

行政院國家科學委員會專題研究計畫 成果報告

總計畫(3/3)

計畫類別：整合型計畫

計畫編號：NSC91-2614-E-002-002-

執行期間：91 年 08 月 01 日至 92 年 07 月 31 日

執行單位：國立臺灣大學醫學院復健科

計畫主持人：賴金鑫

共同主持人：張雅如，陳適卿，游忠煌，陳友倫

計畫參與人員：陳惠真

報告類型：完整報告

處理方式：本計畫可公開查詢

中 華 民 國 92 年 12 月 18 日

行政院國家科學委員會專題研究計畫成果報告

脊髓損傷者之神經科技輔具的研發與應用(III)

Development and Application of “Neural Prostheses” for the Spinal Cord Injured(I)

計畫編號：NSC 91-2614-E-002-002-

執行期限：91 年 8 月 1 日至 92 年 7 月 31 日

主持人：賴金鑫

執行機構及單位名稱：國立臺灣大學復健科

E-mail: jslai@ccms.ntu.edu.tw

一、中文摘要

脊髓損傷(Spinal Cord Injury, SCI)是因為病人的脊髓受到外傷或病變導致四肢及軀幹完全或不完全麻痺。由於肢體功能的喪失，會嚴重影響病患者的活動功能及獨立性。此類患者多好發於富有工作能力的年輕人，這些年輕患者往往因此而喪失工作能力，不僅使國家損失許多生產力；更因為照顧這些病患需要龐大的醫療照顧人力，形成國家資源的一種浪費。神經科技輔具(neural prosthesis)是利用電刺激取代患者喪失的神經功能，使病人得到功能上的重建與回復。目前神經科技輔具為許多先進國家認為是重建脊髓損傷患者功能的良方，並且業已投注許多心力加以研發。我們認為不論在未來對患者的功能重建上、在減少患者對他人的依賴上、在降低照護的人力需求上、以及建立本土化高附加價值的醫療工業上的考量，神經科技輔具都是一項值得投注人力金錢下去研發的項目。

本計劃整合了五個子計劃，對神經科技輔具進行研究，並依計劃完成預計之目標。

關鍵詞：神經科技輔具，脊髓損傷

Abstract

Spinal Cord Injury (SCI) resulted from trauma or other lesion will cause the paralysis or paresis of extremities and trunk of patients, whose motor function and independence are impaired according to its level and severity. Neural prosthesis could restore the motor function of SCI patients with the controlled electrical neuromuscular stimulation and be thought as a useful rehabilitation utility in developed countries. We believe that the neural prosthesis is valuable for the restoration of motor function and independence of SCI patients, the reduction of cost of medical care, and creation of high-tech medical industries in Taiwan.

This researching program with five projects has achieved the desired goals.

二、緣由與目的

神經科技輔具(neural prosthesis)是利用電刺激取代失去功能的神經系統，使肌肉產生收縮，進而產生功能上有用的動作。神經科技輔具在復健上的運用首先是由 Liberson 等人用於中風病人步行時的懸垂足(foot-drop)矯正[1]。自此之後 FES 使用來重建中樞神經病變或受傷的病人所喪失的功能。

脊髓損傷(Spinal Cord Injury, SCI)是因為病人的脊髓受到外傷或其他病變導致四肢及軀幹完全或不完全麻痺。患者會因為

受傷位置的不同而產生不同程度的功能喪失。

在國內，已有臺灣大學電機工程研究所及成功大學醫學工程研究所對此題目進行研發。並已有初步成果發表於國內外之期刊[2-3]。未來不論是就患者本身的功能重建、減少患者對他人的依賴、降低照護的人力需求、以及建立本土化高附加價值的醫療工業等各方面來考量，FES 都是一項值得投注人力金錢下去研發的項目。因此，本計劃的目的在於建立一個完整的脊髓損傷患者神經科技輔具治療計劃、建立動作圖樣資料庫及相關的基礎研究、完成神經科技輔具人體使用之臨床評估。

三、研究方法與進行步驟：

故本研究群整合了二個醫學工程相關單位（臺大電機所、以及華夏工專電子科）以及三個復健科學臨床研究單位（臺大復健科、北醫復健科、以及長庚復健科）對此一題目進行研究。經國科會核准補助的研究包括下列五個子計劃：

子計劃一：以數位處理器為基礎的神經肌肉刺激系統之研發與微型化(III)：由臺大復健科教授主持；

子計劃二：脊髓損傷後肌肉電生理適應研究-神經科技輔具生理控制參數分析(III)：由台大物治系張雅如博士主持

子計劃三：以殘餘功能控制神經科技輔具以重建脊髓損傷者之手部功能(III)：由北醫復健科陳適卿主任主持；

子計劃四：以迴饋控制神經科技輔具重建脊髓損傷者之手部功能(III)：由北醫復健科游忠煌博士主持

子計劃五：以類神經網路應用於脊髓損傷者之輔助步行訓練系統(III)：由華夏工專電子科陳友倫博士主持

以上五個子計劃，分別對基礎、臨床、及不同層度的失能狀況來加以研究。

三、結果與討論

子計劃一已經設計出一套以數位信號處理晶片為主的電刺激器，有產生任意刺激波型(arbitrary waveform)、接受不同控制信號的能力。此系統提出以「元素」與「包波」合成刺激波形的的方法。使用者可於個人電腦上開發的視窗化界面設計所需的波形，再將之傳送到電刺激器上輸出。系統採用 TMS320C32 數位訊號處理器合成八通道高解析度刺激波形，並透過自製的輸出級電路產生定電流隔離刺激。

子計劃二的目的在於研究脊髓損傷後肌肉生理變化，並尋找替代之神經控制模式，定量肌力輸出之不穩定性，做為發展神經科技輔具之基礎。以比目魚肌(Soleus)為目標肌肉，建立脊髓損傷後肌肉電生理適應之模型。選用比目魚肌之原因有二：一、比目魚肌為人體中，慢肌纖維含量比例最高之肌肉，比目魚肌在脊髓損傷後之肌纖維慢到快轉換，將可提供本研究適應模型。二、比目魚肌為單一關節肌肉，所產生之動作較單純，適宜做為研究生理參數設定之模型。

本計劃第三年度完成之主要目標為測試脊髓損傷後癱瘓機之電生理特性：初步結果發現，脊髓損傷後，比目魚機會產生變性，亦即是其疲乏指數(Fatigue Index)會降低，肌肉變成較易疲乏。

子計劃三於第三年的主要工作是建立控制手部肌肉電刺激系統。其工作內容：

1. 手部功能的動作分析
2. 手部肌力測量
3. 手部肌電圖測量系統
4. 手部電刺激系統

在手部功能的動作分析上面已初步完成分析工具的設置及標準功能評估方式；而在手部肌力測量 (normal and shear force) 方面，以 Biometrics grip&grasp system 分析在標準手部功能評估方式下肌力 (normal force) 的變化，並 LabView 統合所有分析資料；而手部肌電圖測量系統方

面，已選定手部十六條肌肉作為測定目標，並著手紀錄活動中的訊號；而手部電刺激系統則整合子計劃一之刺激器，並將等功能評估資料分析完成後再建立最合適的手部電刺激方式。

子計劃四嘗試利用手部關節之角度訊號對功能性電刺激的輔具作迴饋控制，以功能性電刺激輔具重建四肢癱瘓脊髓損傷者之手部功能。目前利用已商業化的 CyberGlove(Virtual technologies, USA)對手部關節之角度作即時的量測，再將此角度以程式轉換成電刺激器所需的刺激強度達成迴饋控制，及監測各手指開合路徑的順序以確保各手指動作依序完成。目前本研究軟體方面已完成程式架構流程設計；而硬體方面已展出量測部份、控制部份與電刺激部份的配置架構。未來將搭配可攜式系統，使病人手部的自主性功能擴展至實驗室外的場合。

子計劃五為開發類神經網路回饋控制之神經肌肉刺激輔助步行訓練系統，期望能突破現況神經肌肉刺激器須由人工調節刺激參數之開路式(open loop)設計架構，目前系統感測器部份之架設已完成，已可取得患者步行時動作訊號供回饋調節控制之整合之用；而於控制器部份亦於病房進行初步的實驗。

四、計畫成果自評

本計畫為此三年整合型神經科技輔具研發計劃之第三年。各子計劃皆大部份完成原擬計劃之預期目標，亦有部份成果已投稿於國外期刊[3]，對於脊髓損傷患者將會有相當大的助益。此外，依本計畫所發展之技術，可移轉至廠商，達成醫療工業本土化之目的。

五、參考文獻

[1] H. J. Chizeck, R. Kobetic, E. B.

Marsolais, J. J. Abbas, I. H. Donner, and E. Simon, "Control of functional neuromuscular stimulation system for standing and locomotion in paraplegics," Proc. IEEE, vol. 76, no. 9, pp. 1155-1165, 1988.

[2] G-C Chang, J-J Luh, G-D Liao, J-S Lai, C-K Cheng, B-L Kuo, and T-S Kuo, "A neuro-control system for the knee joint position control with quadriceps stimulation," IEEE Trans. Rehabil. Eng. vol. 5, no. 1, pp.2-11, 1997.

[3] H.C. Wu, S.C. Wang, J. S. Lai, T. S. Kuo, and S. T. Yang "A novel constant current stimulator for neural prosthesis" submitted to Electronic Letter.