

# 從健康與體育的觀點來談自由基

陳昆泰

## 摘要

本文試從健康與體育的觀點來探討自由基產生的機制及防範對應之道，並從自由基產生的原因來分析其對人體之影響及加入運動之因素，做為探討自由基防範機制之依據。

人體內的自由基有許多種，包括人體自行合成、具有重要功能的；或在新陳代謝過程中產生的；也有來自外界環境的。自由基就是「帶有一個單獨不成對電子的原子、分子、或離子」，它們可能在人體的任何部位產生。有些自由基相當活潑，具有搶奪其他物質電子的特性；而分子量較大的自由基通常並不活躍，才能利用自身結構的特性來穩定不成對的電子，所以並不會攻擊別種物質。

當自由基形成後，會抓取其他分子的電子，造成其他分子的氧化。而這些分子往往是蛋白質、碳水化合物、脂肪等物質。這些物質的電子被抓走後，又形成自由基再去抓別的電子，形成惡性連鎖反應，進而破壞體內的細胞膜、蛋白質、核酸等，造成過氧化脂堆積，使人體有用的功能逐漸消失，造成疾病。

綜合上述結果，規律適度的運動有助於排除體內有害的自由基，激烈的運動會促使自由基的累積，所以增強自身的抗氧化能力，是維持人體健康的重要課題。從食物中攝取維生素 E、C 及  $\beta$  胡蘿蔔素能預防或減輕運動時氧自由基所造成的傷害；故運動員在訓練過程中，更需特別注意維生素 C、E 的補充。

**關鍵詞：**健康與體育、自由基

# **Discussing free radical from the health and physical education point of view.**

**Chen Kun Tai**

## **Abstract**

The article is to discuss free radical from the health and physical education point of view and find out some useful ways to be against free radical.

There are so many kinds free radical in our body.They are so important and can be organized by themselves or come from outer surroundings.Free radical is with one single antielectron which contains atom or element and produces in any part of our body.Some free radical is animate and easy to rob or assail other material.

Free radical sometimes robs or assails other material,and even attack our health resulting in serious reflection. Free radical may cause diseases or be harmful to our body.

Therefore,eliminating some harmful free radical is good to our health.But acrimonious exercise can result in accumulating harmful free radical.So,ingesting aneurin E and aneurin C can prevent or dampen the damage resulting from harmful free radical.

## 壹、前言

長久以來我們一直大力提倡運動，因為運動對健康有著實質的幫助，但近年卻有另一主張，認為運動有害健康(蔡清祥，民 82)。在運動的過程中，所需要的氧量是平時的數倍之多，但在這耗氧的同時，其負面的效應，就在這過程中因應而生。1984 年 Davies 等人提出激烈運動會產生大量的自由基，故在運動醫學界引起對自由基的關注。

正因自由基的產生，易引起多種疾病的罹患率。如：癌症、動脈粥狀硬化、糖尿病、白內障、老化及巴金森氏症等。如何才能保護人體健康，免受自由基的傷害呢？能否藉由飲食中補充各種維生素來保護細胞，進而避免組織受到傷害，更利用維生素的功能及機轉過程，排除自由基的產生，間接的延長運動時間及增加運動能力呢？這些都是以下所探討的重點。

## 貳、自由基的定義

自由基(free radical)是指帶有不成對(奇數)電子的分子、原子、或離子，它很不穩定，也很容易從其他分子搶奪一個電子來穩定其自身結構。人體內有成千上萬個自由基，有些是好的自由基，例如一氧化氮  $\text{NO}^{\cdot}$ 。但大多數自由基是對人體有害的，例如氧自由基  $\text{O}_2^{\cdot}$ 、氫氧自由基  $\text{OH}^{\cdot}$ ，它們大都含有不穩定的氧分子，具有強烈氧化作用，會給組織細胞帶來氧化壓力。自由基最容易破壞細胞膜、血管壁、蛋白質及基因，使人體產生老化及疾病。

簡單的說，自由基就是「帶有一個單獨不成對電子的原子、分子、或離子」，它們可能在人體的任何部位產生，例如粒腺體，它是細胞內產生能量的主要位置，因為是進行氧化作用的地方，因此也是產生自由基的主要地點。構成物質的原子，通常都是帶有成對的電子，方能安定。當原子或分子因某種原因失去成對電子中的一個時，就形成所謂的自由基。這樣電子結構不穩定的狀態，使得自由基有抓取其他分子外圍電子以保持自身的安定。被抓取外圍電子的分子，又形成自由基去抓其他分子的電子。因此當自由基一但形成後，就會造成連鎖反應，直到有額外的電子供應為止。

## 參、自由基與健康關係的消長

### 一、自由基的特性

人體內的自由基有許多種，包括人體自行合成、具有重要功能的；或在新陳代謝過程中產生的；也有來自外界環境的。有些自由基相當活潑，具有搶奪其他物質電子的特性；而分子量較大的自由基通常並不活躍，才能利用自身結構的特性來穩定不成對的電子，所以並不會攻擊別種物質。

### 二、人體自由基的產生來源與傷害機轉

自由基關係著人類健康，影響重大。因為自由基與動脈粥狀硬化、癌症及腦神經性傷害之形成有關。人體自由基大約可分三類，生物合成物(biosynthesis)，人體內因需要，由胺基酸合成，為生物及醫學界研究之重點之一，如一氧化氮；而代謝產物，在新陳代謝過程中發生，最主要的是氧自由基(超氧化物與氫氧化物)；還有環境污染的附帶物，包括水質、空氣、輻射污染等。至於自由基造成體內細胞、組織、器官的破壞，牽涉到許多機轉：攻擊 DNA 造成細胞死亡或突變；或破壞其他身體成份的物質，造成脂質過氧化，成為許多慢性病的致病原因；甚至抑制 Ca-ATP 使細胞死亡等(邱仲峰、張宏、呂鋒洲，民 85)。目前已知，即使休息狀態亦會產生游離自由基，惟隨著運動時間的延長及強度的提高，其數量將成線性方式逐漸升高。

總之，劇烈運動會造成體內氣體壓力的變化，氧分壓對於  $\beta$ -胡蘿蔔素做為抗氧化劑的作用或活性是個關鍵(Palozz,1997)。劇烈運動的過程，身體需要大量的氧氣而產生許多氧自由基與雙氧水，隨即開始破壞組織肌肉，引起脂質過氧化作用，增加嗜中性白血球；也會產生急性反應，如血液內鋅與鐵質降低，造成礦物質失去平衡。

通常自由基的產生有兩種方式，一種是體內正常新陳代謝所產生，而我們體內的白血球也是利用氧化自由基來殺死外來的細菌。人體內會產生抗氧化物以控制這些自由基的數量。另一種威脅人體健康的自由基產生方式就是受外界不正當的影響，例如輻射線、環境污染、吸煙、病毒、化學藥品、廢氣，甚至心理壓力也會形成自由基。一旦體內自由基的數量超出人體天然防禦的範圍時，各種疾病便接踵而至。當自由基形成後，它就會奪取其他正常分子的電子，而造成其他正

常分子的「氧化」。且這些分子往往是蛋白質、碳水化合物、脂肪等物質。這些物質的電子被奪走後，又形成了自由基並會搶奪別的正常分子的電子，形成惡性循環的連鎖反應，進而破壞體內的細胞膜、蛋白質、核酸等，造成過氧化脂堆積，使人體有用的功能逐漸消失，造成疾病。

### 三、自由基對人體的危害

當自由基形成後，會抓取其他分子的電子，造成其他分子的氧化。而這些分子往往是蛋白質、碳水化合物、脂肪等物質。這些物質的電子被抓走後，又形成自由基再去抓別的電子，形成惡性連鎖反應，進而破壞體內的細胞膜、蛋白質、核酸等，造成過氧化脂堆積，使人體有用的功能逐漸消失，造成疾病。所謂的自由基，是指氧氣在進行各種代謝時，部份還原成具有未成對電子的高活性氧及其他衍生物。活性氧因為分子結構極不穩定，所以比正常的氧氣具有更高的氧化能力，能攻擊細胞任何部分，其中最容易攻擊的是細胞膜上脂質，而產生過氧化脂質，從而引起連鎖反應，直至細胞膜瓦解為止。

自由基對人體的危害是醫學界的熱門話題。除了先天遺傳因素使細胞自然老化而有一定的壽命之外，科學家發現自由基是導致老化的主因之一，也是許多成人病的致病因子。自由基和許多疾病有密不可分的關係。例如：體內的低密度脂蛋白 (low-density lipoprotein, 簡稱 LDL, 是一種不好的膽固醇) 被自由基氧化之後，成為一種粥狀物質，沉積在血管壁上，形成血栓。如果頭部形成血栓，就會造成腦中風；若是冠狀動脈血栓，就會導致心絞痛、心肌梗塞等缺血性的心臟病。此外，像癌症、糖尿病、風濕性關節炎、白內障、肺氣腫、早衰症等都與自由基的氧化作用有關。

任何一種傷害身體、導致少許或很多細胞受損、失效，或被破壞的情況，都稱為體態緊張。假如飲食適當，損傷可以很快獲得修補；假如修補追不上破壞，疾病必然產生。疾病起因於多種體態緊張，如憂慮、操勞過度，細菌或病毒的侵襲，以及飲食、睡眠與運動的不足等。其實以上所說的各種體態緊張，也就是身體受到自由基的傷害而引發出的各種不同的疾病。所有物體都是由分子構成的；而穩定正常的分子，通常都帶有成對的電子。當分子因某種原因失去成對電子中的一個時，這樣的分子極不穩定且活動力極強，這就是所謂的自由基。分子失去

電子的過程乃是一種「氧化」作用。此「氧化」也就是一切物體衰老敗壞的過程。

這些較活潑、帶有不成對電子的自由基性質不穩定，具有搶奪其他物質的電子，使自己原本不成對的電子變得成對(較穩定)的特性。而被搶走電子的物質也可能變得不穩定，而再去搶奪其他物質的電子，於是產生一連串的連鎖反應，造成這些被搶奪的物質遭到破壞。人體的老化和疾病，極可能就是從這個時候開始的。

## 肆、如何對抗自由基

### 一、身體自身的修復能力

因此，人體也具備了修復的功能，以復原被破壞的組織結構，同時也有一套完整的抗氧化系統，以對抗和預防自由基的危害。

### 二、從食物中取得營養素來對抗自由基

從食物中得來的維生素 E、維生素 C、 $\beta$ -胡蘿蔔素及硒等抗氧化物構成的抗氧化系統，可以和氧自由基維持一個平衡的狀態。然而這種平衡是很脆弱的，只要氧自由基一時大量產生或抗氧化系統的量不足時，就無法完全消除氧自由基。氧自由基最容易和細胞膜中的多元不飽和脂肪酸作用，使細胞膜失去應有的功能而導致細胞的死亡；氧自由基也會改變染色體的 DNA 與 RNA，造成細胞的突變而形成免疫系統的缺陷及癌症；還會和細胞的大分子融合(cross-linking)造成動脈硬化、肺氣腫、皮膚失去彈性及出現皺紋；此外氧自由基還會生成褐紫質(lipofuscin)，這是一種過氧化脂質堆積而成的，會在組織及皮膚上形成斑點，是老化的現象。科學家已證實氧自由基與 200 種以上的疾病或症狀有關，包括皮膚、心臟血管系統、肝臟、呼吸系統、免疫系統，還有神經系統等方面的疾病，而皮膚的老化是氧自由基對身體傷害最容易察覺的指標，包括：皺紋、斑點、粗糙、彈性及光潤的消退(Palozz,1997)。因此補充抗氧化物來消除氧自由基以維護健康，減少疾病的發生及預防身體，尤其是皮膚的老化是必需的。維生素 C 及 E 為眾所周知之補充自由基清除劑的藥物，因此很多人已經在服用；但飲茶為最自然且效果更佳自由基清除劑增加之方法，反而較少人知道(謝錦城，民 84)。

### 三、保持身體平衡

平衡是很脆弱的，只要氧自由基一時大量產生或抗氧化系統的量不足時，就無法完全消除氧自由基。

#### 四、運動訓練與抗氧化作用

運動會引起骨骼肌與肝臟增加 2~3 倍的自由基含量(Davies, 1984)；Alessio 等人(1990)研究亦發現衰竭性的運動後，血漿中的過氧化物增加 96%。人體內備有消除自由基的防禦系統，它們存在的目的，就是排除游離基於造成傷害之前。隨年齡、環境污染或運動因素等，可能促使自由基排除不及，導致老化、心血管疾病、癌症、關節炎等。因此，長時間有氧運動導致大量的游離基，而破壞自我防禦的功能。年長的動物會產生更多的自由基，所以研究發現抗氧化會隨年齡增加而增加，但活性卻隨年齡而減少(Ji, 1993)。

### 五、強化身體運動能力

自由基為一種活性化學物質，存在於人體的代謝中或攝取的食物內。它會與身體的組織結構產生化學作用，造成種種生理障礙。所幸年輕時期我們身體內有清除這些有害自由基的物質存在，稱為自由基清除劑。因此，年青人大抵健康活潑；但隨著年齡的增長，這種保護身體功能的自由基清除劑就隨之減少，因此衍生出各種老年病---如動脈硬化、冠心病、老年痴呆、巴金森氏症、糖尿病、白內障、陽痿症及各種癌症形成等，因此老年人有需要補充這些不足的自由基清除劑以防止並延緩老化現象的產生。

### 六、運動與維生素 C、E

規律的運動及正常的飲食，是保持身體健康的不二法門。然而運動會產生大量的氧自由基，對人體細胞產生傷害，除了自身的防禦系統保護細胞之外；另一個方法則是從飲食中攝取營養素，如維生素 C、E 等物質，具有抗氧化的功能。攝取這些物質，相對於運動時間的持續及運動表現，有一定的助益。

謝錦城(1995)以老鼠為實驗對象，將 24 隻老鼠隨機分成四組，其研究目的是在探討激烈運動(每小時二公里的速度，坡度 15 度，跑至衰竭為止)與維生素 E 補給，是否會對老鼠心肌過氧化物產生：黃嘌呤氧化(xanthine oxidase, OX)及過氧化物歧化酶(superoxidedismutase, SOD)含量的影響。研究發現激烈運動對心肌

黃嘌呤氧化含量有提升作用，若於激烈運動時，每天補充每公斤體重 20 毫克維生素 E 能促使心肌過氧化物歧化酶含量明顯上升，從實驗中證明，激烈運動會造成心肌自由基的大量產生，且對心肌產生氧化壓力及傷害，而藉由維生素 E 的補給，有助於过氧化物的排除，進而減少或避免氧自由基的傷害。

另外在阻抗運動方面，Mcbride 等人(1998)研究受阻抗訓練課程(重量訓練)經驗一年以上的十二位男性，分成二組，補充組，給予維生素 E，另一組則為安慰組。在補充組方面，每天給予 1200IU(3×400IU/d)為期二週，測量血中的 MDA，結果安慰組的 MDA 明顯上升。表示維生素 E，能夠保護細胞，防止氧化傷害。在流行病學的研究報告中，發現維生素 C 可能阻斷致癌物質產生的過程或去除其毒性。

Frei 等人(1989)研究指出，在人體血漿中，維生素 C 是最早被消耗的抗氧化物質，當維生素完全被消耗盡後，脂質過氧化作用才開始發生。Rock 等人(1996)研究指出，維生素 C 有極強的生物還原能力，幫助與自由基反應後的維生素 E 的還原與再生反覆利用。

綜合上述結果，規律適度的運動有助於排除體內有害的自由基，激烈的運動會促使自由基的累積，所以增強自身的抗氧化能力，是維持人體健康的重要課題。從食物中攝取維生素 E、C 及  $\beta$  胡蘿蔔素能預防或減輕運動時氧自由基所造成的傷害；故運動員在訓練過程中，更需特別注意維生素 C、E 的補充。

## 伍、結語

任何一種補充劑，都各有利弊，過與不及，都會造成身體的傷害。所以在服用時，特別注意它的劑量、時機、使用者的身體狀況，否則不僅不能得到效果，反倒適得其反，這是我們所不願見到的。

維持規律的運動和充足的營養，可減少疾病的發生，對於各種維生素的攝取，應有一定的標準，切勿將其視為仙丹妙藥。唯有正常的飲食習慣，才是根本之道。在運動員方面，應有深入的體認，任何一種投機取巧的成功捷徑，必須承擔更高的危險性。只有遵循正當的管道，如：飲食營養計劃、運動訓練計劃等方式，才能真正達到所預期目標。

促進個人健康的方法，不僅是要有充足的營養，規律的運動更是不可或缺。它不僅可以促進個人體適能，更可提高生活品質，減少罹患各種慢性病的機會。而在運動員方面藉由營養素的補給，來達成促進運動表現的方法及手段，其效果頗為顯著。由此可知，不管是一般民眾或運動員對營養素的需求，都是必需的。從另一角度得知，當自由基形成時，它們除了會逐漸的自動分解外，在人體方面也會產生防禦系統來排除自由基的連鎖反應。如：超氧化歧化酶(SOD)、過氧化氫、穀胱甘太過氧化酶(GPX)、穀胱甘太過還原酶(GRd)等抗氧化酶。除了人體會自動產生防禦系統外，在體外食物中攝取維生素 C、維生素 E、 $\beta$ 胡蘿蔔素等物質，也是抗氧化的重要方式。其中維生素 C 及維生素 E 的交互作用，對於細胞膜的保護，防止脂質氧化物的生成，有很大的貢獻。運動員平時的運動量與訓練強度，均較一般人激烈，故承受的傷害必然更多。因此，更科學的做法，是按照專家建議量及訓練活動強度調整劑量。目前教練及運動員於運動訓練期間，確曾服用抗氧化劑如維生素 E、C 及  $\beta$  - 胡蘿蔔素等，以避免或減輕短時間累積大量自由基造成的傷害；故運動員面臨訓練或比賽時，適當的從食物中篩選所需或增補錠片，應逐漸受到重視。

運動對身體的好處是眾所週知的，除了可以讓我們放鬆心情、減輕壓力外，還可免除罹患心血管疾病之憂慮。因此，運動需要專業的指導與專業知識的灌輸，才能真正確保健康。如果用了錯誤的運動方式，不但毫無效用，甚至可能因為過度運動而造成運動傷害。

## 參考文獻

### 中文部份

蔡清祥(民 82)。運動有害健康。台北市：百麗文化事業有限公司。

邱仲峰、張宏、呂鋒洲(1996)。自由基與抗氧化物簡覽—基礎醫學到臨床應用。台北市：藝軒圖書公司。

謝錦城(民 84)。不活動與維生素 E 補給對骨骼肌萎縮與抗氧化的影響。中華民國體育學會體育學報，12，375-386。

謝錦城(民 86)。耐力運動對人體骨骼肌抗氧化的影響。中華民國體育學會體育學報，22，237-245。

### 英文部份

- Alessio, H. M. & R. G. Gulter. (1990). Evidence that DNA damage and repair cycle activity increases following a marathon race (Abstract). Medicine and Science in Sports and Exercise, 22:751.
- Davies, J. A., Quintanilha, A. T. & Packer, L. (1984). Free radicals and tissue damage produced by exercise. Biochemical Biophysics Research Communications, 107, 1198-1205.
- Palozz, P., Chiara, Lrberto., Gabriella, Calviella., Paola Ricci & Gianna Maria Bartoli. (1997). Antioxidant and prooxidant role of  $\beta$  – carotene in murine normal and tumor thymocytes: Effects of oxygen partial pressure. Free Radical Biology & Medicine, 22(6), 1065-1073.
- Davies, J. A., Quintanilha, A. T. and Packer, L. (1984). Free radical and tissue damage produced by exercise. Biochemical Biophysics Research Communications, 107: 1198-1205.
- Mcbride, J.M., KRAEMER, W.J., Mcbride, T.T. & BASTIANELLI, W. (1998). Medicine and Science in Sports and Exercise, 30 (1), 67-72.
- Frei, B., England, L. & Ames, B.N. (1989). Ascorbate is an outstanding antioxidant in human blood plasma. Proceedings of the National Academy of Sciences of the United States of America 86, 6377-6381.
- Ji, L. L. (1993). Antioxidant enzyme response to exercise and aging. Medicine and Science in Sports and Exercise, 25(2): 225-231.
- Rock, C. L., Rober A. J., Phyllis E. B. (1996). Update on the biological characteristics of the antioxidant micronutrients: Vitamin E, and the carotenoids. Journal of American Dietetic Association, 96 : 693-702.