

## 第五章 维生素



### § 1 概述

维生素又称维他命，来源于西文“**vitamine** (后改为“**vitamin**”) 一词。

#### 一、特点

- 1、它们都是以其本体的形式或可被机体利用的前体形式存在于天然食物中。
- 2、大多数维生素不能在体内合成，也不能大量储存，所以必须由食物供给。
- 3、它们既不是构成组织的原料，也不提供能量。

- 4、虽然每日生理需要量 (仅以mg或  $\mu\text{g}$  计) 很少，但在调节物质代谢过程中却起着十分重要的作用。
- 5、它们常以辅酶或辅基的形式参与酶的功能。
- 6、不少维生素具有几种结构相近、生物活性相同的化合物，如维生素 $A_1$ 与维生素 $A_2$ ，维生素 $D_2$ 和 $D_3$ ，吡哆醇、吡哆醛、吡哆胺等。
- 7、维生素一般来讲，比较不稳定。
- 8、脂溶性维生素在体内有一定积累，水溶性维生素极少存在于人体组织中。
- 9、维生素缺乏首先影响新陈代谢旺盛的组织器官。

#### 二、分类

■ 根据维生素的溶解性可将其分成：

- 1、**脂溶性维生素**：包括维生素A、D、E、K
- 2、**水溶性维生素**：包括B族维生素 ( $B_1$ 、 $B_2$ 、 $B_3$ 、 $B_6$ 、叶酸、 $B_{12}$ 、泛酸、生物素等) 和维生素C

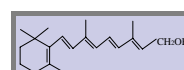
### 两类维生素的区别

	脂溶性维生素	水溶性维生素
组成	C、H、O	C、H、O、N
存在前体	有的可以其前体 (维生素原) 方式存在	没有维生素的前体
溶解	溶解于脂肪类物质	溶解于水中，以简单扩散方式
吸收	在体内吸收速度慢、吸收过程复杂	被机体吸收，吸收速度快
贮存形式	在体内可大量贮存，可发生过中毒	在体内不易贮存，不易发生过中毒，需随时提供
排泄	通过胆汁从肠道排出	由泌尿道排出，极少量从肠道排出

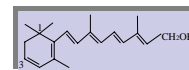
### § 2 脂溶性维生素

#### 一、维生素A

##### 1、结构

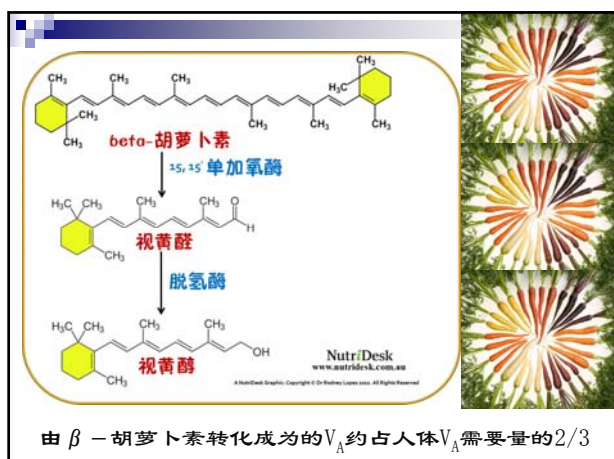


$V_{A1}$ : 视黄醇主要存在于哺乳动物和海水鱼类的肝脏中。



$V_{A2}$ : 3-脱氢视黄醇主要存在于淡水鱼中，活性约为 $A_1$ 的40%。

视黄醇 ———— 视黄醛 ———— 视黄酸



## 2、表示方法：

食品中维生素A的含量以视黄醇当量表示：

■  $1 \mu\text{g}$  视黄醇 =  $6 \mu\text{g}$   $\beta$ -胡萝卜素

另一种表示方法是国际单位(IU)：

■  $2 \mu\text{g}$  视黄醇 =  $3.3 \text{IU}$ ，即

■  $1 \text{IU}$  维生素A =  $0.3 \mu\text{g}$  视黄醇。

■ 1965年，世界卫生组织建议不再使用国际单位，直接用视黄醇表示维生素A。

## 3、理化性质

(1)  $V_A$ 为淡黄色结晶，不溶于水，对热、酸、碱比较稳定。在一般的烹调 and 罐头制品中不易被破坏。

(2) 易被空气中的氧所氧化破坏，尤其在高温条件下更易氧化，紫外线和金属离子可以促进这种氧化反应的进行。

(3) 脂肪酸败时，所含的 $V_A$ 和胡萝卜素将被严重破坏。

(4) 当食物中有抗坏血酸、 $V_E$ 、磷脂等抗氧化剂存在时，可以保护脂肪及脂溶性维生素免遭破坏。

(5) 胡萝卜素的溶解度和稳定性等物理性质与 $V_A$ 相似。

(7) 维生素A及A原对热、酸、碱相当稳定，但在pH小于4.5的条件下，维生素的效价也有所降低。

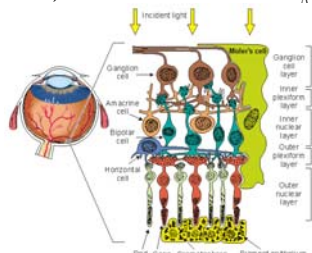
(8) 果、蔬、肉、乳、蛋等食品中的维生素A及A原在一般情况下对热烫、高温杀菌、碱性、冷冻等处理比较稳定。

(9) 在无氧条件下，维生素A及A原在 $120^\circ\text{C}$ 下经过12h加热仍无损失，但有氧存在时，于同样温度下经4h加热就有损失。

## 4、生理功能

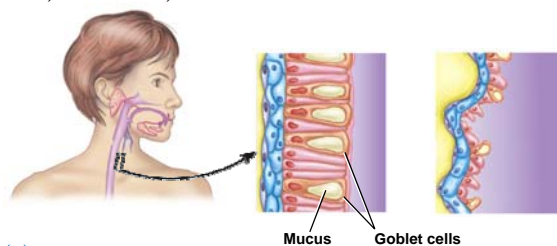
### (1) 对视觉的作用

$V_A$ 与保持正常视觉有关，眼的光感受器是视网膜的杆状细胞和锥状细胞。在这两种细胞中都存在着对光敏感的色素，这类色素的形成需要 $V_A$ 参加。



### (2) 保持上皮组织细胞的正常形成。

体内 $V_A$ 缺乏会出现上皮组织萎缩，皮肤干燥，脱屑，毛囊角化，汗腺皮脂腺萎缩。



### (3) 促进生长发育, 维持正常免疫功能。

$V_A$ 或胡萝卜素可促进蛋白质的生物合成及骨细胞的分化。

## 5、缺乏症

(1)暗适应能力降低 夜盲症



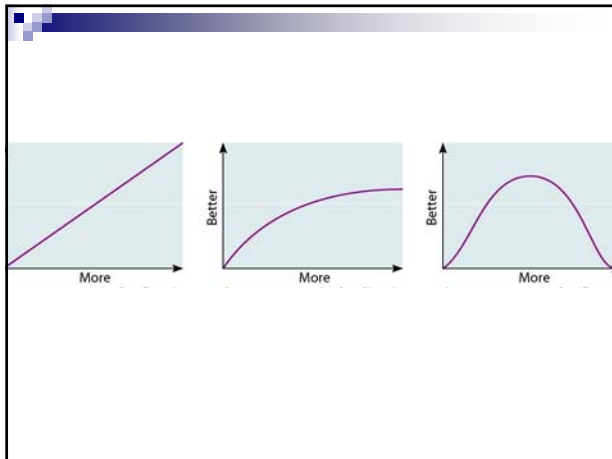
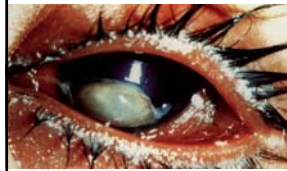
(2)皮肤干燥症

干眼病

(3)儿童生长发育迟

缓,成人不育

干眼病



## 6、中毒症

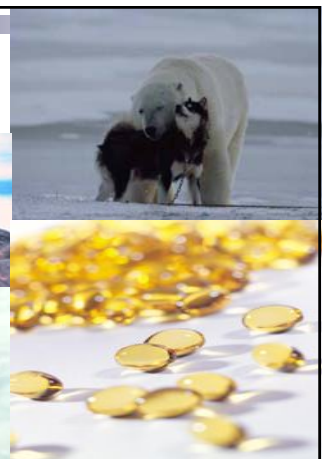
■  $V_A$  属脂溶性维生素，吸收后可在体内特别是肝脏大量贮存。长期过量摄入，可引起中毒。

■ 急性中毒者：呈嗜睡或兴奋，伴头痛、呕吐等颅内压增高症状；皮肤红肿、脱皮。

■ 慢性中毒者：表现为烦躁、食欲减退、体重减轻、低热、多汗；继之骨痛，可伴软组织肿胀；颅内压增高症状有头痛、呕吐、前囟隆起、骨缝分离、眼球震颤、复视等；皮肤瘙痒、脱屑、皮疹、口唇皸裂、脱发、肝脾肿大、贫血、出血和肝功能损害等。



## 动物肝脏





## 胡萝卜吃多了会维生素A中毒吗？



## 7、食物来源及推荐摄入量



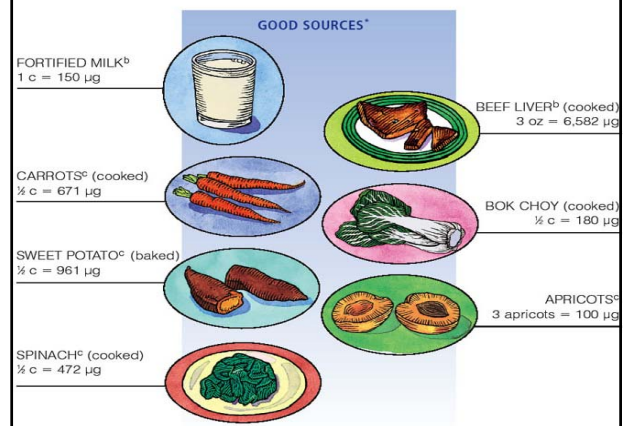
## 7、食物来源及推荐摄入量

动物性食物：肝脏、奶、奶制品、鸡蛋；

植物中不含维生素A，但很多蔬菜水果中含有维生素A的前提— $\beta$ -胡萝卜素，如胡萝卜、红薯、菠菜、芒果、杏。

年龄 Age / 岁 Year	维生素A	
	VA	RNI
		$\mu\text{gRE}$
0~	400	400
0.5~	400	400
1~	500	500
4~	600	600
7~	700	700
11~	700	700
14~	800	700
18~	800	700
50~	800	700
孕妇 Pregnant women		
早期 1st trimester	800	
中期 2nd trimester	900	
晚期 3rd trimester	900	
乳母 Lactating mothers	1200	

## VITAMIN A AND BETA-CAROTENE

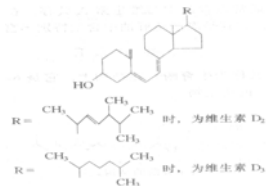


## 二、维生素D

### 1、结构

■维生素D是一种具有胆钙化醇生物活性的甾醇的统称。

■维生素D主要包括维生素D2和维生素D3。二者结构也十分相似，维生素D2只比维生素D3多一个甲基和一个双键



人及动物皮肤中含有的7-脱氢胆固醇，经紫外线照射后可得维生素D3，即胆钙化醇。



## 2、理化性质

- (1) 纯净的维生素D<sub>2</sub>、D<sub>3</sub>皆为白色晶体，能溶于脂肪及脂溶剂。
- (2) 在中性及碱性溶液中能耐高温和耐氧化，在130℃条件下加热90min不会破坏其生理活性。但在酸性溶液中会逐渐分解，所以一般在烹调加工中不会引起维生素D的损失，但油脂氧化酸败可引起维生素D破坏。

## 3、生理功能

- (1) V<sub>D</sub>能够促进Ca、P在小肠内的吸收，为调节Ca、P正常代谢所必需
- (2) 促进牙齿和骨骼的正常生长，利用Ca、P的沉着促进骨组织的钙化，使Ca、P成为骨质的基本结构。
- (3) 有免疫调节功能

## 4、缺乏症和过多症

### 1、V<sub>D</sub>缺乏病

佝偻病、骨软化症是膳食缺乏V<sub>D</sub>或人体缺乏日光照射的结果，前者多发于儿童，后者多发生于孕妇、乳母，使婴儿或胎儿骨化不全。

由于缺乏V<sub>D</sub>膳食中Ca、P吸收量减少，Ca、P含量下降致使Ca、P不能在骨骼间质中沉积，使骨样组织不易转化为骨质，骨质Ca化不良，而发生骨质变软变形。如婴儿“弓形腿”，小儿“鸡胸”，妇女骨质疏松症都会由V<sub>D</sub>缺乏引起。



### 2、V<sub>D</sub>过多症

V<sub>D</sub>的摄入必须与V<sub>A</sub>相匹配，V<sub>A</sub>不可太少，而V<sub>D</sub>太多长期下去，还会患V<sub>D</sub>过多症，从而使血Ca增高，毛发脱落，四肢麻痹，肾小管及其它软组织Ca化，肾功能减退，动脉硬化，如摄入量再大，甚至会引起死亡。

## 5、来源及推荐摄入量

- (1) 阳光
- (2) 鱼肝油、鲑鱼、虾等
- (3) 强化牛奶及奶制品

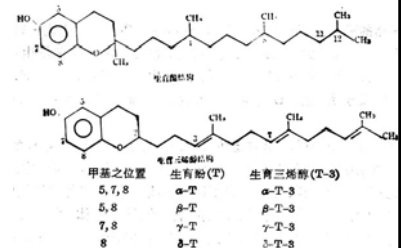


维生素D	
年龄Age /岁Year	RNI /μg
0~	10
0.5~	10
1~	10
4~	10
7~	10
11~	5
14~	5
18~	5
50~	10
孕妇Pregnant women	
早期 1st trimester	5
中期 2nd trimester	10
晚期 3rd trimester	10
乳母Lactating mothers	10

## 三、维生素E

1922年，Evens和他的同事在研究营养与生殖过程中发现，酸败的猪油会引起大鼠的不育症，而在膳食中加入全麦和苜蓿，则能恢复大鼠的生育能力。以后在麦胚中又发现含有促进生殖能力的维生素，后称为“生育酚、抗不育维生素”。

### 1、结构



## 2、理化性质

- 光热及 $\text{Fe}^{3+}$ ,  $\text{Cu}^{2+}$ 下, 维生素E氧化为氢醌或醌, 在酸性溶液中或无氧情况下较稳定。
- 酯式比游离式稳定, 市售产品多为维生素E酯。
- 烹调加工, 食用油精制, 面粉漂白过程中都有破坏, 食物经辐射也有损失, 但在低温度或真空下进行可减少损失。

## 3、生理功能

- (1) 维生素E与精子的生成、生殖能力有关, 能促进动物的生育能力。
- (2) 维生素E还是一种很强的抗氧化剂, 参与维持细胞膜的完整性, 预防细胞受自由基、活性氧侵袭, 因膜的脂质成分中多不饱和脂肪酸含量较高。由于维生素E是强抗氧化剂, 能保护维生素A不被氧化, 可延长维生素A在肝内的贮存时间, 保持肝脏的解毒功能。
- (3) 抗衰老作用: 由于 $\text{V}_E$ 具有抗氧化剂所特有的生物学作用, 可使衰老过程减慢。

(4) 维生素E还参与体内脱氧核糖核酸的生物合成过程。与辅酶Q的合成也有关。

(5) 在动物试验中, 较高剂量的维生素E还有抗癌和保护心血管系统的作用。

## 4、缺乏症

- (1) 缺乏维生素E将会引起不育、肌肉萎缩、心肌异常、贫血等; 新生儿(特别是早产儿)患有维生素E缺乏症(起因于红血球寿命缩短)时, 具有浮肿, 皮肤损伤, 血液异常等症状。
- (2) 维生素E缺乏症患者不能吸收脂肪, 血液和组织中生育酚水平低, 增加红血球脆性, 缩短红血球的寿命, 并增加尿中肌酸的排泄。

## 5、中毒症

- 维生素E是相对无毒的。但如摄入过量时会觉得恶心, 因摄入过量的维生素E能从粪便中排出, 因此, 它是相对安全性较高的营养素。

## 6、食物来源及推荐摄入量

- 植物油(动物脂肪中几乎不含);
- 麦胚、大豆

维生素E	
Ve	
AI	
年龄 Age / 岁 Year	/ mg $\alpha$ -TE*
0~	3
0.5~	3
1~	4
4~	5
7~	7
11~	10
14~	14
18~	14
50~	14
孕妇 Pregnant women	
早期 1st trimester	14
中期 2nd trimester	14
晚期 3rd trimester	14
乳母 Lactating mothers	
	14

若干食物中维生素E的含量 单位:  $\mu\text{g/g}$

食 物	含 量	食 物	含 量
小麦胚油	1 000-3 000	芝麻油	20-300
棉籽油	600-900	猪油及牛奶	10-12
花生油	260-360	牛乳	0.9-1.7
大豆油	100-400	奶油	21-33
橄榄油	50-300		

#### 四、维生素K

##### 1、生理功能

- 维生素K是合成帮助凝血的蛋白质所必需的物质, 有时在手术前会使用它以减少手术出血。但维生素K不能改善由于其它出血紊乱 (如遗传病血友病) 引起的血液凝聚。
- 维生素K与维生素D一起促进在骨骼形成中的关键蛋白的合成。

##### 2、主要来源及推荐摄入量

- (1) 来源于植物和动物内脏 ( $K_1$ ) ;
- (2) 来源于肠道内的微生物合成 ( $K_2$ ) ;
- (3) 来源于人工合成 ( $K_3$ ) 。

- 成年人的摄入量大约为  $70-140 \mu\text{g/kg}$ 。

##### 3、缺乏症或中毒症

- 缺乏症主要发生在婴儿中, 成年人一般不会发生; 维生素K引起的婴儿出血病和迟发性出血病, 主要症状为: 毛细血管破损后不能恢复, 皮肤、胃肠道、胸腔内出血, 最严重的可导致颅内出血。
- 服用人工合成的维生素K容易引起中毒, 特别是对于婴儿和孕妇。毒性会诱导血红细胞破裂并释放出血色素, 色素使皮肤变黄。胆红素若入侵婴儿脑中, 可能会导致婴儿脑部损伤甚至死亡。

### 做做看

1、夜盲症和干眼病的原因都是缺乏哪一种维生素?

- A. 尼克酸                      B. 维生素C  
C. 维生素A                    D. 维生素K

2、下列哪种食物富含 $\beta$ -胡萝卜素?

- A. 红薯                      B. 南瓜  
C. 甜瓜                    D. 以上都是

3、能促进钙吸收的措施是\_\_\_\_\_。

- ☒ A. 多晒太阳；      B. 经常做按摩  
C. 多吃谷类食物      D. 多吃蔬菜和水果

4、婴儿贫血可能是因为缺乏下列哪种维生素？

- A. 维生素A      C. 维生素D  
☒ C. 维生素E      D. 维生素K

5、维生素E中，以\_\_\_\_\_形式的生物活性最高。

- ☒ A.  $\alpha$ -生育酚      B.  $\beta$ -生育酚  
C.  $\gamma$ -生育酚      D.  $\alpha$ -三烯生育酚  
D.  $\beta$ -三烯生育酚

6、缺乏维生素D会导致哪种疾病？

- ☒ A. 软骨病      B. 脚气病  
C. 坏血病      D. 癞皮病

7、1  $\mu\text{g}$ 视黄醇当量相当于\_\_\_\_\_  $\beta$ -胡萝卜素。

- A. 2  $\mu\text{g}$       B. 4  $\mu\text{g}$   
☒ C. 6  $\mu\text{g}$       D. 8  $\mu\text{g}$

8、维生素D的活化形式是\_\_\_\_\_。

- A. 7-脱氢胆固醇  
B. 1-羟基维生素D<sub>3</sub>  
C. 25-羟基维生素D<sub>3</sub>  
☒ D. 1,25-二羟基维生素D<sub>3</sub>  
E. 麦角钙化醇



9、加工烹调过程中，一般不会随水流失的营养素是\_\_\_\_\_。(多选)

- A. 维生素C
- ☒ B. 维生素A
- C. 叶酸
- D. 烟酸
- ☒ E. 维生素E

10、关于维生素K，以下的描述正确的是\_\_\_\_\_。(多选)

- ☒ A. 在手术之前注射维生素K可以减少手术出血；
- B. 维生素K可以帮助改善血友病人的血液凝聚；
- ☒ C. 人体肠道中的细菌可以合成维生素K；
- ☒ D. 卷心菜中维生素K的含量丰富。

11、关于佝偻病防治措施，以下哪项描述是错误的？

- A. 增加户外运动，多晒太阳
- B. 提倡母乳喂养
- C. 多吃含钙高的食品
- ☒ D. 长期大量服用维生素D制剂

12、我国常用的营养强化剂一般不包括下列哪种？

- A. 维生素A
- ☒ C. 维生素E
- B. 维生素B
- D. 碘

13、维生素A缺乏时眼部可能出现的症状包括\_\_\_\_\_。(多选)

- ☒ A. 畏光
- ☒ B. 流泪
- ☒ C. 毕脱氏斑
- ☒ D. 夜盲症
- ☒ E. 失明

14、深绿色叶菜中，含量较丰富的维生素有\_\_\_\_\_。(多选)

- ☒ A.  $\beta$ -胡萝卜素
- ☒ B. 维生素D
- C. 维生素B<sub>1</sub>
- ☒ D. 维生素E
- ☒ E. 维生素C

15、和谷类相比，豆类下列哪些营养素含量较高\_\_\_\_\_。（多选）

- A. 烟酸
- B. 维生素E
- C. 维生素C
- D. 胡萝卜素

## 作业题

- 有哪几种重要的脂溶性维生素？