

桌球拍皮之彈力及摩擦力與擊球探討

投稿類別:物理類

篇名: 桌球拍皮之彈力及摩擦力與擊球探討

作者:

林伯叡 市立建國中學 高一 11 班

徐秉鈞 市立建國中學 高一 11 班

指導老師:曹淇峰老師

## 壹、前言

### 摘要:

選定彈力與摩擦力作為判斷桌球膠皮性能好壞的標準，也就是造成乒乓球反彈以及旋轉的效果。透過測量乒乓球的反彈高度以及最大靜摩擦力，比較各種不同品牌與海棉厚度膠皮的彈力與摩擦力，並且觀察膠皮外觀與性質來解釋之。

### 研究動機:

前一陣子在電視中看到奧運選手利用球拍作弊的新聞，發現原來除了選手本身的球技之外，球拍的性質也會對選手的表現有很大的影響，這個新聞引發了我們的好奇心，在桌球用品店買膠皮時，五花八門的膠皮，外觀雖然很相似，可是價格卻天差地遠，在實際使用時手感的確有所差異，但是手感無法量化，所以我們想用客觀的實驗探討桌球膠皮之間的差異，找到影響膠皮性能的變因。

### 研究目的:

透過拍皮材質不同、顆粒有無、海綿厚度，來試著與桌球拍皮的好壞做連結，並且依此預測應該依何標準製作出一張好的拍皮。彈力的部分，我們欲研究關於拍皮品牌不同以及海棉厚度對於擊球力道的影響。摩擦力部分，我們欲研究關於拍皮品牌不同以及海棉厚度對於擊球旋轉的影響。綜合以上兩點，希望能夠預測擊球後的反應。

## 貳、正文

為了徹底解答我們的疑惑，我們從網路上查詢了一些資料，但由於國內目前沒有完整的數據資料與分析，因此，我們自己做了多次實驗，以下的內容皆是完全出自於我們不久前的研究心血。

### ※附註

以下數據所使用之桌球膠皮品牌與規格

- (一) 德國Palio Macro 厚2.0mm(以下簡稱：德國)
- (二) 中國729 XL 訓練型厚2.2mm(以下簡稱：XL)
- (三) 中國729 鋒魂faster 厚2.2mm (中軟) (以下簡稱：鋒魂)
- (四) 中國729 729-5 厚2.2mm(以下簡稱：729-5)
- (五) 中國729 超躍厚2.2mm (中硬) (以下簡稱：超躍)
- (六) 中國729 銀雕802 厚2.2mm (正膠短顆粒) (以下簡稱：銀雕)

1.探討不同膠皮對彈力的影響 (使用「德國、銀雕、超躍」)

首先，我們先探討不同膠皮在接受桌球以相同高度自由落體時，反彈桌球的最大高度，利用較為簡易的方法，得到市面上常見膠皮彈力係數的比較值，而非實際值。實驗方法與步驟就不再贅述，我們的實驗數據均是多次實驗的結果，並刪去極大值與極小值。

表1: 不同膠皮對彈力的影響數據表(50cm平視)

| 膠皮種類     | 超躍    | 德國    | 銀雕 (短顆粒) |
|----------|-------|-------|----------|
|          | 23.0  | 14.5  | 22.8     |
|          | 21.1  | 17.6  | 25.8     |
|          | 22.7  | 16.3  | 23.2     |
|          | 21.7  | 14.3  | 24.3     |
|          | 22.8  | 16.2  | 24.3     |
| 球彈高度(cm) | 23.7  | 15.1  | 24.4     |
|          | 22.9  | 15.5  | 25.7     |
|          | 24.1  | 16.3  | 23.7     |
|          | 20.7  | 15.3  | 24.0     |
|          | 19.8  | 16.8  | 24.5     |
|          | 21.6  | 15.6  | 23.1     |
| 平均值 (cm) | 22.14 | 15.73 | 24.2     |
| 標準差 (cm) | 1.27  | 0.95  | 0.95     |

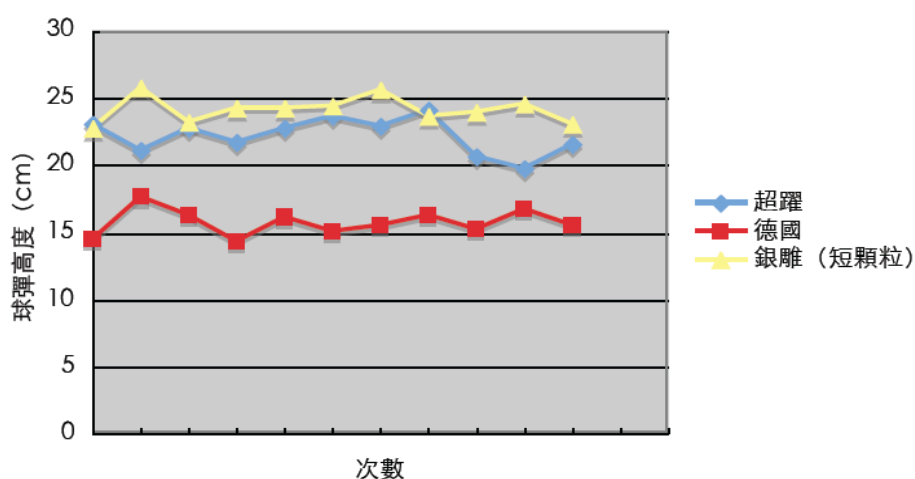


圖 1: 不同膠皮對彈力的影響折線圖

2.探討不同厚度對彈力的影響

其次，我們以膠皮的整體厚度為操縱變因，以每片0.5mm的桌球專用海棉片直諫增加其厚度，膠皮的表面材質(皆使用XL牌)為控制變因，以探討膠皮不同厚度對彈力的影響。

表2:探討不同厚度對彈力的影響數據圖

| 拍皮種類      | XL 訓練型<br>+ 0.0 mm | XL 訓練型<br>+ 0.5 mm | XL 訓練型<br>+ 1.0 mm | XL 訓練型<br>+ 1.5 mm | XL 訓練型<br>+ 2.0 mm |
|-----------|--------------------|--------------------|--------------------|--------------------|--------------------|
| 球彈高度 (cm) | 15.9               | 14.0               | 17.8               | 15.8               | 18.7               |
|           | 14.6               | 13.9               | 17.0               | 16.8               | 17.8               |
|           | 15.4               | 13.4               | 16.3               | 16.8               | 19.3               |
|           | 15.8               | 13.6               | 18.3               | 17.0               | 17.8               |
|           | 15.9               | 15.3               | 16.8               | 15.8               | 18.8               |
|           | 15.4               | 14.5               | 18.1               | 16.3               | 19.3               |
|           | 15.8               | 14.8               | 16.0               | 15.6               | 18.8               |
|           | 15.0               | 15.0               | 17.3               | 16.5               | 19.3               |
|           | 16.2               | 15.0               | 16.8               | 16.6               | 19.0               |
|           | 15.7               | 15.3               | 17.0               | 16.0               | 19.0               |
| 平均值 (cm)  | 15.6               | 14.5               | 17.1               | 16.3               | 18.8               |
| 標準差 (cm)  | 0.47               | 0.70               | 0.74               | 0.50               | 0.56               |

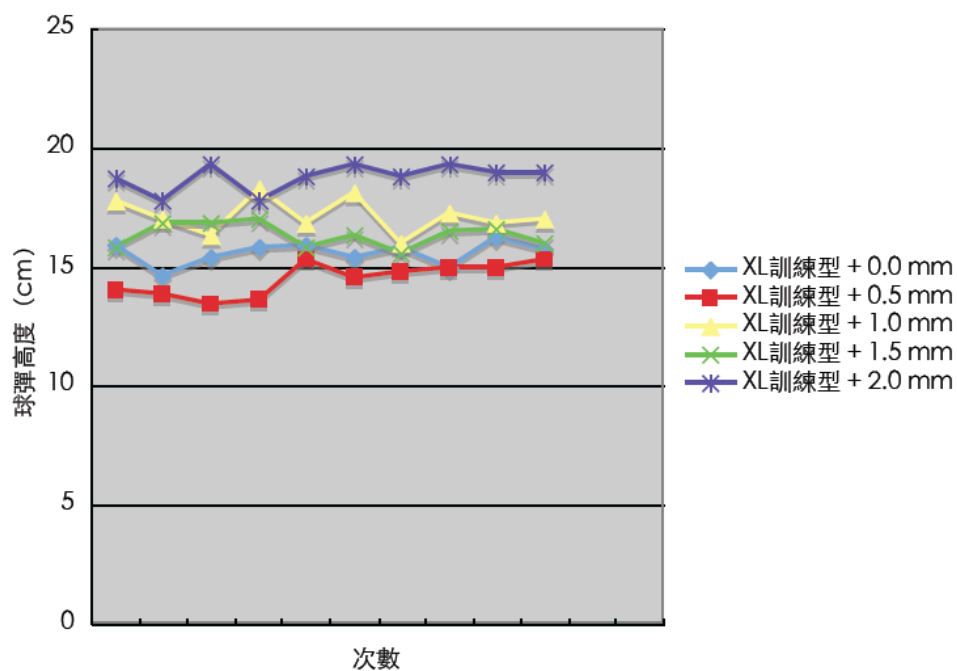


圖 2: 探討不同厚度對彈力的影響折線圖

### 3. 探討不同膠皮對摩擦力的影響

「超躍、德國、銀雕、XL + 0.0 mm 和 + 2.0 mm」

摩擦力也是影響膠皮性能的重要因素之一，為測得摩擦係數的比較值，我們把一顆桌球對切，其中一半填入黏土以增加重量，並放置在膠皮上，再以一定滑輪組的一端連接剖半桌球，一端連接盛水容器，緩慢倒入水至桌球受力超過最大靜摩擦力而滑動，並計算當時的盛水體積轉換成質量以比較摩擦係數。

表 3: 不同膠皮與摩擦力關係數據表

| 拍皮種類          | 超躍 中硬 | 德國<br>macro | 銀雕 802 正膠<br>(短顆粒) | XL 訓練型<br>+ 0.0 mm | XL 訓練型<br>+ 2.0 mm |
|---------------|-------|-------------|--------------------|--------------------|--------------------|
| 最大靜摩擦力<br>(g) | 128.7 | 113.0       | 128.0              | 34.0               | 101.0              |
|               | 131.0 | 115.0       | 127.3              | 38.2               | 105.0              |
|               | 133.5 | 112.4       | 128.0              | 32.4               | 106.0              |
|               | 131.0 | 115.0       | 123.1              | 34.0               | 103.5              |
|               | 130.0 | 112.0       | 128.7              | 34.7               | 103.7              |
| 平均值 (g)       | 130.8 | 113.5       | 127.0              | 34.7               | 103.8              |
| 標準差 (g)       | 1.76  | 1.43        | 2.25               | 2.15               | 1.88               |

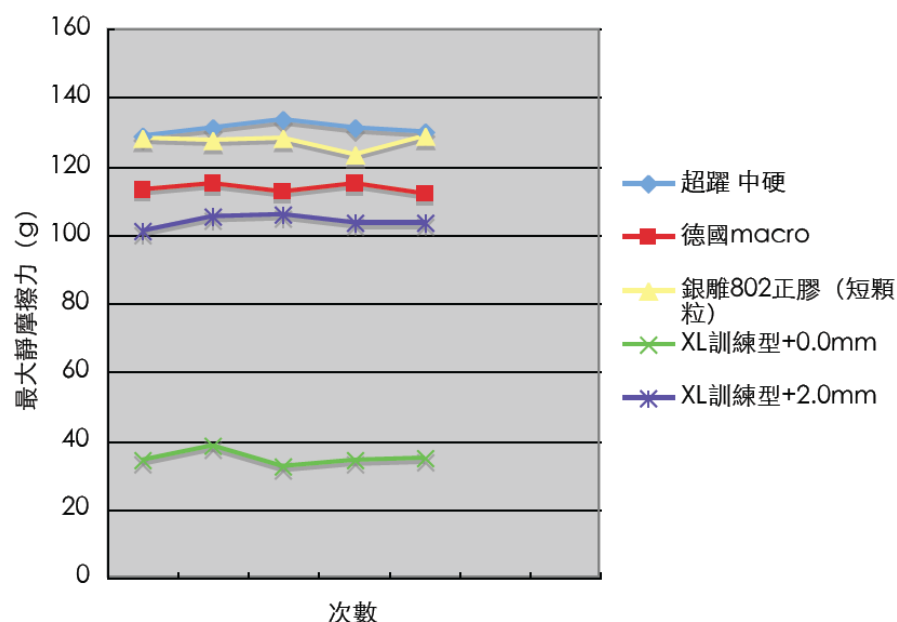


圖 3: 不同膠皮與摩擦力關係折線圖

## 參、結論

1.海綿是由多孔具滲透性的橡膠，與一些化學物質所組成。對套膠而言，海綿具推球的作用。一般而言，越硬、越厚的海綿產生較為快速的擊球，揮拍需更具靈活性，然因球彈力快、彈回也快，會影響控球性，海綿薄者球則較易控制。所以速度型的桌球選手若要強調速度，則要選擇較厚硬的海綿與彈性大的膠皮。

2.最大靜摩擦力所代表的是一膠皮的旋轉能力。我們的分析結果是超躍 中硬 > 短顆粒 > 德國 > XL 訓練型 + 2.0 mm > XL 訓練型 + 0.0 mm。中國品牌的膠皮（超躍中硬）常在其表層塗上具黏性的物質，導致它具有較好的旋轉效果。短顆粒膠皮的摩擦力則較弱，因為平面膠皮可以產生比顆粒膠皮更為旋轉的擊球，球的旋轉來自膠皮表面接觸瞬間的摩擦程度與面積，所以短顆粒膠皮與球體的接觸面積較小，這有可能就是導致短顆粒膠皮磨擦效果較差的原因。德國的膠皮的表層非常光滑，擊球不會產生如中國黏性膠皮偏激的效果。照理說有無貼上膠皮都不會影響表層的摩擦力，但從我們的實驗結果卻可發現 XL 訓練型 + 2.0 mm 的測量數值比 XL 訓練型+ 0.0 mm 多了將近七十，我們覺得可能是產品在製作過程所造成的差異，我們也曾用手觸摸膠皮的表面，發現有 2 mm 海綿的膠皮明顯較有黏性，由此可推斷就算是同一種類的膠皮，也可能在其性能上有極大的差異。因此控制型的桌球選手選擇摩擦力大的膠皮較能發揮所長。

3.彈力分析的結果，由反彈高度高至低排列：銀雕（短顆粒） > 德國 > 超躍。短顆粒膠皮可以產生比平面膠皮更為快速的擊球，我們猜想可能是因為短顆粒的反彈速度可同時來自表面的顆粒與海綿，而平面膠皮的速度只來自海綿而已。中國超越的膠皮因其表面具有黏性而導致其反彈效果較差。

4.那如何判斷一張好的桌球拍皮呢？套膠中海綿的主要作用是增加擊球的速度，所以要發泡均勻且無雜質。而膠皮的作用在於增加摩擦力加速旋轉，所以齒粒花紋整齊規則、顆粒直徑與間隔均勻一致、膠皮平整就是選擇的標準。

5.我們希望能探討不同膠水對膠皮的影響，因為膠皮中的海綿為多孔具滲透性的橡膠及小氣泡的化學物質所形成，我們可以針對膠皮對溼度及溫度的變化來觀察其對彈力及摩擦力的影響，並測量更多不同種類的膠皮以互相比較。

6.我們可以研究為甚麼有機溶劑的快速膠水可以讓膠皮更具彈力，而水性膠水卻無法有此效果，有機溶劑的快速膠水有毒而被國際桌球總會禁用，是否有機會研發無毒的膠水卻可以使膠皮更具彈力。

肆、引註資料

- 一、蕭美珠(民 90)。不同桌球拍膠皮摩擦係數與恢復係數之研究。北體學報，9，46-62。
- 二、李昶弘(民 99)。有機膠水與無機膠水對桌球運動員的健康與技術影響之探討。真理大學運動知識學報，7，64-72。
- 三、李豐松、盧美麗、蔡文宥(民 100)。桌球拍長顆粒與抗旋轉膠皮性能之探討。嶺東通識教育研究學刊，4，29-52。
- 四、王瑋婷、許家福、陳柏志、李佩霞(民 98)。數位攝影與碰撞一瞬間。中華民國第四十三屆科展作品特輯，高中組物理科。
- 五、桌球的撞擊與摩擦(民 101 年 5 月 30 日)。桌球教練研究所。民 101 年 10 月 30 日，取自：<http://livemap2000.pixnet.net/blog/post/28662423>
- 七、壹電視報導 2012 倫敦奧運桌球作弊事件，取自：  
<http://pgm.nexttv.com.tw/olympics2012>