

維生素及維他命（音譯）。

維生素有「維持生命的營養素」的意思；而維他命被有人解釋為「唯有它才可以保命」

必需維生素特性。

- 外源性：動物體自身不可合成或合成量不足以生理所需（維生素 D 人體經紫外線照射可以合成，但是由於較重要，仍被作為必需維生素），需要通過食物補充。
- 微量性：動物體所需量很少，但是可以發揮巨大作用，通常在體內扮演輔酶及輔因子的角色。
- 調節性：維生素必需能夠調節人體新陳代謝或能量轉變。
- 特異性：缺乏了某種維生素後，動物將呈現特有的病態。

通稱	等效名稱	溶解性	推薦飲食中攝取量 (男性，年齡 19-70)[5]	營養缺乏病	最大攝取量 (UL/day)[5]	過量疾病
維生素 A	視黃醇、視黃醛、類胡蘿蔔素、β-胡蘿蔔素	脂溶	600µg 女性建議 500µg 第三孕期女性建議 600µg 哺乳需求女性建議 900µg	夜盲症 乾眼症 保護身體上皮黏膜 視神經萎縮和角膜軟化症[6]	3 mg	維生素 A 過多症
維生素	硫胺素	水溶	1.2 mg	腳氣病、神經炎、魏尼凱氏失語症	N/D[7]	?

素 B_1						
維生素 B_2	核黃素	水溶	1.3 mg	口腔潰瘍 皮炎 口角炎 角膜炎 舌炎、脂溢性皮炎、 口腔炎等	N/D	?
維生素 B_3	菸鹼酸、菸 鹼醯胺[8]	水溶	16.0 mg	糙皮病 失眠、口腔潰瘍、 癩皮病等	35.0 mg	
維生素 B_5	泛酸	水溶	5.0 mg[9]	感覺異常、肌肉痙 攣、過敏性濕疹	N/D	?
維生素 B_6	吡哆醇、吡 哆醛、吡哆 胺	水溶	1.3-1.7 mg	貧血[10]	100 mg	肌肉運 動知覺 損傷、神 經系統 受損
維生素 B_7	生物素	水溶	30.0 μ g	皮膚炎、腸炎	N/D	?
維生素 B_9	葉酸	水溶	400 μ g	妊娠期間缺乏維生素 B_9 可導致出生 缺陷，例如嬰兒神 經管缺陷；惡性貧 血	1 mg	（參考 維生素 B_6 的營 養缺乏 病）
維生素 B_{12}	鈷胺素、羥 基鈷胺、甲 基鈷胺	水溶	2.4 μ g	巨幼細胞性貧血 [11] 惡性貧血	N/D	?
維生素 C	抗壞血酸	水溶	90.0 mg	壞血病	2 g	維生素 C 攝入過 量
維生素 D	膽利鈣素	脂溶	5.0 μ g-10 μ g[12]	佝僂病和骨質軟化 病（佝僂病）	50 μ g	維生素 D 過多 症

維生素 E	生育酚、三雙鍵生育酚	脂溶	15.0 mg	維生素 E 缺乏非常少見；然而，新生嬰兒缺乏此維生素會罹患溶血性貧血；[13]不育症，習慣性流產	1,000 mg	?
維生素 K	葉綠醌(維生素 K ₁)、甲萘醌(維生素 K ₂)	脂溶	120 µg	出血傾向、凝血酶缺乏，不易止血	N/D	?

分類列表

分類	名稱	發現及別稱	來源	備註
脂溶性	視黃醇類 (維生素 A)	由 Elmer McCollum 和 M. Davis 在 1912 年到 1914 年之間發現。並不是單一的化合物，而是一系列視黃醇的衍生物(視黃醇亦被譯作維生素 A 醇、松香油)，別稱抗乾眼病維生素	魚肝油、紅鳳菜、紅蘿蔔、地瓜葉、菠菜、秋葵、動物肝臟、麥麩、哈密瓜、水蜜桃、芒果	
水溶性	硫胺 (維生素 B ₁)	由卡西米爾·馮克在 1912 年發現（一說 1911 年）。在生物體內通常以硫胺焦磷酸鹽（TPP）的形式存在。	肉類、酵母、肝臟、大豆、糙米、胚芽米、米糠、芝麻、腰果、燕麥	
水溶性	核黃素 (維生素 B ₂)	由 D. T. Smith 和 E. G. Hendrick 在 1926 年發現。	酵母菌、蔬菜、蛋類、牡蠣、牛奶、乳酪	

		也被稱為維生素 <i>G</i> 。		
水溶性	菸鹼酸 (維生素 <i>B₃</i>)	由 <i>Conrad Elvehjem</i> 在 1937 年發現。也被稱為維生素 <i>P</i> 、維生素 <i>PP</i> 、菸鹼酸、尼古丁酸	穀物、肝臟、米糠、蛋、牛奶、起士、乳酪	
水溶性	泛酸 (維生素 <i>B₅</i>)	由 <i>Roger Williams</i> 在 1933 年發現。亦稱為遍多酸	酵母、穀物、肝臟、蔬菜	
水溶性	吡哆醇類 (維生素 <i>B₆</i>)	由 <i>Paul Gyorgy</i> 在 1934 年發現。包括吡哆醇、吡哆醛及吡哆胺	酵母、牛肉、胚芽、蛋類、乳製品	
水溶性	生物素 (維生素 <i>B₇</i>)	也被稱為維生素 <i>H</i> 或輔酶 <i>R</i>	酵母菌、肝臟、全麥麵包	生物素缺乏主要見於長期生食雞蛋者
水溶性	葉酸 (維生素 <i>B₉</i>)	也被稱為蝶醯麩胺酸、蝶酸單麩胺酸、維生素 <i>M</i> 或葉精	蔬菜、堅果類、豆類	
水溶性	鈷胺素 (維生素 <i>B₁₂</i>)	由 <i>Karl Folkers</i> 和 <i>Alexander Todd</i> 在 1948 年發現。也被稱為氰鈷胺或輔酶 <i>B12</i>	肝臟、魚類、肉類、蛋類	
水溶性	膽鹼	由 <i>Maurice Goble</i> 在 1850 年發現。維生素 <i>B</i> 族之一	肝臟、蛋黃、乳製品、大豆	
水溶性	肌醇	環己六醇、維生素 <i>B-h</i>	心臟、肉類	
水溶性	抗壞血酸 (維生素 <i>C</i>)	由詹姆斯·林德在 1747 年發現。亦稱為抗壞血酸	新鮮蔬菜、水果	

脂溶性	鈣化醇 (維生素 D)	由 Edward Mellanby 在 1922 年發現。亦稱為骨化醇、抗佝僂病維生素，主要有維生素 D_2 即麥角鈣化醇和維生素 D_3 即膽鈣化醇。這是唯一一種人體可以少量合成的維生素。又稱陽光維生素	魚肝油、蛋黃、乳製品、酵母菌	維生素 D_3 可以利用微量紫外線照射膽固醇合成
脂溶性	生育酚 (維生素 E)	由 Herbert Evans 及 Katherine Bishop 在 1922 年發現。主要有 α 、 β 、 γ 、 δ 四種	胚芽、蛋黃、植物油、堅果類、魚類	
脂溶性	萘醌類 (維生素 K)	由 Henrik Dam 在 1929 年發現。是一系列萘醌的衍生物的統稱，主要有天然的來自植物的維生素 K_1 、來自動物的維生素 K_2 以及人工合成的維生素 K_3 和維生素 K_4 。又被稱為凝血維生素	菠菜、苜蓿、白菜、肝臟	維生素 K_2 可以由腸道的大腸桿菌合成

維生素缺乏或過量

一般人體所需維生素量較少，只要注意平衡膳食一般不會導致維生素缺乏。缺乏維生素不會直接致死，但是由於新陳代謝紊亂會導致很多病徵引發相關病而亡：

- 維生素 A ——夜盲症、乾眼症、身體上皮黏膜異常、視神經萎縮等，還會引起皮膚乾燥粗糙，抵抗力弱，頭髮乾燥，指甲易斷裂等癥狀，還容易造成抵抗力弱，易生病；
- 維生素 B₁ ——神經炎、腳氣病、魏尼凱氏失語症等，還可引起便秘、消化不良，注意力不集中、健忘，肌肉疼痛無力，情緒不穩定，食慾減退，容易疲倦等；
- 維生素 B₂ ——脂溢性皮炎、口腔炎，長青春痘，頭髮分叉斷裂，指甲斷裂，眼睛布滿血絲等；
- 維生素 B₃ ——失眠、口腔潰瘍、皮炎（*dermatitis*）、腹瀉（*diarrhea*）、痴呆（*depression*）（由於此三系統症狀英文名詞的開頭字母均為「D」字，故又稱為癩皮病「3D」症狀），皮膚炎、紅疹、脫皮，食慾差、腹瀉，精神緊張、躁動不安，易疲倦，皮膚粗糙易產生皺紋等；
- 維生素 B₅ ——憂鬱、焦慮，肌肉容易抽筋，失眠、容易疲倦，頭髮容易枯黃斷裂，食慾不振、消化不良、十二指腸潰瘍，手腳末梢有刺麻感等；
- 維生素 B₆ ——肌肉痙攣、過敏性濕疹，暴躁易怒，經前癥候群，皮膚炎，情緒不穩定，貧血等；
- 維生素 B₇ ——毛髮變細、失去光澤、皮膚乾燥、鱗片狀皮炎、紅色皮疹、食慾減退、噁心、嘔吐、舌乳頭萎縮、黏膜變灰、麻木；

- 維生素 B_9 ——惡性貧血；胎兒產生先天性缺陷，虛弱無力，失眠
- 維生素 B_{12} ——惡性貧血，記憶力減退，月經不調，肌肉無力，胃腸障礙，食慾不振、體重減輕；
- 維生素 C ——壞血病；
- 維生素 D ——軟骨病（佝僂病）；
- 維生素 E ——溶血性貧血、不育症、習慣性流產等；
- 維生素 K ——凝血酶原缺乏，肝內合成第Ⅶ因子減少，不易止血，胃腸不適，嚴重腹瀉等

详解各种维生素的功效

1、维生素A—眼睛的朋友

一种脂溶性维生素，对热、酸、碱稳定，易被氧化，紫外线可促进其氧化破坏。维生素 A 包括 A1 及 A2，A1 即视黄醇。维生素 A2 即 3-脱氢视黄醇，其生理活性为维生素 A1 的 40%。

维生素 A 有促进生长、繁殖，维持骨骼、上皮组织、视力和粘膜上皮正常分泌等多种生理功能，维生素 A 及其类似物有阻止癌前期病变的作用。缺乏时表现为生长迟缓、暗适应能力减退而形成夜盲症。由于表皮和粘膜上皮细胞干燥、脱屑、过度角化、泪腺分泌减少，从而发生干眼病，重者角膜软化、穿孔而失明。呼吸道上皮细胞角化并

失去纤毛，使抵抗力降低易于感染。我国成人维生素 A 推荐摄入量（RNI）男性为每日 800ug 视黄醇活性当量，女性为每日 700ug 视黄醇活性当量。含维生素 A 多的食物有禽、畜的肝脏、蛋黄、奶粉，胡萝卜素在小肠粘膜内可变为维生素 A，红黄色及深绿色蔬菜，水果中含胡萝卜素多。

维生素 A 又叫视黄醇或脱氢视黄醇，是一种可溶于脂肪的脂溶性维生素，耐高温，在空气中易氧化

一、维生素 A 的主要生理功能

1. **维生素 A** 是合成视紫质的原料，该物质是一种感光物质，存在于视网膜内。缺乏维生素 A 就不能合成足够的视紫质，将导致夜盲症。
- 2、有助于保护皮肤、鼻、咽喉、呼吸器官的内膜，消化系统及泌尿生殖道上皮组织的健康，并免受传染。
- 3、与维生素 D 及钙等营养素共同维持骨骼、牙齿的生长发育。
4. 预防甲状腺肿大。
5. 胆固醇合成皮质醇和糖原所必需成份。

二、膳食中维生素 A 的盈缺对健康的影响

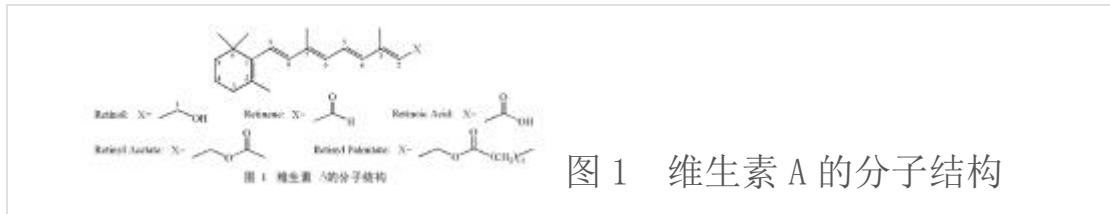
由于维生素 A 是视色素的主要组成部分，因而缺乏维生素 A 会引起夜盲症。维生素 A 缺乏还会引起干眼病，可使视力衰退。另外，维生素 A 缺乏会使儿童生长缓慢，骨骼、牙齿发育不正常，皮肤干燥，腹泻、肾和膀胱结石加重以及生殖失调等。

摄入过量的维生素 A 将引起中毒，中毒征状为食欲减退，头痛，视力模糊，急躁，落发，皮肤干燥，腹泻，恶心，肝和脾肿大；孕妇如摄入过量维生素 A，有可能生育先天畸形的婴儿。

维生素 A：主要来源于动物肝脏、蛋类、乳制品、胡萝卜、南瓜、香蕉、橘子和绿叶类蔬菜等

维生素 A 是第一个被发现，也是一种极其重要、极易缺乏的，为人体维持正常代谢和机能所必需的脂溶性维生素，它是由美国科学家 Elmer Mc Collum 和 MArgAret DAvis 在 1912~1914 年之间发现的。其实早在 1000 多年前，中国唐代医学家孙思邈（公元 581~ 682 年）在《千金方》中就记载了用动物肝脏可治疗夜盲症，而有关巴西土人以鱼肝油治疗干眼病、丹麦人以橄榄油治疗干眼病的文献也有记载。在 MArgAret DAvis 等人从鳕鱼肝脏中提取出一种黄色黏稠液体——维生素 A 以前，人们并不了解维生素的存在，因此他首先将其命名为“脂溶性 A”（A 是德文干眼病“AugendArre”的第一个字母）。随着陆续有新的为人体所必需的脂溶性物质被科学家发现，到 1920 年，“脂溶性 A”被英国科学家正式命名为维生素 A。

维生素 A 并不是单一的化合物，而是一系列包括视黄醇（retinol）、视黄醛（retinene）、视黄酸（retinoic Acid）、视黄醇乙酸酯（retinyl AcetAte）和视黄醇棕榈酸酯（retinyl β AlmitAte）等在内的视黄醇的衍生物，它们的分子结构如图所示



。维生素 A 只存在于动物体中，在鱼类特别是鱼肝油中含量很多。植物中并不含有维生素 A，但许多蔬菜和水果却都含有维生素 A 原——胡萝卜素，它在小肠中可分解为维生素 A，其中 1 分子 β -胡萝卜素可分解为 2 分子维生素 A，而 1 分子 A-胡萝卜素或 γ -胡萝卜素只能产生 1 分子维生素 A。

{维生素 A 呈黄色片状晶体或结晶性粉末，不溶于水和甘油，能溶于醇、醚、烃和卤代烃等大多数有机溶剂。它的化学性质相对稳定，但暴露于热、光或空气中则会被轻易破坏，通常应避光保存。维生素 A 的主体——视黄醇的化学名称为全反式 3, 7-二甲基-9-(2, 6, 6-三甲基-1-环己烯基-1)-2, 4, 6, 8-壬四烯-1-醇，其侧链上有 4 个共轭双键，理论上有 16 个几何异构体，由于立体位阻效应，自然界存在的几何异构体只有无位阻的全反式体、9-顺式体、13-顺式体、9, 13-双顺式体和有位阻的 11-顺式体，其中以全反式的生物活性最高。由于维生素 A 醋酸酯（视黄醇乙酸酯）比维生素 A 醇（视黄醇）稳定，所以市场上称为“维生素 A”的商品，实际上都是维生素 A 的醋酸酯，它为淡黄色的油状液体，冷冻后可固化，几乎无臭或有微弱鱼腥味，但无酸败味，极易溶于三氯甲烷或酯中，也溶于无水乙醇和植物油，但不溶于丙三醇和水，在空气中和遇光时不稳定。}

结构与理化性质

维生素 A 是指所有具有视黄醇生物活性的化合物。有两大类物质可以提供视黄醇生物活性。其一是指视黄醇、其代谢产物以及具有相似结构的合成类似物，这一类也称为类视黄醇（**retinoids**）物质，也称为预先形成的维生素 A，主要膳食来源为动物性食物中含有的视黄醇和视黄酯。另一类物质是维生素 A 原类胡萝卜素，是指来自于植物性食物的在体内可以转化生成视黄醇的类胡萝卜素，它们是膳食视黄醇的前体物质，主要包括 β -胡萝卜素、 α -胡萝卜素和 β -隐黄质。

维生素 A 是一组由 20 碳结构构成的、具有一个 β -紫罗酮环、一个由四个头尾相连的类异戊二烯单元组成的侧链以及在碳-15 位结合了一个羟基（视黄醇）、或者醛基（视黄醛）、或者羧酸基（视黄酸）、或者酯基（视黄酯）的分子集合。类胡萝卜素为聚异戊二烯化合物或萜类化合物，已经发现自然界中存在 600 多种形式的类胡萝卜素，其中只有部分具有维生素 A 原营养活性，但是具有膳食维生素 A 意义的只有 β -胡萝卜素、 α -胡萝卜素和 β -隐黄质三种。全反式异构体是每一种类胡萝卜素最常见的和稳定的形式，但是，也存在许多顺式异构体。类胡萝卜素通常包含 40 碳原子，具有广泛的共轭双键系统，在其共轭碳链的末端，具有一个或两个环状结构。番茄红素是一个例外，它没有环状结构，也没有维生素 A 活性。

维生素 A 属于脂溶性维生素，可以不同程度地溶于大部分有机溶剂，但不溶于水。维生素 A 及其衍生物很容易被氧化和异构化，特

别是在暴露于光线（尤其是紫外线）、氧气、性质活泼的金属以及高温环境时，可加快这种氧化破坏。但一般烹调过程不至于对食物中的维生素 A 造成太多破坏。在理想条件下，如低温冷冻等，血清、组织或结晶态的类视黄醇可保持长期稳定。在无氧条件下，视黄醛对碱比较稳定，但在酸中不稳定，可发生脱氢或双键的重新排列。油脂在酸败过程中，其所含的维生素 A 和胡萝卜素会受到严重的破坏。食物中的磷脂、维生素 E 或其他抗氧化剂有提高维生素 A 稳定性的作用。在维生素 A 的衍生物中，视黄酸和视黄酯的稳定性最好。

视黄醇和其他类视黄醇都具有连续共轭双键，它们都能产生特有的紫外光或可见光吸收光谱。在乙醇中的最大吸收波长为全反式视黄醇 325nm，全反式视黄醛 381nm，全反式视黄酸 350nm。视黄醇在 325nm 波长紫外光照射下，可以产生 470nm 荧光。目前最常见的类视黄醇检测方法，就是利用其上述特性，采用反相高效液相色谱，配合紫外光/荧光检测器来完成。维生素 A 在体内主要储存于肝脏中，约占总量的 90%-95%，少量存在于脂肪组织。

β -胡萝卜素是类胡萝卜素中最为突出的一个成分，原因在于它是最早被认识的类胡萝卜素组分；它几乎是人体内含量高的类胡萝卜素组分；它在我们食物中分布最广、含量最丰富，特别是在蔬菜、水果中最突出，几乎所有的蔬菜、水果，或多或少都有其踪迹；此外，它也是类胡萝卜素组分中维生素 A 原活性最强的。

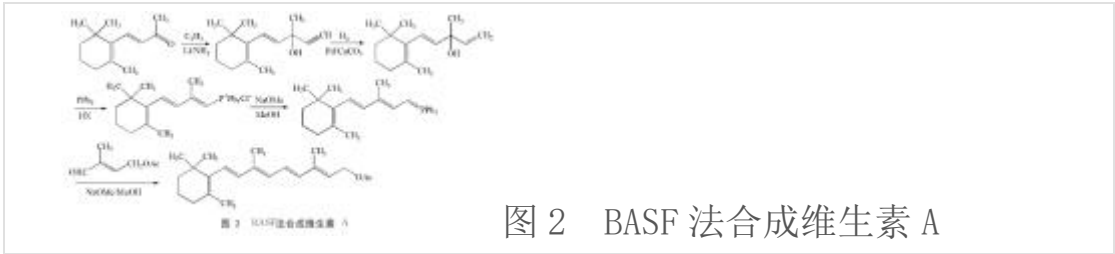
β -胡萝卜素分子式为 $C_{40}H_{56}$ ，分子量为 536.87，其分子结构中具有许多共轭双键，这些双键即可吸收可见光中的某些光谱，使其呈现特殊颜色，同时又使其具有极强的淬灭活性氧自由基的能力，可减轻机体抗氧化损伤，从而发挥疾病预防作用。 β -胡萝卜素分子实际上就是两个尾部相连的视黄醇分子，通过中心裂解或偏心裂解，可转变成两个或一个维生素 A。 β -胡萝卜素又分为全反式和顺式异构体。全反式 β -胡萝卜素经过中心裂解，可以生成两分子全反式视黄醇（维生素 A），顺式 β -胡萝卜素转换为维生素 A 的产量则较低。

α -胡萝卜素与 β -胡萝卜素分子结构相似，为同分异构体，差别在于一端的 β -紫罗酮环中 5'，6'双键发生变化，而此 β -紫罗酮环是维生素 A 活性所必需的结构。因此， α -胡萝卜素转变为维生素 A 的产量只有 β -胡萝卜素的一半。除维生素 A 活性外。 α -胡萝卜素的性质和功效与 β -胡萝卜素相似。

β 稳黄质，也被称为 β -隐黄素、 β -胡萝卜素-3-醇，是一种含氧的叶黄素类的类胡萝卜素，其分子式为 $C_{40}H_{56}O$ ，分子量为 552.87。与 β -胡萝卜素相比， β -隐黄质分子结构是在 3 位由一个羟基取代原来的一个氢原子，其分子比 β -胡萝卜素多一个氧原子，由此造成 β -紫罗酮环结构变化，使这一半分子失去维生素 A 活性可能，故 β 隐黄质和 α -胡萝卜素一样，转变为维生素 A 的产量只有 β -胡萝卜素的一半。除了维生素 A 活性外， β 隐黄质也同样具有较强的抗氧化活性。

膳食中的类胡萝卜素相对比较稳定，烹调过程中破坏较少，并且食物的加工和热处理有助于提高植物细胞内胡萝卜素的释出，提高其吸收率。但长时间的高温，特别是在有氧和紫外线照射的条件下，损失会明显的增加。我国的炒菜方法，胡萝卜素的保存率为 70%—90%。

维生素 A 的合成



虽然维生素 A 可从动物组织中提取，但资源相对分散，步骤繁杂，成本较高，因此商品维生素 A 都是化学合成产品。国内外维生素 A 的工业合成，主要有瑞士 Roche 和德国 BASF 两条合成工艺路线。前者以β-紫罗兰酮为起始原料，格氏反应为特征，经 Darzens 反应、格氏反应、选择加氢、羟基溴化和脱溴化氢，完成维生素 A 醋酸酯的合成；后者的典型特征则是 Wittng 反应，其合成路线见图 2，它是以β-紫罗兰酮为起始原料和乙炔进行格氏反应生成乙炔-β-紫罗兰醇，选择加氢得到乙烯-β-紫罗兰醇，再经 Wittng 反应之后，以醇钠为催化剂，与 C 5 醛缩合生成维生素 A 醋酸酯。

维生素 A 的测定

常见的检测维生素 A 的方法主要有比色法、紫外分光光度法、近红外光谱法和高效液相色谱法。比色法测定维生素 A 的原理是基于维生素 A 能和各种酸反应，生成蓝紫色到桃红色的有色化合物，其中维生素 A 与三氯化锑-三氯甲烷溶液（或三氟醋酸-三氯甲烷溶液）生成的蓝色化合物在 620nm 波长处有特征吸收，是应用较早的一种灵敏的方法。随着紫外分光光度法和高效液相色谱法等的发展，该方法已很少用于定量检测，仅用于定性检测。紫外分光光度法的原理是根据维生素 A 在 325 或 328nm 波长处有最大吸收而进行定量检测的。近红外光谱法则基于维生素 A 在 1721 和 1872nm 波长处有两个较稳定的特征吸收峰。高效液相色谱法通常是基于维生素 A 在紫外区的特征吸收以及维生素 A 的天然荧光特性。

生理功能

维生素 A 在人体具有广泛而重要的生理功能，概括起来主要包括视觉、细胞增殖分化调节、细胞间信息交流和免疫应答这几个方面，其缺乏会导致的生理功能异常和病理变化。

1、视觉功能

维生素 A 经典的或最早被认识的功能是在视觉细胞内参与维持暗视感光物质循环。视网膜上的杆状细胞含有的视紫红质，是由 11-顺式视黄醛与视蛋白结合而成，其对暗光敏感。视紫红质感光后，11-顺式视黄醛转变为全反式视黄醛并与视蛋白分离，产生视觉电信号。

解离后的全反式视黄醛在杆状细胞内被还原为全反式视黄醇，被转运到视网膜色素上皮细胞，与来自血浆的全反式视黄醇一起，开始复杂的异构化过程，参与重新合成视紫红质所需的 11-顺式视黄醛的供应，维持暗光适应。因此要维持良好的暗光视觉，就需要源源不断地向杆状细胞供给充足的 11-顺式视黄醛。维生素 A 缺乏时，11-顺式视黄醛供给减少，暗适应时间延长。

3、细胞核激素样作用

维生素 A 通过细胞核内类视黄酸受体，调节和控制细胞核内信使 RNA 的激活与表达。细胞核内存在类视黄醇受体，包括三种视黄酸受体 RAR α ， β 和 γ 以及三种其 9 顺式异构体类视黄醇 x 受体 RxR α ， β 和 γ 。RARs 可以结合并对视黄酸及异构体产生反应，而 RXRs 则特异性地结合视黄酸异构体（9-顺式视黄酸）。这些核受体通过两两聚合，形成各种同二聚体或异二聚体，与相应的视黄酸反应原件 RARE 或 RXRE 结合，从而调控靶细胞基因的相应区域。类视黄醇受体的最重要功能是调控细胞分裂和分化。包括 RXR 在内的信息物质降低细胞增殖并促进细胞程序化死亡（凋亡）。对于细胞分化，细胞内类视黄醇的调控功能主要通过 RAR 影响细胞周期蛋白而发挥作用。这种调控结果可影响到机体的各个方面，包括生长发育、生殖功能、免疫功能、造血功能等。

4、维持和促进免疫功能

类视黄醇对维护免疫功能是必需的，后者依赖于免疫刺激引发的细胞分化和增殖。类视黄酸通过核受体对靶基因的调控，可以提高细胞免疫功能，促进免疫细胞产生抗体，以及促进 T 淋巴细胞产生某些淋巴因子。视黄酸对维持循环血液中足量水平的自然杀伤细胞极为重要，后者具有抗病毒、抗肿瘤活性。已经证明视黄酸可提高鼠类巨噬细胞的吞噬活性，增加白介素 1 和其他细胞因子的生成，后者是炎症反应的介导因子和 T、B 淋巴细胞生产的激活因子。此外，B 淋巴细胞的生长、分化和激活也需要视黄醇。维生素 A 缺乏时，免疫细胞内视黄酸受体表达相应下降，影响机体免疫功能。维生素 A 缺乏和边缘缺乏的儿童，感染性疾病发病风险和死亡率升高。

5、促进生长发育和维持生殖功能

生殖组织和哺乳动物的胚胎发生依赖 RAR 进行基因调节，通过相关方式，维生素 A 对这些组织具有极其重要的作用。这些作用也是通过对细胞增殖、分化的调控实现的，尤其是参与软骨内成骨。维生素 A 缺乏时，长骨形成和牙齿发育均受障碍；男性睾丸萎缩，精子数量减少、活力下降。

6、与维生素 D 活性的对抗及对骨骼代谢的影响

目前的许多研究结果显示，维生素 A 与骨质代谢存在密切的关系。维生素 A 缺乏可使破骨细胞数目减少，成骨细胞的功能失控，导致骨膜骨质过度增生，骨腔变小。维生素 A 过量对骨矿物化和结构完整性的不良影响，更成为近来关注的问题。过量维生素 A 可刺激骨

的重吸收，并抑制骨的再形成。这种影响可能与慢性维生素 A 中毒时的高钙血症有着共同的机制。考虑到维生素 A 和维生素 D 都广泛参与许多细胞的核受体调节，维生素 A 缺乏和过量对骨质代谢的影响，可能与其对维生素 D 活性的对抗有关。

2、维持皮肤粘膜完整性

维生素 A 是调节糖蛋白合成的一种辅酶，对上皮细胞的细胞膜起稳定作用，维持上皮细胞的形态完整和功能健全。维生素 A 的这种对组织功能与完整性的作用，是通过介导临近细胞间的信息交流而实现的。维生素 A 缺乏会造成上皮组织干燥，正常的柱状上皮细胞转变为角状的覆层鳞状细胞，导致细胞角化。全身各种组织的上皮细胞都会受到影响，但受累最早的是眼睛结膜、角膜和泪腺上皮细胞，泪腺分泌减少导致干眼症，结膜或角膜干燥、软化甚至穿孔。皮肤毛囊、皮脂腺、汗腺、舌味蕾、呼吸道和肠道黏膜、泌尿和生殖黏膜等上皮细胞均会受到影响，从而产生相应临床表现和粘膜屏障功能受损。

7、抗细胞增殖作用

除影响正常健康相关进化功能外，维生素 A 还有纠正多种病理状态的调节作用。维生素 A 及其异构体能够促进终末分化、抑制增殖、促进凋亡，该作用对组织恶变过程中的肿瘤发挥作用。体外多种癌细胞系研究发现，大剂量类视黄醇具有抗癌能力。

8、促进血红蛋白生成，增加食物中铁的摄取

早期的研究发现，维生素 A 干预实验可增加多种营养素缺乏性贫血人群的血红蛋白和血细胞计数。维生素 A 和维生素 A 原，可能通过阻断植酸的干扰而改善铁吸收。研究发现，维生素 A 营养状况对血液系统的影响，不仅仅是膳食维生素 A 促进铁吸收的直接作用，还存在对铁营养状况的某种调控作用，包括刺激造血母细胞、促进抗感染、动员铁进入红细胞系。从胚胎初期卵黄囊阶段，到子宫内胎儿肝生成期，再到骨髓生成期，都有相关文献证明类视黄醇调控造血作用的存在。维生素 A 状况不仅对骨髓造血细胞系增殖产生影响，而且对血小板生成和血栓形成也具有影响。

应用及副作用

维生素 A 主要用于防治夜盲症、干眼病，也用于烧伤后皮肤的局部化脓性感染。人体摄取的维生素 A 成人不能超过 3mg/天，儿童不能超过 2mg/天。若服用大剂量维生素 A，因为排出比不高而会发生急性维生素 A 过多症，主要症状为短期脑积水与呕吐，部分可有头痛、嗜睡与恶心等症状[9]。幼儿长期服用大剂量维生素 A 后，会发生维生素 A 过多症状，主要是肝脾肿大、红细胞和白细胞均减少、骨髓生长过速以及长骨变脆，易发生骨折等。瑞典一项最新研究表明，血液中含有高浓度维生素 A 的中年男性在他们老年时期发生骨折的概率要比那些血液中维生素 A 含量低的人群高得多。因此，对人体而言，维生素 A 不可或缺，也不可滥用，只要保证饮食含有丰富的

维生素 A 或胡萝卜素的食物，即可有效地预防维生素 A 缺乏，而无须额外服用维生素 A 补充剂。

过量的危害

维生素 A 的毒副作用主要取决于视黄醇及视黄酯的摄入量，并与机体的生理及营养状况有关。肝脏维生素 A 浓度超过 300mg/g 被认为是过量，并会引起相应临床毒性表现。急性维生素 A 过量的临床表现包括严重皮疹、头痛、假性脑瘤性昏迷而导致快速死亡。慢性过量相对更为常见，临床表现包括中枢神经系统紊乱性症状、肝脏纤维化、腹水和皮肤损伤。最近有报道婴儿维生素 A 过量导致的骨髓抑制、成人慢性维生素 A 过量导致的高血钙症。研究发现，油基维生素 A 或肝脏来源维生素 A 的毒性只有水合的、乳化的和固体视黄醇补充剂毒性的 1/10。

1、致畸作用

研究证实，13-顺-视黄酸具有致畸作用，因而担心人类大剂量补充维生素 A 可能会有致畸作用。大量动物实验证实，过量维生素 A 可致胚胎畸形。流行病学资料显示，过量摄入预先形成的维生素 A 可导致出生缺陷。最敏感的时期为胚胎生成期（孕早期），维生素 A 过量引起的出生缺陷主要发生于由脑神经嵴演变的器官，如颅面畸形、中枢神经系统畸形（不包括神经管畸形）、甲状腺和心脏畸形等。估计长期每日摄入预先形成的维生素 A 超过 1 万 IU 就可致畸。口服

视黄醇类似物治疗皮肤病可能出现这些出生缺陷。妊娠早期局部使用维生素 A 类似物，导致生长畸形的风险很小、甚至没有风险。

2、骨矿物质丢失和骨质疏松症风险

动物实验发现，长期维生素 A 过量可导致骨矿物质丢失，推测在人类也可能会有类似的影响。1998 年报道的在瑞典妇女中进行的横断面调查和病例对照研究结果显示，在每日摄入量不超过 1.5mg 的情况下，骨矿物质密度随维生素 A 摄入量的增加而提高；但每日摄入量大于 1.5mg 时，增加维生素 A 摄入量可提高骨质疏松和髓骨骨折的风险。

由于流行病学研究受到各种因素限制，所获结论既有支持又有反对维生素 A 过量影响骨健康的证据，目前对此给予了高度关注，但尚未形成明确结论。尤其是目前尚远不能确证将预先形成的维生素 A 摄入量作为骨健康的危险因素，尚不能建立确定对骨骼健康产生明显影响的视黄醇摄入量界定值，但可以肯定的是过量维生素 A 摄入对骨骼健康应该没什么好处。

3、肝脏损伤

动物实验和人体实验资料证实，维生素 A 过量与肝功能异常之间存在非常明确的因果关系，这是因为肝脏是维生素 A 的主要储存器官，也是维生素 A 毒性的主要靶器官。维生素 A 过量引起的肝脏异常包括可逆性的肝脏酶活性升高、肝脏纤维化、肝硬化和死亡。

4、增加心血管疾病风险

对心血管疾病的观察性研究发现，维生素 A 过量可能会增加心血管疾病风险。在美国成人的队列研究中，高血清视黄醇水平与高心血管疾病风险有关，但仅限于男性。目前的研究资料显示， β -胡萝卜素等类胡萝卜素的毒性很低。与维生素 A 不同，目前尚没有类胡萝卜素缺乏或毒性的报道。过多摄入 β -胡萝卜素可导致胡萝卜素血症，出现暂时性皮肤黄染。有报道，受试者长期摄入大量胡萝卜等食物或每日补充 30mg 或更多的 β -胡萝卜素时，即可发生胡萝卜素血症。减少这样的类胡萝卜素摄入后数天或数周，这些症状即可逆转。 [4]

缺乏的危害

维生素 A 缺乏具有临床和机能性表征。对于原发性维生素 A 缺乏，每个人的耐受性不同，这取决于一系列的地理和流行病学的因素。维生素 A 缺乏症的临床表现主要是眼部和视觉以及其它上皮功能异常的症状和体征。

1、眼部和视觉表现

干眼症是维生素 A 缺乏的典型临床特征之一。根据特异的眼部表现，可以将干眼症分为若干期。XN 期是最早阶段，主要出现暗适应能力损伤导致的夜盲症。之后为 X1A 期，杯状细胞分泌粘液减少，造成的结膜干燥；接下来为 X1B 期，在结膜额侧表面出现泡沫状毕脱氏斑。X2 期为疾病进展期，表现为单纯的角膜干燥。当角膜出现

软化或溃疡，或两者兼有的液化过程，则为 X3 期。此时，如液化表面不足角膜面积的 1/3 为 X3A 期，大于 1/3 为 X3B 期。角膜软化导致的眼球损伤称为干眼病眼底病，也称为 XF 期。 [4]

2、其它上皮功能异常的表现

毛囊增厚（毛囊角质化）是维生素 A 缺乏的皮肤表征。粘膜内粘蛋白生成减少，粘膜形态、结构和功能异常，可导致疼痛和黏膜屏障功能下降，可累及咽喉、扁桃体、支气管、肺脏和消化道粘膜。维生素 A 缺乏和边缘缺乏导致儿童感染性疾病风险和死亡率升高。 [4]

3、胚胎生长和发育异常

维生素 A 缺乏会损伤胚胎生长。严重缺乏维生素 A 的实验动物多发生胚胎吸收，而存活下来的胚胎也会出现眼睛、肺、泌尿道和心血管系统畸形。人体缺乏维生素 A 时较少出现形态异常，但可见肺脏的功能异常。

4、免疫功能受损

维生素 A 缺乏可导致血液淋巴细胞数、自然杀伤细胞减少和特异性抗体反应减弱。维生素 A 摄入不足时，可观察到白细胞数下降，淋巴器官重量减轻，T 细胞功能受损和对免疫原性肿瘤抵抗力降低。在实验动物以及人体实验中，维生素 A 缺乏多导致体液和细胞免疫功能异常。

5、感染性疾病的患病率和死亡率升高

维生素 A 缺乏可导致实验动物和人类感染性疾病发病率和死亡率增加，尤其是在发展中国家。患有轻度到中度维生素 A 缺乏症的儿童呼吸道感染和腹泻风险升高；患轻度干眼症儿童的死亡率是无干眼症儿童的四倍。给患麻疹的住院患儿补充大剂量维生素 A，能明显降低儿童不病死率，减轻并发症的严重程度。研究显示，补充维生素 A 可降低幼儿腹泻和疟疾的严重程度。

缺乏的预防与治疗

维生素 A 缺乏是引起发展中国家儿童失明的主要原因，也是发展中国家儿童常见的营养缺乏症。由于 VAD（维生素 A 缺乏症）和 SVAD（维生素 A 边缘性缺乏）对儿童健康的影响，使得预防和控制 VAD 和 SVAD 已经成为世界范围内亟待解决的公共卫生问题之一。

WHO 和联合国儿童基金会以多种方式进行维生素 A 的干预，包括增加含维生素 A 食物的消费、食物强化维生素 A、提高母乳喂养、定期大剂量维生素 A 补充等。

维生素 A 营养状况评估

准确地评价易感个体和人群的维生素 A 营养水平对于研究 VAD、SVAD 以及营养干预策略的制订、实施和评估有着极为重要的意义。

在实际工作中检查群体或个体维生素 A 营养状况常用的方法主要包括：干眼病的临床检查、膳食调查、暗适应能力的测定、夜盲史的询问、血清视黄醇含量的测定、相对剂量反应试验、同位素稀释法、肝脏维生素 A 含量的测定及结膜印迹细胞法等。

营养教育及合理配膳措施

通过营养教育、合理配膳，提高对本地区现存富含维生素 A 食物摄入的膳食干预方法，长期以来被认为是最为持久的、能从根本上改善 VAD 和 SVAD 状况的方法。 营养教育应侧重于提倡母乳喂养，增加乳类、蛋类及深色蔬菜等的供给。

食物强化维生素 A

几种食物中维生素A或胡萝卜素含量 单位：μg/100					
食物	维生素A	视黄醇当量	食物	维生素A	视黄醇当量
瘦猪肉	44	44	小米	100	17
肉鸡	226	226	玉米面	40	7
猪肝	4972	4972	大豆	220	37
鸡肝	10414	10414	荷兰豆	480	80
羊肝	20972	20972	红薯（红心）	750	125
猪肾	41	41	胡萝卜	4010	668
鸡心	910	910	油菜	620	103
牛奶	24	24	西兰花	7210	1202
奶粉	303	303	小白菜	1680	280
奶油	1042	1042	苋菜	2110	352
鸡蛋	310	310	生菜	1790	298
蛋黄粉	776	776	菠菜	2920	487
黄鱼	10	10	柑	890	148
鳕鱼	206	206	橘	1660	277
江虾	102	102	芒果	8050	1342
河蟹	389	389	枇杷	700	117
蚌肉	283	283	杏	450	75

食

物中维生素 A 和视黄醇当量含量

食物强化维生素 A 是防治 VAD 和 SVAD 的一种直接、有效、低廉的方法。中国国家公众营养项目组的食物强化总体构想中确定了维生素 A、维生素 B1、维生素 B2、叶酸、尼克酸、铁、碘、锌和钙为我国营养强化的主要营养素。

定期补充维生素 A 制剂

定期补充维生素 A 制剂是一种快速、直接改善维生素 A 营养状况的方法。它包括针对临床干眼病、麻疹、营养不良患儿的临床补充,利用现有卫生服务机构覆盖面的目标投放以及针对所有高危人群的预防性补充。

目前 WHO 对不同高危人群维生素 A 缺乏的防治及未来研究需要提出以下几点建议:

①5 个月以下的婴儿(包括新生儿):不推荐补充维生素 A,维生素 A 补充对降低婴儿发病率、死亡率的作用还待将来的随机对照试验进一步证实,并对母亲 VAD 高发地、维生素 A 和免疫功能的关系、确定该年龄组 VAD 的合适评价指标作进一步的研究。

②6~59 个月的幼儿:建议对 VAD 是公共卫生问题(即该人群 VAD 发病率 $\geq 20\%$ 或夜盲症发病率 $\geq 1\%$)的 6~59 个月幼儿推行高剂量补充维生素 A,其中 6~11 个月婴儿(HIV+或-)补充 10 万 IU,12~59 个月幼儿每 4~6 个月补充 20 万 IU。将来还需要进一步

研究更好的维生素 A 补充方法，提高对维生素 A 和疫苗的共同干预作用的认识，以寻求更好的临床和生化 VAD 的评价指标。

③孕妇：不推荐将维生素 A 补充作为预防孕妇和婴儿发病、死亡的常规产前保健的一部分，而对 VAD 是严重公共卫生问题（即孕妇或 24~59 个月幼儿夜盲症发病率 $\geq 1\%$ ）的地区或国家（孕妇）的孕妇，可补充维生素 A 预防夜盲症，补充剂量：孕 12 以上的孕妇每天补充 1 万 IU 或每周补充 2.5 万 IU，但补充的持续时间和补充频率还需进一步研究。将来更多研究应关注孕期补充维生素 A，尤其是联合其他干预措施对死亡率的影响及孕后期 3 个月补充维生素 A 对母乳维生素 A 水平的影响的综合回顾。

④乳母：不推荐对乳母补充维生素 A 作为预防母亲和婴儿发病、死亡的干预措施。对产后 6 周的乳母补充 20 万 IU 的维生素 A 对母乳中视黄醇水平的影响作用及其新陈代谢、剂量分布、如何排泄等还待进一步研究。

⑤母婴 HIV 感染：尚不建议对 HIV 阳性的母亲进行维生素 A 的补充。

2、维生素D-壮骨的卫士

维生素 D 是一种脂溶性维生素，有五种化合物，对健康关系较密切的是维生素 D₂ 和维生素 D₃。它们有以下三点特性：它存在于部

分天然食物中；受紫外线的照射后，人体内的胆固醇能转化为维生素 D。

一、维生素 D 的主要生理功能

维生素 D 主要有以下生理功能：

- 1、提高肌体对钙、磷的吸收，使血浆钙和血浆磷的水平达到饱和程度。
- 2、促进生长和骨骼钙化，促进牙齿健全；
- 3、通过肠壁增加磷的吸收，并通过肾小管增加磷的再吸收；
- 4、维持血液中柠檬酸盐的正常水平；
- 5、防止氨基酸通过肾脏损失。

二、维生素 D 盈缺对健康的影响

人体缺乏维生素 D 会引起佝偻病、手足抽搐和软骨病。

长期摄入过多的维生素 D（5000IU），将引起高血钙和高尿钙。特征为食欲减退，过度口渴，恶心，呕吐，烦躁，体弱，便秘腹泻交替出现，严重者将因肾钙化、心脏和大动脉钙化而死亡。

维生素 D：主要来源于海鱼、肝、蛋黄和奶油。值得注意的是，维生素 D 食物中的含量是不够的，孩子尽量多晒太阳，必须是身体皮肤直接接触紫外线，大人尽量通过药物补充。

维生素 D（简称 VD）是一种脂溶性维生素，乃环戊烷多氢菲类化合物，一组结构上与固醇有关，功能上可防止佝偻病的维生素，最主要的是维生素 D3 与 D2。前者由人皮下的 7-脱氢胆固醇经紫外线照射而成。后者由植物或酵母中含有的麦角固醇经紫外线照射而成。维生

素 D 的主要功用是促进小肠粘膜细胞对钙和磷的吸收。肠中钙离子吸收需要一种钙结合蛋白，1，25-二羟基维生素 D₃ 可诱导此蛋白合成，促进 Ca²⁺吸收，又可促进钙盐的更新及新骨生成，也促进磷吸收与肾小管细胞对钙、磷的重吸收，故可提高血钙、血磷浓度，有利于新骨生成和钙化。

此外维生素 D 还有促进皮肤细胞生长、分化及调节免疫功能作用。一般成年人经常接触日光不致发生缺乏病，婴幼儿、孕妇、乳母及不常到户外活动的老人要增加维生素 D 供给量到每日 10 μg (相当于 400 国际单位)。缺乏维生素 D 儿童可患佝偻病，成人患骨质疏松症。

食物来源以含脂肪高的海鱼、动物肝、蛋黄、奶油相对较多，鱼肝油中含量高。

维生素 D 也称抗佝偻病维生素，是一类脂溶性维生素，属类固醇化合物。在人类所需的维生素中，维生素 D 非常特殊，是一种激素的前体，而且人一天只要暴露在阳光下 10 分钟，人体自身即可合成足够的维生素 D₃。

血浆维生素 D 水平（来自维生素 D₃ 血液检测）可以反映紫外线 B 照射皮肤合成的和食物摄入的维生素 D 的总水平，而现在认为，人体自身合成的维生素 D 是人体内获取维生素 D 的主要途径。美国饮食营养摄入参考中维生素 D 摄入标准是假设没有日照，所有维生素 D 都取自食物摄取而制定的。

经过肝脏和肾脏的进一步转化，维生素 D 转化为骨化三醇，作为一种激素重新进入循环，调节钙和磷的吸收，促进骨骼的生长和重构，维生素 D 可以用来预防小儿佝偻病和成人骨软化症，维生素 D 与钙合用可以预防老年人骨质疏松。维生素 D 对神经肌肉功能、炎症都有作用，还影响许多基因的表达和翻译，调节细胞的增殖、转化和凋亡。

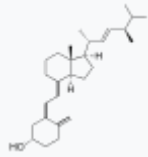
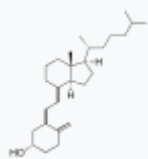
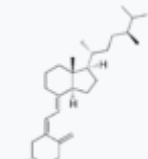
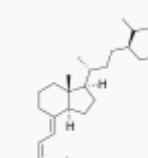
在一般人口统计中并没有一致的证据显示维生素 D 对健康影响效果。维生素 D 对人体有益的最佳证据是对骨骼有益并减少老年女性的死亡率。

维生素 D₃由紫外线照射 7-脱氢胆固醇经光照后进行光化学反应转变成，动物皮肤细胞中含有 7-脱氢胆固醇，所以多晒日光获取维生素 D 的简易方法。但它的活性不高，必须经肝脏及肾脏的酶反应，最终生成骨化三醇（1, 25-二羟胆钙化醇），这才是活性最高的形式，可以调节小肠、肾脏和骨骼对钙的吸收与代谢。维生素 D₃的缺乏易患有软骨病，此病症在寒带地区较常发生，因当地居民须穿着厚重衣物以防寒，但也因此隔绝阳光的照射，无法产生维生素 D₃，此症可经由饮食摄取来改善。

维生素 D 是荷尔蒙的前驱物，与血液中钙的代谢有关。如果维生素 D 摄取过量导致中毒，会使柔软组织形成钙化现象

形成

名称	化学名	结构
----	-----	----

维生素 D ₁	麦角钙化醇和光甾醇 1:1 复合物	
维生素 D ₂	麦角钙化醇 （ 麦角固醇 形成）	
维生素 D ₃	胆钙化醇 （ 7-脱氢胆固醇在皮肤上形成） 骨化三醇 （1, 25-二羟胆钙化醇，维生素 D ₃ 的在体内的活性形式）	
维生素 D ₄	22-二氢麦角钙化醇	
维生素 D ₅	谷钙化醇 （7- 脱氢谷甾醇形成）	

维生素 D 有很多种，如图，最主要的有两种维生素 D₂（麦角钙化醇）和维生素 D₃（胆骨化醇），它们合称为钙化醇，1932 年研究人员阐明了维生素 D₂ 的结构，而 1936 年，人们发现了维生素 D₃，并发现它可以由 7-脱氢胆固醇经紫外线照射转化而来。

从化学结构上来说，维生素 D 都属于开环甾体化合物，也就是甾体激素的一个环状结构打开了，维生素 D₂ 和维生素 D₃ 结构不同之处

在于其侧链，维生素 D₂ 的 22 和 23 位碳之间是双键，而且在 24 位碳上多了一个甲基。

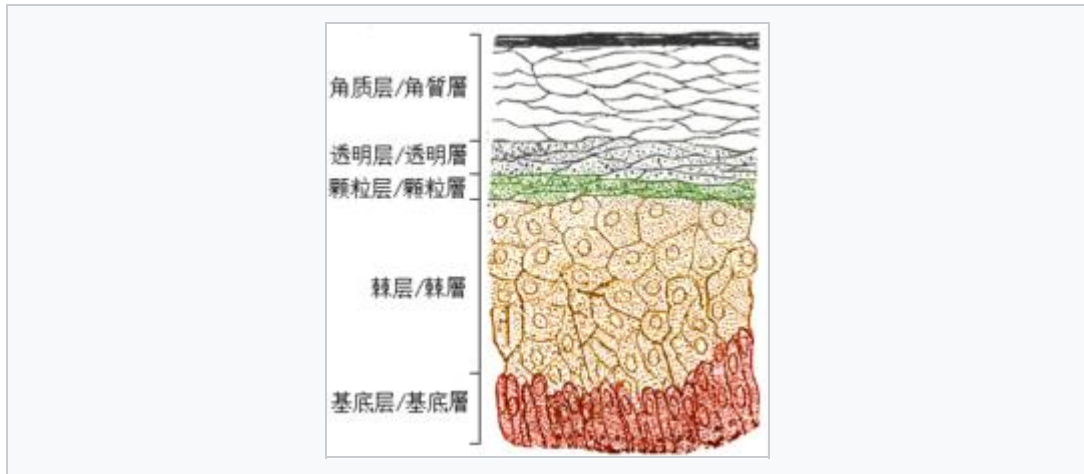
维生素 D₃（胆骨化醇）可以由其前体 7-脱氢胆固醇经紫外线照射变构形成，只要让皮肤暴露于充足的紫外光下就可以自然的产生足够的维生素 D₃。奶制品厂家通常将牛奶在紫外线光下，以强化其中的维生素 D₃。

维生素 D₂ 是麦角固醇的衍生物，麦角固醇之所以以麦角命名，因为它是一种从名叫麦角菌的真菌的细胞膜上找到的固醇。麦角固醇同时也可以由浮游生物、无脊椎动物以及其他真菌合成。麦角固醇一经合成，在紫外线照射下就可以转化为麦角钙化醇，陆地之物和脊椎动物维生素 D₂，因为它们体内不能合成麦角固醇，但能合成维生素 D₃，但关于人类只吃维生素 D₂ 能不能代替维生素 D₃ 的摄入的讨论的争论还是很激烈。

进化

7 亿 5000 万年前，球石藻类浮游生物就开始利用紫外线合成维生素 D，对于硬骨类脊椎动物来说，离开富含钙质的海水来到陆地上，维生素 D 对保证其钙质骨骼来说非常重要，维生素 D 的合成必须要有紫外线参与，所以早期登陆的脊椎动物必须将身体暴露于阳光下或者补充富含维生素 D 的食物来满足其机体对维生素 D 的需求。

皮肤合成



在皮肤的表皮层中产量最大的为基底层（图中红色）和棘皮层（浅棕色）。

皮肤合成：

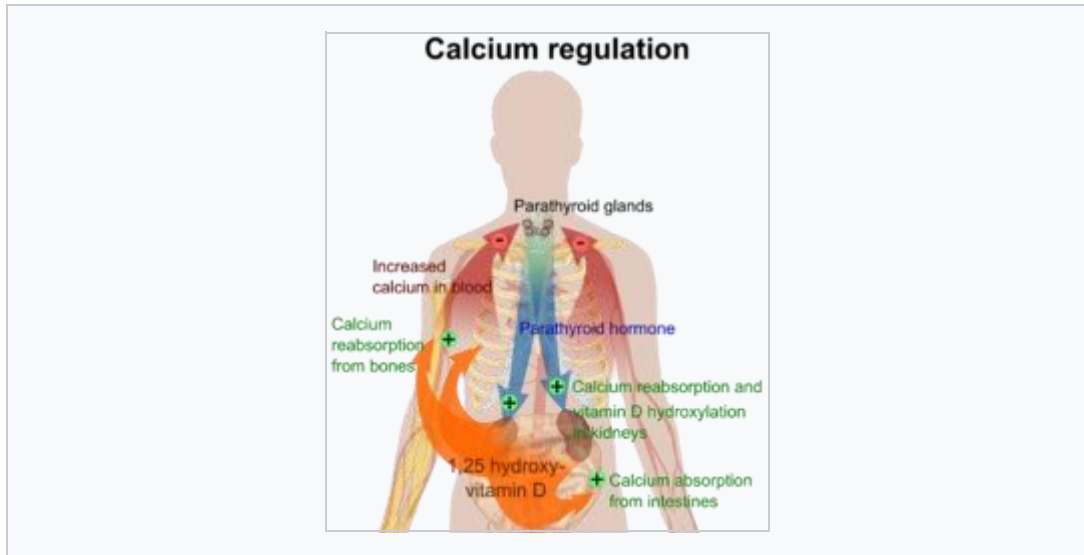
7-脱氢胆固醇在波长在 270-300 奈米 (峰值 295-297 奈米) 之间的紫外线照射下可以变构转化为维生素 D₃，在阳光中的紫外线指数 (夜间的紫外线指数为 0，热带、高原地区、晴天时的紫外线指数为 15——译者注) 大于 3 时或者在日光浴灯下，才会有这种能发挥作用的紫外线。日光浴灯产生的紫外线大多数是长波的 A 型紫外线，而产生维生素 D₃ 所需要的中波紫外线 (B 型紫外线) 之占其中 4-10%，从地域上说，热带地区人们天天都可以产生维生素 D₃，温带地区的人们春夏季节也可以，而极地地区的人们，紫外线强度几乎不可能使之产生维生素 D₃。似乎血清 25(OH)D 的平均浓度的差异应该随纬度升高而降低，但是实际上并不和预想那样一致，比如在夏天，加拿大北部地区的日照强度和时间综合起来比赤道地区还要强，而且，高纬度地区在春季夏

季抑或秋季机体都有可能形成并储存足够的维生素 D，UVB 产生的维生素 D(异构作用，非酶促反应，没法控制)功能非常强大，以至于皮肤形成的多余的维生素 D₃ 必须及时降解掉，以免产生毒性。最终使维生素 D 的合成和降解达到平衡状态。

皮肤分为两层：内层为真皮层，主要由结缔组织形成；外层为表皮层，在厚厚的脚掌和手掌，表皮层又分为五层，自外而内是：角化层、透明层、粒层、棘皮层和基底层，维生素 D 就在棘皮层和基底层细胞中合成，

胆骨化醇主要由 7-脱氢胆固醇经紫外线照射形成，7-脱氢胆固醇的合成在大多数脊椎动物，包括人类皮肤细胞中都非常旺盛。而裸鼹鼠似乎生来缺乏胆骨化醇，因为其血液中测不出 25(OH)D, 对某些动物来说，厚厚的毛皮阻挡住紫外线，而这些鸟兽也有自己的办法，它们把 7-脱氢胆固醇分泌到毛皮表面，合成维生素 D₃ 后再自己舔回肚子里去。

作用机理



Calcium regulation in the human body. [15] The role of vitamin D is shown in orange. (钙在人体中的调节，维生素 D 的作用以橙色显示)。

维生素 D 通过血流输送到肝脏，在那里转化为激素前体骨化二醇，循环中的骨化二醇在肾脏和单核巨噬细胞系统中转化为骨化三醇，从而成为具有生物活性的维生素 D，而在免疫系统中，骨化三醇 (1, 25 (OH) D) 发挥着细胞因子的作用，保护机体抵抗微生物入侵。肾脏将骨化二醇转化为骨化三醇释放入血，与维生素的结合蛋白结合，转运到靶器官。骨化三醇通过激活维生素 D 受体发挥生物学效应，VDR 存在于靶细胞表面，[4]活化的 VDR 可以作为转录因子，调节运载蛋白 (如 TRPV6 和 Calbindin) 的表达，参与小肠内钙的吸收。

VDR 属于核受体中类固醇/甲状腺素受体超家族，可以再大多数器官中表达，包括脑、心脏、皮肤、前列腺和乳腺等，VDR 在小肠、骨骼、

肾脏和甲状旁腺的表达能够保证血钙血磷代谢正常(与甲状旁腺激素和降钙素协同作用)，并可以维持正常骨量。

维生素 D 提高了肾上腺髓质细胞酪氨酸羟化酶的表达。也参与了神经营养因子、一氧化氮等物质的合成，并能提高机体谷胱甘肽的水平。

现在认为 VDR 也干预了细胞增殖和分化，而且对免疫系统也起到很强的免疫促进作用，很多种白血球包括单核细胞，T 细胞、B 细胞都能够表达 VDR。

VDR 除了可以激活某些基因外，还有其他一些作用机理已经阐明。一个非常重要效果是它可以抑制刺猬激素(一种参与器官形成的激素)的信号转导。

维生素 D 最重要的功能就是保持骨钙的平衡。它可以增强小肠对钙的吸收。提高破骨细胞的数量增强骨吸收，维持血钙和血磷浓度维护正常骨量，并调整甲状旁腺激素来维持血钙平衡。维生素 D 缺乏会引起钙磷代谢异常，导致骨密度降低，骨丢失(骨质疏松)，甚至骨折。

饮食建议

1. 随着近几十年对维生素 D 的认识不断加深，其重要性和需要量也在不断调整；例如美国儿科学会 2003 年推荐儿童每日补充维生素 D $5\text{ }\mu\text{g}$ (200 国际单位)，2008 年改为 $10\text{ }\mu\text{g}$ 每天 (400 国际单位)；中国居民膳食指南 (2013 版) 也将维生素 D 婴幼儿推荐量提高至 $10\text{ }\mu\text{g}$ (400 国际单位)；而成人的推荐量一般比儿童更高一些，美国、澳大利亚等国的推荐量：50 岁以下是

400-1000 国际单位，50 岁以上是 1000-2000 国际单位；中国营养学会编辑的中国居民膳食指南（2013 版）则将补充的上限从前一版 800 国际单位提高至最新的 2000 国际单位。

2. 妊娠期和哺乳期女性应当适当增加摄入量，以正常维持血液浓度，特别是高纬度地区和预产期在春冬季节的孕妇。但需注意的是维生素 D 的摄入量亦不是越高越好。
3. 在阳光充足地区，每天手脚露出 30 厘米，在阳光下晒 30 分钟，能一定程度地防止维生素 D 的缺乏。
4. 过量表现：长期临床实践表明，一次性注射 30 万单位能保证安全性，但 60 万单位则有过量中毒的风险；而口服中毒风险有个体差异存在，目前现有的实验数据表明持续补充维生素 D 每日 4000-10000 国际单位不超过 2 个月未观察到中毒现象。但由于维生素 D 为脂溶性，还是应该避免长期过量服用。建议在新的理论支持出现以前，预备终身服用者，每天的预防保健补充量不超过 2000 国际单位（治疗剂量除外）。维生素 D 中毒的症状是异常口渴，眼睛发炎，皮肤瘙痒，厌食、嗜睡、呕吐、腹泻、尿频以及钙于血管壁、肝脏、肺部、肾脏、胃中的异常沉淀，关节疼痛和弥漫性骨质脱矿化。

历史

1913 年，美国科学家 [Elmer McCollum](#) 和 [Marguerite Davis](#) 在鱼肝油里发现了一种物质，起名叫「脂溶性维生素 A」，后来，英国医生

Edward Mellanby 发现，喂了鱼肝油的狗不会得佝偻病，于是得出结论维生素 A 或者其协同因子可以预防佝偻病。1921 年 Elmer McCollum 使用破坏掉鱼肝油中维生素 A 做同样的实验，结果相同，说明抗佝偻病并非维生素 A 所为。他将其命名为维生素 D，即第四种维生素。当时的人们还不知道其与其他人体无法自身合成的维生素不同，只要有紫外线，人体自己就可以合成维生素 D。

1923 年，人们知道 7-脱氢胆固醇经紫外线照射可以形成一种脂溶性维生素(现在知道是 D3)，Alfred Fabian Hess 甚至指出「阳光既是维生素」。德国哥廷根大学教授 Adolf Windaus 与 1928 年荣获诺贝尔奖，以表彰其在研究固醇与维生素关系的工作。到了三十年代，他又成功的研究出维生素 D 的化学结构。

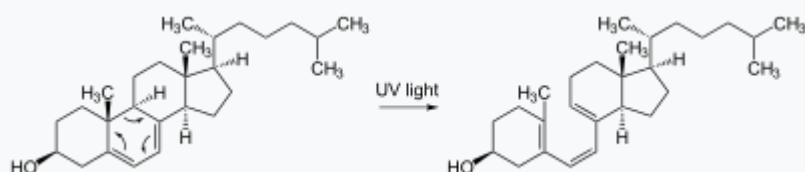
1923 年威斯康辛大学 Harry Steenbock 证明了用紫外线照射食物和其他有机物可以提高其中的维生素 D 含量，[\[32\]](#)用紫外线照射过兔子的食物，可以治疗兔子的佝偻病。就用自己攒下的 300 美元为自己申请了专利，Steenbock 用自己的技术对食品中的维生素 D 进行强化，到 1945 年他的专利权到期时，佝偻病已经在美国绝迹了。

工业化生产

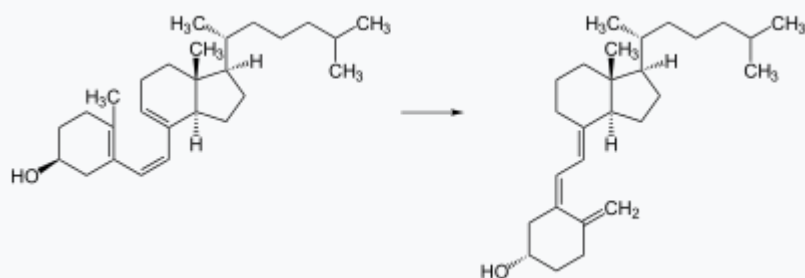
维生素 D3（胆骨化醇）可以使用 7-脱氢胆固醇用 B 型紫外线（UVB）照射后合成，然后进行纯化取得成品。7-脱氢胆固醇广泛存在于羊毛脂以及其他动物毛发中，维生素 D2 所用的方法基本相同，但原材料麦角固醇来源于酵母或蘑菇。

合成机理

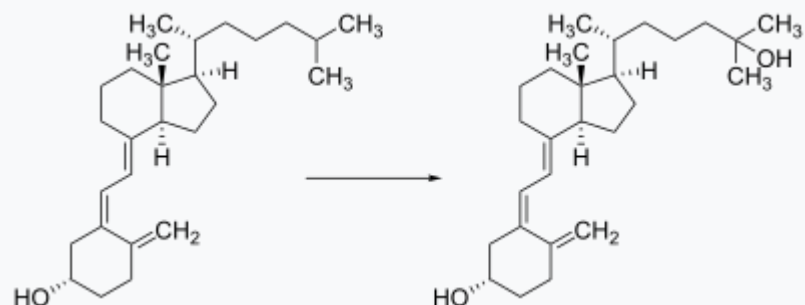
皮肤中的 7-脱氢胆固醇经紫外线照射后 6 号电子发生顺旋电环化反应，形成前维生素 D₃



同时前维生素 D₃ 通过异侧氢原子 σ 移位重排，变构产生维生素 D₃，在室温条件下，从前维生素 D₃ 到维生素 D₃ 转变需要 12 天完成。

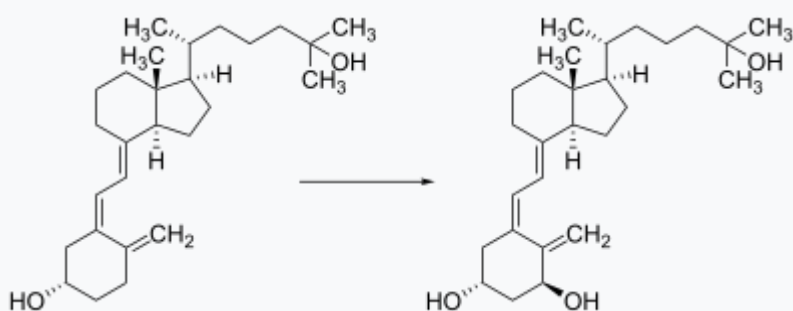


不论是自身合成的还是食物中摄取到的维生素 D₃，都要在肝脏里，在 25 位碳上加上一个羟基，形成 25-



羟基胆骨化醇(骨化二醇或者 25(OH)D) , [35] 这个过程是由肝脏微粒体酶——25羟化酶催化的, 25(OH)D 一经合成, 便释放入血, 与 α -球蛋白结合, 既所谓的维生素 D 结合蛋白 α -球蛋白结合。[36]

25(OH)D 运输到肾脏近段肾小管, 在那里发生 1- α (分子下角右边的那个碳原子) 位羟化而形成骨化三醇 (1, 25(OH)₂D) , 可以有效的激活维生素 D 受体 (VDR), 活化的 VDR



介导维生素 D 所需要发挥的主要功能。25 (OH) D 向 1, 25 (OH) 2D 的转换需要 25D31- α 羟化酶, 血液中甲状旁腺激素水平升高可以提高这种酶的合成(当血钙血磷降低时, 也可以)	
--	--

3、维生素 E - 使青春长存的营养素

维生素 E (Vitamin E) 是一种脂溶性维生素, 其水解产物为生育酚, 是最主要的抗氧化剂之一。溶于脂肪和乙醇等有机溶剂中, 不溶于水, 对热、酸稳定, 对碱不稳定, 对氧敏感, 对热不敏感, 但油炸时维生素 E 活性明显降低。生育酚能促进性激素分泌, 使男子精子活力和数量增加; 使女子雌性激素浓度增高, 提高生育能力, 预防流产, 还可用于防治男性不育症、烧伤、冻伤、毛细血管出血、更年期综合症、美容等方面。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，预防近视眼发生和发展。

维生素 E 苯环上的酚羟基被乙酰化，酯水解为酚羟基后为生育酚。

2014 年 2 月 19 日，悉尼皮肤科医生阿特米研究表明维生素 E 对疤痕没有任何有益效果。

维生素 E 又名生育酚，属脂溶性维生素。维生素 E 共有八种化合物，其中的 α -生育酚最具生物活性、和人体健康关系最密切。不耐热、酸、碱，易氧化。

一、维生素 E 的生理功能

- 1、是一种强抗氧化剂，能有效地阻止食物和消化道内脂肪酸的酸败，保护细胞免受不饱和脂肪酸氧化产生的有害物质的伤害。
- 2、是极好的自由基清除剂，能保护生物膜免受自由基攻击，有效的抗衰老营养素。
- 3、提高肌体免疫力。
- 4、保持血红细胞的完整性，促进血红细胞的生物合成。
- 5、是细胞呼吸的必需促进因子，可保护肺组织免受空气污染。
- 6、预防心血管病。

主要功效

- 1、延缓衰老，有效减少皱纹的产生，保持青春的容貌。
- 2、减少细胞耗氧量，使人更有耐久力，有助减轻腿抽筋和手足僵硬的情况。
- 3、抗氧化保护机体细胞免受自由基的毒害。

4、改善脂质代谢，预防冠心病、动脉粥样硬化。后来 2000 年新英格兰医学杂志上就有文章用超过 9000 人的严格随机实验证明维生素 E 根本不能降低冠心病风险，这一结论从此之后再也没被推翻过。

5、预防癌症，有效抑制肿瘤生长；预防多处慢性疾病；预防炎症性皮肤病、脱发症；预防溶血性贫血、保护红血球使之不容易破裂；预防治疗甲状腺疾病；改善血液循环、保护组织、降低胆固醇、预防高血压。

6、维生素 E 是一种很重要的血管扩张剂和抗凝血剂；预防与治疗静脉曲张；防止血液的凝固，减少斑纹组织的产生。

7、强化肝细胞膜、保护肺泡细胞，降低肺部及呼吸系统遭受感染的几率。

8、保护皮肤免受紫外线和污染的伤害，减少疤痕与色素的沉积；加速伤口的愈合。

9、促进性激素分泌，使男子精子活力和数量增加；使女子雌性激素浓度增高，提高生育能力，预防流产。

10、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，预防近视发生和发展。

二、体内维生素 E 盈缺和健康

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。

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。

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，它是安全性很高的营养素。

维生素 E：油料种子和植物油。

简介

维生素 E (VE) 是生育酚类物质的总称，是一种金黄色或者淡黄色的油状物，带有温和的特殊气味。通常维生素 E 在光照下遇空气易被氧化而呈现暗红色。它可与丙酮、氯仿、乙醚或者植物油混溶，几乎不溶于水。维生素 E 是最早发现的维生素之一，由加州大学 Evans 和 Bishop 首次发现。随后在 1924 年，阿肯色大学 Sure 将该物质命名为维生素 E。它是一种人体必需的脂溶性维生素，作为一种优良的抗氧化剂和营养剂，被广泛应用于临床、医药、食品、饲料、保健品和化妆品等行业。

天然存在的维生素 E 有四种生育酚(tocopherol)和四种生育三烯酚(tocotrienol)共八种类似物，其中 α -生育酚含量最高，生理活性也最高。 [1]

化学结构



维生素 E 结构式

生育酚主要有四种衍生物，按甲基位置分为 α 、 β 、 γ 和 δ 四种。与生育酚相关的化合物生育三烯酚在取代基不同时活性是一定的，但生育酚的活性会明显降低。

下表列出用以下官能团取代后生育三烯酚与生育酚的活性比：

衍生物	R	R	R	活性比
α	CH3	CH3	CH3	100
β	CH3	H	CH3	40
γ	H	CH3	CH3	10
δ	H	H	CH3	1

营养价值

维生素 E 具有多种生物活性，对一些疾病有防治作用。它是一种很强的抗氧化剂，可通过中断自由基的连锁反应保护细胞膜的稳定性，防止膜上脂褐素形成而延缓机体衰老；可通过维持遗传物质的稳定和防止染色体结构变异，调节机体代谢活动有条不紊地进行，也起到延缓衰老的作用；可阻止体内各种组织中致癌物的形成，激发机体的免疫系统，杀死新产生的变形细胞，还能将某些恶性肿瘤

细胞逆转为正常表现形的细胞；具有维持结缔组织弹性，促进血液循环；调节体内激素正常分泌；控制体内酸素消耗；保护皮肤粘膜等功能，使皮肤滋润健美，从而达到美容护肤的作用；还可改善头发毛囊微循环，保证其营养供应，使头发再生。另研究表明，维生素 E 还能阻止 LDL 胆固醇氧化，而避免冠状动脉硬化。此外维生素 E 可防止白内障发生；延缓衰老性痴呆；维持正常的生殖机能；保持肌肉和外周血管结构与功能的正常状态；治疗胃溃疡；保护肝脏；调节血压；辅助治疗 II 型糖尿病；与其它维生素具有协同等作用。

维生素 E 来源

1、富含维生素 E 的食物有果蔬、坚果、瘦肉、乳类、蛋类、压榨植物油、柑橘皮等。胡桃。

2、营养补品 可买到脂溶性的胶囊和水溶性的片剂。

一般出售的是 100~1500IU 的维生素 E。水溶性的维生素 E 适用于不吃油腻食物的人或食用多油食物会引起皮肤病变的人，对于 40 岁以上的中年人更为合适。

一般的每日摄取量是 200~1200IU。

使用方法

需要人群

- 1、饮用以氯消毒的自来水的人必须多摄取维生素 E；
- 2、服用避孕药、阿司匹林、酒精、激素的人要补充维生素 E；
- 3、心血管病、帕金森症患者、孕妇和中老年人要补充维生素 E；
- 4、儿童发育中的神经系统对维生素 E 缺乏很敏感，维生素 E 缺乏的时候如不及时使用维生素 E 补充治疗，可迅速发生神经方面的症状。

外用方法

维生素 E 外用方法一：秋冬保湿。天然维生素 E +乳液或面霜，秋冬干燥时节，只需用针刺破天然维生素 E 软胶囊外衣，滴一滴混在乳液或面霜中，将其涂于需要保养的部位；在特别干燥的季节，沐浴后，将维生素 E 混合护肤乳液一起使用，能避免干燥起皮；长久坚持，能令肌肤滋润、白皙。此法特别适合长期在空调室内工作的女性。

维生素 E 外用方法二：用维生素 E 和珍珠粉调和，当眼霜搽。然后多点时间仔细按摩后，双手指互相快速摩擦，令手指发热后，捂在眼睛上，停留几秒，轻轻移至眼角，重复三至五次，加快眼霜的吸收，感觉不错，眼睛一点都不油。

维生素 E 外用方法三：天然维生素 E+酸奶+蜂蜜+柠檬汁，取酸奶二匙、蜂蜜半匙、柠檬汁半匙，与三粒天然维生素 E 调成糊状，敷面 15 分钟后，用温水洗净，注意最好不要用过烫或过冷的水，此法能将毛细孔里的污垢彻底清除，滋养美白，令肌肤光彩照人。

维生素 E 外用方法四：美发护发，天然维生素 E + 洗发水+护发素，洗发时，将一粒天然维生素 E 油滴在洗发水中混合使用；使用护发素的时候，也将天然维生素 E 混合在一起轻轻按摩，三分钟后冲洗干净，此法能令头发滋润、顺滑，立时见效。

服用量

维生素 e 的作用大家都清楚了，但市场上的维生素 e 软胶囊很多，不过服用维生素 e 份量要足够，正如我们前面所述成年人必须要 14mg/日。

但一般标签不一定标注每粒（片）有效成分含量，可都必须标注“**净含量/粒**”“**每 100g 有效成分含量**”这两项指标，没有标注的不要考虑去购买。假如说每粒的净含量是 250mg，每 100g 中有效成分（如维生素 E）含量 1g，意思就是维生素 e 含量是 1%，那么每粒胶囊有效成分的含量= $250 \times 1\% = 2.5\text{mg}$ 。按照成人的需要量就是 $2.5\text{mg} \times 6 = 15\text{mg}$ ，必须服用 6 粒/日。

维生素 E 的单位换算：

1 IU 维生素 E=1 毫克 dl-a-生育酚醋酸酯

1.1 IU 维生素 E=1 毫克 dl-a-生育酚

1.49 IU 维生素 E=1 毫克 d-a-生育酚

1.36 IU 维生素 E=1 毫克 d-a-生育酚醋酸酯

（dl——合成的；d——天然的）

发展趋势

天然维生素 E 逐步替代合成维生素 E：

据从事维生素研究的专业人士介绍，为了保健和防病治病，不少人都在购买维生素 E 服用，但一般都是合成的维生素 E 制品。随着近代医学和营养学的发展，科学家们发现，与合成品相比，天然维生素 E 其实更符合人体的需要。这些天然的维生素 E 广泛存在于植物的绿色部分以及禾本科种子的胚芽里，尤其在植物油中含量丰富。

据了解，利用高科技从大豆油中分离提纯出的天然维生素 E 的技术已经实现。这种天然维生素 E 由于在生产过程中没有产生化学反应，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。实验还证明，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。另外，在医药制品、保健食品、化妆品等方面，天然维生素 E 也正在逐渐取代合成的维生素 E。

在中国，天然维生素 E 可能会以适中的价格进入市场，以满足大众健康的需要。不过 09 年的上半年数据显示，市场上的维生素 e 软胶囊还是以合成的原料为主。大众想要获得天然维生素 e 还需要等待一段时间。

服用禁忌

维生素 E 与下列五种药物同时使用时，一定要在医生的指导下进行，切勿自行服用。

●阿司匹林

维 E 与阿司匹林都能降低血液黏稠度，所以当维生素 E 与阿司匹林同时服用时，医生应根据具体情况调整病人的服用剂量。

●维生素 K

维 E 对维生素 K 有拮抗作用，并且能够抑制血小板的凝聚，降低血液凝固性。因此，在做外科手术之前或是在服用抗凝血药物时，请不要与维 E 同时服用。

●洋地黄

维 E 可增强洋地黄的强心作用，使用此类药物的病人请慎用维生素 E，以免发生洋地黄中毒。

●新霉素

吸收的药物如新霉素，会影响人体对维生素 E 的吸收，因此同时服用可能会降低两者的药物作用。

●雌激素

长期大剂量(每天用量超过 400mg)服用维生素 E，特别是与雌激素合用，可以诱发血栓性静脉炎，应给予警惕。

代谢与吸收

维生素 E 在胆酸、胰液和脂肪的存在时，在脂酶的作用下以混合微粒，在小肠上部经非饱和的被动弥散方式被肠上皮细胞吸收。各种形式的维生素 E 被吸收后大多由乳糜微粒携带经淋巴系统到达肝脏。肝脏中的维生素 E 通过乳糜微粒和极低密度脂蛋白（VLDL）的载体作用进入血浆。乳糜微粒在血循环的分解过程中，将吸收的维生素 E 转移进入脂蛋白循环，其他的作为乳糜微粒的残骸。 α -生育酚的主要氧化产物是 α -生育醌，在脱去含氢的醛基生成葡糖醛酸。葡糖醛酸可通过胆汁排泄，或进一步在肾脏中被降解产生 α -生育酸从尿酸中排泄。

维生素 C、维生素 E 和 β -胡萝卜素的区别 **维生素 C**、维生素 E 和 β -胡萝卜素都有阻抑自由基活动、保护人体细胞的作用，但是它们的功效各有不同：

维生素 C 是水溶性维生素，能在细胞内部的血液里和液体里循环流动；

维生素 E 是脂溶性的，能保护人体内不饱和脂肪酸免受自由基的破坏，而不饱和脂肪酸具有保护内脏的功能；

β -胡萝卜素则监管低氧部位，例如肌肉里的微细血管，因此对于眼球、肺等微细血管较多的部位最具保护功效。每一种抗氧化剂发挥最佳功效的部位不同，三种一起补充，才能达到全面保护身体的作用。

如何选择维生素 E

选择方法

一定要选择天然的维生素 E。市场上主要有天然 VE 和合成 vE 两大类。天然 vE 一般从天然植物中提取，而合成 vE 一般以三甲基氢醌等石油化工副产物为原料制成。两者的价格差别大，功效差别就更大了。从安全性、生物活性、吸收率等来说，天然 vE 都要比合成 vE 好。自己用来保养的 vE，还是天然的好。

适合自己

是否合适。要根据明确的服用目的来决定。如果只是基础补充，仅用于预防维生素 E 缺乏症，你可以选择保健功能为“补充维生素 E”的产品，一般是 10~14 毫克/天，通过正常日常饮食或补充复合维生素片，就能摄取到这个量。如果要有特定美容保养目的，你应选择服用经过国家认可的功能实验测试证明，保健功能为“美容祛斑、延缓衰老”的产品，一般是 100 毫克/天左右。适合长期服用，如养生堂天然维生素 E。如果是针对衰退性疾病、免疫性疾病治疗，则需要在医生的指导下服用，一般是 200—800 毫克/天或以上。

美容保养

(1) 功效有没有，看保健功能标识。您只要选择产品包装上保健功能为“美容(祛黄褐斑)、延缓衰老”的产品即可。此类产品经过国家认可的功能实验测试证明，并适合长期服用。那些保健功能为“补

充维生素 E”的产品仅用于预防维生素 E 缺乏，因其含量未达到功效剂量，并不具备特定的美容保健功效。

(2) 功效好不好，看 d-生育酚含量，而不是整粒胶囊的净含量。一般每天补充 d-生育酚 100 毫克左右，才有确切的“美容(祛黄褐斑)、延缓衰老”功能。如养生堂天然维生素 E 每粒含 d-生育酚 97.5 毫克。

小麦胚芽油与普通维生素 E 的区别

小麦胚芽油是小麦成长过程中，经过胚胎发育出芽，再生长成苗，在小麦胚胎到出芽一周内，用高科技低温方法提炼出来的，亚临界低温萃取小麦胚芽油。小麦胚芽油不仅含有高纯度的维生素 E，还含有 B 族维生素、矿物质及多种微量元素，是一种纯天然营养食品。

而普通维生素 E 主要是化学原料分离合成的，不仅含有多种添加剂，而且成分单一。 [

4、维生素 K - 止血功臣

维生素 K 又叫凝血维生素，属于维生素的一种，具有叶绿醌生物活性，其最早于 1929 年由丹麦化学家达姆从动物肝和麻子油中发现并提取。维生素 K 包括 K1、K2、K3、K4 等几种形式，**其中 K1、K2 是天然存在的，属于脂溶性维生素；而 K3、K4 是通过人工合成的，是**

水溶性的维生素。四种维生素 K 的化学性质都较稳定，能耐酸、耐热，正常烹调中只有很少损失，但对光敏感，也易被碱和紫外线分解。

维生素 K 具有防止新生婴儿出血疾病、预防内出血及痔疮、减少生理期大量出血、促进血液正常凝固等生理作用，故而在临床中有一定的应用。

维生素 K 分为两大类，一类是**脂溶性**维生素，即从绿色植物中提取的维生素 K1 和从微生物中提取的维生素 K2。另一类是**水溶性**的维生素，由人工合成即维生素 K3 和 K4。最重要的是维生素 K1 和 K2。

一、维生素 K 主要生理功能

维生素 K 控制血液凝结。维生素 K 是四种凝血蛋白（凝血酶原、转变加速因子、抗血友病因子和司徒因子）在肝内合成必不可少的物质。

二、缺乏维生素 K 会产生哪些症状？其毒性如何？

缺乏维生素 K 会延迟血液凝固；引起新生儿出血病。

即使供给大量的维生素 K1 和维生素 K2 的天然形式也不会中毒。

发现历程

1895 年，丹麦生物化学家亨利克·达姆（Carl Peter Henrik Dam）达姆生于哥本哈根，于 1934 年取得哥本哈根大学博士学位。从 1928 年开始，达姆做了一系列的胆固醇代谢实验。许多哺乳类动物很容易合成胆固醇，他认为小鸡缺乏这种能力。对于人工饲养缺乏胆固醇的

小鸡，在饲料中加入丰富的维生素 A 和 D，数星期后开始出血和出血失控现象。

1932 年，加州的科学家认为出现这种现象是由于缺乏维生素 C，但加用纯维生素 C 后无效。

1934 年，达姆认为是饲料中缺乏一种未知的要素，并发现这种要素可溶于脂肪。

1935 年，达姆宣布发现一种新的维生素，并称它为“凝血维生素”，即维生素 K，它的最佳来源为绿叶、番茄和猪肝。K 是斯堪的那维亚文和德文中“Koagulation”（凝固）一词中的第一个字母，这个物质是脂溶性的。

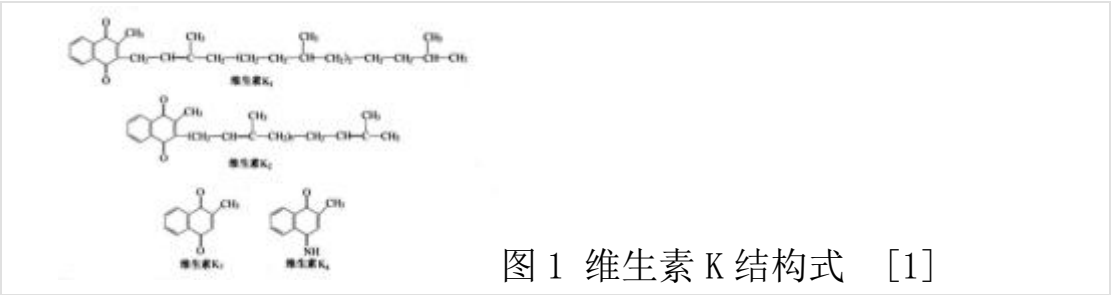
1938 年，达姆发现阻塞性黄疸病人有出血倾向也是维生素 K 缺乏所致。

1939 年，达姆又从紫花苜蓿中提纯了脂溶性维生素 K。由绿色植物中分离出的维生素 K 被称为 K₁，而由大肠腐败作用所产生的维生素 K 则称为 K₂，二者稍有不同，其差别首先由美国化学家爱德华·阿德尔伯特·多伊西（Edward A. Doisy）观察到。

1940 年，多伊西首先合成了维生素 K，并且确定了它的化学式。为此，达姆与多伊西共同获得了 1943 年诺贝尔生理学或医学奖。

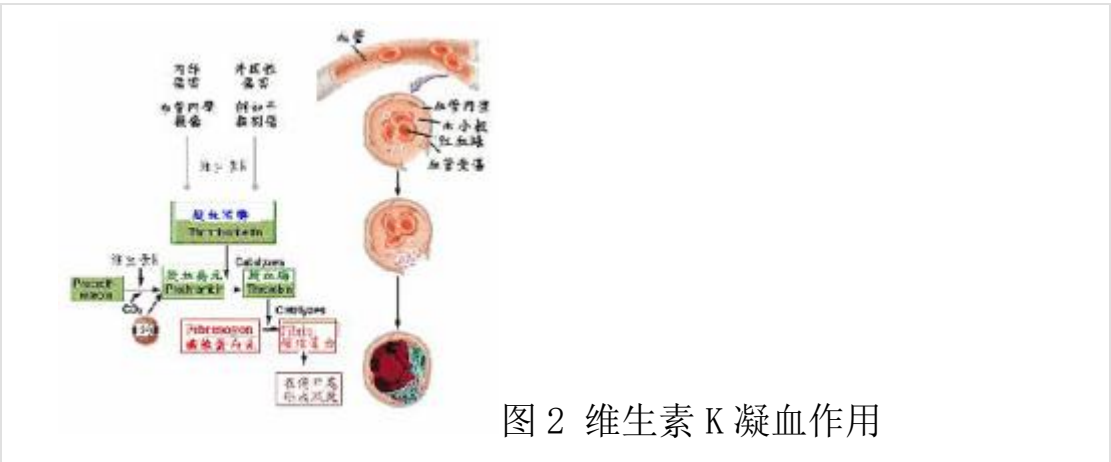
生化研究

结构性质



维生素 K 具有异戊二烯类侧链的萘醌类化合物，包含维生素 K1、维生素 K2、维生素 K3 和维生素 K4 四种。其中，维生素 K1 和维生素 K2 是天然的，从化学结构上看，维生素 K1 和维生素 K2 都是 2-甲基-1, 4 萘醌的衍生物，区别仅在 R 基的不同。其中，维生素 K1 是黄色油状物，K2 是淡黄色结晶，均有耐热性，但易受紫外线照射而破坏，故要避光保存。而维生素 K3 和维生素 K4 是人工合成的，其中，K3 为 2-甲基 1, 4 萘醌，有特殊臭味，维生素 K4 是 K3 的氢醌型，它们的性质较 K1 和 K2 稳定，而且能溶于水，可用于口服或注射。以上四者的分子结构如右图所示。

生化作用



1、参与 γ -羧基谷氨酸合成

维生素 K 是四种凝血蛋白（凝血酶原、转变加速因子、抗血友病因子和司徒因子）在肝脏内合成必不可少的物质，对 γ -羧基谷氨酸的合成具有辅助作用。如果缺乏维生素 K，则肝脏合成的上述四种凝血因子均为异常蛋白质分子，催化凝血作用的能力将大大下降。

γ -羧基谷氨酸(γ -Carboxyglutamic Acid, Gla)的合成一般在细胞微粒体内进行，需要含有谷氨酸的肽链作为基质，并需要氧及二氧化碳及维生素 K 氢醌（维生素 KH₂）。在这个作用中维生素的变化可用维生素 K-维生素 K₂,K₃ 环氧化合物(维生素 K-2,3epoxide, VKO)循环来表示。

2、参与骨骼代谢

除辅助凝血蛋白的合成，维生素 K 也有助于骨骼的代谢。原因是维生素 K 参与合成 BGP（维生素 K 依赖蛋白质），BGP 能调节骨骼中磷酸钙的合成。特别对老年人来说，他们的骨密度和维生素 K 呈正相关。经常摄入含维生素 K 的绿色蔬菜，能有效降低骨折的风险。

吸收代谢

维生素 K 可从食物中获取，也可依靠肠道细菌合成和人工合成。其中，维生素 K₁ 和维生素 K₂ 属于脂溶性维生素，其吸收需要胆汁、胰液，并与乳糜微粒相结合，由小肠吸收入淋巴系统，经淋巴系统运

输。其吸收取决于胰腺和胆囊的功能，在正常情况下约为摄取量的40-70%可被吸收。其在人体内的半衰期比较短，约为17小时。

人或动物口服生理或药理剂量的维生素K₁，20分钟后血浆中已出现维生素K₁，2小时达到高峰。在48~72小时内，血浆浓度按指数下降至1~5 ng/ml。在这段时间内，维生素K₁从乳糜微粒转移至β脂蛋白中，运输至肝内，与极低密度脂蛋白（VLDL）相结合，并通过低密度脂蛋白（LDL）至各组织。肝为维生素K₁的主要靶组织，注射维生素K₁小时后，50%剂量在肝内。

口服维生素K₂小时后，20%剂量在肝内，24小时降至最低值，而肾、心脏、皮肤及肌肉之量在24小时内增加到最高值而后下降。大鼠肝中维生素K含量约为8~44 ng/g，如肝的浓度低于4.5ng/g，凝血酶原时间延长，维生素K总体库比较小，约50~100 μg，转换率快，总体库每2.5小时可转换一次。其代谢物为维生素K短链及氧化代谢物形成γ-内酯，还可与葡萄糖苷酸结合。

在人体维生素K的侧链可以进行β或ω氧化形成6-羧基酸及其γ-内酯或进一步分解为4-羧基酸，还有少量的环氧代谢物，这些代谢物与葡萄糖苷酸相结合，存在于肠肝循环中，或从尿中排出。

人工合成的水溶性维生素K，更有利于人体吸收，已广泛地用于医疗上。例如，维生素K₃在动物肝微粒体内转变为MK₄，仅为摄取量的0.05~1.0%，其主要代谢产物为双氢维生素K₃葡萄糖苷酸的硫酸酯。

维生素 K 生理功能

促进凝血

维生素 K 即是凝血因子 γ - 羧化酶的辅酶，又是凝血因子 2、7、9、10 合成的必需物质。人体缺少维生素 K，凝血时间会延长，严重者会导致流血不止，甚至死亡。对女性来说，维生素 K 可减少生理期大量出血，还可防止内出血及痔疮。经常流鼻血的人，也可以考虑多从食物中摄取维生素 K。

参与骨骼代谢

维生素 K 属于骨形成的促进剂，临床和实验已经证明其有明确的抗骨质疏松作用，但其作用程度逊于雌激素，且其治疗作用有明显的药物剂量依赖性。目前，维生素 K 可以改善中老年骨质疏松症患者的状态，从而达到抗骨质疏松的作用。

临床意义

健康人对维生素 K 的需要量低而膳食中含量比较多，原发性维生素 K 缺乏不常见，临床上能见到的由于维生素 K 缺乏所致的表现是继发性出血如伤口出血，大片皮下出血和中枢神经系统出血等。

胎盘转运维生素 K 量少，新生儿初生时体内储存量低及体内肠道的无菌状态阻碍了利用维生素 K，母乳中维生素 K 含量低，新生儿吸乳量少以及婴儿未成熟的肝脏还不能合成正常数量的凝血因子等原因，使新生儿、小婴儿普遍存在低凝血酶原症。

已知最常见的成人维生素 K 缺乏性出血多发生于摄入含维生素 K 低的膳食并服用抗生素的病人中，维生素 K 不足可见于吸收不良综合征和其它胃肠疾病如囊性纤维化、口炎性腹泻、溃疡性结肠炎、节段性小肠炎、短肠综合征、胆道梗阻、胰腺功能不全等，以上情况均需常规补充维生素 K 制剂。

缺乏维生素 K 会减少机体中凝血酶原的合成，从而导致出血时间延长。将导致凝血时间延长，出血不止，即便是轻微的创伤或挫伤也可能引起血管破裂。出现皮下出血以及肌肉、脑、胃肠道、腹腔、泌尿生殖系统等器官或组织的出血或尿血、贫血甚至死亡。如：新生儿出血疾病，如吐血、肠子、脐带及包皮部位出血；成人不正常凝血，导致流鼻血、尿血、胃出血及瘀血等症状；低凝血酶原症，症状为血液凝固时间延长、皮下出血；小儿慢性肠炎；热带性下痢。

维生素 K 来源与摄取

摄入来源

人类维生素 K 的来源有二方面：一方面从肠道细菌合成，主要是 K₂，占 50 ~ 60%。维生素 K 在回肠内吸收，细菌必须在回肠内合成，才能为人体所利用，有些抗生素抑制上述消化道的细菌生长，影响维生素 K 的摄入。另一方面从食物中来，主要是 K₁，占 40 ~ 50%，绿叶蔬菜含量高，其次是奶及肉类，水果及谷类含量低。

由于中国食物成分表尚未将维生素 K 列入，仅以美国食物成分的数据表提供参考。

美国常见食物中叶绿醌含量（mg/100g）

食物名称	叶绿醌含量	食物名称	叶绿醌含量
菠菜	380	干扁豆	22
生菜	315	肝	5
圆白菜	145	蛋	2
芦笋	60	鲜肉	<1
豆角	33	鲜鱼	<1
豌豆	24	全脂奶	<1
黄瓜	20	豆油	193
西兰花	20	棉子油	60
胡萝卜	10	橄榄油	55
西红柿	6	玉米油	3
土豆	1	植物黄油	42
干黄豆	47	奶油	7

日推荐量

婴儿因假设肠内尚无细菌可合成维生素 K，建议自食物中摄取每公斤体重 2 μg 的量，一般成年人一天约自食物中摄取每公斤体重 10 μg ~20 μg 的量便足够。见下表：

组别	年龄（岁）	维生素 K（微克）
婴儿	0-1	10~20
儿童	1-11	11~60
青少年	>11	50~100
成人		60~80

需求族群

维生素 K 缺乏症在正常群体中不常见，因而制剂型维生素 K 常用一下几类人群：

- 1、经常流鼻血者；
- 2、有严重灼伤或外伤者；
- 3、正服用抗生素者；
- 4、早产婴儿，维生素 K 可以让新生儿体内血液循环正常进行；
- 5、缺乏足够胆汁吸收脂肪者（需经由注射补充）；
- 6、慢性胆囊炎患者；
- 7、长期应用抗生素及肠道灭菌药者；

8、患有胰腺疾病患者、患有胆管疾病及小肠粘膜萎缩或脂肪便患者。

注意事项

- 1、会损害肝脏功能，肝病患者不宜服用；
- 2、孕妇及授乳妇女避免大量服用维生素 K 补充品；
- 3、X 光、放射线、冷冻加工、阿司匹林及空气污染都会对维生素 K 的补充起到抑制作用；
- 4、如果使用抗生素，造成肠内细菌数量减少或功能降低，维生素 K 便会相对不足；
- 5、同时摄取维生素 K（即使来源为天然食物），将使抗血液凝固剂的药性产生反效果；
- 6、服用维生素 K 补充品后如有脸泛红、发红疹、肠胃不适、皮肤搔痒等过敏症状，应立即停用，并请医师诊治。
- 7、超过药理剂量的维生素 K2 能导致新生儿溶血性贫血、高胆红素血症和肝中毒，在成人则可诱发心脏病和肺病。

5、维生素 C—水果蔬菜中的营养素

维生素 C / 维他命 C（英语：Vitamin C，又称抗坏血酸（ascorbic acid）），是一种存在于各种食物的维他命，也可作为营养补充品购

买。它可用于预防及治疗坏血病。维他命 C 是参与组织修复和某些神经传递物中的酶促生产。它是几种酶的功能中所必需的，并且对于免疫系统运作很重要。它还可用作抗氧化剂。

坏血病是由于人体缺乏维生素 C 所引起的**疾病**。长期摄入不足或腹泻、呕吐等情况，都可造成缺乏维生素 C，使胶原蛋白不能正常合成导致细胞联结障碍，使毛细血管的脆性增加，从而引起皮、粘膜下出血，医学上称为**坏血病**。

证据不支持将其用于预防普通感冒。然而有些证据显示，经常服用可缩短患感冒的时间。目前尚未清楚营养补充剂是否会对癌症、心血管疾病或认知障碍症有所影响。服用可透过口服或注射。

维他命 C 通常耐受性良好。大剂量服用可能会导致胃肠道不适、头痛、睡眠困难及皮肤潮红。在怀孕期间，正常剂量是安全的。美国国家医学院建议反对大剂量服用。

维他命 C 于 1912 年被发现，1928 年被分离出来，并于 1933 年成为第一种化学合成维他命。在世界卫生组织基本药物标准清单中，是医疗系统中最安全，最有效的药物。维他命 C 可以是廉价的非专利和非处方类药物来获得。阿尔伯特·圣捷尔吉及华特·霍沃思因其发现而分别获授予 1937 年诺贝尔奖（生理学或医学奖 / 化学奖）。含维他命 C 的食物包括柑橘类水果、奇异果、番石榴、西兰花、抱子甘蓝、菜椒及草莓。长时间存放或烹饪可能会降低食品中的维他命 C 含量。

维生素 C 又叫抗坏血酸，是一种水溶性维生素。在所有维生素中，维生素 C 是最不稳定的。在贮藏，加工和烹调时，容易被破坏。它还易被氧化和分解。

一、维生素C主要生理功能

- 1、促进骨胶原的生物合成。利于组织创伤口的更快愈合；
- 2、促进氨基酸中酪氨酸和色氨酸的代谢，延长肌体寿命。
- 3、改善铁、钙和叶酸的利用。
- 4、改善脂肪和类脂特别是胆固醇的代谢，预防心血管病。
- 5、促进牙齿和骨骼的生长，防止牙床出血。；
- 6、增强肌体对外界环境的抗应激能力和免疫力。

二、维生素C缺乏和疾病

维生素C缺乏时，其症状表现为：

1. 牙龈肿胀出血，牙床溃烂、牙齿松动。
2. 骨骼畸形、易骨折。
3. 伤口难愈合等。进一步则引起坏血症、贫血。
4. 大出血和心脏衰竭，严重时有猝死的危险。
5. 肌肉纤维衰退，包括心肌衰退。

维生素C是无毒的营养素，但每天摄入量超过八克会有害，症状包括：恶心，腹部痉挛，腹泻，铁的过量吸收，红血球破坏，骨骼矿物质代谢增强，妨碍抗凝剂的治疗，血浆胆固醇升高，并可能对大剂量维生素C形成依赖。

维生素C：主要来源于新鲜的水果和蔬菜，柠檬、橘子、苹果、酸枣、草莓、辣椒、土豆、菠菜。

维生素C 它亦是高等灵长类动物与其他少数生物的必需营养素。维生素C在大多数生物体内可藉由新陈代谢制造出来，但是有许多例外，比如人类，缺乏维生素C会造成坏血病。

维他命C可作营养补充剂以预防或治疗坏血病，目前并无证据显示可预防感冒。维他命C可藉由口服或注射来摄取。

维生素C的药效基团是抗坏血酸离子。在生物体内，维生素C是一种抗氧化剂，因为它能够保护身体免于氧化剂的威胁，维生素C同时也是一种辅酶。

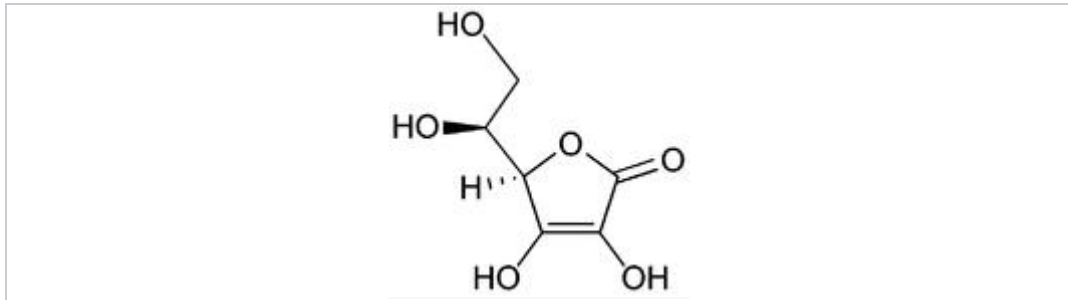
一般而言，维他命C的耐受性很好，大剂量服用可能导致肠胃不适、头痛、睡眠困难以及肌肤泛红。怀孕期间摄取正常剂量通常是安全无虞的，维他命C为一种基本营养成分，有助于组织修复。含有维他命C的食物包含柑橘类水果、番茄以及马铃薯。当它作为食品添加剂。

维生素C也是一种抗氧化剂和防腐剂的酸度调节剂。多个E编码收录维生素C，不同的数字取决于它的化学结构，像是E300是抗坏血酸，E301为抗坏血酸钠盐，E302为抗坏血酸钙盐，E303为抗坏血酸钾盐，E304为酯类抗坏血酸棕榈和抗坏血酸硬脂酸，E315为异抗坏血酸除虫菊酯。

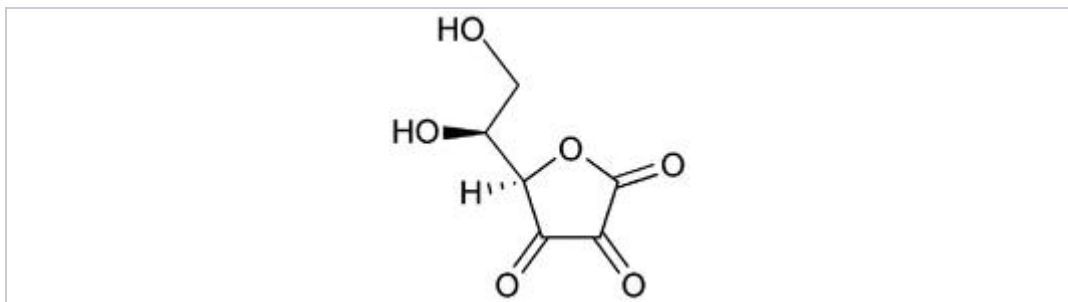
维他命C最早发现于1912年，在1928年首次被分离出来，在1933年首次被制造出来，于世界卫生组织基本药物标准清单上名列有案，是建立照护系统时相当重要的必备基础药物之一。维他命C已

经是通用名药物，也是成药。在开发中国家的批发价约在每月 0.19 到 0.54 美元之间，有些国家将抗坏血酸加入食物，像是营养麦片。

生物学意义



抗坏血酸（还原态）



去氢抗坏血酸（氧化态）

维他命 C 是某些动物的必需营养素，包括人类。「维他命 C」一词涵盖了几种在动物体内具维他命 C 活性的特定维他命。一些膳食补充剂中也使用**抗坏血酸盐**(Ascorbate salts)，如**抗坏血酸钠**(sodium ascorbate) 和**抗坏血酸钙**(calcium ascorbate)。这些在消化时释放抗坏血酸。抗坏血酸钠和抗坏血酸钙都是天然存在于体内，它们的形式根据 pH 值而互相转变。分子的氧化形式如去氢抗坏血酸可透过还原剂转化回抗坏血酸。

维他命 C 在动物（和人类）的许多酶促反应中有着辅因子的作用，它调解各种生物学功能中的基本要素，包括伤口愈合和胶原蛋白的合成。对人类来说，维他命 C 缺乏症会导致胶原蛋白合成受损，导致坏血病更严重的症状。维他命 C 的另一种生物化学的角色是充当抗氧化剂（还原剂），透过供应电子给各种酶促和非酶促反应。这样就会把维他命 C 转化为氧化状态一半去氢抗坏血酸（semidehydroascorbic acid）或去氢抗坏血酸。这些化合物可透过谷胱甘肽和依赖烟酰胺腺嘌呤二核苷酸磷酸（NADP）的酶促机制还原到还原状态。

在植物中，维他命 C 是一种抗坏血酸过氧化物酶的酶受质。该酶利用抗坏血酸透过将其转化为水（ H_2O ）及氧气以中和过量的过氧化氢（ H_2O_2 ）。

维生素 C 缺乏症状

主条目：坏血病

透过摄入超出参考膳食摄取量的膳食补充品以达到高于 $65\ \mu\text{mol/L}$ （ 1.1mg/dL ），血清水平就会被认为是饱和。一般定义充足的维他命 C 是在 $50\ \mu\text{mol/L}$ 以上，低于 $23\ \mu\text{mol/L}$ 时会出现维他命缺乏症（hypovitaminosis），而低于 $11.4\ \mu\text{mol/L}$ 时会出现维他命不足。对于 20 岁以上的人，从 2003-04 年美国纳汉斯（NHANES）调查的资料显示，血清浓度平均值和中位数分别为 $49.0\ \mu\text{mol/L}$ 及 $54.4\ \mu\text{mol/L}$ ，据报告缺乏的人占百分比为 7.1%。

坏血病是缺乏维他命 C 而引起的维生素缺乏症，如果没有这种维他命，人体制造的胶原蛋白会变得太不稳定而无法正常发挥其功能，以及体内的其他几种酶无法正常运作。坏血病的病症是皮肤上红色斑点和皮下出血、海绵状的牙龈，螺旋形的头发生长，和伤口愈合不良。大腿和小腿出现皮肤病变最多，患者看起来肤色苍白、感到郁闷、部分患者甚至会陷入瘫痪。在坏血病晚期中，有些出现开放性的化脓伤口、牙齿脱落、骨骼异常，并最终死亡。人体只能储存小量的维他命 C，因此，若不食用新鲜的补给品，人体的储存将会很快就耗尽。

著名的人类实验性膳食研究是，在 1960 年代后期至 1980 年代期间，在英国和爱荷华州于二战期间被囚的良心拒服兵役者进行了实验性人类饮食研究，结果诱导了坏血病。在开始进行不含维他命 C 的饮食后大约四个星期，监狱中研究的男子出现坏血病的第一个迹象，而在较早的英国研究中，此情况则需要 6-8 个月的时间，这可能是由于该组别在开始进行坏血病饮食之前的六个星期，预先加载了每天 70mg 的营养补充剂。在两项研究中，那些男性血液中的抗坏血酸水平都太低，无法准确测定他们出现坏血病迹象的时间。这些研究都指出，每天仅补充 10mg 的维他命 C 就可以完全逆转所有坏血病的明显症状。

维生素 C 功能作用

维他命 C 在治疗坏血病中具有决定性作用，而坏血病是由于缺乏维他命 C 缺乏症引起的。除此之外，维他命 C 在预防或治疗各种疾病中的作用存在着争议，评论的结果有着矛盾的结果。2012 年考科蓝

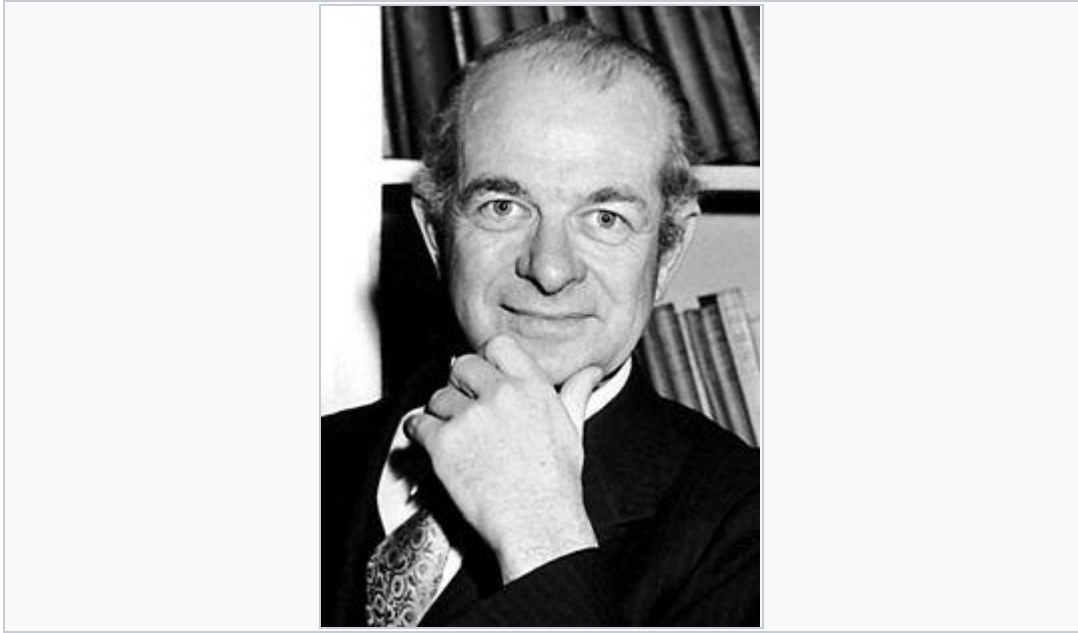
的评估报告指维他命 C 补充剂对总死亡率并没有影响。它在世界卫生组织基本药物标准清单中，是医疗系统里最安全，最有效的药物。

坏血病

坏血病是由于缺乏维他命 C 而引起的，可以食用维他命 C 的食物或服用膳食补充剂预防和治疗。在症状出现之前，在不添加维他命 C 的情况下，至少需要一个月的时间才能恢复。疾病的早期症状是不适和昏睡，继而发展为呼吸急促、骨痛、牙龈出血、容易受伤、伤口愈合不良，最后发烧、抽搐并最终死亡。直到疾病较晚期的时候，损害才是可以逆转的，因为健康的胶原蛋白可通过补充维他命 C 来代替有缺陷的胶原蛋白填补。治疗可以是利用口服药物或透过肌肉内或静脉内注射。坏血病是于古典时代由希波克拉底发现而为人所知。在现代，英国皇家海军外科医生詹姆斯·林德于 1747 年的早期对照试验中，显示柑橘类水果可以预防该疾病。从 1796 年开始，柠檬汁获发放予所有英国皇家海军的所有船员。

感染

维他命 C 与一般感冒



诺贝尔奖得奖者莱纳斯·鲍林于其1970年的著作中提倡服用维他命C以预防普通感冒。

维他命C对普通感冒的研究已分为对普通感冒的预防、持续时间和严重性的影响。2012年考科蓝的报告指每天观察至少200毫克，结论是定期地服用维他命C不能有效预防普通感冒。他们把分析限制为每天使用至少1,000mg的实验也没有看到预防的益处。然而，定期服用维他命C确实可以减少8%的成年人及14%儿童的平均持续时间，并且降低了感冒的严重程度。随后的儿童综合分析发现维他命C于预防及减少上呼吸道感染的持续时间方面具有统计学意义。成年人试验的分组报告指，补充品能够减少于亚北极地区的马拉松运动员、滑雪者或士兵中半数感冒的发生。另一项试验着眼于治疗用途，这意味着除非人们感到开始患感冒，否则不会开始使用维他命C。其中，维他命C不会影响持续时间或严重程度。较早的评论指出，维他命C

不能预防感冒、不会缩短病程，和不会降低严重程度。考科蓝报告的作者得出以下结论：

维他命 C 补充品未能减少一般人患上感冒的发生率，这表明常规的补充维他命 C 是不合理的... 定期补充品的试验已经表明维他命 C 可以减少感冒的持续时间，但这在少数已进行的治疗性试验中没有重复。尽管如此，鉴于常规补充品研究中，维他命 C 对感冒的持续时间和严重程度的一致效果，以及低成本和安全性，普通感冒患者可能值得进行个体化测试以决定治疗性的维他命 C 是否对他们有益处。

高浓度的维他命 C 容易地分布进入免疫细胞，它们具有抗微生物和自然杀手细胞活性，促进淋巴球增殖，并在感染期间迅速消耗，这些作用表明在免疫系统调节中具显著的作用。((le|欧洲食品安全局|European Food Safety Authority}}发现到，在成年人和三岁以下儿童于饮食中维他命 C 的摄入量与正常免疫系统的功能之间存在着因果关系。

癌症

维他命 C 是否对癌症有所影响有两种说法。第一，在没有额外的膳食补充剂的情况下，在正常饮食摄入量范围内，摄取更多维他命 C 的人罹患癌症的风险更低，如果是这样的话，口服补充剂有同样的益处吗？第二，对于被诊断出患有癌症的人，会否静脉注射大量抗坏血

酸以治疗癌症，减少其他治疗方法的不良影响，从而延长生存期并改善生活质素？2013 年的考科蓝报告发现没有证据表明维他命 C 补充剂能够健康人士，以及由于吸烟或接触石棉的高危人士患上肺癌的风险[需要更新]。第二项综合分析发现对前列腺癌的风险并没有影响。两项综合分析评估了维他命 C 补充剂对大肠癌风险的影响。一个发现维他命 C 摄入量与降低风险之间存在着较弱的关联，另一个则发现维他命 C 补充剂无效。2011 年的一项综合分析未能找到维他命 C 补充剂预防乳癌的支持，但第二项研究得出的结论是，维他命 C 可能与增加经已确诊患者的生存率。

在正分子医学的类目中，「静脉注射维他命 C 是一种具争议的附属性癌症治疗，广泛用于自然疗法及一体化的肿瘤学领域。」随着口服给药的吸收效率因分量增加而降低，静脉给药绕过这一点。这样做可以使血浆浓度达到每升 5-10 mmol，远远超过口服的每升约 0.2 mmol 的限量。其机制的理论是矛盾的。在高组织浓度下，抗坏血酸被认为是促氧化剂，会产生过氧化氢（ H_2O_2 ）杀掉肿瘤细胞。同一文献声称抗坏血酸充当抗氧化剂的作用，从而减少化学疗法及放射治疗的不良影响。该领域的研究仍在继续进行，但 2014 年的一项研究得出结论：「目前，在临床试验之外，不建议使用大剂量静脉注射维他命 C（作为抗癌药）。」2015 年的研究补充道：「在癌症患者中使用抗坏血酸补充剂，无论是增强化疗的抗肿瘤作用或是降低其毒性，这里都没有高质量的证据支持表明。抗坏血酸的抗肿瘤作用证据，仅限于病例报告和观察性研究及非对照性研究。」

心血管疾病

截至 2017 年，这里没有证据表明服用维他命 C 可以减少心血管疾病。2013 年的一项调查发现，没有证据表明维他命 C 补充剂可以降低心肌梗塞、中风、心血管疾病死亡率的风险，或各种原因的死亡率。2013 年的另一篇研究发现高流通的维他命 C 水平和饮食中的维他命 C 之间存在着关联，并降低中风的风险。2014 年的一项调查发现，当每天服用剂量大于 500mg 的维他命 C 时，维他命 C 对内皮细胞功能（endothelial function）有积极作用。内皮细胞是一层排列在血管内壁的细胞。

脑功能

2017 年的一项系统性评估发现，跟具有正常认知能力的人相比，认知障碍患者（包括阿兹海默症及认知障碍症），他们体内的维他命 C 浓度较低。但是，认知测试依赖于简短智能测验，这只是认知能力的一般测试，这表明在评估维他命 C 对正常人及残障人士中认知能力的潜在重要性来说，整体研究的质量较低。阿兹海默症患者营养状况的综述报告指，血浆中维他命 C 的含量较低，而且还有血液中叶酸、维他命 B₁₂ 及维生素 E 的水平较低。

其他疾病

研究检查维他命 C 摄入量对阿兹海默症风险的影响，结果得出了矛盾的结论。保持健康的膳食摄取可能比补充剂更能获得任何潜在的益处。2010 年的一篇评论发现，维他命 C 补充剂于治疗类风湿性关

节炎中没有作用。维他命 C 补充剂不能预防或减慢跟年龄有关的白内障的进程。

其他

在人体内，维生素 C 是高效抗氧化剂，用来减轻抗坏血酸过氧化物酶（ascorbate peroxidase）基底的氧化应力（oxidative stress）。还有许多重要的生物合成过程中也需要维生素 C 参与作用。

维生素 C 为 8 种不同的酵素作为电子供体：

其中 3 种参与胶原羟化。这些反应将羟基放入胺酸的脯氨酸或赖氨酸，再将此胺基酸加入至胶原蛋白分子内（经由脯氨酸羟化酶和赖氨酸羟化酶），从而使胶原蛋白分子能够承担其三重螺旋结构，使得维生素 C 必须在维护组织、血管和软骨的时候使用。

其中两种要参与组合肉碱。肉碱在运输脂肪酸进入粒线体制造 ATP 的时候是必需品。

剩下的三种有以下功能：

- 。多巴胺参与肾上腺素来合成多巴胺羟化酶。
- 。另一种酶加入胺基成为缩胺酸激素，大大增加其稳定性。
- 。其中一种调节酪胺酸代谢。血浆中的维生素 C 的累积含量超过 100 倍的生物器官组织为肾上腺、脑垂腺、胸腺、黄体酮及视网膜。而包括脑、脾、肺、睪丸、淋巴结、肝、甲状腺、小肠黏膜、白血球、胰脏、肾脏、唾液腺等器官组织内的维生素 C 的含量也高于血浆中的维生素 C 10 至 50 倍。

民间医学

人们从远古时代的时候就已经知道需要从新鲜蔬菜或是生的动物性肉类以预防疾病。生活在边缘地区的原住民将这相关行为与他们的药用知识结合。例如，在温带地区使用云杉的针叶，或是沙漠地区抗旱树种的叶制成用作输液用途的针。

1536 年，法国探险家雅克·卡蒂亚在探索圣罗伦斯河时，利用当地原住民的知识救助其同行的人以免死于坏血病。他把经煮沸的水加入崖柏属乔木针叶来泡茶，后来发现该茶中每 100 克含有 50 毫克的维他命 C。

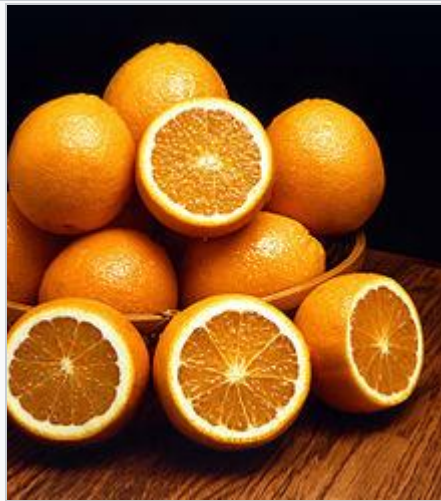
大海上的坏血病



英国皇家海军外科医生詹姆斯·林德于 1747 年首次记录对照实验，证实新鲜水果能够治疗坏血病。

综观历史，有时当地机关会建议利用有利于长时间储存蔬菜的方式度过漫长的航海旅程。

在公元前约 400 年的文献资料中，希波克拉底已有坏血病的描述。



柑橘是第一种能够携带到船上的富含维生素 C 食物。

在 1497 年，瓦斯科·达嘉马的探险中，已知柑橘类水果具治疗作用。后来，葡萄牙人在圣海伦娜种植了果树和蔬菜，那是从亚洲出发的回程航行的停靠点，让过往船只持续航行。

当局偶尔会推荐使用植物性食物，以防止在长程航行中患上坏血病。英国东印度公司的首名外科医生约翰·伍德德尔于 1617 年的其著作《外科医生的伙伴（The Surgeon's Mate）》中，推荐柠檬汁具预防性和治疗性作用；1734 年，荷兰作家约翰·巴赫斯特伦提出了坚定的意见：「坏血病完全纯粹是由于对新鲜的蔬菜和绿色食品的完全禁食，这是独立的主要病因。」

在漫长的海上航行中，坏血病长期以来一直是远海航行水手的主要杀手。根据乔纳森·兰姆（Jonathan Lamb）的说法，「1499 年，瓦斯科·达嘉马从 170 名船员中失去了 116 名； 1520 年，麦哲伦失去了 230 人中的 208 人；... 主要是坏血病。」

坏血病对偏远水手与士兵这类不易食用新鲜蔬果的人是很常见的。首个尝试对这种病因提供科学依据的是由英国皇家海军的一名外科医生詹姆斯·林德撰写，那是他于 1747 年对照实验的首次记录，证实新鲜水果能够治疗坏血病。在 1747 年 5 月在海上航行期间，所有人都进食完全相同的食物，林德为一些船员每天提供两个橙子和一个柠檬，而其他船员则继续饮用苹果酒、醋、稀硫酸或海水，这是世界上首个受控实验之一。结果显示，进食柑橘类水果的船员情况好转，可以预防这种疾病，而其他船员状况依然。1753 年，林德于其《坏血病专论（Treatise on the Scurvy）》中发表其实验作品。林德的作品之所以延迟出版，部分的原因是他的作品中的证据出现互相矛盾的地方，还有一部分原因是海军方面认为好转的船员还是很虚弱的，因此当时船长认为林德的建议没有效用，并认为这些果汁无法治疗坏血病。此外，新鲜水果于船上保存很昂贵也长时间保存在船上非常困难，而将其煮沸成果汁虽易于储存，但当中的维他命被破坏光了（尤其是在铜制锅中煮沸）。到了 1796 年，英国皇家海军才采用柠檬或青柠的果汁作为海上的标准品，作为坏血病的解决方案。1860 年，由于整个皇家海军在英属西印度殖民地能够采得青柠，而柠檬在那边因没有柠檬树而价格以比较昂贵，他们因此使用青柠汁，这使美国人

对英国人昵称为「英国佬（limey）」作英国人的代名词。库克船长在带领其船员到夏威夷群岛，最先论证使用新鲜蔬果跟德国酸菜般的腌渍蔬菜的优点，成功让他的船员没有因坏血病而死亡。英国海军部（British Admiralty）因此授予他一枚奖章。

在近代，「抗坏血病（antiscorbutic）」一词于 18 世纪至 19 世纪用于已知可预防坏血病的食物。这些食物包括柠檬、青柠、橙、酸菜、椰菜、麦芽和便携式汤。1928 年，加拿大北极人类学家菲尔贾马尔·斯特凡森表明，因纽特人（Inuit）以主要是生肉的饮食来避免患坏血病。后来位于加拿大北部育空地区第一民族的甸尼人、因纽特人及梅蒂人进行的传统饮食研究指出，他们平均每天的维他命 C 摄取量为 52-62 毫克，跟估计的平均参考膳食摄取量的需求相当。

抗坏血酸的发现



阿尔伯特·森特—乔尔吉（Albert Szent-Györgyi）当他居于作为辣椒粉（红辣椒）工业中心的塞格德时，他找到一种可以大量生产用于研究为目的之维他命 C 方法之后，他获得诺贝尔奖。

维他命 C 于 1912 年被发现，1928 年被分离出来，并于 1933 年被合成，使其成为第一种被合成的维他命[10]。此后不久，塔德乌斯·赖希斯坦（Tadeusz Reichstein）通过现在称为赖希斯坦程式的方法成功地大量合成维他命，这使得廉价生产维他命 C 成为有可能的事情。罗氏于 1934 年以商标名称维多 C 注册作为合成维他命 C，并开始将其作为膳食补充剂投入市场。

1907 年，挪威医生阿克塞尔·霍尔斯特及西奥多·诺普利在研究船上的脚气病时，发现了一种有助于识别抗坏血因子的实验动物模型，他们以谷物和面粉喂养豚鼠的测试，当产生坏血病而不是脚气病时二人感到惊讶。幸运的是，这个物种不能自身制造维生素 C，而老鼠却会这样。

1912 年，波兰生物化学家卡西米尔·芬克综合了以往的试验结果，提出了维他命的概念。其中之一被认为是抗坏血球因子。1928 年，尽管其化学结构尚未确定，这种东西被称为「水溶性 C」。

1928 年北极地区的人类学家菲尔贾马尔·斯特凡森试图证明为何爱斯基摩人能够在毫无蔬菜的饮食中不会得到坏血病，而有类似高肉类饮食的欧洲极地探险家却会出现病症。他认为那些原住民是从微煮的肉类中获得维他命 C。所以从 1928 年开始，一年中他和他的同事在医务人员的监督下采用完全的微煮肉类饮食；而这一年他们并没出现坏血病。

从 1928 年到 1932 年，阿尔伯特·圣捷尔吉和约瑟夫·L·史维尔比（Joseph L. Svirbely）的匈牙利团队，以及查尔斯·格伦·金的美国团队首先从生物中分离出维他命 C，从而确定了抗坏血球因子的存在。圣捷尔吉从动物肾上腺分离出己糖醛酸（hexuronic acid），并怀疑这就是抗坏血球因子。1931 年后期，圣捷尔吉把最后一个肾上腺来源的己糖醛酸交给史维尔比，暗示它可能是抗坏血酸的因子。到了 1932 年春天，金的实验室已经证明了这一点，但是在发表结果时却没有让圣捷尔吉获得荣誉。此事导致出现有关优先权的激烈争议。

1933 年，华特·霍沃思透过化学方式将维他命鉴定为 L-己糖醛酸（L-hexuronic acid），从而证明了 1933 年的合成。圣捷尔吉及霍沃思提出把 L-己糖醛酸（L-hexuronic acid）命名为 α -抗坏血酸（ α -ascorbic acid）和化学方式的 L-抗坏血酸（L-ascorbic acid），以纪念其对抗坏血病的活动。该术语的词源是来自拉丁语，「 α -」表示远离或偏离，而「-ascorbic」是来自中世纪拉丁语「scurbuticus（与坏血病有关）」，跟古北欧语「skyrbjugr」、法文「scurbut」、荷兰语「scheurbuik」，及低地德语「scharbock」同源。圣捷尔吉因这部分的发现而被授予 1937 年的诺贝尔生理学或医学奖，而霍沃思则共同获得该年的诺贝尔化学奖。由于霍沃思与艾德蒙·赫斯特及塔德乌什·赖希施泰因在 1933 到 1934 年间分别最早成功研发人工合成的维他命 C，让维他命 C 得以大量制造。

1934 年，罗氏药厂成为第一家大量生产维他命 C 的制药工厂。

1957 年，J·J·伯恩斯（JJ Burns）发现，某些哺乳动物容易患上坏血病，因为它们的肝脏不会生产一种酶称为 L-古洛内酯氧化酶，那是合成维他命 C 的四种酶的最后一个链接。美国生物化学家艾尔文·史东是首个利用维他命 C 作为食物防腐性能，以此来保鲜的人。后来他提出了一种理论，认为人类具有 L-古洛内酯氧化酶突变形式的编码基因。

2008 年，蒙佩利尔大学的研究人员发现，红血球在人类和其他灵长类动物中经已进化出一种机制，通过将氧化的 L-去氢抗坏血酸（DHA）循环转回抗坏血酸供身体再利用，从而更有效地利用身体体内存在的维他命 C。该机制未有被发现存在于能够自我合成维他命 C 的哺乳类动物中。

膳食

官方每日建议需求量

美国维他命 C 建议量 (mg / 每天) [2]	
1—3 岁儿童 RDA	15
4—8 岁儿童 RDA	25
9—13 岁儿童 RDA	45
14—18 岁女孩 RDA	65
14—18 岁男孩 RDA	75
成年女性 RDA	75

成年男性 RDA	90
怀孕期 RDA	85
哺乳期 RDA	120
成年女性 UL	2,000
成年男性 UL	2,000

各个国家机构已经制定了成年人摄入维他命 C 的建议：

- 印度海得拉巴国家营养研究所：每天 40 毫克；
- 英国食品标准局：每日 40 毫克。
- 联合国世界卫生组织：每天 45 毫克 / 每星期 300 毫克；
- 欧洲联盟委员会营养标签委员会：每天 80 毫克；
- 加拿大卫生部（2007 年）：每天 90 毫克（男性）和每天 75 毫克（女性）；
- 美国国家科学院：每天 90 毫克（男性）和每天 75 毫克（女性）；
- 美国国家科学学会：每日 60 - 95 毫克；
- 日本国立卫生研究院：每天 100 毫克；
- 欧洲食品安全局：每天 110 毫克（男性）和每天 95 毫克（女性）。

※ 建议摄取量是针对一般健康个体，在身体制造大量抗体与补体时，作为必要反应物之一的维他命 C 需求量势必增加（请参阅免疫与生化学关于抗体与补体产生的反应流程）。

在 2000 年，北美参考膳食摄取量有关维他命 C 的一个章节，成年

男性的推荐膳食摄取量（RDA）更新为每天 90 毫克，成年女性为每天 75 毫克，但不要超过每日 2,000 毫克。其他跟人类一样无法自行产生维他命 C 的物种则需要人类建议摄取量的 20—80 倍，而科学家们也在争论最佳摄取的频率（每次服用量与服用时间间隔）。不过以一般成年人而言，即使维他命 C 摄取不足，只要饮食均衡的话，还是能够预防急性坏血病。然而对于怀孕、吸烟或是压力大的人士就需要摄取多一点。他们并设定成年人的可耐受最高摄取量（UL）为每天 2,000 毫克。选择此量是因为人体试验报告指，摄入量每天超过 3,000 毫克时会出现腹泻和其他胃肠道疾病，不过只要立刻降低摄取量就不会对人体有害。这称为最低观察到的不良反应水平（LOAEL），意味着在高摄入量下会观察到有其他不良影响。欧洲食品安全局（EFSA）在 2006 年对安全性问题进行了审查并得出结论，这里没有足够的证据订立维他命 C 的可耐受最高摄取量（UL）。日本国立健康与营养研究所于 2010 年审查了相同的问题，他们得出的结论是：这里没有足够的证据制定可耐受最高摄取量（UL）。

欧洲食品安全局的维他命 C 建议量 (mg / 每天)	
1—3 岁儿童 RDA	20
4—6 岁儿童 RDA	30
7—10 岁儿童 RDA	45
11—14 岁青少年儿童 RDA	70
15—17 岁女孩 RDA	90

15—17 岁男孩 RDA	100
怀孕期 RDA	100
哺乳期 RDA	155

对于欧洲联盟，欧洲食品安全局（EFSA）对成人和儿童均提出了更高的建议，见表：

- 1—3 岁儿童：每天 20 毫克；
- 4—6 岁儿童：每天 30 毫克；
- 7 - 10 岁儿童：每天 45 毫克；
- 11—14 岁青少年儿童：每天 70 毫克；
- 15—17 岁女孩：每天 90 毫克；
- 15—17 岁男孩：每天 100 毫克；
- 怀孕期女性：每天 100 毫克；
- 哺乳期女性：每天 155 毫克；

美国国家健康统计中心每半年进行一次国家健康和营养检查调查

（NHANES），以评估美国成年人和儿童的健康及营养状况。当中一些结果被报告为题《我们在美国吃什么》。2013-2014 年的调查报告指，对于 20 岁及以上的成年人，男性平均每天摄入 83.3 毫克，而女性平均每天摄入 75.1 毫克。这意味着一半的女性和超过一半的男性不食用 RDA 中的维他命 C [124]。同一项调查表明，大约 30% 的成年人报告他们食用了维他命 C 膳食补充剂或包含维他命 C 的多种维生素 / 矿物质补充剂，这些人的总消耗量在每天 300—400 毫克之间[125]。

另一方面，印度提出的建议要低得多：

- 1 岁至成人：每天 40 毫克；
- 怀孕期女性，每天 60 毫克；
- 哺乳期女性，每天 80 毫克；

显然，各国之间没有达成共识。

跟非吸烟者相比，香烟吸食者和暴露于二手烟人士的血清中维他命 C 水平较低。该想法是，吸入烟雾会导致氧化损伤，从而消耗这种抗氧化剂维他命。美国医学研究所估计，吸烟者每天需要比不吸烟者多摄取 35 毫克的维他命 C，但并未正式为吸烟者建立更高的 RDA 。一项综合分析表明，维他命 C 摄入量跟肺癌之间存在着反比关系，尽管它得出结论，需要更多的研究来证实这个观察所得。

食品标签

对于美国食品和膳食补充剂标签

为目的，每个份量以每日数值的百分比来表示（%DV）。对于维他命 C 标签为目的，每日数值的 100% 为 60 毫克，但自 2016 年 5 月 27 日

中华民国行政院卫生署维他命 C 建议摄取量[126]		
年龄	建议摄取量 (mg / 天)	上限摄取量 (mg / 天)
0—3 个月婴儿	40	
6—9 个月婴儿	50	
1 岁—3 岁儿童	40	400
4 岁—6 岁儿童	50	650
7 岁—9 岁儿童	60	650
10 岁—12 岁青少年	80	1,200
13 岁—15 岁青少年	90	1,800
16 岁—71 岁	100	2,000
怀孕期女性	110	2,000
哺乳期女性	140	2,000

起，该数值被修订为 90 毫克，以使它跟 RDA 达成协议。参考膳食摄入量中提供了新旧参考每日摄入量。符合规定的原始截止日期为 2018 年 7 月 28 日，但在 2017 年 9 月 29 日，美国食品药品监督管理局（FDA）颁布了一项拟议规则，把大公司的截止日期延长到 2020 年 1 月 1 日，而小型公司则为 2021 年 1 月 1 日[129]。欧盟法规要求标签声明能量、蛋白质、脂肪、饱和脂肪、碳水化合物、糖和盐的分量。如果出现在显著分量时，若大量存在的话，自愿基础上申报的营养成分可能会显示出来。除了每日数值外，参考摄入量（RI）百分比的数值会显示出来。对于维他命 C，2011 年把参考每日摄入量的 100% 订为 80 毫克。

认同药物替代方案的人（不服用药物而服用维他命 C）则是声明足以腹泻的最低剂量才是真正的维他命 C 需求量[131]。Cathcart [131] 与 Cameron 两人展示了癌症末期或是严重的流行性感冒的患者摄取高达 200 克的抗坏血酸不会出现任何腹泻状况。人体会随症状的加重而增加维他命 C 的摄取量，来对抗病毒及其他高度紧张的危机。当病症痊愈后，维他命 C 的饱和量就减少至每天 4-15 克。维他命 C 在产生抗体（IgG）与补体的过程当中为必要的成分，故维他命 C 有辅助消灭病毒的作用，然而人体有补充营养、中和病毒产生的毒素和修复被病毒破坏的体质之必要成份，体内的维他命 C 于耗尽时会导致病情急速恶化。但在对抗繁殖速度较快的细菌性的感染时（如肺炎双球菌或霉菌菌），高剂量维他命 C 只能抗衡（阻止病情恶化）却不能治愈疾病，身体须配合药物的使用（如抗生素）方可达到最大的效果。

来源

蔬菜水果中含有很多的维他命 C。固体维他命 C，维他命 C 化钙和维他命 C 化钠都是很稳定的化合物，在干燥的空气和室温下可以无限期地储存。从蔬菜水果中摄取维他命 C 是可以防止坏血病的，然而水果切开后很容易变黄并逐渐转变成褐色、蔬菜炒得过熟会变黑，这些都是维他命 C 氧化的结果。因此蔬菜水果若未经加热的话可摄取最多的维他命 C。

片装维他命 C 固体补充剂在市面上很普遍，早年是从天然水果提炼的，现在则完全是从葡萄糖以化学及发酵方式合成。合成的维他命 C 由于经过细菌发酵，因此跟天然的维他命 C 完全相同，同样的有右旋光性。有药厂将 1 克维他命 C 粉末和碳酸钙、碳酸钠等的粉末压成片装，服用时将其置于水中就会如汽水般冒出气泡，称为维他命 C 泡腾片或维他命 C 发泡錠。如以治疗为目的去服用大量的维他命 C，则不适宜使用抗坏血酸钙，因为过量的钙会消耗维他命 C 以排出体外，因此口服需要使用纯粹的维他命 C（抗坏血酸）。而维他命 C 的静脉注射或皮下注射，则必须使用抗坏血酸钠溶液。

植物来源



玫瑰果是维他命 C 的一种特别丰富的来源。

虽然植物性食物通常是维他命 C 的良好来源，但植物性食物中的含量取决于该植物的种类、土壤状况、生长气候、采摘后的时间长短、储存条件和制作方法。

下列列表显示了不同原始植物来源中的近似及相对富足度。由于有些植物是新鲜分析的，而另一些则是干燥的（因此人为地增加了维他命 C 等单个成分的浓度），资料可能会发生变化，并难以进行比较。

每 100 克蔬菜或水果中可食用部分的含量（毫克）：

农作物来源	每 100 克含量 (mg)
费氏榄仁	1,000 — 5,300
卡姆果	2,800
针叶樱桃	1,677
沙棘属果实	695
枣	500
余甘子	445

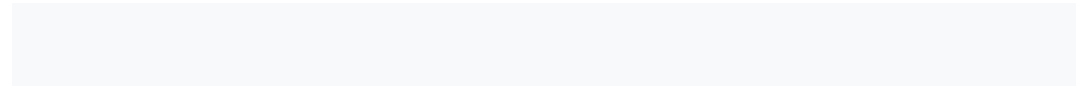
玫瑰果	426
猴面包果	400
番石榴	228
黑加仑	200
黄色菜椒	183
红色菜椒	128
羽衣甘蓝	120

农作物来源 ^[143]	每 100 克含量 (mg)
奇异果、西兰花、椰菜	90
玫瑰茄	89
绿色菜椒、洛根莓、红加仑、 抱子甘蓝	80
枸杞干	73
荔枝	70
云莓、接骨木浆果、番木瓜、 草莓、柿	60
橙、柠檬	53
菠萝、椰菜花	48
哈密瓜	40
西柚、红桑子、柑橘、热情果、 菠菜、椰菜、青柠、甘蓝、树莓	30
黑莓	21
青柠、芒果、蜜瓜、薯仔	20

农作物来源 ^[143]	每 100 克含量 (mg)
番茄	14
小红莓	13
蓝莓、葡萄、宝瓜果	10
菠萝、杏、李、西瓜	10
牛油果	8.8
洋葱	7.4
樱桃、桃	7
苹果、红萝卜、芦笋	6
甜菜根	5

梨、莴苣	4
黄瓜	3
茄子	2
无花果	2
越桔	1

动物来源



山羊和其他大多数动物一样，能够自制身体所需要的维他命 C。

动物性食品不能提供太多的维他命 C，而其中的维他命 C 在很大程度上被烹饪时的热所破坏。例如，未加工的每 100 克鸡肝含有 17.9 毫克的维他命 C，但经过油炸后的含量降低到每 100 克 2.7 毫克。鸡蛋不论生或熟都不含维他命 C 。每 100 克母乳中所含的维他命 C 份量为 5 毫克，而一份婴儿配方奶粉中的 6.1 毫克（每 100 克），但牛奶中只含 1 毫克（每 100 克）。

动物来源[145] [146]	每 100 克含量 (mg)
羔牛肝（生）	36

牛肝（生）	31
蚝（生）	30
鳕鱼卵（炸）	26
猪肝（生）	23
羊脑（煮）	17
鸡肝（炸）	13
羊肝（炸）	12
羊心（烤）	11
羊舌（炖）	6
人奶（鲜）	4
山羊奶（鲜）	2
牛奶（鲜）	2

食材准备

维他命 C 在某些条件下会进行化学分解，其中许多有可能于烹饪食物的过程中发生。各种食物中的维他命 C 浓度会随着时间的推进而降低，与储存它们期间的温度成正比。烹饪可能会使蔬菜中维他命 C 含量降低约 60%，这可能是由于酶促破坏的增加。较长的烹饪时间可能会加剧这种效果。

食物中维他命 C 流失的另一个原因是由于淋溶作用，它将维他命 C 转移到倒出而不会消耗的煮食水中。西兰花在烹饪或储存期间可能会比大部分蔬菜保留更多的维他命 C。

食物强化

2014 年，加拿大食品检验局在指导文件「含哪种维他命的食物」、「可能或必须添加的矿质营养素和胺酸」中评估了抗坏血酸强化食物的效果。当中描述了各种类别食品中的自愿性和强制性防御，在归类为必须补充维他命 C 的食物包括水果味饮料、水果混合物和浓缩饮料、低能量饮食中的食物、代餐产品和淡奶。

补充剂

维他命 C 膳食补充剂于多种维他命 / 矿物质配方中分为片剂、胶囊、包装混合饮料，及以结晶性粉末作为抗氧化剂配方。维他命 C 也被添加到某些果汁和果汁饮品中。片剂和胶囊剂的含量分为每剂 25 毫克至 1,500 毫克。最常使用的补充化合物为抗坏血酸、抗坏血酸钠和抗坏血酸钙。维他命 C 分子也可以跟脂肪酸棕榈酸酯结合，产生抗坏血酸棕榈酸酯，或掺入脂质体中。

食物添加剂

抗坏血酸及其某些盐和酯是添加到各种食物中（例如罐装水果）常见的添加剂，其作用主要是为了阻止氧化和酶促褐变。有关的欧洲食品添加剂 E 号为：

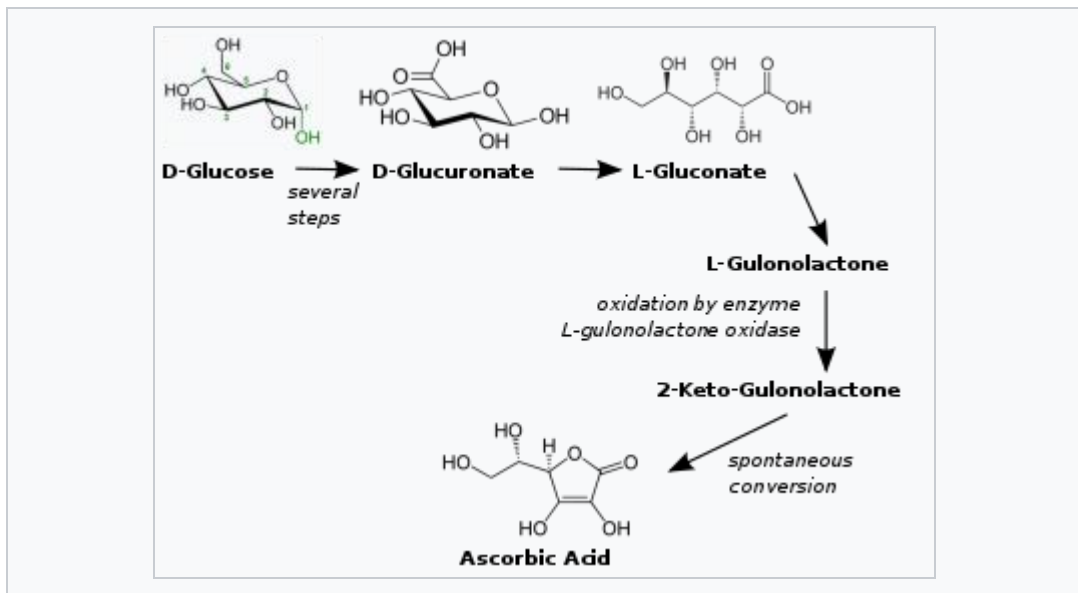
- E300 抗坏血酸（经已在欧盟、美国和澳洲及纽西兰批准）；

- E301 抗坏血酸钠（经已在欧盟、美国和澳洲及纽西兰批准）；
- E302 抗坏血酸钙（经已在欧盟、美国[154]和澳洲及纽西兰批准）；
- E303 抗坏血酸钾（经已在澳洲及纽西兰批准，但美国没有）；
- E304 抗坏血酸的脂肪酸酯，如抗坏血酸棕榈酸酯（经已在欧盟[153]、美国和澳洲及纽西兰批准；

合成

绝大多数动植物都能透过一系列酶促步骤将单糖转化为维他命 C，从而把它合成。酵母不会产生 L-抗坏血酸，而是其立体异构——异抗坏血酸。在植物中，这是透过把甘露糖或半乳糖转化为抗坏血酸来实现的。在动物中，其起始原料是葡萄糖。在一些在肝脏中合成抗坏血酸的物种（包括哺乳动物和雀形目的鸟类）中，葡萄糖是从肝糖中提取；抗坏血酸的合成是肝糖分解的依赖过程。在人类和无法合成维他命 C 的动物中，一种酶称为 L-古洛内酯氧化酶（GULO）是催化了生物合成的最后一步，它是高度变异且无功能的。

动物合成途径



脊椎动物中的维他命 C 生物合成。

有关动物物种中维持血清中维他命 C 浓度的一些资讯，显示合成维他命 C。一项对几个犬种的研究报告指其平均值为 $35.9 \mu\text{mol/L}$ 。另一份关于山羊，绵羊和黄牛的报告报告的范围分别为 $100\text{—}110 \mu\text{mol/L}$ 、 $265\text{—}270 \mu\text{mol/L}$ 和 $160\text{—}350 \mu\text{mol/L}$ 。

脊椎动物中抗坏血酸的生物合成始于 UDP-葡萄糖醛酸

(UDP-glucuronic acid) 的形成。当 UDP-葡萄糖经历由 UDP-葡萄糖 6-去氢酶的两次氧化催化后，形成 UDP-葡萄糖醛酸。UDP-葡萄糖 6-去氢酶利用辅因子 NAD^+ 作为电子受体。转移酶之称的 UDP-葡萄糖醛酸焦磷酸化酶 (UDP-glucuronate pyrophosphorylase) 可通过辅因子 ADP 去除 UMP 和葡萄糖醛酸激酶，去除最终的磷酸盐而生成 d-葡萄糖醛酸。该化合物的醛基利用一种称为葡萄糖醛酸还原酶的酶和辅因子 NADPH 被还原为伯醇，产生 L-古洛糖酸 (L-gulonic acid)。

接下来是内酯形成—在 C1 上的羰基和 C4 上的羟基之间—利用水解酶的葡萄糖酸内酯酶。随后，L-古洛内酯氧化酶跟氧气产生反应，由 L-古洛糖酸内酯氧化酶（L-gulonolactone oxidase）辅助因子 FAD⁺ 催化，那是在人类及其他简鼻亚目的灵长类动物中起不到作用（可参见假基因）。该反应产生 2-氧代古洛糖内酯（*2-oxogulonolactone*, 2-酮古洛糖酸内酯），它会自发地烯醇化形成抗坏血酸。

一些哺乳动物失去了合成维他命 C 的能力（包括类人猿下目及眼镜猴），它们共同构成了两个主要的灵长类亚目之一的简鼻亚目。该组别包括了人类。其他更原始的灵长类动物（原猴）具有制造维他命 C 的能力。合成并不会发生于大多数蝙蝠或啮齿科的物种身上，包括豚鼠和水豚，但它确实发生在其他啮齿动物身上，包括大鼠和小鼠。

爬行动物及年长的鸟类，它们的肾脏会产生抗坏血酸。最近代的鸟类和大多数哺乳动物中，它们的肝脏中会产生抗坏血酸。许多雀形目的鸟类也无法自然合成，但不是全部也是如此，那些没有明显关系的；有一种理论认为，这种能力会在鸟类中有多次独立丧失的[171]。特别是，推测维他命 C 的合成能力经已丧失，然后至少在两种情况下重新获得。大约有 96% 的鱼类（真骨类）也已经丧失了合成维他命 C 的能力。

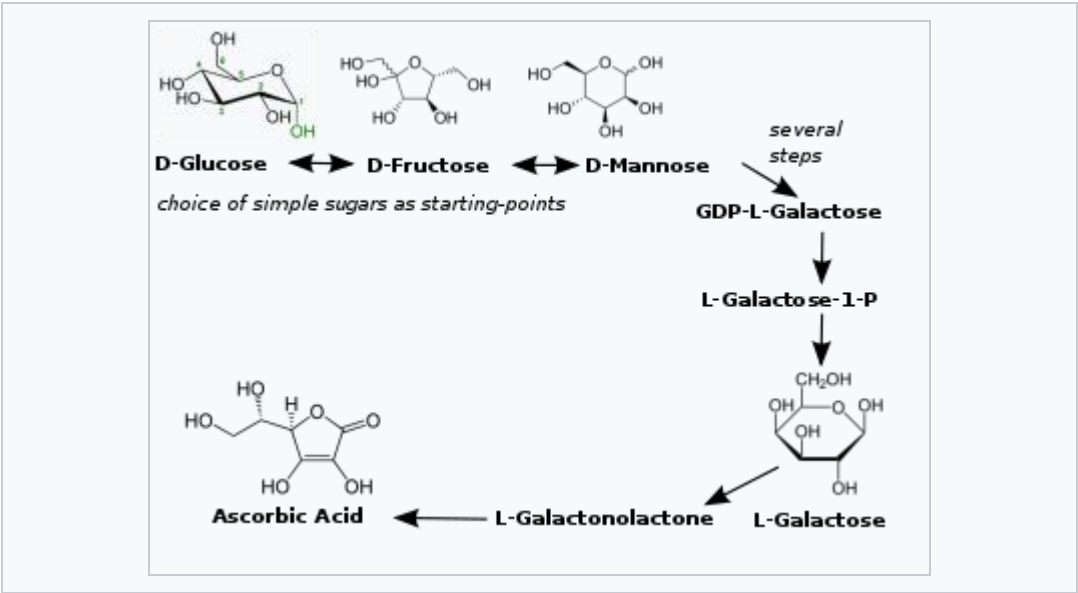
经过测试的大部分蝙蝠家族（翼手目），包括主要以昆虫和水果为粮食的蝙蝠家族，它们都不能合成维他命 C。在涵盖了 6 个蝙蝠家族的测试范围中，当中 34 种蝙蝠里只有一种通过测试，检测到微量

的古洛内酯氧化酶。至少有两种蝙蝠：以果实为食的棕果蝠及以昆虫为食的大蹄蝠，它们能保持（或恢复）生产维他命 C 物质的能力。

一些物种（包括人类）能够透过利用氧化的维他命 C 循环来凑合饮食中获取较少的可用量。

以每公斤体重消耗的毫克为基础，大部分类人猿下目的物种所消耗的维他命含量高于政府对人类建议的 10 至 20 倍。这种差异构成了现时建议的膳食需求量争议中的大部分依据。有论点反驳指人类在保存饮食中的维他命 C 非常擅长，并能够在饮食摄入量少得多的情况下透过回收氧化的维生素 C 来维持与猿猴相媲美的血液中维他命 C 水平。

植物合成途径



植物中的维他命 C 生物合成。

植物中抗坏血酸有许多不同的生物合成途径。这些途径大多数来自糖解和其他途径中发现的产物。例如，一种途径是穿过植物细胞壁聚合物[161]。植物抗坏血酸的生物合成途径最主要的似乎是 L-半乳糖。L-半乳糖与 L-半乳糖去氢酶产生反应，从而内酯环打开并再次形成，但是内酯在 C1 上的羰基及 C4 上的羟基之间产生 L-半乳糖内酯[168]。然后，L-半乳糖内酯与粒线体的黄素酶半乳糖内酯去氢酶产生反应[177]，产生抗坏血酸[168]。L-抗坏血酸对菠菜中的 L-半乳糖去氢酶具有负反馈[b]的影响[179]。双子叶植物胚产生的抗坏血酸流出是公认的铁还原机制，也是摄取铁的必经步骤。

所有植物都能合成抗坏血酸。抗坏血酸的功能是作为涉及光合作用、植物激素合成的酶的辅助因子，它既是抗氧化剂，亦是其他抗氧化剂的再生剂。植物能利用多种途径合成维他命 C，主要途径始于葡萄糖、果糖或甘露糖（所有单糖），变成 L-半乳糖、L-半乳糖内酯和抗坏血酸。这里存在着反馈调节，因为抗坏血酸的存在会抑制合成途径中的酶。此过程遵循昼夜节律，因此酶表达于早晨达到峰值，以在随后的中午阳光强度需要高抗坏血酸浓度以支持生物合成。次要途径可能特定于植物的某些部分；这些可能与脊椎动物途径相同（包括 GLO 酶），或从肌醇开始并透过 L-半乳糖酸转变至 L-半乳糖内酯以获得抗坏血酸。

人工合成

维他命 C 通过两条主要路径以化学制造法和发酵及化学共享的制造法人工生产葡萄糖，而发酵法是用微生物或酶将有机化合物分解成其他化合物的方法：

- 在 1930 年代由瑞士化学家塔德乌斯·赖希斯坦（Tadeusz Reichstein）开发的赖希斯坦程式，它使用单一的预发酵作用，然后进行纯化学途径；
- 另一种是现代的两步发酵程式，它最初源自中国并于 1960 年代由中科院微生物所的微生物学家尹光琳开发较新的两段发酵法，它是使用额外的发酵来取代后期的化学工序。

两种方法的第一阶段都相同，就是先将葡萄糖在高温下还原而制成山梨醇，再将山梨醇透过发酵转化为山梨糖。

赖希斯坦程式把山梨糖加入丙酮制成二丙酮山梨糖（Di-acetone sorbose），然后再利用氯及氢氧化钠氧化成为二丙酮古龙酸，它简称为 DAKS（Di-acetone-ketogulonic acid）。DAKS 溶解于混合的有机溶液中，经过酸的催化重组成为维他命 C。最后粗制的维他命 C 经过再结晶而成为纯粹的维他命 C。赖希斯坦程式需要许多有机及无机化学物质和溶剂，例如丙酮、硫酸、氢氧化钠等。虽然有些化合物可以回收重用，但是需要严格的环保控制，和高昂的废弃物处理费用。此程式多年来经过许多技术及化学的改进，使每个步骤的转化效率都提高到 90%，所以从葡萄糖制成的维他命 C 的整体效率为 60%。此

方法直至仍被西方大药厂如罗氏公司、BASF 及日本的武田制药厂等沿用至今。

两步发酵程式是以另一发酵法代替赖希斯坦程式制作 DAKS 的工序。

发酵的结果是产生另一种中间产物：2-酮基古龙酸

(2-Keto-L-gulonic acid, KGA)。最后将 KGA 转化作维他命 C 的方法跟赖希斯坦程式相类似。现代的两步发酵程式然后通过另一个发酵步骤将山梨糖转化为 2-酮基-L-古洛糖酸 (KGA)，从而避免了额外的中间体。两步发酵程式比起赖希斯坦程式所使用的化学原料较少，成本因此降低，而且处理废弃物的费用也减少。

两种方法从葡萄糖补料中均产生约 60% 的维他命 C [184]。然而，两步发酵程式的设备及操作投资都较低，生产成本只有赖希斯坦程式的三分之一。

在中国，所有维他命 C 药厂均采用两步发酵程式，许多西方药厂也取得此方法的专利使用权，欧洲的新药厂也开始使用两步发酵程式，包括罗氏公司与 BASF-Merck 合作的计划。

许多维他命在高温、日晒，和水溶性的环境中表现不稳定。为避免维他命在使用过程中被分解，维他命可加入其他稳定剂或制作中的化学衍生物以维持其稳定性。市面出售的维他命 C 可制作成不同形式以适应不同方式的应用，例如不同纯度的粉末和结晶体，也可制成维他命 C 化钠及维他命 C 化钙等衍生化合物。维他命 C 化钠较适合作为肉类保鲜的抗氧化剂，维他命 C 化钙则适合作为同时提供维他命 C 和钙质

的营养素。可以抗热抗压的单磷酸维他命 C 化钙（Calcium Ascorbyl Monophosphate）主要是供应饲料加工业使用。其他特殊用途的维他命 C 产品，例如罗氏药厂出品的「Stay-C」，它不容易于水中溶解，所以可作为鱼类的饲料。

现在有许多制造维他命 C 的其他方法仍在研究发展中，当中最值得注意的有以下两种方法：第一种是将葡萄糖直接发酵成为 KGA，美国的 Genencor、Eastman、Electrosynthesis、MicroGenomics 等公司及美国阿冈国家实验室（Argonne National Laboratory）正在进行研究；另一种则是把细菌进行[基因重组](#)，使它可能用于将葡萄糖一步发酵直接转化成维他命 C。

2017 年，中国生产了约占世界供应量的 95% 的抗坏血酸（维他命 C），是中国最主要的维他命出口产品，该年的总收入为 8.8 亿美元。由于各国对中国工业施加压力，要求中止通常用于制造维他命 C 而燃烧[煤](#)，维他命 C 的价格仅在 2016 年就上涨了三倍，达到每公斤 12 美元。

在人体中的作用

维生素 C 治疗坏血病是 250 年来医学证实的事实。坏血病是长期缺乏维生素 C 的最终病况，它在人体上的表现是极度疲乏、肌肉无力、皮肤肿胀疼痛、牙龈出血、口臭、皮下及肌肉中血管破裂出血、关节软弱、骨骼脆弱以致骨折、虚脱、泻痢、肺脏及肾脏衰竭而导致昏迷以致死亡。由此可见维生素 C 对各个主要器官都有影响。

肾上腺是人体含维生素 C 最高的器官。人体在紧张的时候，肾上腺分泌大量的肾上腺素到全身的肌肉中，准备好随时动作，应付危机。肾上腺素是从酪氨酸（Tyrosine）制成多巴（Dopa），转化成多巴胺（Dopamine），再转化为降肾上腺素（Noradrenaline），最后制成肾上腺素。其中每一步骤都要消耗维生素 C 进行羟基化反应（Hydroxylation）。这是人和动物的肾上腺必须储备大量维生素 C 的原因。

胶原（Collagen）是一种蛋白质，它存在人体的结缔组织、血管和骨骼的组织及牙本质细胞之间，是动物体型的基本支撑物质。所以它可以使细胞排列紧密，皮肤紧致，骨骼牙齿坚固。当受到外伤时或是手术后它可以帮助细胞修复、促进伤口的愈合。

维生素 C 促进胶原质的形成。胶原质是由两种氨基酸——离氨酸（Lysine）和脯氨酸（Proline）组合成的聚合巨分子。胶原质的强度是因为消耗维生素 C 方才使吡咯氨酸醇化而加强了巨分子间的吸引力。缺乏维生素 C 时胶原质的强度不足，则所有的器官组织都减弱而产生各种疾病，最严重的时候就成为坏血病。正常人的血管壁细胞，由于有胶原质填塞所以能排列整齐，并确保其严密性。当缺乏维生素 C 时，血管组织的严密性受到损害，只要外界稍加压力，血液即自行渗出，这就是所谓的坏血病最表面的现象。合成胶原质时必定消耗维生素 C，所以要维持身体各个器和组织器官的健康，必须经常摄取足够的维生素 C。

坏血病是维生素 C 枯竭的终结症状，它最明显的特征就是血管系统的崩溃。在长期缺乏维生素 C 的情况下，血管的组织减弱因此导致各种心脏和血管的疾病。血管之中冠状动脉是受压力最高的部分，为了防止冠状动脉渗血及破裂，血管自行修补的方法一是加厚血管而使血管硬化，二是沉积胆固醇堵塞渗血的漏洞而使血管阻塞。维生素 C 可以降低血液中的 LDL 含量，提高血液中的 HDL 含量，前者会导致动脉硬化而后者会降低动脉硬化风险。

赖斯医师 Rath 和鲍林 Pauling 发现大量的维生素 C 加上离胺酸（Lysine）和吡咯胺酸（Proline）可以清除冠状动脉现有沉积的粥样硬化块（Plaques）。

尽管在上世纪 70 年代，有医生报告大剂量的维生素 C 可以帮助治疗癌症，但更新的进一步研究表明维生素 C 并无此作用。

眼睛中的水晶体和视网膜都含有高浓度的维生素 C。缺乏维生素 C 时，水晶体中的胶原质就失去它的透明性而产生白内障。维生素 C 也可以降低眼球内液体的压力，避免青光眼的病症。

肉碱是一种胺基化合物，它在肌肉组织中帮助肌肉获得收缩需要的能量；也是由离胺酸经过羟化而制成的。这个羟化反应，也要消耗维生素 C。肉碱是脂肪酸氧化产生能量之重要运送者，因此当维生素 C 缺乏时，就会使人感到精神不济，同时血液中亦会积存多量的中性脂肪。

维生素 C 可以增强血管的组织 and 减少血液中胆固醇的含量，对于动脉硬化性心脏血管的疾病与高血压、中风等的成人病都有很好的预防和治疗效果。缺乏维生素 C 时，胆固醇不易分解成胆酸，而使血清胆固醇量提高，容易导致血管粥样硬化及血栓症。

免疫系统的主要工作是由白血球和淋巴球来完成的。这二者中维生素 C 的含量是血液中维生素 C 含量的 30 倍。白血球和淋巴球必须有足够维生素 C 才能吞噬滤过性病毒与细菌，所以人体的免疫力，是和维生素 C 的存量是切切相关的。维生素 C 有很强的还原的能力。体内许多生化反应都需要维生素 C 的帮助才得以完成。维生素 C 可避免白血球受自体氧化的伤害，因此可强化免疫系统。

服用大量维生素 C 会增加血液中 IgA, IgG 及 IgM 等抗体的浓度。这些抗体附着在外来的病毒和细菌上，指引白血球和淋巴球来将它们消灭。

维生素 C 可以帮助钙、磷、铁这类的矿物质在小肠的吸收，所以对于贫血或是骨质疏松症者很有帮助。大多数钙、磷、铁的化合物，都不溶于水，所以不容易被人体吸收。维生素 C 的钙、磷、铁盐则有很高的水溶解性，所以能够帮助这类的矿物质在小肠的吸收。

维生素 C 是一种抗氧化极强的物质，对于人体长期暴露在不良的环境中（过氧化脂质、抽烟、喝酒、虫蛇咬伤及许多化学毒素）所产生的自由基物质，都可以有效的清除。医学界认自由基与癌症或老化

的发生有关。亚硝酸胺是一种致癌物质，体内若有足量维生素 C 存在时，就可以防止腌肉用的亚硝酸转化产生亚硝酸胺。

维生素 C 参与人体内许多的生化反应，缺乏维生素 C 时这些反应都不能顺利进行，在许多相关的器官中产生病变。大多数动物都能在肝脏中自行生产维生素 C，所以很少会染上普通感冒，冠状动脉阻塞和癌症这些人类特有的病症。

亦有研究指出口服的维他命 C，在供应给全身所需后，留给皮肤的只剩下 5% 至 7%。因此直接经由皮肤吸收，能发挥更大的功效。

治疗作用

维生素 C 在各个器官中已经知道的治疗作用可以总结如下：

- 在白血球中协助噬食细菌、病毒及毒素，维持免疫系统。
- 在肾上腺中制造肾上腺素，应付危机。
- 在水晶体中保持水晶体的透明，防止白内障及青光眼。
- 在大脑及神经系统中维持思想及控制肌肉的工作。
- 在表皮层中更新皮肤。
- 在睪丸中维持精子的运动能力。
- 在肝脏中排除有机及无机毒素。
- 在肺脏中防止病毒感染的肺炎。

6、维生素 B 1—抗脚气病营养素

维生素 B 1 又叫硫胺素，别名为抗神经炎素，是最早被人们提纯的水溶性维生素，化学名为氯化 3-[(4-氨基-2-甲基-5-嘧啶基)-甲基]-5-2-羟乙基)-4-甲基噻唑鎓盐酸盐，具有维持正常糖代谢的作用。

维生素 B1 又称硫胺素（thiamine）或抗神经炎素，是第一个被发现的维生素，由真菌、微生物和植物合成，动物和人类则只能从食物中获取。维生素 B1 主要存在于种子的外皮和胚芽中，如米糠和麸皮中含量很丰富，在酵母菌中含量也极丰富。硫胺素由嘧啶环和噻唑环结合而成，在体内参与糖代谢。[2]

理化性质

硫胺素常以其盐酸盐的形式出现 [3]，分子式 $C_{12}H_{17}ClN_4OS \cdot HCl$ ，分子量 337.29。又称**盐酸硫胺**。白色结晶性粉末。有微弱特臭、味苦，有潮解性。熔点 248℃，易溶于水，微溶于乙醇，不溶于醚和苯中。维生素 B1 具有维持正常糖代谢及神经传导的功能。自然界中以酵母中维生素 B1 含量最多。可由 2-甲基呋喃和乙烯腈等合成或由β-乙氧基丙酸乙酯和甲酸乙酯等合成。[4]

相关历史

维生素 B1 缺乏（thiamine deficiency, TD）流行于 18~19 世纪，当时在中国、日本，尤其在东南亚一带每年约有几十万人死于维生素 B1 缺乏所致的脚气病。19 世纪末，荷兰医生艾克曼（Christiaan Eijkman）在荷属东印度的军队中研究脚气病，并提出了脚气病的营养学假说。在以后的研究中，人们发现了脚气病的真正原因是营养缺乏，糙米可以防治人类的脚气病。波兰化学家冯克（Casimir Funk）于 1912 年宣称提纯了这种物质，因为这种物质含有氨基，所以被命名为维他命（Vitamine），这是拉丁文的生命（Vita）和氨（-amin）缩写而创造的词，在中文中被译为维生素或维他命。然而，真正的抗脚气病因子由两名荷兰的化学家简森（Barend. C. P. Jansen）和多纳斯（Willem. P. Donath）于 1926 年从糠中提取，并命名为硫胺素（Thiamin）。1936 年，美国人威廉姆斯（Robert. R. Williams）确定其化学结构并用化学方法合成了硫胺素。随着现代医学和营养科学的发展，以及维生素 B1 的广泛分布，流行性维生素 B1 缺乏已经很难再发生。食物加工和烹调方法不当而导致维生素 B1 丢失过多、摄入严重不足而致维生素 B1 缺乏病的暴发常有报道 [2]，如 2004 年一种配方奶粉在以色列被强制召回，该奶粉引起 3 名婴儿死亡和 10 名婴儿生病，因为奶粉中未添加维生素 B1，导致婴儿大脑发育受损。[5]

生理功能

临床上所用的维生素 B1 都是化学合成的产品。在细胞内 [6]，维生素 B1 的生物活性形式为硫胺素焦磷酸（thiamine pyrophosphate, TPP），TPP 是丙酮酸脱氢酶复合体（pyruvate dehydrogenase complex, PDHC）、α-酮戊二酸脱氢酶复合体（α-ketoglutarate dehydrogenase complex, KGDHC）和磷

酸戊糖途径的转酮醇酶（*transketolase*, TK）反应中的重要辅助因子。PDHC 和 KGDHC 是细胞利用葡萄糖产生 ATP 途径的重要组成部分;TK 则是糖异生的关键酶。作为糖酵解中两种关键性催化酶类的辅酶,硫胺素对葡萄糖代谢具有重要的作用。此外,体内氧化还原反应的主要成分还原型烟酰胺腺嘌呤二核苷酸（*reduced nicotinamide adenine dinucleotide*, NADH）、还原型烟酰胺腺嘌呤二核苷酸磷酸（*reduced nicotinamide adeninedinucleotide phosphate*, NADPH）和谷胱甘肽都是在以焦磷酸硫胺素为辅助因子的酶促反应过程中产生的。硫胺素在维持脑内氧化代谢平衡方面,如脂质过氧化产物水平和谷胱甘肽还原酶活性方面发挥重要作用。另外,以焦磷酸硫胺素作为辅酶的酶还参与了氨基酸合成以及其他细胞代谢过程中有机化合物的合成过程。最近的研究表明,维生素 B1 的衍生物能够参与到基因表达调控、细胞应激反应、信号转导途径以及神经系统信号转导等机体重要的生理过程,而维生素 B1 衍生物的这些作用是不依赖于其辅酶的作用。[2] 维生素 B1 是葡萄糖代谢的关键酶的辅助因子,在维持脑内氧化代谢平衡方面具有重要作用。维生素 B1 是维持神经、心脏及消化系统正常机能的重要生物活性物质。[7]

VB1 缺乏的病理

酗酒相关的维生素 B1 缺乏是临床上最常见的维生素 B1 缺乏原因之一,称为韦尼克 - 柯萨可夫综合征（*Wernicke-Korsakoff's Syndrome*, WKS）,患者除了有明显的认知丧失、记忆力减退外,其脑内病变为选择性神经元死亡,KGDHC 活性明显降低并伴随类似阿尔茨海默病患者的神经元纤维缠结。TD 所引起的小鼠脑内的病理改变首先出现在丘脑中线旁丘脑核（*submedial thalamic nucleus*, SmTN）,表现为神经元的选择性死亡,小胶质细胞肥大、增生,并表达氧化应激标志物血红素氧合酶-1（*heme oxygenase-1*, HO-1）,血管内皮细胞表达细胞间黏附分子-1（*intercellular adhesion molecule-1*, ICAM-1）,晚期出现星型胶质细胞增生,并有出血灶和病变脑区内淀粉样蛋白聚集。维生素 B1 缺乏时,三羧酸循环发生障碍,丙酮酸和乳酸堆积,ATP 产生受阻,首先影响主要依靠糖代谢提供能量的神经组织。TD 在体内和体外都可引起氧化应激,是研究脑代谢紊乱导致选择性神经元死亡的经典模型。进一步地研究显示,线粒体功能异常、内质网应激、炎症和免疫因素都参与 TD 引起的神经元死亡过程。[2]

消化道疾病患者和 65 岁以上的老年人群中,亚临床维生素 B1 缺乏非常普遍。在 65 岁以上的老年人群中,血液维生素 B1 水平减少约 1/3;大约 1/3 的充血性心力衰竭患者被检出硫胺素缺乏;1 型和 2 型糖尿病患者血浆中硫胺素分别降低了 75%和 49%左右,维生素与糖尿病关系密切,尤其是维生素 B1 [8]。[2]

缺乏时表现

脚气病

VB1 缺乏时糖代谢障碍糖氧化受阻形成丙酮酸乳酸堆积,影响机体能量供应,临床出现消化、循环系统症状等。大约在 1630 年就有人发现了脚气病。1882 年日本的一将军观察到许多船员有纳差、便秘、肠蠕动减慢、腹胀等症状,并注

意到与食物有关，后来他在饮品中加上大米饭、肉、蔬菜后，发现有这些症状人少了许多。现已证实，这些症状就是缺乏 VB1 而引起的。缺乏 VB1 常表现消化系统症状如胃纳差、便秘、肠蠕动减慢、腹胀；心血管系统表现为心动过速、水肿、心脏肥大和扩张；神经系统表现为疲乏、记忆力减退、失眠，重者可出现中枢和周围发炎症状或者精神错乱。有些患者还可出现对称性的脚趾感异常：足部灼痛、腓肠肌痉挛、脚痛等症状。治疗脚气病首先应纠正病因，可通过补充维生素 B1、利尿消肿、调节胃肠道等对症治疗。

乳酸堆积

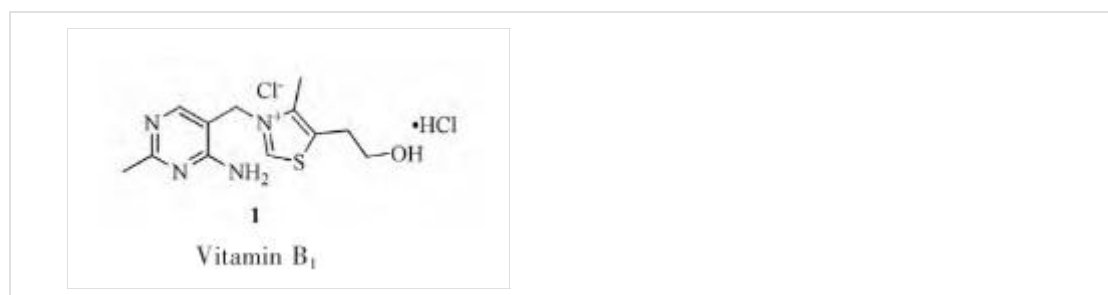
VB1 在人体新陈代谢过程中，对糖代谢和维持神经系统正常功能方面起重要作用。哺乳期缺乏 VB1 会使糖类物质代谢障碍，乳酸其它代谢产物堆积，有害的物质也会在母乳中出现堆积，容易使婴儿产生中毒反应。

食物来源

VB1 来源主要有几方面，一是粮谷类、豆类、硬果和干酵母中含量比较丰富，因此糙米和带麸皮的面粉比精白米中 VB1 含量高；二是在动物的内脏如肝、肾、瘦肉和蛋黄中含有 VB1；三是有些蔬菜如芹菜和紫菜等均有不同含量的 VB1。

合成路线

维生素 B1 由嘧啶环和噻唑环通过亚甲基结合而成，总结文献报道的合成路线，可以分为两大类：汇聚式和直



VB1 合成路线(10 张)

线式。汇聚式路线通过独立构建嘧啶环和噻唑环，再将两者结合。直线式路线通过在已经构建好的嘧啶环上逐步构建噻唑环。（以下介绍中对众多中间体进行编号以便说明，具体结构可见图册）

汇聚式路线

1937 年，Joseph 等第一次完成了 VB1 的全合成。该小组以 3-乙氧基丙酸乙酯 2 为起始原料，其 α 位发生甲酰化、钠代反应形成烯醇钠盐 3，再与盐酸乙腈 4 环合得到 5，其羟基经卤代、氨化得到 7，氢溴酸溴代后与 4-甲基-5-噻唑乙醇发生季胺化反应形成 9，最后与氯化银置换形成目标产物 VB1。该路线采用汇聚式合成方法，步骤较短，原子经济性好，但缺点在于中间体 2 到 5 的甲酰

化、钠代、环合步骤以及 8 到 9 的季胺化反应收率较低，因此该路线工业化生产受到限制。 [1]

直线式路线

直线式路线是工业上常用方法，即从一个已经构建好的嘧啶环 2-甲基-4-氨基-5-（氨基甲基）嘧啶 10 出发，逐步构建噻唑环部分。 [1]

（1）直线式路线中间体嘧啶环的合成

10 是 VB1 直线式路线生产中的一个重要中间体。该化合物合成方法较多，根据其起始原料的不同，可将路线概括为两大类：丙二腈路线和丙烯腈路线。 [1]

Hoffmann-La Roche 公司开发的路线以丙二腈 11 为起始原料，经 Knoevenagel 缩合得到 12，再经胺化、环合、还原得到 10。该合成路线简洁，总收率 79%，但因其起始原料丙二腈以及在环合步骤使用的乙基乙酰亚胺盐酸盐价格昂贵，致使生产成本较高，限制了其在工业上的应用。 [1]

有学者以氰乙酰胺 16 为起始原料，经过 Vilsmeier-Haack 反应形成中间体 17，该步反应以三氯氧磷作为脱水剂可使底物脱水形成丙二腈中间体形式再参与反应。17 经环合、还原得到 10，三步反应总收率 65.2%。环合步骤使用了价廉的 4 代替 14，较好的提升了路线的经济性。 [1]

由 UBE 公司开发的路线以丙烯腈 18 为起始原料，甲氧基化后得到 19，其 α 位在碱性条件下形成烯醇钠盐 20，再经正丁基保护、环合、成脒以及还原反应后得到 10。该法以廉价的丙烯腈为起始原料，成本低，但延长了反应步骤，总收率降至 61.8%。 [1]

目前，国内工业化路线是以丙烯腈为原料，其胺化产物形成烯醇钠盐 25，再经邻氯苯胺保护、环合、碱性条件下水解后得到 10。该路线工艺条件温和，总收率 64.1%，但在环合步骤，盐酸乙脒需用碱中和并进行预处理，得到了不稳定的乙脒和废盐，增加了额外的处理成本，且使用了具有致癌性的邻氯苯胺作为保护基团，毒性较大。 [1]

传统方法中，使用未经游离的 4 作为合成子直接用于环合形成嘧啶类化合物，一般在反应体系中需要添加有机碱（DIPEA）做缚酸剂。2013 年，有学者在使用了有机碱作为缚酸剂效果不佳的情况下首次尝试性的筛选了路易斯酸催化剂用于催化环合反应，优选使用价廉易得的氯化锌做催化剂，反应产率高。后处理通过添加 NaOH 溶液调 pH 的方法，过滤 Zn(OH)₂ 沉淀，实现路易斯酸与产物的分离，同时对金属残留进行了详细的追踪，小于 100 ppm。该路线两步收率 75%，革除了保护基团的使用，提高了反应的原子经济性，工业化前景好。 [1]

（2）直线式路线噻唑环的合成

在嘧啶环基础上逐步构建噻唑环，主要有以下方法。

有研究者以 10 为底物，与 3-氯-5-乙酰氧基-2-戊酮以及二硫化碳环合得到前体化合物 29，再经水解以及双氧水氧化得到 1，三步反应收率 49.3%。此后，

该研究小组在此基础又做了改进,采用 3-氯-5-羟基-2-戊酮直接与 10 反应, 简化了合成路线,将反应收率提高至 60.6%。[1]

由 Roche 公司开发的新路线使用催化量的对甲苯磺酸,通过形成中间体 31 后再与 3-巯基-5-乙酰氧基-2-戊酮缩合形成 1, 三步反应总收率 67.2%, 该路线更为简洁,为目标分子的构建提供了新思路。[1]

在 VB1 合成方法中, 汇聚式路线因反应收率较低限制了其在工业化上的应用, 直线式路线逐渐成为工业上常用方法。 直线式路线按起始原料不同分为丙烯腈路线和丙二腈路线, 丙二腈路线较为简洁, 但成本较高; 丙烯腈路线成本低, 但路线相对较长。 国内外学者对各路线的不足投入大量的研究, 进行不断改进, 取得了较好的成果, 如在丙烯腈路线环合步骤革除了保护基团的使用, 为工业化降低生产成本提供了较好的思路。今后, 如能在汇聚式路线季胺化反应上取得突破, VB1 生产成本还有较大的下降空间, 因此, 继续开发一种操作简单、低成本、绿色、高收率的合成方法意义重大。[1]

动物生产中的应用

水产

由于在水产动物中维生素 B1 的作用广泛, 因此维生素 B1 长期短缺不仅对其生长造成影响, 而且会通过体内代谢反应障碍, 产生一系列缺乏症。研究发现, 虾、蟹等甲壳动物不能合成维生素 B1 或合成的数量很少, 难以满足自身生理需要, 因此必须通过人工饲喂获得。有学者对中国对虾维生素 B1 促进糖代谢的相关内容进行研究, 发现必须保证其维生素 B1 日粮为 60mg/kg, 才能使对虾充分利用饵料中的糖源。[11]

家禽

维生素 B1 对家禽的生长也有着重要的作用。研究发现, 日粮中添加高于 1.0mg/kg 的硫胺素显著提高 3 周龄和 4~7 周龄肉仔鸡的体增重 ($P<0.01$), 0~3 周龄和 4~7 周龄肉鸡的需要量分别为 4.0mg/kg 和 1.6mg/kg。因此可以说维生素 B1 在家禽饲料配方中必不可少。[11]

反刍动物

维生素 B1 对反刍动物具有特殊的营养作用。研究发现, 泌乳高峰期时, 奶牛易出现不吃精料导致产奶量下降的情况, 可以通过 0.25%维生素 B1 30mL 肌肉注射, 轻者注药后第 2d 即开始吃料, 重者需经过 2~3 次用药后恢复正常。另有研究发现, Wernicke 脑病是由于长时间禁食, 导致硫胺素缺乏进而发病, 主要通过维生素 B1 治疗, 若诊断及时, 治疗后多可恢复。另外, 维生素 B1 在治疗牛酮体病、马肌红蛋白尿病中是特定药物, 在有机磷中毒、食物中毒和药物中毒时都广泛使用。[11]

维生素 B1 在饲料中通常是以多维的形式添加, 在添加时, 要考虑到动物的种类和生长阶段, 保证获得最佳的生产性能。[11]

注意事项

编辑

喜酸怕碱不耐高温

常用的盐酸硫胺是白色结晶粉末，在碱性药物如苯巴比妥钠、硫酸氢钠、枸橼酸钾能引起变质，在酸性溶液中较稳定。但还要提醒大家，由于 VB1 在中性或碱性易分解，当 pH 值大于 7 时或受热，绝大部分甚至全部的 VB1 分解。因此，高温炸制、烘烤或熏制的食品中的维生素 B1 会损失很多。[9]

避免大量饮酒

维生素 B1 对体内分解酒精是不可缺乏的物质，但如果连日饮酒，维生素 B1 的吸收能力就会降低。[9] 酗酒者也更容易缺乏维生素 B1，增加器质性遗忘综合征的发病几率。该病会导致脑损伤、记忆丧失、混乱、不稳定和间歇性视力丧失。[12]

抗维生素

自然界存在着无数对立的事物，如加和减正数和负数，人体内的同化和异化等。维生素也一样，存在着它的对立物质。抗维生素往往是一些与相应的维生素结构很似的物质，它们干扰维生素在机体内的代谢功能，使维生素无法正常发挥作用。如生鱼中有一种维生素 B1 酶，它可将维生素 B1 分解而使其失去作用，只有煮熟鱼以后这种抗维生素 B1 的物质才无法分解维生素 B1。尽管抗维生素物质是维生素的死对头，但并非都是对人类无益，关键是怎样正确使用。如消灭微生物的药物都是抗维生素，人们正是利用它们抑制细菌或其它微生物来达到治疗效果。抗维生素的存在揭示我们当服用某些对维生素有对抗作用的药物时，应补充相应的维生素或采取其他措施，以防维生素缺乏症的发生。

一、维生素 B 1 的生理功能

- 1、促进碳水化合物和脂肪的代谢，在能量代谢中起辅酶作用，没有硫胺素就没有能量。
- 2、提供神经组织所需要的能量，防止神经组织萎缩和退化。预防和治疗脚气病。
- 3、对人体的直接功能有：维持正常的食欲，肌肉的弹性和健康的精神状态。

二、维生素 B 1 缺乏所产生的病症及其毒性

维生素 B 1 轻度缺乏导致糖代谢失调，引起厌食、体力下降、疲劳，忧郁，急躁，生长滞缓，脚麻木和心电图反常。维生素 B 1 严重

缺乏使脚气病达到顶点，产生多发性神经炎（神经性肺炎），消瘦或浮肿，心脏功能失调。

还没有发现维生素 B 1 有毒性作用。

维生素 B1：主要来源于动物内脏、肉、豆类和花生。葵花子、花生、大豆、猪肉、鸡肝、谷物类。

7、维生素 B 2-黄色的营养素

维生素 B 2 又叫核黄素，微溶于水，在中性或酸性溶液中加热是稳定的。体内维生素 B 2 的储存是很有限的，因此每天都要由饮食提供。维生素 B 2 的两个性质是造成其损失的主要原因：（1）、可被光破坏；（2）、在碱溶液中加热可被破坏。

一、维生素 B 2 的生理功能

- 1、参与碳水化合物、蛋白质、核酸和脂肪的代谢可提高肌体对蛋白质的利用率，促进生长发育。
- 2、参与细胞的生长代谢，是肌体组织代谢和修复的必须营养素。
- 3、强化肝功能、调节肾上腺素的分泌。
- 4、保护皮肤毛囊粘膜及皮脂腺的功能。

二、维生素 B 2 缺乏所产生的症状及其毒性

与所有其它维生素不同，轻微缺乏维生素 B 2 不会引起人体任何严重疾病。但是严重缺乏维生素 B 2 会引起一些病症如：口角炎、舌炎、鼻和脸部的脂溢性皮炎。眼睛角膜发红，眼睛充血、异物感、眼角糜烂、口腔、咽喉、口唇溃烂、疲劳、倦怠感、脂溢性皮炎等。

据目前所知，维生素 B 2 没有毒性。

维生素 B2：主要来源于肝、肾、心脏、奶类及其制品、动物肝肾、蛋黄、鳕鱼、胡萝卜、酿造酵母、香菇、紫菜、茄子、鱼、芹菜、橙子。

维生素 B2（**化学式：** $C_{17}H_{20}N_4O_6$ ，**式量** 376.37）又叫**核黄素**，微溶于水，在中性或酸性溶液中加热是稳定的。为体内黄酶类辅基的组成部分（黄酶在生物氧化还原中发挥递氢作用），当缺乏时，就影响机体的生物氧化，使代谢发生障碍。其病变多表现为口、眼和外生殖器部位的炎症，如口角炎、**唇炎**、**舌炎**、眼结膜炎和阴囊炎等，故本品可用于上述疾病的防治。体内**维生素 B2** 的储存是很有限的，因此每天都要由饮食提供。维生素 B2 的两个性质是造成其损失的主要原因：（1）可被光破坏；（2）在碱溶液中加热可被破坏。

物化性质

水溶性维生素，但微溶于水，在 27.5℃ 下，溶解度为 12mg/100mL。可溶于**氯化钠**溶液，易溶于稀的**氢氧化钠**溶液，在**碱性溶液**中容易溶解，在强酸溶液中稳定。耐热、耐氧化。光照及紫外照射引起不可逆的分解。[1]

生理功能

主要是与**维生素 B2** 分子中异咯嗪上 1,5 位 N 存在的活泼**共轭双键**有关，既可作氢供体，又可作氢递体。在人体内以**黄素腺嘌呤二核苷酸（FAD）**和**黄素单核苷酸（FMN）**两种形式参与氧化还原反应，起到递氢的作用，是机体中一些重要的**氧化还原酶**的辅基，如：琥珀酸脱氢酶、黄嘌呤氧化酶及 **NADH 脱氢酶**等。

主要参与的生化反应有**呼吸链**能量产生，**氨基酸**、脂类氧化，嘌呤碱转化为尿酸，芳香族化合物的羟化，蛋白质与某些激素的合成，铁的转运、储存及动员，参与**叶酸**、吡多醛、**尼克酸**的代谢等。

1、参与体内生物氧化与**能量**代谢，与**碳水化合物**、蛋白质、**核酸**和脂肪的代谢有关，可提高肌体对**蛋白质**的利用率，促进生长发育，维护皮肤和细胞膜的完整性。具有保护皮肤毛囊粘膜及**皮脂腺**的功能。

2、参与细胞的生长代谢，是肌体组织代谢和修复的必须**营养素**，如强化**肝功能**、调节**肾上腺素**的分泌。

3、参与**维生素 B6** 和**烟酸**的代谢，是 B 族维生素协调作用的一个典范。**FAD** 和 **FMN** 作为辅基参与色氨酸转化为尼克酸，维生素 B6 转化为磷酸吡哆醛的过程。

4、与机体**铁**的吸收、**储存**和动员有关。

5、还具有抗氧化活性，可能与黄素酶-谷胱甘肽还原酶有关。

吸收代谢

膳食中的大部分维生素 B2 是以**黄素单核苷酸**（FMN）和**黄素腺嘌呤二核苷酸**（FAD）辅酶形式和蛋白质结合存在。进入胃后，在**胃酸**的作用下，与**蛋白质分离**，在上消化道转变为**游离**型维生素 B2 后，在**小肠**上部被吸收。当摄入量较大时，肝肾常有较高的浓度，但身体贮存维生素 B2 的能力有限，超过**肾阈**即通过泌尿系统，以**游离**形式排出体外，因此每日身体组织的需要必需由饮食供给。

发现历史

1879 年**英国**著名化学家**布鲁斯**发现牛奶的上层乳清中存在一种黄绿色的**荧光色素**，他们用各种方法提取，试图发现其化学本质，都没有成功。几十年中，尽管世界许多科学家从不同来源的动植物都发现这种黄色物质，但都无法识别。1933 年，美国科学家哥尔倍格等从 1000 多公斤牛奶中得到 18 毫克这种物质，后来人们因为其分子式上有一个**核糖醇**，命名为核黄素。

一般作用

- 1、促进发育和**细胞**的再生；
- 2、促使皮肤、**指甲**、毛发的正常生长；
- 3、帮助预防和消除**口腔**内、唇、舌及皮肤的炎反应，统称为口腔生殖综合症；
- 4、增进**视力**，减轻眼睛的疲劳；
- 5、影响人体对铁的吸收；
- 6、与其他物质结合在一起，从而影响生物**氧化**和**能量代谢**。

作用机理

维生素 B2 的主要生理功用是作为**辅酶**促进代谢。核黄素和磷酸及一分子蛋白质结合成为黄素酶。这一类酶又叫**脱氢酶**，重要的是要非常介导的氢原子转移对糖、脂和**氨基酸**的代谢都很重要。它是许多动物和微生物生长的必需因素。

维生素 B2 与特定的蛋白质结合生成黄酶。黄酶在**物质代谢**中起传递氢的作用，参与组织的呼吸过程。

食物来源

维生素 B2 是**水溶性维生素**，容易消化和吸收，被排出的量随体内的需要以及可能随**蛋白质**的流失程度而有所增减；它不会蓄积在体内，所以时常要以食物或营养补品来补充。广泛存在于酵母、**肝**、**肾**、蛋、奶、大豆等中。

维生素 B2 在各类食品中广泛存在，但通常动物性食品中的含量高于植物性食物，如各种动物的肝脏、肾脏、心脏、蛋黄、鳕鱼以及奶类等。许多绿叶蔬菜和豆类含量也多，谷类和一般蔬菜含量较少。因此，为了充分满足机体的要求，除了尽可能利用动物肝脏、蛋、奶等动物性食品外，应该多吃新鲜绿叶蔬菜、各种豆类和粗米粗面，并采用各种措施，尽量减少维生素 B2 在食物烹调、储藏过程之中的损失。 [2] [3] [4]

成年人每日吃 1 两动物肝可满足需要；

成年人每日吃约 2 两黄豆可满足需要；

成年人每日吃 3 棵生菜可满足需要；

成年人每日吃 3~4 只香菇可满足需要。

一些食物的核黄素（维生素 B2）含量 单位：mg/100g

食物 含量	食物 含量
大米 0.05	油菜 0.11
小麦粉 0.08	橘子 0.02
挂面 0.03	梨 0.03
馒头 0.07	猪肉（肥瘦） 0.16
黄豆 0.20	猪肝 2.08
大白菜 0.03	牛奶 0.14
菠菜 0.11	鸡蛋 0.32

上表摘自《中国居民膳食营养素参考摄入量》（中国营养学会 编著）

缺乏症状

摄入不足、酗酒而导致维生素 B2 的缺乏。另外某些药物，如治疗精神病的普吗嗪、丙咪嗪，抗癌药阿霉素，抗疟药阿的平等，因会抑制维生素 B2 转化为活性辅酶形式，故长期服用这些药物时会引发维生素 B2 的缺乏症。

通常微度缺乏维生素 B2 不会出现明显症状，但是严重缺乏维生素 B2 时会出现如下症状：

1) 口腔-生殖综合征（orogenital syndrome）。



维生素 b2 缺乏病

口部：嘴唇发红、口角呈乳白色、有裂纹甚至糜烂、口腔炎、口唇炎、[口角炎](#)、口腔粘膜溃疡、舌炎、肿胀、疼痛及地图舌等；

眼部：[睑缘炎](#)、怕光、易流泪、易有倦怠感、[视物模糊](#)、结膜充血、角膜毛细血管增生、引起[结膜炎](#)等；

皮肤：丘疹或湿疹性阴囊炎（女性阴唇炎）、鼻唇沟、眉间、眼睑和耳后脂溢性皮炎；

阴囊炎：最常见，分红斑型、丘疹型和湿疹型，尤以红斑型多见，表现为阴囊对称性红斑，境界清楚，上覆有灰褐色鳞屑；丘疹型为分散在群集或融合的小丘疹；湿疹型为局限性浸润肥厚、苔藓化，可有糜烂渗液、结痂。

维生素 B2 的欠缺会导致口腔、[唇](#)、皮肤、生殖器的炎症和机能障碍，称为[核黄素缺乏病](#)。

2) 长期缺乏会导致儿童生长迟缓，轻中度缺铁性贫血。

3) 严重缺乏时常伴有其它 B 族维生素缺乏症状。

与[维生素 B6](#)、[维生素 C](#) 及[叶酸](#)一起作用，效果最佳。由于核黄素溶解度相对较低，肠道吸收有限，故一般来说，核黄素不会引起过量中毒。[\[3\]](#) [\[2\]](#) [\[4\]](#)

当人体缺乏 B2 时，人体腔道内的粘膜层就会出现問題，引起粘膜病变，造成粘膜细胞代谢失调。具体表现是粘膜变薄、粘膜层损伤、微血管破裂。对于女性生殖器官所造成的伤害则更为严重，最典型的症状如阴道壁干燥、阴道粘膜充血、溃破，直接影响性欲，造成性欲减退、性不适。由于内环境的病理性改变可导致疼痛，畏惧同房，即使勉强过夫妻生活，也无愉快感产生，反会造成女方精神极度紧张恐慌，加剧痛感，长此下去必然影响夫妻和睦。

夫妻生活中一旦出现上述情况，可能就是由于女方缺乏 B2 造成。治疗方法首先是，多食些富含维生素 B2 的食物即可，如奶类及其制品、动物肝肾、蛋黄、鳕鱼、胡萝卜、香菇、紫菜、芹菜、橘子、柑、橙等。如果症状比较严重，也不可怕，可按时适量服用 B2 片，每日 3 次，每次 10 毫克(相当于 2 片)，至症状改善后停药。[\[5\]](#)

需要人群

膳食调查发现，维生素 B2 缺乏较为普遍。小儿由于生长发育快，代谢旺盛，若不注意，小儿更易缺乏维生素 B2。

1、妊娠中、哺乳期，服用避孕药的妇女需要更加多的维生素 B2。妊娠期间需要 1.6mg，哺乳期间，头 6 个月要摄取 1.8mg，之后的 6 个月为 1.7mg；

2、不常吃瘦肉和[奶制品](#)的人应当增加维生素 B2 的摄取量；

3、长期处于精神[紧张](#)状态的人需要补充复合维生素 B2 的用量；

4、因溃疡或糖尿病而长期进行饮食控制的人较易产生维生素 B2 不足的现象（假如患了特别的疾病而正接受医治的人，若要改变医师所指定的饮食，一定要和医师商量）；

5、建议成人的每日摄取量是男性 1.3mg，女性 1.1mg。

为防止核黄素短缺症，应注意保护食物中的核黄素。（吃面条的时候，三分之一到一半的核黄素进入了面汤）

合理摄入量

中国居民膳食维生素 B2 推荐摄入量（mg/d）

年龄（岁）	RNI	
0~	0.4（AI）	
0.5~	0.5（AI）	
1~	0.6	
4~	0.7	
7~	1.0	
11~	1.2	
	男	女
14~	1.5	1.2
18~	1.4	1.2
孕妇	——	1.7
乳母	——	1.8

● **RNI（推荐摄入量）**：是指可以满足某一特定性别、年龄及生理状况群体中绝大多数个体（97%~98%）的需要量的摄入水平。长期摄入 RNI 水平，可以满足机体对该营养素的需要，维持组织中适当的营养素储备，保持健康。

过量表现

摄取过多，可能引起瘙痒、麻痹、流鼻血、灼热感、刺痛等。假如正在服用抗癌药，如氨甲喋呤（methotrexate）的话，则过量的 B2 会减低这些抗癌剂的效用。

补充周期

少量在人体内部停留，故需每天补充。

特殊功效

核黄素还与人的性生活质量有关，当人体缺少核黄素，尤其是严重缺乏时，人体腔道的粘膜层就会出现問題，引起粘膜病变，造成性欲减退、性冷淡。

核黄素的保健新功效：

- 1、利尿消肿；
- 2、防治肿瘤；
- 3、降低心脑血管病的发生。

备注：

维生素 B2 与维生素 B6 协同作用，效果最好。

摄取高热量食物时，必须配合摄取更多维生素 B2，光是维生素 B2 的天敌，应尽量避免。

药理说明

药物名称：维生素 B2

药物别名：核黄素，维生素乙 2，Riboflavin，Vitamin G

英文名称：Vitamin B2

具体说明：

片剂：每片 5mg；10mg。

注射液：每支 1mg（2ml）；5mg（2ml）；10mg（2ml）。

主要成分：暂无

性状特征：黄色水溶性有机化合物

功能主治：为体内黄酶类辅基的组成部分（黄酶在生物氧化还原中发挥递氢作用），当缺乏时，就影响机体的生物氧化，使代谢发生障碍。其病变多表现为口、眼和外生殖器部位的炎症，如口角炎、唇炎、舌炎、眼结膜炎和阴囊炎等，故本品可用于上述疾病的防治。

当其缺乏时，机体代谢障碍，可出现口角炎、唇炎、舌炎、结膜炎、阴囊炎及脂溢性皮炎等，可用本品防治。也可用于全胃肠道外营养及摄入不足所致营养不良、进行性体重下降等病的治疗。

用法用量：成人每日的需要量为 2~3mg，治疗口角炎、舌炎、阴囊炎等时，1 次可服 5~10mg，1 日 3 次，或皮下注射或肌注 5~10mg，每日 1 次，连用数周，至病势减退为止。

不良反应：暂无

注意事项：

- （1）在空腹服用本品，吸收反不如进食时服用，故宜在食时或食后立即服。
- （2）不宜与甲氧氯普胺合用。

(3) 服后尿呈黄绿色。

维生素 B2(核黄素)

原料药

规格：99%

分子式：C₁₇H₂₀N₄O₆ 分子量：376.37

质量标准：医药级， CP2005

项目指标：

比旋度 -120°~-140°

酸碱度 合格

干燥失重% ≤ 1.0

炽灼残渣% ≤ 0.2

含量% 98.0~102.0

感光黄素 ≤ 0.016

性状：本品为橙黄色结晶性粉末；微臭，味微苦；溶液易变质，在碱性溶液中或遇光变质更速。本品在水、乙醇、氯仿或乙醚中几乎不溶；在稀氢氧化钠溶液中溶解。

用途：营养增补剂。用于小麦粉、乳制品、酱油。尚用于米、面包、饼干、巧克力、调味酱等。有时可用

作色素。

CAS No.: 83-88-5

成人的建议每日摄取量是 1.2-1.7mg。妊娠期间需要 1.6mg，哺乳期间，头 6 个月要摄取 1.8mg，之后的 6 个月为 1.7mg；常处于紧张状态的人请增加摄取量。

美国人最普遍缺乏的维生素就是 B2。

效用：

促进发育和细胞的再生；

促进皮肤、指甲、毛发的正常生长；

帮助消除口腔内、唇、舌的炎症；

增进视力，减轻眼睛的疲劳；

和其他的物质相互作用来帮助碳水化合物、脂肪、蛋白质的代谢。

富含维生素 B2 的食物：

牛奶、动物肝脏与肾脏、酿造**酵母**、奶酪、绿叶蔬菜、鱼、蛋类。

食用禁忌

食物的加工和烹调方式对维生素 B2 的吸收有较大影响。维生素 B2 的最大敌人是光，特别是**紫外线**，如果用玻璃瓶装牛奶，牛奶中的维生素 B2 会在一天内破坏到几乎为零。维生素 B2 的另一个敌人就是碱性物质，有人为保持蔬菜好看的绿色，烹调蔬菜时加碱，这种方法可彻底破坏蔬菜中全部的维生素 B2。另外需避免的是水，维生素 B2 可以随水流失，如捞饭中维生素 B2 仅能保留 50%。

最新发现

一、用于治疗心绞痛

患**冠心病**、心肌缺血及心绞痛的人，若每次服维生素 B2 75 毫克，每天 3 次，用药一个月后，就可使心绞痛的发作频率降低，甚至消失。这是因为维生素 B2 可以改善心脏的血液供应。

二、用于防治偏头痛

比利时和**卢森堡**的科研人员发现，大剂量补充维生素 B2 可使偏头痛的发生频率降低、发作持续时间缩短。偏头痛是由于脑细胞的能量储备减少所致。而维生素 B2 则能提高脑细胞内**线粒体**的潜能。因此，每天服用一次维生素 B2 400 毫克，可以有效地治疗偏头痛。

三、有助于提高性生活质量

研究证明，人体所含维生素 B2 的多少与性生活的质量密切相关。当人体缺乏维生素 B2 时，人体器官腔道内的粘膜层就会受到损害，出现粘膜变薄、粘膜层损伤及微血管破裂。对于女性来讲这种损害更为严重。女性缺少维生素 B2 可表现为阴道干涩、阴道粘膜充血、破溃，从而引起性欲减退、性冷淡及性交不适。出现这种情况时，可口服维生素 B2，每次 10 毫克，每日 3 次。

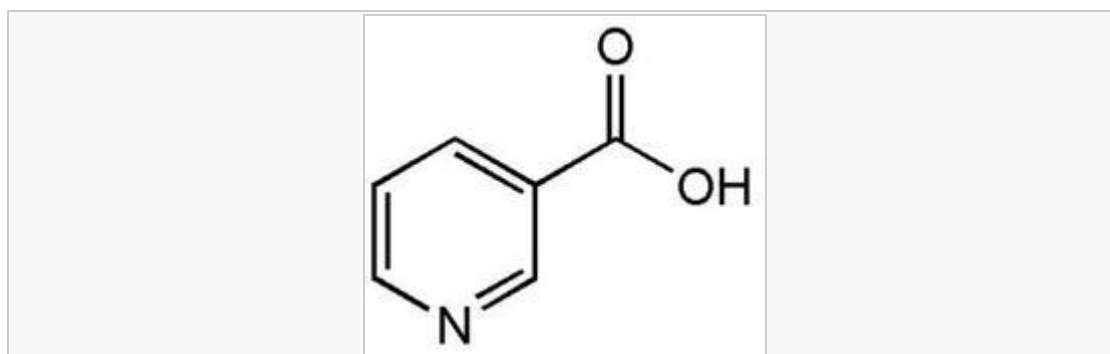
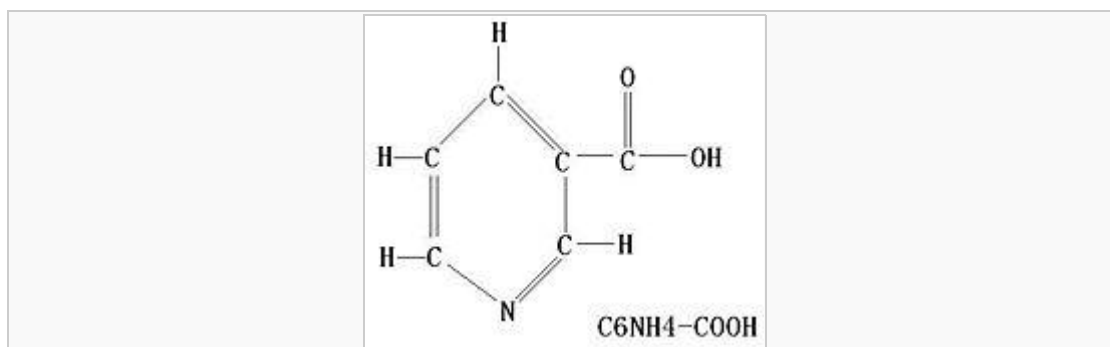
四、防治癌症

科学家研究发现，若**维生素 B2** 缺乏，可增强化学致癌物的致癌作用。因此日常生活中多补充维生素 B2 可防治癌症。补充维生素 B2 的常用量是：每次 10 毫克，每日口服 3 次。

8、烟酸(维生素 B3、尼克酸)

维生素 B3 也称作**烟酸**，或**维生素 PP**，分子式：C₆H₅N₀O₂，耐热，能升华。它是人体必需的 13 种**维生素**之一，是一种**水溶性维生素**，属于维生素 B 族。烟酸在人体内转化为**烟酰胺**，烟酰胺是**辅酶 I** 和**辅**

酶 II 的组成部分，参与体内脂质代谢，组织呼吸的氧化过程和糖类无氧分解的过程。



作用与用途

本品有较强的扩张周围血管作用，临床用于治疗头痛、偏头痛、耳鸣、内耳眩晕症等。

吸收代谢

烟酸主要是以辅酶的形式存在于食物中，经消化后于胃及小肠吸收。吸收后以烟酸的形式经门静脉进入肝脏。过量的烟酸大部分经甲基化从尿中排出。

副作用

有皮肤潮红、瘙痒、胃肠道反应，轻度肝功能减退及视觉障碍等。

禁忌

溃疡病患者禁服。

烟酸 nicotinic acid

为维生素 B 复合物之一，作为抗（癞）糙皮病因子而起作用。在美国亦称 Niacin（烟酸）。烟酸在化学上自 1867 年以来就知道，但作为维生素则是由 C. A. Elvehjem（1937）阐明的。酵母、肝脏、兽鸟肉类，叶菜类中均含有大量烟酸。在动物真菌类中，可由色氨酸

经犬尿-氨酸 3-羟基-2- 氨基苯甲酸途经形成。只要摄取色氨酸含量丰富的蛋白质就不会发生缺乏症。据说每 60 毫克色氨酸相当于 1 毫克烟酸。在植物和细菌里通过天门冬氨酸与 C3（甘油代谢物）缩合而生成，在人体内变为烟酰胺或经烟酸、腺嘌呤二核苷酸而成为 NAD、NADP 的组成成分。烟酸主要变成 N' - 甲基烟酰胺，N' -甲基-4- 吡啶酮，N' -甲基-6-吡啶酮被排至尿中。也有与甘氨酸结合而成的烟酰胺甘氨酸。微生物中有的也需要烟酸。阿拉伯聚糖乳杆菌（*Loctobecillus arabinosrs*）、痢疾杆菌（*Baci-llus dysenteriac*）等可用于定量测定。缺乏症状是（癞）糙皮病，其症状特征有三：皮肤炎，下痢，痴呆。对狗会发生黑舌病。人体的确切需要量不清楚，但根据狗的需要量推测为 1 天 9-12 毫克（包括由色氨酸所产生的）。

物化性质：

无色针状结晶。熔点 236℃，1 克本品溶于 60ml 水，易溶于沸水和沸醇，不溶于丙二醇、氯仿和碱溶液，不溶于醚及脂类溶剂。能升华，无气味，微有酸味。

用途：该品为维生素类药物，与烟酰胺统称维生素 PP，用于抗糙皮病，亦可用作血扩张药，大量用作食品饲料的添加剂。作为医药中间体，用于异烟肼、烟酰胺、尼可刹及烟酸肌醇酯等的生产。

若其缺乏时，可产生糙皮病，表现为皮炎、舌炎、口咽、腹泻及烦躁、失眠感觉异常等症状。

烟酸是少数存在于食物中相对稳定的维生素，即使经烹调及储存亦不会大量流失而影响其效力。

效用

促进消化系统的健康，减轻胃肠障碍；

使皮肤更健康；

预防和缓解严重的偏头痛；

促进血液循环，使血压下降；

减轻腹泻现象；

减轻美尼尔氏症（Menieres syndrome）的不适症状；使人体能充分地利用食物来增加能量；

治疗口腔、嘴唇炎症，防止口臭；

降低胆固醇及甘油三脂。

缺乏症

烟酸缺乏可以起癩皮病。

前驱症状：体重减轻，疲劳乏力，记忆力差、失眠等，如不及时治疗，则可出现皮炎、腹泻和痴呆。

皮肤症状：典型症状常见在肢体暴露部位，如手背、腕、前臂、面部、颈部、足背、踝部出现对称性皮炎。

消化系统症状：主要有口角炎、舌炎、腹泻等，腹泻是本病的典型症状，早期多患便秘，其后由于消化腺体的萎缩及肠炎的发生常有腹泻，次数不等。

神经系统症状：初期很少出现，至皮肤和消化系统症状明显时出现。轻症患者可有全身乏力、烦躁、抑郁、健忘及失眠等。重症则有狂躁、幻听、神志不清、木僵、甚至痴呆。

食物来源：烟酸广泛存在于动植物食物中，良好的来源为动物肝、肾、瘦肉、全谷、豆类等，乳类、绿叶蔬菜也有相当含量。烟酸除了直接从食物中摄取外，也可以在体内有色氨酸转化而来，平均约 60mg 色氨酸转化 1mg 烟酸。成人推荐摄入量 12mg/d。

烟酸缺乏发病机制

烟酸和烟酰胺几乎全部在胃和小肠吸收，低浓度时依赖 na 的易化吸收，高浓度时则以被动扩散为主。在血流中的主要形式是烟酰胺。烟酸存在于所有细胞中，仅少量可在体内储存，过多的烟酸在肝中甲基化成为 n 甲基烟酰胺(n' mononucleotide, n' mn)和 2-吡啶酮自尿排出，排出量的多少取决于摄入烟酸的量和人体烟酸的营养状况。膳食中约 15%的色氨酸可转化为烟酸，60mg 食物色氨酸可转变为 1mg 人体烟酸，因此饮食的烟酸摄入量应同时包括烟酸和色氨酸的含量。色氨酸转化为烟酸的效率受到各种营养素的影响，当维生素 b6、维生素 b2 和铁缺乏时使其转化变慢，当蛋白质、色氨酸、能量和烟酸的摄入受限制时，色氨酸的转化率增加。烟酸在体内以辅酶 i (nicotinamide adenine dinucleotide, nad)、辅酶 ii (nicotinamide adenine dinucleotide phosphate, nadp)形式作为脱氢酶的辅酶在生物氧化中起递氢体的作用，参与葡萄糖酵解、丙酮酸盐代谢、戊糖的生物合成和脂肪、氨基酸、蛋白质及嘌呤的代谢。动物实验显示烟酸缺乏时锌吸收率、肠道锌、血红蛋白和肝内铁的增加明显低于膳食中烟酸适当的小鼠，提示在提高锌和铁の利用中烟酸起重要作用，烟酸缺乏也可能有潜在的致癌作用。

烟酸缺乏临床表现

患者在早期表现可不明显，往往有食欲减退、倦怠乏力、体重下降、腹痛不适、消化不良、容易兴奋、注意力不集中、失眠等非特异性病症。当病情进展时，可以出现较典型症状，表现为夏秋季日光照射时发作，有时也可因辐射及皮肤物理性损伤而诱发。

1. 皮肤皮炎为本病最典型症状，常在肢体暴露部位对称出现，以手背、足背、腕、前臂、手指、踝部等最多，其次则为肢体受摩擦处。急性者皮损初起时颜色绯红发痒，甚似晒斑，但与周围皮肤有一清晰界线，边缘略高起，中心部病损较着；其后肤色迅速转变为红褐色，有明显水肿，可伴有疱疹及表皮破裂，形成渗出创面，易诱发继发性感染。病情好转时水肿及红色可渐退，痊愈时有大块脱皮，其后出现新生的粉红色皮肤增厚；也可变薄呈萎缩状，边缘有色素沉着。

慢性病例水肿较轻或不显著，但色素沉着更深，在易受磨损处如肘、指节、膝等部位的皮肤往往增厚，呈角化过度，肤色棕黑，与其周围不同，并有干燥、脱屑现象。另一表现为小腿前部及外侧有鱼鳞样皮肤变化，病变部位常有色素沉着。

2. 消化系统以舌炎及腹泻最为显著。

(1) 舌炎：早期舌尖及边缘充血发红，并有蕈状乳头增大。其后全舌、口腔黏膜、咽部及食管均可呈红肿，上皮脱落，并有表浅溃疡，引起舌痛及进食下咽困难，唾液分泌增多。患病较久时舌乳头萎缩、全舌光滑干燥，常伴维生素 b2 缺乏的口角炎。

(2) 腹泻：早期多患便秘，其后因肠壁、消化腺体、肠壁及黏膜、绒毛的萎缩和肠炎的发生常有腹泻，大便呈水样或糊状，量多而有恶臭，也可带血，如病变接近肛门可出现里急后重。腹泻往往严重和难治，可合并吸收障碍。

3. 神经精神系统早期症状较轻，可有头昏、眼花、烦躁、焦虑、抑郁、健忘、失眠及感觉异常等表现。但本病与脚气病有所不同，本病多影响中枢神经系统，而后者以周围神经为主。

其他症状女性可有阴道炎及月经失调、闭经；男性排尿时有烧灼感，有时性欲减退。本病常与脚气病、2 缺乏症 target=_blank>维生素 b2 缺乏症及其他营养缺乏症同时存在。烟酸缺乏的临床表现可用 4 个文字字母 d 来描述：即皮炎(dermatitis)、腹泻(diarrhea)、痴呆(dementia)和死亡(death)。

烟酸缺乏并发症

烟酸缺乏可进展到精神错乱、定向障碍、癫痫发作、紧张性精神分裂症、幻觉、意识模糊、谵妄，甚至导致死亡。周围神经炎的症状

如四肢麻木、烧灼感、**腓肠肌压痛**及**反射异常**等均可出现。有时有**亚急性脊髓后侧柱联合变性**症状，可能与其他维生素 b 族缺乏有关。

烟酸缺乏**实验室检查**

烟酸缺乏治疗

1. 饮食治疗膳食中增加肝脏、瘦肉、家禽、乳类、蛋类及豆制品类。此外，要多给花生、酵母、绿叶蔬菜等食品。

2. 烟酸(尼克酸)治疗烟酸(尼克酸)150mg/d 或烟酰胺(nicotinamide)30~75mg/d，分 3 次口服，2~4 周为 1 疗程。临床症状改善后，逐步减量至 15~20mg/d，同时调整膳食。严重者可**肌肉注射**烟酰胺。

3. 烟酸缺乏若为其他**疾病**所引起，应同时治疗**原发性疾病**。

4. 对症治疗对皮肤损伤部位，应加强护理，避免日光照射，注意口腔卫生，补充 b 族维生素。腹泻者**止泻**，给易消化的食物，有精神症状者对症治疗。

烟酸缺乏预防

1. 合理膳食、避免酗酒。

2. 积极治疗原发疾病，排除药物影响以玉米为主食的地区可在玉米粉中加入 0.6%的**碳酸氢钠**，烹煮后结合型的烟酸可转化为游离型易为人体利用。在玉米中加入 10%黄豆可使其氨基酸比例改善，也可达到预防烟酸缺乏的目的。同时应进食烟酸和色氨酸丰富的膳食，富含烟酸的食物有肝、肾、牛、羊、**猪肉**、鱼、花生、黄豆、麦麸、米糠、小米等，含量中等的有豆类、硬果类、大米、**小麦**等，而玉米、蔬菜、水果、蛋、奶中含量较低。由于大多数蛋白质均含有 1%的色氨酸，因此能保持丰富优质蛋白质的膳食就有可能维持良好的烟酸营养。

维生素 B5(泛酸)

泛酸称作维生素 B5。由泛解酸和 b-Ala 组成。有旋光性，仅 D 型([a]=+37.5°)有生物活性。消旋泛酸具有吸湿性和静电吸附性；纯游离泛酸是一种淡黄色粘稠的油状物，具酸性，易溶于水和乙醇，不溶于苯和氯仿。泛酸在酸、碱、光及热等条件下都不稳定。具制造抗体功能，在维护头发、皮肤及血液健康方面亦扮演重要角色。

其一般作用是参加体内能量的制造，并可以控制脂肪的新陈代谢。是大脑和神经必需的营养物质。有助于体内抗压力荷尔蒙（类固醇）的分泌。可以保持皮肤和头发的健康。帮助细胞的形成，维持正常发育和中枢神经系统的发育；对于维持肾上腺的正常机能非常重要；是脂肪和糖类转变成能量时不可缺少的物质；在抗体的合成、人体利用[对氨基苯甲酸](#)和胆碱的必需物质。

外用对皮肤的作用[水合作用](#)：可以加强正常皮肤水合功能，有改善干燥、粗糙、脱屑、止痒以及治疗多种皮肤病（如[特应性皮炎](#)、[鱼鳞病](#)、[银屑病](#)以及[接触性皮炎](#)）相关的红斑效果。

生理功能

泛酸在体内主要以辅酶（CoenzymeA, CoA）形式参与糖、脂、蛋白质代谢；(C)A 在代谢中起转移酰基的作用。泛酸缺乏时，过氧化物酶体脂肪酸 β 氧化受到抑制，并可能诱导脑部伤害。另外，泛酸具有抗脂质过氧化作用，可能的机制主要有两种：(1)以 CoA 的形式清除自由基，保护细胞质膜不受损害；（2）CoA 通过促进磷脂合成帮助细胞修复。

吸收机制

有机体在不断进化过程中产生了主动积累泛酸的内在机制，依靠一种广泛存在于机体中的 Na⁺ 依赖转运体转运泛酸进入细胞。该转运体为泛酸硫辛酸、生物素所共享，但亲和性依次降低；被称为 Na⁺ 依赖的多维生素转运体。该转运体可能属于 Na⁺ 依赖的葡萄糖载体家族成员，具有种间相似性。由膜内负电位活化。每转运一个泛酸需要两个 Na⁺ 协同。

用途

维生素 B5 为维生素类药物，是辅酶 A 的组成部分。在混旋泛酸钙中，只有右旋体具有维生素活性，参与蛋白质、脂肪、糖在体内的新陈代谢。用于维生素 B 缺乏症及周围神经炎，以及手术后的肠绞痛。与维生素 C 合用可治疗播散性红斑狼疮。人体缺乏泛酸钙具有如下症状：(1)生长停止，体重减少，突然死亡。(2)皮肤、毛发障碍。(3)神经系统障碍。(4)消化器官失常，肝功能障碍。(5)影响抗体形成。(6)副肾障碍。每天人体需要泛酸钙（以泛酸计）约 5mg。

维生素 B5 也是营养补充剂。主要用于医药、食品添加剂及饲料添加剂，是人体和动物维持正常生理不可缺少的微量物质。除特殊营养

食品外，使用量须在 1%（以钙计）以下。奶粉强化时为 10mg/100g；烧酒、威士忌酒中添加 0.02%可增强风味；蜂蜜中添加 0.02%可防止冬季结晶；可缓冲咖啡因及糖精等的苦味。

技术指标

指标项目	指标要求
外观	无色或微黄色粘稠液体
气味	无异味
pH 值(5%水溶液)	9.0-10.5
折射率	1.497-1.501
重金属	≤10ppm
铅	≤5ppm
溶液澄清度	清澈透明
水分	≤1.05%
灰分	≤0.1%

缺乏症状

- * 低血糖症
- * 血液及皮肤异常
- * 疲倦、忧郁、失眠
- * 食欲不振、消化不良，易患十二指肠溃疡

代谢过程

泛酸在肠内被吸收进入人体后，经磷酸化并获得巯基乙胺而生成 4-磷酸泛酰巯基乙胺。4-磷酸泛酰巯基乙胺是辅酶 A（CoA）及酰基载体蛋白（ACP）的组成部分，所以 CoA 及 ACP 为泛酸在体内的活性型。

日需要量

- * 0 个月～ 12 个月： 2mg ～ 3mg
- * 1 岁～ 9 岁： 3mg ～ 5mg

* 10 岁以上： 4mg ~ 7mg

* 怀孕期： 5mg ~ 9mg

* 哺乳期： 5mg ~ 9mg

所含泛酸较多的食物：牛奶、豆浆。工作压力较大及闷闷不乐的人应该尝试多食用泛酸，有助于心情愉悦。

归属类别

维生素 B 族的一种，又名“遍多酸”或“泛酸”，也称为维生素 B5。这个名称来源自希腊语，意思是无所不在的酸类物质。由于其无所不在，人体暂未发现有典型的缺乏病例。

破坏条件

高温、[食品加工技术](#)，罐头加工、咖啡因、磺胺药剂、安眠药、[雌激素](#)、酒精。

补充

多食用肉、未精制的谷类（谷类食品）制品、麦芽与麸子、动物肾脏与心脏、绿叶蔬菜（蔬菜食品）、啤酒酵母、坚果类、鸡肉、未精制的糖蜜。牛肉、牛心、羊心、猪肉、猪心、虾米、甲鱼、鲑鱼、干银鱼、鸡、羊肉、芝麻酱、花生仁、炒熟的葵花籽、鲜蘑菇、紫菜、干辣椒、高粱米、油条等。

发现历史

1933 年间已经发现他是酵母的生长因素。是 R. J. Williams 等从某种生物活素（bios）中分离出来的。可治愈鸡的皮炎，故亦称抗鸡[糙皮病](#)维生素、细菌增殖因子、滤液因子（filtrate factor）。泛酸首先是由科学家威来母氏从肝脏中分离提取成功，在 1940 年人工合成成功。

化学结构

泛酸是 α ， γ -二羟基- β ， β' -，二甲基丁酰- β -丙氨酸。水解时，肽键被切断，而变成羟酸和 β -丙氨酸。D 型有效。是丙氨酸藉借肽键与 α ， γ -二羧- β - β -二甲基丁酸缩合而成，它是[辅酶 a](#) (CoA)

及**酰基载体蛋白**（acyl carrier protein, acp）的组成部分。机体内的泛酸，几乎都用以组成辅酶 a 及 acp 的辅基。

辅酶 a 参与糖、脂类及蛋白质的代谢。在糖代谢中丙酮酸转变为乙酰辅酶 a，由此可合成脂酸，或与草酰乙酸形成柠檬酸进入三羧酸循环。12 种**氨基酸**（丙、甘、丝、苏、半胱、苯丙、亮、酪、赖、色、苏及异亮氨酸）的碳链分解代谢都形成乙酰辅酶 a。

泛酸的活性形式是辅酶 A（coenzymeA, CoA），含有腺苷 3'，5' 二磷酸，这个腺苷酸通过 5' 磷酸与泛酸 4 磷酸的磷酸基相连，泛酸部分又连接着巯基乙胺，CoA 是生物体内酰基的载体，参与丙酮酸和脂肪酸的氧化，其活性基是巯基乙胺部分的巯基（—SH），所以辅酶 A 有时写做 CoASH。实际上细胞中的所有泛酸均结合成 CoA。重要的酰基 CoA 有乙酰 CoA 和脂肪酰 CoA。辅酶 A 的溶液在 pH2~6 之间相对稳定，分子量 767.6，最高吸收峰 257 纳米（pH2.5~11.0）。

总而言之泛酸是二碳单位的载体，也是体内乙酰化酶的辅酶，它是酰基的传递者。

鉴别方法

(1) 先取本品约 50mg（约相当于泛酸钙 50mg），在加氢氧化钠试液 5ml，振摇，加硫酸铜试液 2 滴，即显蓝紫色。

(2) 取本品约 50mg（约相当于泛酸钙 50mg），加氢氧化钠试液 5ml，振摇，煮沸 1 分钟，放冷，加酚酞指示液 1 滴，并滴加盐酸溶液(9→100)至溶液褪色后再多加 0.5ml，加三氯化铁试液 2 滴，即显鲜明的黄色。

一般作用

参加体内能量的制造，并可以控制脂肪的新陈代谢。是大脑和神经必需的营养物质。有助于体内抗压力荷尔蒙（类固醇）的分泌。可以保持皮肤和头发的健康。

帮助细胞的形成，维持正常发育和**中枢神经系统**的发育；对于维持肾上腺的正常机能非常重要；是脂肪和糖类转变成能量时不可缺少的物质；在抗体的合成、人体利用对氨基苯甲酸和胆碱的必需物质；

外用对皮肤的作用**水合作用**：维他命 B5 的加氢产物叫泛醇，可以加强正常皮肤水合功能，有改善干燥、粗糙、脱屑、止痒以及治疗多

种皮肤病（如特应性皮炎、鱼鳞病、银屑病以及接触性皮炎）相关的红斑效果。维生素 B3 还可以减轻维 A 酸治疗时出现的相关皮肤不适。

加强皮肤屏障功能：外用后可以促进皮肤正常的角质化，改善皮肤对表面活性剂的耐受力。减轻化妆品中成分敏感所产生的不适像灼烧、刺痛、瘙痒和麻刺等。

服用疗效

- 有助于减轻过敏症状
- 制造及更新身体组织
- 舒缓恶心症状
- 有助于伤口痊愈
- 可制造抗体抵抗传染病
- 治疗手术后休克
- 防止疲劳，帮助抗压
- 缓解多种抗生素的毒副作用

过量服用

至今所知，没有副作用。

缺乏

泛酸缺乏所产生的症状

[爱荷华州](#)立医院所做的一项实验中，从州立监狱的罪犯中选出自愿实验者，用以观察人体缺乏泛酸时的反应。年轻的受试者有倦怠、头痛、眩晕、虚弱、心跳加速、抽筋、持续感冒、[上呼吸道感染](#)疾病等症状；并且变得沮丧不安、消沉、怨恨、暴躁易怒、挑衅等，也有血糖持续偏低、双手颤抖等其他症状。血液中的 α -球蛋白数量减少，下降速度加快，容易受感染，即使接受预防注射，也无法产生抗体。

在饮食没有改善之前，所有的症状都会继续恶化。受试者无法入睡，双脚有烧灼疼痛的感觉。肾上腺衰竭，血压偏低，胃酸、[消化酶](#)分泌减少，肠道蠕动减弱，并且有消化不良、腹胀、便秘产生。那些

饮食营养均衡，只缺乏泛酸的受试者，在 6 个星期之后，健康状况极度恶化，即使每日补充 4000 毫克泛酸及可的松，仍然恢复得很慢。

身体的每一个细胞都需要泛酸，否则无法将糖或脂肪转化为能量，也无法利用对氨基苯甲酸及胆碱。缺乏泛酸时，肾上腺特别容易受损，肿大或出血，无法分泌可的松及其他激素。在任何一种压力下，如疾病、伤害、药物副作用、烫伤、外科手术、情绪低落等，需要更多的激素时，对泛酸的需要量也相应增加。事实上，经常服用泛酸与补充可的松同样有效。

老鼠缺乏泛酸而受到细菌感染的严重程度，与缺乏的时间长短成正比。最先产生的明显症状，是容易受感染。当人们受到传染病的威胁，而肾上腺功能正常时，扁桃腺、淋巴腺等会缩小。只有在缺乏泛酸及其他营养素，导致肾上腺衰竭、扁桃腺及淋巴腺肿大，才会真正感染疾病。

缺乏泛酸也是造成过敏的主要原因，喂食牛奶的婴儿之中，有 60% 都曾经有过敏的现象，母乳喂养的婴儿则没有这种毛病。牛奶、罐装鲜乳及婴儿配方食品中所含的泛酸，在消毒的过程中大部分都已经流失，这种过敏可能终其一生都无法根治。然而，只要营养充足，特别补充丰富的泛酸及维生素 C，症状很快就会消失。缺乏泛酸，还会有血糖过低、持续倦怠、眩晕、紧张、头痛甚至晕倒等症状。健康人的血糖因转化为能量而降低时，身体中所储存的淀粉或肝糖，会立即转化为糖，补充血糖的浓度。如果所储存的肝糖已经消耗完毕，没有吃其他的食物补充，肾上腺激素会立刻使身体中的蛋白质，特别是淋巴组织分解成脂肪及糖。这些糖有时候会补充血糖至正常浓度，而一部分转变为肝糖储存起来，以备未来之用。

当泛酸充足的动物在承受压力时，血糖的浓度仍然维持高水平，储存在肝脏中的淀粉（肝糖）量立刻增加 7 倍，准备在任何紧急状态下，随时补充能量。人体与动物一样，缺乏泛酸时，无法制造能将蛋白转化为糖（及脂肪）的肾上腺激素，血糖持续偏低，将导致哮喘、急躁、胃溃疡等症状。

很多藉助可的松治疗的疾病，例如[关节炎](#)、爱迪森氏病（Addison's disease）、[红斑狼疮](#)（Lupus erythematosus）等，都是由于缺乏泛酸所引起。体重过重又缺乏泛酸的人，容易罹患关节炎及痛风两种疾病。因为可的松的毒性很强，不可过量使用。补充足量的泛酸、维生素 C、抗压力维生素及其他必需的营养素，强化本身的肾上腺功能，自行分泌足够的可的松，才是对抗疾病的根本之道。

人类对泛酸的需要量，随着每天所承受的压力大小而异。泛酸是没有毒副作用的。纽约大学医学院的瑞里博士，在一项实验中，让年轻的受试者以不补充泛酸及每天补充 10000 毫克泛酸比较在冰水中游泳所承受的压力。测验结果显示，泛酸对人体有非常重要的保护作用。例如，防止体内的蛋白质遭到破坏，防止血糖浓度及血压下降，避免骨骼中的钙流失等。

健康的成人每天摄取 30~50 毫克最适当；罹患关节炎、传染病及有过敏症状的人，在均衡膳食的三餐后，正餐之间及睡前各服用 50~100 毫克的泛酸，能加速恢复健康。一旦症状减轻时，三餐饭后服用 50 毫克即可。当压力减轻时，如果饮食中加上酵母粉、肝脏或是小麦胚芽，则每天最多服用 100 毫克。但长期单独服用过量的泛酸时，需要增加维生素 B1，否则会导致神经炎。

需要人群

- 1、手足常感刺痛的人需要泛酸；
- 2、服用泛酸可以对即来临的紧张状态和现有的紧张状态提供抵抗能力；
- 3、被过敏症困扰者、关节炎患者、服用抗生素者和服用避孕药的妇女应注意补充泛酸。

化合物相关药品详细信息

药品名称

泛酸钙片

成份

本品主要成分化学名称为：泛酸钙

性状

本品为白色片。

适应症

适用于泛酸钙缺乏(如吸收不良综合征、热带口炎性腹泻、乳糜泻、局限性肠炎或应用泛酸钙拮抗药物时)的预防和治疗。还可用于维生素 B 缺乏症的辅助治疗。

不良反应

泛酸无不良反应，水溶性泛酸盐在肾功能正常时几乎没有毒性。

禁忌

过敏者禁用。

注意事项

1. 可延长出血时间，故血友病患者用药时应谨慎。
2. 用法用量请咨询医师或药师。
3. 品过敏者禁用，过敏体质者慎用。
4. 性状发生改变时禁止使用。
5. 本品放在儿童不能接触的地方。
6. 必须在成人监护下使用。
7. 在使用其他药品，使用本品前请咨询医师或药师。 [1]

药理作用

泛酸是维生素 B 族物质，是多种代谢环节中（包括碳水化合物、蛋白质、脂肪）及上皮功能维持正常所必需的辅酶 A 的组成部分。

药代动力学

由胃肠道吸收，中肝、肾上腺、心、肾组织中含丰富。在体内不被代谢，70%以原形随尿排出，30%随粪便排出。 [1]

贮藏

密封，置阴凉干燥处。

妊娠分级

FDA 妊娠分级：A；C-如剂量超过美国的每日推荐摄入量。 [2]

相关事件

2012 年 8

月 17 日，中国国家质检总局公布了一批入境不合格食品、化妆品信息，由澳大利亚产的亨氏婴儿配方奶粉被检测出泛酸未达标。泛酸未达标可导致儿童出现烦躁不安、消化不良、抗体明显减少等症状。

知识拓展

维生素 B1：保持循环、消化、神经和肌内正常功能；调整胃肠道的功能；构成脱羧酶的辅酶，参加糖的代谢；能预防脚气病。

维生素 B2：又叫核黄素。核黄素是体内许多重要辅酶类的组成成分，这些酶能在体内物质代谢过程中传递氢，它还是蛋白质、糖、脂肪酸代谢和能量利用与组成所必需的物质。能促进生长发育，保护眼睛、皮肤的健康。

泛酸（维生素 B5）：抗应激、抗寒冷、抗感染、防止某些抗生素的毒性，消除术后腹胀。维生素 B6：在蛋白质代谢中起重要作用。治疗神经衰弱、眩晕、动脉粥样硬化等。

维生素 B12：抗脂肪肝，促进维生素 A 在肝中的贮存；促进细胞发育成熟和机体代谢；治疗恶性贫血。

维生素 B13（乳酸清）。

维生素 B15（潘氨酸）：主要用于抗脂肪肝，提高组织的氧气代谢率。有时用来治疗冠心病和慢性酒精中毒。

维生素 B17：剧毒。有人认为有控制及预防癌症的作用。

维生素 B6(吡哆素)

维生素 B6（Vitamin B6）又称吡哆素，其包括吡哆醇、吡哆醛及吡哆胺，在体内以磷酸酯的形式存在，是一种水溶性维生素，遇光或碱易破坏，不耐高温。^[1] 1936 年定名为维生素 B6。维生素 B6 为无色晶体，易溶于水及乙醇，在酸液中稳定，在碱液中易破坏，吡哆醇耐热，吡哆醛和吡哆胺不耐高温。维生素 B6 在酵母菌、肝脏、谷粒、肉、鱼、蛋、豆类及花生中含量较多。维生素 B6 为人体内某些辅酶的组成成分，参与多种代谢反应，尤其是和氨基酸代谢有密切关系。临床上应用维生素 B6 制剂防治妊娠呕吐和放射病呕吐。

发现

在 19 世纪时，糙皮病（pellagra）除发现因烟碱酸缺乏引起外，在 1926 年又发现另一种维生素在饲料中缺乏时，也会引起小老鼠诱发糙皮病，后来此物质

在 1934 年被定名为维生素 B6，直到 1938~1939 年才被分离出来，并定性及能合成出维生素 B6。

化学组成



维生素 B6 是泛指吡哆类物质的通称，因含有维生素 B6 活性的物质即是属于吡哆醇（pyridoxine），但有此功能者有三种化学形式：

- (1)吡哆醇（pyridoxol），
- (2)吡哆醛（pyridoxal），
- (3)吡哆胺（pyridoxamine）。

其分子式分别为吡哆醇（C8H11NO3），(2)吡哆醛（C8H9NO3），(3)吡哆胺（C8H12N2O2）。

常用的分子式是 C8H10NO5P

此物质是无色可溶于水及酒精的结晶体，因含有盐（NaCl）的成份，故带有点咸味道。此类物质对热不敏感，但碰到碱性物质或者是紫外线之类时，即将会分解。盐酸吡哆醇的融解点约为 204℃~206℃。

食物来源



维生素 B6 的食物来源很广泛，动物性、植物性食物中均含有。通常肉类、全谷类产品(特别是小麦)、蔬菜和坚果类中含量较高。动物性来源的食物中维生素 B6 的生物利用率优于植物性来源的食物。在动物性及植物性食物中含量均微，酵母粉含量最多，米糠或白米含量亦不少，其次是来自于肉类、家禽、鱼，马铃薯、甜薯、蔬菜中。 [2]

各种食物中每 100g 可食部份含维生素 B6 量如下：酵母粉 3.67mg，脱脂米糠 2.91mg，白米 2.79mg，胡麻粕 1.25mg，吉士 0.8~0.04mg，胡萝卜 0.7mg，

鱼类 0.45mg, 全麦抽取物 0.4~0.7mg, 肉类 0.3~0.08mg, 牛奶 0.3~0.03mg, 蛋 0.25mg, 菠菜 0.22mg, 甘藷 0.14~0.23mg, 豌豆 0.16mg, 黄豆 0.1mg, 橘子 0.05mg。

药物说明

片剂：每片 10mg。注射液：每支 25mg（1ml）；50mg（1ml）；100mg（2ml）。

霜剂：每支含 12mg。

维生素 B6 缓释片：每片 50mg。一次 50mg，一日 1~2 次。

复合维生素 B 片：每片含 B13mg, B21.5mg, B60.2mg, 烟酰胺 10mg。每次服 1~2 片，1 日 3 次。

复合维生素 B 注射液：每支含 B120mg, B22mg, B62mg, 烟酰胺 30mg（2ml）。每次肌注 2ml，每日 1 次。

药物分析

方法名称：

维生素 B6 的测定—高效液相色谱法

应用范围：

该方法采用高效液相色谱法测定维生素 B6（C₈H₁₀NO₅P）的含量。

该方法适用于维生素 B6。

方法原理：

供试品制成流动相溶液，进入高效液相色谱仪进行色谱分离，用紫外吸收检测器，于波长 291nm 处检测维生素 B6 吸收值，计算出其含量。

试剂：

1. 甲醇

2. 0.04%戊烷磺酸钠溶液（用冰醋酸调节 pH 值至 3.0）

3. 冰醋酸

仪器设备：

1. 仪器

1.1 高效液相色谱仪

1.2 色谱柱

十八烷基硅烷键合硅胶为填充剂，理论塔板数按维生素 B6 峰计算不低于 4000。

1.3 紫外吸收检测器

2. 色谱条件

2.1 流动相：0.04%戊烷磺酸钠溶液 甲醇=85 15。

2.2 检测波长：291nm

2.3 柱温：室温

试样制备：

1. 称取供试品

精密称取该品适量。

2. 对照品溶液的制备

精密称取维生素 B6 对照品适量，同供试品配制，摇匀，即得。

3. 供试品溶液的制备

将供试品加流动相溶解并定量稀释制成每 1mL 含有约 0.1mg 的溶液，摇匀，即得。

注：“精密称取”系指称取重量应准确至所取重量的千分之一。“精密量取”系指量取体积的准确度应符合国家标准中对该体积移液管的精度要求。

操作步骤：

分别精密吸取上述对照品溶液与供试品溶液各 10μL 注入高效液相色谱仪，用紫外吸收检测器，于波长 291nm 处测定维生素 B6 的吸收值，计算出其含量。

参考文献：

中华人民共和国药典，国家药典委员会编，化学工业出版社，2005 年版，二部，p.668。

需求量



一般而言，人与动物的肠道中微生物（细菌），可合成维生素 B6，但其量甚微，还是要从食物中补充。其需要量其实与蛋白质摄食量多寡很有关系，若吃大鱼大肉者，应记住要大量补充维生素 B6，以免造成维生素 B6 缺而导致慢性病的发生。

男成人 2.0mg

妇女 1.6mg

妊娠 2.2mg

哺乳 2.1mg

婴儿 0.3~0.6mg

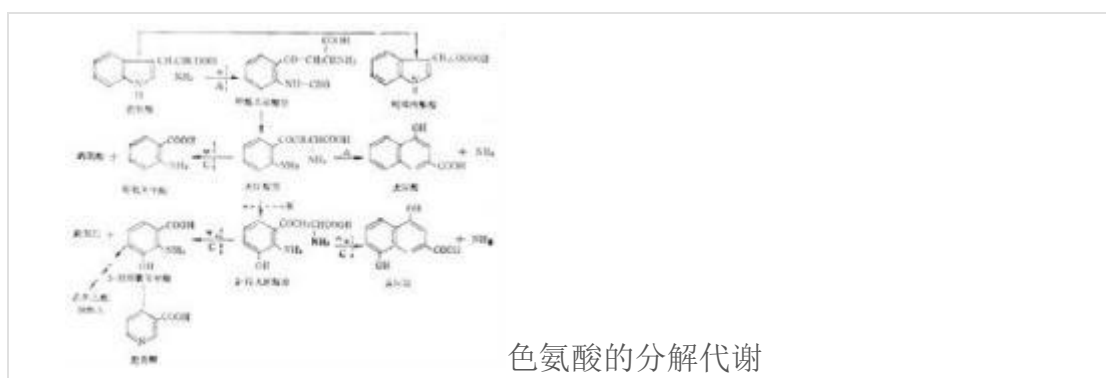
11 岁以下 1.0~1.4mg

男孩、女孩 1.4~2.0mg

最大使用量为 4-50mg，毒性剂量未知。

代谢变化

消化与吸收



食物中维生素 B6 为 PLP、PMP、PN 在小肠腔内必须由非特异性磷解酶（nonspecific phosphohydrolase）分解 PLP、PMP 为 PL，PM。吸收形式为 PL、PM 及 PN。在人体观察中，给予饥饿的人以 PN、PL、PM，在给予 PN 后

0.5~3h 达到高峰，剂量小（0.5~4mg）时，血浆维生素 B6 水平在 3~5h 后又恢复到近似饥饿时水平。服用 PL 后血浆维生素 B6 水平及尿中 PA 升高较快，但 PM 吸收代谢都较 PN，PL 要慢一些。而摄入 PLP 剂量大（如 10mg）时，血浆维生素 B6 及 PLP 在 24h 内继续上升，维持在高水平上。

运输与代谢

PN 运输至小肠粘膜并到血流中，也可在肠粘膜中合成 PNP，约为剂量 30.6%，血流中 PN 可扩散到肌肉中，然后磷酸化约占剂量的 10.4%~15.7%。在人体给以 PN 后，血浆 PL 可以增加 12 倍，血浆中 PLP 虽占血浆中维生素 B6 的 60%，但与蛋白相结合，不易为其他细胞所利用。血浆中 PL 与白蛋白结合不牢固，为运输的形式，能被组织摄取与清除，并氧化为 PA。PN 及 PL 通过扩散进入到红细胞中，并为激酶磷酸化。人的红细胞可将 PNP 氧化 PLP，其他动物如大鼠无此功能。PN 在超过红细胞 PL 激酶饱和浓度时，可在 3~5min 进入到红细胞中，细胞内的浓度与培养基浓度一致。PL 在浓度超过红细胞磷酸激酶的浓度时，进入红细胞的量增加，使其浓度比培养基中要高这是由于 PL 与血红蛋白 α -链中末端缬氨酸相结合，所以 PL 在红细胞中积累，它在红细胞中的浓度可为血浆中之 4~5 倍。红细胞中的 PL 可能也是一种运输方式。

肝也是维生素 B6 代谢活跃的组织。PN 为肝细胞纳入后，相继为 PL 激酶及 PNP 氧化酶作用而生成 PLP，然后再经磷解作用而转变为 PL，进入循环系统中，运至有磷酸激酶的组织形成 PLP。

在脑切片及分离脉络丛中，没有 PN，均是磷酸化合物、脉络丛为运输 PN 从血到脑脊液的场所。在维生素 B6 缺乏的动物（大鼠）PL 激酶有所下降，饲料 5 周的大鼠肝中，PL 肝激酶下降 50%而脑中仅下降 14%。这也说明维生素 B6 对神经系统的重要性。

储存

维生素 B6 在血流中可扩散到肌肉中而磷酸化，若 PN 剂量增加，肌肉中 PN 占剂量的百分数增加，而 PNP 的百分数减少。在肌肉中未发现 PNP 氧化到 PLP。在大鼠 60%维生素 B6 在肌肉中，其中 75%~95%与糖原磷酸化酶

（Glycogenphosphorylase）相联系。此酶占肌肉可溶性蛋白之 5%，可能为维生素 B6 的储存场所。通过肌肉蛋白的转换，将维生素 B6 分解出来以满足最低需要量。

排出

维生素 B6 的主要代谢产物 PA，可代表维生素 B6 摄取入量的 20%~40%，尿中 PA 只可为摄入量的指标。而不能代表体内的储存。尿中除 PA 外，尚有少量的 PN、PL 等。给以生理剂量时，在 3h 内大部分以 PA 排出。PN 在肾小管中积累，当 PN 浓度较大时，可由肾排出。因此 PN 剂量 10mg 时，尿中 PA 占剂量的百分数减低，但 PN 的排出增多。PL 不易被肾排除，也不易被肾纳入，纳入后以磷酸化形式积累。但人口服大剂量（100mg）PL、PM、PN 后，在 36h 内大部分原物从尿中排出。

治疗疾病

一般疾病

1、动脉硬化、2.秃头、3.胆固醇过高、4.膀胱炎、5.面部油腻、6.低血糖症、7.精神障碍、8.肌肉失调、9.神经障碍、10.怀孕初期的呕吐、11.超体重、12.手术后呕吐、13.紧迫、14.对太阳光敏感等。

糖尿病血管

维生素 B6 可减缓胰岛素治疗糖尿病大白鼠血管并发症，血管疾病并发症是糖尿病死亡的主要原因。动脉疾病在胰岛素依赖型（Insulin-dependent diabetes mellitus, IDDM）与非胰岛素依赖型（NonInsulin-dependent diabetes mellitus, NIDDM）病人身上的盛行率比一般人高。糖尿病的血管疾病并发症主要是动脉硬化所造成。

血管内皮细胞损伤（Endothelial injury）被认为会引发动脉硬化症。致血栓因子（Thrombogenic factors），包括血小板过度活化（Hyperactive）或血小板过度凝集，均会促进动脉硬化的过程。

维生素 B6 的活化型式，磷酸吡哆醛（Pyridoxal phosphate, PDP），具有保护血管内皮细胞，减少内皮细胞受活化血小板损伤的作用，抑制血小板凝集与血液凝固的作用，抑制血小板生成前列凝素（Thromboxane A2, TxA2）及促进血管内皮细胞生成环前列腺素（Prostaglandin I2, PGI2）的作用，以及减少血管内皮细胞形态上的改变。

血管内皮细胞受损，被认为是动脉硬化的早期病理现象，这种改变影响血管内皮细胞的许多功能，包括通透性、附着性、运动、细胞增生与物质生成的能力等。

生理作用



维生素 B6 群很快地会被转化成辅酶 pyridoxal phosphate 与 pyridoxamine phosphate，此两种酶与蛋白质的代谢关系很密切，pyridoxal phosphate 是下列酶的置换物质：

氨基酸代谢时胺基转移所需，尤其对甲硫氨基、胱氨酸、半胱氨酸等。

氨基酸代谢时的脱羧基（=COOH）作用所需。

转化含硫氨基酸所需（甲硫氨基、胱氨酸、半胱氨酸等），高胱氨酸是否缺乏**维生素 B6**，要注意。

Methionine→homocysteine + serine(丝氨酸)→pyruvate(焦葡萄糖) + H₂S + NH₃→TCA cycle (产生能量 + CO₂ + H₂O)。

甲硫氨酸是提供甲基（methyl group）的重要氨基酸，若无**维生素 B6** 存在，此作用不能进行。很多的碳化作用不得进行，如要合成脂肪、胺基酸碳架等。

与色氨酸转化成烟碱酸有关，tryptophan→nicotinic acid，若缺乏**维生素 B6** 时，即产生中间代谢物---黄尿酸（xanthurenic acid），此物质会在体内破坏胰脏β细胞，最后导致糖尿病的发生。在临床上，以验尿液中黄尿酸多寡来判断有无**维生素 B6** 缺乏症，若黄尿酸含量太多，即表示罹患**维生素 B6** 缺乏症。

肝糖转变为葡萄糖所需，有**维生素 B6** 的存在，glycogen phosphorylase 可加速肝糖的分解成葡萄糖。

将脂肪酸亚麻油酸（linoleic acid--18C）转化成花生油酸（arachidonic acid--22C）所需，若缺乏此酸，则会造成皮肤龟裂，严重者甚至会因细胞膜变性而引起身体不适。

辅酶-A（co-enzyme A）的合成有关，若缺乏**维生素 B6**，阻碍辅酶-Co-A 的合成。辅酶-Co-A 组成成分中有泛酸、腺嘌呤（adenine）等，是能量产生的相关物质，为 acetyl Co-A 还原所需，而 acetyl Co-A 在粒腺体内可直接合成脂肪外，acetyl Co-A 亦涉及氨基酸合成及能量产生的生化作用，是一非常重要的物质。

在脑细胞的代谢中，pyridoxine 的辅酶对氨基酸的脱羧基作用很重要，故稳定脑细胞的功能，不能缺乏**维生素 B6**。更有甚者，脑细胞所需的相关胺化合物之合成，均需要**维生素 B6**。此类物质如肾上腺素（epinephrine），新肾上腺素（norepinephrine），多巴胺（dopamine），酪胺（tyramine），血胺素（serotonin-5 hydroxytryptamine）。多巴胺是新肾上腺素的前驱物质，而血胺素又可合成褪黑激素。此等脑中物质，亦扮演着脑细胞染色体传送作用之功能。

pyridoxine 不仅是上述含胺化合物合成的辅酶，同时亦是散播脑细胞抑制物质 GABA(gama-amino butyric acid) 所需的辅酶。人类睡眠深沉时，GABA 含量会升得很高，显示有**维生素 B6** 时，GABA 提高，人较易入眠深睡。故要让亢奋的脑细胞休息，除用褪黑激素外，还得加上**维生素 B6** 始能发挥良好功能。

- 使**维生素 B6** 功能增大的营养素

若有某些营养素存在时，会增加**维生素 B6** 的功能，如 1. **维生素 B 群**、2. **维生素 B1**、3. **维生素 B2**、4. 泛酸、**维生素 C**、5. 镁、6. 钾、7. 钠、8. 亚麻油酸（linoleic acid）。

- 拮抗的物质及影响**维生素 B6** 需要量的状况

1. 酒类、2. 避孕药、3. 烟草、4. 咖啡、5. 放射线照射。

- 维生素 B6** 缺乏的症状

维生素 B6 主要作用在人体的**血液**、肌肉、神经、皮肤等。功能有**抗体**的合成、消化系统中胃酸的制造、脂肪与**蛋白质**利用（尤其在减肥时应补充）、维持钠/钾平衡（稳定神经系统）。缺乏**维生素 B6** 的通症，一般缺乏时会有食欲不振、食物利用率低、失重、呕吐、下痢等毛病。严重缺乏会有粉刺、**贫血**、**关节炎**、小孩**痉挛**、忧郁、头痛、掉发、易发炎、**学习障碍**、衰弱等。

●大剂量的毒性

用极高剂量如每天 **300mg** 用来预防及治疗呕心及放射线照后呕吐、吃药后的呕吐、麻醉呕吐、旅行生病的呕吐等，均可达到治疗效果，而无毒性。

营养所需

维生素 b6 是人体脂肪和糖代谢的必需物质，女性的**雌激素**代谢也需要**维生素 b6**，因此它对防治某些妇科病大有益处。许多女性会因服用避孕药导致情绪悲观、脾气急躁、自感乏力等，每日补充 **60** 毫克就可以缓解症状。还有些妇女患有经前期**紧张综合征**，表现为**月经前眼睑**、手足浮肿、失眠、健忘，每日吃 **50~100** 毫克**维生素 b6** 后症状可完全缓解。富含 **b6** 的食物有金枪鱼、瘦牛排、**鸡胸肉**、香蕉、花生、牛肉等。

生理功能

主要以**磷酸吡多醛（PLP）**形式参与近百种酶反应。多数与氨基酸代谢有关：包括转氨基、脱羧、侧链裂解、脱水及转硫化作用。这些生化功能涉及多方面。

- 1、参与**蛋白质**合成与分解代谢，参与所有氨基酸代谢，如与血红蛋白的代谢有关，与色氨酸合成烟酸有关。
- 2、参与糖异生、**UFA** 代谢。与糖原、神经鞘**磷脂**和类固醇的代谢有关。
- 3、参与某些神经介质（**5-羟色胺**、牛磺酸、多巴胺、去甲肾上腺素和**γ-氨基丁酸**）合成。
- 4、**维生素 B6** 与一碳单位、**维生素 B12** 和**叶酸**盐的代谢，如果它们代谢障碍可造成巨幼红细胞贫血。
- 5、参与核酸和 **DNA** 合成，缺乏会损害 **DNA** 的合成，这个过程对维持适宜的免疫功能是非常重要的。
- 6、**维生素 B6** 与**维生素 B2** 的关系十分密切，**维生素 B6** 缺乏常伴有**维生素 B2** 症状。
- 7、参与同型半胱氨酸向**蛋氨酸**的转化，具有降低**慢性病**的作用，轻度**高同型半胱氨酸血症**被认为是**血管疾病**的一种可能危险因素，**维生素 B6** 的干预可降低**血浆同型半胱氨酸**含量。 [3]

临床新应用

随着临床应用研究的深入，发现**维生素 B6** 在临床上还有着广泛的新用途，现简介如下

1 抢救异烟肼中毒

用法为每服 1g 异烟肼可缓慢静注**维生素 B6**1g。如不知**中毒量**，可缓慢静注**维生素 B6**5g，历时 3~5min，不佳时可间隔 5~20min 重复注射直至抽搐停止、意识恢复为止。**维生素 B6** 用量不足是抢救失败的主要原因。

2 治疗贫血

维生素 B6 为δ-氨基-γ酮戊酸合成酶的辅酶，而此酶为合成血红蛋白的限速酶，故其可用于预防**贫血**的辅助治疗。

3 治疗白细胞减少症

维生素 B6 参与氨基酸和脂肪的代谢，刺激白**细胞**生成，因而可用于治疗白细胞减少症。通常每日口服 30~60mg，也可用**维生素 B6**50~100mg 加入 5% 葡萄糖溶液 20ml 静注。

4 治疗智力发育迟滞

本病的病因之一是基因发生突变，DNA 分子上氨基酸的排列改变，使遗传信息的传递发生障碍，引起酶的活性缺陷或减弱，导致各种代谢障碍。**维生素 B6** 能参与氨基酸的代谢和代谢酶的转化，有纠正各种代谢异常的作用。据临床观察，智力发育迟滞者，服用**维生素 B6** 每 1 个月为 1 疗程，休息 1 周后进行第 2 疗程，第 2~4 个疗程后，智力得到明显的改善。

5 治疗口腔溃疡

维生素 B6100mg/次，3 次/d 口服或 100mg 加入 5%GS20ml 中静注，一般 3~4 天即愈。

6 治疗动脉硬化及血栓栓塞性疾病

维生素 B6 可促进**亚油酸**变成花生四烯酸，而后者与**胆固醇**结合成的酯易于转运代谢和排泄。另外，**维生素 B6** 还能抑制血小板的功能和纤维蛋白的形成，故可降低胆固醇和防止**血栓形成**。用法为 50mg/d 肌注。

7 回乳

从生育 2~6 天开始，用药 5~6 天，0.2g/次，3 次/d 口服，10~12h 生效，其抑制乳汁分泌率达 95%，比**雌激素**生效快，效果好，且无副作用。作用原理与其促进脑内**多巴胺**的生成，从而激动多巴胺受体而减少**垂体催乳素**分泌有关。

8 治疗帕金森综合征

可使震颤明显减少，开始肌注 50mg/d，以后逐渐递增 50mg/d，直至 0.3~0.4g/d，12~15 天为一疗程，总量为 3~4g。作用原理与提高脑内多巴胺**浓度**，从而激动纹状体多巴胺受体有关。

9 治疗破伤风

破伤风外毒素可抑制γ-氨基丁酸和甘氨酸的释放而致痉挛，维生素 B6 通过促进γ-氨基丁酸的合成而抗痉，与青霉素+TAT 合用，痉挛控制早，死亡率仅 15%，而 TAT+青霉素+镇静剂死亡率高达 60%以上。用法为维生素 B6 120mg/d，分 2 次口服或 100mg/d 肌注。

10 治疗妊娠糖尿病

孕妇易缺乏维生素 B6 而引起色氨酸代谢异常，产生黄尿酸-胰岛素复合物，后者的降糖作用减半，故致妊娠糖尿病。用维生素 B6 100mg/d×2 周治疗，可使血糖明显减低，并可使糖耐量曲线改变。

11 甾体避孕药引起的精神抑郁症

避孕药中的雌激素样作用能减低磷酸吡哆醛的浓度，并增加机体对维生素 B6 的需要量而改变脑胺代谢，故易引起精神抑制症。给予维生素 B6 后，抑郁症状可改善。

12 增强免疫力和抗癌

维生素 B6 缺乏损害细胞并影响体液免疫功能，给予维生素 B6 可提高免疫力，并有一定的防癌作用，后者可能与其减少体内致癌物有关。

13 治疗维生素 C 引起的草酸盐结石

维生素 C 代谢成草酸，然后与 Ca²⁺，Mg²⁺ 形成草酸盐结石，所以每日服维生素 C 1g 以上，应酌加维生素 B6 50~100mg 防结石，因维生素 B6 对草酸盐为主成份的尿道结石有效。

14 维生素 B6 依赖性惊厥

本病是常染色体隐性遗传病，由于维生素 B6 不能与其酶蛋白-谷氨酸脱羧酶结合，使谷氨酸生成的 GABA 减少，造成惊厥。据临床观察，惊厥发作时，静注维生素 B6 100mg/日，数分钟后发作停止。

15 平喘作用

婴儿喘憋是呼吸疾病常见症状，平喘是治疗重点和难点。据临床观察 120 例喘憋患儿经每次静脉推注维生素 B6 15~20mg/kg，每日 2~3 次，4 天为一疗程，总有效率 84%。其作用机制可能是：(1)多巴胺脱羧酶催化酪氨酸合成肾上腺素，该酶是维生素 B6 依赖酶，维生素 B6 缺乏时肾上腺素合成减少，支气管易发生痉挛。(2)部分哮喘患儿血、痰液中 5-羟色胺浓度增高，可能体内存在着与维生素 B6 有关的色氨酸代谢紊乱，用大剂量维生素 B6 治疗后，色氨酸负荷试验恢复正常，哮喘发作改善。

16 治疗腕管综合征

本病与维生素 B6 缺乏有关。据临床观察，患者每日服用维生素 B6 300mg，连用 4 周，一般用药 2 周后症状可完全缓解。

維生素 H

維生素 H 又稱生物素、輔酶 R，是水溶性維生素，也屬於維生素 B 族。它是合成維生素 C 的必要物質，是脂肪和蛋白質正常代謝不可缺的物質。是一種維持人體自然生長和正常人體機能所必須的水溶性維生素；是代謝脂肪及蛋白質不可缺的物質，也是維持正常成長、發育及健康必要的營養素，無法經由人工合成。

目錄

- 1 簡介
- 2 生理作用
- 3 人體需要
- 4 缺乏症狀
- 5 性能與用途
- 6 食物來源
- 7 廣泛應用
- 8 用途
- 9 維生素H的小知識
- 10 維生素專題

簡介

1936 年，兩位德國科學家 Kogl 和 Tonniss 從煮熟的鴨蛋黃中分離提取出一種結晶物質，是酵母生長所必需的，稱之為「生物素」。生物素廣泛存在於自然界的各種生物中，是人類和動物維持健康不可缺少的要素，並因而得名。因其在食物中的分布很廣，幾乎每種食物中都含有少量的生物素，加之人體每日的所需量又很少，所以，人們一般都不缺乏這種維生素。

分子式： $C_{10}H_{16}N_2O_3S$

相對分子量：244.3，熔點：39~48℃

性狀與穩定性：為無色長針狀結晶，具有尿素與噻吩相結合的駢環，並帶有戊酸側鏈；極微溶於水和乙醇，不溶於其它常見的有機溶劑。在中等強度的酸及中性溶液中可穩定數日，在鹼性溶液中穩定性較差。在普通溫度下相當穩定，但高溫 and 氧化劑可使其喪失活性。

體內過程：口服生物素迅速從胃和腸道吸收，血液中生物素的 80% 以游離形式存在，分布於全身各組織，在肝，腎中含量較多，用藥後大部分生物素以原形由尿液中排出，僅小部分代謝為生物素硫氧化物和雙降生物素。

生理作用

維生素 H 與酶結合參與體內二氧化碳的固定和羧化過程，與體內的重要代謝過程如丙酮酸羧化而轉變成為草酰乙酸，乙醯輔酶 A 羧化成為丙二醯輔酶 A 等糖及脂肪代謝中的主要生化反應有關。它也是某些微生物的生

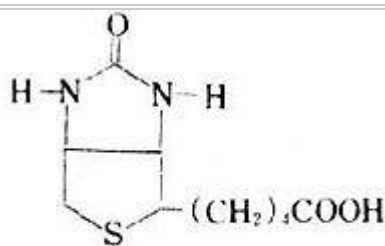


图5 维生素H结构式



維生素 H

長因子，極微量（ 0.005 微克）即可使試驗的細菌生長。例如，鏈孢霉生長時需要極微量的生物素。人體每天需要量約 $100\sim 300$ 微克。生雞蛋清中有一種抗生物素的蛋白質能和生物素結合，結合後的生物素不能由消化道吸收；造成動物體生物素缺乏，此時出現食欲不振、舌炎、皮膚性皮炎、脫毛等。然而，尚未見人類生物素缺乏病例，可能是由於除了食物來源以外，腸道細菌也能合成生物素之故。

功效：維生素 H 對於糖原的異生，脂肪酸的綜合作用以及某些胺基酸的新陳代謝，都是一個關鍵的調控元件，並且能夠通過幫助能量的產生對某些蛋白質的合成起到促進作用；同時可協助細胞生長、製造脂肪酸、代謝醣類、脂肪及蛋白質，且有助於維他命 B 群的利用；促進汗腺、神經組織、骨髓、男性性腺的健康；維護皮膚及毛髮的正常運作和生長，減輕濕疹、皮炎症狀；預防白髮及脫髮，有助於治療禿頂；緩和肌肉疼痛；對憂鬱、失眠確有一定助益；還參與維生素 B12、葉酸、泛酸的代謝；促進尿素合成與排泄；提高人體的免疫功能。

人體需要

啤酒的維生素 H 含量較高

建議日攝取量：成人建議每天攝取 $25\sim 300\ \mu\text{g}$ 。如果將生物素與維生素 A、維生素 B2、維生素 B6、煙酸（維生素 B3）一同使用，相輔相成，作用更佳。補充周期：維生素 H 在人體內僅停留 $3\sim 6$ 小時，所以必須每天補充。

需要人群：

1. 好吃生雞蛋和飲酒的人需要補充生物素；
2. 服用抗生素或磺胺藥劑的人每天至少要攝取 $25\ \mu\text{g}$ ；
3. 頭髮稀疏的男性攝入生物素，防止脫髮效果明顯；
4. 在妊娠期間，生物素會明顯流失，應在醫師指導下合理補充。

維 H 之敵：生蛋白（其中含有會妨礙生物素吸收的蛋白質——抗生物素蛋白）、水、磺胺藥劑、雌激素、食品加工過程、酒精。

缺乏症狀

- 1、缺乏維生素 H 使人頭皮屑增多，容易掉發，少年白髮；
- 2、缺乏維生素 H 會引起膚色暗沉、面色發青、皮膚炎；

3、缺乏維生素 *H* 易導致憂鬱、失眠、容易打瞌睡等神經症狀；

4、缺乏維生素 *H* 會令人容易疲倦、慵懶無力、肌肉疼痛。 生物素缺乏的體征：包括皮炎、濕疹，萎縮性舌炎，感覺過敏，肌肉痛，倦怠，厭食和輕度貧血、脫髮。

性能與用途

1、構成視沉細胞內感光物質。維生素 *H* 在體內氧化生成順視黃醛和反視黃醛。人視網膜內有兩種感光細胞，其中桿細胞對弱光敏感，與暗視覺有關，因為桿細胞內含有感光物質視紫物質，它是由視蛋白和順視黃醛構成。當維生素 *H* 缺乏時，順視黃醛得不到足夠的補充，桿細胞不能合成足夠的視紫細胞，從而出現夜盲症。 2、維持上皮組織結構的完整和健全。維生素 *H* 是維持機體上皮組織健全所必須的物質。維生素 *H* 缺乏時，可引起黏膜與表皮的角化、增生和乾燥，產生乾眼病，嚴重時角膜角化增厚、發炎，甚至穿孔導致失明。皮脂腺及汗腺角化時，皮膚乾燥，發生毛囊丘疹和毛髮脫落。由於消化道、呼吸道和泌尿道上皮細胞組織不健全，易於感染。

3、增強機體免疫反應和抵抗力。維生素 *H* 能增強機體的免疫反應和感染的抵抗力，穩定正常組織的溶酶體膜，維持機體的體液免疫、細胞免疫並影響一系列細胞因子的分泌。大劑量可促進胸腺增生，如同免疫增強劑合用，可使免疫力增強。

4、維持正常生長發育。維生素 *H* 缺乏時，生殖功能衰退，骨骼生長不良，胚胎和幼兒生長發育受阻。

食物來源

草莓

在牛奶、牛肝、蛋黃、動物腎臟、草莓、柚子、葡萄等水果、瘦肉、糙米、啤酒、小麥中都含有生物素。在複合維生素 *B* 和多種維生素的製劑中，通常都含有維生素 *H*。

富含該維生素的美食：

菜

芥末雙脆、蟹肉西蘭花、芥菜菠菜、魚香腰花、油燜鱈魚、素炒三絲、蛋黃南瓜

湯煲粥羹

芒果柳橙蘋果汁

胡蘿卜炖羊肉、松花淡菜粥、清炖蘿卜牛肉、銀杞明目湯、雞肝胡蘿卜粥、牛肉蔬菜濃湯 果汁

芒果葡萄柚汁、芒果柳橙蘋果汁、木瓜生薑汁、蘆薈檸檬汁、甜橙檸檬汁、杏獼猴桃汁

廣泛應用

維生素 *H*，即人們所熟知的生物素，它能使身體將食物轉化為自身能量。生物素有利於細胞的健康和再生

維生素 *H*

。糖尿病患者可以通過生物素改善血糖的調節。頭髮和指甲的健康也需要生物素。

保健用途

糖尿病。補充生物素，生物素通過改善**胰島素**和血糖的使用幫助改善血糖的調節。

頭髮和指甲。補充生物素可以修復薄弱爆裂的腳趾甲和**手指**甲，改善頭髮的健康。生物素也可以修復那些由於生物素水平偏低引起過早的灰白頭髮。

遺傳問題。一些**嬰兒**不能好好利用生物素，需要補充生物素。

皮膚問題。一些**皮膚病**，例如**乳癰**，能通過補充生物素得到改善。

肌肉營養失調。生物素可被用作治療某些跟肌肉有關的**疾病**作為療程的一部分。

營養性的健康。生物素能幫助**減肥**的人體內進行更有效的新陳代謝。

傳染病。生物素可用作治療腸內念珠菌（一種酵母菌的感染）。

據研究，葉酸與生物素**配伍**可有效預防畸形胎形成。**2008**年初日本厚生省已正式宣布，將生物素與葉酸均作為日本孕婦的強制攝取營養物。可以肯定，厚生省這一決定必將大大促進生物素在日本的銷售，同時，也必將進一步推動全球對生物素的消費。

美國研究人員還發現：生物素能促進脂肪及碳水化合物的分解，使它們加快轉化成人體活動所需的能量；如體內生物素數量不足，脂肪就會在體內蓄積並引起**肥胖症**。這種新發現為生物素在減肥、瘦身類保健產品中的應用奠定了堅實的基礎，為生物素開闢了一個更廣闊的市場。

同時，日本學者還報導，生物素具有出色的**美容**作用，可保持皮膚嫩白、指甲光滑等。這個發現也為生物素產品開拓了一大新藥業用途。美容**化妝品**行業是國際大產業之一，美容化妝品的國際市場總銷售額遠遠高於藥品的銷售額，生物素在美膚、美甲（指甲）及美髮上的新應用必將導致藥用級生物素銷量的上升。

維生素 *H* 作為營養增補劑。按中國 *GB2760-90* 規定，可用於食品工業作為加工助劑。具有預防皮膚病、促進**脂類**代謝等生理功能。大量食用生蛋白可導致生物素缺乏。

作為藥品，用於治療**動脈硬化**、**中風**、脂類代謝失常、**高血壓**、**冠心病**和**血液循環**障礙性的疾病。

用於化妝品，可提高血液循環在皮膚**血管**中的速度，在 *0.1%~1.0%* 的濃度範圍內，易於配方中的油相相混合。在護膚雪花膏、運動藥液、腳用**止痛膏**、刮鬍鬚液、洗髮液中均可使用。

維生素 *H* 的生理功能： 人體每天需要量約 *100~300* 微克。生雞蛋清中有一種抗生物素的蛋白質能和生物素結合，結合後的生物素不能由消化道吸收；造成動物體生物素缺乏，此時出現食欲不振、舌炎、皮膚性皮炎、脫毛等。然而，尚未見人類生物素缺乏病例，可能是由於除了食物來源以外，腸道細菌也能合成生物素之故。生物素是人體內多種酶的輔酶，參與體內的脂肪酸和碳水化合物的代謝；促進蛋白質的合成；還參與維生素 *B12*、葉酸、泛酸的代謝；促進尿素合成與排泄。

①幫助脂肪、肝糖和胺基酸在人體內進行正常的合成與代謝；

②促進汗腺、神經組織、骨髓、男性性腺、皮膚及毛髮的正常運作和生長，減輕濕疹、皮炎症狀；

③預防白髮及脫髮，有助於治療禿頂；④緩和肌肉疼痛；

⑤促進尿素合成與排泄、嘌呤合成和**油酸**的**生物合成**。

⑥用於治療動脈硬化、中風、脂類代謝失常、高血壓、冠心病和血液循環障礙性的疾病。

用途

用於治療動脈硬化、中風、脂類代謝失常、高血壓、冠心病和血液循環障礙性的疾病。

用於化妝品，可提高血液在皮膚血管中的循環速度，在 $0.1\% \sim 1.0\%$ 的濃度範圍內，易與配方中的油相混合。在護膚雪花膏、運動藥液、腳用止痛膏、刮鬍須液、洗髮液中均可使用。

維生素 H 的小知識

建議日攝取量：

成人建議每天攝取 $25 \sim 300 \mu\text{g}$ 。生物素和維生素(維生素食品)A、B 2、B 6、煙酸一起使用功效更佳。

食物來源：

糙米、小麥、草莓、柚子、葡萄(葡萄食品)、啤酒、肝、蛋、瘦肉、乳品等。

補充周期：

維生素 B 1 在人體內僅停留 $3 \sim 6$ 小時，所以必須每天補充。

需要人群：

好吃生雞蛋和飲酒的人需要補充生物素；

服用抗生素或磺胺藥劑的人每天至少要攝取 $25 \mu\text{g}$ ；

頭髮稀疏的男性(男性食品)攝入生物素，防止脫髮效果明顯；

在妊娠期間，生物素會明顯流失，應在醫師指導下合理補充。

功效：

- 幫助脂肪代謝；
- 協助代謝胺基酸(胺基酸食品)及碳水化合物；
- 促進汗腺、神經組織，骨髓、男性性腺、皮膚及毛髮的正常運作和生長，減輕濕疹、皮炎症狀；
- 預防白髮及脫髮，有助於治療禿頂；
- 緩和肌肉疼痛

生物素(維生素 H)缺乏症

生物素(維生素 H)生物素(維生素 H)缺乏症主要表現多數以皮膚症狀為主，可見毛髮變細、失去光澤、皮膚乾燥、鱗片狀皮炎、紅色皮疹，嚴重者的皮疹可延續到眼睛、鼻子和嘴周圍。此外，伴有食慾減退、噁心、嘔吐、舌乳頭萎縮、粘膜變灰、麻木、精神沮喪、疲乏、肌痛、高膽固醇血症及腦電圖異常等。這些症狀多發生在生物素(維生素 H)缺乏 10 周後。在 6 個月以下嬰兒，可出現脂溢性皮炎。

生物素(維生素 H)過量表現

生物素(維生素 H)的毒性很低，至今尚未見生物素(維生素 H)毒性反應的報告。

、維生素 B 12 – 唯一含有金属离子的维生素

维生素 B 12 又叫钴胺素，是一种水溶性维生素。植物不能制造维生素 B 12，它是唯一需要一种特殊胃肠道分泌物，才被肌体吸收的维生素；它在肠道内停留时间长，大约需要三小时（大多数水溶性维生素只需要几秒钟）。一、维生素 B 12 的主要生理功能

1、促进红细胞的发育和成熟，使肌体造血机能处于正常状态，预防恶性贫血。

2、促进碳水化合物、脂肪和蛋白质代谢；

3、具有活化氨基酸的作用和促进核酸的生物合成，可促进蛋白质的合成，它对婴幼儿的生长发育有重要作用。

二、维生素 B 12 缺乏的症状及其毒性

素食主义者，恶性贫血，部分或全部切除胃手术以及寄生虫传染等都有可能出现缺乏维生素 B 12 的现象。膳食缺乏维生素 B 12 的常见症状是：虚弱，减重，背痛，四肢感到刺痛，

神态呆滞，精神或其它神经失常。也有可能引起贫血症，但非常少见。

已知维生素 B 12 没有毒性。

维生素 B12 又叫**钴胺素**，是唯一含金属元素的**维生素**。自然界中的维生素 B12 都是微生物合成的，高等动植物不能制造维生素 B12。维生素 B12 是唯一的一种需要一种肠道分泌物（内源因子）帮助才能被吸收的维生素。有的人由于肠胃异常，缺乏这种内源因子，即使膳食中来源充足也会患恶性贫血。植物性食物中基本上没有维生素 B12。它在肠道内停留时间长，大约需要三小时（大多数**水溶性维生素**只需要几秒钟）才能被吸收。维生素 B12 的主要生理功能是参与制造骨髓**红细胞**，防止恶性贫血；防止大脑神经受到破坏。维生素 B12 是 B 族维生素中迄今为止发现最晚的一种。维生素 B12 是一种含有 3 价钴的多环系化合物，4 个还原的吡咯环连在一起变成为 1 个咕啉大环（与卟啉相似），是维生素 B12 分子的核心。所以含这种环的化合物都被称为类咕啉。维生素 B12 为浅红色的针状结晶，易溶于水和乙醇，在 pH 值 4.5~5.0 弱酸条件下最稳定，强酸（pH<2）或碱性溶液中分解，遇热可有一定程度破坏，但短时间的高温消毒损失小，遇强光或紫外线易被破坏。普通烹调过程损失量约 30%。

结构特征

谷胺酰和**甲基**谷氨是 B12 的两种**辅酶**形式。在钴啉环平面上方钴离子与 5, 6-2 甲基苯基咪唑的 N-3 相连, 在平面下方与 5'-脱氧腺苷的 C5'相连。一般应用的 B12, 和钴离子相连的是 CN, 称为氰钴氨, 为绿色结晶。

生理作用

作用

已知 B12 是几种变位酶的**辅酶**, 如催化 Glu 转变为甲基 Asp 的甲基天冬氨酸变位酶、催化**甲基丙二酰 CoA** 转变为琥珀酰 CoA 的甲基丙二酰 CoA 变位酶。B12 辅酶也参与甲基及其他一碳单位的转移反应。

B12 主要存在于肉类中, 植物中的大豆以及一些草药也含有 B12, 肠道**细菌**可以合成, 故一般情况下不缺乏, 但 B12 是消化道疾病者容易缺乏的维生素, 也是**红血球**生成不可缺少的重要元素, 如果严重缺乏, 将导致恶性贫血!

维生素 B12 广泛存在于动物食品中。而且其形态无法被人体吸收。此外, 维生素 B12 也是唯一含必须矿物质的维生素, 因含钴而呈红色, 又称红色维生素, 是少数有色的维生素。维生素 B12 虽属 B 群维生素, 却能贮藏在**肝脏**, 用尽贮藏量后, 经过半年以上才会出现缺乏症状。人体维生素 B12 需要量极少, 只要饮食正常, 就不会缺乏。少数吸收不良的人须特别注意。

吸收代谢

食物中的维生素 B12 与**蛋白质**结合, 进入人体**消化道**内, 在胃酸、胃蛋白酶及胰蛋白酶的作用下, 维生素 B12 被释放, 并与胃粘膜**细胞分泌**的一种糖蛋白**内因子** (IF) 结合。维生素 B12-IF 复合物在**回肠**被吸收。维生素 B12 的贮存量很少, 约 2~3mg 在肝脏。主要从尿排出, 部分从胆汁排出。

生理功能

主要有两个: ①作为**甲基转移酶**的辅因子, 参与**蛋氨酸**、胸腺嘧啶等的合成, 如使甲基四氢**叶酸**转变为四氢叶酸而将甲基转移给甲基受体 (如同型**半胱氨酸**), 使甲基受体成为甲基衍生物 (如**甲硫氨酸**即甲基同型半胱氨酸), 反应如图所示。因此维生素 B12 可促进蛋白质的生物合成, 缺乏时影响婴幼儿的生长发育。②保护叶酸在细胞内的转移和贮存。维生素 B12 缺乏时, 人类**红细胞**叶酸含量低, 肝脏贮存的叶酸降低, 这可能与维生素 B12 缺乏, 造成甲基从同型**半胱氨酸**向甲硫氨酸转移困难有关, 甲基在细胞内聚集, 损害了四氢叶酸在细胞内的贮存, 因为四氢叶酸同甲基结合成甲基四氢叶酸的倾向强, 后者合成多聚谷氨酸。

主要功能

- 1、促进甲基转移
- 2、促进红细胞的发育和成熟, 使肌体造血机能处于正常状态, 预防**恶性贫血**; 维护神经系统健康
- 3、以辅酶的形式存在, 可以增加**叶酸**的利用率, 促进碳水化合物、**脂肪**和蛋白质的代谢
- 4、具有活化**氨基酸**的作用和促进核酸的生物合成, 可促进蛋白质的合成, 它对**婴幼儿**的生长发育有重要作用
- 5、代谢**脂肪酸**, 使脂肪、**碳水化合物**、蛋白质被身体适当运用
- 6、消除烦躁不安, 集中注意力, 增强记忆及平衡感

7、是神经系统功能健全不可缺少的维生素，参与神经组织中一种脂蛋白的形成

一是提高叶酸利用率，与叶酸一起合成甲硫氨酸（由**高半胱氨酸**合成）和胆碱，产生嘌呤和嘧啶的过程中合成氰钴胺甲基先驱物质如甲基钴胺和**辅酶 B12**，参与许多重要化合物的**甲基化**过程。维生素 B12 缺乏时，从甲基四氢叶酸上转移甲基基团的活动减少，使叶酸变成不能利用的形式，导致**叶酸缺乏症**。

二是维护神经髓鞘的代谢与功能。缺乏维生素 B12 时，可引起神经障碍、脊髓变性，并可引起严重的**精神症状**。维生素 B12 缺乏可导致**周围神经炎**。小孩缺乏维生素 B12 的早期表现是情绪异常、表情呆滞、反应迟钝，最后导致贫血。

三是促进红细胞的发育和成熟。将甲基丙二酰辅酶 A 转化成**琥珀酰辅酶 A**，参与三羧酸循环，其中琥珀酰辅酶 A 与血红素的合成有关。

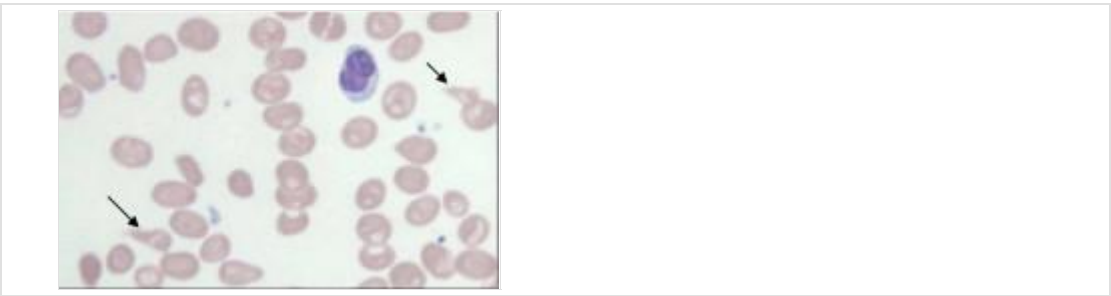
四是维生素 B12 还参与脱氧核酸（DNA）的合成，脂肪、碳水化合物及蛋白质的代谢，增加核酸与蛋白质的合成。

病理

维生素 b12 和**叶酸**缺乏，胸腺嘧啶核苷酸减少，DNA 合成速度减慢，而细胞内尿嘧啶脱氧核苷酸（dUMP）和脱氧三磷酸尿苷（dUTP）增多。胸腺嘧啶脱氧核苷三磷酸（dTTP）减少，使尿嘧啶掺入 DNA，使 DNA 呈片段状，DNA 复制减慢，核分裂时间延长（S 期和 G1 期延长），故细胞核比正常大，核染色质呈疏松点网状，缺乏浓集现象，而胞质内 RNA 及蛋白质合成并无明显障碍。随着核分裂延迟和合成量增多，形成胞体巨大，核浆发育不同步，核染色质疏松，所谓“老浆幼核”改变的巨型血细胞。巨型改变以幼红细胞系列最显著，具特征性，称巨幼红细胞系列。细胞形态的巨型改变也见于粒细胞、巨核细胞系列，甚至某些增殖性体细胞。该巨幼红细胞易在**骨髓**内破坏，出现无效性红细胞生成。最终导致红细胞数量不足，表现贫血症状。

缺乏补充

缺乏症状



维生素 B12 缺乏导致恶性贫血 (3 张)

1.恶性贫血（红血球不足）

2.月经不调

3.眼睛及**皮肤发黄**，皮肤出现局部（很小）红肿（不疼不痒）并伴随蜕皮；

4.恶心，食欲不振，体重减轻

5.唇、舌及牙龈发白，牙龈出血

6.头痛，记忆力减退，痴呆

7.可能引起人的精神忧郁，

8.引起有核**巨红细胞**性贫血（恶性贫血）

9.脊髓变形，神经和**周围神经**退化

10.舌、**口腔**、消化道的粘膜发炎。

11.若出现食欲不振、消化不良、舌头发炎、失去味觉等症状，便是缺乏维生素 **B 12** 的警讯

12.小孩缺乏维生素 **B12** 的早期表现为精神情绪异常、表情呆滞、少哭少闹、反应迟钝、爱睡觉等症状，最后会引起贫血。

13.增加患心脏病的危险。

维生素 **B12** 缺乏多因吸收不良引起，膳食维生素 **B12** 缺乏较少见。膳食缺乏见于素食者，由于不吃肉食而发生维生素 **B12** 缺乏。老年人和胃切除患者胃酸过少可引起维生素 **B12** 的吸收不良。[\[1-3\]](#)

副作用：有些病人对该品有过敏反应，甚至过敏性休克，使用时应注意。

营养水平鉴定

鉴定方法有：①血清维生素 **B12** 的测定是最直接的鉴定方法。血清维生素 **B12** 的浓度低于 $100\mu\text{g/ml}$ ，即可诊断为维生素 **B12** 缺乏（正常值为 $100\sim 300\mu\text{g/ml}$ ）。②尿中**甲基丙二酸**的测定是间接的方法，维生素 **B12** 缺乏时，由于特殊的代谢障碍，尿中甲基丙二酸的排出量增多，但是叶酸缺乏时并不增加，故可用来区分维生素 **B12** 缺乏和叶酸缺乏。③维生素 **B12** 吸收试验。以放射性钴为标记的维生素 **B12** $2.0\mu\text{g}$ 给受试者口服，同时肌肉注射维生素 **B12** $1000\mu\text{g}$ ，然后测定 48 小时内尿的放射性。维生素 **B12** 吸收正常者，48 小时能排出口服放射性钴的 $5\sim 40\%$ ；维生素 **B12** 吸收有缺陷者（如恶性贫血、胃切除后、热带**营养性巨幼细胞性贫血**时）则只有 5% 以下。④治疗性试验，是临床工作中最早采用、最简单方便的一种诊断手段，在不具备开展上述各种检查的条件时，可采用此法。用维生素 **B12** 治疗后网织红细胞上升，同时，骨髓中**巨幼红细胞**转变成正常形态的红系细胞，即可判断为维生素 **B12** 缺乏。

体内主要来源

食物： 1.动物肝脏、肾脏、**牛肉**、猪肉、**鸡肉**、鱼类、蛤类、蛋、牛奶、乳酪、乳制品、腐乳

药物： 2.维生素 **B 12** 不易被胃吸收，大部分是经由小肠吸收，故长效型锭剂效果较好

3.严重缺乏维生素 **B 12** 时，医师多会以注射方式补充

4.老年人对维生素 **B 12** 的吸收较困难，可至医院透过注射方式补充。老年人群中维生素 **B12** 水平不足的现象极为普遍，应注意及时补充，否则会降低认知能力，加速阿尔茨海默病的发展。

食物来源

自然界中的维生素 **B12** 主要是通过草食动物的瘤胃和结肠中的细菌合成的，因此，其膳食来源主要为动物性食品，其中动物内脏、肉类、蛋类是维生素 **B12** 的丰富来源。豆制品经发酵会产生一部分维生素 **B12**。人体肠道细菌也可以合成一部分。[\[3\]](#)

化妆品应用

维生素 B12 一般被称为造血维生素，具有肌肤再生的优越效果，细胞再生与造血都少不了它，是促进人体新陈代谢的重要成分。

维生素 B12 是最新型的维生素，是所有维生素最后被发现的，分子构成最为复杂，人体中维生素 B12 含量会随着年龄的增加而逐渐减少，特别是女性因生理结构会减少的较快。

轻松解决以下肌肤问题：

*肌肤疲惫、暗沉、干燥等问题肌肤；

*明显淡化因年龄增加所产生的细纹和皱纹；

*修护日晒后、秋冬干冷等引起的肌肤红肿、脱皮、疼痛；

*痘**疤痕**迹、蚊虫咬伤的疤痕、烧伤烫伤的疤痕；

*整型手术后使用，可以避免留下疤痕。

主要用途

医疗方面

- ①用于治疗 and 预防维生素 B12 缺乏症。
- ②用于胃切除或**吸收不良综合症**，维生素 B12 缺乏造成贫血的预防。
- ③用于补充因**消耗性疾病**，甲状腺机能亢进，**妊娠**，哺乳等造成的维生素 B12 需求增加。
- ④营养性和妊娠性贫血。
- ⑤广节裂头**绦虫**病贫血。
- ⑥肝障碍贫血。
- ⑦放射性引起的**白细胞减少**。
- ⑧神经疼，肌肉疼，**关节疼**。
- ⑨**末梢神经炎**，末梢神经麻痹。
- ⑩脊髓炎，脊髓变性。

饲料添加剂

维生素 B12 对于机体生长是一种不可缺少的微量营养物质，大多数动物的**植物性饲料**中不含维生素 B12，动物一方面靠胃肠中的微生物合成，一方面靠外界添加。为了满足动物维生素的需要就必须补充维生素添加剂。

猪和鸡等非反刍动物缺乏维生素 B12 主要表现是生长发育停滞，也有少数猪可出现轻度的**正常红细胞**性贫血。此外，还可使鸡的孵化率和猪的生殖率降低。缺乏症的临床症状包括食欲不振、生长停滞、单纯贫血，严重的也有神经症状。

饲料维生素 B12 能促进家禽，特别是幼禽幼畜的生长发育。

可用于：

- ①维生素 B12 缺乏所引起的猪、鸡生长发育不良和贫血；
- ②缺钴地区牛、羊所出现的地方性消瘦病；
- ③[神经炎](#)、神经痛等的非特异性治疗；
- ④提高饲料蛋白的利用率；
- ⑤经济动物的饲养；
- ⑥用 B12 溶液处理鱼卵或鱼苗，可提高鱼对水中有毒物质如苯和重金属的耐受力。

其它

- ①食品添加剂
- ②可作为食品着色剂：如火腿，[香肠](#)，冰淇淋，鱼肉酱。
- ③用于化妆品，肥皂，牙膏等，也可用于厕所，冰箱，口腔等防臭，消除硫化物和醛的气味。

空气污染物去毒

英国曼彻斯特大学的科学家们一项长达 15 年的研究取得重大突破成果，他们希望这一结果将促进研发对危险空气污染物，例如多氯联苯（PCBs）和二氧化（杂）芘进行去毒的有效方法。这项发表在期刊《自然》上的研究细节描述了某些生物体是如何降低污染物的毒素。

曼彻斯特大学生物技术研究所的研究小组调查了某些自然生物体是如何降低毒素水平并缩短严重污染物的寿命。

大卫·里斯教授解释称：“我们已经知道某些最毒的污染物包含卤原子，而大多数生物系统并不知道如何处理这些分子。然而，某些生物体可以利用维生素 B12 移除这些卤原子。我们的研究已经能够确定它们利用维生素的方式与我们所知的大不相同。”^[4]

人工合成

Woodward 最杰出的成就，维生素 B12 的合成

1965 年，[伍德沃德](#)因在有机合成方面的杰出贡献而荣获[诺贝尔化学奖](#)。获奖后，他并没有因为功成名就而停止工作。而是向着更艰巨复杂的化学合成方向前进“。他组织了 14 个国家的 110 位化学家，协同攻关，探索维生素 B12 的人工合成问题。在他以前，这种极为重要的药物，只能从动物的内脏中经人工提炼，所以价格极为昂贵，且供不应求。

维生素 B12 的结构极为复杂，伍德沃德经研究发现，它有 181 个原子，在空间呈魔毡状分布，性质极为脆弱，受强酸、强碱、高温的作用都会分解，这就给人工合成造成极大的困难。伍德沃德设计了一个拼接式合成方案，即先合成维生素 B12 的各个局部，然后再把它们对接起来。这种方法后来成了合成所有有机[大分子](#)普遍采用的方法。

合成维生素 B12 过程中，不仅存在一个创立新的合成技术的问题，还遇到一个传统化学理论不能解释的有机理论问题。为此，伍德沃德参照了[日本](#)化学家福井谦一提出的“边界电子论”，和他的学生兼助手[霍夫曼](#)一起，提出了[分子轨道对称守恒原理](#)，这一理论用对称性简单直观地解释了许多有机化学过程，如电环合反应过程、环加成反应过程、 σ 键迁移过程等。该原理指出，反应物分子外层轨道对称一致时，反应就易进行，这叫“对称性允许”反应物分子外层轨道对称性不一致时，反应就不易进行，这叫“对称性禁阻”。[分子轨道理论](#)的创立，使霍夫曼和福井谦一共同获得了 1981 年诺

贝尔化学奖。因为当时，伍德沃德已去世 2 年，而诺贝尔奖又不授给已去世的科学家，所以学术界认为，如果伍德沃德还健在的话，他必是获奖人之一，那样，他将成为少数两次获得诺贝尔奖金的科学家之一。

伍德沃德合成维生素 B12 时，共做了近千个复杂的有机合成实验，历时 11 年，终于在他谢世前几年实现了，完成了复杂的维生素 B12 的合成工作。参加维生素 B12 合成的化学家，除了霍夫曼以外，还有瑞士著名化学家埃申莫塞（A.Eschenbroscher）等。

工业制造

维生素 B12 的工业制造是通过微生物发酵法制得 [5]

Streptomyces griseus 曾经多年来是维生素 B12 的来源。通常是来自 *Pseudomonas denitrificans* 和 *Propionibacterium shermanii*。它们一般需要在特殊的条件下培养以增加产率。世界上主要的维生素 B12 生产商在中国，其中河北玉星生物工程有限公司产量为世界最大，占据全球 VB12 产量近 70%，并在早期得到了美国 FDA 药监局认证。产品常年出口到世界各国。

2014 年全世界维生素 B12 的总产量约有 50 吨。大多数的产品被用于维生素 B12 制剂和动物饲料添加剂。

药理学

药效学

①维生素 B12 为一种含钴的红色化合物，需转化为甲基钴胺和辅酶 B12 后才具有活性。叶酸在体内必须经还原作用转变为二氢叶酸，然后在二氢叶酸还原酶作用下，成为四氢叶酸。甲基钴胺能使四氢叶酸转化为 N5，N10-甲烯基四氢叶酸，后者在尿嘧啶脱氧核苷酸转化过程中具有供给“一碳基团”的作用。N5，N10-甲烯基四氢叶酸还原酶可催化 N5，N10-甲烯基四氢叶酸，使之还原为 N5-甲烯基四氢叶酸。在甲基钴胺参与下，N5-甲烯基四氢叶酸脱去甲烯基，再成为四氢叶酸，而甲烯基则转移给同型半胱氨酸以形成蛋氨酸。这样体内必须维持足够量四氢叶酸，以供大量 DNA 合成。因此缺乏维生素 B12 时，其对血液学影响与叶酸相似，即 DNA 合成受阻，导致巨幼细胞贫血。所以维生素 B12 间接参与胸腺嘧啶脱氧核苷酸合成。②奇数碳脂肪酸和某些氨基酸氧化生成的甲基丙二酰辅酶 A 转变为琥珀酰辅酶 A 必须有甲基丙二酰辅酶 A 变位酶和辅酶 B12 参与。人体缺乏维生素 B12 时，可引起甲基丙二酸排泄增加和脂肪酸代谢异常。如果甲基丙二酸沉着于神经组织中，可能使之变性。③S-腺苷蛋氨酸和蛋氨酸主要由同型半胱氨酸接受 N5-甲基四氢叶酸的甲基而形成。甲基维生素 B12 是上述反应的辅酶。因此维生素 B12 的缺乏，可以导致蛋氨酸和 S-腺苷蛋氨酸的合成障碍，很可能是神经系统病变的原因之一。

药动学

口服维生素 B12 在胃中与胃粘膜壁细胞分泌的内因子形成维生素 B12-内因子复合物。当该复合物进入至回肠末端时与回肠粘膜细胞的微绒毛上的受体相结合，通过胞饮作用进入肠粘膜细胞，再吸收入血液。口服后 8~12 小时血药浓度达峰；肌注 40 分钟时，约 50%吸收入血液。肌注维生素 B121mg 后，血药浓度在 1ng/ml 以上的时间平均 2.1 个月。维生素 B12 吸收入血液后即与转钴胺相结合，转入组织中。转钴胺有三种，其中转钴胺 II 是维生素 B12 转运的主要形式，占血浆中维生素 B12 总含量的 2/3。肝脏是维生素 B12 的主要贮存部位。人体内维生素 B12 贮存总量为 3~5mg，其中 1~3mg 贮于肝脏。口服维生素 B12，24 小时后肝中维生素 B12 的浓度达到高峰。5~6 日后，约有总量的 60~70% 仍集中在肝脏。主要经肾，除肌体需求量外，几乎皆以原形随尿排出。肌注维生素 B121mg，72 小时后，总量的 75% 以原形随尿排出。尿排出量随注入量而增加，肌注 5μg 后，8 小时排出 3~4μg；肌注 1mg 后，8 小时排出量可达 330~470μg。

9、维生素 B6—抗皮炎的营养素

维生素 B6 是易于相互转换的三种吡啶衍生物吡哆醇、吡哆醛、吡哆胺的总称，是一种水溶性维生素。食品经加工或烹调可破坏 50% 的维生素 B6，因此补充维生素 B6 是必要的，尤其对婴儿、孕妇和乳母而言。

一、维生素 B6 主要生理功能

- 1、在蛋白质代谢中参与氨基酸的代谢。
- 2、可将色氨酸转化为烟酸。
- 3、参与脂肪代谢，可降低血中胆固醇的含量。

二、维生素 B6 缺乏将产生的症状及其毒性

维生素 B6 缺乏时，成人表现为眼睛、鼻子和嘴周围的皮肤上出现油脂，鳞屑即脂溢性皮炎，随后向身体的其它部分蔓延；舌红光滑；体重下降；肌肉无力；急躁，精神抑郁。婴儿表现为神经急躁，肌肉抽搐和惊厥。

维生素 B6 相对无毒。但是大剂量可引起嗜眠，长期服用会成癖。

维生素 B6：主要来源于豆类、肉、肝和鱼类。

维生素 B6（Vitamin B6）又称**吡哆素**，其包括吡哆醇、吡哆醛及吡哆胺，在体内以磷酸酯的形式存在，是一种**水溶性维生素**，遇光或碱易破坏，不耐高温。^[1] 1936 年定名为**维生素 B6**。**维生素 B6** 为无色晶体，易溶于水及**乙醇**，在酸液中稳定，在碱液中易破坏，吡哆醇耐热，吡哆醛和吡哆胺不耐高温。**维生素 B6** 在酵母菌、肝脏、谷粒、肉、鱼、蛋、豆类及花生中含量较多。**维生素 B6** 为人体内某些**辅酶**的组成成分，参与多种代谢反应，尤其是和**氨基酸代谢**有密切关系。临床上应用**维生素 B6** 制剂防治妊娠呕吐和放射病呕吐。

药物信息

【**化学性质**】一种含吡哆醇或吡哆醛或吡哆胺的 B 族**维生素**。在酸液中稳定，在碱液中易破坏，吡哆醇耐热，吡哆醛和吡哆胺不耐高温。

【**物理性质**】**维生素 B6** 为无色晶体，易溶于水及**乙醇**。

[**分子式 1**] 《中国药典》 $C_8H_{11}NO_3 \cdot HCl$

[**分子式 2**] 常用**分子式** $C_8H_{10}NO_5P$

[**分子式 3**] 吡哆醇 $C_8H_{11}NO_3$

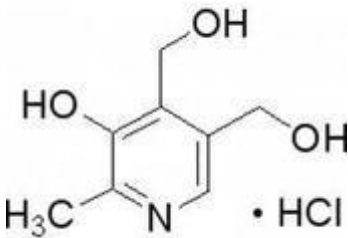
[**分子式 4**] 吡哆醛 $C_8H_9NO_3$

[**分子式 5**] 吡哆胺 $C_8H_{12}N_2O_2$

【**CAS 号**】 65-23-6

【**EINECS 号**】 277-913-8

药典要求



该品为 6-甲基-5-羟基-3,4 吡啶二甲醇**盐酸盐**，按干燥晶计量，含 $C_8H_{11}NO_3 \cdot HCl$ 应为 98.0%-102.0%

性状 该品为白色或类白色的结晶或结晶性粉末，无臭，味酸苦，遇光渐变质。在水中易溶，在**乙醇**中微溶，在三氯甲烷或乙醚中不溶。

酸度 取该品 1.0g，加水 20ml 使溶解，测得 PH 应为 2.40-3.00。

干燥失重 取该品，在 105℃ 条件下干燥至恒重，减失重量不得超过 0.5%

灼烧残渣不得超过 0.1%

重金属不得超过 10ppm

发现

在 19 世纪时，糙皮病（pellagra）除发现因烟碱酸缺乏引起外，在 1926 年又发现另一种**维生素**在饲料中缺乏时，也会引起小老鼠诱发糙皮病，后来此物质在 1934 年被定名为维生素 B6，直到 1938~1939 年才被分离出来，并定性及能合成出维生素 B6。

化学组成



维生素 B6 是泛指比哆类物质的通称，因含有维生素 B6 活性的物质即是属于比哆醇（pyridoxine），但有此功能者有三种化学形式：

- (1)吡哆醇 (pyridoxol) ,
- (2)吡哆醛 (pyridoxal) ,
- (3)吡哆胺 (pyridoxamine) 。

其分子式分别为吡哆醇 (C₈H₁₁NO₃)，(2)吡哆醛 (C₈H₉NO₃)，(3)吡哆胺 (C₈H₁₂N₂O₂)。

常用的分子式是 $C_8H_{10}NO_5P$

此物质是无色可溶于水及酒精的结晶体，因含有盐（NaCl）的成份，故带有点咸味道。此类物质对热不敏感，但碰到碱性物质或者是紫外线之类时，即将会分解。盐酸比哆醇的融解点约为 204℃~206℃。

食物来源



维生素 B6 的食物来源很广泛，动物性、植物性食物中均含有。通常肉类、全谷类产品(特别是小麦)、蔬菜和坚果类中含量较高。动物性来源的食物中维生素 B6 的生物利用率优于植物性来源的食物。在动物性及植物性食物中含量均微，酵母粉含量最多，米糠或白米含量亦不少，其次是来自于肉类、家禽、鱼，马铃薯、甜薯、蔬菜中。[2]

各种食物中每 100g 可食部份含**维生素 B6** 量如下：酵母粉 3.67mg，脱脂米糠 2.91mg，白米 2.79mg，胡麻粕 1.25mg，吉士 0.8~0.04mg，胡萝卜 0.7mg，鱼类 0.45mg，全麦抽取物 0.4~0.7mg，肉类 0.3~0.08mg，牛奶 0.3~0.03mg，蛋 0.25mg，**菠菜** 0.22mg，甘藷 0.14~0.23mg，豌豆 0.16mg，黄豆 0.1mg，橘子 0.05mg。

药物说明

片剂：每片 10mg。注射液：每支 25mg（1ml）；50mg（1ml）；100mg（2ml）。

霜剂：每支含 12mg。

维生素 B6 缓释片：每片 50mg。一次 50mg，一日 1~2 次。

复合维生素 B 片：每片含 B13mg，B21.5mg，B60.2mg，烟酰胺 10mg。每次服 1~2 片，1 日 3 次。

复合维生素 B 注射液：每支含 B120mg，B22mg，B62mg，烟酰胺 30mg（2ml）。每次肌注 2ml，每日 1 次。

药物分析

方法名称：

维生素 B6 的测定—高效液相色谱法

应用范围：

该方法采用高效液相色谱法测定维生素 B6（C₈H₁₀NO₅P）的含量。

该方法适用于维生素 B6。

方法原理：

供试品制成流动相溶液，进入高效液相色谱仪进行色谱分离，用紫外吸收检测器，于波长 291nm 处检测维生素 B6 吸收值，计算出其含量。

试剂：

1. 甲醇
2. 0.04%戊烷磺酸钠溶液（用冰醋酸调节 pH 值至 3.0）
3. 冰醋酸

仪器设备：

1. 仪器

1.1 高效液相色谱仪

1.2 色谱柱

十八烷基硅烷键合硅胶为填充剂，理论塔板数按维生素 B6 峰计算不低于 4000。

1.3 紫外吸收检测器

2. 色谱条件

2.1 流动相：0.04%戊烷磺酸钠溶液 甲醇=85 15。

2.2 检测波长：291nm

2.3 柱温：室温

试样制备：

1. 称取供试品

精密称取该品适量。

2. 对照品溶液的制备

精密称取[维生素 B6](#) 对照品适量，同供试品配制，摇匀，即得。

3. 供试品溶液的制备

将供试品加流动相溶解并定量稀释制成每 1mL 含有约 0.1mg 的溶液，摇匀，即得。

注：“精密称取”系指称取重量应准确至所取重量的千分之一。“精密量取”系指量取体积的准确度应符合国家标准中对该体积移液管的精度要求。

操作步骤：

分别精密吸取上述对照品溶液与供试品溶液各 10μL 注入[高效液相色谱仪](#)，用[紫外吸收检测器](#)，于波长 291nm 处测定[维生素 B6](#) 的吸收值，计算出其含量。

参考文献：

[中华人民共和国药典](#)，国家药典委员会编，[化学工业出版社](#)，2005 年版，二部，p.668。

需求量



一般而言，人与动物的肠道中微生物（[细菌](#)），可合成[维生素 B6](#)，但其量甚微，还是要从食物中补充。其需要量其实与[蛋白质](#)摄食量多寡很有关系，若吃大鱼大肉者，应记住要大量补充[维生素 B6](#)，以免造成维生素 B6 缺而导致[慢性病](#)的发生。

男成人 2.0mg

妇女 1.6mg

妊娠 2.2mg

哺乳 2.1mg

婴儿 0.3~0.6mg

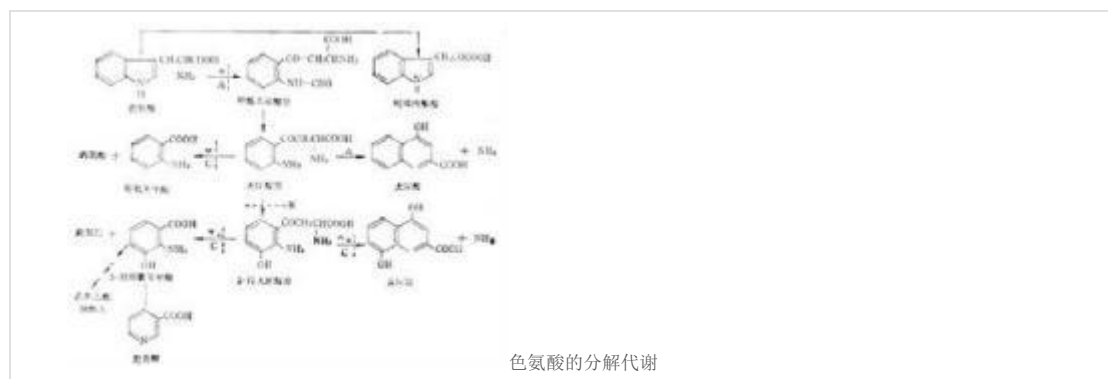
11 岁以下 1.0~1.4mg

男孩、女孩 1.4~2.0mg

最大使用量为 4-50mg，毒性剂量未知。

代谢变化

消化与吸收



食物中**维生素 B6** 为 PLP、PMP、PN 在小肠腔内必须由非特异性磷解酶（nospecific phosphoh Ydrolase）分解 PLP、PMP 为 PL，PM。吸收形式为 PL、PM 及 PN。在人体观察中，给予饥饿的人以 PN、PL、PM，在给予 PN 后 0.5~3h 达到高峰，剂量小（0.5~4mg）时，血浆**维生素 B6** 水平在 3~5h 后又恢复到近似饥饿时水平。服用 PL 后血浆**维生素 B6** 水平及尿中 PA 升高较快，但 PM 吸收代谢都较 PN，PL 要慢一些。而摄入 PLP 剂量大（如 10mg）时，血浆**维生素 B6** 及 PLP 在 24h 内继续上升，维持在高水平上。

运输与代谢

PN 运输至小肠粘膜并到血流中，也可在肠粘膜中合成 PNP，约为剂量 30.6%，血流中 PN 可扩散到肌肉中，然后磷酸化约占剂量的 10.4%~15.7%。在人体给以 PN 后，血浆 PL 可以增加 12 倍，血浆中 PLP 虽占血浆中**维生素 B6** 的 60%，但与蛋白相结合，不易为其他细胞所利用。血浆中 PL 与白蛋白结合不牢固，为运输的形式，能被组织摄取与清除，并氧化为 PA。PN 及 PL 通过扩散进入到红细胞中，并为激酶磷酸化。人的红细胞可将 PNP 氧化 PLP，其他动物如大鼠无此功能。PN 在超过红细胞 PL 激酶饱和浓度时，可在 3~5min 进入到红细胞中，细胞内的浓度与培养基浓度一致。PL 在浓度超过红细胞磷酸激酶的浓度时，进入红细胞的量增加，使其浓度比培养基中要高这是由于 PL 与血红蛋白 α -链中末端缬氨酸相结合，所以 PL 在红细胞中积累，它在红细胞中的浓度可为血浆中之 4~5 倍。红细胞中的 PL 可能也是一种运输方式。

肝也是**维生素 B6** 代谢活跃的组织。PN 为肝细胞纳入后，相继为 PL 激酶及 PNP 氧化酶作用而生成 PLP，然后再经磷解作用而转变为 PL，进入循环系统中，运至有磷酸激酶的组织形成 PLP。

在脑切片及分离脉络丛中，没有 PN，均是磷酸化合物、脉络丛为运输 PN 从血到脑脊液的场所。在**维生素 B6** 缺乏的动物（大鼠）PL 激酶有所下降，饲料 5 周的大鼠肝中，PL 肝激酶下降 50%而脑中仅下降 14%。这也说明**维生素 B6** 对神经系统的重要性。

储存

维生素 B6 在血流中可扩散到肌肉中而磷酸化，若 PN 剂量增加，肌肉中 PN 占剂量的百分数增加，而 PNP 的百分数减少。在肌肉中未发现 PNP 氧化到 PLP。在大鼠 60%**维生素 B6** 在肌肉中，其中 75%~95%与糖原磷酸化酶

（Glycogen phosphorylase）相联系。此酶占肌肉可溶性蛋白之 5%，可能为维生素 B6 的储存场所。通过肌肉蛋白的转换，将维生素 B6 分解出来以满足最低需要量。

排出

维生素 B6 的主要代谢产物 PA，可代表维生素 B6 摄入量的 20%~40%，尿中 PA 只可为摄入量的指标。而不能代表体内的储存。尿中除 PA 外，尚有小量的 PN、PL 等。给以生理剂量时，在 3h 内大部分以 PA 排出。PN 在肾小管中积累，当 PN 浓度较大时，可由肾排出。因此 PN 剂量 10mg 时，尿中 PA 占剂量的百分数减低，但 PN 的排出增多。PL 不易被肾排除，也不易被肾纳入，纳入后以磷酸化形式积累。但人口服大剂量（100mg）PL、PM、PN 后，在 36h 内大部分原物从尿中排出。

治疗疾病

一般疾病

1、动脉硬化、2.秃头、3.胆固醇过高、4.膀胱炎、5.面部油腻、6.低血糖症、7.精神障碍、8.肌肉失调、9.神经障碍、10.怀孕初期的呕吐、11.超体重、12.手术后呕吐、13.紧迫、14.对太阳光敏感等。

糖尿病血管

维生素 B6 可减缓胰岛素治疗糖尿病大白鼠血管并发症，血管疾病并发症是糖尿病死亡的主要原因。动脉疾病在胰岛素依赖型（Insulin-dependent diabetes mellitus, IDDM）与非胰岛素依赖型（NonInsulin-dependent diabetes mellitus, NIDDM）病人身上的盛行率比一般人高。糖尿病的血管疾病并发症主要是动脉硬化所造成。

血管内皮细胞损伤（Endothelial injury）被认为会引发动脉硬化症。致血栓因子（Thrombogenic factors），包括血小板过度活化（Hyperactive）或血小板过度凝集，均会促进动脉硬化的过程。

维生素 B6 的活化型式，磷酸吡哆醛（Pyridoxal phosphate, PDP），具有保护血管内皮细胞，减少内皮细胞受活化血小板损伤的作用，抑制血小板凝集与血液凝固的作用，抑制血小板生成前列凝素（Thromboxane A2, TxA2）及促进血管内皮细胞生成环前列腺素（Prostaglandin I2, PGI2）的作用，以及减少血管内皮细胞形态上的改变。

血管内皮细胞受损，被认为是动脉硬化的早期病理现象，这种改变影响血管内皮细胞的许多功能，包括通透性、附着性、运动、细胞增生与物质生成的能力等。

生理作用



Vitamin B6

维生素 B6 对于维持大脑正常功能，神经系统的成熟，蛋白质的分解和免疫系统中的抗体合成具有重要意义。

成人推荐的膳食供给量：2mg

水溶性

ADAM 维生素 B6 对大脑的影响

维生素 B6 群很快地会被转化成辅酶 pyridoxal phosphate 与 pyridoxamine phosphate，此两种酶与蛋白质的代谢关系很密切，pyridoxal phosphate 是下列酶的置换物质：

氨基酸代谢时胺基转移所需，尤其对甲硫氨基、胱氨酸、半胱氨酸等。

氨基酸代谢时的脱羧基（=COOH）作用所需。

转化含硫氨基酸所需（甲硫氨基、胱氨酸、半胱氨酸等），高胱氨酸是否缺乏维生素 B6，要注意。

Methionine→homocysteine + serine（丝氨酸）→pyruvate（焦葡萄糖） + H₂S + NH₃→TCA cycle（产生能量 + CO₂ + H₂O）。

甲硫氨酸是提供甲基（methyl group）的重要氨基酸，若无维生素 B6 存在，此作用不能进行。很多的碳化作用不得进行，如要合成脂肪、胺基酸碳架等。

与色氨酸转化成烟碱酸有关，tryptophan→nicotinic acid，若缺乏维生素 B6 时，即产生中间代谢物---黄尿酸（xanthurenic acid），此物质会在体内破坏胰岛β细胞，最后导致糖尿病的发生。在临床上，以验尿液中黄尿酸多寡来判断有无维生素 B6 缺乏症，若黄尿酸含量太多，即表示罹患维生素 B6 缺乏症。

肝糖转变为葡萄糖所需，有维生素 B6 的存在，glycogen phosphorylase 可加速肝糖的分解成葡萄糖。

将脂肪酸亚麻油酸（linoleic acid--18C）转化成花生油酸（arachidonic acid--22C）所需，若缺乏此酸，则会造成皮肤龟裂，严重者甚至会因细胞膜变性而引起身体不适。

辅酶-A（co-enzyme A）的合成有关，若缺乏维生素 B6，阻碍辅酶-Co-A 的合成。辅酶-Co-A 组成成分中有泛酸、腺嘌呤（adenine）等，是能量产生的相关物质，为 acetyl Co-A 还原所需，而 acetyl Co-A 在粒腺体内可直接合成脂肪外，acetyl Co-A 亦涉及氨基酸合成及能量产生的生化作用，是一非常重要的物质。

在脑细胞的代谢中，pyridoxine 的辅酶对氨基酸的脱羧基作用很重要，故稳定脑细胞的功能，不能缺乏维生素 B6。更有甚者，脑细胞所需的相关胺化合物之合成，均需要维生素 B6。此类物质如肾上腺素（epinephrine），新肾上腺素（norepinephrine），多巴胺（dopamine），酪胺（tyramine），血胺素（serotonin-5 hydroxytryptamine）。多巴胺是新肾上腺素的前驱物质，而血胺素又可合成褪黑激素。此等脑中物质，亦扮演著脑细胞染色体传送作用之功能。

pyridoxine 不仅是上述含胺化合物合成的辅酶，同时亦是散播脑细胞抑制物质 GABA(gama-amino butyric acid) 所需的辅酶。人类睡眠深沉时，GABA 含量会升得很高，显示有维生素 B6 时，GABA 提高，人较易入眠深睡。故要让亢奋的脑细胞休息，除用褪黑激素外，还得加上维生素 B6 始能发挥良好功能。

●使维生素 B6 功能增大的营养素

若有某些营养素存在时，会增加维生素 B6 的功能，如 1.维生素 B 群、2.维生素 B1、3. 维生素 B2、4. 泛酸、维生素 C、5.镁、6.钾、7.钠、8.亚麻油酸（linoleic acid）。

●拮抗的物质及影响维生素 B6 需要量的状况

1.酒类、2.避孕丸、3.烟草、4.咖啡、5.放射线照射。

●维生素 B6 缺乏的症状

维生素 B6 主要作用在人体的血液、肌肉、神经、皮肤等。功能有抗体的合成、消化系统中胃酸的制造、脂肪与蛋白质利用（尤其在减肥时应补充）、维持钠/钾平衡（稳定神经系统）。缺乏维生素 B6 的通症，一般缺乏时会有食欲不振、食物利用率低、失重、呕吐、下痢等毛病。严重缺乏会有粉刺、贫血、关节炎、小孩痉挛、忧郁、头痛、掉发、易发炎、学习障碍、衰弱等。

- 大剂量的毒性

用极高剂量如每天 300mg 用来预防及治疗呕心及放射线照后呕吐、吃药后的呕吐、麻醉呕吐、旅行生病的呕吐等，均可达到治疗效果，而无毒性。

营养所需

维生素 b6 是人体脂肪和糖代谢的必需物质，女性的雌激素代谢也需要维生素 b6，因此它对防治某些妇科病大有益处。许多女性会因服用避孕药导致情绪悲观、脾气急躁、自感乏力等，每日补充 60 毫克就可以缓解症状。还有些妇女患有经前期紧张综合征，表现为月经前眼睑、手足浮肿、失眠、健忘，每日吃 50~100 毫克维生素 b6 后症状可完全缓解。富含 b6 的食物有金枪鱼、瘦牛排、鸡胸肉、香蕉、花生、牛肉等。

生理功能

主要以磷酸吡多醛（PLP）形式参与近百种酶反应。多数与氨基酸代谢有关：包括转氨基、脱羧、侧链裂解、脱水及转硫化作用。这些生化功能涉及多方面。

1、参与蛋白质合成与分解代谢，参与所有氨基酸代谢，如与血红素的代谢有关，与色氨酸合成烟酸有关。

2、参与糖异生、UFA 代谢。与糖原、神经鞘磷脂和类固醇的代谢有关。

3、参与某些神经介质（5-羟色胺、牛磺酸、多巴胺、去甲肾上腺素和γ-氨基丁酸）合成。

4、维生素 B6 与一碳单位、维生素 B12 和叶酸盐的代谢，如果它们代谢障碍可造成巨幼红细胞贫血。

5、参与核酸和 DNA 合成，缺乏会损害 DNA 的合成，这个过程对维持适宜的免疫功能是非常重要的。

6、维生素 B6 与维生素 B2 的关系十分密切，维生素 B6 缺乏常伴有维生素 B2 症状。

7、参与同型半胱氨酸向蛋氨酸的转化，具有降低慢性病的作用，轻度高同型半胱氨酸血症被认为是血管疾病的一种可能危险因素，维生素 B6 的干预可降低血浆同型半胱氨酸含量。[3]

临床新应用

随着临床应用研究的深入，发现维生素 B6 在临床上还有着广泛的新用途，现简介如下

1 抢救异烟肼中毒

用法为每服 1g 异烟肼可缓慢静注维生素 B61g。如不知中毒量，可缓慢静注维生素 B65g，历时 3~5min，不佳时可间隔 5~20min 重复注射直至抽搐停止、意识恢复为止。维生素 B6 用量不足是抢救失败的主要原因。

2 治疗贫血

维生素 B6 为δ-氨基-γ酮戊酸合成酶的辅酶，而此酶为合成血红蛋白的限速酶，故其可用于预防贫血的辅助治疗。

3 治疗白细胞减少症

维生素 B6 参与氨基酸和脂肪的代谢，刺激白细胞生成，因而可用于治疗白细胞减少症。通常每日口服 30~60mg，也可用维生素 B650~100mg 加入 5%葡萄糖溶液 20ml 静注。

4 治疗智力发育迟滞

本病的病因之一是基因发生突变，DNA 分子上氨基酸的排列改变，使遗传信息的传递发生障碍，引起酶的活性缺陷或减弱，导致各种代谢障碍。维生素 B6 能参与氨基酸的代谢和代谢酶的转化，有纠正各种代谢异常的作用。据临床观察，智力发育迟滞者，服用维生素 B6 每 1 个月为 1 疗程，休息 1 周后进行第 2 疗程，第 2~4 个疗程后，智力得到明显的改善。

5 治疗口腔溃疡

维生素 B6100mg/次，3 次/d 口服或 100mg 加入 5%GS20ml 中静注，一般 3~4 天即愈。

6 治疗动脉硬化及血栓栓塞性疾病

维生素 B6 可促进亚油酸变成花生四烯酸，而后者与胆固醇结合成的酯易于转运代谢和排泄。另外，维生素 B6 还能抑制血小板的功能和纤维蛋白的形成，故可降低胆固醇和防止血栓形成。用法为 50mg/d 肌注。

7 回乳

从生育 2~6 天开始，用药 5~6 天，0.2g/次，3 次/d 口服，10~12h 生效，其抑制乳汁分泌率达 95%，比雌激素生效快，效果好，且无副作用。作用原理与其促进脑内多巴胺的生成，从而激动多巴胺受体而减少垂体催乳素分泌有关。

8 治疗帕金森综合征

可使震颤明显减少，开始肌注 50mg/d，以后逐渐递增 50mg/d，直至 0.3~0.4g/d，12~15 天为一疗程，总量为 3~4g。作用原理与提高脑内多巴胺浓度，从而激动纹状体多巴胺受体有关。

9 治疗破伤风

破伤风外毒素可抑制γ-氨基丁酸和甘氨酸的释放而致痉挛，维生素 B6 通过促进γ-氨基丁酸的合成而抗痉，与青霉素+TAT 合用，痉挛控制早，死亡率仅 15%，而 TAT+青霉素+镇静剂死亡率高达 60%以上。用法为维生素 B6120mg/d，分 2 次口服或 100mg/d 肌注。

10 治疗妊娠糖尿病

孕妇易缺乏维生素 B6 而引起色氨酸代谢异常，产生黄尿酸-胰岛素复合物，后者的降糖作用减半，故致妊娠糖尿病。用维生素 B6100mg/d×2 周治疗，可使血糖明显减低，并可使糖耐量曲线改变。

11 甾体避孕药引起的精神抑郁症

避孕药中的雌激素样作用能减低磷酸吡哆醛的浓度，并增加机体对维生素 B6 的需要量而改变脑胺代谢，故易引起精神抑制症。给予维生素 B6 后，抑郁症状可改善。

12 增强免疫力和抗癌

维生素 B6 缺乏损害细胞并影响体液免疫功能，给予维生素 B6 可提高免疫力，并有一定的防癌作用，后者可能与其减少体内致癌物有关。

13 治疗维生素 C 引起的草酸盐结石

维生素 C 代谢成草酸，然后与 Ca^{2+} ， Mg^{2+} 形成草酸盐结石，所以每日服维生素 C1g 以上，应酌加维生素 B 650~100mg 防结石，因维生素 B6 对草酸盐为主成份的尿道结石有效。

14 维生素 B 6 依赖性惊厥

本病是常染色体隐性遗传病，由于维生素 B 6 不能与其酶蛋白-谷氨酸脱羧酶结合，使谷氨酸生成的 GABA 减少，造成惊厥。据临床观察，惊厥发作时，静注维生素 B6100mg/日，数分钟后发作停止。

15 平喘作用

婴儿喘憋是呼吸疾病常见症状，平喘是治疗重点和难点。据临床观察 120 例喘憋患儿经每次静脉推注维生素 B615~20mg/kg，每日 2~3 次，4 天为一疗程，总有效率 84%。其作用机制可能是：(1)多巴胺脱羧酶催化酪氨酸合成肾上腺素，该酶是维生素 B6 依赖酶，维生素 B6 缺乏时肾上腺素合成减少，支气管易发生痉挛。(2)部分哮喘患儿血、痰液中 5-羟色胺浓度增高，可能体内存在着与维生素 B 6 有关的色氨酸代谢紊乱，用大剂量维生素 B6 治疗后，色氨酸负荷试验恢复正常，哮喘发作改善。

16 治疗腕管综合征

本病与维生素 B6 缺乏有关。据临床观察，患者每日服用维生素 B6300mg，连用 4 周，一般用药 2 周后症状可完全缓解。

10、维生素 B5—癞皮病的克星

维生素 B5 通常称尼克酸或烟酸，是一种水溶性维生素。烟酸是复合维生素 B 中最稳定的化合物，烹调时，烟酸在混合膳食中损失的量通常不超过 15~25%。

一、烟酸主要生理功能

- 1、参与碳水化合物的代谢。
- 2、参与脂肪的代谢，甘油的合成和分解、脂肪酸的氧化与合成。；
- 3、能降低胆固醇的水平；
- 4、参与蛋白质的代谢、氨基酸的合成和降解。
- 5、在某种程度上防止复发性非致命的心肌梗塞。

二、烟酸缺乏时的症状及其毒性

烟酸缺乏时会导致癞皮病，其主要症状是：皮炎；分泌粘液的膜发炎；舌头和口腔疼痛；腹泻；直肠炎以及精神上的变化，如急躁，忧虑，抑郁，严重时会产生神经错乱，腹泻，幻觉，呆症等。

只有大剂量的尼克酸才有毒性，过量摄入时，会导致血管扩张，皮肤发红，发痒，肝损伤，血糖升高或胃溃疡。

烟酸：肝、肾、肉、鱼、花生和粮谷。

泛酸称作维生素 B₅。由泛解酸和 b-Ala 组成。有旋光性，仅 D 型([α]_D²⁰=+37.5°)有生物活性。消旋泛酸具有吸湿性和静电吸附性；纯游离泛酸是一种淡黄色粘稠的油状物，具酸性，易溶于水和乙醇，不溶于苯和氯仿。泛酸在酸、碱、光及热等条件下都不稳定 [1]。具制造抗体功能，在维护头发、皮肤及血液健康方面亦扮演重要角色。

其一般作用是参加体内能量的制造，并可以控制脂肪的新陈代谢。是大脑和神经必需的营养物质。有助于体内抗压力荷尔蒙（类固醇）的分泌。可以保持皮肤和头发的健康。帮助细胞的形成，维持正常发育和中枢神经系统的发育；对于维持肾上腺的正常机能非常重要；是脂肪和糖类转变成能量时不可缺少的物质；在抗体的合成、人体利用对氨基苯甲酸和胆碱的必需物质。

外用对皮肤的作用水合作用：可以加强正常皮肤水合功能，有改善干燥、粗糙、脱屑、止痒以及治疗多种皮肤病（如特应性皮炎、鱼鳞病、银屑病以及接触性皮炎）相关的红斑效果。

11、叶酸—来自绿叶中的营养素

叶酸又叫叶精，是一种水溶性维生素。叶酸易被紫外线破坏，因此，新鲜蔬菜在室温下贮藏 2~3 天其叶酸量会损失 50~70%。食物中 50~95% 的叶酸在烹调时被破坏。叶酸缺乏症在全世界被公认为一个保健问题。婴儿、青少年和孕妇特别容易受到叶酸缺乏的危害。

一、叶酸的主要生理功能

- 1、是蛋白质和核酸合成的必需因子，在细胞分裂和繁殖中起重要作用；
- 2、血红蛋白的结构物卟啉基的形成、红细胞和白细胞的快速增生都需要叶酸参与。

- 3、使甘氨酸和丝氨酸相互转化，使苯丙氨酸形成酪氨酸，组氨酸形成谷氨酸，使半胱氨酸形成蛋氨酸；
- 4、参与大脑中长链脂肪酸如 DHA 的代谢，肌酸和肾上腺素的合成等。
- 5、使酒精中乙醇胺合成为胆碱。

二、叶酸缺乏会产生的症状及其毒性

婴儿缺乏叶酸时会引起有核巨红细胞性贫血，孕妇缺乏叶酸时会引起巨红细胞性贫血。孕妇在怀孕早期如缺乏叶酸，其生出畸形儿的可能性较大。

膳食中缺乏叶酸将使血中高半胱氨酸水平提高，易引起动脉硬化。膳食中摄入叶酸不足，易诱发结肠癌和乳腺癌。 叶酸在正常情况下没有毒性。

叶酸：肝、肾、蛋、绿色蔬菜、花菜和酵母。

叶酸是一种水溶性维生素，因绿叶中含量十分丰富而得名，又名喋酰谷氨酸。在自然界中有几种存在形式，其母体化合物是由喋啶、对氨基苯甲酸和谷氨酸 3 种成分结合而成。[1]

叶酸含有 1 个或多个谷氨酰基，天然存在的叶酸大都是多谷氨酸形式。叶酸的生物活性形式为四氢叶酸。叶酸为黄色结晶，微溶于水，但其钠盐极易溶于水。不溶于乙醇。在酸性溶液中易破坏，对热也不稳定，在室温中很易损失，见光极易被破坏。[1]

叶酸在体内有主动吸收和扩散被动吸收两种方式，吸收部位主要在小肠上部。还原型叶酸的吸收率较高，谷氨酰基愈多吸收率愈低，葡萄糖和维生素 C 可促进吸收。吸收后的叶酸在体内存于肠壁、肝、骨髓等组织中，在 NADPH 参与下被叶酸还原酶还原成具有生理活性的四氢叶酸(THFA 或 FH4)，参与嘌呤、嘧啶的合成。因此叶酸在蛋白质合成及细胞分裂与生长过程中具有重要作用，对正常红细胞的形成有促进作用。缺乏时可致红细胞中血红蛋白生成减少、细胞成熟受阻，导致巨幼红细胞性贫血。[1]

简介

叶酸是蝶啶的衍生物，最初由肝脏分离出来，后来发现植物的绿叶中含量十分丰富，故名为叶酸。它广泛地存在于肉类、鲜果、蔬菜中，为黄色结晶状粉末，无味无臭，不溶于醇和乙醚及其他有机溶剂，但稍溶于热水。在酸性溶液中不稳定，易被光破坏。[\[2\]](#)

又称“维生素 Bc”和“维生素 M”。B 族维生素的一种。黄色或橙黄薄片状或针状晶体，无臭无味，加热至约 250℃，色渐变深，最后成黑色胶状物。不易溶于水和乙醇，易溶于酸性或碱性溶液。抗贫血药，茶叶中含量达 50~70μg/100g，对正常红细胞形成有促进作用。在茶树物质代谢中，参与甲基的传送。[\[3\]](#) 也参与体内氨基酸及核酸合成，并与维生素 B12 共同促进红血球的生成。用于各种巨幼红细胞性贫血，尤适用于孕妇及婴儿巨幼红细胞性贫血。[\[4\]](#)

人类肠道细菌能合成叶酸，故一般不易缺乏。当吸收不良、代谢失常或长期使用肠道抑菌药物时，可造成叶酸缺乏。此外，叶酸还广泛存在于动植物性食品中，含量丰富的有：内脏、蛋、鱼以及梨、蚕豆、甜菜、菠菜、菜花、芹菜、莴苣、柑橘、坚果类和大豆类食品。人体每日摄入叶酸量维持在每天 3.1μg/kg 时，体内即可有适量叶酸储备；孕妇每日叶酸总摄入量应大于 350μg；婴儿的安全摄入量按 kg 体重计与成人相似，即每日 3.6μg/kg 能满足生长与维持正常血象的需要。[\[1\]](#)

叶酸的由来

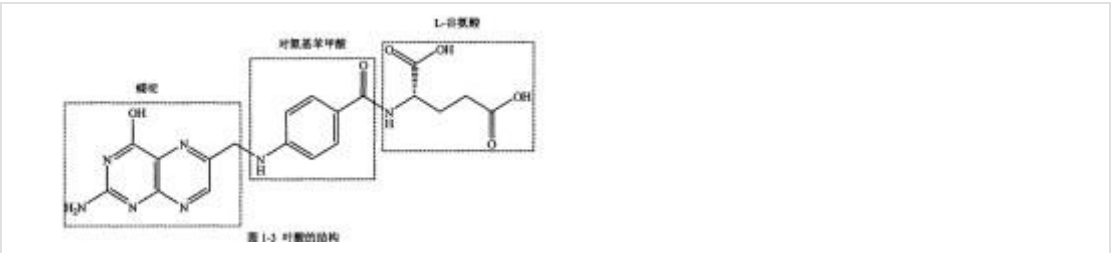
1931 年，印度孟买产科医院的医生 L.Wills 等人发现，酵母或肝脏浓缩物对妊娠妇女的巨幼红细胞性贫血症状有一定的作用，认为这些提取物中有某种抗贫血因子；1935 年，有人发现酵母和肝脏提取液对猴子贫血症状有一定的作用，描述其为 VM；1939 年，有人在肝中发现了抗鸡贫血的因子，称为 VBe；1941 年 H.K.Mitchell 等人发现菠菜中有乳酸链球菌的一个因子，称作叶酸。1945 年，R.B.Angier 等人在合成蝶酰谷氨酸时，发现以上所有的因子都是同一种物质，并完成了结构测定，之后常称之为叶酸。所以，叶酸又叫维生素 B9、抗贫血因子、蝶酰谷氨酸等。[\[5\]](#)

理化性质

叶酸（Folic Acid）是一组化学结构相似，生化特征相近的化合物的统称，由蝶啶、对氨基苯甲酸与 1 个或多个谷氨酸结合而成。[\[6\]](#)

叶酸亦称维生素 M，是淡橙黄色结晶或是薄片，分子式是 C₁₉H₁₉N₇O₆，分子量是 441.4，熔点是 250℃，溶于热稀盐酸和**硫磺**，略溶于乙酸、酚吡啶、氢氧化碱及碳酸碱溶液，在乙醇、丁醇、醚、丙酮、氯仿和苯溶液中不溶。[\[6\]](#)

在生物体中，蛋白质、**核苷酸**、**泛酸**的合成及分子的甲基化都需要一碳单位的参与，而叶酸是介导一碳单位转移极其重要的辅助因子，叶酸主要参与了嘌呤和嘧啶的从头合成。叶酸因吡嗪环上有不同形式的取代物及其邻位—氨基苯甲酰谷氨酸部分结合不同数量的谷氨酸残基而形成了不同形式的



叶酸：（1）吡嗪环被部分还原——二氢叶酸；（2）吡嗪环被完全还原——四氢叶酸；（3）吡嗪环被甲酸氧化——5-甲酰基-四氢叶酸或 10-甲酰基-四氢叶酸或 5, 10-次甲基-四氢叶酸；（4）吡嗪环被甲醛氧化——5, 10-亚甲基-四氢叶酸；（5）吡嗪环被甲醇氧化——5-甲基-四氢叶酸。四氢叶酸（TFH）是其在体内最活泼形式，因为**四氢叶酸**是多谷氨酰化的最适底物。[\[6\]](#)

代谢过程

编辑

进入机体的叶酸在二氢叶酸还原酶作用下转变为二氢叶酸，进而转化为四氢叶酸；在**丝氨酸**羟甲基转移酶的作用下，四氢叶酸活化为 5，10-亚甲基四氢叶酸，该反应是可逆的；在亚甲基四氢叶酸还原酶的作用下，5，10-亚甲基四氢叶酸转化为 5-甲基四氢叶酸；同型半胱氨酸、维生素 B12，在蛋氨酸合成酶作用下，5-甲基四氢叶酸为其提供甲基，合成蛋氨酸。[\[6\]](#)

生理功能及缺乏原因

编辑

叶酸对生物体的作用主要表现在以下几个方面：参与遗传物质和蛋白质的代谢；影响动物繁殖性能；影响动物胰腺的分泌；促进动物的生长；提高机体免疫力。叶酸缺乏的可能原因包括摄入量不足；需要量增加；肠道吸收障碍；维生素 C 缺乏；使用叶酸拮抗药；肝脏疾病等。[\[6\]](#)

来源、吸收与需要量

编辑

叶酸广泛分布于绿叶植物中，如菠菜、甜菜、硬花甘蓝等绿叶蔬菜，在动物性食品（肝脏、肾、蛋黄等）、水果（柑橘、猕猴桃等）和酵母中也广泛存在，但在根茎类蔬菜、玉米、米、猪肉中含量较少。但是在这些绿叶蔬菜中，叶酸含量较高的主要是东风菜、马蹄叶、山尖子菜、柳蒿芽、刺五加皮、野芦笋，含量分别是 36.195、23.478、20.137、67.600、59.553、22.032 ug/g。[\[6\]](#)

进入机体内的多谷氨酸形式的叶酸必须降解为游离叶酸，方可被机体吸收。对多谷氨酸叶酸起水解作用的是小肠黏膜上皮中的 γ -L-谷氨酰胺酶。叶酸结合蛋白在叶酸的消化、分布和贮存起关键作用。已发现的叶酸结合蛋白有三类：高亲和力叶酸结合蛋白、与膜有关的结合蛋白和细胞质结合蛋白。高亲和力叶酸结合蛋白保护了叶酸在血液中的稳定存在，还可能控制了血浆中叶酸盐分布的专一性。[\[6\]](#)

一般情况下，正常人的需要量为 100~200 $\mu\text{g}/\text{d}$ ，世界卫生组织的推荐量为：成人 200 /d，孕妇和乳母 400 $\mu\text{g}/\text{d}$ 。FDA 的最新叶酸食用量标准如下：25 岁~50 岁（男性）为 240 $\mu\text{g}/\text{d}$ ；25 岁~50 岁（女性）为 190 $\mu\text{g}/\text{d}$ ；乳母、孕妇为 400 $\mu\text{g}/\text{d}$ ；婴幼儿为 200~400 $\mu\text{g}/\text{d}$ 。[\[6\]](#)

人体叶酸缺乏症

编辑

叶酸作为机体细胞生长和繁殖必不可少的维生素之一，缺乏会对人体正常的生理活动产生影响。许多文献报道，缺乏叶酸与神经管畸形、巨幼细胞贫血、唇腭裂、抑郁症、肿瘤等疾病有直接关系。[\[5\]](#)

神经管畸形

神经管畸形（NTDs）是胚胎在发育过程中神经管闭合不全而引起的一组缺陷，包括无脑儿、脑膨出、脊柱裂等，是最常见的新生儿缺陷疾病之一。世界范围内 NTDs 发病率约为千分之零点五至千分之二。我国是 NTDs 的高发国家，每年约有 10 万左右例 NTDs 患儿出生，发病率高达千分之二点七四。NTDs 给家庭和社会带来沉重的压力和负担。[\[5\]](#)

NTDs 的发病主要由基因与环境的相互作用导致。1991 年，英国医学研究委员会才首次证实了妊娠前后补充叶酸可预防 NTDs 的发生，降低 50-70% 的发病率。叶酸对 NTDs 的预防作用已被认为是 20 世纪后期最令人激动的医学发现之一。1995，我国卫生局提倡新婚和准备生育的妇女服用叶酸增补剂，使“九五”期间我国 NTDs 的发生率下降 50%。2000 年，中国营养协会建议育龄妇女每日膳食中叶酸的推荐摄入量为 400 微克，各阶段的产妇为每天 600 微克。叶酸的每日最高允许摄入量均为 1000 微克。[\[5\]](#)

巨幼红细胞贫血

巨幼细胞贫血（MA）是由于缺乏叶酸或维生素 B12 而引起的脱氧核糖核酸合成障碍而导致的一种贫血，以婴孩与孕妇多见。正常发育的胎儿要求母亲体内有大量的叶酸储备，如果在临产或产后早期叶酸储备耗尽，导致胎儿和母亲巨幼细胞贫血。补充叶酸后，本病可迅速恢复和治愈。[\[5\]](#)

叶酸与唇腭裂

唇腭裂（CLP）是最常见的先天性出生缺陷畸形之一，尤其是在中国的发病率高达千分之一点八二，我国平均每年约有 4~5 万唇腭裂患儿出生。唇腭裂的发病原因还不明确，事实证明母孕早期补充叶酸可预防唇腭裂儿的出生。有学者研究了 179 例唇腭裂家庭和 204 例对照家庭，发现未补充叶酸或者低叶酸饮食的母亲，生出唇腭裂孩子的风险比正常补充叶酸的家庭大约高 6 倍。[\[5\]](#)

其他疾病

叶酸缺乏会给母亲和孩子带来很大伤害，例如，习惯性流产、早产、婴儿出生体重过低、胎儿消化不良及生长迟缓等。许多文献报道，老年期痴呆症、抑郁症及新生儿的神经系统发生异常等有关脑病变疾病，都与叶酸的缺乏有着一一定的关联。另外，缺乏叶酸还可能引起肿瘤（子宫癌、支气管癌、食道癌、大肠癌等）、[慢性萎缩性胃炎](#)、结肠炎、冠心病和脑血管疾病等多种疾病，以及其他如舌炎、生长不良、智力退化等症状。成年人若缺乏叶酸又饮酒过量可能会改变其肠黏膜的结构。[\[5\]](#)

叶酸对以上疾病均有预防的治疗作用，除了 NTDs 外，补充叶酸即可使机体恢复健康，这种叶酸与疾病间的可逆关系在临床上非常重要。[\[5\]](#)

合成方法

编辑

以硝基苯甲酸为原料

传统的叶酸合成方法是利用硝基苯甲酸，经过酰氯化、缩合、还原、环合四个步骤最终得到叶酸。该方法虽然可合成叶酸，但合成路线复杂，生产时间长，生产成本高，且收率低，不

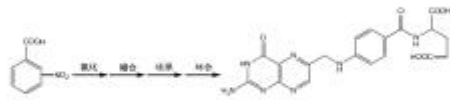


图 1.1 以硝基苯甲酸为原料合成叶酸
Fig. 1.1 Synthesis of folic acid from nitrobenzoic acid

图 1.1 以硝基苯甲酸为原料合成叶酸

利于大规模生产。反应方程式如图所示 [7]：

以 2-羟基丙二醛为中间体

1994 年 C·维尔利等人提出以 2-羟基丙二醛为中间体，采用一锅法合成叶酸。2-取代丙二醛存在 I a 和 I b 两种互变异构形式如图 1.2 所示 [7]：

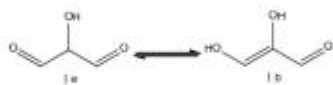


图 1.2 两种互变异构体 2-羟基丙二醛

Fig. 1.2 Two tautomerisms of 2-hydroxy malondialdehyde

用 2-羟基丙二醛与两分子的 L-N-对氨基苯甲酰谷氨酸反应得到相应的二亚胺结构，然后在亚硫酸盐的存在下，于 pH 值为 3~8，温度为 0~100℃的条件下与 6-羟基-2, 4, 5-三氨基嘧啶反应制得叶酸。该反应可在水溶液中进行，也可在与水混溶的惰性有机溶剂如乙腈、二甲基甲酰胺、四氢呋喃、甲醇、乙醇溶剂中进行。优先选择以水为溶剂，当使用混合溶剂时，惰性溶剂应与水混溶，且水含量应该大于 30%。反应式如图 1.3 所示 [7]：

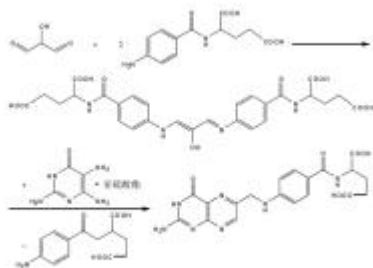


图 1.3 以 2-羟基丙二醛为中间体合成叶酸
Fig. 1.3 Synthesis of folic acid from 2-hydroxy malondialdehyde

图 1.3 以 2-羟基丙二醛为中间体合成叶酸

具体操作如下：氮气保护下，将 5.32g 对氨基苯甲酰谷氨酸、20mL 0.1 mol/L HCl 加入 100mL 的五口瓶中，再加入 0.88g 2-羟基丙二醛和 3mL 水，室温搅拌 1h。然后加入 2.52g Na₂SO₃ 搅拌升温至 38℃，将 2.39g 三氨基嘧啶硫酸盐在 1h 内分批加入反应瓶，用 2mol/L 的 Na₂CO₃ 溶液调 pH 值维持在 6.0，反应 4h 结束。用醋酸调节反应液 pH 至 3.0，析出叶酸沉淀，过滤，得到 3.08g 叶酸粗品，纯化后收率 63.5%。[7]

该方法虽然收率有所提高，但其生产成本很高，需氮气保护，且 2-羟基丙二醛难于制备。[7]

C·维尔利等人再次尝试，用 1, 1, 3, 3-四甲氧基丙醇在酸性条件下水解得到 2-羟基丙二醛，如图 1.4 所示

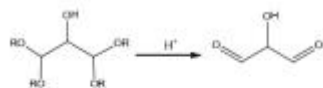


图 1.4 2-羟基丙二醛的水解

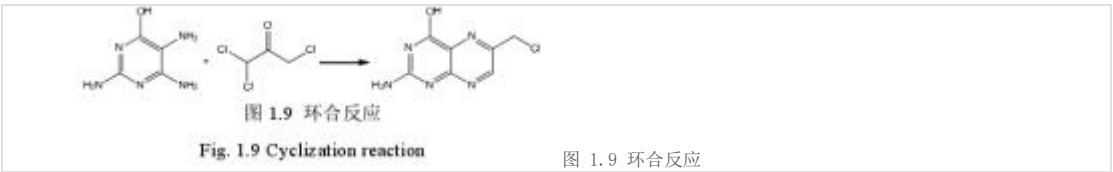
Fig. 1.4 The hydrolysis of 2-hydroxy malondialdehyde

图 1.4 2-羟基丙二醛的水解

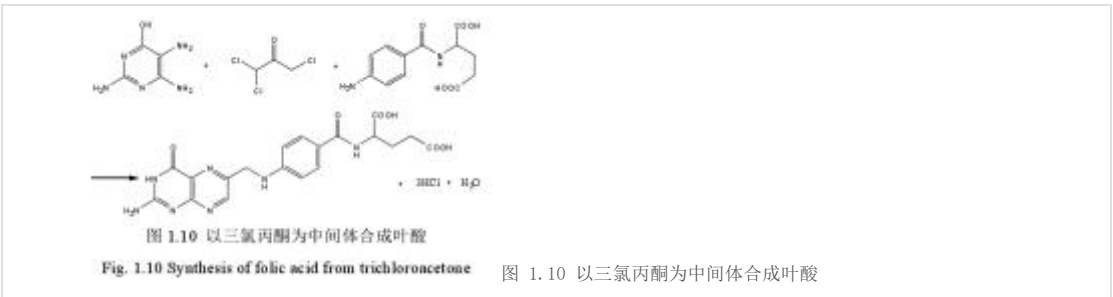
。2-羟基丙二醛与对-氨基苯甲酰基-L-谷氨酸反应得到了相应的二亚胺固体，然后将制得的二亚胺固体与三氨基嘧啶硫酸盐反应制得叶酸。此工艺虽然和硝基苯甲酸生成叶酸的方法比较，合成步骤简单易行，且收率较高，但制得的叶酸粗品提纯操作较为复杂，需要利用硅胶柱进行分离操作，无法应用于大规模生产。[\[7\]](#)

以三氯丙酮为中间体

1948 年，Hultquist 等用 1, 1, 3-三氯丙酮与 2, 4, 5-三氨基-6-羟基嘧啶缩合制得 4-氨基-4-羟基-6-氯代甲基蝶啶，如图 1.9 所示：[\[7\]](#)



现国内主要以三氯丙酮、2, 4, 5-三氨基-6-羟基嘧啶硫酸盐和对氨基苯甲酰谷氨酸为原料合成叶酸。将三氯丙酮、L-N-对氨基苯甲酰谷氨酸、6-羟基-2, 4, 5-三氨基嘧啶硫酸盐在焦亚硫酸钠和碳酸钠存在下，保持 pH3.0~3.5，于 40~45 ℃ 的反应温度条件下，反应 5h，得叶酸。反应方程式如图 1.10 所示：[\[7\]](#)



此操作工艺简单，反应时间短，条件容易控制，生产成本低。但存在废水废气量大的缺点。在生产三氯丙酮的过程中也存在较大污染，主要存在以下两方面问题。[\[7\]](#)

(1) 废水污染严重。制得的氯代混合物需用大量水进行水提操作，以得到浓度可用于生产的三氯丙酮水提液，致使产生大量废水。[\[7\]](#)

(2) 废气污染严重。工厂普遍采用丙酮和氯气反应制备三氯丙酮，同时生成大量氯化氢气体。对这些废气如不充分回收处理，将导致严重的废气污染。[\[7\]](#)

除制备三氯丙酮存在废水和废气的污染，在合成叶酸的步骤中，同样存在此类问题。由于 2, 4, 5-三氨基-6-羟基嘧啶硫酸盐的溶解性差，反应过程中水量较大，滴加的三氯丙酮水提液也在反应体系中带入大量水。除此之外，在最后的提纯操作中，需进行酸溶水析，这些操作共同导致整体反应废水污染严重。[\[7\]](#)

应用

编辑

动物上的应用

(1) 叶酸在猪上的应用

研究表明,添加 2.5 mg/kg 叶酸,仔猪的全期日增重较基础日粮组有显著提高,血清中蛋白质浓度,肝脏中 DNA、RNA 及蛋白质含量都有显著升高,血清中尿素氮浓度极显著降低。同时,也得出更高水平的叶酸添加剂量反而降低了仔猪生长性能。[6]

有学者研究发现叶酸的补充对初产母猪繁殖性能无显著影响,但是极显著提高初产母猪和新生仔猪血清中叶酸含量。叶酸作为一碳单位代谢重要的辅助因子,能够降低血浆同型半胱氨酸含量,从而改善脂质过氧化。蛋白质组学分析表明:叶酸对大鼠肝脏的抗氧化酶表达量及其活力都有显著影响。[6]

(2) 叶酸在乳牛上的应用

叶酸在反刍动物上的研究较少,一般认为反刍动物的瘤胃微生物可以合成叶酸并很好地利用,但是 Girard 等认为,经产乳牛在妊娠阶段对叶酸的需要量很大,仍需要从日粮中添加。在高产乳牛的组织代谢中,叶酸和胆碱可以为乳牛体组织提供一碳基团,用于能量与蛋白质代谢、嘌呤与 DNA 的合成,从而改善乳牛的生产性能。[6]

(3) 叶酸在鸡养殖上的应用

有学者在肉杂鸡日粮中分别添加 1.64、2.14 和 2.64 mg/kg 叶酸,结果 1.64 mg/kg 的添加量显著提高了肉杂鸡的采食量和平均日增重,并显著提高了其血清中果糖胺的含量,2.64mg/kg 水添加量则显著提高了肉杂鸡血清尿酸的含量;叶酸的添加能显著提高 21 日龄肉仔鸡血清蛋白质的含量,3.0mg/kg 水平的添加量还能显著提高肉仔鸡的采食量和平均日增重,并能显著降低料重比,且发现叶酸与烟酸联用能极显著提高肉仔鸡的平均日增重;另有研究表明烟酸与叶酸联用能显著降低肉仔鸡的腹脂重和腹脂率,显著提高胸肌重、腿肌重和腿肌率,并能显著提高肉仔鸡的胸腺指数、脾脏指数和法氏囊指数,还能在一定程度上提高血清中免疫球蛋白的含量,显著降低血清中的胆固醇含量,且能提高干物质、粗蛋白、粗脂肪、粗纤维、有机物和无氮浸出物的表观消化率。[8]

医药应用

现有的研究报道都表明叶酸对人类的健康有着极其重要的作用。叶酸缺乏会导致新生儿神经畸形,血栓闭塞性心、脑血管疾病,厌食症与神经性厌食症,巨幼红细胞贫血,老年血管性痴呆,抑郁症等疾病的危险。[6]

(1) 叶酸对新生儿神经管畸形的影响调查

有学者对美国人在 2003-2006 年从饮食、营养保健品中补充叶酸的研究表明,育龄妇女的叶酸摄入量是必须改进的。在 NTDs 高发地区,每日提供给孕妇的叶酸仅为 100μg,远低于孕妇每日需要量。[6]

对加拿大哺乳期妇女饮食中摄入叶酸量对血液叶酸含量影响的调查研究中,得出哺乳期妇女应该每天摄入的叶酸量为 400μg。叶酸在调控神经生成和程序性细胞死亡中起重要作用。[6]

在美国食品中叶酸的强化补充使有神经闭合缺陷婴儿的出生率下降了 19%,但并不排除其他因素对此降低产生的作用。[6]

0.4 毫克叶酸用于预防胎儿神经管畸形,斯利安叶酸项目研究,经过全国 25 万例中美预防神经管畸形合作项目验证,准妈妈在备孕期间就服用 0.4 毫克叶酸可以下降胎儿神经管畸形率 85%,此项结果至今被全球 50 多个国家广泛应用。5 毫克叶酸是用来治疗女性贫血,消费者在选择购买时一定要认真看好说明书,根据不同情况进行选择[9]。

(2) 叶酸对人类其他疾病的影响研究

叶酸除了对于预防婴儿发生神经闭合不完全有效果之外,在人类一些常见疾病的预防中也起到了一定的作用。[6]

(3) 叶酸对其他疾病的影响研究

血浆中同型半胱氨酸浓度的升高会导致血栓闭塞性心、脑血管疾病，厌食症与神经性厌食症，老年血管性痴呆，抑郁症等疾病的发生。在同型半胱氨酸的循环代谢中，叶酸是重要的辅助因子，叶酸经过活化可以转化成 5，10-亚甲基四氢叶酸，为同型半胱氨酸转化为蛋氨酸提供甲基。叶酸缺乏使大量的同型半胱氨酸蓄积，排到细胞外造成血浆中同型半胱氨酸浓度升高，导致疾病。研究表明，叶酸强化食品的食用对中老年人血清叶酸水平的提高有本质性联系。叶酸可以降低无痛风史人群患痛风的几率。叶酸缺乏会出现机体多系统受损，在消化系统主要是会发生结肠炎、慢性萎缩性胃炎，增加结肠癌和胃癌的危险。叶酸补充剂能够抑制结肠直肠癌的复发率。

研究表明，一定浓度的叶酸可以通过影响叶酸代谢而抑制卵巢癌细胞的生长，叶酸可能是增强化疗药物对卵巢癌的细胞毒性作用，从而增强卵巢癌化疗敏感性。^[6]

叶酸分类

孕妇叶酸：又成为单方叶酸，以单独的叶酸成分为主。有时也会根据孕妇的需求添加少量的矿物质以及其他维生素。主要功效是为孕妇补充叶酸，防止胎儿在发育过程中，细胞大量快速分裂，需要大量叶酸参与，孕妇如因缺乏叶酸会导致胎儿发生脊柱裂、无脑儿等疾病^[10]。

成人叶酸：又称为复方叶酸，以叶酸为主要成分，同时复配适合中老年人需求的各种有效物质。主要功效是为中老年人补充叶酸，迅速降低 HCY 水平，防止因为 HCY 水平过高而导致的心脑血管意外^[11]。同时通过复配的其他有效物质，立体防控脑卒中，心梗。成人叶酸片也叫中老年叶酸片。

现状及展望

目前市场上的叶酸产品主要是合成叶酸，缺乏天然叶酸产品，并且大部分集中在药用级别。合成叶酸的长期使用对人体是有害的，天然叶酸产品有待进一步研究开发。如何让合成叶酸通过动物机体的消化、吸收，转化为天然叶酸，更大程度地储存在动物产品中，为人类提供更多天然叶酸，是畜牧业工作者的一个努力方向。但因动物的品种、年龄和生理阶段不同，对叶酸的需求不同；日粮中叶酸含量和环境等因素都会影响动物对叶酸的需求。因此，对于不同品种、不同生理阶段的动物，叶酸的最适添加比例还有待进一步研究。另外，叶酸在医药方面对不同疾病的具体用量仍有待进一步研究。

维生素 H

中文别名：维生素 H；D-生物素；D-(+)-生物素；VH

同义词 生物素一般指维生素 H

本词条由“科普中国”科学百科词条编写与应用工作项目 审核 。

生物素又称维生素 H、辅酶 R，是水溶性维生素，也属于维生素 B 族，B7。它是合成维生素 C 的必要物质，是脂肪和蛋白质正常代谢不可或缺的物质。是一种维持人体自然生长、发育和正常人体机能健康必要的营养素。

生物素（Biotin）为 B 族维生素之一，又称维生素 H、维生素 B7、辅酶 R（Coenzyme R）等。是 20 世纪 30 年代在研究酵母生长因子和根瘤菌的生长与呼吸促进因子时，从肝中发现的一种可以防治由于喂食生鸡蛋蛋白诱导的大鼠脱毛和皮肤损伤的因子。生物素是水溶性维生素 B 群成员。在肝、肾、酵母、牛乳中含量较多，是生物体固定二氧化碳的重要因素。容易同鸡蛋白中一种蛋白质结合，大量食用生蛋白可阻碍生物素的吸收导致生物素缺乏，如脱毛、体重减轻、皮炎等。生物素在脂肪合成、糖质新生等生化反应途径中扮演重要角色。

生物素是秃头一族的救星，不但防止落发及头顶见光颇见功效，还能预防现代人常见的少年**白发**。它在维护皮肤健康中也扮演着重要角色。至于安定神经系统方面的功效至今尚未获得证实，但对忧郁、失眠确有一定助益。

生物素是多种羧化酶的辅酶，在羧化酶反应中起 CO₂ 载体的作用。

性状与稳定性：

为无色长针状结晶，具有尿素与噻吩相结合的骈环，并带有戊酸侧链；极微溶于水（22mg/100ml 水，25℃）和乙醇（80mg/100ml，25℃），较易溶于热水和稀碱液，不溶于其它常见的有机溶剂。遇强碱或氧化剂则分解。

在中等强度的酸及中性溶液中可稳定数日，在碱性溶液中稳定性较差。在普通温度下相当稳定，但高温和氧化剂可使其丧失活性。

体内过程：口服生物素迅速从胃和肠道吸收，血液中生物素的 80%以游离形式存在，分布于全身各组织，在肝，肾中含量较多，用药后大部分生物素以原形由尿液中排出，仅小部分代谢为生物素硫氧化物和双降生物素。^[1]

性能与用途

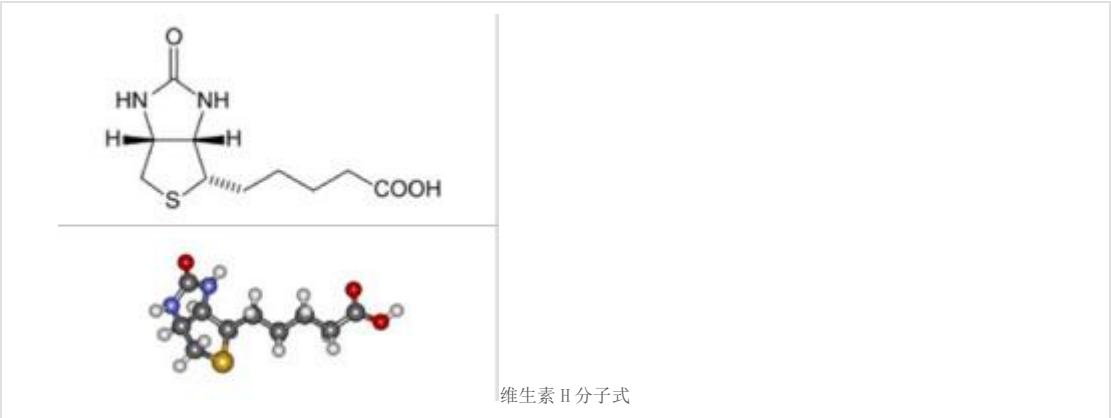
编辑

1、构成视沉细胞内感光物质。

生物素在体内氧化生成顺视黄醛和反视黄醛。人视网膜内有两种感光细胞，其中杆细胞对弱光敏感，与暗视觉有关，因为杆细胞内含有感光物质视紫物质，它是由视蛋白和顺视黄醛构成。当维生素 H 缺乏时，顺视黄醛得不到足够的补充，杆细胞不能合成足够的视紫细胞，从而出现夜盲症。^[2]

2、维持上皮组织结构的完整和健全。 生物素是维持机体上皮组织健全所必须的物质。维生素 H 缺乏时，可引起黏膜与表皮角质化、增生和干燥，产生干眼病，严重时角膜角质化增厚、发炎，甚至穿孔导致失明。皮脂腺及汗腺角质化时，皮肤干燥，发生毛囊丘疹和毛发脱落。由于消化道、呼吸道和泌尿道上皮细胞组织不健全，易于感染。^[2]

3、增强机体免疫反应和抵抗力。 生物素能增强机体的免疫反应和感染的抵抗力，稳定正常组织的溶酶体膜，维持机体的体液免疫、细胞免疫并影响一系列细胞因子的分泌。大剂量可促进胸腺增生，如同免疫增强剂合用，可使免疫力增强。^[1]



4、维持正常生长发育。 生物素缺乏时，生殖功能衰退，骨骼生长不良，胚胎和幼儿生长发育受阻。

用于治疗动脉硬化、中风、脂类代谢失常、高血压、冠心病和血液循环障碍性的疾病。

用于化妆品，可提高血液在皮肤血管中的循环速度，在 0.1%~1.0%的浓度范围内，易与配方中的油相混合。在护肤雪花膏、运动药液、脚用止痛膏、刮胡须液、洗发液中均可使用。

1936 年，两位德国科学家 Kogl 和 Tonniss 从煮熟的鸭蛋黄中分离提取出一种结晶物质，是酵母生长所必需的，称之为“生物素”。生物素广泛存在于自然界的各种生物中，是人类和动物维持健康不可缺少的要素，并因而得名。因其在食物中的分布很广，几乎每种食物中都含有少量的生物素，加之人体



维生素 H

每日的所需量又很少，所以，人们一般都不缺乏这种维生素。[1]

特点

编辑

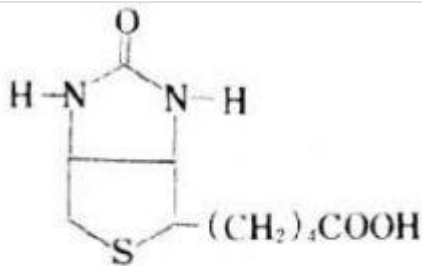


图5 维生素H结构式

维生素 H

生理作用：生物素与酶结合参与体内二氧化碳的固定和羧化过程，与体内的重要代谢过程如丙酮酸羧化而转变成草酰乙酸，乙酰辅酶 A 羧化成为丙二酰辅酶 A 等糖及脂肪代谢中的主要生化反应有关。它也是某些微生物的生长因子，极微量（0.005 微克）即可使试验的细菌生长。例如，链孢霉生长时需要极微量的生物素。人体每天需要量约 100~300 微克。生鸡蛋清中有一种抗生物素的蛋白质能和生物素结合，结合后的生物素不能由消化道吸收；造成动物体生物素缺乏，此时出现食欲不振、舌炎、皮肤性皮炎、脱毛等。然而，尚未见人类生物素缺乏病例，可能是由于除了食物来源以外，肠道细菌也能合成生物素之故。

功效：维生素 H 对于糖原的异生，脂肪酸的综合作用以及某些氨基酸的新陈代谢，都是一个关键的调控元件，并且能够通过帮助能量的产生对某些蛋白质的合成起到促进作用；同时可协助细胞生长、制造脂肪酸、代谢酯类、脂肪及蛋白质，且有助于维生素 B 群的利用；促进汗腺、神经组织，骨髓、男性性腺的健康；维护皮肤及毛发的正常运作和生长，减轻湿疹、皮炎症状；预防白发及脱发，有助于治疗秃顶； 缓和肌肉疼痛；对忧郁、失眠确有一定助益；还参与维生素 B12、叶酸、泛酸的代谢；促进尿素合成与排泄；提高人体的免疫功能。[1]

生理功能

编辑

人体每天需要量约 100~300 微克。生鸡蛋清中有一种抗生物素的蛋白质（卵蛋白，**avidin**）能和生物素结合，结合后的生物素不能由消化道吸收；造成动物体生物素缺乏，此时出现食欲不振、舌炎、皮肤性皮炎、脱毛等。然而，尚未见人类生物素缺乏病例，可能是由于除了食物来源以外，肠道细菌也能合成生物素之故。生物素是人体内多种酶的辅酶，参与体内的脂肪酸和碳水化合物的代谢；促进蛋白质的合成；还参与维生素 **B12**、叶酸、泛酸的代谢；促进尿素合成与排泄。

- ①帮助脂肪、肝糖和氨基酸在人体内进行正常的合成与代谢；
- ②促进汗腺、神经组织、骨髓、男性性腺、皮肤及毛发的正常运作和生长，减轻湿疹、皮炎症状；
- ③预防白发及脱发，有助于治疗秃顶；
- ④缓和肌肉疼痛；
- ⑤促进尿素合成与排泄、嘌呤合成和油酸的生物合成。
- ⑥用于治疗动脉硬化、中风、脂类代谢失常、高血压、冠心病和血液循环障碍性的疾病。

如果将生物素与维生素 **A**、维生素 **B2**、维生素 **B6**、烟酸（维生素 **B3**）一同使用，相辅相成，作用更佳。补充周期：维生素 **H** 在人体内仅停留 3 ~ 6 小时，所以必须每天补充。[1]

主要应用

编辑

生物素，即人们所熟知的维生素 **H**，它能使身体将食物转化为自身能量。生物素有利于细胞的健康和再生。[糖尿病患者](#)可以通过生物素改善血糖的调节。头发和指甲的健康也需要生物素。[2]

保健用途

糖尿病。补充生物素，生物素通过改善[胰岛素](#)和血糖的使用帮助改善血糖的调节。

头发和指甲。补充生物素可以修复薄弱爆裂的脚趾甲和手指甲，改善头发的健康。生物素也可以修复那些由于生物素水平偏低引起过早的灰白头发。

遗传问题：一些[婴儿](#)不能好好利用生物素，需要补充生物素。

皮肤问题：一些皮肤病，例如乳痂，能通过补充生物素得到改善。

肌肉营养失调：生物素可被用作治疗某些跟肌肉有关的疾病作为疗程的一部分。

营养性的健康：生物素能帮助减肥的人体内进行更有效的新陈代谢。

传染病：生物素可用作治疗肠内念珠菌（一种酵母菌的感染）。

据研究，叶酸与生物素配伍可有效预防畸胎形成。**2008** 年初日本厚生省已正式宣布，将生物素与叶酸均作为日本孕妇的强制摄取营养物。可以肯定，厚生省这一决定必将大大促进生物素在日本的销售，同时，也必将进一步推动全球对生物素的消费。

美国研究人员还发现：生物素能促进脂肪及碳水化合物的分解，使它们加快转化成人体活动所需的能量；如体内生物素数量不足，脂肪就会在体内蓄积并引起**肥胖症**。这种新发现为生物素在减肥、瘦身类保健产品中的应用奠定了坚实的基础，为生物素开辟了一个更广阔的市场。[\[2\]](#)

美容用途

同时，日本学者还报道，生物素具有出色的美容作用，可保持皮肤嫩白、指甲光滑等。这个发现也为生物素产品开拓了一大新药业用途。美容化妆品行业是国际大产业之一，美容化妆品的国际市场总销售额远远高于药品的销售额，生物素在美肤、美甲（指甲）及美发上的新应用必将导致药用级生物素销量的上升。

维生素 H 作为营养增补剂。按中国 **GB2760-90** 规定，可用于食品工业作为加工助剂。具有预防皮肤病、促进脂类代谢等生理功能。大量食用生蛋白可导致生物素缺乏。[\[2\]](#)

作为药品，用于治疗动脉硬化、中风、脂类代谢失常、高血压、冠心病和血液循环障碍性的疾病。

用于化妆品，可提高血液循环在皮肤血管中的速度，在 **0.1%~1.0%** 的浓度范围内，易于配方中的油相相混合。在护肤**雪花膏**、运动药液、脚用止痛膏、刮胡须液、**洗发液**中均可使用。

科研用途

生物素可以用作核酸探针的标记物，它能与核酸分子的 **UTP** 或 **dUTP 5'**位上的 **C** 相结合，并可与亲和素结合而被检测。在检测的过程中，生物素只用作固定连接，而不用作信号检测。[\[2\]](#)

缺乏症状

编辑

- 1、缺乏生物素使人头皮屑增多，容易掉发，少年白发；
- 2、缺乏生物素会引起肤色暗沉、面色发青、皮肤炎；
- 3、缺乏生物素易导致忧郁、失眠、容易打瞌睡等神经症状；
- 4、缺乏生物素会令人容易疲倦、慵懒无力、肌肉疼痛。

生物素缺乏的体征：包括皮炎、湿疹，萎缩性舌炎，感觉过敏，肌肉痛，倦怠，厌食和轻度贫血、脱发。[\[2\]](#)

毒性

编辑

生物素的毒性似乎很低，用大剂量的生物素治疗脂溢性皮炎未发现蛋白代谢异常或遗传错误及其他代谢异常。动物实验也显示生物素很少毒性。[\[2\]](#)

食物来源

编辑



维生素 H 草莓来源

在牛奶、牛肝、蛋黄、动物肾脏、草莓、柚子、[葡萄](#)等水果、瘦肉、糙米、啤酒、小麦中都含有生物素。在[复合维生素 B](#) 和多种维生素的制剂中，通常都含有维生素 H。

富含该维生素的美食：芥末双脆、 蟹肉西兰花、芥茉菠菜、鱼香腰花、油焖鳊鱼、素炒三丝、蛋黄南瓜、芒果柳橙苹果汁、[胡萝卜炖羊肉](#)、松花淡菜粥、[清炖萝卜牛肉](#)、银杞明目汤、鸡肝胡萝卜粥、牛肉蔬

菜浓汤、芒果葡萄柚汁、芒果柳橙苹果汁、木瓜生姜汁、芦荟柠檬汁、甜橙柠檬汁、杏猕猴桃汁。[\[2\]](#)

小知识

编辑

建议日摄入量：成人建议每天摄取 25 ~ 300 μg。生物素和维生素（维生素食品）A、 B 2 、 B 6 、烟酸一起使用功效更佳。

补充周期：维生素 B7 在人体内仅停留 3 ~ 6 小时，所以必须每天补充。

需要人群：好吃生鸡蛋和饮酒的人需要补充生物素；服用抗生素或磺胺药剂的人每天至少要摄取 25 μg；头发稀疏的男性（男性食品）摄入生物素，防止脱发效果明显；在妊娠期间，生物素会明显流失，应在医师指导下合理补充。

生物素（维生素 H）缺乏症：生物素（维生素 H）生物素（维生素 H）缺乏症主要表现多数以皮肤症状为主，可见毛发变细、失去光泽、皮肤干燥、鳞片状皮炎、红色皮疹，严重者的皮疹可延续到眼睛、鼻子和嘴周围。此外，伴有食欲减退、恶心、呕吐、舌乳头萎缩、粘膜变灰、麻木、精神沮丧、疲乏、肌痛、[高胆固醇血症](#)及脑电图异常等。这些症状多发生在生物素（维生素 H）缺乏 10 周后。在 6 个月 以下婴儿，可出现脂溢性皮炎。

生物素（维生素 H）过量表现：生物素（维生素 H）的毒性很低，至今尚未见生物素（维生素 H）毒性反应的报告。[\[2\]](#)

知识拓展

Folic Acid（叶酸）功能：制造红血球及白血球，增强免疫能力。缺乏症：舌头红肿、贫血、消化不良、疲劳、头发变白，记忆力衰退。 主要食物来源：蔬菜，肉、酵母等。

维生素 C（抗坏血酸）功能：对抗游离基、有助防癌；降低胆固醇，加强身体免疫力，防止坏血病。 缺乏症：牙龈出血，牙齿脱落；毛细血管脆弱，伤口愈合缓慢，皮下出血等。 主要食物来源：水果（特别是橙类），绿色蔬菜，蕃茄，马铃薯等。

维生素 D 功能：协助钙离子运输，有助小孩牙齿及骨骼发育；补充成人骨骼所需钙质，防止骨质疏松。 缺乏症：小孩软骨病、食欲不振；腹泻等。 主要食物来源：鱼肝油，奶制品，蛋。

维生素 E（生育酚）功能：抗氧化剂、有助防癌；生育相关。缺乏症：红血球受破坏，神经受损害，营养性肌肉萎缩，不育症，月经不调，子宫机能衰退等等。主要食物来源：植物油、深绿色蔬菜、牛奶、蛋、肝、麦、及果仁。 [2]

维生素 K

锁定

本词条由“[科普中国](#)”[科学百科词条编写与应用工作项目](#) 审核 。

维生素 K 又叫凝血维生素，属于维生素的一种，具有叶绿醌**生物活性**，其最早于 1929 年由**丹麦**化学家**达姆**从动物肝和麻子油中发现并提取。维生素 K 包括 K1、K2、K3、K4 等几种形式，其中 K1、K2 是天然存在的，属于**脂溶性维生素**；而 K3、K4 是通过人工合成的，是水溶性的维生素。四种维生素 K 的化学性质都较稳定，能耐酸、耐热，正常烹调中只有很少损失，但对光敏感，也易被碱和紫外线分解 [1] 。

维生素 K 具有防止新生婴儿出血疾病、 预防内出血及痔疮、 减少**生理期**大量出血、促进血液正常**凝固**等生理作用，故而在临床中有一定的应用 [2] 。

发现历程

1895 年，丹麦生物化学家**亨利克·达姆**（Carl Peter Henrik Dam）达姆生于哥本哈根，于 1934 年取得哥本哈根大学博士学位 [3] 。

从 1928 年开始，达姆做了一系列的胆固醇代谢实验。许多哺乳类动物很容易合成胆固醇，他认为小鸡缺乏这种能力。对于人工饲养缺乏胆固醇的小鸡，在饲料中加入丰富的维生素 A 和 D，数星期后开始出血和出血失控现象 [3] 。

1932 年，加州的科学家认为出现这种现象是由于缺乏维生素 C，但加用纯维生素 C 后无效 [3] 。

1934 年，达姆认为是饲料中缺乏一种未知的要素，并发现这种要素可溶于脂肪 [3] 。

1935 年，达姆宣布发现一种新的维生素，并称它为“凝血维生素”，即维生素 K，它的最佳来源为绿叶、番茄和猪肝。K 是斯基的那维亚文和德文中“Koagulation”（凝固）一词中的第一个字母，这个物质是脂溶性的 [3] 。

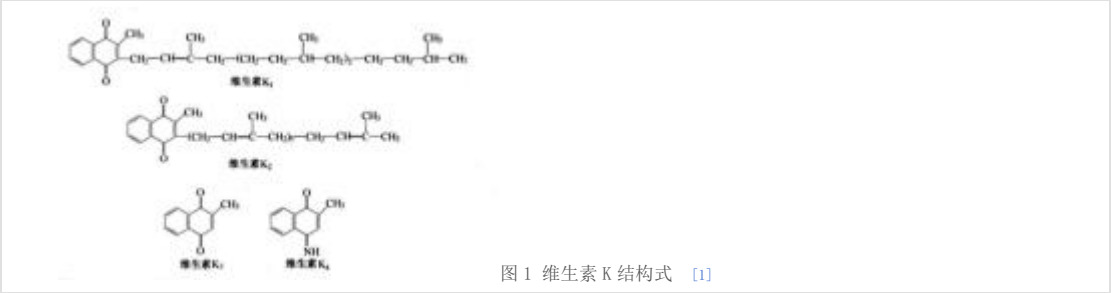
1938 年，达姆发现阻塞性黄疸病人有出血倾向也是维生素 K 缺乏所致 [3] 。

1939 年，达姆又从紫花苜蓿中提纯了脂溶性维生素 K。由绿色植物中分离出的维生素 K 被称为 K₁，而由大肠腐败作用所产生的维生素 K 则称为 K₂，二者稍有不同，其差别首先由美国化学家爱德华·阿德尔伯特·多伊西（Edward A. Doisy）观察到 [3]。

1940 年，多伊西首先合成了维生素 K，并且确定了它的化学式。为此，达姆与多伊西共同获得了 1943 年诺贝尔生理学或医学奖 [3]。

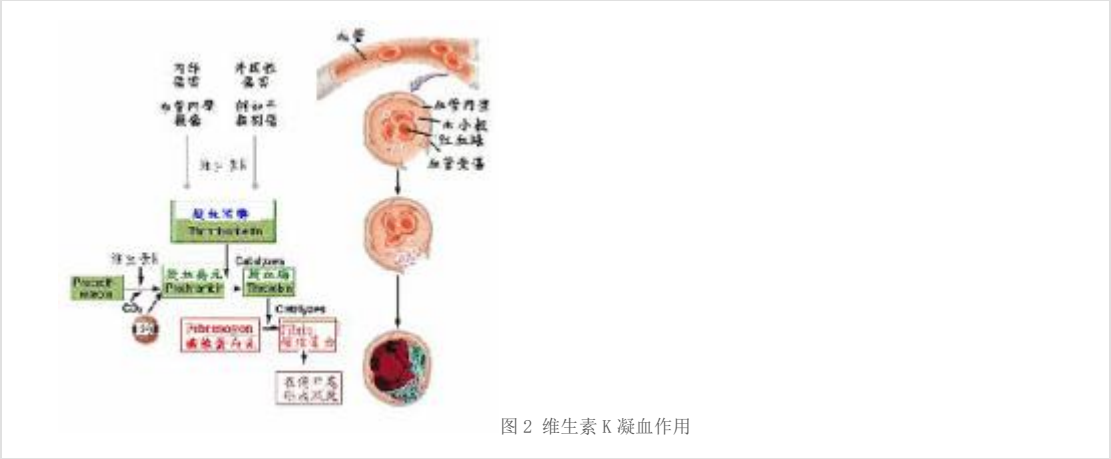
生化研究

结构性质



维生素 K 具有异戊二烯类侧链的萘醌类化合物，包含维生素 K₁、维生素 K₂、维生素 K₃ 和维生素 K₄ 四种。其中，维生素 K₁ 和维生素 K₂ 是天然的，从化学结构上看，维生素 K₁ 和维生素 K₂ 都是 2-甲基-1,4 萘醌的衍生物，区别仅在 R 基的不同。其中，维生素 K₁ 是黄色油状物，K₂ 是淡黄色结晶，均有耐热性，但易受紫外线照射而破坏，故要避光保存。而维生素 K₃ 和维生素 K₄ 是人工合成的，其中，K₃ 为 2-甲基 1,4 萘醌，有特殊臭味，维生素 K₄ 是 K₃ 的氢醌型，它们的性质较 K₁ 和 K₂ 稳定，而且能溶于水，可用于口服或注射。以上四者的分子结构如右图所示 [1]。

生化作用



1、参与 γ -羧基谷氨酸合成

维生素 K 是四种凝血蛋白（凝血酶原、转变加速因子、抗血友病因子和司徒因子）在肝脏内合成必不可少的物质，对 γ -羧基谷氨酸的合成具有辅助作用。如果缺乏维生素 K，则肝脏合成的上述四种凝血因子均为异常蛋白质分子，催化凝血作用的能力将大大下降 [4] [5]。

γ -羧基谷氨酸 (γ -Carboxyglutamic Acid, Gla) 的合成一般在细胞微粒体内进行，需要含有谷氨酸的肽链作为基质，并需要氧及二氧化碳及维生素 K 氢醌（维生素 K_{H2}）。在这个作用中维生素的变化可用维生素 K-维生素 K₂, K₃ 环氧化物（维生素 K-2, 3epoxide, VKO）循环来表示 [4] [5]。

2、参与骨骼代谢

除辅助凝血蛋白的合成,维生素 K 也有助于骨骼的代谢。原因是维生素 K 参与合成 BGP (维生素 K 依赖蛋白质), BGP 能调节骨骼中磷酸钙的合成。特别对老年人来说, 他们的骨密度和维生素 K 呈正相关。经常摄入含维生素 K 的绿色蔬菜, 能有效降低骨折的风险 [6]。

吸收代谢

维生素 K 可从食物中获取, 也可依靠肠道细菌合成和人工合成。其中, 维生素 K₁ 和维生素 K₂ 属于脂溶性维生素, 其吸收需要胆汁、胰液, 并与乳糜微粒相结合, 由小肠吸收入淋巴系统, 经淋巴系统运输。其吸收取决于胰腺和胆囊的功能, 在正常情况下约为摄取量的 40-70%可被吸收。其在人体内的半衰期比较短, 约为 17 小时 [5]。

人或动物口服生理或药理剂量的维生素 K₁, 20 分钟后血浆中已出现维生素 K₁, 2 小时达到高峰。在 48~72 小时内, 血浆浓度按指数下降至 1~5 ng/ml。在这段时间内, 维生素 K₁ 从乳糜微粒转移至β脂蛋白中, 运输至肝内, 与极低密度脂蛋白 (VLDL) 相结合, 并通过低密度脂蛋白 (LDL) 至各组织。肝为维生素 K₁ 的主要靶组织, 注射维生素 K₁ 小时后, 50%剂量在肝内 [5] [4]。

口服维生素 K₂ 小时后, 20%剂量在肝内, 24 小时降至最低值, 而肾、心脏、皮肤及肌肉之量在 24 小时内增加到最高值而后下降。大鼠肝中维生素 K 含量约为 8~44 ng/g, 如肝的浓度低于 4.5ng/g, 凝血酶原时间延长, 维生素 K 总体库比较小, 约 50~100 μg, 转换率快, 总体库每 2.5 小时可转换一次。其代谢物为维生素 K 短链及氧化代谢物形成 γ-内酯, 还可与葡萄糖苷酸结合 [5]。

在人体维生素 K 的侧链可以进行β或ω氧化形成 6-羧基酸及其γ-内酯或进一步分解为 4-羧基酸, 还有少量的环氧代谢物, 这些代谢物与葡萄糖苷酸相结合, 存在于肠肝循环中, 或从尿中排出 [5]。

人工合成的水溶性维生素 K, 更有利于人体吸收, 已广泛地用于医疗上。例如, 维生素 K₃ 在动物肝微粒体内转变为 MK₄, 仅为摄取量的 0.05~1.0%, 其主要代谢产物为双氢维生素 K₃ 葡萄糖苷酸的硫酸酯 [5]。

生理功能

促进凝血

维生素 K 即是凝血因子γ-羧化酶的辅酶, 又是凝血因子 2、7、9、10 合成的必需物质。人体缺少维生素 K, 凝血时间会延长, 严重者会导致流血不止, 甚至死亡。对女性来说, 维生素 K 可减少生理期大量出血, 还可防止内出血及痔疮。经常流鼻血的人, 也可以考虑多从食物中摄取维生素 K [7]。

参与骨骼代谢

维生素 K 属于骨形成的促进剂,临床和实验已经证明其有明确的抗骨质疏松作用,但其作用程度逊于雌激素,且其治疗作用有明显的药物剂量依赖性。目前, 维生素 K 可以改善中老年骨质疏松症患者的状态,从而达到抗骨质疏松的作用 [8]。

临床意义

健康人对维生素 K 的需要量低而膳食中含量比较多, 原发性维生素 K 缺乏



图3 维生素K的生化作用

不常见，临床上能见到的由于维生素K缺乏所致的表现是继发性出血如伤口出血，大片皮下出血和[中枢神经系统](#)出血等。

胎盘转运维生素K量少，新生儿初生时体内储存量低及体内肠道的无菌状态阻碍了利用维生素K，母乳中维生素K含量低，新生儿吸乳量少以及婴儿未成熟的肝脏还不能合成正常数量的[凝血因子](#)等原因，使新生儿、小婴儿普遍存在低凝血酶原症。

已知最常见的成人维生素K缺乏性出血多发生于摄入含维生素K低的膳食并服用抗生素的病人中，维生素K不足可见于[吸收不良综合征](#)和其它胃肠疾病如囊性纤维化、[口炎性腹泻](#)、[溃疡性结肠炎](#)、节段性小肠炎、[短肠综合征](#)、胆道梗阻、胰腺功能不全等，以上情况均需常规补充维生素K制剂。

缺乏维生素K会减少机体中凝血酶原的合成，从而导致出血时间延长。将导致[凝血时间](#)延长，出血不止，即便是轻微的创伤或挫伤也可能引起血管破裂。出现皮下出血以及肌肉、脑、胃[肠道](#)、[腹腔](#)、泌尿生殖系统等器官或组织的出血或尿血、贫血甚至死亡。如：新生儿出血疾病，如吐血、肠子、脐带及包皮部位出血；成人不正常凝血，导致流鼻血、尿血、胃出血及瘀血等症状；低凝血酶原症，症状为血液凝固时间延长、皮下出血；小儿慢性肠炎；热带性下痢[\[2\]](#)。

来源与摄取

摄入来源

人类维生素K的来源有二方面：一方面从肠道细菌合



图4 维生素来源示意图

成，主要是 K₂，占 50 ～ 60%。维生素 K 在回肠内吸收，细菌必须在回肠内合成，才能为人体所利用，有些抗生素抑制上述消化道的细菌生长，影响维生素 K 的摄入。另一方面从食物中来，主要是 K₁，占 40 ～ 50%，绿叶蔬菜含量高，其次是奶及肉类，水果及谷类含量低[4]。

由于中国食物成分表尚未将维生素 K 列入，仅以美国食物成分的数据表提供参考。

美国常见食物中叶绿醌含量（mg/100g）

食物名称	叶绿醌含量	食物名称	叶绿醌含量
菠菜	380	干扁豆	22
生菜	315	肝	5
圆白菜	145	蛋	2
芦笋	60	鲜肉	<1
豆角	33	鲜鱼	<1
豌豆	24	全脂奶	<1
黄瓜	20	豆油	193
西兰花	20	棉子油	60
胡萝卜	10	橄榄油	55
西红柿	6	玉米油	3
土豆	1	植物黄油	42
干黄豆	47	奶油	7

日推荐量

婴儿因假设肠内尚无细菌可合成维生素 K，建议自食物中摄取每公斤体重 2 μg 的量，一般成年人一天约自食物中摄取每公斤体重 10 μg～20 μg 的量便足够[7]。见下表：

组别	年龄（岁）	维生素 K（微克）
婴儿	0-1	10~20
儿童	1-11	11~60
青少年	>11	50~100
成人		60~80

需求族群

维生素 K 缺乏症在正常群体中不常见，因而制剂型维生素 K 常用一下几类人群[9]：

- 1、经常流鼻血者；
- 2、有严重灼伤或外伤者；
- 3、正服用抗生素者；

- 4、早产婴儿，维生素 K 可以让新生儿体内血液循环正常进行；
- 5、缺乏足够胆汁吸收脂肪者（需经由注射补充）；
- 6、慢性胆囊炎患者；
- 7、长期应用抗生素及肠道灭菌药者；
- 8、患有胰腺疾病患者、患有胆管疾病及小肠粘膜萎缩或脂肪便患者。

注意事项

- 1、会损害肝脏功能，肝病患者不宜服用 [10]；
- 2、孕妇及授乳妇女避免大量服用维生素 K 补充品 [10]；
- 3、X 光、放射线、冷冻加工、阿司匹林及空气污染都会对维生素 K 的补充起到抑制作用 [11]；
- 4、如果使用抗生素，造成肠内细菌数量减少或功能降低，维生素 K 便会相对不足 [11]；
- 5、同时摄取维生素 K（即使来源为天然食物），将使抗血液凝固剂的药性产生反效果 [11]；
- 6、服用维生素 K 补充品后如有脸泛红、发红疹、肠胃不适、皮肤搔痒等过敏症状，应立即停用，并请医师诊治 [11]。
- 7、超过药理剂量的维生素 K2 能导致新生儿溶血性贫血、高胆红素血症和肝中毒，在成人则可诱发心脏病和肺病。

维生素 P

编辑

维生素 P 是由柑桔属生物类黄酮、芸香素和橙皮素构成的。在复合维生素 C 中都含有维生素 P，具有水溶性。它能防止维生素 C 被氧化而受到破坏，增强维生素的效果。能增强毛细血管壁，防止瘀伤。有助于牙龈出血的预防和治疗，有助于因内耳疾病引起的浮肿或头晕的治疗等。

许多营养学家认为，每服用 500 毫克维生素 C 时，最少应该同时服用 100 毫克生物类黄酮。以增强它们的协同作用。在刺梨、橙、柠檬、杏、樱桃、玫瑰果实、紫甘蓝、 荞麦粉等中含有维生素 P。

维生素 P（又称芦丁，化学式：C₂₇H₃₀O₁₆）是由柑桔属生物类黄酮、芸香素和橙皮素构成的。黄色结晶，溶于乙醇和丙酮。在复合维生素 C 中一般都含有维生素 P，也是水溶性的。它能防止维生素 C 被氧化而受到破坏，增强维生素 C 的效果。能增强毛细血管壁，防止瘀伤。有助于牙龈出血的预防和治疗，也有助于因内耳疾病引起的浮肿或头晕的治疗等。许多营养学家认为，每服用 500 毫克维生素 C 时，最少应该同时服用 100 毫克生物类黄酮。以增强它们的协同作用。在橙、柠檬、杏、樱桃、玫瑰果实中及荞麦粉中含有维生素 P。

详细介绍

编辑



维生素 P

维生素 P(芦丁)

别名：芦丁，维生素 P

分子式：C₂₇H₃₀O₁₆

分子量：610.51

含 量：95%

CAS 号：153-18-4

性 质：黄色或微绿色针状结晶或粉末。通常含 3 分子结晶水，95-97℃干燥失去 2 分子结晶水，在 110℃、1.33kPa 下 2h 变成无水物。125℃变成棕色，

195-197℃变成柔韧可塑物，214-215℃分解，无水物易吸潮。1g 能溶于 8L 水、200ml 沸水、7ml 沸甲醇。能溶于吡啶、甲酰胺和碱液，微溶于乙醇、丙酮

和乙酸乙酯，几乎不溶于水、氯仿、醚、苯、二硫化碳和石油醚。稀溶液遇三氯化铁呈绿色。无气味，在光的作用下渐变暗。

维生素 P 是在治疗毛细管透性增大的紫斑病中，因红辣椒（paprika）和柠檬汁的效果比用维生素 C 好，故 A. von-Szent-Gyrgyi（1936）根据“permeability”（通透性）的词头“P”，把这种有效成分定名为维生素 P。以后才知道，从柠檬中分离出的结晶是桔皮素(hesperitin)的配糖体(7-芸香糖苷)——桔皮苷(hesperidin)和槲斗皮酮(quercetin)的配糖体(3-芸香糖苷)——芸香苷的混合物，进一步还看到其黄酮类也有同样的作用。这些作用与其说是起维生素作用，倒不如说是药理学上的作用，现在还不认为它是一种独立的维生素，而是一种类似维生素的物质。

从严格意义上讲，它并不属于真正的维生素，但一般还是把它划归到维生素类。维生素 P 属于水溶性维生素，人体无法自身合成，因此必须从食物中摄取。它在对维生素 C 的消化吸收上是不可缺少的物质。它能减少血管脆性，降低血管通透性，增强维生素 C 的活性，预防脑溢血、视网膜出血、紫癜等疾病。

建议日摄入量



水果含维生素 P

建议摄入量虽未确定，但许多营养学家都建议每服用 500mg 的维生素 C 时，最少应该服用 100mg 的维生素 P。维生素 P 和维生素 C 具有协同作用。

食物来源

柑橘类水果、杏、枣、[樱桃](#)、茄子、荞麦、茶、紫甘蓝等。

需要人群

幼儿和儿童一般不需要维生素 P，成年人，尤其是工作繁忙，心情郁闷的人群以及中老年人都需要补充维生素 P，据有关资料报道，全球人普遍缺乏维生素 P，其主要原因是膳食结构不合理引起的。

[更年期](#)的妇女若增加维生素 P 的摄取量（和维生素 D 同时服用），可以缓解更年期女性特有的热潮红；

刷牙时牙龈常出血的人应摄取充分的维生素 P ；

易发生淤伤的人应该摄取含有维生素 P 的复方维生素 C。

缺乏症



水果含维生素 P

毛细血管脆弱。

过量表现

目前尚未确定其副作用，但一般认为过高剂量服用可导致腹泻。

功效用途

维生素类药。有降低毛细血管通透性和脆性的作用，保持及恢复毛细血管的正常弹性。用于防治高血压脑溢血、糖尿病视网膜出血和出血性紫癜等，也用作食品抗氧化剂和色素。

- 增加对传染病的抵抗力；
- 有助于牙龈出血的预防和治疗；
- 防止维生素 C 被氧化而受到破坏；
- 有助于因内耳疾病所引起的浮肿或头晕的治疗；
- 增强毛细血管壁，防止淤伤；

● 维持和增强毛细血管正常抵抗力、降低其通透性。常用于用于高血压病的辅助治疗及防治脑溢血等，单独使用时无此效果，仅用于配合治疗。

药品说明书

别名：路丁；络通；维生素 P；芸香甙，芦丁

适应症： 主要用于治疗脆性增加的毛细血管出血症。临床上用于高血压病的辅助治疗，以预防脑溢血；也可用于防治血管性紫癜症、急性出血性肾炎、糖尿病视网膜出血、再发性鼻出血、创伤性肺出血、产后流血等。但由于口服吸收很少，其疗效很不明显。常用的复方片剂，具有一定的疗效。

用量用法： 口服：20～40mg/次，3 次/日。复方芦丁片：口服：1～2 片/次，3 次/日。

规格片剂： 20mg；复方片剂：含芦丁 20mg、维生素 C50mg。