

足球運動表現要素之探討

莊明諺¹、李金為²、張武業²、王駿濠^{3,4,5}、梁建偉^{6,*}

摘要：在足球賽事中，選手除了需要過人的體能與技能之外，也需要有良好的認知功能（例如：觀察與決策），才能有效掌握運動場上的快速變化。因此，影響足球運動表現的因子非常多元。本綜評性文章將探討影響足球運動表現的重要因子，以作為未來科學化訓練之參考基礎。本文將從體能、反應、敏捷、專項技能以及戰術等層面探討其影響運動表現可能之面向與訓練原則，其後再聚焦於探討可能造成足球運動員個別差異之認知功能特性，並討論其與運動表現之間的可能關聯。根據本文針對文獻評析的結果可以得知，足球需要的體能層面相當多元但又具特殊性，因此在訓練上須著重多面向的訓練方法。此外，在認知神經科學的研究可以發現，足球運動員的認知功能可能與他們在競技運動表現上有密切相關，其中更有學者提出認知功能表現可作為足球運動表現之預測因子。有鑑於上述回顧之實徵研究證據，本文建議未來除了考量專項體能訓練之外，亦可將心智訓練的原理應用於足球的運動訓練中，並且可參考將心智功能表現作為選才之一。

關鍵詞：競技運動，專項體能，認知功能

Preliminary Discussion of Factors Contributing to the Success in Soccer

Ming-Yan Juang¹, Chin-Wei Lee², Wu-Yeh Chang², Chun-Hao Wang^{3,4,5}, Chien-Wei Liang^{6,*}

Abstract: During a soccer game, players require not only great physical fitness and sports skills, but also superior cognitive functioning (i.e., observation and decision making), in order to effectively cope with the quick changes and demands of a game. As a result, soccer is a multifaceted sport requiring physical, tactical, and technical factors integrating to determine the success of sporting performance. Thus, physical training seems not to be the only factor that contributes to successful performance in soccer games. Rather, cognitive skills might play important roles in this regard. The aim of the present review article is to discuss factors important for soccer performance, providing bases for science-

¹ 國立臺灣體育運動大學競技運動學系；Department of Sport Performance, National Taiwan University of Sport.

² 臺北市立大學球類運動學系；Department of Ball Sports, University of Taipei.

³ 國立成功大學體育健康與休閒研究所；Institute of Physical Education, Health & Leisure Studies, National Cheng Kung University.

⁴ 國立成功大學體育室；Physical Education Office, National Cheng Kung University.

⁵ 國立成功大學心理學系；Department of Psychology, National Cheng Kung University.

⁶ 國立中興大學體育室；Office of Physical Education and Sport, National Chung Hsing University.

* 通訊作者：梁建偉；國立中興大學體育室；Corresponding author: Chien-Wei Liang; Office of Physical Education and Sport, National Chung Hsing University; E-mail: lichwe10302@nchu.edu.tw

based training programs. This article firstly discusses physical factors including physical fitness and energy systems, reactions, agility, sport-specific skills, and tactics that may potentially affect soccer performance and training principles. Further, we discuss cognitive performance of soccer players and its association to real-world sporting performance, in order to better understand the role of cognition in soccer. The reviewed results primarily showed that physical factors of soccer are diversified and sport-specific. Moreover, accumulating evidence reveals that cognitive function is related to sporting skills and may have the predictive power for expertise level and the success of performance. According to the present review and discussion, we suggest that the use of cognitive training is promising for enhancing soccer performance on top of soccer-specific training. Besides, cognitive measures might be useful tool for the talent identification in soccer.

Keywords: competitive sports, sport-specific fitness, cognitive function

壹、前言

足球是一項概括多方面的競技運動，除了專項技能與戰術的運用之外，在體能方面也是全面性的，其中包含有氧與無氧動力、間歇性、連續性等要素（王宏義、張耀川、楊建夫、潘建州，2009）。所以在足球訓練中，是需要具多元化的訓練模式以達較為全面的訓練目標。

足球運動是屬於綜合性的運動，因此並非單靠體能條件強就能決定比賽勝負。簡單來說，欲提升運動表現則需針對各個面向進行系統性的訓練，不僅止是身體素質的層面，心理與認知能力相關等因素在近期也被認為是極為重要的一環（Vestberg, Gustafson, Maurex, Ingvar, & Petrovic, 2012）。因此，一名優秀的足球運動員除了可在正規的比賽時間內有良好的體能來應付比賽的要求之外，能否在比賽壓力之下有效運用心智能來執行技術（例如：傳球、停球、盤球、射門、跑位等）與戰術（例如：全場緊迫盯人、兩翼傳中、小組短傳、製造越位陷阱等）也相

當重要。

另一方面，我們也應考量專項運動的特殊性做相應的訓練調整。舉例來說，足球的體能訓練可分為一般體能訓練和專項體能訓練，前者的訓練目的為依照專項運動特性所需，於訓練過程中計畫性地設計訓練內容，以改善運動員基本的身體條件；而專項體能訓練的目的為針對足球運動員的技能發展，除了提升足球運動所需要的身體條件之外，也將適時地加入比賽中所需要的專項技能。此外，除了體能的成分之外，當前已有許多研究指出認知功能在運動表現扮演著重要的角色（王駿濠，2020）。以實例來看，過去已有研究發現優秀足球運動員，除了在某些特定認知功能的表現較非運動員好之外，其認知測驗的分數也與運動表現有一定程度的關聯性（Vestberg et al., 2012; Vestberg, Reinebo, Maurex, Ingvar, & Petrovic, 2017）。有鑑於足球是一項複雜的運動項目，探討影響足球運動的全盤要素將有助於未來優化足球訓練方案。

有鑑於此，本文首先將探討足球的專項體能要素，包括體能、技能、反應與戰術等，其後再探討足球運動員的認知神經功能要素，以整理足球運動所需要的重要認知技能。最後，本文再將文獻回顧的內容總結，並為國內未來訓練或研究的發展方向提供建議。

貳、足球運動專項體能訓練探討

本節將探討足球運動專項體能訓練，包括體能、反應、技能以及戰術等範疇，並做分段討論。承前言所述，足球訓練課程中並非僅有一般體能，應以多元化的訓練角度強化整體身體質量，再結合技能及戰術等多面向的訓練以達到提升運動表現之目的。因此，本節將針對各個足球運動專項體能需要的基本要素分層探討，以深入瞭解影響足球運動的重要元素。

一、能量系統與體能

在足球的賽事當中，最常見的動作包含跳躍、衝刺、改變方向、急停、射門、傳球等瞬間變速、變向、甚至是爆發的動作。現代的足球更是以複合式的動作組合來完成連續動作。由此可見，不僅是個人技巧、力量、速度，其中更具備無氧及有氧能力等結合來完成動作技能的執行。於漫長的 90 分鐘比賽中，運動員須不斷利用上述能力來進行攻、防轉換與戰術運用。薛慧玲與曾媚美（2001）指出，透過適當的體能的訓練，除了可以提升運動能力與比賽成績之外，也可降低運動傷害的風險。由於足球賽事的時間與賽中的跑動距離緣故，傳統的觀念認為足球是一種以有氧代謝為主的運動。從頂尖的賽事來

看，足球平均跑動距離約在 10–12 公里之間，而守門員的移動距離約莫 4 公里左右，因此容易被認為與長距離運動使用相同的能量系統。金明央與施長和（2006）指出，雖然在一般的賽事裡，中場球員跑動的範圍最大，但其跑動的型態主要是反覆的高強度衝刺為主，因此認為能量系統非以有氧代謝為主要能量系統。綜上所述，可以得知足球運動的能量系統主要以高強度爆發性的跳躍、拼搶、衝刺等運動形式所組成，較為偏向無氧代謝能量系統。因此，藉由上述討論也呼應了過去學者的論點，例如林志仙與林瑞興（2012）與趙榮瑞（1996）指出體能訓練需結合專項且有計畫、系統的進行訓練，這樣才能有效地幫助提升足球運動員的體能，以適應頂尖賽事的強度。因此，透過瞭解足球運動所需要的能量系統，才能有效地設計專項體能計畫，並適當地做個別化調整，提升個人及整體的比賽效能，例如：小組訓練（small-side games），此訓練方式已被證實貼近實戰情況，且執行過程中的運動強度與型態與高強度間歇運動相近，因此也非常適合融入足球訓練的課表中。

二、反應因素

對於足球運動員來說，反應能力也是非常重要的要素之一，尤其是在比賽節奏的快速攻守轉換之間特別重要。此外，球員在射門攻擊後的第二波攻擊（即球落下的第二個時間點），也需要即時的反應能力。除此之外，足球運動員在高壓力下進行比賽，必須承受不同的壓力來源，包含時間壓力、勝負、教練以及觀眾的關注等，而這些壓力源也會影響到足球員的注意力及比賽狀態。

Schmidt (1988) 從動作控制的觀點解釋個體在刺激與反應之間的歷程，包括訊息處理和動作反應之間的歷程。Schmidt 認為個體在刺激與反應過程間需執行刺激確認、反應選擇以及反應程式三個階段。以守門員為例，當看到進攻球員準備抬腳射門的瞬間是屬於刺激確認階段，而守門員面對球飛往球門左上角的瞬間，須根據球速及角度判斷使用拳頭擊出或用手掌托出，此時則屬於反應選擇。當最後做出外顯身體反應時，完成相關的動作控制以及肌肉依照適當順序收縮屬於反應程式。由此可見，反應能力對足球運動來說也是重要因素，未來在訓練中也應考量該反應能力的訓練，以守門員為例，可藉由牆壁、不規則平面，經過反彈，讓守門員在第一時間撲救及接球，藉此訓練反應。

三、敏捷因素

在高壓的賽事中，敏捷的反應力是影響選手能否搶先對手取得有利位置的重要能力。在比賽中，足球運動員的移動會隨著比賽節奏的變化而改變。另一種情況，足球運動員時常利用身體重心來瞬間改變方向或速度，以突破對手的防守。在這些情況下，敏捷的重要性即被突顯。陳佳慧、鞠欣馨與張嘉澤 (2007) 指出敏捷是瞬間改變方向的能力，或是快速變換位置、動作等靈機轉變以適應場上需求的能力。敏捷的能力表現主要與中樞神經系統有關，亦即須在適當時間傳送適當的指令到作用肌群，以因應環境的快速變化。由此可見，足球訓練的內容也須包括敏捷要素。過去有學者認為，敏捷訓練可藉由單一且快速反覆的動作訓練，並藉由運動方向的快速改變來進行訓練 (王鶴森，

2000；馮聖欽、張雁書，2007)。從近代的訓練趨勢來看，透過繩梯來結合專項運動技能可作為選手的敏捷訓練方案，也可配合標誌盤、角錐進行敏捷訓練。

總結，頂尖足球運動員，除了基礎體能要好，也需要較佳的應付能力以便能掌握比賽的變化、突發狀況，並能夠即時處理與解讀比賽中的訊息與立即做出決策反應，這些皆是影響比賽勝負的關鍵要素之一。

四、專項技能因素

定位球踢遠是足球技能中的一種，最常見為足球運動員一腳將球踢過半場，可產生進攻機會，也能給於對方防守壓力。但因踢球位置與支撐腳之不同，而所產生的結果也不相同 (沈進益，2002)。基本的專項技術訓練，可執行內側傳球、內側控球、吊球、腳背射門 (以上為常見專項技術)。

上述說明足球運動員於比賽過程當中，技能為相當重要的環節，以競賽接力做比方：相同的體能、相同樣的反應以及相同的身體素質比較下，擁有專長接棒技巧的人跟學習初階接棒的同年齡者賽跑，擁有專長接棒技巧的人，更能發揮技巧的優勢，於跑步過程當中勢必能以更省力且快速的方式完成接棒。現今的足球為擁有高超並且華麗的技巧，能使人讚嘆的一項競技運動。足球因變幻莫測的動作，少數觀眾能於球員做動作時預測下一步動作或被突如其來的動作變化所驚嘆並為之留戀，讓非常多的人愛上這項運動並著迷於足球。以足球比賽的「定位球」舉例說明如下。

1997 年的法國盃，由巴西隊對上法國隊的比賽中，巴西隊的球員 Roberto Carlos 在比賽中的定位球踢出一顆被世人稱作「反力學原理」的自由球。當時法國隊站出的人牆及門將對此定位球皆毫無反應動作，場外的觀眾們目睹一切，而這顆球於場上劃出一條反「S」的弧線飛入球門內，因這顆進球使雙方最終打成 1:1 平手，且直到現今仍未有物理學家能解釋該入球之物理現象。這類技巧皆是足球比賽能否獲得勝利的因素之一。

五、戰術因素

足球為團體性的運動，涉及面廣，是影響因素相當多變的動態運動之一。洪慶懷與邱奕文（2009）亦指出，現代足球為世界上最具有影響力的運動項目之一，也被譽為「世界性的運動」。足球為一項戰術皆變幻莫測的運動之一。在足球的賽事中，足球運動員必須依臨場具體情況，搭配各種技、戰術靈活機動的運用，並且會受到心理因素的影響。此外，好的戰術也須與隊員之間相互配合。

足球進攻意識包含：個人進攻意識，如擺脫、射門、跑位、傳球、運球過人；組織進攻意識，如二打一、三打二；整體組織進攻意識，如防守反擊、邊路突破、中路突破、長傳急攻、定位自由球。防守意識包含：個人防守意識，如盯人、攔截、站位；區域防守意識，如補位、包圍搶球、壓迫；整體區域防守意識，如站位戰術防守、壓縮區域防守、壓迫盯人防守、製造越位、定位自由球防守。此外，李建興與魏春娥（2006）也指出，足球戰術運用是複雜多變的，於賽前必須根據主客觀條件，雙方實力分析，不同的天時、地利、

人和等情況，並有計畫的制定本隊的戰術打法，使平時的訓練得以有效的貫徹與發揮。例如：4-2-3-1（後衛至前鋒），為陣型之一，此為防守時之站位，變換攻擊時，則改變為 2-3-2-3（後衛至前鋒）。

值得注意的是，戰術須建立在技術、體能、反應以及敏捷的基礎之上，若沒有良好的基礎能力，即使再厲害的戰術也只是紙上談兵。然而，足球戰術是影響足球表現中非常重要的環節，必須去重視以及加入訓練中。

參、認知功能在足球所扮演的角色

承上討論內容可以得知，影響足球表現除了有系統性的體能與技能訓練之外，動作反應與戰術的運用也是相當重要的因素。為了更進一步瞭解影響足球的可能因素，本節將從認知科學的視角探討足球運動員的認知與大腦功能表現，主要探討足球運動員的基礎認知功能表現與競技運動表現之間的關聯性。探討此議題的重要性在於足球是一項需要複雜心智功能的運動項目，也因為其被歸類為團隊運動，因此需要處理的訊息非常多元，除了球的動向之外，也須考量隊友的跑位，再加上須適時地在運用戰術，使得足球運動員在比賽中常要運用一系列的訊息處理與決策歷程。因此，探討當前現有與足球與認知功能相關議題之研究，可以幫助我們更進一步瞭解該議題的研究發展與潛在應用。以下將從足球運動員的認知功能表現以及其和運動表現之間的關聯進行探討，以瞭解認知功能在足球運動中所扮演的角色為何。

一、足球運動員的基礎認知功能表現

早在 1930 年代，已有學者開始探索是否運動員的認知功能表現有別於非運動員 (Beise & Peaseley, 1937)。過去有學者認為精英運動員之所以可展現出專家等級的行為表現，主要原因可能是他們在運動場上的視野與訊息的選擇有別於次級運動員或生手 (Abernethy, 1990; Abernethy & Russell, 1987)。除此之外，這些專家行為的優勢可能也會反映在他們的預測、反應速度與決策能力上 (Aglioti, Cesari, Romani, & Urgesi, 2008; Wang & Tu, 2017; Yarrow, Brown, & Krakauer, 2009)，因此常可於競技場上表現出其不意的反應能力。

過去大部分探討專家決策的研究皆採用專家表現法 (expert performance approach)，也就是實驗刺激是以具運動特殊性的方式呈現 (王駿濠, 2020)，其目的在於探索運動員運動智商 (或球商) 表現 (Alves et al., 2013; Mann, Williams, Ward, & Janelle, 2007; Voss, Kramer, Basak, Prakash, & Roberts, 2010)。然而，該研究方法所評估的認知能力可能與運動員本身的知識與經驗較為相關，亦即透過與長期記憶中的運動經驗、知識產生交互作用 (Wang & Tu, 2017; Zoudji, Thon, & Debû, 2010)。簡單來說，運動智商的概念如同晶體智力一般，比較無法像流體智力，其可藉由系統性的訓練而獲得提升 (Jaeggi, Buschkuhl, Shah, & Jonides, 2014)。反之，運動智商似乎僅能藉由自身對專項運動的知識與經驗累積而獲得成長。有鑑於此，專家決策研究取向可能較不適用於評量運動員的基礎認知功能，而是用於評量

運動員之專項運動相關的知識表現或專家視野。

事實上，有關運動員的基礎認知功能表現可從成分技能法 (component skill approach) 進行探討 (Alves et al., 2013; Voss et al., 2010; Wang, Yang, Moreau, & Muggleton, 2017)。值得一提的是，基礎認知功能已被許多研究證實可以透過系統性的訓練或適當的介入方式而提升 (Jaeggi, Buschkuhl, Jonides, & Perrig, 2008; Juan & Muggleton, 2012; Moreau, 2014)，其他研究也認為運動訓練可有效的提升基礎認知功能 (Green & Bavelier, 2008)。因此，探討運動員的基礎認知功能，除了可以瞭解認知功能測驗分數是否與運動表現有關之外 (Vestberg et al., 2012; Vestberg et al., 2017)，更可藉由大腦塑性功能的特性 (張武業、梁衍明、王駿濠, 2012; Klingberg, 2010)，發展出有效的系統性訓練以提運動訓練的質化內容。

有關足球員的基礎認知功能，從目前的實徵研究裡已有了初步的發現。一般而言，大多數的傳統認知測驗皆以平均反應時間作為認知功能表現的檢測方式 (Hung, Spalding, Santa Maria, & Hatfield, 2004; Wang et al., 2013)。然而，足球運動員似乎在這項測量指標上較無法展現其優勢。舉例來說，Pesce, Tessitore, Casella, Pirritano 與 Capranica (2007) 發現足球運動員在執行與選擇性注意力作業 (例如: global-local task) 時，其整體的平均反應時間較非運動員慢。然而有趣的是，這些運動員在進行整體 (global) 及局部 (local) 訊息的注意力視野轉換時，其過程中產生的虧損 (switch cost) 卻較非運

動員小，顯示了足球訓練對注意力的效果可能主要反映在視野轉換的能力，而非基礎反應速度。相同地，在 Ando, Kida 與 Oda (2001) 的研究中，他們使用中央與邊緣視覺反應作業比較足球運動員與非運動員的反應時間表現。結果發現在整體平均反應時間上並沒有顯著組間差異，顯示了以該測量指標並無法有反映出足球員在視覺空間注意力的優勢。事實上，過去已有統合分析的研究指出，基礎反應速度並不能反映出策略型運動員（例如：足球選手、籃球選手）的認知功能的優勢或特性（Voss et al., 2010），反倒是在其他類型如攔截型的運動員（例如：羽球、網球選手等）較能從反應速度上測量其認知特性。

值得注意的是，過去已有研究從高階認知功能的角度探索足球運動員的認知功能表現（張武業、施俊名、王駿濠、阮啟弘，2013），該研究發現優秀足球運動員在抑制錯誤動作的能力較非運動員佳。另一方面，Vestberg 等（2012）以流暢設計作業（fluency design task）探索足球運動員的執行功能表現。流暢設計作業主要是測驗執行功能中的三大元素，包括創造力、抑制功能與工作記憶。該研究主要發現無論男性或女性足球運動員的得分皆顯著地較常模的平均分數高。重要的是，他們更發現執行功能的分數與技能的層級有關，亦即技能層級越高者其分數也越高，顯示了該認知功能可能於足球運動中扮演著重要的角色。除此之外，Verburgh, Scherder, van Lange 與 Oosterlaan (2014) 使用一系列的認知功能測驗也發現，精英青少年足球運動員其動作抑制能力及警覺性注意力較業餘層級的控制組好，顯示了

運動的訓練經驗可能與認知功能表現的個體差異有關。近期，國內也有學者以數學模式的研究方法，發現雖然足球運動員的認知反應優勢不在反應速度，但似乎在處理多管道訊息時，能在快速反應決策下表現出較為有效率的訊息處理能力（Wang, Lin, Moreau, Yang, & Liang, 2020）。事實上，近期亦有研究證實了足球訓練經驗與大腦的結構之個別差異有關（Yao et al., 2020），顯見了認知與大腦功能似乎也適用於作為瞭解足球運動員能力表現的有效指標之一。

二、足球運動員的運動表現與認知功能之間的關聯性

為了促進基礎研究理論之轉譯與實務應用，本文也探討足球員的認知功能與運動表現之間的關聯性。探討此議題可作為未來發展選才、訓練或表現預測之認知功能指標的參考基礎。簡單來說，此概念就如同各專項運動的競技體適能指標，可應用於瞭解選手的個體差異與訓練成長。

近期，Vestberg 等（2012）已從紙筆版本的認知功能測驗探索足球運動員的認知功能表現與運動表現的關聯性。Vestberg 等（2012）使用標準化的神經心理學評估工具（例如：創造力、認知彈性與反應抑制功能等）發現了技能層級越高的足球運動員，在執行控制功能的表現也越好，同時這些測驗的分數也顯著高於常模的平均值。值得注意的是，他們更發現這些認知測驗的分數可成功地預測這些運動員在兩個賽季後的表現（例如：助攻、射門）。相同的，Vestberg 等（2017）也發現青少年足球運動員的工作記憶表現顯著較常模的平均值高，且工作記憶與執行功能的分

數又與球員的賽季得分數有關。可見，上述研究證據皆顯示了認知功能在競技運動表現中扮演著重要的角色，也更彰顯了認知功能可能是具潛力的運動選才或運動能力評估指標。

三、綜合討論與小結

透過上述文獻回顧可以得知足球運動員確實和非運動員在認知功能表現上有顯著的差異。雖然該優越的表現並沒有展現在認知反應速度上，但其在高階執行功能的測驗分數表現較高，提供了足球經驗調節認知與大腦功能之實徵證據。重要的是，過去研究更以這些測驗分析去預測足球運動員的運動表現，顯見了認知功能在專項運動能力評估的應用。

根據回顧結果，本文提出以下三點建議。其一，建議可將認知訓練的內涵融入專項運動訓練中，例如：可以設定兩種戰術與特定跑位，讓球員們除了能練習在短時間記下與執行戰術之外，並可搭配教練或場上情境變化做戰術間的彈性轉換，如此便能有效將執行功能中的工作記憶與認知彈性等子歷程融入戰術應用。本建議的立論基礎與過去學者的論點一致，亦即過去有研究指出競技運動就如同認知訓練，可藉由系統性的訓練提升大腦認知功能表現（Voss et al., 2010）。上述概念主要源自於認知技能轉移假說（cognitive skill transfer hypothesis），主要是過去學者用來解釋運動訓練與大腦可塑性之間的可能關聯（Alves et al., 2013），亦即競技運動就如認知訓練一般，在接受有系統性的訓練之後也能有效提升認知功能（Voss et al., 2010）。而此核心論述主要源自於傳統認知心理學的研究，其主張透過訓練或

學習所獲得的認知能力提升，可延展至其他未接觸過但相似的情境上（Klingberg, 2010; Soveri, Antfolk, Karlsson, Salo, & Laine, 2017）。因此，若於訓練週期將運動或體能訓練的內容結合認知訓練的要素，則將預期可以有效提升運動員的整體能力表現。

其二，有鑑於偉大的運動員是需要一定程度的天賦，選才的指標選擇一直教練科學的重要議題（黃鴻鈞、王駿濠，2016）。經由本文的文獻回顧可以得知，足球運動員的高階認知功能表現顯著地優於常模的平均，且技能層級越高者其認知功能表現也越佳。值得一提的是，已有學者認為單就體適能或協調性的表現無法預測足球員的運動成就表現（Vestberg et al., 2017）。因此，本文也建議未來運動選才或體育術科考試可考慮增加認知功能的評量指標，以提升人才甄選的有效度。

其三，有鑑於近年來運動科學產業的蓬勃發展，搭配生物訊號回饋等穿戴式裝置監控訓練效果已是現在的趨勢。因此，建議未來在運動員的相關研究可搭配收錄探索認知功能的研究工具如：腦電波等（Hung et al., 2004; Wang & Tu, 2017; Wang et al., 2017），以探索可有效評量認知功能表現的神經訊號。更有甚者，亦可結合更具生態效度之研究方法與工具，以供未來相關產業設計參考（Wang, Moreau, & Kao, 2019）。舉例來說，可透過結合虛擬實境設備或更接近真實足球情境的實驗刺激，更有甚者，將實驗設計移至足球現場，在有限的控制下來進行實驗，以利研究成果的轉譯與實務應用。

肆、結語與建議

根據本文所回顧的文獻可以得知影響足球運動表現的層面很廣，包括能量系統與體能、反應、敏捷，專項技能、戰術與認知功能等。值得我們注意的是，優秀的足球運動員，除了需要良好的專項體能、技能與戰術運用之外，同時也須複雜的認知技能。因此本文的結論是未來足球在訓練與選才方面，應著重選手的心智歷程與其應用，以提升足球運動員的表現戰力。本文最後建議：

- 一、可將認知訓練的內涵與原理融入平時的運動訓練中，以提升足球運動員的整體競技運動表現。
- 二、可將某些特定認知功能設定為運動選才之參考指標，以增加選才的效度。
- 三、可搭配生物訊號相關回饋穿戴式裝置，以隨時監控選手的體能與心智功能狀態，提升訓練效益。

致謝

本研究感謝科技部專題研究計畫的支持（MOST 107-2410-H-006-097-MY3）。

參考文獻

- 王宏義、張耀川、楊建夫、潘建州（2009）。足球不同位置球員生理指數之研究比較。屏東教大體育，**12**，111-122。
- 王駿濠（2020）。競技運動之心智解密：當代議題與未來趨勢。中華心理學刊，**62**(2)，171-194。doi:10.6129/CJP.202006_62(2).0004
- 王鶴森（2000年11月22日）。運動體適能——敏捷。運動生理學網站。資料引自 <http://www.epsport.idv.tw/epsport/fitness/show.asp?repno=58&page=1>

- 李建興、魏春娥（2006）。現代足球比賽中定位球之防守：以自由球、角球為例。大專體育，**85**，32-36。doi:10.6162/SRR.2006.85.05
- 沈進益（2002）。不同助跑角度足球定位踢遠之運動學分析。未出版之碩士論文，臺北市，國立臺灣師範大學體育學系。
- 林志仙、林瑞興（2012）。足球運動之體能訓練。資料引自 <http://ir.nptu.edu.tw/retrieve/12569/all.pdf>
- 金明央、施長和（2006）。足球運動員的體能分析。運動生理暨體能學報，**4**，29-40。doi:10.6127/JEPF.2006.04.04
- 洪慶懷、邱奕文（2009）。臺灣足球發展之探討。輔仁大學體育學刊，**8**，261-271。doi:10.29697/JPE.200905.0019
- 張武業、施俊名、王駿濠、阮啟弘（2013）。優秀足球運動員動作控制能力的特性——有氧運動能力的重要性。大專體育學刊，**15**，40-59。doi:10.5297/ser.1501.005
- 張武業、梁衍明、王駿濠（2012）。運動員的腦大不同——以學習及大腦塑性功能的角度探討。中華體育季刊，**26**(3)，337-344。doi:10.6223/qcpe.2603.201209.1508
- 陳佳慧、鞠欣馨、張嘉澤（2007）。增強式訓練對女子足球選手敏捷能力之影響。運動教練科學，**8**，97-103。doi:10.6194/SCS.2007.08.11
- 馮聖欽、張雁書（2007）。桌球運動員的速度與敏捷性訓練之探討。大專體育，**88**，19-24。doi:10.6162/SRR.2007.88.04
- 黃鴻鈞、王駿濠（2016）。影響排球運動表現要素之初探：認知功能的扮演角色。大專體育，**137**，20-30。doi:10.6162/SRR.2016.137.03
- 趙榮瑞（1996）。足球比賽中一流選手移動距離之研究。臺中縣：霧峰。
- 薛慧玲、曾媚美（2001）。足球運動專項體能評定指標之探討。大專體育，**56**，27-33。doi:10.6162/SRR.2001.56.05

- Abernethy, B. (1990). Anticipation in squash: Differences in advance cue utilization between expert and novice players. *Journal of Sports Sciences*, 8(1), 17-34. doi:10.1080/02640419008732128
- Abernethy, B., & Russell, D. G. (1987). The relationship between expertise and visual search strategy in a racquet sport. *Human Movement Science*, 6(4), 283-319. doi:10.1016/0167-9457(87)90001-7
- Aglioti, S. M., Cesari, P., Romani, M., & Urgesi, C. (2008). Action anticipation and motor resonance in elite basketball players. *Nature Neuroscience*, 11(9), 1109-1116. doi:10.1038/nn.2182
- Alves, H., Voss, M. W., Boot, W. R., Deslandes, A., Cossich, V., Salles, J. I., & Kramer, A. F. (2013). Perceptual-cognitive expertise in elite volleyball players. *Frontiers in Psychology*, 4, 36. doi:10.3389/fpsyg.2013.00036
- Ando, S., Kida, N., & Oda, S. (2001). Central and peripheral visual reaction time of soccer players and nonathletes. *Perceptual and Motor Skills*, 92(3), 786-794. doi:10.2466/pms.2001.92.3.786
- Beise, D., & Peaseley, V. (1937). The relation of reaction time, speed, and agility of big muscle groups to certain sport skills. *Research Quarterly*, 8(1), 133-142. doi:10.1080/23267402.1937.10761808
- Green, C. S., & Bavelier, D. (2008). Exercising your brain: A review of human brain plasticity and training-induced learning. *Psychology and Aging*, 23(4), 692-701. doi:10.1037/a0014345
- Hung, T.-M., Spalding, T. W., Santa Maria, D. L., & Hatfield, B. D. (2004). Assessment of reactive motor performance with event-related brain potentials: Attention processes in elite table tennis players. *Journal of Sport and Exercise Psychology*, 26(2), 317-337. doi:10.1123/jsep.26.2.317
- Jaeggi, S. M., Buschkuhl, M., Jonides, J., & Perrig, W. J. (2008). Improving fluid intelligence with training on working memory. *Proceedings of the National Academy of Sciences of the United States of America*, 105(19), 6829-6833. doi:10.1073/pnas.0801268105
- Jaeggi, S. M., Buschkuhl, M., Shah, P., & Jonides, J. (2014). The role of individual differences in cognitive training and transfer. *Memory & Cognition*, 42(3), 464-480. doi:10.3758/s13421-013-0364-z
- Juan, C.-H., & Muggleton, N. G. (2012). Brain stimulation and inhibitory control. *Brain Stimulation*, 5(2), 63-69. doi:10.1016/j.brs.2012.03.012
- Klingberg, T. (2010). Training and plasticity of working memory. *Trends in Cognitive Sciences*, 14(7), 317-324. doi:10.1016/j.tics.2010.05.002
- Mann, D. T. Y., Williams, A. M., Ward, P., & Janelle, C. M. (2007). Perceptual-cognitive expertise in sport: A meta-analysis. *Journal of Sport and Exercise Psychology*, 29(4), 457-478. doi:10.1123/jsep.29.4.457
- Moreau, D. (2014). Software marketing: Can brain training boost cognition? *Nature*, 515, 492. doi:10.1038/515492c
- Pesce, C., Tessitore, A., Casella, R., Pirritano, M., & Capranica, L. (2007). Focusing of visual attention at rest and during physical exercise in soccer players. *Journal of Sports Sciences*, 25(11), 1259-1270. doi:10.1080/02640410601040085
- Schmidt, R. A. (1988). *Motor control and learning: A behavioral emphasis* (2nd ed.). Champaign, IL: Human Kinetics.
- Soveri, A., Antfolk, J., Karlsson, L., Salo, B., & Laine, M. (2017). Working memory training revisited: A multi-level meta-analysis of n-back training studies. *Psychonomic Bulletin & Review*, 24(4), 1077-1096. doi:10.3758/s13423-016-1217-0
- Verburgh, L., Scherder, E. J. A., van Lange, P. A. M., & Oosterlaan, J. (2014). Executive functioning in highly talented soccer players. *PLoS ONE*, 9(3), e91254. doi:10.1371/journal.pone.0091254
- Vestberg, T., Gustafson, R., Maurex, L., Ingvar, M., & Petrovic, P. (2012). Executive functions predict the success of top-soccer players. *PLoS ONE*, 7(4), e34731. doi:10.1371/journal.pone.0034731
- Vestberg, T., Reinebo, G., Maurex, L., Ingvar, M., & Petrovic, P. (2017). Core executive functions

- are associated with success in young elite soccer players. *PLoS ONE*, 12(2), e0170845. doi:10.1371/journal.pone.0170845
- Voss, M. W., Kramer, A. F., Basak, C., Prakash, R. S., & Roberts, B. (2010). Are expert athletes 'expert' in the cognitive laboratory? A meta analytic review of cognition and sport expertise. *Applied Cognitive Psychology*, 24(6), 812-826. doi:10.1002/acp.1588
- Wang, C.-H., Chang, C.-C., Liang, Y.-M., Shih, C.-M., Muggleton, N. G., & Juan, C.-H. (2013). Temporal preparation in athletes: A comparison of tennis players and swimmers with sedentary controls. *Journal of Motor Behavior*, 45(1), 55-63. doi:10.1080/00222895.2012.740522
- Wang, C.-H., Lin, C.-C., Moreau, D., Yang, C.-T., & Liang, W.-K. (2020). Neural correlates of cognitive processing capacity in elite soccer players. *Biological Psychology*, 157, 107971. doi:10.1016/j.biopsycho.2020.107971
- Wang, C.-H., Moreau, D., & Kao, S.-C. (2019). From the lab to the field: Potential applications of dry EEG systems to understand brain-behavior relationship in sports. *Frontiers in Neuroscience*, 13, 893. doi:10.3389/fnins.2019.00893
- Wang, C.-H., & Tu, K.-C. (2017). Neural correlates of expert behavior during a domain-specific attentional cueing task in badminton players. *Journal of Sport and Exercise Psychology*, 39(3), 209-221. doi:10.1123/jsep.2016-0335
- Wang, C.-H., Yang, C.-T., Moreau, D., & Muggleton, N. G. (2017). Motor expertise modulates neural oscillations and temporal dynamics of cognitive control. *NeuroImage*, 158, 260-270. doi:10.1016/j.neuroimage.2017.07.009
- Yao, Z.-F., Sligte, I. G., Moreau, D., Hsieh, S., Yang, C.-T., Ridderinkhof, K. R., et al. (2020). The brains of elite soccer players are subject to experience-dependent alterations in white matter connectivity. *Cortex*, 132, 79-91. doi:10.1016/j.cortex.2020.07.016
- Yarrow, K., Brown, P., & Krakauer, J. W. (2009). Inside the brain of an elite athlete: The neural processes that support high achievement in sports. *Nature Reviews Neuroscience*, 10(8), 585-596. doi:10.1038/nrn2672
- Zoudji, B., Thon, B., & Debû, B. (2010). Efficiency of the mnemonic system of expert soccer players under overload of the working memory in a simulated decision-making task. *Psychology of Sport and Exercise*, 11(1), 18-26. doi:10.1016/j.psychsport.2009.05.006

