

ระบบต้นแบบเตียงพลิกตะแคงตัวผู้ป่วยอัตโนมัติเพื่อป้องกันแผลกดทับ
Automatic Patient Turning Bed Prototype for Pressure Ulcer Prevention

ศศิธร ชัยแก้ว¹ ภัทรวรรณ สอนจันทร์¹

เพลินจิต กิตติยงวิวัฒน์^{1*}

¹โรงเรียนวิทยาศาสตร์จุฬารามราชวิทยาลัย สตุล อำเภอสตุล จังหวัดสตุล 91140

*Email: sasitorn.c@gmail.ac.th

บทคัดย่อ

แผลกดทับเป็นปัญหาสำคัญที่พบได้บ่อยในผู้ป่วยติดเตียง ซึ่งเกิดจากแรงกดทับสะสมบริเวณผิวหนังและเนื้อเยื่อเป็นเวลานาน ส่งผลให้เกิดภาวะแทรกซ้อนและเพิ่มภาระในการดูแลผู้ป่วย งานวิจัยนี้มีวัตถุประสงค์เพื่อพัฒนาระบบต้นแบบเตียงพลิกตะแคงตัวอัตโนมัติสำหรับผู้ป่วยติดเตียง โดยอาศัยหลักการทางฟิสิกส์ด้านแรงกดและการกระจายน้ำหนัก ระบบที่พัฒนาขึ้นประกอบด้วยกลไกมอเตอร์ขับเคลื่อนติดตั้งได้เตียง ทำหน้าที่ปรับมุมเอียงของพื้นผิวเตียงไปทางซ้ายและขวาตามค่าที่กำหนด ร่วมกับเซนเซอร์วัดแรงกดและระบบควบคุมไมโครคอนโทรลเลอร์ การศึกษานี้มีลักษณะเป็นการพัฒนาต้นแบบในระดับการทดลอง โดยทดสอบการทำงานของระบบ การวัดค่าแรงกดก่อนและหลังการพลิกตะแคง และการประเมินความสม่ำเสมอของการทำงานของกลไก เพื่อใช้เป็นข้อมูลพื้นฐานสำหรับการพัฒนาอุปกรณ์ช่วยป้องกันแผลกดทับที่สามารถนำไปประยุกต์ใช้จริงในอนาคต ผลการทดลองพบว่าระบบสามารถทำงานได้ตามที่ออกแบบไว้ สามารถลดค่าแรงกดเฉพาะจุดหลังการพลิกตะแคงได้อย่างชัดเจน และมีความสม่ำเสมอในการทำงาน งานวิจัยนี้แสดงให้เห็นถึงศักยภาพของระบบต้นแบบในการนำไปพัฒนาต่อยอดเพื่อใช้เป็นอุปกรณ์ช่วยป้องกันแผลกดทับในผู้ป่วยติดเตียงในอนาคต

คำสำคัญ: แผลกดทับ, ผู้ป่วยติดเตียง, เตียงพลิกตะแคงตัวอัตโนมัติ

บทนำ

ปัญหาแผลกดทับ (Pressure Ulcer) เป็นหนึ่งในภาวะแทรกซ้อนที่พบได้บ่อยในผู้ป่วยติดเตียง ผู้สูงอายุ และผู้ที่มีข้อจำกัดในการเคลื่อนไหวร่างกาย โดยมีสาเหตุสำคัญจากการที่เนื้อเยื่อถูกกดทับเป็นเวลานาน ส่งผลให้การไหลเวียนของเลือดลดลง เกิดภาวะเนื้อเยื่อขาดออกซิเจน และนำไปสู่การบาดเจ็บของผิวหนังและเนื้อเยื่อชั้นลึก หากไม่ได้รับการป้องกันและดูแลอย่างเหมาะสม อาจก่อให้เกิดภาวะแทรกซ้อนรุนแรง เช่น การติดเชื้อ การรักษาที่ยืดเยื้อ และการเพิ่มภาระค่าใช้จ่ายด้านสาธารณสุข อีกทั้งยังส่งผลกระทบต่อคุณภาพชีวิตของผู้ป่วยและภาระในการดูแลของครอบครัวและบุคลากรทางการแพทย์

แนวทางสำคัญในการป้องกันแผลกดทับตามหลักการทางการแพทย์ คือ การเปลี่ยนอิริยาบถหรือพลิกตะแคงตัวผู้ป่วยอย่างสม่ำเสมอทุก 1–2 ชั่วโมง เพื่อช่วยกระจายแรงกด ลดแรงกดเฉพาะจุด และส่งเสริมการไหลเวียนโลหิต อย่างไรก็ตาม ในการดูแลผู้ป่วยจริง โดยเฉพาะในครัวเรือนหรือสถานพยาบาลที่มีบุคลากรจำกัด การพลิกตะแคงตัวผู้ป่วยจำเป็นต้องใช้แรงงาน เวลา และความต่อเนื่องสูง ส่งผลให้การดูแลอาจไม่เป็นไปตามมาตรฐาน และเพิ่มโอกาสการเกิดแผลกดทับ

จากข้อจำกัดดังกล่าว คณะผู้จัดทำจึงได้ออกแบบและพัฒนา ระบบต้นแบบเตียงพลิกตะแคงตัวผู้ป่วยอัตโนมัติเพื่อป้องกันแผลกดทับ โดยประยุกต์ใช้

หลักการทางฟิสิกส์ด้านแรง ความดัน และการกระจายแรง ร่วมกับระบบควบคุมอัตโนมัติ เทคโนโลยีเซนเซอร์ และระบบแจ้งเตือนผ่านเครือข่าย เพื่อช่วยลดแรงกดสะสมบริเวณจุดเสี่ยง ตรวจวัดแรงกด ตรวจจับความชื้น และแจ้งเตือนผู้ดูแลเมื่อเกิดสภาวะที่อาจเพิ่มความเสี่ยงต่อการเกิดแผลกดทับ ทั้งนี้ การบูรณาการระบบดังกล่าวภายในต้นแบบเดียว ช่วยเพิ่มความต่อเนื่องในการดูแลผู้ป่วย ลดภาระของผู้ดูแล และสะท้อนแนวทางการประยุกต์ใช้ความรู้ด้านฟิสิกส์ วิศวกรรม และเทคโนโลยี เพื่อแก้ไขปัญหาสุขภาพที่เกิดขึ้นจริง

การศึกษานี้มีวัตถุประสงค์เพื่อออกแบบและพัฒนาระบบต้นแบบเตียงพลิกตะแคงตัวผู้ป่วยอัตโนมัติ ศึกษาประสิทธิภาพของระบบในการช่วยลดแรงกดและสนับสนุนการเปลี่ยนอิริยาบถของผู้ป่วย รวมทั้งประเมินศักยภาพของต้นแบบสำหรับการพัฒนาต่อยอดสู่การใช้งานจริงในโรงพยาบาล ศูนย์ดูแลผู้สูงอายุ และการดูแลผู้ป่วยที่บ้าน อันจะเป็นการส่งเสริมการประยุกต์ใช้วิทยาศาสตร์และเทคโนโลยีเพื่อยกระดับคุณภาพชีวิตของผู้ป่วยและรองรับการเข้าสู่สังคมผู้สูงอายุของประเทศไทยอย่างยั่งยืน

วิธีการดำเนินงาน

2.1 การศึกษาและออกแบบระบบต้นแบบ

ศึกษาข้อมูลเกี่ยวกับสาเหตุการเกิดแผลกดทับ หลักการป้องกันตามแนวทางการแพทย์ หลักการทางฟิสิกส์ด้านแรง ความดัน และการกระจายแรง รวมถึงเทคโนโลยีระบบควบคุมอัตโนมัติและเซนเซอร์ที่เกี่ยวข้อง เพื่อนำมาใช้ในการออกแบบระบบต้นแบบเตียงพลิกตะแคงตัวผู้ป่วยอัตโนมัติ จากนั้นกำหนดโครงสร้าง กลไกการพลิกตะแคง และลำดับการทำงานของระบบให้เหมาะสมกับการทดลอง

2.2 การพัฒนาระบบต้นแบบ

สร้างต้นแบบโดยใช้ NodeMCU ESP8266 เป็นหน่วยประมวลผลหลัก เชื่อมต่อกับมอเตอร์ก้านชักไฟฟ้าผ่านชุดขับเคลื่อนมอเตอร์ L298N เพื่อควบคุมการพลิกตะแคงตัวของเตียง ติดตั้งเซนเซอร์วัดแรงกด (Force Sensitive Resistor: FSR) สำหรับตรวจวัดแรงกดบนพื้นผิวรองรับ

และเซนเซอร์ตรวจจับความชื้นสำหรับฝ้าระวังสภาพแวดล้อมของผู้ป่วย พร้อมพัฒนาโปรแกรมควบคุมด้วย Arduino IDE และเชื่อมต่อระบบแจ้งเตือนผ่านแอปพลิเคชัน LINE เพื่อส่งข้อมูลให้ผู้ดูแลแบบเรียลไทม์

2.3 การทดสอบประสิทธิภาพของระบบ

(1) การทดสอบการทำงานของระบบต้นแบบ

ทดสอบการรับค่าจากเซนเซอร์ การประมวลผลข้อมูลของไมโครคอนโทรลเลอร์ และการส่งงานมอเตอร์ก้านชักไฟฟ้าให้พลิกตะแคงตัวผู้ป่วยอัตโนมัติ เพื่อตรวจสอบความถูกต้องและความต่อเนื่องของการทำงานของระบบ

(2) การทดสอบระบบตรวจจับความชื้นและการแจ้งเตือนจำลองระดับความชื้นบนพื้นผิวรองรับผู้ป่วยหลายระดับ เพื่อตรวจสอบความสามารถของเซนเซอร์ในการตรวจจับความชื้น และประเมินความถูกต้องของการแจ้งเตือนผ่านแอปพลิเคชัน LINE

(3) การทดสอบประสิทธิภาพการลดแรงกด

วัดค่าแรงกดจากเซนเซอร์ FSR ก่อนและหลังการพลิกตะแคงตัว เปรียบเทียบค่าที่ได้เพื่อประเมินความสามารถของต้นแบบในการช่วยกระจายแรงและลดแรงกดเฉพาะจุด ซึ่งเป็นปัจจัยสำคัญของการเกิดแผลกดทับ

(4) การทดสอบความสม่ำเสมอของระบบ

ทดสอบการทำงานของระบบต่อเนื่องหลายรอบ พร้อมบันทึกระยะเวลาที่ใช้ในการพลิกตะแคงแต่ละครั้ง เพื่อนำมาประเมินความสม่ำเสมอและเสถียรภาพของกลไกการทำงาน

2.4 ประชากรและกลุ่มตัวอย่าง

การศึกษานี้เป็นการวิจัยและพัฒนาต้นแบบ (Research and Development: R&D) โดยประชากรที่ใช้ในการศึกษาคือระบบต้นแบบเตียงพลิกตะแคงตัวผู้ป่วยอัตโนมัติที่คณะผู้จัดทำพัฒนาขึ้น สำหรับการทดสอบประสิทธิภาพ ใช้ต้นแบบจำนวน 1 ชุด เป็นกลุ่มตัวอย่างในการทดลอง และดำเนินการทดสอบซ้ำในแต่ละรายการทดลองจำนวน 5 ครั้ง เพื่อประเมินความถูกต้อง ความสม่ำเสมอ และเสถียรภาพของระบบ

2.5 กระบวนการเลือกกลุ่มตัวอย่าง

ใช้วิธีการเลือกแบบเจาะจง (Purposive Sampling) โดยเลือกต้นแบบที่คณะผู้จัดทำออกแบบและสร้างขึ้นเป็นกลุ่ม

ตัวอย่าง เนื่องจากมีคุณสมบัติครบถ้วนตามวัตถุประสงค์ของการศึกษา และสามารถใช้ประเมินประสิทธิภาพของระบบควบคุม กลไกการพลิกตะแคง ระบบตรวจวัดแรงกด ระบบตรวจจับความชื้น และระบบแจ้งเตือนได้อย่างเหมาะสม

2.6 เครื่องมือที่ใช้ในการรวบรวมข้อมูล

เครื่องมือที่ใช้ในการเก็บรวบรวมข้อมูล ประกอบด้วยระบบต้นแบบเตียงพลิกตะแคงตัวผู้ป่วยอัตโนมัติที่คณะจัดทำพัฒนาขึ้น เซนเซอร์วัดแรงกด (Force Sensitive Resistor: FSR) สำหรับตรวจวัดแรงกดบนพื้นผิวรองรับ เซนเซอร์ตรวจจับความชื้น สำหรับตรวจวัดระดับความชื้นบนพื้นผิวรองรับ ไมโครคอนโทรลเลอร์ NodeMCU ESP8266 และโปรแกรม Arduino IDE สำหรับควบคุมและบันทึกข้อมูล ระบบแจ้งเตือนผ่านแอปพลิเคชัน LINE สำหรับตรวจสอบการทำงานของระบบ แบบบันทึกผลการทดลอง สำหรับบันทึกค่าแรงกด ระยะเวลาการพลิกตะแคง และผลการทำงานของระบบในแต่ละรอบการทดลอง

2.7 การเก็บรวบรวมข้อมูล

ดำเนินการทดลองภายใต้สภาวะเดียวกัน โดยแบ่งการทดลองออกเป็น 4 ส่วน ได้แก่ ทดสอบการทำงานของระบบพลิกตะแคงอัตโนมัติ ทดสอบระบบตรวจจับความชื้นและการแจ้งเตือนผ่าน LINE ทดสอบการลดแรงกดก่อนและหลังการพลิกตะแคง ทดสอบความสม่ำเสมอของการทำงานของระบบ แต่ละการทดลองดำเนินการซ้ำ 10 ครั้ง พร้อมบันทึกผลการทดลองทุกครั้ง เพื่อนำข้อมูลไปวิเคราะห์ประสิทธิภาพของระบบต้นแบบ

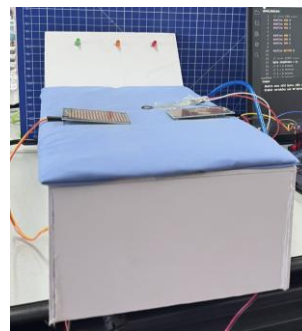
2.8 การวิเคราะห์ข้อมูล

วิเคราะห์ข้อมูลโดยใช้สถิติเชิงพรรณนา (Descriptive Statistics) ได้แก่ ค่าเฉลี่ย (Mean) ส่วนเบี่ยงเบนมาตรฐาน (Standard Deviation: S.D.) และค่าร้อยละ (Percentage) เพื่อนำมาเปรียบเทียบประสิทธิภาพของระบบในแต่ละการทดลอง โดยเฉพาะการเปรียบเทียบค่าแรงกดก่อนและหลังการพลิกตะแคง รวมทั้งประเมินความถูกต้อง ความสม่ำเสมอ และเสถียรภาพของการทำงานของต้นแบบ

ผลและอภิปรายผล

3.1 ผลการพัฒนาระบบต้นแบบ

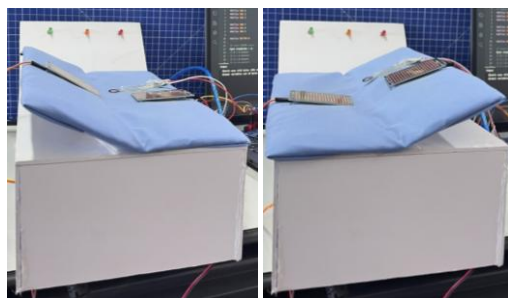
คณะผู้จัดทำสามารถออกแบบและพัฒนาระบบต้นแบบเตียงพลิกตะแคงตัวผู้ป่วยอัตโนมัติเพื่อป้องกันแผลกดทับได้สำเร็จ โดยระบบประกอบด้วย NodeMCU ESP8266 เป็นหน่วยประมวลผลหลัก เชื่อมต่อกับมอเตอร์ก้านชักไฟฟ้า (Linear Actuator) ผ่านชุดขับมอเตอร์ L298N พร้อมติดตั้งเซนเซอร์วัดแรงกด (Force Sensitive Resistor: FSR) และเซนเซอร์ตรวจจับความชื้น เพื่อใช้ในการตรวจสอบสถานะของผู้ป่วยและสั่งงานการพลิกตะแคงตัวโดยอัตโนมัติ นอกจากนี้ ระบบยังสามารถแจ้งเตือนผู้ดูแลผ่านแอปพลิเคชัน LINE ได้แบบเรียลไทม์



รูปที่ 1 ระบบต้นแบบเตียงพลิกตะแคงตัวผู้ป่วยอัตโนมัติ

3.2 ผลการทดสอบการทำงานของระบบ

จากการทดสอบการทำงานของระบบจำนวน 5 รอบพบว่า ระบบสามารถรับข้อมูลจากปุ่มเริ่มทำงาน และสั่งงานมอเตอร์ให้พลิกตะแคงตัวได้ถูกต้องครบทุกครั้ง คิดเป็นความถูกต้องร้อยละ 100 แสดงให้เห็นว่าระบบควบคุมมีความเสถียรและสามารถทำงานได้ตามลำดับขั้นตอนที่ออกแบบไว้



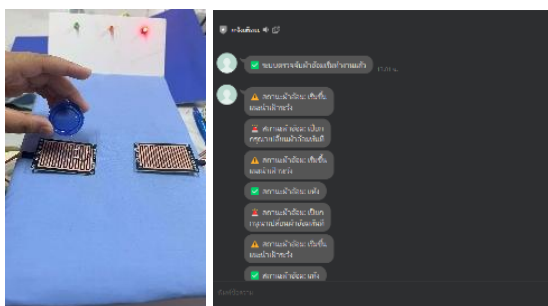
รูปที่ 2 ผลการทดสอบการทำงานของมอเตอร์ก้านชัก

ตารางที่ 1 ผลการทดสอบการทำงานของระบบต้นแบบ (การยกเอียงเดียว)

ครั้งที่	ค่าจาก เซนเซอร์ แรงกด (N)	การทำงานของมอเตอร์ ก้านชัก	การเอียงซ้าย	การเอียงขวา	ผลการทดลอง
1	492	ทำงานปกติ	5°	4°	พลิกสำเร็จ
2	485	ทำงานปกติ	4°	5°	พลิกสำเร็จ
3	498	ทำงานปกติ	6°	5°	พลิกสำเร็จ
4	490	ทำงานปกติ	5°	4°	พลิกสำเร็จ
5	495	ทำงานปกติ	5°	5°	พลิกสำเร็จ

3.3 ผลการทดสอบระบบตรวจจับความชื้นและการแจ้งเตือน

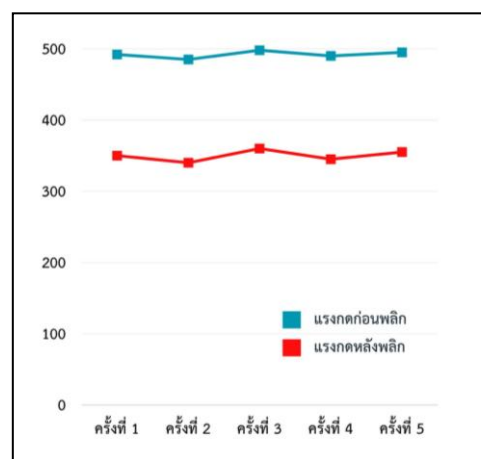
ผลการทดลองพบว่า เซนเซอร์ตรวจจับความชื้นสามารถจำแนกระดับความชื้นได้อย่างถูกต้อง และเมื่อค่าความชื้นสูงกว่าค่าที่กำหนด ระบบสามารถส่งข้อความแจ้งเตือนผ่านแอปพลิเคชัน LINE ไปยังผู้ดูแลได้ครบทุกครั้ง คิดเป็นความถูกต้องร้อยละ 100 ช่วยเพิ่มประสิทธิภาพในการเฝ้าระวังผู้ป่วยและลดความล่าช้าในการดูแล



รูปที่ 3 ผลการทดสอบระบบแจ้งเตือนผ่าน LINE

3.4 ผลการทดสอบประสิทธิภาพการลดแรงกด

ผลการเปรียบเทียบค่าแรงกดก่อนและหลังการพลิกตะแคง พบว่าค่าแรงกดเฉลี่ยก่อนการพลิกอยู่ที่ 492 นิวตัน และหลังการพลิกลดลงเหลือ 350 นิวตัน คิดเป็นการลดแรงกดเฉลี่ยประมาณ ร้อยละ 29 สอดคล้องกับหลักการทางฟิสิกส์ที่ว่า เมื่อมีการเปลี่ยนตำแหน่งของแรงและเพิ่มพื้นที่รองรับ ความดันที่กระทำต่อเนื้อเยื่อจะลดลง ส่งผลให้ลดความเสี่ยงต่อการเกิดแผลกดทับ



รูปที่ 4 กราฟเปรียบเทียบค่าแรงกดก่อนและหลังการพลิกตะแคง

3.5 ผลการทดสอบความสม่ำเสมอของระบบ

จากการทดสอบการทำงานต่อเนื่องจำนวน 5 รอบ พบว่าระยะเวลาเฉลี่ยในการพลิกตะแคงอยู่ที่ 2.76 วินาที โดยมีความคลาดเคลื่อนของเวลาในแต่ละรอบอยู่ในช่วงที่ใกล้เคียงกัน แสดงให้เห็นว่าระบบสามารถทำงานได้อย่างต่อเนื่อง มีเสถียรภาพ และมีความน่าเชื่อถือสำหรับการพัฒนาต่อยอดในอนาคต

ตารางที่ 3.4 เวลาในการพลิกตะแคงของระบบในแต่ละรอบ

รอบการทดลอง	เวลาในการพลิกตะแคง (วินาที)	ค่าความคลาดเคลื่อนจากค่าเฉลี่ย
1	2.8	+0.1
2	2.7	0.0
3	2.9	+0.2
4	2.6	-0.1
5	2.8	+0.1

สรุปผล

การศึกษาครั้งนี้สามารถออกแบบและพัฒนา ระบบต้นแบบเตียงพลิกตะแคงตัวผู้ป่วยอัตโนมัติเพื่อ ป้องกันแผลกดทับได้ตามวัตถุประสงค์ โดยประยุกต์ใช้ หลักการทางฟิสิกส์ด้านแรง ความดัน และการกระจายแรง ร่วมกับระบบควบคุมอัตโนมัติ เทคโนโลยีเซ็นเซอร์ และ ระบบแจ้งเตือนผ่านเครือข่ายอินเทอร์เน็ต ผลการทดสอบ พบว่าระบบสามารถรับข้อมูลจากเซ็นเซอร์ ประมวลผล และสั่งงานกลไกพลิกตะแคงตัวได้อย่างถูกต้อง มีความสามารถในการตรวจวัดแรงกด ตรวจจับความชื้น และแจ้งเตือนผู้ดูแลผ่านแอปพลิเคชัน LINE ได้อย่างมีประสิทธิภาพ

ผลการทดลองแสดงให้เห็นว่าระบบสามารถช่วยลดแรงกดเฉพาะจุดได้ประมาณร้อยละ 29 และมีการ ทำงานที่สม่ำเสมอ สะท้อนให้เห็นถึงศักยภาพของการ ประยุกต์ใช้หลักการทางฟิสิกส์ร่วมกับเทคโนโลยี ไมโครคอนโทรลเลอร์และเซ็นเซอร์ในการพัฒนานวัตกรรม เพื่อช่วยป้องกันแผลกดทับและสนับสนุนการดูแลผู้ป่วยติดเตียง

แม้ว่าผลงานนี้จะเป็นต้นแบบในระดับ ห้องปฏิบัติการและยังไม่ได้ทดลองกับผู้ป่วยจริง แต่ผล การศึกษาชี้ให้เห็นถึงความเป็นไปได้ในการพัฒนาต่อยอดสู่ การใช้งานจริง โดยสามารถปรับปรุงโครงสร้างให้รองรับ น้ำหนักผู้ป่วยจริง เพิ่มระบบวิเคราะห์ข้อมูลอัจฉริยะ และ พัฒนาให้สอดคล้องกับมาตรฐานอุปกรณ์ทางการแพทย์ในอนาคต อันจะช่วยลดภาระของผู้ดูแล เพิ่มคุณภาพชีวิต ของผู้ป่วย และรองรับการเข้าสู่สังคมผู้สูงอายุของประเทศไทยอย่างยั่งยืน

กิตติกรรมประกาศ

โครงการงาน ระบบต้นแบบเตียงพลิกตะแคงตัวผู้ป่วย อัตโนมัติเพื่อป้องกันแผลกดทับ สำเร็จลุล่วงไปได้ด้วยดี ผู้วิจัยขอขอบพระคุณอาจารย์ที่ปรึกษาโครงการที่ได้ให้ คำแนะนำ ตรวจสอบ และให้ข้อเสนอแนะเชิงวิชาการที่เป็นประโยชน์ตลอดระยะเวลาการดำเนินงานวิจัย

ขอขอบคุณสถานศึกษาและหน่วยงานที่สนับสนุนด้าน อุปกรณ์ เครื่องมือ และสถานที่ในการทดลอง รวมถึงผู้ที่มี ส่วนเกี่ยวข้องทุกท่านที่ให้ความร่วมมือ ช่วยเหลือ และ สนับสนุนการดำเนินงานวิจัยครั้งนี้จนประสบความสำเร็จ

เอกสารอ้างอิง

- กรมการแพทย์. (2563). แนวทางการป้องกันและดูแล รักษาแผลกดทับ. กรุงเทพฯ: กรมการแพทย์ กระทรวงสาธารณสุข.
- กรมอนามัย. (2564). คู่มือการดูแลผู้สูงอายุและผู้ป่วยติดเตียงในชุมชน. กรุงเทพฯ: กรมอนามัย กระทรวง สาธารณสุข.
- ศรีสุตา วงศ์ประเสริฐ. (2562). การป้องกันแผลกดทับใน ผู้ป่วยติดเตียง. วารสารพยาบาลศาสตร์, 37(1), 45–58.
- สมาคมพยาบาลแห่งประเทศไทย. (2564). แนวปฏิบัติการ พยาบาลเพื่อป้องกันแผลกดทับ. กรุงเทพฯ: สมาคมพยาบาลแห่งประเทศไทย.
- สมาคมพยาบาลแผล ออสโตมี และควบคุมการขับถ่าย. (2565). แนวปฏิบัติการป้องกันและการดูแล แผลกดทับ. กรุงเทพฯ: สมาคมพยาบาลแผล ออสโตมี และควบคุมการขับถ่าย.
- สถาบันเวชศาสตร์ผู้สูงอายุ. (2563). คู่มือการดูแลผู้สูงอายุ และผู้ป่วยระยะยาว. นนทบุรี: กรมการแพทย์ กระทรวงสาธารณสุข.