

正常人体机能学

生物化学部份

(试用教材)

中国人民解放军 驻山西医学院毛泽东思想宣传队

山西医学院革命委员会

一九七二年二月

说 明

无产阶级文化大革命的伟大胜利，宣告了刘少奇一类骗子推行的反革命修正主义教育路线的彻底破产。在党的“九大”团结、胜利路线指引下，在伟大领袖毛主席《五·七指示》和《六·二六指示》的光照耀下，毛主席的无产阶级教育路线取得了决定性的胜利。毛主席亲自培育的“清华”、“北大”教育革命的光辉典范已在全国教育战线开花结果。毛主席亲自批准召开的全国教育工作会议为教育革命指明了方向。遵照毛主席“学制要缩短”，“教育要革命”以及“中国医药学是一个伟大的宝库，应当努力发掘，加以提高”的教导和“把医疗卫生工作的重点放到农村去”的光辉指示，正在掀起一场波澜壮阔的为创造祖国的新医学、新药学而奋斗的群众运动：三土上马（土医、土药、土方），四自创业（自采、自种、自制、自养）的合作医疗制度在广大农村如雨后春笋般蓬勃兴起，已经和正在改变着我国农村缺医少药的状况。全国卫生战线的革命医药卫生工作者继承和发扬祖国医学传统，中西医结合向劳动人民中的常见病、多发病、地方病进军，已经取得了显著成效。当前我国医药卫生战线的形势大好，为医学教育革命开辟了广阔的前途。

在中共山西省委正确领导下，我院教育革命正在蓬蓬勃勃地展开，积极组织教师分期分批深入农村、厂矿、部队，政治上接受工农兵再教育，业务上进行再学习，在三大革命实践中进行调查研究，并与基层医药卫生工作同志广泛交流和听取了意见，在此基础上参考了其他兄弟院校教材建设的先进思想，初步编写出《正常人体机能学》生物化学部份试用教材。《正常人体机能学》生物化学部份教材的编写是遵照毛主席“教材要彻底改革，有的首先删繁就简”的教导，以毛主席哲学思想为指导，反映国内外医学发展水平和中西医结合，理论与实践结合，尽量做到符合我国当前医药卫生工作实际水平的需要。但是，由于我们对毛主席哲学著作学的不好，调查研究的很不够，祖国医学知识浮浅，业务知识不全面，编写时间仓促等。肯定存在不少缺点和错误，希望同志们在使用过程中，提出批评和指正，以便不断改进。

中国人民解放军 驻山西医学院毛泽东思想宣传队

山西医学院革命委员会

一九七二年二月

绪 言

医学的主要任务是防治疾病维持人体健康。生物化学是医学的重要基础理论课之一，学习生物化学这门课为完成上述任务提供了必须的基础理论知识。

医用生物化学是以人体为研究对象，是从生命活动的生理现象和化学现象之联系找出物质变化基本原理的科学。因此，它具有研究人体的物质组成及其化学变化过程、总结人体的化学现象及其生理意义、找出生命现象的基本规律的任务，而为指导医疗卫生工作实践服务。

人体不仅具有一定的物质组成，而且，构成人体的各种化学物质又在不断地进行着一系列的化学变化，亦即进行新陈代谢。生命最基本而明显的表现就是机体与外界环境的新陈代谢，恩格斯指出：“这种代谢一停止，生命也就随着完结”。所以，如果人体新陈代谢紊乱即将表现为疾病。认识了人体正常代谢的规律，才能具有识别异常代谢现象的能力，找出产生疾病的原因，采取防治措施。临床上，要预防疾病，首先必须研究发病机制。例如，对代谢障碍疾病及营养缺乏性疾病的研究，无一不是生化研究的对象。血，尿及其它体液化学成份的分析，脏器机能测定以及酶学的测定等都是疾病诊断时生化检验的主要内容。在治疗方面，酶、维生素、激素等当作药物应用于临床治疗的越来越多，输液问题，酸碱平衡障碍的处理等都是依据生化原理进行的。

综上所述，可见生物化学与临床医学的关系十分密切。“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。”，和用已经了解的知识去调节体内物质代谢过程，使其更能维护人体的健康；去改造自然界，使其更适合于人类的生存，这才是研究生物化学目的之所在。

新陈代谢是机体生命活动的基本现象，而新陈代谢的维持则依赖于体内化学反应的进行；体内化学反应又多由酶催化，由激素调节，而维生素在体内多构成酶的辅酶部分而影响代谢。因此，本教材中酶、维生素、激素三种物质以生物活性物质首先在第一章中做了介绍。

第二章包括了物质代谢总论，糖、脂类、蛋白质代谢，以及三个代谢之间的相互联系。这一章是生化的基本内容，论述中以正常代谢规律为主，适当联系异常，并且讨论了代谢过程的调节机制。

肝脏在机体代谢过程中具有特殊的作用，由于其结构上的特点，肝脏在维持正常生命活动中也是重要的脏器之一，第三章主要阐述肝脏在机体代谢中的作用，并介绍了临床肝脏功能的测定原理。

第四章是体液的生物化学，包括水、电解质在体内分布及其调节机制、水、电解质紊乱、酸碱平衡、血及尿的生物化学等内容。这一部分不独要讨论体液各种正常组成成分，而

且还要讨论这些成分的代谢、转变、正常调节机能以及代谢紊乱时的特点、机制、及处理原则。在教材中，尽量做到理论联系实际，基础联系临床，而且也注意到了地方病及乡土某些多发病的探讨及治疗原则。

在教材编写过程中，我们狠批了修正主义教育路线封、资、修毒素，狠批脱离实际，理论至上等充斥于旧教材中的唯心主义和形而上学观点，虚心接受工农兵的再教育，努力用毛主席的光辉哲学思想统帅新教材。用辩证唯物主义的观点来阐明机体各种机能活动的规律，用对立统一和矛盾转化的观点来阐述参与新陈代谢的各种物质的作用。此外，在中西医基础理论的结合方面开始迈出了第一步。在内容选择上则力求介绍在医学实践中的新成就新进展，力求做到紧密结合临床实践，并注意到平战结合问题，努力使本教材具有革命性、科学性、实践性。

但是，由于我们读马列的书、读毛主席的书还不够好，医学教育革命的实践不多，编写时间较短，因此教材中必定会有许多缺点和错误，希望同志们批评指正，以便在实践中边教边改，不断总结，不断提高，使教材能更好的符合客观的需要，有助于教学质量的提高，以适应我国工农业飞跃发展的需要。

目 录

绪 言

第一章 生物活性物质	(1)
第一节 概论	(1)
第二节 酶	(1)
一、酶是什么	(1)
二、酶的特异性	(2)
三、酶与辅酶	(2)
四、影响酶作用的因素	(2)
1. 温度的影响	(2)
2. PH 的影响	(3)
3. 激活剂与抑制剂的影响	(3)
五、酶元的激活	(3)
六、酶在医学上的应用	(3)
第三节 维生素	(4)
一、一般概念	(4)
1. 脂溶性维生素	(4)
2. 水溶性维生素	(4)
二、维生素的生物学意义及其缺乏症	(5)
三、维生素的生理功用	(5)
1. 维生素 B ₁ (硫胺素)	(5)
2. 维生素 B ₂ (核黄素)	(6)
3. 维生素 PP (抗癞皮病维生素)	(6)
4. 维生素 B ₆ (抗皮炎维生素)	(6)
5. 维生素 C (抗坏血酸)	(6)
第四节 激素	(8)
一、概述	(8)
二、激素的分类	(8)
第二章 物质代谢	(9)
第一节 物质代谢总论	(9)
一、物质代谢的一般概念	(9)
二、物质代谢的各个阶段	(9)
1. 食物的消化	(10)

2. 吸收	(11)
3. 中间代谢	(11)
4. 排泄	(12)
第二节 糖代谢	(12)
一、概述	(12)
二、糖消化吸收后的去向	(13)
三、血糖及其调节	(13)
四、肝糖元的分解与合成	(15)
五、肝糖元的氧化供能	(16)
1. 糖的有氧氧化	(16)
2. 糖的无氧氧化 (糖酵解)	(17)
六、能量代谢	(20)
1. 能量的生成	(20)
2. 能量的贮存和转化	(20)
3. 能量的利用	(22)
第三节 脂类的代谢	(23)
一、脂类的组成成分	(23)
1. 中性脂肪 (真脂)	(23)
2. 类脂肪	(24)
二、脂类的生理功能	(24)
三、血脂	(24)
1. 乳糜微粒的形式	(25)
2. 脂蛋白的形式	(25)
四、中性脂肪的分解代谢	(25)
1. 甘油的代谢	(26)
2. 脂肪酸的氧化	(26)
五、糖代谢紊乱与酮体生成的关系	(31)
六、类脂的代谢	(31)
1. 磷脂的代谢	(31)
2. 胆固醇的代谢	(32)
七、激素对脂类代谢的调节	(32)
第四节 蛋白质代谢	(33)
一、蛋白质是生命的物质基础	(33)
二、蛋白质的组成成分及其代谢特点	(34)
1. 蛋白质的组成成分	(34)
2. 蛋白质代谢的特点	(35)
三、蛋白质在体内的合成	(35)
四、单纯蛋白质的分解代谢	(35)

1. 氨基酸的脱氨基作用·····	(36)
2. 氨的转变和消除·····	(38)
3. 酮酸的代谢途径·····	(39)
五、血红蛋白的代谢·····	(39)
1. 血红蛋白的生物合成·····	(40)
2. 血红蛋白的分解·····	(40)
3. 胆红素在血清中增高的原因·····	(42)
六、核蛋白的代谢·····	(45)
1. 核蛋白的组成成分·····	(45)
2. 核蛋白的代谢·····	(45)
七、激素对蛋白质代谢的调节作用·····	(46)
1. 促进体内蛋白质合成的激素·····	(46)
2. 促进体内蛋白质分解的激素·····	(46)
第五节 糖、脂类、蛋白质代谢之间的联系·····	(46)
一、概述·····	(46)
二、蛋白质与糖之间互相转变关系·····	(47)
1. 蛋白质变糖过程·····	(47)
2. 糖变蛋白质过程·····	(47)
三、蛋白质与脂肪之间互相转变关系·····	(47)
1. 脂肪变氨基酸过程·····	(47)
2. 蛋白质变脂肪过程·····	(47)
四、糖与脂肪之间互相转变关系·····	(49)
1. 糖变脂肪过程·····	(49)
2. 脂肪变糖过程·····	(49)
五、糖、脂肪、蛋白质代谢之间联系的总结·····	(50)
六、肝脏在糖、脂类、蛋白质代谢互相联系中的作用·····	(51)
七、某些激素对糖、脂类、蛋白质代谢的调节作用·····	(51)
1. 对糖代谢的作用·····	(52)
2. 对脂类代谢的作用·····	(52)
3. 对蛋白质代谢的作用·····	(52)
八、神经系统对代谢的调节作用·····	(52)
九、胰岛素分泌不足对物质代谢的影响·····	(53)
第三章 肝脏在物质代谢中的功能及其测定·····	(55)
第一节 肝脏在蛋白质代谢中的作用·····	(55)
一、血浆蛋白的测定·····	(55)
二、血浆蛋白的絮状试验·····	(55)
三、血清中某些酶类的测定·····	(56)
1. 谷丙转氨酶和谷草转氨酶·····	(56)

2.胆硷酯酶·····	(56)
3.硷性磷酸酶·····	(56)
第二节 肝脏在糖代谢中的作用·····	(57)
第三节 肝脏在脂类代谢中的作用·····	(57)
第四节 肝脏的其他功能·····	(57)
一、肝脏的解毒功能·····	(57)
二、肝脏的排泄功能·····	(58)
三、肝脏对激素的灭活功能·····	(58)
附：临床常用肝功检查项目·····	(59)
第四章 体液生物化学·····	(60)
第一节 人体水和电解质的组成·····	(60)
一、人体水的含量与分布·····	(60)
二、体液中电解质的分布与含量·····	(60)
第二节 体液平衡及其调节·····	(62)
一、体液的外部交流（水的摄入与排出）·····	(62)
1.体液的排出·····	(62)
2.水的摄入·····	(64)
二、体液的内部交流·····	(65)
1.血浆和组织间液的交换·····	(65)
2.组织间液与细胞内液的交流·····	(66)
三、体液平衡的调节·····	(67)
1.肾脏的调节·····	(67)
2.抗利尿激素的调节·····	(67)
3.醛固酮的调节·····	(67)
四、小儿水代谢特点·····	(68)
第三节 水与电介质代谢紊乱·····	(68)
一、水代谢紊乱·····	(68)
1.脱水·····	(68)
2.脱水的补液原则·····	(73)
3.水肿·····	(73)
二、电介质的代谢紊乱·····	(73)
1.概述·····	(73)
2.钾代谢紊乱·····	(74)
第四节 酸硷平衡·····	(76)
一、体内调节酸硷平衡的机制·····	(76)
1.体液的缓冲体系及其在调节酸硷平衡中的作用·····	(76)
2.肺排CO ₂ 与酸硷平衡的调节作用·····	(79)
3.肾脏在酸硷平衡调节中的作用·····	(79)

二、酸硷平衡紊乱·····	(81)
1.代谢性酸中毒·····	(82)
2.代谢性硷中毒·····	(82)
3.呼吸性酸中毒·····	(83)
4.呼吸性硷中毒·····	(83)
三、酸硷平衡紊乱与 K^+ 、 Cl^- 、 HCO_3^- 代谢的关系·····	(84)
四、酸硷平衡紊乱的补液原则·····	(86)
第五节 血液生物化学·····	(88)
一、血液的生理功能·····	(88)
1.维持机体与外界环境之间的联系·····	(88)
2.沟通各组织器官之间的联系·····	(88)
3.保持组织细胞所需要的最适宜条件·····	(88)
4.具有防御的机能·····	(88)
二、血液的组成·····	(88)
三、血液的化学成分·····	(89)
1.水·····	(89)
2.可溶性固体物质·····	(89)
第六节 尿的生物化学·····	(94)
一、尿的理化性质及其与临床的关系·····	(94)
二、尿的化学成分, 其改变与临床的关系·····	(95)
1.尿的正常成分·····	(95)
2.尿的异常成分·····	(95)

第一章 生物活性物质

第一节 概 论

“事物发展的根本原因，不是在事物的外部而是在事物的内部，在于事物内部的矛盾性。”生物体最基本的特征是新陈代谢。而新陈代谢的本质是组成生物体的各种化学物质(蛋白质、糖、脂类、水与无机盐等)的错综复杂的化学变化。体内的许多化学反应之所以能够迅速进行，并且是有条不紊的按着一定的规律进行，从而保证生命过程的正常活动，完全在于构成新陈代谢的一系列化学反应，具有一整套催化和调节的机制。

酶、维生素与激素这三类有机化合物是催化和调节代谢机制中的重要因素，它们在体内虽含量不多，但却具有重要的生物学功能，都是维持、调节机体代谢过程不可缺少的重要物质，统称为生物活性物质。

酶是生物催化剂，对体内的化学反应起着催化的作用，就生理条件讲，如果没有酶的催化作用，体内的化学反应多不能进行。维生素是构成某些酶催化机制的一个重要组成部分，如果没有一定的维生素存在，这些酶的催化活力就不会发生。激素的作用往往是通过酶或酶促反应的影响以实现其对代谢的调节作用。激素是由内分泌腺细胞所制造，如果内分泌腺机能障碍，致使激素的分泌过多或不足，必将导致代谢过程的紊乱。

整体与局部是对立的统一。整体由局部构成，而局部是整体的一部份。酶、维生素与激素这三类活性物质在整体特别是神经系统控制下，构成机体完整的催化、调节机制，而且三者间互相制约，密切联系，维持整个机体的动态平衡。若机体某一酶的欠缺或抑制，某一维生素的缺乏以及某一激素的分泌过多或不足，都会程度不同的引起机体代谢的障碍，生理的失衡、功能的紊乱、疾病的发生。当然，由于它们中如酶与激素能影响组织细胞代谢，同时也为组织细胞所制造，因此在病理情况下，它们的改变，可能是疾病发生的原因，也可能是疾病造成的结果。由于酶、维生素、激素为催化与调节代谢的重要活性物质，目前将它们作为药物应用于临床治疗更加广泛。

第二节 酶

一、酶是什么

酶是一类具有特殊催化能力的蛋白质，在生物体内，它由身体细胞产生，起着催化剂的作用，所以，也可以说酶是一种生物催化剂。

人体新陈代谢过程，包含着许多复杂而有规律的化学反应。例如各种食物在消化道经过一系列化学变化被消化和吸收，并进而在体内供应能量或构成组织细胞。这些在体内进行的化

学反应,若在体外进行,有些则需要给予强酸、强碱、加热、加压等剧烈的条件才能进行,如蛋白质的水解。有些在体内的反应目前还无法在体外进行,如多数蛋白质的合成。这些现象给我们提出了一个问题:即为什么在体内,温度不超过体温 37°C ,酸碱度接近中性的温和条件下,却能迅速顺利地进行种种复杂的化学反应呢?“我们看事情必须要看它的实质”。这个问题的实质:就是因为体内存在着多种多样的机体自己制造的催化剂,催化各种各样有关的化学反应。这类机体本身制造的生物催化剂特称为酶。

二、酶的特异性(专一性)

酶作为生物催化剂,和一般催化剂比较,具有很多的特点,其中最突出的是酶催化的特异性。通常一种酶只作用于一种底物(在酶促反应中,受酶作用的反应物质称为底物),或对极少数彼此非常类似的物质起催化作用,而对其他物质不发生作用,称之为酶催化的特异性或专一性。如催化蛋白质水解的蛋白酶对淀粉的水解无任何影响,反之,催化淀粉水解的淀粉酶对蛋白质水解完全没有作用。

各种不同的酶,其特异性程度也不同。

酶的特异性催化作用,是酶的重要生物学特性之一,没有酶的特异性,代谢的所谓规律性就无从谈起,而生命也就不可能存在。但“事物都是一分为二的”。由于酶的高度特异性,使酶的催化作用有很大的局限性,某一种酶在代谢过程中仅催化某一个反应步骤。因此在一个多酶系统中,如果一个酶活性改变,就可能使整个代谢过程受累,甚至表现为疾病。

“每一物质的运动形式所具有的特殊的本质,为它自己的特殊的矛盾所规定”。酶的催化活性及其催化特异性,均为酶的化学本质所规定。大量事实证明,酶的化学本质是一类蛋白质。酶蛋白的分子结构决定着酶的催化特性,如若酶的分子结构被破坏,则酶的催化特性也就丧失。称之为酶的失活。

三、酶 与 辅 酶

催化体内水解反应的水解酶类如胃蛋白酶、唾液淀粉酶等,其分子中只含有蛋白质,故称这类酶为单纯蛋白酶类。催化氧化还原反应的氧化还原酶类如细胞色素氧化酶,其分子中除了蛋白质部份外,还含有非蛋白质的物质,故称这类酶为结合蛋白酶类。在结合蛋白酶类的分子中,其蛋白质部份称为酶蛋白,非蛋白质部份称为辅酶或辅基。结合蛋白酶类必须是在酶蛋白和其辅酶或辅基共同存在时,才具有酶的活性,即是说去除了它们的辅酶或辅基时,酶的活性也就消失。可见,辅酶或辅基是结合蛋白酶类催化机制中不可缺少的一部份。

辅酶或辅基是一些非蛋白质类的小分子有机化合物。在体内种类很多,如辅酶Ⅰ(DPN或NAD),辅酶Ⅱ(TPN或NADP),辅酶A(COA),黄素核苷酸(FMN、FAD)等。已知,这些重要的辅酶或辅基分子中都包含有维生素。由此可见维生素在代谢过程中的重要生物学意义。

四、影响酶作用的因素

1. 温度的影响:

化学反应速度一般都受温度的影响。温度升高反应速度加快,温度降低反应速度减慢。

在一定范围内（如 40°C 以下），酶促反应也服从这个规律。但酶是蛋白质，随着温度的升高，越来越多的酶分子受热破坏，从而催化活性减低甚至丧失活性。所以，温度升高对酶促反应的影响，是这两个相反方面共同作用的结果。即随温度的升高酶活性逐渐增加，当温度升高到一定高度，酶因受热破坏而活性迅速下降。因此，酶活性呈现最高时的环境温度称为该酶作用的最适温度。人体内大多数酶的最适温度接近于体温 37°C ，体内异常耐热的酶为数极少，一般在 80°C 左右一切酶都丧失其催化活性，即使再冷却也不能复活。温度降低酶活性也降低，温度 0°C 时，酶的催化作用几乎停顿。但低温只是降低酶活性而并不使酶失活，即随温度升高时酶活性还可恢复。

生物制品和菌种等的低温保存，临床低温疗法的运用，发烧病人的代谢状况以及加热消毒等，都基于温度对酶的影响这一原理。

2. P^{H} 的影响：

P^{H} 对酶活性的影响很大，不同的 P^{H} 时酶活性不同。酶活性表现最大时环境的 P^{H} 称为该酶的最适 P^{H} 。不同的酶其最适 P^{H} 也不同。如胃蛋白酶最适 P^{H} 为 1.8。精氨酸酶最适 P^{H} 为 9.9。

人体内多数酶的最适 P^{H} 为 7.0 左右，所以，血液 P^{H} 7.4 为体液正常酸碱度。过酸（酸中毒）过碱（碱中毒）都将影响酶活性，而致代谢障碍。

3. 激活剂与抑制剂的影响：

有些物质能增强酶的活性称为酶的激活剂（激动剂），如氯离子能增强唾液淀粉酶的活性，则称 Cl^{-} 为唾液淀粉酶的激活剂。很多无机离子能作为酶的激活剂。

有些物质能减弱甚至停止酶的活性，则称该物质为酶的抑制剂。对酶有抑制作用的物质，大都对机体有剧毒，如氰化物和一氧化碳能抑制细胞色素氧化酶，从而影响组织利用氧。又如有机磷杀虫剂敌敌畏，敌百虫，乐果，1605，1059 等，对胆碱酯酶有强烈抑制作用，故能用以杀虫，但对人畜也是剧毒，使用时应加注意。

五、酶元的激活（致活）

酶促进化学反应的这种催化能力称为酶的活性（活力）。某些蛋白酶类（催化蛋白质水解反应的蛋白水解酶简称蛋白酶）在细胞内或初分泌出时，并不具有催化活性，必须经过适当物质作用后，才可变成具有催化活性的酶。这类酶的无活性的前身物称为酶元。使无活性的酶元转变成具有催化活性的酶的作用过程称为酶元的激活作用（致活作用）。这个作用物称为激活物（致活物）。如胃蛋白酶元是受胃液中氢离子所激活，胰蛋白酶元是受肠液的肠致活酶所激活等。

体内常见的酶元有：胃蛋白酶元，胰蛋白酶元，糜蛋白酶元及凝血酶元等。

蛋白酶先以酶元形式产生或存在于细胞内，具有重要生物学意义，这样可以保护组织避免其对组织蛋白质的消化作用。急性出血坏死性胰腺炎就是胰蛋白酶或糜蛋白酶对胰腺的消化所致。

六、酶在医学上的应用

如上所述，机体物质代谢是与酶的催化作用紧密联系的。物质在代谢过程中发生怎样的

转变,在很大程度上取决于体内酶系统的状况。酶系统的任何改变都将引起机体生理生化的严重后果。当体内酶的生成或酶的催化发生障碍时,物质代谢过程就会失常,终可导致疾病发生。因此可以通过测定某些酶类的活性以了解机体代谢状况,进而采取针对性措施达到防治疾病的目的。如碱性磷酸酶主要是成骨细胞产生,当骨骼疾患如小儿佝偻病,甲状旁腺机能亢进时血中此酶增多。又如凝血酶元为肝脏合成,在合成过程中有维生素K参加,因此血中凝血酶元含量往往是维生素K代谢或肝功障碍的指标。

在临床化验上还可利用酶将样品中不易测定的物质转变成易测定的物质,如用脲酶将样品中的尿素分解出氨气,然后测氨计算尿素的含量。

在临床治疗上,常用胃蛋白酶和胰蛋白酶治疗消化不良性疾病。近年来,这种蛋白酶的应用日益广泛,如将糜蛋白酶用于外科扩创及化脓性伤口的净化。溶纤维蛋白酶之用于解除组织的粘连(胸膜炎时用以治疗胸腔浆膜的粘连等)。

总之,很多酶和辅酶作为重要的生化试剂和药物应用于临床上越来越广泛。我国工人阶级在毛主席和党中央英明领导下,自力更生,奋发图强,目前,在这方面的生产水平已赶上和超过了世界先进水平。很多辅酶作为治疗药物在临床上的应用将在以后章节中提到。

第三节 维 生 素

一、一般概念

维生素是一类低分子有机化合物。由于各个维生素的化学结构不同,其理化性质也各异。一般根据其溶解性质,分为脂溶性与水溶性两大类。

1. 脂溶性维生素:

- ①维生素 A (抗干眼病维生素)
- ②维生素 D (抗佝偻病维生素)
- ③维生素 E (抗不育维生素)
- ④维生素 K (抗出血维生素)
- ⑤硫辛酸

2. 水溶性维生素:

- ①维生素 B₁ (硫胺素, 抗脚气病维生素)
- ②维生素 B₂ (核黄素)
- ③维生素 PP (烟酸或烟酰胺)
- ④维生素 B₆ (吡哆素, 抗皮炎维生素)
- ⑤泛酸 (遍多酸)
- ⑥生物素 (维生素 H)
- ⑦叶酸
- ⑧维生素 B₁₂
- ⑨维生素 C (抗坏血酸)
- ⑩维生素 P (抗渗透性维生素)

二、维生素生物学意义及其缺乏症

生命活动的基础是物质代谢，物质代谢依赖于酶的催化，而代谢中许多重要酶类催化作用的发挥又必须依赖于辅酶或辅基的存在。已知，有很多辅酶或辅基是维生素或维生素的衍生物，例如辅酶Ⅰ及辅酶Ⅱ分子中含有维生素PP，叶酸的衍生物四氢叶酸为甲基转移酶的辅酶等等，由于大多数维生素是构成各种辅酶或辅基的成分或本身就是一种辅酶，在代谢中起着非常重要的催化作用。所以维生素为维持机体代谢和生长发育所必需的重要活性物质，若机体缺乏某些维生素时，势必影响酶活性失调，导致物质代谢和能量代谢的障碍，因而影响组织器官的正常机能，甚至引起疾病。由于缺乏维生素而引起的疾病，称为维生素缺乏症，例如缺乏维生素D时引起佝偻病，则佝偻病称为维生素D缺乏症。

多数维生素不能为机体自己制造，须不断地由外界食入。人类对于各种维生素的需要量不同。对同一种维生素，不同人的需要量也不相同。孕妇、乳母与生长期儿童都需要更多的维生素。高热病人各种维生素需要量均增多。由于供给不足，吸收障碍或机体储存利用障碍时，均可致体内维生素的缺乏。

(表一) 维生素与辅酶的关系

维 生 素	辅 酶 或 辅 基	实 例
硫 胺 素(B ₁)	焦磷酸硫胺素	丙酮酸氧化脱羧酶
核 黄 素(B ₂)	黄素单核苷酸，黄素腺嘌呤二核苷酸	氨基酸氧化酶
维 生 素 B ₆	磷酸吡哆醛	谷草和谷丙转氨酶
维 生 素 PP	辅酶Ⅰ，辅酶Ⅱ	乳酸脱氢酶
泛 酸	辅酶 A	乙酰乙酰辅酶A 硫解酶
叶 酸、 B ₁₂	四氢叶酸， B ₁₂	转甲基酶系
生 物 素	辅羧化酶	丙酮酸羧化酶
维 生 素 A	视黄醛(维生素A 醛)	视黄醛异构酶

三、维生素的生理功用：

已知，大多数维生素是以辅酶或辅基参与酶的催化作用。但对不少维生素缺乏症的病理过程，目前还不能作出明确的理论说明。至今还不知道为什么某些维生素缺乏症会表现出那种典型的症状和特殊的病理损害。这说明维生素的许多重要生物学功能尚待我们去进一步认识它。

现介绍几个重要的维生素：

1. 维生素B₁ (硫胺素)：

维生素与中枢神经系统的功能有着密切的关系。维生素的缺乏会引起大脑机能变化。影响最大的为 B₁ 和PP 等。

维生素B₁的焦磷酸脂为 α -酮酸氧化脱羧酶系的辅助因子，它能催化丙酮酸氧化脱羧转变成活泼的乙酰辅酶A，进一步参与多种代谢作用或氧化供能。当缺乏维生素B₁时，组

织和血液中丙酮酸积存。

脑组织中被氧化供能的物质主要是葡萄糖。许多事实表明中枢神经的糖供给不足时，能迅速引起严重的障碍。所以缺乏维生素 B_1 时，糖代谢发生障碍，脑组织及血液中乳酸和丙酮酸含量增高，首先引起周围神经的运动纤维退化，然后感觉神经纤维退化，周围神经干常患有慢性神经炎；在中枢神经内，则特异性地引起前庭神经核的退化。待服用大量维生素 B_1 后代谢即恢复正常，神经炎的症状如疼痛等也可消失。

2. 维生素 B_2 (核黄素)：

维生素 B_2 在组织中分布很广。它在体内以核苷酸形式构成许多氧化还原酶类（如黄酶类）的辅基，在生物氧化过程中起巨大催化作用。核黄素常以黄素单核苷酸（简称 FMN）或黄素腺嘌呤二核苷酸（简称 FAD）的形式存在于生物体内。当缺乏维生素 B_2 时，则组织内这些黄酶含量将减少，使所催化的氧化过程发生障碍。

人类缺乏维生素 B_2 时，突出地表现为外生殖器及口腔病状，如唇炎、舌炎、口角炎及阴囊皮炎（绣球风）等。严重者可出现神经系统症状。

3. 维生素 PP (抗癞皮病维生素)：

维生素 PP 包括尼克酸（烟酸）及尼克酰胺（烟酰胺）。尼克酰胺是生物体内维生素 PP 的主要存在形式，它与腺嘌呤二核苷酸构成辅酶（辅脱氢酶 I 或 II），参与体内许多脱氢酶催化的反应。已知有 40 多种生化反应需要有辅脱氢酶参加。当机体缺乏尼克酰胺时，则体内这类辅酶的含量减低，由于它们所涉及的氧化作用非常广泛，故机体许多重要代谢就会发生障碍，因而影响生理机能。

维生素 PP 缺乏症最突出的特征是皮炎，凡裸露处皮肤，呈现对称的皮炎，日光对它的影影响很大，此外还有消化道炎和神经炎症状。

尼克酸尚有血管扩张及降低血胆固醇作用，故临床用于脑栓塞、脑血栓形成及动脉粥样硬化症的治疗。

4. 维生素 B_6 (抗皮炎维生素)：

维生素 B_6 是吡哆醇、吡哆醛与吡哆胺的总称。维生素 B_6 与蛋白质代谢有密切关系。吡哆醛与吡哆胺的磷酸酯，都是氨基酸代谢中重要的辅酶。如氨基移换和氨基酸的脱羧等。如果机体缺乏维生素 B_6 时，则组织中转氨酶活性下降。

脑组织中含有较多的谷氨酸，还含有丰富的谷氨酸脱羧酶，能催化谷氨酸脱羧生成 γ -氨基丁酸。 γ -氨基丁酸具有抑制脑组织兴奋过程的作用。谷氨酸脱羧酶的辅酶为磷酸吡哆醛，该辅酶的缺乏可明显地影响谷氨酸的脱羧，即 γ -氨基丁酸的生成。故临床上用过量的维生素 B_6 以制止神经过度兴奋所发生的妊娠呕吐及小儿抽搐。

5. 维生素 C (抗坏血酸)：

在机体内维生素 C 能进行可逆的氧化还原，参与多种代谢过程的氧化还原反应。故可促进胶原及粘多糖的合成，保持细胞间质的完整性，降低毛细血管脆性及通透性，维持牙齿及骨骼的正常生长等。

机体缺乏维生素 C 时，毛细血管脆性及透性增加，而出现普遍出血，特别是牙龈出血，故称坏血病，其次是骨骼、牙齿的病变及毛囊角化等。

现将主要维生素列表如下：

(表二)

分 类		生 理 作 用 及 功 能	治 疗 适 应 症
抗 干 眼 病 維 生 素 (A)		①維持上皮組織正常机能 ②构成視紫质成分維持暗视觉	干眼病 夜盲症
抗 佝 偻 病 維 生 素 (D)		促进鈣磷吸收, 促进骨骼鈣化, 維持血鈣血磷平衡	佝偻病 骨軟化症
抗 出 血 維 生 素	維 生 素 K	促进肝脏合成凝血酶元加速血液凝固。	与凝血酶元有关的出血病
	維 生 素 C	①参与体内氧化还原过程 ②降低毛細血管脆性及透性 ③刺激造血机能 ④增加机体对感染的抵抗力	坏血病, 过敏疾患, 增加抵抗力
抗 贫 血 維 生 素	叶 酸	以四氢叶酸形式参与核酸及蛋白质合成	巨紅血球性贫血
	B ₁₂	参与脂肪及糖代谢, 参与核酸、胆碱及甲硫氨酸合成	恶性贫血, 肝脏病, 神經炎
抗 神 經 炎 維 生 素 (B ₁)		为辅羧化酶成分, 参与糖代谢, 維持神經系統、心脏、消化系正常机能	脚气病、多发性神經炎、
核 黄 素 (B ₂)		为黄酶辅基成分, 参与氧化还原过程—— 递氢体	舌炎、口角炎、疱疹性 角膜炎、結膜炎
抗 癩 皮 病 維 生 素 (PP)	尼 克 酰 胺 (烟 酰 胺)	①为辅酶Ⅰ辅酶Ⅱ成分 参加递氢作用 ②維持上皮及神經系統正常机能	癩皮病; 皮炎 神經机能 障碍 消化机能障碍
	尼 克 酸 (烟 酸)	①在体内可转变成尼克酰胺发挥上述作用 ②小血管扩张作用 ③降低血胆固醇作用	脑栓塞, 脑血栓形成, 动 脉硬化, 糙皮症
抗 皮 炎 維 生 素 (B ₆)		为氨基酸脫羧酶及转氨酶之辅酶参与氨基酸 代谢	減低雷米封中毒反应 減低氮芥、放射病等的胃腸反 应。妊娠呕吐及搐搦。与PP合 用治糙皮病
泛 酸		为辅酶A成分, 参与多种转酰基反应 如脂肪 酸氧化与合成、固醇类化合物合成等	
生 物 素		组成羧化酶的辅酶参与CO ₂ 固定及脂肪酸的合 成等	

第四节 激 素

一、概 述

机体内一些特殊的组织或器官，能产生某些活性物质，不经过导管即直接分泌进入淋巴和血液，运送到全身，作用于某一部分或整个机体，即兴奋或抑制全身的或某些器官的生理生化过程，从而影响机体的发育生长，维持一定的生理过程或代谢反应的协调，以适应机体内外环境的改变，这些活性物质称为激素，分泌激素的组织称为内分泌腺。

内分泌腺的机能是受中枢特别是大脑皮层所控制。无论在正常或病态情况下，内分泌腺机能的兴奋和抑制，皆由神经末梢传来的冲动所引起。故中枢神经的某些机能障碍，也能引起内分泌腺的机能失调。

关于激素的作用机制，目前了解较少，激素对代谢的影响，多是对代谢的酶促反应体系的影响。如肾上腺素和胰高血糖素能激活肝磷酸化酶从而加速肝糖元分解等。

二、激素的分类

现在已知主要内分泌腺体共计六种：甲状腺，甲状旁腺，肾上腺，胰腺、性腺和脑下垂体。这些腺体所分泌的激素种类很多，性质各异，按其化学本质，大致可分二类：一类属于含氮物质（蛋白质、多肽、胺类），另一类属于类固醇，现将各种腺体所分泌的激素列表说明如下：

(表三)

内分泌腺	激素及其化学本质		内分泌腺	激素及其化学本质	
脑下垂体前叶	生长素	蛋白质	甲状腺	甲状腺素 三碘甲状腺原氨酸	氨基酸
	促甲状腺素		肾上腺髓质	肾上腺素	
脑下垂体中叶	促肾上腺皮质激素		肾上腺皮质	糖皮质激素 ①皮质酮 ②可的松（皮质素） ③氢化可的松（皮质醇） ④11-脱氢皮质酮 盐皮质激素 ⑤醛固酮 ⑥11-脱氧皮质酮 ⑦17-羟-11-脱氧皮质酮 性激素类 ⑧肾上腺雄酮等	类固醇类
脑下垂体后叶	催乳素				
胰 岛	加压素（抗利尿激素）				
	催产素				
甲状旁腺	胰岛素	蛋白质	性腺	睾丸素等 雌激素二种 黄体酮	
	高血糖素	二十九肽			
	甲状旁腺素	蛋白质			
	钙通宁	卅二肽	卵(卵泡)(黄体)		

关于各个激素的生理功用见生理学，各种激素调节代谢的作用将在以后各代谢章节具体介绍。