

超氧療法

臭氧 (ozone) 與氧氣一樣，是最強氧化劑之一。像其他氣體一樣，臭氧必須溶解於水中，才能與有機物質相互作用。臭氧溶解於水之後，能快速地分解成一系列超氧活性氧自由基 (reactive oxygen species) 包括二氧化氫 (hydrogen peroxide)，超氧化陰離子 (superoxide anion)，氧化自由基 (hydroxyl radical) 及低氯酸 (Hypochlorous acid)^{22,23}。

超氧的氧化化學過程會產生二氧化氫。該二氧化氫進入細胞從而產生各種作用。在紅血球中，超氧會增強血液中的血紅素釋放氧氣²⁴。在白血球及血管內皮細胞中，超氧可以刺激白介素 (interleukins，炎症和免疫反應的介質，例如腫瘤壞死因子，白介素 IL-1)，干擾素 (interferons，對病毒感染有抵抗力的蛋白質)，生長因子及一氧化氮 (nitric oxide) 的產生^{25,26}。在血小板中，超氧有利於生長因子的釋放^{27,28}。在其他細胞類型如巨噬細胞 (macrophages)，呼吸道上皮細胞中，超氧可刺激活化細胞，細胞因子 (cytokines) 分泌及經由其氧化作用 (pro-oxidant action)，誘發長期的抗氧化系統效能^{29,30}。

缺血性前準備作用是一種可誘導的有效體內機制。通過這機制，短暫的缺血/再灌流可以優化及保護之後持續的缺血/再灌流損傷。另一方面，已證實低劑量超氧，可以誘發中等程度的氧化壓力，從而誘發缺血性耐受性及優化體內抗氧化系統³¹。這機制也可優化及保護之後持續的缺血/再灌流損傷。超氧可導致對慢性氧化壓力的有效適應性³²。超氧可經由適應氧化壓力，從而促進氧化前準備作用 (oxidative preconditioning)，以防止因自由基引起的損傷^{32,33,34}。

超氧前及後準備作用能保護心臟，肺，肝，腎，腸，肌肉等各種器官和組織缺血/再灌流損傷³⁵⁻³⁸。超氧也能提昇一氧化氮的產生，減少組織氧化壓力指標 (如脂質過氧化 lipid peroxidation，蛋白質氧化 protein oxidation 及亞硝酸鹽和硝酸鹽 nitrite plus nitrate)，及增強抗氧化酶的活性³⁹。

超氧可以調整抗氧化酶，一氧化氮機轉⁴⁰及其他細胞作用機轉從而對很多疾病有治療效果。因具有抗氧化和抗發炎特性，超氧可改善血液循環和缺氧組織的氧氣供應，增強免疫功能和釋出生長因子，通過改善氧氣供給來增強一般新陳代謝，並可以誘導生理功能機轉^{41,42}。超氧療法的治療應用有激活免疫系統以治療感染病⁴³、老化及癌病^{44,45}、慢性退化性疾病包括神經退化性疾病⁴⁶、慢性肝病和類風濕性關節炎、減少血管疾病的發炎及缺氧^{27,40,47}、下背痛⁴⁸、激活神經內分泌系統以誘發神經系統保護作用，從而獲得健康及生活品質的改善。

超氧在各種皮膚疾病⁴⁹、燒傷和傷口癒合⁵⁰具有局部治療效果。因具有殺菌特性而被應用在對食物及水進行殺菌消毒⁵¹。超氧對細菌、黴菌及病毒⁵²具有很強的抗菌作用，並可能增強抗生素的殺菌及抑菌作用。

應用一種可以誘發糖尿病的抗生素 streptozotocin，以測試超氧對糖尿病的保護效果進行研究。發現超氧療法可以改善血糖控制，可分解糖，保護胰臟及防止氧化損傷⁵³。此外，超氧的抗氧化特性保護胰臟 beta 細胞功能及降低高血糖⁵⁴。這些研究結果指出超氧可幫助治療糖尿病及其併發症。

超氧可增強對缺氧組織的氧氣、醣及能量 ATP 的供給，並導致血管擴張，增加一氧化氮，刺激血管增生並提供免疫調節作用⁵⁵。可誘導不同細胞類型中抗氧化酶的上調，從而有效地重新平衡「氧化－抗氧化」的不平衡⁵⁶。

超氧可抑制肺、乳腺和子宮腫瘤細胞的生長，因此在癌症中可能具有治療效果⁴⁶。另外超氧對結腸癌細胞有直接毒性殺傷作用⁵⁷。