

排球運動展現彈性之各項因素分析研究

許壬榮

摘 要

本研究以國際牌VY-7500型攝影機及垂直跳測量器，拍攝省立體專排球專長學生14名之跳躍動作過程，以國際牌NV-650TN型錄放影機做分析，用Canon牌BX-10型電腦計算機處理所得的分析及記錄資料。研究受試者跳躍動作過程中，起跳時間及角度變化之情形。

研究結果如下：

- 一、快攻起跳時間較短，跳躍高度較高。($r = -0.723$, $P < .01$)。
- 二、長攻起跳時間與跳躍高度無顯著相關。($r = -0.499$, $P > 0.5$)。
- 三、快攻與長攻起跳時踏入腳之膝關節角度與跳躍高度無顯著相關($r = 0.35$, $r = 0.213$, $P > .05$)。

四、垂直跳適當起跳角度：

- (一)膝關節最大彎曲之適當起跳角度為80—81度間。
- (二)踝關節之適當起跳角度為66—73度間。
- (三)腰關節之適當起跳角度為66—72度間。

快攻適當起跳角度：

- (一)膝關節最大彎曲之適當起跳角度為105—118度間。
- (二)踝關節之適當起跳角度為83—88度間。
- (三)腰關節之適當起跳角度為84—101度間。

六、長攻適當起跳角度：

- (一)膝關節最大彎曲之適當起跳角度為112—115度間。
- (二)踝關節之適當起跳角度為84度左右。
- (三)腰關節之適當起跳角度為78—94度間。

根據本研究發現，如欲提高跳躍高度則必須加速起跳時間，屈曲各起跳關節至合乎力學原理之適當起跳角度，膝關節角度為110—120度，腰關節角度為80—90度，與踝關節角度為80度之間為宜。

排球運動展現彈性之各項因素分析研究

許壬榮

壹：緒論

一、研究動機

排球雖被喻為傳球與跳躍的技能競賽，但其中跳躍得當與否？才是直接影響攻擊，攔網等成敗的重要因素之一（註一）林竹茂亦言「堅強的跳躍能力，可說是六人制排球運動之生命」（註二）。

根據詹清泉（註三）及筆者（註四）所做的分析：我國球員之身高、體重等條件與國際一流球員比較，差距甚大。身高、體重等條件是與生俱來的，我國選手欲與之一爭長短，非從跳躍能力、技術及基本體能加強不可。

由於科學的進步，生物力學的研究在技術與工具之運用上已獲得相當大的改進。尤其最近數年來運動生物力學研究的最大進展是利用電腦描繪組合（Computer - digitizer complex）此種機器裝置，以高速攝影法配合特殊的描圖儀，再透過快速電腦的數字顯示來分析人體運動時的動作（註五）。在先進國家生物力學原理廣泛地被應用於人體運動研究上，已有相當的成就。反觀國內由於可資使用之科學儀器缺乏，在這方面的研究比較緩慢，而應用高速攝影機來從事運動中動作的研究也尚在萌芽階段，尤其國內在排球方面可資參考的研究資料非常缺乏，筆者當球員十餘年、教練六年來深感國內排球進步十分緩慢，乃着手研究，以提供排球界之先進同好做為參考，俾有利於國內排球之進展。

二、研究目的：

跳躍是全身的協調動作，其發生順序是從身體重心開始，依次向遠端產生關節之屈伸動作，產生加速度。（註六）人體的跳躍運動是一種協調運動為了使跳躍力向上發展，就必須拉長工作距離，以提高功能率。（註七）

因此本研究之目的在探討排球跳躍動作時下列各問題：

- (一)起跳時間與跳躍高度之相關。
- (二)快攻與長攻起跳時，踏入脚膝關節角度與跳躍高度之相關。
- (三)良好的踏入起跳時各關節角度之探討。

三、研究範圍：

本研究之重點為排球運動展現彈性之各項因素分析，以垂直跳測量器（TKK），攝影機（National Portable Color Camera VY-7500）錄放影機（National Video Cassette Recorder NV-650 TN）及量角器為主要器材。

以省立體育專科學校排球專長學生十四人為對象，拍攝其垂直跳，快攻、長攻整個運動過程，以錄放影機 $\frac{1}{30}$ 倍慢速動作放影，測量其起跳時間及靜止畫面分析各關節角度與跳躍高度之相關，做為本篇研究的範圍。

四名詞釋義：

- (一)起跳時間：起跳時起跳脚踏入接觸到地面至離地之時間。
- (二)跳躍高度：以手指頭實際觸到垂直跳測量器所顯示之高度為準。
- (三)膝關節角度：以起跳時踏入脚接觸到地面時之角度。
- (四)膝關節最大彎曲角度：起跳時，脚落地與離地之間，膝關節最大彎曲角度。
- (五)腰踝關節角度：以蹬地時重心降到最低及膝關節彎曲到最大角度時所構成之角度。

本章註脚：

1. 卿守重藏、森田昭子“バレーボールにおけるスパイクのジャンプに関する研究”東京大學體育學紀要第5號，P.66.
2. 林竹茂，現代六人制排球訓練法，民國五十九年三月，國立台灣師範大學體育學會發行 P114.
3. 詹清泉，排球發球與扣球練習法，民國六十五年四月，國立台灣師範大學體育學會發行 p93.
4. 許壬榮，中外排球代表隊隊員身高、體重及基本體能之比較研究，民國七十年六月，台灣省立體育專科學校體育學報第十期，P320-331.
5. Ariel, G, Method for Biomechanical analysis of human performance, Research Quarterly, Vol. 45, NO.1, 1974, P72-78.
6. 許樹淵，排球技術之力學分析，民國七十四年九月，中華民國七十五年度國家排球教練講習會手冊，P52.
7. 土谷秀雄，バレーボールにおける跳力のトレーニング(そのノ)保健體育學研究紀要第2卷 1966.

貳、文獻探討

- 一、柳守重藏，森田昭子在排球競賽中有關攻擊時跳躍之研究中發現：男子組熟練者腰、膝、踝分別為 93 - 94 度、120 度、80 - 82 度。初學者 100 - 120 度、120 - 130 度、85 - 90 度。女子組熟練者為 131 度、119 度、102 度，初學者 150 度、140 度、130 度。（註八同註一）
- 二、1966 年金原，三浦兩氏實驗報告說：助跑距離愈長，助跑速度愈快，則起跳腳動量也愈大，起跳時間也愈短。（註九）
- 三、1971 年岩崎和子等六人，研究比較熟練者與不熟練者之女子排球球員在扣球方面之差異，結果發現在起跳蹬地時間方面，熟練者平均 0.353 秒，不熟練者為 0.326 秒兩者之間沒有顯著的差異。（註十）
- 四、1971 年，福原祐三等三人，以測力板及 16 厘米攝影機（每秒 64 畫面），研究熟練者與不熟練者在跳躍攻擊或防守時之差異，發現在助跑跳的高度方面，熟練者為 116.18%，不熟練者為 106.07%，（以垂直跳為 100%）顯示能有效利用助踏者，較能提升高度。另外在起跳時膝關節角度，熟練者在助跑時，膝關節角度比垂直跳時要大。（註十一）
- 五、川合武司及高橋亮三，研究排球扣球時踏入動作，結果發現：助跑速度愈能熟練運用者，踏入時身體後仰較大，同時起跳時身體之提升及手腕後振有較強的傾向。（註十二）
- 六、木村章二等三人，研究排球選手之跳躍，研究發現：在助跑，跳方面，腰、膝、踝之角度，成績較好時分別為 102.14 度、111.43 度、105.57 度較差時 101.00 度、94.29 度、103.35 度相差分別達到 10%、1%、5% 之顯著水準。（註十三）
- 七、高野範男等三人，研究排球攻擊時，蹬地力量與高度之關係結果發現：自由助跑起跳與原地垂直跳之蹬地力量差為 3.2 公斤，跳躍高度之差為 4.9 公分達 1% 之顯著水準。自由助跑之蹬地力量及跳躍高度皆比原地垂直跳之值要大。（註十四）
- 八、1982 年張資榮研究排球正面攻擊之起跳動力研究結果發現：正面攻擊時平均值：踝關節為 76.98 度、膝關節為 110.87 度、腰關節為 118.00 度。適當起跳角度踝關節為 75 - 80 度，膝關節為 110 - 120 度、腰關節為 95 - 115 度。（註十五）
- 九、1968 年般格特的實驗報告，結果發現：在股關節及膝關節伸肌羣的訓練組方面，顯示垂直跳的成績有意義的提高，但在腳底屈肌群的一組則沒有出現訓練效果，推測產生垂直跳的上昇速度是股關節及膝關節的屈伸，而腳關節則可能是支持它們作伸展之用的。（註十六）
- 十、1968 年研究季刊（Research Quarterly）中提到，馬丁和史提樂（Martin and Stall）測驗不同膝關節彎曲角度和垂直跳成績的影響；結果發現 90 度和 115 度的成績較 60 度為優。希斯（Heese）調查中學生膝關節彎曲的角度中，發現 65 度和 90 度起跳成績比 45 度、115 度、135 度為優。（註十七）
- 十一、1977 年陳太正研究垂直跳的力學分析，結果發現：全部受試者膝關節平均起跳角度為 59.9 度，最佳一次跳躍平均角度為 58.8 度，而較理想的起跳角度在 43 - 57 度之間。（註十八）
- 十二、1967 年卡波維琪和卡利索瑞斯（Karpovich, P.V. & Klissouras, V.）二人以電動角度器置於六位受試者的髋、膝、踝關節，從事田徑賽跳躍項目的比較研究，在跳遠項目中發現，起跳的時間為 119 - 136 毫秒，所跳之距離和踏板起跳所需時間成負相關，即起跳時間愈短，所跳的高度愈高。（註十九）

去 1980 年廖貴地研究急行跳遠跳動作與成績預測分析結果發現：起跳時間較短，所跳距離較遠（ $r = -.58$ $P < .01$ ）。（註二十）

去 1973 年古柏（Cooper, G.M.）等人在跳遠的動力學一文中以十六厘米高速攝影機，利用三軸的攝影法（Triaxial Kinematography）和三元的測力板，低電壓積算器（Time make generator）和八路徑記錄器等儀器從事研究，結果發現：踏板時間較短則所跳距離較遠。（註二十一）

去 1953 年藍斯（Lance）在對跳高的研究裡發現：跳躍（spring）時間愈短，所跳的高度愈高。（註二十二 440 - 441）

去 1967 年，黑（Hay）以大學跳高選手為研究對象，所做的跳高研究裡，發現起跳時間愈短，所跳的高度愈高（註二十二：6，註二十二 441）

綜合上述文獻得知：助跑距離愈長，助跑速度愈快，則起跳腳動量也愈大，起跳時間也愈短。起跳時間愈短則跳躍高度愈高。起跳時各關節之適當起跳角度則以卿守重藏、森田昭子所研究（註八）之跳躍攻擊時腰、膝、踝關節之適當起跳角度分別為 93 - 94 度、102 度、80 - 82 度較合乎力學原理之適當起跳角度，腰、膝、踝關節角度為 80 - 90 度、100 - 110 度、80 度之間。其他各研究與力學原理稍有差距，必須再深一層之探討。

本章註脚：

8. 同註 1。
9. 中文書目 2 之 P177-178.
10. 岩崎和子、笠井惠雄、多和健雄、江田昌佑、武井光彥、深瀬吉邦，バレーボールのスパイクに關する實驗的研究，日本體育研究 1971 年第 23 回大會。P430.
11. 福原祐三、古谷嘉邦、佐野裕司，バレーボールのジャンプについて 日本體育學研究 1971 年 22 回大會 P342.
12. 川合武司、高橋亮三，バレーボールのフットワークに關する研究—スパイワの踏入動作について—，日本體育學研究 14-5, P291.
13. 木村章二、清水剛、武智英裕，バレーボール選手のジャンプの研究—助走スピードとジャンプ値についての改察—日本體育學研究 14-5, P204.
14. 高野範男、森尾篤男、藤島仁兵，バレーボールのうたツワにすけるジャンプカに關する實驗的研究，日本體育學研究 X II-5, P140.
15. 張資榮，排球正面攻擊之起跳動力研究，民國七十一年六月，國立台灣師範大學體育研究所集刊第 9 輯。P1-43.
16. Bangerter B: -Contributive components in the vertical jump- Res. Quart 39 (3) 1968.
17. 張至滿譯 測驗不同膝關節彎曲角度和兩腳前後側間距離的組合對垂直跳成績之影響。體育研究學報第一期，民國五十九年六月，教育部國民體育委員會編印。P51-57.
18. 陳太正，垂直跳的力學分析，民國六十六年六月，國立台灣師範大學體育研究所集刊第四輯，P1-27.

19. Karpovich, P.V. Vassilis Klissouras, Electrogeniometric Study of Jumping Events, Research Quarterly, Vol.38, NO.1, 1967, P.41.
20. 廖貴地, 急行跳遠動作與成績預測分析, 民國六十九年六月, 國立台灣師範大學體育研究所集刊第七輯, P.1-55.
21. Cooper, J.M., et al., Kinesiology of the Long Jump, Medicine and Sport, Vol, 8, Biomechanics III, University Park press, Baltimore, 1973, P.381.
22. Hay, James G., The Biomechanics of Sports Techniques. 1st Edition, Prentice-Hall, Inc, Englewood Cliffs, N. J. ,1973, pp.529.
23. Hay, James G., The Hay Technique-Ultimate in High Jump Style? U.S.T.C.A. Track & Field Quarterly Review, Vol.77, NO.3, Fall, 1977, pp.5-8.

叁、研究方法與步驟

三次練習計

一、研究對象

以省立體專男子排球專長學生十四人為研究對象。

二、實驗時間

正式實驗於民國七十四年十月三日。

三、實驗地點

省立體專排球場。

四、研究器材

- (一)日製國際牌攝影機 (National Portable Color Camera VY-7500) 型一台。
- (二)日製垂直跳測量器 (T K K)
- (三)國際牌錄放影機 (National Video Cassette Recorder NV-650 TN) 一台。
- (四)國際牌 21 寸電視機一台。
- (五)量角器一個，延長線一具，三角架一台。
- (六)錄影帶一塊 (國際牌 120 分鐘)

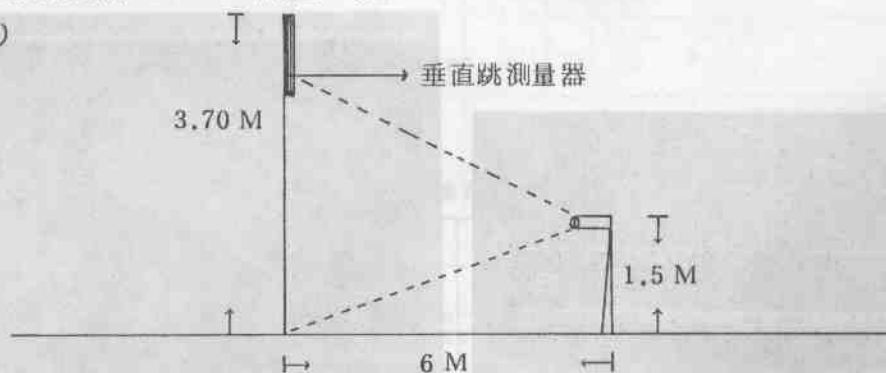
五、儀器校正

為求錄放影機放影速度之正確，乃在放影前置一經過校正之計時鐘於旁，經過反覆測試結果：放映 120 分鐘錄影帶，錄放影機上所顯示之速度計時器與計時鐘及馬錶相符，足證明錄放影機之速度無誤。

六、場地佈置

垂直跳測量器 (T K K) 懸掛於高度 3.70 M 處，攝影機置於垂直跳測量器正前方成一線，間距 6 M，高度固定於 1.5 M。(如圖一)

(圖一)



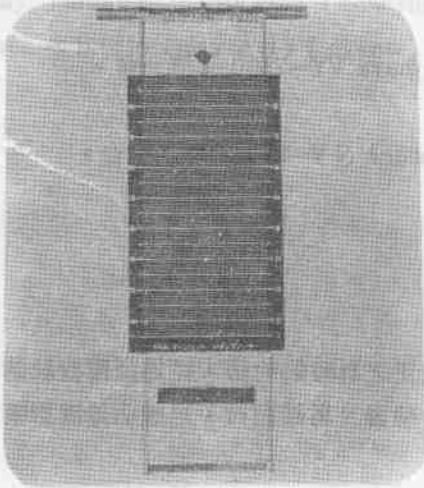
七實驗方法

(一)受試者在測驗前先用熱身運動。

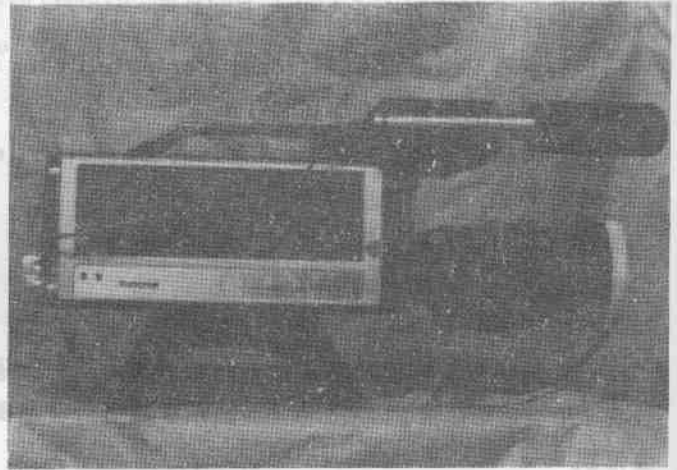
(二)利用黑色膠布標示出肩、髖、膝及踝關節，以及用黑色膠布沿球鞋底部邊緣黏貼，以便在電視上能清楚的分析角度。

(三)受試者於每一項目測驗三次，快攻助跑距離為 2 M，長攻助跑距離為 3 M。

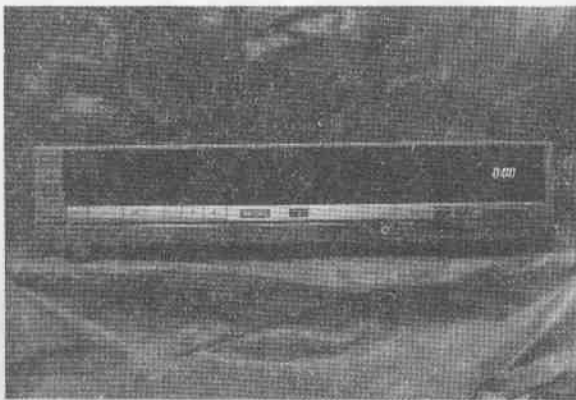
(四)錄影完畢經過錄放影機 (National Video Cassette Recorder NV - 650 TN)，以 $\frac{1}{30}$ 倍慢速放影，測量其起跳時間及靜止畫面分析各關節角度等力學因素。



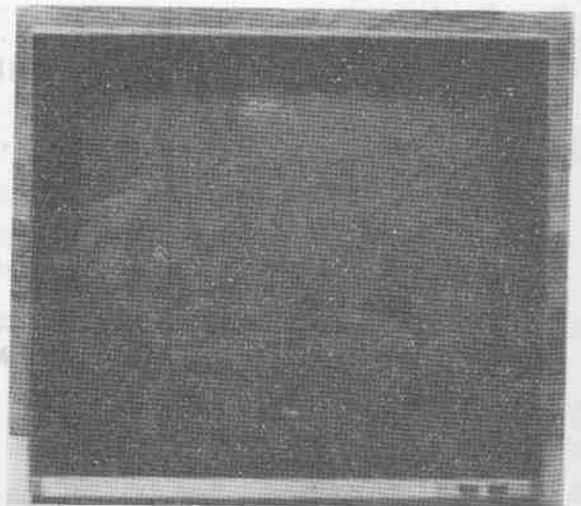
(圖二)TKK垂直跳測量器



(圖三)國際牌攝影機 (National Portable Color Camera VY - 7500)



(圖四)國際牌錄放影機 (National Video Cassette Recorder NV - 650 TN)



(圖五)國際牌 21 寸電視機

肆、資料處理與結果

一、資料之處理

拍攝之影帶經錄放影機以靜止畫面加以分析；並用量角器依據，踝、膝、髌、肩關節等為基準，量出各項動作之變數。在起跳時間方面：由錄放影機以 $\frac{1}{30}$ 倍慢速動作放影測量其起跳時間，再以 $\frac{1}{30}$ 倍的比例換算成實際的時間。本研究之跳躍動力因素，是以每人每項測驗三次成績中取其最佳一次分析得到的數值為依據。

(一)影帶分析之信度：

將影帶分析三次，以第一、三次分析的結果使用皮爾遜 (Pearson, K.) 積差相關法 (註二十四：119) 求其相關係數。再以積差相關係數之顯著性臨界值改驗其顯著性 (註二十四：561)，以此做為影帶分析之信度檢討。

$$\text{公式爲：} r \times Y = \frac{N \sum XY - \sum X \sum Y}{\sqrt{N \sum X^2 - (\sum X)^2} \sqrt{N \sum Y^2 - (\sum Y)^2}}$$

(二)快攻、長攻之起跳時間與跳躍高度及踏入腳膝關節角度與跳躍高度，之相關檢討。

每項測驗三次成績中取其最佳一次成績以皮爾遜積差相關法，求其相關係數，再以積差相關係數之顯著性臨界值，改驗其顯著性。

(三)兩組不同提升高度之間，跳躍動力因素差異之檢討。

從全部最佳一次成績中選出提升高度較高的七次為A組，及較低的七次為B組，利用t檢定 (註二十五) 改驗其因素上之差異情形。

$$\text{公式爲：} \frac{DM}{\sigma DM}$$

(四)其餘各值公式 (註二十六)

$$W = X_H - X_L, SD = \sqrt{\frac{\sum X^2}{N}}, C.V. = \frac{SD \times 100}{X}$$

二、結果

表一、影帶分析第一、三次所得資料之相關檢定表：

變數	1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	11	12	13	14	15	16
單位	秒	秒	公分	公分	公分	度	度	度	度	度	度	度	度	度	度	度
第一次 第三次 相關	0.851**	0.626*	0.947**	0.843**	0.748**	0.942**	0.752**	0.988**	0.980**	0.727**	0.958**	0.871**	0.827**	0.994**	0.988**	0.975**
備註	df = N - 2					df = 12					r, .05 = .532*		r, .01 = .661**			

- (註)：1. 快攻起跳時間。
2. 長攻起跳時間。
3. 垂直跳躍高度。
4. 快攻跳躍高度。
5. 長攻跳躍高度。

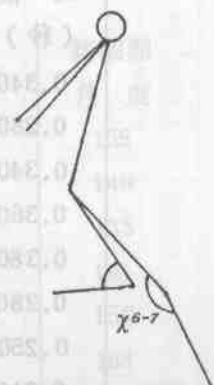
6. 快攻起跳時踏入腳膝關節角度。
7. 長攻起跳時踏入腳膝關節角度。
8. 垂直跳膝關節最大彎曲角度。
9. 快攻膝關節最大彎曲角度。
10. 長攻膝關節最大彎曲角度。

11. 垂直跳髖關節角度。
12. 快攻髖關節角度。
13. 長攻髖關節角度。
14. 垂直跳髖關節角度。
15. 快攻髖關節角度。
16. 長攻髖關節角度。

(表二) 跳躍動力因素所提升高度資料統計表。

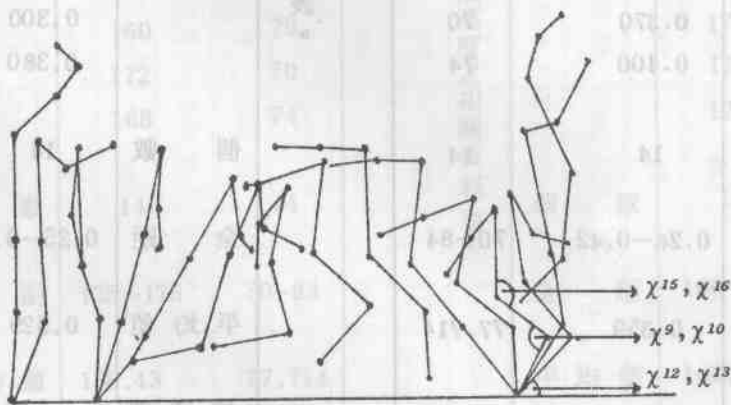
代號	變數	最大值	最小值	差距	平均數	標準差	變異係數	備註
X ₁	起跳時間(秒)快攻	0.42	0.26	0.16	0.359	0.047	12.985	1. 表中之角度因素參照圖六、七、八。 2. 下列圖表中，各力學因素以相同代號表示之。
X ₂	" " 長攻	0.38	0.25	0.13	0.329	0.040	12.166	
X ₃	跳躍高度(公分)垂直跳	78	64	14	71.786	4.003	5.577	
X ₄	" " 快攻	84	70	14	77.714	4.548	5.582	
X ₅	" " 長攻	84	72	12	79.286	4.027	5.080	
X ₆	起跳時踏入腳膝關節角度(度)快攻	175	135	40	156.43	13.806	8.842	
X ₇	" " 長攻	175	160	15	168.929	4.969	2.941	
X ₈	起跳時膝關節最大彎曲角度"垂直跳	102	40	62	80.071	19.460	24.303	
X ₉	" " 快攻	135	91	44	111.286	12.922	11.612	
X ₁₀	" " 長攻	126	95	31	113.071	7.898	6.985	
X ₁₁	起跳時踝關節角度"垂直跳	83	50	33	69.643	8.924	12.813	
X ₁₂	" " 快攻	98	74	24	85.571	6.345	7.415	
X ₁₃	" " 長攻	91	74	17	83.643	4.909	5.868	
X ₁₄	起跳時腰關節角度"垂直跳	100	33	67	69.071	23.110	33.458	
X ₁₅	" " 快攻	127	63	64	92.429	18.063	19.542	
X ₁₆	" " 長攻	130	72	58	85.143	15.256	17.918	

(圖六)



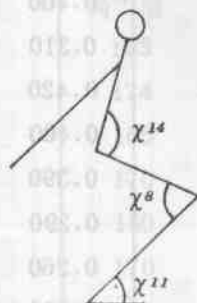
快攻、長攻起跳時踏入脚膝關節角度圖

(圖八)



快攻、長攻起跳時各關節角度圖

(圖七)



垂直跳各關節角度圖

(表三)

快攻起跳時間與跳躍高度之相關資料表。

	起跳時間 (秒)	跳躍高度 (公分)
	0.400	74
	0.310	80
	0.420	74
	0.400	74
	0.390	81
	0.290	84
	0.260	83
	0.330	82
	0.360	77
	0.380	73
	0.350	83
	0.370	79
	0.370	70
	0.400	74
個數	14	14
全距	0.26-0.42	70-84
平均值	0.359	77.714
標準差	0.047	4.548
相關係數	-0.723**	
備註	df = N - 2 df = 12 r.05 = .532* r.01 = .661**	

(表四)

長攻起跳時間與跳躍高度之相關資料表。

	起跳時間 (秒)	跳躍高度 (公分)
	0.340	77
	0.280	84
	0.340	76
	0.360	75
	0.380	81
	0.280	84
	0.250	84
	0.310	83
	0.340	77
	0.360	76
	0.320	84
	0.360	79
	0.300	72
	0.380	78
個數	14	14
全距	0.25-0.38	72-84
平均值	0.329	79.286
標準差	0.040	4.027
相關係數	-0.499	
備註	df = N - 2 df = 12 r.05 = .532* r.01 = .661**	

(表五) 快攻起跳時踏入腳膝關節角度與跳躍高度之相關資料表。

膝關節角度	跳躍高度
155	74
140	80
135	74
141	74
150	81
164	84
175	83
155	82
136	77
165	73
170	83
160	79
172	70
168	74
個數	14
全距	135-175
平均值	156.43
標準差	13.806
相關係數	0.135
備註	df = N - 2 df = 12 r.05 = .532* r.01 = .661**

(表六) 長攻起跳時踏入腳膝關節角度與跳躍高度之相關資料表。

膝關節角度	跳躍高度
163	77
174	84
165	76
170	75
160	81
170	84
175	84
170	83
160	77
173	76
170	84
173	79
172	72
170	78
個數	14
全距	160-175
平均值	168.929
標準差	4.969
相關係數	0.213
備註	df = N - 2 df = 12 r.05 = .532* r.01 = .661**

(表七) 各起跳角度之變異資料；及A組、B組之差異檢定表

項 目	垂 直 跳			快			政			長			政		
	X ⁸ 度	X ¹¹ 度	X ¹⁴ 度	X ⁶ 度	X ⁹ 度	X ¹² 度	X ¹⁵ 度	X ⁷ 度	X ¹⁰ 度	X ¹³ 度	X ¹⁶ 度				
全 體 N = 14	最大 值	83	100	175	135	98	127	175	126	91	130				
	最小 值	50	33	135	91	74	63	160	95	74	72				
	平均 值	69.643	69.071	156.43	111.286	85.571	92.429	168.929	113.071	83.643	85.143				
	標 準 差	8.924	23.110	13.806	12.922	6.345	18.063	4.969	7.898	4.909	15.256				
	變異係數	24.303	33.458	8.842	11.612	7.415	19.542	2.941	6.985	5.868	17.918				
A 組 N = 7	最大 值	96	100	175	135	98	127	175	126	89	130				
	最小 值	40	40	140	110	80	85	160	108	79	75				
	平均 值	79.571	73.429	159.143	117.714	88.000	101.143	170.286	114.571	83.571	93.714				
	標 準 差	22.759	5.940	11.978	10.307	6.083	16.896	4.990	7.829	3.910	18.980				
	變異係數	28.601	8.090	7.527	8.756	6.912	16.705	2.931	6.833	4.678	20.253				
B 組 N = 7	最大 值	102	97	172	125	93	108	173	118	91	83				
	最小 值	52	33	135	91	74	65	160	95	74	72				
	平均 值	80.571	65.857	153.143	104.857	83.143	84.000	167.571	111.571	83.714	77.714				
	標 準 差	17.377	10.189	25.156	15.763	6.040	15.199	4.928	8.284	6.075	4.192				
	變異係數	21.567	15.471	38.197	10.293	12.031	18.094	2.941	7.425	7.257	5.394				
t 值	0.092	1.699	0.505	0.802	2.088*	1.499	1.996*	1.024	0.696	0.052	2.178*				

備

註

t.01 = 2.678**

t.05 = 1.738*

註：變數代號

X₁：快攻起跳時間。(秒)

X₂：長攻起跳時間。(秒)

X₃：垂直跳躍高度。(公分)

X₄：快攻跳躍高度。(公分)

X₅：長攻跳躍高度。(公分)

X₆：快攻起跳時踏入腳膝關節角度。(度)

X₇：長攻起跳時踏入腳膝關節角度。(度)

X₈：垂直跳起時膝關節最大彎曲角度。(度)

X₉：快攻起跳時膝關節最大彎曲角度。(度)

X₁₀：長攻起跳時膝關節最大彎曲角度。(度)

X₁₁：垂直跳起時踝關節角度。(度)

X₁₂：快攻起跳時踝關節角度。(度)

X₁₃：長攻起跳時踝關節角度。(度)

X₁₄：垂直跳起時腰關節角度。(度)

X₁₅：快攻起跳時腰關節角度。(度)

X₁₆：長攻起跳時腰關節角度。(度)

本章註脚：

24.林清山，心理與教育統計學，民國七十一年九月，東華書局八版，P119,561.

25.陳佑正，體育統計學，民國六十五年元月，地球出版社初版，P102.

26.同註24. P. 50, 55.

伍、分析與討論

一、信度與效度

本研究跳躍動力之力學因素，是一種外在因素分析，這些資料皆由垂直跳測量器及實際攝影之影帶直接測得。在測驗及分析之前皆將所有器材如：垂直跳測量器、攝影機、錄放影機、碼表、量角器等，詳加校對故本研究的儀器在效度方面當屬無疑。

至於影帶分析之信度方面，本研究以再測相關法來檢討。利用皮爾遜積差相關法求出第一、三次分析之各變數之值的相關係數，再用查表以 r 之顯著性臨界值，來改驗相關之顯著性。結果如表（一），所得之 r 值皆達 .01 及 .05 之顯著水準，可見本研究之影帶分析所得之資料是很穩定而且可靠。

二、資料分析及討論

（一）起跳時間：

由實驗得知：快攻起跳時間平均值為 0.359 秒與跳躍高度平均值為 77.714 公分，二者間呈負相關（ $r = -0.723$ 達 .01 之顯著水準）。（表三）易言之，起跳時間較短，跳躍高度較高。

長攻起跳時間平均值為 0.329 秒與跳躍高度平均值為 79.286 公分二者間呈負相關（ $r = -0.499$ 未達 .05 顯著水準。）（表四）

此項結果：在快攻方面與卡波維琪和索瑞斯（Karpovich, P.V. & Klissouras, V.）二人的跳遠項目（註十九）。廖貴地的急行跳遠（註二十）。古柏等人的跳遠動力學（註二十一）。藍斯的跳高研究（註二十二）。及黑（Hay）的跳高研究（註二十三）相符。即起跳時間較短，跳躍高度較高。

長攻方面無顯著性相關，但起跳時間由平均值來看長攻起跳時間比快攻起跳時間快與鄭國平的排球扣球技術理論與實際應用研究（註二十七）中所提，快攻起跳時間比長攻起跳時間要長，相符。及金原、三浦兩氏（註九）研究發現助跑距離愈長，助跑速度愈快，則起跳腳動量也愈大，起跳時間也愈短，相符。

影響跳躍高度之因素除本研究之起跳時間與各關節角度外，尚有助跑初速度、末速度及手後擺角度與前振速度，以及內在之肌力因素等，因此無法詳確分析其真正的原因。筆者在中外排球代表隊隊員身高、體重及基本體能之比較研究（註四）裡發現，國內選手在基本體能方面與世界一流選手相差甚遠。或可做為參考，但必需再做深一層之探討。

（二）起跳時踏入腳膝關節角度：由實驗得知，快攻與長攻起跳時踏入腳膝關節角度平均值分別為 156.43 度與 168.929 度，跳躍高度平均分別為 77.714 公分與 79.286 公分，相關值分別為 $r = 0.315$ 與 $r = 0.213$ ，皆未達 .05 顯著水準（表五、六）。

快攻踏入腳膝關節角度 A 組平均值為 159.143 度，B 組平均值為 153.143 度， t 值為 0.802 與長攻踏入腳膝關節角度 A 組平均值為 170.286 度，B 組平均值為 167.571 度， t 值為 1.024，皆未達 .05 顯著差異。（表七， X_6 、 X_7 ）

（三）起跳各關節角度：

由實驗得知，垂直跳方面：

（1）膝關節最大彎曲角度全部平均值為 80.071 度，A 組平均值為 79.571 度，B 組平均值為

80.571 度，兩組比較 t 值為 0.092，兩組間未達 .05 顯著差異。(表七， X_{10})

(2) 踝關節角度全部平均值為 69.643 度，A 組平均值為 73.429 度，B 組平均值為 65.857 度，兩組比較 t 值為 1.699，兩組間未達 .05 顯著差異。(表七， X_{16})

(3) 腰關節角度全部平均值為 69.071 度，A 組平均為 72.286 度，B 組平均值為 65.857 度，兩組比較 t 值為 0.505，兩組間未達 .05 顯著差異。(表七， X_{22})

快攻方面：

(1) 膝關節最大彎曲角度全部平均值為 111.286 度，A 組平均值為 117.714 度，B 組平均值為 104.857 度，兩組比較 t 值為 2.088 兩組間達 .05 顯著差異。(表七， X_{11})

(2) 踝關節角度全部平均值為 85.571 度，A 組平均值為 88.00 度，B 組平均值為 83.143 度，兩組比較 t 值為 1.499 兩組間未達 .05 顯著差異。(表七， X_{17})

(3) 腰關節角度全部平均值為 92.429 度，A 組平均值為 101.143 度，B 組平均值為 84.00 度，兩組比較 t 值為 1.996 兩組間達 .05 顯著差異。(表七， X_{23})

長攻方面：

(1) 膝關節最大彎曲角度全部平均值為 113.071 度，A 組平均值為 114.571 度，B 組平均值為 111.571 度，兩組比較 t 值為 0.696，兩組間未達 .05 顯著差異。(表七， X_{12})

(2) 踝關節角度全部平均值為 83.643 度，A 組平均值為 83.571 度，B 組平均值為 83.714 度，兩組比較 t 值為 0.052，兩組間未達 .05 顯著差異。(表七， X_{18})

(3) 腰關節角度全部平均值為 85.143 度，A 組平均值為 93.714 度，B 組平均值為 77.714 度，兩組比較 t 值為 2.178，兩組間達 .05 顯著差異。(表七， X_{24})

上述三項角度之情形在垂直跳方面：與馬丁和史堤樂 (Martin and Stall) 之研究發現：膝關節角度 90 度和 115 度的成績較 60 度為優及希斯 (Heese) 所發現膝關節角度在 65 度和 90 度起跳的成績比 45 度、115 度、135 度為優。(註十七) 與本研究較相近。但與陳太正所研究發現：膝關節角度平均 59.9 度，而較理想的起跳角度在 43 - 57 度之間 (註十八)，相比較則本研究膝關節角度較大。

快攻與長攻方面：與 獅守重藏、森田昭子之研究發現：膝 102 度、踝 80 - 82 度、腰 93 - 94 度 (註八)，極為相近。與木村章二等三人之研究發現：膝 111.43 度、踝 105.57 度、腰 102.14 度 (註十三)，膝關節與本研究相符，踝及腰關節方面本研究較小。與張資榮之研究發現：膝 110.87 度、踝 76.98 度、腰 118° 度，(註十五) 膝關節與本研究相符，踝關節方面本研究較大，腰關節方面本研究較少。

許樹淵在排球運動技術分析一書中亦指出 (註二十八) 適當的起跳角度為膝關節 100 - 110 度，踝關節 80 度、腰關節為 80 - 90 度。此與本研究快攻與長攻之膝、踝、腰關節角度相等。

本章註脚：

27. 鄭國平，排球扣球技術理論與實際應用研究，民國 74 年 2 月，州全出版社，P.81 - 35。

28. 許樹淵，排球運動技術分析，民國 71 年 2 月，協進圖書有限公司，P.114。

陸：結論與建議

一、結論

本研究以省立體育專科學校排球專長學生十四人為受試對象，每人於每項試做三次；應用攝影機及垂直跳測量器，拍攝及記錄整個跳躍過程，影帶經錄放影機以 $\frac{1}{30}$ 倍慢速放影測量其起跳時間及靜止畫面分析各角度之變化情形，加以統計及分析。分析結果發現：

(一)快攻起跳時間與跳躍高度間呈負相關($r = -0.723, P < .01$)。易言之起跳時間較短，跳躍高度較高。

(二)長攻起跳時間與跳躍高度間無顯著相關($r = -0.499, P > .05$)。

(三)快攻、長攻起跳時，踏入腳膝關節角度與跳躍高度無顯著相關($r = 0.35, r = 0.213, P > .05$)。

(四)跳躍動作中，跳躍高度較佳七次為A組，較差七次為B組，兩組差異檢定結果；快攻之膝、腰關節角度及長攻之腰關節角度有顯著差異。

(五)跳躍動作之適當起跳角度：

1. 垂直跳方面：膝關節最大彎曲角度全部平均值為80.071度，適當起跳角度為80—81度間。踝關節角度全部平均值為69.643度，適當起跳角度為66—73度間。腰關節角度全部平均值為69.071度，適當起跳角度為66—72度間。

2. 快攻方面：膝關節最大彎曲角度全部平均值為111.286度，適當起跳角度為105—118度間。踝關節角度全部平均值為85.571度，適當起跳角度為83—88度間。腰關節角度全部平均值為92.429度，適當起跳角度為84—101度間。

3. 長攻方面：膝關節最大彎曲角度全部平均值為113.071度，適當起跳角度為112—115度間。踝關節角度全部平均值為83.643度，適當起跳角度為83度左右。腰關節角度全部平均值為85.143度，適當起跳角度為78—94度間。

二、建議

(一)如欲提高跳躍高度則必須加速起跳時間，屈曲各起跳關節至合乎力學原理之適當起跳角度，膝關節角度為110—120度，腰關節角度為80—90度，與踝關節角度為80度之間為宜。

(二)快扣球時，如欲提高跳躍高度則必須加強踝關節之瞬發力訓練，俾以加速起跳時間。

(三)決定高度跳躍之因素除本研究之起跳時間及起跳時各關節角度屈曲外，尚有助跑初速度、末速度與雙手後擺角度及前擺速度，以及內在肌力因素等，實有再進一層探討的必要。

(四)能以國家代表隊選手為實驗對象與世界一流選手做分析比較，以詳確了解我國選手跳躍動作之缺點，俾以提高排球運動水準。

柒：參考書籍

一、中文部份

1. 林竹茂，現代六人制排球訓練法，民國五十九年三月，國立師範大學體育學會發行。
2. 詹清泉，排球發球與扣球練習法，民國六十五年四月，國立台灣師範大學體育學會發行。
3. 許壬榮，中外排球代表隊隊員身高、體重及基本體能之比較研究，民國七十年六月，台灣省立體育專科學校體育學報第十期。
4. 許樹淵，排球技術之力學分析，民國七十四年九月，中華民國七十五年國家排球教練講習會手冊。
5. 張資榮，排球正面攻擊之起跳動力研究，民國七十一年六月，國立台灣師範大學體育研究所集刊第9輯。
6. 張至滿譯，測驗不同膝關節彎曲角度和兩腳前後側間距離的組合對垂直跳成績之影響，民國五十九年六月，體育學報第一期，教育部國民體育委員會編印。
7. 陳太正，垂直跳的力學分析，民國六十六年六月，國立台灣師範大學體育研究所集刊第四輯。
8. 廖貴地，急行跳遠跳動作與成績預測分析，民國六十九年六月，國立台灣師範大學體育研究所集刊第七輯。
9. 林清山，心理與教育統計學，民國七十一年九月，東華書局八版。
10. 陳佑正，體育統計學，民國六十五年元月，地球出版社初版。
11. 鄭國平，排球扣球技術理論與實際應用研究，民國七十四年二月，州全出版社。
12. 許樹淵，排球運動技術分析，民國七十一年二月，協進圖書有限公司。
13. 中文書目：

二、日文部份

1. 土谷秀雄，バレーボールにおける跳力のトーニング(そのノ)保健體育學研究紀要第2卷，1966。
2. 卿守重藏、森田昭子，バレーボールにおけるスパイクのジャンプに関する研究，東京大學體育學紀要第5號。
3. 岩崎和子、笠井惠雄、多和健雄、江田昌佑、武井光彦、深瀬吉邦，バレーボールのスパイクに関する實驗的研究，日本體育學研究1971年第23回大會。
4. 福原祐三、古谷嘉邦、佐野裕司，バレーボールのジャンプについて，日本體育學研究1971年，第22回大會。
5. 川合武司、高橋亮三，バレーボールのフットワークに関する研究—スパイクの踏入動作について—日本體育學研究14—5。
6. 木村章二、清水剛、武智英裕，バレーボール選手のジャンプの研究—助走スピードとジャンプ値についての改察—日本體育學研究14—5。
7. 高野範男、森尾鷺男、藤島仁兵，バレーボールのうタックにすけるジャンプカに関する實驗的研究，日本體育學研究X II—5。

8. 涉川侃二, 現代保健體育學大系 6 大修館書店 1969.8.P246 - 259。

9. 石島 繁・涉川侃二・阿江通良・橋原孝博

バレーボールのクイック・スパイクジャンプに関する研究—踏切準備がクイック・スパイクジャンプのジャンプの踏切におよぼす影響— 1980 第五回バイオメカニクス国内セミナー。

10. 石島 繁・涉川侃二・阿江通良・橋原孝博, バレーボールのオープンスパイクジャンプに関するバイオメカニクスの研究 1980 第五回バイオメカニクス国内セミナー。

11. 石島 繁・涉川侃二・阿江通良・橋原孝博 高さをねいとする跳のバイオメカニクスの特性—垂直跳, バレーボールのスパイクジャンプおとび走高跳の踏切の比較— 1980 第五回バイオメカニクス国内セミナー。

12. 三浦望慶, 跳のキネミオロジー—體育の科學, 17(5), 1967。

13. 金原 勇他: 跳躍力を大きくする基礎的技術の研究(そのII)。東京教育大學體育部スポーツ研究所報, 4: 32 - 50, 1966。

三. 英文部份

1. Ariel, G. Method for Biomechanical analysis of human performance, Research Quarterly, Vol. 45, No. 1, 1974.

2. Bangerter B: - Contributive components in the vertical jump-Res. Quart 39(3) 1968.

3. Karpovich, P. V. vassilis Klissouras, Electrogoniometric Study of Jumping Events, Research Quarterly, Vol. 38, NO. 1, 1967.

4. Cooper, J. M. et al., Kinesiology of the Long Jump, Medicine and Sport, Vol. 8, Biomechanics III, University Park press, Baltimore, 1973.

5. Hay, James G. The Biomechanics of Sports Techniques. 1st Edition, Prentice-Hall, Inc, Englewood Cliffs, N. J., 1973.

6. Hay, James G., The Hay Technique-Vitmate in High Jump style? U. S. T. C. A., Track & Field Quarterly Review, Vol. 77, NO. 3, Fall, 1977.

7. Samson J. and Roy B.: Biomechanical analysis of the volleyball spike. Biomechanics, V-B, University Park Press, pp. 332-36, 1976.

附錄一、三次測驗成績中，取其最佳一次成績之資料統計表

項目 姓名	垂				直				跳				快				政				長				政			
	X ₃	X ₆	X ₁₁	X ₁₄	X ₁	X ₄	X ₆	X ₉	X ₁₂	X ₁₅	X ₂	X ₅	X ₇	X ₁₀	X ₁₃	X ₁₆	X ₃	X ₆	X ₉	X ₁₂	X ₁₅	X ₂	X ₅	X ₇	X ₁₀	X ₁₃	X ₁₆	
林恩賜	74	84°	74°	70°	0.40	74	155°	97°	93°	70°	0.34	77	163°	116°	91°	78°												
邱承正	70	90°	55°	78°	0.31	80	140°	110°	88°	85°	0.28	84	174°	110°	85°	90°												
吳易達	70	64°	68°	37°	0.42	74	135°	91°	81°	88°	0.34	76	165°	95°	80°	80°												
傅仁里	72	89°	75°	91°	0.40	74	141°	115°	80°	74°	0.36	75	170°	110°	74°	72°												
吳丁聰	77	90°	80°	85°	0.39	81	150°	110°	89°	93°	0.38	81	160°	108°	87°	80°												
陳盈全	78	40°	67°	40°	0.29	84	164°	112°	90°	85°	0.28	84	170°	126°	89°	90°												
羅明忠	72	55°	83°	45°	0.26	83	175°	135°	98°	127°	0.25	84	175°	115°	85°	130°												
賴正祥	72	96°	70°	88°	0.33	82	155°	129°	90°	113°	0.31	83	170°	125°	80°	80°												
李添丁	64	90°	64°	70°	0.36	77	136°	100°	83°	88°	0.34	77	160°	116°	85°	74°												
洪俊銘	67	77°	72°	55°	0.38	73	165°	112°	74°	108°	0.36	76	173°	118°	86°	82°												
鄭子敬	74	96°	70°	78°	0.35	83	170°	110°	80°	115°	0.32	84	170°	108°	80°	75°												
陳信昌	77	96°	70°	100°	0.37	79	160°	118°	81°	90°	0.36	79	173°	110°	79°	103°												
曾嘉輝	69	102°	77°	97°	0.37	70	172°	125°	88°	95°	0.30	72	172°	118°	90°	83°												
李士節	69	52°	50°	33°	0.40	74	168°	94°	83°	63°	0.38	78	170°	108°	80°	75°												
最大值	78	102	83	100	0.42	84	175	135	98	127	0.38	84	175	126	91	130												
最小值	64	40	50	33	0.26	70	135	91	74	63	0.25	72	160	95	74	72												
差距	14	62	33	67	0.16	14	40	44	24	64	0.13	12	15	31	17	58												
平均值	71.786	80.071	69.643	69.071	0.539	77.714	156.43	111.286	85.571	92.429	0.329	79.286	168.929	113.071	83.643	85.143												
標準差	4.003	19.460	8.924	23.110	0.047	4.548	13.806	12.922	6.345	18.063	0.040	4.027	4.969	7.898	4.909	15.256												
變異係數	5.577	24.303	12.813	33.458	12.985	5.582	8.842	11.612	7.415	19.542	12.166	5.080	2.941	6.985	5.868	17.918												
備註																												

變數代號參照附錄(二)

附錄二、三次間接測量時距統計表

項目 姓名	距			徑			徑			徑			徑			徑			徑																											
	X ₁	X ₂	X ₃	X ₄	X ₅	X ₆	X ₇	X ₈	X ₉	X ₁₀	X ₁₁	X ₁₂	X ₁₃	X ₁₄	X ₁₅	X ₁₆	X ₁₇	X ₁₈	X ₁₉	X ₂₀																										
林忠聰	72	74	74	88	84	73	76	74	68	70	0.44	0.40	0.41	73	74	134	155	155	97	97	98	92	95	93	72	70	69	0.34	0.36	0.36	77	74	76	163	152	162	116	113	117	91	93	94	78	85	76	
邱承正	70	68	68	80	86	92	55	55	78	83	84	0.31	0.33	0.35	80	80	138	135	116	110	112	88	86	80	85	84	80	0.28	0.29	0.35	84	82	83	174	174	165	110	111	112	85	91	86	50	92	89	
吳易達	70	64	70	64	67	60	65	70	67	37	37	0.43	0.45	0.45	73	73	130	135	130	92	91	90	82	81	84	88	90	0.26	0.34	0.28	75	76	76	162	165	165	165	165	165	95	95	78	80	80	80	80
傅仁星	72	69	72	85	88	85	75	76	78	91	93	0.40	0.40	0.44	74	74	141	140	115	115	116	80	81	79	74	74	72	0.29	0.26	0.45	73	75	75	164	170	170	117	110	110	70	74	74	75	72	72	72
吳丁燾	77	72	76	90	95	90	80	82	91	85	83	0.42	0.40	0.39	78	80	145	150	108	110	110	87	86	89	94	84	95	0.38	0.38	0.43	81	81	80	157	160	159	108	106	106	87	87	85	80	80	80	80
陳益全	78	78	76	40	40	43	67	66	69	40	40	0.29	0.35	0.31	84	80	164	139	162	112	117	114	90	95	89	85	85	85	0.28	0.28	0.28	83	84	81	170	170	170	125	126	128	88	89	93	91	90	88
崔明忠	72	70	72	54	56	55	83	82	83	42	45	0.26	0.28	0.31	83	82	175	174	165	135	135	138	98	97	101	127	125	129	0.25	0.30	0.26	84	84	78	175	175	170	115	115	120	85	85	91	130	129	135
顏正祥	72	72	71	88	86	87	70	69	89	88	92	0.34	0.33	0.36	82	82	152	150	129	129	130	90	90	93	113	113	115	0.31	0.25	0.33	83	81	80	170	150	165	125	128	130	80	78	75	80	83	82	
李添丁	84	84	84	90	91	88	64	63	68	70	72	0.36	0.36	0.40	77	77	136	135	135	100	101	101	83	82	85	88	84	80	0.34	0.38	0.35	77	77	75	160	159	155	116	116	121	85	87	83	74	73	75
洪欽誠	67	65	67	78	83	72	74	72	56	53	52	0.38	0.40	0.41	73	71	165	162	163	112	115	116	74	75	75	108	110	110	0.28	0.36	0.36	67	76	73	173	172	125	118	119	82	86	88	75	82	83	
鄭子敬	74	73	73	96	95	96	70	72	69	78	73	0.25	0.37	0.39	83	82	170	169	168	110	112	125	80	83	85	115	113	116	0.22	0.33	0.32	84	84	81	170	170	168	108	108	108	80	80	76	75	78	74
陳信昌	77	77	74	96	97	95	70	69	78	100	100	0.40	0.38	0.37	76	77	155	155	160	115	119	118	78	79	81	88	90	90	0.28	0.26	0.29	77	76	75	172	173	173	108	110	110	78	79	79	108	103	103
曾嘉理	69	68	104	102	106	78	77	74	93	97	96	0.37	0.39	0.39	70	66	173	158	165	125	130	131	89	80	86	95	100	95	0.30	0.32	0.38	72	71	72	172	168	170	118	125	118	90	95	91	83	77	83
李士顯	67	67	52	55	53	50	52	49	33	32	35	0.41	0.40	0.45	74	74	168	168	153	93	94	94	84	83	80	66	65	65	0.42	0.38	0.38	72	78	78	170	170	169	125	108	105	75	80	82	72	75	77

編號代號

X₁: 快表起點時間。(秒)
X₂: 快表終點時間。(秒)
X₃: 長表起點時間。(秒)
X₄: 長表終點時間。(秒)
X₅: 垂直起點時距。(公分)
X₆: 快表起點時距。(公分)
X₇: 長表起點時距。(公分)

X₁₁: 垂直起點時距與垂直角。(度)
X₁₂: 長表起點時距與垂直角。(度)
X₁₃: 長表起點時距與垂直角。(度)

X₁₄: 垂直起點時距與垂直角。(度)
X₁₅: 長表起點時距與垂直角。(度)
X₁₆: 長表起點時距與垂直角。(度)

X₁₇: 垂直起點時距與垂直角。(度)
X₁₈: 長表起點時距與垂直角。(度)
X₁₉: 長表起點時距與垂直角。(度)

X₂₀: 垂直起點時距與垂直角。(度)
X₂₁: 長表起點時距與垂直角。(度)
X₂₂: 長表起點時距與垂直角。(度)