

不同加重位置及方式對網球拍物理特性改變之探討

詹一民¹、廖本民¹、林秀真²

1 中國醫藥大學 通識教育中心 2 中國醫藥大學 物理治療學系 講師

摘 要

本研究主要在探討網球拍在加重後，不同加重位置所造成的球拍本身物理性質的改變，利用科學儀器來測定在不同的加重方式及位置所產生的改變差異，來了解如何正確的用加重鉛片，以達到改變網球拍的擊球特性，並增進回擊球力道。本研究使用兩種不同的加重鉛片，一為市面量產制式化的鉛片，另一種為捲軸式加重鉛片，使用 Babolat Racket Diagnostic Center (RDC) 球拍測試儀，檢驗將兩種相同重量的加重鉛片放置在拍面 5 個不同位置上時，球拍的轉動慣量、平衡點以及硬度的變化。實驗所得的資料結果分析可以發現，在不同的加重方式對網球拍轉動慣量、平衡點及球拍框勁度的改變。在加相同重量鉛片於球拍上時，兩種不同的加重鉛片對於球拍的轉動慣量與平衡點的影響相似，依照加重位置的不同，其改變量大小，依序是：12 點鐘 > 2、10 點鐘 > 3、9 點鐘 > 4、8 點鐘 > 6 點鐘。而在球拍的硬度上改變，兩種不同的加重鉛片則有不同的影響，制式化的鉛片並不會對於球拍硬度有所改變，而使用捲軸式加重鉛片時，若加重於 3、9 點的地方改變較多增加了約 2 個應力單位；2、10 點與 4、8 點鐘略有增加；而 6、12 點鐘位置幾乎沒有改變。以上結果可作為網球運動者在考量利用鉛片加重以促進運動表現時的參考依據。

關鍵詞：網球拍、轉動慣量、勁度、平衡、加重鉛片



壹、緒 論

一、研究背景

網球拍從過去の木質網球拍開始，經過了科學的發展，進化到金屬合金製成的網球拍，以及到現在的石墨纖維的網球拍，主要的目的是為了增加對網球擊球的操控性及力量。也隨著網球拍材料科學的進化和運動傷害的注重，網球拍的重量也從過去金屬合金的 380 公克減低到 300 公克上下，甚至有些球拍廠商發展出低於 280 公克的球拍，為的是讓使用者能很輕易的揮擊網球拍，其訴求特別是針對一些休閒網球或是初學者，用以避免造成上肢的負擔，以及增加擊球的操控性。但也因此目前市場上已經很少可以找到較重的網球拍，所以有不少網球選手為了增加在擊球時的力量及速度，會在網球拍的拍框上貼上鉛片來增加球拍的重量，以增加擊球時的慣性及衝量。網球球拍愈重，球拍本身的慣量也愈大，所需施力拍揮拍的力量也要愈大，相對的產生較大的回擊球速及變化(許樹淵 2000)。而不同的材質設計的鉛片及加重方式，對於網球拍本身的原始特性可能會產生其物理性質的不同的變化。加重鉛片除了造成網球拍重量上的改變外，對於球拍平衡點的改變、揮動動量的改變及網球拍拍面硬度的改變，都會造成對網球選手運動表現穩定性的影響。因此本研究是為了了解在不同位置加重及不同加重的方式對於球拍特性變化的探討。

二、文獻探討

隨著科技的發展與研究，複合材料科學愈來愈進步，也使得網球拍的材質愈來愈輕，讓網球運動者在使用時能更靈活，以讓網球運動者在快速的網球運動可以快速的完成擊球動作(蘇榮基 1998；楊忠祥 1990)。丁麗芬等(2003)在網球與網球拍品質的相關研究中也指出，網球拍的拍面大小、造型、大小、重心及平衡點都會影響網球拍擊球的表現與效應。球拍材料開始發展出合成纖維，最早的是以玻璃纖維為主，但由於玻璃纖維的特性除了質重外，強度也不夠高，因此後來發展出石墨纖維(俗稱碳纖維)為主的球拍，其材料具有較高的強度並質輕，也因此球拍在 1980 年代產生了一次大改革，自此後很少人使用玻璃纖維

來做為球拍主要的合成材料(李建平 2001)。而網球拍的進化中，球拍硬度和重量的改變是最重要的變化，而為了符合經濟及市場需求，質輕的網球拍已經成為市場上的主軸(陳帝佑等 2002)。影響網球擊球後的球速及變化的主要因素和網球拍的結構及設計有關，不同網球拍拍框大小、形狀及材料結構都會產生不同的擊球特性及表現(Elliott 1982；Groppe, Shin, Thomas 和 Welk 等 1987)。Brody(2000)在對網球拍的設計研究中提到，把網球拍加重後，如果加重重量超過球拍本身重量 25%，一般的網球運動者可以感受到不同。而當球拍加重重量超過球拍重量 2.5%，專業的網球運動選手可以感受到球拍的不同，也就會影響到擊球的表現。

Brody(1979)研究認為，網球拍在相同重量下擊球後球速的快慢，不是在於球拍的重量，而是球拍的重量分佈，也就是指平衡位置。拍頭重量較重者，可以擊出較大的球速，網球拍的平衡位置不同，揮拍的慣量也就隨之不同，相對的在反應靈敏度上也會有所不同。底線型選手會選擇球拍頭重的網球拍以增加擊球時的慣量，來增加回擊球的動量；而上網型選手則會選則平衡點較往中心點的球拍，用以增加在網前的靈敏度。Howard Brody(1995)用物理學家的角度來設計球拍的研究中指出，拍頭愈重的網球拍也就是平衡點愈靠近拍頭的網球拍，其擊球甜心區也會相對的往拍頭移。擊球時拍頭愈重的，擊球的慣量也愈大，球拍擊球所產生的阻力也會愈小，擊球時球拍也會較拍頭輕的穩定。Martin (2004)在對於網球拍重量加重的討論中指出，網球拍框在加重後會影響球拍本身的特性，特別是平衡、球拍揮動慣性及甜心區(sweet spot)。而一般常見的網球拍加重的位置是以 12 點鐘方向、10 點及 2 點方向、9 點及 3 點方向、六點鐘方向及握把處等五種。而在 Baker & Wilson(1978)對網球拍的研究中也指出，網球線的材質、網壓及網球拍拍框的彈性都會影響到網球擊球的結果。如果增加或是球拍的重量或是減少重量，都會影響到擊球的結果。

蘇榮基(1999)對於網球拍製作的研究中，探討到網球拍的揮拍慣量、球拍舒適性及控球是為好的網球拍的三個很重要的因素。過重的網球拍會讓擊球者產生較不順手的感覺，影響運動表現。網球拍勁度較高的網球拍具有較佳的舒適性，並有較好的控球能力。非專業的網球運動員，是不鼓勵使用較高硬度的網球拍，因為硬度高的網球拍須增加揮拍的速度來擊球，以增加揮擊時的扭力，

而因此會使初學者因錯誤的動作用手腕施力而造成運動傷害。江勁彥(2001)在對網球拍設計的研究中也指出，好的網球拍設計是以防止運動傷害及增加運動表現為目的，而網球拍的材質、外形、慣量、勁度、網壓及振動特性等都會影響運動表現。因為在擊球過程中，使用高勁度的網球拍會使得球與球的接觸時間約在千分之四秒以下，可以讓擊球時減少振動的產生，可以增加擊球表現及減少運動傷害的產生(陳錫雄 1993)。林寶城(1992)、丁麗芬(2001)在研究網球拍的特性中也指出，勁度愈高的網球拍框，在受擊球時的接觸時間較短，並有較佳的反彈效率，對於回擊球有較穩定的作用。Cross(2000)對網球拍的研究探討中指出，增加網球拍的回擊球速度的方法之一是增加網球拍拍框的硬度，因為硬度增大會造成擊球時間縮短，所以如果要增加回擊球速度反而不利，除非加快揮拍速度。由於增加網壓可以增加擊球時的球拍勁度，勁度高的網球拍對於擊球的精確性有正面的幫助(林寶城，1996；Bower & Sinclair 1999)。

Kreifeldt 等(1979)在對球拍的研究中指出，網球拍的轉動慣量是指在球拍的握把處，讓球拍產生固定的角加速度而所須施加的扭矩，即為一般測試中所謂的 swingweight。不一樣設計的球拍，其轉動慣量也會因重量及外觀的設計而有不一樣(Brody 2000)。相子元(1997)在對於網球拍的振動模式的研究中認為，網球拍擊球後會產生球拍翻轉效應，利用改變球拍設計，對於擊球時的穩定性有正面的影響。拍框較厚的，擊球衝量也較大，對於球拍擊球時產生的振動，也會相對的減少。網球拍在拍框上加重也會增加球拍的慣性，用以減少因為擊球時所產生的球拍拍面的轉動現象。轉動慣量較大的球拍因為可以揮擊出較大的速度，對於擊球時也會有較大的攻擊性，但也相對的需要較大的力量來揮動球拍。但過重的網球拍也可能會造成手部更大的負荷，林柳池等(1991)、林啟東(1999)及詹一民等(2005)在對於網球的運動傷害的相關研究中都認為，網球拍及器材的不適宜是造成網球肘的原因之一，過重的網球拍往往會使擊球者的手臂因揮拍時產生較大的負荷，增加擊球時所產生的疲勞現象而造成運動傷害。



三、實驗目的

由於網球拍的出廠重量為一固定規格，每個選手或網球運動者所習慣的球拍平衡重量不一定相同。不少使用者會依個人使用及揮拍重量的需求，利用鉛片來增加球拍重量及慣性。本研究是針對兩種不同的加重鉛片，將網球拍加重後，探討球拍本身物理性質改變的差異性。

貳、研究方法

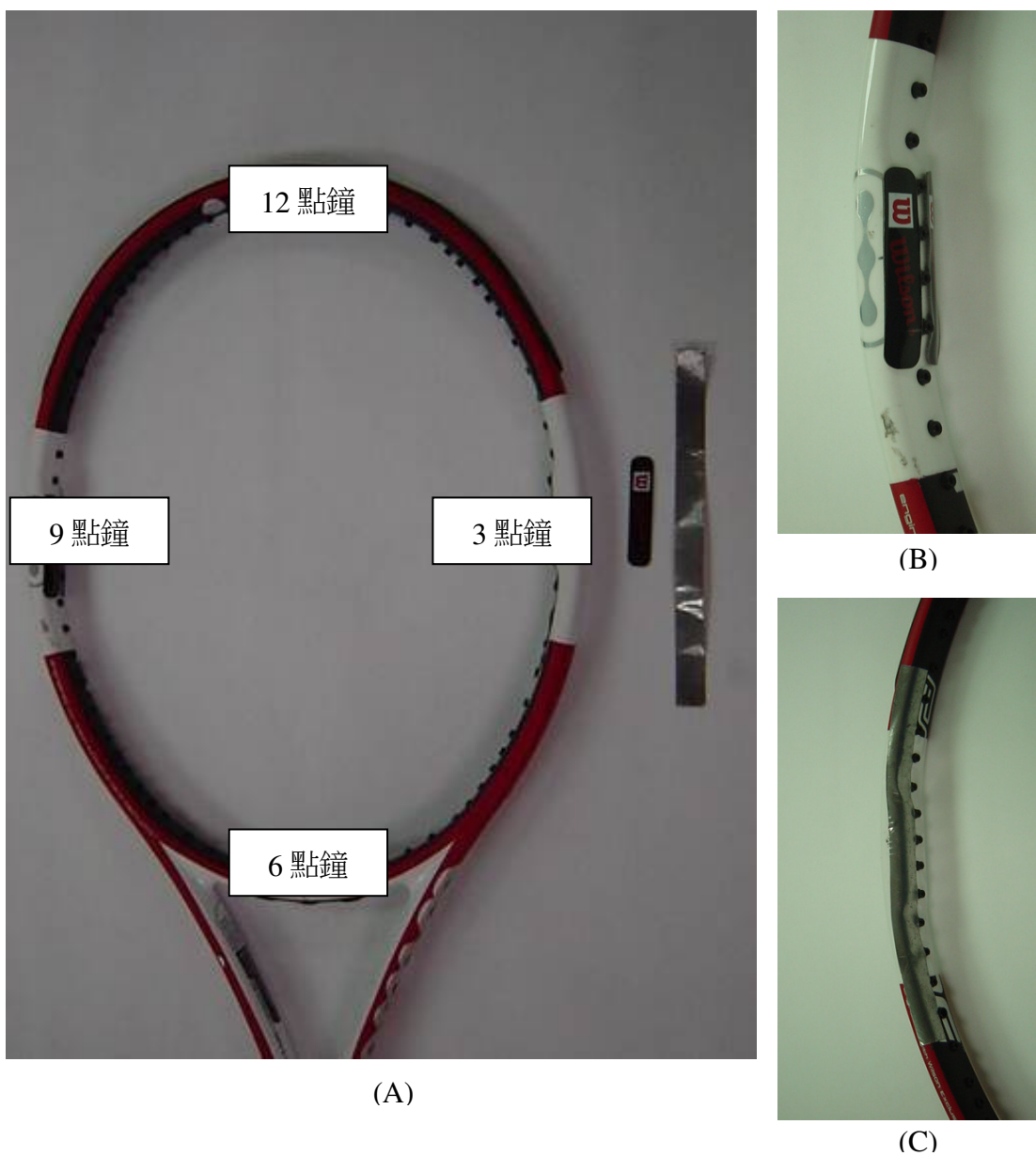
一、實驗儀器及材料

- 1、Babolat Racket Diagnostic Center (RDC) Sensor String Machine 網球拍特性測定儀一台。
- 2、Wilson nSix-One 95 18x20 nCode 網球拍。
- 3、捲軸式加重鉛片一捲 10 公尺。
- 4、量產制式化三公克鉛片(5 公分長)十組。

二、實驗過程

本實驗將利用制式的網球加重鉛片及非制式的捲軸式加重鉛片分別加重於球拍上(圖一)。一片制式的鉛片為三公克，網球拍常用的加重方式為加於網球拍的 3、9 點鐘位置；2、10 點鐘位置 4、8 點鐘位置及 12 點鐘及六點鐘方向位置。為了讓網球拍在加重後的對稱性，所以在貼加重鉛片時得貼四片共計 12 公克。而非制式的鉛片是以長度為重量單位。利用微量天平裁成每片為 3 克的鉛片，同樣是加以四片共 12 公克的鉛片。將不同加重好的網球拍放置於 Babolat Racket Diagnostic Center (RDC) Sensor String Machine 網球拍特性測定儀上，並記錄在各種不同加重位置的球拍特性。本實驗將使用同型之網球拍在加以不同位置下及不同加重方式下，重複測試其產生球拍的物理性變化的差異性做探討。

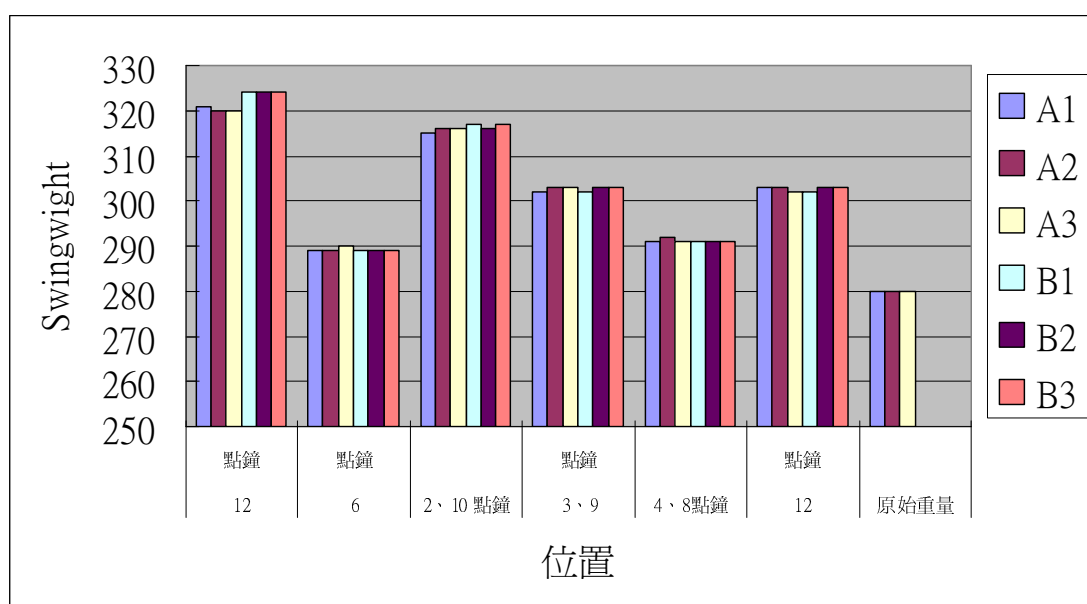




圖一、(A)制式加重鉛片及非制式鉛片的外觀差異。球拍旁黑色條狀較短者為制式加重鉛片，每片長為 5 公分重 3.0 公克；另鐵灰色的為非制式鉛片，長度為 16.5 公分，重為 3.0 公克。(B)制式加重鉛片加重於網球拍 9 點鐘位置的方式及位置。(C)非制式加重鉛片加重於網球拍 9 點鐘位置的方式及位置。

參、研究結果

1、swingweight：經由加重後，球拍 swingweight (也就是網球拍轉動慣量)的改變如圖二，圖中的 A1、A2、A3，是以非制式的鉛片加重的結果；而 B1、B2、B3 是用一般市面上常用的加重鉛片。從圖中可以看出，A 組的變化是以 12 點鐘位置的增加改變最多，而六點鐘位置改變最少。而 B 組的變化也和 A 組的結果一樣，12 點鐘的變化最多，6 點鐘位置最少。A 與 B 的差異性雖然相近，但在 12 點鐘位置可以發現 B 的增加平均是 B 組略高於 A 組。Swingweight 增加的百分比如表一。增加最多的為 12 點鐘位置的 14.3%；增加最少的是 6 點鐘位置的 4.0%。



圖二、不同位置加重後，球拍之 swingweight 值

表一、不同位置加重後，球拍之 swingweight 值與其增加百分比

Swingweight	12 點鐘	6 點鐘	2、10 點鐘	3、9 點鐘	4、8 點鐘	不加重
A1	321	289	315	302	291	280
A2	320	289	316	303	292	280
A3	320	290	316	303	291	280
B1	324	289	317	302	291	280
B2	324	289	316	303	291	280
B3	324	289	317	303	291	280
A 組平均	320.3	289.3	315.6	302.6	291.3	280
B 組平均	324	289	316.6	302.6	291	280
A 組增加百分比	14.4%	+3.2%	+12.6%	8.0%	4.0%	0%
B 組增加百分比	+15.7%+	+3.2%	13.1%	8.0%	3.9%	0%

2、平衡：加重後平衡位置的改變，可以從表二看出，12 點鐘位置的增加 4.5% 為最大；加重於 6 點鐘位置增加最少，平衡點只增加了 0.3%。

表二、加重後球拍之平衡位置

位置	不加重	12 點鐘	2、10 點鐘	3、9 點鐘	4、8 點鐘	6 點鐘
A 組平衡位置	32.75	34.20	34.0	33.5	33.0	32.85
增加百分比	0	+4.5%	+3.8%	+2.3%	+0.76%	+0.3%
B 組平衡位置	32.75	34.20	34.0	33.5	33.0	32.85
增加百分比	0	+4.5%	+3.8%	+2.3%	+0.76%	+0.3%

3、勁度：在每個地方加重後利用儀器測量網球拍硬度，可以看出網球拍拍框的勁度仍有些許的不同，所測的結果的差異都在 2 單位之內。有影響的是使用捲軸式加重鉛片時，加重在 2、10 點鐘，3、9 點鐘及 4、8

點鐘三個位置(表三)。

表三、加重後球拍之硬度

位置	原始重量	12 點鐘	2、10 點鐘	3、9 點鐘	4、8 點鐘	6 點鐘
硬度 A1	60	60	61	62	61	60
A2	60	60	61	62	62	60
A3	60	60	62	62	62	61
B1	60	60	60	60	60	60
B2	60	60	60	60	60	60
B3	60	60	60	60	60	60

肆、討 論

2001 年 Racquet Tech 2001 在美國穿線人協會 USRSA(United States Racquet Stringers Association)對於網球拍擊球強度(Power level)的研究中指出，在同一力量下球拍擊球所產生的擊球效應，一般職業選手用的球拍會偏低，休閒或是老年人做使用的網球拍會較偏高。對於網球拍的擊揮拍產生的力量大小(Power Rating Formula)的計算的方式為：

Power Rating = 球拍面大小(head size) x 長度指標(length index) x 球拍轉動慣量 (swingweight) x 球拍勁度(flex)(flexibility) ÷ 1000。

Length index calculation : Standard length=27; 27inches=1 ; 27.5inches=1.05。

上式所列的主要因素，皆已列入本研究之討論中。從實驗結果的資料上我們可以發現，相同重量的兩種不同加重鉛片，對於轉動慣量與平衡點位置的影響是雷同的，表示不論使用哪種鉛片，若能將加重鉛片對稱且均勻的貼在適當的位置上，其加重效果是相似的，然而在網球拍的硬度上(stiffness) 也造成些許的改變，但兩種加重鉛片卻產生不同的效果。以下將針對這些因素分別作詳細討論。

在 Swingweight 方面，加重在不同的位置對於網球拍本身的平衡與揮動慣量都會有所差異，從資料上可以看出加重的位置不同，揮動球拍的慣量也不同。

加在 12 點鐘位置的 swingweight 比不加重增加了 15%。而加重在 3、9 點鐘位置的慣量和原始的相比增加了 7.5%，對於一個選手來說，這樣的改變算是很大的。有可能會因為加重後，揮拍速度變慢了，影響擊球的穩定性及敏感性。增加的 swingweight 除了增加手的負荷外，在擊球的球拍本身的慣量也相對增加，對於球速的增強及球的變化，會有一定的影響。在球拍重量(m)一樣下，球拍的轉動慣量(I)會隨著加重的重量分佈離握把的距離有關，其定義如下：
轉動慣量(moment of inertia) I ：大小代表物體被轉動的難易度

$$\text{相對於轉軸的轉動慣量 } I = \sum_i m_i r_i^2$$

其中第 i 個質點質量 m_i 相對於轉軸的垂直距離為 r_i

因此若鉛片距離柄部愈遠(r_i)，所增加的轉動慣量也就愈大。所以加重在離握柄處最遠端處(12 點鐘位置)會具有最大的轉動慣量增加。而在圖二中 12 點鐘位置有兩種加重方式的比較，一是制式鉛片(長 5 公分)；另一是非制鉛片(長 16.4 公分)。可以發現制式鉛片的 swingweight 的增加略大於非制式鉛片，因為前者短，鉛片重量的分布距握柄處比後者長而集中。所以兩種加重的方式的 swingweight 會有所不同。而其他位置雖然重量分布有所不同，但距離握柄處相對較近所以所得結果幾近相同。

而在球拍的平衡位置方面，因為球拍加重的位置不同，重心改變的位置也會不同，球拍重量愈大者，擊球員在持拍時，手部的負荷也隨著變大。平衡點愈往外的，相對的揮動時就須要較大的施力來揮動球拍擊球，一般的網球拍會將平衡點訂在 32-33 公分處，而許多專業的網球選手會利用加重鉛片，將平衡位置往球拍拍頭移動，使揮拍擊球的力臂增長，相對的擊球時所產生的扭矩增加。其原理如下面的定義與公式所示：

力矩或扭矩(torque) τ ：造成物體轉動運動的作用量

相對於固定轉軸且具有對稱分布剛體(rigid body)的力矩 $\tau = I\alpha$

α 為轉動運動角加速度



硬度方面，從實驗的數據可以看出，制式化的鉛片並不會對於球拍硬度有所改變，而使用捲軸式鉛片。網球拍在加重後會產生的變化雖然不大，但對於網球運動每次擊球時球拍與球接觸的時間為千分之四秒，擊球球速高達 100 公里以上，稍微的改變也會影響到精確性。對於一個長 23.77 公尺的網球場來說，網球拍轉動慣量的大小，仍是必須重視的變因。往往許多選手或是網球運動愛好者，在加重的過程中不了解球拍加重後所產生的物理變化，所造成的球拍性質改變，因而增加揮動時的負荷與揮拍速度及敏捷性，進而造成擊球效率及穩定性不佳而失誤或是手部過度負荷而受傷。在相同形式及重量的球拍，硬度愈高的球拍，球作用在球拍上面的時間(t)就愈短，若要達到相同的擊球速度(Δp)需要增加更大的揮拍力道(\bar{F})。

$$J = \Delta p = p_{final} - p_{initial}$$

衝量 $J = \bar{F}t$ 其中平均作用力 \bar{F} 作用的時間為 t

動量 $p = mv$ 質點質量 m 的速度為 v

伍、結論與建議

在加相同重量鉛片於球拍上的揮動慣量改變大小，依序是：12 點鐘 > 2、10 點鐘 > 3、9 點鐘 > 4、8 點鐘 > 6 點鐘 > 不加重。在加重後球拍的平衡點位置的改變為：12 點鐘 > 2、10 點鐘 > 3、9 點鐘 > 4、8 點鐘 > 6 點鐘 > 不加重。在球拍的硬度上改變，使用捲軸式鉛片加重於 3、9 點的地方改變較多增加了約 2 個應力單位；2、10 點與 4、8 點鐘略有增加；而 6、12 點鐘位置幾乎沒有改變。

球拍的加重應該了解到個人的習慣及力量。建議選手在加重時，應該是先由 3、9 點鐘位置開始，因為同樣的重量，增加的揮動慣量加在 12 點鐘位置是 3、9 點鐘的兩倍。如果仍須要更多的擊球慣量，未來可以在適應後，再逐漸的改變移至 2、10 點鐘方向。如此才不會造成球拍性質改變太多，而造成擊球的不穩定。如果仍發現太輕，將鉛片移至 12 點鐘位置，可以達到相同重量下最大

的揮拍慣量。建議網球運動者球拍重量過輕或是想利用增加拍框重量來改善擊球強度，利用非制式的鉛片加重於網球拍拍框是不錯的方式。因為非制式的鉛片可以隨個人須求剪裁不同重量外，還具有將重心分散的功能，也不容易在揮擊球拍擊球過程中，發生鉛片因為擊球所產生的振動而掉落的問題而影響揮拍的穩定性。

引用文獻

(一) 中文資料

1. 丁麗芬, 周中明 (2001), 〈新型網球對球拍碰撞之動力學分析〉, 《北體學報》, 第九期, 頁 219~233。
2. 丁麗芬, 林寶城, 王柏村 (2003), 〈網線張力對網球拍品質指標之影響〉, 《北體學報》, 第十一期, 頁 29~40。
3. 江勁彥 (2001), 〈從網球拍設計原理談如何選購合適的網球拍〉, 《彰化師大體育學報》, 2, 頁 123-128。
4. 李建平 (2001), 〈網球運動文化的變遷〉, 《國民體育季刊》, 第 30 卷第二期, 頁 161~168。
5. 林寶城 (1992), 〈網球拍勁度對擊球時所產生的動學力振動響應〉, 《國立政治大學學報》, 第六十六期, 頁 145~202。
6. 林寶城 (1996), 〈不同網球拍拍線截面對擊球時所產生之動力效應〉, 《中華民國體育學會體育學報》, 第二十一輯, 頁 137~150。
7. 林柳池、梁鉞鈴 (1991), 〈上肢的運動傷害〉, 《國防醫學》, 13(5), 頁 438-441。
8. 林啟東 (1999), 〈大專院校學生參加網球活動時產生網球肘現象的原因及預防〉, 《淡江體育》, 第二期, 頁 100-109。
9. 相子元 (1997), 〈網球拍振動之有限元素分析〉, 《國立體育學院論叢》, 第 7 卷第 2 期, 頁 29~38。
10. 許樹淵, 張思敏, 張清泉, 田文政 (2000), 《網球技術理論與實際》, (台北市, 中華民國網球協會)。
11. 陳錫雄 (1993), 《網球雜誌》, 44 期, 頁 7~9。



12. 陳帝佑，林振盛，張家昌，江勁彥 (2002)，〈網球拍之擊球特性探討〉，《彰化師大體育學報》，第 3 期，頁 50~56。
13. 詹一民，林秀真 (2005)，〈不同結構網球線自然退磅之探討〉，《中華民國體育學會體育學報》，第 38 期，頁 41~55。
14. 楊忠祥 (1990)，〈網球拍大小、輪廓及重量〉，《中華體育》，14，頁 67~74。
15. 蘇榮立、相子元 (1995)，〈不同勁度網球拍對恢復係數的影響〉，《中華民國體育學會體育學報》，第二十輯，頁 261-268。
16. 蘇榮基 (1998)，〈網球拍選購與釣竿靈感研發的新拍介紹〉，《大專體育》，第 39 期，頁 141~143。
17. 蘇榮基 (1999)，〈複合材料網球拍的製作與材料評估〉，《大專體育學刊》，第 1 卷第 2 期，頁 167~181。

(二) 英文資料

1. Baker, J., & Wilson, B. (1978). The effect of tennis racket stiffness and string tension on ball velocity after impact. *Research Quarterly for Exercise and Sport*, 49(3), 255-259.
2. Bower, R. & Sinclair, P. (1999) : Tennis racket stiffness and string tension effects on rebound velocity and angle for an oblique impact. *Journal of Human Movement Studies*, 37, 271-286.
3. Brody, H. (1979). Physics of tennis racket. *American Journal of Physics*. 26-31.
4. Brody, H. (1995.). How would a physicist design a tennis racket. *American Institute of Physics*. 26-31.
5. Brody, H. (2000). Player sensitivity to moments of inertia of a tennis racket. *Sports Engineering* 3, 145-148.
6. Cross, R. (2000) : Flexible beam analysis of the effects of string tension and frame stiffness on racket performance. *Sports Engineering*, 3, 111-122.
7. Elliott B. (1982a) : The influence of tennis racket flexibility and string tension on rebound velocity following a dynamic impact. *Research Quarterly For Exercise and Sport*, 53(4), 277-281.

8. Groppel, J. L., Shin, I.-S., Thomas, J. A. & Welk, G. J. (1987) : The effect of string type and tension on impact in midsized and oversized tennis racket. *International Journal of Sports Biomechanics*, 3, 40-46.
9. Kreifeldt, J. G. and Chuang, M. C., (1979): Moment of Inertia. *Psychophysical Study of an Overlooked Sensation Science*, Vol.206, p.588-590.
10. Martin, J. (2004): *Tennis Magazine*, Mar.74-76.
11. Racquet Tech (2001): Apr. 4-16.



PHYSICAL PROPERTY OF THE TENNIS RACKET AFTER ADDING TAPE DIFFERENT POSITIONS

Yi-Min Jan¹, Liao Ben-Ming¹, Hsiu-Chen Lin²

¹:Lecturer, Center of General Education Center, China Medical University

²:Lecturer, Department of Physical Therapy, China Medical University

Abstract

Proper use of the lead weight tape could change the physical property of the tennis racket, and hence may increase the stroke power. The aim of this study is to investigate the changes of the physical properties of the tennis racket after adding two kinds of lead weight tapes on different positions of the frame. The added lead weight is 12-g in total with 4 separate pieces of lead tapes, which were then adhered to 5 different positions on both sides of the racket frame symmetrically. The Babolat Racket Diagnostic Center (RDC) was used to examine the changes of tennis racket, including the racket swingweight, balance and stiffness. The results showed that different kinds of the lead weight materials have similar influence on inertia except the commercialized lead tape would increase more inertia than the reel lead tape especially in 12 o'clock. The increasing order of the swingweight and balance point is 12 o'clock > (10 o'clock and 2 o'clock) > (9 o'clock and 3 o'clock) > (8 o'clock and 4 o'clock) > 6 o'clock. Two different kinds of the lead weight materials have little divergent effect on changes in stiffness. The commercialized lead tape would not affect the racket stiffness while the reel lead tape increased the racket stiffness in (10 o'clock and 2 o'clock), (9 o'clock and 3 o'clock) and (8 o'clock and 4 o'clock) conditions. These results can be used as a reference when tennis players consider adding some lead weight on their rackets in order to enhance their sport performance.

Keywords: tennis racket, inertia, stiffness, balance point, lead weight tape

Requests for reprints should be sent to Ching-hwa Lee, General Education Center, China Medical University, 91 Hsueh-Shih Road, Taichung 404, Taiwan.

E-mail: ching@mail.cmu.edu.tw

