

การยศาสตร์ในสถานประกอบการ (Ergonomics in Workplace)

1. ความหมายของการยศาสตร์ (Definitions of Ergonomics)

การยศาสตร์หรือเออร์โกโนมิกส์ (Ergonomics) นั้นมีรากศัพท์มาจากภาษากรีกซึ่งประกอบด้วย 3 คำ คือ “ergon” หมายถึง “การทำงาน (Work)” “nomos” หมายถึง “กฎหรือการศึกษาหรือหลักการของ (Law or the study of or the principles of)” และ “ikos” หมายถึง “ศาสตร์ต่างๆ (ics)” รวมกันเป็น “the laws of work”¹ ซึ่งถ้าแปลตรงตัวแล้วนั้น หมายถึง ศาสตร์ของการศึกษาที่เกี่ยวกับการทำงาน

การบัญญัติศัพท์คำว่า “Ergonomics” คือ “การยศาสตร์” นั้นได้ทำโดยคณะอนุกรรมการ บัญญัติศัพท์วิศวกรรมศาสตร์ สาขาเครื่องกลและอุตสาหกรรมของราชบัณฑิตยสถาน โดยพจนานุกรมฉบับ ราชบัณฑิตยสถาน พ.ศ. 2542 ได้ให้คำอธิบายของ “การย” แปลว่า หน้าที กิจ ธุระ งาน ส่วนคำว่า “ศาสตร์” หมายถึง ระบบวิชาความรู้ ดังนั้นเมื่อนำสองคำนี้มารวมกันเป็น “การยศาสตร์” จึงหมายความว่า ระบบวิชา ความรู้ที่เกี่ยวกับหน้าที่ กิจ ธุระ หรืองาน และจากนั้นมาคำว่า การยศาสตร์จึงมีการใช้อย่างแพร่หลายมากขึ้น²

ทั้งนี้ สมาคมการยศาสตร์นานาชาติ (The International Ergonomics Association: IEA)³ ได้ให้ความหมายของคำว่า Ergonomics (or human factors) นี้ว่า “การยศาสตร์ (หรือมนุษย์ปัจจัย) คือ ศาสตร์ ที่ศึกษาถึงความเกี่ยวข้องกันของความสัมพันธ์ระหว่างมนุษย์และปัจจัยอื่นๆของระบบและเป็นวิชาชีพที่มีการ ประยุกต์ใช้ทฤษฎี หลักการ ข้อมูลและวิธีการในการออกแบบเพื่อให้เกิดผลประโยชน์สูงสุดต่อสวัสดิภาพหรือ สภาพการทำงานที่ดีของมนุษย์และสมรรถภาพที่ดีที่สุดของระบบ” “Ergonomics (or human factors) is the scientific discipline concerned with the understanding of interactions among humans and other elements of a system, and the profession that applies theory, principles, data and methods to design in order to optimize human well-being and overall system performance” หรืออาจกล่าวได้ว่า “การยศาสตร์ คือ สาขาวิชาที่เกี่ยวข้องกับความสัมพันธ์ของระบบต่างๆซึ่งครอบคลุมใน ทุกๆด้านจากการทำงานของมนุษย์ ไม่ว่าจะเป็นในเรื่องของงานที่ทำ ผลิตภัณฑ์ที่ผลิตหรือใช้ กิจกรรมที่ปฏิบัติ องค์กรที่อยู่ รวมถึงสภาพแวดล้อมต่างๆ” ซึ่งสามารถดูได้จากรูปที่ 1

ดังนั้นจึงอาจสรุปได้ว่า การยศาสตร์ คือ ศาสตร์ที่ศึกษาเกี่ยวกับความสัมพันธ์ระหว่างมนุษย์กับปัจจัย ต่างๆที่อยู่ในสภาพแวดล้อมของการทำงาน โดยการนำไปประยุกต์ใช้นั้นจะสามารถปรับปรุงหรือเปลี่ยนแปลง สภาพงานให้มีความเหมาะสมกับผู้ปฏิบัติงานในที่นั้น เพื่อให้การทำงานมีประสิทธิภาพดีขึ้น รวมถึงสภาพ ความเป็นอยู่และสุขภาพอนามัยและความปลอดภัยที่ดีขึ้นสำหรับผู้ปฏิบัติงาน หรือเป็นการปรับงานให้เข้ากับ คน ไม่ใช่ปรับคนให้เข้ากับงาน



รูปที่ 1 ความหมายของเออร์โกโนมิคส์ (Definition of ergonomics)

ที่มา: <https://www.iea.cc/whats/index.html>

2. การยศาสตร์และมนุษย์ปัจจัยหรือปัจจัยมนุษย์ (Ergonomics and Human Factors)

ปัจจุบันนี้เรามักจะได้ยินถึงการยศาสตร์และมนุษย์ปัจจัยหรือปัจจัยมนุษย์ (ergonomics and human factors) โดยทางฝั่งของประเทศแถบยุโรปจะใช้คำว่า ergonomics ส่วนของทางฝั่งประเทศสหรัฐอเมริกาจะใช้คำว่า human factors หรือ human engineering ซึ่งสองคำนี้สามารถใช้แทนกันได้ สำหรับกายศาสตร์นั้น ทางฝั่งประเทศยุโรปจะเน้นไปที่การศึกษาเกี่ยวกับผลกระทบของกิจกรรมการทำงาน ต่อสรีรวิทยาของมนุษย์ หรืออาจเรียกได้ว่าเป็นทางด้านกายภาพหรือทางวิทยาศาสตร์ชีวภาพ (biological science) ส่วนมนุษย์ปัจจัยของทางด้านประเทศสหรัฐอเมริกาจะเน้นที่การปฏิสัมพันธ์ระหว่างมนุษย์กับสภาพแวดล้อมในการทำงานรวมถึงเครื่องจักรและระบบอื่นๆด้วย นอกจากนี้แล้ว การยศาสตร์ยังมุ่งไปที่การออกแบบเครื่องมือเครื่องจักรหรืออุปกรณ์ต่างๆเพื่อลดการบาดเจ็บของมนุษย์ที่ต้องใช้สิ่งของเหล่านี้ ส่วนมนุษย์ปัจจัยจะมุ่งไปที่การลดความผิดพลาดจากการทำงานของมนุษย์ทางด้านจิตวิทยา ในรูปของปัจจัยภายนอกที่เข้ามารบกวน รวมถึงปัจจัยอื่นๆด้วย⁴ นอกจากนี้ ตัวอย่างของความสำเร็จทางด้านมนุษย์ปัจจัยที่มีการพัฒนาขึ้นมาขึ้นก็คือ การนำไปประยุกต์ใช้ในงานของอุตสาหกรรมอวกาศ (aerospace industry) เช่น การออกแบบระบบการทำงานภายในห้องควบคุมของกระสวยอวกาศขององค์การบริหารการบินและอวกาศแห่งชาติ ของประเทศสหรัฐอเมริกา (National Aeronautics and Space Administration: NASA)⁵ เป็นต้น

ดังนั้น การยศาสตร์และมนุษย์ปัจจัยจึงจะปรากฏอยู่คู่กัน และการที่จะใช้คำใดคำหนึ่งแทนก็ถือว่าไม่ได้ผิดความหมายไปมากนัก

3. ความเป็นมาของการยศาสตร์ (History of Ergonomics)

อาจกล่าวได้ว่ากายศาสตร์นั้นได้มีการเริ่มใช้ตั้งแต่ยุคโบราณมาแล้ว ในสมัยของอียิปต์ (ปี 2267-2648 ก่อนคริสตกาล) อิมโฮเทป (Imhotep) ผู้ซึ่งได้ชื่อว่าเป็นหัวหน้าช่างสถาปัตยกรรม หมอและนักบวชระดับสูงของยุคเฮลิโอโพลิส (Heliopolis) ได้มีการบันทึกเกี่ยวกับการรักษาอาการปวดหลังอันเนื่องมาจากพฤติกรรมการทำงานของคนงานก่อสร้างบันไดทางขึ้นปิระมิดของกษัตริย์ดโจเซอร์ (King Djoser) ณ เมืองซัคควารา (Saqqara) ⁶

รายงานสำคัญอีกฉบับหนึ่งได้ปรากฏในอีกหลายพันปีต่อมา ซึ่งก็คือรายงานของหมอรามาซซินี (Bernardino Ramazzini) ในช่วง ค.ศ. 1633-1714 เป็นรายงานที่เขียนเกี่ยวกับโรคที่เกี่ยวข้องกับการทำงาน โดยมีการนำไปตีพิมพ์และเรียกว่า De Morbis Artificum หรือโรคต่างๆของคนทำงาน (The Diseases of Workers) แต่อย่างไรก็ตาม งานตีพิมพ์นี้ยังไม่ได้เรียกว่าเป็นเรื่องของการยศาสตร์ในสมัยนั้น ⁷

จนกระทั่ง ปี ค.ศ. 1857 ที่ Owjciech Jastrzebowski นักปราชญ์ชาวโปแลนด์และเป็นศาสตราจารย์ด้านวิทยาศาสตร์ธรรมชาติ (natural science) ของ Agronomical Institute in Warsaw-Marymount ได้บัญญัติเกี่ยวกับคำว่าการยศาสตร์ขึ้นมา ⁶

ในช่วงของการปฏิวัติอุตสาหกรรมในยุโรปนั้น งานต่างๆในการผลิตยังใช้แรงงานคนเป็นส่วนใหญ่ จนจบจนถึงช่วงต้นศตวรรษที่ 19 ได้มีการพัฒนางานต่างๆโดยมุ่งไปที่การปรับปรุงการเพิ่มผลผลิตจากคนงานและประสิทธิภาพของระบบด้วย ในช่วงนั้นเองที่การยศาสตร์ได้มีบทบาทในการนำไปใช้ในการจัดการงานต่างๆ และมีการใช้ชื่อว่า “การจัดการเชิงวิทยาศาสตร์หรือการจัดการอย่างมีหลักการ (Scientific Management)”⁸

ในปี ค.ศ. 1911 Frederick Winslow Taylor ได้มีการพัฒนาวิธีการที่เรียกว่า “One Best Way” โดยอาศัยหลักการของการศึกษาเวลาและการเคลื่อนที่ในกระบวนการผลิต (Time and motion study) แล้วจึงสรุปถึงวิธีการที่ดีที่สุดที่จะสามารถทำให้คนงานทำงานได้เร็วที่สุดและผลิตของได้มากที่สุด โดยการศึกษาเวลาและการเคลื่อนที่นี้ทำให้เห็นถึงการศึกษเกี่ยวกับความสัมพันธ์ของคนและสภาพการทำงาน ซึ่งขบวนการเหล่านี้ทำให้คนงานทำงานลักษณะเป็นแบบหุ่นยนต์

ในระหว่างช่วงยุคสงครามโลกครั้งที่ 2 (ค.ศ. 1939-1945) การทหารได้มีการพัฒนาอย่างรวดเร็ว โดยเฉพาะในเรื่องของอาวุธและเครื่องมือทางการทหาร ซึ่งมีการนำเอาเรื่องของมนุษย์ปัจจัยมาใช้ในการออกแบบห้องคนขับเครื่องบินด้วย และหลังจากนั้นความนิยมของการใช้การยศาสตร์และมนุษย์ปัจจัยก็เพิ่มสูงขึ้น รวมถึงการแข่งขันกันในเรื่องของการส่งยานอวกาศไปสำรวจนอกโลกในช่วงปลายของปี ค.ศ. 1960 ถึง ค.ศ. 1970 ด้วย

เมื่อความสนใจต่องานด้านการยศาสตร์และมนุษย์ปัจจัยมีเพิ่มขึ้น รวมถึงยังแพร่หลายไปในอุตสาหกรรมและองค์กรต่างๆทั่วโลกแล้วนั้น ในที่สุด ปี ค.ศ. 1949 สมาคมการวิจัยด้านการยศาสตร์ (The Ergonomics Research Society) จึงถือก่อตั้งขึ้นในประเทศอังกฤษ หลังจากนั้นได้มีการเปลี่ยนชื่อเป็น สมาคมการยศาสตร์ (The Ergonomics Society) แต่ในปัจจุบัน ได้เปลี่ยนเป็นสถาบันการยศาสตร์และมนุษย์ปัจจัย (The Institute of Ergonomics and Human Factors: IEHF) ซึ่งสมาคมนี้ยังได้จัดพิมพ์วารสารด้านการยศาสตร์ คือ Ergonomics และ Applied Ergonomics ส่วนทางด้านฝั่งของประเทศสหรัฐอเมริกา นั้น ในปี ค.ศ. 1957 ได้มีการจัดตั้งสมาคมมนุษย์ปัจจัยขึ้นมา (The Human Factors Society) ซึ่งในปัจจุบันนี้ เรียกว่า the Human Factors and Ergonomics Society (HFES) โดยดำเนินการตีพิมพ์วารสาร คือ The Journal of the Human Factors and Ergonomics Society ⁶

ในปี ค.ศ. 1961 สมาคมการยศาสตร์นานาชาติ (International Ergonomics Association) ได้มีการจัดตั้งขึ้น จากการประชุมระดับนานาชาติที่เกี่ยวกับการยศาสตร์เป็นครั้งแรก ซึ่งมีการจัดขึ้นที่กรุงสตอกโฮล์ม ประเทศสวีเดน และบทบาทขององค์กรนี้ได้มีมากขึ้นตามลำดับ

4. สหวิทยาการของการยศาสตร์ (Interdisciplinary of Ergonomics)

การยศาสตร์เป็นศาสตร์ที่มีการนำเอาองค์ความรู้ต่างๆหรือศาสตร์แขนงต่างๆมาผสมเข้าด้วยกัน ⁹ โดยศาสตร์ต่างๆที่ว่านั้น มีดังต่อไปนี้

สรีรวิทยา (Physiology) การศึกษาเกี่ยวกับผลกระทบต่อส่วนต่างๆของร่างกายจากการทำงาน เช่น อัตราการเต้นของหัวใจ การใช้ออกซิเจน การขับเหงื่อ การเผาผลาญพลังงาน เป็นต้น นอกจากนี้ยังสามารถแบ่งได้เป็น 2 ด้าน คือ สรีรวิทยาสิ่งแวดล้อม (environmental physiology) เป็นการศึกษาผลกระทบของสิ่งแวดล้อมทางกายภาพต่อร่างกาย ได้แก่ ความร้อน แสงสว่าง เสียงดัง ความสั่นสะเทือน ความกดดันของ

บรรยากาศ และอื่นๆ อีกด้าน คือ สรีรวิทยาการทำงาน (work physiology) เป็นการศึกษาเกี่ยวกับเรื่องของ การใช้พลังงานของร่างกายผู้ปฏิบัติงานในการทำงานต่างๆ เช่น การยก แบก หาม เป็นต้น

กายวิภาคศาสตร์ (Anatomy) การศึกษาเกี่ยวกับโครงสร้างของร่างกาย ทั้งอวัยวะส่วนต่างๆ ความสัมพันธ์ของการทำงานในอวัยวะส่วนต่างๆ การทำงานของร่างกายโดยทั่วไป รวมถึงผลกระทบจากการ ทำงานต่ออวัยวะส่วนต่างๆของร่างกาย

จิตวิทยาและมนุษย์ปัจจัย (Psychology and human factors) เป็นการศึกษาเกี่ยวกับขั้นตอนการ ตัดสินใจของมนุษย์ โดยเฉพาะในสถานการณ์คับขันหรือวิกฤติ และการจดจำของขีดจำกัดของมนุษย์ไม่ว่าจะ เป็นในเรื่องของการมองเห็น การได้ยิน และสัมผัสอื่นๆ นอกจากนี้ จิตวิทยายังสามารถแบ่งได้เป็น 2 ด้าน ด้วยกัน คือ จิตวิทยาการทำงาน (occupational psychology) ซึ่งเป็นการศึกษาเกี่ยวกับเรื่องของพฤติกรรม ของผู้ปฏิบัติงานในการทำงานต่างๆ เช่น แรงจูงใจ แรงกระตุ้น แรงเสริม เป็นต้น ส่วนอีกด้านคือ จิตวิทยา ทักษะหรือความชำนาญ (skill psychology) ซึ่งเป็นการศึกษาเรื่องของทักษะหรือความชำนาญของ ผู้ปฏิบัติงาน เช่น การรับรู้ข้อมูล การแปลความหมาย การตัดสินใจ เป็นต้น

มานุษยมิติ (Anthropometry) การศึกษาเกี่ยวกับสัดส่วนทางร่างกายของมนุษย์ ซึ่งรวมถึงการวัด คุณสมบัติต่างๆทางร่างกาย เช่น ความแข็งแรงของกล้ามเนื้อ ขนาด ความกว้าง รอบเอว และความยาว ระหว่างจุดสำคัญต่างๆของอวัยวะ เป็นต้น นอกจากนี้ยังรวมถึงมวลของส่วนต่างๆ จุดศูนย์ถ่วงของส่วนต่างๆ ของร่างกาย และขอบเขตหรือพิสัยของการเคลื่อนที่ของข้อต่อต่างๆ ซึ่งจะนำไปใช้ในการวิเคราะห์ทางชีวกล ศาสตร์ของท่าทางในการทำงานของมนุษย์ การวัดสัดส่วนทั้งหลายที่กล่าวมานี้ นั้น จะเป็นประโยชน์สำหรับ นำไปใช้ในการออกแบบสิ่งของต่างๆที่มนุษย์ต้องนำมาใช้งาน เช่น ความสูงของประตู แรงที่ต้องใช้ในการหมุน ลูกบิดประตู เป็นต้น

ชีวกลศาสตร์ (Biomechanics) การวัดแรง มุม น้ำหนัก และการศึกษาเกี่ยวกับการทำงานของ กล้ามเนื้อ รวมถึงการออกแรงของผู้ปฏิบัติงานและผลของแรงที่มีต่ออวัยวะส่วนต่างๆของร่างกายของ ผู้ปฏิบัติงานเอง

วิศวกรรมศาสตร์ (Engineering) ศาสตร์ทั้งห้าที่ได้กล่าวมาแล้วในข้างต้น จะนำเอาหลักทาง วิศวกรรมศาสตร์มาช่วยในกำหนดแนวคิดเกี่ยวกับการออกแบบและการนำไปประยุกต์เพื่อให้มีการออกแบบที่ สามารถสร้างเครื่องมือ เครื่องจักร อุปกรณ์ควบคุมต่างๆให้ดีขึ้น

นอกจากศาสตร์ต่างๆที่ได้กล่าวมาข้างต้น ยังมีศาสตร์อื่นๆเข้ามาเกี่ยวข้องกับการยศาสตร์อีกด้วย เช่น คณิตศาสตร์ สถิติศาสตร์ เป็นต้น ทั้งนี้เพื่อให้การนำเอาข้อมูลที่สำคัญมาทำการวิเคราะห์และสามารถนำไปใช้ในการออกแบบหรือแก้ไขปรับปรุงปัญหาด้านการยศาสตร์ให้ได้อย่างเหมาะสมและมีประสิทธิภาพสูงสุด

5. ขอบเขตของการยศาสตร์ (Domains of Ergonomics)

สมาคมการยศาสตร์นานาชาติ (IEA) ได้แบ่งการยศาสตร์ออกเป็น 3 ด้านใหญ่ๆ (Domains) ดังต่อไปนี้¹⁰

1. การยศาสตร์ด้านกายภาพ (Physical ergonomics)

เป็นการยศาสตร์ที่เกี่ยวข้องกับเรื่องของกายวิภาคของมนุษย์ (human anatomical) การวัดสัดส่วนของร่างกายมนุษย์ (anthropometric) สรีรวิทยา (physiological) และชีวกลศาสตร์ (biomechanical) ซึ่งทั้งหมดนี้จะเป็นเรื่องที่สัมพันธ์กับกิจกรรมต่างๆทางกายภาพ (physical activity) โดยหัวข้อสำคัญอื่นๆที่เกี่ยวข้องกับเรื่องเหล่านี้ยังรวมถึง ท่าทางการทำงาน (working posture) การยกย้ายหรือเคลื่อนย้ายวัสดุต่างๆ (materials handling) การทำงานหรือการเคลื่อนไหวที่ซ้ำไปซ้ำมาหรือการทำงานแบบซ้ำๆหรือซ้ำซาก (repetitive movements) โรคความผิดปกติทางระบบกล้ามเนื้อและโครงกระดูกจากการทำงาน (work related musculoskeletal disorders: WMSDs) แผนผังของสถานที่ทำงาน (workplace layout) ความปลอดภัยและสุขภาพของคนงาน (safety and health)

2. การยศาสตร์ด้านความรู้ความเข้าใจของบุคคลหรือความตระหนักรู้ (Cognitive ergonomics)

การยศาสตร์ทางด้านนี้จะเกี่ยวข้องกับเรื่องของกระบวนการต่างๆทางด้านจิตใจ (mental processes) เช่น การรับรู้ (perception) ความจำ (memory) ความมีเหตุผล (reasoning) และการตอบสนองของการเคลื่อนไหว (motor response) ซึ่งกระบวนการต่างๆที่กล่าวมานี้ล้วนแต่มีผลกระทบต่อปฏิสัมพันธ์ระหว่างมนุษย์และส่วนประกอบต่างๆของระบบทำงาน โดยมีหัวข้ออื่นๆที่เกี่ยวข้องกับด้านนี้ได้แก่ ภาระทางด้านจิตใจ (mental workload) การตัดสินใจ (decision-making) สมรรถภาพของทักษะ (skilled performance) ปฏิสัมพันธ์ระหว่างมนุษย์และคอมพิวเตอร์ (human-computer interaction) ความเชื่อถือได้ของมนุษย์หรือความผิดพลาดของบุคคล (human reliability) ความเครียดจากการทำงานและการฝึกอบรม (work stress and training)

3. การยศาสตร์ในองค์กร (Organizational ergonomics)

การยศาสตร์ทางด้านนี้จะเกี่ยวข้องกับเรื่องการเพิ่มประสิทธิภาพของระบบเทคโนโลยีสังคมหรือสังคมผสมผสานเทคนิค (optimization of sociotechnical systems) รวมถึงโครงสร้างขององค์กร (organizational structures) นโยบาย (policies) และกระบวนการต่างๆ (processes) ซึ่งหัวข้ออื่นๆที่เกี่ยวข้องกับทางด้านนี้ ได้แก่ การสื่อสาร (communication) การบริหารจัดการด้านทรัพยากรบุคคล (crew resource management) การออกแบบการทำงาน (work design) การออกแบบช่วงเวลาหรือระยะเวลาของการทำงาน (design of working times) การทำงานเป็นทีม (teamwork) การออกแบบเพื่อให้ทุกคนในองค์กรมีส่วนร่วมกันทำ (participatory design) การยศาสตร์แบบชุมชน (community ergonomics) การทำงานแบบมีส่วนร่วมกัน (cooperative work) กรอบแนวคิดหรือกระบวนการทศน์ของการทำงานแบบใหม่ (new work paradigms) องค์กรเสมือนจริง (virtual organization) การทำงานแบบทางไกล (telework) และการจัดการด้านคุณภาพ (quality management)

6. นักการยศาสตร์คือใคร? (What is an Ergonomist?)

ในบางประเทศอาจมีหลักสูตรการเรียนการสอนสำหรับการเป็นนักการยศาสตร์ (ergonomist) หรือบางที่อาจมีการจัดฝึกการอบรมขึ้นมาสำหรับโปรแกรมพัฒนาบุคลากรเพื่อให้เป็นนักการยศาสตร์เฉพาะ ในหลายประเทศทั้งทางประเทศแถบยุโรปหรือประเทศสหรัฐอเมริกา จะมีหน่วยงานอิสระทางวิชาชีพ ที่สามารถจะรับรองการขึ้นทะเบียนเพื่อเป็นนักการยศาสตร์ได้ โดยผู้ที่ จะทำการขึ้นทะเบียนนั้นจะต้องผ่านการตรวจสอบคุณสมบัติและผ่านการทดสอบข้อเขียนอย่างเป็นทางการกับองค์กรเหล่านั้นเสียก่อน ทางฝั่งของประเทศทางยุโรป Center for Registration of European Ergonomists (CREE) จะเป็นผู้ตัดสินว่าบุคคลใดจะสามารถขึ้นทะเบียนเพื่อเป็นนักการยศาสตร์ (European Ergonomists: EurErg) ส่วนทางฝั่งของประเทศสหรัฐอเมริกา จะมีคณะกรรมการรับรองการเป็นนักการยศาสตร์ (Board of Certification in Professional Ergonomics: BCPE) เป็นผู้รับรองว่าบุคคลใดที่ผ่านการรับรองเพื่อเป็นนักการยศาสตร์ (Certified Professional Ergonomist: CPE) โดยบรรดานักการยศาสตร์เหล่านี้จะสามารถที่จะทำงานที่เกี่ยวข้องกับส่วนราชการ สถาบันที่ให้การอบรมเฉพาะด้านการยศาสตร์ เช่น ในวิทยาลัยหรือมหาวิทยาลัย เป็นต้น การทำหน้าที่เป็นที่ปรึกษาด้านการยศาสตร์ และในส่วนอื่นๆที่เกี่ยวข้องกับทางด้านการยศาสตร์ได้อย่างถูกต้อง ¹¹

สำหรับประเทศไทยนั้น ยังไม่มีองค์กรที่จัดตั้งขึ้นมาเพื่อรับรองหรือขึ้นทะเบียนสำหรับการเป็นนักการยศาสตร์

7. ความสำคัญของการยศาสตร์ (The Importance of Ergonomics)

ปฏิเสธไม่ได้ว่าคนหรือสถานประกอบการส่วนใหญ่เมื่อได้ยินเกี่ยวกับเรื่องของยศาสตร์จะต้องคิดไปถึงเรื่องของการลงทุนที่มักจะไม่เห็นผลลัพธ์หรือการคืนทุนหรือผลสำเร็จของการจัดการปัญหาด้านยศาสตร์ ซึ่งทำให้ปัญหาด้านยศาสตร์ในสถานประกอบการต่าง ๆ นั้นยังไม่ได้รับการแก้ไขและยังคงมีให้เห็นอยู่ทั่วไป

ถ้าจะกล่าวถึงความสำคัญของการยศาสตร์แล้วนั้น อยากจะให้เห็นถึงจำนวนทรัพยากร (ในที่นี้หมายถึง รวมถึง จำนวนคนงาน เงินลงทุน เวลาของการทำงาน เป็นต้น) ที่ต้องสูญเสียไปในแต่ละปีเมื่อสถานประกอบการนั้นไม่เห็นความสำคัญของการยศาสตร์ ในที่นี้จะเปรียบเทียบกับสถิติของการประสบอันตรายหรือการเจ็บป่วย รวมทั้งโรคจากการทำงานที่เกี่ยวข้องกับทางด้านยศาสตร์

สำหรับประเทศไทยนั้น จากสถิติการประสบอันตรายหรือเจ็บป่วยเนื่องจากการทำงาน ปี พ.ศ. 2560 ของสำนักงานกองทุนเงินทดแทน สำนักงานประกันสังคม กระทรวงแรงงาน (ตารางที่ 1)¹² พบว่า การประสบอันตรายจากการยกหรือเคลื่อนย้ายของหนัก และประสบอันตรายจากท่าทางการทำงาน ซึ่งทั้งสองสาเหตุนี้เป็นปัญหาทางด้านยศาสตร์และความรุนแรงมีตั้งแต่สูญเสียอวัยวะบางส่วนจนถึงหยุดงานไม่เกิน 3 วัน มีจำนวนรวมทั้งสิ้นเท่ากับ 636 ราย และ 381 รายตามลำดับ และจำนวนรวมกันของทั้งสองสาเหตุนี้คือ 636 + 381 เท่ากับ 1,017 รายจากจำนวนรายผู้ประสบอันตรายทั้งสิ้น 86,278 ราย

ขณะเดียวกัน เมื่อมีการพิจารณาจากความรุนแรงและโรคที่เกิดขึ้นตามลักษณะหรือสภาพของงาน หรือเนื่องจากการทำงานของปี พ.ศ. 2560 (ตารางที่ 2)¹² จะพบว่า โรคระบบกล้ามเนื้อและโครงกระดูกที่เกิดขึ้นเนื่องจากการทำงาน ซึ่งความรุนแรงมีตั้งแต่หยุดงานเกิน 3 วันและไม่เกิน 3 วัน มีจำนวน 1,554 ราย จากจำนวนรายของโรคที่เกิดขึ้นตามลักษณะฯ รวมทั้งสิ้น 1,838 รายหรือคิดเป็นร้อยละ 84.5 ของจำนวนทั้งหมด

ตารางที่ 3 เป็นการสรุปแนวโน้มของการเกิดปัญหาทางด้านยศาสตร์อันเนื่องมาจากการยกย้ายหรือเคลื่อนย้ายของหนักและท่าทางการทำงานที่ทำให้เกิดอันตรายขึ้นมา รวมทั้งโรคที่เกิดขึ้นอันเนื่องมาจากการทำงาน ซึ่งก็คือ โรคระบบกล้ามเนื้อและโครงกระดูก ซึ่งข้อมูลเหล่านี้ได้นำมาจากสำนักงานกองทุนเงินทดแทนที่ได้จัดทำรายงานไว้ ตั้งแต่ ปี พ.ศ. 2556-2560 รวมเป็นระยะเวลา 5 ปีที่ผ่านมา

ตารางที่ 1 สถิติการประสบอันตรายหรือเจ็บป่วยเนื่องจากการทำงาน จำแนกตามความรุนแรงและสาเหตุที่ประสบอันตราย ปี พ.ศ. 2560

สาเหตุที่ประสบอันตราย	ความรุนแรง					รวม
	ตาย	ทุพพลภาพ	สูญเสียอวัยวะบางส่วน	หยุดงานเกิน 3 วัน	หยุดงานไม่เกิน 3 วัน	
1. ตกจากที่สูง	101	6	28	2,551	2,867	5,553
2. หกล้ม สิ้นล้ม	7	0	14	1,650	3,382	5,053
3. อาคารหรือสิ่งก่อสร้างพังทลาย	4	1	0	17	15	37
4. วัตถุหรือสิ่งของพังทลาย/หล่นทับ	53	1	296	5,527	8,069	13,946
5. วัตถุหรือสิ่งของกระแทก/ชน	13	1	138	3,324	8,582	12,058
6. วัตถุหรือสิ่งของหนีบ/ตึง	10	0	398	3,017	3,424	6,849
7. วัตถุหรือสิ่งของตัด/บาด/ทิ่มแทง	3	0	255	5,654	14,748	20,660
8. วัตถุหรือสิ่งของ หรือสารเคมีกระเด็นเข้าตา	0	0	8	564	9,571	10,143
9. ประสบอันตรายจากการยกหรือเคลื่อนย้ายของหนัก	0	0	1	160	475	636
10. ประสบอันตรายจากท่าทางการทำงาน	0	0	0	82	299	381
11. อุบัติเหตุจากยานพาหนะ	252	2	17	1,540	1,233	3,044
12. วัตถุหรือสิ่งของระเบิด	3	0	4	175	220	402
13. ไฟฟ้าช็อต	77	4	4	287	505	877
14. ผลจากความร้อนสูง/สัมผัสของร้อน	6	1	19	697	1,317	2,040
15. ผลจากความเย็นจัด/สัมผัสของเย็น	0	0	0	0	0	0
16. สัมผัสสิ่งมีพิษ สารเคมี	3	0	2	142	725	872
17. อันตรายจากรังสี	0	0	0	0	0	0
18. อันตรายจากแสง	0	0	0	15	823	838
19. ถูกทำร้ายร่างกาย	7	1	0	25	37	70
20. ถูกสัตว์ทำร้าย	3	0	2	94	671	770
21. โรคที่เกิดขึ้นตามลักษณะหรือสภาพของงานหรือเนื่องจากการทำงาน	1	0	12	261	1,564	1,838
22. ก๊าซพิษ	0	0	0	0	3	3
23. การก่อวินาศกรรม	0	0	0	0	6	6
24. อื่นๆ	27	0	2	38	135	202
รวม	570	17	1,200	25,820	58,671	86,278

ที่มา: สำนักงานกองทุนเงินทดแทน, 2561

ตารางที่ 2 สถิติการประสบอันตรายหรือเจ็บป่วยเนื่องจากการทำงาน จำแนกตามความรุนแรงและโรคที่เกิดขึ้นตามลักษณะหรือสภาพของงานหรือเนื่องจากการทำงาน ปี พ.ศ. 2560

โรคที่เกิดขึ้นตามลักษณะหรือสภาพของงาน	ความรุนแรง					รวม
	ตาย	ทุพพลภาพ	สูญเสียอวัยวะบางส่วน	หยุดงานเกิน 3 วัน	หยุดงานไม่เกิน 3 วัน	
1. โรคที่เกิดจากสารเคมี - โรคที่เกิดขึ้นจากตะกั่ว หรือสารประกอบของตะกั่ว	-		-	1	2	3
2. โรคที่เกิดจากสาเหตุทางกายภาพ - โรคหูตึงจากเสียง - โรคจากแสงอัลตราไวโอเล็ต	-	-	5	3	6	14
	-	-	-	-	4	4
3. โรกระบบหายใจที่เกิดขึ้นเนื่องจากการทำงาน - โรคกลุ่มนิวโมโคนีโอสิส	1	-	7	-	7	15
4. โรคผิวหนังที่เกิดขึ้นเนื่องจากการทำงาน - โรคผิวหนังที่เกิดจากสาเหตุทางกายภาพ เคมี หรือชีวภาพอื่น ซึ่งพิสูจน์ได้ว่ามีสาเหตุเนื่องจากการทำงาน - โรคผิวหนังอื่น ซึ่งพิสูจน์ได้ว่ามีสาเหตุเนื่องจากการทำงาน	-	-	-	6	180	186
	-	-	-	2	58	60
5. โรกระบบกล้ามเนื้อและโครงกระดูกที่เกิดขึ้นเนื่องจากการทำงาน - โรกระบบกล้ามเนื้อและโครงกระดูกที่เกิดขึ้นเนื่องจากการทำงานหรือสาเหตุจากลักษณะงานที่จำเพาะหรือมีปัจจัยเสี่ยงสูงในสิ่งแวดล้อมการทำงาน	-	-	-	248	1,306	1,554
6. โรคอื่นๆ ซึ่งพิสูจน์ได้ว่าเกิดขึ้นตามลักษณะหรือสภาพของงานหรือเนื่องจากการทำงาน - โรคอื่นๆ ซึ่งพิสูจน์ได้ว่าเกิดขึ้นตามลักษณะหรือสภาพของงานหรือเนื่องจากการทำงาน	-	-	-	1	1	2
รวมทั้งหมด	1	-	12	261	1,564	1,838

ที่มา: สำนักงานกองทุนเงินทดแทน, 2561

ตารางที่ 3 จำนวนลูกจ้างที่ประสบอันตรายจากปัญหาทางการยศาสตร์ ตั้งแต่ ปี พ.ศ. 2556-2560

พ.ศ.	สาเหตุของการประสบอันตราย		รวม	โรคเนื่องจากการทำงาน
	ยกหรือเคลื่อนย้ายของหนัก	ท่าทางการทำงาน		โรคระบบกล้ามเนื้อและโครงกระดูก
2556	559	138	697	3,146
2557	845	295	1,140	2,064
2558	709	250	959	2,005
2559	625	297	922	1,833
2560	636	381	1,017	1,554

ที่มา: รวบรวมและดัดแปลงจากตารางสถิติการประสบอันตรายหรือเจ็บป่วยเนื่องจากการทำงาน และโรคเนื่องจากการทำงาน จำแนกตามความรุนแรง ปี พ.ศ. 2556-2560 สำนักงานกองทุนเงินทดแทน สำนักงานประกันสังคม กระทรวงแรงงาน

นอกจากนี้ สำนักโรคจากการประกอบอาชีพและสิ่งแวดล้อม กรมควบคุมโรค กระทรวงสาธารณสุข¹³ ได้มีการเก็บข้อมูลผู้ป่วยโรคกระดูกและกล้ามเนื้อจากการทำงาน โดยโรคนี้เป็นหนึ่งในกลุ่มโรคจากการประกอบอาชีพภาคอุตสาหกรรม ซึ่งในปี พ.ศ. 2560 พบว่ามีผู้ป่วยโรคกระดูกและกล้ามเนื้อจากการทำงานจำนวน 100,743 ราย คิดเป็นอัตราต่อประชากรแสนราย เท่ากับ 167.22 ซึ่งเพิ่มขึ้นจากปี พ.ศ. 2559 ที่มีจำนวน 81,226 ราย (อัตราป่วย 135.26 ต่อประชากรแสนราย)

ในส่วนของต่างประเทศนั้น ปัญหาด้านการยศาสตร์ยังคงเป็นปัญหาอันดับต้นๆของการประสบอันตรายจากการทำงานรวมถึงโรคที่เกิดขึ้นเนื่องจากการทำงานด้วย ในปี ค.ศ. 2015 ข้อมูลจากสำนักงานสถิติแรงงาน กระทรวงแรงงาน ของประเทศสหรัฐอเมริกา¹⁴ ได้รับความรู้ถึงจำนวนของผู้มีอาการผิดปกติจากกล้ามเนื้อและโครงกระดูก (musculoskeletal disorders) เช่น อาการเคล็ดขัดยอก (sprains) หรือกล้ามเนื้อฉีก (sprains) จากการถูกใช้งานเกินกำลังที่มาจากกิจกรรมการยกย้ายหรือเคลื่อนย้ายวัสดุสิ่งของต่างๆ เป็นจำนวนถึงร้อยละ 31 (356,910 ราย) จากจำนวนทั้งหมดของผู้ประสบอันตรายจากการทำงาน และจากจำนวนผู้มีอาการผิดปกติจากกล้ามเนื้อและโครงกระดูกนี้กว่าร้อยละ 80 จะอยู่ในกลุ่มของคนทำงานในภาคอุตสาหกรรมเอกชน ซึ่งเมื่อคิดเป็นอัตราการเกิดอุบัติเหตุแล้วนั้น จะเท่ากับ 29.8 รายต่อหมื่นรายคนงานที่ทำงานประจำ (10,000 full-time workers) ส่วนทางของประเทศสหราชอาณาจักร (Great Britain) ในปี ค.ศ. 2017 ได้มีการรายงานเกี่ยวกับสถิติของโรคความผิดปกติของกล้ามเนื้อและโครงกระดูกเนื่องมาจากการทำงาน (work related musculoskeletal disorders: WRMSDs)¹⁵ คือ อัตราความชุกหรือจำนวนรายทั้งหมดที่เป็น WRMSDs นั้นนับได้ 507,000 ราย จากจำนวน 1,299,00 รายของโรคที่เกี่ยวข้องเนื่องจากการทำงานทั้งหมด ซึ่งคิดเป็นร้อยละ 39 จากจำนวนทั้งหมดและมีอัตราการเกิด WRMSDs อยู่ที่ 1,550 รายต่อหนึ่งแสนรายของ

คนทำงาน สำหรับในประเทศออสเตรเลียนั้น มีการรายงานเกี่ยวกับการเรียกร้องค่าชดเชยสำหรับการเป็น WRMSDs ในช่วงปี ค.ศ. 2009-2014¹⁶ ว่ามีจำนวนถึง 360,180 ราย คิดเป็นร้อยละ 60 ของจำนวนราย ทั้งหมดที่เรียกร้องเงินสินไหมชดเชยจากโรคเนื่องจากการทำงาน

ดังนั้นจะเห็นได้ว่าจากสถิติทั้งของประเทศไทยและประเทศอื่นๆ ปัญหาด้านการยศาสตร์ โดยเฉพาะการเป็นโรคความผิดปกติของกล้ามเนื้อและโครงกระดูกเนื่องมาจากการทำงานของคนใช้แรงงานในทุกกลุ่ม อาชีพนั้น ล้วนแล้วแต่มีจำนวนมาก หากเรายังไม่เห็นความสำคัญของปัญหานี้ การประสบอันตรายจากการทำงานรวมถึงโรคนี้ก็จะยังคงทำให้ผู้ใช้แรงงานต้องประสบกับอันตรายจากการทำงานและสุขภาพอนามัยที่ไม่ได้รับการดูแลเอาใจใส่ที่ดี ซึ่งจะนำมาสู่ปัญหาทางสังคมต่อไป

8. ประโยชน์ของการยศาสตร์ (Benefits of Ergonomics)

จากความสำคัญของการยศาสตร์ ทำให้เราสามารถรู้ได้ถึงประโยชน์ของการยศาสตร์ ซึ่งสำหรับจุดมุ่งหมายอันสูงสุดของการยศาสตร์นั้นคือ การทำให้ตระหนักรู้ถึงการบาดเจ็บที่ไม่ได้คาดการณ์เอาไว้ (ซึ่งจะช่วยให้เกิดการลดลงและอาจจะทำให้สามารถขจัดหรือกำจัดปัญหานี้ได้ในที่สุด) การจัดความเหมาะสมและช่วยส่งเสริมให้สมรรถภาพการทำงานของมนุษย์ที่ดีขึ้น รวมทั้งการจัดสภาพแวดล้อมในการทำงานระหว่างมนุษย์กับเครื่องจักรหรืออุปกรณ์ให้สามารถทำงานกันได้อย่างราบรื่น ซึ่งเมื่อสามารถทำให้เกิดเป็นระบบที่กล่าวมาข้างต้นนั้นจะเป็นการช่วยเพิ่มผลผลิตให้เกิดขึ้น อีกทั้งยังช่วยลดจำนวนของการเรียกร้องเงินสินไหมชดเชยจากอุบัติเหตุหรือการบาดเจ็บที่อาจจะเกิดขึ้นได้ และช่วยให้คนงานมีชีวิตที่มีความสุขในสถานประกอบการ ซึ่งจะช่วยให้ทั้งคนงานและสถานประกอบการประสบความสำเร็จในการทำงานได้¹⁷ ตารางที่ 4 จะเป็นรายละเอียดของประโยชน์ด้านต่างๆจากการมีโครงการด้านการยศาสตร์ในสถานประกอบการ ซึ่งประโยชน์ที่เกิดขึ้นมานั้นจะเป็นในทางบวกต่อทั้งคนงานและนายจ้างในสถานประกอบการ

ตารางที่ 4 ประโยชน์ในด้านต่างๆจากการดำเนินการด้านการยศาสตร์ในสถานประกอบการ

ด้าน	ประโยชน์
บุคลากร	<ul style="list-style-type: none"> ● ช่วยลดการบาดเจ็บและการเจ็บป่วย ● ช่วยเพิ่มผลผลิตของพนักงาน ● ช่วยลดเวลาของการฝึกอบรม ● ช่วยลดการขาดหรือลางานและการเปลี่ยนงาน ● ช่วยลดค่าใช้จ่ายสำหรับค่าล่วงเวลา ● ช่วยปรับปรุงคุณภาพชีวิตของพนักงาน
การผลิต	<ul style="list-style-type: none"> ● ช่วยเพิ่มคุณภาพของกระบวนการผลิต ● ช่วยลดความผิดพลาดและความเสียหายต่อเครื่องจักรที่ผลิต ● ช่วยลดปริมาณเศษซากหรือขยะจากการผลิต

9. ความผิดปกติของกล้ามเนื้อและโครงกระดูกเนื่องมาจากการทำงาน (Work Related Musculoskeletal Disorders: WRMSDs)

ความผิดปกติของกล้ามเนื้อและโครงกระดูก (Musculoskeletal Disorders: MSDs) คือ การบาดเจ็บหรืออาการผิดปกติของกลุ่มของเนื้อเยื่ออ่อน (soft tissues) ได้แก่ กล้ามเนื้อ เอ็นกล้ามเนื้อ เอ็นกระดูก ข้อต่อ และกระดูกอ่อน (muscles, tendons, ligaments, joints, and cartilage) และระบบประสาท (nervous system) ซึ่งมีผลกระทบต่อกล้ามเนื้อที่อยู่บริเวณรอบๆ รวมถึงเส้นประสาทและปลอกหุ้มเอ็น (nerves and tendon sheaths) โดยส่วนใหญ่มักจะเกิดขึ้นกับบริเวณแขนและหลังของร่างกาย¹⁸

ดังนั้นความผิดปกติของกล้ามเนื้อและโครงกระดูกเนื่องมาจากการทำงาน คือ ความผิดปกติของกล้ามเนื้อและโครงกระดูกที่มักเกิดขึ้นมาจากการทำงานโดยอาจมีสาเหตุมาจากสภาพแวดล้อมหรือสภาพการทำงานที่ทำอยู่นั่นเอง

ความผิดปกติของกล้ามเนื้อและโครงกระดูกเนื่องมาจากการทำงานยังมีคำอื่นๆที่สามารถใช้แทนกันได้ เช่น ความผิดปกติจากการบาดเจ็บสะสมเรื้อรัง (Cumulative Trauma Disorders: CTDs) การบาดเจ็บของกล้ามเนื้อจากการเคลื่อนไหวซ้ำๆ (Repetitive Strain Injury: RSIs) การบาดเจ็บจากการเคลื่อนไหวซ้ำๆ (Repetitive Motion Trauma: RMT) กลุ่มอาการบาดเจ็บจากการใช้งานมากหรือออกแรงทำงานเกินกำลัง (Occupational Overuse Syndrome: OOS)¹⁹

ในช่วงสมัยแรกๆนั้นมักจะใช้ลักษณะของงานหรืออาชีพเป็นชื่อเรียกของอาการความผิดปกติจากการบาดเจ็บสะสมเรื้อรัง เช่น โรคไหล่ของช่างก่ออิฐ ข้อศอกของช่างไม้ ข้อมือของช่างเย็บปัก นิ้วโป้งของคนนับคะแนน ข้อเข่าของคนใช้ ตะคริวของคนส่งโทรเลข และมือของคนหักต้นฝ้าย (bricklayer's shoulder, carpenter's elbow, stitcher's wrist, gamekeeper's thumb, housemaid's knee, telegraphers' cramp, and cotton twister's hand) ⁶

โดยทั่วไปการบาดเจ็บจากความผิดปกติของกล้ามเนื้อและโครงกระดูกสามารถแบ่งได้เป็น 2 ลักษณะคือแบบสะสมเรื้อรัง (chronic condition) เช่น CTDs และแบบฉับพลัน (acute condition) เช่น การถูกระแทก บาด หรือการตกลงมาจากที่สูงหรือการหกล้ม ล้วนแล้วแต่ทำให้เกิดเป็น MSDs ได้ทั้งนั้น

เราสามารถที่จะแบ่งการบาดเจ็บเหล่านี้เป็นประเภทต่างๆและส่วนต่างๆของร่างกายได้ คือ การบาดเจ็บกล้ามเนื้อ (muscle injuries) การบาดเจ็บที่เอ็นกล้ามเนื้อ (tendon injuries) การบาดเจ็บของเอ็นกระดูก (ligament injuries) การบาดเจ็บของถุงน้ำลดการเสียดสี (bursa injuries) ความผิดปกติของเส้นประสาท (nerve disorders) ความผิดปกติของประสาทร่วมหลอดเลือด (neurovascular disorders)

การเกิด WRMSDs นี้มักจะเกิดจากปัจจัยเสี่ยงต่างๆที่เกิดขึ้นในที่ทำงาน ซึ่งการรับสัมผัสจากปัจจัยเสี่ยงเหล่านี้จะทำให้เกิดอาการผิดปกติและการบาดเจ็บของกล้ามเนื้อและโครงกระดูกได้

10. ปัจจัยเสี่ยงที่ทำให้เกิดความผิดปกติของกล้ามเนื้อและโครงกระดูกเนื่องมาจากการทำงาน (WRMSDs Risk factors)

การเกิดความผิดปกติของกล้ามเนื้อและโครงกระดูกเนื่องมาจากการทำงานนั้นเกิดขึ้นเมื่อความสามารถทางกายภาพหรือร่างกายของคนงานไม่เหมาะสมกับความต้องการทางกายภาพของงานนั้นๆ การรับสัมผัสที่เป็นระยะเวลานานต่อปัจจัยเสี่ยงทางกายศาสตร์นั้นสามารถจะทำให้เกิดการบาดเจ็บขึ้นกับร่างกายของคนงานและนำไปสู่การเกิด WRMSDs ขึ้นได้

ปัจจัยเสี่ยงด้านการยศาสตร์ ^{6,20,21,22} มีดังต่อไปนี้

- การออกแรงที่มากเกินไป
- การเคลื่อนไหวอย่างซ้ำๆ ที่สามารถทำให้เกิดการอักเสบของเอ็นกล้ามเนื้อและความดันที่เพิ่มมากขึ้นต่อเส้นประสาท

- ทำางการทำงานที่ผิดปกติหรือผิดปกติ หรือตำแหน่งของส่วนต่างๆของร่างกายที่ไม่ได้รับการ พยุงไว้ซึ่งเมื่อทำเป็นเวลานานๆจะสามารถทำให้เกิดการกดทับต่อเส้นประสาทและการอักเสบของเอ็น ต่างๆได้
- ทำางแบบนั่งหรือการไม่ขยับร่างกายเป็นเวลานานๆ เช่น การยืนหรือนั่งตลอดเวลา นั้นจะ สามารถทำให้เกิดการไหลเวียนของเลือดและส่งผลต่อกล้ามเนื้อได้
- การเคลื่อนไหวของร่างกาย เช่น การทำงานที่เร็วขึ้นหรือเร่งขึ้นพร้อมกับการงอหรือบิดอวัยวะต่างๆ ของร่างกายในขณะที่ทำงาน ซึ่งจะเป็นการเพิ่มแรงให้กระทำต่อร่างกายที่สูงมากขึ้น
- การกด/ทับ เป็นการที่มีแรงกดลงไปในพื้นที่ขนาดเล็กๆ เช่น มุมหรือขอบโต๊ะทำงานที่สามารถทำให้มี แรงกดไปที่ส่วนของช่วงแขนหรือข้อศอกของคนงานในขณะที่มีการทำงานอยู่ในพื้นที่นั้น ซึ่งส่งผลทำ ให้เกิดการลดลงของการไหลเวียนของเลือดและเส้นประสาท และยังส่งผลเสียต่อเอ็นและปลายปลอก กุ้มเอ็นได้อีกด้วย
- การพักผ่อนที่ไม่เพียงพอจากการทำงานล่วงเวลา การไม่หยุดพักระหว่างเวลาทำงาน และการไม่ยอม ปรับเปลี่ยนภารกิจที่ทำ ยังคงทำงานเดิมซ้ำๆตลอดเวลา สิ่งเหล่านี้สามารถทำให้กล้ามเนื้อไม่ได้รับการ พักฟูสภาพของตัวเองที่เพียงพอ
- การสั่นสะเทือนที่มากเกินไป ส่วนใหญ่แล้วจะมาจากเครื่องมือที่ทำให้เกิดความสั่นสะเทือนขึ้นมา เช่น สว่าน เป็นต้น ปัจจุบันนี้สามารถที่จะลดการไหลเวียนของเลือด ทำลายเส้นประสาทต่างๆ และทำให้ เกิดเป็นความล้าของกล้ามเนื้อ
- ความสั่นสะเทือนทั่วทั้งร่างกาย มาจากการขับรถบรรทุก หรือทำงานเกี่ยวกับงานก่อสร้าง ล้วนแล้วแต่ ส่งผลกระทบต่อระบบกระดูกและกล้ามเนื้อและเป็นสาเหตุของการเกิดอาการปวดหลังส่วนล่างขึ้นมา ได้
- การทำงานในที่อุณหภูมิต่ำเกินไป เช่น ในการทำงานในห้องเย็น เป็นต้น ปัจจุบันนี้สามารถที่จะส่งผล กระทบด้านลบต่อการประสานงานกันระหว่างคนงานและความคล่องแคล่วของคนงาน และเป็น สาเหตุที่ต้องทำให้คนงานต้องออกแรงเกินกว่าที่จำเป็นเพื่อจะทำภารกิจนั้นๆ

ปัจจัยเสี่ยงต่างๆที่ได้กล่าวมาข้างต้นนี้ ไม่ว่าจะปัจจัยเดียวหรือร่วมกัน จะส่งผลต่ออวัยวะต่างๆ ตามร่างกายของคนงาน เช่น ไหล่ แขน มือ ข้อมือ หลัง ขา เป็นต้น โดยอาจจะมาจากการบิดซ้ำๆ การออกแรง ที่มากเกินไปกำลังของร่างกาย การเคลื่อนไหวที่เร็วเกินไปในระหว่างที่ทำงาน ซึ่งจะส่งผลทำให้เกิดความผิดปกติ

ของกล้ามเนื้อและโครงกระดูกเนื่องมาจากการทำงานขึ้นมาได้ นอกจากนี้ความรุนแรงของปัญหายังมาจากเรื่องระยะเวลาที่ทำ ความถี่ที่ทำ และขนาดของแรงที่กระทำด้วย (duration, frequency, magnitude)

นอกจากปัจจัยเสี่ยงที่ว่ามาก่อนหน้านั้น ปัจจัยเสี่ยงที่ไม่เกี่ยวข้องจากการทำงานก็สามารถที่จะเป็นสาเหตุหรือส่งผลให้เกิดเป็นความผิดปกติของกล้ามเนื้อและโครงกระดูกขึ้นมาได้ ได้แก่

- สภาพทางกายภาพของร่างกาย
- สภาพของโรคต่างๆ เช่น โรคอ้วน (obesity) โรคเบาหวาน (diabetes) และโรคข้ออักเสบ (arthritis)
- การตั้งครุรภ์
- งานอดิเรก ที่มีการใช้มืออย่างหนักหรือมีการแบกของ ย้ายของ ใดๆก็ตามในกรณีเหล่านี้ ถ้ามีการควบคุมในเรื่องของระยะเวลาและการรับสัมผัสหรือการใช้งานได้แล้ว งานอดิเรกมักจะไม่เป็นปัจจัยที่เข้ามาเกี่ยวข้องได้มากนัก
- เรื่องของจิตสังคมหรือความเครียดจากที่ทำงาน

11. ประเภทความผิดปกติของกล้ามเนื้อและโครงกระดูกเนื่องมาจากการทำงาน (Types of WRMSDs)

จากที่ได้กล่าวมาในหัวข้อข้างต้น ปัจจัยเสี่ยงด้านการยศาสตร์ต่างๆนั้นสามารถทำให้เกิด WRMSDs ได้ ซึ่งในที่นี้จะกล่าวถึงโรคหรืออาการที่พบได้บ่อยจาก WRMSDs ดังต่อไปนี้

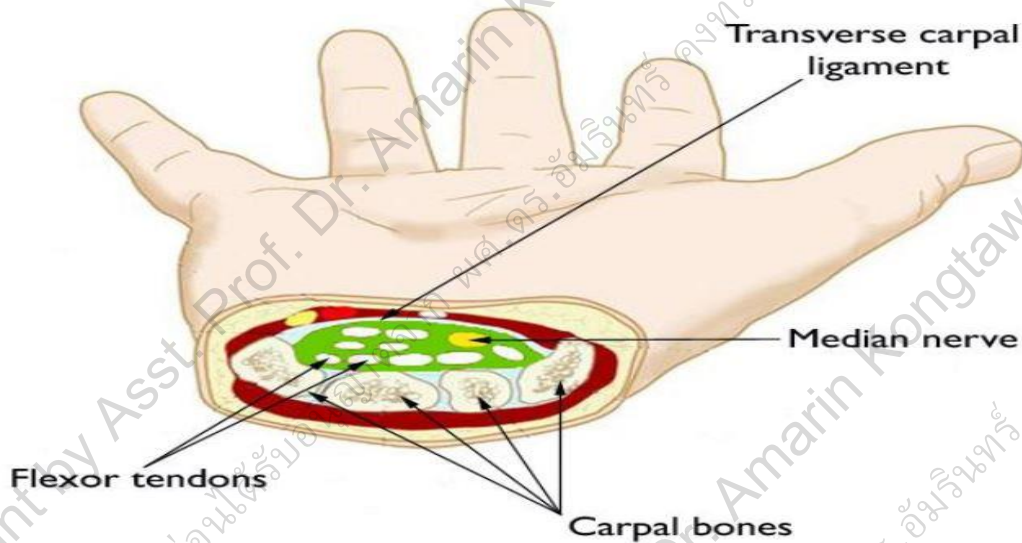
1. โรคการกดทับเส้นประสาทบริเวณข้อมือ (Carpal tunnel syndrome: CTS)

โรคนีจัดเป็น WRMSDs ลำดับต้นๆ และทำให้ต้องมีการหยุดพักงานเฉลี่ยที่ 25 วันต่อรายและยังเป็นโรคที่มีการเรียกร้องเงินสินไหมชดเชยมากที่สุด⁶ โดยปกติจะพบมากในผู้หญิงมากกว่าผู้ชาย การเกิด CTS นี้เกิดจากการอักเสบและบวมของปลอกหุ้มเอ็น (tendon sheath) และกดทับเส้นประสาทมีเดียน (median nerve) ที่ทอดผ่านอุโมงค์ (carpel tunnel) ที่บริเวณข้อมือ²³ อาการที่มักพบได้ คือ ปวด ชา บริเวณฝ่ามือและนิ้วมือ (นิ้วหัวแม่มือ นิ้วชี้ นิ้วกลาง ด้านในของนิ้วนางด้วย) อาการปวดมักจะเป็นในช่วงตอนกลางคืนและช่วงที่มีการใช้อวัยวะเหล่านี้ (รูปที่ 2)

อาชีพที่พบว่าสามารถเป็น CTS นั้น เช่น พนักงานในบริษัท พนักงานพิมพ์ดีด คนงานเชือดไก่ คนงานที่ใช้เครื่องมือที่มีความสั่นสะเทือนรุนแรง พนักงานประกอบผลิตภัณฑ์อิเล็กทรอนิกส์ คนงานประกอบรถยนต์

พนักงานเปิดขวดเปิดกระป๋อง คนขายเนื้อ พนักงานเก็บเงิน เป็นต้น ดังจะเห็นได้ว่าส่วนใหญ่จะเป็นคนงานที่มีการใช้งานที่มือเป็นส่วนใหญ่ ซึ่งอาจจะมีสาเหตุมาจากการยึดข้อมือมากเกินไป การงอหรือบิดข้อมือขณะออกแรง หรือการใช้นิ้วมือในขณะที่งอข้อมือ การหยิบจับวัสดุแบบหนีบจับโดยใช้แรงนิ้วมือ

สำหรับการรักษานั้น ทำได้โดยการกายภาพบำบัดโดยการประคบร้อน กดนวดบริเวณพังผืดที่กดทับเส้นประสาท การใส่ปลอกข้อมือ (wrist braces) ช่วยให้ข้อมืออยู่ในตำแหน่งที่เป็นธรรมชาติ การทานวิตามิน B6 ยาแอสไพริน รวมถึงยาแก้อักเสบเข้าร่วมเพื่อช่วยในการลดการอักเสบและบวมของปลอกหุ้มเอ็น และถ้ามีอาการรุนแรงหรือหนักมากอาจต้องทำการผ่าตัด



รูปที่ 2 โรคการกดทับเส้นประสาทบริเวณข้อมือ (Carpal tunnel syndrome)

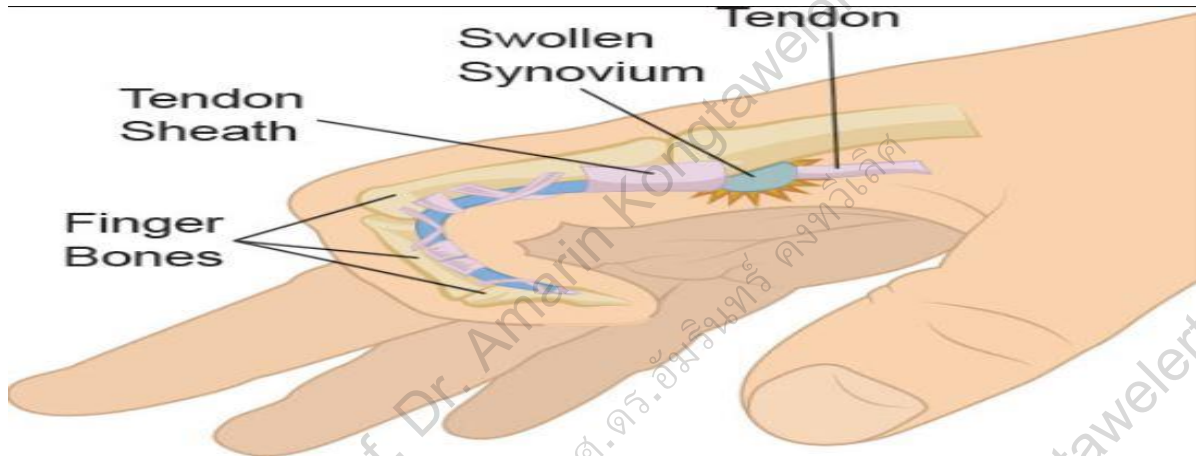
ที่มา: <https://orthoinfo.aaos.org/en/diseases--conditions/carpal-tunnel-syndrome/>

2. โรคนิ้วโป้งหรือนิ้วล็อก (Trigger finger)

โรคนี้อาจเกิดจากการออกแรงที่มากเกินไปที่นิ้วมือหรือจากการใช้งานซ้ำๆ ทำให้มีการเกร็งของข้อนิ้วมืองัดต่อกันนานๆ โดยเป็นการอักเสบของเอ็น และ/หรือปลอกหุ้มเอ็นของนิ้วมือ เมื่อการอักเสบหรือบวมมีมากขึ้นจะทำให้เอ็นไม่สามารถยืดหยุ่นได้ เช่นเดียวกับโรค CTS (รูปที่ 3) ผู้หญิงจะมีโอกาสเป็นมากกว่าผู้ชายและจะเป็นมากในช่วงอายุ 40 – 60 ปี²⁴ อาการที่พบคือการปวด ชา บริเวณของนิ้วมือซึ่งทำให้นิ้วมือไม่สามารถเคลื่อนที่ได้สะดวก การพยายามที่จะขยับนิ้วมือนั้นจะยิ่งทำให้เกิดอาการปวดมากขึ้น การวินิจฉัยจำเป็นต้องให้แพทย์เป็นผู้ตรวจ

อาชีพที่สามารถเป็นโรคนี้ได้ เช่น ช่างพ่นสีแบบสเปรย์ (spray painters) และคนงานที่ต้องทำงานเกี่ยวกับการใช้เครื่องยิงหมุดย้ำ (rivet gun)

สำหรับการรักษานั้นทำได้เหมือนกับรักษาโรค CTS เช่น การใส่ปลอกข้อนิ้วมือ การให้ยารักษา และการผ่าตัดจะเป็นวิธีสุดท้ายในการรักษาในกรณีที่อาการอยู่ในระดับรุนแรง



รูปที่ 3 โรคนิ้วไกปืนหรือนิ้วล็อก (Trigger finger)

ที่มา: <https://www.orthoneuro.com/patients/patient-education/medical-conditions/hand-wrist-elbow-conditions/trigger-finger/>

3. อาการปวดหลังส่วนล่าง (Low-back pain: LBP)

อาการปวดหลังส่วนล่าง เป็นอาการปวดหลัง กล้ามเนื้อหลังตึง หรือมีอาการหลังแข็ง ในตำแหน่งตั้งแต่ขอบล่างของซี่โครง (costal margin) ไปถึงขอบล่างของแก้มก้น (inferior gluteal fold) โดยบางกรณีจะมีอาการร่วมกับอาการปวดร้าวลงไปขา (sciatica) ²⁵ (รูปที่ 4)

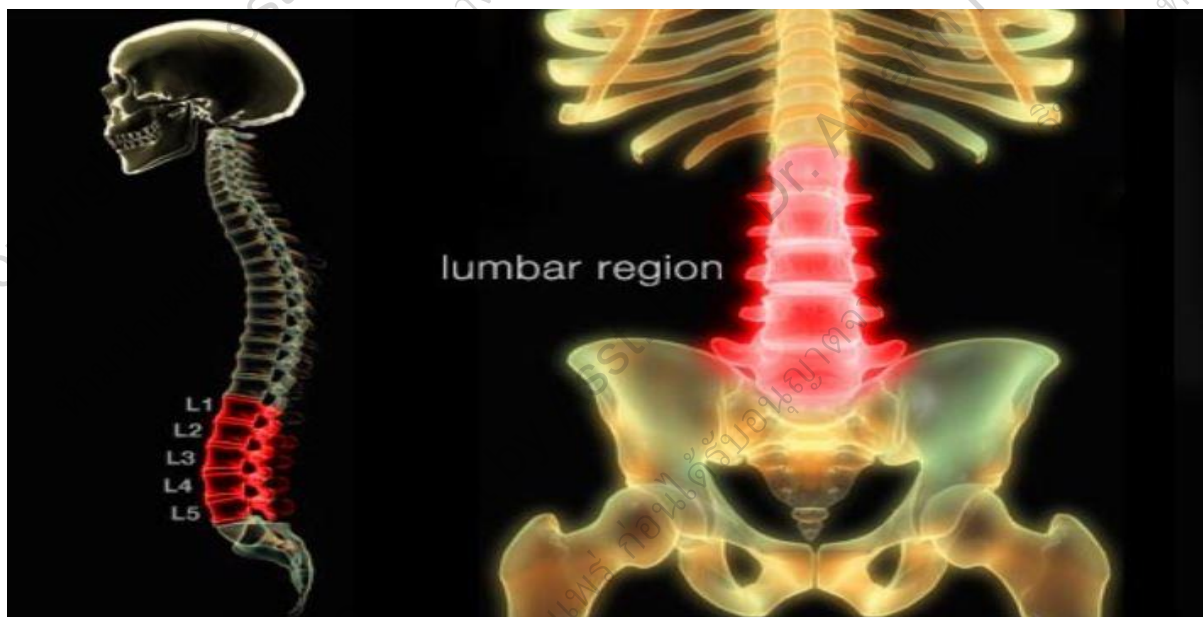
อาการปวดหลังส่วนล่างเป็นปัญหาที่พบได้บ่อยมาก จากงานวิจัยหลายฉบับประมาณได้ว่าอุบัติการณ์ของอาการปวดหลังส่วนล่างของประชากรในประเทศทางยุโรปและสหรัฐอเมริกา นั้น อยู่ที่ร้อยละ 49-85^{26,27} ซึ่งในประเทศที่พัฒนาแล้ว ประมาณการของผู้ที่มีอาการปวดหลังส่วนหลังเรื้อรังนั้นมีถึงร้อยละ 2 ถึง 5 เลยทีเดียว ²⁸ นอกจากนี้อาการปวดหลังส่วนล่างยังทำให้เกิดความสูญเสียทางเศรษฐกิจเป็นอย่างมาก ทั้งในแง่ของค่ารักษาพยาบาล ค่าสินไหมทดแทน การลาหยุดงานของคนงาน การสูญเสียกำลังการผลิต การฝึกรอบรมซ้ำของคนงาน ค่าใช้จ่ายจากการบริหารจัดการ และค่าใช้จ่ายในการฟ้องร้อง ซึ่งในปี ค.ศ. 2006 ประเทศ

สหรัฐอเมริกามีการประมาณการของค่าใช้จ่ายที่เกี่ยวข้องกับอาการปวดหลังส่วนล่างนั้นสูงมากกว่า 100,000 ล้านเหรียญสหรัฐต่อปี²⁹

อาการปวดหลังส่วนล่างนี้สามารถพบได้ในเกือบทุกอาชีพมีลักษณะของงานที่ต้องยกเคลื่อนย้ายวัตถุต่างๆ ซึ่งรวมถึงการผลัก ดัน ดึง ก้ม แบก บิดด้วย ซึ่งน้ำหนักของการยกหรือเคลื่อนย้ายนั้นไม่จำเป็นว่าจะทำให้มีอาการปวดหลังส่วนล่างเสมอไป บางครั้งต้องดูถึงท่าทางในการทำงานประกอบด้วย นอกจากนี้การทำงานที่เกี่ยวข้องกับการสัมผัสแบบทั่วทั้งร่างกาย ก็เป็นสาเหตุที่เกี่ยวข้องกับอาการปวดหลังส่วนล่างได้เช่นกัน

ปัจจัยที่ทำให้เกิดอาการปวดหลังส่วนล่างจากการยกเคลื่อนย้ายนั้นประกอบด้วย น้ำหนักของวัตถุ มุมองศาของการบิดในขณะที่ทำงาน ระยะห่างของวัตถุกับผู้ที่ทำงาน ความถี่ในการปฏิบัติงาน ระยะในแนวตั้งของการทำงาน แรงต้านหรือเสริมที่มากระทำขณะปฏิบัติงาน โดยปัจจัยทั้งหมดที่กล่าวมานี้เป็นตัวแปรของสมการการยกของ NIOSH (NIOSH Lifting Equation)²⁴

ในการรักษานั้น ส่วนใหญ่แล้วจะใช้วิธีกายภาพบำบัด ถ้ามีอาการที่รุนแรงขึ้นอาจใช้การฉีดยารักษา หากถึงขั้นร้ายแรง การผ่าตัดจะเป็นหนทางสุดท้ายในการรักษา



รูปที่ 4 บริเวณที่มีอาการปวดหลังส่วนล่าง (Low-back pain: LBP)

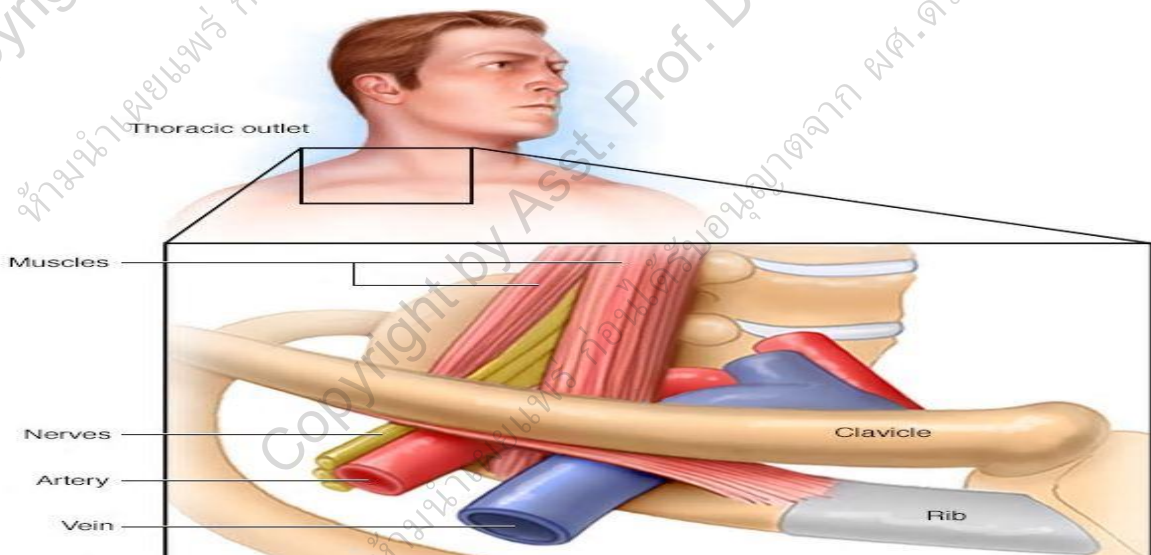
ที่มา: <https://www.webmd.com/back-pain/ss/slideshow-low-back-pain-overview>

4. กลุ่มอาการที่มีการกดทับหลอดเลือดหรือเส้นประสาทบริเวณทางออกทรวงอก (Thoracic outlet syndrome: TOS)

TOS เป็นความผิดปกติของประสาทร่วมหลอดเลือด (neurovascular disorders) ที่เกิดจากการกดทับของหลอดเลือดและเส้นประสาทบริเวณระหว่างต้นคอกับรักแร้ไปจนถึงด้านหน้าของไหล่และหน้าอก)⁶ (รูปที่ 5) อาการของ TOS นี้มีทั้งการปวดและบวมที่แขน แขนอ่อนแรง บริเวณแขน มือและนิ้วมือเย็นผิดปกติ เป็นเหน็บชาบริเวณนิ้วมือข้างที่มีอาการ ปวดบริเวณคอ ไหล่ หรือมือ หรือมีอาการผสมกันดังที่กล่าวมาก่อนหน้านี้ ผู้หญิงมีความเสี่ยงต่อการเป็น TOS และช่วงอายุตั้งแต่ 20 ถึง 40 ปีสามารถเป็น TOS ได้เช่นเดียวกัน

ลักษณะงานที่ต้องมีการทำงานที่ใช้แขนยกระดับเหนือไหล่โดยเป็นการกระทำซ้ำๆ เช่น งานจัดของในระดับสูงเหนือศีรษะ ช่างซ่อมรถยนต์ที่ต้องมีการยืนทำงานใต้ท้องรถตลอดเวลา หรือท่าทางการทำงานที่ต้องห่อไหล่หรือยืนศีรษะไปข้างหน้าเป็นเวลานานๆ ล้วนแล้วแต่ทำให้เกิด TOS ขึ้นมาได้

การรักษา นั้น ถ้าเพิ่งเริ่มมีอาการ ควรที่จะลดระยะเวลาที่ต้องมีการทำงานแบบเอื้อมหรือเหนือศีรษะ และทิ้งระยะห่างระหว่างช่วงที่ทำหรือทำการพักระหว่างการทำงานที่มีการใช้ท่าทางลักษณะดังกล่าว มีการปรับเปลี่ยนท่าทางการทำงานเป็นระยะ³⁰ ถ้าอาการยังไม่ดีขึ้น ให้ทำกายภาพบำบัดและการยืดเหยียดตัว (Stretching) แต่ถ้าทำตามวิธีที่กล่าวมาข้างต้นแล้วอาการยังไม่ดีขึ้นเลย การผ่าตัดจะเป็นวิธีการรักษาอย่างสุดท้ายที่จะใช้รักษาโรคนี้นี้



รูปที่ 5 บริเวณของ TOS

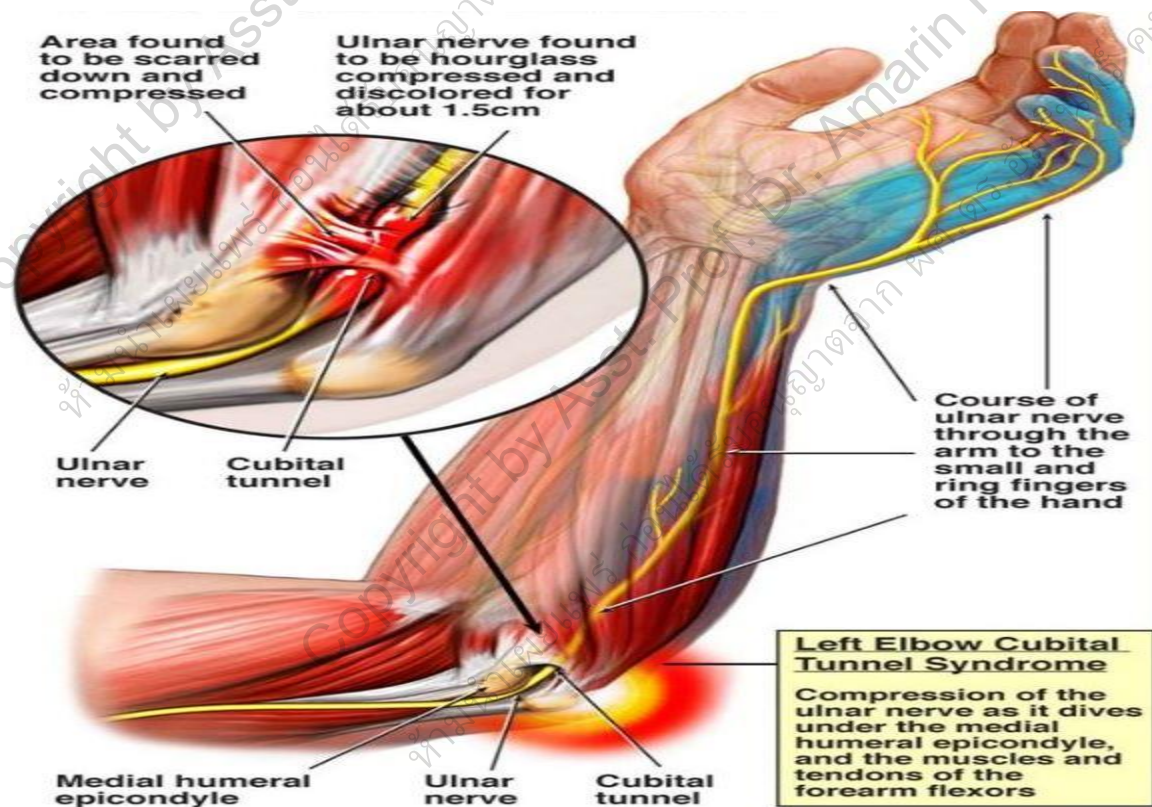
ที่มา: <https://www.mayoclinic.org/diseases-conditions/thoracic-outlet-syndrome/symptoms-causes/syc-20353988>

5. กลุ่มอาการที่มีการกดทับเส้นประสาทอัลนาร์ในบริเวณข้อศอก (Cubital tunnel syndrome)

กลุ่มอาการนี้เกิดจากการกดทับของเส้นประสาทอัลนาร์ (ulnar nerve) ที่อยู่ด้านหลังของกระดูก medial epicondyle บริเวณข้อศอก³¹ อาการมักเป็นมากเมื่อมีการงอข้อศอก และเวลากลางคืน จะปวดบริเวณส่วนต้นของแขนด้านใน ซึ่งอาจปวดร้าวไปส่วนต้นหรือส่วนปลายแขนก็ได้ และมีความผิดปกติของการรับรู้ความรู้สึกบริเวณนิ้วก้อยและนิ้วนาง รวมถึงมีอาการของการอ่อนแรงของมือได้

ผู้ที่ต้องทำงานที่มีการยืดงอข้อศอกซ้ำๆหรือผู้ที่ทำงานเอกสารซึ่งมีการกดทับที่เกิดจากขอบโต๊ะที่กดบริเวณข้อศอกขณะพิมพ์งานเอกสารเป็นกลุ่มที่มีความเสี่ยงในการเกิดอาการ cubital tunnel syndrome นี้

แนวทางในการรักษานั้น เมื่อระยะเริ่มแรกควรต้องหยุดทำท่าทางของการทำงานที่เป็นสาเหตุของการเกิดอาการนี้ โดยทั่วไปมักจะเริ่มจากการค่อยๆลดการใช้งานข้อศอกที่ต้องมีการยืดงอตลอดเวลา มีการพักระหว่างทำงานมากขึ้น เช่น ทุกๆสามสิบนาทีของการทำงานให้มีการพักได้ห้านาที สำหรับบางคน อาการมักแย่ลงในช่วงเวลากลางคืน เนื่องจากเวลานอนมักจะมีการงอข้อศอกโดยไม่รู้ตัว ถ้าวิธีการที่กล่าวมาข้างต้นไม่ได้ทำให้อาการดีขึ้น การผ่าตัดถือเป็นวิธีสุดท้ายที่จะใช้รักษาได้³²



รูปที่ 6 บริเวณของ Cubital outlet syndrome

ที่มา: <https://www.urmc.rochester.edu/encyclopedia/content.aspx?ContentTypeID=85&ContentID=P00908>

12. กฎหมายและมาตรฐานด้านการยศาสตร์

สำหรับประเทศไทยนั้น ยังไม่มีกฎหมายที่ออกมาสำหรับด้านการยศาสตร์โดยตรง จะมีที่เกี่ยวข้องกับด้านนี้ที่เป็นกฎหมายเกี่ยวข้องกับน้ำหนักสำหรับการยกเคลื่อนย้ายวัสดุสำหรับแรงงาน คือ กฎกระทรวง กำหนดอัตราน้ำหนักที่นายจ้างให้ลูกจ้างทำงานได้ พ.ศ. 2547 ที่อาศัยอำนาจตามพระราชบัญญัติคุ้มครองแรงงาน พ.ศ. 2541 โดยให้นายจ้างใช้ลูกจ้างทำงานยก แบก หาม หาบ ทูน ลาก หรือเข็นของหนักไม่เกินอัตราน้ำหนักโดยเฉลี่ยต่อลูกจ้างหนึ่งคน ดังต่อไปนี้

- 20 กิโลกรัมสำหรับลูกจ้างซึ่งเป็นเด็กหญิงอายุตั้งแต่ 15 ปีแต่ยังไม่ถึง 18 ปี
- 25 กิโลกรัมสำหรับลูกจ้างซึ่งเป็นเด็กชายอายุตั้งแต่ 15 ปีแต่ยังไม่ถึง 18 ปี
- 25 กิโลกรัมสำหรับลูกจ้างซึ่งเป็นหญิง
- 55 กิโลกรัมสำหรับลูกจ้างซึ่งเป็นชาย

ในส่วนของมาตรฐานกายศาสตร์นั้น ในปี พ.ศ. 2540² ประเทศไทยได้เข้าร่วมในองค์การมาตรฐานระหว่างชาติหรือ International Organization for Standardization (ISO) ของคณะกรรมการเทคนิคด้านการยศาสตร์ 159 (Ergonomic Technical Committee 159: TC 159) และมีหน่วยงานของราชการคือสถาบันมาตรฐานผลิตภัณฑ์อุตสาหกรรม (สมอ.) ภายใต้กระทรวงอุตสาหกรรมเป็นตัวแทนของประเทศที่มีหน้าที่รับผิดชอบทุกเรื่องเกี่ยวกับ ISO/TC 159 ซึ่งถือได้ว่าเป็นมาตรฐานการยศาสตร์ สำหรับ ISO/TC 159 นั้นจะมี 4 อนุกรรมการ (Sub Committee: SC) คือ

- ISO/TC 159/SC1 – General ergonomics principles
- ISO/TC 159/SC3 – Anthropometry and biomechanics
- ISO/TC 159/SC4 – Ergonomics of human-system interaction
- ISO/TC 159/SC5 – Ergonomics of the physical environment

ทั้งนี้ สมอ. ได้มีการดำเนินการให้มีการแปลเนื้อหาของมาตรฐานการยศาสตร์ 3 มาตรฐานเป็นภาษาไทย ซึ่งมาตรฐานที่กล่าวมานี้ คือ

- ISO 6385:1981 Ergonomics principles in the design of work systems
- ISO 7731:1986 Danger signals for workplaces auditory danger signal

- ISO 8995/1989 Principles of visual ergonomics the lighting indoor work systems

ในตารางที่ 5³³ จะสรุปเกี่ยวกับรายละเอียดในบางมาตรฐานการยศาสตร์ TC 159 ที่มีการใช้งานอยู่ในปัจจุบัน

นอกจากมาตรฐานสากล (ISO) ที่ใช้กันอยู่ในปัจจุบัน ยังมีมาตรฐานที่เกี่ยวข้องกับการยศาสตร์ที่มาจากประเทศสหรัฐอเมริกา เช่น มาตรฐานของ The American Conference of Governmental Industrial Hygiene (ACGIH) ที่มีเกี่ยวกับกำหนดค่าขีดจำกัดของระดับของการใช้มือและการยก (Hand activity level and lifting TLV) เป็นต้น อีกทั้งสหราชอาณาจักร ประเทศแคนาดา ประเทศออสเตรเลีย และประเทศญี่ปุ่น ก็ยังมีมาตรฐานทางด้านนี้ด้วย ดังจะเห็นได้ว่าประเทศที่กล่าวมานั้นจะเป็นประเทศที่พัฒนาหรือประเทศอุตสาหกรรมแล้วทั้งนั้นที่มีการใส่ใจต่อปัญหาทางด้านการยศาสตร์

ตารางที่ 5 รายละเอียดของมาตรฐานการยศาสตร์ที่ทาง TC 159 ออกมาใช้งาน

คณะอนุกรรมการ	มาตรฐานเกี่ยวกับ	เลขที่ของมาตรฐาน ISO
TC 159/SC1 - General ergonomics principles	Ergonomic principles in the design of work systems Ergonomic principles related to mental workload – General terms and definitions Ergonomic principles related to mental workload – Part 2: Design principles Ergonomic principles related to mental workload – Part 3: Principles and requirements concerning methods for measuring and assessing mental workload	ISO 6385:2004 ISO 10075:1991 ISO 10075-2:1996 ISO 10075-3:2004
TC 159/SC3 – Anthropometry and biomechanics	Ergonomics – Evaluation of static working postures Ergonomics – Manual handling Part 1: Lifting and carrying Part 2: Pushing and pulling Part 3: Handling of low loads at high frequency Ergonomic procedures for the improvement of local muscular workloads Part 1: Guidelines for reducing local muscular workloads	ISO 11226:2000 ISO 11228-1:2003 ISO 11228-2:2007 ISO 11228-3:2007 ISO/TS 20646-1:2004 ISO 15534-Part 1-3

	Ergonomic design: for the safety of machinery (3 Parts)	
TC 159/SC4 – Ergonomics of human-system interaction	Ergonomic requirements for office work with visual display terminals (VDTs) (17 Parts: 8 software, 9 hardware) Ergonomics of human-system interaction. Ergonomic requirements for the design of displays and control actuators (3 parts). Ergonomic design of control centers (7 parts) Ease of operation of everyday products (4 parts)	ISO 9241 Part 1-17 ISO 9241 Parts 1xx-4xx ISO 9355 Parts 1-3 ISO 11064 Parts 1-7 ISO 20282 Parts 1-4
TC 159/SC5 – Ergonomics of the physical environment	Ergonomic of the thermal environment: Risk assessment strategy for the prevention of stress or discomfort in thermal working conditions Cold workplaces: Risk assessment and management Evaluation of thermal environments in vehicles (2 parts) Methods for the assessment of human responses to contact with surfaces (3 parts) Ergonomics – Assessment of speech communication Ergonomics – System of auditory and visual danger and information signals	ISO 15265:2004 ISO 15743:2008 ISO/TS 14505 Parts 1-2 ISO 13732 Parts 1-3 ISO 9921:2003 ISO 11429:1996

ที่มา: รวบรวมและดัดแปลงจาก ISO/TC 195 Standard Catalogue

13. วิธีการประเมินด้านการยศาสตร์ (Ergonomic assessment methods)

ในการประเมินปัญหาทางด้านการยศาสตร์นั้นวิธีการหรือการใช้เครื่องมืออันหลากหลายวิธี ซึ่งในที่นี้จะแบ่งวิธีการในการประเมินปัญหาด้านการยศาสตร์ออกเป็น 3 ด้านด้วยกัน^{34,35} คือ

- การตอบแบบสอบถามหรือการใช้การสัมภาษณ์ (Questionnaires or interview)
- การใช้วิธีการสังเกต (Observation techniques)
- การใช้การวัดโดยตรงด้วยเครื่องมือต่างๆ (Direct measurement techniques)

1. วิธีการตอบแบบสอบถามหรือใช้การสัมภาษณ์

การตอบแบบสอบถามจากคนงาน สามารถนำไปใช้ในการเก็บรวบรวมข้อมูลจากสถานประกอบการ ทั้งในเรื่องปัจจัยที่มาจากทางกายภาพและทางจิตสังคม ซึ่งวิธีนี้สามารถทำได้โดยใช้ข้อมูลจากสมุดบันทึกการปฏิบัติงานของคนงาน การสัมภาษณ์ และการใช้แบบสอบถามเพื่อให้คนงานตอบ โดยทั่วไปแล้วการเก็บข้อมูล นั้นจะบันทึกไว้เป็นลายลักษณ์อักษรหรือเป็นเอกสารที่เก็บไว้ แต่ในปัจจุบันมีวิธีการใช้ให้คนงานได้ดูตัวอย่าง ของการทำงานและให้ลองประเมินถึงอันตรายหรือระดับความรู้ด้านการยศาสตร์ว่าอยู่ในระดับไหน หรือการใช้ การตอบแบบสอบถามโดยทางอิเล็กทรอนิกส์ (web-based questionnaire)

ข้อมูลที่มีปรากฏในแบบสอบถามจะเป็นในเรื่องของข้อมูลทั่วไป (demographic information) การรายงานเกี่ยวกับอาการต่างๆที่สัมพันธ์กับด้านการยศาสตร์ เช่น อาการปวดเมื่อย หรือท่าทางการทำงานที่ เห็นว่าอึดอัด ไม่สะดวกสบายในขณะที่ปฏิบัติงานนั้นๆ เป็นต้น เรื่องของส่วนต่างๆของร่างกายที่มีปัญหา ดังกล่าว บางครั้งอาจรวมถึงการให้บอกถึงระดับความเจ็บปวดหรือความไม่สะดวกสบายด้วย

วิธีการนี้มักเป็นวิธีการเบื้องต้นในการประเมินปัญหาด้านการยศาสตร์สำหรับในสถาน ประกอบการต่างๆ เนื่องจากเป็นวิธีที่ค่อนข้างตรงตัวในการใช้งาน สามารถที่จะประยุกต์ใช้ในงานที่ หลากหลายในส่วนต่างๆได้และค่าใช้จ่ายไม่ได้สูงมากนัก ที่สำคัญวิธีนี้ควรจะต้องมีการสำรวจกับจำนวนคนงาน ในปริมาณที่มากพอสมควร เพราะจะได้นำเอาข้อมูลที่ได้นั้นมาเป็นตัวแทนของสถานประกอบการแห่งนั้นได้ อีกทั้งค่าใช้จ่ายในการวิเคราะห์ข้อมูลบางครั้งอาจจะค่อนข้างสูงในกรณีที่ข้อมูลมีปริมาณที่มากและจำเป็นต้อง ใช้ผู้ที่มีความชำนาญเฉพาะด้านมาช่วยในการวิเคราะห์ถึงปัญหาที่เกิดขึ้น นอกจากนี้ปัญหาอีกข้อหนึ่งของ วิธีการนี้คือ การรับรู้ต่อปัญหาด้านการยศาสตร์ของคนงานนั้นอาจจะนำมาซึ่งความไม่ถูกต้องและความไม่ น่าเชื่อถือของข้อมูล ปัญหานี้อาจมาจากเรื่องของระดับความรู้ความเข้าใจต่อปัญหาการยศาสตร์ของแต่ละ บุคคล รวมถึงภาษาที่ใช้ในแบบสอบถามอาจทำให้คนงานไม่เข้าใจในการตอบคำถามก็เป็นได้

ตัวอย่างของวิธีการนี้ ได้แก่ แบบสำรวจความไม่สบายของกล้ามเนื้อของ NIOSH (NIOSH musculoskeletal discomfort surveys) แบบสอบถามมาตรฐานนอร์ดิก (Standardized Nordic Questionnaire: SNQ)³⁶ แบบสอบถามเกี่ยวกับปลายค์ส่วนบนของมหาวิทยาลัยมิชิแกน (University of Michigan Upper Extremity Questionnaire)³⁷ ตัวอย่างของวิธีนี้จะอยู่ในรูปที่ 7

แบบสอบถามความรู้สึกปวดเมื่อยลำและลักษณะการทำงาน

ชื่อ - สกุล เพศ ส่วนสูง ซม. น้ำหนัก กก.
 หน่วยงาน ลักษณะงาน.....
 ประสบการณ์การทำงาน..... ปี ประสบการณ์การทำงานทั้งหมด ปี

ตอนที่ 1 กรุณาชี้บ่งความรุนแรงของอาการในตาราง โดยระบุเป็นตัวเลขซึ่งอ้างอิงจากค่าดังนี้

คำถาม: ท่านรู้สึกปวดเมื่อยลำหรือเจ็บปวดกล้ามเนื้อระหว่างทำงานหรือหลังเลิกงานหรือไม่	ส่วนของร่างกาย	ระดับคะแนนความปวดเมื่อย													
		0 = ไม่รู้สึก >>> 10 = รู้สึกมากเกินทนไหว													
		0	1	2	3	4	5	6	7	8	9	10			
	1. คอ														
	2. ไหล่														
	3. หลังส่วนบน														
	4. หลังส่วนล่าง														
	5. แขนส่วนบน														
	6. ข้อศอก														
	7. แขนส่วนล่าง														
	8. มือ/ข้อมือ														
	9. สะโพก/ต้นขา														
	10. หัวเข่า														
	11. น่อง														
	12. เท้า														
		ศีรษะ													
	ตา														
	หู														
	ฝ่าเท้า														

รูปที่ 7 ตัวอย่างแบบสอบถามเกี่ยวกับความปวดเมื่อยลำจากการทำงาน

2. การใช้วิธีการสังเกต

วิธีการนี้สามารถแบ่งได้เป็นอีก 2 ประเภทด้วยกัน คือ แบบการสังเกตอย่างง่าย (simpler techniques) และการสังเกตแบบขั้นสูง (advanced techniques) ในส่วนของแบบอย่างง่ายนั้น หลายๆวิธีมีการพัฒนามาจากการใช้การอัดวิดีโอของท่าทางการทำงานในสถานที่ทำงานจริงของคนงานโดยผู้ที่ทำหน้าที่สังเกตการณ์และมีการบันทึกลงไปในรูปแบบฟอร์มประเมินเฉพาะสำหรับวิธีการนั้นๆ นอกจากท่าทางการทำงานแล้ว ยังมีปัจจัยอื่นๆที่จะนำเอามาวิเคราะห์อีกด้วย ทั้งนี้ขึ้นอยู่กับวิธีการหรือเทคนิคที่จะนำมาใช้ประเมิน

วิธีการสังเกตอย่างง่ายนี้มีข้อดีตรงที่ค่าใช้จ่ายไม่สูงมากนักและสามารถนำเอาไปใช้กับสถานประกอบการได้ในหลายรูปแบบด้วยกัน เนื่องจากไม่ได้เป็นการรบกวนในขณะที่คนงานกำลังปฏิบัติงานอยู่ เพราะใช้วิธีการในการสังเกตและอัดวิดีโอเพื่อนำเอามาวิเคราะห์แบบละเอียดในเวลาต่อมาได้ โดยเมื่อทำการ

วิเคราะห์จะทำในรูปแบบของการให้คะแนนของความเสี่ยงที่เกิดขึ้นในขณะที่ปฏิบัติงาน จากนั้นนำเอาคะแนนที่มีความเสี่ยงสูงที่สุดมาทำการแก้ไขโดยเร็วที่สุด คะแนนของความเสี่ยงทางการยศาสตร์นี้จะเป็นการจัดตามระดับของปัญหาว่าปัญหาใดที่ควรจะทำก่อนหลัง และคะแนนที่มีการทำขึ้นมาเป็นสิ่งที่ได้รับการออกแบบมาจากสมมติฐานของผู้คิดค้นวิธีการนั้นๆเป็นส่วนใหญ่

ตัวอย่างของวิธีการสังเกตอย่างง่ายนี้ มีดังต่อไปนี้

- OWAS (Ovako Working Posture Analysis System) ³⁸
- Checklist ³⁹
- RULA (Rapid Upper Limb Assessment) (รูปที่ 8) ⁴⁰
- NIOSH Lifting Equation ⁴¹
- PLIBEL ⁴²
- The Strain Index ⁴³
- OCRA (Occupational Repetitive Action) ⁴⁴
- QEC (Quick Exposure Checklist) ⁴⁵
- REBA (Rapid Entire Body Assessment) ⁴⁶
- ROSA (Rapid Office Stain Assessment) ⁴⁷

สำหรับวิธีการสังเกตแบบขั้นสูงนั้น จะมีสิ่งที่เพิ่มขึ้นมาคือ การนำเอาซอฟต์แวร์คอมพิวเตอร์เข้ามาช่วยในการวิเคราะห์เกี่ยวกับรายละเอียดของท่าทางการทำงานในทุกขั้นตอนของคนงานซึ่งจะทำการประมวลผลแบบทันที (real time and analyzed simultaneously) ในการวิเคราะห์นั้นจะมีการใช้แบบจำลองต่างๆทางชีวกลศาสตร์ (biomechanical models) เข้ามาร่วมด้วย โดยทำให้เห็นถึงการทำงานของร่างกายมนุษย์ที่ใช้ข้อมูลจากสัดส่วนของร่างกาย ท่าทางการทำงาน และการถือจับน้ำหนักมาคำนวณเพื่อหาโมเมนต์และแรงที่มากระทำต่างๆที่เกิดขึ้นในขณะที่ทำงาน ซึ่งจะสามารถแสดงออกมาในรูปแบบสามมิติเสมือนจริงได้

วิธีการสังเกตแบบขั้นสูงนี้ ย่อมมีค่าใช้จ่ายที่สูงเพิ่มขึ้นและจะต้องมีผู้เชี่ยวชาญเฉพาะด้านมาทำการวิเคราะห์ถึงข้อมูลต่างๆให้ นอกจากนี้ยังเป็นวิธีที่ค่อนข้างต้องใช้เวลาในทางปฏิบัติและเหมาะสมสำหรับที่จะใช้สำหรับการวิเคราะห์เพื่อสร้างเลียนแบบท่าทางการทำงานจริงมากกว่าที่จะนำไปใช้ในการประเมินในการปฏิบัติที่หน้างานจริง

สำหรับวิธีการสังเกตแบบขั้นสูงนี้ มีดังต่อไปนี้ คือ

- TRAC (Task Recording and Analysis on Computer) ⁴⁸
- HARBO (Hand Relative to the Body) ⁴⁹
- PEO (Portable Ergonomic Observation) ⁵⁰
- PATH (Posture, Activity, Tools and Handling) (รูปที่ 9) ⁵¹

RULA Employee Assessment Worksheet

Complete this worksheet following the step-by-step procedure below. Keep a copy in the employee's personnel folder for future reference.

A. Arm & Wrist Analysis

Step 1: Locate Upper Arm Position

Step 1a: Adjust...

If shoulder is raised: +1;
If upper arm is abducted: +1;
If arm is supported or person is leaning: -1

Final Upper Arm Score =

Step 2: Locate Lower Arm Position

Step 2a: Adjust...

If arm is working across midline of the body: +1;
If arm out to side of body: -1

Final Lower Arm Score =

Step 3: Locate Wrist Position

Step 3a: Adjust...

If wrist is bent from the midline: +1

Step 4: Wrist Twist

If wrist is twisted mainly in mid-range = 1;
If twist at or near end of twisting range = 2

Wrist Twist Score =

Step 5: Look-up Posture Score in Table A

Use values from steps 1, 2, 3 & 4 to locate Posture Score in table A.

Posture Score A =

Step 6: Add Muscle Use Score

If posture mainly static (i.e. held for longer than 1 minute) or:
If action repeatedly occurs 4 times per minute or more: +1

Muscle Use Score =

Step 7: Add Force/load Score

If load less than 2 kg (intermittent): +0;
If 2 kg to 10 kg (intermittent): +1;
If 2 kg to 10 kg (static or repeated): +2;
If more than 10 kg load or repeated or shocks: +3

Force/load Score =

Step 8: Find Row in Table C

The completed score from the Arm/Wrist analysis is used to find the row on Table C.

Final Wrist & Arm Score =

SCORES

Table A

Upper Arm	Lower Arm	Wrist					
		1	2	3	4	5	6
1	1	1	2	2	2	3	3
2	2	2	2	2	3	3	3
3	2	2	2	3	3	3	4
4	2	2	2	3	3	3	4
5	2	2	3	3	3	3	4
6	2	2	3	3	3	3	4
7	2	2	3	3	3	3	4
8	2	2	3	3	3	3	4
9	2	2	3	3	3	3	4
10	2	2	3	3	3	3	4
11	2	2	3	3	3	3	4
12	2	2	3	3	3	3	4
13	2	2	3	3	3	3	4
14	2	2	3	3	3	3	4
15	2	2	3	3	3	3	4
16	2	2	3	3	3	3	4
17	2	2	3	3	3	3	4
18	2	2	3	3	3	3	4
19	2	2	3	3	3	3	4
20	2	2	3	3	3	3	4
21	2	2	3	3	3	3	4
22	2	2	3	3	3	3	4
23	2	2	3	3	3	3	4
24	2	2	3	3	3	3	4
25	2	2	3	3	3	3	4
26	2	2	3	3	3	3	4
27	2	2	3	3	3	3	4
28	2	2	3	3	3	3	4
29	2	2	3	3	3	3	4
30	2	2	3	3	3	3	4

Table B

	1	2	3	4	5	6
Legs	1	2	1	2	1	2
Neck	1	2	1	2	1	2
1	1	3	2	3	3	4
2	2	3	2	3	4	5
3	3	3	3	4	5	6
4	4	4	4	5	6	7
5	5	5	5	6	7	8
6	6	6	6	7	8	9
7	7	7	7	8	9	10
8	8	8	8	9	10	11
9	9	9	9	10	11	12
10	10	10	10	11	12	13
11	11	11	11	12	13	14
12	12	12	12	13	14	15
13	13	13	13	14	15	16
14	14	14	14	15	16	17
15	15	15	15	16	17	18
16	16	16	16	17	18	19
17	17	17	17	18	19	20
18	18	18	18	19	20	21
19	19	19	19	20	21	22
20	20	20	20	21	22	23

Table C

	1	2	3	4	5	6	7
1	1	1	2	3	4	5	6
2	2	2	3	4	5	6	7
3	3	3	4	5	6	7	8
4	4	4	5	6	7	8	9
5	5	5	6	7	8	9	10
6	6	6	7	8	9	10	11
7	7	7	8	9	10	11	12
8	8	8	9	10	11	12	13
9	9	9	10	11	12	13	14
10	10	10	11	12	13	14	15
11	11	11	12	13	14	15	16
12	12	12	13	14	15	16	17
13	13	13	14	15	16	17	18
14	14	14	15	16	17	18	19
15	15	15	16	17	18	19	20
16	16	16	17	18	19	20	21
17	17	17	18	19	20	21	22
18	18	18	19	20	21	22	23
19	19	19	20	21	22	23	24
20	20	20	21	22	23	24	25

B. Neck, Trunk & Leg Analysis

Step 8: Locate Neck Position

Step 8a: Adjust...

If neck is twisted: +1; If neck is side-bending: +1

Final Neck Score =

Step 10: Locate Trunk Position

Step 10a: Adjust...

If trunk is twisted: +1; If trunk is side-bending: +1

Final Trunk Score =

Step 11: Legs

If legs & feet supported and balanced: +1;
If not: +2

Final Leg Score =

Trunk Posture Score

	1	2	3	4	5	6
Legs	1	2	1	2	1	2
Neck	1	2	1	2	1	2
1	1	3	2	3	3	4
2	2	3	2	3	4	5
3	3	3	3	4	5	6
4	4	4	4	5	6	7
5	5	5	5	6	7	8
6	6	6	6	7	8	9
7	7	7	7	8	9	10
8	8	8	8	9	10	11
9	9	9	9	10	11	12
10	10	10	10	11	12	13
11	11	11	11	12	13	14
12	12	12	12	13	14	15
13	13	13	13	14	15	16
14	14	14	14	15	16	17
15	15	15	15	16	17	18
16	16	16	16	17	18	19
17	17	17	17	18	19	20
18	18	18	18	19	20	21
19	19	19	19	20	21	22
20	20	20	20	21	22	23

Step 12: Look-up Posture Score in Table B

Use values from steps 8, 9, & 10 to locate Posture Score in Table B.

Posture B Score =

Step 13: Add Muscle Use Score

If posture mainly static or:
If action 4/minute or more: +1

Muscle Use Score =

Step 14: Add Force/load Score

If load less than 2 kg (intermittent): +0;
If 2 kg to 10 kg (intermittent): +1;
If 2 kg to 10 kg (static or repeated): +2;
If more than 10 kg load or repeated or shocks: +3

Force/load Score =

Step 15: Find Column in Table C

The completed score from the Neck/Trunk & Leg analysis is used to find the column on Chart C.

Final Neck, Trunk & Leg Score =

Final Score =

Subject: _____ Date: / / _____
 Company: _____ Department: _____ Scorer: _____

FINAL SCORE: 1 or 2 = Acceptable; 3 or 4 investigate further; 5 or 6 investigate further and change soon; 7 investigate and change immediately

Source: McAtamney, L. & Corlett, E.N. (1993) RULA: a survey method for the investigation of work-related upper limb disorders, *Applied Ergonomics*, 24(2) 91-99.
 © Professor Alan Hedge, Cornell University. Feb. 2001

รูปที่ 8 ตัวอย่างของแบบฟอร์ม RULA ⁴⁰

Month / Day										Hour / Minute									
0	1	2	3	4	5	6	7	8	9	0	1	2	3	4	5	6	7	8	9
0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0
0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0
0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0
Coder	1	2	3	4	5	6	7	8	1	2	3	4	5	6	7	8			
1	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0			
2	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0			
3	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0			
4	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0			
5	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0			
6	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0			
7	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0			
8	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0			
9	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0			
10	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0			
Rec No.	1	2	3	4	5	6	7	8	1	2	3	4	5	6	7	8			
1	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0			
2	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0			
3	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0			
4	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0			
5	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0			
6	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0			
7	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0			
8	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0			
9	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0			
10	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0			
11	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0			
12	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0			
13	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0			
14	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0			
15	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0			
16	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0			
17	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0			
18	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0			
19	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0			
20	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0			
21	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0			
22	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0			
23	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0			
24	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0			

รูปที่ 9 ส่วนหนึ่งของการบันทึกข้อมูลใน PATH ⁵¹

3. การใช้การวัดโดยตรงด้วยเครื่องมือต่างๆ

วิธีการนี้เป็นการใช้เครื่องมือวัดในหลากหลายรูปแบบซึ่งจะทำการติดตั้งหรือวัดไปที่ตัวของผู้ปฏิบัติงานและทำการวัดในขณะที่ปฏิบัติงาน เครื่องมือที่ใช้มีตั้งแต่แบบอย่างพื้นฐาน เช่น เครื่องมือวัดมุม (goniometer) ใช้สำหรับวัดมุมและวัดช่วงการเคลื่อนไหวของข้อ หรือจะเป็นแบบอิเล็กทรอนิกส์ ที่มีขนาดเล็ก และสามารถเคลื่อนไหวได้ตามท่าทางการทำงานของคนงาน เช่น electronic goniometer ซึ่งในปัจจุบันเครื่องมือวัดต่างๆ เหล่านี้ล้วนแล้วแต่มีขนาดเล็ก ทำให้สามารถติดไว้กับตัวของผู้ปฏิบัติงานและวัดผลในขณะที่มีการปฏิบัติงานได้ตลอดช่วงเวลาทำงาน

ข้อดีของการใช้เครื่องมือต่างๆ นี้คือ สามารถวัดผลได้อย่างแม่นยำและสามารถคำนวณรายละเอียดต่างๆ ของข้อมูลที่มีการเก็บมาได้ ในบางอุปกรณ์ที่เป็นลักษณะของตัวรับส่งสัญญาณต่างๆ (sensors) ที่ติดไว้กับคนงาน ส่วนใหญ่จะทำให้คนงานรู้สึกรำคาญได้และอาจทำให้มีการปรับเปลี่ยนรูปแบบการทำงานจนส่งผลทำให้เกิดข้อผิดพลาดของข้อมูลที่จะนำมาใช้ได้ อีกทั้งค่าใช้จ่ายในการลงทุนที่สูงที่จะซื้ออุปกรณ์เหล่านี้ รวมถึงการที่ต้องมีผู้เชี่ยวชาญด้านอุปกรณ์เหล่านี้เป็นผู้ที่จะดำเนินการวัดผล ล้วนแล้วแต่เป็นข้อจำกัดของวิธีการนี้

ตัวอย่างของเครื่องมือที่ใช้ในการวัดโดยตรง มีดังต่อไปนี้

- LMM (Lumbar motion monitor) (รูปที่ 10)
- Electronic goniometer
- Inclinator
- EMG (Electromyography)
- CyberGlove
- Heart rate monitor
- Oxygen consumption analyzer



รูปที่ 10 Lumbar motion monitor (LMM)

ที่มา: <http://www.nexgenergo.com/ergonomics/lumbarmm.html>

14. การบริหารจัดการกับการยศาสตร์ในสถานประกอบการ (Ergonomics in Workplace Management)

ในการบริหารจัดการกับการยศาสตร์ให้ประสบความสำเร็จในสถานประกอบการนั้น บุคคลที่มีความสำคัญที่สุด คือ เจ้าของหรือผู้บริหารระดับสูงของสถานประกอบการ จะเป็นผู้ที่ผลักดันทั้งนโยบายและแนวทางการปฏิบัติเพื่อทำให้คนงานนั้นได้เห็นถึงความสำคัญทางด้านการยศาสตร์นี้ นอกจากนี้มีนโยบายที่ชัดเจนแล้ว การลงมือปฏิบัติจะทำให้คนงานที่อยู่ในสถานประกอบการมีความรู้สึกที่อยากจะจัดการกับปัญหา

การยศาสตร์เหล่านี้ด้วย รองจากผู้บริหารระดับสูงลงมา บุคคลกลุ่มต่อไปคือ ผู้บริหารระดับรองหรือหัวหน้าแผนกต่างๆ ที่จะต้องนำเอานโยบายและแนวทางที่มีไว้ลงไปปฏิบัติด้วย ส่วนกลุ่มสุดท้ายนั้นก็มีความสำคัญเช่นเดียวกัน เพื่อที่จะบรรลุเป้าประสงค์ของการจัดการด้านการยศาสตร์ให้มีประสิทธิภาพ คือ คนงานหรือผู้ปฏิบัติงานนั่นเอง เพราะเป็นผู้ที่รู้รายละเอียดทั้งหมดเกี่ยวกับการปฏิบัติงาน ขั้นตอนการทำงานต่างๆ อันอาจนำมาสู่ปัญหาทางการยศาสตร์ได้ ดังนั้นผู้ปฏิบัติงานจะเป็นผู้ที่รู้ถึงวิธีการทำงานที่ดีที่สุด

นอกจากนี้แล้วบุคคลที่ต้องเข้ามาเป็นส่วนผลักดันให้การบริหารจัดการด้านการยศาสตร์ให้เกิดผลสำเร็จก็คือ ผู้ที่มีความรู้ด้านการยศาสตร์ หรืออาจจะเป็นเจ้าหน้าที่ความปลอดภัยที่ผ่านการอบรมทางด้านกายศาสตร์ ที่จะต้องคอยทำหน้าที่ประสานงานให้กับทุกกลุ่ม เพื่อจะได้ทำให้บรรลุวัตถุประสงค์หรือเป้าหมายของการจัดการด้านการยศาสตร์ในสถานประกอบการให้ประสบผลสำเร็จ

ขั้นตอนในการบริหารจัดการนั้น จะประกอบไปด้วย 5 ขั้นตอนใหญ่ๆด้วยกัน คือ การค้นหาปัญหาการยศาสตร์ (Ergonomic problem identification) การประเมินหรือวิเคราะห์ปัญหาทางการยศาสตร์ (Ergonomic problem evaluation) การกำหนดวัตถุประสงค์และเป้าหมายของการจัดการ (Objective/target formulation) การควบคุมแก้ไขปัญหาการยศาสตร์ (Control of ergonomic problems) และการติดตามและประเมินผล (Monitoring and evaluation) ซึ่งรายละเอียดทั้งหมดมีดังต่อไปนี้

1. การค้นหาปัญหาการยศาสตร์ ได้แก่ การสืบค้นหรือการสำรวจปัจจัยต่างๆที่มีผลกระทบต่อสุขภาพอนามัยและความปลอดภัยของผู้ปฏิบัติงานทางการยศาสตร์ที่สำคัญ ได้แก่

- ลักษณะขั้นตอนการทำงาน
- สภาพแวดล้อมและบรรยากาศการทำงาน
- การออกแบบงานและการจัดรูปงาน
- การออกแบบเครื่องจักรและอุปกรณ์ต่างๆ
- การออกแบบแผงหน้าปัดควบคุมและอุปกรณ์ควบคุม
- ลักษณะท่าทางการทำงาน
- ที่นั่ง ยืน ในการทำงาน
- อันตรายจากการใช้เครื่องมือต่างๆ
- ข้อมูลการยกเคลื่อนย้ายสิ่งของ เช่น ขนาด น้ำหนัก เป็นต้น

- เครื่องมือที่ใช้ในการปฏิบัติงานและลักษณะการใช้งาน

ทั้งนี้วิธีในการสืบค้นสภาพปัญหาการยศาสตร์ มีอยู่ 3 วิธีด้วยกัน คือ

- การใช้การวิเคราะห์ข้อมูลของรายงานการเจ็บป่วย การลาหยุดงาน และการเกิดอุบัติเหตุ ทั้งนี้เพื่อให้ทราบถึงรายละเอียดต่างๆ เช่น ลักษณะงานของผู้ที่ได้รับบาดเจ็บ อวัยวะที่ได้รับบาดเจ็บ เครื่องมือที่ทำให้เกิดการบาดเจ็บ เป็นต้น
- การสอบถามจากผู้ปฏิบัติงาน ทั้งนี้สามารถทำได้ในกลุ่มของหัวหน้างาน คณะกรรมการความปลอดภัย อาชีวอนามัย และสภาพแวดล้อมในการทำงานของสถานประกอบการได้ด้วย
- การสังเกตการทำงานของผู้ปฏิบัติงาน เพื่อให้ทราบถึงความเหมาะสมในการออกแบบงานที่สำคัญ เช่น ลักษณะท่าทางการทำงาน สภาพแวดล้อมในการทำงาน ตำแหน่งงาน และการจัดวางอุปกรณ์ เครื่องมือที่ใช้ในระหว่างที่ทำงาน เป็นต้น

2. การประเมินหรือวิเคราะห์ปัญหาทางด้านการยศาสตร์ ได้แก่ กระบวนการศึกษาปัจจัยเสี่ยงทั้งหมดที่ก่อให้เกิดปัญหาทางด้านการยศาสตร์ ทั้งนี้เพื่อเป็นการให้รู้สาเหตุของปัญหาที่แท้จริงว่ามีสาเหตุมาจากอะไร เช่น การยกเคลื่อนย้ายสิ่งของวัสดุต่างๆ โดยผู้ปฏิบัติงานขาดความรู้ ความเข้าใจต่อวิธีการ ลักษณะท่าทางการทำงานเหล่านั้นอย่างถูกต้อง ซึ่งอาจนำมาซึ่งปัญหาของอาการปวดหลังในกลุ่มของแรงงานที่ต้องปฏิบัติงานดังกล่าว เป็นต้น

ฉะนั้นเพื่อให้ได้มาซึ่งการแก้ไขหรือการปรับเปลี่ยนขั้นตอนในการทำงานเพื่อขจัดปัญหาด้านการยศาสตร์ให้หมดไปนี้ ขั้นตอนของการประเมินและวิเคราะห์ จะมีดังต่อไปนี้

- การวางแผน ในการประเมินหรือการวิเคราะห์ถึงปัญหา จะต้องมีการกำหนดวัตถุประสงค์หรือเป้าหมายให้ชัดเจน ทั้งจะต้องมีการกำหนดตัวบุคคลที่รับผิดชอบ พื้นที่บริเวณที่จะทำการประเมิน ซึ่งจะเกี่ยวข้องกับเรื่องต่างๆ ที่สำคัญ เช่น การทำงานที่ต้องออกแรงมากเกินไป การทำงานที่เกี่ยวข้องกับการเคลื่อนไหวที่ไม่ถนัดหรือไม่เป็นธรรมชาติ การเคลื่อนไหวที่สูญเสียพลังงานโดยไม่จำเป็น จังหวะของงานที่ไม่เหมาะสม ปัจจัยที่ก่อให้เกิดความเมื่อยล้า เป็นต้น
- การเก็บรวบรวมข้อมูล เพื่อเป็นการหาข้อเท็จจริงต่างๆที่เกี่ยวข้องกับปัญหาการยศาสตร์ ซึ่งสามารถใช่วิธีการที่ได้กล่าวมาก่อนหน้านี้แล้ว ซึ่งมีอยู่ 3 วิธีใหญ่ๆด้วยกัน คือ การ

ตอบแบบสอบถามหรือการสัมภาษณ์ การสังเกต และการใช้การวัดโดยตรงของเครื่องมือต่างๆ

- การวิเคราะห์ข้อมูล เมื่อได้ข้อมูลมาแล้ว ก็นำมาวิเคราะห์ว่ามีปัญหาใดบ้างที่เกี่ยวข้องกับการยศาศตร์ เช่น ขนาดของปัญหาที่พบ ความยากง่ายในการที่จะแก้ไขสาเหตุที่แท้จริงคืออะไร เป็นต้น หลังจากนั้นจึงทำการกำหนดเป้าหมายเพื่อจะนำไปใช้ในการแก้ไขหรือปรับปรุงเปลี่ยนแปลง

3. การกำหนดวัตถุประสงค์และเป้าหมายของการจัดการ ขั้นตอนนี้นับว่าเป็นขั้นตอนที่สำคัญอีกขั้นตอนหนึ่ง เพราะถ้าไม่มีการกำหนดจุดประสงค์หรือเป้าหมายขึ้นมา จะไม่สามารถที่จะทำให้เกิดการแก้ไขหรือการปรับปรุงเปลี่ยนแปลงที่ให้ผลลัพธ์อย่างมีประสิทธิภาพได้ การที่มีเป้าหมายไม่ชัดเจนหรือเลื่อนลอย จะยิ่งทำให้ปัญหาที่มีอยู่ไม่ได้รับการแก้ไขอย่างทันท่วงที

ดังนั้นการกำหนดวัตถุประสงค์หรือเป้าหมายจึงต้องกำหนดให้ชัดเจน เช่น เป้าหมายของการลดอัตราการเป็นโรคปวดหลังส่วนล่างของผู้ปฏิบัติงานที่ต้องมีการยกเคลื่อนย้ายวัสดุอยู่ตลอดเวลา อาจต้องทำการฝึกอบรมให้คนงานนั้นมีความรู้เกี่ยวกับท่าทางการยกเคลื่อนย้ายวัสดุให้ถูกวิธี และหลังจากฝึกอบรมไปแล้วจำนวนของผู้ที่เป็นโรคปวดหลังส่วนล่างได้ลดลง เป็นต้น

4. การควบคุมแก้ไขปัญหาคารยศาศตร์ เมื่อสามารถระบุถึงสาเหตุที่แท้จริงของปัญหาด้านการยศาศตร์ที่เกิดขึ้นแล้ว ก็จะต้องทำการควบคุมปัญหาเหล่านี้ ซึ่งหมายถึงการนำเอาระบบบริหารจัดการด้วยกระบวนการต่างๆโดยใช้หลักของการควบคุมแบบเป็นลำดับขั้น (hierarchy of control) เข้ามา ซึ่งประกอบด้วย การควบคุมทางวิศวกรรม การควบคุมทางการบริหารจัดการ และการควบคุมที่ตัวบุคคล ซึ่งมีรายละเอียดดังต่อไปนี้

- การควบคุมทางวิศวกรรม สามารถดำเนินการได้โดยการออกแบบงานใหม่ เพื่อเป็นการปรับสภาพงานให้เหมาะกับผู้ปฏิบัติงานตามหลักการยศาศตร์ การจัดสภาพแวดล้อมของการทำงานให้เหมาะสม การออกแบบเครื่องมืออุปกรณ์ที่เป็นไปตามหลักการยศาศตร์ เพื่อช่วยไม่ให้ผู้ปฏิบัติงานต้องออกแรงมากเกินกำลังหรือลดการทำงานแบบซ้ำๆลง รวมถึงการออกแบบสถานงานให้เหมาะสมกับผู้ปฏิบัติงาน เช่น การปรับระดับสูงต่ำของสถานงาน หรือระยะการเอื้อมจับที่อยู่ในระยะที่เหมาะสมกับผู้ปฏิบัติงาน เป็นต้น
- การควบคุมทางการบริหารจัดการ สามารถดำเนินการได้โดยฝ่ายบริหารของสถานประกอบการ เช่น การกำหนดวิธีการปฏิบัติงานที่หลากหลาย การสับเปลี่ยนหมุนเวียน

งานให้ผู้ปฏิบัติงาน การจัดให้มีเวลาพักสั้นๆระหว่างการทำงาน เพื่อช่วยผ่อนคลาย
กล้ามเนื้อ เป็นต้น

- การควบคุมที่ตัวบุคคล สามารถดำเนินการได้โดยเริ่มที่ตัวของผู้ปฏิบัติงาน เช่น การเข้า
ฝึกอบรมเกี่ยวกับการยศาสตร์และนำความรู้ที่ได้มาใช้งานจริงกับตนเองและเพื่อน
ร่วมงาน การปฏิบัติตามกฎระเบียบที่ได้บัญญัติไว้เพื่อขจัดปัญหาทางการยศาสตร์อย่าง
เคร่งครัด ให้ความร่วมมือในการที่จะแก้ไขปัญหาอย่างจริงจังและจริงจัง ในกรณีที่ต้องมี
การใช้เครื่องทุ่นแรง ควรศึกษาถึงวิธีการใช้ที่ถูกต้องและการบำรุงรักษาหลังจากการใช้งาน
 เป็นต้น

5. การติดตามและประเมินผล เป็นขั้นตอนที่ขาดไม่ได้เลยสำหรับการบริหารจัดการกับปัญหานี้
เมื่อดำเนินการแก้ไขปัญหาได้ช่วงระยะเวลาหนึ่งแล้ว จะต้องมีการเข้าไปติดตามกำกับและประเมินผล เช่น
ทุกๆเดือน จะต้องมีการรายงานผลของการดำเนินการแก้ไขของปัญหานี้ต่อที่ประชุมคณะกรรมการความ
ปลอดภัย อาชีวอนามัย และสภาพแวดล้อมในการทำงานว่าสถานการณ์ตอนนี้มีแนวโน้มที่ดีขึ้นหรือลดลง
อย่างไร และสามารถที่จะบรรลุวัตถุประสงค์หรือเป้าหมายที่ตั้งไว้ได้หรือไม่ เป็นต้น หลังจากที่มีการประเมินผล
แล้วควรส่งผลให้กับผู้บริหารของทางสถานประกอบการ รวมทั้งผู้ปฏิบัติงานได้ทราบถึงความสำเร็จของการ
ดำเนินงานในการแก้ไขปัญหาการยศาสตร์นี้ด้วย

บรรณานุกรม (References)

1. Kohn JP. The Ergonomic Casebook: Real World Solutions. Boca Raton FL: CRC Press; 1997.
2. คณะกรรมการกลุ่มปรับปรุงชุดวิชาการยศาสตร์. เอกสารการสอนชุดวิชาการยศาสตร์ Ergonomics หน่วยที่ 1-5. พิมพ์ครั้งที่ 3. นนทบุรี: สำนักพิมพ์มหาวิทยาลัยสุโขทัยธรรมมาธิราช. 2554.
3. International Ergonomics Association. What is Ergonomics? Definition [Internet]. 2018 [cited 2018 Feb 18]. Available from: <https://www.iea.cc/whats/index.html>
4. Eastman Kodak Company. Kodak's Ergonomic Design for People at Work. Vol. 1. New York: Van Nostrand and Reinhold; 1983.
5. Bridger RS. Introduction to Ergonomics. 3rd ed. Boca Raton. FL: CRC Press; 2009.
6. Haight JM, editor. The Safety Professionals : Handbook Technical Applications. 2nd ed. U.S.A.: the American Society of Safety Engineers; 2012.
7. Bush PM. Ergonomics : Foundational Principles, Applications, and Technologies. Boca Raton. FL: CRC Press; 2012.
8. Koppes LL. editor. Historical Perspectives in Industrial and Organizational Psychology. Mahwah, NJ: Lawrence Erlbaum Associates: 2006.
9. Wickens CD, Gordon SE, Liu Y. An Introduction to Human Factors Engineering. New York: Longman; 1998.
10. International Ergonomics Association. What is Ergonomics? Domains of Specialization [Internet]. 2018 [cited 2018 Feb 18]. Available from: <https://www.iea.cc/whats/index.html>
11. Weerdmeester B, Dul J. Ergonomics for Beginners: A Quick Reference Guide. 3th ed. Boca Raton. FL: CRC Press; 2008.
12. สำนักงานประกันสังคม กระทรวงแรงงาน. สถิติงานประกันสังคม 2560. นนทบุรี: สำนักงานประกันสังคม กระทรวงแรงงาน; 2561.
13. กรมควบคุมโรค กระทรวงสาธารณสุข. รายงานสถานการณ์โรคและภัยสุขภาพจากการประกอบอาชีพและสิ่งแวดล้อม ปี 2560. นนทบุรี: กรมควบคุมโรค กระทรวงสาธารณสุข; 2561.

14. Bureau of Labor Statistics. Nonfatal Occupational Injuries and Illnesses Requiring Days Away from Work 2015 [Internet]. 2016 [cited 2018 Apr 15]. Available from: <https://www.bls.gov/news.release/pdf/osh2.pdf>
15. Health and Safety Executive. Work-related Musculoskeletal Disorders (WRMSDs) Statistics in Great Britain 2017 [Internet]. 2017. [cited 2018 Apr 15]. Available from: <http://www.hse.gov.uk/statistics/causdis/musculoskeletal/msd.pdf>
16. Safe Work Australia. Statistics on Work-Related Musculoskeletal Disorders [Internet]. 2016. [cited 2018 Apr 15]. Available from: https://www.safeworkaustralia.gov.au/system/files/documents/1702/statistics_on_work-related_musculoskeletal_disorders.pdf
17. Sanders MS, McCormick EJ. Human Factors in Engineering and Design. 7th ed. New York: McGraw Hill; 1993.
18. Occupational Safety and Health Administration. Ergonomics: The Study of Work [Internet]. 2000. [cited 2018 Apr 15]. Available from: <https://www.osha.gov/Publications/OSHA-3125.pdf>
19. Putz-Anderson V, editor. Cumulative Trauma Disorders: A Manual for Musculoskeletal Diseases of the Upper Limbs. New York: Taylor & Francis; 1988.
20. Stack T, Ostrom LT, Wilhemmsen CA. Occupational Ergonomics: A Practical Approach. New Jersey: John Wiley & Son; 2016.
21. Goetsch DL. Occupational Safety and Health for Technologists, Engineers, and Managers. 9th ed. Boston, MA: Pearson; 2018.
22. Friend MA, Kohn JP. Fundamentals of Occupational Safety and Health. 6th ed. Lanham, MD: Bernan Press; 2014
23. คณะกรรมการกลุ่มปรับปรุงชุดวิชาการยศาสตร์. เอกสารการสอนชุดวิชาการยศาสตร์ Ergonomics หน่วยที่ 11-15. พิมพ์ครั้งที่ 3. นนทบุรี: สำนักพิมพ์มหาวิทยาลัยสุโขทัยธรรมมาธิราช. 2554.
24. National Institute for Occupational Safety and Health (NIOSH). Publication 97-141: Musculoskeletal Disorders and Workplace Factors – A Critical Review of Epidemiology Evidence for Work-Related Musculoskeletal Disorders of the Neck, Upper Extremity,

- and Low Back [Internet]. 1997. [cited 2018 Apr 15]. Available from:
<http://www.cdc.gov/niosh/docs/97-141/>
25. ผู้ช่วยศาสตราจารย์ชัยวัฒน์ ไกรวัฒน์พงศ์. เอกสารคำสอนเรื่อง อาการปวดหลังส่วนล่าง (Low Back Pain) [Internet]. 2018. [cited 2018 Apr 15]. Available from:
https://med.mahidol.ac.th/ortho/sites/default/files/public/file/pdf/low_back_chaiwat_55.pdf
26. Bureau of Labor Statistics. Nonfatal Occupational Injuries and Illnesses Requiring Days Away from Work 2011 [Internet]. 2012 [cited 2018 Apr 15]. Available from:
https://www.bls.gov/news.release/archives/osh2_11082012.pdf
27. World Health Organization. The burden of musculoskeletal conditions at the start of the new millennium. i-x. World Health Organ Tech Rep Ser 2003;919:1-218.
28. Walsh NE. Back pain matters [Internet]. 2002 [cited 2018 Apr 15]. Available from:
<http://www.karger.com/gazette/65/walsh/index.htm>.
29. Katz JN. Lumbar disc disorders and low-back pain: socioeconomic factors and consequences. J Bone Joint Surg Am 2006;88(suppl 2):21-24.
30. Patel MR. Thoracic Outlet Syndrome [Internet]. 1997 [cited 2018 Apr 15]. Available from: http://www.handsurgeon.com/thoracic_outlet
31. รองศาสตราจารย์นายแพทย์คณิตศ์ สนั่นพานิช. การกดทับเส้นประสาท (entrapment neuropathy) [Internet]. 2018. [cited 2018 Apr 15]. Available from:
http://www.med.cmu.ac.th/dept/ortho/en/images/News59/Aj_Kanit/entrapment%20nueropathy.pdf
32. Patel MR. Cubital Tunnel Syndrome [Internet]. 1997 [cited 2018 Apr 15]. Available from: <http://www.handsurgeon.com/cubital.html>
33. International Organization for Standardization. Standard catalogue: ISO/TC 159 Ergonomics [Internet]. 2018 [cited 2018 Apr 15]. Available from:
<https://www.iso.org/committee/53348/x/catalogue/p/1/u/0/w/0/d/0>
34. Dempsey PG, McGorry RW, Maynard WS. A survey of tools and methods used by certified professional ergonomists. Appl Ergonomic 2005;36:489-503.

35. David GC. Ergonomic methods for assessing exposure to risk factors for work-related musculoskeletal disorders. *Occupational Medicine* 2005;55:190-199.
36. Kourinka I, Jonsson B, Kilbom A, Vinterberg H, Bierinig-Sorensen F, Andersson G, Jorgensen K. Standardized Nordic questionnaire for the analysis of musculoskeletal symptoms. *Appl Ergon* 1987;18:233-237.
37. Franzblau A, Salerno D, Armstrong T, Werner R. Test-retest reliability of an upper extremity discomfort questionnaire in an industrial population. *Scand J Work Environ Health* 1997;23:299-307.
38. Karhu O, Kansi P, Kuorinka I. Correcting working postures in industry: a practical method for analysis. *Appl Ergon* 1977;8:199-201.
39. Keyserling M, Brouwer M, Silverstein B. A checklist for evaluating ergonomic risk factors resulting from awkward postures of the legs, trunk, and neck. *Int J Ind Ergon* 1992;9:283-301.
40. McAtamney L, Corlett E. RULA: a survey method for the investigation of work-related upper limb disorders. *Appl Ergon* 1993;24:91-99.
41. Waters T, Putz-Anderson V, Garg A, Fine L. Revised NIOSH equation for the design and evaluation of manual lifting tasks. *Ergonomics* 1993;36:749-766.
42. Kemmlert K. A method assigned for the identification of ergonomic hazards—PLIBEL. *Appl Ergon* 1995;26:199-211.
43. Moore J, Garg A. The strain index: a proposed method to analyze jobs for risk of distal upper extremity disorders. *Am Ind Hyg Assoc J* 1995;56:443-458.
44. Occhipinti E. OCRA: a concise index for the assessment of exposure to repetitive movements of the upper limb. *Ergonomics* 1998;41:1290-1311.
45. Li G, Buckle P. Evaluating Change in Exposure to Risk for Musculoskeletal Disorders—A Practical Tool. Suffolk: HSE Books, 1999; CRR251.
46. Hignett S, McAtamney L. Rapid Entire Body Assessment (REBA). *Appl Ergon* 2000;31:201-205.

47. Sonne M, Villalta DL, Andrews DM. Development and evaluation of an office ergonomic risk checklist: ROSA – Rapid office strain assessment. *Appl Ergon* 2012;43:98-108.
48. van der Beek A, van Galen L, Frings-Dresen M. Working postures and activities of lorry drivers: a reliability study of on-site observation and recording on a pocket computer. *Appl Ergon* 1992;23:331–336.
49. Wiktorin C, Mortimer M, Ekenval L, Kilbom A, Hjelm E. HARBO, a simple computer-aided observation method for recording work postures. *Scand J Work Environ Health* 1995;21:440–449.
50. Frasson-Hall C, Gloria R, Kilbom A, Winkel J, Karlqvist L, Wiktorin C. A portable ergonomic observation method (PEO) for computerised on line recording of postures and manual handling. *Appl Ergon* 1995;26:93–100.
51. Buchholtz B, Pacquet V, Punnett L, Lee D, Moir S. PATH: A work sampling-based approach to ergonomics job analysis for construction and other non-repetitive work. *Appl Ergon* 1996;27:177–187.