



**ความสัมพันธ์ระหว่างความผิดปกติทางระบบโครงร่างและกล้ามเนื้อกับความสั่นสะเทือนทั้งร่างกายจาก
เบาะนั่งของพนักงานขับรถยกแผ่นคลังสินค้าแห่งหนึ่งในจังหวัดฉะเชิงเทรา**

**THE ASSOCIATION BETWEEN MUSCULOSKELETAL DISORDERS WITH WHOLE-BODY
VIBRATION FROM THE SEAT OF FORKLIFT DRIVERS IN A WAREHOUSE DEPARTMENT IN
CHACHOENGSAO PROVINCE**

อนุวัฒน์ คงเจริญ¹, วิชัย พุกษ์ธาราธิกุล², สุนิสา ชัยเกลี้ยง^{3*}

Anuwat Kongjaroen¹, Vichai Pruktharathikul², Sunisa Chaiklieng^{3*}

¹หลักสูตร วท.ม. สาขาวิชาอาชีวอนามัยและความปลอดภัย คณะสาธารณสุขศาสตร์ มหาวิทยาลัยขอนแก่น

¹Master program of M.Sc. Occupational and Safety, Faculty of Public Health, Khon Kaen University

^{2,3}ภาควิชาอนามัยสิ่งแวดล้อม อาชีวอนามัยและความปลอดภัย คณะสาธารณสุขศาสตร์ มหาวิทยาลัยขอนแก่น

²⁻³Department of Occupational and Safety, Faculty of Public Health, Khon Kaen University

*Corresponding Author, Email: csunis@kku.ac.th

บทคัดย่อ

การศึกษานี้มีวัตถุประสงค์เพื่อศึกษาอาการผิดปกติทางระบบโครงร่างและกล้ามเนื้อของพนักงานขับรถยกและศึกษาความสัมพันธ์กับความสั่นสะเทือนทั้งร่างกายขณะขับรถยก การวิจัยนี้เป็นการวิจัยโดยเก็บข้อมูลแบบ ณ จุดเวลาใดเวลาหนึ่ง (Cross-sectional analytic study) โดยใช้วิธีการเก็บข้อมูลจากแบบสอบถามแบบประเมินด้านความรุนแรงและความถี่ของอาการทางระบบโครงร่างและกล้ามเนื้อ (MSFQ) และวัดความสั่นสะเทือนทั้งร่างกายของพนักงานขับรถยกขณะปฏิบัติงานจำนวนคนละ 3 ครั้งและนำค่าที่ได้จากเครื่องวัดความสั่นสะเทือนมาวิเคราะห์ผล ผลการศึกษากการผิดปกติทางระบบโครงร่างและกล้ามเนื้อโดยพิจารณาความรุนแรงระดับปานกลางขึ้นไปของพนักงานขับรถยก พบว่าพนักงานส่วนใหญ่มีอาการผิดปกติทางระบบโครงร่างและกล้ามเนื้อจากความรู้สึกไม่สบายที่ตำแหน่งหลังส่วนล่างสูงสุดเป็นอันดับที่ 1 ร้อยละ 47.06 รองลงมาคือเท้าและข้อเท้า ร้อยละ 29.41 และหลังส่วนบนและน่องเท่ากันคือ ร้อยละ 23.53 ตามลำดับ ผลการศึกษาความสัมพันธ์ระหว่างปัจจัยส่วนบุคคลและข้อมูลการทำงานกับการเกิดอาการผิดปกติทางระบบโครงร่างและกล้ามเนื้อพบว่าปัจจัยส่วนบุคคล เพศ และค่าดัชนีมวลกาย (BMI) มีความสัมพันธ์กับการเกิดอาการผิดปกติทางระบบโครงร่างและกล้ามเนื้อของพนักงานขับรถยกในแผนกคลังสินค้าอย่างมีนัยสำคัญทางสถิติ ($p\text{-value} < 0.05$) และผลการศึกษาพบว่าความสั่นสะเทือนทั้งร่างกายที่วัดได้ไม่ใช้สาเหตุโดยตรงอย่างมีนัยสำคัญทางสถิติ ($p\text{-value} < 0.05$) ที่ส่งผลต่ออาการผิดปกติทางระบบโครงร่างและกล้ามเนื้อของพนักงานขับรถยกเนื่องจากอาจมีข้อจำกัดทางการศึกษาได้แก่ขนาดตัวอย่างที่เล็กซึ่งอาจไม่เพียงพอที่จะตรวจสอบความสัมพันธ์ที่อาจมีอยู่นอกจากนี้ยังมีปัจจัยอื่นๆที่อาจมีผลต่อการศึกษาดังกล่าว ดังนั้นเพื่อพัฒนาการวิจัยในอนาคต จำเป็นต้องมีการศึกษาปัจจัยอื่นๆที่อาจเป็นปัจจัยที่ส่งผลต่อความสั่นสะเทือนทั้งร่างกาย

คำสำคัญ: อาการผิดปกติทางระบบโครงร่างและกล้ามเนื้อ / ความสั่นสะเทือนทั้งร่างกาย / พนักงานขับรถยก

Abstract

The objective of this study was to investigate the symptoms of musculoskeletal disorders (MSDs) in forklift drivers, and to study the association between whole-body vibration while driving a forklift and musculoskeletal disorders. This was a cross-sectional analysis study. The Musculoskeletal Symptom Severity and Frequency Questionnaire (MSFQ) was used to collect data, as well as three whole-body vibration measures of forklift drivers at work and take the vibration meter values to assess the results. The results of the study found that the musculoskeletal disorders, considering the severity of moderate or higher of forklift drivers, discovered that the majority of employees had symptoms of abnormal musculoskeletal system from discomfort in the lower back, which ranked first at 47.06



%t, followed by feet and ankles at 29.41 %, and upper back and calves at 23.53 %. Personal factors, specifically gender and body mass index (BMI), were found to be significantly associated with the occurrence of musculoskeletal disorders in forklift drivers in the warehouse department (p -value <0.05). The results of the study found that the measured whole-body vibration was not a direct cause with statistical significance (p -value <0.05) that affects the Musculoskeletal disorders of forklift drivers. However, the small sample size may have limited the study's ability to detect an association. There are many more factors that could affect the study. As a result, in order to conduct future research, it is required to investigate other factors that may influence overall body vibration.

Keyword: Musculoskeletal disorders (MSDs) / Whole-Body vibration / Forklift drivers

บทนำ

โรคระบบโครงร่างและกล้ามเนื้อเป็นปัญหาสุขภาพที่พบได้บ่อยในกลุ่มพนักงานขับรถหลายประเภท เช่น คนขับรถยก, รถบรรทุก และผู้บังคับเครื่องจักรประเภทต่างๆ⁽¹⁻⁵⁾ จากสถิติโรคที่เกิดจากการทำงานพบว่าโรคระบบโครงร่างและกล้ามเนื้อพบมากที่สุดเป็นอันดับหนึ่งในปี พ.ศ. 2562-2566 โดยเฉลี่ยแล้วในช่วง 5 ปีที่ผ่านมา มีพนักงานเกิดอุบัติเหตุ 3,765 ครั้ง คิดเป็นร้อยละ 0.90 ของจำนวนอุบัติเหตุทั้งหมดต่อปี⁽⁶⁾

รถยกเป็นเครื่องจักรที่มีประโยชน์และมีประสิทธิภาพอย่างยิ่งซึ่งได้รับการพัฒนาขึ้นเพื่อให้ทำงานในการช่วยลดหรือขจัดความเสี่ยงที่จะเกิดอันตรายต่อการยกของด้วยมือของพนักงาน แต่ทั้งนี้รถยกยังก่อให้เกิดปัจจัยเสี่ยงด้านสรีรศาสตร์ทำให้พนักงานเหนื่อยล้าทั้งทางด้านร่างกายและจิตใจ⁽⁷⁻⁸⁾ และทำให้เกิดความผิดปกติทางระบบโครงร่างและกล้ามเนื้อได้⁽⁹⁾ เนื่องจากพนักงานขับรถยกต้องใช้เวลานานในชั่วโมงทำงานสัมผัสกับแรงสั่นสะเทือนจากรถยกผ่านเบาะที่นั่งของคนขับ⁽¹⁰⁾

พนักงานขับรถยกในแผนกคลังสินค้ามีความเสี่ยงสูงต่อความผิดปกติของระบบโครงร่างและกล้ามเนื้อ เนื่องจากต้องทำงานเป็นเวลานานโดยเบาะนั่งของรถยกจะสั่นสะเทือนตลอดเวลาที่นั่งทำงานขณะขนส่งวัสดุ⁽¹¹⁾ ความสั่นสะเทือนที่เกิดจากการขับรถอาจส่งผลกระทบต่ออวัยวะต่างๆ โดยเฉพาะหลังส่วนล่าง คอ และไหล่^(9,12-13) ซึ่งเป็นบริเวณที่พบได้บ่อยที่สุดของโรคระบบโครงร่างและกล้ามเนื้อ ปัจจัยหลักที่ทำให้พนักงานขับรถยกมีความเสี่ยงต่อโรคระบบโครงร่างและกล้ามเนื้อได้แก่ท่าทางการนั่งที่ไม่เหมาะสม การนั่งในท่าเดิมเป็นเวลานาน และการออกแบบเบาะรองนั่งที่ไม่เข้ากับรูปร่างของคนขับ ความสั่นสะเทือนทั้งร่างกายจากการทำงานของรถยกทำให้กล้ามเนื้อและโครงกระดูกต้องรับภาระเพิ่มขึ้น ซึ่งอาจส่งผลให้เกิดโรคเรื้อรังและความไม่สบายของระบบโครงร่างและกล้ามเนื้อ⁽¹⁴⁾ การออกแบบระบบรองรับแรงกระแทกที่ช่วยในการดูดซับแรงสั่นสะเทือน รวมถึงการปรับเปลี่ยนท่าทางการนั่งให้เหมาะสมกับสรีระของพนักงานถือเป็นวิธีสำคัญในการป้องกันไม่ให้เกิดความผิดปกติทางระบบโครงร่างและกล้ามเนื้อ การออกแบบเบาะนั่งที่เหมาะสมจะช่วยลดการส่งผ่าน

แรงสั่นสะเทือนไปยังร่างกาย⁽¹⁵⁻¹⁶⁾ ลดความเสี่ยงต่อปัญหาสุขภาพของระบบโครงร่างและกล้ามเนื้อและช่วยให้พนักงานทำงานได้มีประสิทธิภาพมากขึ้น⁽¹⁷⁾

ดังนั้นผู้วิจัยจึงสนใจที่จะศึกษาความสัมพันธ์ของอาการผิดปกติทางระบบโครงร่างและกล้ามเนื้อกับความสั่นสะเทือนทั้งร่างกายของพนักงานขับรถยกเพื่อให้ทราบถึงความรุนแรงของอาการผิดปกติทางระบบโครงร่างและกล้ามเนื้อ รวมถึงศึกษาปัจจัยส่วนบุคคลและข้อมูลการทำงานที่อาจส่งผลต่อการเกิดอาการผิดปกติทางระบบโครงร่างและกล้ามเนื้อเพื่อเป็นแนวทางในการป้องกันการบาดเจ็บและเกิดโรคระบบโครงร่างและกล้ามเนื้อของพนักงานขับรถยกต่อไปในอนาคต

วัตถุประสงค์การศึกษา

1. เพื่อศึกษาอาการผิดปกติทางระบบโครงร่างและกล้ามเนื้อของพนักงานขับรถยก
2. เพื่อศึกษาความสัมพันธ์ระหว่างความสั่นสะเทือนทั้งร่างกายกับอาการผิดปกติทางระบบโครงร่างและกล้ามเนื้อของพนักงานขับรถยก

วิธีดำเนินการวิจัย

งานวิจัยนี้ได้รับการพิจารณาและอนุมัติด้านจริยธรรมการวิจัยในมนุษย์จากคณะกรรมการจริยธรรมการวิจัยในมนุษย์ของมหาวิทยาลัยขอนแก่น หมายเลขการรับรองจริยธรรมที่ HE662192

รูปแบบการวิจัย

การวิจัยนี้เป็นการศึกษาโดยเก็บข้อมูลแบบ ณ จุดเวลาใดเวลาหนึ่ง (Cross-sectional analytic study) เพื่อศึกษาความผิดปกติของระบบโครงร่างและกล้ามเนื้อของพนักงานขับรถยกชนิดนั่งขับของแผนกคลังสินค้าในโรงงานผลิตและประกอบชิ้นส่วนอิเล็กทรอนิกส์แห่งหนึ่งในจังหวัดฉะเชิงเทรา และศึกษาความสัมพันธ์ระหว่างความสั่นสะเทือนทั้งร่างกายกับอาการผิดปกติทางระบบโครงร่างและกล้ามเนื้อของพนักงานขับรถยก



ประชากรและกลุ่มตัวอย่าง

ประชากร คือ พนักงานขับรถยกแผนกคลังสินค้า จำนวน 38 คน และรถยกชนิดนั่งขับขนาดพิกัดน้ำหนัก 2.5 ตัน โดยนำมาคำนวณหาขนาดของกลุ่มตัวอย่างตามวัตถุประสงค์การคำนวณขนาดตัวอย่างสัดส่วนประชากร 2 กลุ่มตัวอย่างในแต่ละกลุ่มไม่เป็นอิสระต่อกัน⁽¹⁸⁾

$$n = \frac{NZ_{\alpha/2}^2 [P(1 - P)]}{[e^2(N - 1)] + [Z_{\alpha/2}^2 P(1 - P)]}$$

เมื่อ n = ขนาดตัวอย่าง

N = จำนวนพนักงานขับรถยกในแผนกคลังสินค้า จำนวน 38 คน

$Z_{\alpha/2}$ = ค่ามาตรฐานที่ช่วงความเชื่อมั่น 95% ($\alpha=0.05$) เท่ากับ 1.96

$P = 0.25$ สัดส่วนของการเกิดความผิดปกติของโรคระบบโครงร่างและกล้ามเนื้อของพนักงานขับรถยก

e = ค่าความแม่นยำในการประมาณค่า ในการศึกษาคำนี้กำหนดให้ค่า e เท่ากับ 0.08

แทนค่าในสูตร

$$n = \frac{38 \times 1.96^2 [0.25(1 - 0.25)]}{[0.08^2(38 - 1)] + [1.96^2 \times 0.25(1 - 0.25)]} = 28.59$$

ดังนั้นขนาดกลุ่มตัวอย่างของพนักงานขับรถยก ไม่น้อยกว่า 29 คน งานวิจัยนี้ได้คำนวณการสูญเสียของการตอบกลับแบบสอบถามของกลุ่มตัวอย่างร้อยละ 10 ดังนั้น จึงใช้พนักงานขับรถยกทั้งหมดเท่ากับ 34 คน

การเก็บรวบรวมข้อมูล

1. แบบสอบถามประกอบด้วย 2 ชุด แบบสอบถามชุดที่ 1 ข้อมูลทั่วไปและข้อมูลการทำงาน ได้แก่ เพศ อายุ สถานภาพ ประสบการณ์การทำงาน น้ำหนัก ส่วนสูง ดัชนีมวลกาย การออกกำลังกาย ชั่วโมงการทำงานต่อวัน (รวมการทำงานล่วงเวลา) ระยะเวลาขับรถยกต่อวัน และประวัติการประสบอุบัติเหตุจากการขับรถยก

แบบสอบถามชุดที่ 2 แบบสอบถามอาการความผิดปกติทางระบบโครงร่างและกล้ามเนื้อ⁽¹⁹⁾

2. เครื่องมือวัดสัดส่วนร่างกาย (Anthropometry) และวัดขนาดเก้าอี้รถยก ทำการวัดสัดส่วนร่างกายขณะนั่ง

ทั้งหมด 4 ท่า คือ ความกว้างสะโพก, ความสูงของขาส่วนล่างวัดจากพื้นถึงใต้ท้องเข่าขณะนั่งวางขาแนวตั้ง, ความยาวขาจากสะโพกถึงใต้ท้องเข่าและความกว้างของหัวไหล่

3. เครื่องตรวจวัดความสั่นสะเทือนทั้งร่างกาย (Vibration meters) สำหรับการวัดความสั่นสะเทือนทั้งร่างกาย (Whole body vibration) การติดตั้งให้เป็นไปตามมาตรฐาน ISO 2631-1 ซึ่งมีส่วนประกอบคือเครื่องวัด และหัววัด โดยติดตั้งไปตามทิศทางของแนวแกน x , y และ z และนำข้อมูลที่ได้จากเครื่องวัดความสั่นสะเทือนไปวิเคราะห์ผล⁽²⁰⁻²¹⁾ โดยเครื่องวัดมีการสอบเทียบความตรงของเครื่องมือวัดและอุปกรณ์ที่เกี่ยวข้องกับการตรวจวัดความสั่นสะเทือนทั้งร่างกายตามมาตรฐานเครื่องมือวัดความสั่นสะเทือนทั้งร่างกายต้องเป็นไปตามมาตรฐาน ISO 8041-2005 โดยเครื่องวัดความสั่นสะเทือนและแผ่นวัดที่ใช้ในการวิจัยในครั้งนี้เป็นเครื่องวิเคราะห์ความสั่นสะเทือนทั้งร่างกายยี่ห้อ SVANTEX รุ่น SV 106 ได้ทำการตรวจสอบความตรงเรียบร้อยแล้วโดยสอบเทียบจากบริษัท SVANTEX Certification SV106 No.69347 Date 2019-02-13 ใช้ค่าความเร่งตามแนวแกน X , Y และ Z ที่ 1.0 m/s^2 (120 dB) ที่ความถี่ 15.915 Hz

การวิเคราะห์ข้อมูล

วิเคราะห์ด้วยโปรแกรมสำเร็จรูป STATA 18 ใช้สถิติเชิงพรรณนา หาจำนวน ร้อยละ ค่าเฉลี่ย ส่วนเบี่ยงเบนมาตรฐานในส่วนข้อมูลทั่วไป ข้อมูลด้านการทำงาน สถิติเชิงอนุมานใช้ Chi-square (X^2) สำหรับทดสอบความสัมพันธ์ปัจจัยส่วนบุคคล (เช่น เพศ อายุ น้ำหนัก ฯลฯ) กับระดับความรู้สึกไม่สบายของระบบโครงร่างและกล้ามเนื้อ และใช้สถิติ Spearman Rank Correlation เพื่อหาความสัมพันธ์ระหว่างความสั่นสะเทือนทั้งร่างกายกับอาการทางระบบโครงร่างและกล้ามเนื้อโดยหาความสัมพันธ์แยกตามสัดส่วนของร่างกายตามแบบสอบถามอาการความผิดปกติทางระบบโครงร่างและกล้ามเนื้อ

ผลการวิจัย

ข้อมูลทั่วไปและข้อมูลการทำงาน

กลุ่มตัวอย่างส่วนใหญ่เป็นเพศ ชาย ร้อยละ 88.24 และเพศหญิงร้อยละ 11.76 อายุเฉลี่ย 38.29 ปี (ส่วนเบี่ยงเบนมาตรฐาน 8.41) ค่าดัชนีมวลกายพบว่ากลุ่มตัวอย่างมีค่าดัชนีมวลกาย (Body Mass Index; BMI) เฉลี่ย 23.31 kg/m^2 (ส่วนเบี่ยงเบนมาตรฐาน 2.88) ส่วนใหญ่ค่าดัชนีมวลกายอยู่ในกลุ่มเกณฑ์ปกติ สมส่วน คิดเป็นร้อยละ 67.65 การออกกำลังกายพบว่ากลุ่มตัวอย่างส่วนใหญ่มีพฤติกรรมการออกกำลังกายเป็นบางครั้ง (1-2 ครั้งต่อสัปดาห์) คิดเป็นร้อยละ 61.76 ประสบการณ์ทำงานการขับรถยกเฉลี่ย 10.03 ปี (ส่วนเบี่ยงเบน



มาตรฐาน 6.93) จำนวนชั่วโมงการทำงานต่อวันเฉลี่ย 10.06 ชั่วโมง (ส่วนเบี่ยงเบนมาตรฐาน 0.97)

การวัดสัดส่วนร่างกายและวัดขนาดเบาะนั่งรถยก

การวัดสัดส่วนร่างกายขณะนั่ง ทั้งหมด 4 ท่า คือ ความกว้างสะโพก, ความสูงของขาส่วนล่างวัดจากพื้นถึงใต้ท้องเข้าขณะนั่งวางขาแนวดิ่ง, ความยาวขาจากสะโพกถึงใต้ท้องเข้า และความกว้างของหัวไหล่ โดยวัดค่าเฉลี่ยและค่าเปอร์เซ็นต์ไทล์ที่ 5 และ 95 ในการวัดสัดส่วนร่างกายเพื่อให้ครอบคลุมลักษณะทางกายภาพของประชากรส่วนใหญ่ ผลการวัดสัดส่วนร่างกายของกลุ่มตัวอย่างดังนี้ ความกว้างสะโพกเฉลี่ย 35.63 ซม. (ส่วน

เบี่ยงเบนมาตรฐาน 4.05) ความสูงของขาส่วนล่างเฉลี่ย 40.09 ซม. (ส่วนเบี่ยงเบนมาตรฐาน 1.71) ความยาวขาจากสะโพกถึงใต้ข้อเข่าเฉลี่ย 40.29 ซม. (ส่วนเบี่ยงเบนมาตรฐาน 1.98) และความกว้างของหัวไหล่เฉลี่ย 42.24 ซม. (ส่วนเบี่ยงเบนมาตรฐาน 1.65) การวัดขนาดเบาะนั่งรถยก ความสูงของเบาะนั่งเท่ากับ 48 ซม. ความกว้างของเบาะนั่ง 53 ซม. ความลึกของเบาะนั่ง 42 ซม. ความสูงของพนักพิงหลัง 43 ซม. ความกว้างของพนักพิงหลัง 46 ซม. และความหนาของพนักพิงหลัง 9 ซม. ข้อมูลนี้สามารถนำไปเปรียบเทียบกับสัดส่วนร่างกาย เพื่อวิเคราะห์ว่าเบาะนั่งเหมาะสมกับผู้ใช้หรือไม่ รายละเอียดดังตารางที่ 1 และ 2

ตารางที่ 1 การวัดสัดส่วนร่างกาย

ท่าทางการวัดสัดส่วนร่างกาย	Min (cm)	Max (cm)	$\bar{X}$ (Sd)	Percentile 5 (cm)	Percentile 95 (cm)
ความกว้างสะโพก	30	45	35.63 (4.05)	31	44
ความสูงของขาส่วนล่าง	36	45	40.09 (1.71)	38	43
ความยาวขาจากสะโพกถึงใต้ท้องเข้า	35	44	40.29 (1.98)	36	44
ความกว้างของหัวไหล่	39	46	42.24 (1.65)	40	45

ตารางที่ 2 การวัดขนาดเบาะนั่งรถยก

ส่วนของการวัดเบาะนั่งรถยก	ขนาดเบาะนั่งรถยก (cm)
ความสูงของเบาะนั่ง	48
ความกว้างของเบาะนั่ง	53
ความลึกของเบาะนั่ง	42
ความสูงของพนักพิงหลัง	43
ความกว้างของพนักพิงหลัง	46
ความหนาของพนักพิงหลัง	9

ผลการวิเคราะห์ความสัมพันธ์ทั้งร่างกายในเบาะนั่งรถยกของพนักงานขับรถยก

ผลการประเมินการรับสัมผัสความสั่นสะเทือนทั้งร่างกายในเบาะนั่งรถยกของพนักงานขับรถยกแผนกคลังสินค้าตามแนวแกน X Y Z เฉลี่ย โดยเลือกจากค่าสูงสุดจากการวัดทั้ง 3 ครั้ง พบว่าค่าความสั่นสะเทือนตามแนวแกนสูงที่สุดอยู่ที่แกน Z เท่ากับ 0.60 m/s^2 รองลงมาคือแกน X เท่ากับ 0.48 m/s^2 และค่าความสั่นสะเทือนแกนที่ต่ำสุดก็คือแกน Y เท่ากับ 0.44 m/s^2 และความ

สั่นสะเทือนในเบาะนั่งรถยกของพนักงานขับรถยกในแผนกคลังสินค้า โดยเปรียบเทียบค่าความสั่นสะเทือนเฉลี่ย 8 ชั่วโมงการทำงานของการวัดทั้ง 3 ครั้ง พบว่าระดับความสั่นสะเทือนเฉลี่ยเท่ากับ 0.58 m/s^2 ดัง เมื่อพิจารณาเปรียบเทียบค่าความสั่นสะเทือนทั้งร่างกายเฉลี่ย 8 ชั่วโมงการทำงาน (A8) ที่พนักงานได้รับสัมผัสพบว่าเกินค่ามาตรฐาน ISO 2631-1 Exposure Action Value (EAV) ซึ่งคือ 0.5 m/s^2 เกินค่ามาตรฐานกำหนดคิดเป็นร้อยละ 100 ดังตารางที่ 3

ตารางที่ 3 ความสั่นสะเทือนทั้งร่างกายของพนักงานขับรถยกแผนกคลังสินค้า (n = 34)



ลำดับ	ความสัมพันธ์ทั้งร่างกาย			
	X	Y	Z	A8
1	0.47	0.54	0.67	0.59
2	0.51	0.49	0.65	0.64
3	0.46	0.57	0.64	0.54
4	0.51	0.47	0.69	0.61
5	0.58	0.37	0.59	0.62
6	0.52	0.40	0.50	0.54
7	0.42	0.39	0.53	0.57
8	0.49	0.54	0.58	0.70
9	0.50	0.56	0.69	0.55
10	0.51	0.55	0.57	0.59
11	0.47	0.50	0.58	0.57
12	0.55	0.28	0.47	0.55
13	0.52	0.50	0.64	0.60
14	0.49	0.41	0.74	0.66
15	0.50	0.48	0.53	0.50
16	0.48	0.53	0.55	0.55
17	0.49	0.38	0.57	0.51
18	0.41	0.38	0.62	0.61
19	0.47	0.54	0.57	0.66
20	0.51	0.51	0.65	0.60
21	0.32	0.52	0.55	0.53
22	0.39	0.51	0.58	0.55
23	0.48	0.44	0.64	0.61
24	0.49	0.32	0.68	0.64
25	0.53	0.33	0.56	0.60

ตารางที่ 3 ความสัมพันธ์ทั้งร่างกายของพนักงานขับรถยกแผนกคลังสินค้า (n = 34) (ต่อ)



ลำดับ	ความสัมพันธ์ทั้งร่างกาย			
	X	Y	Z	A8
26	0.38	0.29	0.57	0.59
27	0.56	0.35	0.55	0.56
28	0.54	0.44	0.61	0.58
29	0.49	0.34	0.59	0.57
30	0.50	0.47	0.58	0.56
31	0.35	0.38	0.47	0.53
32	0.42	0.40	0.59	0.59
33	0.36	0.35	0.70	0.58
34	0.50	0.48	0.56	0.60
$\bar{X}$ (SD)	0.48 (0.06) ²	0.44 (0.08) ³	0.60 (0.06) ¹	0.58 (0.04)

หมายเหตุ ¹ คือ ความสัมพันธ์ตามแนวแกนสูงสุดลำดับที่ 1, ² คือ ความสัมพันธ์ตามแนวแกนลำดับที่ 2, ³ คือ ความสัมพันธ์ตามแนวแกนลำดับที่ 3 ตามแนวแกน X Y Z จากการวัดความสัมพันธ์ทั้ง 3 ครั้ง

อาการความผิดปกติทางระบบโครงร่างและกล้ามเนื้อของพนักงานขับรถยกในแผนกคลังสินค้า

ระดับความรู้สึกไม่สบายของระบบโครงร่างและกล้ามเนื้อของพนักงานขับรถยกในแผนกคลังสินค้าเมื่อพิจารณาระดับอาการปานกลางขึ้นไปพบว่าพนักงานส่วนใหญ่มีอาการ

ผิดปกติทางระบบโครงร่างและกล้ามเนื้อความรู้สึกไม่สบายที่ตำแหน่งของร่างกาย 3 ตำแหน่งแรก ได้แก่ หลังส่วนล่าง ร้อยละ 47.06 เท้าและข้อเท้า ร้อยละ 29.41 และหลังส่วนบนและน่อง ร้อยละ 23.53 ตามลำดับ (ตารางที่ 4)

ตารางที่ 4 ระดับการรับรู้ความรู้สึกไม่สบายของระบบโครงร่างและกล้ามเนื้อ พิจารณาจากความถี่ x ความรุนแรงตามส่วนต่างๆ ของร่างกายก่อนการออกแบบวัสดุชุดขับเคลื่อน

ส่วนของร่างกาย	ระดับความรู้สึกไม่สบาย			
	รู้สึกไม่สบายระดับปานกลาง	รู้สึกไม่สบายระดับรุนแรง	รู้สึกไม่สบายระดับรุนแรงมาก	รู้สึกไม่สบายระดับปานกลาง-รุนแรงมาก
คอ	4(11.76)	3(8.82)	0(0.00)	7(20.58)
ไหล่	2(5.88)	2(5.88)	0(0.00)	4(11.76)
หลังส่วนบน	6(17.65)	2(5.88)	0(0.00)	8(23.53) ³
หลังส่วนล่าง	9(26.47)	7(20.59)	0(0.00)	16(47.06) ¹
แขนท่อนล่าง	2(5.88)	0(0.00)	0(0.00)	2(5.88)
มือและข้อมือ	3(8.82)	1(2.94)	0(0.00)	4(11.76)
สะโพก	5(14.71)	0(0.00)	1(2.94)	6(17.65)
เท้า	6(17.65)	0(0.00)	1(2.94)	7(20.59)

ตารางที่ 4 ระดับการรับรู้ความรู้สึกไม่สบายของระบบโครงร่างและกล้ามเนื้อ พิจารณาจากความถี่ x ความรุนแรงตามส่วนต่างๆ ของร่างกายก่อนการออกแบบวัสดุชุดขับเคลื่อน (ต่อ)



ส่วนของร่างกาย	ระดับความรู้สึกไม่สบาย			
	รู้สึกไม่สบายระดับปานกลาง	รู้สึกไม่สบายระดับรุนแรง	รู้สึกไม่สบายระดับรุนแรงมาก	รู้สึกไม่สบายระดับปานกลาง-รุนแรงมาก
น้อง	6(17.65)	2(5.88)	0(0.00)	8(23.53) ³
เท้าและข้อเท้า	8(23.53)	1(2.94)	1(2.94)	10(29.41) ²

หมายเหตุ ¹ คือ สูงสุดลำดับที่ 1, ² คือ สูงสุดลำดับที่ 2, ³ คือ สูงสุดลำดับที่ 3 ในแนวคอลัมน์

ความสัมพันธ์ระหว่างความสั่นสะเทือนทั้งร่างกายและอาการผิดปกติทางระบบโครงร่างและกล้ามเนื้อ

การประเมินความสัมพันธ์ระหว่างความสั่นสะเทือนทั้งร่างกายและอาการผิดปกติทางระบบโครงร่างและกล้ามเนื้อของพนักงานขับรถยกในแผนกคลังสินค้าโดยการนำค่าความสัมพันธ์ทั้งร่างกายเฉลี่ยจากครั้งที่สูงที่สุดจากการวัดทั้งหมด

มาหาความสัมพันธ์กับระดับอาการผิดปกติทางระบบโครงร่างและกล้ามเนื้อตามสัดส่วนของร่างกายในแบบสอบถามโดยใช้สถิติ Spearman Rank Correlation ผลการศึกษาพบว่า ความสั่นสะเทือนทั้งร่างกายไม่มีความสัมพันธ์อย่างมีนัยสำคัญทางสถิติกับระดับอาการผิดปกติทางระบบโครงร่างและกล้ามเนื้อที่ระดับนัยสำคัญ 0.05 (ตารางที่ 5)

ตารางที่ 5 ความสัมพันธ์ระหว่างความสั่นสะเทือนทั้งร่างกายและความรู้สึกไม่สบายทางระบบโครงร่างและกล้ามเนื้อตามส่วนต่างๆ ของร่างกาย

ส่วนของร่างกาย	N	Spearman's rho	P-value
คอ	34	-0.022	0.90
ไหล่	34	0.260	0.14
หลังส่วนบน	34	0.107	0.55
หลังส่วนล่าง	34	-0.071	0.69
แขนท่อนล่าง	34	-0.111	0.53
มือและข้อมือ	34	-0.048	0.79
สะโพก	34	0.160	0.36
เข่า	34	-0.121	0.49
น้อง	34	-0.079	0.66
เท้าและข้อเท้า	34	-0.228	0.19

*ระดับนัยสำคัญทางสถิติ < 0.05

ความสัมพันธ์ระหว่างปัจจัยส่วนบุคคล ข้อมูลการทำงานและอาการผิดปกติทางระบบโครงร่างและกล้ามเนื้อ

ผลการศึกษาความสัมพันธ์ระหว่างปัจจัยส่วนบุคคลและข้อมูลการทำงานกับการเกิดอาการผิดปกติทางระบบโครงร่างและกล้ามเนื้อพบว่าปัจจัยส่วนบุคคล คือ อายุ สถานภาพ น้ำหนัก ส่วนสูงและการออกกำลังกาย ไม่มีความสัมพันธ์กัน

อย่างมีนัยสำคัญทางสถิติกับการเกิดอาการผิดปกติทางระบบโครงร่างและกล้ามเนื้อของพนักงานขับรถยกในแผนกคลังสินค้า ส่วน ปัจจัยส่วนบุคคล เพศ และค่าดัชนีมวลกาย (BMI) มีความสัมพันธ์กับการเกิดอาการผิดปกติทางระบบโครงร่างและกล้ามเนื้อของพนักงานขับรถยกในแผนกคลังสินค้าอย่างมีนัยสำคัญทางสถิติ (p-value<0.05) (ตารางที่ 6 และ 7)

ตารางที่ 6 ความสัมพันธ์ระหว่างปัจจัยส่วนบุคคลและอาการผิดปกติทางระบบโครงร่างและกล้ามเนื้อ

ปัจจัย	ระดับความรู้สึกไม่สบาย	X ²	p-value
--------	------------------------	----------------	---------



	1	2	3	4		
เพศ						
ชาย	13 (38.24)	8 (23.53)	8 (23.53)	1 (2.94)	10.4519	0.015*
หญิง	1 (2.94)	1 (2.94)	2 (5.88)	0(0.00)		
อายุ						
อายุ 20 – 30 ปี	2 (5.88)	3 (8.82)	1 (2.94)	0 (0.00)	6.540	0.673
อายุ 31 – 40 ปี	5 (14.71)	4 (11.76)	3 (8.82)	1 (2.94)		
อายุ 41 – 50 ปี	6 (17.65)	1 (2.94)	4 (11.76)	2 (5.88)		
อายุ 51 – 60 ปี	0 (0.00)	1 (2.94)	1 (2.94)	0 (0.00)		
สถานภาพ						
โสด	3 (8.82)	5 (14.71)	2 (5.88)	2 (5.88)	8.9805	0.175
สมรส	7 (20.59)	4 (11.76)	7 (20.59)	1 (2.94)		
หย่าร้าง	3 (8.82)	0 (0.00)	0 (0.00)	0 (0.00)		
น้ำหนัก						
50 – 59 กิโลกรัม	4 (11.76)	4 (11.76)	1 (2.94)	0 (0.00)	12.3959	0.192
60 – 69 กิโลกรัม	3 (8.82)	5 (14.71)	7 (20.59)	2 (5.88)		
70 – 79 กิโลกรัม	5 (14.71)	0 (0.00)	1 (2.94)	1 (2.94)		
80 กิโลกรัม ขึ้นไป	1 (2.94)	0 (0.00)	0 (0.00)	0 (0.00)		
ส่วนสูง						
150 – 15 เซนติเมตร	3 (8.82)	0 (0.00)	0 (0.00)	1 (2.94)	10.8813	0.092
160 – 169 เซนติเมตร	9 (26.47)	4 (11.76)	6 (17.65)	2 (5.88)		
170 – 179 เซนติเมตร	1 (2.94)	5 (14.71)	3 (8.82)	0 (0.00)		
180 เซนติเมตรขึ้นไป	0 (0.00)	0 (0.00)	0 (0.00)	0 (0.00)		
BMI						
น้ำหนักต่ำกว่าเกณฑ์	0 (0.00)	1 (2.94)	0 (0.00)	0 (0.00)	13.1148	0.041*
ปกติ สมส่วน	6 (17.65)	8 (23.53)	8 (23.53)	1 (2.94)		
น้ำหนักเกิน	7 (20.59)	0 (0.00)	1 (2.94)	2 (5.88)		
น้ำหนักเกิน	7 (20.59)	0 (0.00)	1 (2.94)	2 (5.88)		
การออกกำลังกาย						
เป็นประจำทุกวัน	1(2.94)	1(2.94)	0 (0.00)	1(2.94)	3.9604	0.682
เป็นบางครั้ง	8(23.53)	5(14.71)	7(20.59)	1(2.94)		
ไม่ออกกำลังกาย	4(11.76)	3(8.82)	2(5.88)	1(2.94)		

*ระดับนัยสำคัญทางสถิติ < 0.05

ตารางที่ 7 ความสัมพันธ์ระหว่างข้อมูลการทำงานและอาการผิดปกติทางระบบโครงร่างและกล้ามเนื้อ

ปัจจัย	ระดับความรู้สึกไม่สบาย				X ²	p-value
	1	2	3	4		
ประสบการณ์ทำงานการขับรถยก						
1-5 ปี	4 (11.76)	5 (14.71)	2 (5.88)	0 (0.00)	13.9414	0.304
6-10	3 (8.82)	3 (8.82)	2 (5.88)	1 (2.94)		
11-15	4 (11.76)	0 (0.00)	3 (8.82)	1 (2.94)		

ตารางที่ 7 ความสัมพันธ์ระหว่างข้อมูลการทำงานและอาการผิดปกติทางระบบโครงร่างและกล้ามเนื้อ (ต่อ)

ปัจจัย	ระดับความรู้สึกไม่สบาย				X ²	p-value
--------	------------------------	--	--	--	----------------	---------



	1	2	3	4		
ประสบการณ์ทำงานการขับรถยก						
16-20	0 (0.00)	1(2.94)	0 (0.00)	1 (2.94)		
21 ปีขึ้นไป	2 (5.88)	0 (0.00)	2 (5.88)	0 (0.00)		
ชั่วโมงการทำงาน						
8	3 (8.82)	1 (2.94)	1 (2.94)	1 (2.94)	1.3008	0.729
10.50	10 (29.41)	8 (23.53)	8 (23.53)	2 (5.88)		
เวลาที่ทำงานกับการขับรถยก						
ยก						
1-2	0 (0.00)	1(2.94)	1(2.94)	0 (0.00)	2.8911	0.822
3-4	3(8.82)	1(2.94)	1(2.94)	1(2.94)		
5-6	10(29.41)	7(20.59)	7(20.59)	2(5.88)		

*ระดับนัยสำคัญทางสถิติ < 0.05

อภิปรายผล

การวัดสัดส่วนร่างกายและขนาดเบาะนั่งรถยก

จากการเปรียบเทียบข้อมูลขนาดเบาะนั่งรถยกกับค่ามาตรฐานของสัดส่วนร่างกายผู้ใช้งาน พบว่าขนาดของเบาะนั่งโดยรวมถูกออกแบบให้มีขนาดใหญ่กว่าค่ากลางและค่าเปอร์เซ็นไทล์ที่ 95 ของสรีระผู้ใช้งานในหลายด้าน โดยเฉพาะความกว้างของเบาะนั่ง (53 ซม.) ที่มากกว่าความกว้างสะโพกสูงสุดของกลุ่มตัวอย่าง (44 ซม.) ถึงประมาณ 9 ซม. ซึ่งอาจส่งผลกระทบต่อความมั่นคงในการนั่งหากไม่มีการปรับให้เหมาะสมกับผู้ใช้งานบุคคล อย่างไรก็ตาม ความลึกของเบาะนั่ง (42 ซม.) และความสูงของพนักพิง (43 ซม.) มีความสอดคล้องกับสัดส่วนของร่างกาย เช่น ความยาวต้นขาและขาส่วนล่างที่เฉลี่ยอยู่ในช่วง 40–42 ซม. ซึ่งอยู่ในระดับที่รองรับสรีระได้อย่างเหมาะสม ทั้งนี้ ข้อมูลดังกล่าวชี้ให้เห็นถึงความสำคัญของการออกแบบเบาะนั่งที่ยืดหยุ่นและสามารถปรับให้สอดคล้องกับผู้ใช้งานที่มีความหลากหลายทางร่างกาย เพื่อเพิ่มประสิทธิภาพในการทำงานและลดความเสี่ยงต่อการเกิดความเมื่อยล้าหรืออาการปวดเมื่อยจากการนั่งทำงานเป็นเวลานาน

ความสั่นสะเทือนทั้งร่างกาย

จากการศึกษาการตรวจวัดความสั่นสะเทือนทั้งร่างกายของพนักงานขับรถยกในแผนกคลังสินค้าพบว่า ความสั่นสะเทือนทั้งร่างกายตามแนวแกนมีค่าเฉลี่ยสูงสุดอยู่ที่แกน Z โดยค่าความสั่นสะเทือนสูงที่สุดเท่ากับ 0.60 m/s^2 สอดคล้องกับการศึกษาก่อนหน้านี้^(10,22) ที่มีการตรวจประเมินความสั่นสะเทือนทั้งร่างกายในพนักงานขับรถยกชนิดนั่งขับในสถานประกอบการหลายประเภทรวมทั้งตรวจวัดความสั่นสะเทือนทั้งร่างกายในพนักงานขับรถยกแนวขวางในจังหวัดพะเยา⁽²³⁾ ผลการศึกษาพบว่าความสั่นสะเทือนเฉลี่ยสูงสุดคือแกน Z ส่วนความสั่นสะเทือนเปรียบเทียบกับเวลา 8 ชั่วโมงเฉลี่ย A(8)

พบว่าความสั่นสะเทือนทั้งร่างกายเฉลี่ยเท่ากับ 0.58 m/s^2 เมื่อพิจารณาเปรียบเทียบกับค่ามาตรฐาน ISO 2631-1 (1997)⁽²⁴⁾ พบว่าระดับการสั่นสะเทือนทั้งร่างกายที่พนักงานขับรถยกได้รับสัมผัสความสั่นสะเทือนจากเบาะนั่งรถยกเกินมาตรฐานร้อยละ 100 ซึ่งสอดคล้องกับผลการศึกษาที่ตรวจสอบการสัมผัสกับความสั่นสะเทือนทั้งร่างกายและอาการปวดหลังส่วนล่างในผู้ควบคุมเครื่องตอกเสาเข็มแบบสั่นสะเทือนที่ใช้ในงานเสริมกำลังริมฝั่งแม่น้ำในจังหวัดพระนครศรีอยุธยา โดยผู้เข้าร่วมร้อยละ 86.67 ได้รับสัมผัสระดับความสั่นสะเทือนเกินมาตรฐานที่แนะนำโดย 2631-1 (1997)

ความสัมพันธ์ระหว่างความสั่นสะเทือนทั้งร่างกายและอาการผิดปกติทางระบบโครงร่างและกล้ามเนื้อ

ความสัมพันธ์ระหว่างความสั่นสะเทือนทั้งร่างกายกับอาการผิดปกติทางระบบโครงร่างและกล้ามเนื้อ ระดับความรู้สึกไม่สบายของระบบโครงร่างและกล้ามเนื้อของพนักงานขับรถยกในแผนกคลังสินค้าเมื่อพิจารณาระดับอาการปานกลางขึ้นไป พบว่าพนักงานส่วนใหญ่มีอาการผิดปกติทางระบบโครงร่างและกล้ามเนื้อความรู้สึกไม่สบายที่ตำแหน่งของร่างกาย 3 ตำแหน่งแรก ได้แก่ หลังส่วนล่าง ร้อยละ 47.06 เท้าและข้อเท้า ร้อยละ 29.41 และหลังส่วนบนและน่อง ร้อยละ 23.53 ซึ่งสอดคล้องกับการศึกษาอาการผิดปกติทางระบบโครงร่างและกล้ามเนื้อของพนักงานขับรถยก และรถประเภทต่างๆ รวมถึงพนักงานที่ทำหน้าที่บังคับเครื่องจักรส่วนใหญ่อีกมีอาการผิดปกติที่บริเวณหลังส่วนล่างเช่นเดียวกัน^(9,12-13) ผลการประเมินความสัมพันธ์ระหว่างความสั่นสะเทือนทั้งร่างกายกับอาการผิดปกติทางระบบโครงร่างและกล้ามเนื้อของพนักงานขับรถยกในแผนกคลังสินค้าโดยนำค่าความสั่นสะเทือนทั้งร่างกายเฉลี่ยจากครั้งที่สูงที่สุดจากการวัดทั้งหมด มาหาความสัมพันธ์กับระดับอาการผิดปกติทางระบบโครงร่างและกล้ามเนื้อตามสัดส่วนของร่างกายในแบบสอบถาม



ผลการศึกษาพบว่าความสั่นสะเทือนทั้งร่างกายและระดับอาการผิดปกติทางระบบโครงร่างและกล้ามเนื้อไม่มีนัยสำคัญทางสถิติ ซึ่งอย่างไรก็ตามมีผลการศึกษาการประเมินการรับสัมผัสความสั่นสะเทือนทั้งร่างกายและอาการปวดหลังส่วนล่าง⁽¹⁴⁾ ที่แสดงให้เห็นว่ากลุ่มตัวอย่างมีอาการภายในระยะเวลา 7 วัน และ 12 เดือน ที่ผ่านมาและพบว่าความสั่นสะเทือนทั้งร่างกายมีความสัมพันธ์กับอาการปวดหลังของกลุ่มตัวอย่าง

สรุปผลการวิจัย

การศึกษานี้เป็นการศึกษาความสัมพันธ์ระหว่างอาการผิดปกติทางระบบโครงร่างและกล้ามเนื้อกับความสั่นสะเทือนทั้งร่างกายในกลุ่มตัวอย่างพนักงานขับรถยกในแผนกคลังสินค้าโรงงานผลิตและประกอบชิ้นส่วนอิเล็กทรอนิกส์แห่งหนึ่งในจังหวัดฉะเชิงเทรา ผลการวัดขนาดร่างกายและขนาดเบาะนั่งพบว่า ขนาดเบาะไม่สอดคล้องกับสัดส่วนของผู้ใช้งานในบางมิติ คือ ความกว้างของเบาะนั่งที่มากกว่าความกว้างสะโพกสูงสุดของกลุ่มตัวอย่างถึงประมาณ 9 ซม. ซึ่งอาจส่งผลต่อความมั่นคงในการนั่งหากไม่มีการปรับให้เหมาะสมกับผู้โดยสารบุคคล และจากการวิเคราะห์ความสั่นสะเทือนในแนวแกน X, Y และ Z พบว่า แกน Z มีค่าความสั่นสะเทือนสูงสุดเท่ากับ 0.60 m/s^2 ความสั่นสะเทือนทั้งร่างกายเฉลี่ย 8 ชั่วโมงการทำงาน (A8) ที่พนักงานได้รับสัมผัสเฉลี่ยเท่ากับ 0.58 m/s^2 ซึ่งเกินค่ามาตรฐาน ISO 2631-1 ที่กำหนดไว้ที่ 0.5 m/s^2 คิดเป็นร้อยละ 100 ของกลุ่มตัวอย่าง สำหรับอาการผิดปกติทางระบบโครงร่างและกล้ามเนื้อของพนักงานขับรถยก พิจารณาที่ระดับความรู้สึกไม่สบายระดับปานกลางขึ้นไปพบว่ามีอาการผิดปกติทางระบบโครงร่างและกล้ามเนื้อบริเวณหลังส่วนล่างมากที่สุด ร้อยละ 47.06 ตามด้วยเท้าและข้อเท้า ร้อยละ 29.41 และหลังส่วนบนและน่องเท่ากัน ร้อยละ 23.53

การวิเคราะห์ความสัมพันธ์ระหว่างปัจจัยส่วนบุคคลและข้อมูลการทำงานพบว่า เพศและค่าดัชนีมวลกาย (BMI) มีความสัมพันธ์กับอาการผิดปกติทางระบบโครงร่างและกล้ามเนื้ออย่างมีนัยสำคัญทางสถิติ ($p < 0.05$) ในขณะที่ อายุ น้ำหนัก ส่วนสูง การออกกำลังกาย และชั่วโมงทำงานไม่มีความสัมพันธ์อย่างมีนัยสำคัญทางสถิติ และการศึกษาไม่พบความสัมพันธ์ทางสถิติระหว่างความสั่นสะเทือนทั้งร่างกายและอาการผิดปกติทางระบบโครงร่างและกล้ามเนื้อเนื่องจากอาจมีข้อจำกัดทางการศึกษาได้แก่ขนาดตัวอย่างที่เล็กซึ่งอาจไม่เพียงพอที่จะตรวจความสัมพันธ์ที่อาจมีอยู่ นอกจากนี้ยังมีปัจจัยอื่นๆ ที่อาจมีผลต่อการศึกษาเช่นเดียวกัน ดังนั้นเพื่อพัฒนาการวิจัยในอนาคตจำเป็นต้องมีการศึกษาปัจจัยอื่นๆ ที่อาจเป็นปัจจัยที่ส่งผลต่อความสั่นสะเทือนทั้งร่างกาย เช่น วัสดุในการยกและโครงสร้างอื่นๆ ปัจจัยส่วนบุคคล และปัจจัยด้านสิ่งแวดล้อม

กิตติกรรมประกาศ

ผู้เขียนขอขอบพระคุณ บริษัท เบลต้า อิเลคทรอนิกส์ (ประเทศไทย) จำกัด (มหาชน) และผู้เข้าร่วมการศึกษาในครั้งนี้ ที่ให้ความอนุเคราะห์ให้ข้อมูลที่เป็นประโยชน์ต่อการศึกษา และขอบคุณ คุณวัชรพงษ์ เจริญถนอม บริษัทอินโนเวทิฟ อินสทราเมนต์ จำกัด ที่ได้ให้คำปรึกษาด้านการวิเคราะห์ข้อมูลจากเครื่องวัดความสั่นสะเทือน

เอกสารอ้างอิง

1. Rebelle J. Truck loading or unloading operations: Reduction of the whole-body vibration exposure of pallet truck drivers at the dock leveller location. *Int J Ind Ergon.* 2021 May;83:103127.
2. Blood RP, Ploger JD, Yost MG, Ching RP, Johnson PW. Whole body vibration exposures in metropolitan bus drivers: A comparison of three seats. *J Sound Vib.* 2010 Jan;329(1):109-20.
3. Nanthawong J, Chaiklieng S. Assessment of ergonomic risk affecting the occurrence of musculoskeletal disorders in public transport station drivers, Phon Thong District, Roi Et Province. *Saf Environ Rev.* 2024;33(1):32-40.
4. Boonraksa W, Puntumetakul R, Siritarativat W, Donpunha W. Prevalence and individual risk factors associated with clinical lumbar instability in minibus drivers with low back pain. *J Med Tech Phy Ther.* 2020;32(1):74-82.
5. Chirdsanguan S, Sithisarankul P. Prevalence and related factors of musculoskeletal discomfort among bus drivers of Bangkok Mass Transit Authority. *Chulalongkorn Med Bull.* 2019;1:049059.
6. Workmen's Compensation Fund, Social Security Office, Ministry of Labor. Occupational injury and illness situation, 2019-2023 [Internet]. 2023 [cited 2023 Oct 4]. Available from: https://www.sso.go.th/wpr/assets/upload/files_storage/sso_th/5ebe42693bf27ca624d2a14a89f99223.pdf
7. Loske D, Klumpp M. Learning effects and mental fatigue of forklift operators in food retail logistics: An empirical analysis through the lens of behavioral operations management. *IFAC-Pap.* 2021;54(1):19-24.



8. Phatrabuddha S, Wonginta T, Phatrabuddha N. Prevalence of Fatigue and Its Determinants among Chemical Transportation Drivers in Chonburi. *Appl Environ Res.* 2017 Feb 15;23–32.
9. Kramárová M, Dulina L, Čechová I. Forklift Workers Strain of Spine at Industrial Logistics in Depending on Human Work Posture. *Procedia Eng.* 2017;192:486–91.
10. Priyaporn T, Ailada T, and Lertchai R. Whole Body Vibration Assessment of Warehouse Forklift Driver. *Kasetsart Engineering Journal.* 2016; 29(95), 63-70.
11. Thabrod T, Charuphat Maruo S, Yokyon D, Arporn S. Health conditions and factors related to lower back discomfort among freight workers in a transport company in Bangkok. *Thai Ergonomics Journal.* 2019; 2(2):9-18.
12. Sea-jern N, Pochana K, Sungkhapong A. The prevalence and personal factors related to musculoskeletal disorders in occupational van drivers: a case study of public transport center in Hatyai, Songkhla. *KKU Res J.* 2014;19(1):107–8.
13. Kumar V, Palei SK, Karmakar NC, Chaudhary DK. Whole-Body Vibration Exposure vis-à-vis Musculoskeletal Health Risk of Dumper Operators Compared to a Control Group in Coal Mines. *Saf Health Work.* 2022 Mar;13(1):73–7.
14. Bunpot L, Klangduen P. The development of the Driver Ergonomic Risk Assessment (DERA) for assessing the risk factors for professional driver. *IOP Conf Ser Mater Sci Eng.* 2019 May 1;505(1):012148.
15. Liu C, Qiu Y. Localised apparent masses over the interface between a seated human body and a soft seat during vertical whole-body vibration. *J Biomech.* 2020 Aug;109:109887.
16. Dennerlein JT, Cavallari JM, Kim JH (Jay), Green NH. The effects of a new seat suspension system on whole body vibration exposure and driver low back pain and disability: Results from a randomized controlled trial in truck drivers. *Appl Ergon.* 2022 Jan;98:103588.
17. Panyakaew S. Design and development of active vibration absorber. *Naresuan University Engineering Journal.* 2014; 9(1):25-30.
18. Jirawatkul A. Statistics in health sciences for research. 4th ed. Bangkok: Wittayapat; 2015.
19. Chaiklieng S. Health risk assessment on musculoskeletal disorders among potato-chip processing workers. *PLoS ONE.* 2019;14(12): e0224980.
20. Chaiklieng S. Laws and standards on noise and vibration in occupational health. In: School of Health Science, Sukhothai Thammathirat Open University. Course compendium 59718: Control and management of industrial noise and vibration pollution, Units 1-8. Nonthaburi: Sukhothai Thammathirat Open University; 2018. p. 150-201.
21. Chaiklieng S. Techniques for measuring and evaluating vibration in occupational health. In: School of Health Science, Sukhothai Thammathirat Open University. Course compendium 59718: Control and management of industrial noise and vibration pollution, Units 9-15. Nonthaburi: Sukhothai Thammathirat Open University; 2018. p. 251-365.
22. Sinjai S. The effectiveness of seat cushion in reducing whole-body vibration among counterbalance forklift drivers in seaport, Bangkok. Thesis in Master of Science in Occupational Health and Safety Faculty of Public Health Burapha University; 2020.
23. Tonchoy P, Singkaew P. Whole Body Vibration Assessment of Rice Combine Harvesting Operators in Phayao Province. *KKU Journal for Public Health Research.* 2021; 14(3), 24–34.
24. International Organization for Standardization. Mechanical Vibration and Shock –Evaluation of Human Exposure to Whole-Body Vibration. General Requirements, ISO 2631-1:1997