

自由基 V.S. 抗氧化劑

楊硯喬。私立曉明女中。二年丁班

一。緒論

近年來，由於現代人的文明病越來越多，市面上養身、保健、預防老化、美白等的產品有逐年增加的趨勢，顯示了現代人對自我保健的重視當然也繼續著人類自古以來尋求能使人延年益壽的「萬靈仙丹」之傳統。又因為癌症是足以令人聞風喪膽且早已蟬連十大死因首位多年的一種疾病，所以其中又以預防癌症者最令人矚目。

當然爾我們也時常注意到報章雜誌或新聞常會報導哪些食物、用品或化學藥劑具有致癌性，提醒消費者要小心。而在眾多致癌物中最為人熟知，媒體曝光率最高的尤為**自由基**了。而談到自由基當然也不能免俗的談到對抗自由基的聖品—**抗氧化劑**一族。而以下便是要淺探自由基與抗氧化劑的關係及它們的一些鮮為人知的身家背景。

二。正文

Ø 自由基

自由基 (Free Radicals) 是一些不穩定的分子、原子或離子的總稱。至於其不穩定的原因是因為其電子最外層軌域 (即價殼層) 上有一個或一個以上未配對的電子，是一種不符合八隅體規則 (Octet rule) 的不安定分子，更是一種極活潑、不穩定、生命期極短的化合物。

而自由基的產生途徑有三種：

【01.】生物合成作用 (Biosynthesis)

其中最重要的要屬一氧化氮 NO，其為神經傳導的重要物質，且與免疫系統的運作有極重要的關係但過量也會致病。

嗜中性白血球 (neutrophil) 細胞膜上的 NADPH 氧化酵素在免疫反應中會產生超氧化物以攻擊外來病原體。

【02.】人體新陳代謝作用 (Metabolism) 產生

當人體利用空氣中的氧為能源，來進行生化反應以維持生命的種種機能時，

會因為反應不完全而轉變為反應性含氧物質 (reactive oxygen species , ROS)。主要的有超氧化物(Superoxide)和氫氧自由基(Hydroxyl radicals)。這二種氧自由基都非常不穩定及活躍，毒性很大，會殺傷細胞，硬化血管，使人老化等等。特別是氫氧自由基，它會破壞蛋白質、細胞膜脂質和核酸（破壞 DNA 骨架、改變鹼基結構），一般我們所討論的自由基，大概都屬這一類。

【03.】外來物質

如空氣及水質的污染，農藥、防腐劑或某些藥物也會造成自由基。例如燒焦的肉類、紫外線、X 光、電磁波、污染物質及情緒的緊繃如生氣、緊張等也有可能

在體內形成自由基，引起癌症。

自由基之所以有害是因為具有極強的反應性與活性的特性，使其容易對周圍的活體細胞造成傷害——進而引發病痛。它極易和細胞組織產生化學反應，這個化學反應統稱為氧化 (Oxidation)。由於它帶有未配對之電子，但自然界中穩定物質都帶有成對電子；因此自由基通常都會（遞出的情況較少…）在反應時搶對方的電子，來使自己趨於穩定化。

但若在人體內產生此反應就會使組織細胞失去正常功能，如果氧化發生在細胞膜上的脂質，會使細胞膜通透性改變，養分及代謝物質無法進出細胞內造成細胞壞死，而若細胞膜被破壞的速度大於細胞再生的速度，組織器官的功能就會受到明顯影響。

若攻擊蛋白質，會使蛋白質失去正常生理功能而引起病變，如果發生在皮下之膠原蛋白 (Collagen) 組織，則會令皮膚失去彈性及保濕功能而產生老化現象 (Aging)，這可是女生們最擔心的。另外，自由基也會破壞 DNA 造成 DNA 股的切斷或鹼基的改變；一旦 DNA 遭到切斷，人體在修補的過程中，可能會因為無法正常修復而產生基因突變，進而造成基因的去活化或不正常活化，如癌症便是致癌基因遭活化而抑癌基因遭去活化，造成不受限制的細胞增生，進而形成腫瘤。

且自由基攻擊鹼基後會衍生一些副產品，這些副產品往往會使遺傳發生錯誤而有增進致癌機率的可能。人體若長期受到上述一連串的傷害（體內過量的自由基和它們所造成的連鎖反應），各種慢性病、癌症將可能陸續應運而生，故自由基被現今某些醫藥專家稱為「百病之源」。

但自由基並不能說它是百害而無一利而將其通通去除，它在人體內也扮演了滿重要的角色；例如上述提過由生物合成作用產生的一氧化氮和超氧化物等，便是人體不可或缺的物質。因此因應自由基最好的態度應該就是去除多餘、人體不必要的自由基。

Ø 抗氧化物（劑）

抗氧化物質可被定義為：在相當低的濃度時，可明顯抑制上述自由基氧化速率的物質。就其組成可將其分為生理性的抗氧化劑，如細胞內之過氧化氫酶（catalase）、穀胱胺過氧化酶（Glutathione peroxidase、GSHP）及生化蛋白（Albumin）、維生素 C（Vitamin C）、E（Vitamin E）、β 胡蘿蔔素（β-carotene）等；而人工合成抗氧化劑有： Probucol、Salicylate、Allopurinol 等。

若就其作用機制，則可主要分為三類：

【01.】抗氧化的酵素（酵素型）：

人體內有數種自行製造的抗氧化酶，它們是人體對抗過氧化物(自由基)的第一道防線。它們可以在過氧化物產生時，即刻發揮作用，利用氧化還原作用將過氧化物轉換為毒害較低或無害的物質。

主要作用於細胞內促使自由基、過氧化物等被還原，如過氧化氫酶、穀胱胺過氧化酶、超氧化歧化酶（Superoxide Dismutase、SOD）等，不過想以口服的方式補充這些抗氧化酶是不可行的。因為當它們進入胃時，會被胃酸破壞而失去效用。

但這些抗氧化酶並不是獨力完成氧化還原作用的，它們還需要某些礦物質，如**銅、鋅、硒、鐵**等才能發揮作用。不過人體對這些礦物質的需要量並不高，雖然是必須，但若是攝取過量時，反而可能發生中毒的現象，所以不可以補充過量。同時，人體抗氧化酶的產量會隨著年齡的增加而減少，因此需要其他抗氧化物質的協助才能避免受自由基的傷害。

* 銅、鋅→多與超氧化歧化酶結合出現。

* 硒→人體需要硒這種礦物質才能製造 GSHP—穀胱胺過氧化酶。

* 鐵→過氧化氫酶可以藉由鐵質的輔助而將雙氧水分解為水和氧。

(詳細功能見下表)：

抗氧化酵素	存在位置	作用	輔助因子
超氧化歧化酶 (SOD)	粒腺體、細胞質	氧自由基→雙氧水+氧	銅、鋅
穀胱胺過氧化酶 (GSHP)	血液、肝臟 粒腺體、細胞質	雙氧水→水+氧	硒
過氧化氫酶 (catalase)	人體的各種組織	雙氧水→水+氧	鐵

【02.】預防性的抗氧化劑：

主要在排除變性的金屬離子(transition metal ions)，如鐵、銅離子等。如體內運送鐵的蛋白質 (transferrin)、運送銅的蛋白質 (ceruloplasmin)，及 chelating agent 的 desferrioxamine—可用來排除如地中海型貧血症患者體內過多鐵質負荷的物質。

【03.】清道夫(Scavenging)或打破連鎖(Chain-breaking)的抗氧化劑：

這類物質可在自由基產生後，與之結合，使自由基被還原，而自己則被氧化為相當不具活性的自由基(Relatively unreactive antioxidant radical)，此類自由基不會再造成連鎖反應。這類抗氧化劑包括維他命 C、維他命 E、β-胡蘿蔔素，及人工合成藥物，如 Probucol 及 Salicylates 等。

另外，Xanthine oxidase inhibitor，像 Allopurinol，及一些嗜中性球和巨噬細胞抑制劑，亦被發現可間接抑制自由基的作用。

由上述可知只要具有接收自由基的電子或是提供自由基電子，並且本身可以穩定電子的活性的物質就可成為自由基清除劑。而尤其若能從天然食物成分中獲得對抗自由基的成分，是最自然最健康，負面影響最小的方式。

常見的維生素 C、維生素 E 及 β-胡蘿蔔素正具有此功能；此外蔬果中含有一種多酚類化合物(Polyphenol compounds)，它們也可以容易的清除自由基的活性，這類化合物包括有最近崛起名聲遠播的類黃酮、兒茶素、羥基肉桂酸衍生物等。

其中，羥基肉桂酸衍生物較少為人知，但其實我們日常喝的咖啡中的咖啡酸及綠原酸即屬於此。而且醫學研究實驗又證實咖啡酸及綠原酸清除自由基的能力遠比其他的多酚化合物強許多；對抗自由基能力更好，可有效清除破壞力最強的羥基自由基，並且可以抑制脂質的過氧化物以減少自由基的傷害；但由於咖啡因攝取太多並不好，因此專家建議還是要適可而止。

而各種常見抗氧化劑（【2.】【3.】類者）的特性如下：

A. 維生素 C

1. 又稱抗壞血酸（ascorbic acid），缺乏則易導致壞血病。為水溶性維生素，因此極易在水中造成流失，是細胞外液中的抗氧化劑。在體液中可發揮作用，與羥基自由基結合，保護生物膜遭脂質过氧化物的破壞。
2. 在人體內可加強維他命 E 之功能。極易在植物組織中被合成；動物方面，目前知道人類身體無法自行合成，必須藉助食物取得。
3. 促進脯胺酸轉變為氫脯胺酸之反應，因而合成膠原蛋白（Collagen）— 氫脯胺酸為膠原的主成分。
4. 參加體內氧化還原反應—維生素 C 可參加酪胺酸及某些物質的氧化反應。

B. 維生素 E

1. 維生素 E 是一廣泛的名詞，泛指一族（8 類，包含較差的左旋形則更多）脂溶性化合物，它們各具有不同程度的維他命活性，而右旋 α -生育醇（ α -tocopherol—即我們平時所謂維生素 E）為最具活性者。一般都是由黃豆中萃取，但目前已可藉由人工合成。
2. 高溫、酸、不影響其穩定性，但在酸敗脂肪、鉛、鐵環境下卻很容易被氧化。另外，以 UV 照射後會自行分解。由於為脂溶性，故攝取過多易累積於人體內，造成中毒現象。
3. 維生素 E 有助於防止多元不飽和脂肪酸及磷脂值被氧化，其固定在膜上與多元不飽和脂肪酸競爭自由基，提供電子以降低脂質過氧化速度；故可維持細胞膜（cell membrane）的完整性。亦可防止血液中 LDL（低密度）膽固醇的氧化，降低心臟病發的機率。
4. 可保護維他命 A 不受氧化破壞，並加強其作用。

C. 類胡蘿蔔素 (carotenoid)

1. 類胡蘿蔔素是一群由黃色到橙色的脂溶性 (←大部分) 色素。目前被分離出的類胡蘿蔔素已有 600 多種。主要有兩大類：一類為只含碳氫結構的胡蘿蔔素 (carotene)，包括茄紅素、 α -胡蘿蔔素、 β -胡蘿蔔素、 γ -胡蘿蔔素、 β -隱黃素等。另一類胡蘿蔔素則多了氧分子的結構，稱為含氧類胡蘿蔔素，包括葉黃素 (xanthophylls)、黃體素、蝦青素等。其中最著名的是 β -胡蘿蔔素和茄紅素。
2. 類胡蘿蔔素的化學結構包含有多個雙鍵，含有眾多電子。因此可與多個自由基反應 (維生素 C 只能與一單位的自由基反應)。
3. β -胡蘿蔔素 (β -carotene) 是植物色素的一種，也是維生素 A 的前驅物 (先質)，經人體吸收後的 β -胡蘿蔔素可轉化為維生素 A。其廣泛地存在於植物中，要攝取 β -胡蘿蔔素，可以從南瓜、胡蘿蔔、芒果、木瓜和一些黃綠色蔬菜中取得，是優良的抗氧化劑。
4. 但由於 β -胡蘿蔔素是屬於脂溶性物質，故高劑量累積可是會中毒的，且在高劑量下它反而會成為氧化劑當起幫兇來啦！
5. 茄紅素 (lycopene) 是類胡蘿蔔素家族的一員，同是脂溶性物質，而且還比胡蘿蔔素多了二個可與自由基結合的鍵，也是很強的抗氧化物 (β -胡蘿蔔素的兩單位左右、遠勝於維生素 E)，不僅可以保護植物不受陽光、空氣污染的傷害，在人體及肌膚表面也可以去除氧自由基、防止老化。

三。結論

近年來，由於科技的發展，人類對於自己體內所發生的化學反應越來越清楚。不論是基因解碼還是轉殖工程，人類開始干預了自然的運轉，而研究抗老化的方法也是其一；或許藉由這些先進的方法與分離後精粹的物質，或許幾千年前就開始的人類的長生不老夢，可能會真的實現。

自由基，一種與人生理疾病、老化具有極大關係的物質，或許在發展出徹底控制它的方法後，人類勢必平均年齡會增長，向長生不老的道路再邁進了一步吧！而抗氧化劑也隨之成為鬧得沸沸揚揚的議題，不少保養品圍著其打轉，更似乎已成了靈丹妙藥，保養品與健康食品的革命即將展開……

四。引註資料

* 網頁

國科會－科普知識：原來光觸媒是這麼回事

http://www.nsc.gov.tw/_newfiles/popular_science.asp?add_year=2004&popsc_aid=6

對抗疾病與老化的新發現--**自由基與抗氧化物質**

<http://www2.mmh.org.tw/nutrition/chao/064antioxid.htm>

醫師繼續教育 預防保健：預防自由基疾病(Free Radicals disease)的展望

<http://med.mc.ntu.edu.tw/~fm/educate/3-1r.html>

<< 自由基的天然剋星--咖啡 >>

http://www.cafe2000.com.tw/view_news.asp?n_id=77

∞-- Beauty Easy 自然保養網--∞：果汁市場中的明星－蕃茄

www1.payeasy.com.tw/BeautyEasy/nature/005/default.shtml

維生素的世界

<http://fda.tmu.edu.tw/cosmics/zcosmics-23.htm>

消除自由基

www.healthhouse.com.tw/info/healthylife/freeradical.htm

自由基與健康

www.wedar.com/library4/whc/whc021207.htm

* 書籍

蘇老師辦化學。蘇瓦茲著。師明睿譯。天下文化出版

p.100 抗老割喉戰-自由基與抗氧化劑

p.105 眼睛為之一亮-β-胡蘿蔔素

p.254 得 A 的維生素-維生素 E

Campbell 生物學。中文第六版