

高爾夫揮桿與推桿時握桿手指壓力之文獻分析

A Review of Golf Club Grip Pressure during Swing and Putt Movement

王又德 Yu-Te Wang 羅瑋勻 Tang-Yun Lo 張家豪 Jia-Hao Chang

國立台灣師範大學體育學系 Department of Physical Education, National Taiwan Normal University

投稿日期：2016年3月；通過日期：2016年6月

摘要

高爾夫的揮桿與推桿動作會因球員的站姿、手腕與手部施力的方式以及握桿法不同，造就多種擊球動作，儘管如此，仍可以從其中觀察出共同點。在力學層面上，過去文獻指出高爾夫揮桿過程中需要維持握桿力量的穩定，且手部握緊程度會影響高爾夫球擊球表現。因此本研究藉由整理手指握桿壓力與高爾夫擊球動作之相關文獻，從壓力感測器的應用，探討分析揮桿與推桿動作時的手握桿壓力分布，欲提供相關運動策略。經文獻整理後，發現揮桿與推桿動作皆在擊球瞬間具有握壓特徵。於揮桿動作上，優秀右打球員之手部力量以前導手為主，並且其力量主要來自拇指或無名指。建議新手球員可依據優秀球員擊球動作過程的手指壓力變化，調整適當的手部緊握程度，幫助擊球表現。

關鍵字：揮桿、推桿、手部力量、壓力分布

壹、緒論

高爾夫運動適合不同性別與年齡層，至今已成為熱門休閒運動，也是國際正式運動競技項目。高爾夫比賽過程從揮桿開球開始，在克服球道上的沙坑、長草區與水池等各種障礙後，推桿上果嶺至最終進球入洞。為了在如此多變的情況下盡可能降低桿數增進比賽成績，教練與學者透過研究力學、生理與心理各層面，甚至改良球具以求提升球員運動表現(蘇柏誠、吳彥磊、陳佑、黃長福與張家豪, 2015)。在高爾夫球桿揮擊技術層面上，有人強調站姿，有些則注重手腕握緊或自然固定以及不同的握法，諸如此類的擊球動作沒有固定規則及標準的訓練方法，再者果嶺上變化多端，也使揮桿與推桿更具個人特色。儘管如此，仍可以從其中觀察出共同點，透過肢體各部位相互配合，最終產生穩定且重覆的擊球動作。

在高爾夫的力學研究中，Hume、Keogh 與 Reid (2005) 指出在高爾夫揮桿時，微小的手部力量或腕關節的改變皆有可能會影響擊球距離與穩定性，許多指導者與球員也指出手部力量為影響擊球表現的關鍵之一。擺動球桿時會因桿頭重量使手指本能地緊抓握把，導致手部力量於揮桿動作中有所變化 (Hogan, 1957)。控制手部力量對於高爾夫擊球表現極為重要，在擊球過程除了需要維持穩定的手部握桿力量 (McLean,

2003)，還須控制手部的握緊程度。握桿太輕則不足以保持整體揮桿過程的穩定，而握桿太緊時動作過於僵硬，相對犧牲桿頭速度與距離控制，導致動作不夠流暢，握桿力量須保持提供手感及腕部自由度，對於釋放桿頭會有較佳的表現 (Woods, 2007)。正確握桿姿勢，可以避免肌肉過度僵硬，掌握擊球施力與動作的順暢。然而手部力量主要施力為何處、何時，以及施力的大小程度，目前沒有整理出最佳的訓練方法。過去研究文獻已發現握壓（手部握桿壓力）在高爾夫揮桿的變化，若能整理出良好擊球動作的握壓特徵，將可運用於練習或比賽中，提升運動表現。

本研究以文獻探討方式從生物力學角度探討運動與壓力感測器的應用，了解使用壓力感應器於運動領域應用價值，接著討論高爾夫運動與手部握桿壓力的關係，並分成揮桿與推桿手部握桿壓力動作過程變化以及壓力分佈，提供球友擊球的技巧與策略。搜尋方式利用 Google scholar 與華藝線上圖書館搜尋繁體中文文獻，輸入關鍵字高爾夫揮桿、高爾夫推桿與握把，搜尋結果共 114 篇文獻。英文文獻使用 Google scholar、PubMed 與 Scopus，以英文關鍵字搜尋高爾夫握把 (Golf grip)，搜尋得到共 237 篇文獻，再輸入關鍵字力量 (Force) 或壓力 (Pressure)。排除非研究性文章與

*通訊作者：張家豪 Email: jhchang@ntnu.edu.tw

地址：台北市汀州路4段88號

非生物力學研究，並且實驗對象為正常無受傷的人為主，最終結果得到相關文獻 10 篇。

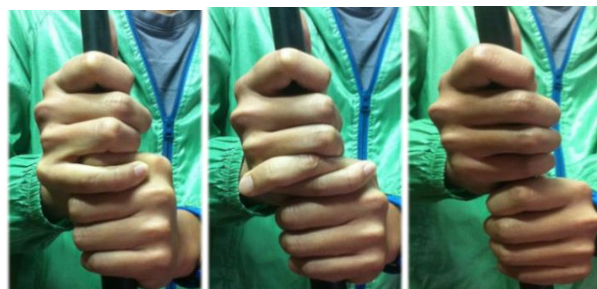
貳、壓力感測器對於高爾夫與運動的應用

壓力分布在運動上的應用包括：針對不同項目設計合適運動鞋、分析運動員足底壓力特徵、運動球具的握把設計，分析動作過程的手部握桿壓力變化，逐漸發展至訓練或增進運動表現以及建立傷害機制。Knudson (1991) 透過壓力感測器測試網球擊球動作，發現單手反拍動作的手部力量，主要由拇指掌部的大魚際肌部位 (The thenar muscles, 為手掌橈側部位拇指基部的肌肉) 抵抗球的衝擊。單手正拍受到球衝擊時，若手部沒有抵抗力導致手部快速拉扯伸肌，可能造成網球肘的損傷。此外有研究開始評估手與腕部症狀，例如腕隧道症候群，或者因長期操作震動性工具所造成手臂震動症候群 (Tornifoglio, 2012)。未來有預測與評估手與腕部運動傷害可能性，給予運動領域更多貢獻。

在運動表現上，持棒或持拍的運動項目例如：羽球、網球、高爾夫球與棒球，主要追求揮擊力道的適當釋放以及精準的控制距離與方向。手為最直接接觸球具的部位，手部抓握球具的力量與腕部活動度之間的平衡會影響動作流程的順暢，而如何準確的測量手部壓力便成研究者的問題之一。Komi、Roberts 與 Rothberg (2007) 評估了 3 種不同的壓力感測器 (QTC、Tekscan 9811 和 Flexiforce)，研究感測器於靜、動態精準度與靈敏度，以及易用度與耐用度，來測試壓力感應系統對於測量運動表現的適合性。QTC 壓力感應器在各種負重測試下所顯示的數值誤差較大，而 Tekscan 9811 與 Flexiforce 壓力感應器測試所呈現的數值比較穩定。接著進行量測高爾夫揮桿結果表示兩者所測得的平均手指壓力變化，與 Budney (1979)、Budney 與 Bellow (1990) 揮桿過程在擊球瞬間前後有握壓峰值，擊球瞬間的握壓則較低，有相似結果。因此確認壓力感測器呈現出手指壓力的數值可提供參考。

揮桿與推桿為兩種高爾夫的主要擊球動作，因此以下章節依此分成兩節來探討與手部握桿壓力的關係。適當的抓握球桿，可以避免肌肉過度僵硬，掌握擊球施力與動作的順暢。高爾夫球右打球員身體左側面向打擊方向，左手為前導手，右手為後繼手；左打球員則反之。常見握桿方式詳見圖一，由左至右依序為：重疊握桿法、交叉握桿法、自然式握桿法，亦稱作棒

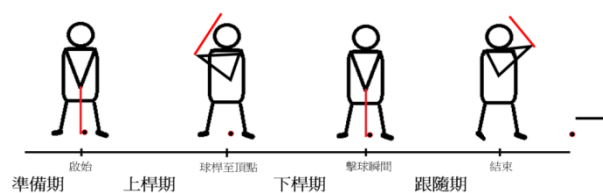
球式握法或十指式握桿法。理想的揮桿動作應是利用全身肢段與球桿的一體動作，揮擊過程中，不當的局部加速或加力，都易使球桿失控、失準而產生反效果。高爾夫揮擊球桿動作類似一鐘擺動作，參與整體動作的身體肢段，透過順暢力量傳導最後產生最大速度，因此需要手部維持力量來穩定球桿。



圖一、常見的握桿方式，由左至右依序為：重疊握桿法、交叉握桿法、自然式握桿法

參、揮桿與手指壓力之相關研究

許多研究皆發現揮桿過程中手指壓力變化，並且由揮桿過程分期來觀察手指壓力變化的程度，即可看出揮桿過程中手部如何施力，若變異小則表示揮桿動作手指力量的穩定與一致性，從力量峰值可以知曉最大施力的時間點。過去文獻將揮桿動作分期為起始、球桿至頂點、上桿時期、下桿時期、擊球瞬間、跟隨期。揮桿動作分期見圖二。



圖二、揮桿動作分期圖

Langlais 與 Broker (2014) 研究 8 位優秀球員 (握法：5 位重疊握桿法，2 位交叉握桿法，1 位自然握桿法；使用 7 號鐵桿和開球桿)，揮桿手指握壓差異變化從組間變異係數發現啟動時期高達 60%，但打擊瞬間明顯低於 30%，使用開球桿則更低。代表不同握法揮桿在起始時期差異大，而擊球瞬間差異較小。組內變異數介於 20-30%，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 5%。平均握壓、總力量、前導手、後繼手，其開球桿與 7 號鐵桿兩者的相關係數依序為 0.95、0.86、0.90、0.73，說明

優秀球員使用不同球桿握壓變化程度有高相關，顯示穩定控制打擊的重要性。此外，前導手與雙手總力量

變化相似，揮桿過程其後繼手握壓最低，只在啟始瞬

表一、揮桿與手指壓力變化研究整理

作者	對象	研究結果
Budney 與 Bellow (1990)	2 位優秀球員與 1 位業餘球員	1. 手指握壓皆在打擊瞬間前後有較高峰值，打擊瞬間手指握壓相對較低。
Broker 與 Ramey (2007)	1 位優秀右打球員 (差點：0)	2. 幾乎所有球員個人揮桿重複性高。
Komi, Roberts 與 Rothberg (2008)	20 位右打球員 (16 位男性，4 位女性；差點：0-22)	3. 揮桿過程前導手力量變化與總握壓變化相似 (Komi, Roberts 與 Rothberg, 2008；Langlais 與 Broker, 2014)。
Langlais 與 Broker (2014)	8 位大專球員 (7 位男性，1 位女性；差點：0-7)	

間稍高於前導手，所有球員揮動兩種不同球桿皆有同樣的力量變化，顯示球員揮桿表現的一致性。Clampett 與 Brumer (2007) 指出職業球員擁有不同揮桿風格，但擊球瞬間有相近的力量變化。多數研究也發現每位球員揮桿手指握壓變化不同，但在擊球瞬間有相似的壓力變化，研究主要發現整理如表一所示。

從過去高爾夫揮桿手指壓力的研究整理出幾項主要握壓變化特徵。握壓力量主要為前導手提供球桿加速。揮桿總握壓在下桿接近撞擊瞬間達到峰值；擊球瞬間握壓相對較小，打擊後產生另一個峰值。球員們握壓變化皆不相同，但自身揮桿握壓變化相當一致。

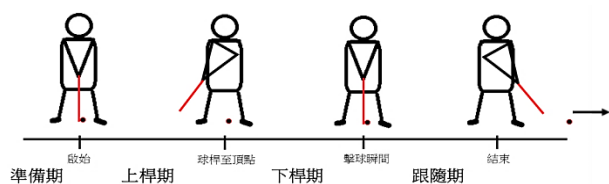
觀測手部個別區域，幫助釐清揮桿手部的施力方式以及主要施力位置，高爾夫球員對於揮桿手部個別施力區域有不同意見，Kelley (2006) 指出部分球員認為抓握球桿的重要位置是後繼手食指，並利用食指在打擊瞬間產生推力。Langlais 與 Broker (2014) 指出 4 位球員後繼手食指在接近打擊瞬間的握壓變化相似。Budney (1979) 研究高爾夫揮桿的手指壓力，根據著名高爾夫選手與指導者顯示前導手後三指（中指、無名指、小指）在揮桿過程中明顯出現壓力值 (Watson, Toski, & Flick, 1978)。將壓力感應設置在握把前導手後三指、後繼手後三指，以及前導手拇指共三個區域。在上桿期至開始下桿有兩位受試者前導手後三指出現最大壓力，另一位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。此壓力在打擊瞬間下降趨近於零，同時前導手後三指仍持續維持力量，直至打擊瞬間之後。Budney 在 1979 與 1990 年的研究只觀測 3 個區域，感測位置依受試者抓握位置所決定，並非客觀的位置，所以總握壓與峰值結果相對較低。

Nikonovas、Harrison、Hoult 與 Sammut (2004) 設計手部的壓力裝置，觀測雙手掌區域與所有手指指節，共 40 個感應點。研究數據中前導手拇指主要力量出現在遠端指骨位置，峰值為 16.8 牛頓；遠端與近端部位峰值加總為 26 牛頓。前導手後三指其中最大施力為無名指；後三指近端部位峰值加總為 21.2 牛頓。與之前文獻 Budney (1979) 得到相近結果。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。Komi 等 (2008) 研究有相似結果，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。多數球員主要力量分布於前導手，以及在接近打擊瞬間前後皆有峰值。另外 5 位球員在起始與上桿期主要以後繼手中指與無名指控制球桿。打擊瞬間之前，後繼手力量變化並無發現明顯的規則。綜合上述研究，揮桿手部力量以前導手為主，峰值發生在前導手拇指或無名指，包括優秀球員皆觀測到前導手有較大的抓握力量。

肆、推桿與手指壓力之相關研究

研究高爾夫擊球動作手部壓力，需將擊球動作分期以進行壓力分布測量，透過推桿過程分期，可以清楚觀察每段期間的變化特徵。學者將推桿過程分為四個時期：1. 準備動作：瞄準目標、動作姿勢定位及雙掌握桿準備擊球；2. 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；3. 下桿：由上軀幹與肩部加速下向旋轉通過擊球區；4. 跟隨動作：桿頭向目標推送，上肢自然放鬆跟隨 (林錫波，2000)。高爾夫球桿手部握桿壓力的研究主要觀測有幾個特定

時期，推桿動作分期見圖三。雖然學者將啟動之前細分為準備時期，但並非研究主要觀測部分。故首先為起始，接著桿頭揮至頂點為上桿時期，而後球桿往下擺幅為下桿時期，並且觀察擊球瞬間的特性，擊球之後為跟隨時期，亦稱送桿時期。



圖三、推桿動作分期圖

高爾夫球推桿是最細微的動作之一，雖然動作不大，但技術穩定與心理層面卻關係著整場比賽最後的結果（戴廷諭、涂瑞洪，2009）。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, 2003）。在推桿動作過程中上桿期平均握壓於整體中較低，且保持平穩，下桿期平均握壓逐漸上升，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（Chen、Yang、Chan 與 Tang, 2008）。Kim、Yil、Tack、Choi 與 Lim (2006) 指出推桿過程在手指力量兩者表現有所差異，專業球員推桿過程運用手指與手掌整體維持力量；新手球員推桿拇指與食指較為用力。楊珺如、郭亞涵、宋定衡與湯文慈 (2011) 指出優秀與新手球員推桿過程手指壓力變化相似，但優秀球員使用三種不同握把的手指壓力變化比較一致；上桿期時握壓低而平穩，下桿時開始增加，擊球瞬間達到峰值。另外，粗握把接觸面積大分散力量，有助於降低下桿期與送桿期之握壓，若球員過度緊握球桿，可選擇粗握把將力量降低。優秀球員推桿表現較穩定，從過去研究發現優秀與新手球員手指壓力的差異，或透過不同粗細球桿握把調整手指壓力來改變球員的推桿表現，推測手指壓力會影響推桿表現。推桿與手指壓力研究主要結果之整理如表二。

最後小結上述研究，透過手指握壓發現球員推桿技術層面的不同；不同握把尺寸球桿影響初學者的推桿表現。手指握壓與桿頭速度在推桿下桿與跟隨期有高相關，以及手指握壓能控制推桿動作的穩定性，並且不受到腕關節變化影響。

作者	對象	研究結果
Kim、Yil、Tack、Choi 與 Lim (2006)	5 位優秀球員 (差點 ≤ 2)； 5 位新手球員 (差點 ≥ 25)	新手球員技術層面不穩定，而優秀球員推桿的桿頭加速度變化率小、動作平順，動作更為熟練。
Chen、Yang、Chan 與 Tang (2008)	5 位男性優秀大專球員 (差點：2-8)	1. 桿頭速度從起始逐漸上升，上桿至頂點瞬間速度為零，而下桿速度快速增加，直至打擊瞬間後逐漸下降。手部握桿從起始、上桿維持穩定力量；下桿期急速遞增；打擊瞬間後力量下降。 2. 下桿與跟隨期時，手指壓力與桿頭速度有高相關。
楊珺如、郭亞涵與湯文慈 (2009)	8 位男性大專球員	手指握壓與腕關節的變異性沒有顯著相關，兩者無直接的影響。
楊珺如、郭亞涵、宋定衡與湯文慈 (2011)	8 位男性大專球員 (球齡 5-12 年，差點 ≤ 6)；8 位男性新手球員 (球齡 $<$ 半年)。	1. 粗握把球桿之平均握壓最輕 (初學：5.85；優秀：7.10 kPa)，細握把次之 (初學：6.23；優秀：8.38 kPa)，中等尺寸握把最大 (初學：7.11；優秀：9.38 kPa)。 2. 使用不同握把尺寸推桿對於優秀選手推桿表現影響無差異。 3. 初學者使用細握把較容易控制推桿方向，因角度偏移量顯著小於

中等尺寸握把；使用粗握把則減緩過度緊握的狀況。

伍、結論

本研究透過手部握桿壓力評估，發現握壓皆會影響揮桿及推桿之擊球表現。球員揮桿握壓一致性高，但各自擁有獨特的握壓變化，優秀球員與初學者推桿過程的握壓變化相似，但仍可從握壓變化程度判斷優秀球員推桿動作較為穩定。揮桿過程的握壓變化是下桿接近撞擊瞬間總握壓達到峰值，擊球瞬間相對較小，打擊後產生另一個峰值；而推桿的握壓變化為下桿期力量上升，接近擊球瞬間有一個峰值。兩者皆在擊球瞬間發現握壓特徵，推測擊球瞬間的穩定施力於是影響表現的關鍵。擊球過程中手部給予力量扮演穩定動作與球桿的角色，揮桿與推桿都需要一致性的力量做揮擊，上述手部握桿壓力的變化提供球友各時期施力方式，但也看出揮桿與推桿兩者運用不同的技術，因此揮桿的握壓變化過程無法推測至推桿動作。隨著壓力感應裝置設計與更新，不僅能夠測量雙手的平均握壓，以及左、右手分別的平均握壓，甚至手部單一區域。推桿需要方向與距離精準地控制，微小的力量亦可能影響其穩定度。本研究整理出手部區域主要運用方式，從右打優秀球員發現前導手抓握力量較大，因此揮桿手部力量以前導手為主，並且使用前導手拇指或無名指給予力量。建議新手球員可依據優秀球員擊球動作過程的手指壓力變化，調整適當的手部緊握程度，幫助擊球表現。而推桿手指握壓研究僅測試前導手與部分區域，無法代表推桿整體過程。建議未來進一步研究推桿握壓分布，當完整掌握手部力量如何影響揮桿動作，即能發展出更有效的訓練，適當改善高爾夫運動表現。

陸、參考文獻

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

楊琄如、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，台灣。

楊琄如、郭亞涵、宋定衡、湯文慈(2011)。高爾夫推桿握把尺寸對推桿表現與握壓之影響。**體育學報**，44(1)，29-44。

戴廷諭、涂瑞洪(2009)。高爾夫球推桿介紹。**屏東教大體育學報**，12，310-316。

蘇柏誠、吳彥磊、陳佑、黃長福、張家豪 (2015)。高爾夫推桿長度對動作穩定之影響。**華人運動生物力學期刊**，12(2)，59-64。

Broker, J., & Brumer, M. (2007). A new method for measuring grip force and its distribution during the golf swing. *Annual Review of Golf Coaching*, 1, 121-134.

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

Budney, D. R. & Bellow, D. G. (1990). Evaluation of golf club control by grip pressure measurement. In *Science of Golf I, Proceedings of the World Scientific Congress of Golf*.

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.

Clampett, B., & Brumer, A. (2007). *The impact zone: Mastering golf's moment of truth*. New York, NY: St. Martin's.

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.

Hogan, B. & Wind, H.W. (1957). *Ben Hogan's five lessons – The modern fundamentals of golf*. Simon & Schuster, New York.

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.

Knudson, D. (1991). Forces on the Hand in the Tennis One-Handed Backhand. *Int. J. Sport Biomechanics*, 7, 282-292.

- Komi, E. R., Roberts, J. R. & Rothberg, S. J. (2007). Evaluation of thin, flexible sensors for time-resolved grip force measurement. *In Proc. IMechE, Part C: J. Mechanical Engineering Science*, 221(12), 1687–1699.
- 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
- McLean, J. & Golf Digest Editors (2003). *Golf Digest's ultimate drill book penguin group*, New York.
- Nikonovas, A., Harrison, A. J. L., Houlst, 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.
- 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
- Schmidt, E.R., Roberts, J.R. & Rothberg, S. (2005). Thin, flexible sensors for grip force measurement in sport. *The Impact of Technology on Sport, Proceedings of the Asia-Pacific Congress on Sports Technology*, Tokyo, 399-405.
- 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.
- Toski, B., & Flick, J. (1978). How to become a complete golfer. *Golf Digest*, 29(4), 89-120
- Tornifoglio, S. V. (2012). Development and Application of a Portable System to Reliably Measure Grip Forces Using Thin-Film Force Sensors. *Master's Theses*. Paper 269. http://digitalcommons.uconn.edu/gs_theses/269
- Watson, T. (1978). Tom Watson's key swing thoughts. *Golf Digest*, 29(2), 98-105.
- 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.