

教育部教學實踐研究計畫成果報告
Project Report for MOE Teaching Practice Research Program

計畫編號：PGE1110212

學門專案分類：通識(含體育)-體育課程

執行期間：2022.08.01 – 2023.07.31

應用虛擬實境教學於網球技能提升之研究

The Effect of Application of Virtual Reality Teaching in Tennis Skills Improvement

網球中級(一) /tennis-intermediate (一)

計畫主持人：趙曉涵

協同主持人：余家斌

執行機構及系所：國立臺灣大學共同教育中心體育室

成果報告公開日期：

■立即公開 延後公開(統一於 2025 年 1 月 31 日公開)

繳交報告日期：2023 年 9 月 10 日

應用虛擬實境教學於網球技能提升之研究

一. 本文 Content

1. 研究動機與目的 Research Motive and Purpose

網球中級課的課程目標為提升各項技術、對打能力及比賽技戰術的應用。來修網球中級課的學生對網球相當有熱忱，大部分是為了提升技能表現，日後可以跟親朋好友們相約去打球或參加比賽，因此提升對打能力是網球中級課程的最終章也格外的重要，連續對打可增加打網球的樂趣，亦可增加比賽競爭性。

而我在教學現場所遇到的問題是學生對打能力不理想，兩人不易進行多次連續對打。在教學現場觀察到課程中學生人數眾多，老師無法一對一指導；老師教、示範，學生聽、看；無法仔細看清楚或重複看老師教的內容；最重要的是在老師教授對打技術後，學生無法體驗和感受到對打的擊球時機和動態的節奏。在教學經驗中對打技術不易學習，且造成準確性與穩定性不佳的原因可能為 1)無法預測前線索，做好提早拉拍移動、2)無法觀察對手的肢體動作及專注追蹤球的軌跡，導致無法判斷球的位置、3)不知道移動到什麼時間點與距離要停下來準備擊球、沒有對打動態的節奏感等。因此，想要提升對打能力，不可能僅靠坐在休息區聽老師講述後，就能體會對打的時機與節奏。而是需要更多對打的視知覺練習與反覆對打練習才有可能會改善，這些問題皆與感知與動作配連相關，因此要如何改善學生的感知與動作配連能力，以提升對打技能成為重要的課題。

隨著科技時代的快速變革，「元宇宙」時代已來臨，簡單來說就是利用各種設備讓自己進入完整的虛擬世界裡，虛擬實境 (Virtual Reality, VR) 是透過電腦模擬，試圖保持真實世界的自然性，同時又可以嚴格控制，這在現實情況中較不易實現的 (林志勇等, 2005)，在虛擬的環境中可將有意義的訊息運用虛擬訓練的方式傳達給訓練者 (Multon et al., 2011)。VR 的特色除了沉浸環境、肌肉記憶、激發思維外，功能還包括虛擬環境中有其他人的存在、競爭力、任務自主性、沉浸感、注意力集中及回饋 (Neumann et al., 2018)。近年 VR 的技術越來越成熟與盛行，文獻指出使用虛擬實境的方法可以更有效的分析手球守門員的視覺信息吸收情況 (Vignais et al., 2015)。如果影片錄製過程中，角度是固定的話，撥放時會缺乏互動性，傳統的影片撥放方式過於特定位置與時間會發生哪些事情。不過，VR 可通過數值模擬與互動環境來解決傳統影片撥放的限制 (Bideau et al., 2009)。而視覺信息是體育環境中決策的基本要素，為了實現有意義和有用的體驗，VR 主要經由多感官刺激的媒體傳遞來達到效果 (Rojas et al., 2020)。目前 VR 的技術越來越廣泛的被運動選手、教練及體育相關的專業人士作為訓練提升運動表現之用途 (Vignais et al., 2015)，已有許多運動項目的研究已被作為成功的案例，例如足球 (Wood et al., 2021)、手球 (Vignais et al., 2009)、橄欖球 (Bideau et al., 2009)、網球 (Le Noury et al., 2021)、棒球 (Isogawa et al., 2018)、籃球 (Pagé et al., 2019)、空手道 (Petri et al., 2019)等。

近年在體育應用 VR 於感知與運動方面，由於運動環境是從複雜的移位和運動中決定的，取決於參與者從環境中所收集的視覺信息 (包含對手行為) (Farley et al., 2020)，為了增加視覺上感知行為的機會，運動參與者依靠眼睛、頭部、身體來探索周圍環境 (McGuckian et al., 2018)，感知能力、時間限制下的預測和執行技能的能力對選手表現來說相當重要 (Craig, 2013)，目前已有多篇研究指出 VR 對感知-動作配連是有效的 (Bideau et al., 2009; Vignais et al., 2009; Zaal & Bootsma, 2011)。

在網球與 VR 方面，研究指出已開發虛擬網球遊戲，設計虛擬環境人物和沉浸式主體的網球比賽和裁判的互動行為 (Molet et al., 1999; Noser et al., 1996; Noser & Thalmann, 1997)。此外，為了讓 VR 訓練有效的模擬真實網球比賽，建構了一個訓練感知認知技能的 VR 網球環境，結果顯示參與者在 VR 中體驗到高度的存在感，通過空間存在感和參與度的影響，有蠻大的正面效益 (Le Noury et al., 2021)。

經由以上文獻得知 VR 有較佳的感官沉浸感和注意力集中等益處，VR 的技術越來越廣泛的被運動選手、教練及體育相關的專業人士作為訓練提升運動表現之用途，也有許多運動項目有成功的案例，此外亦可提升感知-動作的能力。相較於影片撥放的方式，應用 VR 有更佳的成效。此外，雖然先前已有 VR 與網球的研究，不過皆較偏向遊戲互動類型的，目前對網球技能表現的研究仍較缺乏，尚未有研究指出應用 VR 是否會對學習者在網球對打技能表現上有所影響。

教學實踐研究計畫主題及研究目的

應用 VR 輔助的教學方式，有助於提升對打能力。因此本研究的目的是探討虛擬實境教學、影片教學及傳統教學對網球對打能力 (擊球準確性、對打動作分數) 之影響。

2. 文獻探討 Literature Review

文獻探討主要分為網球運動之特性、VR 特色、VR 與影片播放之優劣分析、應用 VR 於體育運動之研究、應用 VR 於感知與運動之研究，以下針對五個部分加以敘述：

(1) 網球運動之特性

對一般初學者而言，應先掌握正確的動作、流暢的揮拍、移動身體與球的距離及良好的擊球時間以完成來回對打的擊球動作，在擊球過程中穩定性與準確性是非常重要的部分，因為雙方若能準確的將球打到對方的擊球區域，讓對方能夠容易擊球的情況下，才能多增加雙方來回擊球的次數(陳志榮等，2014)，亦可增加打網球的樂趣。

對一名網球選手而言，須具備平衡力、協調性、柔軟度、爆發力、肌力、肌耐力、速度與敏捷能力，以上體能狀態攸關比賽勝負的關鍵因素(Kovacs, 2006)。不過，網球屬於開放性技術的運動項目，除了要提升體能狀態外，亦須要具備知覺能力，例如雙方在來回對打時，球與球之間的擊球過程中，須經過提前預測、判斷、決策、移位、擊球等複雜的過程 (王苓華，2001；林俊宏、甘能賦，2006)才能將球有效的回擊。研究指出提前預測發球的落點，或是利用較弱的二發來積極搶攻，進而得到比賽的勝利 (劉記帆，2015)，且在接高速的發球時，需要在極短時間內反應並執行動作，因此掌握線索與預測判斷落點在網球運動項目中是很重要的。目前已有許多文獻指出知覺訓練，以影片模擬的方式給選手觀看，且每次試做完後提供重要的動作線索與回饋，對反應時間、前線索能力、預期能力皆有顯著的改善(Williams et al., 2002; Williams et al., 2004; 林冠文、許雅雯，2018；鄧正忠，2003)，綜合以上文獻得知網球運動除了基本動作與體能的強化外，網球項目在知覺的訓練亦是重要的課題。

(2) VR 特色

VR 是指一個無中生有虛擬的環境，卻又可以讓人覺得跟真實環境一樣。VR 需要結合軟體、硬體及各種界面的整合，一個好的 VR 模擬系統要讓人感覺到真實感，模擬的逼真度，讓原本虛幻的想像空間轉變成真實的，VR 三大要素為想像力、互動性及融入性(林志勇等，

2005)。在虛擬的環境中可將有意義的訊息運用虛擬訓練的方式傳達給訓練者 (Multon et al., 2011)。VR 的特色除了沉浸環境、肌肉記憶、激發思維外，功能還包括虛擬環境中有其他人的存在、競爭力、任務自主性、沉浸感、注意力集中及回饋(Neumann et al., 2018)。

(3)VR 與影片播放之優劣分析

相較於 VR 教學，以往在課堂上較常見運用影片撥放的方式來輔助教學或訓練，用影片分析環境中的視覺感知的方法很方便且易於實施，所以被廣泛使用。亦可將整個運動過程錄製下來，有些運用影片剪輯的方式讓的時間延遲，這方式呈現給研究參與者視覺訊息在不同關鍵時刻停止畫面影像片段來控制，例如網球拍中與球接觸時。不過，由於科技的進步，近年 VR 的技術越來越成熟與盛行，文獻指出手球守門員在面對虛擬手球投手時比面對影片剪輯時更有效、更準確並且更早開始攔截，因此使用虛擬實境的方法可以更有效的分析手球守門員的視覺信息吸收情況 (Vignais et al., 2015)。

如果影片錄製過程中，角度是固定的話，撥放時會缺乏互動性，傳統的影片撥放方式過於特定位置與時間會發生哪些事情。不過，VR 可通過數值模擬與互動環境來解決傳統影片撥放的限制 (Bideau et al., 2009)。而視覺信息是體育環境中決策的基本要素，為了實現有意義和有用的體驗，VR 主要經由多感官刺激的媒體傳遞來達到效果 (Rojas Ferrer et al., 2020)。經由以上文獻指出，VR 比影片撥放更有效的可達到視覺感官的效果。

(4)應用 VR 於體育運動之研究

近年 VR 的技術越來越廣泛的被運動選手、教練及體育相關的專業人士作為改善或提升運動表現之用途(Vignais et al., 2015)，已有許多運動項目的研究調查皆被作為成功的案例，例如足球 (Wood et al., 2021)、手球 (Vignais et al., 2009)、橄欖球 (Bideau et al., 2009)、網球 (Le Noury et al., 2021)、棒球 (Isogawa et al., 2018)、籃球決策能力 (Pagé et al., 2019)、空手道 (Petri et al., 2019) 等。VR 是透過電腦模擬，試圖保持真實世界的自然性，同時又可以嚴格控制，這在現實情況中較不易實現的。

針對 VR 與網球的研究方面，目前已有開發出虛擬網球遊戲，設計一些虛擬環境人物和沉浸式主體的網球比賽和裁判的互動行為 (Molet et al., 1999; Noser et al., 1996; Noser & Thalman, 1997)，也有開發了一些 VR 模擬器來研究執行複雜運動任務所需的運動和感知技能 (Multon et al., 2011; Rojas Ferrer et al., 2020)。此外，為了讓 VR 訓練有效的模擬真實網球比賽，必須重新創建真實環境中存在的信息和運動行為的連結，建構了一個訓練感知認知技能的 VR 網球環境，結果顯示參與者在 VR 中體驗到高度的存在感，通過空間存在感和參與度的影響，有蠻大的正面效益，因此本篇結論為網球 VR 足以代表現實的網球運動，並認為 VR 訓練感知認知技能的機會和技能轉移的潛力 (Le Noury et al., 2021)。

VR 運用在參與者運動表現的研究和應用上，目前已運用在很多運動項目中，且有正面的效果，並提出 VR 系統可以如何更多元、更豐富及更增強學習的一種設計與運用輔助，並非取代體育練習期間及練習的指導(Stone et al., 2018)。

(5)應用 VR 於感知與運動之研究

運動環境是從複雜的移位和運動中決定的，取決於參與者從環境中所收集的視覺信息(包含對手行為)(Farley et al., 2020)，為了增加視覺上感知行為的機會，運動參與者依靠眼睛、頭部、

身體來探索周圍環境(McGuckian et al., 2018)，感知能力對選手表現來說相當重要，以及在時間限制下預測和執行技能的能力(Craig, 2013)。VR 為感知動作的研究帶來了很大的希望，目前也有許多研究在探討 VR 對感知-動作配連方面的影響，Zaal 與 Bootsma(2011) 研究指出以棒球外野手為例，運用 VR 幫助參與者理解感知動作以及在此類任務中使用 VR 的潛力。外野手的問題是指棒球比賽中外野手必須在正確的時間跑到正確的位置才能接球。過程中參與者必須攔截真實或虛擬的球，目前確認了 VR 實驗的成功因素，不過尚仍缺乏觸覺的反饋，但結論指出對 VR 在感知行動研究中的作用抱有很大期望；Vignais et al. (2009) 研究指出以 8 名國家級手球守門員被要求在兩種條件下對虛擬手球投手的動作做出反應：感知-動作非配連條件（定義為判斷任務）和感知-動作配連條件（定義為運動任務）。在判斷條件下，要求守門員在虛擬投擲後用手做出感知判斷；在運動任務條件下，守門員必須對虛擬投擲動作時做出反應。結果顯示在運動任務條件下，成功的百分比比較高，而在相同條件下，徑向誤差（試驗不成功時球與最近肢體之間的距離）較低；Bideau et al. (2009) 研究指出，使用 VR 來研究選手的感知-動作配連，感知如何影響執行哪個動作的選擇，以及這些選擇如何影響隨後的感知。本篇主要分析感知動作任務面對不同的球軌跡（感知）時的反應（動作），例如，當球的軌跡末端被切斷時，球會去哪裡。在感知能力部分，以橄欖球選手檢測欺騙性動作的能力，運用時間遮擋，在倒數第二步方向改變之前停止畫面顯示，研究參與者需要判斷虛擬球員的最終跑動方向，並按下遊戲控制器上的兩個按鈕之一（向左移動的話按左鈕或向右移動的話按右鈕）。記錄了研究參與者對球員移動方向的反應以及他們做出這些反應所花費的時間，來進行評估選手和初學橄欖球選手之間的差異，以及他們獲取有關球員將要跑的方向的高感知信息能力。在感知-動作任務的部分，以手球守門員在面對不同的投擲動作和球軌跡時的攔截球能力，手球研究的虛擬環境與上述橄欖球研究一樣，以提高研究參與者的沉浸感。結果顯示球員用來控制攔截動作的視覺信息是以身體姿勢和球的軌跡，且球軌跡的成功率更高，所以球的軌跡很重要。虛擬的視覺環境可以控制在現實生活中不易控制的元素，使我們可以設定特定因素來思考如何影響選手行為。亦可以告訴研究參與者在現實生活中須執行哪些動作及如何執行的行為分析，可以促進感知能力，以便研究參與者可以對球的前進方向做出準確的判斷。經由以上文獻指出，VR 有效提升感知-動作的任務。

3. 研究問題 Research Question

在教學現場發現學生對打能力不理想，在學習過程中無法體驗和感受到整個對打過程的節奏。而「元宇宙」時代已來臨，在虛擬的環境中可將有意義的訊息運用虛擬訓練的方式傳達給訓練者。近年 VR 的技術越來越廣泛的被應用在改善或提升運動表現之用途，文獻指出 VR 有效提升感知-動作的任務。雖然先前已有 VR 與網球的研究，不過皆較偏向遊戲互動類型的，目前對網球技能表現的研究仍較缺乏，尚未有研究指出應用 VR 是否會對學習者在網球對打技能表現上有所影響。

4. 研究設計與方法 Research Methodology

(1) 研究對象

本研究對象為本校 111 學年度已有基本擊球能力之網球中級課學生，以班次為單位分為 VR 教學班 17 名 (VR 班)、平板電腦教學班 11 名 (Tablet Computer, TC 班) 及傳統教學班 16 名 (傳統班)，共 3 班。

(2) 研究方法與流程

為探討應用 VR 教學於網球技能提升之研究，本研究將三個班次分別為 VR 班、TC 班及傳統班，共 3 班。本研究各班參與者須參與一學期 16 週的課程，於第 1 週向學生說明課程規劃、實驗內容及填寫受試者同意書；第 2 週進行正拍課程；同時進行前側(對打動作分數及擊球準確性)，第 3-8 週進行正拍、反拍、截擊與發球課程；第 9-12 週進行對打課程，科技輔助教學介入(4 週的不同科技輔助教學介入為自變項)，每週 2 次科技輔助 +2 次對打練習；第 13-16 週進行單、雙打比賽練習；同時進行後測(撰寫課後心得與建議；對打動作分數及準確與穩定性)，教學與研究流程圖 (如圖 1)。

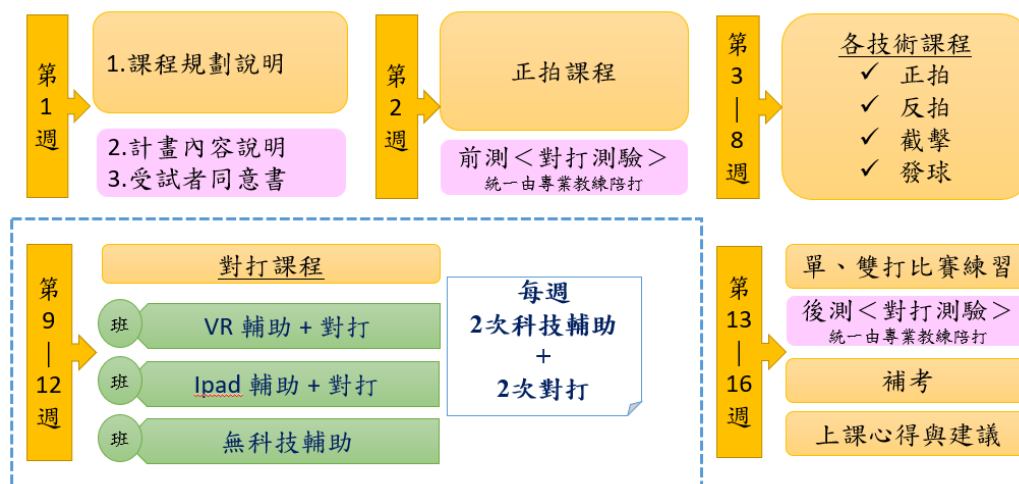


圖 1 教學與研究流程圖

(3) 研究工具

本研究研究工具分別有 GoProMax 360 攝影機、HTC VIVE FLOW、對打動作檢核表及數位教學平台，研究工具說明如下：

(a) GoPro Max 360

GoPro Max 360 可以錄製出高畫質 360° 4k 全景球形視頻 (如下圖 2)，兩顆鏡頭組合而成，一顆鏡頭拍攝視角可達 235° 兩顆則可涵蓋超過 360° 視角，並透過專業軟體將兩顆鏡頭視角進行影片縫合，影像縫合可與音軌相接製作全景影片。



圖 2 GoPro MAX 運動攝影機

(圖片擷取至 WRGO STORE 官方網站 <https://www.wr-go.com/products/gopro-max-1-1>)

(b) HTC VIVE FLOW

本研究將使用 HTC VIVE FLOW，HTC VIVE FLOW 為最精巧可攜的 VR 眼鏡，可搭配 VR 專屬操作控制器 (如圖 3)。輕巧可折疊式設計，開啟眼鏡、連接電源，浸

入 VR 世界，適合方便帶去室外網球場使用。重量為 189g、解析度為雙眼 3.2K 像素 (2x 2.1” LCD / 單眼 1,600 x 1,600)、音效支援立體聲環繞音場音效、內建回聲和噪音消除功能的雙麥克風，支援藍牙耳機。



圖 3 HTC VIVE FLOW 眼鏡及控制器

(圖片擷取至 VIVE 官方網站 <https://www.vive.com/tw/product/vive-flow/overview/>)

(c) 對打動作檢核表

申請人以本身網球技能與知能經驗編製對打動作檢核表 (如表 1)，以對打擊球時間順序、時機與正確性設計網球對打動作檢核表 (左、右手慣用手通用)，於評分檢核用。

表 1 對打動作檢核表

步驟	當對手的動作	我應該要..
1	當對手擊到球，球一離開對手球拍後	開跳步；判斷來球方向、深度、高度，立即側身拉拍
2	球在空中飛，尚未落地前	腳要移動至身體與球的距離較合適的位置
3	球落地-彈到最高點時	腳踉，同時降拍頭
4	球往下降時	在適合的高度和位置揮拍擊球
5	擊球後	腳做平衡、回防至準備位置

(d) 數位教學平台

本研究多媒體教學將應用本校數位學習中心開發的數位教學平台 - NTU COOL，本研究在 NTU COOL 平台上傳教學影片、心得作業繳交及動作影片上傳等功能。

5. 教學暨研究成果 Teaching and Research Outcomes

(1) 教學過程與成果

A. 教學過程

本課程除了上課教師口述演示教學動作外，主要以科技輔助教學方式為主，並搭配實際操作練習法。教師先於課程開始前將輔助教學影片製作完成，並將 VR 和 ipad 設定完備。授課學生於課堂上進行不同科技輔助學習後，再進行對打練習，每次上課總須執行 2 次科技輔助學習與 2 次對打練習，總共進行 4 週科技輔助教學。VR 班及 TC 班學生觀看自編建構的對打教學影片為相同內容(如圖 4)，僅分別使用不同載具觀看。

- (a) VR 班：運用 VR 觀看自編建構的 VR 網球對打教學影片，上課實景如圖 5。
- (b) TC 班：運用 ipad 觀看自編建構的網球對打教學影片，上課實景如圖 6。
- (c) 傳統班：無科技輔助影片。



圖 4 對打教案



圖 5 VR 輔助上課實景



圖 6 Ipad 輔助上課實景

B. 檢核學習成效評量方式

(a) 擊球準確性及對打動作分數

對打測驗，計時 2 分鐘，統一由專業教練陪打(如圖 7)。

擊球準確性：回擊至綠色有效區域內，累計對打擊球次數。

對打動作分數：3 位持國家級網球教練，統一由對打測驗 1~10 球(慢動作影片)，依據動作檢核表進行動作評分。

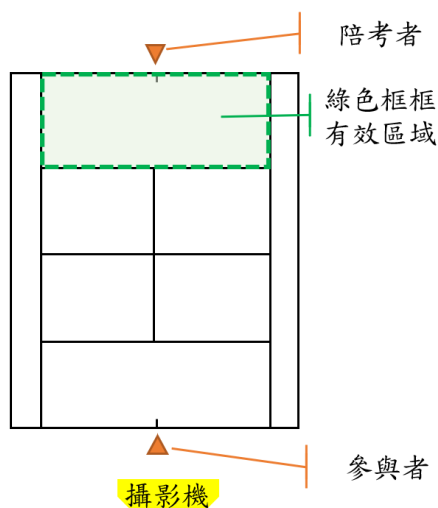


圖 7 對打測驗位置圖

(b) 上課心得與建議

為了解學生個別感受，特針對本學期運用之教學內容撰寫上課心得與建議，以文字填寫至 NTU COOL。

C. 教學成果

(a) 擊球準確性：

經統計分析後發現擊球準確性變化率，VR 班 (41.642 ± 33.019) 顯著高於 TC 班 (10.413 ± 15.668) 及傳統班 (4.082 ± 28.989) ($F = 8.215, p < .05$)，如圖 8。

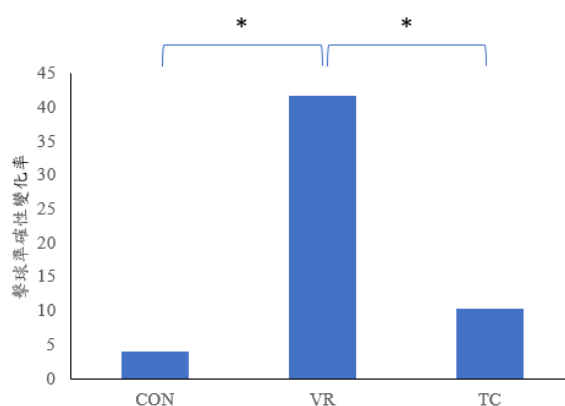


圖 8 擊球準確性變化率

(b) 對打動作分數：

本研究由三位持有國家級網球教練證之專家依照對打動作檢核表作為對打動作分數評估，評分標準為每一步驟做到的得 2 分，沒做到以 0 分計，得分越高代表對打動作越好。對打動作檢核表如表 1 所示，並以 Kendall's W 和諧係數檢定三位專家評分分數的一致性。

經統計分析後發現對打動作分數變化率，VR 班 (40.578 ± 40.069) 顯著高於 TC 班 (14.994 ± 12.697) 及傳統班 (16.368 ± 14.337) ($F = 4.327, p < .05$)，如圖 9。

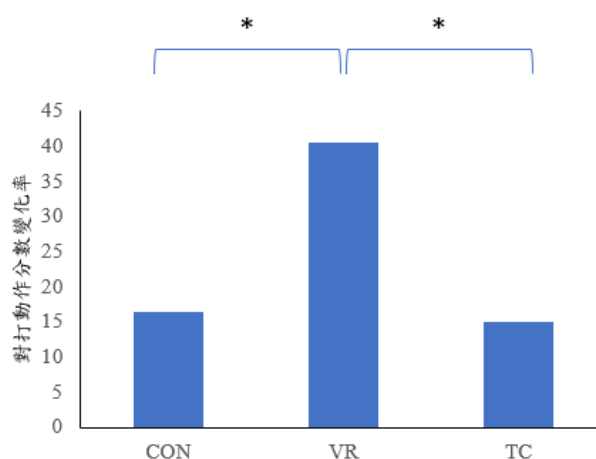


圖 9 對打動作分數變化率

(2) 教師教學反思

- A. 影片裡是右手正拍，希望將來也有左手正拍的輔助影片。
- B. 可以把影片分成正拍和反拍兩個部分。
- C. 可增加影片的重點提示指引、聲音引導、互動，幫助學生知道當下要觀察什麼。
- D. 更多技術的 VR 教案，增進課程多元性。

(3) 學生學習回饋

統整學生上課心得與建議回饋，如下表 2 所示：

表 2 學生上課心得與建議回饋

Q1: 你覺得課程中有 VR/Ipad 的輔助，對你在學習上有何成效？

科技輔助	編號	學生回饋
VR	1112VR04	我認為透過觀看 VR 的影片，我對於擊球前準備的時機有更好的掌握。看著影片中球的位置，去模仿教練腳步的移動和拉拍、踩腳、擊球的動作，也讓我做動作和擊球的節奏更加流暢。
	1112VR06	我覺得在看過 VR 影片之後，我很清楚接球的步驟和節奏，例如在對手打到球的時候要開跳步一下、跑動到定位後腳踩穩打球、打完球後回防等等，也就是更清楚對打的節奏應該是怎樣。
	1112VR07	有！因為在跟著影片裡的老師揮拍時會明顯感受到跟老師做的哪裡有差異，在隨著一次次的揮拍改善自己的動作而達到跟影片裡老師的動作達一致，而脫下眼罩之後更可以立即實際演練。

	1112VR08	VR 的輔助對我的網球課程學習帶來了顯著的成效。首先，它提供了身歷其境的體驗，讓我能夠真實地感受到網球場地的氛圍，激發我的學習興趣和投入度。透過 VR，我也可以在虛擬環境中進行練習，可以提升我的揮拍、腳步和反應能力。此外，VR 模擬訓練讓我可以重複練習各種技術動作時感到更舒適，因為我可以調整我自己的表現，這也有助於我改善技巧並提高球場上的表現。總而言之，VR 的輔助使我在網球課程中的學習更加有趣、有效和專注。
	1112VR11	可以稍微體驗跟高手抽球的感覺。
	1112VR15	有，可以實際身歷其境觀察標準的動作，能夠用此來對自身動作做檢討。
	1112VR17	我覺得主要可能對於拉拍等準備動作的時機掌握有幫助，透過跟隨影片中老師的節奏來模擬打球時的感覺。 至於在擊球方面我認為還是實際對打比較有效果。
Ipad	1112IPad01	讓我有機會仔細觀察何時該跑動的節奏，超級有幫助 之前常一直被別人說腳太慢動，但我覺得我明明就動了，結果看完影片才終於搞懂跑動的時機要多早，對於對打接到球的機會大有幫助！
	1112IPad03	我覺得成效不大，因為視角跟實際擊球有落差，某種程度上，對面在做甚麼事跟自己這邊在做甚麼事不好連結。
	1112IPad06	能觀察到老師對打過程 腳的不斷移動、穩定身體和節奏調整，也看出動作一致性和完整性的重要，實際練習時更能將分解動作連貫，偶爾跳脫思考分解動作的框架。 影片裡的擊球聲和動作可明顯感受到節奏的重要性，但實際操作仍待加強。
	1112IPad07	說實話，我覺得看完影片後，對於我在對打時「提早拉拍」、「移動距離」、「腳踩、降拍頭」、「擊球點」、「回防」的這幾個部分幫助沒有很大，倒是對於雙方的擊球節奏比較有概念。
	1112IPad08	可以看到抽球該有的動作與準備，我覺得很好。

Q2:帶著 VR 實際做動作揮拍時，是否會感到不適?

編號	學生回饋
1112VR02	有時候目光隨著球或是球拍的揮動而移動， <u>盯久了會有些暈眩不適</u> 。或是 VR 的影片距離有時會跑掉，遠離身體便會有框線出現，會干擾到影片的觀看。
1112VR05	<u>不會不適</u> ，覺得很好玩。
1112VR06	<u>我沒有特別的不適感</u> ，只是偶爾 VR 會顯示綠色格子狀的雷射線（影片仍繼續播放），在有雷射線的情況做動作揮拍會有一點不舒服。對我來說好像帶著 VR 實際做動作，比起坐著看 VR 更不會頭暈。
1112VR16	<u>有點頭暈</u> ，但如是坐著就不會。
1112VR17	因為沒有戴很久，所以 <u>其實沒有特別頭暈的感覺</u> 。

Q3: 你覺得用 VR 和你平常使用平板(或電腦)看動作教學，是否有不同的感受或成效?差別在哪?

編號	學生回饋
1112VR02	差異最大的應該在於使用 VR 時，視野會小幅度的隨著頭部擺動而移動，如此便可以模擬實際擊球時的狀況。
1112VR03	在一般看比賽精華的時候，我也會觀察對手、好手的站位，但是使用 VR 能夠讓我更身歷其境，想像自己就是打球的那個人，並模仿老師的拉拍擊球方式。
1112VR04	用 VR 觀看比較能有身歷其境的感覺，對於空間認知和深度的感覺也比用電腦看還要好，因此能更好的掌握教練的動作和空間關係，尤其是在對方將球擊回後，能更好判斷球的位置和做動作的時機。
1112VR05	不同的感覺，因為畫面是立體的，整體感受很像真實在打球一樣。
1112VR07	平常看影片比較沒有實際感，用 VR 就真的比較有同時一起練習的感覺，會增加學習成效。
1112VR08	更立體的感覺，而且能夠邊帶著邊做動作，ipad 比較難邊看邊做，或是角度就沒有 VR 這麼擬真。
1112VR01	我覺得會稍微多一點點模擬的感覺，可以隨著跟著做動作或是專注於某個地方而有更真實的感覺，但是實際上還是覺得像是在看一個影片而已，比起用電腦看影片跟著做動作好像沒有差到太多。
1112VR14	我覺得沒有特別的感受或成效，主要是如果 VR 沒有擊球的觸感的話，那我覺得跟看平板螢幕上第一人稱教練全身的來回對抽影片就夠了，戴 VR 裝置稍嫌多餘。

6. 建議與省思 Recommendations and Reflections

經由 4 週 VR 輔助教學，發現運用 VR 輔助教學可有效提升網球對打技術表現，建議未來可創建更多 VR 網球技術教案，並可新創延伸應用至其他體育課程。

特別注意的是，在教學過程中須清楚告知學生，教案中的重點，以利學生可正確觀察，同時也要留意慣用手的問題。此外，學生在課程中希望要有多元的教案變化，若讓他們看同一教案內容時，須提供他們不同的觀看重點，否則學生會覺得枯燥乏味，觀看注意力和意願會降低。

二. 參考文獻 References

- 林志勇、黃維信、宋文旭、許峻嘉(2005)。認識虛擬實境。新北市：全華圖書股份有限公司。
- 林俊宏、甘能賦 (2006)。網球運動專項體能訓練與營養調節策略之探討。 *大專體育*(84), 30-35。 <https://doi.org/10.6162/SRR.2006.84.06>
- 王苓華 (2001)。網球的應用生理學-適能發展。 *大專體育*(55), 127-132。 <https://doi.org/10.6162/SRR.2001.55.20>
- 林冠文、許雅雯 (2018)。運動知覺訓練與知覺預期能力相關文獻回顧。 *成大體育學刊*, 50(2), 47-64。 [https://doi.org/10.6406/JNCKUPER.201810_50\(2\).0003](https://doi.org/10.6406/JNCKUPER.201810_50(2).0003)
- 陳志榮、張碧峰、簡瑞宇 (2014)。鏡像神經元的活化對於動作技能學習之研究。 *運動教練科學*(35), 47-57。 <https://doi.org/10.6194/SCS.2014.35.04>
- 劉記帆 (2015)。頂尖女子網球職業選手單打發球優勢與接發球回擊表現之探討 (未出版碩士論文)。國立臺灣師範大學，台北市。
- 鄧正忠 (2003)。知覺訓練對網球底線抽球預期表現之影響。 *大專體育學刊*, 5(1), 119-125。 [https://doi.org/10.5297/ser.200306_5\(1\).0010](https://doi.org/10.5297/ser.200306_5(1).0010)
- Bideau, B., Kulpa, R., Vignais, N., Brault, S., Multon, F., & Craig, C. (2009). Using virtual reality to analyze sports performance. *IEEE Computer Graphics and Applications*, 30(2), 14-21. <https://doi.org/10.1109/MCG.2009.134>
- Craig, C. (2013). Understanding perception and action in sport: how can virtual reality technology help? *Sports Technology*, 6(4), 161-169. <https://doi.org/10.1080/19346182.2013.855224>
- Farley, O. R., Spencer, K., & Baudinet, L. (2020). Virtual reality in sports coaching, skill acquisition and application to surfing: A review. *Journal of Human Sport and Exercise*, 15(3), 535-548 <https://doi.org/10.14198/jhse.2020.153.06>
- Isogawa, M., Mikami, D., Fukuda, T., Saijo, N., Takahashi, K., Kimata, H., & Kashino, M. (2018). *What can vr systems tell sports players? reaction-based analysis of baseball batters in virtual and real worlds*. Paper presented at the 2018 IEEE Conference on Virtual Reality and 3D User Interfaces (VR). Tuebingen/Reutlingen, Germany. <https://doi.org/10.1109/VR.2018.8446073>
- Kovacs, M. (2006). Applied physiology of tennis performance. *British journal of sports medicine*, 40(5), 381-386. <https://doi.org/10.1136/bjism.2005.023309>
- Le Noury, P., Buszard, T., Reid, M., & Farrow, D. (2021). Examining the representativeness of a virtual reality environment for simulation of tennis performance. *Journal of Sports Sciences*, 39(4), 412-420. <https://doi.org/10.1080/02640414.2020.1823618>
- McGuckian, T. B., Cole, M. H., & Pepping, G.-J. (2018). A systematic review of the technology-based assessment of visual perception and exploration behaviour in association football. *Journal of Sports Sciences*, 36(8), 861-880. <https://doi.org/10.1080/02640414.2017.1344780>
- Molet, T., Aubel, A., Çapin, T., Carion, S., Lee, E., Magnenat-Thalmann, N., . . . Thalmann, D. (1999). Anyone for tennis? *Presence: Teleoperators and Virtual Environments*, 8(2), 140-156. <https://doi.org/10.1162/105474699566134>
- Multon, F., Kulpa, R., & Bideau, B. (2011). Special issue: Virtual reality and sports guest editors' introduction. *Presence: Teleoperators and Virtual Environments*, 20(1), iii-iv. https://doi.org/10.1162/pres_e_00029
- Neumann, D. L., Moffitt, R. L., Thomas, P. R., Loveday, K., Watling, D. P., Lombard, C. L., . . . Tremeer, M. A. (2018). A systematic review of the application of interactive virtual reality to sport. *Virtual Reality*, 22(3), 183-198. <https://doi.org/10.1007/s10055-017-0320-5>
- Noser, H., Çapin, T., Pandzic, I., Magnenat Thalmann, N., & Thalmann, D. (1996). *Playing games through the virtual life network*. Retrieved from
- Noser, H., & Thalmann, D. (1997). *Sensor based synthetic actors in a tennis game simulation*. Paper presented at the Proceedings Computer Graphics International. Hasselt and Diepenbeek, Belgium. <https://doi.org/10.1109/CGI.1997.601300>
- Pagé, C., Bernier, P.-M., & Trempe, M. (2019). Using video simulations and virtual reality to improve decision-making skills in basketball. *Journal of Sports Sciences*, 37(21), 2403-2410.

- [https://doi.org/ 10.1080/02640414.2019.1638193](https://doi.org/10.1080/02640414.2019.1638193)
- Petri, K., Masik, S., Danneberg, M., Emmermacher, P., & Witte, K. (2019). Possibilities to use a virtual opponent for enhancements of reactions and perception of young karate athletes. *International Journal of Computer Science in Sport*, 18(2), Journal homepag. <https://doi.org/10.2478/ijcss-2019-0011>
- Rojas Ferrer, C. D., Shishido, H., Kitahara, I., & Kameda, Y. (2020). Read-the-game: System for skill-based visual exploratory activity assessment with a full body virtual reality soccer simulation. *PloS one*, 15(3), e0230042. <https://doi.org/10.1371/journal.pone.0230042>
- Stone, J. A., Strafford, B. W., North, J. S., Toner, C., & Davids, K. (2018). Effectiveness and efficiency of virtual reality designs to enhance athlete development: An ecological dynamics perspective. *Movement and Sport Sciences Science and Motricité*, (102), 51-60. <https://doi.org/10.1051/sm/2018031>
- Vignais, N., Bideau, B., Craig, C., Brault, S., Multon, F., & Kulpa, R. (2009). Virtual environments for sport analysis: Perception-action coupling in handball goalkeeping. *International Journal of Virtual Reality*, 8(4), 43-48. <https://doi.org/10.20870/IJVR.2009.8.4.2748>
- Vignais, N., Kulpa, R., Brault, S., Presse, D., & Bideau, B. (2015). Which technology to investigate visual perception in sport: Video vs. virtual reality. *Human Movement Science*, 39, 12-26. <https://doi.org/10.1016/j.humov.2014.10.006>
- Williams, A. M., Ward, P., Knowles, J. M., & Smeeton, N. J. (2002). Anticipation skill in a real-world task: Measurement, training, and transfer in tennis. *Journal of Experimental Psychology: Applied*, 8(4), 259. <https://doi.org/10.1037/1076-898X.8.4.259>
- Williams, A. M., Ward, P., Smeeton, N. J., & Allen, D. (2004). Developing anticipation skills in tennis using on-court instruction: Perception versus perception and action. *Journal Of Applied Sport Psychology*, 16(4), 350-360. <https://doi.org/10.1080/10413200490518002>
- Wood, G., Wright, D. J., Harris, D., Pal, A., Franklin, Z. C., & Vine, S. J. (2021). Testing the construct validity of a soccer-specific virtual reality simulator using novice, academy, and professional soccer players. *Virtual Reality*, 25(1), 43-51. <https://doi.org/10.1007/s10055-020-00441-x>
- Zaal, F. T., & Bootsma, R. J. (2011). Virtual reality as a tool for the study of perception-action: The case of running to catch fly balls. *Presence*, 20(1), 93-103. https://doi.org/10.1162/pres_a_00037

三. 附件 Appendix (請勿超過 10 頁)