

老化與感覺神經系統

文・圖／黃正維、曾明宗

人老了，感覺也老了嗎？這是一個很有趣的問題，而且隨著社會高齡化會越來越重要。青春一逝不回，健康如何能不衰退？有些人身體明明健康得很，但就是難以接受年華老去，整天悶悶不樂，甚至憂慮自己會得什麼大病，處在這樣的認知狀態下當然感覺就不會好。不過，如果您是個樂齡族，對生命充滿熱情，對生活充滿興趣，不論退休與否，總是善於安排時間，樂於與人交往，這樣的人通常心靈是富足的，如果感覺不好，那就真的要做一些檢查了。

老年人的認知功能退化

根據內政部統計，截至2016年底，臺灣65歲以上老年人口比例已達到13.20%（老年人口比例超過14%即為高齡社會，超過20%為超高齡社會），照此態勢發展，2026年將進入超高齡社會。已知大腦研究發現老年人腦部灰質與白質的體積有縮減、神經元的樹突分枝明顯減少，尤其是前額葉（prefrontal lobe）與海馬迴（hippocampus）的神經元、神經突觸數目下降、神經傳導物質濃度改變、氧化壓力及DNA損壞增加，這些研究結果逐步揭露了老化所呈現的認知行為改變和腦部變異的關聯性，而隨著人類對於腦科學、心智運作、意識與心靈等議題的強烈求知慾，探索大腦行為的各種儀器也日新月異，其一便是功能性磁共振造影。

功能性磁共振造影

一般人熟知的磁共振造影檢查（Magnetic Resonance Imaging, MRI）是一種非侵入性且無輻射的醫學影像技術，目前應用於臨床主要是為了獲取身體的結構性影像。由於人體富含水分，而不同身體組織含水比例各不相同，因此其主要原理是藉由強磁場驅動體內水分中的氫原子，以得知人體內不同組織之對比圖像，最後利用電腦的高階運算取得影像，臨床醫師據此判讀相關病灶並做出最適切之臨床診斷。

然而，單純之結構影像並無法幫助我們瞭解人類認知與心智的運作，人類腦部如何運轉以應付如此複雜且充滿挑戰之日常生活？為了探究這幾千年來人類不斷思索的心智議題，功能性磁共振造影（Functional MRI）成為近年來研究認知神經科學的重要利器，幫助科學家探索大腦的「功能」。目前最常用的方法為藉由偵測腦部不同區域的血氧濃度相關（Blood Oxygenation Level-Depend, BOLD）訊號以推測大腦執行各項任務時所倚賴的腦區，例如：當

給予肢體一個高溫的疼痛刺激時，可發現在前扣帶回皮質區（Anterior Cingulate Cortex, ACC, 見圖1）的帶氧血流增加，代表著此區的腦皮質神經元大量活化，藉此可推論前扣帶回皮質區和處理熱痛刺激相關。因此，利用功能性磁共振造影技術可以讓認知神經學家進行人腦運作研究。而這項技術從90年代初期發表至今，25年間已累積了相當多研究證據幫助我們瞭解人類複雜的腦組織。

近年來認知神經科學研究蓬勃發展，世界各國為探究人類心智歷程紛紛推出許多國家型計畫，例如美國於2013年推出12年期的腦啟動計畫（BRAIN Initiative）、歐盟的「Human Brain Project」、日本的「Brain/MINDS」等，這些多為10年以上之大型計畫，而我國科技部（前國科會）於2006年起即有專案推動神經科學之研究，2015年科技部人文司更於臺大生醫工程館補助設置了一部德國西門子公司最新一代的磁共振造影儀（圖2），相較於先前的儀器，此磁共振造影儀搭配最新之降噪技術，可減低受試者於掃描過程中因噪音帶來之不適感，同時其掃描速度與影像品質亦顯著提升，而臺大團隊也同步設立「身體、心靈與文化整合影像研究中心」，以協助國內科研團隊進行跨領域之腦科學整合研究。

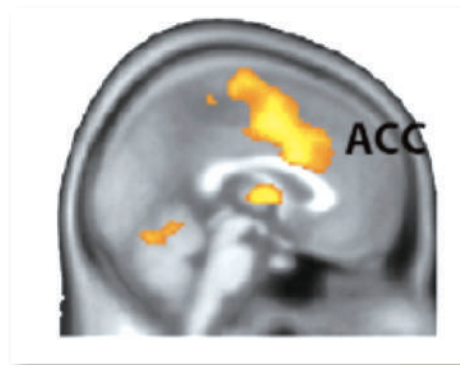


圖1：透過腦部血氧濃度變化來了解大腦的分工。由圖中可看出受到疼痛刺激時，前扣帶回皮質神經細胞活動力增加了。



圖2：最新一代的磁共振造影儀。

老年人的感覺區辨功能於功能性磁共振造影之探討

由於老化，人類的身體機能明顯退化，尤其在認知、感覺與動作功能的改變最明顯。在感覺方面，老年人的視覺、觸覺與本體感覺等會變得不靈敏。事實上，人類的感覺系統除了處理最基本的感覺刺激外，還包括了某些需認知功能參與的高階感覺功能，例如時間（判斷感覺刺激的時間長短）與空間（判斷感覺刺激的位置）之感覺區辨。藉由給受試者進行特定的感覺任務，請其判斷所接收到的感覺刺激之時間與空間特性，利用功能性磁共振造影方法探索這期間大腦活化的情況，可以了解人類在處理高階感覺區辨時腦部運作狀態。初步研究發現，當老年人進行時間與空間之感覺區辨時，有幾個腦區會參與運作，包括初級體感覺皮質區（primary somatosensory cortex）、前額葉、與運動相關之大腦區域如前輔

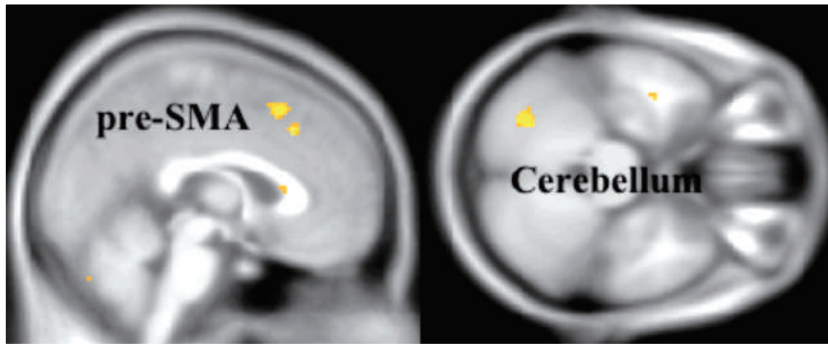


圖3：人類在進行高階感覺區辨時，有幾個腦區會共同參與運作，包括感覺、認知和協調，是極為複雜而精密的運作。

助運動皮質區（pre-supplementary motor area, pre-SMA）、基底核（basal ganglia）與小腦（cerebellum）

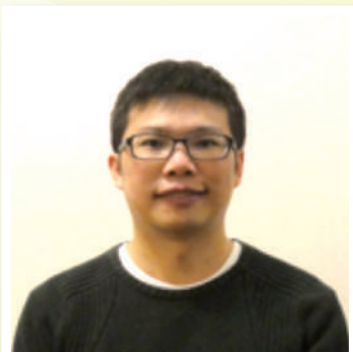
等（圖3），這樣的結果顯示當老年人在

處理高階的感覺刺激與區辨時，不只有初級感覺皮質區域會參與，包括負責認知功能的前額葉亦會作用，乃至皮質下區域如基底核及負責協調功能的小腦也都扮演了重要角色。此一結果與針對年輕人的研究結果相近，也就是說，當人類在進行較複雜的感覺處理任務時，並不只有感覺相關區域會活化，和動作的計畫與執行相關的區域如前輔助運動皮質區及小腦都會運作，這讓我們更了解腦部的變化和認知與感覺功能的衰退有何關聯。此初步成果對未來進一步研究與臨床介入提供了一個新的方向。

結語

認知神經科學的研究技術日新月異，而應用在老化與感覺系統的研究上，可以讓我們了解人類的感覺是如何在老化的過程中蛻變。即便未罹患疾病，隨著年齡增長，人類的感覺功能也會逐漸退化，耳不聰目不明時而有之，嗅覺異常更可能是阿茲海默症與巴金森氏症的初期症狀，而體感覺如觸覺、本體覺之不靈敏也與老年人之高跌倒風險息息相關，對溫度與外界刺激的痛覺遲頓亦增加了受傷的風險。由於老人感覺功能的退化對日常生活造成的影響頗深，同時也與認知與動作功能不佳相互關聯，希望這方面的研究，可以作為診斷神經退化性疾病之利器，有助於預防及應對，進而提升老年人的生活品質，讓大家“感覺”會更好。📖

（本專題策畫／醫技系方偉宏教授&電機系簡韶逸教授&生科系鄭貽生教授）



曾明宗小檔案

臺大醫學院腦與心智科學研究所助理教授，曾任臺大醫院神經部總醫師與兼任主治醫師，亞東紀念醫院神經內科主治醫師。臺大醫學系畢業，臺大醫學院臨床醫學研究所博士，績於英國牛津大學 Oxford Centre for Functional MRI of the Brain 擔任博士後研究 2 年。專長為臨床神經科學與腦影像研究，主要研究課題為痛覺與體感覺之腦部神經機轉。