國立臺灣師範大學運動與休閒學院
體育學系 碩士學位論文

不同推桿距離之高爾夫推桿手指壓力與力量表現

Grips pressure and force during golf putting at different distances

研 究 生：王又德
指導教授：張家豪

中華民國 106 年 7 月
中華民國臺北市

口試委員與系主任之論文通過簽名表

論文授權書

不同推桿距離之高爾夫推桿手指壓力與力量表現

2017 年 7 月

研 究 生：王又德
指導教授：張家豪

摘要

目的：探討高爾夫球員手指壓力是否影響推桿動作，並且找出不同距離推桿手部施力方式與力量分布特徵。方法：招募優秀高爾夫球員 11 名，新手球員 10 名，共 21 名受試者，1、2、3 公尺距離進行各 5 次推桿。使用 JVC 攝影機、LED 燈與手指壓力感應器，擷取頻率 150Hz，將儀器同步擷取手指壓力與運動學參數，並且使用 Kwon3D 動作分析軟體，分析影片將推桿過程分為上桿期、下桿期、跟隨期。統計使用描述統計呈現受試者基本資料、推桿入洞成功率、手部總力量曲線趨勢以及變異係數(coefficient of variation, CV)。以混和設計二因子變異數分析 (Two-way ANOVA, mixed design) 考驗優秀與新手球員與不同推桿距離的影響，依變項為手部力量，顯著水準為 α=.05，若達顯著使用 Tukey 事後比較檢定。信度分析以內部一致性分析，計算內部相關係數（Internal Consistency Coefficient, ICC） Crobach's α，考驗各兩組分別在 1、2、3 公尺下桿期的手部力量一致性。**結果：**優秀球員 1-3 公尺推桿手部平均力量、力量峰值、3 個分期力量皆顯著低於初學者。兩組雙手平均力量 3 公尺大於 1、2 公尺；雙手峰值與 3 個分期力量 3 公尺最大、2 公尺次之、1 公尺最小。兩組別 1-3 公尺推桿距離之雙手力量平均變異係數皆不超過 0.20，特別是兩組球員雙手力量平均變異係數在下桿時期約為 0.07。另外除了優秀球員 3 公尺下桿期時間，兩組在下桿期時間 Crobach's α 係數大約為 0.9。**結論：**初學與優秀球員會使用不同的施力方式，初學者 3 公尺距離會增加右手力量進行推桿，優秀者則在不同距離推桿手部力量皆穩定。兩組皆使用左手主導推桿，並在接近擊球瞬間產生力量峰值。

關鍵詞：壓力分佈、握力、力量峰值、壓力感測

Grips pressure and force during golf putting at different distances

July, 2017

Author：Yu-Te Wang

Advisor：Jia-Hao Chang

Abstract

The purpose of this study was to explore the grip force performance at different distances during putting stroke. Method: Twenty-one golfers (11 professionals and 10 novices) were recruited and asked for executing each five putting to reach 1, 2 and 3 m target distance as accurately as possible. Putting motions were recorded by JVC video with a LED light and grip pressure measurement sensor (150 Hz) placed on two hands, allowing the force output of all regions of the hands to be measured. Back swing, forward swing, and following period were determined by Kown3D analysis software. The success rate (%), the grips force trace and the coefficient of variation during the putting tasks were measured and showed by table or chart. Two-way Mixed Design ANOVA was performed to identify significant effects of the grip force among 1, 2 and 3 meters target distances and between elite golfers group and beginners group. The statistical significance was set at $\alpha = .05$. Internal Consistency Coefficient (ICC) represented the reliability of measured variables. Results: Lower average grips forces, peak forces, and grips forces in all swing and following periods were found in elite golfers during putting tasks. Both elite golfers and beginners group had a greater grips pressure at 3m target distance than 2m and 1m (3m>2m>1m). The average coefficient of variation of hands grip forces in both groups were lower than 0.20, especially during forward swing period around 0.07. In addition, all parameters during forward swing period were highly correlated (Crobach's α=0.84-0.99), expect the elite golfers putting at 3m (Crobach's α=0.61). Conclusion: The grip force trace among 1 to 3 m distance was repeatable across putting strokes for each golfer but between golfers was inconsistent. Dominant forces appeared to arise primarily from the left hand, and the peak grips force was generated at ball impact in the putting tasks.

Keywords: pressure distribution, hand grip, peak force, pressure mapping sensor

謝　誌

在研究所的時光短暫但充實，首先我要感謝我的指導教授，張家豪教授，老師在研究上會給予實用的建議，感謝老師在各方面指導與支持，讓我更嚴謹看待學術研究與培養出主動積極的學習態度。因為學術發表前往日本與德國，也去到日本筑波大學夏日學校學習，因為這些體驗更開闊我的視野，也認識許多國際上的朋友，最後順利完成學業前往美國就讀，向張老師致上最誠摯的敬意與感謝。再者，感謝口試委員蔡虔祿教授與楊文添教授，您們所提出的問題與建議，讓我釐清自己的盲點並更能抓住重點與邏輯的重要性，甚至提點我研究用詞寫法的細節，特別感謝蔡虔祿教授提供實驗儀器協助。由衷感謝彥磊學長、柏誠學長以及台北城市科大曾秀鳳教授，在您們忙碌之餘願意提供專業場地與實驗上的協助，以及引介多位優秀的高爾夫選手，讓實驗可以順利進行。感謝實驗室其他老師，黃長福老師、相子元老師、李恆儒老師平時關心與照顧，讓學生我大開眼界、受益良多。

感謝北市大陳瑞蓮教練與舉重隊的照顧與包容，雖然我事務繁忙，一起相處大多是練習時間，但高興能認識你/妳們這麼棒的隊伍。另外感謝力學實驗室的所有伙伴，由於我一開始對於力學與研究非常陌生，因此由衷感謝昀宗、尹鑫、博涵、瑭匀、陳佑、鉢登、仲裕、昱安、旭芳，感謝學長姐們的儀器軟體相關知識與操作，以及協助與建議，在碩班過程我學到許多。感謝力學與生理學實驗室的柏穎、舜評、詠璇、盈祥、庭葳、冠勛、京叡、政廷、政豪，在辛苦的研究生期間有你們陪伴，感謝所有幫助過我的人。

一路走來感謝的師長與親友許多，在此表達我由衷的感謝。最後，感謝我的父母、姊姊、姊夫、哥哥與蕾蕾，家人的照顧與支持是我最大的動力。

目　次

口試委員與系主任之論文通過簽名表……i
論文授權書……ii
中文摘要……iii
英文摘要……iv
謝誌……v
目次……vi
表次……viii
圖次……ix

第壹章　緒論……1
第一節 研究背景……1
第二節 研究問題……2
第三節 研究目的……2
第四節 研究假設……3
第五節 研究範圍與限制……3
第六節 名詞操作性定義解釋……3
第七節 研究的重要性……5

第貳章 文獻探討……6
第一節 不同推桿距離的運動表現文獻探討……6
第二節 手部力量對於擊球動作的文獻探討……9
第三節 文獻總結……11

第參章　研究方法……12
第一節 研究對象……12
第二節 實驗時間與地點……12
第三節 實驗儀器設備……12
第四節 實驗方法……15
第五節 實驗步驟……15
第六節 資料分析……17
第七節 統計方法……17

第肆章　結果……18
第一節 推桿入洞成功率……18
第二節 初學者與優秀球員1、2、3公尺推桿距離之手部力量……18
第三節 初學者與優秀球員在不同推桿距離手部力量之變異係數……32
第四節 推桿手部力量-主要手部施力區域……35

第伍章 討論……36
第一節 初學者與優秀球員在不同推桿距離之推桿手部力量表現趨勢……36
第二節 初學者與優秀球員在不同推桿距離之手部力量表現差異與分期分析……38
第三節 初學者與優秀球員各自於不同推桿距離手部力量之一致性……40
第四節 總結……42

第陸章 結論與建議……43
第一節 結論……43
第二節 建議……43
引用文獻……44
附錄……48

表　次

表 1 參與者基本資料.....12
表 4-1　參與者 1-3 公尺距離推桿進洞成功率 (%).....18
表 4-2　參與者 1-3 公尺距離推桿平均手部力量 (kg) 21
表 4-3 雙手力量與分期.....21
表 4-4 左手手部力量與分期.....22
表 4-5 右手手部力量與分期.....22
表 4-6　參與者 1-3 公尺推桿距離之雙手力量變異係數(CV 值) 32
表 4-7　參與者 1-3 公尺推桿距離之下桿期變異係數(CV 值) 34
表 4-8　初學者與優秀球員 1-3 公尺推桿距離之下桿期 Cronbach's α 係數.....34

圖　次

圖 1-1 高爾夫推桿動作過程分期圖.....4

圖 1-2 高爾夫握法-重疊握桿法.....4

圖 3-1 設置於手部的 Tekscan 手指壓力感測墊片 sensor.....13

圖 3-2 一個 Tekscan 2-Port VersaTek Hub、兩個 VersaTek Cuff 與傳輸線.....13

圖 3-3 Tekscan 手指壓力感測系統示意圖.....14

圖 3-4 高爾夫人工草皮.....14

圖 3-5 JVC 攝影機.....14

圖 3-6 實驗環境俯瞰圖.....15

圖 3-7 實驗流程圖.....16

圖 4-1-1 初學者(A-J)在 1、2、3 公尺之手部力量曲線.....19

圖 4-1-2 優秀球員(K-U)在 1、2、3 公尺之手部力量曲線.....20

圖 4-2 1-3 公尺推桿距離之雙手平均力量.....23

圖 4-3 1-3 公尺推桿距離之左手平均力量.....23

圖 4-4 1-3 公尺推桿距離之右手平均力量.....24

圖 4-5 1-3 公尺推桿距離之雙手峰值力量.....24

圖 4-6 1-3 公尺推桿距離之左手峰值力量.....25

圖 4-7 1-3 公尺推桿距離之右手峰值力量.....26

圖 4-8 1-3 公尺推桿距離之雙手上桿期力量.....26

圖 4-9 1-3 公尺推桿距離之左手上桿期力量.....27

圖 4-10 1-3 公尺推桿距離之右手上桿期力量.....28

圖 4-11 1-3 公尺推桿距離之雙手下桿期力量.....28

圖 4-12 1-3 公尺推桿距離之左手下桿期力量.....29

圖 4-13 1-3 公尺推桿距離之右手下桿期力量.....30

圖 4-14 1-3 公尺推桿距離之雙手跟隨期力量.....30

圖 4-15 1-3 公尺推桿距離之左手跟隨期力量.....31

圖 4-16 1-3 公尺推桿距離之右手跟隨期力量.....32

圖 4-17 優秀球員 U 在 1-3 公尺推桿距離雙手力量變異係數.....33
圖 4-18 優秀球員 P 在 1-3 公尺推桿距離雙手力量變異係數.....33
圖 4-19 初學組不同距離推桿主要手部施力區域圖.....35
圖 4-20 優秀組不同距離推桿主要手部施力區域圖.....35

第壹章　緒論

第一節　研究背景

高爾夫球運動起源於 12 世紀蘇格蘭，15 世紀開始風行至今普及全世界，不分男女以及年齡層參與者人數眾多，已經是世界上受歡迎的戶外休閒活動之一，也被列為國際運動競技項目。高爾夫運動過程包括開球揮桿、上果嶺推球等動作，球道上有沙坑、長草區與水池等各種障礙區，球員比賽過程的總桿數最少為冠軍。過程情況變化多端以及面對比賽壓力的情境，再加上判斷環境等外在因素，是具挑戰性的運動項目。高爾夫球運動從開球揮桿開始至最後經常是以推桿將球入洞，儘管有完美開球，倘若推桿不好也難以獲得勝利，研究顯示推桿動作佔總桿數約 4 成；Kaslsen (2010) 指出優秀選手使用推桿在高爾夫整個比賽中所佔的比例為 40 至 45%，並且推桿技術優劣也影響成績表現。Lemons, Stanczak 與 Beasley（1999）的研究發現，推桿技術是高爾夫運動中最重要的一個環節，好的推桿可以使球友救平一個標準桿或製造一個博蒂（低於標準桿一桿進洞）及老鷹（低於標準桿二桿進洞）等；反之，不良的推桿將為球友帶來柏忌（高於標準桿一桿進洞）或更糟的成績。王順正（2003）指出高爾夫球推桿扮演著相當重要的角色，優、劣勢關係著成績好壞的因素。因此不可忽視推桿技術重要性。將高爾夫球穩定直接入洞，推桿動作精準控制並且減少失誤發生盡可能降低桿數，是從事高爾夫運動者最終目標。揮桿技術雖然動作不大但是控制細微，高爾夫教練與選手為了精進每一桿擊球技術，透過各種方式例如動作分析、增進生理與心理技能，甚至改善運動器材來提升運動表現。越來越多高爾夫球員或職業選手於比賽中使用長柄推桿，將推桿尾端頂在身體的胸前、腹部等身體部位，由於不需要控制整個揮擊動作，使推桿過程有更好的穩定性，因而提升成績表現，例如 Keegan Bradley（2011 PGA 錦標賽冠軍）、 Webb Simpson（2012 美國公開賽冠軍）與 Ernie Els（2012 英國公開賽冠軍）、 Adam Scott（2013 年美國名人賽冠軍），由此來看使用長柄推桿明顯有助於選手的推桿表現。另一方面，利用身體支撐方式揮桿也出現反對的意見，美國高爾夫協會（USGA）執行總監 Mike Davis 並認為那樣的推桿方式並不是正確擊球動作。英國皇家高爾夫協會（R＆A）執行長 Dawson 也表示支撐身體的打法確實消除揮桿的 1 項弱點，但是高爾夫仍需要保有技術與挑戰。所以 USGA 與 R&A 兩個官方組織，公告 2016 年 1 月正式生效高爾夫規則第 14-1b 項，

推桿時禁止球桿在身體任何部位產生「錨定」的動作。改變規則目的在重新定義高爾夫運動的擊球動作，以及保留球員揮動球桿的多樣性和比賽的公正性，而許多高爾夫大型賽事也將開始依循新規則執行。新規則未禁止使用長柄推桿，而是球員不得故意將球桿接觸或頂住身體以建立穩定的頂點造成錨定效果，因此推桿技術確立為沒有支撐的推桿方式，手部將是唯一直接接觸球桿的部位。然而，許多高爾夫球指導者與球員皆指出手部握桿的力量是影響擊球表現的重要因素之一。推桿動作需要控制揮擊力道、距離與方向，而手部力量對於控制高爾夫擊球表現的重要性，為擊球過程需要維持穩定的手部力量(McLean, 2003)。順暢的擊球動作，須在手部抓握力量與腕部活動度兩者之間取得平衡，Hume, Keogh 與 Reid (2005) 指出在高爾夫揮桿中，微小的握壓或腕關節的改變皆有可能會影響擊球距離與穩定性。手部握緊程度影響高爾夫球擊球表現，握桿要讓手部自由釋放桿頭，有更好擊球表現；握桿過緊則僵硬，造成動作不順暢（Woods, 2007）。為了穩定擊球表現，因此適當地釋放手部力量揮動球桿非常重要。然而目前球桿手部施力大小是否為影響推桿距離的主要原因，研究上尚未提供完整的知識，以及在高爾夫教學中，不同距離如何控制推桿手指力量大小也尚無定論。希望藉由本研究了解手部力量對於推桿動作控制之情形，精進推桿技術以提升運動表現，並且提供教練與球員練習與比賽策略使用。

第二節　研究問題

高爾夫球比賽最後經常是由推桿動作決定勝負。許多著名高爾夫指導者與選手皆指出手部緊握的程度影響推桿表現，過度緊握或過度放鬆握桿皆無法順暢揮動球桿。適當釋放手部力量影響擊球動作的穩定性，所以了解手部推桿施力方式相當重要。目前較少有量化數據顯示手部力量是否影響推桿動作。

第三節　研究目的

本研究目的探討高爾夫球員手指壓力與推桿動作相關程度分析，並且找出不同距離推桿手部施力方式與力量分布特徵。增進推桿技術，提供教練與球員訓練方法與比賽策略運用。

第四節　研究假設

根據本研究目的，所擬定研究假設為:

一、前導手比後繼手有較高的推桿手部力量

二、優秀球員重複推桿的手部力量曲線趨勢一致性高

三、優秀球員比新手球員各時期推桿手部力量變異係數較小

第五節　研究範圍與限制

一、研究範圍

本研究探討年齡 16-40 歲、優秀（差點小於 10，球齡 5 年以上)、新手（球齡 1 年以內）高爾夫球員，性別不拘，慣用手為右手，身體狀況健康，6 個月內無神經肌肉之相關疾病。

推桿距離為 1-3 公尺的短距離範圍。

二、研究限制

(一）握桿方式統一使用重疊握桿法，並且以自身習慣打擊姿勢進行推桿。

(二）本研究將控制統一使用相同球桿，減少參與者因不同長度與重量對參數之影響，因此無法配合各參與者自身習慣做個別調整。

(三)在人工草皮上進行測試，與實際果嶺推桿時的風向、草紋、坡度、濕度等外在因素的影響不同，為使所有受試者於相同的實驗環境，故上述外在變數不在本研究範圍之內。

(四)本研究實驗時穿戴手部力量感測器，為避免參與者因對手上設置感應器導致不熟悉或感官差異，而影響推桿表現，因此每位球員一致於實驗前 5 分鐘試揮球桿練習，以降低因個人對設置感應器於手部感官差異之影響。

第六節　名詞操作性定義解釋

一、差點：

差點制度僅運用在高爾夫球運動，目的使各球員在不同的水平、不同的球場能夠有公平競爭的機會。差點代表球員個人的技術水準，差點越低技術越好。差點算法不只一種，一般球員的差點為全場擊球成績減去 72 桿標準桿所得結果，總桿數減去個人的差點得出爲淨桿成績。正式比賽會用新貝利亞的方式選出球場的幾個球洞來

計算。或者一般要算出新入隊球員的差點，要以來賓身份參加三次以上之比賽，以其中三次最佳成績平均後，減去標準桿 72 再乘以 0.8 即為入會差點。

二、推桿動作分期：如圖 1-1 所示。

準備期：球桿啟動之前，瞄準目標、身體姿勢及雙手握桿準備揮擊

上桿期：球桿啟動到桿頭上桿至頂點

下桿期：桿頭上桿頂點至擊球瞬間

跟隨期：擊球瞬間之後，持續到球桿桿頭至頂點為結束

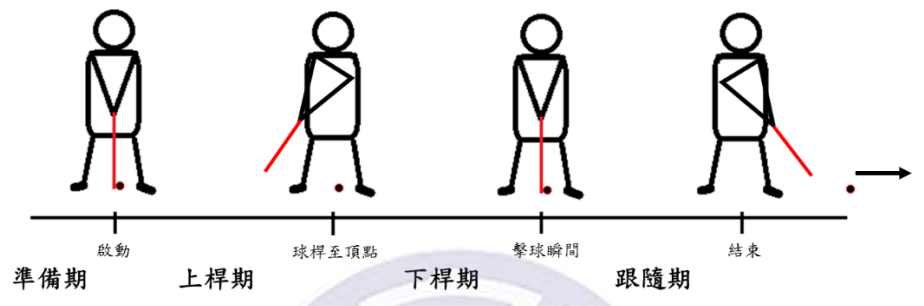


圖 1-1 高爾夫推桿動作過程分期圖

三、重疊握桿法：

將右手的小指重疊在左手食指與中指之間的握法，先將左手中指、無名指、小指緊握球桿，食指勾著球桿，姆指貼住於球桿正上方；右手再以小指重疊在左手食指與中指間，中指與無名指握桿，拇指與食指則形成 V 字型，則如圖 1-2。

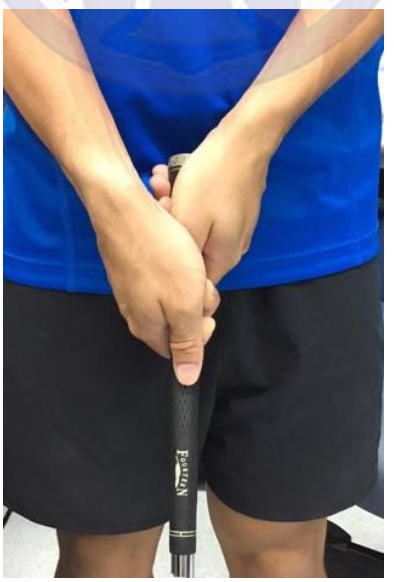


圖 1-2 高爾夫握法–重疊握桿法

四、前導手與後繼手：

本研究受試者皆為右打者，身體左側面向擊球方向，左手為前導手，右手為後繼手。

第七節　研究的重要性

推桿在高爾夫球運動中是重要的一環，無論球員身體條件或者球具材質的不同，揮擊動作都需要維持一致性，抓握球桿時適當地釋放手部力量，能夠穩定擊球動作與保持動作過程順暢，有助於運動表現。本研究旨在了解手部力量是否影響推桿動作。藉由手指壓力感測器釐清優秀與新手球員不同距離推桿手部力量與分布特徵。提供教練與選手訓練方法與比賽策略運用。

第貳章 文獻探討

第一節　不同推桿距離的運動表現文獻探討

推桿動作流程，球員首先讀取果嶺，接著決定目標的路徑方向以及施展適當的力量，準備擊球姿勢後開始進行推桿；然而，推桿過程中，在擊球瞬間推桿桿頭僅有目標線的方向的水平速度，並且目標線垂直推桿表面的平面（MacKenzie & Sprigings, 2005）。對於一般球友而言，影響推桿的外在因素包括果嶺判讀能力，草紋、溫度、風向等，除了需要經驗累積，變數多及不可預測的情況，此影響並不是人體能夠自由掌控；擊球的力量、方向屬於內在因素，因個人技術方面不同，而運動表現有所差異，特別是競技比賽時更為競爭，迫使運動員不斷設法改進運動技術。儘管面對各種難以預測的挑戰，倘若能發現具體參考依據精準地預測推桿表現，將減少不確定因素，研究者從推桿運動學與推桿距離的相關性推測，例如以球體的初速度來預估推桿2公尺距離。從衝量與球滾動距離，結果顯示無顯著相關，表示衝量無法表示出對推桿距離的影響，但球體初速度與推桿距離卻為高相關（戴廷諭、涂瑞洪, 2009）；戴廷諭（2011）探討推桿速度與推桿距離的關係以及評估高爾夫推桿系統的準確，儘管此研究的推桿距離定義是球從起始至滾動後停止的距離，並沒有設立擊球目標，但結果顯示推桿速度與推桿距離有相關，由此發現推桿的運動學與推桿距離的關係。另一方面，球具多樣性可提供球員選擇，許多研究指出球具材質、重量，以及不同桿頭形狀，甚至是擊球位置會影響推桿距離。馬義傑（2005）比較不同的桿頭與慣性矩的高爾夫推桿與不同擊球位置的影響，研究顯示當球擊中甜蜜點時其距離表現最佳，並建議初學者挑選合適自己的推桿，配合勤練推桿的擊球準確度可有效控制距離。馬義傑（2008）以不同類型的高爾夫推桿於不同桿面擊球點擊球，結果顯示不同廠牌與型號之推桿在擊球滾動距離表現皆不相同。周奕戎、涂瑞洪、王金成與吳季龍（2011）就指出在相同條件下，不同推桿所擊之球體距離皆不相同，顯示出每支球桿皆有不同之特性，所以了解推桿擊球距離和球桿特性是相當重要的。知曉球桿的使用性能，以及改善自身推桿技巧，才會有更完美的擊球。

球具不同材質的特性會影響推桿表現，實際上，推桿動作並非單一地由球桿來決定推桿距離與方向，球員自身需要純熟的技術為基礎，才能發揮高水平的表現，個人技術是可以隨時因應狀況做出調整改變，而良好的技術動作也絕非一時之間能夠完善發揮，必須投入長時間練習，或者透過動作分析了解正確動作方法，因此準確地評估動作技術是很重要。學者將推桿過程分期分類，可以清楚觀測每段期間的變化特徵；Karlsen, Smith 與 Nilsson（2008）提出推桿擊球可分為四個階段，每一個階段環環相扣影響著推桿軌跡的變化，依推桿動作順序為：果嶺判讀（green reading）、瞄準（aim）、擊球（stroke）與球滾動（ball roll）。依照動作技術將推桿過程細分出：（一） 準備動作：瞄準目標、動作姿勢定位及雙掌握桿準備擊球；（二） 上桿：由上軀幹與肩部帶動上肢向上旋轉，腕關節保持固定不彎曲；（三） 下桿：由上軀幹與肩部加速下向旋轉通過擊球區；（四）跟隨動作：桿頭向目標推送，上肢自然放鬆跟隨（林錫波，2000）。由上述得知，上肢軀幹影響著球桿軌跡的變化，控制得宜才能產生順暢的擊球動作。Tierney 與 Coop（1999）的研究結果指出，以美巡賽球員推桿失誤率的比較為例，推桿距離的失誤率為 6.5％；而推桿路線 （方向） 的失誤率為 1.3％，兩者之間的比例為 5：1。因此，就強化推桿技能而言，球友們應首重推桿距離的掌控。Sanders 與 Fairweather（2002）評估 1748 名男性與 120 名女性高爾夫球員，分為優秀男性高爾夫選手、一般男性高爾夫運動者，以及女性高爾夫運動者，進行 3、12、24 呎的推桿表現，平均推桿成績分別為 1.062、1.231、1.139，1.663、1.966、1.949，以及 1.911、2.313、2.342，結果發現短距離的推桿成績不受到差點影響，只有距離 24 呎時推桿者差點與推桿成績成正比。Chavet 等（1992）從職業選手與初學者各 18 名，進行 1、3、5、7、9 及 11 公尺推桿，研究發現當推桿的距離超過 7 公尺以上時，推桿桿頭的各項運動學變項與推桿成績間的相關性就會有顯著的改變，顯示推桿距離存在一個閾值（threshold）。從上述的研究得知當推桿一定的距離時確實會影響推桿的動作與成績。儘管推桿動作揮擊的幅度小，粗略來看差異不大，但是實際上在面對不同距離的目標時要將球精準入洞，身體為了控制力道，動作勢必有所改變，因此推測推桿時球桿的運動學參數會隨著距離長短而有所不同。王錠堯、王順正與余奕德（2004）將 6 名（差點：9.00 ± 4.47）高爾夫球員進行四種不同距離（2、5、8、11 公尺）的果嶺推桿，並分析推桿球桿的運動學參數，結果為球桿桿頭在水平與垂直的上桿距離、跟隨距離、最大速度、最大加速度，皆隨著推桿距離的增加而提高。研究也指出 5 公尺內的推桿注重方向的控制較接近碰撞，超過 5 公尺桿頭與球的接觸時間增長，

強調力量的傳導較趨向於推帶。推桿距離的增加 5 公尺以上的推桿力量來源逐漸藉由肩膀的轉動取代在短距離時手臂所提供的力量；長距離推桿時擊球的力量傳導及球的方向需要手腕部的穩定。Hellström（2009）文獻整理有關優秀高爾夫球員技術，其中指出推桿動作藉由上肢與肩膀的力量舉起球桿，肘與腕關節皆維持穩定不翻轉避免手部晃動，使得整隻手臂如鐘擺運動般擺動推桿，以維持桿面的行進方向與目標位置的一致。精準性運動要求準確與一致性，穩定身體上肢是對抗重力並非提供速度，主要避免產生上下左右的偏移；肢段從遠端到近端力量傳導的模式也不同，技術差異在橫向的微小移動上而影響表現（Tang, Zhang, Huang, Young & Hwang, 2008）。專業與新手球員的推桿動作，比較兩者的桿頭水平位移有顯著差異，新手球員上桿與跟隨期的位移相近，類似鐘擺式的揮擊；專業球員則是上桿期比跟隨期的位移短；而新手球員桿頭的垂直位移在上桿期與跟隨期大於專業球員，推測新手球員沒有穩定手腕部位，另外專業球員上桿期比跟隨期的位移淺（Paradisis & Rees,2000）。Sim 和 Kim（2010）研究發現新手與專業球員在不同距離推桿的動作差異，新手球員桿頭揮動軌跡類似對稱的鐘擺動作，專業球員則在上桿期的移動軌跡較短。另外結果指出在短（1.7m）、中（3.25m）、長（6.0m）距離，專業球員三個推桿距離的 x 軸方向控制表現皆比新手球員穩定，儘管專業球員下桿與跟隨期的桿頭方向在長距離時變化較多，但是專業球員進球表現比較精準。因此至少在長距離範圍內，下桿期推桿的方向變異並非影響精確推桿的原因。推測專業球員的推桿技巧更能有效發揮力量擊球，使球滾動朝向目標。詹智能、陳家宏、許弘恩與湯文慈（2011）分析不同等級選手推桿雙手伸腕肌、屈腕肌、肱二頭肌與肱三頭肌之活化情形也發現較低技術水準的選手有較高活化程度，顯示為揮出一致的推桿動作，會盡量維持手臂與手部關節的穩定，也得知上肢的活動與推桿動作息息相關。Karlsen （2003） 指出優秀選手推桿觸球時的桿頭速度，70%是由上軀幹繞脊椎的旋轉驅動，因此推測上肢肩、肘、腕的功能提供部分速度以及控制球桿。觸球時桿面的角度影響優秀選手推桿方向一致性約佔百分之 85%，遠大於桿頭軌跡及撞擊桿面位置 （Karlsen, Smith & Nilsson, 2008），因此上肢可能有穩定連結軀幹及球桿的功能。張淳皓、何金山 、顏政通與林國全（2014）研究 10 位男性大專高爾夫球員，利用不同擊球距離（90 、180 、270 公分）進行推桿動作，探討上軀幹轉動情形。研究結果同樣發現球員的推桿時腕關節與肘關節會維持固定或微小的移動，所以維持上肢的推桿動作與穩定桿頭擊球面有其重要性；而骨盆為了維持身體的平衡也產生較少的轉動，由胸部與腰部做主要的旋轉進而完成推桿動作，並

隨著擊球距離的改變，上軀幹呈現出不同的動作策略以提升推桿的力量傳遞與增加進球準確率。

第二節　手部力量對於擊球動作的文獻探討

感測壓力分布原先是用來分析步態足底壓力特徵，或者人因工學例如:鞋墊設計或握把設計;而後出現手指壓力感測器用來測量手部力量與壓力分布,並可以應用於持棒、持拍類型的運動項目例如：高爾夫球。近年來為了提升運動表現，運動領域也開始有相關的研究。觀測揮桿過程手指壓力變化的程度，能夠了解手部揮桿過程中如何施力，Schmidt, Roberts, 與Rothberg (2007) 研究結果指出20位差點範圍0-22的高爾夫球員，每位球員自身揮桿過程握壓變化呈現重複性，反而不同球員揮桿過程的握壓變化皆不相同，儘管如此，研究發現每位球員在撞擊瞬間一致有相對低的握壓力量，接近撞擊瞬間前後各有一個相對峰值的握壓變化。Komi, Roberts, 與Rothberg (2008) 研究同樣指出球員個人揮桿重複性高，總握壓皆在打擊瞬間前後有較高峰值，零差點之優秀球員表現出相同的結果，並且前導手與雙手總握壓力量變化相同。Langlais與Broker（2014）研究差點範圍0-7優秀球員結果也反映出相似的揮桿握壓變化，以及所有球員使用兩種不同球桿皆有相似的壓力變化，顯示球員使用兩種球桿皆需要穩定控制揮桿與一致性的重要。

測量手部的壓力分佈，幫助釐清手部握桿施力方式以及主要施力位置，高爾夫球員對於揮桿手部個別施力區域持有各自的意見，控制揮桿手部力量Couples（1994）指出主要由前導手緊握；Faldo與Saunders（1989）則認為是後繼手主導，Kelley（2006）也指出部分球員認為抓握球桿的主要位置是後繼手食指，並利用食指在打擊瞬間產生推力，Langlais與Broker（2014)研究發現4位高爾夫球員的後繼手食指在接近打擊瞬間的握壓變化相似，但也可能是個人的揮桿施力風格，還不能斷定理想的揮桿施力部位為何處。而研究文獻大多傾向主要控制力量是由前導手提供。最早有人發現揮桿動作在上桿期至開始下桿時前導手後三指出現最大壓力，另一位球員則前導手拇指握壓上升；3位職業球員前導手拇指握壓產生峰值（Budney, 1979）。Nikonovas, Harrison, Hoult與Sammut（2004）研究得到類似的結果，前導手拇指主要力量出現在遠端指骨位置，並且後三指（中指、無名指、小指）其中最大施力為無名指。Komi等（2008）研究20名高爾夫球員指出多數球員主要力量分布於前導手；其中2位球員主要力量分布於前導手拇指；3位球員則是前導手無名指與小指。但是仍有5位球員在起始與上桿期使用後繼手中指與無名

指來控制球桿。這可能跟揮桿具有個人握壓變化有關，或者不同時期主要施力方式有所不同，目前仍無法得到肯定的答案。

高爾夫從握把經由球桿與球之間做力量轉換，球桿接觸球部位為桿頭主要控制球方向與距離（Earl Wood, 1997），透過手部結合與轉換桿頭速度，是導致推桿成功基本因素。（Sander, 2011）。高爾夫推桿類似鐘擺動作，參與整體動作的身體肢段，透過順暢力量傳導最後產生最大速度，因此需要手與腕部維持力量來穩定動作。Chen, Yang, Chan 與 Tang (2008) 研究指出手指握壓與桿頭速度在推桿下桿與送桿期有高相關。從起始與上桿時維持握壓力量；下桿期急速遞增；在擊球瞬間握壓為峰值，打擊後力量逐漸下降。為穩定控制推桿動作，下桿速度增加時需要更多握力抓住球桿。另外楊珺如、郭亞涵與湯文慈（2009）研究顯示推桿握壓與手腕角度變異性未達顯著相關，表示手腕關節角度變化不影響推桿手指握壓。此外，研究指出握把尺寸也會影響推桿手部施力大小。楊珺如、郭亞涵、宋定衡與湯文慈（2011）比較粗、中、細握把球桿手部握桿力量，粗握把球桿之平均握壓最輕，因此使用粗握把可以減緩過度緊握的狀況。研究也指出優秀球員與新手球員推桿過程握壓相似，但是優秀球員使用三種握把的握壓表現比較一致，平均握壓也較新手球員高。初學者技術層面不穩定，而優秀球員其加速度變化率小、動作平順，推桿動作更熟練，因此優秀與新手球員的推桿手部施力方式有所差異，例如 Kim, Yi1, Tack, Choi 與 Lim (2006) 研究指出優秀球員推桿抓握的動作是運用手指與手掌來維持力量；新手球員推桿僅使用拇指與食指。

最後小結，每位球員自身一致性的揮桿手部壓力變化，握壓力量主要為前導手提供球桿加速，其峰值發生在姆指或無名指，但整體手部握桿壓力變化皆不相同。揮桿握壓特徵為擊球瞬間握壓相對較小，接近擊球瞬間前後各有一個峰值。目前已經初步了解推桿握壓變化，透過手指握壓發現球員推桿技術層面的不同。推桿下桿與送桿期的桿頭速度與手指握壓有高相關，而且手指握壓控制推桿動作的穩定性，並不受到腕關節角度變化影響。揮桿與推桿動作過程中皆在擊球瞬間發現握壓特徵，推測穩定施力於擊球瞬間是影響表現的關鍵。但也看出揮桿與推桿兩者運用不同的技術。

第三節　文獻總結

不同的球具確實會影響推桿與滾球距離的遠近，透過了解球具的特性並搭配個人推桿技術能夠幫助運動表現，但是相關研究為控制分別揮擊不同打擊面，多使用自製高爾夫球推桿系統，無法顧全球員實際揮擊的狀況。對於一般高爾夫球員而言，球具也許可以讓運動表現得到短暫的改善，若沒有扎實的技術動作或不了解動作錯誤的原因，進步是無法保持長久的，因此藉由運動學觀察幫助釐清推桿技術。推桿動作揮擊的幅度小，粗略來看差異不大，但是實際上在面對不同距離的目標時要將球精準入洞，身體為了控制力道，動作勢必有所改變，上述文獻指出推桿桿頭最大速度、最大加速度等參數，皆隨著推桿距離的增加而提高，特別是當推桿距離遠至 7 呎左右的狀況。穩定身體上肢肢段、肌肉以及關節部位以維持一致的推桿動作，隨著不同距離，其推桿動作而有所改變，上肢軀幹呈現出不同的動作策略，以提升推桿的力量傳遞與增加進球準確率。因此推桿時球桿的運動學參數會隨著距離長短而有所不同。推桿距離非僅受到單一項因素影響，使得推桿動作具有挑戰性，也是它賦予高爾夫球運動樂趣所在，選擇正確的球具主要是新手球員面對不成熟的技術時能獲得有效的幫助，若要挑戰低總桿數，最終仍然要有良好的動作技術為基礎。當徹底了解關係時，即可從運動學參數來推測推桿距離的遠近。過去研究指出優秀選手進洞表現比新手球員佳，也發現新手與優秀球員在不同推桿距離的表現有差異，代表兩者使用不同的推桿技巧來面對不同距離的狀況。

因此從上述推測新手與優秀球員面對不同距離，推桿動作手部施力技巧也不同，由過去高爾夫球手指握桿力量相關研究可知，透過手指壓力感測器發現揮桿與推桿過程的握桿壓力變化，以及手部力量與擊球動作有很大的關係。研究指出握把尺寸也會影響推桿手部施力大小，藉由手指握壓了解可以選擇適合的球桿尺寸，Sones 與 DeNunzio（2000）建議若手部推桿動作較不穩定時，可使用較粗的推桿握把減少手腕不穩定，有助控制推桿動作。推桿手部握桿力量與桿頭速度下桿與送桿期有高相關，而手部握桿力量控制推桿動作並不受到腕關節角度變化影響，研究也指出優秀球員與新手球員推桿過程握壓相似，但是優秀球員握壓表現仍比較平穩與一致，從各種結果顯示除了身體力量的帶動球桿，手部力量也是提供穩定球桿與桿頭速度的主要因素之一。在推桿手指壓力相關文獻中，仍有許多尚未釐清的部分，例如手部握桿壓力是否為影響推桿距離的主因，或者在揮桿雙手施力的過程，何者是主要控制球桿等的問題，因此藉由本 研究探討手指壓力是否為影響不同推桿距離的主要因素，以及了解更完整的手指力量施力的方式。

第參章 研究方法

第一節　研究對象

本研究招募自願參與者，年齡 16-40 歲，優秀(差點小，球齡 5 年以上，國內至少大專院校甲組程度或以上)11 名、初學(球齡 1 年以內)高爾夫球員 11 名，總共 22 名為受試對象，經過(教練)與本人同意(簽署受試者同意書)後實行。所有受試者身體狀況健康，6 個月內沒有影響推桿動作之肌肉神經傷痛與病史。初學組 1 位收取資料不齊全，因此未收錄於本研究之中。參與者英文字母代號，初學者(A-J)，F、H 為女性；優秀球員(K-U)，M、N、O、T 為女性，其餘為男性。參與者基本資料整理如下表 1。

表 1 參與者基本資料

	身高（cm）	體重（kg）	年齡（yrs）	球齡（yrs）
初學組(n=10)	172.6±8.13	70.83±15.2	27.5±4.88	0.5±0.00
優秀組(n=11)	171±8.31	70.19±13.29	25.73±10.14	13.64±8.85

第二節　實驗時間與地點

一、實驗時間：民國 105 年 08 月-106 年 04 月

二、實驗地點：正元精密科技有限公司 SUNSHINE 實驗室進行。

第三節　實驗儀器設備

一、Tekscan 手指壓力感測器

使用 Tekscan 4256E 手指握壓感測器 (Grip™ Pressure Measurement System VersaTek Cuff Based, Tekscan Inc.Boston, MA, USA)，擷取頻率 100Hz。收集手部握壓之力量。

本實驗所使用之手指壓力感測墊片為 Tekscan 4256E (24.9 cm * 8.7 cm)是透過 320 sensels 感測點數的所結合而成的壓組式感應器，空間解析度為 7.1 sensels/cm^2，感應器的壓力範圍 1-30 psi，墊片厚度為 0.15mm。

圖 3-1 設置於手部的 Tekscan 手指壓力感測墊片 sensor

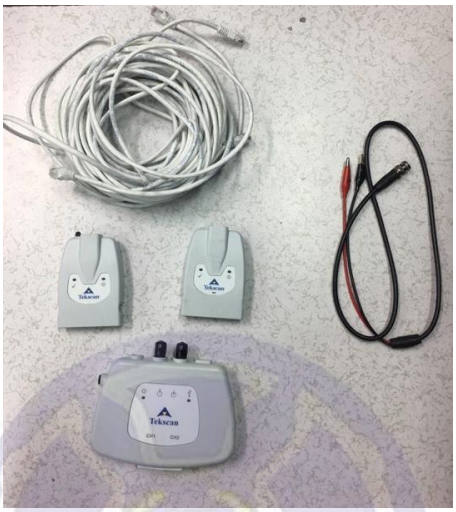


圖 3-2 一個 Tekscan 2-Port VersaTek Hub、兩個 VersaTek Cuff 與傳輸線

Tekscan 手指壓力感測系統軟體套件可以收取資料，並且在軟體上即時觀看所測得之力量與壓力數值，包括力量峰值、壓力面積與分佈等參數。

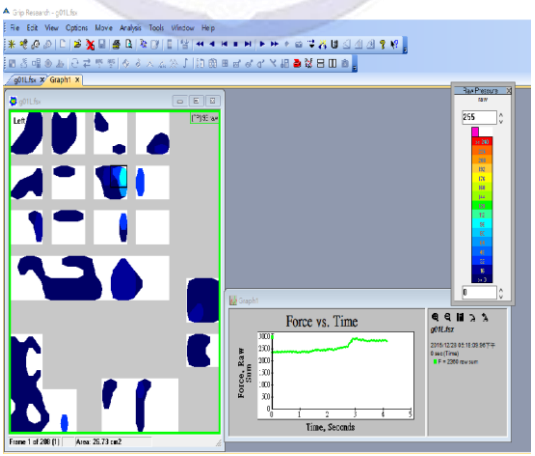


圖 3-3 Tekscan 手指壓力感測系統示意圖

二、高爾夫人工草皮

在人工草皮（6.5×2.87m）上進行推桿動作，虛擬球洞（半徑 10.78cm）。

圖 3-4 高爾夫人工草皮

三、高爾夫推桿

使用 ARESo C10 推桿，總長度 37.5 英吋，仰角 (Lie Angle) 70°。

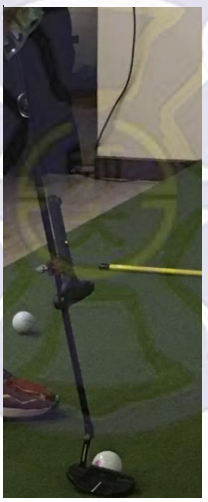


圖 3-4 高爾夫推桿

四、JVC 攝影機、LED 燈

JVC 攝影機與 LED 訊號同步將推桿動作分期並擷取手部力量相關參數。擷取頻率 150Hz。

圖 3-5 JVC 攝影機

第四節　實驗方法

本研究觀測 1、2、3 公尺共 3 個推桿距離，優秀與新手球員推桿表現。利用手部壓力感應器一開始收取力量資料時 LED 燈同時發亮，以攝影機從側面錄影，視角包含推桿整體揮動過程，收集運動學與動力學資料，紀錄手部握壓。實驗場地環境如圖 3-6 所示。

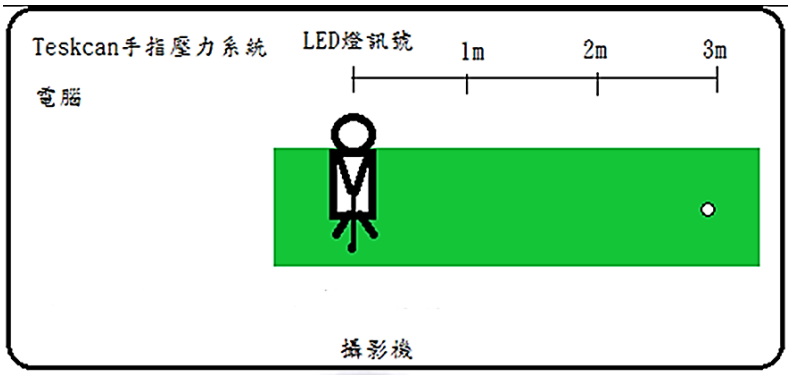


圖 3-6 實驗環境俯瞰圖

第五節　實驗步驟

一、場地設置、儀器架設與校正:

依場地環境圖架設器材完後，首先確認儀器同步，接著進行手指壓力感測器校正，使用砝碼（重量 2.5kg，直徑 1cm），以 4kg 已知的重量校正。架設 JVC 攝影機，影片畫面擷取推桿動作過程。

二、向受試者說明實驗內容、受試者填寫基本資料與簽署受試者同意書。

推桿距離 1、2、3 公尺；握法為重疊式握法；球設置雙腳中間，且位於推桿長度距離；指導語:就準備位置，瞄準目標、眼看洞口，頭轉回來，深呼吸，再推桿（盡可能將球入洞）。

三、受試者進行 10 分鐘暖身。

四、受試者黏貼反光球與設置手指壓力感測器。

五、給予受試者 3 分鐘熟悉穿戴手指壓力感測器試揮球桿。

六、不同推桿距離，各推桿 5 次，每 5 次推桿後休息 2 分鐘，並確認壓力感測器是否穩固，再繼續進行實驗。

七、收取完整推桿動作與各 5 次球成功進洞資料與資料處理。

八、統計分析。

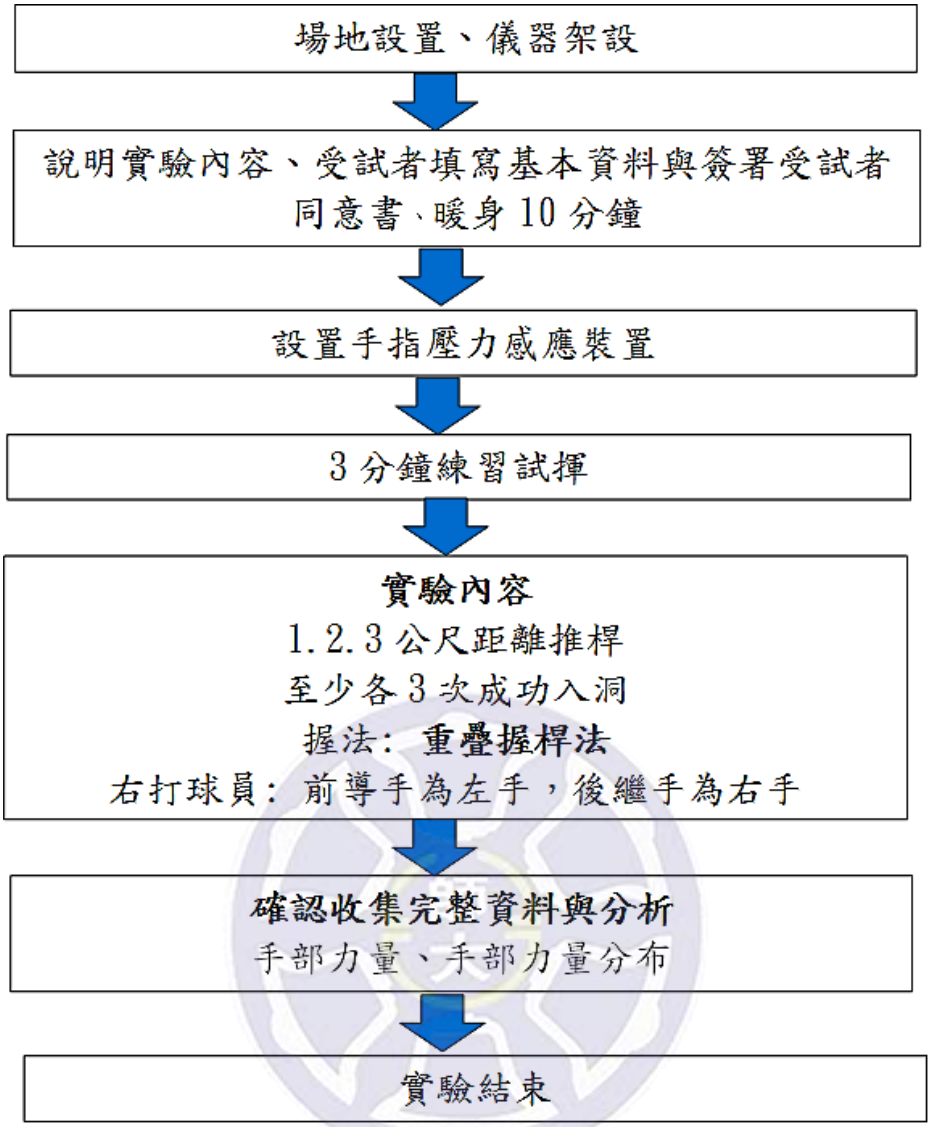

場地設置、儀器架設
說明實驗內容、受試者填寫基本資料與簽署受試者同意書、暖身 10 分鐘
設置手指壓力感應裝置
3 分鐘練習試揮
實驗內容
1.2.3 公尺距離推桿
至少各 3 次成功入洞
握法：重疊握桿法
右打球員：前導手為左手，後繼手為右手
確認收集完整資料與分析
手部力量、手部力量分布
實驗結束

圖 3-7 實驗流程圖

第六節　資料分析

本實驗利用 Tekscan Grip™ Pressure Measurement System VersaTek Cuff Based 手指壓力感應器系統,從手部壓力值除以壓力面積得到左右手部力量、力量峰值等參數。使用 Kwon3D 分析系統觀察球桿動作來決定推桿球桿啟動、上桿期、下桿期、擊球瞬間、跟隨期的時間點。將求得推桿各時期之手部力量以Excel 整理繪成圖表,利於分析比較。

第七節　統計方法

本研究以 SPSS22.0 版之套裝軟體進行各項統計分析。

一、以描述統計呈現受試者基本資料、推桿入洞成功率、手部力量曲線趨勢與特徵；為探討不同推桿距離優秀與新手球員手部力量的穩定性，故使用變異係數(coefficient of variation, CV)呈現。

二、以混和設計二因子變異數分析（Two-way ANOVA, mixed design）考驗優秀與初學球員與不同推桿距離(1.2.3 公尺)的相互影響。交互作用達顯著進行單純主要效果（single main effects）檢定，無則進行主要效果（main effects）檢定。顯著水準為 α=.05。若達顯著使用 Tukey 事後比較檢定。以優秀與初學組為依變項，推桿距離為自變項。

三、信度分析以內部一致性分析，計算內部相關係數（Internal Consistency Coefficient, ICC） Crobach's α，考驗各兩組分別在 1.2.3 公尺下桿期的手部力量一致性。

第肆章　結果

第一節、推桿入洞成功率

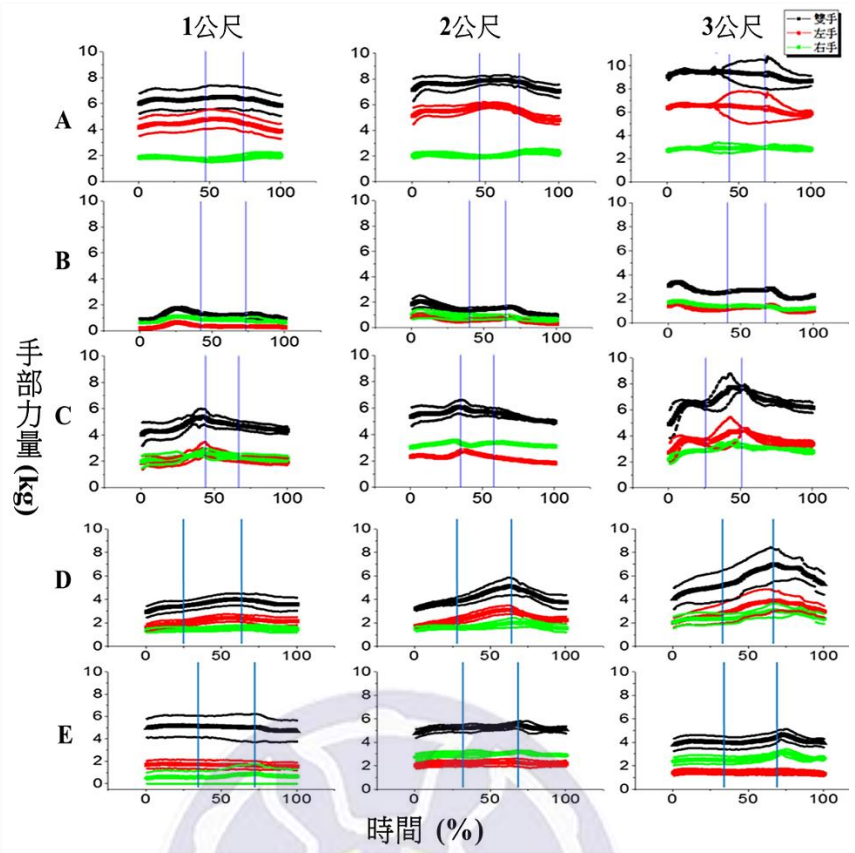
初學者之推桿平均進洞成功率 1、2、3 公尺距離分別為 74%、53%、25%，隨著距離增加成功率越低，而特別在 3 公尺推桿進洞平均成功率下降至四成。優秀組之推桿平均進洞成功率 1、2、3 公尺距離分別為 79%、81%、78%，穩定維持於約八成的成功率。兩組在 1 公尺推桿距離成功率相似；2、3 公尺即可發現兩組推桿成功率有明顯差異。其平均成功率整理如下表 4-1。

表 4-1　參與者 1-3 公尺距離推桿進洞成功率 (%)

	1 公尺	2 公尺	3 公尺
初學組	74±18.97	53±26.69	25.3±10.54
優秀組	79±26.01	81.9±26.97	78±17.51

第二節、初學者與優秀球員 1、2、3 公尺推桿距離之手部力量

初學者(A-J)手部力量曲線如下圖 4-1-1;優秀球員(K-U)手部力量曲線如下圖 4-1-2 所示。研究結果發現每位參與者的推桿力量曲線趨勢不同，另外各參與者在 3 個距離之間的推桿力量曲線趨勢相似。本研究結果也顯示幾乎所有參與者推桿手部力量會隨著距離增長而增加。推桿過程中主要手部力量曲線趨勢，上桿期維持低且平穩的手部力量，至下桿期時逐漸上升，並在接近擊球瞬間達到力量峰值，跟隨期力量下降繼續維持手部力量至結束。幾乎所有參與者推桿過程，在 1、2、3 公尺推桿距離之擊球瞬間產生一個力量峰值，特別是在 3 公尺較為明顯。大致上參與者在同一距離推桿力量曲線相似，特別是優秀球員維持較低的受部力量，並且每次推桿力量差異較初學者小。本研究參與者為右打球員，多球員左手與雙手力量曲線趨勢相同。其左右手力量差異，左手大於右手力量(初學:5 位，優秀:5 位)、右手大於左手力量(初學:2 位，優秀:4 位)，力量左右手差異不明顯共有 5 位。另外，兩組別間，初學者上桿期較短、跟隨期較長；優秀球員則是上桿期較長、跟隨期較短。



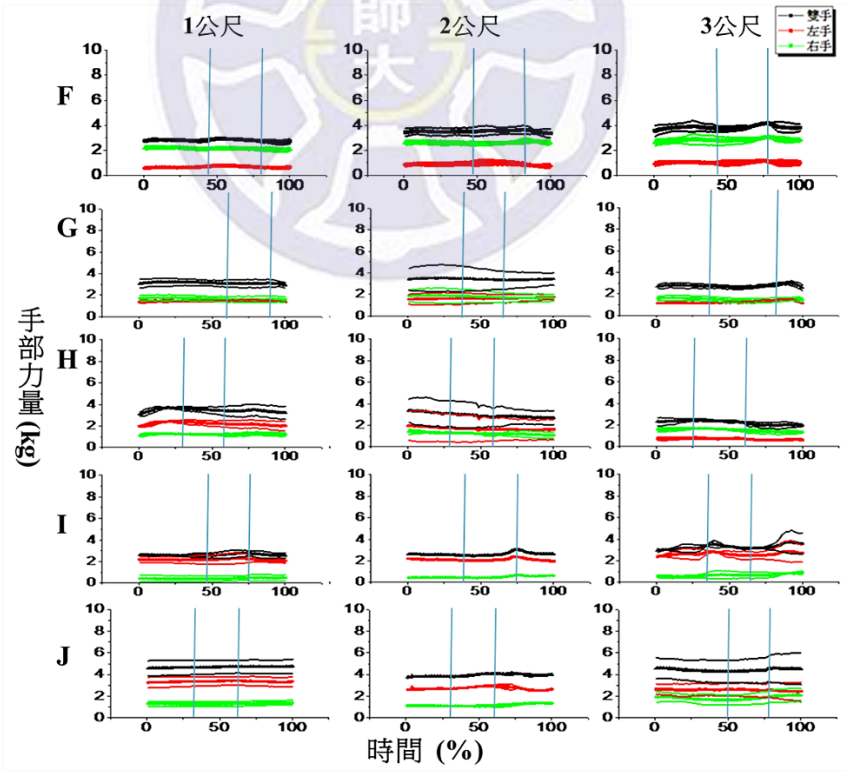


圖 4-1-1 初學者(A-J)在 1、2、3 公尺之手部力量曲線

起始 0%；上桿頂點為左線；擊球瞬間為右線；結束為 100%。

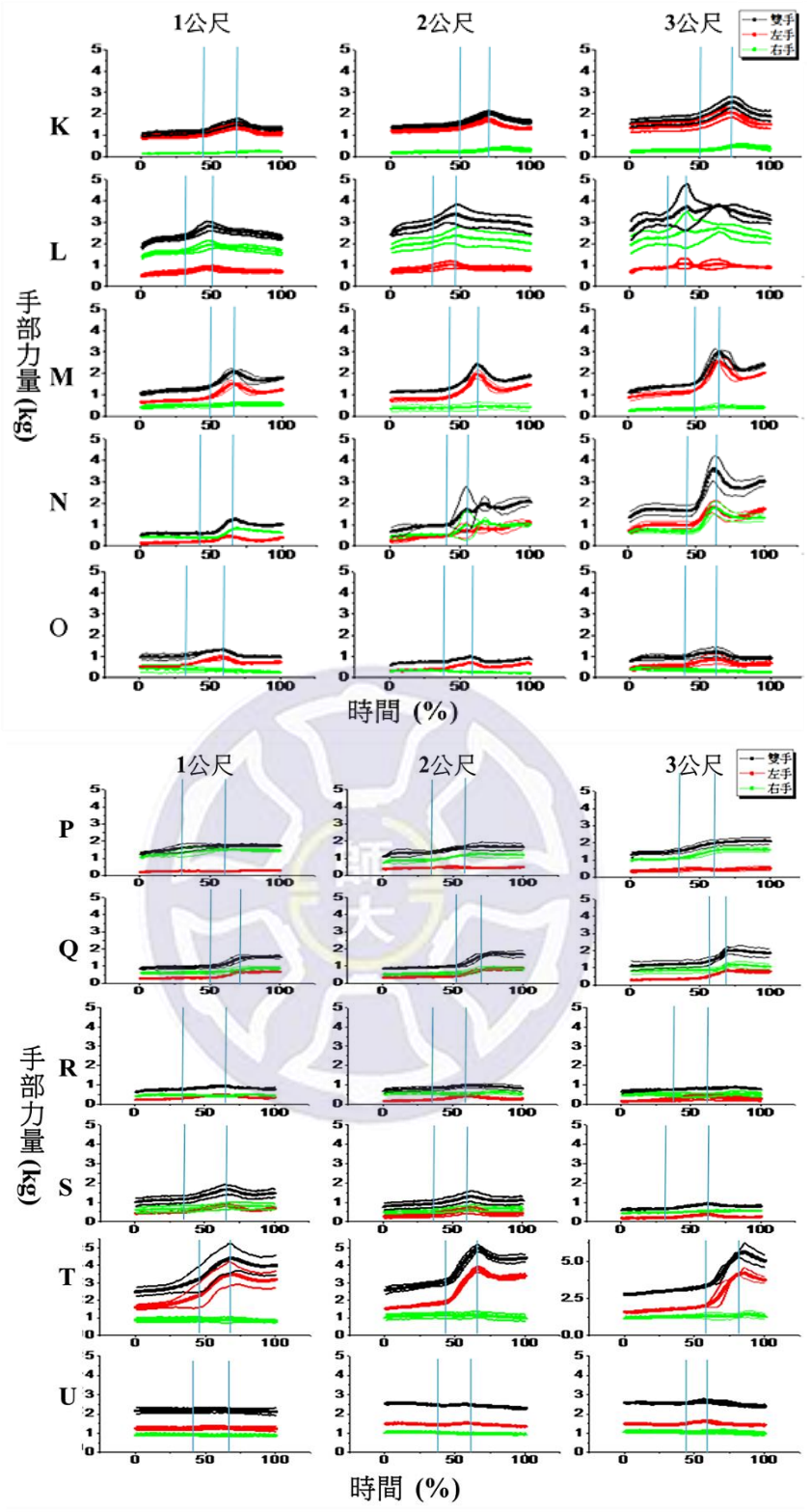


圖 4-1-2 優秀球員(K-U)在 1、2、3 公尺之手部力量曲線

起始 0%；上桿頂點為左線；擊球瞬間為右線；結束為 100%。

1、2、3 公尺距離推桿平均手部力量如表 4-2 所示。初學組與優秀組的雙手、左手、

右手平均力量皆隨著推桿距離增加而上升。兩組別左手皆略高於右手平均力量。優秀組的平均手部力量皆小於初學組，而且標準差也比初學者小。

表 4-2　　1-3 公尺距離推桿平均手部力量（kg）

		1 公尺	2 公尺	3 公尺
初學組	雙手	3.74±1.48	3.95±1.67	4.58±2.18
	左手	2.07±1.19	2.21±1.33	2.40±1.71
	右手	1.40±0.62	1.83±0.92	2.08±0.80
優秀組	雙手	1.54±0.84	1.73±0.92	2.02±0.92
	左手	0.79±0.69	0.92±0.76	1.07±0.65
	右手	0.75±0.45	0.81±0.53	0.94±0.62

本研究經二因子混合設計之統計結果整理如下，雙手、左手、右手力量與分期整理依序如下表 4-3、4-4、4-5。在組別項目 1-3 公尺 3 個距離推桿手部力量優秀組皆顯著小於初學組。”－“表示沒有顯著差異。

表 4-3 雙手力量與分期

	組別	距離
平均力量	優秀<初學（1、2、3 公尺）	1、2 < 3
力量峰值		1 < 2 < 3
上桿期		1 < 2 < 3
下桿期		1 < 2 < 3
跟隨期		1 < 2 < 3

表 4-4 左手手部力量與分期

	組別	距離
平均力量	優秀<初學 （1、2、3 公尺）	–
力量峰值		1 < 2、3
上桿期		–
下桿期		–
跟隨期		1 < 3

表 4-5 右手手部力量與分期

	組別	距離
平均力量	優秀<初學 (1、2、3 公尺)	1 < 3 (初學組)
力量峰值		1 < 3 (初學組)
上桿期		1 < 3 (初學組)
下桿期		1 < 3 (初學組)
跟隨期		1 < 2 < 3

1. 手部力量

雙手平均手部力量，由二因子混合設計之統計結果得知，組別與雙手平均力量之交互作用沒有顯著差異 ($F_{0.95(2,38)}$=.805，p=.425)，表示不同組別在不同推桿距離之力量無交互作用，進行主要效果檢定。主要效果比較，不同組別($F_{0.95(1,19)}$=15.597，p=.001)優秀組顯著低於初學組；不同推桿距離($F_{0.95(2,38)}$=9.002，p=.001) ，兩組 3 公尺推桿距離顯著高於 1、2 公尺推桿距離之雙手平均力量。

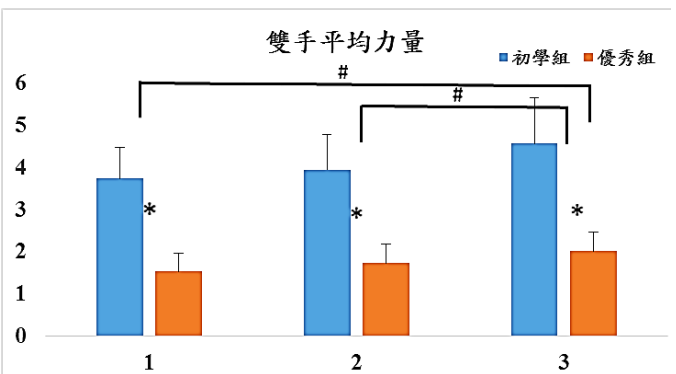


圖 4-2 1-3 公尺推桿距離之雙手平均力量

不同組別與不同推桿距離有交互作用 (p＜.05) 用†表示；不同組別顯著差異 (p＜.05) 用*表示:

不同推桿距離之力量顯著差異 (p＜.05) 用#表示。

左手平均手部力量，由二因子混合設計之統計結果得知，組別與左手總平均力量之交互作用沒有顯著差異 ($F_{0.95(2,38)}$=.023，p=.921)，表示不同組別在不同推桿距離之力量無交互作用，進行主要效果檢定。主要效果比較，不同組別($F_{0.95(1,19)}$=8.079，p=.010)優秀組顯著低於初學組；不同推桿距離($F_{0.95(2,38)}$= 3.067，p=.086) ，未達顯著水準。

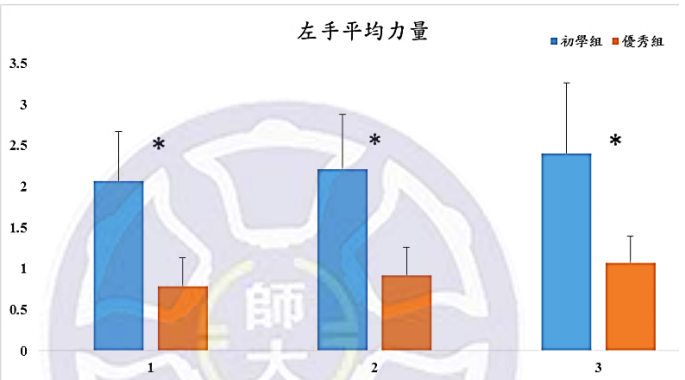


圖 4-3 1-3 公尺推桿距離之左手平均力量

不同組別與不同推桿距離有交互作用 (p＜.05) 用†表示；不同組別顯著差異 (p＜.05) 用*表示:

不同推桿距離之力量顯著差異 (p＜.05) 用#表示。

右手平均力量由二因子混合設計之統計結果得知，組別與右手平均力量之交互作用有顯著差異 ($F_{0.95(2,38)}$=3.506，p=.04)，表示不同組別在不同推桿距離之力量有交互作用，進行單純效果檢定。單純效果比較，根據獨立樣本 t 檢定的結果，不同組別在 1、2、3 公尺 (p=.12; .05; .002)，表示優秀組顯著低於初學組。根據單因子重複量數之統計結果得知，只有初學組 ($F_{0.95(1,10)}$=62.479，p=.000) 在 3 公尺推桿距離顯著高於 1 公尺推桿距離之右手平均力量。

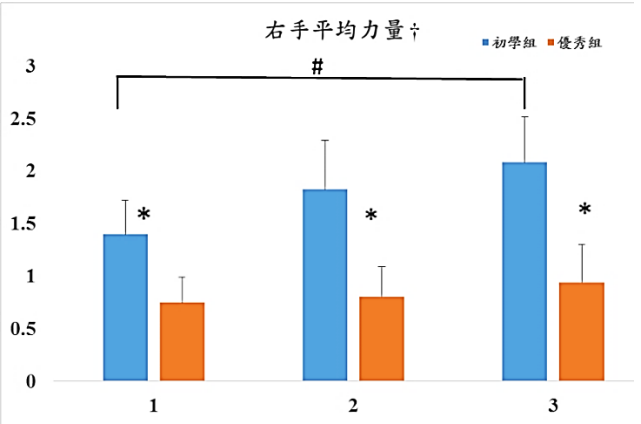


圖 4-4 1-3 公尺推桿距離之右手平均力量

不同組別與不同推桿距離有交互作用 (p＜.05) 用†表示；不同組別顯著差異 (p＜.05) 用*表示:不同推桿距離之力量顯著差異 (p＜.05) 用#表示。

雙手峰值力量，由二因子混合設計之統計結果得知，組別與雙手峰值力量之交互作用沒有顯著差異 ($F_{0.95(2,38)}$=.361，p=.617 ≥.05)，表示不同組別在不同推桿距離之力量峰值無交互作用，進行主要效果檢定。主要效果比較，不同組別($F_{0.95(1,19)}$= 12.424，p=.002＜.05)優秀組顯著低於初學組；不同推桿距離($F_{0.95(2,38)}$= 15.891，p=.001＜.05) ，兩組 3 公尺推桿距離顯著高於 1、2 公尺推桿距離，2 公尺推桿距離顯著高於 1 公尺推桿距離之雙手峰值力量。

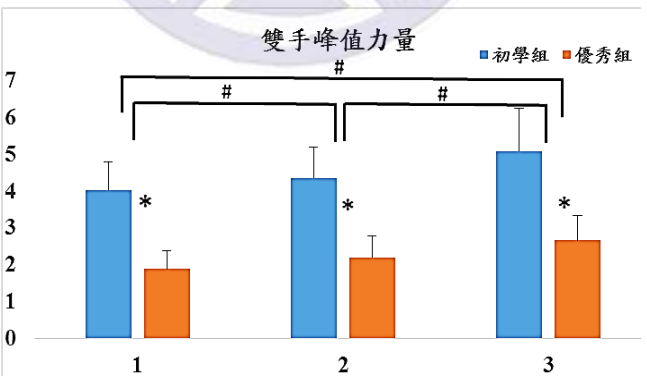


圖 4-5 1-3 公尺推桿距離之雙手峰值力量

不同組別與不同推桿距離有交互作用 (p＜.05) 用†表示；不同組別顯著差異 (p＜.05) 用*表示:不同推桿距離之力量顯著差異 (p＜.05) 用#表示。

左手峰值力量，由二因子混合設計之統計結果得知，組別與左手峰值力量之交互作用沒有顯著差異 ($F_{0.95(2,38)}$=.31，p=.907 ≥.05)，表示不同組別在不同推桿距

離之力量峰值無交互作用，進行主要效果檢定。主要效果比較，不同組別($F_{0.95(1,19)}$= 5.18，p=.035＜.05)優秀組顯著低於初學組；不同推桿距離($F_{0.95(2,38)}$= 5.531，p=.021＜.05) ，兩組 2、3 公尺推桿距離顯著高於 1 公尺推桿距離之左手峰值力量。

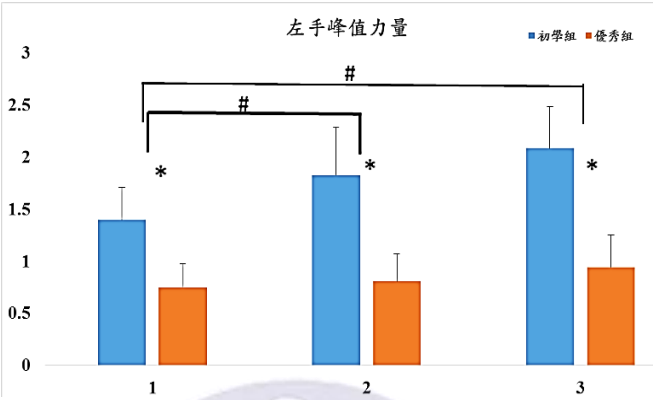


圖 4-6 1-3 公尺推桿距離之左手峰值力量

不同組別與不同推桿距離有交互作用 (p＜.05) 用†表示；不同組別顯著差異 (p＜.05) 用*表示: 不同推桿距離之力量顯著差異 (p＜.05) 用#表示。

右手峰值力量由二因子混合設計之統計結果得知，組別與右手峰值力量之交互作用有顯著差異 ($F_{0.95(2,38)}$=3.98，p=.027)，表示不同組別在不同推桿距離之力量有交互作用，進行單純效果檢定。單純效果比較，根據獨立樣本 t 檢定的結果，不同組別在 1、2、3 公尺 (p=.13; .04; .002)，表示優秀組顯著低於初學組。根據單因子重複量數之統計結果得知，只有初學組 ($F_{0.95(1,10)}$=71.711，p=.000) 在 3 公尺推桿距離顯著高於 1 公尺推桿距離之右手峰值力量。

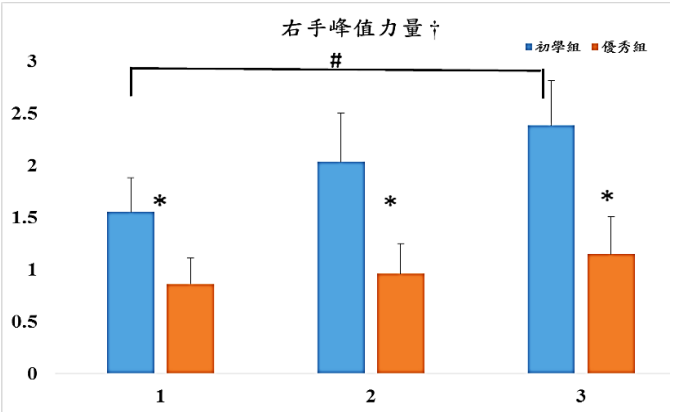


圖 4-7 1-3 公尺推桿距離之右手峰值力量

不同組別與不同推桿距離有交互作用 (p＜.05) 用†表示；不同組別顯著差異 (p＜.05) 用*表示:

不同推桿距離之力量顯著差異 (p＜.05) 用#表示。

2. 上桿期平均手部力量

雙手上桿期平均手部力量峰值，由二因子混合設計之統計結果得知，組別與雙手上桿期平均力量峰值之交互作用沒有顯著差異 ($F_{0.95(2,38)}$=1.333，p=.270)，表示不同組別在不同推桿距離之力量無交互作用，進行主要效果檢定。主要效果比較，不同組別($F_{0.95(1,19)}$= 20.783，p=.000)優秀組顯著低於初學組；不同推桿距離($F_{0.95(2,38)}$= 8.427，p=.005) ，兩組 3 公尺推桿距離顯著高於 1、2 公尺推桿距離，2 公尺推桿距離顯著高於 1 公尺推桿距離之雙手上桿期平均力量。

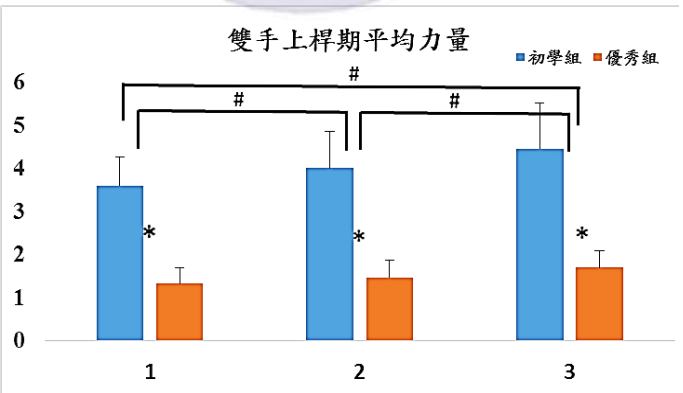


圖 4-8 1-3 公尺推桿距離之雙手上桿期力量

不同組別與不同推桿距離有交互作用 (p＜.05) 用†表示；不同組別顯著差異 (p＜.05) 用*表示:

不同推桿距離之力量顯著差異 (p＜.05) 用#表示。

左手上桿期手部力量，由二因子混合設計之統計結果得知，組別與左手上桿期平均力量之交互作用沒有顯著差異 ($F_{0.95(2,38)}$=.043，p=.877)，表示不同組別在不同推桿距離之力量無交互作用，進行主要效果檢定。主要效果比較，不同組別($F_{0.95(1,19)}$= 10.924，p=.004)優秀組顯著低於初學組；不同推桿距離($F_{0.95(2,38)}$= .594，p=.142) ，未達顯著水準。

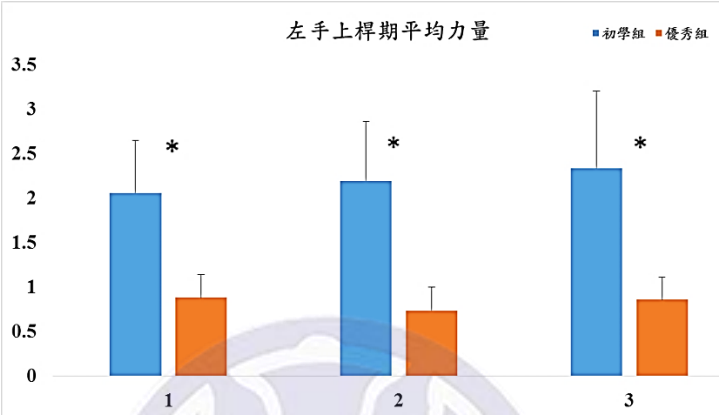


圖 4-9 1-3 公尺推桿距離之左手上桿期力量

不同組別與不同推桿距離有交互作用（p<.05）用†表示；不同組別顯著差異（p<.05）用*表示:不同推桿距離之力量顯著差異（p<.05）用#表示。

右手上桿期平均手部力量，由二因子混合設計之統計結果得知，組別與左手下桿期平均力量之交互作用有顯著差異 ($F_{0.95(2,38)}$=3.667，p=.035)，表示不同組別在不同推桿距離之力量有交互作用，進行單純效果檢定。單純效果比較，根據獨立樣本 t 檢定的結果，不同組別在 1、2、3 公尺 (p=.008; .003; .001)，表示優秀組顯著低於初學組。根據單因子重複量數之統計結果得知，只有初學組 ($F_{0.95(1,10)}$=65.905，p=.000)在 3 公尺推桿距離顯著高於 1 公尺推桿距離之右手下桿期平均力量。

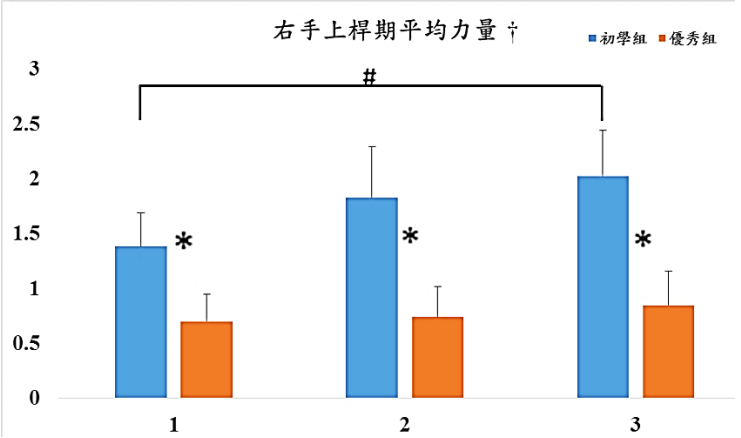


圖 4-10 1-3 公尺推桿距離之右手上桿期力量

不同組別與不同推桿距離有交互作用 (p＜.05) 用†表示；不同組別顯著差異 (p＜.05) 用*表示:

不同推桿距離之力量顯著差異 (p＜.05) 用#表示。

3. 下桿期平均力量

雙手下桿期平均力量峰值，由二因子混合設計之統計結果得知，組別與雙手下桿期平均力量之交互作用沒有顯著差異 ($F_{0.95(2,38)}$=1.098，p=.319)，表示不同組別在不同推桿距離之力量無交互作用，進行主要效果檢定。主要效果比較，不同組別($F_{0.95(1,19)}$= 15.328，p=.001)優秀組顯著低於初學組；不同推桿距離($F_{0.95(2,38)}$= 9.351，p=.004) ，3 公尺推桿距離顯著高於 1、2 公尺推桿距離，2 公尺推桿距離顯著高於 1 公尺推桿距離之雙手下桿期平均力量。

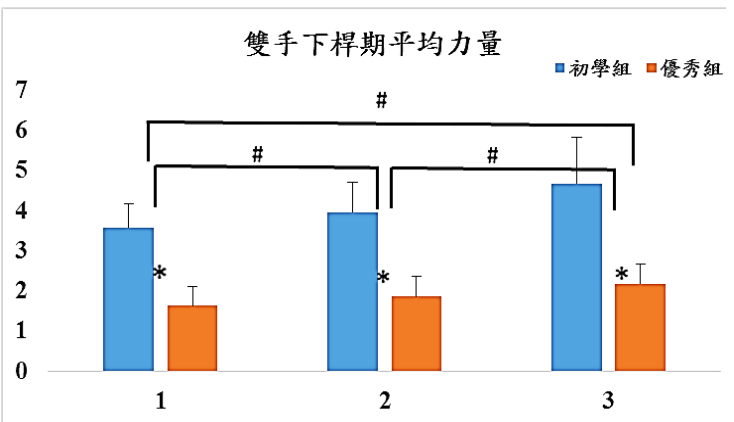


圖 4-11 1-3 公尺推桿距離之雙手下桿期力量

不同組別與不同推桿距離有交互作用 (p＜.05) 用†表示；不同組別顯著差異 (p＜.05) 用*表示:

不同推桿距離之力量顯著差異 (p＜.05) 用#表示。

左手下桿期平均手部力量，由二因子混合設計之統計結果得知，組別與左手下桿期平均力量之交互作用沒有顯著差異 ($F_{0.95(2,38)}$=.071，p=.824)，表示不同組別在不同推桿距離之力量無交互作用，進行主要效果檢定。主要效果比較，不同組別 ($F_{0.95(1,19)}$= 7.301 ，p=.014) 優秀組顯著低於初學組；不同推桿距離 ($F_{0.95(2,38)}$=3.560，p=.068) ，未達顯著水準。

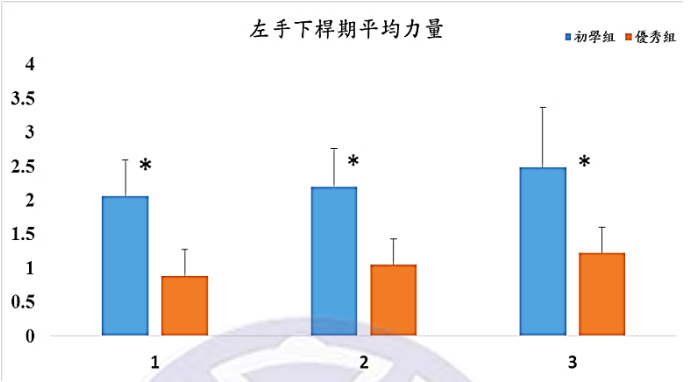


圖 4-12 1-3 公尺推桿距離之左手下桿期力量

不同組別與不同推桿距離有交互作用 (p＜.05) 用†表示；不同組別顯著差異 (p＜.05) 用*表示: 不同推桿距離之力量顯著差異 (p＜.05) 用#表示。

右手下桿期平均力量，由二因子混合設計之統計結果得知，組別與左手下桿期平均力量之交互作用有顯著差異 ($F_{0.95(2,38)}$=3.508，p=.04)，表示不同組別在不同推桿距離之力量有交互作用，進行單純效果檢定。單純效果比較，根據獨立樣本 t 檢定的結果，不同組別在 1、2、3 公尺 (p=.02; .01; .002)，表示優秀組顯著低於初學組。根據單因子重複量數之統計結果得知，只有初學組 ($F_{0.95(1,10)}$=62.031，p=.000) 在 3 公尺推桿距離顯著高於 1 公尺推桿距離之右手下桿期平均力量。

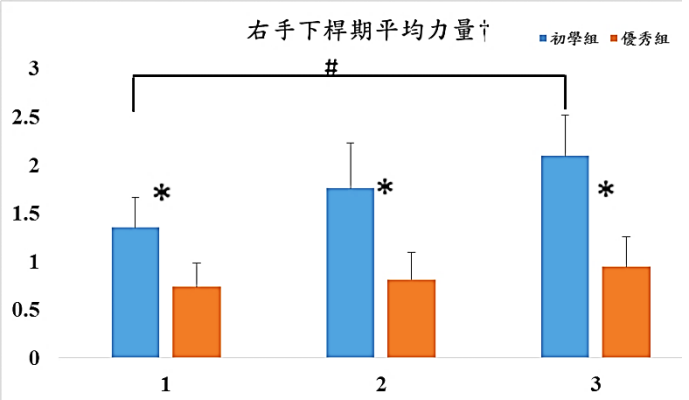


圖 4-13 1-3 公尺推桿距離之右手下桿期力量

不同組別與不同推桿距離有交互作用 (p＜.05) 用†表示；不同組別顯著差異 (p＜.05) 用*表示:

不同推桿距離之力量顯著差異 (p＜.05) 用#表示。

4. 跟隨期平均力量

雙手跟隨期平均力量，由二因子混合設計之統計結果得知，組別與雙手跟隨期平均力量之交互作用沒有顯著差異 ($F_{0.95(2,38)}$=.163，p=.773)，表示不同組別在不同推桿距離之力量無交互作用，進行主要效果檢定。主要效果比較，不同組別($F_{0.95(1,19)}$= 9.928，p=.005)優秀組顯著低於初學組；不同推桿距離($F_{0.95(2,38)}$= 13.834，p=.001) ，3 公尺推桿距離顯著高於 1、2 公尺推桿距離，2 公尺推桿距離顯著高於 1 公尺推桿距離之雙手跟隨期平均力量。

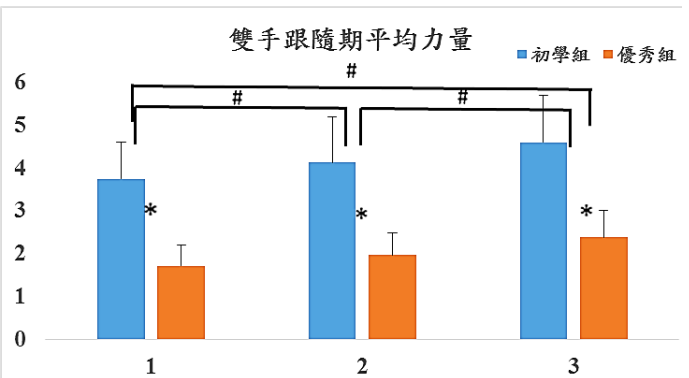


圖 4-14 1-3 公尺推桿距離之雙手跟隨期力量

不同組別與不同推桿距離有交互作用 (p＜.05) 用†表示；不同組別顯著差異 (p＜.05) 用*表示:

不同推桿距離之力量顯著差異 (p＜.05) 用#表示。

左手跟隨期平均力量，由二因子混合設計之統計結果得知，組別與左手跟隨期平均力量之交互作用沒有顯著差異 ($F_{0.95(2,38)}$=.092，p=.842)，表示不同組別在不同推桿距離之力量無交互作用，進行主要效果檢定。主要效果比較，不同組別($F_{0.95(1,19)}$= 4.553，p=.046)優秀組顯著低於初學組；不同推桿距離($F_{0.95(2,38)}$= 3.940，p=.046) ，3 公尺推桿距離顯著高於 1 公尺推桿距離之左手跟隨期平均力量。

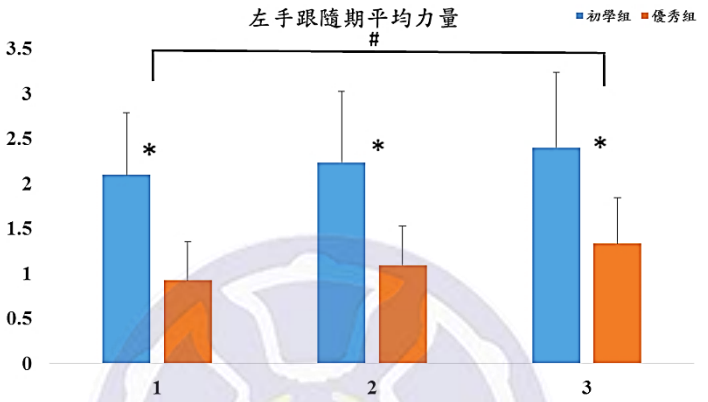


圖 4-15 1-3 公尺推桿距離之左手跟隨期力量

不同組別與不同推桿距離有交互作用 (p＜.05) 用†表示；不同組別顯著差異 (p＜.05) 用*表示:不同推桿距離之力量顯著差異 (p＜.05) 用#表示。

右手跟隨期平均力量峰值，由二因子混合設計之統計結果得知，組別與右手跟隨期平均力量之交互作用沒有顯著差異 ($F_{0.95(2,38)}$=2.902，p=.083)，表示不同組別在不同推桿距離之力量無交互作用，進行主要效果檢定。主要效果比較，不同組別($F_{0.95(1,19)}$= 10.061，p=.005)優秀組顯著低於初學組；不同推桿距離($F_{0.95(2,38)}$= 11.727，p=.000) ，3 公尺推桿距離顯著高於 1、2 公尺推桿距離，2 公尺推桿距離顯著高於 1 公尺推桿距離之右手跟隨期平均力量。

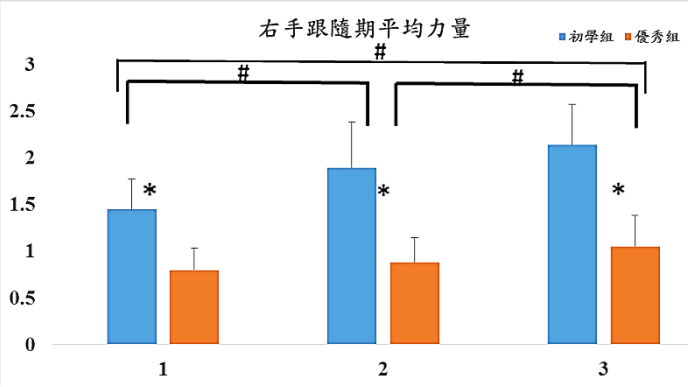


圖 4-16 1-3 公尺推桿距離之右手跟隨期力量

不同組別與不同推桿距離有交互作用 (p＜.05) 用†表示；不同組別顯著差異 (p＜.05) 用*表示:

不同推桿距離之力量顯著差異 (p＜.05) 用#表示。

第三節、初學者與優秀球員在不同推桿距離手部力量之變異係數

研究結果顯示初學者在1-3公尺推桿距離之變異係數依序為0.05、0.06、0.07皆低於優秀組雙手平均變異係數0.14、0.16、0.17。其雙手平均力量變異係數，兩組別在1公尺推桿距離，變異性較小，隨著距離增加而增大。1-3公尺推桿距離之雙手平均力量變異係數範圍依序（初學:0.01-0.19,0.02-0.21, 0.03-0.15； 優秀: 0.01-0.30, 0.03-0.29, 0.03-0.31)，初學組雙手手部力量在3個推桿距離變異係數值比優秀組較小。兩組變異係數整理如下表4-6。

表 4-6　參與者 1-3 公尺推桿距離之雙手力量變異係數(CV 值)

	1 公尺	2 公尺	3 公尺
初學組	0.05±0.05 (0.01-0.19)	0.06±0.06 (0.02-0.21)	0.07±0.04 (0.03-0.15)
優秀組	0.14±0.08 (0.01-0.30)	0.16±0.10 (0.03-0.29)	0.17±0.09 (0.03-0.31)

在所有參與者之中優秀球員 U 的雙手力量變異係數 1、2、3 公尺為最低，3 個推桿距離，1 公尺變異係數最大、3 公尺次之，最小為 2 公尺，如下圖 4-16 所示。在 2、3 公尺距離整體推桿過程之雙手力量變異係數不超過 0.05。1-3 公尺距離 3 個推桿距離於上桿期變異係數曲線比較平緩，在上桿期 3 個變異係數曲線變化不同(1 公尺微微下降、

2 公尺平穩最低、3 公尺微微上升)，位於上桿頂點與擊球瞬間雙手力量變異係數較小，最後跟隨期變異係數較高。

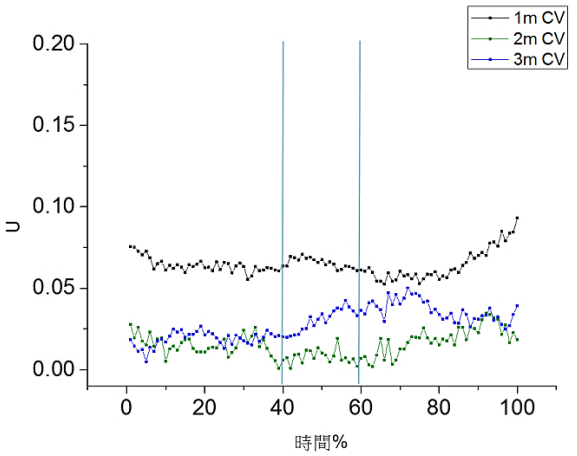


圖4-17 優秀球員U 在1-3公尺推桿距離雙手力量變異係數
起始 0%；上桿頂點為左線；擊球瞬間為右線；結束為 100%。

優秀球員P的1、2、3公尺推桿成功率皆為100%，其1-3公尺推桿雙手部力量之變異係數如下圖4-17。

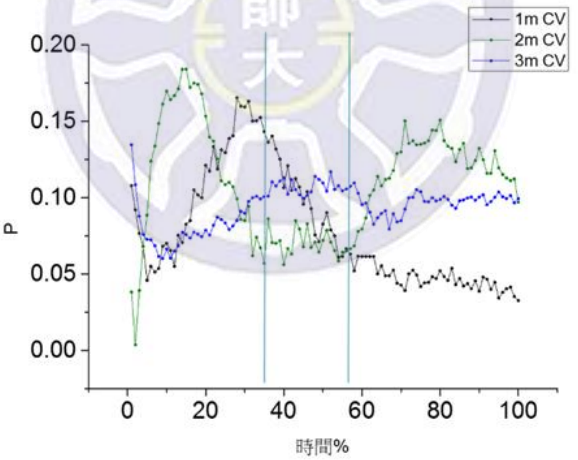


圖4-18 優秀球員P 在1-3公尺推桿距離雙手力量變異係數
起始 0%；上桿頂點為左線；擊球瞬間為右線；結束為 100%。

研究結果顯示初學組1-3公尺下桿期平均變異係數依序為0.07、0.05、0.05；優秀組1-3公尺夏桿距離變異係數依序為0.05、0.05、0.03。隨著距離增加下桿期時間變異係數越小。1-3公尺推桿距離之下桿期時間變異係數範圍依序 (初學:0.03-0.16,0.02-0.09, 0.02-0.14； 優秀: 0.01-0.07, 0.00-0.23, 0.01-0.06)優秀組下桿期間的變異係數值比初學組小。其下桿期時間變異係數整理如下表4-7。

表 4-7　參與者 1-3 公尺推桿距離之下桿期變異係數(CV 值)

	1 公尺	2 公尺	3 公尺
初學組	0.07±0.04 (0.03-0.16)	0.05±0.02 (0.02-0.09)	0.05±0.04 (0.02-0.14)
優秀組	0.05±0.03 (0.01-0.07)	0.05±0.02 (0.00-0.23)	0.03±0.02 (0.01-0.06)

下桿期時間之內部一致性

在本研究中 Cronbach's α 係數高表示一致性高，原則上 α 係數的值愈接近 1 則其一致性愈高。Nunnally (1978) 建議，Cronbach's α 係數高於 0.7 為高信度值，但若低於 0.35 就過低。初學與優秀組在 1-3 公尺下桿期時間的 Cronbach's α 係數高於 0.7，只有優秀組 3 公尺下桿期之 α 係數為.610。

表 4-8　初學者與優秀球員 1-3 公尺推桿距離之下桿期 Cronbach's α 係數

	1 公尺	2 公尺	3 公尺
初學組	.973	.996	.992
優秀組	.845	.942	.610

第四節、推桿手部力量-主要手部施力區域

推桿手部力量主要施力區域，包含所有主要出現過力量峰值區域。大紅色圓點表示多數初學者主要出現位置(5 次推桿中出現約 3-5 次)，小紅色圓點表示少數初學者或 5 次推桿中力量峰值只出現 1、2 次。

初學組在 1-3 公尺推桿距離之主要施力分布如圖 4-18 所示，1-3 公尺隨著距離增加，手部力量峰值位置只有些許改變，其主要施力位置為左手:中指前端、掌部(舟狀骨、三角骨位置)；右手：食指、無名指、小指前端。

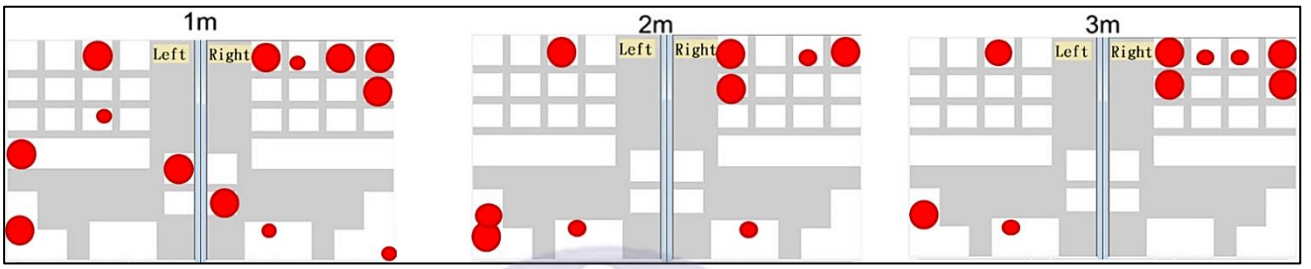


圖 4-19 初學組不同距離推桿主要手部施力區域圖

優秀組在 1-3 公尺推桿距離之主要施力分布如圖 4-19 所示，1-3 公尺隨著距離增加，手部力量峰值位置主只有些許改變，其主要施力位置為左手:中指前端、無名指前端、掌部(三角骨位置)；右手：中指、無名指、小指前端、掌部(三角骨位置)。

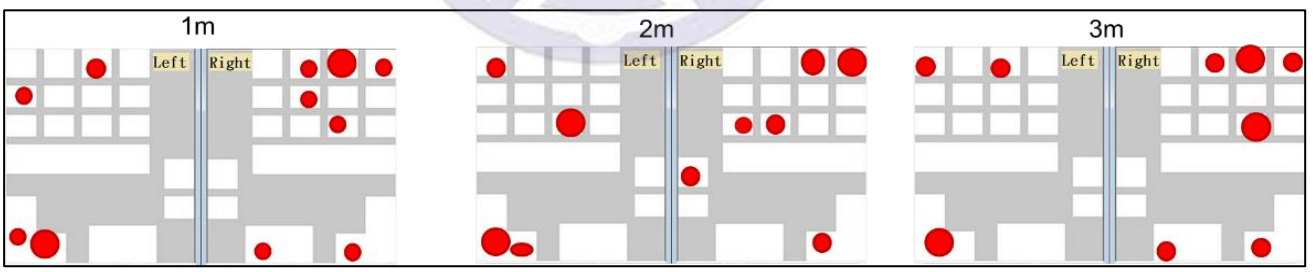


圖 4-20 優秀組不同距離推桿主要手部施力區域圖

第伍章 討論

本研究之受試者分為優秀組 11 名與初學組 10 名，共 21 位受試者。每位受試者均進行三種不同距離之推桿實驗，目的在於了解不同推桿距離對於推桿過程中手部控制力量趨勢之影響，並探討推桿手部力量與推桿距離之相關程度。本章節結果分為四小節做探討。第一節、初學者與優秀球員在不同推桿距離之推桿手部力量表現趨勢。第二節、初學者與優秀球員在不同推桿距離之手部力量表現差異與分期分析。第三節、初學者與優秀球員各自於不同推桿距離手部力量之一致性。

第一節 初學者與優秀球員在不同推桿距離之推桿手部力量表現趨勢

本節主要探討優秀球員與初學者在三種不同距離推桿表現上之差異。推桿表現本研究分為：推桿入洞成功率與雙手、左手、右手之推桿手部力量。

從表 4-1 參與者 1-3 公尺距離推桿進洞成功率發現，初學組在 1 公尺推桿平均成功率 74%仍然能維持與優秀組平均成功率 79%相近，隨著距離增加初學組推桿成功率開始下降，直到 3 公尺推桿平均成功率為 25%。初學者在 1 公尺距離推桿成功率比較高，3 公尺明顯較低。然而，優秀組平均成功率在 1-3 公尺不同距離中幾乎維持在七、八成左右，由此發現優秀球員在 1 公尺推桿成功率表現並未明顯高於 2、3 公尺的推桿表現。兩組別不同的推桿成功率表現，表示 3 公尺距離推桿對於初學者開始有困難度；優秀球員熟練專業高爾夫相關動作流程，在 1-3 公尺推桿成功率表現皆高，Boutcher 與 Zinsser (1990) 研究顯示，頂尖球員推桿時所做的預擊流程，比起初學者及業餘者都來得穩定且頻繁。但是從成功率來看越近距離的推桿不一定表現最佳，推測短距離推桿表現受到其他因素影響，例如心理層面因素等。

根據圖 4-1-1 與 4-1-2 初學者與優秀球員在三種不同推桿距離之推桿表現，發現推桿過程中主要手部力量曲線趨勢，上桿期維持低且平穩的手部力量，至下桿期快速上升，並在接近擊球瞬間達到力量峰值，跟隨期力量下降繼續維持手部力量至結束。先前研究以握壓結果呈現優秀與初學者的推桿表現，握壓從上桿期至下桿期時逐漸上升，在擊球

瞬間附近產生峰值，隨後逐漸下降。為穩定控制推桿動作，下桿速度增加時需要更多握力抓住球桿（楊珺如等人, 2011；Chen, et al., 2008），與本研究結果以力量呈現的曲線有些許相似。雖然本研究中少數球員的推桿整體過程，手部力量曲線呈現平穩且沒有峰值，原因可能為本研究為短距離推桿力量；另外，球員推桿可能有不同的動作策略，先前文獻，在離球洞 2 、5 、8 、11 公尺處進行推桿，指出推桿距離的增加 5 公尺以上的推桿力量來源逐漸藉由肩膀的轉動取代在短距離時手臂所提供的力量；長距離推桿時擊球的力量傳導及球的方向需要手腕部的穩定（王錠堯、王順正與余奕德, 2004）。因此，若為控制力道身體主要利用手臂或肩膀擺動推桿，就可能產生較低且平穩的推桿手部力量。

初學者與優秀球員在 1-3 推桿各距離手部力量重複性高，上述提到推桿手部力量也有主要曲線趨勢，上桿期手部力量維持低且平穩，至下桿期快速上升，並在接近擊球瞬間有一個力量峰值，跟隨期力量下降。但是球員之間的推桿曲線仍不盡相同，例如不同時期的時間分配或力量大小。楊珺如等人（2011）研究指出優秀球員與初學者推桿過程握壓相似,但是優秀球員使用三種不同尺寸握把的握壓表現比較一致。由圖 4-1-1 和 4-1-2 即可以觀察到不同距離間的力量曲線相似，但是不同參與者間的力量曲線模式不同，表示每位球員的各自擁有獨特的手部力量曲線。此外，多篇有關優秀球員揮桿手指握壓研究，同樣指出幾乎所有球員個人揮桿重複性高，且擁有獨自的揮桿握壓曲線變化 (Budney 與 Bellow, 1990； Komi, Roberts 與 Rothberg, 2008；Broker 與 Ramey, 2007；Langlais 與 Broker, 2014)。從手部力量變化發現，每位球員的推桿與揮桿力量變化各自不同。推桿本來就是非常個人化的動作，推桿好手們姿勢不同，觀察巡迴賽選手的推桿動作也沒有一定或固定的姿勢（Langer, 1987； 宋定衡, 2003）。然而，揮桿的手指握壓主要在打擊瞬間前後有較高峰值，擊球瞬間手指握壓相對較低；推桿動作則是在擊球瞬間有一個力量峰值不同，表示揮桿與推桿兩者是截然不同的動作。

揮桿主要手部力量 的控制 Couples (1994) 指出應該由前導手緊握，而 Faldo 與 Saunders (1989) 則認為應後繼手緊握。從圖 4-1-1 與 4-1-2 發現 1-3 公尺距離推桿左手大於右手力量(初學: 5 位，優秀: 5 位)、右手大於左手力量(初學: 2 位，優秀: 4 位)，力量左右手差異不明顯共有 5 位。左右手兩者推桿力量，仍然與先前高爾夫指導者與學者所提各自有球員左手或右手力量比較大，有相似的結果。但是，初學組與優秀組多數球員左手與雙手力量曲線趨勢相似，相同的結果對於右打球員揮桿過程左手 (前導手) 力量

變化與雙手力量變化相似 (Komi, Roberts 與 Rothberg, 2008；Langlais 與 Broker, 2014)。此外，由表 4-2 整理初學組與優秀組的平均左手與右手推桿力量，左手仍高於右手力量，因此推測左手仍然主導推桿力量過程。

從表 4-2 得知 1-3 公尺距離推桿隨著距離增加，手部力量也會增加，1-3 公尺距離推桿平均手部力量初學組 3.74、3.95、4.58 kg；優秀組為 1.54、1.73、2.02 kg。Chavet 等 (1992) 從職業選手與初學者各 18 名，進行 1、3、5、7、9 及 11 公尺推桿，研究發現當推桿的距離超過 7 公尺以上時，推桿桿頭的各項運動學變項與推桿成績間的相關性就會有顯著的改變，顯示推桿距離存在一個閾值 (threshold)。Sanders 與 Fairweather (2002) 評估 1748 名男性與 120 名女性高爾夫球員，分為優秀男性高爾夫選手、一般男性高爾夫運動者，以及女性高爾夫運動者，進行 3、12、24 呎的推桿表現，平均推桿成績分別為 1.062、1.231、1.139，1.663、1.966、1.949，以及 1.911、2.313、2.342，結果發現短距離的推桿成績不受到差點影響，只有距離 24 呎時推桿者差點與推桿成績成正比。過去文獻大多指出約在 7 公尺推桿距離以上的距離推桿動作會有所改變，在本研究結果發現 1、2 公尺推桿力量在擊球瞬間只觀察到細微的力量峰值，但是在 3 公尺推桿時力量峰值最為明顯，而且對於初學者推桿成功率在 3 公尺就只剩四成，表示在 1 到 3 公尺內的短程推桿距離，1、2 公尺手部力量較微小，到達 3 公尺則有明顯的手部力量改變。

第二節、初學者與優秀球員在不同推桿距離之手部力量表現差異與分期分析

本節主要分為兩部份來探討：一、探討初學者與優秀球員在 1、2、3 公尺推桿距離之平均手部力量以及峰值差異。二、探討初學者與優秀球員在 1、2、3 公尺距離上桿期、下桿期、跟隨期不同期之推桿平均手部力量以及是否有顯著差異。

一、探討初學者與優秀球員在 1、2、3 公尺推桿距離之平均手部力量以及峰值差異

本研究結果如表 4-3、4-4、4-5 所示，無論雙手還是左右手，優秀組平均力量、力量峰值平均力量在 1-3 公尺皆有顯著小於初學組，表示優秀組維持較低的手部力量進行推桿動作，兩組別在控制 1-3 公尺距離推桿的手部力量有顯著的差異。然而，楊珺如等人 (2011) 研究指出優秀球員平均握壓較高。其結果差異的原因在於推桿距離不同。先前文獻推桿距離為 20 呎，本研究推桿僅有 1-3 公尺距離，所以長距離推桿為了控制力

道，需要較多手部力量以穩定動作；短距離推桿則保持較低與平順的手部力量。Woods (2007)曾提及推桿手部握桿手部力量會影響高爾夫球擊球表現,若讓手部自由釋放桿頭，有較好擊球表現；若握桿過緊，則僵硬造成動作不順暢；但是 Sones (2000) 也指出當手握桿過鬆時將可能導致失去推桿之穩固性。此外，初學與優秀兩組別 3 公尺顯著大於 1、2 公尺之雙手平均力量，也對照至上一節所描述到達 3 公尺推桿手部力量有所改變。左手平均力量在 1-3 公尺內並沒有差異，表示左手短距離內皆穩定施力；右手平均力量則是只有初學組 3 公尺顯著大於 1 公尺推桿距離。

初學與優秀兩組雙手力量峰值隨著距離增加而增加,且3個距離之間皆有顯著差異;左手則是 2、3 公尺顯著大於 1 公尺力量峰值。右手只有初學組 3 公尺顯著大於 1 公尺力量峰值。本研究結果與先前推桿指壓文獻皆發現，多數球員靠近擊球瞬間會產生力量峰值。由於在擊球時桿頭撞擊球所產生之碰撞，故球員可能需要較多手部力量以穩定控制擊球。因此可表示推桿打擊瞬間之力量隨著距離增加，所有球員主要由雙手與左手施力，在 2、3 公尺左手明顯上升，但是只有初學組從 3 公尺才增加使用右手施力進行推桿。

二、探討初學者與優秀球員在 1、2、3 公尺距離上桿期、下桿期、跟隨期不同期之推桿平均手部力量以及是否有顯著差異

如表 4-3、4-4、4-5 所示，在 3 個分期(上桿期、下桿期、跟隨期)，雙手、左手與右手平均力量在 1-3 公尺皆有顯著小於初學組，表示優秀組維持較低的手部力量進行推桿動作，兩組別在控制 1-3 公尺距離推桿的手部力量分期皆有顯著的差異。

在推桿上桿期與下桿期間,初學與優秀兩組別雙手力量 1、2、3 公尺皆有顯著差異，3 個距離的左手力量並無顯著差異，表示上桿期與下桿期左手力量並不隨著距離增加而增加，但是初學組直到 3 公尺右手會給予較多力量進行推桿動作。上桿與下桿期 1-3 公尺距離推桿之左右手力量較小，其可能原因為短距離推桿動作比較一致，另外，下桿時順著鐘擺原理以及桿頭之慣性，給予桿頭加速度，所以不需要太大的手部力量來握桿，所以才沒有力量差異。而初學者因技術層面不純熟而導致 1-3 公尺之右手力量差異。在跟隨時期間，初學與優秀兩組別雙手與右手力量 1、2、3 公尺皆有顯著差異，左手力量則是 1、3 公尺有差異，表示跟隨期 1-3 公尺隨著距離增加，雙手和右手力量皆明顯增加，而直到 3 公尺左手才提供較多的力量。本研究結果發現優秀組 1-3 公尺雙手力量分

期皆小於初學組,3 個不同推桿距離有顯著差異並且推桿力量隨著推桿距離增加而上升。只是兩組在之平均力量分期，左手與右手使用不同施力方式進行 3 個距離推桿。

整體上，兩組在 3 個不同距離之雙手力量皆有差異，儘管為短距離推桿，推桿力量隨著推桿距離增加而上升。此外研究結果發現初學與優秀組之雙手上桿、下桿、跟隨期平均力量在 3 個距離皆顯著不同，整體雙手平均力量卻是 3 公尺顯著大於 1、2 公尺，其可能原因為左手和右手在推桿過程中有不同的施力方式所造成。由於平均力量左手比右手較高，因此左手力量變化小主要維持推桿穩定施力，特別是在上桿與下桿期，直到 3 公尺距離左手將施予較多力量進行推桿動作。另一方面，優秀球員右手在 3 個距離之力量沒有差異，可能原因是右手影響推桿力量較小；然而在 3 公尺距離，初學者會增加右手力量進行推桿動作。初學者技術層面不穩定，而優秀球員其加速度變化率小、動作平順，推桿動作更熟練，因此優秀與新手球員的推桿手部施力方式有所差異（楊珺如等人, 2011）。僅管推桿動作較小，力量變化細微，上述結果也同樣敘述了初學者與優秀球員在不同推桿距離手部施力會使用不同的動作策略。

第三節、初學者與優秀球員各自於不同推桿距離手部力量之一致性

本節主要分為兩部份來探討:一、探討初學者與優秀球員在不同推桿距離手部力量之變異係數。二、探討初學者與優秀球員在不同推桿距離主要手部力量施力區域

一、探討初學者與優秀球員在不同推桿距離手部力量之變異係數

如表 4-5 所示，1-3 公尺推桿距離之雙手力量平均變異係數初學組 (0.05, 0.06, 0.07) 比優秀組 (0.14, 0.16, 0.17) 較低，表示初學者之間雙手力量表現比優秀組較為一致，但是兩組別的變異係數皆很低，CV 值皆不超過 0.20。先前文獻 Langlais 與 Broker (2014) 探討使用 7 號鐵桿和開球桿與 3 種握法，揮桿手指握壓差異變化。從組間變異係數發現啟動時高達 0.60，但打擊瞬間明顯低於 0.30，使用開球桿則更低。代表不同握法揮桿在啟始時差異大，而擊球瞬間差異較小。組內變異數介於 0.20-0.30，代表相同握法的人之間揮桿差異小，並且使用 7 號球桿於打擊瞬間時更只有 0.05。與揮桿動作相比推桿動作的變異性較小。在 1-3 公尺推桿力量過程以變異係數曲線呈現，以最低優秀球員 U 推桿距離之雙手力量變異係數 (0.01,0.03,0.03)為例，如圖 4-16 所示；優秀球員 P 在 1-3 公尺距離推桿成功率皆為 100%為例，如圖 4-17。研究結果兩位優秀球員發現整體 2

公尺變異係數曲線最低，3 公尺次之，1 公尺變異係數曲線最高。3 個不同距離推桿經過上桿頂點與擊球瞬間的變異係數皆下降，優秀球員 P 在上桿與跟隨期特別高，兩位優秀球員在下桿期之變異係數也比上桿與跟隨期低，表示在上桿頂點、擊球瞬間與下桿期差異較小。推桿擊球瞬間附近一力量峰值，且由上一節所述初學與優秀兩組 1-3 公尺力量峰值有顯著差異，因此推桿力量隨著距離增大，但是在上桿頂點至打擊瞬間，亦即下桿時期，仍需要維持高一致性。如表 4-6 所示，1-3 公尺推桿距離之下桿期平均變異係數初學組 (0.07, 0.05, 0.05)比優秀組 (0.05, 0.05, 0.03) 較高。表示優秀組間比初學者之下桿期較一致。本研究以 cronbach's α 信度係數來說明變項的信度，將 1-3 公尺推桿下桿時間，進一步使用內部一致性檢測初學與優秀組在不同距離下桿時間的一致性，結果得到初學組 皆大約為 0.9；優秀組在 1、2 公尺也相當接近 0.9，只有在 3 公尺 cronbach's α 係數為 0.6 左右。Nunnally (1978) 建議信度的參考範圍 cronbach's α 值在 0.7 以上為高信度值，若值低於 0.35。 兩組下桿期的 Cronbach's α 係數皆高於 0.7 為高一致性，只有優秀組 3 公尺下桿時間之係數較低。大致上兩者下桿時間皆高一致性，推測 1-3 公尺短距離推桿之下桿時間跟推桿表現沒有關聯。

二、探討初學者與優秀球員在不同推桿距離主要手部力量施力區域

高爾夫球員對於揮桿手部個別施力區域有不同意見，推桿動作也沒有統一主要施力的位置。最早高爾夫主要手部施力區域相關研究為 Budney 在 1979 與 1990 年的研究，根據著名高爾夫選手與指導者顯示左手後三指 (中指、無名指、小指) 在揮桿過程中明顯出現壓力值 (Watson, Toski, & Flick,1978) 做 3 個區域觀測。高爾夫擊球過程中，微小的握壓或腕關節的改變皆有可能會影響擊球距離與穩定性 (Hume, Keogh & Reid, 2005)。因此觀測手部個別區域，有助釐清揮桿手部的施力方式。研究結果發現多數球員推桿手部力量主要施力區域，從上桿期、下桿期至跟隨期整體推桿過程中，主要施力位置沒有太大改變，除了部分球員力量峰值，在靠近擊球瞬間後時間點時會改變施力位置。1-3 公尺隨著距離增加，手部力量峰值位置只有些許改變。

初學組在 1-3 公尺推桿距離之主要施力分布如圖 4-18 所示，其主要施力位置為左手:中指前端、掌部(舟狀骨、三角骨位置)；右手：食指、無名指、小指前端。優秀組在 1-3 公尺推桿距離之主要施力分布如圖 4-19 所示，其主要施力位置為左手:中指前端、無名指前端、掌部(三角骨位置)；右手：中指、無名指、小指前端、掌部(三角骨位置)。

兩組球員皆能發現的左手掌部(三角骨位置)，為主要推桿施力位置，推測是推桿自身的

重量特別是在末端的桿頭較重，所以手部握桿進端有一相對推桿重量之力矩，需要為值力量抓握。Kelley (2006) 指出部分球員認為抓握球桿的重要位置是右手食指，並利用食指在打擊瞬間產生推力。Kim, Yi1, Tack, Choi 與 Lim (2006) 研究指出優秀球員推桿抓握的動作是運用手指與手掌來維持力量；新手球員推桿僅使用拇指與食指。本研究發現兩組別不同之處，初學者多使用食指與手指遠端施力；優秀球員主要施力位置在後三指以及使用掌部位置施力。與先前文獻結果相似。推桿除了要控制揮擊力道，當然要維持推桿過程穩定性，包括推桿自身重量，因此不能只注重於手指施力，加上掌部可提供施力幫助穩定推桿動作。

第四節 總結

推桿力量曲線主要趨勢為上桿期平緩上升，隨著下桿期桿頭速度增加，也需要較大的手部力量握桿，到接近擊球瞬間有一力量峰值，特別在 3 公尺最明顯。另外左手與雙手力量曲線相似，左手高於右手平均力量，左手可能主導推桿手部力量。初學與優秀組推桿主要施力不同之處為右手，初學者使用食指與手指遠端施力；優秀球員主要施力位置在後三指，以及使用掌部位置施力。手部力量對於控制高爾夫擊球表現的重要性，在於控制揮擊力道、距離與方向，以維持穩定的力量（McLean, 2003）。面對不同推桿距離要將球精準入洞，初學與優秀球員會使用不同的施力方式，優秀球員 1-3 公尺推桿手部力量顯著低於初學者，優秀球員右手力量在 3 公尺內皆穩定力量，主要初學者 3 公尺距離會增加右手力量進行推桿。高爾夫是一種個人化也是十分講求穩定性的運動，需靠著自己的球技和推桿對抗果嶺上的諸多變數（馬義傑與陳培季, 2012）。儘管推桿動作揮擊幅度小，每位球員有獨自推桿手部力量曲線，但仍可從手部力量變化程度判斷優秀球員推桿動作較為穩定，例如本研究結果發現優秀球員雙手力量在下桿期表現較一致穩定。

第陸章 結論與建議

第一節　結論

本研究主要目的是運用手部壓力感測器，探討推桿手部力量與推桿距離的關係進行分析討論，所得結論如下:

一、球員在 1-3 公尺推桿距離手部力量一致性高，但各自擁有獨特的手部力量變化，優秀球員顯著小於初學者手部力量。

二、右打球員左手提供主導力量進行推桿。

三、推桿到接近擊球瞬間有一力量峰值，在 3 公尺推桿距離最明顯。

四、初學者到達 3 公尺距離會增加右手力量進行推桿。

五、優秀球員雙手力量表現在下桿期相當一致穩定。

第二節　建議

手部力量可以判斷初學與優秀球員的推桿動作差異，可藉由手指壓力感應器來做輔助監測。建議初學者可依據優秀球員擊球動作過程的手指力量變化，調整適當的手部緊握程度，幫助擊球表現。建議未來觀測更長的推桿距離之手部力量。單從手部力量無法得知完整的推桿動作，未來可藉由探討腕、肩關節等身體上肢參數與推桿桿頭運動學等相關參數加以分析，找出不同距離推桿動作之特徵。

引用文獻

中文部分

王順正（2003）。高爾夫推桿練習器測驗與果嶺推桿比賽之相關，*大專高爾夫學刊，1*，121-129。

王錠堯、王順正、余奕德（2004）。不同距離高爾夫推桿的球桿運動學分析。*大專高爾夫學刊，2*，100-111。

林錫波（2000）。影響高爾夫推桿表現的因素探討。*中華體育，14(3)*, 129-136。

周奕戎、涂瑞洪、王金成、吳季龍（2011）。不同型式高爾夫推桿對推桿距離影響之探討。*2011 年第四屆運動科學暨休閒遊憩管理學術研討會(頁 37-41)*，屏東市：屏東教育大學。

馬義傑（2005）。高慣性矩推桿的擊球效應對不同差點之球友的影響分析。*大專高爾夫學刊，3*，40-52。

馬義傑（2008）。影響高爾夫推桿距離的因素探討。*運動與休閒遊憩研究，3(2)*，182-191。

馬義傑、陳培季(2012)。提升高爾夫推桿技巧之探討。*運動與遊憩研究，7*(2)，30-39。

詹智能、陳家宏、許弘恩、湯文慈（2011）。不同層級選手推桿雙手的肌電分析。*2011 國際運動生物力學研討會暨臺灣運動生物力學年會論文集(頁 216-218)*。桃園縣：國立體育大學。

張淳皓、何金山、顏政通、林國全（2014）。 不同推桿距離之身體與上肢運動學探討。*屏東教大體育期刊，17*，235-241。

宋定衡 (2003)。*高爾夫*（未出版碩士論文）。國立體育學院教練研究所，桃園縣。

楊珺如、郭亞涵、湯文慈(2009)。優秀高爾夫球員推桿腕部動作與握壓之相關分析。*2009 亞太國際運動生物力學研討會暨台灣運動生物力學年會*，台北市。

楊珺如、郭亞涵、宋定衡、湯文慈（2011）。高爾夫握把尺寸與推桿表現，*體育學報，44(1)*，29-44。

戴廷諭、涂瑞洪（2009）。高爾夫推桿桿面衝量、球體初速度對推桿距離的影響。*2009*

亞太國際運動生物力學研討會暨談灣運動生物力學年會論文，台北市。

戴廷諭（2011）。*高爾夫推桿速度與推桿距離關係之研究*（碩士論文）。國立屏東教育大學，屏東市。http://handle.ncl.edu.tw/11296/ndltd/50216062241630968821。

英文部分

Beasley, D., Lemons, L. D., & Stanczak, M. B.(1999).The effects of golf ball construction on putting. In A.J.Cochran & M.r. Farrally (Eds.), *Science and Golf Ⅲ: Proceedings of the World Scientific Congress of Golf.* London: E & FN Spon.

Boutcher, S. H., & Zinsser, N. W. (1990). Cardiac deceleration of elite and beginning golfers during putting. *Journal of Sport and Exercise Psychology, 12*, 37-47.

Budney, D. R. (1979).Measuring grip pressure during the golf swing. *Research Quarterly, 50*, 272–277.

Chavet, P., Rabischong, E., & Micallef, J. P. (1992). Estimation of parameters of golf putting. *Science & Sports, 7*, 163-173.

Chen, J. H., Yang, C. J., Chan, C. N., & Tang, W. T. (2008). The Correlation of Golf Putting Club Head Velocity and Grip Force for Each Phase. *XXVI ISBS Meeting*, Seoul, Korea, 569-571.

Couples, F. (1994) Total Shotmaking: The Golfers' Guide to Low Scoring. HarperCollins Publishers, London.

E Schmidt, J Roberts, S Rothberg. (2007). Time-resolved measurements of grip force during a golf shot. *The Engineering of Sport, 6*, 57-62.

Faldo, N. & Saunders, V. (1989). Golf – The Winning Formula, Lyons & Burford, New York.

Hellström, J. (2009). Competitive elite golf: a review of the relationships between playing results, technique and physique. *Sports Medicine, 39(9)*, 723-41.

Hume, P. A., Keogh, J., & Reid, D. (2005). The Role of Biomechanics in Maximising Ditance and Accuracy of Solf Shots. *Sports Medicine, 35*(5), 429-449.

Karlsen, J. (2003). *Golf putting: An analysis of elite-players technique and performance. Unpublished* (Master's thesis). Norwegian University of Sport and Physical Education, Oslo, Norway.

Karlsen, J., Smith, G., & Nilsson, J. (2008). The stroke has only a minor influence on direction consistency in golf putting among elite players. *Journal of Sports Sciences, 26*, 243–250.

Karlsen, J. (2010). *Performance in golf putting* (Doctoral dissertation, PhD Thesis). The

Norwegian School of Sport Sciences.

Kelley, H. (2006). *The golfing machine (7th ed.)*. Beaverton, OR: The Golfing Machine LLC.

Kim, H. S.,Yi,J. H., Tack, G. R., Choi, J. S. & Lim, Y. T. (2006). Wireless Grip and Acceleration Measurement System for Putting Stroke Analysis, *WC2006, 14*,646–648.

MacKenzie, S.J., & Sprigings, E.J. (2005). Evaluation of the plumb-bob method for reading greens in putting. *Journal of Sports Sciences, 23(1)*, 81–87.

Komi, E.R., Roberts, J.R. & Rothberg, S. (2008). Measurement and analysis of grip force during a golf shot. Proceedings of the Institution of Mechanical Engineers, Part P: *Journal of Sports Engineering and Technology, 222 (1)*, 23-35.

Langer, B. & Saunders, V. (1987). *Langer On Putting.* London: S. Paul.

McLean, J. & Golf Digest Editors (2003). *Golf Digest's ultimate drill book penguin group*, New York.

Nikonovas, A., Harrison, A. J. L., Hoult, S., & Sammut, D. (2004). The application of force-sensing resistor sensors for measuring forces developed by the human hand. IMechE Part H, *Journal of Engineering in Medicine, 218*, 121-126.

Nunnally J. C. (1978) *Psychometric theory (2nd ed.).* New York: McGraw-Hill.

Paradisis G, Rees J. (2000) Kinematic analysis of golf putting for expert and novice golfers. *Proceedings the 18th International Symposium on Biomechanics in Sports*. Hong Kong, China.

Sanders, R., & Fairweather, M. (2002). *The World Scientific Congress of Golf Trust. Putting – how good are you?* Retrieved November 20, 2003, from http://www.golfscience.org/putting.asp.

Sanders R. (2011).*Seeking Nicklaus-like consistency in putting: an experiment for the BBC.* Retrieved January 17, 2016 from http://www.inarchive.com/page/2011-10-30/http://www.coachesinfo.com/index.php?option=com_content&view=article&id=79:golf-improving-the-put&catid=44:golf-putting&Itemid=82.

Sean M. Langlais & Jeffrey P. Broker. (2014) Grip pressure distributions and associated variability in golf: a two-club comparison. *Sports Biomechanics, 13(2)*, 109-122.

M. Sim, J. Kim. (2010). Differences between experts and novices in kinematics and accuracy of golf putting. *Human Movement Science, 29 (6)*, pp. 932–946

Tang, W. T., Zhang, W. Y., Huang, C. C., Young, M. S., & Hwang, I. S. (2008). Postural tremor and control of the upper limb in air pistol shooters. *Journal of Sports Sciences,*

26(14), 1579-1587.

Tierney, D., & Coop, R.H. (1999). A bivariate probability model for putting proficiency. In A.J. Cochran and M.R. Farrally. *Science and golf Ⅲ: Proceedings of the World Scientific Congress of Golf(Eds.)*, London: E & FN Spon.

Todd, S. & David, D. (2000). *Lights-out putting: A mind, body, and soul approach to golfs game within the game.* Lincolnwood, Ill: Contemporary Books.

Wood, E. (1997). *Training a Tiger: A father's guide to raising a winner in both golf and life.* New York: Collins.

Woods, T. (2007). Finding the feel: Control on fast greens starts with a lighter grip. *Golf Digest*, *58*, 44.

附錄一 參與者個別 1-3 公尺距離推桿進洞成功率（%）

高爾夫初學者 10 位依序 1-3 公尺距離之推桿進洞成功率(%)

	1 公尺	2 公尺	3 公尺
A	80	50	40
B	40	80	20
C	60	60	40
D	100	80	20
E	80	100	30
F	80	40	36
G	60	40	20
H	60	20	20
I	80	20	09
J	100	40	18

高爾夫優秀者 11 位依序 1-3 公尺距離之推桿進洞成功率(%)

	1 公尺	2 公尺	3 公尺
K	80	100	100
L	80	80	40
M	80	25	60
N	100	50	80
O	100	100	80
P	100	100	100
Q	100	100	80
R	80	100	80
S	80	64	80
T	80	100	80
U	80	100	60

附錄二 參與者個別 1-3 公尺推桿距離之雙手力量變異係數(CV 值)

高爾夫初學者 10 位依序推桿 1-3 公尺距離之雙手總力量變異係數

	1 公尺	2 公尺	3 公尺
A	0.03	0.03	0.03
B	0.19	0.21	0.14
C	0.06	0.07	0.09
D	0.07	0.13	0.15
E	0.05	0.03	0.03
F	0.03	0.02	0.03
G	0.02	0.02	0.04
H	0.04	0.07	0.09
I	0.02	0.06	0.06
J	0.01	0.03	0.03

高爾夫優秀者 11 位依序 1-3 公尺推桿距離之雙手總力量變異係數

	1 公尺	2 公尺	3 公尺
K	0.14	0.13	0.16
L	0.09	0.07	0.08
M	0.21	0.25	0.31
N	0.30	0.35	0.30
O	0.10	0.11	0.11
P	0.09	0.12	0.17
Q	0.24	0.29	0.23
R	0.07	0.08	0.09
S	0.12	0.15	0.15
T	0.20	0.23	0.27
U	0.01	0.03	0.03