

國立臺灣體育運動大學  
National Taiwan University of Physical  
Education & Sport  
運動健康科學學系碩士班  
碩士學位論文

銀髮族功能性體適能運動  
對其跨越障礙物之影響  
THE EFFECT OF ELDERLY FUNCTIONAL FITNESS  
EXERCISE ON OBSTACLE CROSSING TASK



研究生：李榕津

指導教授：吳鴻文 博士

共同指導：張怡雯 博士

中華民國 101 年 7 月

論文名稱：銀髮族功能性體適能運動對其跨越障礙物之影響

總頁數：79 頁

院校所組別：國立臺灣體育運動大學運動健康科學學系碩士班

畢業時間及提要別：100 學年度第 2 學期碩士論文提要

研究生：李榕津

指導教授：吳鴻文博士

共同指導：張怡雯博士

## 中文摘要

預防老年人跌倒是現今重要的課題，但過去在老年人的運動介入多為單一方向的訓練。**研究目的**：本研究以介入銀髮族功能性體適能運動三個月，比較老年人在功能性體適能檢測上的差異及跨越障礙物生物力學參數上的差異。**研究方法**：使用 8 台高速攝影機收集 11 位老年人跨越三種不同高度障礙物的動作資料，收集 27 位老年人體適能檢測資料。以二因子變異數分析障礙物高度與運動介入前後對跨越障礙物能力之影響，以相依樣本 t 檢定分析老年人功能性體適能檢測的差異。**研究結果**：在運動介入後領導腳腳尖與障礙物的垂直距離變大，骨盆中心點最小位移速度變慢。在體適能檢測方面，所有的檢測項目皆有顯著改善。**結論**：銀髮族功能性體適能運動介入後，老年人在體適能檢測結果皆有顯著變好，進而影響其跨越障礙物時的動作策略，顯示銀髮族功能性體適能運動對老年人的體適能及預防跌倒的發生是有幫助的。

**關鍵詞**：老年人、跌倒、跨越障礙物、銀髮族功能性體適能運動

## **Abstract**

**Purpose :** The purpose of this study was to compare the differences of biomechanical parameters in obstacle crossing and the parameters in physical fitness tests before and after a 3-month elderly functional fitness exercise intervention. **Methods :** Eleven and 27 subjects participated in obstacle crossing and functional fitness tests, respectively. VICON motion analysis system with eight cameras was used to record kinematic data during negotiating obstacles in three different heights. The functional fitness test was also performed. Two-way ANOVA with repeated measure was used to evaluate the effects of obstacle height and exercise intervention. Paired-t test was used to compare the fitness change following exercise intervention. **Results :** The leading foot toe clearance significantly increased and the minimum velocity of the pelvis center significantly decreased following exercise intervention. All fitness tests showed significant improvement compared to pre-intervention. **Conclusion :** The findings of this study suggested that the older people had substantial improvement in physical fitness following a 3-month elderly functional fitness exercise program and the strategy of obstacle crossing has been modified. The functional fitness exercise is beneficial for the prevention of the fall in the elderly.

**Key words :** Older adult, Fall, Obstacle crossing. Elderly functional fitness exercise

## 誌謝

在碩士班的兩年裡，從原本沒有明確方向的進到研究所，一步一步的學習，從學習中尋找到自己的方向，感謝系上老師們在我們剛進入碩一時對於不同方向的介紹及引導，讓我們能夠更清楚的了解如何選擇研究方向，感謝呂欣善主任的安排及指導建議讓我們可以順利的找到研究方向，感謝班導陳俐蓉老師對我們的關心及協助。在這段學習研究的過程中，特別感謝我的指導教授吳鴻文老師及共同指導教授張怡雯老師，在我的研究過程中不厭其煩的給予指導跟協助，引導我在實驗的設計、資料的收集、資料的處理及分析上，如何思考及研究，讓我可以順利完成論文外，更在這過程中學習到很多，感謝老師。同時感謝羅世忠老師與張曉昀老師提供許多寶貴的意見，讓我可以由更多不同的方向去思考實驗的意義及貢獻。

本研究得以順利完成，要感謝各社區參與的長輩們，感謝大家盡全力的配合，謝謝你們除了盡力參與實驗外，也時常給我溫暖的加油及鼓勵，謝謝你們，你們辛苦了。在實驗的過程中感謝淑雅學姊及祥益學長的大力支持，並且不厭其煩的教導，讓我可以有信心的完成研究，感謝凱涵學姊在我有任何問題的時候總是大力相助幫忙到底。當然還有我一起努力打拼的好夥伴們—亭妤、予藍、崇富、彥妃、毓哲，一起在實驗室度過的日子，一起寫論文的時光，有大家的陪伴，讓我在忙碌中仍然快樂度過。感謝可愛的學弟妹們，在最後的論文口試不辭辛勞的協助，謝謝可愛的你們。另外，感謝恬如總是在我低潮的時候，給我不同的想法，讓我燃起再啟動的動力，謝謝妳。

在這段過程中，因為有我最親愛的家人，最好的朋友們一直不斷的支持與鼓勵，才讓我可以面對困難時勇敢面對及解決，謝謝大家。

李榕津 謹誌  
民國 101 年 7 月

## 目錄

中文摘要 .....	I
Abstract .....	II
誌謝 .....	III
目錄 .....	IV
表目錄 .....	VI
圖目錄 .....	VII
第壹章 緒論 .....	1
第一節 研究背景與動機 .....	1
第二節 研究目的與假設 .....	3
第三節 研究限制 .....	4
第貳章 文獻探討 .....	5
第一節 老年人的跌倒風險 .....	5
第二節 運動對老年人體能活動之影響 .....	7
第三節 銀髮族功能性體適能運動與檢測 .....	11
第四節 老年人跨越障礙物時的運動學 .....	16
第參章 研究方法與步驟 .....	18
第一節 研究對象 .....	18
第二節 實驗地點與時間 .....	20
第三節 實驗設備 .....	21
第四節 實驗設計 .....	23
第五節 銀髮族功能性體適能運動 .....	26
第六節 實驗資料收集 .....	30
第七節 實驗資料分析 .....	35

第 肆 章 結 果 .....	39
第一節 跨越障礙物時的時間空間參數 .....	39
第二節 體適能檢測 .....	53
第 伍 章 討 論 .....	59
第一節 跨越障礙物之生物力學分析 .....	59
第二節 體適能檢測 .....	63
第 陸 章 結 論 與 建 議 .....	68
第一節 結 論 .....	68
第二節 建 議 .....	69
參 考 文 獻 .....	71
附 錄 A 受 試 者 基 本 資 料 .....	77
附 錄 B 跨 越 障 礙 物 實 驗 受 試 者 同 意 書 .....	78
附 錄 C 體 適 能 檢 測 受 試 者 同 意 書 .....	79

## 表目錄

表 3-1： 跨越障礙物實驗受試者基本資料 .....	19
表 3-2： 體適能檢測受試者基本資料 .....	19
表 3-3： 反光標記配置表 .....	31
表 5-1： 體適能檢測討論文獻整理 .....	67

## 圖目錄

圖 2-1：	伯格自覺吃力程度量表 ( RPE ) .....	12
圖 3-1：	硬體設備場地配置圖 .....	21
圖 3-2：	研究流程 .....	23
圖 3-3：	跨越障礙物實驗流程 .....	24
圖 3-4：	功能性體適能檢測流程 .....	25
圖 3-5：	心肺耐力訓練 .....	28
圖 3-6：	肌力/肌耐力訓練 .....	28
圖 3-7：	柔軟度 ( 靜態伸展 ) .....	28
圖 3-8：	跨越障礙物實驗操作型定義 .....	37
圖 4-1：	領導腳跨越障礙物後腳跟與障礙物的距離 .....	39
圖 4-2：	跟隨腳跨越障礙物後與障礙物的水平距離 .....	40
圖 4-3：	領導腳跨越障礙物時，腳跟與地面的垂直距離 .....	42
圖 4-4：	領導腳跨越障礙物時，腳尖與地面的垂直距離 .....	42
圖 4-5：	跟隨腳跨越障礙物時，腳跟與地面的垂直距離 .....	43
圖 4-6：	跟隨腳跨越障礙物時，腳尖與地面的垂直距離 .....	43
圖 4-7：	領導腳越過障碍物時，腳跟與障礙物的垂直距離 .....	45
圖 4-8：	領導腳越過障碍物時，腳尖與障礙物的垂直距離 .....	45
圖 4-9：	運動介入前後，跨越障礙物時領導腳腳尖與障礙物的垂直距離 .....	46
圖 4-10：	跟隨腳越過障碍物時，腳跟與障礙物的垂直距離 .....	46
圖 4-11：	跟隨腳越過障碍物時，腳尖與障礙物的垂直距離 .....	47
圖 4-12：	跨越障礙物時的步長 .....	49
圖 4-13：	跨越障礙物時的步寬 .....	49

圖 4-14:	跨越障礙物時領導腳的步距 .....	50
圖 4-15:	跟隨腳跨越障礙物時的步距 .....	50
圖 4-16:	骨盆中心點的最大位移速度 .....	51
圖 4-17:	骨盆中心點的最小位移速度 .....	52
圖 4-18:	運動介入後，骨盆中心點位移的最小速度 .....	52
圖 4-19:	30 秒由坐到站次數 .....	53
圖 4-20:	啞鈴手臂屈曲次數 .....	54
圖 4-21:	2 分鐘抬膝次數 .....	55
圖 4-22:	手臂後伸展中指間距離 .....	56
圖 4-23:	坐椅體前彎，指尖與腳尖的距離 .....	57
圖 4-24:	由坐到站 8 英尺步行迴轉，靈敏度與平衡檢測	58

# 第壹章 緒論

## 第一節 研究背景與動機

現今人口的社會型態是高齡化的社會，這樣的趨勢已成為全球性所關注的議題。根據統計資料顯示 2010 年美國的老年人口數占總人口數比率的 12.8%，而台灣在 2010 年內政部戶政司的統計數字為 10.74%，這些數據都已達到聯合國世界衛生組織所定義老年人口比率為 7% 高齡化社會的標準。在老年人口越來越多的情形下，老年人的日常生活及生活機能越來越受到重視，如何讓老年人能健康地享有自主的生活型態及提高老年人的生活機能，也逐漸成為大家重視的課題。近年來，由於醫療的進步，人們的平均年齡向上增長，根據統計美國人口平均年齡由 2005 年的 77.8 歲成長至 2010 年的 78.3 歲，台灣的人口平均年齡則由 2005 年的 77.6 歲增加至 2010 年的 79.24 歲（內政部統計處，民 99），且這些成長的趨勢正在逐年上升中。然而，隨著平均年齡的上升，身體的機能卻是日漸衰退；年齡的老化，老年人的肌肉骨骼機能也會跟著下降。例如，骨密度下降、肌力及柔軟度的衰退等，這些衰退的生理機能會伴隨著影響老年人的生活品質。隨著老年人生理機能的下降，在日常生活中，老年人容易發生的意外傷害以跌倒最受到重視。老年人發生跌倒的原因多發生於跨越物體或者行走在不平坦的表面（國民健康局訪問調查，民 94）。跌倒的發生，可能使老年人健康受到威脅，甚至導致生命的終結。

減少老年人跌倒的問題發生，提升老年人的生活品質及

身體機能是現今必要的課題。本研究基於此動機下，以銀髮族功能性體適能運動的介入，希望改善老年人的身體機能（心肺耐力、肌力、柔軟度、平衡及協調等能力）並以生物力學評估測試—跨越障礙物實驗，評估老年人功能性體適能運動介入前後生物力學參數數值上的改變。另外，同時也對老年人的體適能檢測進行運動介入前後的評估測試，經由生物力學以及體適能檢測的評估，希望可以證明老年人在銀髮族功能性體適能運動介入後，其肌肉骨骼功能的提升可以降低跨越障礙物而造成跌倒的風險。

## 第二節 研究目的與假設

### 一、研究目的

藉由銀髮族功能性體適能運動的介入，希望改善銀髮族身體機能以降低銀髮族跌倒的發生。本研究主要以銀髮族功能性體適能運動的介入比較老年人參與運動前後的差異，證實運動介入可有效改善銀髮族的身體機能。本研究目的的主要分為兩個部分：

- (一) 探討在銀髮族功能性體適能運動介入後，銀髮族在跨越障礙物策略上的差異。
- (二) 探討在銀髮族功能性體適能運動介入後，銀髮族在體適能檢測結果的改變。

### 二、研究假設

根據研究探討的方向，本研究的假設包括下列兩點：

- (一)  $H_0$ ：虛無假設說：有規律參加銀髮族功能性體適能運動課程者，運動前後跨越障礙物的生物力學參數相同。  
 $H_1$ ：對立假說：有規律參加銀髮族功能性體適能運動課程者，運動前後跨越障礙物的生物力學參數有顯著差異。
- (二)  $H_0$ ：虛無假設說：有規律參加銀髮族功能性體適能運動課程者，運動前後的體適能檢測結果相同。  
 $H_1$ ：對立假說：有規律參加銀髮族功能性體適能運動課程者，運動前後的體適能檢測結果有顯著差異。

### 第三節 研究限制

本研究為在社區裡介入銀髮族功能性體適能運動，對象為中老年人，在運動介入的過程中，體適能教練以鼓勵及引導的方式使參與的人盡量達到運動的強度，因為是團體運動，每位參與者可因當時的狀況自行調整，所以可能造成實驗誤差。

## 第貳章 文獻探討

### 第一節 老年人的跌倒風險

世界衛生組織 (World Health Organization) 調查指出，多數已開發國家以 65 歲作為老年人的定義。隨著生活品質的提升以及醫療技術的進步，人口的平均年齡逐漸升高。美國人口平均年齡統計逐年的成長，直到 2010 年統計美國人平均年齡已達 78.3 歲。同樣地，台灣的人口平均年齡也是正以驚人的速度持續成長當中，至 2010 年 79.24 歲，逐年上升。由此可知人口的平均餘命年齡正逐漸增加中。隨著人口平均餘命年齡的增加，老年人口的比率相對上升。這種增加的趨勢已達到聯合國世界衛生組織所定義老年人口比率為 7% 之高齡化社會。

在老年人口逐漸增加的社會中，老年人的生活相關問題越來越受到重視。在老年人意外事故傷害中，除了交通事故以外，最主要的原因為跌倒 (行政院衛生署，民 100)。台灣行政院衛生署統計老年人跌倒的機率由 1999 年的 18.7% 至 2005 年升高到 20.5%。其發生跌倒的原因多為走路時遇到不平坦的地面、踢到不明突起物及突然大腿無力等原因。國民健康局調查後發現，跌倒後主要的受傷部位為髖部及下肢為主，許多老年人在發生跌倒後可能影響其生活功能 (國民健康局，民 94)，例如：因為跌倒的創傷而導致其臥床，甚至生命終結。

Gregg、Pereira 與 Caspersen (2000) 調查研究發現，隨著年齡的增長肌力肌耐力的下降，骨質密度的降低，平衡能

力的下降等問題，都與老年人發生跌倒的機率相關，且統整先前研究文獻發現，老年人執行規律的運動，尤其是肌力肌耐力的訓練及平衡能力的訓練，都可以有效的降低老年人發生跌倒的機率。Foldvari 等人（2000）也指出下肢的肌力以及日常生活的習慣，對身體功能的狀態是有顯著相關的，且隨這年齡的增長，下肢肌力與年齡則呈負相關。由以上資料顯示，年齡的增長會使肌力衰退，肌力的衰退會提高老年人發生跌倒的機率。跌倒的發生會使老年人的身體功能快速下降，減低老年人自主生活的能力。所以如何增進老年人下肢肌肉的功能，降低日常生活中發生跌倒的機率，進而提升其身體機能，改善其生活功能，為現今所重視的重要課題。

根據美國運動醫學學會建議，銀髮族完整運動應包括心肺、肌力/肌耐力、柔軟度、平衡與協調的訓練內容。過去，有關老年人的運動大部分都單獨以單項訓練為主，並非針對完整方式的課程來探討。因此，探討銀髮族進行完整方式的運動，其在身體各方面機能的改善，是有必要進一步探討，其有助於日後銀髮族運動課程設計及推廣。

## 第二節 運動對老年人體能活動之影響

藉由運動科學的分析可以了解老年人在日常生活動作的特徵，同時也可知道隨著年齡的增加，其肌肉骨骼的差異性。為了防止老年人跌倒的意外傷害，Hess 與 Woollacott(2005) 研究指出在每週三次維持十週高強度肌力訓練的老人組別，其主要訓練肌群為股四頭肌、腿後肌群、脛前肌及腓腸肌等下肢肌肉的訓練後，其結果顯示出訓練肌群的肌肉力量明顯增加。經過訓練後的老人組別其平衡能力有顯著的進步，而在由坐到站 8 英尺步行迴轉 (time up and go) 和 Active-Specific Balance Confidence Scale 的評估上也都有顯著的改善。相同地，Lamoureux、Sparrow、Murphy 與 Newton (2003) 也針對下肢做了肌力訓練的課程 (例如：單側髖關節屈曲及伸展、雙側膝關節屈曲及伸展、雙側踝關節蹠屈)，評估在跨越障礙物時 Stepping over、Across an obstacle、Negotiating a raise surface 以及 Foot targeting 等能力是否有顯著差異。結果顯示參與每週三次維持十二週下肢肌力訓練的老年人有較高的能力完成四個跨越障礙物的相關動作，並且較不容易發生跌倒的情形。由這些數據可知，部分針對特定肌群的肌力訓練對於老年人維持平衡的功能有明顯的改變，並可進一步有效的改變老年人在生活上的移動能力且降低老年人跌倒的危機。

過去的研究也運用了生物力學觀點的評估來了解在運動的介入後，老年人在肌肉骨骼改變的差異性。Eyigor、Karapolat 與 Durmaz (2007) 在運動介入每週三次，一次一小時主要以肌力訓練為主的團體課程下，發現老年人生活品

質的評估 (SF-36 score) 上有顯著的差異，在其膝關節的屈曲及伸展、踝關節蹠屈的關節力矩有明顯的增加。另外，Chandler、Duncan、Kochersberger 與 Studenski (1998)，也有研究指出肌力訓練可以顯著改善老年人從椅子上坐到站立的能力、走路的速度、轉彎及爬樓梯等的能力。Lamoureux 等人 (2003) 也對於下肢的肌力訓練提出漸進式的訓練原則來增加老年人下肢肌力的訓練 (第一週 60% 的 1RM 到第二十四週 80% 的 1RM)。其結果呈現運動介入後，老年人跨越障礙物之下肢動力學參數的改變有明顯的進步。經由這些生物力學的證據可知，下肢訓練運動的介入對於老年人的肌力的改變、關節活動角度都有顯著的改善。

進一步，不僅是部分針對特定肌群的肌力訓練運動會對於老年人的肌肉骨骼系統有明顯改善的證據，功能性的運動介入也是可被考慮的運動項目之一。Ramachandran、Rosengren、Yang 與 Hsiao-Wecksler (2007) 比較每天一小時太極運動介入及每日一小時的一般走路介入下的運動比較，發現在太極運動介入組別，老年人在跨越障礙物的跟隨腳腳尖與障礙物的距離、越過障礙物時腳與障礙物的垂直距離都有明顯增加，在步態週期的承重期垂直地面反作用力也有顯著的改善。垂直地面反作用力增加，可以產生足夠的力量來調整較長的步長及腳尖與障礙物的距離，降低跨障礙物時碰到障礙物的機會，降低跌倒的危機，此結果可以減少老年人向前跨越障礙物時跌倒的風險。

Toraman 與 Ayceman (2005) 將老年人分為兩組，年輕老年人組 (60 至 73 歲) 及老年人組 (74 至 86 歲)，介入九週有氧運動、肌力訓練及運動後的伸展，發現兩組在體適能

檢測上的 30 秒由坐到站次數、啞鈴手臂屈曲、2 分鐘抬膝、手臂後伸展、坐椅體前彎及由坐到站 8 英尺步行迴轉，六項體適能檢測上均有顯著增加，顯示只要在老年人的生活中加入規律的運動，對老年人的各項體適能皆是有幫助的。

Ozkay 等人（2005）將老年人分為無運動介入、介入有氧運動訓練及介入肌力訓練三組，比較每週三次，為期九週後在體適能檢測上的變化。發現與無運動組相較有氧運動訓練組在 30 秒由坐到站、啞鈴手臂屈曲、6 分鐘走路、手臂後伸展、坐椅體前彎、由坐到站 8 英尺步行迴轉上，有顯著增加。肌力訓練組則在 30 秒由坐到站、啞鈴手臂屈曲、6 分鐘走路、手臂後伸展及坐椅體前彎，有顯著增加，有氧運動組及肌力訓練組則無顯著差異。顯示出只要在老年人的生活中加入規律的運動，無論運動的形式，對老年人在體適能的能力上，皆有助益。

綜觀先前的研究，藉由下肢肌力訓練的介入是可以有效的改善老年人在跨越障礙物時的風險。經過運動介入後老年人其增加步幅（stride length），降低步幅的時間（stride duration），使其跨越障礙物時有較好的動作協調。另外，跨越障礙物時是否被障礙物絆倒，其與跨越時腳跟和障礙物間之垂直距離（vertical heel clearance）有關，下肢肌力訓練有效的增加了腳跟與障礙物的距離，進而降低了跌倒的發生。在關節角度的變化上，膝關節與踝關節的屈曲角度也有明顯增加，降低在跨越障礙物時接觸到障礙物的機會，也就降低跌倒發生的可能性。最後，老年人的運動介入都著重在下肢肌力訓練的部分，來觀察運動介入後有無顯著差異。本研究針對老年人以一套完整的銀髮族功能性體適能運動的介

入，利用椅子的輔助增加老年人運動時的安全性，課程設計包括心肺耐力、肌力、肌耐力、柔軟度、平衡與協調等完整的運動訓練課程，期望以不同以往只以單一方式或項目的訓練，以一整套包含各方面功能性的訓練來介入老年人的生活，希望對老年人在跨越障礙物的生物力學參數有顯著差異，並且促進改善老年人日常生活的身體機能，並降低其跌倒的風險。

### 第三節 銀髮族功能性體適能運動及檢測

銀髮族功能性體適能運動是美國 Young Men's Christian Association[YMCA]老年人健康促進運動的課程之一，也是美國運動協會（American Council on Exercise[ACE]）的老人課程之一。此課程的特色在於每位參與運動的老年人都有一張椅子在旁，以椅子為輔助，在椅上或站立在椅子周圍的運動，課程設計以運動科學的觀念為基礎，讓老師可以藉由椅子的輔助，安全的達成運動指導，並有效的提升老年人的體適能。

此套課程包含心肺耐力、肌力、肌耐力、柔軟度、平衡及協調能力的訓練，一整套全方位的訓練。一週 2 至 3 次，一次約一小時的團體課程，加上簡單音樂節奏，達到有趣又有效率的訓練，提升老年人的功能性體適能。

根據 American College of Sports Medicine[ACSM]與 ACE 建議的老年人在心肺耐力運動、肌力訓練、柔軟度及平衡與協調的運動訓練，其提出的運動原則如下（Balady, et al., 2000）：

#### 一、心肺運動

以在椅子上或椅子周圍的有氧舞蹈動作，搭配音樂的節奏，設計動作，執行連續且持續的運動，達到心肺耐力的訓練目的。

（一）頻率：每週 3 至 5 次。

（二）時間：20 至 60 分鐘，或以單日累計運動時間到達 20 至 60 分鐘的運動時間。

（三）型式：以全身大肌群的規律性運動為主。

(四) 強度：中強度，柏格自覺吃力程度量表 (Rate of Perceived Exertion[RPE]) 中大約是5至6分 (圖2-1)，或到達有點喘及流汗的程度，達到一個有效率的心肺耐力訓練 (Brog, 1990)。

### Borg's CR-10 scale

<b>0</b>	<b>Nothing at all</b>	
<b>0.5</b>	<b>Extremely weak</b>	<b>(just noticeable)</b>
<b>1</b>	<b>Very weak</b>	
<b>2</b>	<b>Weak</b>	<b>(light)</b>
<b>3</b>	<b>Moderate</b>	
<b>4</b>		
<b>5</b>	<b>Strong</b>	<b>(heavy)</b>
<b>6</b>		
<b>7</b>	<b>Very strong</b>	
<b>8</b>		
<b>9</b>		
<b>10</b>	<b>Extremely strong</b>	<b>(almost max)</b>

圖 2-1：柏格自覺吃力程度量表 (RPE)

## 二、肌力訓練

利用彈力帶、小啞鈴等器材，配合設計的動作，改變阻力，以漸進式的方式，增加肌力訓練的效果。

- (一) 頻率：每週至少2次，間隔天的訓練。
- (二) 強度：每次訓練可達2至3回合，每回合12至15下
- (三) 肌群：8至10個大肌群（例如：股四頭肌、腿後肌群、胸大肌、闊背肌、肱二頭肌、肱三頭肌、豎脊肌、腹部肌群等）。

## 三、柔軟度訓練

規律的伸展可以改善關節的活動度，減少過緊的肌肉所造成的骨骼肌肉傷害。以大肌群靜態伸展的方式，以達到有效的伸展效果。

- (一) 頻率：每週3至4次
- (二) 型式：每個伸展肌群以靜態的伸展方式。
- (三) 強度：以肌肉感到微緊但不疼痛為原則應避免至疼痛點。
- (四) 時間：每個伸展的肌群停留10至30秒。

## 四、平衡及協調能力訓練

良好的平衡及協調能力，可以維持老年人在站立及行走時的穩定性，降低跌倒發生的機率。利用心肺課程中，設計以站立扶椅子單腳站立，左右交替的方式來訓練其平衡能力或設計對側上肢與下肢並用的動作，例如：右手及左腳向前的動作，交替變換以達到協調訓練的目的。

在老年人的功能性體適能檢測部分，過去研究已提出這些方法的信度及效度。Jones、Rikli、Max 與 Noffal (1998) 測量 80 位老年人 (平均 74.2 歲)，其柔軟度能力，並比較坐椅體前彎、雙腳伸直肢體前彎和單腳伸直肢體前彎，三種下肢柔軟度測試的方法，其與伸直腳抬起時測量關節角度間的相關性。發現坐椅體前彎相較於其他兩種測試方法為較適當的柔軟度測試方法，其安全性及準確性較高。

Jones、Rikli 與 Beam (1999) 對 76 位平均年齡為 70.5 歲的老年人，比較 30 秒由坐到站對於下肢肌力的評估，與使用兩種腿部推舉的最大肌力測試之間的相關性。發現兩種測試方式是有相關性的，證明利用 30 秒由坐到站是可以有效評估老年人下肢肌力的測試方法。

Rikli 與 Jones (1999) 對 7183 位社區老年人做體適能檢測的資料收集，分男性女性，每五歲為一個組別，測量 30 秒從坐到站的次數、30 秒手臂屈曲次數、6 分鐘走路、2 分鐘抬膝、手臂後伸展、坐椅體前彎、由坐到站 8 英尺步行迴轉等項目，發現隨著年齡增長檢測結果有明顯下降，在每五歲為一個組別之間，有顯著差異。所有的檢測項目在性別上也有顯著差異；男性在肌力肌耐力、心肺耐力、平衡及協調顯著比女性好，女性則在手臂後伸展及坐椅體前彎顯著優於男性。這些檢測資料也顯示這些檢測項目對於不同年齡層老年人的體適能能力的評估，是有效且有用的。

Debra、Jones 與 Lucchese (2002) 以由坐到站 8 英尺步行迴轉的檢測方式，測試其在有跌倒經驗及無跌倒經驗的老年人間的敏感度，發現此檢測方式比請受測者坐在椅上起立後以最快的速度往前步行三公尺所花費的時間的測量方式來

的安全及有效率，所以由坐到站 8 英尺步行迴轉的測量方式，用在老年人體適能檢測上是有效的。

#### 第四節 老年人跨越障礙物時的運動學

隨著年齡的增長，老年人的身體機能漸趨下降。同時，也增加了老年人在日常生活中意外傷害的風險。過去的研究在生物力學觀點上提出了許多數據並且直接的證明老年人的步態特徵與跌倒的發生有很大的相關性。Lu、Chen 與 Chen (2006) 分析在老年人跨越障礙物時的速度較年輕人慢，其步伐也比較小。相對的，其領導腳 (lead foot) 跨越障礙物後著地後距離障礙物的距離會比年輕人短。造成這種代償性的步態特徵可能的原因為協助他們順利的越過障礙物並且降低其意外發生的可能性。

Barret、Mills 與 Begg (2010) 比較健康年輕人與健康老年人在跨越障礙物時的關節角度，老年人在跨越障礙物時領導腳 (lead foot) 的髖關節會有較大的髖屈曲 (hip flexion) 角度以及踝關節會有較小的踝外翻 (ankle eversion) 角度，跟隨腳 (trial foot) 的髖關節也有屈曲 (hip flexion) 及內收 (hip adduction)，踝關節也同時做背屈 (dorsiflexion) 的動作。然而，這些代償性的動作相對於健康成年人的步態週期有著大大的不同。而這些老年人的步態特徵對於跌倒的意外傷害有著最直接的關係以及相關性。

Lu、Chen 與 Wang (2007) 比較健康老年人及患有膝關節炎 (knee osteoarthritis) 的老年人在跨越障礙物時運動學上的差異。研究顯示在患有膝關節炎的老年人在跨越障礙物時，其跟隨腳跨越障礙物時的膝關節屈曲、髖關節內收及內轉的關節角度明顯比健康老年人來的小。在跟隨腳的踝關節背曲、擺盪側的骨盆傾斜及後轉 (backward rotation) 的角

度上明顯比健康老年人大。同樣地，在患有帕金森氏症的老年人病患中，跨越障礙物的時間增加，其步長也更短，站立期的時間增加（Vitorio, Pieruccini-Fari, Stella, Gobbi, & Gobbi, 2010）。然而，這些的證據也間接的暗示了有病理特徵的老年人中，其病理特徵的步態週期有著相對於正常的老年人更大的意外傷害風險。

Wang 與 Watanabe (2008) 針對不同障礙物高度，對於老年人在跨越障礙物時的足底壓力中心 (center of pressure [COP]) 的變化，發現在站立中期時足底壓力中心的速度會隨著高度的增加而減少，因為站立中期必須提供足夠的時間來做跨越障礙物前的準備，及維持整個身體的平衡。當高度減少時前導腳及跟隨腳足底壓力中心的速度會隨著增加，為了維持在跨越障礙物時控制整個動作的流暢。再者，老年人在跨越障礙物時，當高度變高其跨越障礙物時的腳尖與障礙物的垂直距離 (toe clearance)、腳跟與障礙物的垂直距離 (heel clearance) 及腳跟在越過障礙物後與障礙物的水平距離 (heel contact distance) 有顯著的影響。McFayden 與 Prince (2002) 在探討關節角度位移的部分，老年人在跨越障礙物時領導腳腕關節的屈曲角度較年輕人大，在踝關節的背屈角度則比年輕人小。在跟隨腳部分老年人在跨越障礙物時腕關節的屈曲角度、內收角度及踝關節的背屈角度都比年輕人來的大。當障礙物高度增高時踝關節背屈的角度也會增加，是為了安全順利的跨越不同高度的障礙物，減少跨越時碰到障礙物而產生跌倒的機率。

## 第參章 研究方法與步驟

本章節主要分成研究對象、實驗地點及時間、實驗設備、實驗設計、銀髮族功能性體適能運動、資料收集、統計分析等部分。

### 第一節 研究對象

本研究以三個社區總共 40 位中老年人參與銀髮族功能性體適能運動，並從中徵求有意願之 12 位中老年人為跨越障礙物生物力學實驗的研究對象；且包含參與生物力學實驗者，共 34 位中老年人參與體適能檢測。正式實驗前，告知每位受試者完整的實驗流程之後，請受試者填寫受試者同意書，確定受試者同意參與整個實驗流程的進行，直至實驗完成為止。以健康狀況問卷了解受試者的身體狀況並篩選受試者。篩選標準以 55 歲以上中老年人，能獨立行走，沒有危及生命安全的重大疾病，精神狀況正常者為本研究受試者。

最後資料分析，參與者未達每週上課次數 2 次以上將不列入資料處理，參與者中有參加前測資料收集但未參加後測資料收集者不列入資料處理。最後在跨越障礙物實驗，受試者人數為 11 人，體適能檢測人數為 27 人。

#### 一、跨越障礙物實驗受試者

本研究受試者為 11 位 55 歲以上的中老年人，皆具獨立行走之能力，六個月內無重大疾病及手術（受試者基本資料，詳見表 3.1）。

表 3-1：跨越障礙物實驗受試者基本資料（平均值±標準差）

年齡 (歲)	身高 (公分)	體重 (公斤)
69.81±10.03	155.5±8.47	55.70±9.12

## 二、體適能檢測受試者

本研究體適能檢測受試者為 27 位 55 歲以上的中老年人，所有受試者皆具獨立行走之能力，六個月內無手術病史者（受試者基本資料，詳見表 3.2）。

表 3-2：體適能檢測受試者基本資料（平均值±標準差）

年齡 (歲)	身高 (公分)	體重 (公斤)
73.37±11.15	157.93±7.39	60.91±12.77

## 第二節 實驗地點與時間

### 一、實驗地點

#### (一) 跨越障礙物實驗

本研究之跨越障礙物實驗在國立臺灣體育運動大學生物力學動作分析實驗室進行老年人跨越障礙物的實驗資料收集。

#### (二) 體適能檢測

本研究之體適能檢測於各參與銀髮族功能性體適能運動的社區進行體適能檢測的資料收集。

### 二、實驗時間

(一) 前測時間：101年02月06日至101年02月13日

(二) 後測時間：101年05月07日至101年05月14日

### 第三節 實驗設備

#### 一、跨越障礙物實驗

本實驗主要使用動作分析系統、三維測力板、不同高度障礙物及特殊木製步道等設備，進行實驗資料的收集，實驗場地配置圖（圖 3-1）。

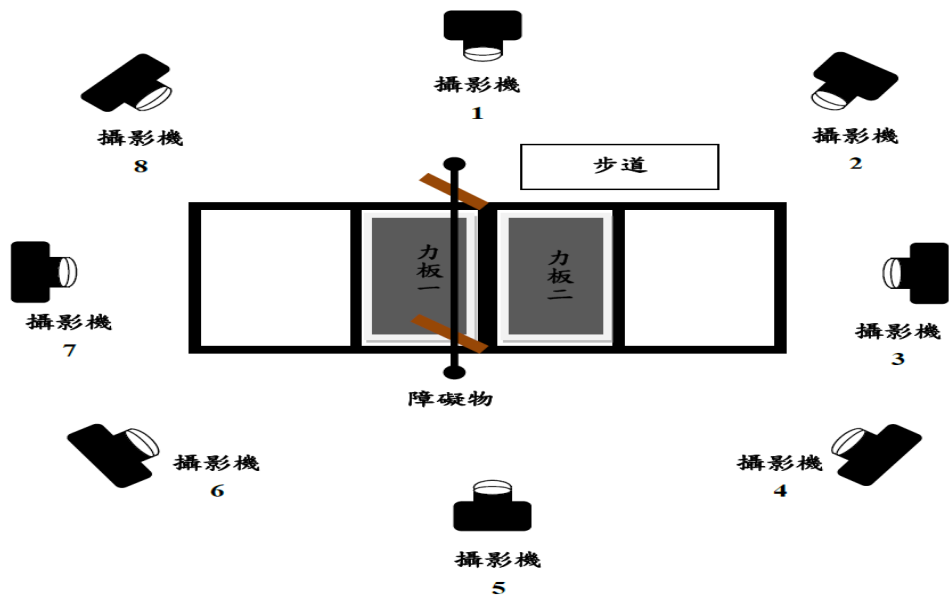


圖 3-1：硬體設備場地配置圖

#### (一) VICON NEXUS 1.4.116 動作分析系統

本實驗使用 VICON NEXUS 動作分析系統（VICONNEXUS motion analysis system, Oxford Metrics LID. UK）收集運動學資料，配合黏貼於全身特定位置的反光標記收集空間中運動軌跡。

#### (二) 障礙物

以每位受試者的腿長（受試者站立從大轉子到地面垂直距離為基準），以 10%、20%、30% 腿長為三種障礙

物的高度，將障礙物置於兩塊力板中間，來進行跨越障礙物實驗之資料收集。

## 二、體適能檢測

本檢測利用以下器材量測每位參與銀髮族功能性體適能運動的中老年人的血壓、身高、體重、六項體適能檢測項目，包含 30 秒由坐到站次數、啞鈴手臂屈曲、兩分鐘抬膝、坐椅體前彎、手臂後伸展及由坐到站 8 英尺迴轉等檢測項目。

### (一) 水銀式血壓計 ( Spirit No. CK-101 )

量測每位參與銀髮族功能性體適能運動的中老年人的血壓，了解是否在正常範圍內。

### (二) 身高體重計

量測每位參與銀髮族功能性體適能運動的中老年人的身高及體重。

### (三) 皮尺

量測腰圍及臀圍、坐椅體前彎指尖與腳尖的距離、手臂後伸展兩手指尖的距離。

### (四) 啞鈴

量測啞鈴手臂屈曲時的重量，男性 8 磅，女性 5 磅。

### (五) 椅子

有靠背無把手的椅子，受試者坐於椅子中間時雙腳膝關節約 90 度(或不低於 90 度)，量測 30 秒由坐到站、啞鈴手臂屈曲、坐椅體前彎、由坐到站 8 英尺步行迴轉，量測以上項目時所使用的。

#### 第四節 實驗設計

本實驗的主要研究架構為測量銀髮族功能性體適能運動之介入對於老年人的影響，測量項目包括跨越障礙物之表現與各項體適能之能力（研究流程，詳見圖 3-2）。跨越障礙物實驗（實驗流程，詳見圖 3-3）與體適能檢測（檢測流程，詳見圖 3-4）後，介入 3 個月的運動課程，測量運動前與運動後之差異，以評估與分析運動效益。

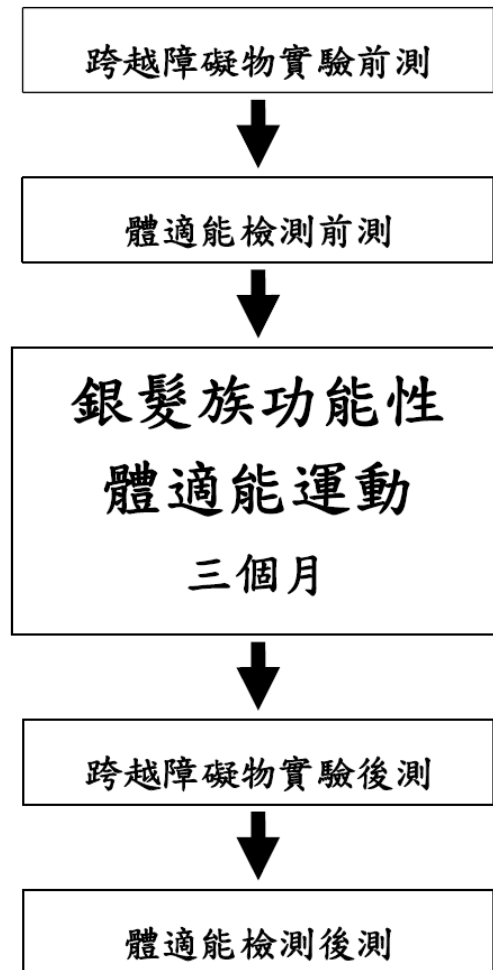


圖 3-2：研究流程

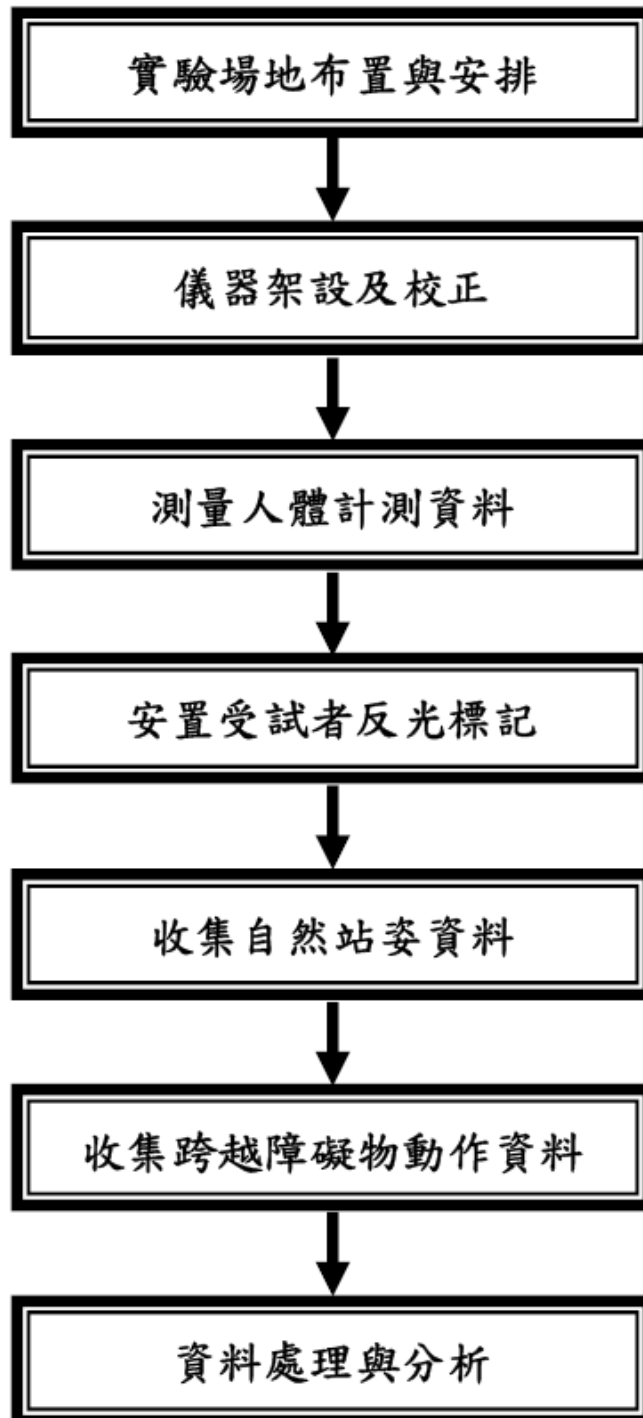


圖 3-3：跨越障礙物實驗流程

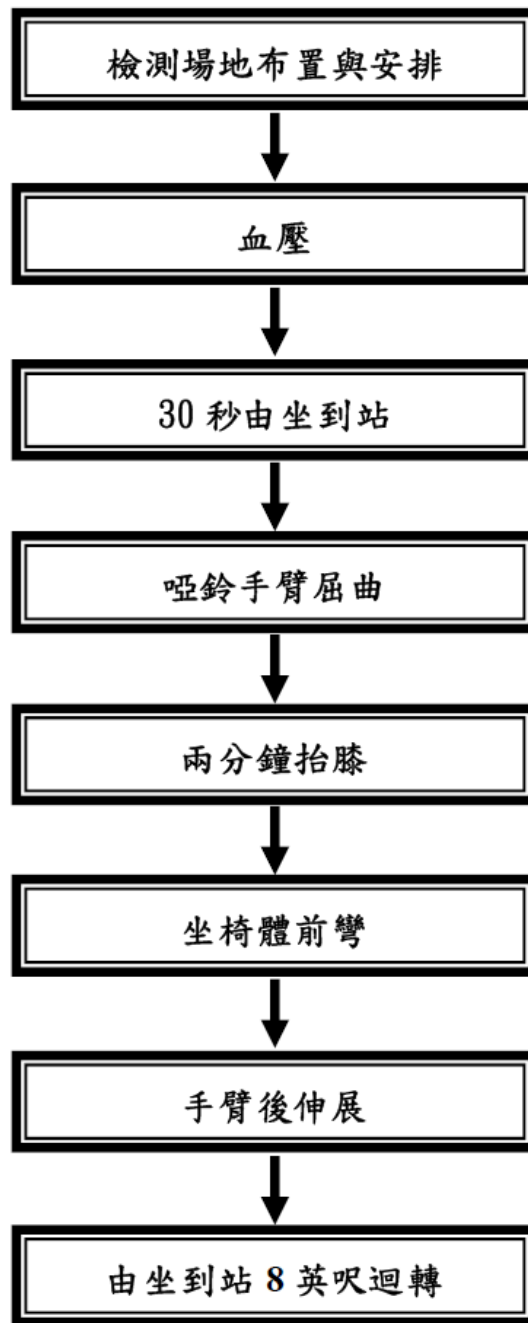


圖 3-4：功能性體適能檢測流程

## 第五節 銀髮族功能性體適能運動

### 一、運動課程

以老年人健康體適能運動，加入老年人的生活中。以每週三次，一次一小時的運動，包含心肺訓練、肌力訓練、柔軟度及平衡能力等，整套完整的課程，希望改善老年人體適能程度及跨越障礙物之能力。

#### (一) 心肺耐力訓練

為了維護老年人運動的安全性，課程編排以椅子運動為主，全程在椅子周圍進行有氧運動訓練（圖 3-5）。以簡易的動作加上輕鬆的音樂節奏，使老年人可以輕鬆跟上的課程設計為主軸。動作設計上，會從下肢的動作先開始再加入上半身的動作。下肢動作包含腳跟抬起、腳尖抬起、原地踏步、踏併、開開合合、V 字步、踢腳、抬膝…等。上半身的動作包含頸部左轉、右轉、左傾、右傾，手指抓握，肩膀上提、繞圈，手臂前推、側抬、上舉，軀幹旋轉…等。以一週 3 天中等強度，每次 30 分鐘的心肺訓練，來增加老年人心肺體適能的程度。強度評估以自覺吃力量表來自主感覺自我努力程度為運動強度測量。以十等分的量表來評估，0 分表示坐著時的強度，10 分表示全力以赴的強度。中等強度則為 4 至 6 分的運動強度，為適合老年人的運動強度。

#### (二) 肌力/肌耐力訓練

以在椅子上或站姿的方式訓練 8 至 10 種主要肌群，包含股四頭肌（quadriceps）、腿後肌群（hamstring）、

脛前肌 (tibialis anterior)、腓腸肌 (gastrocnemius)、胸大肌 (pectoralis major)、闊背肌 (latissimus dorsi)、肱二頭肌 (biceps brachii)、肱三頭肌 (triceps brachii)、豎脊肌 (erector spine) 及腹部肌群 (abdominis) 等的訓練。使用彈力帶、橡皮球及輕塑膠桿子等，增加課程的豐富性及趣味性。每週 2 至 3 次，配合一小時的團體課程裡約 15 至 20 分鐘中等強度的肌力訓練，來改善並增強老年人肌肉的能力，提升其生活上的使用功能 (圖 3-6)。

### (三) 柔軟度及平衡訓練

平衡的訓練主要是為了降低老年人跌倒的機率，平衡的訓練必須在椅子的周圍進行訓練以維護老年人的安全 (圖 3-7)。動作的設計包含墊腳尖、單腳站立等，並加入上肢的動作變化來改變平衡運動的難易度。柔軟度主要以靜態伸展為主，強度以最大伸展範圍為主，在關節處微緊但不疼痛的程度為限，每種動作伸展約 20 至 30 秒。每週 2 至 3 次，配合一小時團體運動，約 15 至 20 分鐘。



圖 3-5：心肺耐力訓練



圖 3-6：肌力/肌耐力訓練



圖 3-7：柔軟度（靜態伸展）

## 二、使用器材

### (一) 彈力帶

彈力帶 ( premium quality rubber bands ) 的主要功能是在肌力訓練。由 4 至 5 個彈力帶相互串連，讓老年人可以自由選擇適合的阻力，以達到安全有效的肌力訓練效果。

### (二) 椅子

椅子主要的功能為增加運動過程中的安全性及課程的變化，椅子上的訓練以及在椅子周圍的訓練，不僅可增加課程的變化，更進一步提高運動時的安全，預防老年人運動時的跌倒。

## 第六節 實驗資料收集

### 一、跨越障礙物實驗

#### (一) 場地布置與安排

本實驗以實驗室中心架設兩塊力板，力板周圍實驗收集範圍內，架設八台 VICON 高速攝影機，調整攝影機位置及視角，使所有反光標記至少被兩台攝影機所擷取。

#### (二) 儀器架設及校正

系統的校正分為兩個步驟，首先，調整攝影機至適當的空間位置及角度，其拍攝範圍必須包含整個量測空間。再以特製的 L 型靜態校正器 (L-frame) 定義實驗室坐標系，再以動態校正器 (wand) 在量測空間裡揮動，校正各攝影機可能之誤差的影響。

#### (三) 量測人體計測資料

實驗開始前先量測身高、體重、腿長、足長及慣用腳等人體計測資料 (anthropometry)，以做為後續資料之分析。

#### (四) 貼置反光標記

反光標記為一球型體，本研究使用被動式反光標記，攝影機藉由反光標記反射的紅光紀錄其於三維空間之運動軌跡。本實驗於受試者下肢 23 個特定部位黏貼反光標記。反光標記的配置主要依據 Helen Hayes 反光標記貼法配置 (詳見表 3-1)。

表 3-3：反光標記配置表

	反光標記黏貼位置	方向	備註
骨盆	髌前上嵴	左、右	
	薦骨突上方		
	髌後上嵴	左、右	
下肢	大轉子	左、右	
	股骨外上髁	左、右	
	大腿外側	左、右	
	股骨內上髁	左、右	
	小腿外側	左、右	
	腳踝外踝	左、右	
	腳踝內踝	左、右	
	第二跗骨關節上緣	左、右	
腳跟	左、右		

#### (五) 收集實驗資料

為使受試者盡快適應實驗場地，實驗前向受試者清楚說明實驗動作與流程，要求其盡力配合。實驗開始前收集受試者的靜態資料，做為資料處理基準，進再行動態資料收集。

##### 1. 收集靜態資料

收集靜止站立的資料，取得自然解剖位置，肢段反光球標記之間的相對位置及關節中心。收集靜態資料的目的為計算或校正實驗過程中，攝影機無法辨識的反光標記位置，並且取得靜止時關節的起始角度，做為動態資料分析的基準。

## 2. 收集動態資料

本實驗利用 VICON 三維動作分析系統，設定八台攝影機收取實驗範圍，採樣頻率為 100 赫茲，記錄受試者跨越障礙物過程中反光標記的運動軌跡資料，並以 KISTLER 三維測力板，以採樣頻率 1000 赫茲，同步收集過程中地面反作用力及力矩的資料。受試者分別以自然走路的姿勢，跨越三種不同高度（10%、20% 和 30% 腿長）放置於兩塊力板中間的障礙物，每個動作各收集五筆有效資料，以進行資料處理及分析。

## 二、體適能檢測

### （一）場地布置與安排

體適能檢測於每位參與銀髮族功能性體適能運動的社區進行體適能檢測的資料收集。

### （二）體適能檢測項目

1. 血壓：評估其血壓是否在正常範圍內，共量測兩次，確保其運動時的安全性。
2. 30 秒由坐到站的次數（chair stand test）：評估下肢肌耐力，30 秒內從椅子上站立再坐下的次數。將椅子緊靠牆壁以維持施測過程中的穩定，再請受測者坐在椅子的正中間，雙手抱胸，由椅上站起到完全直立後坐回椅上，並單腳離地（確認其有確實坐回椅子上）此為完整的一次，計算 30 秒內坐下站起的總次數。
3. 啞鈴手臂屈曲（arm curl test）：評估上肢肌耐力，左、右手拿啞鈴做手臂屈曲的動作，男性拿 8 磅，女性拿

- 5 磅，30 秒內的次數，若 30 秒結束時手臂屈曲已高於 90 度則算為一下，過程中如受測者感覺疼痛不舒服，應立刻停止。
4. 兩分鐘抬膝 (2-minute step test)：評估心肺耐力，高度設定在髌前上棘到膝關節距離的一半，每次抬膝，膝關節必須超過此高度，重複動作兩分鐘，最後以總次數（左右抬膝算一次）來評估；過程中須讓受測者在牆邊或者穩定的椅子附近，使其不平衡時可以攙扶，預防跌倒的發生，在整個過程結束後，請受測者稍作踏步休息，並調整呼吸，以作為測試後的緩和。
  5. 坐椅體前彎 (chair sit-and-reach test)：評估下背部柔軟度，老年人坐於椅上，單腳向前伸直，雙手中指交疊高過於頭，吸氣後吐氣前彎，保持背部平直，看指尖與腳尖的距離來評估，超過腳尖以正值紀錄，未達腳尖以負值紀錄，雙腳各做兩次，取較好的數值紀錄；施測過程中椅子必須緊靠牆壁，以防止施測過程中發生滑動；椅子高度為受測者坐於椅子中間雙腳膝關節約 90 度的高度為宜。
  6. 手臂後伸展 (back scratch test)：評估肩部柔軟度，單手過頭後屈曲，對側手由下背往上，以兩手中指的指尖垂直距離來評估，若指間相互可交疊以正值紀錄，反之以負值紀錄，左右各量測兩次，取較好的數值紀錄。
  7. 由坐到站 8 英尺步行迴轉 (8-foot up-and-go test)：評估靈活度及平衡能力。在老年人坐的椅子前方 2.44 公尺處，設置一標的物（例如：三角錐），請受測者

坐在椅子上雙腳平放地面，聽到「預備-開始」時，以自己本身走路最快的速度繞過障礙物回到座位上的時間來評估，共量測三次，取最小數值做記錄。施測時椅子必須緊靠牆壁，以避免椅子滑動，椅子高度為受測者坐於椅子中間雙腳膝關節約 90 度的高度為宜。

## 第七節 實驗資料分析

### 一、跨越障礙物實驗

#### (一) 操作型定義 (詳見圖 3-8)

##### 1. 水平距離：

- (1) 領導腳之腳跟與障礙物間的距離 (leading foot heel obstacle distance, HD)：領導腳跨越障礙物後，其與障礙物間水平距離。
- (2) 跟隨腳之腳跟與障礙物間的距離 (trailing foot heel obstacle distance, TraDA)：跟隨腳跨越障礙物後，其與障礙物間水平距離。

##### 2. 與地面垂直距離：

- (1) 領導腳之腳跟與地面間的距離 (peak vertical height of leading foot's heel, PHLH)：領導腳跨越障礙物時，其腳跟與地面的垂直距離。
- (2) 領導腳之腳尖與地面間的距離 (peak vertical height of leading foot's toe, PHLT)：領導腳跨越障礙物時，其腳尖與地面的垂直距離。
- (3) 跟隨腳之腳跟與地面間的距離 (peak vertical height of trailing foot's heel, PHTH)：跟隨腳跨越障礙物時，其腳跟與地面的垂直距離。
- (4) 跟隨腳之腳尖與地面間的距離 (peak vertical height of trailing foot's toe, PHTT)：跟隨腳跨越障礙物時，其腳尖與地面的垂直距離。

### 3. 與障礙物垂直距離：

- (1) 領導腳之腳跟與障礙物間的距離 (leading foot heel clearance, LFHC)：領導腳跨越障礙物時，其腳跟與障礙物的垂直距離。
- (2) 領導腳之腳尖與障礙物間的距離 (leading foot toe clearance, LFTC)：領導腳跨越障礙物時，其腳尖與障礙物的垂直距離。
- (3) 跟隨腳之腳跟與障礙物間的距離 (trailing foot heel clearance, TFHC)：跟隨腳跨越障礙物時，其腳跟與障礙物的垂直距離。
- (4) 跟隨腳之腳尖與障礙物間的距離 (trailing foot toe clearance, TFTC)：跟隨腳跨越障礙物時，其腳尖與障礙物的垂直距離。

### 4. 跨越障礙物的時間空間參數

- (1) 跨越障礙物時的步長 (crossing step length, SL)：領導腳腳跟跨越障礙物前到跨越障礙物後的距離。
- (2) 跨越障礙物時的步距 (crossing stride, Stride)：跟隨腳腳跟到領導腳腳跟之距離。
- (3) 跨越障物時的步寬 (crossing step width, SW)。
- (4) 骨盆中心點的最大位移速度 (maximum velocity, Max V)。
- (5) 骨盆中心點的最小位移速度 (minimum velocity, Min V)。

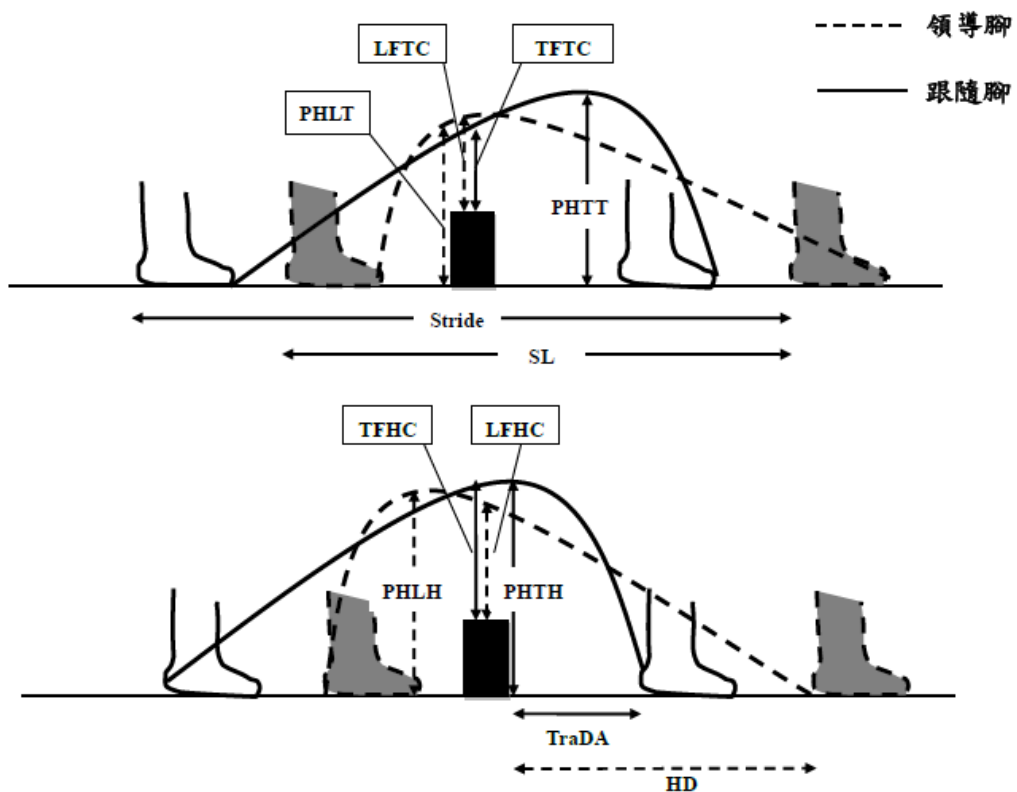


圖 3-8：跨越障礙物實驗操作型定義

## (二) 資料處理

本研究假設人體為剛體系統，使用攝影機擷取反光標記於空間座標系中位置，定義各肢段座標系。反光球軌跡經反光球軌跡以 Butterworth 6 赫茲低通濾波 (low pass filter) 使資料平滑 (smooth)，並過濾雜訊。

## 二、體適能檢測

收集體適能檢測資料，以了解在銀髮族功能性體適能運動介入後，在其心肺適能、肌力肌耐力、柔軟度、平衡及協調等功能上有無差異。

- (一) 30 秒由坐到站次數 (chair stand test)：評估下肢肌耐力。
- (二) 啞鈴手臂屈曲 (arm curl test)：評估上肢肌耐力。
- (三) 2 分鐘抬膝 (2-minute step test)：評估心肺耐力。
- (四) 坐椅體前彎 (chair sit-and-reach test)：評估下背部柔軟度。
- (五) 手臂後伸展 (back scratch test)：評估肩部柔軟度。
- (六) 由坐到站 8 英尺步行迴轉 (8-foot up-and-go test)：評估靈活度及平衡能力。

## 三、統計分析

統計分析以平均值±標準差呈現，並以 SPSS12.0 軟體進行統計分析；以障礙物高度及運動介入前、後的二因子變異數分析比較銀髮族功能性體適能運動介入前後，老年人在跨越障礙物的生物力學參數上有無差異；以成對樣本 t 檢定比較在銀髮族功能性體適能運動介入後，老年人在體適能的各項檢測有無改變，並定義  $p < .05$  達顯著水準。

## 第肆章 結果

### 第一節 跨越障礙物的時間空間參數

圖 4-1 至圖 4-18 為三種不同高度下，各項時間空間參數在銀髮族功能性體適能運動介入前後的差異，高度與前後測間無交互作用。

#### 一、水平距離

圖 4-1 為領導腳腳跟在越過障礙物後與障礙物的水平距離，可看出高度間並無顯著影響，前後測未達顯著差異。

圖 4-2 為跟隨腳腳跟在越過障礙物後與障礙物的水平距離，可看出高度間並無顯著差異，前後測未達顯著差異。

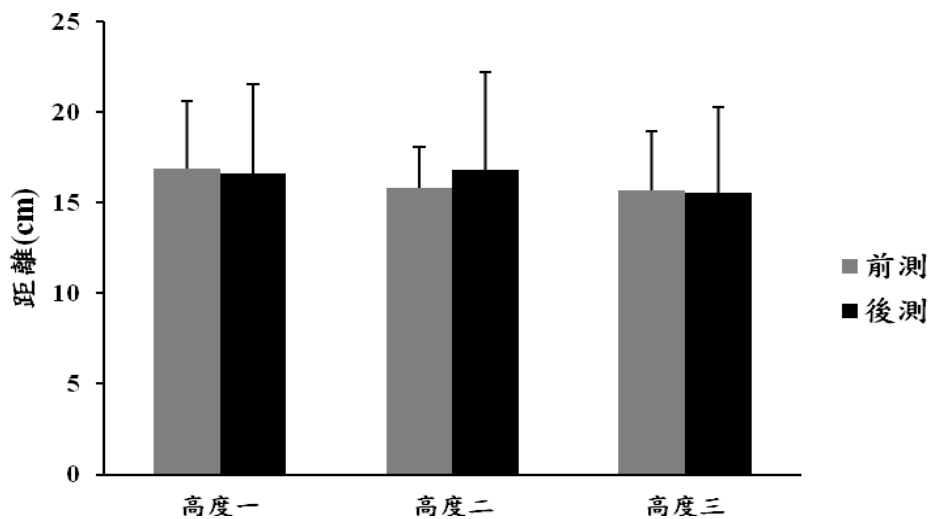


圖 4-1：領導腳跨越障礙物後腳跟與障礙物的水平距離  
高度一：10%腿長，高度二：20%腿長，高度三：30%腿長

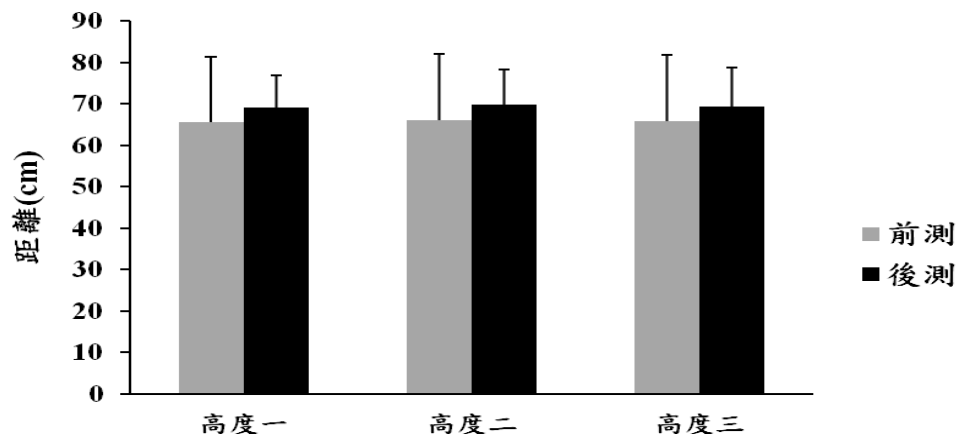


圖 4-2：跟隨腳跨越障礙物後，腳跟與障礙物的水平距離  
 高度一：10%腿長，高度二：20%腿長，高度三：30%腿長

## 二、與地面垂直距離

圖 4-3 為領導腳跨越障礙物時，腳跟與地面的垂直距離，前後測無顯著差異。高度有顯著影響，高度增加腳跟與地面的距離也相對增加，高度一（10%腿長，前測： $36.6\pm 5.2$  cm，後測： $37.2\pm 4.7$  cm）與高度二（20%腿長，前測： $41.3\pm 4.2$  cm，後測： $41.7\pm 4.6$  cm）、高度三（30%腿長，前測： $45.8\pm 4.5$  cm，後測： $47.0\pm 3.3$  cm）達顯著差異，高度二與高度三之間也達顯著差異。

圖 4-4 為領導腳跨越障礙物時，腳尖與地面的垂直距離，前後測無顯著差異。高度之間則有顯著影響，高度增加，腳尖與地面的距離增加，高度一（前測： $28.8\pm 4.7$  cm，後測： $30.1\pm 3.7$  cm）與高度二（前測： $34.6\pm 3.2$  cm，後測： $36.9\pm 3.6$  cm）、高度三（前測： $41.1\pm 3.7$  cm，後測： $43.1\pm 4.3$  cm）達顯著差異，高度二與高度三之間也達顯著差異。

圖 4-5 為跟隨腳跨越障礙物時，腳跟與地面的垂直距離，前後測無顯著差異。高度增加，跟隨腳腳跟與地面的距離增加，且高度之間達顯著影響。高度一（前測： $48.6\pm 4.6$  cm，後測： $49.1\pm 7.9$  cm）與高度二（前測： $55.6\pm 3.6$  cm，後測： $55.6\pm 7.4$  cm）、高度三（前測： $62.3\pm 3.6$  cm，後測： $62.1\pm 6.6$  cm）之間有顯著差異，高度二與高度三間也有顯著差異。

圖 4-6 為跟隨腳跨越障礙物時，腳尖與地面的垂直距離，前後測無顯著差異。高度增加，跟隨腳腳尖與地面的距離增加，且高度之間有顯著差異。高度一（前測： $32.8\pm 4.4$  cm，後測： $34.2\pm 7.0$  cm）與高度二（前測： $39.3\pm 3.2$  cm，後測： $39.9\pm 6.9$  cm）、高度三（前測： $46.3\pm 3.2$  cm，後測： $46.3\pm 5.5$  cm）之間有顯著差異，高度二與高度三間也達顯著差異。

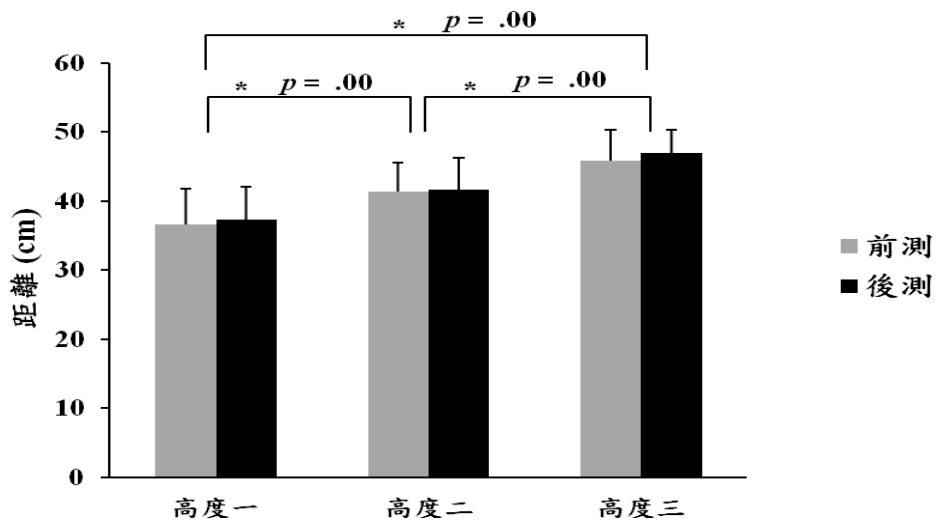


圖 4-3：領導腳跨越障礙物時，腳跟與地面的垂直距離  
 高度一：10%腿長，高度二：20%腿長，高度三：30%腿長

\*表示  $p < .05$

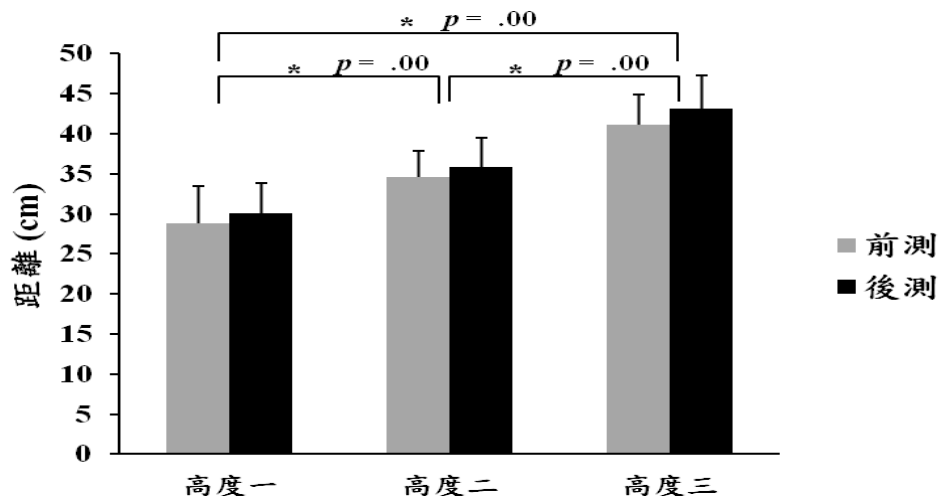


圖 4-4：領導腳跨越障礙物時，腳尖與地面的垂直距離  
 高度一：10%腿長，高度二：20%腿長，高度三：30%腿長

\*表示  $p < .05$

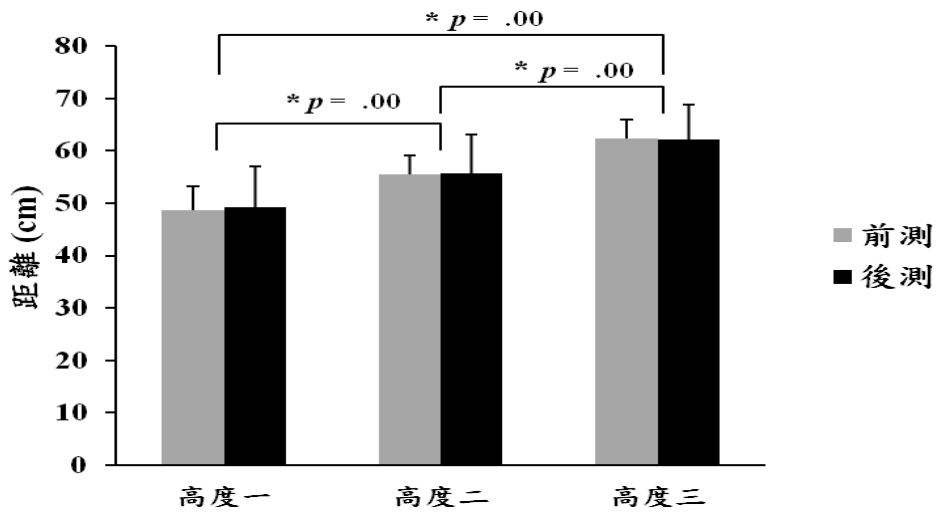


圖 4-5：跟隨腳跨越障礙物時，腳跟與地面的垂直距離  
 高度一：10%腿長，高度二：20%腿長，高度三：30%腿長

\*表示  $p < .05$

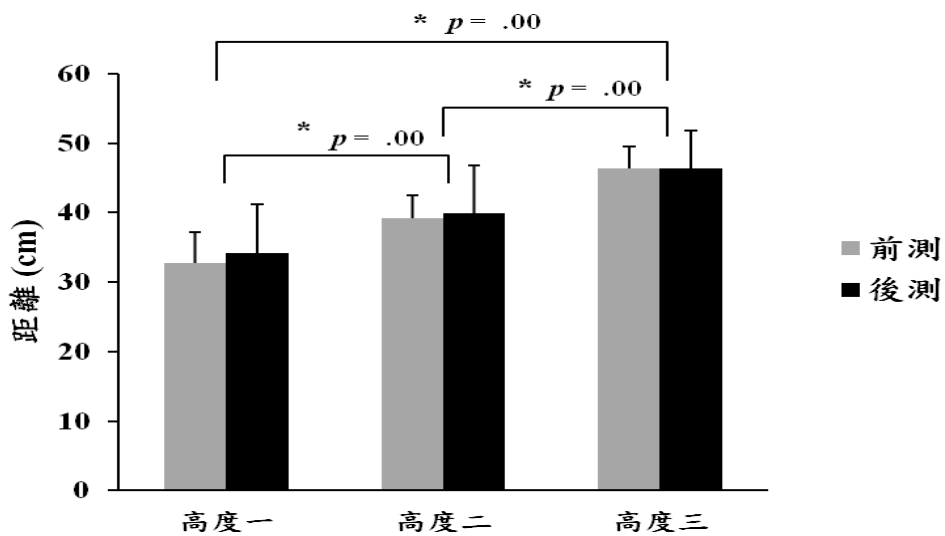


圖 4-6：跟隨腳跨越障礙物時，腳尖與地面的垂直距離  
 高度一：10%腿長，高度二：20%腿長，高度三：30%腿長

\*表示  $p < .05$

### 三、與障礙物垂直距離

圖 4-7 為領導腳越過障碍物時，腳跟與障礙物的垂直距離，前後測無顯著差異。高度增加，腳跟與障礙物的距離變小，且高度變化達到顯著影響，高度一（前測： $19.2\pm 4.6$  cm，後測： $20.6\pm 3.4$  cm）與高度三（前測： $17.0\pm 3.3$  cm，後測： $18.1\pm 3.6$  cm）間達顯著差異，高度二（前測： $18.4\pm 3.7$  cm，後測： $19.0\pm 3.4$  cm）與高度三之間達顯著差異。

圖 4-8 為領導腳越過障碍物時，腳尖與障礙物的垂直距離，高度之間有顯著影響，高度增加，腳尖與障礙物的距離變小，高度一（前測： $20.5\pm 4.5$  cm，後測： $21.9\pm 3.1$  cm）與高度二（前測： $18.7\pm 3.0$  cm，後測： $20.3\pm 2.6$  cm）、高度三（前測： $16.9\pm 2.9$  cm，後測： $19.1\pm 2.7$  cm）之間有顯著差異，高度二與高度三之間有顯著差異。

圖 4-9 則為運動介入後，發現在腳尖與障礙物的垂直高度有顯著差異（前測： $18.7\pm 0.9$  cm，後測： $20.5\pm 0.7$  cm，）。

圖 4-10 為跟隨腳越過障碍物時，腳跟與障礙物的垂直距離，隨著高度增加，腳跟與障礙物的距離有變小的趨勢，但高度間沒有顯著差異；且前後測也無顯著差異。

圖 4-11 為跟隨腳越過障碍物時，腳尖與障礙物的垂直距離，前後測無顯著差異；另外，高度增加，腳跟與障礙物的距離有變小的趨勢，但高度之間並無顯著差異。

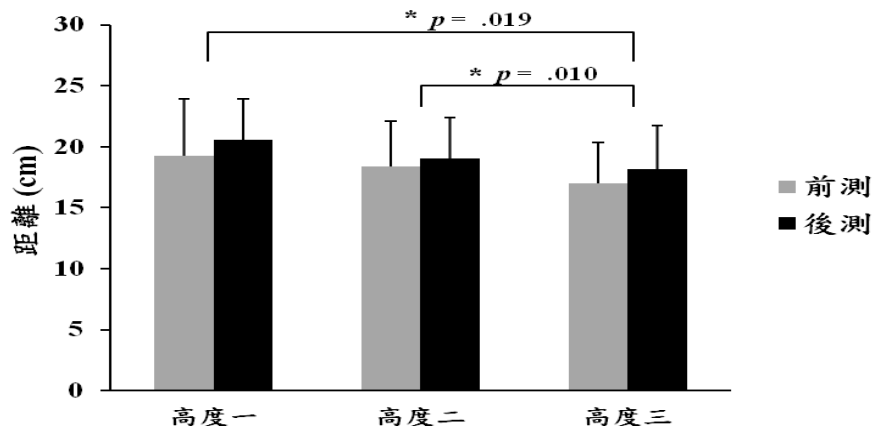


圖 4-7：領導腳越過障碍物時，腳跟與障碍物的垂直距離  
 高度一：10%腿長，高度二：20%腿長，高度三：30%腿長

\*表示  $p < .05$

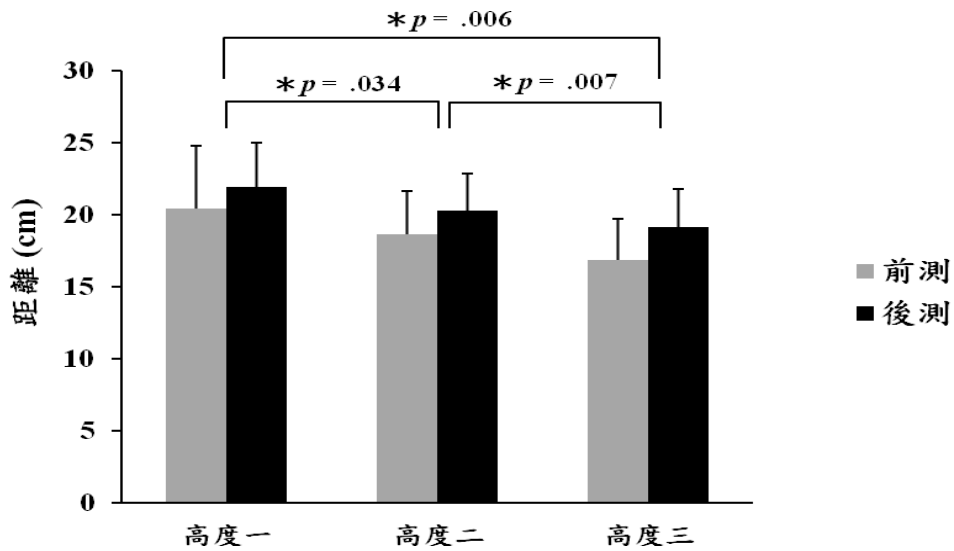


圖 4-8：領導腳越過障碍物時，腳尖與障碍物的垂直距離  
 高度一：10%腿長，高度二：20%腿長，高度三：30%腿長

\*表示  $p < .05$

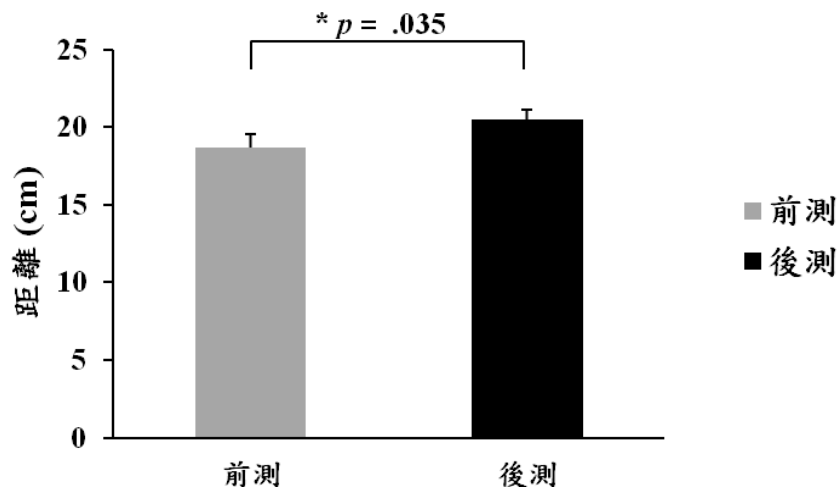


圖 4-9：運動介入前後，跨越障礙物時領導腳腳尖與障礙物的垂直距離；\*表示  $p < .05$

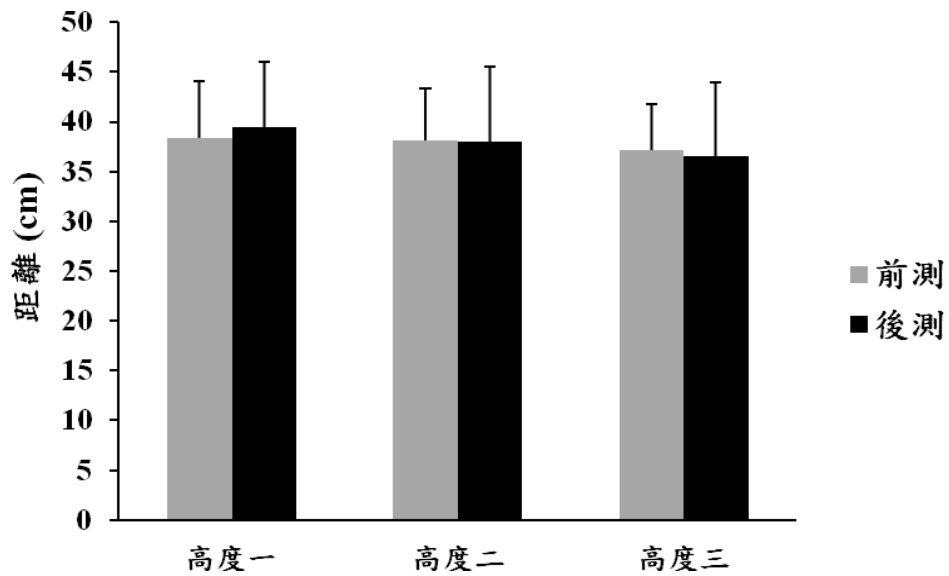


圖 4-10：跟隨腳越過障碍物時，腳跟與障碍物的垂直距離  
 高度一：10%腿長，高度二：20%腿長，高度三：30%腿長

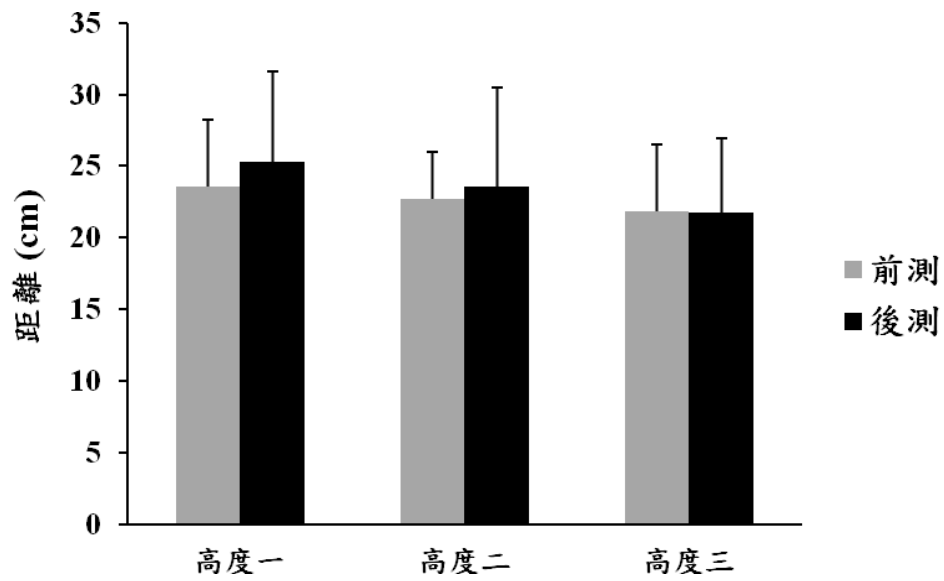


圖 4-11：跟隨腳越過障碍物時，腳尖與障礙物的垂直距離  
高度一：10%腿長，高度二：20%腿長，高度三：30%腿長

#### 四、跨越障礙物的時間空間參數

圖 4-12 為跨越障礙物時的步長，前後測無顯著差異。隨著高度增加步長變短，且發現高度之間有顯著差異，高度一（前測： $59.1\pm 4.4$  cm，後測： $58.2\pm 3.8$  cm）與高度三（前測： $56.9\pm 4.1$  cm，後測： $56.3\pm 4.6$  cm）有顯著差異，高度二（前測： $57.9\pm 5.0$  cm，後測： $58.3\pm 4.5$  cm）與高度三達顯著差異。

圖 4-13 為跨越障礙物時的步寬，前後測無顯著差異；高度之間有顯著影響，高度一（前測： $6.0\pm 2.7$  cm，後測： $6.8\pm 2.6$  cm）與高度二（前測： $8.3\pm 3.0$  cm，後測： $8.8\pm 2.7$  cm）有顯著差異，高度一與高度三（前測： $8.1\pm 2.9$  cm，後測： $8.9\pm 2.3$  cm）有顯著差異。

圖 4-14 為跨越障礙物時領導腳的步距，可看出高度的增加並未對領導腳的步距產生顯著的影響；且前後測無顯著差異。

圖 4-15 為跟隨腳跨越障礙物時的步距，高度的改變也未使跟隨腳在跨越障礙物時的步距產生顯著的改變；且前後測無顯著差異。

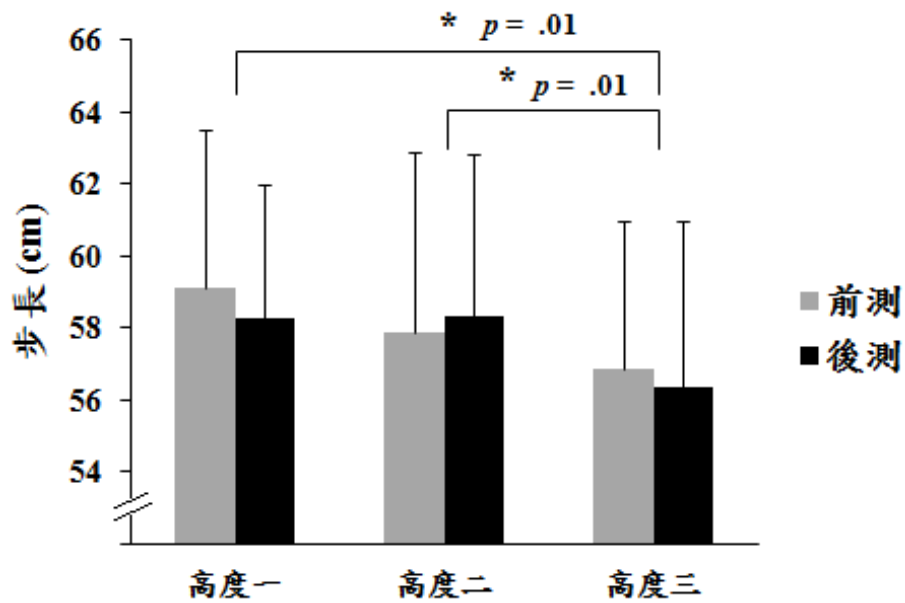


圖 4-12：跨越障礙物時的步長

高度一：10%腿長，高度二：20%腿長，高度三：30%腿長

\*表示  $p < .05$

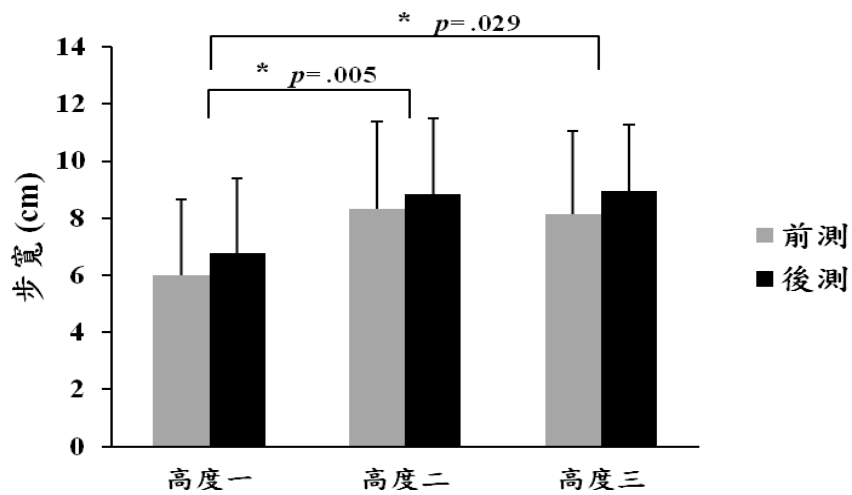


圖 4-13：跨越障礙物時的步寬

高度一：10%腿長，高度二：20%腿長，高度三：30%腿長

\*表示  $p < .05$

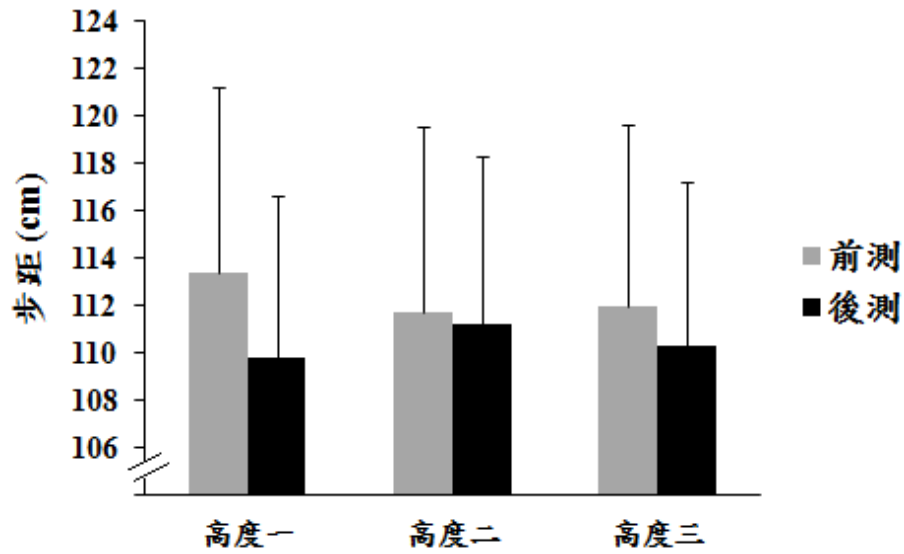


圖 4-14：跨越障礙物時領導腳的步距

高度一：10% 腿長，高度二：20% 腿長，高度三：30% 腿長

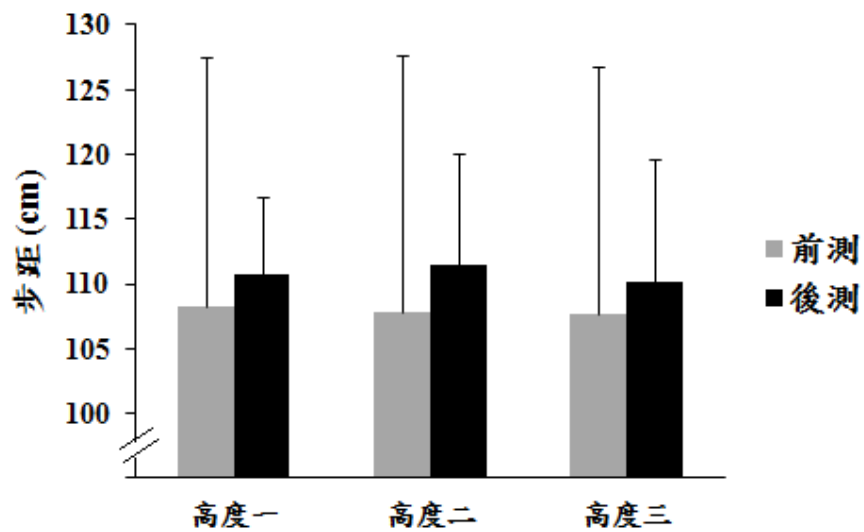


圖 4-15：跟隨腳跨越障礙物時的步距

高度一：10% 腿長，高度二：20% 腿長，高度三：30% 腿長

## 五、骨盆中心點的速度

圖 4-16 為骨盆中心點的最大位移速度，其不受高度影響，且在運動前後並未達顯著差異。

圖 4-17 為骨盆中心點的最小位移速度，隨高度增加其位移速度變小，且高度之間有顯著差異。高度一（前測： $620.9 \pm 121.6$  mm/s，後測： $533.5 \pm 122.3$  mm/s）與高度二（前測： $587.4 \pm 122.2$  mm/s，後測： $509.6 \pm 111.9$  mm/s）、高度三（前測： $534.9 \pm 105.6$  mm/s，後測： $446.7 \pm 80.5$  mm/s）有顯著差異，高度二與高度三之間也有顯著差異。

圖 4-18 則為運動介入前後，骨盆中心點的最小位移速度有顯著差異（前測： $581.1 \pm 33.3$  mm/s，後測： $496.6 \pm 30.0$  mm/s）。

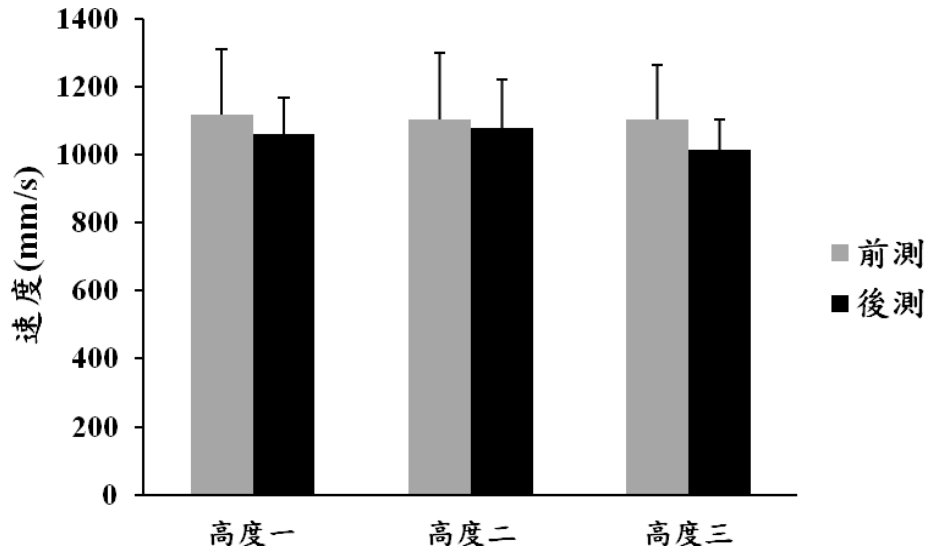


圖 4-16：骨盆中心點的最大位移速度

高度一：10%腿長，高度二：20%腿長，高度三：30%腿長

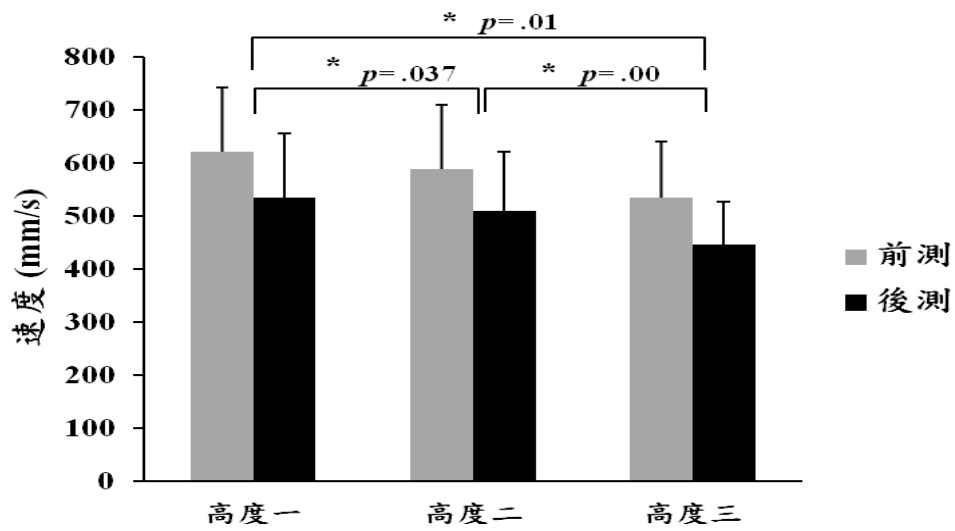


圖 4-17：骨盆中心點的最小位移速度

高度一：10%腿長，高度二：20%腿長，高度三：30%腿長

\*表示  $p < .05$

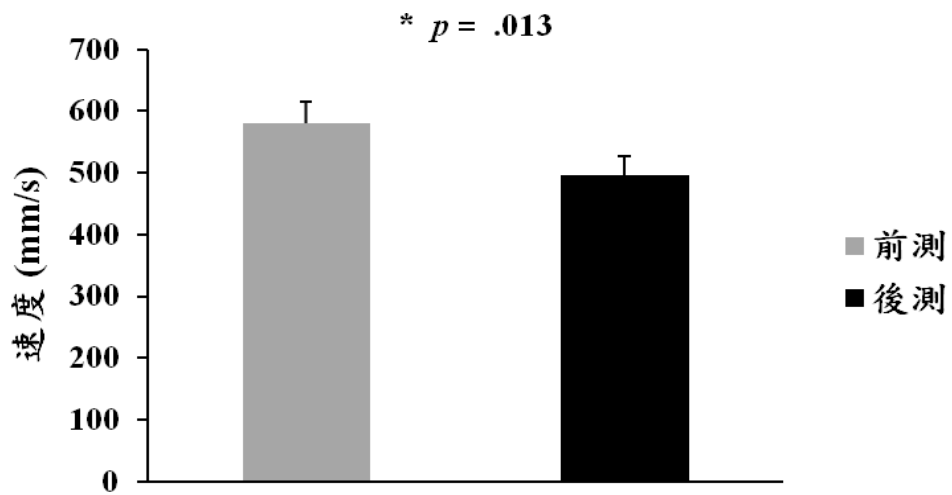


圖 4-18：運動介入後，骨盆中心點位移的最小速度

\*表示  $p < .05$

## 第二節 體適能檢測

圖 4-19 至圖 4-24 為所有參與銀髮族功能性體適能運動的中老年人，各項體適能檢測運動介入前後的結果。

### 一、30 秒由坐到站次數

圖 4-19 為 27 位參與銀髮族功能性體適能運動者，運動前後 30 秒內由椅子上重複站立坐下的次數，由圖可知運動介入後次數增加且達顯著差異（前測  $12.4 \pm 2.3$  次，後測  $13.7 \pm 3.1$  次）。

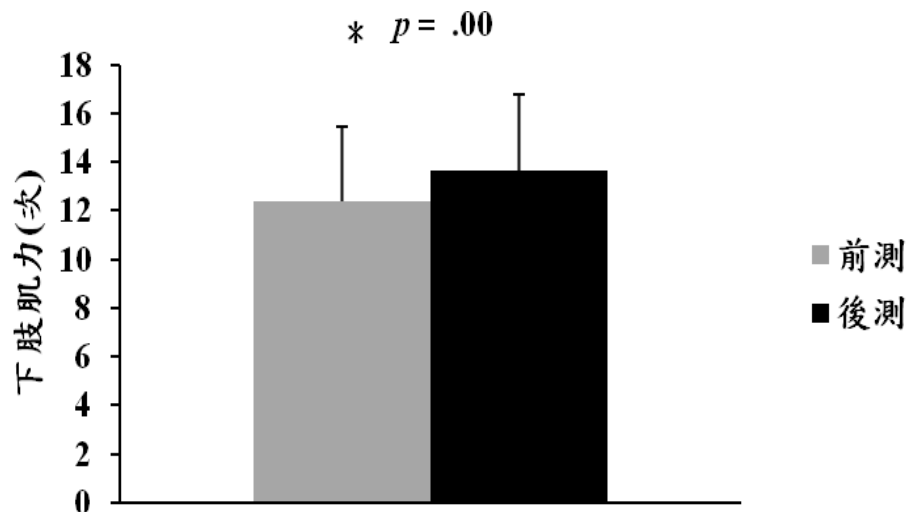


圖 4-19：30 秒由坐到站次數

\*表示  $p < .05$

## 二、啞鈴手臂屈曲

圖 4-20 為 27 位參與銀髮族功能性體適能運動者，運動前後左右手拿啞鈴（男性 8 磅，女性 5 磅）30 秒內手臂可以彎曲幾次。由圖可知左右手在運動介入後都有增加的趨勢，且右手（前測  $15.6 \pm 3.0$  次，後測  $18.1 \pm 3.8$  次），左手（前測  $15.2 \pm 2.7$  次，後測  $19.3 \pm 3.6$  次）皆達顯著差異。

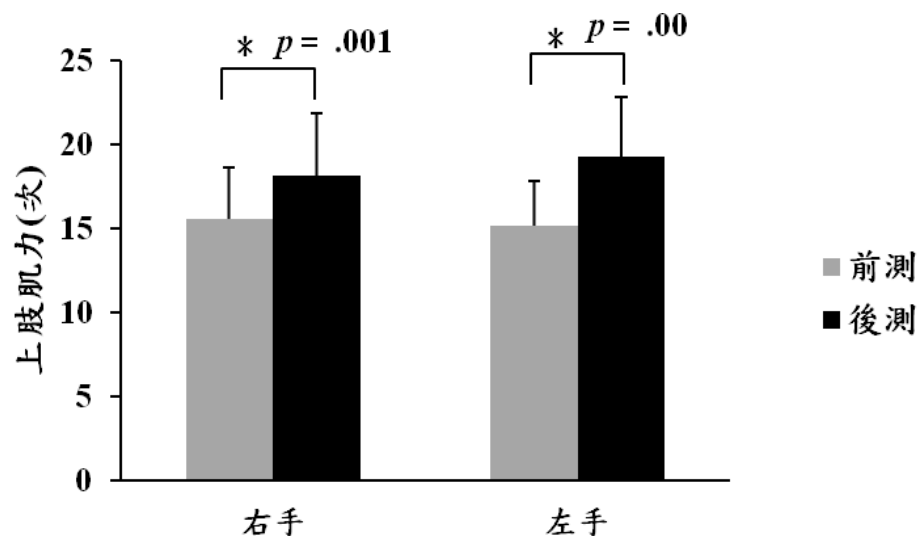


圖 4-20：啞鈴手臂屈曲次數

\*表示  $p < .05$

### 三、2 分鐘抬膝

圖 4-21 為 27 位參與銀髮族功能性體適能運動者，運動前後心肺耐力的評估結果，由圖可知運動介入後兩分鐘內抬膝的次數（前測  $91.4 \pm 23.0$  次，後測  $105.4 \pm 16.3$  次）顯著的增加，並達顯著差異。

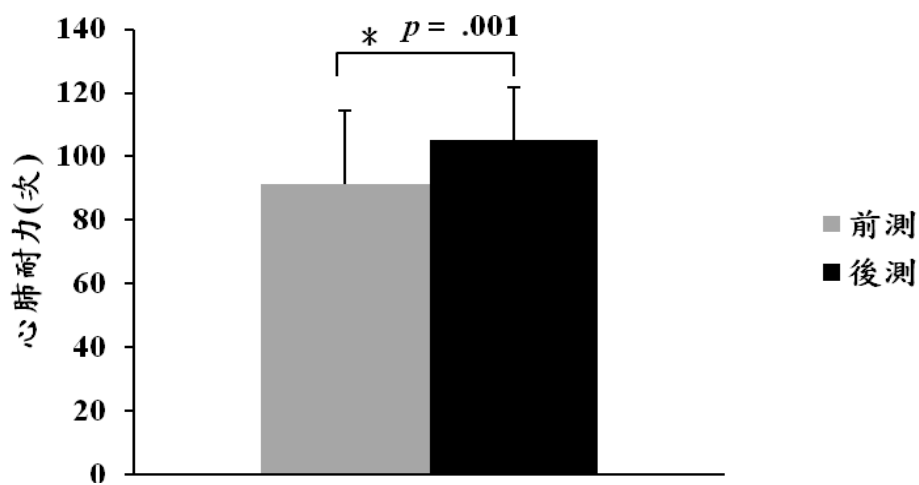


圖 4-21：2 分鐘抬膝次數

\*表示  $p < .05$

#### 四、手臂後伸展

圖 4-22 為 27 位參與銀髮族功能性體適能運動者，運動前後肩部柔軟度的結果，由圖可知運動後雙手中指指尖在背部的垂直距離有變短的趨勢，且右手（前測  $-3.9 \pm 10.9$  cm，後測  $-2.4 \pm 10.5$  cm）、左手（前測  $-12.9 \pm 11.6$  cm，後測  $-10.2 \pm 9.7$  cm）皆達顯著差異。

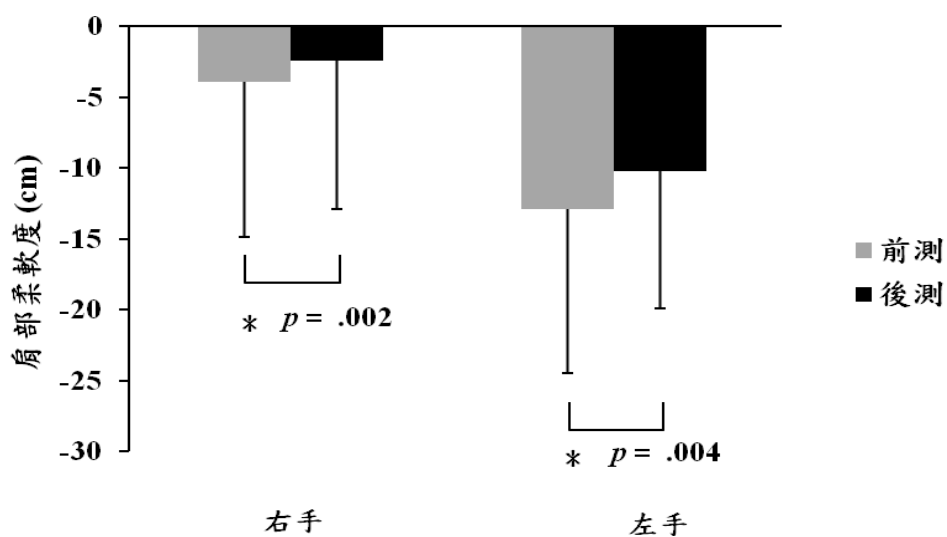


圖 4-22：手臂後伸展中指間距離

\*表示  $p < .05$

## 五、坐椅體前彎

圖 4-23 為 27 位參與銀髮族功能性體適能運動者，運動前後坐椅體前彎的結果，由圖可知左右兩側在運動過後指尖與腳尖的距離皆有減少的趨勢，且右（前測  $-4.2 \pm 12.4$  cm，後測  $0.8 \pm 10.0$  cm）、左（前測  $-4.8 \pm 12.5$  cm，後測  $-0.8 \pm 11.2$  cm）兩側皆達顯著差異。

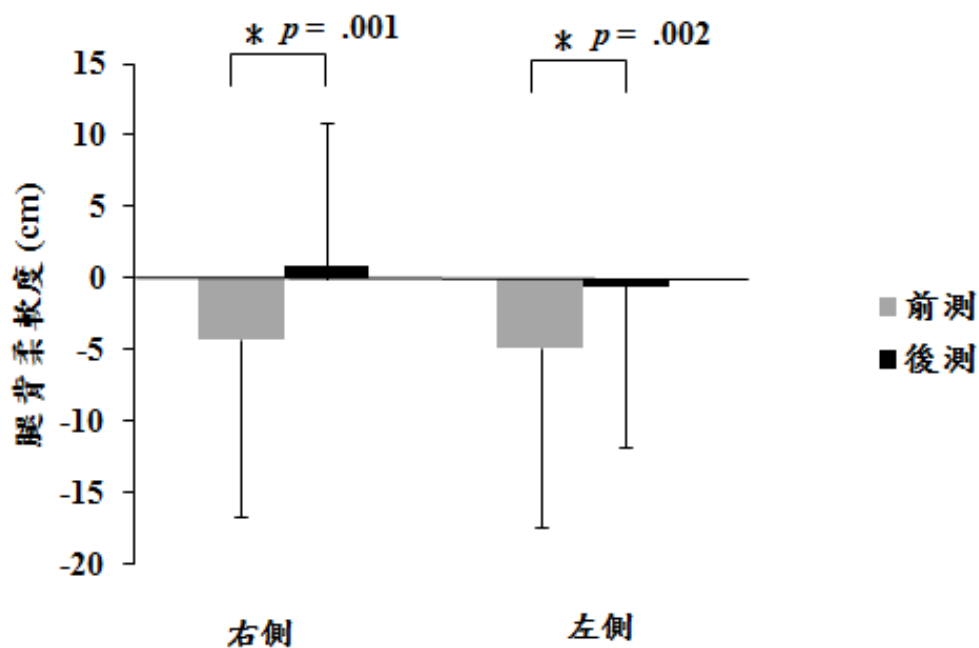


圖 4-23：坐椅體前彎，指尖與腳尖的距離

\*表示  $p < .05$

## 六、從坐到站 8 英尺步行迴轉

圖 4-24 為 27 位參與銀髮族功能性體適能運動者，運動前後靈活度及平衡能力的評估，由圖可知運動後步行迴轉的時間有減短的趨勢，且達顯著差異（前測  $6.4 \pm 1.1$  秒，後測  $6.0 \pm 1.5$  秒）。

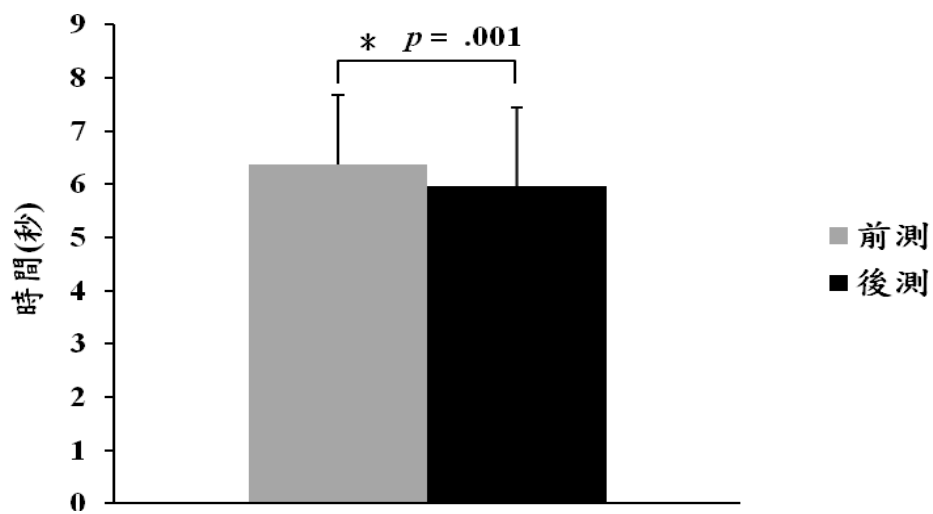


圖 4-24：由坐到站 8 英尺步行迴轉，靈敏度與平衡檢測

\*表示  $p < .05$

## 第五章 討論

### 第一節 跨越障礙物之生物力學分析

本研究在介入銀髮族功能性體適能運動之後，發現在運動介入前後，生物力學參數上有所改變，以下為針對生物力學參數上，在障礙物高度及運動介入的影響。

#### 一、障礙物高度的影響

Chen、Ashton-Miller、Alexander 與 Schultz (1991) 比較老年人與年輕人在平坦地面及跨越三種不同高度的障礙物之間的差異。發現，腳尖跨越障礙物前與障礙物的水平距離，腳跟跨越障礙物後與障礙物的水平距離，跨越障礙物時的步長及步寬皆不受到障礙物高度變化的影響；但是在跨越障礙物時足部與障礙物的最小垂直距離會隨著高度的增加而顯著減少。本研究在腳尖與障礙物的水平距離，腳跟與障礙物的水平距離結果與此篇文獻相同；但在步長及步寬則發現會受到高度改變的影響，結果與文獻不同。另外，本篇研究發現領導腳腳跟在跨越障礙物時與障礙物的垂直距離受到高度增加而顯著減少，但在領導腳腳尖、跟隨腳腳尖及腳跟與障礙物的垂直距離皆不受高度影響。此篇文獻所採用的受試者為老年人及年輕人各 24 位在跨越障礙物時是否受障礙物高度而影響其結果，與本研究全部受試者皆為老年人有所不同，而使結果有差異。

Chen 與 Lu (2006) 比較老年人與年輕人在跨越不同高度障礙物時運動學上的差異。發現在跟隨腳跨越障礙物前，

腳尖與障礙物的水平距離，老年人的距離大於年輕人；相對於本研究發現，運動介入後，老年人在跨越三種高度時跟隨腳腳尖跨越障礙物前與障礙物的水平距離有變短的趨勢，可發現運動的介入可使老年人遇到障礙物時有較趨向年輕人的步態策略，進而可能降低發生跌倒的風險。此篇文獻也發現，老年人在跨越障礙物時，障礙物高度增加會使其領導腳腳尖跨越障礙物時與障礙物的垂直距離增加，且越過障礙物後領導腳腳跟與障礙物的水平距離減少，但年輕人則不受高度影響；本研究則發現高度增加會使領導腳腳尖與障礙物的垂直距離減少，但是在運動介入後跨越障礙物時領導腳腳尖與障礙物的垂直距離有顯著增加。老年人因為生理功能的下降，在遇到障礙物時領導腳腳尖會以離障礙物較遠的距離來跨越，以減少碰到障礙物的機會，此時如果肌力不足時反而會造成絆倒的危險增加。

Hahn、Lee 與 Chou(2005)比較四種不同高度的障礙物，老年人與年輕人肌肉徵招的狀況及時間空間參數上的不同。發現，隨著高度增加，老年人在跨越障礙物時跟隨腳的步距會減少，步態速度也受到高度影響，會隨著高度增加而線性減少。本研究則發現高度的增加並無顯著影響跟隨腳跨越障礙物時的步距，結果與文獻不同，可能因為文獻所採用的受試者平均年齡（74.2歲）比本研究的受試者（69.8歲）平均年齡大，所以在高度改變上較有顯著的影響。另外，在本研究發現，跨越障礙物時骨盆中心點的最大位移速度有隨著高度變高而減小的趨勢，骨盆中心點的最小位移速度則受到高度的顯著影響，高度越高速度越小，此結果與文獻相同。

## 二、運動介入之影響

Lamoureux 等人 (2003) 介入 24 週的下肢肌力訓練，比較運動介入前後跨越三種不同障礙物高度的差異。發現運動介入後，在跨越障礙物時步距的長度，腳跟越過障礙物後與障礙物的水平距離，腳跟跨越障礙物時與障礙物的垂直高度皆顯著增加；在腳尖跨越障礙物前與障礙物的水平距離則顯著減少。在本研究結果則顯示，跟隨腳在運動介入後，跨越三種高度時的步距都有增加的趨勢。但在領導腳則呈現減少的趨勢，這可能與領導腳在遇到障礙物時，會以提高與障礙物的距離，以減少碰觸到障礙物的機會，使得其步距因與障礙物的垂直距離增加而產生變短的趨勢。本研究也發現跨越障礙物時領導腳腳跟與障礙物的垂直距離會受到高度的影響，且在運動介入後有增加的趨勢；腳跟與障礙物的垂直距離增加可以減少跨越時碰到障礙物的機會，降低跌倒的機率。腳尖跨越障礙物前與障礙物的水平距離，在本研究運動介入後有減少的趨勢，另外在領導腳腳跟越過障礙物後，與障礙物的水平距離，在運動介入後並無顯著影響，但在跟隨腳的部分是有增加的趨勢。腳跟越過障礙物後與障礙物的水平距離增加可以減少落地時碰到障礙物的機會，避免跌倒的發生。

Ramachandra 等人 (2007) 在比較有無太極運動習慣者，在跨越障礙物步長與步寬的差異，發現有太極運動習慣者，在跨越障礙物時的步長比無太極運動習慣者短，在步寬方面則相對較寬；此與本研究運動介入後，步長有變短的趨勢，步寬有變大的趨勢相同。步長的變短可能是因為其跨越障礙物時與障礙物的垂直距離變大，導致著地時的距離變短。較

寬的步寬則顯示，在運動介入後，其較寬的步寬能提供跨越障礙物時較好的平衡，使其順利跨越障礙物。

在本研究介入銀髮族功能性體適能運動前後，發現在生物力學參數上所呈現的結果在領導腳腳尖跨越障礙物時，與障礙物的垂直高度及跨越障礙物時的骨盆中心點最小位移速度前後測有顯著差異外，其餘皆未達運動介入前後的顯著差異。

## 第二節 體適能檢測

本研究在介入銀髮族功能性體適能運動之後，發現在運動介入前後，銀髮族體適能檢測上的改變，以下針對體適能檢測項目上運動介入前後的影響（表 5-1）。

Ozkaya 等人（2005）將老年人分成三組，分別為不介入運動、介入有氧訓練、介入全身的肌力訓練，時間維持九週，比較其前後在老年人的體適能檢測上有無差異。發現不管介入有氧訓練組或肌力訓練組在九週運動後，在 30 秒由坐到站次數、30 秒手臂屈曲次數、坐椅體前彎、手臂後伸展都有顯著增加，而由坐到站 8 英尺步行迴轉只在肌力訓練組有顯著差異。本研究在銀髮族功能性體適能運動介入後，發現結果與文獻所檢測的項目結果相同，皆有顯著增加。此結果顯示只要對老年人介入適當的運動訓練，對於體適能檢測的結果都是會改善的。

Thompson、Cobb 與 Blacewell（2007）對一群 60 歲以上有打高爾夫球習慣的老年人，介入每週 90 分鐘，共八週的漸進式全身肌力訓練，包含上肢、下肢、核心肌群、平衡及脊椎穩定等訓練，比較運動介入前後，體適能檢測的差異。發現，在 30 秒由坐到站次數、坐椅體前彎、2 分鐘抬膝、由坐到站 8 英尺步行迴轉，在運動介入後皆有改善且有顯著差異。本研究在與此篇文獻相同的體適能檢測項目，在銀髮族功能性體適能運動後結果相同。我們可以發現，介入規律的運動訓練，對於本身有運動習慣的老年人也有顯著的差異，表示規律的運動訓練可更增進老年人的體適能能力。

Marzilli、Schuler、Willhoit 與 Stepp（2004），以每週

兩次，每次 60 分鐘，維持五週的全身肌力訓練，以跑步機或固定式腳踏車的心肺耐力訓練，以及每次運動後十分鐘的全身肌群伸展，比較其老年體適能檢測在運動前後的差異。發現，在 30 秒由坐到站次數、30 秒手臂屈曲次數、手臂後伸展、坐椅體前彎，運動介入前後有顯著差異，其餘項目則未達顯著差異。本研究在銀髮族功能性體適能運動後，在體適能檢測的六大項目上皆有顯著改善，這與文獻上結果部分不同，有此差異可能是在運動介入時間長短，文獻時間為五週，本研究則為 12 週，時間長短上的不同可能導致體適能檢測結果的差異。

Toraman 與 Ayceman (2005) 對象為 60 至 85 歲的老年人，以每週三次有氧運動 20 分鐘，全身肌力訓練，運動後的靜態伸展介入 9 週，比較前後在老年人體適能檢測上有無差異。發現，運動介入後在 30 秒由坐到站、30 秒手臂屈曲次數、6 分鐘走路、坐椅體前彎、由坐到站 8 英尺步行迴轉，皆有顯著改善，與本研究的結果相同。此文獻 6 分鐘走路為評估心肺耐力的項目，在本研究以 2 分鐘抬膝來測試，在銀髮族功能性體適能運動介入後也有顯著差異。此外，本篇文獻另有追蹤在 9 週運動訓練後，停止訓練 6 週，每兩週測量一次老年人體適能檢測，發現停止運動訓練後，在第六週時六項體適能檢測相較於訓練時皆顯著下降。由此可推，規律的運動介入對於維持老年人的體適能是很重要的，有良好的體適能才可提升其生活功能及品質。

本研究在銀髮族功能性體適能運動介入前後，發現在體適能檢測的六大項目上，受試者皆有顯著的差異，與先前文獻的研究結果相同，表示在銀髮族的生活上介入適當的運動

訓練是必要的，藉由運動的介入可提升其肌肉能力，降低生活中發生跌倒的可能性；提高其心肺耐力，減低因為體力不足造成的疲勞而導致危險的發生。柔軟度的提升，也可降低因關節活動度變差而產生動作上的限制。

由老年人功能性體適能檢測發現，三個月的銀髮族功能性體適能運動介入後，在六項體適能檢測上皆有前後的顯著差異，有明顯改善的情形。在 2 分鐘抬膝方面，前後的顯著差異表示在老年人心肺耐力上有顯著的增加，之前文獻相關研究發現，運動介入後老年人在跨越障礙物時步態速度有顯著增加的趨勢（Lamoureux et al., 2003），心肺耐力的增加會使老年人在日常活動上較不容易感覺疲累，在其身體行為上可以有顯著的幫助，可能也會影響其步態速度的改變。在 30 秒由坐到站的次數檢測下，發現本研究運動介入後，老年人皆有前後顯著差異，表示老年人的下肢肌力皆有顯著改善的情形，肌力的改善會導致其遇到障礙物時，腳尖及腳跟與障礙物的距離增加，減少足部碰到障礙物的機會，減少跌倒發生的機率。在 8 英尺步行迴轉的檢測發現，老年人在運動介入後，靈敏度及平衡能力皆有改善，可增加老年人在跨越障礙物時單腳離地時的穩定性，使老年人可以安全的跨過障礙物，而不會因單腳離地時的平衡能力不足而發生跌倒的情形。

本研究在運動介入後，在跨越障礙物實驗發現領導腳腳尖跨越障礙物時腳尖與障礙物的垂直距離有顯著增加，這與先前文獻探討在跨越障礙物時足部與障礙物的垂直距離增加可降低發生跌倒的機率結果相同（Lamoureux et al., 2003）。腳尖與障礙物的垂直距離增加，與下肢的肌力有很大的關

係，在本研究的體適能檢測可以發現，運動介入之後，老年人在 30 秒由坐到站的次數有顯著增加，表示其下肢肌力有明顯改善，進而改變跨越障礙物時的步態動作。

另外，在骨盆中心點最小位移速度在運動介入後有顯著變小，其步態速度的改變範圍變大，這與先前文獻發現有太極運動介入者，在跨越障礙物時步態速度的改變範圍變大，表示其在跨越障礙物時有較多的時間完成較好的跨越動作，在平衡及靈敏度上有改善。本研究在體適能檢測的由坐到站 8 英尺步行迴轉檢驗其平衡及靈敏度的結果發現，在運動介入後有顯著改善，進而改變跨越障礙物時骨盆中心點位移的速度。

表 5-1：體適能檢測討論文獻整理

	運動介入	體適能檢測					
		30 秒 由坐到站	30 秒手臂 屈曲次數	2 分鐘 抬膝	手臂 後伸展	坐椅 體前彎	椅子站立 8 英尺步行 迴轉
Ozkaya Y. G. et al. (2005)	無運動組 有氧運動組 肌力訓練組	有氧組↑ 肌力組↑	有氧組↑ 肌力組↑		有氧組↑ 肌力組↑	有氧組↑ 肌力組↑	肌力組↑
Thompson J. C. et al. (2007)	對有高爾夫運動習慣者，介入全身漸進式肌力訓練。	↑		↑		↑	↑
Marzilli S. T. et al. (2004)	用跑步機或腳踏車有氧訓練，全身肌力訓練後 10 分鐘伸展。	↑	↑		↑	↑	
Toraman F. N. & Ayceman N. (2005)	20 分鐘有氧運動，全身肌力訓練後伸展。	↑	↑	6 分鐘 走路↑		↑	↑
本研究	銀髮族功能性體適能運動	↑	↑	↑	↑	↑	↑

## 第陸章 結論與建議

### 第一節 結論

本研究根據銀髮族功能性體適能運動介入後，綜合跨越障礙物的生物力學參數分析，體適能檢測結果，歸納如下：

- 一、銀髮族功能性體適能運動介入後，領導腳腳尖跨越障礙物時，腳尖與障礙物的垂直距離顯著增加，以及全程的骨盆中心點最小速度有顯著減少，其他參數並無顯著差異。
- 二、領導腳跨越障礙物時，腳跟、腳尖與障礙物的垂直高度，皆受到障礙物高度變化顯著影響。
- 三、骨盆中心的最小位移速度，障礙物高度之間有顯著差異，高度一大於高度二，高度二大於高度三。
- 四、跨越障礙物時的步長、步寬，障礙物高度間高度改變有顯著影響。
- 五、在銀髮族功能性體適能運動介入後，在老年人體適能檢測的項目上皆有改善，且達顯著差異。

由本研究發現，銀髮族功能性體適能運動的介入，對老年人在遇到障礙物時的步態策略有改善的趨勢，且在老年人體適能的能力上皆有顯著差異，顯示，適當且規律的介入銀髮族功能性體適能運動於老年人的生活中，對老年人是有幫助的，改善其生理功能，肌肉適能，進而能提升其生活品質。

## 第二節 建議

針對本研究結果，提出對老年人體適能運動上的建議，及未來研究方向。

- 一、根據本研究結果，銀髮族功能性體適能運動可以改善老年人在遇到障礙物或不平坦地面時的步態策略，降低發生跌倒的機率。
- 二、銀髮族功能性體適能運動介入後，老年人在體適能檢測上皆有顯著改善。建議可以每週三次，每次一小時規律的銀髮族功能性體適能運動，帶入老年人的生活，提升其體適能狀況。
- 三、本次研究在生物力學參數分析上以時間空間參數為主，未來則可以更進一步分析銀髮族功能性體適能介入後在運動學及動力學上的差異。

本運動以在椅子上或椅子周圍的運動，顧及到老年人運動時的安全性，由體適能教練帶領動作的執行，以循序漸進的方式增加強度，使老年人不會因為跟不上而對運動產生怯步，動作的編排及串連加上音樂，增加上課時的樂趣，使運動時不會感到單調無趣，進而增加訓練效果。

在此運動介入後，本研究發現老年人在生物力學參數上在領導腳腳尖跨越障礙物時與障礙物的垂直距離、骨盆中心點的最小位移速度有顯著差異外，其他並無顯著差異；但是在體適能檢測則有前後顯著的改善，證明銀髮族功能性體適能運動對老年人是有影響的，但在生物力學參數上無顯著差異，可能因為介入的時間不夠長等原因的影響，未來可以在

運動介入的時間上再做調整，以了解時間上的差異是否有顯著影響。

老年人因為年紀增長而導致心肺耐力下降，肌力肌耐力的衰退，肌肉彈性的降低而限制關節活動度等，可藉由銀髮族功能性體適能運動的介入，使運動變成老年人生活中的一部分，改善老年人因年齡增長的衰退，進而增進生活功能，提升生活品質。

## 參考文獻

- Balady, G. J., Berra, K. A., Golding, L. A., Gordon, N. F., Mahler, D. A., Myer, J. N., & Sheldahl, L. M. (2000). *ACSM's guidelines for exercise testing and prescription*. 6th Edition.
- Barret, R. S., Mills, P. M., Begg, R. K. (2010). A systematic review of the effect of aging and falls history on minimum foot clearance characteristics during level walking. *Gait and Posture*, 32, 429-435.
- Borg, G. (1990). Psychophysical scaling with applications in physical work and the perception of exertion. *Scandinavian Journal of Work Environment & Health*, 16, 55-58.
- Chandler, J. M., Duncan, P. W., Kochersberger, G., & Studenski, S. (1998). Is lower extremity strength gain associated with improvement in physical and disability in frail, community-dwelling elders? *Physical Medicine Rehabilitation*, 79, 24-30.
- Chen, H. C., Ashton-Miller, J. A., Alexander, N. B., & Schultz A. B. (1991). Stepping over obstacles : Gait patterns of healthy young and old adult. *Journal of Gerontology Medical Sciences*, 46, M196-203.
- Chen, H. L., & Lu, T. W. (2006). Comparisons of the joint moments between leading and trailing limb in young adults when stepping over obstacles. *Gait and Posture*, 23, 69-77.

- Chou, L. S., Kaufman, K. R., Brey, R. H., & Draganich, L. F. (2001). Motion of the whole body's center of mass when stepping over obstacles of different heights. *Gait and Posture*, *13*, 17–26.
- Chou, L. S., Kaufman, K. R., Hahn, M, E., & Brey, R. H. (2003). Medial-lateral motion of the center of mass during obstacle crossing distinguishes elderly individuals with imbalance. *Gait and Posture*, *18*, 125-133.
- Debra, R. J., Jones, C. J., & Lucchese, N. (2002). Predicting the probability of fall in community-residing older adults using the 8-foot up-and-go : A new measure of functional mobility. *Physical Activity*, *7*, 446-475.
- Eyigor, S., Karapolat, H., & Durmaz, B. (2007). Effects of a group-based exercise program on the physical performance, muscle strength and quality of life in older women. *Archives of Gerontology and Geriatrics*, *45*, 259–271.
- Foldvari, M., Clark, M., Laviolette, L. C., Bernstein, M. A., Kaliton, D., & Castaneda, C. (2000). Association of muscle power with functional status in community-dwelling elderly Women. *Journal of Gerontology : Medical Sciences*, *55*, (4), 192-199.
- Galna, B., Murphy, A. T., & Morris, M. E. (2010). Obstacle crossing in people with Parkinson's disease : Foot clearance and spatiotemporal deficits. *Human Movement*

- Science*, 29, 843–852.
- Gregg, E. W., Pereira, M. A., & Caspersen, C. J. (2000). Physical activity, falls, and fractures among older adults : A review of the epidemiologic evidence. *Journal of the American Geriatrics Society*, 48, 883-893.
- Hahn, M. E., & Chou, L. S. (2004). Age-related reduction in sagittal plane center of mass motion during obstacle crossing. *Journal of Biomechanics*, 37, 837–844.
- Hahn, M. E., Lee, H. J., & Chou, L. S. (2005). Increased muscular challenge in older adults during obstructed gait. *Gait and Posture*, 26, 356-361.
- Harley, C., Wilkie, R. M., & Wann, J. P. (2009). Stepping over obstacles : Attention demands and aging. *Gait and Posture*, 29, 428 – 432.
- Hess, A. J., & Woollacott, M. (2005). Effect of high-intensity strength-training on functional measures of balance ability in balance-impaired older adults. *Journal Manipulative and Physiological Therapeutics*, 28, 582-590.
- Jones, C. J., Rikli, R. E., Max, J., & Noffal, G. (1998). The reliability and validity of a chair sit-and-reach test as a measure of hamstring flexibility in older adults. *American Alliance for Health Physical Education, Recreation and Dance*, 69, ( 4 ) , 338-343.
- Jones, C. J., Rikli, R. E., & Beam, W. C. (1999). A 30-s chair-stand test as a measure of lower body strength in

- community-residing older adults. *Research Quarterly for Exercise and Sport*, 70, (2), 113-119.
- Lamoureux, E., Sparrow, W. A., Murphy, A. & Newton, R. U. (2003). The effects of improved strength on obstacle negotiation in community-living older adults. *Gait and Posture* 17, 273-283.
- Lu, T. W., Chen, H. L., & Wang, T. M. (2007). Obstacle crossing in older adults with medial compartment knee osteoarthritis. *Gait and Posture*, 26, 553-559.
- Lu, T. W., Chen, H. L., & Chen, S. C. (2006). Comparisons of the lower limb kinematics between young and older adults when crossing obstacles of different heights. *Gait and Posture*, 23, 471-479.
- Marzilli, T. S., Schuler, P. B., Willhoit, K. F., & Stepp, M. F. (2004). Effect of a community-based strength and flexibility program on performance-based measures of physical fitness in older African-American adults. *Californian Journal of Health Promotion*, 2, (3), 92-98.
- McFayden, B. J., & Prince, F. (2002). Avoidance and accommodation of surface height changes by healthy, community-dwelling, young, and elderly men. *Journal of Gerontology : Biological Sciences*, 57, (4), B166-B174.
- Ozkaya, Y. G., Aydm, H., Toraman, N. F., Kizilay, F., Ozdemir, O., & Cetinkaya, V. (2005). Effect of strength and endurance training on cognition in older people. *Journal of*

- Sports Science and Medicine*, 4, 300-313.
- Ramachandran, A. K., Rosengren, K. S., Yang, Y. & Hsiao-Wecksler, E. T. (2007). Effect of Tai Chi on gait and obstacle crossing behaviors in middle-aged adults. *Gait and Posture*, 26, 248-255.
- Rekli, R. E., & Jones, C. J. (1999). Functional fitness normative scores for community-residing older adults, ages 60-94. *Physical Activity*, 7, 162-181.
- Thompson, C. J., Cobb, K. M., & Blacewell, J. (2007). Functional training improves club head speed and functional fitness. *Journal of Strength and Conditioning Research*, 21, (1), 131-137.
- Toraman, N. F., & Ayceman, N. (2005). Effect of six weeks of detraining on retention of functional fitness of old people after nine weeks of multicomponent training. *Journal of Sports Medicine*, 39, 565-568.
- Vitorio, R., Pieruccini-Fari, F., Stella, F., Gobbi, S., & Gobbi, L. T. B. (2010). Effects of obstacle height on obstacle crossing in mild Parkinson's disease. *Gait and Posture*, 31, 143-146.
- Wang, Y., & Watanabe, K. (2008). The relationship between obstacle height and center of pressure velocity during obstacle crossing. *Gait and Posture*, 27, 172-175.
- 世界衛生組織（民國99年）。老年人口的定義【新聞群組】。  
取自 <http://www.who.int/en/>

行政院衛生署國民健康局（民國94年）。老人跌倒原因【新聞  
群組】。取自 [http://health99.doh.gov.tw/Hot\\_News/h\\_NewsDetailN.aspx?TopIcNo=3582](http://health99.doh.gov.tw/Hot_News/h_NewsDetailN.aspx?TopIcNo=3582)  
台灣內政部戶政司（民國94年）。人口指標資料【新聞群組】。  
取自 [http://www.ris.gov.tw/version96/population\\_01.html](http://www.ris.gov.tw/version96/population_01.html)  
台灣行政院衛生署（民國100年）。事故傷害資料【新聞群  
組】。取自 [http://www.doh.gov.tw/CHT2006/DM/SEARCH\\_RESULT.aspx](http://www.doh.gov.tw/CHT2006/DM/SEARCH_RESULT.aspx)

## 附錄 A

NO. \_\_\_\_\_

受測日期： \_\_\_\_\_

### 受試者基本資料

姓名		生日	年 月 日	性別	
慣用腳	<input type="checkbox"/> 右 <input type="checkbox"/> 左				

### 人體計測資料

身高	cm	體重	kg	慣用腳	<input type="checkbox"/> 右 <input type="checkbox"/> 左
Shoulder width	cm		ASIS width	cm	
腿 長	R cm	L cm	小腿長	R cm	L cm
大腿長	R cm	L cm	小腿圍	R cm	L cm
大腿圍	R cm	L cm			
膝 寬	R cm	L cm	踝 寬	R cm	L cm
腰 圍 (臍上一吋)	cm		臀 圍	cm	
足 長	R	cm	L	cm	

10%腿長	cm
20%腿長	cm
30%腿長	cm

## 附錄 B

### 跨越障礙物實驗受試者同意書

研究名稱：銀髮族功能性體適能運動對其跨越障礙物能力之影響

研究單位：國立臺灣體育運動大學（台中）  
運動健康科學系碩士班

研究負責人：李榕津

聯絡電話：0919165675

我了解此研究的目的是在於針對老年人在跨越障礙物時，分析下肢生物力學參數，且運用統計方法加以比較，以了解運動介入前後，老年人在跨越障礙物能力上的前後差異。

接受檢測時我的身體沒有任何肌肉、骨骼、神經方面的嚴重疾病，檢測時男性上身著背心，女性上身著貼身背心，全程赤腳，並盡力做出實驗內容所要求之動作。

跨越障礙物的資料收集，全身會黏貼 23 顆反光標記，這也可能使我身體感到不自在，一共會有八台攝影機拍攝我全程的動作。動作過程中如感覺疲累可隨時要求短暫休息。

研究人員已經充分向我說明實驗流程，我了解整個計畫過程，將維護我在試驗過程中應得的權益，試驗過程中我可隨時撤回同意，退出實驗，且不會引起任何不悅。我的實驗資料絕對保密，會以研究代號取代我的姓名，我的隱私絕對保密。我參加本實驗不需繳交任何費用。

我已詳閱以上資料，研究人員已經對我詳細解釋內容，我已了解同意進行此實驗，自願擔任受試者，並同意本計畫研究人員使用我的資料進行研究分析。如果我以後有任何問題，我可與研究主持人聯絡。

自願受試者簽名：\_\_\_\_\_

日期：\_\_\_\_\_

## 附錄 C

### 體適能檢測受試者同意書

本人 \_\_\_\_\_ 同意接受安排之體適能檢測。由於此檢測是屬於身體活動之檢測評估，所以必須填寫此份同意書。

此檢測的目的主要是評估心肺耐力、肌力肌耐力、伸展、協調平衡之身體適能；我必須事先了解，在運動檢測過程中可能存在風險，例如：跌倒、拉傷、扭傷等風險，對於高血壓及心臟病等慢性疾病患者亦可能產生其身體無法負荷等情形，或因運動所產生的肌痠痛、下肢及膝蓋疼痛等現象。

藉由體適能檢測了解自我目前身體情況，用以考量日常生活之功能性與重是運動之安全性；檢測過程中，檢測人員皆會仔細講解動作與注意事項，並在檢測過程中保護參與者檢測時的安全，以確保所有參與者安全；檢測過程中，如有任何不適皆可隨時要求停止檢測，並無須負責。

我已仔細閱讀完此份同意書，明白了解裡面所陳述內容，並聲明我的健康狀況良好，我以本人之自由意志簽署本文件，我願意參加此運動檢測。

簽名： \_\_\_\_\_

日期： \_\_\_\_\_