

บทความวิชาการ

การประยุกต์ใช้เครื่องมือประเมินความเสี่ยงด้านการยศาสตร์ในงาน

เกษตรกรรม: การทบทวนวรรณกรรมแบบกำหนดขอบเขต

กลางเดือน โพชนา¹ Ph.D., สุภาพรณ ไชยประพัทธ์² Ph.D., อนุวัฒน์ อัครศิสุวรรณ^{3, 4,*} M.P.H.

Received: August 26, 2022

Revised: January 4, 2023

Accepted: January 10, 2023

บทคัดย่อ

บทความการทบทวนวรรณกรรมแบบกำหนดขอบเขตนี้ มีวัตถุประสงค์เพื่อสำรวจการประยุกต์ใช้งานสิ่งที่ค้นพบใหม่ และข้อจำกัดของเครื่องมือประเมินความเสี่ยงด้านการยศาสตร์ที่ถูกนำไปประยุกต์ใช้ในงานเกษตรกรรมและอุตสาหกรรมเกษตร การทบทวนวรรณกรรมดำเนินการอย่างเป็นระบบตามขั้นตอนของสถาบันโจแอนนาบริก ประเทศออสเตรเลีย ใช้ฐานข้อมูลระดับชาติ คือ ศูนย์ดัชนีการอ้างอิงวารสารไทยและระดับนานาชาติ คือ Web of Science และ SCOPUS ค้นหาบทความย้อนหลัง นับตั้งแต่ปี พ.ศ. 2554 ถึง พ.ศ. 2564 โดยมีบทความวิจัยที่ผ่านเกณฑ์การคัดเข้าและคัดออกทั้งหมด 29 บทความ จากทั้งหมด 150 บทความ

ผลการศึกษาพบว่า ปัจจัยเสี่ยงหลักด้านการยศาสตร์ที่ส่งผลต่อการบาดเจ็บทางระบบโครงร่างและกล้ามเนื้อในกลุ่มเกษตรกร ประกอบด้วย 1) ท่าทางการทำงาน 2) การออกแรงในขณะทำงาน และ 3) ระยะเวลาที่ใช้ในการทำงาน นอกจากนี้ ผลการศึกษายังพบว่า ปัญหาด้านความร้อนในสภาพแวดล้อมการทำงานและระดับความสั่นสะเทือนที่เกิดขึ้นจากเครื่องจักรหรืออุปกรณ์ต่างๆ ที่เกี่ยวข้องกับการทำงานจำเป็นต้องมีการศึกษาเพิ่มเติม ความเสี่ยงหรือความชุกของการบาดเจ็บทางระบบโครงร่างและกล้ามเนื้อที่พบมากในกลุ่มเกษตรกรคือบริเวณหลังส่วนล่าง ไหล่ และคอ ตามลำดับ ดังนั้น สามารถสรุปได้ว่า เครื่องมือประเมินความเสี่ยงหรือโปรแกรมการยศาสตร์บางวิธียังมีข้อจำกัดเรื่องความถูกต้องของเกณฑ์การประเมินตัวแปรที่มีผลต่อการบาดเจ็บ รวมถึงการทวนสอบความถูกต้องของผลลัพธ์ที่ได้จากตัวผู้ประเมิน

คำสำคัญ: การประเมินความเสี่ยงการยศาสตร์ เกษตรกรรม ความผิดปกติทางระบบโครงร่างและกล้ามเนื้อ ท่าทางการทำงาน วิธีการสังเกต

¹ ผู้ช่วยศาสตราจารย์ สาขาวิชาวิศวกรรมอุตสาหการและการผลิต มหาวิทยาลัยสงขลานครินทร์ วิทยาเขตหาดใหญ่

² รองศาสตราจารย์ สาขาวิชาวิศวกรรมอุตสาหการและการผลิต มหาวิทยาลัยสงขลานครินทร์ วิทยาเขตหาดใหญ่

³ อาจารย์ สาขาวิชาชีวอนามัยและความปลอดภัย คณะวิทยาศาสตร์และเทคโนโลยีอุตสาหกรรม มหาวิทยาลัยสงขลานครินทร์ วิทยาเขตสุราษฎร์ธานี

⁴ นักศึกษาหลักสูตรปรัชญาดุษฎีบัณฑิตสาขาวิชาวิศวกรรมอุตสาหการและการผลิต มหาวิทยาลัยสงขลานครินทร์ วิทยาเขตหาดใหญ่

* ผู้รับผิดชอบบทความ: anuwat.a@psu.ac.th

Application of ergonomic risk assessment tools in agriculture: A scoping review

Klangduen Pochana¹ Ph.D., Supapan Chaiprapat² Ph.D., Anuwat Akkeesuwan^{3, 4, *} M.P.H.

ABSTRACT

This scoping review aimed to explore the applications, discoveries, and limitations of ergonomic risk assessment tools employed in agriculture and agro-industry. Literature reviews were conducted systematically following the procedures and methods suggested by the Joanna Briggs Institute Australia. National Thai Journal Citation Index Centre and international (Web of Science, and SCOPUS) databases were searched retrospectively for publication from 2011 until 2021. Through inclusion and exclusion criteria, 29 out of 150 publications were selected.

Results revealed that primary ergonomic risk factors affecting work-related musculoskeletal disorders in agricultural workers included 1) work posture, 2) workload/ workforce, and 3) work period. Furthermore, the results showed that workplace heat hazards and vibration from machines and work-related equipment should be extensively investigated. The most areas at risk or the prevalence of work-related musculoskeletal disorders among farmers' were the lower back, shoulder, and neck, respectively. Therefore, some ergonomic risk assessments or programs had limitations in assessing criteria, measuring variables that affect injuries, and validating the accuracy of evaluators' results.

Keywords: Ergonomic risk assessment, Agriculture, Work-related musculoskeletal disorders (WMSD), Work posture, Observational method

¹ Assistant Professor, Department of Industrial and Manufacturing Engineering, Prince of Songkla University, Hatyai Campus

² Associate Professor, Department of Industrial and Manufacturing Engineering, Prince of Songkla University, Hatyai Campus

³ Lecture, Division of Occupational Health and Safety, Faculty of Science and Industrial Technology, Prince of Songkla University, Surat Thani Campus

⁴ Ph.D. Candidate, Division of Industrial and Manufacturing Engineering, Prince of Songkla University, Hatyai Campus

* Corresponding author: anuwat.a@psu.ac.th

บทนำ

ความผิดปกติทางระบบโครงร่างและกล้ามเนื้อ เช่น การปวดเมื่อยหรือความล้าทางด้านร่างกาย จัดเป็น ปัญหาด้านการยศาสตร์ที่เกี่ยวข้องกับการทำงาน มีสาเหตุจาก 3 ปัจจัยหลัก คือ 1) ท่าทางการทำงาน (Work posture) 2) การออกแรงหรือการใช้แรงกาย (Ford/Load) และ 3) ระยะเวลาทำงาน (Work duration) (Balasubramanian, Narendran, & Sai Praveen, 2011; Grooten & Johansson, 2018) ปัจจัยหลักดังกล่าว จัดเป็นปัจจัยทางด้านกายภาพ (Physical factor) อย่างไรก็ตาม ปัจจัยส่วนบุคคล (Personal factor) รวมถึงปัจจัยด้านจิตสังคม (Psychosocial factor) (Kirkhorn, Greenlee, & Reeser, 2003) ซึ่งเป็น ความจำเพาะของแต่ละบุคคล เป็นปัจจัยที่มีส่วนส่งเสริม ต่อการเกิดความเสี่ยงของโรคความผิดปกติดังกล่าว สำหรับรูปแบบความเสี่ยงที่พบในเกษตรกร มีลักษณะ แตกต่างกันไป โดยขึ้นอยู่กับลักษณะงาน เช่น การใช้ แรงกายเกินกำลัง (Forceful exertion) ท่าทางการทำงาน ที่ผิดธรรมชาติ (Awkward posture) การสัมผัสแรงกด เฉพาะที่ (Localize contact stress) ท่าทางการทำงานซ้ำๆ (Repetitive motion) หรือทำงานติดต่อกันนานๆ (Prolong activity) (Kucera & Lipscomb, 2010; Butmee, 2016) เกษตรกรหรือแรงงานในอุตสาหกรรมเกษตร เป็นผู้มีความเสี่ยงจากการใช้แรงกายในการทำงานค่อนข้างสูง ซึ่งมีโอกาสบาดเจ็บทางระบบโครงร่างและกล้ามเนื้อ มากกว่ากลุ่มอุตสาหกรรมทั่วไป เนื่องจากต้องทำงาน ที่ต้องจัดการด้วยตนเองทั้งหมด (Manual handling) โดยไม่มีเครื่องมือหรือเครื่องจักรช่วยทุ่นแรงเหมือน การทำงานในอุตสาหกรรมประเภทอื่น (Holmberg, Stiernström, Thelin, & Svärdsudd, 2002) จากข้อมูล สถานการณ์โรคภัยสุขภาพจากการประกอบอาชีพและ สิ่งแวดล้อมของไทย ปี 2563 พบว่า แรงงานนอกระบบ ส่วนใหญ่ประกอบอาชีพทางด้านเกษตรกรรมซึ่งมีความเสี่ยงจากท่าทางการทำงานมากถึง 1.3 ล้านคน คิดเป็น ร้อยละ 45.0 โดยพบว่าปัญหาปวดเมื่อยกล้ามเนื้อของ เกษตรกร เกิดจากกิจกรรมการเก็บเกี่ยวทางการเกษตร ร้อยละ 51.9 และกิจกรรมการยกเคลื่อนย้ายร้อยละ 11.1

(Bureau of Occupational and Environmental Diseases, 2017)

เครื่องมือประเมินความเสี่ยงด้านการยศาสตร์ มีความสำคัญต่อการประเมินผลกระทบทางสุขภาพ ซึ่งไม่รบกวนผู้ถูกประเมิน (Gómez-Galán, González-Parra, Pérez-Alonso, Golasi, & Callejón-Ferre, 2019) ปัจจุบันมีความหลากหลายของเครื่องมือมากขึ้น เนื่องจากมีจุดประสงค์ของการพัฒนาเพื่อใช้สำรวจปัจจัยเสี่ยงที่เกิดขึ้นทั้งทางด้านร่างกายและจิตใจและมีทั้ง รูปแบบกระดาษหรือโปรแกรมสำเร็จรูป (Suthakorn, Srisupan, & Songkham, 2018) จากการศึกษาพบว่า เครื่องมือประเมินความเสี่ยงด้านการยศาสตร์ประเภท แบบสังเกตการณ์ มีความสะดวกต่อการใช้งานและ ตรงกับความต้องการของผู้ถูกประเมินมากกว่า การประเมินความเสี่ยงด้านการยศาสตร์ด้วยเครื่องมือ วัดแบบทางตรง ปัจจุบันจึงพบว่ามีผู้พัฒนาเครื่องมือ ประเมินความเสี่ยงด้านการยศาสตร์ประเภทดังกล่าว มากขึ้น อย่างไรก็ตาม แม้ว่าเครื่องมือประเมินความ เสี่ยงด้านการยศาสตร์จะมีมากโดยแต่ละเครื่องมือ พัฒนาขึ้นเพื่อจุดประสงค์เฉพาะงาน ทำให้มีจุดเด่นและ ข้อจำกัดการใช้งานที่แตกต่างกัน เช่น 1) RULA (Rapid Upper Limb Assessment) เป็นแบบประเมินความเสี่ยง รูปแบบกระดาษ เหมาะสำหรับใช้ประเมินงานนั่งและ งานที่ใช้แขนหรือรยางค์ส่วนบนเท่านั้น 2) REBA (Rapid Entire Body Assessment) เป็นแบบประเมิน ความเสี่ยงรูปแบบกระดาษ เหมาะกับการประเมิน งานยืนหรือเคลื่อนไหวทั้งร่างกายพร้อมกัน 3) OWAS (The Ovako Working Posture Analyzing System) เป็นแบบประเมินความเสี่ยงรูปแบบกระดาษ ออกแบบ มาเพื่อประเมินท่าทางของหลัง แขนขาและแรงที่ต้องใช้ ในการทำงานของพนักงานโรงงานประกอบชิ้นส่วน รถยนต์ (Garrison, Dropkin, Russell, & Jenkins, 2018; Gómez-Galán et al., 2019; Grooten, & Johansson, 2018; Guertler, Speck, Mannrich, Merino, Merino, & Seiffert, 2016; Gyemi, Van Wyk, Statham, Casey, & Andrews, 2016) 4) QEC (Quick

Exposure Check) เป็นแบบประเมินความเสี่ยงรูปแบบกระดาษ เหมาะกับการประเมินความเสี่ยงท่าทางในการทำงาน รวมถึงปัจจัยอื่นร่วมด้วยแต่มีข้อดี คือ สามารถประเมินได้อย่างรวดเร็ว (Hasheminejad, Choobineh, Mostafavi, Tahernejad, & Rostami, 2021; Holmberg et al., 2002) แม้ว่าเครื่องมือประเมินความเสี่ยงด้านการยศาสตร์ดังกล่าวจะเป็นแบบประเมินความเสี่ยงรูปแบบกระดาษ แต่ปัจจุบันมีการพัฒนาแบบประเมินเป็นรูปแบบโปรแกรมสำเร็จรูปมากขึ้น เพื่อให้ง่ายและสะดวกต่อการใช้งาน นอกจากนี้ยังมีวิธีการวัดโดยตรงด้วยเครื่องมือ เช่น วัดการเคลื่อนไหวของร่างกาย (Motion analyzer) วัดสัญญาณไฟฟ้ากล้ามเนื้อ (Electromyography, EMG) (Houshyar & Kim, 2018; Jain, Meena, Dangayach, & Bhardwaj, 2019) วัดองศาข้อต่อของส่วนของร่างกาย (Goniometer) (Suthakorn et al., 2018; Behnouch, Tavakoli, Bazmi, Nateghi Fard, Pourgharib Shahi, Okazi et al., 2016) วัดอัตราการเต้นของหัวใจ (Heart rate monitor) วัดปริมาณการใช้ออกซิเจนของร่างกาย (Oxygen consumption analyzer) รวมถึงแบบจำลองทางด้านชีวกลศาสตร์ (Biomechanical model) และสมการ NIOSH Lifting Equations (Khanaphan, Suggaravetsiri, & Chaiklieng, 2019; Kirkhorn et al., 2003)

ปัญหาการประยุกต์ใช้งานเครื่องมือประเมินความเสี่ยงด้านการยศาสตร์ในงานเกษตรกรรมและอุตสาหกรรมเกษตร มีสาเหตุของปัญหาซึ่งเป็นข้อจำกัด เช่น 1) ความผิดพลาดโดยตัวประเมิน สาเหตุจากผู้ใช้งานมีความรู้ ความเข้าใจด้านการยศาสตร์อย่างจำกัด รวมถึงประสบการณ์การใช้งานน้อย คิดเป็นสัดส่วนเฉลี่ยมากกว่าร้อยละ 30.0 2) ความคลาดเคลื่อนของผลลัพธ์การประเมิน เป็นความผิดพลาดรุนแรงที่ยอมรับไม่ได้ คิดเป็นร้อยละ 13.0 ซึ่งพบมากในเทคนิค NIOSH, OCRA, Biomech EEC, REBA, RULA และ OWAS ร้อยละ 41.9, 37.1, 29.2, 28.8, 26.8 และ 12.5 ตามลำดับ (Diego-Mas, Alcaide-Marzal, & Poveda-Bautista, 2017) 3) เกณฑ์การจำแนกปัจจัยเสี่ยงด้านความผิดปกติทางระบบโครงร่างและกล้ามเนื้อ เช่น ความกว้างของขอบเขตการประเมินความซับซ้อน

ของการประเมิน และคุณสมบัติของผู้ประเมินเนื่องจากเครื่องมือดังกล่าวมีความจำเพาะต่องานที่นำไปใช้ประเมิน (European Trade Union Institute, 2011)

ดังนั้น การศึกษานี้จึงมีวัตถุประสงค์เพื่อสำรวจการประยุกต์ใช้งานเครื่องมือประเมินความเสี่ยงด้านการยศาสตร์ในด้านเกษตรกรรมและอุตสาหกรรมเกษตร พร้อมทั้งปัญหาหรือข้อจำกัด ทั้งด้านการพัฒนาและการใช้งานเครื่องมือ รวมถึงตัวแปรต่างๆ ที่จำเป็นในการใช้สำหรับการออกแบบการทดลองที่เกี่ยวกับการพัฒนาเครื่องมือประเมินความเสี่ยงด้านการยศาสตร์ ซึ่งมีส่วนช่วยให้เครื่องมือประเมินเสี่ยงด้านการยศาสตร์ที่พัฒนาขึ้นมีความแม่นยำ ถูกต้องตรงจุดที่ต้องการศึกษาในปัญหาทางด้านการยศาสตร์นั้นๆ ตลอดจนมีความสำคัญต่อการประเมินความเสี่ยงในงานเกษตรกรรมและอุตสาหกรรมเกษตรเพื่อจะได้หาแนวทางการแก้ไขปัญหาที่แท้จริงต่อไป

วัตถุประสงค์การวิจัย

1. เพื่อสำรวจการประยุกต์ใช้งาน สิ่งที่ค้นพบใหม่หรือข้อจำกัดของเครื่องมือประเมินความเสี่ยงด้านการยศาสตร์ในด้านเกษตรกรรมและอุตสาหกรรมเกษตร
2. เพื่อสำรวจตัวแปรสำคัญที่เป็นปัจจัยที่ส่งผลต่อการบาดเจ็บทางระบบโครงร่างและกล้ามเนื้อ

ระเบียบวิธีวิจัย

การศึกษานี้ เป็นการทบทวนวรรณกรรมอย่างเป็นระบบแบบมีขอบเขตตามขั้นตอนและวิธีการสืบค้นข้อมูลของสถาบันโจแอนนาบริก ประเทศออสเตรเลีย (Peters et al., 2020) ข้อมูลที่ได้จากการศึกษา มาจากการรายงานข้อมูลงานวิจัยที่ศึกษาเกี่ยวกับการประยุกต์ใช้งานเครื่องมือประเมินความเสี่ยงด้านการยศาสตร์ในงานเกษตรกรรม ที่เผยแพร่บนฐานข้อมูลระดับชาติและนานาชาติ ย้อนหลัง 10 ปี พ.ศ. 2554-2564 (ค.ศ. 2011-2021) และเป็นบทความภาษาไทยและภาษาอังกฤษเท่านั้น ใช้เกณฑ์ในการคัดเข้าคัดออกบทความตามขอบเขตการศึกษาวิจัยเชิงสำรวจ

เกณฑ์การคัดเลือกบทความวิจัย

การคัดเลือกบทความวิจัย แบ่งได้ตามเกณฑ์การคัดเลือกและคัดออกบทความดังนี้

เกณฑ์การคัดเลือก

1) เป็นบทความวิจัย (Research article) ที่ศึกษาเกี่ยวกับการประเมินความเสี่ยงและเครื่องมือประเมินความเสี่ยงด้านการยศาสตร์ในงานด้านเกษตรกรรมและอุตสาหกรรมเกษตรเท่านั้น

2) เครื่องมือที่ใช้ในการศึกษาเป็นเครื่องมือประเมินความเสี่ยงที่ใช้สำรวจปัจจัยเสี่ยงทางด้านกายภาพ (Physical factor) โดยพิจารณาความเสี่ยงจากท่าทางในการทำงานเป็นปัจจัยหลัก (Posture risk assessment) เนื่องจากเป็นปัจจัยหลักของการบาดเจ็บทางระบบโครงร่างและกล้ามเนื้อซึ่งเกี่ยวข้องกับการทำงาน (Balasubramanian et al., 2011) หรือการศึกษาร่วมกับปัจจัยอื่นๆ

3) รูปแบบของเครื่องมือที่ใช้ในการศึกษาสามารถเป็นได้ทั้งแบบสอบถาม (Questionnaire) แบบรายงานตนเอง (Self-report) หรือศึกษาร่วมกับเครื่องมือประเมินแบบทางตรง (Direct measurement) ซึ่งสามารถเป็นได้ทั้งแบบบันทึก (Pen-paper based) แอปพลิเคชัน (Application) หรือโปรแกรมสำเร็จรูป (Program) โดยการศึกษาจะต้องมีเครื่องมือประเมินความเสี่ยงด้านการยศาสตร์ประเภทแบบสังเกตการณ์ (Observational method) เป็นส่วนหนึ่งของการศึกษารวมอยู่ด้วย

เกณฑ์การคัดออก

1) เป็นบทความที่ซ้ำเรื่องและเนื้อหาที่ซ้ำหรือเหมือนกัน (Duplication)

2) เป็นหนังสือหรือส่วนหนึ่งของหนังสือ (Book or Book chapter)

3) เป็นบทความประเภท Review article, Conference paper

เครื่องมือที่ใช้ในการวิจัย

การศึกษานี้เป็นการทบทวนวรรณกรรมแบบกำหนดขอบเขต เกี่ยวกับเครื่องมือประเมินความเสี่ยงด้านการยศาสตร์ในงานเกษตรกรรมและอุตสาหกรรมเกษตร โดยวิธีการใช้เครื่องมือการสืบค้นข้อมูลอิเล็กทรอนิกส์จากฐานข้อมูลที่เชื่อถือได้ 3 ฐานข้อมูล

คือ ศูนย์ดัชนีการอ้างอิงวารสารไทย (Thai-Journal Citation Index: TCI), Web of Science และ SCOPUS ซึ่งเป็นฐานข้อมูลระดับชาติและระดับนานาชาติ

การสืบค้นมุ่งเน้นศึกษาความหลากหลายในมุมมองด้านการพัฒนาและการใช้งานเครื่องมือประเมินความเสี่ยงด้านการยศาสตร์ทางด้านเกษตรกรรมและอุตสาหกรรมเกษตรโดยการเปรียบเทียบข้อแตกต่าง จุดเด่น และข้อจำกัดการใช้งานของเครื่องมือประเมินความเสี่ยงด้านการยศาสตร์ ซึ่งเป็นประโยชน์ต่อการพัฒนาเครื่องมือประเมินความเสี่ยงด้านการยศาสตร์ทางด้านเกษตรกรรมและอุตสาหกรรมเกษตรต่อไป

ขั้นตอนการสืบค้นบทความวิจัย

การศึกษานี้ มีขั้นตอนการดำเนินการสืบค้นบทความวิจัยจากฐานข้อมูลอิเล็กทรอนิกส์ทั้งระดับชาติและนานาชาติ 2 ขั้นตอน ดังนี้

1) กำหนดแหล่งสืบค้นแหล่งสืบค้นบทความวิจัยของการศึกษานี้ เป็นฐานข้อมูลอิเล็กทรอนิกส์ออนไลน์บนเครือข่ายอินเทอร์เน็ต ซึ่งบทความที่เป็นภาษาไทยค้นหาจากฐานข้อมูลระดับชาติ คือ ThaiJO (TCI) ส่วนบทความที่เป็นภาษาอังกฤษค้นหาจากฐานข้อมูลระดับนานาชาติ ได้แก่ Web of Science (ISI) และ SCOPUS

2) กำหนดคำสำคัญในการสืบค้นคำสำคัญที่ใช้สืบค้นบทความ มีทั้งภาษาไทยและภาษาอังกฤษซึ่งครอบคลุมเนื้อหา 3 ด้าน คือ ด้านประชากร ด้านแนวคิด และด้านบริบท โดยมีรายละเอียดแต่ละด้านดังนี้

2.1) ด้านประชากร การศึกษานี้เป็นเพียงการสำรวจการใช้งานเครื่องมือประเมินความเสี่ยงด้านการยศาสตร์เท่านั้น จึงไม่มีขอบเขตการค้นคว้าที่เกี่ยวข้องกับประชากร

2.2) ด้านแนวคิด แนวคิดของการศึกษานี้ครอบคลุมตัวแปรหลักด้านการยศาสตร์ (Ergonomics) และเครื่องมือประเมินความเสี่ยง (Risk assessment tool) โดยมีขอบเขตการศึกษาที่เกี่ยวข้องกับการประเมินความเสี่ยงด้านท่าทาง (Posture risk assessment) และเป็นเครื่องมือประเมินความเสี่ยงด้านการยศาสตร์

ประเภทแบบสังเกตการณ์ (Observational method) เท่านั้น

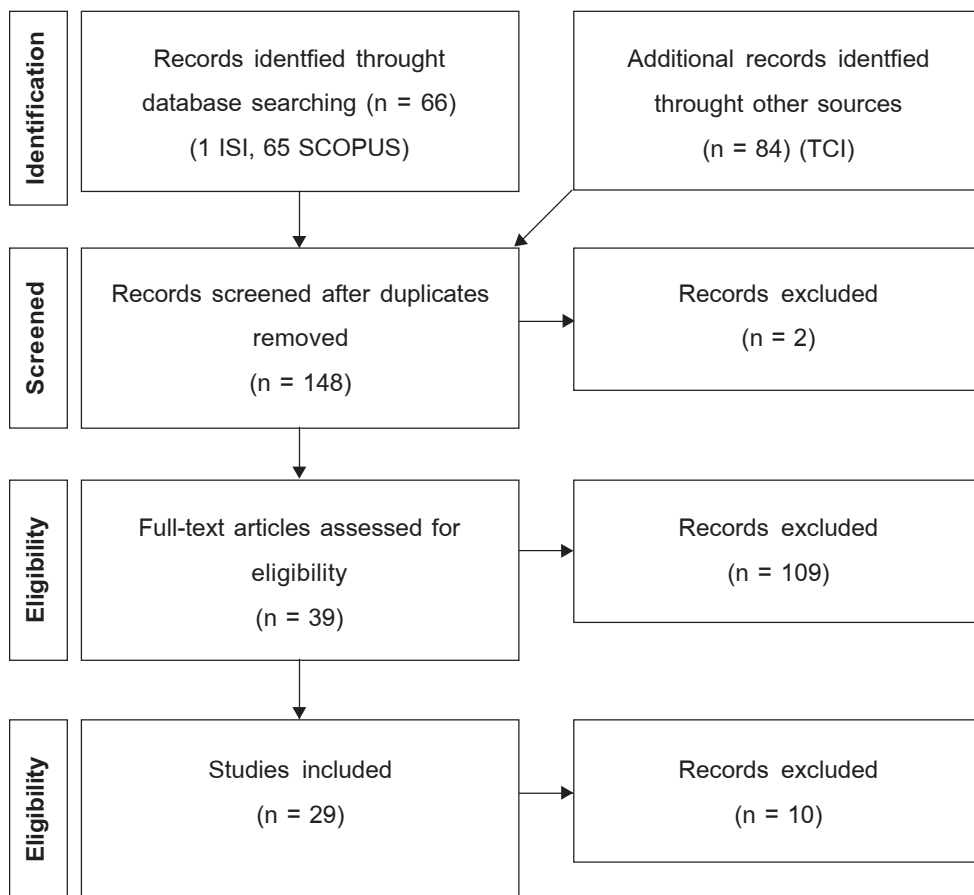
2.3) ด้านบริบท บริบทของการศึกษานี้สนใจการนำเครื่องมือประเมินความเสี่ยงด้านการเกษตรไปใช้ในงานด้านเกษตรกรรมเท่านั้น ดังนั้นคำสำคัญที่ใช้สืบค้นจึงมีเพียงคำเดียว คือ เกษตรกรรม (Agriculture)

วิธีการเก็บรวบรวมข้อมูล

วิธีการสืบค้นและผลการสืบค้นข้อมูลของการศึกษานี้ สืบค้นบทความวิจัยจากฐานข้อมูลระดับนานาชาติ โดยใช้คำสำคัญจากแต่ละขั้นตอนการสืบค้นข้อมูล สำหรับบทความวิจัยจากฐานข้อมูลระดับชาติ วิธีการสืบค้นดำเนินการเหมือนขั้นตอนที่ 1 แต่ใช้คำสำคัญแบบกว้างๆ

โดยตัดคำว่า Tool และ Agriculture ออกไป เนื่องจากให้ผลลัพธ์ของการสืบค้นที่เพียงพอและสอดคล้องกับขอบข่ายเนื้อหาที่สนใจศึกษา สรุปผลการสืบค้นบทความทั้ง 3 ฐานข้อมูล มีจำนวนทั้งสิ้น 150 บทความ แบ่งเป็นบทความที่ได้จากฐานข้อมูลระดับชาติ (TCI) จำนวน 84 ฉบับ และบทความจากฐานข้อมูลระดับนานาชาติ (ISI และ SCOPUS) จำนวน 1 และ 65 ฉบับตามลำดับ

การเลือกบทความวิจัยสำหรับใช้ในการศึกษาได้ดำเนินการตามขั้นตอน ดังภาพ 1 ตามเกณฑ์การคัดเข้าคัดออก สามารถอธิบายรายละเอียดการเลือกบทความ โดยแบ่งออกเป็นหัวข้อย่อยๆ 3 ขั้นตอน ดังนี้



ภาพ 1 ขั้นตอนและจำนวนบทความวิจัยตามวิธีการสืบค้นข้อมูลของสถาบันโจแอนนาบริกก์ ประเทศออสเตรเลีย (Joanna Briggs Institute (JBI) flow diagram)

1) ขั้นตอนการกรองบทความ (Screening)

สำหรับขั้นตอนของการค้นหาบทความวิจัย แบ่งเป็น 3 ขั้นตอน โดยใช้การค้นหาจากคำสำคัญ (TITLE-ABSTRACT) ซึ่งครอบคลุมเนื้อหาที่ได้กำหนดไว้ 3 ด้านข้างต้น ดังนี้

ขั้นตอนที่ 1: ค้นหาแบบภาพรวม (All fields) เพื่อให้ได้บทความที่เกี่ยวข้องกับเครื่องมือประเมินความเสี่ยงด้านการยศาสตร์ในงานเกษตรกรรม โดยใช้คำสำคัญ คือ (ergonomics AND risk assessment tool AND agriculture) ภาษาไทย (การยศาสตร์ และ ประเมินความเสี่ยง และเกษตรกรรม) จากนั้นทำการเพิ่มคำสำคัญเพื่อให้การสืบค้นแม่นยำและตรงตามขอบข่ายงานที่สนใจมากขึ้นในขั้นตอนที่ 2

ขั้นตอนที่ 2: เพิ่มคำสำคัญ คือ Posture เพื่อให้คัดเลือกบทความวิจัยที่ศึกษาถึงการประเมินความเสี่ยงด้านการยศาสตร์จากท่าทางในการทำงาน (Posture risk assessment) เป็นปัจจัยหลักโดยค้นหาต่อจากผลรวมของผลลัพธ์การสืบค้นที่ได้จากขั้นตอนที่ 1 คำสำคัญ คือ (ergonomics AND risk assessment tool AND agriculture) AND (posture) ภาษาไทย (การยศาสตร์ และเครื่องมือประเมินความเสี่ยง และ เกษตรกรรม) และ (ท่าทาง)

ขั้นตอนที่ 3: เพิ่มคำสำคัญ คือ Observation และ ค้นหาต่อจากผลรวมของผลลัพธ์การสืบค้นที่ได้จากขั้นตอนที่ 2 เช่นเดิม โดยคำสำคัญ คือ (ergonomics AND risk assessment tool AND agriculture) AND (posture risk assessment) AND (observation) ภาษาไทย (การยศาสตร์ และเครื่องมือประเมินความเสี่ยง และ เกษตรกรรม) และ (ประเมินความเสี่ยงท่าทาง) และ (สังเกตการ) เพื่อให้สามารถเข้าถึงบทความวิจัยประเภทแบบสังเกตการณ์ (Observational method)

การคัดออกบทความวิจัยที่ไม่เข้าเกณฑ์มีบทความที่ถูกคัดออกในขั้นตอนนี้นับจำนวน 2 บทความ โดยแบ่งเป็นบทความประชุมวิชาการ 1 บทความ และบทความที่ซ้ำกัน 1 บทความ

2) ขั้นตอนการจำกัดบทความ (Eligibility)

การคัดออกบทความวิจัยที่เงื่อนไขเบื้องต้นไม่เป็นไปตามเกณฑ์การคัดเข้า มีจำนวนบทความที่ถูกคัดออกทั้งสิ้น 109 บทความ

3) ขั้นตอนการรวมบทความ (Included) บทความ

ที่ถูกคัดออกในขั้นตอนนี้เป็นบทความที่ผ่านเงื่อนไขเบื้องต้น รวมถึงเกณฑ์การคัดเข้า แต่เป็นบทความที่เข้าเกณฑ์การคัดออก เช่น บทความบททวนวรรณกรรม บทความที่เกี่ยวข้องกับการออกแบบทางกายศาสตร์ หนังสือหรือส่วนหนึ่งของหนังสือมีจำนวน 10 บทความ สรุปจำนวนบทความที่ถูกคัดออกจากการศึกษาในแต่ละขั้นตอนทั้ง 3 ขั้นตอนดังที่กล่าวไว้แล้วข้างบน มีจำนวนรวมทั้งสิ้น 121 บทความ ดังนั้นจึงมีบทความสำหรับการศึกษาค้นคว้านี้เหลือเพียง จำนวน 29 บทความ

การวิเคราะห์ข้อมูล

การศึกษานี้ใช้การสังเคราะห์เชิงคุณภาพ (Qualitative synthesis) พร้อมนำเสนอข้อมูลการจำแนกลักษณะงานกับลักษณะเครื่องมือประเมินความเสี่ยงด้านการยศาสตร์ (ตาราง 1) วัตถุประสงค์ของการศึกษา (Description) ประเภทและการจำแนกเครื่องมือ (Tools category) ข้อสรุปสำคัญที่ได้จากการศึกษา (Conclusion) (ภาพ 2, ตาราง 2)

ผลการวิจัย

ข้อมูลได้จากบทความวิจัยที่ผ่านเกณฑ์การคัดเลือกทั้งหมด 29 บทความ สามารถสรุปเนื้อหาสำคัญได้ดังนี้ (ตาราง 1, 2)

1. การประเมินปัจจัยเสี่ยงด้านการยศาสตร์และการบาดเจ็บจากการทำงาน ได้แก่

1.1 การศึกษาความชุกของการบาดเจ็บทางระบบโครงร่างและกล้ามเนื้อ (Das, Ghosh, & Gangopadhyay, 2013; Fethke, Schall, Chen, Branch, & Merlino, 2020; Gyemi et al., 2016; Hasheminejad et al., 2021; Houshyar & Kim, 2018; Jain et al., 2019; Khanaphan & Khanaphan, 2019; Ncube, Kanda, & Sanyanga, 2021; Neitzel, Krenz, & De Castro, 2014;

Nur Syazwani, Baba, Mohd Nizam, Ezrin Hani, Norani, Shamsul Bahri et al., 2016; Spinelli, Aminti, & De Francesco, 2017; Thetkathuek, Meepradit, & Sa-ngiamsak, 2018; Chantawong, Krungkraipet, & Daorung, 2016; Promsri, 2014)

1.2 การประเมินความเสี่ยง รวมถึงการสำรวจท่าทางการทำงานและภาระทางชีวกลศาสตร์ (Calvo, Romano, Preti, Schillaci, & Deboli, 2018; Das et al., 2013; Fethke et al., 2020; Guertler et al., 2016; Gyemi et al., 2016; Houshyar & Kim, 2018; Jain et al., 2019; Khanaphan & Khanaphan, 2019; Khanaphan et al., 2019; Ncube et al., 2021; Neitzel et al., 2014; Promngurn, Jitkue, & Suntiamontut, 2019; Spinelli et al., 2017; Thetkathuek et al., 2018; Zhang, Wang, Zhang, Li, Wu, Bai et al., 2019; Kwanpan, 2021; Chantawong et al., 2016; Chaiklieng, 2021; Chaiklieng, Khanaphan & Suggaravetsiri, 2020; Thakuathung & Diloksumpun, 2021; Promsri, 2014; Manothum, 2018; Madtharak, 2018)

1.3 การใช้โปรแกรมการยศาสตร์ในกลุ่มคนทำงานเพื่อแก้ไขปัญหาการยศาสตร์แบบมีส่วนร่วม เช่น ManTRA (Gyemi et al., 2016; Hasheminejad et al., 2021)

1.4 การจำแนกปัจจัยเสี่ยงด้านความปลอดภัยและอันตรายทางสุขภาพ เช่น ความร้อน ความสั่นสะเทือน (Fethke et al., 2020)

1.5 การประเมินประสิทธิภาพการทำงานของกล้ามเนื้อ การทดสอบความแข็งแรงและความล้าของกล้ามเนื้อ (Khanaphan & Khanaphan, 2019; Khanaphan et al., 2019)

2. การทดสอบความถูกต้องของเกณฑ์การประเมินของเครื่องมือประเมินความเสี่ยงด้านการยศาสตร์ (Nur Syazwani et al., 2016)

3. การพัฒนาเครื่องมือประเมินความเสี่ยงใหม่หรือการนำเทคโนโลยีใหม่มาต่อยอดเทคนิคประเมินความเสี่ยงที่มีอยู่เดิม ได้แก่

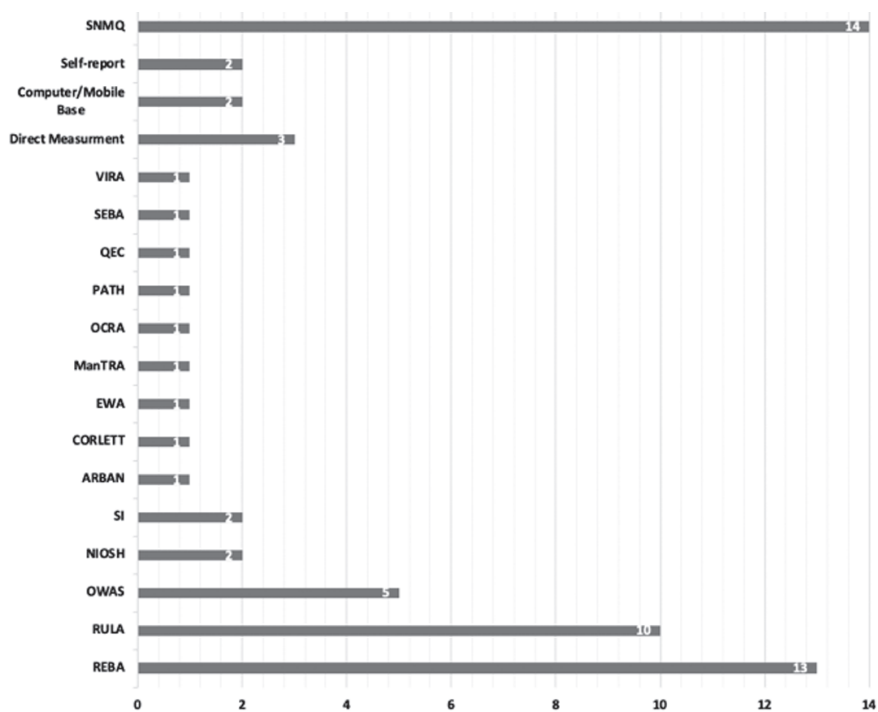
3.1 การพัฒนาหรือประยุกต์ใช้โปรแกรมสำเร็จรูปกับคอมพิวเตอร์ เช่น Ergo Fellow 2.0 Software, ImageJ Photo Analysis Software, VDO Image (3D Match) (Nur Syazwani et al., 2016; Peters, Godfrey, Khalil, Mcinerney, Soares, & Parker, 2020; Sukadarin, Md Deros, Ghani, Ismail, MohdNawi, & Abdull, 2016; Madtharak, Mueankhao, & Dulyakul, 2012)

3.2 การนำเทคโนโลยีสมัยใหม่มาใช้ประกอบการประเมิน เช่น การประเมินความร้อนด้วย Thermal stress analysis (Fethke et al., 2020)

ตาราง 1 การจำแนกลักษณะงานกับลักษณะเครื่องมือประเมินความเสี่ยงด้านการเกษตร

AGRICULTURE/ COUNTRY	THAILAND	USA	MALAYSIA	INDIA	IRAN	ZIMBABWE	CANADA	BRAZIL	ITALY	SPAIN
WORKER	A	DA								A
RUBBER	A(5)									
PALM OIL			DA							
RICE		A		A						
APPLE		A			A					
WOOD	A									
FRUIT	A									
PISTACHIO					A					
HYACINTH	A									
OLIVE									A	
ORANGE						A				
MUSHROOM	A									
OYSTER								A		
PALMYRA PALM	A									
PEPPER							A			
POTATO				A						
SUGARCANE	A									
COCONUT	A									
MAIZE	A									

หมายเหตุ: การประยุกต์ใช้งาน (A) และการพัฒนาเครื่องมือประเมินความเสี่ยงด้านการเกษตร (D) และเลข 5 คือ จำนวนบทความที่ค้นพบในเรื่องนั้น



ภาพ 2 การจำแนกเครื่องมือประเมินความเสี่ยงด้านการยศาสตร์ตามการประยุกต์ใช้งาน

ตาราง 2 การจำแนกผลการศึกษาระบุการใช้เครื่องมือประเมินความเสี่ยงด้านการยศาสตร์ในงานเกษตรกรรม

ผู้เขียน (ปี)	ขอบเขตตัวแปรของการศึกษา	เครื่องมือ	สิ่งที่พบได้จากการศึกษา	ข้อจำกัดที่พบได้จากการศึกษา
Calvo et al. (2018)	การศึกษายานพาหนะทางการเกษตรด้วยวิธีการทางสถิติ การทำงานและการประเมินความเสี่ยงต่อสุขภาพ	OCRA	ความเสี่ยงที่สัมพันธ์ต่อการบาดเจ็บและข้อผิดพลาดที่เกิดจากความสับสน มีความแตกต่างกันเนื่องจากความถี่ของการทำงาน โดยการทำงานซ้ำๆ สามารถลดลงได้จากการใช้แรงของกล้ามเนื้อลดลงหรือลดการบาดเจ็บ ขณะเดียวกันปัจจัยเรื่องความถี่และเวลาพักเบรก ก็เป็นสิ่งสำคัญเช่นกัน	การศึกษานี้ชี้ให้เห็นว่า OCRA เป็นแนวทางการตัดสินใจเฉพาะตัวบุคคลด้วยวิธีการสังเกต ถึงแม้ว่าสามารถบ่งชี้ถึงความเสี่ยงได้จริงแต่ผลการศึกษาที่ได้มีความแตกต่างจากการวัดด้วยแบบทางตรง โดยการวัดการสัมผัสความเสี่ยงที่อื่น จึงไม่สามารถบอกถึงระดับความเสี่ยงที่แน่ชัดได้
Chaiklieng (2021)	การประเมินท่าทางการทำงานและความไม่สบายของกล้ามเนื้อในกลุ่มคนทำสวนยางพารา	REBA	การบาดเจ็บทางระบบโครงร่างและกล้ามเนื้อพบได้บ่อยบริเวณหลังส่วนล่าง มือหรือข้อมือและเข่า แต่พบวาคและไหล่เป็นส่วนที่มีความเสี่ยงสูงมาก ซึ่งพบได้จากกิจกรรมทำยางแผ่น	ศึกษานี้เป็นเพียงการประเมินท่าทางการทำงานด้วยเทคนิคการสังเกตการณ์ แต่ไม่มีการวัดแบบทางตรง เช่น การวัดสัญญาณไฟฟ้ากล้ามเนื้อ จึงทำให้ไม่มีข้อเปรียบเทียบให้เห็นความเหมือนหรือแตกต่าง
Chaiklieng et al. (2020)	การประเมินท่าทางการทำงานและผลกระทบต่อสุขภาพ กรณีศึกษาคนทำสวนยางพารา การประยุกต์ใช้โปรแกรมทางการยศาสตร์ในการลดปัจจัย	REBA	1. ความเสี่ยงของท่าทางการทำงานสวนยางเกิดขึ้นมากที่สุดในการกรีดยาง และการทำยางแผ่นทุกคน 2. ข้อมูลการศึกษาที่ได้มีความน่าเชื่อถือเนื่องจากมีการวัดความแข็งแรงของกล้ามเนื้อร่วมกับประเมินความรู้สึกไม่สบายจากกิจกรรมการทำงานนั้น 3. การพักผ่อนจัดเป็นช่วงเวลานานพักของผู้ปฏิบัติงาน (Break Time) ซึ่งเป็นปัจจัยสาเหตุหนึ่งที่ทำให้เกิดการบาดเจ็บต่อระบบกระดูกและกล้ามเนื้ออย่างมีนัยสำคัญ	ไม่มีการศึกษาความถี่ของกล้ามเนื้อด้วย EMG เนื่องจากปัจจัยด้านการพัก ซึ่งสาเหตุการบาดเจ็บต่อระบบโครงร่างและกล้ามเนื้อ

ตาราง 2 การจำแนกผลการศึกษาระยะยาวที่ใช้เครื่องมือประเมินความเสี่ยงด้านการศึกษา (ต่อ)

ผู้เขียน (ปี)	ขอบเขตตัวแปรของการศึกษา	เครื่องมือ	สิ่งที่พบได้จากการศึกษา	ข้อจำกัดที่พบได้จากการศึกษา
Chantawong et al. (2016)	การประยุกต์ใช้โปรแกรมทางการศึกษาในการลดปัจจัยเสี่ยงทางการศึกษา รวมถึงการบาดเจ็บทางระบบโครงร่างและกล้ามเนื้อในกลุ่มคนทำงานผ่านมรดกวัน	SNMQ, REBA	ระดับความเสี่ยงของท่าทางการทำงานลดลงจำนวน 11 กิจกรรมแสดงให้เห็นว่าเครื่องมือประเมินความเสี่ยงประเภทแบบสังเกตการณ์อย่าง REBA สามารถใช้ในการประเมินเพื่อนำไปสู่การปรับปรุงงานได้อย่างมีนัยสำคัญ	การศึกษานี้เป็นการรายงานตนเอง แต่ไม่มีการใช้เทคนิควิธีการอื่น เช่น การวัดแบบตรงร่วมในการประเมิน หรือการวัดสัญญาณไฟฟ้ากล้ามเนื้อ ซึ่งสำคัญต่อการปรับปรุงทางการศึกษา จึงทำให้ไม่มีข้อมูลเปรียบเทียบผลลัพธ์จากการประเมินที่เชื่อถือได้พอ
Das et al. (2013)	การประเมินความเสี่ยงท่าทางการทำงาน การประเมินความเครียดทางร่างกายและการสัมผัสความร้อนในพื้นที่ปฏิบัติงานระหว่างเก็บเกี่ยวมันฝรั่ง ในกลุ่มคนงานใต้ของฟาร์ม	SNMQ, REBA, OWAS, Heart Rate	ผลของระดับความเสี่ยงท่าทางการทำงานในกิจกรรมการยกเล็ดพันธุ์เกษตร พบความเสี่ยงสูงจากการประเมินโดยใช้เทคนิค REBA แต่กลับพบความเสี่ยงต่ำจากการประเมินโดยใช้เทคนิค OWAS	ผลการประเมินทั้ง 2 เทคนิคมีความแตกต่างกัน แสดงให้เห็นข้อจำกัดของเครื่องมือ ซึ่งผู้วิจัยไม่มีการประเมินเปรียบเทียบทำให้ไม่เห็นความเหมือนหรือแตกต่างของผลลัพธ์จากการประเมินโดยใช้เทคนิคอื่นๆ ร่วมด้วย
Fethke et al. (2020)	การศึกษาระยะยาวเพื่อประเมินทางชีวกลศาสตร์ เพื่อประเมินท่าทางที่เป็นความเสี่ยงจากการเคลื่อนไหวซ้ำและเร็ว รวมถึงการใช้กล้ามเนื้อ โดยการวัดแบบตรง ในกิจกรรมการทำงานประจำของคนงานเกษตร	EMG/IMU	1. ประเมินการสัมผัสปัจจัยทางชีวกลศาสตร์โดยใช้ EMG วัดขณะที่กำลังทำกิจกรรมทางเกษตรปกติที่หลากหลาย 2. ผลลัพธ์การศึกษาที่ได้จากการวัดการสัมผัสปัจจัยเสี่ยงทางชีวกลศาสตร์มีความน่าเชื่อถือกว่าการวัดด้วยแบบรายงานตนเอง	เป็นการวัดจริงในขณะทำงาน ซึ่งอาจส่งผลให้มีปัจจัยภายในผลลัพธ์การศึกษาได้

ตาราง 2 การจำแนกผลการศึกษากันประยุกต์ใช้เครื่องมือประเมินความเสี่ยงด้านการศึกษาศาสตร์ในงานเกษตรกรรม (ต่อ)

ผู้เขียน (ปี)	ขอบเขตตัวแปรของการศึกษา	เครื่องมือ	สิ่งที่พบได้จากการศึกษา	ข้อจำกัดที่พบได้จากการศึกษา
Garrison et al. (2018)	การพัฒนาโปรแกรมคอมพิวเตอร์คือ ImageJ Photo Analysis ซึ่งประยุกต์มาจากเทคนิค PATH สำหรับใช้วิเคราะห์หิมงอข้อต่อ	EMG, ImageJ Photo Analysis Software, PATH	โปรแกรมวิเคราะห์หิมงอข้อต่อจากภาพถ่ายการวิเคราะห์หิมงอข้อต่อทำในข้อต่อของหลัง ไหล่ และเข้าทั้งซ้ายและขวา รวมทั้งสิ้น 5 จุด	ความน่าเชื่อถือในผลลัพธ์การวัดมุมของคอกยังมีน้อย เนื่องจากภาพถ่ายที่เห็นเพียงคนเดียวรวมถึงเสื้อผ้าและหมวกถูกบิดบังไปบางส่วน เช่น คอก หรือจุดอับบางจุด เป็นต้น จึงทำให้ต้องอาศัยผู้เชี่ยวชาญเพิ่มเติมร่วมประเมิน
Gomez-Galan et al. (2019)	การศึกษานโยบายทางการเกษตรด้วยการศึกษาการทำทางศาสตร์ด้วยการศึกษาการทำทางจากอิทธิยาของคณงานปลูกบวบในโรงเรือนประเภทอัลเลมเรีย (Almeria-type greenhouses)	REBA, OWAS, VIRACORLETT, ARBAN	การศึกษานี้ใช้ให้เห็นว่าระดับความเสี่ยงที่รุนแรงมากเกิดในกิจกรรมการเก็บเกี่ยว แต่ผลการศึกษากลับพบเพียง 0.95% ของกิจกรรมทั้งหมด และการสังเกตการณ์ที่ทำให้อาสาสมัครไม่รู้สึกลำบากใช้เวลาเพียง 30-60 วินาทีเท่านั้น	กิจกรรมการเก็บเกี่ยวคณงานปลูกบวบมีความรุนแรงสูง แต่กลับพบผลลัพธ์ของการประเมินด้วยเทคนิค OWAS เพียง 0.95% ของกิจกรรมทั้งหมด แสดงให้เห็นว่าเทคนิค OWAS อาจประเมินได้ไม่ครอบคลุมบางปัจจัยที่เป็นความเสี่ยงต่อการบาดเจ็บในคณงาน
Guertler et al. (2016)	การประเมินการทำทางการทำงานและการบาดเจ็บทางระบบโครงร่างและกล้ามเนื้อในกลุ่มคณงานทำฟาร์มเลี้ยงหอยนางรม	SNMQ, REBA, EWA, SI, FLTR E40	การประเมินปัญหาทางด้านการยศาสตร์ด้วยเทคนิค EWA, SI, และ REBA พบว่าคณงานมีความเสี่ยงสูงจากท่าทางที่ไม่เหมาะสม การยกของหนัก ต้องออกแรงมากเกินไปและทำงานซ้ำ ๆ เป็นเวลานานติดต่อกัน	ผลการศึกษาที่รายงานจากผู้ประเมิน ทำการประเมินตนเองโดยใช้แบบรายงานตนเอง โดยไม่มีผู้ประเมินร่วมหรือใช้เทคนิควิธีการอื่น เช่น การวัดแบบทางตรงร่วมในการประเมิน จึงทำให้ไม่มีข้อมูลเปรียบเทียบผลลัพธ์จากการประเมิน

ตาราง 2 การจำแนกผลการศึกษาระบุการใช้เครื่องมือประเมินความเสี่ยงด้านการศาศตรเิงงานเกษตรกรรม (ต่อ)

ผู้เขียน (ปี)	ขอบเขตตัวแปรของ การศึกษา	เครื่องมือ	สิ่งที่พบได้จากการศึกษา	ข้อจำกัดที่พบได้จากการศึกษา
Hasheminejad et al. (2021)	การศึกษาความชุกและประเมินปัจจัยเสี่ยงด้านการศาศตรด้วยเทคนิค HTA และ ManTRA เพื่อจัดโปรแกรมลดปัญหาด้านการยศาศตรต่อการบาดเจ็บทางระบบโครงร่างและกล้ามเนื้อในกลุ่มคนงานฟาร์มถั่วพิชตาชิโอ	SNMQ, MANTRA (โปรแกรมการยศาศตรแบบมีส่วนร่วม)	ผลของความชุกต่อการบาดเจ็บ พบมากบริเวณไหล่ ร้อยละ 63.7 หลังส่วนล่าง ร้อยละ 63.0 และมือหรือข้อมือ ร้อยละ 52.1 ตามลำดับ ซึ่งโปรแกรมการยศาศตรแบบมีส่วนร่วม สามารถลดการบาดเจ็บทางระบบโครงร่างและกล้ามเนื้อได้	ไม่มีการเปรียบเทียบกับการดำเนินการกับเครื่องมือหรือเทคนิคอื่นๆ ที่ใช้ในปัจุบัน ทำให้ไม่เห็นความเหมือนหรือความแตกต่างของข้อมูล
Houshyar & Kim (2018)	การประมาณการเวลาที่สัมพันธ์ต่อการบาดเจ็บทางระบบโครงร่างและกล้ามเนื้อในอาสาสมัคร 2 กลุ่มคือกลุ่มที่มีอายุ 20-35 ปี และ 36-55 ปี โดยมีตัวแปรเรื่องเวลา 2 ตัวแปร คือเวลาที่ทำให้รู้สึกแย่ (Pessimistic Time; PT) ซึ่งมีผลกระทบทำให้งานางานล่าช้า และเวลาที่ทำให้รู้สึกดี (Optimistic Time; OT) โดยมีผลทำให้งานล้าเร็ว	SNMQ, REBA,	หลังจากที่ทำการได้มีการปรับเปลี่ยนริยาบถในลักษณะธรรมชาติ ซึ่งเป็นเวลาพักระหว่างกิจกรรมการทำงาน พบว่าความเสี่ยงทำทางการทำงานลดลงมากกว่า 25% โดยการศึกษานี้ชี้ให้เห็นความสัมพันธ์ของเวลาพักระหว่างกิจกรรมที่ค่นงานทำงานเกษตรกับการบาดเจ็บทางระบบโครงร่างและกล้ามเนื้อแต่กลับพบว่าปัจจัยเรื่องอายุ น้ำหนัก ส่วนสูงและดัชนีมวลกายไม่ได้มีความสัมพันธ์กับการบาดเจ็บทางระบบโครงร่างและกล้ามเนื้อ	การศึกษานี้ไม่มีการใช้เครื่องมือวัดแบบทางตรง เช่น การวัดสัญญาณไฟฟ้ากล้ามเนื้อ (EMG) ร่วมกับการสังเกตการณ์จึงไม่มีข้อมูลเปรียบเทียบให้เห็นข้อเท็จจริงของความเหมือนหรือแตกต่างที่เชื่อถือได้มากพอ

ตาราง 2 การจำแนกผลการศึกษาระบุการใช้เครื่องมือประเมินความเสี่ยงด้านการศึกษาศาสตร์ในงานเกษตรกรรม (ต่อ)

ผู้เขียน (ปี)	ขอบเขตตัวแปรของการศึกษา	เครื่องมือ	สิ่งที่พบได้จากการศึกษา	ข้อจำกัดที่พบได้จากการศึกษา
Jain et al. (2019)	การศึกษานโยบายทางเกษตรศาสตร์ด้านการปฏิบัติงานและปัจจัยเสี่ยงทางด้านการเกษตรที่สัมพันธ์กับตัวแปรการทำงานในกลุ่มคนงานที่ใช้อุปกรณ์ทำงานด้วยมือ	SNMQ, OWAS	การศึกษานี้พบว่า เป็นเรื่องปกติที่ปัจจัยส่วนบุคคลมีความสัมพันธ์ในทางเดียวกันกับการบาดเจ็บทางระบบโครงร่างและกล้ามเนื้อในประเภทที่มีอุตสาหกรรมใหม่ๆ เกิดขึ้น ขณะเดียวกันพบว่างานที่ต้องดำเนินการด้วยคน มีความแตกต่างของปัจจัยส่วนบุคคลอย่างมีนัยสำคัญ	การศึกษานี้เป็นเพียงการประเมินการบาดเจ็บของทางการทำงาน ณ ช่วงเวลาหนึ่งเท่านั้น ซึ่งอาจทำให้ช่วงเวลาทำการประเมินอยู่นั้น ผู้ปฏิบัติงานเกิดการบาดเจ็บอยู่แล้ว ดังนั้นการประเมินความเสี่ยงแบบสังเกตการณ์ที่ดี ควรทำคู่กับการสอบสวนจะให้ผลที่แท้จริงได้ดีและลดอคติ
Khanaphan & Khanaphan (2019)	การศึกษานโยบายทางด้านการเกษตรด้วยวิธีการประเมินการทำงานและความล้าของกล้ามเนื้อ ในกลุ่มคนตัดอ้อยและยกอ้อยขึ้นรถบรรทุก	SNMQ, Body Discomfort, OWAS	การประเมินความเสี่ยงทางการทำงานในเกษตรกรผู้ทำไร่อ้อย พบการบาดเจ็บทางระบบโครงร่างและกล้ามเนื้อในระดับสูงสุด จากกิจกรรมการตัดโค่นอ้อยมากที่สุด 56.25% ตามด้วยการยกมัดอ้อยขึ้นรถบรรทุก 35.71	การศึกษานี้ไม่มีการวัดสัญญาณไฟฟ้ากล้ามเนื้อเพื่อประเมินความล้าของกล้ามเนื้อที่สัมพันธ์กับกิจกรรมการทำงาน จึงทำให้ข้อมูลสรุปจากผลการศึกษาเป็นเพียงการศึกษาคณ ช่วงเวลาหนึ่งๆ อาจไม่สามารถบอกได้ว่าจริงๆ แล้วได้มากน้อย
Khanaphan et al. (2019)	การศึกษานโยบายทางด้านการเกษตรด้วยวิธีการประเมินการทำงาน ความล้าของกล้ามเนื้อ และการประเมินประสิทธิภาพของกล้ามเนื้อ ด้วยการวัดความแข็งแรงของ กล้ามเนื้อ ในกลุ่มคนทำสวนยาง	REBA	ผลการประเมินความเสี่ยงทางการทำงานด้วย REBA พบความเสี่ยงสูง ซึ่งสัมพันธ์กับการประเมินระดับความรู้สึกล้าปวดเมื่อยกล้ามเนื้อและการทดสอบสมรรถภาพของกล้ามเนื้อ เนื่องจากภารกิจโดยตรง เป็นกิจกรรมที่ต้องทำซ้ำๆ ต่อเนื่องติดต่อกันเป็นเวลานานๆ ส่งผลให้กล้ามเนื้อเกิดความล้าได้	การศึกษานี้ไม่มีการวัดสัญญาณไฟฟ้ากล้ามเนื้อเพื่อประเมินความล้าของกล้ามเนื้อแบบทางตรงด้วย EMG ที่สัมพันธ์กับกิจกรรมการทำงาน จึงทำให้ ข้อมูลสรุปจากผลการศึกษาเป็นเพียงการศึกษาคณ ช่วงเวลาหนึ่งๆ อาจไม่สามารถบอกได้ว่าจริงๆ แล้วได้มากน้อย

ตาราง 2 การจำแนกผลการศึกษาระยะกึ่งที่ใช้เครื่องมือประเมินความเสี่ยงด้านการศึกษานิติศาสตร์ (ต่อ)

ผู้เขียน (ปี)	ขอบเขตตัวแปรของการศึกษา	เครื่องมือ	สิ่งที่พบได้จากการศึกษา	ข้อจำกัดที่พบได้จากการศึกษา
Kwanpan (2021)	การประเมินความเสี่ยงต่อการปฏิบัติงาน ความเสี่ยงด้านการศึกษานิติศาสตร์และความไม่สบายทางระบบโครงสร้างและกลไกในองค์กรผู้ประกอบการผลิตมะพร้าวชุมชน	RULA	ผลการประเมินความเสี่ยงต่อการปฏิบัติงาน พบว่าคนงานต้องเผชิญความเสี่ยงระดับสูง จากกิจกรรมการยกและพรวนดินหรือการก่อการก่อกองขยะมูลฝอย ซึ่งต้องเร่งดำเนินการปรับปรุงแก้ไขต่อไป	การศึกษานี้เป็นเพียงการประเมินความเสี่ยงทางการทำงานของคนงาน ไม่ได้มีการสอบถามความรู้สึกต่อการบาดเจ็บหรือประเมินปัจจัยทางจิตวิทยาด้วย
Madtharak (2018)	การศึกษาระบบความปลอดภัยในการทำงาน เพื่อลดความเสี่ยงในกลุ่มคนงานทำสวนยางพารา	RULA, REBA	การศึกษานี้พบว่า การเคลื่อนไหวท่าทางการทำงาน ส่งผลต่อปัญหาทางด้านการศึกษานิติศาสตร์ที่เกี่ยวข้องกับการบาดเจ็บทางระบบโครงสร้างและกล้ามเนื้อ	การศึกษานี้ไม่มีการวัดสัญญาณไฟฟ้ากล้ามเนื้อ ร่วมกับการสังเกตการณ์ จึงไม่มีข้อมูลเปรียบเทียบให้เห็นความเหมือนหรือแตกต่างต่อการปรับปรุงทางกายภาพที่เชื่อถือได้มากพอ
Madtharak et al. (2012)	การประเมินความเสี่ยงต่อการปฏิบัติงานในกระบวนการผลิตน้ำตาลโตนด เพื่อการปรับปรุงกระบวนการผลิตน้ำตาลโตนด	RULA, REBA	ผลของระดับความเสี่ยงต่อการปฏิบัติงาน ที่ประเมินทุกส่วนของร่างกายด้วย RULA และ REBA มีระดับความเสี่ยงสูง ได้แก่ ระดับ 6 และ 9 ตามลำดับ	ไม่มีผลการประเมินด้วยเครื่องมือวัดแบบทางตรง เช่น การวัดสัญญาณไฟฟ้ากล้ามเนื้อ ทำให้ไม่มีข้อมูลเปรียบเทียบมาบอกต่อการนำไปใช้ปรับปรุงทางกายภาพในกระบวนการผลิต
Manothum (2018)	การศึกษาระบบความปลอดภัยในการทำงาน การศึกษาระบบความปลอดภัยในการทำงาน การทำงานและการสัมผัสอันตรายในกลุ่มคนงานทำสวนที่ทำสวนผลไม้ในไทย	SNMQ, RULA	ท่าทางการทำงาน การออกแรง การเอียงศีรษะ เป็นความเสี่ยงทางระบบโครงสร้างและกล้ามเนื้อ มากถึงร้อยละ 93.13 ตามด้วยการใช้ทำงานทางเท้า ร้อยละ 86.25	การศึกษานี้เป็นเพียงการศึกษาระยะเวลาหนึ่ง ๆ และไม่มีการศึกษาเปรียบเทียบด้วยเทคนิคอื่น ๆ ทำให้ผลการศึกษานี้ได้ข้อสรุปที่อาจไม่ครอบคลุมปัญหาที่อาจพบได้จริงทั้งหมด

ตาราง 2 การจำแนกผลการศึกษาระยะที่ใช้เครื่องมือประเมินความเสี่ยงด้านการเกษตรรีเเพนเกษตรกรรม (ต่อ)

ผู้เขียน (ปี)	ขอบเขตตัวแปรของการศึกษา	เครื่องมือ	สิ่งที่พบได้จากการศึกษา	ข้อจำกัดที่พบได้จากการศึกษา
Manothum (2018)	การศึกษานโยบายการเกษตรจาก การประเมินปัญหาการเกษตร ที่สัมพันธ์กับการเกษตรระบบ โครงสร้างและกลไกใน คนงานทำสวนส้ม Citrus Sinensis	SNMQ, RULA	งานที่ต้องยืน มีความเสี่ยงต่อการบาดเจ็บแขน ส่วนบน โดยมีคะแนนความเสี่ยงมากกว่า 1 ร้อยละ 77.2 ของคนงานทั้งหมด ซึ่งสาเหตุการบาดเจ็บ แขนส่วนบน ร้อยละ 66.3 มีความสัมพันธ์กับ การบาดเจ็บหลัง คอ และมือหรือข้อมือ	การศึกษานี้เป็นเพียงการสอบถามความรู้สึกต่อการ บาดเจ็บในช่วงเวลานั้นเท่านั้น แต่ไม่มีการประเมิน ปัจจัยด้านชีวกลศาสตร์ด้วยจึงอาจทำให้ไม่เห็น ข้อมูลเปรียบเทียบความเหมือนหรือแตกต่างที่ชัดเจน ได้ทั้งหมด
Ncube et al. (2019)	การพัฒนาเครื่องมือประเมินความ เสี่ยงด้านความปลอดภัยและ ผลกระทบทางสุขภาพในกลุ่ม คนงานเกษตร	Agricultural Safety and Health Hazard Tool	การศึกษานี้มุ่งเน้นการพัฒนาเครื่องมือประเมิน ปัจจัยเสี่ยงด้านกายภาพ เช่น ท่าทางการทำงาน และการออกแรงที่ใช้ในกิจกรรมทางการเกษตรเป็น หลัก โดยใช้ประเมินในกลุ่มคนงานเกษตรเป็นหลัก	เครื่องมือประเมินความเสี่ยงด้านความปลอดภัยและ ผลกระทบสุขภาพมีหัวข้อการประเมินท่าทางเพียง จำนวนหนึ่ง ซึ่งไม่สามารถประเมินรายละเอียดเชิงลึกได้ เหมือนเครื่องมือประเมินความเสี่ยงทางการเกษตร อื่น ๆ เช่น RULA หรือ REBA เป็นต้น
Neitzel et al. (2014)	การประเมินท่าทางและความชุก จากการบาดเจ็บทางระบบโครง ร่างและกล้ามเนื้อในกลุ่มคนงาน ปาล์มที่มีกิจกรรมการใช้อุปกรณ์กับ เกี่ยวด้วยมือและกิจกรรมการยก หลายปาล์ม	SNMQ, REBA	ความชุกสูงของการบาดเจ็บทางระบบโครงร่างและ กล้ามเนื้อ พบมากบริเวณไหล่ หลังและคอ ซึ่งระดับ ความเสี่ยงท่าทางที่ประเมินด้วย REBA พบว่า คนงาน มีความเสี่ยงสูงจากการใช้อุปกรณ์การเก็บ เกี่ยวด้วยมือและการยกหลาย	การศึกษานี้เป็นการรายงานตนเอง แต่ไม่มีการ ประเมินโดยผู้ร่วมประเมิน หรือใช้เทคนิควิธีการอื่น เช่น การวัดแบบทางตรงร่วมในการประเมิน จึงทำให้ ไม่มีข้อมูลเปรียบเทียบผลลัพธ์จากการประเมิน
Nur Syazwani et al. (2016)	การศึกษานโยบายการเกษตร ด้วยการประเมินท่าทางการทำงาน เพื่อลดประเด็นปัญหาด้านการย- ศาสตร์ในกลุ่มคนงานฟาร์มเห็ด แกล็ด ซึ่งทำไถกระบวนการนี้ ก่อนเห็ดเห็ด	RULA, REBA	ผลการประเมินท่าทางการทำงานด้วยเทคนิค RULA และ REBA พบความเสี่ยงสูงในกิจกรรมหนึ่ง ก่อนเห็ดเห็ด โดยผู้วิจัยใช้เทคนิคการกระจายพื้นที่ การทำงานเชิงคุณภาพ (QFD) เพื่อนำความต้องการ ของผู้ใช้เข้ามาปรับปรุงผลรอบเตาหนึ่ง	การศึกษานี้เป็นการปรับปรุงการทำงาน โดยศึกษา ปัญหาการเกษตรจากการประเมินความเสี่ยงทำ ทางการทำงานในอาสาสมัครเพียงคนเดียวและผู้ ประเมิน 1 คนเท่านั้น จึงทำให้ผลการประเมินที่ได้ อาจมีอคติเกิดขึ้นจากตัวผู้ประเมินเอง

ตาราง 2 การจำแนกผลการศึกษาการประยุกต์ใช้เครื่องมือประเมินความเสี่ยงด้านการศึกษานิติศาสตร์ในแผนกตรกรรรม (ต่อ)

ผู้เขียน (ปี)	ขอบเขตตัวแปรของการศึกษา	เครื่องมือ	สิ่งที่พบได้จากการศึกษา	ข้อจำกัดที่พบได้จากการศึกษา
Promsri (2014)	การประเมินความเสี่ยงในการทำงานและการบาดเจ็บทางระบบโครงร่างและกล้ามเนื้อในกลุ่มผู้ปฏิบัติงานนักดับชว	SNMQ, RULA	ผลของระดับความเสี่ยงในการทำงาน ในกลุ่มผู้ปฏิบัติงานนักดับชว พบว่าท่าทางขณะทำกิจกรรมจำศีลามีความเสี่ยงสูงซึ่งถูกประเมินโดยใช้เทคนิค RULA	ผลการศึกษาเพียงกลุ่มเล็ก ซึ่งดำเนินการเพียงผู้สังเกตการณ์และไม่มีการประเมินร่วมโดยผู้อื่นหรือผลการรายงานตนเอง รวมถึงการเปรียบเทียบวิธีอื่น เช่น การวัดสัญญาณไฟฟ้ากล้ามเนื้อ
Spinelli et al. (2017)	การประเมินความเสี่ยงในการทำงานในกระบวนการแปรรูปไม้ด้วยรถเครื่องจักรยานยนต์ด้วยภาพถ่ายจำนวน 1000 ภาพ เพื่อประมวลผลระดับความเสี่ยงในการทำงานโดยใช้โปรแกรม Ergo Fellow 2.0 ซึ่งประยุกต์มาจากเทคนิค OWAS	SNMQ, OWAS	ผู้ทำงานกับเครื่องจักร ไม่มีส่วนเกี่ยวข้องกับการตัดสินใจซื้อเครื่องจักร จึงส่งผลกระทบต่อการทำงานที่ยากลำบาก โดยผลการประเมินท่าทางการทำงานด้วย OWAS พบว่าการทำงานด้วยเครื่องจักรใหม่ที่ต้องใช้คนงานควบคุม มีความเสี่ยงสูงกว่าเครื่องจักรที่ทำงานแก้งอัตโนมัติและอัตโนมัติ	การจำแนกท่าทางที่เป็นความเสี่ยงด้วยโปรแกรม Ergo Fellow 2.0 ซึ่งได้มาจากหลักการประเมินของ OWAS ทั้งหมดซึ่งเป็นเพียงการจำแนกท่าทางจากกิจกรรมที่เป็นความเสี่ยงตามกลุ่มท่าทางของวิธี OWAS เท่านั้น แต่ไม่มีการวัดผลและประเมินความล้าหรือการบาดเจ็บกล้ามเนื้อด้วยวิธีการอื่น เช่น EMG เป็นต้น
Sukadarinet al. (2016)	การทดสอบความถูกต้อง จากเกณฑ์ที่ใช้ประเมินความเสี่ยง โดยการนำเครื่องมือไปประเมินในกลุ่มอาสาสมัครและให้ผู้เชี่ยวชาญเสนอแนะเพื่อการปรับปรุงจนได้เป็นเครื่องมือประเมินความเสี่ยงที่มีชื่อว่าเทคนิค SERA	SNMQ, SERA	จากข้อมูลที่ถูกรวบรวมไว้ เป็นผลการรายงานการบาดเจ็บทางระบบโครงร่างและกล้ามเนื้อของส่วนร่างกายที่คนงานทำปาล์มรายงานด้วยแบบฟอร์มมาตรฐานเอร์ติก (SNMQ) และ SERA ทำให้พบว่าแบบฟอร์มมาตรฐานเอร์ติกสามารถใ้รายงานการบาดเจ็บทางระบบโครงร่างและกล้ามเนื้อได้	การศึกษานี้เป็นกรรายงานตนเอง แต่ไม่มีการประเมินโดยผู้ร่วมประเมิน หรือใช้เทคนิควิธีการอื่น เช่น การวัดแบบทางตรงร่วมในการประเมิน จึงทำให้ไม่มีข้อมูลเปรียบเทียบผลลัพธ์จากกรประเมิน

ตาราง 2 การจำแนกผลการศึกษาระยะที่ใช้เครื่องมือประเมินความเสี่ยงด้านการศรัทธา (ต่อ)

ผู้เขียน (ปี)	ขอบเขตตัวแปรของการศึกษา	เครื่องมือ	สิ่งที่พบได้จากการศึกษา	ข้อจำกัดที่พบได้จากการศึกษา
Thakueathung & Diksumpu (2021)	การประเมินการทำงานเพื่อปรับปรุงปัญหาด้านความปลอดภัยและสุขภาพในกลุ่มคนงานได้ไม่	RULA, REBA	คนงานต้องเผชิญความเสี่ยงสูงจากกิจกรรมการก้มตัวไม่ทำให้มีความเสี่ยงต่อการบาดเจ็บหลังส่วนล่าง ซึ่งผลการประเมินสามารถใช้ปรับปรุงเครื่องได้อย่างไม่ได้ออก	การศึกษาไม่มีเพียงการประเมินด้วยผู้สังเกตการณ์แต่ไม่มีการรายงานความรู้สึกลบปวดเมื่อยหรือการวัดสัญญาณชีพที่กล้ามเนื้อ จึงทำให้ไม่มีข้อมูลเปรียบเทียบเพื่อนำไปสู่การปรับปรุงที่มากพอ
Thetkathuek, Meepradit, & Sa-ngiamsak (2018)	การศึกษาปัญหาทางการยศาสตร์ด้วยการประเมินการทำงานและการสัมผัสผ้าอันตรายในกลุ่มคนงานกลุ่มที่ทำงานไม่ไทย	Hazard Zone Jobs, SNMQ, RULA	ปัญหาการบาดเจ็บทางระบบโครงร่างและกล้ามเนื้อ เกี่ยวข้องกับปัจจัยด้านเวลาที่ทำงานอย่างมีนัยสำคัญ	การศึกษานี้จะพิจารณาเพียงบางกลุ่ม ซึ่งอาจจะไม่ครอบคลุมถึงงานบางประเภท และปัจจัยบางปัจจัย ประกอบกับการเก็บข้อมูลไม่มีการสัมภาษณ์อาสาสมัคร และมีความเห็นร่วมของแพทย์ผู้เชี่ยวชาญ ทำให้ผลการศึกษานี้มีความมีความผิดพลาดได้
Zhang et al. (2019)	การประเมินการทำงานเพื่อปรับปรุงปัญหาทางการทำงานที่ผิดธรรมชาติ รวมถึงการลดเวลาในการทำกิจกรรมอื่นในระหว่างที่มีการเก็บเกี่ยวแอปเปิ้ล ในกลุ่มคนงานทำสวนแอปเปิ้ล	RULA	1. การจัดหมวดหมู่ท่าทางการทำงานสามารถช่วยให้การประเมินได้ละเอียดมากขึ้น เช่น ในกรณีงานเดินขณะยกของหนัก กับงานเดินขณะยกของเบา มีความแตกต่างกัน 2. การยกของที่มีน้ำหนักมาก 15-25 Kg. พร้อมๆกับการเคลื่อนไหว ส่งผลให้เสี่ยงต่อการบาดเจ็บอย่างน่ากังวล 3. การลดเวลาทำกิจกรรมอื่น ๆ ในระหว่างการเก็บเกี่ยวแอปเปิ้ล ส่งผลให้การบาดเจ็บลดลง 4. การศึกษาชี้ให้เห็นว่า การพิจารณาเลือกเครื่องมือประเมินความเสี่ยงประเภทแบบสังเกตการณ์มีความสำคัญต่อผลการประเมินเป็นอย่างมาก	การศึกษานี้มีการเปรียบเทียบในเรื่องท่าทางการทำงานที่สัมพันธ์กับคะแนนประเมินความเสี่ยง RULA โดยข้อมูลมีความเชื่อถือได้อย่างมากเนื่องจากการวิเคราะห์ทำทางโดย Motion Analyzer แต่ยังไม่พบการวิเคราะห์ที่บ่งชี้ถึงความสำคัญของกล้ามเนื้อที่สัมพันธ์กับการทำงาน ดังนั้น หากมีการวิเคราะห์ที่สามารถบ่งชี้ถึงความสำคัญจากการทำงานได้ ก็จะทำให้เพิ่มความน่าเชื่อถือของข้อมูลได้มากขึ้น

สรุปประเด็นสำคัญสอดคล้องตามวัตถุประสงค์
ได้ 2 ประเด็นหลัก ดังนี้

1. ผลการสำรวจการประยุกต์ใช้งานเครื่องมือ ประเมินความเสี่ยงด้านการยศาสตร์ในงาน เกษตรกรรม

ผลการสำรวจพบว่า จำนวนเครื่องมือประเมิน
ความเสี่ยงด้านการยศาสตร์ประเภทแบบสังเกตการณ์
(Observational) ที่ถูกนำไปใช้งานมากที่สุด 3 อันดับ
คือ REBA, RULA และ OWAS เป็นต้น ดังภาพ 2

การประยุกต์ใช้งานเครื่องมือประเมินความเสี่ยง
ด้านการยศาสตร์ พบว่าบางงานวิจัยมีการใช้เดี่ยวๆ
ขณะเดียวกันก็มีการใช้ร่วมกับแบบประเมินตาม
มาตรฐานนอร์ดิก (Standard Nordic Questionnaire,
SNQ) ซึ่งเป็นแบบสอบถาม (Questionnaire) (Das et al.,
2013; Guertler et al., 2016; Hasheminejad et al.,
2021; Houshyar & Kim, 2018; Jain et al., 2019;
Ncube et al., 2021; Nur Syazwani et al., 2016;
Spinelli et al., 2017; Sukadarin et al., 2016;
Thetkathuek et al., 2018; Chantawong et al., 2016;
Promsri, 2014; Manothum, 2018) อีกทั้งมีการใช้
ร่วมกับเครื่องมือวัดแบบทางตรง (Direct measurement)
เช่น วัดสัญญาณไฟฟ้ากล้ามเนื้อ (Electromyography,
EMG) วัดการเคลื่อนไหวของร่างกาย (Inertial
measurement unit, IMU) (Chantawong et al., 2016;
Gyemi et al., 2016) และวัดอัตราการเต้นหัวใจ (Heart
Rate Monitor) (Das et al., 2013) เป็นต้น

เนื่องจากปัจจุบันมีความก้าวหน้าของเทคโนโลยี
มากขึ้น จึงพบงานวิจัยในลักษณะการพัฒนาโปรแกรม
ซอฟต์แวร์หรือแอปพลิเคชัน (Program, Software or
Application) เพื่อใช้กับคอมพิวเตอร์หรือโทรศัพท์มือถือ
(Computer or Mobile) ในการวัดผลและประเมินผลของ
ท่าทางการทำงานและปัจจัยที่เป็นความเสี่ยงทางด้าน
การยศาสตร์มากขึ้น เช่น ImageJ Photo Analysis
Software (Garrison et al., 2018) และ FLTR E40
(Guertler et al., 2016) เป็นต้น ดังภาพ 2

การประยุกต์ใช้งานเครื่องมือประเมินความเสี่ยง
ด้านการยศาสตร์ ประเภทแบบสังเกตการณ์ พบมาก
ที่สุดในงานเกษตรกรรมกลุ่มยางพารา (Kwanpan,

2019; Chantawong et al., 2016; Chaiklieng, 2021;
Chaiklieng et al., 2020; Madtharak, 2018)
ปาล์มน้ำมัน (Nur Syazwani et al., 2016; Sukadarin
et al., 2016) และข้าว (Das, 2015) ในแถบประเทศ
อเมริกา อินเดีย มาเลเซีย และไทย สำหรับประเทศไทย
พบว่า มีการประยุกต์ใช้งานเครื่องมือประเมินความเสี่ยง
ด้านการยศาสตร์สำหรับการประเมินปัจจัยเสี่ยงด้าน
ท่าทางการทำงานในกลุ่มเกษตรกรผู้ประกอบอาชีพ
สวนยางพารามากที่สุด ข้อมูลเพิ่มเติมแสดงไว้ใน
ตาราง 2 และภาพ 2

2. สิ่งที่ค้นพบใหม่หรือข้อจำกัด

สำหรับสิ่งที่ค้นพบใหม่ (Main finding) ของ
เครื่องมือประเมินความเสี่ยงด้านการยศาสตร์ที่ถูก
นำไปประยุกต์ใช้ในงานเกษตรกรรมจากการศึกษานั้นๆ
มีประเด็นสำคัญหลักๆ 2 ประเด็น โดยแบ่งออกได้ดังนี้

2.1 ด้านผลลัพธ์ของการประเมินความเสี่ยง

ผลการประเมินความเสี่ยงท่าทางการทำงานด้วยเทคนิค
ประเมินความเสี่ยงแบบสังเกตการณ์ ซึ่งให้เห็นความ
แตกต่างของผลลัพธ์ที่ได้จากการประเมินระหว่าง RULA
และ REBA พบว่ากิจกรรมที่เป็นงานเก็บเกี่ยวทางด้าน
การเกษตร เป็นกิจกรรมที่มีความเสี่ยงสูง (Das et al.,
2013; Gómez-Gálan et al., 2019; Guertler et al.,
2016; Houshyar & Kim, 2018; Khanaphan &
Khanaphan, 2019; Ncube et al., 2021; Nur
Syazwani et al., 2016; Promngurn et al., 2019;
Thetkathuek et al., 2018; Zhang et al., 2019; Kwanpan,
2021; Chantawong et al., 2016; Chaiklieng, 2021;
Chaiklieng et al., 2020; Thakuathung & Diloksumpun,
2021; Promsri, 2014; Manothum, 2018; Madtharak,
2018; Madtharak et al., 2012) ขณะเดียวกันกลับ
พบว่าผลลัพธ์ที่ได้จากการประเมินความเสี่ยงด้วย
เทคนิค OWAS มีความเสี่ยงต่ำ (Das et al., 2013;
Gómez-Gálan et al., 2019; Jain et al., 2019;
Khanaphan et al., 2019; Spinelli et al., 2017)

การศึกษาดังกล่าวชี้ให้เห็นข้อจำกัดของเครื่องมือ
ประเมินความเสี่ยงบางประเภทที่มีการประยุกต์ใช้
ในงานเกษตรกรรม และยังพบว่าการประเมินปัจจัยทาง
ชีวกลศาสตร์ เช่น การวัดสัญญาณไฟฟ้ากล้ามเนื้อ

(Electromyography, EMG) หรือการวัดความแข็งแรงของกล้ามเนื้อ (Muscle strength) ช่วยให้ข้อมูลมีความเชื่อถือได้มากกว่าการรายงานตนเองเพียงอย่างเดียว (Khanaphan et al., 2019) ประกอบกับผลการวิเคราะห์ท่าทางด้วย Motion Analyzer ซึ่งให้เห็นความเสี่ยงการยกของหนักที่ระดับ 15-25 กิโลกรัม ขณะเดินมีความเสี่ยงมากกว่าผลลัพธ์ที่ได้จากการประเมินด้วยวิธี RULA เป็นอย่างมาก (Zhang et al., 2019)

2.2 ด้านปัจจัยที่ส่งผลต่อการบาดเจ็บทางระบบระบบโครงร่างและกล้ามเนื้อ

ปัจจัยด้านท่าทางการทำงาน (Working posture) และปัจจัยด้านการใช้แรง (Load/Force) (Das et al., 2013; Garrison et al., 2018; Houshyar & Kim, 2018; Thetkathuek et al., 2018; Promsri, 2014) เป็นปัจจัยหลักที่ส่งผลต่อการบาดเจ็บทางระบบโครงร่างและกล้ามเนื้อมากถึงร้อยละ 93.1 (Promngum et al., 2019) รวมถึงปัจจัยด้านเวลาทำกิจกรรม (Duration time) (Zhang et al., 2019; Houshyar & Kim, 2018) มีความสัมพันธ์ต่อการบาดเจ็บทางระบบโครงร่างและกล้ามเนื้อ แต่ไม่สัมพันธ์กับปัจจัยส่วนบุคคล เช่น อายุและดัชนีมวลกาย (Gyemi et al., 2016) โดยมีส่วนของร่างกายที่เกิดการบาดเจ็บบ่อยครั้ง คือ คอ ไหล่ และหลังส่วนล่าง (Khanaphan & Khanaphan, 2019; Chaiklieng, 2021; Chaiklieng et al., 2020; Thakuathung & Diloksumpun, 2021; Madtharak et al., 2012) ดังนั้น การเพิ่มระยะเวลาพักหรือการลดระยะเวลาทำกิจกรรมอื่นๆ ในระหว่างการทำงาน สามารถลดโอกาสการบาดเจ็บทางระบบโครงร่างและกล้ามเนื้อลงได้ร้อยละ 25.0 (Gyemiet al., 2016; Khanaphan & Khanaphan, 2019; Manothum, 2018) และยังพบการศึกษาที่เสนอแนะในเรื่องเวลาที่เหมาะสมสำหรับใช้ในการสังเกตการณ์ในอาสาสมัคร ควรอยู่ระหว่าง 30-60 วินาที เนื่องจากไม่รบกวนอาสาสมัครหรือไม่ทำให้อาสาสมัครรู้สึกอึดอัดหรือไม่สบายใจ (Calvo et al., 2018)

ข้อจำกัดของการศึกษา

ข้อจำกัด (Limitation) ของเครื่องมือประเมินความเสี่ยงด้านการยศาสตร์ (Ergonomic risk assessment

tool) ที่ถูกนำไปประยุกต์ใช้ในงานเกษตรกรรมและอุตสาหกรรมเกษตร (Agricultural work/Agribusiness) จากการศึกษาอื่นๆ พบว่างานวิจัยส่วนใหญ่มีการใช้เทคนิคประเมินความเสี่ยงแบบสังเกตการณ์โดยผู้ประเมินทำการประเมินเพียงเทคนิคเดียวๆ แต่ไม่มีการพิจารณา ร่วมกับการประเมินอื่นๆ เช่น การประเมินแบบทางตรง เช่น การวัดสัญญาณไฟฟ้ากล้ามเนื้อ (Electromyography: EMG) การวัดความแข็งแรงของกล้ามเนื้อ (Muscle strength) การสอบถามความล้าทั้งทางด้านร่างกายและจิตใจ โดยการประเมินด้วยตัวผู้ถูกประเมินเอง ทำให้ผลการประเมินที่ได้ไม่ข้อเปรียบเทียบ หรืออาจมีความเชื่อถือได้น้อยกว่างานที่มีการศึกษาร่วมหลากหลายวิธีการประเมิน (Chantaramanee, Theptrakamporn, & Piriayaprasarth, 2014; Gyemi et al., 2016; Hasheminejad et al., 2021; Khanaphan & Khanaphan, 2019; Ncube et al., 2021; Thetkathuek et al., 2018; Chantawong et al., 2016)

การประเมินความเสี่ยงด้วย ImageJ Photo Analysis ซึ่งเป็นโปรแกรมสำหรับประเมินภาพถ่ายจากมุมมองข้อต่อของร่างกาย มีข้อจำกัดในเรื่องจุดดบังของเส้นและหมวก ทำให้ไม่สามารถประเมินได้ในจุดอับบางจุด เช่น มุมงอของคอ (Garrison et al., 2018)

สรุปและอภิปรายผล

1. ผลลัพธ์ของการประเมินท่าทางเครื่องมือประเมินความเสี่ยงด้านการยศาสตร์ประเภทแบบสังเกตการณ์ ให้ผลลัพธ์การประเมินในกิจกรรมเดียวกัน แต่ระดับความเสี่ยงต่างกัน โดยผลการประเมินความเสี่ยงท่าทางการทำงานด้วยเทคนิค REBA พบว่าท่าทางการยกเมล็ดพันธุ์ทางการเกษตร ในลักษณะท่าทางที่หลังตรง แขนทั้งสองข้างยกสูงขึ้นเหนือไหล่พร้อมยกเดินไปด้วยน้ำหนักที่มากกว่า 10 กิโลกรัม แต่ไม่เกิน 20 กิโลกรัม นั้น จัดเป็นความเสี่ยงสูง ซึ่งมีคะแนนความเสี่ยงอยู่ในระดับ 10 จากกิจกรรมที่ทำขณะเดียวกันผลการประเมินด้วย OWAS กลับพบว่าท่าทางของกิจกรรมดังกล่าว จัดเป็นความเสี่ยงต่ำซึ่งมีคะแนนความเสี่ยงอยู่ในระดับ 1 เท่านั้น (Das et al., 2013)

ผลการศึกษาแสดงให้เห็นว่าการจำแนกท่าทางและการจัดกลุ่มท่าทางที่เป็นความเสี่ยง เพื่อใช้สำหรับการประเมินความเสี่ยงท่าทางการทำงานในเครื่องมือประเมินความเสี่ยงแบบสังเกตการณ์นั้น มีความสำคัญมาก เนื่องจากการประเมินกิจกรรมเดียวกัน แต่ให้ผลลัพธ์ของความเสี่ยงที่ต่างกันนั้น เกิดมาจากแนวทางการศึกษาและวิธีการได้มาของของเครื่องมือประเมินความเสี่ยงนั้นๆ อาจจะยังไม่ครอบคลุมทุกกิจกรรมที่ใช้ในการประเมินความเสี่ยงทั้งหมด

2. ตัวแปรที่ใช้ในการศึกษาปัญหาทางการยศาสตร์ ปัญหาด้านท่าทางการทำงาน (Work posture) เป็นปัจจัยหลักที่ส่งผลต่อการบาดเจ็บทางระบบโครงร่างและกล้ามเนื้อผลการศึกษาโดยการดัดแปลง PATH ซึ่งเป็นเครื่องมือประเมินความเสี่ยงด้านการยศาสตร์แบบเดิม ให้เป็นโปรแกรมสำเร็จรูป เพื่อให้ง่ายและเกิดความรวดเร็วต่อการประเมินความเสี่ยงท่าทางจากการทำงาน ซึ่งการศึกษาได้ทำการประเมินมุมองศา (Angle) เป็นตัวแปรหลัก เนื่องจากท่าทางในแต่ละงานมีความแตกต่างกัน แต่มุมองศาของร่างกายเป็นสิ่งที่เหมือนกันในทุกงานดังนั้น การศึกษานี้จึงวัดมุมองศาของร่างกาย 5 จุด คือ หลัง ไหล่ซ้าย ไหล่ขวา เข่าซ้าย และเข่าขวา เป็นต้นส่วนคอ ดำเนินการประเมินโดยนักการยศาสตร์ เนื่องจากมีการบดบังของเสื้อผ้าและหมวก (Garrison et al., 2018)

ความเสี่ยงที่สัมพันธ์ต่อการบาดเจ็บมือและข้อมือเกิดจากความสั่นสะเทือน ซึ่งแต่ละคนมีความแตกต่างกัน เช่น แรงกำมือ (Handgrip force) การบาดเจ็บสามารถลดลงได้ จากการออกแรงของกล้ามเนื้อลดลง (Decreased muscular force) (Calvo et al., 2018)

ข้อเสนอแนะ

1. สำหรับผู้ใช้งานเครื่องมือประเมินความเสี่ยงด้านการยศาสตร์ใดๆ จำเป็นที่จะต้องทราบว่าใช้งานเพื่อจุดประสงค์ใด โดยพิจารณาเลือกเครื่องมือให้เหมาะสมกับประเภทของงานที่ต้องการนำไปใช้งานสำหรับผู้พัฒนาเครื่องมือประเมินความเสี่ยงด้านการยศาสตร์ใดๆ จำเป็นต้องทราบระดับความรุนแรงของปัญหา ประเภทของปัญหาการบาดเจ็บทางระบบโครงร่างและกล้ามเนื้อส่วนของร่างกายที่จะต้องทำการประเมิน หรือประเมินปัญหาที่ต้องการศึกษา รวมถึงตัวแปรต่างๆ ที่เป็นสาเหตุของปัญหาที่แท้จริงเพื่อนำไปสู่การทดลอง การออกแบบการทดลอง และสร้างเครื่องมือที่มีความแม่นยำมากขึ้น สามารถวัดและประเมินความเสี่ยงได้อย่างถูกต้องตรงตามเป้าหมายที่ต้องการวัดเป็นการลดความผิดพลาดจากผลลัพธ์ที่ได้จากการประเมิน ทั้งจากตัวผู้ประเมินเองและความผิดพลาดจากเกณฑ์ที่ใช้ประเมินของเครื่องมือประเมินความเสี่ยงด้านการยศาสตร์ (Diego-Mas et al., 2017; European Trade Union Institute, 2011)

2. การลดโอกาสการบาดเจ็บต่อระบบโครงร่างและกล้ามเนื้อจากการทำงาน สามารถทำได้โดยการเพิ่มระยะเวลาพักหรือการลดระยะเวลาทำกิจกรรมอื่นๆ ในระหว่างการทำงาน ซึ่งพบว่าสามารถลดโอกาสการบาดเจ็บทางระบบโครงร่างและกล้ามเนื้อลงได้ร้อยละ 25.0 (Gyemi et al., 2016; Khanaphan & Khanaphan, 2019; Manothum, 2018)

3. เวลาที่เหมาะสมสำหรับใช้ในการสังเกตการณ์ในอาสาสมัคร ควรอยู่ระหว่าง 30-60 วินาที เนื่องจากไม่รบกวนอาสาสมัครหรือไม่ทำให้อาสาสมัครรู้สึกอึดอัดหรือไม่สบายใจ (Gómez-Gálán et al., 2019)

เอกสารอ้างอิง

- Balasubramanian, V., Narendran, T. T., & Sai Praveen, V. (2011). RBG risk scale: An integrated tool for ergonomic risk assessments. *International Journal of Industrial and Systems Engineering*, 8(1), 104-116.
- Behnouch, B., Tavakoli, N., Bazmi, E., NateghiFard, N., Pourgharib Shahi, M. H., & Okazi, A. et al. (2016). Smartphone and universal goniometer for measurement of elbow joint motions: A comparative study. *Asian J Sports Med*, 7(2), e30668. doi: 10.5812/asjms. 30668.
- Bureau of Occupational and Environmental Diseases. (2017, October 1). *Situation report in diseases and health hazards from occupation and environment 2016*. Retrieved August 19, 2022, from http://envocc.ddc.moph.go.th/uploads/situation/01_envocc_situation_59.pdf (in Thai)
- Butmee, T. (2016). Ergonomics risk assessment tools. *Disease Control Journal*, 42(1), 11-14. (in Thai)
- Calvo, A., Romano, E., Preti, C., Schillaci, G., & Deboli, R. (2018). Upper limb disorders and hand-arm vibration risks with hand-held olive beaters. *International Journal of Industrial Ergonomics*, 65, 36-45.
- Chaiklieng, S. (2021). Occupational health risk assessment of musculoskeletal disorders on exposure to working ergonomic factors in para rubber plant farmers. *KhonKaen University Journal for Public Health Research*, 14(2), 32-44. (in Thai)
- Chaiklieng, S., Khanaphan, K., & Suggaravetsiri, P. (2020). Factors correlated with risk levels of musculoskeletal disorders among rubber planters. Thesis of Master of Public Health, KhonKaen University, KhonKaen. (in Thai)
- Chantaramanee, N., Theptrakarnporn, S., & Piriyaprasarth, P. (2014). Work-related musculoskeletal problems of hand loom weaving group in Northern Thailand. *Journal of Safety and Health*, 7(24), 29-40. (in Thai)
- Chantawon, C., Krungkraipetc, N., & Daorung, Y. (2016). Participatory ergonomics intervention to reduce risk factors of work-related musculoskeletal disorders in smoked rubber plant, Rayong Province. *Journal of Public Health Nursing*, 30(1), 76-86. (in Thai)
- Das, B. (2015). Gender differences in prevalence of musculoskeletal disorders among the rice farmers of West Bengal, India. *Work-a Journal of Prevention Assessment & Rehabilitation*, 50(2), 229-240.
- Das, B., Ghosh, T., & Gangopadhyay, S. (2013). Child work in agriculture in West Bengal, India: Assessment of musculoskeletal disorders and occupational health problems. *Journal of Occupational Health*, 55(4), 244-258.
- Diego-Mas, J. A., Alcaide-Marzal, J., & Poveda-Bautista, R. (2017). Errors using observational methods for ergonomics assessment in real practice. *Human Factors*, 59(8), 1173-1187.
- European Trade Union Institute. (2011). *A classification of methods for assessing and/or preventing the risks of musculoskeletal disorders*. Retrieved August 16, 2022, from <https://www.etui.org/sites/default/files/Guide%20MSD-web.pdf>
- Fethke, N. B., Schall, M. C., Jr., Chen, H., Branch, C. A., & Merlino, L. A. (2020). Biomechanical factors during common agricultural activities: Results of on-farm exposure assessments using direct measurement methods. *Journal of Occupational and Environmental Hygiene*, 17(2-3), 85-96.

- Garrison, E. B., Dropkin, J., Russell, R., & Jenkins, P. (2018). Modified PATH methodology for obtaining interval-scaled postural assessments of farm workers. *Journal of Agricultural Safety and Health*, 24(1), 43-52.
- Gómez-Gálan, M., González-Parra, J. M., Pérez-Alonso, J., Golasi, I., & Callejón-Ferre, A. J. (2019). *Forced postures in courgette greenhouse workers. Agronomy*, 9(5), 253. <https://doi.org/10.3390/agronomy9050253>
- Grooten, W. J. A., & Johansson, E. (2018). Observational methods for assessing ergonomic risks for work-related musculoskeletal disorders. A scoping review. *Revista Ciencias De La Salud*, 16, 8-38.
- Guertler, C., Speck, G. M., Mannrich, G., Merino, G. S. A. D., Merino, E. A. D., & Seiffert, W. Q. (2016). Occupational health and safety management in oyster culture. *Aquacultural Engineering*, 70, 63-72.
- Gyemi, D. L., Van Wyk, P. M., Statham, M., Casey, J., & Andrews, D. M. (2016). 3D peak and cumulative low back and shoulder loads and postures during greenhouse pepper harvesting using a video-based approach. *Work*, 55(4), 817-829.
- Hasheminejad, N., Choobineh, A., Mostafavi, R., Tahernejad, S., & Rostami, M. (2021). Prevalence of musculoskeletal disorders, ergonomics risk assessment and implementation of participatory ergonomics program for pistachio farm workers. *La Medicina Del Lavoro*, 112(4), 292-305.
- Holmberg, S., Stiemström, E. -L., Thelin, A., & Svärdsudd, K. (2002). Musculoskeletal symptoms among farmers and non-farmers: A population-based study. *International Journal of Occupational and Environmental Health*, 8(4), 339-345.
- Houshyar, E., & Kim, I. J. (2018). Understanding musculoskeletal disorders among Iranian apple harvesting laborers: Ergonomic and stop watch time studies. *International Journal of Industrial Ergonomics*, 67, 32-40.
- Jain, R., Meena, M. L., Dangayach, G. S., & Bhardwaj, A. K. (2019). Effect of individual and work parameters on musculoskeletal health of manual agriculture workers. *International Journal of Industrial and Systems Engineering*, 32(1), 56-70.
- Khanaphan, K., & Khanaphan, P. (2019). Ergonomic risk assessment of sugarcane cutting and carry on truck workers in Kumphawapi District, Udon Thani Province. *Journal of Ratchathani Innovative Social Sciences*, 3(1), 63-74. (in Thai)
- Khanaphan, K., Suggaravetsiri, P., & Chaiklieng, S. (2019). Ergonomics risk and muscle fitness among rubber planters in UbonRatchatani Province. *UBRU Journal for Public Health Research*, 8(2), 21-31. (in Thai)
- Kirkhorn, S., Greenlee, R. T., & Reeser, J. C. (2003). The epidemiology of agriculture-related osteoarthritis and its impact on occupational disability. *Wisconsin Medical Journal*, 102(7), 38-44.
- Kucera, K. L., & Lipscomb, H. J. (2010). Assessment of physical risk factors for the shoulder using the Posture, Activity, Tools, and Handling (PATH) method in small-scale commercial crab pot fishing. *Journal of Agromedicine*, 15(4), 394-404.
- Kwanpan, A. (2021). The ergonomic risk assessment and environmental work white coconut case study local communities Samut Songkram Province. *The Journal of Industrial Technology: SuanSunandha Rajabhat University*, 9(2), 44-57. (in Thai)

- Madtharak, W. (2018). Working loss reduction of para rubber plantation farmers using ergonomics assessment: A case study in Manung District, Stun Province. *The Journal of Industrial Technology*, 14(1), 13-21. (in Thai)
- Madtharak, W., Mueankhao, D., & Dulyakul, Y. (2012). The study of ergonomics for improvement in production of palmyra palm sugar acast study: Housewife group in Snamchai Sub-District, Stingpra District, SongKhla Province. *Journal of Engineering, RMUTT*, 1, 49-58. (in Thai)
- Manothum, A. (2018). The study of ergonomics to reduce risk of work-related musculoskeletal disorders among maize farmers in Lampang Province. *Journal of Industrial Education*, 17(1), 95-103. (in Thai)
- Ncube, F., Kanda, A., & Sanyanga, T. (2021). Standing working posture and musculoskeletal pain among citrus sinensis workers in alow-income country. *Safety and Ergonomics: JOSE*, 27(1), 128-135.
- Neitzel, R. L., Krenz, J., & de Castro, A. B. (2014). Safety and health hazard observations in Hmong farming operations. *Journal of Agromedicine*, 19(2), 130-149.
- Nur Syazwani, M. N., Baba, M. D., Mohd Nizam, A. R., Ezrin Hani, S., Norani, N., Shamsul Bahri, M. T. et al. (2016). Ergonomic risk assessment of manual handling tools by oil palm collectors and loaders. *Malaysian Journal of Public Health Medicine*, 16, 56-60.
- Peters, M. D. J., Marnie, C., Tricco, A. C., Pollock, D., Munn, Z., Alexander, L., Mclnerney, P., Godfrey, C. M., & Khalil, H. (2020). Updated methodological guidance for the conduct of scoping reviews. *JB I Evidence Synthesis*, 18(10), 2119-2126.
- Promngurn, J., Jitkue, K., & Suntiamontut, A. (2019). Reducing ergonomic issues within the mushroom loaf steaming process: A case study at the organic mushroom learning center, Phuket Province. *Industry Technology Lampang Rajabhat University*, 12(1), 14-26. (in Thai)
- Promsri, A. (2014). Posture and work-related in hyacinth weaving group: A pilot study. *Naresuan Phayao Journal*, 7(3), 204-211. (in Thai)
- Spinelli, R., Aminti, G., & De Francesco, F. (2017). Postural risk assessment of mechanised fire wood processing. *Ergonomics*, 60(3), 375-383.
- Sukadarin, E. H., Md Deros, B., Ghani, J. A., Ismail, A. R., MohdNawi, N. M., & Abdull, N. (2016). Validity test for Simple Ergonomics Risk Assessment (SERA) method. *Malaysian Journal of Public Health Medicine*, 1 (Special issue1), 134-143.
- Suthakorn, W., Srisupan, W., & Songkham, W. (2018). Systematic review of ergonomic risk assessment tools for occupational health research in Thailand. *Buddhachinaraj Medical Journal*, 35(3), 380-393. (in Thai)
- Thakuathung, C. N., & Diloksumpun, P. (2021). Ergonomic risk assessment of timber harvesting workers in teak plantations, Phrae Province. *Thai Journal of Science and Technology*, 10(2), 223-233. (in Thai)
- Thetkathuek, A., Meepradit, P., & Sa-ngiamsak, T. (2018). A cross-sectional study of musculoskeletal symptoms and risk factors in Cambodian fruit farm workers in Eastern Region, Thailand. *Safety and Health at Work*, 9(2), 192-202.

Zhang, Z., Wang, Y. J., Zhang, Z. H., Li, D. P., Wu, Z. Z., Bai, R. et al. (2019). Ergonomic and efficiency analysis of conventional apple harvest process. *International Journal of Agricultural and Biological Engineering*, 12(2), 210-217.