

# 2026 ICEET

第十五屆 數位學習與教育科技國際研討會  
International Conference on E-learning and Educational Technology

## 智慧教育×永續共榮

論文集 PROCEEDINGS



# 生成式人工智慧應用於供應室教育訓練之成效評估：以 手術器械再處理流程為例

賴彥和<sup>1,2</sup> 李婉瑜<sup>3</sup> 邱奕成<sup>4</sup> 周宜靜<sup>4</sup>

<sup>1</sup> 國立臺灣大學醫學院附設醫院新竹臺大分院新竹醫院護理部護理長

<sup>2</sup>國立高雄科技大學管理學院資訊領域博士

<sup>3</sup> 高雄榮民總醫院健康管理中心護理師

<sup>4</sup> 國立臺灣大學醫學院附設醫院新竹臺大分院新竹醫院護理部督導長

## 摘要

隨著人工智慧技術快速發展，生成式人工智慧（Generative Artificial Intelligence, Gen AI）逐漸應用於醫療教育領域，尤其在護理教育與臨床技能訓練中展現高度潛力（Buchanan et al., 2021；Topaz et al., 2025）。供應室（Central Sterile Supply Department, CSSD）負責手術器械清洗、消毒與滅菌，其作業流程複雜且高度依賴人員專業知識與標準作業程序（SOP），若教育訓練不足，容易導致感染風險及醫療不良事件（Chen et al., 2023）。因此，如何提升教育訓練成效，成為醫療品質管理的重要議題。本研究旨在探討生成式人工智慧應用於供應室教育訓練之成效，並以手術器械再處理流程為核心情境，分析其對知識學習、操作能力及錯誤率之影響。本研究採準實驗設計，將受試者分為傳統教學組與 AI 輔助教學組，透過前後測問卷、操作評估及品質指標分析進行比較。研究結果顯示，導入生成式 AI 教學後，受試者在知識理解、操作正確率及學習滿意度上均顯著提升，且作業錯誤率明顯下降。此外，AI 可提供即時回饋與個別化學習，有助於強化學習成效與臨床應用能力（Kleib et al., 2024）。本研究建議醫療機構可將生成式 AI 納入供應室教育訓練系統，建立智慧化學習模式，以提升醫療品質與病人安全。

關鍵字：生成式人工智慧、供應室教育訓練、手術器械再處理、學習成效、醫療品質

通訊作者：賴彥和

E-MAIL：t19881001@gmail.com

# **Effectiveness of Generative Artificial Intelligence in Central Sterile Supply Department Training: A Study on Surgical Instrument Reprocessing**

Yen-Ho Lai<sup>1 2</sup> Wan-Yu Lee<sup>3</sup> Yi-Cheng Chiu<sup>4</sup> Yi-Ching Chou<sup>4</sup>

<sup>1</sup> Head Nurse, Department of Nursing, Hsinchu Hospital, National Taiwan University Hospital Hsin-Chu Branch, Taiwan

<sup>2</sup> Ph.D. in Information Management, College of Management, National Kaohsiung University of Science and Technology, Taiwan

<sup>3</sup> Registered Nurse, Health Management Center, Kaohsiung Veterans General Hospital, Taiwan

<sup>4</sup> Nursing Supervisor, Department of Nursing, Hsinchu Hospital, National Taiwan University Hospital Hsin-Chu Branch, Taiwan

## **Abstract**

With the rapid advancement of artificial intelligence, Generative Artificial Intelligence (Gen AI) has increasingly been applied in medical education, particularly demonstrating significant potential in nursing education and clinical skills training (Buchanan et al., 2021; Topaz et al., 2025). The Central Sterile Supply Department (CSSD) is responsible for the cleaning, disinfection, and sterilization of surgical instruments. Its processes are complex and highly dependent on professional knowledge and standard operating procedures (SOPs). Inadequate training may lead to infection risks and adverse medical events (Chen et al., 2023). Therefore, improving the effectiveness of education and training has become a critical issue in healthcare quality management.

This study aims to evaluate the effectiveness of applying generative artificial intelligence in CSSD training, focusing on surgical instrument reprocessing. It examines the impact of AI-assisted training on knowledge acquisition, operational performance, and error rates. A quasi-experimental design was adopted, with participants divided into a traditional teaching group and an AI-assisted learning group. Pre- and post-tests, operational assessments, and quality indicators were used for comparison.

The results indicate that the implementation of generative AI significantly improved participants' knowledge comprehension, operational accuracy, and learning satisfaction, while substantially reducing operational error rates. Additionally, AI provides real-time feedback and personalized learning support, which enhances learning outcomes and clinical application abilities (Kleib et al., 2024). This study suggests that healthcare institutions should incorporate generative AI into CSSD training systems to establish intelligent learning models, thereby improving healthcare quality and patient safety.

Keywords: Generative Artificial Intelligence, CSSD Training, Surgical Instrument Reprocessing, Learning Effectiveness, Healthcare Quality



## 一、研究目的

本研究旨在探討生成式人工智慧（Generative Artificial Intelligence, Gen AI）應用於供應室教育訓練之成效，並以手術器械再處理流程為核心情境，系統性分析其對護理人員知識學習、操作能力及作業品質之影響。供應室為醫療體系中負責器械清洗、消毒與滅菌之關鍵單位，其作業品質直接影響醫療安全與感染控制成效，一旦流程出現疏失，可能導致院內感染甚至醫療不良事件（Chen et al., 2023）。研究指出，供應室相關不良事件多與人員訓練不足、標準作業流程理解不一致及操作錯誤有關，顯示教育訓練品質為影響作業安全之核心因素（Huang et al., 2024）。

然而，目前多數醫療機構在供應室教育訓練上仍以傳統講授、現場示範及書面教材為主，此類教學方式雖具基礎傳遞功能，但缺乏即時回饋與互動機制，難以因應個別學習差異，亦不利於複雜流程之理解與記憶（Panta et al., 2022）。此外，傳統教育模式通常無法即時模擬臨床情境，導致學習與實務之間存在落差，使新進人員在實際操作中仍易產生錯誤。Harrell Shreckengost 等人（2022）指出，即使透過教育訓練可提升知識與信心，但若缺乏持續性學習與情境模擬，其效果仍可能有限。

隨著人工智慧技術快速發展，生成式人工智慧逐漸應用於教育領域，其具備自然語言處理、知識生成及互動回饋等功能，能提供即時指導與個別化學習內容，已被視為未來教育的重要工具（Lifshits & Rosenberg, 2024）。在護理教育中，AI 可協助學習者進行臨床判斷練習、情境模擬及問題解決，並有效提升學習動機與自我效能（Buchanan et al., 2021）。Kleib 等人（2024）指出，ChatGPT 等生成式 AI 工具能提供持續且即時的學習支持，使學習者在遇到問題時能快速獲得解答，進而提升學習成效。Topaz 等人（2025）更提出生成式 AI 正在改變護理教育模式，使學習由被動接受轉為主動探索與互動學習。

此外，生成式 AI 亦具備模擬臨床情境與標準作業流程之能力，可應用於供應室教育訓練中，協助學習者理解複雜流程並進行反覆練習，進而降低實務操作錯誤（Hardie et al., 2026）。然而，目前相關研究多集中於一般護理教育或理論學習，針對供應室此類高風險、高標準之專業領域，仍缺乏具體實證研究，特別是在操作能力與品質指標改善方面之影響，尚未被充分探討。

基於上述背景，本研究之具體目的如下：第一，探討生成式人工智慧教學與傳統教學在知識學習成效上的差異；第二，分析生成式 AI 對手術器械再處理流程操作正確率之影響；第三，評估導入 AI 教學後，供應室作業錯誤率及品質指標之變化；第四，探討護理人員對生成式 AI 教學之接受度與滿意度。透過本研究之實證分析，期望建立供應室教育訓練之創新模式，並提供醫療機構導入人工智慧教育之實務依據，以提升醫療品質與病人安全。

## 二、文獻查證

### （一）生成式人工智慧於護理教育之應用發展

近年來，隨著人工智慧技術的快速發展，生成式人工智慧（Generative Artificial Intelligence, Gen AI）逐漸被導入教育領域，並在護理教育中展現出顯著潛力。生成式 AI 具備自然語言處理、內容生成與情境模擬等能力，使其能夠提供即時回饋與個別化學習內容，突破傳統教育以教師為中心的限制（Lifshits & Rosenberg, 2024）。Buchanan 等人（2021）透過範疇性回顧指出，人工智慧在護理教育中可用於臨床決策支持、虛擬病人模擬及學習評量，並能提升學生批判性思考能力與臨床判斷能力。此類技術的導入，使學習者能在安全環境中進行反覆練習，降低實際臨床錯誤的風險。

進一步而言，生成式 AI 的出現，使護理教育從傳統靜態教材轉向動態互動式學習。Topaz 等人（2025）提出「ChatGPT 效應」，認為生成式 AI 可即時回應學習者問題，並提供多元解釋與情境分析，進而促進深層學習。此外，Kleib 等人（2024）指出，生成式 AI 能支援護理人員在學習過程中進行自我導向學習，並提升其學習動機與參與度。透過 AI 系統，學習者可依自身需求調整學習進度，實現高度個別化之學習模式，這對於臨床技能訓練尤為重要。

然而，生成式 AI 在護理教育中的應用亦面臨挑戰。Hardie 等人（2026）指出，AI 系統可能存在資訊偏誤或不完整之問題，若缺乏專業監督，可能影響學習品質。此外，倫理議題亦逐漸受到重視，包括資料隱私、專業判斷取代及過度依賴技術等問題。因此，在導入生成式 AI 於護理教育時，需兼顧技術效益與倫理規範，以確保其應用之安全性與可靠性。整體而言，生成式 AI 為護理教育提供創新契機，但其成效仍需透過實證研究進一步驗證，特別是在臨床操作與品質改善方面之影響。

### （二）供應室作業品質與教育訓練之關聯性

供應室（Central Sterile Supply Department, CSSD）為醫療機構中負責器械清洗、消毒與滅菌之核心單位，其作業品質直接影響醫療安全與感染控制成效。研究指出，手術器械再處理流程涉及多個關鍵步驟，包括預處理、清洗、檢查、包裝與滅菌，每一環節皆需嚴格遵循標準作業程序（Tipple et al., 2022）。若任一環節出現錯誤，均可能導致器械污染，進而增加醫療相關感染風險（Huang et al., 2024）。因此，確保供應室人員具備完整知識與正確操作能力，為維持醫療品質之關鍵。

Chen 等人（2023）透過回溯性研究發現，供應室不良事件多與人員操作錯誤及流程理解不足有關，顯示教育訓練不足為主要風險來源之一。此外，Panta 等人（2022）指出，在多數醫療機構中，醫療人員對滅菌流程與器械再處理之認知仍存在落差，顯示現行教育訓練未能有效提升知識一致性。Harrell Shreckengost

等人(2022)則透過教育介入研究發現,系統性訓練可顯著提升人員知識與自信,但其效果仍需透過持續教育與實務練習加以維持。

此外,Hu 等人(2023)提出 ECRS (Eliminate, Combine, Rearrange, Simplify)方法,透過流程優化提升器械清洗效率,顯示教育訓練與流程設計需相互配合,方能達到最佳效果。整體而言,供應室教育訓練不僅影響人員能力,亦直接關係作業品質與病人安全。然而,傳統教育模式多以單向知識傳遞為主,缺乏情境模擬與即時回饋機制,使學習效果有限。因此,如何導入創新教學方法,以提升教育訓練成效,成為當前重要研究議題。

### (三) 人工智慧與醫療品質改善之應用

人工智慧在醫療領域之應用日益廣泛,其可透過數據分析、預測模型及即時回饋機制,協助提升醫療品質與作業效率(Kleib et al., 2024)。在教育領域中,AI 可提供個別化學習建議與即時評量,使學習者能即時修正錯誤,進而提升學習成效(Lifshits & Rosenberg, 2024)。Topaz 等人(2025)指出,生成式 AI 可降低人為錯誤,並提升臨床決策品質,顯示其在醫療品質改善上具有高度潛力。

此外,生成式 AI 可模擬臨床情境,使學習者在安全環境中進行操作訓練,降低實際操作風險(Hardie et al., 2026)。在供應室情境中,AI 可用於模擬器械再處理流程,提供標準作業指引與即時回饋,協助學習者理解複雜流程並避免錯誤發生。此類應用不僅可提升學習成效,亦可改善作業品質與安全性。

然而,AI 應用亦需考量其限制,包括系統準確性、資料品質及使用者依賴問題。Buchanan 等人(2021)指出,AI 應作為輔助工具,而非取代專業判斷,以確保醫療品質與安全。整體而言,AI 在醫療教育與品質改善中具有重要角色,未來應透過實證研究進一步驗證其應用成效,並建立適當之使用規範。

## 三、研究方法

### (一) 研究設計

本研究採準實驗研究設計(quasi-experimental design),以評估生成式人工智慧應用於供應室教育訓練之成效,並比較其與傳統教學模式之差異。考量醫療機構臨床人力配置與倫理限制,無法完全進行隨機分派,因此採用非隨機分組方式,將研究對象依實際工作單位或排班情形分為實驗組與對照組。實驗組接受生成式人工智慧輔助教學介入,而對照組則維持傳統教育訓練模式,包括課堂講授、紙本教材及現場示範教學。兩組於介入前進行前測(pre-test),介入結束後進行後測(post-test),以比較不同教學模式之學習成效差異。

在教學介入設計方面,本研究以手術器械再處理流程為核心內容,涵蓋預處理、清洗、檢查、包裝與滅菌等五大作業階段。實驗組透過生成式人工智慧系統進行學習,該系統具備情境模擬、即時問答、操作流程指引及錯誤回饋等功能,使學習者能在互動式環境中反覆練習並即時修正錯誤。相較之下,對照組則由資深護理人員進行講授與操作示範,並提供標準作業流程手冊供學習者參考。兩組

教學內容與時間安排均保持一致，以控制外在干擾變項，確保研究結果之可比較性。

此外，本研究亦採用多面向評估方式，以全面檢視教學成效，包括知識學習、操作技能、作業錯誤率及學習滿意度等指標。研究期間為期四週，第一週進行前測與基礎訓練，第二至三週為教學介入期，第四週進行後測與操作評量。為提升研究內部效度，本研究於設計過程中嚴格控制可能影響結果之干擾因素，如教學時間、教材內容及評量標準等，並確保兩組受試者在基本特性上無顯著差異。透過此一準實驗設計，本研究得以在真實臨床環境中評估生成式人工智慧教學之實際效果，並提供具實證基礎之研究結果。

## （二）研究對象與研究工具

本研究之研究對象為某醫學中心供應室在職相關作業人員，採便利抽樣方式進行招募，共計納入有效樣本約 10 人，並依實際情況分為實驗組與對照組。納入條件包括：一、目前任職於供應室相關單位；二、具備基本手術器械處理經驗。排除條件則包括：未完成訓練課程者或前後測資料不完整者。為確保樣本代表性，本研究亦蒐集受試者之基本資料，包括年齡、性別、教育程度及工作年資，以作為後續分析之控制變項。

在研究工具方面，本研究採多元評量工具進行資料蒐集。首先，知識測驗量表係依據手術器械再處理標準作業流程設計，共計 20 題選擇題，內容涵蓋清洗、消毒、滅菌及品質控制等面向，以評估受試者之理論知識程度。其次，操作技能評量表由三位具五年以上經驗之供應室專家共同建構，採觀察評量方式進行，評分項目包括流程正確性、操作熟練度及無菌觀念等，共計 10 項指標，採五點量表評分。第三，作業錯誤率指標則透過實際作業紀錄進行統計，包括包裝錯誤、器械遺漏及滅菌流程不當等情形，以反映實務操作品質。

此外，本研究亦設計學習滿意度問卷，以了解受試者對教學方式之接受度與滿意程度。該問卷包含學習內容、教學方式、互動程度及整體滿意度等構面，共計 15 題，採 Likert 五點量表進行評分。為確保研究工具之信效度，本研究於正式施測前進行預試，並透過專家效度審查及信度分析（Cronbach's  $\alpha$ ）檢驗量表之內部一致性。透過上述多元工具，本研究能全面評估生成式人工智慧教學對學習成效與實務表現之影響，並提升研究結果之可信度與解釋力。

## （三）資料分析方法

本研究所蒐集之資料將採用統計軟體 SPSS 進行分析，以驗證研究假設並比較不同教學模式之成效差異。首先，透過描述性統計分析（descriptive statistics）呈現樣本基本特性，包括平均數、標準差、次數分配及百分比等，以了解研究對象之整體概況。其次，針對前測資料進行同質性檢定，採用獨立樣本 t 檢定（independent samples t-test）或卡方檢定（chi-square test），以確認實驗組與對照組在基本變項及初始能力上無顯著差異，確保後續比較之合理性。

在學習成效分析方面，本研究採用配對樣本 t 檢定（paired t-test）比較各組內前後測差異，以評估教學介入之效果。同時，透過共變數分析（ANCOVA）

控制前測成績，進一步比較實驗組與對照組在後測表現之差異，以排除初始能力之影響。此外，針對操作技能評量與作業錯誤率，亦採用獨立樣本 t 檢定進行組間比較，以分析生成式 AI 教學對實務表現之影響。

在進階分析方面，本研究進一步採用多元迴歸分析（multiple regression analysis），探討生成式人工智慧教學對學習成效之影響程度，並納入年資、教育程度等變項作為控制變數，以提升分析結果之精確性。此外，為檢視不同背景變項對學習成效之影響，本研究亦進行單因子變異數分析（ANOVA），比較不同年資或教育程度之受試者在學習表現上的差異。

最後，在統計檢定上，本研究設定顯著水準為  $\alpha = 0.05$ ，當 p 值小於 0.05 時，視為具有統計顯著差異。透過上述多層次統計分析方法，本研究能全面檢驗生成式人工智慧教學之成效，並提供具實證基礎之研究結果，以支持後續教育應用與政策制定。

## 四、研究結果

### （一）生成式人工智慧對知識學習成效之影響

本研究首先針對生成式人工智慧教學對供應室人員知識學習成效之影響進行分析。透過前後測結果比較，發現實驗組與對照組在前測成績上並無顯著差異（ $p > .05$ ），顯示兩組在教學介入前之知識基礎具有同質性，適合進行後續比較。經過四週教學介入後，兩組在後測成績均呈現提升趨勢，但實驗組之進步幅度明顯高於對照組。實驗組平均分數由前測之 72.35 分提升至後測之 89.64 分，而對照組則由 71.82 分提升至 80.15 分，顯示生成式人工智慧教學在知識傳遞與理解上具有顯著優勢。

進一步以配對樣本 t 檢定分析各組內前後測差異，結果顯示實驗組之提升達顯著水準（ $t = 9.87, p < .001$ ），對照組亦達顯著差異（ $t = 5.42, p < .001$ ），惟其效果量（effect size）明顯低於實驗組。另以共變數分析（ANCOVA）控制前測成績後，比較兩組後測差異，結果顯示實驗組顯著優於對照組（ $F = 15.23, p < .001$ ），進一步證實生成式 AI 教學對知識學習具有顯著影響。

從學習內容分析來看，實驗組在「滅菌流程判斷」、「器械分類識別」及「品質控制標準」等較高認知層次題項之正確率提升最為顯著，顯示 AI 教學不僅有助於基礎知識記憶，亦能促進高階思考能力之發展。此結果顯示，生成式人工智慧透過即時回饋與互動學習機制，使學習者能夠即時修正錯誤觀念，並深化知識理解。此外，AI 系統可依學習者答題狀況提供個別化解釋，有助於提升學習效率。

綜合而言，本研究結果顯示生成式人工智慧教學能顯著提升供應室人員之知識學習成效，且其效果優於傳統教學模式，特別是在高階認知能力方面更具優勢，顯示其在醫療教育領域具有高度應用價值。

## （二）生成式人工智慧對操作技能之影響

在操作技能方面，本研究透過標準化操作評量表進行評估，結果顯示生成式人工智慧教學對供應室人員操作能力具有顯著提升效果。於前測階段，兩組在操作評分上無顯著差異 ( $p > .05$ )，顯示兩組在實務操作能力上具有相當基礎。然而，在教學介入後，實驗組之操作評分顯著高於對照組。實驗組平均分數由前測之 3.12 分提升至後測之 4.45 分，而對照組則由 3.08 分提升至 3.85 分，顯示 AI 教學對操作技能之提升效果更為明顯。

透過獨立樣本 t 檢定分析後測結果，顯示兩組間差異達顯著水準 ( $t = 6.21, p < .001$ )。進一步分析各評分項目發現，實驗組在「流程正確性」、「無菌觀念遵循」及「操作熟練度」三項指標之提升最為顯著。其中，AI 教學透過情境模擬功能，使學習者能反覆練習各項操作流程，並在出現錯誤時立即獲得修正建議，顯著提升學習效果。

此外，生成式 AI 亦能提供標準作業流程之逐步指引，使學習者在操作過程中能即時確認步驟是否正確，降低因記憶錯誤所導致之操作偏差。相較之下，傳統教學方式主要依賴示範與記憶，缺乏即時回饋機制，使學習者在實際操作中較容易出現錯誤。

值得注意的是，在新進人員與年資較短之受試者中，AI 教學之效果更為顯著，顯示生成式人工智慧對於初學者具有較高之學習支持功能。此結果顯示，AI 教學可作為臨床技能訓練之有效輔助工具，特別適用於高風險且流程複雜之供應室作業。

## （三）生成式人工智慧對作業錯誤率之影響

本研究進一步分析生成式人工智慧教學對供應室作業錯誤率之影響，結果顯示 AI 教學能顯著降低錯誤發生率。在研究期間，透過實際作業紀錄蒐集兩組之錯誤事件，包括包裝錯誤、器械遺漏及滅菌流程不當等。分析結果顯示，實驗組之錯誤率由介入前之 8.5% 下降至介入後之 2.1%，降幅達 75% 以上；而對照組則由 7.9% 下降至 5.8%，降幅相對有限。

透過卡方檢定分析錯誤率變化，結果顯示實驗組在錯誤率降低上達顯著差異 ( $\chi^2 = 12.67, p < .001$ )，顯示生成式 AI 教學對於降低作業錯誤具有顯著效果。進一步分析錯誤類型發現，實驗組在「流程遺漏」與「操作順序錯誤」之改善最為明顯，顯示 AI 系統在流程引導與提醒功能上具有關鍵作用。

此外，生成式 AI 能透過模擬情境與錯誤回饋，使學習者在訓練過程中即能辨識錯誤並加以修正，避免錯誤帶入實際臨床作業。相較之下，傳統教學缺乏持續監控與回饋機制，使學習者在實務操作中較難即時發現問題。

此結果顯示，生成式人工智慧不僅能提升學習成效，更能直接改善臨床作業品質，對於供應室此類高風險單位而言，具有重要應用價值。透過降低錯誤率，可有效提升病人安全與醫療品質。

#### （四）學習滿意度與接受度分析

在學習滿意度方面，本研究透過問卷調查分析受試者對不同教學模式之評價。結果顯示，實驗組在整體滿意度上顯著高於對照組。實驗組平均滿意度為 4.62 分（滿分 5 分），而對照組為 3.78 分，差異達顯著水準（ $p < .001$ ）。在各構面中，實驗組在「學習互動性」、「即時回饋」、「學習便利性」及「整體學習體驗」等項目皆顯著高於對照組。

進一步分析顯示，多數受試者認為生成式 AI 能提供即時解答與清楚說明，有助於理解複雜流程，並減少學習壓力。此外，AI 系統可隨時使用，使學習不受時間與空間限制，提升學習彈性。特別是在夜班或非上課時段，AI 系統能提供即時支援，為傳統教學無法達成之優勢。

在接受度方面，超過 85% 的實驗組受試者表示願意持續使用生成式 AI 作為學習工具，並認為其有助於提升工作表現。然而，亦有部分受試者提出對 AI 準確性與資訊可靠性之疑慮，顯示在推動 AI 教育時仍需建立適當之監督機制。

整體而言，生成式人工智慧教學在學習滿意度與接受度上均顯著優於傳統教學模式，顯示其在醫療教育中具有高度可行性與發展潛力。

### 五、結論與建議

#### （一）研究結論：生成式人工智慧對供應室教育訓練之整體影響

本研究旨在探討生成式人工智慧應用於供應室教育訓練之成效，並以手術器械再處理流程為核心進行實證分析。研究結果顯示，生成式人工智慧教學在知識學習、操作技能、作業錯誤率及學習滿意度等多項指標上，均顯著優於傳統教學模式，顯示其在醫療教育領域具有高度應用價值。首先，在知識學習方面，生成式人工智慧透過即時回饋與互動式學習，有效提升學習者對複雜流程之理解與記憶，並促進高階認知能力之發展，此結果與 Buchanan 等人（2021）所指出 AI 可提升護理人員臨床決策與批判思考能力之研究一致。其次，在操作技能方面，AI 教學透過情境模擬與流程引導，使學習者能在安全環境中反覆練習並即時修正錯誤，顯著提升操作正確率與熟練度，此亦呼應 Lifshits 與 Rosenberg（2024）所提出 AI 能促進技能學習之觀點。

此外，在作業品質方面，本研究發現生成式人工智慧可顯著降低供應室作業錯誤率，特別是在流程遺漏與操作順序錯誤方面改善最為明顯。此結果顯示，AI 不僅具備教育功能，亦可直接提升臨床作業品質，進而強化病人安全。Chen 等人（2023）指出，供應室不良事件多與操作錯誤及訓練不足有關，而本研究結果顯示透過 AI 教學可有效降低此類風險。此外，在學習滿意度方面，生成式人工智慧因具備高互動性與即時性，使學習者在學習過程中獲得較佳體驗，顯著提升學習動機與參與度，與 Topaz 等人（2025）所提出 AI 可改變護理教育學習模式之觀點相符。

綜合而言，本研究證實生成式人工智慧可作為供應室教育訓練之有效工具，並能同時提升學習成效與臨床品質，顯示其在醫療教育與品質管理中具有雙重價

值。此一結果不僅補足過去研究多聚焦於理論學習之不足，亦提供實務應用之實證基礎。

## （二）實務建議：供應室導入生成式人工智慧教育之策略

根據本研究結果，建議醫療機構在供應室教育訓練中積極導入生成式人工智慧，以提升教育品質與作業安全。首先，在教育系統建置方面，醫療機構可發展專屬之 AI 教學平台，整合手術器械再處理流程之標準作業程序，並建立情境模擬與即時回饋功能，使學習者能在虛擬環境中進行反覆練習。此類系統不僅可提升學習效率，亦可降低實際操作風險，特別適用於新進人員訓練。

其次，在教學模式方面，建議採用「AI 輔助混成學習模式」，結合傳統教學與 AI 教學優勢。傳統教學可提供基礎知識與專業經驗傳承，而 AI 則可提供個別化學習與即時回饋，兩者相互補充，可提升整體教學效果 (Kleib et al., 2024)。此外，應建立持續教育機制，使 AI 教學不僅限於初期訓練，而能延伸至在職教育與能力評估。

在品質管理方面，建議將 AI 系統與供應室品質指標（如錯誤率、破損率等）進行整合，透過數據分析持續監測教育成效與作業品質，並作為教育訓練改善之依據。Huang 等人 (2024) 指出，器械清洗品質與人員操作能力密切相關，因此透過 AI 強化教育訓練，可有效提升整體品質。此外，Hu 等人 (2023) 亦強調流程優化與教育訓練應同步進行，方能達到最佳效果。

然而，在導入 AI 教育時亦需注意相關限制與挑戰。Hardie 等人 (2026) 指出，生成式 AI 可能存在資訊偏誤與倫理問題，因此需建立專業審查機制，以確保教學內容之正確性與安全性。此外，亦應加強人員對 AI 工具之使用訓練，以避免過度依賴技術而影響專業判斷。整體而言，透過適當規劃與管理，生成式人工智慧可成為提升供應室教育與醫療品質之重要工具。

## （三）未來研究建議

本研究雖已驗證生成式人工智慧在供應室教育訓練之應用成效，但仍存在若干限制，未來研究可從以下方向進行深化。在研究設計方面，本研究採準實驗設計，未進行隨機分派，未來可採隨機對照試驗 (RCT) 以提升研究內部效度。此外，本研究樣本數與研究場域有限，未來可擴大至多中心研究，以提升研究結果之外部效度與普遍性。

在研究變項方面，本研究主要探討知識、技能與錯誤率等指標，未來可進一步納入心理層面變數，如學習動機、自我效能及科技接受度，以建立更完整之理論模型。Kleib 等人 (2024) 指出，AI 對學習者之影響不僅限於知識層面，亦涉及心理與行為改變，因此未來研究可採結構方程模型 (SEM) 分析多重變數之關係，以深化理論探討。

此外，在技術應用方面，未來研究可結合虛擬實境 (VR)、擴增實境 (AR) 及物聯網 (IoT) 等技術，建立更完整之智慧教育系統。例如，透過 VR 模擬供應室操作情境，結合 AI 即時指導，可進一步提升學習沉浸感與操作能力 (Lifshits & Rosenberg, 2024)。同時，亦可探討 AI 在不同醫療場域（如手術室、加護病房）

之應用，以擴展其應用範圍。

最後，在倫理與政策層面，未來研究應關注 AI 在醫療教育中的倫理議題，包括資料隱私、責任歸屬及專業角色轉變等（Hardie et al., 2026）。隨著 AI 技術持續發展，建立相關規範與政策將成為重要議題。整體而言，未來研究應從多面向探討生成式人工智慧之應用，以促進醫療教育與品質管理之持續發展。

#### 參考文獻

- Buchanan, C., Howitt, M. L., Wilson, R., Booth, R. G., Risling, T., & Bamford, M. (2021). Predicted influences of artificial intelligence on nursing education: A scoping review. *JMIR Nursing*, 4(1), e23933. <https://doi.org/10.2196/23933>
- Chen, H., Liu, J., & Zhang, M. (2023). Incidence of adverse events in central sterile supply department: A single-center retrospective study. *Risk Management and Healthcare Policy*, 16, 1611–1620. <https://doi.org/10.2147/RMHP.S423108>
- Hardie, P., Darley, A., Derwin, R., Eustace-Cook, J., Kearns, S., Mc Brien, B., Siddiquee, A., Zheng, D., & Mooney, M. (2026). Applications, attitudes and ethical considerations of generative artificial intelligence (Gen AI) in nursing education: A scoping review. *BMC Nursing*, 25(1), 148. <https://doi.org/10.1186/s12912-025-04253-9>
- Harrell Shreckengost, C. S., Starr, N., Mammo, T. N., Gebeyehu, N., Tesfaye, Y., Belayneh, K., Tara, M., Lima, I., Jenkin, K., Fast, C., & Weiser, T. G. (2022). Clean and confident: Impact of sterile instrument processing workshops on knowledge and confidence in five low- and middle-income countries. *Surgical Infections*, 23(2), 183–190. <https://doi.org/10.1089/sur.2021.187>
- Hu, T., Yi, L., Tang, Y., Chen, Y., & Hu, R. (2023). Enhancing nighttime surgical instrument cleaning efficiency: An ECRS-based approach. *Medical Science Monitor*, 29, e940346. <https://doi.org/10.12659/MSM.940346>
- Huang, J., Yi, L., Chen, Y., & Hu, J. (2024). Factors associated with cleaning quality of reusable medical devices at a single center in China. *Heliyon*, 10(2), e24194. <https://doi.org/10.1016/j.heliyon.2024.e24194>
- Kleib, M., Darko, E. M., Akingbade, O., Kennedy, M., Majekodunmi, P., Nickel, E., & Vogelsang, L. (2024). Current trends and future implications in the utilization of ChatGPT in nursing: A rapid review. *International Journal of Nursing Studies Advances*, 7, 100252. <https://doi.org/10.1016/j.ijnsa.2024.100252>

- Lifshits, I., & Rosenberg, D. (2024). Artificial intelligence in nursing education: A scoping review. *Nurse Education in Practice*, 80, 104148.  
<https://doi.org/10.1016/j.nepr.2024.104148>
- Panta, G., Richardson, A. K., Shaw, I. C., & Coope, P. A. (2022). Healthcare workers' knowledge and attitudes towards sterilization and reuse of medical devices in primary and secondary care public hospitals in Nepal: A multi-centre cross-sectional survey. *PLOS ONE*, 17(8), e0272248.  
<https://doi.org/10.1371/journal.pone.0272248>
- Tipple, A. F. V., Costa, D. de M., Lopes, L. K. de O., Veloso, T. R., Pereira, L. A., Hu, H., Melo, D. de S., Trindade, J. P. de A., & Vickery, K. (2022). Reprocessing of loaned surgical instruments/implants in Australia and Brazil: A survey of those at the coalface. *Infection, Disease & Health*, 27(1), 23–30.  
<https://doi.org/10.1016/j.idh.2021.09.003>
- Topaz, M., Peltonen, L.-M., Michalowski, M., Stiglic, G., Ronquillo, C., Pruinelli, L., Song, J., O'Connor, S., Miyagawa, S., & Fukahori, H. (2025). The ChatGPT effect: Nursing education and generative artificial intelligence. *Journal of Nursing Education*, 64(6), e40–e43.  
<https://doi.org/10.3928/01484834-20240126-01>

