

運動介入對老年人平衡能力之影響

夏文賢 蔡崇濱 顏克典

正修科技大學

摘要

隨著醫療科技的進步，國人平均壽命不僅延長，人口老化速度也不斷攀升，而高齡化社會明顯改變人口結構與經濟層面，致使高齡化國家成為目前世界各國密切關注的議題。隨著年齡增長，老年人的活動能力逐漸衰退，對於老年人而言，因身體機能退化與疾病侵入，導致身體造成沉重的負擔，最後常因不足以應付日常生活之所需，致使個人生活品質降低，因此也增加家庭及社會的負擔，使得在老人福利與醫療照顧將更形重要。研究指出持續性的運動習慣，可提高老年人生活品質、增加心肺功能、控制慢性疾病、降低憂鬱及焦慮、延緩老化與死亡等。老化過程其實是因缺乏運動所致，規律的運動可預防身體機能快速老化，學者們也推論隨著老化過程，感覺功能逐漸衰退，注意力需求提高，一旦注意力不集中，老年人也容易失去平衡而發生跌倒。因此，適合老年人的運動，例如有氧運動、太極拳、有氧舞蹈，可提高機體抵抗力，抗衰老，增加平衡能力減少跌倒機會。

關鍵詞：平衡能力、老化、跌倒

壹、前言

台灣當前人口趨勢，由於出生率下降、生育率逐年降低及延後、少子化情況嚴重，台灣人口結構已邁入高齡化社會，隨著台灣人口逐年老化，性別比例不斷下降以及老年人跌倒造成嚴重傷害不斷上升。對老年人而言，不僅心肺耐力和肌力逐漸減退，且反應遲鈍、平衡能力不佳會使跌倒的機率增加，甚至因跌倒而造成嚴重的後遺症，例如骨折或腦外傷。失去平衡是老年人跌倒意外的最主要原因，隨著老化的產生，平衡能力會受到生理各機能的衰老而逐漸退化，有研究指出，平衡能力與跌倒發生率有顯著相關，所以良好的平衡能力，是每個人都須具備的。規律的運動，可以促進身體機能活化不至於因年齡的增長而逐漸退化，且可減少慢性病的發生，並降低死亡率。對於老年人，運動可以促進健康，進而增進老人獨立自主的生活能力，並改善生活品質。因此，在高齡化社會中，推廣適合老年人的運動，是促進國民健康的必要歷程。本研究目的在於探討以運動介入對老年人平衡能力之影響。

貳、影響平衡的生理機轉

平衡是各個動作或姿勢中，能夠維持穩定狀態之能力。人從出生開始隨即學習掌握身體的平衡，幼兒時躺、坐、爬行及站立時都要保持平衡，一直到長大後學習複雜、特殊性的運動技能，平衡能力更是一項不可或缺的運動體能要素。平衡感的優劣常伴隨著各項活動的好與壞，不論是在行走、跑步、跳、以及在做各項技術動作等等，平衡感佔了關鍵的因素(林育群，2005)。人體之所以能夠隨心所欲的站立、走路和奔跑，甚至於跳躍、翻滾等動作，

其中一部分是肌肉和骨骼的平衡，所以平衡能力對所有人都很重要(陳姿君，2009)，且平衡是人體在姿勢控制中很重要的一環(陳人華，2005)。平衡能力分為靜態平衡和動態平衡，當靜止站立時，控制身體及姿勢搖晃的穩定能力是為靜態平衡；動態平衡則指面對外在環境突如其來阻礙的反應能力，或是維持身體活動協調的能力(Spirduso, 1995; Forth & Dall, 2000)。

Gehlsen and Whaley (1990) 研究指出，平衡能力與跌倒發生率有顯著相關。而平衡感衰退是受神經系統退化、關節內本體感覺接受器減少、前庭器退化、視覺減弱、肌力與肌耐力降低等因素影響。人體要維持各種特殊的動作且平衡的姿勢是個複雜的工作，姬榮軍(2001)認為，影響平衡的因素包括：一、小腦：負責保持身體平衡及幫忙調節體位和姿勢，是間接透過網狀結構(reticular formation)，再經由下行的錐體外徑路來控制(王錫崗等，2006；參麗敏等，2005)。二、前庭器(vestibular apparatus)：為傳達平衡覺的特殊受器，可以感應頭部空間、位置及動作方向的改變，即負責身體在空間中的定位能力，包括三個半規管(semicircular canals)是負責偵測旋轉時產生的旋轉加速度(動態平衡)，橢圓囊(utricle)與球狀囊(sacculle)則分別偵測水平和垂直行進的線性加速度，此種訊息對於身體姿勢之維持至為重要(王錫崗等，2006；邱靖華，1995；參麗敏等，2005；Pozzo, Berthoz, Lefort, & Vittle, 1991)。三、視覺(visual perception)：對四周環境會產生認知和反應，可偵測身體的位置以維持身體的平衡(樓迎統等人，1994)，作動作時，當人們能夠看到身體的位置時，比看不到身體位置時，較能夠維持平衡。四、本體感覺

(proprioception)：是經由周邊的本體感覺受器接受外界的刺激，經過中樞神經系統一連串回饋控制過程，使我們能察覺關節的動作感覺及位置感覺(黎俊彥、林威秀、黃啟煌，2004)。五、肌肉運動感覺(kinesthesia)：包含許多特殊的性質，不論是靜態或動態的方向感、平衡感、位置感等(Cratty & Hutton, 1969)，是由末梢神經和中樞神經統合，對身體在空間中的位置和平衡提供內在的指引(Singer, 1968)。六、肌耐力(muscular endurance)：肌耐力若差，平衡能力會較差。當運動者疲勞時，肌耐力變差，也會因為肌肉控制能力變差，而降低平衡能力的表現(Lepers, 1997)。

參、老化對平衡能力的影響

姿勢的平衡與控制是我們在日常生活中非常重要的一件事。自然規律表明，人類的體能、姿勢的平衡與控制有隨老化、退化而降低的現象。因此近年來有很多的 연구都在探索影響老年人姿勢平衡與控制的要素，以及增進平衡能力的方法。Benjuya, Melzer, and Kaplanski (2004) 研究顯示老年人因姿勢平衡的控制能力下降而增加跌倒的比例，跌倒不但造成老年人身體狀況改變、慢性病的發生及功能的衰退，更增加醫療照護及資源耗用的情況。Shumway-Cook and Woollacott (2000) 研究注意力與平衡感之間的關係，發現年輕人的平衡穩定度表現、聽力測試表現，並不依賴其他感覺功能，但老年人的聽力測試則高度依賴其他感覺功能。平衡感良好的老年人，若失去本體感覺訊號，平衡控制就變差；而平衡不佳的老年人，增加聽覺訊息，平衡控制就會改善。學者們推論隨著老化過程，感覺功能逐漸衰退，注意力需求提高，一旦注意力不集中，老年

人容易失去平衡而發生跌倒。

以下為國內研究跌倒之案例，陳幼珍(2005)以中部某醫學中心之失智門診患者146人為受試對象，研究結果顯示失智症患者不同認知功能層面與步態、平衡有顯著相關；有無跌倒的失智症患者其步態平衡有顯著差異。陳詩妮、孫嘉玲(2008)以新竹市獨居長者39人為受試對象，研究顯示一年內發生跌倒之比例為27%；有跌倒者，其工具性日常生活功能分數較無跌倒者低；另外發現，平衡功能異常數據及跌倒危險因數數據則較無跌倒者高。劉俐蓉、沈希哲(2008)以臺北市獨居長者245人為受試對象，研究發現一年內發生跌倒比例為33.2%，最易發生跌倒的地點依序為浴室、客廳及臥室，步態平穩者僅佔41.8%。黃荷瑄(2008)針對國內老人隨機抽樣3778人，研究顯示視力功能不好的老人較視力功能好的老人有1.9倍跌倒風險；聽力功能不好的老人較聽力功能好的老人有1.6倍跌倒風險；走路功能不佳的老人較走路功能好的老人有1.6倍跌倒風險。

老化對大部分人而言是一種負面的概念。許多人常把老年當作是衰弱、退化與病痛的同義詞，隨著年齡的增長，生理逐漸衰老是不爭的事實(藍青，2000；Levy et al., 1998)。人口老化已成為全球關切的議題，儘管不同國家人口老化的程度有所不同，但卻需未雨綢繆，避免對國家社會經濟成長造成衝擊。早在十年以前，台灣便已正式邁入聯合國所定義的高齡化社會，顯示台灣人口老化的問題十分嚴重，引起專家學者的重視，實為現階段非常重要且刻不容緩的一項研究課題，老化係指人體結構及功能隨時間進行而累積的變化，它是一種正常但不可逆的持續性過程。老年人不僅心肺耐力和肌力逐漸減退，且平衡性、反應性及柔軟度都會變差。

老化是一種亙古不變的自然規律，古今中外自有人類以來，對抗老防衰的努力與嘗試便一直不曾間斷過。運動對老人家是有絕對益處的，正確的運動不只能減慢老化的過程，而且可以降低罹患因缺乏運動而導致的疾病如高血壓、心臟病、慢性肺病、腎病、骨質疏鬆和精神抑鬱等，事實上，一半以上的老化過程其實是因缺乏運動所致（彭鈺人、張淑玲、楊昌陸，2007）。

在國內的各項研究亦顯示持續性的運動習慣，可提高老人生活品質、增加心肺功能、控制慢性疾病、降低憂鬱及焦慮、延緩老化與死亡等（李惠蘭，1998；曾美智，2002；戈依莉，2003；劉慧俐，2003；張水秀、吳芳禎，2003；賴惠玲等，2004）。研究指出規律運動高齡者可以延緩老化速度（Meredith et al., 1989）；而坐式生活高齡者，反而會加快老化的程度（黃春長，1994），致使骨骼肌肉控制力差、肌力不足、步態不穩及平衡能力差等，都會增加其危險性（林銀秋，2001），最嚴重則莫過於「跌倒」所造成的後遺症；Schroll Bjornsbo, Ferry, de Groot, and Schlienger (2002) 研究指出體能跟隨著年齡的增長而退化，所以規律的運動可以延緩生理各機能的退化速度。

彭鈺人、林昭光與李書維（2000）對台北地區20至92歲健康成年男子1030名進行健康體適能的檢測，結果發現國人肌力自20~29歲以後即開始明顯下降，肌耐力自20~29歲以後亦開始明顯下降，肌耐力的退化趨勢，幾乎與肌力同步進行，適當運動則被認為可以預防老化、退化。趙峻郁（1999）研究指出，有規律運動的老年人在三個高度（20、30與40公分）的下階著地動作，其地面反作用力的第一峰值和平均負荷率（dF/dT）與年輕人的差異不顯著，顯示有規律運動的老年人其肌

肉作用情況較接近年輕人。Puggaard (2003) 研究指出規律運動可以增進老年婦女的體能並預防快速老化。Casale, Rainoldi, Nilsson, and Bellotti (2003) 對54位24~85歲活躍的滑雪者（男43女11人）進行研究，結果提示，適當的運動可以防止肌肉生理方面提早退化的現象。Skelton and Beyer (2003) 報導指出，正確適當的平衡與肌力運動可以預防老年人跌倒受傷。研究指出年齡越大，身體的老化在走路的跨步動作反應時間相對延長，肌力減退也容易造成跌倒的發生（朱育秀，2001）。

老化會伴隨著肌肉流失，一般人的肌力約25歲達高峰，至50歲肌肉量約減少10%，65歲以後，則下降最明顯，到了80歲又減少了40-50%的肌肉量（Bemben, Massey, Bemben, Misner, & Boileau, 1991；Booth & Weeden, 1993），因此，Marcell (2003) 表示，年齡增長的同時，肌肉組織逐漸流失，肌力也跟著開始下降。然而，肌肉量的減少不只因為老化，有時是因為高齡者活動少所伴隨的萎縮（Powers & Howley, 2002）。Berger and Mcinman (1993) 曾說明高齡者的生理功能衰退率，其中最多只有50%是與老化有關，另外50%以上是受到「廢用性萎縮（disuse atrophy）」現象的影響，少運動而造成廢用，因廢用再造成萎縮現象使得肌肉量大為減少。雖規律運動不能完全排除老化相關的肌肉量減少，但高齡者規律運動生活卻能和年輕人一般改善肌力與肌耐力（Powers & Howley, 2002），而肌力的增進可以促進神經的適應性，改善平衡與協調能力（Lehmann & Lateur, 2000；Van Heuvelen, Kempen, Ormel, & Rispen, 1998）。Izquierdo, Aguado, Gonzalez, Lopez, and Hakkinen (1999) 研究發現，

平衡能力衰退與肌力產生速度下降有很大關係，以32位健康男性為受試者，分成三組為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），分別接受腿部最大等長收縮，測力板上作蹲跳（squat jump, SJ）、反向跳（counter movement jump, CMJ）與立定跳（standing long-jump, SLJ），受試者並於測力板上接受平衡測試。發現老年人不但蹲跳、反向跳及立定跳均表現較差，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%。Izquierdo et al.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、年輕人差。研究指出，老年人隨著老化之過程，肌肉系統明顯下降，平衡能力亦明顯減弱，顯示骨骼肌肉系統與平衡能力之間有顯著相關。

Doubney and Culham (1999) 以50位年齡介於65至91歲之老年人為受試者，分成兩組為平衡不良組及無跌倒病史組。所有受試者接受三種不同的平衡測試法，柏格平衡量表（Berg Balance Scale, BBS）、靜態伸展測驗（Functional Reach Test, FRT）與起身走步測試（Get Up & Go Test, GUG），並接受下肢肌力測試，以探討下肢肌力與平衡能力之間是否相關。研究結果顯示其中有11位受試者因為曾無故跌倒而被歸類為平衡能力不良的組別，平衡能力不良組於下肢肌力之結果皆顯著低於無跌倒病史組。同時也發現下肢肌力與平衡表現有很大相關性，並認為肌力測量指數對平衡能力有極高的推測功能。

鄭名涵（2003）以台北市60至69歲90位男性為受試者，分為30位網球組、30位太極拳組及30位無規律運動組，研究結果顯示運動組平均肌力的改變為32.8

%，控制組則是10.2%，心肺耐力則沒有改變，日常生活功能進步較控制組多，特別是在運動組中功能較差的個案。Shimada, Uchiyama, and Kakurai (2003) 以平均年齡 80.8 ± 6.6 歲居住在老人健康服務機構可行走的34位老人，研究顯示平衡運動組功能性平衡量表的分數有顯著進步；步態訓練組與控制組相比步態訓練組在動作功能評估測試的分數上有顯著進步。Choi, Moon, and Song (2005) 以平均年齡77.86歲居住在長照機構中，行走能力較差且有跌倒之危險者的68位老人，研究結果運動組顯示在膝踝關節屈曲、伸直肌力、柔軟度、張眼平衡、行走測試都比控制組有顯著進步，但閉眼平衡則無差異。張哲榕（2005）以臺北市33位年齡超過65歲且自願參加水中有氧運動之老年女性為受試對象，研究結果顯示靜、動態平衡及下肢肌力測驗成績皆明顯優於運動介入前。

肆、適合老年人的運動

一、有氧運動

有氧運動，顧名思義就是在有氧代謝狀態下做長時間的運動，使心、肺得到充分有效的刺激，以提高心、肺功能，從而讓全身各組織、器官得到良好的氧氣和營養供應，維持最佳的功能狀況。有氧運動包括慢跑、游泳、騎自行車、健走、原地跑、有氧健身操等。長期堅持有氧運動能增加體內血紅蛋白的數量，提高機體抵抗力，抗衰老，增強大腦皮層的工作效率和心肺功能，增加脂肪消耗，防止動脈硬化，降低心胸血管疾病的發病率（是明啟，2006）。

有氧運動是對身體的大肌肉群做規則的等張收縮，是藉由運動的方式加強肌肉攜帶能量的一種訓練（Kisner & Colby, 1990）。有氧訓練的一般臨床應用包含慢

性疾病、功能障礙、功能限制及體適能降低者，有氣運動計劃的目標是要盡量減少由疾病及慢性病造成體適能降低的情形，以及改善心臟血管及肌肉的功能（Kisner & Colby, 1990），透過訓練課程，可增加老人的平衡感與柔軟度，以改善姿勢穩定性，並可降低老人跌倒的次數（Wolf et al., 2003）。有氣運動在西方國家的許多護理之家和老人公寓已經逐漸普遍的被照護人員應用，並當作是常規性照護的一部份，許多的科學實證研究已經證實有氣運動的療效（Yasunaga & Tokunaga, 2001）。

Galloway and Jokl (2000) 的研究顯示：每週進行3~5次，每次30~50分鐘有氣運動，再加上每2週針對身體主要肌群進行1次重量訓練或阻力訓練，對骨骼肌肉系統延緩老化幫助極大，其中有氣運動並不一定是具有氣舞蹈，包括日常生活中的健走、騎自行車等。

健走是指走路速度稍快於平常的速度，是一種節奏性動態性的運動項目，也是大群骨骼肌肉的有氣運動，可在最少損傷下對身體有多方面的好處（Mooris & Hardman, 1997）。健走主要是訓練下肢肌肉和軀幹的強度和這些部位關節柔軟度（Mooris & Hardman, 1997），進而可以促進身體姿勢、步態與平衡的維持。在步行時，股骨的受力平衡需要依靠肌肉的協助（Duda, Shneider & Chao, 1997），在單一步態循環中，平衡控制主要是來自於髖部與軀幹的肌肉，而來自兩腳與大腿肌肉的姿勢活動和雙下肢的協調，是重新啟動平衡控制的關鍵。

二、太極拳

太極拳是極為普遍的運動項目，它不僅是合乎生理規律且輕鬆柔和極為適合老年人常年練習。透過練習太極拳，能健身、修身和防病治病，從而提高人體力量、柔

韌、靈敏、平衡等多種身體素質。國外近年來在太極拳對於中老年人平衡能力的方面進行許多研究。Thornton, Sykes, and Tang (2004) 研究顯示，太極拳能明顯增進中老年人動態姿勢平衡的控制能力，同時降低血壓。Wayne et al. (2004) 認為，太極拳對於老人導致的平衡控制能力與姿勢損傷具有明顯功效。Tsang, Wong, Fu, and Hui-Chan (2004) 研究顯示，長期太極拳鍛鍊對於老年族群的平衡控制能力具有明顯功效。Xu, Hong, Li, and Chan (2004) 研究結果指出，長期太極拳鍛鍊對於老年族群膝踝關節的本體感覺具有明顯功效，不但優於一般不運動的對照組，甚至還優於長期從事游泳和跑步的人，可提高老年族群的平衡控制能力。Mak and Ng (2003) 研究指出，太極拳與姿勢控制關係密切，從事太極拳鍛鍊者，無論在臨床測驗或實驗室測驗，成績都較未從事太極拳鍛鍊者為優。Taylor-Piliae (2003) 研究指出，太極拳鍛鍊可以有效促進心肺功能、平衡能力、姿勢穩定、預防跌倒以及降低心理壓力。Hong, Li, and Robinson (2000)。研究28位長期從事太極拳運動高齡者（拳齡13.2年），及30位健康高齡者，發現長期規律從事太極拳運動，有較好的平衡控制能力。

馬蘭軍等（2007）發現，每週2次每次30分鐘持續3個月的太極拳課程，可以明顯改善年長女性族群的平衡能力以及身體運動功能，降低跌倒的恐懼感。張燕明（2002）研究54位從事不同休閒運動的老年人，分為網球組、太極拳組與游泳組，發現不同休閒運動的老年人，在張眼雙足站立部分，有相同的平衡控制能力；而站立在不同高度的平台上，利用Catsys2000測量身體不同方向的擺動，太極拳組明顯優於網球組與游泳組。黃泰諭（2005）探

討八週密集太極拳訓練對女性老年人下肢肌力與平衡能力的影響，以30位女性老年人（平均 66.1 ± 4.02 歲）為研究對象，隨機分配於太極拳訓練組與控制組（每組各15名），訓練組接受每週五次，每次60分鐘，運動強度約為最大心跳率之55%~65%的太極拳訓練。結果發現：八週密集太極拳訓練後，對女性老年人在多面向平衡能力及下肢肌力皆有顯著的改善。

適合中老年人的運動應具有低衝擊力且運動量穩定的特性，並可促進心肺功能、肌耐力、柔軟度及平衡性等健康體能要素。在傳統的運動中，太極拳就具有上述特性，符合現代「均衡性運動」的觀念。太極拳不受時間、天候、空間限制，不須設備，合乎經濟方便的原則，適合在社區中推廣。

三、有氧舞蹈

有氧舞蹈，即加上音樂、舞蹈動作及多種組合的有氧運動。能夠於社會大眾中被推廣的主因，是其能增加生理功能的益處，例如改善心血管系統功能、降低血脂和身體脂肪密度等（Dowdy, 1985; Hopkins, Murrah, Hoeger & Rhodes, 1990）。有氧舞蹈是以腳步的轉換、跳躍、跑步及各種不同於手臂擺動和踢腿動作，加上位置的移動配合輕快的節奏與全身性大肌肉活動一起實施的健身運動及肢體的擺動高低衝擊（詹美玲、孟範武，2008）。是一種全身性的有氧運動。特點為1.全身有多數的大肌群參與運動。2.是有節奏性，能有效控制運動強度。3.可持續長時間的運動。4.可依個人調整運動量（謝幸珠，1995）。

林旻逸等（2010）選取20位高齡婦女分為兩組，有氧舞蹈組（8位平均年齡 63.88 ± 2.29 歲）與坐式生活組（12位平均年齡 68.75 ± 2.05 歲），在進行六週每週3次，每次60分鐘（含熱身）中強度有氣

舞蹈訓練後，測試其閉眼與開眼平衡能力，研究發現高齡婦女在維持平衡主要是由視覺控制，當剝奪視覺後則由本體感覺、下肢肌力與內耳前庭器維持平衡，在經過六週的有氣舞蹈訓練之後發現，在閉眼的平衡能力有顯著的改善，增加平衡能力而減少跌倒機會，進而避免跌倒後所產生的後遺症，改善老年生活品質，對老年人心理與生理都有明顯的助益。

伍、結語

平衡能力衰退的主因與缺乏運動是有直接相關性的，而生理機能自然老化可能只是次要的原因，老年人的肌力退化對於老年人而言，合乎用進廢退說的法則，平時有在運動訓練的人，肌力則不會快速退化導致慢慢喪失其功能，規律的運動可改善體能與精神活躍進而紓解情緒壓力。健走即是一項最具效益的運動，不妨找個公園或操場即可實施，對於老年人而言，其可行性與重複性高也是最方便安全的運動模式之一，再者，也可練習太極拳、有氣舞蹈或從事相關的有氧運動皆可訓練老年人的下肢肌力，預防生理機能快速老化，適當的運動不但能抵銷生理上因老化所造成的諸多症狀，也改善老化所帶來身體上的不適，對於老年人而言運動是個延年益壽的秘訣。

文獻參考

一、中文部分

戈依莉(2003)。銀髮族運動與生活品質。*長庚科技學刊*, 2, 95-102。

王錫崗等人譯(2006)。人體生理學/Stuart Ira Fox 著 Human Physiology (9th ed.)。台北市：麥格羅希爾；新文京。

朱育秀(2001)。曾跌倒老年人、不曾跌倒老年人與年輕人多方向自主性跨步動作控制之比較。未出版碩士論文，臺北，台灣大學。

李惠蘭(1998)。鄉村太極拳運動教導的身心理健康評估。未出版碩士論文，桃園，長庚大學護理研究所。

林育群(2005)。大專舞者與一般生平衡感覺和本體感覺的比較。未出版碩士論文，台中，國立體育學院運動科學所。

林銀秋(2001)。健康老年人的跌倒危機-骨骼肌肉系統及步態分析之討論。*中華體育*, 17(3), 70-73。

林旻逸、張育誠、洪錫隆、洪偉欽、林書丞、呂裕雄(2010)。有氧舞蹈介入對高齡婦女平衡能力之影響。*嘉大體育健康休閒期刊*, 9(2), 190-199。

邱靖華(1995)。人體運動之平衡與穩定。*中華體育*, 33, 27-34。

是明启(2006)。什麼是有氧運動。*長壽*, 2006(12), 32-32。

張燕明(2002)。老年人不同休閒運動型態之平衡控制效果。未出版碩士論文，台中，國立台灣體育學院。

張水秀、吳芳禎(2003)。成人體重控制班之成效評估。*中華民國營養學會雜誌*, 28(2), 83-91。

張哲榕(2005)。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。未出版碩士論文。臺北市，國立台灣師範大學體育學系。

姬榮軍(2001)。老年人動態活動與下階梯動作條件下肌肉勁度調節能力之研究。*大專體育學刊*, 3(2), 113-124。

馬蘭軍、任慶軍、張昕、王群龍、何銳(2007)。太極拳對改善中老年婦女平衡能力的研究。*中國婦幼健康研究*, 18(6), 484-485。

麥麗敏等人(2005)。新編生理學(二版)。台北市：永大。

陳人華(2005)。大拇指對人體平衡能力的影響。未出版碩士論文，桃園，國立體育學院運動傷害防護所。

陳姿君(2009)。不同運動型態國小高年級男童平衡能力之比較研究。未出版碩士論文，台南，國立台南大學體育科學所。

陳幼珍(2005)。失智症患者認知功能障礙程度與步態平衡、跌倒之相關性探討。未發表的碩士論文，台中，中山醫學大學醫學研究所。

陳詩妮、孫嘉玲(2008)。獨居老人健康、生活功能與跌倒概況分析。*長期照護雜誌*, 12(3), 249-265。

曾美智(2002)。肥胖症的行為治療。*台灣醫學*, 6(1), 53-56。

彭鈺人、林昭光、李書維(2000)。台北地區成年男子健康體適能的研究。*大專體育*, 2, 31-38。

彭鈺人、張淑玲、楊昌陸(2007)太極拳訓練對提高老年族群平衡能力的功效。*體育學刊*, 7, 117-132。

黃春長(1994)。老年學的主要理論。載於國立嘉義師範學院主編高齡化社會，嘉義縣：紅豆出版社。

黃泰諭(2005)。八週密集太極拳訓練對女性老年人下肢肌力及平衡能力之

- 影響。未出版碩士論文，台北，國立臺灣師範大學。
- 黃荷瑄(2008)。感官與走路功能對老人跌倒之因果關係性研究。未出版碩士論文，台中，中山醫學大學公共衛生研究所。
- 詹美玲、孟範武(2008)。高低衝擊有氧舞蹈課程教學設計與編排。《大專體育》，98，1-6。
- 趙峻郁(1999)。老年人著地技能動作之肌電圖分析。未出版碩士論文，台北，文化大學。
- 樓迎統、陳君侃、黃榮棋、王錫五(1994)。《實用生理學》。台北市：匯華出版。
- 鄭名涵(2003)。不同運動型態中老年人平衡能力、反應時間與下肢肌力之比較。未出版碩士論文，臺北市，國立臺灣師範大學體育學系。
- 劉俐蓉、沈希哲(2008)。都會社區獨居及慢性病老人跌倒之預測因數。《北市醫學雜誌》，5(1)，86-101。
- 劉慧俐(2003)。身體活動與老人生活品質(初版)。台北：國家衛生研究院。
- 賴惠玲、謝佩珊、謝美玲、王淑芬、林金蘭、宋美惠、卓如玉(2004)。團體有氧運動對中老年人身心指標的影響。《慈濟護理雜誌》，3(2)，50-57。
- 謝幸珠(1995)。有氧舞蹈教學對大學女生健康體能的影響。《中華體育》，9(3)，111-118。
- 藍青(2000)。養生防老？談老年人的運動。《健康世界》，111-117。
- 二、英文部分
- Bemben, M. G., Massey, B. H., Bemben, D. A., Misner, J. E., & Boileau, R. A. (1991). Isometric muscle force production as a function of age in healthy 20 - to 74-yr-old men. *Journal of Medicine and Science in Sports and Exercise*, 23, 1302-1310.
- Booth, F. W., & Weeden, S. H. (1993). Structural aspects of aging human skeletal muscle. In J. Buckwalter, V. Goldberg, & S. Woo(Eds.), *Musculoskeletal soft-tissue aging: Impact on mobility*. Rosemont, IL: American Academy of Orthopaedic Surgeons.
- Berger, B. G., & Mcinman, A. (1993). Exercise and the quality of life. In R. N. Singer, M. Murphey, & L. K. Tennant (Eds), *Handbook of research on sport psychology*. New York : Macmillan.
- Benjuya, N., Melzer, I., & Kaplanski, J. (2004). Aging-induced shifts from a reliance on sensory input to muscle cocontraction during balanced standing. *J Gerontol A Biol Sci Med Sci*, Feb,59(2), M166-71.
- Cratty, B. J., & Hutton, R. S. (1969). *Motor ability-Testing. Experiments in movement behavior and motor learning*. Philadelphia: Lea Febiger.
- Casale, R., Rainoldi A., Nilsson, J., & Bellotti, P. (2003). Can continuous physical training counteract aging effect on myoelectric fatigue? A surface electromyography study application. *Arch Phys Med Rehabil*, Apr, 84(4), 513-7.
- Choi, J.H., Moon, J.S., & Song, R. (2005). Effects of Sun-style Tai Chi exercise on physical fitness and fall prevention in fall-prone older adults. *J Adv Nurs*, 51,150-7.
- Doubney, M. E., & Culham, E. G. (1999). Lower-extremity muscle force and balance performance in adults aged 65

- years and older. *Physical Therapy*, 79(12), 1177-1185.
- Duda, G. N., Schneider, E., & Chao, E. Y. (1997). Internal forces and moments in the femur during walking. *Journal of Biomechanics*, 30(9), 933-941.
- Dowdy, D. B. (1985). Effects of aerobic dance on physical work capacity, cardiovascular function and body composition of middle-age women. *Research Quarterly for Exercise and Sport*, 56(3), 227-233.
- Forth, K. E. & Dall, R. X. (2000). Proprioceptive balance training for elderly community dwellers. In Bretschneider, B., Ehrenfeld, H., Hettche, H., Oetzmann, S., Ternes W., Walter, G. F. (Eds.) *Shaping the Future: Forum at the global dialogue Expo 2000* [CD-ROM].
- Gehlsen, G. M., & Whaley, M. H. (1990). Falls in the elderly : Part II, balance, strength, and flexibility. *Archives of Physical Medicine Rehabilitation*, 71, 739-741.
- Galloway, M. T., & Jokl, P. (2000). Aging successfully: The importance of physical activity in maintaining health and function. *Journal of the American Academy of Orthopaedic Surgeons*, 8(1), 37-44.
- Hong, Y., Li, J. X., & Robinson, P. D. (2000). Balance control, flexibility, and cardiorespiratory fitness among older Tai Chi practitioners. *British Journal of Sports Medicine*, 34(1), 29-34.
- Hopkins, D. R., Murrah, B., Hoeger, W. W., & Rhodes, R. C. (1990). Effect of low-impact aerobic dance on the functional fitness of elderly women. *The Gerontologist*, 30(2), 189-192.
- Izquierdo, M., Aguado, X., Gonzalez, R., Lopez, J. L. & Hakkinen, J. (1999). Maximal and explosive force production capacity and balance performance in men of different ages. *European Journal of Applied Physiology and Occupational Physiology*, 79(3), 260-267.
- Kisner, C., & Colby, L. A. (1990). *Therapeutic Exercise: Foundations and Techniques*. Philadelphia, PA: Davis.
- Lehmann, J., & de Lateur, B. (2000). Falls and balance. In M. A. F. Singh (Eds.). *Exercise, nutrition, and the older woman : Wellness for women over fifty* (pp. 269-278). Florida : CRC Press.
- Lepers, R., Bigard, A. X., Diard, J. P., Gouteyron, J. F., & Guezennec, C. Y. (1997). Posture control after prolonged exercise. *European Journal of Applied Physiology and Occupational Physiology*, 76(1), 55-61.
- Levy, W. C., Cerqueira, M. D., Harp, G. D. Johannessen, K. A. Abrass, I. B., Schwartz, R. S. & Stratton, J. R. (1998). Effect of Endurance Exercise Training on Heart Rate Variability at Rest in Healthy Young and Older Men. *The American Journal of Cardiology*, 82(10), 1236-1241.
- Morris, J. N., & Hardman, A. E. (1997). Walking to health. *Sports Medicine*, 23(5), 306-332.
- Mak, M. K., & Ng, P. L. (2003). Mediolateral sway in single-leg stance is the best discriminator of balance performance for Tai-Chi practitioners.

- Arch. Phys. Med. Rehabil. 84(5), 683-6.
- Meredith, C. N., Frontera, W. R., Fisher, E. C., Hughes, V. A., Herland, J. C., Edwards, J & Evans, W. J. (1989). Peripheral effects of endurance training in young and old subjects. *Journal of Applied Physiology*, 66(6), 2844-2849.
- Marcell, T.J. (2003). Sarcopenia: causes, consequences, and preventions. *J Gerontol A Biol Sci Med Sci*. Oct, 58(10), M911-6.
- Puggaard, L. (2003). Effects of training on functional performance in 65, 75 and 85 year-old women: experiences deriving from community based studies in Odense, Denmark. *Scand J Med Sci Sports*. Feb, 13(1), 70-6.
- Pozzo, T., Berthoz, A., Lefort, L., & Vitte, E. (1991). Head stabilization during various locomotor tasks in humans. II. Patients with bilateral peripheral vestibular deficits. *Exp. Brain Res*, 85(1), 208-217.
- Powers, S. K., & Howley, E. T. (2002). *Exercise Physiology : theory and application to fitness and performance* (4th ed). New York : McGraw-Hill Inc.
- Singer, R. N. (1968). Motor learning and human performance. New York : Macmillan.
- Clark, R. D., Lord, S. R. & Webster, I. W. (1993). Clinical parameters associated with falls in an elderly population. *Gerontology*, 39(2), 117-23.
- Shumway-Cook, A., & Woollacott, M. (2000). Attentional demands and postural control: the effect of sensory context. *Journals of Gerontology Series A-Biological Sciences & Medical Sciences*. 55(1):M10-6.
- Schroll Bjornsbo, K., Ferry, M., de Groot, C.P., & Schlienger, J.L. (2002). Changes in physical performance in elderly Europeans. SENECA 1993-1999. *J Nutr Health Aging*, 6(1), 9-14.
- Skelton, D.A., & Beyer, N. (2003). Exercise and injury prevention in older people. *Scand J Med Sci Sports*. Feb, 13(1), 77-85.
- Shimada, H., Uchiyama, Y., & Kakurai, S. (2003) . Specific effects of balance and gait exercise on physical function among the frail elderly. *Clin Rehabil*, 17, 472-9.
- Schuitz, A. B.(1992).Mobility impairment in the elderly:challenges for biomechanics research. *Journal of Biomechanics*,25(5),519-528.
- Thornton, E. W., Sykes, K.S., & Tang, W. K. (2004).Health benefits of Tai Chi exercise: Improved balance and blood pressure in middle-aged women. *Health Promot Int.*, 19(1), 33-8.
- Tsang, W. W., Wong, V.S., Fu, S. N., & Hui-Chan, C.W. (2004). Tai Chi improves standing balance control under reduced or conflicting sensory conditions. *Arch. Phys. Med. Rehabil.*, 85(1), 129-37.
- Taylor-Piliae, R. E. (2003). Tai Chi as an adjunct to cardiac rehabilitation exercise training. *J. Cardiopulm Rehabil.*, 23(2), 90-6.
- Van Heuvelen, M. J., Kempen, G. I., Ormel, J., & Rispens, P. (1998). Physical fitness related to age and physical activity in older persons. *Medicine & Science in Sports & Exercis*, 30(3), 434-441.
- Wolf, S. L., Barnhart, H. X., Kutner, N.G.,

- McNeely, E., Coogler, C., Xu, T. & Atlanta FICSIT Group. (2003). Selected as the best paper in the 1990s: Reducing frailty and falls in older persons: An investigation of tai chi and computerized balance training. *Journal of the American Geriatrics Society*, 51(12), 1794-803.
- Wayne, P. M., Krebs, D. E., Wolf, S. L., Gill-Body, K.M., Scarborough, D. M., McGibbon, C. A., Kaptchuk, T. J., & Parker, S. W. (2004). Can Tai Chi improve vestibulopathic postural control? *Arch. Phys. Med. Rehabil.*, 85(1), 142-52.
- Xu, D., Hong, Y., Li, J., & Chan, K. (2004). Effect of tai chi exercise on proprioception of ankle and knee joints in old people. *Br. J. Sports Med.*, 38(1), 50-4.
- Yasunaga, A., & Tokunaga, M. (2001). The relationships among exercise behavior, functional ADL, and psychological health in the elderly. *Journal of Physiological Anthropology and Applied Human Science*, 20 (6), 339-43.