Journal of Digital Education and Learning Engineering ปีที่ 1 ฉบับที่ 2 (เดือน เมษายน – มิถุนายน 2568) หน้า 105-116
Journal of Digital Education and Learning Engineering, Volume 1 No. 2 (April – June 2025) Page 105-116
บทความเทคนิค (Technical Article)

Journal of Digital Education and Learning Engineering
ดำเนินการวารสารโดย สมาคมการศึกษาดิจิทัลและวิศวกรรมการเรียนรู้

ระบบฝึกอบรมด้วยเทคโนโลยีเสมือนจริงแบบจมดิ่งเพื่อเสริมสร้างทักษะทางคลินิกของนักศึกษาพยาบาล

Wound Suture Removal VR: An Immersive Virtual Reality-Based Training System to Enhance Clinical Skills in Nursing Students

ธัญวุฒิ เฉลิมพงษ์[1], ผกากรอง ปันทะนัน[1], เจริญชัย วงศ์วัฒน์กิจ[2,3], ฐิติยา ชมเงิน[2,3] และ ภาวดี วิมลพันธุ์[4*]
Tanyawut Chaloempong[1], Pakakrong Panthanan[1], Charoenchai Wongwatkit[2,3], Titiya Chomngern[2,3] & Pawadee Wimolphan[4*]

สถาบันนวัตกรรมการเรียนรู้ มหาวิทยาลัยแม่ฟ้าหลวง[1], สำนักวิชาเทคโนโลยีดิจิทัลประยุกต์ มหาวิทยาลัยแม่ฟ้าหลวง[2], ศูนย์วิจัยปัญญาประดิษฐ์และเทคโนโลยีก่อกำเนิด มหาวิทยาลัยแม่ฟ้าหลวง[3] และ สำนักวิชาพยาบาลศาสตร์ มหาวิทยาลัยแม่ฟ้าหลวง[4*]
MFU Learning Innovation Institute, Mae Fah Luang University, Thailand[1], School of Applied Digital Technology, Mae Fah Luang University, Thailand[2], Center of Excellence in AI and Emerging Technologies, School of Applied Digital Technology, Thailand[3], School of Nursing, Mae Fah Luang University, Thailand[4*]

Received: April 15, 2025 Revised: May 23, 2025 Accepted: May 31, 2025

บทคัดย่อ

เนื่องจากจำนวนนักศึกษาพยาบาลศาสตร์ของมหาวิทยาลัยแม่ฟ้าหลวงเพิ่มขึ้นอย่างต่อเนื่อง ความท้าทายในการฝึกปฏิบัติทางคลินิก โดยเฉพาะในรายวิชาที่ต้องอาศัยประสบการณ์จริงจึงทวีความสำคัญ ปัญหาหลักคือข้อจำกัดด้านจำนวนผู้ป่วยซึ่งส่งผลต่อการพัฒนาทักษะ ความมั่นใจ และอาจนำไปสู่ความเครียดหรือความผิดพลาดในการปฏิบัติ โดยเฉพาะในกระบวนการถอดไหมเย็บแผลที่หากดำเนินการไม่ถูกต้องอาจก่อให้เกิดการติดเชื้อ เพื่อแก้ไขปัญหาดังกล่าว จึงได้มีการพัฒนา “Wound Suturing Removal VR” โปรแกรมจำลองสถานการณ์ด้วยเทคโนโลยีเสมือนจริง (VR) ที่เน้นการฝึกแบบโต้ตอบและอิงตามสถานการณ์ใกล้เคียงกับบริบทจริงในทางคลินิก ช่วยให้นักศึกษาสามารถฝึกปฏิบัติได้ในสภาพแวดล้อมที่ปลอดภัย ไร้ความเสี่ยง ไม่จำกัดด้วยเวลา หรือการเข้าถึงผู้ป่วยจริง เทคโนโลยีนี้ยังเปิดโอกาสให้ผู้เรียนได้ฝึกซ้ำตามความต้องการ พร้อมรับผลสะท้อนกลับทันที เสริมสร้างการตัดสินใจในสถานการณ์ต่าง ๆ เพิ่มความมั่นใจ ลดความวิตกกังวล และพัฒนาความชำนาญเชิงกล้ามเนื้อก่อนการปฏิบัติจริง Wound Suturing Removal VR จึงเป็นทางเลือกใหม่ในการเรียนรู้ที่ยืดหยุ่น มีประสิทธิภาพ และสามารถลดความผิดพลาดที่อาจเกิดขึ้นในสถานการณ์จริงได้อย่างมีนัยสำคัญ

คำสำคัญ: การฝึกภาคปฏิบัติทางคลินิก, การจัดการศึกษาด้านพยาบาลศาสตร์, กระบวนการถอดไหมเย็บแผล, เทคโนโลยีเสมือนจริง, โปรแกรมจำลองการถอดไหมเย็บแผลในสภาพแวดล้อมเสมือนจริง

Abstract

*Corresponding author
Email address: pawadee.wim@mfu.ac.th

As the number of nursing students at Mae Fah Luang University continues to rise, challenges in clinical training have become more apparent, particularly in procedural courses where hands-on experience is essential. A significant issue is the limited availability of patient cases, which can hinder skill development and lead to anxiety and potential mistakes. This concern is especially critical in suture removal, where improper execution may result in wound infections. To help bridge this gap, Wound Suturing Removal VR was developed as an immersive virtual reality (VR) simulation using interactive and scenario-based training, designed to replicate real-life clinical environments. This approach allows students to practice in a controlled, risk-free setting, simulating real patient cases and procedures, such as suture removal, while enhancing their confidence and competence. By utilizing VR technology, students are given the opportunity to engage in repeated practice without the limitations of time, patient availability, or real-world risks. The interactive nature of VR allows for immediate feedback, reinforcing correct techniques and enabling learners to make decisions in a variety of clinical scenarios. Moreover, VR offers a safe space where students can build muscle memory, reduce anxiety, and gain familiarity with the steps of procedures before performing them on real patients. Wound Suturing Removal VR represents an innovative, flexible learning solution, equipping nursing students with practical experience and reducing the risk of errors in real-world clinical settings.

Keywords: Clinical training, nursing education, suture removal, virtual reality, wound suturing removal VR

■ บทนำ

การพัฒนาทักษะในการถอดไหมเย็บแผลนับเป็นองค์ประกอบที่สำคัญในกระบวนการฝึกปฏิบัติทางการพยาบาล เนื่องจากเป็นหัตถการพื้นฐานที่จำเป็นต่อการดูแลผู้ป่วยที่ได้รับการรักษาบาดแผล ความชำนาญในทักษะดังกล่าวส่งผลโดยตรงต่อความปลอดภัยและคุณภาพชีวิตของผู้ป่วย หากบุคลากรขาดทักษะที่เพียงพอ อาจก่อให้เกิดข้อผิดพลาดในการปฏิบัติ ซึ่งอาจนำไปสู่ภาวะแทรกซ้อนและลดความเชื่อมั่นของผู้ป่วยต่อการรับบริการทางสุขภาพ โดยมีหลักฐานทางคลินิกรองรับว่า การถอดไหมอย่างไม่ถูกต้องอาจส่งผลกระทบต่อกระบวนการสมานแผล และเพิ่มความเสี่ยงในการติดเชื้อ (Schaad, 2017) ด้วยเหตุนี้การส่งเสริมให้นักศึกษาพยาบาลมีโอกาสฝึกฝนทักษะการถอดไหมเย็บแผลอย่างเหมาะสม จึงมีความสำคัญต่อคุณภาพการดูแลรักษาในระดับคลินิก อย่างไรก็ดี ในสถานการณ์ปัจจุบัน นักศึกษาพยาบาลต้องเผชิญกับข้อจำกัดในการเข้าถึงผู้ป่วยและโอกาสในการฝึกปฏิบัติจริง อันเนื่องมาจากจำนวนเคสที่มีอยู่อย่างจำกัด ส่งผลให้ไม่สามารถฝึกทักษะได้อย่างต่อเนื่องและเป็นระบบ อีกทั้งรูปแบบการเรียนการสอนแบบดั้งเดิมยังไม่สามารถจำลองสถานการณ์ที่ใกล้เคียงกับบริบทจริงได้อย่างมีประสิทธิภาพ ซึ่งอาจส่งผลให้นักศึกษาเกิดความไม่มั่นใจ และขาดความคล่องแคล่วในการปฏิบัติ Shorey และ DebbyNg (2021) พบว่าการฝึกฝนในรูปแบบเดิมยังขาดความยืดหยุ่นและการมีส่วนร่วม ซึ่งส่งผลต่อคุณภาพการเรียนรู้ของผู้เรียน ในช่วงไม่กี่ปีที่ผ่านมา เทคโนโลยีเสมือนจริง (Virtual Reality: VR) ได้ถูกนำมาใช้ในหลากหลายสาขาทางการศึกษา เพื่อยกระดับประสิทธิภาพการเรียนรู้ โดยเฉพาะในด้านวิชาชีพสุขภาพ VR สามารถจำลองสภาพแวดล้อมทางคลินิกได้อย่างสมจริง เปิดโอกาสให้นักศึกษาได้เรียนรู้ผ่านประสบการณ์เสมือนจริงในสถานการณ์ที่อาจไม่สามารถพบเจอได้ง่ายในภาคสนาม (Chang & Lai, 2021) ผลการศึกษาของ Harmon และคณะ (2021) ยังระบุเพิ่มเติมว่า VR สามารถช่วยสร้างสภาพแวดล้อมที่ปลอดภัยต่อการฝึกซ้อมทักษะ ลดความวิตกกังวล และส่งเสริมการตัดสินใจในสถานการณ์เสี่ยงได้อย่างมีประสิทธิภาพ

นอกจากนี้ ผลการศึกษาของ Saab และคณะ (2021) ยังพบว่า VR ช่วยเสริมสร้างแรงจูงใจในการเรียนรู้ และเพิ่มระดับความมีส่วนร่วมของผู้เรียนได้มากกว่าวิธีการสอนแบบเดิม ซึ่งปัจจัยเหล่านี้ล้วนมีความสำคัญต่อการพัฒนาทักษะเชิงปฏิบัติในระยะยาว ดังนั้น การนำเทคโนโลยี VR มาใช้ในบริบทการเรียนการสอนจึงนับเป็นแนวทางที่ตอบสนองต่อข้อจำกัดในปัจจุบันได้อย่างเป็นรูปธรรม

การศึกษานี้จึงมีวัตถุประสงค์ในการพัฒนาและนำเสนอ “Wound Suturing Removal VR” ซึ่งเป็นเครื่องมือการเรียนรู้ที่ใช้เทคโนโลยีเสมือนจริง เพื่อเสริมสร้างสมรรถนะด้านทักษะปฏิบัติในการถอดไหมเย็บแผลสำหรับนักศึกษาพยาบาล โดยระบบจำลองดังกล่าวมุ่งเน้นการมีปฏิสัมพันธ์กับผู้เรียนในสภาพแวดล้อมที่ปราศจากความเสี่ยง ช่วยให้นักศึกษาเกิดความชำนาญ ความมั่นใจ และความถูกต้องแม่นยำในการดำเนินหัตถการ ซึ่งจะเตรียมความพร้อมให้สามารถปฏิบัติในบริบทจริงได้อย่างมีประสิทธิภาพ

วัตถุประสงค์ของการวิจัย

1. เพื่อพัฒนาเครื่องมือการเรียนรู้ด้วยเทคโนโลยีเสมือนจริง สำหรับส่งเสริมทักษะปฏิบัติในการถอดไหมเย็บแผลของนักศึกษาพยาบาล
2. เพื่อประเมินประสิทธิผลของการใช้เทคโนโลยีเสมือนจริงในการส่งเสริมทักษะปฏิบัติด้านการถอดไหมเย็บแผลของนักศึกษาพยาบาล

■ การทบทวนวรรณกรรม

บทบาทของเทคโนโลยีเสมือนจริงในด้านการศึกษาพยาบาลและเวชศาสตร์

ในช่วงทศวรรษที่ผ่านมา เทคโนโลยีเสมือนจริง (Virtual Reality: VR) ได้รับความสนใจอย่างกว้างขวางในแวดวงการศึกษาด้านพยาบาลและเวชศาสตร์ เนื่องจากสามารถสร้างสภาพแวดล้อมการเรียนรู้ที่มีความโต้ตอบ สมจริง และปลอดภัย ช่วยให้นักศึกษาได้ฝึกฝนทักษะในสถานการณ์ที่ใกล้เคียงกับความเป็นจริงโดยไม่ก่อให้เกิดความเสี่ยงต่อผู้ป่วยจริง งานวิจัยหลายฉบับสนับสนุนว่า VR มีศักยภาพในการเพิ่มพูนทักษะการปฏิบัติ ความเข้าใจเชิงลึก และการจดจำองค์ความรู้ในระยะยาว ซึ่งเป็นปัจจัยสำคัญต่อการพัฒนาความสามารถทางคลินิกของนักศึกษา จากการศึกษาของ Chang และ Lai (2021) ซึ่งเก็บข้อมูลจากนักศึกษาพยาบาลในรายวิชาฝึกปฏิบัติการพยาบาลผู้ใหญ่ พบว่า การเรียนรู้ผ่าน VR ช่วยส่งเสริมการเรียนรู้ด้วยตนเอง และช่วยให้นักศึกษาเกิดแรงจูงใจในการฝึกฝนมากขึ้น พร้อมทั้งแนะนำให้มีการพัฒนาสื่อ VR ที่เน้นการใช้งานจริงร่วมกับหลักการออกแบบการสอนที่มีประสิทธิภาพ ในทำนองเดียวกัน Harmon และคณะ (2021) ได้ทบทวนงานวิจัยเกี่ยวกับการใช้ VR ในบริบทของการจัดการความปวด พบว่า VR เริ่มมีบทบาทสำคัญมากขึ้นในกระบวนการดูแลผู้ป่วย และควรได้รับการศึกษาเพิ่มเติมเพื่อบูรณาการเข้ากับการเรียนการสอนและการปฏิบัติทางคลินิกอย่างเหมาะสม นอกจากนี้ งานวิจัยของ Saab และคณะ (2021) ซึ่งศึกษาผ่านการสัมภาษณ์และกลุ่มสนทนา พบว่า VR ช่วยเพิ่มความมีส่วนร่วมในการเรียนรู้ ทำให้ผู้เรียนรู้สึกสนุก และสามารถจดจำความรู้ได้ดีขึ้น ขณะที่ Shorey และ Debby Ng (2021) ได้ทบทวนงานวิจัยเชิงทดลองแบบสุ่มและกึ่งทดลองเกี่ยวกับการใช้ VR ในการศึกษาพยาบาล และสรุปว่า การฝึกอบรมด้วย VR มีผลต่อการเพิ่มความเข้าใจเชิงทฤษฎีและการจดจำในระยะยาวอย่างมีนัยสำคัญ ทั้งในกลุ่มนักศึกษาและพยาบาลวิชาชีพ อีกหนึ่งตัวอย่างที่น่าสนใจคือการศึกษาโดย Janphilom (2020) ซึ่งพัฒนาโมเดลการเรียนรู้โดยใช้ VR ร่วมกับการคิดสะท้อน (Reflective Thinking) เพื่อเสริมสร้างทักษะการตัดสินใจในสถานการณ์วิกฤต พบว่าหลังการฝึกอบรม นักศึกษามีคะแนนด้านการตัดสินใจเพิ่มขึ้นอย่างมีนัยสำคัญทางสถิติ สะท้อนให้เห็นถึงศักยภาพของ VR ในการยกระดับสมรรถนะด้านการพยาบาล สุดท้าย Charoenwong และคณะ (2019) ได้ศึกษาผลของสภาพแวดล้อมการเรียนรู้เสมือนจริงที่มีต่อสมรรถภาพทางการพยาบาลและความเชื่อมั่นในตนเองในกลุ่มนักศึกษาจากวิทยาลัยพยาบาลทหาร พบว่า VR ช่วยพัฒนาทักษะการปฏิบัติทางการพยาบาลได้อย่างมีนัยสำคัญ

โดยเฉพาะในบริบทของการดูแลมารดาและทารกแรกเกิด กล่าวโดยสรุป เทคโนโลยีเสมือนจริงได้เข้ามามีบทบาทสำคัญในฐานะเครื่องมือการเรียนรู้ที่มีศักยภาพสูง ทั้งในแง่ของการส่งเสริมทักษะ ความเข้าใจ และความมั่นใจของผู้เรียน ช่วยตอบโจทย์ข้อจำกัดของการเรียนรู้เชิงปฏิบัติในสถานการณ์จริง และสนับสนุนการเตรียมความพร้อมของนักศึกษาในการเข้าสู่การปฏิบัติงานทางคลินิกอย่างมีประสิทธิภาพ

ความท้าทายของการฝึกฝนการถอดไหมเย็บแผลในรูปแบบดั้งเดิม

แม้ว่าการถอดไหมเย็บแผลจะเป็นหัตถการพื้นฐานที่มีบทบาทสำคัญในการดูแลผู้ป่วยหลังผ่าตัด โดยเฉพาะในแง่ของการส่งเสริมการหายของบาดแผลและป้องกันการติดเชื้อ (Schaad, 2017; School of Medicine, Dentistry, Nursing University of Glasgow, 2017) อย่างไรก็ตาม ยังพบว่านักศึกษาพยาบาลจำนวนมากประสบข้อจำกัดในการฝึกฝนทักษะดังกล่าวในบริบทของสถานการณ์จริง โดยเฉพาะอย่างยิ่งในกรณีที่ใช้การฝึกผ่านหุ่นจำลอง (mannequin-based practice) ซึ่งแม้จะมีข้อดีในด้านความปลอดภัยและการควบคุมขั้นตอนการสอน แต่กลับขาดความสมจริงในเชิงสถานการณ์ทางคลินิก ส่งผลให้นักศึกษาไม่สามารถพัฒนาทักษะการรับรู้บริบท ความคล่องแคล่วในการตัดสินใจ และการประเมินสภาพแผลได้อย่างรอบด้าน (Shorey & DebbyNg, 2021) การฝึกที่ไม่เพียงพอทั้งในด้านปริมาณและความหลากหลายของกรณีศึกษา อาจเพิ่มความเสี่ยงในการเกิดข้อผิดพลาดระหว่างหัตถการ เช่น การบาดแผลซ้ำซ้อน การถอดไหมไม่หมด หรือการใช้เทคนิคไม่ถูกต้อง ซึ่งอาจนำไปสู่ภาวะแทรกซ้อนที่กระทบต่อความปลอดภัยของผู้ป่วย (Chang & Lai, 2021)

นอกจากนี้ ผลการศึกษาของ Saab และคณะ (Saab et al., 2021) ยังระบุว่า การฝึกในรูปแบบดั้งเดิมมีข้อจำกัดในการสร้างแรงจูงใจ และไม่สามารถกระตุ้นการมีส่วนร่วมของผู้เรียนได้อย่างต่อเนื่อง โดยเฉพาะในบริบทที่มีข้อจำกัดด้านจำนวนผู้ป่วยจริง ความหนาแน่นของหอผู้ป่วย หรือข้อจำกัดจากสถานการณ์โรคระบาด เช่น COVID-19 ซึ่งส่งผลกระทบต่อโอกาสในการฝึกปฏิบัติของนักศึกษาอย่างมีนัยสำคัญ

จากข้อจำกัดข้างต้น สะท้อนให้เห็นถึงความจำเป็นในการพัฒนาแนวทางการเรียนรู้รูปแบบใหม่ที่สามารถจำลองสถานการณ์ได้อย่างสมจริง เปิดโอกาสให้นักศึกษาได้ฝึกฝนซ้ำในสภาพแวดล้อมที่ปลอดภัย และมีระบบป้อนกลับที่ชัดเจน เพื่อเสริมสร้างทักษะ ความมั่นใจ และความพร้อมก่อนปฏิบัติจริงในบริบทคลินิก

ประสิทธิภาพของเทคโนโลยีเสมือนจริงในการพัฒนาทักษะและเสริมสร้างความมั่นใจ

เทคโนโลยีเสมือนจริง (Virtual Reality: VR) ได้รับการยอมรับในฐานะเครื่องมือที่มีศักยภาพสูงในการพัฒนาทักษะปฏิบัติทางคลินิก โดยเฉพาะในกลุ่มนักศึกษาพยาบาลที่อยู่ระหว่างการเตรียมความพร้อมสู่บริบทวิชาชีพจริง งานวิจัยจำนวนมากได้ยืนยันว่าการเรียนรู้ผ่าน VR ส่งผลให้ผู้เรียนมีความแม่นยำในการปฏิบัติหัตถการเพิ่มขึ้น และสามารถลดระดับความวิตกกังวลที่เกี่ยวข้องกับการปฏิบัติจริงได้อย่างมีนัยสำคัญ (Shorey & Ng, 2021; Saab et al., 2021) Shorey และ Ng (2021) รายงานว่าการฝึกทักษะด้วย VR ช่วยเพิ่มทั้งความเข้าใจเชิงทฤษฎีและการจดจำขั้นตอนการปฏิบัติในระยะยาว โดยเฉพาะในกลุ่มนักศึกษาที่มีความวิตกกังวลต่อการฝึกกับผู้ป่วยจริง ขณะที่ Harmon และคณะ (2021) พบว่าเทคโนโลยี VR ส่งเสริมให้ผู้เรียนสามารถฝึกซ้ำในบริบทสถานการณ์ต่าง ๆ ได้อย่างต่อเนื่อง ซึ่งเป็นปัจจัยสำคัญในการสร้างความมั่นใจและความคล่องตัวในการตัดสินใจ

นอกจากนี้ ผลการศึกษาของ Chang และ Lai (2021) ที่ดำเนินการในกลุ่มนักศึกษาพยาบาลในรายวิชาทักษะผู้ใหญ่และผู้สูงอายุ ยังพบว่า ผู้เรียนที่ฝึกด้วย VR มีคะแนนความมั่นใจและความพึงพอใจสูงกว่าเมื่อเปรียบเทียบกับกลุ่มที่ฝึกในรูปแบบดั้งเดิม ขณะที่ Saab และคณะ (2021) ชี้ว่า ผู้เรียนที่ใช้ VR มีแนวโน้มจดจำเนื้อหาได้แม่นยำขึ้น และแสดงพฤติกรรมการมีส่วนร่วมในการเรียนรู้มากกว่า

คุณลักษณะสำคัญของการเรียนรู้ผ่าน VR ได้แก่ ความสามารถในการให้ผลตอบกลับแบบทันที (real-time feedback), การโต้ตอบกับระบบอย่างเสมือนจริง และการจำลองสถานการณ์ที่หลากหลาย ทั้งหมดนี้ช่วยให้ผู้เรียนสามารถพัฒนาทักษะเชิงกล้ามเนื้อ (psychomotor skills) ได้อย่างต่อเนื่อง และสร้างความมั่นใจในการนำทักษะไปใช้ในสถานการณ์จริง

■ เทคนิควิธีการ

กลุ่มประชากรและกลุ่มตัวอย่าง

การวิจัยครั้งนี้ดำเนินการกับนักศึกษาพยาบาลจำนวน 34 คน จากมหาวิทยาลัยแม่ฟ้าหลวง ซึ่งลงทะเบียนในรายวิชาทักษะการพยาบาล โดยใช้วิธีการเลือกกลุ่มตัวอย่างแบบเจาะจง (Purposive Sampling) โดยพิจารณาจากคุณสมบัติของผู้เข้าร่วมที่มีความรู้เชิงทฤษฎีเกี่ยวกับกระบวนการถอดไหมเย็บแผลมาแล้ว แต่อยู่ในระดับที่ยังขาดประสบการณ์ฝึกปฏิบัติจริงอย่างเพียงพอ

เครื่องมือวิจัย

เครื่องมือหลักที่ใช้ในการศึกษาครั้งนี้คือระบบฝึกปฏิบัติด้วยเทคโนโลยีเสมือนจริงชื่อ “Wound Suturing Removal VR” ซึ่งออกแบบมาเพื่อจำลองสถานการณ์ทางคลินิกที่มีความใกล้เคียงกับความเป็นจริง สำหรับการฝึกทักษะถอดไหมเย็บแผล การเก็บข้อมูลประกอบด้วย การทดสอบก่อนและหลังการฝึก (Pre-test และ Post-test) เพื่อประเมินทักษะการปฏิบัติงานของผู้เข้าร่วมก่อนและหลังการใช้ระบบ นอกจากนี้ยังมีแบบสอบถามความพึงพอใจเพื่อวัดมุมมองของผู้ใช้เกี่ยวกับประสิทธิภาพของระบบ VR ในการส่งเสริมการเรียนรู้เชิงปฏิบัติ ซึ่งเครื่องมือทั้งสองนี้ช่วยให้สามารถประเมินผลกระทบของนวัตกรรมต่อทักษะและผลลัพธ์การเรียนรู้ได้อย่างรอบด้าน
เครื่องมือที่ใช้ในการรวบรวมข้อมูลการวิจัยประกอบด้วย

แบบประเมินทักษะการปฏิบัติการพยาบาล

แบบประเมินทักษะการปฏิบัติการพยาบาลเรื่องการตัดไหมเป็นแบบประเมินที่ผู้วิจัยพัฒนาขึ้น โดยแบ่งออกเป็น 2 ส่วน ได้แก่ ส่วนที่ 1: ข้อมูลทั่วไปของผู้ตอบแบบสอบถาม (เพศ และอายุ) ส่วนที่ 2: การประเมินทักษะการตัดไหมและการถอดลวดเย็บแผล จำนวนรวม 36 ข้อ แบ่งเป็นการตัดไหม 18 ข้อ และการถอดลวดเย็บแผล 18 ข้อการให้คะแนนเป็นแบบ binary โดยตอบถูกให้ 1 คะแนน และหากตอบผิดหรือไม่ตอบให้ 0 คะแนน

แบบสัมภาษณ์ความคิดเห็นเกี่ยวกับการใช้สื่อการเรียนรู้ด้วยเทคโนโลยีเสมือนจริง

เป็นแบบสัมภาษณ์ชนิดปลายปิด ประกอบด้วย 5 คำถาม เพื่อประเมินทัศนคติของนักศึกษาที่มีต่อการใช้ VR ในการฝึกปฏิบัติการตัดไหม โดยสอบถามในประเด็นด้านความง่ายในการใช้งาน ความสะดวก ความปลอดภัย ความสอดคล้องกับวัตถุประสงค์ และระดับความพึงพอใจ

การตรวจสอบคุณภาพของเครื่องมือ

เครื่องมือที่ใช้ในการวิจัยประกอบด้วยแบบประเมินทักษะการถอดไหมเย็บแผล ซึ่งพัฒนาโดยอ้างอิงจากแผนการสอนทางคลินิก และผ่านการตรวจสอบความตรงเชิงเนื้อหาโดยผู้ทรงคุณวุฒิจำนวน 3 ท่าน คำนวณค่าดัชนีความตรงเชิงเนื้อหา (CVI) ได้เท่ากับ 1.00 และมีความเที่ยงของเครื่องมือที่ตรวจสอบโดยใช้ KR-20 ได้ค่า 0.91 สำหรับแบบสอบถามความพึงพอใจเป็นแบบสอบถามปลายปิด 5 ข้อ ใช้วัดความคิดเห็นของผู้เรียนต่อประสิทธิภาพ ความสะดวก และความปลอดภัยของสื่อ VR โดยผ่านการตรวจสอบความตรงเชิงเนื้อหาโดยผู้เชี่ยวชาญในสาขาการศึกษาพยาบาล

การเก็บรวบรวมข้อมูล

การเก็บรวบรวมข้อมูลในการวิจัยนี้ดำเนินการตามลำดับขั้นตอนที่ชัดเจนภายใต้กรอบของกระบวนการวิจัยและพัฒนา (Research and Development) โดยเริ่มจากการศึกษาทบทวนเอกสาร แนวคิด และหลักฐานเชิงประจักษ์ที่เกี่ยวข้องกับการใช้เทคโนโลยีเสมือนจริงในการส่งเสริมทักษะการพยาบาลในประเด็นเรื่องการตัดไหม จากนั้นผู้วิจัยดำเนินการขออนุมัติจริยธรรมการวิจัยในมนุษย์จากคณะกรรมการวิจัยของมหาวิทยาลัยแม่ฟ้าหลวง พร้อมทั้งประชาสัมพันธ์โครงการผ่านสื่ออิเล็กทรอนิกส์ และจัดทำเอกสารยินยอมเพื่อขอความร่วมมือจากกลุ่มตัวอย่างอย่างเป็นลายลักษณ์อักษร

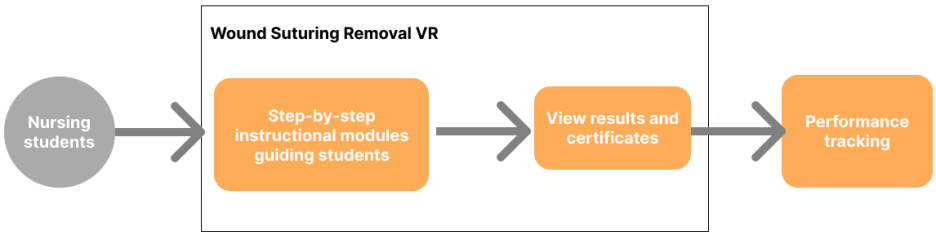
ภายหลังได้รับอนุมัติ ผู้วิจัยได้พัฒนาและออกแบบสื่อการเรียนรู้โดยใช้เทคโนโลยีเสมือนจริงร่วมกับผู้เชี่ยวชาญด้านนวัตกรรมการเรียนรู้ โดยมุ่งเน้นการออกแบบที่สอดคล้องกับวัตถุประสงค์ทางการเรียนรู้และการฝึกฝนทักษะในบริบทที่สมจริง พร้อมจัดทำแบบประเมินทักษะการปฏิบัติการพยาบาลและแบบสัมภาษณ์ความคิดเห็นเกี่ยวกับการใช้สื่อดังกล่าว ทั้งนี้เครื่องมือทั้งหมดผ่านการตรวจสอบความตรงเชิงเนื้อหาโดยผู้ทรงคุณวุฒิ 3 ท่าน และทดสอบความเที่ยงของแบบประเมินด้วย KR-20 ซึ่งได้ค่าความเที่ยงในระดับสูง

จากนั้น ผู้วิจัยได้ดำเนินการทดลองใช้สื่อการเรียนรู้กับกลุ่มนักศึกษาพยาบาลชั้นปีที่ 3 จำนวน 34 คน โดยมีการเก็บข้อมูลในสองระยะ ได้แก่ ระยะก่อนการทดลอง (Pre-test) และระยะหลังการทดลอง (Post-test) เพื่อเปรียบเทียบความเปลี่ยนแปลงของทักษะ โดยกระบวนการทั้งหมดดำเนินการในช่วงการฝึกปฏิบัติในหอผู้ป่วยศัลยกรรมเป็นระยะเวลา 3 สัปดาห์ นอกจากนี้ ยังได้เก็บข้อมูลความคิดเห็นของกลุ่มตัวอย่างเกี่ยวกับประสบการณ์ในการใช้สื่อการเรียนรู้ผ่านแบบสัมภาษณ์ปลายปิด

ภายหลังเสร็จสิ้นการทดลอง ผู้วิจัยได้นำผลการประเมินไปใช้ในการปรับปรุงสื่อการเรียนรู้และแบบประเมินก่อนขยายผลไปใช้กับนักศึกษาอื่นในรุ่นเดียวกัน พร้อมดำเนินการสรุปและเผยแพร่ผลการวิจัยต่อไป

ภาพรวมของระบบ

ระบบ Wound Suturing Removal VR ได้รับการออกแบบให้มีลักษณะใกล้เคียงกับสภาพแวดล้อมทางคลินิกจริง มุ่งเน้นการสร้างประสบการณ์เรียนรู้ที่สมจริงและมีปฏิสัมพันธ์ในรูปแบบสามมิติ โดยภายในระบบประกอบด้วยโมดูลการเรียนรู้แบบลำดับขั้นตอนอย่างชัดเจน ซึ่งนำเสนอวิธีการปฏิบัติที่ถูกต้องในการถอดไหมเย็บแผล พร้อมทั้งมีฟังก์ชันการให้ข้อมูลย้อนกลับแบบเรียลไทม์และระบบติดตามผลการฝึกปฏิบัติของผู้เรียนอย่างเป็นระบบ จุดเด่นของระบบคือการเปิดโอกาสให้ผู้เรียนได้ฝึกฝนซ้ำได้โดยไม่จำกัดจำนวนครั้ง ซึ่งช่วยเสริมสร้างทักษะ ความแม่นยำ และความมั่นใจในการปฏิบัติงานจริงในสถานพยาบาล จากรูปภาพที่ 1 แสดงถึงลำดับขั้นตอนของการใช้งานระบบ Wound Suture Removal VR โดยภายในระบบจะมีแนะนำแบบเป็นขั้นตอนให้ทำตาม หลังจากเสร็จสิ้นการฝึกนักศึกษาสามารถดูผลการฝึกและใบรับรองได้และหลังจากนั้นผู้สอนจะติดตามผลการปฏิบัติเพื่อประเมินต่อไป



ภาพที่ *1.* สถาปัตยกรรมระบบ

กระบวนการฝึกอบรม

ระบบจำลองสถานการณ์ผ่านเทคโนโลยีเสมือนจริง (VR) ได้รับการออกแบบให้สอดคล้องกับแนวทางการเรียนรู้เชิงระบบ เพื่อให้ผู้เรียนสามารถพัฒนาทักษะอย่างรอบด้านและเป็นขั้นเป็นตอน ดังนี้:

1. การรับเคสผู้ป่วย

ผู้เรียนจะเริ่มจากการศึกษาและวิเคราะห์ข้อมูลพื้นฐานของผู้ป่วย รวมถึงประวัติทางการแพทย์และสภาพบาดแผล เพื่อสร้างความเข้าใจบริบททางคลินิกอย่างเป็นองค์รวม

2. การเตรียมอุปกรณ์

ดำเนินการคัดเลือกและจัดเตรียมเครื่องมือและอุปกรณ์ทางการพยาบาลที่เหมาะสมสำหรับการถอดไหมเย็บแผล โดยมุ่งเน้นความถูกต้องตามมาตรฐานการปฏิบัติ

3. การทำความสะอาดบาดแผล

ฝึกฝนการปฏิบัติภายใต้หลักการปลอดเชื้อ (Aseptic Technique) อย่างถูกต้อง เพื่อป้องกันการติดเชื้อและเตรียมบาดแผลให้พร้อมสำหรับการถอดไหม

4. การถอดไหมเย็บแผล

ผู้เรียนจะได้ฝึกปฏิบัติการถอดไหมทั้งในรูปแบบลวดเย็บ (Staple) และไหมเย็บ (Stitch) เพื่อเสริมสร้างความแม่นยำและความคล่องตัวในการดำเนินหัตถการ

5. การประเมินสภาพบาดแผลหลังการถอดไหม

ประเมินภาวะการสมานของแผล พร้อมทั้งสังเกตความผิดปกติหรือภาวะแทรกซ้อนที่อาจเกิดขึ้น

6. การให้คำแนะนำหลังหัตถการ

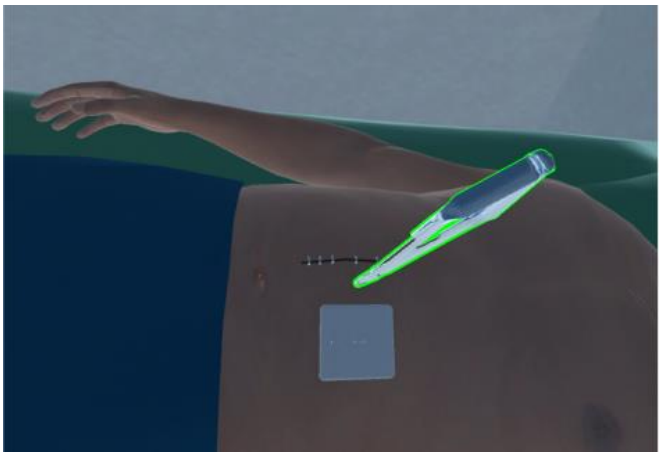
ผู้เรียนฝึกการให้คำแนะนำแก่ผู้ป่วยเกี่ยวกับการดูแลบาดแผลอย่างเหมาะสม เพื่อลดความเสี่ยงในการเกิดภาวะแทรกซ้อนและส่งเสริมการฟื้นตัวที่มีประสิทธิภาพ

ภาพที่ 2. ภาพแสดงการใช้งาน Wound Suturing Removal VR โดยนักศึกษาพยาบาล

■ ผลลัพธ์

ส่วนติดต่อผู้ใช้และการทำงานของระบบ

สำหรับองค์ประกอบด้านเทคนิค ระบบ Wound Suture Removal VR พัฒนาขึ้นโดยใช้แพลตฟอร์ม Unity 3D ซึ่งเป็นเครื่องมือพัฒนาเกมและระบบจำลองแบบเรียลไทม์ที่รองรับการสร้างสภาพแวดล้อมสามมิติที่สมจริง ระบบจำลองเสมือนจริง (VR) ได้รับการออกแบบส่วนติดต่อผู้ใช้ (User Interface) ให้มีความเรียบง่าย เป็นมิตรต่อผู้ใช้ และสามารถใช้งานได้อย่างสะดวกแม้ในกลุ่มผู้ใช้ที่ไม่มีประสบการณ์มาก่อน รูปแบบการแสดงผลภายในระบบมีโครงสร้างที่ชัดเจน พร้อมคำแนะนำที่เข้าใจง่าย เพื่อส่งเสริมการเรียนรู้และการใช้งานอย่างมีประสิทธิภาพดังภาพที่ 3 ที่แสดงให้เห็นถึงการไฮไลท์เครื่องมือที่กำลังใช้งานอยู่ให้เห็นได้อย่างชัดเจน



ภาพที่ 3. ตัวอย่างอินเทอร์เฟซภายในโลกเสมือนจริง

ในด้านฮาร์ดแวร์ ระบบรองรับการใช้งานผ่านชุดอุปกรณ์เสมือนจริง Oculus Quest 2 ซึ่งประกอบด้วย Head-Mounted Display (HMD) ที่ให้การแสดงผลแบบ 3 มิติ และคอนโทรลเลอร์ควบคุม (Controllers) ใช้ในการควบคุมการเคลื่อนไหว รวมไปถึงการหยิบจับสิ่งของ การโต้ตอบระหว่างผู้ใช้และระบบทำผ่าน gesture-based interaction โดยผู้ใช้สามารถหยิบ จับ และตัดไหมในสภาพแวดล้อมจำลองเสมือนจริง ระบบยังมีการกำหนดตำแหน่งของเครื่องมือและแผลในลักษณะสามมิติเพื่อให้

การฝึกเป็นไปอย่างสมจริงสูงสุด โครงสร้างนี้ไม่เพียงช่วยให้สามารถฝึกฝนได้อย่างมีประสิทธิภาพ แต่ยังเปิดโอกาสให้นักพัฒนาระบบสามารถปรับขยายหรือนำไปต่อยอดในบริบททางคลินิกอื่น ๆ ได้ในอนาคต

ตารางที่ 1

คะแนนความคิดเห็นของกลุ่มตัวอย่างเกี่ยวกับการใช้สื่อการเรียนรู้โดยใช้เทคโนโลยีเสมือนจริง เรื่อง การตัดไหม

ข้อ	ตัวแปร	คะแนน	ร้อยละ
1	สื่อการเรียนรู้โดยใช้เทคโนโลยีเสมือนจริงใช้ง่าย	30	100.00
2	สื่อการเรียนรู้โดยใช้เทคโนโลยีเสมือนจริงสะดวกต่อการใช้	24	80.00
3	สื่อการเรียนรู้โดยใช้เทคโนโลยีเสมือนจริงปลอดภัยต่อการใช้	28	93.33
4	สื่อการเรียนรู้โดยใช้เทคโนโลยีเสมือนจริงตอบสนองต่อวัตถุประสงค์ในการใช้ของท่าน	30	100.00
5	ท่านพอใจต่อการใช้เทคโนโลยีเสมือนจริง	30	100.00

จากตารางที่ 1 ได้รับการประเมินโดยกลุ่มตัวอย่างนักศึกษาพยาบาลชั้นปีที่ 3 จำนวน 34 คน ผ่านแบบสัมภาษณ์ความคิดเห็นเกี่ยวกับการใช้สื่อเทคโนโลยีเสมือนจริงจำนวน 5 ข้อ ซึ่งครอบคลุมด้านความง่ายในการใช้งาน ความสะดวก ความปลอดภัย ความสอดคล้องกับวัตถุประสงค์ และระดับความพึงพอใจ

ผลการเก็บข้อมูลพบว่า ร้อยละ 100 ของผู้ใช้งานเห็นว่าสื่อมีความง่ายต่อการใช้งานและตอบสนองต่อวัตถุประสงค์ได้ดี ร้อยละ 93.33 มองว่าสื่อมีความปลอดภัย และร้อยละ 80.00 เห็นว่าสะดวกในการใช้งาน แสดงให้เห็นว่าส่วนติดต่อผู้ใช้ของระบบสามารถรองรับการเรียนรู้เชิงปฏิบัติได้อย่างเหมาะสม โดยเฉพาะในกลุ่มผู้เรียนระดับปริญญาตรีที่อยู่ระหว่างการเตรียมความพร้อมสู่คลินิกจริง

ตารางที่ 2

การเปรียบเทียบคะแนนทักษะในการตัดไหมของกลุ่มตัวอย่างก่อนและหลังการทดลองโดยการทดสอบ t-test (*ทดสอบ* t-test *แบบขึ้นอยู่กัน)*

	ก่อนการทดลอง(n=34)		หลังการทดลอง (n=34)		t-value	p-value
	Mean	S.D.	Mean	S.D.		
คะแนนทักษะการตัดเย็บ	28.88	8.36	36.38	3.69	4.78	<.001

ประสิทธิภาพของการฝึกอบรมและผลลัพธ์ทางการเรียนรู้

เพื่อประเมินประสิทธิผลของการฝึกด้วยระบบ VR ผู้วิจัยใช้แบบประเมินทักษะการถอดไหมเย็บแผลที่ผ่านการตรวจสอบคุณภาพ (CVI = 1.00, KR-20 = 0.91) กับนักศึกษากลุ่มตัวอย่างทั้งก่อน (Pre-test) และหลัง (Post-test) การใช้ระบบ จากตารางที่ 2 แสดงให้เห็นว่าผลการวิเคราะห์ด้วยสถิติ Dependent t-test พบว่า คะแนนเฉลี่ยหลังการใช้ระบบ (36.38, SD = 3.69) สูงกว่าคะแนนเฉลี่ยก่อนฝึก (28.88, SD = 8.36) อย่างมีนัยสำคัญทางสถิติ ($t = 4.78$, $p < .001$)

ผลลัพธ์ดังกล่าวสะท้อนว่า ระบบ VR มีประสิทธิภาพในการเสริมสร้างทักษะการถอดไหมเย็บแผลในเชิงปฏิบัติ ช่วยให้ผู้เรียนสามารถพัฒนาความแม่นยำ ลดข้อผิดพลาด และเสริมสร้างความมั่นใจในการปฏิบัติงานจริงในบริบททางคลินิกอย่างมีนัยสำคัญ

■ การอภิปรายและสรุปผล

การอภิปราย

ผลการศึกษานี้แสดงให้เห็นว่าอินเตอร์เฟซผู้ใช้และฟังก์ชันการทำงานของระบบ Wound Suture Removal VR สามารถแก้ไขข้อจำกัดของการฝึกทักษะแบบดั้งเดิมได้อย่างมีประสิทธิภาพ โดยเฉพาะในด้านความง่ายในการใช้งาน ความชัดเจนของขั้นตอน และความปลอดภัยของสภาพแวดล้อมการฝึกฝน ซึ่งสอดคล้องกับผลการศึกษาของ Shorey และ Ng (2021) ที่พบว่า VR ช่วยส่งเสริมการเรียนรู้เชิงโต้ตอบ และลดความวิตกกังวลของผู้เรียนได้อย่างมีนัยสำคัญ การออกแบบระบบที่เน้นการจำลองสถานการณ์ทางคลินิกอย่างสมจริง และการควบคุมผ่านอุปกรณ์ VR ที่มีความแม่นยำ ช่วยให้นักศึกษาสามารถพัฒนาทักษะเชิงกล้ามเนื้อและการตัดสินใจได้ในระดับที่ใกล้เคียงกับบริบทจริง ทั้งนี้ยังสอดคล้องกับผลการวิจัยของ Chang และ Lai (2021) ที่ชี้ว่าเทคโนโลยี VR ช่วยเพิ่มความมั่นใจของนักศึกษาและลดข้อผิดพลาดในการปฏิบัติงาน การฝึกซ้ำในระบบที่ควบคุมได้เปิดโอกาสให้นักศึกษาพัฒนาทักษะได้อย่างต่อเนื่องโดยไม่ต้องพึ่งพาผู้ป่วยจริง ซึ่งสอดคล้องกับผลการศึกษาของ Saab et al. (2021) ที่พบว่า VR ส่งเสริมการเรียนรู้แบบ self-directed และเพิ่มแรงจูงใจของผู้เรียนได้อย่างชัดเจน อย่างไรก็ตาม ข้อจำกัดที่สำคัญของการนำเทคโนโลยี VR ไปใช้ในสถาบันการศึกษาคือข้อจำกัดด้านทรัพยากร โดยเฉพาะในด้านฮาร์ดแวร์ อุปกรณ์ และพื้นที่ในการใช้งาน ซึ่งสอดคล้องกับข้อเสนอแนะในงานของ Harmon et al. (2021) ที่กล่าวถึงความท้าทายด้านต้นทุนและการขยายผลในสถาบันที่มีทรัพยากรจำกัด

บทสรุป

การศึกษานี้นำเสนอกระบวนการฝึกอบรมการถอดไหมเย็บแผลที่ใช้ VR เป็นแนวทางใหม่ที่มีโครงสร้างการเรียนรู้ที่เสริมทักษะทางการแพทย์ในนักศึกษาพยาบาล โดยการให้สภาพแวดล้อมที่ควบคุมได้และสมจริงในการฝึกทักษะจริง ระบบนี้สามารถแก้ไขข้อจำกัดหลายประการที่เกี่ยวข้องกับการฝึกทักษะแบบดั้งเดิม การนำเทคโนโลยี VR มาใช้ช่วยให้นักศึกษาสามารถฝึกฝนทักษะได้ไม่จำกัด เพิ่มความแม่นยำ ความมั่นใจ และความพร้อมในการทำงานในสถานการณ์ทางคลินิกจริง

สำหรับสถาบันที่พิจารณาการใช้การฝึกอบรมด้วย VR ควรประเมินความเป็นไปได้ ความสามารถในการขยายขนาด และค่าใช้จ่ายที่เกี่ยวข้องกับเทคโนโลยีนี้อย่างละเอียด ปัจจัยสำคัญ เช่น ความพร้อมของฮาร์ดแวร์ VR โครงสร้างพื้นฐานที่จำเป็น และการฝึกอบรมบุคลากรจะต้องได้รับการประเมินเพื่อให้การนำระบบไปใช้ประสบความสำเร็จ นอกจากนี้ การทำให้ระบบการฝึกอบรม VR สอดคล้องกับหลักสูตรที่มีอยู่จะเป็นสิ่งสำคัญในการเพิ่มมูลค่าทางการศึกษาของระบบและผลลัพธ์ทางการเรียนรู้ของนักศึกษา

การศึกษาครั้งต่อไปควรสำรวจผลระยะยาวของการฝึกอบรมด้วย VR ต่อประสิทธิภาพทางคลินิก รวมถึงการฝึกทักษะในสภาพแวดล้อมเสมือนจริงจะช่วยปรับปรุงผลลัพธ์ในสถานการณ์จริงหรือไม่ นอกจากนี้ ควรศึกษาทัศนคติของนักศึกษาต่อการเรียนรู้ด้วย VR และวิธีที่วิธีการนี้มีผลต่อการมีส่วนร่วมและความพึงพอใจโดยรวมของพวกเขาในการศึกษาพยาบาล การวิจัยเพิ่มเติมควรศึกษาถึงผลกระทบของการบูรณาการการฝึกอบรม VR เข้ากับหลักสูตรพยาบาล ไม่เพียงแต่ผลลัพธ์การเรียนรู้ แต่ยังรวมถึงการยอมรับและประสิทธิภาพของวิธีการสอนที่เป็นนวัตกรรมในด้านการศึกษาด้านการดูแลสุขภาพด้วย

■ กิตติกรรมประกาศ

ทีมวิจัยขอแสดงความขอบคุณอย่างยิ่งต่อแหล่งข้อมูลทั้งหมดที่อ้างถึงในงานวิจัยนี้ สำหรับการสนับสนุนที่มีค่าในการพัฒนา

และส่งเสริมการใช้เทคโนโลยีความจริงเสมือนในด้านการศึกษาพยาบาล ขอบคุณเป็นพิเศษถึงผู้ช่วยศาสตราจารย์ พวัณณี วิมลพันธุ์ หัวหน้าภาควิชาโครงการนี้ สำหรับวิสัยทัศน์และความเป็นผู้นำที่ขับเคลื่อนโครงการนี้ให้เกิดขึ้น งานวิจัยนี้สามารถสำเร็จได้ด้วยการสนับสนุนจากมหาวิทยาลัยแม่ฟ้าหลวง ผ่านโครงการทุนวิจัยและนวัตกรรม ซึ่งเป็นปัจจัยสำคัญในการพัฒนาและดำเนินโครงการนี้ สถาบันนวัตกรรมการเรียนรู้มหาวิทยาลัยแม่ฟ้าหลวงได้จัดหาทรัพยากรและโครงสร้างพื้นฐานที่สำคัญที่ช่วยในการสร้างและพัฒนาระบบ Wound Suturing Removal VR นอกจากนี้ ทีมวิจัยขอขอบคุณการมีส่วนร่วมอย่างมุ่งมั่นของผู้เข้าร่วมทุกคน ซึ่งการมีส่วนร่วมและข้อเสนอแนะของพวกเขามีบทบาทสำคัญในการประเมินประสิทธิภาพของเครื่องมือการเรียนรู้นวัตกรรมนี้ ข้อคิดเห็นของพวกเขาจะช่วยกำหนดทิศทางในอนาคตของการศึกษาพยาบาล โดยการบูรณาการวิธีการฝึกอบรมที่เสริมด้วยเทคโนโลยีเข้ากับการปฏิบัติทางคลินิก

■ เอกสารอ้างอิง

Adibelli, S., & Korkmaz, F. (2017). The Factors Affecting Nursing Students' Learning in Clinical Practice. Conference Paper. DOI: 10.5176/2315-4330_WNC17.38

American College of Surgeons. 2018) Wound home skills kit: surgical wound. Retrieve from https://www.facs.org/media/zr5dimjk/wound_surgical.pdf

Atria University. (2020). The Ultimate Guide & Types of Virtual Reality. Retrieve from

https://www.atriauniversity.edu.in › types-of-virtual-rea.

Bayram, S. B., & Caliskan, N. (2020). The Use of Virtual Reality Simulations in Nursing Education, and Patient Safety. Contemporary Topics in Patient Safety volume 1. DOI: 10.5772/intechopen.94108.

Chang, Y. M., & Lai, C. L. (2021). Exploring the experiences of nursing students in using immersive virtual reality to learn nursing skills. *Nurse Education Today, 97*. doi.org/10.1016/j.nedt.2020.104670.

Chen, F-Q, Leng, U-F, Ge, J-F, Wang, D-W, Li, C., Chen, B. & Sun, Z-L. (2020). Effectiveness of Virtual Reality in Nursing Education: Meta-Analysis. *Journal of Medical Internet Research, 22*(9), e18290. Doi: 10.2196/18290

Deming, W. E. (2021). PDSA Cycle. Retrieved from https://deming.org/explore/pdsa/

Gemuhay, H. M., Kalolo, A., Mirisho, R.. Chipwaza, B., & Nyangena, E. (2019). Factors Affecting Performance in Clinical Practice among Preservice Diploma Nursing Students in Northern Tanzania Nursing Research and Practice. doi: 10.1155/2019/3453085

Goodwin University. (2022). The vital nursing skills every RN should have. Retrieve from https://www.goodwin.edu/enews/vital-nursing-skills

Harmon, J., Pitt, V., Summons, P., & Inder, K. J. (2021). Use of artificial intelligence and virtual reality within clinical simulation for nursing pain education: A scoping review. *Nurse Education Today, 97*. doi.org/10.1016/j.nedt.2020.104700.

Hilleren, I. H. S., Christiansen, B. & Bjørk, I.T. (2022). Learning practical nursing skills in simulation centers – Anarrative review. International Journal of Nursing Studies Advances. Retrieve from doi.org/10.1016/j.ijnsa.2022.100090

North Glasgow University Hospitals NHS Division. (2022). Clinical Procedure Manual. Retrieve from https://www.nhsggc.org.uk › media

Saab, M. M., Hegarty, A., Murphy, D., & Landers, M. (2021). Incorporating virtual reality in nurse education: A qualitative study of nursing students' perspectives. *Nurse Education Today, 105*. doi.org/10.1016/j.nedt.2021.105045.

Shorey, S., & DebbyNg, E. (2021). The use of virtual reality simulation among nursing students and registered nurses: A systematic review. *Education Today, 98*. doi.org/10.1016/j.nedt.2020.104662.

School of Medicine, Dentistry, Nursing University of Glasgow. (2017). Suturing Procedures Guidance. Retrieved from https://www.gla.ac.uk › Media_678215

Schaad, B. D. (2017). Suture and Staple Removal. In Wiegand, D. L. (ed.), AACN Procedure Manual for High Acuity, Progressive, and Critical Care (7th Edition). Retrieved from https://booksite.elsevier.com/9780323376624/

Stubsgaard, A. J. K., Andresen, K., & Rosenberg J. (2015). The optimal timing of suture removal depends on the anatomical location. Ugeskr Laeger 177(45); V05150390

University of Waterloo. (2022). Bloom’s Taxonomy. Retrieve from https://uwaterloo.ca/centre-for-teaching-excelle

Whitehead, A. L., Julious, S. A., Cooper, C. L., & Campbell, M. J. (2016). Estimating the sample size for a pilot randomised trial to minimise the overall trial sample size for the external pilot and main trial for a continuous outcome variable. Statistical Methods in Medical Research, 25(3); 1057 –1073. doi: 10.1177/0962280215588241