

行政院國家科學委員會補助專題研究計畫 成果報告

高頸髓損傷者本土化科技輔具之研製與應用-子計劃一： 高頸髓損傷者科技輔具之臨床應用與成效評估

計畫類別： 個別型計畫 整合型計畫

計畫編號：NSC-87-2614-E-040-001

執行期間：88年8月1日至89年7月31日

計畫主持人：畢柳鶯

共同主持人：蔡昆宏

本成果報告包括以下應繳交之附件：

赴國外出差或研習心得報告一份

赴大陸地區出差或研習心得報告一份

出席國際學術會議心得報告及發表之論文各一份

國際合作研究計畫國外研究報告書一份

執行單位：中山醫學院

中華民國 89 年 10 月 15 日

行政院國家科學委員會專題研究計畫成果報告

高頸髓損傷者本土化科技輔具之研製與應用---子計劃一： 高頸髓損傷者科技輔具之臨床應用與成效評估

Clinical Applications and Outcome Assessments of Assistive Technologies in High Cervical Cord Injured Patients

計畫編號： NSC-89-2614-E-040-001

執行期限：88年8月1日至89年7月31日

主持人：畢柳鶯 中山醫學院醫學系

bihliuin@ms2.hinet.net

一、中文摘要

高頸髓損傷者只剩下頭頸部具有運動功能，高度仰賴價格合理與適宜國情之高科技輔具，以達成行動、自我照顧、回歸社會等各項功能復健。因此，本土化高科技輔具的研製與應用有其迫切之需要。本年度之研究目的：（一）利用國外進口科技輔具進行臨床應用。（二）將使用者對輔具的需求以及優缺點反應給其他子計畫之成員（三）完成輔具訓練標準化流程及輔具成效評估量表。（四）將其他子計畫所設計的科技輔具雛型進行臨床試用，並將遭遇的問題反應給原設計人。本計畫完成下列六項成果：（一）全院性合作之轉介流程。（二）研究對象挑選標準、實際試用及訓練流程之訂定。（三）完成高頸髓損傷者科技輔具成效評估單之設計。（四）高頸髓損傷者，操作本院現有科技輔具之成效評估。（五）各子計畫聯合討論。（六）初步雛形之實際試用。

關鍵詞：脊髓損傷、高科技輔具、臨床應用

Abstract

Assistive technology devices are necessary for high tetraplegics to improve autonomy and competence as they assess mobility, self-care, and so on. The goals of this project are: (1) clinical application of foreign assistive devices, (2) providing user's needs about assistive devices to designers, (3) to design, evaluate, and analyze the evaluation form, training protocols, satisfaction and outcome assessments, (4) providing user's opinions to designers for further domestic production. The results of this

project are: (1) consumer delivery setting in Tai-Chung Rehabilitation Hospital, (2) subject criteria, clinical application, and training process decision, (3) outcome assessment form of assistive technology for high tetraplegics (4) outcome assessment for high tetraplegics in our hospital after using foreign devices, (5) held the council to discuss this integrated proposal with other partners, (6) clinical application of prototype and providing user's options to designers.

Keywords: spinal cord injury, assistive technology, clinical application

二、緣由與目的

脊髓損傷主要的肇因包括車禍、高處跌落及運動傷害等，好發於15至30歲（佔50-60%）的年輕男性（佔65-80%）¹⁻³，根據初步調查，台灣地區脊髓損傷者中，高頸髓損傷者佔約32.9%，高頸髓損傷者只剩下頭頸部具有運動功能，為了達成心理、生理、行動、自我照顧、受教育、就業、娛樂以及回歸社會等各項功能之重建目標，將高度仰賴輔助器具的應用，而其中又以高科技輔具需求量最高⁴⁻⁷。近20年來，在歐美先進國家高科技輔具的研發以及臨床應用蓬勃發展，很多復健機構都設有科技輔具中心（Assistive Technology Training Center）⁸⁻¹⁰。各種高科技人機介面控制的輪椅、電腦、環境控制系統等輔具，也都有多家公司量化生產，提供肢體殘障者做個別化的選擇。我國的電子及電腦工業國際知名，然而目前國內廠商生產相關之高科技輔具非常稀有，使得國內重度肢體障礙患者的獨立

性、生活品質、成就感、就業機會及社會化等遠遠的落後於先進國家。

台中市立復健醫院於民國 85 年起接受衛生署補助成立中區復健輔助器材研發中心，由國外進口下巴搖桿控制電動輪椅、眼球控制電腦輸入裝置、吹吸口搖桿控制電腦輸入裝置、多種人機介面多功能環境控制系統等高科技輔具，近兩年來有十餘例高頸髓損傷者在本院住院或門診期間完成前述功能復健。遺憾的是，由國外進口輔具價格昂貴，有部分功能(如英文操作系統)並不適合國人，多數患者出院回家後沒有輔具可資應用，再度成為完全依賴的重度殘障者，殊為可惜，因此本土化高科技輔具的研製與應用有其迫切之需要。

本年度之研究的目的：(一)利用國外進口科技輔具進行頭頸或吹吸控制電動輪椅、吹吸口搖桿輸入電腦、環境控制系統等輔具進行臨床應用。(二)將使用者對輔具的需求以及輔具的優缺點等訊息提供給其他子計畫之成員，藉以促成適合國人的科技輔具之研製。(三)完成輔具訓練標準化流程及輔具成效評估量表，作為日後輔具臨床應用之指標。(四)將其他子計畫研究人員所設計的科技輔具進行臨床試用，並將遭遇的問題反應給原設計人，進行該輔具之修正，以加強其功能。

三、結果與討論

本計劃完成下列六項成果：

(1) 經由全院性合作之轉介流程、研究對象挑選標準及訓練流程之訂定

(a) 全院性合作之轉介流程，乃經由本院復健科醫師以及各治療部門配合轉介適合個案，進而由輔具中心專業團隊進行初步功能性表現評估，選擇適合之高科技輔具，進行實際使用及訓練，探討該項科技輔具之臨床適用性、優缺點，以及患者使用輔具之成效及未來之發展性。(b) 初步挑選之研究對象為高頸髓損傷個案，主要評估內容包括個案之生理能力、功能性表現、目前年齡、受傷年數、教育背景、與病前職業等，作為個案篩選標準及提供高科技輔具之參考。(c) 實際試用及訓練流程如下：初步藉由簡單的遊戲軟體，使個案熟悉改良式鍵盤或滑鼠的操

作，並促進其使用電腦之動機，進而學習簡單的文字輸入，基本軟體的使用 (word, excel..)，網路瀏覽，電子郵件，瞭解電腦多變之功能，經由住院期間約一個月左右之訓練後，最後依其使用整體成效，與患者、治療團隊及家屬共同討論出院後的安排，包含是否購買合適之輔具或進一步轉介其他庇護中心和職訓場等。

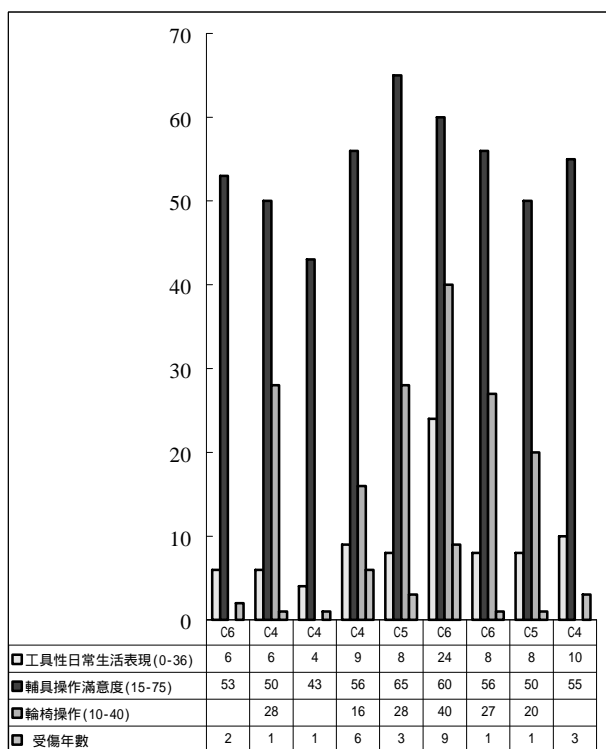
(2) 完成高頸髓損傷者科技輔具成效評估單之設計

本評估表主要針對本院輔具中心所提供之進口科技輔具以及各子計畫目前著手研製之本土化科技輔具所設計之成效評估單，期望能有效評估患者使用科技輔具之效益，並評估患者使用進口輔具與本土化研製產品之差異。主要分為下列六部份評估之：(a) 基本資料、生理功能評估；(b) 建議使用輔具評估；依據不同之教育程度、年齡、生理功能等，輔具專業團隊可建議個案使用適宜之輔具，以提供練習使用，(c) 輔具使用評估，其中包含電腦操作、輪椅操作、無限遙控控制系統、翻書機使用之評估；(d) 滿意度調查；(e) 工具性日常生活評估(f) 整體評估、結果與建議。

(3) 高頸髓損傷者，操作本院現有科技輔具之成效評估

九位脊髓損傷患者，經由輔具成效評估單評估後之表現(圖一)：(a) 可初步觀察受傷年數或受傷部位並不影響患者的工具性日常生活表現及輔具使用滿意度的得分，個案間有頗大的差異。因個案間的差異性過大，因此需要做單一個案長期的追蹤觀察，以評估使用輔具之成效。(b) 經由工具性日常生活表現之得分分佈，頸髓損傷患者最常從事的休閒活動包括看電視、閱讀書報及使用電話，就未來輔具設計可依此為研製方向。(c) 經由輔具使用滿意度之得分分佈，可普遍觀察患者對輔具的接受度、學習與使用之方便性都有不錯的得分，唯「輔具之相容性」相關題目得分較低，例如「嘴控滑鼠除了打字功能外，是否可應用於其他工作」，由此可知，患者對於輔具的種類與多元化使用的相關知識仍然需要多方瞭解，而治療師在輔具相關功能之應用則可再作更詳盡的介紹。(d) 針對第四節以上頸髓損傷者使用嘴控滑鼠及下巴控制電動輪椅的滿意度調

查,可發現嘴控滑鼠對該群病患幫助甚大,而下巴控制電動輪椅因機構上的限制使得滿意度差,病患大多表示,若能將下巴控制電動輪椅改為吹吸式嘴控方式,將可對他們帶來更大助益。



圖一、脊髓損傷患者,經由輔具成效評估單評估後之表現

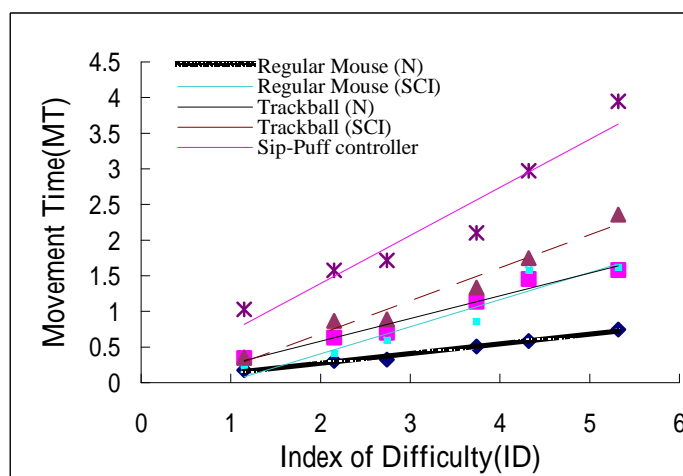
(e)利用 Fitts 定理¹¹⁻¹⁴,探討頸髓損傷者使用軌跡球一般滑鼠與吹吸式嘴控滑鼠的差異性。Fitts' Law 於 1954 年由 Fitts 所提出,主要探討影響目的性動作表現有關之相關因素,Fitts 描述動作時間(MT)與困難度(ID)呈線性相關(Linear relationship),困難度(ID)為起始處到目標物之距離與目標物寬度比值之對數值。

Fitts' Law $MT=a+b*(ID)$
 $MT=a+b*\log_2(2*D/W)$
 MT : duration of time
 a,b=constant
 D : distance from home to target
 W : width of the target
 ID : Index of Difficulty

表一、正常人與脊髓損傷者使用不同電腦輸入介面之線性回歸式及相關性

Group (N)	R ²	F	Regression Equations
Normal subjects			
Regular mouse(16)	0.98	262.01***	MT=-0.01+0.14(ID)
Trackball(16)	0.97	134.09***	MT=0.01+0.25(ID)
SCI subjects			
Regular mouse(3)	0.92	43.32**	MT=-0.35+0.38(ID)
Trackball(6)	0.96	130.01***	MT=-0.24+0.46(ID)
Sip-Puff controller(4)	0.93	53.34**	MT=0.04+0.67(ID)

*p<.05, **p<.01, ***p<0.001 MT=Movement Time



圖二、正常人與脊髓損傷者使用不同電腦輸入介面之線性圖

本實驗利用 Visual Basic6.0 撰寫一評估軟體,量測患者操作電腦輸入介面時,游標由 A 標的物至 B 標的物之移動時間(Movement Time),並由 B 標的物直徑大小與 A、B 兩標的物間之距離決定困難度 (Index of Difficulty),以探討頸髓損傷者使用各種輸入介面的差異性。表一顯示,16 名正常受測者操作一般滑鼠及軌跡球之線性回歸式,呈現線性模式為適配之預測方程式 ($F = 262.01, p < 0.001$; $F = 134.09, p < 0.001$), 八名脊髓損傷者分別操作其慣用之電腦輸入介面,一般滑鼠、軌跡球及吹吸式控制器之整體平均值亦可達到 $p < 0.01$ 之顯著相關。由困難度(ID, Index of Difficulty)與動作時間(MT, Movement Time)所形成之線性關係圖可知(圖二),操作一般滑鼠時,正常人與頸髓損傷患者於困難度低時並無差異,然

而在困難度高時，正常人的表現明顯優於患者，而操作軌跡球時，正常人與頸髓損傷患者於困難度高時差異較使用一般滑鼠時減少。然而，脊髓損傷者，操作一般滑鼠與軌跡球所需之動作時間較長，線性曲線之斜率較大。因此，本實驗所選擇的軌跡球滑鼠，軌跡球大且靈敏度低（阻力略大），其設計符合頸患者使用手腕復側之粗動作操作需求，然而，若與正常人比較，僅可達到操作電腦之功能性表現，效率因生理上之限制，仍不足正常人之表現。

(4) 各子計畫聯合討論主要內容

- a. 各子計畫之年度整體規劃與進度報告：各子計畫將目前研製輔具的雛形，以實品或口述的方式報告，由工程人員及臨床人員觀點，共同探討目前研製方向的可行性、發展性及患者實際使用之動機與實用性。
- b. 頸髓損傷患者之動作表現及輔具使用說明：利用錄影帶並配合口頭報告，說明不同頸髓損傷患者的動作表現、輔具使用情形及使用時的優缺點，使研製人員進一步瞭解患者的問題及需求。

(5) 初步雛形之實際試用

挑選合適病患，實際試用其他子計畫目前已初步研製完成之輔具雛形，包括子計畫二張文清副教授研製之網路監控系統、子計畫三蘇木春副教授研製之電腦人機介面（圖三）、及子計畫四鄭成功教授研製之嘴控及肌電控制系統（圖三），並於試用過程中記錄優缺點，以提供作為進一步成品研製之參考依據。



圖三、初步雛形之實際試用，嘴控滑鼠(左圖)，電腦人機介面雛形(右圖)

- a. 嘴控滑鼠初步雛形之實際試用：患者由於四肢癱瘓，定期於本院輔具中心利用

進口之嘴控滑鼠學習電腦，試用本計畫自行研發之嘴控滑鼠後，認為較費力、滑鼠游標移動靈敏度差且尚無拖曳功能，然而考慮低成本、維修容易等因素，患者非常期望該項產品能研發完成。由於患者動機強且配合度高，並持續接受成效評估中，因此待自行研發產品完成後，願配合本計畫所設計之成效評估表，利用游標操控之動作時間(movement time)或打字速度等評量方式等，以比較進口及自行研發輔具之效益。

- b. 電腦人機介面雛形、網路監控系統之實際試用：電腦人機介面雛形之優點：與螢幕鍵盤相比較，不會遮住螢幕上視窗依序掃描的閃燈按鍵，可減少按鍵的次數；缺點：以按鍵方式輸入，然而，此設計乃為改良螢幕鍵盤所設計，應該以第四節以上頸髓損傷患者為適用對象，未來希望將輸入端改良成嘴控等輸入方式。
- c. 網路監控系統優點：(1) 利用無線網路的穩定性以降低環境對脊髓損傷病患的影響；(2) 配合有線固定之對外網路使病患及時與外界溝通，以建構緊急救護系統；(3) 本系統具有可擴充性，可將所有其他的輸入設備整合，供病患使用；(4) 本系統之監視功能也具有擴充之功能；缺點：(1) 由於本系統現階段是利用電子郵件系統來作快速、及時的訊息傳輸，如果電子信箱出問題，則本系統會無法發揮傳遞緊急救護功效；(2) 本系統利用固接式網路對外連接，須確保固接式網路的正常；(3) 現階段之輸入設備按鍵過小；(4) 系統之輸入端與連接為有線，可改為無線輸入使使用上更便利；(5) 由於需要固接式網路之維護，本系統在價格上較高。

四、計畫成果自評

本年度主要之成果包括(a)於臨床服務之全院性轉介流程方面，無論於全院各部門轉介個案、專業團隊評估與提供合適輔具，並進行實際使用與訓練之整體實行過程，病患於使用滿意度與日常生活品質提升皆獲得良好之成效；(b)病患時際試用研製中雛型

輔具，已將使用優缺點與所需修正與加強功能部份反應給原設計單位，進行修正中。原定計劃之目標皆順利完成，部份第二年度計劃內容提前進行中。

五、參考文獻

1. Chen CF, Lien IN. *Spinal cord injuries in Taipei, Taiwan, 1978-1981*. Paraplegia 1985;23:364-70.
2. Chen HY, Chiu WT, Chen SS, Lee LS, Hung CI, Hung CL, Wang YC, Hung CC, Lin LS, Shih YH. *A nationwide epidemiological study of spinal cord injuries in Taiwan from July 1992 to June 1996*. Neurol Res 1997;19:617-22.
3. Go BK, DeVivo MJ, Scott Richards J. *The epidemiology of spinal cord injury*. In: Stover SL DJ, Whiteneck GG, ed. *Spinal cord injury: clinical outcomes from the model systems*. Maryland: Aspen Publishers, Inc., 1995:21-55.
4. Efthimiou J, Gordon WA, Sell GH, Stratford C. *Electronic assistive devices: their impact on the quality of life of high level quadriplegic persons*. Arch Phys Med Rehabil 1981;62:131-4.
5. Sell GH, Stratford CD, Zimmerman ME, Youdin M, Milner D. *Environmental and typewriter control systems for high-level quadriplegic patients: evaluation and prescription*. Arch Phys Med Rehabil 1979;60:246-52.
6. Platts RG, Fraser MH. *Assistive technology in the rehabilitation of patients with high spinal cord lesions*. Paraplegia 1993;31:280-7.
7. Hammell KRW. *Occupational therapy in the management of high level quadriplegia*. Brit J Occu Ther 1991;54:333-340.
8. Cherry AD, Cudd PA, Hawley MS. *Providing rehabilitation integrated systems using existing rehabilitation technology*. Med Eng Phys 1996;18:187-92.
9. Yaeda J, Rubin SE. *Job roles of assistive technology service providers in the United States*. Int J Rehabil Res 1992;15:277-87.
10. Borden PA, Lubich JL, GC. V. *Trace ResourceBook: Assistive Technologies for Communication, Control & Computer Access*. Madison: Trace Research and Development Center, 1995.
11. Robert GR, Gregg CV, Lin ML. *A method for evaluation Head-Controlled computer Input Devices Using Fitt's Law*. Human Factors 1990;32(4),423-438.
12. Rietta CD, Jean D, Denis A. *A Comparison of Two Computer Access Systems for Functional Text Entry*. American Journal of Occupational Therapy 1998;52(8),656-665.
13. Pedro EB, Miriam L, Albert MC, Susan H. *A Study of The Application of Fitt's Law to Selected Cerebral Palsied Adults*. Perceptual and Motor Skills 1993;77:1107-1117.
14. Thomas W.K. *Assistive Technology: Essential Human Factors*. Allyn & Bacon. 1999;140-156.