

行政院國家科學委員會專題研究計畫 成果報告

以人因工程方法分析為銀髮族設計之健身器材-以液壓式腿部推蹬訓練機為例(I)
研究成果報告(精簡版)

計畫類別：個別型
計畫編號：NSC 99-2221-E-040-008-
執行期間：99年08月01日至100年12月31日
執行單位：中山醫學大學職能治療學系

計畫主持人：羅世忠
共同主持人：何金山、陳瓊玲、周伯禧、游家源
計畫參與人員：博士班研究生-兼任助理人員：陳政宇

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 31 日

中文摘要：腿部推蹬訓練機的主要模擬身體蹲舉訓練的下肢活動，而由於腿部推蹬訓練機可以調整腿部受力，讓受力調整在合適的範圍，比起蹲舉訓練來的方便有效率，但是仍需有個人教練在旁指導，以防止不適當姿勢或是外力對肌肉骨骼造成傷害。雖然阻力系統不斷的進步，但是目前的腿部推蹬訓練機大都是針對正常年輕人設計。對於銀髮族而言，簡單方便、低阻力但是在發生不穩定時候又能提供高阻力使其維持平衡是主要考量，因此液壓阻力系統被視為是較佳的選擇之一。不過與廠商的協同合作與討論發現仍有許多問題包括不合適的尺寸、阻力等因素，而這些因素都不是用試誤法就能找到最佳答案，需透過有系統的人因工程分析。本研究主要結合三維動作分析系統與肌電訊號系統作為評估在兩種不同形式市售腿部推蹬訓練機在不同的推蹬速度下，對老年人的肌肉骨骼系統的影響，並期待從研究中找出設計符合人體舒適度之腿部推蹬訓練機之重要參數，如關節角度、推蹬力量與肌電訊號等參數。

中文關鍵詞：液壓式腿部推蹬訓練機、動作分析系統、人因工程分析、肌電訊號

英文摘要：The leg press machine is built for training the lower extremity by simulating the crouch or squats. Compared these two movement, the leg press machine can be more efficiency in training muscle by adjustable loads control, but the personal trainer beside is needed for preventing the uncorrected posture or unsuitable external force that can damage the musculoskeletal system. Even though the resistant system progresses soon, the leg machine is designed for young healthy people. For the elder people, easy use, low force and high resistant force while occurring unsteadily, are main concerned. The hydraulic leg press machine is suitable for these considerations. There are some problems including the dimension and resistance of the leg press machine while cooperating with local manufactory. These factors can't be solved by try-and-error method but by the systematic human factors method. The study is to establish the motion analysis and model evaluation for elder people on the leg press training machine with kinematics, kinetics and electromyography (EMG).

英文關鍵詞：hydraulic leg press machine, motion analysis system,

human factors, electromyography

以人因工程方法分析為銀髮族設計之健身器材—
以液壓式腿部推蹬訓練機為例

計畫類別：個別型計畫 整合型計畫

計畫編號：NSC 99 - 2221 - E - 040 - 005 -

執行期間：99 年 8 月 1 日 至 100 年 12 月 31 日

計畫主持人：羅世忠

共同主持人：陳瓊玲、游家源、何金山

計畫參與人員：博士班研究生-陳政宇

執行單位：中山醫學大學職能治療學系

以人因工程方法分析為銀髮族設計之健身器材-以 液壓式腿部推蹬訓練機為例

Human factors analysis for the exerciser designed for elder people-An application for hydraulic leg press machine

計畫編號：NSC 99-2221-E-040-008-

執行期限：99年8月1日至100年12月31日

主持人：羅世忠 中山醫學大學職能治療學系

共同主持人：陳瓊玲 中山醫學大學職能治療學系

共同主持人：游家源 義守大學物理治療學系

共同主持人：何金山 林口體育大學運動科學研究所

一、中文摘要

腿部推蹬訓練機的主要模擬身體蹲舉訓練的下肢活動，而由於腿部推蹬訓練機可以調整腿部受力，讓受力調整在合適的範圍，比起蹲舉訓練來的方便有效率，但是仍需有個人教練在旁指導，以防止不適當姿勢或是外力對肌肉骨骼造成傷害。雖然阻力系統不斷的進步，但是目前的腿部推蹬訓練機大都是針對正常年輕人設計。對於銀髮族而言，簡單方便、低阻力但是在發生不穩定時候又能提供高阻力使其維持平衡是主要考量，因此液壓阻力系統被視為是較佳的選擇之一。不過與廠商的協同合作與討論發現仍有許多問題包括不合適的尺寸、阻力等因素，而這些因素都不是用試誤法就能找到最佳答案，需透過有系統的人因工程分析。本研究主要結合三維動作分析系統與肌電訊號系統作為評估在兩種不同形式市售腿部推蹬訓練機在不同的推蹬速度下，對老年人的肌肉骨骼系統的影響，並期待從研究中找出設計符合人體舒適度之腿部推蹬訓練機之

重要參數，如關節角度、推蹬力量與肌電訊號等參數。

關鍵詞：液壓式腿部推蹬訓練機、動作分析系統、人因工程分析、肌電訊號

The leg press machine is built for training the lower extremity by simulating the crouch or squats. Compared these two movement, the leg press machine can be more efficiency in training muscle by adjustable loads control, but the personal trainer beside is needed for preventing the uncorrected posture or unsuitable external force that can damage the musculoskeletal system. Even though the resistant system progresses soon, the leg machine is designed for young healthy people. For the elder people, easy use, low force and high resistant force while occurring unsteadily, are main concerned. The hydraulic leg press machine is suitable for these considerations. There are some problems including the dimension and resistance of the leg press machine while cooperating with local

manufactory. These factors can't be solved by try-and-error method but by the systematic human factors method. The study is to establish the motion analysis and model evaluation for elder people on the leg press training machine with kinematics, kinetics and electromyography (EMG).

Keywords: hydraulic leg press machine, motion analysis system, human factors, electromyography

二、緣由與目的

台灣 65 歲以上的老人人口在 1993 年底就已經突破總人口數的 7%，正式進入聯合國定義的「老人國」，至 2006 年 7 月底止，臺灣 65 歲以上老年人佔總人口 10.09%(內政部統計資料)[1]，預估至 2010 年，臺灣老年人口將高達 12%。台灣的人口平均餘命，在本世紀初男女分別為 35.32 歲以及 38.96 歲，到了九〇年代男女的平均壽命幾乎增加了一倍，成為 71.83 歲與 77.15 歲，根據行政院經建會推估[2]，台灣老年人口在 2021 年將達到 14%，2040 年六十五歲以上的老人佔總人口的比例將遽增至 30%，而人將更為長壽，預期男性壽命將由現在的七十二歲增至七十九歲，女性壽命則者增至八十三歲。且據行政院經建會推估，高齡人口呈倍數增長的時間約 26 年，遠較歐美國家的 50 年至 80 年為快。在人口急速老化的情形下，老人們的健康問題對老人的生活造成多方面的影響，社會必須投入更多的醫療照顧成本及老人福利工作，老年人的健康照護也成為社會大眾所關注的問題。據內政部於民國 89 年發布的「老人狀況調查報告」[3]指出，全台老人罹患慢性病的比例為 56%，其中，每三個老人就有一位有心血管疾病，兩成多有骨關節問題，大約每 10 位老人就有一位需人長期在旁照顧。此外，無罹患慢性病的健康老人亦佔有 44%，如何提供銀髮族健康養生之道與適應逐漸老化身體功能，使所有人都能持續健康的生活，一直是人因工程與醫療復健的重

要課題。

老年人最怕的是跌倒，因為跌倒往往是造成老人傷害甚至殘疾的一大因素，而增進下肢骨骼肌肉系統的柔軟度與耐力，被認為是防止老年人意外跌倒的重要方式之一。根據醫學研究，人體全身有近五百條肌肉，三分之二集中在下半身，肌肉的持續力會隨年齡增長日漸衰退，握力、臂力、背力等上半身肌力到了六十多歲仍可以有二十多歲時的七成左右能力，但下半身腿力卻只剩下約四成。美國故總統艾森豪的心臟外科主治醫生保羅·懷特博士，就首先提出「腳是第二心臟」的說法，也有人提出「老化從腿開始」的理論。下半身肌肉不夠強健，上下樓梯、跑步都會體力不支、氣喘如牛，因為運動全靠大腿、小腿的肌肉操作，一旦這些肌肉衰萎，人不僅無法維持正確姿勢，而且易有疲勞、膝痛、腰痛等現象，所以鍛鍊雙腿肌肉是預防體力衰退的最佳方法[4]。根據文獻老年人在身體不活動情況下，將會加速骨骼肌流失，使肌力下降與萎縮情形之發生，其中以大腿肌群與背部肌肉流失最為明顯[5, 6]，並直接影響老年人姿勢控制、平衡能力之問題，因此針對銀髮族而言，應提供適合體能運動，以避免肌肉骨骼退化。台北榮民總醫院李思慧醫師 2008 年 7 月針對高齡者引進「能力回復復健儀器」系統[7]，藉由高齡者特別需要加強訓練的 6 動作，分別由 6 台低負荷訓練機（水平腿部推蹬機、腿部伸展屈腿機、臀部外展內收機、軀幹伸展彎曲機、坐姿划船機、胸部推舉機）協助達到重新啟動因衰老而不活化的肌肉群，並藉由訓練的韻律，提升患者動作的協調性，可見特殊設計的運動健身器材對於銀髮族的健康是有其重要性。

目前，針對銀髮族設計的腿部推蹬訓練機大多以機構設計出發，強調水平施力、低阻力與阻力可調整，但是從存在許多種的腿部推蹬訓練機機構設計的專利[8-15]可以看出，不論是鉛塊、磁電、液壓型阻力系統等各式各樣的機構設計，似乎無法真正確認何種機構最適合一般人，甚至於銀髮族，因此需要以另一個角

度，從以人體動作的協調性與承受負荷為主要考量，做出的分析結果再回到腿部推蹬訓練機構本身的調整設計，畢竟腿部推蹬訓練機是讓人來使用。因此有必要徹底從人因工程的角度做進一步分析。而人因工程所使用的工具不外乎人體計測方法、生物力學與肌電訊號分析等，人體計測方法可以獲得適當的運動器材尺寸，生物力學可以得到關節運動學與動力學資料，而肌電訊號分析可以獲得肌肉拮抗或肌肉疲勞等資訊。另外為避免受測者傷害，過重的負荷與過大速度，無法在實驗室中進行，必須配合電腦模擬軟體，將實驗中取得的人體參數，以多連桿的方式進行模擬，以獲得人體極限能力，避免人體進行相類似的運動受到嚴重傷害，目前進行人體肌肉骨骼系統模擬中最為完整的模擬系統-Adams+lifemod，模擬系統中內建人體基本計測參數，主要輸入欲模擬的人物體重身高，即可模擬近似的體型，並配合動作分析中所獲得的人體動作，即可適當的獲得人體關節參數，建立人體模擬模型[16]。

為了解腿部推蹬訓練機在設計上對人體運動時的肌肉骨骼影響，以市售鉛塊式與液壓式腿部推蹬訓練機機台，以中山職能動作行為與姿勢控制研究室既有的設備，結合三維動作分析系統與肌電系統作為評估在兩種不同形式市售腿部推蹬訓練機在不同速度下，針對老年人的肌肉骨骼系統的影響，並期待從研究中找出設計符合人體舒適度之腿部推蹬訓練機之重要參數，比如關節角度、推蹬速度、推蹬力量與肌電訊號 (electromyography, EMG) 等參數。

三、方法

受試者為男女各十位年輕受測者，皆為在學大學生與研究生，以及65歲老年人5位，均無神經肌肉骨骼傷害，受測者的基本資料如表一。使用動作分析系統Vicon460 (Vicon Motion System Corp., Oxford, UK)、肌電訊號收集器MP150 (Biopac Inc)及兩部推蹬運動機(鉛塊

式與油壓式)進行相關實驗。包括六台CCD攝影機，資料收集頻率100Hz，收集人體在空間中的運動；4顆力量感測器 (load cell, Transducer Techniques, MLP200): 裝置於腳踏板4個角落，量測腳部施力，力板頻率200Hz。反光球黏貼的位置以Vcion內建的下肢PolygonRT模型，EMG收集頻率為1000HZ，肌電訊號採用皮膚表面收集方式，使用兩極貼片(3.5cm × 5cm)，收集受測者右腳之股內側肌 (Vastus medialis)、股二頭肌(biceps femoris)、脛前肌 (tibialis anterior) 與腓腸肌 (gastrocnemius)四條肌。

兩部市售腿部推蹬訓練機(鉛塊型與油壓型，圖一)，實驗的情形如圖二，三種速度設定分別為自覺最舒適的速度、最快速以及四秒完成(最慢速)，而推蹬阻力設定為兩推蹬機可以設定出的接近初始阻力約為12公斤重。

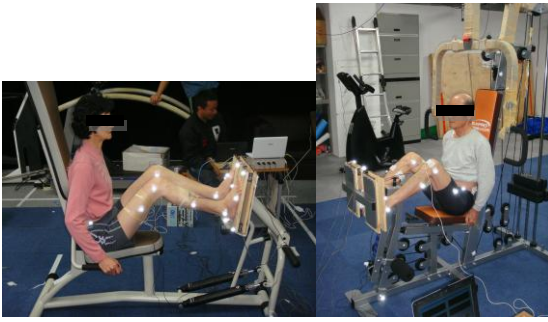
表一、受測者基本資料

	身高(公分)	體重(公斤)	年紀
年輕男生	173.9(2.72)	66.8(7.39)	24.2(2.1)
年輕女生	163.1(5.42)	53.3(5.5)	23.6(2.3)
老年人	160.4(8.75)	56.8(9.4)	69.3(3.2)

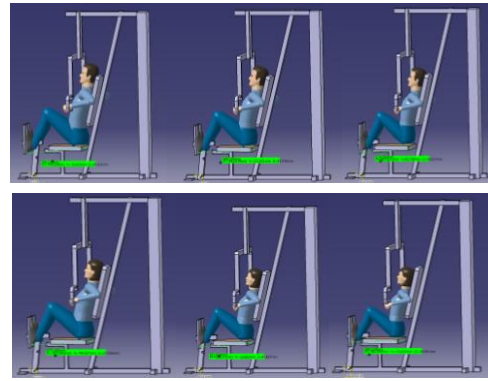
平均(標準差)



圖一、實驗所採用的鉛塊式推蹬機(左)與油壓式推蹬機(右)



圖二、實驗所採用的鉛塊式推蹬機(左)與油壓式推蹬機(右)

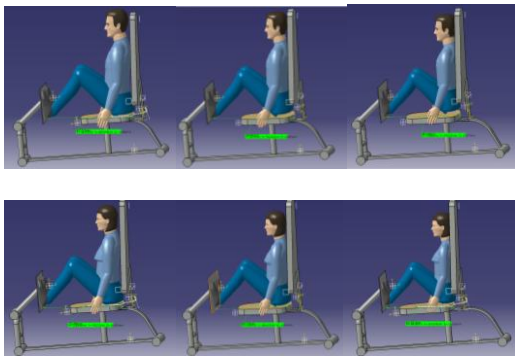


圖四、5%、50%與 95%的男生與女生對鉛塊式推蹬機進行尺寸分析

四、結果

1. catia推蹬機尺寸調整與設定

在catia軟體中建構相同尺寸的油壓式推蹬機(圖三)與鉛塊式推蹬機(圖四)3D模型，並以catia中內建的台灣人資料庫，選定5%、50%與95%的男生與女生對油壓式推蹬機與鉛塊式推蹬機(表二)進行尺寸分析，尋求合理的腿部推蹬訓練機可能設定範圍，發現油壓式推蹬機的踏板與臀部後面的間距約在80公分到58.4公分(表一)，鉛塊式推蹬機的踏板與臀部後面的間距約在74.2公分到61.4公分(表二)，並根據尺寸匹配結果在動態實驗時，針對受測者的身高對推蹬機的尺寸設定進行調整。



圖三、5%、50%與 95%的男生與女生對油壓式推蹬機進行尺寸分析

表一、5%、50%與 95%的男生與女生對油壓式推蹬機進行尺寸分析

	百分比	身高	重量	踏板距離
男生	95	180.8	81.4	80
	50	170.4	67	76.6
	5	160	52.6	68.3
女生	95	166.5	63.9	74
	50	157.2	52.1	66.2
	5	148	40.2	58.4

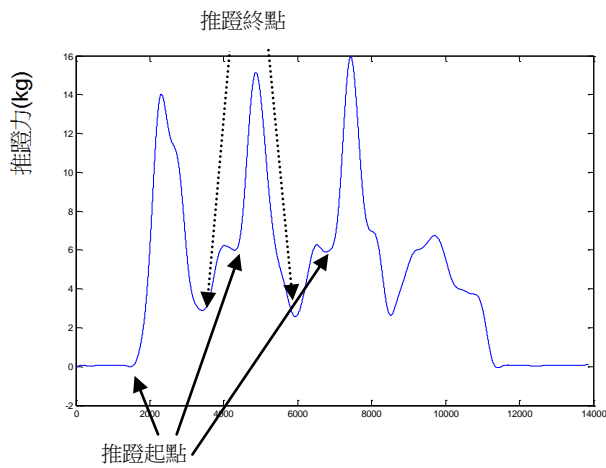
表二、5%、50%與 95%的男生與女生對鉛塊式推蹬機進行尺寸分析

	百分比	身高	重量	踏板距離
男生	95	180.8	81.4	74.2
	50	170.4	67	68.2
	5	160	52.6	61.4
女生	95	166.5	63.9	67.5
	50	157.2	52.1	62.1
	5	148	40.2	61.4

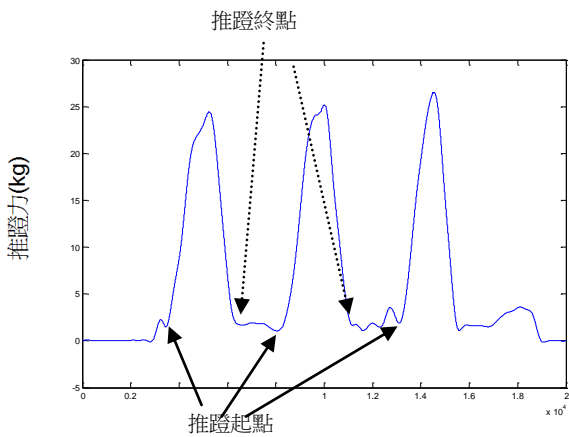
2. 推蹬作用力

在收集到的踏板本蹬力中可以比較出油壓式推蹬機與鉛塊式推蹬機有明顯的出力差異，鉛塊式推蹬機在完成推蹬後(膝蓋伸直，推蹬終點)，膝蓋屈曲回到時推蹬起點時，踏板的反作用力為最大出力的1/3(圖五)，也就是沒有阻力，反觀油壓式推蹬機的踏板的反作

用力約幾乎為零(圖六)。



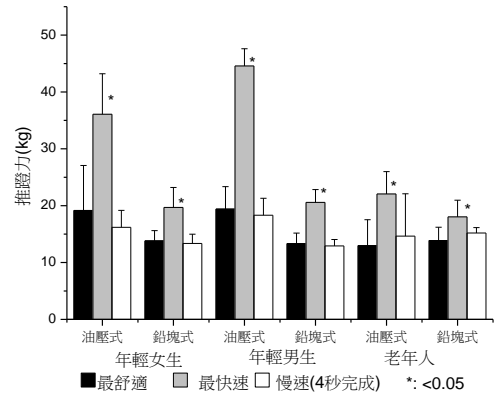
圖五、鉛塊式推蹬機在推蹬時踏板反作用力情形



圖六、油壓式推蹬機在推蹬時踏板反作用力情形

比較三種推蹬速度發現最快速的推蹬不論是油壓式或鉛塊式推蹬機都有最大的推蹬阻力，與最舒適組以及4秒組(最慢組)都有明顯的差異($p < 0.05$)(表)。比較油壓式推蹬機以及鉛塊式推蹬機在最快速的推蹬上，推蹬阻力有明顯的差異，在年輕女生組油壓式推蹬機在最快速的推蹬上的阻力約為最慢速推蹬時阻力的2.2倍，而在鉛塊式上約為1.47倍；在年輕男生組油壓式推蹬機在最快速的推蹬上的阻力約為最慢速推蹬時阻力的2.4倍，而在鉛塊式上約為1.59倍；在老年人組油壓式推蹬

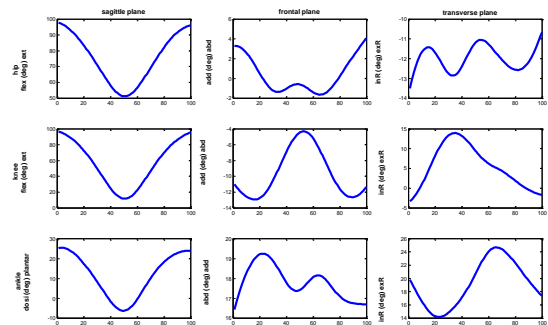
機在最快速的推蹬上的阻力約為最慢速推蹬時阻力的1.5倍，而在鉛塊式上阻力約為最慢速推蹬時阻力的1.18倍(圖七)。



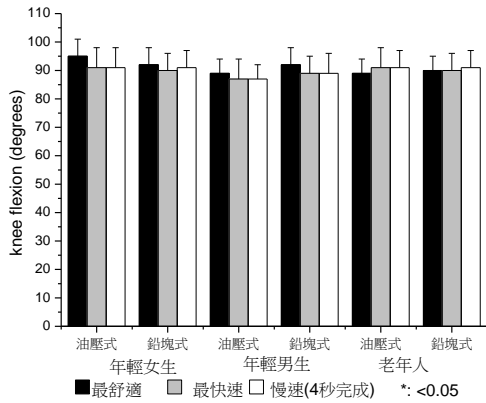
圖七、推蹬訓練機實驗情形

3.關節角度

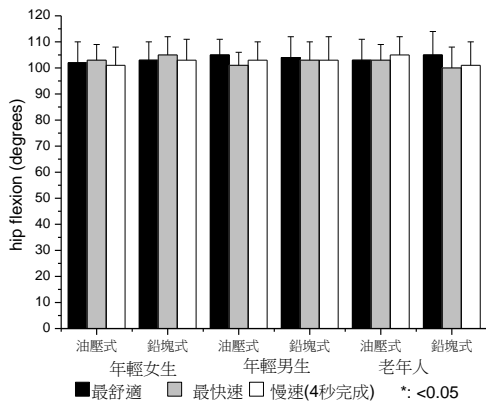
油壓式推蹬機在受測者推蹬時的關節角度變化如圖八，髖關節由屈曲(flexion)95~53度，膝關節由屈曲(flexion)95~53度，踝關節由背屈25度到跖屈7度。油壓式與鉛塊式的變化不大，與年輕男生、女生或老年人沒有明顯差別(圖九與圖十)。



圖八、推蹬時下肢髖關節、膝關節以及腳踝關節在冠狀面、矢狀面以及橫斷面的角度變化情形



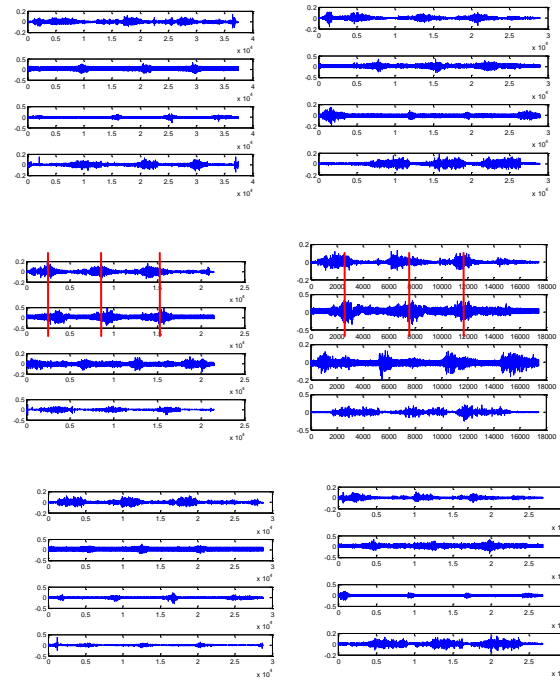
圖九、推蹬訓練時在不同受測者以及不同推蹬機型式下，最大膝關節屈曲角度



圖十、推蹬訓練時在不同受測者以及不同推蹬機型式下，最大髖關節屈曲角度

4. 肌電訊號

油壓式推蹬機與鉛塊式推蹬機在肌電訊號變化上並沒有明顯的差異，但是在快速度與慢速度上有明顯的差異，快速度的變化上前後肌群(股內側肌與股二頭肌)有明顯的結抗現象(圖十一)，但是在舒服組與慢速組則沒有明顯的結抗現象。



圖十一、油壓式推蹬機(左側，上:最舒適、中:最快速、下最慢速)與鉛塊式推蹬機(右側，上:最舒適、中:最快速、下最慢速)，在推蹬時肌電訊號變化情形

五、討論與結論

腿部推蹬訓練機主要在使下肢模擬身體蹲舉訓練的活動，以訓練相關的下肢肌肉。由於腿部推蹬訓練機可以調整腿部受力程度，讓動作速度以及阻力調整在合適的範圍，比起傳統蹲舉訓練來的安全而方便。但是仍需要個人教練在旁指導，以防止不適當姿勢或是阻力對肌肉骨骼造成傷害。雖然運動器材的阻力系統不斷的推陳出新，但大都是針對正常年輕人設計。對於銀髮族而言，使用簡單方便、能提供適當阻力、在動作不穩定時又能提供高阻力使其維持平衡是選擇運動器材主要的考量因素。本研究發現油壓式推蹬機確實能夠在快速推蹬時提供較大的阻力，在低速時阻力變小，能使肌力強度不足的老年人能自行調整訓練強度，不必擔心因肌肉強度不足而無法適時的調整與使用。並且對於肌肉控制不佳的老年人，當有突發的施力時也能藉由液壓阻力系統適當的產生高阻力以防止腳滑脫或動作失控

等意外，因此液壓阻力系統被視為是銀髮族較佳的選擇之一。

然而，根據機構設計的方式，液壓阻力系統大多只能訓練單一方向的動作，偏向使肌肉產生向心收縮，無法像鉛塊式訓練器可進行雙向訓練，可交替讓肌肉產生向心或離心的收縮訓練，本研究也發現推蹬完成後釋放踏板時，油壓式推蹬機的反推力量幾乎為零，而鉛塊式的反推力量約為最大阻力的1/3，也就是油壓式推蹬機無法做肌肉的離心訓練。過去臨床研究文獻指出離心運動的強度高容易造成肌肉疲勞與痠痛，對銀髮族來說是高風險的訓練。但在一般日常生活的活動中，部份動作包括坐下、蹲下與下樓梯等的主要活動肌肉是經由離心收縮而完成。此外，過去的研究指出向心收縮訓練和離心收縮訓練對肌肉效能是傾向有不同的影響，因此單一種收縮訓練的方式可能會造成肌肉效能訓練不完整。雖然，依據訓練的轉移性而言，以向心收縮運動可改善離心收縮的肌力。然而，在大部份的狀況下，訓練的移轉效果比訓練特異性效果差。因此如何權衡訓練與日常需求，仍需進一步進行人體運動分析之相關研究，才能確定液壓阻力系統是否完全符合銀髮族的需求。不過，以單獨的向心收縮訓練效能而言，對於銀髮族下肢的肌力肌肉訓練確實值得參考使用。

五、參考文獻

1. 內政部統計資料。 Available from: <http://www.moi.gov.tw/stat/>.
2. 薛承泰, 台灣家庭變遷與老人居住型態: 現況與未來, 2008, 行政院經建會.
3. 內政部, 老人生活狀況調查報告. 內政部統計處.
4. Delphi 擁有者. 腿部肌肉鍛鍊術. <http://aaronevans.yourblog.org/logs/167052.html>.
5. Roubenoff, R., *Origins and clinical relevance of sarcopenia*. Applied Physiology, Nutrition, and Metabolism, 2001. 26(1): p. 78-89.
6. 王進華, 陳慕聰, and 何國龍, 老年人肌力訓練之生理意義與基本原則. 北體學報, 2008(16): p. 93-103.
7. 李思慧主治醫師. 能力回復復健](POWER Rehabilitation). <http://germ.vghtpe.gov.tw/servicesB.html>.
8. King, R., *Press frame*, 1977, Google Patents.
9. Dalebout, W. and S. Watterson, *Aerobic and anaerobic exercise machine*, 1996, Google Patents.
10. Davenport, D., *Hydraulic exercise device*, 1984, Google Patents.
11. Eckler, C., *Exercise control system*, 1991, Google Patents.
12. Habing, T., *Floating back pad leg exerciser*, 1995, Google Patents.
13. Keiser, D., *System and method for determining a resistance level for training a muscle group for maximum power generation*, 2004, Google Patents.
14. Simonson, R., C. Thompson, and G. Mangseth, *Weight machine*, 1993, Google Patents.
15. Webber, R. and G. Zink, *Leg press exercise machine*, 2000, Google Patents.
16. Adams, *Lifemod user manual* 2005.

六、致謝

感謝國科會的經費支助 NSC 99-2221-E-040-008-

出席國際學術會議心得報告

計畫編號	99-2221-E-040-008-
計畫名稱	以人因工程方法分析為銀髮族設計之健身器材-以液壓式腿部推蹬訓練機為例(I)
出國人員姓名服務機關及職稱	羅世忠中山醫學大學職能治療學系助理教授
會議時間地點	OCT 14-16 2010, Venice, Italy
會議名稱	1st International Conference on Applied Bionics and Biomechanics, ICABB-2010
發表論文題目	Effects of Functional Reach on Postural Control in Patients with Stroke

一、參加會議經過

2010年10月13日晚上抵達威尼斯，下榻S. Servolo Island內的旅館，一早就到會場報到，領取相關資料，聆聽下午**Biomechanics: Motion Patterns I** 以及 **Biomechanics: Assistive Mechanisms II** 的議程，並且遇到許多國內外的生物力學以及人因工程先進，互相寒暄交換名片，隔日便展開一連串的論文報告。

二、與會心得

本次研討會主要的範疇是尋求 Assistive and Rehabilitation Robotics、Bioengineering、Biomechanics、Human-Computer Interaction/Interface、Human-Robot Interaction/Interface、Kinesiology、Upper & Lower Limb Exoskeletons等新的理論、技術以及應用，包含領域廣泛，也讓參與者獲益良多，另外主辦單位也舉辦許多的訓練課程包括Exoskeletal Neurorobotics and Neuroprosthetics與C Computer-Integrated Surgery & Interventional Robotics”等，讓較為生疏且有意參與的學者能迅速進入相關領域研究。

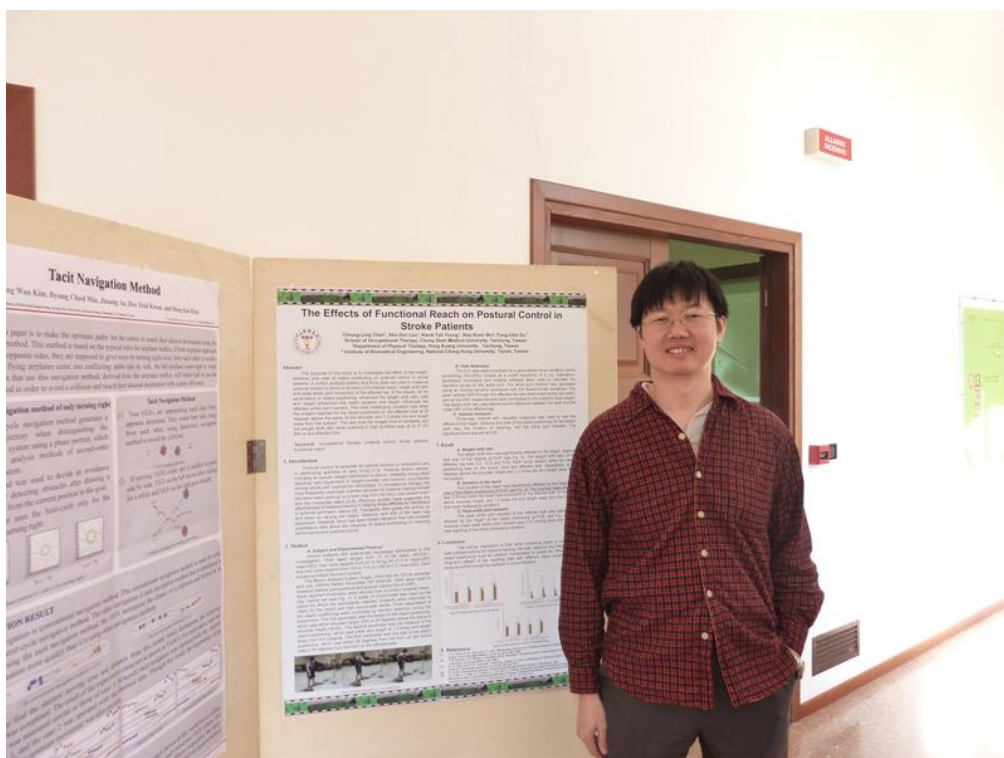
我海報報告的議程是Biological Approaches for Robotics裡面有許多相關生物力學與人因器材的使用、電腦模擬與分析等，廣泛的題目，深入的介紹與討論，真的受益良多。由於主辦單位給台灣參與的學術人員一個特別的人體動作與復健相關session，也看出台灣在建立與國際學術交流的努力。許多生物力學以及人因先進也都熱烈參與國際學術交流，讓後學有所學習與傳承，這些傳承也將為往後新進學者帶來學習的模式。

三、建議

多鼓勵參與國際學術交流，增進研究視野。

四、攜回資料名稱及內容

1. 大會議程及各類宣傳手冊
2. 研討會論文光碟
3. 參展廠商資料



Dear Shu-Zon Lou

I am glad to inform you that your article ICABB-2010 code: BC20 has been accepted (as a Short Paper) for presentation in the 1st International Conference on Applied Bionics and Biomechanics, ICABB-2010, to be held in Venice, Italy, on October 14-16, 2010

Please take notice that your Paper will be allocated the same amount of time for presentation as the Regular Papers in the Technical Sessions program of the ICABB-2010.

You will find soon all the information/instructions/forms regarding the ICABB-2010 registration and hotel reservation in the ICABB-2010 Web page.

Please try to register (one person-registration per paper suffices) to the ICABB-2010 by the advanced deadline Friday, September 17, 2010, to ensure that your article will appear in the ICABB-2010 Proceedings.

Please prepare your final Paper Manuscript properly addressing the attached reviewers' comments.

Prepare your final Paper Manuscript in camera ready form, double column (as indicated soon in the Web Page) format, from three to five pages. There is a fee of \$ 40 Euros for an extra page (that is, total number of pages allowed for your paper: 6 pages).

Please send me your final Paper Manuscript at your earliest convenience as indicated below. But, make sure that it is received at the latest on Monday, September 20, 2010; so it can be included in the ICABB-2010 Proceedings. Please quote the code that the ICABB-2010 has assigned to your paper.

A preliminary Program will be available by September 14, 2010, to help you make your traveling plans. The ICABB-2010 Program will be available in the Web page by October, 4, 2010. You can also find soon in the ICABB-2010 Web page other useful touristic information about Venice and surrounding areas.

Thank you for your Paper contribution to ICABB-2010.
Looking forward to meet you in Venice.

Cordially,

Dr. Rene V. Mayorga

General Chair, ICABB-2010

Tel: (306) 585-4726 Email: Rene.Mayorga@uregina.ca

The Effects of Functional Reach on Postural Control in Stroke Patients

Chiung-Ling Chen¹, Shu-Zon Lou¹, Kwok-Tak Yeung¹, Shyi-Kuen Wu², Fong-Chin Su³

Abstract—The purpose of this study is to investigate the effect of the height, distance and side of object positioning on postural control in stroke patients. A motion analysis system and force plate are used to measure postural control in terms of duration of functional reach, weight shift ratio, and peak ankle joint movement of the affected leg. In the results, all the parameters of object positioning influenced the weight shift ratio; side and height influenced the reach duration and height influenced the affected ankle joint moment. The most challenging condition was when the subject reached for the object positioned on the affected side at 20 degrees above the plane of the shoulder and 1.2 times the arm length away from the subject. This task took the longest time to complete, and the weight shift ratio while reaching in that condition was up to 37.9% BW on the affected limb.

Keywords : occupational therapy, postural control, stroke patients, functional reach

I. INTRODUCTION

Postural control is essential for optimal function in ambulation and in performing activities of daily living [1-2]. Postural control deficits, including an uneven weight distribution in stance, instability during static standing, and impairment in weight transfer, are common occurrences among adults with post-stroke hemiplegia. Weight-shifting exercises that emphasize weight transfer and weight-bearing on the affected limb are commonly used to improve standing balance and locomotor performance. In occupational therapy, the most frequently used task-oriented activities for balance training include the bend reach (picking up a bean bag from the floor), the upward reach, and the horizontal reach [3-4]. Previous studies have supported the effectiveness of balance training in helping those affected by hemiplegia to achieve symmetric stance [5]. Therapists often grade the activity up and down by varying the height, distance, and side of the bean bag placement. However, there has been limited research that has provided quantitative data about the influence of object positioning on reaching performance and postural control.

II. METHODS

A. Subject and Experimental Protocol

Eleven subjects with post-stroke hemiplegia participated in this investigation. Their ages ranged from 37 to 69 years (54.4 ± 9.1 , mean \pm SD), their body weights from 47 to 94 kg (67.3 ± 11.8 , mean \pm SD), and their body heights from 150 to 174 cm (162.9 ± 7.2 , mean \pm SD).

Criteria for selection included the requirement that the subject (1) can reach safely without assistance, (2) can follow instructions, (3) has no vision disorder and (4) has normal function on the sound side. Each subject provided informed consent.

The Motion Analysis System (Eagle, USA) with six 120 Hz cameras, and one 1080Hz Bertec force-plate (BP 4550-08, USA) were used to measure relative joint positions and ground reaction force (GRF).

Body segment kinematics were derived from a custom bilateral Helen-Hay marker set (see Fig. 1). A bottle of Coca-Cola® was used as the object for which the participants reached. Subjects were instructed to reach for the object with their sound-side hands. Three parameters of the object positioning were controlled by random selection during the experiment. The first parameter was the height of the object positioning, which was either shoulder height (SH) or 20 degrees above the plane of shoulder height (SH20). The second parameter was the distance of the object positioning, which was either arm length or 1.2 times arm length away from the subjects. The third parameter was the side of the object positioning, which was either 45 degrees from the front on the sound side or 45 degrees from the front on the affected side.



Figure 1 Experimental setup on a functional reach

B. Data Reduction

The 3-D data were smoothed by a generalized cross-validation spline smoothing (GCVSPL) routine at a cutoff frequency of 6 Hz. Laboratory-developed kinematics and kinetics software were used to calculate the resultant forces on the ankle joint. The ankle joint moment was calculated using an inverse dynamic procedure with the Newton-Euler equations. The peak vertical GRF through the affected leg was determined during the reach, and all the GRF measurements were normalized by the subject's body weight. The weight shift ratio was defined as the difference between the peak and the initial GRF of the affected leg.

C. Statistic Analysis

Three-way ANOVA with repeated measures was used to test the effects of the height, distance and side of the object positioning on the weight shift ratio, the duration of reaching, and the ankle joint moment. The significant level was set at 0.05.

III. RESULTS

A. Weight shift ratio

The weight shift ratio was significantly affected by the height, distance and side of the objects ($p < 0.05$, see Fig. 2). The weight shift ratio of the affected leg was 6.2, 13.9 and 37.9 %BW (body weight) while the object positioning was on the sound, front and affected side, respectively, at 20 degrees above the shoulder height and 1.2 times the arm length away from the subject.

B. Duration of the reach

The duration of the reach was significantly affected by the height and side of the object positioning ($p < 0.05$, see Fig. 3). The maximal mean duration was 2.34 sec when the object was positioned on the affected side, 20 degrees above shoulder height, and 1.2 times the arm length away from the subject (the most challenging condition).

C. Peak ankle joint moment

The peak ankle joint moment of the affected side was significantly affected by the height of the object positioning ($p < 0.05$, see Fig. 4). The maximal mean peak ankle joint moment was 0.51 Nm/Kg when the subject was reaching in the most challenging condition.

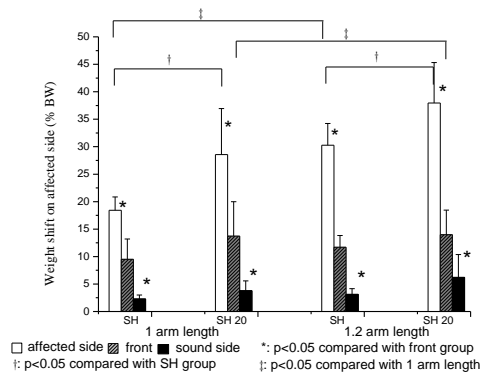


Figure 2 Weight shift ratio of the affected leg

IV. DISCUSSIONS AND CONCLUSIONS

Functional reach for a target at different positions could entail considerable dynamic balance challenges for stroke patients [1]. In this study, we provide evidence that object positioning influences the weight shift ratio and peak ankle joint moment of the affected leg. The clinical implication is that, when functional reach is used as a task-oriented activity for balance training, the side, distance and height of the object positioning must be carefully manipulated to grade the difficulty. The long-term effects of the reaching task with different object positioning on postural control should be explored in future research.

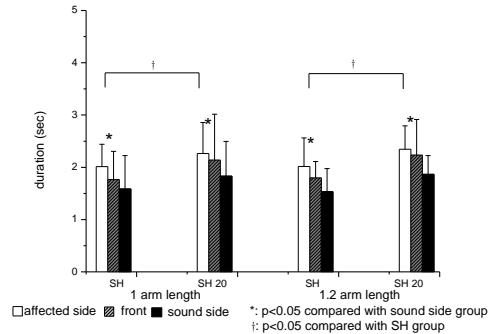


Figure 3 Duration of the reaching

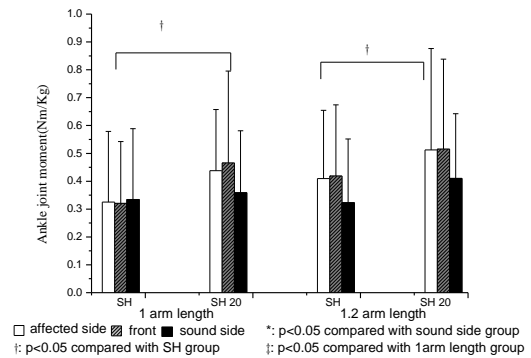


Figure 4 Peak ankle joint moment of the affected leg

ACKNOWLEDGEMENTS

The authors thank the National Science Council of Taiwan for grant support (NSC 98-2221-E-040-005-MY2).

REFERENCE

- [1] J. S. Chern, S. W. Yang, and C. Y. Wu, "Whole-body reaching as a measure of dynamic balance in patients with stroke," *Am J Phys Med Rehabil*, vol. 85, pp. 201-8, Mar 2006.
- [2] P. W. Duncan, D. K. Weiner, J. Chandler, and S. Studenski, "Functional reach: a new clinical measure of balance," *J Gerontol*, vol. 45, pp. M192-7, Nov 1990.
- [3] B. S. Row and P. R. Cavanagh, "Reaching upward is more challenging to dynamic balance than reaching forward," *Clinical Biomechanics*, vol. 22, pp. 155-164, 2007.
- [4] S. Cynkin, *Occupational therapy: Toward health through activities*. Boston: Little Brown, 1979.
- [5] C. y. Wu, C. I. Chen, S. F. Tang, K. c. Lin, and Y. y. Huang, "Kinematic and Clinical Analyses of Upper-Extremity Movements After Constraint-Induced Movement Therapy in Patients With Stroke: A Randomized Controlled Trial," *Archives of Physical Medicine and Rehabilitation*, vol. 88, pp. 964-970, 2007.

Chiung-Ling Chen¹ (joelin@csmu.edu.tw),
Shu-Zon Lou¹ (szlou@csmu.edu.tw),
Min-Chi, Chiu¹ (mcchiu@csmu.edu.tw)

¹School of Occupational Therapy, Chung Shan
Medical University
No.110, Sec.1, Jianguo N. Rd., Taichung City,
402 Taiwan
Tel: +886-4-24730022# 11772
Fax: +886-4-23248181

Ling-Hui Chang² (lhchang@mail.ncku.edu.tw)
Department of Occupational Therapy, National
Cheng Kung University
1 University Rd., Tainan 701, Taiwan.
Tel: +886-6-2353535# 5907

Shyi-Kuen Wu³ (skwu@sunrise.hk.edu.tw)
Department of Physical Therapy, Hung Kuang
University
34 Chung-Chie Rd, Sha Lu, Taichung, County,
443, Taiwan;
+886-4-26318652# 3309

Fong-Chin Su⁴ (fcsu@mail.ncku.edu.tw)
Institute of Biomedical Engineering, National
Cheng Kung University
1 University Rd., Tainan 701, Taiwan.
Tel: +886-6-276-0665

國科會補助計畫衍生研發成果推廣資料表

日期:2012/03/31

國科會補助計畫	計畫名稱：以人因工程方法分析為銀髮族設計之健身器材-以液壓式腿部推蹬訓練機為例(I)
	計畫主持人：羅世忠
	計畫編號：99-2221-E-040-008- 學門領域：人因工程與工業設計
無研發成果推廣資料	

99 年度專題研究計畫研究成果彙整表

計畫主持人：羅世忠		計畫編號：99-2221-E-040-008-				計畫名稱：以人因工程方法分析為銀髮族設計之健身器材-以液壓式腿部推蹬訓練機為例(I)	
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	1	1	100%		
		專書	0	0	100%		
	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 (本國籍)	碩士生	0	0	100%	人次	
		博士生	1	1	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	0	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）

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）