

第肆章 結果

本章結果分為以下四節：第一節、擊球階段擺臂時機佔空中動作期時間之百分比。第二節、擊球階段擺臂動作有效空間之探討。第三節、擊球階段上身肢段運動學參數之分析。第四節、擊球階段上身肢段平衡運動之探討。

第一節、擊球階段擺臂時機佔空中動作期時間之百分比

本研究有關受試者擊球階段手臂揮擺時間詳列於表 4-1。由表中得知，快攻手擊球階段所需時間總合為 0.31 秒，其中向後引臂期時間佔 0.13 秒，手臂轉折期時間佔 0.11 秒，向前揮臂擊球期時間佔 0.07 秒。而主攻手擊球階段所需時間總合為 0.32 秒，其中向後引臂期時間佔 0.17 秒，手臂轉折期時間佔 0.1 秒，向前揮臂擊球期時間佔 0.04 秒。

表 4-1 擊球階段扣球手臂揮擺動作時間摘要表 n=30

參 數	快攻手 (n=15)	主攻手 (n=15)
擊球階段期時間 (sec)	0.31±0.05	0.32±0.04
向後引臂期時間 (sec)	0.13±0.05	0.17±0.01
手臂轉折期時間 (sec)	0.11±0.01	0.10±0.01
揮臂擊球期時間 (sec)	0.07±0.02	0.04±0.05

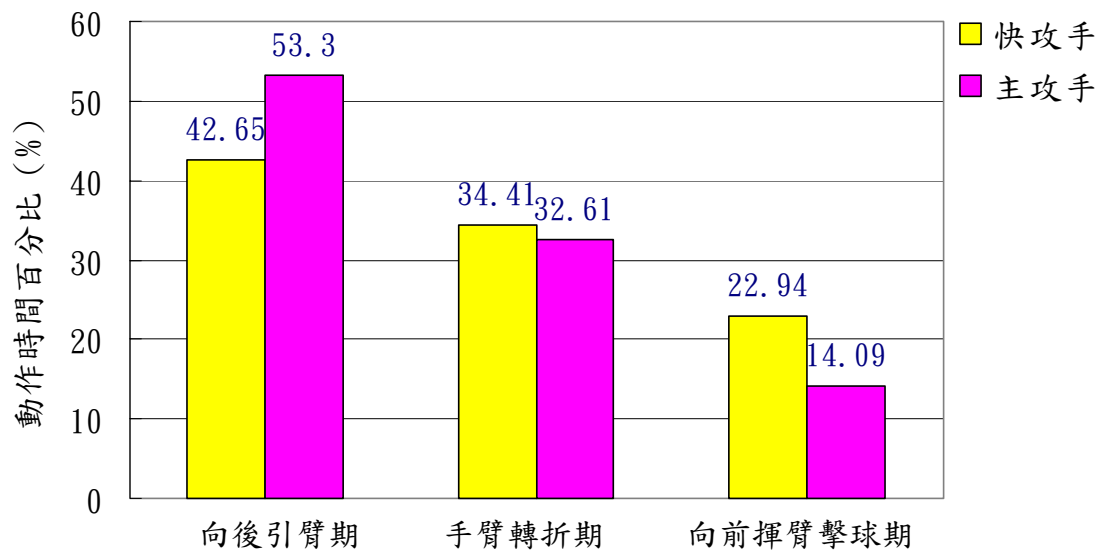


圖 4-1 擊球階段扣球手臂揮擺動作時間百分比圖

圖 4-1 列出手臂揮擺之不同期別在擊球階段動作時間百分比結果，得知快攻手起跳後手臂後拉時間約佔 42.65%，手臂轉折時間約佔 34.41%，向前揮臂擊球時間約佔 22.94%；而主攻手起跳後手臂後拉時間約佔 53.3%，手臂轉折時間約佔 32.61%，向前揮臂擊球時間約佔 14.09%。

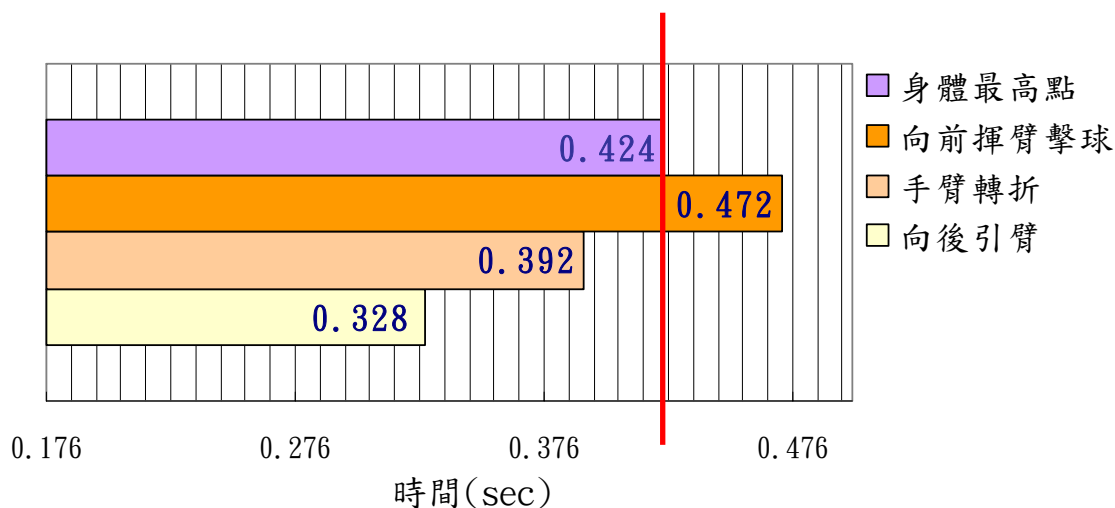


圖 4-2 A3-10 快攻手扣球手臂擊球階段時間示意圖

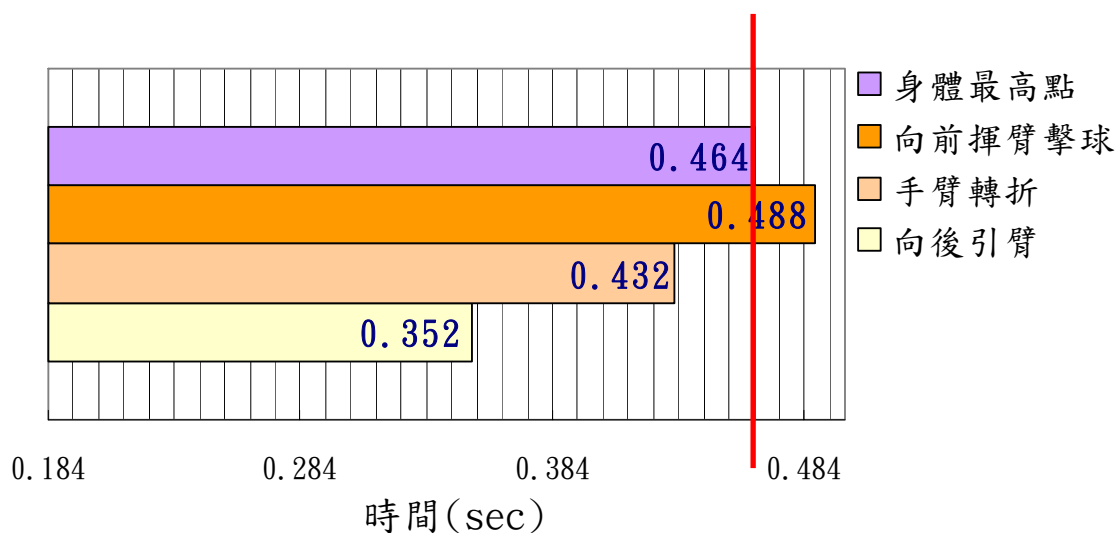


圖 4-3 B5-5 主攻手扣球手臂擊球階段時間示意圖

另外，圖 4-2、4-3 為擊球階段扣球手臂後拉、轉折至向前揮臂擊球時間圖（紅線為身體最高點時間），從圖上看到，快攻手及主攻手皆能在身體達到最高點位置前完成手臂後拉及轉折動作，甚至已經開始做向前揮臂動作，使身體在最高點稍微下降時便能擊到球體。

第二節、擊球階段擺臂動作有效空間之探討

過去研究都以探討各關節運動學分析為主，本研究特別針對擊球階段擺臂動作有效空間加以探討。

由表 4-2 結果顯示，快攻手與主攻手手臂轉折有效動作空間角度分別約為 65.97 度及 59.49 度，向前揮臂擊球有效動作空間角度分別約為 94.35 度及 80.48 度，皆未達顯著差異 ($p > .05$)。

表 4-2 擊球階段擺臂動作有效空間獨立樣本 t 考驗摘要表 n=30

參 數	快攻手 (n=15)	主攻手 (n=15)	t 值
	M±SD	M±SD	
手臂轉折空間角度 (deg)	65.97±32.21	59.49± 8.54	.75
揮臂擊球空間角度 (deg)	94.35±31.9	80.48±45.53	.96

* $p < .05$

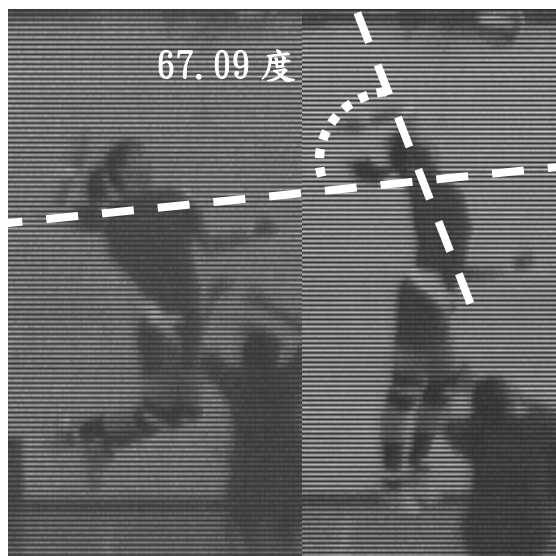


圖4-4 A1-1快攻手手臂轉折有效動作空間示意圖

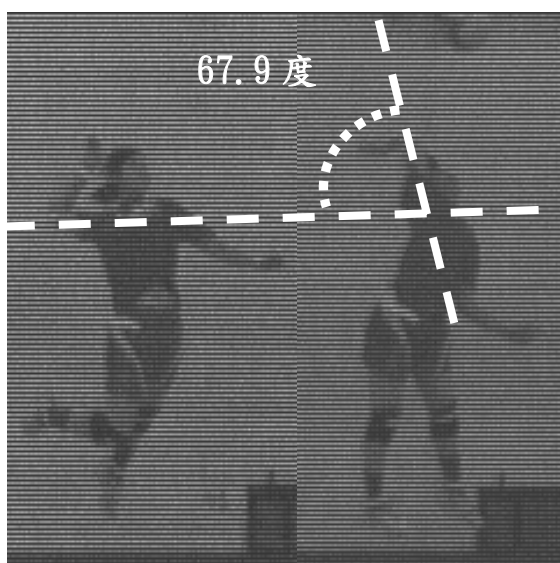


圖4-5 B4-7主攻手手臂轉折有效動作空間示意圖

圖 4-4 至 4-7 為快攻手與主攻手擊球階段有效動作空間角度關係圖。從圖 4-4、4-5 可以得知，快攻手 (A1-1) 手臂轉折有效動作空間角度為 67.09 度，主攻手 (B4-7) 為 67.9 度。

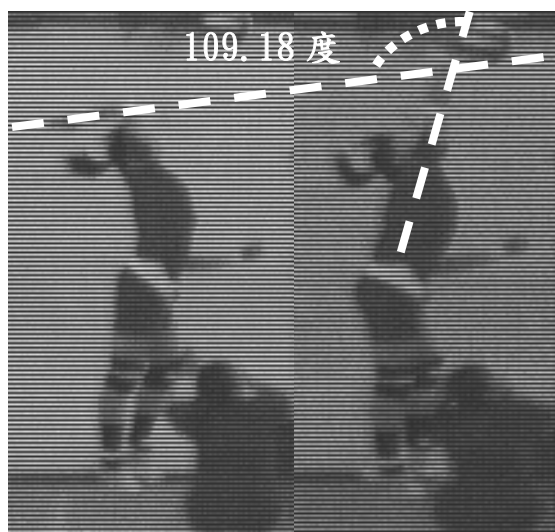


圖4-6 A1-1快攻手揮臂擊球有效動作空間示意圖

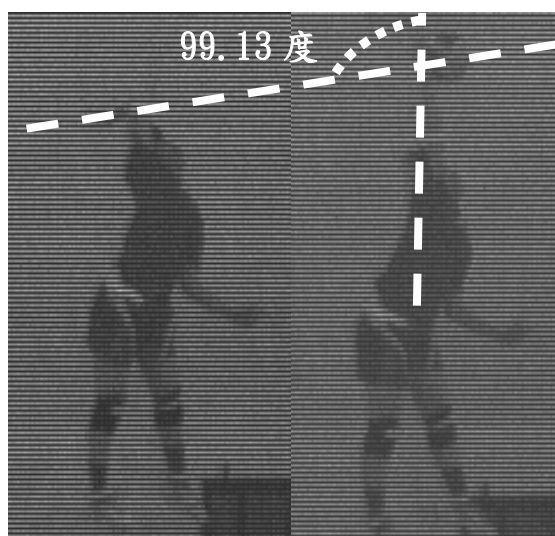


圖4-7 B4-7主攻手揮臂擊球有效動作空間示意圖

另外，從圖 4-6、4-7 可以得知，快攻手（A1-1）向前揮臂擊球有效動作空間為 109.18 度，主攻手（B4-7）為 99.13 度，並無顯著的差異存在（表 4-2）。

第三節、擊球階段上身肢段運動學參數之分析

一、快攻手與主攻手向前揮臂擊球之扣球手臂肩、肘、腕關節速度與

擊球瞬間球速之分析：

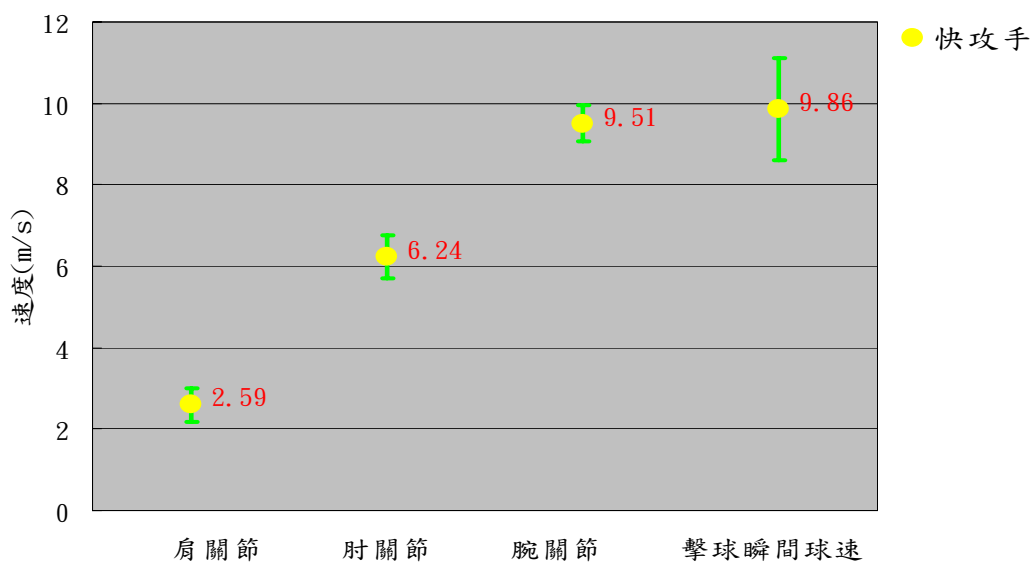


圖 4-8 快攻手向前揮臂擊球扣球手臂各關節速度顯示圖

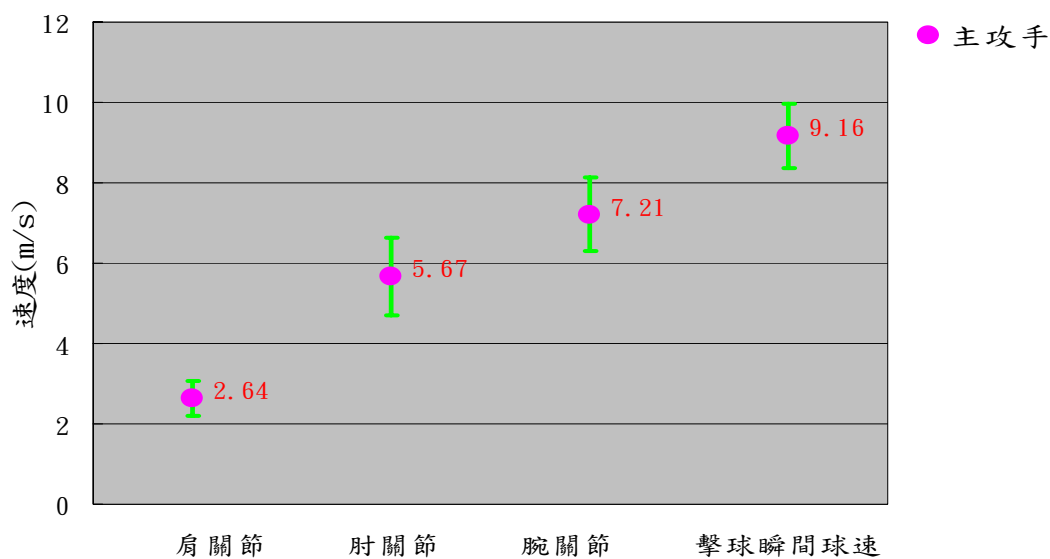


圖 4-9 主攻手向前揮臂擊球扣球手臂各關節速度顯示圖

以各肢段作用次序為縱軸，各參與肢段速度為橫軸所呈現關係圖如圖 4-8、4-9 所示。由圖中可以看到，快攻手與主攻手肩關節速度分別約為 2.59 公尺/秒及 2.64 公尺/秒，肘關節速度分別約為 6.24 公尺/秒及 5.67 公尺/秒，腕關節速度分別約為 9.51 公尺/秒及 7.21 公尺/秒，擊球瞬間球速分別約為 9.86 公尺/秒及 9.16 公尺/秒。結果顯示，扣球手臂各關節參與作用時機能有效傳遞，關節速度亦明顯依次增加。

二、快攻手與主攻手擊球階段球離手後最大球速之分析：

由表 4-3 得知，快攻手擊球後最大球速介於 15.7 至 18.02 公尺/秒之間，平均最大球速為 16.85 公尺/秒；主攻手擊球後最大球速介於 15.25 至 19.05 公尺/秒之間，平均最大球速為 17.52 公尺/秒。顯示快攻手與主攻手擊球後球體速度快慢無顯著的差異存在 ($p > .05$)。

表 4-3 擊球階段球離手後最大球速獨立樣本 t 考驗摘要表 n=30

參 數	快攻手	主攻手	t 值
	(n=15)	(n=15)	
	M±SD	M±SD	
球速 (m/s)	16.85±0.84	17.52±1.08	-1.88

* $p < .05$

第四節、擊球階段上身肢段平衡運動之探討

本研究有關受試者擊球階段扣球手臂肘關節與非慣用手肘關節角度詳列於表 4-4。

表 4-4 擊球階段肘關節參數摘要表 n=30

參 數		快攻手 (n=15)	主攻手 (n=15)
扣球手臂 肘關節角度 (deg)	起跳瞬間	87.38±38.88	63.35±26.2
	肩關節最小	63.35±30.41	57.59± 6.92
	肩關節最大	122.61±36.36	110.17±39.4
	擊球瞬間	159.66± 4.61	162.98± 6.12
非慣用手 肘關節角度 (deg)	起跳瞬間	89.79±14.9	89.49±19.01
	肩關節最小	109.56±21.16	157.57±14.66
	肩關節最大	96.13±20.96	110.93±30.33
	擊球瞬間	72.26±24.15	84.84±32.97

一、快攻手與主攻手手臂轉折之扣球手臂肘關節、非慣用手肘關節角度與角速度是否有差異：

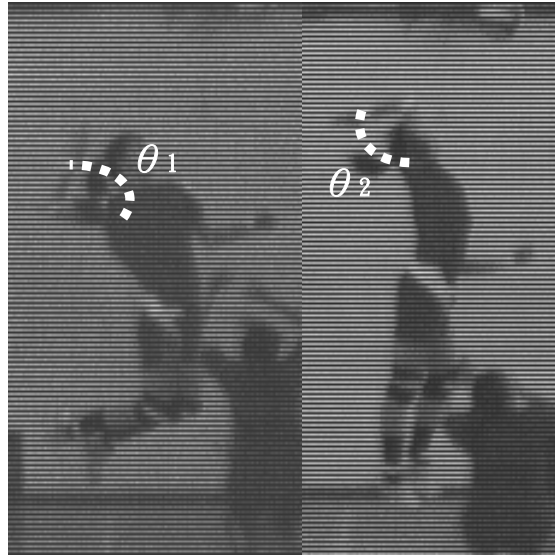


圖 4-10 手臂轉折扣球手臂肘關節角度示意圖

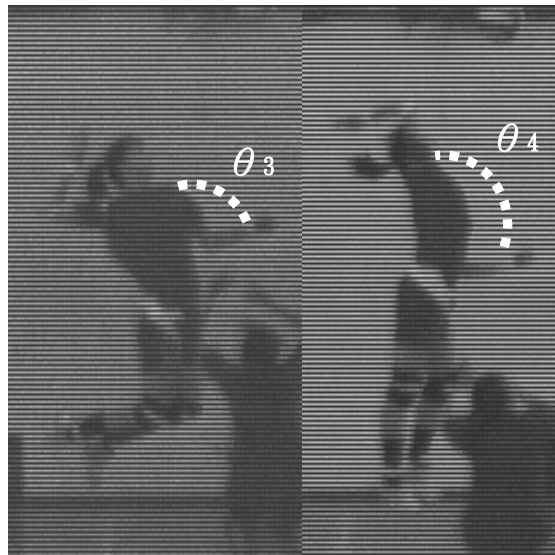


圖 4-11 手臂轉折非慣用手肘關節角度示意圖

圖 4-10、4-11 為擊球階段手臂轉折肘關節角度示意圖。扣球手臂肘關節角度為 θ_2 減 θ_1 (圖 4-10)；非慣用手肘關節角度為 θ_4 減 θ_3 (圖 4-11)。

由表 4-5 得知，快攻手與主攻手於手臂轉折期時，扣球手臂肘關節角度分別約為 154.96 度及 143.98 度，顯示快攻手與主攻手扣球手臂肘關節角度變化量於手臂轉折期時並無顯著的差異存在 ($p > .05$)。相反的，非慣用手肘關節角度分別為快攻手 23.88 度與主攻手 50.16 度，達顯著差異 ($p < .05$)，顯示快攻手於手臂轉折時，非慣用手肘關節角度變化量顯著小於主攻手。

表 4-5 手臂轉折肘關節角度獨立樣本 t 考驗摘要表 n=30

參 數	快攻手	主攻手	t 值
	(n=15)	(n=15)	
	M±SD	M±SD	
扣球手臂 (deg)	154.96±38.4	143.98±19.63	.98
非慣用手 (deg)	23.88±15.56	50.16±29.53	-3.04*

* $p < .05$

由表 4-6 得知，快攻手與主攻手於手臂轉折期時，扣球手臂肘關節最大角速度分別約為 763.01 度/秒及 1758.24 度/秒，達顯著差異($p < .05$)，顯示快攻手於手臂轉折期時，扣球手臂肘關節最大角速度較慢，而主攻手扣球手臂肘關節最大角速度較快。相反的，非慣用手肘關節角速度分別約為快攻手 202.69 度/秒與主攻手 359.42 度/秒，顯示快攻手與主攻手非慣用手肘關節最大角速度於手臂轉折期時無顯著的差異存在 ($p > .05$)。

表 4-6 手臂轉折肘關節角速度獨立樣本 t 考驗摘要表 n=30

參 數	快攻手	主攻手	t 值
	(n=15)	(n=15)	
	M±SD	M±SD	
扣球手臂(deg/s)	763.01±736.86	1758.24±964.56	-3.17*
非慣用手(deg/s)	202.69±168.59	359.42± 82.15	-1.84

* $p < .05$

二、快攻手與主攻手向前揮臂擊球之扣球手臂肘關節、非慣用手肘關節

節角度與角速度之分析：

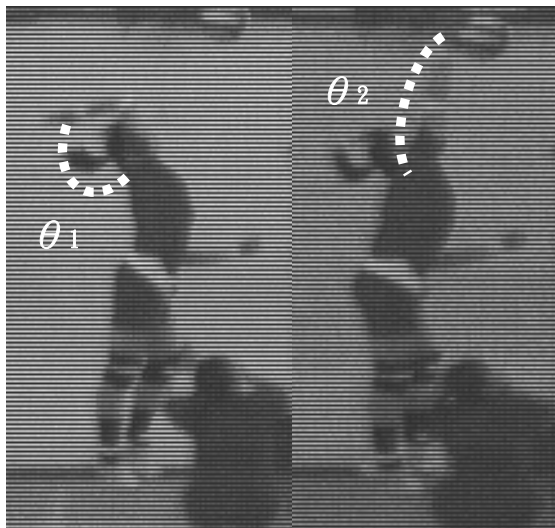


圖 4-12 揮臂擊球扣球手臂肘關節角度示意圖

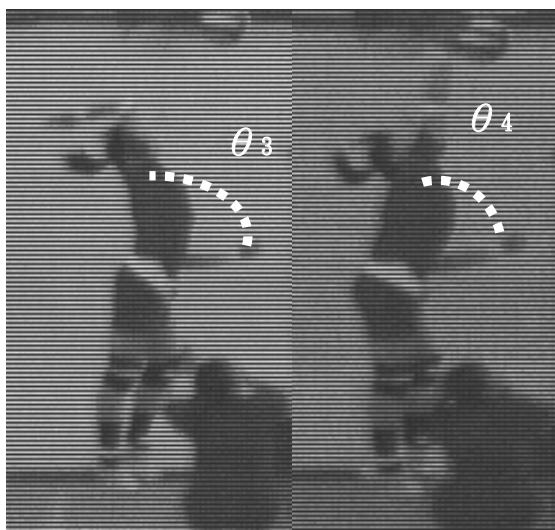


圖 4-13 揮臂擊球非慣用手肘關節角度示意圖

圖 4-12、4-13 為擊球階段揮臂擊球肘關節角度示意圖。扣球手臂肘關節角度為 θ_2 減 θ_1 (圖 4-12)；非慣用手肘關節角度為 θ_4 減 θ_3 (圖 4-13)。

由表 4-7 知，快攻手與主攻手於向前揮臂擊球期時，扣球手臂肘關節角度分別約為 44.33 度及 54.93 度，並未達顯著差異 ($p > .05$)，顯示快攻手與主攻手扣球手臂肘關節角度變化量於向前揮臂擊球期時趨於接近。另外，非慣用手肘關節角度分別約為快攻手 25.5 度與主攻手 26.09 度，顯示快攻手與主攻手非慣用手肘關節角度變化量於向前揮臂擊球期時也無顯著的差異存在 ($p > .05$)。

表 4-7 揮臂擊球肘關節角度獨立樣本 t 考驗摘要表 n=30

參 數	快攻手	主攻手	t 值
	(n=15)	(n=15)	
	M±SD	M±SD	
扣球手臂 (deg)	44.33±24.51	54.93±35.33	-.95
非慣用手 (deg)	25.5 ±16.72	26.09±16.01	.07

* $p < .05$

由表 4-8 得知，快攻手與主攻手於向前揮臂擊球期時，扣球手臂肘關節最大角速度分別約為 897.48 度/秒及 1685.71 度/秒，達顯著差異 ($p < .05$)，顯示快攻手扣球手臂肘關節最大角速度較慢，而主攻手肘關節最大角速度較快。相反的，非慣用手肘關節角速度分別為快攻手 274.02 度/秒與主攻手 395.63 度/秒，顯示兩者非慣用手肘關節最大角速度無顯著的差異存在 ($p > .05$)。

表 4-8 揮臂擊球肘關節角速度獨立樣本 t 考驗摘要表 n=30

參 數	快攻手	主攻手	t 值
	(n=15)	(n=15)	
	M±SD	M±SD	
扣球手臂(deg/s)	897.48±345.87	1685.71±883.46	-3.21*
非慣用手(deg/s)	274.02±156.53	395.63±272.69	-1.49

* $p < .05$

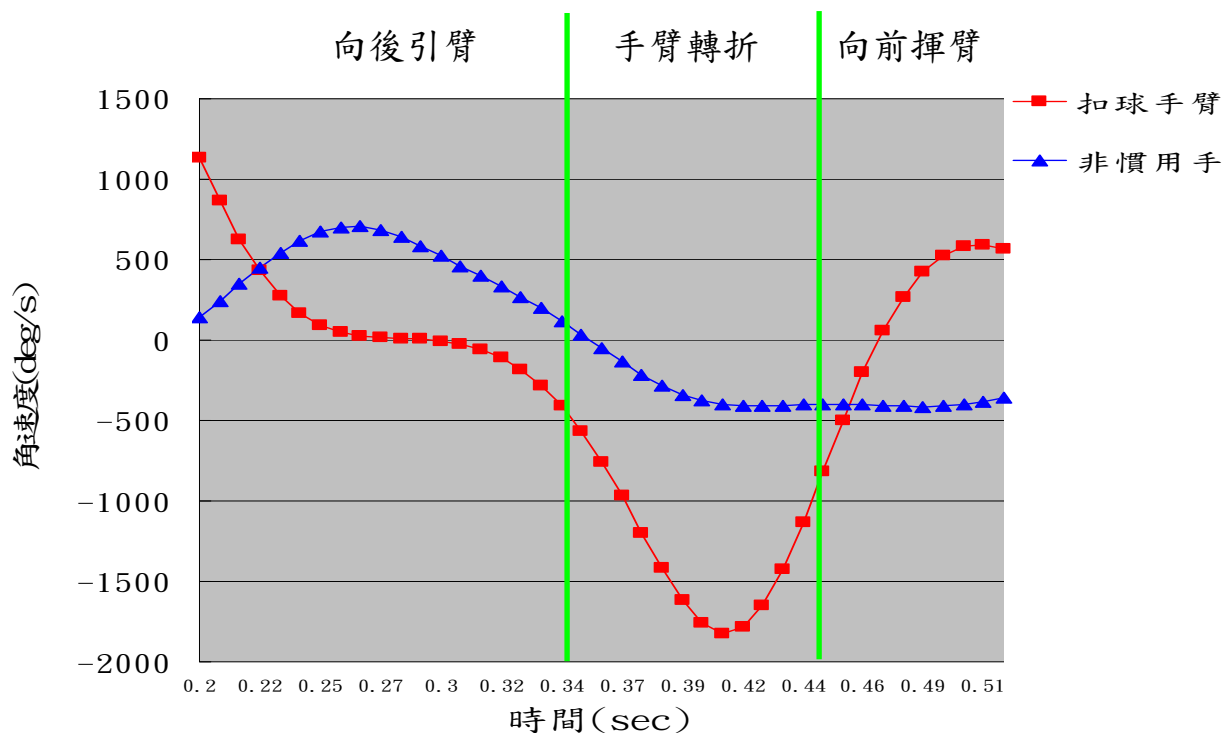


圖 4-14 A4-7 快攻手扣球手臂肘關節與非慣用手肘關節角速度曲線圖

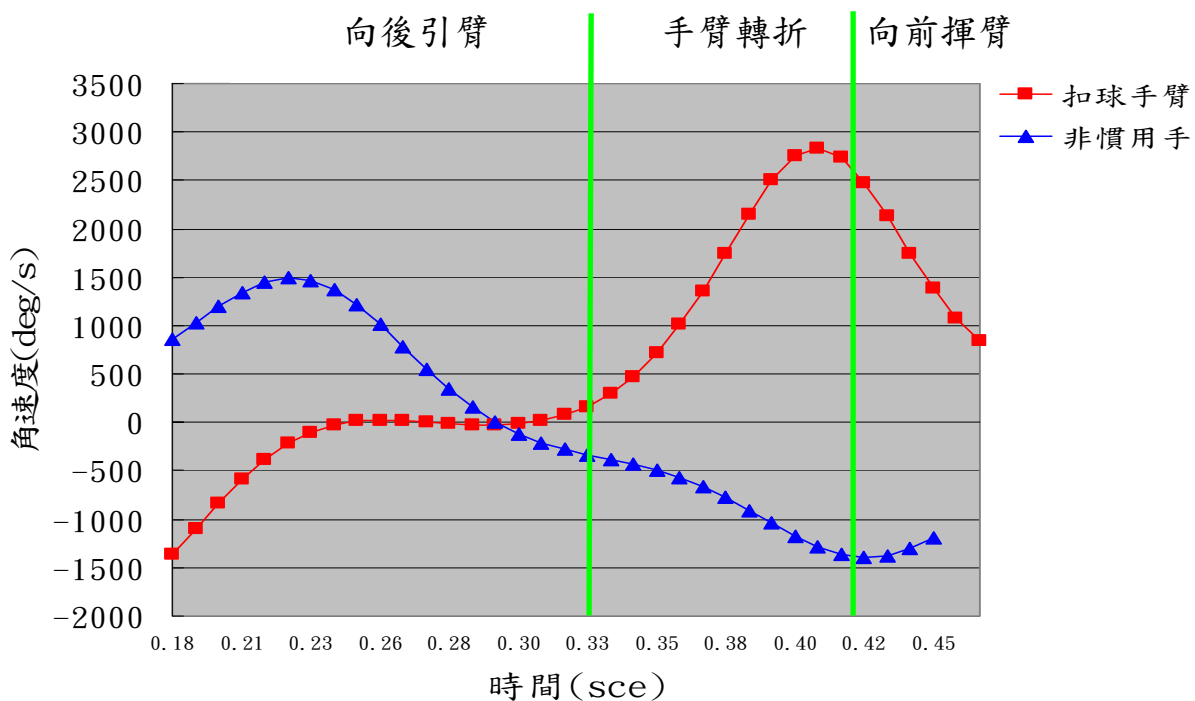


圖 4-15 B5-2 主攻手扣球手臂肘關節與非慣用手肘關節角速度曲線圖

另外，從上肢角運動變化曲線顯示，快攻手（A4-7）扣球手臂肘關節角速度與非慣用手肘關節角速度曲線呈現相同走向（圖 4-14）。當扣球手臂於向後引臂時肘關節逐漸彎曲（角速度為負）轉折至向前伸臂時角速度為正；非慣用手於向後引臂時即逐漸伸肘（角速度為正）至手臂轉折時開始屈肘。但是在向前揮臂擊球時發現，非慣用手肘關節曲線呈現平穩狀態，表示非慣用手屈肘情形較小。而主攻手（B5-2）扣球手臂肘關節角速度與非慣用手肘關節角速度曲線呈現一高一低走向（圖 4-15），表示當扣球手臂向前揮臂時，非慣用手即朝身體用力內收，此扣球動作不僅可以維持身體平衡，並且能促進有效發力的一種方式。