



ความสัมพันธ์ระหว่างปัจจัยการทำงานกับภาระกล้ามเนื้อหลัง  
ที่วัดด้วยคลื่นไฟฟ้าของกล้ามเนื้อ  
กรณีศึกษาของสายการประกอบรถบรรทุกขนาดเล็ก 1 คัน

นายอำนาจ เสด็จสวรรค์

วิทยานิพนธ์นี้เป็นส่วนหนึ่งของการศึกษาตามหลักสูตรปริญญาวิทยาศาสตรมหาบัณฑิต

ภาควิชาวิศวกรรมอุตสาหกรรม

บัณฑิตวิทยาลัย จุฬาลงกรณ์มหาวิทยาลัย

พ.ศ. 2537

ISBN 974-584-591-4

ลิขสิทธิ์ของบัณฑิตวิทยาลัย จุฬาลงกรณ์มหาวิทยาลัย

I 15424972

RELATIONSHIP BETWEEN WORK FACTORS AND BACK LOAD  
MEASURED BY ELECTROMYOGRAPHY  
A CASE STUDY OF A 1-TON PICK-UP ASSEMBLYLINE

AUMNAJ SETSUWAN

A Thesis Submitted in Partial Fulfillment of the Requirements  
for the Degree of Master of Engineering  
Department of Industrial Engineering  
Graduate School  
Chulalongkorn University

1994

ISBN 974-584-591-4

หัวข้อวิทยานิพนธ์ ความสัมพันธ์ระหว่างปัจจัยการทำงานกับภาระกล้ามเนื้อหลังที่วัดด้วย  
คลื่นไฟฟ้าของกล้ามเนื้อ : กรณีศึกษาของสายการประกอบรถบรรทุก  
ขนาดเล็ก 1 คัน

โดย นายอำนาจ เสด็จสุวรรณ  
ภาควิชา วิศวกรรมอุตสาหกรรม  
อาจารย์ที่ปรึกษา รองศาสตราจารย์ ดร.กิตติ อินทรานนท์  
อาจารย์ที่ปรึกษาร่วม อาจารย์ นิวัติ เทพวารวพฤษ



บัณฑิตวิทยาลัย จุฬาลงกรณ์มหาวิทยาลัย อนุมัติให้วิทยานิพนธ์นี้เป็นส่วนหนึ่งของการศึกษาตามหลักสูตรปริญญาโทบัณฑิต

..... คณบดีบัณฑิตวิทยาลัย  
(ศาสตราจารย์ ดร.ถาวร วัชรากฤษ)

คณะกรรมการสอบวิทยานิพนธ์

..... ประธานกรรมการ  
(รองศาสตราจารย์ จรุง มหิตชาพองกุล)

..... อาจารย์ที่ปรึกษา  
(รองศาสตราจารย์ ดร.กิตติ อินทรานนท์)

..... อาจารย์ที่ปรึกษาวิทยานิพนธ์ร่วม  
(อาจารย์ นิวัติ เทพวารวพฤษ)

..... กรรมการ  
(ผู้ช่วยศาสตราจารย์ ดร.ชูเวช ช่างสง่าเวช)

..... กรรมการ  
(รองศาสตราจารย์ ดร.ราตรี สัตถรวง)

พิมพ์ต้นฉบับบทคัดย่อวิทยานิพนธ์ภายในกรอบสี่เหลี่ยมที่เพียงแผ่นเดียว

อำนาจ เสตสุวรรณ : ความสัมพันธ์ระหว่างปัจจัยการทำงานกับภาระกล้ามเนื้อหลังที่วัดด้วยคลื่นไฟฟ้าของกล้ามเนื้อ : กรณีศึกษาของสายการประกอบรถบรรทุกขนาดเล็ก 1 ตัน (RELATIONSHIP BETWEEN WORK FACTORS AND BACK LOAD MEASURED BY ELECTROMYOGRAPHY : A CASE STUDY OF 1-TON PICK-UP ASSEMBLY LINE)  
อ.ที่ปรึกษา : รศ.ดร.กิตติ อินทรานนท์, อ.ที่ปรึกษาร่วม : อ.นิวัติ เทพวราพฤกษ์,  
190 หน้า. ISBN 974-584-591-4

การวิจัยครั้งนี้ได้ศึกษาปัจจัยที่อาจมีผลสัมพันธ์กับอาการปวดหลังอันเนื่องมาจากการทำงานในสายการประกอบรถบรรทุกขนาดเล็ก 1 ตัน โดยมีวัตถุประสงค์เพื่อ 1) ศึกษาปัญหาในโรงงานประกอบรถบรรทุกขนาดเล็ก 1 ตัน 2) หาภาระงานของกล้ามเนื้อหลังขณะทำงาน โดยการวัดคลื่นไฟฟ้าของกล้ามเนื้อ (electromyography, EMG) 3) ศึกษาความสัมพันธ์ระหว่างปัจจัยการทำงานต่อภาระกล้ามเนื้อหลัง 4) เสนอแนะแนวทางในการแก้ปัญหาหรือบรรเทาอาการปวดหลังในการทำงาน

ผู้วิจัยได้ทำการสัมภาษณ์เพื่อประเมินความรุนแรงของปัญหาและคัดเลือกคนงานเพื่อทดลองทั้งหมด 34 คนใน 5 แผนก และได้ทดลองเก็บข้อมูลการทำงานทั้งหมด 46 งานจากผู้ถูกทดสอบเหล่านี้ โดยการวัด EMG และวิเคราะห์การทำงานจากภาพวิดีโอโดยใช้เทคนิค RULA (rapid upper limb assessment)

ผลการทดลองพบว่า ค่าเปอร์เซ็นต์ของคลื่นไฟฟ้าของกล้ามเนื้อสูงสุดในการทำงาน (maximum voluntary electromyography, %MVE) กับคะแนน RULA จากการประเมินท่าการทำงานทั้งตัวในการทำงาน มีความสัมพันธ์กันเชิงเส้นตรงอย่างมีนัยสำคัญในทางสถิติ

ปัจจัยในการทำงานที่สนใจคือท่าการก้มของหลัง น้ำหนักชิ้นงาน ความสูงในการทำงาน และระยะเวลาในการทำงาน ให้ผลการทดลองว่ามีผลต่อ %MVE เชิงเส้นตรงอย่างมีนัยสำคัญในทางสถิติ และโดยใช้การประยุกต์ทฤษฎีของพีซซีเซตในการหาความสำคัญของปัจจัยการทำงานนี้พบว่าท่าการก้มของหลังมีผลกระทบมากที่สุด น้ำหนักชิ้นงาน ความสูงในการทำงานและระยะเวลาในการทำงานมีความสำคัญรองลงมาตามลำดับ

ผลการทดลองโดยใช้เกณฑ์การตัดสิน 3 อย่างคือ คะแนนการประเมินท่าการทำงานด้วยเทคนิค RULA ที่มากกว่า 5 ค่า %MVE ที่เกินกว่า 30 และค่าดัชนีความไม่ปรกติที่เกินกว่า 3 สามารถอธิบายได้ว่างาน 16 ชนิดจากทั้งหมด 46 งานเป็นงานที่มีอันตราย และต้องมีการปรับปรุงทันที



ภาควิชา ..... วิศวกรรมอุตสาหกรรม  
สาขาวิชา ..... วิศวกรรมอุตสาหกรรม  
ปีการศึกษา ..... 2536

ลายมือชื่อนิสิต .....  
ลายมือชื่ออาจารย์ที่ปรึกษา .....  
ลายมือชื่ออาจารย์ที่ปรึกษาร่วม .....



## C416165 : MAJOR INDUSTRIAL ENGINEERING

KEY WORD: EMG / WORK FACTORS

AUMNAJ SETSUWAN : RELATIONSHIP BETWEEN WORK FACTORS AND BACK LOAD MEASURED BY ELECTROMYOGRAPHY : A CASE STUDY OF 1-TON PICK-UP ASSEMBLYLINE. THESIS ADVISOR : ASSO. PROF. KITTI INTARANONT, Ph.D., THESIS CO-ADVISOR : MR. NIWAT TAEPVARAPRUK. 190 pp. ISBN 974-584-591-4

This research studied work factors that could cause back pain symptoms to workers in a 1-ton truck assemblyline. The research objectives were 1) to survey the problems in 1-ton truck assemblyline, 2) to investigate back load by electromyography (EMG), 3) to analyse the relationship between work factors and backload, 4) to suggest solutions to the problems or reduce back pain symptoms on the job.

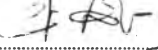
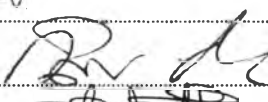

The researcher interviewed workers to assess the severity of problems and selected 34 persons from 5 sections to be experimental subjects. The experiments were conducted by EMG measurement and data on working postures were analysed by a technique called RULA (rapid upper limb assessment) in 46 types of work based on these subjects.

The results showed a linear relationship between values of percentage maximum voluntary electromyography, %MVE and RULA scores from working posture analysis with statistical significance.

The interested work factors: bending back posture, weight of the work piece, work station height and work period were linear related to %MVE with statistical significance. Applying fuzzy set theory to investigate work factors serious priority, it was found that bending back posture was the most important factor, followed by weight of the workpiece, work station height and work period, respectively.

The results were analysed based on the three criteria, namely (1) posture score with RULA greater than 5, (2) %MVE values greater than 30 %, and (3) abnormal index (AI) from the questionnaires greater than 3. Sixteen out of the 46 types of work were found to be dangerous and required improvement immediately.

ภาควิชา..... วิศวกรรมอุตสาหกรรม  
สาขาวิชา..... วิศวกรรมอุตสาหกรรม  
ปีการศึกษา..... 2536

ลายมือชื่อนิสิต.....   
ลายมือชื่ออาจารย์ที่ปรึกษา.....   
ลายมือชื่ออาจารย์ที่ปรึกษาร่วม..... 



## กิตติกรรมประกาศ

วิทยานิพนธ์ฉบับนี้สำเร็จลงได้ด้วยดี เพราะได้รับความช่วยเหลืออย่างดียิ่งจาก  
รองศาสตราจารย์ ดร.กิตติ อินทรานนท์ อาจารย์ที่ปรึกษาและอาจารย์นิติ เทพวราพฤกษ์  
อาจารย์ที่ปรึกษาวิทยานิพนธ์ร่วม ซึ่งท่านได้ให้คำแนะนำและข้อคิดเห็นต่าง ๆ ของการวิจัยด้วย  
ดีมาตลอด รวมทั้งการตรวจสอบแก้ไข เพื่อให้มีความสมบูรณ์และถูกต้องจากคณะกรรมการสอบ  
วิทยานิพนธ์ อันมีรองศาสตราจารย์ จรุง มหิทธิพงษ์กุล รองศาสตราจารย์ ดร.ราตรี สุกทรวง  
และผู้ช่วยศาสตราจารย์ ดร.ชูเวช ช่างสง่าเวช ผู้วิจัยใคร่ขอกราบขอบพระคุณไว้ ณ  
และเนื่องจากทวนการวิจัยครั้งนี้บางส่วนได้รับมากจากทวนออกหนุ่การวิจัยของบัณฑิตวิทยาลัย จึง  
ขอขอบพระคุณบัณฑิตวิทยาลัยมา ณ ที่นี้ด้วย นอกจากนี้ผู้วิจัยยังได้รับความช่วยเหลือจากเจ้าหน้าที่  
ที่ของห้องปฏิบัติการการยศาสตร์ คณะวิศวกรรมศาสตร์ จุฬาลงกรณ์มหาวิทยาลัย และพนักงาน  
ผู้ถูกทดสอบที่ได้ให้ความร่วมมืออย่างดียิ่ง ผู้วิจัยจึงใคร่ขอขอบพระคุณมา ณ ที่นี้ด้วย  
ท้ายนี้ ผู้วิจัยใคร่ขอกราบขอบพระคุณ บิดา-มารดา ซึ่งคอยให้กำลังใจและความ  
ช่วยเหลือในทุกด้านแก่ผู้วิจัยจนสำเร็จการศึกษา และขอขอบคุณเพื่อน ๆ ที่คอยให้กำลังใจและ  
ความช่วยเหลือแก่ผู้วิจัยด้วยดีมาตลอด

อำนาจ เสด็จสุวรรณ



## สารบัญ

หน้า

บทคัดย่อภาษาไทย.....	ง
บทคัดย่อภาษาอังกฤษ.....	จ
กิตติกรรมประกาศ.....	ฉ
สารบัญตาราง.....	ณ
สารบัญภาพ.....	ญ
คำอธิบายสัญลักษณ์และคำย่อ.....	ด

## บทที่

1 บทนำ.....	1
- ความสำคัญของปัญหา.....	1
- วัตถุประสงค์ของการศึกษาและวิจัย.....	3
- ขอบเขตของการศึกษาและวิจัย.....	3
- ประโยชน์ที่คาดว่าจะได้รับ.....	4
- วิธีการดำเนินการวิจัย.....	4
2 ทฤษฎีและวรรณกรรมที่เกี่ยวข้อง.....	6
- ชีวกลศาสตร์ของหลัง.....	6
- ระบบกล้ามเนื้อ.....	8
- ไฟฟ้าของกล้ามเนื้อและประสาท.....	8
- เครื่องมือวัดค่า EMG.....	11
- ปัจจัยที่เป็นสาเหตุของการปวดหลังจากการทำงาน.....	14
- การศึกษาท่าการทรงตัวขณะทำงานด้วยเทคนิค RULA.....	19

3	ระเบียบวิธีวิจัย.....	27
	- การเลือกกลุ่มตัวอย่าง.....	28
	- เครื่องมือที่ใช้ในการทดลอง.....	32
4	ผลการสำรวจและวิจัย.....	33
	- ผลการสำรวจ.....	34
	- ผลการวิจัย.....	35
5	สรุปและข้อเสนอแนะ.....	48
	- สรุปผลการวิจัย.....	48
	- ข้อเสนอแนะ.....	49
	- อภิปรายผลการทดลอง.....	50
	บรรณานุกรม.....	51
	ภาคผนวก ก. ประวัติโรงงาน.....	56
	ภาคผนวก ข. แบบสอบถาม.....	73
	ภาคผนวก ค. การหาจำนวนซ้ำ.....	80
	ภาคผนวก ง. ตารางแสดงการบันทึกค่าอิริยาบถด้วยเทคนิค RULA.....	82
	ภาคผนวก จ. แสดงตำแหน่งการติดตั้งอิเล็กทรอนิกส์.....	83
	ภาคผนวก ฉ. การหาคลื่นไฟฟ้าของกล้ามเนื้อ.....	84
	ภาคผนวก ช. ผลการทดลอง.....	93
	ภาคผนวก ซ. ผลการคำนวณ.....	180
	ประวัติผู้เขียน.....	190



## สารบัญตาราง

ตารางที่	หน้า
2.1	การหาค่าคะแนน A ของการประเมินการเคลื่อนไหวของส่วนต่าง ๆ ของร่างกายในกลุ่ม A..... 24
2.2	การหาค่าคะแนน B ของการประเมินการเคลื่อนไหวของส่วนต่าง ๆ ของร่างกายในกลุ่ม B..... 25
2.3	ตารางหาค่าคะแนนรวมจากคะแนน C (ได้จากการประเมินการเคลื่อนไหวร่างกายกลุ่ม A + muscle use + force score) และคะแนน D (ได้จากการประเมินการเคลื่อนไหวร่างกายกลุ่ม B + muscle use + force score)..... 26
3.1	ข้อมูลการสำรวจสุขภาพของพนักงานของส่วนต่าง ๆ ..... 29
4.1	ค่าความเป็นสมาชิก (Grade of membership) ของปัจจัย ..... 44
4.2	งานที่ควรมีการปรับปรุงในงานวิจัยในโรงงานประกอบรถกระบะ..... 47

## สารบัญภาพ

รูปที่		หน้า
2.1	ส่วนต่าง ๆ ของหมอนรองกระดูกสันหลัง.....	7
2.2	ความเข้มข้นของสารอิเล็กโทรไลต์ (โคยประมาณ) ในเซลล์.....	9
2.3	การแลกเปลี่ยนระหว่างประจุบวกและลบผ่านเยื่อหุ้มเซลล์.....	9
2.4	ระบบของเครื่องวัดคลื่นไฟฟ้ากล้ามเนื้อ ME3000 .....	11
2.5	การตีคลื่นอิเล็กโทรดที่ผิวหนังและการต่อสายไฟจากเครื่องวัดกล้ามเนื้อ ME3000 กับขั้วอิเล็กโทรด.....	13
2.6	การวัดแบบสองช่องวัด.....	14
2.7	แรงดันภายในหมอนรองกระดูกสันหลังส่วนเอวอื่นที่ 3 ของผู้มีน้ำหนัก 70 กิโลกรัมในอิริยาบถต่าง ๆ .....	18
2.8	ระดับคะแนนในการทำเคลื่อนไหวของแขนก่อนบน, แขนก่อนล่าง และข้อมือ.....	20
2.9	ระดับคะแนนในการทำเคลื่อนไหวของคอ, ลำตัว และขา.....	22
3.1	ค่าดัชนีความไม่ปกติของแรงงานแยกตามสัดส่วนคนงานแต่ละหน่วยงาน..	31
4.1	รายงานสัดส่วนของคนที่เคยมีอาการบาดเจ็บของแผนกต่าง ๆ .....	34
4.2	กราฟ EMG ของงานตัดสีรถ.....	36
4.3	กราฟ EMG ของงานเชื่อม AIR BOX.....	37
4.4	กราฟความสัมพันธ์ระหว่าง RULA, AI และ %SUB-MVE ของกล้ามเนื้อหลังด้านขวา.....	45
4.5	กราฟความสัมพันธ์ระหว่าง RULA, AI และ %SUB-MVE ของกล้ามเนื้อหลังด้านซ้าย.....	46



## คำอธิบายสัญลักษณ์และคำย่อ

ซม.	=	เซ็นต์เมตร
°C	=	องศาเซลเซียส
%	=	percentage
%MVC	=	percent maximum voluntary contraction
%MVE	=	percent maximum voluntary electromyography
%SUB MVE	=	percent sub maximum voluntary electromyography
μV	=	micro volt
AI	=	abnormal index
EMG	=	electromyography
lb	=	pound
MVC	=	maximum voluntary contraction
MVE	=	maximum voluntary electromyography
min	=	minute
RULA	=	rapid upper limb assessment
sec	=	second