RRPB90081995 (4 .P)

附件：封面格式

行政院國家科學委員會補助專題研究計畫成果報告

※※※

行政院國家科學委員會專題研究計畫成果報告

多中心臨床測試--脊髓損傷者參加"功能性電刺激踩車系統"復健訓練對生理心理及社會功能之影響

A Multi-Center Clinical Trial---The Studies of Physio-Psycho-Social Functions in spinal Cord Injured Patients Participating Functional Electrical Stimulation Cycling Rehabilitation Programs

計畫編號：NSC 90-2614-E-038-001
執行期限：89 年 8 月 1 日至 91 年 7 月 31 日

主持人：陳適卿 台北醫學大學復健科主任
共同主持人：陳家進 成功大學醫學工程研究所教授
計畫參與人員：賴建宏 台北醫學大學復健科醫師
陳榮邦 萬芳醫院放射科主任
陳蕾詩 台北醫學大學復健科專任研究助理

一、中文摘要

本研究為一多中心臨床測試，延續去年之研究，主要應用成大陳家進教授研發的「功能性電刺激踩車系統」進行研究。以 Functional Independence Measure (FIM)、Community Life Scale(CLS) 、肌肉疲乏指數（Fatique index）、骨密度(bone mineral density)及肌肉截面積，對脊髓損傷者接受踩車訓練前後變化進行評量，研究顯示脊髓損傷者的生理、心理及社會功能都有明顯提昇。

關鍵詞：功能性電刺激踩車系統，肌肉疲乏指數，骨密度，肌肉體積，社會生活指標，獨立功能量

Abstract

In the multi-center clinical trial project, a domestic self-developing prototype Functional Electrical Stimulation （FES）-cycling system, developed by Professor Jia-Jin Chen in Graduate School of Biomedical Engineering, CKU. Physio-psycho-socoal functions were evaluated by FIM (Functional Independence Measure) and CLS (Community Life Scale). The effects of FES-cycling on musculoskeleal system were also evaluate by muscle torgue, fatique index , bone mineral density (BMD) and Magnetic Resonance image(MRI). These data revealed significant benefit for physio-psycho-socoal functions and for musculo-skeletal system of the spinal cord injuried (SCI) populations.

Keywords: Functional Electrical Stimulation (FES)-cycling system, fatigue index, bone mineral density (BMD), muscle volume, Functional Independence Measure (FIM), Community Life Scale(CLS)

二、緣由與目的

功能性電刺激(FES) 是近年來發展的重要復健醫療新技術，主要是應用電腦控制外來電流來刺激麻痺肌收縮以引發踩車動作。最早由 Liberson[1] 等人用於中風病人步行時懸垂足(drop foot) 的矯治，此後便用來重建上運動神經元 (upper motor neuron) 受損，但下運動神經元(low motor neuron) 功能正常，卻無法自主運動之癱瘓病患也能完成日常生活的基本動作。因此

於近年來歐美日各先進國家相繼投入大量人力財力物力進行研發的同時，國內在成大醫學工程研究所陳家進教授研發出的「功能性電刺激踩車系統」雛型機[2]，也已在臨床試用上獲得初步成功。本子計劃於八十八年八月至八十九年七月在北醫推廣訓練並獲得高度評價後，去年度在桃園脊髓損傷潛能中心為意願高且符合條件者進行踩車訓練，並於復健訓練三個月前、後進行肌力[5]、肌肉抗疲乏度、肌肉體積[3,5]及骨密度變化[3,4,6,7,]的醫療評估 Functional Independence Mea sure (FIM)及 Community Life Scale(CLS) 的評量[8-10]。本年度則採用 PDA 訊號傳輸居家型踩車系統繼續完成個案之訓練。經過此完整地訓練能改善個案肌力降低、容易疲乏、肌肉萎縮及骨密度下降的根本問題，也重建其生理、心理及社會之功能。讓更多脊髓損傷者能受惠。

三、工作內容、結果與討論

(一) 踩車訓練

每週個案分別在醫院及桃園脊髓損傷庇護中心，進行踩車訓練。

復健訓練進行模式：

應用功能性電刺激踩車系統於脊髓損傷者上將電極片分別置於大腿伸肌及屈肌進行每週三次每次 30 分鐘的復健訓練，共訓練三個月，休息三個月再訓練三個月。

(二) 效果評量

以三個月為分階段，分別於進行踩車訓練前，進行以下各項目之評量：

1.生理心理社會功能評量：以 FIM (Functional Independence Measure) 及 CLS(Community Life Scale)進行量測

2.肌力的評估：分別在等長收縮及等速收縮下測試

①等長收縮下：在復健訓練前後分別測試膝關節伸肌及屈肌在彎曲 90°，60°，45°，30°，0°下最大等長收縮力矩(isometic torque)並紀錄下來，這可以研究復健治療在膝關節不同角度下肌肉力量的復健成效。

②等角速度收縮下：應用等速肌力儀(Isokinetic dynamometer, cybex)測試下肢膝關節伸肌和屈肌復健前後肌肉力量的變化(Newton-meter)，測試時脊髓損傷者採坐姿，以膝關節做為肌力儀的轉軸，角位移分別為從膝關節彎曲 90°至 0°及 0°至彎曲 90°，記錄復健前後角速度 30(°/s)，60(°/s)，90(°/s)下力矩的變化。

3.肌肉抗疲乏度的評估：

①我們利用連續電刺激造成肌肉疲乏這非常接近脊髓損傷者實際上持續使用功能性電刺激活化肌肉來治療下肢癱瘓者之情形。

②疲乏指數(fatigue index)代表肌力衰退(force decay)比例可由下列公式求得

$FIi = [(X_0 - X_i) / X_0] 100$，這裡 X_0 代表一開始的肌肉張力(tension)，X_i 代表經過 i 秒後所得到肌肉張力。

③記錄接受復健前後疲乏指數的變化，以量測到最大力矩之角度為施測角度。

4.肌肉體積大小的評估：

應用核磁共振掃描儀(0.5 –T,G.E.,vectra)使用環體線圈以 T_1 加權波序成像包含膝關節之所有伸肌及屈肌，得到每 0.7 公分厚度沒有間隙之大腿橫切面積圖像，並應用影像分析軟體(digitizing analysis software)，由 MRI 影像 data 中計算組織元件(Muscle)之範圍，並計算其截面積大小，其計算公式如下：

$A = \frac{1}{2} \sum [(X_j \cdot Y_j+1)] - (X_j+1 \cdot Y_j)]$

其中 X_j、Y_j 代表第 j 點座標植，n 為該組織截面積周邊的座標點數。再積分計算得到整個膝關節伸肌和屈肌的體積，比較復健前後體積的變化。

5.骨密度的評估：

應用骨密度測定儀〔Dual-energy x-ray absorptionetry(DEXA),Norland〕來決定接受復健訓練前後第二到第四腰椎(L2-4)及二側骰骨頸(Bilateral femoral neck)骨密度的

變化。DEXA 在這些位置的骨密度測定有很高的正確性及重覆性。

(三)結果與討論

我們根據收集資料進行分析，發現參與功能性電刺激踩車訓練之脊髓損傷者，不只在生理、心理及社會功能都有明顯提昇，而且肌肉骨骼方面的評量，踩車後都比踩車前改善。研究顯示，FIM 及 CLS 的評量，於踩車後比踩車前好，至於肌肉大小、肌力、肌耐力與骨質密度等肌肉骨骼系統之評量，在接受踩車訓練後也較踩車前有改善，唯骨密度之效果較不確定，未來可再增加個案數。此研究證實，即使在非醫療單位，功能性電刺激踩車系統亦可為脊髓損傷病患在生理、心理及社會功能及骨骼肌肉系統帶來莫大助益。

四、成果自評

由醫學工程與臨床研究的緊密結合，達成能提供脊髓損傷者—有益身心、低價、易使用及普及化之功能性電刺激踩車系統，助其達到提昇生理心理社會功能的復健目標。而本研究之結果亦將可作為制訂身心障礙者衛生福利政策的參考。

五、參考文獻

(1) Liberson WT, Holmquest HJ, Scot D et al: *stimulation of the peroneal nerve* synchronized with the swing phase of the gait of hemiplegic patients. Arch Phys Med Rehabil 40, 110,1961.

(2) 余南瑩、陳家進、黃定國、朱銘祥：Study of muscle fatigue in FES induced Dynamic cyclin movement. 中華民國醫學工程雜誌 3, 1, 1996.

(3) Pacy PJ, Halliday DA, Katz D et al: Muscle And bone in paraplegic patients and the effect Of functional electrical stimulation. Clinical Science 75, 481-487, 1998.

(4) Leeds EM, Klose J, Ganze W et al: Bone Mineral density after bicycle ergometry eraining. Arch Phys Med Rehabil 71, 207-209, 1990.

(5) Pacy P, Evans R, Halliday D: Effect of anaerobic and aerobic exercise promoted by computer regulated functional electrical stimulation on muscle size,strength and histology in paralegic males. Prosthet Orehot Int 11, 75-79,1987.

(6) Chantraine A, Nusgens B, Lapiere ChM: Bone remodelling during th development of osteoporosis in paraplegia. Calcif Tissue Int 38, 323-327, 1986.

(7) Garland DE, Stewart CA, Adkins RH et al: Osteoporosis after spinal cord injury. J Orthop Res 10, 371- 378,1992.

(8) Phillops CA, Petrofsky JS, Hendershot DM, Stafford D: functional electrical stimulation:a comprehensive approach for physical condition -ing of the spinal cord injured patient . Orthopaedics 7(7), 1112-1123,1984.

(9) Kralj JA, Grobelnik S: functional electrical stimulation:new hope for *paraplegic patients. Bull Prosthet Res* 10, 75-102, 1973.

(10) Glaser RM: Physiologic aspects of spinal cord injurand functional electrical stimulation. Cent Nerv Sys Trauma 3(1) , 49-62, 1986.