不同差點業餘高爾夫球員一號木桿擊球之研究

陳文雄[1]　　石翔至[1]　　林俊源[2]

[1]南亞技術學院　體運組

[2]南亞技術學院　機械工程系

摘要

本研究目的在探討高爾夫球運動，不同差點業餘高爾夫球員與擊球效應之相關性，球飛行距離、擊球時的桿頭速度、球擊出時的初速度、出球角度、球後旋及側旋速率等，均扮演著極為關鍵的角色。研究透過實驗的方式，經由 40 位業餘球員區分三組：低差點組 13 人、中差點組 15 人以及高差點組 12 人。分別使用一號木桿揮桿擊球六次後，藉由出球狀況監測器一組(bridge stone 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。結果如下：

一、低差點組在桿頭速度、球初速度、球側旋以及距離有顯著性相關存在。

二、中差點組在桿頭速度、球初速度、球側旋以及距離有顯著性相關存在。

三、高差點組在桿頭速度、球初速度、出球角度以及距離有顯著性有相關存在。

四、各組在差點、桿頭速度、球初速度、出球角度以及距離上有顯著性差異，顯示差點、桿頭速度、球初速度、出球角度等變數，是影響業餘高爾夫球員擊球距離與準確性最重要的因素。

綜合以上所述，本研究認為加快揮桿速度、精準的擊球、增進球擊出時的初速度與出球角度是增進球技與降低差點的不二法門。

關鍵詞：差點，擊球效應，側旋速率，業餘高爾夫球員

聯絡作者：陳文雄　電話：03-4361070 ext. 511

Email: rotex@nanya.edu.tw

A Study of Driver Shot of Amateur Golfer with Different Handicap

Wen-Hsiung Chen[1], Hsiang-Chih Shih[1], Chun-Yuan Lin [2]

[1]Physical Education Section, Nanya Institute of Technology

[2]Department of Mechanical Engineering, Nanya Institute of Technology

Abstract

This purpose of this study is to investigate the relationship between the different handicap of amateur golfer and the shot effect of golf sport. It is known that the flying distance, head speed of impact, the initial velocity of ball, take-off angle and speed of sidespin etc., play an extremely key role in golf game. By way of testing, the 40 amateurish players were grouped three, namely, the low, median and high handicap groups with 13, 15 and 12 persons, respectively. When testing, the driver was used to swing shot six times separately, the data were recorded by bridge-stone golfer dock club fitting system and quantized with one-way ANOVA. The results obtained are as following:

1. There are significant correlations with the head speed, initial velocity of ball, sidespin and flying distance in low-handicap group.
2. There are significant correlations with the head speed, initial velocity of ball, sidespin and flying distance in median-handicap group.
3. There are significant correlations with the head speed, initial velocity of ball, take-off angle and flying distance in high-handicap group.
4. There are significant correlations with the handicap, head speed, initial velocity of ball, take-off angle and flying distance in each group, which reveals that abovementioned variables are the important factors affecting the shot distance and precision of the amateur golfers.

As a whole, the one and only way to improve the golf skill and lower down the

handicap is to enhance the head speed, accurately swing shot, increase the initial velocity and take-off angle of ball.

Keywords: Handicap, shot effect, sidespin velocity, amateur golfer

緒論

一. 問題背景

眾所周知高爾夫球運動是一項目標擊準的運動(Golf is target game)，它必須克服自然氣候環境以及球場所設的障礙挑戰，因此「擊球的準確性與擊球距離」便成為高爾夫球運動中最重要的課題。這可從多次的美國公開賽將標準桿五桿(par 5)的洞調整成標準桿四桿(par 4)的洞，以增加距離來加強難度，可看得出來。在高爾夫球的比賽中，扣除四個短洞(par 3)不使用一號木桿開球外，其餘的十四個洞就算有戰術策略考量，幾乎 80%都會使用一號木桿開球，由各項比賽數據中可以看出，一號木桿開球距離與其上球道成功率，會直接影響到第二桿或第三桿擊球上果嶺的準確性，並影響果嶺上推桿的次數，進而影響整個比賽的成績，可見將球擊遠和球擊準在高爾夫球運動中的重要性。因此，打好成績不僅要將球打得遠而且要打得準確。然而，高爾夫球球桿面與球接觸的面積相當小，桿身又長，控球極為不易，要將球打的又直又遠更絕非易的事（丁麗芬、林寶城，2004）。要擊出又直又遠的球，除了要有先進良好的球桿的配合外，亦要有良好的身體素質與優異的揮桿技巧，才能擊出漂亮好球（洪家煜，2000）。所以將球擊得又直又遠，就成為高爾夫球選手、業餘球友以及高爾夫球球具製造商三者所共同努力追求的目標。

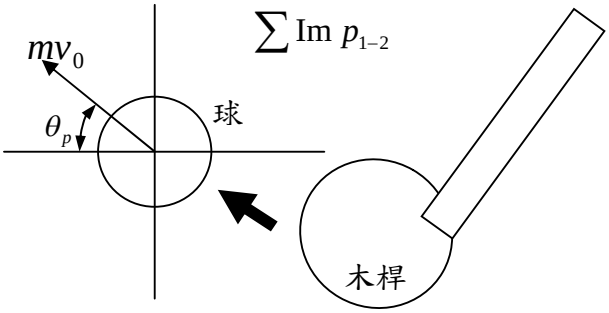

圖 1 桿頭撞擊高爾夫球的瞬間示意圖

高爾夫球木桿擊球後，所產生的飛行距離是透過四種過程的作用，從木桿能量的轉移、球的起飛彈道、飛行歷程與滾動距離等，靜止後距離方為完成。以運動力學的觀點來看，最遠飛行距離彈道構成的三大要素分別為：球的初速度、球的起飛角度以及球的低反轉數等，茲將其理論基礎分述如下：

(一) 桿頭撞擊高爾夫球的瞬間如圖 1 所示，高爾夫球速度它受到球桿桿身、手臂長度、桿頭重量、和揮桿速度以及擊球的準確性的影響，根據動量不滅原理得到

下式：

$$mv_1 + \Sigma \mathrm{Im}\, p_{1-2} = mv_0 \tag{1}$$

其中：m 質量 v_0 球被打擊前的速度$\Sigma \mathrm{Im}\, p_{1-2}$ 球桿打擊到球時的衝量。

由上述公式可以看出，質量越大速度越快則衝量越大球擊的距離越遠。因此，桿頭質量與速度便成為擊球遠近的關鍵之一，依現代科技儀器是可以量出桿頭的速度；然而，它只有在與球速相比較下才有意義，桿頭速度與球的初速度之比例為 1 比 1.5。但有些球員在桿頭速度轉換成球速上較為出色（擊球較為準確），因此可用較低的揮桿速度亦能打出更遠距離的球(Golf Digest 2003, 1, p. 89)。

(二) 起飛角度是指當高爾夫球選手擊球瞬間如圖 2 所示當球桿擊中時，球飛離地面與地面水平線所形成之角度稱之，根據牛頓運動學，當高爾夫球在沒有旋轉情況下，起飛角度為 45 度時球的飛行距離最遠，其運動方程式如下(Merian & Kraige, 2000)：

$$v_{0x} = v_0 \cos\theta_p \tag{2}$$

$$v_{0y} = v_0 \sin\theta_p \tag{3}$$

$$y = v_{0y}t + \frac{1}{2}a_y t^2 \tag{4}$$

$$d = v_{0x}t + \frac{1}{2}a_x t^2 \tag{5}$$

其中 y 為球的飛行高度，d 為球的飛行距離，v_0 為球的飛行速度，θ_p 為球的起飛行角度，v_{0x}, v_{0y} 為球在 x 與 y 方向的飛行速度，a_x, a_y 為球在 x 與 y 的飛行加速度，t 為球的飛行時間。

由上述公式可以看出，理想的起飛角度可以增加球飛行的時間與距離。因此，起飛角度的良否也成為擊球遠近的關鍵之一，為了求得更最遠距離的擊球彈道，就連職業球員都開始訴諸大桿面角度的球桿。舉例而言，在美巡賽使用 Taylor Made 一號木桿的球員中，有半數以球員上都使用 9 度以上的款式，其中包括 Hank Kuehene 等。使用 Callaway 一號木桿的球員中，有 40%以上的球員使用 9 度以上的一號木桿，相同的比例也見於使用 Titleist 一號木桿的球員上，Tiger Wood 和 Ernie Els 在 2003 年都使用 9.5 度的一號木桿。Callaway 公司(2003)測量業餘高爾夫球友成功擊球後得到的結果，全部的受試者換用桿面角度較大的球桿後擊球後，球飛

行的距離都增加了，有些球友還因此而大幅的增加。為了求得更最遠距離的擊球彈道，就連職業球員都開始訴諸大桿面角度的球桿。若干研究顯示接近 20 度的出球角度可打出最遠距離，雖然要打出這樣的角度和保持低旋轉速率，有實際上的困難，但較高的出球角度以及低旋轉率仍為擊球遠近的重要因素(Golf Digest 2003, 11, p. 74)。

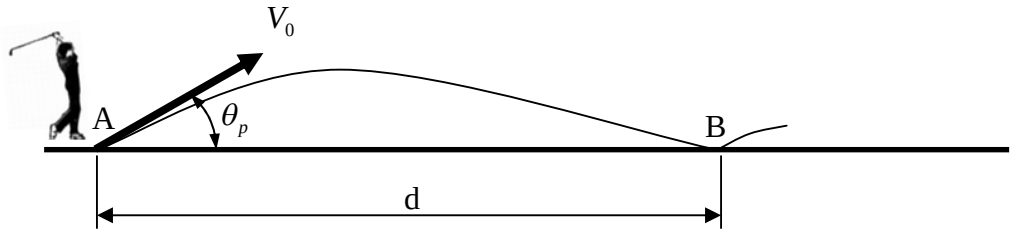

圖 2 高爾夫球選手擊球與球飛行距離示意圖

(三) 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)，根據馬格納斯效應(Magnus effect)，如圖 3 所示(Munson et al., 1994)。

$$p_\infty + \frac{1}{2}\rho U^2{}_\infty = p_s + \frac{1}{2}\rho\left(-2U_\infty \sin\theta + \frac{\mathrm{K}}{R}\right) \tag{6}$$

其中：p_∞ 自由流徑空氣壓力（free-stream pressure），p_s 球表面空氣壓力(surface pressure)，ρ 空氣密度，U_∞ 流場遠端速度，R 球體半徑，K 旋場強度(vortex strength)，θ 分離角度(separation angle)。

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。相對地，當擊球瞬間球桿擊中質量中心下側時，會產生下旋球(back spin or under spin)，高爾夫球飛行時會將向前的速度改變為向上的速度，使飛行的距離縮短，著地時亦可能使球會往回走。由此可知，太多的旋轉數不僅會限制球飛行的距離，亦無法控制方向，因此準確的擊中球的質量中心以減少球的後旋或側旋，亦是增加球飛行距離的不二法門。

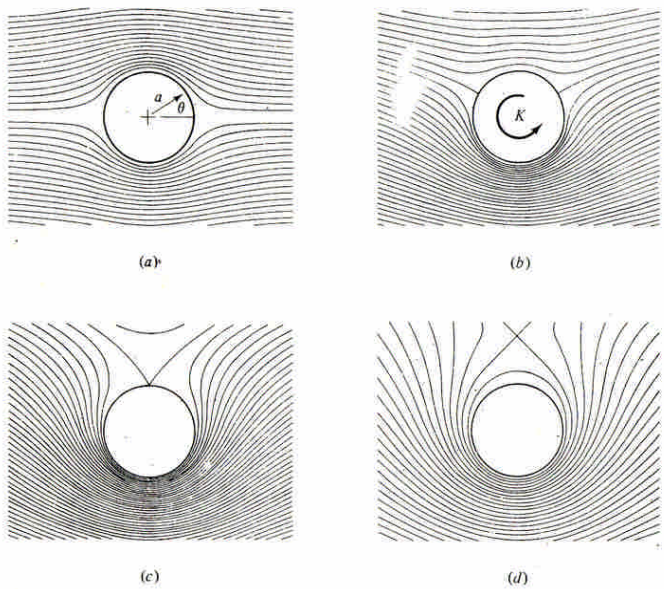

圖 3 高爾夫球飛行中因旋轉產生馬格納斯效應(Magnus effect)示意圖

根據 USGA 的研究指出：一般球員球桿頭的速度平均約在 80-100 mph 之間；球速平均約在 120-165 mph 之間；起飛角度平均約在 6-14 度之間；後旋平均約在 2000-4500 rpm 之間，而巡迴賽球員球桿頭的速度平均約在 116mph 之間；球速平均約在 170 mph 之間；起飛角度平均約在 9 度之間；後旋平均約在 2900 rpm 之間 (Golf Digest 2003, 1, p. 89)。如表 1 所示：

表 1 一般球員與巡迴賽球員球速比較表

	一般球員	巡迴賽球員
球桿頭速度	80-100 mph	116mph
球出速度	120-165 mph	170 mph
起飛角度	6-14 度	9 度
後旋速度	2000-4500 rpm	2900 rpm

由上表的數字比較我們不難看出，一般球友無論在桿頭速度、球速、起飛角度以及後旋的數據，在一般球員與巡迴賽球員之間都有所差異。

近年來台灣由於高爾夫球運動人口日益增加，球具業務亦日益蓬勃，各高爾夫球具公司為了爭取更多的球友的認同，紛紛引進出球狀況監視器和雷射測距器，來服務一般球友，利用科技器材所測得的數據，讓一般的業餘球友能瞭解自己揮桿狀況，並得以正確的選購適合自己的球桿。本研究以出球狀況監視器

(bridge-stone golfer dock club fitting system)來測試不同差點（技術水準）球友，揮桿的桿頭速度球、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等變數之間的差異，並探討高爾夫球的飛行距離在各變數間交互影響的關係，進而釐清影響球擊遠的因素，以作為體育教師、教練、在指導學生或球員練習時參考，亦可讓業餘的高球愛好者在自我練習或選購一號木桿時參考。

二. 研究目的

本研究主要目的在於測試不同技術水準（差點）球友，揮桿擊球時的桿頭速度、球擊出時的初速度、球起飛角度、球後旋速率、球側旋速率以及擊球距離等變數之間的差異，並分析探討影響高爾夫球飛行距離的各變數間交互影響關係，進而釐清影響球擊遠的最主要因素，以作為教師改進教學或教練、選手訓練時之參考依據。

三. 研究假設

(一) 不同技術水準（差點）球友，在揮桿的桿頭速度、球初速度、起飛角度以及後旋數等變數之間有差異存在。

(二) 桿頭速度、球初速度以及起飛角度等變數，是影響球擊遠的主要因素。

四. 研究對象與分組

本研究之研究對象以桃園縣中壢地區之一般不同差點之球友為研究對象，區分三組分別為：差點 0-9 者 13 位；差點 10-20 者 15 位；差點 21-30 者 12 位，共計 40 位球友為研究對象。基本資料如下：

表 2 各組實驗對象基本資料

組　別	人 數	身　高	體　重	年　齡
差點 0-9	13	175.6 (4.2)	71.3 (5.9)	36.8 (0.7)
差點 10-20	15	174.5 (3.4)	71.9 (6.0)	38.7 (0.9)
差點 21-30	12	176.4 (3.9)	73.3 (5.6)	39.9 (0.8)

( )內數值代表標準差

五. 研究範圍與限制

本研究範圍與限制如下：

(一) 本研究之受測試對象以當天前往佳樂福練習場練球的球友為主，並無其他地區的受測試對象，為本研究限制一。
(二) 本研究之研究對象所使用的球桿為自己的球桿，無法統一為本研究限制二。
(三) 影響高爾夫運動球員之擊球技術水準因素很多，除了基本動作擊球的訓練之外，經驗的累積與心理特質也是扮演舉足輕重的腳色，本文研究的重點在於分析壹號木桿的擊球基本理論分析與探討，其他因素則不在本文探討範圍，為本研究限制三。

六. 名詞解釋

(一) 差點：一般係指與標準桿 72 桿之間的距離，用以評量高爾夫運動球員之技術水準，差點數值越少者其技術水準較高，反之者越低。計算方式為三次下場成績的平均數乘以 0.75 所得數之值稱之。
(二) 出球狀況監測器：出球狀況監測器可以追蹤球的旋轉，在球上畫一道紅線和位移，得以算出桿頭的速度、球速、出球的角度及旋轉率等，來測驗高爾夫球友的擊球狀況。

貳. 研究方法與步驟

一. 實驗設備

(一) 出球狀況監測器一組(bridge-stone golfer dock club fitting system)。
(二) Compaq 筆記型電腦一部。
(三) 全新 KHS 練習球 N 個。
(四) bridge-stone 一號木桿數支。

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：桃園縣中壢市佳樂福高爾夫球練習場。

三. 實驗程序

(一) 先向球友說明實驗目的，並徵得球友擔任受試者的意願後，填寫基本資料，再詳加說明測試程序與方法，後於準備區內揮桿擊球熱身。

(二) 受試者在準備區內給予充分的時間準備熱身，待其熱身準備完畢後，再進入測試區內進行測試。

(三) 每位受試者進入測試區內進行測試時，給予充分的時間，做六次的擊球測試，並記錄數據，以其認為最佳的擊球為記錄成績。

四. 資料處理

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：以相依樣本單因子變異數分析(one-way ANOVA)，若有顯著差異，以 Scheffe 法進行多重事後比較，再以皮爾遜積差相關係數法探討測試的各項參數間之相關性，統計數值的考驗均以 α=.05 為顯著水準。

參. 結果與討論

本研究之研究對象依其差點高低區分為三組，分別為低差點組（差點 0-9）13 人，平均差點 4.31；中差點組（差點 10-20）15 人平均差點 25.43，以及高差點組 12 人（差點 21-30）平均差點 25.17。

一. 各變數間相關性之結果分析與討論

(一) 不分組

各變數在不分組時，其相關性分析結果如下：

1. 由表三可看出在不分組的情況下，差點與桿頭速度、球初速度、出球角度、球側旋速率以及距離等有顯著性相關(p<.05)，在球後旋上未達顯著性相關水準(p>.05)。
2. 在桿頭速度、球初速度、出球角度、球側旋速率以及距離等變數都有顯著性相關(p<.05)；唯在球後旋上未達顯著性相關水準(p>.05)。
3. 球初速度與出球角度、球側旋速率以及距離有顯著性有相關(p<.05)；但在球後旋上未達顯著性水準(p>.05)。良好快速的球初速度與適當的出球角度以及較少的側旋速率可以增加距離。
4. 出球角度與球後旋速率、球旋速率以及距離均未達顯著性相關(p>.05)。在本研究中表三可看出，球後旋速率、球旋速率以及距離均未達顯著性相關(p>.05)
5. 後旋速率與距離有顯著性有相關(p<.05)，但與球側旋速率未達顯著性相關

(p>.05)。側旋速率與距離有顯著性有相關(p<.05)。

由以上分析可以看出，在不分組的情況下，可以看出良好而快速的的桿頭速度可以提升球擊出時的初速度，適當的出球角度可以減少球側旋的速率與球後旋速率並增加擊球距離。球後旋速率會決定高度與距離，球後旋(under spin)越多，球飛行的彈道越高距離越短。球側旋會決定方向與距離，球旋轉數越多則方向亦偏離越多距離越短。因此，在表 3 中可看出桿頭速度、球初速度、出球角度、球側旋速率以及距離等有顯著性相關，證明桿頭速度、球初速度、出球角度、球側旋速率以及距離等變數，是影響差點高低的重要因素。

表 3 受試者變數相關分析表

依變數		差點	桿頭速度 (m/s)	球初速度 (m/s)	出球角度	後旋速率	側旋速率	距離 (yard)
差點	Pearson 相關	1.000	-.814**	-.850**	.432**	.244	.365*	-.818**
	顯著性(雙尾)		.000	.000	.006	.135	.022	.000
桿頭速度(m/s)	Pearson 相關		1.000	.962**	-.342*	-.269	-.346*	.937**
	顯著性(雙尾)		.	.000	.033	.098	.031	.000
球初速度(m/s)	Pearson 相關			1.000	-.437**	-.267	-.451**	.964**
	顯著性(雙尾)			.	.005	.101	.004	.000
出球角度	Pearson 相關				1.000	-.154	.286	-.272
	顯著性(雙尾)				.	.348	.077	.094
後旋速率	Pearson 相關					1.000	.035	-.358*
	顯著性(雙尾)					.	.831	.025
側旋速率	Pearson 相關						1.000	-.451**
	顯著性(雙尾)						.	.004
距離	Pearson 相關							1.000
	顯著性(雙尾)							.

** p<0.01

* p<0.05

(二) 分組

(I) 低差點組相關性分析結果如下：

1. 在分組時，低差點組在桿頭速度、球初速度、出球角度、球後旋速率、球側旋速率以及距離等均未達顯著性相關(p>.05)；顯示低差點組在揮桿技術水準的一致性。
2. 低差點組在桿頭速度與球初速度、以及距離等有顯著性有相關(p>.05)；但在出球角度、球側旋速率、球後旋上未達顯著性水準(p>.05)。由此可看出桿頭速度與球初速度是影響擊球距離的最重要因素。
3. 球初速度：與距離有顯著性有相關(p<.05)；但在出球角度、球側旋速率、球後旋速率上未達顯著性水準(p>.05)。

4. 出球角度：與球側旋速率、後旋速率以及距離均未達顯著性相關(p>.05)。
5. 後旋速率：與距離球側旋速率未達顯著性相關(p>.05)。
6. 側旋速率：與距離有顯著性有相關(p<.05)。

由表 4 的分析結果可以看出，低差點組在桿頭速度、球初速度、出球角度、球後旋速率、球側旋速率以及距離等均未達顯著性相關，顯示低差點組的揮桿技術水準較為整齊。作進一步分析低差點組在桿頭速度、球初速度以擊球側旋與距離有顯著性有相關，但在出球角度、球後旋速率以及距離等未達顯著性相關，顯示低差點組球員的桿頭速度與球初速度是影響擊球距離的最重要因素。

表4 低差點組變數相關分析表

低差點組		差點	桿頭速度 (m/s)	球初速度 (m/s)	出球角度	後旋速率	側旋速率	距離 (yard)
差點	Pearson 相關	1.000	-.258	-.463	.435	.161	.409	-.353
	顯著性(雙尾)	.	.394	.111	.138	.599	.165	.237
桿頭速度 (m/s)	Pearson 相關		1.000	.832**	-.356	.022	-.392	.571*
	顯著性(雙尾)		.	.000	.232	.944	.185	.042
球初速度 (m/s)	Pearson 相關			1.000	-.521	-.190	-.390	.709**
	顯著性(雙尾)			.	.068	.534	.188	.007
出球角度	Pearson 相關				1.000	.162	.004	-.022
	顯著性(雙尾)				.	.596	.989	.942
後旋速率	Pearson 相關					1.000	.196	-.186
	顯著性(雙尾)					.	.521	.542
側旋速率	Pearson 相關						1.000	-.554*
	顯著性(雙尾)						.	.049
距離	Pearson 相關							1.000
	顯著性(雙尾)							

** p<0.01

* p<0.05

(II) 中差點組相關性分析結果如下：

1. 差點：與桿頭速度、球初速度、出球角度、球側旋速率以及距離等均達顯著性相關(p<.05)；球後旋速率上未達顯著性水準(p>.05)。
2. 桿頭速度：與球初速度、球側旋速率以及距離等有顯著性有相關(p<.05)；但在出球角度、球後旋上未達顯著性水準(p>.05)。
3. 球初速度：與出球角度、球側旋速率、距離有顯著性有相關(p<.05)；但在球後旋速率上未達顯著性水準(p>.05)。
4. 出球角度：與球側旋速率有顯著性有相關(p<.05)；其餘均未達顯著性相關(p>.05)。
5. 後旋速率：與球側旋速率、距離達顯著性相關(p>.05)。
6. 側旋速率：與距離有顯著性有相關(p<.05)。

由表 5 的分析結果可以看出，中差點組的揮桿技巧較不一致性，在桿頭速度、球初速度、球側旋速率以及距離有顯著性有相關，在出球角度、球後旋速率等均未達顯著性相關，顯示中差點組球員的桿頭速度、球初速度、球側旋速率是影響擊球距離的最重要因素。

表5 中差點組變數相關分析表

中差點組		差點	桿頭速度 (m/s)	球初速度 (m/s)	出球角度	後旋速率	側旋速率	距離 (yard)
差點	Pearson 相關	1.000	-.778**	-.833**	.834**	.251	.745**	-.719**
	顯著性(雙尾)		.001	.000	.000	.387	.002	.004
桿頭速度 (m/s)	Pearson 相關		1.000	.882**	-.473	-.296	-.569*	.840**
	顯著性(雙尾)			.000	.088	.304	.034	.000
球初速度 (m/s)	Pearson 相關			1.000	-.616*	-.487	-.805**	.974**
	顯著性(雙尾)			.	.019	.078	.001	.000
出球角度	Pearson 相關				1.000	.435	.653*	-.517
	顯著性(雙尾)				.	.120	.011	.058
後旋速率	Pearson 相關					1.000	.650*	-.542*
	顯著性(雙尾)					.	.012	.045
側旋速率	Pearson 相關						1.000	-.747**
	顯著性(雙尾)						.	.002
距離	Pearson 相關							1.000
	顯著性(雙尾)							.

** $p<0.01$

* $p<0.05$

(III) 高差點組相關性分析結果如下：

1. 差點：與桿頭速度、球初速度、出球角度、球後旋速率、球側旋速率以及距離等均未達顯著性相關(p>.05)；顯示高差點組在揮桿技術上的一致性，因此各變數間無差異性存在。
2. 桿頭速度：與球初速度、出球角度以及距離等有顯著性有相關(p<.05)；但在球後旋速率、球側旋速率上未達顯著性水準(p>.05)。
3. 球初速度：與出球角度、距離有顯著性有相關(p<.05)；在球側旋速率、球後旋速率上未達顯著性水準(p>.05)。
4. 出球角度：與距離有顯著性有相關(p<.05)，與球側旋速率及球後旋速率未達顯著性相關(p>.05)。
5. 後旋速率：與距離球側旋速率未達顯著性相關(p>.05)。
6. 側旋速率：與距離有顯著性有相關(p<.05)。

由表 6 的分析結果可以看出，高差點組的揮桿技術水準差異不大，在桿頭速

度、球初速度、出球角度以及距離有顯著性有相關，然而，在球側旋速率、球後旋速率等均未達顯著性相關，顯示高差點組球員的桿頭速度、球初速度、出球角度是影響擊球距離的最重要因素。

表 6 高差點組變數相關分析表

高差點組		差點	桿頭速度 (m/s)	球初速度 (m/s)	出球角度	後旋速率	側旋速率	距離 (yard)
差點	Pearson 相關	1.000	-.052	.023	.084	.166	-.222	-.103
	顯著性(雙尾)	.	.872	.945	.794	.607	.488	.751
桿頭速度 (m/s)	Pearson 相關		1.000	.973**	.689*	-.274	.348	.921**
	顯著性(雙尾)		.	.000	.013	.389	.268	.000
球初速度 (m/s)	Pearson 相關			1.000	.647*	-.295	.345	.919**
	顯著性(雙尾)			.	.023	.352	.273	.000
出球角度	Pearson 相關				1.000	-.435	.045	.839**
	顯著性(雙尾)				.	.158	.890	.001
後旋速率	Pearson 相關					1.000	-.178	-.488
	顯著性(雙尾)					.	.580	.144
側旋速率	Pearson 相關						1.000	.185
	顯著性(雙尾)						.	.564
距離	Pearson 相關							1.000
	顯著性(雙尾)							.

** $p<0.01$

* $p<0.05$

由表 7 變異數分析可看出各組在差點、桿頭速度、球初速度、出球角度以及距離上有顯著性差異($p<0.05$)，顯示三組不同差點的受試者在揮桿技巧有明顯的不同，而且在揮桿的桿頭速度、擊球後球的初速度、出球角度以及擊球距離上有顯著的不同。這可說明低差點組的球員有較佳的揮桿節奏與速度以及較精確的擊球技巧，因此可以揮出較快的桿頭速度與精準的擊球，進而有較快的出球初速度和適當的出球角度以及較遠的擊球距離。而此揮桿技巧低差點組優於中差點組，中差點組又優於高差點組，這是造成桿頭速度、球初速度、出球角度以及距離上有顯著性差異的主要因素；在球後旋速率與球側旋速率上並未發現有顯著性差異，顯示在本研究的受試者擊球的準確性較為一致，並未擊出太多的後旋與側旋的球出來，因此球後旋速率與球側旋速率在本實驗中並不是影響擊球距離的主要因素，差點（揮桿技巧）、桿頭速度、球初速度、出球角度才是影響擊球距離的最重要因素，這與本研究假設相符。

表7 各組間變異數分析表

依變數		平方和	自由度	平均平方和	F 檢定	顯著性
差點	組間	2726.03	2	1363.02	215.34	.000*
	組內	227.86	36	6.33		

	總和	2953.90	38			
桿頭速度 (m/s)	組間	257.02	2	128.51	37.22	.000*
	組內	124.31	36	3.45		
	總和	381.33	38			
球初速度 (m/s)	組間	620.95	2	310.48	35.57	.000*
	組內	314.21	36	8.73		
	總和	935.16	38			
出球角度	組間	78.79	2	39.40	7.81	.002*
	組內	181.535	36	8.73		
	總和	260.32	38			
後旋速率	組間	62237714	2	39.40	1.31	.281
	組內	852275164	36	5.04		
	總和	914512878	38			
側旋速率	組間	493091.90	2	31118856.80	2.93	.066
	組內	3032059.10	36	23674310.10		
	總和	3525151.00	38			
距離(yards)	組間	11036.54	2	5518.27	29.32	.000*
	組內	6775.36	36	188.20		
	總和	17811.90	38			

* $p<0.05$

二. Post Hoc 檢定

在表 8 進一步的多重分析比較上發現，差點、桿頭速度、球初速度以及距離三組都有顯著性差異($p<0.05$)，這說明了在本實驗中的受試者，在差點（揮桿技巧）上有明顯的不同，低差點組優於中差點組，中差點組又優於低差點組，由於揮桿技巧水準的不同，低差點組的揮桿技巧最優，可以揮出較快的桿頭速度與精準的擊球，進而有較快的出球初速度和較遠的擊球距離，是造成差異的主要因素。在低差點組與中差點組在出球角度上也有差異性存在，是因為低差點組的揮桿速度較快且擊球較為準確紮實且控球能力較佳，出球停留在桿面上的時間較長利於做球所致，因此可以擊出較理想的出球角度。綜合以上的分析可以看出，揮桿速度球的快慢、球擊出時的初速度以及出球角度等變數，是影響差點高低（技術水準）以及擊球遠近的最重要因素。

表8　Scheffe 多重比較表

依變數	Type I	Type J	平均差異(I – J)	標準誤	顯著性	下界	上界
差點	1	2	-11.12*	.97	.000	-13.59	-8.65
		3	-20.86*	1.01	.000	-23.43	-18.29
	2	1	11.12*	.97	.000	8.65	13.59
		3	-9.74*	.99	.000	-12.27	-7.21
	3	1	20.86*	1.01	.000	18.29	23.43
		2	9.74*	.99	.000	7.21	12.27
桿頭速度 (m/s)	1	2	3.80*	.72	.000	1.98	5.63
		3	6.35*	.74	.000	4.46	8.25
	2	1	-3.80*	.72	.000	-5.63	-1.98
		3	2.55*	.73	.005	.68	4.42
	3	1	-6.35*	.74	.000	-8.25	-4.46
		2	-2.55*	.73	.005	-4.42	-.68
球初速度 (m/s)	1	2	5.79*	1.14	.000	2.88	8.69
		3	9.90*	1.18	.000	6.88	12.92
	2	1	-5.79*	1.14	.000	-8.69	-2.88
		3	4.11*	1.16	.005	1.14	7.08
	3	1	-9.90*	1.18	.000	-12.92	-6.88
		2	-4.11*	1.16	.005	-7.08	-1.14
出球角度	1	2	-3.40*	.87	.002	-5.61	-1.19
		3	-2.06	.90	.086	-4.36	.23
	2	1	3.40*	.87	.002	1.19	5.61
		3	1.34	.88	.328	-.92	3.60
	3	1	2.06	.90	.086	-.23	4.36
		2	-1.34	.88	.328	-3.60	.92
後旋速率	1	2	1.63	1874.07	1.000	-4783.26	4786.51
		3	-2736.23	1947.81	.383	-7709.40	2236.94
	2	1	-1.63	1874.07	1.000	-4786.51	4783.26
		3	-2737.86	1914.13	.370	-7625.03	2149.31
	3	1	2736.23	1947.81	.383	-2236.94	7709.40
		2	2737.86	1914.13	.370	-2149.31	7625.03
側旋速率	1	2	-9.61	111.78	.996	-295.01	275.79
		3	-248.46	116.18	.116	-545.08	48.17
	2	1	9.61	111.78	.996	-275.79	295.01
		3	-238.85	114.17	.127	-530.34	52.65
	3	1	248.46	116.18	.116	-48.17	545.08
		2	238.85	114.17	.127	-52.65	530.34
距離 (yards)	1	2	22.15*	5.28	.001	8.66	35.64
		3	41.99*	5.49	.000	27.97	56.01
	2	1	-22.15*	5.28	.001	-35.64	-8.66
		3	19.83*	5.40	.003	6.05	33.61
	3	1	-41.99*	5.49	.000	-56.01	-27.97
		2	-19.83*	5.40	.003	-33.61	-6.05

*p<.05

肆. 結論與建議

一. 結論

本研究經結果分析與討論後，獲致具體結論如下：

(一) 桿頭速度、球初速度、出球角度、球側旋速率以及距離等有顯著性相關，證明桿頭速度、球初速度、出球角度、球側旋速率以及距離等變數，是影響差點（技術）高低的重要因素。

(二) 低差點組在桿頭速度、球初速度以及球側旋與距離有顯著性有相關，顯示低差點組球員的桿頭速度與球初速度是影響擊球距離與準確性最重要的因素。

(三) 中差點組在桿頭速度、球初速度、球側旋速率以及距離有顯著性有相關，顯示中差點組球員的桿頭速度、球初速度、球側旋速率是影響擊球距離與準確性最重要的因素。

(四) 高差點組在桿頭速度、球初速度、出球角度以及距離有顯著性有相關，顯示高差點組球員的桿頭速度、球初速度、出球角度是影響擊球距離的最重要因素。

(五) 各組在差點、桿頭速度、球初速度、出球角度以及距離上有顯著性差異。顯示差點、桿頭速度、球初速度、出球角度等變數，是影響業餘高爾夫球員擊球距離與準確性最重要的因素。

二. 建議

(一) 對教練、教師以及業餘高爾夫球員之建議：

經本研究之實驗分析後發現，桿頭速度、球初速度、出球角度、球側旋速率以及距離等變數，是影響差點(技術)高低的重要因素，因此，要降低差點提高揮桿的技術水準，則應加快揮桿速度與擊球的準確性，來提升球的初速度進而獲得較佳的擊球距離與準確性。中、高差點的球友要加快揮桿速度和較快的球初速度以及較佳的出球角度，除了加強球員本身體能與擊球技術外，在球桿的選擇上亦可選擇質量較輕、彈性較佳以及角度較大的球桿；在球的選擇上則應選用較硬彈性較佳的球來增加擊球距離。而低差點的球員在良好的擊球距離基礎下，擊球的準確性自然成為最重要的課題，因此，除了加強球員本身體能與擊球技術外，在球

桿的選擇可選用桿面角度較小(9 度至 10.5 度)、桿身 SR 以上以及揮桿重量在 D1 左右的球桿，以增加其擊球的準確性及穩定性。除此之外，耐心的練習及藉助科學儀器的幫助，亦是提昇技術水準的不二法門。

(二) 對後續研究之建議：

針對本研究為完成之事宜以及後續的研究，提出幾點建議分述如下：

1. 得比較不同差點之球員擊球前之揮桿速度與擊球後球的初速度之比較，以分析其擊球的準確性及距離的差異。
2. 以相同角度的球桿測試不同差點之球員擊球之出球角度與距離間之關係，試以釐清不同差點之球員理想之出球角度。
3. 宜將女子球員納入作為實驗對象，可全面瞭解國內業餘高球球員揮桿狀況，亦可比較男、女球友間有無差異。

參考文獻

丁麗芬、林寶城。高爾夫球桿身重量與擊球準確性之分析。大專體育學刊，第六卷，第1期，pp. 221(2004）。

洪家煜。練習場對初學者的重要性。資料引自 hptt: rocgolf.com.tw/Chinese/pro_tips/importantc.html(2000）

Diaz, J., Stmmler, P., 開球距離。*Golf Digest*, 7, pp. 104-108. 2003

Ghelawe, B.V., Deport, E. & Ballegeer, K., “The influence of graphite shaft on golf performance and swing kinematics,” In A. J Cochran and M. R. Farrally (Ede), Science and Golf: process dings of the 1994 world Scientific Congress of Golf. E and FN Spon published. 1990

Kaspriske, R., 一個簡單的矯正方法，讓新一代的大桿頭發揮。*Golf Digest*, 11, pp. 20-24.

McDanile, P., 桿面大一點，距離遠一點。*Golf Digest*, 11, pp. 74-75. 2003

Merian, J.L. & Kraige, L.G.. *Engineering Mechanics- Dynamics* (5th ed.). John Wiley & Sons, Inc., New York. (2000)

Munson, B.R., Young, D.F. & Okiishi, T. H.. *Fundamentals of Fluid Mechanics* (sec. ed.). John Wiley & Sons, Inc., New York. (1994)

Stachura, M., 球起飛的條件。*Golf Digest*, 1, pp. 89-91. 2003

Stachura, M., 業餘球友自救術－球具篇。*Golf Digest*, 7, pp. 111-112. 2003