นิพนธ์ต้นฉบับ **Original Article**

การประเมินการรับสัมผัสความสั่นสะเทือนที่มือและแขน ในกลุ่มเกษตรกรที่ใช้เครื่องมือการเกษตรในจังหวัดปทุมธานี

Hand-arm vibration exposure assessment among farmers using agricultural tools in Pathum Thani Province

ชัยวัฒน์ ศรีธนราช[1]
ธีรพันธ์ แก้วดอก[1,2]
[1]*คณะสาธารณสุขศาสตร์ มหาวิทยาลัยธรรมศาสตร์*
[2]*หน่วยวิจัยด้านการยศาสตร์อาชีวอนามัย แห่งมหาวิทยาลัยธรรมศาสตร์*

Chaiwat Sritanarach[1]
Teeraphun Kaewdok[1,2]
[1]*Faculty of Public Health, Thammasat University*
[2]*Thammasat University Research unit in Occupational Ergonomics*

DOI: 10.14456/dcj.2026.5
Received: July 13, 2025 l **Revised:** November 7, 2025 l **Accepted:** December 9, 2025

บทคัดย่อ

การสัมผัสกับความสั่นสะเทือนระดับสูงเป็นเวลานานจากเครื่องมือการเกษตรอาจส่งผลต่อกลุ่มอาการผิดปกติที่มือและแขน การศึกษาเชิงภาคตัดขวางนี้มีวัตถุประสงค์เพื่อประเมินการรับสัมผัสความสั่นสะเทือนที่มือและแขนของเกษตรกร เก็บข้อมูลด้วยการสุ่มตามความสะดวกกับกลุ่มตัวอย่างที่เป็นเกษตรกรจำนวน 76 คน ในอำเภอหนองเสือ จังหวัดปทุมธานี เครื่องมือในการศึกษาครั้งนี้แบ่งออกเป็น 3 ส่วนประกอบด้วย ข้อมูลทั่วไป สภาพการทำงาน และการตรวจด้วยเครื่องวัดความสั่นสะเทือนรุ่น VM31 วิเคราะห์ข้อมูลด้วย ความถี่ ร้อยละ ค่าเฉลี่ย และส่วนเบี่ยงเบนมาตรฐาน ผลการศึกษา พบว่า เกษตรกรส่วนใหญ่เป็นเพศชาย ร้อยละ 73.7 อายุเฉลี่ย 48.6 ปี (SD=10.0) โดยมีประสบการณ์ใช้เครื่องมือการเกษตรที่มีความสั่นสะเทือน ค่าเฉลี่ย 18.4 ปี (SD=11.4) ผลการประเมินการรับสัมผัสความสั่นสะเทือนพบว่า เกษตรกรร้อยละ 60.5 มีการรับสัมผัสความเสี่ยงต่ำ (ขนาดการรับสัมผัส <5.0 m/s^2 (A8)) และความเสี่ยงสูง ร้อยละ 39.5 (ขนาดการรับสัมผัส ≥5.0 m/s^2 (A8)) เมื่อจำแนกตามประเภทของเครื่องมือ พบว่าการใช้รถไถเดินตาม มีค่าเฉลี่ยความสั่นสะเทือนมากที่สุด 11.2 m/s^2 (SD=0.3) เครื่องตัดหญ้าแบบสะพาย 4.7 m/s^2 (SD=1.0) และเครื่องพ่นสะพายหลัง 2.4 m/s^2 (SD=0.6) ผลการศึกษาครั้งนี้แสดงให้เห็นว่าเกษตรกรได้รับสัมผัสความสั่นสะเทือนจากการใช้เครื่องมือการเกษตรในระดับสูง ข้อมูลนี้สามารถใช้สำหรับการจัดการด้านอาชีวอนามัยและความปลอดภัยที่มีการรับสัมผัสความสั่นสะเทือนจากการใช้รถไถเดินตาม เครื่องตัดหญ้าแบบสะพาย และเครื่องพ่นแบบสะพายหลังในการทำงานของเกษตรกร การศึกษานี้เสนอแนะว่าควรพิจารณาระยะเวลาในการสัมผัสร่วมด้วย

ติดต่อผู้นิพนธ์: ธีรพันธ์ แก้วดอก อีเมล: teeraphun.k@fph.tu.ac.th

Abstract

Prolonged exposure to high levels of vibration on agricultural tools can affect hand-arm vibration syndrome (HAVS). This cross-sectional study aimed to evaluate hand-arm vibration (HAV) exposure among

farmers using agricultural tools. A convenience sampling method was used to select 76 farmers from Nong Suea district in Pathum Thani province. A three-part questionnaire generated data that included demographics, work conditions, and vibration measurement with VM31. Data analysis was performed using frequency, percentage, mean, and standard deviation. The results revealed that most farmers were men (73.7%), with average age of 48.6 years (SD=10.0). The farmers had experience for working involved using vibrating agricultural tools with average of 18.4 years (SD=11.4). The results of HAV exposure indicated that 60.5% of farmers were at the low risk level (dose-response <5.0 m/s^2 (A8)), followed by the high risk with 39.5 % (dose-response ≥5.0 m/s^2 (A8)). The mean of HAV exposure categorized by agricultural tools were walking tractor of 11.2 m/s^2 (SD=0.3), brush cutter of 4.7 m/s^2 (SD=1.0), and backpack sprayer of 2.4 m/s^2 (SD=0.6). The results of the study revealed that the farmers had a high dose-response of HAVS. This information can be utilized for the occupational health and safety management of farmers′ exposure to vibration from the use of walking tractors, backpack brush cutters, and backpack sprayers. This study suggests that exposure duration should also be considered.

Correspondence: Teeraphun Kaewdok E-mail: teeraphun.k@fph.tu.ac.th

คำสำคัญ	**Key words**
สุขภาพ; ความปลอดภัย; การบาดเจ็บจากการทำงาน; การประเมินความเสี่ยงสุขภาพ	*health; safety; occupational injuries; health risk assessment*

บทนำ

การปฏิบัติงานที่มีความสั่นสะเทือนที่มือและแขนเป็นระยะเวลานาน สามารถก่อให้เกิดผลกระทบต่อสุขภาพผู้ใช้เครื่องมือที่เรียกว่า อาการผิดปกติที่มือและแขนจากแรงสั่นสะเทือน (Hand-arm vibration syndrome: HAVS) ซึ่งเป็นอาการที่ส่งผลกระทบต่อระบบหลอดเลือด ระบบประสาท และระบบกล้ามเนื้อโครงร่าง โดยหากไม่ได้ได้รับการป้องกัน รักษา และฟื้นฟู ส่งผลต่อการสูญเสียสมรรถภาพมือและแขน ในการทำงานและใช้ชีวิตประจำวันในที่สุด[1] จากการศึกษาพนักงานทำงานเหมืองในประเทศเวียดนาม พบว่าพนักงานที่ทำงานกับเครื่องเจาะหิน ที่ใช้เครื่องมือที่มีความเร่ง 45-55 m/s^2 และมีการสัมผัสความสั่นสะเทือนทุกวันเป็นเวลา 160-210 นาทีต่อวัน ทำให้เกิดอาการผิดปกติที่มือและแขนจากความสั่นสะเทือนได้[2] มีการศึกษาของประเทศสวีเดนเกี่ยวกับการปฏิบัติงานของช่างซ่อมรถที่ต้องสัมผัสกับการขันน็อตซึ่งมีความเร่งของความสั่นสะเทือนอยู่ที่ 3.5 m/s^2 พบว่าพนักงานที่มีการสัมผัสความสั่นสะเทือนของการขันน็อตมากกว่า 20 ปี มีโอกาสเสี่ยงในการเป็นโรคที่มีอาการผิดปกติที่มือและแขนจากความสั่นสะเทือน[3] แสดงให้เห็นว่าการสัมผัสความเร่งของความสั่นสะเทือน อายุของการทำงานในการสัมผัสความสั่นสะเทือนมีผลทำให้เกิดโรคที่มีอาการผิดปกติที่มือและแขนจากความสั่นสะเทือนได้ นอกจากนี้การศึกษาวิจัยที่ผ่านมาระบุว่าการเป็นโรคที่มีอาการผิดปกติที่มือและแขนจากความสั่นสะเทือนมีความสัมพันธ์กับระบบการไหลเวียนโลหิตการทำงานของระบบหลอดเลือด และระบบประสาท[3] สำหรับการปฏิบัติตนของผู้ปฏิบัติงานหรือลักษณะบุคคลของผู้ปฏิบัติงาน เช่น ผู้ปฏิบัติงานที่มีสุขภาพแข็งแรง ผู้ปฏิบัติงานที่มีอายุน้อย พนักงานที่สับเปลี่ยนหน้าที่การทำงาน หรือผู้ที่มีอายุการทำงานน้อย มีโอกาสเสี่ยงในการเกิดโรคที่มีอาการผิดปกติที่มือและแขนจากความสั่นสะเทือนน้อยด้วยเช่นกัน[2]

อย่างไรก็ตามจากการทบทวนเอกสารและงานวิจัยที่ผ่านมา พบว่าประเทศไทย การศึกษากลุ่มอาการผิดปกติที่มือและแขนจากความสั่นสะเทือนอาจยังไม่ครอบคลุมในการประกอบอาชีพ (Occupation sector) หรือกลุ่มอาชีพ เช่น ภาคอุตสาหกรรม งานบริการ โดยเฉพาะงานในภาคเกษตรกรรม ซึ่งจากการค้นคว้ารวบรวมเกี่ยวกับความชุกของความผิดปกติของระบบกล้ามเนื้อและกระดูกโครงร่าง ที่เกี่ยวเนื่องจากการทำงานในอาชีพต่าง ๆ โดยในกลุ่มเกษตรกรมีความผิดปกติของระบบกล้ามเนื้อและกระดูกเนื่องจากการทำงาน โดยเกษตรกรที่เป็นชาวนาที่ใช้รถไถเดินตามพบความผิดปกติในไหล่สูงถึงร้อยละ 70 ทั้งนี้ อาจเนื่องมาจากการใช้รถไถแบบเดินตามมีความสั่นสะเทือน และต้องใช้แรงจากแขนในการบังคับรถ ซึ่งจะส่งผลต่อความผิดปกติของแขน และไหล่ได้[4] ในปัจจุบันเกษตรกรที่ทำนาจะมีการใช้เครื่องมือการเกษตรเป็นเครื่องทุ่นแรง ซึ่งส่วนใหญ่ต้นกำลังจะมาจากเครื่องยนต์สันดาปภายใน เช่น รถไถเดินตาม เครื่องพ่นสะพายหลัง และเครื่องตัดหญ้าแบบสะพาย มีการใช้กันอย่างแพร่หลายในประเทศไทย เนื่องจากมีขนาดเล็ก คล่องตัวสูง ราคาถูก และบำรุงรักษาไม่ยุ่งยาก แต่ยังมีปัญหาความสั่นสะเทือนที่หลีกเลี่ยงไม่ได้ อันเนื่องมาจากความสั่นสะเทือนของเครื่องยนต์ที่ใช้เป็นต้นกำลังซึ่งจะส่งความสั่นสะเทือนตลอดเวลาไปที่ด้ามจับในระหว่างที่มีการใช้งาน

ในช่วงหลายสิบปีที่ผ่านมา พบว่าปริมาณการใช้รถไถเดินตามมีแนวโน้มที่เพิ่มสูงขึ้น จากข้อมูลสำนักงานวิจัยเศรษฐกิจการเกษตร พ.ศ.2553 พบว่า ปี พ.ศ. 2547 ประเทศไทย มีรถไถเดินตามจำนวน 3.3 ล้านคัน และในปี พ.ศ. 2551 มีเพิ่มขึ้นเป็นจำนวน 5.3 ล้านคัน หรือเพิ่มขึ้นร้อยละ 15.6 ต่อปี หรือ 1.6 เท่า และยังมีการผลิตต่อเนื่องโดยเฉลี่ยปีละ 100,000 คัน จังหวัดปทุมธานีเป็นหนึ่งในจังหวัดภาคกลาง ที่มีการปลูกข้าวเป็นพืชเศรษฐกิจหลักของจังหวัด โดยมีผลผลิตในปี พ.ศ. 2565 จำนวน 231,749 ตัน หรือคิดเป็นร้อยละ 58 ของผลผลิตพืชเศรษฐกิจทั้งหมด โดยมีพื้นที่เกษตรกรรม 354,289.67 ไร่ (ร้อยละ 37.15 ของพื้นที่ทั้งจังหวัด) ด้านพืช 330,224.67 ไร่ ประกอบด้วยนาข้าว 246,190.26 ไร่ คิดเป็นร้อยละ 69 ของพื้นที่เกษตรกรรม และอำเภอหนองเสือ เป็น 1 ใน 7 อำเภอที่มีการปลูกข้าวเป็นกิจกรรมทางการเกษตรที่สำคัญ และมีสัดส่วนพื้นที่ปลูกข้าวสูงที่สุดในจังหวัดปทุมธานี โดยมีสัดส่วนร้อยละ 26 และมีสัดส่วนครัวเรือนเกษตรกรมากเป็นอันดับที่ 1 อยู่ที่ร้อยละ 29[5] และทั้งนี้ ในพื้นที่ดังกล่าวยังไม่ได้มีการศึกษาเรื่องการประเมินรับสัมผัสความสั่นสะเทือนจากเครื่องมือการเกษตร ที่อาจจะส่งผลกระทบต่ออาการผิดปกติที่มือและแขนในกลุ่มเกษตรกรเหล่านี้ด้วย จากข้อมูลสำนักงานสถิติแห่งชาติปี พ.ศ. 2565 รายงานว่าแรงงานนอกระบบมีจำนวน 20.2 ล้านคน คิดเป็นร้อยละ 51.5 ของผู้มีงานทำ โดยทำงานในภาคการเกษตร จำนวน 11.2 ล้านคน คิดเป็นร้อยละ 55.4 ของแรงงานนอกระบบ[6] ประเทศไทยได้ให้ความสำคัญกับเป้าหมายการพัฒนาที่ยั่งยืน หรือ Sustainable Development Goals: SDGs[7] ซึ่งได้นำแนวคิดมาเชื่อมโยงสู่กรอบการพัฒนายุทธศาสตร์แห่งชาติคือ การมีคุณภาพชีวิตความเป็นอยู่ที่ดี และการมีสุขภาพที่สมบูรณ์ได้แก่ เป้าหมายที่ 3 ให้ความสำคัญสร้างหลักประกันการมีสุขภาวะที่ดีและส่งเสริมความเป็นอยู่ที่ดี และเป้าหมายที่ 8 ส่งเสริมการเติบโตทางเศรษฐกิจแบบครอบคลุมและยั่งยืนคือการสร้างงานที่มีคุณค่า

ความสั่นสะเทือนจากการใช้เครื่องมือในการทำงานเป็นหนึ่งในสิ่งคุกคามทางกายภาพที่ก่อให้เกิดการเจ็บป่วยและโรคจากการประกอบอาชีพได้ โดยเฉพาะอาชีพเกษตรกรรมที่จำเป็นต้องใช้อุปกรณ์ เครื่องมือสั่นสะเทือนหลายชนิด ทำให้เกษตรกรได้รับสัมผัสแรงสั่นสะเทือนที่มือและแขน นอกจากนี้การดำเนินงานของหน่วยงานหรือบุคลากรผู้รับผิดชอบงานด้านอาชีวอนามัยและความปลอดภัยอาจจะยังไม่เป็นรูปธรรมเช่นเดียวกับการทำงานในภาคอุตสาหกรรม ดังนั้นการประเมินการรับสัมผัสความสั่นสะเทือนในกลุ่มเกษตรกรครั้งนี้ ถือได้ว่าเป็นการดำเนินการเชิงรุกด้านอาชีวอนามัยและความปลอดภัยในกลุ่มเกษตรกรที่ใช้เครื่องมือการเกษตร

คือ รถไถเดินตาม เครื่องพ่นสะพายหลัง และเครื่องตัดหญ้าแบบสะพาย การศึกษาครั้งนี้จึงมีวัตถุประสงค์เพื่อประเมินการรับสัมผัสความสั่นสะเทือนที่มือและแขนในกลุ่มเกษตรกรที่ใช้เครื่องมือการเกษตร สำหรับเป็นแนวทางในการเฝ้าระวัง ป้องกันการเกิดโรคและผลกระทบต่อสุขภาพจากการทำงานของเกษตรกร เพื่อให้เกษตรกรมีสุขภาพ ความปลอดภัย และมีศักยภาพในการทำงานได้อย่างมีประสิทธิภาพมากขึ้น

วัสดุและวิธีการศึกษา

การศึกษาเชิงบรรยายแบบภาคตัดขวาง (Cross-sectional descriptive) นี้ ดำเนินการเก็บข้อมูลระหว่างเดือนกรกฎาคม-ธันวาคม พ.ศ. 2567

ประชากรที่ศึกษา คือ เกษตรกรในอำเภอหนองเสือ จังหวัดปทุมธานี คำนวณกลุ่มตัวอย่างโดยใช้สูตรเพื่อการประมาณค่า

$$n=\frac{z^2(1-\alpha/2)\sigma^2}{\epsilon^2}$$

โดย n = จำนวนกลุ่มตัวอย่าง

$Z(1-\alpha/2)$ = ค่า Standard score Z ที่ระดับนัยสำคัญทางสถิติ α $Z(1-\alpha/2)$ มีค่าเท่ากับ 1.96

σ = ส่วนเบี่ยงเบนมาตรฐานของความสั่นสะเทือน มีค่าเท่ากับ 0.10[8]

μ= ค่าเฉลี่ยการสั่นสะเทือน ของประชากร

x = ค่าเฉลี่ยการสั่นสะเทือน ของตัวอย่าง

$\epsilon = |x-\mu|$ = ความผิดพลาดสูงสุดในการประมาณค่าการสั่นสะเทือน= 0.024

แทนค่าสูตรข้างต้น ได้ n=67 เพื่อป้องกันการสูญหายของกลุ่มตัวอย่างและการตอบสนองของกลุ่มตัวอย่าง จึงได้มีการปรับเพิ่มขนาดของตัวอย่างที่ใช้ในการศึกษา[9] สัดส่วนการสูญหายจากการเก็บข้อมูลกำหนดร้อยละ 10 ดังนั้น การศึกษาครั้งนี้เก็บข้อมูลกับกลุ่มตัวอย่างจำนวนรวมทั้งสิ้น 76 คน ที่ทำเกษตรกรรมเป็นอาชีพหลักอยู่ในเขตอำเภอหนองเสือ จังหวัดปทุมธานีและมีความสมัครใจในการตอบแบบสอบถาม โดยกำหนดเกณฑ์คัดเข้า คือ มีประสบการณ์ในการใช้เครื่องมือเกษตรไม่ต่ำกว่า 1 ปี ไม่มีอาการหรือโรคประจำตัว เกี่ยวกับระบบกระดูกและกล้ามเนื้อบริเวณมือ แขน ไหล่ และสามารถสื่อสาร พูด อ่าน ภาษาไทยได้ โดยดำเนินการเก็บข้อมูลด้วยวิธีการสุ่มตัวอย่างแบบกลุ่ม (Cluster sampling) โดยทำการสุ่มตัวอย่างจาก 7 ตำบล ที่อยู่ในอำเภอหนองเสือ จังหวัดปทุมธานี จากนั้นทำการเก็บข้อมูลกับกลุ่มตัวอย่างแบบตามสะดวก

เครื่องมือที่ใช้ในการศึกษา

เป็นแบบสอบถามผ่านการตรวจสอบและปรับปรุงแก้ไขจากผู้เชี่ยวชาญ จำนวน 3 ท่าน ประกอบด้วย 3 ส่วน คือ (1) ข้อมูลทั่วไป จำนวน 12 ข้อ (2) ข้อมูล สภาพการทำงาน จำนวน 5 ข้อ และ (3) ข้อมูลความสั่นสะเทือนที่มือและแขน โดยใช้เครื่องวัดความสั่นสะเทือน (Vibration Meter) รุ่น VM31 (MMF) และ เซนเซอร์ (Hand-Arm Accelerator sensor: KS963B10) ซึ่งเครื่องวัดความสั่นสะเทือนนี้สามารถใช้ร่วมกับมาตรความเร่งแบบสามแกน (X,Y,Z) มือ แขน และความสั่นสะเทือนทั่วร่างกาย สามารถวัดได้ตามมาตรฐาน ISO5349, ISO2631 และ EU Directive2002/44/EC และโปรแกรมสำเร็จรูป VM-Hand ที่ใช้ประมวลผลตามมาตรฐาน ISO8041 ใช้วิธีการตรวจวัดความสั่นสะเทือนในพื้นที่ทำงานตามมาตรฐาน ISO5349[10] จากนั้นจำแนกลักษณะงานที่พบว่ามีการใช้เครื่องมือ/อุปกรณ์ที่สั่นสะเทือนที่มือและแขนได้ทั้งหมด เพื่อดำเนินการตรวจวัดความสั่นสะเทือนที่มือและแขน โดยมีวิธีการ คือ 1) ติดตั้งและตั้งค่าเครื่องมือวัดตามคู่มือการใช้งาน 2) ติดตั้งเซนเซอร์กับมือจับ โดยติดเซนเซอร์ให้ใกล้กับจุดจับของมากที่สุด และ 3) ใช้การตรวจวัดอย่างน้อย 1 นาที แล้วบันทึกค่า และเว้นช่วงการเก็บข้อมูลประมาณ 1 นาทีขึ้นไป สำหรับข้อมูลชุดถัดไป[11] ตามภาพที่ 1 และกำหนดพิกัดตำแหน่งการจับของมือ[10] ตามภาพที่ 2

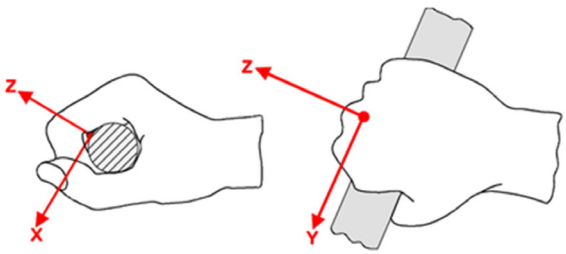
เครื่องตัดหญ้าแบบสะพาย

เครื่องพ่นสะพายหลัง

รถไถเดินตาม

ภาพที่ 1 การติดตั้งเซนเซอร์กับมือจับ จำแนกตามเครื่องมือการเกษตร

Figure 1 Installation of sensors on handles, categorized by agricultural tools



ภาพที่ 2 พิกัดตำแหน่งการจับของมือ

Figure 2 Coordinate system of the hand

ซึ่งการประเมินความสั่นสะเทือนภายในหนึ่งวัน โดยใช้ the exposure points system[11] ดังสมการที่ใช้การคำนวณค่า the exposure points ต่อชั่วโมงการใช้งาน (หรือตามระยะเวลาที่ระบุ The number of exposure points (n) ดังนี้

$$n = \left(\frac{a_{hv}}{EAV}\right) \times \frac{T}{T_0} \times 100$$

โดย ahwx, ahwy และ ahwz คือค่า ค่ารากที่สองของค่าความเร่งเฉลี่ยกำลังสอง (m/s^2) วัดในสามทิศทางตั้ง ฉาก คือ x, y และ z ที่พื้นผิวสั่นสะเทือนที่สัมผัสกับมือ และถ่วงน้ำหนักความถี่โดยใช้ค่าถ่วงน้ำหนัก Wh นิยามของการถ่วงน้ำหนักความถี่ Wh นั้นกำหนดโดย British Standard BS EN ISO 5349-1:2001[10] และ T (ในหน่วยชั่วโมง) คือ เวลาในการรับสัมผัส และ To คือช่วงเวลาในการรับสัมผัส 8 ชั่วโมง EAV A(8)=2.5 m/s^2 โดยการแปลผลตามตารางที่ 1 ดังนี้

เมื่อ ahv คือ ค่าขนาดความสั่นสะเทือน (Vibration Magnitude, m/s^2) โดยคำนวณจาก

$$a_{hv} = \sqrt{a^2_{hwx} + a^2_{hwy} + a^2_{hwz}}$$

ตารางที่ 1 คะแนนการรับสัมผัสความสั่นสะเทือนที่มือและแขน

Table 1 Hand-arm vibration exposure score

ระดับคะแนน	การแปลผล	คำอธิบาย
<255	ความเสี่ยงต่ำ	ระดับที่ต่ำกว่าหรือมีแนวโน้มต่ำกว่า ELV A(8)
≥255	ความเสี่ยงสูง	ระดับที่มีแนวโน้มที่จะเท่ากับหรือมากกว่า ELV A(8)

โดย ค่า exposure action value (EAV)=2.5 m/s^2 A(8) มีคะแนนเท่ากับ 100 คะแนน และ
ค่า exposure limit value (ELV)=5 m/s^2 A(8) มีคะแนนเท่ากับ 400 คะแนน[12,13]

การวิเคราะห์ข้อมูลและสถิติที่ใช้

วิเคราะห์ข้อมูลลักษณะการทำงาน สภาพแวดล้อมในการทำงานและการรับสัมผัสความสั่นสะเทือนที่มือและแขน โดยสถิติเชิงพรรณนา ด้วยการแจกแจงความถี่ ร้อยละ ค่าเฉลี่ย และส่วนเบี่ยงเบนมาตรฐาน

ข้อพิจารณาด้านจริยธรรม

การศึกษานี้ผ่านการพิจารณาจากคณะกรรมการจริยธรรมการวิจัยในคน มหาวิทยาลัยธรรมศาสตร์ สาขาวิทยาศาสตร์ เลขที่ COA No. 066/2567 วันที่ 20 มิถุนายน 2567

ผลการศึกษา

การศึกษาครั้งนี้ได้ดำเนินการเก็บข้อมูลกับเกษตรกรที่ประกอบอาชีพเกษตรกรรมในอำเภอหนองเสือ จังหวัดปทุมธานี ผลการศึกษานำเสนอโดยใช้ตารางประกอบคำบรรยาย แบ่งออกเป็น 3 ส่วน ดังนี้

ส่วนที่ 1 คุณลักษณะของกลุ่มตัวอย่าง

กลุ่มตัวอย่างเกษตรกร 76 คน พบว่าเป็นส่วนใหญ่เป็นเพศชายร้อยละ 73.7 มีอายุเฉลี่ย 48.6 ปี (SD =10.0 ปี) มีการใช้เครื่องมือการเกษตรในการประกอบเป็นอาชีพหลัก และใช้รับจ้างทำการเกษตร ร้อยละ 38.2 และ 36.8 ตามลำดับ กลุ่มตัวอย่างมีประสบการณ์ในการใช้เครื่องมือการเกษตรเฉลี่ย 18.4 ปี (SD=11.4 ปี) จากข้อมูลการสำรวจ พบว่าส่วนใหญ่กลุ่มตัวอย่างยังไม่เคยได้รับอบรมความปลอดภัยเกี่ยวกับการใช้เครื่องมือการเกษตรสูงถึงร้อยละ 97.4 ตามตารางที่ 2

ตารางที่ 2 ข้อมูลทั่วไปของกลุ่มตัวอย่าง (n=76)

Table 2 Demographic characteristics of participants (n=76)

ข้อมูลทั่วไป	จำนวน	ร้อยละ
เพศ		
ชาย	56	73.7
หญิง	20	26.3
อายุ		
18-25 ปี	2	2.6
26-35 ปี	5	6.6
36-45 ปี	19	25.0
46-55 ปี	31	40.8
56-65 ปี	19	25.0
mean=48.6, SD=10.0, min=23, max=64		
ลักษณะการใช้เครื่องมือการเกษตรในการประกอบอาชีพ		
อาชีพหลัก	29	38.2
อาชีพเสริม	19	25.0
รับจ้างทำการเกษตร	28	36.8

ตารางที่ 2 ข้อมูลทั่วไปของกลุ่มตัวอย่าง (n=76) (ต่อ)

Table 2 Demographic characteristics of participants (n=76) (continue)

ข้อมูลทั่วไป	จำนวน	ร้อยละ
สูบบุหรี่		
ไม่สูบ	59	77.6
สูบ	15	19.7
เคยสูบ	2	2.6
ประสบการณ์ในการใช้เครื่องมือการเกษตร (ปี)		
1-10 ปี	23	30.3
11-20 ปี	26	34.2
21-30 ปี	21	27.6
31-40 ปี	6	7.9
mean=18.4, SD=11.4, min=1, max=40		
เคยได้รับอบรมความปลอดภัยเกี่ยวกับการใช้เครื่องมือการเกษตร		
ไม่เคย	74	97.4
เคย	2	2.6

ส่วนที่ 2 ลักษณะการทำงาน

ผลการศึกษาพบว่า กลุ่มตัวอย่างมีการใช้เครื่องตัดหญ้าแบบสะพายอย่างเดียวจำนวน 34 คน คิดเป็นร้อยละ 44.7 และมีการใช้เครื่องมือทั้ง 3 ประเภท คือ รถไถเดินตาม เครื่องพ่นสะพายหลัง และเครื่องตัดหญ้าแบบสะพาย จำนวน 23 คน คิดเป็นร้อยละ 30.3 ตามลำดับ ในระหว่างวันจะมีการหยุดพัก 3-4 ครั้ง จำนวน 41 คน คิดเป็นร้อยละ 53.9 ในการหยุดพักแต่ละครั้งจะใช้เวลา 15-30 นาที จำนวน 50 คน คิดเป็นร้อยละ 65.8 ลักษณะพื้นที่ทำงาน พบว่าเป็นลักษณะดินเหนียวชุ่มน้ำ จำนวน 29 คน คิดเป็นร้อยละ 38.2 ตามตารางที่ 3

ตารางที่ 3 ข้อมูลลักษณะการทำงานของกลุ่มตัวอย่าง (n=76)

Table 3 Work conditions data of the participants (n=76)

ข้อมูลลักษณะการทำงานและสภาพแวดล้อมในการทำงาน	จำนวน	ร้อยละ
การหยุดพักงานระหว่างวัน		
1-2 ครั้ง	9	11.8
3-4 ครั้ง	41	53.9
มากกว่า 4 ครั้ง	26	34.2
ระยะเวลาในการหยุดพักงานแต่ละครั้ง		
น้อยกว่า 15 นาที	15	19.7
15-30 นาที	50	65.8
30-60 นาที	9	11.8
มากกว่า 60 นาที	2	2.6
การใช้เครื่องมือทางการเกษตร ในช่วง 1 เดือนที่ผ่านมา		
เครื่องพ่นสะพายหลังอย่างเดียว	9	11.8
เครื่องตัดหญ้าแบบสะพาย อย่างเดียว	34	44.7
เครื่องพ่นสะพายหลัง และเครื่องตัดหญ้าแบบสะพาย	10	13.2
รถไถ เครื่องพ่นสะพายหลัง และเครื่องตัดหญ้าแบบสะพาย ร่วมกัน	23	30.3

ตารางที่ 3 ข้อมูลลักษณะการทำงานของกลุ่มตัวอย่าง (n=76)

Table 3 Work conditions data of the participants (n=76)

ข้อมูลลักษณะการทำงานและสภาพแวดล้อมในการทำงาน	จำนวน	ร้อยละ
ชนิดและลักษณะของดินไถพรวน		
ดินเหนียวแข็ง	25	32.9
ดินเหนียวชุ่มน้ำ	29	38.2
ดินร่วน/ดินร่วนปนทราย	22	28.9

ส่วนที่ 3 การรับสัมผัสความสั่นสะเทือนที่มือและแขนจำแนกตามอุปกรณ์แต่ละประเภท

จากการตรวจวัดความสั่นสะเทือน ด้วยเครื่องตรวจวัดความสั่นสะเทือนรุ่น VM31 (MMF) และเซนเซอร์ (Hand-Arm Accelerator sensor: KS963B10) พบว่ากลุ่มตัวอย่างที่ใช้รถไถเดินตาม จำนวน 23 คน โดยมีความสั่นสะเทือนแต่ละแนวแกน a_x, a_y, a_z เฉลี่ย 6.3, 3.1 และ 8.6 m/s^2 ตามลำดับ และมีการรับสัมผัสความสั่นสะเทือนรวม 3 แกนเฉลี่ย 11.2 m/s^2 ระยะเวลาการรับสัมผัสเฉลี่ย 205.6 นาที/วัน และระดับคะแนนการรับสัมผัสเฉลี่ย 876 คะแนน เครื่องพ่นสะพายหลัง จำนวน 39 คน โดยมีความสั่นสะเทือนแต่ละแนวแกน a_x, a_y, a_z เฉลี่ย 1.2, 1.2 และ 1.6 m/s^2 ตามลำดับ และมีการรับสัมผัสความสั่นสะเทือนรวม 3 แกนเฉลี่ย 2.4 m/s2 ระยะเวลาการรับสัมผัสเฉลี่ย 146.4 นาที/วัน และระดับคะแนนการรับสัมผัสเฉลี่ย 27.3 คะแนน เครื่องตัดหญ้าแบบสะพาย จำนวน 67 คน โดยมีความสั่นสะเทือนแต่ละแนวแกน a_x, a_y, a_z เฉลี่ย 2.4, 2.0 และ 3.5 m/s^2 ตามลำดับ และมีการรับสัมผัสความสั่นสะเทือนรวม 3 แกน เฉลี่ย 4.7 m/s2 ระยะเวลาการรับสัมผัสเฉลี่ย 180.8 นาที/วัน และระดับคะแนนการรับสัมผัสเฉลี่ย 137.4 คะแนน ตามตารางที่ 4 และตารางที่ 5

ตารางที่ 4 ข้อมูลค่าเฉลี่ยความสั่นสะเทือนที่มือและแขนของเกษตรกรในแต่ละแนวแกน จำแนกตามอุปกรณ์แต่ละประเภท

Table 4 Hand-arm vibration exposure data among farmers in each axis, categorized by agricultural tools

เครื่องมือการเกษตร	ค่าเฉลี่ยความสั่นสะเทือนแนวแกน X (m/s^2) mean±SD a_X(min-max)	ค่าเฉลี่ยความสั่นสะเทือนแนวแกน Y (m/s^2) mean±SD a_Y (min-max)	ค่าเฉลี่ยความสั่นสะเทือนแนวแกน Z (m/s^2) mean±SD a_Z (min-max)
รถไถ (n=23)	6.3±1.9	3.1±0.2	8.6±1.1
	(7.2-1.4)	(3.8-2.8)	(11.7-7.8)
เครื่องพ่นสะพายหลัง (n=39)	1.2±0.2	1.2±0.2	1.6±0.2
	(1.5-0.8)	(1.4-0.9)	(2.3-1.4)
เครื่องตัดหญ้าแบบสะพาย (n=67)	2.4±0.6	2.0±0.5	3.5±1.0
	(3.7-1.2)	(3.6-0.8)	(5.9-1.9)

จากนั้นนำข้อมูลมาประเมินระดับความเสี่ยงต่อการรับสัมผัสความสั่นสะเทือน พบว่าโดยภาพรวมระดับการรับสัมผัสความสั่นสะเทือน อยู่ในระดับความเสี่ยงต่ำร้อยละ 60.5 เมื่อพิจารณาแยกประเภทอุปกรณ์การเกษตร พบว่ารถไถมีระดับการรับสัมผัสความสั่นสะเทือนอยู่ในระดับความเสี่ยงสูงร้อยละ 95.4 เครื่องพ่นสะพายหลังมีระดับการรับสัมผัสความสั่นสะเทือนอยู่ในระดับความเสี่ยงสูงร้อยละ 56.4 และเครื่องตัดหญ้าแบบสะพาย มีระดับการรับสัมผัสความสั่นสะเทือนอยู่ในระดับความเสี่ยงต่ำร้อยละ 55.2 ตามตารางที่ 5

ตารางที่ 5 ระดับการรับสัมผัสความสั่นสะเทือนโดยจำแนกตามประเภทเครื่องมือ

Table 5 Hand-arm vibration exposure level categorized by agricultural tools

เครื่องมือการเกษตร	ค่าเฉลี่ยความสั่นสะเทือนรวม 3 แกน (m/s^2) mean±SD (min-max)	ระยะเวลาการรับสัมผัส (นาที/วัน) mean±SD (min-max)	ระดับคะแนนการรับสัมผัส mean±SD (min-max)
รถไถ (n=23)	11.2±0.3 (10.9-12.2)	205.6±90.0 (30-360)	876.0±410.7 (125-1770)
เครื่องพ่นสะพายหลัง (n=39)	2.4±0.2 (1.9-2.7)	146.4±61.7 (60-300)	27.3±12.1 (9-62)
เครื่องตัดหญ้าแบบสะพาย (n=67)	4.7±1.0 (2.7-6.2)	180.8±83.8 (30-360)	137.4±80.2 (25-345)

วิจารณ์

อาชีพเกษตรกรรมเป็นอาชีพที่มีความเสี่ยงต่อสุขภาพเพราะเป็นลักษณะงานที่ต้องใช้แรงกายเป็นหลัก อีกทั้งเป็นอาชีพที่เป็นแรงงานนอกระบบที่ยังคงต้องให้ความสำคัญกับการจัดการทางสุขภาพอาชีวอนามัยและความปลอดภัยมากขึ้นเมื่อเทียบกับแรงงานในระบบ แม้ว่าการประกอบอาชีพเกษตรกรรมในปัจจุบันจะมีเทคโนโลยีและเครื่องทุ่นแรงต่าง ๆ เข้ามาช่วยในการทำงานเช่น เครื่องมือการเกษตร ซึ่งเกษตรกรจำเป็นต้องใช้ตั้งแต่กระบวนการเตรียมดิน จนสิ้นสุดขั้นตอนการเก็บเกี่ยวผลผลิต แต่เนื่องจากสภาพการทำงานในภาคเกษตรกรรมนั้น เกษตรกรอาจได้รับสัมผัสปัจจัยเสี่ยงหรือสิ่งคุกคามที่ส่งผลกระทบต่อสุขภาพจากการใช้เครื่องมือ อุปกรณ์ดังกล่าว การศึกษาครั้งนี้ประเมินการรับสัมผัสความสั่นสะเทือนที่มือและแขนในกลุ่มเกษตรกรที่ใช้ในเครื่องมือการเกษตรและศึกษาสัมพันธ์ระหว่างขนาดการรับสัมผัสความสั่นสะเทือนจากเครื่องมือการเกษตรกับกลุ่มอาการผิดปกติที่มือและแขน โดยมีการอภิปรายผลข้อค้นพบที่ได้จากการศึกษาประเด็นต่าง ๆ ดังนี้ การศึกษาครั้งนี้พบว่าเกษตรกรได้รับสัมผัสความสั่นสะเทือนในระดับความเสี่ยงสูงถึงร้อยละ 30 โดยพบความสั่นสะเทือนที่มาจากการใช้รถไถเดินตามสูงถึงร้อยละ 95.4 ทั้งนี้อาจเป็นเพราะ ลักษณะเครื่องยนต์ ระยะเวลาการใช้งานที่นานกว่าเครื่องมืออื่น รวมถึงลักษณะการจับเครื่องมือ จึงส่งผลให้รถไถเดินตามมีความสั่นสะเทือนสูงกว่าเครื่องมืออื่น ๆ สอดคล้องกับการศึกษาในประเทศฟิลิปปินส์ที่ศึกษาในเกษตรกร พบว่ารถไถเดินตามสร้างความสั่นสะเทือนที่ส่งผลที่มือและแขนมีค่าอยู่ในช่วง 6.6-12.2 $m/s^{2(14)}$ เช่นเดียวกับการศึกษาในประเทศอินเดียที่ทำการศึกษาเรื่องความสั่นสะเทือนของรถไถเดินตาม พบว่าความสั่นสะเทือนที่ส่งผลที่มือและแขนจากการใช้รถไถเดินตามมีค่าอยู่ในช่วง 6.8-10.2 $m/s^{2(15)}$

สำหรับความสั่นสะเทือนเครื่องตัดหญ้าแบบสะพาย อาจเป็นไปได้ว่าในขณะใช้เครื่องมือนี้การสั่นสะเทือนที่เกิดจากการสั่นของเครื่องยนต์สันดาปภายในเครื่องมือ และปฏิกิริยาระหว่างใบตัดกับพื้นผิวและพืชในกรณีที่ไม่มีระบบกันสะเทือนซึ่งนำไปสู่ความสั่นสะเทือนจากเครื่องตัดหญ้าที่ส่งผ่านด้ามจับมายังมือและแขนของผู้ใช้งานได้สอดคล้องกับผลการศึกษาในประเทศมาเลเซีย พบว่าความสั่นสะเทือนที่ส่งผลที่มือและแขนมีค่าอยู่ในช่วง 4.9-6.4 $m/s^{2(16)}$ และสอดคล้องกับฐานข้อมูลความสั่นสะเทือนของเครื่องตัดหญ้ามีค่าอยู่ในช่วง 3.0-13.0 $m/s^{2(17)}$ อย่างไรก็ตาม ขนาดการรับสัมผัสความสั่นสะเทือนส่งผลต่อกลุ่มอาการผิดปกติที่มือและแขนในระบบต่าง ๆ อาทิเช่น การวิจัยใน

ประเทศมาเลเซียในกลุ่มคนงานก่อสร้าง คนงานป่าไม้ และคนงานในโรงงานอุตสาหกรรมรถยนต์ พบว่าปริมาณในการสัมผัสความสั่นสะเทือนมีความสัมพันธ์กับการเกิดอาการผิดปกติที่มือและแขนจากความสั่นสะเทือน กล่าวคือ เมื่อมีการสัมผัสความสั่นสะเทือนมากจะทำให้เกิดอาการนิ้วมือ ชีดขาว ชา มีอาการทางระบบประสาทสัมผัสมากขึ้นตามไปด้วย[18]

ส่วนการศึกษาอาการของความผิดปกติที่มือและแขนจากความสั่นสะเทือนของคนงานก่อสร้างในประเทศมาเลเซีย พบว่าอัตราความชุกสูงในจำนวนกลุ่มคนที่สัมผัสความเสี่ยงจากความสั่นสะเทือนสูง[19] อีกทั้งยังสอดคล้องกับงานวิจัยในประเทศแอฟริกาใต้กับคนงานในเหมืองทอง พบว่าประวัติการสัมผัสความสั่นสะเทือนและประสบการณ์ในอดีตที่สัมผัสกับความสั่นสะเทือน มีผลทำให้เกิดอาการความผิดปกติที่มือและแขนจากความสั่นสะเทือนได้[20] งานวิจัยในประเทศฟินแลนด์ที่มีการศึกษาการเกิดความผิดปกติที่มือและแขนจากความสั่นสะเทือนในพนักงานที่ทำงานเกี่ยวกับโลหะ พบว่าประวัติในการรับสัมผัสความสั่นสะเทือน มีความสัมพันธ์กับปริมาณการเกิดโรคที่เกิดจากความผิดปกติที่มือและแขนจากความสั่นสะเทือน อาการนิ้วชีด ขาว ชา เสียว อาการเอ็นข้อมืออักเสบ อาการระบบกล้ามเนื้อ มือ และคอ[21]

การศึกษาในประเทศฟิลิปปินส์แสดงให้เห็นว่าการใช้รถไถเดินตามในเกษตรกรมีการรับสัมผัสความสั่นสะเทือนของมือและแขนอย่างต่อเนื่อง ซึ่งเป็นการทำงานและมีการเคลื่อนไหวของร่างกายที่สัมผัสกับความสั่นสะเทือนเกินค่าความปลอดภัย โดยการออกแรงส่วนใหญ่จะพบที่บริเวณปลายแขน ซึ่งส่งผลต่อความแข็งแรงในการจับและความรู้สึกไม่สบายของมือ[22] รวมทั้งยังมีผลการศึกษาในประเทศสหรัฐอเมริกาเกี่ยวกับอาการปวดหรือไม่สบายทางระบบกล้ามเนื้อและกระดูกในเกษตรกรและเจ้าของฟาร์มปศุสัตว์ พบว่ามีรายงานอาการระบบกระดูกและกล้ามเนื้อจากการทำงานที่มีความสั่นสะเทือนมีผลต่อร่างกายส่วนบน และไหล่ เป็นอัตราส่วน 2.58 และ 2.19 เท่า (95% CI) ตามลำดับ[23]

สรุป

เกษตรกรที่ใช้เครื่องมือการเกษตรในจังหวัดปทุมธานี มีการรับสัมผัสความสั่นสะเทือนที่มือและแขนจากการทำงานโดยภาพรวมอยู่ในความเสี่ยงที่ยอมรับได้ อย่างไรก็ตามควรต้องมีการเฝ้าระวัง เนื่องจากเกษตรกรมีการรับสัมผัสเป็นเวลานานซึ่งอาจเป็นสาเหตุให้เกิดผลกระทบต่อสุขภาพ โดยสภาพการทำงานเช่นนี้จะทำให้ผู้ปฏิบัติงานไม่สะดวกสบาย เมื่อยล้าเร็วขึ้น และอาจทำงานผิดพลาดบ่อยครั้ง หากไม่มีการปรับปรุงสภาพการทำงานหรือการป้องกันการได้รับความสั่นสะเทือนจากอุปกรณ์การเกษตรให้มีระดับความสั่นสะเทือนลดลง ท้ายที่สุดก็จะนำไปสู่การบาดเจ็บและคุณภาพชีวิตของเกษตรกรได้

ข้อเสนอแนะในการนำผลการวิจัยไปใช้

ผลการศึกษานี้พบว่าเกษตรกรเคยได้รับอบรมความปลอดภัยเกี่ยวกับการใช้เครื่องมือการเกษตรมีเพียงร้อยละ 2 ดังนั้นหน่วยงานที่เกี่ยวข้องควรจัดอบรมให้ความรู้เกี่ยวกับการใช้อุปกรณ์การเกษตรที่ปลอดภัย นอกจากนี้ผลการประเมินการรับสัมผัสความสั่นสะเทือนที่มือและแขนจากการทำงานจะเป็นข้อมูลที่สำคัญต่อหน่วยงานต่าง ๆ ที่เกี่ยวข้องควรให้ความตระหนักและความสำคัญในการเฝ้าระวัง รวมถึงมีประโยชน์ต่อการกำหนดมาตรฐานการใช้เครื่องมือทางการเกษตรเพื่อทำงานอย่างปลอดภัย อย่างไรก็ตาม สำหรับเป็นแนวทางป้องกันและลดอาการบาดเจ็บจากการรับสัมผัสความสั่นสะเทือน รวมถึงขั้นตอนการพิจารณาการเลือกใช้เครื่องมือการเกษตร การวางแผนการทำงานต่อเนื่อง ระยะพักระหว่างทำงาน เป็นต้น

ข้อเสนอแนะในการศึกษาครั้งต่อไป

การศึกษาวิจัยครั้งนี้เป็นการประเมินการรับสัมผัสความเสี่ยงจากการใช้ การใช้ รถไถ เครื่องพ่นสะพายหลัง ในการศึกษาครั้งต่อไปเสนอแนะว่า ควรศึกษาความสัมพันธ์ระหว่างการรับสัมผัสความสั่นสะเทือนกับอาการทางสุขภาพ การศึกษาวิจัยในประชากรกลุ่มอาชีพอื่น ๆ ที่มีการรับสัมผัสความสั่นสะเทือนและมีการทดสอบทางคลินิกโดยแพทย์ หรือผู้เชี่ยวชาญเพื่อระบุความรุนแรง

ของอาการ รวมถึงการตรวจวัดสภาพแวดล้อมในการทำงานภาคเกษตรกรรม

ข้อจำกัดของงานวิจัยครั้งนี้

การศึกษาวิจัยครั้งนี้มีเป็นเพียงการศึกษาเชิงพรรณนาแบบภาคตัดขวาง ซึ่งยังไม่ครอบคลุมถึงการศึกษาปัจจัยสาเหตุและความสัมพันธ์ของการเกิดความผิดปกติที่มือและแขน ระบบการให้คะแนนความเสี่ยงด้วยตัวเลขอาจไม่ชัดเจน ดังนั้นอาจพิจารณาการใช้เกณฑ์การประเมินความเสี่ยงตามมาตรฐานสากลโดยตรงเพื่อหลีกเลี่ยงความสับสนได้ การประเมินการเกิดความผิดปกติที่มือและแขนในการศึกษาครั้งนี้เป็นการคัดกรองโดยใช้แบบสอบถามซึ่งยังไม่ใช่การตรวจทางคลินิกโดยแพทย์ผู้เชี่ยวชาญ

กิตติกรรมประกาศ

คณะผู้วิจัยขอขอบคุณเกษตรกรทุกท่าน เจ้าหน้าที่โรงพยาบาลส่งเสริมสุขภาพตำบล อำเภอหนองเสือ จังหวัดปทุมธานีทุกท่านที่กรุณาให้ข้อมูลที่เป็นประโยชน์สำหรับการศึกษาวิจัยครั้งนี้ โครงการวิจัยนี้ได้รับทุนสนับสนุนจากหน่วยวิจัยด้านการยศาสตร์อาชีวอนามัยแห่งมหาวิทยาลัยธรรมศาสตร์ ปี 2567

เอกสารอ้างอิง

1. Nilsson T, WahlstrÖm J, BurstrÖm L. Han-darm vibration and the risk of vascular and neurological diseases-A systematic review and meta-analysis. PLoS One. 2017;12(7):e0180795. doi:10.1371/journal.pone.0180795.
2. Futatsuka M, Shono M, Sakakibara H, Quoc Quan P. Hand arm vibration syndrome among quarry workers in Vietnam. J Occup Health. 2005; 47(2):165-70. doi:10.1539/joh.47.165.
3. Barregard L, EhrenstrÖm L, Marcus K. Hand-arm vibration syndrome in Swedish car mechanics. Occup Environ Med. 2003;60(4):287-94. doi:10.1136/oem.60.4.287.
4. Kaewnoul A, Lohapoontagoon B, Pochana K. Prevalence of Work-related Musculoskeletal Disorders in various occupations. The Public Health Journal of Burapha University. [Internet]. 2017 [cited 2024 Feb 5];12(2):53-64. Available from: https://opac1.lib.buu.ac.th/medias3/pubheal12n2p53-64.pdf
5. Pathum Thani Provincial Agriculture and Cooperatives Office. Agriculture and cooperatives, Pathum Thani Province information [Internet]. 2023 [cited 2024 Sep 14]. Available from: https://www.opsmoac.go.th/pathumthani-dwl-files-451691791805. (in Thai)
6. National Statistical Office. The information employment survey 2022 [Internet]. 2022 [cited 2024 Jun 25]. Available from: https://catalogapi.nso.go.th/api/doc/department/D10/SD10_04/SD10_04_187_1.pdf (in Thai)
7. United Nations. The Sustainable Development Goals Report Special edition [Internet]. 2023 [cited 2024 Jul 8]. Available from: https://unstats.un.org/sdgs/report/2023/
8. Dewangan KN, Tewari VK. Handle grips for reducing hand-transmitted vibration in hand tractor. International Agricultural Engineering Journal 2010;19(2):1-10. doi:10.5555/20103364283.
9. Aroon Chirawatkul. Statistics for health science research. Bangkok: Witthayaphat Co.,Ltd; 2015.
10. Weber M. Instruction Manual Human- Vibration Analyzer VM31 (Valid from version 003.023) [Internet]. 2024 [cited 2025 Sep 5]. Available from: https://mmf.de/wp-content/uploads/2023/08/vm31mane.pdf
11. Chaiklieng S. Industiral Noise and Vibration

Control and Management chapter 4 Industrial hygiene. Bangkok: Sukhothai Thammathirat Open University; 2018.

12. Health and Safety Executive. Hand-arm vibration: The Control of Vibration at Work Regulations 2005: Guidance on Regulations [Internet]. 2019 [cited 2024 Jul 8]. Available from: https://www.hse.gov.uk/vibration/hav/regulations.htm
13. Safe Work Australia. Guide to measureing and assessing workplace exposure to hand-arm vibration [Internet]. 2024 [cited 2025 Jun 11]. Available from: https://www.safeworkaustralia.gov.au/system/files/documents/1703/guidetomeasuringassessing handarmvibration.pdf
14. Yap MAB, Layaoen HDZ, Revilla JAD, Ani AC BF. Effectiveness of substitute vibration dampers in reducing hand-arm vibrations of a gasoline-fueled hand tractor. Philippine Agricultural Scientist [Internet]. 2016 [cited 2024 Feb 5];99(2):191-201. Available from: https://www.ukdr.uplb.edu.ph/journal-articles/1585/
15. Dewangan KN, Tewari VK. Characteristics of hand-transmitted vibration of a hand tractor used in three operational modes. International Journal of Industrial Ergonomics. 2009;39(1):239-45. doi:10.1016/j.ergon.2008.08.007.
16. Azmir NA, Yahya MM. Prevalence of Hand-transmitted Vibration Exposure among Grass-cutting Workers using Objective and Subjective Measures. International Conference on Applied Science (ICAS2016): IOP Publishing Ltd; 2017. p. 1-8. doi:10.1088/1757-899X/165/1/012026
17. Physical Agents Portal. Vibration database: Guidelines for Hand-Transmitted Vibration Health Surveillance [Internet]. 2008 [cited 2024 Jul 10]. Available from: https://www.portaleagentifisici.it/fo_hav_guida_uso_banca_dati.php?lg=ENUniversity.
18. Su AT, Maeda S, Fukumoto J, Darus A, Hoe VCW, Miyai N, et al. Dose-response relationship between hand-transmitted vibration and hand-arm vibration syndrome in a tropical environment. Occupational and Environmental Medicine. 2013;70(7):498-504. doi:10.1136/oemed-2012-101321.
19. Su TA, Hoe VC, Masilamani R, Awang Mahmud AB. Hand-arm vibration syndrome among a group of construction workers in Malaysia. Occup Environ Med. 2011;68(1):58-63. doi:10.1136/oem.2009.052373.
20. Nyantumbu B, Barber CM, Ross M, Curran AD, Fishwick D, Dias B, et al. Hand-arm vibration syndrome in South African gold miners. Occup Med (Lond). 2007;57(1):25-9. doi:10.1093/occmed/kql089.
21. Sauni R, Pääkkönen R, Virtema P, Toppila E, Uitti J. Dose-response relationship between exposure to hand-arm vibration and health effects among metalworkers. Ann Occup Hyg. 2009;53(1):55-62. doi:10.1093/annhyg/men075.
22. Revilla JAD, Punongbayan JKP, Pesigan CM, Landicho SCD. Effects of Short-Term Hand Tractor Operation on Upper Limb Responses of Users. Journal of Agromedicine. 2024;29(3):415-25. doi:10.1080/1059924x.2024.2338844.
23. Du Y, Baccaglini L, Johnson A, Puvvula J, Rautiainen RH. Factors Associated with Musculoskeletal Discomfort in Farmers and Ranchers in the U.S. Central States. Journal of Agromedicine. 2022;27(2):232-44. doi:10.1080/1059924x.2021.1893880.