การสืบค้นความเครียดทางสรีรวิทยาจากการตัดหญ้า

An Investigation into Physiological Strain from Lawn Mowing

พรศิริ จงกล* นพฉัตร วิริยานุกูล
สำนักวิชาวิศวกรรมศาสตร์ มหาวิทยาลัยเทคโนโลยีสุรนารี อ.เมือง จ.นครราชสีมา 30000

Pornsiri Jongkol* Noppachat Wiriyanukul
Institute of Engineering, Suranaree University of Technology, Amphur Muang, Nakhon Ratchasima 30000
Tel : 044-224264 E – mail : pornsiri@sut.ac.th

บทคัดย่อ

งานวิจัยนี้มีวัตถุประสงค์เพื่อศึกษาเกี่ยวกับการตอบสนองภาระงานของพนักงานตัดหญ้าในทางสรีรวิทยา และศึกษาความเจ็บปวดตามส่วนต่างๆของร่างกายของพนักงานตัดหญ้าที่เกิดขึ้นจากการปฏิบัติงาน ในงานวิจัยนี้มีผู้ถูกทดสอบเป็นเพศชายจำนวน 18 คน ซึ่งมีประสบการณ์การทำงานตัดหญ้าเฉลี่ย 2 ปี เครื่องมือที่ใช้ในงานวิจัยมีดังนี้คือ 1) เครื่องวัดอัตราการเต้นของหัวใจ (Heart Rate Monitor) 2) เครื่องอิเลคโตรไมโอแกรม (Electromyogram, EMG) และ 3) แบบสอบถามในการสำรวจข้อมูลทั่วไปเกี่ยวกับการตัดหญ้า และระดับความเจ็บปวดของกล้ามเนื้อส่วนต่างๆ ของร่างกายที่เกิดขึ้นจากการทำงานตัดหญ้า ผลการศึกษาพบว่า ค่าเฉลี่ยของอัตราการเต้นของหัวใจในขณะพักก่อนทำงานเท่ากับ 77 ครั้งต่อนาที ในขณะที่ค่าเฉลี่ยของอัตราการเต้นของหัวใจในขณะปฏิบัติงานเท่ากับ 117 ครั้งต่อนาที ภาระงานเฉลี่ยของกล้ามเนื้อหลังส่วนบน(ทราพีเซียส) เท่ากับ 28.4%ของค่าการหดตัวสูงสุด (Maximum Voluntary Contraction, %MVC) ส่วนภาระงานเฉลี่ยของกล้ามเนื้อหลังส่วนล่าง(อิเร็คเตอร์สไปนี)เท่ากับ 15.6%MVC ผลจากการสำรวจพบว่าพนักงานมีอาการเจ็บที่บริเวณหลังส่วนล่างมากที่สุด และรองลงมาคือเจ็บที่บริเวณบ่า ผลการศึกษาได้นำมากำหนดระยะเวลาพักให้เหมาะสมโดยพนักงานตัดหญ้าปฏิบัติงานเป็นเวลา 90 นาทีควรมีระยะเวลาในการพัก 44 นาที ซึ่งผลข้อมูลที่ได้จะเป็นประโยชน์ในการปรับปรุงวิธีการทำงานต่อไป

คำหลัก : อัตราการเต้นของหัวใจ, อิเลคโตรไมโอแกรม, กล้ามเนื้อหลังส่วนบน, กล้ามเนื้อหลังส่วนล่าง

Abstract

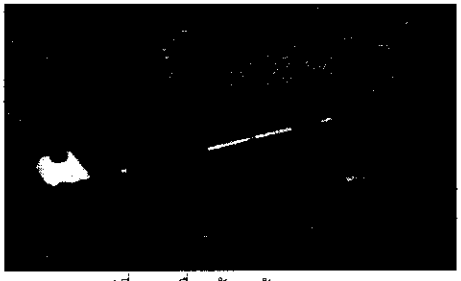
The objectives of this research were to: 1) study the physiological responses of lawn mowing operators and 2) investigate the discomfort experienced during work. Eighteen males participated in this study. The average of work experience was 2 years. Heart rates of the operators were measured by the POLAR heart rate monitor and muscle activities were recorded by the MEGA ME3000P electromyogram (EMG). A six-point scale was used to estimate the discomfort placed on the body parts of the operators. The results showed that the average resting heart rate was 77 beats per minute (bpm). The average working heart rate was 117 bpm. During work, the average of activities in trapezius was 28.4% of Maximum Voluntary Contraction (MVC), whereas the average of activities in erector spinae was 15.6% of MVC. The greatest discomfort score was found in the lower back and the second greatest discomfort score was found in the shoulder. The results obtained in this study will be used in work method improvement and proper work-rest cycle.

Keywords: heart rates, electromyogram, trapezius muscles, erector spinae muscles

1. บทนำ

ในปัจจุบันโรงงานอุตสาหกรรมต่างๆ ได้นำเทคโนโลยีขั้นสูงและเครื่องมือที่มีความทันสมัยเข้ามาใช้ในการทำงาน แต่ในขณะเดียวกันก็ยังคงใช้แรงงานจากคนในการทำงานหนัก เช่น การยกวัตถุหนัก การขนย้ายวัตถุเป็นระยะทางไกล ซึ่งเป็นสิ่งที่พบเห็นเป็นปกติในประเทศไทย ผู้ใช้แรงในการปฏิบัติงานหนักและต้องใช้พลังงานมากจะทำให้เกิดความเครียดทางสรีรวิทยา (physiological strain)มากขึ้น เช่น อัตราการเต้นของหัวใจสูงขึ้น ความดันโลหิตสูงขึ้น และอุณหภูมิภายในร่างกายสูงขึ้น เป็นต้น [1] หากความเครียดทางสรีรวิทยาที่เกิดขึ้นจากการทำงานนั้นมากเกินไปจะทำให้เกิดอันตรายแก่ผู้ปฏิบัติงานได้ นอกจากนี้การทำงานหนักดังกล่าวอาจก่อให้เกิดการบาดเจ็บของกล้ามเนื้อตามร่างกายของผู้ปฏิบัติงาน โดยเฉพาะอย่างยิ่งการบาดเจ็บบริเวณหลัง ซึ่งสาเหตุของการบาดเจ็บนั้นเกิดขึ้นจากผู้ปฏิบัติงานพยายามออกแรงมากเกินกว่าความแข็งแรงของกล้ามเนื้อที่ใช้ทำงานนั้นๆ ถ้าหากผู้ปฏิบัติงานออกแรงในขณะทำงานด้วยท่าทางที่ไม่เหมาะสมส่งผลให้ความเสี่ยงต่อการบาดเจ็บในขณะทำงานเพิ่มสูงขึ้น

การทำงานตัดหญ้าโดยใช้เครื่องตัดหญ้าแบบสายสะพายในบริเวณมหาวิทยาลัยเทคโนโลยีสุรนารีเป็นการทำงานกลางแจ้งในสภาพอากาศร้อน โดยมีช่วงเวลาพักคั่นในช่วงเช้าและบ่ายเพิ่มนอกเหนือไปจากช่วงพักเที่ยง การทำงานในลักษณะดังกล่าวอาจส่งผลให้อัตราการเต้นของหัวใจสูงขึ้น เนื่องจากเป็นการทำงานกลางแจ้งและการสะพายเครื่องตัดหญ้าที่มีน้ำหนักเฉลี่ย 8 กิโลกรัมดิดตัวตลอดเวลา(ดังแสดงในรูปที่ 1) นอกจากนี้พนักงานยังต้องบังคับเครื่องตัดหญ้าไปตามตำแหน่งของหญ้าโดยใช้ลำตัวและการบังคับของมือ การทำงานของพนักงานตัดหญ้าจึงใช้กล้ามเนื้อหลังในการรับน้ำหนักของเครื่องตัดหญ้า ออกแรงบิดเอี้ยวลำตัว และย้ายเครื่องตัดหญ้าไปมา ซึ่งการทำงานดังกล่าวอาจส่งผลต่อภาระงานของกล้ามเนื้อหลังได้ [2-4] ด้วยเหตุผลดังกล่าวงานวิจัยนี้มีวัตถุประสงค์ 1) เพื่อประเมินความหนักของงานตัดหญ้าโดยใช้อัตราการเต้นของหัวใจเป็นเกณฑ์ 2) เพื่อศึกษาภาระงานของกล้ามเนื้อหลัง (Muscle Workload) ของพนักงานในขณะทำงาน 3) เพื่อศึกษาความเจ็บปวดบริเวณส่วนต่างๆของร่างกายที่เกิดจากการทำงานตัดหญ้า และ 4) เพื่อศึกษาระยะเวลาการพักที่เหมาะสมของพนักงานตัดหญ้า ซึ่งผลข้อมูลที่ได้จากลักษณะการทำงานของพนักงานตัดหญ้าที่มีต่อความเครียดทางสรีรวิทยาจะเป็นประโยชน์ใช้ในการวิเคราะห์และออกแบบวิธีการทำงานที่เหมาะสมต่อไป



รูปที่ 1 เครื่องตัดหญ้าแบบสะพาย

2. วิธีการทดลอง

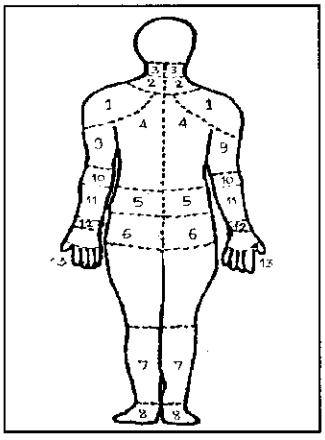
1. สำรวจข้อมูลทั่วไปเกี่ยวกับการตัดหญ้าของผู้ถูกทดสอบ โดยใช้แบบสอบถามในการเก็บข้อมูลเกี่ยวกับระดับความเจ็บปวดตามบริเวณส่วนต่างๆ ของร่างกาย ซึ่งผู้ถูกทดสอบเป็นพนักงานตัดหญ้าเพศชายจำนวน 18 คน อายุ 20-50 ปี โดยพนักงานทั้ง 18 คนมีสุขภาพร่างกายแข็งแรงและไม่มีโรคประจำตัว มีประสบการณ์ตัดหญ้าเป็นเวลาอย่างน้อย 2 ปี ทำงานตัดหญ้าภายในบริเวณมหาวิทยาลัยเทคโนโลยีสุรนารีผู้ถูกทดสอบได้รับการชี้แจงเกี่ยวกับวัตถุประสงค์ของงานวิจัยนี้ และวิธีการดำเนินการก่อนที่ผู้วิจัยดำเนินการเก็บข้อมูล เมื่อผู้วิจัยเก็บข้อมูลเสร็จเรียบร้อยแล้วผู้ถูกทดสอบได้รับค่าตอบแทนในการอนุเคราะห์ข้อมูล

2. วัดอัตราการเต้นของหัวใจของพนักงานตัดหญ้าในขณะก่อนปฏิบัติงาน ขณะปฏิบัติงานและขณะพักหลังจากการปฏิบัติงาน พร้อมทั้งจับเวลาการปฏิบัติงานบันทึกรายละเอียดขณะทำการตัดหญ้าของพนักงานชุดเดียวกันกับที่สำรวจแบบสอบถาม

3. ศึกษาภาระการทำงานของกล้ามเนื้อที่เกี่ยวข้องในการตัดหญ้าโดยใช้เครื่องเครื่องอิเลคโตรไมโอแกรม โดยวัดค่าภาระงานของกล้ามเนื้อหลังส่วนบน (ทราพีเซียส) และหลังส่วนล่าง (อิเรคเตอร์สไปนี) ที่เกิดขึ้นในขณะจำลองการทำงานตัดหญ้าของคนงานเพศชาย 4 คน ในห้องปฏิบัติการการยศาสตร์ มหาวิทยาลัยเทคโนโลยีสุรนารี

2.1 การสอบถามเกี่ยวกับระดับความเจ็บปวดตามส่วนต่าง ๆของร่างกาย

ในการสอบถามเกี่ยวกับระดับความเจ็บปวดตามบริเวณส่วนต่างๆ ของร่างกาย (ดังแสดงในรูปที่ 2) ที่เกิดขึ้นจากการปฏิบัติงานนั้นใช้แบบสอบถาม โดยมีระดับความเจ็บปวดจาก 0 ถึง 5 (0 คือ ไม่เจ็บปวดเลย ในขณะที่ 5 คือ เจ็บปวดมากจนทนไม่ไหว) และบริเวณต่างๆของร่างกายมีทั้งหมด 13 ตำแหน่ง คือ 1. หัวไหล่ 2. บ่า 3. คอ 4. หลังส่วนบน 5. หลังส่วนล่าง 6. สะโพก 7. ขา 8. เท้า 9. แขนท่อนบน 10. ข้อศอก 11. แขนท่อนล่าง 12. ข้อมือ และ 13. นิ้ว



รูปที่ 2 แสดงตำแหน่งบริเวณส่วนต่างๆ ของร่างกาย

2.2 การวัดอัตราการเต้นของหัวใจ

การวัดอัตราการเต้นของหัวใจเป็นการวัดด้วยชุดเครื่องมือวัดอัตราการเต้นของหัวใจแบบพกพา (POLAR) (ดังแสดงในรูปที่ 3) ซึ่งประกอบด้วยแถบอิเลคโทรดและตัวรับสัญญาณอัตราการเต้นของหัวใจ

รูปที่ 3 เครื่องมือวัดอัตราการเต้นของหัวใจ

โดยผู้ถูกทดสอบคาดแถบอิเลคโทรดที่อก และสวมตัวรับสัญญาณอัตราการเต้นของหัวใจไว้ที่ข้อมือ (ดังแสดงในรูปที่ 4) จากนั้นทำการวัดและบันทึกค่าอัตราการเต้นของหัวใจของผู้ถูกทดสอบทั้งขณะพักก่อนปฏิบัติงาน ขณะปฏิบัติงานและขณะพักหลังปฏิบัติงาน แล้วทำการสุ่มเวลาปฏิบัติงานของพนักงานทั้ง 18 คน โดยแบ่งเป็นพนักงานที่ปฏิบัติงานในช่วงเช้า 9 คน โดยเป็นการปฏิบัติงานตั้งแต่ เวลา 08.30 น. ถึง 10.00 น. กับ เวลา 10.00 น. ถึง 11.30 น. และในช่วงบ่าย 9 คน โดยเป็นการปฏิบัติงานเวลา 13.00 น. ถึง 14.30 น. กับ เวลา 14.30 ถึง 16.00 น. ซึ่งระยะเวลาในการวัดอัตราการเต้นของหัวใจของพนักงานในขณะปฏิบัติงานตัดหญ้ามีความต่อเนื่องกันเป็นเวลา 90 นาที หลังจากนาทีที่ 90 เป็นต้นไปทำการวัดอัตราการเต้นของหัวใจของพนักงานในขณะพักจากการทำงาน

รูปที่ 4 ผู้ถูกทดสอบคาดแถบอิเลคโทรดที่อกและสวมตัวรับสัญญาณที่ข้อมือ

2.3 อัตราการเต้นของหัวใจขณะพัก

Brouha [5] ได้ทำการศึกษาเกี่ยวกับอัตราการเต้นของหัวใจภายหลังปฏิบัติงาน (Recovers Period) เพื่อเป็นดัชนีในการบ่งชี้ค่าภาระงาน โดยทำการวัดอัตราการเต้นของหัวใจที่ระยะห่างหลังจากการหยุดงานแล้ว 3 ช่วง ช่วงละ 30 วินาทีดังนี้

ช่วงที่ 1 อัตราการเต้นของหัวใจภายหลังจากหยุดปฏิบัติงานวินาทีที่ 31 ถึง วินาทีที่ 60

ช่วงที่ 2 อัตราการเต้นของหัวใจภายหลังจากหยุดปฏิบัติงานวินาทีที่ 91 ถึง วินาทีที่ 120

ช่วงที่ 3 อัตราการเต้นของหัวใจภายหลังจากหยุดปฏิบัติงานวินาทีที่ 151 ถึง วินาทีที่ 180

จากนั้นนำค่าอัตราการเต้นของหัวใจที่ได้จากแต่ละช่วงมาคูณด้วย 2 เพื่อเทียบให้เป็นอัตราการเต้นของหัวใจใน 1 นาที แล้วกำหนดให้ค่าผลคูณที่ได้จากช่วงที่ 1 เป็น P_1 ค่าผลคูณที่ได้จากช่วงที่ 2 เป็น P_2 และค่าผลคูณที่ได้จากช่วงที่ 3 เป็น P_3

จากนั้นวิเคราะห์ค่า P_1 , P_2 และ P_3 ตามตารางที่ 1

ตารางที่ 1 เทคนิคสำหรับการประเมินความล้าของร่างกายจากการฟื้นตัวของอัตราการเต้นหัวใจ [5]

สภาพของร่างกายภายหลังจากการทำงาน	เกณฑ์ในการประเมิน
ปกติ	$P_1 - P_3 \geq$ 10 ครั้ง/นาที และ P_1 , P_2 , $P_3 \leq$ 90 ครั้ง/นาที
ไม่มีการฟื้นตัว	$P_1 - P_3$ < 10 ครั้ง/นาที และP_3 > 90 ครั้ง/นาที
มีการฟื้นตัว แบบอินเวอร์ส	P_3 > 90 ครั้ง/นาที และ $P_1 - P_3 \leq$ -10 ครั้ง/นาที (or $P_3 - P_1 \geq$ 10 ครั้ง/นาที)
ไม่มีภาระงานของระบบหมุนเวียนโลหิตเพิ่มขึ้นในระหว่างวัน	$P_1 \leq$ 110 ครั้ง/นาที และ $P_1 - P_3 \geq$ 10 ครั้ง/นาที

2.4 กล้ามเนื้อที่ทำการศึกษา

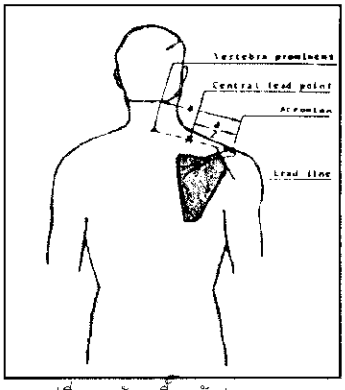
การวิจัยครั้งนี้ได้ทำการศึกษาข้อมูลภาระงานของกล้ามเนื้อหลัง 2 ชุด คือ ทราพีเซียสและอิเรคเตอร์ สไปนี โดยกล้ามเนื้อทราพีเซียสเป็นกล้ามเนื้อหลังส่วนบน (ดังแสดงในรูปที่ 5) และกล้ามเนื้ออิเรคเตอร์สไปนีเป็นกล้ามเนื้อหลังส่วนล่าง (ดังแสดงในรูปที่ 6) ซึ่งกล้ามเนื้อทั้งสองชุดนี้เป็นกล้ามเนื้อหลักในการออกแรงยก

2.5 การวัดภาระงานของกล้ามเนื้อ

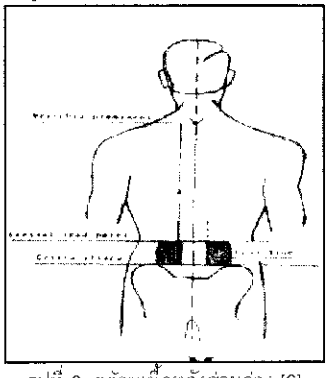
การวัดภาระงานของกล้ามเนื้อทราพีเซียสและอิเรคเตอร์สไปนีเป็นการวัดสัญญาณไฟฟ้าจากกล้ามเนื้อ โดยใช้เครื่องอิเลคโตรไมโอแกรม (MEGA รุ่น ME3000P) (ดังแสดงในรูปที่ 7) วิธีการวัดนั้นเริ่มจากการนำเอาแผ่นอิเลคโทรด 3 แผ่นมาติดบนผิวหนังของคนงานตัดหญ้าก่อนที่พนักงานเริ่มปฏิบัติงาน โดยติดแผ่นอิเลคโทรด 2 แผ่นแรกบนกล้ามเนื้อที่ทำการศึกษาโดยให้มีระยะห่างกัน 1 นิ้ว จากนั้นจึงติดแผ่นอิเลคโทรดอีกแผ่นหนึ่งห่างจากสองแผ่นแรกเป็นระยะทางเท่า ๆกัน ทั้งนี้สัญญาณคลื่นไฟฟ้าจากกล้ามเนื้อที่ได้มีหน่วยเป็นไมโครโวลท์

2.6 การวัดการหดตัวสูงสุดของกล้ามเนื้อ (Maximum Voluntary Contraction, MVC)

การวัดการหดตัวสูงสุดของกล้ามเนื้อเป็นการใช้เครื่องอิเลคโตรไมโอแกรมในการวัดสัญญาณไฟฟ้ากล้ามเนื้อในขณะที่กล้ามเนื้อออกแรงสูงสุด ในการวัดการหดตัวสูงสุดของกล้ามเนื้อทราพีเซียส ผู้ถูกทดสอบอยู่ในท่ายืนแล้วออกแรงยกไหล่ต้านแรงกดภายนอกให้มากที่สุดเป็นเวลา 5 วินาที แล้วทำการบันทึกค่าสัญญาณไฟฟ้าที่ได้จากกล้ามเนื้อทราพีเซียส ส่วนการวัดการหดตัวสูงสุดของกล้ามเนื้ออิเรคเตอร์สไปนีนั้น ผู้ถูกทดสอบนอนราบกับพื้นแล้วออกแรงในการยกลำตัวท่อนบนขึ้นต้านแรงกดภายนอกเป็นเวลา 5 วินาที โดยที่ส่วนแขนและขาของผู้ถูกทดสอบวางราบอยู่กับพื้นแล้วทำการบันทึกค่าสัญญาณไฟฟ้าที่ได้จากกล้ามเนื้ออิเรคเตอร์สไปนี ท่าทางของผู้ถูกทดสอบในขณะทำการวัดการหดตัวสูงสุดของกล้ามเนื้อนั้นอ้างอิงจาก [6]



รูปที่ 5 กล้ามเนื้อหลังส่วนบน [6]


รูปที่ 6 กล้ามเนื้อหลังส่วนล่าง [6]

รูปที่ 7 เครื่องอิเลคโตรไมโอแกรม (MEGA รุ่น ME3000P)

2.7 การวัดภาระงานของกล้ามเนื้อในขณะปฏิบัติงาน

การวัดภาระงานของกล้ามเนื้อในขณะปฏิบัติงานทำได้โดยใช้เครื่องอิเลคโตรไมโอแกรมในการวัด

สัญญาณไฟฟ้าจากกล้ามเนื้อทั้งสองในขณะที่ผู้ถูกทดสอบปฏิบัติงานตัดหญ้า จากนั้นนำค่าสัญญาณไฟฟ้าจากการหดตัวสูงสุดของกล้ามเนื้อทั้งสองมาหารค่าสัญญานไฟฟ้าของกล้ามเนื้อทั้งสองในขณะปฏิบัติงานแล้วคูณด้วย 100 ค่าที่ได้จึงเป็นค่าภาระงานของกล้ามเนื้อในขณะปฏิบัติงานเมื่อเทียบกับขณะหดตัวสูงสุด (%MVC)

2.8 ระยะเวลาการพักที่เหมาะสมของพนักงานตัดหญ้า

การปฏิบัติงานกลางแจ้งของพนักงานตัดหญ้าในแต่ละวันนั้นมีความแตกต่างกันในด้านสภาพแวดล้อม ของการปฏิบัติงานและอาจส่งผลให้พนักงานเกิดความเหนื่อยล้า ซึ่งพนักงานควรได้มีระยะเวลาในการพักที่เหมาะสมเพื่อให้ร่างกายฟื้นตัว Murrell [7] ได้แสดงการคำนวณระยะเวลาในการพักที่เหมาะสม ดังนี้

$$R = T(W - S)/(K - 1.5) \quad (1)$$

R = ระยะเวลาพัก (นาที)

T = ระยะเวลาการปฏิบัติงานทั้งหมด (นาที)

W = ค่าเฉลี่ยของอัตราการใช้พลังงานในการปฏิบัติงาน (กิโลแคลอรีต่อนาที)

S = ค่าเฉลี่ยของอัตราการใช้พลังงานในการปฏิบัติงานที่ยังทำให้พนักงานปลอดภัย (กิโลแคลอรีต่อนาที)

3. ผลการทดลอง

ผลการวัดอัตราการเต้นของหัวใจของพนักงานทั้งหมด 18 คนแสดงในตารางที่ 2 เมื่อพิจารณาอัตราการเต้นของหัวใจขณะพักก่อนปฏิบัติงาน พบว่าพนักงานทุกคนมีอัตราการเต้นของหัวใจอยู่ในระดับปกติ 72–82 ครั้งต่อนาที (BPM) และมีค่าเฉลี่ยประมาณ 77 ครั้งต่อนาที ในขณะที่ค่าเฉลี่ยของอัตราการเต้นของหัวใจในขณะปฏิบัติงานเท่ากับ 117 ครั้งต่อนาที จากการเปรียบเทียบค่าอัตราการเต้นของหัวใจขณะปฏิบัติงานกับขณะพักก่อนปฏิบัติงาน พบว่าอัตราการเต้นของหัวใจขณะปฏิบัติงานมีค่าสูงกว่าขณะพักก่อนปฏิบัติงาน มีค่าเฉลี่ยความแตกต่างของอัตราการเต้นของหัวใจสูงถึง 40 ครั้งต่อนาที นอกจากนั้นเมื่อพิจารณาอัตราการเต้นของหัวใจในขณะปฏิบัติงานพบว่า มีพนักงาน 9 คนที่อัตราการเต้นของหัวใจในขณะปฏิบัติงานสูงกว่า 115 ครั้งต่อนาที ซึ่ง [5,8] ได้ให้คำแนะนำว่าอัตราการเต้นของหัวใจในขณะทำงานไม่ควรเกิน 115 ครั้งต่อนาที หากงานใดที่ทำให้อัตราการเต้นของหัวใจสูงกว่าค่าดังกล่าวจัดเป็นงานหนักและอาจเกิดอันตรายต่อคนที่ทำงานหากทำงานติดต่อกันเป็นเวลานาน

ตารางที่ 2 อัตราการเต้นของหัวใจของพนักงานตัดหญ้าในขณะทำงานและการพัก

พนักงาน คนที่	ค่าเฉลี่ยอัตราการเต้นของหัวใจขณะพักก่อนปฏิบัติงาน (BPM)	ค่าเฉลี่ยอัตราการเต้นของหัวใจขณะปฏิบัติงาน (BPM)	ผลต่างระหว่างค่าเฉลี่ยของอัตราการเต้นของหัวใจขณะพักก่อนปฏิบัติงานกับขณะปฏิบัติงาน (BPM)
1	74.0	104.6	30.6
2	76.0	116.6	40.6
3	77.0	123.8	46.8
4	77.0	113.1	36.1
5	79.0	112.8	33.8
6	80.0	122.4	42.4
7	74.0	108.1	34.1
8	82.0	128.0	46.0
9	78.0	113.8	35.8
10	75.0	128.4	53.4
11	81.0	121.1	40.1
12	76.0	113.3	37.3
13	74.0	126.2	52.2
14	74.0	112.9	38.9
15	77.0	119.7	42.7
16	79.0	113.4	34.4
17	72.0	118.3	46.3
18	80.0	110.5	30.5
ค่าเฉลี่ย	77.0	117.0	40.0

จากตารางที่ 3 ผลปรากฏว่าค่าเฉลี่ยของ P_1 เท่ากับ 93 ครั้งต่อนาที ค่าเฉลี่ย P_2 เท่ากับ 91 ครั้งต่อนาที และค่าเฉลี่ย P_3 90 ครั้งต่อนาที โดยค่า P_3 ของพนักงาน 4 คน คือคนที่ 7, 11, 17 และ 18 มีค่าต่ำกว่า 90 ครั้งต่อนาที ส่วนพนักงานอีก 14 คน (ร้อยละ 77.77) ค่า P_3 มากกว่า 90 ครั้งต่อนาที และค่า P_1 - P_3 น้อยกว่า 10 ครั้งต่อนาที หมายความว่าร่างกายของพนักงาน 14 คนนี้

ไม่ได้ฟื้นตัวภายหลังจากการปฏิบัติงาน (ดังได้แสดงคำอธิบายไว้ในตารางที่ 1เทคนิคสำหรับการประเมินความล้าของร่างกายจากการฟื้นตัวของอัตราการเต้นหัวใจ)

ตารางที่ 3 ค่า P_1 , P_2 , P_3 ที่คำนวณได้

พนักงานคนที่	ค่าเฉลี่ยอัตราการเต้นของหัวใจของ P_1 (BPM)	ค่าเฉลี่ยอัตราการเต้นของหัวใจของ P_2 (BPM)	ค่าเฉลี่ยอัตราการเต้นของหัวใจของ P_3 (BPM)	ผลต่างระหว่างค่าเฉลี่ยของ P_1 - P_3 (BPM)
1	99.5	98.0	99.0	0.5
2	97.5	96.0	92.0	5.5
3	98.0	97.0	93.5	4.5
4	94.5	87.5	92.0	2.5
5	90.5	93.5	90.0	0.5
6	98.0	97.0	97.5	0.5
7	81.0	72.5	74.0	7.0
8	92.5	94.5	90.5	2.0
9	94.0	92.0	90.5	3.5
10	93.0	94.0	90.5	2.5
11	90.5	89.0	83.0	7.5
12	99.0	93.5	90.5	8.5
13	92.5	88.0	91.0	1.5
14	99.0	90.5	93.5	5.5
15	92.0	89.0	90.5	1.5
16	94.5	98.0	94.0	0.5
17	91.0	84.5	81.0	10.0
18	83.0	83.0	81.0	2.0
ค่าเฉลี่ย	93.2	91.0	90.0	3.2

ตารางที่ 4 เป็นการแสดงผลการวัดภาระงานของกล้ามเนื้อทราพีเซียสและอิเรคเตอร์สไปนีในขณะปฏิบัติงานผลปรากฏว่าค่าเฉลี่ยภาระงานของกล้ามเนื้อทราพีเซียสข้างขวาและซ้ายเท่ากับ 32.44 และ 24.55% MVC ตามลำดับ ส่วนค่าเฉลี่ยภาระงานของกล้ามเนื้ออิเรคเตอร์สไปนีข้างขวาและซ้ายเท่ากับ 12.62 และ 18.63% MVC ตามลำดับ ผลที่ได้นี้แสดงให้เห็นว่าพนักงานตัดหญ้ามีกล้ามเนื้อหลังส่วนบนในการทำงานมากกว่ากล้ามเนื้อหลังส่วนล่าง

ผลการสำรวจเปรียบเทียบระดับความเจ็บปวดบริเวณส่วนต่างๆ ของร่างกาย (ตารางที่ 5) ตั้งแต่ระดับความเจ็บปวด 3 (เจ็บปวดปานกลาง) ถึงระดับความเจ็บปวด 5 (เจ็บปวดมากจนทนไม่ไหว) พบว่าบริเวณหลังส่วนล่าง มีคะแนนเฉลี่ยสูงสุดคือ 83.32% รองลงมาคือบริเวณบ่า มีคะแนนเฉลี่ย 77.77% บริเวณหลังส่วนบนมีคะแนนเฉลี่ย 66.65% และ บริเวณหัวไหล่มีคะแนนเฉลี่ย 61.09% บริเวณต้นคอมีคะแนนเฉลี่ย 44.43% ตามลำดับ ส่วนบริเวณสะโพกมีระดับความเจ็บปวดเฉลี่ยต่ำสุดคือ 5.55% จากการสังเกตพบว่าในการปฏิบัติงานตัดหญ้า พนักงานมีการบิดลำตัวเพื่อช่วยในการเคลื่อนเครื่องตัดหญ้าไปมาตลอดเวลาจึงทำให้พนักงานเกิดการเจ็บปวดบริเวณหลังส่วนล่าง นอกจากนี้การสะพายเครื่องตัดหญ้าอยู่ตลอดเวลาทำให้มีน้ำหนักจากเครื่องตัดหญ้ากดบริเวณบ่าและหลังส่วนบน

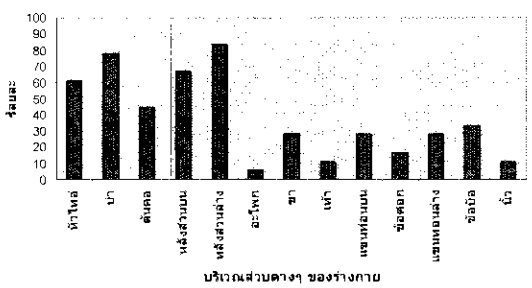
ตารางที่ 4 ภาระงานของกล้ามเนื้อทราพีเซียสและอิเรคเตอร์สไปนีในขณะปฏิบัติงาน (%MVC)

คนที่	ทราพีเซียสขวา	ทราพีเซียสซ้าย	อิเรคเตอร์สไปนีขวา	อิเรคเตอร์สไปนีซ้าย
1	33.69	26.2	21.62	18.82
2	64.47	37.89	13.58	31.33
3	11.49	14.37	10.76	6.17
4	20.09	19.75	4.51	18.18
ค่าเฉลี่ย	32.44	24.55	12.62	18.63

การออกแบบระยะเวลาพักเฉลี่ยที่เหมาะสมของพนักงานทั้งหมด 18 คนในการปฏิบัติงานตัดหญ้ากลางแจ้ง เมื่อทำการคำนวณหาระยะเวลาพักที่เหมาะสมจากสมการที่ 1 โดยใช้ค่า T = 90 นาที, W = 6.71 กิโลแคลอรีต่อนาที, S = 5 กิโลแคลอรีต่อนาที, K = 5 กิโลแคลอรีต่อนาที ระยะเวลาในการพักที่คำนวณได้เท่ากับ 43.97 หรือประมาณ 44 นาที ทั้งนี้เพื่อให้ร่างกายไม่เกิดความล้าและภาระงานสรีรวิทยามีสภาพการฟื้นตัวเป็นปกติภายหลังจากการทำงานได้ ลดความเสี่ยงต่ออาการบาดเจ็บกล้ามเนื้อและบริเวณส่วนต่างๆ ของร่างกายได้

ตารางที่ 5 ระดับคะแนนของความเจ็บปวดบริเวณส่วนต่างๆ ของร่างกาย (ร้อยละ)

บริเวณร่างกาย	ระดับความเจ็บปวดเฉลี่ย					
	0	1	2	3	4	5
หัวไหล่	27.77	5.55	5.55	38.88	16.66	5.55
บ่า	11.11	5.55	5.55	50.00	16.66	11.11
ต้นคอ	11.11	33.33	11.11	27.77	16.66	0.00
หลังส่วนบน	11.11	5.55	16.66	16.66	27.77	22.22
หลังส่วนล่าง	5.55	0.00	11.11	22.22	38.88	22.22
สะโพก	83.33	5.55	5.55	5.55	0.00	0.00
ขา	27.77	16.66	27.77	22.22	5.55	0.00
เท้า	66.66	11.11	11.11	11.11	0.00	0.00
แขนท่อนบน	33.33	27.77	11.11	27.77	0.00	0.00
ข้อศอก	66.66	11.11	5.55	16.66	0.00	0.00
แขนท่อนล่าง	44.44	11.11	16.66	27.77	0.00	0.00
ข้อมือ	33.33	22.22	11.11	33.33	0.00	0.00
นิ้ว	72.22	11.11	5.55	11.11	0.00	0.00



รูปที่ 8 แผนภูมิแท่งแสดงการเปรียบเทียบความเจ็บปวดบริเวณส่วนต่างๆ ของร่างกาย

4. การอภิปรายผล

เมื่อทำการสำรวจงานวิจัยเกี่ยวกับภาระงานทางสรีรวิทยาในการปฏิบัติงานอื่นๆ พบว่า Kumar [9] ได้ทำการศึกษาภาระงานทางสรีรวิทยาของพนักงานทำความสะอาด 13 คน โดยใช้อุปกรณ์ถูพื้นแบบดั้งเดิมในการทำความสะอาดพื้น 52 ตารางเมตรเป็นเวลา 15 นาที และผลปรากฏว่า อัตราการเต้นของหัวใจในขณะพักโดยเฉลี่ยเท่ากับ 72 ครั้งต่อนาที ส่วนอัตราการเต้นของหัวใจขณะทำงานโดยเฉลี่ยเท่ากับ 105 ครั้งต่อนาที เมื่อนำผลงานวิจัยของ [9] มาเปรียบเทียบกับผลงานการศึกษาครั้งนี้พบว่า อัตราการเต้นของหัวใจขณะปฏิบัติงานของพนักงานตัดหญ้า 117 ครั้งต่อนาที ซึ่งมีค่าสูงกว่าอัตราการเต้นของหัวใจของพนักงานทำความสะอาด ทั้งนี้เนื่องจากการปฏิบัติงานตัดหญ้าใช้เวลานานถึง 90 นาที ซึ่ง [5,8] ได้ให้คำแนะนำว่าอัตราการเต้นของหัวใจในขณะทำงานไม่ควรเกิน 115 ครั้งต่อนาที หากงานใดที่ทำให้อัตราการเต้นของหัวใจสูงกว่าค่าดังกล่าวจัดเป็นงานหนักและอาจเกิดอันตรายต่อคนที่ทำงานหากทำงานติดต่อกันเป็นเวลานาน

ผลการศึกษาในครั้งนี้ชี้ให้เห็นว่าการทำงานตัดหญ้าโดยใช้เครื่องตัดหญ้าแบบสายสะพายทำให้พนักงานเกิดภาระงานของกล้ามเนื้อหลังและความเจ็บปวดบริเวณหลัง นอกจากนี้ยังทำให้อัตราการเต้นของหัวใจสูงขึ้น ในการศึกษาแนวทางในการลดความเครียดทางสรีรวิทยาที่เกิดขึ้นจากการทำงานตัดหญ้าสามารถทำได้หลายทาง เช่น การออกแบบเครื่องตัดหญ้าให้มีน้ำหนักน้อยลง การออกแบบวิธีการทำงานของพนักงาน

5. สรุป

การศึกษาวิจัยครั้งนี้สรุปได้ว่าการปฏิบัติงานตัดหญ้าของพนักงานทำให้เกิดความเจ็บปวดบริเวณหลังส่วนล่างมากที่สุด และส่งผลให้อัตราการเต้นของหัวใจในขณะปฏิบัติงานสูงขึ้นกว่าขณะที่พักโดยเฉลี่ย 40 ครั้งต่อนาที ส่วนภาระงานของกล้ามเนื้อของหลังส่วนบน (ทราพีเซียส) มีค่าสูงกว่าภาระงานของกล้ามเนื้อของหลังส่วนล่าง (อิเรคเตอร์สไปนี) การปฏิบัติงานตัดหญ้าเป็นงานหนักและอาจเกิดอันตรายต่อพนักงานหากทำงานติดต่อกันเป็นเวลานาน ผลจากการคำนวณพบว่าเมื่อพนักงานปฏิบัติงานตัดหญ้าเป็นเวลา 90 นาที ควรมีระยะเวลาในการพัก 44 นาที ผลที่ได้จากการศึกษาครั้งนี้เป็นข้อมูลสำคัญในการออกแบบเครื่องตัดหญ้า การออกแบบวิธีการทำงานของพนักงานตัดหญ้า

กิตติกรรมประกาศ

งานวิจัยนี้ได้รับทุนสนับสนุนจากมหาวิทยาลัยเทคโนโลยีสุรนารี

เอกสารอ้างอิง

[1] Niebel, W. B., and Freivalds, A. (1999). Methods, Standards, and Work Design. Tenth Edition, McGraw-Hill, Inc., Singapore.

[2] Snook, S.(1978). The design of manual handling tasks. Ergonomics. 21 : 1531-1540.

[3] Ljungberg, A.S., Gamberale, F. and Kilbom, A. (1982). Horizontal lifting-physiological and psychological responses. Ergonomics, 25 : 741-757.

[4] Ayoub, M.M.(1992). Problems and solutions in manual materials handling: the state of the art. Ergonomics. 30(7/8) : 713-728.

[5] Brouha, L. (1967). Physiology in Industry. New York: Pergamon.

[6] National Institute for Occupational Safety and Health (NIOSH). (1992). Selected Topics in Surface Electromyography for Use in the Occupational Setting: Expert Perspectives. U.S. Department of Health and Human Services, USA

[7] Murrell, K.F.H. (1965). Ergonomics: Man in His Working Environment. London: Chapman and Hall.

[8] Suggs, C. and Splinter, W. (1961). Some physiological responses of man to workload and environment. Journal of Applied Physiology, 16: 413-420.

[9] Kumar, R., Chaikumarn, M. and Kumar, S. (2005). Physiological, subjective and postural loads in passenger train wagon cleaning using a conventional and redesigned cleaning tool. International Journal of Industrial Ergonomics. 35 (10) : 931-938.