



การวัดคลื่นไฟฟ้ากล้ามเนื้อในพนักงานอุตสาหกรรม: ทบทวนวรรณกรรมอย่างเป็นระบบ ELECTROMYOGRAPHY IN INDUSTRIAL WORKERS: A SYSTEMATIC REVIEW

พรไพลิน ทิดอูน¹, สุนิสา ชัยเกลี้ยง^{2,*}
Pornpailin Tidaoon¹, Sunisa Chaiklieng^{2,*}

¹นักศึกษาลัทธิสุตรวิทยาศาสตร์มหาบัณฑิต สาขาอาชีวอนามัยและความปลอดภัย มหาวิทยาลัยขอนแก่น

²รองศาสตราจารย์ สาขาวิชาอาชีวอนามัยสิ่งแวดล้อม อาชีวอนามัยและความปลอดภัย คณะสาธารณสุขศาสตร์ มหาวิทยาลัยขอนแก่น

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

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

Corresponding E-mail: csunis@kku.ac.th

บทคัดย่อ

ความผิดปกติทางระบบโครงร่างและกล้ามเนื้อเกิดมาจากท่าทางการทำงานที่ไม่ถูกต้องตามหลักกายศาสตร์ การออกแรงมากเกินไป การบิดเอี้ยวลำตัว การกดเฉพาะที่ รวมถึงงานที่ต้องทำซ้ำๆ ก่อให้เกิดความผิดปกติทางระบบโครงร่างและกล้ามเนื้อ จนส่งผลให้เกิดความเจ็บป่วยและความเมื่อยล้าของกล้ามเนื้อได้ คลื่นไฟฟ้ากล้ามเนื้อ หรือ Electromyography (EMG) เป็นเทคนิคที่ใช้ตรวจวัดสัญญาณไฟฟ้าจากกล้ามเนื้อโดยตรง เพื่อใช้ในการวินิจฉัยหรือประเมินความตึงตัวหรือความล้าของกล้ามเนื้อ การศึกษาครั้งนี้จึงมีวัตถุประสงค์เพื่อทบทวนงานวิจัยอย่างเป็นระบบเกี่ยวกับการวัดคลื่นไฟฟ้ากล้ามเนื้อในพนักงานอุตสาหกรรม โดยทำการสืบค้นข้อมูลงานวิจัยที่ตีพิมพ์ในฐานข้อมูลอิเล็กทรอนิกส์ได้แก่ ThaiJo, PubMed และ Web of Science รายงานวิจัยที่ผ่านเกณฑ์ศึกษาจำนวน 8 เรื่อง ผลการศึกษาพบว่าวิธีการศึกษาส่วนใหญ่ในการวัดคลื่นไฟฟ้ากล้ามเนื้อ คือ การใช้เครื่อง EMG ในการวิเคราะห์หาแรง (Force) และความล้า (Fatigue) ในขณะทำงานหรือหลังจากการปรับปรุงสถานงาน และพบว่าโดยส่วนใหญ่พนักงานในโรงงานอุตสาหกรรมเกิดความเมื่อยล้าของกล้ามเนื้อเนื่องจากพนักงานมีท่าทางในการทำงานที่ไม่เหมาะสม รวมถึงการทำงานซ้ำๆ ตลอดทั้งวัน และสภาพแวดล้อมของพื้นที่การทำงานที่ไม่เหมาะสมกับผู้ปฏิบัติงาน

คำสำคัญ : คลื่นไฟฟ้ากล้ามเนื้อ, ความล้ากล้ามเนื้อ, พนักงานอุตสาหกรรม

Abstract

Musculoskeletal disorders are caused by awkward posture, excessive exertion, torso distortion, local compression including repetitive tasks causing musculoskeletal discomfort that can result in disorders and muscle fatigue. Electromyography (EMG) is a technique that directly measures electrical signals from muscles to diagnose or assess muscle tightness or fatigue. The purpose of this study was to perform systematic review on electromyography in industrial workers. Research data published in electronic databases such as ThaiJo, PubMed and Web of Science were searched and the final 8 research reports which met the study inclusion criteria. The results showed that most of the studies in electromyography were using EMG to analyze force and fatigue during work or after workstation intervention and it was found that most of the employees in the industrial factory suffer from muscle fatigue due to the employees having inappropriate working postures including repetitive work throughout the day and the environment such as the working area is not suitable for the workers.

Keywords: Electromyography (EMG), muscle fatigue, industrial workers

บทนำ

ความผิดปกติทางระบบโครงร่างและกล้ามเนื้อ (Musculoskeletal disorders: MSDs) เป็นกลุ่มอาการที่ก่อให้เกิดโรคที่เกี่ยวข้องกับข้อต่อ กล้ามเนื้อ เอ็น เส้นประสาท และเนื้อเยื่ออ่อนอื่นๆ ซึ่งความผิดปกติเหล่านี้เป็นปัญหาที่พบได้มากในประชากรกลุ่มวัยแรงงานทั่วไปในหลายกลุ่มอาชีพ เช่น กลุ่มพนักงานในโรงงานอุตสาหกรรม^[1] โดยสาเหตุของความผิดปกติทางระบบโครงร่างและกล้ามเนื้อเกิดมาจากการท่าทางการทำงานที่ไม่ถูกต้องตามหลักกายศาสตร์ การออกแรงมากเกินไป การบิดเอี้ยวลำตัว การกดเฉพาที่ รวมถึงงานที่ต้องทำซ้ำๆ ก่อให้เกิดความผิดปกติทางระบบโครงร่างและกล้ามเนื้อ จนส่งผลให้เกิดความเจ็บป่วยและความเมื่อยล้าของกล้ามเนื้อได้^[2] หากไม่มีการแก้ไขอาการปวดอย่างเหมาะสม จะทำให้เกิดอาการปวดกล้ามเนื้อเรื้อรังได้ รวมถึงส่งผลให้คุณภาพชีวิตลดลงทั้งในการใช้ชีวิตประจำวันและการทำงาน^[15]

จากข้อมูลสถิติการประสบอันตรายหรือเจ็บป่วยเนื่องจากการทำงานทางด้านโรคระบบกล้ามเนื้อและโครงกระดูก ในปี 2560–2564 พบลูกจ้างประสบอันตราย จำนวน 5,842 ราย คิดเป็นร้อยละของการประสบอันตราย 1.35 ต่อปี ซึ่งสูงเป็นอันดับแรก รวมทั้งผลของการประสบอันตรายของลูกจ้าง พบว่าข้อต่อเคล็ด และการอักเสบตึงตัวของกล้ามเนื้อ คิดเป็นร้อยละของการเจ็บป่วย 16.95 ต่อปี ซึ่งสูงเป็นอันดับที่สอง^[3]

คลื่นไฟฟ้ากล้ามเนื้อ หรือ Electromyography (EMG) เป็นเทคนิคที่ใช้ตรวจวัดสัญญาณไฟฟ้าจากกล้ามเนื้อโดยตรง ช่วยทำนายโอกาสในการเกิดการบาดเจ็บของระบบโครงร่างและกล้ามเนื้อ (MSDs)^[4] และใช้ในการวินิจฉัยหรือประเมินการหดตัวหรือความล้าของกล้ามเนื้อ เพื่อช่วยในการรักษาและป้องกันอาการเรื้อรังได้ในอนาคต อย่างไรก็ตามการใช้ EMG จำเป็นต้องเลือกสภาพกล้ามเนื้อที่เหมาะสมกับลักษณะการทำงาน สำหรับการตรวจ EMG ประกอบด้วยตัวเครื่อง และอิเล็กโทรดบันทึกสัญญาณเข้า ตัวเครื่องมักมีอุปกรณ์/วงจรไฟฟ้าที่ทำหน้าที่กรองขยายสัญญาณ (Amplifier) และส่วนแสดงผลอิเล็กโทรดสำหรับบันทึกสัญญาณไฟฟ้านั้นเป็นแบบวางที่ผิวหนัง (Surface electrode) เป็นแผ่นขั้วไฟฟ้าที่วางบนผิวหนังบริเวณที่วัด มักนิยมใช้บันทึกสัญญาณไฟฟ้ากล้ามเนื้อเพื่อแสดงถึงความหนักเบาของการหดตัวของกล้ามเนื้อ วิธีการตรวจวัดคลื่นไฟฟ้ากล้ามเนื้อทำโดยจัดทำให้ผู้ถูกวัดอยู่ในท่าที่ผ่อนคลาย ทำความสะอาดผิวหนังและกล้ามเนื้อบริเวณที่ต้องการวัดด้วยแอลกอฮอล์ identified กล้ามเนื้อที่ต้องการวัด จุดเกาะต้น จุด

เกาะปลาย ซึ่งผู้ตรวจวัดต้องมีความเชี่ยวชาญ เช่น แพทย์อาชีวเวชศาสตร์ พยาบาลอาชีวอนามัย และนักอาชีวอนามัยและความปลอดภัย^[5] การประเมินการหดตัวสูงสุดของกล้ามเนื้อ (Maximum Voluntary Contraction : MVC) เป็นการทดสอบค่าความแข็งแรงของกล้ามเนื้อเมื่อมีการหดตัวสูงสุด เมื่อค่าความแข็งแรงของกล้ามเนื้อที่วัดได้จากเครื่องวัดคลื่นไฟฟ้ากล้ามเนื้อมีค่ามาก แสดงว่ากล้ามเนื้อมัดนั้นมีค่าการหดตัวของกล้ามเนื้อมาก หากการหดตัวของกล้ามเนื้อมีค่าที่น้อยอาจเกิดเป็นความล้าของกล้ามเนื้อได้^[6] โดยความล้าของกล้ามเนื้อ (Muscle Fatigue) เกิดจากการที่กล้ามเนื้อได้รับการกระตุ้นให้หดตัวเป็นเวลานานทำให้ประสิทธิภาพในการทำงานหรือความแรงในการหดตัวของกล้ามเนื้อลดลงจนไม่สามารถหดตัวต่อไปได้อีก แม้จะเพิ่มความแรงของตัวกระตุ้นเท่าใดก็ตาม แสดงว่ากล้ามเนื้ออยู่ในสภาพล้า (Fatigue) จนในที่สุดจะอยู่ในสภาพหมดกำลังหรือหมดเรี่ยวแรง (Exhaustion)^[5]

ดังนั้น วัตถุประสงค์ของการทบทวนนี้จึงได้จัดทำเพื่อสรุปเชิงเนื้อหาและวิเคราะห์การศึกษาเกี่ยวกับการวัดคลื่นไฟฟ้ากล้ามเนื้อในพนักงานอุตสาหกรรม เพื่อให้สามารถนำไปสู่การพัฒนาแนวการตรวจวัดคลื่นไฟฟ้ากล้ามเนื้อต่อไป

วิธีดำเนินการวิจัย

การทบทวนงานวิจัยอย่างเป็นระบบครั้งนี้ได้รวบรวมจากงานวิจัยที่ศึกษาเกี่ยวกับการวัดคลื่นไฟฟ้ากล้ามเนื้อในพนักงานอุตสาหกรรม โดยคัดเลือกงานวิจัยที่ทำในประเทศไทย และงานวิจัยที่ทำในต่างประเทศที่เป็นภาษาอังกฤษ และรายงานไว้ตั้งแต่ปี พ.ศ. 2553-2565 (ค.ศ. 2010-2022) โดยสืบค้นจากฐานข้อมูลอิเล็กทรอนิกส์ เช่น ThaiJo, PubMed และ Web of Science ได้ทั้งหมด 8 บทความ

เกณฑ์การคัดเลือกงานวิจัยเข้า

1. งานวิจัยที่ศึกษาเกี่ยวกับการตรวจวัดคลื่นไฟฟ้ากล้ามเนื้อ
2. รายงานวิจัยที่ศึกษาในประเทศไทยและต่างประเทศ และเป็นรายงานการวิจัยตั้งแต่ปี พ.ศ. 2553-2565 (ค.ศ. 2010-2022)
3. กำหนดคำสำคัญที่ใช้ในการทบทวนวรรณกรรมอย่างเป็นระบบที่เป็นภาษาไทยและภาษาอังกฤษ ดังนี้ คลื่นไฟฟ้ากล้ามเนื้อ, ความล้ากล้ามเนื้อ, อุตสาหกรรม, electromyography OR EMG, fatigue, muscle fatigue, industrial workers

ผลการศึกษา



การทบทวนรายงานการวิจัยแสดงถึงกลุ่มกล้ามเนื้อและพารามิเตอร์ของการวัดคลื่นไฟฟ้ากล้ามเนื้อ รายละเอียดแสดงในตารางที่ 1 จากการศึกษาในพนักงานหัตถกรรมผลิตกระดาษสา จำนวน 12 คน การวัดคลื่นไฟฟ้ากล้ามเนื้อตามพารามิเตอร์ Median Frequency (MF) พบว่า มีความล้าบริเวณกล้ามเนื้อหลัง (Erector spinae) และกล้ามเนื้อไหล่ (Deltoid) ทั้ง 2 ข้าง เมื่อทำงานในสถานี่ทำงานก่อนปรับปรุง โดยในช่วงเช้าจะล้าน้อยกว่าช่วงบ่าย ซึ่งความรู้สึกล้าจะเพิ่มขึ้นเรื่อย ๆ ตามระยะเวลาของการทำงาน และเมื่อกลุ่มตัวอย่างได้รับการพักผ่อน 1 ชั่วโมง (12.00-13.00 น.) ความล้าจะทุเลาลง โดยมีความล้าเกิดขึ้นสูงสุดในช่วงเลิกงานเวลา 17.00 น. และจากการปรับปรุงสถานที่ทำงาน พบว่า ความล้าหลังปรับปรุงน้อยกว่าก่อนปรับปรุง^[7] จากการศึกษาในพนักงานกระบวนการผลิตปลาหมึกในโรงงานแปรรูปอาหารทะเล จำนวน 5 คน การวัดสัญญาณไฟฟ้ากล้ามเนื้อ ตามพารามิเตอร์ Mean Frequency ของกล้ามเนื้อ Erector Spinae กล้ามเนื้อ Trapezius และกล้ามเนื้อ Anterior Deltoid พบว่า ค่าความถี่เฉลี่ยของกลุ่มกล้ามเนื้อทั้งหมดสภาพหลังการปรับปรุงเกิดอาการเมื่อยล้ากล้ามเนื้อน้อยกว่าเมื่อปฏิบัติงานในสภาพปฏิบัติงานก่อนการปรับปรุง เนื่องจากนั่งทำงานบนเก้าอี้ที่มีพนักพิงซึ่งออกแบบได้ถูกต้องตามสรีระของผู้ปฏิบัติงาน อีกทั้งการปรับระดับความสูงของชั้นวางภาดให้สอดคล้องกับการนั่ง^[8] จากการศึกษาในพนักงานในกระบวนการประกอบกล่องวงจรปิด จำนวน 34 คน การวัดสัญญาณไฟฟ้ากล้ามเนื้อตามพารามิเตอร์ Median Frequency ของกล้ามเนื้อ Gastrocnemius, Deltoid และ Trapezius ทั้งด้านซ้ายและขวา พบว่า กล้ามเนื้อ Deltoid และ Trapezius มีความรู้สึกเมื่อยล้ามาก ผลจากการปรับปรุงสถานี่งานและท่าทางการปฏิบัติงานใหม่ พร้อมทั้งออกแบบอุปกรณ์สำหรับลดความเมื่อยล้าระหว่างปฏิบัติงาน กล้ามเนื้อ Deltoid และ Trapezius ทั้งด้านซ้ายและขวามีความเมื่อยล้าลดลง^[9] จากการศึกษาในพนักงานยกเคลื่อนย้ายผลิตภัณฑ์ในโรงงานอุตสาหกรรม จำนวน 12 คน ตามพารามิเตอร์ Median Frequency ของกล้ามเนื้อหลังส่วนบน Thoracic Erector

ตารางที่ 1 งานวิจัยที่เกี่ยวข้องกับการทบทวนงานวิจัยการวัดคลื่นไฟฟ้ากล้ามเนื้อ

Spinae (TES) และกล้ามเนื้อหลังส่วนล่าง Lumbar Erector Spinae (LES) ด้านซ้ายและขวา ผลการศึกษาค่าความล้าของกล้ามเนื้อหลังส่วนบน พบค่าความชันของกราฟมีความล้าของกล้ามเนื้อร้อยละ 75 และกล้ามเนื้อหลังส่วนบนด้านขวามีความล้าของกล้ามเนื้อมากกว่าด้านซ้าย ส่วนค่าความล้าของกล้ามเนื้อหลังส่วนล่าง พบค่าความชันของกราฟมีความล้าของกล้ามเนื้อทุกคน และพบว่ากล้ามเนื้อหลังส่วนล่าง ทั้งด้านซ้ายและขวามีความล้าเท่ากัน^[10] จากการศึกษาในพนักงานยกเคลื่อนย้ายผลิตภัณฑ์ในโรงงานอุตสาหกรรม จำนวน 12 คน ตามพารามิเตอร์ ค่าความสามารถในการหดตัวให้แรงสูงสุดของกล้ามเนื้อ (%MVC) ของกล้ามเนื้อหลังส่วนบน Thoracic Erector Spinae (TES) และกล้ามเนื้อหลังส่วนล่าง Lumbar Erector Spinae (LES) เมื่อพิจารณาตามกลุ่ม พบว่า พนักงานที่มีความเมื่อยล้าของกล้ามเนื้อ พบค่า %MVC เฉลี่ยโดยรวมของกลุ่มพนักงานที่มีความเมื่อยล้าเท่ากับ 48.00 ± 10.65 นอกจากนี้พนักงานที่ไม่มีความเมื่อยล้าของกล้ามเนื้อ ค่าเฉลี่ยโดยรวมเท่ากับ 54.25 ± 5.57 ^[11] จากการศึกษาในพนักงานประกอบชิ้นส่วนอิเล็กทรอนิกส์ จำนวน 11 คน ตามพารามิเตอร์ Median Frequency (MF) พบว่า ความล้าบริเวณกล้ามเนื้อหลัง (Erector spinae) แสดงความถี่ลดลงในคนงานทั้งที่ยืน (2.6 Hz) และนั่ง (4.10 Hz) และพบว่าคนที่ทำงานนั่งมีอาการล้ากล้ามเนื้อมากกว่าคนทำงานที่ยืน^[12] จากการศึกษาในพนักงานประกอบชิ้นส่วนยานยนต์ จำนวน 12 คน ค่า %MVC ของกล้ามเนื้อ deltoid อยู่ที่ 34% และ trapezius อยู่ที่ 18% เนื่องจากว่าผู้ปฏิบัติงานต้องยกแขนในการประกอบชิ้นส่วน^[13] และการศึกษาในพนักงาน Call center จำนวน 30 คน ตามพารามิเตอร์ Median Frequency ของกล้ามเนื้อ Erector Spinae ทั้งด้านซ้ายและขวา พบว่า ตลอดระยะเวลาการทำงานพนักงานมีอาการเมื่อยล้าของกล้ามเนื้อบริเวณหลังส่วนล่าง ด้านซ้าย ร้อยละ 80 และด้านขวา ร้อยละ 60 และ 4 ชั่วโมงในช่วงเช้า พนักงานมีอาการเมื่อยล้าของกล้ามเนื้อบริเวณหลังส่วนล่างด้านซ้าย ร้อยละ 86.7 และด้านขวา ร้อยละ 80^[14]

อ้างอิง	กลุ่มตัวอย่าง	กล้ามเนื้อ	พารามิเตอร์	ระยะเวลา	ตัวแปรอื่นที่เกี่ยวข้อง	ผลการศึกษา
กนกวรรณ พันกับ เลิศชัย ระตะนะอาพร	พนักงานผลิตกระดาษสา จำนวน 12 คน	- Erector spinae - Deltoid	Median Frequency (MF)	บันทึกค่าทุก 1 ชั่วโมง ตั้งแต่ 8.00 ถึง 17.00 น.	-แบบสอบถามการประเมินระดับ	มีความล้าบริเวณ Erector spinae และ Deltoid ทั้ง 2 ข้าง เมื่อทำงานในสถานี่ทำงานก่อนปรับปรุง โดยในช่วงเช้าจะล้าน้อยกว่าช่วง



อ้างอิง	กลุ่มตัวอย่าง	กล้ามเนื้อ	พารามิเตอร์	ระยะเวลา	ตัวแปรอื่นที่เกี่ยวข้อง	ผลการศึกษา
และนฤมล วงศ์ธนาสุนทร, 2553					ความรู้สึกไม่สบาย - ออกแบบและปรับปรุงสถานีงาน	บ่าย ซึ่งความรู้สึกล้าจะเพิ่มขึ้นเรื่อย ๆ ตามระยะเวลาของการทำงาน และเมื่อกลุ่มตัวอย่างได้รับการพักผ่อน 1 ชั่วโมง (12.00-13.00 น.) ความล้าจะทุเลาลง โดยมีความล้าเกิดขึ้นสูงสุดในช่วงเลิกงานเวลา 17.00 น. และจากการปรับปรุงสถานีทำงาน พบว่าความล้าหลังปรับปรุงน้อยกว่าก่อนปรับปรุง
องุ่น สังขพงศ์, กลางเดือน โพนนา, และวรพล เอื้อสุจริตวงศ์, 2556	พนักงานกระบวนการผลิตปลาทูน่าในโรงงานแปรรูปอาหารทะเล จำนวน 5 คน	- Erector Spinae - Trapezius - Anterior Deltoid	Mean Frequency (MF)	บันทึกข้อมูลจำนวน 2 ชั่วโมง คือตั้งแต่ 09.00-11.00 น.	- แบบสอบถามการประเมินระดับความรู้สึกไม่สบาย - RULA - วัดขนาดสัดส่วนร่างกาย - ออกแบบและปรับปรุงสถานีงาน	สภาพการปฏิบัติงานก่อนปรับปรุงกล้ามเนื้อ Erector Spinae ด้านซ้ายและขวามีค่าความชันของกราฟเท่ากับ -1.110 และ -1.484 ตามลำดับ กล้ามเนื้อ Trapezius ด้านซ้ายและขวามีค่าความชันของกราฟเท่ากับ -0.475 และ -0.586 ตามลำดับ กล้ามเนื้อ Anterior Deltoid ด้านซ้ายและขวามีค่าความชันของกราฟเท่ากับ -0.731 และ -0.969 ตามลำดับ สภาพหลังการปรับปรุงเกิดอาการเมื่อยล้ากล้ามเนื้อน้อยกว่าเมื่อปฏิบัติงานในสภาพปฏิบัติงานก่อนการปรับปรุง
วรรณลักษณ์ แสงโสภา สุตารัตน์ วงศ์วีระเกียรติ และเลิศชัย ระตะนอะพร, 2560	พนักงานในกระบวนการประกอบกล่องวงจรปิด จำนวน 34 คน	Gastrocnemius - Deltoid - Trapezius	Median Frequency (MF)	บันทึกข้อมูล 3 ครั้ง คือ 9.30 น. 14.30 น. และ 17.00 น.	แบบสอบถามการประเมินระดับความรู้สึกไม่สบาย - REBA - RULA - ออกแบบและปรับปรุงสถานีงาน	ผลจากค่าความถี่ของกล้ามเนื้อ Deltoid (Left, Right) ได้ค่า Median Frequency (29.0001, 29.0122) กล้ามเนื้อ Trapezius (ซ้าย, ขวา) ได้ค่า MF (27.007, 27.0012) และกล้ามเนื้อ Gastrocnemius ได้ค่า MF (ซ้าย, ขวา) (48.1223, 45.0023) พบว่า กล้ามเนื้อ



อ้างอิง	กลุ่มตัวอย่าง	กล้ามเนื้อ	พารามิเตอร์	ระยะเวลา	ตัวแปรอื่นที่เกี่ยวข้อง	ผลการศึกษา
						Deltoid และ Trapezius มีความรู้สึกเมื่อยล้ามาก ผลจากการปรับปรุงสถานี่งาน และทำทางการปฏิบัติงานใหม่ พร้อมทั้งออกแบบอุปกรณ์ สำหรับลดความเมื่อยล้า ระหว่างปฏิบัติงาน กล้ามเนื้อ Deltoid และTrapezius ทั้ง ด้านซ้ายและขวามีความ เมื่อยล้าลดลง
ปริญญา ภรณ์ แก้ว ยศ และสุ นิสา ชาย เกลี้ยง, 2562	พนักงานยก เคลื่อนย้าย ผลิตภัณฑ์ใน โรงงาน อุตสาหกรรม จำนวน 12 คน	- Thoracic Erector Spinae (TES) - Lumbar Erector Spinae (LES)	Median Frequency (MF)	บันทึกค่า ในช่วงที่ พนักงานมี การทำงาน 1 ชั่วโมง จะ ถูกแบ่งการ บันทึกค่า ออกเป็น 5 ช่วง คือช่วง นาที่ที่ 0, 15, 30, 45, 60 นาที แต่ ละช่วงห่าง 1 นาที	- แบบ สัมภาษณ์ การประเมิน ระดับ ความรู้สึกไม่ สบาย - REBA - NIOSH lifting - เมตริก ความเสี่ยง ด้านสุขภาพ ต่อการปวด หลัง	ค่าความล้าของกล้ามเนื้อ TES พบค่าความชันของกราฟส่วน ใหญ่มีความล้าของกล้ามเนื้อ ร้อยละ 75 และส่วนใหญ่ กล้ามเนื้อ TES ด้านขวามี ความล้าของกล้ามเนื้อ มากกว่าด้านซ้าย ร้อยละ 66.67 ค่าเฉลี่ยเท่ากับ -3.18 และค่าเฉลี่ยรวมของซ้ายและ ขวาเท่ากับ -4.52 ส่วนค่า ความล้าของกล้ามเนื้อ LES พบค่าความชันของกราฟส่วน ใหญ่มีความล้าของกล้ามเนื้อ ทุกคน และพบว่ากล้ามเนื้อ LES ทั้งด้านซ้ายและขวามี ความล้าเท่ากัน โดยค่าเฉลี่ย กล้ามเนื้อด้านซ้ายมีค่าเท่ากับ -1.08 และด้านขวามีค่า เท่ากับ -4.54 และค่าเฉลี่ย รวมของทั้งสองด้านเท่ากับ - 7.64 ความสัมพันธ์ของการประเมิน ระดับความรู้สึกไม่สบายและ ความล้าของกล้ามเนื้อ TES มี ความสัมพันธ์กันต่ำและไม่มี นัยสำคัญทางสถิติ ($r=0.309$, $p=0.327$)
ปริญญา ภรณ์ แก้ว ยศ, สุนิสา ชายเกลี้ยง และรุ่ง	พนักงานยก เคลื่อนย้าย ผลิตภัณฑ์ใน โรงงาน อุตสาหกรรม	- Thoracic Erector Spinae (TES)	- Median Frequency (MF) - %MVC	- ความล้า กล้ามเนื้อใน การทำงาน 1 ชั่วโมง บันทึกค่า 5	- แบบ สัมภาษณ์ การประเมิน ระดับ	ผลการหาค่าความล้าของ กล้ามเนื้อ พบ พนักงานมี ความเมื่อยล้าจำนวน 6 คนมี ค่าเฉลี่ยความชันของกราฟ เท่ากับ -11.2 และพนักงานที่



อ้างอิง	กลุ่มตัวอย่าง	กล้ามเนื้อ	พารามิเตอร์	ระยะเวลา	ตัวแปรอื่นที่เกี่ยวข้อง	ผลการศึกษา
ทิพย์ พันธุ์เมธากุล, 2562	จำนวน 12 คน	- Lumbar Erector Spinae (LES)		ช่วง คือช่วงนาที่ที่ 0, 15, 30, 45, 60 นาที แต่ละช่วงห่าง 1 นาที - การหัดตัวของกล้ามเนื้อสูงสุด ขณะกล้ามเนื้อออกแรงมากที่สุด และทำงานยกการออกแรงมากที่สุด จากอยู่ในท่านอนคว่ำ แ่นลำตัวขึ้นให้ได้มากที่สุดค้างไว้ 5 วินาที 2 ครั้ง ครั้งละ 2 นาที	ความรู้สึกไม่สบาย - REBA - NIOSH lifting	ไม่มีความเมื่อยลำจำนวน 6 คนมีค่าเฉลี่ยความชันของกราฟเท่ากับ 2.18 ผลค่า %MVC เฉลี่ยโดยรวมของกลุ่มพนักงานที่มีความเมื่อยลำเท่ากับ 48.00 ± 10.65 นอกจากนี้พนักงานที่ไม่มี ความเมื่อยลำของกล้ามเนื้อ ค่าเฉลี่ยโดยรวม เท่ากับ $54.25 + 5.57$ ค่า %MVC เปรียบเทียบกับระดับความเสี่ยงทางการยศาสตร์ที่ประเมินด้วยวิธี ERBA และ NIOSH lifting ทั้งขณะวางและยก พบว่าแตกต่างกันอย่างไม่มีนัยสำคัญทางสถิติ
Roseni A A. et al, 2015	พนักงานประกอบชิ้นส่วนอิเล็กทรอนิกส์ จำนวน 11 คน	- Trapezius - Erector spinae	Median Frequency (MF)	บันทึกค่า 10 นาที		กล้ามเนื้อ Erector spinae แสดงความถี่ลดลงในคนงานทั้งที่ยืน (2.6 Hz) และนั่ง (4.10 Hz) และพบว่าคนที่ทำงานนั่งมือการลำกล้ามเนื้อมากกว่าคนทำงานที่ยืน
Iranzo S. et al, 2020	พนักงานประกอบชิ้นส่วนยานยนต์ จำนวน 12 คน	- Deltoid - Trapezius	%MVC	บันทึกค่า 2 ครั้ง ครั้งที่ 1 วัด 3 รอบการทำงาน ครั้งที่ 2 วัด 5 รอบการทำงาน (1 นาทีต่อ 1 รอบการทำงาน)		ค่า %MVC ของกล้ามเนื้อ deltoid อยู่ที่ 34% และ trapezius อยู่ที่ 18% เนื่องจากว่าผู้ปฏิบัติงานต้องยกแขนในการประกอบชิ้นส่วน



อ้างอิง	กลุ่มตัวอย่าง	กล้ามเนื้อ	พารามิเตอร์	ระยะเวลา	ตัวแปรอื่นที่เกี่ยวข้อง	ผลการศึกษา
Chaiklieng S., Poochada W., 2021	พนักงาน Call center จำนวน 30 คน	- Erector Spinae	Median Frequency (MF)	บันทึกข้อมูล 10 นาที ทุก 2 ชั่วโมง ตลอดระยะเวลาการทำงาน 8.00-17.00 น.	- CMDQ - ROSA - เมตริก ความเสี่ยงด้านสุขภาพต่อการปวดหลังส่วนล่าง	การทำงาน 8 ชั่วโมงพนักงานมีอาการเมื่อยล้าของกล้ามเนื้อบริเวณหลังส่วนล่างด้านซ้าย ร้อยละ 80 มีค่าความล้าเท่ากับ -0.648 และด้านขวา ร้อยละ 60 มีค่าความล้าเท่ากับ -0.027 และ 4 ชั่วโมงในช่วงเช้า พนักงานมีอาการเมื่อยล้าของกล้ามเนื้อบริเวณหลังส่วนล่างด้านซ้าย ร้อยละ 86.7 มีค่าความล้าเท่ากับ -2.917 และด้านขวา ร้อยละ 80 มีค่าความล้าเท่ากับ -1.725 ความสัมพันธ์ระหว่างความเมื่อยล้าของกล้ามเนื้อจากการทำงาน 4 ชั่วโมงวัดโดย EMG และระดับ ROSA ยืนยันถึงประโยชน์ของเมตริกความเสี่ยงด้านสุขภาพเมื่อพิจารณาการประเมินตามหลักสรีรศาสตร์ด้วย ROSA ในกลุ่มพนักงาน

อภิปรายและสรุปผล

จากการศึกษางานวิจัยทบทวนอย่างเป็นระบบที่เกี่ยวข้องกับการวัดคลื่นไฟฟ้ากล้ามเนื้อในพนักงานอุตสาหกรรมทั้งในประเทศและต่างประเทศ ตั้งแต่ปี พ.ศ. 2553-2565 (ค.ศ. 2010-2022) ทั้งหมด 8 เรื่อง ผลการศึกษาพบว่าวิธีการศึกษาส่วนใหญ่ในการวัดคลื่นไฟฟ้ากล้ามเนื้อ คือ การใช้เครื่อง EMG ในการวิเคราะห์หาแรง (Force) และความล้า (Fatigue) ในขณะทำงานหรือหลังจากการปรับปรุงสถานงาน รวมถึงมีการใช้เครื่องมือทางกายศาสตร์อื่นร่วมด้วย เช่น แบบสอบถามการประเมินระดับความรู้สึกไม่สบายของระบบโครงร่างและกล้ามเนื้อ REBA และ RULA เป็นต้น เพื่อหาความสัมพันธ์ต่อไป และจากผลการศึกษาจากการทบทวนวรรณกรรมในแต่ละบทความที่แตกต่างกันนั้นเนื่องจากอุตสาหกรรมแต่ละประเภทมีการวัดกลุ่มกล้ามเนื้อที่แตกต่างกันให้เหมาะสมกับลักษณะงาน และวิธีการวิจัยตามวัตถุประสงค์ของแต่ละงานวิจัย โดยตามพารามิเตอร์ Median

Frequency (MF) ส่วนใหญ่ในกลุ่มพนักงานอุตสาหกรรมเกิดความเมื่อยล้าของกล้ามเนื้อ เนื่องจากพนักงานมีท่าทางในการทำงานที่ไม่เหมาะสม รวมถึงการทำงานซ้ำๆ ตลอดทั้งวัน และสภาพแวดล้อม เช่น พื้นที่การทำงานไม่เหมาะสมกับผู้ปฏิบัติงาน^[2] และตามพารามิเตอร์ %MVC อาจเกิดจากขณะที่พนักงานปฏิบัติงานมีการกระตุ้นให้กล้ามเนื้อมีการหดตัวเป็นเวลานาน จึงทำให้ประสิทธิภาพในการทำงานหรือความแรงในการหดตัวของกล้ามเนื้อลดลง รวมถึงส่งผลเกิดเป็นความล้าของกล้ามเนื้อในขณะนั้นด้วย

เอกสารอ้างอิง

1. Keawnual A, Lohapoontagoon B, Pochana K. Prevalence of work-related musculoskeletal disorders in various occupations. The Public Health J Burapha Univ 2017;12(2):53-64
2. Chaiklieng S. Work physiology and ergonomics. Khon Kaen: Khon Kaen University, 2019



3. Social Security Office Ministry of Labor. Situation of occupational hazard or illness due to work year 2017 – 2021, Available at https://www.sso.go.th/wpr/assets/upload/files_storage/sso_th/84b88f068b29c808bf3efe3302802234.pdf, accessed on 9 December 2022
4. Hlavenka TM, Christner, VFK., Gregory DE. (2017). Neck posture during lifting and its effect on trunk muscle activation and lumbar spine posture. *Applied Ergonomics* 2017;62:28-33.
5. Ratanathongkam S. Neuromuscular examination by electromyography, Available at <https://ams.kku.ac.th/aalearn/resource/edoc/es54/emgdoc54.pdf>, accessed on 8 August 2022
6. Chaiklieng S. *Applied ergonomics*. Khon Kaen: Khon Kaen University printing house, 2019
7. Pankab K, Ratanaaporn L, Wongthanasunthorn N. Work station improvement for muscular fatigue reduction among female operators in handicraft mulberry paper. *Kasetsart Engineering J* 2010;23 (73):85-94
8. Sungkhaong A, Pochana K, Auesujaridwong W. Workstation improvement for risk reduction of muscular fatigue among production workers in tuna manufacturing process: A case study of a seafood processing factory. *The Journal of KMUTNB* 2013; 23(3):654-63
9. Sangsoda W, Wongweragiat S, Ratana-arporn L. Workstation improvement for muscular fatigue and injury reduction among assembly operators in a closed circuit camera industry. in the 14th national academic conference, Kasetsart University Kamphaeng Saen Campus 2017. page 612-23
10. Kaewyot P, Chaiklieng S. Muscle fatigue and health risk assessment on occupational back pain of workers involved lifting and handling products in the industry. *J Medical Technology and Physical Therapy* 2019; 31(3): 439-54
11. Kaewyot P, Chaiklieng S, Puntumetakul R. Muscle activation assessment and ergonomic risk among lift operation worker in the industry. *The official journal of occupational health and safety at work association* 2019; 4(2): 62-72
12. Roseni AA, Ademola JA, Aini ZAK, Jafri MR, Mat RAR. Effect of working posture on back pain occurrence among electronic workers in Malaysia. *Procedia Manufacturing* 2015; 2: 296–300
13. Iranzo S, Piedrabuena A, Iordanov D, Martinez-Iranzo U, Belda-Lois J M. Ergonomics assessment of passive upper-limb exoskeletons in an automotive assembly plant. *Applied Ergonomics* 2020; 87: 1-6.
14. Chaiklieng S, Poochada W. Assessment of muscle fatigue and potential health risk of low back pain among call center workers. *AHFE* 2021, 54-61, https://doi.org/10.1007/978-3-030-80713-9_8
15. Kessarawan N, Arphorn S, Phajan T. *Occupational musculoskeletal disease Khon Kaen: Klung na na vithya press*, 2012