

# 科技部補助專題研究計畫成果報告 期末報告

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(第2年)

計畫類別：個別型計畫  
計畫編號：NSC 100-2221-E-040-011-MY2  
執行期間：101年08月01日至103年02月28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、周伯禧

報告附件：出席國際會議研究心得報告及發表論文

處理方式：

1. 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
2. 「本研究」是否已有嚴重損及公共利益之發現：否
3. 「本報告」是否建議提供政府單位施政參考：否

中華民國 103年05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人體動作模擬軟體 Adams+LifeMod 作為建立市售腿部推蹬訓練機模擬分析模型，模擬分析推蹬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。

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、Adams+LifeMod

英文摘要：

英文關鍵詞：

# 行政院國家科學委員會補助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

計畫類別：個別型計畫 整合型計畫

計畫編號：NSC 100-2221-E-040-011-MY2

執行期間：100年8月1日至103年2月28日

執行機構及系所：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：陳瓊玲、游家源、何金山、周伯禧

計畫參與人員：博士班研究生-陳政宇

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103年5月30日

# 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 100-2221-E-040-011-MY2

執行期限：100年8月1日至103年2月28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

共同主持人：周伯禧 高雄醫學大學運動醫學系

### 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人體動作模擬軟體Adams+LifeMod作為建立市售腿部推蹬訓練機模擬分析模型，模擬分析推蹬對老年人的肌

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。

**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、Adams+LifeMod

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 simulation model by combining the motion analysis system and Adams+LifeMod, simulation software for human musculoskeletal system. The cruciate factor of well-designed leg press training machine for elder people, then, can be explored and found for comfortable use.

**Keywords: hydraulic leg press machine, motion analysis system, human factors, Adams+LifeMod**

## 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，以林口體育大學三維動作分析實驗室動作收集設備，結合動作分析系統之反光球資料在 Adam+LifeMod 人體肌肉骨骼系統模擬軟體上建立評估分析模型。

### 三、方法

人體動作資料是由受測者65歲老年人10位、年經男生10位與女生10位收集得到，均無神經肌肉骨骼傷害，受測者的基本資料如表一。使用的動作分析系統Vicon460 (Vicon Motion System Corp., Oxford, UK)及兩部推蹬運動機(鉛塊式與油壓式)進行推蹬實驗。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Vicon內建的下肢PolygonRT模型。

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，自覺最舒適的速度完成推蹬，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。

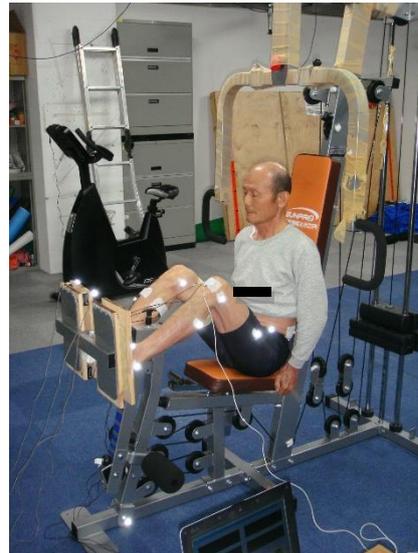
在建立人體肌肉骨骼系統模擬模型方面，首先，建立腿部推蹬訓練機機台的CAD模型，並且加入關節拘束條件，利用力學模擬系統(Adam+LifeMod)人體計測資料庫建立人體肌肉骨骼系統運動模型，結合計畫人體與腿部推蹬訓練機之動作實驗資料(反光球3D空間位置)匯進生物力學模擬系統，即可進行逆向動力學的模擬，得到運動學與動力學資料，再配合線形的彈簧與阻尼系統代替肌肉由的起點到終點的連接，添加肌肉模型，建立生物力學模擬模型，而肌肉力量大小需要透過EMG的訊號做修正求得。進行逆向動力學模擬完畢後，即可利用所得逆向動力學之力學資料，匯入各關節中，使人體的運動過程是依據各關節所產生之力量而改變，如此便是正向動力學模擬，可應用於特定的不同運動器材參數的改變如跑步機的避振彈簧、推蹬訓練機之推蹬距離等，觀察改變環境的設定後，人體模型所發生的變化，作為運動器材研發創新之參考。

模型資料驗證分析：

由動作分析反光球空間座標資料與人體計測資料得到的模型，以逆向動力學與正向動力學計算後，將所得到的腳踏板上的力量感測器與第一年計畫中實驗室所量測得到的腳踏板上的力量感測器比較，以作為生物力學模擬模型的驗證，如果比較差異大，則需要作參數修正，直到模擬模型的準確，如果再要

求精確，則在身體上裝上加速規，作為模型計算驗證。

訓練的方式是以3個月以及6個月的腿部推蹬訓練機訓練，每一次訓練的時間長度以每次20到40分鐘，每週三次。對於訓練前以及訓練後3與6個月的訓練的檢測以SMRAT平衡儀(8.2版本；NeuroCom International Inc.)來作為實驗室評估工具，SMRAT平衡儀組成包括兩個可旋轉之力板、一台電腦、可移動之視覺屏幕(圍繞於受試者的三側)，此儀器可用來評估、一系列訓練、客製化訓練及分析，評估有6個分測驗，包括”改良式感覺統合測試”(modified sensory organization test)、“身體穩定極限測試”(limit of stability test)、“平台前傾測試”(anterior tilt test)、“平台後傾測試”(posterior tilt test)以及”縱排行走測試”(tandem walk test)等此測驗工具具備良好的信效度，並完成收集資料，比對正常人的平均資料(系統內建資料)，可以得出評比，以瞭解受測者在訓練前之平衡穩定狀況。在訓練前以及訓練後的3與6個月後(圖三)，再做追蹤量測平衡穩定測試(圖四)。



圖二、實驗所採用的油壓式推蹬機(上)與鉛塊式推蹬機(下)



圖三、使用油壓式推蹬機訓練3與6個月



圖一、實驗所採用的鉛塊式推蹬機(左)與油壓式推蹬機(右)



圖四、6個電腦平衡測試儀的測定



## 四、結果

### 1. catia推蹬機尺寸調整與模型建立

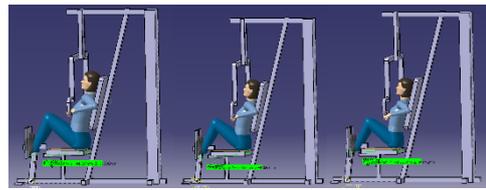
在catia軟體中建構相同尺寸的油壓式推蹬機(圖五)與鉛塊式推蹬機(圖六)3D模型，並以catia中內建的台灣人資料庫，選定5%, 50%與95%的男生與女生對兩款油壓式推蹬機與鉛塊式推蹬機(表二與表三)進行尺寸分析，尋求合理的腿部推蹬訓練機可能設定範圍，發現油壓式推蹬機的踏板與臀部後面的間距約在80公分到58.4公分(表二)，鉛塊式推蹬機的踏板與臀部後面的間距約在74.2公分到61.4公分(與表三)，並根據尺寸匹配結果在動態實驗時，針對受測者的身高對推蹬機的尺寸設定進行調整，並以此設定做為動作分析實驗的推蹬機調整。

表一、受測者基本資料平均(標準差)

	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)



圖五、5%, 50%與 95%的男生與女生對油壓式推蹬機進行尺寸分析



圖六、5%, 50%與 95%的男生與女生對鉛塊式推蹬機進行尺寸分析

表二、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

表三、5%, 50%與 95%的男生與女生對鉛塊式推蹬機進行尺寸分析

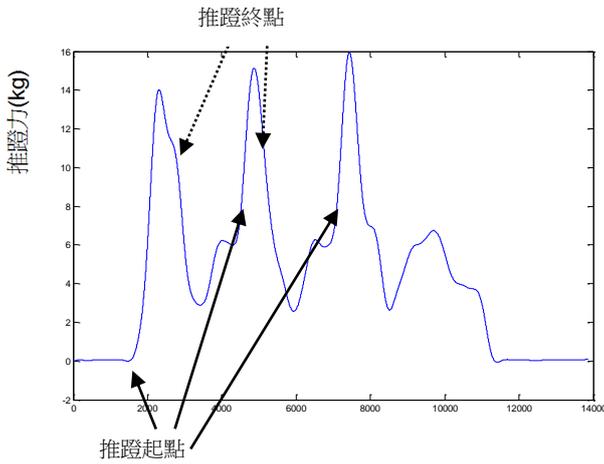
	百分比	身高	重量	踏板距離
男生	95	180.8	81.4	74.2
	50	170.4	67	68.2
	5	160	52.6	61.4
女生	95	166.5	63.9	67.5
	50	157.2	52.1	62.1
	5	148	40.2	61.4

## 2. 推蹬反作用力

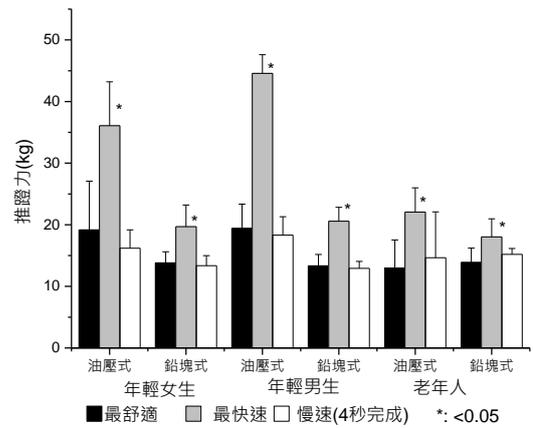
在收集到的踏板推蹬反作用力中可以比較出油壓式推蹬機與鉛塊式推蹬機有明顯的

出力差異，鉛塊式推蹬機在完成推蹬後(膝蓋伸直，推蹬終點)，膝蓋屈曲回到推蹬起點時，踏板的反作用力為最大出力的 3/5(圖七)，反觀油壓式推蹬機的踏板的反作用力在推蹬起點時約為最大出力的 1/6(圖八)。

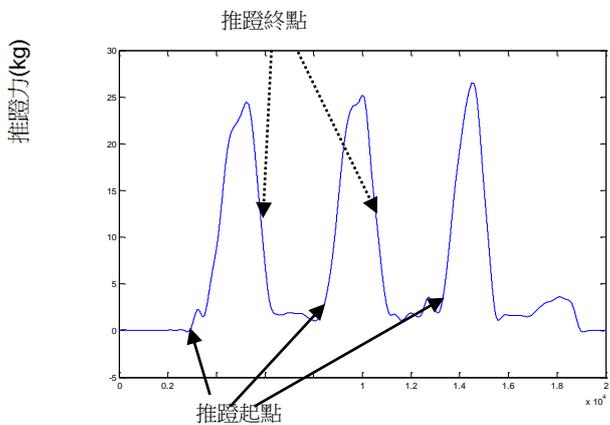
在最快速的推蹬上的阻力約為最慢速推蹬時阻力的 2.2 倍，而在鉛塊式上約為 1.47 倍；在年輕男生組油壓式推蹬機在最快速的推蹬上的阻力約為最慢速推蹬時阻力的 2.4 倍，而在鉛塊式上約為 1.59 倍；在老年人組油壓式推蹬機在最快速的推蹬上的阻力約為最慢速推蹬時阻力的 1.5 倍，而在鉛塊式上阻力約為最慢速推蹬時阻力的 1.18 倍(圖九)。



圖七、典型的鉛塊式推蹬機在一般速度下，推蹬時踏板反作用力情形



圖九、推蹬實驗時在不同受測者以及不同推蹬機型式下最大推蹬力

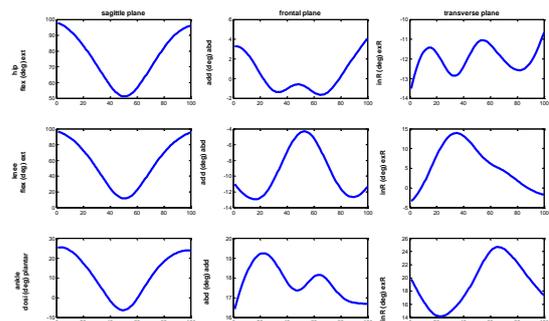


圖八、典型的油壓式推蹬機在一般速度下，推蹬時踏板反作用力情形

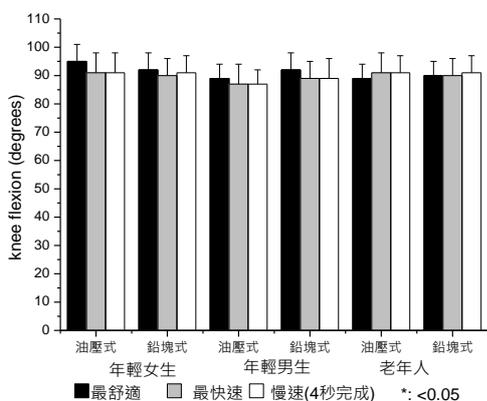
比較三種推蹬速度發現最快速的推蹬不論是油壓式或鉛塊式推蹬機都有最大的推蹬阻力，與最舒適組以及 4 秒組(最慢組)都有明顯的差異( $p < 0.05$ ) (圖九)。比較油壓式推蹬機以及鉛塊式推蹬機在最快速的推蹬上，推蹬阻力有明顯的差異，在年輕女生組油壓式推蹬機

### 3.關節角度

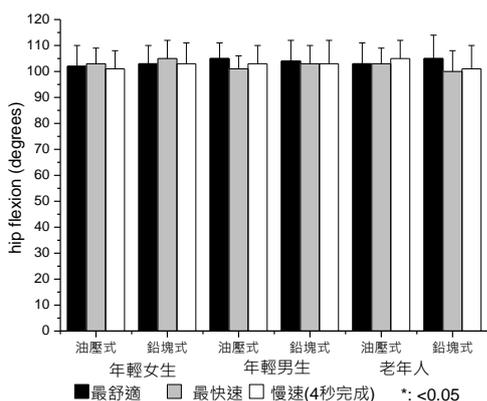
油壓式推蹬機在受測者推蹬時的關節角度變化如圖十，髖關節由屈曲(flexion)95~53 度，膝關節由屈曲(flexion)95~53 度，踝關節由背屈 25 度到跖屈 7 度。油壓式與鉛塊式的變化不大，與年輕男生、女生或老年人沒有明顯差別(圖十一與圖十二)。



圖十、推蹬時下肢腕關節、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



圖十一、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



圖十二、推蹬訓練時在不同受測者以及不同推蹬機型式下，最大腕關節屈曲角度

#### 4. Adams+LifeMod的模擬模型的建立分析

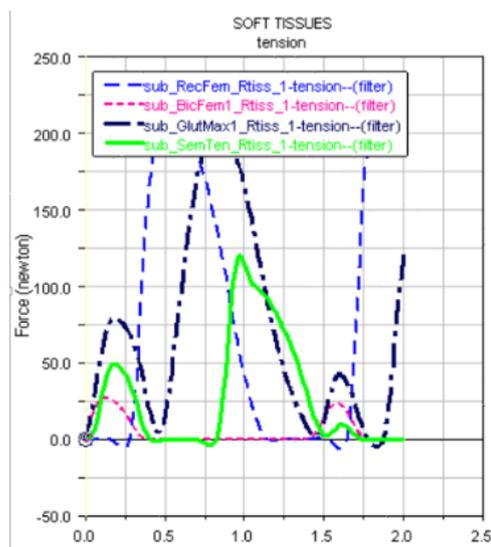
目前Adams+LifeMod的肌肉骨骼系統的模擬還在進行中，完成的部分包括反光球的匯入、推蹬機模型的匯入以及參數設定（圖十三與圖十四）。關節肌肉模型的建立初步是以基本的admas+lifemod的設定，並以反光球為動作的驅動，使整個人體的運動符合實驗動作，而計算出的肌肉施力約為股二頭肌200N、臀大肌約為110N、股直肌約為220N等（圖十五）。



圖十三、建立之腿部推蹬訓練機3D CAD 骨架模型與在Adam+LifeMod 人體肌肉骨骼系統模擬模型之建立



圖十四、建立之腿部推蹬訓練機3D CAD 皮膚與骨架模型與在Adam+LifeMod 人體肌肉骨骼系統模擬模型之建立

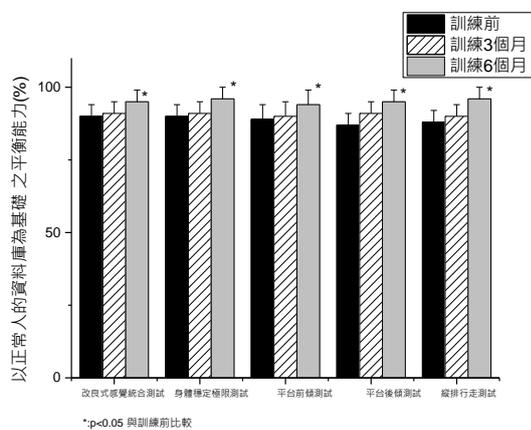


圖十五、分析出下肢肌肉施力

#### 5. 電腦平衡測試儀的測定

受測者在6個電腦平衡測試儀的測定包括改良式感覺統合測試、身體穩定極限測試、平

台前傾測試、平台後傾測試以及縱排行走測試等在訓練前約為資料的88%的能力，3個月的訓練平衡能力並沒有明顯的增加，但是6個月的訓練平衡能力，都有明顯的進步(p<0.05圖十六)。



圖十六、6個電腦平衡測試儀的測定

## 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很小約為1/6，而鉛塊式的反推力量約為最大阻力的3/5，也就是油壓式推蹬機較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。

由於SMRAT平衡儀在測定平衡能力時，是設定以正常人的能力為100%，因此只要是正常人平衡能力都不會太差，雖然六個月的訓練比訓練前有明顯的進度，但是訓練進步的效果增加不大，六個月的訓練約10%的進步，為來可以採用其他的參數比如COP在前後方向之平均位移幅度、COP在左右方向之平均位移幅度等，或許可以更精確度量出訓練的效益。

Adams+LifeMod模擬的模型雖然有初步的結果，但是仍需要更多的資料強化模型的確度，包括肌電訊號的資料、個別關節的damping spring的參數值，這些都是未來可以再加強的。

## 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 100-2221-E-040-011-MY2

# 科技部補助專題研究計畫出席國際學術會議心得報告

日期：103年5月20日

計畫編號	MOST 100—2221—E—040—011—MY2		
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		
出國人員姓名	羅世忠	服務機構及職稱	中山醫學大學職能治療學系
會議時間	102年6月22日至 102年6月26日	會議地點	日本秋田
會議名稱	(中文)第二屆國際姿勢與步態研究協會之世界研討會 (英文) the 2nd Joint World Congress of ISPGR		
發表題目	(中文) 老年人在油壓式推蹬機之動作分析 (英文) Motion analysis of hydraulic leg press machine for elder people		

## 一、參加會議經過

台灣時間6月21日早上由桃園國際機場飛往日本羽田機場，再轉搭國內飛機至日本秋田，晚上下榻AKITA VIEW HOTEL。隔天一早就到會場報到(會場就在AKITA VIEW HOTEL)，領取相關資料，並參加Satellite Meeting: **Neural Mechanisms Underlying Motor Deficits And Neurorehabilitation**，晚上則有主辦單位舉辦的歡迎晚宴，遇到許多國內外的姿勢與步態分析研究地專家學者，包括國外Professor Robinovitch、Professor Chou等，國內則有蘇芳慶教授、陳適庸醫生教授等等先進，互相寒暄交換名片，隔日便展開一連串的研究論文報告。

## 二、與會心得

本次研討會主要包括步態分析、心理步態，跨越障礙物、步態模擬分析、外支架輔具、肌電訊號與步態研究等等。專題演講中，Stephen Lord的Working Memory For Obstacle Avoidance During Walking最讓人印象深刻，其中提到，當跨越障礙物時，障礙物的印象會暫存在大腦中，因此當障礙物移除，而你又沒有注意時，此時的步態還是以跨越障礙物的姿勢前進。這真的是讓人驚奇，尤其是步態分析已經發展多年，差不多是到達瓶頸，這場研討會讓人有無限的研究方面遐想，尤其是結合腦的

動作姿勢與控制研究。另外 Fay Horak 對 Parkinsonian 的步態研究發表的演說”What happens when body-fixed sensors meet Parkinsonian gait? A look back to the future”也讓人見識到科技的發展也許有可能讓各種疾病的特徵顯露出來，這可以幫助醫生或臨床工作者作為更精確診斷評估與判斷。還有外支架機器人輔具的發展也是另一個讓人驚訝的地方，這項技術可以讓不良於行的脊椎損傷者重新再站起來或者讓中風病人可以簡單獨立處理日常事務，這項技術的發展真是不可限量。

我呈現的海報題目是 Human factors analysis of hydraulic leg press machine for elderly people(如附錄)，有人提到 hydraulic leg press 有何優缺點，是否可以簡單說明，我提出:這的裝置，如果設計的好，真的可以適合不常運動家庭主婦或者年老的銀髮族，但是只能訓練向心收縮，如法訓練離心收縮!會場中獲也得一些前輩給與指教，這些意見讓我受益無窮。在會場中見識到許多先進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國際交流與學習的模式。

### 三、 發表論文全文或摘要

詳見附錄

### 四、 建議

1. 多鼓勵參與國際學術交流，增進研究視野以及刺激研究想法，造福國內醫療服務以及人因研究。
2. 提供學術交流機會，使年輕學者有較多機會參與
3. 提供國內專家舉辦國際學術研討會，使國內學者有參與觀摩學術交流事務。

### 五、 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

### 六、其他

無其他補充。

# Human factors analysis of hydraulic leg press machine for elderly people

Shu-Zon Lou,

## Introduction

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 elderly people, easy use, low force and high resistant force while occurring unsteadily, are main concerned. The hydraulic leg press machine seems to be suitable for these considerations. The study is to investigate effects of two types of leg press machines on elderly people using motion analysis system.

## Methods

Ten young healthy men and women, and ten elder with an average age of are recruited with an average age of 24.2(2.1), 23.6(2.3) and 69.3(3.2) year, an average height of 173.9 (2.72), 163.1 (5.42) and 160.4 (8.75) cm, and an average weight of 66.8 (7.39), 53.3 (5.5) and 56.8 (9.4) kg were studied. Each subject was asked to perform two different resistant types of leg machine, weight stack (WS) and hydraulic (HD), and three types of push speed, comfortable(CF), fast(FT) and slow(SL) (4 seconds). The Vicon Motion System (Vicon 460,Oxford, UK) with six 120 Hz cameras and four uniaxial load cells installed on foot-plate (Transducer Techniques, MLP200) with 1080Hz was used to measure relative joint positions and push force. The kinematics and push force were calculated and analyzed using laboratory-developed motion analysis procedures

## Results

### Joint angle

Flexion angles of knee and hip at two types of leg press machine and three type of speed were not significant among young men, women and the elder (figure 2).

### Push force

The PU exercises result in a greater loading on the elbow joint than the BP exercises, but produce a lower muscle activation. OKC exercises yield a greater muscle strengthening effect than CKC exercises. The increased shear stress on the elbow joint should be carefully noted

when performing PU exercises. Comparing the PU and BP exercises, it is interesting to note that the joint loads in the PU experiments are greater than those in the BP experiments. The peak medio-lateral loading of the elbow joint was decreased by 25.2% in the BP exercise (table 1). Additionally, the peak muscle activations of triceps-long head and biceps brachii, which are major contributor of the elbow joint, are also significantly greater in the BP experiments. These findings indicated that OKC exercise (BP) can be used as an effective

### Conclusion

The results in this study show that OKC (BP) exercises of the upper extremity produce greater muscle activation and a lower elbow joint loading than CKC (PU) exercises. Therefore, BP exercises represent an effective strengthening program for the upper extremity.

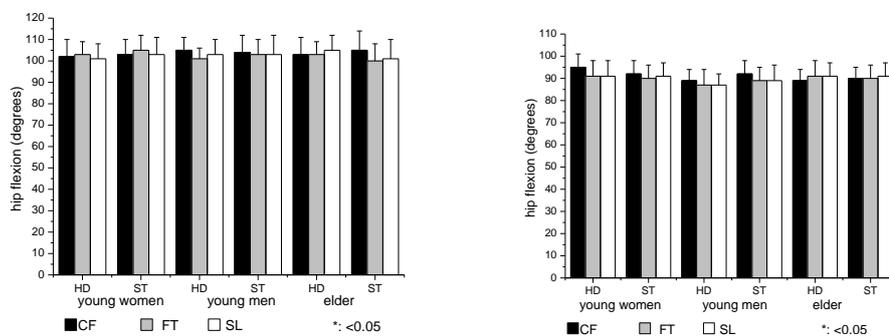


Figure 1. Joint angles of Knee and hip at two types of leg press machine and three types of push speed

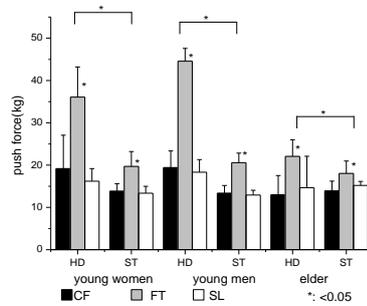


Figure 2. Push forces at two types of leg press machine and three types of push speed

# 科技部補助計畫衍生研發成果推廣資料表

日期:2014/05/19

科技部補助計畫	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
	計畫主持人: 羅世忠
	計畫編號: 100-2221-E-040-011-MY2      學門領域: 人因工程與工業設計
無研發成果推廣資料	

100 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：100-2221-E-040-011-MY2					
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							
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	3	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	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	4	3	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	

# 科技部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）

學術成就：

1. 了解液壓式腿部推蹬訓練機在老年人的運用

2. 了解液壓式腿部推蹬訓練機對於人體的動作分析以及對人體肌肉骨骼系統的影響

3. 運動器材在老年人長期使用的初步評估

技術創新

1 可以進行液壓式腿部推蹬訓練機的研發包括油壓的阻力系統，使用的方便操作等。

2. 人因工程軟體的運動器材的尺寸設計以及身體計測資料的分析。

3. 人體動作模擬軟體的分析可以了解機錘骨骼的受力。

社會影響

1. 可以推廣液壓式的運動器材包括划船式運動器材等等

2. 了解老年人在運動器材上的需求。