

元宇宙在科學與跨領域教育之實作、研究與推廣應用：以混合實境兒科連續性腎臟替代療法互動學習系統為例

謝旻儕¹、黃淳琪²、王維芳³

¹ 台南應用科技大學多媒體動畫系、²³ 國立成功大學醫學院附設醫院、

²³ 國立成功大學醫學院護理系

E-Mail: shiehminchai@gmail.com

一、計畫簡述

現今虛擬實境（VR）、擴增實境（AR）與混合實境（MR）等沉浸式科技的快速發展，「元宇宙」已逐漸成為新一代教育創新場域的重要代表。特別在醫學與護理領域中，元宇宙結合科技與實務，為專業訓練與知識傳遞帶來前所未有的轉變。本計畫與國立成功大學醫學院附設醫院小兒加護病房（Pediatric Intensive Care Unit, PICU）合作，改善成大醫院兒科加護病房現於 CVVH 多採師徒制、學習進度受病人病況及臨床忙碌程度之限制、加上耗材昂貴導致實際教學操作之不便性，故以「連續性腎臟替代療法（Continuous Veno-Venous Hemofiltration, CVVH）」為主題，結合混合實境（Mixed Reality, MR）新興科技，建構「一套混合實境兒科連續性腎臟替代療法互動學習系統」，導入於護理人員的訓練流程中。提升跨護理人才培訓競爭優勢，使 CVVH 之教學不受限且能更直觀且簡易，顛覆傳統枯燥的作業標準操作手冊，使學習此類困難護理技術更多元及科技化以增加學習動機。CVVH 屬於兒科重症照護中進階且重要的治療方式，主要應用於急性腎衰竭、重度水腫、代謝性酸中毒等臨床情境。實體訓練受限於儀器成本、場地限制、病人安全與學習時間等因素，使得新進醫護人員在訓練上面臨困難與挑戰。因此，本計畫希望藉由元宇宙技術建構一個模擬 CVVH 臨床情境的學習系統，使護理人員得以在無風險的模擬環境中進行反覆操作、熟悉流程，提升臨床應對能力與學習效率。

二、CVVH 系統設計與技術實作

本計畫以 Unity 為開發平台，結合 Meta Quest 3 與 Meta Quest 3S 頭戴式裝置，打造沉浸式互動學習系統，模擬連續性腎臟替代療法的操作過程，主要系統內容包括：

1. CVVH 模型場景建置

- 完整重建 ICU 重症加護病房環境，包含牽涉 CVVH 治療的實體空間與儀器佈置。
- 高擬真 3D 建模重現包括：血液透析機本體、導管系統（如動靜脈管路）、人工腎臟（Hemofilter）、多重幫浦（如血液幫浦、補液幫浦、抗凝幫浦、廢液幫浦）、監控螢幕與操作介面等。
- 搭配音效、燈號、顯示資訊，增強臨場感與沉浸感。

2. 操作流程模擬

- 根據臨床實務流程與標準作業程序(SOP)，設計 CVVH 治療的各步驟，例如：裝備準備（如回路連接、灌注液設定、抗凝劑設置）、開機設定與啟動程序、結束與清潔流程（回收血液、拔管處理、設備關機）等。
- 透過手部追蹤與控制器操作，學習者可與虛擬場景直接互動，並獲得即時語音/文字回饋。

3. 錯誤導向學習設計

- 內建多種臨床常見錯誤與危急狀況模擬情境，例如：管路接錯位置導致血液倒流或氣泡殘留、未即時處理壓力異常導致機器警報響起、忽略過濾器更換時機導致濾器阻塞等。
- 護理人員需根據異常提示進行分析與處理，強化臨床思考決策能力。

三、跨領域合作模式

本計畫以「跨領域協作」為核心，整合「護理教育」與「多媒體互動設計」兩大專業領域，建構具臨床實用性與教育創新性的混合實境學習系統。具體合作模式與分工如下：

- **臨床專業知識支援：**由成大醫院小兒加護病房具 10 年以上經驗的資深護理師協助，提供 CVVH 完整的臨床操作流程、技術細節與教學重點，確保系統內容符合現行臨床標準與實務操作需求，並納入實際照護經驗中的重點情境與臨床挑戰，以提升學習情境的真實感與臨床連結。
- **數位內容設計與技術開發：**由台南應用科技大學多媒體動畫系團隊負責，以專業 3D 建模與互動媒體技術打造虛實操作場域，涵蓋 CVVH 機器介面、臨床照護環境及病人反應模擬等，並進行混合實境系統（含頭戴式顯示裝置與手勢追蹤技術）程式開發與整合，提供使用者沉浸式、具臨場感的互動學習體驗。
- **教學設計與學習評估：**由成大醫院護理部教學護理師專家參與，協助設計適切的教學目標、學習歷程規劃與評量機制，導入臨床決策訓練、關鍵步驟檢核表與技能自我評量等，讓護理師在操作過程中即時獲得回饋、加強學習成效。
- **使用者經驗優化與系統迭代修正：**透過與臨床護理人員的密切合作，實地導入課程與模擬訓練場域，蒐集護理師操作系統後的實際回饋與建議，並進行質性訪談與使用行為觀察，持續調整內容呈現方式、操作流程引導與介面互動設計，確保系統符合 PICU 護理師的實際需求與操作習慣。

四、教學與推廣應用

本計畫所開發之「混合實境兒科連續性腎臟替代療法互動學習系統」已實際導入護理臨床教學課程中，獲得教師與學員的高度肯定與良好回，圖 1 為 PICU 護理師進行系統使用測試畫面；圖 2 為 PICU 護理師進行系統實驗操作畫面。該系統結合混合實境技術，可提升護理人員在學習連續性腎臟替代療法時的臨場感與操作熟練度，特別適用於複雜且風險高的兒科重症情境。未來可延伸於其他高風險重症照護與臨床技能訓練場景，如氣管內插管、葉克膜(ECMO)照護、呼吸器操作、中央靜脈導管置放等，進一步滿足護理人員在臨床安全操作

與決策能力培養上的需求。目前本計畫成果已推廣至中山醫學大學、高雄醫學大學等醫護教育單位，並逐步擴展至其他醫學中心與護理專科學校。系統適用於護理系在校教育、臨床在職訓練、重症單位新進人員訓練等多元教學情境，並可融入遠距教學平台，克服傳統實體訓練對場域與時間限制，進一步提升臨床照護品質與病人安全，打造新型態醫護教育元宇宙生態。



圖 1：PICU 護理師進行系統使用測試畫面



圖 2：PICU 護理師進行系統實驗操作畫面