

高爾夫揮桿擊球之研究-以一號木桿為例

石翔至
通識中心

摘要

本研究目的在探討不同差點業餘高爾夫球員，在一號木桿揮桿擊球效應之差異情形。在高爾夫運動，揮桿技術是以擊球距離的遠度及準確度來評估，而影響球飛行距離主要因素是球起飛的角度、球的旋轉率、球的初速及擊球的桿頭速度。因此，透過實驗的方式，本研究經由 39 名高、中、低差點之業餘高爾夫球員，分別使用一號木桿揮桿，進行六次成功擊球後，藉由起飛監視器系統(golfer dock club fitting system)，擷取數據並做成記錄與量化後，進行單因子變異數分析及多元相關，經由統計分析後，所得結果如下：

1. 低、中、高差點高爾夫球員之間揮桿時的桿頭速度有顯著差異。
2. 低、中或低、高差點高爾夫球員之間揮桿後的球起飛角度有顯著差異，但高、中差點高爾夫球員之間揮桿後的球起飛角度並無顯著差異。
3. 低、中或低、高差點高爾夫球員之間擊球距離有顯著差異，但高、中差點高爾夫球員之間擊球距離並無顯著差異。
4. 差點與桿頭速度、球初速度、擊球距離有顯著的負相關($p < .05$)，與起飛角度有顯著正相關($p < .05$)，但差點與後旋速率沒有顯著相關($p > .05$)。

關鍵詞：高爾夫，差點，桿頭速度，擊球距離

壹、緒論

一、研究背景

一般接觸高爾夫運動的人，剛開始學打球時，總是以突破 100 桿為首要目標，突破百桿之後接著想打進 90 桿的門檻，最後才是業餘選手最夢想進入 80 桿之內的單差點高手之林。要想進入單差點的行列，必須要有良好的揮桿動作，上下桿動作和送桿軌道的正確與否，將會影響球的彈道及飛行方向和距離（陳進財，2002）。揮桿是高爾夫的重要技術之一，它與擊球的準確性和距離遠近有直接的關係。近數十年來，國際性職業高爾夫比賽中，一號木桿發球的好壞，往往影響後續的擊球效應，因此，一號木桿發球在高爾夫運動中更相形顯得重要。所以，發球揮桿動作良莠既攸關成績之優劣，更是比賽勝負的關鍵（童文俊，1995）。要打好高爾夫，成功的開球是絕對重要的。每一洞的第一桿即決定此洞的進攻策略，有計劃的開球將會省下很多的桿數（宋定衡，2004）。在高爾夫的比賽中，扣除四個短洞(par 3)，其餘的十四洞，可能會使用 1 號木桿開球，它開球距離，會直接影響到第二桿或第三桿擊球上果嶺的準確性，進而影響整個比賽成績（陳文雄等，2005）。

理想的揮桿動作應是全身肢段、關節、肌肉與球桿的一體動作，時間上一致的運動技術。揮擊過程中，特別是較長的球桿應用時，不當的局部加速或加力，都易使球桿失

控、失準而產生反效果(劉玉仁、吳兆欣, 2004)。對大部分的人來說, 開球卻是比賽中最困難的部分。其理由是 1 號木桿的桿面斜度比任何其它球桿要小; 桿面斜度較大球桿(如短鐵桿)使球飛行時的側旋不會那麼顯著, 但在使用小角度的直立桿面就容易使球產生向左或向右的側旋。較少的桿面斜度, 會使得一些業餘球友很難打出向後旋轉而向上竄高的球路。只有掌握完美正確的擊球時間點, 才能克服這些困難, 擊出方向精確, 力道強勁的開球(Foston, 1996)。有一些世界級職業選手, 他們都能運用 1 號木桿, 釋放額外的力量, 得到良好開球所產生的距離, 剛開使用 1 號木桿可能不易控制, 甚至因想用力卻使身體移動而打不準球; 但一學會控制後, 會因距離的增加而得到最佳的桿數(Faldo, 1992)。

高爾夫的揮桿是一項複合式的動作, 必須去瞭解及描記其動作、分析其特別組成要素, 然後作整體的比較。因此對於高爾夫的知識、技能和教學觀念, 應該有科學化的實驗來支持訓練上的正確性, 而非以個人的經驗、觀點和球星的動作來當作訓練的方針(楊佳元, 2004)。因此, 藉著精密科學儀器, 研究不同差點業餘的球友, 對 1 號木桿揮桿動作做定性和定量的評定, 並從量化數據中找出其共通性及差異性, 並針對此結果加以探討是本研究所進行的方法和方向。

高爾夫球的飛行特徵有三: 距離、方向和軌道(高度), 其中球桿頭速度直接影響距離, 球桿頭路線與球桿面位置影響方向、球桿頭移動角度影響軌道和距離、球桿面位置影響距離和方向, 所以這五項因素相互影響, 每項都重要(PGA of America, 1990)。根據馬格納斯效應(Magnus effect), 當擊球瞬間球桿擊中質量中心左右兩側時, 高爾夫球會產生側旋(side spin), 擊中質量中心下側時, 高爾夫球會產生下旋(under spin), 當高爾夫球飛行路徑會出現右曲球或左曲球, 則球方向偏離目標且飛行距離較近, 相對的當擊球瞬間球桿擊中質量中心上側時, 高爾夫球會產生上旋球(top spin)高爾夫球飛行時會將向前的速度改變為向下, 迫使飛行的距離縮短, 進而影響擊球的距離。

二、研究目的

- 一、比較不同差點高爾夫球員對桿頭速度之差異。
- 二、比較不同差點高爾夫球員對球起飛角度之差異。
- 三、比較不同差點高爾夫球員對擊球距離之差異。
- 四、瞭解差點對桿頭速度、球初速度、球起飛角度、球後旋速率、球側旋速率以及擊球距離的相關性。

貳、研究方法

一、研究對象

本研究以桃園縣中壢地區 39 位業餘不同差點之球員為研究對象, 區分低差點 13 位、中差點 13 位、高差點 13 位, 基本資料如表一所示:

表一 各組實驗對象基本資料

組 別	人 數	身 高 (公分)	體 重 (公斤)	年 齡 (歲)
低差點 (0-9)	13	175.6 ±4.2	71.3 ±5.9	36.8 ±0.7
中差點 (10-20)	13	174.5 ±3.4	71.9 ±6.0	38.7 ±0.9
高差點 (21-30)	13	176.4 ±3.9	73.3 ±5.6	39.9 ±0.8

二、實驗時間與地點

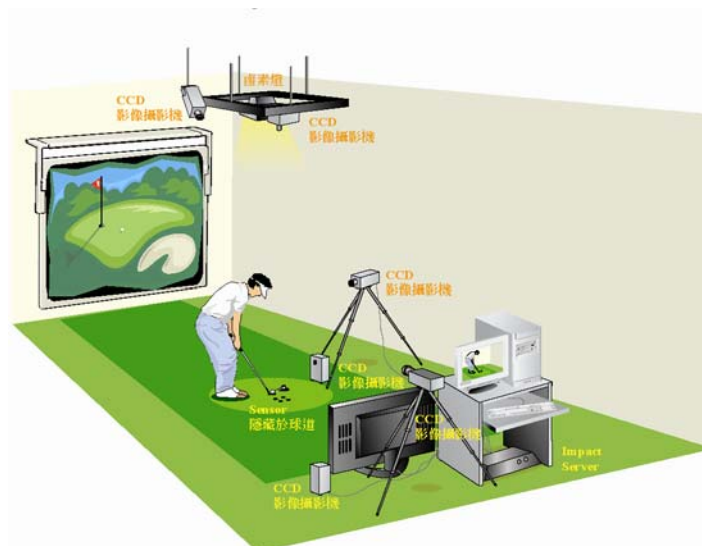
- (一) 實驗時間：中華民國 94 年 3 月 20 日下午 15 時至 21 時止。
- (二) 實驗地點：佳樂福高爾夫練習場。

三、實驗儀器設備

- (一) 起飛監測器一組日本製 bridge-stone 廠牌。
- (二) Compaq 桌上型電腦一部，撞擊伺服器(impact server)數據分析儀一部，CCD 影像攝影機 6 部，鹵素燈一盞，補強燈光二盞。
- (三) 全新 KHS 廠牌練習球 100 個。
- (四) bridge-stone 廠牌一號木桿 5 支。

四、實驗場地佈置

實驗場地布置和儀器配置，如圖一所示。



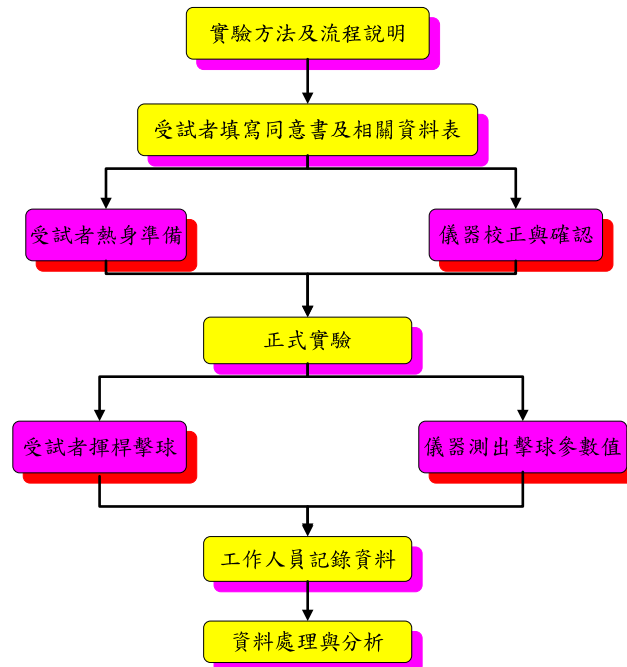
圖一 實驗場地和儀器配置示意圖

五、實驗步驟與流程

本研究之實驗將依四個步驟進行，實驗流程如圖二，詳細說明如下：

步驟一：實驗流程說明及填寫相關資料

為讓受試者了解整個實驗的過程，實驗進行前先向受試者介紹實驗程序、實驗時應注意的安全事項，然後請受試者填寫受試者同意書和受試者基本資料表，確認是否患有疾病或運動傷害，最後量取並記錄受試者身高、體重、年齡。



圖二 實驗流程圖

步驟二：伸展運動

為了避免受試者於實驗時受傷，先請受試者暖身十分鐘，尤其是上肢各主要肌群的伸展活動。

步驟三：實驗儀器校正

為使實驗進行順利並取得正確數據，實驗前先將起飛監測器一組校正完成。

步驟四：將實驗場地佈置完成。

步驟五：實驗數據擷取方法

1. 開始測試時，系統監控者先啟動影像監控系統(swing solution)，並調整各個監視畫面，按下擷取鈕，開始錄影(recording)，由影像攝影機(CCD)所擷取之影像資料直接傳輸至撞擊伺服器，並暫存於撞擊伺服器。
2. 受測者就定位，並嘗試揮動一號木桿，調整姿勢，準備正式揮桿。
3. 揮桿時間記錄之感測器(sensor)，隱藏於球道下。當受測者扭身揮桿，擺動腰部，球桿拉至肩膀後，順勢擺動劃起圓弧，奮力將球擊出之一剎那，感測器監控到球桿速度超過系統設定值時，撞擊伺服器判定為一有效揮桿，此時，撞擊伺服器將暫存之

影像資料往前回溯，擷取擊球前 1.5 秒影像攝影機所傳輸之影像資料。

4. 撞擊伺服器將所擷取之 1.5 秒內的影像資料，傳輸至電腦影像監控系統，依照理論模式之分析和計算，可得到有關一號木桿揮桿之桿頭速度、擊球初速度、起飛角度、後旋速率、擊球距離和擠壓倍數等相關數據。
5. 系統監控者將每一受測者揮桿時，由影像監控系統量測、計算模擬分析所得到之高爾夫一號木桿揮桿相關數據，依照受測者高差點、中差點和低差點之不同，記錄於原始數據檔供後續統計分析。
6. 重複 2-5 步驟，可得到本實驗研究所需要之相關原始數據。

實驗過程中，需特別注意的是，每位受測者皆使用一號木桿成功揮擊六次，共可蒐集 6 筆資料，並需隨時檢查電腦影像監控系統之資料是否有誤，若有錯誤則重新測量。而每個揮桿動作資料是以頻率 120 Hz 的之紅外線攝影機來收集，透過撞擊伺服器，將資料傳輸到電腦影像監控系統以供後續的統計分析。

六、資料收集與處理

本研究數據資料以 SPSS 10.0 套裝軟體進行處理，並進行以下分析：以獨立樣本單因子變異數分析(one-way ANOVA)，若有顯著差異，以杜凱法(Turkey's method) HSD 進行多重事後比較，統計數值的考驗均以 $\alpha = .05$ 為顯著水準。

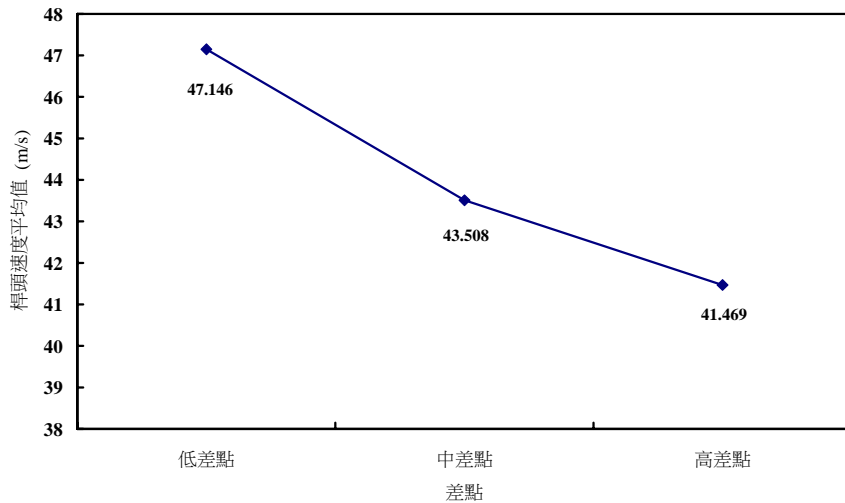
參、結果與討論

一、不同差點球員桿頭速度之分析結果

表二 不同差點桿頭速度值統計量一覽表

差點	個數	平均數 (m/s)	標準差	平均數95%信賴區間		最小值 (m/s)	最大值 (m/s)
				下界	上界		
低差點	13	47.146	1.366	46.321	47.972	45.5	49.3
中差點	13	43.508	1.916	42.350	44.665	40.3	46.9
高差點	13	41.469	1.654	40.470	42.469	39.3	44.2
總和	39	44.041	2.876	43.109	44.973	39.3	49.3

由表二可以得知在低差點組桿頭速度平均值為 47.146 m/s、中差點組為 43.508 m/s、高差點組為 41.469 m/s。圖三可以看出桿頭速度平均值以低差點組為最高，其次為中差點組，最低為高差點組。



圖三 不同差點桿頭速度之平均值

由表三不同差點桿頭速度之變異數分析摘要表可以得知，組間效果的考驗達到顯著水準，表示不同的差點組別的桿頭速度有明顯的差異。表四桿頭速度 Turkey HSD 事後比較結果則指出高差點組的桿頭速度顯著低於中差點組及低差點組，而低差點組的桿頭速度顯著高於中差點組。

表三 不同差點桿頭速度之變異數分析摘要表

變異來源	平方和	自由度	平均平方和	F	顯著性
組間	215.025	2	107.513	38.989	.000*
組內(誤差)	99.269	36	2.757		
全體	314.29	38			

*p<.05

表四 桿頭速度 Turkey HSD 多重比較表

依變數	差點 (I)	差點 (J)	平均差異 (I)-(J)	標準誤	顯著性	95%信賴區間	
						下界	上界
桿頭速度 (m/s)	低差點	中差點	3.638	.651	.000**	2.046	5.231
		高差點	5.677	.651	.000**	4.085	7.269
	中差點	低差點	-3.638	.651	.000**	-5.231	-2.046
		高差點	2.038	.651	.009**	.446	3.631
	高差點	低差點	-5.677	.651	.000**	-7.269	-4.085
		中差點	-2.038	.651	.009**	-3.631	-.446

*p<.05

二、不同差點球員桿頭速度之分析討論

高爾夫揮桿的目的在於擊球後，球飛行的距離與方向準確，而高爾夫球能夠擊遠的主要因素在於，撞擊前球桿的桿頭速度。影響桿頭速度有：1.參與動作過程，肌肉工作所能產生的力矩大小；2.揮桿弧度的大小；3.揮桿速度的快慢；4.揮桿時所使用的桿長(Cerra, 1975)。在起桿和下桿時，上半身與下半身因旋轉而形成的肌肉力矩，乃是揮桿下擊的原動力（張建國，1990）下桿時，利用臀部與上半身大肌肉轉動所產生的肌肉力矩，透過手臂帶動球桿產生速度。另外，下桿時利用左手水平側拉動作，造成肩膀之旋轉加速度，或下桿末期利用手腕延遲施放動作，以帶動球桿所產生的力量，也可以增加桿頭速度(Zumerchik, 1991)。揮桿弧度越大，做功距離拉長，所獲得的角動量越大，但因為球桿的質量固定不變，故增加角動量，可以提高桿頭速度。由此得知，要增加擊球的距離，有賴於桿頭速度的增加，而要達到較大的桿頭速度，可以經由身體肢段輸出較大的肌肉力量，或是所輸出力量作用的距離越長（旋轉半徑越大），則桿頭速度越快。

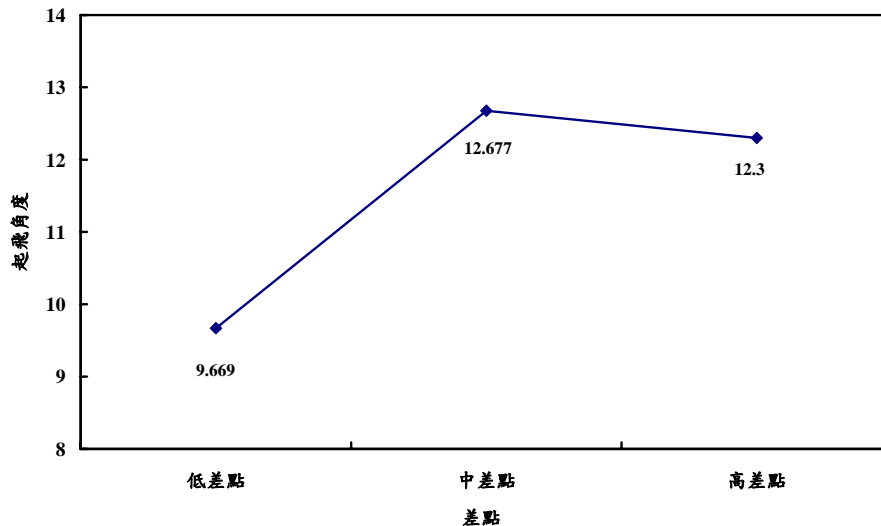
值得注意的是，揮桿動作的平順與否也會影響桿頭的速度，因此若動作協調性越高，則桿頭速度越快(Miburn, 1982)，此一論點亦可由 Hetu (1998)的研究發現『柔軟度較佳，可使揮桿時上半身做較大的扭轉，並可使桿頭速度更快，球飛得更遠』得到佐證。高差點球員於下桿過程中，其前後偏移量遠較低差點球員來的大，穩定性、協調性都較低差點球員差，因此在揮桿過程中產生不必要之晃動。所以球桿技術較佳者（低差點球員），揮桿時軀幹旋轉效率較佳，偏移量較少，協調性、柔軟性亦較佳，故在揮桿過程中，上桿、下桿肢段數目較多，動作較平滑，其手臂平直，可得到較大的揮桿長度，再加上其練習次數較多，所能產生的肌肉力矩強度較大，故其所能獲得的桿頭速度，理論上應該較中差點或高差點球員來的大；由本實驗 CCD 影像擷取系統，經過撞擊伺服器數據擷取、傳輸到影像監控系統紀錄，再經由 SPSS 10 統計軟體分析，所得到的桿頭速度結果，高差點為 41.469 m/s，標準差 1.654 m/s，中差點為 43.508 m/s，標準差 1.916 m/s，低差點為 47.146 m/s，標準差 1.366 m/s，相當吻合，顯示了低差點球員不但揮桿時，具有較大桿頭速度（47.146 m/s 在三組中最大），同時其穩定性和協調性也較中差點或高差點球員來的佳（標準差 1.366 m/s 在三組中最小），此一量測結果也給予高爾夫揮桿力學模型科學化的印證。

三、不同差點球員起飛角度之分析結果

表五不同差點起飛角度值統計量一覽表

差點	個數	平均數	標準差	平均數95%信賴區間		最小值	最大值
				下界	上界		
				8.693	10.645	6.7	12.3
中差點	13	12.677	低差點	13	9.669	1.615	17.5
高差點	13	12.300	2.010	11.085	13.515	8.7	14.9
總和	39	11.549	2.642	10.692	12.405	6.7	17.5

由表五可以得知在低差點組起飛角度平均值為 9.669 度、中差點組為 12.677 度、高差點組為 12.300 度。圖 4-3 可以看出起飛角度平均值以中差點組為最高，其次為高差點組，最低為低差點組。



圖四不同差點起飛角度值

由表六不同差點起飛角度之變異數分析摘要表可以得知，組間效果的考驗達到顯著水準，表示不同的差點組別會影響起飛角度。表七起飛角度 Turkey HSD 事後比較結果則指出中差點組的起飛角度顯著高於高差點組及低差點組，高差點組顯著高於低差點組。

表六不同差點起飛角度之變異數分析摘要表

變異來源	平方和	自由度	平均平方和	F	顯著性
組間	69.807	2	34.903	6.426	.004*
組內(誤差)	195.531	36	5.431		
全體	265.337	38			

* p<0.05

表七起飛角度 Turkey HSD 多重比較表

依變數	(I)差點	(J)差點	平均差異 (I-J)	標準誤	顯著性	95%信賴區間	
						下界	上界
起飛角度 (度)	低差點	中差點	-3.008	.914	.006*	-5.242	-.773
		高差點	-2.631	.914	.018*	-4.865	-.396
	中差點	低差點	3.008	.914	.006*	.773	5.242
		高差點	.337	.914	.911	1.857	2.611
	高差點	低差點	2.631	.914	.018*	.396	4.865
		中差點	-.377	.914	.911	-2.611	1.857

* p<0.05

四、不同差點球員起飛角度之分析討論

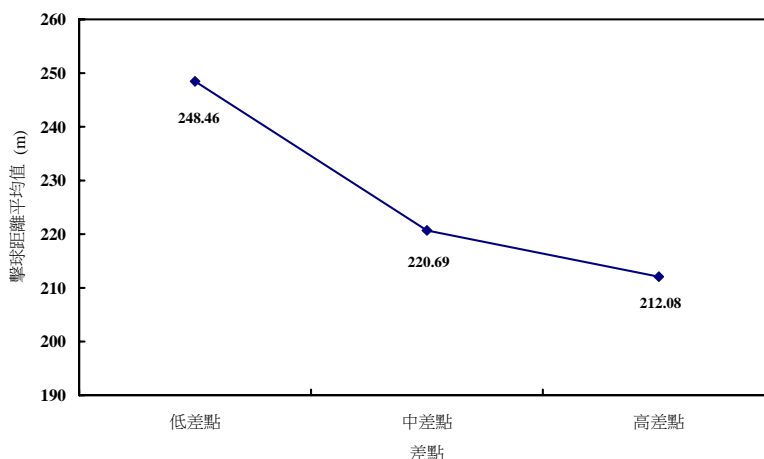
高爾夫揮桿擊球是屬於高速飛行的運動，無可避免的必須考慮到空氣作用於球體的影響，亦即必須考慮到作用於球體的升力和阻力，因此要分析探討其最大的飛行距離，傳統的力學理論所得到的結果（45°起飛角度可得到最遠飛行距離），已不再適用；加以現代化科技的進步，不同材質的球桿的研發，使得作用於高爾夫球體上的空氣阻力和升力大幅增加，因此最佳的起飛角度，由實驗和學理的證明，此角度遠遠低於理論值的45°。根據各球桿製造廠家的測試，要得到最佳的飛行距離，其起飛角度通常小於10°。由本研研究所得到的結果得知，低差點球員的平均起飛角度為9.67°，中差點球員的平均起飛角度為12.67°，而高差點球員的平均起飛角度為12.3°，其結果和考慮空氣升力和阻力作用於高爾夫球的結果相當吻合。值得注意的是，中差點和高差點球員的起飛角度均較實際理想值10°來的大，因此，其擊球距離（中差點：220.69 m，高差點：212.08 m）均較低差點球員（248.46 m）來的近，此結果也驗證了各廠家所提的，最佳飛行距離的起飛角度小於10°的論點。

五、不同差點球員擊球距離之分析結果

由表八可以得知在低差點組擊球距離平均值為 248.46 m、中差點組為 220.69 m、高差點組為 212.08 m。圖五可以看出桿頭速度平均值以低差點組為最高，其次為中差點組，最低為高差點組。

表八 不同差點擊球距離值統計量一覽表

差點	個數	平均數	標準差	平均數95%信賴區間		最小值	最大值
				下界	上界		
低差點	13	248.46	6.95	244.26	252.66	236	259
中差點	13	220.69	17.93	209.86	231.53	187	256
高差點	13	212.08	12.20	204.71	219.45	183	230
總和	39	227.08	20.27	220.65	233.65	183	259



圖五 不同差點擊球距離值

由表九不同差點擊球距離之變異數分析摘要表可以得知，組間效果的考驗達到顯著水準，表示不同的差點組別的擊球距離有顯著差異。表十擊球距離 Turkey HSD 事後比較結果則指出高差點組的擊球距離顯著低於中差點組及低差點組，而低差點組的擊球距離顯著高於中差點組。

表九 不同差點擊球距離之變異數分析摘要表

變異來源	平方和	自由度	平均平方和	F	顯著性
組間	9399.846	2	4699.923	27.198	.000**
組內(誤差)	6220.923	36	172.803		
全體	15620.769	38			

* p<0.05

表十 擊球距離 Tukey HSD 多重比較表

依變數	差點 (I)	差點 (J)	平均差異 (I)-(J)	標準誤	顯著性	95%信賴區間	
						下界	上界
擊球距離 (m/s)	低差點	中差點	27.77	5.16	.000*	15.17	40.37
		高差點	36.38	5.16	.000*	23.78	48.99
	中差點	低差點	-27.77	5.16	.000*	-40.37	-15.17
		高差點	8.62	5.16	.230	-3.99	21.22
	高差點	低差點	-36.38	5.16	.000*	-48.99	-23.78
		中差點	-8.62	5.16	.230	-21.22	3.99

* p<0.05

六、不同差點球員的擊球距離之分析討論

眾所周知的，影響高爾夫擊球距離的決定模式，因素非常多且複雜。基本上高爾夫球在空中的飛行模式，可用簡化的拋射體模式來做初步的模擬計算，但是因為高爾夫球擊球碰撞後的飛行速度非常快，因此空氣作用其上的升力和阻力不可忽略，再加上後旋速率的影響，使得要以力學模式來分析高爾夫運動的擊球距離，難度變得非常高。由高爾夫擊球距離的決定模式，吾人可知擊球距離和空氣阻力、高爾夫球起飛初速度與球在空中飛行時間息息相關。而球在空中飛行時的垂直高度、垂直速度分量和重力加速度的大小，則會影響球在空中飛行時間；另一方面，揮桿時桿頭的撞擊動量則會影響球的起飛水平速度和起飛角度，而桿頭質量和碰撞前桿頭直線速度則會影響到桿頭撞擊動量；至於揮桿時的桿頭角速度和手臂、球桿長度則會影響碰撞前桿頭的直線速度。擊球準備動作的上桿、下桿階段的肢體力、地面反作用力及軀體伸展循環，皆會影響到揮桿擊球時作用於手臂和身軀的揮桿力量，亦即會影響到高爾夫揮桿旋轉的桿頭角速度。

因此，要打好高爾夫球，不但身體軀段、手臂之間要順暢協調，揮桿動作要平滑流暢，揮桿動作要完整，而這些都要經過日積月累的學習經驗和不間斷的練習才能有所收穫，並非一蹴可成。低差點球員的技巧純熟度和身體協調性，經過長時間的揣摩和修正，加上不斷和球友之間相互討論及經驗傳承，在學理上和認知上，其擊球距離應可預期地和中、高差點球員有所差異，而中、高差點球員的擊球穩定性和精確性、揮桿擊球動作的協調性和順暢性，仍須假以時日的訓練和揣摩學習，技能才能整體提升和精進。由本

研究所得到的結果得知，低差點組擊球距離平均值為 248.46 m、中差點組為 220.69 m、高差點組為 212.08 m，經過變異數分析得知，此三組之間存在著非常顯著的差異性 ($p < 0.05$)，再利用 Turkey HSD 的多重比較分析得知，在低差點和中差點，或低差點和高差點之間，都存在著顯著性的差異 ($p < 0.05$)。亦即低差點球員的擊球距離遠大於中、高差點球員，此結果和學理上的分析推測和一般認知吻合。而中差點和高差點球員之間，在擊球距離的變項上並不存在著差異性。此一結果是因為低差點球員揮桿擊球動作的成熟度、身體協調性較佳，因此在桿頭速度及球初速度均較中、高差點球員快所致。

七、差點與依變數多元相關之分析結果

由表十一多元相關統計分析，可看出差點與桿頭速度、球初速度、擊球距離有顯著性的負相關 ($p < 0.05$)，與起飛角度等有顯著性正相關 ($p < 0.05$)，但是在後旋速率則沒有顯著相關。桿頭速度與球初速度、及擊球距離等變數都有顯著性正相關 ($p < 0.05$)；起飛角度、有顯著性負相關 ($p < 0.05$)，與後旋速率未達顯著性相關水準 ($p > 0.05$)。球初速度與擊球距離有顯著性正相關，與起飛角度有顯著性負相關 ($p < 0.05$)，在後旋速率上未達顯著性水準 ($p > 0.05$)。

表十一多元相關分析表

依變數	差點	桿頭速度 (m/s)	球初速度 (m/s)	起飛角度 (degree)	後旋速率 (rpm)	擊球距離 (yard)
差點	1.000	-.816*	-.815*	.412*	.103	-.742*
桿頭速度 (m/s)		1.000	.929*	-.497*	-.251	.832*
球初速度 (m/s)			1.000	-.522*	-.211	.938*
起飛角度				1.000	.181	-.377*
後旋速率					1.000	-.177
擊球距離 (yard)						1.000

* $p < 0.05$

肆、結論

本研究藉由高、中、低差點共 39 人之業餘高爾夫球員，藉由起飛監視器的影像監控，對球員使用一號木桿揮桿擊球進行實測，可得到以下結論：

- 一、低差點球員揮桿時軀幹旋轉偏移量較少，協調性、柔軟性較佳，在揮桿過程中，動作較順暢，其手臂平直，可得到較大的揮桿長度，加上練習次數較多，所能產生的肌肉力矩強度較大，故其所能獲得的桿頭速度，較中差點或高差點球員來的大。由實驗量測各組球員揮桿時桿頭速度分析知，低、中、高差點高爾夫球員三組之間揮桿時的桿頭速度有顯著差異，顯示了低差點球員不但揮桿時，具有較大桿頭速度，同時其穩定性和協調性也較中差點或高差點球員來的佳。
- 二、擊球距離和空氣阻力、高爾夫球起飛初速度、起飛角度與球在空中飛行時間有密切關係。低差點球員的技巧純熟度和身體協調性，經過長時間的揣摩和修正，有著較高的起飛初速度和較佳的起飛角度，其擊球距離應可預期地和中、高差點球員有所差異。由研究結果得知，此三組之間在擊球距離變項上存在著非常顯著的差異性

($p < 0.05$)，而利用 Turkey HSD 的多重比較分析得知，在低差點和中差點，或低差點和高差點之間，其擊球距離達到顯著性的差異($p < 0.05$)，此學理上的結果分析推測和一般認知吻合，但中差點和高差點球員之間，在擊球距離的變項上並未達到顯著性差異。

- 三、高爾夫球受到桿頭碰撞作用，在短時間內受到很大力量，其飛行速度很快，故所受到的空氣作用，不可忽略，因此獲得最大飛行距離的起飛角度，此和拋射體運動忽略空氣動態作用力所得理想角度『 45° 』遠遠來的小。根據各球桿製造廠家的測試，要得到最佳的飛行距離，其起飛角度通常小於 10° 。由本研究所得到的結果得知，低差點球員的平均起飛角度為 9.67° ，中差點球員的平均起飛角度為 12.67° ，而高差點球員的平均起飛角度為 12.3° ，其結果和考慮空氣升力和阻力作用於高爾夫球的結果相當吻合，此結果也驗證了各廠家所提的，最佳飛行距離的起飛角度小於 10° 的論點。經變異數分析與多重比較得知，低、中或低、高差點高爾夫球員之間揮桿後的球起飛角度有顯著差異，但高、中差點高爾夫球員之間揮桿後的球起飛角度並無顯著差異。
- 四、差點與桿頭速度、球初速度、擊球距離，經皮爾遜積差相關分析得知，其相關係數分別為 -0.816 、 -0.815 及 -0.742 ，與差點呈現顯著性的高負相關($p < 0.05$)，此代表差點越低，則桿頭速度、球初速度、擊球距離越佳。差點與球起飛角度相關係數為 0.412 ，達顯著性正相關($p < 0.05$)，表示差點越低，則球起飛角度越低；差點越高，則球起飛角度越高。

參考文獻

- 丁麗芬 (2002)：高爾夫球桿身重量與擊球準確度之分析。未出版之碩士論文，台北市，台北市立體育學院運動科學研究所。
- 梁俊煌、林振盛、楊忠和 (2002)：2001 研究歐洲優秀職業高爾夫巡迴賽選手致勝因素分析。彰化師大體育學報，3 卷，1-17 頁。
- 張建國 (1990)：侯根長打五絕招。台北：卓越出版社。
- 陳文雄、石翔至、林俊源 (2005)：不同差點業餘高爾夫球員一號木桿擊球之研究。南亞學報，25 期，205-222 頁。
- 童文俊 (1995)：職業高爾夫球選手尼克佛度(Nick Faldo)一號木桿揮桿動作分析。政大體育，10 卷，1-16 頁。
- 賀育民 (2002)：高爾夫揮桿動作電腦化學習系統雛形之建構。未出版之碩士論文，高雄縣，義守大學工業工程管理研究所。
- 劉玉仁、周有禮、吳育雯 (2002)：高爾夫下桿動作中頭頂上區幹旋轉軸點的運動模式分析。成大體育，36 卷 3 期，23-31 頁。
- Cerra, G. J. (1975). Scientific analysis of the golf swing. Golf: A Positive Addison Wesley publishing company, Inc.
- Cooper, M. A., & Mather J. S. B. (1994). Science and Golf, 2^{ed} Cochran and Farrally London: E & FN Spoon, 65-70.
- Hetu, F. E., & Christie, C. A. (1998). Effects of conditioning on physical fitness and club head speed in mature golfers. *Preceptual and Motor Skills*, 86, 811-815.
- Milburn, P. D. (1982). Summation of segmental velocities in the golf swing. *Medicine and Science in Sports and Exercise*, 14(1), 60-64.
- Zumerchik, J. (1991). *Encyclopedia of Sports Science*, Macmillan library reference, USA.