

第肆章、結果與討論

經由實驗與結果分析後，本研究結果主要可分為(一)跨越不同障礙高度之步態時間與距離參數特性；(二)不同高度跨越步態之單腳支撐期對身體重心平衡的影響；(三)不同高度跨越步態對產生制動與推蹬反作用力之影響；(四)不同高度跨越步態之跟隨腳下肢肌群肌電訊號特性；(五)綜合討論等五節表述。

第一節、跨越不同障礙高度之步態時間與距離參數特性

(一)跨越不同障礙高度與步態速度、步幅長度的關係

表 4-1 顯示，老年組與年輕組在跨越不同障礙高度時，其步態速度與步幅長度之變化結果。

表 4-1：不同障礙高度之跨越步態速度與步幅長度

障礙高度	無高度(F)		低高度(L)		中高度(M)		高高度(H)		P 值
	老年組	年輕組	老年組	年輕組	老年組	年輕組	老年組	年輕組	
步態速度(m/s)	0.96 (0.16)	1.16†* (0.10)	0.67 (0.15)	0.86†* (0.15)	0.56 (0.15)	0.73†* (0.16)	0.47 (0.14)	0.69† (0.09)	$P_h < .001^*$ $P_g = .003^\dagger$
步幅長度 (%身高)	72.22 (7.61)	75.47* (3.90)	64.26 (3.80)	62.24 (4.78)	63.24 (2.86)	63.13 (4.11)	60.73 (6.74)	64.02 (4.56)	$P_h < .001^*$ $P_g = .522$

M(SD)；* p_h ：高度有顯著差異；† p_g ：組別有顯著差異

老年組與年輕組組內之步態速度隨著障礙高度提升而顯著下降 ($H < M < L < F$)，且老年組與年輕組在組間具有顯著差異(年 > 老)。就步幅長度而言，老年組與年輕組在不同障礙高度下，組內達顯著差異 ($F > L$ ， $F > M$ ， $F > H$)，但兩組間並無差異。

老年組與年輕組在跨越不同障礙高度之步態速度、步幅長度的關係分別如圖 4-1 與圖 4-2 所示。老年組的步速與步幅隨障礙高度增加而下降；而年輕組的步速隨障礙高度增加而下降，但步幅長度在中高度與高高度障礙情境下卻有較低高度障礙情境增加的趨勢。

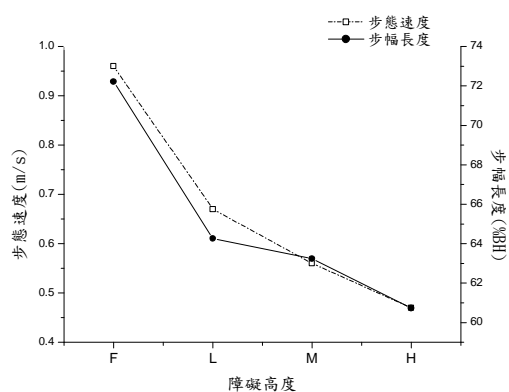


圖 4-1：老年組跨越不同高度障礙物之步態速度與步幅長度關係圖

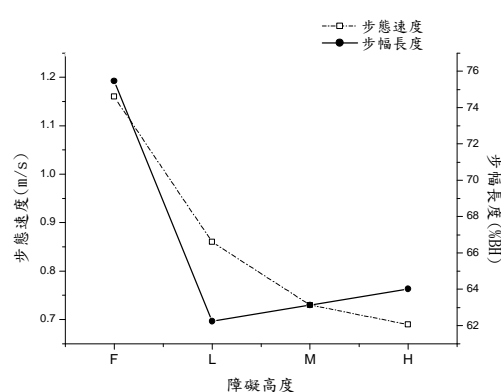


圖 4-2：年輕組跨越不同高度障礙物之步態速度與步幅長度關係圖

就跨越不同障礙高度下步態速度與步幅長度的調整而言，Hahn, and Chou (2004) 等學者曾以各十三名老年與年輕受試者跨越身高的 0%、2.5%、5%、10%及 15%障礙高度時，紀錄其跨越步態。結果認為在跨越較高的障礙高度下，所有受試者會降低步態速度且增加步幅長度，來通過較高的障礙物。然而這與本研究的結果不盡相同，雖然在跨越步態速度上，本研究受試者皆呈現隨高度增加而下降，且老年組較年輕組於任一高度情境下，跨越步態速度下降程度更大。但在調整跨越步幅長度上，年輕組在各種障礙高度情境下，步幅皆小於無障礙高度情境，但面對中、高障礙高度情境時，會調整步幅長度大於低障礙高度。年輕組受試者會有這種步幅長度的調整，可以解釋為年輕人較老年人在面對中、高障礙情境時，支撐

腳有較好的肌力基礎或下肢穩定平衡能力，而跨越腳則在身體前傾時能伸展較多擺動步幅；至於老年組則採取更謹慎的方式來減少步幅長度，使跨越腳順利越過障礙物而避免絆倒的風險。

(二)跨越不同障礙高度對不同跨越腳之最大足尖速度影響

表 4-2 顯示老年組先行腳與跟隨腳跨越時期最大足尖速度。

表 4-2：老年組先行腳與跟隨腳跨越時期最大足尖速度

	低高度(L)	中高度(M)	高高度(H)	P 值
先行腳跨越期最大足尖速度(m/s)	2.81 (0.54)	2.76 (0.49)	2.96 (0.56)	$p_l=.008^\dagger$
跟隨腳跨越期最大足尖速度(m/s)	3.16 (0.36) †	3.21 (0.51) †	3.08 (0.39) †	$p_h=.873$

M(SD)； $^\dagger p_l$ ：兩腳有顯著差異； $^* p_h$ ：高度有顯著差異

老年組在跨越不同高度障礙物時，跟隨腳最大足尖速度顯著高於先行腳，即後跨越腳足尖速度大於前跨越腳足尖速度；但雙腳之最大足尖速度並未隨障礙高度增加而有顯著不同。

表 4-3 顯示年輕組先行腳與跟隨腳跨越時期最大足尖速度。

表 4-3：年輕組先行腳與跟隨腳跨越時期最大足尖速度

	低高度(L)	中高度(M)	高高度(H)	P 值
先行腳跨越期最大足尖速度(m/s)	3.18(0.48)	3.28(0.35)	3.55(0.47)	$p_l=.047^\dagger$
跟隨腳跨越期最大足尖速度(m/s)	3.41(0.46) $^\dagger^*$	3.60(0.37) $^\dagger^*$	3.72(0.46) $^\dagger^*$	$p_h=.004^*$

M(SD)； $^\dagger p_l$ ：兩腳有顯著差異； $^* p_h$ ：高度有顯著差異

年輕組在跨越不同高度障礙物時，其結果與老年組相同，皆是跟隨腳最大足尖速度顯著高於先行腳，且其雙腳之最大足尖速度隨障礙高度增加而有顯著上升。

由表 4-2 與表 4-3 的結果顯示，老年組與年輕組受試者在跨越不同障礙高度時，跟隨腳腳尖的最大跨越速度皆大於先行腳，且年輕組在障礙高度增加時，雙腳腳尖的最大跨越速度亦隨之增加。對於這種現象可歸因為：(1) 所有受試者跨越不同高度障礙物時，先行腳在視覺引導下具有警示作用，因此跨越期採用較慢速度謹慎地通過障礙物；隨後跟隨腳在跨越期由於視線已非關注於障礙物上，因此視覺警示作用減少；(2) 先行腳於跨越動作末期對身體重心速度的提升間接影響跟隨腳跨越時的重心速度；(3) 跟隨腳跨越期身體重心向前傾斜移動後，接著向前行走的後續動作。這些因素將導致跟隨腳在跨越期間腳尖的最大速度大於先行腳；此現象對老年組尤須特別注意，因為在缺乏視覺警示作用下，跟隨腳較快的跨越速度，很可能與跨越高度不成比例，而導致絆倒危機。

(三)跨越不同障礙高度之步態時間分配

表 4-4 列出老年組與年輕組在不同障礙高度下，跨越步態時間之分配。

表 4-4：不同障礙高度之跨越步態時間分配

障礙高度	無高度(F)		低高度(L)		中高度(M)		高高度(H)		P 值
	老年組	年輕組	老年組	年輕組	老年組	年輕組	老年組	年輕組	
步態時間(s)	1.36 (0.26)	1.17† (0.10)	1.63 (0.32)	1.29†* (0.16)	2.01 (0.65)	1.52†* (0.20)	2.35 (0.77)	1.62†* (0.23)	height*age* P=.015*
第一次雙腳支撐期 (%步態時間)	14.87 (1.06)	15.69* (1.47)	13.40 (3.73)	12.06* (1.87)	11.37 (5.66)	9.54 (1.58)	12.47 (7.05)	8.93 (1.75)	P _h =.008* P _g =.374
跟隨腳單腳支撐期 (%步態時間)	35.17 (2.12)	33.87* (2.13)	40.35 (4.09)	39.30* (2.21)	44.00 (2.51)	41.62 (1.96)	42.25 (7.07)	41.45 (2.32)	P _h <.001* P _g =.184
第二次雙腳支撐期 (%步態時間)	15.32 (1.65)	14.78* (1.83)	10.70 (2.57)	10.66* (1.50)	9.58 (1.33)	9.34 (0.59)	9.57 (2.22)	9.22 (1.65)	P _h <.001* P _g =.592
跟隨腳擺動期 (%步態時間)	32.29† (7.66)	35.66†* (1.74)	35.56 (3.78)	37.99† (1.88)	35.05 (3.88)	39.49† (1.30)	35.72 (7.43)	40.40† (1.20)	P _h <.034* P _g =.008†

M(SD)；* p_h ：高度有顯著差異；† p_g ：組別有顯著差異；height*age*：交互作用有顯著差異

在整個跨越步態時間下，年齡與障礙高度二自變項交互作用達顯著 ($F=5.472^*$)，下頁表 4-4-1 呈現單純主要效果檢定與事後比較結果。

表 4-4-1：步態時間之單純主要效果變異數分析摘要表

變異來源	SS	DF	MS	F	事後比較
年齡因子(A)					
在無高度(b1)	0.074	1	0.074	4.458*	老年>年輕
在低高度(b2)	0.556	1	0.556	8.455**	老年>年輕
在中高度(b3)	1.193	1	1.193	5.247*	老年>年輕
在高高度(b4)	2.640	1	2.640	8.099*	老年>年輕
高度因子(B)					
在老年組(a1)	6.767	3	2.255	20.521*	H>M>L>F
在年輕組(a2)	1.484	3	0.495	54.568***	H>M>L>F

* $P<.05$ ** $P<.01$ *** $P<.001$

註：事後比較欄中 F 表無高度；L 表低高度；M 表中高度；H 表高高度

由表 4-4-1 得知：

- (1)就高度情境而言，老年組的跨越步態時間均顯著高於年輕組，可見得老年組在各種不同障礙高度下，所花費的步態時間較年輕組多。
- (2)就年齡變項而言，老年組與年輕組均隨障礙高度增加而顯著花費較多步態時間。

總括來說，隨著障礙高度的提升，老年組與年輕組均花費較多的步態時間來進行跨越動作，且老年組在跨越各種高度時，所花費的步態時間顯著多於年輕組，此結果推論與老年組衰退的生理狀況有關，在跨越較高的障礙高度時，明顯需要花費更多的步態時間來調整跨越動作，以求安全通

過各種高度的障礙情形，。

而再將整個跨越步態時間細分為：跟隨腳第一次雙腳支撐期、跟隨腳單腳支撐期、跟隨腳第二次雙腳支撐期及跟隨腳擺動期。由表 4-4 結果發現：(1)老年組與年輕組在跨越不同障礙高度下，跟隨腳第一次雙腳支撐期組內達顯著差異($F>L$, $F>M$, $F>H$, $L>M$)，但組間並無顯著不同。(2)老年組與年輕組在跨越不同障礙高度下，跟隨腳單腳支撐期組內($F<L$, $F<M$, $F<H$, $L<M$, $L<H$)達顯著差異，但組間並無顯著不同。(3)老年組與年輕組在跨越不同障礙高度下，跟隨腳第二次雙腳支撐期組內達顯著差異($F>L$, $F>M$, $F>H$, $L>M$, $L>H$)，但組間並無顯著不同。(4)老年組與年輕組在跨越不同障礙高度下，跟隨腳擺動期組內($F<M$, $F<H$)與組間(年>老)均達顯著差異。

由下頁圖 4-3 可以發現隨著障礙高度提升，兩組受試者的第 1 次雙腳支撐期逐漸減少，而跟隨腳單腳支撐期則逐漸增加，至第 2 次雙腳支撐期又隨高度而減少，最後跟隨腳擺動期在中高度與高高度障礙情境下，擺動期較無障礙情境增加。由各個跨越的步態時間分配來看：兩組受試者的第 1 與第 2 次雙腳支撐期隨高度增加而減少，推論是為了分別使接下來先行腳與跟隨腳能儘快越過障礙物，而縮短兩次雙腳支撐期時間。增加跟隨腳單腳支撐期讓先行腳具充分時間越過障礙物。相同地，跟隨腳擺動期在中高度與高高度障礙情境下必須花費較多時間在空中克服較高難度的跨越動作，且年輕組在跨越各種障礙高度時，擺動期皆顯著高於老年組，可見年輕組有能力花較多時間來調整下肢空中跨越動作及尋找跨越腳著地的適當位置。

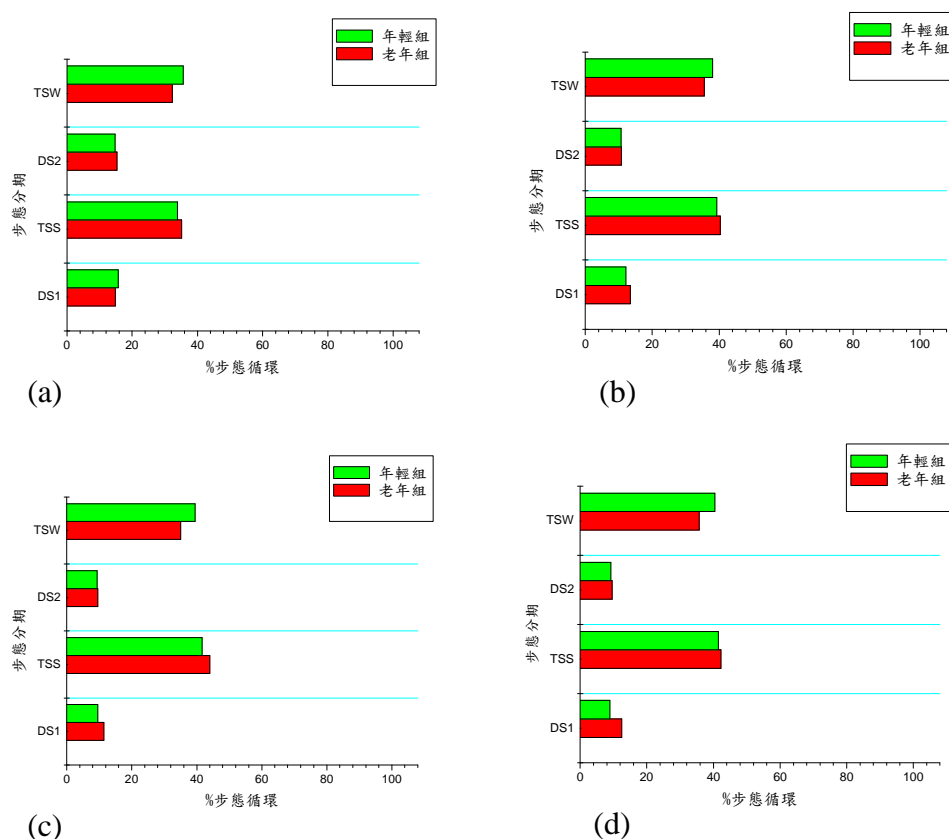


圖 4-3：跨越不同障礙高度之步態時間分配。其中(a)為無障礙高度、(b)為低障礙高度、(c)為中障礙高度、(d)為高障礙高度；步態分期為 DS1：第 1 次雙腳支撐期、TSS：跟隨腳單腳支撐期、DS2：第 2 次雙腳支撐期、TSW：跟隨腳擺動期

另外值得注意的是，對於老年組在跨越不同高度步態時間分配中，關於兩次雙腳支撐期(DS1 與 DS2)隨障礙高度增加而減少，以及跟隨腳單腳支撐期隨障礙高度增加而增加的兩個現象，很可能造成老年人重心不穩或跌倒的風險。因為在跨越時老年人若能延長兩次的雙腳支撐時期，則較能使身體處在一個步態速度較低的狀態，並保持身體重心有較長時間的穩定情形，對接下來的跨越動作有較大幫助。至於跟隨腳單腳支撐期隨高度增加的現象，雖是不可避免的結果，然一旦單腳支撐期延長就需要有更好的身體平衡能力及下肢肌力來維持動態平衡，因此對於此二跨越步態時間分配現象，老年人尤須注意。

(四)跨越不同障礙高度跟隨腳與障礙物之距離關係

表 4-5 顯示老年組與年輕組在不同高度跨越步態下，跟隨腳與障礙物之距離參數。

表 4-5：跟隨腳與障礙物之距離參數

障礙高度	低高度(L)		中高度(M)		高高度(H)		P 值*
	老年組	年輕組	老年組	年輕組	老年組	年輕組	
足尖距障礙物	27.00	22.77†	29.66	22.08†	30.03	23.46†*	$P_h=.003^*$
水平間距(cm)	(1.73)	(2.32)	(3.87)	(3.25)	(3.06)	(2.27)	$P_g<.001†$
足跟距障礙物	47.84	46.34	52.27	52.45*	46.06	47.94	$P_h=.002^*$
最大高度(cm)	(5.59)	(5.03)	(6.57)	(4.84)	(4.38)	(6.00)	$P_g=.909$

M(SD)；* p_h ：高度有顯著差異；† p_g ：組別有顯著差異

在跨越動作前，老年組與年輕組足尖距離障礙物之水平間距結果顯示組內(H>L)與組間(老>年)皆達顯著差異。而在執行跨越動作時，老年組與年輕組足跟距障礙物最大高度結果顯示組內達顯著差異(M>L，M>H)，但組間無顯著不同。

圖 4-4 顯示老年組與年輕組跨越不同障礙高度前，跟隨腳足尖距障礙物之水平間距。由圖中顯示，老年組在跨越較高障礙高度前，其跟隨腳足尖距障礙物之水平間距亦隨之增加，且與年輕組達顯著差異。此結果與 Chou, Draganich (1998) 的研究結果相似，認為老年人在跨越較高障礙物之前，會調整跟隨腳與障礙物的間距，使身體有較多的空間來進行跨越動作而避免碰觸障礙物，此預先調節自身與障礙物的空間距離策略，對老年人跨越障礙物扮演重要因素。

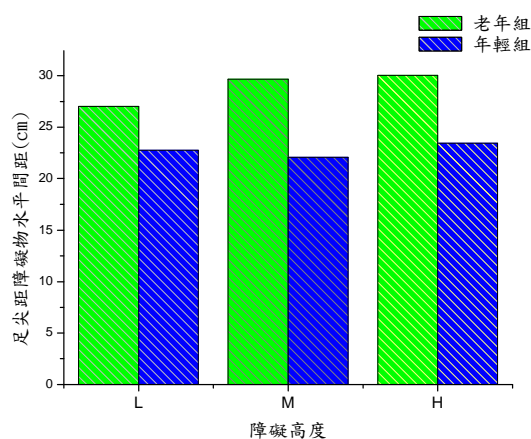


圖 4-4：跨越不同障礙高度前足尖距障礙物水平間距

圖 4-5 顯示老年組與年輕組跨越不同障礙高度時，跟隨腳足跟距障礙物之最大高度。由圖 4-5 與表 4-5 可以知道在跨越低高度與中高度障礙情境時，老年組與年輕組會增加其跟隨腳足跟距障礙物之最大高度，但跨越高高度障礙時其足跟距障礙物之最大高度卻顯著低於跨越中高度障礙情境，這可能與高障礙的高度(35 公分)有關。因為在低高度(5 公分)與中高度(20 公分)障礙下，受試者為避免跟隨腳跨越時碰觸障礙物，會隨障礙高度增加而提高跟隨腳腳跟與障礙物的垂直距離，但跨越高障礙高度時，由於高障礙高度再加上腳跟與障礙物的垂直距離，可能已超過受試者提腳高度的極限，因此較中高度障礙之腳跟與障礙物最大垂直距離來得小。

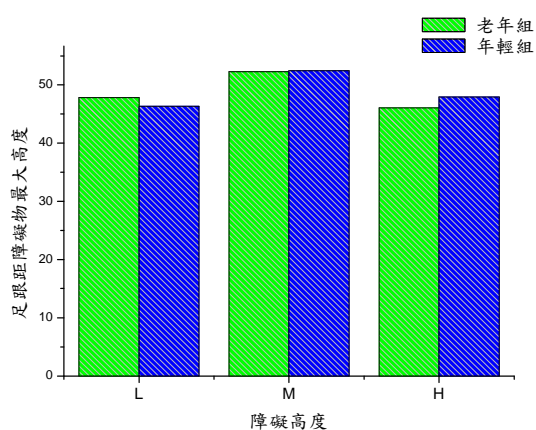


圖 4-5：跨越不同障礙高度時足跟距障礙物最大高度

第二節、不同高度跨越步態之單腳支撐期對身體重心平衡的影響

(一)不同高度跨越步態對單腳支撐期身體重心移動範圍之影響

表 4-6 呈現不同高度跨越步態之跟隨腳單腳支撐期身體重心前後與垂直方向移動範圍。

表 4-6：跟隨腳單腳支撐期之身體重心前後與垂直方向移動範圍

障礙高度	無高度(F)		低高度(L)		中高度(M)		高高度(H)		P 值*
	老年組	年輕組	老年組	年輕組	老年組	年輕組	老年組	年輕組	
重心前後方向	24.32	23.25	24.96	26.85*	24.79	27.32*	24.00	27.03	$P_h=.044^*$
移動範圍 (%身高)	(2.90)	(3.07)	(3.78)	(3.58)	(5.07)	(3.08)	(5.98)	(3.63)	$P_g=.311$
重心垂直方向	1.59	1.39	2.69	2.38*	3.85	3.47*	4.84	4.12*	$P_h<.001^*$
移動範圍 (%身高)	(0.42)	(0.41)	(0.55)	(0.45)	(0.34)	(0.63)	(1.55)	(0.86)	$P_g=.089$

M(SD)；* p_h ：高度有顯著差異；† p_g ：組別有顯著差異

表 4-6 中，老年組與年輕組在單腳支撐期重心前後方向移動範圍上，組內達顯著差異(M>F，L>F)，但老年組與年輕組組間無顯著不同。而在單腳支撐期重心垂直方向移動範圍上，組內達顯著差異，且隨障礙高度增加而增加(H>M>L>F)，但老年組與年輕組組間無顯著不同。

圖 4-6 為跨越不同障礙高度時，跟隨腳單腳支撐期身體重心的移動範圍。在前後方向的重心移動範圍上，老年組與年輕組面對低障礙高度與中障礙高度情境時，會較無障礙高度顯著增加重心的前後方向位移，但面對高障礙高度情境時，則無顯著增加。而在垂直方向的重心移動範圍上，老年組與年輕組皆隨著障礙高度增加而顯著增加；雖然老年組與年輕組組間並無顯著差異，但老年組在各種障礙高度下重心的垂直方向位移皆高於年輕組。

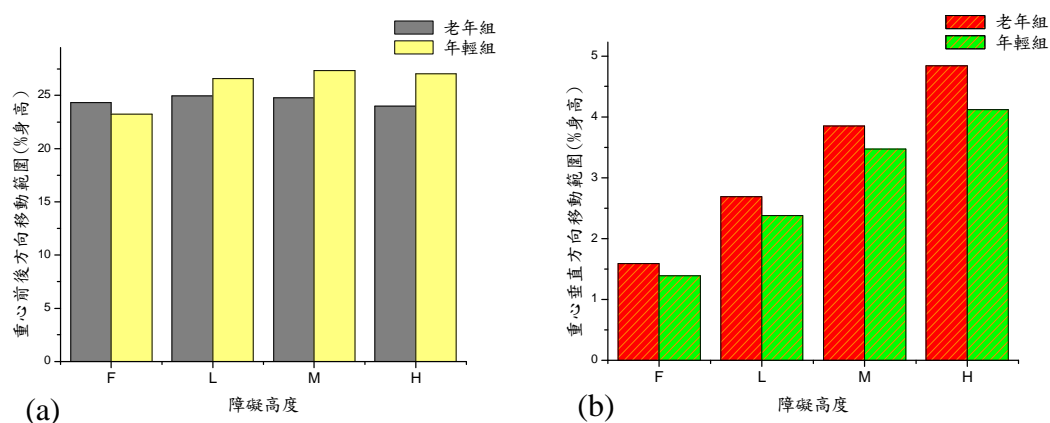


圖 4-6：跨越不同障礙高度跟隨腳單腳支撐期身體重心移動範圍，其中(a)為前後方向，(b)為垂直方向

(二)不同高度跨越步態對單腳支撐期身體重心與壓力中心之距離

表 4-7 顯示跟隨腳單腳支撐期之身體重心與壓力中心最大距離。

表 4-7：跟隨腳單腳支撐期之身體重心與壓力中心最大距離

障礙高度	無高度(F)		低高度(L)		中高度(M)		高高度(H)		P 值*
	老年組	年輕組	老年組	年輕組	老年組	年輕組	老年組	年輕組	
重心與壓力中心	9.87	10.44	11.39	11.63*	12.17	11.92*	11.88	11.41*	$P_h=.01^*$
最大距離 (%身高)	(1.05)	(1.04)	(0.76)	(1.38)	(3.18)	(1.68)	(3.36)	(1.91)	$P_g=.972$

M(SD)；* p_h ：高度有顯著差異；† p_g ：組別有顯著差異

表 4-7 中，老年組與年輕組組內達顯著差異(L>F，M>F，H>F)，但組間無顯著不同。且在無高度漸增至中高度障礙情境時，重心與壓力中心最大距離有顯著增加，但在高高度障礙情境時，重心與壓力中心最大距離僅比無障礙高度情境時顯著增加。

下頁圖 4-7 為一位老年受試者在跨越高障礙高度情境下，跟隨腳單腳支撐期身體重心與壓力中心間距之時間變化圖。從圖 4-7 中可看出在跟隨腳單腳支撐起始瞬間(LTO)，身體重心落於跟隨腳壓力中心之後，而身體重心隨先行腳跨越動作向前帶動，導致重心與壓力中心間距由大遞減，而在單腳支撐中期(約 45-50%)重心與壓力中心間距下降至最低。此後隨先行腳跨越至著地(LHS)前，身體重心逐漸落於跟隨腳壓力中心之前，此時重心與壓力中心間距再持續上升。

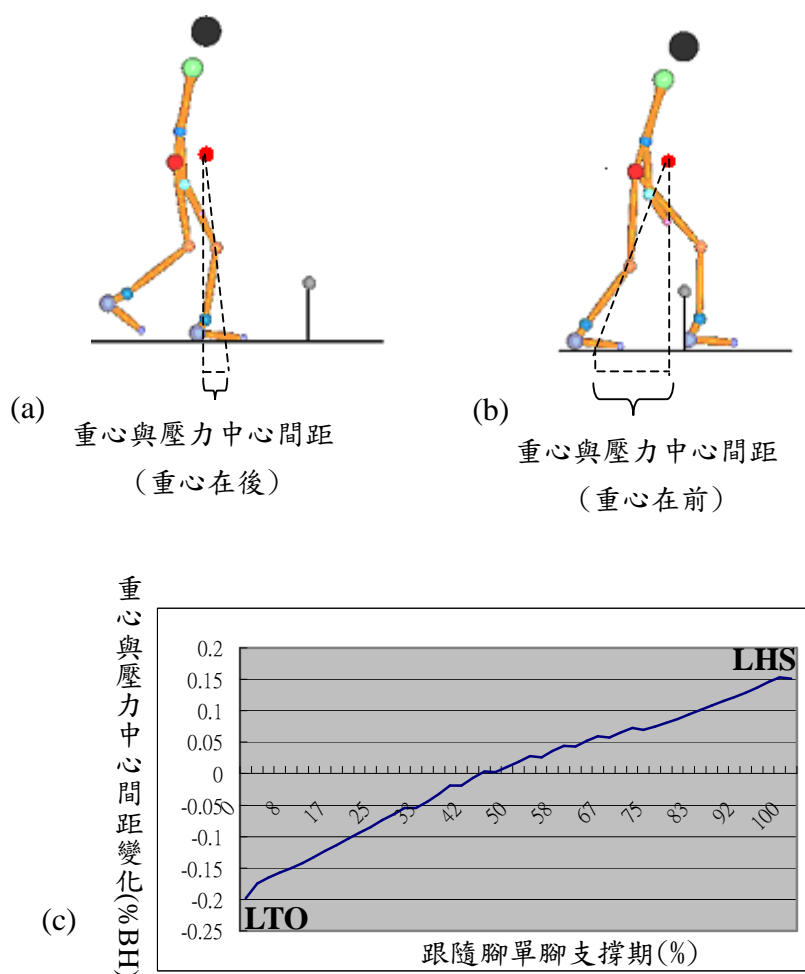


圖 4-7：一位老年人之跟隨腳單腳支撐期身體重心—壓力中心間距時間變化圖。其中(a)先行腳離地瞬間(LTO)，(b)為先行腳著地瞬間(LHS)，(C)為身體重心—壓力中心間距之時間變化圖

Chou, Kaufman, Brey and Draganich (2001)及 Hahn and Chou (2004)等學者研究指出：跨越較高的障礙物，將顯著影響身體重心的移動範圍並與支撐腳壓力中心具有交互作用。導致有較大的向前重心移動範圍、較慢的向前速度及較大的垂直重心移動範圍、較快的向上速度。其研究提到在跨越步態中期，受試者減少向前的重心速度，可能是為幫助達到較大的重心與壓力中心間距，而產生的一種補償性調整動作；意即在身體能保持平衡穩定的限度內，利用減少向前的重心速度來換取增加重心-壓力中心間距及加大身體重心向前的移動範圍，以順利讓身體越過障礙物。

本研究對重心移動範圍和重心與壓力中心間距的變化，大致符合上述論點，其中，老年組在跨越高障礙高度情境下，可能由於此障礙高度(35公分)已經無法再讓其隨高度上升而增加重心向前的位移量(或說是步幅長度隨高度減少)，因而重心-壓力中心間距亦在高障礙高度情境下有減少的趨勢，如此方能使身體保持在平衡的穩定限度內。所以跨越較高障礙物時，身體重心與支撐腳壓力中心的交互作用，對跨越動作的平衡穩定具有重要影響力。

(三)不同高度跨越步態對單腳支撐期身體重心線動量之變化

表 4-8 顯示不同高度跨越步態時，跟隨腳單腳支撐期之向前平均身體重心線動量。

表 4-8：跟隨腳單腳支撐期之向前平均身體重心線動量

障礙高度	無高度(F)		低高度(L)		中高度(M)		高高度(H)		P 值*
	老年組	年輕組	老年組	年輕組	老年組	年輕組	老年組	年輕組	
重心線動量 (kg*m/s)	56.21 (14.67)	69.77†* (11.56)	44.49 (12.80)	63.08†* (13.99)	34.20 (12.61)	52.79†* (12.69)	29.48 (10.50)	49.40† (13.19)	$P_h < .001^*$ $P_g = .004†$

M(SD)；* p_h ：高度有顯著差異；† p_g ：組別有顯著差異

表 4-8 中，老年組與年輕組組內(F>L>M>H)與組間(年>老)皆達顯著差異。隨著障礙高度增加，老年組與年輕組之單腳支撐期向前平均身體重心線動量顯著減少，且老年組顯著小於年輕組。

圖 4-8 為一位老年受試者跨越不同高度障礙物之向前重心線動量—時間關係圖，圖 4-9 為一位年輕受試者跨越不同高度障礙物之向前重心線動量—時間關係圖。從圖 4-8 與圖 4-9 中可以發現老年受試者與年輕受試者不論

是無障礙高度或高障礙高度情境下，於先行腳腳尖離地瞬間(LTO)重心線動量先呈現下降趨勢，而在先行腳腳跟著地前(LHS)重心線動量再呈現上升趨勢。關於跨越不同障礙高度時向前重心線動量與時間的變化由高變低，再逐漸上升的趨勢，是由於向前線動量受跨越動作的重心向前速度影響。因為由先行腳離地瞬間(LTO)之前重心的向前速度是增加的，但在先行腳離地瞬間，即是跟隨腳單腳支撐期的開始，此時，身體向前的重心速度遞減，增加跟隨腳單腳支撐的穩定性，直到先行腳越過障礙物上空後，身體開始向前傾倒，以破壞跟隨腳單腳支撐期的穩定程度，此時重心的向前速度逐漸增加，並在先行腳著地(LHS)瞬間後持續增加；所以重心向前的線動量變化量即與重心向前速度變化量具有密切關係。

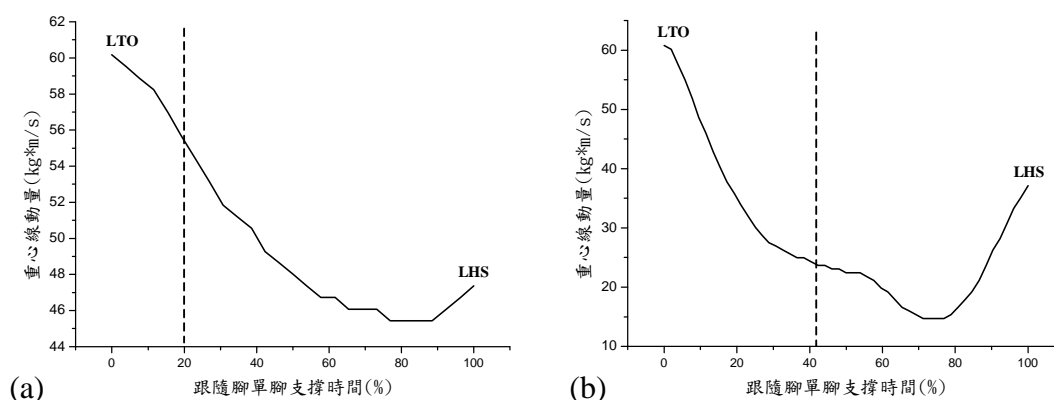


圖 4-8：一位老年人跨越不同高度障礙物之向前重心線動量與時間關係圖。

其中(a)為無障礙高度、(b)為高障礙高度；圖中虛線表示跨越腳跟擺動至最高處時間點。

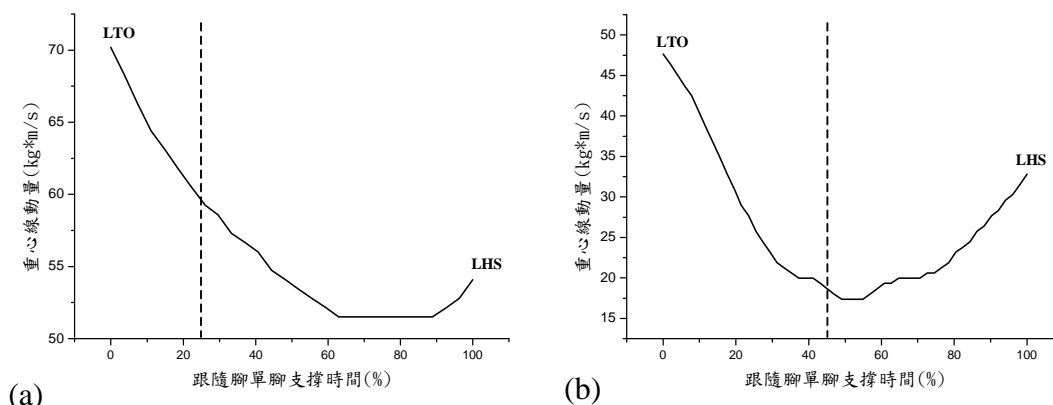


圖 4-9：一位年輕人跨越不同高度障礙物之向前重心線動量與時間關係圖。

其中(a)為無障礙高度、(b)為高障礙高度；圖中虛線表示跨越腳
腳跟擺動至最高處時間點。

此外，就不同障礙高度情境的身體向前線動量比較來看，兩組受試者皆隨障礙高度增加，而減少跟隨腳單腳支撐期之向前平均身體重心線動量，且老年組於每種障礙高度情境下皆低於年輕組，此原因除了與重心向前速度減少有關外，更顯示老年組在跨越較高障礙情境時於單腳支撐期間能減少身體向前線動量，以降低身體過多動量來維持重心平衡。此外，年輕受試者於高障礙高度情境下，單腳支撐期的重心線向前線動量提升較老年受試者早，這與年輕受試者在跨越期間先行腳著地前較快且較早提升重心向前速度有關。

第三節、不同高度跨越步態對產生制動與推蹬反作用力之影響

(一)不同高度跨越步態產生前後方向最大制動與推蹬反作用力之影響

表 4-9 顯示在不同高度跨越步態下，前後方向產生最大制動與推蹬反作用力。

表 4-9：跟隨腳支撐期前後方向之最大制動與推蹬地面反作用力

障礙高度	無高度(F)		低高度(L)		中高度(M)		高高度(H)		P 值*
	老年組	年輕組	老年組	年輕組	老年組	年輕組	老年組	年輕組	
最大制動反作用力(%BW)	16.71 (4.42)	16.61 (5.71)	16.82 (4.23)	18.92 (6.42)	19.32 (5.73)	21.86* (5.47)	20.37 (6.69)	23.67* (6.71)	$P_h < .001^*$ $P_g = .386$
最大推蹬反作用力(%BW)	16.11 (2.11)	16.99 (2.93)	18.10 (2.87)	20.29 (2.95)	18.75 (3.60)	21.08 (2.83)	18.18 (3.14)	20.94 (2.33)	$P_h < .001^*$ $P_g = .064$

M(SD)；* p_h ：高度有顯著差異；† p_g ：組別有顯著差異

在前後方向最大制動反作用力上，老年組與年輕組組內達顯著差異(H>F，H>L，M>F，M>L)，但組間並無達顯著差異。而在前後方向最大推蹬反作用力上，老年組與年輕組組內達顯著差異(H>F，M>F，L>F)，但組間並無達顯著差異。

圖 4-10 為不同高度跨越步態跟隨腳支撐期之最大制動力量與最大推蹬力量。由不同高度跨越步態所產生的最大制動反作用力來看，在跨越較高的障礙高度之前，跟隨腳的最大制動力量也隨之增加，目的在跨越動作之前給予身體一較大的制動力量，幫助減緩步態速度上升，讓身體能在跨越較高障礙物時，保持較低的跨越步態速度。而從不同高度跨越步態所產生的最大推蹬反作用力來看，在跨越較高障礙高度之前，跟隨腳的最大推蹬力量也隨之增加；Begg, Sparrow, and Lythgo (1998)也提出相同結果，認為要

跨過較高障礙物時，於推蹬期會有較大的垂直與前後方向的力量產生；因此，在執行跨越步態時除了先行腳會產生推蹬力量之外，更需要跟隨腳提供較大的推蹬助力，幫助先行腳擺動過較高障礙物。

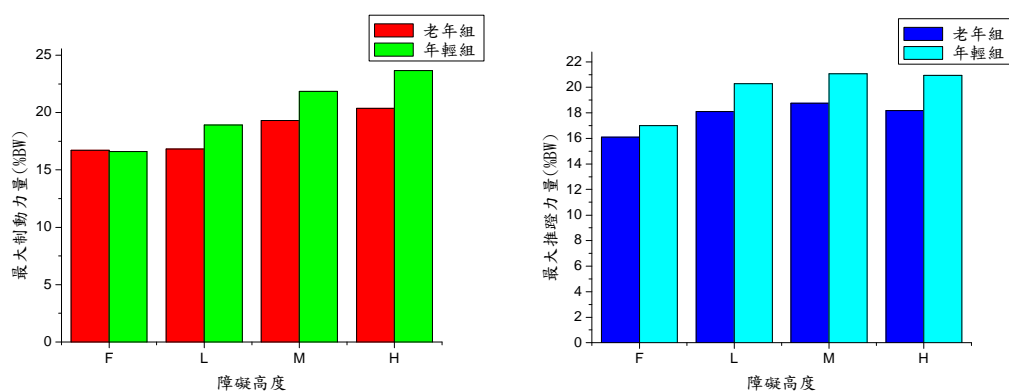


圖 4-10：不同高度跨越步態跟隨腳支撐期之最大制動力量(a)
與最大推蹬力量(b)

雖然，兩組受試者在跨越各種障礙高度下最大制動力量與推蹬力量無達顯著差異，但老年組在最大制動、推蹬力量皆小於年輕組。關於老年組較弱的制動力量可以解釋為：在跨越不同高度前步態速度小於年輕組，因此僅需要較小的制動力量就可使跨越前的速度減緩下來；然而針對老年受試者跨越不同障礙高度較弱的推蹬力量來說，可能是因老化造成下肢肌肉推蹬力不足，容易造成跨越動作遲滯緩慢、缺乏前進動力，甚至連帶影響先行腳碰觸障礙物的危機。

(二)不同高度跨越步態之跟隨腳支撐期前後與垂直方向衝量

表 4-10 顯示在不同高度跨越步態下，跟隨腳支撐期前後與垂直方向衝量。

表 4-10：跟隨腳支撐期前後方向與垂直方向衝量

障礙高度	無高度(F)		低高度(L)		中高度(M)		高高度(H)		P 值*
	老年組	年輕組	老年組	年輕組	老年組	年輕組	老年組	年輕組	
制動衝量 (N*s/BW)	0.032 (0.009)	0.027 (0.009)	0.042 (0.009)	0.038* (0.009)	0.053 (0.008)	0.052* (0.008)	0.059 (0.104)	0.058* (0.124)	$P_h < .001^*$ $P_g = .407$
推蹬衝量 (N*s/BW)	0.030 (0.007)	0.026 (0.004)	0.040 (0.008)	0.030 (0.004)	0.053 (0.011)	0.037 (0.006)	0.057 (0.010)	0.037 (0.009)	$height * age^*$ $P = .002^*$
垂直衝量 (N*s/BW)	0.700 (0.164)	0.583 (0.043)	0.854 (0.183)	0.652 (0.080)	1.118 (0.413)	0.775 (0.106)	1.268 (0.452)	0.821 (0.113)	$height * age^*$ $P = .01^*$

M(SD)；* p_h ：高度有顯著差異；† p_g ：組別有顯著差異； $height * age^*$ ：交互作用有顯著差異

在前後方向制動衝量上，老年組與年輕組組內達顯著差異(H>M>L>F)，但組間並無達顯著差異；在前後方向推蹬衝量與垂直衝量上，年齡與障礙高度二個自變項的交互作用皆達顯著(F=5.414*；F=6.336*)，因此於表 4-10-1 與表 4-10-2 分別呈現推蹬衝量與垂直衝量之單純主要效果檢定與事後比較結果。

表 4-10-1：跟隨腳支撐期前後方向推蹬衝量之單純主要效果

變異數分析摘要表

變異來源	SS	DF	MS	F	事後比較
年齡因子(A)					
在無高度(b1)	0.000	1	0.000	2.368	
在低高度(b2)	0.000	1	0.000	12.750**	老年>年輕
在中高度(b3)	0.001	1	0.001	15.421***	老年>年輕
在高高度(b4)	0.002	1	0.002	20.085***	老年>年輕
高度因子(B)					
在老年組(a1)	0.004	3	0.001	27.601***	F<L, F<M, F<H, L<M, L<H
在年輕組(a2)	0.001	3	0.000	10.815***	F<L, F<M, F<H, L<M, L<H

* $P<.05$ ** $P<.01$ *** $P<.001$

註：事後比較欄中 F 表無高度；L 表低高度；M 表中高度；H 表高高度

由表 4-10-1 得知：

- (1)就高度情境而言，老年組跨越低、中、高障礙高度時，跟隨腳支撐期前後方向之推蹬衝量均顯著高於年輕組。
- (2)就年齡變項而言：老年組與年輕組均在跨越高高度障礙時所產生的前後方向推蹬衝量顯著高於無高度與低高度，而在中高度情境推蹬衝量又顯著高於無高度與低高度，低高度情境又高於無高度情境。

表 4-10-2：跟隨腳支撐期垂直衝量之單純主要效果變異數分析摘要表

變異來源	SS	DF	MS	F	事後比較
年齡因子(A)					
在無高度(b1)	0.067	1	0.067	4.650*	老年>年輕
在低高度(b2)	0.204	1	0.204	10.290**	老年>年輕
在中高度(b3)	0.588	1	0.588	6.457*	老年>年輕
在高高度(b4)	0.998	1	0.998	9.201**	老年>年輕
高度因子(B)					
在老年組(a1)	1.969	3	0.656	20.587***	F<L<M<H
在年輕組(a2)	0.361	3	0.120	54.881***	F<L<M<H
* $P<.05$ ** $P<.01$ *** $P<.001$					
註：事後比較欄中 F 表無高度；L 表低高度；M 表中高度；H 表高高度					

由表 4-10-2 得知：

- (1)就高度情境而言，老年組跨越低、中、高障礙高度時，跟隨腳支撐期垂直衝量均顯著高於年輕組。
- (2)就年齡變項而言：老年組與年輕組均隨障礙高度增加而產生顯著較大的垂直衝量。

大致上來說，隨著障礙高度提升，受試者在跟隨腳支撐期產生較多的前後推蹬衝量與垂直衝量，幫助身體由制動狀態轉為向前與向上移動。而老年組在跨越各種高度時，所產生的推蹬衝量與垂直衝量皆顯著高於年輕組。推論老年組在跨越逐漸提升的障礙高度時，雖然下肢產生較小的地面反作用力，但作用在第一次雙腳支撐期及單腳支撐期的時間較年輕組多，以獲得較大垂直與推蹬衝量來完成跨越動作。

(三)跨越不同障礙高度之跟隨腳支撐期衝量與步幅長度的關係

Warren, Young, and LEE (1986) 等學者曾提出在跑步中越過不規則地面時，步幅長度的調整改變與垂直衝量有關；而 Patla, Robinson, Samways, and Armstrong (1989) 則曾探討視覺效果對步行中步幅長度控制的影響，發現跟隨腳垂直與前後衝量對步幅長度的調整是依據視覺線索時間的長短，來調整步長成為較長、一般或較短的步幅，以將跨越腳放置在安全的目標物上；且較長的步幅與較充裕的視覺線索、垂直與前後衝量的增加有關。

然而在本研究結果中，且不論視覺線索之影響，老年組與年輕組於步幅長度調整與垂直、前後衝量皆無達顯著相關。雖然老年組的制動衝量與步幅長度無達顯著相關($r=-.933$, $p=.067$)、推蹬衝量與步幅長度亦無達顯著相關($r=-.923$, $p=.077$)，乃至垂直衝量與步幅長度無顯著相關($r=-.894$, $p=.106$)，但發現垂直、前後衝量皆與步幅長度之間具有負相關的趨勢。此結果與先前 Patla (1989) 等人認為步幅長的增加與垂直、前後衝量的增加有關恰好相反；推論可能是動作型態不同而導致相反的結果。因為本研究實驗設計為跨越不同障礙高度動作而非純粹的步行動作，特別是老年人在跨越逐漸增高的障礙物時，支撐腳需要花費較多作用時間，來增加較多垂直與前後衝量以提升重心垂直位移，讓身體藉由“提高”策略謹慎地通過較高障礙物，而非是用增加跨越步幅長度之“向前”策略。

第四節、不同跨越步態對跟隨腳下肢肌群肌電訊號之影響

本研究偵測的肌群包括大腿部分的股直肌(伸膝、屈髖肌群)、股二頭肌(屈膝、伸髖肌群)，小腿部分的脛骨前肌(屈踝肌群)、腓腸肌(伸踝肌群)等肌群，在行走六公尺後跨越不同高度障礙物的表面肌電訊號變化。

(一)下肢肌群肌電訊號

老年組 11 號受試者跨越無障礙高度情境下肢肌群肌電訊號，如圖 4-11 所示。

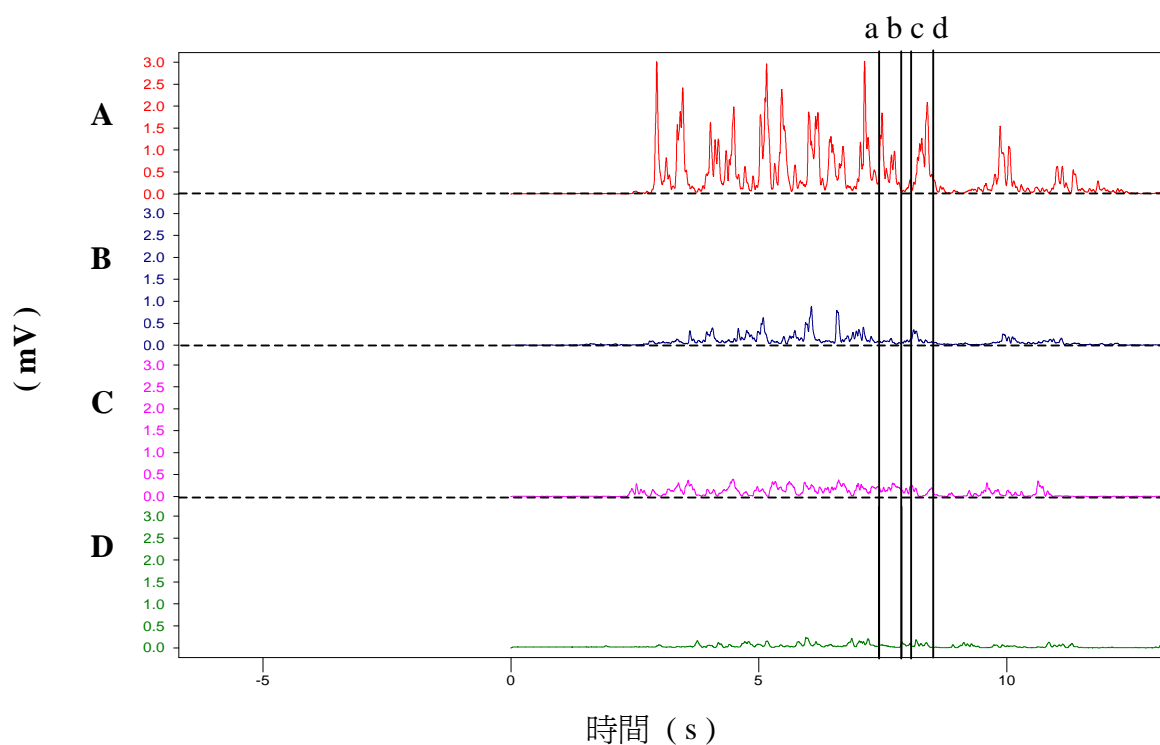


圖 4-11：老年組 11 號受試者跨越無障礙高度情境下肢肌群肌電訊號。其中，A：股直肌、B：股二頭肌、C：脛骨前肌、D：腓腸肌；a 時間點：先行腳離地(LTO)、b 時間點：先行腳著地(LHS)、c 時間點：跟隨腳離地(TTO)、d 時間點：跟隨腳著地(THS)

圖 4-12 為老年組 11 號受試者跨越低障礙高度情境下肢肌群肌電訊號。

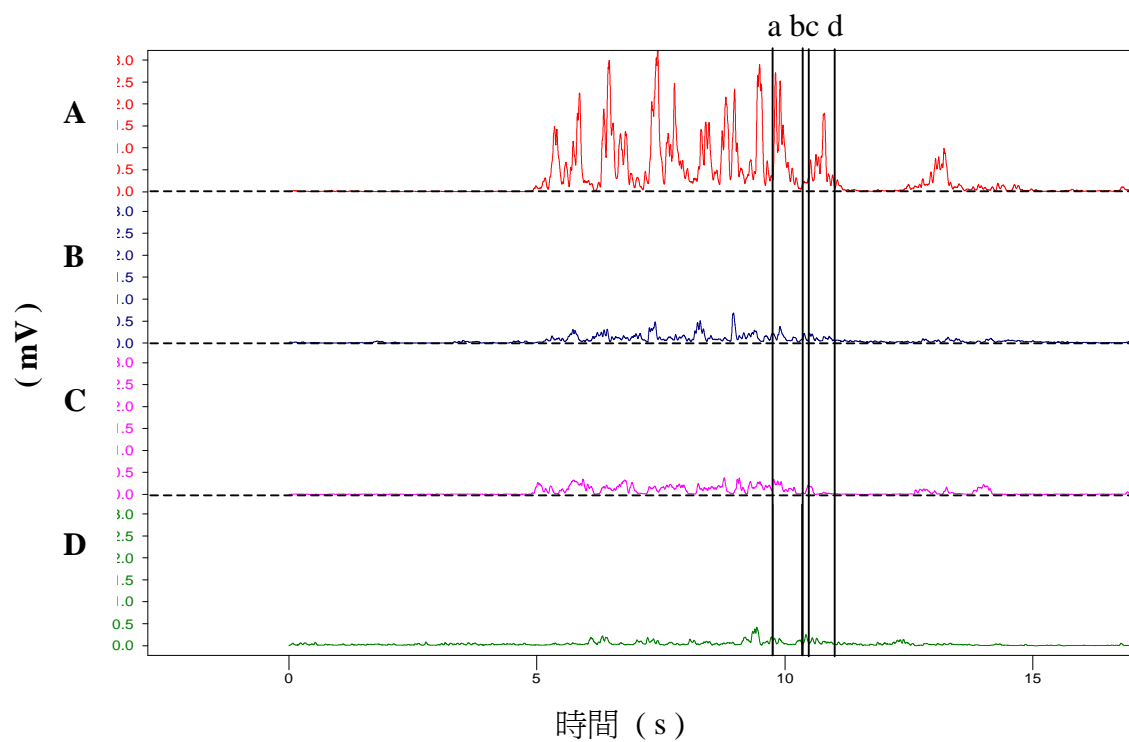


圖 4-12：老年組 11 號受試者跨越低障礙高度情境下肢肌群肌電訊號。其中，A：股直肌、B：股二頭肌、C：脛骨前肌、D：腓腸肌；a 時間點：先行腳離地(LTO)、b 時間點：先行腳著地(LHS)、c 時間點：跟隨腳離地(TTO)、d 時間點：跟隨腳著地(THS)

圖 4-13 為老年組 11 號受試者跨越中障礙高度情境下肢肌群肌電訊號。

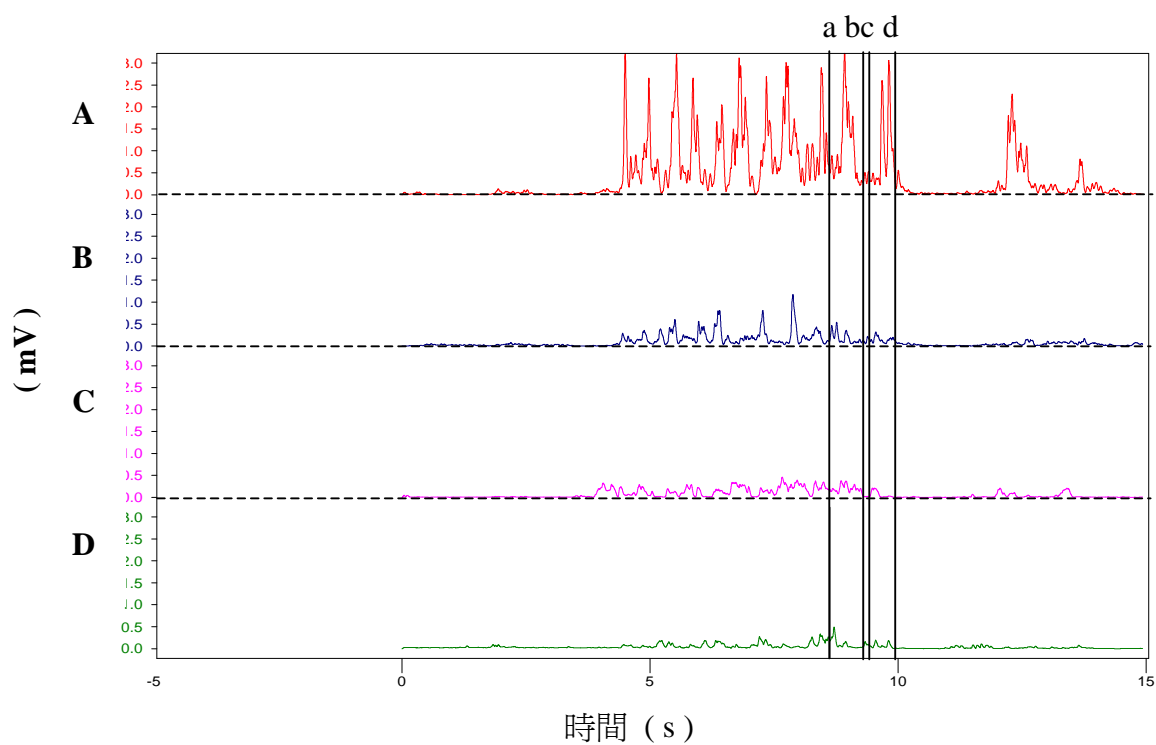


圖 4-13：老年組 11 號受試者跨越中障礙高度情境下肢肌群肌電訊號。其中，A：股直肌、B：股二頭肌、C：脛骨前肌、D：腓腸肌；a 時間點：先行腳離地(LTO)、b 時間點：先行腳著地(LHS)、c 時間點：跟隨腳離地(TTO)、d 時間點：跟隨腳著地(THS)

圖 4-14 為老年組 11 號受試者跨越高障礙高度情境下肢肌群肌電訊號。

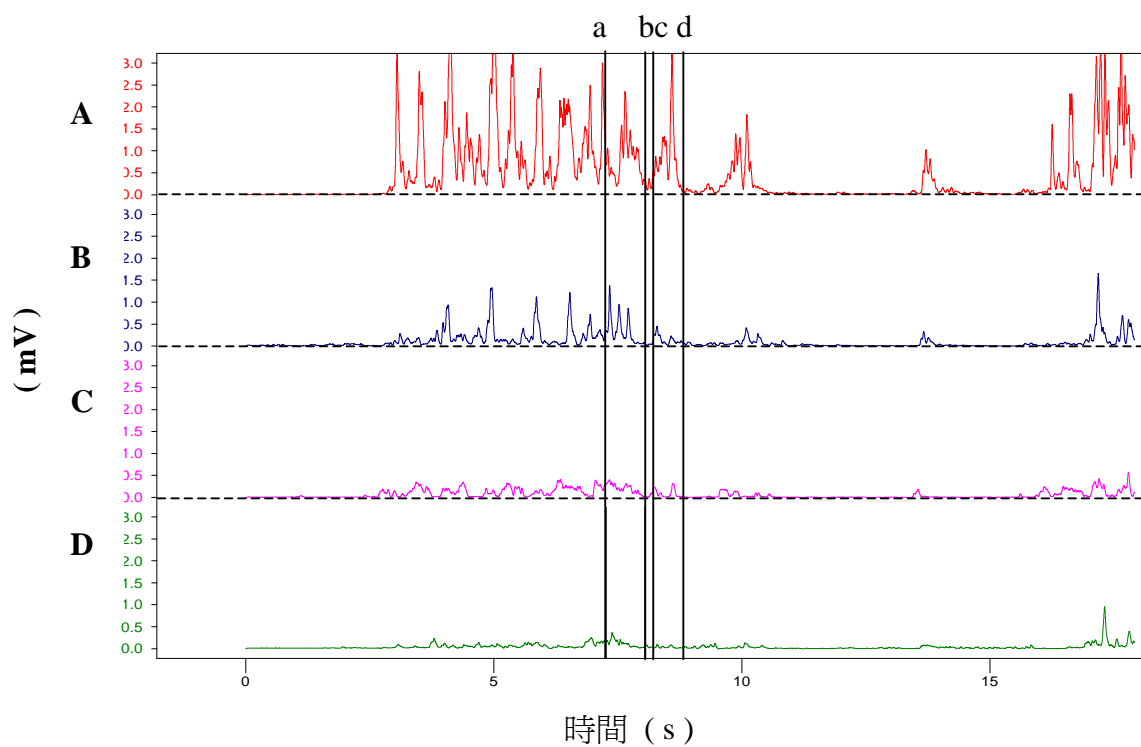


圖 4-14：老年組 11 號受試者跨越高障礙高度情境下肢肌群肌電訊號。其中，A：股直肌、B：股二頭肌、C：脛骨前肌、D：腓腸肌；a 時間點：先行腳離地(LTO)、b 時間點：先行腳著地(LHS)、c 時間點：跟隨腳離地(TTO)、d 時間點：跟隨腳著地(THS)

本節下肢肌電結果將跨越不同障礙高度步態動作由先行腳離地至跟隨腳著地(LTO-THS)之間，區分為三個時期：跟隨腳單腳支撐期、雙腳支撐期與跟隨腳擺動期。圖 4-8 至圖 4-11 為老年組 11 號受試者跨越不同障礙高度情境之下肢肌電訊號，以下僅就跟隨腳單腳支撐期與跟隨腳擺動期討論之。

在跟隨腳單腳支撐期間，老年組與年輕組下肢肌群作用的次序相似。但隨著障礙高度的提升，兩組受試者下肢肌群作用次序皆有類似的改變：在跨越無障礙高度與低障礙高度情境中，跟隨腳單腳支撐期間，下肢肌群作用順序依序為：伸膝肌群(股直肌)、屈踝肌群(脛骨前肌)、屈膝肌群(股二頭肌)、伸踝肌群(腓腸肌)。然而在跨越中障礙、高障礙高度情境時，跟隨腳單腳支撐期下肢肌群作用順序皆改變為：屈膝肌群(股二頭肌)、屈踝肌群(脛骨前肌)、伸踝肌群(腓腸肌)、伸膝肌群(股直肌)之趨勢。

在跨越不同障礙高度情境時，跟隨腳單腳支撐期的下肢肌群作用順序有所改變的原因可能與跨越動作型態改變或下肢關節角度屈曲有關，如跨越較低障礙物跟隨腳單腳支撐時，跟隨腳伸膝肌群(股直肌)已率先進行收縮作用幫助跟隨腳持續撐直立於地面，隨後因先行腳前擺帶動身體向前緩慢移動時，跟隨腳屈踝肌群(脛骨前肌)與屈膝肌群(股二頭肌)接著收縮，最後當先行腳著地瞬間之前，跟隨腳由制動動作轉為推蹬動作，此時踝關節伸展伸踝肌群(腓腸肌)開始收縮。而在跨越較高障礙物跟隨腳單腳支撐時，由於隨障礙高度提高而降低步態速度並產生較大制動力量，可能導致跟隨腳第一次雙腳支撐期著地支撐動作型態變為先屈膝制動，因而屈膝肌群(股二頭肌)與屈踝肌群(脛骨前肌)先作用，接著由於跨越較高障礙物時需要較多重心垂直方向位移，因而進行蹠屈墊腳與伸膝動作，此時伸踝肌群(腓腸肌)與伸膝肌群(股直肌)再作用。

在跟隨腳擺動期間，老年組與年輕組在跨越不同障礙高度時，下肢肌群作用的次序相同，依序為：屈膝肌群(股二頭肌)、伸踝肌群(腓腸肌)、屈踝肌群(脛骨前肌)、伸膝肌群(股直肌)。此跟隨腳擺動期下肢肌群作用順序尚屬合理，因跨越時除屈膝抬腳動作外踝關節仍延續推蹬的伸踝動作，因此屈膝肌群(股二頭肌)、伸踝肌群(腓腸肌)先作用，接著於跨越障礙物時為了避免足掌與障礙物碰觸，乃進行踝關節背屈為屈踝肌群(脛骨前肌)作用，最後跟隨腳在著地前伸膝肌群(股直肌)再作用。

(二)不同高度跨越步態的平均肌電振幅

表 4-11 為不同高度跨越步態跟隨腳單腳支撐期下肢平均肌電振幅。

表 4-11：不同高度跨越步態跟隨腳單腳支撐期下肢平均肌電振幅(%)

障礙高度	無高度(F)		低高度(L)		中高度(M)		高高度(H)		P 值*
	老年組	年輕組	老年組	年輕組	老年組	年輕組	老年組	年輕組	
股直肌	33.28 (9.96)	27.79 (9.88)	27.93 (9.80)	28.29 (11.88)	30.71 (10.14)	31.32 (9.77)	26.21 (9.42)	30.22 (10.44)	$P_h=.582$ $P_g=.966$
股二頭肌	29.84 (11.67)	26.67 (12.38)	32.07 (7.59)	28.93 (7.71)	33.71 (7.82)	36.24* (9.92)	28.38 (6.15)	27.98 (11.09)	$P_h=.037^*$ $P_g=.717$
脛骨前肌	30.26 (18.25)	22.76 (14.04)	31.56 (8.22)	37.25* (14.60)	38.55 (9.02)	40.96* (13.98)	36.21 (9.52)	37.09* (7.57)	$P_h=.002^*$ $P_g=.926$
腓腸肌	37.60 (12.05)	41.71* (9.79)	32.86 (14.41)	38.93* (16.03)	25.92 (8.02)	30.43 (10.16)	28.84 (3.28)	30.74 (6.59)	$P_h=.002^*$ $P_g=.171$

M(SD)；* p_h ：高度有顯著差異；† p_g ：組別有顯著差異

由表 4-11 可發現除了股直肌之外，在跨越不同障礙高度下股二頭肌、脛骨前肌與腓腸肌在老年組與年輕組組內達顯著差異。隨著障礙高度的提升，在股二頭肌與脛骨前肌單腳支撐期平均肌電振幅的變化有逐漸增加的趨勢(股二頭肌： $M>F$ ， $M>L$ ， $M>H$ ；脛骨前肌： $L>F$ ， $M>F$ ， $H>F$)，然而股二頭肌與脛骨前肌在高障礙高度情境下，單腳支撐期平均肌電振幅卻有減少之現象；而腓腸肌單腳支撐期平均肌電振幅則隨障礙高度增加而有減少趨勢($M<F$ ， $M<L$ ， $H<F$)，但在高障礙高度情境下卻又產生平均肌電振幅增加之現象。

關於跟隨腳單腳支撐期間，股二頭肌與脛骨前肌平均肌電振幅有隨高度增加先增後減的趨勢，而腓腸肌平均肌電振幅卻呈現隨高度增加先減後增的趨勢，推論可能與跨越不同障礙高度時，動作型態的改變有關。在跨越無高度乃至低、中高度時，股二頭肌與脛骨前肌隨障礙高度增加而需要更多的下肢肌肉運動單位的募集，以幫助單腳支撐，而腓腸肌則因障礙高度增加而謹慎地減少支撐時伸踝動作力量，以避免身體重心不穩；然而，當跨越最高高度障礙時，受試者可能為調整跨越動作而對下肢肌群運動單位的募集作出適當地調配。進一步來說，此時為了越過最高障礙，犧牲些許重心穩定的程度，而以下肢伸踝肌群(腓腸肌)需招募較多運動單位來幫助身體重心垂直位移增加，而股二頭肌與脛骨前肌則轉而招募較少的運動單位，以減少在單腳支撐期下肢肌群在同時有較高的負荷。

表 4-12 為不同高度跨越步態跟隨腳擺動期下肢平均肌電振幅。

表 4-12：不同高度跨越步態跟隨腳擺動期下肢平均肌電振幅(%)

障礙高度	無高度(F)		低高度(L)		中高度(M)		高高度(H)		P 值*
	老年組	年輕組	老年組	年輕組	老年組	年輕組	老年組	年輕組	
股直肌	19.76 (10.60)	24.92 (11.95)	24.82 (11.88)	19.24 (7.80)	23.64 (12.71)	18.01 (7.07)	18.03 (8.09)	13.41 (6.05)	$P_h=.230$ $P_g=.388$
股二頭肌	15.67 (8.55)	16.18 (11.39)	22.21 (13.01)	24.63 (10.90)	23.90 (8.34)	30.10 (11.10)	34.70 (13.16)	33.79 (11.91)	$P_h<.001^*$ $P_g=.568$
脛骨前肌	21.75 (12.23)	28.96 (13.10)	23.67 (10.58)	25.64 (9.65)	23.16 (13.84)	23.90 (5.44)	17.69 (9.26)	19.20 (6.02)	$P_h=.119$ $P_g=.306$
腓腸肌	25.73 (11.61)	20.30 (11.46)	21.55 (7.73)	21.05 (11.08)	29.79 (12.22)	14.50 (8.37)	19.77 (6.52)	10.44 (6.42)	$P_h=.413$ $P_g=.294$

M(SD)；* p_h ：高度有顯著差異；† p_g ：組別有顯著差異

由表 4-12 顯示只有股二頭肌在跨越不同障礙高度下老年組與年輕組組內達顯著差異，且股二頭肌隨高度增加在擺動期下肢平均肌電振幅呈現增加趨勢。

關於跟隨腳擺動期股二頭肌隨高度增加而呈現下肢平均肌電振幅增加之趨勢，乃因為跨越較高障礙高度時，需要較多的膝關節屈曲動作所致，因此在擺動期間隨跨越高度增加，股二頭肌會招募較多的運動單位，幫助擺動腳提高並屈膝以順利完成難度較高的跨越動作。

有關不同年齡層級跨越不同障礙物高度之下肢神經肌肉控制研究，目前僅少數學者探討之。其中，Hahn, Lee, and Chou (2005) 近來研究年輕人與老年人在跨越不同障礙高度時，下肢肌電訊號的變化，他們發現在跨越

各種高度障礙情境下，老年人下肢肌肉(股內側肌、臀大肌與腓腸肌)產生較大的活化程度，且在雙腳支撐期與單腳支撐期，老年人腓腸肌顯著大於年輕人。此外，隨障礙高度增加時，會導致兩組受試者有較大的肌肉活化程度，他們認為這對老年人而言將會造成骨骼肌肉系統的挑戰，且在跨越不同高度步態中傾向有較高的肌肉需求。

雖然在本研究實驗結果中，老年組與年輕組在單腳支撐期及擺動期組間平均肌電振幅並無差異，且老年人在單腳支撐期間下肢肌肉活化程度亦無大於年輕組，但在跟隨腳擺動期間的股直肌與腓腸肌平均肌電振幅中發現，老年組在不同障礙高度的跨越步態中，此二肌群有大於年輕組之趨勢。可見雖然老年組能成功跨越過不同高度障礙物，但是由於在生理條件上肌力小於年輕人，因此導致老年組在擺動期間，可能對股直肌與腓腸肌有較高肌肉活化的需求。

第五節、綜合討論

(一)不同高度跨越動作型態與步態時間分配

跨越動作是一般日常生活中經常執行的動作，舉凡走路、越過水溝、跨過寺廟門檻，乃至跑步跳過路面積水等，皆是人體透過對環境的覺察，對身體肢段進行不同動作的支撐或擺動。而面對不同障礙高度的跨越動作，人體也會及時甚至預先作出因應的改變措施。在跨越較高障礙高度前，於支撐期下肢肌群作用順序由伸膝屈踝動作改為屈膝屈踝動作，促使制動動作明顯增加，產生較大的制動力量與衝量幫助跨越前步態速度的降低。而在跨越時為順利越過較高障礙物，支撐腳會增加伸踝動作，而擺動腳則增加屈膝提腳動作提高重心的垂直位移量。

然而除了在不同高度的跨越動作有所改變外，人體對跨越步態期間的時間分配也重新作出調整。面對較高障礙高度時，人體會花較多時間來進行跨越動作，及對步幅長度的調整、安排腳著地的放置位置；並縮短兩次的雙腳支撐期、增加單腳支撐與擺動期時間。這些步態時間的重新分配，目的在因應不同障礙高度挑戰時，需要分別花多少時間來幫助同時間內跟隨腳支撐與先行腳擺動動作的最佳協調性。

因此在跨越不同障礙高度時，步態時間系統性的調配端視瞬間支撐與擺動動作協調下，交互影響所致。

(二)年齡對不同高度跨越步態的調整策略

一般來說，跌倒或絆倒的發生機率，在老年年齡層中較常出現，可能的原因不外乎是：老化導致生理上有較差的身體平衡感、下肢肌力與神經肌肉協調性不佳；至於外在環境與動作執行的困難度，更容易引發跌倒的危機。

老年人在跨越較高障礙高度時，其動作表現上有異於年輕人，目的在退化的生理條件下，採取特殊的跨越策略，使得身體安全順利地通過障礙物。這些策略包括了：隨障礙高度的提升，(1)減少跨越步幅、增加制動與垂直衝量，使重心垂直位移增加；(2)降低跨越時的步態速度，避免身體產生過多向前動量導致重心不穩；(3)在先行腳跨越前，跟隨腳腳尖放置在障礙物前的水平間距，會隨障礙高度提升而增加。原因是老年人在跨越較高障礙物前，身體肢段須有較大的動作空間，方能於跨越時具充分的提腳與伸展動作；此外老年人在跨越時，會儘可能的增加跨越腳與障礙物的垂直高度，以避免跨越期間的與障礙物的碰觸。

關於這些策略而言，並非單純地獨立存在，而是透過整體動作控制下，共同產生且交互影響所導致，才使老年人表現出與年輕人不同的跨越動作與策略。