

人体机能学

329
4

哈尔滨医科大学 1976

R329

目 录

第一章	绪 言	1 — 2
第二章	酶	3 — 8
第三章	维生素	9 — 24
第四章	消化和吸收	25 — 35
第五章	糖代谢	36 — 51
第六章	脂类代谢	52 — 59
第七章	蛋白质代谢	60 — 77
第八章	核酸代谢	78 — 86
第九章	肝 脏	87 — 99
第十章	血 液	100 — 115
第十一章	循 环	116 — 143
第十二章	呼 吸	144 — 160
第十三章	泌尿和排尿	161 — 172
第十四章	水、盐代谢与酸碱平衡	173 — 195
第十五章	神经生理	196 — 218
第十六章	内分泌	219 — 244
附	245 — 254

第一章 绪 言

人体机能学是研究人体生命活动规律的科学。所谓生命活动是指人体整体及其所组成的系统、器官所表现的生命现象，如循环、呼吸、消化、排泄、肌肉运动等等。

伟大领袖毛主席教导我们：“**新陈代谢是宇宙间普遍的永远不可抵抗的规律。**”人体这些复杂的生命活动都是建立在物质代谢的基础上，也就是说，组成人体的各种物质，如蛋白质、核酸、糖、脂类、维生素、水和无机盐等，是实现生命活动的物质基础。这些物质在一定条件下，不断地进行着新陈代谢，在新陈代谢的基础上而表现或进行各种生命活动。正如恩格斯指出：“**生命是蛋白体的存在方式，这个存在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。**”因此，我们学习人体机能学，就是要认识生命活动的物质基础及其新陈代谢的规律，掌握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。

毛主席教导我们：“**理论的基础是实践，又反过来为实践服务。**”人们在长期同疾病作斗争中，不断积累了关于人体生命活动规律的知识，并且通过科学实验，不断总结经验，加强认识，这样就产生了人体机能学。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，我们学习机能学的目的，正是在于掌握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，为中国革命和世界革命服务。

正常生命活动的特点，在于机体本身是以完整的统一体而存在的，机体各部分活动之间保持着一定范围的动态平衡，机体内部环境保持在相对稳定状态。同时，人体的机能又能随着环境条件的变化而发生变化。我们在研究人体机能活动时，除了考虑自然环境对它的影响之外，还必须考虑在阶级社会中，社会环境对它的影响。人体所以能不断地改变自己的机能活动水平和活动形式，解决由于机体内外界环境变化所产生的新矛盾，是由于机体内各种调节机构进行不断调节的结果。

“对于任何一个具体事物说来，对立的统一是有条件的、暂时的、过渡的、因而是相对的，对立的斗争则是绝对的”。机体内各种生命活动过程，充满着对立统一的关系。例如机体内物质的合成与分解，细胞的新生与衰亡、肌肉的收缩与舒张、神经的兴奋与抑制、血压的上升与下降、激素的分泌与灭活，等等。矛盾的双方在一定条件下，互相依存，互相制约，互相转化，斗争是绝对的，而平衡则是相对的。因此，我们学习人体机能学，必须以马列主义、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的规律，坚决批判唯心论和形而上学以及形形色色的资产阶级学术观点，用马列主义、毛泽东思想占领科学领域，指导防病治病的医疗实践。

经过无产阶级文化大革命，“**天地翻覆**”，“**旧貌变新颜**”，工农兵成了文化、科学的主人。在毛主席的无产阶级革命路线指引下，在卫生战线上，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。文化大革命后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，以阶级斗争为纲，把坚定正确的政治方向放在首位，坚决走与工农兵相结合的道路。在开门办学中，贯彻理论与实践相结合，为革命学好业务知识，提高防治疾病的本领，为把自己锻炼成无产阶级革命事业可靠接班人而努力。

第二章 酶

第一节 酶的概论

组成人体的各种物质，如蛋白质、核酸、糖和脂类等，若在体内进行合成或分解反应时，根据机体的需要可以随时进行而且非常顺利。如在体外用人工的方法进行上述反应时，则需要应用多种手段(如强酸强碱、高温高压以及各种仪器和其他试剂)才有可能实现，但有的反应在目前仍不能完成，如我们还不能随心所欲地合成任何种类的蛋白质和核酸。为什么进行同一种反应在体外那样困难，而在体内却这么容易呢？其原因是体内存在着许多生物催化剂——酶。酶是具有高度特异性和催化作用的蛋白质。

一、酶的化学本质与组成

实验证明酶的化学本质是蛋白质。所以，凡能使蛋白质变性的各种因素均可使酶失去活性。因此，在测定酶活性和使用酶制剂时，一般要避免高温和使用强酸、强碱等条件。当需要停止酶的作用或破坏一种酶时，便可以通过使其变性的方法达到目的。

大多数水解酶如胃蛋白酶、胰脂肪酶、胰蛋白酶等都属于单纯蛋白质，当这些酶被水解时，其最终产物除氨基酸外无其他物质。氧化还原酶则属于结合蛋白质。它们被水解后不但产生种种氨基酸，还产生非蛋白质的、耐热的化合物或金属原子如核苷酸、铁卟啉衍生物、维生素及铜、铁等。属于结合蛋白质的酶类，其蛋白质部分称为酶蛋白，非蛋白质部分称为辅基(或辅酶)。酶蛋白及辅酶结合而成的酶称为全酶。

全酶(或酶) = 酶蛋白 + 辅基(或辅酶)

酶蛋白必须与其特异性的辅酶结合才具有催化效能。因此，当用透析法除去小分子的辅酶或使酶蛋白变性都会使酶失去生物学活性。

某些酶的催化功能虽然相同，但其蛋白质分子结构和性质有差别。这类结构有所不同，而总的催化功能相同的酶，称为同功酶。例如血清中的乳酸脱氢酶，用电泳法可分为五种同功酶(LDH₁、LDH₂、LDH₃、LDH₄、LDH₅)都能催化乳酸 \rightleftharpoons 丙酮酸反应。临床上测定各种同功酶的活性，可帮助疾病的鉴别诊断，如原发性肝癌乳酸脱氢酶5的活性大于乳酸脱氢酶4(LDH₅活性 > LDH₄活性)而转移性肝癌则乳酸脱氢酶4的活性大于乳酸脱氢酶5(LDH₄活性 > LDH₅活性)。

辅酶是一些非蛋白质的低分子有机化合物。在体内种类很多，如辅酶I(DPN或NAD)和辅酶II(TPN或NADP)中均含有维生素PP(尼克酰胺)，各种黄酶的黄素核苷酸(FMN、FAD)中含有维生素B₂(核黄素)，辅酶A含有泛酸，转氨酶的辅酶(磷酸吡哆醛)中含有维生素B₆(吡哆醛)等。这些重要的辅基(或辅酶)分子中都含有维生素(尤其是B族维生素)，可见一些维生素在代谢过程中的重要生物学意义。

二、酶的特异性

作为生物催化剂的酶和一般催化剂比较，具有很多特点，其中最突出的是酶催化的特异

性。

一般催化剂都促进许多化学反应，如酸类能促进各种化合物的水解过程，然而，酶对作用物具有高度的选择性，催化它起一定的化学反应，产生一定的产物。这种现象称为酶的特异性。例如淀粉酶只能促进淀粉水解，产生麦芽糖，而不能促进蛋白质或脂肪的水解。

第二节 酶的作用机制

在化学反应体系中，每种作用物的各个分子所含的能量并不相同。因此，在每一瞬间并非每种作用物的全部分子都能进行反应，只有那些所含能量已达到或超过某一限度的分子才能参加反应。这些分子称为活化分子。化学反应的速度决定于作用物分子中被活化的数目，而作用物分子的活化必须给予一定的能量。使作用物的分子由一般状态转为活化状态所需要的能量称为活化能。当作用物的分子达到一定的活化能时反应即可进行，此时的能量水平称为能阈。酶和一般催化剂的作用一样，其作用机理在于降低化学反应所需的活化能或能阈，使反应在较低的能量水平进行，从而加速反应速度。

为什么酶能降低化学反应的活化能呢？目前较为公认的是中间产物学说。此学说认为酶在催化某一化学反应时，酶(E)首先与作用物(S)结合生成不稳定的中间产物(ES)，然后此中间产物再分解生成最终产物(P)并释放出酶。



没有酶参加的直接反应(1)能阈最高，所需的活化能也最大，故反应速度最小。当有酶参加时，反应分两步(2)、(3)进行，此时能阈的总和较反应(1)的能阈低，所需的活化能也低于反应(1)，因此，反应加速进行，例如 $2H_2O_2 \rightarrow 2H_2O + O_2$ 的反应，无催化剂时，每克分子 H_2O_2 完全分解为 H_2O 和 O_2 时，需要活化能18,000卡，用胶体钨作催化剂时需11,700卡，然而，用过氧化氢酶作催化剂时只需2,000卡以下，由此可见，酶降低能阈的效力十分显著，所以它具有巨大的催化作用。

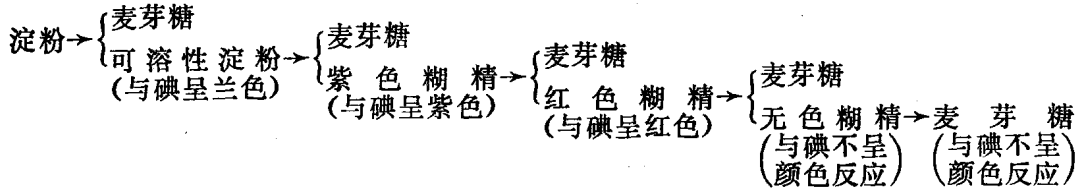
第三节 影响酶促反应的因素

“认识开始于经验——这就是认识论的唯物论”、“认识的感性阶段有待发展到理性阶段——这就是认识论的辩证法”。根据毛主席的伟大教导，影响酶促反应的因素将通过温度、pH、激动剂和抑制剂对唾液淀粉酶活性的影响实验予以证明，从实验结果中得到感性认识，然后对实验结果进行分析和讨论，结合阅读讲义，把感性认识发展为理性认识，有利于提高我们的分析问题和解决问题的能力。

[实验原理]：

酶活性可以用反应速度来表示，活性大，反应速度就快。酶促反应的速度受许多因素影响，如温度、pH、激动剂和抑制剂等。

本实验是在不同温度、不同pH以及有激动剂和抑制剂的条件下，观察唾液淀粉酶的活性大小，藉以说明各种因素对酶活性的影响。唾液中含有唾液淀粉酶，此酶能使淀粉逐步水解，其过程如下：



利用碘与淀粉的呈色反应，比较唾液淀粉酶在不同条件下的作用速度。

[操作]:

1. 稀释唾液的制备: 收集唾液于小烧杯内, 用滴管取下层没有泡沫的唾液 8 滴, 加入 50ml 量筒中加水至刻度, 充分混匀。

2. 取试管 8 个, 分别标以符号(即 1→8 号)。按下表分别加入不同试剂:

影响因素	试管号	0.5% 淀粉液	1N NaCl 溶液	缓冲溶液	水	温 度	结 果
空 白	1	1ml	0.5ml	pH=6.6 0.5ml	0.5ml	37°C	
温 度 的 影 响	2	1ml	0.5ml	pH=6.6 0.5ml	0.5ml	37°C	
	3	1ml	0.5ml	pH=6.6 0.5ml	0.5ml	10°C	
	4	1ml	0.5ml	pH=6.6 0.5ml	0.5ml	80°C	
pH 的影响	5	1ml	0.5ml	pH=4.5 0.5ml	0.5ml	37°C	
	6	1ml	0.5ml	pH=8.5 0.5ml	0.5ml	37°C	
激 动 剂 抑 制 剂 的 影 响	7	1ml	—	pH=6.6 0.5ml	1ml	37°C	
	8	1ml	0.01% HgCl ₂ 溶液 0.5ml	pH=6.6 0.5ml	0.5ml	37°C	

3. 充分混匀后, 将各管分别在所要求的温度下保温 5 分钟。(不要取出试管, 继续进行下面操作)。

4. 除 1 号管外, 各管均加入稀释唾液 1ml, 充分混匀, 并同时记录时间。继续保温 5 分钟。

5. 保温到 5 分钟即可取出, 各管加入碘液 1 滴, 混匀后观察颜色, 记录于上表中。

[结果分析]:

1. 以 1 号管颜色作为空白对照, 通过 2, 3, 4 号管颜色, 分析温度对酶活性的影响。
2. 以 1 号管颜色作为空白对照, 通过 2, 5, 6 号管颜色分析 pH 对酶活性的影响。
3. 以 1 号管作为空白对照, 通过 2, 7, 8 管颜色分析激动剂和抑制剂对酶活性的影响。

参考资料:

影响酶促反应的因素

影响酶促反应的速度主要有以下因素: 温度、酸硷度及激动剂与抑制剂等, 现分述如下:

一、温度的影响

化学反应速度一般都受温度的影响, 温度升高, 反应速度也随之加速, 温度降低, 反应速度也随之降低。在一定的范围内(如 40°C 以下), 随温度逐渐升高, 酶促反应速度也随之增加, 但增加到一定温度后, 反而使酶促反应速度迅速下降。当温度达到 80°C 以上时, 几乎一

切酶都要丧失其催化作用，这是因为酶是蛋白质加热变性的缘故；即使温度再降低，已变性的酶也不能恢复活性。随着温度降低酶促反应速度也降低，温度为 0°C 时，酶促反应几乎停顿。但低温只能降低酶促反应速度并非使酶失去活性，即随温度再升高反应速度又随之加快。因此，酶作用具有最适温度。酶活性呈现最高(反应速度达到最高峰)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 。

酶对热的敏感性是加热灭菌和食品保藏热处理的依据，在生产和生活上广泛的应用。生物制品和菌种的低温保存，临床低温疗法的运用，发烧病人的代谢加快等都与温度对酶的影响有一定的关系。

二、酸硷度的影响

酶的活性受其所在环境 pH 的影响。在某一 pH 时酶的活性最大，此 pH 称为酶的最适 pH。各种酶的最适 pH 不同，但大多数酶的最适 pH 均在中性及弱酸性或弱硷性的环境中。例如胰淀粉酶的最适 pH 为 6.7—7.0，麦芽糖酶和胰蛋白酶的最适 pH 分别为 6.1—6.7 和 7.8—8.7，但也有例外，如胃蛋白酶的最适 pH 为 1.5—2.5。在酸硷度偏离最适 pH 时，酶的活性降低，过酸或过硷使酶变性而失去活性。

人体内多数酶的最适 pH 近于中性，而人的血液 pH 为 7.35—7.45，故酶在正常人体内可以发挥最大的催化作用。过酸(酸中毒)、过硷(硷中毒)都将影响酶的活性而致代谢障碍。此外，临床上治疗消化不良用胃蛋白酶和胰蛋白酶时，分别同时服稀盐酸和硷性药物(NaHCO_3)可以提高疗效，主要是基于应用酶的最适 pH 的原理。

三、激动剂与抑制剂的影响

凡能增强酶活性的物质称为激动剂，如 Cl^- 是唾液淀粉酶的激动剂。凡能减弱以致完全丧失酶的活性的物质称为酶的抑制剂，如有机磷杀虫剂(敌百虫、敌敌畏等)对胆硷酯酶有强烈的抑制作用。

关于酶的抑制与激动的机制，目前尚未完全了解。现将酶被抑制的因素略述如下：

(一) 酶蛋白的沉淀与变性

酶是蛋白质，凡能使蛋白质沉淀或变性的因素，均能破坏酶分子，因而抑制其作用。

(二) 酶活性基团的改变

酶分子中有许多功能基团是其催化活性所必需，称它们为酶的活性基团或活性中心。如某一物质能改变这些基团，它就是酶的抑制剂。例如—SH 基是某些酶的必要基团，若—SH 基被氧化成 S—S 键或与重金属离子 As^{III} 、 Hg^{++} 、 Ag^+ 等结合即使酶失去活性。

(三) 辅酶的改变

具有铁卟啉辅基的酶(如细胞色素氧化酶)与具有铜辅基的酶(酪氨酸酶)均能与 H_2S 、 CN^- 等结合而失去其活性。

(四) 激动作用的除去

有些抑制物可与无机激动剂结合，例如氟化物中毒就是 F^- 与 Mg^{++} 结合形成不溶性 MgF_2 ，致使需要 Mg^{++} 为激动剂的一些酶(如烯醇化酶和 ATP 酶等)失去活性。

(五) 竞争性抑制作用

有些抑制剂在化学结构上与作用物相似，当将其加入酶反应体系中时，抑制剂与作用物则互相竞争与酶的活性中心结合，妨碍作用物与酶形成中间产物，因而使酶的活性受到抑

制，这种作用称为竞争性抑制作用。例如磺胺类药物的结构与某些细菌生长所必需的对氨基苯甲酸的结构极为相似，因此能与对氨基苯甲酸竞争占据细菌体内利用对氨基苯甲酸的酶，从而引起代谢紊乱使细菌繁殖受到抑制，达到治疗的目的。

四、酶元的激活

许多酶在组织内或由组织细胞分泌出来时，常处于无活性状态称为酶元。酶元经过激活后才呈现活性。使无活性的酶元转变成具有活性的酶的作用称为酶元的激活作用。如胃蛋白酶元受胃液中的盐酸或胃蛋白酶本身作用而转变为胃蛋白酶；胰蛋白酶元受肠致活酶的作用转变为胰蛋白酶；糜蛋白酶元受胰蛋白酶作用变为糜蛋白酶；凝血酶元在凝血致活酶和 Ca^{++} 的作用下转变为凝血酶等，体内如果缺乏致活酶元的因子，酶元就不能转变为有催化活性的酶，也就可能造成代谢障碍，临床上给某些消化不良的患者服用盐酸制剂就是通过盐酸激活胃蛋白酶元，以加强胃蛋白酶对蛋白质的消化作用。应该强调指出，蛋白酶先以酶元形式产生或存在于细胞内具有重要的生物学意义，因为这样可以保护组织，即避免其对组织蛋白质的消化作用。如果因为某种原因，这些酶元在消化腺内被激活，就可造成严重的后果，如急性胰腺炎时，胰腺组织坏死的发生可能与胰蛋白酶元在胰腺内被激活有关。

第四节 酶的应用

生物体的物质代谢过程都与酶的催化和调节作用有关。可见酶的质和量发生改变都可以直接的影响着代谢过程，甚至引起代谢失调，产生疾病。因此，测定某些酶类的活性以了解机体的代谢状况，以便采取针对性措施，达到诊断和治疗疾病的目的。

目前，酶在临床上已广泛的应用，在诊断方面应用的更为普遍。如测定血清谷丙转氨酶以诊断急性肝炎，测定谷草转氨酶以诊断心肌梗死，测定血清或尿中淀粉酶以诊断急性胰腺炎和腮腺炎，测定血清中酸性磷酸酶以诊断前列腺癌，测定硷性磷酸酶以诊断佝偻病、骨软化症和胆道阻塞等等都有一定的帮助。此类例子很多，不胜枚举。在治疗方面，酶的应用也日益增加，如用多酶片以助消化，用胰蛋白酶和糜蛋白酶消除化脓创面的浓汁和坏死组织以利新生组织的生成，用这类酶制剂治疗某种原因引起的纤维性粘连而造成的功能障碍。透明质酸酶能促进胸腔和腹腔渗出物的吸收，故可应用治疗胸膜炎等。近年来辅酶 A 也广泛用于临床治疗心肌梗塞、肝炎等。此外，在临床化验方面，酶可将样品中不易测定的物质转变为容易测定的物质，如用脲酶将样品中不易测定的尿素分解成氨，然后测氨以计算尿素的含量。

除酶在医学上的应用外，还广泛地应用于工农业生产方面。如发酵工业（乙醇、醋酸、甘油、丙酮、乳酸等）；制药工业（如抗菌素等）；食品工业（如各种面食、饴糖、奶酪等以及食品加工贮藏等），在农业方面可用于肥料，还有许多农药多是酶的抑制剂。酶还能用于化学分析等方面。由此可见，我们利用酶学知识可以多方面为人民谋福利，增加生产加速社会主义建设。

目前帝、修、反狼狈为奸，妄图对世界人民破坏和捣乱，新的世界大战的危险性依然存在，它们很可能使用化学毒剂屠杀革命人民，我们必须提高警惕。敌人常用的化学毒剂多是抑制酶的活性，使机体代谢障碍而中毒，如糜烂性毒剂（芥子气、路易斯毒气等）可抑制含巯基（—SH）的酶（砷、汞、铅也能抑制这些酶），解救时则可用二巯基丙醇及我国发明的

二巯基丁二酸钠，它们能与毒剂结合（也能与砷、汞、铅等结合），使酶的活性恢复。另外，如沙林、梭曼、塔崩等神经毒剂也都是有机磷毒剂，中毒时的症状及抢救原则与有机磷农药中毒相同。

复 习 题

1. 什么是酶？酶的化学本质是什么？什么叫酶蛋白？辅基（或辅酶）？全酶？
2. 何谓酶的特异性？举例说明之。
3. 试以目前较公认的学说，解释酶的作用机制。
4. 温度、酸碱度对酶作用有什么影响？
5. 何谓酶元与酶元的激活？有何生理意义？
6. 何谓激动剂与抑制剂？酶的抑制有何意义？
7. 试述酶在临床医学中的应用。

第三章 维生素

第一节 总 论

一、维生素的概念

维生素是人体维持正常生活所必需的一类营养物质。这类物质由于体内不能合成，或者合成量不足，所以虽然需要量很少，但必须由外界（主要是食物）供应。维生素的种类颇多，在化学上不属于同一类化合物，在生理功用上也不是构成各种组织的主要原料，更不是体内能量的来源。然而维生素对调节物质代谢过程却有十分重要的作用。现在已经确知许多维生素构成各种辅酶的组织成分。

人体缺乏维生素时，代谢发生障碍。因为各种维生素的生理功用不同，缺乏不同的维生素可以发生不同的疾病，此类疾病统称为维生素缺乏病。

二、维生素的命名与分类

维生素的命名一般是按发现的先后，用 A、B、C、D 等拉丁字母代表，也有根据它们的化学结构或生理功用而命名，例如硫胺素，抗癞皮病维生素。

维生素的分类：维生素的种类很多，化学结构差异很大，通常只能按其溶解度分为脂溶性及水溶性两大类。

（一）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，生育酚）
4. 维生素 K（凝血维生素）

（二）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（尼克酸、尼克酰胺，或菸酸、菸酰胺，抗癞皮病维生素）
4. 维生素 B₆（抗皮炎维生素）
5. 泛酸（遍多酸）
6. 叶酸
7. 维生素 B₁₂（钴胺素，抗恶性贫血维生素）
8. 维生素 C（抗坏血酸）

三、维生素缺乏病的原因

在黑暗的旧社会或资本主义国家里，残酷的阶级剥削是造成广大被压迫人民患多种维生

素缺乏病的根本原因。因为人体主要靠食物供给维生素，处于饥寒交迫的劳动人民，在缺乏各种必需食品的同时，必然缺乏各种维生素，所以在帝国主义压榨下的各国人民，资本主义国家的贫苦人民和我国解放前的人民中间，各种维生素缺乏病是非常多见的，甚至由此而死亡者不计其数。我国在解放后，由于党对广大劳动人民的无比关怀和随着社会主义社会建设的飞快发展，人民生活的不断改善、医疗卫生事业的不断发展和卫生知识的普及，维生素缺乏病日益减少，许多维生素缺乏病已经绝迹。尽管如此，但为了避免个别发生维生素不足现象，还应该注意下述情况。

1. 吃进的维生素不足：如膳食调配的不合理或有偏食习惯，长期食欲不好或吞咽困难等。

2. 吸收困难：多见于消化系统疾病的患者，如长期腹泻，消化道梗阻或有瘻管及胆道疾患等。

3. 需要量增加：如生长期儿童，妊娠和哺乳期的妇女，重体力劳动及特殊工种的工人，还有长期高热和患慢性消耗性疾患的患者。

4. 长期服用抑制消化道细菌的药物也可以引起某种维生素缺乏，因为肠中细菌能合成某些维生素（如维生素 K）。

5. 烹调方法不当造成维生素的大量破坏与丢失，如丢掉米汤的捞饭法比蒸焖法多损失维生素 B₁、B₂、PP 等，有时可损失 40% 左右；水煮面条能使维生素 B₁、B₂ 损失 30%，油炸的面食中的维生素被破坏的也较多；蔬菜中的维生素 O 除因加硷破坏外，如炒菜之前，将菜先煮捞出挤干丢掉菜汤再炒，其中维生素 O 大部分丢失。

值得注意的是在祖国医书中，六世纪时即有关于现代所谓维生素缺乏病的详细记载。唐代名医孙思邈以猪肝治疗雀目（维生素 A 缺乏症）。孙思邈也曾用谷白皮熬粥来防治脚气病（维生素 B₁ 缺乏症），并用大豆、防风、车前子等药物治疗此病。这些光辉成就证明祖国医学是有价值的文化遗产，应该继续和发扬。

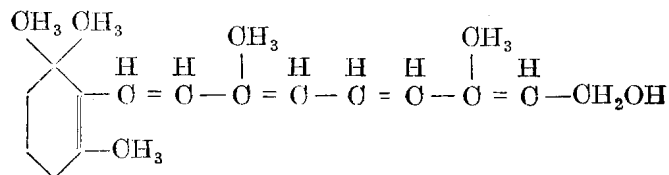
第二节 脂溶性维生素

维生素 A、D、E、K 等不溶于水，而能溶于脂肪及脂溶剂中，故称脂溶性维生素。自然界中这些维生素与脂肪共同存在，在肠道随脂肪吸收，因而在胆道阻塞等情况下脂肪吸收障碍的同时，脂溶性维生素也不能吸收。过多的脂溶性维生素可以在体内尤其是肝脏内储存，代谢后由胆汁排出。

一、维生素 A

（一）化学本质和性质

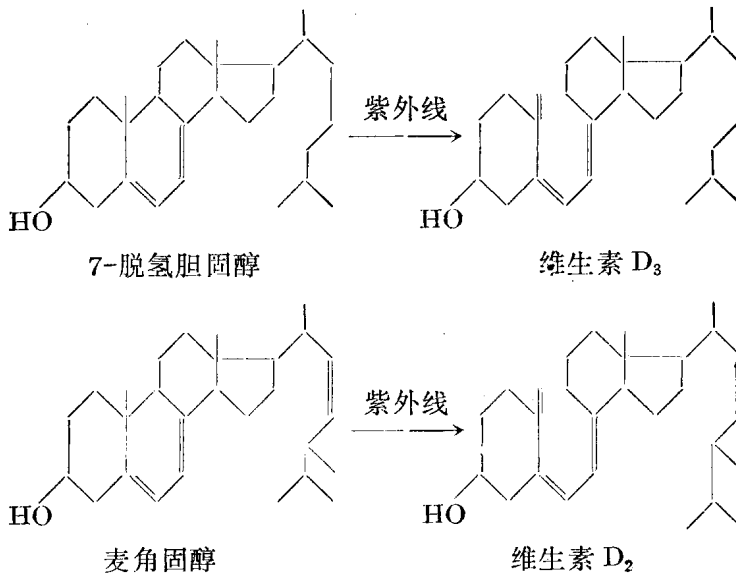
维生素 A 是不饱和的一元醇类，包括 A₁ 及 A₂ 两种。A₁ 存在于哺乳动物及咸水鱼的肝脏中；A₂ 存在于淡水鱼的肝脏中。它们的结构式如下：



维生素 A₁

维生素 D 为类固醇衍生物，具有抗佝偻病作用，故称抗佝偻病维生素。其种类很多，但以维生素 D₂ 和 D₃ 较为重要。两者的结构十分相似。D₂ 仅比 D₃ 多一个甲基及一个双键。

维生素 D₃ 主要含于鱼肝油、牛奶及鸡蛋中。人体内可由胆固醇转变成 7-脱氢胆固醇并储存于皮下，在日光或紫外线照射下后者可转变为维生素 D₃，因此 7-脱氢胆固醇常被称作维生素 D₃ 元。植物或酵母所含的麦角固醇在日光或紫外线照射下，则转变为维生素 D₂（骨化醇），所以麦角固醇也称作维生素 D₂ 元。



近年证明，维生素 D 在体内必须转变为活性代谢物后才能发挥生理作用。例如，维生素 D₃ 在肝脏内经羟化酶系统的作用，先转变为 25-羟 D₃，后者在肾脏再被羟化成 1,25-二羟 D₃，它是在体内发挥作用的活性维生素 D (详见钙、磷代谢)。

维生素 D₂ 及 D₃ 皆为无色结晶，其性质比较稳定，耐热，对氧、酸及硷均较安定，不易被破坏。

(二) 生理功用

维生素 D 与机体的钙、磷代谢有关 (详见水盐代谢)。

(三) 缺乏病

婴儿和儿童缺乏维生素 D 时产生佝偻病，其特征是骨中无机盐的含量减少，骨骼变软。两腿的骨骼常因承受体重的压力而弯曲成畸形。由于骨骼钙化不良，软骨层显著增厚，因而造成肋骨串珠与方颅、手腕及脚踝粗大等特殊体征。患者肌肉张力不足，腹部因而显著膨胀。牙齿的生长发育迟缓，且易生龋齿。维生素 D 不足时全身的代谢降低，对儿童的发育也有不良的影响。

成人缺乏维生素 D 时则引起骨软化症，特别是孕妇和乳母缺乏时更易发生软化症。

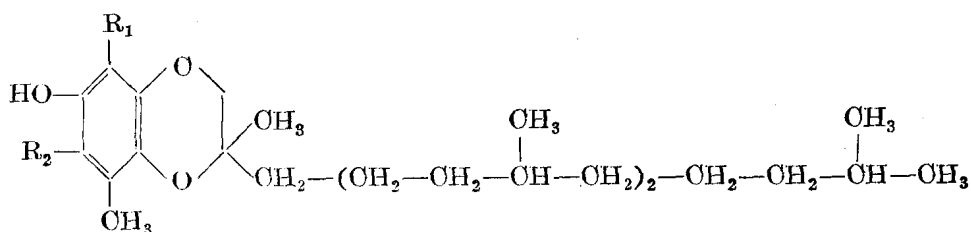
(四) 维生素 D 过多症

不适当地过量地服用维生素 D 可引起中毒症。主要表现为骨化过度，甚至软组织也因钙盐沉着而硬化，严重时肾脏的功能衰竭。

三、维 生 素 E

(一) 化学本质及性质

维生素 E 亦称生育酚或抗不育维生素。多存在于植物组织中，麦胎、豆类、蔬菜中的含量比较丰富。在化学结构上，维生素 E 为苯骈二氢吡喃衍生物。由于其苯环上的取代基不同，可分为 α -、 β -、 γ -、 δ -生育酚。



生育酚的基本构造式

	R_1	R_2
α -生育酚	$-\text{CH}_3$	$-\text{CH}_3$
β -生育酚	$-\text{CH}^3$	$-\text{H}$
γ -生育酚	$-\text{H}$	$-\text{CH}_3$
δ -生育酚	$-\text{H}$	$-\text{H}$

维生素 E 为油状物，对热、酸、硷较为安定，但易被氧化。

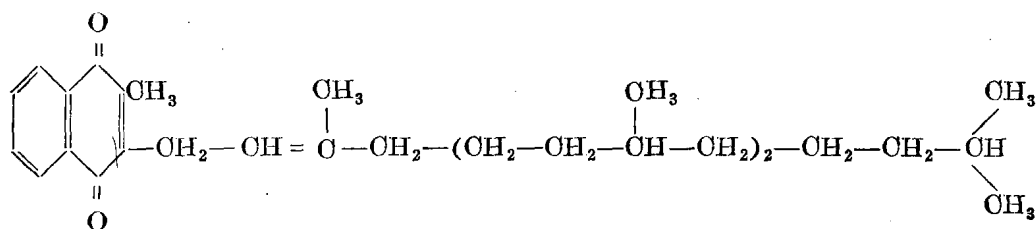
(二) 生理功用

动物缺乏维生素 E 时，其生殖器官受损而不育。雄性动物表现为曲精管上皮变性，睾丸退化，精子的形成障碍；雌性动物表现不育症及胎儿死亡。维生素 E 对肌肉也有影响，缺乏时引起肌肉萎缩及营养不良性病变。但人类的缺乏症尚未发现。

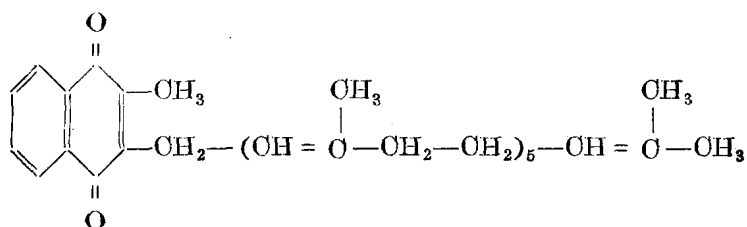
四、维生素 K

(一) 化学本质及性质

维生素 K 具有促进凝血的功用，故又称凝血维生素，自然界存在有维生素 K_1 、 K_2 两种。它们在化学上都属于 2-甲基-1,4-萘醌的衍生物。



维生素 K_1

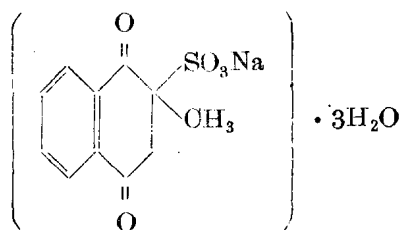


维生素 K_2

维生素 K_1 从苜蓿中所提出，一般绿色蔬菜中均含有。人体肠道细菌能合成维生素 K_2 。它

们都有耐热性，但对光和硷很敏感。

临床上常用的人工合成的维生素 K 也是 2-甲基-1,4-萘醌的衍生物叫做维生素 K₃，其生理作用大于维生素 K₁ 和 K₂。



维生素 K₃

(二) 生理功用

维生素 K 促进肝脏合成凝血酶元（即凝血因子Ⅰ），并与肝中凝血因子Ⅵ、Ⅷ、Ⅹ的合成有关。缺乏时血中凝血酶元和凝血因子减少，因而凝血时间延长，皮下、肌肉及胃肠道常可出血。

由于肠道细菌能合成维生素 K，所以一般不会缺乏。但有时因长期服用大量的抗菌药物，或长期腹泻，以及胆道阻塞，则可能发生维生素 K 缺乏病。

第三节 水溶性维生素

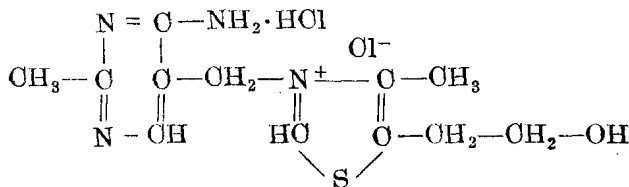
水溶性维生素包括 B 族和 C 族两大类。属于 B 族维生素的有：维生素 B₁、B₂、PP、B₆、泛酸、叶酸及 B₁₂ 等；C 族维生素中只有维生素 C 和 P 两种。

B 族维生素在体内通过构成辅酶而发挥其对物质代谢的影响。这类辅酶在肝脏内含量最丰富。进入体内的多余水溶性维生素及其代谢产物均自尿中排出。体内不能多储存，当机体饱和后，食入的维生素越多，尿中的排出量也越多。

一、维生素 B₁

(一) 化学本质及性质

维生素 B₁ 又称抗脚气病维生素，因其含有硫及氨基，故又称为硫胺素。主要存在于肉类、蛋品及米糠、麦麸、酵母等食物中。其结构式如下：

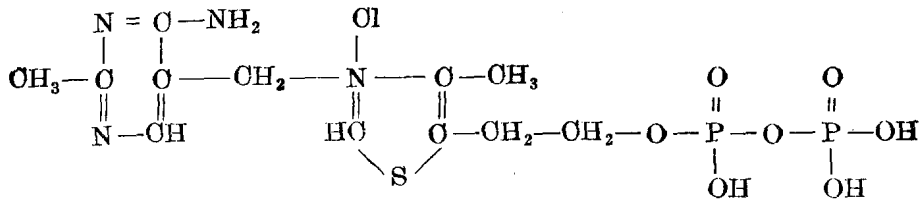


盐酸硫胺素

维生素 B₁ 分子中含有一个嘧啶环和一个噻唑环。临床上使用的制剂为盐酸硫胺素，呈白色结晶。在硷性溶液中加热极易破坏，在酸性溶液中对热较稳定。氧化剂及还原剂亦可使失去作用。

(二) 生理作用

在体内，维生素 B₁ 与焦磷酸结合生成焦磷酸硫胺素 (TPP)。



焦磷酸硫胺素 (TPP)

焦磷酸硫胺素在体内是氧化脱羧酶系统的辅酶，参与丙酮酸与 α -酮戊二酸的氧化脱羧过程，因而在代谢中起重要作用。每日从食物中摄入的糖类物质越多，体内消耗的维生素 B₁ 也越多，故应注意补充。

维生素 B₁ 还可抑制胆硷酯酶的活性，影响神经传导。

(三) 缺乏病

人体肠道细菌能合成一部分维生素 B₁，但数量较少。谷类食物的胚芽和外皮含维生素 B₁ 十分丰富，是人类日常所需的主要来源。但若将谷类加工过细或烹调方法不当则维生素 B₁ 大量丢失，便造成缺乏病。

在维生素 B₁ 缺乏时，体内焦磷酸硫胺素不足，丙酮酸的氧化脱羧作用发生障碍，丙酮酸是糖代谢的中间产物，所以缺乏维生素 B₁ 时，糖代谢不能顺利进行。神经组织的能量来源主要靠氧化糖供应，所以，维生素 B₁ 缺乏时，首先神经组织所需的能量供应不足，而且丙酮酸在神经组织中堆积。因此，患者初期出现健忘、不安、易怒等症状。继则发生四肢无力、肌肉疼痛萎缩、感觉异常、腱反射消失、皮肤渐失知觉、整个下肢麻痹等多发性周围神经炎症状。有时下肢水肿，重者有明显心力衰竭的表现。这些都是脚气病的症状。

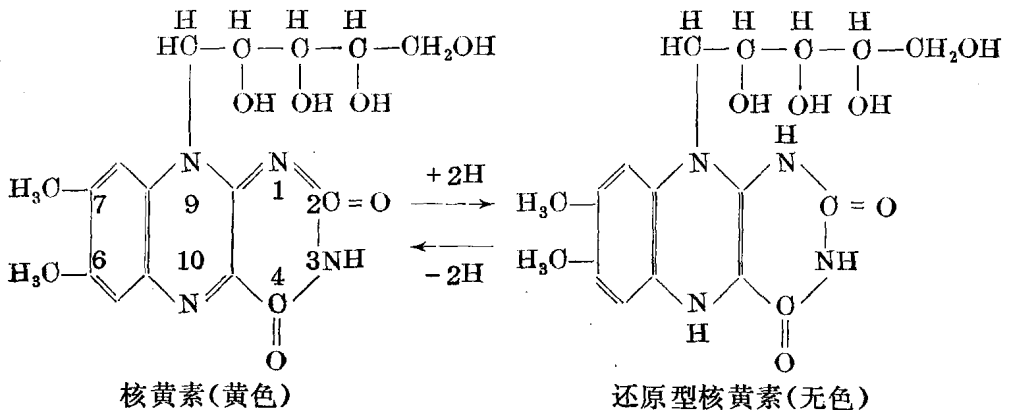
由于维生素 B₁ 具有抑制胆硷酯酶活性的作用，所以缺乏时胆硷酯酶的活性增强，乙酰胆硷的水解加速。乙酰胆硷与神经传导有关，所以缺乏维生素 B₁ 时，神经传导受到影响。造成胃肠蠕动缓慢、消化液分泌减少、食欲不振、消化不良等消化机能的障碍。

二、维生素 B₂

(一) 化学本质及性质

维生素 B₂ 为桔黄色针状结晶，溶于水中呈黄绿色萤光。它是核醇与 6,7-二甲基异咯嗪的缩合物，故又名核黄素。在硷性溶液中受光照射极易破坏。维生素 B₂ 分布很广，青菜、黄豆、小麦及动物的肝、肾、心、乳类中含量较多。酵母中也丰富。

核黄素的异咯嗪环上第 1 及第 10 两位的氮原子与活泼的双键相联，能接受氢而被还原生成无色产物。还原后很容易再脱氢。



核黄素(黄色)

还原型核黄素(无色)