

## 跨顱直流電刺激(Transcranial direct current stimulation, tDCS)

鍾明芬、廖羿涵、吳菁宜

跨顱直流電刺激(Transcranial direct current stimulation, tDCS)是一種可以改變大腦神經興奮性的非侵入性神經調節技術，主要是透過兩個貼在頭皮的電極，經由陽極到陰極的微弱電流，調節神經興奮性。tDCS 陰極(c-tDCS)和陽極(a-tDCS)電流分別會過極化和去極化細胞膜電位，改變神經細胞興奮的閾值，從而分別降低和增加大腦皮質興奮性，其功效在刺激過後可維持數分鐘到數小時不等。

tDCS 應用範圍相當廣泛，包含認知科學與復健醫療等，在動作訓練效果上，目前研究發現 tDCS 可以增進健康成人的動作表現、動作學習以及中風患者的動作恢復。tDCS 的刺激區域可以依據目的進行調整，常見且對動作表現進步有成效的方式之一是將「陽極裝置在受損腦半球的主要運動皮質區(primary motor cortex, M1)，陰極則裝置在對側腦眶上區(supraorbital area)」(下圖)；實驗發現 a-tDCS 可抑制「抑制系統」，即腦傷或中風後神經網路出現代償機制，致使健側腦過度活化並抑制患側腦，使得兩腦間抑制作用失衡，透過 a-tDCS 去興奮患側腦，讓患側腦的神經活性不再一直被健側腦所抑制，再適時地配合訓練即可產生較佳的動作表現及反應時間。

將 tDCS 應用於中風患者以促進動作恢復時，除了探討 tDCS 搭配動作訓練的效用外，另一個重要的議題為該何時給予 tDCS，因為應用時間點可能引發神經生理改變以及最大化神經復健的訓練效果。關於 tDCS 相對於動作訓練的時間點研究，主要研究對象為健康成人，少數應用於中風患者。大多數介入治療的研究顯示在動作訓練的同時使用 tDCS 對於動作恢復有正向效果，但也有研究指出在訓練前先給予 tDCS 反而是有幫助的，最佳應用 tDCS 的時間點仍然是值得未來探討的問題。

總而言之，tDCS 適時配合動作訓練在提升行為改變方面是有效的，且在安全醫療監督下對中風患者也無害，但關於更深入的機制與應用，目前仍有許多實驗性和臨床性的試驗在不斷探討與證明，期待能發揮 tDCS 最大的治療潛能。



跨顱直流電刺激裝置(左圖)及電極放置位置(右圖)