

屏東縣第 63 屆中小學科學展覽會

作品說明書

科 別：物理科

組 別：國中組

作品名稱：乒乓的修練

~探討乒乓球接觸不同拍面的運動現象~



關鍵詞：乒乓球、拍面、彈跳運動

編 號：B2018

作品名稱：乒乓的修練

~探討乒乓球接觸不同拍面的運動現象~

摘要

本研究是探討乒乓球在不同條件的球拍反彈情形，並比較其數據。

基本構想是利用平板的錄影軟體錄製乒乓球在球拍上彈跳的影片，再利用tracker測量軌跡，抓出來的數據再放到Excel上，並整理出柱狀圖。根據不同厚度海綿的實驗結果我們發現越厚的海綿回饋倍率的增加只有一些些。海綿的厚度越厚球彈跳第一次與二次時之間的時間就越短。海綿厚度對於彈跳高度幾乎沒有影響。

根據長中短顆粒實驗結果發現，顆粒越長，其彈跳次數越多。顆粒越長，期第二次回饋高度也越高。回饋倍率會隨著顆粒越短而隨之降低。木頭、碳纖維拍身之過程紀錄與發現，碳纖維的球拍較木頭球拍平均回饋倍率更低。木頭平均彈跳次數比碳纖維更多。木頭與碳纖維的長顆粒無綿都比無顆粒 3mm 綿回饋率更高。

壹、前言

一、研究動機

今年縣運去幫學校桌球隊加油，看到同學高超的球技，那麼小的一顆球，竟能快速的在桌球桌上飛梭、輕飄、旋轉，不時聽到乒乓球在球桌上快速叩叩地彈跳著，仔細看著選手的球拍，竟然有很多的不同，有的是平面，有的有顆粒，有的是直拍，有的是橫拍，這麼多不同球拍，到底要怎樣才能把球打好呢？

老師說要先了解球在各種不同的拍面上的彈跳情形，才能掌握出拍的時間、力道及位置，於是我們開始收集各種拍面的性質的資料，詢問桌球好手要如何掌控球在拍面的彈跳，一問才發現其中學問很多，於是我們先探討乒乓球從彈跳開始到結束，在這短暫時間，不同的拍面會彈跳幾次？彈跳時乒乓球可以彈多高？乒乓球與桌面接觸時間的長短？先了解這些，再來選購適合自己的拍子，希望把桌球打好，因為這是一項可以讓視力不會惡化，而且可以陪自己到很老的運動。

二、文獻回顧

我們搜尋科展群傑廳參考過去關於這類的研究，多半是討論不同球類接觸地面的彈跳高度（51 屆全國科展物理科），或是研究測量乒乓球彈跳情形的方法（2014 國際科展），以及不同乒乓球大小在不同拍面的彈跳情形（57 屆全國科展），並沒有比較球拍材質、海綿的厚度等對乒乓球彈跳情形的影響。

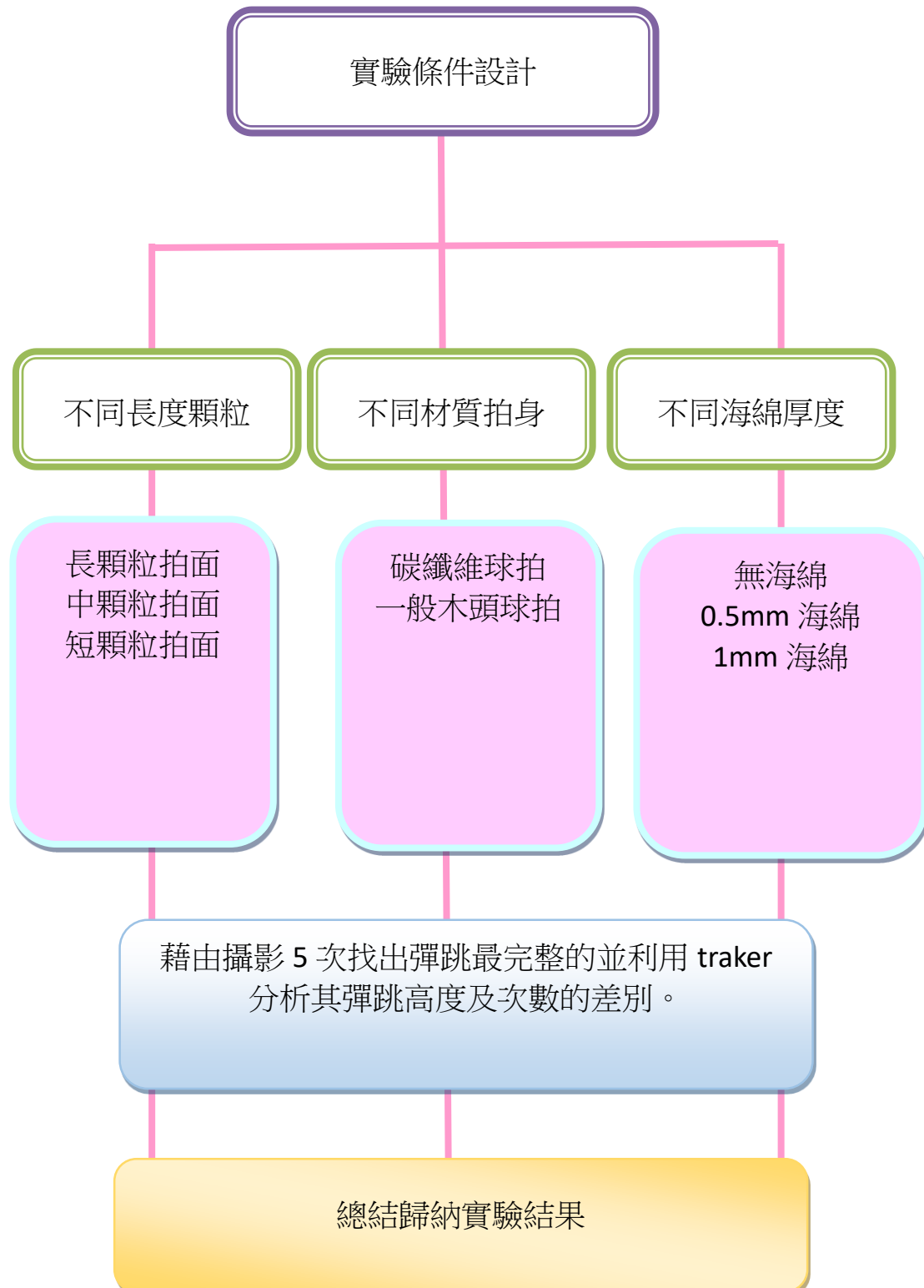
三、實驗目的

- (一)比較乒乓球接觸拍面上不同顆粒長度彈跳情形的差別。
- (二)比較乒乓球接觸拍面上不同厚度海綿彈跳情形的差別。
- (三)比較乒乓球接觸不同材質的球拍彈跳情形的差別。
- (四)建議如何選購最適合自己的球拍。





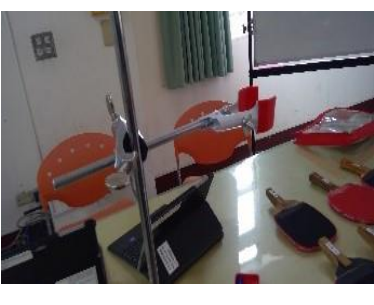

※彈跳情形是指彈跳的最大高度、達到最大高度的時間、平均速度、彈

跳次數)

四、研究流程



貳、實驗器材

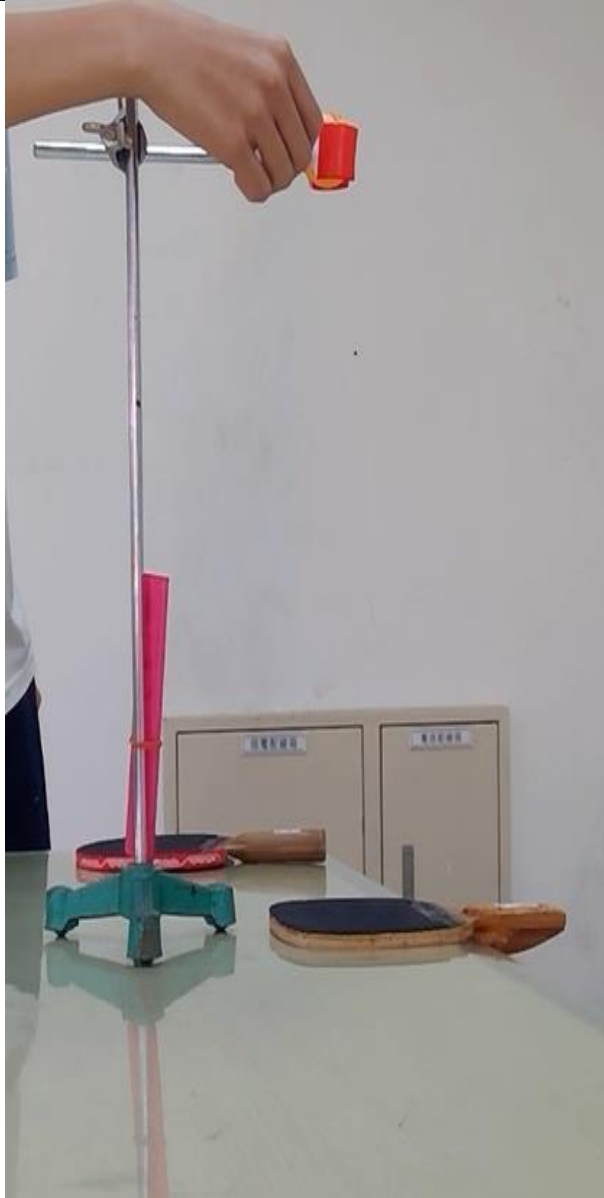
		
平板(surface)	不同類型球拍	乒乓球
		
鐵架	廣用夾	筆電

參、實驗流程

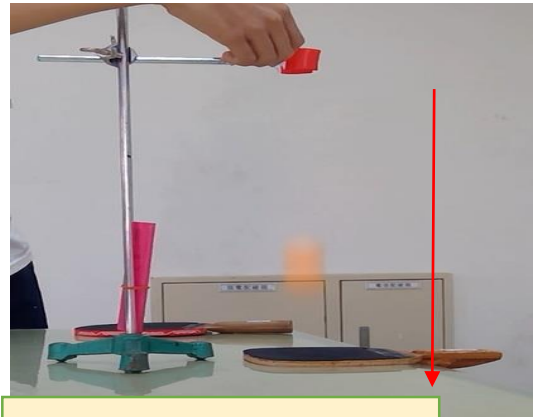
一、比較乒乓球接觸拍面上不同顆粒長度彈跳情形的差別。

- (一)把廣用夾架在鐵架高 35cm 處，並夾住乒乓球
- (二)將球拍放在鐵架底部
- (三)鬆開廣用夾使乒乓球重力加速度往下墜
- (四)用腳架夾住平板，拍攝記錄乒乓球掉落接觸拍面後彈跳情形
- (五)重複實驗 5 次，並利用 traker 分析其彈跳運動
- (六)分析拍面為短顆粒、中顆粒、長顆粒的彈跳情形

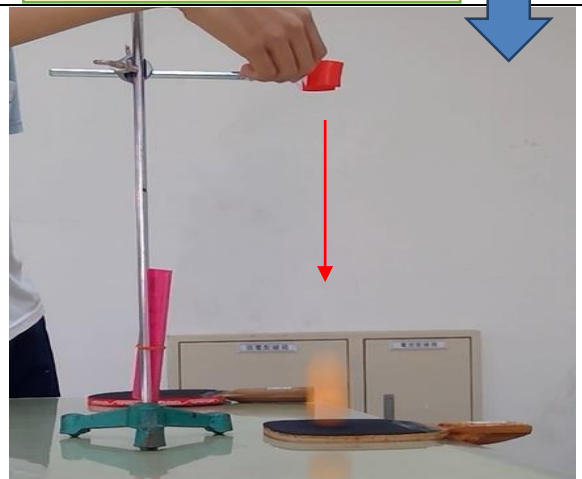
圖解實驗步驟



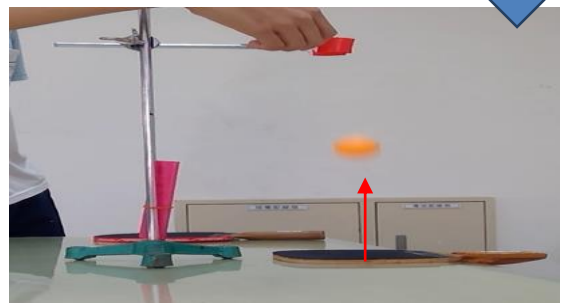
固定好球及球拍



將球放下並開始攝影



球掉落撞擊球拍



紀錄球反彈到最高點的高度、時間及彈跳次數

二、比較乒乓球接觸拍面上不同厚度海綿彈跳情形的差別。

(一) 方法如實驗一

(二)分析拍面海綿厚度為 0、0.5mm、1.0mm 的彈跳情形

三、比較乒乓球接觸不同材質的球拍彈跳情形的差別。

(一) 方法如實驗一

(二)分析不同材質的球拍(普通合板及碳纖板)的彈跳情形

四、建議如何選購最適合自己的球拍。

(一) 綜合實驗結果，針對個人喜愛，給予建議

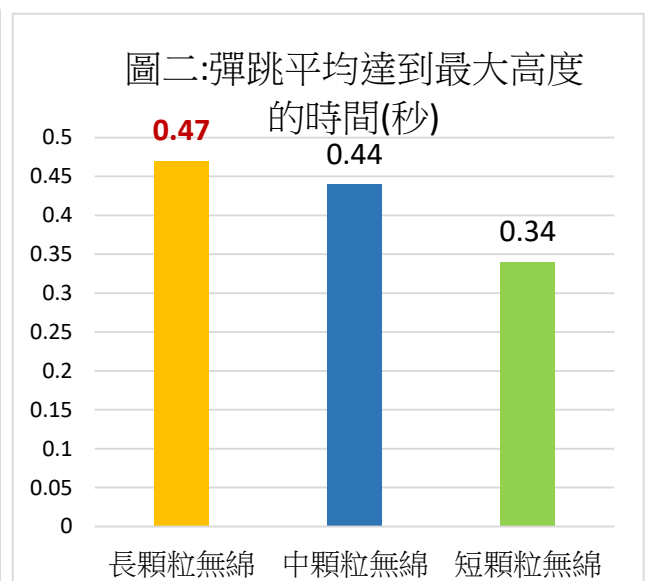
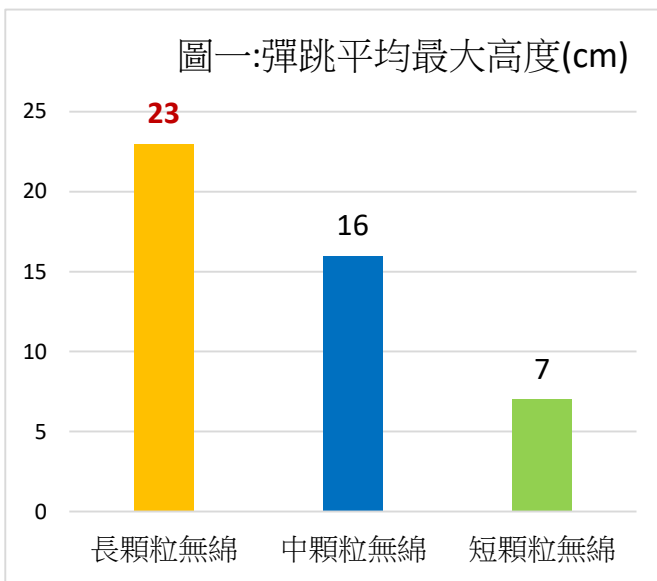
肆、研究結果與討論

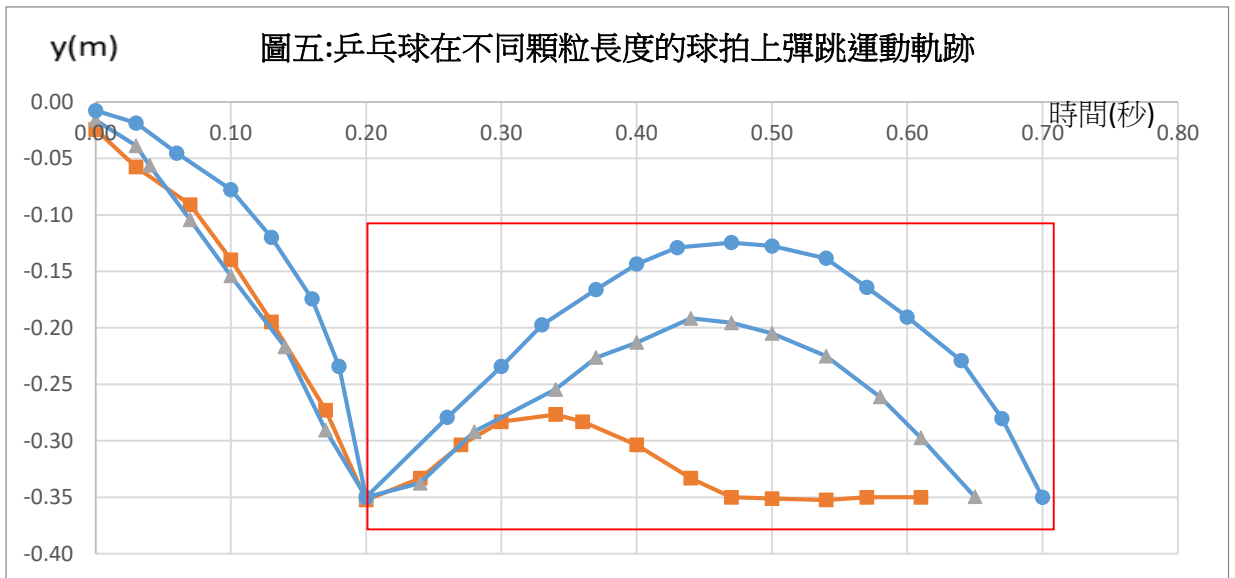
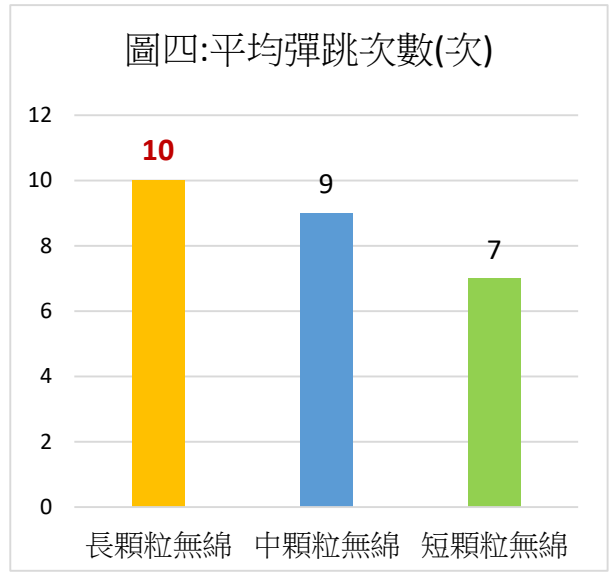
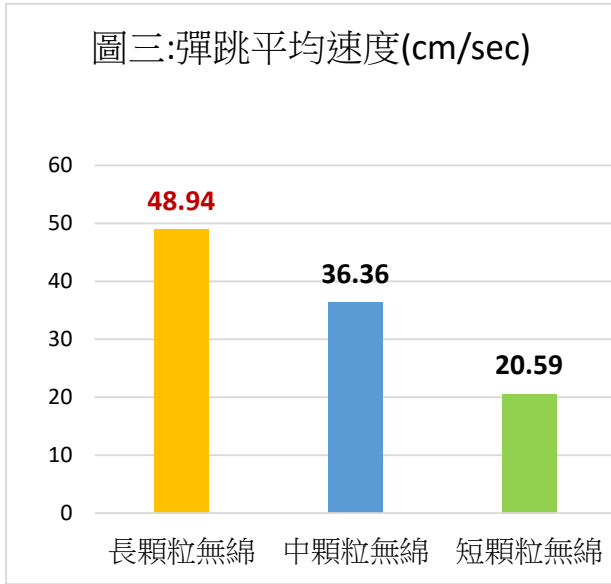
一、比較乒乓球接觸拍面上不同顆粒長度彈跳情形的差別。

我們發現乒乓球拍兩面都可以貼皮，通常會一邊貼平面，一邊貼顆粒，這樣在打法上變化較多，年輕選手喜歡平面，因為速度快，殺球力道強，老一輩的選手喜歡顆粒，可以緩衝速度快的衝球及旋轉球，因此我們很好奇不同長度的顆粒是怎麼緩衝球前進的速度呢?我們實驗的結果如下:

表一:乒乓球在不同顆粒長度的拍面上的彈跳情形

	平均最大高度	平均達到最大高度的時間	平均速度 (cm/sec)	平均彈跳次數
長顆粒無綿	23cm	0.47 秒	48.94	10 次
中顆粒無綿	16cm	0.44 秒	36.36	9 次
短顆粒無綿	7cm	0.34 秒	20.59	7 次





(藍:長顆粒 黑:中顆粒 橘:短顆粒)

【問題與討論】

從 traker 由內建測量工具，以我們放置的直尺作為比例尺 15 cm，由施放點作為高度(縱軸)與時間(橫軸)原點，將所得到的數據繪製成圖五。而由於所有實驗的施放高度都是相同的，根據自由落下，到達個拍面的時間皆相同，而我們所在意的是經過拍面時拍面對其的影響，因此採取了第一次彈跳的數據(圖五中紅框)做為討論。

我們可以發現由圖一到圖四，隨著顆粒大小的增加，無論是在第一次回彈的最大高度、所需要的時間與平均速度都隨之而增加。從此判斷當顆粒越短時，拍面顆粒密度增加，使得乒乓球落下時較易掉落顆粒凹巢處，對其進行緩衝與能量吸收。從此將第一次回彈的最大高度作為回饋倍率，若要使球在回彈過程達相同高度，可以發現回饋倍率越大，所需時間越短。可將其視為桌球運動時的回擊情形，回饋倍率越大對於擊球時所形成回擊時間較短。

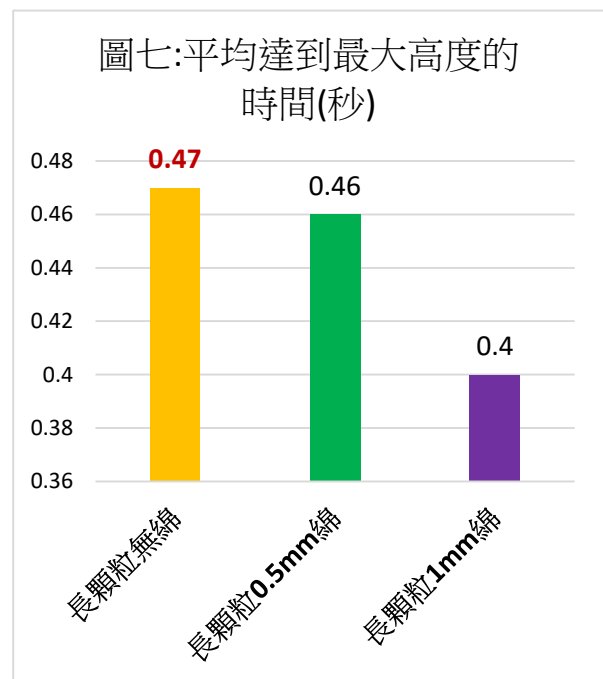
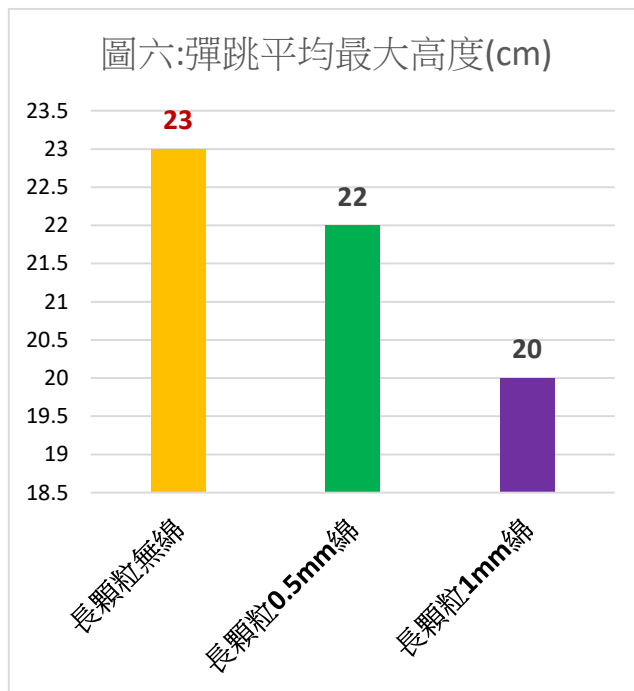
因此對於拍面顆粒的選擇，當顆粒越短，能量吸收較多，對於回擊時的控球較能偏向出手的角度及力道決定，可降低迎球的因為球速造成的不穩定性。研判短顆粒的拍面能提供更佳的控球穩定性。

二、比較乒乓球接觸拍面上不同厚度海綿彈跳情形的差別。

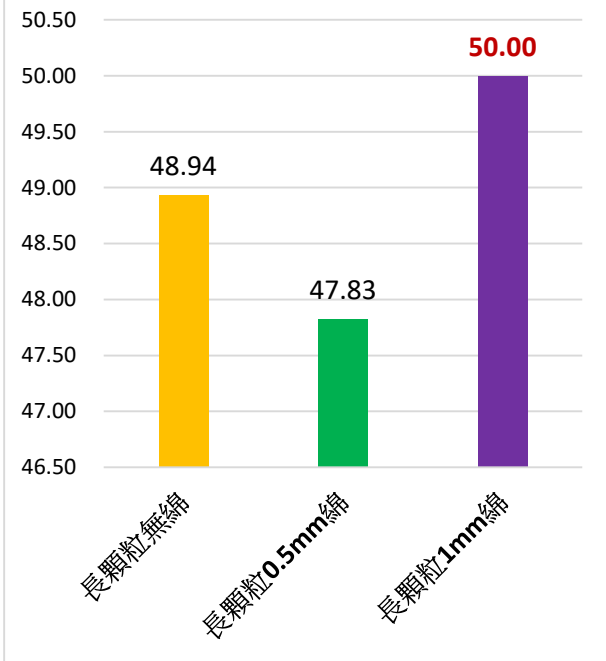
由實驗一發現長顆粒緩衝效果較弱，但能量耗損最少，那加了海綿之後的情況又如何呢?結果如下表:

表二:乒乓球在不同海綿厚度的拍面上的彈跳情形

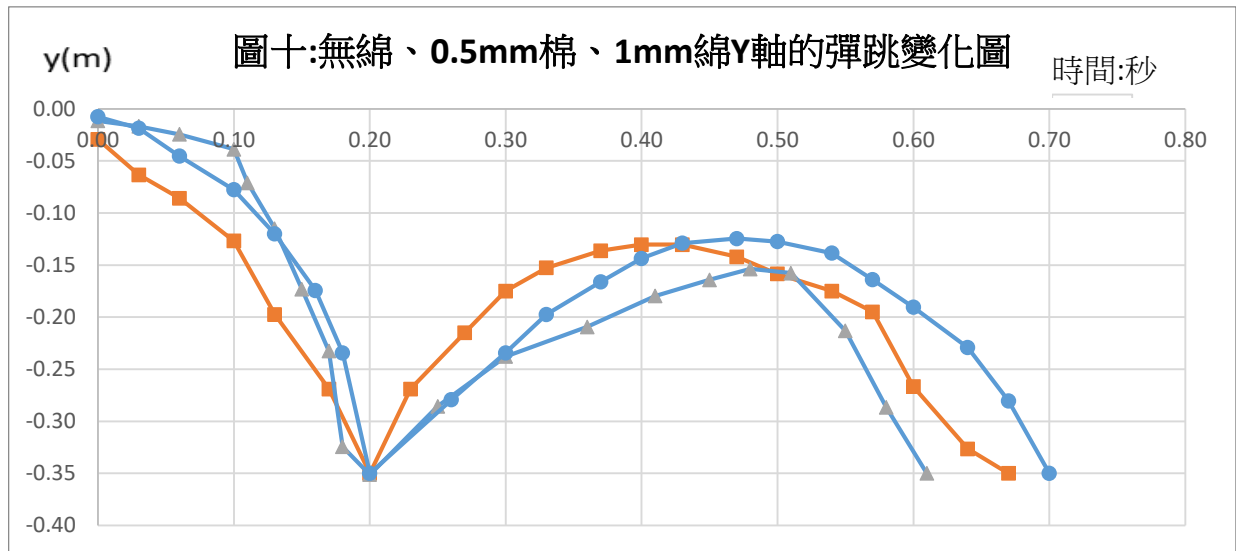
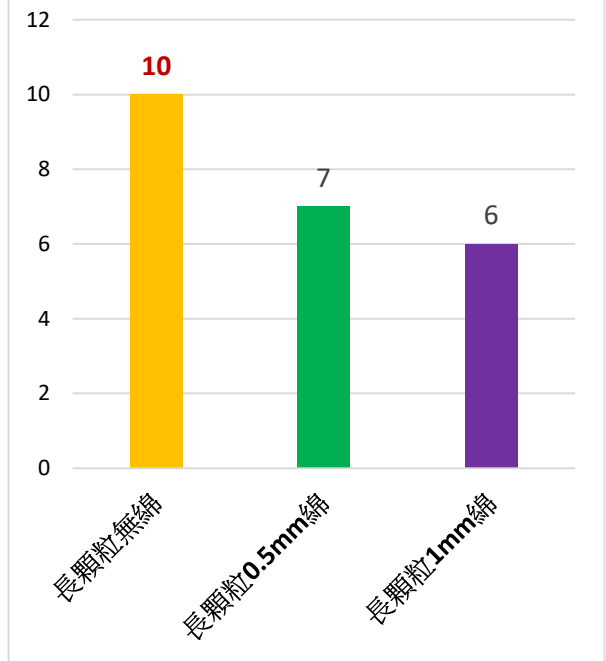
	平均最大高度 (cm)	平均達到最大高度 的時間(秒)	平均速度 (cm/sec)	平均彈跳 次數(次)
長顆粒無綿	23	0.47	48.94	10
長顆粒 0.5mm 綿	22	0.46	47.83	7
長顆粒 1mm 綿	20	0.4	50.00	6



圖八:彈跳平均速度(cm/sec)



圖九:彈跳平均彈跳次數(次)



(藍: 長顆粒無海綿, 橘: 長顆粒 0.5mm 海綿, 黑:長顆粒 1mm 綿)

【問題與討論】

從 traker 由內建測量工具，以我們放置的直尺作為比例尺 15 cm，由施放點作為高度(縱軸)與時間(橫軸)原點，將所得到的數據繪製成圖十。而由於所有實驗的施放高度都是相同的，根據自由落下，到達個拍面的時間皆相同，而我們所在意的是經過拍面時拍面對其的影響，因此採取了第一次彈跳的數據(圖十中紅框)做為討論。

我們可以發現由圖六到圖九，在海綿的出現到厚度的增加，無論是在第一次回彈的最大高度、所需要的時間與平均速度都隨之而減小。在 0.5 mm 隨無明顯差異，但在厚度增加至 1 mm 時可以發現回饋倍率有明顯下降。次處推斷為當厚度增加時，造成的緩衝效果較好，使得反作用力越小，相對穩定性較高。

因此即便是在長顆粒的拍面時，我們仍然可以藉由海綿的厚度來去增加對球的穩定度，便可達到在不失回擊速度下，又可增加對自身控球的掌控。

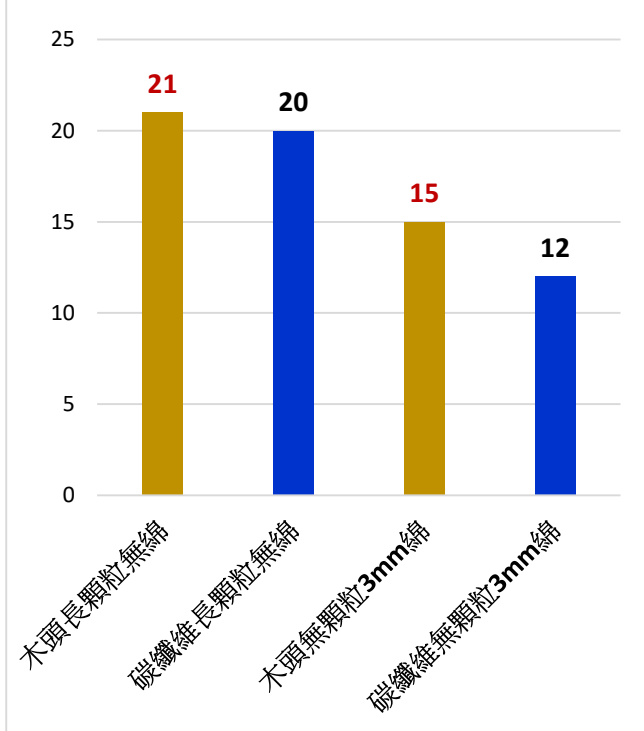
三、比較乒乓球接觸不同材質的球拍彈跳情形的差別。

由實驗一和實驗二發現顆粒長短對乒乓球彈跳的影響好像比海棉的厚度大，然而球拍的材質影響是否比膠皮來的大呢?我們初步研究的結果如下:

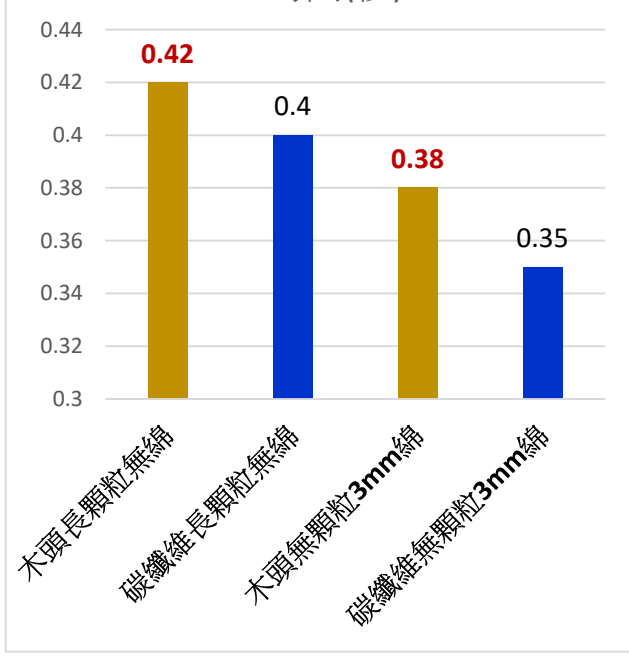
表三:乒乓球在不同材質的拍面上的彈跳情形

	平均最大高度 (cm)	平均達到最大高度 的時間(秒)	平均速度 (cm/sec)	平均彈跳次 數(次)
木頭長顆粒無綿	21	0.42	50.00	7
碳纖維長顆粒無綿	20	0.4	50.00	6
木頭無顆粒 3mm 綿	15	0.38	39.47	4
碳纖維無顆粒 3mm 綿	12	0.35	34.29	3

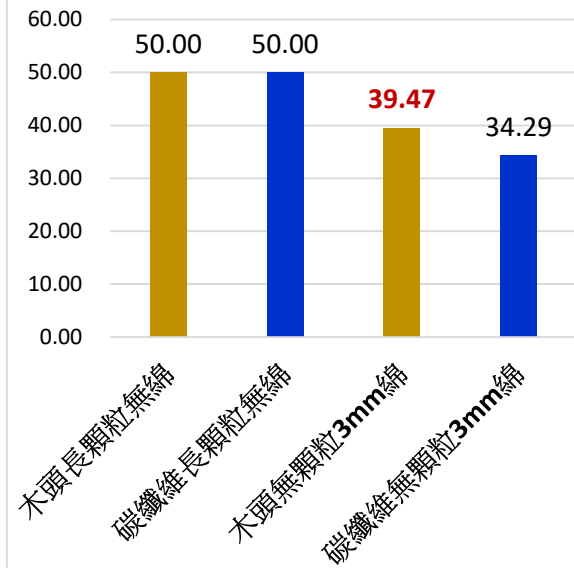
圖十一:彈跳平均最大高度(cm)



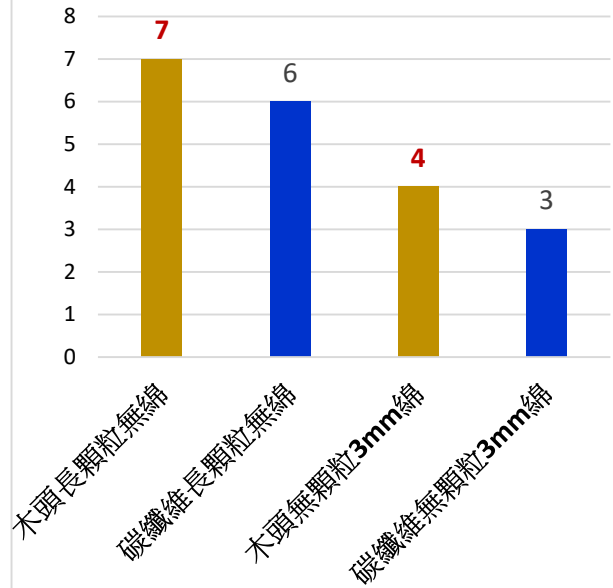
圖十二:平均達到最大高度的時間(秒)



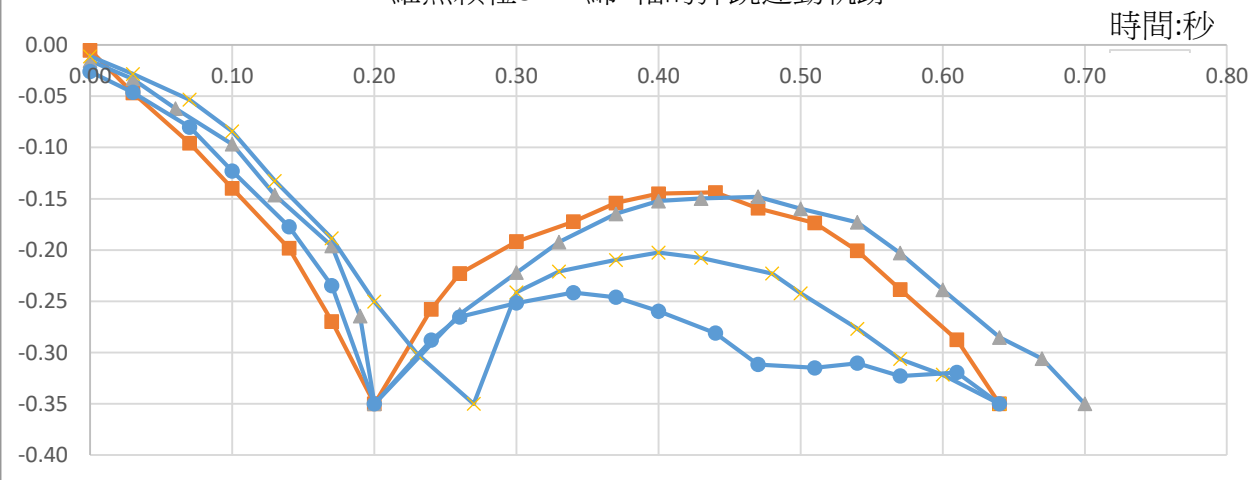
圖十三:彈跳平均速度
(cm/sec)



圖十四:平均彈跳次數(次)



圖十五:木頭長顆粒無綿、碳纖維長顆粒無綿、木頭無顆粒3mm綿、碳纖維無顆粒3mm綿Y軸的彈跳運動軌跡



(藍:碳纖維無顆粒 3mm 綿, 藍黃:木頭無顆粒 3mm 綿, 橘:木頭長顆無綿, 黑:碳纖維長顆無綿)

【問題與討論】

- (一)碳纖維的球拍較木頭球拍反作用力更少，所以平均回饋倍率就更低
- (二)一般木頭球拍不僅彈得較高，彈跳次數也較多，但相對地穩定性較差
- (三)碳纖維雖然明顯比一般木頭反作用力更少，但顆粒的長短與海綿的厚度比起拍身材質更容易影響乒乓球的彈跳運動

從 traker 由內建測量工具，以我們放置的直尺作為比例尺 15 cm，由施放點作為高度(縱軸)與時間(橫軸)原點，將所得到的數據繪製成圖十五。而由於所有實驗的施放高度都是相同的，根據自由落下，到達個拍面的時間皆相同，而我們所在意的是經過拍面時拍面對其的影響。

我們可以發現由圖十一到圖十四我們來去比較在有無海綿的情況下，在各自不同材質的拍面，看是否還有其他變因會對回饋倍率造成顯著差異。發現在纖維板上，其回饋倍率普遍都有下降，但當海綿出現時，其效果更為顯著。判斷拍面材質確實有影響，但其效果需在海綿的反饋下才能將其放大，認為對回饋倍率的影響主因仍是在於海綿的有無及其厚度。

因此在回擊速度的追求下，使用長顆粒的拍面時，我們可以藉由拍面的材質來放大海綿對球的穩定度，以此相互間的關係，組合出最理想的拍子。

四、建議如何選購最適合自己的球拍。

根據實驗一、二、三，我們可得知顆粒越長彈的高越多次，海棉越厚彈得越矮越少次，而一般木頭會彈得比碳纖維更高更多次。且長短顆粒對彈跳運動的影響>海棉薄厚對彈跳運動的影響>拍身材質對彈跳運動的影響。

所以我們依各數據回饋倍率的穩定性，由高到低排列出以下組合：

1.碳纖維無顆粒 3mm 棉	2.木頭無顆粒 3mm 棉	3.碳纖維無顆粒 1mm 棉
4.木頭無顆粒 1mm 棉	5.碳纖維無顆粒 0.5mm 棉	6.木頭無顆粒 0.5mm 棉
7.碳纖維無顆粒無棉	8.木頭無顆粒無棉	9.碳纖維短顆粒 3mm 棉
10.木頭短顆粒 3mm 棉	11.碳纖維短顆粒 1mm 棉	12.木頭短顆粒 1mm 棉
13.碳纖維短顆粒 0.5mm 棉	14.木頭短顆粒 0.5mm 棉	15.碳纖維短顆粒無棉
16.木頭短顆粒無棉	17.碳纖維中顆粒 3mm 棉	18.木頭中顆粒 3mm 棉
19.碳纖維中顆粒 1mm 棉	20.木頭中顆粒 1mm 棉	21.碳纖維中顆粒 0.5mm 棉
22.木頭中顆粒 0.5mm 棉	23.碳纖維中顆粒無棉	24.木頭中顆粒無棉
25.碳纖維長顆粒 3mm 棉	26.木頭長顆粒 3mm 棉	27.碳纖維長顆粒 1mm 棉
28.木頭長顆粒 1mm 棉	29.碳纖維長顆粒 0.5mm 棉	30.木頭長顆粒 0.5mm 棉
31.碳纖維長顆粒無棉	32.木頭長顆粒無棉	

如果是針對新手而言推薦使用碳纖維無顆粒 3mm 綿的球拍，因為此球拍接觸球時比起其他球拍它的穩定性比較容易掌握，這麼一來就不會造成力量抓得不太好時球飛得太遠。而隨著穩定度的掌控，開始換取長顆粒的拍子來增加回擊速度。再持續的向下更換球拍在新的回擊速度下增加控球能力，以此達成在不失控球的情況下打出更快速的球。

伍、結論:

- 一、顆粒的長度越長，不僅彈的越高，彈跳次數也更多，但穩定性也相對地降低
- 二、海綿越厚，不僅跳得越矮，次數也會減少很多，但相對地穩定性提升
- 三、碳纖維的球拍較木頭球拍反作用力更少，所以平均回饋倍率就更低
- 四、如果是針對新手而言推薦使用碳纖維無顆粒 3mm 綿的球拍，因為此球拍接觸球時比起其他球拍它的穩定性比較容易掌握，這麼一來就不會造成力量抓得不太好時球飛得太遠。
- 五、將實驗使用的各種球拍及膠皮對乒乓球的彈跳情形整理如下表:

	平均最大高度	平均達到最大高度的時間	平均速度	平均彈跳次數
長顆粒無綿	23cm	0.47 秒	48.94	10 次
中顆粒無綿	16cm	0.44 秒	36.36	9 次
短顆粒無綿	7cm	0.34 秒	20.59	7 次
長顆粒 0.5mm 綿	22cm	0.46 秒	47.83	7 次
長顆粒 1mm 綿	20cm	0.40 秒	50.00	6 次
木頭長顆粒無綿	21cm	0.42 秒	50.00	7 次
碳纖維長顆粒無綿	20cm	0.40 秒	50.00	6 次
木頭無顆粒 3mm 綿	15cm	0.38 秒	39.47	4 次
碳纖維無顆粒 3mm 綿	12cm	0.35 秒	34.29	3 次

陸、參考文獻

- 一、<https://www.ntsec.edu.tw/Science-Content.aspx?a=6822&fld=&key=&isd=1&icop=10&p=1&sid=10499> 乒乓球彈跳運動研究/臺灣國際科展/作者:曾少茵/2014
- 二、<https://www.ntsec.edu.tw/Science-Content.aspx?a=6821&fld=&key=&isd=1&icop=10&p=1&sid=9019> 高彈閥論/第 51 屆全國科展/作者:蘇柏文;陳祐豪;劉語晴
- 三、第 57 屆全國科展/作者:莊育綸、胡碩為、杜宗翰、王靖妤、呂研璿
38 乒 VS. 40 乒