

การประเมินประสิทธิภาพและความพึงพอใจต่อการใช้งานเครื่องช่วยพยุงเดินและยกผู้ป่วย กึ่งอัตโนมัติแบบทูอินวันสำหรับงานกายภาพบำบัด

EFFICIENCY AND USER SATISFACTION EVALUATION OF A SEMI-AUTOMATED 2-IN-1 WALKING AND LIFTING ASSIST DEVICE FOR PHYSICAL THERAPY

อภิพงศ์ ชื่นประกอบเกิด¹, ฉัตรชัย แก้วดี^{2*}, วีรพล ปานศรีนวล², วีระยุทธ สุตสมบุญ²

Apipong Chinprakopkerd¹, Chatchai Kaewdee^{2*}, Weeraphol Pansrinual², Weerayute Sudsomboon²

¹ แผนกวิชาช่างกลโรงงาน วิทยาลัยเทคนิคสิชล นครศรีธรรมราช

² สาขาวิชาวิศวกรรมเทคโนโลยีอุตสาหกรรม คณะเทคโนโลยีอุตสาหกรรม มหาวิทยาลัยราชภัฏนครศรีธรรมราช

¹ Department of Machine Shop, Sichon Technical College, Nakhon Si Thammarat

² Department of Industrial Technology Innovation, Faculty of Industrial Technology, Nakhon Si Thammarat Rajabhat University

* ผู้ประสานงานเผยแพร่ (Corresponding Author), E-mail: chatchai_kae.nstru.ac.th

วันที่รับบทความ: 21 มีนาคม 2569; วันที่ทบทวนบทความ: 8 เมษายน 2569; วันที่ตอบรับบทความ: 11 เมษายน 2569;

วันที่เผยแพร่ออนไลน์: 29 เมษายน 2569

บทคัดย่อ: งานวิจัยนี้มีวัตถุประสงค์เพื่อ 1) ประเมินประสิทธิภาพเชิงเวลาและภารกิจ (Task performance & Efficiency) ของเครื่องช่วยพยุงเดินและยกผู้ป่วยกึ่งอัตโนมัติแบบทูอินวันในการเคลื่อนย้ายและพยุงเดินสำหรับงานกายภาพบำบัด 2) ศึกษาความพึงพอใจของผู้ใช้งานทั่วไปและนักกายภาพบำบัดที่มีต่อการใช้งานเครื่องช่วยพยุงเดินและยกผู้ป่วยกึ่งอัตโนมัติแบบทูอินวัน กลุ่มตัวอย่างที่ใช้ในการศึกษานี้ ได้แก่ ผู้ใช้งานทั่วไปและนักกายภาพบำบัด จำนวน 10 คน ซึ่งได้มาจากการสุ่มตัวอย่างแบบง่าย (Simple random sampling) เครื่องมือที่ใช้ในการเก็บรวบรวมข้อมูลคือแบบบันทึกผลการทดสอบประสิทธิภาพเชิงเวลาและภารกิจ และแบบสอบถามความพึงพอใจ สถิติที่ใช้ในการวิเคราะห์ข้อมูล ได้แก่ ค่าความถี่ ร้อยละ ค่าเฉลี่ย ($\bar{X}$) และส่วนเบี่ยงเบนมาตรฐาน (S.D.) ผลการวิจัยพบว่า 1) ด้านการประเมินประสิทธิภาพเชิงภารกิจ เครื่องช่วยพยุงเดินและยกผู้ป่วยกึ่งอัตโนมัติสามารถช่วยลดภาระด้านบุคลากรลงได้ร้อยละ 50 โดยใช้ผู้ดูแลเพียง 1 คน ในการปฏิบัติงานเมื่อเทียบกับวิธีปกติที่ใช้ 2 คน ในขณะที่กลุ่มตัวอย่างสามารถปฏิบัติภารกิจลุล่วงในสถานการณ์จำลองได้ตามภารกิจที่ออกแบบไว้ โดยใช้เวลาลากตัวผู้ป่วยจำลองเฉลี่ย 46.45 วินาที และเวลาในการจัดทำพยุงเดินเฉลี่ย 53.50 วินาที 2) ผลการประเมินความพึงพอใจที่มีต่อเครื่องช่วยพยุงเดินและยกผู้ป่วยกึ่งอัตโนมัติสำหรับงานกายภาพบำบัด พบว่า ในภาพรวมมีความพึงพอใจอยู่ในระดับมาก ($\bar{X}$ = 4.48, S.D. = 0.17) เมื่อพิจารณาเป็นรายด้าน พบว่า ด้านการออกแบบมีความพึงพอใจเฉลี่ยสูงสุดอยู่ในระดับมากที่สุด ($\bar{X}$ = 4.57, S.D. = 0.31) รองลงมาคือ ด้านโครงสร้างมีความพึงพอใจอยู่ในระดับมาก ($\bar{X}$ = 4.44, S.D. = 0.29) และด้านการใช้งานมีความพึงพอใจอยู่ในระดับมาก ($\bar{X}$ = 4.44, S.D. = 0.26) ตามลำดับ จากการวิจัยจึงสรุปได้ว่าเครื่องช่วยพยุงเดินและยกผู้ป่วยกึ่งอัตโนมัติแบบทูอินวันมีความเหมาะสมทั้งในด้านโครงสร้าง การออกแบบ และการใช้งานสามารถนำไปใช้เป็นอุปกรณ์ทางเลือกเพื่อสนับสนุนการปฏิบัติงานของนักกายภาพบำบัดและเพิ่มความสะดวกในการดูแลผู้ป่วยได้อย่างมีประสิทธิภาพ

คำสำคัญ: เครื่องช่วยพยุงเดินกึ่งอัตโนมัติ, การยกผู้ป่วย, กายภาพบำบัด

Abstract This research aimed to 1) evaluate the task performance and efficiency of a semi-automated 2-in-1 walking and lifting assist device for patient transfer and walking assistance in physical therapy, and 2) study the satisfaction of general users and physical therapists with the semi-automated 2-in-1 device. The sample group for this study consisted of 10 participants, including general users and physical therapists, selected through simple random sampling. The research instruments included task performance record forms and a satisfaction questionnaire. Data were analyzed using frequency, percentage, mean ($\bar{X}$) and standard deviation (S.D.). The results revealed that: 1) In terms of task performance evaluation, the semi-automated device decreased the personnel workload by 50%, requiring only one caregiver compared to the conventional two-person method. Meanwhile, the participants were able to successfully accomplish the tasks within the simulated scenario as designed, recording an average simulated patient lifting time of 46.45 seconds and an average walking posture preparation time of 53.50 seconds. 2) Regarding the satisfaction with the semi-automated walking and lifting assist device for physical therapy, the overall satisfaction was at a high level ($\bar{X} = 4.48$, S.D. = 0.17). When considering specific aspects, design received the highest satisfaction at the highest level ($\bar{X} = 4.57$, S.D. = 0.31), followed by structure ($\bar{X} = 4.44$, S.D. = 0.29) and usability ($\bar{X} = 4.44$, S.D. = 0.26), both at a high level. In conclusion, the developed semi-automated 2-in-1 walking and lifting assist device is highly suitable in terms of structure, design, and usability. It can effectively serve as an alternative device to support physical therapy operations and enhance convenience in patient care.

Key words: Semi-automated walking assist device, Patient lifting, Physical therapy

1. บทนำ

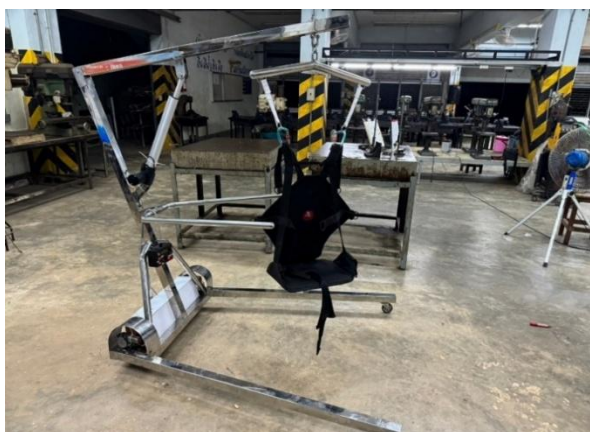
ประเทศไทยในปัจจุบันกำลังเผชิญกับการเปลี่ยนแปลงเชิงโครงสร้างของประชากรที่ก้าวเข้าสู่ภาวะสังคมสูงวัยอย่างเต็มรูปแบบ ส่งผลให้สถิติของผู้ป่วยที่มีความบกพร่องทางการเคลื่อนไหวเพิ่มสูงขึ้นอย่างต่อเนื่อง โดยเฉพาะกลุ่มผู้ป่วยที่ได้รับผลกระทบจากภาวะหลอดเลือดสมอง ภาวะอัมพฤกษ์ และอัมพาต ซึ่งข้อจำกัดทางกายภาพเหล่านี้ส่งผลให้ผู้ป่วยไม่สามารถปฏิบัติกิจวัตรประจำวันได้ตามปกติ และมีความจำเป็นอย่างยิ่งที่ต้องเข้ารับการฟื้นฟูสมรรถภาพอย่างสม่ำเสมอเพื่อป้องกันภาวะแทรกซ้อนจากการนอนติดเตียงในระยะยาว [1], [2] กระบวนการทางกายภาพบำบัดเพื่อฟื้นฟูความสามารถในการก้าวเดินและการทรงตัวถือเป็นองค์ประกอบสำคัญที่จะช่วยให้ผู้ป่วยกลับมาใช้ชีวิตประจำวันได้ใกล้เคียงกับสภาวะปกติมากที่สุด [3], [8] อย่างไรก็ตาม การดำเนินงานในขั้นตอนการเคลื่อนย้ายผู้ป่วย

ออกจากเตียงและการฝึกเดินในแต่ละครั้งเป็นภารกิจที่ต้องอาศัยแรงกายภาพจากนักกายภาพบำบัดหรือผู้ดูแลอย่างน้อย 1 ถึง 2 คน ซึ่งการแบกรับน้ำหนักตัวของผู้ป่วยที่ทั้งตัวลงทั้งหมดในระหว่างการปฏิบัติงานอย่างต่อเนื่อง ก่อให้เกิดความเสี่ยงสูงต่อการเกิดกลุ่มอาการความผิดปกติทางระบบกระดูกและกล้ามเนื้อ จากการทำงาน (Work-Related Musculoskeletal Disorders: WMSDs) โดยเฉพาะอาการบาดเจ็บรุนแรงบริเวณหลังส่วนล่างซึ่งเป็นปัญหาเรื้อรังที่พบได้บ่อยในกลุ่มผู้ปฏิบัติงานที่ต้องยกและเคลื่อนย้ายผู้ป่วยด้วยร่างกาย [4], [5], [9]

นอกจากนี้ข้อจำกัดของอุปกรณ์สนับสนุนการกายภาพบำบัดและเครื่องยกตัวที่มีอยู่ในปัจจุบันส่วนใหญ่มักมีลักษณะการทำงานแบบหน้าที่เดียว (Single function) เช่น เครื่องยกตัวผู้ป่วยหรืออุปกรณ์ช่วยพยุงเดินแบบทั่วไป ซึ่งส่งผลต่อความคล่องตัวในพื้นที่จำกัด สิ้นเปลืองพื้นที่ในการจัดเก็บ และ

มักมีต้นทุนในการจัดซื้อที่สูง [7], [8] ทำให้สถานพยาบาลระดับท้องถิ่นหรือผู้ป่วยที่ต้องการพักฟื้นภายในที่พักอาศัยไม่สามารถเข้าถึงเทคโนโลยีเหล่านี้ได้อย่างทั่วถึง

จากสภาพปัญหาและข้อจำกัดที่เกิดขึ้น ผู้วิจัยจึงมีแนวคิดในการนำองค์ความรู้ทางวิศวกรรมมาประยุกต์ใช้เพื่อประเมินประสิทธิภาพของเครื่องช่วยพยุงเดินและยกผู้ป่วยกึ่งอัตโนมัติสำหรับงานกายภาพบำบัด (Semi-automated walking and lifting assist device) ที่มีการทำงานในรูปแบบทูอินวัน (2 in 1) โดยสามารถปฏิบัติภารกิจได้ทั้งการยกเคลื่อนย้ายผู้ป่วยออกจากเตียงและการเป็นอุปกรณ์สนับสนุนการฝึกพยุงเดินในเครื่องเดียว ซึ่งนวัตกรรมนี้มุ่งเน้นการลดภาระงานเชิงกลศาสตร์และลดความเสี่ยงต่อการบาดเจ็บของผู้ปฏิบัติงาน ควบคู่ไปกับการเพิ่มระดับความปลอดภัยและสร้างความเชื่อมั่นให้แก่ผู้ป่วยในระหว่างขั้นตอนการทำกายภาพบำบัด [6], [9] ทั้งนี้ การวิจัยครั้งนี้มุ่งเน้นที่การศึกษาและประเมินประสิทธิภาพเชิงภารกิจร่วมกับระดับความพึงพอใจของผู้ใช้งานและนักกายภาพบำบัด เพื่อใช้เป็นข้อมูลเชิงประจักษ์ในการยืนยันสมรรถนะของอุปกรณ์และเตรียมความพร้อมสำหรับการนำไปใช้ประโยชน์ในเชิงสาธารณสุขให้มีคุณภาพสูงสุด โดยลักษณะทางกายภาพของนวัตกรรมต้นแบบปรากฏดังภาพที่ 1



ภาพที่ 1 เครื่องช่วยพยุงเดิน และยกผู้ป่วยกึ่งอัตโนมัติ

2. วัตถุประสงค์การวิจัย

2.1 เพื่อประเมินประสิทธิภาพเชิงเวลาและภารกิจ (Task performance & efficiency) ของเครื่องช่วยพยุงเดินและยกผู้ป่วยกึ่งอัตโนมัติแบบทูอินวันในการเคลื่อนย้ายและพยุงเดินสำหรับงานกายภาพบำบัด

2.2 เพื่อศึกษาความพึงพอใจของผู้ใช้งานทั่วไปและนักกายภาพบำบัดที่มีต่อการใช้งานเครื่องช่วยพยุงเดินและยกผู้ป่วยกึ่งอัตโนมัติแบบทูอินวัน

3. วิธีดำเนินการวิจัย

การศึกษานี้ครั้งนี้มุ่งเน้นกระบวนการวิจัยเชิงประเมินผล (Evaluation Research) เพื่อตรวจสอบสมรรถนะและความปลอดภัยของนวัตกรรมต้นแบบที่ผ่านการออกแบบและสร้างขึ้นตามมาตรฐานทางวิศวกรรม โดยมีระเบียบวิธีวิจัยที่ครอบคลุมตั้งแต่การกำหนดคุณลักษณะทางเทคนิคไปจนถึงการทดสอบสมรรถนะเชิงประจักษ์กับกลุ่มตัวอย่าง ดังมีรายละเอียดขั้นตอนการดำเนินงานตามลำดับต่อไปนี้

3.1 คุณลักษณะทางเทคนิคและการเตรียมต้นแบบเครื่องช่วยพยุงเดินกึ่งอัตโนมัติ 2 in 1 ในการศึกษาประสิทธิภาพ ผู้วิจัยได้ดำเนินการเตรียมเครื่องต้นแบบที่มีกระบวนการสร้างนวัตกรรมโดยประยุกต์ใช้องค์ความรู้ทางด้านวิศวกรรมเครื่องกลและการเชื่อมประกอบอุตสาหกรรม เพื่อให้มั่นใจในความเสถียรของโครงสร้างก่อนนำไปทดสอบเชิงประเมินผล ซึ่งประกอบด้วยขั้นตอนทางเทคนิคดังนี้

3.1.1 การวิเคราะห์เชิงออกแบบ (Technical design analysis) ผู้วิจัยได้กำหนดโครงสร้างเชิงวิศวกรรมในรูปแบบ 3 มิติ โดยคำนึงถึงหลักการยศาสตร์ (Ergonomics) และสรีรวิทยาการเคลื่อนไหว เพื่อให้มิติตัวเครื่องสอดคล้องกับระยะก้าวเดินและตำแหน่งการพยุงของผู้ป่วยรวมถึงตำแหน่งการควบคุมของผู้ดูแล นอกจากนี้ยังมีการคำนวณและกำหนดจุดศูนย์กลาง (Center of gravity) เพื่อป้องกันภาวะวิกฤตจากการพลิกคว่ำขณะตัวเครื่องรองรับน้ำหนักสูงสุดในระหว่างการเคลื่อนย้ายผู้ป่วยออกจากเตียง [6], [7]

3.1.2 การสร้างและประกอบโครงสร้าง (Engineering construction) ได้ดำเนินการคัดเลือกวัสดุ เหล็กกล้าไร้สนิม (Stainless steel) เป็นโครงสร้างหลัก เพื่อคุณสมบัติด้านความทนทานต่อการกัดกร่อนและสามารถรองรับแรงกดทับเชิงกลศาสตร์ได้ในระดับสูง กระบวนการประกอบใช้เทคนิคการเชื่อมทั้งสแตนเลสอาร์กแก๊ส (TIG welding) เพื่อให้รอยต่อมีความแข็งแรงสูงสุดในระดับมาตรฐานวิศวกรรมอุตสาหกรรม ป้องกันความเสี่ยงจากการแตกร้าวบริเวณจุดรับน้ำหนักวิกฤต (Critical load points) พร้อมติดตั้งระบบรอกส่งกำลังและมอเตอร์ไฟฟ้าสำหรับขับเคลื่อนฟังก์ชันการยกตัวกึ่งอัตโนมัติ ดังภาพที่ 2 [4], [9]



ภาพที่ 2 การสร้างและประกอบโครงสร้างเครื่องช่วยพยุงเดิน และยกผู้ป่วยกึ่งอัตโนมัติ

3.1.3 การทดสอบสมรรถนะเชิงโครงสร้างเบื้องต้น (Preliminary performance testing) ก่อนการทดสอบกับกลุ่มตัวอย่าง ผู้วิจัยได้ดำเนินการทดสอบการรับน้ำหนักจำลอง (Load test) ทั้งในแนวแกนตั้งและแนวแกนนอนที่พิคัด 120 กิโลกรัม เพื่อตรวจสอบหาค่าการเสียรูป (Deformation) และความล้าของวัสดุ เพื่อยืนยันว่าโครงสร้างมีความมั่นคงและปลอดภัยเพียงพอสำหรับการนำไปทดสอบการใช้งานจริงกับมนุษย์ ดังแสดงรายละเอียดลักษณะทางกายภาพของเครื่องช่วยพยุงเดินและยกผู้ป่วยกึ่งอัตโนมัติในภาพที่ 3 และ 4 [4], [5]



ภาพที่ 3 การทดสอบสมรรถนะเชิงโครงสร้างเบื้องต้น เครื่องช่วยพยุงเดิน และยกผู้ป่วยกึ่งอัตโนมัติ



ภาพที่ 4 การทดสอบสมรรถนะการใช้งานจริงของเครื่องช่วยพยุงเดิน และยกผู้ป่วยกึ่งอัตโนมัติ

3.2 ประชากรและกลุ่มตัวอย่าง กลุ่มเป้าหมายที่ใช้ในการศึกษาเพื่อประเมินประสิทธิภาพเชิงภารกิจและระดับความพึงพอใจในครั้งนี้ คือกลุ่มบุคลากรที่มีส่วนเกี่ยวข้องกับ

กระบวนการฟื้นฟูสมรรถภาพผู้ป่วย ซึ่งประกอบด้วยผู้ใช้งานทั่วไปและนักกายภาพบำบัดวิชาชีพ จำนวน 10 คน โดยดำเนินการคัดเลือกผ่านวิธีการสุ่มตัวอย่างแบบง่าย (Simple random sampling) ทั้งนี้ผู้วิจัยได้กำหนดเกณฑ์การคัดเข้า (Inclusion criteria) ที่สำคัญคือต้องเป็นผู้ปฏิบัติงานที่มีความรู้ความเข้าใจในกระบวนการดูแลผู้ป่วยเบื้องต้น หรือเป็นผู้ที่มีประสบการณ์ด้านกายภาพบำบัด เพื่อให้ผลการประเมินมีความเที่ยงตรงและสะท้อนสมรรถนะการใช้งานในสถานการณ์จริงได้อย่างมีนัยสำคัญ [2], [4]

3.3 การประเมินประสิทธิภาพเชิงเวลาและภารกิจ
ในการประเมินสมรรถนะเชิงลึกของนวัตกรรมต้นแบบ ผู้วิจัยได้กำหนดระเบียบวิธีทดสอบตามสถานการณ์จำลอง (Scenario-based testing) เพื่อวิเคราะห์ขีดความสามารถของเครื่องในสภาวะการใช้งานที่ใกล้เคียงกับสถานการณ์จริง โดยกลุ่มตัวอย่างทั้ง 10 คน ปฏิบัติภารกิจร่วมกับหุ่นจำลองน้ำหนัก 80 กิโลกรัม ซึ่งเป็นน้ำหนักมาตรฐานโดยเฉลี่ยของผู้ป่วยในวัยผู้ใหญ่ เพื่อทดสอบความเสถียรเชิงกลไกและการรองรับภาระงานผ่าน 2 ภารกิจหลัก ดังนี้ [3], [6]

3.3.1 ภารกิจการยกเคลื่อนย้าย (Lifting task)
เป็นการประเมินขีดความสามารถของระบบรอกและมอเตอร์ไฟฟ้ากึ่งอัตโนมัติในการพยุงตัวผู้ป่วยจำลองจากท่านอนบนเตียงขึ้นสู่ท่าเตรียมพร้อมสำหรับการก้าวเดิน

3.3.2 ภารกิจการสนับสนุนการเดิน เป็นการประเมินประสิทธิภาพความต่อเนื่องในการพยุงและรักษาความสมดุลในระหว่างการก้าวเดินต่อเนื่องในระยะทาง 10 เมตร

โดยผู้วิจัยทำการจัดเก็บข้อมูลเชิงประจักษ์ (Objective data) ผ่านตัวชี้วัดประสิทธิภาพ 3 มิติ เพื่อนำมาวิเคราะห์เปรียบเทียบเชิงสมรรถนะ ได้แก่ ระยะเวลาในการปฏิบัติภารกิจ (Time on Task) ความสำเร็จลู่ของภารกิจ โดยปราศจากข้อผิดพลาด (Task completion) และจำนวนบุคลากรที่จำเป็นต้องใช้ในการกิจ (Manpower requirement) เพื่อประเมินศักยภาพในการลดภาระงานเชิงมนุษย์เมื่อเทียบกับการดูแลด้วยวิธีปกติ [1], [5], [9]

3.4 เครื่องมือที่ใช้ในการวิจัยและตรวจสอบคุณภาพ
เครื่องมือที่พัฒนาขึ้นเพื่อใช้ในการรวบรวมข้อมูลสำหรับการวิจัยเชิงประเมินผลในครั้งนี้ ประกอบด้วย 2 ส่วนหลัก ดังนี้

3.4.1 แบบบันทึกผลการทดสอบประสิทธิภาพเชิงเวลาและภารกิจ เป็นเครื่องมือที่ผู้วิจัยพัฒนาขึ้นเพื่อจัดเก็บข้อมูลจากการทดสอบใช้งานจริงในสถานการณ์จำลอง (Scenario-based testing) ประกอบด้วย มาตรฐานวัดเชิงปริมาณด้านเวลา (Time on task) โดยใช้นาฬิกาจับเวลามาตรฐานที่มีหน่วยเป็นวินาทีการตรวจสอบความสำเร็จของภารกิจ (Task completion) โดยพิจารณาจากความปลอดภัยและความต่อเนื่องของกลไกขณะปฏิบัติงาน และการประเมินการลดภาระงาน (Manpower requirement) โดยบันทึกจำนวนผู้ดูแลที่จำเป็นต้องใช้ในการควบคุมเครื่องเทียบกับการปฏิบัติงานด้วยร่างกายแบบดั้งเดิม เพื่อวิเคราะห์ขีดความสามารถของนวัตกรรมในการลดความเสี่ยงต่อการบาดเจ็บทางระบบกระดูกและกล้ามเนื้อของผู้ดูแล [4], [5], [9]

3.4.2 แบบสอบถามความพึงพอใจต่อการใช้งานเครื่องช่วยพยุงเดินและยกผู้ป่วยกึ่งอัตโนมัติแบบทูอินวัน เป็นเครื่องมือวัดเจตคติที่แบ่งเนื้อหาการประเมินออกเป็น 3 ส่วน ได้แก่ ส่วนที่ 1 ปัจจัยด้านคุณลักษณะส่วนบุคคลของผู้ตอบแบบสอบถาม (เพศ อายุ และประเภทผู้ใช้งาน) ส่วนที่ 2 การประเมินความพึงพอใจเชิงลึกในมิติด้านโครงสร้างการออกแบบ และฟังก์ชันการใช้งาน โดยใช้มาตรวัดแบบประมาณค่า (Likert scale) 5 ระดับ เพื่อประเมินความสอดคล้องระหว่างการออกแบบเชิงการศาสตร์และสมรรถนะการใช้งานจริง และส่วนที่ 3 ข้อเสนอแนะปลายเปิดเพื่อรวบรวมความคิดเห็นสำหรับการพัฒนาต่อยอดนวัตกรรมในอนาคต [3], [6], [7]

สำหรับการตรวจสอบคุณภาพเครื่องมือ ผู้วิจัยได้ดำเนินการสร้างความเชื่อมั่นเชิงวิชาการด้วยการหาค่าความเที่ยงตรงเชิงเนื้อหา (Content validity) โดยให้ผู้ทรงคุณวุฒิจำนวน 3 ท่าน พิจารณาคำดัชนีความสอดคล้อง (IOC) ซึ่งผลการตรวจสอบปรากฏค่าระหว่าง 0.67 ถึง 1.00 และทำการทดสอบหาค่าความเชื่อมั่น (Reliability) ของแบบสอบถามด้วยวิธีหาค่าสัมประสิทธิ์แอลฟาของครอนบาค (Cronbach's

Alpha) จนได้ค่าความเชื่อมั่นทั้งฉบับไม่ต่ำกว่า 0.80 จึงนำไปใช้ในการเก็บรวบรวมข้อมูลจริงเพื่อให้ผลการประเมินมีความน่าเชื่อถือและเป็นไปตามหลักสถิติวิจัย

3.5 การเก็บรวบรวมข้อมูล ผู้วิจัยดำเนินการเก็บรวบรวมข้อมูลกับกลุ่มตัวอย่างจำนวน 10 คน ซึ่งประกอบด้วยผู้ใช้งานทั่วไปและนักกายภาพบำบัดวิชาชีพ โดยกำหนดขั้นตอนการปฏิบัติที่เป็นมาตรฐานเดียวกันเพื่อให้ผลการประเมินมีความเที่ยงตรงและน่าเชื่อถือ ดังนี้

3.5.1 ขั้นเตรียมการและปฐมนิเทศ ผู้วิจัยทำการประสานงานกับกลุ่มตัวอย่างเพื่อชี้แจงวัตถุประสงค์และขอบเขตของการวิจัยเชิงประเมินผล พร้อมทั้งสาธิตระบบการทำงานเชิงวิศวกรรมของเครื่องช่วยพยุงเดินกึ่งอัตโนมัติ โดยมุ่งเน้นความเข้าใจในระบบขับเคลื่อนรอกและมอเตอร์ไฟฟ้า รวมถึงกลไกการบังคับทิศทางในพื้นที่จำกัด ตลอดจนการยึดตามมาตรการความปลอดภัยเชิงเทคนิคเพื่อป้องกันความเสี่ยงที่อาจเกิดขึ้นในระหว่างการทดสอบสมรรถนะ ซึ่งถือเป็นหัวใจสำคัญของการจัดการความปลอดภัยในการเคลื่อนย้ายและบริหารผู้ป่วย [5]

3.5.2 ผู้วิจัยกำหนดสถานการณ์จำลอง เพื่อให้กลุ่มตัวอย่างแต่ละคนทดลองปฏิบัติงานร่วมกับหุ่นจำลองน้ำหนัก 80 กิโลกรัม ผ่าน 2 ภารกิจหลัก คือ การยกเคลื่อนย้ายตัวออกจากเตียงและการควบคุมการพยุงเดินในระยะทาง 10 เมตร ในระหว่างกระบวนการนี้ ผู้วิจัยทำหน้าที่เป็นผู้สังเกตการณ์เชิงระบบเพื่อจับเวลาการปฏิบัติงาน บันทึกความสำเร็จของภารกิจ และจำนวนบุคลากรที่จำเป็นต้องใช้ เพื่อประเมินขีดความสามารถในการลดภาระทางกลศาสตร์และความเสี่ยงต่อการเกิดกลุ่มอาการบาดเจ็บทางระบบกระดูกและกล้ามเนื้อของผู้ดูแล ซึ่งสอดคล้องกับระเบียบวิธีวิจัยในการประเมินประสิทธิภาพอุปกรณ์เคลื่อนย้ายและเครื่องพยุงเดินเพื่อลดความเสี่ยงจากการปวดหลังของบุคลากร [3], [4], [6], [9]

3.5.3 ขั้นประเมินความพึงพอใจและทัศนคติ ภายหลังจากการทดลองใช้งานเครื่องช่วยพยุงเดินกึ่งอัตโนมัติครบถ้วนตามฟังก์ชันที่กำหนด ผู้วิจัยดำเนินการแจกแบบสอบถามความพึงพอใจให้แก่กลุ่มตัวอย่าง

เพื่อประเมินสมรรถนะของนวัตกรรมในมิติด้านโครงสร้างการออกแบบ และความสะดวกในการใช้งานเชิงคลินิก พร้อมทั้งเปิดโอกาสให้กลุ่มตัวอย่างเสนอข้อคิดเห็นเชิงวิพากษ์สำหรับการปรับปรุงคุณสมบัติของเครื่องช่วยเดินให้มีความสมบูรณ์ยิ่งขึ้น โดยพิจารณาเปรียบเทียบกับเกณฑ์ความพึงพอใจในงานวิจัยเชิงทบทวนอย่างเป็นระบบด้านเทคโนโลยีหุ่นยนต์ช่วยเดิน [2]

3.5.4 ขั้นรวบรวมและตรวจสอบความสมบูรณ์ของข้อมูล ผู้วิจัยดำเนินการรวบรวมแบบบันทึกผลการทดสอบประสิทธิภาพและแบบสอบถามความพึงพอใจทั้งหมดจำนวนอย่างละ 10 ชุด เพื่อตรวจสอบความถูกต้องและความครบถ้วนของข้อมูล (Data Integrity) ก่อนจะนำข้อมูลเชิงปริมาณทั้งหมดไปลงรหัสเพื่อวิเคราะห์ผลทางสถิติตามระเบียบวิธีวิจัยที่กำหนดไว้

3.6 การวิเคราะห์ข้อมูล ภายหลังเสร็จสิ้นกระบวนการเก็บรวบรวมข้อมูลเชิงประจักษ์และข้อมูลทางทัศนคติ ผู้วิจัยดำเนินการตรวจสอบความสมบูรณ์ของชุดข้อมูล (Data cleaning) และนำข้อมูลเข้าสู่กระบวนการประมวลผลด้วยโปรแกรมสำเร็จรูปทางสถิติ โดยกำหนดแนวทางการวิเคราะห์ข้อมูลออกเป็น 3 ส่วนหลักเพื่อให้สอดคล้องกับวัตถุประสงค์ของการวิจัยเชิงประเมินผลและครอบคลุมมิติด้านวิศวกรรมการแพทย์ ดังนี้ [3], [6]

3.6.1 การวิเคราะห์ข้อมูลสถานภาพทั่วไปของกลุ่มตัวอย่าง เป็นการวิเคราะห์ลักษณะทางประชากรศาสตร์และบริบทของกลุ่มตัวอย่างที่ร่วมการทดสอบ ประกอบด้วย เพศ อายุ และประเภทของผู้ใช้งาน (นักกายภาพบำบัดวิชาชีพและผู้ดูแลทั่วไป) โดยใช้สถิติเชิงพรรณนา (Descriptive statistics) ในการแจกแจงความถี่ (Frequency) และค่าร้อยละ (Percentage) เพื่ออธิบายลักษณะพื้นฐานของกลุ่มตัวอย่างที่ให้ข้อมูลและใช้เป็นฐานในการอภิปรายผลการวิจัยในเชิงคลินิก [2], [4]

3.6.2 การวิเคราะห์ข้อมูลด้านประสิทธิภาพ เชิงเวลาและภารกิจ (Task performance and efficiency analysis) ผู้วิจัยนำข้อมูลเชิงประจักษ์ (Objective data) ที่จัดเก็บจากการทดสอบในสถานการณ์จำลองมาวิเคราะห์

เชิงเปรียบเทียบเพื่อยืนยันสมรรถนะของนวัตกรรม
กึ่งอัตโนมัติ ประกอบด้วย

1) ระยะเวลาที่ใช้ในการปฏิบัติการกิจ
(Time on task) ดำเนินการวิเคราะห์โดยการหาค่าเฉลี่ย ($\bar{X}$)
ของระยะเวลาที่กลุ่มตัวอย่างทั้ง 10 คน ใช้ในการปฏิบัติ
ภารกิจยกตัวผู้ป่วยออกจากเตียงและการจัดท่าทางเพื่อพยุง
เดินต่อเนื่องในระยะทาง 10 เมตร เพื่อประเมินความรวดเร็ว
และความคล่องตัวเชิงเทคนิคของระบบขับเคลื่อน [1], [5]

2) การลดภาระงานและบุคลากร
(Manpower reduction) วิเคราะห์ผลจากจำนวนผู้ช่วยที่ลดลง
ในแต่ละภารกิจเมื่อเทียบกับเกณฑ์มาตรฐานของการ
เคลื่อนย้ายผู้ป่วยด้วยแรงกายตามปกติ โดยนำมาคำนวณค่า
ร้อยละ (Percentage) ของประสิทธิภาพที่เพิ่มขึ้นเพื่อสะท้อน
ความสามารถของอุปกรณ์ในการลดความเสี่ยงจากการบาดเจ็บ
ทางระบบกระดูกและกล้ามเนื้อของผู้ดูแล [3], [6]

3) การวิเคราะห์ข้อมูลระดับความพึงพอใจ
และเจตคติของผู้ใช้งาน วิเคราะห์ข้อมูลจากแบบสอบถามชนิด
มาตราส่วนประมาณค่า (Likert scale) 5 ระดับ โดยใช้สถิติ
เชิงพรรณนาประกอบด้วยค่าเฉลี่ย ($\bar{X}$) เพื่อดูระดับการ
ยอมรับ และส่วนเบี่ยงเบนมาตรฐาน (S.D.) เพื่อประเมินความ
สอดคล้องของความคิดเห็นที่มีต่อโครงสร้าง การออกแบบ และ
ฟังก์ชันการใช้งานของเครื่องช่วยพยุงเดินกึ่งอัตโนมัติ [2], [4]
โดยมีเกณฑ์การแปลความหมายค่าเฉลี่ยเพื่อระบุระดับความ
เหมาะสมของนวัตกรรมตามช่วงคะแนน

ค่าเฉลี่ย 4.50 – 5.00 หมายถึง มีความ
พึงพอใจหรือมีความเหมาะสมในระดับ มากที่สุด

ตารางที่ 1 ผลการประเมินประสิทธิภาพเชิงเวลาและภารกิจ (Task Performance) ของกลุ่มตัวอย่าง (N = 10)

ลำดับ	ประเภทผู้ทดสอบ	ภารกิจที่ 1 การยกตัว จากเตียง (วินาที)	ภารกิจที่ 2 การพยุงเดิน 10 ม. (วินาที)	ความสำเร็จ ในภารกิจ	จำนวน ผู้ช่วย (คน)	หมายเหตุ/ข้อสังเกตเชิงคุณภาพที่ พบระหว่างทดสอบ
1	นักกายภาพบำบัด	35.50	42.20	สำเร็จ	1	ระบบรอกทำงานได้ราบรื่น ควบคุม ทิศทางได้ง่าย
2	นักกายภาพบำบัด	38.20	45.10	สำเร็จ	1	การจัดท่าทางผู้ป่วยเข้ากับสายพยุง ทำได้รวดเร็ว
3	นักกายภาพบำบัด	36.40	43.50	สำเร็จ	1	เครื่องมีความมั่นคง เสถียรภาพการ เคลื่อนที่เยี่ยม

ค่าเฉลี่ย 3.50 – 4.49 หมายถึง มีความ

พึงพอใจหรือมีความเหมาะสมในระดับ มาก

ค่าเฉลี่ย 2.50 – 3.49 หมายถึง มีความ

พึงพอใจหรือมีความเหมาะสมในระดับ ปานกลาง

ค่าเฉลี่ย 1.50 – 2.49 หมายถึง มีความ

พึงพอใจหรือมีความเหมาะสมในระดับ น้อย

ค่าเฉลี่ย 1.00 – 1.49 หมายถึง

มีความพึงพอใจหรือมีความเหมาะสมในระดับ น้อยที่สุด

สำหรับการวิเคราะห์ข้อมูลในส่วนของความ
คิดเห็นเพิ่มเติมซึ่งเป็นคำถามปลายเปิด ผู้วิจัยใช้วิธีการ
วิเคราะห์เชิงเนื้อหา (Content analysis) เพื่อรวบรวมประเด็น
และข้อเสนอแนะเชิงลึกสำหรับนำไปปรับปรุงสมรรถนะของ
เครื่องช่วยพยุงเดินและยกผู้ป่วยกึ่งอัตโนมัติให้มีความสมบูรณ์
ตามมาตรฐานทางสาธารณสุขสากลต่อไป [5]

4. ผลการศึกษาวิจัย

4.1 ผลการวิเคราะห์ประสิทธิภาพเชิงภารกิจและเวลา
ในการประเมินสมรรถนะเชิงประจักษ์ของเครื่องช่วยพยุงเดิน
และยกผู้ป่วยกึ่งอัตโนมัติแบบทูอินวัน ผู้วิจัยได้ดำเนินการ
จัดเก็บและรวบรวมข้อมูลผ่านแบบบันทึกผลการทดสอบ
ประสิทธิภาพเชิงเวลาและภารกิจ (Task Performance
Record Form) จากกลุ่มตัวอย่างจำนวน 10 คน โดยวิเคราะห์
ความสำเร็จเชิงหน้าที่และดัชนีชี้วัดประสิทธิภาพเชิงเวลา
ในการปฏิบัติการกิจหลักภายใต้สถานการณ์จำลอง ดังแสดง
รายละเอียดในตารางที่ 1

ลำดับ	ประเภทผู้ทดสอบ	ภารกิจที่ 1 การยกตัว จากเตียง (วินาที)	ภารกิจที่ 2 การพุงเดิน 10 ม. (วินาที)	ความสำเร็จ ในภารกิจ	จำนวน ผู้ช่วย (คน)	หมายเหตุ/ข้อสังเกตเชิงคุณภาพที่ พบระหว่างทดสอบ
4	ผู้ใช้งานทั่วไป	48.30	55.40	สำเร็จ	1	ใช้เวลาเล็กน้อยในการทำความเข้าใจ จุดปรับระดับ
5	ผู้ใช้งานทั่วไป	52.10	58.20	สำเร็จ	1	รู้สึกต้องออกแรงขึ้นในช่วงออก ตัวเล็กน้อย
6	ผู้ใช้งานทั่วไป	45.50	52.30	สำเร็จ	1	คำแนะนำเบื้องต้นช่วยให้ใช้งาน ระบบยกได้ง่ายขึ้น
7	ผู้ใช้งานทั่วไป	55.20	62.10	สำเร็จ	1	การเลี้ยวในมุมแคบผู้ใช้งานทั่วไปยัง กระะยะได้ช้า
8	ผู้ใช้งานทั่วไป	49.40	56.50	สำเร็จ	1	รู้สึกปลอดภัย มั่นใจว่าผู้ป่วยจะไม่ ล้ม
9	ผู้ใช้งานทั่วไป	50.30	59.40	สำเร็จ	1	ระบบมอเตอร์ยกตัวช่วยผ่อนแรงได้ ดีมาก
10	ผู้ใช้งานทั่วไป	53.60	60.30	สำเร็จ	1	ช่วงแรกเกร็ง แต่เมื่อคุ้นชินสามารถ พุงเดินได้ดี
ค่าเฉลี่ย ($\bar{X}$)		46.45	53.50	-	1 คน	-
ส่วนเบี่ยงเบนมาตรฐาน (S.D.)		7.26	7.34	-	-	-

จากข้อมูลเชิงประจักษ์ที่ปรากฏในตารางที่ 1 ผู้วิจัยสามารถวิเคราะห์และสรุปประเด็นสำคัญด้านประสิทธิภาพเชิงเวลาและภารกิจจากการใช้งานนวัตกรรมต้นแบบได้ดังนี้ (1) ประสิทธิภาพเชิงเวลา (Time efficiency) ในภารกิจที่ 1 ซึ่งเป็นขั้นตอนการยกตัวผู้ป่วยจำลองออกจากเตียงสู่ท่าพร้อมเดิน กลุ่มตัวอย่างใช้เวลาเฉลี่ยรวม 46.45 วินาที (S.D. = 7.26) โดยผลการวิเคราะห์พบความแตกต่างอย่างมีนัยสำคัญระหว่างประเภทผู้ใช้งาน กล่าวคือ กลุ่มนักกายภาพบำบัดสามารถปฏิบัติภารกิจได้รวดเร็วกว่าเนื่องจากมีความเชี่ยวชาญในด้านสรีรวิทยาและการจัดทำทางผู้ป่วยให้เข้ากับอุปกรณ์พุงตัว [2], [4] ในขณะที่ภารกิจที่ 2 ซึ่งเป็นการจัดทำและพุงเดินในระยะทาง 10 เมตร ใช้เวลาเฉลี่ยรวม 53.50 วินาที (S.D. = 7.34) ซึ่งเป็นระยะเวลาที่สอดคล้องกับมาตรฐานความปลอดภัยและไม่ก่อให้เกิดความเหนื่อยล้าสะสมต่อทั้งผู้ดูแลและผู้ป่วยในระหว่างกระบวนการฟื้นฟู [3] (2) อัตราความสำเร็จและการเพิ่มศักยภาพการบริหารจัดการบุคลากร (Success rate and manpower optimization)

ผลการทดสอบยืนยันว่ากลุ่มตัวอย่างทั้ง 10 คน สามารถปฏิบัติภารกิจได้ลุล่วงร้อยละ 100 โดยปราศจากอุบัติเหตุหรือข้อผิดพลาดเชิงโครงสร้าง ประเด็นที่สำคัญที่สุดคือความสามารถในการลดจำนวนผู้ดูแลเหลือเพียง 1 คน (Manpower = 1) ในทุกสถานการณ์จำลอง ซึ่งถือเป็นการยกระดับประสิทธิภาพเมื่อเทียบกับการเคลื่อนย้ายผู้ป่วยด้วยแรงกายแบบดั้งเดิมที่ต้องใช้บุคลากรอย่างน้อย 2 ถึง 3 คน ส่งผลให้สามารถลดภาระงานเชิงกลศาสตร์และลดความเสี่ยงต่อการบาดเจ็บทางระบบกระดูกและกล้ามเนื้อของผู้ปฏิบัติงานได้อย่างมีประสิทธิภาพ [4], [9] และ (3) ผลการสังเกตการณ์เชิงคุณภาพ (Qualitative observation) จากการศึกษาข้อมูลภาคสนามพบว่ากลุ่มนักกายภาพบำบัดให้การยอมรับในด้านเสถียรภาพของระบบรถและกล้ามเนื้อจำลองที่ช่วยผ่อนแรงกระทำได้อย่างชัดเจน ส่วนกลุ่มผู้ใช้งานทั่วไปสะท้อนทัศนคติในทิศทางเดียวกันว่าระบบมอเตอร์กึ่งอัตโนมัติช่วยลดความกังวลเรื่องอาการปวดหลังและสร้างความเชื่อมั่นในความปลอดภัยขณะพุงเดิน ซึ่งสอดคล้องกับ

วัตถุประสงค์ในการออกแบบอุปกรณ์ที่มุ่งเน้นการสนับสนุนทางกายภาพบำบัดระดับครัวเรือนและสถานพยาบาล [1], [5]

4.2 ผลการวิเคราะห์ระดับความพึงพอใจต่อการใช้งาน
ผู้วิจัยได้ดำเนินการรวบรวมและวิเคราะห์ข้อมูลจากแบบสอบถามความพึงพอใจที่มีต่อเครื่องช่วยพยุงเดินและยกผู้ป่วยกึ่งอัตโนมัติแบบทูอินวัน โดยกลุ่มตัวอย่างทั้ง 10 คนได้ร่วมประเมินสมรรถนะของนวัตกรรมภายหลังเสร็จสิ้นกระบวนการทดสอบใช้งานจริง ซึ่งผลการวิเคราะห์สามารถแบ่งออกเป็น 2 ส่วนหลัก ดังรายละเอียดต่อไปนี้

4.2.1 ผลการวิเคราะห์ข้อมูลทั่วไปของผู้ตอบแบบสอบถาม ผู้วิจัยได้ทำการรวบรวมข้อมูลเกี่ยวกับสถานะภาพทั่วไปจากผู้ตอบแบบสอบถาม จำนวน 10 คน ได้แก่ เพศ อายุ และ ประเภทผู้ใช้งาน ซึ่งแปลผลข้อมูลได้ดังนี้

ตารางที่ 1 จำนวนและร้อยละของสถานะภาพทั่วไปเกี่ยวกับเพศ

เพศ	จำนวน	ร้อยละ
เพศ		
- ชาย	7	70.00
- หญิง	3	30.00
รวม	10	100.00

จากข้อมูลที่ปรากฏในตารางที่ 1 พบว่ากลุ่มตัวอย่างส่วนใหญ่เป็นเพศชายจำนวน 7 คน คิดเป็นร้อยละ 70.00 และเป็นเพศหญิงจำนวน 3 คน คิดเป็นร้อยละ 30.00 โดยสัดส่วนดังกล่าวครอบคลุมลักษณะทางกายภาพของผู้ปฏิบัติงานในกลุ่มงานเทคโนโลยีอุตสาหกรรมและกายภาพบำบัด ซึ่งเป็นปัจจัยสำคัญในการประเมินแรงกดทับเชิงกลศาสตร์และการบังคับทิศทางของอุปกรณ์กึ่งอัตโนมัติ

ตารางที่ 2 จำนวนและร้อยละของสถานะภาพทั่วไปเกี่ยวกับอายุ

ช่วงอายุ	จำนวน	ร้อยละ
อายุ		
- 31-40 ปี	7	70.00
- 41-50 ปี	3	30.00
รวม	10	100.00

จากตารางที่ 2 แสดงให้เห็นว่า การกระจายตัวด้านอายุของกลุ่มตัวอย่างตามที่แสดงในตารางที่ 2 พบว่าส่วนใหญ่อยู่ในช่วงอายุ 31 ถึง 40 ปี จำนวน 7 คน คิดเป็นร้อยละ 70.00 และช่วงอายุ 41 ถึง 50 ปี จำนวน 3 คน คิดเป็นร้อยละ 30.00 ข้อมูลด้านอายุมีความสัมพันธ์โดยตรงกับประสบการณ์ในการดูแลผู้ป่วยและความคุ้นเคยในการประยุกต์ใช้เทคโนโลยีสมัยใหม่เพื่อสนับสนุนงานกายภาพบำบัด [3]

ตารางที่ 3 จำนวนและร้อยละของสถานะภาพทั่วไปเกี่ยวกับประเภทผู้ใช้งาน

ประเภทผู้ใช้งาน	จำนวน	ร้อยละ
ผู้ใช้งาน		
- นักกายภาพ	3	30.00
- ผู้ใช้งานทั่วไป	7	70.00
รวม	10	100.00

จากตารางที่ 3 แสดงให้เห็นว่า มิติด้านประเภทผู้ใช้งานซึ่งสอดคล้องกับวัตถุประสงค์การวิจัยตามที่แสดงในตารางที่ 3 พบว่ากลุ่มตัวอย่างประกอบด้วยผู้ใช้งานทั่วไปจำนวน 7 คน คิดเป็นร้อยละ 70.00 และนักกายภาพบำบัดวิชาชีพจำนวน 3 คน คิดเป็นร้อยละ 30.00 การกำหนดสัดส่วนเช่นนี้มุ่งหวังผลการประเมินที่ครอบคลุมทั้งในเชิงวิชาชีพทางการแพทย์เพื่อยืนยันประสิทธิภาพเชิงภารกิจและมิติด้านผู้ใช้งานทั่วไปเพื่อประเมินความสะดวกในการนำอุปกรณ์ไปใช้ภายในครัวเรือนหรือสถานพยาบาลระดับท้องถิ่นได้อย่างมีประสิทธิภาพ [2], [4]

4.2.2 ผลการวิเคราะห์ระดับความพึงพอใจของผู้ใช้งาน ผู้วิจัยดำเนินการวิเคราะห์ข้อมูลความพึงพอใจจากกลุ่มตัวอย่างจำนวน 10 คน ภายหลังจากทดสอบนวัตกรรมต้นแบบในสถานการณ์จำลอง โดยครอบคลุมดัชนีชี้วัด 3 มิติหลัก ได้แก่ ด้านโครงสร้าง ด้านการออกแบบ และด้านการใช้งาน เพื่อประเมินความเหมาะสมเชิงวิศวกรรมการแพทย์และทัศนคติของผู้ใช้งานที่มีต่อระบบกึ่งอัตโนมัติ [2], [4]

โดยมีผลการวิเคราะห์ปรากฏรายละเอียดดังตารางที่ 4 ถึง ตารางที่ 6

ตารางที่ 4 แสดงผลการวิเคราะห์ความคิดเห็นพึงพอใจด้าน โครงสร้าง

ประเด็นการพิจารณา	$\bar{X}$	S.D.	ระดับ ความคิดเห็น
1. ขนาดมีความเหมาะสม	4.50	0.50	มากที่สุด
2. อุปกรณ์ประกอบมีความ เหมาะสม	4.33	0.47	มาก
3. มีความแข็งแรง	4.50	0.50	มากที่สุด
รวม	4.44	0.29	มาก

จากผลการวิเคราะห์ในตารางที่ 4 พบว่าผู้ตอบแบบสอบถามมีความพึงพอใจต่อองค์ประกอบด้านโครงสร้างของเครื่องช่วยพยุงเดินและยกผู้ป่วยกึ่งอัตโนมัติในภาพรวมอยู่ในระดับมาก ($\bar{X} = 4.44$, S.D. = 0.29) เมื่อพิจารณาเป็นรายประเด็นพบว่าความพึงพอใจสูงสุดอยู่ในระดับมากที่สุดในด้านขนาดที่มีความเหมาะสม ($\bar{X} = 4.50$, S.D. = 0.50) และด้านความแข็งแรงเชิงโครงสร้าง ($\bar{X} = 4.50$, S.D. = 0.50) ซึ่งสะท้อนถึงประสิทธิภาพในการคัดเลือกวัสดุเหล็กกล้าไร้สนิมที่สามารถรองรับภาระทางกลศาสตร์ได้อย่างมีประสิทธิภาพสอดคล้องกับคุณลักษณะของอุปกรณ์ทางการแพทย์ที่ต้องมีความมั่นคงปลอดภัยสูงสุด [4], [5]

ตารางที่ 5 ผลการวิเคราะห์ระดับความพึงพอใจด้านการ ออกแบบ

ประเด็นการพิจารณา	$\bar{X}$	S.D.	ระดับ ความคิดเห็น
1. การทำงานมีความเหมาะสม	4.66	0.47	มากที่สุด
2. มีความสะดวกต่อการใช้งาน	4.50	0.50	มากที่สุด
3. การเลือกใช้วัสดุมีความเหมาะสม	4.56	0.50	มากที่สุด
รวม	4.57	0.31	มากที่สุด

จากตารางที่ 5 แสดงให้เห็นว่า ระดับความพึงพอใจในมิติด้านการออกแบบตามที่ปรากฏในตารางที่ 5 พบว่าในภาพรวมกลุ่มตัวอย่างมีความพึงพอใจอยู่ในระดับมากที่สุด ($\bar{X} = 4.57$, S.D. = 0.31) โดยประเด็นที่มีค่าเฉลี่ยสูงสุดคือ

ความเหมาะสมของการทำงานเชิงหน้าที่ ($\bar{X} = 4.66$, S.D. = 0.47) รองลงมาคือความเหมาะสมในการเลือกใช้วัสดุ ($\bar{X} = 4.56$, S.D. = 0.50) และความสะดวกในการใช้งานเชิงปฏิบัติการ ($\bar{X} = 4.50$, S.D. = 0.50) ตามลำดับ ผลลัพธ์นี้แสดงให้เห็นว่าการออกแบบที่คำนึงถึงหลักการยศาสตร์ (Ergonomics) สามารถตอบสนองต่อการใช้งานจริงของทั้งผู้ป่วยและนักกายภาพบำบัดได้อย่างมีประสิทธิภาพ [2]

ตารางที่ 6 ผลการวิเคราะห์ระดับความพึงพอใจด้านการใช้งาน

ประเด็นการพิจารณา	$\bar{X}$	S.D.	ระดับ ความคิดเห็น
1. ใช้งานได้ง่าย	4.46	0.50	มาก
2. ใช้งานได้ตามวัตถุประสงค์	4.50	0.50	มากที่สุด
3. มีความปลอดภัยในการใช้งาน	4.36	0.49	มาก
4. มีความคุ้มค่าในการลงทุน	4.43	0.50	มาก
รวม	4.44	0.26	มาก

จากตารางที่ 6 แสดงให้เห็นว่า มิติด้านการใช้งานจริงตามรายละเอียดที่ปรากฏในตารางที่ 6 พบว่าผู้ตอบแบบสอบถามมีความพึงพอใจในภาพรวมอยู่ในระดับมาก ($\bar{X} = 4.44$, S.D. = 0.26) โดยประเด็นที่ได้รับความพึงพอใจสูงสุดอยู่ในระดับมากที่สุดคือความสามารถในการใช้งานได้ตามวัตถุประสงค์ ($\bar{X} = 4.50$, S.D. = 0.50) รองลงมาคือความสะดวกและง่ายต่อการเรียนรู้วิธีการใช้งาน ($\bar{X} = 4.46$, S.D. = 0.50) และประเด็นความคุ้มค่าในการลงทุนเชิงเศรษฐศาสตร์สุขภาพ ($\bar{X} = 4.43$, S.D. = 0.50) ในขณะที่ความพึงพอใจด้านความปลอดภัยในการใช้งานอยู่ในระดับมาก ($\bar{X} = 4.36$, S.D. = 0.49) ซึ่งเป็นข้อมูลสำคัญที่สะท้อนถึงขีดความสามารถของนวัตกรรมในการลดภาระงานเชิงมนุษย์และลดความเสี่ยงจากการบาดเจ็บทางระบบกระดูกและกล้ามเนื้อของผู้ดูแลได้อย่างเห็นผลชัดเจน [3], [6]

5. สรุปผล

จากการประเมินประสิทธิภาพและความพึงพอใจต่อการใช้งานเครื่องช่วยพยุงเดินและยกผู้ป่วยกึ่งอัตโนมัติแบบทูอินวันสำหรับงานกายภาพบำบัด ผู้วิจัยพบความสำเร็จในการ

ทดสอบนวัตกรรมที่บูรณาการฟังก์ชันการทำงานหลักสองประการคือกระบวนการยกตัวผู้ป่วยออกจากเตียงและการเป็นอุปกรณ์ช่วยพยุงในขณะฝึกเดินเข้าด้วยกันอย่างมีประสิทธิภาพ ตัวเครื่องที่ผลิตด้วยโครงสร้างเหล็กกล้าไร้สนิม (Stainless steel) แสดงสมรรถนะทางกลศาสตร์ที่โดดเด่น โดยสามารถรองรับน้ำหนักบุคคลได้สูงสุดถึง 120 กิโลกรัม ทั้งในลักษณะการยกตัวในแนวตั้งและการประคองตัวในแนวราบโดยปราศจากการเสียวหรือการทุดตัวเชิงโครงสร้างขณะรับภาระวิกฤต ซึ่งยืนยันถึงความมั่นคงของระบบขับเคลื่อนและความปลอดภัยของกลไกตามมาตรฐานสุขอนามัยทางการแพทย์ [4], [5], [9] ในมิติของประสิทธิภาพเชิงเวลาและการกิจจากการทดสอบในสถานการณ์จำลองดังที่ปรากฏรายละเอียดข้อมูลในตารางที่ 1 พบว่ากลุ่มตัวอย่างทั้งหมดสามารถปฏิบัติภารกิจได้สำเร็จลุล่วงร้อยละ 100 โดยมีจุดเด่นสำคัญคือการบริหารจัดการบุคลากรที่สามารถลดภาระด้านผู้ดูแลลงได้ร้อยละ 50 หรือใช้ผู้ดูแลเพียง 1 คนในการปฏิบัติงานแทนวิธีการเคลื่อนย้ายแบบดั้งเดิมที่ต้องใช้กำลังคนอย่างน้อย 2 คน ผลการจัดเก็บข้อมูลเชิงประจักษ์ระบุว่าระยะเวลาเฉลี่ยที่ใช้ในการยกตัวผู้ป่วยออกจากเตียงจนถึงท่าเตรียมพร้อมอยู่ที่ 46.45 วินาที และใช้ระยะเวลาในการกิจการจัดท่าทางเพื่อพยุงเดินต่อเนื่องในระยะ 10 เมตรเฉลี่ยเพียง 53.50 วินาที ข้อมูลเหล่านี้ยืนยันว่าระบบกึ่งอัตโนมัติสามารถทดแทนแรงงานมนุษย์และลดระยะเวลาในขั้นตอนการเตรียมผู้ป่วยได้อย่างมีนัยสำคัญ ส่งผลให้นักกายภาพบำบัดสามารถมุ่งเน้นไปที่การฟื้นฟูสมรรถภาพร่างกายของผู้ป่วยได้อย่างเต็มที่ [6], [9] นอกจากสมรรถนะเชิงตัวเลขแล้ว ผลการประเมินความรู้สึกและการตอบรับจากผู้ใช้งานดังที่แสดงข้อมูลในตารางที่ 4 ถึงตารางที่ 6 ยังชี้ให้เห็นถึงการยอมรับในระดับสูง โดยภาพรวมความพึงพอใจอยู่ในระดับมาก ($\bar{X} = 4.48$, S.D. = 0.17) ซึ่งเมื่อพิจารณาเจาะลึกเป็นรายด้านจะพบว่าด้านการออกแบบได้รับคะแนนเฉลี่ยสูงสุดในระดับมากที่สุด ($\bar{X} = 4.57$, S.D. = 0.31) โดยกลุ่มตัวอย่างมีความพึงพอใจสูงสุดในประเด็นที่เกี่ยวกับความเหมาะสมของมิติอุปกรณ์ที่สอดคล้องกับสรีระและการ

เคลื่อนไหวของผู้ป่วย ($\bar{X} = 4.66$) ขณะที่ด้านโครงสร้างและด้านการใช้งานมีระดับความพึงพอใจเฉลี่ยอยู่ในระดับมาก ($\bar{X} = 4.44$) เท่ากันทั้งสองด้าน ซึ่งแสดงให้เห็นถึงความเชื่อมั่นในความปลอดภัยและความคุ้มค่าของนวัตกรรม [3], [7], [8] สรุปได้ว่าเครื่องช่วยพยุงเดินและยกผู้ป่วยกึ่งอัตโนมัติที่พัฒนาขึ้นนี้มีความสมบูรณ์ทั้งในด้านวิศวกรรมโครงสร้างการออกแบบตามหลักการยศาสตร์ และสมรรถนะในการใช้งานจริง ถือเป็นนวัตกรรมต้นแบบที่มีประสิทธิภาพสูงในการสนับสนุนภารกิจทางการแพทย์ ช่วยลดภาระงานของผู้ดูแลและยกระดับคุณภาพชีวิตของผู้ป่วยที่มีข้อจำกัดทางการเคลื่อนไหวได้อย่างมีประสิทธิภาพ

6. อภิปรายผล

จากการประเมินประสิทธิภาพและความพึงพอใจต่อการใช้งานเครื่องช่วยพยุงเดินและยกผู้ป่วยกึ่งอัตโนมัติแบบพูอินวัน สำหรับงานกายภาพบำบัด มีประเด็นสำคัญที่ค้นพบและนำมาสู่อภิปรายผลเชิงวิชาการโดยเชื่อมโยงกับหลักการทางวิศวกรรมศาสตร์ หลักการยศาสตร์ (Ergonomics) และวิทยาศาสตร์การฟื้นฟูสมรรถภาพทางการแพทย์ดังรายละเอียดต่อไปนี้

6.1 ประเด็นด้านประสิทธิภาพเชิงภารกิจและการลดภาระทางชีวกลศาสตร์ ผลการทดสอบประสิทธิภาพที่พบว่าสามารถลดจำนวนผู้ดูแลเหลือเพียง 1 คน ตามที่ปรากฏข้อมูลในตารางที่ 1 และใช้เวลาเฉลี่ยในการเคลื่อนย้ายที่ต่ำกว่า 1 นาทีต่อภารกิจ ถือเป็นดัชนีชี้วัดความสำเร็จเชิงหน้าที่ที่สำคัญของนวัตกรรมกึ่งอัตโนมัตินี้ การที่ระบบมอเตอร์และรอกไฟฟ้าสามารถทำหน้าที่ยกตัวผู้ป่วยที่มีน้ำหนักตัวมากแทนการใช้แรงงานคนช่วยลดภาระงานเชิงกลศาสตร์ (Mechanical load) และป้องกันความเสี่ยงต่อการเกิดกลุ่มอาการผิดปกติทางระบบกระดูกและกล้ามเนื้อของผู้ดูแลได้อย่างมีประสิทธิภาพ ซึ่งสอดคล้องกับแนวคิดการจัดการความปลอดภัยเชิงประจักษ์ในงานบริการผู้ป่วยเพื่อลดอุบัติเหตุการบาดเจ็บจากการยกและเคลื่อนย้ายของ Fusakul, Y. [3], พรพรรณ เครืออนุรัตน์ [6] และ ยุพาวดี ชันทบัลลัง และคณะ [9] นอกจากนี้ ความแตกต่างของ

ระยะเวลาในการปฏิบัติภารกิจระหว่างกลุ่มนักกายภาพบำบัด และผู้ใช้งานทั่วไปในตารางที่ 1 ซึ่งให้เห็นว่าความชำนาญในด้านสรีรวิทยาและการจัดทำทางมีผลโดยตรงต่อความรวดเร็วและความปลอดภัยในการปฏิบัติงาน ดังนั้นการจัดทำคู่มือการใช้งานเชิงเทคนิคหรือการฝึกอบรมทักษะเบื้องต้นจึงเป็นปัจจัยสำคัญที่จะช่วยยกระดับสมรรถนะของผู้ดูแลทั่วไปให้มีมาตรฐานใกล้เคียงกับบุคลากรวิชาชีพได้ตามแนวทางของ Nelson A. และ Baptiste A.S. [5]

6.2 ประเด็นด้านการออกแบบเชิงการยศาสตร์และความเชื่อมั่นของผู้ป่วย ระดับคะแนนความพึงพอใจด้านการออกแบบที่มีค่าเฉลี่ยสูงสุดในระดับมากที่สุด ($\bar{X} = 4.57$) ตามรายละเอียดในตารางที่ 5 สะท้อนถึงความสำเร็จในการบูรณาการหลักการยศาสตร์ (Ergonomics) เข้ากับกระบวนการผลิตเชิงวิศวกรรม โครงสร้างต้นแบบที่ออกแบบมาให้สอดคล้องกับสรีระและการเคลื่อนไหวของผู้ป่วยดังที่แสดงในภาพที่ 1 ไม่เพียงแต่ช่วยเสริมความมั่นคงทางกายภาพ แต่ยังสร้างความปลอดภัยเชิงจิตวิทยา (Psychological Safety) ซึ่งเป็นหัวใจสำคัญในกระบวนการฟื้นฟูสมรรถภาพทางกายภาพบำบัด การที่ผู้ป่วยรู้สึกมั่นคงและลดความวิตกกังวลเรื่องการพลัดตกหกล้มจะส่งผลเชิงบวกต่อความกล้าในการลงน้ำหนักและก้าวเดิน ซึ่งเป็นปัจจัยกระตุ้นการฟื้นตัวที่สำคัญสำหรับผู้ป่วยที่มีภาวะอัมพฤกษ์และกลุ่มผู้สูงอายุตามงานวิจัยของ รัตนพรธณ์ จันทรอุปบล และคณะ [1], Cho, J. E. และคณะ [2] และ Khruanonrat, P. และคณะ [8]

6.3 ประเด็นด้านความเสถียรของโครงสร้างและจุดที่ควรพัฒนาต่อยอด แม้ผลการประเมินด้านโครงสร้างในตารางที่ 4 จะอยู่ในระดับมาก ($\bar{X} = 4.44$) แต่ประเด็นความปลอดภัยในการใช้งานตามข้อมูลในตารางที่ 6 กลับมีค่าเฉลี่ยอยู่ในระดับต่ำที่สุดเมื่อเทียบกับประเด็นอื่น ($\bar{X} = 4.36$) อภิปรายได้ว่าเนื่องจากเครื่องช่วยเดินมีคุณลักษณะเป็นระบบกึ่งอัตโนมัติที่ยังต้องอาศัยผู้ดูแลในการประกอบและควบคุมทิศทางร่วมด้วย ส่งผลให้ผู้ใช้งานบางส่วนยังมีความกังวลต่อเสถียรภาพของจุดศูนย์ถ่วง (Center of gravity) ในขณะที่มีการเลี้ยวหรือเคลื่อนย้ายในพื้นที่จำกัด ข้อมูลนี้ชี้ให้เห็นความ

จำเป็นในการยกระดับสมรรถนะของอุปกรณ์ด้วยการติดตั้งระบบความปลอดภัยอัจฉริยะเพิ่มเติม เช่น ระบบเบรกอัตโนมัติในสภาวะเสียสมดุล หรือการติดตั้งเซนเซอร์ตรวจจับสิ่งกีดขวาง เพื่อยกระดับความเชื่อมั่นให้สอดคล้องกับมาตรฐานสากล ISO 10535 ว่าด้วยเรื่องอุปกรณ์ช่วยเหลือคนชราสำหรับผู้พิการและผู้สูงอายุในอนาคตตามข้อเสนอแนะของสุภาวดี ทับลำ และคณะ [4], Nelson, A. และ Baptiste, A. S. [5] และ วรรัตน์ สิทธิเหล่านาวาร และบรรยงค์ รุ่งเรืองด้วยบุญ [7]

7. ข้อเสนอแนะในการนำผลการวิจัยไปใช้

7.1 ข้อเสนอแนะจากการวิจัย มีดังนี้

7.1.1 การขยายขอบเขตการประเมินผลเชิงคลินิก

เนื่องจากการทดสอบประสิทธิภาพเบื้องต้นดังที่ปรากฏข้อมูลในตารางที่ 1 เป็นการดำเนินงานกับกลุ่มตัวอย่างจำนวน 10 คนภายใต้สถานการณ์จำลองกับหุ่นจำลองน้ำหนักมาตรฐานเพียงระดับเดียว ดังนั้นในการศึกษาเชิงลึกครั้งต่อไปควรขยายผลการทดสอบไปยังกลุ่มผู้ป่วยที่มีพยาธิสภาพหลากหลายและมีความซับซ้อนของอาการที่แตกต่างกัน โดยเฉพาะผู้ป่วยที่มีระดับความบกพร่องของแรงกล้ามเนื้อในเกณฑ์ต่ำ (Motor power grade 0-3) ซึ่งเป็นกลุ่มที่ไม่สามารถพุงตัวได้เองและมีความเสี่ยงสูงต่อการเกิดภาวะแทรกซ้อนในระหว่างการฝึกพุงเดิน เพื่อตรวจสอบขีดความสามารถสูงสุดของระบบบรอกและกลไกการยกตัวกึ่งอัตโนมัติในสภาวะที่ผู้ป่วยมีข้อจำกัดทางการเคลื่อนไหวอย่างรุนแรง

7.1.2 การประเมินสมรรถนะในสภาพแวดล้อมเชิงวิศวกรรมที่แปรเปลี่ยน ควรมีการเพิ่มมิติการทดสอบสมรรถนะการเคลื่อนที่และเสถียรภาพเชิงโครงสร้างบนพื้นผิวที่มีความแตกต่างกัน เช่น พื้นผิวที่มีความลาดชันหรือพื้นผิวที่มีค่าสัมประสิทธิ์ความเสียดทานต่ำ เพื่อวิเคราะห์ความสมดุลของจุดศูนย์ถ่วง (Center of gravity) และความมั่นคงของโครงสร้างหลักภายใต้สภาวะที่แสดงในภาพที่ 1 อย่างละเอียดในทุกทิศทางของการเคลื่อนไหว ซึ่งข้อมูลทางเทคนิคดังกล่าวจะเป็นประโยชน์อย่างยิ่งต่อการปรับปรุง

ระบบเบรกและความปลอดภัยเชิงกลไกให้สอดคล้องกับมาตรฐานอุปกรณ์ช่วยเคลื่อนย้ายผู้พิการและผู้สูงอายุระดับสากล

7.1.3 การบูรณาการเครื่องมือวัดเชิงสรีรวิทยาเพื่อการประเมินเชิงประจักษ์ นอกจากการรวบรวมข้อมูลเชิงปริมาณผ่านการจับเวลาและการวัดระดับความพึงพอใจในตารางที่ 4 ถึงตารางที่ 6 แล้ว การศึกษาในอนาคตควรนำเครื่องมือทางวิทยาศาสตร์การเคลื่อนไหวขั้นสูงเข้ามาประยุกต์ใช้ในการประเมินผลร่วมด้วย เช่น การใช้เครื่องวัดสัญญาณไฟฟ้ากล้ามเนื้อ (Electromyography: EMG) เพื่อวิเคราะห์และเปรียบเทียบภาระงาน (Workload) ของกล้ามเนื้อส่วนต่างๆ ของผู้ดูแลในขณะปฏิบัติงานทั้งในกรณีที่ใช้งานเครื่องและไม่ใช้งานเครื่อง ข้อมูลเชิงประจักษ์เหล่านี้จะช่วยยืนยันประสิทธิภาพของเครื่องช่วยพยุงเดินและยกผู้ป่วยกึ่งอัตโนมัติในการลดความเสี่ยงจากการบาดเจ็บทางระบบกระดูกและกล้ามเนื้อ (Work-related Musculoskeletal Disorders: WMSDs) ของบุคลากรทางการแพทย์และผู้ดูแลได้อย่างชัดเจนและเป็นไปตามหลักการวิทยาศาสตร์ระดับสูง

7.2 ข้อเสนอแนะในการนำผลวิจัยไปใช้ หรือพัฒนาในอนาคต มีดังนี้

7.2.1 การพัฒนาระบบความปลอดภัยอัจฉริยะ (Smart Safety System) จากผลการประเมินความพึงพอใจในมิติด้านการใช้งานที่ปรากฏในตารางที่ 6 ซึ่งพบว่าประเด็นความปลอดภัยในการใช้งานได้รับคะแนนเฉลี่ยต่ำที่สุด ($\bar{X} = 4.36$) เมื่อเทียบกับประเด็นอื่น จึงควรมีการพิจารณาติดตั้งระบบเบรกอัตโนมัติ (Automatic braking) เพื่อยกระดับการควบคุมในสภาวะที่ผู้ป่วยเสียสมดุล หรือการติดตั้งระบบตรวจจับสิ่งกีดขวางด้วยเซนเซอร์อัลตราโซนิก (Ultrasonic sensors) เพื่อเพิ่มประสิทธิภาพการนำทางในพื้นที่จำกัดให้มีความมั่นคงสูงขึ้น

7.2.2 การเพิ่มสมรรถนะความคล่องตัวเชิงโครงสร้างและการลดน้ำหนักอุปกรณ์ ควรมีการศึกษาเปรียบเทียบการเปลี่ยนวัสดุโครงสร้างหลักจากเหล็กกล้าไร้สนิมที่ปรากฏในภาพที่ 1 เป็นวัสดุอลูมิเนียมเกรดอากาศยาน

(Aircraft grade aluminum) หรือวัสดุคอมโพสิตที่มีน้ำหนักเบาแต่ยังคงความแข็งแรงเชิงกลตามมาตรฐานสากล ISO 10535 ทั้งนี้เพื่อลดภาระงานของผู้ดูแลที่เป็นสตรีหรือผู้สูงอายุให้สามารถควบคุมทิศทางของอุปกรณ์ได้อย่างปราดเปรียวและลดความเหนื่อยล้าทางสรีรวิทยาได้ดียิ่งขึ้น

7.2.3 การบูรณาการเทคโนโลยีอินเทอร์เน็ตของสรรพสิ่ง (Internet of Things: IoT) เพื่อ ยกระดับนวัตกรรมสู่ระบบการฟื้นฟูอัจฉริยะ ควรพัฒนาต่อยอดด้วยการติดตั้งระบบติดตามและบันทึกข้อมูลการก้าวเดิน (Gait Tracking System) โดยทำการเชื่อมต่อฐานข้อมูลผ่านแอปพลิเคชัน เพื่อให้ทันกายภาพบำบัดสามารถวิเคราะห์พัฒนาการและติดตามระยะเวลาการฝึกปฏิบัติของผู้ป่วยได้แบบเวลาจริง (Real-time) ซึ่งจะช่วยให้การวางแผนการรักษาและการฟื้นฟูสมรรถภาพเป็นไปอย่างแม่นยำและมีประสิทธิภาพ

7.2.4 การขับเคลื่อนสู่มาตรฐานการผลิตเชิงพาณิชย์และการจัดทำคู่มือปฏิบัติงานมาตรฐาน ในการนำนวัตกรรมไปประยุกต์ใช้ในระดับสาธารณสุข ควรมีการกำหนดมาตรฐานการบำรุงรักษาเชิงป้องกัน (Preventive maintenance) โดยเฉพาะความมั่นคงของระบบรอกและสายพวงตัว พร้อมทั้งจัดทำคู่มือการใช้งานในรูปแบบวิดีโอสาธิตเชิงเทคนิค เพื่อให้ผู้ใช้งานทั่วไปสามารถปฏิบัติตามขั้นตอนการใช้งานและการดูแลรักษาได้อย่างถูกต้องและปลอดภัยสูงสุดตามหลักเกณฑ์สุขอนามัยทางการแพทย์

8. เอกสารอ้างอิง

- [1] Chan-Ubol, R. and et al. 2012. "Gait training in subacute stroke using a robotic-assisted gait trainer: a randomized controlled trial compared with conventional physical therapy," *Journal of Rehabilitation Medicine*, 22(2): pp. 40-48.
[Online]. Available: <https://doi.org/10.14456/jrm.2012.5> (in Thai)
- [2] Cho, J. E. and et al. 2018. "Systematic review of appropriate robotic intervention for gait function

- in subacute stroke patients," *BioMed Research International*, 2018: pp. 1-13. [Online]. Available: <https://doi.org/10.1155/2018/3521369>
- [3] Fusakul, Y. 2017. "Walking device," *Vajira Medical Journal: Journal of Urban Medicine*, 61(2): pp. 139-153. [Online]. Available: <https://doi.org/10.14456/vj.2017.15> (in Thai)
- [4] Thabklam, S., Nilkon, S. and Chaloodprasert, S. 2021. "A pilot study on improving lateral patient transfer devices to reduce back pain risks for hospital personnel," *The Journal of the Royal Thai Army Nurses*, 22(1): pp. 154-163. [Online]. Available: <https://doi.org/10.14456/jrtan.2021.16> (in Thai)
- [5] Nelson, A. and Baptiste, A. S. 2006. "Evidence-based interventions for safe patient handling and movement," *Online Journal of Issues in Nursing*, 11(3). [Online]. Available: <https://doi.org/10.3912/OJIN.Vol11No03Man03>
- [6] Khruanonrat, P. 2017. "Study and development of assist devices for the elderly," M.S. thesis, King Mongkut's Institute of Technology Ladkrabang. [Online]. Available: <https://doi.org/10.14456/kmitl.2017.1> (in Thai)
- [7] Sittlaothaworn, W. and Roongruangduayboon, B. 2018. "Design of a walking assist device with partial body weight support system for people with gait movement problems, version 2.0," *Kasetsart Engineering Journal*, 31(105): pp. 1-10. [Online]. Available: <https://doi.org/10.14456/kuengj.2018.10> (in Thai)
- [8] Konstantinovic, L. M., Veg, A. and Schwirtlich, L. B. 2014. "Gait training of poststroke patients assisted by the Walkaround (body postural support)," *International Journal of Rehabilitation Research*, 37(1): pp. 22-28. [Online]. Available: <https://doi.org/10.1097/MRR.0000000000000035>
- [9] Khanthaballang, Y., Suwanthen, W. and Chaichana, N. 2022. "Development and efficiency of innovative patient transfer equipment," *Journal of Health and Nursing Education*, 28(1): pp. 1-15. [Online]. Available: <https://doi.org/10.14456/jhen.2022.1> (in Thai)