

# 電解還原水之抗氧化功效

蔡宜志、簡世勇、吳純衡

水產試驗所水產加工組

## 前言

長生不老是人類自古以來一直存在的夢想，為了達到這個夢想可說無所不用其極，最有名的是秦始皇為了求仙藥而派船隊出海；即使到了以科學為社會基礎的現代，人們仍然持續追尋這個遙不可及的美夢。想要找出不會變老的方法，就要先明白變老的原因，才能對症下藥，因此科學家們提出了許多老化原因的學說，而自由基就是導致老化的原因之一。當分子處在穩定的狀態下會具有成對的電子，但如果因為某些原因失去電子造成電子不成對，分子就會呈現不穩定，會去強奪其他分子的電子以回復穩定，此強奪電子的行為稱為氧化反應，而會強奪電子的分子稱為自由基。自由基會破壞細胞中的DNA、蛋白質和脂質等，使細胞功能喪失與死亡，造成人體老化，並引起如癌症、糖尿病和動脈硬化等多種疾病。超氧陰離子 ( $O_2^-$ )、過氧化氫 ( $H_2O_2$ ) 和氫氧自由基 ( $OH^\cdot$ ) 都屬於以氧為中心的自由基。

人體進行呼吸作用和新陳代謝時會產生自由基，自由基能作為訊息傳遞物，調節生理機能和影響細胞生長。而當異物入侵體內時，白血球會產生自由基攻擊入侵者，但過

量的自由基會進行氧化反應進而傷害人體。為了對抗氧化所造成之傷害，人體具有抗氧化防禦系統，由抗氧化物和抗氧化酵素所組成。抗氧化物能提供電子給自由基使其穩定，此提供電子的行為稱為還原反應，而抗氧化酵素也具有相同能力，此外，抗氧化物也可從飲食中補充。當抗氧化防禦系統來不及還原自由基時，人就會生病和老化。因此學者們認為抗氧化物可能就是長生不老的靈藥，服用抗氧化物可能就能防止衰老和疾病的發生。為了找出更有效的抗氧化物，進行了廣泛的調查，結果發現電解還原水也具有抗氧化能力。

## 電解還原水的特性

電解還原水究竟是何物呢？是如何製造出來呢？首先，把電解質加入水中，再將陽極和陰極二個電極放入水中，接著把可讓離子穿透的離子膜放入二個電極之間，通電進行電解，其水分子 ( $H_2O$ ) 會被分離成氧分子 ( $O_2$ )、氫離子 ( $H^+$ ) 和氫氧離子 ( $OH^-$ )。電解過程中，在陽極附近進行的分離反應為： $2H_2O \rightarrow O_2 + 4H^+ + 4e^-$ ，在陰極附近進行的分離反應為： $2H_2O + 2e^- \rightarrow H_2 + 2OH^-$ 。在陽極

附近的氫離子會穿過離子膜跑到陰極附近，而在陰極附近的氫離子會得到電子而成為活性原子氫 (H)，二個活性原子氫會接合形成氫分子 (H<sub>2</sub>)，且水中帶正電的鈣、鉀、鎂、鈉離子等也會匯集到陰極附近。電解後在陰極處得到的水就是電解還原水，因為具有較多的氫氧離子所以呈鹼性，並含有離子化的礦物質及溶有較多的氫分子和較少的氧分子，且經過電解後，水的分子團會變小，溶解滲透力變強，而讓人體更易吸收。

電解還原水的抗氧化能力是從何而來的呢？根據 Shirahata et al. 研究發現，原來是來自活性原子氫。電解還原水具有和超氧化歧化酶 (superoxide dismutase) 與過氧化氫酶 (catalase) 一樣的活性，能還原超氧陰離子與過氧化氫，也就是能去除自由基，並可以抑制氧化傷害而保護 DNA (Shirahata et al., 1997)、RNA 和蛋白質 (Lee et al., 2006)。此外，將電解還原水在 4°C 下保存 1 個月仍保有抗氧化能力，即使經過中和其鹼性、反覆冷凍與解凍、真空處理、激烈攪拌混合、煮沸、反覆過濾和密閉加壓滅菌等過程，抗氧化能力依然存在 (Shirahata et al., 1997)。

## 電解還原水的功效

由於自由基會傷害 DNA，可能造成細胞突變，所以被認為是導致癌症發生的原因之一。細胞中的穀胱甘肽 (glutathione) 是由三種胺基酸所組成的抗氧化物，在體內的主要作用為抗氧化、解毒和調節免疫機能，且和細胞凋亡的調控有關。研究發現，電解還原水能加強穀胱甘肽去除人類血癌細胞內自由

基的能力，並具有加強穀胱甘肽誘導血癌細胞發生細胞凋亡的作用，因而降低血癌細胞的存活率，且不會影響到正常的週邊血球細胞，達到抗癌之功效 (Tsai et al., 2009)。根據兩階段細胞癌變轉化理論，正常細胞要變成癌細胞需要經過兩個階段，第一階段稱為起始階段，主要是 DNA 遭受破壞所導致；第二階段為促進階段，細胞會加強癌化，這兩個階段都需要誘導物，促進誘導物能增加細胞內的自由基含量，而自由基會經由一連串的活化途徑再增加自由基含量，這個串聯反應會加強細胞轉化。如果將白金奈米粒子加入電解還原水中，會增加活性原子氫含量而加強抗氧化能力，能夠降低促進誘導物所增加的自由基含量，因此能夠抑制老鼠成纖維細胞發生癌變轉化 (Nishikawa et al., 2009)。另外，腫瘤需要生成血管以得到養分、氧氣和生長因子等，隨著腫瘤越大，所需要的血管就越多，如果能抑制腫瘤形成血管，就能抑制腫瘤擴大。癌細胞會產生大量的自由基和血管內皮因子，並釋出分泌到細胞外，刺激血管內皮細胞，誘發血管新生作用。而自由基會加強血管內皮生長因子基因的表現，使血管內皮因子的生成量增加。研究指出電解還原水具有降低人類肺臟腺癌細胞內的自由基之功效，並能進一步抑制血管內皮生長因子基因的轉錄作用，因此減少自由基的釋出量和血管內皮生長因子的分泌量，來達到抑制腺癌細胞所誘導的血管新生作用之效果 (Ye et al., 2008)。

胰島素是由胰臟的 β 細胞所分泌的賀爾蒙，能促使血液中的葡萄糖進入細胞中，使細胞能代謝葡萄糖以產生能量。自由基會傷

害胰臟的  $\beta$  細胞，降低胰島素的分泌與合成，造成血糖濃度提高，此外，高濃度的血糖會自然氧化或是使蛋白質發生糖化作用，因此產生自由基，兩者之間形成惡性循環。研究結果顯示，讓第一型糖尿病老鼠飲用電解還原水會降低血糖濃度，但不會提高胰島素濃度，表示電解還原水可能會增進細胞對胰島素的靈敏性，使細胞充分利用胰島素導致血糖降低 (Kim et al., 2006)。另一方面，如讓第二型糖尿病老鼠飲用電解還原水也會降低血糖濃度，而且也會提高胰島素濃度，並會使胰臟組織得到保護，可能是因為電解還原水去除高濃度血糖產生的自由基，減少  $\beta$  細胞所受到的傷害，使胰島素分泌量增加，讓更多血糖能進入細胞內 (Kim et al., 2007)。

腎臟的主要功能是過濾血液，將血液中的有毒代謝廢物和多餘的水份形成尿液排出體外。當腎臟無法正常運作時就需要進行血液透析，又稱為洗腎。血液透析過程中會刺激白血球產生自由基並引起發炎反應，自由基會氧化紅血球細胞膜上的脂質，使紅血球壽命縮短並破裂，引發溶血性貧血，且自由基會氧化紅血球中的血紅素形成變性血紅素，造成紅血球無法運輸氧氣，而紅血球細胞膜上的抗氧化酵素之活性也會被自由基降低，使變性血紅素無法還原成正常的血紅素。根據 Hung et al. 研究發現，使用電解還原水作為透析液進行血液透析，能夠降低發炎反應，並能減少血液中的自由基、氧化脂質與變性血紅素之含量，使紅血球在血球中的比例增加，而抗氧化酵素的活性也能夠恢復 (Huang et al., 2006)。

為了瞭解電解還原水是否會影響到免疫反應，有學者以小鼠為對象進行實驗。當宿主動物被腸道寄生蟲感染時，為了驅除寄生蟲會發動免疫機制，其中包括細胞激素的分泌量提高和腸黏膜上杯狀細胞的增生。細胞激素是能調控免疫系統的蛋白質，此外，杯狀細胞能分泌黏液散布在腸道上，形成保護膜以抵抗外來物入侵。讓被腸道寄生蟲感染的小鼠飲用電解還原水後，其杯狀細胞會增加的更多，小腸內細胞激素的分泌量也會改變，表示局部免疫反應受到影響 (Lee et al., 2009)。

## 結語

人的身體超過三分之二是由水所組成，代謝反應是在水中所進行，物質的輸送和廢物的排放也是倚靠水來完成，每人每天都要補充水分來維持體內環境的穩定，使生理機能正常，因此所飲用的水之品質就會影響到人體健康。電解還原水呈鹼性，可以中和體內的酸性代謝物，並可提供礦物質，且具有抗氧化能力能去除自由基這一特徵更被重視。目前，針對電解還原水的抗氧化能力已進行了許多研究，皆證實電解還原水可以改善血液透析所帶來的傷害，而且可能具有抗癌和抗糖尿病的功效，除了去除自由基之外，也有研究顯示電解還原水能調節免疫系統。未來如能進一步探討電解還原水的各種可能性，確定其保健效果，將可使電解還原水的利用性增加而造福人類。