



หุ่นจำลองทางการแพทย์อัจฉริยะสำหรับฝึกหัดการการขูดมดลูก

INTELLIGENT MEDICAL SIMULATOR FOR TRAINING IN UTERINE CURETTAGE PROCEDURE



พิมพ์ภััสสร ทองไทยสกุล

บัณฑิตวิทยาลัย มหาวิทยาลัยศรีนครินทรวิโรฒ

2567

หุ่นจำลองทางการแพทย์อัจฉริยะสำหรับฝึกหัดการการขูดมดลูก



ปริญญานิพนธ์นี้เป็นส่วนหนึ่งของการศึกษาตามหลักสูตร
วิศวกรรมศาสตรมหาบัณฑิต สาขาวิชาวิศวกรรมชีวการแพทย์
คณะวิศวกรรมศาสตร์ มหาวิทยาลัยศรีนครินทรวิโรฒ
ปีการศึกษา 2567
ลิขสิทธิ์ของมหาวิทยาลัยศรีนครินทรวิโรฒ

INTELLIGENT MEDICAL SIMULATOR FOR TRAINING IN UTERINE CURETTAGE PROCES-
DURES



PIMPATSORN THONGTHAISAKUL

A Thesis Submitted in Partial Fulfillment of the Requirements
for the Degree of MASTER OF ENGINEERING
(M.Eng. (Biomedical Engineering))
Faculty of Engineering, Srinakharinwirot University
2024
Copyright of Srinakharinwirot University

ปริญญานิพนธ์
เรื่อง
หุ่นจำลองทางการแพทย์อัจฉริยะสำหรับฝึกหัดการการปฐมพยาบาล
ของ
พิมพ์ภัทสร ทองไทยสกุล

ได้รับอนุมัติจากบัณฑิตวิทยาลัยให้เป็นส่วนหนึ่งของการศึกษาตามหลักสูตร
ปริญญาวิทยาศาสตรมหาบัณฑิต สาขาวิชาวิศวกรรมชีวการแพทย์
ของมหาวิทยาลัยศรีนครินทรวิโรฒ

(รองศาสตราจารย์ นายแพทย์ฉัตรชัย เอกปัญญาสกุล)
คณบดีบัณฑิตวิทยาลัย

คณะกรรมการสอบปากเปล่าปริญญานิพนธ์

.....ที่ปรึกษาหลัก
(อาจารย์ ดร.วงศ์วิทย์ เสนะวงศ์)

.....ประธาน
(ผู้ช่วยศาสตราจารย์ ดร.วัชรินทร์ ตั้งสุขสันต์)

.....กรรมการ
(อาจารย์ ดร.ธีระศักดิ์ จันทวิมลเมือง)

ชื่อเรื่อง	หุ่นจำลองทางการแพทย์อัจฉริยะสำหรับฝึกหัดการการชูดมดลูก
ผู้วิจัย	พิมพ์ภัสสร ทองไทยสกุล
ปริญญา	วิศวกรรมศาสตรมหาบัณฑิต
ปีการศึกษา	2567
อาจารย์ที่ปรึกษา	อาจารย์ ดร. วงศ์วิทย์ เสนะวงศ์

ในปัจจุบันหุ่นจำลองทางการแพทย์สำหรับการฝึกการชูดมดลูกนั้นมีอยู่อย่างจำนวนจำกัด และมีราคาสูง ส่งผลให้โอกาสในการฝึกปฏิบัติจริงของนักศึกษาแพทย์ลดลง การฝึกส่วนใหญ่จึงอาศัยความรู้เชิงทฤษฎีและเครื่องมือที่ประดิษฐ์ขึ้นเองซึ่งขาดความแม่นยำทางกายวิภาค และอาจส่งผลกระทบต่อความปลอดภัยของผู้ป่วยได้ งานวิจัยนี้จึงใช้การศึกษาที่ใช้รูปแบบการวิจัยแบบกึ่งทดลอง (quasi-experimental) แบบก่อน-หลัง (pre-post) โดยมีนักศึกษาแพทย์จำนวน 10 คน จากคณะแพทยศาสตร์ มหาวิทยาลัยศรีนครินทรวิโรฒ เป็นผู้เข้าร่วม หุ่นจำลองทางการแพทย์ที่ใช้ประกอบด้วยหุ่นจำลองทางการแพทย์แบบยางซิลิโคนที่มีความถูกต้องทางกายวิภาค พร้อมติดตั้งเซ็นเซอร์เพื่อให้ได้ข้อมูลย้อนกลับแบบเรียลไทม์เกี่ยวกับประสิทธิภาพการทำงาน โดยผู้เข้าร่วมจะได้รับการประเมินทั้งก่อน และหลังการฝึกโดยวัดประสิทธิภาพการชูดมดลูก (เปอร์เซ็นต์เนื้อเยื่อที่ถูกชูดออก) และความถี่ของเซ็นเซอร์ (การละเมิดความปลอดภัย) นอกจากนี้ยังประเมินระดับความพึงพอใจโดยใช้มาตรวัดแบบไลเคิร์ต 5 ระดับ โดยวิเคราะห์ผลทางสถิติโดยใช้การทดสอบแบบ Wilcoxon signed-rank test โดยกำหนดนัยสำคัญทางสถิติที่ค่า $p < 0.05$ และผลการศึกษาพบว่าการพัฒนาที่มีนัยสำคัญในทุกตัวชี้วัดการปฏิบัติงาน ค่าเฉลี่ยประสิทธิภาพการชูดมดลูกเพิ่มขึ้นจาก 5.93% เป็น 22.34% ($p < 0.001$) ในขณะที่จำนวนความถี่ของเซ็นเซอร์ลดลงจาก 5.1 เป็น 2.7 ครั้งต่อกลุ่ม ($p < 0.001$) คะแนนประสิทธิภาพรวมเพิ่มขึ้นจาก 11.75 ± 2.73 เป็น 16.55 ± 1.55 (ความแตกต่างเฉลี่ย: 4.80, ช่วงความเชื่อมั่น 95%: 3.45–6.15, $p < 0.001$) ส่วนคะแนนความพึงพอใจเพิ่มขึ้นอย่างมีนัยสำคัญจาก 4.10 ± 0.39 เป็น 4.39 ± 0.21 ($p < 0.01$) โดยได้รับความพึงพอใจสูงสุดในด้านประสิทธิผลของข้อมูลย้อนกลับจากเซ็นเซอร์ (4.7 คะแนน จาก 5.0 คะแนน)

คำสำคัญ : การจำลองทางการแพทย์ การชูดมดลูก เทคโนโลยีเซ็นเซอร์ การศึกษาทางการแพทย์ การประเมินทักษะ

Title	INTELLIGENT MEDICAL SIMULATOR FOR TRAINING IN UTERINE CURETTAGE PROCEDURES
Author	PIMPATSORN THONGTHAISAKUL
Degree	MASTER OF ENGINEERING
Academic Year	2024
Thesis Advisor	Dr. Wongwit Senavongse

Medical simulators for uterine curettage training are scarce and expensive, limiting hands-on practice opportunities for medical students. Most existing training relies solely on theoretical knowledge and improvised tools that lack anatomical accuracy, potentially compromising patient safety. A quasi-experimental pre-post study design was conducted with 10 medical students from Srinakharinwirot University Faculty of Medicine. The simulator incorporated anatomically accurate silicone models with embedded sensors for real-time performance feedback. Participants underwent pre- and post-training assessments measuring curettage efficiency (percentage of tissue removed) and sensor activation frequency (safety violations). Satisfaction levels were evaluated using a 5-point Likert scales. Statistical analysis was performed using the Wilcoxon signed-rank test with significance set at $p < 0.05$. Significant improvements were observed in all performance metrics. Mean curettage efficiency increased from 5.93% to 22.34% ($p < 0.001$), while sensor violations decreased from 5.1 to 2.7 events per session ($p < 0.001$). Overall performance scores improved from 11.75 ± 2.73 to 16.55 ± 1.55 (mean difference: 4.80, 95% CI: 3.45-6.15, $p < 0.001$). Satisfaction ratings also increased significantly from 4.10 ± 0.39 to 4.39 ± 0.21 ($p < 0.01$), with the highest satisfaction reported in the effectiveness sensor feedback (4.7/5.0)

Keyword : Medical simulation Uterine curettage Sensor technology Medical education Skill assessment

กิตติกรรมประกาศ

ปริญญานิพนธ์เล่มนี้จะสำเร็จลุล่วงไปได้ด้วยดีด้วยการได้รับความอนุเคราะห์ และความเอาใจใส่เป็นอย่างดี ตลอดจนการให้คำแนะนำ และข้อคิดเห็นที่เป็นประโยชน์ต่อการแก้ไข ปรับปรุง พัฒนาจากบุคคลหลายท่านซึ่งเป็นประโยชน์อย่างยิ่งต่อปริญญานิพนธ์ผู้วิจัยขอกราบขอบพระคุณ

อาจารย์ดร.วงศวิทย์ เสนะวงศ์ อาจารย์ที่ปรึกษาหลัก อาจารย์ประจำภาควิชาวิศวกรรมชีวการแพทย์ คณะวิศวกรรมศาสตร์ มหาวิทยาลัยศรีนครินทรวิโรฒ ที่ได้ให้คำปรึกษา คำแนะนำการช่วยเหลือตั้งแต่ริเริ่มงานวิจัยตลอดจนเสร็จสิ้นงานวิจัย การตรวจสอบความเรียบร้อย การชี้แนะแนวทางในการจัดการปัญหาที่พบเจอในระหว่างการทำวิจัยด้วยความเอาใจใส่เป็นอย่างดี ตลอดจนการสนับสนุนค่าใช้จ่ายในงานวิจัย การอำนวยความสะดวกในการจัดการเครื่องมืออุปกรณ์และสถานที่ที่ใช้ในการทำวิจัย อีกทั้งยังให้กำลังใจ และให้การสนับสนุนผู้วิจัยอย่างดีเยี่ยมจนกระทั่งปริญญานิพนธ์ฉบับนี้สำเร็จลุล่วงไปได้ด้วยดี

อาจารย์นายแพทย์ เมธาพันธ์ กิจพรธีรานันท์ อาจารย์แพทย์ อาจารย์ประจำภาควิชาสูติศาสตร์-นรีเวชวิทยา คณะแพทยศาสตร์ มหาวิทยาลัยศรีนครินทรวิโรฒ ที่ได้ให้ความรู้คำปรึกษา คำแนะนำ และ การตรวจสอบความถูกต้องเรียบร้อยในด้านของแพทยศาสตร์ที่เป็นประโยชน์ต่องานวิจัยเป็นอย่างมาก ด้วยความเอาใจใส่เป็นอย่างดีจนกระทั่งปริญญานิพนธ์ฉบับนี้สำเร็จลุล่วงไปได้ด้วยดี

ว่าที่ร้อยตรี ดร. สมพจน์ หวลมานพ ที่ปรึกษาวิจัย นักวิชาการช่างศิลป์ชำนาญการพิเศษ/หัวหน้างานเวชภัณฑ์ คณะแพทยศาสตร์ มหาวิทยาลัยศรีนครินทรวิโรฒ ที่ให้การสนับสนุนเครื่องมือในการทำหุ่นจำลอง ตลอดจนการให้คำปรึกษา แนะนำ และความช่วยเหลือด้วยความเอาใจใส่เป็นอย่างดีจนกระทั่งปริญญานิพนธ์ฉบับนี้สำเร็จลุล่วงไปได้ด้วยดี

คณาจารย์และกรรมการบริหารหลักสูตรประจำภาควิชาวิศวกรรมชีวการแพทย์ คณะวิศวกรรมศาสตร์ มหาวิทยาลัยศรีนครินทรวิโรฒทุกท่าน ที่ให้ความรู้ คำแนะนำ ความช่วยเหลือ การชี้แนะแนวทางในการจัดทำ และการพัฒนางานวิจัยด้วยความเอาใจใส่เป็นอย่างดีจนกระทั่งปริญญานิพนธ์ฉบับนี้สำเร็จลุล่วงไปได้ด้วยดี

คณะกรรมการผู้ควบคุมปริญญานิพนธ์และหน่วยงานจริยธรรมและมาตรฐานการวิจัย ที่ช่วยให้การจัดทำปริญญานิพนธ์นี้เป็นไปตามระเบียบขั้นตอน และมีความถูกต้องตามระเบียบของการวิจัยจนกระทั่งปริญญานิพนธ์ฉบับนี้สำเร็จลุล่วงไปได้ด้วยดี

ขอขอบคุณทุนอุดหนุนการศึกษาระดับบัณฑิตศึกษา คณะวิศวกรรมศาสตร์ มหาวิทยาลัย

ศรีนครินทรวิโรฒ และทุนอุดหนุนการวิจัยจากบัณฑิตวิทยาลัย มหาวิทยาลัยศรีนครินทรวิโรฒ ที่ทำให้งานวิจัยสำเร็จลุล่วงไปได้ด้วยดี

ขอขอบคุณเจ้าหน้าที่มหาวิทยาลัยศรีนครินทรวิโรฒทุกท่าน ที่ช่วยเหลือเอกสารที่ใช้ในการทำงานวิจัยครั้งนี้จนกระทั่งปริญญาณิพนธ์ฉบับนี้สำเร็จลุล่วงไปได้ด้วยดี

ขอขอบคุณเพื่อน พี่ น้องนิสิต มหาวิทยาลัยศรีนครินทรวิโรฒทุกท่าน รวมถึงบุคคลอีกหลายท่านที่ไม่ได้กล่าวนามไว้ ณ ที่นี้ที่ได้ให้ความช่วยเหลือ คำแนะนำ การสนับสนุน และเป็นกำลังใจที่ดีเยี่ยมให้กับผู้วิจัยมาโดยตลอด

สุดท้ายนี้ผู้วิจัยขออ้อมรำลึกถึงคุณบิดา มารดา และครูบาอาจารย์ที่อบรมสั่งสอน ให้ความรู้ประสบการณ์เป็นกำลังใจ และให้การสนับสนุนผู้วิจัยอย่างดีเยี่ยมตลอดมา

พิมพ์ภัสสร ทองไทยสกุล



สารบัญ

	หน้า
บทคัดย่อภาษาไทย	ง
บทคัดย่อภาษาอังกฤษ	จ
กิตติกรรมประกาศ.....	ฉ
สารบัญ	ช
สารบัญตาราง.....	ฅ
สารบัญรูปภาพ	ฉ
บทที่ 1 บทนำ.....	1
ที่มาและความสำคัญ	1
วัตถุประสงค์ของโครงการวิจัย.....	2
ขอบเขตของโครงการวิจัย	2
ขั้นตอน และวิธีการดำเนินงาน	3
บทที่ 2 ทฤษฎีที่เกี่ยวข้อง และการทบทวนวรรณกรรม	4
ทฤษฎีเกี่ยวกับมดลูก และมะเร็งเยื่อโพรงมดลูก.....	4
ทฤษฎีเกี่ยวกับการคุมดลูก	7
ภาวะเสี่ยงที่อาจจะเกิดขึ้นหลังการคุมดลูก	9
ทฤษฎีเกี่ยวกับยารักษาต่าง ๆ ที่ใช้ในการทำหุ่นจำลองทางการแพทย์.....	9
การทบทวนวรรณกรรม.....	10
บทที่ 3 วิธีการดำเนินงาน.....	14
ผู้ทดสอบ	14
เครื่องมือที่ใช้ในงานวิจัย.....	14
สถานที่ที่ใช้ในงานวิจัย	14

รายละเอียดของงานวิจัย	14
การออกแบบการทดลอง.....	15
ประเภทของเซ็นเซอร์ที่นำมาใช้	24
หลักการของ Touch Sensor.....	24
การคำนวณค่าความแม่นยำและความคลาดเคลื่อน	26
การวิเคราะห์เปอร์เซ็นต์การขาดน้มน้ำมดลูกเทียม	33
การวิเคราะห์จำนวนครั้งที่เซ็นเซอร์ร้อง	34
การวิเคราะห์คะแนนรวม	35
การวิเคราะห์แบบประเมินความพึงพอใจ	35
การคำนวณค่าเฉลี่ยของระดับความพึงพอใจ	36
คำนวณค่าเฉลี่ย (Mean)	37
การคำนวณหาส่วนเบี่ยงเบนมาตรฐาน.....	38
การควบคุมมาตรฐานการทำซ้ำของหุ่นจำลองทางการแพทย์	38
บทที่ 4 ผลการศึกษา	39
4.1 คะแนนของการทดสอบหุ่นจำลองทางการแพทย์ ก่อนเรียน - หลังเรียน.....	39
บทที่ 5 สรุป อภิปรายผล และข้อเสนอแนะ	54
อภิปรายผลการวิจัย	54
สรุปผลการวิจัย.....	57
ข้อเสนอแนะ	58
บรรณานุกรม	59
ภาคผนวก.....	61
ภาคผนวก ก (ส่วนประกอบ และคู่มือวิธีการใช้หุ่นจำลองทางการแพทย์อัจฉริยะสำหรับฝึกทักษะการขาดมดลูก)	62

ภาคผนวก ข (ขนาดของหุ่นจำลอง และเซ็นเซอร์ ภายในหุ่นจำลองทางการแพทย์อัจฉริยะสำหรับฝึกทักษะการปฐมพยาบาล).....	65
ภาคผนวก ค (แบบฟอร์มประเมินระดับความพึงพอใจของผู้เข้าทดสอบที่มีต่อหุ่นจำลอง).....	69
ประวัติผู้เขียน.....	72



สารบัญตาราง

	หน้า
ตาราง 1 ตารางเปรียบเทียบคุณสมบัติของยางธรรมชาติและยางซิลิโคน.....	10
ตาราง 2 ตารางการทดสอบหาค่า Accuracy และค่า Error.....	26
ตาราง 3 ตารางการคำนวณเปอร์เซ็นต์การขาด	33
ตาราง 4 ตารางคำนวณจำนวนครั้งที่เซ็นเซอร์ร้อง.....	34
ตาราง 5 ตารางวิเคราะห์คะแนนรวม	35
ตาราง 6 ระดับของมาตรวัด: คือ แบบ Likert Scale ที่มี 5 ระดับ	36
ตาราง 7 ช่วงคะแนนระดับความพึงพอใจ.....	37
ตาราง 8 ตารางแสดงคะแนนเปอร์เซ็นต์การขาด (ก่อนเรียน)	39
ตาราง 9 ตารางแสดงจำนวนครั้งที่เซ็นเซอร์แจ้งเตือน (ก่อนเรียน)	41
ตาราง 10 ตารางคะแนนเปอร์เซ็นต์การขาด (หลังเรียน).....	42
ตาราง 11 ตารางแสดงจำนวนครั้งที่เซ็นเซอร์แจ้งเตือน (หลังเรียน).....	43
ตาราง 12 ตารางแสดงคะแนนในการทดสอบ โดยเป็นคะแนนรวมก่อนเรียน – หลังเรียน.....	44
ตาราง 13 ตารางสรุปผลคะแนนรวมก่อนเรียน-หลังเรียน.....	46
ตาราง 14 ตารางคะแนนความพึงพอใจของผู้เข้าร่วมทดสอบ (ก่อนเรียน).....	47
ตาราง 15 ตารางคะแนนความพึงพอใจของผู้เข้าร่วมทดสอบ (หลังเรียน)	49
ตาราง 16 ตารางสรุปคะแนนในแต่ละหัวข้อของแบบประเมินความพึงพอใจ	51
ตาราง 17 ตารางสรุปคะแนนระดับความพึงพอใจเฉลี่ยก่อนเรียน-หลัง.....	57

สารบัญรูปภาพ

	หน้า
ภาพประกอบ 1 ส่วนประกอบของมดลูก	5
ภาพประกอบ 2 มะเร็งเยื่อบุโพรงมดลูก.....	7
ภาพประกอบ 3 วิธีการใช้เครื่องมือขูดมดลูก	8
ภาพประกอบ 4 หล่อแม่พิมพ์ขาด้วยปูนปลาสเตอร์.....	15
ภาพประกอบ 5 สร้างแม่พิมพ์ไฟเบอร์กลาส	16
ภาพประกอบ 6 แกะแม่พิมพ์ไฟเบอร์กลาสออกจากต้นแบบขาหุ่นจำลองปูนปลาสเตอร์ จากนั้นใช้ เครื่องเจียรไฟฟ้าขัดแม่พิมพ์และใช้สว่านไฟฟ้าเจาะรูเพื่อใส่ไน้ด 16	
ภาพประกอบ 7 ขึ้นรูปมดลูกด้วยดินเหนียว และตกแต่งลวดลายให้เสมือนจริง	17
ภาพประกอบ 8 นำดินน้ำมันมาปั้นตามรูปทรงของมดลูก	18
ภาพประกอบ 9 ทาสีลิโคนให้ทั่วบริเวณแม่พิมพ์จากนั้นแกะผ้าก๊อซเพิ่มความแข็งแรง	18
ภาพประกอบ 10 หล่อแม่พิมพ์มดลูกด้วยปูนปลาสเตอร์	19
ภาพประกอบ 11 แม่พิมพ์ไฟเบอร์กลาสของโมเดลมดลูก	19
ภาพประกอบ 12 โมเดลมดลูก	20
ภาพประกอบ 13 แม่พิมพ์ไฟเบอร์กลาสของช่องคลอด.....	21
ภาพประกอบ 14 โมเดลช่องคลอดที่ทำการกลับด้านเรียบร้อยแล้ว	21
ภาพประกอบ 15 แม่พิมพ์ผนังมดลูกเทียม	22
ภาพประกอบ 16 การอัดแผ่นฟอยล์ลูมิเนียลงบนแม่พิมพ์ให้เป็นรูปร่างผนังมดลูก	22
ภาพประกอบ 17 ตัวอย่างมดลูกเทียมที่ทำการหล่อเทียนเข้าไปในโมเดลแล้ว	23
ภาพประกอบ 18 มดลูกเทียมที่ตัดฟอยล์ลูมิเนียมบริเวณ cervix	23
ภาพประกอบ 19 ขูดโคนบริเวณเทียนสีแดง ไฟสถานะสีแดง	25
ภาพประกอบ 20 ขูดโคนบริเวณฟอยล์ ไฟสถานะสีแดง	25

ภาพประกอบ 21 แผนผัง Flow chart ภายใน Arduino	29
ภาพประกอบ 22 แผนผังการทำงานของหุ่นจำลอง	30
ภาพประกอบ 23 การอธิบายหลักการต่างๆ และการเรียนในวิชาวิชาปฏิบัติการสุติศาสตร์ นรีเวช วิทยา.....	31
ภาพประกอบ 24 การติดตั้งภายในหุ่นจำลอง	32
ภาพประกอบ 25 การติดตั้งภายนอกหุ่นจำลอง	32
ภาพประกอบ 26 ภาพการทดสอบการขูดผนังมดลูกเทียมด้วยหุ่นจำลองสำหรับการขูดมดลูก ...	33
ภาพประกอบ 27 กราฟแสดงคะแนนรวมของผู้เข้าร่วมทดสอบก่อนเรียนและหลังเรียนเทียบกัน .	47
ภาพประกอบ 28 กราฟแสดงคะแนนระดับความพึงพอใจก่อนเรียน	49
ภาพประกอบ 29 กราฟแสดงคะแนนระดับความพึงพอใจภายหลังเรียน	51
ภาพประกอบ 30 กราฟแสดงระดับความพึงพอใจเฉลี่ยของผู้ร่วมวิจัยทั้งก่อนเรียน-หลังเรียน....	53
ภาพประกอบ 31 ส่วนประกอบภายนอกของหุ่นจำลองทางการแพทย์.....	63
ภาพประกอบ 32 ส่วนประกอบภายในของหุ่นจำลองทางการแพทย์.....	63
ภาพประกอบ 33 วิธีการขูดขูดเยินไขภายในหุ่นจำลอง	64
ภาพประกอบ 34 ขนาดของหุ่นจำลองทางการแพทย์.....	66
ภาพประกอบ 35 ขนาดกล่องใส่เซ็นเซอร์ภายในหุ่นจำลอง.....	67
ภาพประกอบ 36 ขนาดความสูงของกล่องใส่เซ็นเซอร์.....	68
ภาพประกอบ 37 ขนาดของกล่องใส่แบตเตอรี่ภายในหุ่นจำลอง	68
ภาพประกอบ 38 แบบสอบถามระดับความพึงพอใจ.....	70
ภาพประกอบ 39 แบบสอบถามระดับความพึงพอใจ (ต่อ).....	71

บทที่ 1

บทนำ

ที่มาและความสำคัญ

ในปัจจุบันหุ่นจำลองทางการแพทย์ที่ใช้ในการฝึกหัดการการขูดมดลูกนั้นมีน้อยมากหรือแทบจะไม่มีเลยส่วนใหญ่หุ่นจำลองทางการแพทย์จะเป็นการนำเข้ามาจากต่างประเทศซึ่งมีราคาที่สูงมาก ทำให้ในปัจจุบันนักศึกษาแพทย์เรียนรู้แค่ทฤษฎี วิธีและขั้นตอนในการขูดมดลูกเท่านั้น รวมถึงการนำขูดน้ำพลาสติกมาตัดแบ่งเพื่อจำลองในการฝึกขูดมดลูก ซึ่งวิธีเหล่านี้ที่นักศึกษาแพทย์ได้เรียนหรือฝึกทักษะยังไม่มีความจริง การตัดแบ่งขูดน้ำก็ไม่สามารถเลียนแบบอวัยวะมนุษย์ได้จริง ซึ่งไม่มีความถูกต้องตามหลักกายวิภาคศาสตร์ สิ่งเหล่านี้จะทำให้เป็นปัญหาต่อนักศึกษาแพทย์ในเรื่องของประสบการณ์ในการฝึกการขูดมดลูกจนเกิดปัญหาในเรื่องช่องว่างระหว่างความรู้ของนักศึกษาแพทย์ที่เรียนรู้แค่เพียงทฤษฎีและขั้นตอนในการขูดมดลูกเพียงอย่างเดียว ซึ่งปัญหานี้นอกจากจะส่งผลต่อนักศึกษาแพทย์แล้วอาจจะส่งผลไปถึงคนไข้ที่จะต้องได้รับการรักษาจากแพทย์ทำให้เกิดอันตรายต่อคนไข้ เกิดความเสี่ยงที่จะเกิดขึ้นระหว่างการรักษา เช่น โรคแทรกซ้อนระหว่างการผ่าตัด การติดเชื้อของอวัยวะภายใน รวมถึงเกิดภาวะเลือดออกจากระเบิดช่องคลอดมากเกินไป มดลูกทะลุและปากมดลูกเกิดความเสียหายจากการผ่าตัด

การขูดมดลูกเป็นวิธีหนึ่งในการรักษาคนไข้ที่เกิดภาวะแท้งหรือต้องการทำแท้ง คนไข้ที่มีเลือดออกจากอวัยวะเพศมากเกินไป และการตกเลือดหลังคลอด หรือเพื่อเก็บตัวอย่างเยื่อบุโพรงมดลูกนำไปวินิจฉัยโรคและเพื่อหาตำแหน่งของโรค เช่น โรคมะเร็งเยื่อบุโพรงมดลูก ภาวะเยื่อบุโพรงมดลูกที่หนากว่าปกติ และการตัดติ่งเนื้อเยื่อบุโพรงมดลูก⁽¹⁾ เป็นต้น ประเทศไทยในปัจจุบัน มะเร็งเยื่อบุโพรงมดลูกมีแนวโน้มเพิ่มสูงขึ้นซึ่งเป็นอันดับ 3 ของโรคมะเร็งที่เกิดในสตรีรองลงมาจากระเร็งเต้านมและมะเร็งปากมดลูก โดยผู้ป่วยส่วนใหญ่มักจะได้รับการวินิจฉัยว่าเป็นโรคมะเร็งเยื่อบุโพรงมดลูกในช่วงอายุระหว่าง 40-70 ปี ซึ่งเป็นช่วงที่เข้าสู่วัยหมดประจำเดือน โดยพบประมาณ 4.3 คนต่อสตรี 100,000 คนต่อปี⁽²⁾ และจากสถิติของสมาคมมะเร็งนรีเวชไทยพบว่าสตรีไทยส่วนใหญ่ร้อยละ 95-97 เป็นมะเร็งเยื่อบุโพรงมดลูก จากสถิติดังกล่าวทำให้สามารถกล่าวได้ว่าสตรีที่มีอายุเข้าใกล้วัยหมดประจำเดือนจะมีความเสี่ยงสูงที่จะเกิดโรคมะเร็งเยื่อบุโพรงมดลูก⁽³⁾ ทำให้การอบรมในการฝึกขูดมดลูกของนักศึกษาแพทย์จึงมีความสำคัญและจำเป็นอย่างมาก เพื่อให้นักศึกษาแพทย์สามารถขูดมดลูกได้อย่างมีประสิทธิภาพ มีประสบการณ์และมีความรู้ที่มากพอที่จะรักษาคนไข้เพื่อเป็นการลดความเสี่ยงและภาวะแทรกซ้อนระหว่างการผ่าตัดที่จะเกิดขึ้นกับคนไข้ เช่น มดลูกอักเสบจากการติดเชื้อ ปากมดลูกเสียหาย เกิดพังผืดในโพรงมดลูก มดลูกเกิดการ

ทะลุ หรือภาวะเลือดออกมากเกินไป การที่นักศึกษาแพทย์มีความเชี่ยวชาญทางด้านทักษะการชูดมดลูกก็จะสามารถผ่าตัดคนไข้ได้อย่างมีประสิทธิภาพ รวดเร็ว และปลอดภัยต่อคนไข้มากขึ้น

เพื่อแก้ไขปัญหาเหล่านี้ที่เกิดขึ้นเนื่องจากการตลาดแคลนหุ่นจำลองทางการแพทย์ที่ใช้ในการฝึกชูดมดลูกที่มีความสมจริง งานวิจัยนี้จึงจะสร้างหุ่นจำลองการฝึกหัดการการชูดมดลูกที่มีความสมจริงตามหลักกายวิภาคศาสตร์ มีมดลูกที่มีความเสมือนจริง สามารถจำลองขั้นตอนและกระบวนการในการชูดมดลูกได้จริงและมีความแม่นยำของตำแหน่งมดลูก รวมถึงพัฒนาระบบอัจฉริยะเข้าไปในหุ่นจำลองโดยมีการประเมินประสิทธิภาพของหุ่นจำลองในเรื่องของความแม่นยำของเซ็นเซอร์และประเมินประสิทธิภาพในการพัฒนาทักษะของนักศึกษาแพทย์คือใช้แบบประเมินระดับความพึงพอใจของผู้เข้าทดสอบ เพื่อสามารถตอบสนองต่อความต้องการของแพทย์ นักศึกษาแพทย์และผู้ใช้งาน รวมถึงเพื่อเพิ่มทักษะ ความรู้ ความสามารถ ความมั่นใจและประสบการณ์ของนักศึกษาแพทย์เพื่อสามารถดูแลผู้ป่วยให้มีความปลอดภัย ลดความเสี่ยงต่อผู้ป่วย และรักษาคนไข้ให้มีประสิทธิภาพมากยิ่งขึ้น

วัตถุประสงค์ของโครงการวิจัย

- 1) เพื่อสร้างหุ่นจำลองให้มีความเสมือนจริงมากยิ่งขึ้นทั้งโครงสร้างของมดลูกและความยืดหยุ่นของหุ่นจำลอง
- 2) เพื่อพัฒนาระบบอัจฉริยะเข้าไปในหุ่นจำลองทางการแพทย์ เพื่อให้แพทย์และนักศึกษาแพทย์สามารถชูดมดลูกได้ดีขึ้น แม่นยำมากขึ้น และมีความผิดพลาดน้อยลง

ขอบเขตของโครงการวิจัย

- 1) พัฒนาหุ่นจำลองให้มีความสมจริงมากขึ้นในเรื่องของความนุ่มและความยืดหยุ่นบริเวณช่องคลอดของหุ่น
- 2) สร้างเซ็นเซอร์ตรวจจับการสัมผัส (Touch Sensor) บริเวณโมเดลผนังมดลูกเทียมที่สามารถแจ้งเตือนผู้ทดสอบได้ขณะที่ทำการทดลอง
- 3) ทดสอบและทำแบบประเมินความพึงพอใจกับนักศึกษาคณะแพทยศาสตร์ มหาวิทยาลัยศรีนครินทรวิโรฒ

ขั้นตอน และวิธีการดำเนินงาน

1. การศึกษาทฤษฎีที่เกี่ยวข้อง

- 1.1. ศึกษาทฤษฎีเกี่ยวกับมดลูก และโรคมะเร็งเยื่อบุโพรงมดลูก
- 1.2. ศึกษาทฤษฎีเกี่ยวกับการขูดมดลูก
- 1.3. ศึกษาเกี่ยวกับวัสดุ และยางซิลิโคนที่ใช้ทำหุ่นจำลอง
- 1.4. ศึกษาเกี่ยวกับเครื่องมือ อุปกรณ์ที่ใช้ในการทำเซ้นเซอร์

2. การทบทวนงานวิจัยที่เกี่ยวข้อง

- 2.1 ทฤษฎีเกี่ยวกับมดลูก และมะเร็งเยื่อบุโพรงมดลูก
- 2.2 ทฤษฎีเกี่ยวกับการขูดมดลูก
- 2.3 ทฤษฎีเกี่ยวกับยางชนิดต่างๆที่ใช้ในการทำหุ่นจำลองทางการแพทย์
- 2.4 การทบทวนวรรณกรรม

3. สรุปข้อมูลที่เกี่ยวข้องจากการทบทวนงานวิจัย

4. ออกแบบวิธีการดำเนินงาน และเครื่องมือที่ใช้ในงานวิจัย

5. ทดสอบกับผู้ทดสอบ พร้อมทำแบบประเมินความพึงพอใจ

5.1 วิธีการเก็บข้อมูล

5.1.1 วัดประสิทธิภาพและความถูกต้องของหุ่นจำลอง โดยผู้ประเมินจะเป็น บุคลากรทางการแพทย์ที่ไม่ได้เกี่ยวข้องโดยตรงกับการสอนของนักศึกษาแพทย์ เช่น ผู้วิจัย แพทย์ประจำบ้าน หรือนักวิจัยที่ได้รับการฝึกการประเมินแบบมาตรฐาน ประจำคณะแพทยศาสตร์ มหาวิทยาลัยศรีนครินทรวิโรฒอมครักษ์

5.1.2 จัดเก็บข้อมูลโดยการเก็บจากการทดสอบการขูดโดยการคำนวณเปอร์เซ็นต์การขูดและจำนวนครั้งที่เซ้นเซอร์แจ้งเตือน และเก็บผลจากแบบประเมินระดับความพึงพอใจของผู้ทดสอบ

6. สรุปผล และอภิปรายการทดลอง โดยการนำคะแนนของผู้เข้าทดสอบ และผลประเมินระดับความพึงพอใจของผู้เข้าทดสอบมาวิเคราะห์ข้อมูล

บทที่ 2

ทฤษฎีที่เกี่ยวข้อง และการทบทวนวรรณกรรม

ทฤษฎีเกี่ยวกับมดลูก และมะเร็งเยื่อบุโพรงมดลูก

1. มดลูก (Uterus)

มดลูกเป็นอวัยวะหนึ่งในร่างกายของเพศหญิง ซึ่งอยู่ในระบบสืบพันธุ์มีความสำคัญในการตั้งครรภ์และการเจริญเติบโตของทารก

1.1 กายวิภาคของมดลูก (Anatomy of Uterus)

มดลูกประกอบด้วย 2 ส่วน คือ ตัวมดลูก (uterine body) และปากมดลูก (uterine cervix)(4)

1.1.1 ตัวมดลูก (body of uterus)

ทำหน้าที่รองรับตัวอ่อนที่ฝังตัวหลังจากการปฏิสนธิ และเป็นบริเวณที่มีโพรงมดลูก (uterine cavity) ซึ่งเป็นส่วนที่มีขนาดใหญ่ที่สุดโดยมีส่วนประกอบดังนี้

1) ชั้นเยื่อบุโพรงมดลูก (Endometrium)

เป็นชั้นในสุดของผนังมดลูก ทำหน้าที่ในการฝังตัวของไข่ที่ได้รับการปฏิสนธิแล้ว รวมถึงเป็นชั้นที่จะเปลี่ยนแปลงเป็นประจำเดือน

2) ชั้นกล้ามเนื้อมดลูก (Myometrium)

เป็นชั้นกลางของมดลูก เป็นชั้นที่มีความแข็งแรงและมีความหนา ทำหน้าที่ในการหดตัวในระหว่างคลอดบุตร (labor contractions) เพื่อดันให้ทารกออกจากมดลูก และมีหน้าที่ช่วยขับเลือดประจำเดือนออกจากร่างกาย

3) ชั้นเนื้อเยื่อภายนอก (Perimetrium)

เป็นชั้นนอกสุดของมดลูก ทำหน้าที่รองรับและยึดมดลูกไว้ในตำแหน่งที่ถูกต้องในอุ้งเชิงกราน และป้องกันการเสียดสีหรืออาการบาดเจ็บที่จะเกิดขึ้นได้

4) ปีกมดลูก (Uterine Fundus)

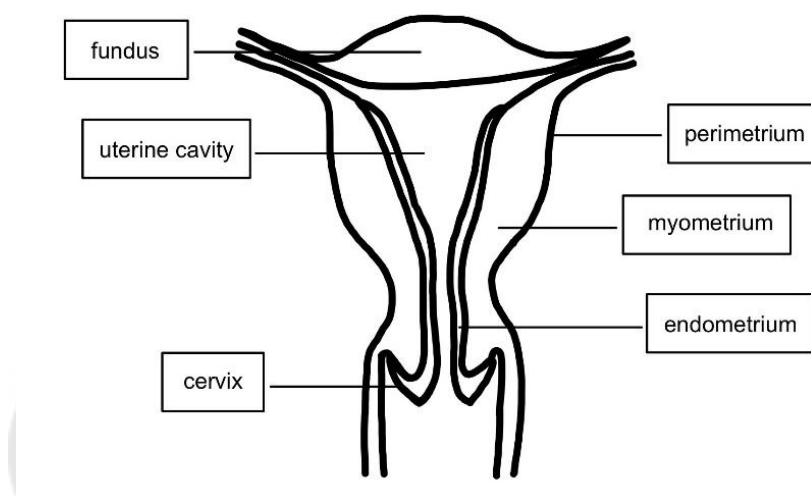
เป็นส่วนบนสุดของมดลูกอยู่ระหว่างทางเชื่อมของท่อนำไข่ (Fallopian Tubes) 2 ข้าง ทำหน้าที่เป็นบทบาทสำคัญในการทำงานของมดลูก

5) โพรงมดลูก (Uterine Cavity)

เป็นช่องว่างภายในตัวมดลูก ทำหน้าที่ในการรับไข่ที่ได้รับการปฏิสนธิมาฝังตัวและเจริญเติบโตจนกลายเป็นทารกในครรภ์

1.1.2 ปากมดลูก (cervix)

ทำหน้าที่ เป็นช่องทางที่ทารกคลอด และเป็นทางผ่านช่วยในการขนส่งอสุจิเข้าไปปฏิสนธิภายในโพรงมดลูก เป็นส่วนที่อยู่ส่วนล่างของมดลูกมีการเชื่อมต่อกับช่องคลอด



ภาพประกอบ 1 ส่วนประกอบของมดลูก

2. มะเร็งเยื่อบุโพรงมดลูก (Endometrial Cancer)

2.1 พยาธิกำเนิดโรค (Pathology of Endometrial Cancer)

มะเร็งเยื่อบุโพรงมดลูกถูกจำแนกออกตามลักษณะอนุชีววิทยา โดยมีการแบ่งได้เป็น 2 ชนิด คือ

ชนิดที่ 1 (Type I) เป็นชนิดที่สัมพันธ์กับฮอร์โมนเอสโตรเจน (estrogen) คือ estrogen related endometrial cancer ได้แก่ มะเร็งเยื่อบุโพรงมดลูกชนิด endometrioid เกรด 1-2, mucinous, Vill glandular เป็นมะเร็งที่พบในระยะเริ่มต้น (ระยะที่ I-II) และมีความสัมพันธ์กับการพยากรณ์โรคที่ดี ชนิดนี้พบได้ร้อยละ 70 ของมะเร็งเยื่อบุโพรงมดลูก เป็นมะเร็งที่เกิดจากความผิดปกติที่พัฒนามาจาก เยื่อบุโพรงมดลูกหนากว่าปกติ (endometrial hyperplasia with atypia)

ชนิดที่ 2 (Type II) เป็นชนิดที่ไม่มีความสัมพันธ์กับฮอร์โมนเอสโตรเจน (estrogen) คือ non-estrogen related endometrial cancer ได้แก่ มะเร็งเยื่อบุโพรงมดลูก

ชนิด endometrioid เกรด 3, carcinosarcoma, serous, clear cell มะเร็งชนิดนี้จะพบในระยะลุกลาม (ระยะที่ III-IV) และมีความสัมพันธ์กับการพยากรณ์โรคที่ไม่ดี มักพบในสตรีวัยหมดประจำเดือน

2.2 ปัจจัยต่อความเสี่ยงต่อการเกิดโรคมะเร็งเยื่อบุโพรงมดลูก (Risk factors for endometrial cancer)

1. อายุที่มากขึ้น

ผู้หญิงที่มีอายุมากกว่า 50 ปีขึ้นไปมีความเสี่ยงเพิ่มขึ้นในการเป็นมะเร็งเยื่อบุโพรงมดลูกเนื่องจากมะเร็งชนิดนี้พบได้มากในผู้ป่วยอายุ 40 ถึง 70 ปี โดยพบว่าส่วนมากเป็นผู้หญิงที่หมดประจำเดือนแล้ว แต่ในปัจจุบันพบโรคนี้มากขึ้นในผู้หญิงวัยก่อนหมดประจำเดือนได้ รวมถึงผู้หญิงที่มีประจำเดือนมานาน คือผู้หญิงที่มีประจำเดือนตั้งแต่อายุยังน้อย (ก่อนอายุ 12 ปี) หรือหมดประจำเดือนช้า (หลังอายุ 50 ปี) จะมีความเสี่ยงเพิ่มขึ้น

2. ฮอโมนเอสโตรเจนที่ไม่สมดุล

การที่มีระดับฮอโมนเอสโตรเจนที่สูงเกินไปหรือความไม่สมดุลระหว่างเอสโตรเจนและโปรเจสเตอโรนจะเพิ่มความเสี่ยงในการเกิดโรคมะเร็ง โดยเฉพาะเมื่อเกิดความไม่สมดุลกันระหว่างฮอโมนชนิดนี้และฮอโมนเพศหญิงอีกชนิดคือโปรเจสเตอโรน ส่งผลให้เยื่อบุโพรงมดลูกไม่สามารถลอกตัวออกมาเป็นประจำเดือนได้จนเกิดการหนาตัวผิดปกติและกลายเป็นมะเร็งในที่สุด

3. ภาวะโรคอ้วนหรือน้ำหนักเกิน

การที่น้ำหนักตัวที่มากเกินไป สามารถเพิ่มความเสี่ยงได้ เนื่องจากฮอโมนเอสโตรเจนที่มาจากเนื้อเยื่อไขมันทำให้บางส่วนของเนื้อเยื่อไขมันจนกลายเป็นสาเหตุของมะเร็งเยื่อบุโพรงมดลูก

4. การบำบัดด้วยฮอโมนหรือการได้รับฮอโมนเสริมจากภายนอก

เช่น การบำบัดโดยใช้ฮอโมนเอสโตรเจนทดแทนเพียงอย่างเดียวโดยไม่มีฮอโมนโปรเจสเตอโรนจะเป็นการเพิ่มความเสี่ยง บางรายที่มีอาการจะเกิดจากสภาวะวัยทองร่วมด้วยเนื่อง

5. โรคที่เกี่ยวข้องกับฮอโมน

เช่น ภาวะถุงน้ำรังไข่หลายใบ (PCOS) หรือภาวะฮอโมนผิดปกติอื่น ๆ อาจเพิ่มความเสี่ยง ซึ่งมักมีอาการขาดประจำเดือนติดต่อกันเป็นระยะเวลานาน ร่วมกับอาการ

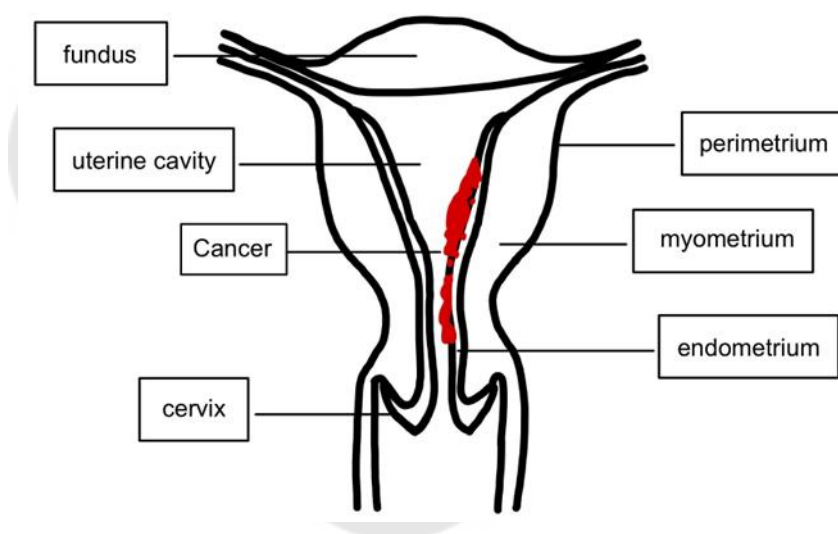
แสดงอื่นๆ ได้แก่ สิว ผิวหน้ามัน ขนคอกแบบผู้ชาย ซึ่งหากไม่ได้รับการรักษาอาจนำไปสู่การหนาตัวผิดปกติของเยื่อโพรงมดลูกได้

6. การใช้ยาบางชนิด

เช่น ยาที่มีชื่อว่า Tamoxifen ซึ่งเป็นยาที่ใช้รักษาหรือป้องกันมะเร็งเต้านม อาจเพิ่มความเสี่ยงในการเกิดมะเร็งเยื่อโพรงมดลูกเนื่องจากเมื่อได้รับต่อเนื่องกันเป็นระยะเวลาหนึ่งอาจมีผลกระตุ้นการทำงานของเยื่อโพรงมดลูกจนกลายเป็นมะเร็งขึ้นในที่สุด

7. พันธุกรรม (Hereditary non-polyposis colorectal cancer, HNPCC)

ในปัจจุบันมีข้อมูลมากขึ้นเกี่ยวกับความผิดปกติทางพันธุกรรมชนิดหนึ่งซึ่งเป็นยีนที่ใช้ในการซ่อมแซมความผิดปกติ และเป็นสาเหตุทำให้เกิดมะเร็งเยื่อโพรงมดลูก ร่วมกับมะเร็งลำไส้ในผู้ป่วยรายเดียวกันได้



ภาพประกอบ 2 มะเร็งเยื่อโพรงมดลูก

ทฤษฎีเกี่ยวกับการขูดมดลูก

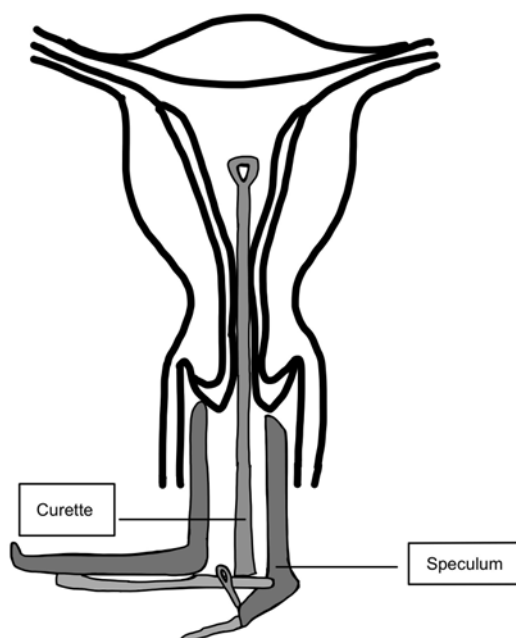
การขูดมดลูก (Fractional Dilatation And Curettage) เป็นการผ่าตัดโดยใช้เครื่องมือขนาดเล็กมาขยายหรือเปิดช่องปากมดลูก เพื่อขูดเอาเนื้อเยื่อเยื่อโพรงมดลูกออกมา รวมถึงชิ้นเนื้อเยื่อที่ยังคงหลงเหลือตกค้างอยู่ในโพรงมดลูกโดยใช้เครื่องมือที่เรียกว่า Curettes เพื่อขูดเอาเนื้อเยื่อออกมา การขูดมดลูกมี 2 แบบ คือ ขูดมดลูกแบบถ่างขยายปากมดลูกร่วมกับการขูดมดลูก (Dilatation And Curettage) และ การขูดมดลูกแบบแยกส่วน (Fractional Curettage)

1. การขูดมดลูกแบบถ่างขยายปากมดลูกร่วมกับการขูดมดลูก (Dilatation and Curettage)

วิธีนี้ทำเพื่อรักษาอาการที่ผิดปกติโดยการกำจัดเนื้อเยื่อที่โพรงมดลูก โดยการจับปากมดลูกด้วยเครื่องมือที่ชื่อว่า ทีนาकुล์ม (Tenaculum) เพื่อจับปากมดลูก และฉีดยาชาเพื่อระงับอาการปวด จากนั้นแพทย์จะทำการใช้เครื่องมือที่เรียกว่า ยูเทอริน ซาวด์ (Uterine sound) มาวัดขนาดความยาวของโพรงมดลูกด้วย และจากนั้นจะใช้ อุปกรณ์ที่เรียกว่า ฮีการ์ไดเลเตอร์ (Hegar's dilator) ขยายปากมดลูก แล้วเริ่มขั้นตอนการขูดเยื่อภายในโพรงมดลูก บางกรณีอาจจะทำวิธี D&C พร้อมกับการส่องกล้องตรวจโพรงมดลูก (Hysteroscopy) เพื่อให้แพทย์สามารถเห็น และระบุบริเวณที่มีความผิดปกติของมดลูกและเนื้อเยื่อโพรงมดลูกได้

2. การขูดมดลูกแบบแยกส่วน (Fractional Curettage)

วิธีนี้ทำเพื่อตรวจหาโรคและรักษาโรค โดยเป็นการขูดเก็บตัวอย่างจากเนื้อเยื่อบุช่องโพรงมดลูก มีขั้นตอนที่เหมือนกับวิธีการขูดมดลูกแบบถ่างขยายปากมดลูกร่วมกับการขูดมดลูก (Dilatation And Curettage) แต่วิธีนี้จะเป็นการเก็บเนื้อเยื่อแยกส่วนกันระหว่างคอมดลูก (Endocervix) และเยื่อบุโพรงมดลูก (Endometrium)



ภาพประกอบ 3 วิธีการใช้เครื่องมือขูดมดลูก

ภาวะเสี่ยงที่จะเกิดขึ้นหลังการขูดมดลูก

การขูดมดลูกในแต่ละครั้งมีความเสี่ยงต่อคนไข้เป็นอย่างมาก เนื่องจากการนำเอาเครื่องมือสอดใส่เข้าไปในอวัยวะภายในของคนไข้ ทำให้ถ้าแพทย์ไม่มีความเชี่ยวชาญ หรือมีประสบการณ์ที่ไม่มากพอก็จะทำให้คนไข้มีความเสี่ยงอย่างมาก โดยภาวะเสี่ยงที่จะเกิดขึ้นหลังการขูดมดลูก (Dilation and Curettage หรือ D&C) มีดังนี้

1. มดลูกอักเสบจากการติดเชื้อ

เนื่องจากการขูดมดลูกอาจทำให้มีเนื้อเยื่อบางส่วนตกค้างอยู่ ซึ่งร่างกายสามารถขับออกมาเองได้โดยไม่เป็นอันตรายใด ๆ แต่หากเกิดการติดเชื้อหรือมีเลือดออกจากช่องคลอดมากเกินไป ผู้ป่วยอาจต้องเข้ารับการขูดมดลูกซ้ำอีกครั้งหนึ่ง

2. ปากมดลูกเสียหาย

การขยายปากมดลูกเพื่อทำการขูดมดลูกอาจทำให้เกิดบาดแผลหรือการฉีกขาดบริเวณปากมดลูกได้ ซึ่งอาจจำเป็นที่ต้องมีการเย็บปากมดลูกได้

3. เกิดพังผืดในโพรงมดลูก

การขูดมดลูกอาจทำให้เกิดพังผืดหรือแผลเป็นภายในโพรงมดลูก ทำให้คนไข้มีประจำเดือนที่ผิดปกติ มีอาการปวดท้อง หรือในบางกรณีอาจส่งผลต่อการตั้งครรภ์ของคนไข้ในอนาคตได้

4. มดลูกเกิดการทะลุ

การใช้เครื่องมือในการขูดมดลูกที่แรงเกินไปอาจสามารถเจาะทะลุมดลูกได้ ทำให้เกิดความเสียหายต่ออวัยวะข้างเคียง เช่น ลำไส้หรือกระเพาะปัสสาวะ ซึ่งอาจต้องรักษาด้วยการผ่าตัดในระหว่างการผ่าตัดก็จะทำให้คนไข้เป็นอันตรายได้

5. ภาวะเลือดออกมากเกินไป

เนื่องจากการขูดมดลูกทำให้เกิดการบาดเจ็บที่บริเวณเนื้อเยื่อภายในมดลูกได้ ส่งผลให้คนไข้สามารถมีเลือดออกมากเกินไปหรือเลือดออกนานกว่าปกติหลังการผ่าตัดได้ ทำให้การผ่าตัดในแต่ละครั้งแพทย์จะต้องมีความเชี่ยวชาญอย่างมากเพราะจะต้องใช้เวลาที่น้อยสุด และปลอดภัยต่อคนไข้มากที่สุดเพื่อป้องกันคนไข้เลือดออกจนมากเกินไป

ทฤษฎีเกี่ยวกับยางชนิดต่างๆที่ใช้ในการทำหุ่นจำลองทางการแพทย์

ในปัจจุบันหุ่นจำลองทางการแพทย์มีการนำยางมาใช้ในการผลิตเป็นหุ่นจำลองทางการแพทย์ 2 ชนิด คือ ยางธรรมชาติ (ยางพารา) และยางซิลิโคน

คุณสมบัติของยางธรรมชาติ

คุณสมบัติของยางธรรมชาติจะมีความยืดหยุ่นที่สูง มีความทนทานต่อแรงดึง (Tensile strength) ทนทานต่อการฉีกขาด (Tear strength) โดยยางธรรมชาติจะมีคุณสมบัติเชิงพลวัตที่ดี ความต้านทานต่อการล้าตัว (Fatigue resistance) และมีทนทานต่อการขัดถู (Abrasion resistance)

คุณสมบัติของยางซิลิโคน

ยางซิลิโคน (Silicone rubber) เป็นวัสดุซิลิโคนที่มีลักษณะคล้ายยางสังเคราะห์ ที่มีความยืดหยุ่นที่สูง ทนต่อความร้อนได้ดี และมีความบริสุทธิ์สูง จึงนิยมนำผลิตอุปกรณ์ที่ใช้ในวงการแพทย์

ตาราง 1 ตารางเปรียบเทียบคุณสมบัติของยางธรรมชาติและยางซิลิโคน

คุณสมบัติ	ยางธรรมชาติ	ยางซิลิโคน
อุณหภูมิการใช้งาน	-50 ° C ถึง 80 ° c	-50 ° C ถึง 230 ° c
วัสดุ	ยืดหยุ่นสูง	ยืดหยุ่นสูง
สภาพแวดล้อม	ทนต่อสภาพอากาศไม่ดี	ทนต่อสภาพอากาศที่ดียเยี่ยม

การทบทวนวรรณกรรม

งานวิจัยนี้มีวัตถุประสงค์เพื่อทดสอบประสิทธิภาพการดูดมดลูกของนักศึกษาแพทย์พร้อมทำแบบประเมินความพึงพอใจต่อหุ่นจำลองทางการแพทย์ที่มีการพัฒนาให้หุ่นจำลองมีความฉลาดมากขึ้นโดยการเพิ่มเซ็นเซอร์เพื่อแจ้งเตือนผู้ทดสอบว่าผู้ทดสอบขูดแรงเกินไปหรือลึกจนขูดถึงบริเวณเยื่อมดลูกที่เป็นบริเวณอันตรายต่อคนไข้หรือไม่ โดยได้มีการศึกษางานวิจัยที่เกี่ยวข้องดังต่อไปนี้

1. หุ่นจำลองทางการแพทย์ในปัจจุบันที่มีความคล้ายคลึงกับงานวิจัย

ในปัจจุบันหุ่นจำลองทางการแพทย์ในประเทศไทยที่ใช้ในการฝึกขูดมดลูกที่ความสมจริงตามหลักกายวิภาค และมีความฉลาดนั้นมีน้อยหรือแทบจะไม่มีเลย เนื่องจากในปัจจุบันนักศึกษาแพทย์ในมหาวิทยาลัยบางแห่งนั้นได้เรียนรู้แค่ขั้นตอนและทฤษฎีในการขูดมดลูกเท่านั้น รวมถึงการนำขูดน้ำมาตัดแบ่งครึ่งเพื่อจำลองการขูดมดลูกซึ่งมีความไม่สมจริงมากนัก รวมถึงหุ่นจำลองทางการแพทย์ที่จำลองการขูดมดลูกนั้นไม่สามารถจำลองการขูดมดลูกออกมาได้จริง ในปัจจุบันมีหุ่นจำลองการผ่าตัดมดลูกทางช่องคลอดโดยให้ความสำคัญกับการใช้ต้นทุนที่ต่ำ รวมถึงวัสดุ อุปกรณ์และการประกอบของเครื่องจำลองการผ่าตัดที่ง่าย⁽⁵⁾ นอกจากนั้นมี

หุ่นจำลองการผ่าตัดมดลูกทางช่องท้องโดยในงานวิจัยได้มีการเปรียบเทียบทักษะประสิทธิภาพการผ่าตัดจาก 3 วิธีที่แตกต่างกัน คือ 1. การสาธิตวิดีโอการใส่แบบจำลอง 2. การฝึกโดยใช้แบบจำลองโดยใช้หุ่นจำลองการผ่าตัดมดลูก และ วิธีสุดท้ายคือ การทำทั้งสองวิธีพร้อมกัน คือเปิดวิดีโอสาธิตพร้อมกับการใช้หุ่นจำลองการผ่าตัด⁽⁶⁾ รวมถึงมีการพัฒนาแบบจำลองการผ่าตัดมดลูกทางช่องคลอดที่ให้ผู้ถูกต้องตามหลักกายวิภาคมากที่สุดและมีการประเมินความถูกต้องของหุ่นจำลองนั้นๆโดยการใช้แบบประเมินความพึงพอใจเป็นคะแนนในการประเมินทักษะของผู้เข้าร่วมทดสอบ⁽⁷⁾ ในปัจจุบันนอกจากจะมีหุ่นที่มีความคล้ายคลึงแล้วยังหุ่นจำลองทางการแพทย์แบบใสที่จำลองการขูดมดลูก และแบบโมเดล 3 มิติที่จำลองภายในมดลูกแต่ไม่สามารถจำลองการขูดเยื่อบุมดลูกออกมาได้เสมือนจริง⁽⁸⁾

2. วัสดุที่ใช้ในการทำหุ่นจำลองทางการแพทย์ในปัจจุบัน

ในปัจจุบันหุ่นจำลองทางการแพทย์มีการใช้วัสดุในการทำ มีทั้งยางธรรมชาติหรือยางพารา การใช้ยางซิลิโคน รวมถึงการใช้พลาสติกมาทำหุ่นจำลองทางการแพทย์ เช่น หุ่นจำลองหัตถการการฝึกถอดเล็บเท้า แผ่นยางซิลิโคนเจาะหนอง หุ่นจำลองการเจาะเลือด รวมถึงหุ่นจำลองการช่วยชีวิตขั้นสูง (CPR) ต่างใช้วัสดุในการทำหุ่นจำลองที่แตกต่างกันไป แต่ในทางด้านการแพทย์นิยมใช้ยางซิลิโคนเนื่องจากยางซิลิโคนมีต้นทุนที่ถูกกว่าการนำเข้าหุ่นจำลองทางการแพทย์มาจากต่างประเทศ ยางซิลิโคนสามารถมาประยุกต์ในการทำหุ่นจำลองทางการแพทย์คือถ้าต้องการให้หุ่นจำลองมีความนิ่มหรือยืดหยุ่นได้ก็สามารถเติมซิลิโคนออยเข้าไปเพื่อเพิ่มความนิ่มและความยืดหยุ่นให้กับยางซิลิโคน รวมถึงถ้าต้องการให้ยางซิลิโคนมีความแข็งแรงก็สามารถเติมสารเพิ่มความแข็งแรงเพื่อให้เหมาะกับส่วนต่างๆของแต่ละอวัยวะ⁽⁹⁾ ต่างจากการใช้ยางธรรมชาติ (ยางพารา) ที่ต้องการเปลี่ยนสภาพโดยการใส่สารตัวเติมและใส่สารเคมีเข้าไปในยางหรือเรียกว่าการทำยางคอมปาวด์ (rubber compounds) ให้มีความนิ่มหรือแข็งตามความต้องการ แต่สิ่งเหล่านี้คือข้อจำกัดของยางธรรมชาติ หรือยางพาราเพราะจะต้องทำตั้งแต่ก่อนนำไปขึ้นรูปร้อนหรือการแปรสภาพตัวยาง รวมถึงเมื่อตัวหุ่นที่ทำจากยางธรรมชาติ หรือยางพาราแล้วนานไปจะเกิดเป็นเชื้อรา รวมถึงเมื่ออยู่ในอุณหภูมิที่ไม่เหมาะสมอาจจะทำให้เกิดการละลายของยางทำให้ยากต่อการนำมาทำหุ่นจำลองหัตถการที่มีคุณสมบัติพิเศษในแต่ละส่วนของร่างกาย หุ่นจำลองการแพทย์

3. การนำหุ่นจำลองทางการแพทย์ไปใช้ในการทดสอบกับนักศึกษาแพทย์ก่อนเรียน และหลังเรียน (Pre-Post test) และการใช้หุ่นจำลองทางการแพทย์สำหรับพัฒนาทักษะ

ในการเรียน การสอนทักษะทางคลินิก และการประเมินผลการเรียนรู้ของ นักศึกษาแพทย์ก่อน และหลังการเรียนการสอนถือเป็นแนวทางสำคัญที่ใช้วัดประสิทธิภาพของสื่อ หรือวิธีการเรียนรู้⁽¹⁰⁾ โดยเฉพาะอย่างยิ่งเมื่อใช้หุ่นจำลองทางการแพทย์ (Medical Simulator) ซึ่ง ได้รับการยอมรับว่าเป็นเครื่องมือที่สามารถจำลองสถานการณ์ใกล้เคียงกับความเป็นจริงในภาวะ ปลอดภัย และช่วยให้นักศึกษาแพทย์สามารถฝึกซ้ำได้จนเกิดความชำนาญ⁽¹¹⁾ ซึ่งเห็นว่าการใช้ หุ่นจำลองร่วมกับการประเมินผลแบบ pre-test และ post-test มีบทบาทสำคัญในการฝึกทักษะ และพฤติกรรมเชิงคลินิก เพราะสามารถวัดผลลัพธ์ของการเรียนรู้ได้อย่างเป็นระบบ อีกทั้งยัง สามารถตรวจสอบความก้าวหน้าของผู้เรียนแบบรายบุคคล งานวิจัยที่เกี่ยวข้องพบว่าเมื่อนักศึกษา แพทย์ได้ฝึกหัดการด้วยหุ่นจำลองก่อนออกฝึกปฏิบัติจริงในโรงพยาบาล มีความมั่นใจและความ แม่นยำเพิ่มขึ้นอย่างมีนัยสำคัญ โดยเฉพาะเมื่อมีการประเมินทักษะอย่างเป็นระบบก่อนและหลัง การเรียนรู้ เช่น ความสามารถในการใช้เครื่องมือ ความแม่นยำในการเคลื่อนไหว และการตัดสินใจ ภายใต้สถานการณ์จำลอง สำหรับหุ่นจำลองการขูดมดลูก (uterine curettage simulator) ซึ่งเป็น หัตถการที่มีความเสี่ยงต่อการเกิดภาวะแทรกซ้อน การประเมินทักษะของนิสิตก่อนและหลังฝึกจึง ยิ่งมีความสำคัญ โดยหุ่นจำลองที่สามารถแจ้งเตือนเมื่อผู้เรียนกระทำผิด (เช่น ขูดโดนผนังมดลูก ส่วนลึก) สามารถใช้เป็นเกณฑ์ในการวัดผลได้อย่างเป็นรูปธรรม นอกจากนี้ หากมีการบันทึกค่า การกระทำของผู้เรียน เช่น จำนวนครั้งที่เกิด error ความแม่นยำในการหลีกเลี่ยงจุดเสี่ยง จะช่วย สะท้อนถึงผลสัมฤทธิ์ของการฝึกได้ชัดเจน⁽¹²⁾ และมีงานวิจัยบางส่วนสามารถสนับสนุนว่าการฝึก กับหุ่นแบบมีการประเมินผลก่อน-หลังเรียน ส่งผลให้ทักษะคงอยู่ในระยะยาว และลดอัตราความ ผิดพลาดเมื่อนำไปใช้จริงในผู้ป่วย⁽¹³⁾

4. การทดสอบค่าความแม่นยำ (Accuracy) และความคลาดเคลื่อน (Error) ของ หุ่นจำลองทางการแพทย์ก่อนนำไปใช้จริง

ในการนำหุ่นจำลองทางการแพทย์ไปใช้ในการเรียนการสอนและฝึก ปฏิบัติ กับนิสิตแพทย์หรือนบุคลากรทางการแพทย์ จำเป็นต้องมีการประเมินประสิทธิภาพของ หุ่นจำลองนั้นอย่างเป็นระบบ โดยเฉพาะการทดสอบหุ่นในสภาวะจำลองก่อนใช้งานจริง เพื่อให้ มั่นใจว่าหุ่นสามารถแสดงผลและตอบสนองได้อย่างถูกต้องในสถานการณ์ที่คล้ายคลึงกับการ ปฏิบัติจริง⁽¹¹⁾ การประเมินประสิทธิภาพของหุ่นจำลองก่อนใช้งานจะเน้นไปที่การวัดค่าความ แม่นยำ (Accuracy) และอัตราความคลาดเคลื่อน (Error) ของระบบเซ็นเซอร์หรือกลไกภายใน หุ่นจำลอง โดยมีเป้าหมายเพื่อประเมินว่าหุ่นสามารถแยกแยะพฤติกรรมปฏิบัติที่ถูกต้องและ ไม่ถูกต้องได้หรือไม่ เช่น ในหุ่นจำลองที่ใช้สำหรับฝึกการขูดมดลูก (uterine curettage simulator)

ระบบควรสามารถแจ้งเตือนได้เมื่อผู้ใช้งานชุดโดรนบริเวณผนังมดลูกส่วนที่ไม่ปลอดภัย และไม่ควรแจ้งเตือนเมื่อผู้ใช้งานกระทำผิดถูกต้อง ซึ่งสามารถวัดผลได้จากค่าความแม่นยำของการตอบสนองของหุ่นต่อเหตุการณ์ที่กำหนดไว้ล่วงหน้า ในงานวิจัยที่เกี่ยวข้องเสนอว่า หุ่นจำลองที่เหมาะสมสำหรับการใช้งานทางการแพทย์ควรมีค่าความแม่นยำมากกว่า 90% และมีอัตราความผิดพลาดต่ำกว่า 10% เพื่อสร้างความเชื่อมั่นว่าผู้เรียนจะได้รับ feedback ที่แม่นยำและปลอดภัย ซึ่งจะส่งเสริมพัฒนาการทางทักษะอย่างต่อเนื่อง ทั้งนี้ การทดสอบ accuracy และ error มักทำผ่านสถานการณ์จำลองซ้ำหลายรอบ (repeated simulated trials) โดยวิเคราะห์ว่าแต่ละรอบสามารถตรวจจับหรือไม่ตรวจจับเหตุการณ์เป้าหมายได้ถูกต้องตามเงื่อนไข⁽¹⁴⁾ นอกจากนี้ การประเมินหุ่นในขั้นตอนก่อนการนำไปใช้งานจริง ยังเป็นเครื่องมือสำคัญในการประกันคุณภาพของหุ่นจำลอง โดยเฉพาะอย่างยิ่งในกรณีที่หุ่นถูกพัฒนาขึ้นใหม่หรือปรับปรุงจากเวอร์ชันเดิม การทดสอบเหล่านี้จึงช่วยให้มั่นใจได้ว่าหุ่นสามารถทำหน้าที่ได้อย่างมีประสิทธิภาพและเหมาะสมต่อการใช้งานในการเรียนการสอนในคลินิกและสถานการณ์จริง

บทที่ 3

วิธีการดำเนินงาน

ผู้ทดสอบ

นักศึกษาคณะแพทยศาสตร์ มหาวิทยาลัยศรีนครินทรวิโรฒ จำนวน 10 คน

เครื่องมือที่ใช้ในงานวิจัย

1. หุ่นจำลองทางการแพทย์สำหรับฝึกทักษะหัตถการการขูดมดลูก
2. แบบประเมินสอบถามระดับความพึงพอใจ

สถานที่ที่ใช้ในงานวิจัย

ฝ่ายโสตทัศนศึกษา ชั้น 4 คณะแพทยศาสตร์ มหาวิทยาลัยศรีนครินทรวิโรฒ องครักษ์ และอาคารวิจัยและพัฒนาเทคโนโลยีภาควิชาวิศวกรรมชีวการแพทย์ (อาคาร G) ชั้น 7

รายละเอียดของงานวิจัย

งานวิจัยนี้เป็นการพัฒนาหุ่นจำลองทางการแพทย์สำหรับฝึกทักษะหัตถการการขูดมดลูก มีความแตกต่างจากเดิม คือ ผู้วิจัยได้มีการพัฒนาในส่วนของเซ็นเซอร์เข้ามาช่วยในการจับและแจ้งเตือนผู้เข้าทดสอบ คือ หากผู้ทดสอบได้มีการนำอุปกรณ์ที่ใช้ในการขูดมดลูกที่เรียกว่า curette ที่เชื่อมกับสายไฟที่ต่อกับจากแผงวงจรเมื่ออุปกรณ์ไปสัมผัสโดนบริเวณที่เป็นอันตราย (บริเวณที่เป็นพอลิเอทิลีนไวนิลไคลไรด์ในของโมเดลผนังมดลูกที่มีการต่อเข้ากับของแผงวงจร) ก็สามารถแจ้งเตือนได้โดยบัสเซอร์ รวมถึงได้มีการพัฒนาในส่วนของความสมจริงของหุ่นจำลองให้บริเวณช่องคลอดของหุ่นจำลองมีความนิ่มและยืดหยุ่นให้เสมือนจริงมากยิ่งขึ้นเพื่อรองรับอุปกรณ์ที่ใช้ในการขูดมดลูกได้หลายขนาด โดยงานวิจัยนี้จะแบ่งการเก็บผลเป็น 2 ช่วง คือ ช่วงแรกจะเป็นช่วงที่นักศึกษาแพทย์ไม่เคยเรียนในวิชาปฏิบัติการสูติศาสตร์ นรีเวชวิทยา ไม่เคยเรียนรู้เกี่ยวกับการฝึกขูดมดลูก รวมถึงไม่เคยได้ฝึกใช้หุ่นจำลองทางการแพทย์มาก่อนมาทดสอบการขูดมดลูกจากหุ่นจำลองทางการแพทย์เพื่อเก็บผล และช่วงที่ 2 จะเป็นช่วงที่นักศึกษาแพทย์กลุ่มเดิมที่ได้เรียนวิชาปฏิบัติการสูติศาสตร์ นรีเวชวิทยา ได้เรียนรู้วิธีการฝึกขูดมดลูกจากหุ่นจำลอง มีความรู้ และทักษะที่เพิ่มมากขึ้นมาทดสอบอีกครั้ง เพื่อนำผลที่ได้มาเปรียบเทียบกัน แล้วนำประเมินประสิทธิภาพของนักศึกษาแพทย์ว่าภายหลังจากได้ใช้หุ่นทางการแพทย์มีความเข้าใจ และมีทักษะในเรื่องของการขูดมดลูกเพิ่มขึ้นหรือไม่ ภายหลังจากที่ผู้ทดสอบได้ทดสอบกับหุ่นจำลองทางการแพทย์แล้วผู้ทดสอบจะต้องทำแบบประเมินความพึงพอใจทั้งก่อนเรียนและหลังเรียน โดยประเมิน

ความพึงพอใจในหัวข้อต่างๆคือ ความเหมือนจริงของหุ่นจำลอง ความเหมือนจริงของผนังมดลูกเทียม ความทันสมัยและการนำไปใช้ประโยชน์ได้จริง จากนั้นผู้วิจัยจะนำแบบประเมินความพึงพอใจของผู้ทดสอบมาวิเคราะห์และประเมินระดับความพึงพอใจของผู้ทดสอบต่อไปโดยคะแนนของระดับความพึงพอใจจะมีทั้งหมด 5 ระดับ คือ 1 (น้อยที่สุด) 2 (น้อย) 3 (ปานกลาง) 4 (มาก) และ 5 (มากที่สุด) ตามลำดับ รวมถึงมาหาค่าเบี่ยงเบนมาตรฐาน (S.D.) และค่าเฉลี่ย (Mean) เพื่อนำมาเปรียบเทียบผลระหว่างก่อนเรียนและหลังเรียนของนักศึกษาแพทย์ที่ฝึกโดยใช้หุ่นจำลองทางการแพทย์สำหรับฝึกหัดมดลูกว่า นักศึกษาแพทย์มีพัฒนาการ รวมถึงมีประสิทธิภาพ ทักษะในการหัดมดลูกมากขึ้นเพียงใด

การออกแบบการทดลอง

1. การออกแบบหุ่นจำลองทางการแพทย์

1.1 การปั้นหุ่นจำลองการหัดมดลูก

1.1.1 การทำโมเดลต้นแบบจำลองเชิงกราน

1. เริ่มจากการผสมปูนปลาสเตอร์กับน้ำในอัตราส่วน 1:1 เพื่อนำปูนปลาสเตอร์มาทำเป็นแม่พิมพ์ของต้นแบบของขาหุ่นจำลอง

2. นำปูนปลาสเตอร์มาหล่อขาจำลองขึ้นมาในลักษณะของแม่พิมพ์ทาบ และใช้ก้ามมะพร้าววางให้ทั่วแม่พิมพ์เพื่อเพิ่มความแข็งแรงให้กับแม่พิมพ์ ดังภาพประกอบที่ 4



ภาพประกอบ 4 หล่อแม่พิมพ์ขาด้วยปูนปลาสเตอร์

3.สร้างแม่พิมพ์ไฟเบอร์กลาสจากหุ่นขี้ผึ้งพลาสติก โดยเริ่มจากการนำเรซินสำหรับหล่อ เบอร์ PC 600 P ผสมกับผงทัลคัมที่เพื่อเพิ่มความความหนืดขึ้นและความแข็งแรง ทาลงไปบนผิวงานต้นแบบขี้ผึ้งจำลองปูนปลาสเตอร์ จากนั้นนำไฟเบอร์กลาสมาปิดทับ และทาเรซินหล่อไฮเบอร์ R 355 EP เพื่อให้แม่พิมพ์ไฟเบอร์กลาสของหุ่นจำลองมีความแข็งแรงดังภาพประกอบที่ 5



ภาพประกอบ 5 สร้างแม่พิมพ์ไฟเบอร์กลาส

4. เมื่อแม่พิมพ์ไฟเบอร์กลาสแห้งแล้ว จะแกะแม่พิมพ์ไฟเบอร์กลาสออกจากงานต้นแบบขี้ผึ้งจำลองปูนปลาสเตอร์ และใช้เครื่องเจียรไฟฟ้า ตัด และขัดจนแม่พิมพ์มีความเรียบร้อยดังภาพประกอบที่ 6



ภาพประกอบ 6 แกะแม่พิมพ์ไฟเบอร์กลาสออกจากต้นแบบขี้ผึ้งจำลองปูนปลาสเตอร์ จากนั้นใช้เครื่องเจียรไฟฟ้าขัดแม่พิมพ์และใช้สว่านไฟฟ้าเจาะรูเพื่อใส่สอด

5. ผสมยางซิลิโคน 1,000 กรัมกับผงคาร์บอนสีฝุ่นให้ได้สีที่มีลักษณะใกล้เคียงกับสีผิวมนุษย์คนให้ผงสีและซิลิโคนเข้ากันจนไม่มีผงสีเป็นเม็ด

6. นำซิลิโคนที่ผสมไว้เทลงบนแม่พิมพ์ไฟเบอร์กลาส ทาซิลิโคนให้ทั่วบริเวณของแม่พิมพ์เว้นไว้ที่บริเวณช่องคลอดเนื่องจากใช้ซิลิโคนในอัตราส่วนที่ต่างกัน เมื่อซิลิโคนคลุมบริเวณแล้วจะใช้ผ้าก๊อซมาแปะบนยางซิลิโคนที่ทาไว้ทำแบบนี้ 3 ชั้นเพื่อให้หุ่นยางซิลิโคนมีความแข็งแรง

7. เมื่อซิลิโคนแห้งแล้ว ให้ทำการแกะออกจากแม่พิมพ์ไฟเบอร์กลาสตกแต่งบริเวณขอบให้เรียบร้อย

8. ขั้นตอนสุดท้ายคือทำฐานของหุ่นจำลองโดยการใช้อะคริลิก เบอร์ PC600 P ผสมผงทัลคัมเพื่อเพิ่มความหนืดขึ้น และความแข็งแรง จากนั้นประกบฐานเข้ากับตัวหุ่น เจาะรูชั้นนอกรอบ เพื่อยึดตัวหุ่นสู่ฐานอากาศกับตัวฐานของหุ่นทั้ง 4 มุม เพื่อเป็นตัวยึดหุ่นกับพื้นผิวที่ใช้วางกับตัวหุ่นในระหว่างการทดลอง เพื่อป้องกันการเคลื่อนของตัวหุ่น

1.1.2 การทำโมเดลต้นแบบมดลูก

1. เริ่มจากการขึ้นรูปมดลูกด้วยดินเหนียวปั้นจนให้ได้ขนาดที่เสมือนจริงมากที่สุด จากนั้นตกแต่งลวดลายมดลูกให้มีความสมจริง



ภาพประกอบ 7 ขึ้นรูปมดลูกด้วยดินเหนียว และตกแต่งลวดลายให้เสมือนจริง

2. ผสมปูนปลาสเตอร์ในอัตราส่วน 1:1 กับน้ำ เพื่อหล่อมดลูกจำลองขึ้นมา

3. เมื่อปูนปลาสเตอร์แห้งแล้วให้ทำการตกแต่งขอบของมดลูกจำลองให้เรียบ จากนั้นนำดินน้ำมันมาปั้นตามรูปทรงของมดลูกดังภาพประกอบที่ 8



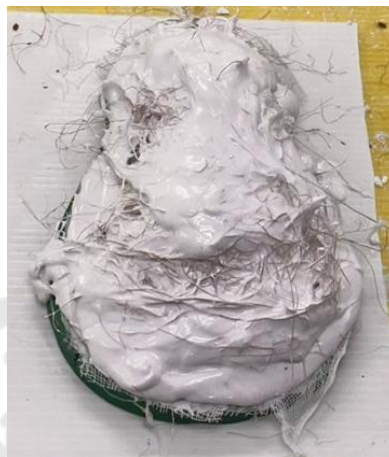
ภาพประกอบ 8 นำดินน้ำมันมาปั้นตามรูปทรงของมดลูก

4. จากนั้นนำยางซิลิโคนมาทำให้ทั่วบริเวณของแม่พิมพ์ เมื่อทาซิลิโคนครอบคลุมบริเวณแม่พิมพ์แล้ว นำใช้ผ้าก๊อซมาแปะบนยางซิลิโคนที่ทาไว้ทำแบบนี้ 2 ชั้นเพื่อให้หุ่นจำลองมดลูกยางซิลิโคนมีความแข็งแรงดังภาพประกอบที่ 9



ภาพประกอบ 9 ทาซิลิโคนให้ทั่วบริเวณแม่พิมพ์ จากนั้นแปะผ้าก๊อซเพิ่มความแข็งแรง

5. เมื่อยางซีโคนแห้งแล้ว ให้ผสมปูนหล่อมดลูกจำลองขึ้นมาด้วยปูนปลาสเตอร์ทาบแบบยางซีโคนของโมเดล และนำกากมะพร้าวเพิ่มความแข็งแรง เพื่อนำไปเป็นแม่พิมพ์หล่อยางซีโคนต่อไป



ภาพประกอบ 10 หล่อแม่พิมพ์มดลูกด้วยปูนปลาสเตอร์

6. เมื่อปูนปลาสเตอร์แห้งแล้วต่อไปจะสร้างแม่พิมพ์ไฟเบอร์กลาสจากแม่พิมพ์ปูนปลาสเตอร์ โดยใช้ เรซินหล่อ เบอร์ PC 600 P ที่ผสมกับผงทัลคัมเพื่อเพิ่มความความหนืดขึ้น และความแข็งแรง ทาลงไปบนแม่พิมพ์ไฟเบอร์กลาสและประกบด้วยไฟเบอร์กลาสทาด้วยเรซินเบอร์ R 355 EP เพื่อให้หุ่นจำลองมีความแข็งแรงตัว

7. จากนั้นแกะแม่พิมพ์ไฟเบอร์กลาสออกจากแม่พิมพ์ปูนปลาสเตอร์ใช้เครื่องเจียรไฟฟ้า ตัด และขัดจนแม่พิมพ์มีความเรียบร้อย



ภาพประกอบ 11 แม่พิมพ์ไฟเบอร์กลาสของโมเดลมดลูก

8. ผสมยางซิลิโคน 500 กรัม กับผงคาร์บอนสีฝุ่นให้ได้สีที่มีลักษณะใกล้เคียงสีผิวมนุษย์

9. จากนั้นนำซิลิโคนที่ผสมไว้เทลงบนแม่พิมพ์ไฟเบอร์กลาส ทาซิลิโคนให้ทั่วบริเวณของแม่พิมพ์ เมื่อซิลิโคนครอบคลุมบริเวณแม่พิมพ์แล้วจะใช้ผ้าก๊อชมาแปะบนยางซิลิโคนที่ทาไว้ทำแบบนี้ 2 ชั้นเพื่อให้หุ่นยางซิลิโคนมีความแข็งแรง

10. จากนั้นเมื่อทาซิลิโคนแล้วให้ประกบแม่พิมพ์ทั้ง 2 ฝั่งให้แน่น เพื่อให้ตัวโมเดลของมดลูกเชื่อมต่อกัน เมื่อแห้งแล้วให้ทำการแกะโมเดลออกมาออกมาจากแม่พิมพ์ จะให้โมเดลมดลูกดังภาพประกอบที่ 12



ภาพประกอบ 12 โมเดลมดลูก

1.1.3 การทำโมเดลช่องคลอด

1. เริ่มจากผสมยางซิลิโคนกับซิลิโคนออย ในอัตราส่วน 10:1 และผสมกับผงคาร์บอนสีฝุ่นให้ได้สีที่มีลักษณะใกล้เคียงสีผิวมนุษย์

2. จากนั้นนำแม่พิมพ์ไฟเบอร์กลาสของช่องคลอดมาทาด้วยซิลิโคนที่ผสมไว้ ทาซิลิโคนให้ทั่วแม่พิมพ์ช่องคลอด จากนั้นใช้ผ้าก๊อชมาแปะบนยางซิลิโคนที่ทาไว้ทำแบบนี้ 1 ชั้นเพื่อความยืดหยุ่นและไม่แข็งจนเกินไป



ภาพประกอบ 13 แม่พิมพ์ไฟเบอร์กลาสของช่องคลอด

3. เมื่อทำซิลิโคนทั่วบริเวณแม่พิมพ์ให้นำแม่พิมพ์มาประกบกันเพื่อให้โมเดลทั้ง 2 ส่วนเชื่อมต่อกันเป็นชิ้นเดียว

4. รอให้ยางซิลิโคนแห้งแล้ว ให้ทำการแกะออกมาแล้วกลับเอาส่วนของโมเดลข้างในออกมา เพื่อใช้เป็นโมเดลช่องคลอดต่อไป



ภาพประกอบ 14 โมเดลช่องคลอดที่ทำการกลับด้านเรียบร้อยแล้ว

1.1.4 การทำผนังมดลูกเทียม

1. ผสมปูนปลาสเตอร์ในอัตราส่วน 1:1 กับน้ำ หล่อบนแม่พิมพ์มดลูกที่ทำไว้ ทำให้ทั่วบริเวณมดลูกถึงปากมดลูกเพื่อทำแม่พิมพ์ส่วนผนังมดลูก

2. นำยางซิลิโคนมาทำให้ทั่วบริเวณของแม่พิมพ์ เมื่อทำซิลิโคนครอบคลุมบริเวณแม่พิมพ์แล้วจะใช้ผ้าก๊อชมาแปะบนยางซิลิโคนที่ทำไว้ทำแบบนี้ 2 ชั้นเพื่อให้หุ่นมดลูกยางซิลิโคนมีความแข็งแรง

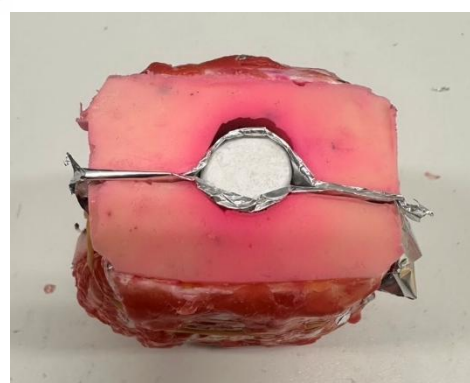
3. เมื่อยางซิลิโคนแห้งแล้ว ให้ผสมปูนปลาสเตอร์ ทาบนยางซิลิโคนและนำกากมะพร้าวเพิ่มความแข็งแรง เพื่อเป็นแม่พิมพ์หล่อซิลิโคนต่อไป



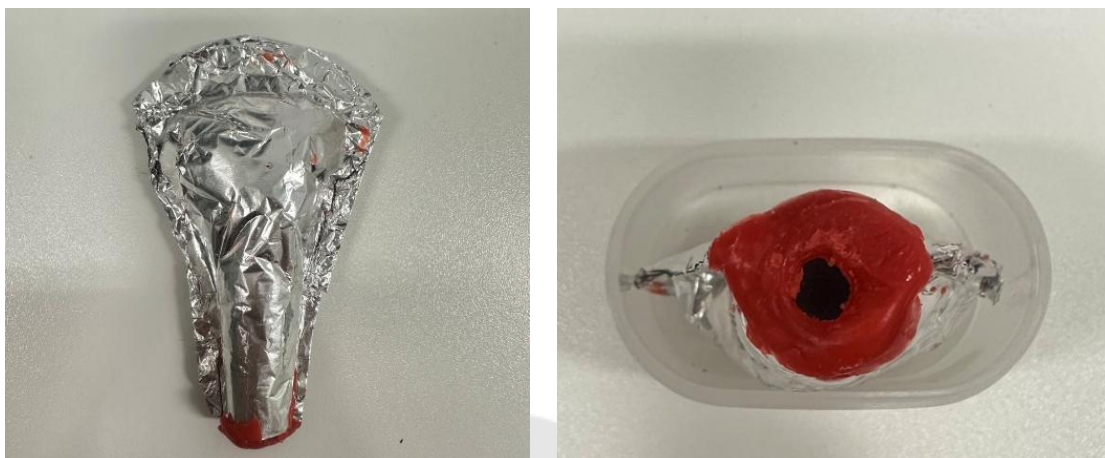
ภาพประกอบ 15 แม่พิมพ์ผนังมดลูกเทียม

4. เมื่อได้แม่พิมพ์ซิลิโคนมาแล้ว จะทำผนังมดลูกเทียมด้วยฟอยล์อลูมิเนียม โดยจะนำแผ่นฟอยล์พับเป็นชั้นๆ อัดลงแม่พิมพ์เพื่อให้ได้รูปทรงมดลูก โดยแต่ละชั้นของฟอยล์จะ ตัดเส้นลวดเล็กๆวางแทรกระหว่างชั้นเพื่อทำให้น้ำไฟฟ้าได้ดียิ่งขึ้นดังภาพที่ 16 จากนั้นจะทำการ หล่อเทียนใสเข้าไปในแม่พิมพ์ดังภาพที่ 17 โดยตัวเทียนไขจะเป็นสีแดง (ส่วนสีแดง คือ ส่วนที่ ผู้เข้าร่วมวิจัยจะต้องทำการขูดออกมา) การหล่อเทียนไขลงบนแม่พิมพ์ 5 ครั้ง เพื่อให้เทียนมีความ หนาตามต้องการคือ สีแดงมีความหนา 3 มิลลิเมตร

5. จากนั้นจะทำการแกะฟอยล์บริเวณ cervix ของเทียนไขออก ประมาณ 5 เซนติเมตรดังรูปที่ 16



ภาพประกอบ 16 การอัดแผ่นฟอยล์อลูมิเนียมลงบนแม่พิมพ์ให้เป็นรูปร่างผนังมดลูก



ภาพประกอบ 17 ตัวอย่างมดลูกเทียมที่ทำการหล่อเทียนเข้าไปในโมเดลแล้ว



ภาพประกอบ 18 มดลูกเทียมที่ตัดฟอยล์ล่อมึนเย็บบริเวณ cervix

1.3 การออกแบบฮาร์ดแวร์

เป็นการออกแบบการใช้เซ็นเซอร์ในการตรวจจับอุปกรณ์ในการทดสอบว่าผู้ทดสอบชูดไปโดนบริเวณที่เป็นอันตรายภายในผนังมดลูกเทียมหรือไม่ คือจะใช้หลักการต่อวงจร closed circuit คือจะทำให้เกิดการไหลของกระแสไฟฟ้าผ่านวงจรจากแหล่งจ่ายไฟ (แบตเตอรี่) ผ่านอุปกรณ์ไฟฟ้า (บัชเชอร์) และกลับไปให้แหล่งจ่ายไฟ ทำให้บัชเชอร์ทำงานและส่งเสียงแจ้งเตือนออกมา ตัวอย่างการทำงานคือ เมื่อขั้วบวกและขั้วลบของวงจรสัมผัสกัน กระแสไฟฟ้าจะไหล

ผ่านเซ็นเซอร์ซึ่งทำให้เซ็นเซอร์ส่งเสียงตามต้องการ เปรียบเสมือนการนำขั้วบวกไปต่อกับแผ่นฟอยล์ภายในผนังมดลูกเทียมที่อยู่ภายในโมเดลมดลูก และนำขั้วลบไปต่อกับเครื่องมือที่ใช้ขูดมดลูก (curette) เมื่อเครื่องมือที่ใช้ขูดมดลูก (curette) ไปขูดโดนบริเวณแผ่นฟอยล์ที่อยู่ภายในผนังมดลูกเทียมจะแจ้งเตือนผ่านเซ็นเซอร์ให้มีความดังขึ้นมาก็จะทำให้ทราบว่านักศึกษาแพทย์ขูดไปโดนบริเวณแผ่นฟอยล์ที่อยู่ภายในผนังมดลูกเทียมหรือขูดทะลุ การวัดประสิทธิภาพของเซ็นเซอร์ภายในผนังมดลูกเทียมก่อนนำไปทดสอบจริงจะทำการทดสอบขูดผนังมดลูกเทียมจำนวน 20 ครั้ง ทั้งแบบขูดโดนบริเวณสีแดง และขูดโดนบริเวณฟอยล์ ว่าในแต่ละครั้งที่ขูดโดนบริเวณสีแดงและบริเวณสีเหลืองฟอยล์มีการจับให้เซ็นเซอร์ร้องหรือไม่ ทำการทดสอบจำนวน 20 ครั้ง โดยทดสอบความแม่นยำ (Accuracy Test) จะต้องตั้งค่าการทำงานของวงจรให้สอดคล้องกับค่าที่ต้องการวัดวัดและบันทึกผลการวัด และนำผลที่ได้มาเปรียบเทียบกับค่าที่เซ็นเซอร์แจ้งเตือน เพื่อประเมินความแม่นยำ และคำนวณค่าความคลาดเคลื่อน (Error) คำนวณค่าความคลาดเคลื่อนที่เกิดขึ้นจากการขูดผนังมดลูก และดูว่าความผิดพลาดอยู่ในระดับที่ยอมรับได้หรือไม่ ถ้าค่าความแม่นยำ (Accuracy Test) มากกว่า 90% และการทดสอบเซ็นเซอร์ค่า Error ไม่เกิน 10% ถือว่าเซ็นเซอร์มีประสิทธิภาพมากพอที่จะนำไปทดสอบจริง⁽¹⁵⁾

ประเภทของเซ็นเซอร์ที่นำมาใช้

ในงานวิจัยนี้ได้ประยุกต์ใช้ Touch Sensor หรือ เซ็นเซอร์ตรวจจับการสัมผัส แบบสัมผัสตรง (direct contact) มาใช้ในงานวิจัย ซึ่งเซ็นเซอร์ประเภทนี้เป็นอุปกรณ์อิเล็กทรอนิกส์ที่สามารถตรวจจับการสัมผัสจากวัตถุภายนอก โดยจะเปลี่ยนค่าทางกายภาพ (เช่น แรงกด, ความต้านทาน, หรือไฟฟ้าสถิต) ให้เป็นสัญญาณไฟฟ้าเพื่อนำไปประมวลผลหรือส่งต่อไปยังอุปกรณ์อื่น เช่น ตัวแจ้งเตือน (buzzer) หน้าจอแสดงผล หรือระบบควบคุม โดยงานวิจัยได้มีการพัฒนาหุ่นจำลองทางการแพทย์สำหรับฝึกหัดการการขูดมดลูก (uterine curettage) โดยมีการติดตั้งแผ่นฟอยล์ (foil) ไว้ที่บริเวณผนังมดลูกเทียมของหุ่นจำลอง ซึ่งฟอยล์จะทำหน้าที่เป็นพื้นผิวตรวจจับการสัมผัสของเครื่องมือคิวเรต (curette)

หลักการของ Touch Sensor

หลักการที่ใช้ในงานวิจัยนี้ คือการออกแบบวงจรไฟฟ้าแบบปิด (closed-circuit) โดยเมื่อเครื่องมือคิวเรตสัมผัสถูกแผ่นฟอยล์ซึ่งทำหน้าที่เป็นตัวนำไฟฟ้า จะทำให้วงจรไฟฟ้าเชื่อมต่อกัน ส่งผลให้เกิดการเปลี่ยนแปลงของค่าทางไฟฟ้า เช่น ความต้านทาน หรือแรงดันไฟ ซึ่งระบบจะรับรู้และส่งสัญญาณไปยังตัวแจ้งเตือน (buzzer) ให้เกิดเสียงในทันที ถือเป็นกระบวนการประมวลผล

แบบเรียลไทม์ (real-time feedback system) ระบบนี้มีความแม่นยำในการตรวจจับการสัมผัสสูง และสามารถประเมินความผิดพลาดของผู้ฝึกได้อย่างมีประสิทธิภาพ เนื่องจากหากคิดเวทสัมผัสผิดตำแหน่ง (เช่น ชูตลึกเกินไปหรือชูตชิดผนังจนสัมผัสพอยล์) ระบบจะตอบสนองโดยการส่งเสียงเตือน ทำให้ผู้ฝึกสามารถเรียนรู้จากข้อผิดพลาดได้ทันที ซึ่งช่วยส่งเสริมการเรียนรู้แบบ active learning และพัฒนาทักษะการควบคุมแรงมือและทิศทางของเครื่องมือ



ภาพประกอบ 19 ชูตโดนบริเวณเทียนสีแดง ไฟสถานะสีเขียว

ภาพประกอบ 20 ชูตโดนบริเวณพอยล์ ไฟสถานะสีแดง

การคำนวณค่าความแม่นยำและความคลาดเคลื่อน

ค่าความแม่นยำ (Accuracy %)

สูตร

$$Accuracy = \frac{\text{จำนวนครั้งที่เซ็นเซอร์ทำงานถูกต้อง}}{\text{จำนวนครั้งที่ทดสอบทั้งหมด}} \times 100$$

ค่าความคลาดเคลื่อน (Error %)

สูตร

$$Error = \frac{\text{จำนวนครั้งที่แจ้งเตือนผิดพลาด}}{\text{จำนวนครั้งที่ทดสอบทั้งหมด}} \times 100$$

ตาราง 2 ตารางการทดสอบหาค่า Accuracy และค่า Error

ครั้งที่	บริเวณที่ชุดโดน	ระบบแจ้งเตือนหรือไม่	ผลลัพธ์
1.	เทียนไข	ไม่แจ้งเตือน	True Negative
2.	พอยล์	แจ้งเตือน	True Positive
3.	เทียนไข	ไม่แจ้งเตือน	True Negative
4.	พอยล์	แจ้งเตือน	True Positive
5.	เทียนไข	ไม่แจ้งเตือน	True Negative
6.	เทียนไข	ไม่แจ้งเตือน	True Negative
7.	พอยล์	แจ้งเตือน	True Positive
8.	พอยล์	แจ้งเตือน	True Positive
9.	เทียนไข	ไม่แจ้งเตือน	True Negative
10.	พอยล์	แจ้งเตือน	True Positive
11.	พอยล์	แจ้งเตือน	True Positive
12.	พอยล์	แจ้งเตือน	True Positive
13.	เทียนไข	ไม่แจ้งเตือน	True Negative
14.	พอยล์	แจ้งเตือน	True Positive

ตาราง 2 (ต่อ)

ครั้งที่	บริเวณที่พูดโดน	ระบบแจ้งเตือนหรือไม่	ผลลัพธ์
15.	เทียนไข	ไม่แจ้งเตือน	True Negative
16.	เทียนไข	ไม่แจ้งเตือน	True Negative
17.	พอยล์	แจ้งเตือน	True Positive
18.	พอยล์	แจ้งเตือน	True Positive
19.	เทียนไข	ไม่แจ้งเตือน	True Negative
20.	เทียนไข	แจ้งเตือน	False Positive

การคำนวณค่าความแม่นยำ (Accuracy)

สูตร

$$Accuracy = \frac{\text{จำนวนครั้งที่เซ็นเซอร์ทำงานถูกต้อง}}{\text{จำนวนครั้งที่ทดสอบทั้งหมด}} \times 100$$

จำนวนครั้งที่เซ็นเซอร์ทำงานถูกต้อง = 19 ครั้ง

จำนวนครั้งที่ทดสอบทั้งหมด = 20 ครั้ง

$$Accuracy = \frac{19}{20} \times 100$$

$$Accuracy = 95 \%$$

จากการคำนวณค่าความแม่นยำ (Accuracy Test) พบว่าได้เปอร์เซ็นต์ทั้งหมด 95 % ซึ่งมีค่ามากกว่า 90%

การคำนวณหาค่าความคลาดเคลื่อน (Error)

สูตร

$$Error = \frac{\text{จำนวนครั้งที่แจ้งเตือนผิดพลาด}}{\text{จำนวนครั้งที่ทดสอบทั้งหมด}} \times 100$$

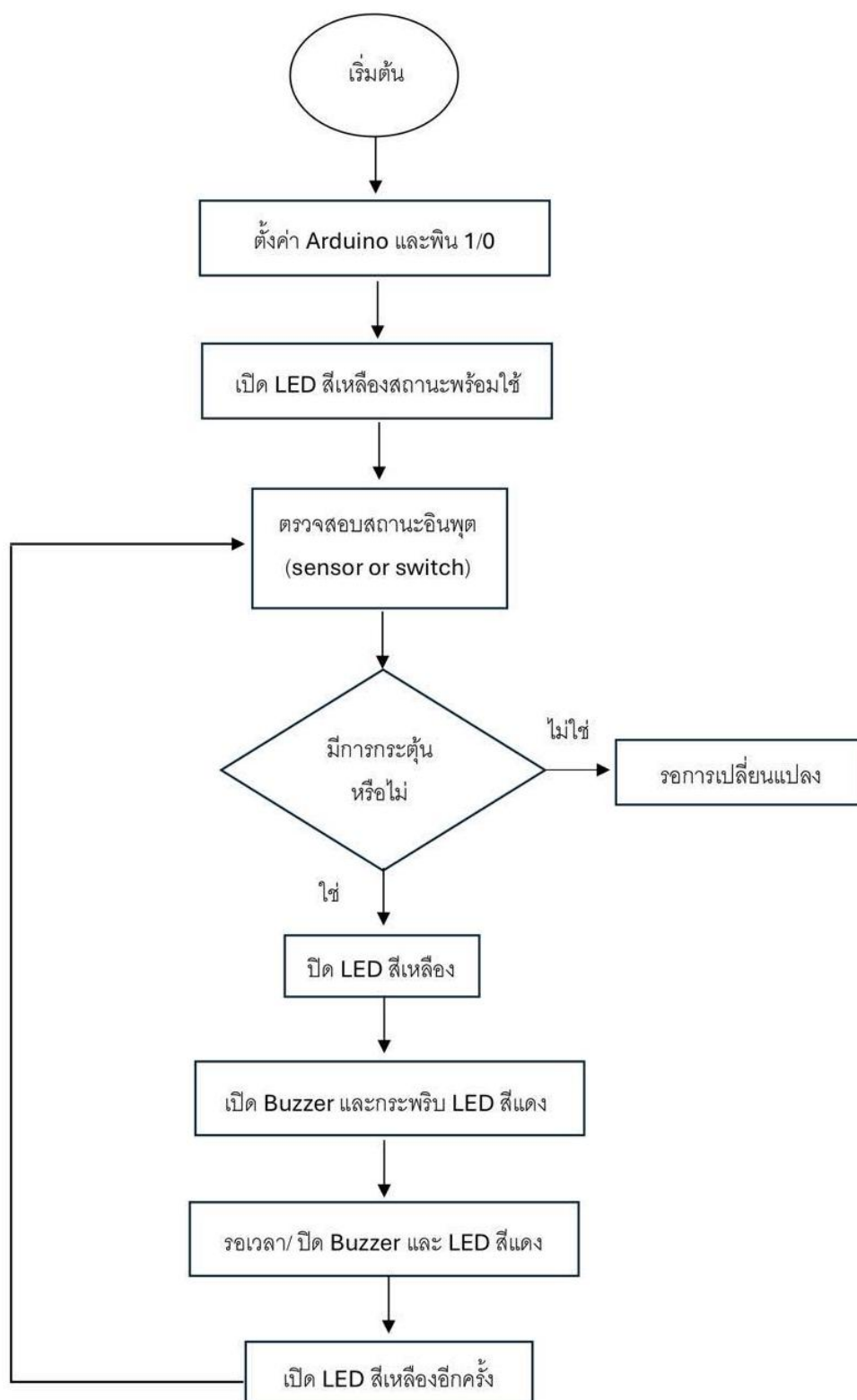
จำนวนครั้งที่แจ้งเตือนผิดพลาด = 1 ครั้ง

จำนวนครั้งที่ทดสอบทั้งหมด = 20 ครั้ง

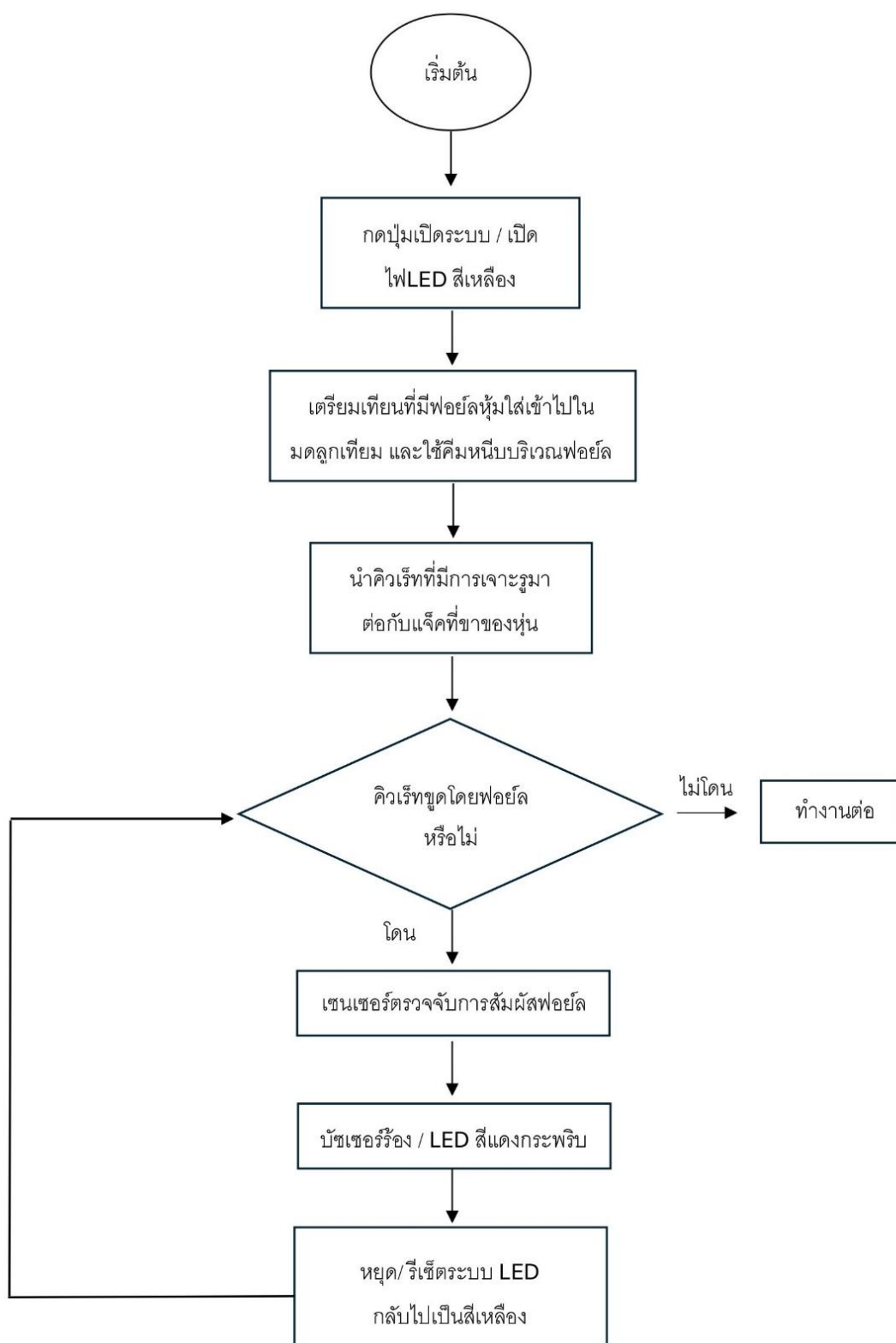
$$Error = \frac{1}{20} \times 100$$

$$Error = 5 \%$$

จากการคำนวณค่าความคลาดเคลื่อน (Error) พบว่าได้เปอร์เซ็นต์ทั้งหมด 5 % ซึ่งมีค่าไม่เกิน 10% จากการหาค่าความแม่นยำ (Accuracy Test) และค่าความคลาดเคลื่อน (Error) ค่าที่ได้จากหุ่นจำลองทางการแพทย์อัจฉริยะสำหรับฝึกทักษะหัตถการการชูดมดลูกนั้นถือว่าเซ็นเซอร์มีประสิทธิภาพมากพอที่จะนำไปทดสอบจริง



ภาพประกอบ 21 แผนผัง Flow chart ภายใน Arduino

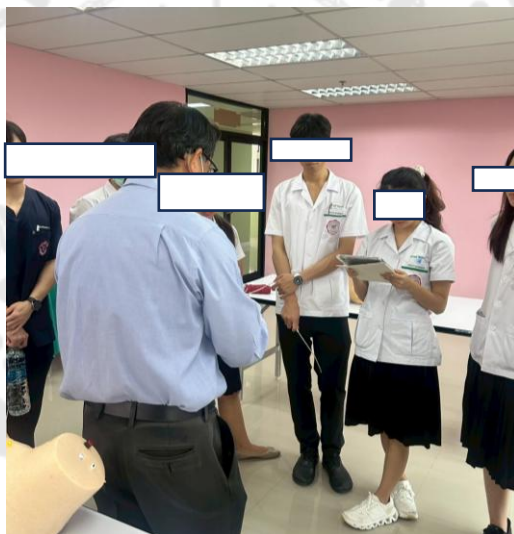


ภาพประกอบ 22 แผนผังการทำงานของหุ่นจำลอง

2. การทดสอบ

การทดสอบจะมีผู้เข้าร่วมวิจัยทั้งหมด 10 คน แบ่งเป็น 2 ช่วง คือ ช่วงแรกจะเป็นช่วงที่นักศึกษาแพทย์ไม่เคยเรียนในวิชาปฏิบัติการสูติศาสตร์ นรีเวชวิทยา ไม่เคยเรียนรู้เกี่ยวกับการฝึกหัดมดลูก รวมถึงไม่เคยได้ฝึกใช้หุ่นจำลองทางการแพทย์มาก่อนมาทดสอบการหัดมดลูกจากหุ่นจำลองทางการแพทย์เพื่อเก็บผล และช่วงที่ 2 จะเป็นช่วงที่นักศึกษาแพทย์กลุ่มเดิมที่ได้เรียนวิชาปฏิบัติการสูติศาสตร์ นรีเวชวิทยา ได้เรียนรู้วิธีการฝึกหัดมดลูกจากหุ่นจำลอง มีความรู้และทักษะที่เพิ่มมากขึ้นมาทดสอบอีกครั้ง โดยมีขั้นตอนดังนี้

1. อธิบายขั้นตอนการทดลองเบื้องต้นให้กับผู้เข้าร่วมการทดสอบ คือ อธิบายในเรื่องของผนังมดลูกว่าประกอบไปฟอยล์และเทียนไข รวมถึงหลักการทำงานของหุ่นจำลองทางการแพทย์ โดยผู้เข้าทดสอบจะต้องทำการหัดเทียนสีแดงออกมาให้ได้มากที่สุด และมีการอธิบายในหัวข้อต่างๆของแบบประเมินความพึงพอใจ



ภาพประกอบ 23 การอธิบายหลักการต่างๆ และการเรียนในวิชาปฏิบัติการสูติศาสตร์ นรีเวชวิทยา

2. เตรียมติดตั้งผนังมดลูกเทียมที่มีเซ็นเซอร์อยู่ภายในติดตั้งไว้ในโมเดลมดลูกภายในหุ่นจำลอง



ภาพประกอบ 24 การติดตั้งภายในหุ่นจำลอง



ภาพประกอบ 25 การติดตั้งภายนอกหุ่นจำลอง

3. ทำการทดสอบผู้เข้าร่วมวิจัยในการชุดผนังมดลูกออกมาให้เป็นเส้นเหมือนการชุดมะพร้าว พร้อมทั้งบันทึกข้อมูลของผู้ทดสอบว่าผู้ทดสอบแต่ละคนชุดลี้กจนโดนเซ็นเซอร์กี่ครั้ง

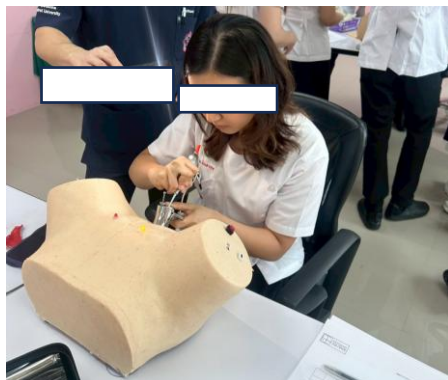
4. ให้ผู้ทดสอบทำแบบประเมินความพึงพอใจต่อหุ่นจำลองทางการแพทย์หลังจากการทดสอบเสร็จ โดยจะมีหัวข้อในเรื่องของความเหมือนจริงของหุ่นจำลอง ความเหมือนจริงของผนังมดลูกเทียม ความทันสมัยและการนำไปใช้ประโยชน์ได้จริง จากนั้นผู้วิจัยจะนำแบบประเมินความพึงพอใจของผู้ทดสอบมาวิเคราะห์และประเมินระดับความพึงพอใจของผู้ทดสอบต่อไปโดยคะแนนของระดับความพึงพอใจจะมีทั้งหมด 5 ระดับ คือ 1 (น้อยที่สุด) 2 (น้อย) 3 (ปานกลาง) 4 (มาก) และ 5 (มากที่สุด) ตามลำดับ

5. ผู้วิจัยนำผลที่ได้มาวิเคราะห์เปอร์เซ็นต์การขาด จำนวนครั้งที่เซ็นเซอร์

ร้อง และ

ระดับความพึงพอใจของผู้ทดสอบ

6.สรุปผลการทดลอง และข้อเสนอแนะของงานวิจัย



ภาพประกอบ 26 ภาพการทดสอบการขาดน้ำหนักลูกเทียมด้วยหุ่นจำลองสำหรับการขาดมดลูก

การวิเคราะห์เปอร์เซ็นต์การขาดน้ำหนักมดลูกเทียม

เป็นการวิเคราะห์ผลโดยการคำนวณจากน้ำหนักของเทียนไขก่อนขาด-หลังขาดว่ามีน้ำหนักที่ต่างไปจากเดิมเท่าไร แล้วนำผลที่ได้มาคำนวณเป็นเปอร์เซ็นต์การขาดน้ำหนักมดลูก^(16, 17)

การคำนวณเปอร์เซ็นต์การขาด

สูตร

$$\text{เปอร์เซ็นต์การขาด} = \frac{W_{\text{ก่อน}} - W_{\text{หลัง}}}{W_{\text{ก่อน}}} \times 100$$

$W_{\text{ก่อน}}$ = น้ำหนักของเทียนไขก่อนขาด

$W_{\text{หลัง}}$ = น้ำหนักของเทียนไขหลังขาด

ตาราง 3 ตารางการคำนวณเปอร์เซ็นต์การขาด

เปอร์เซ็นต์น้ำหนักที่ลดลง (%)	คะแนนเต็ม (10 คะแนน)	ความหมาย
20 - 30 %	10	ขาดครบถ้วน

ตาราง 3 (ต่อ)

เปอร์เซ็นต์น้ำหนักที่ลดลง (%)	คะแนนเต็ม (10 คะแนน)	ความหมาย
15 -19.99 %	7	ชุดไม่ทั่วถึง
หรือ		หรือ
30.1 – 135 %		ชุดมากเกินไปเล็กน้อย
10 – 14.9 %	5	ชุดไม่ทั่วถึง
หรือ		หรือ
35.1 – 40 %		ชุดแรงเกินไป
< 10 %	3	ชุดไม่เพียงพอ
หรือ		หรือ
> 40 %		ชุดแรงเกินไป มีความเสี่ยงสูง

การวิเคราะห์จำนวนครั้งที่เซ็นเซอร์ร้อง

เป็นการวิเคราะห์ผลจากการที่เซ็นเซอร์แจ้งเตือนออกมาขณะที่ผู้เข้าร่วมวิจัยชุดฝึกนั่งมดลูกเทียม นำมาคำนวณเป็นคะแนน⁽¹⁸⁾

การคำนวณคะแนน

สูตร

$$\text{คะแนน} = 10 - (\text{จำนวนครั้งที่เซ็นเซอร์ร้อง} \times 0.5)$$

ตาราง 4 ตารางคำนวณจำนวนครั้งที่เซ็นเซอร์ร้อง

จำนวนครั้งที่เซ็นเซอร์ร้อง	คะแนนเต็ม (10 คะแนน)	ความหมาย
0	10	ดีเยี่ยม ควบคุมได้ดีมาก
1	9.5	ดีมาก ควบคุมได้ดี
2	9	ดี ควบคุมได้
3	8.5	เริ่มมีข้อผิดพลาดเล็กน้อย
4	8	เริ่มมีความเสี่ยง

ตาราง 4 (ต่อ)

จำนวนครั้งที่เซ็นเซอร์ร้อง	คะแนนเต็ม (10 คะแนน)	ความหมาย
5	7.5	มีความเสี่ยงปานกลาง
6	7	มีความผิดพลาดพอสมควร
7	6.5	มีความเสี่ยงสูง ควรแก้ไข
8	6	ควรฝึกเพิ่มเติม
9	5.5	มีความผิดพลาดสูง
10	5	ควรปรับปรุงอย่างเร่งด่วน
11	4.5	มีความเสี่ยงมาก
12	4	ควบคุมไม่ได้
13	3.5	มีความเสี่ยงรุนแรง
14	3	เสี่ยงต่ออันตราย
15	2.5	อันตรายมาก

การวิเคราะห์คะแนนรวม

เป็นการวิเคราะห์โดยการนำคะแนนที่ได้จากเปอร์เซ็นต์การขาดมารวมกับคะแนนที่ได้จากจำนวนครั้งที่เซ็นเซอร์แจ้งเตือนมาคำนวณเป็นคะแนนรวม และนำมาวิเคราะห์ผล⁽¹⁹⁾

ตาราง 5 ตารางวิเคราะห์คะแนนรวม

จำนวนคะแนน	แปลผล
18-20 คะแนน	ดีเยี่ยม
14-17 คะแนน	ผ่านระดับดี
10-13 คะแนน	ผ่านระดับพอใช้
<10 คะแนน	ต้องฝึกเพิ่มเติม

การวิเคราะห์แบบประเมินความพึงพอใจ

แบบประเมินความพึงพอใจ (Satisfaction Assessment Form) คือเครื่องมือที่ใช้ในการเก็บข้อมูลความคิดเห็นของผู้เข้าร่วมทดสอบ เกี่ยวกับประสบการณ์และความพึงพอใจต่อการใช้อย่างไร

หุ่นจำลองทางการแพทย์สำหรับฝึกทักษะหัตถการการขูดมดลูก แบบประเมินนี้มีวัตถุประสงค์หลัก เพื่อวัดระดับความพึงพอใจและประเมินคุณภาพหุ่นจำลองทางการแพทย์สำหรับฝึกทักษะหัตถการการขูดมดลูก เพื่อนำข้อมูลที่ได้มาพัฒนาปรับปรุงในอนาคต

องค์ประกอบหลักของแบบประเมินความพึงพอใจ

1. ข้อมูลทั่วไปของผู้ตอบแบบสอบถาม

เป็นส่วนที่เก็บข้อมูลพื้นฐาน เช่น เพศ อายุ การศึกษา สถานะหรือบทบาท เพื่อใช้วิเคราะห์ข้อมูลต่อไป

2. วัดระดับความพึงพอใจ

โดยปกติจะใช้ ระดับ Likert Scale (5 ระดับ) คือ 1 (พอใจน้อยที่สุด) ถึง 5 (พอใจมากที่สุด) โดยคำถามเป็นคำถามในหัวข้อของลักษณะการสัมผัส ลักษณะการขูดเยื่อโพรงมดลูก ความฉลาดและทันสมัย ความพึงใจโดยรวม และความสามารถในการนำไปใช้ประโยชน์ในการเรียนการสอนได้ดี

การคำนวณค่าเฉลี่ยของระดับความพึงพอใจ

เป็นวิธีการนำข้อมูลที่ได้จากแบบประเมินความพึงพอใจมาวิเคราะห์เพื่อหาค่าเฉลี่ยของระดับความพึงพอใจในหัวข้อที่ต้องการวัด โดยมักใช้มาตรวัดในรูปแบบ Likert Scale ซึ่งเป็นการให้คะแนนความพึงพอใจในระดับต่าง ๆ เช่น จาก 1 ถึง 5 (พอใจน้อยที่สุดถึงพอใจมากที่สุด)

ขั้นตอนการคำนวณค่าเฉลี่ยของระดับความพึงพอใจ

กำหนดค่าสำหรับแต่ละระดับของมาตรวัด: คือ แบบ Likert Scale ที่มี 5 ระดับ ค่าตัวเลขที่ใช้จะเป็นดังตารางที่ 6

ตาราง 6 ระดับของมาตรวัด: คือ แบบ Likert Scale ที่มี 5 ระดับ

คะแนน	ความหมาย
1	พอใจมากที่สุด
2	พอใจมาก
3	พอใจปานกลาง
4	พอใจน้อย
5	พอใจน้อยที่สุด

จากนั้นรวบรวมข้อมูลโดยการนำผลลัพธ์จากการตอบแบบสอบถามในแต่ละคำถามที่เป็นตัวเลขมาใช้ในการคำนวณหาค่าเฉลี่ย

คำนวณค่าเฉลี่ย (Mean)

สูตรการคำนวณค่าเฉลี่ย

สมการ

$$\text{ค่าเฉลี่ยของแต่ละคำถาม} = \sum \frac{\text{คะแนนที่ได้ในคำถามนั้น}}{\text{จำนวนผู้ตอบในคำถามนั้น}}$$

เกณฑ์การแปลความหมายเพื่อจัดอันดับคะแนนค่าเฉลี่ย

สมการ

$$\text{ความกว้างของอันดับภาคชั้น} = \frac{\text{คะแนนสูงสุด} - \text{คะแนนต่ำสุด}}{\text{จำนวนชั้น}}$$

สามารถแบ่งเป็นช่วงคะแนนได้เป็น พอใจมากที่สุด พอใจมาก พอใจปานกลาง พอใจน้อย พอใจน้อยที่สุด ดังตารางที่ 7⁽²⁰⁾

ตาราง 7 ช่วงคะแนนระดับความพึงพอใจ

คะแนนเฉลี่ย	4.21 – 5.00	แปลความว่า	พอใจมากที่สุด
คะแนนเฉลี่ย	3.41 – 4.20	แปลความว่า	พอใจมาก
คะแนนเฉลี่ย	2.61 – 3.40	แปลความว่า	พอใจปานกลาง
คะแนนเฉลี่ย	1.81 – 2.60	แปลความว่า	พอใจน้อย
คะแนนเฉลี่ย	1.00 – 1.80	แปลความว่า	พอใจน้อยที่สุด

การคำนวณหาส่วนเบี่ยงเบนมาตรฐาน

สูตรการคำนวณหาส่วนเบี่ยงเบนมาตรฐาน

สมการ

$$S.D. = \sqrt{\frac{\sum_{i=1}^n (x_i - \bar{x})^2}{n - 1}}$$

S.D. = ส่วนเบี่ยงเบนมาตรฐานของตัวอย่าง

x_i = คะแนนของแต่ละคน

$\bar{x}$ = ค่าเฉลี่ยของคะแนน

n = จำนวนผู้ทดสอบทั้งหมด

การควบคุมมาตรฐานการทำซ้ำของหุ่นจำลองทางการแพทย์

1. ส่วนของหุ่นจำลองขา

ผู้วิจัยจะสร้างแม่พิมพ์ขึ้นเพื่อหล่อตัวหุ่นจำลองขึ้นมา ทำให้เมื่อเราจะทำซ้ำในส่วนนี้จะมีขนาดที่เท่าเดิมในทุกๆตัว

2. ส่วนของพอยล์ที่ใช้ทำ

ผู้วิจัยจะทำการพับแผ่นพอยล์ประมาณ 6 พับเพื่อให้ขนาดแผ่นพอยล์ที่เท่ากัน โดยในแต่ละชั้นของแผ่นพอยล์จะมีเส้นลวดไว้เพื่อให้นำไฟฟ้าได้ดียิ่งขึ้น นำแผ่นพอยล์ไปอัดกับแม่พิมพ์ เพื่อให้ได้รูปทรงเป็นมดลูก ทำแบบนี้เหมือนกันในทุกๆอัน

3. ส่วนของเทียนไข

ผู้วิจัยจะทำการละลายเทียนไขโดยใช้อุณหภูมิที่เท่ากันในทุกๆครั้งที่เทลงบนแม่พิมพ์ และทำการจับเวลาในขณะที่เทเทียนลงแม่พิมพ์เสร็จแล้วและเทออกเพื่อให้ตัวเทียนแข็งตัวโดยใช้เวลาที่เท่ากัน และเมื่อเทให้ครบจำนวนแล้ว จะทำการวัดขนาดของเทียนว่ามีความกว้างตามที่ต้องการไหม คือ สีแดง ประมาณ 3 มิลลิเมตร

บทที่ 4

ผลการศึกษา

งานวิจัยนี้เป็นการทดสอบหุ่นจำลองทางการแพทย์อัจฉริยะสำหรับฝึกทักษะการปฐมพยาบาลแก่นักศึกษาแพทย์ผู้ที่ไม่เคยมีความรู้ และประสบการณ์จริงในการปฐมพยาบาล จำนวน 10 คน โดย การทดสอบได้ทดสอบในรายวิชาปฏิบัติการสูตินารีเวช ภาควิชาสูติศาสตร์ และนรีเวชวิทยา คณะ แพทยศาสตร์ มหาวิทยาลัยศรีนครินทรวิโรฒ

4.1 คะแนนของการทดสอบหุ่นจำลองทางการแพทย์ ก่อนเรียน - หลังเรียน

จากการทดสอบการปฐมพยาบาลจากหุ่นจำลองทางการแพทย์ จำนวน 10 คน ได้คำนวณ เปอร์เซ็นต์การปฐมพยาบาลที่เต็ม และจำนวนครั้งที่เซ็นเซอร์ร้อง ออกมาเป็นคะแนนได้ ดังนี้

ตาราง 8 ตารางแสดงคะแนนเปอร์เซ็นต์การปฐมพยาบาล (ก่อนเรียน)

รหัสผู้เข้าร่วม วิจัย	น้ำหนักก่อน (W ก่อน)	น้ำหนักหลัง (W หลัง)	เปอร์เซ็นต์ การปฐม	คะแนน (10 คะแนน)	แปลผล
SWU 001	15.3087	13.0408	14.81	7	ปฐมไม่ทั่วถึง เล็กน้อย
SWU 002	15.3087	14.7417	3.70	3	ปฐมไม่ เพียงพอ
SWU 003	15.0252	14.1748	5.66	3	ปฐมไม่ เพียงพอ
SWU 004	15.3087	15.0362	1.78	3	ปฐมไม่ เพียงพอ
SWU 005	16.1642	15.3087	5.29	3	ปฐมไม่ เพียงพอ
SWU 006	17.0097	15.3087	10.00	5	ปฐมไม่ทั่วถึง ชัดเจน

ตาราง 8 (ต่อ)

รหัสผู้เข้าร่วม วิจัย	น้ำหนักก่อน (W ก่อน)	น้ำหนักหลัง (W หลัง)	เปอร์เซ็นต์ การขาด	คะแนน (10 คะแนน)	แปลผล
SWU 007	18.4272	17.8602	3.08	3	ขาดไม่ เพียงพอ
SWU 008	16.4377	14.7417	10.32	5	ขาดไม่ทั่วถึง ชัดเจน
SWU 009	18.4272	18.1347	1.59	3	ขาดไม่ เพียงพอ
SWU 010	17.8688	17.3132	3.11	3	ขาดไม่ เพียงพอ
ค่าเฉลี่ย (Mean)	16.5286	15.5661	5.93	3.8	ขาดไม่ เพียงพอ

จากตารางที่ 8 เป็นตารางแสดงน้ำหนักเทียนก่อนขาด – หลังขาดออกของแต่ละคนนำมาคำนวณเป็นเปอร์เซ็นต์การขาดเพื่อนำไปคำนวณเป็นคะแนน และแปลผลออกมา จากตารางสามารถวิเคราะห์ผลได้เป็น ผู้เข้าร่วมวิจัยคนที่ 1 ได้ 7 คะแนน แปลผลเป็นขาดไม่ทั่วถึงเล็กน้อย ผู้เข้าร่วมวิจัยคนที่ 2 ได้ 3 คะแนน แปลผลเป็นขาดไม่เพียงพอ ผู้เข้าร่วมวิจัยคนที่ 3 ได้ 3 คะแนน แปลผลเป็นขาดไม่เพียงพอ ผู้เข้าร่วมวิจัยคนที่ 4 ได้ 3 คะแนน แปลผลเป็นขาดไม่เพียงพอ ผู้เข้าร่วมวิจัยคนที่ 5 ได้ 3 คะแนน แปลผลเป็นขาดไม่เพียงพอ ผู้เข้าร่วมวิจัยคนที่ 6 ได้ 5 คะแนน แปลผลเป็นขาดไม่ทั่วถึงชัดเจน ผู้เข้าร่วมวิจัยคนที่ 7 ได้ 3 คะแนน แปลผลเป็นขาดไม่เพียงพอ ผู้เข้าร่วมวิจัยคนที่ 8 ได้ 5 คะแนน แปลผลเป็นขาดไม่ทั่วถึงชัดเจน ผู้เข้าร่วมวิจัยคนที่ 9 ได้ 3 คะแนน แปลผลเป็นขาดไม่เพียงพอ และผู้เข้าร่วมวิจัยคนที่ 10 ได้ 3 คะแนน แปลผลเป็นขาดไม่เพียงพอ สรุปได้ว่าค่าเฉลี่ยของน้ำหนักก่อนขาด คือ 16.53 ค่าเฉลี่ยน้ำหนักหลังขาด คือ 15.57 ค่าเฉลี่ยเปอร์เซ็นต์การขาด คือ 5.93 คะแนนเฉลี่ย คือ 3.8 แปลผลออกเป็นขาดไม่เพียงพอ

ตาราง 9 ตารางแสดงจำนวนครั้งที่เซ็นเซอร์แจ้งเตือน (ก่อนเรียน)

รหัสผู้เข้าร่วมวิจัย	จำนวนครั้ง	คะแนน (10 คะแนน)	แปลผล
SWU 001	2	9	ดีมาก
SWU 002	10	5	ควรปรับปรุงอย่างเร่งด่วน
SWU 003	1	9.5	ดีมาก
SWU 004	0	10	ดีมาก
SWU 005	5	7.5	มีความเสี่ยงปานกลาง
SWU 006	10	5	ควรปรับปรุงอย่างเร่งด่วน
SWU 007	10	5	ควรปรับปรุงอย่างเร่งด่วน
SWU 008	6	7	มีความผิดพลาดพอสมควร
SWU 009	0	10	ดีมาก
SWU 010	7	6.5	มีความเสี่ยงสูง
ค่าเฉลี่ย (Mean)	5.1	7.45	มีความเสี่ยงปานกลาง

จากตารางที่ 9 เป็นตารางแสดงจำนวนครั้งที่เซ็นเซอร์แจ้งเตือนก่อนเรียนของแต่ละคน นำมาคำนวณเป็นคะแนน และแปลผลออกมา จากตารางสามารถวิเคราะห์ได้เป็น ผู้เข้าร่วมวิจัยคนที่ 1 แจ้งเตือนจำนวน 2 ครั้ง ได้ 7 คะแนน แปลผลเป็นดีมาก ผู้เข้าร่วมวิจัยคนที่ 2 แจ้งเตือนจำนวน 10 ครั้ง ได้ 5 คะแนน แปลผลเป็นควรปรับปรุงอย่างเร่งด่วน ผู้เข้าร่วมวิจัยคนที่ 3 แจ้งเตือนจำนวน 1 ครั้ง ได้ 9.5 คะแนน แปลผลเป็นดีมาก ผู้เข้าร่วมวิจัยคนที่ 4 แจ้งเตือนจำนวน 0 ครั้ง ได้ 10 คะแนน แปลผลเป็นดีมาก ผู้เข้าร่วมวิจัยคนที่ 5 แจ้งเตือนจำนวน 5 ครั้ง ได้ 7.5 คะแนน แปลผลเป็นมีความเสี่ยงปานกลาง ผู้เข้าร่วมวิจัยคนที่ 6 แจ้งเตือนจำนวน 10 ครั้ง ได้ 5 คะแนน แปลผลเป็นควรปรับปรุงอย่างเร่งด่วน ผู้เข้าร่วมวิจัยคนที่ 7 แจ้งเตือนจำนวน 10 ครั้ง ได้ 5 คะแนน แปลผลเป็นควรปรับปรุงอย่างเร่งด่วน ผู้เข้าร่วมวิจัยคนที่ 8 แจ้งเตือนจำนวน 6 ครั้ง ได้ 7 คะแนน แปลผลเป็นมีความผิดพลาดพอสมควร ผู้เข้าร่วมวิจัยคนที่ 9 แจ้งเตือนจำนวน 0 ครั้ง ได้ 10 คะแนน แปลผลเป็นดีมาก และผู้เข้าร่วมวิจัยคนที่ 10 แจ้งเตือนจำนวน 7 ครั้ง ได้ 6.5 คะแนน แปลผลเป็นมีความเสี่ยงสูง สรุปได้ว่าค่าเฉลี่ยของจำนวนแจ้งเตือน คือ 5.1 และค่าเฉลี่ยของคะแนน คือ 7.45 แปลผลออกเป็นมีความเสี่ยงปานกลาง

ตาราง 10 ตารางคะแนนเปอร์เซ็นต์การพูด (หลังเรียน)

รหัสผู้เข้าร่วม วิจัย	น้ำหนักก่อน (W ก่อน)	น้ำหนักหลัง (W หลัง)	เปอร์เซ็นต์ การพูด	คะแนน (10 คะแนน)	แปลผล
SWU 001	18.4272	17.8602	3.08	3	พูดครบถ้วน
SWU 002	16.4377	14.7417	10.32	5	พูดมากเกินไป เล็กน้อย
SWU 003	18.4272	18.1347	1.59	3	พูดไม่ทั่วถึง เล็กน้อย
SWU 004	17.8688	17.3132	3.11	3	พูดไม่ทั่วถึง เล็กน้อย
SWU 005	20.9786	17.0097	18.92	7	พูดไม่ทั่วถึง เล็กน้อย
SWU 006	17.0097	13.8913	18.33	7	พูดไม่ทั่วถึง เล็กน้อย
SWU 007	15.5922	12.7678	18.11	7	พูดไม่ทั่วถึง เล็กน้อย
SWU 008	15.5922	12.4738	19.99	7	พูดไม่ทั่วถึง เล็กน้อย
SWU 009	17.0097	13.0508	23.27	10	พูดครบถ้วน
SWU 010	17.8688	13.0508	26.96	10	พูดครบถ้วน
ค่าเฉลี่ย (Mean)	17.6344	13.6364	22.34	7.9	พูดครบถ้วน

จากตารางที่ 10 เป็นตารางแสดงน้ำหนักเขียนก่อนพูด – หลังพูดออกของแต่ละคนนำมาคำนวณเป็นเปอร์เซ็นต์การพูดเพื่อนำไปคำนวณเป็นคะแนน และแปลผลออกมา จากตารางสามารถวิเคราะห์ผลได้เป็น ผู้เข้าร่วมวิจัยคนที่ 1 ได้ 10 คะแนน แปลผลเป็นพูดครบถ้วน ผู้เข้าร่วมวิจัยคนที่ 2 ได้ 7 คะแนน แปลผลเป็นพูดมากเกินไปเล็กน้อย ผู้เข้าร่วมวิจัยคนที่ 3 ได้ 7 คะแนน แปลผลเป็นพูดไม่ทั่วถึงเล็กน้อย ผู้เข้าร่วมวิจัยคนที่ 4 ได้ 7 คะแนน แปลผลเป็นพูดพูดไม่ทั่วถึงเล็กน้อย ผู้เข้าร่วมวิจัยคนที่ 5 ได้ 7 คะแนน แปลผลเป็นพูดพูดไม่ทั่วถึงเล็กน้อย ผู้เข้าร่วมวิจัยคนที่ 6 ได้ 7 คะแนน แปลผลเป็นพูดพูดไม่ทั่วถึงเล็กน้อย ผู้เข้าร่วมวิจัยคนที่ 7 ได้ 7 คะแนน แปลผลเป็น

ชุดชุดไม้ท้าวถึงเล็กน้อย ผู้เข้าร่วมวิจัยคนที่ 8 ได้ 7 คะแนน แปลผลเป็นชุดชุดไม้ท้าวถึงเล็กน้อย ผู้เข้าร่วมวิจัยคนที่ 9 ได้ 10 คะแนน แปลผลเป็นชุดครบถ้วน และผู้เข้าร่วมวิจัยคนที่ 10 ได้ 10 คะแนน แปลผลเป็นชุดครบถ้วน สรุปได้ว่าค่าเฉลี่ยของน้ำหนักก่อนชุด คือ 17.63 ค่าเฉลี่ยน้ำหนักหลังชุด คือ 13.63 ค่าเฉลี่ยเปอร์เซ็นต์การชุด คือ 22.34 คะแนนเฉลี่ย คือ 7.9 แปลผลออกเป็นชุดครบถ้วน

ตาราง 11 ตารางแสดงจำนวนครั้งที่เซ็นเซอร์แจ้งเตือน (หลังเรียน)

รหัสผู้เข้าร่วมวิจัย	จำนวนครั้ง	คะแนน (10 คะแนน)	แปลผล
SWU 001	1	9.5	ดีมาก
SWU 002	4	8	เริ่มมีความเสี่ยง
SWU 003	3	8.5	เริ่มมีความเสี่ยง
SWU 004	3	8.5	เริ่มมีความเสี่ยง
SWU 005	1	9.5	ดีมาก
SWU 006	3	8.5	เริ่มมีความเสี่ยง
SWU 007	3	8.5	เริ่มมีความเสี่ยง
SWU 008	2	9	ดีมาก
SWU 009	3	8.5	เริ่มมีความเสี่ยง
SWU 010	4	8	เริ่มมีความเสี่ยง
ค่าเฉลี่ย (Mean)	2.7	8.65	ดีมาก

จากตารางที่ 11 เป็นตารางแสดงจำนวนครั้งที่เซ็นเซอร์แจ้งเตือนหลังเรียนของแต่ละคน นำมาคำนวณเป็นคะแนน และแปลผลออกมา จากตารางสามารถวิเคราะห์ผลได้เป็น ผู้เข้าร่วมวิจัยคนที่ 1 แจ้งเตือนจำนวน 1 ครั้ง ได้ 9.5 คะแนน แปลผลเป็นดีมาก ผู้เข้าร่วมวิจัยคนที่ 2 แจ้งเตือนจำนวน 4 ครั้ง ได้ 8 คะแนน แปลผลเป็นเริ่มมีความเสี่ยง ผู้เข้าร่วมวิจัยคนที่ 3 แจ้งเตือนจำนวน 3 ครั้ง ได้ 8.5 คะแนน แปลผลเป็นเริ่มมีความเสี่ยง ผู้เข้าร่วมวิจัยคนที่ 4 แจ้งเตือนจำนวน 3 ครั้ง ได้ 8.5 คะแนน แปลผลเป็นเริ่มมีความเสี่ยง ผู้เข้าร่วมวิจัยคนที่ 5 แจ้งเตือนจำนวน 1 ครั้ง ได้ 9.5 คะแนน แปลผลเป็นดีมาก ผู้เข้าร่วมวิจัยคนที่ 6 แจ้งเตือนจำนวน 3 ครั้ง ได้ 8.5 คะแนน แปลผลเป็นเริ่มมีความเสี่ยง ผู้เข้าร่วมวิจัยคนที่ 7 แจ้งเตือนจำนวน 3 ครั้ง ได้ 8.5 คะแนน แปลผล

เป็นเริ่มมีความเสี่ยง ผู้เข้าร่วมวิจัยคนที่ 8 แจ้งเตือนจำนวน 2 ครั้ง ได้ 9 คะแนน แปลผลเป็นดีมาก
 ผู้เข้าร่วมวิจัยคนที่ 9 แจ้งเตือนจำนวน 3 ครั้ง ได้ 8.5 คะแนน แปลผลเป็นเริ่มมีความเสี่ยง และ
 ผู้เข้าร่วมวิจัยคนที่ 10 แจ้งเตือนจำนวน 4 ครั้ง ได้ 8 คะแนน แปลผลเป็นเริ่มมีความเสี่ยง สรุปได้ว่า
 ค่าเฉลี่ยของจำนวนแจ้งเตือน คือ 2.7 และค่าเฉลี่ยของคะแนน คือ 8.65 แปลผลออกเป็นดีมาก

ตาราง 12 ตารางแสดงคะแนนในการทดสอบ โดยเป็นคะแนนรวมก่อนเรียน – หลังเรียน

รหัส ผู้เข้าร่วม วิจัย	การทดสอบ							
	ก่อนเรียน				หลังเรียน			
	เปอร์เซ็นต์ การ ชุด	คะแนน	จำนวน ครั้งที่ เห็นเซอ ร็อง	คะแนน	เปอร์เซ็นต์ การชุด	คะแนน	จำนวน ครั้งที่ เห็นเซอ ร็อง	คะแนน
SWU001	14.81	7	2	9	22.16	10	1	9.5
คะแนนรวม แปลผล			16 คะแนน ผ่านระดับดี			19.5 คะแนน ดีเยี่ยม		
SWU002	3.70	3	10	5	37.14	7	4	8
คะแนนรวม แปลผล			8 คะแนน ต้องฝึกเพิ่มเติม			15 คะแนน ผ่านระดับดี		
SWU003	5.66	3	1	9.5	19.22	7	3	8.5
คะแนนรวม แปลผล			12.5 คะแนน ผ่านระดับพอใช้			15.5 คะแนน ผ่านระดับดี		
SWU004	1.78	3	5	7.5	19.27	7	3	8.5
คะแนนรวม แปลผล			13 คะแนน ผ่านระดับพอใช้			15.5 คะแนน ผ่านระดับดี		
SWU005	5.29	3	5	7.5	18.92	7	1	9.5
คะแนนรวม แปลผล			10.5 คะแนน ผ่านระดับพอใช้			16.5 คะแนน ผ่านระดับดี		
SWU006	10.00	5	10	5	18.33	7	3	8.5
คะแนนรวม แปลผล			10 คะแนน ผ่านระดับพอใช้			15.5 คะแนน ผ่านระดับดี		

ตาราง 12 (ต่อ)

รหัส ผู้เข้าร่วม วิจัย	การทดสอบ							
	ก่อนเรียน				หลังเรียน			
	เปอร์เซ็นต์ การขาด	คะแนน	จำนวน ครั้งที่ เซ็นเซอร์ ร้อง	คะแนน	เปอร์เซ็นต์ การขาด	คะแนน	จำนวน ครั้งที่ เซ็นเซอร์ ร้อง	คะแนน
SWU007	3.08	3	10	5	18.11	7	3	8.5
คะแนนรวม		8 คะแนน				15.5 คะแนน		
แปลผล		ต้องฝึกเพิ่มเติม				ผ่านระดับดี		
SWU008	10.32	5	6	7	19.99	7	2	9
คะแนนรวม		12 คะแนน				16 คะแนน		
แปลผล		ผ่านระดับพอใช้				ผ่านระดับดี		
SWU009	1.59	3	0	10	23.27	10	3	8.5
คะแนนรวม		13 คะแนน				18.5 คะแนน		
แปลผล		ดีมาก				ดีเยี่ยม		
SWU010	3.11	3	7	6.5	26.96	10	4	8
คะแนนรวม		9.5 คะแนน				18 คะแนน		
แปลผล		ต้องฝึกเพิ่มเติม				ดีเยี่ยม		
ค่าเฉลี่ย		11.75				16.55		
(Mean)		ผ่านระดับพอใช้				ผ่านระดับดี		

จากตารางที่ 12 เป็นตารางแสดงคะแนนในการทดสอบ โดยเป็นคะแนนรวมก่อนเรียน – หลังเรียน นำมาคำนวณเป็นคะแนน และแปลผลออกมา จากตารางสามารถวิเคราะห์ผลได้เป็น ผู้เข้าร่วมวิจัยคนที่ 1 ก่อนเรียนได้ 16 คะแนน แปลผลเป็นผ่านระดับดี หลังเรียนได้ 19.5 คะแนน แปลผลเป็นดีเยี่ยม ผู้เข้าร่วมวิจัยคนที่ 2 ก่อนเรียนได้ 8 คะแนน แปลผลเป็นต้องฝึกเพิ่มเติม หลังเรียนได้ 15 คะแนน แปลผลเป็นผ่านระดับดี ผู้เข้าร่วมวิจัยคนที่ 3 ก่อนเรียนได้ 12.5 คะแนน แปลผลเป็นผ่านระดับพอใช้ หลังเรียนได้ 15.5 คะแนน แปลผลเป็นผ่านระดับดี ผู้เข้าร่วมวิจัยคนที่ 4 ก่อนเรียนได้ 13 คะแนน แปลผลเป็นผ่านระดับพอใช้ หลังเรียนได้ 15.5 คะแนน แปลผลเป็นผ่านระดับดี ผู้เข้าร่วมวิจัยคนที่ 5 ก่อนเรียนได้ 10.5 คะแนน แปลผลเป็นผ่านระดับพอใช้ หลังเรียนได้ 16.5 คะแนน แปลผลเป็นดีเยี่ยม ผู้เข้าร่วมวิจัยคนที่ 6 ก่อนเรียนได้ 10 คะแนน แปลผลเป็นผ่านระดับพอใช้ หลังเรียนได้ 15.5 คะแนน แปลผลเป็นผ่านระดับดี ผู้เข้าร่วมวิจัยคนที่ 7 ก่อนเรียนได้ 8

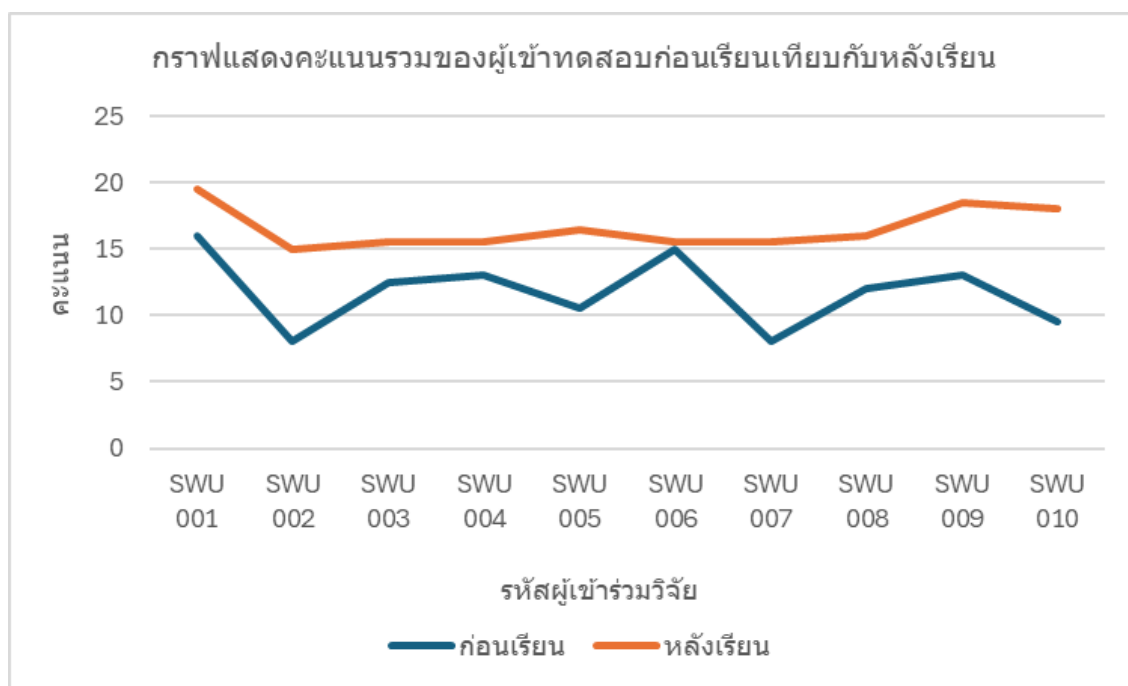
คะแนน แปลผลเป็นต้องฝึกเพิ่มเติม หลังเรียนได้ 15.5 คะแนน แปลผลเป็นผ่านระดับดี ผู้เข้าร่วมวิจัยคนที่ 8 ก่อนเรียนได้ 12 คะแนน แปลผลเป็นผ่านระดับพอใช้ หลังเรียนได้ 16 คะแนน แปลผลเป็นผ่านระดับดี ผู้เข้าร่วมวิจัยคนที่ 9 ก่อนเรียนได้ 13 คะแนน แปลผลเป็นผ่านระดับพอใช้ หลังเรียนได้ 18.5 คะแนน แปลผลเป็นดีเยี่ยม และผู้เข้าร่วมวิจัยคนที่ 10 ก่อนเรียนได้ 9.5 คะแนน แปลผลเป็นต้องฝึกเพิ่มเติม หลังเรียนได้ 18 คะแนน แปลผลเป็นดีเยี่ยม สรุปได้ว่าค่าเฉลี่ยของจำนวนแจ้งเตือน คือ 2.7 และค่าเฉลี่ยของคะแนน คือ 8.65 แปลผลออกเป็นดีมาก

ตาราง 13 ตารางสรุปผลคะแนนรวมก่อนเรียน-หลังเรียน

รหัสผู้เข้าร่วมวิจัย	คะแนนการทดสอบรวม		ค่าความแตกต่าง (Difference score)
	ก่อน	หลัง	
SWU 001	16	19.5	+3.5
SWU 002	8	15	+7.0
SWU 003	12.5	15.5	+3.0
SWU 004	13	15.5	+2.5
SWU 005	10.5	16.5	+6.0
SWU 006	15	15.5	+0.5
SWU 007	8	15.5	+7.5
SWU 008	12	16	+4.0
SWU 009	13	18.5	+5.5
SWU 010	9.5	18	+8.5
ค่าเฉลี่ย (Mean)	11.75	16.55	4.80
S.D.	2.73	1.55	2.52
P (T<=t two test)	0.00048		

จากตารางที่ 13 พบว่าคะแนนเฉลี่ยของการทดสอบหลังเรียนมีคะแนนที่สูงกว่าก่อนเรียน ในผู้เข้าร่วมทดสอบทั้งหมด 10 คน โดยมีค่าความแตกต่างเฉลี่ย (Difference Score) เท่ากับ 4.80 คะแนน แสดงให้เห็นว่าผู้เรียนมีการพัฒนาด้านความรู้และทักษะอย่างมีนัยสำคัญ ($p < .001$) ค่าเฉลี่ยรวมของคะแนนก่อนเรียนอยู่ที่ 11.75 (S.D. เท่ากับ 2.73) และหลังเรียนอยู่ที่ 16.55 (S.D. เท่ากับ 1.55) แสดงให้เห็นว่าคะแนนหลังเรียนมีการกระจายน้อยลง ทำให้สะท้อนให้เห็นถึงความ

สมำเสมอของผลการเรียนรู้ที่ดีขึ้น ภาพที่ 25 เป็นตัวอย่างกราฟแสดงคะแนนรวมของผู้เข้าร่วมทดสอบคือคะแนน เปอร์เซ็นต์การพูด รวมกับจำนวนครั้งที่เซ็นเซอร์แจ้งเตือนก่อนเรียนและหลัง



ภาพประกอบ 27 กราฟแสดงคะแนนรวมของผู้เข้าร่วมทดสอบก่อนเรียนและหลังเรียนเทียบกัน

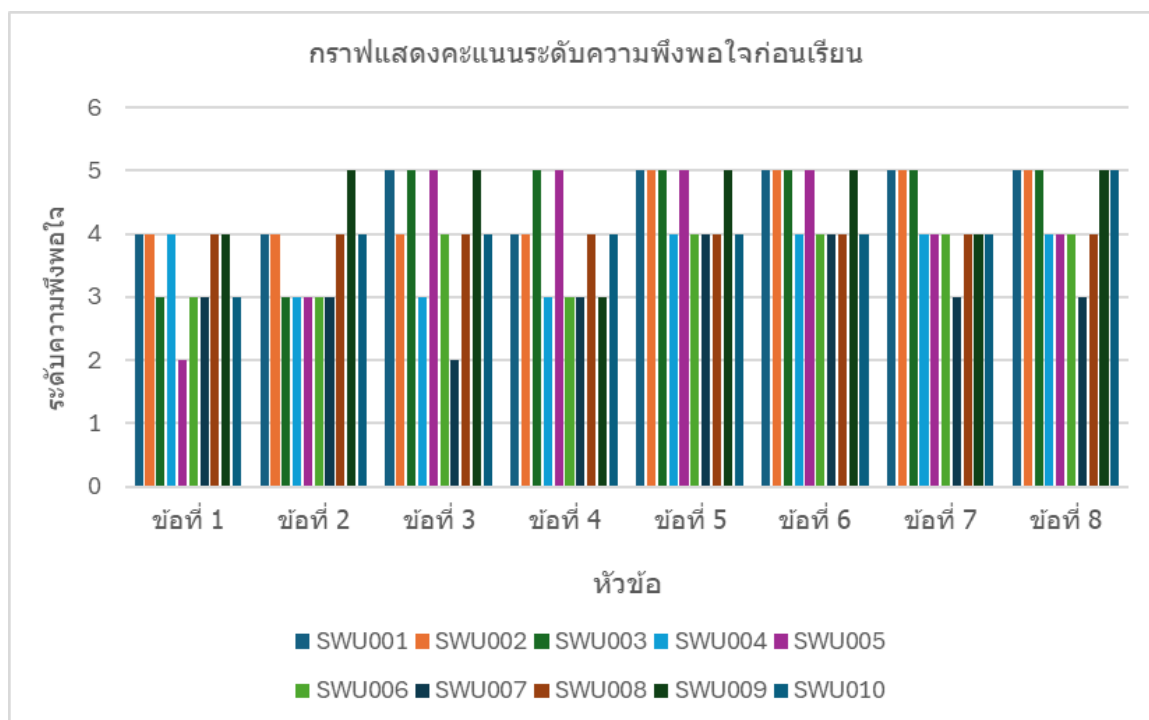
ตาราง 14 ตารางคะแนนความพึงพอใจของผู้เข้าร่วมทดสอบ (ก่อนเรียน)

รหัส ผู้เข้าร่วม วิจัย	แบบประเมินความพึงพอใจ (ก่อนเรียน)							
	ข้อที่ 1	ข้อที่ 2	ข้อที่ 3	ข้อที่ 4	ข้อที่ 5	ข้อที่ 6	ข้อที่ 7	ข้อที่ 8
SWU001	4	4	5	4	5	5	5	5
SWU002	4	4	4	4	5	5	5	5
SWU003	3	3	5	5	5	5	5	5
SWU004	4	3	3	3	4	4	4	4
SWU005	2	3	5	5	5	5	4	5
SWU006	3	3	4	3	4	4	4	4
SWU007	3	3	2	3	4	4	3	3

ตาราง 14 (ต่อ)

รหัส ผู้เข้าร่วม วิจัย	แบบประเมินความพึงพอใจ (ก่อนเรียน)							
	ข้อที่ 1	ข้อที่ 2	ข้อที่ 3	ข้อที่ 4	ข้อที่ 5	ข้อที่ 6	ข้อที่ 7	ข้อที่ 8
SWU008	4	4	4	4	4	4	4	4
SWU009	4	5	5	3	5	5	4	5
SWU010	3	4	4	4	4	4	4	5
ค่าเฉลี่ย (Mean)	3.4	3.6	4.1	3.8	4.5	4.5	4.2	4.4
แปลผล	พอใจปาน กลาง	พอใจ มาก	พอใจ มาก	พอใจ มาก	พอใจ มากที่สุด	พอใจ มากที่สุด	พอใจ มาก	พอใจมาก ที่สุด

จากตารางที่ 14 เป็นตารางแสดงคะแนนความพึงพอใจของผู้เข้าร่วมทดสอบก่อนเรียนของแต่ละคนนำมาคำนวณเป็นค่าเฉลี่ย และแปลผลออกมา จากตารางสามารถวิเคราะห์ผลได้เป็น ค่าเฉลี่ยของคะแนนความพึงพอใจในข้อที่ 1 คือ 3.4 คะแนน แปลผลเป็นพอใจปานกลาง ค่าเฉลี่ยของคะแนนความพึงพอใจในข้อที่ 2 คือ 3.6 คะแนน แปลผลเป็นพอใจมาก ค่าเฉลี่ยของคะแนนความพึงพอใจในข้อที่ 3 คือ 4.1 คะแนน แปลผลเป็นพอใจมาก คะแนนความพึงพอใจในข้อที่ 4 คือ 3.8 คะแนน แปลผลเป็นพอใจมาก คะแนนความพึงพอใจในข้อที่ 5 คือ 4.5 คะแนน แปลผลเป็นพอใจมากที่สุด คะแนนความพึงพอใจในข้อที่ 6 คือ 4.5 คะแนน แปลผลเป็นพอใจมากที่สุด คะแนนความพึงพอใจในข้อที่ 7 คือ 4.2 คะแนน แปลผลเป็นพอใจมาก คะแนนความพึงพอใจในข้อที่ 8 คือ 4.4 คะแนน แปลผลเป็นพอใจมากที่สุด ภาพที่ 26 เป็นตัวอย่างกราฟแสดงระดับความพึงพอใจของผู้เข้าร่วมวิจัยก่อนเรียน



ภาพประกอบ 28 กราฟแสดงคะแนนระดับความพึงพอใจก่อนเรียน

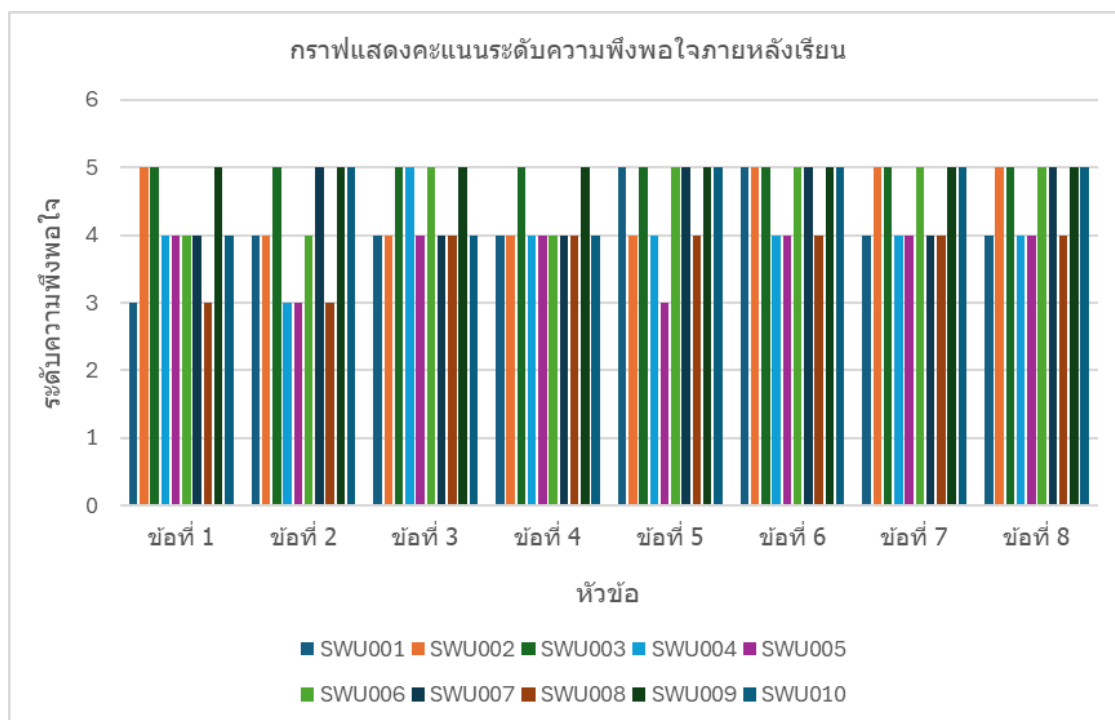
ตาราง 15 ตารางคะแนนความพึงพอใจของผู้เข้าร่วมทดสอบ (หลังเรียน)

รหัส ผู้เข้าร่วม วิจัย	แบบประเมินความพึงพอใจ (หลังเรียน)							
	ข้อที่ 1	ข้อที่ 2	ข้อที่ 3	ข้อที่ 4	ข้อที่ 5	ข้อที่ 6	ข้อที่ 7	ข้อที่ 8
SWU001	3	4	4	4	5	5	4	4
SWU002	5	4	4	4	4	5	5	5
SWU003	5	5	5	5	5	5	5	5
SWU004	4	3	5	4	4	4	4	4
SWU005	4	3	4	4	3	5	5	5
SWU006	4	4	5	4	5	5	4	5
SWU007	4	5	4	4	5	5	4	5
SWU008	3	3	4	4	4	4	4	4
SWU009	5	5	5	5	5	5	5	5

ตาราง 15 (ต่อ)

รหัส ผู้เข้าร่วม วิจัย	แบบประเมินความพึงพอใจ (หลังเรียน)							
	ข้อที่ 1	ข้อที่ 2	ข้อที่ 3	ข้อที่ 4	ข้อที่ 5	ข้อที่ 6	ข้อที่ 7	ข้อที่ 8
SWU010	4	5	4	4	5	5	5	5
ค่าเฉลี่ย (Mean)	4.1	4.1	4.4	4.2	4.5	4.7	4.5	4.6
แปลผล	พอใจ มาก	พอใจมาก	พอใจมาก ที่สุด	พอใจ มาก	พอใจมาก ที่สุด	พอใจมาก ที่สุด	พอใจมาก ที่สุด	พอใจมาก ที่สุด

จากตารางที่ 15 เป็นตารางแสดงคะแนนความพึงพอใจของผู้เข้าร่วมทดสอบหลังเรียนของแต่ละคนนำมาคำนวณเป็นค่าเฉลี่ย และแปลผลออกมา จากตารางสามารถวิเคราะห์ผลได้เป็นค่าเฉลี่ยของคะแนนความพึงพอใจในข้อที่ 1 คือ 4.1 คะแนน แปลผลเป็นพอใจมาก ค่าเฉลี่ยของคะแนนความพึงพอใจในข้อที่ 2 คือ 4.1 คะแนน แปลผลเป็นพอใจมาก ค่าเฉลี่ยของคะแนนความพึงพอใจในข้อที่ 3 คือ 4.4 คะแนน แปลผลเป็นพอใจมากที่สุด คะแนนความพึงพอใจในข้อที่ 4 คือ 4.2 คะแนน แปลผลเป็นพอใจมาก คะแนนความพึงพอใจในข้อที่ 5 คือ 4.5 คะแนน แปลผลเป็นพอใจมากที่สุด คะแนนความพึงพอใจในข้อที่ 6 คือ 4.7 คะแนน แปลผลเป็นพอใจมากที่สุด คะแนนความพึงพอใจในข้อที่ 7 คือ 4.5 คะแนน แปลผลเป็นพอใจมากที่สุด คะแนนความพึงพอใจในข้อที่ 8 คือ 4.6 คะแนน แปลผลเป็นพอใจมากที่สุด ภาพที่ 27 เป็นตัวอย่างกราฟแสดงระดับความพึงพอใจของผู้เข้าร่วมวิจัยหลังเรียน



ภาพประกอบ 29 กราฟแสดงคะแนนระดับความพึงพอใจภายหลังเรียน

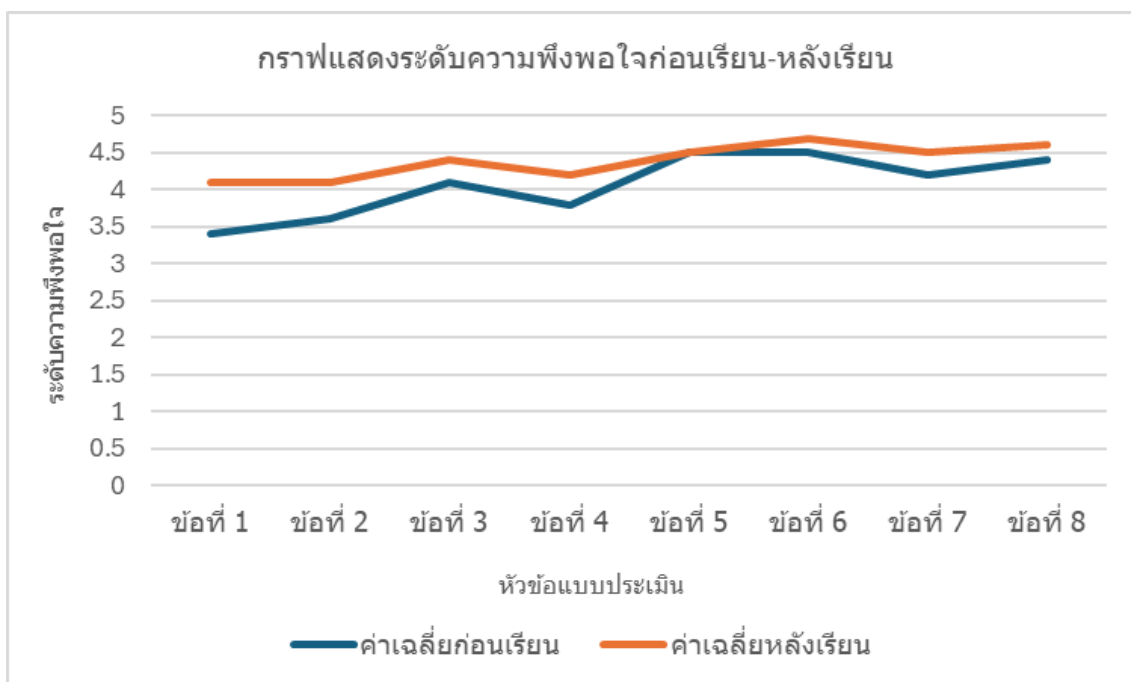
ตาราง 16 ตารางสรุปคะแนนในแต่ละหัวข้อของแบบประเมินความพึงพอใจ

ลำดับ	หัวข้อที่สนใจ	ค่าเฉลี่ย (mean)		ค่าความแตกต่าง (Difference Score)
		ก่อน	หลัง	
ข้อที่ 1	หุ่นมีเนื้อสัมผัสเสมือนจริง	3.4	4.1	+0.7
ข้อที่ 2	โมเดลหุ่นจำลองมีความยืดหยุ่นเสมือนของจริง	3.6	4.1	+0.5
ข้อที่ 3	สามารถขูดเยื่อกระดูกเทียมภายในหุ่นได้ออกมาคล้ายกับการขูดมะพร้าว	4.1	4.4	+0.3
ข้อที่ 4	สามารถใช้เครื่องมือจริงทดลองขูดเยื่อกระดูกเทียมได้เสมือนจริง	3.8	4.2	+0.4
ข้อที่ 5	หุ่นจำลองที่มีเซ็นเซอร์สามารถประเมินความถูกต้องและมีความแม่นยำที่สูง	4.5	4.5	0.0

ตาราง 16 (ต่อ)

ลำดับ	หัวข้อที่สนใจ	ค่าเฉลี่ย (mean)		ค่าความแตกต่าง (Difference Score)
		ก่อน	หลัง	
ข้อที่ 6	เซ็นเซอร์มีประสิทธิภาพดีและมีประโยชน์ต่อ หุ่นจำลองการขูดมดลูก	4.5	4.7	+0.2
ข้อที่ 7	ความพึงพอใจในภาพรวม	4.2	4.5	+0.3
ข้อที่ 8	สามารถนำไปใช้ประโยชน์ในการเรียนการสอนได้ ดี	4.4	4.6	+0.2
ค่าเฉลี่ยทั้งหมด (Mean)		4.06	4.39	0.33
S.D.		0.39	0.21	0.20
P (T<=t two test)			0.00412	

จากตารางที่ 16 พบว่าค่าเฉลี่ยของความพึงพอใจของผู้เข้าร่วมวิจัยทั้งหมด 10 คน ความพึงพอใจหลังเรียนมีคะแนนที่สูงกว่าก่อนเรียน โดยมีค่าความแตกต่างเฉลี่ย (Difference Score) เท่ากับ 0.33 คะแนน แสดงให้เห็นว่าระดับความพึงพอใจของผู้เข้าร่วมทดสอบเพิ่มขึ้นอย่างมีนัยสำคัญ ค่าเฉลี่ยรวมของระดับความพึงพอใจก่อนเรียนอยู่ที่ 4.06 (S.D. เท่ากับ 0.39) และหลังเรียนอยู่ที่ 4.39 (S.D. เท่ากับ 0.21) แสดงให้เห็นว่าเมื่อผู้เข้าร่วมวิจัยได้ลงเรียนสื่อการเรียนรู้ที่นำมาใช้ คือ หุ่นจำลองทางการฉีดยาสำหรับฝึกทักษะหัตถการการขูดมดลูก ส่งผลให้ผู้เรียนเกิดความพึงพอใจมากยิ่งขึ้น ภาพที่ 28 เป็นตัวอย่างกราฟแสดงระดับความพึงพอใจของผู้เข้าร่วมวิจัยทั้งก่อนเรียน-หลังเรียน



ภาพประกอบ 30 กราฟแสดงระดับความพึงพอใจเฉลี่ยของผู้ร่วมวิจัยทั้งก่อนเรียน-หลังเรียน

บทที่ 5

สรุป อภิปรายผล และข้อเสนอแนะ

การวิจัยเรื่อง ทุนจำลองทางการแพทย์อัจฉริยะสำหรับฝึกทักษะหัตถการการขูดมดลูก ผู้วิจัยได้ดำเนินการตามหลักการตามกระบวนการ ขั้นตอน ตลอดจนได้การรับรองจาก คณะกรรมการจริยธรรมสำหรับพิจารณาโครงการวิจัยในมนุษย์ มหาวิทยาลัยศรีนครินทรวิโรฒ โดยยึดหลักเกณฑ์ กฎหมาย ข้อบังคับ และข้อกำหนดภายในประเทศ โดยมีหมายเลขรับรองโครงการวิจัย คือ SWUEC-681054 โดยหลังจากได้รับผลการดำเนินงานวิจัยแล้วสามารถสรุปผลการดำเนินงานวิจัยได้ดังต่อไปนี้

อภิปรายผลการวิจัย

จากผลการทดสอบในงานวิจัยสามารถวิเคราะห์ และสรุปผลได้ดังนี้ ผู้เข้าร่วมวิจัยจำนวน 10 คน มีการพัฒนาในด้านความรู้ และทักษะอย่างมีนัยสำคัญ ($p < .001$) และคะแนนความพึงพอใจของผู้เข้าร่วมทดสอบเพิ่มขึ้น เมื่อเทียบผลระหว่างก่อนเรียน-หลังเรียน สามารถแบ่งได้เป็นในแง่ของคะแนนเปอร์เซ็นต์การขูดที่เพิ่มขึ้น คะแนนเซ็นเซอร์แจ้งเตือน คะแนนรวมที่เพิ่มขึ้น และความพึงพอใจที่เพิ่มขึ้น

จากผลการวิเคราะห์คะแนนเปอร์เซ็นต์การขูดของผู้เข้าร่วมวิจัยพบว่า คะแนนเฉลี่ยของผู้เข้าร่วมวิจัยมีการเพิ่มขึ้น โดยค่าเฉลี่ยเปอร์เซ็นต์การขูดหลังเรียนมากกว่าค่าเฉลี่ยการขูดก่อนเรียนอยู่ที่ 16.41% และมีคะแนนที่เพิ่มขึ้น (Difference Score) อยู่ที่ +1.97 และคะแนนเฉลี่ยของผู้เข้าร่วมวิจัยก่อนเรียนอยู่ที่ 3.8 คะแนน คะแนนเฉลี่ยหลังเรียนอยู่ที่ 7.9 คะแนน ซึ่งมีคะแนนที่เพิ่มขึ้น (Difference Score) อยู่ที่ +4.1 โดยเปอร์เซ็นต์การขูดของผู้เข้าร่วมวิจัยมีการเปลี่ยนแปลงดังนี้ ผู้เข้าร่วมวิจัยคนที่ 1 ก่อนเรียนได้ 7 คะแนน หลังเรียนได้ 10 คะแนน มีคะแนนที่เพิ่มขึ้น (Difference Score) อยู่ที่ +3 ผู้เข้าร่วมวิจัยคนที่ 2 ก่อนเรียนได้ 3 คะแนน หลังเรียน ได้ 7 คะแนน มีคะแนนที่เพิ่มขึ้น (Difference Score) อยู่ที่ +4 ผู้เข้าร่วมวิจัยคนที่ 3 ก่อนเรียนได้ 3 คะแนน หลังเรียน ได้ 7 คะแนน มีคะแนนที่เพิ่มขึ้น (Difference Score) อยู่ที่ +4 ผู้เข้าร่วมวิจัยคนที่ 4 ก่อนเรียนได้ 3 คะแนน หลังเรียนได้ 7 คะแนน มีคะแนนที่เพิ่มขึ้น (Difference Score) อยู่ที่ +4 ผู้เข้าร่วมวิจัยคนที่ 5 ก่อนเรียนได้ 3 คะแนน หลังเรียนได้ 7 คะแนน มีคะแนนที่เพิ่มขึ้น (Difference Score) อยู่ที่ +4 ผู้เข้าร่วมวิจัยคนที่ 6 ก่อนเรียนได้ 5 คะแนน หลังเรียนได้ 7 คะแนน มีคะแนนที่เพิ่มขึ้น (Difference Score) อยู่ที่ +2 ผู้เข้าร่วมวิจัยคนที่ 7 ก่อนเรียนได้ 3 คะแนน หลังเรียนได้ 7 คะแนน มีคะแนนที่เพิ่มขึ้น (Difference Score) อยู่ที่ +4 ผู้เข้าร่วมวิจัยคนที่ 8 ก่อนเรียน

ได้ 5 คะแนน หลังเรียน 7 คะแนน มีคะแนนที่เพิ่มขึ้น (Difference Score) อยู่ที่ +2 ผู้เข้าร่วมวิจัยคนที่ 9 ก่อนเรียนได้ 3 คะแนน หลังเรียนได้ 10 คะแนน มีคะแนนที่เพิ่มขึ้น (Difference Score) อยู่ที่ +7 และผู้เข้าร่วมวิจัยคนที่ 10 ก่อนเรียนได้ 3 คะแนน หลังเรียนได้ 10 คะแนน มีคะแนนที่เพิ่มขึ้น (Difference Score) อยู่ที่ +7

จากผลการวิเคราะห์คะแนนของจำนวนครั้งที่เซ็นเซอร์แจ้งเตือนของผู้เข้าร่วมวิจัยพบว่า คะแนนเฉลี่ยของผู้เข้าร่วมวิจัยมีการเพิ่มขึ้นเช่นกัน โดยค่าเฉลี่ยของจำนวนครั้งที่เซ็นเซอร์แจ้งเตือนหลังเรียนน้อยกว่าค่าเฉลี่ยของจำนวนครั้งที่เซ็นเซอร์แจ้งเตือนก่อนเรียน โดยจำนวนครั้งที่เซ็นเซอร์แจ้งเตือนก่อนเรียนอยู่ที่ 5.1 ครั้ง ส่วนจำนวนครั้งที่เซ็นเซอร์แจ้งเตือนหลังเรียนอยู่ที่ 2.7 ครั้ง ซึ่งมีจำนวนครั้งที่ลดลง โดยสามารถแปลเป็นคะแนนก่อนเรียนอยู่ที่ 7.45 คะแนน และคะแนนหลังเรียนอยู่ที่ 8.65 คะแนน ซึ่งมีคะแนนที่เพิ่มขึ้น (Difference Score) อยู่ที่ +1.20 คะแนน โดยคะแนนของจำนวนครั้งที่เซ็นเซอร์แจ้งเตือนของผู้เข้าร่วมวิจัยมีการเปลี่ยนแปลงดังนี้ ผู้เข้าร่วมวิจัยคนที่ 1 ก่อนเรียนได้ 9 คะแนน หลังเรียนได้ 9.5 คะแนน มีคะแนนที่เพิ่มขึ้น (Difference Score) อยู่ที่ +0.5 ผู้เข้าร่วมวิจัยคนที่ 2 ก่อนเรียนได้ 5 คะแนน หลังเรียนได้ 8 คะแนน มีคะแนนที่เพิ่มขึ้น (Difference Score) อยู่ที่ +3 ผู้เข้าร่วมวิจัยคนที่ 3 ก่อนเรียนได้ 9.5 คะแนน หลังเรียนได้ 8.5 คะแนน มีคะแนนที่เพิ่มขึ้น (Difference Score) อยู่ที่ -1 ผู้เข้าร่วมวิจัยคนที่ 4 ก่อนเรียนได้ 10 คะแนน หลังเรียนได้ 8.5 คะแนน มีคะแนนที่เพิ่มขึ้น (Difference Score) อยู่ที่ -1.5 ผู้เข้าร่วมวิจัยคนที่ 5 ก่อนเรียนได้ 7.5 คะแนน หลังเรียนได้ 9.5 คะแนน มีคะแนนที่เพิ่มขึ้น (Difference Score) อยู่ที่ +2 ผู้เข้าร่วมวิจัยคนที่ 6 ก่อนเรียนได้ 5 คะแนน หลังเรียนได้ 8.5 คะแนน มีคะแนนที่เพิ่มขึ้น (Difference Score) อยู่ที่ +3.5 ผู้เข้าร่วมวิจัยคนที่ 7 ก่อนเรียนได้ 5 คะแนน หลังเรียนได้ 8.5 คะแนน มีคะแนนที่เพิ่มขึ้น (Difference Score) อยู่ที่ +3.5 ผู้เข้าร่วมวิจัยคนที่ 8 ก่อนเรียนได้ 7 คะแนน หลังเรียน 9 คะแนน มีคะแนนที่เพิ่มขึ้น (Difference Score) อยู่ที่ +2 ผู้เข้าร่วมวิจัยคนที่ 9 ก่อนเรียนได้ 10 คะแนน หลังเรียนได้ 8.5 คะแนน มีคะแนนที่เพิ่มขึ้น (Difference Score) อยู่ที่ -1.5 และผู้เข้าร่วมวิจัยคนที่ 10 ก่อนเรียนได้ 6.5 คะแนน หลังเรียนได้ 8 คะแนน มีคะแนนที่เพิ่มขึ้น (Difference Score) อยู่ที่ +1.5

จากผลการวิเคราะห์คะแนนรวมของผู้เข้าร่วมวิจัยพบว่า คะแนนเฉลี่ยของผู้เข้าร่วมวิจัยมีการเพิ่มขึ้นเช่นกัน โดยค่าเฉลี่ยของคะแนนรวมหลังเรียนมากกว่าค่าเฉลี่ยของคะแนนรวมก่อนเรียน โดยคะแนนรวมก่อนเรียนอยู่ที่ 11.75 คะแนน (S.D. เท่ากับ 2.73) ส่วนคะแนนรวมหลังเรียนอยู่ที่ 16.55 คะแนน (S.D. เท่ากับ 1.55) ซึ่งมีคะแนนที่เพิ่มขึ้น (Difference Score) อยู่ที่ +4.80 คะแนน โดยคะแนนรวมของผู้เข้าร่วมวิจัยมีการเปลี่ยนแปลงดังนี้ ผู้เข้าร่วมวิจัยคนที่ 1 ก่อนเรียน

ได้ 16 คะแนน หลังเรียนได้ 19.5 คะแนน มีคะแนนที่เพิ่มขึ้น (Difference Score) อยู่ +2.5 ผู้เข้าร่วมวิจัยคนที่ 2 ก่อนเรียนได้ 8 คะแนน หลังเรียน ได้ 15 คะแนน มีคะแนนที่เพิ่มขึ้น (Difference Score) อยู่ +7 ผู้เข้าร่วมวิจัยคนที่ 3 ก่อนเรียนได้ 12.5 คะแนน หลังเรียน ได้ 15.5 คะแนน มีคะแนนที่เพิ่มขึ้น (Difference Score) อยู่ +3 ผู้เข้าร่วมวิจัยคนที่ 4 ก่อนเรียนได้ 13 คะแนน หลังเรียนได้ 15.5 คะแนน มีคะแนนที่เพิ่มขึ้น (Difference Score) อยู่ +2.5 ผู้เข้าร่วมวิจัยคนที่ 5 ก่อนเรียนได้ 10.5 คะแนน หลังเรียนได้ 16.5 คะแนน มีคะแนนที่เพิ่มขึ้น (Difference Score) อยู่ +6 ผู้เข้าร่วมวิจัยคนที่ 6 ก่อนเรียนได้ 10 คะแนน หลังเรียนได้ 15.5 คะแนน มีคะแนนที่เพิ่มขึ้น (Difference Score) อยู่ +4.5 ผู้เข้าร่วมวิจัยคนที่ 7 ก่อนเรียนได้ 8 คะแนน หลังเรียน ได้ 15.5 คะแนน มีคะแนนที่เพิ่มขึ้น (Difference Score) อยู่ +6.5 ผู้เข้าร่วมวิจัยคนที่ 8 ก่อนเรียนได้ 12 คะแนน หลังเรียน 16 คะแนน มีคะแนนที่เพิ่มขึ้น (Difference Score) อยู่ +4 ผู้เข้าร่วมวิจัยคนที่ 9 ก่อนเรียนได้ 13 คะแนน หลังเรียนได้ 18.5 คะแนน มีคะแนนที่เพิ่มขึ้น (Difference Score) อยู่ +4.5 และผู้เข้าร่วมวิจัยคนที่ 10 ก่อนเรียนได้ 9.5 คะแนน หลังเรียนได้ 18 คะแนน มีคะแนนที่เพิ่มขึ้น (Difference Score) อยู่ +8.5

จากผลการวิเคราะห์คะแนนระดับความพึงพอใจของผู้เข้าร่วมวิจัยพบว่า คะแนนเฉลี่ยระดับความพึงพอใจของผู้เข้าร่วมวิจัยมีการเพิ่มขึ้น โดยค่าเฉลี่ยรวมคะแนนระดับความพึงพอใจของผู้เข้าร่วมวิจัยก่อนเรียนอยู่ที่ 4.06 คะแนน และค่าเฉลี่ยรวมคะแนนหลังเรียนอยู่ที่ 4.39 คะแนน ซึ่งมีคะแนนที่เพิ่มขึ้น (Difference Score) อยู่ +0.33 โดยคะแนนระดับความพึงพอใจของผู้เข้าร่วมวิจัยมีการเปลี่ยนแปลงดังนี้ หัวข้อที่ 1 หุ่นมีเนื้อสัมผัสเหมือนจริง ก่อนเรียนได้ 3.4 คะแนน หลังเรียนได้ 4.1 คะแนน มีคะแนนที่เพิ่มขึ้น (Difference Score) อยู่ +0.7 หัวข้อที่ 2 โมเดลหุ่นจำลองมีความยืดหยุ่นเหมือนของจริง ก่อนเรียนได้ 3.6 คะแนน หลังเรียนได้ 4.1 คะแนน มีคะแนนที่เพิ่มขึ้น (Difference Score) อยู่ +0.5 หัวข้อที่ 3 สามารถขูดเยื่อบุมดลูกเทียมภายในหุ่นได้ออกมาคล้ายกับการขูดมะพร้าว ก่อนเรียนได้ 4.1 คะแนน หลังเรียนได้ 4.4 คะแนน มีคะแนนที่เพิ่มขึ้น (Difference Score) อยู่ +0.3 หัวข้อที่ 4 สามารถใช้เครื่องมือจริงทดลองขูดเยื่อบุมดลูกเทียมได้เหมือนจริง ก่อนเรียนได้ 3.8 คะแนน หลังเรียนได้ 4.2 คะแนน มีคะแนนที่เพิ่มขึ้น (Difference Score) อยู่ +0.4 หัวข้อที่ 5 หุ่นจำลองที่มีเซ็นเซอร์สามารถประเมินความถูกต้องและมีความแม่นยำที่สูง ก่อนเรียนได้ 4.5 คะแนน หลังเรียนได้ 4.5 คะแนน มีคะแนนที่เพิ่มขึ้น (Difference Score) อยู่ 0 หัวข้อที่ 6 เซ็นเซอร์มีประสิทธิภาพดีและมีประโยชน์ต่อหุ่นจำลองการขูดมดลูก ก่อนเรียนได้ 4.5 คะแนน หลังเรียนได้ 4.7 คะแนน มีคะแนนที่เพิ่มขึ้น (Difference Score) อยู่ +0.2 หัวข้อที่ 7 ความพึงพอใจในภาพรวม ก่อนเรียนได้ 4.2 คะแนน หลังเรียนได้ 4.5

คะแนน มีคะแนนที่เพิ่มขึ้น (Difference Score) อยู่ที่ +0.3 และหัวข้อที่ 8 สามารถนำไปใช้ประโยชน์ในการเรียนการสอนได้ดี ก่อนเรียนได้ 4.4 คะแนน หลังเรียนได้ 4.6 คะแนน มีคะแนนที่เพิ่มขึ้น (Difference Score) อยู่ที่ +0.2

สรุปผลการวิจัย

จากการศึกษาผลของการใช้หุ่นจำลองทางการแพทย์อัจฉริยะสำหรับฝึกทักษะหัตถการ การขุดมดลูกของผู้เข้าร่วมวิจัยพบว่า ในด้านทักษะการขุดมดลูกผู้เข้าร่วมวิจัยมีทักษะที่เพิ่มขึ้น มีการเรียนรู้ที่ดียิ่งขึ้น โดยวัดจากเปอร์เซ็นต์การขุดเพิ่มขึ้นจาก 5.93 % เป็น 22.34 % ($p < 0.001$) จำนวนครั้งที่เซ็นเซอร์แจ้งเตือนลดลงจาก 5.1 ครั้ง เป็น 2.7 ครั้ง ($p < 0.001$) คะแนนรวมทั้งหมดพบว่า คะแนนรวมเพิ่มขึ้นจาก 11.7 ± 2.73 เป็น 16.55 ± 1.55 (ค่าความแตกต่าง: 4.80, 95% CI: 3.45-6.15, $p < 0.001$) แสดงถึงทักษะที่แม่นยำยิ่งขึ้น และประโยชน์ของการเรียนรู้หุ่นจำลองทางการแพทย์ และระดับความพึงพอใจของผู้เข้าร่วมวิจัยที่มีต่อหุ่นจำลองทางการแพทย์มีระดับความพึงพอใจมากยิ่งขึ้นจาก 4.1 ± 0.39 เป็น 4.39 ± 0.21 ($p < 0.01$) แสดงให้เห็นว่าเมื่อผู้เข้าร่วมวิจัยได้ลงเรียนสื่อการเรียนรู้ที่นำมาใช้ คือ หุ่นจำลองทางการแพทย์อัจฉริยะสำหรับฝึกทักษะหัตถการ การขุดมดลูก ส่งผลให้ผู้เรียนเกิดความพึงพอใจมาก

ตาราง 17 ตารางสรุปคะแนนระดับความพึงพอใจเฉลี่ยก่อนเรียน-หลัง

ลำดับ	หัวข้อที่สนใจ	ค่าเฉลี่ย (Mean)	แปลผล
ข้อที่ 1	หุ่นมีเนื้อสัมผัสเหมือนจริง	3.75	พอใจมาก
ข้อที่ 2	โมเดลหุ่นจำลองมีความยืดหยุ่นเหมือนของจริง	3.85	พอใจมาก
ข้อที่ 3	สามารถขุดเยื่อมดลูกเทียมภายในหุ่นได้ออกมา คล้ายกับการขุดมดลูกจริง	4.25	พอใจมากที่สุด
ข้อที่ 4	สามารถใช้เครื่องมือจริงทดลองขุดเยื่อมดลูกเทียมได้เหมือนจริง	4.2	พอใจมาก
ข้อที่ 5	หุ่นจำลองที่มีเซ็นเซอร์สามารถประเมินความถูกต้อง และมีความแม่นยำที่สูง	4.5	พอใจมากที่สุด

ตาราง 16 (ต่อ)

ลำดับ	หัวข้อที่สนใจ	ค่าเฉลี่ย (Mean)	แปลผล
ข้อที่ 6	เซ็นเซอร์มีประสิทธิภาพดีและมีประโยชน์ต่อ หุ่นจำลองการขูดมดลูก	4.6	พอใจมากที่สุด
ข้อที่ 7	ความพึงพอใจในภาพรวม	4.35	พอใจมากที่สุด
ข้อที่ 8	สามารถนำไปใช้ประโยชน์ในการเรียนการสอนได้ดี	4.5	พอใจมากที่สุด

ข้อเสนอแนะ

1. ควรปรับปรุงในส่วนของช่องคลอดของหุ่นจำลองให้มีความยืดหยุ่นเพิ่มยิ่งขึ้น
2. ควรปรับปรุงให้โมเดลมดลูกยึดติดกับหุ่นจำลองให้แน่นมากยิ่งขึ้น เนื่องจากเวลาทดสอบมดลูกสามารถเคลื่อนที่ไปตามแนวแรงของผู้ทดสอบได้
3. ควรเพิ่มขนาดของไม้ที่ขูดมดลูก (curettage) เนื่องจากผู้วิจัยได้มีการเจาะรูไม้เพื่อเชื่อมต่อกับวงจรแค่เพียงขนาดเดียว ทำให้ผู้เข้าร่วมวิจัยไม่สามารถตัดสินใจเลือกไม้ที่ตรงกับขนาดผนังมดลูกเทียมได้
4. งานวิจัยนี้มีข้อจำกัดและจุดอ่อนในเรื่องของขนาดตัวอย่างที่น้อยเกินไป และระยะเวลาการศึกษาที่ไม่มากพอทำให้อาจจะส่งผลต่อความน่าเชื่อถือของผลการวิจัยได้
5. พัฒนาในส่วนของหุ่นจำลองให้มีกลไกที่เชื่อมต่อกับโทรศัพท์เพื่อสามารถทดสอบได้อย่างมีประสิทธิภาพเพิ่มมากขึ้น รวมถึงสามารถบอกได้ว่าบริเวณที่ขูดโดนฟอลล์ หรือในเวลานั้นกำลังขูดอยู่บริเวณใด
6. ควรขอสิทธิบัตรหรืออนุสิทธิบัตรของหุ่นจำลองทางการแพทย์สำหรับฝึกทักษะหัตถการการขูดมดลูก

บรรณานุกรม

1. โรงพยาบาลวัฒนแพทย์สมุย [อินเทอร์เน็ต]. สุราษฎร์ธานี: โรงพยาบาล; C2021. ชุมคนคลุกคืออะไรทำไมต้องทำ; 2564 [เข้าถึงเมื่อ 11 ก.ย. 2567]; [ประมาณ 1 น.].
<https://www.samuihospital.com/manual-vacuum-aspiration>
2. คณะแพทยศาสตร์โรงพยาบาลรามาธิบดี มหาวิทยาลัยมหิดล ศูนย์ความเป็นเลิศด้านโรคมะเร็ง [อินเทอร์เน็ต]. กรุงเทพฯ: หน่วยทะเบียนมะเร็ง คณะแพทยศาสตร์โรงพยาบาลรามาธิบดี; 2559. สถิติผู้ป่วยโรคมะเร็งเยื่อบุโพรงมดลูก; 2559 [เข้าถึงเมื่อ 19 ต.ค. 2567]; [ประมาณ 1 น.]. เข้าถึงได้จาก:
https://www.rama.mahidol.ac.th/cancer_center/th/news/event/22082016-1342-th
3. คณะแพทยศาสตร์ศิริราชพยาบาล มหาวิทยาลัยมหิดล [อินเทอร์เน็ต]. กรุงเทพฯ: หน่วยมะเร็งนรีเวชวิทยาภาควิชาสูติศาสตร์-นรีเวชวิทยา คณะแพทยศาสตร์ศิริราชพยาบาล มหาวิทยาลัยมหิดล; C2019. มะเร็งเยื่อบุโพรงมดลูก; 2562 [เข้าถึงเมื่อ 11 ก.ย. 2567]; [ประมาณ 1 น.]. <https://www.si.mahidol.ac.th/th/healthdetail.asp?aid=945>
4. ศิริวรรณ ตั้งจิตกมล. มะเร็งเยื่อบุโพรงมดลูก (endometrial cancer). พิมพ์ครั้งที่ 1. กรุงเทพฯ: มหาวิทยาลัยนวมินทราชิราช, คณะแพทยศาสตร์วชิรพยาบาล; 2559. 312.
5. Breton F Barrier ABT, Michael W McCullough, John A Occhino. A novel and inexpensive vaginal hysterectomy simulator. Simul Healthc. Dec 2012;7(6):374-9.
6. Syamsuri DD ATB, Kurniawati EM, Utomo B, Kuswanto D. Simulation-based training using a novel surabaya hysterectomy mannequin following video demonstration to improve abdominal hysterectomy skills of obstetrics and gynecology residents during the covid-19 pandemic in indonesia: A pre- and post-intervention study. J Educ Eval Health Prof. 2022;19(11).
7. Dani Zoorob MD M, MHA, Recia Frenn MD, MA, Melissa Moffitt MD, Adam Kansagor DO, Stephanie Cross MD, Francisco Aguirre MD, Mitchell I. Edelson MD, Bronwyn Kenny MD and Erika Banks MD. Multi-institutional validation of a vaginal hysterectomy simulation model for resident training. Journal of Minimally Invasive Gynecology. 2021;28(8):1490-6.
8. Matthias Kiesel IB, Adam Kalisz , Ralf Joukhadar , Achim Wockel , Saskia Laureen Herbert , Carolin Curtaz and Christine Wulf. A 3d printed model of the female pelvis for practical education of gynecological pelvic examination BMC: BioMed Central. May 2022;8(13).
9. หวลมานพ ส. การพัฒนาวัสดุ สีส่อนจำลอง โดยใช้ยางซิลิโคนสำหรับฝึกทักษะเบื้องต้น

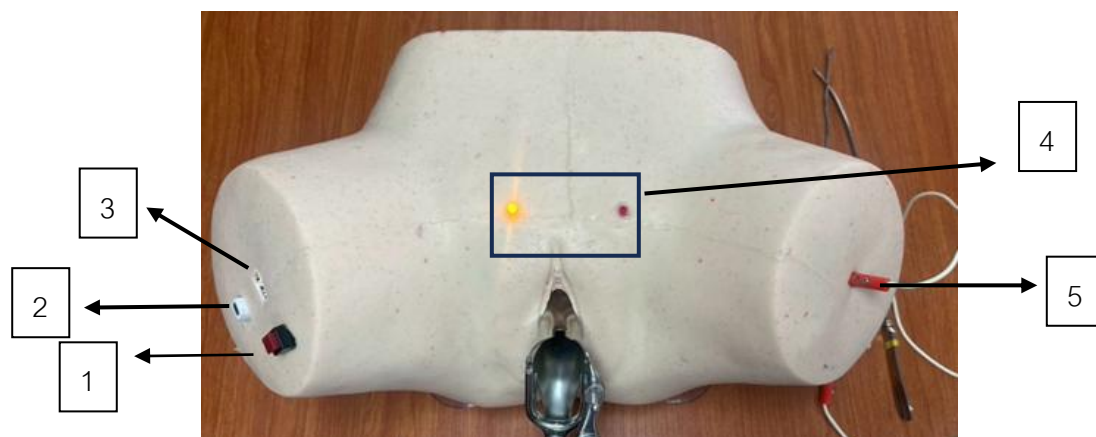
ทางศัลยศาสตร์สำหรับนิสิตแพทย์ คณะแพทยศาสตร์ มหาวิทยาลัยศรีนครินทรวิโรฒ.

วารสารวิชาการ ปชมท. ส.ค. 2566;12(3):210-20.

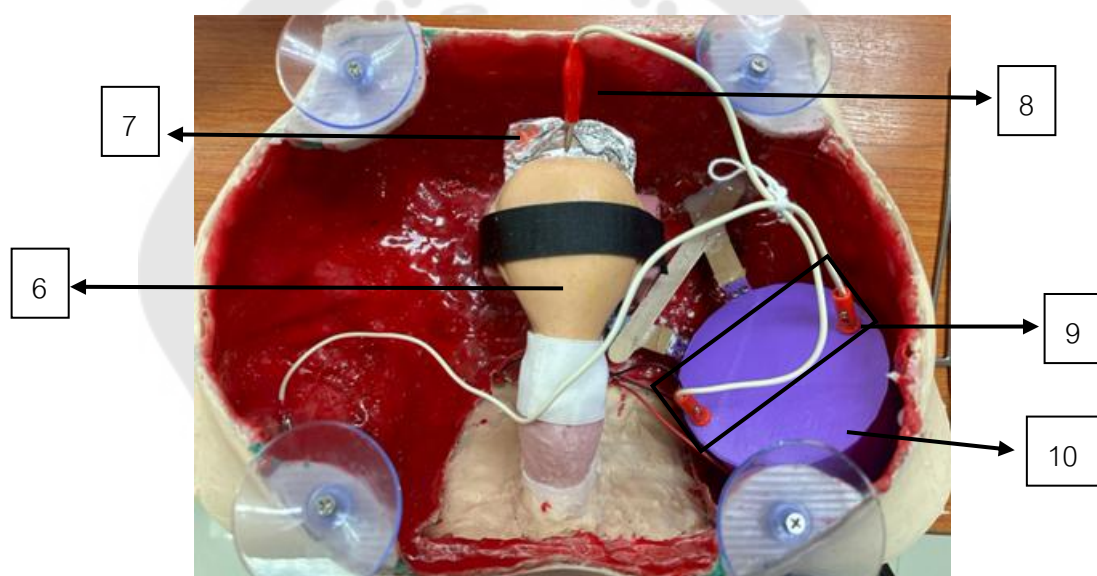
10. Issenberg SB, McGaghie WC, Petrusa ER, Lee Gordon D, Scalese RJ. Features and uses of high-fidelity medical simulations that lead to effective learning: A beme systematic review. *Med Teach*. 2005;27(1):10-28. eng. 2005/09/09.
11. Ziv Y, Ron N, Butovsky O, Landa G, Sudai E, Greenberg N, และคณะ. Immune cells contribute to the maintenance of neurogenesis and spatial learning abilities in adulthood. *Nat Neurosci*. 2006;9(2):268-75. eng. 2006/01/18.
12. Al-Elq AH. Simulation-based medical teaching and learning. *J Family Community Med*. 2010;17(1):35-40. eng. 2010/01/01.
13. Barsuk JH, McGaghie WC, Cohen ER, O'Leary KJ, Wayne DB. Simulation-based mastery learning reduces complications during central venous catheter insertion in a medical intensive care unit. *Crit Care Med*. 2009;37(10):2697-701. eng. 2009/11/04.
14. McDougall EM. Validation of surgical simulators. *Journal of Endourology*. 2007;21(3):244-7.
15. Dunkin B, Adrales GL, Apelgren K, Mellinger JD. Surgical simulation: A current review. *Surg Endosc*. 2007;21(3):357-66. eng. 2006/12/21.
16. Harden RM, Gleeson FA. Assessment of clinical competence using an objective structured clinical examination (osce). *Med Educ*. 1979;13(1):41-54. eng. 1979/01/01.
17. Downing SM. Validity: On meaningful interpretation of assessment data. *Med Educ*. 2003;37(9):830-7. eng. 2003/09/26.
18. Pell G, Richard F, Matthew H, and Roberts T. How to measure the quality of the osce: A review of metrics – amee guide no. 49. *Medical Teacher*. 2010;32(10):802-11.
19. Norcini J, Burch V. Workplace-based assessment as an educational tool: Amee guide no. 31. *Med Teach*. 2007;29(9):855-71. eng. 2007/12/26.
20. เรืองประพันธ์ ช. ความกว้างของอันตรภาคชั้น = คะแนนสูงสุด – ต่ำสุด หารด้วย จำนวนชั้น class interval. ขอนแก่น: โรงพิมพ์คลังนานาวิทยา; 2543.



ภาคผนวก ก
(ส่วนประกอบ และคู่มือวิธีการใช้หุ่นจำลองทางการแพทย์อัจฉริยะสำหรับฝึก
ทักษะการขูดมดลูก)



ภาพประกอบ 31 ส่วนประกอบภายนอกของหุ่นจำลองทางการแพทย์



ภาพประกอบ 32 ส่วนประกอบภายในของหุ่นจำลองทางการแพทย์

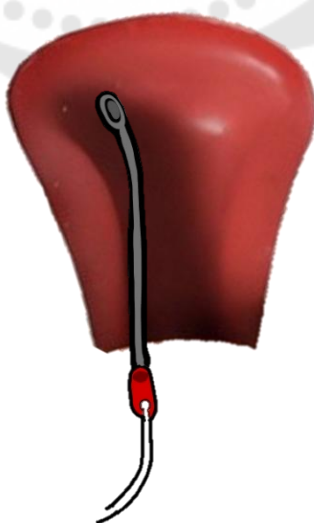
ส่วนประกอบของหุ่นจำลอง

1. ปุ่มเปิด/ปิดหุ่นจำลองทางการแพทย์
2. ช่องเสียบสายชาร์จแบตเตอรี่ของหุ่นจำลอง
3. หน้าจอแสดงผลเปอร์เซ็นต์ของแบตเตอรี่
4. ไฟแสดงสถานะของหุ่นจำลองมี 2 สี คือ สีเหลือง (ไฟสถานะพร้อมใช้งาน) และสีแดง (ไฟสถานะแจ้งเตือนเมื่อชุดโดนพอยล์)
5. ช่องเสียบเชื่อมต่อกับไมโครเวท

6. โมเดลมดลูกจากยางยางซิลิโคน
7. ผงมดลูกเทียมที่มีเทียนไขอยู่ภายในฟอยล์
8. แจ็คไว้หนีบกับฟอยล์เพื่อเชื่อมต่อกับวงจร
9. ช่องเสียบตัวเชื่อมต่อระหว่าง แจ็คหนีบกับฟอยล์ และไม่ควิเรทเพื่อเชื่อมต่อกับวงจร
10. กล่องใส่วงจร และแบตเตอรี่

วิธีการใช้หุ่นจำลองทางการแพทย์

1. เริ่มจากการกดปุ่มเปิดปิดหุ่นจำลองทางการแพทย์ เมื่อเปิดแล้วสถานะไฟจะขึ้นเป็นสีเขียว หน้าจอจะแสดงผลเปอร์เซ็นต์แบตเตอรี่ของหุ่นจำลอง
2. ทำการเสียบสายไมควิเรทเพื่อต่อวงจรเข้ากับหุ่นจำลองทางการแพทย์
3. ทำการใส่ผงมดลูกเทียมเข้าไปในบริเวณโมเดลผงมดลูกเทียมที่อยู่ในหุ่นจำลอง จากนั้นนำแจ็คหนีบไว้ที่บริเวณฟอยล์เพื่อต่อเข้ากับวงจร
4. เชื่อมต่อวงจรระหว่างฟอยล์กับไมโครคอนโทรลเลอร์เสียบแจ็คเข้าไปในกล่องวงจร
5. จากนั้นเริ่มการชูด โดยการให้ผู้ทดสอบทำการนำไมควิเรทเข้าไปชูดบริเวณเทียนไขภายในหุ่นจำลอง ชูดออกมาให้ได้เป็นเส้นเหมือนชูดมะพร้าว ชูดเรื่อยๆจนกว่าจะครบเวลา ถ้าผู้ทดสอบชูดถูกต้อง ไฟสถานะจะขึ้นสีเขียวตลอดเวลา แต่ถ้าผู้ทดสอบชูดโดนบริเวณฟอยล์ไฟสถานะจะเปลี่ยนเป็นสีแดง และมีการแจ้งเตือน

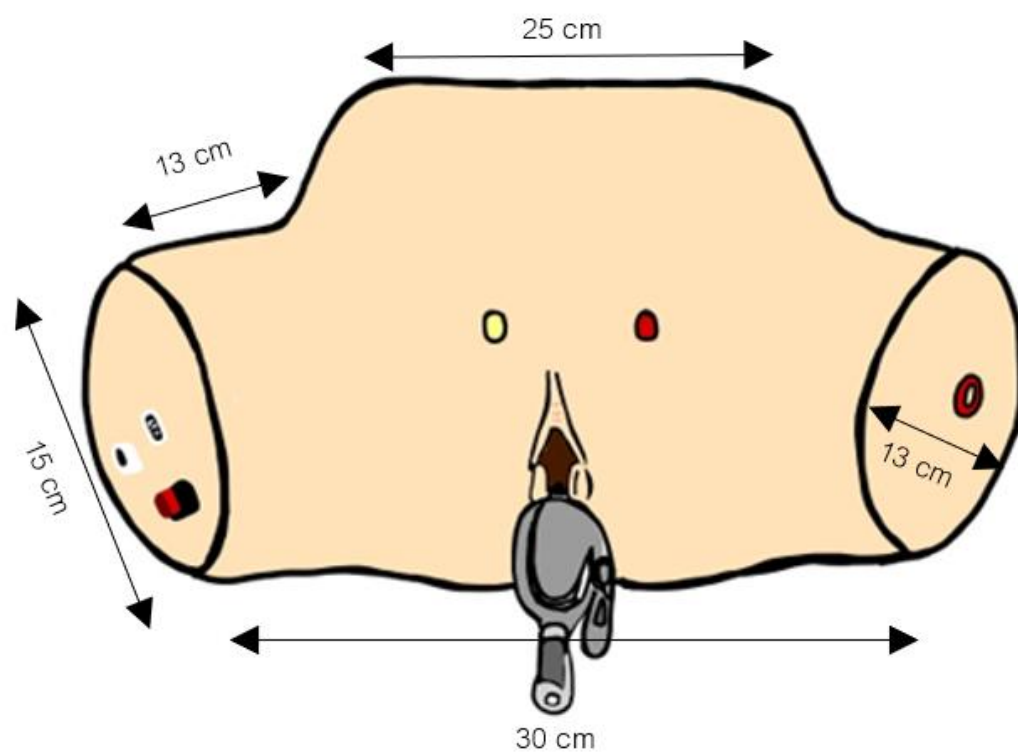


ภาพประกอบ 33 วิธีการชูดชูดเทียนไขภายในหุ่นจำลอง

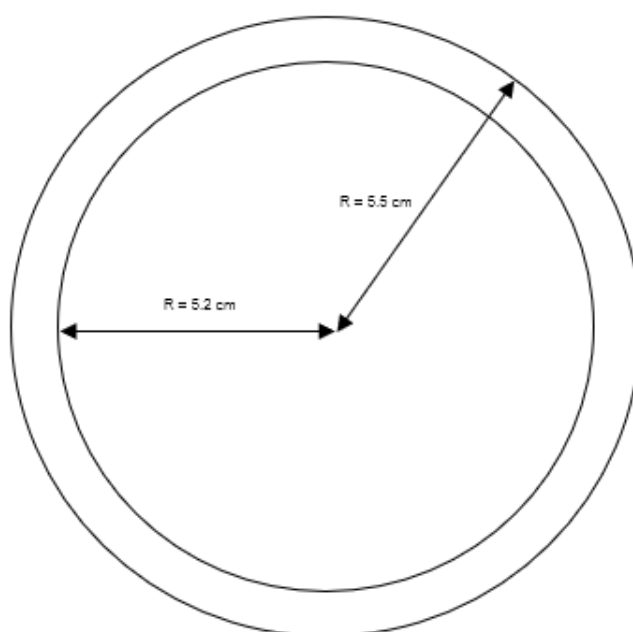
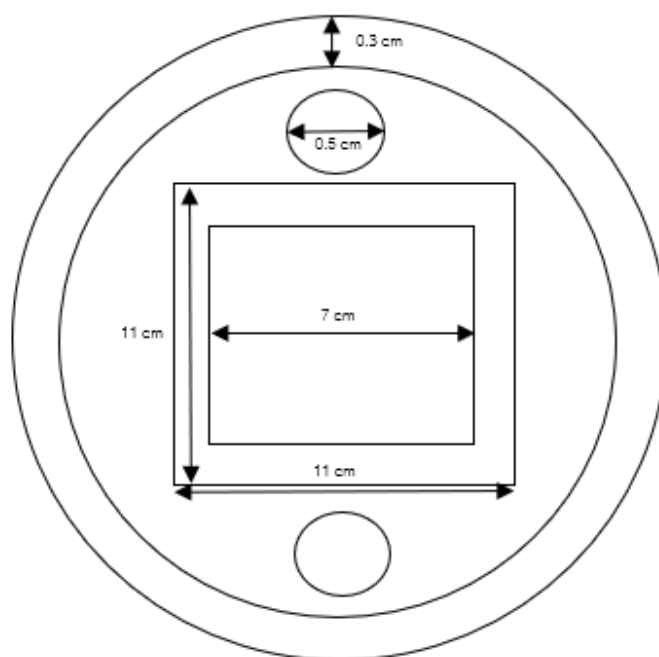


ภาคผนวก ข
(ขนาดของหุ่นจำลอง และเซ็นเซอร์ ภายในหุ่นจำลองทางการแพทย์อัจฉริยะ
สำหรับฝึกทักษะการชุดมดลูก)

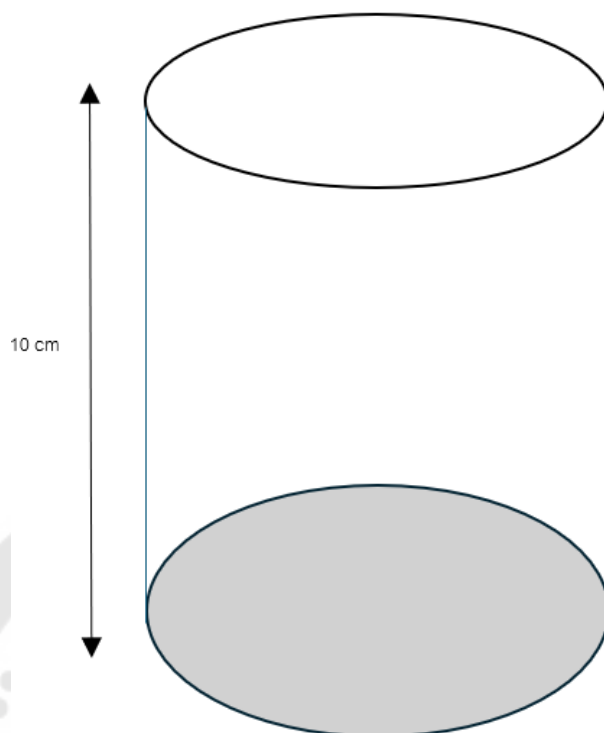
ขนาดส่วนประกอบของหุ่นจำลองทางการแพทย์



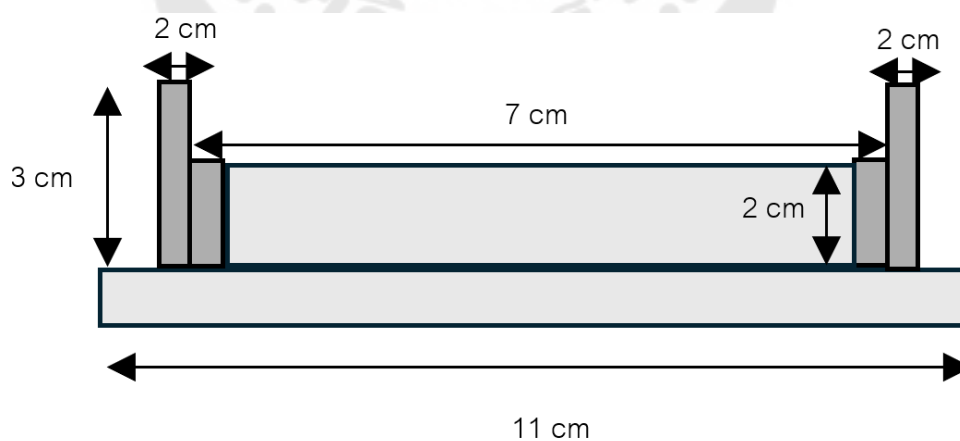
ภาพประกอบ 34 ขนาดของหุ่นจำลองทางการแพทย์



ภาพประกอบ 35 ขนาดกล่องใส่เซ็นเซอร์ภายในหุ่นจำลอง



ภาพประกอบ 36 ขนาดความสูงของกล่องใส่เซ็นเซอร์



ภาพประกอบ 37 ขนาดของกล่องใส่แบตเตอรี่ภายในหุ่นจำลอง

ภาคผนวก ค
(แบบฟอร์มประเมินระดับความพึงพอใจของผู้เข้าทดสอบที่มีต่อหุ่นจำลอง)



แบบสอบถามระดับความพึงพอใจ

“การศึกษาประสิทธิภาพของหุ่นจำลองทางการแพทย์อัจฉริยะต่อทักษะการปฐมพยาบาลในนักศึกษาแพทย์”

แบบสอบถามนี้เป็นส่วนหนึ่งของการทำวิจัยโครงการ การศึกษาประสิทธิภาพของหุ่นจำลองทางการแพทย์อัจฉริยะต่อทักษะการปฐมพยาบาลในนักศึกษาแพทย์ โดยมีวัตถุประสงค์เพื่อสอบถามระดับความพึงพอใจจากการทดลองใช้หุ่นจำลองสำหรับฝึกทักษะหัตถการการปฐมพยาบาล จึงขอความกรุณาท่านตอบแบบสอบถามให้ครบทุกข้อ ตามความเป็นจริงมากที่สุด ข้อมูลของท่านจะเป็นประโยชน์ทางการศึกษาต่อไป ทั้งนี้ข้อมูลของท่านทั้งหมดถือเป็นความลับ ผู้วิจัยจะใช้เพื่อวิเคราะห์และนำเสนอผลการวิจัยเท่านั้น

ตอนที่ 1 ข้อมูลทั่วไปของผู้ตอบแบบสอบถาม (โปรดทำเครื่องหมาย ✓ หน้าคำตอบที่ตรงกับความเป็นจริง)

1. เพศ ☐ หญิง ☐ ชาย ☐ ไม่ระบุ
2. อาชีพ ☐ นักศึกษา ☐ อาจารย์ ☐ อื่นๆ
3. วุฒิการศึกษา ☐ปริญญาตรี ☐ปริญญาโท ☐ปริญญาเอก
4. ชั้นปีที่กำลังศึกษา ☐ ปี4 ☐ ปี5 ☐ ปี6

ตอนที่ 2 ระดับความพึงพอใจ (โปรดทำเครื่องหมาย ✓ ในช่องที่ตรงกับระดับความพึงพอใจของท่าน)

1. ในการเรียนการสอนที่ผ่านมาท่านได้เคยฝึกใช้หุ่นฝึกหัตถการการปฐมพยาบาลหรือไม่ ☐ เคย ☐ ไม่เคย
2. หุ่นฝึกหัตถการที่ท่านเคยใช้เป็นวัสดุประเภทอะไร
☐ ยางพารา ☐ ซิลิโคน ☐ อื่นๆ

หลังจากที่ท่านได้ทดลองฝึกใช้หุ่นฝึกหัตถการการปฐมพยาบาลท่านรู้สึกอย่างไรบ้าง

คำชี้แจง โปรดเลือกคำตอบให้ตรงตามคำตอบของท่าน

(เกณฑ์การให้คะแนน : ระดับความพึงพอใจ 1 - 5 โดยเรียงจากน้อยที่สุด - มากที่สุด)

หัวข้อที่สนใจ	น้อยที่สุด (1)	น้อย (2)	ปานกลาง (3)	มาก (4)	มากที่สุด (5)
ลักษณะการสัมผัส					
1. หุ่นมีเนื้อสัมผัสเหมือนจริง					

ฉบับที่ 2.0 วันที่ 9 เมษายน 2568



ภาพประกอบ 38 แบบสอบถามระดับความพึงพอใจ

2. โมเดลหุ่นจำลองมีความยืดหยุ่นเสมือนของจริง					
ลักษณะการขูดเยื่อโพรงมดลูก					
3. สามารถขูดเยื่อมดลูกเทียมภายในหุ่นได้ออกมาคล้ายกับการขูดมดลูกจริง					
4. สามารถใช้เครื่องมือจริงทดลองขูดเยื่อมดลูกเทียมได้เสมือนจริง					
ความฉลาดและทันสมัย					
5. หุ่นจำลองที่มีเซนเซอร์สามารถประเมินความถูกต้องและความแม่นยำที่สูง					
6. เซนเซอร์มีประสิทธิภาพดีและมีประโยชน์ต่อหุ่นจำลองการขูดมดลูก					
ความพึงพอใจในภาพรวม					
สามารถนำไปใช้ประโยชน์ในการเรียนการสอนได้ดี					

ประวัติผู้เขียน

