

維生素

朱介飛編著



維 生 素

朱介飛編著

商務印書館出版

目 次

一	維生素在營養學上的價值	1
二	維生素的意義	3
三	維生素的發現史	5
四	維生素 A	9
五	維生素 B 複體	30
六	維生素 B ₁	31
七	維生素 B ₂	43
八	尼克酸及尼克酸醯胺	58
九	吡多醇	68
十	遍多酸	74
十一	生物素	80
十二	對氨基甲酸	85
十三	肌醇	90
十四	胆鹼	94
十五	葉片酸	99
十六	維生素 B ₁₂	105
十七	維生素 C	111
十八	維生素 D	121
十九	維生素 E	135

二十	維生素K	146
二十一	維生素P	155
二十二	蘆丁(芸香苷)	159
二十三	其他各種維生素	163
二十四	維生素與抗維生素	166

維 生 素

一 維生素在營養學上的價值

我們身體的構成，組織的修補，熱能的供給，和生理機能的調整，全賴食物的供給。不僅需要供給，並且需要有適當的份量和適當的配合，纔能保持身體的健康與正常的發育。

構成食物的重要成分(營養素)可以分爲蛋白質、醣類(或碳水化合物)、脂肪、無機鹽(或礦物質)、維生素、水及粗纖維，^{針行}這些都是生命所不可缺少的。但在十九世紀的時候，化學家和生理學家們都認爲食物的重要成分，祇是蛋白質、醣類、脂肪和礦物質，因此凡食物中含有這些成分的，就被認爲能維持身體正常的需要，在當時並認爲是十分完備的，從未有人想到，這四種營養素之外，還會另有一類爲生命所絕不可缺少的物質。

這四類營養素的功用，我們就現今所知道的，簡單地說明於下：

A. 蛋白質：這類營養素到了人體後，必須經過消化，在胃內先變成胨(proteoses)和朊(peptones)，再到腸內水解變成氨基酸(amino acid)，經過血液的吸收，運輸到身體各部，隨器官的選擇，造成它們自身的蛋白質，用來供給身體的成長和彌補細胞

的損失。

B. 醣類：此類營養素進入人體後，必須先藉酶的作用，變為單醣（如葡萄糖、果糖等），再被小腸吸收，在體內氧化發生熱能。

C. 脂肪：此類營養素在小腸中水解成為甘油及脂肪酸，被吸收以後，再合成為體脂或被燃燒而生熱。

D. 礦物質：此類營養素在體內，主要是構成骨骼、牙齒及柔軟組織，和生理機能的調節等。

就以上四類成分來看，似乎已能維持身體的健康，和正常的發育。但當營養學家將這些營養素的純品拿來配合，去飼養白鼠或其他動物時，所得的結果不料竟會使動物生長停頓，疾病叢生，甚至造成死亡。因之就引起了學者們對於此一新營養素的探求，最後纔發現了這種生命所不可缺少的營養素，就是所謂維生素。設在食物中沒有這類營養素存在，那麼身體組織的代謝作用，將無法正常進行，且必然會發生各種生理上的病態，因之改正了營養學上過去的陳舊觀念，而認為維生素也是一類最重要的營養素。

二 維生素的意義

自從 1880 年盧寧 (N. Nunin) 氏發現，在綜合食物中缺乏了一種為動物生長所不可缺少的要素後（見後維生素發現史），到現在不過僅有七十餘年的歷史；及至到了 1912 年，由於芬克 (Funk) 氏首先提出維生素的命名後，更不過僅有四十年的歷史。在這短短的時期中，維生素的發現，已經達到數十種之多，並且有半數以上，都與我們人類生活發生密切的關係，成為日常生活過程中不可缺少的要素。各種維生素的發現，可說都是科學家們經年累月努力不懈的研究成績，他們由研究到發現，進而達到應用的階段，真不知耗費了若干的心血。現今且有很多的維生素，不但能被提出純粹的結晶體，並且更因為化學組成的闡明，已能用人工合成，使與天然產品具有相同的效力。目前各種維生素的製品，已普及於全球，一般人民對於維生素的需求，也已有普遍的認識，不但可用於治療疾病，對於人類缺乏症的預防與保健工作，也同樣有鉅大的貢獻。

維生素就一般來說，是在某些動物體內所不能合成的一類有機化合物，普通多存在於植物體中，僅需微量就能供給身體正常的需要，而行使它所具有的特殊機能。假若有所缺乏的話，那麼在生物體內就會發生重大的機能障礙，引起各種不同的缺乏症，造成身體衰弱，代謝反常，在嚴重的情形下，並且還可致人於

死亡。但是若在身體組織還沒有受到嚴重損害的時候，就立刻給以含維生素的食物，健康就會迅速地恢復。所以維生素也可以說是維持生物正常生長，所不可缺少的一種微量有機物。這類物質與內分泌素(hormones)的作用比較相似，它們的性質也非常相近，不同之處，祇是維生素多不能為身體所合成。又因為它僅需微量，就足以維持身體的健康，所以它與食物中的主要成分，和供給能力的物質也有所不同。 —

維生素對於人體，何以會有這樣重大的作用，直到現在方纔漸漸明白，因為已知的許多維生素都具有輔酶(co-enzyme)或酶的輔基(prosthetic group)的效能，所以它們是一羣在生物細胞中具有一種觸媒的作用，因之能以微量而收很大的效力。例如維生素 B₁, B₂, B₆ 和尼克酸(或稱菸鹼酸)等，現在就已經被證明是一種輔酶或酶組成中的一部分，或為直接參與酶的作用的物質。若缺乏了這種維生素，生物體內將有若干酶或輔酶無法組成，因之細胞也將無法活動，人體各種組織的代謝作用，同樣也將無法正常進行，所以我們可說維生素並不是僅僅與生物體內某一部分發生關係，而是可以影響身體全部組織的。至於是否各種維生素都具有這樣的作用，那就還有待於科學家的繼續研究與發現了。

三 維生素的發現史

缺乏維生素所引起的疾病，在我國古代內經中，已有腳氣病症候的記載。公元前四百年希臘醫聖希波克拉次(Hippocrates)氏的著作中，也已注意到壞血症。至於玉蜀黍疹和佝僂病也早見於 1600 年及 1650 年的記載中，這些都是遠在實驗科學還沒有成立以前的事實；又在十七世紀，更有許多民族採食樹葉及蔬菜，用以防止壞血病的經驗。

後來到了 1880 年有一瑞士巴塞耳大學的盧寧氏，因他採用天然食物中已知各成分的純品，即脂肪、醣類、蛋白質和無機鹽類，拿來飼養實驗室的一羣野鼠，結果發現野鼠在三星期以內，都因為缺乏某種營養而死去。當時在盧氏認為完全無缺的食料中，竟會發生了這種現象，但是如果單用乳粉去飼養，就是在兩月半以後，野鼠仍能繼續生活，所以他斷定牛乳中除已知的各種成分外，一定還有少量未知的物質是動物生長所必需的。1888 年他將此實驗著文公佈於世，不幸沒有引起當時人的注意。

距盧氏實驗十多年之後，德國、意大利和英國的實驗室，用野鼠、小雞和鴿等進行實驗，都獲得相同的結論。因之在 1905 年有一荷蘭人培克耳哈林(Pekelharing)氏，在重複盧寧的實驗後，方在營養學上發現了一線曙光，培氏的方法是將微量的牛乳，混和於提煉的純脂肪、純蛋白質和純醣類中，去飼養白鼠，結果

不僅能維持白鼠的生命，並且還能促進體重的增加。此種微量的牛乳在營養上自然不會發生多少熱量，也不會對於肌肉組織有若何的增加，所以他認為牛乳中必含有另一種化學成分，而是動物生長所不可缺乏的。他在他的論文中，並說此種未知物質，量雖然很微，卻能發生很大的效用，動物如果缺乏它，必然就會代謝失常，食慾缺乏，終因營養不良而死亡。培氏認為此種生長所必需的物質，不僅在牛乳中存在，就是在各種動物性及植物性食品中，也有存在。但是也未引起當時學者的注意。兩年以後英國荷卜金斯(Hopkins)氏，也作了相同的實驗，證明微量的牛乳，確能促進白鼠的生長，並名這種未知的微量化學成分為食物副成分(accessory food substances)。同時美國的渥士博恩(Osborne)氏和門德耳(Mendel)氏，將牛乳中的脂肪及蛋白質提淨後，亦發現它仍然具有促進生長的效能。

以上所談都是在牛乳一方面的研究史實，此外在維生素的發現史上，另一重要的推動力是腳氣病的研究。在1897年的時候，有一荷蘭醫生名叫埃刻曼(Eijkman)氏的，他因派赴東印度視察；到了爪哇後，在土人的病院中看見很多貧民患着嚴重的腳氣病，他就把病人剩餘的飯屑拿去餵雞，結果雞也發生了腳氣病。因之他斷定腳氣病是由食米所造成的；不過他當時誤認為白米中含有一種毒素，而米的外皮內卻含有另一種抵抗毒素的成分，所以能夠抵禦它。到了1901年埃氏同僚名格利斯(Grijus)氏的，方認為白米中並無毒素，腳氣病的發生，是因為缺乏了某一

種要素的結果，埃氏服膺格氏的見解，在1906年完成了他的脚氣病是由於營養缺乏的學說。後根據英國弗雷齊耳(Frazier)氏，斯丹頓(Stanton)氏，和美國威廉斯(Williams)氏及委德耳(Vedder)氏等的研究；纔知道這種要素是一種能溶解在水和酒精，不揮發，及在中性與鹼性液中極易為熱所破壞的物質。1911年波蘭芬克氏就以此報告為根據，果在米糠中首先提出一種晶形物質，確有治癒動物脚氣病的效力。由於後來分析的結果，知為一種含氮並具鹼性的物質，且斷定它必為胺(amine)，更因它為動物所不可缺乏的要素，故命名為 vitamine，意為維持生命的胺。他在1912年寫成論文公佈於世，這纔引起各國學者的極大注意。到了後來有人認為生命的維持何止此一種物質，方纔略去字尾的 e，表示與胺質無關，改名為 vitamin，成為現在所謂的維生素。

自從這個命名提出以後，維生素就不斷地有所發現，但是從化學原理上講，維生素這一名詞根本不是一個化學名詞，因它既不能代表一種物質，也不能代表一類物質，而所代表的祇是一羣烏合之衆。它所以有了這種命名，是因為在生長所必需的許多種物質之間，或許有它們的共同性；後來隨着科學的進步，纔知道這類物質的性質迥然不同，並且是互不相關的，所以在科學上也沒有一定的次序以供參考，因之它的名稱也就異常混亂，並常有指鹿為馬的錯誤發生。幸而近年來由於科學的進步，纔逐

漸有了澄清的現象，因為各種維生素多有一定的構造，和一定的專名，不必完全再用維生素命名了。

四 維生素 A

簡史 維生素 A (vitamin A) 亦稱抗乾眼病醇 (axerophthol), 或抗乾眼病維生素 (anti-ophthalmic vitamin)。對於此素研究最早的人, 當推英國荷卜金斯氏, 他在 1912 年用提淨的食物餵養動物的時候, 發見有生長停頓的現象, 但在食物中加入牛乳後, 動物的生長率即漸漸恢復。1913 年美國渥士博恩和門德耳二氏, 更發現若以提淨的食物作飼料, 並將食物中的脂肪完全使用豚脂, 結果不但動物不能生長, 且能發生一種乾眼病。設若給以少量的魚肝油, 這種病症即可治愈。到了 1915 年經美國麥科倫 (McCullum) 和德委士 (Davis) 二氏的研究結果, 纔證明了上述疾患的發生, 都是因為提淨的食物中, 缺乏了一種特別的營養素, 因它的性質不同, 所以爲了與維生素 B 區別起見, 他們命名爲脂溶性 A (fat-soluble A), 到 1920 年英人卓芒德 (Drummond) 氏纔定名爲維生素 A。

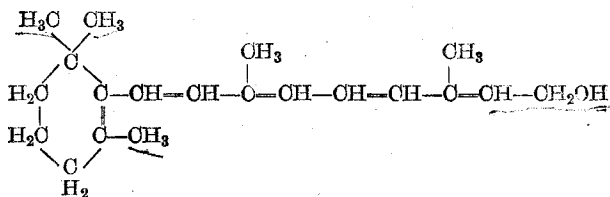
乾眼病的症象, 不限於眼部, 由於皮膜乾燥而起的類似症狀, 也能遍佈於全身各處, 所以也叫抗乾皮病維生素。又此素自發現後, 因爲常用以測定白鼠的生長率, 致有時竟又稱爲促進生長維生素, 此外更有稱它爲抗傳染病維生素的。

維生素 A 的化學結構, 是在 1930 年至 1932 年間爲瑞士卡爾 (Karrer) 氏所確定的; 到了 1937 年美國荷姆斯 (Holmes) 氏,

方由魚肝油中提出它的純粹結晶體，並經研究而完全證實卡爾氏所提出的構造式(見後)。

維生素 A 的製取，向來是以魚肝油作為原料，現在已可用人工合成製備了。最初合成的人是德國著名化學家孔翁 (Kuhn) 氏，但是他所用的方法，經各國學者研究都未能成功；後來雖然報告合成維生素 A 的人也有很多，但是可說都未得到它的純品，又所用的方法也都是以 β -紫羅蘭酮 (β -ionone) 為原料。此外美國孛生 (Fuson) 及刻利斯蒂 (Christ) 氏等也曾有此素合成的報告，但所得的製品同樣不及天然產品的效力，據謂滋養效力約大於魚肝油 50 至 100 倍。至與天然產品完全無異的合成品，是在 1947 年由瑞士赫孚孟羅氏大藥廠 (F. Hoffmann-La Roche, Basle) 研究院的埃塞耳 (Isler) 及胡柏 (Huber) 氏等所合成的。雖然他們所用的原料仍是 β -紫羅蘭酮，但是據謂所合成的維生素 A，經各種比較試驗，都證明與天然產品完全相同，例如結晶形狀，生理效力，以及吸收光譜等，都是完全一致的，到此維生素 A 的合成，方算正式成功。

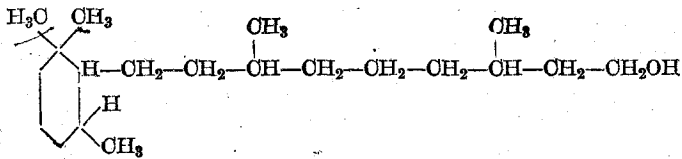
化學 維生素 A 的分子式為 $C_{20}H_{30}O$ ，構造式如下：



在上式中共含 20 個 C，其中 6 個成環，構成它的一端為不

飽和部分的 β -紫羅蘭酮核，其餘再連接成一個具有四個間位雙鍵的長鏈，其中僅有一個 O 與 H 結合成為羥基(OH)；構成一複雜的醇，它能與酸化合成酯，又極易氧化變成醛，再進而氧化成酸，並且容易在第一雙鍵處分裂，故純品的維生素 A 極不安定。維生素 A 的生物性效能，全恃它分子內含有不飽和部分的 β -紫羅蘭酮核，又假若式中的雙鍵被破壞，它的生物性效能也就消失了。

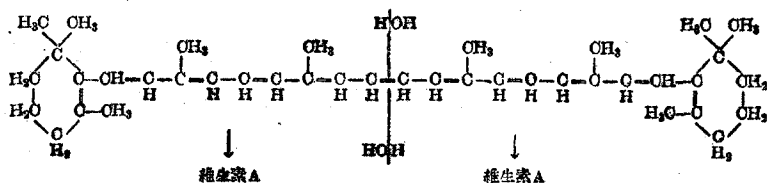
卡爾氏等曾將由魚肝油內所得的天然維生素 A 行氫化作用，由它所得的產物，經證實與用 β -紫羅蘭酮作為起點，所合成的過氫維生素 A (perhydro-vitamin A) 相同，即是維生素 A 分子內的雙鍵結合悉行飽和，如下所示，並也因而確定維生素 A 的構造式。



維生素 A 與胡蘿蔔素 根據研究的結果，維生素 A 的實際來源有二，一是純粹的維生素 A，能由魚肝油或其他動物的肝油內取得，一是胡蘿蔔素 (carotene)，存在於很多種植物體內。胡蘿蔔素的命名是因胡蘿蔔中含量最多的緣故，它與維生素 A 的關係至為密切；當胡蘿蔔素進入動物體後，在肝臟內因受了酶 (稱為胡蘿蔔素酶 carotenase) 的作用，就轉變成為維生素 A，並

大部貯藏於該器官內。又凡植物中含有大量黃色素的，也即同樣含有多量的胡蘿蔔素，植物中的黃色素是常和綠色素同時存在的，所以大多數的綠色植物，也就是極富於胡蘿蔔素的食物。凡是由於缺乏維生素 A 所致的疾病，使用胡蘿蔔素也都能治癒，但就化學上說，它們二者實是各不相同的。

胡蘿蔔素 ($C_{40}H_{56}$) 純品，是一種暗紅色的結晶體，當它 (指 β -carotene) 分解時，在理論上它的分子即分裂為二部，同時於生成物的末端生成一羥基 (OH)，變而為二分子的維生素 A，如下構造式所示。



胡蘿蔔素與維生素 A 最大的區別，是維生素 A 變為一無色的物質，又二者的光譜性質也是各不相同的；維生素 A 能阻止紫外光線的進行，凡物質含維生素 A 愈多的，它在光譜上影帶的顏色也就愈暗，但胡蘿蔔素卻無此種性質。胡蘿蔔素在生理上也是一種強有力的物質，每日劑量 0.003 mg.，就能充分阻止鼠類維生素 A 的缺乏症。它本身是一種碳氫化合物，並且有三種不同的同分異構體，卡爾氏曾命名為 α 、 β 、和 γ 胡蘿蔔素。在自然界中，這三種不同的形式多係混和存在，並且 β -胡蘿蔔素的效力約大於 α 及 γ 兩種的二倍。 α 及 γ 兩種胡蘿蔔素水解後，在理論上

