

第貳章、文獻探討

國內外關於平衡方面以及預防老年人跌倒的研究頗多，本研究文獻探討將分五部份加以探討：第一節、影響老年人跌倒因素之步態分析；第二節、關於老年人動態平衡機制之研究；第三節、實驗設計控制不同跨越動作之研究；第四節、有關老年人動態活動的下肢肌電研究；第五節、文獻總結。

第一節、影響老年人跌倒因素之步態分析

骨骼肌肉系統的退化及步態不穩是造成老年人跌倒的主要因素之一(林銀秋，2003)。King and Tinetti (1995) 認為跌倒乃是內在因子與外在因子間的交互作用所致。內在因子中身體功能愈差者愈容易跌倒，尤以骨骼肌肉控制力差、肌肉無力、步態不穩及平衡力差，是老年人跌倒之重要危險因子。

隨著年齡增長，減少骨骼肌肉量及肥胖是正常老化常有的現象，肌肉量的減少會使肌力下降，進而導致虛弱，增加跌倒的危險性(林銀秋，2003)。這種因老化所導致骨骼肌肉系統退化，是我們一般對老年人生理機能的了解，然而步態也將隨著老化而有所改變。傅麗蘭與楊政峰(1999)曾對台南市安平區獨居老人進行跌倒情形之調查，指出關於步態評估中最常出現的問題分別是腳著地時前足部與地面夾腳不足、步伐遲滯緩慢、及缺乏前進動力。而 Alexander (1996) 的研究也指出：63 歲以上無任何系統性疾病之老年人，其走路速度每年下降 1.6%；且老年人之步長縮短、步頻下降。然而，除了外顯的運動學參數，DeVita and Hortobagi (2000) 更發現隨著年齡增加，在步態動力學參數中，下肢關節力矩及功率的分配也和年輕人有顯著

不同；在老年人和年輕人相同速度(1.48 m/s)行走比較中，前者傾向於使用較多髖關節伸肌力矩，而較少產生膝關節伸肌及踝關節屈肌力矩。這可能是生理退化導致神經肌肉對執行動作方式的控制有所改變。

因此，隨著年齡增加而神經肌肉控制及運動表現程度相對降低，將使得老年人步態產生變化，這種變化確實對於老人跌倒具有關鍵的影響力。

第二節、關於老年人動態平衡機制之研究

身體姿勢的平衡控制不但獨特而且重要，因為人體所有活動皆是藉由細長的雙腳，來提供一個狹小的支持基礎(腳掌)；而所有的肢體動作皆須維持身體姿勢的穩定性，以流暢的動作完成並避免跌倒而造成身體意外傷害(林威秀與黎俊彥，2002)。身體姿勢的平衡或均衡(balance, or equilibrium)，是指人體重心保持在一定的身體基底(base of support)範圍內的能力，也就是維持身體壓力中心(COP)在一支撐面的能力(Nashner,1993)，而身體姿勢的平衡可概分為靜態與動態平衡。靜態平衡是指人體維持在一固定的動作上，亦即無運動也無轉動；動態平衡則指人體在不受任何外力干擾下，維持在一定的軌跡或旋轉軸上運動(林威秀與黎俊彥，2004)。

國外學者曾探討年齡、疾病與性別對健康老人平衡能力的影響，結果顯示在固定支撐底部下，老年人與年輕人皆可順利的維持身體平衡，但在移動干擾下，老人有明顯的衰退而無法維持平衡(Wolfson, Whipple, Derby, Amerman, Tobin & Nashner,1992)。

Gill, Allum, and Carpenter (2001) 對三組不同年齡層級(老年人、中年人、年輕人)之受試者進行多種不同站立姿勢、不同方式行走等動作，來分析身體的晃動程度，結果發現在不同站姿與不同走路型式中，老年組與其

他兩組在軀幹的水平方向擾動角度、軀幹擾動速度與完成動作的時間上，均有顯著差異，而在中年組與年輕組的差異較小。

此外，當身體活動時，重心必會產生動量與角動量的變化，而重心動量的改變與維持身體動態平衡存有重要關係。Kaya, Krebs, and Riley (1998) 對健康老人及患有雙邊前庭功能障礙(bilateral vestibular hypo-function)的老人，進行關於步態動量控制的探討，研究發現健康老人會採取較慢的步行速度來限制較快、難以控制的角動量提升；而患有雙邊前庭功能障礙的老人儘管在更低的步態速度行走下，仍顯示過多矢狀面的動量，使身體更不易保持平衡穩定。

Pijnappels, Bobbert, and Dieen (2004) 更提出支撐腳在絆倒後對於控制身體角動量的貢獻，其結果發現支撐腳在絆倒後扮演一個使身體恢復穩定平衡的角色。這是藉由支撐腳在推蹬時期限限制了身體向前的角動量，以提供恢復腳(指碰撞障礙物的受阻腳)有適當的放置時間與對障礙物的間距。他也認為對於支撐腳功能性的降低，可能是增加老人跌倒的因子。

因此，過度依賴動量造成沒有能力減少各肢段所引發不必要的動量，可能是老年人姿勢不穩定的因素之一(林銀秋，2004)。而在老人跨越動作上，各肢段對於重心不同方向上動量的控制來獲得動態平衡，更值得作進一步研究。

第三節、實驗設計控制不同跨越動作之研究

Begg, Sparrow, and Lythgo (1998) 曾以男女各 6 名健康成年人為受試者，以自我配速進行不同障礙高度(0, 10, 20, 30% 腿長高度)的跨越動作，並紀錄其跨越時先行腳與跟隨腳的動力學特徵。結果發現在跨越障礙物時，受試者會增加跨越的步幅長度並降低跨越速度；此外，由測力板之力量 — 時間曲線顯示出：相較於先行腳而言，跟隨腳在通過各種障礙情形下，於推蹬期會有較大的垂直及前後方向的力量產生。可見得年輕人在執行跨越動作時，為了避免碰觸障礙物會採取比一般步態更為謹慎的跨越策略；其中更指出跟隨腳由推蹬到完成跨越動作中，扮演了影響絆倒的重要因子。

Chou and Kaufman (2001) 也曾探討跨越不同障礙物高度(0, 2.5, 5, 10, 15% 受試者身高)對於健康年輕人身體重心(COM)與其支撐腳壓力中心(COP)的交互作用關係。發現當跨越較高的障礙物會導致：(1)在前後及垂直方向上，有顯著較大的重心移動範圍；(2)在垂直方向有較大的重心速度；以及(3)在前後方向有較大的重心與壓力中心距離。相對地，隨著跨越不同的障礙高度，重心在左右方向上的移動則較不受影響。所以在維持跨越動作的動態平衡上，身體重心與支撐腳壓力中心的交互作用也是影響身體平衡的關鍵因素之一。因此，在健康年輕人的跨越步態中，已呈現不同於一般行走的步態型式；那麼對老年人來說，執行這種跨越動作應該更具挑戰性。

根據 Hahn and Chou (2004) 研究發現，不同年齡跨越不同障礙高度時，在前後方向的重心位移有差異(老年人顯著較年輕人小)，且在前後方向上的身體重心與壓力中心之間距離也有所差異(老年人顯著較年輕人小)，而老年人在向前的重心速度(CMV)亦顯著下降。關於老年人在前後方向上身體重

心與壓力中心之間距離的減少，顯示其謹慎地減少在支撐腳上的機械負荷 (mechanical load)，且藉由降低向前的重心速度，來達到身體制動避免過於前傾的效果。研究者推論這種謹慎的跨越策略可能是為了因應老化過程中肌力的下降，而採取保守的跨越動作。

另外 McKenzie and Brown(2004)的研究則是對於不同年齡在不同姿勢威脅情境下進行跨越障礙物的運動學分析。McKenzie 以 17 位老年人與 15 位年輕人以自我配速方式行走於 7.2 公尺的步道，並跨越一固定的障礙物，對於姿勢威脅的情境控制是藉由改變步道的寬度(0.60 vs. 0.15m)與高度(0.00 vs. 0.60m)所產生的四種情境。他假設增加姿勢威脅會導致生理覺醒的提升，並改變受試者跨越動作的運動學參數。其研究結果顯示：所有受試者在最大的姿勢威脅情境下(步道寬度：0.15m，步道高度：0.60m)，跨越動作的步長、先行腳與跟隨腳速度、以及身體重心速度皆顯著下降，而先行腳的跨越高度則顯著提高，且老年人較年輕人在上述參數有顯著下降。可見在不同年齡與不同姿勢限制下，對於跨越動作存有差異。

此外，在跨越障礙物時，關於跟隨腳支撐時的放置位置也有學者曾進行探討。Chou and Draganich (1998) 曾針對 14 位健康年輕人進行跨越不同高度(51, 102, 153, 204mm)障礙物與不同跟隨腳腳尖 - 障礙物水平距離(toe - obstacle distance)進行研究分析。結果發現：(1)隨著腳尖 - 障礙物距離的減少，會使得跟隨腳在執行跨越動作之前的支撐期髖、膝、踝關節的屈曲角度呈現線性減少。而一個有趣的現象是(2)當腳尖 — 障礙物距離減小之下，跟隨腳在跨越時垂直方向上的腳尖 — 障礙物間距(toe - obstacle clearance)也隨之顯著減小。這兩種現象皆容易使得跟隨腳接近於障礙物，導致碰觸障礙物機會加大而跌倒的風險增加。至於老年人在腳尖 — 障礙

物距離減小的情況下，所採取的策略是增加跟隨腳膝關節的角速度，以幫助身體順利跨越過障礙物。所以，老年人不僅在步態與執行跨越動作的表現上與年輕人有所差異，且老年人在進行跨越動作時更應注意支撐腳以及跨越腳對於障礙物的放置位置，方能降低絆倒的危險發生。

由上述研究顯示老年人在跨越障礙物時，確實存有與年輕人不同的動作策略，因此本研究藉統合以上參數的量化結果，進一步探討如何預防老年人因不良的跨越動作而導致絆倒或跌倒的危機。

第四節、有關老年人動態活動的下肢肌電研究

走路、慢跑、上下樓梯、跨越門檻等動態活動，是老年人一般生活中常見的動作，而執行這些動作過程是人體下肢與外界環境(地面)產生互動的一種型態。基本上人體感覺運動系統視其訊息的不同(有來自視覺的外在訊息，以及來自本體感受器的內在訊息)而安排適當的下肢肌肉活動，包括著地前肌肉預先活化、著地後反射收縮的神經回饋(Gollhofer, Schmidtbleicher & Dietz,1984)，並透過髖、膝、踝等關節的改變來達到成功的互動。但是同樣的外在因素干擾，對於身體整體運動功能衰退的老年人而言，卻常容易導致跌倒的發生(姬榮軍，2001)。

在 DeVita and Hortobagyi (2000)的研究中，針對不同年齡在下階梯動作時下肢肌電的研究結果顯示：老年與年輕女性比較，老年人下階梯(20%身高)著地前，功能肌群的預先活動(pre - activity)與擷抗肌的協同活動(co - activity)均顯著大於年輕人；而姬榮軍(2001)的研究亦有類似發現：老年人在未著地前肌電活動會隨高度增加而變大。可見老年人在著地動作上，會採用與年輕人不同的策略，以較直、較硬的下肢著地方式以彌補運動神經

功能的不足。

有關生理老化對身體姿勢的反應機制影響，Panzer, Bandinelli, and Hallet (1995) 探討年齡、視覺與性別對站立平衡的影響與差異。結果顯示年輕人會採取較有效率的踝策略(即遠端肌肉動作發生較近端肌肉早)來進行踝部細小而連續的修正模式；而老年人則傾向採用髖策略(即近端肌肉先動作)來進行軀幹與髖部較大動作的修正模式調節與維持身體姿勢的平衡。而 Schillings, Wezel, Mulder, and Duysens (2000)曾探討年輕人在無預期被絆倒時，下肢肌電訊號所產生的變化，發現所有受試者在擺動前期遭受絆倒時的反應會採用“提高”策略(elevating strategy)，藉由擺動腳股二頭肌作用協助額外膝屈曲，以及脛骨前肌作用使踝背屈，幫助腳直接提升過障礙物，之後同側的股直肌作用使膝伸展而放置腳於前方步道上；而當擺動後期遭受絆倒時的反應會採用“降低”策略(lowering strategy)，使擺動腳先迅速放置在步道上隨後提升腳跨越過障礙物，而腳的放置位置主要受股直肌作用使前擺時膝伸及股二頭肌作用對動作減速的影響。

從上述研究發現，老年人因骨骼肌肉系統退化及神經控制能力下降，導致動態活動時採取不同於年輕人的動作策略與神經肌肉控制，而產生下肢肌電變化的差異。

第五節、文獻總結

過去關於動態平衡及跨越障礙物的研究，多著重於身體重心(COM)與足底壓力中心(COP)的交互作用關係、步態的時間—距離參數、力量—時間曲線關係等運動學或動力學探討，且僅少數研究(Schillings, Wezel, Mulder, & Duysens, 2000)從肌電訊號上來探討因絆倒而引起下肢肌肉收縮的改變。雖然先前的研究參數提供許多步態、乃至跨越障礙物等動態活動中評估跌倒的力學因素，但卻鮮少從動量—衝量(impulse - momentum)關係中來探討跨越動作的動態平衡維持，並且較少探討跨越動作各時期肌電訊號所產生的不同變化。加諸由文獻的整理當中，亦發現不論在何種年齡層級間，對於跨越障礙物時，跟隨腳單腳支撐時期的平衡穩定、乃至絆倒時能限制或減少身體向前的角動量，對人體跨越動作的穩定與協調性具有重要影響。

因此，本研究除了希望對跨越障礙物動作進行運動學及動力學分析之外，更欲進一步探討年齡及障礙高度因素對跨越動作時，重心與支撐腳壓力中心的交互影響及單腳支撐期與擺動期(跨越期)神經肌肉控制的情形，並以動量分析探討跨越不同障礙高度時對於重心動量的控制與影響，最後以了解老年人與年輕人在跨越障礙物時，為了避免絆倒而採取的策略。