

羽球殺球上肢關節角速度與球速之關聯分析

張淳皓¹、孟範武²、吳昶潤³、蘇榮立²

¹ 國立體育大學運動科學研究所、² 中原大學體育室、

³ 國立嘉義大學體育與健康休閒學系

摘要

目的：本研究目的為比較不同的羽球殺球球速下，肘關節及腕關節之角速度差異及與球速間的關聯程度。**方法：**本研究以 14 名男子羽球選手為受試者，進行正拍式殺球，利用三維動作捕捉系統(VICON)及測速槍，進行共 20 次的殺球測驗，進行關節角速度與球速分析。實驗數據以 SPSS 20.0 統計軟體進行單因子變異數分析(One-way ANOVA)與皮爾森相關係數(Pearson correlation coefficient)分析。**結果：**結果顯示，隨著球速的提高腕關節角速度也隨之增加，且與球速間達顯著正相關($r=.959^*, p<.05$)，肘關節角速度則與球速無顯著性相關($r=-.219, p>.05$)。**結論：**腕關節角速度的提升可明顯地增加殺球球速。

關鍵詞：羽球運動、腕關節、肘關節、動作捕捉系統、測速槍

通訊作者：蘇榮立，32023 桃園縣中壢市中北路200號

中原大學體育室

TEL：03-2651643 E-mail：hao781106@gmail.com

壹、緒論

羽球運動(badminton)發展的歷史可以追溯到 18 世紀中葉，由當時英國占領的印度向外拓展(Hussain & Bari, 2011)，至今已是全球流行的一項休閒與競賽運動，更於西元 1992 年起納入奧運會的正式比賽項目，羽球是一種需要快速移動與快速反應的策略型遊戲(Kwan, Andersen, Cheng, Tang, & Rasmussen, 2011)，常見於擊敗對手的典型且強而有力的正拍殺球技術，其中包含了長球(clear)、切球(drop)及殺球(smash)，其中又以殺球具有最大衝程，被擊出的羽毛球(shuttlecock)最大速度更大於其他球拍運動所擊出的球速，其平均球速更可高達 62.12m/s(Chen, Pan, & Chen, 2009；Salim, Lim, Salim, & Baharuddin, 2010；Hussain & Bari, 2011)。近年來我國的羽球選手在國際比賽中漸漸的屢創佳績，為了能讓我國的羽球競技能力持續進步，除了基本的技術訓練外，對於比賽結構與關鍵技術的發展、競賽訓練上的應用以及動作上的分析等，我們應該以科學化的方式，加以研究並整合，協助我國的羽球運動在技術、策略等各方面有更進一步的突破。

在現今羽球單、雙打比賽中，羽球的殺球仍是目前比賽中能搶分的主要技術(鄭元龍、羅月英、陳五洲，2001)，而有研究針對現今比賽 21 分制的新規則，提出了訓練時要加強殺球殺傷力，例如：殺球力量、速度、變向和落點變化(史文清，2007)。綜合上述，我們可以知道殺球是比賽中使用率較高，且為



得分的主要技術，所以殺球技術應是目前所要持續發展的關鍵技術及對於選手訓練上的培訓重點。羽球專項體能主要是由上肢與下肢的爆發力、肌耐力以及協調性所組成（紀世清，1996），球員在場上必需做出上肢的連續擊球動作以防守與攻擊（呂芳陽、盧正崇，2005）並結合下肢的快速移動並維持平衡，因此在比賽的不同擊球動作當中，殺球是最具搶分性、擊敗對手的關鍵攻擊技術(Lo & Stark, 1991)。進行殺球時，是透過關節的運動使得末端肢段得到最快速度，Krausea(1986)提出動力鏈概念模式圖，開放式動力鏈運動的主要的特性是符合角動量傳遞的原理，以及末端肢段的速度是由近端肢段一個接著一個的加速、減速過程所提供的，而羽球的殺球揮臂動作根據鍾祥賜、蕭秀萍（2004）所探討投擲動作理論概念，其中提到羽球殺球亦屬於投擲動作的一種，在所有的擊球方式中（殺球、長球與切球），腕關節是個最充滿力量的關節相較於肘關節與肩關節(Tsai, Huang, Lin, & Cheng, 2000)，其動作更符合開放式動力鏈系統原則，欲得到一個較快的擊球初速，除了軀幹、上臂及前臂在內旋動作的貢獻，還要各肢段在空間和時間上的相互配合—即須符合「開放式動力鏈」的原則，即可造就一個完美的殺球（薛尹彰，2009）。

綜合上述，羽球殺球的力量大小與球速快慢，是影響羽球選手於比賽時得分甚至是擊敗對手的重要因素之一，殺球的動作需要全身性的配合，然而在手臂揮擺有如鞭打效應的過程中，肩關節、上臂及前臂對其球的力量與速度佔有非常重要的地位，因此本研究目的為比較不同的羽球殺球球速下，肘關節及腕關節之角速度差異及其與球速間的關聯程度。

貳、研究方法

一、研究對象

本研究以 14 名男子羽球選手為受試者（平均身高為 173.66 ± 7.28 公分、體重為 71.33 ± 5.78 公斤、年齡為 20.16 ± 1.70 歲），於賽季期間每周參與三次練習，且六個月內全身無任何骨骼及神經肌肉受傷者。

二、研究儀器與設備

- (一) 三維動作擷取系統：利用 7 台紅外線動作攝影機(VICON, Oxford Metrics Ltd, Oxford, UK)擷取受測者於揮拍時手臂上的反光球軌跡數據，進而計算關節運動學參數（角速度），動作影像擷取頻率為 200Hz。
- (二) 測速槍：品牌為 STALKER，距離受測者擊球方向前方 5 公尺處。
- (三) 球拍：品牌為極限，材質為超高剛性碳纖維加上奈米樹脂，中管直徑為 7.5mm，重量 88g，平衡為 289mm。
- (四) 球線：球線品牌為 YONEX（型號：BG65），球線磅數直線 25 磅、橫線為 26 磅。
- (五) 羽毛球：品牌為勝利羽球。
- (六) 場地設置：設置擊球區於實驗室中央，將 7 台紅外線動作攝影機鏡頭對準實驗室中央，並皆能拍攝到受測者手臂上的反光球，測速槍至於距離受測者擊球方向前方五公尺處且與受測者同高度。如圖 1 所示：



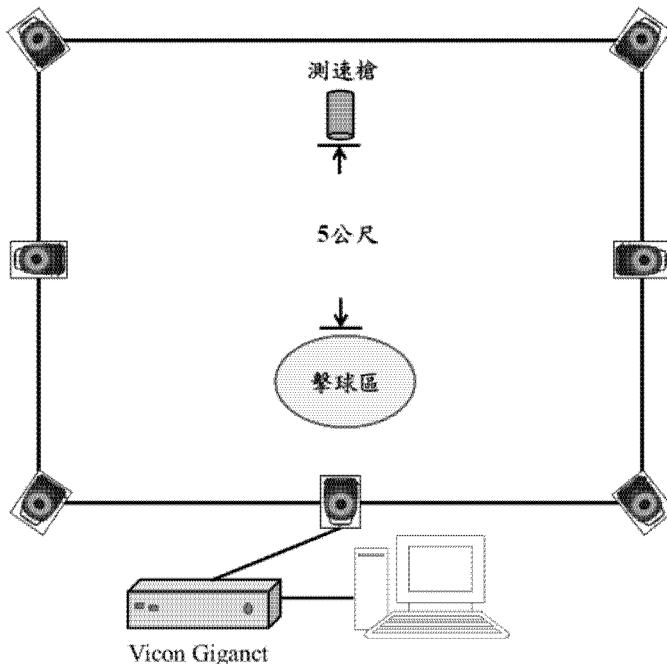


圖 1、場地設置實驗圖

三、實驗步驟

- (一) 實驗前請受測者填寫同意書、解釋實驗步驟並量測基本資料。
- (二) 將反光球貼於受測者慣用手之肩峰鎖骨關節、肱骨外上髁、肱骨內上髁、橈骨骨突、尺骨骨突以及中指末端，共六顆，其各代表為肘關節與腕關節。
- (三) 實驗前，請受測者進行暖身運動，並空揮拍10次，方能進行實驗。
- (四) 於正式實驗時，由發球員餵球給受測者進行殺球動作，並同時記錄球速與反光球軌跡數據。
- (五) 每位受測者須進行20次殺球動作，每次揮拍之間隔30秒。

四、資料處理與統計分析

本實驗利用紅外線動作攝影機擷取受測者於殺球時之肘關節與腕關節動作軌跡數據，以及藉由測速槍量測球速，經由 Matlab R2008a 運算軟體計算出肘關節與腕關節於正拍殺球時之角速度。並以球速為主，將所計算資料以四分位數由大至小分為 A、B、C 與 D 四個區間。以 SPSS 20.0 統計軟體進行單因子變異數分析(One-way ANOVA)，考驗不同球速區間的肘關節、腕關節角速度之差異性($p < .05$)，並以皮爾森相關係數(Pearson correlation coefficient)分析肘關節與腕關節之角速度對球速是否具有顯著相關性。

參、結果與討論

本研究將量測到的腕關節角速度、肘關節角速度與羽球球速的結果進行四分位數處理後，將各項的參數進行平均並採用單因子變異數分析法檢驗本實驗結果，所得結果如下表 1。



表 1、關節角速度與球速變異數分析結果摘要表

	四分位數	平均數	標準差	F 值	p 值	事後檢定
腕關節	A	4399.05	651.64	80.34*	.000	A>B>C>D
	B	3568.23	262.80			
	C	2911.32	174.74			
	D	2144.78	545.97			
	總和	3255.85	947.71			
肘關節	A	2143.05	284.74	1.42	.247	
	B	1770.38	416.04			
	C	1518.98	751.56			
	D	1279.41	431.07			
	總和	1677.96	570.20			
球速	A	89.67	2.94	167.43*	.000	A>B>C>D
	B	81.83	3.60			
	C	72.67	1.21			
	D	69.00	3.63			
	總和	78.29	8.70			

* $p < .05$ ；角速度單位：度/秒；球速單位：英哩

結果顯示腕關節於殺球時的平均角速度為 3255.85 ± 947.71 度/秒，肘關節於殺球時的平均角速度為 1677.96 ± 570.20 度/秒，而平均球速則為 78.29 ± 8.70 英哩。經統計後結果顯示，腕關節角速度以及羽球球速在組內皆達顯著性差異($p < .05$)，唯有肘關節角速度在未達顯著性差異($p > .05$)。在皮爾森相關係數分析統計結果顯示，發現球速與腕關節角速度達到相關顯著($r = .959, p < .05$)，球速與肘關節角速度則無顯著相關($r = -.219, p > .05$)，且腕關節與肘關節角速度也無顯著相關($r = -.068, p > .05$)，如表 2 所示。

表 2、關節角速度與球速相關係數結果摘要表

	腕關節	肘關節	球速
腕關節	-		
肘關節	-.068	-	
球速	.959*	-.219	-

* $p < .05$

由本結果發現，隨著腕關節角速度的增加球速也隨之提高。因此，在羽球殺球時腕關節的角速度是一個影響球速表現的重要因素。而發現本研究的論點與 Hussain 與 Bari 於 2011 年研究相符，不管在正拍殺球或反手拍殺球都具有相同模式的關節角速度，以肩關節小於肘關節，而肘關節再小於腕關節，此現象並遵守了動力鏈原則。不過於實驗結果中發現球速並未達到過去文獻所指出羽



球選手殺球球速應介於 50-70m/s 之間(Tsai, Huang, & Jih, 1997)，本次實驗量測到最高球速僅達 95 英哩(約 42.47m/s)，推論應是受限於實驗室，或是選手等級不同所致。一般平時訓練時應該要著重於上肢與下肢肌力與肌耐力的表現，Andersena、Larssona、Overgaarda 與 Aagaarda 於 2007 年指出，優秀羽毛球選手本身即具有比次優秀及一般選手擁有更大和爆發性的肌肉力量，並應藉由持續性且有系統性的阻力訓練以維持及增進肌肉強度，使得在施展殺球技巧時能夠更有威力。此外，由於羽球是一項透過器材傳遞作用力於球體上的運動，在動力鏈的傳遞上必須考慮到擊球的時間，以及擊球時球體與拍面接觸的位置等因素，這些都有可能會影響到球速的表現。因此，透過運動生物力學分析的方法，能夠有效的量測出運動員在技能能力上的表現，並依此作為技術改善的依據。而本研究與過去研究結果相符，羽球殺球時在人體上肢段所使用的策略以腕關節為主，亦顯示出羽球的殺球技術在於腕關節的快速發力原理上。

肆、結論與建議

藉由本研究結果，可以提供給予教練或選手之建議如下：

- (一) 於設計基礎訓練時，加強肩部旋轉肌群、肱三頭肌、肱二頭肌的快速收縮能力(郭士龍、王可富，2004)，能增加手肘揮動的速度，也能增加殺球的能力。
- (二) 挥拍殺球時，手腕扣球的動作是非常重要的，由實驗結果得知，手腕角速度的提升可明顯地增加殺球球速。
- (三) 挥拍殺球時，要提高持拍手肘，以方便手肘於擊球時能快速往前伸展，並使手腕能有足夠空間進行扣擊以增加殺球球速。

於羽球運動中，殺球球速與其上肢肢段之骨骼肌肉運動方式之關係，實值得做更進一步的探討及研究。未來將進一步將此研究，擴大受測族群至不同年齡與層級。

參考文獻

- 史文清 (2007)。論21分制對羽毛球比賽與訓練的影響。遼寧體育科技，3，73-74頁。
- 呂芳陽、盧正崇 (2005)。羽球單打戰術與專項體能訓練結合之分析。大專體育，76，14-18頁。
- 紀世清 (1996)。羽球選手專項體能測驗項目之研究。國立體育學院論叢，6(2)，63-81頁。
- 郭士龍、王可富 (2004)。快速伏地挺身在排球專項體能訓練上的應用。大專體育，72，24-27頁。
- 鄭元龍、羅月英、陳五洲 (2001)。博奕理論在羽球比賽技術分析之應用-以Peter Gade為例。體育學報，31，91-102頁。
- 薛尹彰 (2009)。羽球殺球技術在運動生物力學上之應用。大專體育，103，109-115頁。



- 鍾祥賜、蕭秀萍（2004）。上肢投擲動作之開放式動力鏈理論探究。中華體育季刊，18，52-59頁。
- Andersena, L. L., Larssona, B., Overgaarda, H., & Aagaarda, P. (2007). Torque-velocity characteristics and contractile rate of force development in elite badminton players. *European Journal of Sport Science*, 7(3), 127-134.
- Chen, L. M., Pan, Y. H., & Chen, Y. J. A Study of Shuttlecock's Trajectory in Badminton. *J Sports Sci Med.*, 8(4), 657-62.
- Hussain, I., & Bari, M. A. (2011). Kinematical Analysis of Forehand and Backhand Smash in Badminton. *Innovative Systems Design and Engineering*, 2(7), 20-26.
- Kwan, M., Andersen, M. S., Cheng, C. L., Tang, W. T., & Rasmussen, J. (2011). Investigation of high-speed badminton racket kinematics by motion capture. *Sports Engineering*, 13(2), 57-63.
- Krausea, J. (1986). Biomechanics: A Qualitative Approach for Studying Human Movement. *Quest*, 38(1), 80-81.
- Lo, D. & Stark, K. (1991). The badminton overhead shot. Sports performance series. *National Strength and Conditioning Association Journal*, 13, 6-13.
- Salim, M. S., Lim, H. N., Salim, M. S. M., Baharuddin, M. Y. (2010). Motion analysis of arm movement during badminton smash. *IEEE EMBS Conference on Biomedical Engineering & Sciences*, 111-114.
- Sakuraia, S., & Ohtsukia, T. (2000). Muscle activity and accuracy of performance of the smash stroke in badminton with reference to skill and practice. *Journal of Sports Sciences*, 18(11), 901-914.
- Tsai, C. L., Huang, C. F. & Jih, S. C. (1997). Biomechanical analysis of four different badminton forehand overhead strokes. *Physical Education Journal*, 22, 189-200.
- Tsai, C. L., Huang, C., Lin, D. C., & Cheng, S. S. (2000). Biomechanical analysis of the upper extremity in three different badminton overhead strokes. In *Proceedings of XVIII International Symposium on Biomechanics in Sports*, 831-834.



Relational Analysis of Angular Velocity of Upper-Limb

Joint with Ball Speed during Badminton on Smash

Chun-Hao Chang¹ Fan-Wu Meng² Chang-Jun Wu³ Jung-Lli Su²

¹Graduate Institute of Sports Science, National Taiwan Sport University.

²Physical Education Office, Chung Yuan Christian University

³Department of Physical Education, Health & Recreation, National Chiayi University

Abstract

The purpose of this study was to evaluate the relationship between shuttle velocity and arm motion during badminton smash. Methods: Fourteen healthy male college students were required to forhand smash for 20 times by using badminton racket, using three-dimensional motion capture system (VICON) and the speed gun. The data were analyzed by Pearson correlation analysis with SPSS 18.0 statistical software. Results: Analysis results showed that the shuttle velocity was associated with a significant angular acceleration of the wrist ($r=.959$, $p<.05$). No correlation shuttle velocity with a significant angular acceleration of the elbow ($r=-.219$, $p>.05$). Conclusion: Enhance of the angular velocity of the wrist can significantly increase the speed of badminton smash.

Keywords: Badminton, Wrist, Elbow, Motion Capture System, Speed Gun

