

# 自閉症的破鏡之旅：鏡像神經元

鄭雅薇醫師

台北市立聯合醫院 中興院區復健科

[yawei@tpech.gov.tw](mailto:yawei@tpech.gov.tw)

自閉症(Autistic spectrum disorder)是一種神經發展性症候群，患者最顯著的特徵，就是有社交互動的障礙。除此之外，也常合併有語言溝通障礙、固著化的行為、及對聲音或觸覺過度敏感等嚴重程度不一的症狀。自閉症的起因，仍是個待解的謎，但自閉症的盛行率，無論是在美國或在台灣，都逐年快速上升。因此，投入自閉症的研究，刻不容緩。現在，1992年義大利帕瑪大學里佐拉蒂 (Rizzolatti) 的研究團隊發現鏡像神經元 (mirror neurons)，及 2000年美國加州大學聖地牙哥分校拉瑪錢德朗(Ramachandran)的研究團隊提出鏡像神經元理論，為自閉症的成因與治療，正開啓一道曙光。

鏡像神經元的發現始於 1992 那年的一場意外。在義大利北部的帕瑪大學，里佐拉蒂先用單細胞神經紀錄(single neuron recording)恆河猴的腦子內的F5區[相當於在人腦的前運動皮質之腹側，亦即布洛卡區 (Broca' area)]，發現當猴子作特定的動作時，如抓握、撕紙等，該區某些神經元就會活化；然而，此發現在當時備受質疑，別的學者認為該神經元的活化是導因於猴子“準備”要做該動作，而不是猴子“正在”做該動作。於是里佐拉蒂為了澄清此疑慮，指派學生迪·派勒吉諾(di Pelligrino)修正該實驗，刻意將猴子準備和做動作的時間拉開，據說當天接近中午時刻，當猴子的腦內已置入單細胞神經記錄，正等待準備中，里佐拉蒂的同事費帝加(Fadiga)忍不住偷拿一根放在猴子面前的香蕉，此時緊盯著單細胞神經紀錄螢幕的迪·派勒吉諾，意外地發現猴子的F5神經元，不只在猴子本身抓香蕉時活化，也會在猴子看到其他人／猴子抓香蕉時活化，這個破天荒的發現首先被整理發表在 1992年Experimental Brain Research的期刊中<sup>1</sup>，然後再經過四年，里佐拉蒂的研究團隊不斷重複檢測該實驗結果，才在 1996年正式用“鏡像神經元”發表在Brain<sup>2</sup>和Cognitive Brain Research<sup>3</sup>等國際知名期刊中，開啓鏡像神經元之於認知神經科學的世紀革命。

而在人類的大腦內，是否也有鏡像神經元？答案當然是肯定的。藉由現代腦造影的研究，如功能性核磁共振掃描(functional magnetic resonance imaging)、腦磁波(magnetoencephalography)、腦電波(electroencephalography)、及經頭殼磁場刺激(transcranial magnetic stimulation)等等，我們得以一窺的人類大腦皮質裡，也有鏡像神經元的存在。只要看到或聽到別人的動作，便在腦中重現相同的動作，彷彿鏡子般投射出該行為。不只如此，當我們看到別人喜怒哀樂的各種情緒時，我們也會不由自主地在腦中模仿該情緒反應<sup>4</sup>。而人類大腦的鏡像神經系統，已知包括前運動皮質之腹側(或布洛卡區)(ventral premotor cortex)、頂葉下側小葉(inferior parietal lobule)、前扣帶迴皮質(anterior cingulate cortex)、及腦島(insula)。

鏡像神經系統，使我們能夠理解別人的行為、意圖和情緒；鏡像神經系統，使我們能夠模仿學習別人的動作；鏡像神經系統，使我們能透過肢體動作、語言，彼此能夠溝通；鏡像神經系統，使我們有同理心，能夠感同身受。因此，鏡像神經系統是整個社會認知神經科學的根本。

從鏡像神經元的意外發現，約十年後，美國的拉瑪錢德朗和英國的懷特(Whitten)，都分別提出：自閉症的最主要病症—社交功能障礙，很可能是肇因於鏡像神經元功能受損所造成。該自閉症之鏡像神經元理論提出後，一系列的研究證據，如許後春筍般冒出來。目前，腦磁波已發現自閉症患者模仿別人的動作時，鏡像神經系統的訊號處理速度較慢；腦波(electroencephalography)也發現自閉症患者，在自己做動作時，代表主要運動皮質的活化的mu波(mu rhythm)，和一般人相仿，但在觀看別人的動作時，自閉症的鏡像神經系統之主要運動皮質活性，較弱許多；結構性腦部核磁共振掃描也發現，自閉症患者比起一般人，鏡像神經系統的皮質厚度較薄，而且，其自閉症症狀的嚴重程度，與鏡像神經系統的皮質厚度有相關性；甚至，功能性腦部核磁共振掃描，在偵測自閉症患者模仿或觀看別人的喜怒哀樂各種臉部表情時，其鏡像神經元活性較一般人來得弱，而且隨著自閉症的社交障礙越嚴重時，其活性也跟著變弱<sup>5</sup>。

在台灣，我們的研究團隊也在貢獻我們的腦力，從 2002 年我們開始投入這個領域的研究；2005 年，我們發現，在觀看別人的雙走—用腳尖走路、站立不動、及用腳跟走路，其脊椎反射的調控呈現鏡像反應<sup>6</sup>。也就是說，看到別人邁步走，我們也會不由自主地跟著邁步走。當時，也意外地發現，女性的鏡像反應要比男性強很多，推論鏡像神經系統有性別的差異性。因此，進一步運用腦磁波<sup>7</sup>偵測到，女性在看到別人的手部動作時，其鏡像神經系統的主要運動皮質的活化，要比看隨意移動的亮點—非生物性移動，來的強多了；而男性卻是相反的情況。亦即，男性在看別人的手部動作時，鏡像神經系統的活性較女性來的弱；這個反映在鏡像神經元的性別差異，也意外地可以和拉瑪錢德朗的腦波發現—自閉症患者觀看別人的手部動作時，鏡像神經系統的主要運動皮質沒有顯著的活化，連結起來，去呼應英國劍橋大學巴龍柯恩(Baron-Cohen)提出的假說—自閉症是過度男性化大腦 (extreme male brain theory of autism)。再者，運用功能性腦部核磁共振掃描，偵測受試者看到別人用手去抓取食物的腦部變化，所引發的鏡像神經系統活性，發現當受試者肚子餓時，活性很強，當受試者吃飽後，其活性，就變得很弱。也就是說，鏡像神經系統是可以被動機所調控的<sup>8</sup>。

現在，我們的研究團隊，繼續全力以赴，從鏡像神經系統切入，釐清自閉症患者的社交障礙的致病機轉，探討鏡像神經系統的活性，是否可當作自閉症的腦神經生物標誌，藉以診斷自閉症？進一步藉由此生物指標，找出對自閉症有效的藥物或復健療育，期盼不久的未來，家有自閉兒的家長，不再坐困愁城，能夠走出來，迎接燦爛的陽光。

參考文獻：

1. di Pellegrino G, Fadiga L, Fogassi L, et al: Understanding motor events: a

- neurophysiological study. *Exp Brain Res* 1992; 91: 176-180.
2. Rizzolatti G, Fadiga L, Gallese V, et al: Premotor cortex and the recognition of motor actions. *Cogn Brain Res* 1996; 3: 131-141.
  3. Gallese V, Fadiga L, Fogassi L, et al: Action recognition in the premotor cortex. *Brain* 1996; 119: 593-609.
  4. Wicker B, Keysers C, Plailly J et al: Both of us disgusted in my insula: the common neural basis of seeing and feeling disgust. *Neuron* 2003; 40: 655-664.
  5. Dapretto M, Davies MS, Pfeifer JH, et al: Understanding emotions in others: mirror neuron dysfunction in children with autism spectrum disorders. *Nat Neurosci* 2006; 9: 28-30.
  6. Cheng Y, Tzeng OJL, Hung D, et al: Modulation of spinal excitability during observation of bipedal locomotion. *NeuroReport* 2005; 16: 1711-1714.
  7. Cheng Y, Tzeng OJL, Decety J, et al: Gender differences in the human mirror system: a magnetoencephalography study. *NeuroReport* 2006; 17: 1115-1119.
  8. Cheng Y, Meltzoff AN, Decety D: Motivation modulates the activity of the human mirror-neuron system. *Cerebral Cortex* (e-pub ahead)