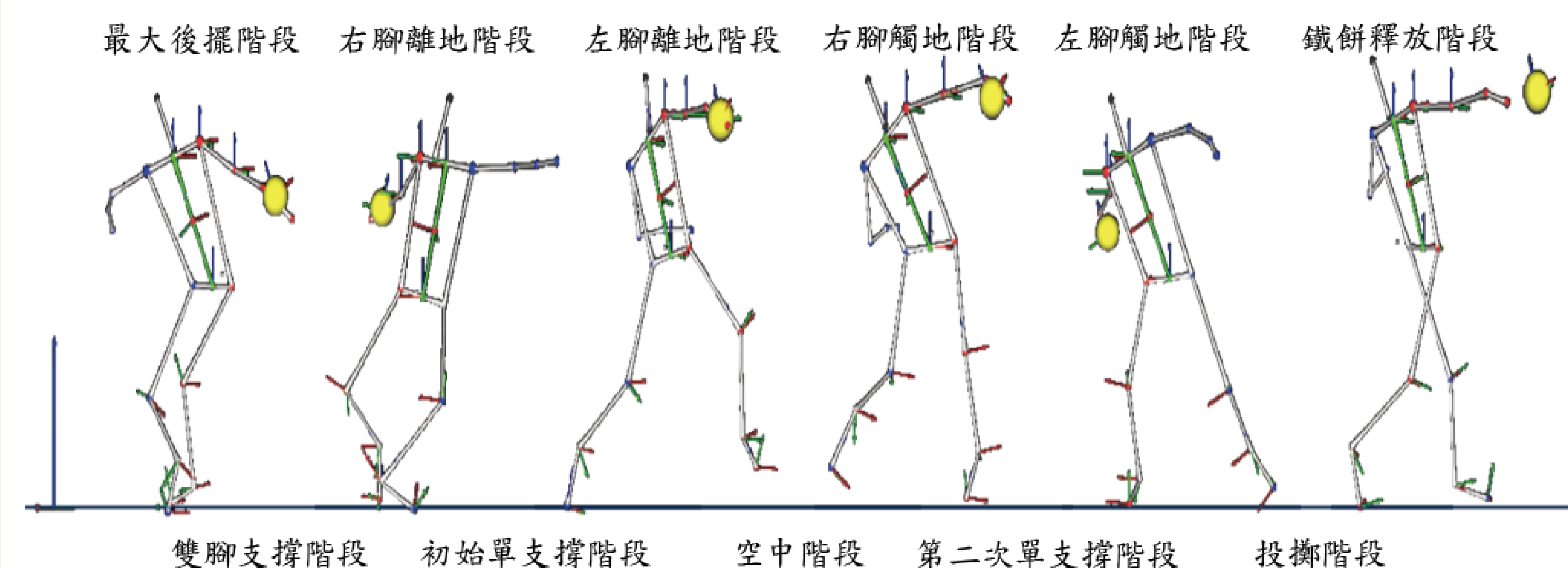


摘要

目的：本研究目的是探討跳躍鐵餅投擲運動員的基本參數與旋轉時間之特點。方法：經由8名以右手為投擲邊的跳躍投擲選手於競賽場中投擲6次後取其最佳成績，依測驗結果分為成績較佳的前4位為 G1組，後4位為G2組，並用兩台高速攝影機同步拍攝，使用Kwon3D處理收取到的圖像，透過手動數字化圖像的關節標記後，比較兩組之間的基本參數與旋轉時間。結果：本研究結果顯示，G1組與G2組成績達顯著差異下，投擲階段總時間與釋放階段時間G1組時間顯著比G2組還要短，在第二次單腳支撐階段中百分比則是G2組較低。結論：旋轉速度變快可讓鐵餅跳躍投擲運動員增加投擲距離，於訓練或比賽中應盡可能讓運動員降低第二次單支撐階段與釋放階段之時間，而成績較優異者則可降低雙腳支撐與第一次單支撐階段時間，來提升鐵餅釋放速度。

研究背景與目的

鐵餅旋轉技術是透過腳與地面接觸旋轉、重心轉移設法讓鐵餅以最大距離擲出，鐵餅投擲分為五個階段：(1) 雙支撐階段：從最大後擺瞬間至右腳離地的瞬間；(2) 初始單支撐階段：從右腳離地瞬間到左腳離地瞬間；(3) 空中階段：從左腳離地瞬間到右腳落地瞬間；(4) 第二次單支撐階段：從右腳落地瞬間到左腳落地瞬間；(5) 投擲階段：從左腳落地瞬間至鐵餅從投擲者手中釋放瞬間，而過去學者有注意到，雖然鐵餅投擲者在鐵餅釋放前的旋轉動作基本相同，但鐵餅釋放後的動作可以分為兩類：空中釋放和觸地釋放，其中，空中釋放是指運動員雙腳高於地面時釋放鐵餅，觸地釋放是指運動員單腳或雙腳著地狀態下釋放鐵餅，在鐵餅投擲的術語中分別稱為跳躍鐵餅投擲和支撐鐵餅投擲。過往的研究中，跳躍鐵餅投擲和支撐鐵餅投擲都被混合在一起分析，這可能會混淆許多關鍵指標的結果，然而過去研究中比較了投擲技術的差異，但只說明了動力學及如何執行旋轉技術，則無提供跳躍鐵餅投擲的相關信息或比較投擲技術之間的差異。



研究方法

參與者

招募8名男性鐵餅運動員，其個人資料如表1所示。所有參與者均以右手為投擲邊的跳躍鐵餅投擲者，並根據實驗中的最佳成績分為兩組；前四名被分配到第一組 (G1)，剩下的四名運動員被分配到第二組 (G2)。本實驗開始前，告知參與者本研究的目的是，並要求簽署同意書。

表1. 個人參數

組	參與者	投擲成績 (m)	個人最佳投擲成績 (m)	身高 (cm)	體重 (kg)	年齡
G1	N1	50.22	54.01	187	115	24
	N2	48.91	52.12	184	133	27
	N3	41.45	40.00	173	90	24
	N4	41.08	45.45	181	115	23
G2	N5	40.86	43.85	174	97	23
	N6	39.69	38.87	171	113	20
	N7	37.46	41.00	178	110	20
	N8	37.26	39.12	177	105	21
p		.029*		.200	.286	.057

*p < .05達顯著差異

設備和數據收集

兩台高速攝影相機，採樣率120 Hz，快門速度1/1000 s，設置在距離投擲圈中心12 m的位置（後側、右側各一台攝影機）。鏡頭的光軸指向坐標系設置的中心，用 LED 燈作為同步攝像機的信號。參與者在頭部、頸椎第七節、左右肩、肘、腕、中指指尖、膝前上棘、膝、踝、中趾關節和鐵餅上貼有 19 個標記，並在 10 分鐘動態熱身和休息 10 分鐘後開始投擲。使用的鐵餅是 2 公斤標準成人鐵餅，模擬正式比賽進行 6 次最大努力投擲，每一擲中間休息 10 分鐘，並將距離最遠的投擲計入分析。

數據處理

使用 Kwon3D 運動分析軟體分析處理數據，並用手動方式數字化圖像關節上的標記。全局坐標系的 X、Y、Z 軸分別代表空間的水平左右、前後、垂直方向。本研究計算了釋放速度，即鐵餅沿 X、Y 和 Z 軸（分別為 V_x 、 V_y 和 V_z ）之速度的合速度；釋放角，即 V_y 與 $(Rv)^{-1}$ 形成的夾角；和釋放高度，即釋放瞬間從鐵餅的矢狀面到地面之高度。在計算所有運動學參數之前，通過截止頻率為 6 Hz 的 Butterworth 4th-order 低通濾波器過濾三維空間上的數據。本研究中，依五個階段、六個瞬間進行旋轉時間的劃分，其中各階段的持續時間百分比計算為每個階段的持續時間與總投擲時間相除。

統計分析

使用 SPSS Mann-Whitney U 檢驗檢測 G1 和 G2 在五個鐵餅投擲階段的基本參數與旋轉時間的差異。顯著水準設為 $\alpha = .05$ 。

研究結果

	G1 (N = 4)	G2 (N = 4)	p
基本運動學			
釋放高度 (m)	1.72±0.09	1.65±0.21	.773
釋放速度(m/s)	20.71±1.03	19.07±0.34	.043*
釋放角度(deg)	38.83±3.91	38.18±3.26	.773
投擲總時間(s)	1.59±0.11	1.77±0.05	.020*
階段持續時間(s)			
雙腳支撐階段	0.71±0.11	0.80±0.08	.309
第一次單支撐階段	0.40±0.01	0.42±0.04	.309
空中階段	0.07±0.02	0.10±0.02	.108
第二次單支撐階段	0.21±0.03	0.19±0.01	.237
釋放階段	0.20±0.02	0.26±0.02	.020*
階段持續時間百分比(%)			
雙腳支撐階段	44.44±4.37	45.48±3.38	.564
第一次單支撐階段	24.97±1.82	23.72±2.58	.386
空中階段	4.46±1.27	5.41±0.82	.248
第二次單支撐階段	13.23±1.76	10.61±0.60	.043*
釋放階段	12.90±2.02	14.79±1.43	.083

*p < .05達顯著差異

結論與建議

本研究透過影像分析鐵餅跳躍投擲的基本參數與旋轉時間，發現旋轉速度變快可讓鐵餅跳躍投擲運動員增加投擲距離，訓練或比賽中應盡可能讓運動員降低第二次單支撐階段與釋放階段之時間，而成績較優異者則可降低雙腳支撐與第一次單支撐階段時間，來提升鐵餅釋放速度。本研究目前僅看基本參數與旋轉時間，未來研究可針對兩種不同鐵餅投擲模式進行分析或加入關節角度差異進行比較。