

การพัฒนาเก้าอี้นั่งเรียนสำหรับนักศึกษาระดับปริญญาตรี โดยประยุกต์ใช้ หลักการยศาสตร์

Studying Chair Development for Undergraduate Students by Implicating
Ergonomics Approach

บุตรี กาเด็น และ ศุภลักษณ์ สุวรรณ

Butree Kaden and Supaluck Suwan

สาขาวิชาวิศวกรรมอุตสาหการ คณะวิศวกรรมศาสตร์และเทคโนโลยี มหาวิทยาลัยนอร์ท-เชียงใหม่ ประเทศไทย

Department of Industrial Engineering, Faculty of Engineering and Technology,

North-Chiang Mai University, Thailand

วุฒิชัย ปวงมณี

Wuttichai Pongmanee

สาขาวิชาวิศวกรรมคอมพิวเตอร์ คณะวิศวกรรมศาสตร์และเทคโนโลยี มหาวิทยาลัยนอร์ท-เชียงใหม่ ประเทศไทย

Department of Computer Engineering, Faculty of Engineering and Technology,

North-Chiang Mai University, Thailand

E-mail: budtree073@gmail.com, supaluck@northcm.ac.th and wutichai@northcm.ac.th

(Received : April 20, 2022 Revised : August 18, 2022 Accepted : August 24, 2022)

บทคัดย่อ

บทความวิจัยนี้เป็นการศึกษาโดยมีวัตถุประสงค์เพื่อทำการออกแบบและสร้างเก้าอี้นั่งเรียนให้มีความเหมาะสมตามหลักการยศาสตร์ โดยศึกษาในกลุ่มตัวอย่างนักศึกษาชายจำนวน 50 คน ในคณะวิศวกรรมศาสตร์และเทคโนโลยี มหาวิทยาลัยนอร์ท-เชียงใหม่ โดยขั้นตอนการศึกษาเริ่มจากการประเมินความพึงพอใจของการใช้เก้าอี้นั่งเรียนในแบบปัจจุบันโดยใช้แบบสอบถาม และประเมินความเหมาะสมของท่าทางการนั่งโดยวิธี RULA (Rapid upper limb assessment) จากนั้นผู้วิจัยได้ทำการออกแบบและสร้างเก้าอี้นั่งเรียนแบบปรับปรุงให้มีความถูกต้องตามหลักการยศาสตร์ โดยอ้างอิงข้อมูลสัดส่วนร่างกายของกลุ่มตัวอย่างประกอบการพิจารณา แล้วทำการเก็บผลการวิจัยแบบกึ่งการทดลอง โดยทำการประเมินความเหมาะสมของเก้าอี้นั่งเรียนแบบปรับปรุงด้วยวิธีการใช้แบบสอบถามและวิธี RULA อีกครั้ง ผลการประเมินพบว่ากลุ่มตัวอย่างรู้สึกความพึงพอใจในการใช้งานเก้าอี้นั่งเรียนแบบใหม่มากขึ้น และระดับคะแนน RULA มีค่าลดลงอย่างมีนัยสำคัญทางสถิติ

คำสำคัญ: การยศาสตร์, สัดส่วนร่างกาย, Rapid Upper Limb Assessment

Abstract

The objective of this research paper is to design and construct a studying chair that is suitable according to the Ergonomics principle. 50 men students samples were studied. The studying process began with the assessment of users' satisfaction by using questionnaires and assessing the suitability of sitting posture during using former design chair by RULA (Rapid upper limb assessment) method. Researchers designed and built a modified chair by using Ergonomics approach by considering the anthropometry data of samples. Quasi-experimental research results were collected. Researchers assessed the suitability of the improved chair by using questionnaires and the RULA method again. The results showed that the subjects felt more satisfied with the use of the new chair and the RULA score level was significantly lower.

Keywords: Ergonomics, Anthropometry data, Rapid upper limb assessment

บทนำ

การยศาสตร์ เป็นศาสตร์ที่มุ่งเน้นการศึกษาวิธีการปรับสภาพแวดล้อมในการทำงานประจำวันของมนุษย์ ปัจจุบันการยศาสตร์เริ่มเป็นที่รู้จักมากขึ้นในประเทศไทย เพราะเป็นศาสตร์ที่ช่วยให้การทำงานของมนุษย์มีประสิทธิภาพและมีความปลอดภัยมากขึ้น ทำให้ผู้ปฏิบัติงานทำงานได้อย่างมีความสุขทั้งทางด้านร่างกายและจิตใจ จากการดำเนินการสอนในมหาวิทยาลัยนอร์ท-เชียงใหม่ ผู้วิจัยพบว่าปัญหาเชิงการยศาสตร์ที่เกิดขึ้นกับนักศึกษาระหว่างนั่งเรียนคือความล้าจากการนั่งในท่าทางที่ไม่ถูกต้อง ซึ่งมีสาเหตุมาจากเก้าอี้ที่เรียนดังแสดงในภาพที่ 1 ที่ถูกออกแบบมาอย่างไม่เหมาะสมตามหลักการยศาสตร์



Figure 1 Studying chair design (before improvement)

จากการเก็บข้อมูลเบื้องต้น ผู้วิจัยพบว่า การที่นักศึกษาต้องนั่งนิ่งๆติดต่อกันเป็นเวลานานบนเก้าอี้แบบปัจจุบัน ส่งผลให้กล้ามเนื้อกลุ่มที่ใช้ในการนั่งและการทรงตัวทำงานหนักมากขึ้นเพื่อต่อต้านแรงที่มาจากร่างกายส่วนบนในขณะนั่ง อาจส่งผลให้เกิดความเสียหายต่อเนื้อเยื่อในแนวกระดูกสันหลังส่วนล่าง (Lumbar spine) ซึ่งนอกจากจะมีผลต่อประสิทธิภาพในการเรียนรู้ภายในห้องเรียนแล้ว ยังอาจส่งผลเสียต่อสุขภาพร่างกายในระยะยาวอีกด้วย งานวิจัยนี้จึงได้เน้นการนำหลักการยศาสตร์ไปประยุกต์ใช้ในการออกแบบเก้าอี้นั่งเรียน เพื่อลดระดับความเมื่อยล้าจากการนั่งเรียน ทำให้นักศึกษารู้สึกสบายขณะนั่งเรียน ซึ่งจะส่งผลดีต่อประสิทธิภาพในการเรียนของนักศึกษาได้ด้วย

จากการศึกษาวิจัยของ Ismail W.R.Taifa (2022) ได้ระบุว่าอัตราความผิดปกติของกล้ามเนื้อและกระดูกที่มีความเกี่ยวข้องกับห้องเรียนในประเทศที่มีรายได้ต่ำและปานกลางมีแนวโน้มเพิ่มสูงขึ้น ผู้วิจัยได้มีการประยุกต์ใช้หลักการ Six Sigma ร่วมกับหลักการยศาสตร์เพื่อหาวิธีลดอัตราความผิดปกติของกล้ามเนื้อและกระดูกของนักเรียน โดยมีกลุ่มตัวอย่างเป็นนักเรียนในประเทศอินเดียจำนวน 478 คน ผู้วิจัยได้ทำการออกแบบเก้าอี้นั่งเรียนขึ้นใหม่ตามหลักการยศาสตร์และพบว่าความเจ็บปวดเมื่อยล้าตามส่วนต่างๆของร่างกายของกลุ่มตัวอย่างมีค่าลดลงอย่างเห็นได้ชัด

จากการศึกษาของ Fasulo, Naddeo & Cappetti (2019) ได้ศึกษาภาวะความไม่สบายขณะใช้งานเก้าอี้นั่งเรียนของนักศึกษาสาขาวิชาวิศวกรรมอุตสาหการ ในประเทศอิตาลี โดยทำการศึกษาในกลุ่มตัวอย่างจำนวน 25 คน จุดมุ่งหมายของงานวิจัยนี้คือต้องการศึกษาความรู้สึกไม่สบายของการนั่งเรียนของนักศึกษาโดยการติดตั้งแผ่นวัดแรงกดบริเวณเบาะนั่ง ผลการศึกษาพบว่าเมื่อกลุ่มตัวอย่างนั่งเรียนไปเป็นเวลานานขึ้น จะเกิดความเมื่อยล้าสะสมจากการนั่งมากขึ้น โดยคาดว่าน่าจะเป็นผลมาจากท่าทางการนั่งที่ไม่มีความมั่นคง อันเป็นผลมาจากการออกแบบเก้าอี้นั่งเรียนที่ไม่มีความเหมาะสม

จากการศึกษาของ Mohamed Thariq et al. (2010) ได้ประยุกต์ใช้หลักการยศาสตร์ในการออกแบบเก้าอี้นั่งเรียน ของนักศึกษาในประเทศศรีลังกา โดยพบว่า การออกแบบเก้าอี้นั่งเรียนแบบที่มีโต๊ะติดตั้งอยู่ด้านข้างนั้นส่งผลให้เกิดความไม่สบายในการนั่งเรียน เนื่องจากมีความไม่เหมาะสมของท่าทางขณะนั่ง โดยผู้วิจัยได้ให้ความเห็นว่า การพัฒนาเก้าอี้นั่งเรียนที่ดี มีความสำคัญอย่างยิ่งต่อความสามารถในการเรียนรู้ของนักศึกษา และจะช่วยส่งผลดีต่อการสร้างแรงงานที่มีคุณภาพสู่สังคมได้อีกด้วย

วัตถุประสงค์

เพื่อพัฒนาเก้าอี้นั่งเรียนโดยประยุกต์ใช้หลักการยศาสตร์

ทฤษฎีที่เกี่ยวข้อง

การยศาสตร์

วัตถุประสงค์ของการยศาสตร์ คือ การเพิ่มประสิทธิภาพการทำงานหรือกิจกรรมต่างๆ โดยให้งานนั้นทำได้ง่ายขึ้น ลดข้อผิดพลาด และเพิ่มประสิทธิภาพของงานนั้นๆ ประการที่สองคือ การเพิ่มคุณค่าอันพึงประสงค์ของมนุษย์ในด้านการเพิ่มความปลอดภัย ลดความเหนื่อยล้าและความเครียดจากการทำงาน เพิ่มความสะดวกสบาย รวมทั้งเพิ่มการยอมรับและความพึงพอใจในงาน และพัฒนาคุณภาพชีวิตของผู้ปฏิบัติงานให้ดีขึ้น (Suth Sriburapha, 2001)

ความเมื่อยล้า

ความเมื่อยล้า (Fatigue) หมายถึง สภาวะของร่างกายที่มีความรู้สึกเหนื่อยและอ่อนแรง ซึ่งเป็นกลไกปกป้องร่างกายของมนุษย์ตามธรรมชาติกลไกหนึ่งที่จะช่วยไม่ให้ร่างกายใช้พลังงานมากเกินไปจนเกิดอาการผิดปกติ หากผู้ปฏิบัติงานสามารถพักเพื่อ คลายความเครียดในช่วงเวลาใดๆ ได้ ความรู้สึกเหนื่อยและเพลียจะสามารถหายไปหรือเบาบางลง ในทางตรงกันข้าม การที่ผู้ปฏิบัติงานต้องทำงานที่หนักภายใต้ภาวะและสิ่งแวดล้อมที่เครียดในช่วงระยะเวลาที่ยาว และมีการจัดช่วงหยุดพักที่ไม่เหมาะสม ในกรณีนี้ ความเมื่อยล้าที่เกิดขึ้นจะคงค้างอยู่ และเกิดการสะสมในวันต่อไป ซึ่งจะส่งผลกระทบต่อร่างกายผู้ปฏิบัติงาน โดยสามารถจำแนกความเมื่อยล้าออกได้เป็น 3 ประเภท (Intaranon, 2005) ได้แก่

- 1) ความล้าจากกล้ามเนื้อ (Muscular fatigue) เป็นความเจ็บปวดซึ่งเกิดขึ้นจากการที่กล้ามเนื้อของแต่ละบุคคลออกแรงมากเกินไปและเกิดขึ้นเฉพาะแห่ง
- 2) ความล้าทางกายภาพ (Physical fatigue) เกิดจากที่ร่างกายรับภาระทั้งจากงานและสิ่งแวดล้อมที่มากเกินไปเป็นการตอบสนองจากระบบหลอดเลือด และหัวใจของร่างกาย
- 3) ความล้าทั่วไป (General fatigue) ได้แก่ ความเมื่อยล้าทางจิตใจ (Mental fatigue), ความเมื่อยล้าทางระบบประสาท (Nervous fatigue), ความเมื่อยล้าแบบเรื้อรัง (Chronic fatigue) และ ความเมื่อยล้าเนื่องจากช่วงเวลาปฏิบัติงานและเวลานอนไม่แน่นอน (Circadian fatigue)

เก้าอี้การยศาสตร์ (Ergonomics chair)

เนื่องจากร่างกายมนุษย์เรานั้นมีความยืดหยุ่น อ่อนตัวและมีการเปลี่ยนแปลงภายในอยู่ตลอดเวลาแม้แต่ขณะที่เรานั่งนิ่ง ๆ อยู่ก็ตามที่ การเคลื่อนไหวร่างกายนั้นเป็นสิ่งที่จำเป็นต้องมี ทั้งนี้เพื่อการหมุนเวียนถ่ายเทหมุนเวียนโลหิตและเพื่อป้องกันปัญหาการบาดเจ็บเรื้อรังสะสมร่างกาย ดังนั้น วิธีแก้ปัญหาที่ดีที่สุดของปัญหาการนั่งคือ การมีเก้าอี้ที่ถูกต้องตามหลักการยศาสตร์ที่ช่วยเอื้อให้ผู้นั่ง สามารถยับยั้งท่าทาง ปรับเปลี่ยนท่านั่ง ยืดเหยียด ก้มเงย ได้อย่างง่ายดายขณะนั่ง โดยที่ผู้นั่งยังคงมีความสุขกับการนั่งอยู่เหมือนเดิมไม่ว่าจะนั่งอยู่ในท่าใดก็ตาม

เก้าอี้ที่ถูกต้องตามหลักการยศาสตร์คือ เก้าอี้ที่ได้รับการออกแบบและพัฒนาขึ้นมาโดยอาศัยความร่วมมือร่วมใจของนักออกแบบโดยอาศัยการรับฟังคำแนะนำจากทีมแพทย์ นักสรีรวิทยาและจากนักกายภาพบำบัดมาประกอบการออกแบบ เก้าอี้ที่ถูกต้องตามหลักการยศาสตร์จะช่วยให้ผู้นั่งได้รับความสุขสบายสูงสุด ควบคู่ไปกับการที่บุคคลนั้นยังสามารถนั่งทำงานได้อย่างมีประสิทธิภาพ โดยการนำเอาแง่มุมและหลักการทางด้านหลักการนั่งอย่างถูกสุขลักษณะและมีความปลอดภัยมาพิจารณาประกอบในการออกแบบเก้าอี้ ช่วยผ่อนคลายความเครียด และปรับปรุงส่งเสริมประสิทธิภาพในการทำงาน มันสามารถสร้างความแตกต่างให้เห็นได้อย่างชัดเจนในเรื่องของตำแหน่งท่านั่งเมื่อนำไปเปรียบเทียบกับเก้าอี้แบบธรรมดาทั่ว ๆ ไป (Sriburapha, 2001)

ผลงานวิจัยที่เกี่ยวข้อง

จากการศึกษาและรวบรวมวิธีแก้ปัญหาจากงานวิจัยต่างๆ พบว่าได้มีนักวิจัยจำนวนมากที่ศึกษาเกี่ยวกับการนั่งของมนุษย์ตามหลักการยศาสตร์ ในที่นี้ผู้วิจัยได้ทำการรวบรวมข้อมูลของวรรณกรรมที่มีความเกี่ยวข้องกับงานวิจัยฉบับนี้ดังนี้ Nachemson, Ortengren, & Andersson (1982) พบว่า ความเค้น (Stress) บนหมอนรองกระดูกสันหลังแต่ละข้อจะมีค่าเพิ่มขึ้น 35 เปอร์เซ็นต์ เมื่อผู้นั่งมีท่าทางการนั่งที่ไม่ถูกสุขลักษณะหรือไม่ถูกหลักการยศาสตร์ จากการศึกษาพบว่าความเสี่ยงของอาการปวดหลังส่วนล่างจะเพิ่มมากขึ้น สำหรับผู้ที่ต้องนั่งทำงาน และยังพบอีกว่ามักมีอาการ ปวดคอ ปวดไหล่ ปวดศีรษะ ปวดขา และเมื่อยล้ากล้ามเนื้อตามบริเวณของร่างกายตามมาอีกด้วย จากการศึกษาของ Grandjean & Hunting (1977) พบว่าที่ยืนและนั่งที่ไม่เหมาะสม อาจก่อให้เกิดความเจ็บปวดเมื่อยล้าบริเวณกล้ามเนื้อ เอ็น เยื่อข้อ และตามถุงหุ้มข้อ (Joint Capsules) นอกจากนี้ยังมีหลักฐานชัดเจนว่าความเจ็บปวดเหล่านี้จะเรื้อรังจนอาจกลายเป็นโรคเรื้อรังมาติดการนั่งที่ไม่เหมาะสมจะทำให้เกิดความตึงเครียดภายในกระดูกสันหลังที่มากเกินไปอันเป็นสาเหตุของโรคปวดหลังประการหนึ่งKhalil et al. (1993) กล่าวว่าทุกวันนี้คนเราใช้เวลาในการนั่งบนเก้าอี้ที่ได้รับการออกแบบมาอย่างไม่เหมาะสม เป็นผลให้เกิดนิสัยในการนั่งที่ไม่ดี ทำให้มีปริมาณความเค้นต่อระบบกล้ามเนื้อและกระดูกของเนื้อเยื่อในอวัยวะภายในมากเกินไป ส่งผลให้เกิดอันตรายต่อสุขภาพ โดยเฉพาะความเจ็บปวดและเมื่อยล้าการนั่งเป็นระยะเวลานานๆจะเป็นต้นเหตุที่ทำให้มีอาการปวดหลังมีความรุนแรงมากขึ้น Meesubanan (2004) ได้ทำการออกแบบ สร้าง และประเมินโต๊ะ เก้าอี้เรียน ที่มีความเหมาะสมตามหลักการยศาสตร์ สำหรับนักศึกษาระดับปริญญาตรี สาขาวิชาวิศวกรรมอุตสาหการ คณะวิศวกรรมศาสตร์ มหาวิทยาลัยเทคโนโลยีพระจอมเกล้าพระนครเหนือ ผลการวิจัยพบว่านักศึกษามีความพึงพอใจโต๊ะและเก้าอี้ที่สร้างมาใหม่ และรู้สึกเจ็บปวดเมื่อยล้าตามบริเวณต่างๆ ของร่างกายลดลง และจากการศึกษาของ Vithita (2006) ได้ทำการออกแบบและการประเมินผลการใช้เก้าอี้ที่นั่งเรียนที่ได้ออกแบบตามหลักการยศาสตร์ เพื่อใช้ในภาควิชาวิศวกรรมอุตสาหการ คณะวิศวกรรมศาสตร์ มหาวิทยาลัยเชียงใหม่ผลการวิจัยพบว่านักศึกษาเก้าอี้ที่นั่งเรียนแบบใหม่ช่วยเพิ่มประสิทธิภาพในการเรียนให้แก่นักศึกษาได้เป็นอย่างดี

ระเบียบวิธีวิจัย

เครื่องมือที่ใช้ในการศึกษาวิจัย

เครื่องมือที่ใช้ประกอบการศึกษาวิจัยในครั้งนี้ ได้แก่ กล้องถ่ายภาพดิจิทัล, แบบสอบถาม, คอมพิวเตอร์, นาฬิกาจับเวลา, สายวัด และเครื่องชั่งน้ำหนัก

แบบสอบถามความพึงพอใจในการใช้เก้าอี้ที่นั่งเรียนในแบบปัจจุบัน

ในการสอบถามระดับความพึงพอใจในการนั่งเก้าอี้แบบปัจจุบันประกอบด้วย 2 ส่วนหลักๆ คือ

- ที่รองเขียน โดยมีรายละเอียดที่สอบถามดังนี้ ความสูงของที่รองเขียน, ความกว้างหรือพื้นที่การใช้งานของที่รองเขียน และรูปแบบพื้นผิวของที่รองเขียน

- เก้าอี้ โดยมีรายละเอียดที่สอบถามดังนี้ ความสูงของเก้าอี้, ความกว้างของเก้าอี้, ความลึกของเก้าอี้, ความสูงของพนักพิง, ความยืดหยุ่นของพนักพิง, ความรู้สึกผ่อนคลายขณะนั่ง, ความสามารถในการเคลื่อนไหวร่างกายขณะนั่ง, พื้นที่สำหรับพักเท้า และความนิ่มของเบาะนั่ง

การระบุระดับความรุนแรงของการเกิดอาการเจ็บปวดหรือความรู้สึกไม่สบายจากการใช้เก้าอี้นั่งเรียนในแบบปัจจุบัน

ในแบบสอบถามได้กำหนดเกณฑ์การประเมินจากระดับดังนี้

- คะแนน 0 หมายถึงไม่รู้สึกถึงความผิดปกติ
- ระดับคะแนน 1 หมายถึงรู้สึกไม่สบายเล็กน้อย
- ระดับคะแนน 2 หมายถึงรู้สึกไม่สบายแต่พอทนได้
- ระดับคะแนน 3 หมายถึง รู้สึกไม่สบายมาก

โดยส่วนของร่างกายที่ใช้ในการประเมินความรู้สึกไม่สบายจากการนั่งประกอบด้วยส่วนของร่างกาย 8 ส่วน ได้แก่ คอ, ไหล่, หลัง, เอว, ก้นกบ, ต้นขา, เข่า และ เท้า

การประเมินท่าทางการทำงานโดยวิธี RULA (Rapid upper limb assessment)

RULA ถูกพัฒนาขึ้นโดย Mcatamney & Corlett (1993) โดยเทคนิคนี้ถูกออกแบบขึ้นเพื่อทำการประเมินร่างกายท่อนบนของผู้ปฏิบัติงาน เทคนิคการประเมินแบบนี้เหมาะกับลักษณะการทำงานที่ใช้ร่างกายท่อนบนในการปฏิบัติงานเป็นหลัก ได้แก่ งานที่นั่งหรือยืนทำงานโดยมีการเคลื่อนไหวไม่มากนัก โดยทำการประเมินจากท่าทางการทำงาน โดยพิจารณาร่างกายออกเป็นสองกลุ่ม ได้แก่

1. กลุ่ม A ได้แก่ข้อมือ แขนส่วนล่าง แขนส่วนบน และหัวไหล่ โดยพิจารณาร่วมกับการใช้แรง
2. กลุ่ม B ได้แก่ คอ ลำตัว และขา โดยพิจารณาร่วมกับการหมุนของข้อต่อ

จากนั้นจะนำคะแนนของทั้งสองกลุ่มมาพิจารณาร่วมกับการใช้แรงของกล้ามเนื้อแล้วนำคะแนนที่ได้จากทั้งสองกลุ่มไปเปิดตารางเพื่อพิจารณาระดับความเสี่ยงของงานนั้นๆ ต่อไปขั้นตอนการประเมินการทำงานด้วยเทคนิค RULA แสดงได้ดังภาพที่ 2

ผลคะแนนจากการประเมินท่าทางการทำงานโดยวิธี RULA แบ่งออกเป็น 4 ระดับ ดังนี้

- ระดับ 1 คะแนน 1-2 หมายถึง ท่าทางยอมรับได้ ถ้าไม่มีการคงค้างหรือปฏิบัติซ้ำเป็นระยะเวลานาน
- ระดับ 2 คะแนน 3-4 หมายถึง ควรมีการตรวจสอบ และอาจต้องการการปรับเปลี่ยนท่าทางการทำงาน
- ระดับ 3 คะแนน 5-6 หมายถึง ต้องตรวจสอบ และปรับเปลี่ยนท่าทางการทำงานในไม่ช้า
- ระดับ 4 คะแนน 7 หรือมากกว่า หมายถึง ต้องตรวจสอบ และปรับเปลี่ยนท่าทางการทำงานในทันที

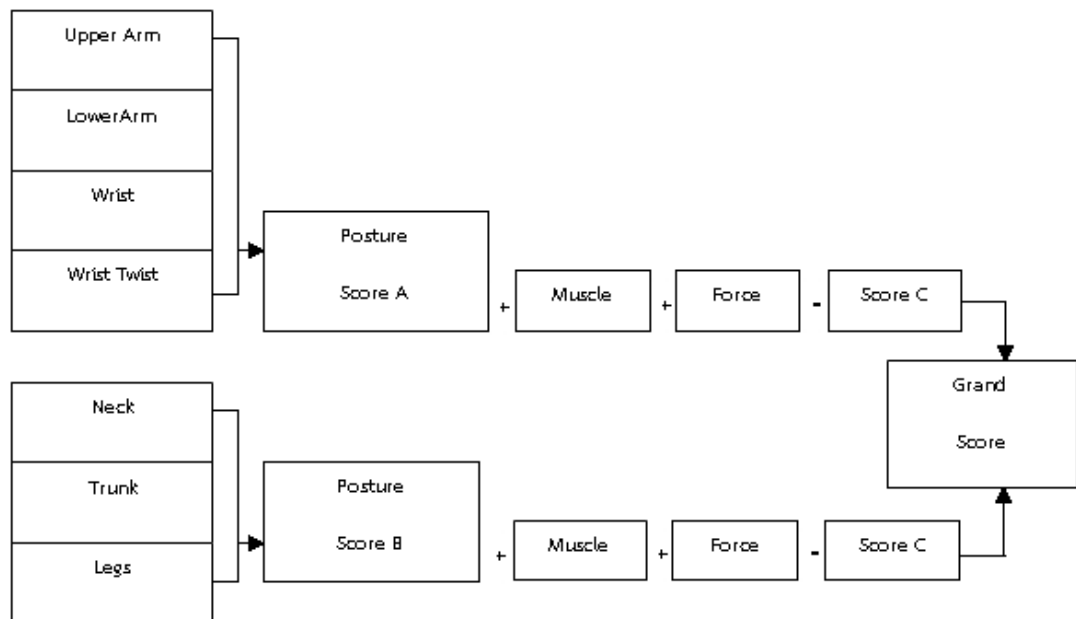


Figure 2 RULA assessment (Massaccesia et al., 2003)

สัดส่วนร่างกายของกลุ่มตัวอย่างที่พิจารณา

งานวิจัยนี้ได้ทำการศึกษาสัดส่วนร่างกายของนักศึกษาชายจำนวน 50 คนในคณะวิศวกรรมศาสตร์ โดยสัดส่วนร่างกายที่ผู้วิจัยพิจารณาประกอบการออกแบบเก้าอี้นั่งเรียน ได้แก่ Popliteal height (ความสูงจากพื้นถึงขาอ่อนตอนล่าง), Hip breadth (ความกว้างของสะโพก), Buttock-popliteal length (ระยะจากก้นถึงระดับน่องตอนบน), Sitting shoulder height (ความสูงจากระดับที่นั่งถึงระดับไหล่), Sitting elbow height (ความสูงจากระดับที่นั่งถึงระดับศอก) และ Elbow-fingertip length (ระยะจากศอกถึงนิ้วมือ)

ขั้นตอนการศึกษาวิจัย

ขั้นตอนการดำเนินการศึกษาวิจัยแสดงดังภาพที่ 3

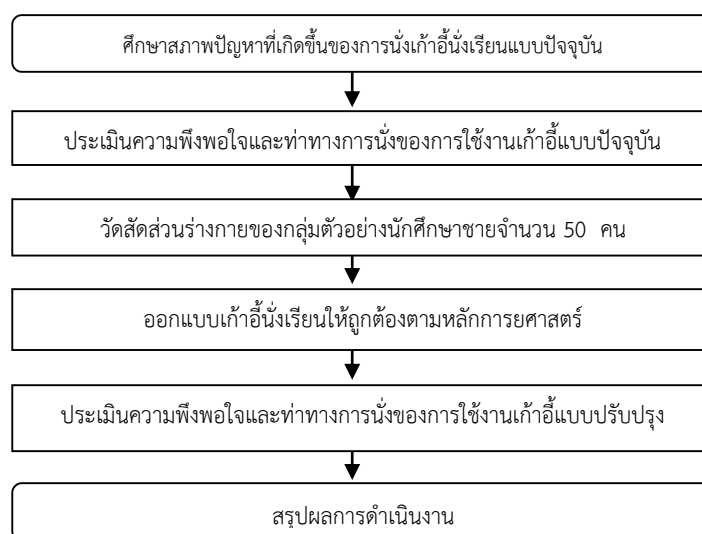


Figure 3 Research methodology

ผลการวิจัย

ผลการศึกษาศึกษาสภาพปัญหาที่เกิดขึ้นของการนั่งเก้าอี้นั่งเรียนแบบปัจจุบัน

จากการเก็บข้อมูลเบื้องต้นของผู้วิจัย พบว่าเก้าอี้นั่งเรียนในปัจจุบันมีปัญหาในเชิงการยศาสตร์โดยพบว่า เก้าอี้นั่งเรียนแบบเดิมมีระดับความสูงและความกว้างที่ไม่เหมาะสม ทำให้นักศึกษาที่มีความสูงมากกว่าปกติ ต้องก้มศีรษะ คอ และหลังเป็นอย่างมาก นอกจากนี้ นักศึกษาที่มีรูปร่างท้วม ยังรู้สึกอึดอัดจากการนั่งเก้าอี้นั่งเรียนที่มีพื้นที่นั่งเรียนแคบจนเกินไป (ดังแสดงในภาพที่ 4) วัสดุที่ใช้ทำเก้าอี้แบบเดิม ไม่มีความยืดหยุ่น ส่งผลให้เกิดความเมื่อยล้าแก่ผู้นั่ง เมื่อนั่งเรียนไปเป็นระยะเวลาานาน รวมทั้งพื้นผิวที่รองเขียนหนังสือของเก้าอี้นั่งเรียนแบบเดิมเป็นวัสดุสีขาวสะท้อนแสง ทำให้เวลานั่งเขียนหนังสือ หรืออ่านหนังสือเป็นเวลานานทำให้เกิดความเมื่อยล้าแก่สายตา ปัญหาต่างๆ ดังที่ได้กล่าวมาข้างต้น ล้วนเป็นสาเหตุที่ส่งผลต่อระดับความล่าช้าในการนั่งเรียนจากการใช้เก้าอี้นั่งเรียนแบบเดิม ดังนั้นการออกแบบเก้าอี้นั่งเรียนใหม่ที่มีความเหมาะสมมากขึ้น จะส่งผลให้นักศึกษานั่งเรียนได้สบายมากขึ้น อันจะเป็นผลดีต่อความสามารถในการเรียนรู้ของนักศึกษา และสุขภาพร่างกายของผู้นั่งในระยะยาวอีกด้วย



Figure 4 Inappropriate sitting posture of a tall sample (left) and a chubby sample (right)

ผลการออกแบบเก้าอี้นั่งเรียนแบบปรับปรุง

จากการพัฒนาเก้าอี้นั่งเรียนจากสัดส่วนร่างกายของผู้ใช้งานพิจารณาประกอบกับหลักการออกแบบเก้าอี้ที่ถูกต้องตามหลักการยศาสตร์ ได้รูปแบบของเก้าอี้ที่สร้างเสร็จแล้วแสดงดังภาพที่ 5 และสรุปผลการออกแบบจำแนกตามขนาดของส่วนประกอบของเก้าอี้แสดงดังตารางที่ 1



Figure 5 Improved chair design

Table 1 Comparison of the size of the current chair with the improved model

รายละเอียด	เก้าอี้นั่งเรียนแบบปัจจุบัน	เก้าอี้นั่งเรียนแบบปรับปรุง
ความสูงของเก้าอี้	48 เซนติเมตร	48 เซนติเมตร
ความกว้างของเก้าอี้	46 เซนติเมตร	65 เซนติเมตร
ความลึกของเก้าอี้	40 เซนติเมตร	42 เซนติเมตร
ความสูงพนักพิง	40 เซนติเมตร	65 เซนติเมตร
ความสูงของที่รองเขียน	23 เซนติเมตร	20 เซนติเมตร
มุมเอนของพนักพิง	100 องศา	100 องศา
ขาของเก้าอี้เมื่อมองจากด้านบน	มองเห็น	มองไม่เห็น
ความยาวของที่รองเขียน	55 เซนติเมตร	60 เซนติเมตร

ผลการเปรียบเทียบระดับความพึงพอใจในการใช้งานเก้าอี้นั่งเรียนแบบปัจจุบันและแบบปรับปรุง

งานวิจัยนี้ได้ทำการการสอบถามกลุ่มตัวอย่างจำนวน 50 คนโดยใช้แบบสอบถาม โดยคำถามแบ่งเป็น 2 ส่วน ได้แก่ ระดับความพึงพอใจของกลุ่มตัวอย่างในการใช้เก้าอี้นั่งเรียนโดยจำแนกตามส่วนประกอบของเก้าอี้ และระดับความรุนแรงเฉลี่ยของการเกิดอาการเจ็บปวดหรือความรู้สึกไม่สบายในการใช้งานเก้าอี้

ในส่วนของระดับความพึงพอใจของกลุ่มตัวอย่างในการใช้เก้าอี้นั่งเรียนโดยจำแนกตามส่วนประกอบของเก้าอี้ ผู้วิจัยพบว่า ร้อยละ 85 ของกลุ่มตัวอย่าง รู้สึกไม่พึงพอใจในการใช้งานเก้าอี้นั่งเรียนแบบปัจจุบัน โดยกลุ่มตัวอย่างมีความพึงพอใจในส่วนของความนุ่มของเบาะนั่งน้อยที่สุด เมื่อเปรียบเทียบกับผลการสอบถามระดับความพึงพอใจในการใช้เก้าอี้นั่งเรียนแบบปรับปรุง ผู้วิจัยพบว่าคะแนนเฉลี่ยของทุกรายการสอบถามมีระดับความพึงพอใจมากขึ้น โดยเฉพาะอย่างยิ่งในส่วนของความยืดหยุ่นของพนักพิง และความกว้างของที่รองเขียน

ผลการประเมินระดับความพึงพอใจในการใช้งานเก้าอี้นั่งเรียนแบบปัจจุบันจำแนกตามส่วนประกอบต่าง ๆ ของเก้าอี้แสดงดังภาพที่ 7 แบ่งระดับการให้คะแนนแบ่งเป็น 5 ระดับ ได้แก่ ดีมาก (5 คะแนน), ดี (4 คะแนน), ปานกลาง (3 คะแนน), พอใช้ (2 คะแนน) และควรปรับปรุง (1 คะแนน) ผลการศึกษาพบว่าระดับความพึงพอใจเฉลี่ยของเก้าอี้นั่งเรียนแบบปัจจุบันของทุกรายการสอบถามมีค่าเท่ากับ $2.08 (\pm 0.27)$ และระดับความพึงพอใจเฉลี่ยของเก้าอี้นั่งเรียนแบบปรับปรุงของทุกรายการสอบถามมีค่าเพิ่มขึ้นเป็น $4.45 (\pm 0.24)$

ผลการสอบถามระดับความรุนแรงของการเกิดอาการเจ็บปวดหรือความรู้สึกไม่สบายในการใช้งานเก้าอี้พบว่า ร้อยละ 74 ของกลุ่มตัวอย่าง เคยรู้สึกเจ็บปวดหรือไม่สบายจากการใช้งานเก้าอี้นั่งเรียนแบบปัจจุบัน โดยอวัยวะที่รู้สึกเจ็บปวดหรือไม่สบายมากที่สุดคือ คอ รองลงมาคือหลัง และเอวตามลำดับ เมื่อเปรียบเทียบกับผลการสอบถามระดับเจ็บปวดหรือความรู้สึกไม่สบายในการใช้เก้าอี้นั่งเรียนแบบปรับปรุง ผู้วิจัยพบว่าคะแนนเฉลี่ยของทุกรายการสอบถามมีค่าลดลง ผลการสอบถามระดับความรุนแรงของการเกิดอาการเจ็บปวดหรือความรู้สึกไม่สบายในการใช้งานเก้าอี้นั่งเรียนแบบปัจจุบัน จำแนกตามอวัยวะของร่างกาย แสดงดังภาพที่ 8 แบ่งระดับการให้คะแนนแบ่งเป็น 4 ระดับ ได้แก่ ไม่รู้สึกถึงความผิดปกติ (0 คะแนน), รู้สึกไม่สบายเล็กน้อย

(1 คะแนน), รู้สึกไม่สบายแต่พอทนได้ (2 คะแนน) และรู้สึกไม่สบายมาก (3 คะแนน) ผลการศึกษาพบว่าระดับความรุนแรงของการเกิดอาการเจ็บปวดหรือความรู้สึกไม่สบายในการใช้งานเก้าอี้นั่งเรียนแบบปัจจุบันเฉลี่ยมีค่าเท่ากับ 2.23 (± 0.15) และระดับความพึงพอใจเฉลี่ยของเก้าอี้นั่งเรียนแบบปรับปรุงของทุกรายการสอบถามมีค่าเพิ่มขึ้นเป็น 0.50 (± 1.12)

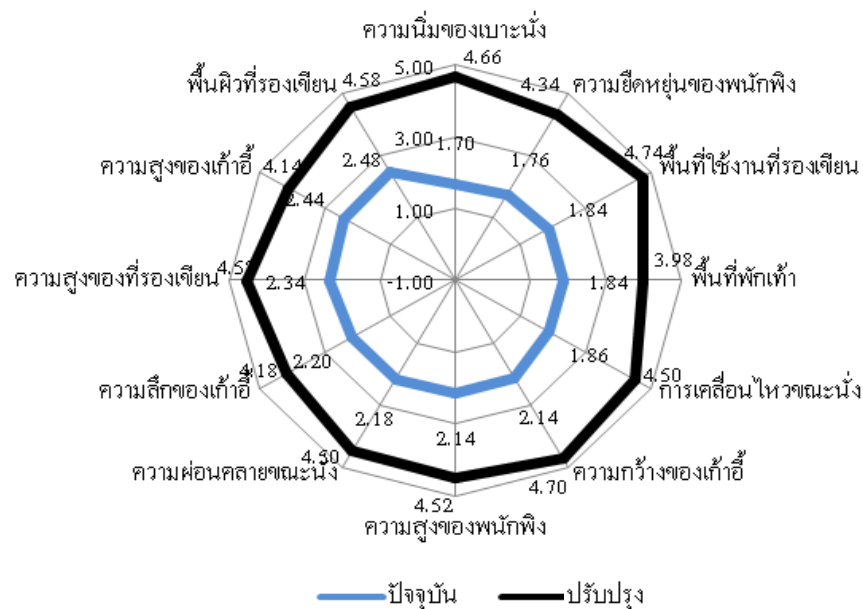


Figure 7 The average satisfaction level of using the current chair and improved chair classified by the components of the chair

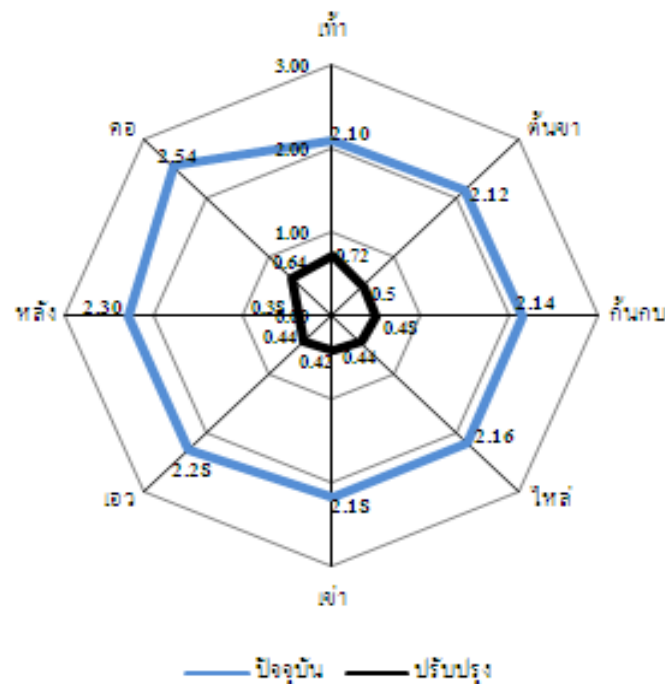


Figure 8 The degree of pain or discomfort in using the current chair classified by body organs

ผลการประเมินท่าทางนั่งโดยวิธี Rapid Upper Limb Assessment (RULA)

ผลประเมินท่าทางการทำงานของกลุ่มตัวอย่างโดยวิธี RULA ของการใช้เก้าอี้นั่งเรียนแบบปัจจุบันของกลุ่มตัวอย่างจำนวน 50 คน แสดงค่าเฉลี่ยในตารางที่ 2 จะเห็นได้ว่าคะแนน RULA เฉลี่ยเฉลี่ยของร่างกายด้านซ้ายอยู่ที่ 3.04 และด้านขวาอยู่ที่ 3.18 ซึ่งหมายความว่าควรจะมีการตรวจสอบ และมีการเปลี่ยนแปลงการทำงานในไม่ช้า และจากผลคะแนนโดยเฉลี่ยของการประเมินท่าทางการทำงานโดยวิธี RULA ของการใช้เก้าอี้นั่งเรียนแบบปรับปรุงพบว่า คะแนนเฉลี่ยของท่าทางการนั่งด้านซ้ายมีค่าเท่ากับ 1.68 คะแนน ด้านขวามีค่าเท่ากับ 2.02 คะแนน ดังนั้นคะแนนของทั้งสองข้างจะอยู่ในช่วงระดับที่ 2 หมายถึง ควรมีการตรวจสอบท่าทางการนั่งและอาจต้องการการปรับเปลี่ยนท่าทางการทำงาน

Table 2 Average RULA score of the current and improved use of the studying chair

ชนิดเก้าอี้	คะแนน RULA เฉลี่ย		ระดับ	
	ซ้าย	ขวา	ซ้าย	ขวา
เก้าอี้นั่งเรียนแบบปัจจุบัน	3.04	3.18	1.74	1.76
เก้าอี้นั่งเรียนแบบปรับปรุง	1.68	2.02	1.02	1.02

โดยผลการวิเคราะห์ทางสถิติโดยใช้การทดสอบ t ของคะแนน RULA เฉลี่ยด้านซ้ายและขวา ของท่าทางการทำงานของผู้ใช้งานเก้าอี้นั่งเรียนในแบบปัจจุบันและแบบปรับปรุง แสดงผลดังตารางที่ 3 และ 4

Table 3 Statistical analysis results of the average RULA scores of left and right postures of the current studying chair users compared to the improved chair users

Pair 1	Paired Differences						t	df	Sig. (2-tailed)
	Mean	Std. Deviation	Std. Error	Mean	95% Confidence Interval of the Difference				
					Lower	Upper			
Before – After (ซ้าย)	1.38000	.98747	.13965		1.09936	1.66064	9.882	49	.000
Before – After (ขวา)	1.18000	.80026	.11317		.95257	1.40743	10.427	49	.000

จากผลการทดสอบดังแสดงใน Table 3 พบว่าผลการประเมินท่าทางการทำงานโดยวิธี RULA ของร่างกายด้านซ้ายและขวา ภายหลังการปรับปรุงเก้าอี้นั่งเรียนมีค่าลดลงจากก่อนปรับปรุงโดยมีนัยสำคัญทางสถิติที่ 0.000 ทั้งสองด้านโดยคะแนน RULA เฉลี่ยของท่าทางการทำงานด้านซ้ายหลังการปรับปรุงมีค่าเฉลี่ยลดลง 1.38 คะแนน และด้านขวามีค่าเฉลี่ยลดลง 1.18 คะแนน

จากผลการทดสอบดังแสดงใน Table 4 พบว่าผลการประเมินท่าทางการทำงานโดยวิธี RULA (โดยคิดเป็นระดับ) ของร่างกายด้านซ้ายและขวา ภายหลังการปรับปรุงเก้าอี้นั่งเรียนมีค่าลดลงจากก่อนปรับปรุงโดยมี

นัยสำคัญทางสถิติที่ 0.000 โดยระดับคะแนน RULA ของท่าทางการทำงานด้านซ้ายมีค่าเฉลี่ยที่ลดลง 0.8 คะแนน และด้านขวามีค่าเฉลี่ยลดลง 0.78 คะแนน

Table 4 A statistical analysis of the average RULA levels of the left and right working postures of chair users in the current model compared to the improvement

Pair 1	Mean	Std. Deviation	Std. Error	Paired Differences		t	df	Sig. (2-tailed)
				Mean	95% Confidence Interval of the Difference			
					Lower Upper			
Before – After	.80000	.53452	.07559		.64809 .95191	10.583	49	.000
Before – After	.78000	.41845	.05918		.66108 .89892	13.181	49	.000

จากผลการประเมินพบว่าผลการประเมินท่าทางการทำงานมีค่าเฉลี่ยของระดับ RULA ของด้านซ้ายและขวา ซึ่งได้ตามขอบเขตของโครงการที่ตั้งไว้เท่ากับ 1.00 แต่ทั้งนี้คะแนน RULA เฉลี่ย และ ระดับ RULA เฉลี่ย ในช่วงหลังปรับปรุงเก้าอี้ที่นั่งเรียนมีล้นมีค่าลดลง เก้าอี้ที่นั่งเรียนแบบปรับปรุงจึงมีส่วนช่วยลดความเสี่ยงจากท่าทางในการนั่งได้อย่างมีนัยสำคัญทางสถิติ

การอภิปรายผล

ผลการศึกษาวิจัยนี้สอดคล้องกับงานของ Ismail W.R.Taifa (2022, pp. 105579), Fasulo, Naddeo & Cappetti (2019) และ Mohamed Thariq et al. (2010) ที่ผู้วิจัยต่างให้ความเห็นว่า เก้าอี้ที่นั่งเรียน นับเป็นปัจจัยสำคัญที่ส่งผลต่อความรู้สึกไม่สบายของผู้ใช้งาน รวมถึงควรให้ความสำคัญกับการพัฒนาเก้าอี้ที่นั่งเรียนที่ช่วยให้ผู้ใช้งานมีความสบายมากขึ้น การศึกษาของ Fasulo, Naddeo & Cappetti (2019) และ Mohamed Thariq et al. (2010) ต่างให้ความเห็นว่าเก้าอี้ที่นั่งเรียนแบบที่มีโต๊ะติดตั้งอยู่ด้านข้างนั้นส่งผลให้เกิดความไม่สบายในการนั่งเรียน เนื่องจากผู้ใช้งานทรงตัวลำบากขณะนั่ง ผู้วิจัยจึงได้นำความเห็นของกรณีนี้มาใช้ในการออกแบบเก้าอี้ที่นั่งเรียนที่มีที่พักแขนสองข้าง ซึ่งช่วยเพิ่มความสมดุลของร่างกายขณะนั่งได้

งานวิจัยนี้เริ่มจากการศึกษาสภาพปัญหาที่เกิดขึ้นกับเก้าอี้ที่นั่งเรียนแบบเดิม ว่ามีปัญหาตรงจุดใดบ้าง โดยผลการเก็บข้อมูลในเบื้องต้นผู้วิจัยพบว่ากลุ่มตัวอย่างส่วนใหญ่รู้สึกว่าการนั่งเก้าอี้ที่นั่งเรียนในปัจจุบันยังไม่มีความเหมาะสมในเชิงการยศาสตร์ ขั้นตอนต่อไปผู้วิจัยได้ทำการประเมินความเหมาะสมของใช้งานเก้าอี้ที่นั่งเรียนแบบเดิมโดยใช้แบบสอบถามภาวะความไม่สบายในการนั่ง (Discomfort Level) โดยจำแนกการศึกษาออกเป็น 2 ส่วนหลัก ได้แก่การศึกษาระดับความพึงพอใจของการใช้เก้าอี้ที่นั่งเรียนจำแนกตามส่วนประกอบของเก้าอี้ การศึกษาระดับความรุนแรงเฉลี่ยของการเกิดอาการเจ็บปวดหรือความรู้สึกไม่สบายของการนั่งเก้าอี้ โดยจำแนกตามส่วนต่างๆ ของร่างกาย ผลการศึกษาพบว่าร้อยละ 85 ของกลุ่มตัวอย่าง รู้สึกไม่พึงพอใจในการใช้งานเก้าอี้ที่นั่งเรียนแบบปัจจุบัน โดยกลุ่มตัวอย่างมีความพึงพอใจในส่วนของความนุ่มของเบาะนั่งน้อยที่สุด

และกลุ่มตัวอย่างร้อยละ 74 เคยรู้สึกเจ็บปวดหรือไม่สบายจากการใช้งานเก้าอี้นั่งเรียนแบบปัจจุบัน โดยรู้สึกเจ็บปวด/ไม่สบาย บริเวณคอมากที่สุด ในส่วนของการประเมินท่าทางการนั่งโดยวิธี RULA (Rapid Upper Limb Assessment) ผู้วิจัยพบว่าคะแนน RULA เฉลี่ยของร่างกายด้านซ้ายและด้านขวา อยู่ในระดับที่ควรจะต้องมีการตรวจสอบ และมีการเปลี่ยนแปลงการทำงานในไม่ช้า

จากผลการประเมินทั้งจากแบบสอบถามและการประเมินท่าทางการทำงาน ผู้วิจัยจึงเริ่มเก็บข้อมูลสัดส่วนร่างกายของกลุ่มตัวอย่างจำนวน 50 คน โดยทำการวัดทั้งหมด 36 ส่วนด้วยกัน โดยนำผลการวัดที่ได้มาใช้ประกอบการออกแบบให้มีความถูกต้องตามหลักกายศาสตร์ ภายหลังการจัดสร้างเก้าอี้ตามแบบ ผู้วิจัยได้ทำการประเมินความเหมาะสมของการใช้งานอีกครั้งโดยใช้แบบสอบถาม พบว่าคะแนนของทุกรายการสอบถาม มีระดับความพึงพอใจมากขึ้น โดยเฉพาะอย่างยิ่งในส่วนของความยืดหยุ่นของพนักพิง และความกว้างของที่นั่ง มีระดับคะแนนความพึงพอใจสูงขึ้นกว่าเดิมมาก และกลุ่มตัวอย่างรู้สึกว่าการใช้งานแบบปรับปรุงมีผลต่อความเจ็บปวดหรือความรู้สึกไม่สบายน้อยกว่าเก้าอี้นั่งเรียนแบบปัจจุบัน ในส่วนของการประเมินท่าทางการนั่งโดยวิธี RULA (Rapid Upper Limb Assessment) ผู้วิจัยพบว่าคะแนน RULA เฉลี่ยของร่างกายด้านซ้ายและด้านขวามีค่าลดลงโดยมีนัยสำคัญทางสถิติ

ข้อจำกัดของงานวิจัยนี้คือ กลุ่มตัวอย่างที่เข้าร่วมการศึกษามีแต่เพศชาย เนื่องจากนักศึกษาส่วนใหญ่เป็นเพศชาย ส่งผลให้ไม่มีข้อมูลสัดส่วนร่างกายของกลุ่มตัวอย่างหญิง ในอนาคตหากมีการขยายกลุ่มตัวอย่างให้กว้างขึ้นอาจช่วยให้ได้เก้าอี้ที่นั่งเรียนที่มีความเหมาะสมกับผู้ใช้งานที่หลากหลายมากขึ้นตามมา

บทสรุปและข้อเสนอแนะ

งานวิจัยนี้ อ้างอิงขนาดสัดส่วนร่างกายของกลุ่มตัวอย่างนักศึกษาชายจำนวน 50 คน ทั้งนี้เนื่องมาจากนักศึกษาในสาขาที่ทำการศึกษาค่อนข้างใหญ่เป็นเพศชาย ผู้วิจัยจึงเริ่มต้นการศึกษาจากกลุ่มเล็กๆ ที่สามารถเข้าถึงข้อมูลได้อย่างสะดวก ดังนั้นในอนาคตเพื่อให้เก้าอี้มีความเหมาะสมในการใช้งานกับคนส่วนใหญ่มากขึ้นควรจะมีการเก็บข้อมูลสัดส่วนร่างกายของกลุ่มตัวอย่างที่มีความหลากหลายมากขึ้น แต่ทั้งนี้ผู้จัดทำได้ออกแบบเก้าอี้ให้ปรับระดับความสูงได้ เพื่อรองรับกรณีที่ใช้ผู้ใช้งานมีความสูงแตกต่างจากกลุ่มตัวอย่างมากเพื่อเป็นการเพิ่มมูลค่าของเก้าอี้ที่นั่งเรียนแบบปรับปรุง ผู้วิจัยเห็นว่าควรมีการเพิ่มช่องเก็บของไว้บริเวณของเก้าอี้ เพื่อเพิ่มหน้าที่ของการใช้งานของผลิตภัณฑ์ เพื่อให้การใช้งานมีความสะดวกสบายมากขึ้น เก้าอี้ที่นั่งเรียนควรจะสามารถปรับระยะห่างของที่นั่งเขียนกับเบาะนั่งได้ตามต้องการ

องค์ความรู้ใหม่และผลที่เกิดต่อสังคม ชุมชน ท้องถิ่น

งานวิจัยนี้เป็นการประยุกต์ใช้หลักการยศาสตร์มาใช้ในการออกแบบเก้าอี้นั่งเรียน ซึ่งเป็นส่วนหนึ่งที่นักศึกษามีความคุ้นเคยกับการใช้งานในรูปแบบเดิมซึ่งยังไม่มีความสะดวกเหมาะสมตามหลักการยศาสตร์ ทั้งนี้ปัจจุบัน เครื่องมือเครื่องใช้ในชีวิตประจำวันที่ใช้กันโดยทั่วไปในท้องถิ่นจำนวนมาก ยังไม่ได้รับการออกแบบให้ถูกต้องตามหลักการจัดสภาพงานมากนัก งานวิจัยนี้จึงเป็นจุดเริ่มต้นในการจุดประกายความคิดในเรื่องของการออกแบบอุปกรณ์ เครื่องมือเครื่องใช้ ให้มีความถูกต้องตามหลักการยศาสตร์ เพื่อเป็นส่วนหนึ่งในการพัฒนาคุณภาพชีวิตของผู้ใช้งาน สร้างความตระหนักในเรื่องของความสำคัญของการออกแบบให้เหมาะกับผู้ใช้งาน ซึ่งจะเป็นส่วนหนึ่งการยกระดับคุณภาพชีวิตของประชาชนในประเทศได้ในอนาคต

กิตติกรรมประกาศหรือคำขอบคุณ

งานวิจัยนี้ได้รับทุนสนับสนุนจากสำนักวิจัยและบริการวิชาการ มหาวิทยาลัยนอร์ท-เชียงใหม่

References

- Fasulo, L., Naddeo, A., & Cappetti, N. (2019). A study of classroom seat (dis)comfort: Relationships between body movements, center of pressure on the seat, and lower limbs' sensations. *Applied Ergonomics*, 74, 233-240. DOI:10.1016/j.apergo.2018.08.021
- Grandjean, E & Hunting, W. (1977). Ergonomics of posture- review of various problems of standing and sitting posture. *Applied Ergonomics*, 8(3), 135-140. DOI: [https://doi.org/10.1016/0003-6870\(77\)90002-3](https://doi.org/10.1016/0003-6870(77)90002-3)
- Intaranon, K. (2005). *Ergonomics*. Bangkok : Chulalongkorn University Press. (In Thai)
- Ismail W.R.T. (2022). A student-centred design approach for reducing musculoskeletal disorders in India through Six Sigma methodology with ergonomics concatenation. *Safety Science*, 147(2022), 1-16. DOI: <https://doi.org/10.1016/j.ssci.2021.105579>
- Khalil, T.M., Abdel-Moty, E.M., Rosomoff, R.S., & Rosomoff, H.L. (1993). *Ergonomics in Back Pain: A Guide to Prevention and Rehabilitation*. Wiley. International Thompson Publishing.
- Massaccesia, M., Pagnotta, A., Soccettia, A., Masalib, M., Masieroc, C., & Grecoa, F.. (2003). Investigation of work-related disorders in truck drivers using RULA method. *Applied Ergonomics*, 34(4), 303-307. DOI: [https://doi.org/10.1016/S0003-6870\(03\)00052-8](https://doi.org/10.1016/S0003-6870(03)00052-8)

- McAtamney, L. & Corlett, E.N. (1993). RULA: survey method for the investigation of work related upper limb disorder. *Applied ergonomics*, 24(2), 91-99. DOI: 10.1016/0003-6870(93)90080-s
- Meesubanan, S. (2004). *Designing, Constructing and Evaluating Table-Chairs Suitable for Students: A Case Study of Undergraduate Students*. Department of Industrial Engineering Faculty of Engineering, King Mongkut's University of Technology. (In Thai)
- Mohamed Thariq, M.G., Munasinghe, H.P., & Abeysekaram J.D. (2010). Designing chairs with mounted desktop for university students: Ergonomics and comfort. *International Journal of Industrial Ergonomics*, 40(4), 8–18.
DOI: <https://doi.org/10.1016/j.ergon.2009.10.003>
- Nachemson, A., Ortengren, R.& Andersson, G.B. (1982). Disc Pressure Measurements when Rising and Sitting down on a Chair. *Engineering in Medicine*, 11(4), 189-190.
https://doi.org/10.1243/EMED_JOUR_1982_011_051_02
- Sriburapha, S. (2001). *Ergonomics: Regarding sitting and chairs*. Bangkok: Physics Center. (In Thai)
- Vithita, S.(2006). *Design and evaluation of the use of the ergonomically designed chair*. Department of Industrial Engineering Faculty of Engineering Chiang Mai University. (In Thai)