

行政院國家科學委員會專題研究計畫 成果報告

中風患者虛擬實境電刺激踩車系統之研發與臨床評估(第3年) 研究成果報告(完整版)

計畫類別：個別型
計畫編號：NSC 97-2221-E-040-009-MY3
執行期間：99年08月01日至100年12月31日
執行單位：中山醫學大學物理治療學系

計畫主持人：葉純好
共同主持人：陳家進、蔡昆宏、王淳厚、薛雅馨
計畫參與人員：碩士級-專任助理人員：蔡維殷

報告附件：出席國際會議研究心得報告及發表論文

公開資訊：本計畫涉及專利或其他智慧財產權，2年後可公開查詢

中華民國 101 年 03 月 27 日

中文摘要：肌肉張力異常是上運動神經元損傷患者臨床上常見的表徵，如腦中風患者的肌肉痙攣。影響肌肉張力的因素包括有牽張反射過強，會有過多的神經肌肉反應及不正常的阻力增加，因為肌肉痙攣或是關節活動度會導致不正常的肌肉活動，無法產生適當的肌肉動作型態，導致患者產生不對稱的動作型態，因此，如何抑制不正常的肌張力是患者回復功能性活動很重要的一部分。踩車運動是一種多關節且有協調交替性、對稱性的兩側下肢運動，並且可以對於下肢關節提供被動拉張的運動以降低不正常張力，在踩車運動中，可以提供與動作表現相關的功能性測試，產生兩側下肢連續交替且對稱之多關節協調性動作。在這樣的活動中，不僅可以提供被動的關節伸張活動、增加下肢肌肉的自主收縮的活動，也能重新學習正確的下肢功能性動作，更進一步能協助恢復步行功能，因此本研究將虛擬實境應用於踩車運動中，目的是想探討將虛擬實境應用於踩車運動時，利用踩車踏板上的荷重元感應雙腳的用力程度及踩車轉軸上的角度計，來控制虛擬實境中的場景，藉此訓練中風患者的患肢，改變患者的行為模式。

在此三年計畫中，本研究已完成虛擬實境踩車系統之開發及臨床研究，發表四篇研討會論文，兩篇國際期刊論文已準備投稿，此設備業已完成「發明專利」送審。

1. Chun-Yu Yeh ; Hsin-Chang Lo ; Kuen-Horng Tsai. The Asymmetrical Force Output of the Affected and Unaffected Legs for Patients with Stroke in Cycling Exercise. 6th world congress on biomechanics, Singapore, Aug 1-2, 2010.
2. Hsin-Chang Lo, Ya-Hsin Hsueh, Chun-Yu Yeh, and Sin-Lin Chen. Development of a Virtual Reality Leg-Cycling Training System for Stroke Patients. International Conference on Virtual Rehabilitation Switzerland, 2011.
3. Hsu-Hua Wang, Yi-Hsuan Lu , Wan-Chen Yang , Chun-Yu Yeh. The Influence of Virtual Reality Combined with Cycling System to Motor Performance of Healthy Young Adults. Spring Academic Conference of the Physical Therapy Association of Taiwan, Taipei, Taiwan, 2012.
4. Yi-Ting Lan, Wen-Lin Chang, Ya-Hsin Hsueh, Hsin-Chang Lo, Chun-Yu Yeh. Effects of Leg-Cycling with Virtual Reality Training System for Patients with

Stroke. Spring Academic Conference of the Physical
Therapy Association of Taiwan, Taipei, Taiwan, 2012.

發明專利：薛雅馨、葉純妤、駱信昌。虛擬實境踩踏運動復
健裝置及其控制方法。審核中。

中文關鍵詞： 中風 功能性電刺激 踩車

英文摘要：

英文關鍵詞： stroke, functional electrical stimulation, cycling

中風患者虛擬實境電刺激踩車系統之研發與臨床評估(II)

Development and clinical evaluation of FES cycling system with
virtual reality for stroke patients (II)

計畫類別： 個別型計畫 整合型計畫

計畫編號：NSC 97-2221-E-040 -009 -MY3

執行期間：97年8月1日至100年12月31日

執行機構及系所：中山醫學大學物理治療學系

計畫主持人：葉純好

共同主持人：陳家進、蔡昆宏、薛雅馨、王淳厚

計畫參與人員：蔡維殷

成果報告類型(依經費核定清單規定繳交)： 精簡報告 完整報告

本計畫除繳交成果報告外，另須繳交以下出國心得報告：

赴國外出差或研習心得報告

赴大陸地區出差或研習心得報告

出席國際學術會議心得報告

國際合作研究計畫國外研究報告

處理方式：除列管計畫及下列情形者外，得立即公開查詢

涉及專利或其他智慧財產權， 一年 二年後可公開查詢

中 華 民 國 100 年 3 月 22 日

摘要

肌肉張力異常是上運動神經元損傷患者臨床上常見的表徵，如腦中風患者的肌肉痙攣。影響肌肉張力的因素包括有牽張反射過強，會有過多的神經肌肉反應及不正常的阻力增加，因為肌肉痙攣或是關節活動度會導致不正常的肌肉活動，無法產生適當的肌肉動作型態，導致患者產生不對稱的動作型態，因此，如何抑制不正常的肌張力是患者回復功能性活動很重要的一部分。踩車運動是一種多關節且有協調交替性、對稱性的兩側下肢運動，並且可以對於下肢關節提供被動拉張的運動以降低不正常張力，在踩車運動中，可以提供與動作表現相關的功能性測試，產生兩側下肢連續交替且對稱之多關節協調性動作。在這樣的活動中，不僅可以提供被動的關節伸張活動、增加下肢肌肉的自主收縮的活動，也能重新學習正確的下肢功能性動作，更進一步能協助恢復步行功能，因此本研究將虛擬實境應用於踩車運動中，目的是想探討將虛擬實境應用於踩車運動時，利用踩車踏板上的荷重元感應雙腳的用力程度及踩車轉軸上的角度計，來控制虛擬實境中的場景，藉此訓練中風患者的患肢，改變患者的行為模式。

在此三年計畫中，本研究已完成虛擬實境踩車系統之開發及臨床研究，發表四篇研討會論文，兩篇國際期刊論文已準備投稿，此設備業已完成「發明專利」送審。

1. Chun-Yu Yeh; Hsin-Chang Lo; Kuen-Horng Tsai. The Asymmetrical Force Output of the Affected and Unaffected Legs for Patients with Stroke in Cycling Exercise. 6th world congress on biomechanics, Singapore, Aug 1-2, 2010.
2. Hsin-Chang Lo, Ya-Hsin Hsueh, Chun-Yu Yeh, and Sin-Lin Chen. Development of a Virtual Reality Leg-Cycling Training System for Stroke Patients. International Conference on Virtual Rehabilitation Switzerland, 2011.
3. Hsu-Hua Wang, Yi-Hsuan Lu, Wan-Chen Yang, Chun-Yu Yeh. The Influence of Virtual Reality Combined with Cycling System to Motor Performance of Healthy Young Adults. Spring Academic Conference of the Physical Therapy Association of Taiwan, Taipei, Taiwan, 2012.
4. Yi-Ting Lan, Wen-Lin Chang, Ya-Hsin Hsueh, Hsin-Chang Lo, Chun-Yu Yeh. Effects of Leg-Cycling with Virtual Reality Training System for Patients with Stroke. Spring Academic Conference of the Physical Therapy Association of Taiwan, Taipei, Taiwan, 2012.

發明專利：薛雅馨、葉純妤、駱信昌。虛擬實境踩踏運動復健裝置及其控制方法。審核中。

1. 緒論

1.1 研究背景

1.1.1 中風患者日常生活中所造成之影響

中風患者在站立及行走時的重心改變，常伴隨有步行功能的異常，其原因為中風後常合併下列問題：一、肌肉選擇性動作能力降低；二、偏癱側肢體不正常之協同動作(synergic pattern)增加；三、作用肌(agonist)與拮抗肌(antagonist)的不協調；四、偏癱側肌肉張力異常或出現痙攣(spasticity)；五、平衡機制受損；六、感覺缺損；七、肌肉作用之時間及力量大小的異常。和健側相比可發現偏癱患者的患側站立期時間較短等現象，而依據統計約有 25% 的中風存活者無法獨立行走，而 50% 在中風三個月後其步行速度低於同年齡的正常者(Brown et al.,1999 ;Wade et al., 1987)。60-80 歲的中風患者行走速度介於 0.16 公尺/秒至 0.88 公尺/秒，相較同年齡的健康老人行走速度大於 1.23 公尺/秒，明顯有變慢之問題，行走能力下降亦為影響社區行走獨立性(Waters et al.,1988)。

由此可知中風患者會因其過度依賴健側站立、缺乏正常的保護反應及平衡能力下降，提高跌倒的機率，且患側也因肌力不足產生代償動作，進而使用率下降造成肌肉萎縮及功能獨立性降低，故如何使中風患者恢復行走及平衡的能力相當重要。

1.1.2 平衡能力測試方式

臨床測平衡的方式常見的為計時起走測試(Timed Up and Go Test)及柏格氏平衡量表(Berg Balance Scale)等。已有學者指出計時起走測試評估程序簡易，於慢性中風患者有極佳的信度 (ICC>.95)(Shamay & Christina, 2005)。相對的，柏格氏平衡量表評估項目繁雜，且評量結果與臨床所判斷之結果一致性不佳(Stevenson et al., 2001)。

研究中評估平衡能力的方法有下列：一、使用測力板分析受試者足底壓力中心(Amiridis, 2003) 及身體力量中心移動情形(Nichols, 1995:Nichols, 1997: Demura, 2005)。二、使用動作分析系統配合測力板以分析身體重心及身體各肢節動作移動之情形(Panzer,1995)。因動作分析系統之設備龐大、昂貴及耗時，臨床使用較不易(Najafi, 2002)，而使用測力板進行評估，則具環境限制小及提供評估身體壓力中心(center of pressure, COP)晃動情形之客觀量測數據等優勢。

1.1.3 步態分析

步態分析可以獲得步行時間— 空間參數(temporal - spatial arameter) 、運動學

(kinematic)、動力學(kinetic)和肌電訊號(electromyography, EMG)等資料。時間—空間參數包括有步速(velocity)、步頻(cadence)、步幅(stride length)、單腳支撐期、雙腳支撐期和擺盪期在步態週期中的比例等數值。而運動學方面的分析是對於肢體在空間中運動的探討，如骨盆、大腿、小腿、足部在步態週期中線性及角度位置，速度，加速度等參數。利用運動學所得到肢體於空間中的位置，可以計算出身體重心於空間中飄移的情形。(Iida & amauro,1987)。

現今用於測試步態參數的評估方式，主要分為平地行走及跑步機行走兩大類。Alton 等學者於 1998 年徵召 17 位健康人(8 位男性、9 位女性)進行測試，比較於平地及跑步機兩種不同情境下使用自選舒適速度(preferred velocity)行走，運用 3D Kinematic Motion Analysis System 所測得之時間步態參數與下肢關節運動學參數是否有差異。實驗證實在女性族群中，只有最大髖屈曲角度於兩種不同情境有達到顯著差異，而其中又以跑步機行走時髖屈曲角度較大。在男性族群中，則顯示步頻(cadence)與最大膝曲角度亦有顯著差異，且以跑步機行走所得到之數值較大。綜觀比較所有受試者，顯示於跑步機行走時，顯著增加髖關節活動度、最大髖關節屈曲角度、步頻，而站立期的時間則是相較於平地行走則顯著減少。(Alton et al., 1998)

動力學(kinetic)方面的分析是針對造成運動機制的探討，如地面反作用力，各關節反作用力，關節力矩，以及功率。動力學資料需要用更多設備才能取得，所以複雜性較運動學高。步態分析結果，可彌補臨床檢查的不足，以利區別主要的問題，並提供客觀的資料。

1.1.4 中風患者現今復健方式及其不足之處

文獻指出，現今可增加下肢平衡能力及行走功能的復健方式主要以類似行走功能之訓練及加強肌耐力之訓練為主，如踩車運動訓練、懸吊式跑步機訓練、漸進式阻力訓練。先前研究指出踩車運動是一種具功能性、安全性之復健項目，可提供下肢關節被動牽張的運動，透過單一、重複性方式來反覆地進行，可提供協調性行走的前置訓練，並提供病患重新學習下肢的功能性動作和更進一步的恢復行走功能(Chen, 2001)。踩車運動可有助於減少中風患者下肢之肌肉張力、疼痛及水腫問題，並可增加下肢之被動關節活動度，提升心肺適能(Bobath et al,1994; Bogataj et al., 1995 ; Deutsch et al., 2007)；然而，在踩車運動中，仍有過度使用健側下肢之協助來帶動患側下肢動作之問題。(Janssen, 2008)「懸吊式跑步機訓練」是以工作取向模式為基礎的一種行走訓練方式，藉由懸吊系統支撐部分體重使病人在跑步機上能誘發反覆且具節律性的跨步動作，過程中需二到三位治療師共同協助扶持患側肢體及軀幹，強調可以早期給予無法行走之中風病人大量練習下肢動作的機

會，對於急性或慢性期中風病人皆已有不少研究報告證實動作控制及行走能力進步的成效(Hesse, 1994)；其臨床上應用需懸吊系統配合，且需花費較多治療人力，故臨床訓練上較難常態使用。「漸進式阻力訓練」雖可有效改善肌肉表現，然而缺乏訓練之特異性及專注力之需求，過程較枯燥乏味，其於功能性動作改善之實證資料仍需更多研究證實。(Lee, 1010)



圖 1 懸吊式跑步機

1-1-5 虛擬實境應用之領域及與復健結合之可行性

「虛擬實境訓練」是一種透過電腦軟體去模擬真實世界的影像，讓病人可以在安全可控制的治療環境下不斷執行動作練習，主要目的在增進病人動作及功能的表現。近年來互動遊戲的蓬勃發展在醫療復健方面已發展出許多新的復健方式並具有良好的呈現，如：生理復健、心理治療、功能評估等；在臨床的復健醫學中，虛擬實境目前應用的範圍包括：心理方面的治療(如懼高症、飛行恐懼症)，對病人做行為能力的復健工作，動作的功能性評估等，相關研究已提出許多虛擬實境搭配現有復健方式之優點(Burdea, 2003; Lynsey, 2007)。將虛擬實境結合跑步機或是機械輔助，證實可使中風患者於平地的行走速度及行走距離增加 (Lamontagne, 2007; Mirelman, 2009)，此外虛擬實境之訓練亦可促進大腦皮質之重組，提供動作改善神經可塑性之有利證據(You, 2005)。然而，其缺點在病人訓練時可能會產生噁心、嘔吐、失去平衡等副作用，此外虛擬實境軟硬體的建構需要系統化配置，在臨床建構及推廣上也較困難。(Deutsch, 2007)

1-2 研究動機

中風患者之平衡能力缺失及行走功能下降，除增加跌倒之危險性外，亦直接影響日常生活功能之獨立性。目前研究已知懸吊式跑步機訓練、漸進式阻力訓練、踩車運動訓練可有效改善中風患者之平衡能力及行走功能，但經文獻回顧後，懸吊式跑步機之操作仍需由治療師協助擬定相關之訓練強度，雖已有與虛擬實境結

合之文獻，但操作之安全性與便利性仍為臨床訓練考量之重點。依據中樞神經系統活動依賴之可塑性，動作學習訓練原則需包含提供近似正常動作之訓練，肌肉活化驅動之動作練習、專注力、訓練動作之重覆性、訓練特異性(Krakauer, 2006)。因此本研究之中心思想在於使用新研發之虛擬實境視覺刺激下肢踩車訓練系統提供中風患者復健之動機，並提供簡易操作及量化數據以確認中風患者踩車過程中兩側下肢用力之對稱性，以及探討其臨床療效。

1-3 研究目的

本研究目的在於針對中風患者加強患側肢體承重能力所設計之虛擬實境視覺刺激下肢踩車訓練系統，比較加入虛擬實境視覺刺激的踩車運動訓練對中風患者兩側下肢之用力對稱性、平衡能力及行走能力之影響，以提供實證數據驗證其用於中風患者下肢復健之可行性，並期盼本研究之成果能實際應用於中風患者之臨床復健。

1-3-1 重要性

利用虛擬實境可以提供病患接近真實卻安全無虞的模擬環境及回歸現實生活前的提前適應，但目前尚無虛擬實境結合踩車運動之訓練方式，因此本研究所使用之虛擬實境視覺刺激下肢踩車訓練系統為創新之新穎設計，除期望增加中風患者復健之意願，並預期其虛擬實境視覺刺激之特殊設計可增加患側腳承重能力，達到改善平衡及行走能力之功效，進一步提昇中風患者之生活品質。

1-3-2 研究問題與研究假設

本篇研究要探討的問題為虛擬實境視覺刺激下肢踩車訓練系統對於下肢用力對稱性、平衡能力、行走能力是否有改善？研究假設為虛擬實境視覺刺激下肢踩車訓練系統可有效改善中風患者兩側下肢之用力對稱性，增進平衡能力及行走能力。

2. 研究方法

2-1 系統建立

2-1-1 硬體建立

使用測力元件(load cells) (FAD-100; Transcell Technology, Inc., IL, USA)加裝於雙側腳踏板上，用以偵測踏板力量輸出之數值(單位：公斤)。使用角度量測元件 (shaft encoder) (MES-30-360P; Microtech Laboratory Inc., Kanagawa, Japan) 測量連接雙側腳踏板橫桿之角度，零度定義為左腳離身體最遠且平行地面的位置。為固定雙側腳踝，提供足夠穩定度，於雙側腳踏板上皆加裝後置式軸心型輔具。

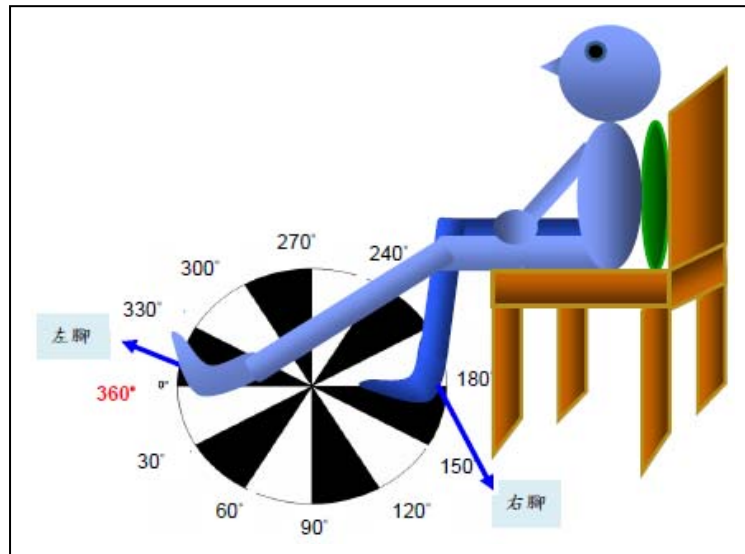
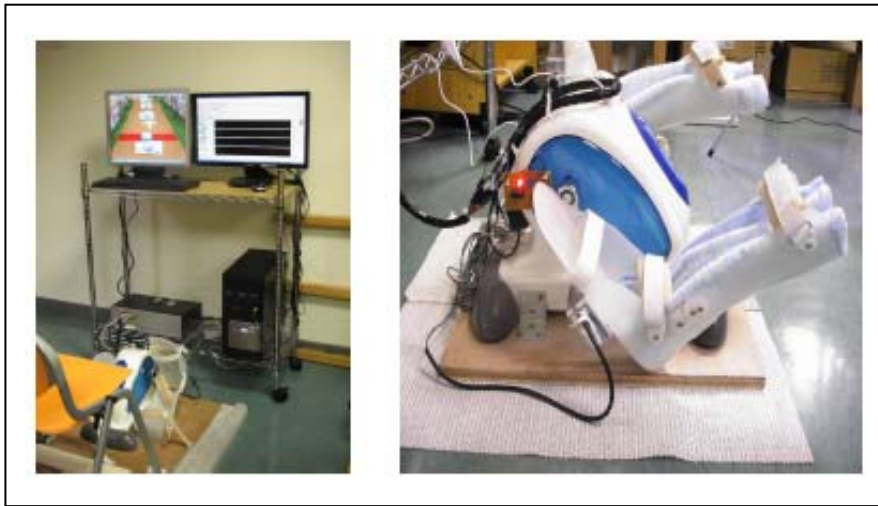


圖 2 虛擬實境視覺刺激下肢踩車訓練系統零度定義

2-1-2 軟體建立

虛擬實境使用 Virtools 4.0 建立路面場景。路面場景有直線版、左彎版及右彎版主共 3 種。依患者偏癱側，選擇使用左彎版或右彎版，以加強其偏癱側用力量。此介面可同步記錄踩車總花費時間、碰撞邊界的次數及時間、完成目標之得分數。其目標(千元鈔圖樣)設定為路面中央，需將汽車維持於路中線，每完成一個目標可得 5 分。雙側踏板力量輸出之使用者介面(Graphical User Interface,GUI) 使用 Labview 2010 程式撰寫及記錄，可即時顯示踩車過程中的角度、測力元件偵測之踏版力量數值、轉速(rpm)，以對應虛擬實境中的汽車低、中、高速，並藉由兩側踏板偵測之力量差值及預設參數之設定控制汽車左右動向。



2-3 系統臨床評估及訓練療效

2-3-1 研究設計

本研究屬於單一組別前後測(One-group pretest-posttest design)之臨床研究設計。由中山醫學大學附設醫院中興分院復健治療科物理治療師協助徵召中風患者，經納入標準及排除標準進行篩選後，有意願參與實驗之受試者經簽署人體臨床試驗同意書後，進行基本資料收集。實驗獨立變數為踩車合併虛擬實境視覺刺激之治療介入。實驗依變數共 20 個，評估人員與踩車治療人員為同一人，屬於非盲設計。主要評估項目皆為尺度變項，分別為下肢踩車踏板偵測之力量(單位:kg)、Zebris FDM-S 力板評估之兩腳足壓變化量(單位:N)、Zebris FDM-S 力板評估之站立平衡重心位移量(COP displacement)共 2 項、Zebris FDM-T 跑步機分析之步態參數及對稱性共 10 項、次要評估項目為次序變項，下肢痙攣埃許-沃斯(MAS)量表。操作型定義為接受每次十五分鐘，一週二~三次，共十次踩車合併虛擬實境治療。

2-3-1 受試者

預計於中山醫學大學附設醫院中興分院徵召 20 位成年慢性中風患者，納入條件為：年齡範圍為 25 ~ 80 歲、單一次中風合併單側偏癱、中風時間大於 6 個月、偏癱下肢至少為 Brunnstrom stage III，出現肌肉痙攣(spasticity)、使用或不用輔具協助下可行走至少 10 公尺、可完成跑步機評估、意識清楚可理解實驗指令。排除條件為：病患診斷有其它神經系統疾病、心絞痛、心律不整、有關節炎或其他肌肉骨骼系統疾病或疼痛問題或下肢關節關節活動角度受限情形以致於無法完成踩車訓練、有視覺或認知受損情形等。

2-3-2 施測流程

實驗組維持原本之傳統物理治療及職能治療，分別為 1 次 1 小時，1 天 1 次，1 週 5 天，內容皆包含一般平衡訓練、行走訓練、上下踏板訓練。要求除了原本之傳統治療與長期進行之針灸治療外，其它相關運動治療於實驗介入期間先暫停。實驗組施測時需使用踩車及電腦屏風配合播放虛擬實境影像，並將硬體之踏板置於定義零度的位置。每次執行治療前，需重新測試確認其舒適之踩車速度及控制低、中、高速與左右轉之參數數值，再進行踩車運動治療。踩車時間皆為每次十五分鐘，一週二~三次，共十次治療，並於接受治療前、後分別進行評估測試。

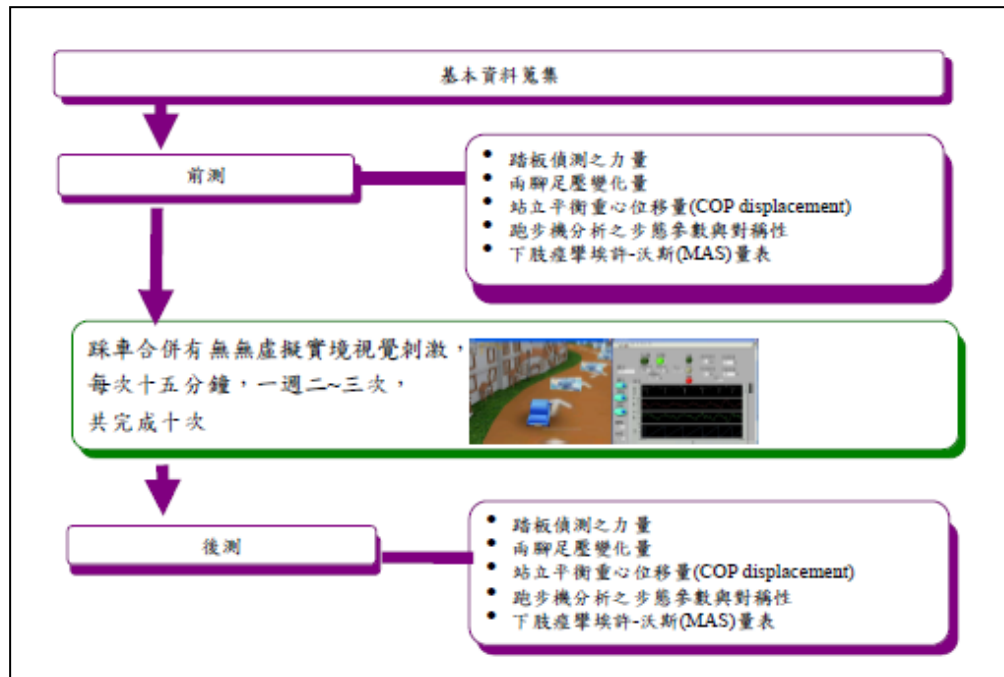


圖 4 虛擬實境視覺刺激下肢踩車訓練系統施測流程

2-3-3 評估測試項目

2-3-3-1 主要療效指標

1. 踩車過程車左腳及右腳踏板偵測之力量

請受試者以舒適速度進行踩車評估，一回合踩 17 圈，共踩兩回合。記錄第二回合中間的第 6-10 圈左腳及右腳的分別的踏板力量數值平均值。測試前後口令一致。

2. 站立平衡重心位移量(COP) 與兩腳足壓變化量

使用 Zebris platform (Zebris Force Measuring Platform, zebris Medical GmbH, Germany)與 Zebris WinFDMS (zebris Medical GmbH)套裝軟體，取樣頻率為 1000Hz。前後口令一致，請受試者雙腳平均分布站於力板上，先使用 30 秒的自行站姿調整，再進行 10 秒的閉眼靜態站立平衡測試。測試所得資料為 10 秒之平

均值。(Gong et.al,2010)

3. 跑步機步態分析

使用 Zebris WinFDM-T 跑步機(zebris Mediacal GmbH)及套裝軟體記錄 Step width (cm)、Step length (cm)、Step time (sec)、Stance phase (%) (包含 Load response (%))、Single support (%)、Pre-swing (%)、Swing phase (%)、Total Double support (%)、Stride length (cm)、Stride time (sec)、Cadence(strides/min)、以及步態對稱性。先前研究指出於跑步機上不熟悉的經驗可能會影響測量到的參數數值，而建議行走 6 分鐘練習，以 2.0 km/h 的速度進行測試，取 6 個完整的步態週期進行步態參數分析。(Bejek et al., 2011; Altonet al., 1988; Matsas et al., 2000; Mockel et al., 2003) 2.5 km/h 速度 (Gong et al., 2010) 每回至少 20 秒，頻率 180Hz，總共超過 60 個連續步伐。(Squadrone & Gallozzi, 2009)本研究頻率訂為 100 Hz，請受試者於跑步機先練習兩分鐘，確認舒適速度，再以舒適速度行走 30 秒進行量測，前後口令一致。

2-3-3-2 次要療效指標

1. 肌肉痙攣程度

使用修正式埃許-沃斯痙攣量表(Modified Ashworth Scale)，請受試者以坐姿被動活動方式及改變活動速度，分別測試下肢膝屈肌、膝伸肌、踝背曲肌、踝蹠曲肌之肌肉痙攣程度。

2-3-4 數據分析

利用 SPSS 14.0 for Windows 統計軟體 (SPSS Inc., Chicago, IL)進行資料分析。使用敘述性分析的方式分析受試者之人口統計變項之連續變項，如：年齡、性別，以及臨床變項，如：腦中風類型以及腦中風罹病時間等。
實驗依變數：下肢踩車踏板力量、足底壓力分布、站立平衡重心位移量、步態參數、步態對稱性、肌肉痙攣程度。使用 Nonparametric Kruskal-Wallis test 分析有加入視覺刺激的踩車運動之治療前後實驗依變數是否達顯著差異。顯著水準值為 0.05。p 值小於 0.05 即代表達到顯著差異。

3. 實驗結果

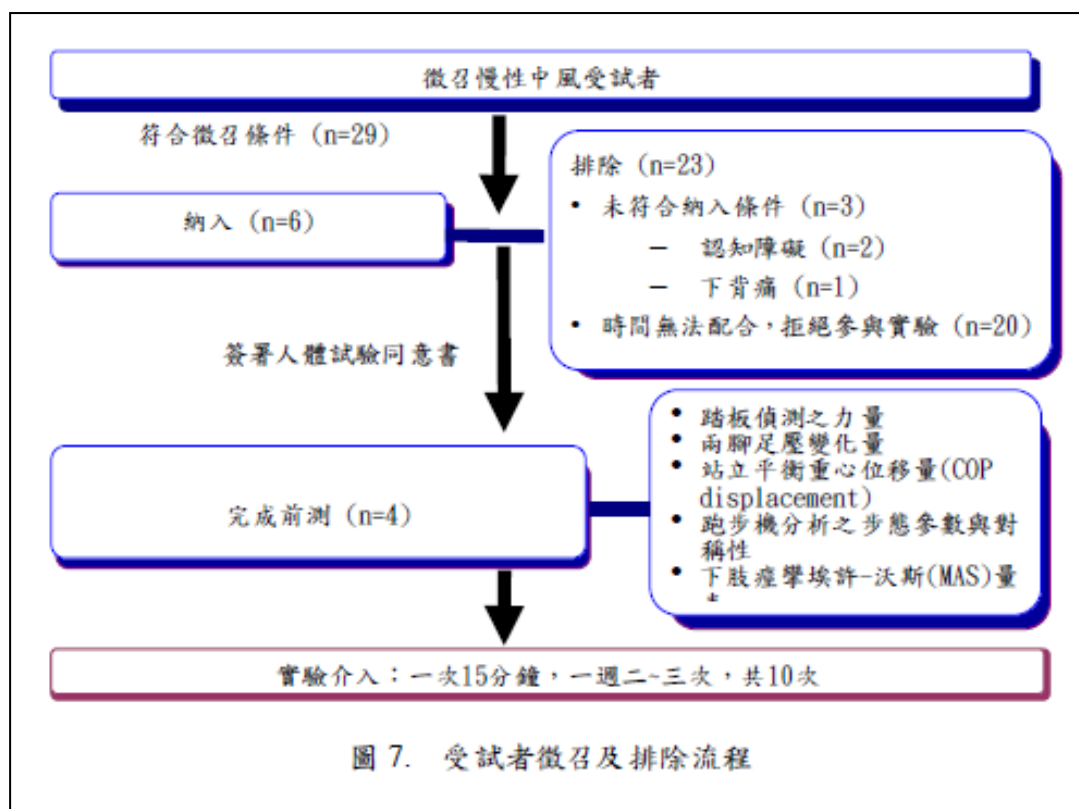


表 1. 受試者基本資料：人口統計變項(demographic characteristics)及臨床變項(medical characteristics)

受試者編號	年齡(歲)	性別	中風後時間(月)	偏癱側	使用輔具	中風類型
S1	61	女	20	R	Nil	infarction
S2	63	女	61	R	Regular cane	infarction
S3	55	男	24	L	Nil	hemorrhage
S4	60	男	11	R	Nil	hemorrhage

表 2. 雙側足底壓力分布 (foot pressure)

受試者編號	足底壓力評估	健側百分比 (%)	偏癱側百分比 (%)
S1	Pretest	56.2	43.8
S2	Pretest	54.5	45.5
S3	Pretest	50.9	49.1
S4	Pretest	67.5	32.5

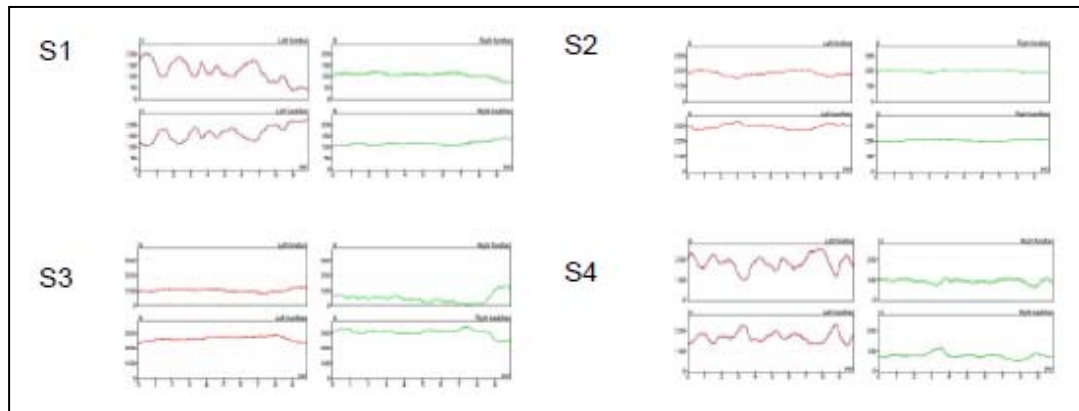


表 3. 靜態站立平衡重心位移(COF displacement)

受試者編號	評估	重心位移長度	重心位移面積
		(COF length) (mm)	(COF area) (mm*mm)
S1	Pretest	496.1	74.0
S2	Pretest	211.1	11.1
S3	Pretest	434.3	120.4
S4	Pretest	778.2	293.0

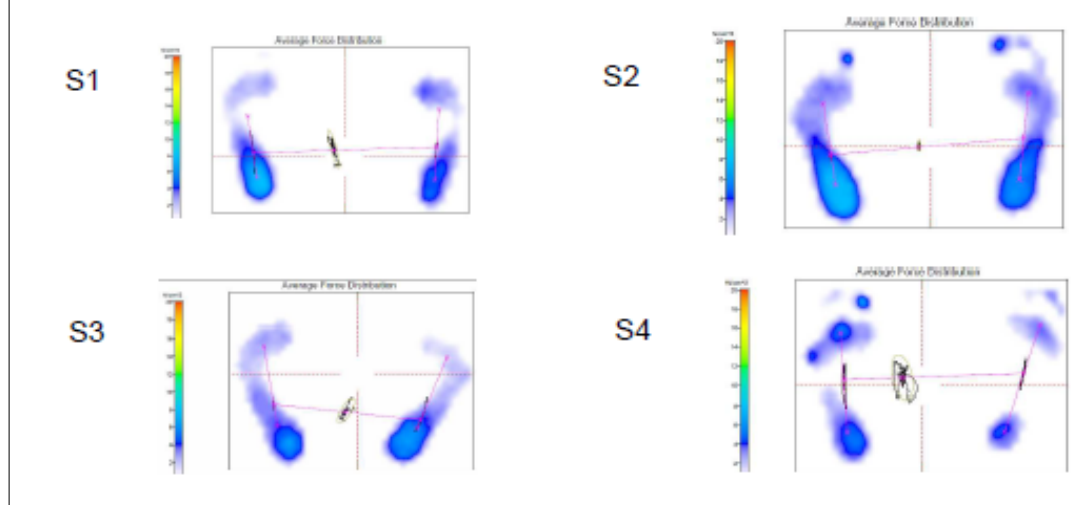


表 4. 雙側踏板力量 (bilateral pedal force) 與偏癱側/健側踏板力量比位 (ratio)

受試者編號	踏板力量 測試	踏板力量		比例= (偏癱側/健側)*100%
		健側 (kg)	偏癱側 (kg)	
S1	Pretest	8.78	9.79	111.50%
S2	Pretest	12.49	9.48	75.90%
S3	Pretest	13.69	13.60	99.34%
S4	Pretest	12.28	11.91	96.99%

表 6. 修正式埃許-沃斯癱瘓量表 (Modified Ashworth Scale)

受試者編號	測試	膝屈曲肌	膝伸直肌	踝背屈肌	踝跖曲肌
S1	Pretest	0	0	0	1
S2	Pretest	0	1	0	1
S3	Pretest	0	1	0	1
S4	Pretest	0	0	0	1

4. 參考文獻

1. Burdea. G. C. Virtual Rehabilitation – Benefits and Challenges. *Methods Inf Med* 2003; 42: 519–23.
2. Bobath, B., 1994. *Adult Hemiplegia: Evaluation and Treatment*. Butterworth- Heinemann Ltd., Oxford.
3. Brown D.A. and Kautz S.A., Increased workload enhances force output during pedaling exercise in persons with poststroke hemiplegia, *Stroke* 1998; 29(3), 598–606.
4. Brown, D. A. and S. A. Kautz. "Speed-dependent reductions of force output in people with poststroke hemiparesis." *Phys Ther* 1999;79(10): 919-930.
5. Brown, D. A. and G. A. DeBacher. "Bicycle ergometer and electromyographic feedback for treatment of muscle imbalance in patients with spastic hemiparesis. Suggestion from the field." *Phys Ther* 1987;67(11): 1715-1719.
6. Bogataj U., Gros N., Kljajic M., Acimovic R., Malezic M., The rehabilitation of gait in patients with hemiplegia: a comparison between conventional therapy and multichannel functional electrical stimulation therapy, *Phys. Ther.* 75 (1995) 490–501.
7. Bryanton C, Bosse J, Brien M, McLean J, McCormick A, Sveistrup H. Feasibility, motivation, and selective motor control: virtual reality compared to conventional home exercise in children with cerebral palsy. *CyberPsychol Behav.* 2006;6(2):123–128.
8. Brown D.A., Nagpal S. and Chi S., Limb-loaded cycling program for locomotor intervention following stroke, *Phys Ther* 2005; 85(2), 159–168.
9. Butefisch C., Hummelsheim H., Denzler P. and Mauritz K.H., Repetitive training of isolated movements improves the outcome of motor rehabilitation of the centrally paretic hand, *J Neurol Sci* 1995;130(1), 59–68.
10. Chen, J. J. and N. Y. Yu (1997). "The validity of stimulus-evoked EMG for studying muscle fatigue characteristics of paraplegic subjects during dynamic cycling movement." *IEEE Trans Rehabil Eng* 5(2): 170-178.
11. Diserens K., Perret N., Chatelain S., Bashir S., Ruegg D., Vuadens P. and Vingerhoets F., The effect of repetitive arm cycling on post stroke spasticity and motor control: repetitive arm cycling and spasticity, *J Neurol Sci* 2007;253(1–2), 18–24.
12. Duncan P, Studenski S, Richards L, et al . Randomized clinical trial of therapeutic exercise in subacute stroke. *Stroke* 2003; 34: 2173/80.
13. Grillner S., *Control of Locomotion in Biped, Tetrapods, and Fish*, Williams and Wilkins, Bethesda, MD, 1981.
14. Gong W, Lee S. and Kim B. The Comparison of Pressure of the Feet in Stance and Gait by the Types of Bags. *Journal of Physical Therapy Science.* 2010;22 (3) 255-258.
15. Hsin-Yung Chen, Nan-Ying Yu, Kaoshiung Chen, Kuen-Horng Tsai, Lilan Fu, Shih-Ching Chen, Mao-Hsiung Huang, Jia-Jin Jason Chen. Development of FES-cycling System with Network Capability for Multi-Center Clinical Studies. *Journal of Medical and Biological Engineering* 2001;21(2): 85-92.
16. Hesse S, Bertelt C, Schaffrin A, Malezic M, Maurtiz KH. Restoration of gain in

- nonambulatory hemiparetic patients by treadmill training with partial body-weight support. *Arch Phys Med Rehabil.* 1994; 75 (10): 1087-93.
17. Hesse S., Schmidt H., Werner C. and Bardeleben A., Upper and lower extremity robotic devices for rehabilitation and for studying motor control, *Curr Opin Neurol* 2003; 16(6), 705–710.
 18. Janssen TW, Beltman JM, Elich P, Koppe PA, Konijnenbelt H, de Haan A, Gerrits KH. Effects of electric stimulation–assisted cycling training in people with chronic stroke. *Arch Phys Med Rehabil* 2008;89:463-9.
 19. Krakauer JW. Motor learning: its relevance to stroke recovery and neurorehabilitation. *Curr Opin Neurol.* 2006 Feb;19(1):84-90.
 20. Katherine J Sullivan, David A Brown, Tara Klassen, Sara Mulroy, Tingting Ge, Stanley P Azen, Carolee J Winstein. Effects of Task-Specific Locomotor and Strength Training in Adults Who Were Ambulatory After Stroke: Results of the STEPS Randomized Clinical Trial. *Phys Ther.* 2007;87:1580–1602
 21. Lamontagne A, Fung J, McFadyen BJ, Faubert J. Modulation of walking speed by changing optic flow in persons with stroke. *J Neuroeng Rehabil* 2007;4:22.
 22. Lynsey Gregg, Nicholas Tarrrier. Virtual reality in mental health-A review of the literature. *Soc Psychiatry Psychiatr Epidemiol* (2007) 42:343–354
 23. Lee MJ, Kilbreath SL., Singh MF, Zeman B, Lord SR, Raymond KJ, and Davis GM.. Comparison of Effect of Aerobic Cycle Training and Progressive Resistance Training on Walking Ability After Stroke: A Randomized Sham Exercise–Controlled Study. *JAGS* 2008;56:976–985.
 24. Lee MJ, Kilbreath SL, Singh MF, Zeman B, and Davis GM. Effect of Progressive Resistance Training on Muscle Performance after Chronic Stroke. *Med. Sci. Sports Exerc.*, 2010; 42 (1): 23–34.
 25. Mirelman A, Bonato P, Deutsch J. Effects of training with a robot-virtual reality system compared with a robot alone on the gait of individuals after stroke. *Stroke* 2009;40:169–174.
 26. Michal Katz-Leurer, Zeevi Dvir . The influence of early cycling training on balance in stroke patients at the subacute stage. Results of a preliminary trial. *Clinical Rehabilitation* 2006; 20: 398-405.
 27. Michal Katz-Leurer, Shochina. The effect of early aerobic training on independence six months post stroke. *Clinical Rehabilitation* 2003; 17:735–741
 28. Potempa K, Lopez M, Braun LT, Szidon JP, Fogg L, Tincknell T. Physiological outcomes of aerobic exercise training in hemiparetic stroke patients *Stroke* 1995; 26: 101/105.
 29. Sveistrup H. Motor rehabilitation using virtual reality: review. *J NeuroEng Rehabil.* 2004;1:10–18.
 30. Squadrone R, Gallozzi C. Biomechanical and physiological comparison of barefoot and two shod conditions in experienced barefoot runners. *J Sports Med Phys Fitness.* 2009 Mar;49(1):6-13.
 31. Wade D T, Wood V A, Heller A, Maggs J, Langton Hewer R. Walking after stroke:

- measurement and recovery over the first three months. *Scand J Rehabil Med.* 1987;19:25-30.
32. Waters RL, Lunsford BR, Perry J et al. Energy-speed relationship of walking: Standard tables. *J Orthop Res* 1988;6:215–222.
33. You SH, Jang SH, Kim YH, Hallet M, Ahn SH, Kwon YH, Kim JH, Lee MY. Virtual reality-induced cortical reorganization and associated locomotor recovery in chronic stroke: An experimenter-blind randomized study. *Stroke* 2005;36:1166– 1171.

國科會補助專題研究計畫項下出席國際學術會議心得報告

日期：__年__月__日

計畫編號	NSC 97-2221-E-040 -009 -MY3		
計畫名稱	中風患者虛擬實境電刺激踩車系統之研發與臨床評估(II)		
出國人員姓名	葉純好	服務機構及職稱	中山醫學大學物理治療學系/教授
會議時間	99年8月1至 99年8月6日	會議地點	新加坡(Singapore)新達城(Suntec)
會議名稱	(中文)第六屆世界生物力學會議 (英文) the 6th World Congress on Biomechanics (WCB2010)		
發表論文題目	(中文)中風病患於踩車運動時雙側下肢不對稱力量之分析 (英文) The Asymmetrical Force Output of the Affected and Unaffected Legs for Patients with Stroke in Cycling Exercise		

一、參加會議經過

參與的會議從 99 年 8 月 1 開始註冊，直到 8 月 6 日為止結束，該會議為第六屆生物力學世界會議(the 6th World Congress on Biomechanics)在新加坡新達城舉行，與第 14 屆生物力學工程國際會議(14th International Conference on Biomedical Engineering)和第五屆亞洲生物力學(5th Asia Pacific Conference on Biomechanics)一起舉辦，參與學者來自各國，會議提供六個議題課程，會議這次的特別議題在於生物力學介紹，包括介紹自然界現象的生物力學、人因工程以及運動生物力學、功能組織工程，探討飛翔的生物力學與太空航行的人類表現、運動的流體力學、鞋與足的生物力學、人類的移行動作特徵和疲乏，甚至談到老化與疲乏的關係以及運動的重

要性，把生物力學的應用從人體表現的基本面，到老化與疲乏介紹，從太空應用和運動流體力學的進階應用介紹，涵蓋範圍非常廣泛。

二、與會心得

在參與和聆聽和其他口試和海報發表者的討論中發現生物力學應用層面越來越廣泛，現場也有 HUR 廠商提供肌肉骨骼系統評估的軟體-ANYBODY，提供與會者下載和試用，應用層面包括運動、人體工學、骨科、步態分析等，建立人體肌肉和骨骼模型，以模擬在使用任何工具或是不同環境下，人體動作以及肌肉表現，經過講者實際的現場示範和實際練習，更覺得生物力學在生活應用的重要性。此外在該議題的相關的健康生活(Total wellness of life)課程也再度提到肌力、有氧對於健康的重要性，對於功能評量、平衡和跳躍評量、肌力評量、營養在運動學、復健和老人應用的重要，可見提升體能才能有效增進健康。

三、考察參觀活動(無是項活動者略)

此行除參與研討會活動外，亦至新加坡最大之綜合醫院---中央醫院之復健部門參訪，新加坡中央醫院內有 170 位物理治療師，且仍繼續擴增中，新加坡中央醫院的物理治療項目多樣，分工詳細，治療服務品質良好，每位治療師皆有其專業價值在，他們服務的對象多樣，院內之病人包含癌症患者，衰老患者，以及手術後之患者。門診之病人分類更細且服務對象更多元，包含脊椎損傷與問題之病人，暈眩病人，人工關節置換病人，關節韌帶斷裂之病人，心肺功能障礙之病人，以及各種關節疼痛的病人等。其中人工關節置換，以及關節韌帶斷裂之復健病人，有另外依照病人損傷程度之初期、中期、末期、重返運動場準備期，給予不同的治療課程，再

依患者的情況，設計運動治療項目。

此次之參訪亦促成本系之學生至該院見習，開啟了本系國際交流之第一步。

四、建議

此行於中央醫院參訪時，也有機會與臨床研究人員交流，發現他們所做的研究方向與國內部分學者之研究領域極為相似，未來或許也是國內一些學者可進行國際研究合作之對象或單位。

五、攜回資料名稱及內容

HUR 廠商現場提供該公司相關運動復健器材的型錄，介紹各式運動器材，並發展一套器械，應用於跌倒預防計畫訓練，同時以科技數位提供肌力與平衡評估，和提供運動訓練時即時的以螢幕顯示的視覺方式回饋力量、次數訓練和心跳表現情形。



HUR 廠商的運動器材目錄

Monday, 2 August 2010
1800 – 1900 hrs
Poster Session – PA
Level 3, Gallery

WCB-A00014-00074 PA-1

Axisymmetric Creeping Flow of a Micropolar Fluid over a Sphere Coated with a Thin Fluid Film
Bali Ram Gupta, Satya Deo

WCB-A00054-00083 PA-2

Creeping Flow of a Micropolar Fluid Past a Fluid Sphere with Non-zero Spin Boundary Condition
Pankaj Shukla, Satya Deo

WCB-A00070-00092 PA-3

Using Geometric Framework to Establish Some Indices for Comparison between Biomimetic Locomotion Systems and the Corresponding conventional Ones
Alireza Asnafi, Mojtaba Mahzoon

WCB-A00080-00124 PA-4

Administration of Estradiol Modulate the Membrane Functions and Glucose Transporter in Aging Female Rat Brains
Pardeep Kumar, R K Kale, N Z Baquer

WCB-A00081-00125 PA-5

Curcumin Protects Against Aluminium-induced Functional Neurotoxicity in Aging Rats
A K Yadav, D Sharma

WCB-A00145-00188 PA-6

Mathematical model of Blood flow in Arteries with Porous Effects
Anil Kumar

WCB-A00042-00071 PA-7

Teaching in Real Time - Development of a Virtual Immersive Manikin implemented in Real Time Systems
Frank Sulzmann, Katrin Meinken

WCB-A00143-00651 PA-8

Theoretical Analysis for Miniaturization of Four-wheeled Walker with Safe Use on Normal Walking
Masato Takanokura, Kenichi Totsuka

WCB-A00211-00263 PA-9

Posture and Joint Loading in a Simulated Tree Planting Task
Tegan Slot, Kathleen Denbeigh, Genevieve Dumas

WCB-A00082-00283 PA-11

Interplay between hypoxia and hydrodynamic force in three-dimensional cultivation of articular cartilage
Yueh-Hsun Yang, Gilda Barabino

WCB-A00280-00359 PA-13

Mechanical Loading as a Potent Osteogenic Factor in Bone Scaffold
Alireza Roshan-Ghias, Alexandre Terrier, Dominique Pioletti

WCB-A01121-01932 PA-129

Intra-beat Segmentation of the PCG using LABVIEW

Sanchitha Ashok, Madhumitha Raghu, Keerthana Rajagopal, Divya Nityanandam

WCB-A01151-02144 PA-130

The Asymmetrical Force Output of the Affected and Unaffected Legs for Patients with Stroke in Cycling Exercise

Chun-Yu Yeh, Hsin-Chang Lo, Kuen-Horng Tsai

WCB-A00032-00050 PA-131

Wear Progression by the Addition of Resting Periods during Artificial Knee Wear Testing

J. Philippe Kretzer, Robert Sonntag, Eike Jakobowitz, Jorn Reinders

WCB-A00032-00051 PA-132

Influence of the Anterior-cruciate-ligament (ACL) to Implant Kinematic and Implant Wear in Total Knee Replacement

J. Philippe Kretzer, Eike Jakobowitz, Jorn Reinders, Johannes Schneider, Robert Sonntag

WCB-A00075-00095 PA-133

Design and Fabrication of Microfluidic Devices and Optimization of Separation of Two Different Beads in the Detection Area

Lay Kuan Loh, Kai Yin Hwang

WCB-A00173-00643 PA-134

Measurement of DNA Hybridization based on Diamond Micro-cantilever Sensing

Alexandre Bongrain, Hiroshi Uetsuka, Gaelle Lissorgues, Emmanuel Scorsonne, Charles Agnes, Lionel Rousseau, Laurie Valbin, Samuel Sssda, Ceine Gesset, Philippe Bergonzo

WCB-A00315-00401 PA-135

Three-dimensional Micro Vibration Stage and its Application to Cell Culture

Ken-ichi Konno, Tadashi Kosawada, Ryota Sato, Zhonggang Feng, Yasukazu Hozumi, Kaoru Goto

WCB-A00315-00405 PA-136

Piezoelectric Micro Probe Device for Mechanical Stimulation and its Detection for Living Cells

Ken-ichi Konno, Tadashi Kosawada, Takeshi Nakamura, Zhonggang Feng

WCB-A00972-01645 PA-137

Mechanical Properties of a Closed-cell Stent for Treating Cerebral Aneurysms

Yasuhiro Shobayashi, Satoshi Tatshima, Kazuo Tanishita

WCB-A01583-02954 PA-138

Development of a Novel Device for Biaxial Tensile Testing of Small Tissues

Chad E. Eckert, Michael S. Sacks

WCB-A00021-00233 PA-139

Comparison of MRI Images with FEM Simulations of Fingertip Deformation Including Subcutaneous Fatty Tissue

Satoshi Shimawaki, Naotaka Sakai

WCB-A00047-00075 PA-140

Modelling of Bionic Arm

Amartya Ganguly

國科會補助計畫衍生研發成果推廣資料表

日期:2012/03/23

國科會補助計畫	計畫名稱: 中風患者虛擬實境電刺激踩車系統之研發與臨床評估
	計畫主持人: 葉純好
	計畫編號: 97-2221-E-040-009-MY3 學門領域: 殘障輔具研究
無研發成果推廣資料	

97 年度專題研究計畫研究成果彙整表

計畫主持人：葉純好		計畫編號：97-2221-E-040-009-MY3				計畫名稱：中風患者虛擬實境電刺激踩車系統之研發與臨床評估	
成果項目		量化			單位	備註（質化說明：如數個計畫共同成果、成果列為該期刊之封面故事...等）	
		實際已達成數（被接受或已發表）	預期總達成數（含實際已達成數）	本計畫實際貢獻百分比			
國內	論文著作	期刊論文	0	0	100%	篇	
		研究報告/技術報告	0	0	100%		
		研討會論文	2	0	100%		
		專書	0	0	100%		
	專利	申請中件數	1	0	100%	件	
		已獲得件數	0	0	100%		
	技術移轉	件數	0	0	100%	件	
		權利金	0	0	100%	千元	
	參與計畫人力（本國籍）	碩士生	0	0	100%	人次	
		博士生	0	0	100%		
		博士後研究員	0	0	100%		
		專任助理	0	0	100%		
國外	論文著作	期刊論文	0	0	100%	篇	
		研究報告/技術報告	0	0	100%		
		研討會論文	2	0	100%		
		專書	0	0	100%		章/本
	專利	申請中件數	0	0	100%	件	
		已獲得件數	0	0	100%		
	技術移轉	件數	0	0	100%	件	
		權利金	0	0	100%	千元	
	參與計畫人力（外國籍）	碩士生	0	0	100%	人次	
		博士生	0	0	100%		
		博士後研究員	0	0	100%		
		專任助理	0	0	100%		

<p>其他成果 (無法以量化表達之成果如辦理學術活動、獲得獎項、重要國際合作、研究成果國際影響力及其他協助產業技術發展之具體效益事項等，請以文字敘述填列。)</p>	<p>無</p>
--	----------

	成果項目	量化	名稱或內容性質簡述
科 教 處 計 畫 加 填 項 目	測驗工具(含質性與量性)	0	
	課程/模組	0	
	電腦及網路系統或工具	0	
	教材	0	
	舉辦之活動/競賽	0	
	研討會/工作坊	0	
	電子報、網站	0	
	計畫成果推廣之參與(閱聽)人數	0	

國科會補助專題研究計畫成果報告自評表

請就研究內容與原計畫相符程度、達成預期目標情況、研究成果之學術或應用價值（簡要敘述成果所代表之意義、價值、影響或進一步發展之可能性）、是否適合在學術期刊發表或申請專利、主要發現或其他有關價值等，作一綜合評估。

1. 請就研究內容與原計畫相符程度、達成預期目標情況作一綜合評估

達成目標

未達成目標（請說明，以 100 字為限）

實驗失敗

因故實驗中斷

其他原因

說明：

2. 研究成果在學術期刊發表或申請專利等情形：

論文： 已發表 未發表之文稿 撰寫中 無

專利： 已獲得 申請中 無

技轉： 已技轉 洽談中 無

其他：（以 100 字為限）

已有四篇研討會論文發表 期刊論文兩篇已準備投稿

3. 請依學術成就、技術創新、社會影響等方面，評估研究成果之學術或應用價值（簡要敘述成果所代表之意義、價值、影響或進一步發展之可能性）（以 500 字為限）

已完成一新型治療儀器之開發，並確實應用於臨床實驗上，並已送出『發明專利』之申請，繼續朝能成功『技轉』之目標邁進，期待未來能提供臨床治療人員在對中風患者之復健治療上另一個更舒適、有效之治療方法。