

# DHA對於大腦生理機能改善之功能性

簡世勇、黃培安、吳純衡  
水產試驗所水產加工組

## 前言

相信大家聽過「要多吃魚才會聰明！」。而「吃魚會聰明」的關鍵，就在於DHA 這個大家耳熟能詳的 n-3 脂肪酸。人類體內的不飽和脂肪酸可分為 n-7、n-9、n-3 和 n-6 型，其中 n-7 和 n-9 屬於單元不飽和脂肪酸，可由人體自行合成，但 n-6 和 n-3 型則一定要從飲食獲得，因此又稱為必需脂肪酸，而 n-3 脂肪酸中的 DHA 通常存在於深海魚魚油中。學者發現，在人的視網膜、大腦細胞、母乳及精液中有大量 DHA 存在，因此進一步探討 DHA 的來源及其功用。研究顯示 DHA 能降低血膽固醇及三酸甘油酯、抑制血小板的凝集反應，減少血栓的形成及心血管系疾病罹患率，DHA 更可直接通過腦與視網膜的屏障，具有維持及提高腦細胞活力、增進記憶、學習能力、維持正常視力之功能。除外，對減輕過敏及發炎及提高免疫能力等方面，亦扮演特殊的重要角色。由於 DHA 是腦細胞膜上含量最高的脂肪酸，所以 DHA 對腦細胞的重要性遠勝於對其他細胞。

## DHA對於大腦神經所扮演之角色

人體所有的重要器官裡除了脂肪組織以外，神經系統是含有脂肪成份最高的器官。

一個成人的神經組織乾重有 50—60%是脂質，並且有將近 40%的脂肪是多元不飽和脂肪酸 (圖 1)，其中以 DHA 和花生四烯酸所佔的比例為最高 (Robert, 2006)。

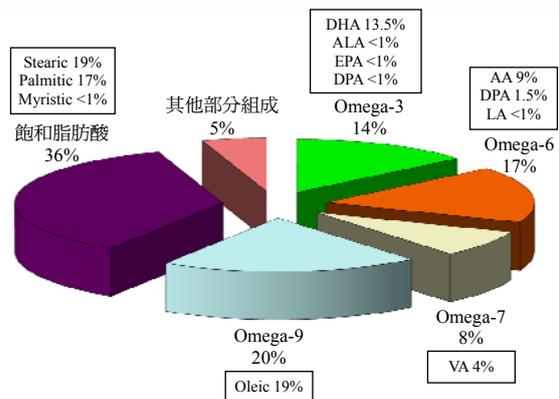


圖 1 人類大腦皮層之脂肪酸組成 (Robert, 2006)

α-次亞麻油酸：α-Linolenic acid；ALA  
花生四烯酸：Arachidonic acid；AA  
二十二碳五烯酸：Docosapentaenoic acid；DPA  
二十二碳六烯酸：Docosahexaenoic acid；DHA  
二十碳五烯酸：Eicosapentaenoic acid；EPA  
十七碳烯酸：Heptadecenoic acid；HA  
亞麻油酸：Linoleic acid；LA  
肉荳蔻酸：Myristic acid  
油酸：Oleic acid  
棕櫚酸：Palmitic acid  
十八碳烯酸：Vaccenic acid；VA  
硬脂酸：Stearic acid

近期的醫學評論雜誌提出，營養不良會壓抑腦部發展及降低神經細胞中髓鞘的製造，在腦部成長的關鍵期，更會嚴重影響兒童的學習能力，而這亦可能是導致一些學習

障礙的原因。在病理的觀察發現，DHA 的缺乏會導致多種疾病，如：視力極度模糊 (Neuringer et al., 1993)、認知功能缺陷 (Birch et al., 2000)、小腦功能不全 (Jamieson et al., 1999) 以及各種神經疾病 (Salem and Ward et al., 1993)，且在動物實驗中亦證實，當鼠類大腦缺乏 DHA 時，會顯現沮喪、記憶力與學習能力較差，且視力異常等現象，這都顯示了 DHA 在大腦神經中扮演重要的角色，尤其對於人類出生之前的腦部發育最為重要，也就是說在懷孕的第 3 個月至產後的第 18 個月之間，是胎兒腦部的快速發展時期，這段期間腦部發育狀況是否良好與腦部磷脂質中所增加的 DHA 量有關 (Lauritzen et al., 2001)。另一方面，在一些患有過度活躍症、閱讀障礙、暴力傾向或抑鬱症的孩童中，則發現他們的血液中 DHA 都屬偏低水平。由此可知，足夠的 DHA 在改善認知和學習能力方面有一定的作用。此外，DHA 存在於腦部灰質神經纖維中，它可以提高腦部中代謝營養素之酵素活性，使腦部獲得充分的營養，進而使神經纖維再度延伸提高腦神經機能，可改善老年癱瘓症狀。DHA 也能活化乳酸脫氫酶代謝半乳糖，提供腦部充分能量，進而提高腦細胞活力、增加記憶、反應與學習能力，這都足以顯示 DHA 對於腦部的發展及功能的維持是不可或缺的。

DHA 為細胞膜之組分之一，能影響細胞膜流動性，進而影響神經細胞膜上接受器的結構或其暴露程度。細胞膜的結構改變會影響神經細胞的功能。研究指出，神經細胞膜結構對神經傳導物質的接受有問題時，會造成大腦機能發生缺陷。而腦部記憶的形成

是經由大腦中的海馬迴神經細胞造成的長期增益現象表現而形成，亦即由大腦中的海馬迴 CA<sub>1</sub> 區和大腦新皮質中神經細胞膜上的 N-methyl-D-aspartate (NMDA) 受體活化引發而來，而 DHA 會增進 NMDA 的活性，並控制在海馬迴中長期增益現象的表現，因此 DHA 也在記憶的形成扮演重要角色，這些證據都指出 DHA 能夠藉由改變神經細胞膜的結構來改善大腦機能。

## PC-DHA改善大腦生理機能

近年來國外學者致力開發可以幫助腦部、中樞神經發育，改善、強化記憶力與預防失智症發生的產品。目前市面上可見的產品有銀杏葉萃取物、魚油、多酚類等，由磷蝦或魚卵提煉的 PC-DHA (Phosphatidylcholine DHA) (圖 2) 則是一項新開發的素材。簡單來說 PC-DHA 是由磷脂膽鹼及 DHA 結合的化合物。

細胞膜之所以具有流動性乃由於其脂質最主要的成分是磷脂質。磷脂質顧名思義是含磷酸基的脂質，其可依磷酸基的不同而被區分為不同的種類，常見的有磷脂酸 (phosphatidic acid)、磷脂膽鹼 (phosphatidylcholine, PC)、磷脂乙醇胺 (phosphatidylethanolamin, PE) 等，其中以磷脂膽鹼佔最大多數。而磷脂膽鹼中的膽鹼 (choline) 是腦神經傳導化學物質乙醯膽鹼 (acetylcholine) 以及許多重要的化學訊息物質的前身。而膽鹼也與學習和記憶力有關，在幼兒大腦發育期中，膽鹼扮演刺激腦細胞分裂的重要使命，因此懷孕與新生兒早期補

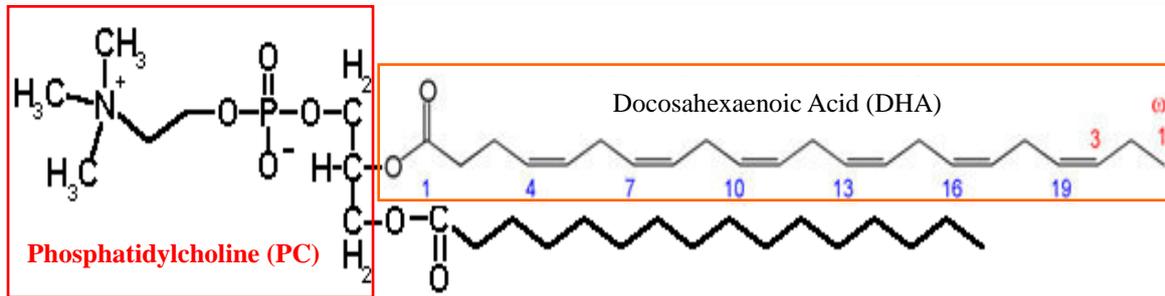


圖 2 PC-DHA 結構示意圖 (Parris, 2007)

充足量的膽鹼，對於幫助腦細胞的發育以及學習力和記憶力有長久的影響力，甚至對於日後腦神經細胞壽命的延長都有助益。因此，當 PC 結合 DHA 後，可同時保有這兩種成分的優點。

根據相關研究指出，在給予老化老鼠 PC-DHA 後，其乙醯膽鹼的釋出比率比未給予 PC-DHA 的老化老鼠來得高。在吸收效率方面，餵食老鼠經放射線標定的 PC-DHA 及游離態 DHA，爾後測定 DHA 在腦組織中的含量，結果發現 15 分鐘時，其 PC-DHA 在大腦中的濃度已達到最高量，而游離態 DHA 則一直未達到最高量，顯示 PC-DHA 相較於游離態之 DHA 更容易被腦細胞所利用。此外，PC-DHA 亦能改善睡眠狀況；由於睡眠長度會影響記憶形成及學習能力，在 PC-DHA 改善睡眠狀況的研究中發現，給予受試者服用 PC-DHA 能夠增長受試者的睡眠長度，且對於熟睡感與醒覺感皆認為有改善的情況。學者進一步推測 PC-DHA 亦能增加學習能力，在老鼠迴避電擊學習測試中，其給予 PC-DHA 的老鼠，迴避電擊的次數顯著高於未餵食的老鼠，也就是說 PC-DHA 有助於提升老鼠的學習能力。此外，實驗中亦發

現，給予老鼠 PC-DHA 後，其海馬迴 CA<sub>1</sub> 區的神經訊息傳遞電位較未給予的老鼠強，而當電位強度愈強時則愈有助於增強記憶力。

## 結語

研究顯示，攝取富含 DHA 的食物，則兩週內體內細胞的細胞膜上會充滿了這種像海草般柔軟的脂肪酸，使細胞膜不再僵固，有益於好的營養素自細胞外進入細胞內，滋養細胞。當神經細胞能自細胞外獲得有益的營養素參與細胞內的生化機制時，自然能讓 1000 億個神經細胞間的連結能夠更順暢，使大腦各部位功能的執行更有效率！由於 DHA 是高度不飽和脂肪酸，容易發生氧化，所以市面上有許多富含 DHA 的魚油或海豹油等產品，其型態皆為三酸甘油酯，雖然較安定但吸收效率並不高。而 PC-DHA 為磷脂質，經研究證實其吸收效率比游離態 DHA 來得好，更容易進入腦細胞中，且更為安定，但因萃取方法困難，造成價格偏高，使應用性降低。台灣四面環海，海產豐富，若能早日建立其萃取技術，未來將成為極具發展潛力的水產資源。