

虛擬實境系統用於提升籃球認知觀念與技巧的訓練效果：系統性回顧

陳羿揚*

閩南師範大學體育學院

*通訊作者：陳羿揚

通訊地址：363000 福建省漳州市薌城區縣前直街 36 號

E-mail: hc7022709@gmail.com

DOI:10.6167/JSR.202512_34(2).0010

投稿日期：2025 年 5 月 接受日期：2025 年 10 月

摘要

本研究目的在於深度解析近年虛擬實境系統應用於提升籃球認知觀念與技巧的訓練效果。以系統性回顧方式於 Google Scholar 與 Airiti Library 華藝線上圖書館輸入英文與中文關鍵詞，檢索 2016 年 1 月至 2025 年 3 月，共 9 年與關鍵詞相關的 11 篇實證研究；解析此類主題之實驗設計、適用的參與者人數與背景差異、使用工具比較、訓練時間差異、成效差異與保留效果等。結果證實，近 9 年虛擬實境系統用於提升籃球認知觀念與技巧的訓練效果適用參與者涵蓋 189 名男性 (62.4%) 與 114 名女性 (37.6%)，共 303 人次；包含大學球員、U19 國家隊球員、教師、初學者與殘障球員。使用的工具為虛擬實境系統、慣性測量單元、動作捕捉系統、表面肌電儀與測力板、臨場感評估問卷、運動意象能力問卷、模擬器不適感量表、比賽表現評量與中小學體育態度量表，介入訓練時間最短以 12 次，每次 5 分鐘，至最長的 8 週，共 16 堂體育課。效果相較傳統籃球訓練顯著提升技術動作、戰術決策、心理沉浸感與感官認知，但在降低認知負荷與體育態度與傳統訓練效果相近，且鮮少確認保留效果。整體而言，虛擬實境系統可提升 U19 國家隊球員、教師、初學者與殘障的男性與女性球員籃球技術動作、戰術決策、心理沉浸感與感官認知，但在降低認知負荷與體育態度方面，則與傳統訓練效果相近。

關鍵詞：運動科技、沉浸式體驗、戰術執行、教學

壹、緒論

傳統籃球觀念與認知建立被定義為包括正確的技術動作、戰術、心理素質及團隊合作等 (Krause & Nelson, 2019)；球員在學習與訓練時，教師或教練通常以外在注意力焦點 (external focus of attention) 或內在注意力焦點 (internal focus of attention) 以口述進行講解，再搭配戰術板與自身動作示範 (陳羿揚、黃筱祺, 2022；陳羿揚等, 2022)；必要時則以學習者作為防守方，以教練為主體講解跑動位置、三威脅 (triple threat) 概念、空手跑位 (off-ball movement) 時機、盯人防守與區域防守等相關觀念，或透過攻守紀錄分析提出相對應的籃球觀念與認知或採用意象訓練 (imagery training for athletes) 進行 (陳若芸、林啟賢, 2014；鄭智仁, 2019)。此方式優勢為教練親自示範與指導，使球員能更直觀理解動作要領與比賽中的攻防策略，同時強調球員間即時溝通與配合，培養默契與戰術執行能力並適應觀眾壓力、裁判判決、對手干擾等心理因素。然而，劣勢則需要團隊配合，無法進行單人的客製化觀念與認知訓練；再者，長期傳統訓練下有 70.9% 的球員在未接觸其他球員與物體的情況下產生傷害，其中 74.8% 為下肢，下肢中以 22.9% 為膝關節傷害 (Moreno-Pérez et al., 2023)。此外，因為需配合場地、設備與教練的教學時間，而可能因場地開放時間、天氣與其他外在因素，而無法隨時進行訓練；雖然可透過教練剪輯競賽影片加以講解，但由於無法有效互動，可能導致觀念與認知的建立效果相當有限 (林怡君、施登

堯, 2018)。欲解決上述問題，應可以虛擬實境 (virtual reality, VR) 系統搭配慣性測量單元 (inertial measurement unit, IMU)，協助籃球觀念與認知訓練，方可彌補傳統訓練中因為無法進行單人客製化訓練、長期傳統訓練容易提升受傷機率、因場地、設備、教練教學時間、天氣等外在因素影響，而無法隨時進行訓練的劣勢 (Chen, 2022; Ma et al., 2020; Macedo et al., 2019)。

製作 VR 籃球訓練系統需事先確定系統的目標需求，包含戰術理解、個人技能訓練或團隊戰術教學等，同時構思系統框架內容，確認是否採用動作追蹤、戰術模擬、互動式訓練等；再選擇適合的硬體設備，包含 VR 頭戴式顯示器 (如 Meta Quest、HTC VIVE)、IMU、動作捕捉系統等；接著建立球場、球員模型、戰術路線等籃球場景，並設計互動式訓練模式，讓使用者能夠在 VR 環境中學習戰術並進行模擬比賽 (Liu et al., 2023; Pagé et al., 2019)；再整合電腦視覺技術，追蹤球員動作並提供即時反饋 (Tsai et al., 2020)；並選用深度學習演算法，或採用社會科學統計軟體進行訓練前、後相關數據的考驗，達到客觀比對訓練前、後的效果 (陳羿揚、黃筱祺, 2023；Kenjayeva et al., 2025)。目前已經證實藉由 VR 協助籃球訓練，在技能方面可顯著提升球員學習籃球技能的速度，並提升技術動作評估的準確性，使技術動作更為流暢；觀念與認知方面，能提升球員決策能力、戰術執行與跑位表現，並與傳統戰術板相比，VR 提供了更好的體驗，使球員能夠更直觀的理解戰術運作方式，使訓練與學習籃球相關技術與認知更加投入 (Chen, 2022; Macedo et al., 2019;

Panchuk et al., 2018; Tsai et al., 2017, 2020)。顯見，VR 在籃球訓練與戰術教學中的應用具有媲美傳統訓練的效果，甚至在技術掌握、認知觀念均優於傳統訓練，並為球員提供更安全、高效與便利的訓練環境。

然而，固有的教練或教師在培訓的過程中，仍僅接收到傳統的籃球訓練模式，舉凡中華民國體育運動總會辦理教練暨裁判增能進修研習會課程表中，培訓的內容包含體育政策、運動管理學、認識心理如何影響運動訓練效率與賽場表現、找出自己項目的關鍵心理技能、瞭解與評量心理技能與如何提升球員的信心等課程內容，主要從管理學與心理學層面著手（中華民國體育運動總會，2025）。然而，上述課程並未簡介 VR 或其他科技產品如何協助提升籃球觀念，與認知訓練的具體方式和效果；原因在於 VR 應用於協助籃球觀念與認知訓練直至近年才逐漸盛行，且目前屬於資訊工程、電機工程、工業工程領域範疇，使教練、教師與運動科學人員鮮少接觸過相關資訊。因此，有必要以系統性方式彙整 VR 應用於協助籃球觀念與認知訓練的相關實證論文，深度解析此類主題之實驗設計、適用的參與者人數與背景差異、使用工具比較、訓練時間差異、成效差異、保留效果等，提供教練、教師在實務教學與訓練時提升球員學習效果，同時提供運動科學人員後續研究之具體參考依據。

據此，本研究參考系統性回顧與統合分析首選報告項目聲明書 (preferred reporting items for systematic reviews and meta-analysis, PRISMA) 建議進行相關流程，並

分為文獻搜尋策略、文獻搜尋與文獻篩選，以及品質評估等進行說明，具體目的如下：

- 一、以系統性回顧釐清 2016 年 1 月至 2025 年 3 月共 9 年，VR 協助籃球觀念與認知訓練的研究現況。
- 二、釐清適用的參與者人數與背景差異、使用工具比較、訓練時間差異、成效差異、保留效果等。
- 三、提出此類主題未來研究方向與相關建議。

貳、方法

一、文獻檢索策略

本文檢索的文獻資料庫、擬定的關鍵詞、審查納入和排除的條件標準，皆事先經由兩位在大專院校從事教職的教師，一位具有 6 年的運動訓練課程教學經驗，另一位任教 5 年運動生物力學與運動科技相關課程，同為曾獲得 2022 年福建省第十七屆運動會女子籃球賽第 8 名的帶隊教練，與一位工程科學博士生、體育學院博士生共同商討。本研究期望瞭解 VR 在籃球戰術的應用，欲用於提升戰術執行、教學與訓練之實務貢獻，因此在正式檢索文獻前將關鍵詞設定為“virtual reality”、“immersive experience”、“basketball”、“tactical execution”、“teaching”、“training”；中文關鍵詞為「虛擬實境」、「沉浸式體驗」、「籃球」、「戰術執行」、「教學」、「訓練」。

由於 2016 年 VR 技術取得關鍵突破 (如 Oculus Rift、HTC VIVE 發布等) 而被稱

為「虛擬實境元年」(Riva et al., 2016)；因此擬定檢索起始至結束年限從 2016 年 1 月至 2025 年 3 月共 9 年，作為本研究擬定資料庫搜尋時間。本研究英文文獻以 Google Scholar 進行檢索，初步檢索出 1470 篇；中文以 Airiti Library 華藝線上圖書館使用進階查找，並在各關鍵詞中以“or”相連接，同時文章類型勾選「期刊論文」；在學科分類中勾選「社會科學」；語言勾選「繁體中文」；國家／地區勾選「臺灣」；核心期刊所引勾選「ACI」(Academic Citation Index，學術引用文獻資料庫)與「TSSCI」(Taiwan Social Sciences Citation Index，臺灣社會科學核心期刊)；出版品名稱勾選《體育學報》、《大專體育學刊》、《運動教練科學》、《數位學習科技期刊》、《嘉大體育健康休閒期刊》與《中原體育學報》；初步檢索出 563 篇，初步檢索共計 2,033 篇。

二、文獻篩選

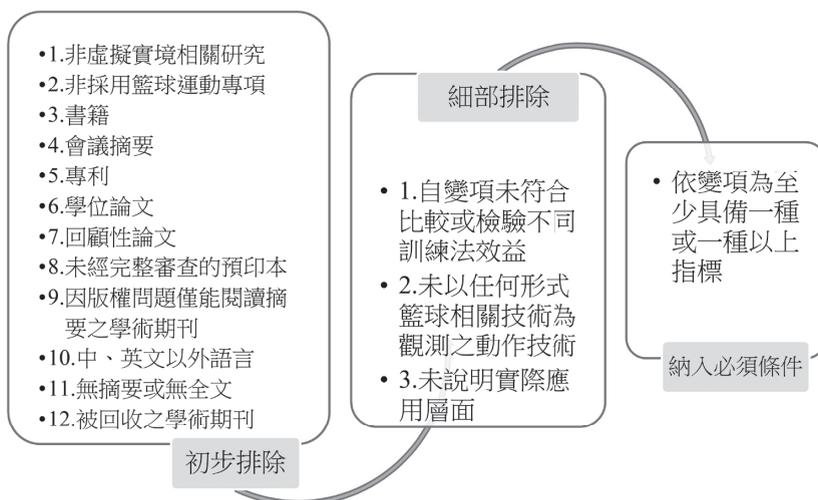
將搜尋到的 2,033 篇文獻經由研究員們多次開會討論，規劃初步與細部排除條件；同時設立納入研究分析的必須條件；並在每階段篩選後，需將符合的文獻提供給每位研究員重複確認至少 3 位研究員同意，方可納入進行深度分析，文獻篩選條件，如圖 1。

參、結果

一、選擇過程與數據收集過程

將檢索後的 2,033 篇相關文獻經由 4 位審查員，依初步及細部納入與排除條件進行過濾，包含樣本特性（作者、發表年分）、實驗設計、樣本與資料來源、動作辨識判定成功率指標、研究結果與實務貢獻等；並在每階段篩選後，需將符合的文獻提供給每位研究員重複確認至少 3 位研究員同

圖 1
文獻篩選條件



意，方可納入進行深度分析。經初步與細部納入和排除的條件逐一過濾後，本研究共納入 10 篇英文與 1 篇中文，共 11 篇文獻，並以納入的順序進行排列進行分析。期刊論文篩選流程，如圖 2。

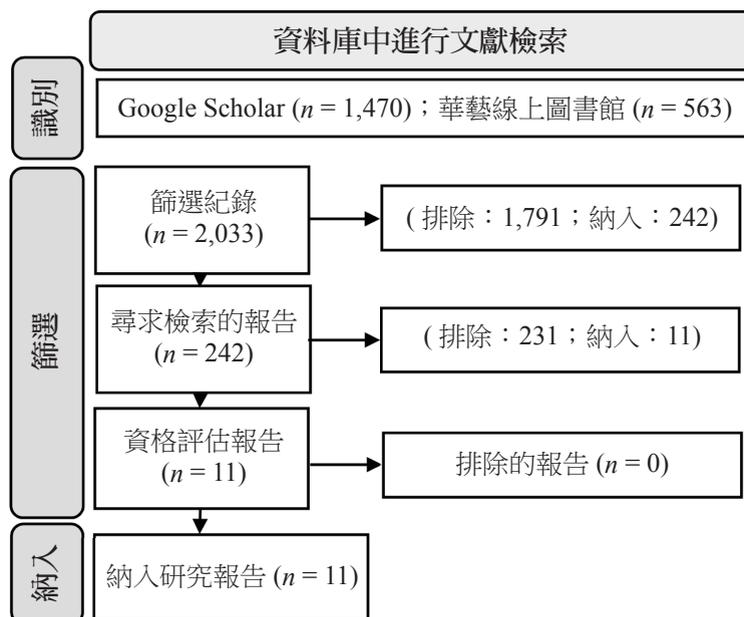
二、研究品質風險評估

本研究採用非隨機化研究質量的工具——紐卡索渥太華量表 (Newcastle-Ottawa scale, NOS) 進行研究品質評估，作為研究的偏倚風險依據 (Luchini et al., 2017)。此評估工具評估方式可分為評估研究對象的代表性、非暴露組的選擇方式，以及暴露因素的測量方法的選擇性 (selection)；確保研究組與對照組在設計或分析時考慮了混雜因素，以提升研究的內部效度的可比性 (comparability)；與評估研究對象的結

局測量是否充分、隨訪時間是否足夠長，以及隨訪的完整性結局 (outcome)。7-9 分被認為是高質量研究，4-6 分屬於中等質量研究，低於 4 分則可能存在較高的偏倚風險；總分為 9 分，分數越高表示研究質量越高。經分析後發現，11 篇中 9 篇為中等質量研究；2 篇為低質量研究；整體平均分數為 4.54 分。

進一步檢視 Li (2018) 與 Chen (2022) 2 篇皆著重在研發與建置籃球技術教學系統，而對於模型與數據處理的實驗控制 (幾何建模與優化、網格細分算法與圖像預處理、目標跟蹤算法控制) 相對嚴謹，屬資訊工程領域。然而，兩研究在實際招募參與者時，皆未明確說明性別、人數等相關背景、是否控制技術水平等個體差異、動作捕捉或模擬實驗的重複次數，導致被

圖 2
期刊論文篩選流程



評為低質量研究。研究品質評估結果，如圖 3。

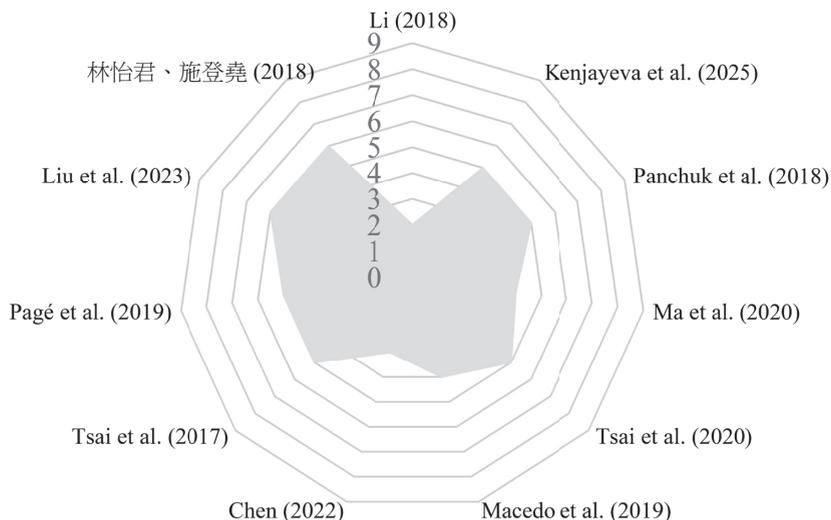
三、研究特點

此類研究主題可分為 5 篇以 VR 系統建立籃球技術教學系統為最多 (表 1)；3 篇建立籃球決策能力教學系統次之；2 篇建立籃球戰術教學系統；少數 1 篇建立殘障籃球視角系統來推廣殘障籃球奧運。顯見，目前此類主題的趨勢以建立籃球技術教學系統取代傳統戰術板來進行戰術教學與訓練為主要趨勢；其次則採用 VR 協助建立正確的籃球運動決策能力，目的皆為了研發或測試 VR 系統用於提升籃球相關技巧與認知的訓練效果。然而，僅 1 篇使用 VR 提供虛擬情景模擬殘障籃球，同時檢驗此系統能否順利作為身障人士教學與訓練的工具，來提升訓練效果與過程中的安全性 (Macedo et al., 2019)。顯見，VR 除了可作

為協助訓練的系統外，而外也能成為推廣與宣傳運動的工具之一。

從自變項而言 (表 1)，有 6 篇操弄傳統與 VR 訓練來比較訓練效果為主要趨勢。另外，有 3 篇操弄不同設備，其中又分為 2 篇比較傳統戰術板、2D 影像與 VR；1 篇操弄 VR 與虛擬輪椅；而少數各 1 篇比較高擬真與簡單擬真的不同類型 VR 技術，和不同訓練方式與介入時間。在此類主題中多數皆為比較傳統與 VR 訓練的效果；原因可能為目前仍處於驗證 VR 系統的訓練效果能否媲美傳統訓練，或甚至優於傳統訓練。另外一原因不排除本研究在篩選條件時，設立排除了「自變項未符合比較或檢驗不同訓練法效益」所致；舉凡 Yin et al. (2024) 研究中使用 VR 系統進行籃球認知教學，再以訪談方式評估參與者對 VR 教學的接受度與適應情況。然而，此實驗設計並未透過操弄不同訓練方式來

圖 3
研究品質評估結果



驗證 VR 系統的訓練效果，故在篩選時則進行排除。

從依變項而言 (表 1)，此類主題驗證 VR 對於訓練的效果可分為單純檢驗運動表現、同時檢驗運動表現與認知表現、單純檢驗認知表現等三類。其中以 5 篇同時檢驗運動表現與認知表現，包含運動表現的投籃準確度、反應時間、小型比賽表現評分 (4 對 4)、成功傳球數、助攻數、控球穩定性、比賽表現；與認知表現相關的認知

負荷、決策能力得分數、參與感受、被教學與訓練效果、系統應用效率、沉浸感、戰術理解能力、戰術執行準確性、猶豫時間、運動想像能力、視線行為、籃球觀念、體育學習態度等為最主要趨勢。次多為 4 篇單純檢驗 VR 體驗後的認知表現；包含沉浸感、系統的可用性、真實感、互動感、目標跟蹤的效果、行為意向、判斷時間與籃球觀念決策準確性等單純評估主觀或認知感受。少數僅有 1 篇單純以運動表現中

表 1
研究目的與變項的比較

| 作者 (年分) | 目的 | 自變項 | 依變項 |
|-------------------------|---------------------|--|-----------------------------------|
| Li (2018) | 建立籃球技術教學系統 | 不同訓練方式 (傳統 vs VR) | 投籃軌跡、運動狀態、球體飛行軌跡、籃球與籃框及籃板的碰撞及反彈 |
| Kenjayeva et al. (2025) | 建立籃球技術教學系統 | 不同訓練方式 (傳統 vs VR) | 投籃準確度、反應時間和認知負荷 |
| Panchuk et al. (2018) | 建立籃球決策能力教學系統 | 不同訓練方式 (傳統 vs VR) | 決策得分、小型比賽表現評分 (4 對 4)，成功傳球數、助攻數 |
| Ma et al. (2020) | 建立籃球技術教學系統 | 不同訓練方式 (傳統 vs VR) | 參與感受、教學、訓練效果、應用效率與沉浸感 |
| Tsai et al. (2020) | 建立籃球戰術教學系統 | 不同設備 (傳統戰術板 vs 2D 影像 vs VR) | 戰術理解能力、戰術執行準確性、猶豫時間、運動想像能力 |
| Macedo et al. (2019) | 建立殘障籃球視角系統，推廣殘障籃球奧運 | 不同設備 (VR vs 虛擬輪椅) | 沉浸感、系統的可用性、真實感、互動感 |
| Chen (2022) | 建立籃球技術教學系統 | 不同類型的 VR 技術 (高擬真 vs 簡單擬真) | 目標跟蹤的效果 |
| Tsai et al. (2017) | 建立籃球戰術教學系統 | 不同設備 (傳統戰術板 vs 2D 影像 vs VR) | 行為意向、判斷時間 |
| Pagé et al. (2019) | 建立籃球決策能力教學系統 | 不同訓練方式 (CS 組 vs VR vs 對照組)、不同介入時間 (介入訓練 vs 立即反應) | 決策準確性 |
| Liu et al. (2023) | 建立籃球技術教學系統 | 不同訓練方式 (傳統 vs VR) | 視線行為、籃球觀念與認知、控球穩定性 |
| 林怡君、施登堯 (2018) | 建立籃球決策能力教學系統 | 不同訓練方式 (傳統 vs VR) | 體育學習態度、認知與比賽表現 |

的投籃軌跡、運動狀態、球體飛行軌跡、籃球與籃框及籃板的碰撞及反彈作為評估訓練效果的指標 (Li, 2018)。從上述歸納出的三類依變項可發現，此類主題除了檢驗 VR 能否順利取代傳統訓練外，亦同時評估了使用者體驗過 VR 系統後對系統的認知感受，此方式不僅能確認訓練效果能否媲美傳統訓練外，同時亦可從訓練效果中與使用者認知作為研發與調整 VR 之依據；進一步提升訓練效益與 VR 的體驗感受；且相較於單純檢驗籃球觀念認知、系統體驗感受或運動表現，具有更完整的參考依據。

肆、討論

一、參與者人數與背景差異

此類主題所適用的參與者人數，可區分為將男生與女生主題人次皆呈現，與完全未說明兩類 (表 1)。其中，9 篇皆呈現具體的性別比例，且總共涉及 189 名男性；114 名女性，共 303 人次；男性占比 62.4%；女性占比 37.6%。進一步分析男性最多的為一次觀測 41 名，女性最多則為 30 名；且一次觀測最多人數的為 60 人次，最少人次的為 14 名。然而，僅有 3 篇完全未說明男、女性具體人數。從社會科學的角度而言，研究中未呈現具體的男性、女性人數與總人數可能會使得其他研究者難以進行後續比較或驗證研究結果，而降低研究的可重複性與比較性，且性別比例可能影響運動表現、心理因素或生理反應，未提供詳細人數可能導致統計分析失準

(Deaner et al., 2015)。反觀，完整的樣本資訊有助提升研究的透明度，未提供性別與總人數可能影響研究的可信度 (Costello et al., 2014)。此外，參與者人數過少可能導致統計檢定力不足，使得研究結果難以達到顯著性標準 (Ioannidis, 2005)，同時可能無法代表更廣泛的族群，影響研究結果的外部效度或容易受到個別參與者特徵的影響，導致結果產生誤差 (Kahneman et al., 2021)。因此，建議相關研究人員可在正式實驗前使用 Cohen's *d* 或 Eta-squared 來評估變數之間的影响力，確保樣本數足夠以達到統計顯著性 (Lakens, 2013)；或以 GPower* 軟體來計算所需的樣本數，以確保研究結果具有足夠的統計功效，同時避免收取過多參與者，浪費人力、物力等資源 (Faul et al., 2007)。

進一步檢驗參與者技術層級 (表 2)，最多的有 4 篇大學層級參與者，其中 2 篇為一般大學生且包含大學教師；2 篇為大學球員；1 篇以 U19 國家隊球員為最高層級；另外，有 1 篇殘障球員；1 篇有籃球經驗的球員；1 篇初學至專業球員；年齡最小的為 1 篇的八年級學生；然而有 1 篇並未具體說明參與者背景。顯見，此類 VR 系統協助籃球訓練適用的參與者範圍從最高 U19 國家隊球員、大學學生、教師至初學、有經驗的八年級生，表示 VR 系統確實可協助乃至不同技術層級之參與者提升籃球技術與認知表現。然而，Chen (2022) 研究中未呈現參與者的具體技術層級，除了上述提到可能導致其他研究者難以在相同技

表 2
參與者背景差異

| 作者 (年分) | 性別 | 人數 | 層級 | 研究工具 |
|-------------------------|---------------------|-----------------------------|----------------|-------------------------|
| Li (2018) | 未說明 | 未說明 | 籃球球員 | VR、Moven 動作捕捉系統、IMU |
| Kenjayeva et al. (2025) | 男性 40 名， 女性 20 名 | 60 | 一般大學生 | VR、IMU |
| Panchuk et al. (2018) | 男性 10 名， 女性 10 名 | 20 | U19 國家隊 | VR |
| Ma et al. (2020) | 未說明 | 未說明 | 一般大學生、 籃球教師 | VR、動作捕捉系統、表面肌電儀、測力板 |
| Tsai et al. (2020) | 男性 34 名， 女性 15 名 | 招募了 52 位參與者， 有效數據只有 49 位 | 大學籃球員 | VR、傳統籃球戰術板、SIAQ、SSQ、SUS |
| Macedo et al. (2019) | 男性 13 名， 女性 5 名 | 18 | 殘障球員 | VR、PQ、SSQ |
| Chen (2022) | 未說明 | 未說明 | 未說明 | VR、IMU、動作捕捉系統、PQ |
| Tsai et al. (2017) | 男性 41 名， 女性 19 名 | 60 | 初學至專業 | VR、平板式數位戰術板、PQ、SIAQ |
| Pagé et al. (2019) | 男性 21 名和 女性 6 名 | 27 | 大學球員 | VR、錄音機 |
| Liu et al. (2023) | 女性 9 名， 男性 5 名 | 14 | 有籃球經驗的 球員 | VR、SIAQ、IPQ、SSQ |
| 林怡君、施登堯 (2018) | 男性 25 名和 女性 30 名 | 55 | 八年級學生 | VR、體育態度量表、GPAI |

註：SIAQ：sport imagery ability questionnaire (運動意象能力問卷)；SSQ：simulator sickness questionnaire (模擬器不適感量表)；SUS：slater-usoh-steed presence questionnaire (系統易用性量表)；PQ：presence questionnaire (存在感問卷)；IPQ：igroup presence questionnaire (沉浸感量表)；GPAI：game performance assessment instrument (比賽表現評量)。

術水平的受試者群體中進行驗證，而降低研究的可重複性與統計效果外，亦可能使教練或教師在擬定訓練計畫實務應用時，導致擬定的運動強度過高或過低等不適當的安排，而降低實際訓練效果 (Hopkins, 2000)。

綜合上述，此類主題參與者以男性為主；技術層級範圍涵蓋大學球員、U19 國家隊球員、教師、初學者與殘障球員。然

而，未具體說明技術層級可能導致研究的可重複性降低，並影響訓練方式的適用性。因此，為確保研究結果的統計功效與適用性，建議研究者運用 Cohen's *d* 或 GPower* 軟體計算樣本數，確保足夠的統計顯著性，同時避免資源浪費，提升研究透明度與可靠性。未來研究應關注受試者技術層級的詳細呈現，以提升研究結果的應用價值與準確性。

二、使用工具比較

從研究工具層面而言，可細分成一併使用科技設備與問卷、量表兩大類(表2)；在科技設備方面，所納入的研究皆使用VR系統；其中6篇使用的品牌包含了 Samsung Gear VR、HTC VIVE Focus、HTC VIVE、Utopia 360 Head Mounted Display、StarVR 與 VR-BOX。然而，有5篇未實際說明使用品牌。從有具體列出VR品牌的研究中可發現，2篇使用HTC包含支援六自由度追蹤技術，內建 Qualcomm Snapdragon 835 處理器，無需連接電腦即可運行，配備 3K AMOLED 螢幕，提供高解析度與沉浸式體驗的 VIVE Focus，與支援 SteamVR 追蹤系統具備高精度追蹤技術，適用於遊戲、醫療應用與虛擬訓練的 VIVE (Borglund et al., 2021)。另外，1篇則使用由三星電子與 Oculus VR 合作開發，具備觸控板、回退按鈕及視野調整功能，適用於移動 VR 遊戲與模擬的 Samsung Gear VR，與1篇使用適用於教育與訓練的 VR 頭顯，提供沉浸式學習體驗的 Utopia 360 Head Mounted Display (Jensen & Konradsen, 2018)。另外，1篇使用具備 210 度水平視野與 130 度垂直視野，採用 AMOLED 顯示技術，支援眼球追蹤與動態注視點渲染，提供極高沉浸感 StarVR；和1篇使用低成本 VR 體驗與基礎虛擬現實研究，可用於心理學與教育領域的虛擬現實應用的 VR-BOX (Teaford et al., 2025)。

上述 VR 設備皆各有特色，優勢在於不論採用哪些品牌皆可從行動裝置的便利性到高端沉浸式體驗，涵蓋了不同的使用

場景，使球員在安全環境中體驗不同情景比賽狀況與節奏，且可反覆觀看與體驗特定戰術情境，強化戰術記憶與判斷速度。然而，劣勢在於無法完全還原身體碰撞、力量分布與球感，對需要真實進行對抗的技能(如搶籃板、卡位、控球)效果有限 (Bideau et al., 2010)。再者，長時間使用可能出現暈眩、眼睛疲勞等不適而影響訓練效果 (Pallavicini et al., 2019)；此外，VR 資料庫需持續更新戰術與對手策略，對基層球隊或學校可能負擔較大等 (Michalski et al., 2019)。

其他科技設備方面，有3篇同時使用 IMU 與3篇動作捕捉系統。1篇使用表面肌電儀器與測力板。IMU 主要用於記錄動作過程中肢體所產生的加速度、角速度和方向變化，從而提供精確的運動數據；舉凡 Kenjayeva et al. (2025) 使用 IMU 量化投籃準確度和反應時間，評估 VR 訓練是否能更有效提升運動技能。此外，使用動作捕捉系統可協助記錄球員的肢體動作，並提供詳細數據，幫助教練和球員分析技術細節，用以投籃姿勢與步伐調整等，並在虛擬空間中與虛擬球員互動，增強學習的沉浸感，使訓練更具真實性 (Chen, 2022; Li, 2018; Ma et al., 2020)。此外，表面肌電儀器主要在用於記錄球員在執行動作時的肌肉電位變化，幫助研究人員分析不同訓練方式對肌肉活化的影響；舉凡透過觀測肌肉活化，可比較 VR 訓練與傳統訓練對肌肉負荷的影響，確保虛擬環境中的動作能夠有效模擬真實運動；而透過測力板可分析球員的平衡能力、步態模式

與不同訓練方式對運動表現的影響 (Ma et al., 2020)。然而，使用 IMU、動作捕捉系統、表面肌電儀器、測力板的劣勢除了需昂貴的價格外，在使用上 IMU、動作捕捉系統與測力板需耗費時間校正、表面肌電儀器則需耗材更換；此外，欲記錄動作過程則需在球員以光球進行標記，且對光線、反射面、遮擋敏感，球員快速移動容易造成標記點丟失等問題。此外，數據採集與分析需要具備運動生物力學背景的技術人員，否則數據易被誤解。

在問卷與量表方面，最多有 5 篇使用虛擬環境中的臨場感評估問卷，主要用於評估使用者在虛擬環境中的沉浸感與存在感，包括存在感問卷 (presence questionnaire, PQ)、沉浸感量表 (igroup presence questionnaire, IPQ)、系統易用性量表 (slater-usoh-steed presence questionnaire, SUS)。PQ 量表主要衡量使用者在虛擬環境中的臨場感，測驗維度包含投入程度 (involvement) 和沉浸感 (immersion) 兩個主要層面，並透過里克特量尺評估使用者對虛擬環境的控制感、感官刺激、注意力分散程度及環境真實感 (Melo et al., 2023)；另外，IPQ 問卷具體測驗方式則有一般臨場感、空間臨場感、參與度與真實感等 5 個維度，採用 7 級評分制來評估沉浸式環境中的主觀體驗 (Tran et al., 2024)；SUS 問卷則強調比較「主觀臨場感」，且以 7 點或 10 點量表比較不同 VR 設備或技術的效果 (Souza et al., 2021)。另外，納入的文獻中還包含各 3 篇使用運動意象能力問卷 (sport imagery ability questionnaire, SIAQ) 與模擬器不適

感量表 (simulator sickness questionnaire, SSQ)。SIAQ 問卷用於測量球員在運動過程中生成和使用運動意象的能力，問卷中包含技能意象 (skill imagery)、策略意象 (strategy imagery)、目標意象 (goal imagery)、情緒意象 (affect imagery)、精熟意象 (mastery imagery) 5 個維度，並以 7 點量表加以評估 (Watt et al., 2018)。SSQ 量表則專注評估使用 VR 或模擬器時可能產生的不適感，舉凡暈眩、噁心與頭痛等；評估方式包含 16 個項目，涵蓋暈眩、噁心、視覺疲勞等症狀，並透過 4 點量表來評估不適感 (Sevinc & Ilker, 2020)。另外，林怡君與施登堯 (2018) 採用了比賽表現評量 (Game Performance Assessment Instrument, GPAI)，與中小學體育態度量表作為體育課的情感、認知與行為傾向、比賽中的決策能力、技能執行、支援接應與防守移位能力評估依據。

綜合上述，無論採用何種科技設備與問卷、量表等，目的皆為了釐清參與者在使用過 VR 後，對於沉浸感的主觀感受，同時評估動作過程的變化，與驗證 VR 協助提升籃球教學與訓練效果的客觀依據。然而亦有著無法完全還原身體碰撞、力量分布與球感，對搶籃板與卡位的訓練效果有限；且可能出現暈眩、眼睛疲勞等不適與經濟負擔較大等劣勢。此外，搭配運動科學相關儀器也有著需耗費時間校正、耗材更換、光球對光線、反射面、遮擋敏感，移動時標記點丟失等問題；且數據分析須經由運動生物力學背景的技術人員判定，而降低訓練效率。此外，在此類主題中多數研究僅評估訓練前、後的「結果」

差異，而未記錄「過程中」的變化；僅發現 1 篇研究透過表面肌電儀與測力板記錄訓練前、後身體在操作籃球技能時的動作變化，用於更完整的佐證具體訓練後的效果差異，建議相關研究人員在未來可介入適當運動科學儀器，佐證動作變化的過程，才能真正瞭解訓練前、後之具體差異。

三、訓練時間

在訓練時間方面 (表 3)，有 5 篇未具體說明介入時間；其餘 6 篇可區分為少於 1 小時或數天內的短期介入、在 1 週以上的中期刊入，與超過 1 個月的長期介入。以短期介入而言，最短至最長的訓練時間以

12 次，每次 5 分鐘至 50 分鐘，共 200 個影片片段。中期刊入則以 2 週，每次 1 小時為最短；每週 3 次，每次 18 分鐘，持續 4 週為最長。然而，介入時間最長的為 8 週，共 16 堂體育課。然而，若訓練時間過短則可能無法建立穩定的動作技術或認知表現，導致研究結果的外部效度受限，且可能難以遷移至其他運動情境 (Seiler, 2010)。然而，訓練介入的時間安排可能需配合參與者的技能水平、年紀與心理成熟度等選擇適當時間；另一項研究探討了青少年女性籃球球員在賽季期間的不同訓練頻率對運動表現的影響。結果顯示，無論是每週 2 次還是 4 次的訓練頻率，均能顯著提升球

表 3
介入時間與成效差異

| 作者 (年分) | 介入時間 | 成效 | 保留效果 |
|-------------------------|-------------------------|-------------------------------------|------|
| Li (2018) | 未說明 | VR 提升了籃球動作掌握的速度 | 未測驗 |
| Kenjayeva et al. (2025) | 2 週，每次 1 小時 | VR 相較傳統訓練提升投籃準確性與反應時間；認知負荷無顯著差異 | 未測驗 |
| Panchuk et al. (2018) | 男性 12 次，女性 10 次，每次 5 分鐘 | VR 提升了女性的戰術決策能力；男性無顯著差異 | 未測驗 |
| Ma et al. (2020) | 未說明 | VR 提升訓練沉浸感、技術動作評估的準確性、決策能力與戰術執行能力 | 未測驗 |
| Tsai et al. (2020) | 約 40 分鐘 | VR 相較於傳統訓練有更好的戰術想像力與體驗感 | 4 週 |
| Macedo et al. (2019) | 未說明 | VR 提升殘障籃球運動體驗 | 未測驗 |
| Chen (2022) | 未說明 | VR 提升籃球訓練應用性 | 未測驗 |
| Tsai et al. (2017) | 未說明 | VR 相較傳統戰術板提升體驗感 | 3 週 |
| Pagé et al. (2019) | 50 分鐘，共 200 個影片片段 | VR 提升戰術跑位的決策性 | 2 週 |
| Liu et al. (2023) | 每週 3 次，每次 18 分鐘，持續 4 週 | VR 相較傳統訓練提升視野、傳球穩定性 | 4 週 |
| 林怡君、施登堯 (2018) | 8 週，共 16 堂體育課 | VR 與傳統教學階提升學習效益、認知與比賽表現；體育態度未呈現顯著差異 | 未測驗 |

員的變向能力與跳躍表現 (Figueira et al., 2025)。因此，教練可以根據球員的適應能力與賽季安排來決定訓練介入的時間。

四、成效差異

在訓練成效方面 (表 3)，可區分為單純提升技術動作、提升戰術與決策能力、提升感官與心理層面及提升特定群體的適用性四層面。在單純提升技術動作中，3 篇各提出可幫助參與者提升籃球動作掌握的速度、技術動作評估的準確性與投籃準確性與反應時間，但對參與者在進行籃球訓練時需要處理的資訊量，與這些資訊對認知資源的需求程度，包括注意力、記憶、決策和問題解決等，認知功能則無顯著差異；然而 Kenjayeve et al. (2025) 發現對認知負荷並未達顯著差異，與過去研究結果認為 VR 訓練可降低認知負荷結果不一致。理論而言，VR 訓練相較傳統媒體 (紙本或螢幕顯示) 可提供即時且直覺的資訊呈現，減少使用者在不同媒體間切換的需求，而減少外在認知負荷 (extraneous cognitive load)；且使用 3D 模型比 2D 圖像更能幫助學習者理解複雜概念，因為它們符合空間連貫性原則 (spatial contiguity principle) 減少資訊分散的問題，然而必須經過長期的使用與訓練，效果才能適當反映 (Buchner et al., 2021)。因此，Kenjayeve et al. 認為認知功能則無顯著差異可能為研究中 VR 訓練的時間較短 (2 週，每次 1 小時)，不足以對球員的認知負荷產生顯著影響；因此，除了需增加訓練時間外，同

時須改善影片中的任務難度、任務複雜度等，來提升降低認知負荷的效果。

戰術與決策能力方面，VR 相較於傳統訓練，可提升戰術想像力與體驗感 (Chen, 2022; Macedo et al., 2019)；提升戰術執行能力與決策性 (Pagé et al., 2019; Tsai et al., 2017)。然而，1 篇研究結果發現 VR 訓練可顯著提升女性戰術決策能力，但對男性無顯著影響。檢視 Panchuk et al. (2018) 之實驗設計，男性在決策能力上未達顯著差異，可能相較於女性，男性籃球技術基礎水準可能較高，因此進步幅度相對小，難以在短時間內達到顯著差異。此外，前段提及訓練時間過短則可能無法建立穩定的動作技術或認知表現 (Seiler, 2010)；在此研究中男性的訓練次數為 12 次，女性參與者為 10 次，雖差異不大但不排除 12 次訓練無法提升男性進步幅度。

在感官與心理層面，VR 相較於傳統訓練，可提升視野與傳球穩定性 (Liu et al., 2023) 與訓練沉浸感 (Ma et al., 2020; Tsai et al., 2017, 2020)，表示 VR 訓練除了提升技術與戰術決策能力外，VR 還能影響球員的心理沉浸感與感官認知。此外，相較於傳統訓練，VR 能夠提升球員的視野範圍與傳球穩定性，使其在場上的判斷更加準確。在特定群體的適用性方面，VR 技術在籃球訓練中的應用並不僅限於一般球員，也對特定群體產生影響，包含有效提升殘障人士在籃球運動中的體驗，使之能更直觀理解比賽環境與戰術運作 (Macedo et al., 2019)。此外，VR 與傳統教學方式皆能提

升學習效益，但 VR 在認知與比賽表現方面具有顯著提升，唯獨在體育態度方面未展現顯著變化，顯化 VR 不僅能幫助學習者理解戰術與技術，也能提升其實際比賽中的表現。然而，在其研究中體育態度未達顯著差異的原因，推測可能為研究中使用的 VR 教學影片主要是觀看動作示範，而非互動式學習（林怡君、施登堯，2018）。而上述在心理或認知層面達顯著差異，主要的 VR 系統設計內容中皆具備即時回饋或互動式模擬的方式進行 (Ma et al., 2020; Macedo et al., 2019; Tsai et al., 2017, 2020)。因此，單純觀看動作示範對於體育態度的效果可能相當有限，此現象可能為造就體育態度未達顯著差異之主因。

整體而言，VR 訓練在提升技術動作、戰術決策、心理沉浸感與感官認知方面具有正向效果，但在降低認知負荷與改變體育態度方面仍需更進一步確認效果。建議相關研究員未來可透過延長訓練時間、提升訓練內容的複雜度，並增加 VR 系統的互動性，以進一步強化 VR 在籃球訓練中的影響力。

五、保留效果

從保留效果而言，此類有 7 篇未測驗保留效果，少數僅 4 篇有測試保留效果。其中保留效果測驗時間依序由長至短分別為 2 篇 4 週；1 篇 3 週與 1 篇 2 週。由於測驗保留效果在運動科學研究中，可檢測操弄的訓練方式能否順利強化記憶痕跡並減少遺忘率、刺激大腦相關區域的活性、增強神經連結，有助於運動技能的固化

(Roediger & Butler, 2011)；幫助球員在不同環境下靈活運用所學技能，提升運動表現的穩定性 (Schmidt & Lee, 2019)，並更準確評估球員的學習進度，來調整訓練計畫達到最佳效果 (Willingham, 2007)，由於本研究分析之論文僅少數有測試保留效果，因此難能確定介入 VR 訓練後提升的效果具體能維持多少時間，此方面須於未來進一步確認其效果。

綜合上述，目前相關研究趨勢多數未測驗保留效果，因此建議相關研究人員，可在介入 VR 訓練後進行保留效果測驗，以更完整釐清 VR 對籃球教學與訓練維持的效果時間。

伍、結論

VR 系統確實能提升籃球認知觀念與技巧的訓練效果，且參與者涵蓋 189 名男性 (62.4%) 與 114 名女性 (37.6%)，共 303 人次；技術層級範圍包含教師、初學者、大學球員、U19 國家隊球員與殘障球員，且除了使用 VR 系統外，亦包含 IMU、動作捕捉系統、表面肌電儀與測力板，與臨場感評估問卷、SIAQ、SSQ、GPAI 與中小學體育態度量表。教練或教師在安排訓練時間可以 12 次，每次 5 分鐘–50 分鐘，共 200 個影片片段為最短訓練時長；中期則可介入 2 週，每次 1 小時或每週 3 次，每次 18 分鐘，持續 4 週；最長可介入 8 週，共 16 堂體育課；所得效果相較傳統籃球訓練或使用傳統戰術板，可提升技術動作、戰術決策、心理沉浸感與感官認知；但在降低認知負荷與體育態度方面，則與傳統

訓練效果相近。然而同時有著無法完全還原身體碰撞、力量分布與球感，對搶籃板與卡位的訓練效果有限、出現暈眩、眼睛疲勞等不適與經濟負擔較大等劣勢。因此，教練或教師在進行教學或培訓時，可視情況使用 VR 系統來提升教師、初學者、大學球員、國家隊球員與殘障球員籃球認知觀念與技巧，但保留效果可能僅有 2-4 週。

陸、未來研究方向

此類主題中多數研究僅評估訓練前、後的「結果」差異，而僅 1 篇記錄「過程中」的變化。因此，建議相關研究人員，可在介入 VR 訓練後記錄「過程中」的變化與進行更長時間段的保留效果測驗，用以更完整釐清 VR 對籃球教學與訓練維持的效果時間。此外，建議相關研究人員在設立依變項時，可同時將運動表現與認知表現一併納入，才能更完整的從訓練效果層面或系統體驗層面進行修正與改進，或結合資訊工程、工業工程相關領域，以深度學習結合影像動作辨識系統搭配 VR 系統作為戰術訓練、技能教學與訓練之輔助工具，以提升配戴 VR 系統之訓練效果。

柒、研究限制

本研究採用 Google Scholar 與 Airiti Library 華藝線上圖書館以“virtual reality”、“immersive experience”、“basketball”、“tactical execution”、“teaching”、“training”，以及「虛擬實境」、「沉浸式體驗」、「籃球」、「戰術執行」、「教學」、「訓練」之中、英文單詞作為關鍵詞，檢索 2016 年

1 月至 2025 年 3 月，共 9 年的實證研究，可能因為關鍵詞的選擇與邏輯組合而限制了搜尋的篇幅，僅納入 11 篇文獻進行分析為本研究限制。

參考文獻

1. 中華民國體育運動總會 (2025)。中華民國體育運動總會 114 年辦理教練暨裁判增能進修研習會 (第 7 梯次) 實施計畫。 https://ctsa.utk.com.tw/CTSA_WEB/Upload/news/%E8%AC%9B%E7%BF%92%E6%9C%83/%E9%AB%94%E7%B8%BD%E8%BC%94%E5%AD%97%E7%AC%AC114000954%E8%99%9F.pdf
[Chinese Taipei Sports Federation. (2025). *Implementation plan for the 7th session of the 2025 coach and referee professional development workshop*. https://ctsa.utk.com.tw/CTSA_WEB/Upload/news/%E8%AC%9B%E7%BF%92%E6%9C%83/%E9%AB%94%E7%B8%BD%E8%BC%94%E5%AD%97%E7%AC%AC114000954%E8%99%9F.pdf]
2. 林怡君、施登堯 (2018)。虛擬實境輔助國中籃球教學之研究。 *嘉大體育健康休閒期刊*, 17(2), 48-59。 [https://doi.org/10.6169/NCYUJPEHR.201808_17\(2\).04](https://doi.org/10.6169/NCYUJPEHR.201808_17(2).04)
[Lin, Y.-C., & Shy, D.-Y. (2018). A study on virtual reality assisted basketball teaching for junior high school student. *NCYU Physical Education, Health & Recreation Journal*, 17(2), 48-59. [https://doi.org/10.6169/NCYUJPEHR.201808_17\(2\).04](https://doi.org/10.6169/NCYUJPEHR.201808_17(2).04)]
3. 陳若芸、林啟賢 (2014)。PETTLEP 意象在籃球跳投表現效益的探討。 *運動研究*, 23(1), 11-23。 <https://doi.org/10.6167/JSR/>

- 2014.23(1)2
[Chen, J.-Y., & Lin, C.-H. (2014). Performance effects of PETTLEP imagery on jump shot in basketball players. *Journal of Sports Research*, 23(1), 11–23. [https://doi.org/10.6167/JSR/2014.23\(1\)2](https://doi.org/10.6167/JSR/2014.23(1)2)]
4. 陳羿揚、黃筱祺 (2022)。注意力焦點策略用於提升爭搶籃板球跳躍高度的效益：系統性回顧。臺灣運動心理學報，22(3)，43–67。 [https://doi.org/10.6497/BSEPT.202211_22\(3\).0003](https://doi.org/10.6497/BSEPT.202211_22(3).0003)
[Chen, Y.-Y., & Huang, X.-Q. (2022). Effects of attentional focus strategies on increasing jumping height of rebounding: A systematic review. *Bulletin of Sport and Exercise Psychology of Taiwan*, 22(3), 43–67. [https://doi.org/10.6497/BSEPT.202211_22\(3\).0003](https://doi.org/10.6497/BSEPT.202211_22(3).0003)]
5. 陳羿揚、黃筱祺 (2023)。影像動作辨識系統用於區分籃球動作技能與輔助判定爭議球的效益：系統性回顧。中華體育季刊，37(3)，223–240。 [https://doi.org/10.6223/qcpe.202309_37\(3\).0002](https://doi.org/10.6223/qcpe.202309_37(3).0002)
[Chen, Y.-Y., & Huang, X.-Q. (2023). Effect of video action recognition system on differentiating basketball motor skills and assisting in determination of disputed balls: A systematic review. *Quarterly of Chinese Physical Education*, 37(3), 223–240. [https://doi.org/10.6223/qcpe.202309_37\(3\).0002](https://doi.org/10.6223/qcpe.202309_37(3).0002)]
6. 陳羿揚、黃筱祺、齊璘 (2022)。外在注意力焦點策略用於提升籃球投籃表現的效益：系統性回顧。臺灣運動心理學報，22(3)，69–89。 [https://doi.org/10.6497/BSEPT.202211_22\(3\).0004](https://doi.org/10.6497/BSEPT.202211_22(3).0004)
[Chen, Y.-Y., Huang, X.-Q., & Chi, L. (2022). Effects of external attentional focus on enhancing basketball shooting performance: A systematic review. *Bulletin of Sport and Exercise Psychology of Taiwan*, 22(3), 69–89. [https://doi.org/10.6497/BSEPT.202211_22\(3\).0004](https://doi.org/10.6497/BSEPT.202211_22(3).0004)]
7. 鄭智仁 (2019)。女子籃球攻守技術分析：以 2015 與 2017 年亞洲錦標賽為例。運動研究，28(2)，49–66。 [https://doi.org/10.6167/JSR.201912_28\(2\).0004](https://doi.org/10.6167/JSR.201912_28(2).0004)
[Cheng, C.-J. (2019). Analysis of the women's basketball offense and defense techniques: A case study of the Asian Championship in 2015 and 2017. *Journal of Sports Research*, 28(2), 49–66. [https://doi.org/10.6167/JSR.201912_28\(2\).0004](https://doi.org/10.6167/JSR.201912_28(2).0004)]
8. Bideau, B., Kulpa, R., Vignais, N., Brault, S., Multon, F., & Craig, C. (2010). Using virtual reality to analyze sports performance. *IEEE Computer Graphics and Applications*, 30(2), 14–21. <https://doi.org/10.1109/MCG.2009.134>
9. Borglund, F., Young, M., Eriksson, J., & Rasmussen, A. (2021). Feedback from HTC Vive sensors results in transient performance enhancements on a juggling task in virtual reality. *Sensors*, 21(9), Article 2966. <https://doi.org/10.3390/s21092966>
10. Buchner, J., Buntins, K., & Kerres, M. (2021). The impact of augmented reality on cognitive load and performance: A systematic review. *Journal of Computer Assisted Learning*, 38(1), 285–303. <https://doi.org/10.1111/jcal.12617>
11. Chen, G. (2022). Research on the VR technology in basketball training. *International Journal of New Developments in Engineering and Society*, 6(1), 78–82. <https://doi.org/>

- 10.25236/IJNDES.2022.060112
12. Costello, J. T., Bieuzen, F., & Bleakley, C. M. (2014). Where are all the female participants in sports and exercise medicine research? *European Journal of Sport Science, 14*(8), 847–851. <https://doi.org/10.1080/17461391.2014.911354>
 13. Deaner, R. O., Carter, R. E., Joyner, M. J., & Hunter, S. K. (2015). Men are more likely than women to slow in the marathon. *Medicine & Science in Sports & Exercise, 47*(3), 607–616. <https://doi.org/10.1249/MSS.0000000000000432>
 14. Faul, F., Erdfelder, E., Lang, A.-G., & Buchner, A. (2007). G*Power 3: A flexible statistical power analysis program for the social, behavioral, and biomedical sciences. *Behavior Research Methods, 39*(2), 175–191. <https://doi.org/10.3758/BF03193146>
 15. Figueira, B., Abade, E., Mateus, N., Weldon, A., Sampaio, J., & Paulauskas, R. (2025). Effect of weekly plyometric training frequency on adolescents female basketball players during in-season: A comparison of two vs. four sessions. *PLoS One, 20*(4), Article e0320195. <https://doi.org/10.1371/journal.pone.0320195>
 16. Hopkins, W. G. (2000). Measures of reliability in sports medicine and science. *Sports Medicine, 30*(1), 1–15. <https://doi.org/10.2165/00007256-200030010-00001>
 17. Ioannidis, J. P. A. (2005). Why most published research findings are false. *PLoS Medicine, 2*(8), Article e124. <https://doi.org/10.1371/journal.pmed.0020124>
 18. Jensen, L., & Konradsen, F. (2018). A review of the use of virtual reality head-mounted displays in education and training. *Education and Information Technologies, 23*(4), 1515–1529. <https://doi.org/10.1007/s10639-017-9676-0>
 19. Kahneman, D., Sibony, O., & Sunstein, C. R. (2021). *Noise: A flaw in human judgment*. Hachette.
 20. Kenjayeva, B., Kyzdarbekova, M., & Azhibekova, Z. (2025). Exploring the effects of an immersive training system on performance monitoring in basketball players. *Retos, 65*, 958–968. <https://doi.org/10.47197/retos.v65.109387>
 21. Krause, J. V., & Nelson, C. (2019). *Basketball skills & drills*. Human Kinetics.
 22. Lakens, D. (2013). Calculating and reporting effect sizes to facilitate cumulative science: A practical primer for *t*-tests and ANOVAs. *Frontiers in Psychology, 4*, Article 863. <https://doi.org/10.3389/fpsyg.2013.00863>
 23. Li, S. (2018). Application of virtual environment in the teaching of basketball tactics. *International Journal of Emerging Technologies in Learning, 13*(7), 174–186. <https://doi.org/10.3991/ijet.v13i07.8808>
 24. Liu, P.-X., Pan, T.-Y., Lin, H.-S., Chu, H.-K., & Hu, M.-C. (2023). VisionCoach: Design and effectiveness study on VR vision training for basketball passing. *IEEE Transactions on Visualization and Computer Graphics, 30*(10), 6665–6677. <https://doi.org/10.1109/TVCG.2023.3335312>
 25. Luchini, C., Stubbs, B., Solmi, M., & Veronese, N. (2017). Assessing the quality of studies in meta-analyses: Advantages and limitations of the Newcastle Ottawa Scale. *World Journal of Meta-Analysis, 5*(4), 80–84.

- <https://doi.org/10.13105/wjma.v5.i4.80>
26. Ma, Z., Wang, F., & Liu, S. (2020). Retracted: Feasibility analysis of VR technology in basketball training. *IEEE Access*. <https://doi.org/10.1109/ACCESS.2020.3019810>
 27. Macedo, R., Correia, N., & Romão, T. (2019). Paralympic VR game: Immersive game using virtual reality and video. In *CHI EA '19: Extended Abstracts of the 2019 CHI Conference on Human Factors in Computing Systems* (Article LBW0235). Association for Computing Machinery. <https://doi.org/10.1145/3290607.3312938>
 28. Melo, M., Gonçalves, G., Vasconcelos-Raposo, J., & Bessa, M. (2023). How much presence is enough? Qualitative scales for interpreting the Igroup Presence Questionnaire score. *IEEE Access*, *11*, 24675–24685, <https://doi.org/10.1109/ACCESS.2023.3254892>
 29. Michalski, S. C., Szpak, A., Saredakis, D., Ross, T. J., Billingham, M., & Loetscher, T. (2019). Getting your game on: Using virtual reality to improve real table tennis skills. *PLoS One*, *14*(9), Article e0222351. <https://doi.org/10.1371/journal.pone.0222351>
 30. Moreno-Pérez, V., Ruiz, J., Vazquez-Guerrero, J., Rodas, G., & Del Coso, J. (2023). Training and competition injury epidemiology in professional basketball players: A prospective observational study. *The Physician and Sportsmedicine*, *51*(2), 121–128. <https://doi.org/10.1080/00913847.2021.2000325>
 31. 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>
 32. Pallavicini, F., Pepe, A., & Minissi, M. E. (2019). Gaming in virtual reality: What changes in terms of usability, emotional response and sense of presence compared to non-immersive video games? *Simulation & Gaming*, *50*(2), 136–159. <https://doi.org/10.1177/1046878119831420>
 33. Panchuk, D., Klusemann, M. J., & Hadlow, S. M. (2018). Exploring the effectiveness of immersive video for training decision-making capability in elite, youth basketball players. *Frontiers in Psychology*, *9*, Article 2315. <https://doi.org/10.3389/fpsyg.2018.02315>
 34. Riva, G., Baños, R. M., Botella, C., Mantovani, F., & Gaggioli, A. (2016). Transforming experience: The potential of augmented reality and virtual reality for enhancing personal and clinical change. *Frontiers in Psychiatry*, *7*, Article 164. <https://doi.org/10.3389/fpsyg.2016.00164>
 35. Roediger, H. L., & Butler, A. C. (2011). The critical role of retrieval practice in long-term retention. *Trends in Cognitive Sciences*, *15*(1), 20–27. <https://doi.org/10.1016/j.tics.2010.09.003>
 36. Schmidt, R. A., & Lee, T. D. (2019). *Motor learning and performance: From principles to practice* (6th ed.). Human Kinetics.
 37. Seiler, S. (2010). What is best practice for training intensity and duration distribution in endurance athletes? *International Journal of Sports Physiology and Performance*, *5*(3), 276–291. <https://doi.org/10.1123/ijspp.5.3.276>
 38. Sevinc, V., & Ilker, B. H. (2020). Psychometric evaluation of Simulator Sickness Questionnaire and its variants as a measure of cybersickness

- in consumer virtual environments. *Applied Ergonomics*, 82, Article 102958. <https://doi.org/10.1016/j.apergo.2019.102958>
39. Souza, V., Maciel, A., Nedel, L., & Kopper, R. (2021). Measuring presence in virtual environments: A survey. *ACM Computing Surveys*, 54(8), Article 163. <https://doi.org/10.1145/3466817>
 40. Teaford, M., Guo, F., Moore, W. W., Murray, M., Daugherty, H. C., Callaway, C., Filetti, M., Holtz, M., Greene, T., & Khan, S. S. (2025). Four questions you should ask before using virtual reality for psychological research. *International Journal of Virtual and Augmented Reality*, 7(1), 1–9. <https://doi.org/10.4018/IJVAR.374030>
 41. Tran, T. Q., Langlotz, T., Young, J., Schubert, T. W., & Regenbrecht, H. (2024). Classifying presence scores: Insights and analysis from two decades of the Igroup Presence Questionnaire (IPQ). *ACM Transactions on Computer-Human Interaction*, 31(5), Article 61. <https://doi.org/10.1145/3689046>
 42. Tsai, W.-L., Chung, M.-F., Pan, T.-Y., & Hu, M.-C. (2017). Train in virtual court: Basketball tactic training via virtual reality. In *MultiEdTech '17: Proceedings of the 2017 ACM Workshop on Multimedia-based Educational and Knowledge Technologies for Personalized and Social Online Training* (pp. 3–10). Association for Computing Machinery. <https://doi.org/10.1145/3132390.313239>
 43. Tsai, W.-L., Pan, T.-Y., & Hu, M.-C. (2020). Feasibility study on virtual reality based basketball tactic training. *IEEE Transactions on Visualization and Computer Graphics*, 28(8), 2970–2982. <https://doi.org/10.1109/TVCG.2020.3046326>
 44. Watt, A., Klep, D., & Morris, T. (2018). Psychometric analysis of the sport imagery ability measure. *Journal of Physical Education and Sport*, 18(1), 138–148. <https://doi.org/10.7752/jpes.2018.01018>
 45. Willingham, D. T. (2007). *Cognition: The thinking animal*. Pearson.
 46. Yin, L., Yeung, C., Hu, Q., Ichikawa, J., Azechi, H., Takahashi, S., & Fujii, K. (2024). *Enhanced multi-object tracking using pose-based virtual markers in 3 × 3 basketball*. arXiv. <https://doi.org/10.48550/arXiv.2412.06258>

The Effectiveness of Virtual Reality Systems in Enhancing Basketball Cognitive Concepts and Skills: A Systematic Review

Yi-Yang Chen*

School of Physical Education, Minnan Normal University

*Corresponding Author: Yi-Yang Chen

Address: No. 36, Xianqianzhi St., Xiangcheng Dist., Zhangzhou City 363000, Fujian Province, P. R. China (P. R. C)

E-mail: hc7022709@gmail.com

DOI:10.6167/JSR.202512_34(2).0010

Received: May, 2025 Accepted: October, 2025

Abstract

The purpose of this study was to thoroughly analyze the effectiveness of virtual reality systems in improving basketball cognitive concepts and skills through training in recent years. It aimed to provide coaches and teachers with enhanced practical teaching and training methods to improve athletes' learning outcomes, while also offering valuable insights for future research in sports science. A systematic review was conducted using both English and Chinese keywords across Google Scholar and Airiti Library, retrieving 11 empirical studies published between January 2016 and March 2025. These studies were analyzed in terms of experimental design, participant demographics and sample sizes, tool comparisons, training durations, performance outcomes, and retention effects. The findings revealed that virtual reality-based basketball training over the past nine years involved a total of 303 participants, including 189 males (62.4%) and 114 females (37.6%), comprising university athletes, U19 national team players, educators, beginners, and athletes with disabilities. The tools employed included virtual reality systems, wearable devices, motion capture systems, surface electromyography and force plates, presence questionnaires, sport imagery ability assessments, simulator sickness scales, competitive performance evaluations, and physical education attitude scales for primary and secondary school students. Training interventions ranged from a minimum of 12 sessions (5 minutes each) to a maximum of 8 weeks (16 physical education classes). Compared to traditional basketball training, virtual reality interventions significantly enhanced technical execution, tactical decision-making, psychological immersion, and sensory cognition. However, improvements in cognitive load reduction and physical education attitudes were comparable to those achieved through

conventional methods, and retention effects were rarely assessed. Overall, virtual reality systems demonstrated efficacy in enhancing basketball performance among U19 national team players, educators, beginners, and athletes with disabilities—regardless of gender—particularly in technical execution, tactical decision-making, psychological immersion, and sensory cognition. Nonetheless, their impact on cognitive load reduction and physical education attitudes remains similar to traditional training approaches.

Keywords: sports technology, immersive experience, tactical execution, teaching

