

停經後婦女從事多元運動後停止運動與再訓練 對肌肉表現之影響

王重凱^{1,3} 方怡堯² 趙品淳^{1,*}

目標：女性停經與老化的激素分泌量變化使肌肉力量與質量提早衰退。世界衛生組織和美國運動醫學會皆建議老年人從事多元運動。因此，本研究希望探討多元運動、停止運動與再訓練對停經後婦女肌肉表現之影響。**方法：**招募停經後婦女33位（年齡：67.2 ± 5.3歲；身高：156.5 ± 5.5 cm；體重：58.1 ± 8.6 kg）。隨機區分實驗組與對照組，實驗組進行12週多元運動，隨後停止運動12週與再訓練8週；對照組維持常態生活。測量介入前（T1）、介入後（T2）、停止運動後（T3）與再訓練後（T4）等四個時間點的坐到站測試之力學特徵與骨骼肌肉質量指數（SMI）。力學參數包括對地面作用力峰值、到達峰值時間與坐姿到站姿時間等，可用以評估下肢肌肉力量、收縮速度及動態平衡能力等。使用二因子混合設計變異數分析力學特徵與SMI變化， $\alpha = .05$ 。**結果：**實驗組的作用力峰值T2顯著高於T1（ $p < .001$ ），T3顯著低於T2（ $p < .001$ ），T4顯著高於T3與T1（ $p < .001$ ； $p < .001$ ），並與對照組產生差異（ $p = .047$ ）。實驗組的到達峰值時間T4顯著小於T1及T3（ $p = .003$ ； $p = .018$ ），亦與對照組T4產生差異（ $p < .001$ ）。SMI方面實驗組T2與T4顯著高於T1（ $p = .028$ ； $p = .006$ ），對照組無改變。**結論：**多元運動能提高停經後婦女的肌肉質量與下肢肌肉力量。停止運動12週後，下肢肌肉力量顯著下降，但肌肉質量流失不明顯。再訓練8週能快速恢復肌肉質量與下肢肌肉力量。本研究結果可作為社區據點運動課程設計之參考。（台灣衛誌 2024；43(3)：300-312）

關鍵詞：肌少症、身體活動、測力板、肌肉記憶、健康促進

前 言

停經被定義為女性月經永久性停止，是隨年齡增長自然發生的生理現象，常見於於45-55歲之間。女性停經發生過程中產生激素分泌量變化，可能使之面臨一系列健康問題，其中包括體重上升、脂肪堆積、骨質流失、肌肉萎縮、肌肉力量與代謝功能下降速度加快等[1-3]。停經後的生理變化與自然老化的影響相似，女性在老化過程中受停經影響，可能比男性更早出現肌肉質量與功能

衰退[4,5]。肌少症（Sarcopenia）與骨質疏鬆症（Osteoporosis）皆是老化過程產生的退化性症狀，特徵為肌肉與骨質的大幅流失，兩者具有調節之效果，甚至互為併發症[6]。本國2022年老人狀況調查報告指出，女性下肢功能衰弱比率明顯高於男性，且隨年齡增長性別落差逐漸擴大[7]。停經與老化可能使女性產生比男性更明顯的健康危害。

美國運動醫學會（American College of Sports Medicine, ACSM）將運動區分為有氧、阻力及伸展等多種型態，各自可發展不同構面之身體能力，例如可透過有氧運動改善心肺功能、阻力運動強化肌肉力量與伸展運動促進柔軟度等[8]。世界衛生組織（World Health Organization, WHO）針對老年人運動模式提出了多元身體活動（Multicomponent Physical Activity）概念，其為每次運動時間內包含有有氧、阻力與伸展等多種運動種類，旨在使運動者能在單

¹ 南臺科技大學高齡福祉服務系

² 南臺科技大學體育教育中心

³ 國立中正大學教育學研究所

* 通訊作者：趙品淳

地址：臺南市永康區南台街1號

E-mail：tinachao@stust.edu.tw

投稿日期：2024年3月1日

接受日期：2024年6月18日

http://doi.org/10.6288/TJPH.202406_43(3).113015



次運動時間內獲得各種運動類型的健康效益[9]；此亦符合ACSM提出之運動建議。Heinrich等[10]依照混合式健身（CrossFit）原則設計了高強度的功能性運動方案，是具備阻力與有氧的多元運動策略，在短期8週運動介入後，即發現老年人的部分功能性表現測驗產生顯著改善。Villareal等[11]招募了160位肥胖老年人進行減重和運動介入的研究，半年期間控制熱量攝取，並分組進行有氧運動、阻力運動以及有氧和阻力並行的多元運動。該研究發現，有氧與阻力運動並重的健康效益不亞於單一運動，能延緩因減重導致的肌肉質量和骨質流失，並顯著提高肌肉力量和最大攝氧量。Weber等[12]針對老年人進行了多元運動和功能性運動相關文獻的系統性回顧，從14篇文獻中發現，與單一運動相比，多元運動對老年人具有更全面的健康效益，可以幫助老年人改善身體組成和能力並降低跌倒風險。停經後婦女從事結合阻力、負重與衝擊性的有氧運動具有延緩老化肌肉流失的效益，然而，多元運動對停經後婦女的肌肉質量影響尚不清楚，需要進一步研究探索[13]。

從事訓練可以促進肌肉力量和質量的表現，但當老年人因故停止運動（Detraining）時，運動效益保留效果能持續多久則與其健康息息相關。例如下肢肌肉力量與平衡能力相關，下肢肌力不佳者的跌倒風險往往較高。隨著規律參加運動，老年人身體能力逐漸向上適應，進而降低跌倒與失能風險[14]。然而，若因就醫或旅行等緣故停止運動，身體沒有足夠運動強度刺激而逐漸向下適應，失能及跌倒等風險便會上升。Filho等[15]的研究發現停經後婦女從事20週阻力運動接著停止運動4週的功能性表現仍優於運動前，運動效益具有顯著短期保留效果。Snijders等[16]則探討了老年人長期停止運動的保留效果，發現肌肉力量與質量在停止運動1年後恢復到前測值。Bosquet等[17]的統合分析則指出，停止運動對65歲以上老年人之影響尤為顯著，其程度會根據個體先前的訓練狀態、年齡以及停止運動的時間長短等因素而有所差異。Ogasawara等[18]探討了連續訓練與再訓練（Retraining）對肌肉表現（肌肉力量與質量）的影響，發現在週期化訓練中加入短期的停止運動，肌

肉表現成長幅度與連續訓練者相同。唯其研究對象是年輕男性，該現象是否能在停經後婦女身上再現，尚不得而知。因停經而減少的雌激素可能對肌肉代謝產生影響，其功能包含直接參與肌肉代謝過程及改變生長激素（Growth Hormone）和胰島素生長因子1（Insulin-like Growth Factor 1）的分泌；此外，雌激素也有可能通過促進肌肉肝醣釋放和引發脂質氧化，進而影響停經後婦女的骨骼肌合成效率[5]。停止運動的影響尚未被充分探討，統合分析指出老年人停止運動31-52週會產生顯著的肌肉質量流失，12-24週內則沒有明顯下降，但單獨以女性為研究對象的文獻偏少，尤其停經後婦女是否有其特殊性尚不清楚[19]。

綜上所述，本研究目的如下：一、瞭解停經後婦女從事多元運動後對肌肉表現之影響。二、探討停止運動對肌肉表現之影響。三、觀察再訓練能否快速恢復停止運動前之肌肉表現。

材料與方法

一、研究對象

本研究於臺南市社區招募停經後婦女參與者34位（年齡：67.2 ± 5.3歲；身高：156.5 ± 5.5 cm；體重：58.1 ± 8.6 kg）。招募條件為：（一）55-75歲女性，停經達12個月以上者。（二）未規律運動者，定義為每週未從事75-150分鐘的高或中等強度有氧運動並持續半年以上。（三）身體活動功能正常，可從事運動訓練者。（四）無罹患嚴重心血管疾病、骨骼肌肉系統疾病及精神疾病者。研究開始前由參與者先填寫身體活動準備問卷（Physical Activity Readiness Questionnaire-plus），經醫學及運動專長人員審核過濾後，研究人員向符合招募條件之參與者宣告參與者權益，並簽署研究知情同意書以正式參與研究。透過G*Power（Version 3.1; Kiel University, Kiel, Germany）進行先驗功效分析計算所需參與者人數，參數設定F tests ANOVA: Repeated measures, Within-between Interaction、Effect size 0.25、 α error prob 0.05、Power 0.8、Number of Groups 2、Number of Measurements 4及 $\alpha = .05$ ，計算最少參與者數量為24位。考量樣本流失因素，共招募34位參與者。本研究倫理經國立

成功大學人類研究倫理治理架構審核通過 (NCKU HREC-e-111-542-2)。

二、材料與方法

(一) 研究流程

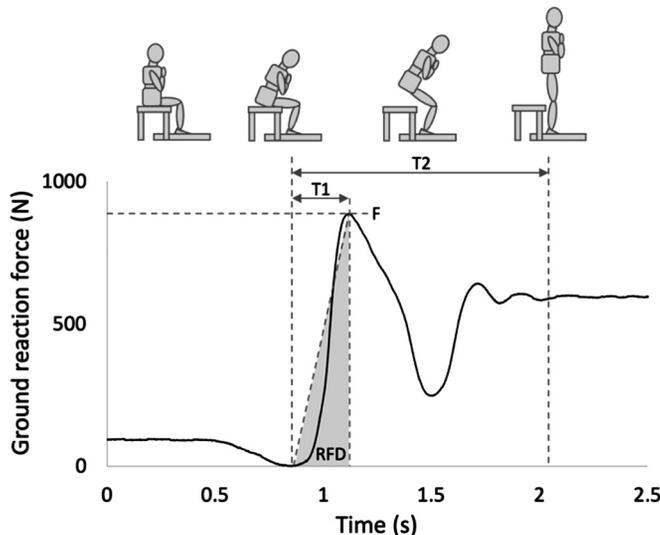
本研究採隨機分組，將參與者區分為實驗組 (n= 17) 與對照組 (n= 17) 進行為期33週之隨機對照實驗。區分4個時間點進行檢測，分別為運動介入前之前測 (Time 1)、運動介入後12週的中測 (Time 2)、停止運動12週後的保留測 (Time 3) 與再訓練8週的後測 (Time 4)。實驗組於第1-12與25-32週期間於進行多元運動方案介入，中間第13-24週停止運動，要求維持原本日常生活型態。對照組於整個研究期間不做任何介入，要求維持日常生活型態。為確保測量之準確性，四次測量時間點控制於檢測當日上午相同時段完成，測量時間落差不超過2小時。

(二) 多元運動方案 (Multicomponent Exercise Training Program, METP)

本研究參考ACSM之運動建議，18歲以上成人每週至少進行150分鐘中等費力運動之原則，由具備體育署國民體適能指導員中級證照之專業運動從業人員設計與指導METP，設計原則包含運動型態、強度、持

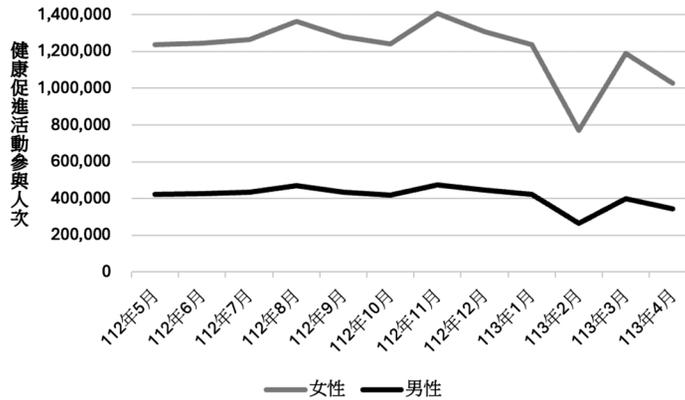
續時間、組間休息時間、組數、次數及頻率等[8]。METP為期12週，運動頻率為每週3次，每次約60-70分鐘，其中包含伸展、有氧及阻力等運動類型，以團體帶領方式進行。進入主運動前須動態伸展熱身約10分鐘，接著主運動40分鐘，最後再進行10分鐘之靜態伸展緩和。主運動包括阻力與有氧兩類型，阻力運動以徒手動作搭配簡易運動器材執行，例如彈力帶與負重沙袋等。運動強度採循序增強方式，以縮短組間休息時間、增加張力下時間 (Time Under Tension, TUT)、動作組數及次數等方式調控。有氧運動以間歇方式快速爬樓梯進行，過程中會鼓勵參與者在安全的情況下盡可能快速上樓。METP整體設計請參閱表一。

使用改良之運動自覺量表 (Borg's Ratings of Perceived Exertion, RPE) 評估運動強度，以6-19分評估個體單次運動強度，6分表示完全放鬆狀態，分數越高越費力，19分表示最大努力[20]。每次運動後調查參與者之RPE，供運動指導員參考以調整下次運動強度，控制RPE平均值於12-15分之中等費力區段。由研究人員記錄實驗組運動課程出席次數計算運動依從率，以出席次數除以運動介入次數，分別計算初次介入與再訓練兩階段之運動依從率。



圖一 坐姿到站姿測試過程對地面作用力變化及事件點示意圖。

T1：到達峰值時間；T2：坐姿到站姿時間；F：作用力峰值；RFD：力量發展率。



圖二 近一年社區長照據點健康促進課程參與者男女人數
(根據衛福部公開資訊, 作者自行整理[50]。)

表一 多元運動方案設計規劃

| 運動類型 | 課程型態與時間 |
|----------|---|
| 伸展運動[54] | 主運動前進行動態伸展, 主運動後做靜態伸展。 動態伸展以多關節動作為主, 進行抬腿抱膝 (High Knee Lift)、抬腿跳躍 (High Knee Skip)、後勾腿 (Butt Kick)、左右側交叉步 (Carioca Drill) 等動作, 一趟約20公尺, 各兩趟。 靜態伸展強調單關節之大肌肉群動作。對胸大肌、闊背肌、三角肌、軀幹、臀肌、股四頭及腿後肌群等部位進行靜態伸展, 單次伸展約20-30秒。總時間: 動、靜態伸展各約10分鐘, 共20分鐘。 |
| 阻力運動[55] | 徒手運動設計有跪地伏地挺身、屈蹲、分腿蹲與反向跳等, 另有核心訓練如棒式、側棒式、橋式等靜態動作。 使用彈力帶進行飛鳥、胸推、肩推、划船及直立支撐動作。透過負重沙袋進行功能性訓練, 包括負重行走、雙(單)手拋擲與火箭推等動作。 徒手動作與器材動作逐週交替, 總組數約10-14組, 每組15-20次反覆, 組間休息時間約1分鐘。靜態動作單次30秒至1分鐘。總時間: 約30分鐘。 |
| 有氧運動[56] | 以間歇方式爬樓梯, 單次爬一層樓(24級), 而後下樓休息60秒, 共反覆4次。總時間: 約10分鐘。 |

(三) 測量工具

本研究評估的肌肉表現包括肌肉質量與下肢肌肉力量。檢測日當日上午受試者空腹前來測量肌肉質量, 測驗完畢後由研究人員提供罐裝無糖豆漿供受試者飲用, 隨後再進行下肢肌肉力量測試。測量方法分述如下:

1. 肌肉質量

使用身體組成測量儀 (BC300; AccunIQ, Korea) 於溫控25°C之實驗室環境測量身體組成以評估肌肉質量。該儀器使用8個接觸電極的4極電極法進行生物電阻抗分析 (Bioelectrical Impedance Analysis, BIA), 具有5、50及250 kHz多頻率及分段分析功能。多頻率及分段分析之BIA被認為具備合適的檢測信效度[21,22]。依照該儀器標準測

驗流程, 受測者須靜立五分鐘, 確保身體水分流往下肢。測量前須空腹、如廁完畢、除去身上厚重衣物及金屬物並確保身體乾燥。儀器之電極片於測量前使用靜電除塵紙巾擦拭清潔。開始測量時赤腳站於儀器踏板, 兩側手腳各自接觸手把及踏板上之電極片, 手臂前抬與身體概成30°夾角。測量後獲取身體組成參數包括體重、身體質量指數 (Body Mass Index, BMI)、骨骼肌重量、體脂肪重與體脂率等。將骨骼肌重量換算為骨骼肌質量指數 (Skeletal Muscle Mass Index, SMI), 公式為「骨骼肌重量 (kg) / 身高 (m)²」[23,24]。

2. 下肢肌肉力量

使用便攜式測力臺 (3D Force Plate

Portable 9260AA; Kistler, Switzerland) 蒐集坐姿到站姿測試 (Sit-to-Stand Test, STS) 過程的地面反作用力 (Ground Reaction Force, GRF) 變化以評估下肢肌肉力量表現。STS 過程之GRF被認為能反映老年人下肢肌肉力量與平衡能力, 且GRF與下肢膝伸展等速肌力及功率具有相關性[25]。測力臺採樣頻率為1,000 Hz。測量使用之座椅高度為41公分, 測力臺高度5公分。參與者熱身完成後休息5分鐘, 隨後端正坐於椅子上, 雙腳踩於測力臺, 雙手於胸前交叉抱肩。測量開始時, 參與者被要求盡可能地快速站立。總共測試三次, 每次間隔10秒, 取產生最大GRF之該次分析。獲取參數請參閱圖1, 取F (作用力峰值)、RFD (力量發展率)、T1 (到達峰值時間)、T2 (坐姿到站姿時間) 進行分析。F表示由坐姿到站姿過程中, 重心前移, 大腿支撐身體重量並向下推蹬的最大GRF。RFD為肌肉力量與收縮時間之關係, 與肌肉品質有關, 該數值高表示肌肉品質較佳, 計算方式為: $F/T1$ (s)。T1表示坐姿到站姿過程中, 最小和最大GRF的時間差。T2定義為從最小GRF到GRF波動結束的時間, 當產生F之後的作用力標準差小於1牛頓 (N) 時判定為波動結束。我們以1 ms為採樣單位, 計算從每個採樣點開始與後續100 ms之標準差。考量體重對於GRF之影響, 將F與體重之比值納入分析, 計算公式為:

($F/9.81$) / 體重 (kg)。

(四) 統計分析

本研究以IBM SPSS for MAC 28版進行統計分析。使用獨立樣本t檢定 (Independent Sample t-test) 考驗介入前組別間的受試者特徵有無顯著差異。以二因子混合設計變異數分析 (Two-way Mixed-design ANOVA), 考驗肌肉表現是否有時間與組別之交互作用。使用球型檢定 (Mauchly's) 考驗數據, 若效果達顯著時, 使用Huynh-Feldt校正。當交互作用效果存在時, 以Bonferroni法做事後比較; 若交互作用未達顯著則進行主要效果考驗。顯著水準皆為 $\alpha = .05$ 。兩次運動介入依從率皆達85%以上者始納入數據分析。

結 果

本研究參與者34位, 控制組中1位參與者因個人因素無法持續參與, 共33位完成研究。本研究參與者之年齡平均為67.2歲, 屬於中高齡族群。BMI平均23.7, 其中有5位超過27 (過重) 及1位低於18.5 (過輕)。肌肉質量依據肌少症風險因子評估標準[23], 女性風險因子為SMI低於 5.7 kg/m^2 , 本研究最低者為 7.3 kg/m^2 。體脂率則有26位高於30%, 屬於肥胖者, 兩組各有13位。參與者特徵及分組比較請參閱表二, 經獨立樣本t檢定分析後並未發現組間具有顯著差異。

表二 參與者特徵與組間比較

| 變項 | 整體 | 組別 | | |
|-------------------------|--------------|--------------|--------------|---------|
| | | 實驗組 (n= 17) | 對照組 (n= 16) | p值 (雙尾) |
| 年齡 (years) | 67.2 ± 5.3 | 67.2 ± 4.6 | 67.1 ± 6.1 | .929 |
| 身高 (cm) | 156.5 ± 5.5 | 157.0 ± 5.9 | 155.7 ± 5 | .429 |
| 體重 (kg) | 58.1 ± 8.6 | 58.1 ± 7.2 | 58.1 ± 10 | >.999 |
| BMI (kg/m^2) | 23.7 ± 3.3 | 23.5 ± 2.8 | 23.9 ± 3.8 | .717 |
| SMI (kg/m^2) | 8.75 ± .65 | 8.77 ± .59 | 8.74 ± .72 | .901 |
| 體脂率 (%) | 31.6 ± 5 | 30.9 ± 4.3 | 32.4 ± 5.7 | .39 |
| 作用力峰值 (N) | 597 ± 75 | 591 ± 67 | 602 ± 86 | .676 |
| 作用力峰值體重比 (kgf/kg) | 1.12 ± .08 | 1.1 ± .06 | 1.12 ± .1 | .459 |
| 到達峰值時間 (s) | .376 ± .11 | .369 ± .103 | .382 ± .119 | .749 |
| 力量發展率 (N/s) | 1,733 ± 618 | 1,744 ± 652 | 1,721 ± 601 | .918 |
| 坐姿到站姿時間 (s) | 1.576 ± .193 | 1.607 ± .207 | 1.543 ± .178 | .348 |

註: 數值表示平均值±標準差。BMI表示身體質量指數 (Body Mass Index)。SMI表示骨骼肌質量指數 (Skeletal Muscle Mass Index)。作用力峰值、作用力峰值體重比、到達峰值時間、力量發展率及坐姿到站姿時間為坐姿到站姿測試之運動生物力學變項。

實驗組兩次運動介入依從率皆達85%以上，平均94.5%。兩次運動介入的第一、二週分別共有8位及6位參與者回報產生延遲性肌肉痠痛（Delayed Onset Muscle Soreness, DOMS）現象，無觀察到不良反應，延遲性肌肉痠痛發生比例為47%與35%。追蹤DOMS的持續時間最長者為5天。DOMS屬於可預期的運動後反應，通常發生於未規律運動者突然從事具一定強度之運動後，隨著持續參與甚至規律運動後會發生機率會大幅降低。研究人員接獲回報後即回饋予運動指導員，請其運動指導過程進行DOMS的衛教宣導及加強運動後的伸展，確保DOMS不會過於激烈從而影響受試者日常生活以及被受試者誤會為運動傷害。兩次運動介入的第三週起即未再發現DOMS發生。

研究人員於停止運動階段初期提醒受試者們遵守停止運動規則，再訓練階段開始前由研究人員調查並記錄停止運動期間的活動類型，經確認後無受試者在參與研究期間刻意增加運動量（例如參加健身房或社區據點的自主運動、私人教練課、團體課程等），多以參加社區活動中心辦理的靜態課程（例如健康講座、科技新知、手作等課程）填補

停止運動期的空閒時段。

參與者的身體組成二因子混合設計變異數分析結果如表三所示。SMI觀察到交互作用存在，事後比較發現，實驗組的SMI的Time 2與Time 4顯著高於Time 1 ($p = .028$; $p = .006$)，對照組則沒有明顯改變，組間無明顯差異。兩次運動介入皆有顯著的肌肉質量成長。BMI及體脂率則沒有發現顯著變化。

參與者的肌肉力量二因子混合設計變異數分析結果如表四所示。坐姿到站姿過程之作用力峰值、作用力峰值體重比、到達峰值時間、發力率與坐姿到站姿時間觀察到交互作用存在。實驗組的作用力峰值與作用力峰值體重比Time 2與Time 4顯著高於Time 1 ($p < .001$, $p < .001$; $p = .002$, $p < .001$)，表示兩次運動介入皆有明顯效果，但Time 3顯著低於Time 2 ($p = .001$; $p < .001$)，說明停止運動後肌肉力量無保留效果；此外，實驗組的作用力峰值體重比Time 4顯著高於對照組 ($p = .047$)。到達峰值時間與力量發展率方面有相同表現，實驗組Time 4 ($p = .018$, $p = .003$; $p < .001$, $p = .001$)顯著高於Time 1與Time 3 ($p < .001$; $p = .002$)，且在Time 4都與對照組產生顯著差異 ($p < .001$; $p < .001$)。

表三 多元運動、停止運動與再訓練對停經後婦女肌肉質量之影響

| 變項 時間點 | 組別 | | 時間 主效應 p值 | 組別 主效應 p值 | 交互 作用 p值 |
|--------------------------|-------------------------|----------------|-----------------|-----------------|----------------|
| | 實驗組 (n= 17) | 對照組 (n= 16) | | | |
| BMI (kg/m ²) | | | | | |
| Time 1 | 23.5 ± 2.8 | 23.9 ± 3.8 | .455 | .849 | .088 |
| Time 2 | 23.4 ± 2.9 | 23.8 ± 3.6 | | | |
| Time 3 | 23.5 ± 2.8 | 23.6 ± 3.6 | | | |
| Time 4 | 23.6 ± 2.7 | 23.5 ± 3.7 | | | |
| SMI (kg/m ²) | | | | | |
| Time 1 | 8.77 ± .59 | 8.74 ± .72 | .034 | .493 | .004 |
| Time 2 | 8.91 ± .67 ^a | 8.73 ± .71 | | | |
| Time 3 | 8.8 ± .61 | 8.64 ± .64 | | | |
| Time 4 | 8.9 ± .63 ^a | 8.6 ± .71 | | | |
| 體脂率 (%) | | | | | |
| Time 1 | 30.9 ± 4.3 | 32.4 ± 5.7 | .47 | .496 | .38 |
| Time 2 | 31.4 ± 4.6 | 32.3 ± 5.5 | | | |
| Time 3 | 31.4 ± 4.4 | 32.4 ± 5.7 | | | |
| Time 4 | 30.9 ± 4.6 | 32.4 ± 5.4 | | | |

註：數值表示平均值±標準差。BMI表示身體質量指數（Body Mass Index）。SMI表示骨骼肌質量指數（Skeletal Muscle Mass Index）。Time 1表示前測，Time 2表示中測，Time 3表示停止運動後之保留測，Time 4表示再訓練的後測。^a表示與Time 1比較達顯著差異， $p < .05$ 。

表四 多元運動、停止運動與再訓練對停經後婦女下肢肌肉力量之影響

| 變項 時間點 | 組別 | | 時間 主效應 p值 | 組別 主效應 p值 | 交互 作用 p值 |
|-------------------|-----------------------------|----------------|-----------------|-----------------|----------------|
| | 實驗組 (n= 17) | 對照組 (n= 16) | | | |
| 作用力峰值 (N) | | | | | |
| Time 1 | 591 ± 67 | 602 ± 86 | | | |
| Time 2 | 640 ± 76 ^a | 605 ± 82 | <.001 | .663 | <.001 |
| Time 3 | 592 ± 67 ^b | 602 ± 80 | | | |
| Time 4 | 638 ± 72 ^{ac} | 608 ± 79 | | | |
| 作用力峰值體重比 (kgf/kg) | | | | | |
| Time 1 | 1.1 ± .06 | 1.12 ± .1 | | | |
| Time 2 | 1.17 ± .07 ^a | 1.12 ± .11 | <.001 | .626 | <.001 |
| Time 3 | 1.06 ± .07 ^b | 1.09 ± .08 | | | |
| Time 4 | 1.16 ± .06 ^{ac*} | 1.1 ± .09 | | | |
| 到達峰值時間 (s) | | | | | |
| Time 1 | .369 ± .103 | .382 ± .119 | | | |
| Time 2 | .334 ± .069 | .39 ± .097 | .089 | .051 | .01 |
| Time 3 | .338 ± .081 | .383 ± .073 | | | |
| Time 4 | .295 ± .058 ^{ac*} | .392 ± .086 | | | |
| 力量發展率 (N/s) | | | | | |
| Time 1 | 1,744 ± 652 | 1,721 ± 601 | | | |
| Time 2 | 1,996 ± 496 | 1,664 ± 574 | .049 | .045 | .002 |
| Time 3 | 1,879 ± 458 | 1,612 ± 285 | | | |
| Time 4 | 2,237 ± 459 ^{ac*} | 1,613 ± 402 | | | |
| 坐姿到站姿時間 (s) | | | | | |
| Time 1 | 1.607 ± .207 | 1.543 ± .178 | | | |
| Time 2 | 1.468 ± .147 ^a | 1.49 ± .155 | <.001 | .722 | .004 |
| Time 3 | 1.522 ± .153 | 1.519 ± .13 | | | |
| Time 4 | 1.388 ± .138 ^{ac*} | 1.5 ± .185 | | | |

註：數值表示平均值±標準差。Time 1表示前測，Time 2表示中測，Time 3表示停止運動後之保留測，Time 4表示再訓練的後測。^a表示與Time 1比較達顯著差異，^b表示與Time 2比較達顯著差異，^c表示與Time 3比較達顯著差異，^{*}表示與對照組比較達顯著差異，p<.05。

實驗組的坐姿到站姿時間Time 2顯著高於Time 1 (p= .002)，Time 4顯著高於Time 1與Time 3 (p< .001; p< .001) 並與對照組產生差異 (p= .048)。

討 論

本研究旨在探討停經後婦女從事多元運動、停止運動與再訓練對肌肉表現之影響。主要結果如下：一、停經後婦女從事多元運動12週後，肌肉力量與質量皆顯著提高。二、停止運動12週後，肌肉力量顯著下降，但肌肉質量流失並不明顯。三、再訓練8週後，肌肉力量與質量恢復到停止運動前水平。

本研究之METP介入後促進了停經後婦女之肌肉力量與質量，這與許多使用阻力訓練介入的研究具有相同結果[11,15,16,26-31]。有趣的是，Isenmann等[27]的研究探討了停經前與停經後婦女的阻力訓練效益，發現阻力訓練可以促進兩者之肌肉力量，但每週兩次的運動頻率不足以提高停經後婦女之肌肉質量，作者推論應使用更高的頻率與強度以促進停經後婦女之肌肉質量。該假設在本研究中獲得支持，本研究介入頻率為每週三次。強度方面，傳統阻力訓練以一次舉起的最大重量 (One-repetition Maximum, 1RM) 作為強度控制指標，並有明確的訓練

指引，例如1~5RM的訓練為最大肌力訓練區段，8~12RM為肌肉肥大訓練區，而15RM以上為肌肉耐力訓練區[32]。肌肉徵召存在著大小原則（Size Principle），意即欲舉起輕重量時，肌肉會優先徵召較小的運動單元（Motor Unit）參與，當重量較重時，大運動單元才會逐漸徵召投入[33]。這個現象似乎支持需要大重量或高強度才能使肌肉訓練效益顯著提升，然而，低強度高反覆次數的訓練亦可以使肌肉接近力竭而誘導其徵召更多運動單元以勝任訓練負荷[34]。本研究METP之阻力訓練設計以自體重量及簡易負重物作為阻力來源，訓練強度調控依靠高頻率、高反覆次數、長TUT與縮短組間休息時間以達到預期的運動劑量反應關係（Dose-response Relationship）；阻力訓練之後的間歇爬樓梯，更增加了總反覆次數。研究指出不同強度之阻力訓練皆會使肌肉橫截面積（Cross-sectional Area, CSA）增加，高強度訓練有益於快縮肌纖維（Type-II）CSA增加，而低強度訓練則能促進慢縮肌纖維（Type-I）CSA[35]。Schoenfeld等[36]的研究分析了不同強度阻力訓練對肌肉表現的影響，發現無論使用高強度或者低強度進行訓練，都可有效促進肌肉力量，唯高強度訓練的力量成長幅度更大；肌肉質量方面，只要訓練品質控制得當，高強度與低強度訓練皆能提高肌肉質量。本研究測量變項中包含坐姿到站姿時間，該變項意義除了能觀察下肢肌力表現外，更可反映出全身肌肉的協調性與平衡能力[37]。坐姿到站姿時間的縮短以及GRF改善皆能降低老年人跌倒風險[25]。老年人跌倒風險與其健康餘命有關，透過運動訓練降低老年人跌倒風險，亦能減少跌倒所產生的傷害[6]。

本研究發現停止運動12週後，停經後婦女的肌肉力量顯著下降，但肌肉質量流失不明顯，此現象與研究假設不盡相同。Filho等[15]探討了多種不同類型之阻力訓練對中高齡女性肌肉力量與爆發力的影響，各組參與者們分別進行12週肌耐力、最大肌力與爆發力訓練後，停止運動4週並觀察其肌肉能力變化；發現無論介入何種類型訓練後都觀察到肌肉力量在停止運動後顯著下降，但仍高於運動介入前，具有保留效果。此外，亦有研究發現老年人從事阻力訓練停止運動後的

肌肉力量雖然會明顯下降，但在12-16週內仍具有保留效果[29,38]。Bosquet等[17]的統合分析結果指出，停止訓練後的負面影響應與性別無關，受停止運動的持續時間、年齡以及訓練狀態影響。Bocalini等[39]使用12週水中耐力型運動訓練更年期女性，發現即便訓練後肌肉力量皆有顯著提高，但停止運動6週後即下降至前測水平。據此推論，本研究未觀察到肌肉力量保留效果的原因可能與本研究的阻力訓練強度有關。儘管低強度高反覆的阻力訓練被認為可以促進肌肉力量與質量，但相比高強度低反覆的訓練方式，運動效益可能還是較低[36]。

停止運動後再訓練8週，本研究發現停經後婦女的肌肉力量與質量恢復到停止運動前水平。據我們所知，本研究是少數探討多元運動對停經後婦女再訓練效果的實驗，且與其他老年人從事阻力訓練後再訓練的研究結果一致[29,40]。肌肉記憶（Muscle Memory）現象可以解釋這種短期再訓練即可達到先前訓練成果的情況。肌肉在經過一段時間的訓練後對先前獲得之肌肉力量與質量具有記憶效應，使其在停止運動後重新開始訓練時，能比初次訓練時更快地恢復到先前狀態。Snijders等[41]指出其中有幾個關鍵機制：一、肌肉生長時，會增加肌細胞核（Myonuclei），這些細胞核在肌肉萎縮時並不會大量流失。當肌肉纖維再次增長時，受益於保留的肌細胞核，可以更快地合成蛋白質，從而快速增加肌肉體積。二、肌肉訓練可以改變DNA的甲基化模式（Methylation）和組織蛋白（Histones）的修飾，這種改變可能在訓練停止後仍然保留，此記憶形式使得再訓練時肌肉能夠快速響應與適應訓練負荷。三、長期訓練可以改善神經與肌肉的協調效率，即使在停止運動一段時間後，這種改善的效率可能仍部分保留，有助於快速恢復力量。

肌肉在個人生活品質和健康狀態中扮演著重要角色。肌肉透過運動能釋放多種影響大腦功能的細胞激素，有助於調節內分泌系統並促使更多血液流向大腦[42]。然而，隨著年齡的增長，肌肉質量流失導致肌少症風險上升與行動受限程度增加，進而影響社交活動，增加失智症風險。身體活動量與肌肉流失幅度具有關聯，前人研究比較了不同

停經階段婦女的身體活動量與肌肉質量的差異，發現身體活動量高的組別顯著高於久坐組及輕度身體活動量組[43]。亦有研究發現，肌肉質量較低的老年人在三年追蹤期間認知能力產生顯著衰退，尤其在大腦執行功能方面[44]。肌少症原是肌肉質量低下且身體活動能力衰弱的一種狀態，近年已被WHO認定屬於肌肉疾病的一種[45]。尤其肌少症往往伴隨骨質疏鬆症或肥胖症一併出現，對健康產生重大影響[6,46]。當身體能力逐漸衰弱後，從事運動的效益可能會有所不同，胡巧欣與吳一德[47]的研究探討不同體能狀態的老年人進行肌力訓練的效果，發現相較於體能較差的組別，體能較佳組擁有較全面且幅度更大的身體能力進步；此結果說明預防重於治療，應鼓勵停經後婦女儘早參與運動並培養規律運動習慣以獲得最佳效益。

全球肌少症盛行率介於10%至36%，嚴重肌少症則約2%至9%，女性被認為相比男性更容易罹患肌少症[48,49]。隨著全球人口老化，盛行率可能持續爬升。本國在長照政策指引下，相關的社區健康促進計畫例如「社區照顧關懷網」、「銀髮健身俱樂部」、「預防及延緩失能照護方案」、「運動i臺灣2.0」等皆已陸續推展執行，其中常態性辦理的運動課程不僅起到促進生活品質與初級預防照顧的功能，亦結合了社區志工發揮社區互助與照顧作用。衛福部網站相關統計資料指出，臺灣當前已建置社區照顧據點5,510處；平均每月辦理健康促進課程（包含運動類型課程）約8萬場，共162萬人次參與，自近一年的統計資料觀察，參與男女比例約1:3，以女性參與者居多（圖二）[50]。停經後婦女的下肢衰弱、跌倒機率及罹患肌少症風險情況都相對男性嚴重，因此，社區照顧據點辦理健康促進課程是降低停經後婦女相關健康風險的重要策略之一。

國健署辦理「預防及延緩失能照護方案」是社區照顧據點辦理運動課程的主要支持計畫，從2024年核定可供申請使用的方案列表中可以觀察到，含有運動元素的方案佔了多數[51]。然而，方案所支持的運動課程往往一週僅有一個時段（約2小時），如此恐怕不足以幫助社區照顧據點參與者們建立規律運動習慣及獲得運動益處[27]。因此，

據點照服員、個管師甚至志工們可能被賦予從事運動帶領及指導的期待或責任。本研究METP之設計方式（表一）對於運動器材的依賴程度較低，多以徒手或簡單負重物形式即可進行，可供具有相關需求單位參考運用。運動頻率方面亦可參考本研究進行一週至少三次的規劃，此亦符合WHO、ACSM及前人研究的相關運動建議[8,9,27]。

本研究具有四點限制：一、本研究對象年齡平均66歲（Young-old），研究成果可能無法推論到更高年齡層女性，尤其在78歲前後的老年人（Old-old）會有一次激烈的衰老變化[52]，多元運動的效益可能面臨更嚴峻的挑戰。二、運動介入過程中因應COVID-19防疫政策指導，實驗組大多佩戴口罩進行運動介入，被汗水淋濕的口罩會使呼吸不順暢，可能影響參與者對RPE之判定[53]。三、本研究在停止運動期間並未搜集並量化參與者的身體活動與運動量，儘管受試者回報並未刻意增加運動量，但身體活動量可能影響停止運動效果。四、本研究目的是探討多元運動方式對於停經後婦女肌肉表現的影響，驗證多元運動介入對肌肉表現產生的效果，然未設計功能性表現檢測加以對照，因此無法釐清坐姿到站姿時間的最小臨床重要差異值（Minimal Clinical Important Difference）。

結論與建議

隨著社會超高齡發展，包括停經後婦女的中高齡族群健康促進策略成為公共衛生的重點之一。隨老化產生的肌少症、慢性病和身體活動能力下降等問題不僅影響生活品質，更增加醫療系統負擔。從本研究結果可以得知，女性即使受停經影響肌肉質量與力量有所下降，但透過規律參與運動仍然可以有效改善。隨時都是「開始」和「重新開始」運動的好時機。

根據本研究結果提出以下建議：一、多元運動方式可以促進停經後婦女的肌肉表現，這有助於降低肌少症相關症狀之罹患風險並提高晚年生活品質。二、停止運動後的下肢肌肉力量可能會快速流失，應盡量縮減停止運動的時間以減少其影響；且若使用較高強度進行運動訓練，可能更具下肢肌肉力量保留效果。三、再訓練具有顯著的時間效

益，若老年人因故停止運動，應盡量鼓勵其恢復訓練，以持續獲得運動健康效益及保持良好體能。四、在老年人力量衰弱之前，應積極鼓勵其參與運動以促進身體能力，可降低超高齡社會對醫療資源的依賴程度。五、本研究之METP使用簡單器材甚至徒手即可執行，是簡單可行的運動方案，或可作為社區照顧據點運動課程設計之參考。六、建議後續研究可增加評估更多功能性檢測，例如30秒椅子坐站或2.44公尺起身繞物等檢測，進一步了解多元運動方式對停經後婦女功能性表現的助益。

致 謝

本研究感謝教育部補助大專校院STEM領域及女性研發人才培育計畫支持，謹致謝忱。

參考文獻

- Overlie I, Moen MH, Morkrid L, Skjaeraasen JS, Holte A. The endocrine transition around menopause -- a five years prospective study with profiles of gonadotropines, estrogens, androgens and SHBG among healthy women. *Acta Obstet Gynecol Scand* 1999;**78**:642-7. doi:10.1034/j.1600-0412.1999.780714.x.
- Maltais ML, Desroches J, Dionne IJ. Changes in muscle mass and strength after menopause. *J Musculoskelet Neuronal Interact* 2009;**9**:186-97.
- Marlatt KL, Pitynski-Miller DR, Gavin KM, et al. Body composition and cardiometabolic health across the menopause transition. *Obesity (Silver Spring)* 2022;**30**:14-27. doi:10.1002/oby.23289.
- Messier V, Rabasa-Lhoret R, Barbat-Artigas S, Elisha B, Karelis AD, Aubertin-Leheudre M. Menopause and sarcopenia: a potential role for sex hormones. *Maturitas* 2011;**68**:331-6. doi:10.1016/j.maturitas.2011.01.014.
- Buckinx F, Aubertin-Leheudre M. Sarcopenia in menopausal women: current perspectives. *Int J Womens Health* 2022;**14**:805-19. doi:10.2147/ijwh.S340537.
- Yu C, Du Y, Peng Z, et al. Research advances in crosstalk between muscle and bone in osteosarcopenia (Review). *Exp Ther Med* 2023;**25**:189. doi:10.3892/etm.2023.11888.
- 衛生福利部統計處：111年老人狀況調查報告。台北：衛生福利部，2024。
Department of Statistics, Ministry of Health and Welfare. Report of the Senior Citizen Condition Survey 2022. Taipei: Department of Statistics,

- Ministry of Health and Welfare, 2024. [In Chinese]
- Bayles MP. *ACSM's Exercise Testing and Prescription*. Philadelphia: Lippincott Williams & Wilkins, 2023.
- Bull FC, Al-Ansari SS, Biddle S, et al. World Health Organization 2020 guidelines on physical activity and sedentary behaviour. *Br J Sports Med* 2020;**54**:1451-62. doi:10.1136/bjsports-2020-102955.
- Heinrich KM, Crawford DA, Langford CR, Kehler A, Andrews V. High-intensity functional training shows promise for improving physical functioning and activity in community-dwelling older adults: a pilot study. *J Geriatr Phys Ther* 2021;**44**:9-17. doi:10.1519/jpt.000000000000251.
- Villareal DT, Aguirre L, Gurney AB, et al. Aerobic or resistance exercise, or both, in dieting obese older adults. *N Engl J Med* 2017;**376**:1943-55. doi:10.1056/NEJMoa1616338.
- Weber M, Belala N, Clemson L, et al. Feasibility and effectiveness of intervention programmes integrating functional exercise into daily life of older adults: a systematic review. *Gerontology* 2018;**64**:172-87. doi:10.1159/000479965.
- Marín-Cascales E, Alcaraz PE, Ramos-Campo DJ, Rubio-Arias JA. Effects of multicomponent training on lean and bone mass in postmenopausal and older women: a systematic review. *Menopause* 2018;**25**:346-56. doi:10.1097/gme.0000000000000975.
- Paterson DH, Warburton DE. Physical activity and functional limitations in older adults: a systematic review related to Canada's physical activity guidelines. *Int J Behav Nutr Phys Act* 2010;**7**:38. doi:10.1186/1479-5868-7-38.
- Filho MM, Venturini G, Moreira OC, et al. Effects of different types of resistance training and detraining on functional capacity, muscle strength, and power in older women: a randomized controlled study. *J Strength Cond Res* 2022;**36**:984-90. doi:10.1519/jsc.0000000000004195.
- Snijders T, Leenders M, de Groot LCPGM, van Loon LJC, Verdijk LB. Muscle mass and strength gains following 6 months of resistance type exercise training are only partly preserved within one year with autonomous exercise continuation in older adults. *Exp Gerontol* 2019;**121**:71-8. doi:10.1016/j.exger.2019.04.002.
- Bosquet L, Berryman N, Dupuy O, et al. Effect of training cessation on muscular performance: a meta-analysis. *Scand J Med Sci Sports* 2013;**23**:e140-9. doi:10.1111/sms.12047.
- Ogasawara R, Yasuda T, Ishii N, Abe T. Comparison of muscle hypertrophy following 6-month of continuous and periodic strength training. *Eur J Appl Physiol* 2013;**113**:975-85. doi:10.1007/s00421-012-2511-9.

19. Grgic J. Use it or lose it? A meta-analysis on the effects of resistance training cessation (detraining) on muscle size in older adults. *Int J Environ Res Public Health* 2022;**19**:14048. doi:10.3390/ijerph192114048.
20. Coquart JB, Garcin M, Parfitt G, Tourny-Chollet C, Eston RG. Prediction of maximal or peak oxygen uptake from ratings of perceived exertion. *Sports Med* 2014;**44**:563-78. doi:10.1007/s40279-013-0139-5.
21. Yang SW, Kim TH, Choi HM. The reproducibility and validity verification for body composition measuring devices using bioelectrical impedance analysis in Korean adults. *J Exerc Rehabil* 2018;**14**:621-7. doi:10.12965/jer.1836284.142.
22. Siedler MR, Rodriguez C, Stratton MT, et al. Assessing the reliability and cross-sectional and longitudinal validity of fifteen bioelectrical impedance analysis devices. *Br J Nutr* 2023;**130**:827-40. doi:10.1017/S0007114522003749.
23. Chen LK, Woo J, Assantachai P, et al. Asian working group for sarcopenia: 2019 consensus update on sarcopenia diagnosis and treatment. *J Am Med Dir Assoc* 2020;**21**:300-7.e2. doi:10.1016/j.jamda.2019.12.012.
24. Tanaka KI, Morisato Y, Nakajima H, Kanasaki K, Sugimoto T, Kanazawa I. Which is a better skeletal muscle mass index for the evaluation of physical abilities: the present height or maximum height? *Intern Med* 2021;**60**:1191-6. doi:10.2169/internalmedicine.5792-20.
25. Kera T, Kawai H, Takahashi J, et al. Association between ground reaction force in sit-to-stand motion and falls in community-dwelling older Japanese individuals. *Arch Gerontol Geriatr* 2020;**91**:104221. doi:10.1016/j.archger.2020.104221.
26. Haghghi AH, Shojaee M, Askari R, Abbasian S, Gentil P. The effects of 12 weeks resistance training and vitamin D administration on neuromuscular joint, muscle strength and power in postmenopausal women. *Physiol Behav* 2024;**274**:114419. doi:10.1016/j.physbeh.2023.114419.
27. Isenmann E, Kaluza D, Havers T, et al. Resistance training alters body composition in middle-aged women depending on menopause -- a 20-week control trial. *BMC Womens Health* 2023;**23**:526. doi:10.1186/s12905-023-02671-y.
28. Correa CS, Cunha G, Marques N, Oliveira-Reischak A, Pinto R. Effects of strength training, detraining and retraining in muscle strength, hypertrophy and functional tasks in older female adults. *Clin Physiol Funct Imaging* 2016;**36**:306-10. doi:10.1111/cpf.12230.
29. Sakugawa RL, Moura BM, Orsatto LBDR, Bezerra ES, Cadore EL, Diefenthaler F. Effects of resistance training, detraining, and retraining on strength and functional capacity in elderly. *Aging Clin Exp Res* 2019;**31**:31-9. doi:10.1007/s40520-018-0970-5.
30. Leitão L, Marocolo M, de Souza HLR, et al. Three-month vs. one-year detraining effects after multicomponent exercise program in hypertensive older women. *Int J Environ Res Public Health* 2022;**19**:2871. doi:10.3390/ijerph19052871.
31. Orsatti FL, Nahas EAP, Maesta N, Nahas-Neto J, Burini RC. Plasma hormones, muscle mass and strength in resistance-trained postmenopausal women. *Maturitas* 2008;**59**:394-404. doi:10.1016/j.maturitas.2008.04.002.
32. Haff GG, Triplett NT. *Essentials of Strength Training and Conditioning*. 4th ed., Champaign, IL: Human Kinetics, 2015.
33. Henneman E, Somjen G, Carpenter DO. Functional significance of cell size in spinal motoneurons. *J Neurophysiol* 1965;**28**:560-80. doi:10.1152/jn.1965.28.3.560.
34. Burd NA, Mitchell CJ, Churchward-Venne TA, Phillips SM. Bigger weights may not beget bigger muscles: evidence from acute muscle protein synthetic responses after resistance exercise. *Appl Physiol Nutr Metab* 2012;**37**:551-4. doi:10.1139/h2012-022.
35. Vinogradova OL, Popov DV, Netreba AI, et al. Optimization of training: development of a new partial load mode of strength training. *Fiziol Cheloveka* 2013;**39**:71-85. [In Russian: English abstract]
36. Schoenfeld BJ, Grgic J, Ogborn D, Krieger JW. Strength and hypertrophy adaptations between low- vs. high-load resistance training: a systematic review and meta-analysis. *J Strength Cond Res* 2017;**31**:3508-23. doi:10.1519/jsc.0000000000002200.
37. Sadeh S, Gobert D, Shen K-H, Foroughi F, Hsiao HY. Biomechanical and neuromuscular control characteristics of sit-to-stand transfer in young and older adults: a systematic review with implications for balance regulation mechanisms. *Clin Biomech (Bristol, Avon)* 2023;**109**:106068. doi:10.1016/j.clinbiomech.2023.106068.
38. Blocquiaux S, Gorski T, Van Roie E, et al. The effect of resistance training, detraining and retraining on muscle strength and power, myofibre size, satellite cells and myonuclei in older men. *Exp Gerontol* 2020;**133**:110860. doi:10.1016/j.exger.2020.110860.
39. Bocalini DS, Serra AJ, Rica RL, Dos Santos L. Repercussions of training and detraining by water-based exercise on functional fitness and quality of life: a short-term follow-up in healthy older women. *Clinics (Sao Paulo)* 2010;**65**:1305-9. doi:10.1590/s1807-59322010001200013.
40. Henwood TR, Taaffe DR. Detraining and retraining in older adults following long-term muscle power

- or muscle strength specific training. *J Gerontol A Biol Sci Med Sci* 2008;**63**:751-8. doi:10.1093/gerona/63.7.751.
41. Snijders T, Aussieker T, Holwerda A, Parise G, van Loon LJC, Verdijk LB. The concept of skeletal muscle memory: evidence from animal and human studies. *Acta Physiol (Oxf)* 2020;**229**:e13465. doi:10.1111/apha.13465.
 42. Gomasca M, Banfi G, Lombardi G. Myokines: the endocrine coupling of skeletal muscle and bone. *Adv Clin Chem* 2020;**94**:155-218. doi:10.1016/bs.acc.2019.07.010.
 43. Sipilä S, Törmäkangas T, Sillanpää E, et al. Muscle and bone mass in middle-aged women: role of menopausal status and physical activity. *J Cachexia Sarcopenia Muscle* 2020;**11**:698-709. doi:10.1002/jcsm.12547.
 44. Tessier AJ, Wing SS, Rahme E, Morais JA, Chevalier S. Association of low muscle mass with cognitive function during a 3-year follow-up among adults aged 65 to 86 years in the canadian longitudinal study on aging. *JAMA Netw Open* 2022;**5**:e2219926. doi:10.1001/jamanetworkopen.2022.19926.
 45. Falcon LJ, Harris-Love MO. Sarcopenia and the new ICD-10-CM code: screening, staging, and diagnosis considerations. *Fed Pract* 2017;**34**:24-32.
 46. Prado CM, Wells JC, Smith SR, Stephan BC, Siervo M. Sarcopenic obesity: a critical appraisal of the current evidence. *Clin Nutr* 2012;**31**:583-601. doi:10.1016/j.clnu.2012.06.010.
 47. 胡巧欣、吳一德：12週漸增式肌力訓練對老年人不同體能表現之成效。台灣衛誌 2020；**39**：412-26。doi:10.6288/tjph.202008_39(4).109036。
Hu CH, Wu IT. Effect of a 12-week incremental muscle strength training regimen on different physical performance in elderly people. *Taiwan J Public Health* 2020;**39**:412-26. doi:10.6288/tjph.202008_39(4).109036. [In Chinese: English abstract]
 48. Petermann-Rocha F, Balntzi V, Gray SR, et al. Global prevalence of sarcopenia and severe sarcopenia: a systematic review and meta-analysis. *J Cachexia Sarcopenia Muscle* 2022;**13**:86-99. doi:10.1002/jcsm.12783.
 49. Petermann-Rocha F, Chen M, Gray SR, Ho FK, Pell JP, Celis-Morales C. Factors associated with sarcopenia: a cross-sectional analysis using UK Biobank. *Maturitas* 2020;**133**:60-7. doi:10.1016/j.maturitas.2020.01.004.
 50. 衛生福利部：政府公開資訊。https://ccare.sfaa.gov.tw/home/statistics/institution-report/。引用2024/03/01。
Ministry of Health and Welfare, R.O.C. (Taiwan). Government public information. Available at: https://ccare.sfaa.gov.tw/home/statistics/institution-report/. Accessed March 1, 2024. [In Chinese]
 51. 衛生福利部國民健康署：113年度衛生福利部預防及延緩失能服務可使用方案一覽表。https://www.hpa.gov.tw/Pages/Detail.aspx?nodeid=4706&pid=16543&sid=16645。引用2024/03/01。
Ministry of Health and Welfare, R.O.C. (Taiwan). Overview of available programs for prevention and delay of disability services by the Ministry of Health and Welfare for the year 2024. Available at: https://www.hpa.gov.tw/Pages/Detail.aspx?nodeid=4706&pid=16543&sid=16645. Accessed March 1, 2024. [In Chinese]
 52. Lehallier B, Gate D, Schaum N, et al. Undulating changes in human plasma proteome profiles across the lifespan. *Nat Med* 2019;**25**:1843-50. doi:10.1038/s41591-019-0673-2.
 53. Poon ET, Zheng C, Wong SH. Effect of wearing surgical face masks during exercise: does intensity matter? *Front Physiol* 2021;**12**:775750. doi:10.3389/fphys.2021.775750.
 54. 張祐華、周宜辰、盧淑雲、徐志翔：熱身模式與熱身後恢復時間對短跑衝刺及垂直跳的影響。運動生理暨體能學報 2018；(26)：1-10。doi:10.6127/jepf.201806_26.0001。
Chang YH, Choc YC, Lu SY, Hsu CH. Effects of warm-up model and recovery time after warm-up on sprinting and vertical jump. *J Exerc Physiol Fitness* 2018;**(26)**:1-10. doi:10.6127/jepf.201806_26.0001. [In Chinese:English abstract]
 55. 方怡堯、張少熙、何信弘：多元性運動訓練對社區高齡者功能性體適能之影響。體育學報 2015；**48**：59-72。doi:10.3966/102472972015034801005。
Fang IY, Chang SH, Ho HH. Effects of multi-component exercise training on functional fitness in community-dwelling older adults. *Phys Educ J* 2015;**48**:59-72. doi:10.3966/102472972015034801005. [In Chinese: English abstract]
 56. Dunford EC, Valentino SE, Dubberley J, et al. Brief vigorous stair climbing effectively improves cardiorespiratory fitness in patients with coronary artery disease: a randomized trial. *Front Sports Act Living* 2021;**3**:630912. doi:10.3389/fspor.2021.630912.

Effects of multicomponent exercise, detraining, and retraining on muscle performance in postmenopausal women

CHUNG-KAI WANG^{1,3}, I-YAO FANG², PIN-CHUN CHAO^{1*}

Objectives: Menopause and aging-related hormonal changes lead to declines in muscle strength and mass in women. The World Health Organization and American College of Sports Medicine both recommend that older adults should engage in multicomponent exercise. This study investigated the effects of multicomponent exercise, detraining, and retraining on muscle performance in postmenopausal women. **Methods:** Thirty-three postmenopausal women (age: 67.2 ± 5.3 years) were randomly assigned to an experimental or a control group. The experimental group underwent 12 weeks of multicomponent exercise followed by 12 weeks of detraining and 8 weeks of retraining; the control group maintained their normal lifestyle. Regarding mechanical characteristics, the sit-to-stand test was performed and the skeletal muscle mass index (SMI) measured at four time points: before training, after 12 weeks of training, after 12 weeks of detraining, and after 8 weeks of retraining. The mechanical parameters measured were the peak ground reaction force (GRF), time to reach peak force, and time from sitting to standing, which can be used to assess lower-limb muscle strength, contraction speed, and dynamic balance. **Results:** The peak GRF and SMI of the experimental group were significantly better than those of the control group after the training, decreased during the detraining, but then rapidly recovered during the retraining. **Conclusions:** Multicomponent exercise enhances muscle strength and mass in postmenopausal women. The results of this study can serve as a reference for the design of community-based exercise programs. (*Taiwan J Public Health*. 2024;**43**(3):300-312)

Key Words: sarcopenia, physical activity, force plate, muscle memory, health promotion

¹ Department of Senior Welfare and Services, Southern Taiwan University of Science and Technology, No. 1, Nantai St., Yongkang Dist., Tainan, Taiwan, R.O.C.

² Physical Education Center, Southern Taiwan University of Science and Technology, Tanan, Taiwan, R.O.C.

³ Graduate Institute of Education, National Chung Cheng University, Chiayi, Taiwan, R.O.C.

* Correspondence author E-mail: tinachao@stust.edu.tw

Received: Mar 1, 2024 Accepted: Jun 18, 2024

[http://doi.org/10.6288/TJPH.202406_43\(3\).113015](http://doi.org/10.6288/TJPH.202406_43(3).113015)