第四章、結果與討論

本研究的主要目的在於探討前拉式肩上射門與後繞式肩上射門的動作特徵，實驗收集的資料經數位化處理和角度、角速度計算的所得結果與討論分六部分加以闡述：一、分析不同射門方式的球體離手速度差異；二、分析不同射門方式的球體離手時高度差異；三、不同射門方式的角度差異；四、不同射門方式的角速度差異；五、不同射門方式的角對角座標圖分析；六、綜合討論。

第一節 不同射門方式球體離手速度差異分析

表 3 不同射門方式球體離手速度分析表

球體速度 (單位：m/s)

實驗參與者	前拉式					後繞式				
	1	2	3	平均數	標準差	1	2	3	平均數	標準差
PS	27.82	27.37	27.75	27.65	0.24	28.81	28.97	28.10	28.63	0.46
PP	26.28	25.45	26.57	26.10	0.58	27.75	27.78	27.57	27.70	0.11
PW	26.50	26.34	26.67	26.50	0.17	28.10	27.31	27.63	27.68	0.40

從上表（表 3）中發現後繞式肩上射門在三位實驗參與者的速度明比前拉式肩上射門快 0.98m/s 至 1.60m/s 之間，由（表 3）中發現無論是實驗參與者的慣用動作為何種射門方式，還是以後繞式肩上射門速度為快。

第二節 不同射門方式球體離手高度差異分析

表 4 不同射門方式球體離手高度分析表

球體離手高度 (單位：cm)

實驗參與者	前拉式					後繞式				
	1	2	3	平均數	標準差	1	2	3	平均數	標準差
PS	3.09	3.08	3.09	3.09	0.01	3.03	3.01	3.05	3.03	0.02
PP	3.13	3.23	3.27	3.21	0.07	3.24	3.40	3.38	3.34	0.09
PW	2.84	2.86	2.84	2.85	0.01	3.01	2.93	2.98	2.97	0.04

球體離手的高度可讓射門時有的成功率增加，所以從(表4)中發現慣用後繞式肩上射門方式之PP與PW兩位實驗參與者在兩種射門的離手高度比前拉式肩上射門方式高0.13cm至0.12cm之間。而在慣用前拉式肩上射門方式的PS實驗參與者卻為前拉式肩上射門離手高度比後繞式肩上射門方式為高0.06cm。

第三節 不同射門方式的角度差異

一、不同射門方式射門肩關節屈伸角度分析

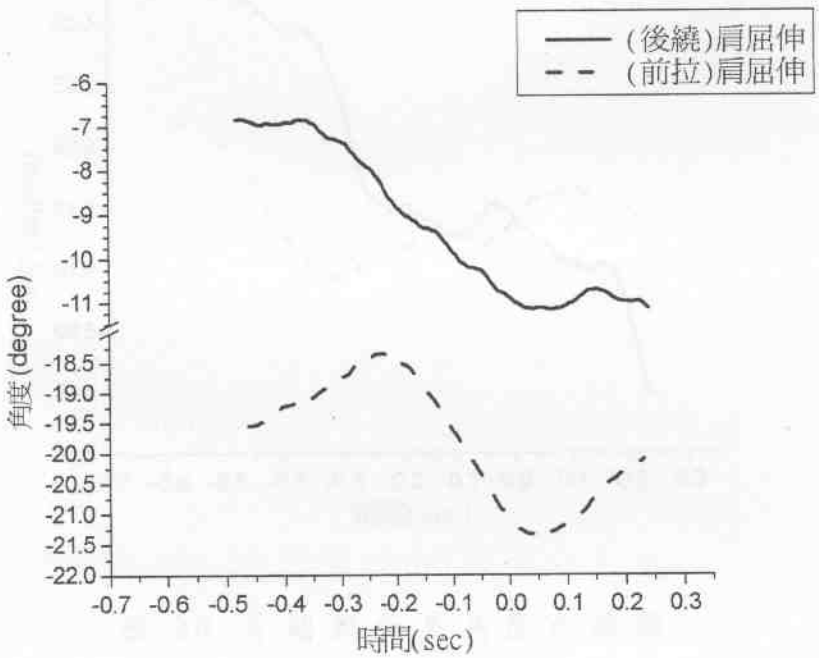


圖 19 肩關節屈伸角度曲線圖

由（圖 19）肩關節屈伸角度曲線可知兩種射門方在整個肩關節屈伸動作的運動行程並沒有很大差異，在整個運動行程中在後繞式肩上射門慣用手偏離身體角度較前拉式肩上射門為大約 7 度~10 度，可知慣用手在後繞動作時增加額狀面與矢狀面移動角度及增加與身體角度距離減少慣用手持球與身體發生撞擊之情況。

二、不同射門方式射門肩關節外展角度分析

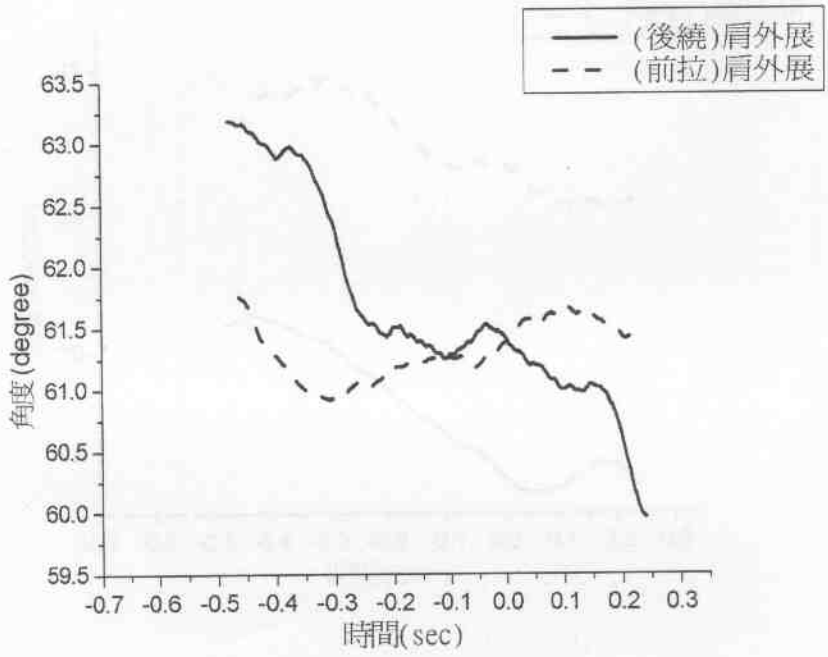


圖 20 肩關節外展角度曲線圖

由（圖 20）肩關節外展角度曲線可知兩種射門方在整個肩關節外展動作的運動行程有差異，在後繞式肩上射門慣用手起始動作時肩關節外展動作角度比較前拉式肩上射門為大約 2 度~3 度，但在後繞式肩上射門慣用手球體離手瞬間與肩關節外展動作角度與前拉式肩上射門並無差異。可知後繞式肩上射門的動作行程之角度在 59.8 度至 63.25 度之間而前拉式肩上射門只有 60.75 度至 61.75 度之間。

三、不同射門方式射門腕關節屈伸角度分析

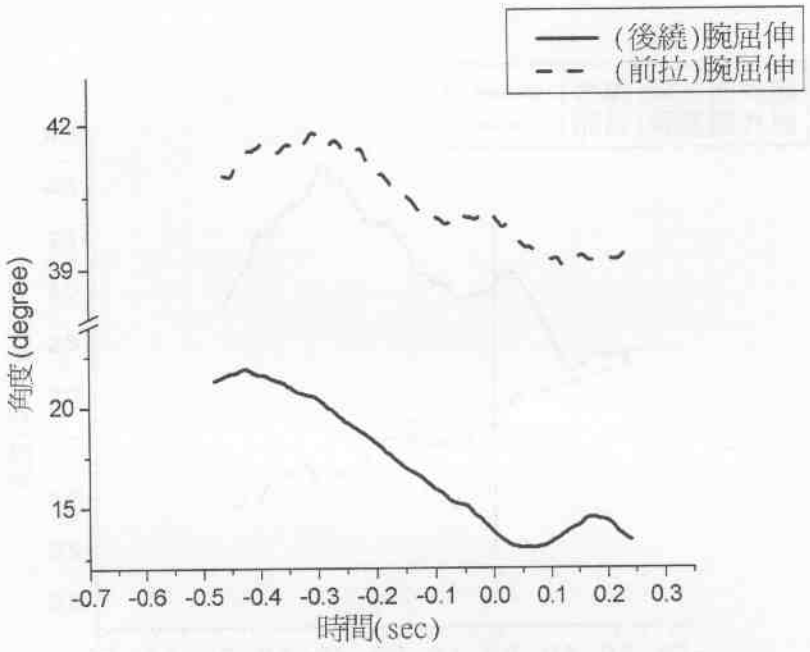


圖 21 腕關節屈伸角度曲線圖

由（圖 21）腕關節屈伸角度曲線可知兩種射門方在整個腕關節屈伸動作的運動行程有很大差異，在整個運動行程中在前拉式肩上射門慣用手較後繞式肩上射門為大約 20 度。前拉式肩上射門腕關節屈動作角度大的目的在動作行程起始時為牽引手臂上舉，反之後繞式肩上射門腕關節屈動作目較小的在動作行程起始時為離心帶動手臂後繞。前拉式肩上射門在球體離手瞬間前 8ms 至球體離手瞬間腕關節屈伸角度為不變（36 度），即是有停滯的情形。

四、不同射門方式射門腕關節外展角度分析

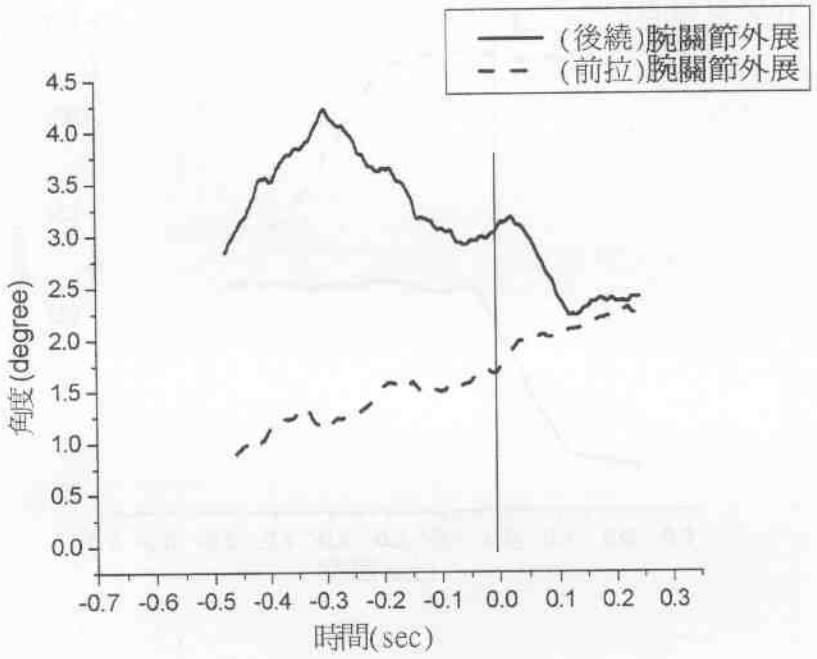


圖 22 腕關節外展角度曲線圖

由（圖 22）腕關節外展角度曲線可知兩種射門方在整個腕關節外展動作的運動行程有差異，在後繞式肩上射門慣用手起始動作腕關節外展動作角度比前拉式肩上為大約 2 度。在球體離手瞬間前 30ms（人體最大弓身）時，後繞式肩上射門腕關節外展角度增加 2 度。但在後繞式肩上射門慣用手結束動作落地瞬間與肩關節外展動作角度與前拉式肩上射門並無差異。

五、不同射門方式射門肘關節屈伸角度分析

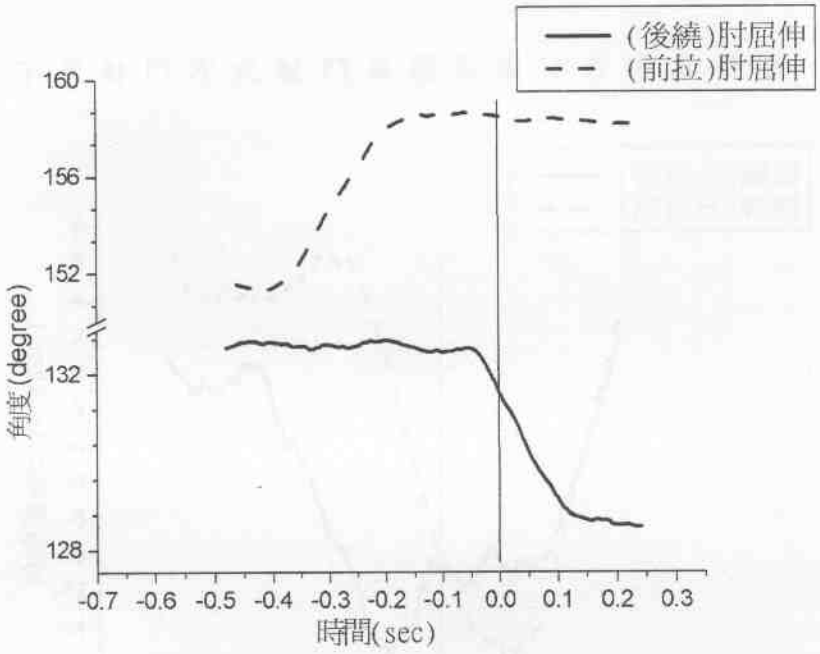


圖 23 肘關節屈伸角度曲線圖

由（圖 23）肘關節屈伸角度曲線可知兩種射門方式在整個肘關節屈伸動作的運動行程有大差異，在球體離手瞬間運動行程中在前拉式肩上射門慣用手偏離身體角度較後繞式肩上射門為大約 30 度，兩種射門方式在球體離手瞬間前 30ms 至球體離手瞬間肘關節屈伸角度為不變，即是有停滯的情形。

第四節　不同射門方式的角速度差異

一、不同射門方式射門肩關節屈伸角速度分析

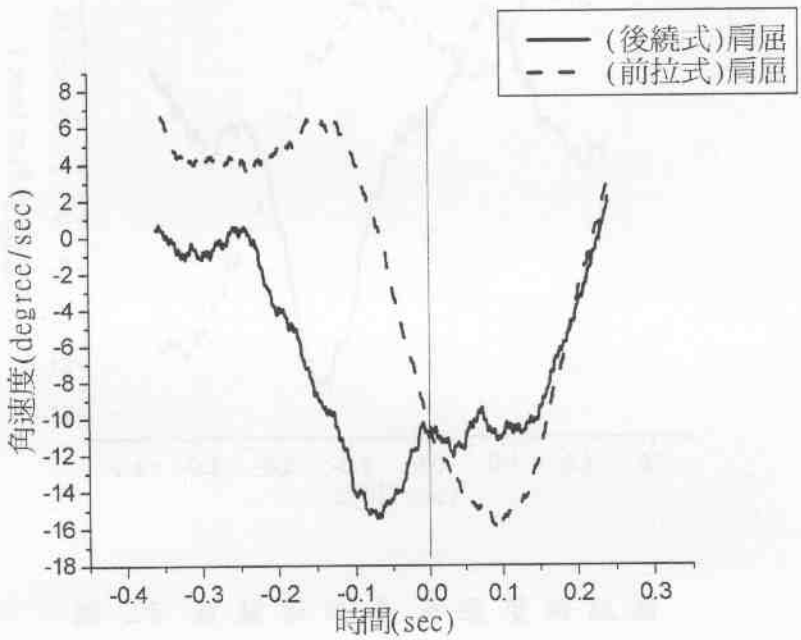


圖 24　兩種射門方式肩關節屈伸角速度圖

觀察（圖 24）中兩種射門方式肩關節屈伸角速度在球體離手瞬間前的角速度均為負速度，同時肩關節屈伸角度亦為負值。前拉式肩上射門時間較後繞式肩上射門慢 9ms。

二、不同射門方式射門肩關節外長角速度分析

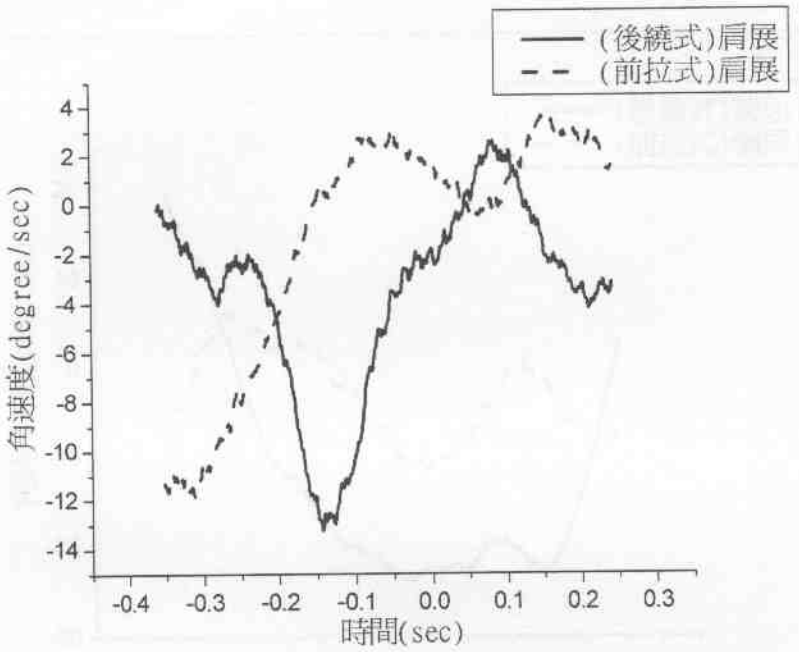


圖 25 肩關節外長角速度曲線圖

由（圖 25）中觀察兩種射門方式，後繞式肩上射門肩關節外展角速度在球體離手瞬間前 15ms 的角速度為－13 degree/sec，肩關節外展至球體離手瞬間加速至－2 degree/sec，由此得知後繞式肩上射門肩關節外展角速度比前拉式肩上射門肩關節外展角速度快。

二、不同射門方式射門腕關節屈伸角速度分析

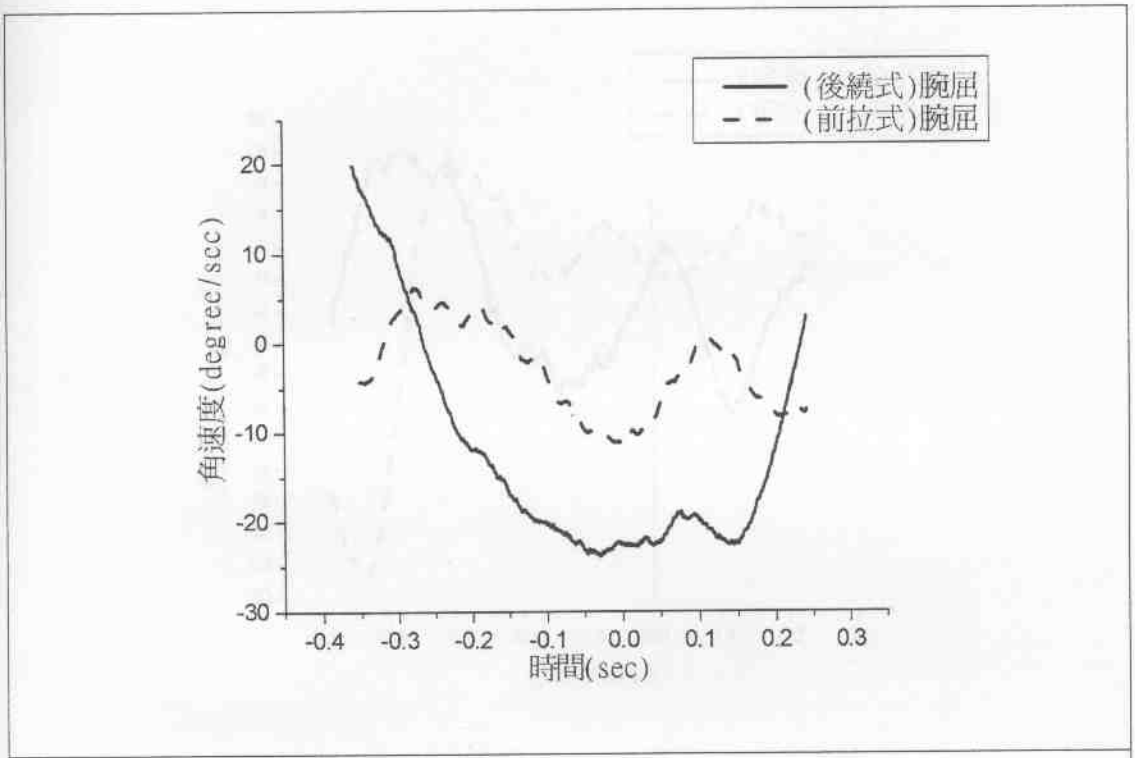


圖 26 腕關節屈伸角速度曲線圖

觀察（圖 26）中兩種射門方式腕關節屈伸角速度在球體離手瞬間前的角速度均為負速度。在球體離手瞬間前拉式肩上射門速度較後繞式肩上射門速度慢 10 degree/sec。

三、不同射門方式射門腕關節外展角速度分析

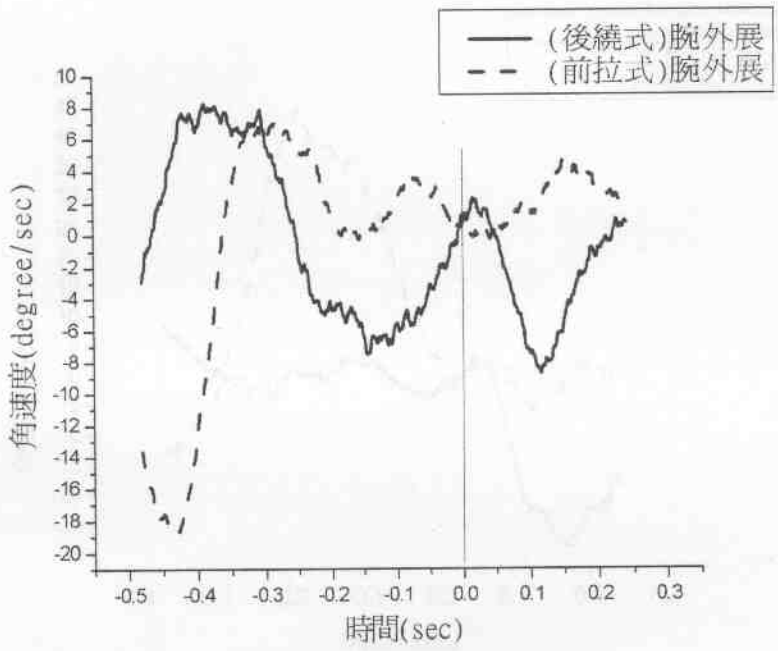


圖 27 腕關節外展內縮速度曲線圖

觀察（圖 27）中兩種射門方式腕關節外展內縮速度在球體離手瞬間前的角速度，前拉式肩上射門腕關節外展內縮速度為負速度。後繞式肩上射門在球體離手瞬間前 43ms 時為－19 degree/sec 加速至球體離手瞬間前 30ms 速度為＋7 degree/sec。

四、不同射門方式射門肘關節屈伸角速度分析

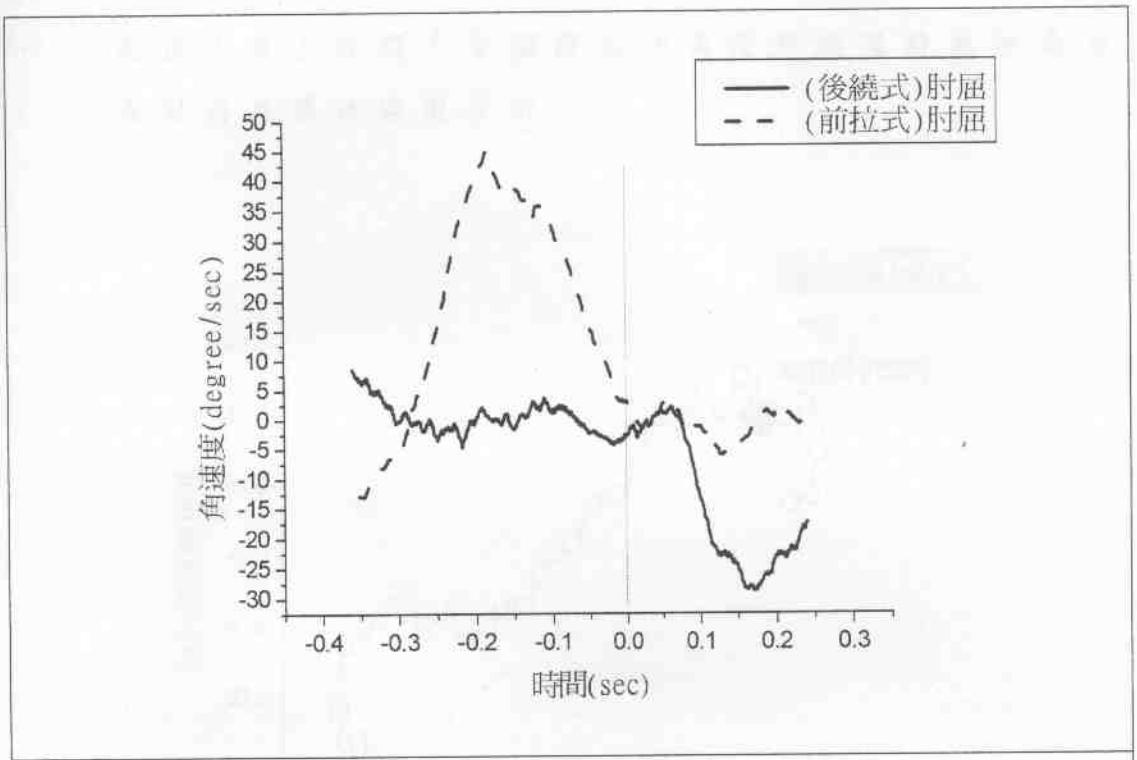


圖 28 肘關節屈伸角速度圖

觀察（圖 28）中兩種射門方式肘關節屈伸角速度在球體離手瞬間前的角速度前拉式肩上射門較後繞式肩上射門快。從起始到球體離手瞬間 20ms 速度為 46 degree/sec ，再減速至球體離手瞬間 3 degree/sec。而後繞式肩上射門則維持角速度不變。