



ประสิทธิผลของเบาะรองนั่งและการควบคุมความเร็วเพื่อลดการสัมผัสแรงสั่นสะเทือนทั่วร่างกายของเกษตรกรผู้ใช้รถแทรกเตอร์

EFFECTIVENESS OF SEAT CUSHION AND ENGINE SPEED CONTROL IN REDUCING WHOLE-BODY VIBRATION EXPOSURE AMONG TRACTOR DRIVERS

อนุสิทธิ์ ศรีพันธ์¹, สุนิสา ชัยเกลี้ยง^{2*}
Anousith Syphanh¹, Sunisa Chaiklieng^{2*}

(Received: 12 September 2025; Revised: 17 November 2025; Accepted: 9 December 2025)

¹หลักสูตรวิทยาศาสตรมหาบัณฑิต สาขาอาชีวอนามัยและความปลอดภัย คณะสาธารณสุขศาสตร์มหาวิทยาลัยขอนแก่น

¹Master degree of Science in Occupational Health and Safety, Faculty of Public Health, Khon Kaen University

²ภาควิชาอนามัยสิ่งแวดล้อม อาชีวอนามัยและความปลอดภัย คณะสาธารณสุขศาสตร์ มหาวิทยาลัยขอนแก่น

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

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

บทคัดย่อ

การศึกษาวิจัยกึ่งทดลองนี้มีวัตถุประสงค์เพื่อประเมินผลของการควบคุมความเร็วรอบเครื่องยนต์และการติดตั้งวัสดุรองรับความสั่นสะเทือนบนเบาะนั่งต่อการลดแรงสั่นสะเทือนทั่วร่างกายของเกษตรกรผู้ใช้รถแทรกเตอร์ในอำเภोजังหาร จังหวัดร้อยเอ็ด โดยใช้กลุ่มตัวอย่างเกษตรกร 30 คนที่คัดเลือกด้วยวิธีสุ่มอย่างง่าย เครื่องมือที่ใช้ ได้แก่ (1) แบบสอบถามอาการทางระบบโครงร่างและกล้ามเนื้อ (Musculoskeletal Severity and Frequency Questionnaire: MSFQ) เพื่อประเมินความถี่และความรุนแรงของอาการปวดในรอบ 1 เดือนที่ผ่านมา และ (2) เครื่องวัดความสั่นสะเทือนรุ่น SVANTEX SV 106 ที่ผ่านการสอบเทียบและติดตั้งตามมาตรฐาน ISO 2631-1 และ EU Directive 2002/44/EC การวิเคราะห์ข้อมูลใช้ Paired t-test และ Wilcoxon signed-rank test ผลการศึกษา พบว่าเกษตรกรมีอาการทางระบบโครงร่างและกล้ามเนื้อมากที่สุดบริเวณหลังส่วนล่าง (ร้อยละ 60.00) รองลงมาคือช่อง (ร้อยละ 43.33) และคอ (ร้อยละ 33.33) การควบคุมความเร็วรอบเครื่องยนต์ลดลงเป็น 1,600 รอบ/นาที มีผลลดค่า Whole-Body Vibration (WBV) เป็น 0.90 m/s² ซึ่งต่ำกว่าที่ 2,200 และ 2,400 รอบ/นาที และการติดตั้งวัสดุซิลิโคนและไนไตรล์บนเบาะนั่งช่วยลดค่า WBV ได้อย่างมีนัยสำคัญทางสถิติในทุกสภาวะ (P<0.05) ทั้งขับบนพื้นถนนราบและการไถพรวน สรุปได้ว่า การลดรอบเครื่องยนต์และการใช้วัสดุรองรับความสั่นสะเทือนเป็นมาตรการที่มีประสิทธิภาพในการลด WBV จึงควรนำผลการวิจัยไปใช้พัฒนาแนวทางการออกแบบเก้าอี้ตามหลักการยศาสตร์ของแทรกเตอร์ทางการเกษตรและการส่งเสริมสุขภาพเกษตรกรอย่างยั่งยืน

คำสำคัญ: ความสั่นสะเทือนทั่วร่างกาย / ผู้ขับรถแทรกเตอร์ / กิจกรรมทางการเกษตร

Abstract

This quasi-experimental study aimed to evaluate the effects of engine speed control and vibration-absorbing seat materials on reducing whole-body vibration (WBV) among Tractor Drivers in Changan District, Roi Et Province. Thirty farmers were selected using simple random sampling. The instruments consisted of (1) the Musculoskeletal Severity and Frequency Questionnaire (MSFQ) to assess frequency and severity of discomfort in the past month, and (2) the SVANTEX SV 106 vibration analyzer, calibrated and installed according to ISO 2631-1 and EU Directive 2002/44/EC standards. Data were analyzed using Paired t-test and Wilcoxon signed-rank test. Results showed that musculoskeletal discomfort was most prevalent in the lower back (60.00%), followed by calves (43.33%) and neck (33.33%). Controlling the engine speed at 1,600 rpm reduced Whole-Body Vibration (WBV) to 0.90 m/s², compared with 2,200 and 2,400 rpm. Installation of silicone and nitrile composite seat materials significantly reduced WBV under all

conditions of moving on a paved road and moving on a farm plot during ploughing ($P < 0.05$). In conclusion, both engine speed reduction and vibration-absorbing seat modifications are effective interventions to minimize WBV exposure among tractor operators. These findings underscore the importance of ergonomics seat design in agricultural tractors and support preventive measures to promote long-term health and safety among farmers.

Keyword: Whole-Body Vibration / Tractor Drivers / Agricultural Activities

บทนำ

ประเทศไทยมีพื้นที่เกษตรกรรมกว่า 149 ล้านไร่ หรือประมาณร้อยละ 47 ของพื้นที่ทั้งประเทศ โดยมีครัวเรือนเกษตรกรจำนวนกว่า 5.8 ล้านครัวเรือน ซึ่งประกอบอาชีพเกษตรกรรมเป็นหลัก¹ เพื่อเพิ่มผลผลิตและลดต้นทุนแรงงาน เกษตรกรจึงมีการนำเครื่องจักรกลมาใช้ในกิจกรรมต่าง ๆ อย่างแพร่หลาย โดยเฉพาะรถแทรกเตอร์ซึ่งเป็นเครื่องจักรสำคัญที่ใช้ในการเตรียมดิน ปรับพื้นที่ และไถพรวน จากข้อมูลของกรมการขนส่งทางบก พบว่าจำนวนรถแทรกเตอร์จดทะเบียนในประเทศไทยเพิ่มขึ้นอย่างต่อเนื่องจาก 560,573 คันในปี 2562 เป็น 630,103 คันในปี 2565 หรือเพิ่มขึ้นร้อยละ 12.4² สะท้อนถึงแนวโน้มการใช้เครื่องจักรกลเกษตรที่สูงขึ้นในภาคเกษตรกรรม

การเพิ่มขึ้นของการใช้รถแทรกเตอร์นั้นแม้จะช่วยเพิ่มประสิทธิภาพการผลิต แต่ก็นำมาซึ่งปัญหาด้านสุขภาพของเกษตรกร โดยเฉพาะความผิดปกติของระบบโครงร่างและกล้ามเนื้อ (Musculoskeletal Disorders: MSDs) อันเนื่องมาจากท่าทางการทำงานซ้ำซาก การนั่งประจำเป็นเวลานาน และการสัมผัสแรงสั่นสะเทือนทั่วร่างกาย (Whole-Body Vibration: WBV) จากเครื่องยนต์และระบบขับเคลื่อนของรถแทรกเตอร์³ แรงสั่นสะเทือนที่มากเกินไปส่งผลให้เกิดอาการปวดเมื่อย ชา อักเสบของกล้ามเนื้อและกระดูก โดยเฉพาะบริเวณหลังส่วนล่าง เอว และไหล่^{4,5} จากการศึกษาพบว่าเกษตรกรในประเทศไทยร้อยละ 53.8 เผชิญกับระดับ WBV ที่สูงกว่าค่าความปลอดภัย และมีอัตราการเกิดปัญหา Low Back Disorders (LBD) สูงกว่าค่าเฉลี่ยของแรงงานภาคอุตสาหกรรม⁶

ในระดับพื้นที่ การศึกษาระดับการใช้รถแทรกเตอร์ในตำบลผักแว่น อำเภोजังหาร จังหวัดร้อยเอ็ด พบว่ามีการใช้งานรวม 145 คัน โดยหมู่บ้านที่มีการใช้งานมากที่สุด ได้แก่ บ้านดงเค็ง จำนวน 35 คัน คิดเป็นร้อยละ 25 ของทั้งหมด รองลงมาคือบ้านโนนศึกษา และบ้านคางสูง⁷ แสดงให้เห็นถึงการพึ่งพาเครื่องจักรกลในระดับชุมชน ซึ่งหากไม่มีการบริหารจัดการความเสี่ยงด้านสุขภาพอย่างเหมาะสม จะส่งผลกระทบในระยะยาวต่อคุณภาพชีวิตเกษตรกร

แนวทางการลดการสัมผัส WBV ที่สำคัญ ได้แก่ การควบคุมความเร็วรอบเครื่องยนต์ และการปรับปรุงเบาะรองนั่งให้

เหมาะสมกับสรีระและสามารถดูดซับแรงสั่นสะเทือนได้ การใช้รอบเครื่องยนต์สูงเกินไป ส่งผลให้ค่า WBV เพิ่มขึ้นอย่างมีนัยสำคัญ ขณะที่การลดรอบลง มีผลต่อการลดระดับ WBV ให้อยู่ในเกณฑ์ปลอดภัย⁸ นอกจากนี้ การติดตั้งวัสดุรองรับแรงสั่นสะเทือน เช่น ซิลิโคน หรือยางไนไตรล์ บนเบาะนั่ง ก็ช่วยลดแรงสั่นสะเทือนที่ส่งถึงผู้ขับขี่ได้อย่างมีประสิทธิภาพ⁹ โดยการศึกษาครั้งนี้จึงมีวัตถุประสงค์เพื่อประเมินประสิทธิผลของการควบคุมความเร็วรอบเครื่องยนต์ และการติดตั้งวัสดุรองรับแรงสั่นสะเทือนบนเบาะนั่งต่อการลดระดับ WBV ในเกษตรกรผู้ใช้รถแทรกเตอร์ในพื้นที่ตำบลผักแว่น อำเภोजังหาร จังหวัดร้อยเอ็ด เพื่อเป็นแนวทางในการพัฒนามาตรการป้องกันเชิงระบบในระดับชุมชน

วิธีดำเนินการวิจัย

1. รูปแบบการศึกษาและกลุ่มตัวอย่าง

การวิจัยนี้เป็นการวิจัยเชิงปริมาณแบบกึ่งทดลอง (Quasi-experimental study) ภายใต้บริบทภาคสนาม ซึ่งเหมาะสมกับสถานการณ์ที่ไม่สามารถควบคุมตัวแปรแวดล้อมทั้งหมดได้ เช่น สภาพถนน แรงลม หรืออุณหภูมิขณะทดสอบ โดยแบ่งการทดลองออกเป็น 2 ส่วนหลัก ได้แก่

1.1 การควบคุมความเร็วรอบ เป็นการประเมินผลของการควบคุมความเร็วรอบเครื่องยนต์ต่อระดับความสั่นสะเทือนทั่วร่างกายของเกษตรกรขณะขับรถแทรกเตอร์ โดยวัดเปรียบเทียบค่าความเร่งของแรงสั่นสะเทือนใน 3 ระดับความเร็วรอบที่แตกต่างกัน คือ 1,600 รอบ/นาที, 2,200 รอบ/นาที และ 2,400 รอบ/นาที¹⁰

1.2 การติดตั้งวัสดุรองรับความสั่นสะเทือน เป็นการทำการออกแบบการทดลองแบบ “ก่อนและหลัง” (Before-After design) โดยวัดระดับแรงสั่นสะเทือนขณะขับรถแทรกเตอร์บนเบาะนั่งเดิม (ก่อนติดตั้งวัสดุ) และวัดซ้ำอีกครั้งหลังจากติดตั้งวัสดุรองรับแรงสั่นสะเทือน (ซิลิโคน หรือยางไนไตรล์) ลงบนเบาะนั่งเดิม เพื่อประเมินความแตกต่างของค่า WBV ก่อน-หลังการติดตั้งวัสดุ

1.3 กลุ่มตัวอย่าง การศึกษาครั้งนี้ใช้กลุ่มตัวอย่างเกษตรกรผู้ใช้รถแทรกเตอร์ในตำบลผักแว่น อำเภोजังหาร จังหวัดร้อยเอ็ด โดยใช้วิธีสุ่มตัวอย่างแบบง่าย (Simple Random Sampling) ตามหลักการของการสุ่มแบบมีความน่าจะเป็น (Probability Sampling) เพื่อคัดเลือกกลุ่มตัวอย่างจำนวน 30 คน

จากประชากรทั้งหมด 145 คน เข้ารับการประเมินความสั่นสะเทือนเมื่อผ่านเกณฑ์คัดเข้า และเกณฑ์คัดออก ดังนี้

เกณฑ์คัดเข้า คือ 1) เป็นเพศชาย อายุตั้งแต่ 18 ขึ้นไป (สัญชาติไทย), 2) มีอาชีพหลักเป็นเกษตรกรผู้ใช้รถแทรกเตอร์มานาน้อยกว่า 1 ปี 3) ปฏิบัติงานขับรถแทรกเตอร์อย่างน้อย 4 ชั่วโมง/ครั้งของการทำงาน และ 4) ยินยอมในการเป็นอาสาสมัคร

เกณฑ์คัดออก คือ 1) มีอาการรุนแรงปัจจุบันหรือได้รับอุบัติเหตุ ที่รุนแรงถึงขั้นผ่าตัดหรือส่งผลต่อระบบกระดูกสันหลังในช่วง 3 เดือนที่ผ่านมา

2. เครื่องมือที่ใช้ในการศึกษา

2.1) แบบสอบถามด้านความรุนแรง และความถี่ของอาการปวด/ชา/เมื่อยล้า ที่เกิดขึ้นทางระบบโครงร่างและกล้ามเนื้อในรอบ 1 เดือนที่ผ่านมา

ใช้แบบสอบถามด้านความรุนแรง และความถี่ของอาการปวด/ชา/เมื่อยล้า ที่เกิดขึ้นทางระบบโครงร่างและกล้ามเนื้อ (Musculoskeletal Severity and Frequency Questionnaire; MSFQ) อ้างอิงจากการสร้างและพัฒนาขึ้นและใช้ประเมินในแรงงานไทยก่อนหน้านี้แล้วโดย Chaiklieng¹¹ งานวิจัยนี้ได้คำนึงถึงความถี่และความรุนแรงของอาการความรู้สึกไม่สบายทางระบบโครงร่างและกล้ามเนื้อตามส่วน ต่าง ๆ ของร่างกาย ประกอบด้วย คอ ไหล่ หลังส่วนบน หลังส่วนล่าง แขนท่อนล่าง ข้อมือและมือ สะโพก เข่า น่อง เท้าและข้อเท้า รวมทั้งหมด 10 ส่วน การประเมินแบ่งเป็นระดับความรุนแรง 4 ระดับ (น้อย, ปานกลาง, มาก, มากเกินทนไหว) และระดับความถี่ 4 ระดับ (1-2 ครั้ง/วัน, 3-4 ครั้ง/วัน, 1 ครั้ง/ทุกวัน, หลายครั้ง/ทุกวัน)

ซึ่งมีความรุนแรงตั้งแต่ระดับปานกลางขึ้นไป มีความถี่อย่างน้อย 3-4 ครั้งต่อสัปดาห์ มีคะแนนรวมจากการประเมินไม่ต่ำกว่า 4 คะแนน และอาการคงอยู่ติดต่อกันเป็นเวลาอย่างน้อย 24 ชั่วโมง ระดับความรู้สึกไม่สบาย (Discomfort Levels) โดยคะแนน 0 = ระดับ 0 หมายถึง ไม่มีความรู้สึกไม่สบายเลย, คะแนน 1 - 2 = ระดับ 1 หมายถึง มีความรู้สึกเล็กน้อย, คะแนน 3 - 4 = ระดับ 2 หมายถึง มีความรู้สึกปานกลาง, คะแนน 5 - 8 = ระดับ 3 หมายถึง มีความรู้สึกมาก และคะแนน 9 - 16 = ระดับ 4 หมายถึง มีความรู้สึกรุนแรง

2.2) เครื่องวัดความสั่นสะเทือนทั่วร่างกาย

เพื่อประเมินการสัมผัสการสั่นสะเทือนทั่วร่างกาย ใช้ชุดวัดความสั่นสะเทือนทั่วร่างกาย (Whole Body Vibration) ซึ่งรวมถึงเครื่องวัดและหัววัดที่ติดตั้ง ในแนวแกน X, Y, และ Z โดยปฏิบัติตามมาตรฐาน ISO 2631-1 เครื่องมือเหล่านี้ได้รับการสอบเทียบความถูกต้องตามมาตรฐานการสอบเทียบหัววัดที่เกี่ยวข้อง และต้องเป็นไปตามข้อกำหนดของมาตรฐาน ISO 8041-2005 เครื่องวิเคราะห์ความสั่นสะเทือนที่ใช้ในการวิจัยครั้งนี้คือรุ่น SVANTEX SV 106¹² การติดตั้งอุปกรณ์วัดความสั่นสะเทือนทั่วร่างกายที่เบาะนั่งรถแทรกเตอร์ของอาสาสมัคร เพื่อประเมินค่า

ความเร่งของแรงสั่นสะเทือนที่ส่งผ่านมายังผู้ขับขี่ในระหว่างการปฏิบัติงาน โดยใช้อุปกรณ์มาตรฐานตามแนวทาง ISO 2631-1 ลักษณะการทดลองประกอบด้วย การทดสอบในสภาวะเคลื่อนที่บนพื้นผิวแปลงเกษตรในระหว่างการไถ โดยใช้เวลาสำหรับการติดตั้งอุปกรณ์และดำเนินการทดลองทั้งหมดประมาณ 10 นาที ณ สถานที่แปลงเกษตรกรรมของอาสาสมัคร ซึ่งได้รับการตรวจสอบความแม่นยำแล้ว โดยการประเมินที่ 3 ความเร็วรอบ ประกอบด้วยสภาวะเคลื่อนที่บนพื้นผิวแปลงเกษตรกรรมหรือไถพรวน ในความลึก 10 เซนติเมตร ความเร็วรอบเครื่องยนต์ ทดสอบคือ 2,200 รอบต่อนาที ระยะทางที่ใช้ในการประเมินคือ 20 เมตร บนแปลงนาของเกษตรกร¹⁰ และทำการทดสอบเมื่อมีการเปลี่ยนแปลงโดยลดลงความเร็วทดสอบลงเป็น 1,600 รอบต่อนาที, และเพิ่มขึ้นเป็น 2,400 รอบต่อนาที

กรณีทดสอบเปรียบเทียบค่าเฉลี่ยความสั่นสะเทือนทั่วร่างกาย จากการออกแบบวัสดุเบาะรองนั่ง โดยใช้วัสดุชนิดซิลิโคน และวัสดุชนิดไนโตรล เป็นการผลิตผืนระหว่างวัสดุไนโตรล 2 cm และวัสดุซิลิโคน 2 cm ในสัดส่วน 1 ต่อ 1 โดยการทากาวให้เป็นชิ้นเดียวกัน ดังนั้นวัสดุชั้นที่ 3 จึงมีความกว้าง 41 cm x ความยาว 44 cm x ความหนา 4 cm เท่ากับทั้ง 2 ชนิด โดยวัสดุชนิดไนโตรลอยู่ข้างบนและวัสดุชนิดซิลิโคนอยู่ข้างล่าง⁹ ก่อนและหลังการติดตั้งวัสดุรองรับความสั่นสะเทือนทั่วร่างกายบนเบาะรถของเกษตรกรผู้ใช้รถแทรกเตอร์ใน 3 สภาวะ คือ 1) สภาวะหยุดนิ่ง 2) สภาวะเคลื่อนที่บนถนนลาดยาง และ 3) สภาวะเคลื่อนที่บนพื้นผิวแปลงเกษตรกรรมโดยการไถพรวน

โดยใช้วัสดุรองรับความสั่นสะเทือนทั่วร่างกายบนเบาะรถของของเกษตรกรผู้ใช้รถแทรกเตอร์ จากการศึกษาทบทวนวรรณกรรมในส่วนของวัสดุที่ใช้ในระบบกันสั่นสะเทือนเบาะรองนั่งแล้วผู้วิจัย จึงเลือกการออกแบบเบาะรองนั่งรถแทรกเตอร์ โดยการเลือกวัสดุซิลิโคน และวัสดุชนิดไนโตรล ซึ่งสามารถลดความสั่นสะเทือนที่ความถี่ต่ำ และลดการกระแทก⁹

3. การประมวลผลและวิเคราะห์ข้อมูล

การบันทึกและวิเคราะห์ข้อมูลการสั่นสะเทือนดำเนินการโดยใช้โปรแกรม Supervisor เวอร์ชัน 2.0.28 โดยในเบื้องต้นจะประเมินค่าความเร่งเฉลี่ยถ่วงน้ำหนัก (weighted root-mean-square acceleration: aw) ตามแกน X, Y และ Z โดยพิจารณาเลือกค่าที่มีค่าสูงสุดจากทั้งสามแกน เพื่อใช้เป็นตัวแทนของการสัมผัสแรงสั่นสะเทือนของร่างกาย ทั้งนี้จะพิจารณาควบคู่กับค่า Crest Factor (CRF) ซึ่งเป็นตัวชี้วัดลักษณะของแรงสั่นสะเทือนที่มีลักษณะพุ่งสูง หากค่า CRF มีค่าไม่เกิน 9 ($CRF \leq 9$) จะใช้ค่า aw ประมาณค่า A(8) สำหรับการประเมินความเสี่ยงต่อสุขภาพตามแนวทางของมาตรฐาน ISO 2631-1 อย่างไรก็ตาม หากค่า CRF มี



ค่ามากกว่า 9 ($CRF > 9$) จะใช้ค่า Vibration Dose Value (VDV) ในการประเมินแทน เนื่องจากสะท้อนผลกระทบจากแรงสั่นสะเทือนแบบพุ่งสูงในช่วงเวลาสั้นได้อย่างเหมาะสมมากกว่า การวิเคราะห์ผลการสัมผัสแรงสั่นสะเทือนทั่วร่างกาย (Whole-Body Vibration: WBV) ในปัจจุบันประเทศไทยยังไม่มี การออกข้อกำหนดระดับแรงสั่นสะเทือนสำหรับแรงงานเกษตร อย่างเป็นทางการ ดังนั้นงานวิจัยนี้จึงอ้างอิงค่าขีดจำกัดแรงสั่นสะเทือนตามมาตรฐานสากลของยุโรป (EU Directive 2002/44/EC) โดยระบุค่าระดับที่ต้องดำเนินการ (Exposure Action Value: EAV) ที่ $0.5 \text{ เมตรต่อวินาทีกำลังสอง (m/s}^2\text{)}$ และค่าขีดจำกัดการสัมผัส (Exposure Limit Value: ELV) ที่ 1.15 m/s^2 สำหรับการประเมินแรงสั่นสะเทือนภายในระยะเวลาเฉลี่ย 8 ชั่วโมงนอกจากนี้ ยังได้กำหนดเกณฑ์การประเมินในรูปแบบของค่าปริมาณการสัมผัสแรงสั่นสะเทือน (Vibration Dose Value: VDV) เพื่อรองรับการประเมินแรงสั่นสะเทือนในกรณีที่มีลักษณะไม่สม่ำเสมอหรือเป็นคลื่นกระแทก (impulsive vibration) โดยกำหนดค่า VDV ที่ระดับต้องดำเนินการไว้ที่ 9.1 m/s^2 และค่าขีดจำกัดการสัมผัสที่ 21.0 m/s^2 ซึ่งเป็นค่าที่หากเกินกว่าขีดจำกัดนี้อาจส่งผลกระทบต่อสุขภาพของผู้ปฏิบัติงานได้¹²

ในการวิเคราะห์ข้อมูลการเปรียบเทียบค่าเฉลี่ยความสั่นสะเทือนทั่วร่างกายก่อนและหลังการติดตั้งวัสดุรองรับความสั่นสะเทือนทั่วร่างกายบนเบาะรถของเกษตรกรผู้ใช้รถแทรกเตอร์ ผู้วิจัยดำเนินการประเมินโดยใช้โปรแกรม STATA เวอร์ชัน 18 โดยใช้สถิติเชิงอนุมานเพื่อเปรียบเทียบผลก่อนและหลังการออกแบบ ซึ่งใช้การทดสอบแบบ Paired t-test สำหรับข้อมูลที่มีการแจกแจงแบบปกติ และใช้การทดสอบ Wilcoxon signed-rank test สำหรับข้อมูลที่มีการแจกแจงแบบไม่ปกติ

4. ข้อพิจารณาจริยธรรมวิจัย

การวิจัยในครั้งนี้ ได้รับการพิจารณาจริยธรรมจาก คณะกรรมการจริยธรรม การวิจัยในมนุษย์ เลขที่ HE672225

ผลการศึกษา

1. ความรู้สึกไม่สบายทางระบบโครงร่างและกล้ามเนื้อของเกษตรกรผู้ใช้รถแทรกเตอร์ในรอบ 1 เดือนที่ผ่านมา

จากการรายงานระดับความรู้สึกไม่สบายทางระบบโครงร่างและกล้ามเนื้อที่ความรุนแรง พบว่า ไม่มีอาการ ปวด/ชา/เมื่อยล้า สูงสุด คือ บริเวณแขนท่อนล่าง ร้อยละ 76.67 รองลงมา คือ มือและข้อมือ ร้อยละ 73.33 และสะโพก ร้อยละ 60.00 โดยการพิจารณาความรุนแรงตั้งแต่ระดับปานกลางขึ้นไป พบว่า ความชุกของความรุนแรงตำแหน่งที่ปวดมากที่สุด คือ บริเวณหลังส่วนล่าง ร้อยละ 63.34 รองลงมา คือ คอ ร้อยละ 60.00 และน่อง ร้อยละ 53.33 ตามลำดับ และความชุกความถี่ของอาการปวด/ชา/เมื่อยล้า โดยพิจารณาความถี่ของอาการปวดตั้งแต่ 3-4 ครั้งต่อสัปดาห์ขึ้นไป พบว่า ตำแหน่งที่ปวดบ่อยมากที่สุด คือ บริเวณหลังส่วนล่าง ร้อยละ 56.67 รองลงมา คือ น่อง ร้อยละ 36.67 และคอ และเท้าและข้อเท้า ร้อยละ 30.00 ตามลำดับ และระดับความรู้สึกไม่สบายทางระบบโครงร่างและกล้ามเนื้อของเกษตรกรผู้ใช้รถแทรกเตอร์ในรอบ 1 เดือนที่ผ่านมา โดยอิงตามระดับความรู้สึกไม่สบายระดับปานกลางขึ้นไปที่สูงสุดของแต่ละคน เมื่อพิจารณาทั้งความถี่และความรุนแรงร่วมกัน แต่ละตำแหน่งที่รุนแรงขึ้นไป พบว่า ความชุกของความรู้สึกไม่สบายมากที่สุด คือ บริเวณหลังส่วนล่าง ร้อยละ 60.00 รองลงมา คือ น่อง ร้อยละ 43.33 และคอ ร้อยละ 33.33 ตามลำดับ รายละเอียดดังตารางที่ 1

ตารางที่ 1 ระดับความรู้สึกไม่สบายของเกษตรกรผู้ใช้รถแทรกเตอร์ในรอบ 1 เดือนที่ผ่านมา โดยจำแนกตามตำแหน่งของร่างกาย (n=30)

ส่วนต่าง ๆ ของร่างกาย	ไม่รู้สึกไม่สบาย	ระดับความรู้สึกไม่สบาย; จำนวน(ร้อยละ)			
		เล็กน้อย	ปานกลาง	มาก	ปานกลางขึ้นไป
คอ	6(20.00)	14(16.66)	5(16.67)	5(16.67)	10(33.33) ³
ไหล่	10(33.33)	16(53.34)	4(13.33)	0(0.00)	4(13.33)
หลังส่วนบน	18(60.00) ³	8(26.66)	2(6.67)	2(6.67)	4(13.33)
หลังส่วนล่าง	9(30.00)	3(10.00)	15(50.00)	3(10.00)	18(60.00) ¹
แขนท่อนล่าง	23(76.67) ¹	6(20.00)	1(3.33)	0(0.00)	1(3.33)
มือและข้อมือ	22(73.33) ²	6(20.00)	2(6.67)	0(0.00)	2(6.67)
สะโพก	18(60.00) ³	7(23.33)	3(10.00)	2(6.67)	5(16.67)
เข่า	11(36.67)	15(50.00)	1(3.33)	3(10.00)	4(13.33)
น่อง	13(43.33)	4(13.33)	6(20.00)	7(23.33)	13(43.33) ²
เท้าและข้อเท้า	9(30.00)	15(50.00)	6(20.00)	0(0.00)	6(20.00)

* 1, 2, 3 หมายถึงตำแหน่งที่ปวดอันดับ 1, 2, 3

2. การลดลงของความสั่นสะเทือนทั่วร่างกายของเกษตรกรผู้ใช้รถแทรกเตอร์ในกิจกรรมทางการเกษตร

2.1 การควบคุมความเร็วขณะไถพรวน

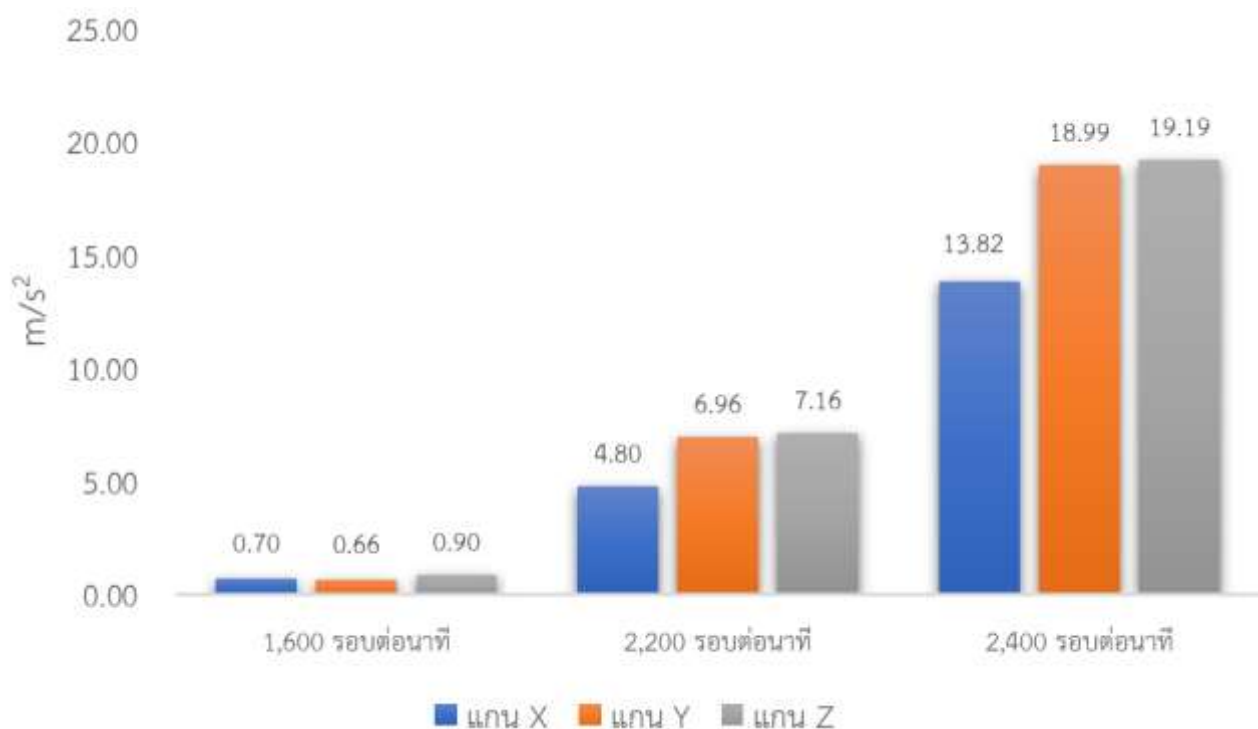
การทดลองนี้เป็นการวัดค่าความเร่ง A(8) ของการสั่นสะเทือนแบบทั่วร่างกาย (Whole-Body Vibration: WBV) โดยเปรียบเทียบในสภาวะการทำงานแบบไถพรวนดินที่ความเร็วรอบเครื่องยนต์ที่แตกต่างกัน 3 ระดับ วัดค่าความเร่ง (m/s^2) ในแกน X, Y, Z ที่รอบเครื่องยนต์ (รอบต่อนาที) ดังนี้:

1) ที่รอบเครื่องยนต์ปกติคือ 2,200 รอบต่อนาที มีค่าความเร่งสูงสุดอยู่ในแกน Z สูงสุด เท่ากับ $7.16 m/s^2$ โดยความ

สั่นสะเทือนทั่วร่างกายนี้อยู่ในระดับที่เสี่ยงต่อสุขภาพ หรือสูงกว่ามาตรฐาน EAV ($0.50 m/s^2$) และ ELV ($1.15 m/s^2$)

2) การลดความเร็วรอบเครื่องยนต์เป็น 1,600 รอบต่อนาที มีค่าความเร่งสูงสุด เท่ากับ $0.90 m/s^2$ โดยพบว่าความสั่นสะเทือนทั่วร่างกายอยู่ในระดับที่ลดลง ต่ำกว่ามาตรฐาน ELV ($1.15 m/s^2$) ทุกแกน

3) เพิ่มความเร็วรอบเครื่องยนต์เป็น 2,400 รอบต่อนาที มีค่าความเร่งสูงสุด เท่ากับ $19.19 m/s^2$ โดยพบว่าความสั่นสะเทือนทั่วร่างกายอยู่ในเกณฑ์ที่เสี่ยงต่อสุขภาพ สูงกว่ามาตรฐาน ELV ($1.15 m/s^2$) ทุกแกน



ภาพที่ 1 การเปรียบเทียบค่าความสั่นสะเทือนแบบทั่วร่างกาย (m/s^2) ตามความเร็วรอบเครื่องยนต์

2.2 การติดตั้งวัสดุรองรับความสั่นสะเทือนทั่วร่างกายบนเบาะรถของของเกษตรกรผู้ใช้รถแทรกเตอร์

จากการศึกษาเปรียบเทียบค่าเฉลี่ยความสั่นสะเทือนทั่วร่างกายก่อนและหลังการติดตั้งวัสดุรองรับความสั่นสะเทือนบนเบาะรถของเกษตรกรผู้ใช้รถแทรกเตอร์ โดยประเมินค่า A(8) ตลอดระยะเวลาเฉลี่ย 8 ชั่วโมง จากการวัดใน 3 สภาวะ พบว่า ระดับการสั่นสะเทือนแตกต่างกันอย่างมีนัยสำคัญทางสถิติหลังการปรับปรุงเบาะนั่งด้วยวัสดุซิลิโคนและวัสดุไนไตรล์ (ผสมชั้นวัสดุทั้งสองชนิด

ในสัดส่วนที่กำหนด) โดยในสภาวะหยุดนิ่งและสภาวะเคลื่อนที่บนถนนลาดยาง ข้อมูลมีการแจกแจงแบบปกติ จึงใช้การทดสอบ Paired t-test พบว่าความสั่นสะเทือนลดลงอย่างมีนัยสำคัญทางสถิติที่ $P=0.008$ และ $P<0.001$ ตามลำดับ ส่วนสภาวะเคลื่อนที่บนพื้นผิวแปลงเกษตรกรรมโดยการไถพรวน ข้อมูลมีการแจกแจงแบบไม่ปกติ จึงใช้การทดสอบ Wilcoxon Signed-Rank Test พบว่าความสั่นสะเทือนลดลงอย่างมีนัยสำคัญทางสถิติที่ $P<0.001$ รายละเอียดดังตารางที่ 2



ตารางที่ 2 เปรียบเทียบค่าเฉลี่ยความสั่นสะเทือนทั่วร่างกายก่อนและหลังการติดตั้งวัสดุรองรับความสั่นสะเทือนทั่วร่างกายบนเบาะรถของเกษตรกรผู้ใช้รถแทรกเตอร์

สถานะในการประเมิน	Median(IQR) ก่อน	Median(IQR) หลัง	Wilcoxon Signed- Rank Test p-value	Mean(SD) ก่อน	Mean(SD) หลัง	Paired t-test P-value
สภาวะหยุดนิ่ง	N/A	N/A	N/A	0.12 (0.02)	0.09 (0.01)	0.008*
สภาวะเคลื่อนที่บน ถนนลาดยาง	N/A	N/A	N/A	0.71 (0.02)	0.57 (0.07)	<0.001*
สภาวะเคลื่อนที่บน แปลงเกษตรกรรมโดย การไถพรวน	7.16 (6.43-7.81)	6.77 (6.24-7.12)	<0.001*	N/A	N/A	N/A

อภิปรายผล

ความรู้สึกไม่สบายของเกษตรกรผู้ใช้รถแทรกเตอร์ในรอบ 1 เดือนที่ผ่านมา ผลการศึกษาพบว่าเกษตรกรในพื้นที่มีอาการไม่สบายของระบบโครงร่างและกล้ามเนื้อเด่นที่หลังส่วนล่าง รองลงมาที่คอและน่อง ซึ่งสอดคล้องกับหลักฐานเชิงระบาดวิทยาที่ชี้ว่าแรงสั่นสะเทือนทั่วร่างกาย (whole-body vibration: WBV) หมายถึงการสั่นสะเทือนที่ส่งผ่านไปยังร่างกายมนุษย์จากแหล่งกำเนิด เช่น เครื่องจักร หรือพื้นผิวที่สั่นสะเทือน โดยทั่วไปจะส่งผ่านทางเบาะนั่งหรือพื้น การสัมผัสเป็นเวลานานอาจส่งผลกระทบต่อสุขภาพและทำให้เกิดปัญหากับระบบต่างๆ ของร่างกายได้) เชื่อมโยงกับความเสี่ยงต่ออาการปวดหลังส่วนล่างในกลุ่มแรงงานที่สัมผัสการสั่นอย่างต่อเนื่อง¹³ ขณะเดียวกัน งานในบริบทไทยชี้ว่าลักษณะงานซ้ำ การนั่งยาวนาน และสภาพแวดล้อมในที่ร้อนชื้นสัมพันธ์กับปัญหาของระบบโครงร่างและกล้ามเนื้อ⁴ ในเชิงกลไกการสั่นจากเครื่องยนต์และระบบขับเคลื่อนถ่ายทอดผ่านโครงรถสู่เบาะในแนวตั้ง เข้าสู่กระดูกสันหลังส่วนลัมบาร์ โดยย่านความถี่ที่พื้นผิวแปลงเกษตรกรรมกระตุ้นมักตรงกับช่วงที่ร่างกายไวต่อการตอบสนอง จึงทำให้รับรู้ความรู้สึกไม่สบายชัดเจนตามเวลา¹⁴ อีกด้านหนึ่ง บริบทพื้นที่ศึกษาที่มีการใช้รถแทรกเตอร์อย่างแพร่หลายสร้างรูปแบบการสัมผัสซ้ำในชีวิตประจำวันของเกษตรกรอย่างต่อเนื่อง⁷

การลดลงของความสั่นสะเทือนทั่วร่างกายของเกษตรกรผู้ใช้รถแทรกเตอร์ในกิจกรรมทางการเกษตร การศึกษาครั้งนี้เน้น 2 มาตรการที่ทำได้จริงในภาคสนาม ได้แก่ การควบคุมความเร็ว และการติดตั้งวัสดุรองรับการสั่นสะเทือนบนเบาะนั่ง โดยมีเป้าหมายให้ทั้ง “การปรับพฤติกรรมการใช้งาน” และ “การปรับปรุงทางวิศวกรรมของที่นั่ง” ในการช่วยลดความเสี่ยง

1) การควบคุมความเร็ว ผลการทดลองชี้ชัดว่าการเพิ่มรอบเครื่องยนต์สัมพันธ์กับการเพิ่มขึ้นของระดับ WBV ที่ถ่ายทอดสู่ผู้ขับ โดยเฉพาะขณะไถพรวนบนพื้นผิวขรุขระซึ่งกระตุ้นย่านความถี่

ที่ร่างกายไวต่อการตอบสนอง การตีความผลอาศัยกรอบข้อกำหนดของสหภาพยุโรปที่กำหนด “ค่าเริ่มต้นดำเนินการ” หรือ EAV (ค่าที่เริ่มต้องเฝ้าระวังและควบคุม) และ “ค่าขีดจำกัดเฉลี่ยตลอดวัน” หรือ ELV (ค่าห้ามเกินสำหรับการทำงาน 8 ชั่วโมง) เพื่อใช้เป็นเส้นแบ่งการจัดการความเสี่ยง¹⁴ ค่าการสัมผัสเฉลี่ยทั้งวันคำนวณตามมาตรฐาน ISO 2631-1 ด้วยตัวชี้วัด A(8) (ค่าเฉลี่ยถ่วงเวลา 8 ชั่วโมง) ที่พิจารณาทั้งทิศแกนและความถี่ของการสั่น เพื่อให้ผลประเมินเทียบเคียงได้¹² ข้อมูลสนับสนุนจากหลักฐานเชิงสเปกตรัมในผู้ขับแทรกเตอร์เอเชีย (การวิเคราะห์สัญญาณการสั่นด้วย Power Spectral Density หรือ PSD เพื่อดูว่าย่านความถี่ใดมีพลังงานเด่นเมื่อเพิ่มความเร็วหรือภาระ) พบทิศทางเดียวกัน คือ พลังงานการสั่นเพิ่มขึ้นตามความเร็วและภาระบนพื้นผิวไร่นาที่ไม่สม่ำเสมอ¹⁰ สำหรับบริบทไทยซึ่งรถจำนวนมากเป็นแบบเปิดโล่ง พื้นที่ทำงานไม่เรียบ และมีความชื้นสูง การไม่ครอบครองยนต์สูงต่อเนื่องและการกำหนด “ช่วงรอบใช้งานที่ปลอดภัย” เป็นมาตรการบริหารสำคัญในการลดระดับ WBV ให้อยู่ภายใต้กรอบความเสี่ยงอย่างสม่ำเสมอ พร้อมเครื่องมือแบบประเมินภาคสนามเพื่อการนำไปใช้จริงในชุมชนเกษตร^{15,16}

2) การติดตั้งวัสดุรองรับความสั่นสะเทือนทั่วร่างกายบนเบาะรถของเกษตรกรผู้ใช้รถแทรกเตอร์ ผลการทดลองยืนยันว่าเมื่อเลือกใช้วัสดุซิลิโคนและไนโตรลเป็นชั้นรองเบาะด้วยความหนาและความแข็งที่เหมาะสม สามารถ “ดูดซับและกระจาย” พลังงานการสั่นได้จริง ทำให้ทั้งค่าระดับเฉลี่ยและค่าสูงสุดที่ถึงตัวผู้ขับลดลงอย่างมีนัยสำคัญ¹⁷ หลักฐานจากภาคยานยนต์สะท้อนว่าการออกแบบเบาะหรือหมอนรองตามหลักวิทยาศาสตร์ช่วยลดการสัมผัส WBV ในสนามได้จริง^{18,19} ขณะเดียวกัน งานเฉพาะทางด้านเกษตรกรรมชี้ว่าชนิดวัสดุและคุณสมบัติเชิงกลของชั้นรอง ทำให้มีความสามารถในการสลายพลังงานสั่นให้ลดลงของวัสดุ ส่งผลต่อการลดการสั่นสะเทือนที่ร่างกายได้รับ⁹ ในเชิงชีวกลศาสตร์ ร่างกาย



ผู้ขับเองมีบทบาท “ดูดซับพลังงาน” เมื่อเผชิญการสั่นหลายแกน หากความถี่ของแรงสั่นตรงกับความถี่ธรรมชาติของระบบคน-เบาะ-ยานพาหนะ จะเกิด “เรโซแนนซ์” (ช่วงที่แรงสั่นถูกขยาย) จึงควรออกแบบวัสดุและชั้นรองให้เลี่ยนย่านถี่วิกฤตเพื่อป้องกันการขยายแรงสั่น¹⁷ นอกเหนือจากค่าการสั่น เบาะที่กระจายแรงกดบนผิวสัมผัส (pressure distribution สมดุล) จะเพิ่มความสบายและความทนทานต่อการนั่งนาน ลดจุดกดทับบริเวณก้นกบและต้นขา⁵

ข้อจำกัดของการศึกษา

การศึกษานี้มีข้อจำกัดด้านความเที่ยงตรงภายนอก เนื่องจากขนาดกลุ่มตัวอย่างค่อนข้างจำกัด และเป็นเพศชายทั้งหมดเพื่อความปลอดภัย จึงอาจจำกัดความสามารถในการสรุปอ้างอิงไปยังประชากรเกษตรกรกลุ่มอื่นได้ นอกจากนี้ ระยะทางและช่วงเวลาทดสอบสั้น อาจไม่สะท้อนรูปแบบการสัมผัสแรงสั่นสะท้อนตลอดกะงานทั้งวันตามนิยามค่า A(8) โดยผู้วิจัยได้ประมาณค่า A(8) จากข้อมูลช่วงสั้นด้วยวิธี time-weighted normalization ตามแนวทาง ISO 2631-1 ผ่านโปรแกรม Supervisor เวอร์ชัน 2.0.28 ภายใต้สมมติฐานว่าสภาพงานและรูปแบบการสั่นมีความคงตัวในกิจกรรมเดียวกัน ทั้งนี้การตีความผลอาศัยเกณฑ์จากมาตรฐานต่างประเทศ (EU Directive 2002/44/EC) เนื่องจากยังไม่มีกฎหมายไทยที่กำหนดระดับการสัมผัสแรงสั่นสะท้อนจากการทำงาน

ข้อเสนอแนะจากงานวิจัย

ควรจัดอบรมสั้นให้เกษตรกรเรื่องการใช้ความเร็วให้เหมาะสมกับสภาพแปลง การพักระหว่างงาน การดูแลสภาพยาง/ช่วงล่าง/เบาะ และส่งเสริมการใช้แผ่นรองเบาะที่มีประสิทธิภาพในการป้องกันแรงสั่นสะท้อน และควรกำหนดมาตรฐานอ้างอิงโดยยึดระดับสากลเพื่อกำหนดเงื่อนไขจัดซื้อ/รับรองรถแทรกเตอร์ให้มีระบบลดแรงสั่นสะท้อน ดัดสัญลักษณ์ “ช่วงรอบความเร็วที่ปลอดภัย” ในคู่มือ/หน้าปัด และการสนับสนุนการติดตั้งชุดรองเบาะให้รถที่ใช้อยู่เดิม พร้อมติดตามผลในชุมชนระยะยาว

กิตติกรรมประกาศ

ขอขอบคุณเจ้าหน้าที่โรงพยาบาลส่งเสริมสุขภาพตำบลองค์กรปกครองส่วนท้องถิ่น และเกษตรกรในพื้นที่อำเภอจังหาร จังหวัดร้อยเอ็ด ที่ให้ความร่วมมือในการเก็บข้อมูล และให้ข้อมูลที่เป็นประโยชน์อย่างยิ่งต่อการศึกษานี้

เอกสารอ้างอิง

1. Department of Land Development. Thailand agricultural land. Bangkok: Ministry of Agriculture and Cooperatives; 2022.
2. Ministry of Transport. Accumulated vehicle registration statistics. Bangkok: Ministry of Transport; 2023.
3. Setthetham D, Nathapindhu G, Ishida W, Patte T. Risk behavior and factors affecting to health in rice farmers. *KKU Journal for Public Health Research* 2016;6(2):4-12.
4. Thiamthan C, Rakprasit J. Health status and factors associated with health status Among sugarcane farmers, kranuan district, Khon Kaen province. *Safety & Environment* 2019; 4(2): 83-91.
5. Bordignon M, Cutini M, Bisaglia C, Taboga P, Marcolin F. Evaluation of Agricultural Tractor Seat Comfort with a New Protocol Based on Pressure Distribution Assessment. *J Agric Saf Health* 2018;24(1):13-26.
6. Essien SK, Trask C, Khan M, Boden C, Bath B. Association between whole-body vibration and low-back disorders in farmers: a scoping review. *J Agromedicine*. 2018;23(1):105-120.
7. Phak Waen Subdistrict Municipality. Survey of tractor users in Phak Waen Subdistrict, Changhan District, Roi Et Province. Roi Et: Phak Waen Subdistrict Municipality; 2024.
8. Borse PA, Desale PS. Effect of Motor Vehicle Structural Vibration on Human Body – Review. *Int Adv Res J Sci Eng Technol*. 2017 Jul;4(7):145–9.
9. Sinjai S. The effectiveness of set cushion in reducing whole body vibration among counter balance forklift drivers in sport, Bangkok. Master of Science Thesis: Burapha University; 2020.
10. Kijla J, Chertkiattipol S. Vibration and transmission of rotary power tiller. The 9th National Conference of Kasetsart University Kamphaeng Saen Campus. Kamphaeng Saen: Kasetsart University, Kamphaeng Saen Campus; 2012.
11. Chaiklieng S. Health risk assessment on musculoskeletal disorders among potato-chip processing workers. *PLoS ONE*. 2019;14(12):1-8.
12. Chaiklieng S. Evaluation of occupational exposure to vibration-practical guidance for measurement at the workplace. In: *Industrial noise and vibration control and management*. Nonthaburi: Sukhothai Thamathirath University Printing; 2018.
13. Killen W, Eger T. Whole-body vibration: Overview of standards used to determine health risks. Canada: University of Waterloo; 2016.



14. .Khaksar Z, Ahmadi H, Mohtasebi S. Whole body vibration analysis of tractor operators using power spectral density. *Journal of Mechanical Engineering and Technology* 2013; 1(1): 6-12.
15. University of Minnesota. Farm Safety Check: 2025; cite 2025 Whole Body Vibration. Available from: <https://umash.umn.edu/farm-safety-check-whole-body-vibration/>.
16. Defense Centers for Public Health. Hazard Category - Vibration. 2024; cite 2025 Available from: <https://ph.health.mil/topics/workplacehealth/hha/Pages/Hazard-Category---Vibration.aspx>.
17. Mandapuram, S, Rakheja S, Boileau P, Shangguan W. Energy absorption of seated body exposed to single and three-axis whole body vibration. *J Low Freq Noise Vib Active Control* 2015; 34: 21–38.
18. Viking Extrusions. How Silicone Rubber Reduces Vibrations & Noise. 2023; cite 2025 Available from: <https://www.vikingextrusions.co.uk/blog/how-silicone-rubber-reduces-vibrations-noise/>. 2023
19. Jehbco. Silicone vs Nitrile. 2017; cite 2025 Available from: <https://jehbco.com.au/silicone-vs-nitrile/>. 2017.