

羽球運動視覺反應動作訓練系統之驗證與評估

郭癸賓¹、陳科嘉¹、吳瑋特²、蔡循恒²、林靜宜^{1*}

¹國立屏東科技大學體育室

²國立屏東科技大學生物機電工程系

摘要

目的：設計開發低成本、能監測羽球步法移動、具備即時回饋功能，並可提供數據以做為監測與應用，進而有效提升訓練效益的運動視覺反應動作訓練系統。**方法：**邀請國中羽球選手 10 名 (9 男 1 女)，平均身高 162.2 ± 4.9 公分、平均體重 52.7 ± 7.4 公斤，以本研究研發的羽球運動步法與反應訓練系統進行維期 3 周、每周 3 次、共計 9 次以米字型步法為主的訓練。接受訓練前與 9 次訓練結束後皆進行米字型的視覺反應時間、整體動作時間與 T 字型敏捷動作時間測試，再經由相依樣本 t 檢定訓練效果與訓練器系統耐用功能測試。**結果：**本訓練系統可連續穩定長時間執行訓練與檢測，且檢測功能具良好的信效度 ($ICC = 0.95, 0.96$)；訓練後的視覺反應時間 ($t = 4.09, p < .003^*$) 與敏捷動作時間 ($t = 5.13, p < .001^*$) 皆達顯著進步。**結論：**本訓練系統具有輔助訓練、監控、檢測、紀錄與低成本的特性，可模擬比賽情境並準確紀錄整體動作、反應時間，進行介入訓練時可有效提升選手反應與敏捷能力，能具體有效地增進教練與選手訓練成果。

關鍵詞：敏捷能力、比賽情境、步法訓練、模擬

壹、緒論

羽球運動比賽自 2006 年 1 月 1 日起，將原本發球得分改為落地得分制，使得比賽節奏更加緊湊，選手們必須在戰術上變動調整，以更迅捷的移位動作因應新的競賽規則。因此採發短球搶攻、接發球搶攻及快速節奏的攻守等方式，成為基本的戰術要求 (林國欽、鄭賀珍，2006；邱憲祥，2007)。綜觀現今世界羽球運動比賽，選手競技表現均朝「技術全面、特長突出、主動攻擊、攻守均衡、快速制勝」等方向發展，強調以「主動、快速、狠準」為羽球首要技術 (蘇琮筆、李恆儒，2009)。運動員可以敏捷移動步法與改變方向、迅速連續啟動和急停或跳躍等，是發揮最佳技術表現與贏得分數的首要能力 (Hong, Wang, Lam, & Cheung, 2014)。且選手積極以搶截網前球等快節奏方式進攻得分是未來羽球比賽趨勢與策略 (鄭健民、蔡佳

*通訊作者：林靜宜 Email: lincy622@gmail.com

地址：屏東縣內埔鄉老埤村學府路 1 號體育室

欣、紀世清，2013)。羽球運動員面對短時間、快速度與高強度間歇的對抗運動型態，在拍數來回的瞬間必須執行策略與完成擊球等攻防動作，因此選手必須能隨機應變，掌握節奏，主動攻擊，先一步佔有最佳擊球位置與時機，進而表現穩定和流暢的擊球（盧正崇、張雅棻，2007）。為能有上述的優異表現，除了具備良好的步法移動能力外，判斷擊球方向與擊球時機的視覺認知與敏銳反應也是提升比賽實力的重要關鍵。

簡言之，羽球運動員在基礎發展上，需建立敏銳的視覺訊息反應與敏捷的快速移動力。具備這兩種基本能力後，後續的技術與戰術策略發展，定能事半功倍。盧正崇與張雅棻（2007）指出，羽球步法是由併步、墊步、跨步、蹬步和跳步等五種基本步法構成，組合協調應用將這些步法，有利於在場上爭取主動權。羽球運動員專項體能訓練的羽球步法項目，則可分為全場米字步法、前後移動跑及左右撿球移動跑等。運動員們運用各種步法的變換以掌握球場上各種球路變化，而都須以「米字步法」整合表現（洪欣正，2008）。同時，運動員必須視覺專注的盯著對手移位與球體飛行（張世聰、劉雅甄、劉妍秀，2013），配合各式步法持續反覆啟動、急停、改變方向以及再加速等四個過程，進行與對手的回合對抗。此種運動能力正是所謂的「敏捷能力」。羽球運動中的步法訓練，也是提升敏捷能力的訓練方式（邱憲祥，2013；Baechle & Earle, 2008）。具備優異的視覺反應與敏捷的步法，能勝任快速移動與掌握最佳擊球時機，正是羽球運動員獲勝的最佳利器（Sekulic, Spasic, Mirkov, Cavar, & Sattler, 2013）。

敏捷能力就其他運動而言，也是一項重要且必備的運動能力，甚至是決定勝負的重要關鍵，例如：跆拳道或拳擊的閃身、足球帶球過人、桌球的橫向移步轉身攻擊、排球防守接發球等，都需要良好的敏捷力表現，才能將技術高效率發揮（高幸利、陳佳慧、王月琪、蕭博仁，2009；翁誌誼、陳樹屏、廖佳慶，2012；陳佳慧、鞠欣馨、張嘉澤，2007；李昆懿、陳鉸澈、陳文彥、陳婉菁，2015；陳克舟、張吉堯、林國全、何金山與周進發，2017）。具規律性的羽球運動步法是提升技術層面的主要基礎技能，而運用各式步法最主要的關鍵在於「啟動」，只有啟動快捷，才能迅速到位。

針對羽球運動的速度而言，首要在於開始反應動作的速度。高敏捷能力是運動員絕對必備的能力。有許多針對羽球運動步法與反應能力等訓練方式所做的各項研究，如吳昇光等人（2014）、林國欽與鄭賀珍（2006）、邱憲祥（2013）、高幸利等人（2009），以及張淳皓、吳昶潤、孟範武與蘇榮立（2014）等。這些研究皆指出判斷來球位置與反應時間，及步法移位銜接等一貫的能力對於羽球運動表現具有重大影響。然而直至目前有關步法與反應訓練仍多採用傳統方式，對於較大型的代表隊而言，有限的一兩位教練多無法兼顧所有選手的訓練成效，多數時間僅能放任選手在自我要求、自動自發的狀況下練習。這些傳統的訓練方式無法有效掌控選手練習時的投入程度與訓練成效。因此本研究針對羽球步法、敏捷能力與反應力等訓練項目，跨領域與生物電機系合作，研發「羽球運動步法與反應訓練系統」，結合視訊提示與電腦程式，搭配實際送球的擊球技術訓練，蒐集運動員的各種數據資料，具體明確瞭解運動員的訓練成果。

運動訓練若能與智能設備、科學方法串聯，配合模擬的競賽激烈情境，定可達到事半功倍的效果。基礎訓練扎實是提升競爭力的重點，運用科技系統提供訓練模式、監控儀器與資訊蒐集分析，既可分擔教練工作，又可準確掌握選手訓練狀況與效果，對提升選手實力效果卓著。科技產品逐日普及、各式功能日新月異，物聯網提供更簡易的即時回饋功能。將各式科技儀器程式軟體應用於運動訓練是未來趨勢。本研究設計的智能設備可提供情境模式訓練、同步記錄訓練軌跡，檢測反應時間、動作時間與敏捷能力，以及即時回饋訓練結果等功能。第一代有線傳輸模式的智能設備雖已完成監控、檢測與回饋的功能，但較不便於攜帶移動。立即著手改良為無線傳輸模組二代機型，並改以可充電式電池供電，達到輕巧便利、持久耐用的目標。二代機型更可擴大應用於其他運動項目如分段計時、曲折跑等相關檢測上。本研究期以跨領域合作設計開發物美價廉、利於訓練的運動視覺反應動作訓練系統，協助羽球基礎訓練，提升選手敏捷能力、反應時間與步法移動時間等方面的效力。本研究目的在於證實此設計系統可有效提升羽球步法移動能力等訓練效益，且量測功能所蒐集提供的數據，可實際回饋給教練與選手參考。

貳、方法

一、實驗參與者

本研究邀請國中羽球選手 10 位 (9 男 1 女)，平均身高 162.2 ± 4.9 公分、平均體重 52.7 ± 7.4 公斤，且近 6 個月皆無下肢相關運動傷害。訓練前 (前測) 與訓練後 (後測) 進行隨機方向米字型跑 2 次 (84.8 公尺) 與 T 字型跑 2 次 (39.6 公尺) 等測驗。訓練維期 3 周、每周 3 次，共計 9 次；每人每次訓練約 8-12 分鐘。訓練方式以固定與隨機方向米字型步法為主 (圖 1)。訓練器收集受試者視覺反應時間、整體動作時間等數據做為評估依據。本研究已獲安泰醫療社團法人安泰醫院人體試驗委員會審查通過 (IRB 19-034-B)。

二、實驗工具與步驟

(一) 羽球運動視覺反應動作訓練系統

本研究計畫為 106、107 年科技部補助產學合作研究計畫 (MOST 106-2622-H-020-001-CC3、MOST 107-2622-H-020-001-CC3)，跨領域團隊合作研發羽球運動視覺反應動作訓練系統 (圖 2)。利用 LED 燈、可程式控制器、光學感測元件與運動訓練方法等應用於羽球運動步法專項訓練。透過視覺指示、敏捷反應與快速移位來達到訓練目的。訓練系統可準確地利用亮燈位置，提供選手訓練時指示運動方向；並以電腦程式判斷、紀錄訓練時的各項相關參數，做為訓練後的回饋與安排訓練計畫時的參考。

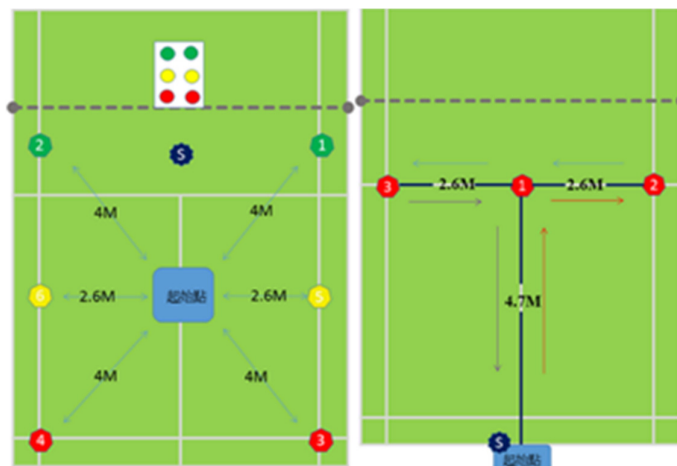


圖 1、米字型、T 字型量測方法

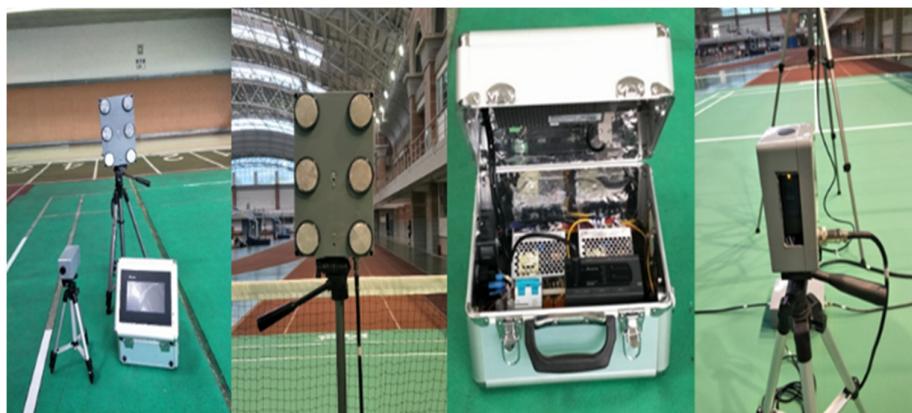


圖 2、羽球運動視覺反應動作訓練系統與組成構件

本系統以工業級可程式控制器 (Programmable Logic Controller, 簡稱:PLC) 及人機界面 (Human Machine Interface, 簡稱 HMI)組成 (圖 3)。PLC 及 HMI 為主要控制平台, 透過 RS232 通訊協定相互傳輸資料, 以 HMI 畫面更換; 內部程式以 SFC 編寫語法撰寫。紅外線感應器及 LED 燈傳輸訊號採用多芯控制電纜線配置; 系統使用空曠處無線傳輸最大範圍 100 公尺的無線 I/O 模組; 透過全球通用頻段 RF 頻率 2400MHz~2480MHz, 將各點感應器及 LED 燈的訊號控制傳輸到控制平台 (圖 3)。本訓練系統主要具備提供訓練與量測功能: 訓練功能包括固定方向米字步訓練、隨機方向米字步訓練與比賽實戰模擬訓練 (表 1); 量測功能包括視覺反應時間、各移動點動作時間、整體動作時間、比賽實戰跑動時間與 T 字型敏捷動作量測 (圖 4、圖 5)。系統並可提供訓練結果資訊回饋與圖表分析 (圖 6)。

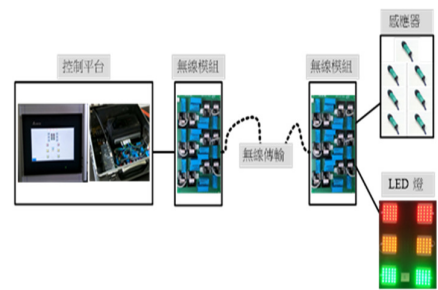


圖 2、無線傳輸系統架構圖

表 1、羽球視覺反應動作訓練系統功能

功能項目	說明	使用方式
固定(隨機)方向米字步訓練	亮燈順序依原設定流程位置指示或隨機亮燈 (圖五)	1.依亮燈指示到對應位置 2.以揮手阻斷紅外線感應器 3.返回起始點，紀錄完成一點
比賽移動模擬訓練	亮燈方式採隨機方式，依實際比賽得分模擬設定，每回合需跑動的位置數，回合與回合間休息時間	1.依亮燈指示到對應位置 2.以揮手阻斷紅外線感應器 3.返回起始點，紀錄完成一點

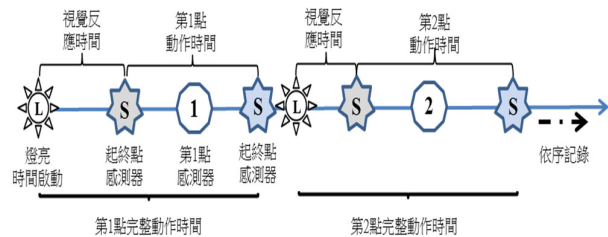


圖 4、米字步與比賽模式訓練與量測記錄流程

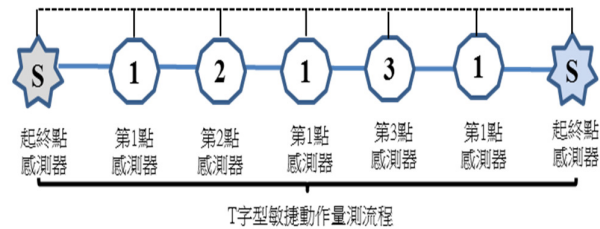


圖 5、T 字型敏捷動作量測記錄流程

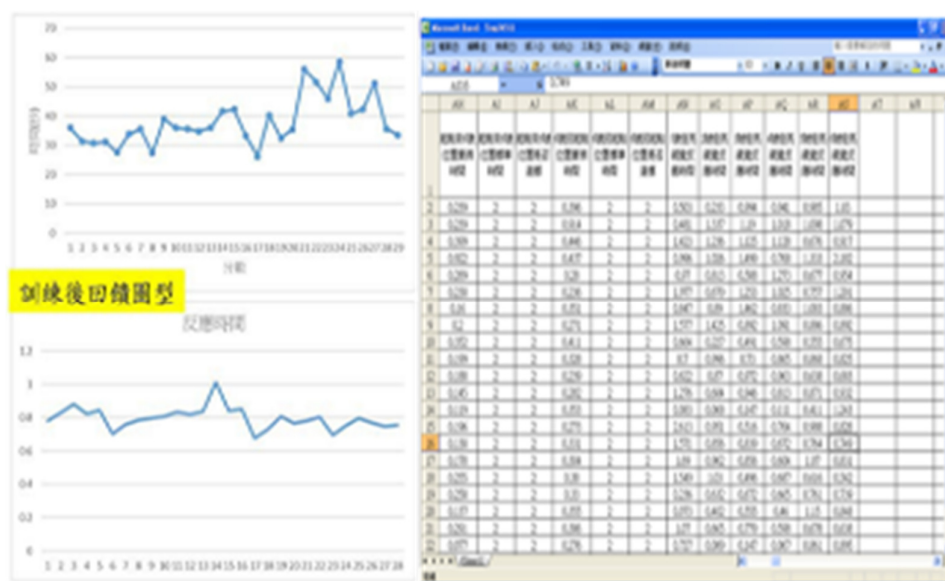


圖 6、系統訓練回饋與輸出資料表

(二) 運動視覺反應動作訓練系統信效度分析

本研究針對訓練系統作為檢測工具進行信效度分析。實驗邀請男 37 位、女 23 位，計 60 位大學生，平均身高 170.44 ± 6.12 公分、平均體重 64.96 ± 8.47 公斤、BMI 22.3 ± 2.2 (公斤/公尺²)，且參與者近三個月皆無下肢運動傷害。以羽球運動視覺反應動作訓練系統分別進行隨機方向米字型跑 2 次 (84.8 公尺) 與 T 字型跑 2 次 (39.4 公尺)，每位參與者分項分次且在休息充足下完成各項測驗。利用訓練系統執行記錄與手按碼表記錄完成動作時間。所得數據參考張淳皓、何金山與林國全(2014)之研究，以 SPSS 20.0 進行組內相關係數(The intra-class correlation, ICC) 考驗所測資料之信賴度，並計算出每次完成時間平均值與標準差，再進一步求得變異係數 (Coefficient of Variation, CV)。

表 2、訓練計畫與內容

項目	星期	第一週	第二週	第三週
固定方向	一	1C*3n*2N (r=7'', R=90'')	2C*2n*2N (r=8'', R=120'')	2C*2n*2N (r=10'', R=120'')
	三	2C*2n*1N (r=7'', R=120'')	2C*2n*2N (r=10'', R=120'')	2C*2n*3N (r=10'', R=120'')
隨機方向	一	2C*1n*2N (r=10'', R=120'')	1C*4n*3N (r=10'', R=120'')	3C*2n*2N (r=15'', R=150'')
	三	1C*4n*2N (r=7'', R=120'')	3C*2n*1N (r=15'', R=120'')	2C*3n*3N (r=15'', R=150'')
比賽模式	五	25 回合	30 回合	35 回合
		1 回合 4 點 休息 8 秒	1 回合 6 點 休息 10 秒	1 回合 8 點 休息 10 秒

註：C=完成 6 點位置；n：組內次數；N=組數；r=組內休息；R=組間休息

(三) 訓練內容

為了解訓練系統是否可勝任輔助羽球教練的訓練工作，故實驗設計以訓練系統之固定方向、隨機方向米字步訓練與模擬比賽實戰移動步法訓練等為訓練內容，訓練時以接近實戰跑動方式進行，每位選手每次訓練時間約為 8-12 分鐘（不含休息時間），詳細訓練計畫如表 2。

(四) 資料蒐集與統計分析

本研究以羽球運動視覺反應動作訓練系統作為研究工具，蒐集參與者訓練前、後的米字步跑與 T 字型跑的動作情形，經由訓練系統記錄所得的視覺反應時間、整體動作時間與敏捷動作時間（T 字型移動時間），作為本研究之訓練效果評估依據。利用 SPSS 20.0 統計套裝軟體進行分析，以相依樣本 t-test 檢定進行訓練效果之考驗，顯著水準訂為 $\alpha=.05$ 。

參、結果

一、羽球運動視覺反應動作訓練系統模組分析

本研究研發的視覺反應動作訓練系統，無論是 1.0 版有線模組或改良後的 2.0 版無線模組，皆以低成本、輕便耐用為設計重點（圖 7）。捨去大量連接線材的無線模組可輕易裝入 24 吋行李箱，較 1.0 版有線模組的體積減少了約 30%，攜帶更輕便、組裝更省時。經本研究以米字步跑與 T 字型跑連續量測 60 名參與者測試系統運作與穩定性，主機持續運作約 6 小時未出現當機或故障現象，符合預期的耐用與穩定設定。



圖 7、視覺反應動作訓練系統包裝

模擬比賽情境的對戰移動模式，測試階段邀請五位甲組球員進行實際比賽情境測試，以比分 30 回合設計、每回合 8 拍、每回合休息時間 10 秒的比賽情境模式進行。在反應動作時間、各移動點動作時間、整體動作時間量測、紀錄與分析回饋也皆能符合研究團隊的預期 (圖 8)。

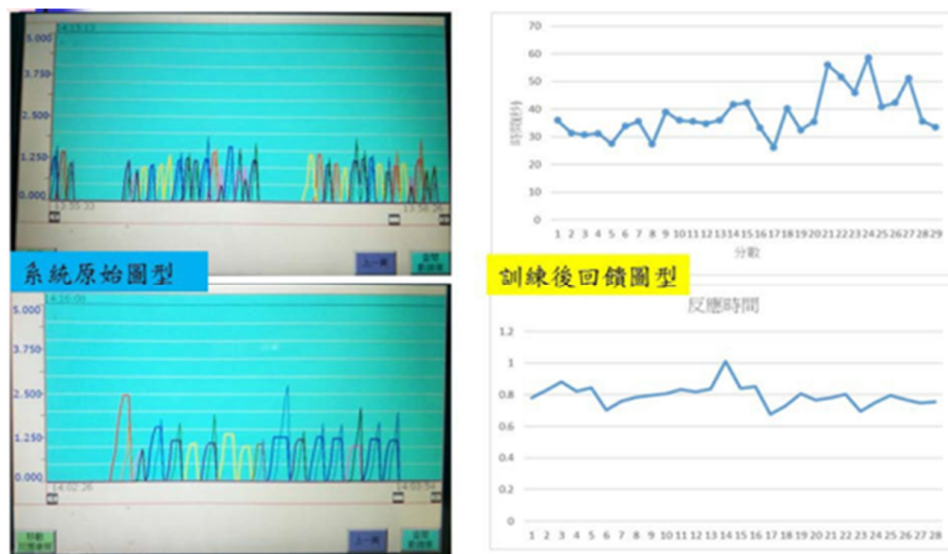


圖 8、比賽模擬訓練模式回饋圖型

在訓練系統量測記錄信效度部分，經邀請 60 位大學生以羽球運動視覺反應動作訓練系統分別進行隨機米字型跑 2 次 (84.8 公尺) 與 T 字型跑 2 次 (39.4 公尺) 測驗，利用訓練器與手按碼錶同時進行測量完成時間，計算後所取得之平均數與標準差如表 3。再經進一步計算 CV 值後得知，無論是隨機方向米字型跑或 T 字型跑，皆是以訓練器量測時間所產生之變異較小，碼錶次之。再經過 ICC 的檢定結果亦相同。

表 3、訓練系統與手按量測時間信效度分析

項目	組別	平均數(秒)	標準差(±)	CV	ICC
隨機方向米字型跑	碼表	43.89	4.42	19.49	0.95
	訓練器	43.48	4.21	17.76	
T 字型跑	碼表	16.40	2.05	4.21	0.96
	訓練器	15.59	1.96	3.84	

二、訓練系統之訓練效果

十位國中羽球選手經過 3 周 9 次的訓練，視覺反應時間在前測平均時間為 0.583 ± 0.042

秒，後測平均時間為 0.301 ± 0.107 秒；米字步整體動作在前測平均時間為 20.94 ± 3.98 秒，後測平均時間為 17.93 ± 2.09 秒；T 字型敏捷動作能力在前測平均時間為 8.94 ± 1.07 秒，後測平均時間為 7.74 ± 0.56 秒。訓練效果（視覺反應時間、整體動作時間、敏捷動作時間）經相依樣本 t 檢定進一步分析（表 4），所得結果顯示，在視覺反應時間（ $t = 4.09$ ）與敏捷動作能力（ $t = 5.13$ ）皆達顯著進步。唯在整體動作時間方面未達顯著進步，但按訓練前後測平均數相較而言，雖未達顯著考驗，在時間差異上仍有進步，若訓練時間週期更長，應能呈現具體的顯著進步。從米字步移動不同方向點的結果顯示，視覺反應時間僅在代表中間右邊方向的第五點未達顯著進步，其餘各方向點皆達顯著進步（圖 9）。在整體動作時間方面，各方向點僅在代表左前方的第二點達顯著進步，其餘各方向點皆未達顯著進步（圖 10）。

表 4、訓練前後各項指標比較分析

項目	階段	平均數(秒)	(\pm)標準差	t 值	p 值
視覺反應時間	前測	.583	.042	4.09	.003*
	後測	.301	.107		
整體動作時間	前測	20.94	3.98	1.71	.126
	後測	17.93	2.09		
敏捷動作能力	前測	8.94	1.07	5.13	.001*
	後測	7.74	.560		

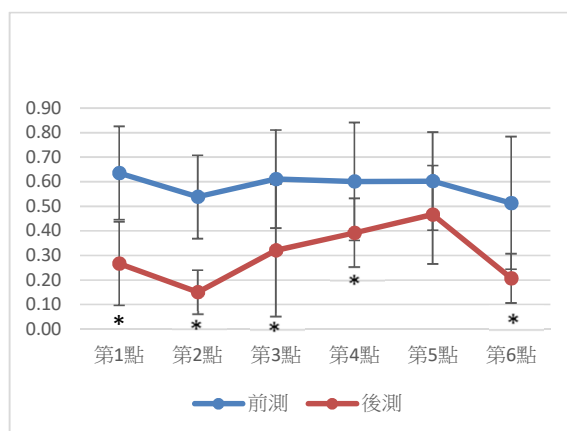


圖 9、米字步跑各點視覺反應時間訓練效果比較圖

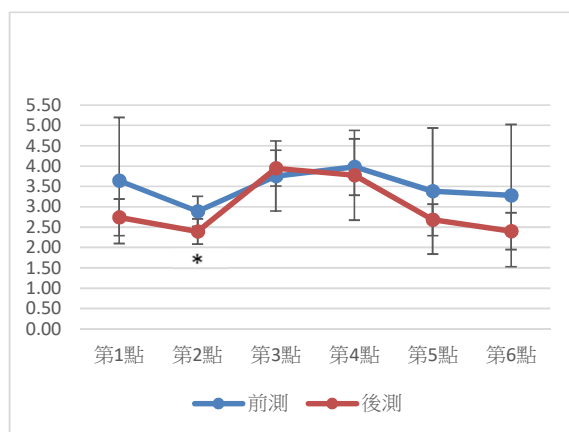


圖 10、米字步跑各點訓練效果比較圖

肆、討論

從研究結果得知，2.0 版的訓練儀器在體積、重量與攜帶上都大幅改善，系統的傳輸從有線升級為無線，讓使用者在裝機準備上也方便許多，更符合精進儀器普及化的需求。在系統運作方面，2.0 版無線模組以工業等級耐濕耐高溫且可長時間運作的可程式控制器 (PLC) 為核心，強化核心架構，降低當機或故障率，利於提供長時間訓練及更精準的回饋分析。與國外類似訓練器材相較，本系統功能更多更高階，使用器材更精良，但成本價格卻低廉許多，如 fitLight Trainer™ 燈光反應訓練系統售價約數十萬元。因自行研發設計，儀器周邊如光學感測元件與無線模組等器材皆以國產基礎型為主，既可降低成本，也可於未來技術轉移商品化後，方便廠商售後服務時取得價格低廉的材料直接更換組件，維修保養可更便宜更簡易快速。

無線模組採以 5V 可充電式電池供應電力，電池續電力雖會影響光學感測器反應接收與傳輸速度，但不致影響訓練或量測，提升電池品質是後續精進改良的要項之一。參與測試的選手對於羽球視覺反應動作訓練系統的訓練回饋，皆認為系統化的訓練計畫，對於初、中級選手的步法、反應與體力上應具訓練效果，也能有效協助教練在訓練上的安排。本系統即時回饋的反應時間、動作時間與整體時間等數據，可做為教練、選手了解訓練成效與評估後續訓練安排的參考，也獲得教練與參與者的肯定。

由表 3 結果可得知，從信賴度分析的結果來看，羽球運動視覺反應動作訓練系統與手按碼表在二種測驗項目上皆具很好的組內相關係數 ($ICC=0.95$ 、 0.96)。一般來說， ICC 值介於 0 到 1 之間， ICC 值小於 0.4，就視為量測實驗的可重複性較差；而 ICC 值大於 0.75，即代表量測實驗的可重複性較佳。所以結果顯示本訓練系統具有優良的可重複性量測。再就變異係數 (CV) 分析而言，羽球運動視覺反應動作訓練系統無論在隨機方向米字步跑或 T 字型跑，其變異係數 (CV) 皆小於手按碼表，顯示訓練系統具有較穩定與準確性。經組內相關係數 (ICC)

與變異係數 (CV) 分析後，訓練系統具有作為檢測工具的信效度，其相關結果與張淳皓、何金山與林國全 (2014) 的研究相符。

在訓練效果方面，本研究僅以研發的儀器系統的運作情況進行檢測，並未針對選手訓練處方與強度特別規劃。以三週九次練習為訓練期程，以羽球運動視覺反應動作訓練系統訓練步法後，參與者顯著提升視覺反應動作時間、步法移動時間與敏捷動作時間的表現。許多研究結果指出，透過敏捷訓練可促進神經肌肉系統對動作控制的能力，也使得神經適應性獲得改善，進而促進動作技術與提升反應能力 (Barnes & Attaway, 1996; Craig, 2004; Potteiger et al., 1999)。步法訓練後的結果和張吉堯、張淳皓、陳克舟、何金山與陳永仁(2016)，以及高幸利、蕭博仁與張嘉澤(2010)的研究結果相似。過去研究訓練期皆以六週為主，本研究訓練時間僅三周，參與者即有顯著進步，顯示若有更長或更完善的訓練計畫，選手在反應時間、移動時間與敏捷能力等方面一定能有更大幅的進步。

伍、結論

本研究試圖提供羽球運動訓練更有效的腳步移動訓練方式。運用低價位的視覺反應動作訓練系統，透過視覺指示與光學感應器的智慧偵測運算能力，協助教練們進行羽球腳步移動的步法訓練。訓練中同步進行自動記錄與即時分析回饋的功能，將訓練時的各項參數回饋給教練與選手，讓羽球訓練可以更具效益。

羽球運動視覺反應動作系統是一創新的智慧訓練產品。國外雖有類似產品，但售價動輒數十萬元，國內經費有限的基層訓練站或各級學校多無力購置。而傳統訓練方式耗時費力且無法儲存紀錄、累積數據以比較成效。

本團隊自行研發程式與技術、運用本國製的各式零件組裝完成的羽球運動視覺反應動作系統大幅降低成本，售價可低於十萬元。且國外的機械化訓練器功能有限，不若本訓練系統完備。與國外價高物不美的訓練器相較，本訓練系統可提供國內羽球團隊更好的選擇。

本系統作為量測動作時間依據方面，經統計分析後，羽球運動視覺反應動作訓練系統具有優良的組內相關係數與較低的變異係數，是具信效度的量測工具。在訓練效果方面，選手在視覺反應時間、敏捷動作時間等各方面皆達顯著進步；雖在整體動作時間方面未達顯著進步，但其訓練效果仍有部分提升。

陸、實務應用

本訓練儀器系統已能確實將運動科學導入訓練中，經測試後，可穩定提供長時間訓練，無當機之虞。本研究團隊雖已順利完成產品研發，取得專利，更參與創新發明競賽取得優異成績，目前仍積極持續進行優化組件、修正擴充智能程式與建立訓練計畫資料庫等研發，邁

向產品商品化量產及客製化的進階目標，期能持續精進系統的應用範圍與層面，提升本訓練系統的應用價值。

利益衝突

本研究無涉及相關利益衝突。

致謝

本研究承 106、107 年科技部補助產學合作研究計畫『羽球運動視覺反應動作訓練系統開發』、『羽球運動視覺反應動作訓練系統開發 (II)』(MOST 106-2622-H-020-001-CC3、MOST 107-2622-H-020-001-CC3) 經費支持，俾使研究得以順利進行，謹此致謝。

引用文獻

- 吳昇光、李曜全、陳威穎、吳思嚴、宋岱芬、陳薇宇、黃明祥 (2014)。優秀持拍運動選手之視覺訊息處理能力。《大專體育學刊》，16(2)，226-233。
- 李昆懿、陳鉸澈、陳文彥、陳婉菁 (2015)。四週震動訓練對於跆拳道選手敏捷性表現之影響。《跆拳道學刊》，2，1-10。
- 林國欽、鄭賀珍 (2006)。羽球 21 分新制規則探討與單打戰術擬定。《長庚科技學刊》，5，99-104。
- 邱憲祥 (2007)。新修訂羽球規則對羽球運動的影響分析。《中華體育季刊》，21(1)，115-121。
- 邱憲祥 (2013)。羽球運動步法運用之探討。《中原體育學報》，2，42-49。
- 洪欣正 (2008)。不同背景變項之高中以上羽球選手在羽球步法表現之差異研究。《嘉大體育健康休閒期刊》，7(1)，157-163。
- 翁誌誼、陳樹屏、廖佳慶 (2012)。增強式訓練對籃球隊男童爆發力、速度及敏捷性之影響。《運動教練科學》，27，17-29。
- 高幸利、陳佳慧、王月琪、蕭博仁 (2009)。不同下肢動力檢測方式對高中女生羽球選手移位速度之相關探討。《運動教練科學》，15，43-52。
- 高幸利、蕭博仁、張嘉澤 (2010)。不同訓練方式對高中女生羽球選手米字型移位速度之影響。《運動教練科學》，19，69-82。
- 張世聰、劉雅甄、劉妍秀 (2013)。軟式網球不同技能水準選手的運動視覺之比較。《體育學報》，46(3)，231-239。
- 張吉堯、張淳皓、陳克舟、何金山、陳永仁 (2016)。六週敏捷訓練對國小羽球選手步法與反應能力之效果。《運動教練科學》，44，57-66。
- 張淳皓、何金山、林國全 (2014)。穿戴式感測裝置用於米字步法測驗之信效度分析。《屏東教大體育》，17，243-250。
- 張淳皓、吳昶潤、孟範武、蘇榮立 (2014)。不同性別對國小羽球選手敏捷能力之影響。《嘉大

- 體育健康休閒期刊, 13(2), 92-100。
- 陳克舟、張吉堯、林國全、何金山、周進發 (2017)。複合式訓練對排球選手防守敏捷能力、爆發力與加速度之影響。《運動教練科學》, 45, 25-33。
- 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。
- 鄭健民、蔡佳欣、紀世清 (2013)。男子羽球雙打比賽戰術分析。《運動教練科學》, 29, 45-57。
- 盧正崇、張雅棻 (2007)。論羽球運動專項速度。《大專體育》, 89, 16-20。
- 蘇琮筆、李恆儒 (2009)。震動刺激對於羽球專項步法敏捷性的影響。《大專體育》, 101, 139-145。
- Barnes, M., & Attaway, J. (1996). Agility and conditioning of the San Francisco 49ers. *Strength and Conditioning Journal*, 18(4), 10-16.
- Baechle, T. R., & Earle, R. W. (2008). *Essentials of strength training and conditioning* (3rd ed.). Champaign, IL: Human kinetics.
- Craig, B. W. (2004). What is the scientific basis of speed and agility? *Strength and Conditioning Journal*, 26(3), 13-14.
- Hong, W. L., Cheung, H. Y., Wang, S. J., Lam, W. K., & Cheung, J. T. M. (2014). Kinetics of badminton lunges in four directions. *Journal of Applied Biomechanics*, 30(1), 113-118.
- Potteiger, J. A., Lockwood, R. H., Haub, M. D., Dolezal, B. A., Alumzaini, K. S., Schroeder, J. M., & Zebas, C. J. (1999). Muscle power and fiber characteristic following 8 weeks of plyometric training. *Journal of Strength and Conditioning Research*, 13(3), 275-279.
- Sekulic, D., Spasic, M., Mirkov, D., Cavar, M., & Sattler, T. (2013). Gender-specific influences of balance, speed, and power on agility performance. *Journal of Strength and Conditioning Research*, 27(3), 802-811.

Verification and Evaluation of Visual Reaction System for Badminton Training

Kuei-Pin Kuo¹, Ko-Chia Chen¹, Wei-Te Wu², Hsun-Heng Tsai², Ching-Yi Lin^{1*}

¹ Office of Physical Education, National Pingtung University of Science and Technology, Pingtung

² Department of Biomechatronics Engineering, National Pingtung University of Science and Technology, Pingtung

Abstract

Purposes: To determine the effectiveness of a low-cost automated visual reaction training system that seeks to improve an athlete's agility by providing real-time feedback and assessment of his or her footwork and providing data for further analysis. **Methods:** Participants consisted of badminton athletes from middle school (9 males, 1 female), with an average height and weight of $162.2 \pm 4.9\text{cm}$ and $52.7 \pm 7.4\text{kg}$. Participants utilized the specially designed footwork and reaction training systems to train for 3 times a week for 3 weeks, total up to 9 training sessions. Participants used multi-directional shuffle drills as a basis of the training, and were assessed on their directional visual reaction times, overall action and agility timings, which were then used for comparison in an attempt to test the effectiveness and functionality of the product. **Results:** The training system was able to perform and monitor over continuous periods of time, while providing accurate and reliable evaluation abilities ($\text{ICC} = 0.95, 0.96$). Regarding training effectiveness, participants proved to have improved visual reaction times ($t = 4.09, p < .003^*$) and agility action times ($t = 5.13, p < .001^*$). **Conclusions:** The training system had proved to be able to assist with training, monitoring, analyzing and recording at a low cost. It was able to accurately track action and reaction timings, as well as simulate an official badminton match. Implementation of this system can effectively elevate the athlete's reaction and agility abilities by enhancing both coaches and trainees training standard.

Keywords: agility, competitive environment, footwork drills, simulations
