วารสารวิทยาศาสตร์สุขภาพแห่งประเทศไทย
Health Science Journal of Thailand

การทบทวนงานวิจัยอย่างมีระบบ: แนวโน้มการใช้เครื่องมือประเมินความเสี่ยงทางการยศาสตร์

A Systematic Review: Using Trends of Ergonomic Risk Assessment Tools

จิตรลดา กิตติจารุวัฒนา[1, 2], มงคล รัชชะ[3]*, เสรีย์ ตู้ประกาย[1], อนุ สุราช[3]
Jitralada Kittijaruwattana[1, 2], Mongkol Ratcha[3]*, Seree Tuprakay[1], Anu Surach[3]

บทคัดย่อ

เครื่องมือประเมินความเสี่ยงทางการยศาสตร์ เช่น การประเมินร่างกายส่วนบนแบบรวดเร็ว (RULA) การประเมินทั้งร่างกายแบบรวดเร็ว (REBA) การประเมินความเครียดของพนักงานสำนักงานแบบรวดเร็ว (ROSA) การประเมินสภาพการยกด้วยสมการ NIOSH (RNLE) การประเมินท่าทางการเคลื่อนไหวทั่วทั้งร่างกายอย่างรวดเร็ว (OWAS) และการประเมินร่างกายส่วนล่างของกิจกรรมทางการเกษตร (ALLA) ถูกใช้ในการพิสูจน์ท่าทางการทำงานที่อาจเป็นอันตรายที่ส่งผลต่อสุขภาพของพนักงาน เครื่องมือในการประเมินเหล่านี้ถูกมุ่งเป้าไปที่ความเสี่ยงที่มีความสัมพันธ์ของความผิดปกติทางระบบกล้ามเนื้อและโครงร่างกระดูกจากการทำงาน ซึ่งเป็นปัจจัยขั้นปฐมภูมิของการได้รับการบาดเจ็บเรื้อรังจากการทำงาน อย่างไรก็ตาม การประยุกต์ใช้เครื่องมือประเมินที่เหมาะสมกับงานจะสามารถชี้บ่งความเสี่ยงของงานได้ จุดมุ่งหมายของงานวิจัยนี้คือ การวิพากษ์วิจารณ์ และการวิเคราะห์เครื่องมือประเมินความเสี่ยงด้านการยศาสตร์ และแนวโน้มในการประเมินความเสี่ยงความผิดปกติทางระบบกล้ามเนื้อและโครงร่างกระดูกจากการทำงาน โดยใช้ข้อมูลฐาน Web of Science จากปี ค.ศ. 2013 ถึง 2022 ผลที่ได้จากการศึกษานี้ สามารถชี้ให้เห็นถึงความเหมาะสมจากการเลือกใช้เครื่องมือแต่ละประเภท โดยมีผลการประเมินที่ชัดเจน เพื่อนำไปประยุกต์ใช้สำหรับโรงงานอุตสาหกรรมหรือสถานที่ทำงาน โดยผลที่ได้จะสามารถเป็นแนวทางช่วยลดความชุกของโรคความผิดปกติทางระบบกล้ามเนื้อและโครงร่างกระดูกของพนักงานได้

คำสำคัญ: หลักการประเมินด้านการยศาสตร์, เครื่องมือประเมินความเสี่ยง, ความผิดปกติทางระบบกล้ามเนื้อและโครงร่างกระดูกจากการทำงาน

* Corresponding author: Email: mongkol.r@.ru.ac.th, Tel: 081-9363049
Received: May 8, 2023; Revised: Jul 4, 2023; Accepted: Aug 3, 2023
https://doi.org/10.55164/hsjt.v5i4.262942

Citation:
Kittijaruwattana J, Ratcha M, Tuprakay S, Surach A. A systematic review: the using trends of ergonomic risk assessment tools. Health Sci J Thai 2023; 5(4): 49-58. (in Thai); https://doi.org/10.55164/hsjt.v5i4.262942.

[1] คณะวิศวกรรมศาสตร์ มหาวิทยาลัยรามคำแหง กรุงเทพฯ 10240
[2] คณะวิทยาศาสตร์และเทคโนโลยีอุตสาหกรรม มหาวิทยาลัยสงขลานครินทร์ วิทยาเขตสุราษฎร์ธานี 84000
[3] คณะสาธารณสุขศาสตร์ มหาวิทยาลัยรามคำแหง กรุงเทพฯ 10240
[1] Faculty of Engineering, Ramkhamhaeng University, Bangkok, 10240, Thailand
[2] Faculty of Science and Industrial Technology, Prince of Songkla University, Surat Thani Campus, 84000, Thailand
[3] Faculty of Public Health, Ramkhamhaeng University, Bangkok, 10240, Thailand

Abstract

Ergonomic risk assessment tools such as Rapid Upper Limb Assessment (RULA), Rapid Entire Body Assessment (REBA), Rapid Office Strain Assessment (ROSA), Revised NIOSH Lifting Equation (RNLE), Ovako Working Posture Analysis System (OWAS), and Agricultural Lower Limb Assessment (ALLA) have been used for identifying working posture hazardous to the health of workers. Those assessments focused on the risk of work-related musculoskeletal disorders (WMSDs), which are primary contributing factor to non-fatal injuries from working. However, applying the right tools on the right job task would help in identifying the job risk. The purpose of this study is to review and analyze the ergonomic risk assessment tools and estimate the risk of WMSDs in research data of Web of Science from 2013 to 2022. The results of this systematic review indicated that each tool has a better agreement with expert evaluation results for industries or workplaces which can provide a guideline and decrease the prevalence of musculoskeletal disorders for workers.

Keywords: Ergonomic assessment, Risk assessment tool, Work-related musculoskeletal disorders

บทนำ

การยศาสตร์ เป็นศาสตร์หรือวิชาที่ว่าด้วยการใช้หลักการเคลื่อนไหวของร่างกายมนุษย์ในการทำงานตามหลักธรรมชาติ โดยมีสภาวะแวดล้อมเป็นปัจจัยที่ส่งผลต่อการทำงาน โดยทั่วไปมีเป้าหมายที่เน้นเฉพาะเจาะจงให้เหมาะสมกับงานของแต่ละคน[1] ดังนั้นการศึกษาความสัมพันธ์ระหว่างคนกับสิ่งแวดล้อมในสภาวะการทำงานต่างๆ จึงเป็นการปรับเปลี่ยนสภาพงานให้เหมาะสมกับผู้ปฏิบัติงาน หรือเป็นการปรับปรุงสภาพการทำงานอย่างเป็นระบบ โดยพิจารณาจากสถานที่ทำงานให้ได้รับการออกแบบหรือปรับปรุงให้เหมาะสมกับผู้ปฏิบัติงาน เพื่อให้สามารถทำงานได้ตามสรีระร่างกายที่เหมาะสม ซึ่งจะช่วยป้องกันปัญหาต่าง ๆ ที่อาจจะเกิดขึ้นในระยะสั้น และสร้างความปลอดภัยต่อสุขภาพอนามัยในการทำงานในระยะยาว ทำให้ส่งผลดีต่อการเพิ่มประสิทธิภาพ และประสิทธิผลในการทำงานได้ ด้วยเหตุนี้จึงมีการศึกษาการใช้องค์ความรู้หลักการประเมินด้านการยศาสตร์เพื่อเป็นเครื่องมือในการประเมินความเสี่ยงที่มีผลต่อสุขภาพของผู้ปฏิบัติงาน[2]

ความผิดปกติทางระบบกล้ามเนื้อและโครงร่างกระดูกจากการทำงาน (Work-related musculoskeletal disorders, WMSDs) หรือโรคทางระบบกล้ามเนื้อและโครงร่างกระดูก (Musculoskeletal disorders, MSDs) ล้วนมีความเกี่ยวข้องกับการใช้ร่างกาย กับสภาวะแวดล้อมในการปฏิบัติหน้าที่ที่ได้รับมอบหมายต่างๆ ซึ่งอาจไม่ใช่ปัจจัยที่ทำให้เกิดอุบัติเหตุแบบทันทีทันใด แต่อาจเป็นการสะสมและส่งผลต่อการทำงานในระยะยาว หรือไม่อาจคาดการณ์ได้[3] ปัจจัยทั่วไปของความผิดปกติทางระบบกล้ามเนื้อและโครงร่างกระดูกจากการทำงาน ได้แก่ การทำซ้ำ ใช้เวลานาน การเคลื่อนไหว การออกแรงมากเกินไป ท่าทางของร่างกายที่ไม่เหมาะสม การสั่นสะเทือน และแรงสัมผัส เป็นต้น เพื่อให้เหมาะกับหลักการทำงานที่ถูกต้อง สถานที่ทำงานที่เหมาะสมและดีที่สุดสำหรับผู้ปฏิบัติงานในด้านต่างๆ ตามเงื่อนไขที่มีอย่างจำกัด จึงจำเป็นต้องทำการประเมินตามหลักการยศาสตร์โดยใช้เครื่องมือต่างๆ ในการประเมินความเสี่ยง[4]

เครื่องมือประเมินความเสี่ยงทางด้านการยศาสตร์ ใช้เพื่อศึกษาท่าทางการทำงานในลักษณะต่างๆ ของพนักงาน สถานที่ทำงานที่ปลอดภัยและมีประสิทธิภาพ และขั้นตอนการทำงานของผู้ปฏิบัติงานหรือคนงานเพื่อขจัดปัจจัยความเสี่ยงต่างๆ เช่น อาการไม่สบายตัว เคล็ด ขัดยอก ปวดหลัง และความผิดปกติของการบาดเจ็บสะสม เพื่อประเมินระดับความเสี่ยงสำหรับกิจกรรมต่างๆที่เกี่ยวข้องกับงาน โดยจะวิเคราะห์ความสามารถและข้อจำกัดด้านพฤติกรรม จิตใจ และสรีรวิทยาของผู้ปฏิบัติงาน การศึกษาก่อนหน้านี้ได้ใช้เครื่องมือประเมินความเสี่ยงทางการยศาสตร์หลายอย่าง เช่น การประเมินร่างกายส่วนบนแบบรวดเร็ว (Rapid Upper Limb Assessment, RULA) การประเมินทั้งร่างกายแบบรวดเร็ว (Rapid Entire Body Assessment, REBA) การประเมินความเครียดของพนักงานสำนักงานแบบรวดเร็ว (Rapid Office Strain Assessment, ROSA) การประเมินสภาพการยกด้วยสมการ NIOSH (Revised NIOSH Lifting Equation, RNLE) การประเมินท่าทางการเคลื่อนไหวทั่วทั้งร่างกายอย่างรวดเร็ว (Ovako Working Posture Analysis System, OWAS) และการประเมินร่างกายส่วนล่างของกิจกรรมทางการเกษตร (Agricultural Lower Limb Assessment, ALLA) เครื่องมือเหล่านี้ใช้ในการประเมินความเสี่ยงที่เกี่ยวข้องกับกิจกรรมบางอย่างโดยการจำลองงานในสภาพแวดล้อมของห้องปฏิบัติการและในสถานที่จริง ซึ่งสามารถทำให้ทราบข้อมูลลักษณะงาน สุขภาพ โรคที่เกิดจากการทำงาน รวมถึงพฤติกรรมของพนักงาน[5-10] นอกจากนี้เครื่องมือดังกล่าวยังจัดเป็นประเภทที่สามารถใช้รายงานตนเอง การสังเกต และการวัดผลโดยตรงได้ อย่างไรก็ตามเครื่องมือเหล่านี้แตกต่างกันในขั้นตอนของการประเมินและยังแตกต่างกันในส่วนของร่างกายที่ใช้ในการประเมินและประเภทของงานของแต่ละงานอีกด้วย

นักวิจัยหลายคนกล่าวและยืนยันว่าความสัมพันธ์ระหว่างภาระงานของกล้ามเนื้อและโครงร่างกระดูก สามารถแสดงเป็นฟังก์ชันและชี้ให้เห็นถึงความสัมพันธ์ของปัจจัยต่างๆ ที่อธิบายท่าทาง แรง เวลาที่ใช้ในการทำงาน ที่เป็นเหตุให้เกิดโรคทางระบบกล้ามเนื้อและโครงร่างกระดูกของผู้ปฏิบัติงาน ซึ่งหมายความว่าปัจจัยเหล่านี้ หากทราบข้อมูลความเสี่ยงจากท่าทางการทำงานหรือลักษณะงานมีปริมาณงานที่เหมาะสม อาจสามารถลดความเสี่ยงของความผิดปกติทางระบบกล้ามเนื้อและโครงร่างกระดูกจากการทำงานได้ ดังนั้นเพื่อให้สถานที่ทำงานเหมาะสมกับผู้ปฏิบัติงานสูงสุดในด้านต่างๆ จึงจำเป็นต้องพิจารณาการประเมินความเสี่ยงตามหลักการยศาสตร์ของสถานที่ทำงาน[11-14] ดังนั้นการเลือกเครื่องมือด้านการยศาสตร์ในการใช้ประเมินความเสี่ยงจากการทำงานของผู้ปฏิบัติงานจึงมีความสำคัญ และจำเป็นต้องมีการประเมินตามหลักและวิธีการทางวิชาการ โดยอาศัยพื้นฐานที่สามารถทำได้ง่าย รวดเร็ว มีความเที่ยงตรง ไม่สิ้นเปลืองทรัพยากร ไม่ใช้งบประมาณที่สูงจนเกินไป ตลอดจนการมีส่วนร่วมของพนักงานในการให้ความร่วมมือด้วยความสมัครใจ เพื่อให้เกิดสุขภาวะที่ดีของพนักงาน และประโยชน์สูงสุดกับองค์กรที่ใช้เครื่องมือดังกล่าว

ด้วยเหตุนี้กลุ่มผู้วิจัยจึงมีวัตถุประสงค์ในการรวบรวม และทบทวนวรรณกรรมจากงานวิจัยที่เกี่ยวข้องโดยการใช้เครื่องมือประเมินความเสี่ยงด้านการยศาสตร์ด้านต่างๆ จากการค้นคว้าในฐานข้อมูลระดับนานาชาติ ที่มีการวิจัยและนำเครื่องมือประเมินความเสี่ยงและเทคนิคต่างๆ มาใช้เพื่อลดความผิดปกติทางระบบกล้ามเนื้อและโครงร่างกระดูกจากการทำงานของพนักงาน ตลอดจนเป็นการนำเสนอข้อมูลความผิดปกติจากท่าทาง สถานีงาน ภาระงาน และเวลาการทำงานที่ไม่เหมาะสม เพื่อเป็นแนวทางในการนำไปประยุกต์ใช้ประโยชน์ในสถานประกอบกิจการต่างๆ ในการส่งเสริมสุขภาพและป้องกันโรค เพื่อให้พนักงานมีคุณภาพชีวิตที่ดีขึ้น

วิธีการวิจัย

การสืบค้น และการทบทวนงานวิจัยอย่างมีระบบที่เกี่ยวข้องกับการใช้เครื่องมือทางการยศาสตร์ในการประเมินท่าทางในการทำงานของพนักงาน ที่อาจส่งผลต่อการเกิดหรือสะสมความผิดปกติของระบบกล้ามเนื้อและโครงร่างกระดูก โดยใช้ฐานข้อมูลระดับนานาชาติ (Web of Science) โดยใช้การเลือกแบบคำสำคัญของผู้ประพันธ์ (Author keywords) ที่มีความสัมพันธ์ในท่าทางของการปฏิบัติงาน ณ สถานีงานต่างๆ คำสำคัญที่ใช้ในการหาข้อมูลจะเกี่ยวข้องกับการประเมินโดยใช้เครื่องมือทางการยศาสตร์ ได้แก่ การประเมินร่างกายส่วนบนแบบรวดเร็ว (RULA) การประเมินทั้งร่างกายแบบรวดเร็ว (REBA) การประเมินความเครียดของพนักงานสำนักงานแบบรวดเร็ว (ROSA) การประเมินสภาพการยกด้วยสมการ NIOSH (RNLE) การประเมินท่าทางการเคลื่อนไหวทั่วทั้งร่างกายอย่างรวดเร็ว (OWAS) และการประเมินร่างกายส่วนล่างของกิจกรรมทางการเกษตร (Agricultural Lower Limb Assessment, ALLA) จากข้อมูลที่ได้จะนำมาแยกตามแต่ละประเภทของแบบประเมิน นำมาวิเคราะห์อภิปราย โดยใช้โปรแกรม Microsoft Excel/ Microsoft 365® รวมถึงข้อเสนอแนะ และการแนะนำที่ได้จากแต่ละงานวิจัย

ผลการศึกษา

แนวโน้มในการศึกษาและวิจัยด้านการประเมินความเสี่ยงในการทำงาน

เครื่องมือประเมินความเสี่ยง ทั้ง 6 ประเภท มีจำนวน 126 เรื่อง ซึ่งเป็นงานวิจัยที่เกี่ยวข้องกับการศึกษาลักษณะท่าทางการทำงานตามหลักการยศาสตร์ โดยใช้ประเภทเครื่องมือได้แก่ RULA, REBA, ROSA, RNLE, OWAS และ ALLA ทำการรวบรวมข้อมูลในปี ค.ศ. 2013 ถึง ค.ศ. 2022 ที่มีการตีพิมพ์ทางวารสารที่มีอยู่ในฐานข้อมูล Web of Science จำนวนบทความแยกตามปีดังแสดงในตารางที่ (Table) 1 จากข้อมูลพบว่าในปี ค.ศ. 2021 มีการใช้เครื่องมือประเมินความเสี่ยงทางการยศาสตร์จำนวน 22 เรื่อง ซึ่งการประเมินความเสี่ยงโดยใช้วิธี RULA ยังเป็นวิธีการที่นิยมใช้ในการประเมิน โดยมีบทความงานวิจัยที่เกี่ยวข้องสูงสุดจำนวน 59 เรื่องในรอบทศวรรษที่ผ่านมา นอกจากนี้แล้วยังมีงานวิจัย REBA, ROSA, RNLE, OWAS และ ALLA มีงานวิจัยที่เผยแพร่ จำนวน 37, 13, 12, 4 และ 1 เรื่องตามลำดับ

จากการวิเคราะห์ความสัมพันธ์เชิงร้อยละในการกระจายความถี่ของประเภทเครื่องมือประเมินความเสี่ยงทางการยศาสตร์ ทั้ง 6 ประเภท กับจำนวนงานวิจัยที่ตีพิมพ์ในปีนั้นๆ พบว่าแนวโน้มในการใช้เครื่องมือแบบ RULA มีค่าร้อยละมากกว่า 40 ตั้งแต่ปี 2013 ถึง ปี 2020 และมีแนวโน้มลดลงในช่วงปี 2021-2022 ดังแสดงใน (Figure) 1 ในช่วง ปี 2019-2022 มีการให้ความสนใจในการใช้เครื่องมือประเมินความเสี่ยงทางการยศาสตร์แบบก้าวกระโดดจากช่วงปีก่อนที่ผ่านมาเป็นเท่าตัวเมื่อเปรียบเทียบกับช่วงปี 2013-2018 และมีการใช้เครื่องมือประเมินความเสี่ยงที่หลากหลายขึ้น ขณะที่ในปี 2013-2014 มีเพียงการศึกษาวิจัยเฉพาะวิธี RULA, REBA และ RNLE เท่านั้น เครื่องมือแบบ ALLA มีการศึกษาและเผยแพร่เพียง 1 เรื่อง ในปี 2018 เครื่องมือประเมินความเสี่ยง OWAS ก็กำลังเป็นเครื่องมือที่มีการนำมาใช้ในช่วง 5 ปีที่ผ่านมาโดยมีการตีพิมพ์จำนวน 4 เรื่อง

Table 1 The number of studies published in the Web of Science database from 2013 to 2022

Tools	2013	2014	2015	2016	2017	2018	2019	2020	2021	2022	Total
RULA	1	6	4	5	4	7	9	9	8	6	59
REBA	1	0	2	0	3	2	7	5	11	6	37
ROSA	0	0	3	1	0	0	3	2	3	1	13
RNLE	0	1	1	2	1	0	2	0	0	5	12
OWAS	0	0	0	0	0	1	0	3	0	0	4
ALLA	0	0	0	0	0	1	0	0	0	0	1
Total	2	7	10	8	8	11	21	19	22	18	126

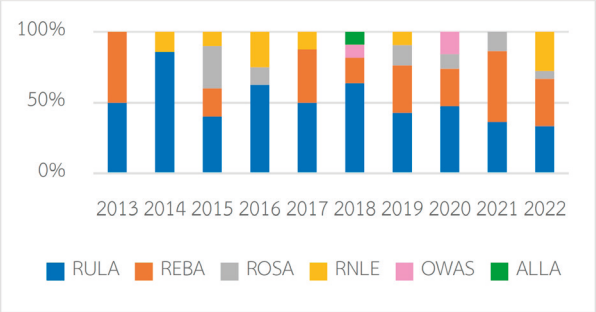

Figure 1 Percentage relationship in the frequency distribution of ergonomic risk assessment tools in a decade.

เครื่องมือประเมินความเสี่ยงด้านการยศาสตร์

1) การประเมินร่างกายส่วนบนแบบรวดเร็ว (Rapid Upper Limb Assessment, RULA)

เครื่องมือในการประเมินความเสี่ยงแบบ RULA เป็นการประเมินความเสี่ยงทางการยศาสตร์ในท่านั่ง หรือเน้นการประเมินท่าทางการเคลื่อนไหวของร่างกายส่วนบน สามารถทำการประเมินโดยวิธีสำรวจอย่างรวดเร็วเพื่อใช้ในการตรวจสอบตามหลักการยศาสตร์ของสถานที่ทำงานที่มีการรายงานของโรคความผิดปกติทางระบบกล้ามเนื้อและโครงร่างกระดูกเกิดขึ้นกับพนักงาน[15] ทั้งนี้วิธี RULA เป็นเครื่องมือคัดกรองที่ประเมินภาระงานทางการเคลื่อนไหวและท่าทางของร่างกายในพื้นที่ทำงานซึ่งแบ่งการประเมินเป็น 2 กลุ่มหลัก คือ กลุ่ม A ประกอบด้วย การประเมินแขนส่วนบน แขนส่วนล่าง และข้อมือ และกลุ่ม B ประกอบด้วยการประเมินในส่วน คอ ลำตัว และขา[5] เครื่องมือนี้ให้ผลการประเมินอย่างรวดเร็วของภาระงานของกล้ามเนื้อและกระดูกของผู้ปฏิบัติงานเนื่องจากท่าทาง การทำงานซ้ำๆ และแรง ผลลัพธ์ที่ได้สามารถบ่งชี้ระดับอันตรายหรือระดับความเสี่ยงต่อร่างกายที่เกิดจากการทำงานของพนักงานได้ ช่วยในการประเมินงานหรือส่วนงานที่อาจทำให้พนักงานเสี่ยงต่อการสะสมความผิดปกติของโรคระบบกล้ามเนื้อและโครงร่างกระดูก ในตารางที่ (Table) 2 แสดงงานวิจัยที่เกี่ยวข้องกับการใช้เครื่องมือการประเมินแบบ RULA โดยจำแนกตามสถานีงาน ผู้ปฏิบัติงาน และผลลัพธ์ที่ได้ ความเสี่ยงจากการประเมินถูกคำนวณเป็นคะแนนจาก 1 ถึง 7 ซึ่งนำมาจัดกลุ่มเป็น 4 ระดับ ดังนี้

1-2 คือ ท่าทางการทำงานที่ยอมรับได้

3-4 คือ จำเป็นต้องมีการตรวจสอบเพิ่มเติม หรืออาจจำเป็นต้องเปลี่ยนท่าทาง

5-6 คือ ต้องตรวจสอบและใช้การเปลี่ยนแปลงท่าทางโดยเร็วเพื่อหลีกเลี่ยงการเพิ่มเติมความเสี่ยง

7 คือ ต้องให้ความสนใจและเปลี่ยนท่าทางใหม่ทันที

โดยการดำเนินการของแต่ละกลุ่มระดับความจำเป็นเป็นการบ่งชี้ถึงกรอบระยะเวลาที่เหมาะสมในการคาดหวังให้เริ่มการควบคุมความเสี่ยง[16]

2) การประเมินทั้งร่างกายแบบรวดเร็ว (Rapid Entire Body Assessment, REBA)

เครื่องมือในการประเมินความเสี่ยงแบบ REBA เป็นการประเมินความเสี่ยงทางการยศาสตร์ในท่ายืน นิยมใช้สำหรับการประเมินในงานที่มีลักษณะเปลี่ยนท่าทางอย่างรวดเร็วหรืองานที่ไม่อยู่กับที่ แบ่งการประเมินเป็น 2 กลุ่มหลักคือ กลุ่ม A ประกอบด้วยการประเมินคอ ลำตัว และขา และกลุ่ม B ประกอบด้วยการประเมินส่วนแขนและข้อมือ วิธี REBA เป็นเครื่องมือภาคสนามของผู้ปฏิบัติงานที่ออกแบบมาเพื่ออำนวยความสะดวกในการวัดและประเมินผลความเสี่ยงที่เกี่ยวข้องกับท่าทางการทำงานซึ่งเป็นส่วนหนึ่งของภาระงานตามหลักการยศาสตร์ ซึ่งสามารถให้ข้อมูลด้านต้นทุน ประสิทธิผล ความสามารถ ข้อมูลทั่วไป และความถูกต้องตรงกับความต้องการในการประกอบอาชีพของผู้ปฏิบัติงาน[9] ตารางที่ (Table) 3 แสดงงานวิจัยที่เกี่ยวข้องกับการใช้เครื่องมือการประเมินโดยใช้วิธี REBA คะแนนสุดท้ายของวิธี REBA นี้จะมีความเกี่ยวข้องกับระดับพฤติกรรม (Action level) ในการปรับปรุงสถานีงาน โดยมีระดับคะแนนพฤติกรรมดังนี้

คะแนน 1 คือไม่จำเป็นต้องปรับ

คะแนน 2-3 คืออาจต้องมีการปรับปรุง

คะแนน 4-7 คือควรมีการศึกษาเพิ่มเติม

คะแนน 8-10 คือต้องมีการปรับปรุง

และคะแนนตั้งแต่ 11 ขึ้นไป คือต้องมีการปรับปรุงโดยเร็วที่สุด[21]

Table 2 Characterization of previous research on the RULA

Sector	Process	Results	References
Food industry	Meat Cutting	The butcher is exposed to a higher risk of working posture problems, such as MSDs and Cumulative trauma disorders (CTDs).	Mahmood et al., 2019[17]
University	Laptop using	Students presented that their neck, upper and lower back, shoulder, and wrist are structured that influenced by laptops based on body configuration.	Mohammadbeigi et al., 2019[18]
Office	Computer using	Computer professionals reported that postural, physiological, and work-related factors contribute to the development of musculoskeletal disorders.	Sasikumar & Binoosh, 2020[19]
Printing industry	Hand block printing technique	Complaints were reported in the wrist, neck, and lower back region.	Kamble et al., 2022[20]

Table 3 Characterization of previous research on the REBA

Sector	Participants	Results	References
Automobile industry	Automobile industrial workers	The present study indicates that internal factors like core strength and flexibility, and work postures do not correlate with intensity and severity of lower back pain	Jamdade et al., 2021[22]
Construction industry	Workers in industrialized construction	a virtual reality (VR)-based ergonomic assessment method achieved an accuracy of approximately 80%, in REBA to assess risk.	Dias Barkokebas & Li, 2021[23]
Hospital	Otolaryngology surgeons	43.8% of surgeons reported suffering from the highest pain level when standing, whereas only 12.5% experienced pain when sitting. Importantly, 10% stated that pain impacted their work.	Vaisbuch et al., 2018[24]
Textile industry	Lipa'Sa'be Mandar weavers	The REBA was concluded that there is a significant relationship between work posture and complaints of Musculoskeletal Disorders (MSDs) in Lipa' Sa'be Mandar weavers. The most common complaints are the elbows, the neck, the hands, and the buttocks.	Mallapiang et al., 2021[25]

3) การประเมินความเครียดของพนักงานสำนักงานแบบรวดเร็ว (Rapid Office Strain Assessment, ROSA)

ปัจจุบันการพัฒนาในยุคดิจิทัลถูกให้ความสำคัญด้านเทคโนโลยีสารสนเทศส่งผลให้มีการใช้คอมพิวเตอร์ในการประกอบอาชีพเพิ่มขึ้นอย่างมาก งานในสำนักงานแสดงถึงสภาพแวดล้อมการทำงานทางกายภาพที่ซับซ้อน โดยมีปฏิสัมพันธ์ระหว่างมิติต่างๆ สถานีงานและอุปกรณ์ ความเร็วในการป้อนข้อมูล ตำแหน่งและแสงของจอภาพที่มองเห็น (หน้าจอและเอกสาร) และเนื้อหางาน ทำให้พนักงานมีความเครียด และเกิดการปวดเมื่อยตามร่างกาย นำไปสู่สาเหตุของการเกิดโรคได้ เครื่องมือประเมินความเครียดของพนักงานสำนักงานแบบรวดเร็ว (ROSA) ช่วยให้นักการยศาสตร์สามารถประเมินปัจจัยเสี่ยงที่เฉพาะเจาะจงได้อย่างรวดเร็วในสถานีงานของคอมพิวเตอร์ผ่านท่าทางและอุปกรณ์ในที่ทำงาน[26] ปัจจัยเสี่ยงมีน้ำหนักตามความผิดปกติทาง

ระบบกล้ามเนื้อและโครงร่างกระดูกจากการทำงานที่เพิ่มขึ้น ความเสี่ยงและให้คะแนนความเสี่ยงแก่ผู้ใช้สำหรับส่วนย่อยของสถานีงาน เช่น เก้าอี้ จอภาพ/โทรศัพท์ เมาส์/แป้นพิมพ์ คะแนนรวมสุดท้ายของ ROSA มีตั้งแต่ 1 ถึง 10 ในส่วนของการประเมินผลลัพธ์ คะแนนรวมสุดท้ายของวิธี ROSA พร้อมรายงานความรู้สึกไม่สบาย ที่คะแนนระดับตั้งแต่ขึ้นไป 5 บ่งบอกถึงความเสี่ยงสูงที่มีโอกาสในการเกิดโรคได้[27] ตารางที่ (Table) 4 แสดงงานวิจัยที่เกี่ยวข้องกับการใช้เครื่องมือการประเมินแบบ ROSA

Table 4 Characterization of previous research on the ROSA.

Sector	Participants	Results	References
Hospital	Office workers	Most participants were female (55.9%) and had experienced MSDs the past week (76%). The most common MSDs among participants were in the neck (67.6%), lower back (59.5%), and upper back (55%). Moreover, the total mean score of the ROSA checklist was 4.67 ± 1.15.	Mianehsaz et al., 2022[28]
University	Administrative office workers	The prevalence of musculoskeletal symptoms in any region during the past 12 months preceding the study was 84.5%, and only 30% required medical advice. The most common area of complaint was the lower back (54.5%). A high risk of ROSA was significantly associated with increased odds of disabling musculoskeletal symptoms (Odds ratio=1.77, 95% Confidence Interval = 1.05-2.96).	AlOmar et al., 2021[29]
University	Office workers	A ROSA-Br (the adapted version) final score of 6 to identify workers with pain and other musculoskeletal symptoms and working posture risk.	Rodrigues et al., 2019[30]
Bank	Bank staffs	The initial mean score of ROSA at workstations of all groups was above 5 with high risk. After 9 months of the intervention, there was a significant decrease in the prevalence of MSDs in the neck, shoulders, and lumbar regions.	Motamedzadeh et al., 2021[31]

4) การประเมินสภาพการยกด้วยสมการ NIOSH (Revised NIOSH Lifting Equation, RNLE)

ตารางที่ (Table) 5 แสดงงานวิจัยที่เกี่ยวข้องกับการใช้เครื่องมือการประเมินสภาพการยกด้วยสมการ NIOSH (RNLE) โดยเริ่มเผยแพร่ครั้งแรกในปี 1981 และฉบับแก้ไขถูกตีพิมพ์ในปี 1994 เป็นเครื่องมือหนึ่งที่ใช้บ่อยที่สุดในการประเมินด้านการยศาสตร์ผู้ปฏิบัติงานในสถานีงานที่ต้องการประเมินงานยก[10] ความนิยมในการใช้ RNLE ในหมู่ผู้เชี่ยวชาญด้านอาชีวอนามัยและความปลอดภัยภาคสนามมีสาเหตุมาจากความเรียบง่ายและคุณภาพเชิงปริมาณของ RNLE สามารถใช้เครื่องชั่งน้ำหนัก สายวัด โกนิโอมิเตอร์ และนาฬิกาจับเวลาได้ใช้เพื่อกำหนดตัวแปรงานยกที่จำเป็นสำหรับการประเมิน ปัจจุบันการเผยแพร่ RNLE สร้างความสนใจเพิ่มขึ้นในหมู่นักวิจัยด้านอาชีวอนามัยและความปลอดภัยภาคสนามผู้เชี่ยวชาญในการปรับปรุงการประเมินความเสี่ยงสำหรับงานยกด้วยมือ[32]

5) การประเมินท่าทางการเคลื่อนไหวทั่วทั้งร่างกายอย่างรวดเร็ว (Ovako Working Posture Analysis System, OWAS)

การประเมินท่าทางการเคลื่อนไหวทั่วทั้งร่างกายอย่างรวดเร็ว (OWAS) ถูกสร้างขึ้นครั้งแรกด้วยการใช้ท่าทางการปฏิบัติงานจาก 72 ท่าที่สร้างขึ้นโดยการถ่ายภาพจากท่าทางการทำงานที่ใช้ในพื้นที่ทำงานต่างๆ ใน บริษัท OVAKO OY ประเทศฟินแลนด์[37] เป็นเครื่องมือที่มีความน่าเชื่อถือได้รับการยืนยันโดยการวิเคราะห์งานต่างๆ โดยกลุ่มวิศวกรที่ผ่านการฝึกอบรมมาก่อนการใช้วิธีการนี้ ข้อมูลเกี่ยวกับท่าทางการทำงานที่เกี่ยวข้องกับส่วนหลัง แขน ขา และการรับน้ำหนัก/การใช้แรงถูกรวบรวมด้วยวิธีนี้[38] การประเมินอิริยาบถท่าทางการทำงานแบ่งตามเกณฑ์พฤติกรรม (Action Categories, AC) ในวิธี OWAS ถูกจำแนกได้ด้วยรหัส คือ AC = 1 หมายถึง ท่าทางที่ถูกต้องและไม่ต้องดำเนินการแก้ไขใดๆ AC = 2 หมายถึง ควรแก้ไขท่าทางในระยะอันใกล้ AC = 3 หมายถึง ควรแก้ไขท่าทางโดยเร็วเท่าที่เป็นไปได้ AC = 4 หมายถึง ต้องแก้ไขท่าทางทันที

Table 5. Characterization of previous research on the RNLE.

Posture of lifting	Workers	Results	References
Two-handed lifts	Automotive workers	This study indicates that personal characteristics can be successfully and simply factored into ergonomic assessment tools such as the RNLE to improve odds ratios and model performance. It appears to drive a significant proportion of manual material handling (MMH) risk and should be considered when assessing MMH risk.	Barim et al., 2019[33]
Multiple lifting tasks	Industrial workers	The one-year self-reported low-back pain incidence was 32.1%. After controlling by RNLE method, workers with a mean composite lifting index (CLI) and maximum CLI greater than 2 were significantly more likely to report early.	Lu et al., 2014[34]
Two-handed manual lifting tasks	Warehouse employees	The study determines retrieval times for units with different characteristics and study required postures by Revised NIOSH Lifting Equation guidelines. The final goal is to create a bi-objective assignment model.	Gajšek et al., 2022[35]
Two-handed manual lifting tasks	Airline baggage handlers	The results demonstrated that the most common MSDs occurred in the lower back region. The next risky regions included the knees, neck, and upper back.	Tafazzol et al., 2016[36]

ผู้ปฏิบัติงานที่มีความเสี่ยงต่อการปวดเมื่อยกล้ามเนื้อและกระดูกในขณะที่ท่าทางที่ก้มตัว เอียงตัว บิดตัว เอี้ยวตัว หรือลำตัวในการทำงาน โดยวิธี OWAS จะประเมินร่างการส่วนหลังหรือลำตัวของผู้ปฏิบัติงาน ประเมินส่วนแขน ทั้ง 2 ข้างของผู้ปฏิบัติงาน ประเมินขาทั้งในส่วนของการใช้กล้ามเนื้อในลักษณะสถิตซึ่งเป็นลักษณะอยู่กับที่ (Static) และที่มีการเคลื่อนไหว (Dynamic) และประเมินภาระรับน้ำหนัก หรือการออกแรงว่าผู้ปฏิบัติงานต้องแบกรับภาระน้ำหนักที่ถือหรือยกมากน้อยเพียงใด[39]

6) การประเมินร่างกายส่วนล่างของกิจกรรมทางการเกษตร (Agricultural Lower Limb Assessment, ALLA)

เครื่องมือการประเมินส่วนล่างของกิจกรรมทางการเกษตร (ALLA) ได้รับการพัฒนาขึ้นในประเทศเกาหลี[8] และยังพบว่าเป็นการประเมินที่มีจุดเด่นตามหลักการยศาสตร์ เมื่อเทียบกับเครื่องมือประเมินความเสี่ยงอื่นๆ นอกจากนี้การวิเคราะห์แบบหาค่าความเชื่อมั่นจากการทดสอบซ้ำด้วยวิธี quadratic-weighted kappa วิธีประเมินแบบ ALLA ให้การประมาณระดับความเสี่ยงที่ดีกว่าวิธีอื่นสำหรับท่าทางการทำงานในฟาร์ม หรือในงานเกษตรกรรม[1] โดยแบ่งระดับความเสี่ยงได้ 4 ระดับ ได้แก่ 1 คือ ปานกลาง 2 คือ ค่อนข้างสูง 3 คือ สูง และ 4 คือ สูงมาก

ALLA จะเป็นเครื่องมือประเมินความเสี่ยงที่ง่ายและแม่นยำ ซึ่งสามารถนำไปใช้ประโยชน์ในการระบุและบรรเทาปัจจัยเสี่ยงและความผิดปกติของระบบกล้ามเนื้อและโครงร่างกระดูกที่เกี่ยวข้องกับการทำงานในงานเกษตรกรรม และยังใช้เพื่อประเมินผลของการควบคุมและความสัมพันธ์กับสภาพการทำงานต่างๆ ได้[1]

ปัจจัยที่เป็นสาเหตุความผิดปกติทางระบบกล้ามเนื้อและโครงร่างกระดูกจากการทำงาน

ความเป็นไปได้ของความผิดปกติทางระบบกล้ามเนื้อและโครงร่างกระดูกจากการทำงานที่พบในการทำงานของพนักงานซึ่งมาพร้อมกับความเจ็บปวดในกล้ามเนื้อ เส้นเอ็น และเส้นประสาท จะเพิ่มขึ้นเนื่องจากกิจกรรมซ้ำ ๆ และท่าทางการทำงานที่ไม่เหมาะสม หรือท่าทางที่ฝืนธรรมชาติ[12] จากรายงานของ Health and Safety Executive[40] พบว่าในปี 2021-2022 ใน Great Britain มีคนงาน 477,000 คน ที่ทุกข์ทรมานจากความผิดปกติของระบบกล้ามเนื้อและโครงร่างกระดูกที่เกี่ยวข้องกับการทำงาน และ 7.3 ล้านวันทำการที่หายไปเนื่องจากความผิดปกติทางระบบกล้ามเนื้อและโครงร่างกระดูกจากการทำงาน (Figure) 2 แสดงส่วนของร่างกายที่พบโรคทางระบบกล้ามเนื้อและโครงร่างกระดูกจากการทำงานมากที่สุด คือ ส่วนหลัง

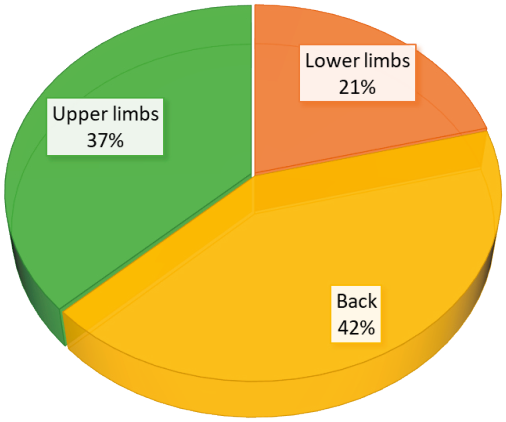

Figure 2 Work-related musculoskeletal disorders by affected area -Adapted from HSE., 2021

อภิปรายผล

เมื่อพิจารณาเกี่ยวกับอาการบาดเจ็บหรือการได้รับความเสี่ยงจากการบาดเจ็บสะสมนั้นเป็นที่รู้จักกันว่าเป็นหนึ่งในสาเหตุการตายและความพิการที่สำคัญทั่วโลก ยิ่งไปกว่านั้นองค์การอนามัยโลก (WHO) รายงานว่าภาวะความผิดปกติของกล้ามเนื้อและโครงร่างกระดูกเป็นสาเหตุที่พบบ่อยที่สุดของความพิการซึ่งเป็นข้อจำกัดที่เกี่ยวข้องกับการดำรงชีวิตประจำวันและการทำงาน[4] การใช้ศาสตร์และองค์ความรู้ในการจัดการและบริหารด้านสุขภาพอาชีวอนามัยภายในองค์กรนั้น จึงเป็นสิ่งสำคัญในการส่งเสริมสุขภาพ สิ่งแวดล้อม ในการทำงานที่ดีให้กับพนักงานได้ กล่าวคือวิธีการใช้เครื่องมือทางด้านการยศาสตร์ในการประเมินท่าทางการทำงานของพนักงานในแต่ละสถานีงานนั้น สามารถชี้ให้เห็นถึงสาเหตุ แนวทางแก้ไข และความเร่งด่วนในการแก้ไขปัญหาที่อาจเกี่ยวข้องกับความผิดปกติของกล้ามเนื้อและโครงร่างกระดูกทั้งในระยะสั้นและระยะยาวได้ ด้วยเหตุนี้นักวิจัย นักการยศาสตร์ รวมถึงผู้ปฏิบัติงานที่เกี่ยวข้องจึงนำเครื่องมือในการประเมินแบบต่างๆ ที่มีการใช้อย่างแพร่หลาย มาใช้ในการประเมินความเสี่ยงจากท่าทางในการทำงาน

ประโยชน์ที่ได้รับจากการประเมินโดยใช้เครื่องมือด้านการยศาสตร์ทำให้สามารถทราบถึงข้อมูล และสุขภาพ รวมถึงทัศนคติของพนักงานที่ปฏิบัติงานในสถานีงานต่างๆ เพื่อจะได้นำผลลัพธ์มาดำเนินการปรับปรุงหรือแก้ไข หากผู้ปฏิบัติงานมีความเสี่ยงสูงในการทำงาน ปัญหาการบาดเจ็บและอาชีวอนามัยที่เกิดจากสภาพการทำงานที่ไม่เหมาะสมมีอิทธิพลต่อเศรษฐกิจของประเทศและสวัสดิภาพของคนงาน ความผิดปกติของระบบกล้ามเนื้อและโครงร่างกระดูกที่เกี่ยวข้องกับการทำงานคืออันตรายในการทำงานที่พบได้บ่อยซึ่งเป็นผลมาจากการปฏิบัติหน้าที่กับสภาพการทำงานที่ไม่ดีต่อสุขภาพทั้งทางตรงและทางอ้อม[2] อย่างไรก็ตามการเลือกใช้เครื่องมือทางด้านการยศาสตร์ที่ถูกต้องเหมาะสมก็จะสามารถทำให้ผลลัพธ์ที่ได้จากการประเมินมีความถูกต้อง แม่นยำ และประหยัดค่าใช้จ่าย ถึงกระนั้นเครื่องมือในการประเมินความเสี่ยงเหล่านี้ก็ยังมีข้อจำกัดเนื่องจากใช้แบบสอบถามในการรวบรวมข้อมูล การประเมินท่าทางจากการทำงานที่กล่าวถึงในการศึกษานี้สามารถทำได้ง่ายขยายไปยังเครื่องมือประเมินท่าทางอื่นๆ หรือใช้ร่วมกันในการประเมินในสถานการณ์เดียวกันได้ โดยสรุปบทความนี้รวบรวมและสรุปข้อมูลทางสถิติของการตรวจสอบทบทวนวรรณกรรมที่เกี่ยวข้องกับการใช้เครื่องมือด้านการยศาสตร์เพื่อใช้ในการประเมินลักษณะการทำงานของพนักงานที่มีหน้าที่แตกต่างกัน จากความก้าวหน้าล่าสุดในหัวข้อการประเมินความเสี่ยงตามหลักการยศาสตร์ โดยเน้นท่าทางในลักษณะต่างๆ ของการทำงานที่มีความเกี่ยวข้องและเชื่อมโยงอันเป็นเหตุในเกิดความผิดปกติของระบบกล้ามเนื้อและโครงร่างกระดูก การสะสมความเสี่ยง หรืออันตรายที่อาจเกิดขึ้นได้จากการทำงานในสภาวะความเสี่ยงสูง

งานวิจัยนี้ชี้ให้เห็นถึงการประเมินท่าทางการทำงานที่ไม่เหมาะสมของพนักงานโดยการใช้เครื่องมือในการประเมินด้านการยศาสตร์แต่ละประเภทขึ้นอยู่กับหน้าที่หรือภาระงานของพนักงาน โดยแต่ละวิธีจะเป็นการประเมินในลักษณะของสรีระของร่างกายที่ใช้ ส่วนของร่างกายในการประเมิน เกณฑ์ที่ใช้ในการประเมินที่ต่างกัน ตำแหน่งที่เกิดความผิดปกติของระบบกล้ามเนื้อและโครงร่างกระดูกที่เกิดขึ้น หลังจากการทำงาน หรือเป็นสาเหตุให้เกิดการลดประสิทธิภาพในการทำงานของพนักงาน โดยวิธี RULA ยังเป็นเครื่องมือที่นิยมใช้กันอย่างกว้างขวาง นอกจากนี้ยังแสดงให้เห็นถึงแนวโน้มของการเลือกใช้เครื่องมือประเมินทางการยศาสตร์กับงานที่เกี่ยวข้องได้อย่างเหมาะสม แม้ว่าการศึกษานี้จะถ่ายทอดความรู้ ความเข้าใจที่ดีเกี่ยวกับองค์ประกอบพื้นฐานของโครงสร้างองค์ความรู้และแนวโน้มวิวัฒนาการในการประเมินความเสี่ยงโดยใช้หลักการทางการยศาสตร์ เครื่องมือต่างๆ ก็ยังมีข้อจำกัดกับผู้ถูกประเมิน เช่น กลุ่มประชากร ขนาดตัวอย่าง การเลือกตัวอย่าง ควรจะต้องถูกทำการวิจัยและค้นคว้าเพิ่มเติมในอนาคต

เอกสารอ้างอิง

1. Kong YK, Lee S, Lee KS, Kim DM. Comparisons of ergonomic evaluation tools (ALLA, RULA, REBA and OWAS) for farm work. International Journal of Occupational Safety and Ergonomics 2017; 24(2): 218-23.
2. Vijayakumar R, Choi J. Emerging Trends of Ergonomic Risk Assessment in Construction Safety Management: A Scientometric Visualization Analysis. International Journal of Environmental Research and Public Health 2022; 19(23): 16120.

3. Roll SC, Selhorst L, Evans KD. Contribution of positioning to work-related musculoskeletal discomfort in diagnostic medical sonographers. Work 2014 ;47(2): 253-60.
4. Briggs AM, Woolf AD, Dreinhöfer K, Homb N, Hoy DG, Kopansky-Giles D, et al. Reducing the global burden of musculoskeletal conditions. Bulletin of the World Health Organization 2018; 96(5): 366-68.
5. Namwongsa S, Puntumetakul R, Neubert MS, Chaiklieng S, Boucaut R. Ergonomic risk assessment of smartphone users using the Rapid Upper Limb Assessment (RULA) tool. PLOS ONE 2018; 13(8).
6. Jayadi EL, Jodiawan P, Yamani AZ, Qurthuby M. Evaluation of Office Ergonomic Risk Using Rapid Office Strain Assessment (ROSA). Journal of Industrial Engineering and Management Systems 2020; 13(1). 47-51.
7. Chauhan M, Sondhi A. Posture-related musculoskeletal problems among hotel receptionists in Mumbai: A cross-sectional study. Indian Journal of Occupational and Environmental Medicine 2020; 24(3): 157-62.
8. Choi KH, Kim DM, Cho MU, Park CW, Kim SY, Kim MJ, et al. Application of AULA Risk Assessment Tool by Comparison with Other Ergonomic Risk Assessment Tools. International Journal of Environmental Research and Public Health 2020; 17(18): 6479.
9. Schwartz AH, Albin TJ, Gerberich SG. Intra-rater and inter-rater reliability of the rapid entire body assessment (REBA) tool. International Journal of Industrial Ergonomics 2019; 71: 111-6.
10. Dempsey PG, Lowe BD, Jones E. An International Survey of Tools and Methods Used by Certified Ergonomics Professionals. Advances in Intelligent Systems and Computing 2018; 223-30.
11. Kee D, Na S, Chung MK. Comparison of the Ovako Working Posture Analysis System, Rapid Upper Limb Assessment, and Rapid Entire Body Assessment based on the maximum holding times. International Journal of Industrial Ergonomics 2020; 77: 102943.
12. Benos L, Tsaopoulos D, Bochtis D. A Review on Ergonomics in Agriculture. Part I: Manual Operations. Applied Sciences 2020; 10(6): 1905.
13. Ghasemi F, Mahdavi N. A new scoring system for the Rapid Entire Body Assessment (REBA) based on fuzzy sets and Bayesian networks. International Journal of Industrial Ergonomics 2020; 80: 103058.
14. Matos M, Arezes PM. Ergonomic Evaluation of Office Workplaces with Rapid Office Strain Assessment (ROSA). Procedia Manufacturing 2015; 3: 4689-94.
15. McAtamney L, Nigel Corlett E. RULA: a survey method for the investigation of work-related upper limb disorders. Applied Ergonomics 1993; 24(2): 91-9.
16. Nayak GK, Kim E. Development of a fully automated RULA assessment system based on computer vision. International Journal of Industrial Ergonomics 2021; 86: 103218.
17. Mahmood S, Hardan MN, Samat MK, Jiran NS, Shaari MF. Ergonomic posture assessment of butchers: a small enterprise study in Malaysia food industry. Jurnal Teknologi 2019; 81(6): 89-102.
18. Mohammadbeigi A, Heidari H, Soltanzadeh A, Asemabadi E, Rahimifard H. Ergonomic posture analysis of different postures in laptop users at non-official places and related musculoskeletal disorders by rapid upper limb assessment method. Advances in Human Biology 2019; 9(2): 135-142.
19. Sasikumar V, Binoosh S champakkadayil A basheer. A model for predicting the risk of musculoskeletal disorders among computer professionals. International Journal of Occupational Safety and Ergonomics 2018; 26(2): 384-96.
20. Kamble R, Pandit S, Sahu A. Occupational ergonomic assessment of MSDs among the artisans working in the Bagh hand block printing industry in Madhya Pradesh, India. International Journal of Occupational Safety and Ergonomics 2022; 4: 1-7.
21. Hignett S, McAtamney L. Rapid Entire Body Assessment (REBA). Applied Ergonomics 2000; 31(2): 201-5.
22. Jamdade B, Shimpi A, Rairikar S, Shyam A, Sancheti P. Factors predisposing to work-related lower back pain in automobile industry workers. International Journal of Occupational Safety and Ergonomics 2018; 27(1): 79-85.
23. Dias Barkokebas R, Li X. Use of Virtual Reality to

Assess the Ergonomic Risk of Industrialized Construction Tasks. Journal of Construction Engineering and Management 2021; 147(3).
24. Vaisbuch Y, Aaron KA, Moore JM, Vaughan J, Ma Y, Gupta R, et al. Ergonomic hazards in otolaryngology. The Laryngoscope 2018; 129(2): 370-6.
25. Mallapiang F, Azriful, Nildawati, Syarfaini, Muis M, Adriansyah. The relationship of posture working with musculoskeletal disorders (MSDs) in the weaver West Sulawesi Indonesia. Gaceta Sanitaria 2021; 35: S15-8.
26. Liebregts J, Sonne M, Potvin JR. Photograph-based ergonomic evaluations using the Rapid Office Strain Assessment (ROSA). Applied Ergonomics 2016; 52: 317-24.
27. Sonne M, Villalta DL, Andrews DM. Development and evaluation of an office ergonomic risk checklist: ROSA – Rapid office strain assessment. Applied Ergonomics 2012; 43(1): 98-108.
28. Badi H, Mianehsaz E, Tabatabaei M, Kashani M, Rahimi H. Evaluating Musculoskeletal Disorders and Their Ergonomic Risk Factors among Office Workers of a Large Public Hospital in Iran. International Archives of Health Sciences 2022; 9(1): 35-40.
29. AlOmar RS, AlShamlan NA, Alawashiz S, Badawood Y, Ghwoidi BA, Abugad H. Musculoskeletal symptoms and their associated risk factors among Saudi office workers: a cross-sectional study. BMC Musculoskeletal Disorders 2021; 22(1): 763.
30. Rodrigues MS, Sonne M, Andrews DM, Tomazini LF, Sato T de O, Chaves TC. Rapid office strain assessment (ROSA): Cross cultural validity, reliability and structural validity of the Brazilian-Portuguese version. Applied Ergonomics 2019; 75: 143-54.
31. Motamedzadeh M, Jalali M, Golmohammadi R, Faradmal J, Zakeri HR, Nasiri I. Ergonomic risk factors and musculoskeletal disorders in bank staff: an interventional follow-up study in Iran. Journal of the Egyptian Public Health Association 2021; 96: 34.
32. Lu ML, Putz-Anderson V, Garg A, Davis KG. Evaluation of the Impact of the Revised National Institute for Occupational Safety and Health Lifting Equation. Human Factors: The Journal of the Human Factors and Ergonomics Society 2016; 58(5): 667-82.
33. Barim MS, Sesek RF, Capanoglu MF, Drinkaus P, Schall MC, Gallagher S, et al. Improving the risk assessment capability of the revised NIOSH lifting equation by incorporating personal characteristics. Applied Ergonomics 2019; 74: 67-73.
34. Lu ML, Waters TR, Krieg E, Werren D. Efficacy of the revised NIOSH lifting equation to predict risk of low-back pain associated with manual lifting. Human Factors: The Journal of the Human Factors and Ergonomics Society 2013; 56(1): 73-85.
35. Gajšek B, Cajner H, Butlewski M, Opetuk T, Đukić G. Bi-objective assignment model for lean order picking in a warehouse. Tehnicki vjesnik. 2022; 29(1): 293-300.
36. Tafazzol A, Aref S, Mardani M, Haddad O, Parnianpour M. Epidemiological and biomechanical evaluation of airline baggage handling. International Journal of Occupational Safety and Ergonomics 2016; 22(2): 218-27.
37. Gómez-Galán M, Pérez-Alonso J, Callejón-Ferre ÁJ, López-Martínez J. Musculoskeletal disorders: OWAS review. Industrial Health 2017; 55(4): 314-37.
38. Chauhan M, Sondhi A. Posture-related musculoskeletal problems among hotel receptionists in Mumbai: A cross-sectional study. Indian Journal of Occupational and Environmental Medicine 2020; 24(3): 157-62.
39. Sadeghi Naeini, Hassan, Kaviani Z, Karuppiah K, Sadeghi M. Prevention of Occupational Traumas by Developing an Ergonomic Design and Modifying Farmers' Postures in Walnut Gardens of Tuyserkan, Iran. Archives of Trauma Research 2020; 9(1): 24-9.
40. HSE. Health and Safety Executive. 2021. Available from: https://www.hse.gov.uk/Statistics/causdis/msd.pdf