



智慧型迴路式 深腦刺激系統

未來的 DBS
可望更靈活調整、
副作用少，也更省電

口述／戴春暉 臺大醫院神經部主治醫師
整理／趙瑜玲

傳統的 DBS 植入腦中的電極乃 24 小時持續放電，一段時間之後由醫師視病人使用成效加以調整；目前正研發中的智慧型迴路式 DBS 則可望藉由偵測腦波變動，自動給予適當的電刺激，讓調整更即時而精確，減輕副作用，也減少無謂的耗電。這項技術目前已有某款偵測設備在國外上市，國內亦審查中，但僅限於作為醫師調整電流之參考；至於如何讓偵測到的訊息能即時自動轉化為適當的治療，醫學界正在積極研究中。

深腦刺激術 (DBS) 發展至今已二十年，成為巴金森患者在藥物治療之外的另一種治療選擇。患者接受手術植入一組刺激電極於腦部及一組治療器於體內，透過治療器釋放適當電流刺激神經核以改善動作障礙的症狀。至於電流投放位置、電量多寡，患者須多次回診由醫師調校；但也因為電流為 24 小時持續釋放，難免產生一些副作用及浪費；且病人每隔三至五年就須接受手術取出治療器更換電池，一組電池費用約新台幣 60 萬元。(DBS 基本介紹可參考本刊第 18 期專題或向協會索取 DBS 小手冊)

雖然這樣的傳統式 DBS (開放迴路 DBS, Open-Loop DBS) 已嘉惠不少病友，但醫師們仍設法加以改良，期望將來的「智慧型迴路式 DBS (Closed-Loop DBS)」能讓治療的調整更迅速精準、副作用更少，電量的耗用也更低，讓電池的壽命更長。

智慧型迴路式 DBS 的基本概念

相較於傳統 Open-Loop DBS，研發中的 Closed-Loop DBS 可望透過以下概念的實現，提高治療效率、減輕副作用：

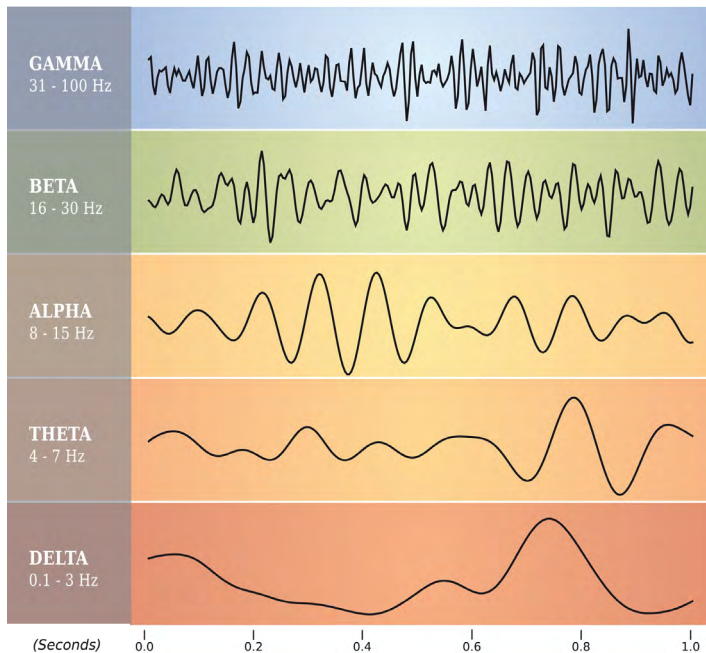
一、浮動的治療電流：傳統 DBS 的治療電流是由治療器固定持續釋放，但其實有許多時候 (例如病人睡眠中) 並不需要維持同等強度的電刺激，這容易導致副作用，也相對耗電。科學家希望透過病人腦波的監控，蒐集訊息回應給治療器之後，即時調整電流，在需要的時候釋放適當的電量，不需要的時候降低電量或甚至休眠。

二、腦波監控的迴路：傳統 DBS 的電極只負責單向釋放治療電流，在新的治療概念裡，治療電極的迴路是雙向的，一方面給予治療電流，另一方面回饋病人神經核電場的變化給治療器，作為即時因應病人狀況調整治療電流的依據。

目前的研發成果

以上的概念，目前研發成果已經可以透過電極偵測並蒐集病人腦波的訊號，目前偵測的項目是腦中的「 β 震盪」。β 震盪是神經核電氣活動中的一個頻段，約在 13-30 赫茲之間，研究顯示，β 震盪的出現，與巴金森病人動作障礙症狀有關。但，目前只知道兩者之間「有關聯」，尚未確認有密切、精

HUMAN BRAIN WAVES



在人類多種腦波中，目前科學家發現 β 震盪與巴金森動作症狀有關，但只能做為參考依據。

準的關聯性，甚至在動物實驗中， β 震盪的出現遠比動作障礙症狀出現遲延多日。

因此，雖然這樣的偵測設備已於 2020 年初分別在歐美上市，我國的引進也已在衛福部審核中，但只能用於腦中訊息的蒐集，提供給醫師讀取，作為調整電流的一部分參考，還無法成為自動調整電流的依據。

進行中的研究

以 β 震盪為出發的研究中，發展出一種「回應性 Closed-Loop DBS」，當 β 震盪達到某個程度就開啟電流，低於某個程度就關

閉。英國的研究團隊發現，光是這樣「開啟／關閉」的二分法給電，就已經能省掉 55% 的電流時間。這意味著，電流引起的副作用（例如口齒不清）可望減少；因為藥物搭配 DBS 可能引起的異動症也可望減輕。

但另一個研究方向「可適性 Adaptive DBS」則期望更高，希望從「啟動／關閉」進化到「波動式」給電，也就是配合 β 震盪的高低起伏，給予高低波動式的電流。簡單來說，就是比回應性 Closed-Loop DBS 更為細膩，更貼近實際需要，可望更減少不必要的副作用及耗電。

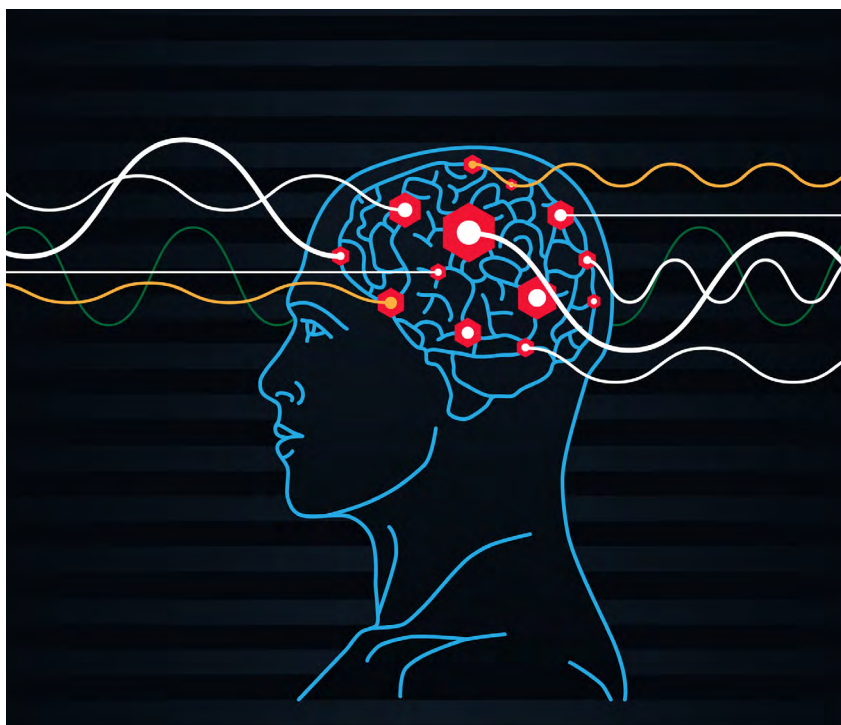
尚待克服的問題

在以上這些新形態 DBS 的研究中，似乎是以「 β 震盪」為核心基礎，但， β 震盪真的是最適當的生物標記 (Biomarker) 嗎？尋找更為適切的生物標記顯然是這些研發中非常核心的問題。甚至已經有研究朝向多重生物標記的方向進行，也就是調整電流的參考數據，將不再孤注一擲於 β 震盪或某種現象，而是多種現象的整合，對於病人腦部需求的偵測，可望更加全面而精準。

此外，如果這樣的研發成果終能落實，現

實上還會面臨其他的問題：例如，如何讓治療器學會判讀病人的需求，是一個 AI 人工智慧的問題；又如，一個能夠即時蒐集、分析、回應這些訊息並做出即時電流調整的治療器，顯然會是一部「超級電腦」，這樣的治療器如何輕巧且不耗用更多電力，又是另外一連串的問題。

以國內的研發進展來說，臺大的研究團隊已針對以上問題，展開「次世代深腦刺激系統」的研發，在取得多數 DBS 病人的同意下，結合醫學院及電機相關科系的頂尖人才，進行更有前瞻性的研究與開發。



科學家仍在尋找更適合的生物標記，也許是多種現象的組成，而非單一腦波變化。