

# 神經影像科技與特殊教育學生診斷

朱 經 明

## 壹、電腦斷層掃描(CT, Computed Tomography)

CT 掃描結合 X 光機和電腦技術，能從許多不同角度，產生頭部與身體的橫切面影像。傳統的 X 光攝影，一次只能從一個角度照射，且較適合高對比的結構如骨骼的影像，CT 掃描則可顯示軟組織。CT 名中的斷層(Tomography)，取自它在照射人體時，係一層一層的切，電腦再將一層層的訊號組合，而在螢光幕上顯示精確的立體影像。目前 CT 在國內已相當普遍，健保局並提供離子性造影劑費用，以加強檢查部位之影像程度。CT 掃描機係 Hounsfield 所發明，Cromack 則發明影像重建演算法，兩人於 1972 年共同獲得諾貝爾獎。CT 會產生輻射，雖然一般劑量不比照一張 X 光片子高；另外 CT 對灰質與白質的區別也不是很清楚。不過對於緊急的頭部外傷，CT 是最重要的診斷工具。因為 CT 檢查速度快，只要五分鐘以內就可檢查完畢（沈戊忠，民 89）。

腦傷是造成死亡和殘障的主要原因，在美國據估計每年有將近一百萬人因腦傷而需要住院(Kraemer & Blacher, 1997)。大約有 10% 的腦傷病人會有持續的後遺症狀，嚴重腦傷(Traumatic brain injury)也是美國特殊教育學生中的一個法定分類。造成嚴重腦傷的原因依年齡和性別而不同。五歲以前的幼兒，摔倒是造成嚴重腦傷的主要原因。五至四歲的兒童青少年，娛樂與運動造成腦傷的比例逐漸增加。五歲以上的個人，車禍造成腦傷則最為普遍。大約 181 位青少年中有一位經歷嚴重腦傷，男孩子比女孩子更可能傷到腦傷，其比率大約是 2：1。神經影像科技如 CT、MRI(magnetic resonance imaging, 核磁共振影像儀)等，可幫助找尋腦傷的位置。

## 貳、核磁共振(MRI)及功能性核磁共振(fMRI)

MRI (核磁共振) 可提供較 CT 更清晰的腦部結構顯像。對封閉性腦傷兒童的後續研究，使用 MRI 找出損傷部位的研究遠較用 CT 為多(Scheibel & Levin, 1997)。在沒有 MRI 的時代，診斷小的聽神經瘤，必須做 CT 空氣腦池造影。有了 MRI 之後，就不需要做這種侵犯性的檢查，因為注射 Gd-DTPA 的 MRI，可直接清楚地看到這種小腫瘤（沈戊忠，民 89）。人體內充滿了水份，但各個部分的含水率不同，MRI 就是利用這種差異，偵測並記錄水分子中氫原子在強力磁場中的反應，而得到身體各部位的影像。氫原子（質子）有最大的磁動量，每立方公分

的組織約有  $10^{21}$  的氫原子，在正常情況下，磁動量的排列方向為隨機，因此互相抵消。當 MRI 以同頻率的電波激發這些氫原子時，會使他們的排列隊形出現一些變化，當激發停止時，氫原子回到原來狀態並放出無線電波。MRI 的接受線圈(天線)可接受這些訊號，並由電腦加以記錄、分析及顯像。MRI 可區別腦內的解剖結構，腦的組織可分為兩類 灰質與白質。灰質為腦神經細胞，白質則大部分為神經纖維。MRI 能夠區別灰質與白質，因為灰質所含的水分子較白質多了 15%。由於腫瘤或其他不正常區域的水分子含量與周圍組織通常不同，MRI 因此可顯示出不正常的組織。由於解相力優，MRI 使得過去無法找到病因的「頑性癲癇」得以找到病灶。此類癲癇通常可由 MRI 的影像中看見大腦顳葉內側的海馬回有萎縮及訊號增強的現象為異常放電的病灶所在(凌憬峰, 民 88)。

功能性核磁共振(functional MRI)，簡稱為 fMRI，不只提供影像，還可以提供生理及生化的訊息，如腦部血流量及代謝情形。fMRI 使用一般 MRI 儀器並具有快速影像技術，以偵測腦部神經元活動時，血流及血量變化的情形。fMRI 的主要優點為沒有輻射及非侵害性檢查(不需注射影像劑)，因此可廣泛應用來研究有輕微認知異常的兒童。在神經元活動的腦部區域，血流的增加超過組織從血液中吸收氧氣的增加，因此在毛細管後的血管含氧血紅素對脫氧血紅素的比率提高。含氧血紅素與脫氧血紅素對磁場的反應不同，fMRI 因此可偵測到信號的強弱。fMRI 檢查時，受試者必須保持穩定並進行某種心智活動，如思考、念字、默讀、記憶等。

### 參、正電子放射斷層掃瞄(PET, positron emission tomography)及單光子斷層掃瞄(SPECT, single photon emission computed tomography)

正電子放射斷層掃瞄(PET)可檢查整個大腦並確認 fMRI 的結果。PET 可將腦部血流、氧氣消耗量及葡萄糖代謝等情形，轉化為影像顯示出來。PET 所使用的同位素為正電子放射元素如  $^{11}\text{C}$ ,  $^{18}\text{F}$ ,  $^{15}\text{O}$ ,  $^{13}\text{N}$  等，這些元素被放入各種追蹤分子如  $^{18}\text{F}$  螢光脫氧葡萄糖， $^{15}\text{O}$   $\text{H}_2\text{O}$  等。這些放射性追蹤分子被注射入血管之中。PET 掃瞄儀使用一圈輻射偵測器測量這些輻射活動，並用電腦運算建構輻射活動的影像。PET 的優點為能真正量化測量大腦區域血流及葡萄糖代謝，並反應神經活動。PET 的

缺點為會使受試者受到微量輻射，對健康的成人並無影響，但對於研究學習障礙的兒童，頗有顧慮。另外，PET 需要附近有粒子迴旋加速器以製造放射性同位素，因此較為昂貴。當放射性同位素放射出之正電子與一般電子碰撞時，兩個粒子均消滅 (annihilation)，其質量被轉換為高能之伽瑪射線，稱為光子。PET 顯像儀有伽瑪射線的偵測器，可偵測出發生消滅事件的位置。

單光子斷層掃描(SPECT)使用半衰期較長的放射性同位素，如  $^{133}\text{Xe}$ 、 $^{123}\text{I}$ 、 $^{99\text{m}}\text{Tc}$ ，因此不需要現場有粒子迴旋加速器，所以較為便宜。這些發射伽瑪射線的放射性同位素被注射入體內，可測定腦部局部血流量的多少。SPECT 使用的放射性同位素發射的光子較 PET 因正電子 / 電子消滅所發射的光子能量較低，所以敏感性較低，可利用較長掃描時間補償。另外腦部深層組織，因訊號衰減，可能出現較低之放射活動量，因此 SPECT 較難產生絕對量化值(Krasuki, Horwitz & Rumsey, 1996)。

#### 肆、神經影像科技與自閉症、閱讀障礙及注意力缺陷過動症

Jones & Keruin(1990)報導一位亞斯伯格症的患者，在 CT 影像上出現左顳葉的損傷。這個案例支持自閉症 (亞斯伯格症是自閉症的一個亞型) 可能與左顳葉異常有關，左顳葉被認為與語言處理有關。White & Rosenbloom(1992)也報導一位二歲半的自閉症男童，在 CT 影像上，左顳葉有部分缺損。因此顳葉功能或結構的異常，特別是在早期發展階段，被認為與自閉症行為有關。Piven, Nehmes, Simon, Barta, Pearlson & Folstein(1992)以 MRI 研究 15 位高功能自發性自閉症患者，與對照組(以年齡、非語文智商配對)比較，發現自閉症的小腦第 6 至第 7 小葉比較小。雖然過去認為小腦的功能與動作有關，目前的研究顯示小腦與學習及認知也有關係。小腦新成部的發展不良，可能對注意力、大腦皮質調節、感覺調節、自主神經系統調節、動作及行為的啟動會造成影響。Garreau(1994)使用 SPECT 發現正常的非自閉症小孩，聽覺刺激會顯著增加左腦顳頂葉區的血流量，但在自閉症小孩聽覺刺激則增加右腦顳頂葉區的血流量。不過 Eilipek(1996)綜合自閉症的 MRI 研究指出：大部分自閉症患者的 MRI 影像在臨床解釋上是正常的。

在大腦解剖上最顯著的不對稱，是顳葉平台部。大約有 70% 的大腦左顳葉平台部較大，而約有 10% 的大腦右顳葉平台部較大。Galaburda

(1985)研究 4 男 3 女閱讀障礙者，發現 7 人之右顳葉平台均較大，因而產生對稱的情形。Rumsey(1986)依據 MRI 之結果，亦提出嚴重閱讀障礙之男性有高比率的兩顳葉平台對稱之現象。Larsen(1990)測量閱讀障礙青年的顳葉平台部，發現與正常閱讀者比較，其左右顳葉平台較為對稱。語音解碼的缺陷(閱讀障礙者的主要特徵)，與這種對稱性有高的相關。Leonard Voeller, Lombardino, Morris, Hynd, Alexander, Anderson, Garofalakis, Honeyman, Mao, Agee, & Staab (1993)測量 9 位閱讀障礙者，10 位他們正常的親戚，和 12 位控制組受試者，結果發現閱讀障礙者之右顳葉平台部中頂葉邊部分較顳葉邊部分為大。由於右頂葉與視覺空間的功能有密切的關係，他認為可能是因視覺空間功能被增強，因而使其語音及其他語言功能受到抑制。一般相信許多閱讀障礙者是視覺思考者，其右腦(管理視覺/空間)被認為較左腦(語言)為優勢。不過 Bigler(1998)指出左右腦不對稱性以及顳葉平台部不對稱問題是有爭議性的，因為通常先前有關閱讀障礙的研究無法複製。在 PET 的研究方面，則發現閱讀障礙者在進行語音處理時，其左腦顳頂葉皮質部活動減少。Flowers, Wood, & Naylor (1991)則發現有閱讀困難者後顳頂葉較為活躍，而正常人之上顳頂葉數為活躍，上顳頂葉為語言接受區，即 Wernicke 區。可能是閱讀困難者之大腦為補償無效率之神經連結，而在其他區域發展之故。學習障礙一般被認為中樞神經系統失常或神經心理功能異常所致，因而許多神經心理測驗被認為缺乏信度與效度(Hallahan, 1996)。因此神經影像科技的進步也許可幫助找出中樞神經系統缺陷之所在。

美國國家心理健康研究所(NIMH, National Institute of Mental Health)以 MRI 研究 57 位注意力缺陷過動症(ADHD)之男孩(5 至 18 歲)，結果發現他們的腦較 55 位年齡相當之正常男童為對稱。整個來說，他們右腦的額葉皮質、尾核(Caudate nucleus)、蒼白球(globus pallidus)較正常男孩為小。額葉皮質被認為是大腦的命令中心，而位於腦中央的尾核和蒼白球則負責把命令化為行動。ADHD 被認為是由於無法抑制思考所致。右腦負責執行功能(executive function)與抑制思考有關，而整個來說，ADHD 男孩的右腦較正常男孩為小，一般人之右腦大於左腦。Lou(1984 引自 Welsh, 1994)以 SPECT 研究 ADHA 兒童，發現其前額葉血流量較少，但服用利他林(Ritalin)可增加前額葉血流量，利他林一般係用來治療 ADHA。Zametkin(1993, 引自 Erst, 1996)以 PET 研究 ADHD 的成年人及

青少年，使用的追蹤劑為螢光脫氧葡萄糖以測量腦中葡萄糖使用的情形，結果亦有類似的發現，不過其他研究並未能相同的結果，也許螢光脫氧葡萄糖並非研究 ADHD 合適的追蹤劑(Erst, 1996)。

神經影像科技除可應用在上述之自閉症、閱讀障礙、ADHD、腦傷、癲癇等之研究外，亦可應用在聽神經瘤、視神經瘤、X 染色體脆弱症候群、Turner 症候群、神經纖維瘤、憂鬱症、躁症及精神分裂等之研究與診斷上。

## 參考書目

### 一、中文部分

- 沈戊忠 (民 89)。神經放射診斷學 判讀 CT 及 MRI 入門。台北：合記圖書出版社。
- 凌憬峰 (民 88 年 7 月 5 日)。追蹤癲癇影像病灶無所遁形。自由時報，43 頁。

### 二、英文部分

- Bigler, E. D., Lajiness-O'Neill, R. & Howes, N (1998). Technology in the assessment of learning disability. **Journal of Learning Disabilities, 31**(1), 67-82.
- Eilipek, P. A. (1996). Brief report: Neuroimaging in autism: The state of science 1995. **Journal of Autism and Developmental Disorders, 26**(2), 211-215.
- Ernst, M. (1996). Neuroimaging in attention-deficit/hyperactivity disorder. In G. R. Lyon & J. M. Rumsey (Eds.), **Neuroimaging** (pp.95-118). Baltimore, MD: Brooks.
- Flowers, D. L., Wood, F. B. & Naylor, C. E. (1991). Regional cerebral blood flow correlates of language processes in reading disability. **Archives of Neurology 148**, 637-643.
- Galaburda, A. M., Sherman, C. F., Rosen, G. D., Aboitiz, F., & Geschwind, N. (1985). Developmental dyslexia: Four consecutive patients with cortical anomalies. **Annals of Neurology, 18**, 222-233.

- Garreau, B (1994). Effects of auditory stimulation on regional cerebral blood flow in autistic children. **Developmental Brain Dysfunction**, **7** (2-3), 119-128.
- Jones, P. B. & Kervin, R. W. (1990). Left temporal lobe damage in Asperger's syndrome. **British Journal of Psychiatry**, **156**, 570-572.
- Kraemer, B. R. & Blacher, J. (1997). An overview of educationally relevant effects, assessment, and social reentry. In Ann Glany (Ed.), **Students with acquired brain injury** (pp.3-31). Baltimore, MD: Brookes.
- Krasuski, J., Horwitz, B., & Rumsey, J. M. (1996). A survey of functional and anatomical neuroimaging techniques. In G. R. Lyon & J. M. Rumsey (Eds.) **Neuroimaging**. (pp.25-52). Baltimore, MD: Brookes.
- Larsen, J. P., Hoiem, T., Lundbery, I., & Odegaard, H. (1990). MRI evaluation of the size and symmetry of the planum temporale in adolescents with developmental dyslexia. **Brain and Language**, **39**, 289-301.
- Leonard, C. M., Voeller, K. K. S., Lombardino, L. J., Morris, M. K., Hynd, G. W., Alexander, A. W., Anderson, H. G., Garofalakis, M., Honeyman, J. C., Mao, J., Agee, O. F., & Staab, E. V. (1993). Anomalous cerebral structure in dyslexia revealed with magnetic resonance imaging. **Archives of Neurology**, **50**, 461-469.
- Piven, J., Nehmes, E., Simon, J., Barta, P., Pearlson, G. & Folstein, S. (1992). Magnetic resonance imaging in autism: Measurement of the cerebellum, pones, and fourth ventricle. **Biological psychiatry**, **34**, 491-504.
- Scheibel, R. S. & Levin, H. S. (1997). Frontal lobe dysfunction following closed head injury in children: Finding from neuropsychology and brain imaging. In N. A. Krasnegor (Ed.), **Development of the frontal cortex** (pp.241-264). Baltimore, MD: Brookes.

- Welsh, M. C. (1994). Executive function and the assessment of attention deficit hyperactivity disorder. In N. C. Jordan & P. J. Goldsmith (Eds.). **Learning disabilities: New directions for assessment and intervention** (pp.21-42). Boston: Allyn & Bacon.
- White, C. P. & Rosenbloom (1992). Temporal lobe structure and autism. **Developmental Medicine and Child Neurology**, 34(6), 558-559.

