

跆拳道旋踢動作膝關節角度 對攻擊力量之影響

張榮三、相子元
國立體育學院

摘 要

跆拳道競賽中最常使用的基本動作為旋踢，如何掌握旋踢動作的正確性，而提昇攻擊力量及速度，是教練與選手必須了解的。為此本研究主要在於探討旋踢攻擊動作在一般與屈膝角度時，對其反應時間、動作時間、末端時間及攻擊力量之差異。研究中以聲光反應器、張力計、角度計測驗 12 名國立體育學院跆拳道選手，獲得結果如下：

- 一、在反應時間上，一般與屈膝踢擊方法並無顯著差異，且和踢擊過程中的角度並沒有顯著相關。
- 二、一般與屈膝踢擊方法，在動作時間上沒有顯著差異。在踢擊過程中的動作前角度與動作時間有顯著之正相關，表示動作前角度越大則動作時間也越長，在踢中靶、回收二個角度與動作時間則沒有顯著相關。
- 三、一般與屈膝踢擊方法，在末端時間上分別為 0.099sec 及 0.088sec，在進行 t 考驗後達到顯著差異。末端時間與踢中靶角度有顯著之正相關，顯示踢中靶角度越小，其末端時間越短，在動作前角度、回收角度與末端時間則沒有顯著相關。
- 四、一般與屈膝踢擊方法，其攻擊力量為 182.83 nt 及 216.90 nt，在進行考驗後達到顯著差異。而攻擊力量與踢擊過程中的三個角度皆有顯著負相關，表示旋踢攻擊動作時的收腿角度、踢中靶角度及踢動作完成之膝關節回收角度越小則產生越大的力量。

綜合以上實驗結果，得到以下結論：屈膝踢擊方法比一般踢擊方法能得到較快的末端時間及較大之攻擊力量。

關鍵詞：跆拳道、旋踢、屈膝踢擊、膝關節



壹、緒 論

一、前言

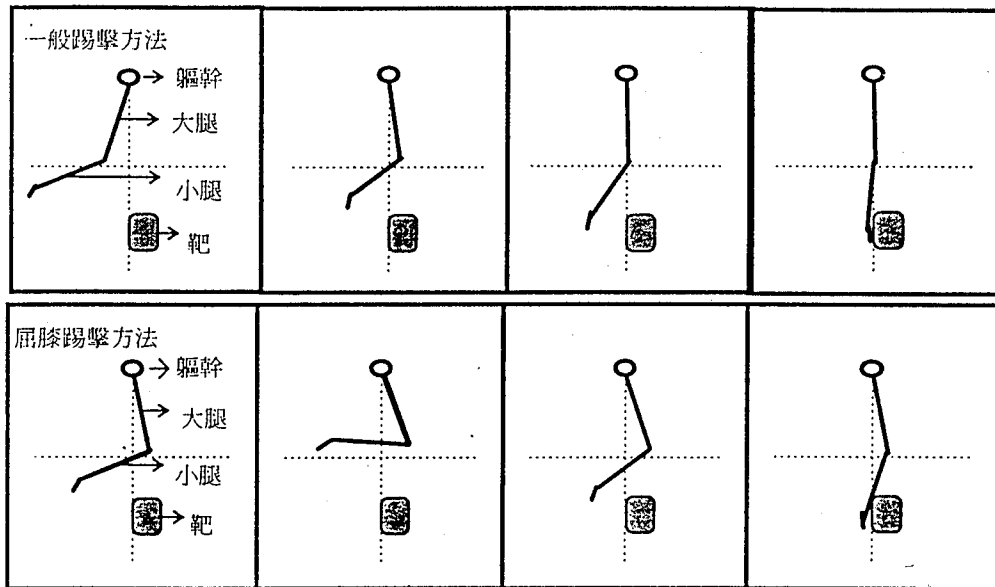
世界跆拳道聯盟 (World Taekwondo Federation) 於 1973 年成立，發展推廣至今，全球已有 144 個會員國及 3,000 萬以上的練習人口（豫人譯，民 84），之所以發展迅速，正因跆拳道動作結合力與美的表現，亦可作為健身、防身之武術，又不受場地及繁多器材的限制，更因比賽制度是依體重區分量級比賽，能使競賽更具公平與競爭性。在 1988 年與 1992 年奧運會示範賽及 1994 年亞運會，我國選手皆有奪得金牌，在公元 2000 年雪梨奧運會更成為正式的項目。所以在 2000 年奧運會跆拳道乃是我國的奪牌重點之一，同時世界各國皆極力發展，希望在跆拳道項目中奪得獎牌，如古巴、大陸在民國八十三年之前的國際跆拳道競技體壇上還名不經傳，但在八十五年的亞洲盃及世界大學跆拳道錦標賽中，大陸隊二次皆得銅牌成績，古巴隊更在同年四月份的世界盃中奪得一面金牌。因此要使跆拳道運動技術水準提昇，在國際體壇上爭得一席之地，不該再只用土法煉鋼的方法及觀念，應該結合現代發達的科技，使訓練與科技結合，達到真正運動科學化的訓練，如此才可以保持現有的戰績，使我國的金牌實力能持續延伸到 2000 年的奧運會，甚至於主導國際跆拳道的技術。

二、研究動機

跆拳道在競賽中最常使用的基本動作為旋踢（張榮三，民 86），而如何掌握旋踢動作的正確性，而提昇攻擊時的力量及速度為本研究之主要目的。目前針對旋踢將它明確的分為以下二種踢法：(一)一般踢擊方法。(二)屈膝踢擊方法（如圖一：兩種旋踢攻擊動作之腿部肢段上視圖）。關於跆拳道旋踢動作深入研究探討的文獻甚少，無法得知何種方法較正確。本研究以運動生物力學為基礎，針對跆拳道旋踢動作膝關節角度，對攻擊力量之影響，探討分析在踢擊時的過程，如何才符合其原理，以期幫助選手提昇運動表現，並提供日後教練、選手在訓練及比賽時參考的依據。

三、研究目的

以跆拳道旋踢攻擊動作過程中，踢擊前收腿（膝關節的彎曲）及踢擊到目標時膝關節之不同角度，進行分析探討其運動表現的差異。比較一般與屈膝踢擊方法之反應時間、動作時間、末端時間及攻擊力量的差異。並可提供教練做為日後訓練之參考。



圖一：兩種旋踢攻擊動作之腿部肢段上視圖

貳、文獻探討

松下雅雄等人(1987)利用高速攝影機每秒 200 張及測力板同步。研究空手道前踢的衝擊力和腿部的動作，分優秀選手 5 人及初學者 5 人進行比較分析，結果在衝擊力優秀組為 $811 \pm 68\text{kgw}$ 顯著大於初學者組 $273 \pm 46\text{kgw}$ 。研究中亦發現優秀組在踢腿之前的膝關節是比初學者更加彎曲。Park (1989) 以 18 名跆拳道黑帶為受試者，利用高速攝影機每秒 100 張及 AMTI 的測力板，進行分析探討跆拳道前踢的三種方式，身體前傾，身體後仰，身體垂直的運動學和動力學。結果身體後仰的踢擊時間為 330msec，比另兩個方式都快，這也是因為預備動作時間較短只有 87.5msec 的關係。另外特別是在身體直立踢擊的姿勢時，較大的膝關節彎曲而有更大的腳速度。莊榮仁（民 84）利用 Peak 影像動作分析系統及 AMTI 地面反作用力測力板，對 10 名國術組師生進行探討國術腿部動作中的踢和蹬之運動學與動力學變數，結果在動作過程中發現膝關節角度越小，伸膝肌群被拉得越長，儲存更多彈性能，使沙包速度越大，表示作用的效果越好。Stull (1986) 利用高速攝影機拍攝四位武術專家，進行攻擊動作之運動學分析，並以腕、肘、肩、膝及髖等關節，作為觀測速度的表現，結果發現腕關節水平速度最高值為 9.35m/sec，肘關節水平速度最高值為 8.95m/sec，而當腕關節及肘關節產生最高速度時，並非於最後末端時間，腕關節最高速度是在總動作時間的 86 % 產生，而肘關節最

高速度是在總動作時間的 60 % 產生。相子元，陳俊忠（民 84）利用聲光反應器，遙測肌電儀及撞擊測力器等儀器，針對我國 1994 年亞運會空手道國家代表隊男 9 名，女 4 名共計 13 名選手，進行四種攻擊動作之反應時間，動作時間，全部時間，拳速，攻速及力量等測驗。研究結果在反應時間上男選手為 317msec，女選手為 281msec，在動作時間和全部時間方面前進攻擊動作顯著大於原地攻擊動作，平均速度為約為 2-3m/sec，在攻擊力量方面則前進攻擊動作顯著大於原地攻擊動作。周桂名（民 85）利用聲光反應器、加速規、磁帶記錄器、資料截取分析系統、踢靶、攝影機，針對男女共 19 位跆拳道選手進行旋踢、後踢、下壓踢、後旋踢等四個動作，作其反應時間、平均速度、攻擊力量等相關研究探討，結果在反應時間平均數為旋踢 0.440sec、後踢 0.492sec、下壓踢 0.422sec、旋旋踢 0.472sec，平均速度為旋踢 8.84m/sec、後踢 8.34m/sec、下壓踢 6.45m/sec、旋旋踢 7.39m/sec，平均力量為旋踢 596kgw、後踢 520kgw、下壓踢 257kgw、後旋踢 520kgw。周桂名、相子元（民 85）以亞奧運培訓隊及國家代表隊男子選手五名為優秀組，一般之選手六名為一般組，進行分析旋踢動作之探討。結果在反應時間之平均值是 0.45 秒、攻擊動作平均腳速度為 9.23m/s、攻擊力量平均則為 545.05kgw。優秀組與一般組在反應時間及攻擊速度均未達顯著差異，而優秀組攻擊力量達道顯著大於一般組。錢紀明、李志文（民 73）以七位現役國手，利用電動計時器，以光源做為動作攻擊之訊息，連接踢靶上的斷電控制，進行測試分析前踢、下壓踢、側踢、後踢及旋踢等六個攻擊動作之全程時間研究，結果旋踢動作最快、側踢次之、後踢次之、前踢次之、後旋踢次之、下壓踢為最慢。張榮三、相子元（民 86）以問卷及攝影方式進行瞭解跆拳道比賽中的動作使用情形與對其跆拳道的認知情形。在 124 份問卷及 20 場比賽中所得的資料分析結果，旋踢在所有跆拳道腿部基本動作中最為重要，在教導初學者應注意到旋踢基本動作的紮實性，正確性，如此可增加運動表現。由以上所提之文獻探討研究中，發現技擊項目選手，在踢擊時的膝關節彎曲角度，將影響其運動表現。錢紀明等（民 73），周桂名（民 85）的跆拳道攻擊動作中，其速度、力量表現最佳的均為旋踢動作。

參、方法與步驟

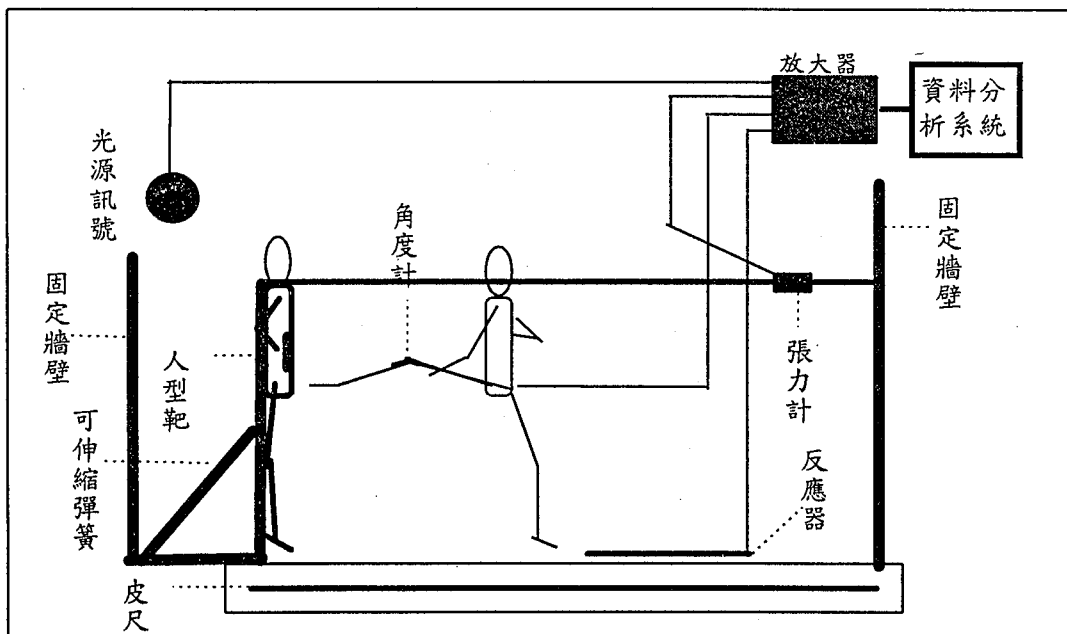
一、研究對象

本研究以國立體育學院運動技術學系跆拳道隊選手十二名為對象。本實驗為使受試者能盡最大努力配合實驗設計，期使結果能達到較高信度與效度，故在受試者從事訓練及比賽時，即常與其探討旋踢攻擊動作力學原理之技術分析，讓受試者正視此問題，進而達到參與的成就感。

二、實驗儀器及功能作用

本研究實驗場地配置圖如圖二所示，使用儀器詳述如下：

- (一)角度計：測量選手在旋踢攻擊前腿的收腿（膝關節）的角度，與踢擊到目標時的角度，及踢動作完成後的回收角度。
- (二)張力計：固定於人型踢靶與牆壁間之繩索上（如圖二），主要作用為測量人型靶被踢擊時，繩索產生的張力，。
- (三)聲光反應器：光源作用為起始點，表示開始攻擊；而反應器踏板為離地時之訊息。
- (四)人型靶：為使本實驗更符合實際比賽情境，故以跆拳道比賽時選手所穿著之護胸製作成的人型踢靶（目標）。
- (五)BIOPAK SYSTEM（資料截取分析系統 MODEL MP-100）：訊號記錄系統。



圖二：實驗場地配置圖

三、實驗時間與地點

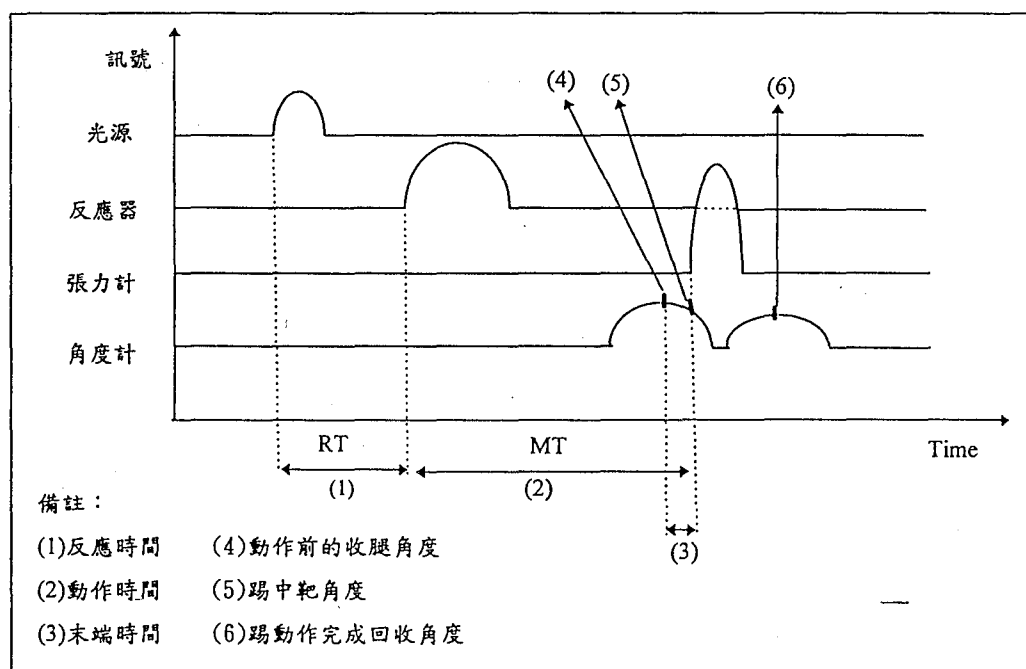
時間：民國八十六年三月二十六日

地點：國立體育學院·綜合科技大樓五樓跆拳道訓練教室。

四、資料收集與分析

- (一)經過測量記錄受試者之基本資料（性別、年齡、身高、體重、段位、運動年齡與最佳成績等）。

- (二)每位受試者熱身後先練習踢擊二次，受試者自行選擇適當的攻擊距離，再實際預先練習一次，隨即以相同攻擊距離及情境測驗一般與屈膝攻擊動作各五次，並記錄後腳與攻擊目標之間的距離。
- (三)以受試者平常踢擊方式測驗五次，隨後立即要求受試者以盡量收腿（膝關節彎曲）踢擊方式再測驗五次後，求其平均。
- (四)以聲光反應器產生之光為 Trigger，即訊號開始收集；依時間順序可得聲光反應器之光源、反應器、張力計及踢擊過程膝關節角度等四種訊號，如圖三所示。



圖三：各種訊號與時間相關示意圖

- (五)由各訊號間之時間差，可測到反應時間 RT (Reaction Time)、動作時間 MT (Motion) 全程時間 TT (Total Time) = RT + TT。
- (六)末端時間：是指在踢擊時的收腿（膝關節彎曲）至最小角度時到踢中目標之時間，此段時間稱之末端時間。
- (七)由張力計訊號之大小，可導算得到相對力量。
- (八)由全程攻擊動作中可得知：1. 踢擊前的收腿角度 2. 踢到目標時的角度 3. 踢完動作回收的角度。
- (九)角度：本研究中分為踢擊前的收腿（膝關節彎曲）角度，踢擊到目標（踢靶）時的膝關節彎曲角度，及踢擊目標完成後的收腿（膝關節彎曲）角度。膝關節直立時角度為 180 度，收腿（膝關節彎曲）越多則角度越小。

(二)統計分析：本研究將所得資料經由 SPSS 套裝軟體進行 $p < 0.05$ 考驗之相關分析及 T-test。

肆、結果與討論

本研究主要目的是以跆拳道旋踢攻擊動作在不同的膝關節彎曲角度（一般與屈膝的踢擊方法），對其反應時間、動作時間、末端時間、攻擊力量等相互關係，進行考驗分析。因此將本章分為一反應時間、二動作時間、三末端時間、四攻擊力量等四部份加以分析討論，並提供教練做為平時訓練之參考。表一、二為受試者以一般（表一）與屈膝（表二）二種不同的膝關節角度之旋踢攻擊動作各五次之平均資料，包括反應時間、動作時間、末端時間、張力／體重，踢擊過程中的收腿（膝關節彎曲）、踢中靶、踢動作完成回收之角度等等資料。茲將所得結果依序分析如下：

表一 一般踢擊方法資料表

受試者	身高 (CM)	體重 (KG)	踢擊距離 (CM)	反應時間 (SEC)	動作時間 (SEC)	全部時間 (SEC)	末端時間 (SEC)	張力 (NT)	張力/體重 (NT/KG)	動作前角度 (度)	踢中靶角度 (度)	回收角度 (度)
A	173	64	180	0.545	0.222	0.768	0.102	190.52	2.976	68.932	184.214	133.930
B	170	59	135	0.396	0.278	0.658	0.092	161.10	2.730	80.928	175.378	100.090
C	184	64	160	0.460	0.247	0.708	0.092	196.57	3.071	77.564	170.63	97.634
D	172	68	145	0.460	0.246	0.706	0.102	154.91	2.278	79.634	192.872	97.976
E	171	55	153	0.521	0.233	0.754	0.100	160.34	2.915	44.900	167.696	102.660
F	173	56	140	0.431	0.223	0.654	0.088	151.01	2.696	39.662	147.148	93.740
G	178	72	150	0.472	0.208	0.68	0.105	175.05	2.385	57.365	177.605	121.750
H	168	63	157	0.458	0.227	0.698	0.102	155.10	2.461	34.792	157.542	61.500
I	178	80	155	0.445	0.231	0.676	0.104	196.00	2.450	49.796	157.644	61.878
J	171	65	150	0.452	0.229	0.682	0.096	240.36	3.697	27.566	153.586	50.732
K	164	53	143	0.374	0.228	0.602	0.108	139.61	2.634	47.968	168.990	87.608
L	183	85	155	0.496	0.231	0.728	0.096	273.43	3.216	34.056	141.924	79.364
平均數	174	65.3	152	0.459	0.234	0.693	0.098	182.83	2.792	53.596	166.269	90.739
標準差	5.69	9.4	11	0.045	0.016	0.043	0.006	38.08	0.389	18.206	15.547	23.441

一、反應時間

跆拳道是屬於開放式競賽型態，能否快速躲開對手的攻擊，並增加自己的得分，這將受到反應時間快慢的影響。所以反應快乃是一位優秀選手必要條件。由表一、二中得知，十二名受試者在一般與屈膝踢擊方法之反應時間平均為 0.459 秒及 0.472 秒，在進行考驗後，可從表五中得知結果， t 值為 -1.36， $P = 0.201$ ，再由表三相關表中得知反應時間與旋踢攻擊動作在過程中的三個角度為：動作前角度 $P = 0.134$ 、踢中靶角度 P

= 0.931、回收角度 $P = 0.341$ ，因此表示一般與屈膝的旋踢攻擊動作之反應時間並無顯著差異存在。

表二 屈膝踢擊方法資料表

受試者	身高 (CM)	體重 (KG)	踢擊距離 (CM)	反應時間 (SEC)	動作時間 (SEC)	全部時間 (SEC)	末端時間 (SEC)	張力 (NT)	張力/體重 (NT/KG)	動作前角度 (度)	踢中靶角度 (度)	回收角度 (度)
A	173	64	180	0.600	0.223	0.824	0.098	212.22	3.315	66.648	180.888	60.859
B	170	59	135	0.345	0.295	0.640	0.076	185.46	3.143	81.094	156.978	82.850
C	184	64	160	0.450	0.262	0.712	0.082	213.26	3.332	75.340	157.406	88.268
D	172	68	145	0.490	0.251	0.742	0.086	195.00	2.867	75.512	176.052	73.440
E	171	55	153	0.510	0.240	0.750	0.094	218.75	3.977	44.232	148.692	108.630
F	173	56	140	0.424	0.272	0.696	0.074	236.25	4.218	44.892	122.230	88.524
G	178	72	150	0.463	0.211	0.674	0.092	189.70	2.634	59.184	165.468	97.538
H	168	63	157	0.488	0.221	0.710	0.090	169.54	2.691	24.754	136.644	28.476
I	178	80	155	0.447	0.225	0.672	0.094	249.64	3.120	43.468	142.592	61.228
J	171	65	150	0.474	0.230	0.704	0.088	247.26	3.803	24.864	126.990	26.368
K	164	53	143	0.412	0.220	0.632	0.090	165.71	3.126	42.898	161.880	69.040
L	183	85	155	0.560	0.229	0.790	0.090	319.98	3.764	31.144	132.190	53.454
平均數	174	65.3	152	0.472	0.240	0.712	0.087	216.90	3.333	51.169	150.668	69.890
標準差	5.69	9.4	11	0.064	0.024	0.054	0.007	40.929	0.487	19.109	18.984	24.440

二、動作時間

動作的速度將是決定能否踢中對手的重要原因之一，也就是要在最短的時間內將動作踢向對手，使其不及防備而得分，所以動作時間將是致勝之要件。在表一、二中得知，一般與屈膝踢擊方法之動作時間平均為 0.234 秒及 0.240 秒，在進行考驗後，可從表五中得知結果，一般踢擊方法標準差較小，表示對動作較穩定，但 t 直為 -1.38、 $P = .196$ ，表示一般與屈膝在動作時間上沒有顯著差異。而由表三得知動作時間與踢擊過程中，動作前角度達到顯著正相關，這表示動作前角度越大則動作時間也越長。而踢中靶、回收二角度與動作時間沒有顯著差異。

三、末端時間

跆拳道比賽中當收腿（膝關節彎曲），在準備踢擊對手時，對手有可能同時要反攻擊或是防禦、閃躲等，這時末端時間的快慢，也決定能否先行踢到對手。所以末端時間將是跆拳道選手極為重要的關鍵。從表二、三中得知，一般踢擊方法之末端時間為 0.098 秒，屈膝則為 0.087 秒，在進行考驗後可從表五中得知結果達到顯著，而表四中可看出末端時間踢中靶角度有顯著之正相關，這顯示出踢中靶之膝關節角度越小其末端時間也越短，相對的表示末端時間速度較快。在動作前角度、回收角度與末端時間則沒有顯著差異。

表三 各參數之相關表

	反應時間	動作時間	全部時間	末端時間	張力	張力／體重	動作前角度	踢中靶角度	回收角度
反應時間	1								
動作時間	-.491* (P=.000)	1							
全部時間	.891* (P=.000)	-.061 (P.506)	1						
末端時間	.109 (P=.232)	-.298* (P=.001)	-.025 (P=.785)	1					
張力	.374* (P=.000)	-.022 (P=.809)	.430* (P=.000)	-.249* (P=.006)	1				
張力／體重	.231* (P=.011)	.109 (P=.235)	.333* (P=.000)	-.412* (P=.000)	.776* (P=.000)	1			
動作前角度	-.137 (P=.134)	.342* (P=.000)	.013 (P=.880)	-.060 (P=.509)	-.298* (P=.001)	-.242* (P=.008)	1		
踢中靶角度	.007 (P=.931)	.006 (P=.945)	.006 (P=.947)	.377* (P=.000)	-.561* (P=.000)	-.568* (P=.000)	.671* (P=.000)	1	
回收角度	-.087 (P=.341)	.057 (P=.533)	-.071 (P=.436)	.139 (P=.129)	-.295* (P=.001)	-.182* (P=.046)	.516* (P=.000)	.483* (P=.000)	1

表四 一般與屈膝各參數之 T-test 表

	一般組		屈膝組		t	P
	mean	StD	mean	StD		
反應時間 (sec)	0.459	0.048	0.472	0.067	- 1.36	.201
動作時間 (sec)	0.234	0.017	0.240	0.025	- 1.38	.196
全部時間 (sec)	0.693	0.045	0.712	0.057	- 2.57*	.026
末端時間 (sec)	0.098	0.006	0.087	0.007	8.53*	.000
張力 (nt)	182.833	39.781	216.893	42.748	- 5.10*	.000
張力／體重 (nt/kg)	2.793	0.407	3.333	0.509	- 4.67*	.001
動作前角度 (度)	53.597	19.016	51.170	19.959	2.14	.056
踢中靶角度 (度)	166.269	15.194	150.668	18.984	7.77*	.000
回收角度 (度)	90.739	24.483	69.890	25.527	3.59*	.004

四、攻擊力量

二人在比賽近身互擊中，其攻擊力量大小是得分及殺傷力的重要條件，在比賽輸分情形下，想反敗為勝方法之一便是將對手擊倒，而攻擊力量即是將對手擊倒的要素。由表二、三中得知，一般與屈膝踢擊方法之攻擊力量分別為 182.83nt 及 216.9nt，在進行考驗後由表五得知達顯著差異。再由表四可得知攻擊力與旋踢攻擊動作中三個角度皆有顯著的負相關，也就是在旋踢攻擊動作時的收腿角度、踢中靶角度及踢動作完成之膝關節回收角度越小則產生越大的力量。



伍、結論

- 一、在反應時間上，一般與屈膝踢擊方法的反應時間沒有顯著差異。踢擊過程中的角度大小與反應時間也沒有顯著相關。
- 二、一般與屈膝踢擊方法，在動作時間上沒有顯著差異。在踢擊過程中的動作前角度與動作時間有正相關，表示動作前角度越大則動作時間也越長；而在踢中靶、回收二個角度與動作時間則沒有顯著相關。
- 三、一般與屈膝踢擊方法，在末端時間上分別為 0.099sec 及 0.088sec，在進行 t 考驗後達到顯著差異。末端時間與踢中靶角度有顯著之正相關，顯示踢中靶角度越小，其末端時間越短；而在動作前角度、回收角度與末端時間則沒有顯著相關。
- 四、一般與屈膝踢擊方法，其攻擊力量為 182.83nt 及 216.90nt，在進行考驗後達到顯著差異。而攻擊力量與踢擊過程中三個角度皆有顯著負相關，表示旋踢攻擊動作收腿角度、踢中靶角度及踢動作完成之膝關節回收角度越小則產生的力量越大。
- 五、綜合以上結論，一般與屈膝踢擊方法除了反應時間及動作時間沒有差異外，屈膝踢擊方法比一般踢擊方法能得到較快的末端時間及較大之攻擊力量。

參考文獻

- 中華民國跆拳道協會編印（民 85）：跆拳道運動紀要。
- 周桂名（民 85）：跆拳道攻擊動作之反應及動力學分析。國立體育學院教練研究所碩士論文。
- 周桂名、相子元（民 85）：跆拳道旋踢動作之生物力學分析。一九九六年國際運動訓練科學研討會，302-309。
- 相子元、陳俊忠（民 84）：技擊運動上半身攻擊動作之反應及力量探討。體育學報。二十輯，269-278。
- 莊榮仁（民 85）：國術踢與蹬動作之生物力學分析比較。國術研究。四：2，845-72
- 豫人譯（民 84）：跆拳道發展史。奧林匹克季刊，31 期，57-59。
- 錢紀明、李志文（民 73）：道腿擊動作速度研究。國民體育季刊，1 期，95-102。
- Yoshihuku, G. Y., Ikegami, Y., & Sakurai, S. (1987). Energy Flow From the Trunk to Upper Limb in Tsuki Motion of Top-Class Players of the Martial Arts. Shorinji Kempo. Biomechanics XB:733-737.
- Yeon Hee., Park, Y. H. & Jon G. (1989). Tae Kwon Do. New York, USA.
- Stull, R.A., (1986). A Kinematic Analysis of the Karate Reverse Punch in Front Stance. Published Doctor of Edu. Dissertation, Uni. of Northern Colorado.
- Zemper, E. D. and Pieter, W. (1989) Injury rate during the 1988 Olympic Team trial for the Taekwondo, Br. J Sports Med., 32. 214-220.

The Effect of Knee Joint Angle on Attacking Strength For Taekwondo Roundhouse Kick

*Jung-San Chang, Tzyy-Yuang Shiang
National College of Physical Education & Sport*

Abstract

Roundhouse Kick is the mostly used basic technique in Taekwondo competition. In order to increase the attacking power and speed, The coaches and athletes must know the correct kicking motion. The purpose of this study was to examine the difference of reaction time, motion time, sweep time and attacking force between bent-knee and ordinary Roundhouse Kicks. Twelve Taekwondo athletes volunteered as subjects were tested by reaction equipment, tensiometer and goniometer. The results of this study show that:

1. There is no significant difference in reaction time between the bent-knee and ordinary kicks, and there is no correlation between reaction time and angle during kicking.
2. There is no significant difference in the motion time between the bent-knee and ordinary kicks. The pre-motion angle during the kicking and the motion time is positively correlated which indicate that it takes longer as the pre-motion angle increases. There is no significant correlation among the motion time, hitting angle and return angle.
3. The sweep time of ordinary and bent-knee kicks were 0.099sec and 0.088sec which were significantly different for the t-test. There was positively correlation between sweep time and the hitting angle. There is no significant correlation among sweep time, pre-motion angle and return angle.
4. The attacking force of ordinary and bent-knee kicks were 182.83nt and 216.90nt, it is significantly different for the t-test. The attacking force was negatively correlated among three angles which indicates that the less the angles used during the round house kick, the greater the force produced.
5. The bent-knee kick produced more attacking force than the ordinary Kick.

Key words: Taekwondo, Roundhouse Kick, Bent-knee Kick, Knee Joint



跆拳道旋踢動作膝關節角度對攻擊力量之影響

評論人評語：

作者：張榮三、相子元

- 一、本研究以科學儀器與方法探討運動技術、動機與成果值得肯定。
- 二、研究內容著重在「一般動作」與「屈膝動作」之動作，因此題目應以此「比較」為題目為佳。
- 三、「一般」動作與「屈膝」之定義宜明確。
- 四、受試者之均質性應予釐清。

評論人：王金成