นิพนธ์ต้นฉบับ

การพัฒนาและการตรวจสอบความตรงเชิงเนื้อหาของแบบประเมิน RULA สำหรับผู้ปฏิบัติงานคอมพิวเตอร์ ฉบับภาษาไทย

สิราวรรณ เอกเอี่ยม*, ธีรพันธ์ แก้วดอก*,**, นริศ เจริญพร***, เอกราช สมบัติสวัสดิ์*,**✉

*คณะสาธารณสุขศาสตร์ มหาวิทยาลัยธรรมศาสตร์ ศูนย์รังสิต

**หน่วยวิจัยการยศาสตร์อาชีวอนามัยแห่งมหาวิทยาลัยธรรมศาสตร์

***คณะวิศวกรรมศาสตร์ มหาวิทยาลัยธรรมศาสตร์ ศูนย์รังสิต

✉ekarat.s@fph.tu.ac.th

บทคัดย่อ

การศึกษาครั้งนี้มีวัตถุประสงค์เพื่อ 1) พัฒนาแบบประเมิน RULA สำหรับผู้ปฏิบัติงานคอมพิวเตอร์ ฉบับภาษาไทย 2) เพื่อประเมินความตรงเชิงเนื้อหา (Content Validity Index: CVI) ของการแปลแบบประเมิน RULA สำหรับผู้ปฏิบัติงานคอมพิวเตอร์จากต้นฉบับภาษาอังกฤษเป็นฉบับภาษาไทย และ 3) เพื่อตรวจสอบการออกแบบประสบการณ์ของผู้ใช้งาน (User Experience: UX) และส่วนต่อประสานกับผู้ใช้งาน (User Interface: UI) ของการใช้งานแบบประเมิน RULA สำหรับผู้ปฏิบัติงานคอมพิวเตอร์ฉบับภาษาไทย

การศึกษานี้เป็นการวิจัยและพัฒนา (Research and Development) ดำเนินการระหว่างเดือนมิถุนายน-กรกฎาคม 2568 โดยใช้แนวทางการแปลและการปรับข้ามวัฒนธรรมตามมาตรฐาน ประกอบด้วยการแปลไปข้างหน้า การสังเคราะห์ฉบับแปล การแปลย้อนกลับ และการตรวจสอบโดยนักภาษาศาสตร์ 3 คน และผู้เชี่ยวชาญด้านการยศาสตร์ 16 คน จากนั้นประเมินความตรงเชิงเนื้อหาโดยใช้ Item-level Content Validity Index (I-CVI) และ Scale-level Content Validity Index using Universal Agreement (S-CVI/UA) รวมถึงประเมิน UX/UI ในด้านการใช้งานระบบ การทำงานตามฟังก์ชัน และความสอดคล้องกับความต้องการของผู้ใช้

ผลการศึกษาพบว่า แบบประเมินฉบับภาษาไทยได้รับการพัฒนาใหม่โดยมีการปรับรูปแบบการนำเสนอ วาดภาพประกอบ สี และจัดลำดับขั้นตอนการประเมินให้เข้าใจง่ายและเหมาะสมกับบริบทการทำงานหน้าคอมพิวเตอร์ ผลการแปลไปข้างหน้าและการแปลย้อนกลับมีความสอดคล้องกัน โดยค่าเฉลี่ย CVI เท่ากับ 0.93 และ 0.92 ตามลำดับ นอกจากนี้ ค่า I-CVI ของทุกขั้นตอนอยู่ในระดับสูง (0.90 - 0.93) และมีค่าเฉลี่ยรวมเท่ากับ 0.92 แสดงถึงความตรงเชิงเนื้อหาที่ดี ผลการประเมิน UX/UI พบว่า ด้านการใช้งานระบบอยู่ในระดับมาก ($\bar{X}$ =4.07, ±S.D.=±0.64) ด้านการทำงานตามฟังก์ชันของระบบอยู่ในระดับมาก ($\bar{X}$ =3.75, ±S.D.=±0.80) และด้านการตรงตามความต้องการของผู้ใช้ระบบอยู่ในระดับมาก ($\bar{X}$ =3.80, ±S.D.=±0.93)

สรุปได้ว่า แบบประเมิน RULA สำหรับผู้ปฏิบัติงานคอมพิวเตอร์ ฉบับภาษาไทย มีความตรงเชิงเนื้อหาอยู่ในเกณฑ์ที่ยอมรับได้ และมีผลการประเมินด้านประสบการณ์ผู้ใช้งานและส่วนต่อประสานกับผู้ใช้งานอยู่ในระดับมาก สามารถนำไปประยุกต์ใช้ในการประเมินความเสี่ยงทางการยศาสตร์สำหรับผู้ปฏิบัติงานคอมพิวเตอร์ในบริบทของประเทศไทย

คำสำคัญ: RULA สำหรับผู้ปฏิบัติงานคอมพิวเตอร์, แบบประเมินด้านการยศาสตร์, ผู้ปฏิบัติงานคอมพิวเตอร์

Article info:
Received: Mar 2, 2026
Revised: May 24, 2026
Accepted: May 27, 2026

Original article

Development and content validity of the Rapid Upper Limb Assessment (RULA) for computer users Thai version

Sirawan Ek-iam*, Teeraphun Kaewdok*,** Naris Charoenporn***, Ekarat Sombatsawat*,**✉
*Faculty of Public Health, Thammasat University, Rangsit Campus, Thailand
**Thammasat University Research unit in Occupational Ergonomics, Thailand
***Faculty of Engineering, Rangsit Campus, Thammasat University, Thailand
✉ekarat.s@fph.tu.ac.th

Abstract

This study aimed to 1) develop a Thai version of the Rapid Upper Limb Assessment (RULA) for Computer Users, 2) evaluate the content validity of the translated RULA for Computer Users from the original English version into Thai, and 3) examine the User Experience (UX) and User Interface (UI) design of the Thai version of the RULA for Computer Users assessment tool.

This study employed a Research and Development design and was conducted between June and July 2025. Standardized translation and cross-cultural adaptation procedures were applied, including forward translation, synthesized translation, backward translation, and expert review by three linguists and sixteen ergonomics experts. Content validity was evaluated using the Item-level Content Validity Index (I-CVI) and the Scale-level Content Validity Index using Universal Agreement (S-CVI/UA). In addition, UX/UI evaluation was conducted in terms of usability, system function, and functional requirements.

The results showed that the Thai version of the assessment tool was newly developed with improved presentation formats, colored illustrations, and systematically organized assessment procedures to enhance clarity and suitability for computer-related work contexts. The forward and backward translations demonstrated comparable findings, with mean CVI scores of 0.93 and 0.92, respectively. Furthermore, all assessment steps demonstrated high I-CVI values ranging from 0.90 to 0.93, with an overall average CVI of 0.92, indicating acceptable content validity. The UX/UI evaluation revealed high levels of usability ($\bar{X}$=4.07, ±S.D.=±0.64), system function performance ($\bar{X}$=3.75, ±S.D.=±0.80), and functional requirements satisfaction ($\bar{X}$=3.80, ±S.D.=±0.93).

In conclusion, the Thai version of the RULA for Computer Users demonstrated acceptable content validity and high levels of user experience and user interface evaluation. The assessment tool may be applicable for ergonomic risk assessment among computer users in the Thai context.

Keywords: RULA for computer user, ergonomics assessment, computer user

คณะสาธารณสุขศาสตร์
มหาวิทยาลัยราชภัฏอุบลราชธานี
Faculty of Public Health, Ubon Ratchathani Rajabhat University
Ubon Ratchathani Rajabhat University

บทนำ

ในปัจจุบัน การทำงานโดยใช้คอมพิวเตอร์และอุปกรณ์ดิจิทัลได้กลายเป็นกิจกรรมหลักในหลายสาขาอาชีพ โดยเฉพาะงานสำนักงานด้านการศึกษา และงานที่เกี่ยวข้องกับเทคโนโลยีสารสนเทศ ลักษณะงานดังกล่าวมักเกี่ยวข้องกับการนั่งทำงานเป็นเวลานาน การเคลื่อนไหวซ้ำๆ และการใช้กล้ามเนื้อส่วนบนอย่างต่อเนื่อง ซึ่งเป็นปัจจัยสำคัญที่สัมพันธ์กับการเกิดความผิดปกติของระบบกระดูกและกล้ามเนื้อ (Musculoskeletal Disorders: MSDs) โดยเฉพาะบริเวณคอ ไหล่ หลัง และข้อมือ (Oakman et al., 2022; Gawke et al., 2023) หลักฐานจากการศึกษาระยะหลังรายงานว่าผู้ปฏิบัติงานคอมพิวเตอร์และผู้ใช้อุปกรณ์ดิจิทัลมีความเสี่ยงต่อการเกิด MSDs ในระดับสูง โดยมีความสัมพันธ์กับท่าทางการทำงานที่ไม่เหมาะสม ระยะเวลาในการใช้งานอุปกรณ์ดิจิทัล และลักษณะทางกายศาสตร์ของสถานีงาน (Bontrup et al., 2019; Kristanto et al., 2023) การประเมินความเสี่ยงด้านกายศาสตร์จึงเป็นแนวทางสำคัญในการคัดกรอง เฝ้าระวัง และป้องกัน MSDs ในกลุ่มผู้ปฏิบัติงานคอมพิวเตอร์ โดยหนึ่งในเครื่องมือที่ได้รับการยอมรับอย่างแพร่หลาย ได้แก่ Rapid Upper Limb Assessment (RULA) for Computer Users ซึ่งพัฒนาโดย Lueder ในปี ค.ศ. 1996 เพื่อประเมินท่าทางของรยางค์ส่วนบน การใช้กล้ามเนื้อ และแรงที่กระทำต่อร่างกายในขณะทำงานกับคอมพิวเตอร์ (Lueder, 1996) เครื่องมือนี้ถูกนำไปใช้ในงานวิจัยและการประเมินความเสี่ยงด้านกายศาสตร์ในหลากหลายบริบททั่วโลก โดยเฉพาะในกลุ่มผู้ใช้งานคอมพิวเตอร์และอุปกรณ์ดิจิทัล เพื่อระบุระดับความเสี่ยงของท่าทางการทำงาน และสนับสนุนการออกแบบสภาพแวดล้อมการทำงานที่เหมาะสมและปลอดภัยมากยิ่งขึ้น (Namwongsa, et al., 2023; Arias et al., 2024)

สำหรับบริบทของประเทศไทย เครื่องมือประเมินทางกายศาสตร์ฉบับภาษาไทยได้รับการพัฒนาและตรวจสอบความเที่ยงตรงและความเชื่อมั่นในหลายรูปแบบ เช่น แบบประเมินทั่วทั้งร่างกายอย่างรวดเร็ว (Rapid Entire Body Assessment; REBA) และแบบประเมินร่างกายส่วนบนอย่างรวดเร็ว (Rapid Upper Limb Assessment; RULA) ซึ่งแสดงให้เห็นถึงความสำคัญของการปรับเครื่องมือให้เหมาะสมกับภาษาและวัฒนธรรมของผู้ใช้ (Charoenlimprasert et al., 2019; Janwantanakul et al., 2008) อย่างไรก็ตาม ปัจจุบันยังไม่พบ RULA for Computer Users ฉบับภาษาไทยที่ผ่านกระบวนการแปล ปรับวัฒนธรรม และตรวจสอบความตรงเชิงเนื้อหาอย่างเป็นระบบ การใช้เครื่องมือฉบับภาษาอังกฤษโดยตรงในบริบทของประเทศไทยอาจก่อให้เกิดข้อจำกัดด้านความเข้าใจและการตีความ คำอธิบาย ท่าทาง และเกณฑ์การให้คะแนนจากต้นฉบับภาษาอังกฤษของผู้ประเมิน โดยเฉพาะในกลุ่มบุคลากรที่มีความสามารถด้านภาษาอังกฤษแตกต่างกัน ซึ่งอาจส่งผลต่อความเที่ยงตรงของผลการประเมินทางกายศาสตร์ได้ (Beaton et al., 2000; Sousa & Rojjanasrirat, 2011) ดังนั้น การใช้กระบวนการแปลแบบไป-กลับ (forward-backward Translation) การตรวจสอบความตรงเชิงเนื้อหา การทดสอบความเที่ยงตรง การออกแบบประสบการณ์ของผู้ใช้งาน (User Experience: UX) และส่วนต่อประสานกับผู้ใช้งาน (User Interface: UI) จึงมีความสำคัญต่อการเพิ่มความน่าเชื่อถือ ความเหมาะสมเชิงวัฒนธรรม และความสามารถในการนำไปใช้จริงของแบบประเมินในบริบทของประเทศไทยได้อย่างมีประสิทธิภาพ

วัตถุประสงค์การวิจัย

การศึกษาครั้งนี้มีวัตถุประสงค์เพื่อ 1) พัฒนาแบบประเมิน RULA สำหรับผู้ปฏิบัติงานคอมพิวเตอร์ ฉบับภาษาไทย 2) เพื่อประเมินความตรงเชิงเนื้อหาของการแปลแบบประเมิน RULA สำหรับผู้ปฏิบัติงานคอมพิวเตอร์ จากต้นฉบับภาษาอังกฤษเป็นฉบับภาษาไทย และ 3) เพื่อตรวจสอบการออกแบบประสบการณ์ของผู้ใช้งาน (UX) และส่วนต่อประสานกับผู้ใช้งาน (UI) ของการใช้งานแบบประเมิน RULA สำหรับผู้ปฏิบัติงานคอมพิวเตอร์ ฉบับภาษาไทย

วิธีดำเนินการวิจัย

รูปแบบการศึกษา

การศึกษาวิจัยครั้งนี้ เป็นการวิจัยและพัฒนา (Research and Development) มุ่งศึกษาเรื่องการพัฒนาและการตรวจสอบแบบประเมิน RULA สำหรับผู้ปฏิบัติงานคอมพิวเตอร์ ฉบับภาษาไทย โดยนำมาดำเนินการแปล ปรับข้ามวัฒนธรรม และพัฒนาเป็นฉบับภาษาไทย ดำเนินการวิจัยระหว่างเดือนมิถุนายน-กรกฎาคม 2568

ขอบเขตด้านประชากร

ผู้เข้าร่วมการศึกษาประกอบด้วยผู้เชี่ยวชาญ 2 กลุ่ม ได้แก่ ผู้นักภาษาศาสตร์และผู้เชี่ยวชาญด้านกายศาสตร์ โดยใช้การคัดเลือกแบบเจาะจง (Purposive Sampling)

1. เป็นนักภาษาศาสตร์ ภาษาอังกฤษ จำนวน 3 คน ที่มีประสบการณ์ด้านการแปลอย่างน้อย 1 ปี และสำเร็จการศึกษาระดับปริญญาโทขึ้นไปในสาขาภาษาอังกฤษ หรือสาขาอื่นที่เกี่ยวข้อง ทำหน้าที่ตรวจสอบความถูกต้องด้านภาษาความเหมาะสมของสำนวน และความเทียบเท่าของการแปลระหว่างต้นฉบับภาษาอังกฤษและฉบับภาษาไทย

2. ผู้เชี่ยวชาญด้านกายศาสตร์ จำนวน 16 คน (Perneger et al., 2014) ทำหน้าที่ประเมินความตรงของการ

แปลเชิงเทคนิคและประเมินประสิทธิภาพการใช้งานของเครื่องมือ ประกอบด้วย นักการยศาสตร์ (สาขาอาชีวอนามัยและความปลอดภัย วิศวกรรมอุตสาหการ และสถาปัตยกรรมและการออกแบบ) ที่ได้รับการรับรองจากสหพันธ์การยศาสตร์ระหว่างประเทศ (International Ergonomics Association; IEA) จำนวน 7 คน เจ้าหน้าที่ความปลอดภัยระดับวิชาชีพ จำนวน 5 คน นักกายภาพบำบัด จำนวน 2 คน พยาบาลอาชีวอนามัย จำนวน 1 คน และแพทย์อาชีวเวชศาสตร์ จำนวน 1 คน ซึ่งผ่านการเรียนรายวิชาการยศาสตร์/ปัจจัยมนุษย์/สรีรวิทยา/อาชีวอนามัยและความปลอดภัย และอื่น ๆ ที่เกี่ยวข้อง ไม่น้อยกว่า 3 หน่วยกิต (Neubert et al., 2024) มีประสบการณ์การใช้เครื่องมือประเมินด้านการยศาสตร์ 1 ปีขึ้นไป และสำเร็จการศึกษาระดับปริญญาโทขึ้นไป หรือสาขาอื่น ๆ ที่เกี่ยวข้อง แสดงดังตารางที่ 1

การเก็บรบวรวมข้อมูล

ผู้วิจัยดำเนินการเก็บข้อมูลผ่านระบบออนไลน์ โดยจัดประชุมออนไลน์เพื่อแนะนำโครงการวิจัย ชี้แจงวัตถุประสงค์ ขั้นตอนการดำเนินงาน และแนวทางการประเมินให้แก่นักภาษาศาสตร์ จำนวน 3 คน และผู้เชี่ยวชาญด้านการยศาสตร์ จำนวน 16 คน จากนั้นผู้วิจัยได้จัดส่งเอกสาร แบบประเมิน และชุดข้อมูลที่เกี่ยวข้องผ่าน Google Drive ของแต่ละบุคคล เพื่อให้ผู้ประเมินสามารถเข้าถึงเอกสารและดำเนินการประเมินได้อย่างเป็นอิสระและสะดวก โดยข้อมูลและผลการประเมินถูกส่งกลับผ่านระบบออนไลน์

กระบวนการแปล (Translation Protocol) และการปรับข้ามวัฒนธรรม (Cross-cultural Adaptation)

การศึกษานี้ดำเนินการตามแนวทางการแปลและการปรับเครื่องมือวิจัยข้ามวัฒนธรรมของ Beaton et al. (2000) และ Sousa and Rojjanasrirat (2011) โดยมีขั้นตอนดังนี้

1. ผู้วิจัยได้ติดต่อ Rani Lueder ทางอีเมลเพื่อขออนุญาตแปลแบบประเมิน RULA สำหรับผู้ปฏิบัติงานคอมพิวเตอร์เป็นฉบับภาษาไทย

2. ผู้วิจัยได้นำแบบประเมิน RULA สำหรับผู้ปฏิบัติงานคอมพิวเตอร์ เป็นฉบับภาษาไทยที่มีอยู่แล้ว ซึ่งไม่ทราบที่มาและยังไม่พบข้อมูลการตรวจสอบ (Verification) มาเป็นต้นแบบในการพัฒนารูปแบบและประเมินความตรงเชิงเนื้อหาอย่างเป็นระบบ

3. ดำเนินการแปลไปข้างหน้า (Forward Translation) จากภาษาอังกฤษเป็นภาษาไทย โดยนักภาษาศาสตร์ภาษาอังกฤษ จำนวน 3 คน แปลแบบอิสระต่อกัน (Independent Translation) เพื่อเปรียบเทียบความสอดคล้องด้านภาษาไวยากรณ์ ความหมาย และความเหมาะสมของสำนวนตามบริบททางวัฒนธรรม

4. ผู้วิจัยกับนักภาษาศาสตร์ทั้ง 3 คน ร่วมอภิปรายและสังเคราะห์ฉบับแปล (Synthesized Version) เพื่อคัดเลือกถ้อยคำที่เหมาะสมกับบริบทการใช้งานในประเทศไทย

5. หลังจากนั้นส่งให้ผู้เชี่ยวชาญด้านการยศาสตร์ จำนวน 16 คน ร่วมพิจารณาและสังเคราะห์ฉบับแปล (Synthesized Version) โดยประเมินความตรงเชิงเนื้อหา (Content Validity) ของเครื่องมือ ใช้แบบประเมินที่ผู้วิจัยพัฒนาขึ้นจากแนวคิดของ Polit and Beck (2006) ในรูปแบบ Likert scale 4 ระดับ ได้แก่ 1=ไม่สอดคล้อง, 2=สอดคล้องน้อย, 3=สอดคล้องปานกลาง, และ 4=สอดคล้องมาก จากนั้นนำผลมาคำนวณดัชนีความตรงเชิงเนื้อหาแบบดัชนีความตรงเชิงเนื้อหาระดับข้อคำถาม (Item-level Content Validity Index: I-CVI) (วิธีคำนวณ: I-CVI = จำนวนผู้เชี่ยวชาญที่ให้คะแนน 3 หรือ 4 / จำนวนผู้เชี่ยวชาญทั้งหมด) และดัชนีความตรงเชิงเนื้อหาระดับฉบับโดยวิธีความสอดคล้องร่วมกันของผู้เชี่ยวชาญ (Scale-level Content Validity Index using Universal Agreement: S-CVI/UA) (วิธีคำนวณ: S-CVI/UA = จำนวนข้อที่ผู้เชี่ยวชาญทุกคนให้คะแนน 3 หรือ 4 / จำนวนข้อทั้งหมด) โดยกำหนดเกณฑ์ที่ยอมรับได้ที่ CVI ≥ 0.80 (Polit & Beck, 2006)

6. ดำเนินการแปลย้อนกลับ (Backward Translation) จากภาษาไทยเป็นภาษาอังกฤษ โดยนักภาษาศาสตร์ภาษาอังกฤษ จำนวน 3 คน เพื่อทดสอบความเทียบเท่าของการแปล (Translation Equivalence)

ในการศึกษานี้ ผู้แปลไปข้างหน้า (Forward Translation) และผู้แปลย้อนกลับ (Backward Translation) เป็นนักภาษาศาสตร์ชุดเดียวกัน ซึ่งอาจก่อให้เกิดอคติจากการจดจำเนื้อหาเดิม (Recall Bias) และส่งผลต่อความเป็นอิสระของกระบวนการแปล อย่างไรก็ตาม ผู้วิจัยได้ใช้มาตรการลดอคติ โดยกำหนดให้ผู้แปลแต่ละคนดำเนินการแปลแบบอิสระต่อกัน (Independent Translation) ไม่เปิดเผยผลการแปลของกันและกัน รวมทั้งมีการตรวจสอบ เปรียบเทียบ และอภิปรายร่วมกับผู้เชี่ยวชาญด้านภาษาและการยศาสตร์ เพื่อพิจารณาความสอดคล้องของความหมาย ภาษา และบริบททางวัฒนธรรมอย่างเป็นระบบ

7. ผู้วิจัยปรับแก้และคัดเลือกถ้อยคำที่เหมาะสมที่สุด เพื่อให้ได้เครื่องมือฉบับภาษาไทยที่มีความเทียบเท่าทางความหมาย แนวคิด และบริบททางวัฒนธรรมกับต้นฉบับก่อนนำไปตรวจสอบความตรงเชิงเนื้อหา

8. หลังจากนั้นผู้วิจัยนำแบบประเมิน RULA สำหรับผู้ปฏิบัติงานคอมพิวเตอร์ เป็นฉบับภาษาไทย ที่ผ่านตรวจสอบการแปลและการปรับเครื่องมือวิจัยข้ามวัฒนธรรมของไปพัฒนาและออกแบบ สุดท้ายส่งให้ผู้เชี่ยวชาญชุดเดิมจำนวน 16 คน ประเมินด้านการใช้งานและการออกแบบส่วนติดต่อผู้ใช้ (UX/UI evaluation) อีกครั้ง

การศึกษานี้ใช้ผู้เชี่ยวชาญด้านการยศาสตร์ชุดเดียวกันจำนวน 16 คน ในการประเมินความตรงเชิงเนื้อหา (Content Validity) และการประเมินด้านการใช้งานและการออกแบบส่วนต่อประสานกับผู้ใช้งาน (UX/UI Evaluation) ซึ่งอาจส่งผลต่ออคติจากการรับรู้หรือความคุ้นเคยกับเครื่องมือ (Familiarity bias) ได้ อย่างไรก็ตาม ผู้วิจัยได้กำหนดให้การประเมินทั้งสองขั้นตอนดำเนินการแยกช่วงเวลาออกจากกันอย่างน้อย 2 สัปดาห์ ตามแนวทางการลดอคติในการประเมินซ้ำของเครื่องมือวิจัย (Wild et al., 2005) รวมทั้งใช้แบบประเมินและเกณฑ์การประเมินที่แตกต่างกัน เพื่อลดอิทธิพลจากการประเมินครั้งก่อน นอกจากนี้ ผู้เชี่ยวชาญทุกคนดำเนินการประเมินแบบอิสระต่อกันผ่านระบบออนไลน์ เพื่อช่วยลดอคติระหว่างผู้ประเมินและเพิ่มความเป็นกลางของผลการประเมิน

การพัฒนาและออกแบบแบบประเมิน RULA สำหรับผู้ปฏิบัติงานคอมพิวเตอร์ ฉบับภาษาไทย

แบบประเมิน RULA สำหรับผู้ปฏิบัติงานคอมพิวเตอร์ ฉบับภาษาไทย ได้รับการพัฒนาโดยทบทวนขั้นตอนการประเมินตามต้นฉบับอย่างเป็นระบบ พร้อมทั้งวาดภาพประกอบใหม่เป็นภาพสี เพื่อให้เห็นมุมมองศาท่าทางและเกณฑ์การให้คะแนนได้ชัดเจนยิ่งขึ้น เนื้อหาและคำอธิบายของแบบประเมินได้รับการตรวจสอบความสอดคล้องโดยนักภาษาศาสตร์ และทีมผู้วิจัยได้ออกแบบรูปแบบและจัดวางลำดับขั้นตอนการประเมิน รวมถึงภาพประกอบและตารางคะแนนอย่างเป็นระบบ เพื่อให้เครื่องมือมีความชัดเจน ใช้งานง่าย และเหมาะสมกับบริบทภาษาไทย

อย่างไรก็ตาม เพื่อเพิ่มความถูกต้อง ความสะดวก และความแม่นยำในการใช้งานแบบประเมิน ผู้ประเมินอาจพิจารณาใช้แนวทางหรือคู่มือการวัดมุมท่าทางการทำงานอย่างชัดเจน เช่น การกำหนดจุดอ้างอิงทางกายวิภาค (Anatomical Landmarks) วิธีการลากเส้น และการวัดองศาของข้อต่อ ตามหลักการประเมินทางชีวกลศาสตร์และการยศาสตร์ (McAtamney & Corlett, 1993; Norkin & White, 2016) รวมทั้งควรมีภาพตัวอย่างประกอบในแต่ละช่วงมุม เพื่อช่วยลดความคลาดเคลื่อนระหว่างผู้ประเมินและเพิ่มความถูกต้องในการแปลผล

การตรวจสอบการออกแบบประสบการณ์ของผู้ใช้งาน (UX) และส่วนต่อประสานกับผู้ใช้งาน (UI)

การตรวจสอบออกแบบส่วนต่อประสานกับผู้ใช้งาน (UX/UI Evaluation) ของแบบประเมิน RULA สำหรับผู้ปฏิบัติงานคอมพิวเตอร์ ฉบับภาษาไทย ดำเนินการโดยใช้แบบประเมินที่พัฒนาขึ้น ซึ่งประกอบด้วย 3 ด้าน ได้แก่ 1) ด้านการใช้ระบบ (Usability Test) จำนวน 8 ข้อ 2) ด้านการทำงานตามฟังก์ชันของระบบ (Function Test) จำนวน 3 ข้อ และ 3) ด้านการตรงตามความต้องการของผู้ใช้ระบบ (Functional Requirement Test) จำนวน 6 ข้อ การให้คะแนนใช้มาตราส่วนประมาณค่า 5 ระดับ (Likert Scale) ตั้งแต่ระดับ 1=น้อยที่สุด, 2=น้อย, 3=ปานกลาง, 4=มาก, และ 5=มากที่สุด จากนั้นนำคะแนนมาคำนวณค่าเฉลี่ยและแปลผลเป็น 3 ระดับ โดยใช้เกณฑ์ช่วงคะแนนแบบแบ่งช่วงเท่า (Equal Interval Method) ตามแนวทางของ Best (1977) โดยคำนวณจากพิสัยของคะแนนหารด้วยจำนวนระดับที่ต้องการแปลผล ซึ่งในการศึกษานี้แบ่งการแปลผลออกเป็น 3 ระดับ ได้แก่ ระดับน้อย (1.00-2.33 คะแนน), ระดับปานกลาง (2.34-3.66 คะแนน), และระดับมาก (3.67-5.00 คะแนน)

แบบประเมินการออกแบบส่วนต่อประสานกับผู้ใช้งาน (UX/UI Evaluation) ได้รับการพัฒนาตามแนวคิดการประเมินการใช้งานและประสบการณ์ผู้ใช้ของ Brooke (1996), Nielsen (1993) และ ISO 9241-11 (2018) จากนั้นนำมาตรวจสอบคุณภาพเครื่องมือด้านความตรงเชิงเนื้อหา (Content Validity) โดยใช้ดัชนีความสอดคล้องระหว่างข้อคำถามกับวัตถุประสงค์ (Index of Item-Objective Congruence: IOC) ซึ่งคำถามแต่ละข้อมีค่า IOC มากกว่า 0.50 และตรวจสอบความเชื่อมั่นของเครื่องมือ (Reliability) โดยใช้ค่าสัมประสิทธิ์แอลฟาของครอนบาค (Cronbach's Alpha Coefficient) ซึ่งมีค่ามากกว่า 0.70

การวิเคราะห์ข้อมูล

วิเคราะห์ข้อมูลโดยใช้โปรแกรมคอมพิวเตอร์สำเร็จรูป SPSS (Version 25.0.0) ศึกษาตัวแปรทั้งหมดของแบบประเมินการออกแบบประสบการณ์ของผู้ใช้งาน (UX) และส่วนต่อประสานกับผู้ใช้งาน (UI) ของแบบประเมิน RULA สำหรับผู้ปฏิบัติงานคอมพิวเตอร์ ฉบับภาษาไทย จะวิเคราะห์ด้วยสถิติเชิงพรรณนา (Descriptive statistics) และนำเสนอด้วยจำนวน ร้อยละ ค่าเฉลี่ย ส่วนเบี่ยงเบนมาตรฐาน (±S.D.)

จริยธรรมการวิจัย

การวิจัยนี้ผ่านการพิจารณาและรับรองจริยธรรมการวิจัยในมนุษย์จากคณะกรรมการจริยธรรมการวิจัยในมนุษย์ โดยได้รับการรับรองเลขที่ COA No. 059/2568 ทั้งนี้ ผู้เข้าร่วมการวิจัยได้รับการชี้แจงรายละเอียดของการศึกษาและให้ความยินยอมก่อนเข้าร่วมการวิจัยโดยสมัครใจ

ผลการวิจัย

ผลการแปลไปข้างหน้า (Forward Translation) พบว่ามีความแตกต่างของถ้อยคำเพียงเล็กน้อย แต่ยังคงความหมายสอดคล้องกับต้นฉบับภาษาอังกฤษ ในขั้นตอนการสังเคราะห์ฉบับแปล ผู้เชี่ยวชาญด้านการยศาสตร์ได้ร่วม

พิจารณาและคัดเลือกถ้อยคำที่เหมาะสมกับบริบททางการยศาสตร์และภาษาไทยอย่างเป็นระบบ ผลการแปลย้อนกลับ (Backward Translation) พบว่ารายการส่วนใหญ่มีความหมายใกล้เคียงกับต้นฉบับ โดยมีความคลาดเคลื่อนเพียงเล็กน้อยในบางรายการ ซึ่งได้มีการปรับแก้ถ้อยคำโดยนักภาษาศาสตร์และผู้เชี่ยวชาญเพื่อให้เกิดความเทียบเท่าของการแปลทั้งด้านเนื้อหา ความหมาย และเชิงเทคนิค

ผลการออกแบบและการพัฒนาเครื่องมือแบบประเมิน RULA สำหรับผู้ปฏิบัติงานคอมพิวเตอร์ ฉบับภาษาไทย

ผลการออกแบบและพัฒนาเครื่องมือแบบประเมิน RULA สำหรับผู้ปฏิบัติงานคอมพิวเตอร์ ฉบับภาษาไทย ดำเนินการโดยการทบทวนขั้นตอนการประเมินจากต้นฉบับ (Lueder, 1996) ร่วมกับการแปลและปรับข้ามวัฒนธรรมอย่างเป็นระบบ จากนั้นได้ทำการออกแบบรูปแบบแบบประเมินใหม่และวาดภาพประกอบเป็นภาพสี เพื่อให้แสดงมุมมองศาท่าทางและเกณฑ์การให้คะแนนได้ชัดเจนและเข้าใจง่ายยิ่งขึ้น คุณภาพของเนื้อหาและความเหมาะสมของภาษาได้รับการตรวจสอบโดยนักภาษาศาสตร์ และความถูกต้องเชิงเทคนิคได้รับการประเมินโดยผู้เชี่ยวชาญด้านการยศาสตร์ จนได้แบบประเมินฉบับภาษาไทยที่มีความชัดเจน เหมาะสมกับบริบทการใช้งาน และสอดคล้องกับโครงสร้างของเครื่องมือดั้งเดิม แสดงดังภาพที่ 1 และตารางที่ 2

ผลการเปรียบเทียบค่าเฉลี่ย Content Validity Index (CVI) ระหว่างขั้นตอนการแปลไปข้างหน้า (Forward Translation) และการแปลย้อนกลับ (Backward Translation) ของนักภาษาศาสตร์ทั้ง 3 คน พบว่า ค่าเฉลี่ย CVI ของทั้งสองขั้นตอนมีความใกล้เคียงกัน โดยมีค่าเฉลี่ยรวมเท่ากับ 0.93 และ 0.92 ตามลำดับ แสดงดังตารางที่ 3

ผลการประเมินความตรงเชิงเนื้อหา (Content Validity) ของแบบประเมิน RULA สำหรับผู้ปฏิบัติงานคอมพิวเตอร์ ฉบับภาษาไทย โดยนักภาษาศาสตร์ 3 คน พบว่าค่า I-CVI ของทุกขั้นตอนอยู่ในระดับสูง (0.90-0.93) และมีค่าเฉลี่ยรวมเท่ากับ 0.92 แสดงดังตารางที่ 4

ผลการเปรียบเทียบค่าเฉลี่ยคะแนนการประเมินของผู้เชี่ยวชาญด้านการยศาสตร์จำแนกตามวิชาชีพ พบว่า ทุกกลุ่มวิชาชีพมีค่าเฉลี่ยคะแนนการประเมินอยู่ในระดับสูงและใกล้เคียงกัน โดยกลุ่มแพทย์อาชีวเวชศาสตร์มีค่าเฉลี่ย ($\bar{X}$, ±S.D.) สูงที่สุด (4.61, ±0.62) รองลงมา ได้แก่ พยาบาลอาชีวอนามัย (4.56, ±0.67) นักอาชีวอนามัยและความปลอดภัย (4.51, ±0.69) นักกายภาพบำบัด (4.47, ±0.64) และนักการยศาสตร์ (4.42, ±0.72) ตามลำดับ แสดงดังตารางที่ 5

การตรวจสอบการออกแบบประสบการณ์ของผู้ใช้งาน (User Experience; UX) และส่วนต่อประสานกับผู้ใช้งาน (User Interface; UI)

การประเมินด้านการออกแบบประสบการณ์ของผู้ใช้งาน (UX) และส่วนต่อประสานกับผู้ใช้งาน (UI) แบ่งการประเมินออกเป็น 3 ด้าน ได้แก่ 1) ด้านการใช้งานระบบ (Usability Test) 2) ด้านการทำงานตามฟังก์ชันของระบบ (Function Test) และ 3) ด้านการตรงตามความต้องการของผู้ใช้ระบบ (Functional Requirement Test)

1) ด้านการใช้งานระบบ (Usability Test)

ผลการประเมินด้านการใช้งานระบบ พบว่า โดยภาพรวมอยู่ในระดับมาก ($\bar{X}$ =4.07, ±S.D.=±0.64) เมื่อพิจารณาเป็นรายข้อ พบว่า รายการที่มีค่าเฉลี่ยสูงสุด ได้แก่ ความเหมาะสมในการเลือกใช้ชนิดของตัวอักษร และความเหมาะสมในการเลือกใช้สีของตัวอักษร ซึ่งมีค่าเฉลี่ยเท่ากันที่ 4.31 (±S.D.=±0.79 และ ±0.60 ตามลำดับ) รองลงมา คือ การใช้งานเอกสารสามารถทำได้โดยง่าย และความเหมาะสมในการเลือกใช้รูปภาพเพื่ออธิบายสื่อความหมาย โดยมีค่าเฉลี่ยเท่ากันที่ 4.13 (±S.D.=±0.81) และลำดับถัดมา คือ ความเหมาะสมในการเลือกใช้สัญลักษณ์เพื่ออธิบายสื่อความหมาย ($\bar{X}$ =4.12, ±S.D.=±0.89) แสดงดังตารางที่ 6

2) ด้านการทำงานตามฟังก์ชันงานของระบบ (Function Test)

ผลการประเมินด้านการทำงานตามฟังก์ชันของระบบ พบว่าโดยภาพรวมอยู่ในระดับมาก ($\bar{X}$ =3.75, ±S.D.=±0.80) เมื่อพิจารณาเป็นรายข้อ พบว่า รายการที่มีค่าเฉลี่ยสูงสุด คือ ความถูกต้องของผลลัพธ์ที่ได้จากการประเมิน ($\bar{X}$ =4.19 ±S.D.=±0.91) อยู่ในระดับมาก รองลงมาคือ ความถูกต้องในการแสดงข้อมูล ($\bar{X}$ =3.88, ±S.D.=±0.96) อยู่ในระดับมาก อย่างไรก็ตาม ในด้านความรวดเร็วในการประมวลผล มีค่าเฉลี่ยเท่ากับ 3.19 (±S.D.=±0.83) อยู่ในระดับปานกลาง แสดงให้เห็นว่าประสิทธิภาพด้านความเร็วของระบบยังสามารถพัฒนาเพิ่มเติมได้ แม้ว่าโดยรวมระบบจะยังคงมีประสิทธิภาพในการทำงานตามฟังก์ชันที่กำหนด แสดงดังตารางที่ 7

3) ด้านการตรงตามความต้องการของผู้ใช้ระบบ (Functional Requirement Test)

ผลการประเมินด้านการตรงตามความต้องการของผู้ใช้ระบบ พบว่า โดยภาพรวมอยู่ในระดับมาก ($\bar{X}$ =3.80, ±S.D.=±0.93) เมื่อพิจารณาเป็นรายข้อ พบว่า รายการที่มีค่าเฉลี่ยสูงสุด คือ เป็นประโยชน์ต่อการใช้งาน ($\bar{X}$ =4.25, ±S.D.=±0.86) อยู่ในระดับมาก รองลงมา คือ ความถูกต้องใน

การใช้งาน ($\bar{X}$ =4.00, ±S.D.=±1.03) และความสะดวกในการใช้งาน ($\bar{X}$ =3.81, ±S.D.=±1.11) อย่างไรก็ตาม รายการด้านความรวดเร็วในการใช้งาน และการช่วยลดขั้นตอนในการประเมิน มีค่าเฉลี่ยเท่ากับ 3.50 (±S.D.=±1.21 และ ±1.37 ตามลำดับ) อยู่ในระดับปานกลาง แสดงดังตารางที่ 8

อภิปรายผลการวิจัย

การพัฒนาและตรวจสอบแบบประเมิน RULA สำหรับผู้ปฏิบัติงานคอมพิวเตอร์ ฉบับภาษาไทย โดยใช้กระบวนการแปลแบบไป-กลับ การปรับข้ามวัฒนธรรม และการประเมินประสิทธิภาพการใช้งานของเครื่องมือ ผลการศึกษาแสดงให้เห็นว่าเครื่องมือฉบับภาษาไทยมีความสอดคล้องกับโครงสร้างของเครื่องมือดั้งเดิม (Lueder, 1996) และสามารถปรับให้เหมาะสมกับบริบทภาษาและวัฒนธรรมของผู้ใช้ในประเทศไทยได้อย่างมีประสิทธิภาพ กระบวนการพัฒนาเครื่องมือที่ใช้การทบทวนขั้นตอนการประเมิน การแปลเชิงระบบ และการวาดภาพประกอบใหม่ให้มีความชัดเจนด้านมุมองศาและเกณฑ์การให้คะแนน ช่วยเพิ่มความเข้าใจในการใช้งานและลดความคลาดเคลื่อนในการตีความของผู้ประเมิน ซึ่งสอดคล้องกับแนวทางการปรับเครื่องมือข้ามวัฒนธรรมที่เสนอโดย Beaton และคณะ (Beaton et al., 2000) ที่ระบุว่าการแปลและการปรับเครื่องมืออย่างเป็นระบบสามารถคงความเทียบเท่าทางแนวคิดและเนื้อหาของเครื่องมือเดิมได้

ผลการศึกษาครั้งนี้ พบว่า แบบประเมิน RULA สำหรับผู้ปฏิบัติงานคอมพิวเตอร์ ฉบับภาษาไทย มีค่า CVI เท่ากับ 0.92 ซึ่งอยู่ในเกณฑ์ที่ดีและสามารถยอมรับได้ตามเกณฑ์ของ Polit and Beck (2006) ที่เสนอว่าค่า CVI ควรมากกว่า 0.80 เพื่อแสดงถึงความสอดคล้องของเนื้อหาและความเหมาะสมของเครื่องมือในการนำไปใช้งาน ทั้งนี้ แม้ว่ายังไม่พบรายงานการแปลและตรวจสอบค่า CVI ของแบบประเมิน RULA และ REBA ฉบับภาษาไทยอย่างเป็นทางการในประเทศไทย แต่พบว่างานวิจัยด้านการแปลและพัฒนาเครื่องมือทางการยศาสตร์ที่เกี่ยวข้อง เช่น แบบประเมิน Rapid Office Strain Assessment (ROSA) ฉบับภาษาไทย มีค่า S-CVI/UA = 0.80 และ S-CVI/Ave = 0.95 ซึ่งถือว่าอยู่ในระดับที่ดีและใกล้เคียงกับผลการศึกษาครั้งนี้ (Mekwimon Kingkaew et al., 2018) นอกจากนี้ งานวิจัยในประเทศไทยส่วนใหญ่ที่ใช้ RULA และ REBA ยังเป็นการประยุกต์ใช้เครื่องมือฉบับภาษาอังกฤษโดยตรง โดยไม่ได้รายงานกระบวนการแปลและการตรวจสอบความตรงเชิงเนื้อหาอย่างชัดเจน (Sirikasemsuk et al., 2024) ดังนั้น การศึกษาครั้งนี้จึงมีความสำคัญในการเติมเต็มช่องว่างด้านการพัฒนาเครื่องมือประเมินทางการยศาสตร์สำหรับผู้ปฏิบัติงานคอมพิวเตอร์ในบริบทภาษาไทย และสนับสนุนการนำเครื่องมือไปใช้ในการประเมินความเสี่ยงทางการยศาสตร์ได้อย่างเหมาะสมมากยิ่งขึ้น

การพัฒนาแบบประเมินฉบับภาษาไทยครั้งนี้ยึดแนวคิดผู้ใช้งานเป็นศูนย์กลาง (User-centered Design) โดยมีการปรับรูปแบบการนำเสนอ การใช้ภาพสี ตัวอักษร และสัญลักษณ์ประกอบการประเมินอย่างเป็นระบบ เพื่อช่วยให้ผู้ใช้งานสามารถทำความเข้าใจและประเมินท่าทางการทำงานได้ง่าย ชัดเจน และสอดคล้องกับบริบทของผู้ปฏิบัติงานคอมพิวเตอร์ในประเทศไทย นอกจากนี้ กระบวนการพัฒนาเครื่องมือยังดำเนินการอย่างเป็นขั้นตอนตามแนวคิดการปรับปรุงคุณภาพอย่างต่อเนื่องตามวงจร PDCA ของ Deming (1986) ซึ่งประกอบด้วยการวางแผน การพัฒนาและทดสอบเครื่องมือ การประเมินผล และการปรับปรุงเครื่องมืออย่างต่อเนื่อง ส่งผลให้เครื่องมือมีความเหมาะสมต่อการนำไปใช้งานจริงมากยิ่งขึ้น ขณะเดียวกัน การตรวจสอบคุณภาพเครื่องมือโดยนักภาษาศาสตร์ร่วมกับผู้เชี่ยวชาญด้านการยศาสตร์ ยังช่วยเพิ่มความถูกต้องทั้งด้านภาษา ความหมายเชิงเทคนิค และความเหมาะสมต่อบริบททางวัฒนธรรมและการใช้งานจริงของกลุ่มเป้าหมาย ซึ่งสอดคล้องกับแนวทางการแปลและปรับเครื่องมือวิจัยข้ามวัฒนธรรมที่แนะนำให้มีผู้เชี่ยวชาญจากหลากหลายสาขาร่วมตรวจสอบ เพื่อเพิ่มความตรง ความน่าเชื่อถือ และความเทียบเท่าของเครื่องมือวิจัย (Beaton et al., 2000; Sousa & Rojjanasrirat, 2011) รวมทั้งช่วยให้เครื่องมือสามารถประยุกต์ใช้ได้อย่างเหมาะสมในบริบททางวัฒนธรรมที่แตกต่างกัน (Phongphanngam & Lach, 2019)

ในเชิงปฏิบัติ เครื่องมือนี้สามารถนำไปใช้ประเมินความเสี่ยงทางการยศาสตร์ในสถานประกอบการ สำนักงาน โรงพยาบาล และหน่วยงานราชการที่มีการใช้งานคอมพิวเตอร์อย่างต่อเนื่อง เพื่อคัดกรองและเฝ้าระวังความเสี่ยงต่อความผิดปกติของระบบกระดูกและกล้ามเนื้อ อย่างไรก็ตาม ผู้ใช้งานควรมีความรู้พื้นฐานด้านการยศาสตร์หรือได้รับการฝึกอบรมเพื่อช่วยลดความคลาดเคลื่อนในการประเมินและเพิ่มความถูกต้องของผลการประเมิน (McAtamney & Corlett, 1993; Janwantanakul et al., 2008)

จากผลการประเมินด้านการทำงานตามฟังก์ชันของระบบ (Function Test) พบว่าด้านความรวดเร็วในการประมวลผลมีค่าเฉลี่ยอยู่ในระดับปานกลาง ($\bar{X}$=3.19) ซึ่งอาจเกิดจากลักษณะของเครื่องมือที่ยังอยู่ในรูปแบบแบบฟอร์มกระดาษ ทำให้ผู้ใช้งานต้องดำเนินการประเมิน คำนวณคะแนน และแปลผลด้วยตนเองในหลายขั้นตอน ส่งผลให้ใช้ระยะเวลาในการประเมินมากขึ้น รวมทั้งอาจเกิดความล่าช้าหรือความผิดพลาดจากการคำนวณด้วยมือ โดยเฉพาะในกรณีที่มีการประเมินหลายส่วนของร่างกายพร้อมกัน นอกจากนี้ ผู้ใช้งาน

บางส่วนอาจยังไม่คุ้นเคยกับเกณฑ์การให้คะแนนและการประเมินมุมท่าทางของ RULA ซึ่งส่งผลต่อความรวดเร็วในการใช้งานเครื่องมือ (McAtamney & Corlett, 1993) ซึ่งสอดคล้องกับแนวคิดด้าน Usability และ Human-computer Interaction ที่ระบุว่า ความซับซ้อนของขั้นตอนการใช้งานและจำนวนกระบวนการที่ผู้ใช้ต้องดำเนินการด้วยตนเอง มีผลต่อประสิทธิภาพและระยะเวลาในการใช้งานระบบ (Nielsen, 1993; ISO 9241-11, 2018)

แม้ว่าผลการประเมินโดยภาพรวมจะอยู่ในระดับมาก แต่ยังพบว่าผู้เชี่ยวชาญบางส่วนมีมุมมองแตกต่างกันในประเด็นด้านขนาดตัวอักษร ความรวดเร็วในการใช้งาน และการช่วยลดขั้นตอนในการประเมิน ซึ่งมีค่าเฉลี่ยอยู่ในระดับปานกลาง อาจสะท้อนถึงความแตกต่างด้านประสบการณ์ความคุ้นเคยในการใช้งานเครื่องมือทางการยศาสตร์ และความต้องการในการใช้งานของผู้ประเมินแต่ละกลุ่ม โดยเฉพาะผู้เชี่ยวชาญที่มีประสบการณ์ใช้งานเครื่องมือดิจิทัลหรือระบบอัตโนมัติ อาจคาดหวังให้เครื่องมือสามารถประเมินและคำนวณผลได้รวดเร็วกว่ารูปแบบแบบฟอร์มกระดาษ นอกจากนี้ ความแตกต่างด้านอายุ การมองเห็น และลักษณะการใช้งานเอกสาร อาจส่งผลต่อการรับรู้ความเหมาะสมของขนาดตัวอักษรและรูปแบบการนำเสนอข้อมูลได้เช่นกัน ซึ่งสอดคล้องกับแนวคิดด้าน Usability ที่ระบุว่าประสบการณ์ ภูมิหลัง และบริบทของผู้ใช้มีผลต่อการรับรู้ประสิทธิภาพและความสะดวกในการใช้งานของระบบ (Nielsen, 1993; ISO 9241-11, 2018)

เมื่อเปรียบเทียบกับแบบประเมิน RULA และ REBA ที่ใช้ทั่วไป แบบประเมิน RULA สำหรับผู้ปฏิบัติงานคอมพิวเตอร์ฉบับภาษาไทยมีจุดเด่นคือได้รับการออกแบบเฉพาะสำหรับผู้ปฏิบัติงานคอมพิวเตอร์ ซึ่งยังมีผลการประเมินด้านประสบการณ์ผู้ใช้งาน (UX) และส่วนต่อประสานกับผู้ใช้งาน (UI) อยู่ในระดับมาก ทั้งด้านการใช้งานระบบ การทำงานตามฟังก์ชัน และความสอดคล้องกับความต้องการของผู้ใช้ สะท้อนให้เห็นว่าเครื่องมือที่พัฒนาขึ้นมีความชัดเจน เข้าใจง่าย และสามารถนำไปใช้ประเมินทางการยศาสตร์ในทางปฏิบัติได้อย่างเหมาะสม ในบริบทของผู้ใช้ภาษาไทย (Wiangkham et al., 2021; Kitisomprayoonkul et al., 2021) นอกจากนี้ แบบประเมินฉบับภาษาไทยครั้งนี้ยังได้รับการออกแบบโดยยึดแนวคิดผู้ใช้งานเป็นศูนย์กลาง (User-centered Design) ผ่านการปรับภาพประกอบ สี สัญลักษณ์ และรูปแบบการแสดงผลให้สอดคล้องกับลักษณะการทำงานหน้าคอมพิวเตอร์ ส่งผลให้ผู้ใช้งานสามารถเข้าใจขั้นตอนการประเมินได้ง่ายขึ้น ลดความซับซ้อนของการใช้งาน และเพิ่มประสบการณ์การใช้งานของผู้ประเมิน ซึ่งแตกต่างจากแบบประเมิน RULA และ REBA ทั่วไปที่ยังคงรูปแบบดั้งเดิมและอาจมีความซับซ้อนในการแปลผล โดยเฉพาะในผู้ใช้งานที่ไม่มีพื้นฐานด้านการยศาสตร์ ขณะเดียวกัน การตรวจสอบคุณภาพเครื่องมือโดยนักภาษาศาสตร์ร่วมกับผู้เชี่ยวชาญด้านการยศาสตร์ ยังช่วยเพิ่มความถูกต้องทั้งด้านภาษา ความหมายเชิงเทคนิค และความเหมาะสมต่อบริบทการใช้งานจริง ซึ่งสอดคล้องกับแนวทางการแปลและปรับเครื่องมือวิจัยข้ามวัฒนธรรมของ Beaton et al. (2000) และ Sousa and Rojjanasrirat (2011)

อย่างไรก็ตาม การศึกษานี้ยังมีข้อจำกัดบางประการ ได้แก่ การมุ่งเน้นการตรวจสอบความตรงเชิงเนื้อหาและการประเมินด้าน UX/UI เป็นหลัก โดยยังไม่ได้ทดสอบคุณสมบัติทางจิตวิทยาการวัดอื่น เช่น ความเชื่อมั่น (Reliability) และความตรงเชิงโครงสร้าง (Construct Validity) รวมทั้งยังไม่ได้ทดลองใช้ในกลุ่มผู้ใช้งานจริงในภาคสนาม ดังนั้น ในอนาคตควรมีการศึกษาต่อยอดในกลุ่มผู้ใช้งานจริงและพัฒนาเครื่องมือในรูปแบบดิจิทัลหรือระบบคำนวณอัตโนมัติ เพื่อเพิ่มความสะดวก ความรวดเร็ว และความแม่นยำในการใช้งานมากยิ่งขึ้น

สรุปผลการวิจัย

การศึกษาครั้งนี้สามารถแปลและพัฒนาแบบประเมิน RULA สำหรับผู้ปฏิบัติงานคอมพิวเตอร์ จากต้นฉบับภาษาอังกฤษเป็นฉบับภาษาไทย โดยผ่านกระบวนการแปลและปรับข้ามวัฒนธรรมอย่างเป็นระบบร่วมกับนักภาษาศาสตร์และผู้เชี่ยวชาญด้านการยศาสตร์ ส่งผลให้เครื่องมือมีความเทียบเท่าทั้งด้านภาษา ความหมาย และเชิงเทคนิค โดยมีค่า Content Validity Index (CVI) เท่ากับ 0.92 ซึ่งอยู่ในเกณฑ์ที่ดี นอกจากนี้ ผลการประเมินด้านประสบการณ์ผู้ใช้งาน (UX) และส่วนต่อประสานกับผู้ใช้งาน (UI) พบว่าอยู่ในระดับมาก ทั้งด้านการใช้งานระบบ ($\bar{X}$ =4.07, ±S.D.=±0.64) ด้านการทำงานตามฟังก์ชันของระบบ ($\bar{X}$ =3.75, ±S.D.=±0.80) และด้านการตรงตามความต้องการของผู้ใช้ระบบ ($\bar{X}$ =3.80, ±S.D.=±0.93) สะท้อนว่าแบบประเมินฉบับภาษาไทยมีความชัดเจน เข้าใจง่าย และเหมาะสมต่อการนำไปประยุกต์ใช้ในการประเมินความเสี่ยงทางการยศาสตร์ของผู้ปฏิบัติงานคอมพิวเตอร์ในบริบทประเทศไทย

ข้อเสนอแนะ

สำหรับการพัฒนาในอนาคต ควรมีการพัฒนาแบบประเมิน RULA สำหรับผู้ปฏิบัติงานคอมพิวเตอร์ ฉบับภาษาไทย ให้อยู่ในรูปแบบดิจิทัลหรือระบบคำนวณอัตโนมัติ เช่น เว็บไซต์หรือแอปพลิเคชัน เพื่อช่วยเพิ่มความรวดเร็วใน

การประเมิน ลดความผิดพลาดจากการคำนวณด้วยมือ และเพิ่มความสะดวกในการใช้งาน รวมทั้งสนับสนุนการประยุกต์ใช้เครื่องมือทางการยศาสตร์ในสถานประกอบการและงานวิจัยได้อย่างมีประสิทธิภาพมากยิ่งขึ้น นอกจากนี้ควรมีการพัฒนาแบบประเมินให้อยู่ในรูปแบบดิจิทัลหรือระบบคำนวณอัตโนมัติ เช่น เว็บไซต์หรือแอปพลิเคชัน เพื่อช่วยเพิ่มความรวดเร็วในการประเมิน ลดความผิดพลาดจากการคำนวณด้วยมือ และเพิ่มความสะดวกในการใช้งาน รวมทั้งสนับสนุนการประยุกต์ใช้เครื่องมือทางการยศาสตร์ในสถานประกอบการและงานวิจัยได้อย่างมีประสิทธิภาพมากยิ่งขึ้น

กิตติกรรมประกาศ

การวิจัยครั้งนี้ได้รับการสนับสนุนจากทุนวิจัยทั่วไป (Invitation Research) กองทุนวิจัยคณะสาธารณสุขศาสตร์ มหาวิทยาลัยธรรมศาสตร์ ผู้วิจัยขอขอบพระคุณอาจารย์ที่ปรึกษาที่ให้คำแนะนำและข้อเสนอแนะอันเป็นประโยชน์ตลอดจนคณาจารย์และเจ้าหน้าที่คณะสาธารณสุขศาสตร์ มหาวิทยาลัยธรรมศาสตร์ ที่ให้การสนับสนุนและอำนวยความสะดวกในการดำเนินงานวิจัย นอกจากนี้ ขอขอบคุณผู้เชี่ยวชาญด้านภาษาและผู้เชี่ยวชาญด้านการยศาสตร์ทุกท่านที่ได้ให้ความร่วมมือในการตรวจสอบความตรงของเครื่องมือและประเมินประสิทธิภาพของแบบประเมินในครั้งนี้

Faculty of Public Health
คณะสาธารณสุขศาสตร์
มหาวิทยาลัยราชภัฏอุบลราชธานี
Faculty of Public Health, Ubon Ratchathani Rajabhat University
Ubon Ratchathani Rajabhat University

References

Arias, P., Gómez-Galán, M., Pérez-Alonso, J., & Callejón-Ferre, Á. J. (2024). Ergonomic assessment methods for computer and digital device users: A systematic review. Applied Ergonomics, 118, 104247. https://doi.org/10.1016/j.apergo.2024.104247

Beaton, D. E., Bombardier, C., Guillemin, F., & Ferraz, M. B. (2000). Guidelines for the process of cross-cultural adaptation of self-report measures. Spine, 25(24), 3186-3191. https://doi.org/10.1097/00007632-200012150-00014

Best, J. W. (1977). Research in education (3rd ed.). Prentice-Hall. https://books.google.co.th/books/about/Research_in_Education.html?id=vr07AAAAMAAJ&redir_esc=y

Bontrup, C., Taylor, W. R., Fliesser, M., Visscher, R., Green, T., Wippert, P. M., & Zemp, R. (2019). Low back pain and its relationship with sitting behaviour among sedentary office workers. Applied Ergonomics, 81, 102894. https://doi.org/10.1016/j.apergo.2019.102894

Brooke, J. (1996). SUS: A “quick and dirty” usability scale. In P. W. Jordan, B. Thomas, B. A. Weerdmeester, & I. L. McClelland (Eds.), Usability evaluation in industry (pp. 189-194). Taylor & Francis.

Charoenlimprasert, N., Wattanapan, P., & Saengsuwan, J. (2019). Reliability and validity of the Thai version of Rapid Entire Body Assessment (REBA). Journal of the Medical Association of Thailand, 102(4), 421-428.

Deming, W. E. (1986). Out of the crisis. Massachusetts Institute of Technology, Center for Advanced Engineering Study.

Gawke, J. C., Gorgievski, M. J., & van der Linden, D. (2023). Office work, sedentary behavior, and musculoskeletal health: Recent evidence and future directions. International Journal of Environmental Research and Public Health, 20(4), 3158. https://doi.org/10.3390/ijerph20043158

ISO 9241-11. (2018). Ergonomics of human-system interaction-Part 11: Usability: Definitions and concepts. International Organization for Standardization.

Janwantanakul, P., Pensri, P., Jiamjarasrangsi, W., & Sinsongsook, T. (2008). Prevalence of self-reported musculoskeletal symptoms among office workers. Occupational Medicine, 58(6), 436-438. https://doi.org/10.1093/occmed/kqn072

Kitisomprayoonkul, W., Janwantanakul, P., & Pensri, P. (2021). Reliability and validity of the Thai version of the Patient-Rated Wrist/Hand Evaluation questionnaire. Journal of Hand Therapy, 34(2), 256-263. https://doi.org/10.1016/j.jht.2020.01.002

Kristanto, T., Widyanti, A., & Sutalaksana, I. Z. (2023). Ergonomic risk factors and musculoskeletal complaints among digital device users: A cross-sectional study. Healthcare, 11(9), 1287. https://doi.org/10.3390/healthcare11091287

Lueder, R. (1996). A proposed RULA of computer users. University of California, Berkeley, Center for Occupational and Environmental Health Continuing Education Program. Retrieved October 17, 2024, from https://www.researchgate.net/publication/242457225_%20A_Proposed_RULA_for_Computer_Users

McAtamney, L., & Corlett, E. N. (1993). RULA: A survey method for the investigation of work-related upper limb disorders. Applied Ergonomics, 24(2), 91-99. https://doi.org/10.1016/0003-6870(93)90080-S

Mekwimon Kingkaew, W., Paileeklee, S., & Jaroenngarmsamer, P. (2018). Validity and reliability of the Rapid Office Strain Assessment (ROSA) Thai version. Journal of the Medical Association of Thailand, 101(1), 145-149.

Namwongsa, S., Kavee, N., Chukaew, S., & Udom, S. (2023). Ergonomic risk assessment among tablet users. KKU Research Journal (Graduate Studies), 23(1), 1-13.

Neubert, M. S., Charoenporn, N., Jalayondeja, W., Teeravarunyou, S., Kaewdok, T., Mekhora, K., Taptagaporn, S., & Arphorn, S. (2024). Development of a certification system and core competencies for professional ergonomists in Thailand. Theoretical Issues in Ergonomics Science, 25(3), 316-329. https://doi.org/10.1080/1463922X.2023.2190788

Nielsen, J. (1993). Usability engineering. Academic Press.

Norkin, C. C., & White, D. J. (2016). Measurement of joint motion: A guide to goniometry (5th ed.). F.A. Davis Company.

Oakman, J., Kinsman, N., Stuckey, R., Graham, M., & Weale, V. (2022). A rapid review of musculoskeletal disorders associated with office work and digital technology use. International Journal of Environmental Research and Public Health, 19(3), 1352. https://doi.org/10.3390/ijerph19031352

Perneger, T. V., Courvoisier, D. S., Hudelson, P. M., & Gayet-Ageron, A. (2014). Sample size for pre-tests of questionnaires. Universitaires de Genève. https://doi.org/10.1007/s11136-014-0752-2

Phongphanngam, S., & Lach, H. W. (2019). Cross-cultural instrument translation and adaptation: Challenges and strategies. Pacific Rim International Journal of Nursing Research, 23(2), 170-179.

Polit, D. F., & Beck, C. T. (2006). The content validity index: Are you sure you know what's being reported? Critique and recommendations. Research in Nursing & Health, 29(5), 489-497. https://doi.org/10.1002/nur.20147

Sirikasemsuk, K., Kittipanya-Ngam, P., Luanwiset, D., & Leerojanaprapa, K. (2024). Work posture risk comparison of RULA and REBA based on measures of assessment-score variability: A case study of the metal coating industry in Thailand. International Journal of Innovative Research and Scientific Studies, 7(3), 926-935. https://doi.org/10.53894/ijirss.v7i3.3004

Sousa, V. D., & Rojjanasrirat, W. (2011). Translation, adaptation and validation of instruments or scales for use in cross-cultural health care research. Journal of Evaluation in Clinical Practice, 17(2), 268-274. https://doi.org/10.1111/j.1365-2753.2010.01434.x

Wiangkham, T., Duda, J., Haque, S., & Price, C. (2021). Cross-cultural adaptation and psychometric properties of the Thai version of the STarT Back Screening Tool. BMC Musculoskeletal Disorders, 22, 1-10. https://doi.org/10.1186/s12891-021-04078-9

Wild, D., Grove, A., Martin, M., Eremenco, S., McElroy, S., Verjee-Lorenz, A., & Erikson, P. (2005). Principles of good practice for the translation and cultural adaptation process for patient-reported outcomes (PRO) measures: Report of the ISPOR task force for translation and cultural adaptation. Value in Health, 8(2), 94-104. https://doi.org/10.1111/j.1524-4733.2005.04054.x

Faculty of Public Health
คณะสาธารณสุขศาสตร์
มหาวิทยาลัยราชภัฏอุบลราชธานี
Faculty of Public Health, Ubon Ratchathani Rajabhat University
Ubon Ratchathani Rajabhat University

Table 1 Demographic Characteristics of Ergonomics Experts

No.	Academic Field	Expertise	Highest Educational Qualification
1	Engineering	- Industrial Engineering - Ergonomics	Ph.D. in Industrial Engineering
2	Engineering	- Biomedical Engineering - Human Factors Engineering and Ergonomics	Ph.D. in Biomedical Engineering
3	Engineering	- Industrial Engineering - Human Factors Engineering and Ergonomics	M.Eng. in Industrial Engineering
4	Architecture	- Architecture - Ergonomics and Designs	Ph.D. in Design
5	Occupational Health and Safety	- Human Factors Engineering and Ergonomics - Occupational Medicine	Ph.D. in Biomedical Engineering
6	Occupational Health and Safety	- Occupational Ergonomics	Ph.D. in Public Health (International Program)
7	Occupational Health and Safety	- Occupational Ergonomics	Ph.D. in Public Health (International Program)
8	Occupational Health and Safety	- Occupational Ergonomics	M.Sc. in Occupational Health and Safety
9	Occupational Health and Safety	- Occupational Ergonomics	M.Sc. in Occupational and Environmental Health (International Program)
10	Occupational Health and Safety	- Occupational Ergonomics	Ph.D. in Public Health (International Program)
11	Occupational Health and Safety	- Occupational Ergonomics - Occupational Medicine	Ph.D. in Occupational and Environmental Health (International Program)
12	Occupational Health and Safety	- Occupational Ergonomics	M.Sc. in Occupational Health and Safety
13	Physical Therapy	- Musculoskeletal Physical Therapy	Ph.D. in Physical Therapy (International Program)
14	Physical Therapy	- Musculoskeletal Physical Therapy	M.Sc. in Physical Therapy
15	Occupational Health Nursing	- Occupational Health Nursing - Ergonomics in Nursing	M.N.S. in Occupational Health Nursing
16	Occupational Medicine Physician	- Occupational Medicine - Human Factors Engineering and Ergonomics	Ph.D. in Biomedical Engineering

Faculty of Public Health
คณะสาธารณสุขศาสตร์
มหาวิทยาลัยราชภัฏอุบลราชธานี
Faculty of Public Health, Ubon Ratchathani Rajabhat University
Ubon Ratchathani Rajabhat University

Table 2 Comparison of Assessment Illustrations Between the Original English Version and the Developed Thai Version of the RULA for Computer Users Assessment Tool

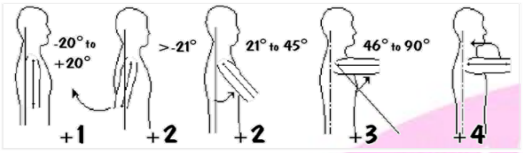
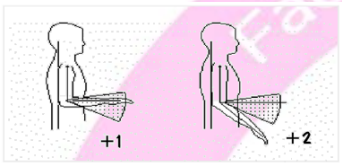
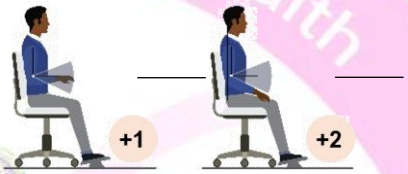
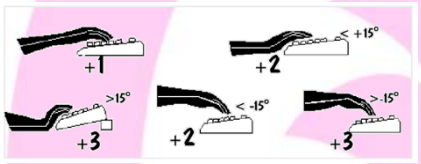
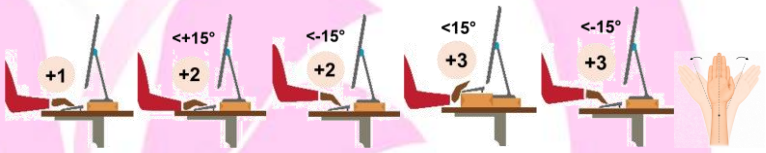
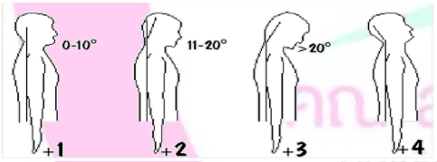
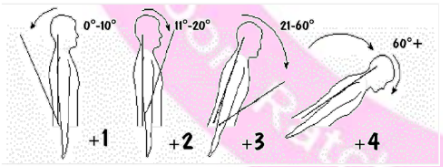
RULA for Computer Users Assessment Tool in English Version (Original)	RULA for Computer Users Assessment Tool in Thai Version (Developed)
Upper Arm	
	
Lower Arm	
	
Wrist	
	
Neck	
	
Trunk	
	

Table 3 Comparison of Content Validity Index (CVI) Scores Between Forward Translation and Backward Translation by Linguists

Linguists	Mean CVI Score of Forward Translation	Mean CVI Score of Backward Translation
1	0.94	0.93
2	0.92	0.91
3	0.92	0.92

Table 4 Item-level Content Validity Index (I-CVI) of the Thai Version of the RULA for Computer Users Assessment Tool Evaluated by Linguists

Assessment Steps of the RULA for Computer Users Assessment Tool		Linguists			Item-level Content Validity Index (I-CVI)
		1	2	3	
1	Step 1: Upper Arm	0.92	0.92	0.93	0.92
2	Step 2: Lower Arm	0.92	0.91	0.92	0.91
3	Step 3: Wrists	0.90	0.91	0.92	0.91
4	Step 4: Wrist Twist	0.90	0.92	0.93	0.92
5	Step 5: Table A	0.91	0.93	0.94	0.93
6	Step 6: Neck	0.92	0.90	0.91	0.90
7	Step 7: Trunk	0.92	0.91	0.92	0.91
8	Step 8: Legs Score	0.92	0.92	0.93	0.92
9	Step 9: Table B	0.92	0.92	0.94	0.92
10	Step 10: Muscle Use Score	0.92	0.90	0.92	0.90
11	Step 11: Force / Load Score	0.92	0.92	0.93	0.92
12	Step 12: Table C	0.93	0.93	0.94	0.93
Mean		0.92	0.92	0.93	0.92

Table 5 Comparison of Mean Scores for User Experience (UX) and User Interface (UI) Evaluation by Ergonomics Experts

Ergonomics Experts	n	Mean	±S.D.
1. Ergonomist	7	4.42	±0.72
2. Occupational Health and Safety Specialist	5	4.51	±0.69
3. Physical Therapist	2	4.47	±0.64
4. Occupational Health Nurse	1	4.56	±0.67
5. Occupational Medicine Physician	1	4.61	±0.62

Table 6 The Usability Test Evaluation

Usability Test	Weight	$\bar{X}$	S.D.	Interpretation
1. The document was easy to use	5	4.13	±0.81	High
2. The display format was standardized and easy to understand	5	4.06	±0.85	High
3. Appropriateness of font type selection	5	4.31	±0.79	High
4. Appropriateness of font size selection	5	3.44	±1.15	Moderate
5. Appropriateness of font color selection	5	4.31	±0.60	High
6. Appropriateness of text used to convey meaning	5	4.06	±0.85	High
7. Appropriateness of images used to convey meaning	5	4.13	±0.81	High
8. Appropriateness of symbols used to convey meaning	5	4.12	±0.89	High
Overall	**40**	**4.07**	**±0.64**	**High**

คณะสาธารณสุขศาสตร์ มหาวิทยาลัยราชภัฏอุบลราชธานี Faculty of Public Health, Ubon Ratchathani Rajabhat University

Table 7 The Function Test Evaluation

Function Test	Weight	$\bar{X}$	S.D.	Interpretation
1. Accuracy of data display	5	3.88	±0.96	High
2. Accuracy of assessment results	5	4.19	±0.91	High
3. Processing speed	5	3.19	±0.83	Moderate
Overall	**15**	**3.75**	**±0.80**	**High**

Table 8 The Functional Requirement Test Evaluation

Functional Requirement Test	Weight	$\bar{X}$	S.D.	Interpretation
1. Ease of use	5	3.81	±1.11	High
2. Accuracy in use	5	4.00	±1.03	High
3. Speed of use	5	3.50	±1.21	Moderate
4. Reduction of assessment steps	5	3.50	±1.37	Moderate
5. Improved understanding of the assessment	5	3.75	±0.93	High
6. Usefulness for practical application	5	4.25	±0.86	High
Overall	**30**	**3.80**	**±0.93**	**High**

Faculty of Public Health
คณะสาธารณสุขศาสตร์
มหาวิทยาลัยราชภัฏอุบลราชธานี
Faculty of Public Health, Ubon Ratchathani Rajabhat University
Ubon Ratchathani Rajabhat University

แบบประเมิน RULA สำหรับผู้ปฏิบัติงานคอมพิวเตอร์ ฉบับภาษาไทย

สถานีงาน/ลักษณะงาน..... ผู้ประเมิน..... วันที่.....

ขั้นตอน 1 แขนส่วนบน



+1 = แขนส่วนบนกางออกด้านข้าง
+1 = ไหล่ยก หรือยกหูโทรศัพท์
-1 = มีที่รองรับแขนส่วนบน หรือสามารถวางพาดกับส่วนของสถานีงาน

ขั้นตอน 2 แขนส่วนล่าง



+1 = มีการเอื้อมมือซ้าย หรือมือขวาไปทำงานฝั่งตรงข้ามเลยกึ่งกลางลำตัว

ขั้นตอน 3 การหักงอข้อมือ



+1 = ข้อมือมีการหักงอมาทางด้านข้าง

ขั้นตอน 4 การหมุนข้อมือ

+1 = ข้อมือไม่มีการหมุน หรือหมุนไม่เกินครึ่งหนึ่ง
+2 = ข้อมือหมุนมาก

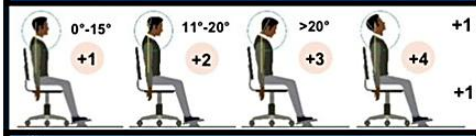
ขั้นตอน 5 เปิดตาราง เอ

นำคะแนนจากขั้นตอนที่ 1-4 มาใช้เปิดตาราง

ตาราง เอ

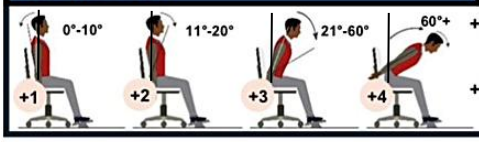
แขนส่วนบน	แขนส่วนล่าง	การหักข้อมือ 1 หมุนข้อมือ 1	1 2	การหักข้อมือ 2 หมุนข้อมือ 1	1 2	การหักข้อมือ 3 หมุนข้อมือ 1	1 2	การหักข้อมือ 4 หมุนข้อมือ 1	1 2
1	1		1 2		1 2		1 2		1 2
	2		2 2		2 2		3 3		3 3
	3		2 3		3 3		3 3		4 4
2	1		2 3		3 3		3 4		4 4
	2		3 3		3 3		4 4		4 4
	3		3 4		4 4		4 4		5 5
3	1		3 3		4 4		4 4		5 5
	2		3 4		4 4		4 4		5 5
	3		4 4		4 4		5 5		5 5
4	1		4 4		4 4		4 5		5 5
	2		4 4		4 4		5 5		5 5
	3		4 4		4 5		5 5		6 6
5	1		5 5		5 5		5 6		6 7
	2		5 6		6 6		6 7		7 7
	3		6 6		6 7		7 7		7 8
6	1		7 7		7 7		7 8		8 9
	2		8 8		8 8		8 9		9 9
	3		9 9		9 9		9 9		9 9

ขั้นตอน 6 คอ



+1 = มีการหมุนคอหรือศีรษะ
+1 = คอเอียงไปด้านข้าง

ขั้นตอน 7 ลำตัว



+1 = มีการหมุนลำตัว
+1 = ลำตัวเอียงไปด้านข้าง

ขั้นตอน 8 ขา

+1 = ขณะนั่ง เท้าทั้งสองข้างวางแนบสนิทกับพื้นที่วางเท้าอย่างดี
+1 = ขณะยืน ขาและเท้ารับน้ำหนักได้สมดุลทรงตัวได้ดี
+2 = เมื่อขาทั้งสองข้าง ไม่มีที่รองรับ หรือมีแต่ไม่สมดุล

ขั้นตอน 9 เปิดตาราง บี

นำคะแนนจากขั้นตอนที่ 6-8 มาใช้เปิดตาราง

ตาราง บี

คอ	ลำตัว 1 ขา 1	ขา 2	ลำตัว 2 ขา 1	ขา 2	ลำตัว 3 ขา 1	ขา 2	ลำตัว 4 ขา 1	ขา 2	ลำตัว 5 ขา 1	ขา 2	ลำตัว 6 ขา 1	ขา 2
1	1	3	2	3	3	4	5	5	6	6	7	7
2	2	3	2	3	4	5	5	5	6	7	7	7
3	3	3	3	4	4	5	5	6	6	7	7	7
4	5	5	5	6	6	7	7	7	7	7	8	8
5	7	7	7	7	7	8	8	8	8	8	8	8
6	8	8	8	8	8	8	8	9	9	9	9	9

ขั้นตอน 10 การใช้กล้ามเนื้อ

+1 = เมื่อมีการทำงานกับคอมพิวเตอร์ มากกว่า 2 ชั่วโมง ต่อเนื่องไม่พัก

ขั้นตอน 11 ภาระงานรวม

จำนวนชั่วโมงรวมทั้งหมด ต่อวันที่ทำงานกับคอมพิวเตอร์
+1 = ทำงาน 4-6 ชั่วโมง/วัน
+2 = ทำงานมากกว่า 6 ชั่วโมง/วัน

ขั้นตอน 12 เปิดตาราง ซี

คะแนน ดี = ขั้นตอน 5 (ซ้าย) + ขั้นตอน 10 + ขั้นตอน 11

= ขั้นตอน 5 (ขวา) + ขั้นตอน 10 + ขั้นตอน 11

คะแนน อี = ขั้นตอน 9 + ขั้นตอน 10 + ขั้นตอน 11

นำคะแนน ดี และ อี มาใช้เปิดตาราง ซี

สรุป รูล่าสำหรับผู้ปฏิบัติงาน

ตาราง ซี

คะแนน ดี	ตาราง อี 1	2	3	4	5	6	7	8	9+
1	1	2	3	3	4	5	5	5	5
2	2	2	3	4	4	5	5	5	5
3	3	3	3	4	4	5	6	6	6
4	3	3	3	4	5	6	6	6	6
5	4	4	4	5	6	7	7	7	7
6	4	4	5	6	6	7	7	7	7
7	5	5	6	6	7	7	7	7	7
8	5	5	6	7	7	7	7	7	7
9+	5	5	6	7	7	7	7	7	7

ระดับ	คะแนน	ความหมาย
1	1-2	ท่าทางของร่างกาย อยู่ในระดับยอมรับได้ เมื่อไม่ได้ทำงานนิ่งๆ อยู่กับที่ต่อเนื่องนานเกินไป หรือทำงานซ้ำๆ ไม่นานต่อเนื่องนานๆ
2	3-4	ควรจะต้องมีการตรวจสอบความเสี่ยงเพิ่มเติม และอาจจะต้องมีการปรับปรุงในอนาคต
3	5-6	ควรจะต้องมีการวิเคราะห์อย่างละเอียด และต้องปรับปรุงอย่างเร่งด่วน
4	7	ควรจะต้องมีการวิเคราะห์อย่างละเอียด เพื่อปรับปรุงโดยทันที

อ้างอิง : Lueder, R (1996) A Proposed RULA for Computer Users. Proceedings of the Ergonomics Summer Workshop, UC Berkeley Center for Occupational & Environmental Health Continuing Education Program, San Francisco, August 8-9, 1996.

Figure 1 RULA for Computer Users Thai Version