



人民卫生出版社
PEOPLE'S MEDICAL PUBLISHING HOUSE



第五章

维生素

Chapter 5 Vitamin

主要内容

- 第一节 维生素概述
- 第二节 脂溶性维生素
- 第三节 水溶性维生素



什么是维生素？

维生素（Vitamin）是人体维持正常生命活动所必需的，但在体内不能合成或合成量很少，必须由食物供给的一类低分子有机化合物。

主要作用：参与调节机体的物质代谢以及维持机体正常的生理功能。

知识链接

维生素的发现是 20 世纪的伟大发现之一。最早发现食物中维生素的，是荷兰医生 Christian Eijkman (1858-1930)，他用糙米来治疗脚气病，并因此获得 1929 年诺贝尔生理或医学奖。1912 年波兰科学家 Casimir Funk (1884-1967) 将之从米糠中成功提取出来，并命名为 vitaminine，即“生命胺”。但后来发现许多其它的维生素并不含有“胺”结构，但是由于 vitaminine 的叫法已经广泛采用，遂将“e”去掉，成为了今天的 vitamin。

第一节 维生素概述

一、维生素的命名与分类

(一) 命名

1. 按发现先后以**拉丁字母**命名

——如维生素 A、B、C、D、E、K 等。

2. 根据**化学结构**特点命名

——如视黄醇、硫胺素、核黄素等。

3. 根据**功能和治疗作用**命名

——如抗干眼病维生素、抗癞皮病维生素

第一节 维生素概述

一、维生素的命名与分类

(二) 分类

可按溶解性分为**脂溶性**和**水溶性**两大类维生素。

脂溶性维生素：维生素 A、D、E、K 四种

水溶性维生素：B 族维生素和维生素 C

(B 族维生素包括维生素 B_1 、 B_2 、 B_6 、 B_{12} 、维生素 PP、
泛酸、叶酸、生物素等)

第一节 维生素概述

二、维生素的缺乏与中毒

(一) 维生素缺乏的原因

- ① 摄入不足； ② 吸收不良；
- ③ 需要量增加； ④ 体内维生素生成不足或障碍

(二) 维生素中毒

脂溶性维生素大量摄入时，可导致体内积存过多而引起中毒。

要重视维生素的合理使用

知识链接

维生素虽为生物类药物，对机体较为安全，但任意使用也是不可取的。维生素摄入过多可造成急、慢性中毒。维生素的使用原则可归纳为：①要区分治疗性用药和补充摄入量不足的预防性用药，在治疗性用药时，维生素的使用指征应明确；②要严格掌握维生素的剂量和疗程；③明确维生素缺乏症的致病因素，针对病因积极治疗而不应单纯依赖维生素的补充；④掌握用药时间，一般餐后服用维生素有利于其吸收。

点滴积累

1. 维生素是人体维持正常生命活动所必需的，但在体内不能合成或合成量很少，必须由食物供给的一类低分子有机化合物。
2. 维生素的主要作用是参与调节机体的物质代谢以及维持机体正常的生理功能。
3. 维生素有三种命名方法，较为常用的是按其发现的先后顺序，以拉丁字母命名。
4. 维生素可分为脂溶性和水溶性两大类。
5. 维生素缺乏常见原因包括：摄入不足；吸收不良；需要量增加；体内维生素生成不足或障碍。
6. 维生素缺乏，会导致相应的维生素缺乏病；维生素摄入过多，可引起中毒。

第二节 脂溶性维生素

- 一、维生素 A（抗干眼病性维生素）
- 二、维生素 D（抗佝偻病性维生素）
- 三、维生素 E（生育酚、生育三烯酚）
- 四、维生素 K（凝血维生素）

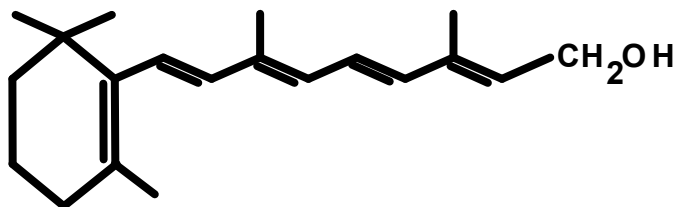
一、维生素 A

(一) 化学本质与性质

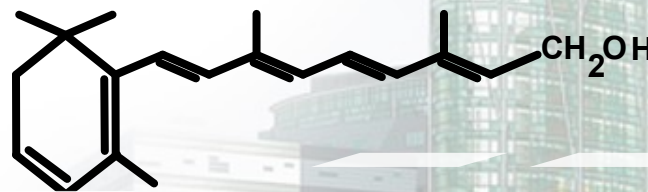
维生素 A 又称抗干眼病维生素

1. 化学性质：易被氧化剂和紫外线破坏，故应棕色瓶内避光保存。

2. 天然形式



维生素 A₁ (视黄醇) 全反型



维生素 A₂ (3-脱氢视黄醇) 全反型

3. 活性形式——视黄醇、视黄醛、视黄酸



一、维生素 A

(三) 生化作用及缺乏症

1. 生化作用

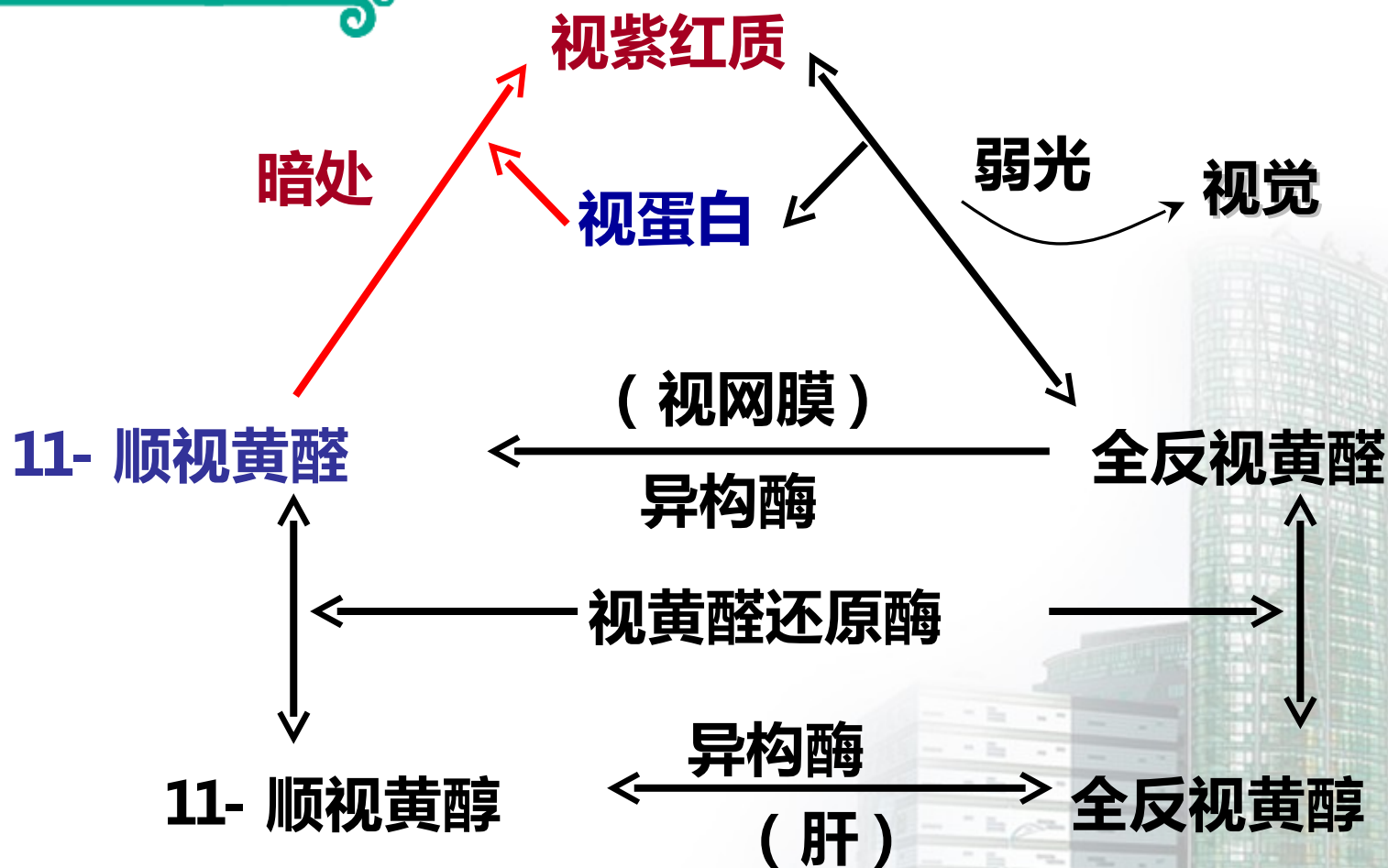
- ❖ 参与视杆细胞内**视紫红质**的合成——**暗视觉**
- ❖ 维持**上皮组织**结构的完整与功能的健全
- ❖ 促进生长发育
- ❖ 其它作用：抑癌、抗氧化、维持正常免疫功能的作用

2. 缺乏症

夜盲症、干眼病等



视紫红质的合成、分解与视黄醛的关系



知识链接

暗适应时间：人们从强光下进入暗处，最初看不清物体是由于视杆细胞内视紫红质的分解多于合成，含量降低。当视杆细胞内视紫红质合成积累达一定量时，便能感受弱光，看清物体，这一过程称为暗适应，所需时间称为暗适应时间。



难点释疑

维生素 A 为什么能维持上皮组织结构的完整与功能的健全？

◀ **维生素 A 的衍生物视黄醇磷酸酯是糖蛋白合成中所需的寡糖基的载体，参与膜糖蛋白的合成，而上皮组织的糖蛋白是细胞膜系统的重要组成成分，是维持上皮组织的结构完整和保证分泌功能健全的重要成分。**



一、维生素 A

(四) 维生素 A 中毒

维生素 A 中毒目前多见于 1 ~ 2 岁的婴幼儿，主要表现为**毛发易脱、皮肤干燥、瘙痒、烦躁、厌食、肝大及易出血**等症状。引起维生素 A 中毒的原因一般是因为**鱼肝油服用过多**所致。

二、维生素 D

(一) 化学本质和性质

维生素 D 又称抗佝偻病维生素，又名钙化醇。

植物：VitD₂(麦角钙化醇)

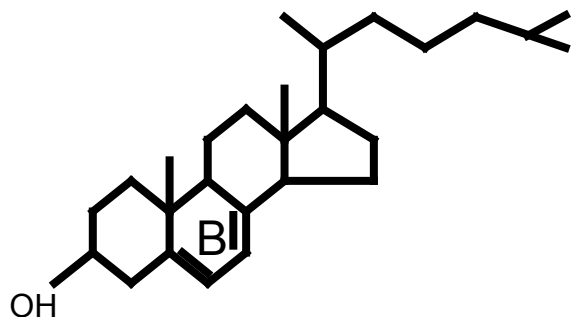
动物：VitD₃(胆钙化醇)

1. 化学性质：**淡黄色**晶体，对**热**稳定，但易被**紫外光**破坏；故含维生素 D 的药剂均应保存在**棕色瓶**中。

2. VitD₃ 的活性形式

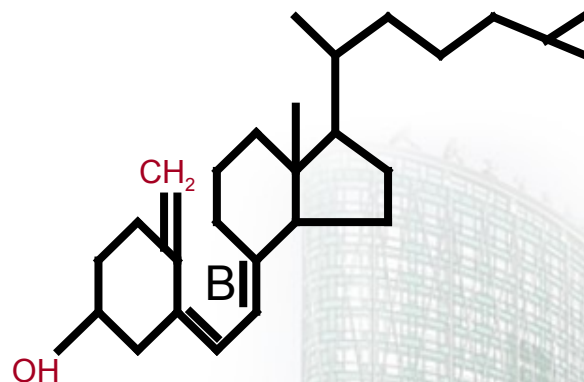
——**1, 25- (OH)₂-VitD₃**

(二) 来源

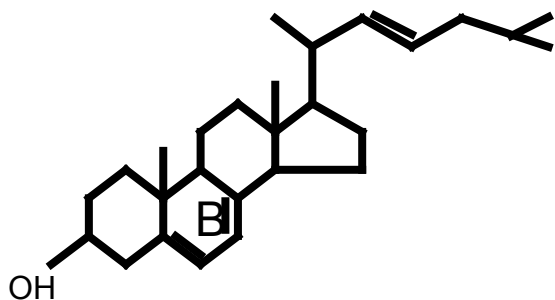


7-脱氢胆固醇

紫外光

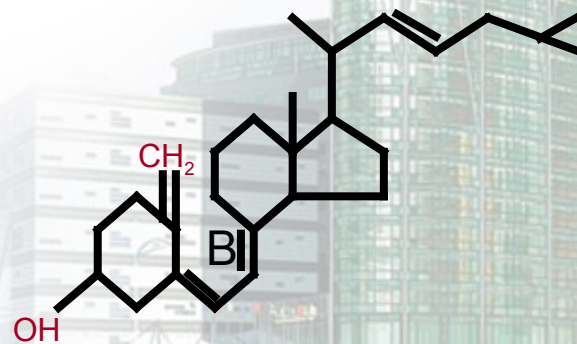


维生素 D₃



麦角固醇

紫外光



维生素 D₂

二、维生素 D

(三) 生化功能及缺乏症

1. 生化作用

- ❖ **促进钙、磷的吸收，有利于新骨的生成和钙化；**
- ❖ **其他作用：对抗 1 型和 2 型糖尿病；对某些肿瘤细胞具有抑制增殖和促进分化的作用。**

2. 缺乏症

儿童——佝偻病； 成人——软骨病

3. 维生素 D 中毒

案例分析

案例

1 岁患儿，出生后牛奶喂养，未加辅食，晒太阳少，平日易腹泻。体检：发育、营养中等，无特殊外貌，有肋骨串珠，轻度鸡胸。

分析

上述案例中患儿的症状是佝偻病的表现，主要是由于缺乏维生素 D 而引起的。后续检查应化验血钙、血磷、碱性磷酸酶等指标，已明确诊断。

如为佝偻病激期，应肌注维生素 D330 万 U，如是后遗症期，不需治疗。

三、维生素 E

(一) 化学本质与性质

维生素 E 又名生育酚，主要分为生育酚和生育三烯酚。

化学性质：微带粘性的淡黄色油状物，在无氧条件下对热稳定；但对氧十分敏感，易被氧化，故能保护其他物质不被氧化，故具有抗氧化作用。

(二) 来源

维生素 E 主要存在于植物油、油性种子、麦芽、绿叶蔬菜中。

(三) 生化作用及缺乏症

1. 生化作用

- ❖ **抗氧化作用**，维持生物膜的结构与功能。
- ❖ **维持生殖机能**，防治先兆流产和习惯性流产。
- ❖ 促进血红素代谢。
- ❖ 其它功能。

2. 缺乏症

动物缺乏时，生殖器官受损导致不育。



难点释疑

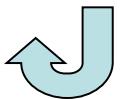
维生素 E 具有抗氧化作用的机制？

◀ **维生素 E 结构上的酚羟基易氧化脱氢，并能捕捉过氧化脂**

质自由基，从而保护生物膜的完整及正常功能。维生素 E

缺乏时，红细胞膜的不饱和脂肪酸被氧化破坏，容易发生溶血。因此临床上，维生素 E 可用于防治心肌梗死、动

脉硬化、巨幼红细胞贫血等。



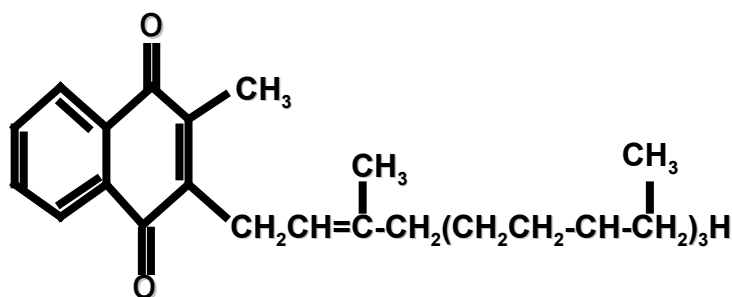
四、维生素 K

(一) 化学本质及性质

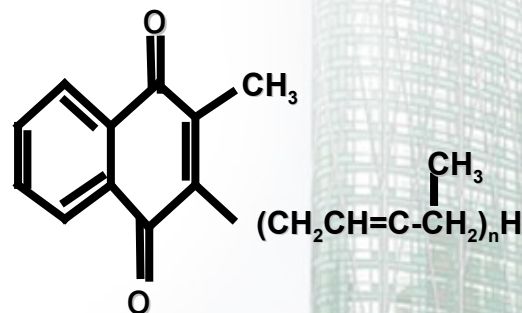
维生素 K 又称凝血维生素，包括 K₁、K₂、K₃、K₄ 四种。

化学性质：对热稳定，易受光线和碱的破坏。

天然
形式

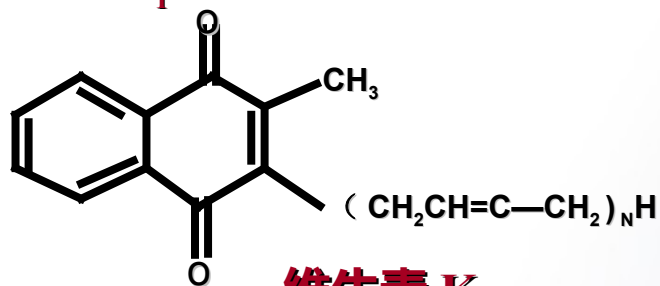


维生素
K₁

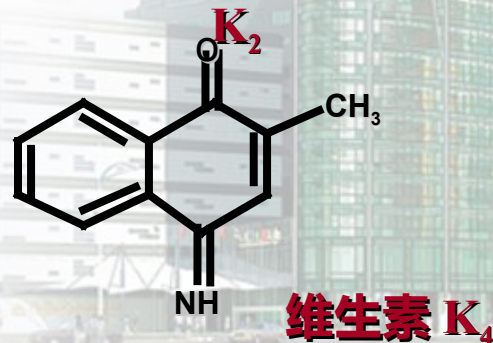


维生素
K₂

人工
合成



维生素 K₃



维生素 K₄

知识链接

目前市场上有天然维生素 E 和合成维生素 E 两类。科学家们发现，天然维生素 E 其实更符合人体的需要。天然维生素 E 保持了维生素 E 原有的生理活性和天然属性，更容易被人体吸收利用，而且安全性也高于合成维生素 E，更适于长期服用。天然维生素 E 的抗氧化和抗衰老性能指标都数十倍于合成的维生素 E。近来还发现维生素 E 可抑制眼睛晶状体内的过氧化脂反应，使末梢血管扩张，改善血液循环。

四、维生素 K

(二) 来源

维生素 K 在肝、鱼、肉和绿叶蔬菜中含量丰富

(三) 生化作用及缺乏症

1. 生化作用

- ❖ 促进**凝血因子**的合成，参与**凝血**作用。
- ❖ 参与**骨盐**代谢。

2. 缺乏症 **易出血**

口服广谱抗生素时可导致维生素 K 缺乏

点滴积累

1. 脂溶性维生素包括维生素 A、D、E、K 四种。
2. 维生素 A 又称抗干眼病维生素，其活性形式包括视黄醇、视黄醛和视黄酸；缺乏维生素 A 导致夜盲症、干眼病。
3. 维生素 D 又称抗佝偻病维生素；其活性形式为 $1, 25-(\text{OH})_2\text{-D}_3$ ；当缺乏时，儿童可导致佝偻病，成人则引起软骨病。
4. 维生素 E 又名生育酚；具有抗氧化作用；缺乏维生素 E 的动物可导致生殖器官受损而不育，临床上常用维生素 E 治疗先

第三节 水溶性维生素

一、B 族维生素

(一) 维生素 B₁ (硫胺素)

(二) 维生素 B₂ (核黄素)

(三) 维生素 PP (尼克酸、尼克酰胺)

(四) 维生素 B₆ (硫胺素)

(五) 维生素 B₁₂ (硫胺素)

(六) 叶酸 (硫胺素)

二、维生素 C

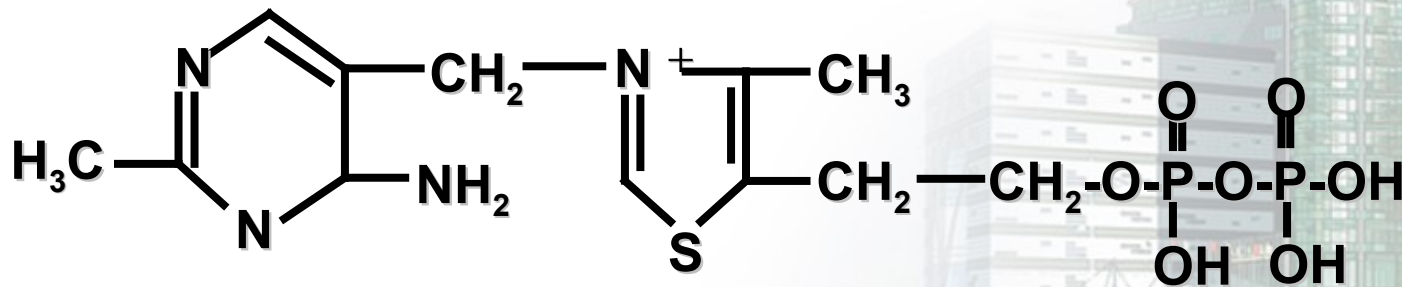
一、B 族维生素

(一) 维生素 B₁ 又名硫胺素 (thiamine)

1. 化学本质

白色结晶，极易溶于水，酸性环境中稳定，碱性环境中加热易破坏。氧化剂和还原剂均可使其失活，故应避光冷藏，不宜久贮。

2. 体内活性形式为**焦磷酸硫胺素 (TPP)**



(一) 维生素 B₁

3. 来源

● 谷类、豆类的种皮、酵母、干果和硬果、蔬菜中

。

● 动物的肝、肾、脑、瘦肉及蛋类。

4. 生化作用及缺乏症

生化作用

- TPP 是 α - 酮酸氧化脱羧酶的辅酶
- 影响乙酰胆碱的生成和分解
- 转酮醇酶的辅酶

缺乏症

脚气病

课堂活动

在实际生活中，淘米是淘的次数越多越好吗，如果不是，为什么？如何淘米，才能保证粮食中的营养素不丢失？

课堂活动

脚气病和脚气是一回事吗？
如何防治脚气病？



(二) 维生素 B₂ 又名核黄素

1. 化学性质

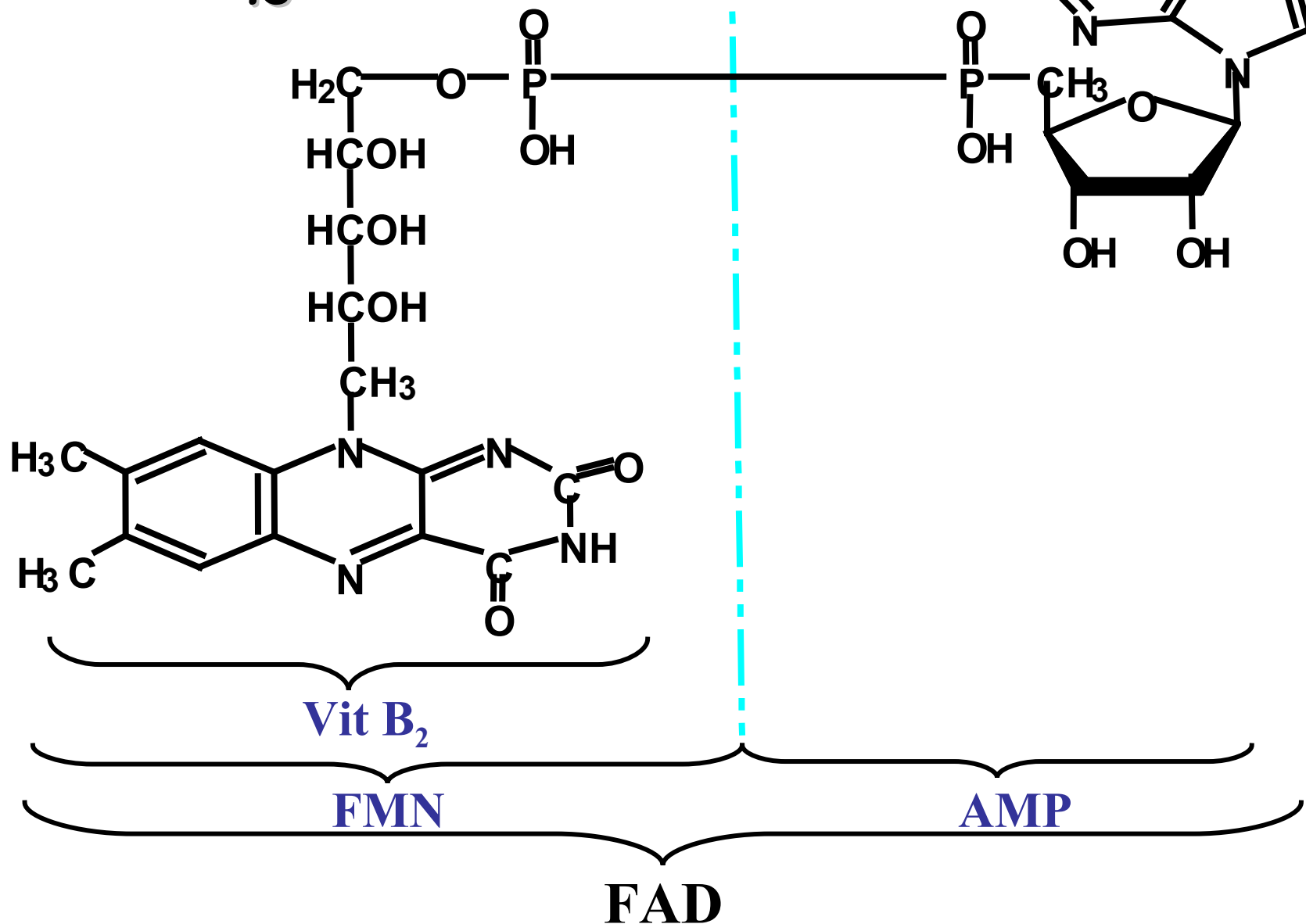
橙黄色针状晶体，酸性溶液中稳定而耐热，在碱性溶液中不耐热，对光敏感，故应避光保存。

2. 活性形式

黄素单核苷酸 (FMN)

黄素腺嘌呤二核苷酸 (FAD)

FAD 与 FMN 结构



(二) 维生素 B₂

3. 来源

广泛存在于动植物中。

奶与奶制品、肝、蛋、肉类等是维生素 B₂ 的丰富来源

4. 生化作用及缺乏症

生化作用

FMN 及 FAD 是体内氧化还原酶的辅基，作为递氢体主要起递氢的作用。

缺乏症—— 可出现口角炎、舌炎、唇炎、结膜炎

、
阴道炎 脂溢性皮炎 视

(三) 维生素 PP 又称抗癞皮病维生素

维生素 PP 包括**尼克酸和尼克酰胺**。

1. 化学性质

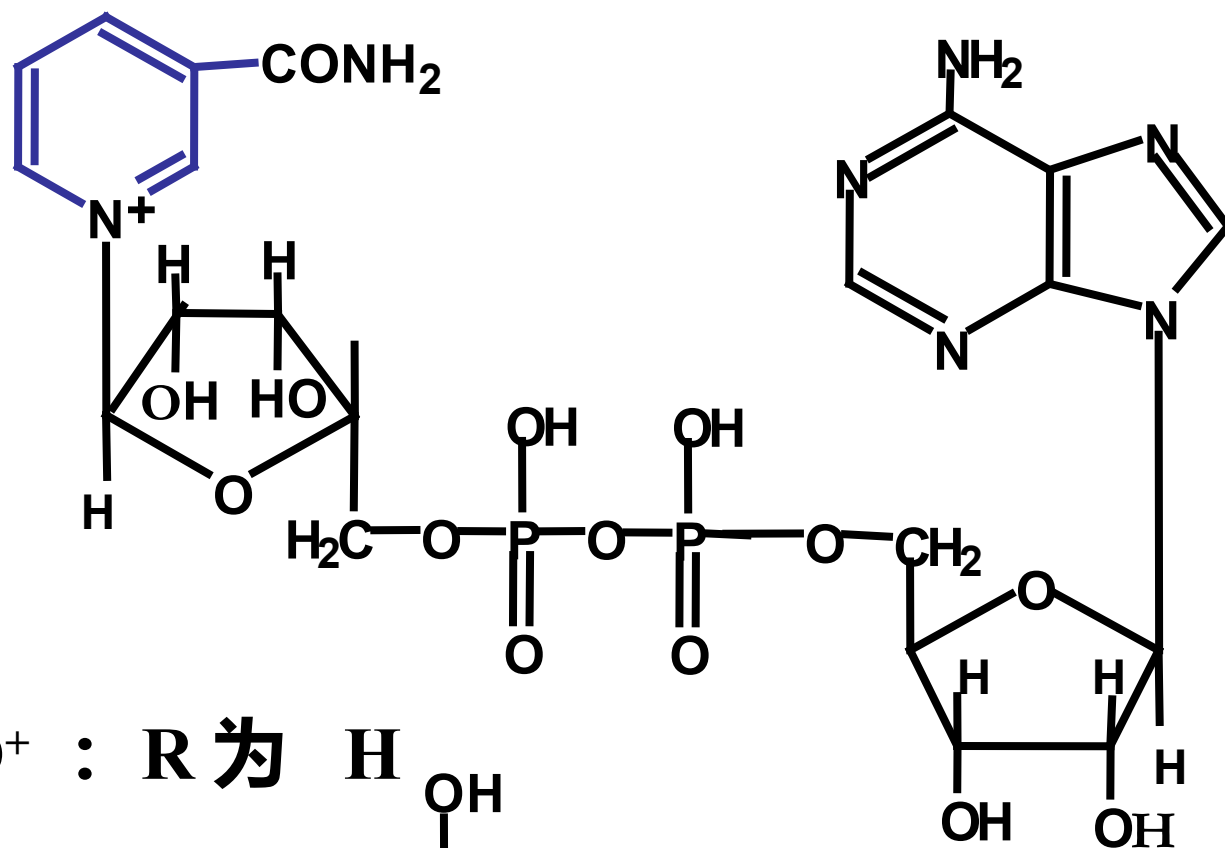
稳定、不易被酸碱和加热破坏；**260nm** 处有一吸收峰，可用于维生素 PP 的定量测定。

2. 体内活性形式

尼克酰胺腺嘌呤二核苷酸 (NAD^+)

尼克酰胺腺嘌呤二核苷酸磷酸 (NADP^+)

NAD⁺ 和 NADP⁺ 结构式



NAD⁺ : R 为 H

NADP⁺ : R 为 —P(=O)(OH)_2

(三) 维生素 PP

3. 来源：①动、植物食物中；②色氨酸少量合成

4. 生化作用及缺乏症

生化作用

- NAD^+ 及 NADP^+ 是体内多种脱氢酶的辅酶，起传递氢的作用。
- 作为药物用于临床治疗高脂血症。
- 大量服用可引起血管扩张、及胃肠不适等症状。

缺乏症

癞皮病（对称性皮炎，腹泻、痴呆等症状）。

难点释疑

维生素 PP 缺乏引起癞皮病的机制？

◀ 维生素 PP 主要通过胃黏膜吸收，其活性形式 NAD^+ 和 NADP^+ 作为

体内多种氧化还原酶的辅酶，广泛参与糖酵解、脂肪酸代谢

、

细胞呼吸和解毒等代谢反应。因此，当缺乏维生素 PP 时，体内

NAD^+ 和 NADP^+ 水平较低，可影响细胞的能量的生成、转移与利用，这对耗能多的大脑，或能量转移、利用频繁的皮肤和消化

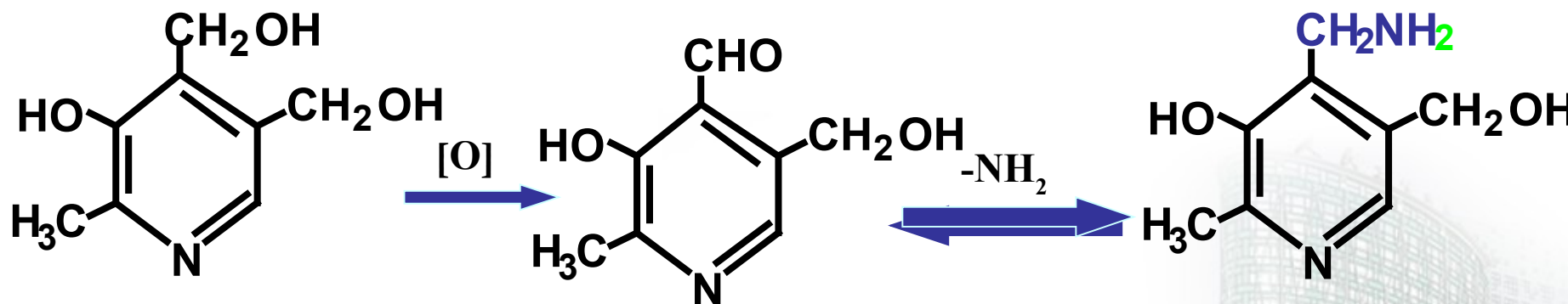
(四) 维生素 B₆

维生素 B₆ 包括吡哆醇、吡哆醛、吡哆胺。 

1. 化学性质：无色晶体，易溶于水，微溶于脂溶剂，在酸性溶液中稳定，但在碱性溶液中和遇光、紫外线易被破坏。
2. 体内活性形式为磷酸吡哆醛和磷酸吡哆胺



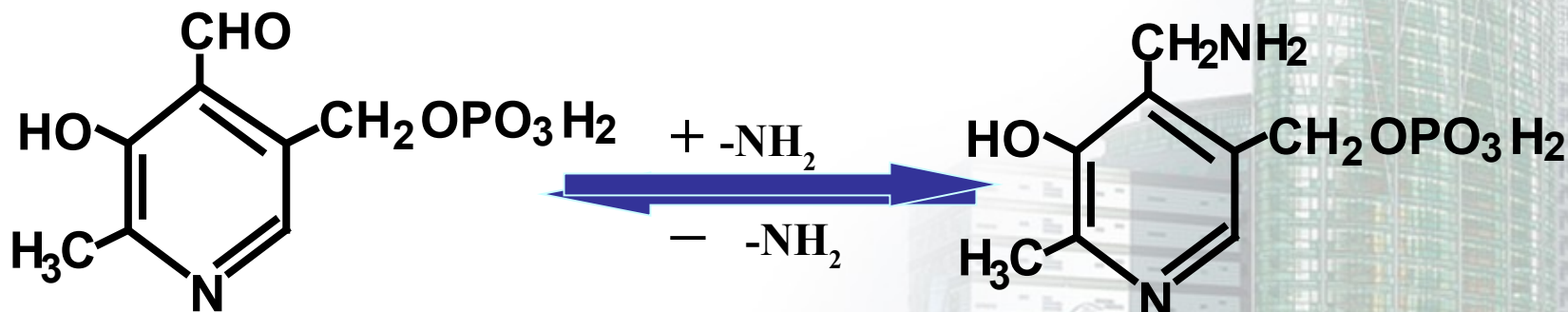
(四) 维生素 B₆



吡哆醇

吡哆醛

吡哆胺



磷酸吡哆醛

磷酸吡哆胺

(四) 维生素 B₆

3. 来源 广泛分布于动、植物中；肠道细菌合成

4. 生化作用及缺乏症

生化作用

- 磷酸吡哆醛作为**脱羧酶**的辅酶，参与在氨基酸代谢
- 磷酸吡哆醛是 δ - 氨基 γ - 酮戊酸 (**ALA**) 合酶的辅酶
- 磷酸吡哆醛是同型半胱氨酸分解代谢酶的辅酶

缺乏症 人类通常不缺乏

临床应用：治疗婴儿惊厥和妊娠呕吐。



(五) 泛酸 (pantothenic acid) 又名遍多酸

1. 化学性质：中性中稳定，在酸、碱溶液中加热时

易分解破坏。

2. 体内活性形式 { 辅酶 A (CoA)
酰基载体蛋白 (ACP)

3. 生化作用

CoA及 ACP 是酰基转移酶的辅酶，广泛参与糖、脂类、蛋白质代谢及肝脏的生物转化作用。

(六) 生物素

生物素 { α - 生物素——存在于蛋黄中
 β - 生物素——存在于肝脏中

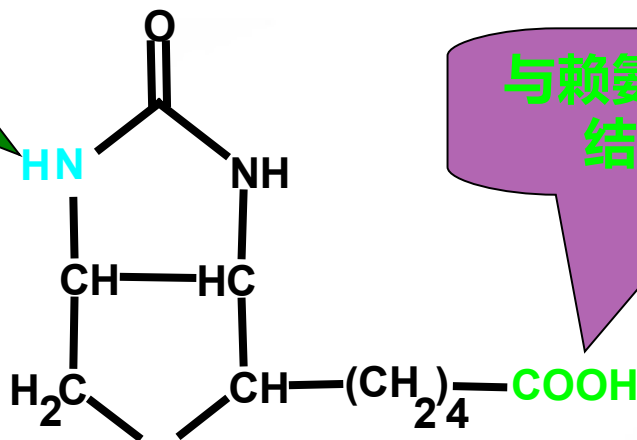
1. 化学性质：**无色长针状晶体**；耐酸不耐碱，高温

2. 生化作用及**缺乏症** **氧化剂**可使其失活。

生化作用：体内多种**羧化酶**的辅基，在糖、脂肪、蛋白质和核酸代谢过程中参与羧化反应。

与羧基结合生成
羧基生物素

β -生物素



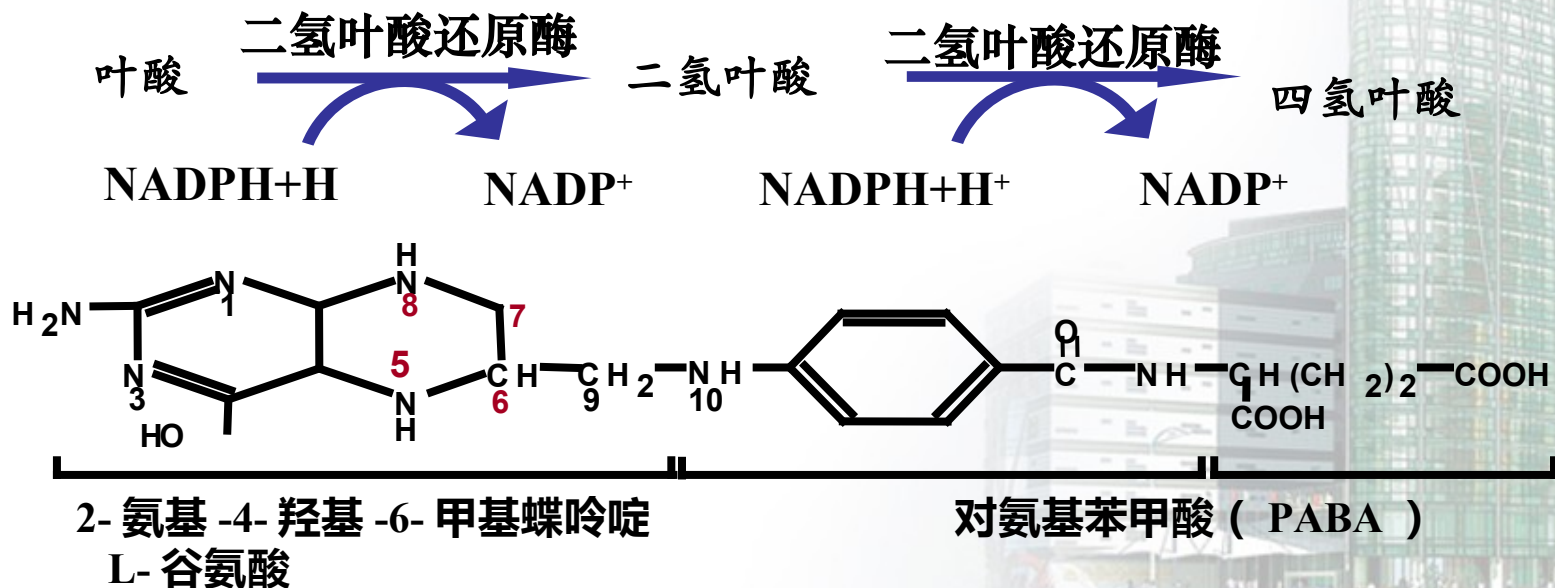
与赖氨酸残基 ϵ - 氨基
结合成生物胞素

缺乏：表现为乏力、恶心呕吐、食欲不振、抑郁、鳞
屑皮炎等。

(七) 叶酸

1. 化学性质：叶酸为黄色结晶，微溶于水，酸性溶液

2. 体内活性形式为四氢叶酸，加热或光照易分解破坏。



3. 生化作用及缺乏症

生化作用：FH₄ 是体内**一碳单位转移酶**的辅酶，参与体内许多重要物质的合成。

缺乏症：**巨幼红细胞贫血**

课堂互动

1. 长期服用抗生素，可造成体内哪种维生素的缺失？
2. 长期大量食用生鸡蛋有对人体有益吗？

(八) 维生素 B₁₂ 又称钴胺素

1. 化学性质

粉红色的结晶，水溶液在弱酸中十分稳定；日光、氧化剂及还原剂均可破坏维生素 B₁₂，故应棕色瓶 避光密闭保存。

2. 体内活性形式 { **甲基钴胺素**
5' - 脱氧腺苷钴胺素



**3. 来源：肝、肾、瘦肉、鱼及蛋类食物；
肠道细菌也能合成。**

4. 生化作用及缺乏症

生化作用：参与体内甲基转移、一碳单位代谢

缺乏症：巨幼红细胞贫血、神经系统疾病



课堂互动

为什么叶酸和维生素 B₁₂ 缺乏都能引起巨幼红细胞性贫血，两者的机制是否一样，有何相关性？



(九) 硫辛酸 (lipoic acid)

1. 化学性质

硫辛酸不溶于水溶于脂溶剂，食物中与 **VitB₁** 同时存在。

2. 生化作用

(1) 是**硫辛酸乙酰转移酶**的辅酶，起转酰基用。

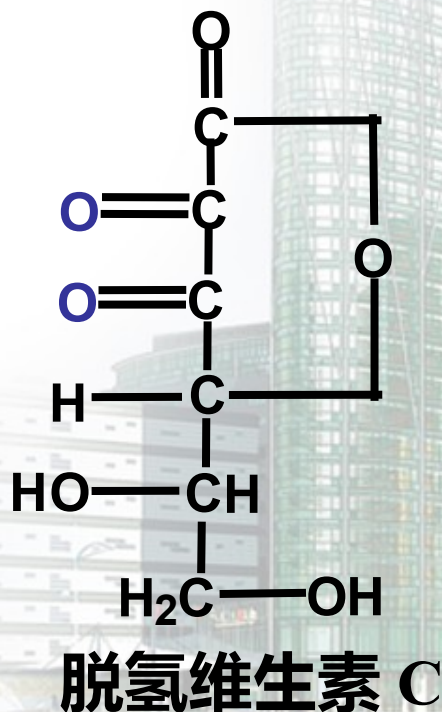
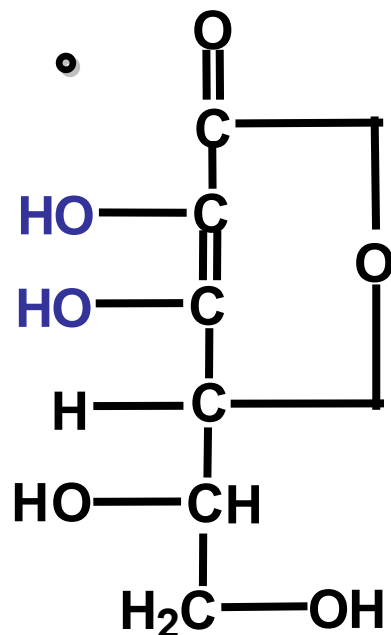
(2) 有**抗脂肪肝**和**降低血浆胆固醇**的作用。

二、维生素 C

1. 化学本质及性质

(1) 维生素 C 又称 L- 抗坏血酸

(2) 具有很强的还原性，加热和氧化剂易被破坏



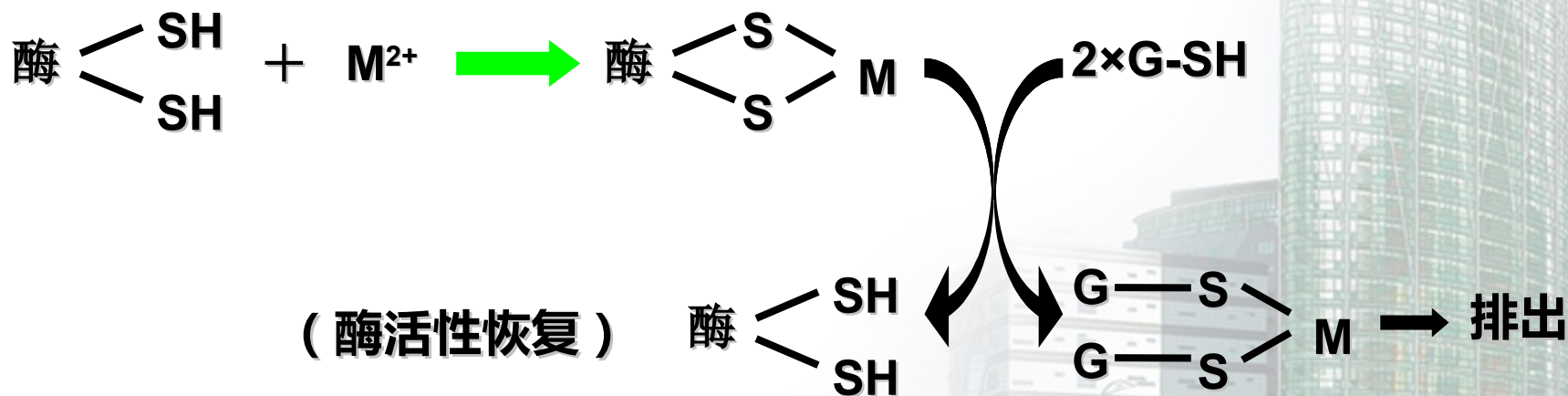
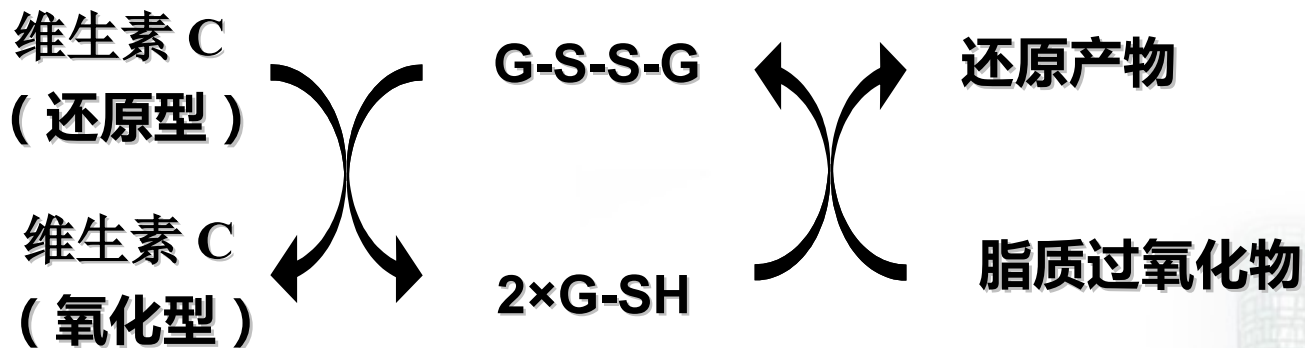
2. 生化作用及缺乏症

生化作用

- ① 参与体内**羟化**反应，促进**胶原蛋白**的合成，参与**胆固醇的转化**参与**芳香族氨基酸**的代谢。
- ② 参与**氧化还原**反应，促进**铁**的吸收，保护**巯基**作用。 
- ③ 抗病毒、抗癌作用。

缺乏症 **坏血病**





M : 重金属离子



知识链接

维生素 C 对维生素 B₁₂ 有破坏作用，且能与食物中的锌、铜离子结合，阻碍其吸收，严重时能造成维生素 B₁₂、铜、锌等的缺乏；叶酸与维生素 C 合用会减弱各自的作用，如果遇到必须使用时，也不得同时服用，服用时间应至少间隔半小时。此外，不宜与维生素 C 同时服用的药物还包括磺胺类药、链霉素、青霉素、阿司匹林、异烟肼、氨茶碱等。

点滴积累

1. 水溶性维生素包括 B 族维生素和维生素 C。
2. 维生素 B₁ 活性形式是焦磷酸硫胺素 (TPP) ; 缺乏可导致脚气病。
3. 维生素 B₂ 活性形式是 FMN 和 FAD ; 二者作为体内氧化还原酶的辅基 , 起递氢作用。
4. 维生素 PP 活性形式是 NAD⁺ (辅酶 I) 和 NADP⁺ (辅酶 II) ; 二者是构成多种不需氧脱氢酶的辅酶 ; 缺乏维生素 PP 时 , 可引起癞皮病。
5. 维生素 B₆ 包括吡哆醇、吡哆醛和吡哆胺 , 临床上常用维生素 B₆ 治疗婴儿惊厥、妊娠呕吐和精神焦虑等。
6. 叶酸的活性形式是四氢叶酸 ; 维生素 B₁₂ 是体内唯一含金

目标检测

一、单项选择题（在备选答案中只有一个是正确的）

1. 下列关于维生素的叙述正确的是

- A. 维生素是一类高分子有机化合物
- B. 维生素每天需要量约数克
- C. B族维生素的主要作用是构成辅酶或辅基
- ☒ D. 维生素参与机体组织细胞的构成

2. 有关维生素A的叙述错误的是

- A. 维生素A缺乏可引起夜盲症
- B. 维生素A是水溶性维生素
- ☒ C. 维生素A可由 β -胡萝卜素转变而来
- D. 维生素A有两种形式，即A₁和A₂

3. 儿童缺乏维生素D时易患

- | | | | |
|--------|----------|--------|---------|
| A. 佝偻病 | B. 骨质软化症 | C. 坏血病 | D. 恶性贫血 |
|--------|----------|--------|---------|

4. 脚气病由于缺乏下列哪种维生素所致

- | | | | |
|--------|--|--------|--------|
| A. 钴胺素 | ☒ B. 硫胺素 | C. 生物素 | D. 维生素 |
|--------|--|--------|--------|

5. 维生素 B6 辅助治疗小儿惊厥和妊娠呕吐的原理是

- A. 作为谷氨酸转氨酶的辅酶成分 ☐ B. 作为丙氨酸转氨酶的辅酶成分
- C. 作为蛋氨酸脱羧酶的辅酶成分 ☐ D. 作为谷氨酸脱羧酶的辅酶成分

6. 惟一含金属元素的维生素是

- ☐ A. 维生素 B₁ B. 维生素 B₂ C. 维生素 C D. 维生素 B₁₂

7. 抗干眼病维生素是

- ☐ A. 维生素 A B. 维生素 D C. 叶酸 D. 维生素 E

8. 坏血病是由于缺乏哪种维生素引起的

- ☐ A. 维生素 C B. 维生素 D C. 维生素 K D. 维生素 E

9. 临床治疗习惯性流产、先兆流产应选用

- A. 维生素 B₁ B. 维生素 E C. 维生素 B₆ D. 维生素 B₁₂



11. 关于水溶性维生素的叙述错误的是

- A. 在人体内只有少量储存
B. 易随尿排出
体外

☒ C. 每日必须通过膳食提供足够的数量

☐ D. 在人体内主要储存于脂肪组织

12. 关于脂溶性维生素的叙述错误的是

A. 溶于脂溶剂

B. 不溶于水

C. 在肠道中与脂肪共同吸收



D. 可随尿排出体外

13. 肠道细菌可合成的维生素是

A. 维生素 A 和维生素 D



B. 维生素 K 和维生素 B₆

C. 维生素 C 和维生素 E

D. 泛酸和尼克酰胺

(二) 多项选择题 (在备选答案中有二个或二个以上是正确的)

1. 下列属于水溶性维生素的有

ABCD

A. 维生素 C

B. 维生素 B₂

C. 叶酸

D. 维生素 E

E. 维生素 B₁₂

2. 缺乏时引起巨幼红细胞贫血的维生素是

BD

A. 维生素 B₂

B. 维生素 B₁₂

C. 维生素 PP

D. 叶酸

E. 维生素 K

3. 能在人体肠道中合成的维生素是

ABCDE

A. 维生素 B₆

B. 维生素 B₁₂

C. 生物素

D. 叶酸

E. 维生素 K

4. 服用抗结核药异烟肼时应补充的维生素是

AC

A. 维生素 B₆

B. 维生素 B₁₂

C. 维生素 PP

D. 叶酸

E. 生物素



5. 具有抗氧化作用的维生素是

A. 维生素 B₆

B. 维生素 A
BDE

C. 维生素 D

D. 维生素 E

E. 维生素 C

6. 含有维生素 B₂ 的辅基或辅酶是

A. NAD⁺

B. FAD

C. FMN
BC

D. TPP

E. FH₄

7. 下列维生素的组合中正确的有

A. 维生素 B₁ — TPP — 脚气病
ACE

B. 维生素 C — 钴胺素 —

贫血

C. 维生素 B₂ — FAD — 口角炎

D. 维生素 B₆ — FH₄ —

夜盲症

E. 维生素 PP — NAD⁺ — 癞皮病

二、简答题

1. 引起维生素缺乏症的常见原因有哪些？
2. 脂溶性维生素和水溶性维生素在体内的代谢各有何特点？
3. 维生素 A 缺乏时，为什么会患夜盲症？
4. 维生素 B₁ 缺乏，为什么会患脚气病？
5. 为什么叶酸和维生素 B₁₂ 缺乏时患巨幼红细胞贫血？
6. 列举出几种维生素缺乏症的名称？
7. 抗结核治疗时应注意补充哪种维生素？

三、实例分析

2000 多年前，古罗马帝国的军队渡过突尼斯海峡远征非洲。在沙漠上，士兵们吃不到水果和蔬菜，他们的脸色由苍白变为暗黑，紫红的血从牙缝中一丝一丝地渗出来，浑身上下青一块、紫一块，两腿肿胀、关节疼痛，双脚麻木而不能行走，纷纷栽倒在沙漠中。

试问：

1. 案例中，士兵所患症状是由于缺乏何种维生素引起的？
2. 为什么会引起上述症状？