

跨適能訓練對高齡者功能性體適能之影響

廖珮淳¹、王秀華^{1,*}、謝瓊儀²、李淑芳¹

摘要：跨適能訓練被公認為提升身體能力最快的模式之一，但是此訓練對高齡者相關的研究極為少量。**目的：**本研究運用跨適能訓練的基礎動作以及此訓練概念對高齡者功能性體適能之影響。**方法：**採用社區試驗及立意取樣 65 歲以上之高齡者，分為實驗組 22 位與控制組 8 位（共計 30 人）。實驗組為期 12 週，每週 2 次，每次 90 分鐘的課程，其課程運用本身體重（徒手）或垂手可得的器材（摺疊鐵椅子、彈力帶、彈力環）；將動作細分為簡單（降低基礎動作難度）、基礎、進階動作進行。之後，評估運動前與後的功能性體適能檢測是否有差異。**結果：**經過 12 週訓練後，閉眼靜態平衡（ 1.81 ± 0.57 vs. 2.24 ± 0.56 ）和動態平衡顯著（ 6.03 ± 1.24 vs. 6.80 ± 2.50 ）優於控制組，但是下肢肌力、心肺耐力和反應能力僅有組內顯著提升（ $p < .05$ ）。**結論：**經過 12 週跨適能訓練能降低高齡者的跌倒風險。

關鍵詞：老化，功能性訓練，Crossfit

The Effects of CrossFit on Functional Fitness in Elderly

Pei-Chun Liao¹, Hsiu-Hua Wang^{1,*}, Chiung-I Hsieh², Shuk-Fong Li¹

Abstract: CrossFit training was recognized as one of the effective exercise modes for improving physical ability. However, studies using Crossfit as the tool for training the elderly are scarce. **Purpose:** This study examined the effects of the foundation movements of CrossFit training and the progressive and regressive training concepts utilizing on the functional fitness of the elderly. **Methods:** Purposive sampling of community-dwelling elderly people aged over 65 years old was recruited, then divided into an experimental group of 22 and a control group of 8 (a total sample size of 30 elderly). The experimental group had 12 weeks, twice a week, with 90-min Crossfit training for each session. The training included using their body weight and/or some easily attainable equipment (folding iron chair, elastic band, and elastic ring); the movements were subdivided into simple (reduce difficulty from the basic movement), basic movements, and advanced level of movements. Finally, we assessed the differences in functional fitness tests before and after 12 weeks of Crossfit training. **Results:** After 12 weeks of CrossFit training, closed-eye static

¹ 國立中正大學運動競技學系暨運動與休閒教育碩士班；Department of Athletic Sports, National Chung Cheng University.

² 狼體能空間；Okamifitness Space.

* 通訊作者：王秀華；國立中正大學運動競技學系暨運動與休閒教育碩士班；Corresponding author: Hsiu-Hua Wang; Department of Athletic Sports, National Chung Cheng University; E-mail: grcsww@ccu.edu.tw

balance (1.81 ± 0.57 vs. 2.24 ± 0.56) and dynamic balance (6.03 ± 1.24 vs. 6.80 ± 2.50) for the experimental group were significantly better than the control group. The lower limb muscle strength, cardiorespiratory endurance, and reaction ability were only within the group significant improvement ($p < .05$). **Conclusions:** After 12 weeks of basic Crossfit training could reduce the risk of falls in the elderly.

Keywords: aging, functional training, Crossfit

壹、緒論

隨著科技日新月異和醫療品質提升使高齡者平均餘命不斷攀升，根據國家發展委員會（2020）統計，未來 2025 年我國將邁入超高齡社會，即每 5 人中就有一人為高齡者。據研究指出，高齡者若缺乏身體活動、生活習慣不佳將間接加速老化（Booth et al., 2011），長期久坐會導致肌肉流失、心血管功能喪失、身體功能下降等，而身體姿勢錯誤則造成關節硬化、肌肉損傷等意外風險，上述情形皆會影響日常生活能力（Valenzuela et al, 2018）。為維持身體功能和日常生活能力，從事身體活動與有結構的運動訓練有助於維持健康、獨立性和生活品質，可降低身體老化程度（Elliott et al., 2020）。因此，必須鼓勵任何年齡與有能力者積極運動。

近年來，高齡健身是全球健身的趨勢，強調若要保持健康和活躍老化需迎合高齡者的健身需求（W. R. Thompson, 2019），但是有許多運動方式可能受到場地、設備和器材等限制，使其執行的可行性及便利性不佳（謝忠展、曾國雄，2017），然而目前於歐美地區盛行的健身運動——混合式健身或跨適能健身（CrossFit）或許能解決社區健身器材有限與場地不便的問題。此訓練可用於

團體訓練，且只要手邊有任何可利用的器材即可進行訓練（邱志暉、黃鴻鈞，2013），CrossFit 發明者 Glassman 藉由舉重、體操和田徑的訓練原理為發想，以高強度、不斷變化性和功能性方式執行全身性混合式的訓練，其訓練內容連結生活中的動作如拉、推、舉、跳、丟、蹲等進行，相較於過往傳統單一運動訓練方式，突顯了 CrossFit 訓練的廣泛及趣味性（Glassman, 2002）。此外，CrossFit 的特色與訓練概念為尋求身體功能的優勢以及尋求身體功能的能力，且認為可訓練的族群範圍廣泛，如包括了高齡者、孩童、殘疾人士（Glassman, 2002），訓練過程以基礎動作、功能性訓練搭配訓練時間或是自我挑戰方式等變化進行，如在時間內盡力且盡快達成訓練組數（as fast as possible，簡稱 AFAP）、盡可能突破自己完成最高的組數（as many reps/rounds as possible，簡稱 AMRAP）、做完規定的組數後並休息所規定的時間後，再進行下一組運動（every minute on the minute，簡稱 EMOM）或是按照規定次數、組數做完即可。在 2021 年國外有 1 篇對平均 71 歲的健康高齡者執行 8 週（2 天／週）高強度功能性訓練，訓練動作有啞鈴推舉、壺鈴擺盪、硬舉、引體向上、平板撐、高腳杯深蹲、200 米慢跑和 250 米划

船測力計等動作，訓練模式有限時內盡可能完成多組數、間歇訓練、完成規定次數或是限時內完成規定組數等方式進行，例如 10 下壺鈴擺盪加 20 次單迴旋跳繩以及 10 下深蹲，限時 12 分鐘內盡量完成多組，或是 12 分鐘內完成 10 次拿啞鈴登階加 1 次熊爬、30 秒平板撐以及 10 次肩推，以及規定執行 5 輪的 250 米划船測力計和 8 下啞鈴肩推。其以最大努力和間歇方式達成高強度功能性訓練（Heinrich et al., 2021），雖然動態平衡、上下肢肌力、心肺耐力、日常生活活動的自我信心和難易度均改善，但是此訓練模式對於臺灣社區的高齡者是否合適仍有疑慮。由於社區的高齡者之年齡範圍廣泛，在訓練過程可能受到個體的獨特性而有所限制（方怡堯等，2015），此外，Claudino 等（2018）認為 CrossFit 對於身體能力水準較低的學員容易產生危害，若要降低運動傷害需優化訓練方式。簡言之，運動設計需要顧及個體的獨特性與差異性，才盡可能達到促進效果。過去學者 Widman（2009）將 CrossFit 歸納出九大基礎動作有徒手深蹲、前深蹲、過頭深蹲、肩上推舉、借力肩上推舉、瞬間推舉、下背硬舉、相撲式硬舉上提和藥球翻轉，認為上述動作是構成三維空間中物理能力的本質，較容易轉化為其他所有運動的動作。Mallia（2016）研究中運用 CrossFit 的九大基礎動作針對養老院高齡者進行 8 週每週 2 次（45–60 分鐘）的訓練，前期僅用深蹲、前深蹲、過頭深蹲和肩上推舉進行訓練，後期則以熟悉硬舉、相撲式硬舉等動作方式進行，結果在上肢肌力、下肢肌力、動態平衡、上肢柔軟度、心肺耐力均改善。上述 Mallia（2016）和 Heinrich 等（2021）以 CrossFit 訓練對高齡者身體功能之研究

只採用一組實驗組別做實驗，未納入另一組做比較，因此在實驗觀察與比較時仍有受限。此外，CrossFit 訓練對高齡者相關的研究極為少量，以及根據本研究者的樂齡運動教學與觀察經驗，發現社區實際現場常有年紀範圍廣泛、身體能力差異大的高齡者，使教學過程中需要簡單（降低基礎動作難度）、基礎與進階動作的配套，以利不同個體能在課堂中皆能將身體功能鍛鍊到位。由於每個個體體能水準不同，因此會進行滾動式修正，像是無法做基礎動作之學員採用簡單動作執行，若規定次數無法達到（如反覆次數 15 次 × 3 組），則給予該學員降低次數（如 12 次 × 3 組），以學員本身最大努力執行。基此，本研究「跨適能」訓練旨在探討運用 CrossFit 基礎動作和訓練概念對高齡者功能性體適能之效益。

貳、方法

一、研究對象

本研究對象為年滿 65 歲以上，並經知情同意與身體活動準備問卷（physical activity readiness questionnaire, PAR-Q）篩選無重大疾病之高齡者。受試者出席率需達 24 堂課的 7 成以上（約 17 堂課）若不適合運動訓練、課堂缺席次數過多以及未完成前、後測皆會排除本研究。最終符合條件之受試者，實驗組為 22 人，分別為女性 19 位（平均 74 歲）、男性 3 位（平均 73 歲）；控制組為 8 人，分別為女性 7 位（平均 70 歲）及 1 位 71 歲男性。

二、實驗流程

在實驗介入前本研究招募並培訓 20

小時體適能之檢測員，並同時以文宣方式招募年滿 65 歲以上之高齡者。招募後，藉由 PAR-Q 進行調查和受試者篩選，再進行功能性體適能測驗及實驗介入。本研究為社區試驗，採立意取樣將受試者分為實驗組與控制組。實驗總期程為 14 週。第 1 週為前測；2-13 週為訓練介入，實驗組進行每週 2 次、每次 90 分鐘的跨適能訓練，控制組則維持正常生活型態；第 14 週為後測。

三、跨適能訓練內容

本研究邀請曾參與並且通過跨適能訓練及培訓之教練指導本次訓練課程，該教練有 5 年以上的高齡運動指導經驗，在訓練過程中也另外安排教育部體育署中級體適能指導員進行動作調整等協助，以確保訓練過程之安全，在每次課堂結束後，本研究與指導教練會進行討論和反思進一步滾動式修正，如無法作弓步蹲的學員，改做跨步動作即可，再循序漸進調整，使課程更趨完善。跨適能訓練為期 12 週，每週 2 次，每次 90 分鐘，前 15 分鐘為暖身，以田徑原理進行原地踏步、走路、快走、慢跑至小碎步，節奏由慢到快、關節角度由低抬腿到高抬腿等動作，移動方位從直線前行改變為側併走、交叉走橫移等動態暖身，爾後藉由簡單動作（降低基礎動作難度）評估高齡者動作控制、關節活動等狀況；主運動約為 60 分鐘（含 10 分鐘休息）以 Widman (2009) 歸納的九大基礎動作（有徒手深蹲、前深蹲、過頭深蹲、肩上推舉、借力肩上推舉、瞬間推舉、下背硬舉、相撲式硬舉上提和藥球翻轉）和 Glassman (2002) 訓練概念並根據漸進負荷原則進行訓練；最後 15 分鐘針對主要肌群進行伸展放鬆，每個動作停留約

30 秒 × 1 組。考量受試者之安全性及可行性，課程設計多以自身重量、合成塑膠（polyvinyl chloride, PVC）水管、彈力帶、彈力環及摺疊鐵椅子等生活上垂手可得的物品作為阻力輔助器材，如表一。動作設計以九大基礎動作的解剖面及動力鏈編制簡單、基礎、進階之動作變化，像是由 1/4 深蹲至半蹲，或是進階成弓步蹲等方式進行，如表二。訓練過程採用 Borg10 級運動自覺量表概念判斷受試者的體能狀況（Borg, 1998），若受試者在運動過程仍保持對話，表示強度為 5 級，或是仍可以對話但不想保持對談之情況，強度則落在 7 級（張佐任等，2022; Foster et al., 2008）。訓練課表如表二。

四、功能性體適能檢測項目

本研究採用 Rikli 與 Jones (2013) 發明的檢測方式，而測量儀器與嘉義創業創新研發中心之自行車暨健康科技工業研究發展中心合作，檢測所需之儀器由此單位研發且提供，檢測儀器科技化、電腦作業化，此儀器的檢測數值具有可信度（李淑芳等，2014；葉家菱等，2014）；並於全省多地進行功能性體適能檢測且收集資料、建立常模，受試者能於檢測後立刻分析回饋健康體位狀況。檢測項目有抓背（上肢柔軟度）、坐椅體前彎（下肢柔軟度）、握力（上肢肌力）、30 秒坐椅站立（下肢肌力）、2.44 公尺坐椅繞物（動態平衡）、2 分鐘原地抬膝（心肺耐力）；唯不同處於本研究靜態平衡能力是採用閉眼感覺統合測驗，運用平衡軟墊（AIREX Balance Pad Elite，尺寸：50 公分 × 41 公分 × 6 公分、重量：0.77 公斤）測量搖晃指數。受試者站立不動於軟墊進行閉眼 20 秒，若搖晃指數越低表示靜態平衡

表一 輔助教具用途介紹

教學教材	示意圖	介紹與教學用途
自身重量		運用自身重量當作負重，初步瞭解動作位移和張力感受。
PVC 水管		重量：約 100 克 阻力改變：可自行加重，如裝水、米、豆子等。 用途：進一步調整動作角度，並且逐步瞭解負重前的協調性，如上槓動作、硬舉抓槓預備姿勢。
彈力帶		重量：輕強度 2.5 公斤／ 5.5 磅；中強度 3.88 公斤／ 8.4 磅 阻力改變：增加拉的數量（如拉 2 條）或是次數。 用途：強化單關節與多關節的訓練。
彈力環		重量：輕強度 2.3 公斤／ 5.1 磅；中強度 3.8 公斤／ 8.4 磅 阻力改變：增加拉的數量（如拉 2 條）或是次數 用途：在做下肢動作時可以提醒學員膝蓋不向內，或是橫移時可增加阻力。
摺疊鐵椅子		重量：約 3 公斤 阻力改變：增加數量或是放水瓶增加關節穩定的挑戰 用途：模擬上槓的重量與動作，並且提升生活相關動作之連結

資料來源：研究者自行整理。圖已獲得當事人同意後使用。

註：PVC，合成塑膠，polyvinyl chloride。

能力越好。此外，本研究的 2.44 公尺坐椅繞物測驗含有反應測試，望能觀察高齡者多項功能性體適能之能力，程序為準備一張 43 公分的椅子靠牆維持穩定，在椅子上放置感應坐墊，受試者坐在坐墊前

緣，當聽到儀器發出「逼」的聲響，便以最快速度起身，以臀部立即離開椅子的瞬間作為反應能力，若受試者在「逼」的聲響前提早起身，儀器會發出警告聲響並重新測量。當受試者成功按照測驗規定起身

表二 跨適能訓練課程動作內容

週數	主運動—跨適能基礎動作
1	1/4 深蹲 8-12 下 × 3 組、深蹲 15 下 × 4 組
2	弓步蹲（評估）、深蹲墊腳尖 12-15 下 × 3 組
3	PVC 水管硬舉（評估）、深蹲 12-15 下 × 3 組、彈力環深蹲側走 6 步 × 3 組、坐姿彈力帶肩推單手各 8 下 × 3 組、雙手 10 下 × 2 組
4	徒手相撲蹲舉（評估）、弓步蹲、PVC 水管相撲式硬舉評估、PVC 水管前蹲 8 下 × 3 組、PVC 水管肩推 10 下 × 2 組、PVC 水管弓步蹲 8-10 下 × 3 組、坐姿早安式
5	PVC 水管過頭深蹲 10-12 下 × 3 組、鐵椅子前蹲 8-10 下 × 3 組
6	鐵椅子硬舉 12-15 下 × 3 組、PVC 水管過頭深蹲 12-15 下 × 4 組、PVC 水管借力推 15 下 × 4 組
7	徒手深蹲 15 下 × 4 組、鐵椅子肩推 10-15 下 × 3 組、鐵椅子借力推 10-15 下 × 3 組
8	弓步走 30 公尺、徒手深蹲 12-15 下 × 4 組、彈力帶肩推、深蹲側走左右 6 步
9	弓步走 30 公尺、雙人互動一人深蹲（等長收縮）一人彈力帶划船（等張收縮 12-15 下 × 4 組）、徒手過頭深蹲 10-15 下 × 4 組、鐵椅子過頭深蹲 10-12 下 × 4 組
10	深蹲 15 下 × 4 組、彈力帶肩推 15 下 × 4 組
11	彈力帶過頭深蹲 12 下 × 4 組、彈力帶借力挺 10-12 下 × 3 組、PVC 水管相撲式硬舉 15 下 × 4 組、PVC 水管、相撲式硬舉上提 15 下 × 3 組
12	闖關限時訓練 計時完成雙人 PVC 水管過頭蹲、水啞鈴火箭推 10-12 下 × 3 組、側蹲移動（關卡式）、計時完成彈力帶夾胸（4 人完成 60 下）、PVC 水管借力推 20 下（4 人同時舉才算 1 下）、小跳躍來回 3 趟（4 人同時跳過才算）

資料來源：由本研究自行整理。

註：PVC，合成塑膠，polyvinyl chloride。

後，順勢行走 2.44 公尺繞物並坐回椅子時，感應坐墊以及軟體會記錄臀部瞬間離開椅子的反應時間和全程 2.44 公尺坐椅繞物的時間。此測試在練習後正式測驗為 2 次，取最佳成績（李淑芳等，2014）。上述的測量方式，本研究皆有進行保護措施，為避免受試者在坐椅子時有坐空或是往後仰的傾向，椅子皆採用固定式無滾輪且有椅背的椅子，並椅背靠於牆壁做穩定。此外，在做檢測前，施測者會先示範給受試者，除了提高測量的準確度之外亦讓受試者在檢測時，動作能保持正確並降低動作代價和受傷風險。無論是測量 2.44 公尺坐椅繞物、站姿靜態平衡或是 30 秒坐椅站立等動、靜態評估，都會在受試者旁邊做保護動作，如雙手張開並站立於受試者側邊做保護動作。若受試者在行進過程有任何重心不穩之情形，可隨時做保護的反應動作。

五、統計分析

實驗測量所得之各項資料以電腦 SPSS 21.0 for windows 統計套裝軟體進行統計分析，受試者的基本資料與測驗所得數值以平均數和標準差呈現。首先用獨立樣本 *t* 檢定分析組間基本生理參數（年齡、身高、體重等）和各項功能性體適能之前測是否有差異。爾後，使用單因子共變數分析（one-way analysis of covariance, one-way ANCOVA）進行分析，將受試者前測資料作為共變因子，以回歸同質假設判斷依變項（後測）與共變項（前測）的關聯性在各組內是否相同，再進一步比較考驗實驗組和控制組組間的后測成績是否有差異，並採最小顯著差異法檢定（least significant difference, LSD）進行事後考驗。另外以相依樣本 *t* 檢定分析各組內前、後測成績是否有差異。所有差異考驗的顯著水準設定為 $\alpha = .05$ 。

參、結果

一、兩組基本生理參數之情形 (包含年齡、身高、體重、 身體質量指數)

經獨立樣本 t 檢定後，兩組間的基本生理參數以及功能性體適能之前測值皆無顯著差異，如表三。

二、訓練 12 週後，兩組的功能性 體適能之變化

透過 one-way ANCOVA 將前測作為控制因子後進一步比較兩組間後測之差異。分析後（如表四），本研究閉眼靜態平衡與動態平衡達組間差異，事後比較皆為實驗組進步幅度高於控制組（ $p < .05$ ）。以相依樣本 t 檢定發現，實驗組組內的下肢肌力、動態平衡、心肺耐力和反

應能力皆達顯著進步，而控制組的閉眼靜態平衡則出現顯著退步。

肆、討論

本研究證實運用跨適能訓練主要能提升高齡者平衡能力，在實驗組組內僅部分功能性體適能有進步趨勢，因此將細分為柔軟度、肌力、平衡能力、心肺耐力和反應能力五大元素進行討論。

一、柔軟度

本研究的上、下肢柔軟度的結果與過去研究結果相近，其該作者群指出針對柔軟度訓練需要高達 24 週以上方能顯著改善柔軟度（方怡堯等，2015；廖芳綿等，2019；謝瓊儀、王秀華，2017），除此之外，此結果可能與訓練方式亦有關聯，在謝忠展與曾國雄（2017）的運動介入以

表三 兩組基本生理參數之情形（包含年齡、身高、體重、身體質量指數）

變項	實驗組	控制組	p 值
年齡（歲）	74.77 ± 4.59	70.25 ± 4.27	.73
身高（公分）	154.44 ± 7.96	154.75 ± 7.52	.79
體重（公斤）	56.99 ± 11.14	60.69 ± 9.13	.40
BMI（公斤／公尺平方）	23.80 ± 3.96	25.38 ± 3.50	.83

註：BMI：body mass index，身體質量指數。

表四 兩組 12 週訓練前、後的功能性體適能之變化

變項	前測			後測		
	實驗組	控制組	p 值	實驗組	控制組	p 值
上肢柔軟度（公分）	-2.20 ± 11.93	-5.46 ± 10.41	.49	-2.55 ± 11.17	-5.85 ± 11.17	.84
下肢柔軟度（公分）	7.11 ± 12.32	10.13 ± 11.24	.60	8.22 ± 12.01	11.49 ± 8.82	.73
握力（公斤）	22.79 ± 5.08	24.00 ± 5.23	.95	23.28 ± 5.73	23.59 ± 6.24	.30
下肢肌力（次）	15.68 ± 4.27	20.50 ± 6.76	.05	17.36 ± 5.05*	22.50 ± 7.52	.71
閉眼靜態平衡（平衡穩定指數）	1.97 ± 0.48	1.76 ± 0.30	.33	1.81 ± 0.57	2.24 ± 0.56*	.01 [#]
動態平衡（秒）	6.96 ± 1.38	6.91 ± 2.23	.30	6.03 ± 1.24***	6.80 ± 2.50	.00 [#]
心肺耐力（次）	107.68 ± 13.74	116.25 ± 21.26	.08	115.41 ± 10.96**	114.63 ± 20.15	.26
反應能力（秒）	0.83 ± 0.13	0.82 ± 0.16	.63	0.77 ± 0.14**	0.91 ± 0.30	.06

註：** 表示組內達顯著 $p < .03$ ；*** 表示組內達顯著 $p < .01$ ；# 表示組間達顯著差異。

上、下走樓梯為訓練，下肢柔軟度雖然無顯著差異但是平均數呈現退步趨勢（上樓梯組前測 14.3 cm vs. 後測 7 cm；下樓梯組前測 10.2 cm vs. 後測 6.1 cm），相較之下，吳柏翰等在 2010 年與 2013 年採用全身性振動儀器搭配伸展之研究，針對肩關節、髖關節、膝關節等全身性伸展訓練共 6 週，每週 3 次（每次 30 秒 × 3 組 × 組間休息 60 秒）可達到上、下肢柔軟度顯著進步（吳柏翰等，2013；吳柏翰等，2010）。另一方面，Feland, Myrer, Schulthies, Fellingham 與 Measom（2001）針對 65–97 歲之高齡者進行 6 週不同伸展時間（15、30、60 秒，5 次／週），發現靜態伸展的維持時間越長對關節活動度的改善越明顯，也因為長期伸展因素降低肌肉僵硬改善組織的延展性（蔡存維等，2011）。因此除了運動類型的特殊性會影響伸展的效益之外，就伸展時間、頻率判斷，本研究在進行伸展緩和只針對訓練的作用肌群做伸展且只做約 30 秒 × 1 組，故推論伸展時間越短、頻率越少對高齡者越無效。此外，本研究的訓練項目多項，課程內容較少針對伸展動作，以致無法有效改善柔軟度。

二、肌力

跨適能訓練的基礎動作對高齡者的握力無論組間或組內皆無顯著進步，但從平均數觀察到實驗組仍有進步趨勢，控制組則呈現退步趨勢。多數研究已證實未保持規律運動的高齡者，肌力都會有退步的情形（方怡堯等，2015；謝瓊儀、王秀華，2017；Bårdstu et al., 2020）。本實驗握力有進步趨勢的原因可能是因為訓練方式皆以自身重量、約 3 公斤的鐵椅子和彈力帶等進行漸進式負重訓練，肌肉受到負

重與漸進強度關係使肌肉受到機械壓力，在每次訓練完後的休息及恢復過程誘發肌原纖維肥大進而增加肌力（Taber et al., 2019），但是實驗組組內沒有顯著差異，與廖芳綿等（2019）的研究結果不同，該學者動作設計有特定執行開瓶蓋、提水、剝龍眼殼等小肌群使用和精細動作訓練，該研究握力呈現顯著進步（前測 20.24 kg vs. 後測 21.71 kg）。不過是否與訓練動作亦有關聯，未來還需進一步探討。

在下肢肌力方面，兩組之間雖然無顯著差異，不過實驗組組內有顯著進步。可能社區場域的高齡者年齡範圍廣泛，每個個體學習動作的能力有差異（Seidler et al., 2002）。運動控制與認知和運動感覺系統有關且互為複雜的作用關係，由於衰老過程會降低運動表現與認知，在接收動作後如何執行時的反應時間到處理便轉化執行的速度會變慢，以及認知降低導致執行力產生誤差，因此對於運動速度、動作的形成、動作變化、力量、協調等控制有關（Ketcham & Stelmach, 2004）。此外，本研究訓練動作以深蹲、拿鐵椅子做前蹲、硬舉、過頭深蹲等股四頭肌、腿後肌群、臀肌等多關節訓練，多關節訓練與單關節訓練相比，執行過程較為複雜（Seidler et al., 2002），需要穩定的關節和保持張力並專注的肌群較多。年齡增長會影響單關節動作的肌力損失，但多關節的肌力損失則影響生活功能較多，若要提升肌力、爆發力和速度，反而應該要執行多關節訓練（Allison et al., 2013）。另一方面，下肢肌力的提升未達組間差異之原因可能來自神經肌肉的適應，肌肉力量的增加主要歸因於神經適應（Wong et al., 2018）。

三、平衡能力

感覺整和測試主要為評估視覺、本體感覺和前庭覺在平衡中所扮演的腳色，本研究閉眼靜態平衡測驗為踩至軟表面進行並排除視覺能力，因此本體感覺和姿勢穩定是關鍵。本實驗能改善高齡者的平衡能力之機制可能為下肢神經肌肉的適應，由於下肢肌力訓練過程誘發運動單元招募提升，可同時刺激拮抗肌群與協同肌群的運動單元招募，活化整體肌肉功能，且研究指出進行高強度力量訓練，下肢肌力進步越多者越能提高平衡控制能力（Hess & Woollacott, 2005）。近年來，亦有研究指出 CrossFit 含有肌力訓練與間歇訓練的元素，訓練內容強調高強度、功能性與多關節的動作，與高強度間歇訓練或是一般傳統阻力訓練相比，更能促進肌肉招募（Feito et al., 2018）。當肌肉招募以及肌肉活動增加，周邊神經的放電率和神經突觸的連結亦能提升進而增強關節本體感覺，並強化姿勢控制等相關機制（Zech et al., 2010）。此外，Eckardt（2016）指出不穩定訓練也能引發神經肌肉系統內的協同效應，自由重量訓練促進肌肉活動似乎比固定式機械儀器訓練多，透過增加核心肌肉以及穩定小肌群和主要肌群的方式，促進下肢到上肢發力過程的流暢度，從而改善姿勢控制。然本研究藉由 Crossfit 訓練概念，運用自身重量、自由重量、多關節、功能性等進行訓練可能誘發高齡者的神經連結與肌肉招募，改善姿勢穩定度以及控制能力，使高齡者在靜態平衡中能有效控制身體的穩定性。

在訓練目的，功能性訓練意旨改善個人完成某項任務的能力，像是和椅子坐站動作相似的深蹲，或是模擬日常跨越障礙

物情況的弓步走動作，藉由生活功能的動作作為出發點的訓練（Liu et al., 2014），其包括平衡、力量、耐力等多項的訓練元素。在回顧研究裡，已證實高強度功能性訓練可以改善高齡者的步態和平衡能力（Yeh et al., 2021），其中原因可能是功能性訓練更貼近人們平常執行日常生活的方式（Liu et al., 2014）。另一方面，CrossFit 訓練涵蓋阻力和功能性鍛鍊元素，Schwenk 等（2014）研究認為訓練動作的元素同時含有阻力和功能鍛鍊，比只有單純步行運動的功能訓練來的有效改善步態。因此透過上述研究，下肢肌力提升能刺激神經肌肉的適應以及身體穩定性之外，訓練的動作越接近生活動作型態且結合阻力或許對平衡能力會有更好的效果。就以生活動作相似的訓練方式，在 Mohammadi 等（2012）研究中，運用深蹲、伸膝肌、舉踵、弓步蹲等動作訓練男性運動員 6 週，結果顯示靜態和動態平衡皆顯著提升。此外，65 歲以上高齡者在皮拉提斯墊進行 12 週（3 次／週 × 40 分鐘）深蹲、單腳站立等動作亦可增加靜態和動態平衡能力（Hyun et al., 2014），或是藉由機械式阻力訓練進行 10 次反覆 × 3 組深蹲、國繩肌彎舉、舉踵的動作提升本體感覺（K. R. Thompson et al., 2003）。綜合上述研究，推論本研究執行阻力結合功能性訓練的跨適能訓練有助於提升高齡者的神經適應，進而改善對肌肉的控制與穩定度，且同時提升平衡能力。

四、心肺耐力

本研究實驗組的心肺耐力之改善情形僅在組內達顯著差異，但從數據觀察出控制組的心肺耐力之平均數有退步的趨勢。實驗組組內的心肺耐力有顯著進步的

原因可能與下肢肌力進步有關 (Artero et al., 2012)。Vincent 等 (2002) 指出無論是低強度或是高強度的阻力運動皆能提升高齡者的心肺耐力，這是因為阻力運動導致肌肉量的增加，使肌肉內的微血管重塑增生，提升氧化酶活性。本實驗的主運動多為阻力運動，與過往研究進行自身重量訓練或是使用彈力帶、鐵椅子等教具多元訓練相似，其內容為漸進負荷（次數：8-12 下 × 2-4 組），並同樣顯示實驗組組內的下肢肌力以及心肺耐力有提升（方怡堯等，2015；謝瓊儀、王秀華，2017；Bårdstu et al., 2020）。此外，方怡堯等 (2015) 發現實施 12 週或是更久的多元性運動能提升並維持高齡者的心肺耐力，反觀無規律運動的高齡者在心肺耐力則呈現退步。在訓練強度，顏政通、邱柏豪與何信弘 (2019) 指出 rating of perceived exertion (RPE) 強度控制在 5-6 級，甚至 6 級以上強度的訓練能使不同年齡層的高齡者之心肺耐力有進步趨勢，本研究參考張佐任等 (2022) 與 Foster 等 (2008) 的研究，透過對話的方式瞭解學員的訓練負荷狀態，運用 RPE5-7 級的概念（即運動過程會喘但還能對話）判斷受試者訓練負荷狀況，其對實驗組組內有進步效果。因此，推論本實驗能提升心肺耐力的因素除了規律運動及維持一定的強度之外，亦歸因於下肢肌力的提升。

五、反應能力

接受刺激訊號到機械性動作反應之間所經過的時間為反應能力 (Stuart-Hamilton, 2002/2008)，本研究運用聽力反應的方式測量反應能力，此能力是預測跌倒的重要指標，與視覺、本體感覺和神經傳導速度有關 (Lewis & Brown, 1994;

Lord & Fitzpatrick, 2001)。而本研究僅實驗組組內的反應能力有達顯著進步，與控制組無組間差異，且控制組僅能從平均數觀察到反應能力有下降的趨勢。過往研究指出反應能力與肌力有關聯，Li 等 (2009) 指出跌倒的預防取決於瞬間啟動適當的姿勢反應。若下肢肌力越好的人，面對瞬間的反應及肌肉控制和穩定度越高，尤其是腳踝周圍的肌肉控制 (Pijnappels et al., 2008)。在訓練方面，Okubo 等 (2017) 綜合分析指出踏步訓練的跨步、踏步中也許能模擬真實的跌倒情境，能使大腦產生學習信號，提高下次面對跌倒情境時的反應時間。本研究在訓練過程，或許使用深蹲、弓步蹲改變不同足底面積的阻力訓練，在實驗組組內除了下肢肌力提升外，也幫助了瞬間起身的反應能力。

伍、結論與建議

一、結論

透過 12 週跨適能訓練能有效提升平衡能力。在編製課程上，若面對資源匱乏或是教具不足的社區，體適能指導員能運用自身重量或是社區垂手可得的折疊鐵椅子，以及輕便攜帶的教具彈力帶、彈力環進行訓練。這不僅能解決社區教具或場地不佳之問題，同時能讓高齡者進行多元運動。本研究鼓勵在編製課程時，多運用生活功能的動作作為課程設計之構想，如深蹲、硬舉、借力推等動作，可以提升高齡者的神經適應能力，有助於執行走、跨、坐、站等日常生活動作，尤其是行走、站立相關的平衡能力，顯示跨適能訓練能降低高齡者的跌倒風險，提供給體適能指導員作參考。

二、建議

本研究採立意取樣，僅針對兩個社區作為實驗組及控制組，導致受試者不均影響人數，這可能進而影響僅部分功能性體適能提升以及研究限制，因此提出以下建議作為日後相關研究參考並提供研究方向：（一）增加社區採樣以利提升樣本數並採隨機分組方式。（二）本研究僅針對高齡者進行實驗，因此推論於其他族群有所限制，建議未來可以針對兒童、青少年、選手或是認知功能障礙者等不同族群進行訓練。

參考文獻

- 方怡堯、張少熙、何信弘（2015）。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，**48**（1），59-72。
- 吳柏翰、陳柏翰、陳明宗（2013）。全身性振動伸展訓練對女性高齡者功能性體適能之影響。*體育學報*，**46**（4），339-350。https://doi.org/10.6222/pej.4604.201312.1304
- 吳柏翰、葉乃菁、林正常（2010）。全身性振動伸展訓練對女性高齡者關節活動度之影響。*大專體育學刊*，**12**（3），88-97。https://doi.org/10.5297/ser.1203.010
- 李淑芳、王秀華、陳奇鈺、蔡健儀、賴世平、陳奕信、葉家菱（2014，11月22日）。Normative functional fitness scores of elderly in Chiayi [口頭發表]。2014 嘉義國際運動產業論壇暨學術研討會，國立中正大學，嘉義縣。
- 邱志暉、黃鴻鈞（2013）。交叉健身運動在體適能訓練上的應用。*身體活動與運動科學學刊*，**2**（2），5-11。
- 張佐任、劉玫舫、張文典、吳鴻文、陳淑雅（2022）。遊戲式運動影響苗栗社區衰弱前期老人身體功能與運動動機之先導研究。*大專體育學刊*，**24**（1），128-142。https://doi.org/10.5297/ser.202203_24(1).0009
- 國家發展委員會（2020）。中華民國人口推估（2020至2070）。https://pop-proj.ndc.gov.tw/download.aspx?uid=70&pid=70
- 葉家菱、王秀華、蔡健儀、賴世平、陳奕信、張淑芬、李淑芳（2014，11月22日）。攜帶式簡易平衡儀信效度驗證 [口頭發表]。2014 嘉義國際運動產業論壇暨學術研討會，國立中正大學，嘉義縣。
- 廖芳綿、蘇鈺雯、郭嘉昇、黃清雲、魏惠娟（2019）。多元運動方案介入對社區高齡者功能性體適能之成效探討。*長期照護雜誌*，**23**（1），45-60。https://doi.org/10.6317/LTC.201907_23(1).0005
- 蔡存維、郭彥宇、蔡櫻蘭（2011）。團體伸展訓練課程對長期照護機構高齡者功能性體適能的影響。*大專體育學刊*，**13**（4），445-452。https://doi.org/10.5297/ser.1304.012
- 謝忠展、曾國雄（2017）。樓梯運動對高齡者功能性體適能之影響。*體育學報*，**50**（1），33-42。https://doi.org/10.3966/102472972017035001003
- 謝瓊儀、王秀華（2017）。多元運動課程介入對輕度認知功能障礙高齡者之成效研究。*嘉大體育健康休閒期刊*，**16**（2），13-32。https://doi.org/10.6169/NCYUJPEHR.16.2.02
- 顏政通、邱柏豪、何信弘（2019）。12週運動訓練對高齡者功能性體適能之影響。*淡江體育學刊*，**22**，56-73
- Stuart-Hamilton, I. (2008)。老人心理學導論（葉在庭、鍾聖校譯）。五南。（原著於2002年出版）
- Allison, S. J., Brooke-Wavell, K., & Folland, J. P. (2013). Multiple joint muscle function with ageing: The force-velocity and power-velocity relationships in young and older men. *Aging Clinical and Experimental Research*, **25**(2), 159-166. https://doi.org/10.1007/s40520-013-0024-y
- Artero, E. G., Lee, D., Lavie, C. J., España-

- Romero, V., Sui, X., Church, T. S., & Blair, S. N. (2012). Effects of muscular strength on cardiovascular risk factors and prognosis. *Journal of Cardiopulmonary Rehabilitation and Prevention*, 32(6), 351-358. <https://doi.org/10.1097/HCR.0b013e3182642688>
- Bårdstu, H. B., Andersen, V., Fimland, M. S., Aasdahl, L., Raastad, T., Cumming, K. T., & Sæterbakken, A. H. (2020). Effectiveness of a resistance training program on physical function, muscle strength, and body composition in community-dwelling older adults receiving home care: A cluster-randomized controlled trial. *European Review of Aging and Physical Activity*, 17(1), 11. <https://doi.org/10.1186/s11556-020-00243-9>
- Booth, F. W., Laye, M. J., & Roberts, M. D. (2011). Lifetime sedentary living accelerates some aspects of secondary aging. *Journal of Applied Physiology*, 111(5), 1497-1504. <https://doi.org/10.1152/jappphysiol.00420.2011>
- Borg, G. (1998). *Borg's perceived exertion and pain scales*. Human Kinetics.
- Claudino, J. G., Gabbett, T. J., Bourgeois, F., Souza, H. de S., Miranda, R. C., Mezêncio, B., Soncin, R., Cardoso Filho, C. A., Bottaro, M., Hernandez, A. J., Amadio, A. C., & Serrão, J. C. (2018). CrossFit overview: Systematic review and meta-analysis. *Sports Medicine—Open*, 4(1), 11. <https://doi.org/10.1186/s40798-018-0124-5>
- Elliott, B. T., Hayes, L. D., Hughes, D. C., & Burtcher, M. (2020). Editorial: Exercise as a countermeasure to human aging. *Frontiers in Physiology*, 11, 883. <https://doi.org/10.3389/fphys.2020.00883>
- Eckardt, N. (2016). Lower-extremity resistance training on unstable surfaces improves proxies of muscle strength, power and balance in healthy older adults: A randomised control trial. *BMC Geriatrics*, 16(1), 191. <https://doi.org/10.1186/s12877-016-0366-3>
- Feito, Y., Heinrich, K. M., Butcher, S. J., & Poston, W. S. C. (2018). High-intensity functional training (HIFT): Definition and research implications for improved fitness. *Sports*, 6(3), 76. <https://doi.org/10.3390/sports6030076>
- Feland, J. B., Myrer, J. W., Schulthies, S. S., Fellingham, G. W., & Measom, G. W. (2001). The effect of duration of stretching of the hamstring muscle group for increasing range of motion in people aged 65 years or older. *Physical Therapy*, 81(5), 1110-1117. <https://doi.org/10.1093/ptj/81.5.1110>
- Foster, C., Porcari, J. P., Anderson, J., Paulson, M., Smaczny, D., Webber, H., Doberstein, S. T., & Udermann, B. (2008). The talk test as a marker of exercise training intensity. *Journal of Cardiopulmonary Rehabilitation and Prevention*, 28(1), 24-30. <https://doi.org/10.1097/01.HCR.0000311504.41775.78>
- Glassman, G. (2002, October 1). What is fitness. *Crossfit*. <https://journal.crossfit.com/article/what-is-fitness>
- Heinrich, K. M., Crawford, D. A., Langford, C. R., Kehler, A., & Andrews, V. (2021). High-intensity functional training shows promise for improving physical functioning and activity in community-dwelling older adults: A pilot study. *Journal of Geriatric Physical Therapy*, 44(1), 9-17. <https://doi.org/10.1519/JPT.0000000000000251>
- Hess, J. A., & Woollacott, M. (2005). Effect of high-intensity strength—Training on functional measures of balance ability in balance-impaired older adults. *Journal of Manipulative and Physiological Therapeutics*, 28(8), 582-590. <https://doi.org/10.1016/j.jmpt.2005.08.013>
- Hyun, J., Hwangbo, K., & Lee, C.-W. (2014). The effects of Pilates mat exercise on the balance ability of elderly females. *Journal of Physical Therapy Science*, 26(2), 291-293. <https://doi.org/10.1589/jpts.26.291>
- Ketcham, C. J., & Stelmach, G. E. (2004). Movement control in the older adult. In R. W. Pew & S. B. Van Hemel (Eds), *Technology for adaptive aging* (pp. 64-92). National Academies Press (US).
- Lewis, R. D., & Brown, J. M. M. (1994). Influence of muscle activation dynamics on reaction time in the elderly. *European Journal of Applied Physiology and Occupational Physiology*, 69(4), 344-349. <https://doi.org/10.1007/>

- BF00392041
- Li, J. X., Xu, D. Q., & Hong, Y. (2009). Changes in muscle strength, endurance, and reaction of the lower extremities with Tai Chi intervention. *Journal of Biomechanics*, 42(8), 967-971. <https://doi.org/10.1016/j.jbiomech.2009.03.001>
- Liu, C., Shiroy, D. M., Jones, L. Y., & Clark, D. O. (2014). Systematic review of functional training on muscle strength, physical functioning, and activities of daily living in older adults. *European Review of Aging and Physical Activity*, 11(2), 95-106. <https://doi.org/10.1007/s11556-014-0144-1>
- Mallia, S. (2016, November 1). CrossFit: Forging elite fitness. *CrossFit*. <https://journal.crossfit.com/article/lift-to-live-well-2>
- Mohammadi, V., Alizadeh, M., & Gaieni, A. (2012). The effects of six weeks strength exercises on static and dynamic balance of young male athletes. *Procedia—Social and Behavioral Sciences*, 31, 247-250. <https://doi.org/10.1016/j.sbspro.2011.12.050>
- Okubo, Y., Schoene, D., & Lord, S. R. (2017). Step training improves reaction time, gait and balance and reduces falls in older people: A systematic review and meta-analysis. *British Journal of Sports Medicine*, 51(7), 586-593. <https://doi.org/10.1136/bjsports-2015-095452>
- Pijnappels, M., Reeves, N. D., Maganaris, C. N., & van Dieën, J. H. (2008). Tripping without falling; lower limb strength, a limitation for balance recovery and a target for training in the elderly. *Journal of Electromyography and Kinesiology*, 18(2), 188-196. <https://doi.org/10.1016/j.jelekin.2007.06.004>
- Rikli, R. E., & Jones, C. J. (2013). *Senior fitness test manual*. Human Kinetics.
- Schwenk, M., Zieschang, T., Englert, S., Grewal, G., Najafi, B., & Hauer, K. (2014). Improvements in gait characteristics after intensive resistance and functional training in people with dementia: A randomised controlled trial. *BMC Geriatrics*, 14(1), 73. <https://doi.org/10.1186/1471-2318-14-73>
- Seidler, R. D., Alberts, J. L., & Stelmach, G. E. (2002). Changes in multi-joint performance with age. *Motor Control*, 6(1), 19-31. <https://doi.org/10.1123/mcj.6.1.19>
- Taber, C. B., Vigotsky, A., Nuckols, G., & Haun, C. T. (2019). Exercise-induced myofibrillar hypertrophy is a contributory cause of gains in muscle strength. *Sports Medicine*, 49(7), 993-997. <https://doi.org/10.1007/s40279-019-01107-8>
- Thompson, K. R., Mikesky, A., Bahamonde, R. E., & Burr, D. B. (2003). Effects of physical training on proprioception in older women. *Journal of Musculoskeletal and Neuronal Interactions*, 3(3), 223-231.
- Thompson, W. R. (2019). Worldwide survey of fitness trends for 2020. *ACSM's Health & Fitness Journal*, 23(6), 10-18. <https://doi.org/10.1249/FIT.0000000000000526>
- Valenzuela, P. L., Morales, J. S., Pareja-Galeano, H., Izquierdo, M., Emanuele, E., de la Villa, P., & Lucia, A. (2018). Physical strategies to prevent disuse-induced functional decline in the elderly. *Ageing Research Reviews*, 47, 80-88. <https://doi.org/10.1016/j.arr.2018.07.003>
- Vincent, K. R., Braith, R. W., Feldman, R. A., Kallas, H. E., & Lowenthal, D. T. (2002). Improved Cardiorespiratory Endurance Following 6 Months of Resistance Exercise in Elderly Men and Women. *Archives of Internal Medicine*, 162(6), 673-678. <https://doi.org/10.1001/archinte.162.6.673>
- Widman T. (2009, March 21). A CrossFit startup guide: Part 2. *CrossFit Journal*. <http://journal.crossfit.com/2009/03/a-crossfit-startup-guide-part-2.tpl>
- Wong, A., Figueroa, A., Son, W.-M., Chernykh, O., & Park, S.-Y. (2018). The effects of stair climbing on arterial stiffness, blood pressure, and leg strength in postmenopausal women with stage 2 hypertension. *Menopause*, 25(7), 731-737. <https://doi.org/10.1097/GME.0000000000001072>
- Yeh, S.-W., Lin, L.-F., Chen, H.-C., Huang, L.-K., Hu, C.-J., Tam, K.-W., Kuan, Y.-C., & Hong, C.-H. (2021). High-intensity functional exercise in older adults with dementia: A systematic review and meta-analysis. *Clinical Rehabilitation*, 35(2), 169-181. <https://doi.org/10.1177/0269215520961637>

Zech, A., Hübscher, M., Vogt, L., Banzer, W., Hänsel, F., & Pfeifer, K. (2010). Balance training for neuromuscular control and performance

enhancement: A systematic review. *Journal of Athletic Training*, 45(4), 392-403. <https://doi.org/10.4085/1062-6050-45.4.392>