

第二章 文獻探討

本章探討主題如下：第一節老化與肌力、平衡能力；第二節運動影響肌力、平衡能力之相關機制；第三節運動與肌力、平衡能力之相關研究。

第一節 老化與肌力、平衡能力

一、老化的定義

老化 (ageing) 是任何生物生命過程的必然規律，可分為生理性老化和病理性老化。生理性老化是指人類不可避免的自然衰退、老化及死亡的過程，是屬於個體上的機能變化。例如人體在 25 歲後肌肉逐漸鬆弛，視力在 40 歲以後開始變差等，都是生理老化現象。病理性老化則是由疾病所引起的老化現象，例如關節炎所引起的關節硬化，是屬病理性老化 (謝瀛華，1991)。老化的基本特徵包括：普通性、進行性、減退性和內在性。也就是說老化是生物隨著年齡的增長，機體各系統、各器官、各種細胞功能顯現出的漸進性和不可逆性減退的綜合結果 (林富楨、許士凱，2001)。

二、老化對肌力的影響

人類身體的發展過程，肌肉質量與年齡原本是同時成長，例如出生時，肌肉質量大約是體重的 23.6%，成年後肌肉質量可增加至大約體重的 40%。然而，老年人的肌肉質量卻是會減少。其主要的因素為自然老化與身體活動量減少，在自然退化過程中，肌纖維數量變少，肌纖維也變小，進而導致肌肉呼吸能力的退化。肌肉質量隨著老化衰退，加上控制肌肉收縮的神經反應速率遲緩與供應肌肉血液的網狀血管減少，無法充足應付肌肉收縮，所以老年人的肌力會明顯流失 (陳坤檸，1993)。另外，Borkan, Huits,

Gerzof, Robbins, & Silbert (1993) 透過斷層掃描比較中年人與老年人身體組成上的差異。發現老年人體重略輕，在體脂肪量上卻比中年人多 1.4%，主要原因是老年人肌肉組織質量較低。由於肌肉功能隨著老化而衰退，相對的，結締組織的僵硬與體脂肪的百分比亦隨著老化而上升 (Brooks & Fahey, 1984)。

一般肌力從孩童時持續增加，大約在 25~35 歲時達到最高點，而到 50 歲後肌力會緩慢遞減，且肌力大致每十年大約減少 10% (Lexell, Taylor, & Sjostrom, 1988)。Skelton, Greig, & Malbut (1995) 認為 65 歲至 89 歲的老年人在身體的各處肌力表現不一樣，但是每年約下降 1% 至 2% 的肌力。而 Mazzeo, Cavanagh, Evans, Fiatarone, Hagberg, McAuley, & Startzell (1998) 則指出肌力明顯的流失是在 70 歲以後，肌力於 60 與 70 歲時，每十年減少 15%，70 歲後，則每十年減少 30%。Jette & Branch (1981) 的研究指出，40% 的 55-64 歲女性、45% 的 65-74 歲女性以及 65% 的 75-84 歲女性無法舉起 4.5 公斤重量的重物。Izquierdo, Aguado, Gonzales, Lopez & Hakkinen (1999) 分別使不同年齡層實驗參與者，包括 12 位年輕人 (平均 21 歲)、10 位中年人 (平均 40 歲) 及 10 位老年人 (平均 71 歲)，在測力板上做蹲跳 (squat jump)、反向跳 (counter movement jump) 及立定跳遠 (standing long-jump) 等動作，研究結果發現老年人不但蹲跳、反向跳及立定跳遠均表現較差，在提供視覺線索修正平衡的反應時間上，比中年人慢 24%，也比年輕人慢 47%。此外，他們也同時發現老年人下肢伸肌的等長收縮能力與最大肌力產生速率 (rate of force development, RFD) 均明顯比中年人和年輕人差。也因此，年齡增加與身體功能退化的關係上，常出現在年齡較大的人。不論是身體的感覺、中樞神經、運動系統的功能與能力都有因為老化而減弱的現象 (姬榮軍, 2001)。

一般下肢肌力所執行的一些動作是日常生活中常見的，像是爬樓梯、

距離步行或者是起身離座、進出浴缸等的活動 (Rikli & Jones, 2001)。由於肌肉質量、每單位面積肌肉的肌力、關節活動、下肢肌肉群之肌身等皆會隨年齡增加而退化，進而影響到運動及工作能力 (Frontera, Hughes, Lutz, & Evan, 1991)。因此，肌力訓練對老年人而言是必要的，但訓練份量應作適當的調整 (Hettinger, 1960)。而肌力訓練可以藉由阻力運動實施，對肌力與肌耐力都有相當程度的增強作用，其中阻力運動包含有許多種不同的訓練型態，重量訓練便是其中的一項。而 Galloway & Jokl (2000) 也指出：每週進行 5 次，每次 30-50 分鐘有氧運動，再加上每 2 週針對身體主要肌群進行 1 次阻力訓練，其中有氧運動並不一定是指有氧舞蹈，包括日常生活中的走路、種花與騎單車等，對骨骼肌肉系統延緩老化有極大幫助。

綜合上述研究可知：人體肌肉密度在 25 歲達到顛峰，之後隨著年齡的增長而逐漸的衰退。包括肌肉的功能、彈性與力道，進而影響老年人運動及工作能力。而身體活動量減少及自然的退化過程，又使的肌肉質量變少。諸多的研究亦證明，年輕人、中年人的肌力優於老年人。由此可知老化對肌力功能的衰退有著直接且關鍵性影響。

三、老化對平衡能力的影響

在生物體無可避免的老化過程中，隨著年齡增長，身體功能逐漸衰退，平衡能力受到視覺減弱、本體感覺遲緩、內耳前庭知覺變化，將可能產生判斷物體在空間的位置差異，反應時間延長，運動能力受到體力和肌力減退、關節僵化造成活動範圍縮小等因素，進而影響身體平衡的控制能力 (李明義、徐業良、呂理煌、連永昌, 1997)。

Sheldon (1963) 指出：老年人的站立穩定度比年輕人差，且閉上眼後的差異更明顯，顯示老年人過度依賴視覺系統以維持平衡，一但視覺回饋

改變，老年人無法經由體感覺（somatosense）與前庭覺（vestibular system）來調整重新獲得平衡，但是年輕人可以快速地選擇可靠的感覺資訊來維持平衡，所以站立穩定度較高。

Murray, Wood, & Susan (1975) 以動態平衡測試儀，進行 30 歲、50 歲及 70 歲三個年齡層各 8 位男性為研究對象，檢測向前、向後及左右方向的最大重心偏移，發現年輕人比年老人的偏移小，老年人的站立穩定度比年輕人差。

Layne & Abraham (1987) 與 Mobily, Lane & Semerjian (1998) 的研究皆指出，由於人體老化後肌力的衰退和關節活動範圍的減少等因素，使得老年人在平衡動作表現上較成年人差。

Briggs, Gossman, Birch, Drews, & Shaddeau (1989) 也以平均年齡為 72.3 歲的女性老人，以單腳作開眼與閉眼平衡測試，認為隨著年齡增加，平衡維持時間則減少。

Blaszczyk, Hansen, & Lowe (1993) 比較年輕人與老年人前後左右方向的穩定限度，發現老年人的穩定限度較年輕人低，而且在維持身軀傾斜時的搖晃程度有增加現象。

Tinetti, Doucette, Claus, & Marottoli (1995) 證明老年人普遍存在著骨骼肌功能不佳的問題，並對於平衡及跌倒有負面的影響，老年人的視覺和本體感覺下降時姿勢控制能力下降。

Liang, Cameron, & Chumlea (1998) 以 328 位男性、210 位女性，年齡在 65-80 歲中國人，分成三個年齡層（65-69 歲、70-74 歲、75-80 歲）利用單腳站立（one-leg standing balance）開眼及閉眼測試，坐椅站立及 30 秒坐椅站立測驗等相關研究，結果顯示 75-80 歲組在姿勢平衡能力、肌力及耐力都比年輕組（65-69 歲）差。女性比男性差，有運動習慣者優於無運動者。

趙峻郁 (1998) 針對老年人不同高度下階梯動作的肌電圖分析研究，

得到以下三個結論：1、老年人下階梯動作其整體支撐總時間明顯高於年輕人，其著地動作之平穩控制性較年輕人控制性較年輕人差。2、老年人頭部加速度會隨著高度的增加而較年輕人晃動程度愈大，顯示年輕人控制能力較穩定。3、年輕人會採取腳踝策略（ankle strategy），遠端肌肉動作的發生較近端肌肉早；而大部分的老年人會用髖部策略（hip strategy），令近端肌肉先動作。

莊麗玲、胡名霞、黃靄雯、陳志中、林祈岷與簡登偉（1998）針對 27 名健康的老年、青年、兒童為受試族群，兒童組 9 名，年齡 6-12 歲；青年組 10 名，20-30 歲；老年組 8 名，65-85 歲，利用平衡表現偵測器（balance performance monitor, BPM）來測試其前後左右的平衡能力，研究發現老年人在各方向之最大位移量均明顯較年輕人小，這說明了老年人的平衡能力有較差的現象。

綜合上述研究顯示老年人的平衡能力較年輕人差。主要因素有本體感覺、內耳前庭系統、感覺神經的退化，以及各器官系統之老化或病變所造成之步態與平衡功能障礙。也使得老年人在失去平衡時，容易跌倒，而造成的傷害。台灣地區已邁入高齡化國家之林，因此對於各項老人有關的研究，已刻不容緩。

第二節 運動影響肌力、平衡能力的相關機制

一、運動影響肌力的相關機制

肌肉收縮時所產生的力量叫做肌力，均衡且適當的訓練增加肌力以應付日常生活與工作的需要是重要的（林麗娟，1993；藍青，1996）。肌力的大小視肌肉在作最大收縮時的許多因素而定，如抑制神經的作用程度，肌纖維的數目與種類，收縮的狀態（長度和疲勞程度）。此外，還有一些影響因素，說明如下（劉立宇，2005）。

（一）性別

在 12 至 14 歲以前，男女的肌力並無明顯的差異，但青春期後，男性之肌力則大於女性，這可能與性賀爾蒙有關。另一個造成性別肌力差異的因素是體脂肪。女性的體脂肪百分比約為男性的二倍，如考慮每公斤體重之肌力時，男性還是優於女性。

（二）年齡

肌力約在 20 歲時達到最大值，之後隨著年齡的增長而逐漸的衰退，每年大約減少 1%，但 55 歲以後會快速衰退。

（三）肌肉纖維種類

肌肉纖維分為慢縮肌和快縮肌二種。快縮肌會產生較大的力量。擁有較多比例快縮肌纖維的人，有比較大的肌力。研究指出舉重選手的快縮肌纖維數目比非舉重選手多出二倍。至於肌纖維之大小，受到訓練及遺傳的影響，也是影響肌力大小的重要因素。

Knapik, Zolitic, Rottner, Phillips, Bielenda, Jones, & Drewws (1993) 指出平時身體活動量高的人會有較佳的上半身肌力、有氧能力及較低的脂肪

含量。

Charette等人(1991)指出，老年人經過12週阻力訓練後，在肌力增加28%~115%，而且運動組typeII肌纖維（快縮肌纖維）增加 $20.1\% \pm 6.8\%$ ，顯示老年人肌力及肌肉橫斷面積因阻力訓練有增加的現象。

Waller, Crow, Sands, & Beker(1988)指出老年人經過12週肌力訓練後，結果肌力增加10%~18%，而且TypeI肌纖維(慢縮肌纖維)增加33.5%，TypeII肌纖維增加27.6%，並且發現肌力的增加與肌纖維肥大有關係。

Pyka, Lindenberger, Charette & Marcus(1994)研究老年人長時間予以中高強度的肌力訓練，觀察肌力與肌纖維的變化，結果發現，經過9週肌力訓練後肌力明顯增加；經過15週肌纖維TypeI明顯增大，經過30週訓練TypeII肌纖維亦顯著增大。

綜合上述可發現：肌力是可訓練的，經過9週以上的運動訓練，肌力明顯增加。近年來，由於科技的進步，機器代替人力，人體活動的機會減少，人們的肌力適能便無可避免的逐漸衰退。其中影響因素包括性別的差異、年齡增長、身體機能的老化及肌力的衰退。而如今運動對於肌力的增進，已被認為對一般人健康體能的維持及文明病的預防會有很大的助益，所以應鼓勵大家從事運動。

二、運動影響平衡能力的相關機制

人類的平衡動作反應是由視覺系統，接收外界訊息，傳遞訊號至大腦中樞神經整合而產生的動作反應，視覺系統提供訊息，使我們得知身體在環境中的位置，而動覺系統則提供我們各肢段在環境中相對位置的訊息，人體藉由視覺系統與動覺系統的訊息整合，以維持身體的平衡(Haywood, 1993)。

當人體受到外界不平衡干擾時，首先由本體感覺接受器測得瞬間身體各部分的位置及身體與地面的相對關係，同時內耳前庭系統可得知頭部的位位置、動向及加速，視覺系統則感受身體與外在環境互動的訊息。這三種訊號經由中樞神經系統控制肌腱伸張產生動力，調整骨骼及軀體以回復平衡（方鴻明，1991）。

Westcott, Lowes, & Richardson (1997) 將平衡分成靜態平衡與動態平衡，靜態的站立平衡是在靜止時站立並維持穩定的能力。而動態站立平衡是指在受到干擾時仍能站立並維持穩定狀態的能力；Andres & Anderson (1980) 則提出動態姿勢平衡性是評估人體平衡能力最常使用的評估方法。

人體站立平衡與姿勢穩定的控制能力，必須透過視覺、前庭覺及本體感覺等感受器，將所測得的訊息經由腦部神經及脊髓中樞神經系統的整合，才能完成動作的反應（黃漢年、陳全壽，2001）。而透過運動訓練，提高運動神經控制肌腱伸張力量，增加關節柔軟度，將有助於平衡能力的改善，增加姿勢穩定的功能。Tse & Bailey (1992) 提出太極拳練習者有較佳的姿勢控制能力。簡世昱 (2005) 認為元極舞運動能維持運動神經控制肌腱伸張力量，有助於平衡控制能力，改善身體姿勢穩定性。但由於不同運動種類、運動環境以及運動型態，以致參與活動的身體部位也會有所差異，因此會產生不同的運動效果（黃漢年、陳全壽，1999）。

Van Heuvelen, Kempen, Ormel, & Rispens (1998) 提出藉由每週 2~3 次的大肌肉群運動，可以促進神經的適應性，改善平衡協調能力。而透過訓練與相關運動練習，對於老年人平衡控制能力提升，具有特別功效（Ledin, Kronhed, Moller, Odkvist, & Olsson, 1990）。

Day 等 (2002) 以 1107 位年齡介於 70-80 歲的老年人為受試者，讓老年人分別接受三種預防跌倒措施，包括：從事運動（增加肌力、平衡能力）、清理家中障礙物及視力矯正，連續實施 18 個月，每個月記錄個人跌倒次數，

發現從事運動組的跌倒機率下降最明顯達7%；若從事運動且配合其他任一種預防措施，跌倒機率降低約10%-11%；若三種預防措施同時施行，則跌倒的機率減少14%，由此推論運動對老年人預防跌倒具有相當正面的效果。

綜合上述身體姿勢平衡的控制機制是由視覺、前庭覺與本體感覺等訊息，經過整合後的反應動作。「平衡」是人體維持一切動作的基本要素，因此不管是做任何動作或遇到外來力量的干擾，人類都必須盡量保持身體的平衡，才能夠完成各種動作，且不至於受傷。

第三節 運動與肌力、平衡能力之相關研究

一、有無規律運動習慣對肌力與平衡能力的相關研究

簡世煜和林曼蕙(2004)針對元極舞運動第一集至第十集進行動作因素分析，發現屬於平面移動的下肢動作及縱軸轉動的動作佔全部動作的40.8%，下肢支撐動作佔30.4%，而上肢動作佔28.8%。元極舞運動中，下肢運動佔整體運動內容之重要比例。研究者進一步對宜蘭地區從事元極舞運動者(實驗組N=12，平均年齡 68.3 ± 2.6 歲)及無規律運動者(對照組N=18，平均年齡為 70.4 ± 3.5 歲)進行靜態平衡(開眼單足立)及動態平衡(8呎起立走)檢測。結果發現實驗組明顯優於對照組。總和研究結果顯示：元極舞運動的動作內容，屬於平動、轉動和支撐類型的下肢運動佔整體運動內容相當高的比例，而下肢動作空間(平面移動)與平衡能力控制有關，轉動縱軸部分與體感覺相關，下肢動作時間(支撐)部分與下肢肌力相關。因此，研究者推論元極舞運動有助於老年人平衡能力及下肢肌力之維持。

李世國(2004)針對有、無規律慢跑運動習慣的中老年人的下肢肌力以30秒坐椅站立測驗方式進行比較，實驗參與者為長期規律從事慢跑運動與無規律運動的中老年人，年齡介於55~70歲之間，分為慢跑運動組與無規律運動組，每組各50人，共100人，研究結果也顯示，長期規律從事慢跑運動的中老年人下肢肌力明顯優於無規律運動的中老年人。

Baloguan, Ajalyi, & Alawale (1997)的研究是以不同性別(年齡為12-40歲之間)、平時有做身體活動或平時沒有做身體活動習慣(坐式生活型態)的族群來做平衡能力的比較，並要求受試者以睜眼和閉眼的方式做慣用腳和非慣用腳的單足站立測驗，結果發現：平時有身體活動習慣的族群在閉眼單足立測驗中也明顯的優於坐式生活型態的族群($p < .01$)。

Perrin, Gauchard, Perrot, & Jeandel (1999)針對運動習慣與經驗不同的

60歲老年人進行平衡能力檢測，結果發現終身不運動者，平衡能力的表現最差；而終身從事身體活動或運動的老年人，在平衡能力的表現方面，均優於近年來才運動的老年人，和以前曾運動而現在停止活動的老年人。

Hong, Li, & Robinson (2000) 以 28 名從事太極拳活動的男性老年人，平均年齡 67.5 歲，與 30 名不活動，平均年齡 66.2 歲的老年人作比較，測試安靜心跳率、閉眼單腳立、身體旋轉測試、坐姿體前彎和三分鐘登階測試，結果顯示太極拳活動組在安靜心跳率、三分鐘登階心跳率、坐姿體前彎、身體旋轉測試、閉眼單腳立的表現都優於不活動組。

林佩欣、曾旭民、黃美涓與鄭寶釵 (2000) 以 51 名有定期操練太極拳的 60 歲以上的老年人 (平均年齡 70.5 ± 5.1) 為實驗組，控制組為 57 名沒有練過太極拳的老年人 (67.4 ± 5.9)。分別接受平衡儀測驗、開眼、閉眼單足站立、功能性前伸、柔軟度、下肢肌力等測驗。結果發現：下肢肌力測試值 ($F=13.4, p<.001$)，開眼、閉眼單足站立時間 ($F=20.6, p<.001, F=16.7, p<.001$)，柔軟度 ($F=9.7, p<.001$)，功能性前伸 ($F=49.1, p<.001$) 顯示太極拳組老人明顯優於控制組老人。同時過去一年跌倒發生的人數也少於控制組。因此練習太極拳對老年人確實有保健的能效值得推廣。

Wong, Lin, Chou, Tang, & Wang (2001) 研究 25 位從事 2~35 年太極拳運動老年人，及 14 位健康老年人，發現在靜態平衡上，從事太極拳運動老年人與健康老年人並沒有明顯差異，但在不同的動態平衡測驗，包括閉眼站在晃動平衡板上，睜眼提供晃動視覺且同時站在晃動平衡板上，從事太極拳運動老年人顯著比健康老年人優越；研究過程中也發現：從事 2 年以上的太極拳運動，經驗多寡對平衡表現並沒有顯著差異影響，因此學者推論至少從事 2 年以上太極拳運動可以改善本體感覺、動態平衡，或許正因為如此而可以降低老年人跌倒的危險機率。

鄧時海 (1990) 提出楊家老架式太極拳是增強平衡能力與下肢肌力的

運動，在動作變換過程中，重心平行挪移、加強下肢肌力；在移動步伐時，完全由單側肢體承受全身重量，同時講求先「沉身」，降低身體重心，再「落步」，放下騰空的腳，最後才緩慢地移動身體，強調個體內在的感覺回饋系統，因此，不論在張眼或閉眼狀態，對身體重心的控制與平衡能力均有極大助益。

劉瓊尹（2004）比較停經後有無規律運動婦女在「健康概念」得分情形與「體適能」測驗的差異。受試者為停經後之 78 名婦女，其中 39 名為每週至少運動三次，每次至少 30 分鐘之規律運動婦女組與 39 名無規律運動婦女組。結果發現：一、在有規律運動婦女組（regular exercising postmenopausal women, REG）與無規律運動婦女組（non-regular exercising postmenopausal women, NREG）之 30 秒坐站、二分鐘原地踏步、坐姿柔軟度測驗，達到顯著差異（ $p < .05$ ），而且 REG 婦女之成績優於 NREG 婦女。二、在 REG 婦女與 NREG 婦女之手舉啞鈴測驗與手臂背後互拉測驗，沒有達到顯著差異。三、在 REG 婦女之健康概念與 30 秒坐站（ $r = 0.708$ ）、手舉啞鈴（ $r = 0.607$ ）、二分鐘原地踏步（ $r = 0.820$ ）、坐姿柔軟度（ $r = -0.911$ ）、手臂背後互拉（ $r = -0.897$ ）有顯著相關；有規律運動之停經婦女其健康概念和下肢有關之體適能比無規律運動婦女為佳，宜鼓勵老年婦女從事規律運動。

張彩秀（1992）以台北縣 40 歲（含）以上的中老年人為母群體，樣本共 986 人。資料之收集方式則是以訪員進行家戶訪問。內容包括：客觀健康狀態（體適能—平衡性、敏捷性、柔軟性、瞬發力、肌力、持久力、）。研究結果：中老年人的運動型態多屬於低強度（散步、體操、國術、太極拳）的運動型態。有 35% 的中老年人從事規則性的運動。從事規則性運動中老年人，在客觀的健康狀態方面（平衡性、柔軟性、瞬發力、肌力）之表現並沒有明顯高於無規則運動者。其結果可能與受試者所參與的運動型

態、運動強度、持續時間或研究者的研究方法有關係。

蕭淑芬（2003）中老年人運動行為與醫療就診記錄關係之研究，以男性中老年 446 位（52.84%）及女性中老年 398 位（47.16%），樣本遍佈於台閩地區，實訪問卷調查。發現：（一）年齡在 61 歲以上之中老年人有規律運動習慣者高於其他年齡層（ $p < .05$ ）。（二）有規律運動習慣之男、女性全年平均醫療就診次數（5.06 次與 6.32 次）顯著低於無規律運動習慣者（7.67 次與 9.44 次）（ $p < .05$ ）。（三）從事中、高強度運動者全年醫療就診次數（5.02 次與 5.08 次），顯著低於從事低強度運動者（8.49 次）（ $p < .05$ ）。（四）每週運動 3 次之中老年人全年醫療就診次數（4.76 次）顯著低於其他運動次數者（ $p < .05$ ）。（五）61.02% 的中老年人選擇低強度運動，33.81% 選擇中強度運動，仍有 5.81% 的中老年人選擇高強度的運動為主要的運動型態。中老年人規律的運動行為的確可以減少醫療就診次數，降低醫療資源的支出，而未有規律運動習慣之中老年人比例仍在 50% 左右，可改善空間極大，值得相關單位及體育專業人員共同努力推廣。

陳勇欽（2004）比較老年人參與規律運動與生活品質的差異。對象為台北地區的老年人，年齡介於 65~80 歲（ 72.95 ± 5.15 ；男 156，女 167），共計 323 人，其中太極拳組 106 人、散步組 111 人及無規律運動組 106 人。以「臺灣簡明版世界衛生組織生活品質問卷」為主要施測工具，採當面填答或說明填寫。發現結果：一、規律運動與無規律運動的老人其生活品質總分有顯著差異（ $p < .05$ ）二、老年人生活品質總分的高低依序為太極拳組最佳，散步組其次，無規律運動組最差，而且三組之間都達到顯著差異（ $p < .05$ ）；三、從事規律運動（每週運動 3 次，每次 30 分鐘並持續 6 個月以上）的老年人其生活品質，並不會因為持續運動時間或運動頻率的增加而有所不同。

規律運動對老年人體適能具有正面的意義，可以延遲衰退現象，且經由運動訓練後之體適能皆比運動前有所改善或增進（方進隆，1993）。從上述研究可發現：有規律運動的中老年人在下肢肌力、平衡能力及各項體適能表現上明顯優於無規律運動的中老年人，顯示運動訓練對肌力的延緩老化及控制身體平衡能力均有很大的幫助。同時跌倒次數明顯較低，平均醫療就診次數也顯著低於無規律運動習慣者，中老年人規律的運動行為的確可以降低醫療資源的支出，相較之下有較好的生活品質，所以應積極鼓勵中老年人從事規律運動。

二、不同運動介入期(縱向研究)對肌力與平衡能力的相關研究

(一) 十週運動介入對肌力與平衡能力的相關研究

Hu & Woollacott (1994) 的研究證實，經過十小時的感覺整合平衡訓練，可以有效增進老年人的單足站立時間，並且在動態姿勢平衡儀的測驗項目中亦有進步。

傅麗蘭與楊政峰 (1998) 曾針對23位年齡相近且大於60歲的老年人進行實驗，所有受試者先隨機分配到實驗組及控制組，實驗前，二組受試者單腳站立時間是相似的，實驗組經過四星期的訓練後，睜眼單腳站立時間在運動前後有顯著差異 ($p < .05$)，結果顯示，平衡運動訓練可以改善老年人單腳站立時間。

Steadman, Donaldson & Kalra (2003) 以199位60歲以上老年人為對象，實施六週平衡訓練促進計畫，結果發現運動計畫明顯促進有平衡問題患者之平衡與行動能力，亦能增強自信與生活品質。

賴芳貞 (2002) 以419名婦女平均年齡39.5歲為對象，施以每週三次、每次90分鐘，為期八週，運動強度介於60%-75%HRmax 之高-低衝擊有氧舞蹈教學活動。結果發現：一分鐘屈膝仰臥起坐、坐姿體前彎、三分鐘持

續登階運動，均有明顯的改善並達顯著效果，身體質量指數雖有些許改善，但未達顯著差異。

Ledin等（1990）以70-75歲的社區老人作長期的平衡訓練，利用靜態平衡（clinical balance test）單腳閉眼測試及動態平衡（dynamic posturography）測試訓練前及訓練後的平衡控制能力，結果顯示老年人經過九週平衡訓練後，可改善平衡能力，並能進一步預防偶發的跌倒所造成的骨折。

張哲榕（2004）以水中有氧運動的介入對老年女性平衡能力及下肢肌力之影響。受試者為33位年齡高於65歲之老年女性（平均年齡為 68.9 ± 3.9 歲，平均身高 153.3 ± 4.7 公分，平均體重 58.9 ± 7.5 公斤，平均安靜血壓值：收縮壓 131.7 ± 20.9 mmHg、舒張壓 75.2 ± 11.3 mmHg，平均安靜心跳率 76.7 ± 10.2 次）。完成10週、每週3次、每次60分鐘及目標心跳率達到最大心跳率之65%至80%之水中有氧運動課程。所有受試者在水中有氧運動課程介入之前後，各接受平衡能力及下肢肌力檢測，包括：(1)靜態平衡：閉眼單足立測驗及開眼單足立於Castsys2000平衡能力測試儀器；(2)動態平衡：8呎起立-走測驗；(3)下肢肌力：垂直跳及30秒坐站測驗。結果發現：在閉眼單足立、開眼單足立於Castsys2000平衡能力測試儀器、8呎起立走測驗、垂直跳及30秒坐站測驗之成績皆明顯優於運動介入前，達到統計上顯著差異。也就是說：水中有氧運動在增進老年女性平衡能力及下肢肌力上都有相當好的運動效果，可建議老年人從事類似相關的水中運動。

（二）三個月運動介入期對肌力與平衡能力的相關研究

Brown & Holloszy（1993）以50名60-72歲的男、女性老年人，利用每週約4次，每次45分鐘進行中強度的肌力、耐力、平衡和柔軟度訓練，3個月後，以站立平衡測驗、動態肌力測驗等項，研究結果發現最大攝氧量（ $\dot{V}O_2$ max）男性增加24%，女性增加21%，並在運動訓練後，可以增加他們的平

衡反應能力及肌力。

張美莉 (1995) 以 30 名大學女生 (平均年齡 22.5 歲) 為對象, 施以高衝擊有氧舞蹈課程學習 14 週, 每週 2 次, 每次 60 分鐘, 結果發現: 肌力、肌耐力與柔軟度有顯著改善 ($p < .05$), 握力 (肌力) 則無顯著效果。

李彩華和方進隆 (1998) 以 12 週體能訓練對婦女健康體能與血脂肪之影響。平均年齡在 38.36 ± 7.67 歲, 施以連續 12 週、每週 2 次、每次 60 分鐘的體能課程訓練, 包括: 伸展操、有氧運動、重量訓練、韻律舞蹈.... 等, 運動強度定在 $60\%HR_{max}$ 。結果發現: 體能訓練前與訓練後之體適能, 除腰臀圍無顯著性差異外; 身體質量指數、柔軟度、肌力與肌耐力、心肺適能指數皆有顯著差異。體能訓練對於婦女增進體適能以增加日常生活之能力仍有正面的助益, 若能多利用運動訓練來保持身材與改善血液生化值, 對降低心血管疾病危險因子的累積應能有一定程度的影響。

尹德鈞、吳麗芬與周崇頌 (2001) 針對社區老人常青大學健康老人 230 人進行為期 3 個月的搖呼拉圈訓練, 共分為 3 組: 第一組為每週運動頻率為零; 第二組為每週運動頻率 1-2 次者; 第三組為每週運動頻率大於或等於三次者。由體育教師指導下給予 3 個月的呼拉圈課程 (每週 1 次, 餘其他自行在家練習), 參與者必須反覆練習, 最多做到每日 30 分鐘, 每週 5 次, 繞圈採順時鐘及逆時鐘交替方式進行。結果發現: 老年人的軀幹柔軟度 ($n=203, 88.2\%$) 及單腳站立時間 ($n=162, 70.4\%$) 及腸骨脊皮下脂肪厚度 ($n=138, 60.0\%$) 有明顯的功效。

吳麗貞 (2002) 以 12 週活力健康操運動介入對健康體能、血液生化之影響, 以 (士林區) 之 50 歲以上至 75 歲以下者為對象, 特聘文化大學彭副教授精心設計指導, 設計符合老年人健康體能之低衝擊、中度運動強度的有氧活力健康操為運動項目。運動處方之執行為期 12 週, 運動頻率每週 2 次, 運動時間每次 60 分鐘, 運動強度設定運動心跳每分鐘 120 次。運動

實施包含暖身運動、主題運動、與緩和運動三階段。測量項目包括，心肺耐力利用 3 分鐘登階測量及肺活量身體組成利用身體組成分析測量及體圍、肌力利用握力測驗、肌耐力利用 20 秒膝屈伸測驗、柔軟度利用坐姿體前彎及立姿體前彎、平衡感利用閉眼單足立、敏捷性利用 15 秒 6 公尺往返跑、手握棒等。結果發現，實驗組在修正體力指數、閉眼單足立、握力、20 秒膝屈伸、坐姿體前彎、手握棒反應、腰臀比有七項明顯改善且達統計上顯著差異。

Buchner, Cress, Lateur, Esselman, Margherita, Price, & Wagner (1997) 將受試者分為三組實施不同運動訓練，包括肌力訓練（機械式的阻力訓練）、耐力訓練（騎腳踏車）、和合併實施二種訓練，持續 24-26 週，每週 3 天，每天 1 個小時，結果發現：肌力訓練組與合併實施訓練組的肌力均有明顯增加，但耐力訓練組肌力並沒有特別增加（除了膝關節肌力例外）；其次，在結束運動訓練後 1 年內的追蹤調查發現，實施運動訓練組的跌倒機率、看診（住院）次數和醫療花費等均明顯較低；但在運動訓練結束時，立即測驗受試者的步態與平衡，發現運動訓練對改善平衡的效果並不明顯，即使如此，但在步行速度仍有 4% 改善，在上樓速度有 3% 改善，其中平衡效果改善不明顯的主要是因為測量工具限制所造成。

（三）一年運動介入期對肌力與平衡能力的相關研究

Lord, Ward, & Williams (1996) 曾針對 112 位 60 至 85 歲的社區居家老年女性進行實驗，48 位為實驗組，其餘為控制組，在為期 12 個月的訓練課程後，實驗組的受試者在定量穩定評估（quantitative stability assessment）中的最大平衡範圍測試（maximal balance range）及協調穩定測試（coordinated stability task）皆有顯著進步，而控制組的受試者並沒有顯著進步。

陳美齡（2003）以長期運動介入對社區中老年人健康體適能、運動知

識、運動態度及血液生化之影響。以臺北市士林區某里50至75歲之自願參加者為對象，共80人。實驗組共進行48週全適能(Total Body Fit)運動計畫，運動訓練課程經運動專家設計，每週進行兩次，每次活動持續60分鐘之中度低衝擊運動；運動強度設定運動心跳每分鐘120次。運動實施包含：熱身運動：呼吸體操5分鐘、關節活力體操10分鐘；主題運動：協調律動<動作>10分鐘、肌力增加<啞鈴操>10分鐘、低衝擊、有氧、耐力<快走+慢跑+踏步+抬腿>15分鐘；緩和運動：緩和及柔軟10分鐘。檢測項目包括修正體力指數、閉眼單足立、握力、20秒膝屈伸、立姿體前彎、坐姿體前彎、15秒6公尺往返跑、手握棒、身體質量指數、體脂肪率、腰臀比。結果發現：訓練後修正體力指數、立姿體前彎、腰臀比等3項，達到統計上顯著差異($p < .01$)；在閉眼單足立、握力、20秒膝屈伸、坐姿體前彎、15秒6公尺往返跑、手握棒反應、身體質量指數、體脂肪率及健康評分等九項，無明顯差異($p > .05$)。

宋慧君(2003)探討長期運動介入對社區中老年人運動行為的影響。以臺北市士林區蘭興里43-75歲之無規律運動者共95人，依其志願參加分配至實驗組(42名)及對照組(53名)，實驗組共進行48週體適能運動計畫，內容課程(T.P.F.-活力健康運動計劃)稱之；此運動計畫持續1年，3個月為一期，每期課程規劃分成三個階段，分別是：適應期(1-3週)、促進期(4-6週)和強化期(7-12週)，每週2次，每次60分鐘，每次課程內容包含有熱身運動(15分鐘)、主要運動(35分鐘)與緩和運動(10分鐘)三個部分。發現在身體活動情形進行實驗規律組、無規律組、對照規律組與無規律組之比較：「每週從事激烈身體活動的時間強度」、「每週走路的时间強度」、「每週總身體活動的時間強度」和「每天坐著的時間」四個變項均有統計上顯著差異；因此認為有運動介入且規律從事運動的確可提昇研究對象的運動行為。

綜合上述研究可發現：當實施不同運動介入期，包括10週、3個月及1年的計畫後，其中幾項之情況會有某種程度顯著的進步，同時一再顯示運動計畫介入後，與介入前相比較，發現確實會有所改善。這也證明下肢肌力與平衡能力是可透過訓練或相關運動練習，改善其能力。

另外，以長期追蹤的調查方式亦發現：不同的運動介入期，不管時間長短對其健康方面均抱持正向評價。不同的運動訓練方式，對於健康的促進有不同程度的效益。但運動頻率則必須是至少每週3次以上，運動效果則會較有效果。因此，運動計畫之介入，乃有助於提升體能狀況，進而改善健康情形，可發揮其應有之潛在效益。

三、不同運動介入項目(橫向研究)對肌力與平衡能力的相關研究

鄭名涵(2003)針對不同運動型態中老年人的下肢肌力以30秒坐椅站立測驗方式進行測試，實驗參與者為長期規律從事網球、太極拳與無規律運動的中老年人，年齡介於60-69歲，每組各30人，受試者共90人，研究結果發現，規律運動組在下肢肌力顯著優於無規律運動組。

吳坤霖、周清隆、徐弘正與徐道昌(1993)以動態平衡測定儀針對12位女舞蹈系學生與10位一般女性站立平衡能力作一比較，結果顯示舞者除柔軟度較一般女性好之外，在開眼並利用單足站立的情況下進行測試，結果發現舞者之身體重心偏移量均比一般女性小，顯示穩定度也較一般女性佳。

胡名霞與林慧芬(1994)以63名不同年齡層男、女性為受試者，青年組19名，中年組23名，老年組21名，以碼表測張、閉眼單足站立及一套感覺互動與站立平衡臨床法(CTSIB)來評估六種不同感覺測試下，站20秒之穩定度，以了解感覺互動、年齡與平衡之間關係。結果發現：張、閉眼對單足站立時間有顯著影響，張眼單足站立時間(29.37秒)明顯比閉眼

(16.02 秒) 時間長。而年齡對於單足站立時間亦有顯著差異。老年人站立時間比中年、青年組短 ($p < .05$)。老年人在感覺回饋改變、剝奪或單腳站立等情境，站立平衡的穩定度比年輕人與中年人差，意謂老年人的感覺整合能力有下降趨勢，可能是影響老年人跌倒的因素之一。

崔治平、楊怡和與江界山 (1999) 在運動訓練對人體內耳平衡功能之研究曾探討跑步訓練、跑步跳繩訓練及跑步翻滾訓練等三種不同形式的運動訓練是否足以強化內耳平衡功能，以期改善海軍艦艇官兵暈船症狀，其研究結果認為藉由跑步跳繩訓練可改善內耳平衡功能，因此新兵的暈船症藉此延緩。

江勁政 (2000) 不同運動項目選手平衡能力之定量評估中曾對不同項目選手平衡能力作定量評估，研究結果指出，人體透過不同項目的訓練後，可增進不同的穩定平衡能力。

綜合上述研究顯示：不同年齡、不同運動型態、不同運動訓練方式，下肢肌力與平衡能力皆是可以透過訓練加以改善的，而人體透過不同項目的訓練後，可增進不同的穩定平衡能力。中老年人如能以樂在其中的運動型態為前提，對健康將有很大的助益。