

# 羽球拍中桿勁度對揮拍速度及球速之影響

林雅涵 陳婉菁 蔡虔祿

臺灣師範大學 運動科學研究所

E-maul: bluesky7517@hotmail.com

## 摘要

「羽球運動」是老少咸宜的休閒活動，1992 年更列為奧運會的正式項目；競技場上，歐美選手的體型，常佔有相當的優勢，而羽球運動需要的是瞬間移動的敏捷性及擊球瞬間的爆發力，在這樣的需求下，身高體型的差異並非勝負關鍵的因素，綜觀世界羽壇主要奪牌隊伍，以亞裔選手居多，甚至處於領導地位，近年來，我國在世界羽壇嶄露頭角並將羽球列為重點奪牌項目之一，更證明了羽球運動適合國人從事並發展。隨著羽球運動的賽制改變，現今的羽球運動已走向快節奏、主動搶攻的強力羽球風格；誠如諺云：『工欲善其事，必先利其器』，羽球的各種用具為球員取勝之關鍵，運動材料與輔助器材的研發、改進及其使用，諸如：羽球拍、球鞋、排汗球衣、網線材質、比賽用球、比賽場地表面…等即成為影響運動表現的關鍵要素。

## 一、前言

揮擊運動之器材對於運動表現有著相當的因果關係。由於羽球是經由中桿作用與羽球拍上的網線和球體發生碰撞後產生能量改變，使羽球本體能改變路徑而飛出，是故羽球拍上的中桿（Shaft）及網線張力對羽球的反彈有很大的影響。本研究為了解不同中桿勁度在不同擊球力道所產生的球速及揮拍速度，希望針對選手球路風格，在其選擇球拍時給予適當的建議，以提升及球效益，進而提升我國羽球成績。

## 二、研究方法

將編號 A、B 兩支相同重量、平衡點及網線張力之球拍(28 磅)之球拍。以三軸加速規及 Biopac system 加速規測量系統(200Hz)測得中桿變形後回復之加速度，各測試三次，經 Acqknowledge3.9.1 傅立葉 (FFT) 轉換後所得自然頻率 (Hz) 為球拍之中桿勁度，平均後呈現於表一；在擊球方面，分別以中等力量 (Middle 中速揮擊強度) 與最大力量 (Large 高速揮擊強度) 之揮拍強度打擊五顆球，利用高速攝影機以每秒 1000 張的頻率紀錄，並各取其最清晰完整的三次，用 Kwon3D 動作分析軟體計算，擊球前球拍之最大速度(cm/s)及飛出後球體最大速度(cm/s)，數值以平均數及標準差表示(表一)。本研究為取得足夠光線實驗場地設置室外使高速攝影機畫面更為清晰，將球以風箏繩懸吊，減少來球速度之變數。

## 三、結果與討論

如表一所示，A 球拍中桿之勁度為 13.54Hz，相較於 B 的 14.2Hz 來的小，但 A 球拍不論在哪一擊球力量球拍與球體之最大速度表現皆比 B 來的大；由 96 年蘇榮立等人實驗結

果提出『較高勁度的網球拍產生球速比勁度低之網球拍更快』的結論；指出勁度越高的球拍其恢復係數越高，受碰撞時在拍框位移較小的作用下，使得碰撞後有較好的恢復係數。勁度的增加使來球衝擊時，球拍不至於屈撓而損失大量的能量，即能高速瞬間反彈回去。但本實驗所得結果與其相左，自然頻率 (Hz) 較小的球拍，其產生的球拍最大速度及球體最大速度皆大於自然頻率 (Hz) 較大者，此結果可能與「鞭打效應」有關，羽球揮擊動作屬開放式動力鍊 (Open kinetic chain) 運動型態，由人體為主要活動軸，揮拍擊球時，利用軀幹及手臂加上球拍之轉動以球拍甜區之切線速度擊球，另外在擊球前的揮拍過程中，球拍中桿有一個彎曲和復原的現象，在此過程中球拍中桿受力發生變形，當力量從軀幹傳至球拍末梢端時，球拍變形被儲存的彈性能 (Elastic potential energy, EPE) 釋放產生更大的擊球力量，增加球拍的速度進而產生較大的球體速度。

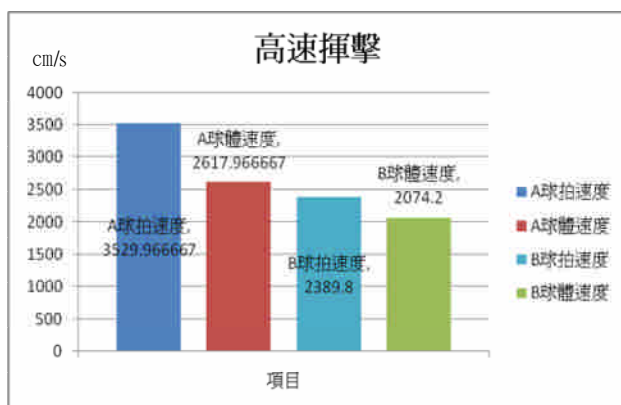
表一 實驗數據 (N=6)

編號	level	球拍最大速度 (cm/s)	標準差	球體最大速度 (cm/s)	標準差	自然頻率 Hz	標準差
A	Middle	2081.5	430.9	1871.7	343	13.541	0.056
	Large	3529.9	777.57	2617.9	152.5		
B	Middle	1373.4	480.9	781.43	103.3	14.29	0.056
	Large	2389.8	786.7	2074.2	495.7		

### (一.) 擊球力量與產生的球體速度

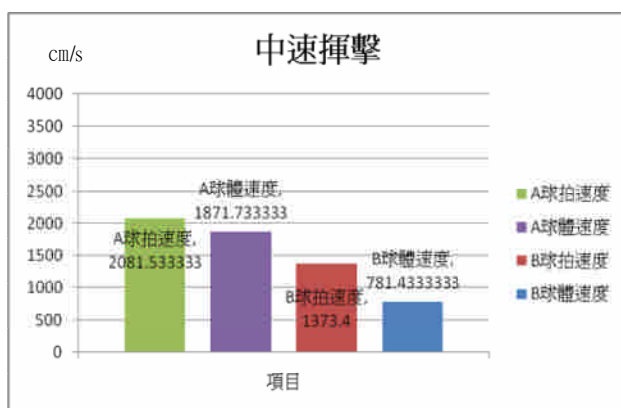
在高速揮擊與其產生的球體速度中(圖一)可發現，編號A的球拍不論在球拍揮擊速度甚至是球體速度皆較B球拍來的快；球拍速度中，球拍揮擊速度越快其所擊出的球速越

快。由 $F=ma$ 可解釋這項結果，物體運行的加速度與它所受的外力成正比，由此得知，增加揮拍的加速度能使球速增加。



圖一 擊球力量與球體速度

中速揮擊與其球速(圖二)，與高速揮擊球表現相似(圖三)，編號A大於編號B球拍所擊出的球。



圖二 擊球力量與球體速度

#### 四、結論與建議

本研究結果經討論分析後，獲得以下結論與建議：

1. 傅立葉 (FFT) 轉換後所得自然頻率 (Hz) 為球拍之中桿勁度，較小的勁度擁有較快的揮拍速度及球速
2. 球拍速度越快其所擊出的球體速度越快，此結果證實了1999年由張博、邵年提出的增加擊球力量的方法就是增加揮拍的加速度。
3. 未來可朝球拍自然頻率 (Hz) 與平衡點及揮拍速度之關係方向深入探討。
4. 由於本實驗為取得足夠光線，特將實驗場地設置室外使高速攝影機畫面更為清晰，並將球以風箏繩懸吊，減少來球速度之變數卻忽略自然風吹動，造成球體飛出速度的變數，未來可在實驗場地周圍設置擋風設備以減少變數產生。

#### 四、參考文獻

相子元 (2005)：基礎運動生物力學。台北市：台灣運動生物力學會出版。

相子元 (2005)：生物力學儀器。台北市：台灣運動生物力學會出版。

蘇榮立 (1996)：球拍勁度與網線張力對網球拍恢復係數及發球表現之影響。國立體育學院運動科學研究所碩士論文，桃園縣。

蘇榮立、相子元 (1995)：不同勁度網球拍對恢復係數的影響。體育學報，第二十期，頁 261 - 267

張博、邵年 (1999)，羽毛球。國家出版社

Maxine Kwan, Mark de Zee, and John Rasmussen (2008).

Dynamic effects of badminton racket compliance.

*Journal of Biomechanics* 41(S1) 16th ESB Congress,

Oral Presentations, Monday 7 July

Baker, John A. W., & Wilson, B. D. (1978). The effect of tennis racket stiffness and string tension on ball velocity after impact. *Research Quarterly*, 49(3), 255-259.

Groppel, J. L. Shin, I. S., Thomas, J. A. & Welk, G. J. (1987). The effects of string type and tennis racket. *International Journal of Sport Biomechanics*. 3, 40-46.

#### 五、謝誌

本研究感謝勝利羽球有限公司贊助實驗之球拍與網線，使得本實驗得以順利完成。