯的蛋白质；近年来关于生命的物质基础的研究成果表明，蛋白体至少应该理解为蛋白质和核酸等成分组成的复合体系，而一些最简单的有生命表现的物质，如某些病毒，就是只由一个核酸中心和一个蛋白质外壳所构成的。如以后将逐次讨论到的，在复杂的人类有机体内，蛋白质和核酸也起着极为重要的作用，决定着体内新陈代谢的进程和各种生命活动的维持。

作为学习生理生化学内容的准备，下面就生物体内新陈代谢的特点，和由新陈代谢所决定的活组织的共同特性——兴奋性，加以简单介绍。

一、新 陈 代 谢

“新陈代谢是宇宙间普遍的永远不可抵抗的规律”，也是生命存在的必要条件。从最简单的有生命物质到复杂的人类有机体，我们都可以看到它们和周围环境之间不断进行着新陈代谢。生物体的新陈代谢包括同化作用和异化作用两个方面。机体从外界环境中摄取营养物质后，把它们制造成为机体自身的物质的过程，叫做同化作用；机体把自身的物质进行分解，把分解产物排出体外，并且在物质分解时释放能量，供给机体生命活动的需要，这叫做异化作用。一般当物质分解时要释放能量，物质合成时要吸收能量，而后者所需的能量，正是由前者供给的。由此可见，体内物质的分解与合成，以及物质变化和能量变化之间，是不可分割地相互联系着的。具体研究各种营养物质在体内，特别是在细胞内的变化以及相伴随的能量转变，正是生理生化学研究的重要内容之一，它们是整体生命得以维持的必要条件，也是各细胞、组织和器官所表现的生理功能的基础。

机体在生活过程中不断摄取外界的物质，转化为自身的物质，同时排出另一些物质，这样机体自己便生长了，发展了和更新了。因此，在机体生活的每一瞬间，它同时是自己，又是别的什么。譬如人和动物的牙齿，表面看来是一种比较固定的结构，但是用同位素的实验证明，构成牙齿的物质也是经常在不断地更新着。这就提示我们，生命过程和机体机能不是静止和固定的，而是以不断进行着的新陈代谢为基础的发展和变化着的过程；新陈代谢一旦停止，机体得不到自我更新，生命也就失去存在的可能。

人体包含有无数的细胞，每个细胞都进行着新陈代谢，但它们不能象单细胞生物那样，可以直接由外界环境摄取营养物和排出废料。在长期的进化过程中，高等动物的细胞或组织发生了结构和机能上的分化，如消化器官主要是摄取食物，对食物进行消化和吸收；呼吸器官主要是由外界摄取氧气和排出二氧化碳；排泄器官如肾脏，主要是排出水和代谢终产物；而循环系统则把进行代谢所需要的氧和营养物质运送给全身各细胞，并把各细胞产生的代谢终产物运送到肺和肾等器官去排泄，等等。这样看来，组成复杂的人类有机体的各种不同细胞或组织，一方面各自进行着新陈代谢，但从整体的角度看，它们的活动又是互相联系，围绕着整个有机体的新陈代谢进行的。

二、兴奋性

一切有生命物质的另一个重要特征，是当它们受到周围环境条件改变的刺激时，有发生反应的能力。最简单的单细胞生物如变形虫，当受到环境变化的激惹时，会出现变形运动；人体肌肉组织在受到刺激时，会出现收缩，等等。我们把活组织或细胞这种对周围环境的改变起反应的能力或特性，称之为兴奋性（或应激性）。

机体组织在接受刺激而发生反应时，其表现可以有两种形式：一种是由相对地静止变为显著地变动的状态，或由活动弱变为活动强，这叫做兴奋；另一种是由显著地变动转化为相对静止，或由活动强变为活动弱，这叫做抑制。刺激引起组织兴奋还是抑制，取决于刺激的质和量，以及组织当时所处的机能状态。

刺激要引起组织发生兴奋，必须是达到一定强度时才行。引起组织发生兴奋的最小刺激强度，称为阈刺激，它反映了组织产生兴奋能力的大小。体内神经、肌肉和腺体组织产生兴奋的能力最强，它们在受到微弱刺激时就可能发生兴奋。

兴奋性的维持和兴奋时的各种表现，是以活组织或细胞内进行的新陈代谢为基础的。当环境条件的改变即刺激作用于某一细胞或组织时，通过影响其中某种新陈代谢过程，使其增强或减弱，然后根据细胞所特有的结构和机能，表现出各种特有的反应。组织或细胞不同，它们在兴奋时所表现的外部特点也有所不同，如肌肉组织兴奋时有肌纤维的缩短，腺细胞兴奋时有某些物质的分泌，而神经组织在兴奋时则可产生神经冲动，等等。

人类机体和单细胞生物或简单多细胞生物不同，体内细胞发生了高度的分化，其中有一些细胞或结构是专门感受体内外环境条件的改变的，叫做感受器；另外一些细胞或结构如肌肉等，则是整体对外界刺激起反应的器官，叫做效应器。感受器和效应器又通过神经系统联系起来，使机体对刺激发生反应。这样看来，作为人的整体来讲，当它受到刺激时，机体的反应就不再是直接受刺激部位的局部反应，而是通过神经系统所实现的整体性质的反应了。

第三节 人体机能的调节

人体各器官和各系统的机能活动，经常保持着密切的联系，互相配合，作为一个整体而活动；同时，人体的机能又能随着环境条件的变化而变化。人体所以能不断地改变自己的机能活动水平和活动形式，解决由于体内外环境变化所产生的新矛盾，是由于体内的各种调节机构进行着不断的调节活动的结果。如我们以后将看到的，不同器官或不同情况下的机能调节，各有其具体特点，但概括起来，不外是神经调节和体液调节这两种基本方式。为了以后学习的方便，这里先将这两种调节方式的主要特点，作一概略的介绍。

一、神经调节

神经调节主要靠神经系统的活动来完成。人的神经系统由中枢部分和外周部分所组成。中枢部分包括脑和脊髓，包藏在颅腔和脊椎管中；由脑发出的12对脑神经和由脊髓发出的31对脊神经，分布到全身各器官和组织中去，它们构成了神经系统的外周部分。外周神经中包含有大量的神经纤维，这些纤维在功能上可区分为两大类：一类叫传入神经纤维，它们的外周端和全身各组织中的感受器或感觉器官相联接；一类叫传出神经纤维，它们的末端和体内被称为效应器的结构，如骨骼肌、平滑肌、腺体等相联接。

神经系统通过传入和传出神经纤维与全身各组织和器官的广泛联系，是神经系统对人体各种机能进行调节的结构基础。我们现在以人体处于一定的低温环境中仍能保持体温相对恒定为例，说明神经调节的作用过程。当外界气温降低时，由人体表面散失的热量将增多，如果这时体内产热的数量和散热的条件仍和气温降低前一样，体温就会逐渐下降；但由于体内有体温调节机构的存在，这时外界气温的降低会刺激人体的温度感受器，通过一定的传入神经纤维，把外界气温下降的信息以神经冲动的形式传递给位于下丘脑部位的体温调节中枢，中枢再根据这些信息，通过一定的传出神经纤维，引起全身皮肤血管发生一定程度的收缩，这样就使由血液带到皮肤表面的热量减少，使身体可以保持较多的热量，同时，中枢还可以通过其它的传出途径，使身体的产热量也有所增加。这样，虽然外界的温度降低了，但由于身体也发生了相应的机能改变，就使体温仍然能保持在原来的、相对恒定的水平。

神经系统通过类似的方式对体内各种机能进行调节的例子还很多，如食物进口引起唾液或其他消化液的分泌，角膜受异物刺激引起眼睑的迅速闭合，以及人体肌肉活动增强时呼吸和循环机能都有相应的增强，等等，所有这些，都主要是通过神经系统进行调节的结果，所不同的，只是在上述各具体情况下涉及的感受器、效应器、传导神经和有关中枢的所在部位不同而已。由此可见，要实现神经调节，一般要有以下五个基本环节参与，即感受器→传入神经纤维→中枢→传出神经纤维→效应器。我们把这五个环节统称为反射弧，而把通过一定的反射弧所实现的调节活动称为反射。反射一词，是在描述人体的正常机能活动和疾病状态时最常碰到的概念之一，它意味着当机体受到某

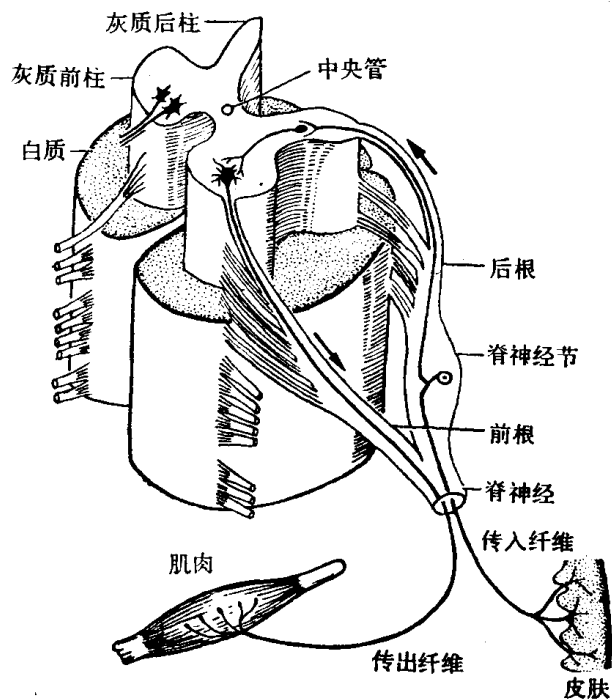


图1-1 反射弧及其组成部分示意图

种刺激时，必然会引起某种有适应意义的反应，即刺激与反应之间存在着某种相对应的关系，而这种对应关系是以某一特定的反射弧为其结构基础的。反射弧的任何部分被破坏或发生机能障碍，都将使这一反射不能出现或发生紊乱，使相应器官的机能调节发生障碍。图 1—1 表示一个以脊髓为中枢的简单反射弧的各组成环节。

人和动物的反射活动，又可进一步区分为非条件反射和条件反射两种类型。非条件反射是指人和动物生来就具有的一些简单的、本能性的反射活动，也就是说，某种动物由种族遗传因素所决定，生来就具备一些简单的、相对固定的反射弧，因此遇到某种刺激，就规律地出现某种反应。我们前面所举的一些反射的例子，就都属于非条件反射。非条件反射的反射中枢，大都位于中枢神经系统的较低级部位，因而是一种较为低级的神经调节方式。条件反射则与此不同，它是后天获得的，是人或高等动物的个体在生活过程中根据个体所处的生活条件而“建立”起来的，建立条件反射，一般要有大脑皮质的参加，因而它是一种较为高级的神经调节方式。条件反射的建立过程，可以用实验动物的例子来说明：狗吃到食物时有唾液分泌，这是一种非条件反射，但如每次在饲喂这条狗时，都预先或同时伴有某种声响刺激，那么在经过多次这样的“训练”之后，狗单单听到这种声响也会有唾液分泌，这就是条件反射，而声响也变成为可以引起唾液分泌的条件刺激了。可以看出，声响对一般狗是没有刺激唾液分泌的作用的，只对经过上述训练的狗才有作用。人和动物在自然生活的条件下，也可通过和上述实验类似的方式，以不同的非条件反射为基础，建立起各种各样的条件反射。

人和动物可以建立条件反射的事实说明，机体不仅可以对一些数目比较有限的非条件刺激起反应，产生一些性质比较固定的非条件反射，而且可以对一些本来无关的、只是预示着某些非条件刺激出现的条件刺激也能起反应，这样就更加扩大了机体适应外界环境的能力。如人在进入劳动环境时，虽然劳动尚未开始，但劳动信号或劳动环境本身已作为一个条件刺激在起作用，引起机体循环机能和呼吸机能的加强，这对于即将开始的体力活动显然是有适应意义的。在自然条件下，条件反射和非条件反射经常是同时起作用，共同完成对机体机能的调节。应该指出的是，中枢神经系统特别是它的高级部分，不但是体内各种生理机能的主要调节者，也与人类的复杂行为和思维活动有密切的关系。马克思主义的辩证唯物主义哲学认为，人的行为和思维活动不论如何复杂，都是外在客观世界、主要是人的社会存在在人的头脑中的反映，因而实质上也是反射地引起的。人类由于长期从事生产劳动，脑髓得到了高度发展，它不仅是被动地对外界刺激起反应，而且在这个过程中逐步认识了客观世界，获得了主动地改造世界的能力，这正是人和一般动物的根本区别所在。

二、体液调节

人体机能调节的另一种方式是体液调节。人体的各种内分泌腺能分泌多种激素，对于人体的新陈代谢、生长、发育、生殖等机能，起着很重要的调节作用。内分泌腺是一

种没有导管的腺体，它所产生的一些特殊化学物质，即激素，直接分泌到细胞外液或血液中，并通过血液运送到全身或某些特定器官，影响或改变这些组织或器官的机能，起到调节的作用。正因为这些物质是通过血液或其它体液的运输起作用的，所以叫做体液调节。某些激素分泌的过多或过少，会引起体内一定机能的异常或疾病。应该注意的是，体液调节的概念，并不只限于激素的作用；例如，组织细胞的代谢产物 CO_2 在组织中含量增加时，可以引起该处的血管舒张，有利于局部血流量的增加，使蓄积的 CO_2 较快地清除，这也可以看作是一种体液调节，常称为局部体液因素。体内类似这样的例子还很多，对机体机能都有一定的调节意义。

比较神经调节和体液调节的特点时可以看到，神经调节一般是作用迅速、准确，反应部位比较局限，作用时间也较为短暂；而体液调节的特点是作用出现较慢，作用部位广泛，作用时间也较长。一般来讲，两种调节各有特点，相辅相成，对于体内大多数器官或机能，经常是既有神经调节参与，又有体液因素作用，不能将它们截然分开。但就整个机体的调节机能来讲，神经调节在大多数情况下处于主导地位，这不仅是由于神经系统同全身各系统和器官有着极广泛的联系，可以直接控制和影响它们的机能，而且是由于大多数内分泌激素或其他体液性调节物质的产生，也受到神经系统的控制和影响，在这种情况下，体液调节就成了神经调节的组成部分，体液因素也可以看作是通常反射弧的一个延长部分了。这种形式的调节，可称为神经—体液调节。

第二章 蛋白质和核酸的化学

蛋白质和核酸是生命的重要物质基础。一切有生命存在的地方，从单细胞生物直到高等生物的一切组织，都有蛋白质和核酸存在。恩格斯在十九世纪末，根据当时的生物学进展曾经指出“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，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，我们也无例外地发现生命现象。”现代生物学关于生命现象的物质基础的研究，进一步证实了恩格斯的这一科学论断。恩格斯所说的蛋白体，可能就是由存在于生物体内的蛋白质和核酸等所组成的复合体系。

蛋白质和核酸是一切细胞的重要组成成分，它不仅在细胞内的含量高，而且结构复杂，种类繁多，是塑造一切细胞和组织结构的基本材料。在体内，不同的器官、组织和细胞所含的蛋白质和核酸有相同的，也有不同的，这就使得不同的器官、组织和细胞具有不同的生理机能。

早已证明，食物的消化过程和细胞内不断进行的物质代谢过程，都是各种各样的酶在起着催化作用，而酶都是蛋白质。调节物质代谢的激素有许多也是蛋白质或蛋白质的衍生物。

现代生物化学已经开始阐明，生物所特有的生长和繁殖机能以及生物的遗传，都和蛋白质、核酸以及由蛋白质和核酸构成的核蛋白有密切关系。

高等动物通过肌肉收缩才能完成躯体运动、血液循环、呼吸和消化等机能，而肌肉收缩的物质基础就是肌肉中一种具有收缩特性的蛋白质。

血浆中含有许多参与机体防御机能的蛋白质，如血浆中的抗体能保护机体免受细菌和病毒等的侵害。再如，能防止失血的凝血过程，也是由多种血浆蛋白质协同完成的。

蛋白质和核酸所以能起这样重要的作用，是因为它们具有复杂的分子结构和理化特性。近年来，对于蛋白质和核酸这两类生物高分子化合物的研究，取得了一定成果，这在生物学领域里影响很大，使人们从分子水平来认识复杂的生命现象有了可能，并取得了一些进展。

第一节 蛋白质

一、蛋白质的分子组成

(一)组成蛋白质分子的基本单位——氨基酸

蛋白质水解的最终产物是氨基酸，氨基酸是组成各种蛋白质分子的基本单位。组成

表2-1

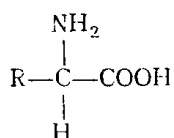
组成蛋白质的氨基酸* 及其结构式

分类	名称	结构式	分类	名称	结构式
中性氨基酸	甘氨酸	$\begin{array}{c} \text{NH}_2 \\ | \\ \text{H}-\text{C}-\text{COOH} \\ | \\ \text{H} \end{array}$	中性氨基酸	酪氨酸	$\text{HO}-\text{C}_6\text{H}_4-\text{CH}_2-\text{C}(\text{NH}_2)(\text{H})-\text{COOH}$
	丙氨酸	$\begin{array}{c} \text{NH}_2 \\ | \\ \text{H}_3\text{C}-\text{C}-\text{COOH} \\ | \\ \text{H} \end{array}$		色氨酸	$\text{Indole ring}-\text{CH}_2-\text{C}(\text{NH}_2)(\text{H})-\text{COOH}$
	半胱氨酸	$\begin{array}{c} \text{NH}_2 \\ | \\ \text{HS}-\text{CH}_2-\text{C}-\text{COOH} \\ | \\ \text{H} \end{array}$		脯氨酸	$\text{Pyrrolidine ring}-\text{COOH}$
	丝氨酸	$\begin{array}{c} \text{NH}_2 \\ | \\ \text{HO}-\text{CH}_2-\text{C}-\text{COOH} \\ | \\ \text{H} \end{array}$		天门冬酰胺	$\text{H}_2\text{N}-\text{C}(=\text{O})-\text{CH}_2-\text{C}(\text{NH}_2)(\text{H})-\text{COOH}$
	苏氨酸	$\begin{array}{c} \text{H} \quad \text{NH}_2 \\ | \quad | \\ \text{H}_3\text{C}-\text{C}-\text{C}-\text{COOH} \\ | \quad | \\ \text{OH} \quad \text{H} \end{array}$		谷氨酰胺	$\text{H}_2\text{N}-\text{C}(=\text{O})-\text{CH}_2-\text{CH}_2-\text{C}(\text{NH}_2)(\text{H})-\text{COOH}$
	甲硫氨酸 (蛋氨酸)	$\begin{array}{c} \text{NH}_2 \\ | \\ \text{H}_3\text{C}-\text{S}-\text{CH}_2-\text{CH}_2-\text{C}-\text{COOH} \\ | \\ \text{H} \end{array}$		天门冬氨酸	$\text{HOOC}-\text{CH}_2-\text{C}(\text{NH}_2)(\text{H})-\text{COOH}$
	缬氨酸	$\begin{array}{c} \text{NH}_2 \\ | \\ \text{H}_3\text{C}-\text{CH}-\text{C}-\text{COOH} \\ | \quad | \\ \text{CH}_3 \quad \text{H} \end{array}$		谷氨酸	$\text{HOOC}-\text{CH}_2-\text{CH}_2-\text{C}(\text{NH}_2)(\text{H})-\text{COOH}$
	亮氨酸	$\begin{array}{c} \text{NH}_2 \\ | \\ \text{H}_3\text{C}-\text{CH}-\text{CH}_2-\text{C}-\text{COOH} \\ | \quad | \\ \text{CH}_3 \quad \text{H} \end{array}$		赖氨酸	$\text{H}_2\text{N}-\text{CH}_2-\text{CH}_2-\text{CH}_2-\text{CH}_2-\text{C}(\text{NH}_2)(\text{H})-\text{COOH}$
	异亮氨酸	$\begin{array}{c} \text{H} \quad \text{NH}_2 \\ | \quad | \\ \text{H}_3\text{C}-\text{CH}_2-\text{C}-\text{C}-\text{COOH} \\ | \quad | \\ \text{CH}_3 \quad \text{H} \end{array}$		精氨酸	$\text{H}_2\text{N}-\text{C}(\text{NH})=\text{NH}-\text{CH}_2\text{CH}_2\text{CH}_2-\text{C}(\text{NH}_2)(\text{H})-\text{COOH}$
	苯丙氨酸	$\text{C}_6\text{H}_5-\text{CH}_2-\text{C}(\text{NH}_2)(\text{H})-\text{COOH}$		组氨酸	$\text{Imidazole ring}-\text{CH}_2-\text{C}(\text{NH}_2)(\text{H})-\text{COOH}$

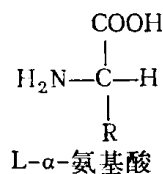
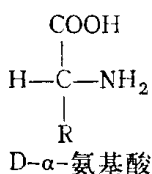
* 在个别的蛋白质组成中还含有一些表上没有列入的特殊氨基酸。如胶原蛋白中含有的羟脯氨酸、羟赖氨酸；甲状腺球蛋白中含有的含碘酪氨酸等。

不同蛋白质分子的氨基酸，在数量上可以是几十、几百、几千，甚至更多，但就氨基酸种类而言，主要只有二十种(表2—1)。

组成蛋白质分子的二十种氨基酸在结构上有一个共同点，即 α -碳原子（与羧基相邻的碳原子）上都结合有氨基，所以称为 α -氨基酸。 α -氨基酸的一般结构式可以表示为：



不同氨基酸的R是不同的，如甘氨酸的R就是一个氢原子，丙氨酸的R是一个甲基。从表2—1可以看出，除甘氨酸外，所有氨基酸分子中的 α -碳原子都是不对称的，因此有D型和L型两种构型。



在天然蛋白质中存在的氨基酸都属于L型。

(二)组成蛋白质分子的元素特点

组成蛋白质分子的元素除碳、氢、氧以外，还含有氮，这是蛋白质分子的重要特点。生物组织中的氮元素，绝大部分存在于蛋白质分子中，而且蛋白质的种类虽多，但其所含氮量都很相近，一般说来，每100克蛋白质平均含氮16克。因此，一般生物样品每含一克氮，就大约相当于含6.25克(100/16)的蛋白质。只要测定生物样品中的氮含量，就可以推算出其蛋白质的大约含量。

每克样品中含氮的克数 $\times 6.25$ —蛋白质的含量(克)

另外，半胱氨酸和甲硫氨酸是含硫的氨基酸，大多数蛋白质含有这两种氨基酸，所以分子中也含有少量的硫。

二、蛋白质的分子结构

蛋白质分子是由许多氨基酸组成的，为了搞清蛋白质的分子结构，就必须先知道氨基酸在蛋白质分子中的连接方式。

(一)氨基酸以肽键结合形成多肽链

蛋白质分子中的氨基酸主要是通过肽键相互连接的。肽键是一个氨基酸的羧基与另一个氨基酸的氨基，脱去一分子水结合而成的键。