



12-31-2022

Effects of Supervised Exercise Training on Health-related Physical Fitness in Community Dwellers Aged over 50 Years

Chun-Yi Lee

Tieh-Cheng Fu

Jong-Shyan Wang

Chih-Chin Hsu

Follow this and additional works at: <https://rps.researchcommons.org/journal>



Part of the [Rehabilitation and Therapy Commons](#)

Recommended Citation

Lee, Chun-Yi; Fu, Tieh-Cheng; Wang, Jong-Shyan; and Hsu, Chih-Chin (2022) "Effects of Supervised Exercise Training on Health-related Physical Fitness in Community Dwellers Aged over 50 Years," *Rehabilitation Practice and Science*: Vol. 50: Iss. 2, Article 5.

DOI: [https://doi.org/10.6315/TJPMR.202212_50\(2\).0005](https://doi.org/10.6315/TJPMR.202212_50(2).0005)

Available at: <https://rps.researchcommons.org/journal/vol50/iss2/5>

This Original Article is brought to you for free and open access by Rehabilitation Practice and Science. It has been accepted for inclusion in Rehabilitation Practice and Science by an authorized editor of Rehabilitation Practice and Science. For more information, please contact twpmrscore@gmail.com.

原著

監督運動訓練對 50 歲以上社區居民健康相關體適能的影響

李俊毅¹ 傅鐵城¹ 王鐘賢² 許智欽³

基隆長庚紀念醫院復健科¹ 長庚大學醫學院 復健科學研究所² 醫學系³

本研究強調監督下的有氧運動訓練對社區老年居民體適能的影響。我們納入 76 位 50 歲以上的社區住民完成 8 週的世代醫學研究。實驗開始後每週提示所有參與者每天需步行大於 8000 步，並以智慧手錶記錄每天的步行數目，之後平均一星期的每日步數，代表該週的每日步行數。其中 39 位社區住民被隨機分配到監督運動訓練組(supervised exercise training)，37 位被隨機分配到居家運動訓練組(home exercise training)。監督運動訓練組受測者於進入研究後的一星期內，在醫療人員監督下，在 8 週內進行 24 次的踩腳踏車有氧運動訓練(每週 3 次，每次 30 分鐘)，運動強度為 70%最大預測心率。我們會評估所有受測者在試驗進行前、與 8 週後的 2 分鐘踏步步數、5 次坐站耗費的時間、小腿肚圍、握力、身體組成(包括體脂肪相對體重百分率、與骨骼肌肉對全身瘦肉組織百分率)。我們發現居家運動訓練組受測者 8 週平均每日至少步行 8000 步的百分率，在女性為 47.6%，男性為 44.3%。監督運動訓練組受測者，在女性高達 81.0%，男性為 77.1%。監督運動訓練組社區住民在進行 8 週的有氧運動訓練後，男性(p=0.034)與女性(p<0.001)居民的骨骼肌肉對全身瘦肉組織百分率顯著增加，與女性居民的體脂量顯著減少(p<0.001)。女性居家運動訓練組社區住民的握力在追蹤 8 週後顯著下降(p=0.019)。兩組間相比，發現監督運動訓練組的女性社區住民在 8 週後 5 次坐站耗費的時間顯著(p=0.044)低於同性居家運動訓練組受測者。從上述結果可以推論，監督運動訓練有助於改善 50 歲以上社區住民的運動黏著度，改善身體組成，進而促進他們的肌肉適能。(台灣復健醫誌 2022；50(2)：125-134)

關鍵詞： 有氧運動(aerobic exercise)，肌力(muscle strength)，身體組成(body compositions)，體適能(physical fitness)

前 言

雖然已知 50 歲以後坐式生活型態的族群，有氧代謝能力(aerobic capacity)會加速下降，而且死亡風險是高身體活動量族群的兩倍，^[1,2]然而人類社會中身體活動量不足的情況仍很普遍，而且這個情況在全球仍處於上升的趨勢。^[3]由於身體活動量不足，使得骨骼肌力量(strength)和質量(mass)在 50 歲以後會顯著下降。^[2]這種肌肉功能退化引起的人體衰弱，會進一步導致老

年人口的高死亡率。^[4,5]運動黏著度(adherence)一般被定義為能依照運動處方進行活動的次數。^[6]而且根據之前的研究，高運動黏著度老年人比低運動黏著度老年人的 10 年存活率高。^[7]因此，鼓勵老年人進行適當的運動，進而降低死亡率，成為現代醫學面臨的重大挑戰。

有氧代謝能力、肌肉適能(muscular fitness)、身體組成(body composition)，和柔軟度(flexibility)，是健康相關體適能(health-related physical fitness)的主要成分。^[8]老年運動員接受耐力訓練後的最大耗氧量

投稿日期：111 年 1 月 20 日 修改日期：111 年 1 月 28 日 接受日期：111 年 7 月 12 日

通訊作者：許智欽醫師，基隆長庚醫院復健科，基隆市 204 安樂區基金一路 208 巷 200 號。

電話：(02) 24329292 轉 2725

E-mail：steele0618@gmail.com

doi: 10.6315/TJPMR.202212_50(2).0005

(maximal oxygen consumption: $\dot{V}O_{2max}$)，比同年齡層停止訓練的運動員高 50%。^[9]在社區老年族群中，高身體活動量，與肌肉質量增加、系統抗發炎活性，^[10]以及長期存活率相關。^[11]儘管這些研究結果提供有氧運動對老年人健康有益的證據，但運動量，運動黏著度(adherence)，與健康相關身體適能背後的關聯性並未得到充分探索。

已知有氧運動訓練對年長者體適能均有正面影響，^[9-11]可惜這些寶貴的研究，沒有告訴我們監督運動訓練(supervised exercise training)，對包含社區活動的總運動量，運動習慣的養成，以及健康相關身體適能影響。然而腕戴式光體積變化描記圖法(photoplethysmography)和加速度計(accelerometer)設備可用於記錄社區內的步行數和心率，正可彌補沒有評估在社區與工作中的每日運動量這個缺陷。^[12]為了準確驗證監督運動訓練有益社區居民運動黏著度與健康相關體適能的假設，本研究比較是否接受監督運動訓練的社區居民之間的身體活動量，與健康相關體適能的表現。透過這個研究，也許可以進一步了解監督運動訓練對社區居民健康的影響。

材料與方法

研究設計

本院研究倫理審查委員會批准這項研究(編號：201800289A3)。參加者在了解實驗程序後填寫書面同意書。本研究從 2021 年 4 月開始進行，到當年 12 月完成實驗，屬於評估人員和參與者對運動方案不知情的雙盲隨機對照試驗。根據電腦生成的隱蔽分配，將受測者隨機分配到監督運動訓練(supervised exercise training)，或居家運動訓練(home exercise training)組，再將上述兩組受測者依不同性別分開分析。由不知情的實驗人員，在隨機分配前，以及試驗介入 8 週後，紀錄所有受測者的年齡、性別、身體質量指數(body mass index)、居住地址、最高學歷、家庭經濟、職業、婚姻、共病與服用藥物。

實驗參與者

由於本院社區醫學研究中心長期追蹤台灣東北部社區居民，因此本研究對這群年齡大於 50 歲的社區居民進行篩選。本研究收案對象之排除條件包括：(1)簡易精神狀態檢查(Mini-Mental Status Examination)評分小於 24 的居民，(2)身體診查疑有脊椎和下肢退化性關節疾病，(3)與本研究團隊先前所報告的不穩定臨床表

現，^[13,14](4)美國運動醫學會(American College of Sports Medicine)所建議的不穩定臨床表現，^[15]與(5)根據亞洲肌少症工作組頒布的指南^[16]診斷的肌少症。我們使用本研究團隊先前根據醫學成果研究量表-36 (Medical Outcomes Study Short Form-36)推導出的體能(physical component score)和心理(mental component score)成份分數，評估受測者的試驗介入前與試驗介入 8 週後的生活品質(quality of life)。^[13,14]

運動訓練

在試驗進行期間，居家運動訓練組受測者在這 8 週內，只被提醒每日大於 8000 步，沒有進行額外的有氧運動訓練。至於監督運動訓練組受測者，除被提醒每日至少步行 8000 步外，還在醫療人員監督下，額外進行每週 3 次，8 週共 24 次的持續中等強度有氧運動(moderate-intensity continuous training)。每次的運動內容為 30 分鐘的腳踏車有氧運動訓練(Ergoselect 150P,ergoline GmbH,Bitz,Germany)，而運動強度為 70% 最大預測心率。^[15]當參與監督運動訓練的社區居民在運動訓練過程中出現美國運動醫學會指引中的體徵/症狀時，即停止運動訓練。^[15]

步數與健康相關體適能評量

社區活動紀錄：所有參與者都佩戴智能手錶(WDI08,WisDat Inc., 台中,台灣)方便記錄每日步數和能量消耗。在為期 8 週的追蹤期間，居家運動訓練和監督運動訓練組參與者被要求每日至少步行 8000 步。招募後的前 8 週，每週以電話提醒每位參與者，按照指示行走。我們以一周內每日的平均步數，作為社區一週內的平均每日步數。

健康相關體適能量測：我們以受測者的雙側最大小腿肚圍(calf circumference)的平均值，估計肌肉質量，^[17]以及使用手持握力計(Isoforce GT310,OG Giken Co. Ltd., Okayama,Japan)量測優勢手最大握力兩次的平均值，反映上肢肌力。

透過運用互動語音和 3D 深度圖像原理的智能運動分析儀(eFitHealth,uCare Medical Electronics, Co. Ltd., 苗栗,台灣)，偵測 2 分鐘踏步數用來估計最大耗氧量(estimated $\dot{V}O_{2max}$, $e\dot{V}O_{2max}$)的代謝當量(metabolic equivalent, MET)，和 5 次坐站時間(反映下肢肌肉力量)。^[18,19]我們對 10 位年齡約為 21 歲左右的健康成人，以智能運動分析儀測量上述兩項參數(Ve)，當智能運動分析儀測量的同時，請兩位助理以碼錶計時進行同樣的量測(V0)，再以 Ve/V0 評估效度(validity)，發現 5 次坐站時間效度為 1，而 2 分鐘踏步數效度範圍為 0.998

到 1.013。另外我們使用此分析儀對 10 位年輕人，每位各測量 5 次坐站時間與 2 分鐘踏步數兩次，由上述兩個參數的標準差/平均值，取得方差係數(coefficient of variance)以評估信度(reliability)，前者為 3.58%，後者為 5.67%。由於本研究對上述兩種測量只是把手動量測改為由電腦量測，因此符合我們對智能運動分析儀針對實驗測量高信效度的預期。

以多頻生物阻抗分析儀(Inbody 720, Inbody Co., Ltd., 首爾, 韓國)估計所有受測者的基礎和試驗 8 週後的身體組成。這些量測包含全身瘦肉質量(lean body mass, LBM)、體脂肪質量(body fat mass)、與骨骼肌質量(skeletal muscle mass)。我們進一步使用體重(body weight)標準化體脂肪質量百分率(body fat mass/body weight \times 100%)，使用身高(body height)計算骨骼肌肉指數(skeletal muscle index= $\frac{\text{appendicular skeletal muscle mass}}{\text{body height}^2}$: kg/m²)，並使用骨骼肌質量對全身瘦肉質量的百分率(skeletal muscle mass/lean body mass \times 100%)，來量化監督有氧運動訓練對相對骨骼肌肉量的影響。

統計分析

本篇數據以平均值(95%信賴區間)或 n (%)表示。我們之前已根據不同運動方案對健康相關體適能變化的測量估計實驗樣本數。^[20]估計使用的參數為：標準差為 0.2，統計效力(1- β)為 80%，雙邊假設值為 0.05，我們估計每組至少 10 名受測者，才能檢定出兩組受測者間 20%的差異。並以 Kolmogorov-Smirnov test 檢定男性與女性各組受測者的連續變項是否為常態分佈。

使用 Student's t-test 和 chi-square test 分別評估兩組之間連續與非連續變項的差異。各組組內在追蹤期間一周內每日的平均步數，以 repeated measurement ANOVA test 分析。以 paired t-test 分析各組組內在兩個不同時間測量的連續參數之差異。以身體組成(標準化體脂肪與骨骼肌質量對全身瘦肉質量)，每日的平均步數，分組，與運動黏著度為自變數，對肌肉適能(如小腿肚圍、最大握力、與 5 次坐站時間)與估計最大耗氧量等應變數進行線性回歸(linear regression)，以了解身體組成與運動介入對肌肉與心肺適能的影響。p<0.05 被定義為具有統計學差異。

結果

受測者特徵分析

先從 19,885 名社區居民中，篩選出 5,751 名年齡大於 50 歲的住民，進行了初步調查。根據先前的排除條件，招到 84 位受測者，之後隨機分配其中 40 位受測者到監督運動訓練組，44 位受測者到居家運動訓練組。一名監督運動訓練組受測者在 8 週的追蹤期間，診斷出腹主動脈瘤，而居家運動訓練組受測者在此期間，一名接受卵巢癌治療，一名接受胰臟癌治療，一位出國移民，四名移居到了另一個城市。因此最後有 39 位監督運動訓練組和 37 位居家運動訓練組受測者進行完整的研究(圖 1)。所有受測者皆已婚，處於退休狀態，家庭經濟狀況均為小康(拒絕透露年收入金額)，並居住於醫院附近的都會區。依照不同性別，分為居家運動訓練與監督運動訓練組受測者的基本資料列於表 1。

監督運動訓練促進日常身體活動與運動黏著度(adherence)

兩組的參與者在招募的第一週男女平均每天步行約 5000-6000 步，均無統計差異。男性與女性監督運動訓練組受測者在隨後的 7 週內每天步行的步數明顯高於(p<0.01)第一週，至於不同性別之居家運動訓練組則看不到這個趨勢。監督運動訓練組的女性受測者的平均每日步數，在第 2 週後顯著(p=0.01)高於同性居家運動訓練組受測者。除了第 5 週外，男性監督運動訓練以及居家運動訓練組受測者，與女性受測者也有相同趨勢。圖 2A 與 2C 顯示了步數的詳細訊息。

在這 8 週追蹤期間，女性監督運動訓練組受測者平均每日至少步行 8000 步的比例為 81.0 %(範圍：22.2%-100%)，並且顯著(p<0.001)高於同性居家運動訓練組受測者 47.6%的比例(範圍：34.6%-61.5%)。從第三週到追蹤結束，女性監督運動訓練組受測者運動黏著度皆顯著高於同性居家運動訓練組受測者(圖 2B)。至於在 8 週追蹤期間，男性監督運動訓練組受測者(77.1%)平均每日至少步行 8000 步的比例，也普遍高於同性居家運動訓練組受測者(44.3%)，但此運動黏著度只有在第 4、7 及 8 週才達到統計上的意義(圖 2D)。

不論男性或女性，兩組組內的體能與心理成分分數在 8 週追蹤後，雖然都較未進入研究時進步，但均未達統計學上的差異，而且兩組間的各成份分數在基本資料與 8 週追蹤後的差別均不顯著(表 2)。

監督運動訓練改變身體組成

經過 8 週中等強度有氧運動訓練後，接受監督運動訓練女性的標準化體脂肪質量百分率，有顯著降低(p<0.001)，而居家運動訓練組受測者的標準化體脂肪

質量則無明顯變化。兩組男性受測者的標準化體脂肪質量百分率，在追蹤期間雖有降低，但均未達統計學上的差異。兩組組間的標準化體脂肪質量百分率(不論男女)均未達統計學上的差異。

雖然監督運動訓練受測者(包含男性與女性)的原始骨骼肌質量對全身瘦肉質量百分率，顯著地低於($p < 0.05$)同性別居家運動訓練組受測者，但是他們的標準化骨骼肌質量，在經過 8 週的中等強度監督有氧運動訓練後，會有顯著地($p < 0.05$)增加，使得監督運動訓練組的骨骼肌質量對全身瘦肉質量百分率在訓練 8 週後與居家運動訓練組並無明顯差異。有關身體組成的相關數據與統計詳列於表 2。

監督運動訓練改善健康相關體適能

女性居家運動訓練組受測者的握力，在進行社區自主運動訓練 8 週後，從原來的 25.6 公斤，顯著下降($p = 0.019$)至 23.4 公斤。男性居家運動訓練組也有非顯著下降($p = 0.06$)的趨勢。至於男女監督運動訓練組受測者的握力，在接受持續中等強度有氧運動訓練 8 週後，

都有不顯著地增加(表 2)。男性及女性監督運動訓練組受測者的 5 次坐站耗費的時間(反應下肢肌力)，在接受持續中等強度有氧運動訓練 8 週後，都有不顯著的減少。女性監督運動訓練組受測者 5 次坐站耗費的時間，在接受 8 週的持續中等強度有氧運動訓練後，顯著地低於同性居家運動訓練組受測者的時間。8 週的監督運動訓練對小腿肚圍，與估計最大耗氧量的影響不明顯。有關健康相關體適能的相關數據與統計詳列於表 2。

每日活動量可預測骨骼肌肉質量與握力

線性回歸結果顯示女性受測者，在接受監督運動訓練 8 週後，骨骼肌質量對全身瘦肉質量的百分率，與估計最大耗氧量呈現線性相關($p = 0.047$, $r = 0.341$)。另外我們也發現在女性受測者中，8 週的監督運動訓練本身，與握力($p = 0.011$, $r = 0.408$)以及 5 次坐站耗費的時間($p = 0.040$, $r = -0.340$)呈現線性相關。而在男性受測者身上無法發現各參數間有統計意義的線性關係。

表 1. 兩組基本臨床資料

	女性			男性		
	居家運動訓練組 (n = 26)	監督運動訓練組 (n = 27)	p 值	居家運動訓練組 (n = 11)	監督運動訓練組 (n = 12)	p 值
年齡，歲	62.8 (61.2-64.4)	64.1 (61.8-66.4)	0.361	67.8 (63.0-72.7)	65.1 (62.4-67.8)	0.334
體質量指數，公斤/米 ²	24.1 (23.1-25.1)	24.1 (22.6-25.5)	0.950	25.9 (23.5-28.2)	25.6 (22.7-28.4)	0.874
最高學歷 (小學/國中/高中/大學)，n	4/3/14/5	3/3/14/7	0.928	1/1/5/4	1/1/4/6	0.926
共病						
高血壓，n (%)	5 (19.2)	7 (25.9)	0.560	4 (36.4)	4 (33.3)	0.879
第 2 型糖尿病，n (%)	3 (11.5)	3 (11.1)	0.961	—	1 (8.33)	0.328
高血脂症，n (%)	7 (26.9)	7 (25.9)	0.934	1 (9.09)	4 (33.3)	0.159
服用藥物						
血管張力素轉換酶抑制劑(ACEI) / 血管張力素受體阻斷劑(ARB)，n (%)	3 (11.5)	4 (14.8)	0.725	2 (18.2)	3 (25.0)	0.692
乙型阻斷劑(β -blocker)，n (%)	1 (3.85)	3 (11.1)	0.317	—	1 (8.33)	0.328
鈣離子通道阻斷劑(CCB)，n (%)	2 (7.69)	2 (7.41)	0.969	1 (9.09)	2 (16.7)	0.590
利尿劑(Diuretics)，n (%)	—	2 (7.41)	0.157	1 (9.09)	2 (16.7)	0.590
口服降血糖藥(OHA)，n (%)	3 (11.5)	3 (11.1)	0.961	—	1 (8.33)	0.328
降血脂藥，n (%)	6 (23.1)	7 (25.9)	0.810	1 (9.09)	4 (33.3)	0.159

數值：平均值(95%信賴區間)或 n (%)。

備註：

ACEI=angiotensin-converting enzyme inhibitor; ARB=angiotensin receptor blocker; CCB=calcium channel blocker; LLA=lipid-lowering agent; OHA=oral hypoglycemic agent.

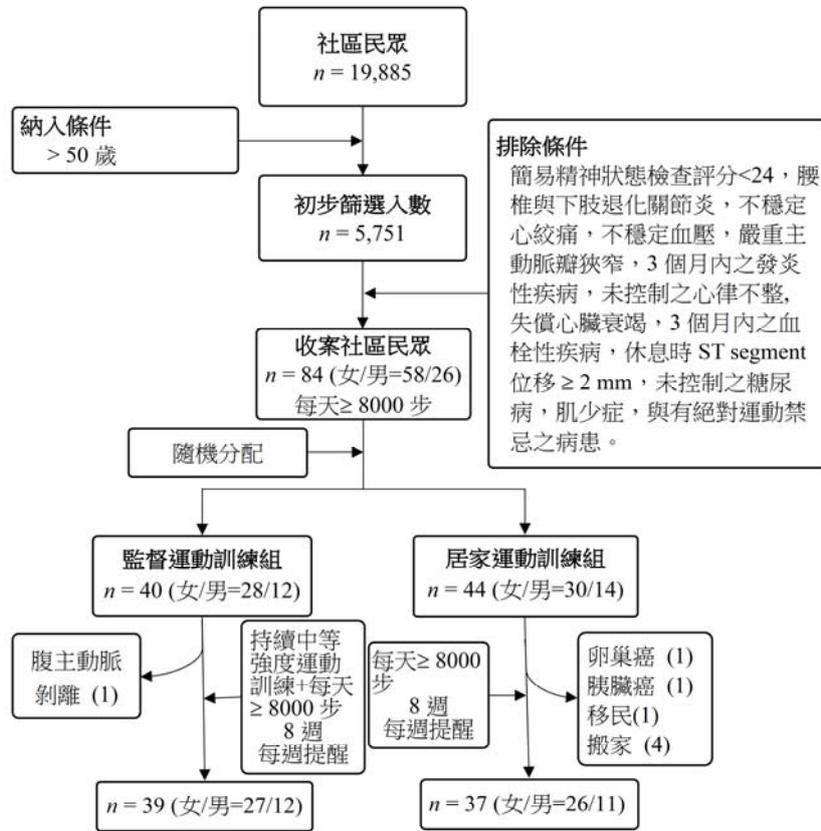


圖 1. 收案流程圖
備註：括號內為人數。

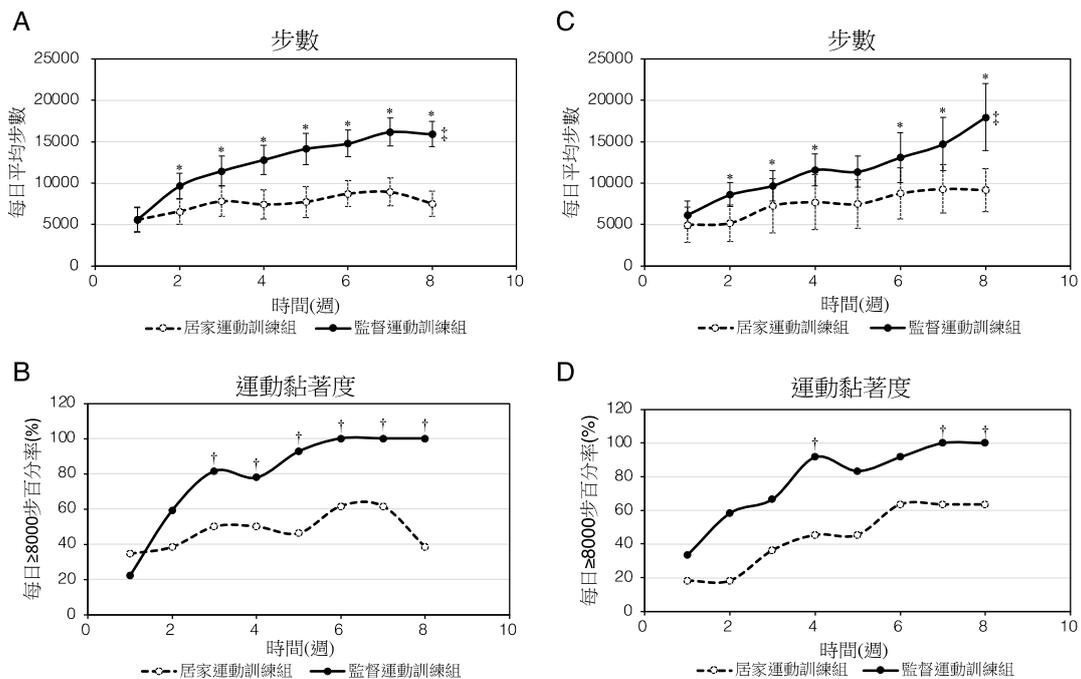


圖 2. 日常生活活動量

1. A：兩組女性受測者每週每日平均步數的變化；B：運動黏著度-兩組女性受測者平均每日至少步行 8000 步人數佔各組受測者百分率每週的變化；C：兩組男性受測者每週每日平均步數的變化；D：運動黏著度-兩組男性受測者平均每日至少步行 8000 步人數佔各組受測者百分率每週的變化。
2. 誤差線代表 95%信賴區間。
3. *：兩組間 Student's t-test 結果， $p < 0.05$ ；†：兩組間卡方檢定結果， $p < 0.05$ ；‡：各組組內 repeated measurement ANOVA test 結果， $p < 0.001$ 。

表 2. 監督運動訓練對組間與組內之身體組成與體適能之影響

		女性		組間 p 值	男性		組間 p 值
		居家運動訓練組 (n = 26)	監督運動訓練組 (n = 27)		居家運動訓練組 (n = 11)	監督運動訓練組 (n = 12)	
生活品質							
醫學成果研究 量表-36	基本資料	48.0 (44.7-51.3)	51.9 (49.4-54.3)	0.435	52.3 (48.5-56.0)	55.5 (52.2-58.8)	0.402
	體能成份分數 第 8 週	52.2 (50.9-53.4)	53.4 (52.2-54.6)	0.395	53.3 (51.4-55.1)	56.1 (54.6-57.7)	0.402
	組內 p 值	0.241	0.241		0.232	0.233	
量尺-36	基本資料	38.3 (35.5-41.1)	38.2 (36.1-40.3)	0.474	36.7 (31.9-41.5)	40.1 (36.6-43.7)	0.402
	心理成份分數 第 8 週	45.4 (44.7-46.1)	45.0 (44.0-46.0)	0.357	46.5 (45.6-47.3)	45.2 (44.2-46.1)	0.402
	組內 p 值	0.241	0.245		0.232	0.233	
身體組成							
標準化體脂肪百分率，%	基本資料	33.6 (31.3-36.0)	36.4 (34.0-38.9)	0.106	26.6 (22.0-31.3)	27.0(23.3-30.7)	0.913
	第 8 週	34.0 (32.2-35.7)	34.0 (31.8-36.3)	0.970	25.6 (21.0-30.1)	25.9 (22.1-29.8)	0.905
	組內 p 值	0.741	<0.001†		0.243	0.121	
骨骼肌肉指數，kg/m ²	基本資料	8.45 (8.11-8.78)	8.48 (8.12-8.85)	0.884	10.44 (9.89-11.0)	10.37 (9.65-11.1)	0.885
	第 8 週	8.39 (8.06-8.72)	8.50 (8.11-8.88)	0.682	10.49 (9.78-11.2)	10.46 (9.83-11.1)	0.958
	組內 p 值	0.563	0.871		0.714	0.540	
標準化骨骼肌百分率，%	基本資料	53.7 (53.3-54.1)	52.6 (52.0-53.2)	0.007*	55.6 (55.2-56.0)	53.8 (52.7-55.0)	0.011*
	第 8 週	53.7 (53.4-54.1)	54.4 (53.7-55.3)	0.111	55.7 (55.2-56.2)	56.5 (55.1-57.9)	0.285
	組內 p 值	0.793	<0.001†		0.762	0.034†	
體適能							
小腿肚圍，公分	基本資料	34.1 (32.8-35.5)	32.2 (30.2-34.1)	0.114	36.4 (34.0-38.8)	35.9 (33.0-38.7)	0.784
	第 8 週	33.3 (31.8-34.9)	32.9 (31.5-34.3)	0.711	37.2 (33.9-10.4)	35.9 (33.8-38.1)	0.512
	組內 p 值	0.159	0.410		0.351	0.966	
握力，公斤	基本資料	25.6 (22.7-28.6)	22.1 (19.0-25.2)	0.110	38.8 (34.0-43.5)	39.7 (35.7-43.6)	0.771
	第 8 週	23.4 (20.8-26.2)	22.3 (19.9-24.6)	0.507	36.5 (32.5-40.5)	40.7 (36.5-45.0)	0.156
	組內 p 值	0.019†	0.756		0.060	0.425	
5 次坐站時間，秒	基本資料	11.9 (10.9-12.8)	11.3 (10.3-12.3)	0.414	11.8 (9.89-13.8)	10.1 (8.27-12.0)	0.233
	第 8 週	12.2 (11.2-13.2)	10.8 (9.97-11.6)	0.044*	11.1 (9.77-12.4)	9.79 (8.31-11.3)	0.137
	組內 p 值	0.493	0.210		0.246	0.347	
估計最大耗氧量，代謝當量	基本資料	6.93 (6.71-7.16)	6.91 (6.64-7.18)	0.903	7.00 (6.61-7.39)	6.83 (6.54-7.13)	0.508
	第 8 週	7.01 (6.80-7.22)	7.09 (6.82-7.35)	0.658	7.12 (6.73-7.51)	7.22 (6.91-7.53)	0.513
	組內 p 值	0.508	0.085		0.494	0.066	

數值：平均值(95%信賴區間)。

備註：

*：兩組間 Student's t-test 分析據統計意義；†：各組內 paired t-test 分析據統計意義。

討 論

本研究發現社區住民在專業醫療人員的監督下，比沒有接受監督運動訓練的社區住民，有較大的機會每日行走步數大於 8000 步(圖 2)。女性社區住民在接受監督下進行 8 週的有氧運動後練後，與進行自我居家運動訓練的女性社區住民相比，有意義地降低體脂肪，增加瘦肉組織中骨骼肌的比例，並且成功地阻止住握力降低(表 2)。至於男性社區住民在監督下進行有氧運動訓練 8 週後，僅明顯提升瘦肉組織中骨骼肌的比例。因此我們推論監督下進行的有氧運動訓練有助於改善女性身體組成，並維持肌肉適能。至於男性則需更多研究來證明上述觀點。

美國運動以及心臟醫學會指出，健康照護專業人員都應該儘量使用有效的行為管理和環境改變策略，讓越來越多的老年人提升運動黏著度，使得他們意識到積極的生活型態，是可以促進身體健康的。^[21] Morey 等學者，追蹤 125 位大於 65 歲的社區老年人，更進一步發現高運動黏著度可降低 10 年的全因性死亡(all-cause mortality)。^[7] 再者根據之前的報告指出，監督運動訓練可以提高老年人的運動黏著度的。^[22] 在本研究中，發現高達 8 成的社區老年住民在 8 週的監督運動訓練期間，每日至少步行 8000 步。監督運動訓練提升運動黏著度這點，與之前的研究有相似的結果。而每日至少步行 8000 步是可降低老年人全因性死亡的風險。^[11]

這一觀察結果支持短期監督運動訓練可以促進社區老年住民的運動黏著度。儘管就老化相關死亡率的公共衛生框架而言，持續中等強度有氧運動訓練，可適用於老年族群，^[23] 然而對於提高老年族群有氧適能的適當運動方案仍存在爭議。年齡增長本身就不利運動耗氧能力，每年最大耗氧量下降幅度約為 0.5%-1.0%。^[24] 多項研究顯示，老年族群接受 8-16 週的持續中等強度有氧運動訓練，他們的最大耗氧量大約進步 1%-10%。^[25-27] 然而另有報告指出，8 週的持續中等強度有氧運動訓練後，老年人的最大耗氧量不僅沒有改善甚至下降。^[28] 在本研究中，每日 8000 步的建議，在持續 8 週後，使得居家運動訓練組女性平均估計最大耗氧量，從 6.93 個代謝當量，增至 7.01 個代謝當量，而男性則從 7.00 個代謝當量，增至 7.12 個代謝當量。在專業人員監督下，額外進行 8 週的持續中等強度有氧運動訓練，使得女性社區住民的平均估計最大耗氧量從 6.91 個代謝當量增加至 7.09 個代謝當量，男性社區住民則從 6.83 個代謝當量增加至 7.22 個代謝

當量。雖然每日 8000 步，與額外的持續中等強度有氧運動訓練引起最大耗氧量的增加並未達到統計意義，但是最大耗氧量少量增加的臨床效益，有待日後進一步的追蹤分析。

從 30 歲起骨骼肌質量就開始下降，因此到了 50 歲時，肌肉質量已流失約 10%。生理上，在 50 歲以後肌肉損失的速度加快，男性和女性的四肢肌肉質量每年減少約 0.7%-0.8%。^[29] 這種老化特徵導致肌肉力量降低，和功能獨立性受損。^[30] 美國運動醫學會建議，每週 2-3 天的肢體阻力運動，以改善肌肉適能。^[31] 而且已知高肌肉適能可以顯著降低全因性死亡的風險，^[32] 心血管急症，^[33] 以及活動功能限制。^[34] 女性社區住民進行居家運動訓練(沒有監督運動訓練) 8 週後，握力有明顯下降的趨勢，而且與接受監督運動訓練的女性社區住民相比，反映下肢肌力的 5 次坐站所耗費的時間，明顯地增加。根據上述的研究發現，我們推論短期的有氧運動訓練，有助於維持女性社區住民的肌肉適能。

Leblanc 等研究人員使用加速度規客觀地測量身體活動，運用等速測力計(isokinetic dynamometer)測量 412 位平均年齡約 45 歲健康人的上肢和下肢肌力，並以 Paffenbarger 身體活動問卷估計身體活動量。以多變數迴歸分析(multivariate linear regression)發現身體活動量和上下肢的肌力相關。^[35] Gutiérrez-López 等學者，對 65 歲左右的健康女性(n=30)與合併肌少症之肥胖女性(n=30)，進行 36 次整合中等強度有氧運動與 250-750 克的上肢重量訓練，發現握力增加，體脂肪下降，與系統抗氧化能力也有改善。^[36] 本篇研究發現持續中等強度有氧運動的確與之前得研究發現相同會改變健康人的身體組成，與增加下肢肌力。但與之前研究不同的是，未接受監督運動訓練的居家運動訓練組受測者的握力會有意義的下降。

本篇研究限制在只給予每天走幾步的運動指引，這是一個非常粗略的中等強度有氧運動訓練的處方，因此我們認為日後社區活動指引，應該增加每分鐘走幾步(即步行速度)。為求得更精確的運動功能量測，未來應進行逐次呼吸氣體分析(breath-by-breath gas analysis)和雙光子吸收測定(dual photons absorptiometry)，以分別獲得最大耗氧量和骨骼肌肉質量的實際測量值。這些限制可能低估了監督下進行中等強度有氧運動訓練對社區老年住民身體健康的影響。由於參加人數較少，取樣誤差(女性人數是男性人數的兩倍，而且女性年齡偏低)，所以體適能對運動的反應，會以較年輕的女性受測者為主，可能相異於一般老年族群，是本篇研究的另一個限制，因此我們在

未來研究中，會多納入男性受測者。

結 論

根據我們的世代研究(cohort study)，發現老年社區住民，在監督下進行 8 週的持續中等強度有氧運動訓練，雖然不能顯著提升老年社區住民的心肺與肌肉適能，但在促進老年社區住民的運動黏著度和維持肌肉適能方面有一定的貢獻。

致 謝

我們謝謝基隆長庚醫院社區醫學研究中心的許方嘉先生，對收集臨床資訊方面做出了巨大貢獻。此外也感恩基隆長庚醫學研究計劃(CLRPG2L0051 和 CMRPG2H0231)的研究經費也支持本研究。本篇英文摘要部分承蒙美商康進資訊有限公司協助英文編修。

參考文獻

1. McPhee JS, French DP, Jackson D, et al. Physical activity in older age: Perspectives for healthy ageing and frailty. *Biogerontology* 2016;17:567-80.
2. Hawkins S, Wiswell R. Rate and mechanism of maximal oxygen consumption decline with aging: Implications for exercise training. *Sports Med* 2003;33:877-88.
3. Guthold R, Stevens GA, Riley LM, et al. Worldwide trends in insufficient physical activity from 2001 to 2016: A pooled analysis of 358 population-based surveys with 1.9 million participants. *Lancet Glob Health* 2018;6:e1077-86.
4. Toss F, Wiklund P, Nordström P, et al. Body composition and mortality risk in later life. *Age Ageing* 2012;41:677-81.
5. de Almeida Roediger M, de Fátima Nunes Marucci M, Quintiliano Scarpelli Dourado DA, et al. Body composition changes and 10-year mortality risk in older brazilian adults: Analysis of prospective data from the sabe study. *J Nutr Health Aging* 2019;23:51-9.
6. Miller FL, O'Connor DP, Herring MP, et al. Exercise dose, exercise adherence, and associated health outcomes in the TIGER study. *Med Sci Sports Exerc* 2014;46:69-75.
7. Morey MC, Pieper CF, Crowley GM, et al. Exercise adherence and 10-year mortality in chronically ill older adults. *J Am Geriatr Soc* 2002;50:1929-33.
8. American College of Sports Medicine. American college of sports medicine position stand. The recommended quantity and quality of exercise for developing and maintaining cardiorespiratory and muscular fitness, and flexibility in healthy adults. *Med SciSports Exerc* 1998;30:975-91.
9. Holloszy JO. Exercise, health, and aging: A need for more information. *Med Sci Sports Exerc* 1983;15:1-5.
10. Hsu CC, Tsai HH, Fu TC, et al. Exercise training enhances platelet mitochondrial bioenergetics in stroke patients: A randomized controlled trial. *J Clin Med* 2019;8:2186.
11. Saint-Maurice PF, Troiano RP, Bassett DR, et al. Association of daily step count and step intensity with mortality among us adults. *JAMA* 2020;323:1151-60.
12. Natarajan A, Pantelopoulos A, Emir-Farinas H, et al. Heart rate variability with photoplethysmography in 8 million individuals: A cross-sectional study. *Lancet Digit Health* 2020;2:e650-7.
13. Fu TC, Wang CH, Lin PS, et al. Aerobic interval training improves oxygen uptake efficiency by enhancing cerebral and muscular hemodynamics in patients with heart failure. *Int J Cardiol* 2013;167:41-50.
14. Hsu CC, Fu TC, Yuan SS, et al. High-intensity interval training is associated improved long-term survival in heart failure patients. *J Clin Med* 2019;8:409.
15. Thompson WR, Gordon NF, Pescatello LS. ACSM's guidelines for exercise testing and prescription. 8th ed. Philadelphia: Wolters Kluwer/Lippincott Williams & Wilkins; 2014. p. 42-58.
16. Chen LK, Liu LK, Woo J, et al. Sarcopenia in asia: Consensus report of the asian working group for sarcopenia. *J Am Med Dir Assoc* 2014;15:95-101.
17. Kawakami R, Murakami H, Sanada K, et al. Calf circumference as a surrogate marker of muscle mass for diagnosing sarcopenia in japanese men and women. *Geriatr Gerontol Int* 2015;15:969-76.
18. Rikli RE, Jones CJ. Functional fitness normative scores for community-residing older adults, ages 60-94. *J Aging Phys Act* 1999;7:162-81.

19. Csuka M, McCarty DJ. Simple method for measurement of lower extremity muscle strength. *Am J Med* 1985;78:77-81.
20. Hsu CC, Fu TC, Huang SC, et al. Increased serum brain-derived neurotrophic factor with high-intensity interval training in stroke patients: A randomized controlled trial. *Ann Phys Rehabil Med* 2021;64:101385.
21. Rivera-Torres S, Fahey TD, Rivera MA. Adherence to exercise programs in older adults: Informative report. *Gerontol Geriatr Med* 2019;5:1-10.
22. Haskell WL, Lee IM, Pate RR, et al. Physical activity and public health: Updated recommendation for adults from the American College of Sports Medicine and the American Heart Association. *Med Sci Sports Exerc* 2007;39:1423-1434.
23. World Health Organization. World report on ageing and health. Geneva: World Health Organization; 2015. p. 43-88.
24. Daley MJ, Spinks WL. Exercise, mobility and ageing. *Sports Med* 2000;29:1-12.
25. Bruseghini P, Tam E, Calabria E, et al. High intensity interval training does not have compensatory effects on physical activity levels in older adults. *Int J Environ Res Public Health* 2020;17:1083.
26. Buyukyazi G, Ulman C, Çelik A, et al. The effect of 8-week different-intensity walking exercises on serum hepcidin, il-6, and iron metabolism in pre-menopausal women. *Physiol Int* 2017;104:52-63.
27. Park S, Park H, Togo F, et al. Year-long physical activity and metabolic syndrome in older Japanese adults: Cross-sectional data from the nakanojo study. *J Gerontol A Biol Sci Med Sci* 2008;63:1119-23.
28. Magutah K, Thairu K, Patel N. Effect of short moderate intensity exercise bouts on cardiovascular function and maximal oxygen consumption in sedentary older adults. *BMJ Open Sport Exerc Med* 2020;6:e000672.
29. Distefano G, Goodpaster BH. Effects of exercise and aging on skeletal muscle. *Cold Spring Harb Perspect Med* 2018;8:a029785.
30. Novotny SA, Warren GL, Hamrick MW. Aging and the muscle-bone relationship. *Physiology (Bethesda)* 2015;30:8-16.
31. Garber CE, Blissmer B, Deschenes MR, et al. American college of sports medicine position stand. Quantity and quality of exercise for developing and maintaining cardiorespiratory, musculoskeletal, and neuromotor fitness in apparently healthy adults: Guidance for prescribing exercise. *Med Sci Sports Exerc* 2011;43:1334-59.
32. García-Hermoso A, Cavero-Redondo I, Ramírez-Vélez R, et al. Muscular strength as a predictor of all-cause mortality in an apparently healthy population: A systematic review and meta-analysis of data from approximately 2 million men and women. *Arch Physical Med Rehabil* 2018;99:2100-13.e5.
33. Yang J, Christophi CA, Farioli A, et al. Association between push-up exercise capacity and future cardiovascular events among active adult men. *JAMA Netw Open* 2019;2:e188341.
34. Manini TM, Everhart JE, Patel KV, et al. Daily activity energy expenditure and mortality among older adults. *JAMA* 2006;296:171-9.
35. Leblanc A, Pescatello LS, Taylor BA, et al. Relationships between physical activity and muscular strength among healthy adults across the lifespan. *Springerplus* 2015;4:557.
36. Gutiérrez-López L, Olivares-Corichi IM, Martínez-Arellanes LY, et al. A moderate intensity exercise program improves physical function and oxidative damage in older women with and without sarcopenic obesity. *Exp Gerontol* 2021;150:111360.

Effects of Supervised Exercise Training on Health-related Physical Fitness in Community Dwellers Aged over 50 Years

Chun-Yi Lee¹, Tieh-Cheng Fu¹, Jong-Shyan Wang², Chih-Chin Hsu³

¹Department of Physical Medicine and Rehabilitation, Keelung Chang Gung Memorial Hospital, Keelung;

²Institute of Rehabilitation Science and ³School of Medicine College of Medicine, Chang Gung University, Taoyuan.

Effects of supervised aerobic exercise training on physical fitness in aging community residents were highlighted in the study. 76 community-dwellers aged > 50 years who completed an 8-week cohort study were included. All participants were instructed to walk ≥ 8000 steps per day (stp/d) and wore a smart watch to record the every-day step amount. The average number of everyday step amount in a week was used as the mean walking steps per day in a week. Among them, 39 participants were randomized to the supervised exercise training (SET) and 37 were allocated to the home exercise training (HET) groups. The SET participants underwent 24 sessions (3 times a week and 30 min/session) of supervised cycling training at the intensity of 70% of the maximum predicted heart rate within one week after entering the study. We assessed 2-min step count to estimate the maximal oxygen consumption ($e\dot{V}O_{2max}$), 5-time sit-to-stand duration to predict lower extremity muscle strength, normalized body fat mass (nBFM), normalized skeletal muscle mass (nSKM), calf circumference to reflect lower extremity skeletal muscle mass, and handgrip strength in all participants at baseline and the end of follow-up. The SET participants had a significant greater ($p < 0.05$) chance (female/male=81.0%/77.1%) to walk ≥ 8000 stp/d than the HET participants female/male=47.6%/44.3%. Significant increases of nSKM in both female ($p < 0.001$) and male ($p = 0.043$) were observed after completing SET. A significant decrease ($p = 0.019$) of nBFM was observed in female SET participants at the end of follow-up. In the female SET participants, the 5-time sit-to-stand duration significantly decreased ($p = 0.044$) after 8-week of follow-up. In conclusion, SET facilitates exercise adherence to change body composition, which further improves muscular fitness in community dwellers age over 50 years. (Tw J Phys Med Rehabil 2022; 50(2): 125 - 134)

Key Words: aerobic exercise, muscle strength, body compositions, physical fitness