

肆、結果與討論

本研究的主要目的是要了解後旋踢動作過程中的各項參數變化情形，因此本章將透過影片分析系統所蒐集到的運動學資料來分析跆拳道後旋踢動作的特性。影響跆拳道後旋踢動作踢擊的參數有很多，以下將其分成兩個部分來加以探討：一、各階段時間的分析；二、後旋踢的運動學特徵描述，共兩小節。

本研究將後旋踢的動作過程分為準備反應期、動作期、收腿恢復期，其中包括了下列幾個關鍵時相(Event)及作用時間：

- 1.Event1 訊號光源亮起的瞬間，簡稱為 E1。
- 2.Event2 攻擊腿離地的瞬間，簡稱為 E2。
- 3.Event3 攻擊腿接觸到目標的瞬間，簡稱為 E3。
- 4.Event4 攻擊腿落地的瞬間，簡稱為 E4。
- 5.反應時間：(E1~E2)光源亮起至攻擊腳離地。
- 6.攻擊時間：(E2~E3)攻擊腳離地至踢擊到目標。
- 7.收腿時間：(E3~E4)攻擊腳擊中目標至落地。
- 8.全程動作時間：(E1~E4)光源亮起至攻擊腳落地。

第一節 各階段時間的分析

一、反應時間

由於跆拳道比賽是屬於開放式的競賽型態，因此比賽的攻擊動作常必須因應對手的動作來作反應，是否能快速閃躲開對手的攻擊，或在最短的時間內決定踢擊的方式給予反擊，增加自己的得分，是比賽

勝負的關鍵。因此踢擊動作的反應時間對選手來說相當重要。

表 4-1 受試者反應時間統計表

N=48				
受試者	反應時間 (秒)	最大值	最小值	反應時間比
A1	0.593 ± 0.054	0.700	0.550	0.403
A2	0.515 ± 0.020	0.592	0.442	0.315
A3	0.426 ± 0.155	0.450	0.383	0.350
A4	0.513 ± 0.055	0.575	0.450	0.376
A5	0.554 ± 0.058	0.575	0.525	0.413
A6	0.471 ± 0.059	0.558	0.392	0.362
A7	0.471 ± 0.033	0.500	0.407	0.418
A8	0.506 ± 0.036	0.558	0.466	0.383
平均數		0.563	0.448	0.377

反應時間比 = (反應時間 / 全程動作時間)

從光源亮起至攻擊腳離地，這段時間包括了反應與前階段的準備動作時間。因此若想要縮短反應時間，應訓練選手縮短準備時間及加強選手判斷踢擊的能力；也就是前階段的轉身動作到攻擊腳離地的這段時間。但是踢擊前若沒有好的預備姿勢，沒站好就踢擊，也會造成起動衝量 ($J = F dt$) 的不足，影響踢擊速度，造成一個較長的動作時間。所以站好預備姿勢也是幫助縮短反應時間的一個重點，教練人員在選手的養成訓練過程中也應留意此部分。由表 4-1 中得知，後旋踢的反應時間佔全程動作時間的 38%，受試者的反應時間的平均最大值為 0.563 ± 0.072 秒，平均最小值為 0.448 ± 0.065 秒。而每位受試者的反應時間之最大值與最小值仍有明顯的差異，也顯示他們在反應時間上還有進步的空間；再針對反應來訓練讓選手的反應時間趨向個人的最小值，在比賽中面臨不同踢擊時有最快的反應動作。

二、攻擊時間

從攻擊腳離地到踢擊到目標的這一段時間是決定此次攻擊有無效果的關鍵時刻，所以是跆拳道選手反覆練習最多的部分，也是教練在訓練時較注重的一個部分。如何讓自己在最短的時間內將動作踢向對手，攻其不備，是比賽致勝的要件。

表 4-2 受試者攻擊時間統計表

				N=48
受試者	攻擊時間 (秒)	最大值	最小值	攻擊時間比
A1	0.342 ± 0.024	0.385	0.317	0.232
A2	0.326 ± 0.013	0.334	0.317	0.262
A3	0.302 ± 0.009	0.325	0.292	0.248
A4	0.326 ± 0.011	0.342	0.308	0.239
A5	0.383 ± 0.015	0.400	0.375	0.218
A6	0.341 ± 0.006	0.358	0.325	0.262
A7	0.312 ± 0.011	0.333	0.300	0.277
A8	0.312 ± 0.007	0.325	0.308	0.236
平均數		0.350	0.317	0.246

(攻擊時間比 = 攻擊時間 / 全程動作時間)

由表 4-2 中可得知，選子在攻擊時間的數值差距都不大，每人在攻擊時間中的標準差最大不超過 ± 0.024 秒，應是選子在平常踢擊訓練中較注重及教練較要求這個部分的緣故。因此對動作的熟練度高，也是導致攻擊時間縮短的因素。由攻擊時間比可以知道攻擊時間佔後旋踢全程動作時間的 25%，是三個階段時間中佔比例最少的，教練員可藉由資料的顯示，來安排三個階段時間的訓練份量。因此若要減短動作踢擊的時間，可從動作較不穩定、不熟練的部分來加強訓練。

三、收腿時間

一般跆拳道選手在練習的時候比較注重攻擊動作的反應和攻擊效果，卻忽略了擊中目標之後的收腿動作，但是這個後續動作卻是影響攻擊者能否連續主動攻擊或準備反擊的重要因素，也是最容易造成防守漏洞而被對手反擊的階段。尤其後旋踢是屬於轉身攻擊動作，攻擊的路徑本身就較其他動作為長，如何減少對方反攻的機會，並在最短時間內恢復到準備姿勢，是選手在踢擊時縮短全程動作時間的一大關鍵。

表 4-3 受試者收腿時間統計表

N=48				
受試者	收腿時間 (秒)	最大值	最小值	收腿時間比
A1	0.538 ± 0.029	0.592	0.508	0.366
A2	0.402 ± 0.070	0.525	0.350	0.323
A3	0.486 ± 0.116	0.575	0.358	0.400
A4	0.515 ± 0.073	0.616	0.442	0.377
A5	0.815 ± 0.037	0.942	0.667	0.464
A6	0.488 ± 0.061	0.525	0.433	0.375
A7	0.338 ± 0.021	0.367	0.307	0.300
A8	0.497 ± 0.083	0.575	0.367	0.376
平均數		0.589	0.429	0.372

(收腿時間比 = 收腿時間 / 全程動作時間)

由表 4-3 中得知，收腿時間佔全程動作時間的 37%，也由數據中發現，踢擊時收腿時間較短的受試者會比踢擊時收腿時間長的受試者有較短的全程動作時間。由受試者之最大值與最小值的數據可發現，此一階段的差距是最大的，表示受試者並不是那麼的重視踢擊時的收腿動作，便常在擊中目標後不自覺就鬆懈下來，導致踢擊時動作時間變長、要做連續踢擊的動作也會跟著受影響，因此慢的收腿時間會影響選手做連續攻擊動作的能力。故教練員在訓練時應強調收腿動

作的重要性，並讓選手有正確的觀念：每一階段時間都是影響踢擊動作時間長短的重要因素，不論是動作前期的反應、準備階段，或是踢擊目標時的攻擊階段，乃至擊中目標後的收腿階段都是踢擊和練習時不可疏忽的階段。

四、全程動作時間

從反應一開始到完整的做出攻擊動作至腳落地，方可進行下一次攻擊，將上述三個階段時間綜合起來就是全程動作時間。

表 4-4 受試者全程動作時間統計表

N=48			
受試者	全程動作時間 (秒)	最大值	最小值
A1	1.469 ± 0.084	1.618	1.400
A2	1.244 ± 0.092	1.267	1.150
A3	1.215 ± 0.105	1.317	1.033
A4	1.363 ± 0.096	1.508	1.267
A5	1.754 ± 0.057	1.875	1.617
A6	1.301 ± 0.089	1.408	1.241
A7	1.126 ± 0.041	1.167	1.050
A8	1.320 ± 0.050	1.358	1.241
平均數		1.439	1.249

蔡明志 (民 87) 探討各種動作類型的攻擊率中提出後旋踢的攻擊率在旋踢、後踢、下壓踢之後，顯示選手在比賽中較少做後旋踢攻擊的動作；探究其原因，是後旋踢的動作時間較其他攻擊動作長，且轉身踢擊上端的動作，也比其他正面踢擊難度高。因此若沒有熟練及穩定的技術，一般的選手在比賽場中根本不敢使用後旋踢。也因為技術難度比較高，因此多數選手在平常練習時也不多踢，都把重點放在正面的攻擊上，故後旋踢技術較不純熟。由表 4-4 中得知本研究受試者

的全程動作時間的平均最大值為 1.439 ± 0.224 秒，平均最小值為 1.249 ± 0.190 秒。由全程動作時間的數值中可以知道受試者的後旋踢踢擊動作的穩定性如何，例如受試者 A7 動作時間短，標準差也不大，表示此選手的動作較為穩定；有這樣穩定的動作，在比賽中的踢擊才不會僅有一兩腳的踢擊是有效，而是每一次後旋踢都給對手很大的威脅，就會較敢用後旋踢來作主攻或反擊。

藉由資料的顯示，教練人員可針對選手所需要加強的項目來開訓練課表，便能改善其缺點，也能瞭解選手的動作是否熟練。例如受試者 A5 收腿時間佔全程動作時間的 46%，較其他受試者來的長，只要針對此項缺點，多加強此選手對踢擊結束後的準備、再攻擊或防禦的觀念，並訓練收腿時的速度，就能減少踢擊時的全程動作時間，達到較佳的運動表現。

第一節 後旋踢的運動學特徵描述

一、各關節角度的分析

由於後旋踢在踢擊時有一個轉身的動作，而在轉身的過程中，上肢的關節角度會對動作的速度造成影響，因此也是影響後旋踢動作踢擊過程重要參數。所以在本研究中除了探討直接和攻擊有關的下肢關節髖、膝、踝角度的變化，也將對上肢肩、肘關節角度的變化作分析。

1. 受試者在動作過程中之肩關節及肘關節的角度變化。

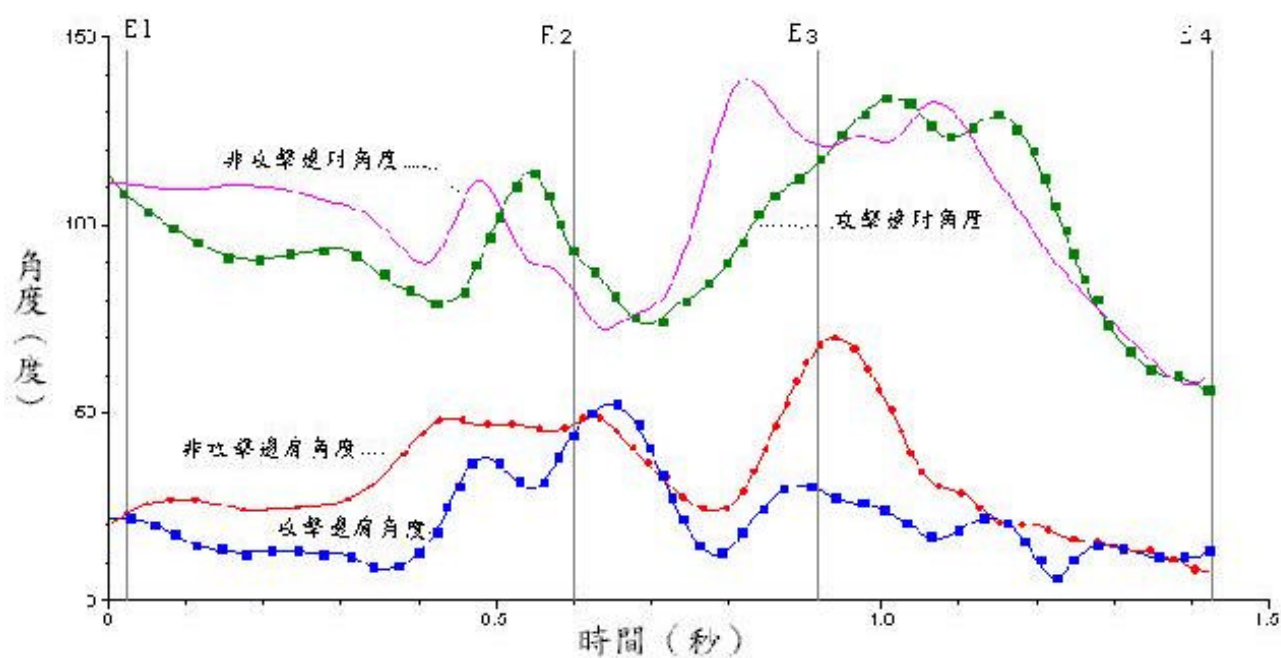


圖 4-1 受試者 A1 踢擊時之肩、肘角度變化

註：受試者之角度變化型態類似，故取具代表性的圖例作說明

表 4-5 受試者攻擊邊之肩、肘關節角度變化

N=8

關鍵時相	E2		E3		E4	
	肩關節	肘關節	肩關節	肘關節	肩關節	肘關節
受試者						
A1	41.643	96.007	30.119	114.718	13.161	55.773
A2	62.356	51.589	22.366	134.725	28.992	71.626
A3	40.525	148.917	35.786	97.107	21.64	115.80
A4	42.942	73.802	27.895	68.653	1.183	75.929
A5	29.110	93.407	47.485	82.006	19.531	76.612
A6	38.401	73.112	65.265	56.334	19.273	93.491
A7	40.654	75.159	28.984	50.658	46.465	116.672
A8	55.599	114.566	31.704	42.704	60.044	129.972
平均數	43.903	90.819	36.200	80.863	26.286	91.984
標準差	10.381	30.143	13.845	32.583	18.795	26.299

(單位角度：度)

表 4-6 受試者非攻擊邊之肩、肘關節角度變化

N=8

關鍵時相	E2		E3		E4	
	肩關節	肘關節	肩關節	肘關節	肩關節	肘關節
受試者						
A1	46.801	82.421	67.233	121.196	7.743	60.028
A2	39.243	105.815	62.711	123.784	20.325	96.589
A3	64.195	68.556	56.300	82.034	22.640	85.073
A4	23.874	82.708	70.664	101.703	19.251	113.175
A5	32.297	58.992	55.281	94.799	26.055	89.525
A6	54.299	89.094	83.027	109.452	17.129	79.567
A7	39.509	58.264	38.174	65.104	25.943	65.694
A8	56.394	43.499	52.713	136.329	45.051	62.100
平均數	44.576	73.668	60.762	104.30	23.017	81.468
標準差	13.403	20.066	13.439	23.441	10.642	18.512

(單位角度：度)

表 4-5、4-6，圖 4-1 是受試者在踢擊動作過程中，肩關節與肘關節角度的變化情形。在肩關節的角度變化上，在準備反應期 (E1~E2)，非攻擊邊的肩角度比攻擊邊肩角度來的大，是因為站準備姿勢，手拿起來防禦。攻擊邊的肩角度在光源亮起後開始變大，以增加起動時的動力，腳離地時 (E2) 肩角度約為 43.903 ± 10.381 度，然後在擊

中目標前又持續加大，攻擊邊之肩角度的最大值均都在此階段（E2~E3）出現，為的是在攻擊前帶上力量使踢擊效果增強，接著角度開始縮小，在擊中目標時（E3）的肩角度為 36.200 ± 13.845 度；直到腳落地前因上身抬起，角度略增大一些，然後再縮小，恢復成為準備姿勢。腳落地時（E4）的肩角度為 26.286 ± 18.795 度。非攻擊邊的肩角度在光源亮起後變大，在腳離地時（E2）此邊肩角度幾乎維持不變，直到擊中目標（E3）之前角度略減之後開始增大，最大值多出現在擊中目標時。兩邊肩角度皆不宜過大，避免在踢擊過程中造成太大的防禦漏洞，讓敵手輕易擊中側腹部位。在肘關節的變化上，光源亮起，角度開始增大，此時受試者的攻擊邊肘角度最大值的出現時間分為兩個類型，出現在（E1~E2）及（E3~E4）兩階段。腳離地時（E2）攻擊邊肘角度為 90.819 ± 30.143 度；非攻擊邊為 73.688 ± 20.066 度。腳離地後攻擊邊肘角度開始減小，直到擊中目標後的收腿階段（E3~E4）肘角度再變大，剛好和非攻擊邊相反。這樣的動作可在轉身時的空檔的當作防禦動作，也是一種平衡動作，腳落地時的肘角度為 91.984 ± 26.299 度。離地前肩角度與肘角度均增大，為的是幫助起腳時轉身動作的動力，腳離地後肩角度縮小，以減少在轉身時的轉動慣量，肘角度的加大是一種防禦動作及平衡的作用。在整個踢擊過程中都是由非攻擊邊的肩、肘角度先增大的，然後攻擊邊的角度才開始變大。

2. 受試者在動作過程中攻擊腳之髌、膝、踝關節的角度變化。

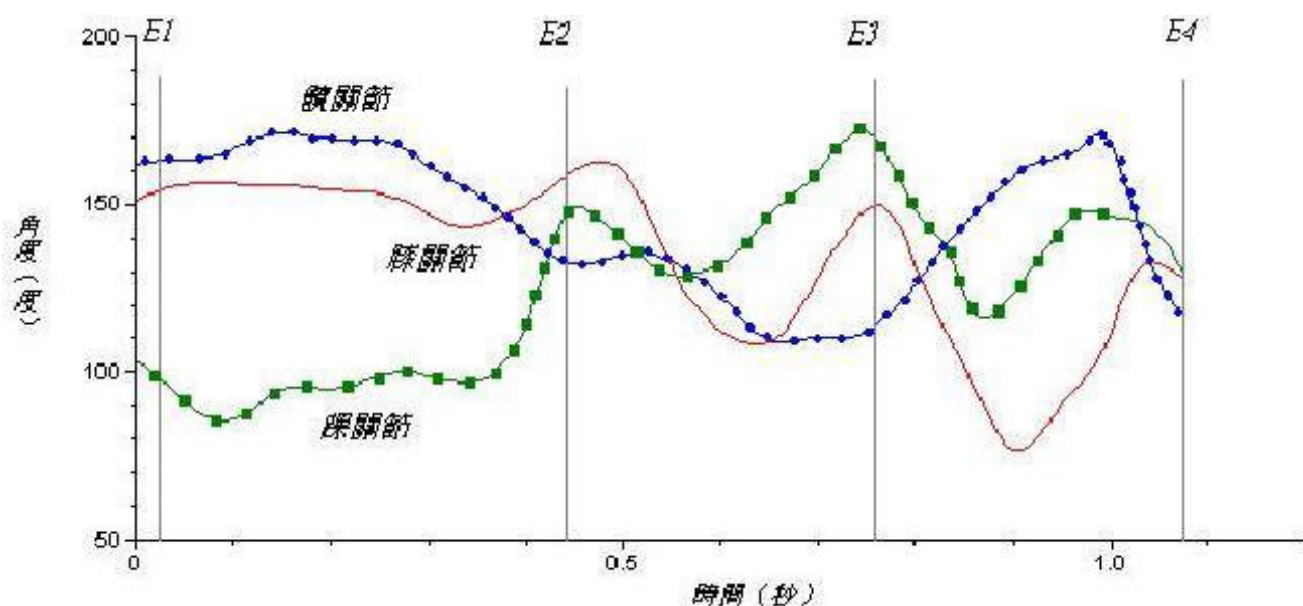


圖 4-2 受試者 A7 攻擊腳之髌、膝、踝關節角度變化

註：受試者之角度變化型態皆類似，故取具代表性的圖例作說明

表 4-7 受試者攻擊腿之髌、膝、踝關節角度變化

N=8

關鍵時相	E2			E3			E4		
	髌關節	膝關節	踝關節	髌關節	膝關節	踝關節	髌關節	膝關節	踝關節
A1	139.241	170.830	142.673	106.43	155.408	149.922	159.67	136.791	111.254
A2	138.058	173.888	123.176	126.963	162.701	158.043	160.224	122.430	118.185
A3	143.908	168.134	116.994	112.805	159.073	156.385	140.144	154.728	126.040
A4	145.789	165.107	117.207	108.971	147.031	150.630	175.375	146.094	120.405
A5	144.109	166.115	125.046	103.332	161.724	155.906	167.730	153.784	148.454
A6	147.966	160.788	113.773	94.550	156.651	157.041	157.266	145.910	136.666
A7	133.466	157.056	142.900	112.244	148.678	172.098	117.228	128.266	129.637
A8	147.855	157.924	137.159	115.602	161.509	153.430	154.248	161.773	147.418
平均數	142.549	164.980	127.366	110.112	156.596	156.681	153.985	143.722	129.757
標準差	4.820	6.035	11.124	9.478	5.969	6.899	18.012	13.621	13.558

(單位角度：度)

在髌關節的角度變化上，當光源亮起時，角度會些微增大然後開始縮小，這是起動時的一個推蹬的動作；當攻擊腳離地時（E2）的髌

關節角度為 142.549 ± 4.80 度，腳離地之後髖角度開始縮小，且受試者的髖角度的最小值多出現在擊中目標之前（E2~E3）此時髖關節的角度並不會有太大的變化，直到擊中目標後才開始增大。擊中目標時（E3）的髖角度為 110.112 ± 9.478 度，因為是用髖關節做帶動，故擊中目標之後髖角度會繼續增大，直到攻擊腳要落地前，角度才縮小。攻擊腳落地時（E4）的髖角度為 153.985 ± 18.012 度。受試者 A7 的髖角度為 117.228 度，角度比其他受試者來的低，那是因為該受試者的收腿速度較快，上身已經抬起並收回，已站成準備姿勢，而其他受試者雖然攻擊腳已落地，但上身尚未回復到側面的準備姿勢，故角度仍大。

在膝關節角度的變化上，光源亮時膝關節角度並無太大變化，直到攻擊腳離地前角度略微減小，然後增大；攻擊腳離地時（E2）的膝角度為 164.980 ± 6.035 度，膝角度的最大值都出現在攻擊腳離地之後，攻擊腳離地後，膝角度開始減小，然後在踢擊目標前角度再次增大，擊中目標後膝關節角度又很快的縮小，再落地。攻擊腳落地時（E4）的膝角度為 143.722 ± 13.621 度。所有受試者皆有兩個峰值出現在（E2~E3）階段，一次是腳離地時的大角度；另一次是經收縮之後在要踢擊目標時的第二次蹬伸，加大攻擊速度。

在踝關節的角度變化上，在光源亮起時並無太大變化，直到攻擊腳離地前踝角度開始增大，做起腳前的蹬地；攻擊腳離地時（E2）的踝關節角度為 127.366 ± 11.124 度，此時的角度大代表蹬地的力量較大。當踢擊到目標前踝關節會做一屈足背至屈蹠的動作，來加大攻擊的速度，因此踝角度的最大值出現在擊中目標時，會有較佳的攻擊效

果；本研究受試者踝角度的最大值多出現在擊中目標，在擊中目標(E3)時的踝角度為 156.681 ± 6.899 度，腳落地時(E4)的踝角度為 129.757 ± 13.558 度。蔡葉榮(民88)指出下壓踢時由攻擊點最高至及中踢靶時踝關節的角度並非緊繃狀態，而藉由屈足背至屈蹠的足部角度變化則可以加大足部攻擊的部位及攻擊距離。下壓踢及後旋踢動作都是以腳掌或足跟來踢擊目標，只是攻擊的方向不同，下壓踢是由上而下攻擊目標；後旋踢是由左右的方向作攻擊，因此在足部的動作有相同的情形。

二、攻擊速度的分析

1. 受試者在攻擊腿髌、膝、踝、足尖之合速度變化

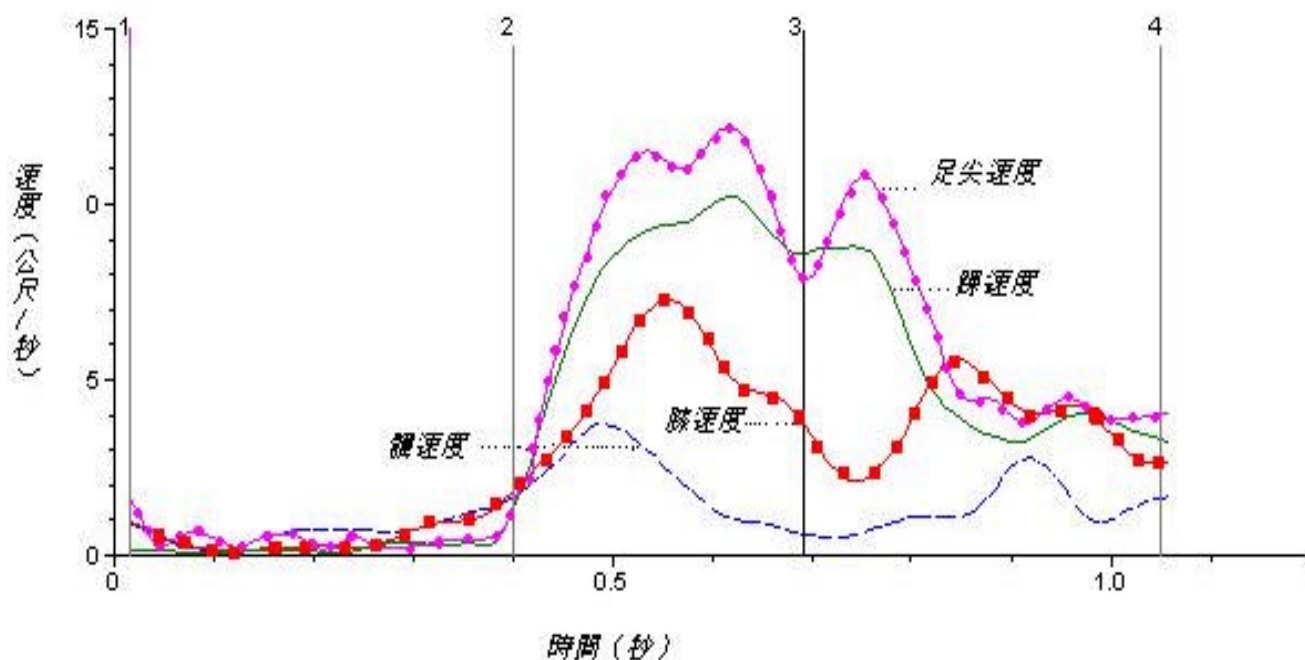


圖 4-3 受試者 A3 攻擊腿之髌、膝、踝、足尖合速度變化

註：受試者之速度變化型態有相同趨勢，故取較具代表性的圖例作說明

表 4-8 受試者攻擊腿之髖、膝、踝、足尖合速度變化

N=8

關節名稱 受試者	髖		膝		踝		足尖	
	最大值	與 E 3 之時間差	最大值	與 E 3 之時間差	最大值	與 E 3 之時間差	最大值	與 E 3 之時間差
A1	3.688	0.250	6.476	0.158	9.621	0.100	12.609	0.108
A2	3.292	0.308	5.549	0.117	8.322	0.233	10.041	0.108
A3	3.755	0.200	7.308	0.134	10.236	0.075	12.225	0.075
A4	3.970	0.292	5.762	0.183	9.481	0.142	10.149	0.158
A5	2.955	0.292	5.620	0.192	8.168	0.217	9.508	0.233
A6	2.689	0.233	5.750	0.150	7.784	0.116	9.848	0.075
A7	3.366	0.233	6.565	0.125	9.468	0.191	12.015	0.191
A8	2.866	0.225	5.944	0.100	8.764	-0.025	10.943	-0.175
平均數	3.322	0.254	6.121	0.144	8.980	0.131	10.917	0.097
標準差	0.460	0.038	0.610	0.032	0.849	0.084	1.210	0.123

(最大值, 單位: 公尺/秒) (與 E3 之時間差, 單位: 秒)

在髖關節的攻擊速度變化上, 最大速度 3.322 ± 0.46 公尺/秒出現在腳離地之後與擊中目標之前 (E2~E3), 然後速度開始減低, 到擊中目標時髖關節的速度變的很小, 直到要做收腿動作, 在轉身落地前速度才又增加。

在膝關節的攻擊速度變化上, 最大速度 6.121 ± 0.610 公尺/秒出現在擊中目標之前, 然後速度開始減慢一直到擊中目標之後 (E3~E4) 才又加速, 是增加收腿時的速度。

在踝關節的攻擊速度變化上, 最大速度 8.980 ± 0.849 公尺/秒出現在擊中目標之前, 擊中目標時速度稍降低, 擊中目標前後的速度沒有太大變化, 故踢擊目標時是以一個橫掃的動作去擊中目標。

在足尖的攻擊速度變化上, 最大速度 10.917 ± 0.123 公尺/秒出現在擊中目標之前, 然後速度減慢至擊中目標, 然後在收腿前速度再增加, 使收腿速度增快。在 (E2~E3) 階段共有兩個峰值出現, 因為後

旋踢動作起腳方向與攻擊方向不同，一個是抬腳時往上端踢時出現的速度，另一個是往攻擊目標方向的再加速。

由各關節點速度最大值出現的時間與 E3 的時間差來看，髌關節為 0.254 ± 0.038 秒、膝關節 0.144 ± 0.032 秒、踝關節 0.131 ± 0.084 秒、足尖 0.096 ± 0.123 秒、可以發現，其出現順序依次是髌、膝、踝、足尖，這樣的現象是符合人體動力鏈原理的，但是由數據中也可以發現，並不是每位選手在踢擊過程中的關節活動順序都是符合這樣的順序原理；有三名受試者在踢擊過程中的關節速度最大值出現的順序為髌、踝、膝。

洪彰岑（民 86）研究指出跆拳道後踢動作攻擊腿各關節點速度最大值出現的時間依次是髌、踝、膝。是因為其動作有專項性，且不需在動作過程中克服大的阻抗，故導致和人體關節活動順序原理與鞭打原理不相符合。後旋踢在準備反應期的動作及踢法和後踢有些類似，所以出現這樣的情形可能也是因為動作的專項性；但研究者也發現在此次實驗中踢擊動作時間最短的兩名受試者皆符合人體動力鏈原理，而在不符合動力鏈原理的三名受試者中，有兩名是來自同一道館。因此這可能是因為受試者皆有不同的啟蒙訓練，而在踢擊動作養成過程中教練所授與受試者的踢擊動作認知上的不同、訓練時沒留意或是觀念不清楚所造成的。以動力鏈原理來看，經由能量傳遞的鞭打效應在擊中目標時會有最大威力；後旋踢動作的踢擊方式應是在攻擊腳離地後，以大腿來帶動，而非小腿帶動。而有些選手會覺得既然是以腳掌踢擊到目標，所以在踢擊出腳時就直接用小腿勾收的方式來踢擊目標、用小腿帶動踢擊，這樣會造成攻擊範圍縮短，也影響收腿、

站回準備姿勢的動作。劉宇、莊榮仁、連德亨（1995）在其研究踢和蹬的動作結果中提到，其研究的十名受試者中，僅有五名受試者符合人體關節活動順序原理，且這五位受試者皆為傳統套路練習者，而不相符的則為技擊擂臺練習者。

故不同的訓練方式及動作指導是會影響踢擊時的表現的；若教練員在訓練時並沒有強調後旋踢踢擊時應注意的關鍵，如以大腿(髖部)來帶動或注意擊中目標的後續動作，都是影響選手在後旋踢動作進步的一個限制。

