



學習障礙的

腦神經病理因素及其
醫學神經學觀

的處遇 (上)

楊坤堂

壹、學習障礙的腦神經病理因素

「人之異於禽獸者幾希」，其中的重要內涵是人性與智慧。人類具有創造、維持與傳達文明的高度智慧，而這主要是依賴人腦的機制和功能。人類經由腦部的運作，不斷地對宇宙探究與科技發明有新的發現，同時，人類也不斷地對腦部的奧秘有新的發現。雖然如此，研究腦部的學者專家一致認為人類對這重量約46盎斯的腦部器官依然所知有限 (Holmes, 1994)。

學習障礙的研究肇始於醫學界的研究，例如字盲 (word blindness) (一種重度閱讀障礙的) 的研究 (Morgan, 1896)，而字盲具有神經系統的病理因素。Goldstein 於 1910 年代，Orton 於 1920 年代，以及 Strauss 和 Werner 於 1930 年代分別研究成人或兒童的心理、語文或行為問題。因此，學習障礙的早期術語與腦和神經系統有關，諸如，腦傷兒童 (Strauss & Werner, 1947)，史特勞斯徵候群 (the Strauss - syndrome) (Strauss & Kephart, 1955; Stevens &

Birch, 1957), 神經異常 (neurological disorder), 神經殘障 (neurologically handicapped) 和心理神經學習異常 (Psychoneurological Learning disorder) (Myklebust, 1963) 以及輕度腦功能失常 (minimal brain dysfunction, MBD) (Clements, 1966) 等。

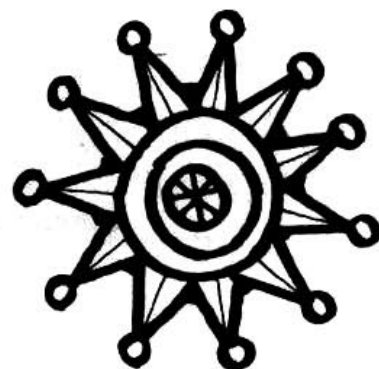
此外, 病理因素也是學習障礙定義的主要內涵之一, 例如, 美國全國健康聯合委員會和美國全國學習障礙聯合委員會 (The National Joint Committee for Learning Disabilities) (1987) 的學習障礙的定義均明文說明學習障礙「推測是由中樞神經系統功能異常所引起的」。與學習障礙有關的中樞神經系統功能異常約可歸納為下列四項:

1. 腦部區域 (或部位) 與腦神經功能障礙。
2. 腦神經徑路連結障礙。
3. 腦功能轉換過程障礙, 以及
4. 腦神經系統新陳代謝 (生化作用) 問題等。

一、腦部部位功能與腦神經功能障礙

(一) 腦神經功能障礙

人體腦部的十二對腦神經分別職司不同的功能, 個體經由腦部十二對腦神經功能去感覺和知覺外界刺激, 藉以增進對環境的認知。任何一對腦神經的缺陷都可能妨礙個體進行充分而有效的學習活動。腦部的十二對腦神經及其主要功能如表一所示:



表一：十二對腦神經及其主要功能

腦神經名稱	主要功能
1. 嗅神經 (olfactory)	嗅覺。
2. 視神經 (Optic)	視覺。
3. 動眼神經 (Oculomotor)	眼部肌肉動作。
4. 滑車神經 (Trochlear)	向外和向下旋轉眼球。
5. 三叉神經 (Trigeminal)	臉部、上頷、牙齒等部位的感覺。
6. 外展神經 (Abducens)	眼外直肌動作。
7. 顏面神經 (Facial)	臉部肌肉的動作。舌前部位的味道。軟顎的感覺。
8. 聽神經	耳蝸部位：聽覺 前庭部位：維持平衡 (equilibrium)
9. 舌咽神經 (Glossopharyngeal)	舌後部的味道、扁桃腺、咽部和軟顎的感覺。咽部肌肉的動作。
10. 迷走神經 (Vagus)	心臟、肺、支氣管和胃腸的動作。心臟、肺、支氣管、胃腸和外耳的感覺。
11. 脊椎列神經 (Spinal Accessory)	頭顱部位：咽部、上喉部、顎懸壺垂 (uvula palatina) 的動作。 脊椎部位：胸骨與頸骨乳突上部和斜方骨肌肉的動作。
12. 舌下神經 (Hypoglossal)	頸部和舌部肌肉的動作。

(二) 腦部部位 (或分區) 功能障礙

人體的一切意識行動均受制於大腦皮

質 (cerebral cortex)。大腦分成左右兩個大腦半球 (cerebral hemisphere)，左大腦皮質和右大腦皮質在結構造 (construction) 和新陳代謝作用上是幾近相似，然而彼此的功能並不相同。腦部功能均受制於神經系統的生理結構和化學物質傳導 (chemical transmissions)。因此，大腦皮質部位 (或分區) 功能以及神經系統生理結構與化學傳導的失常或障礙均可能形成個體學習上的困難和問題。

1. 大腦左半球 (或左半腦) (Left hemisphere)：

大腦左半球一般又稱為大腦主要半球 (major hemisphere)，負責控制身體右邊的功能如，右手的精細動作，此外，其主要功能包括語文能力，諸如內在語言、字詞、口語符號、語文、口語記憶 (Luria, 1976)、說話、寫字和數字能力、科學技術與理論 (張春興，民78) 等能力。大腦左半球包含布洛卡區 (Broca's area)，屬於說話 (speech) 區。在資訊處理過程中，大腦左半球負責分析式思考、細節評估和序列能力。左半球有使用語詞進行推理的能力，因此，左半球負責算術的計算和分析 (Tarnopol & Tarnopol, 1977)。

2. 大腦右半球 (Right hemisphere)

大腦右半球一般又稱為大腦次要半球 (minor hemisphere)，負責控制身體左邊的功能，例如左手的精細動作。此外，其主要功能包括音樂、藝術、空間理解等非語文能力 (張春興，民78)。大腦右半球以整體性，而非細節性處理資訊，因而具有組織技能和社會知覺。主要負責非語

文刺激的反應，諸如身體覺察 (像空間定向)、時間感、方向感、圖畫知覺、心智意象 (mental imagery)、空間知覺 (Ketchum, 1967)、視覺刺激記憶 (Luria, 1976)、形狀、色彩和環境聲音的記憶與音樂、藝術、舞蹈、雕刻、幾何透視繪畫等有關的視覺技能。大腦右半球可以理解簡單的語文和計算兩位數加法的簡易算術 (Tarnopol & Tarnopol, 1977)。

3. 顳葉 (Temporal Lobe)

顳葉負責語言的接受 (聽話)、語言理解和情緒。語言是學習的重點，因此擁有語言能力的大腦半球被稱為優勢 (dominant) 大腦半球。

41區：主要的聽覺接受區，分析聲音的頻率。

42區：聽覺接受區，分析聲音的頻率。

21, 22區：聽覺聯合區，結合42區的功能可做高層次的聽覺分析。

21, 37區：控制視覺記憶力和序列，字詞意義，字詞檢索。

4. 額葉 (腦前葉) (Frontal lobe)

，其功能主司思考、記憶、學習及意識。

額葉的主要功能包括集中注意力、把成份要素統整成整體 (覺察與觀察的統整)、組織能力 (組織外界刺激的能力)，以系列策略處理資訊、判斷、控制衝動、危險情境和行為後果的評估，以及適當的情緒反應。

4區：控制隨意肌的運動、控制手和臂部的精細運動。

6, 8, 44區：協調、組織、終止或

改變運動。聯結各種感覺系統而形成複雜的動作活動 (motor activities)。

44區：稱為布洛卡區 (Broca's area)，位於大腦左半球，主司說話運動的功能，若此區受損，則有構音困難。

4區 + premotor + 感覺聯結可形成視覺—動作、聽覺—動作，和觸覺 (tactile)，運動 (kinesthetic) —動作的聯合能力。

額葉前部區 (Prefrontal Areas) (9, 10, 45, 46, 47區)：負責控制判斷、推理、抽象思考、動機、計畫、執行計畫、持續、警戒 (vigilance)、情緒衝動和衝動行為的抑制；適當的行為反應；目標導向的組織行為，行為選擇；注意力和活動的規範作用；動作、說話、心智活動、意識和情感行為的活化作用；把資訊組織成時間性的序列架構。

5. 頂葉 (Parietal lobe)：

主要功能是控制軀體的感覺，包括體知覺區、知覺性語言中樞和視覺性語言中樞。採取同時方式 (simultaneous approach) 以整體方式處理外界刺激。

1, 2, 3區：稱為大腦右半球的身體感官條溝 (somatosensory strip) 接受從身體左邊傳來的觸覺、痛覺、運動、重量和溫度的感覺。而大腦左半球的條溝則接受來自身體右邊的上述感覺。身體感官條溝的受損使得個體喪失身體特定部位的感覺能力。

5, 7區：5, 7區和其他有關區域相結合則能夠分析和綜合更複雜的觸覺—運動感覺資訊。5, 7區若受傷害，個體則喪失部份的感覺能力。

6. 角回 (Angular Gyrus)：

角回在39區：位於主要大腦半球處，並與40區一齊作用。腦部的視覺、聽覺和感覺區跟本區有關。若本區受到損傷，則個體會有閱讀、書寫、拼音、語文理解和身體意象理解能力的不足。

7. 枕葉 (Occipital lobe)：

主司視覺，含有視覺區。枕葉負責處理視覺刺激。

17區：對簡單的視覺刺激 (如線條和邊條) 採取反應。

18, 19區：跟其他區域給合執行較高層次的視覺功能，像分析角、方形、運動、形象——背景區分；辨識和描述物體；把物體的各部組合成整體，控制眼動的軌跡；視——聽覺、視覺——動作和視覺——感覺聯合等 (Tarnopol & Tarnopol, 1977)。

二、神經系統徑路連絡障礙：

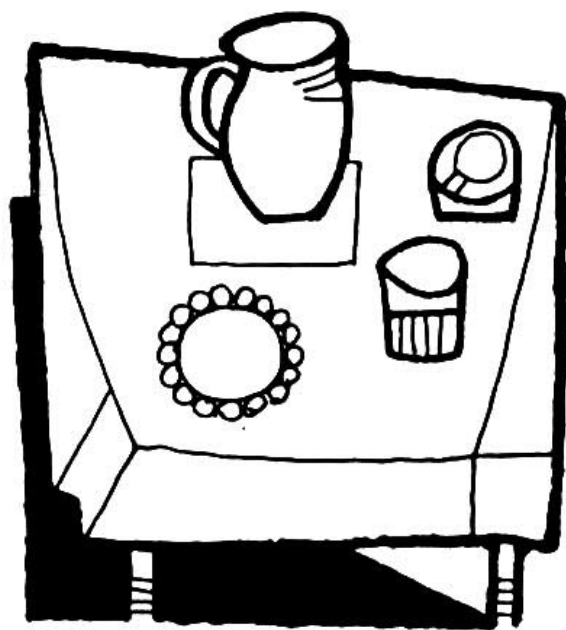
神經系統徑路連結障礙亦被推測為學習障礙的病理因素之一，(許澤民，民73；曾志朗，民73)，其中包括末梢神經系統與中樞神經系統的連結，以及左腦 (大腦左半球) 和右腦 (大腦右半球) 的連結。例如，有些學習障礙兒童顯現注意力不足過動異常的行為現象，而注意力不足過動異常的徵候有些是因為神經通道受到神經性傷害或阻塞而形成的 (Barkley, 1990)。有些則是末梢神經系統與中樞神經系統負責聯結與傳遞功能之一的視丘區的功能失常所造成的。

由於腦神經是交叉控制，若右腦和左腦中間的神經束胼胝體 (corpus callosum) 的聯結功能發生障礙，則左右腦半球的

資訊不能交換。而大腦的功能也無法統整，因此，學習障礙乃是其必然的後果之一。

三、神經系統轉換過程的障礙：

學習活動的過程或資訊處理的認知過程可說是神經系統的轉換過程。資訊（例如，環境刺激）從末梢神經系統的感覺作用傳遞到大腦，經由腦功能的知覺作用加以轉換（例如解碼作用），而後由中樞神經系統的各有關功能進行資訊處理的認知學習活動。若腦部受傷手術切除海馬質（hippocampus），雖然患者的智力不受影響，其長期記憶亦未消失，而且短期記憶的功能仍在，但卻無法把新學習的結果從短程記憶轉換為長程記憶，因此，患者經常迷路，社交會話有困難，以及學科學習困難等學習障礙現象（許澤銘，民73；曾志朗，民73）。



四、腦部新陳代謝功能失常：

新陳代謝係指生物吸收養料，排除廢物的交互作用。顯現注意力缺陷現象的學習障礙有些屬於腦細胞多巴胺（dopamine）新陳代謝功能失常的結果。化學成份如dopamine者從腦部流到腦脊液（cerebrospinal fluid，簡稱C S F）處。C S F圍繞著腦部，C S F可以從生物中取得，並在腦中反應化學變化。

Shaywitz，Cohen和Bowers（1977）證實dopamine新陳代謝的變化（測量脊髓液）可在輕度腦功能失常兒童的個案上發現。因此推論dopamine係注意力缺陷的化學變化的主導體系。Shetty和Chase（1976）研究Homovanillic acid（H V A）（此係一種dopamine metabolite）和5-HIAA（5-hydroxyindolacetic acid，此係一種血清素serotonin的metabolite），其結果指出，kopamine功能的變異可能在過動徵候群兒童的身上發生。

此外，腦幹中心的化學物質如dopamine，原（新）腎上腺素（noradrenalin）和血清素，經由前和／或右半腦的輸入系統而分佈腦部全區。本系統調整腦部對刺激的敏感度，以及規範活動注意力和衝動的程度，本系統的新陳代謝功能的失常，使得個體無法適當地控制其注意力、集中專注和衝動行為，而需形成學習障礙的問題（Barkley, 1990）。

（作者：台北市立師範學院特教系副教授兼實驗小學校長）