

生物體氧化傷害與抗氧化防禦系統之簡介

於生物體正常之有氧代謝過程中會自然形成許多活性氧物質(reactive oxygen species)，活性氧物質包括超氧陰離子(superoxide anion radical, $\cdot\text{O}_2^-$)、過氧化氫(hydrogen peroxide, H_2O_2)、氫氧自由基(hydroxyl radical, $\cdot\text{OH}$)、單重態氧(single oxygen, $^1\text{O}_2$)等，其來源可分為內在和外在兩方面，內在來源包括粒腺體電子傳遞鏈、氧化反應、噬菌體細胞和自我氧化反應等；另外生物體亦可經由傳染、離子幅射、空氣污染、抽煙與毒物之入侵產生活性氧物質；截至目前為止，包含內在及外在產生活性氧物質之路徑，有部分之機轉仍未完全明瞭。這些具未成對電子的自由基化性相當活潑，可和體內許多重要分子如核酸、蛋白質、或生物膜上之多元性不飽和脂肪酸反應，導致生物體氧化性傷害，主要之反應為自由基除易引發細胞膜上之不飽和脂肪酸進行脂質過氧化反應外並會與膜上酵素或接受體行共價結合，導致細胞膜完整性破壞，改變其結構功能及通透性；另外自由基亦可和細胞內之蛋白質行交錯連結反應致使蛋白質變性或結構改變，導致生物體內催化生化代謝反應進行所需之酵素活性喪失，進而使細胞內之正常功能無法進行；而自由基亦會攻擊 DNA 分子，破壞其鹼基結構使其功能改變，造成基因突變及毒性之產生；除此之外，脂質過氧化產物再經分子內的環化、裂解等步驟所產生的丙二醛(malondialdehyde, MDA)，亦具相當活性會和體內之脂質、蛋白質、核酸等分子行交錯連結反應。近年來許多證據顯示自由基之堆積與破壞是造成老化或與老化相關的退行性疾病如癌症、心血管疾病、白內障、關節炎及巴金森氏症等疾病發生的重要因素，因此為了有效的防制疾病的發生與發展，生物體必須抑制或清除這些活性氧物質，於正常情況下，生物體中具有抗氧化之防禦系統，這個系統由兩大部分組成，即抗氧化酵素及非酵素性之抗氧化物質以交互協同之作用來移除活性氧與自由基，共同保護生物體免受到活性氧物質之氧化性傷害。

酵素性抗氧化防禦系統主要含有 superoxide dismutase(SOD)、catalase 與 Se-dependent glutathione peroxidase (GSH-Px)等，SOD 會促使超氧陰離子轉化成過氧化氫，以消除超氧陰離子；而過氧化氫會再經由 catalase 或 GSH-Px 還原成水和氧；另

外 GSH-Px 亦會還原脂質過氧化物成為無毒害產物。

非酵素性之抗氧化系統主要包括維生素 E(tocopherol)、維生素 C(ascorbic acid)、麩胱甘胺酸(glutathione, GSH)、 β -胡蘿蔔素(β -carotene)及有機硒等。維生素 E 存在於生物膜及脂蛋白中是一種重要的脂溶性抗氧化劑，可直接與自由基反應以有效阻止自由基對生物膜及脂蛋白上多元不飽和脂肪酸進行脂質過氧化鏈鎖反應，減少氧化緊迫(oxidative stress)之產生，進而降低對生物體之傷害。維生素 C 為細胞內外液主要之水溶性抗氧化劑，除可直接消除自由基進而有效終止自由基引發之鏈鎖反應外，亦可將維生素 E 還原，然而維生素 C 的活性還原可以經由 GSH 加以再生，由此可知抗氧化物質可以相輔相成的提供抗氧化保護作用。麩胱甘胺酸為細胞內液主要之抗氧化劑，不僅可經由 GSH peroxidase 之酵素性反應以還原脂質過氧化物或 H_2O_2 而間接抑制自由基之鏈鎖反應，亦可與自由基反應，使細胞免受到自由基之傷害，另外 GSH 在體內尚具有許多重要之生理、生化功能。 β -胡蘿蔔素為自然界廣泛存在之脂溶性色素，其為維生素 A 的前趨物，在體內它可以消除單重態氧的毒性及作為自由基的清除劑，特別是消除白血球(如吞噬細胞)所產生的過多自由基。有機硒有很強的抗氧化作用，硒為 GSH peroxidase 中之重要成分且參與 coenzyme Q 的合成，coenzyme Q 是另一個可以作為阻斷自由基鏈鎖反應的抗氧化物。

綜合上述，生物體內此等抗氧化防禦系統之物質或酵素彼此具有交互協同之作用。事實上，適量的活性氧物質是維持生命所必需的，如白血球活化時可產生超氧陰離子與過氧化氫等活性氧物質，此活性氧物質對於白血球在殺滅細菌上扮演相當重要的角色，而活性氧物質是否會對人體造成傷害，主要決定於體內產生的活性氧物質與體內抗氧化防禦系統之間是否可以達到平衡的狀況，然而此種平衡會因疾病、營養不良或隨著年齡的增長而受到破壞，一旦失去平衡，即會形成氧化緊迫，劇烈的氧化壓迫仍會造成細胞傷害或死亡，進而導致許多疾病的形成，如前所述，此類疾病包括相關的退化性疾病如：癌症、心血管疾病、巴金森氏症、白內障等，另外在促進老化上亦為一重要因素。要消除與疾病相關的氧化壓迫，可從膳食中攝取豐富的蔬菜與水果，以確保身體中有充分的抗氧化營養素。近年來，許多的研究亦嘗試由天然來源以尋求安全且具有強抗氧化效力之抗氧化劑，其中以多酚及類黃酮為被研究最多

之抗氧化物質，此類物質廣泛存在於各種蔬菜、水果、種子、茶、紅酒或香辛料中，其可作為一抗氧化劑，有效終止自由基鏈鎖反應。因此從植物中尋求具有強抗氧化性的天然抗氧化物質進而達到生物體保健之目的，已成為食品營養致力研究的重要課題。