

## 環狀運動對老年人下肢功能性體適能與步態穩定性之影響

賓孟晨<sup>1</sup>、梁洸傑<sup>1</sup>、洪彰岑<sup>2</sup>、甘能斌<sup>2</sup>、何健章<sup>3</sup>、謝錦城<sup>1\*</sup>

### 摘要

**目的：**探討環狀運動介入對老年人下肢功能性體適能與步態穩定性之影響。**方法：**36位社區老年人分為實驗組18位（ $71.56 \pm 4.94$ 歲），控制組18位（ $73.78 \pm 5.62$ 歲）。實驗組介入為期12週，每週3次，每次50分鐘的環狀運動；控制組則維持日常生活作息。介入前、後進行下肢功能性體適能與步態穩定性之量測。**結果：**12週環狀運動介入後，實驗組的30秒椅子站立、2.44公尺椅子坐立繞物、步行速度、步行頻率、左右腳支撐時間皆達顯著改善，並優於控制組。**結論：**老年人經過12週環狀運動介入後，對下肢功能性體適能與步態穩定性參數中的步行速度、步行頻率、左右腳支撐時間上具有提升之效益，或許有助於減少跌倒的風險，以及提高生活品質與獨立生活能力。

**關鍵詞：**坐椅起立、坐起繞物、步態分析、跌倒

## The Effects of Circuit Exercise on Lower Extremity Functional Fitness and Gait Stability in the Elderly

Meng-Chen Pin<sup>1</sup>, Yu-Chieh Liang<sup>1</sup>, Chang-Tsen Hong<sup>2</sup>, Nean-Been Kan<sup>2</sup>,  
Chien-Chang Ho<sup>3</sup>, City C. Hsieh<sup>1\*</sup>

### Abstract

**Purpose:** The study aimed to investigate the effects of circuit exercise on lower extremity functional fitness and gait stability in the elderly. **Methods:** The subjects of the study were 36 elderly, and 18 of them were in the experimental group ( $71.56 \pm 4.94$  years), and the other 18 subjects were in the control group ( $74.11 \pm 5.37$  years). The experimental group received circuit exercise 50 minutes each time, 3 times a week for 12 weeks, while the control group led a normal life. Lower extremity functional physical fitness (including 30-s chair-stand test, 2.44m up-and-go) and gait stability (including walking speed, cadence, step length, gait cycle duration) measurement was conducted before and after intervention. **Results:** The results showed that, 30-s chair-stand test, 2.44m up-and-go, walking speed, cadence and gait cycle duration in the experimental group after the 12 weeks circuit exercise, were significantly improved than those in the control group. **Conclusion:** These results indicated that the 12 weeks circuit exercise could improve the lower extremity functional physical fitness and gait stability (walking speed, cadence, and gait cycle duration) in the elderly, and it might reduce the risk of falls, as well as improve quality of life and ability to live independently in the elderly.

**Keywords:** 30-s chair-stand test, 2.44m up-and-go, gait analysis, fall

---

Submitted for publication: 2016.8; Accepted for publication: 2017.2

1 國立清華大學體育學系：Department of Physical Education, National Tsing Hua University

2 元培醫事科技大學健康休閒管理系：Department of Health and Leisure Management, Yuanpei University of Medical Technology

3 輔仁大學體育學系：Department of Physical Education, Fu Jen Catholic University

\* Corresponding author: 謝錦城 E-mail: chsieh@mail.nhcue.edu.tw

## 壹、問題背景

台灣已於1993年進入「高齡化社會」，根據國家發展委員會2014年的人口推計，2018年65歲以上人口將超過14%，步入「高齡社會」，到了2025年，65歲以上的人口達20%，將邁入「超高齡社會」，顯示目前面臨老年人口日益增多，社會結構老化快速的問題。隨著年齡的增長，人老化過程中常伴隨生理功能衰退的現象，肌肉、骨骼與心肺系統的功能明顯衰退（Lustosa et al., 2011）。另外在老年人中常表現出一些典型的症候群，稱為老年病症候群（geriatric syndrome），如跌倒、步態不穩等等（郭旭格，2005），雖然這些症候群不是什麼特殊疾病，卻是影響老年人生活品質與日常生活功能極為重要的因子。

老化會影響到個人的生活品質與日常生活功能，其中老化導致肌肉的萎縮與肌力衰退是造成老年人失能的主要原因（陳喬男，2015）。一般人體肌肉退化現象大致從30歲開始，每10年約減少3-8%，60歲以後退化速度更快，大約70歲以後每十年下肢肌力流失10-15%，此後肌肉量下降速度增加至25-45%（Goodpaster et al., 2006; Hughes et al., 2001; Melton et al., 2000）。另外肌力在45歲後逐漸減弱，尤其是爆發力，據統計65-80歲的健康老人，平均每年肌力下降1-2%，爆發力下降3-4%（張慧心，2007），這對從事日常活動有很大的影響，還使整體健康惡化（Peterson & Gordon, 2011），包括平衡能力、步態穩定性下降，增加跌倒與骨折的風險，使老年人失去獨立生活的能力。且老年人易發生跌倒和下肢運動能力的衰退是有其關連性的（黎家銘、陳晶瑩，2005）。因此老年人下肢功能的議題更是不容我們忽視，為此本研究想藉由功能性體適能檢測瞭解下肢功能的情形。

統計資料指出5位老年人中，就有1人曾經發生跌倒；在10個跌倒的老年人中，有3個人會受傷，其中1人甚至需要住院，而且每位跌倒者住院需花費9至13萬元（衛生福利

部國民健康署，2014）。跌倒的發生和步態功能的持續衰退有關，跌倒常發生於走路期間（Hausdorff, Rios, & Edelberg, 2001），也是老年人常發生的意外，跌倒的盛行率隨著我國老年人口攀升而增加，其死亡率大致也會隨著年齡而升高。2015年國民健康署年報指出，事故傷害為65歲以上老年人的第十大死因，而跌倒在老年人事故傷害死因中位居第三名。曾經跌倒過的老年人，有很高的機率會再發生跌倒，據估計有多達50%的老年人害怕再度發生跌倒（江瑞坤、鄭宇翔、陳欣欣、陳淑娟、蔡坤維，2006），進而可能會導致自我活動設限而失去獨立活動的能力（蔡素蘭、林茂榮，2002），老年人一旦跌倒，後續健康問題可能越來越多。人在走路時的步態變異會隨年齡增長發生改變，且能有效預測跌倒風險（Callisaya et al., 2010），國外研究結果指出老年人步態穩定性比年輕人差（Kang & Dingwell, 2009），另外Rubenstein and Josephson（2002）透過統合分析發現造成老年人跌倒危險因素以肌肉無力、曾經跌倒、步態不穩定及平衡能力不佳等跌倒因素為前四名，所以應針對這些問題來加強與改善，因此本研究著重於肌肉無力及步態不穩定這兩項加以改善。

行走是日常生活活動重要的基礎，所以步態的相關研究就非常重要，通常專業從業人員可以透過影像分析系統進行步態分析，但其所耗費之時間較長，本研究透過Free4Act執行的步態分析可以解決檢測時間過長的問題，也方便攜帶，可在戶外進行評估，克服需侷限在實驗室內的限制。國內研究發現有跌倒經驗的老年人超過50%無規律運動習慣（梁偉成、紀煥庭、胡名霞、林茂榮，2005），且根據統計有50%的老年人跌倒是發生在日常生活中（Reinsch, MacRae, Lachenbruch, & Tobis, 1993）。而運動是最常用來提升老年人日常身體活動功能、延緩老化的最佳策略，主要的目的是要讓老人可以維持獨立生活的能力。

2007年美國運動醫學會（American College of Sports Medicine, ACSM）及美國心

臟學會 (American Heart Association, AHA) 共同建議，老年人運動處方應涵蓋關節伸展、有氧運動及阻力運動等項目。環狀運動的設計即是整合有氧運動、阻力運動及伸展運動三合一的訓練方法，其器材使用油壓式阻力，對老年人較安全。另外考慮到老年人體力較不足的問題，環狀運動另一個特點是訓練時間短，但還是能達到訓練的效果，因此相當適合老年人。由於目前有許多整合性運動處方的研究，但幾乎都將有氧、阻力、伸展分項執行，沒有合併進行，在運動時間上也較久，而環狀運動亦是整合運動，且國內對於環狀運動的研究相關文獻並不多見，尤其針對步態的部分。加上人於60歲以後肌肉退化速度更快，需要儘早從事運動來改善和預防，所以想透過這項新式健身運動，來瞭解是否有助於老年人下肢功能性體適能與步態穩定性之提升效果。面臨即將到來的「高齡社會」，與老化對老年人的影響，老年人對於防跌方面研究是必要的，再加上Free4Act執行的步態分析，可以看到較多步態參數，比過去一些研究運動介入看步態來得完整，例如：步態功能的指標為睜眼單足站與起身走測試；步態參數只看速度、步幅。面對人口老化的衝擊與威脅，應協助老年人提早做好身體活動功能的提升，在未來應針對老年人改善下肢肌力、步態穩定性，預防跌倒，以減少跌倒的風險，有助於提高生活品質，進而節省醫療上的支出。

## 貳、研究方法

### 一、研究對象與設計

本研究對象採立意取樣，以新竹市某社區36名65歲以上之老年人，且無身心障礙及行動限制者的社區民眾為研究對象，每位研究對象於進行測驗前填寫研究對象同意書，並由實驗人員告知其相關實驗目的、流程、檢測步驟、運動操作方式與注意事項等應有的權益保護。

將研究對象平均分為實驗組（18人）與

控制組（18人），各組裡面有7位男性、11位女性。其中實驗組施以12週，每週3次（星期一、三、五），每次50分鐘的環狀運動介入（包含暖身10分鐘、主運動30分鐘、緩和10分鐘），運動強度除了音樂節拍介於110-130 bpm，在每次主運動結束後，立即測量10秒鐘的脈搏心跳數。對於65歲以上老年人皆有達到最大心跳率的60-80%為中高強度運動（約93-124 bpm）。控制組則在12週實驗期間保持日常生活作息，不參與其他相關運動介入計畫，也無規律運動之行為。於運動介入前針對實驗組與控制組進行前測（步態分析、30秒椅子站立、2.44公尺椅子坐立繞物），介入12週後依前測項目進行後測，再依所測得之數據進行統計分析。

### 二、研究工具

#### （一）下肢功能性體適能

許多研究已證實老年人的身體功能性（下肢肌力、平衡能力、行走能力）與跌倒風險性具有高度相關性，且身體功能性越好，其跌倒風險性越低（Lopes, Costa, Santos, Castro, & Bastone, 2009; Yokoya, Demura, & Sato, 2008）。本研究採用教育部體育署國民體適能檢測實施辦法中，銀髮族功能性體適能檢測項目內30秒椅子站立、2.44公尺椅子坐起繞物，作為本研究下肢功能性體適能，分別測量下肢肌力功能表現的好壞和敏捷／動態平衡能力的好壞，是最常評估老年人的方式。

#### （二）步態穩定性

以無線藍芽步態3軸分析儀（廠牌：Loran，型號：Free4Act L1Sens，產地：義大利），及步態分析系統，所測得之步行速度、步行頻率、左右腳步幅、左右腳支撐時間，作為本研究步態穩定性之數據，該系統通過步態分析系統的驗證（Bugané et al., 2012），先將無線藍芽步態3軸分析儀配戴於受試者腰部，靜待幾秒鐘，穩定訊號後，請研究對象直線正常行走至5公尺折返回起點，至少取得10秒的數據即可。

### 三、資料處理

以SPSS 19.0套裝軟體進行下列統計分析，所有數值以平均數及標準差（Mean  $\pm$  SD）表示。先透過獨立樣本 $t$ 檢定，考驗實驗組與控制組的基本資料是否有差異。再以單因子共變數分析，把實驗組與控制組之前測作為共變量，考驗12週環狀運動介入後，實驗組與控制組在下肢功能性體適能及步態穩定性之差異情形。並用相依樣本 $t$ 檢定，比較實驗組與控制組各變項前、後測差異。統計顯著水準訂為 $\alpha = .05$ 。

## 參、結果

### 一、研究對象基本資料

本研究對象年齡分佈從65歲到87歲，研究對象基本資料如表一。另外將兩組研究對象在介入前所收集的基本資料數據進行獨立樣本 $t$ 檢定，結果顯示實驗組與控制組之基本資料未達統計顯著差異水準（ $p > .05$ ），表示實驗組與控制組具同質性，在相似的基礎下，較可減少研究上的影響。

### 二、環狀運動對老年人下肢功能性體適能之差異情形

本研究將環狀運動介入前後所測得實驗組與控制組其下肢功能性體適能檢測數據分別進行統計分析，先以相依樣本 $t$ 檢定，考驗環狀運動介入對老年人下肢功能性體適能的影響；再以前測作為共變量進行單因子共變數分析，考驗環狀運動介入對兩組間老年人的下肢功能性體適能差異情形，分析結果如下：

表一 研究對象基本資料統計表

	實驗組 (n = 18)	控制組 (n = 18)
年齡（歲）	71.56 $\pm$ 4.94	74.11 $\pm$ 5.37
身高（公分）	155.74 $\pm$ 6.89	153.66 $\pm$ 7.72
體重（公斤）	60.32 $\pm$ 8.54	62.56 $\pm$ 14.26
身體質量指數 （公斤／公尺 <sup>2</sup> ）	24.86 $\pm$ 3.02	26.37 $\pm$ 4.84

由表二可得知實驗組運動介入12週後，30秒椅子站立由前測平均為14.89  $\pm$  3.79次進步至後測的19.11  $\pm$  5.06次，環狀運動介入後，下肢肌力有顯著提升（ $p < .05$ ）。2.44公尺椅子坐立繞物前測平均為7.36  $\pm$  2.16秒，減少至後測的6.47  $\pm$  1.65秒，經統計考驗，達顯著差異（ $p < .05$ ），顯示環狀運動介入有助於提升老年人動態平衡。

控制組在參與研究12週後，30秒椅子站立前測平均為15.67  $\pm$  4.24次，後測為14.94  $\pm$  4.63次，經統計考驗，並無顯著差異（ $p > .05$ ）；2.44公尺坐起繞物由前測平均為7.54  $\pm$  1.57秒增加至後測的8.58  $\pm$  2.23秒，經統計考驗，達顯著差異（ $p < .05$ ），顯示無運動介入的老年人動態平衡降低。

兩組間在實驗12週後，在30秒椅子站立有顯著的差異（ $p < .05$ ），實驗組平均為19.11  $\pm$  5.06次，控制組平均為14.94  $\pm$  4.63次，實驗組明顯優於控制組，換言之，12週環狀運動介入對老年人下肢肌力有提升的效果。另外2.44公尺椅子坐立繞物有顯著差異（ $p < .05$ ），實驗組平均為6.47  $\pm$  1.65秒，控制組平均為8.58  $\pm$  2.23秒，實驗組明顯優於控制組，換言之，12週環狀運動介入對老年人動態平衡有提升的效果。

### 三、環狀運動對老年人步態穩定性之差異情形

本研究將環狀運動介入前後所測得實驗組與控制組其步態穩定性數據（包含步行速度、步行頻率、左右腳步幅、左右腳支撐時

表二 實驗組與控制組功能性體適能前後檢測數值

		實驗組 (n = 18)	控制組 (n = 18)
30秒椅子站立 （次）	前測	14.89 $\pm$ 3.79	15.67 $\pm$ 4.24
	後測	19.11 $\pm$ 5.06*	14.94 $\pm$ 4.63 <sup>#</sup>
2.44公尺椅子坐 立繞物（秒）	前測	7.36 $\pm$ 2.16	7.54 $\pm$ 1.57
	後測	6.47 $\pm$ 1.65*	8.58 $\pm$ 2.23 <sup>#</sup>

註：\*表示組內具有顯著差異（ $p < .05$ ）；<sup>#</sup>表示組間具有顯著差異（ $p < .05$ ）。

間)分別進行統計分析,先以相依樣本 $t$ 檢定,考驗環狀運動介入對老年人步態穩定性的影響;再以實驗組與控制組前測作為共變量進行單因子共變數分析,考驗環狀運動介入對兩組間老年人步態穩定性的差異情形,分析結果如下:

由表三可得知實驗組運動介入12週後,步行速度由前測平均 $60.01 \pm 9.24$ (公尺/分)進步至後測的 $69.98 \pm 10.76$ (公尺/分)、步行頻率由前測平均 $52.65 \pm 8.31$ (步/分)進步至後測的 $59.67 \pm 4.97$ (步/分)、左腳支撐時間由前測平均為 $0.61 \pm 0.22$ (秒),進步至後測為 $0.51 \pm 0.49$ (秒)、右腳支撐時間由前測平均 $0.59 \pm 0.15$ (秒)進步至後測的 $0.51 \pm 0.04$ (秒),四項指標均達顯著提升( $p < .05$ )。左腳步幅前測平均為 $0.59 \pm 0.23$ (公分),後測為 $0.60 \pm 0.10$ (公分);右腳步幅前測平均為 $0.59 \pm 0.16$ (公分),後測為 $0.56 \pm 0.12$ (公分);兩項指標皆未達顯著差異( $p > .05$ )。

控制組在參與研究12週後,左腳步幅前測平均為 $0.60 \pm 0.15$ (公分),退步至後測為 $0.53 \pm 0.14$ (公分),達顯著差異( $p < .05$ )。步行速度由前測平均 $64.03 \pm 14.20$ (公尺/分),後測為 $59.64 \pm 13.24$ (公

尺/分);步行頻率由前測平均 $55.01 \pm 5.60$ (步/分),後測為 $55.61 \pm 4.59$ (步/分);右腳步幅前測平均為 $0.57 \pm 0.12$ (公分),後測為 $0.53 \pm 0.13$ (公分);左腳支撐時間前測平均為 $0.55 \pm 0.61$ (秒),後測為 $0.54 \pm 0.05$ (秒);右腳支撐時間由前測平均 $0.55 \pm 0.06$ (秒),後測為 $0.56 \pm 0.05$ (秒),五項指標皆未達顯著差異( $p > .05$ )。

實驗組與控制組兩組間在實驗12週後,在步行速度、步行頻率、左右腳支撐時間有顯著的差異( $p < .05$ )。換言之,12週環狀運動介入對老年人步態穩定性之參數中,步行速度、步行頻率、左右腳支撐時間有改善效果。

## 肆、討論

### 一、環狀運動與下肢功能性體適能

由表二可發現,老年人在環狀運動介入後對30秒椅子站立、2.44公尺椅子坐立繞物有顯著差異,表示老年人在環狀運動介入後對下肢肌力、動態平衡能力有明顯改善,而控制組無顯著差異。透過共變數分析比較兩組組間差異,兩組在後測成績達顯著差異,表示12週環狀運動的介入明顯造成實驗組與控制組之後測成績的差異。

本研究經12週環狀運動後,實驗組的30秒椅子站立測驗有顯著進步,在下肢肌力的部分,由於本研究使用油壓式阻力器材,其特色能提供作用肌與拮抗肌反覆的訓練,另外過程中可依照當時肌力程度調整阻力,進行最大努力收縮。器材中蹬腿機、腿部開合機、伸腿屈腿機,主要訓練下肢肌群,研究證實,只要對特定肌群作訓練後,即可有效提升肌肉適能(Symons, Vandervoort, Rice, Overend, & Marsh, 2005),再加上器材中間穿插有氧踏板,進行登階運動,又有助於提升下肢肌力。Kraemer et al. (2001)指出增加阻力訓練的階梯有氧課程,提供較多外部負荷需求引起肌肉爆發力初期的改善。因此本研究下肢肌力有顯著進步,此一研究結果與張永明(2012)的研究結果相似,將45

表三 實驗組與控制組步態參數前後檢測數值

		實驗組 (n = 18)	控制組 (n = 18)
步行速度 (公尺/分)	前測	60.01 ± 9.24	64.03 ± 14.20
	後測	69.98 ± 10.76*	59.64 ± 13.24#
步行頻率 (步/分)	前測	52.65 ± 8.31	55.01 ± 5.60
	後測	59.67 ± 4.97*	55.61 ± 4.59#
左腳步幅 (公尺)	前測	0.59 ± 0.23	0.60 ± 0.15
	後測	0.60 ± 0.10	0.53 ± 0.14*
右腳步幅 (公尺)	前測	0.59 ± 0.16	0.57 ± 0.12
	後測	0.56 ± 0.12	0.53 ± 0.13
左腳支撐時間 (秒)	前測	0.61 ± 0.22	0.55 ± 0.61
	後測	0.51 ± 0.49*	0.54 ± 0.05#
右腳支撐時間 (秒)	前測	0.59 ± 0.15	0.55 ± 0.06
	後測	0.51 ± 0.04*	0.56 ± 0.05#

註: \*表示組內具有顯著差異( $p < .05$ ); #表示組間具有顯著差異( $p < .05$ )。

名坐式生活的年輕女性，分成環狀運動組、階梯有氧組、油壓阻力組與控制組，介入12週運動，每週3次，每次30分鐘，除了控制組，對於健康體適能的上、下肢肌力與肌耐力均有顯著改善，且環狀運動組在下肢肌耐力改善程度顯著優於控制組。其次，呂欣翰（2012）探討65歲以上老年人，進行12週，每週2次，每次1小時低強度阻力訓練後，能增進其上、下肢肌力，並顯著優於訓練前，與本研究結果相似。亦有與本實驗結果不同的研究，如陳慧貞（2012）研究顯示中老年人介入8週，每週3次，每次90分鐘的環狀運動課程後，下肢肌力未達顯著水準。陳姿如、王建臺（2010）探討下肢肌力訓練對老年人下肢運動表現，招募60歲以上之老年人15名，進行8週，每週3次下肢肌力訓練，但未達到顯著差異。而造成此一研究結果差異的原因，可能因本研究與張永明（2012）和呂欣翰（2012）運動介入皆為12週，陳慧貞（2012）和陳姿如、王建臺（2010）僅8週，因此與介入時間長短的不同有關；也有可能是本研究研究對象年齡較大或體能較差，所以經運動訓練後較容易達顯著。

動態平衡對於老年人而言，是因應危險發生及避免跌倒的重要能力，在動態平衡表現上，根據研究指出，下肢肌力表現與走路時身體搖擺程度以及下肢肌肉神經系統呈現正相關（Lord, Ward, & Williams, 1996），表示動態平衡受下肢肌力影響。本研究經12週環狀運動介入後，實驗組在下肢肌力與動態平衡都達到顯著進步。方怡堯、張少熙、何信弘（2015）對90位65歲以上社區老年人，實驗組54人接受12週多元性運動訓練，每週2次，每次120分鐘，在動態平衡能力部分達顯著進步。以及Levy et al.（2012）對社區中老年人，進行多元性運動訓練，2.44公尺椅子坐立繞物達顯著進步與本研究結果相符。另外本研究發現與林宗慶、張立盈、林芸代、李尹鑫、相子元（2014）探討12週循環式油壓阻力訓練對於停經後老年婦女功能性體適能之影響，在動態平衡一樣皆達顯著差異。也與本研究結果不同的，如陳慧貞

（2012）研究顯示中老年人介入8週，每週3次，每次90分鐘的環狀運動課程後，2.44公尺起繞物未達顯著；和林麗娟、林宛臻、羅詩文、楊宜青與姚維仁（2010）探討低阻力彈力帶訓練對停經後婦女身體組成與功能性體適能，研究對象為21名健康之停經女性，採每週2次、每次60分鐘連續一年的彈力帶、徒手低強度阻力訓練課程，結果發現在2.44公尺椅子坐立繞物未達顯著進步。其原因可能為過去研究曾提出敏捷性／動態平衡的訓練效果可能會受到訓練強度、運動介入對象等因素影響（Bocalini, Santos, & Serra, 2008），例如：動態平衡能力包含了對環境事件反應的快慢、動作協調的複雜性與新技巧的學習（William, 1998），強度低、單一性或者無複雜之動作，可能無法針對動態平衡做有效的刺激與改善；推測多數的研究對象於運動介入前動態平衡較國內其他相似的研究數值比較（4.0-31.4秒），已達理想範圍（秦毛漁、施仁興、吳美惠、施秀慧、蔡娟秀，2007），導致進步空間不大。

平衡控制能力受神經系統、前庭系統、視覺、本體感覺、肌力與肌耐力等因素調控，隨著老化逐漸地影響老年人的姿勢控制能力（張淳皓、林國全、何金山，2014）。控制組在2.44公尺椅子坐立繞物達顯著退步，除了老化所造成生理功能上的衰退，在30秒椅子站立也有退步之趨勢，前面提到動態平衡受下肢肌力影響，所以導致動態平衡能力下降。因此導致2.44公尺椅子坐立繞物顯著退步，後測時間約增加1.04秒。

## 二、環狀運動與步態穩定性

由表三得知，老年人在環狀運動介入後對步行速度、步行頻率、左右腳支撐時間皆達顯著差異。顯示老年人在環狀運動介入後對步態穩定性中幾項指標有明顯改善，而控制組在左腳步幅有顯著退步。透過共變數分析比較兩組的組間差異，實驗組在步行速度、步行頻率、左右腳支撐時間優於控制組，代表12週環狀運動的介入明顯造成實驗組與控制組之後測成績的差異。

運動能有效維持動態平衡，降低因為平衡失能所導致的危險，而動態平衡是我們維持步態穩定性、視覺與運動系統協調性的要素 (Rikli & Jones, 2001)。本研究在動態平衡能力有顯著進步，因此步態穩定性3個項目達到顯著改善。尤其我們的動態平衡及下肢肌力都與步態穩定性有關連，所以推測當前兩項都有進步時，步態的穩定性應該會有所提升，而當步行速度變快時，其步行頻率變快，腳的支撐時間也會縮短。本研究實驗組步幅的部分沒有差異，和王佳瑜 (2010) 探討八週力量耐力介入對老年人步態平衡及下肢肌力與跌倒之影響，研究對象以某長期照護機構養護區之長者26位介入八週力量耐力，最後完成者為20位，他們在步幅方面也無顯著差異。另外陶靜、李天驕、李翔、楊珊莉 (2010) 研究不同肌力訓練方法對偏癱患者步行能力影響的臨床研究，分等速訓練組18位與等張訓練組20位，年齡介於42~72歲，觀察到偏癱患者下肢伸膝、屈膝肌力增高的同時，步幅、步行速度也增加。莊潔等 (2011) 招募16名60~80歲的老年女性，實施每週三次的綜合性鍛鍊，訓練課程有伸展、肌力、平衡，還有太極動作及日常功能性活動能力訓練，觀察三個月對步態的影響，結果發現步幅、步行速度、單側支撐能力、關節活動範圍有明顯變化。這些發現和本研究結果相似，但步幅卻不同，可能因為自覺安全性或是研究對象本身走路習慣有關，造成步幅前後測差異不大。

本研究控制組在左腳步幅上有顯著退步，從原本 $0.60 \pm 0.15$  (公分) 變小至 $0.53 \pm 0.14$  (公分)。根據伊東元、長崎浩、丸山仁司、橋詰謙、中村隆一 (1989) 之研究，在22歲到79歲81名男性中，以個人最快速度步行10公尺，並且測量受測者膝蓋伸展的扭力，發現步行速度與步幅的減少原因之一為膝關節伸展肌群的減弱，但本研究未量測膝關節的伸展扭力，只能推測與老化、自覺安全性有關。對老年人而言，常有些身體關節方面的傷害，再加上肌力的衰退，柔軟度會因此受限，例如髖關節、膝關節、踝關節的

僵硬 (詹文祥、邱文信, 2011)，可能因柔軟度降低，因而導致步幅縮小。

## 伍、結論

本研究旨在探討12週環狀運動介入對老年人下肢功能性體適能與步態穩定性之影響，依照實驗結果發現：一、12週環狀運動介入後，實驗組的下肢功能性體適能方面：30秒椅子站立、2.44公尺椅子坐立繞物皆達顯著地優於控制組。二、12週環狀運動介入後，實驗組的步態穩定性方面：除了左右腳步幅未達顯著差異之外，在步行速度、步行頻率、左右腳支撐時間皆達顯著地優於控制組。

本研究結論為老年人經過12週環狀運動介入後，對下肢功能性體適能與步態穩定性參數中的步行速度、步行頻率、左右腳支撐時間上具有提升之效益，或許有助於減少跌倒的風險，以及進一步提高生活品質與獨立生活能力。

## 參考文獻

- 方怡堯、張少熙、何信弘 (2015)。多元性運動訓練對社區老年人功能性體適能之影響。**體育學報**，48 (1)，59-72。
- 江瑞坤、鄭宇翔、陳欣欣、陳淑娟、蔡坤維 (2006)。雲嘉老人跌倒之研究。**台灣老年醫學雜誌**，1 (3)，174-181。
- 林宗慶、張立盈、林芸代、李尹鑫、相子元 (2014)。循環式油壓阻力訓練對於停經後老年婦女功能性體適能之效益。**台灣老年醫學暨老年學雜誌**，9 (1)，15-27。
- 林麗娟、林宛臻、羅詩文、楊宜青、姚維仁 (2010)。低阻力彈力帶訓練對停經後婦女身體組成與功能性體適能之影響。**台灣老年醫學暨老年學雜誌**，5 (4)，266-276。
- 秦毛漁、施仁興、吳美惠、施秀慧、蔡娟秀 (2007)。社區老人體適能及其相關因素的探討。**志為護理——慈濟護理雜誌**，6

- (5), 81-91。
- 國家發展委員會 (2014)。中華民國人口推計103至150年。資料引自 [http://www.ndc.gov.tw/Content\\_List.aspx?n=84223C65B6F94D72](http://www.ndc.gov.tw/Content_List.aspx?n=84223C65B6F94D72)
- 張永明 (2012)。環狀運動對女性健康體適能之影響 (未出版之碩士論文)。國立台灣師範大學體育學系，臺北。
- 張淳皓、林國全、何金山 (2014)。老年人平衡控制能力之文獻回顧。屏東教大體育，17，43-52。
- 張慧心 (2007)。愛運動的人，想什麼？大家健康雜誌。資料引自 <http://www.jtf.org.tw/health/Show.asp?This=904>
- 梁偉成、紀煥庭、胡名霞、林茂榮 (2005)。社區老人跌倒機轉與傷害嚴重度。物理治療，30 (3)，105-115。
- 莊潔、王健清、黃亮、吳艷強、俞斌、李漢鏡等 (2011)。三個月綜合性鍛煉對老年女性步態的影響。瀋陽體育學院學報，30 (6)，83-86。
- 郭旭格 (2005)。老年病症候群 (上)。當代醫學，386，962-970。
- 陳姿如、王建臺 (2010)。下肢肌力訓練對老年人下肢運動表現及健康生活形態之影響-以台南縣關廟鄉五甲村為例。屏東教大運動科學學刊，6，227-244。
- 陳喬男 (2015)。老年人的失能預防。長期照護雜誌，19 (2)，149-155。
- 陶靜、李天驕、李翔、楊珊莉 (2010)。不同肌力訓練方法對偏癱患者步行能力影響的臨床研究。福建中醫學院學報，20 (2)，10-12。
- 詹文祥、邱文信 (2011)。老化現象對步態之影響。中華體育季刊，25 (4)，677-685。
- 蔡素蘭、林茂榮 (2002)。跌倒對台灣鄉村社區老人日常生活活動能力衰退與害怕跌倒心理的影響。物理治療，27 (4)，155-164。
- 衛生福利部國民健康署 (2014)。長者防跌妙招。台北市：衛生福利部。
- 衛生福利部國民健康署 (2015)。2015國民健康署年報。台北市：衛生福利部。資料引自 [https://health99.hpa.gov.tw/educzone/edu\\_detail.aspx?CatId=21790](https://health99.hpa.gov.tw/educzone/edu_detail.aspx?CatId=21790)
- 黎家銘、陳晶瑩 (2005)。老人跌倒因素的評估與預防。台灣醫學，9 (2)，277-284。
- 伊東元、長崎浩、丸山仁司、橋詰謙、中村隆一 (1989)。健常男子の最大歩行時における歩行周期の加齢変化。日本老年医学会雜誌，26，347-352。
- Bocalini, D. S., Santos, L. D., & Serra, A. J. (2008). Physical exercise improves the functional capacity and quality of life in patients with heart failure. *Clinics*, 63(4), 437-442.
- Bugané, F., Benedetti, M. G., Casadio, G., Attala, S., Biagi, F., Manca, M., et al. (2012). Estimation of spatial-temporal gait parameters in level walking based on a single accelerometer: Validation on normal subjects by standard gait analysis. *Computer Methods and Programs in Biomedicine*, 108(1), 129-137.
- Callisaya, M. L., Blizzard, L., Schmidt, M. D., McGinley, J. L., & Srikanth, V. K. (2010). Ageing and gait variability: A population-based study of older people. *Age and Ageing*, 39(2), 191-197.
- Goodpaster, B. H., Park, S. W., Harris, T. B., Kritchevsky, S. B., Nevitt, M., Schwartz, A. V., et al. (2006). The loss of skeletal muscle strength, mass, and quality in older adults: The health, aging and body composition study. *The Journals of Gerontology Series A: Biological Sciences and Medical Sciences*, 61(10), 1059-1064.
- Hausdorff, J. M., Rios, D. A., & Edelberg, H. K. (2001). Gait variability and fall risk in

- community-living older adults: A 1-year prospective study. *Archives of Physical Medicine and Rehabilitation*, 82(8), 1050-1056.
- Hughes, V. A., Frontera, W. R., Wood, M., Evans, W. J., Dallal, G. E., Roubenoff, R., et al. (2001). Longitudinal muscle strength changes in older adults influence of muscle mass, physical activity, and health. *The Journals of Gerontology Series A: Biological Sciences and Medical Sciences*, 56(5), 209-217.
- Kang, H. G., & Dingwell, J. B. (2009). Dynamic stability of superior vs. inferior segments during walking in young and older adults. *Gait & Posture*, 30(2), 260-263.
- Kraemer, W. J., Keuning, M., Ratamess, N. A., Volek, J. S., McCormick, M., Bush, J. A., et al. (2001). Resistance training combined with bench-step aerobics enhances women's health profile. *Medicine and Science in Sports and Exercise*, 33(2), 259-269.
- Levy, S. S., Macera, C. A., Hootman, J. M., Coleman, K. J., Lopez, R., Nichols, J. F., et al. (2012). Evaluation of a multi-component group exercise program for adults with arthritis: Fitness and Exercise for People with Arthritis (FEPA). *Disability and Health Journal*, 5(4), 305-311.
- Lopes, K. T., Costa, D. F., Santos, L. F., Castro, D. P., & Bastone, A. C. (2009). Prevalence of fear of falling among a population of older adults and its correlation with mobility, dynamic balance, risk and history of falls. *Brazilian Journal of Physical Therapy*, 13(3), 223-229.
- Lord, S. R., Ward, J. A., & Williams, P. (1996). Exercise effect on dynamic stability in older women: A randomized controlled trial. *Archives of Physical Medicine and Rehabilitation*, 77(3), 232-236.
- Lustosa, L. P., Silva, J. P., Coelho, F. M., Pereira, D. S., Parentoni, A. N., & Pereira, L. S. (2011). Impact of resistance exercise program on functional capacity and muscular strength of knee extensor in pre-frail community-dwelling older women: A randomized crossover trial. *Brazilian Journal of Physical Therapy*, 15(4), 318-324.
- Melton, L. J., Khosla, S., Crowson, C. S., O'Connor, M. K., O'Fallon, W. M., & Riggs, B. L. (2000). Epidemiology of sarcopenia. *Journal of the American Geriatrics Society*, 48(6), 625-630.
- Peterson, M. D., & Gordon, P. M. (2011). Resistance exercise for the aging adult: Clinical implications and prescription guidelines. *The American Journal of Medicine*, 124(3), 194-198.
- Reinsch, S., MacRae, P., Lachenbruch, P. A., & Tobis, J. S. (1993). Why do healthy older adults fall? Behavioral and environmental risks. *Physical & Occupational Therapy in Geriatrics*, 11(1), 1-15.
- Rikli, R. E., & Jones, C. J. (2001). *Senior fitness test manual*. Champaign, IL: Human Kinetics.
- Rubenstein, L. Z., & Josephson, K. R. (2002). The epidemiology of falls and syncope. *Clinical Geriatric Medicine*, 18(2), 141-158.
- Symons, T. B., Vandervoort, A. A., Rice, C. L., Overend, T. J., & Marsh, G. D. (2005). Effects of maximal isometric and isokinetic resistance training on strength and functional mobility in older adults. *The Journals of Gerontology Series A: Biological Sciences and Medical Sciences*, 60(6), 777-781.
- William, M. A. (1998). Human development and aging. In J. L. Rotiman & M. Kelsey (Eds.), *ACSM's resource manual for guidelines for exercise testing and prescription* (3rd ed., pp. 501-506). Philadelphia, PA: Lippincott Williams & Wilkins.

- Yokoya, T., Demura, S., & Sato, S. (2008). Fall risk characteristics of the elderly in an exercise class. *Journal of Physiological Anthropology*, 27(1), 25-32.