

# 脂溶性維生素

台北醫學大學  
保健營養學研究所  
黃士懿

2005/3/11

1

## 何謂維生素與礦物質？

- ❖ 大部分微生物和部分生物可以利用環境中的既有物質，合成為本身所需的營養素。但高等動物的這種合成能力大部分都消失了，所以需要從食物中攝取，以供身體所需。
- ❖ 食物中除蛋白質、碳水化合物及油脂外，另有需要量非常微小、但卻是身體所不可或缺的成分，這類營養素稱為**維生素(Vitamins)**和**礦物質(Minerals)**。

維生素(維他命, Vitamins) --- 維生素(維持生命的要素)

維他命(唯有他才可以保命)

2005/3/11

2

## 維生素是什麼？

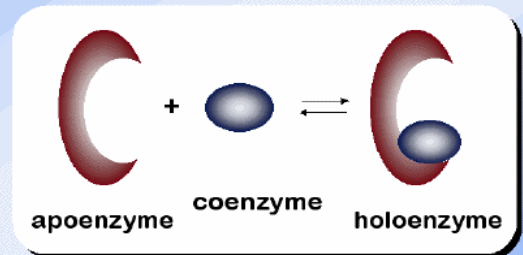
- ❖ 維生素是六大營養素之一，不是藥。
- ❖ 維生素應有以下特性：
  1. 人體**無法製造成**，必須由食物中攝取的**有機物質**。
  2. 需要量很少，但對維持人體健康與正常發育是絕對必要的。
  3. 主要的功能，在體內當**輔酵素**作用，藉以調節身體中**蛋白質、脂質和醣類**等原料營養素的新陳代謝。
  4. 不能產生**熱能**，也不是製造身體組織的材料。

2005/3/11

3

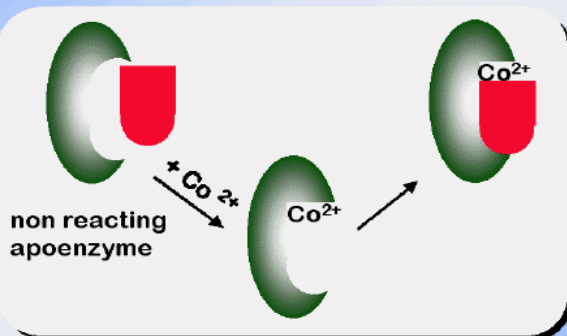
## Coenzymes

A second species that temporarily binds to the apoenzyme in order for it to work.



5

## Cofactor example



4

## 環環相扣的各類食物

- 五穀根莖類 — 汽油
- 蔬菜類、水果類 — 機油
- 奶類 — 版金
- 蛋豆魚肉類 — 零件
- 油脂類 — 潤滑劑

維生素與礦物質

2005/3/11

6

## 維生素的歷史背景

1. 18世紀中，英國海軍軍醫Jame Lind發現檸檬汁和橘子汁可使船員牙齦出血症狀改善(維生素C---壞血病)
2. 19世紀末，日本海軍軍醫高橋謙寬發現士兵有腳氣病現象，飲食中給予雞肉大麥後，可改善症狀。
3. 1886年荷蘭學者Christian Eijkaman於印尼研究腳氣病現象，以糙米餵食雞可改善症狀。(動物模式)
4. 1912年波蘭學者Casimir Funk研究B<sub>1</sub>後，提出食物中缺乏某種成份即產生缺乏症。(維生素理論)
5. 1920年Drummond和McCollum分別發現維生素A(夜盲症)&維生素D(佝僂症)
6. 1948年Folkers發現維生素B<sub>12</sub>為止，共計正式承認13種。

2005/3/11

7

## 維生素的研究歷程與進展

- 1780~1910以缺乏某類必需物質所產生之臨床症狀研究為主
- 1910~1950以發現此類必需物質(維生素)為主
- 1950~迄今以發現維生素的生理功能及臨床應用為主

2005/3/11

8

## 維生素

- ❖ 維生素共13種，依其溶解性，可分為脂溶性和水溶性兩類。
- ❖ 脂溶性包括維生素A、D、E、K等4種可溶於天然食物油脂中；
- ❖ 水溶性維生素則有維生素B群(維生素B<sub>1</sub>、B<sub>2</sub>、B<sub>6</sub>、B<sub>12</sub>、菸鹼素、生物素、泛酸、葉酸、C等。
- ❖ 脂溶性維生素不溶於水，可以溶解在油脂或有機溶劑中，如：乙醚、酒精等，對熱較為穩定。

2005/3/11

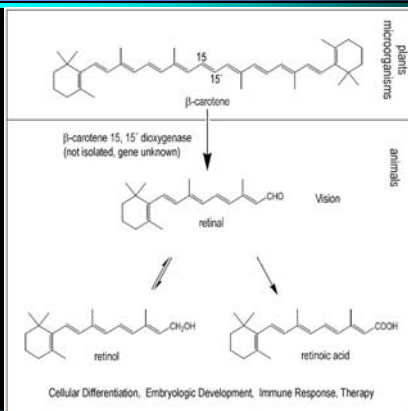
9

## 維生素A

- ❖ 維生素A屬於抗眼疾性維生素，是淡黃色的物質，可溶於脂肪或其他油脂溶劑內，在沒有空氣的情況下對熱很安定，但在有氧的情況下極易氧化。
- ❖ 維生素A廣泛存在於動植物中，在植物中維生素A是以類胡蘿蔔素(Carotenoids)的方式存在，其中最重要的是β-胡蘿蔔素(β-Carotene)。
- ❖ β-胡蘿蔔素是一對稱型分子，1分子的β-胡蘿蔔素其中間的雙鍵斷裂後，可分解成視網醛(retinal)，因此胡蘿蔔素又可稱為維生素A先質(Provitamin A)，這種轉變的效率最高可達50%。

2005/3/11

10



2005/3/11

11

## 維生素A

- ❖ 在動物體內，維生素A以視網醇(retinol)、視網醛(retinal)、視網酸(retinoic acid)等三種化合物的形式存在，總稱為retinoids類。
- ❖ 一般所謂的維生素A是維生素A以及胡蘿蔔素的總稱。維生素A是指視網醇，即為大多哺乳動物其組織中的維生素A。

2005/3/11

12

## 維生素A的衡量單位：

- ❖ 過去維生素A是以國際單位(簡稱IU)為衡量單位，1 IU等於0.3微克的維生素A或者等於0.6微克的β-胡蘿蔔素，現改以視網醇當量(Retinol Equivalent；RE)為單位。
- ❖ 由於β-胡蘿蔔素是維生素A的先質，進入身體後經肝臟轉換成維生素A後再行利用之，由於其吸收率較差，生理作用只有同量維生素A的六分之一，因此改用視網醇當量較為適當。

2005/3/11

13

## 維生素A的衡量單位：

### 單位換算

- 1 RE = 1微克 retinol = 6微克 β-Carotene
- 1 RE = 3.33 IU retinol = 10 IU β-Carotene

2005/3/11

14

## 維生素A的生理功能

### 1. 維持正常的視覺

維生素A對於視覺的重要性在於幫助視紫(rhodopsin)的形成，因為視紫是視紫蛋白(Opsin)和視網醛結合而成的蛋白質，視紫的分解與合成會形成神經興奮，藉由視神經傳到大腦，使得眼睛對光才有所反應。

在黑暗中，若缺乏足夠的維生素A，將不能產生足夠量的視紫，而造成在夜間時視力不佳，甚者看不見周遭事物，此現象即為夜盲症(Night blindness)。

2005/3/11

15

## 維生素A的生理功能

### 2. 維持上皮組織的正常形態與功能，增加上皮細胞對細菌抵抗能力

- ❖ 正常的黏膜細胞會合成並分泌一種醣蛋白(黏蛋白)，覆蓋於細胞表面減少水分的喪失，使細胞能保持濕潤。
- ❖ 當維生素A缺乏時，醣蛋白的合成亦減少，角蛋白會增加，使皮膚變的粗糙及乾燥，並使眼睛、胃腸消化道、呼吸道，以及泌尿生殖道的黏膜上皮細胞分泌量減少，而呈現乾燥角質化的現象，進而增加細菌感染的機會。

2005/3/11

16

## 維生素A缺乏症

- ❖ 夜盲症(Night blindness)
  - ❖ 夜盲症是維生素A缺乏時表現在眼睛方面的第一個症狀。
  - ❖ 由於維生素A的缺乏，致使眼睛受光刺激後，分解後的視紫無法補足，所以當患者由光亮處走進黑暗的地方時，會造成視力恢復不佳，或在夜晚看不見周遭的環境。

2005/3/11

17



## 維生素A缺乏症

- ❖ **乾眼病(Xerophthalmia)**
  - ❖ 由於維生素A缺乏，使得淚腺上皮組織角質化，淚水的分泌量減少，結膜和角膜亦會變得乾燥，同時使得透明度降低，此即乾眼病。
- ❖ **皮膚乾燥症(Dry scaly skin)**
  - ❖ 由於維生素A缺乏的關係，會導致皮膚乾燥角化，同時表皮呈鱗片狀，皮膚會一層層的脫落，尤其上身更是如此，臉部則較不會發生這種現象。

2005/3/11

19

## 維生素A來源及建議攝取量

維生素A含量最多的是魚肝油，其次是**肝臟類及深綠色或深黃色的蔬菜水果**，例如胡蘿蔔、菠菜、甘藷、茼蒿菜、南瓜、芒果等，其他如牛奶、蛋黃、檸檬、柑橘等含量亦不少。

2005/3/11

20

## 維生素A的毒性

由於維生素A屬脂溶性的，攝取過量時會蓄積在**肝臟細胞**，長期攝取高劑量時會出現中毒症狀，包括頭痛、毛髮脫落、皮膚乾燥、困倦、噁心、嘔吐、神經過敏、關節炎、鱗狀皮膚炎、眩暈、血清脂質增加、食慾不振，以及對肝、骨骼及腦部的損害。

2005/3/11

21

## 維生素A的毒性

- ❖ 在慢性維生素A中毒的病例中，常見有肝腫大、肝硬化，以及肝纖維化的現象。
- ❖ 另外，也有報告指出，嬰兒每日攝取8,000 RE時，30天後會顯現出頭部膨脹、水腦、高度易怒，以及頭顱內壓增加等症狀。
- ❖ 若吃太多含胡蘿蔔素的食物後，會有橘紅色素沈澱，使皮膚、眼睛呈現黃色，但對健康無礙，此稱為**胡蘿蔔素過多症**。

2005/3/11

22

## 評估維生素A的營養狀況

- ❖ 血清視網醇的含量正常值為20-90微克/100毫升，如果少於10微克/100毫升時，表示肝臟貯存量不足，可能有缺乏症狀產生。
- ❖ 血清視網醇顯示低值時，常見於飲食攝取不足、發燒、感染、肝病、脂肪吸收不良、纖維囊腫、自發性脂肪下痢等情況。
- ❖ 若**飲食蛋白質缺乏**或**鋅缺乏症**，也會影響肝臟內的維生素A進入血液內。若懷疑是否罹患維生素A缺乏症時，可做**視覺功能測驗**或**黑暗適應試驗**。

2005/3/11

23

## 維生素A在臨床上的用途

### 1. 維生素A的防癌作用

- ❖ 動物實驗結果顯示，維生素A與胡蘿蔔素用於癌症的治療上，可幫助**抑制腫瘤生長**，且可改善放射線、化學治療以及開刀所造成的不良反應。
- ❖ 流行病學上的研究亦指出，維生素A的攝取量與許多不同的癌症之發生率具有反轉關係，其中以**肺癌**的證據最為充足。

2005/3/11

24

## 維生素A在臨床上的用途

- ❖ 攝取較多的維生素A，對**肺癌**具有保護之功效，其效果在**長期吸菸者**尤為明顯。
- ❖ 其他類似的研究亦發現維生素A的攝取指數與喉癌、膀胱癌、胃癌、結腸、直腸癌的罹患率之間呈現相似的反轉作用，而對於嚼食檳榔所引發的**口腔白斑**(口腔癌前期病變)的病人，維生素A有顯著抑制的效果。

2005/3/11

25

## 維生素A在臨床上的用途

### 2. 維生素A與粉刺

- ❖ **維生素A酸**為維生素A代謝後產生的一種活性物質，具有**促進上皮細胞增生**，**縮短角化時間**，並促使**角化細胞迅速脫落**之功能，目前作為治療粉刺之用藥。

2005/3/11

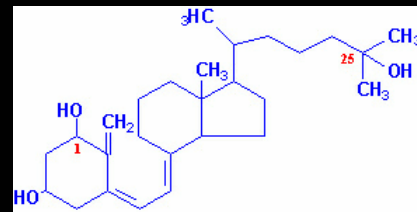
26

## 維生素D

- ❖ 維生素D是具備**抗痲痺作用**的維生素。至少有十種以上的化合物具有此種性質，但只有維生素D<sub>2</sub>及D<sub>3</sub>最重要，維生素D的先質經**紫外線**照射後，會變成維生素D。
- ❖ 維生素D的先質有兩種：一是**植物性來源的麥角醇**，二是**動物來源的脫氫膽固醇**，兩者經紫外光照射後，分別變成維生素D<sub>2</sub>及D<sub>3</sub>。所以，建議婦女應該每天陪同嬰幼兒到戶外散步，以補充維生素D。

2005/3/11

27



維生素D

2005/3/11

28

## 維生素D

- 就維生素D的來源與需要量來說，時常照射陽光可解決維生素D缺乏的問題，因為**日光**可以將皮膚內的**7-脫氫膽固醇**變成維生素D<sub>3</sub>。
- 至於含有維生素D的食品有以下幾種：魚肝油、肝臟、蛋黃、牛奶、沙丁魚、鮪魚等。
- 衛生署建議嬰兒、兒童及懷孕的婦女，每天維生素D的建議攝取量為200 IU (5微克)，不常在戶外接受陽光，或年紀較大的人，應多吃維生素D。
- 維生素D的效用有：使**鈣值與磷值的有效利用**，以製造**強健的骨骼和牙齒**。其重要性如下：

2005/3/11

29

## 幫助鈣、磷的吸收

1. 維生素D的功能為幫助鈣、磷的吸收，具有類似荷爾蒙的功能。
2. 維生素D起先聚集於**肝臟**，**漸漸移往腎臟**，慢慢地活性化後，轉為活性型維生素D<sub>3</sub>。
3. 輔助小腸吸收食品中的鈣、磷成分，由血液搬運鈣、磷至骨骼，幫助鈣、磷容易附著於骨骼，故對骨骼發育非常有用。

2005/3/11

30

## 幫助鈣、磷的吸收

4. 一旦D不足，鈣、磷不能附著於骨骼而形成骨骼異常，造成骨折或扭曲的緣故，特別是乳幼兒骨骼發育D。一旦不足，就可能造成頭顱骨脆弱、脊椎扭彎、足部骨骼彎曲，甚至成為X型腳、O型腿的病症。
5. 嬰兒的食物是母乳，但無論母乳或牛乳中都含極少量或不含維生素D，而日光中的紫外線可在皮膚造成維生素D，所以乳幼兒需要日光浴的理由在此。

2005/3/11

31

## 維生素D缺乏導致侏儒症或骨質疏鬆症

- ❖ 缺乏D，小孩會得前述的侏儒症，成人會得骨質軟化症，老人會得骨質疏鬆症。
- ❖ 小孩生活型態使不少人指出日光浴不足是引起D不足，使小孩骨質脆弱的原因。懷孕中、授乳中的女性要注意，因為她們普遍容易呈現D不足的狀態；老人易患的骨質疏鬆症，此症狀是會使骨骼中鈣質成分減少，易骨折的疾病。
- ❖ 停經後的女性比男性常見，因此跟女性荷爾蒙有關。

2005/3/11

32

## 使腎臟機能活化

- ❖ 腎臟機能障礙、正在洗腎的人，因無法使維生素D形成活性型維生素D，所以會有骨質軟化症的病。不管洗腎患者、腎臟衰弱的人，一開始就以活性型維生素D的形態投下維生素D的方法以除病憂。
- ❖ D不可攝取過多，D攝取過多會從骨骼中分離鈣質，所以再如果鈣質缺乏繼續攝取更多的維生素D會使鈣質流失更快。

2005/3/11

33

## 維生素D含量豐富的食物

1. 牛、豬和雞的肝臟、香菇、沙丁魚、鯷魚、小魚乾、奶油、蛋黃、牛乳等。
2. 若一個禮拜曬三次、每次十五分鐘的太陽也能產生適量的維生素D。
3. 成人的需要量是200 IU。

2005/3/11

34

## 維生素E

- ❖ 維生素E於1922年被發現，而大部分動物試驗證明需要它。文獻上報告的各種動物之維生素E缺乏症包括：生育能力缺陷，肌肉萎縮及神經系統的不正常等。
- ❖ 人類對維生素E的必要性到1960年代才被肯定。近幾年更進一步了解，在人類主要是體重很輕的早產兒，其血漿中維生素E濃度偏低，而常有些健康問題。

2005/3/11

35

## 維生素E

3. 另一危險群是由各種原因導致脂肪吸收不良的病人，但小孩較易引發維生素E缺乏症狀；主要是神經系統的機能缺陷，也可能引起溶血。成人即脂肪吸收不良，繼續五至十年後才會有神經系統症狀出現。

2005/3/11

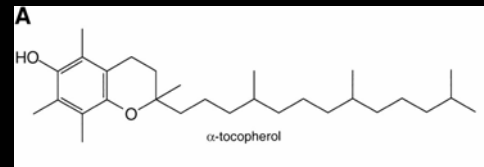
36

## 維生素E (Tocopherols)

1. 維生素E絕大部分存在於植物之中，特別是植物油中，含量豐富，存在於動物界中量較少(肉類及蛋，奶類較多一些)。
2. 除了最具生物活性的 $\alpha$ -生育醇( $\alpha$ -tocopherol)以外，自然界還存在與 $\alpha$ -tocopherol構造相似，且具有維生素E功效的 $\beta$ -、 $\gamma$ -、 $\delta$ -生育醇及數種tocotrienols (生育三醇)。

2005/3/11

37



2005/3/11

38

## 維生素E

3. 根據動物實驗結果可知： $\beta$ -、 $\gamma$ -、 $\delta$ -生育醇及生育三醇的生物活性相當於 $\alpha$ -生育醇之1~50%，例如： $\beta$ 型是 $\alpha$ 型之25~50%的生物活性， $\gamma$ 型具10~35%的活性，但其在植物油中含量較多； $\alpha$ -生育三醇約具 $\alpha$ -生育醇30%的活性。當植物油攝取多時，其重要性即應特別予以重視。

2005/3/11

39

## 維生素E

4. 關於維生素E的單位，美國於1980年起採用mg  $\alpha$ -T.E. ( $\alpha$ -tocopherol equivalents, 生育醇當量)作為單位。1 mg  $\alpha$ -T.E.相等於1毫克天然 $\alpha$ -生育醇(RRR- $\alpha$ -tocopherol)之活性。因此膳食中如有數種維生素E形態時，只要乘以相等於 $\alpha$ -生育醇之活性分率，即等於mg  $\alpha$ -T.E.了。

2005/3/11

40

## 維生素E

1. 1毫克(mg)人工合成dl- $\alpha$ -生育醇醋酸鹽 = 1.10 國際單位
2. 1 mg 天然 d- $\alpha$ -生育醇 = 1.49 國際單位  
1 mg d- $\alpha$ -生育醇醋酸鹽 = 1.36 國際單位

2005/3/11

41

## 維生素E

1. 維生素E又稱為生育醇，具有抗不孕的作用。此外還具備防止肌肉萎縮、防止腦軟化症、防止溶血性貧血等生理作用。
2. 維生素E存在於自然界的食物中，以綠葉及植物性油中含量最多，如麥胚芽中的油脂等，其他如蛋、肝、肉、綠葉蔬菜、核果類等也含有豐富的維生素E。以下簡介其重要性：

2005/3/11

42

## 具有防止老化的抗氧化作用

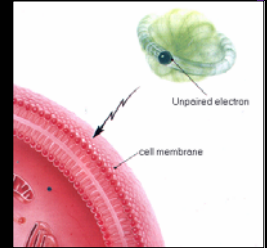
- 維生素E的效用是之延緩細胞因氧化所產生的老化。
- 在過氧化物最常發生問題的是過氧化脂質，一般認為維生素E能預防動脈硬化。
- 不飽和脂肪酸一旦結合氧氣，就成為過氧化脂質。細胞內形成的過氧化脂質產物，容易破壞細胞膜，並阻止氧氣或其他維生素的活動，而引起老化、細胞障礙、動脈硬化等症狀。
- 維生素E對不飽和脂肪酸有抗氧化的作用。E若和不飽和脂肪酸成正比之攝取，可抑制它和氧氣結合。

2005/3/11

43

## 自由基 (Free Radicals)

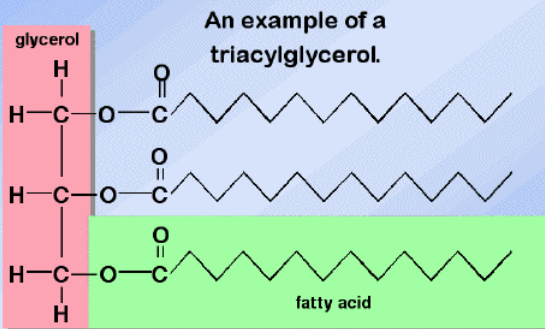
- 帶未成對電子的活性氧物質 (Reactive oxygen species; ROS)。
- 化學性相當活潑，可和體內許多重要成份，如：蛋白質、核酸、醣類或脂肪，尤其是細胞膜上的多元不飽和脂肪酸進行反應，導致人體的氧化傷害。



2005/3/11

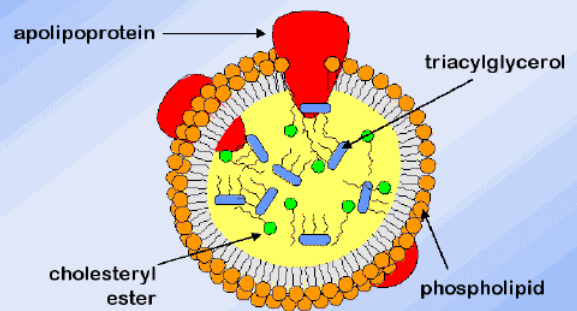
44

## Neutral acylglycerols



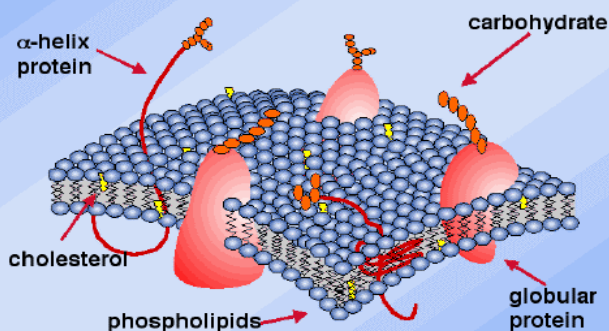
11

## Structure of a chylomicron



11

## Mosaic structure of membranes



37

## 使血液運行順利的效用

- ❖ 維生素E有改善血液循環的功能，同時促進血液運行，能防止黑斑發生。
- ❖ 維生素E又有減少血液裡中性脂肪的任務，由於中性脂肪也成為動脈硬化的要因。
- ❖ 維生素E是脂溶性的抗氧化物質，是避免自由基傷害的重要維生素。
- ❖ 最近兩個大規模的研究證實維生素E的功能：(一)每日服用400~800 IU維生素E的人罹患心臟病的機率比服用安慰劑的要少一倍，(二)能防止或減輕阿茲海默氏症的痴呆，(三)能防癌。

2005/3/11

48



## 維生素E缺乏時會導致

- ❖ 生育醇缺乏可能有不育症、胎死或死產發生。
- ❖ 缺乏維生素E也會有肌肉萎縮現象。
- ❖ 嬰兒或母體若缺乏維生素E紅血球容易破裂而貧血，稱為溶血性貧血，引起黃疸等。
- ❖ 維生素E需要量與多元不飽和脂肪酸的量有關，成人一天的維生素E需要量依據衛生署建議男性為12 mg/每天、女性10 mg/每天。

2005/3/11

49

## 維生素E含量豐富的食品

- ❖ 植物性食品例如：堅果、小麥胚芽油、黃豆油、葵花油、杏仁、花生、黃綠色蔬菜、向日葵油或籽，紅花油、麥胚芽等，但含量並不高，最容易還是服用補充劑。一般人100~400 IU就夠了，但如果有心臟病的傾向則必須增加到400~800 IU。
- ❖ 關於維生素E大量攝取是否會中毒的問題，1975年美國國家衛生研究院(NIH)進行的實驗中發現，成人長期吃高達800毫克(1200 IU)的維生素E為時三年，並未發現中毒的證據。

2005/3/11

50

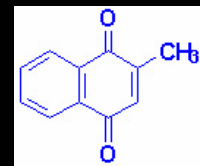
## 維生素E毒性問題

- ❖ 關於維生素E大量攝取是否會中毒的問題，1975年美國國家衛生研究院(NIH)進行的實驗中發現，成人長期吃高達800毫克(1200 IU)的維生素E為時三年，並未發現中毒的證據。

2005/3/11

51

## 維生素K



- 維生素K包括
  - 維生素K<sub>1</sub> (植物醌, phylloquinone)、
  - 維生素K<sub>2</sub> (細菌醌, menaquinone)和
  - 維生素K<sub>3</sub> (合成醌, menadione)等。

2005/3/11

52

## 維生素K之來源與需要量

- ❖ 維生素之需要量在人類並無標準，因為人類腸管中的細菌會製造。正常人因從腸管細菌製造和從植物性食物所獲得之維生素K，必能滿足需要，不會發生缺乏。
- ❖ 在蔬菜中，苜蓿芽、甘藍菜、白菜、和小白花菜皆為維生素K之良好來源。此維生素和植物的葉綠體有關，但亦存在於非綠部分。

2005/3/11

53

## 維生素K之功能

### 在止血和鈣質代謝方面發揮威力

1. 使血液凝固因子(II, VII, XI, X)會在肝臟內製造，在製造時要借助維他命K的力量，所以可說是輔助酵素功能的輔酵素。
2. 對鈣質代謝也起作用。根據報告顯示如果K不足，骨骼無法充分吸收鈣質，結果骨質會易脆。

2005/3/11

54

## 維生素K的吸收

天然維生素K之吸收和各種脂肪性維生素相似，需要充分膽汁促進吸收。任何干擾脂肪吸收的因素，皆會干擾天然維生素K之吸收。

## 維生素K缺乏症

肝臟和膽囊疾病皆會影響膽汁分泌，而發生維生素K缺乏。常見的維生素K缺乏症有低凝血酵素元和初生兒出血症。

2005/3/11

55

## 維生素K含量豐富的食品

- ❖ 菠菜、蘿蔔葉、胡蘿蔔、荷蘭(歐)芹等綠色蔬菜以及肝臟，K含在多種食品中，又可由腸道合成，所以應是不虞匱乏。

2005/3/11

56