

AI 羽球技能學習與提升之 混合訓練課程及學習表現評估系統

楊雅婷、張筱瑄、林恆生、許煜亮、
林裕晴、黃靖琿、王振興*

一、前言

羽球運動在臺灣已深植人心，據教育部體育署統計超過三百萬人參與其中，成為國人最受歡迎運動項目之一。羽球運動不僅能有效鍛鍊肌肉骨骼系統、神經系統及心肺功能，還能提升協調性、爆發力和耐力，對整體健康顯著有益。本研究提出「AI 羽球技能學習與提升之混合訓練課程及學習表現評估系統」，結合先進的智聯羽球設備（AI 球拍、AI 攝影機、AI 發球機及雲端運算平臺）與 AI 技術（深度學習與三維人體姿態估測），提供學員為中心混合式訓練課程與自動化學習評估機制。訓練過程中，學員以 AI 設備即時數據追蹤與反饋，精確識別並改進技術缺陷，達到高效學習效果。AI 攝影機能精確分析動作正確性與肢體關節活動範圍，幫助學員調整動作達到最佳運動表現。同時，AI 發球機依學員個別需求調整訓練速度、頻率、角度等參數，量身定制訓練套餐，提升學員反應速度、擊球準確性與戰術應變能力。此外，系統的自動化學習評量機制量化學員學習成效，依學員技能發展提供個性化課程建議，確保在最佳學習軌道上前進。在提升運動表現同時以更高效、精準訓練模式，創造支持性學習環境，並降低運動傷害發生的風險。

* 楊雅婷，國立成功大學教育研究所特聘教授；張筱瑄，國立成功大學教育研究所研究生；林恆生，國立成功大學電機工程學系助理研究員；許煜亮，國立中山大學機械與機電工程學系助理教授；林裕晴，國立成功大學醫學院醫學系復健學科教授；黃靖琿，國立成功大學教育研究所研究生；王振興，國立成功大學電機工程學系特聘教授。

二、營造支持、友善且有效的羽球技能學習環境

羽球技能學習過程中，學習動機、參與感和信心對訓練成效至關重要。傳統訓練仰賴教練指導和學員自我練習，雖能提升基本技能，但過程可能面臨動機不足、技術改進困難或進度不一的情況。因此，創造支持性、友善且高效學習環境為提升學習效果的關鍵。本研究提出的「AI 羽球技能學習與提升之混合訓練課程及學習表現評估系統」(如圖一，以下稱本系統)充分考慮學員個別差異，並結合智聯設備與個性化課程設計，打造有利學員自我發展的學習環境。

本系統透過智聯羽球設備套組(AI 球拍、AI 攝影機、AI 發球機和雲端運算平臺)，結合深度學習和三維人體姿態估測等技術，發展學員為中心混合式訓練課程及自動化學習成效評量系統。該系統能自動化記錄評估學員學習和訓練歷程，融合設備、課程與服務平臺，為學員提供支持且友善的學習環境。說明如下：

(一)混合式羽球訓練課程

結合課前預習、課中教學與課後複習，以 AI 評量系統革新傳統模式。課前透過多角度慢動作影片與認知測驗掌握技術要點；課中教練以 AI 發球機，減輕發球負擔並即時評估學習狀況；課後提供個別化學習成效回饋，協助學員依自身表現調整訓練策略。

(二)智聯羽球運動設備套組

整合 AI 球拍、AI 攝影機、AI 發球機將教練教學與學員學習歷程完整記錄與分析。AI 發球機「一鍵化」功能選擇不同課程訓練所需之速度、頻率、高度、節奏等，客製化專屬訓練套餐，有益提升整體訓練成效。此外，透過 AI 發球機訓練，不僅能模擬各種比賽戰術、選手球路，更可依學員個別差異與訓練課程適性調整，為教練和學員提供更有力的訓練工具。

(三)自動化運動技能指標評量系統

結合智聯羽球運動設備套組，建立支持性環境之 AI 運動技能指標評量機制，提供學員學習回饋與適性建議，依學員程度分級，並自動化建議與學員程度相符的課程，有效提升學員之羽球技能及運動表現。亦即免除過去教練花費大量人工記錄、分析每位學員運動表現時間，系統可提供客觀評量結果與回饋，教練能更專注於提供學員專業且適性的指導，進而建構具支持與使用者友善的教與學環境。



圖一：AI羽球技能學習與提升之混合訓練課程及學習表現評估系統

三、創新技術與個性化訓練模式融合

本系統以 AI 技術與深度數據分析工具，將傳統羽球評量、教學課程與訓練數位化，並依學員學習狀況適性調整，為教練與學員帶來全新體驗。此系統設計符合當前運動科學中精準運動與運動參數數位化的需求，提供個人化訓練模式(如圖二)。



圖二：本系統使用情境

本系統創新性可從以下幾個方面進行闡述：

(一) 整合雲端技術於課程及成效評量平臺服務

以雲端運算 (AI 運算)、霧運算 (場邊數據處理) 與終端感測設備 (智能設備), 將運動技能評量與混合式羽球訓練課程結合, 實現高效教學與評量。

(二) 混合式羽球訓練課程

分為課前預習、課中教學與課後複習三階段, 以學習者為核心, 透過 AI 評量系統革新傳統教學模式 (如圖三)。課前, 學員透過多角度、慢動作教學影片及認知測驗, 精準掌握技術要點; 課中, 教練利用 AI 自動化運動技能指標評量系統, 迅速而有效地評估學員表現, 提供即時、精準指導。課後, 提供個別化成效報告, 協助學員檢視整體學習成效與技能指標, 並依個人表現進行適性化調整, 建立高效、創新學習模式。

(三) 智聯羽球運動設備套組

市面上許多發球機需人工設定, 且難滿足訓練需求。本系統整合 AI 球拍、AI 攝影機和 AI 發球機, 依訓練需求自動調整 AI 發球機速度、頻率和旋轉方式, 提供客製化訓練方案。此外, AI 攝影機能精確分析學員動作正確性及關節活動範圍, 讓學員達到最佳運動表現。

(四) 自動化運動技能指標評量系統

搭載自主研發的 AI 影像處理與辨識技術, 精確評估學員動作正確性、擊球成功率、擊球速度與力度等指標, 並依學員表現進行即時數據分析。不僅幫學員識別優勢與待改進之處, 還為教練提供精準指導依據, 提升訓練效果與學員運動表現。

四、混合式羽球訓練課程場域實施成效

本研究探討混合式智聯網羽球課程對國中生運動技術、成功擊球與運動動機面向的影響。研究場域為臺灣南部一所採常態分班國中, 擇兩班國一學生, 使教學團隊相同。採準實驗設計, 將兩班學生隨機分配為對照組 (C) 與實驗組 (E)。實驗組採混合式智聯網羽球課程, 對照組採傳統羽球課程。分析採獨立樣本 t 檢定與單因子共變數分析, 檢視兩組在各向度總分差異。結果顯示, 實驗組在正手高遠球技能測驗, 顯著優於對照組, 且運動技術指標、成功擊球和運動動機皆取得顯著進步。



圖三：混合式訓練課程及學習表現評估為學員建立高效且創新學習模式



圖四：學校羽球課程導入本系統實際上課情形

(一) 運動技術指標

實驗組在運動技術指標達成率明顯優於對照組。實驗組透過 AI 球拍即時數據回饋與清晰技術要點指引，教師得即時辨識與修正學習者擊球問題，並透過個別化指導促進「認知—動作技能」有效轉化。同時，AI 發球機穩定的球路能減輕教師負擔、增加練習次數，也使對照組在多次練習後雖無即時回饋，但仍有整體表現上的進步。

(二) 成功擊球

經 AI 球拍即時回饋與個別化成效報告等量化指標支持，實驗組在後測成功擊出正手高遠球次數顯著高於對照組。實驗組在明確的擊球速度、力度目標及量化後設認知監控下，快速調整動作並逐步建立肌肉記憶，讓運動技能更有效地從認知走向實踐 (Carroll & Bandura, 1990)。相較之下，未具即時數據支持的對照組雖因多次練習而有提升，但整體成效仍不及實驗組，驗證科技輔助體育技能學習所具備的價值提升與教育意義。

(三) 運動動機

結合 AI 發球機並提供多元練習形式與即時數據回饋，實驗組運動動機顯著提升，而僅透過傳統重複練習的對照組則在後測中呈現動機平均值略降的現象。透過科技輔助與量化指標，實驗組學生能更明確掌握目標與努力方向，也在教師與同儕互動中增進自我認知，最終展現科技教育對運動動機增值的實證意義 (Abós et al., 2021; Hagger & Chatzisarantis, 2016; Juvancic-Heltzel et al., 2013; Sylvester et al., 2020; Vasconcellos et al., 2019)。

五、結語

本研究發展之「AI 羽球技能學習與提升的混合式訓練課程及學習表現評估系統」，成功展現未來運動技能教學的數位創新典範，更榮獲國科會 2024 未來科技獎肯定。此系統整合 AI 球拍、AI 攝影機、AI 發球機與雲端運算平臺，結合深度學習與三維人體姿態估測技術，以學員為中心重塑羽球技能學習模式。本系統透過多角度教學影片與 AI 技術支援強化練習、即時數據回饋及個別化成效報告，有效提升學員技能掌握度與信心。AI 發球機可模擬多元戰術場景，增加練習多樣化與趣味性，同時減輕教師負擔並提高教學品質。此整合性智慧訓練方案，充分體現個性化、情境化與高互動性的科技教育特質，不僅滿足各層級學員的精準訓練需求，亦可成為推動運動技能學習創新發展的關鍵動能。

參考文獻

- Abós, Á., García-González, L., Aibar, A., & Serrano, J. S. (2021). Towards a better understanding of the role of perceived task variety in physical education: A self-determination theory approach. *Psychology of Sport and Exercise*, 56(3). <https://doi.org/10.1016/j.psychsport.2021.101988>
- Carroll, W. R., & Bandura, A. (1990). Representational guidance of action production in observational learning: a causal analysis. *Journal of Motor behavior*, 22(1), 85-97. <https://doi.org/10.1080/00222895.1990.10735503>
- Hagger, M. S., & Chatzisarantis, N. L. (2016). The trans-contextual model of autonomous motivation in education: Conceptual and empirical issues and meta-analysis. *Review of Educational Research*, 86(2), 360-407. <https://doi.org/10.3102/0034654315585005>
- Juvancic-Heltzel, J. A., Glickman, E. L., & Barkley, J. E. (2013). The effect of variety on physical activity: A cross-sectional study. *Journal of Strength and Conditioning Research*, 27(1), 244-251. <https://doi.org/10.1519/JSC.0b013e3182518010>
- Sylvester, B. D., Gilchrist, J. D., O'Loughlin, J., & Sabiston, C. M. (2020). Sampling sports during adolescence, exercise behaviour in adulthood, and the mediating role of perceived variety in exercise. *Psychology & Health*, 35(11), 1368-1383. <https://doi.org/10.1080/08870446.2020.1743843>
- Vasconcellos, D., Parker, P., Hilland, T., Cinelli, R., Owen, K., Kapsal, N., Lee, J., Antczak, D., Ntoumanis, N., Ryan, R., & Lonsdale, C. (2020). Self-determination theory applied to physical education: A systematic review and meta-analysis. *Journal of Educational Psychology*, 112(7), 1444-1469. <https://doi.org/10.1037/edu0000420>