



ใบรับรองวิทยานิพนธ์
บัณฑิตวิทยาลัย มหาวิทยาลัยเกษตรศาสตร์

วิศวกรรมศาสตรมหาบัณฑิต (วิศวกรรมความปลอดภัย)

ปริญญา

วิศวกรรมความปลอดภัย

โครงการสหวิทยาการระดับบัณฑิตศึกษา

สาขา

ภาควิชา

เรื่อง การศึกษาความเหมาะสมของแบบประเมินความเสี่ยงด้านการยศาสตร์สำหรับงานประกอบชิ้นส่วนฮาร์ดดิสก์ไดรฟ์: กรณีศึกษาบริษัทฮิตาชิ โกลบอล สตอเรจ เทคโนโลยีส์ (ประเทศไทย) จำกัด

The Study of Appropriate Ergonomics Assessment Form for Hard Disk Drive Assembly Work: A Case Study of Hitachi Global Storage Technology (Thailand) Ltd.

นามผู้วิจัย นางสาวสุมาลี เปื่อนสันเทียะ

ได้พิจารณาเห็นชอบโดย

อาจารย์ที่ปรึกษาวิทยานิพนธ์หลัก

ประธานสาขาวิชา

(ผู้ช่วยศาสตราจารย์เร เลิศสุดวิชัย, Ph.D.)

(รองศาสตราจารย์พิระยุทธ์ ชาญเศรษฐ์กุล, Ph.D.)

บัณฑิตวิทยาลัย มหาวิทยาลัยเกษตรศาสตร์รับรองแล้ว

(รองศาสตราจารย์กัญญา ชีระกุล, D.Agr.)

คณบดีบัณฑิตวิทยาลัย

วันที่ เดือน พ.ศ.

สิงสิงห์ มตาวิทยาลัยเกษตรศาสตร์

วิทยานิพนธ์

เรื่อง

การศึกษาความเหมาะสมของแบบประเมินความเสี่ยงด้านการยศาสตร์สำหรับงานประกอบชิ้นส่วน
ฮาร์ดดิสก์ไดรฟ์ : กรณีศึกษาบริษัทฮิตาชิ โกลบอล สตอเรจ เทคโนโลยีส์ (ประเทศไทย) จำกัด

The Study of Appropriate Ergonomics Assessment Form for Hard Disk Drive Assembly Work:
A Case Study of Hitachi Global Storage Technology (Thailand) Ltd.

โดย

นางสาวสุมาลี เบื่อนสันเทียะ

เสนอ

บัณฑิตวิทยาลัย มหาวิทยาลัยเกษตรศาสตร์

เพื่อความสมบูรณ์แห่งปริญญาวิศวกรรมศาสตรมหาบัณฑิต (วิศวกรรมความปลอดภัย)

พ.ศ. 2553

สุมาลี เบื่อนสันเทียะ 2553: การศึกษาความเหมาะสมของแบบประเมินความเสี่ยงด้านการยศาสตร์สำหรับงานประกอบชิ้นส่วนฮาร์ดดิสก์ไครฟ์: กรณีศึกษาบริษัท
อิตาซี โกลบอล สตอเรจ เทคโนโลยีส์ (ประเทศไทย) จำกัด ปริญญาวิศวกรรมศาสตร
มหาบัณฑิต (วิศวกรรมความปลอดภัย) สาขาวิศวกรรมความปลอดภัย
โครงการสหวิทยาการระดับบัณฑิตศึกษา อาจารย์ที่ปรึกษาวิทยานิพนธ์หลัก:
ผู้ช่วยศาสตราจารย์เร เลิศสุตวิชัย, Ph.D. 114 หน้า

การวิจัยนี้ ศึกษาความเหมาะสมของแบบประเมินความเสี่ยงด้านการยศาสตร์ สำหรับงานประกอบชิ้นส่วนฮาร์ดดิสก์ไครฟ์แบบตั้งโต๊ะและแบบพกพา จากการประเมินด้วยวิธี RULA (Rapid Upper Limb Assessment) ซึ่งเป็นแบบประเมินที่ยอมรับและใช้ประเมินงานทั่วไป พบว่างานทั้งสองประเภทมีระดับความเสี่ยงด้านการยศาสตร์เท่ากัน โดยขัดแย้งกับการปฏิบัติงานจริง เพราะงานประกอบชิ้นส่วนฮาร์ดดิสก์ไครฟ์แบบตั้งโต๊ะ มีชิ้นส่วนที่ใช้ประกอบขนาดใหญ่ และน้ำหนักมากกว่า นอกจากนี้รายงานสถิติการเจ็บป่วยด้วยอาการทางกระดูกและกล้ามเนื้อพบว่าพนักงานประกอบชิ้นส่วนฮาร์ดดิสก์ไครฟ์แบบตั้งโต๊ะมีการเจ็บป่วยมากกว่า ขณะเดียวกันผลการสำรวจความเมื่อยล้ากล้ามเนื้อโดยวิธี BD (Body Discomfort) และการวัดความแข็งแรงของกล้ามเนื้อที่ลดลงโดยใช้ Grip strength dynamometer ให้ผลยืนยันเช่นเดียวกัน

ดังนั้นผู้วิจัยจึงได้ทำการศึกษาข้อจำกัดของแบบประเมิน รวมทั้งรวบรวมงานวิจัยที่เกี่ยวข้องและนำมาพัฒนาเป็นแบบประเมินความเสี่ยงด้านการยศาสตร์สำหรับงานประกอบชิ้นส่วนฮาร์ดดิสก์ไครฟ์ EAHDD (Ergonomics Assessment for Hard Disk Drive Assembly Work) ขึ้นมาใหม่ โดยผลการทดลองประเมินความเสี่ยงด้านการยศาสตร์ที่พัฒนาขึ้นพบว่างานประกอบชิ้นส่วนฮาร์ดดิสก์ไครฟ์คอมพิวเตอร์แบบตั้งโต๊ะ มีคะแนนความเสี่ยงในระดับที่ยอมรับไม่ได้ จำนวน 15 งาน จาก 16 งาน และงานประกอบชิ้นส่วนฮาร์ดดิสก์ไครฟ์คอมพิวเตอร์แบบพกพา จำนวน 6 งาน จาก 16 งาน ซึ่งสามารถแยกแยะความเสี่ยงด้านการยศาสตร์ของการปฏิบัติงานทั้งสองแบบได้ดีกว่า

Sumalee Buensanteai 2010: The Study of Appropriate Ergonomics Assessment Form for Hard Disk Drive Assembly Work: A Case Study of Hitachi Global Storage Technology (Thailand) Ltd. Master of Engineering (Safety Engineering), Major Field: Safety Engineering, Interdisciplinary Graduate Program. Thesis Advisor: Assistant Professor Charay Lerdsudwichai, Ph.D. 114 pages.

The aim of this study was determined the appropriate evaluation assessment for desktop and mobile hard drive industries. The result from RULA assessment which generally used shows both jobs , desktop and mobile hard drive assembly jobs have the same level of ergonomic risk. In fact, desktop drive assembly job has bigger and heavier material pieces. Moreover, the statistics of ergonomic illness from company medical center indicates that workers who perform desktop drive assembly job have more Work-related Musculoskeletal Disorders (WMSDs) records Grip strength dynamometer measurement results also shows that the wrist fatigue of desktop drive assembly works were significantly muscle strength decreased

Therefore, after all evaluation several ergonomic risk assessments, a new risk assessment for ergonomic assembly of hard disk drive assembly job, called EAHDD (Ergonomics Assessment for Hard Disk Drive Assembly Work), was developed. This new assessment have been used to assess the same kinds jobs and the results show that it could identify the unacceptable 15 from 16 of the desktop hard disk drive assembly stations jobs, but found only 6 from 16 of mobile hard disk drive station jobs. These results show that EAHDD is a suitable assessment for desktop and mobile hard drive industries

Student's signature

Thesis Advisor's signature

กิตติกรรมประกาศ

ข้าพเจ้าขอขอบพระคุณผู้ช่วยศาสตราจารย์ ดร.จเร เลิศสุดวิชัย ประธานกรรมการที่ปรึกษา
ที่ได้กรุณาให้คำปรึกษา และแนวทางการทำวิจัย แนะนำตรวจแก้ไข ข้อบกพร่องต่างๆ เพื่อให้
งานวิจัยสมบูรณ์ยิ่งขึ้นและสำเร็จลุล่วงเป็นอย่างดี

ขอขอบพระคุณผู้บังคับบัญชาที่ได้ให้โอกาส และสนับสนุนข้าพเจ้าให้มีโอกาสได้
ทำการศึกษาโดยตลอด จนถึงผู้ร่วมงาน เพื่อนนิสิตทุกท่าน และเจ้าหน้าที่โครงการวิศวกรรม
ความปลอดภัย ที่ได้ให้ความช่วยเหลือข้าพเจ้าเป็นอย่างดี

สุมาลี เบื่อนสันเทียะ
เมษายน 2553

สารบัญ

สารบัญ	(1)
สารบัญตาราง	(2)
สารบัญภาพ	(4)
คำอธิบายสัญลักษณ์และคำย่อ	(7)
คำนำ	1
วัตถุประสงค์	11
การตรวจเอกสาร	13
อุปกรณ์และวิธีการ	46
อุปกรณ์	46
วิธีการ	46
ผลและวิจารณ์	56
ผล	56
วิจารณ์	91
สรุปผลการวิจัยและข้อเสนอแนะ	94
สรุปผลการวิจัย	94
ข้อเสนอแนะ	95
เอกสารและสิ่งอ้างอิง	96
ภาคผนวก	100
ภาคผนวก ก ตัวอย่างแบบสำรวจความรู้สึกเมื่อยล้าของพนักงาน (Body Discomfort)	101
ภาคผนวก ข ตัวอย่างแบบประเมินความเสี่ยงด้านการยศาสตร์ (RULA)	103
ภาคผนวก ค ตัวอย่างแบบประเมินความเสี่ยงด้านการยศาสตร์สำหรับงานประกอบชิ้นส่วนอิเล็กทรอนิกส์ (EAHDD)	105
ภาคผนวก ง เอกสารแสดงการสอบเทียบอุปกรณ์วัดความแข็งแรงกล้ามเนื้อ	
Grip strength dynamometer	107
ภาคผนวก จ รูปภาพท่าทางการทำงาน และการให้คะแนนความเสี่ยงโดยวี RULA และ EAHDD	109
ประวัติการศึกษา และการทำงาน	100

สารบัญตาราง

ตารางที่		หน้า
1	สถิติการเจ็บป่วยด้วยอาการทางกระดูกและกล้ามเนื้อจากการทำงาน เปรียบเทียบระหว่างงานประกอบชิ้นส่วนฮาร์ดดิสก์ไครฟ์คอมพิวเตอร์แบบ ตั้งโต๊ะและแบบพกพา รวมทั้งงานอื่นๆ ประจำปี 2550-2552	2
2	ตัวอย่างแบบประเมินที่นิยมใช้ในการวิเคราะห์งานด้านการยศาสตร์	4
3	ท่าทางของร่างกายที่ทำให้เกิดความเมื่อยล้า	19
4	ท่าทางการทำงานแบบที่ไม่เคลื่อนไหวที่จนเป็นสาเหตุของความเมื่อยล้า	20
5	การหมุนข้อต่อของร่างกายในมุมที่ทำให้เกิดความเมื่อยล้า	21
6	ระดับความเสี่ยงด้านการยศาสตร์จากการประเมินโดยวิธี REBA	37
7	ตารางแผนงานวิจัย	55
8	แสดงคะแนนจากการประเมินความเสี่ยงด้านการยศาสตร์โดยวิธี RULA ของ พนักงานประกอบชิ้นส่วนฮาร์ดดิสก์ไครฟ์คอมพิวเตอร์แบบตั้งโต๊ะและแบบ พกพา	57
9	แสดงระดับความรู้สึกเมื่อยล้าของพนักงานที่ประเมินโดย BD ของพนักงาน ประกอบชิ้นส่วนฮาร์ดดิสก์ไครฟ์คอมพิวเตอร์แบบตั้งโต๊ะและแบบพกพา แยกตามอวัยวะ (ด้านซ้าย)	58
10	แสดงระดับความรู้สึกเมื่อยล้าของพนักงานที่ประเมินโดย BD ของพนักงาน ประกอบชิ้นส่วนฮาร์ดดิสก์ไครฟ์คอมพิวเตอร์แบบตั้งโต๊ะและแบบพกพา แยกตามอวัยวะ (ด้านขวา)	60
11	ผลการประเมินความเสี่ยงด้านการยศาสตร์โดยวิธี RULA และ BD ของ พนักงานประกอบชิ้นส่วนฮาร์ดดิสก์ไครฟ์คอมพิวเตอร์แบบตั้งโต๊ะและแบบ พกพา	66
12	สถิติการเจ็บป่วยด้วยอาการทางกระดูกและกล้ามเนื้อจากการทำงาน ของ พนักงานประกอบชิ้นส่วนฮาร์ดดิสก์ไครฟ์คอมพิวเตอร์แบบตั้งโต๊ะและแบบ พกพา แยกตามตำแหน่ง	67

สารบัญตาราง (ต่อ)

ตารางที่		หน้า
13	ผลการประเมินความเสี่ยงด้านการยศาสตร์ของพนักงานประกอบชิ้นส่วน ฮาร์ดดิสก์ไดรฟ์คอมพิวเตอร์แบบตั้งโต๊ะและแบบพกพา เปรียบเทียบระหว่าง วิธี RULA และ วิธีที่พัฒนาขึ้นมาใหม่ EAHDD แยกตามตำแหน่ง	89
14	เปรียบเทียบจำนวนงานที่มีความเสี่ยงด้านการยศาสตร์ ของพนักงานประกอบ ชิ้นส่วนฮาร์ดดิสก์ไดรฟ์คอมพิวเตอร์แบบตั้งโต๊ะและแบบพกพา ระหว่างวิธี RULA และวิธี EAHDD	90
 ตารางผนวกที่		
จ1	ผลการประเมินความเสี่ยงด้านการยศาสตร์ ของพนักงานประกอบชิ้นส่วน ฮาร์ดดิสก์ไดรฟ์คอมพิวเตอร์แบบตั้งโต๊ะและแบบพกพา เปรียบเทียบระหว่าง RULA และวิธีที่พัฒนาขึ้นมาใหม่ EAHDD แยกตามตำแหน่ง	110

สารบัญภาพ

ภาพที่		หน้า
1	ขั้นตอนการผลิตของโรงงานประกอบชิ้นส่วนฮาร์ดดิสก์ไครฟ์ตัวอย่าง	3
2	ฮาร์ดดิสก์ไครฟ์สำหรับคอมพิวเตอร์แบบพกพา และแบบตั้งโต๊ะ	2
3	ผลการประเมินความเสี่ยงด้านการยศาสตร์ระหว่างงานประกอบชิ้นส่วนฮาร์ดดิสก์ไครฟ์คอมพิวเตอร์แบบตั้งโต๊ะ และแบบพกพา โดยวิธี RULA	8
4	ผลการประเมินความรู้สึกเมื่อยล้าส่วนต่างๆของร่างกาย เปรียบเทียบระหว่างงานประกอบชิ้นส่วนฮาร์ดดิสก์ไครฟ์คอมพิวเตอร์แบบตั้งโต๊ะ และแบบพกพา โดยวิธี BD	9
5	แสดงศาสตร์ต่างๆที่เกี่ยวกับการดำเนินงานด้านการยศาสตร์	15
6	แสดงอาการปวดกล้ามเนื้อจนอวัยวะไม่สามารถทำงานได้	22
7	แสดงสัดส่วนร่างกายที่เกิดความเมื่อยล้า โดยวิธี BD	27
8	ระดับคะแนนที่ใช้ในการประเมินความถี่และแรงที่ใช้ในการทำงาน ตามแบบประเมิน HAL จากการสังเกตโดยผู้ประเมิน	34
9	ระดับขีดจำกัดบน สำหรับงานที่มีการใช้มือแบบเดิมซ้ำๆ เพื่อป้องกันความเสี่ยงจากอาการ MSDs	35
10	ความสัมพันธ์ระหว่างการยกแขนทำงานในระดับต่างๆ กัน กับระยะเวลาที่เกิดความล้า	38
11	ความสัมพันธ์ของระดับการวางแผนในมุมต่างๆ โดยมีที่รองข้อศอกกับระยะเวลาที่เกิดความล้า	39
12	ความสัมพันธ์ระหว่างมุมไหล่ กับระยะเวลาที่เกิดความล้าที่กล้ามเนื้อไหล่	40
13	ความสัมพันธ์ระหว่างมุมก้มศีรษะกับระยะเวลาที่เกิดความล้า	43
14	การวัดความแข็งแรงกล้ามเนื้อของอาสาสมัครเปรียบเทียบระหว่างชั่วโมงแรกและชั่วโมงสุดท้ายของการทำงาน	49
15	แสดงกรอบแนวคิดงานวิจัย	52
16	ผลการทดสอบการกระจายตัวของคะแนนความรู้สึกเมื่อยล้าของพนักงานประกอบชิ้นส่วนฮาร์ดดิสก์ไครฟ์คอมพิวเตอร์แบบพกพา	62

สารบัญภาพ (ต่อ)

ภาพที่		หน้า
17	ผลการทดสอบการกระจายตัวของคะแนนความรู้สึกล้มเมื่อปลายของพนักงานประกอบชิ้นส่วนฮาร์ดดิสก์ไดรฟ์คอมพิวเตอร์แบบตั้งโต๊ะ	63
18	ผลการทดสอบความแตกต่างของคะแนนความเมื่อยล้าของพนักงานประกอบชิ้นส่วนฮาร์ดดิสก์ไดรฟ์คอมพิวเตอร์แบบตั้งโต๊ะ และแบบพกพา	64
19	แสดงผลการเปรียบเทียบความเมื่อยล้าส่วนต่างๆ ของร่างกาย ด้านขวาของพนักงานประกอบชิ้นส่วนฮาร์ดดิสก์ไดรฟ์คอมพิวเตอร์แบบตั้งโต๊ะ และแบบพกพา	65
20	ผลการทดสอบการกระจายตัวของข้อมูลอายุของพนักงานประกอบชิ้นส่วนฮาร์ดดิสก์ไดรฟ์คอมพิวเตอร์แบบตั้งโต๊ะ	69
21	ผลการทดสอบการกระจายตัวของข้อมูลอายุของพนักงานประกอบชิ้นส่วนฮาร์ดดิสก์ไดรฟ์คอมพิวเตอร์แบบพกพา	69
22	ผลการทดสอบการกระจายตัวของข้อมูลความแข็งแรงกล้ามเนื้อของพนักงานประกอบชิ้นส่วนฮาร์ดดิสก์ไดรฟ์คอมพิวเตอร์แบบตั้งโต๊ะ (มือขวา)	70
23	ผลการทดสอบการกระจายตัวของข้อมูลความแข็งแรงกล้ามเนื้อของพนักงานประกอบชิ้นส่วนฮาร์ดดิสก์ไดรฟ์คอมพิวเตอร์แบบตั้งโต๊ะ (มือซ้าย)	70
24	ผลการทดสอบการกระจายตัวของข้อมูลความแข็งแรงกล้ามเนื้อของพนักงานประกอบชิ้นส่วนฮาร์ดดิสก์ไดรฟ์คอมพิวเตอร์แบบพกพา (มือขวา)	71
25	ผลการทดสอบการกระจายตัวของข้อมูลความแข็งแรงกล้ามเนื้อของพนักงานประกอบชิ้นส่วนฮาร์ดดิสก์ไดรฟ์คอมพิวเตอร์แบบพกพา (มือซ้าย)	72
26	ผลการทดสอบความแตกต่างของคะแนนความเมื่อยล้าของพนักงานประกอบชิ้นส่วนฮาร์ดดิสก์ไดรฟ์คอมพิวเตอร์แบบตั้งโต๊ะ และแบบพกพา (ด้านขวา)	76
27	แสดงผลการเปรียบเทียบความเมื่อยล้าข้อมือขวา ของพนักงานประกอบชิ้นส่วนฮาร์ดดิสก์ไดรฟ์คอมพิวเตอร์แบบตั้งโต๊ะ และแบบพกพา	74
28	ผลการทดสอบความแตกต่างของคะแนนความเมื่อยล้าของพนักงานประกอบชิ้นส่วนฮาร์ดดิสก์ไดรฟ์คอมพิวเตอร์แบบตั้งโต๊ะ และแบบพกพา (ด้านซ้าย)	74

สารบัญภาพ (ต่อ)

ภาพที่		หน้า
29	แสดงผลการเปรียบเทียบความเมื่อยล้าข้อมือซ้าย ของพนักงานประกอบ ชิ้นส่วนฮาร์ดดิสก์ไดรฟ์คอมพิวเตอร์แบบตั้งโต๊ะ และแบบพกพา	75
30	ท่าทางการเคลื่อนไหวของแขนส่วนบน	77
31	ท่าทางการเคลื่อนไหวของแขนส่วนล่าง	78
32	ท่าทางการเคลื่อนไหวของมือ และข้อมือ	79
33	ท่าทางการเคลื่อนไหวของศีรษะและคอ	81
34	ท่าทางการเคลื่อนไหวส่วนลำตัว	83
35	ท่าทางการเคลื่อนไหวของส่วนขา	84
36	แผนผังการคิดคะแนนระดับความเสี่ยงด้านการยศาสตร์ สำหรับงานประกอบ ชิ้นส่วนฮาร์ดดิสก์ไดรฟ์คอมพิวเตอร์	87
37	แบบประเมินความเสี่ยงด้านการยศาสตร์ สำหรับงานประกอบชิ้นส่วน ฮาร์ดดิสก์ไดรฟ์คอมพิวเตอร์ EAHDD	88

คำอธิบายสัญลักษณ์และคำย่อ

μ_i	=	ค่าเฉลี่ยของประชากรกลุ่มที่ i
d	=	ค่าคงที่แสดงความแตกต่างกันของค่าเฉลี่ยของประชากร 2 กลุ่ม ($\mu_i - \mu_j = d$)
$\overline{X}_i$	=	ค่าเฉลี่ยของตัวอย่างกลุ่มที่ i
σ_i^2	=	ค่าความแปรปรวนของประชากรกลุ่มที่ i
S_i^2	=	ค่าความแปรปรวนของตัวอย่างกลุ่มที่ i
n_i	=	ขนาดตัวอย่างที่สุ่มมาของกลุ่มที่ i
ν	=	องศาอิสระ (Degree of Freedom)
α	=	ระดับนัยสำคัญ (Significant Level)
H_0	=	ข้อสมมติฐานหลัก (Null Hypothesis)
H_1	=	ข้อสมมติฐานรอง หรือข้อสมมติฐานทางเลือก (Alternative Hypothesis)

**การศึกษาความเหมาะสมของแบบประเมินความเสี่ยงด้านการยศาสตร์สำหรับงาน
ประกอบชิ้นส่วนฮาร์ดดิสก์ไดรฟ์: กรณีศึกษาบริษัทฮิตาชิ โกลบอล สตอเรจ
เทคโนโลยีส์ (ประเทศไทย) จำกัด**

**The Study of Appropriate Ergonomics Assessment Form for Hard Disk Drive
Assembly Work: A Case Study of Hitachi Global Storage
Technology (Thailand) Ltd.**

คำนำ

อุตสาหกรรมฮาร์ดดิสก์ไดรฟ์ HDD (Hard Disk Drive) และชิ้นส่วนประกอบเป็นอุตสาหกรรมหนึ่งที่มีความสำคัญที่สุดต่อภาคการส่งออกของไทยมาเป็นเวลานาน โดยสินค้าส่งออกอันดับหนึ่งของไทยนั้น มากกว่าครึ่งมาจากอุตสาหกรรมฮาร์ดดิสก์ไดรฟ์และส่วนประกอบ ซึ่งจากการวิเคราะห์ของศูนย์วิจัยกสิกรไทยพบว่า ก่อให้เกิดการจ้างงานทั้งทางตรงและทางอ้อมมากกว่า 100,000 ตำแหน่ง โดยฮาร์ดดิสก์ที่ผลิตจากประเทศไทยอาจมีส่วนแบ่งตลาดโลกสูงถึงร้อยละ 45 ของปริมาณจำหน่ายทั่วโลก เพิ่มขึ้นจากส่วนแบ่งตลาดร้อยละ 23 ในปัจจุบัน ผลต่อเศรษฐกิจของไทยที่คาดว่าจะเกิดขึ้นจากการขยายตัวอุตสาหกรรมฮาร์ดดิสก์ไดรฟ์ มีดังนี้

1. อุตสาหกรรมฮาร์ดดิสก์ไดรฟ์และส่วนประกอบจะเป็นอุตสาหกรรมสำคัญที่มีศักยภาพการเติบโตในระยะปานกลางควบคู่ไปกับอุตสาหกรรมรถยนต์ อุปกรณ์และส่วนประกอบ โดยสินค้า 2 กลุ่มนี้มีแนวโน้มที่จะเป็นกลุ่มสินค้าที่มีมูลค่าการส่งออกสูงที่สุดของประเทศ มีมูลค่าการส่งออกกลุ่มละเกือบ 9,000 ล้านดอลลาร์สหรัฐต่อปี (ประมาณ 350,000 ล้านบาท) ภายในปี 2551
2. การส่งออกของอุตสาหกรรมฮาร์ดดิสก์ หรือ ฮาร์ดดิสก์ไดรฟ์ คาดว่ามีมูลค่ารวมกันทั้งสิ้นประมาณ 8,500 ล้านดอลลาร์สหรัฐในปี 2551 หรือเพิ่มขึ้นเกือบ 2 เท่าจากปี 2546 ที่ประเมินว่ามีการส่งออกรวมทั้งสิ้นประมาณ 4,400 ล้านดอลลาร์สหรัฐ
3. การจ้างงานในอุตสาหกรรมฮาร์ดดิสก์ไดรฟ์ทั้งทางตรงและทางอ้อมคาดว่าจะเพิ่มขึ้นเป็นประมาณ 200,000 ตำแหน่งในปี 2551 จากปัจจุบันที่มีการจ้างงานมากกว่า 100,000 ตำแหน่ง

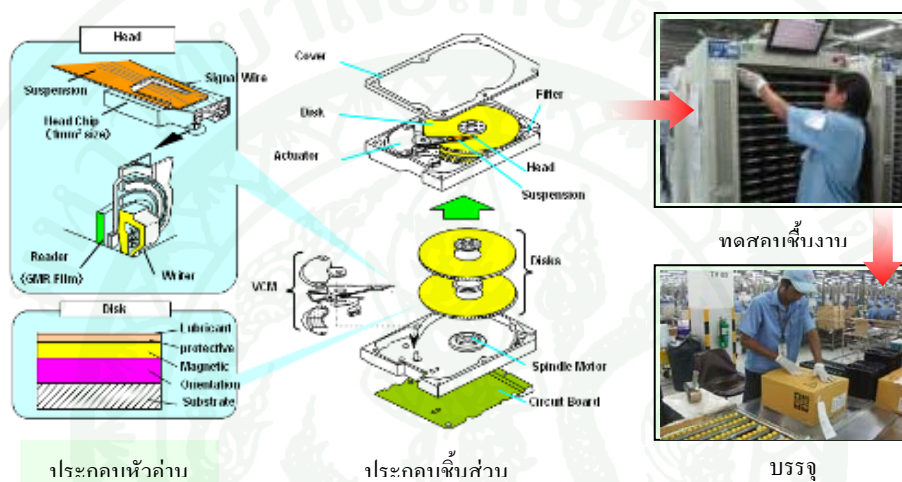
ทั้งนี้ข้อมูลการเจ็บป่วยด้วยโรคจากการทำงานในประเทศไทย จากกองทุนเงินทดแทนพบ การเจ็บป่วยด้วยสาเหตุจากท่าทางการทำงานและการยกของเป็นจำนวนมาก ซึ่งข้อมูลระหว่างปี 2545-2551 จำแนกการประสบอันตรายหรือเจ็บป่วยเนื่องจากการทำงาน ตามลักษณะการประสบอันตรายจากท่าทางการทำงาน และการยกของ (Ergonomics and Lifting Object) มีจำนวน 37,558 ราย จากทั้งหมด 53,644 ราย คิดเฉลี่ยปีละ 5,366 ราย หรือคิดเป็นร้อยละ 70 ของการเจ็บป่วย เนื่องจากการทำงานทั้งหมด

โดยสถิติพนักงานเจ็บป่วยและพบแพทย์ที่ศูนย์พยาบาลของบริษัทตัวอย่าง ในปี 2550-2552 พบว่ามีพนักงานเข้ารับการรักษาดังอาการทางกระดูกและกล้ามเนื้อจากการทำงานจำนวน 164(29.71%), 186(34.64%) และ 97(39.59%) คน จากทั้งหมด 552, 537 และ 245 ตามลำดับ ซึ่งเป็น สาเหตุของอาการเจ็บป่วยที่เกิดขึ้นมากที่สุด 3 ปีติดต่อกัน โดยอาการทางกระดูกและกล้ามเนื้อ แบ่งเป็น อาการเจ็บป่วยอันเนื่องมาจากการทำงาน จำนวน 122 คน อาการที่เกิดจากปัจจัยส่วนบุคคล 143 คน การเกิดอุบัติเหตุอื่นเกี่ยวกับกระดูกและกล้ามเนื้อ จำนวน 181 คน รวมทั้งสิ้น 446 คน ดังตารางที่ 1 รวมทั้งข้อมูลพนักงานเบิกยารับประทานเพื่อคลายกล้ามเนื้อ จำนวน 4,355 ครั้ง และ ยาทาเพื่อลดอาการปวดกล้ามเนื้อสูงถึง 5,567 ครั้ง นอกจากนี้ข้อมูลจากการสำรวจพนักงานจำนวน 380 คน จากทั้งหมด 7438 คน พบว่ามีพนักงานที่มีอาการเมื่อยล้าจากการทำงานแล้วซื้อยามา รับประทานเอง หรือไปปรึกษาภายนอกบริษัท จำนวน 150 คน หรือคิดเป็นร้อยละ 39.47

ตารางที่ 1 สถิติการเจ็บป่วยด้วยอาการทางกระดูกและกล้ามเนื้อจากการทำงานของศูนย์พยาบาล บริษัทตัวอย่าง เปรียบเทียบระหว่างงานประกอบชิ้นส่วนฮาร์ดดิสก์ไดรฟ์คอมพิวเตอร์ แบบตั้งโต๊ะและแบบพกพา รวมทั้งงานอื่นๆ ประจำปี 2550-2552

งาน	จำนวนพนักงานเจ็บป่วย			ด้วยอาการ
	ทางกระดูกและกล้ามเนื้อ (คน)			
	2550 (%)	2551 (%)	2552 (%)	รวม (%)
งานประกอบชิ้นส่วนฮาร์ดดิสก์ไดรฟ์แบบตั้งโต๊ะ	12 (54)	19 (56)	34 (52)	65 (53)
งานประกอบชิ้นส่วนฮาร์ดดิสก์ไดรฟ์แบบพกพา	3 (14)	8 (23)	14 (21)	25 (21)
อื่นๆ เช่น งานยกเคลื่อนย้าย งานสำนักงาน	7 (32)	7 (21)	18 (27)	32 (26)
รวม	22 (100)	34 (100)	66 (100)	122 (100)

ซึ่งโรงงานประกอบชิ้นส่วนฮาร์ดดิสก์ไครฟ์ตัวอย่างมีลักษณะการทำงานเป็นการประกอบชิ้นส่วนฮาร์ดดิสก์ไครฟ์สำหรับคอมพิวเตอร์แบบตั้งโต๊ะ และแบบพกพา โดยใช้ร่างกายส่วนบน โดยมีขั้นตอนดังนี้ 1) รับชิ้นส่วนจากบริษัทผู้ผลิต 2) ประกอบชิ้นส่วนให้เป็นชิ้นงานสำเร็จรูป 3) ทดสอบการใช้งาน และ 4) บรรจุ ดังภาพที่ 1 ซึ่งส่วนใหญ่เป็นลักษณะงานที่มีการเคลื่อนไหวร่างกายซ้ำซาก และการยกเคลื่อนย้าย เป็นสาเหตุหนึ่งที่ทำให้เกิดความเมื่อยล้าจากการทำงาน (Musculoskeletal Disorders หรือ MSDs)



ภาพที่ 1 ขั้นตอนการผลิตของโรงงานประกอบชิ้นส่วนฮาร์ดดิสก์ไครฟ์ตัวอย่าง

ที่มา: บริษัทดาชิ โกลบอล สตอเรจ เทคโนโลยีส์ (ประเทศไทย) จำกัด

ซึ่งกระบวนการผลิตแบ่งเป็นการประกอบชิ้นส่วนฮาร์ดดิสก์ไครฟ์สำหรับคอมพิวเตอร์แบบพกพา (น้ำหนักสูงสุด 0.05 กิโลกรัม) และแบบตั้งโต๊ะ (น้ำหนักสูงสุด 0.7 กิโลกรัม) ดังภาพที่ 2



ฮาร์ดดิสก์ไครฟ์สำหรับ
คอมพิวเตอร์แบบพกพา



ฮาร์ดดิสก์ไครฟ์สำหรับ
คอมพิวเตอร์แบบตั้งโต๊ะ

ภาพที่ 2 ฮาร์ดดิสก์ไครฟ์สำหรับคอมพิวเตอร์แบบพกพา และแบบตั้งโต๊ะ

ที่มา: บริษัทดาชิ โกลบอล สตอเรจ เทคโนโลยีส์ (ประเทศไทย) จำกัด (ม.ป.ป.)

เมื่อพิจารณาจากลักษณะการทำงาน และสถิติการเจ็บป่วยด้วยอาการทางกระดูกและกล้ามเนื้อที่เกิดขึ้นผู้วิจัย ได้พิจารณาคัดเลือกแบบประเมินความเมื่อยล้าจากการทำงานจากแบบประเมินทั้งสิ้น 12 วิธี เพื่อใช้ในการประเมินความเมื่อยล้าจากการทำงานสำหรับงานประกอบชิ้นส่วนฮาร์ดดิสก์ไครฟ์ เพื่อทราบระดับความเสี่ยงจากการทำงานและจัดหาแนวทางการป้องกันร่วมกับทีมดำเนินงานด้านการยศาสตร์ของบริษัท ดังตารางที่ 1

ตารางที่ 2 ตัวอย่างแบบประเมินที่นิยมใช้ในการวิเคราะห์งานด้านการยศาสตร์

แบบประเมิน	ลักษณะและวิธีใช้	การประยุกต์	ข้อดี-ข้อเสีย
1) AI (Abnormal Index)	ใช้สอบถามความรู้สึกจาก ผู้ปฏิบัติงานโดยตรง บอก ออกมาเป็นระดับคะแนน 0-9	ใช้ในการสำรวจปัญหาเบื้องต้น โดยสรุปจากข้อมูลคนกลุ่มใหญ่ ใช้ได้กับลักษณะงานทุกประเภท	สะดวก รวดเร็ว สามารถใช้กับคน จำนวนมากๆ ให้ รายละเอียดน้อย บางครั้งไม่พอที่จะใช้ ในการปรับปรุงงาน
2) Posture Targeting	ใช้วิเคราะห์ท่าทางการทำงาน เทียบกับแนวตั้ง ใช้บันทึกค่า มุมที่เกิดขึ้นจากท่าทางในการ ทำงานของส่วนต่างๆ ของ ร่างกาย แบ่งออกเป็น 10 ส่วน	เหมาะใช้ในการฝึกฝนและทำ ความเข้าใจเรื่องการเคลื่อนไหว มากกว่าใช้ในงานจริง	ไม่เสียค่าใช้จ่ายมาก แต่ อาจเสียเวลาในการ บันทึกผล แต่มีความ คลาดเคลื่อนง่าย ไม่ เหมาะกับงานที่มีการ เคลื่อนไหวร่างกายมาก

ตารางที่ 2 (ต่อ)

แบบประเมิน	ลักษณะและวิธีใช้	การประยุกต์	ข้อดี-ข้อเสีย
3) RULA (Rapid upper limb assessment)	ใช้ประเมินท่าทางการทำงาน ด้วยระดับคะแนน โดยแยกเป็นส่วน ซึ่งจะบอกถึงความเสี่ยงของปัญหาทางด้านการยศาสตร์โดยเฉพาะ MSDs	ถูกออกแบบสำหรับการประเมินระดับปัญหาทางการยศาสตร์ ที่ใช้ได้กับงานหลากหลายแบบ โดยเฉพาะงานที่มีการใช้แรงของไหล่ แขน และมือ การนั่งทำงาน หรือยืนควบคุมเครื่องจักร	ไม่ได้ใช้การวัดจากเครื่องมือ เป็นการคาดคะเนจากสายตา ดังนั้นอาจเกิดความคลาดเคลื่อนง่าย ต้องอาศัยการฝึกฝนและความชำนาญของผู้วิเคราะห์
4) BD (Body discomfort)	ใช้ประเมินความรู้สึกเมื่อยล้า โดยผู้ปฏิบัติงาน ซึ่งพิจารณาแยกเป็นส่วนต่างๆของร่างกาย ให้เป็นระดับคะแนนของความเมื่อยล้า อาการปวด เป็นต้น	ใช้เป็นแบบประเมินเบื้องต้นในงานทุกประเภท ในการหาตำแหน่งของร่างกายที่มีความเสี่ยงต่อปัญหาทางการยศาสตร์ นำมาร่วมวิเคราะห์กับลักษณะงานและสถานงาน	ข้อมูลอาจเกิดการลำเอียงจากผู้ประเมินได้ง่าย ขึ้นอยู่กับเทคนิคของผู้ใช้
5) เครื่องมือวัดอัตราการเต้นหัวใจ (Heart Rate Monitor)	มีตัวรับสัญญาณติดกับร่างกาย เพื่อจับสัญญาณการเต้นของหัวใจ สามารถบันทึกผลได้ต่อเนื่อง ข้อมูลใช้ประเมินภาระงานโดยรวม และใช้ประเมินการใช้พลังงาน	งานที่ใช้แรงของร่างกายมาก มีการเคลื่อนไหวมาก ทำงานที่อุณหภูมิสูง หรืองานที่มีการใช้กล้ามเนื้อในภาวะสติดัยสูง ต่อเนื่องนานๆ	สัญญาณถูกรบกวนง่าย การเต้นของหัวใจมีความไว การวัดในระยะเวลาสั้นๆ อาจไม่สามารถประเมินผลได้
6) OWAS (The Ovako Working Posture Analyzing System)	ถูกพัฒนาใช้ในประเทศฟินแลนด์ เพื่อประเมินท่าทางการทำงานในอุตสาหกรรมผลิตเหล็ก	ใช้ประเมินท่าทางการทำงาน เพื่อพิจารณาว่าท่าทางดังกล่าวมีความเหมาะสมหรือควรได้รับการแก้ไขแรงดันเพียงใด บอกระดับความเสี่ยงเพื่อการเฝ้าระวัง	ใช้ได้สะดวกรวดเร็ว ง่ายที่จะเรียนรู้ แต่ท่าทางและภาระงานที่ใช้ ถูกประเมินอย่างกว้างๆ รายละเอียดอาจไม่เพียงพอ เช่น ลักษณะการใช้แรงจากกล้ามเนื้อ

ตารางที่ 2 (ต่อ)

แบบประเมิน	ลักษณะและวิธีใช้	การประยุกต์	ข้อดี-ข้อเสีย
7) เครื่องมือวัดการเคลื่อนไหว (Motion Analyzer)	วัดการเปลี่ยนระยะทาง ความเร็ว ความเร่ง ระหว่างส่วนต่างๆ ของร่างกาย ขณะเคลื่อนไหว ใช้ข้อมูลในการคำนวณทางชีวกลศาสตร์ หาแรงกระทำต่ออวัยวะต่างๆ ของร่างกาย	งานแบบพลวัต มีการที่เคลื่อนไหวต่อเนื่อง เช่นงานยกของ นิยมใช้ในงานวิทยาศาสตร์ การกีฬา	ยุ่งยาก แต่ให้ความถูกต้องมากกว่าการกะด้วยสายตา ต้องการการปรับเทียบ ใช้เวลาในการติดตั้ง สะดวก ไม่มีข้อมูลการใช้พลังงาน
8) เครื่องมือวัดการเปลี่ยนแปลงทางไฟฟ้าของกล้ามเนื้อ (EMG)	เครื่องมือบันทึกสัญญาณทางไฟฟ้าจากกล้ามเนื้อ ผ่านทางตัวรับสัญญาณ เพื่อประเมินการใช้แรงของกล้ามเนื้อ รวมถึงวิเคราะห์ความล้า จากรูปแบบและผลของสัญญาณ	ใช้ได้ทั้งในงานที่เป็นแบบสถิต และพลวัต บางครั้งใช้ร่วมกับเครื่องมือวัดการเคลื่อนไหว เพื่อหาแรงกระทำภายใน	การวัดยุ่งยาก ผู้วัดต้องมีความชำนาญในการติดตั้งเครื่องมือ ต้องมีการปรับเทียบ และถูกรบกวนจากสัญญาณต่างๆ ได้ง่าย
9) เครื่องมือวัดการใช้ ออกซิเจน (Oxygen consumption analyzer)	วัดปริมาณการใช้ ออกซิเจน จากอากาศที่หายใจเข้าและออก ดูความต้องการใช้พลังงานทางอ้อม	เช่นเดียวกับเครื่องวัดอัตราการเต้นหัวใจ	การวัดยุ่งยาก รบกวนและก่อให้เกิดความรำคาญกับผู้ถูกวัด การทดสอบภาคสนามอาจรบกวนการทำงาน
10) JSI (Job Strain Index)	ถูกพัฒนาโดย Moore และ Garg (1995) ใช้ประเมินความเสี่ยงของมือและข้อมือ เป็นวิธีการสำรวจการทำงานด้วยสายตา และเทียบข้อมูลออกมาเป็นคะแนน ซึ่งจะบอกถึงระดับของความล้า	ใช้กับงานที่มีการใช้มือ และข้อมือแบบซ้ำๆ เช่นงานเย็บผ้า ทำรองเท้า ช่างหล่อเนื้อสัตว์ งานประกอบ เป็นต้น	ใช้สะดวก แต่อาจขาดเคลื่อนได้ง่าย ขึ้นอยู่กับความชำนาญของผู้ประเมินเป็นหลัก

ตารางที่ 2 (ต่อ)

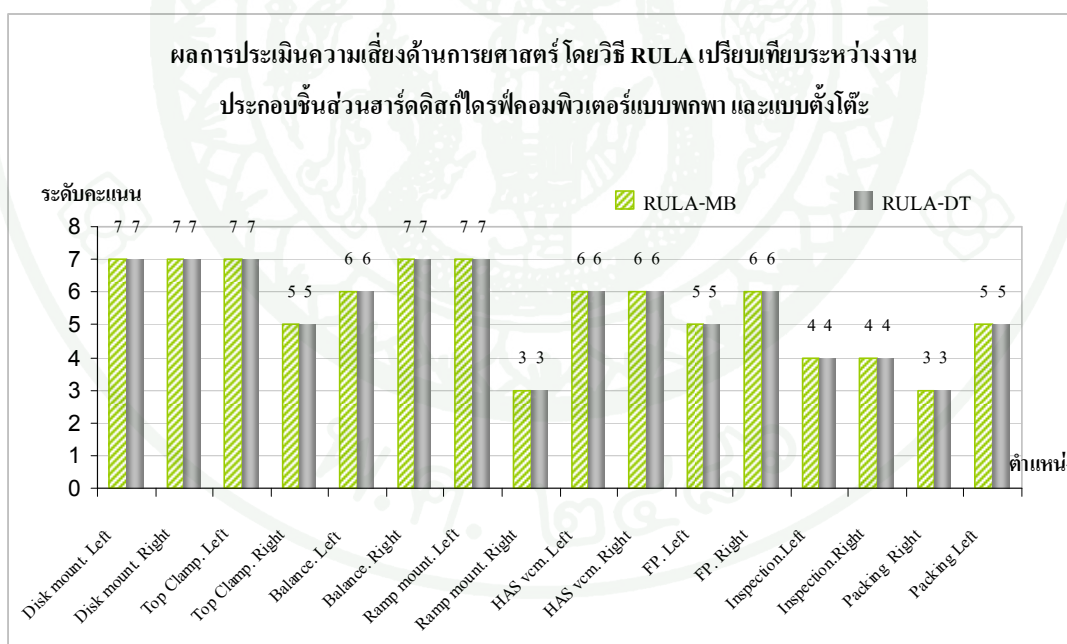
แบบประเมิน	ลักษณะและวิธีใช้	การประยุกต์	ข้อดี-ข้อเสีย
11) HAL (Hand Activities level)	ใช้สำหรับการประเมินความเสี่ยงของมือและข้อมือ โดยมี การพิจารณาการออกแรงใช้ ข้อมือ และความถี่ในการใช้ ข้อมือซ้ำๆ	ใช้กับงานที่มีการใช้มือซ้ำๆ เช่น งานประกอบชิ้นส่วนขนาดเล็ก	ใช้ได้สะดวก แต่อาจมีความคลาดเคลื่อนจากการประเมินเนื่องจากการประมาณระดับ กิจกรรมของข้อมือ และไม่ได้มีการพิจารณา ทำท่างในการทำงาน ของข้อมือร่วมด้วย
12) REBA (Rapid Entire Body Assessment)	ใช้ประเมินท่าทางการทำงาน ด้วยระดับคะแนน โดยแยกเป็น ส่วน ซึ่งจะบอกถึงความเสี่ยง ของปัญหาทางด้านการย ศาสตร์โดยเฉพาะ MSDs	ถูกออกแบบสำหรับการประเมิน ระดับปัญหาทางการยศาสตร์ ที่ ใช้ได้กับงานหลากหลายแบบ โดยเฉพาะงานที่มีการใช้แรงของ ไหล่ แขน และมือ การยืนทำงาน ด้วยท่าทางต่างๆ โดยเน้นการใช้ ขาทำงานในท่าทางต่างๆ ซึ่ง แตกต่างจาก RULA ที่เน้นไปที่ การประเมินงานที่ใช้ร่างกาย ส่วนบน	ไม่ได้ใช้การวัดจาก เครื่องมือ เป็นการ คาดคะเนจากสายตา ดังนั้นอาจเกิดความ คลาดเคลื่อนง่าย ต้อง อาศัยการฝึกฝนและ ความชำนาญของผู้วิ เคราะห์

ที่มา: จเร (2550)

จากการคัดเลือกแบบประเมินเพื่อนำมาใช้ประเมินปัญหาด้านการยศาสตร์ของโรงงาน ตัวอย่าง ทีมงานเลือกใช้ RULA เนื่องจากลักษณะงานส่วนใหญ่ของบริษัทเป็นงานประกอบชิ้น ส่วนฮาร์ดดิสก์ไดรฟ์โดยใช้ร่างกายส่วนบน ร่วมกับการใช้แบบสอบถามความรู้สึกเมื่อยล้าของ พนักงานด้วยแบบประเมิน BD ซึ่งประยุกต์เป็นแบบสอบถามให้เหมาะสมกับลักษณะงานของ โรงงานตัวอย่าง โดย RULA เป็นการประเมินซึ่งทีมงานเป็นผู้สังเกตการทำงานงานของพนักงาน แบ่งระดับคะแนนตั้งแต่ 1 ถึง 7 โดย 7 เป็นคะแนนที่พนักงานมีความเมื่อยล้าสูงสุด ต้องมีการ ปรับปรุงเพื่อลดความเมื่อยล้าทันที และ BD เป็นแบบประเมินที่พนักงานเป็นผู้ประเมินตนเอง ตั้งแต่ระดับ 0 ถึง 4 โดยคะแนน 0 คือ ไม่รู้สึกเมื่อยล้า คะแนน 1 คือ เมื่อยล้าเล็กน้อย(ไม่ส่งผลต่อ การทำงาน) คะแนน 2 คือ เมื่อยล้าปานกลาง (พักแล้วหายเมื่อย) คะแนน 3 คือ เมื่อยล้ามาก (พักแล้ว

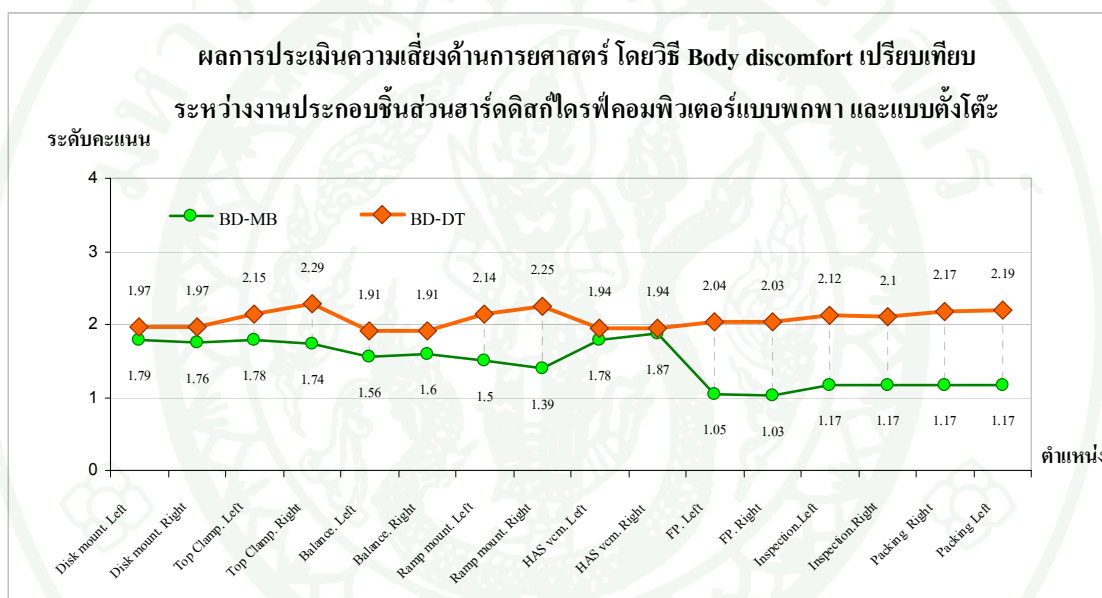
ไม่หายเมื่อย) คะแนน 4 คือ เมื่อยล้ามากเกินไป ต้องรับประทานหรือทายาจึงจะสามารถทำงานได้

จากผลการประเมินในเบื้องต้นโดยทีมงานด้านการยศาสตร์ของบริษัท พบว่าแบบประเมิน RULA สามารถประเมินได้อย่างอย่างรวดเร็ว และไม่รบกวนการทำงานของพนักงาน โดยพิจารณาจาก 3 ปัจจัยหลักที่ก่อให้เกิดอาการเมื่อยล้า คือ ท่าทางการทำงาน ความถี่ และน้ำหนักหรือแรงที่ต้องใช้ในการทำงาน ทั้งนี้ผลการประเมินความเมื่อยล้าอันเนื่องมาจากการทำงานในเบื้องต้น ซึ่งใช้แบบประเมิน RULA ซึ่งแยกประเมินตามตำแหน่งงานประกอบชิ้นส่วน พบว่ามีงานที่เสี่ยงต่อการเกิดอาการเมื่อยล้ากล้ามเนื้อเนื่องมาจากการทำงานที่ประเมินโดย RULA ซึ่งแยกประเมินด้านซ้ายและขวา รวม 16 ด้านซ้ายและขวา จากทั้งหมด 8 ตำแหน่ง โดยมีคะแนนตั้งแต่ 7 ขึ้นไป จำนวน 5 ด้าน และคะแนนน้อยกว่า 7 จำนวน 11 ด้าน ซึ่งผลการประเมินความเสี่ยงด้านการยศาสตร์ โดยวิธี RULA ของงานประกอบชิ้นส่วนฮาร์ดดิสก์ไดรฟ์แบบตั้งโต๊ะ และแบบพกพาได้คะแนนความเสี่ยงเท่ากันในแต่ละตำแหน่ง ดังภาพที่ 3



ภาพที่ 3 ผลการประเมินความเสี่ยงด้านการยศาสตร์ระหว่างงานประกอบชิ้นส่วนฮาร์ดดิสก์ไดรฟ์คอมพิวเตอร์แบบตั้งโต๊ะ และแบบพกพา โดยวิธี RULA

ในขณะเดียวกันผลจากการสำรวจความเมื่อยล้าโดยแบบประเมิน BD ซึ่งคัดเลือกร่วมตัวอย่างพนักงานประกอบชิ้นส่วนฮาร์ดดิสก์ไครฟ์แบบตั้งโต๊ะ และแบบพกพาจำนวน 192 คน พบว่าค่าคะแนนความเมื่อยล้าในงานประกอบชิ้นส่วนฮาร์ดดิสก์ไครฟ์คอมพิวเตอร์แบบตั้งโต๊ะมีอาการเมื่อยล้ากล้ามเนื้อมากกว่าพนักงานประกอบชิ้นส่วนฮาร์ดดิสก์ไครฟ์คอมพิวเตอร์แบบพกพาอย่างเห็นได้ชัด ดังภาพที่ 4 ซึ่งสอดคล้องกับสถิติการเจ็บป่วยด้วยอาการทางกระดูกและกล้ามเนื้อที่เกิดขึ้นที่ศูนย์พยาบาลของบริษัท โดยพนักงานประกอบชิ้นส่วนฮาร์ดดิสก์ไครฟ์แบบตั้งโต๊ะและแบบพกพา มีอาการเจ็บป่วยด้วยอาการทางกระดูกและกล้ามเนื้ออันเนื่องมาจากการทำงานระหว่างปี 2550 ถึง 2552 จำนวน 65 และ 25 คน ตามลำดับ ดังที่กล่าวมาข้างต้น



ภาพที่ 4 ผลการประเมินความรู้สึกเมื่อยล้าส่วนต่างๆ ของร่างกายเปรียบเทียบระหว่างการประกอบชิ้นส่วนฮาร์ดดิสก์ไครฟ์คอมพิวเตอร์แบบตั้งโต๊ะและแบบพกพา โดยวิธี BD

จากสถิติการเจ็บป่วยจากศูนย์พยาบาลของโรงงานตัวอย่าง และผลการสำรวจความเมื่อยล้าของพนักงานโดยวิธี BD ดังภาพที่ 3 จะเห็นว่าพนักงานประกอบชิ้นส่วนฮาร์ดดิสก์ไครฟ์แบบตั้งโต๊ะมีอาการเมื่อยล้ามากกว่าพนักงานประกอบชิ้นส่วนฮาร์ดดิสก์ไครฟ์แบบพกพา ขณะที่คะแนนที่ได้จากการประเมินโดยวิธี RULA ของพนักงานประกอบชิ้นส่วนฮาร์ดดิสก์ไครฟ์ทั้ง 2 แบบ ดังภาพที่ 2 คะแนนจะเท่ากัน เนื่องจากไม่ได้มีการพิจารณาความสะดวกในการหยิบจับชิ้นงาน รวมทั้งน้ำหนักของชิ้นงานชิ้นต่ำที่เป็นสาเหตุของความเมื่อยล้าคือน้ำหนักตั้งแต่ 2 กิโลกรัมขึ้นไป ซึ่งในงานประกอบชิ้นส่วนฮาร์ดดิสก์ไครฟ์ที่มีน้ำหนักสูงสุดเพียง 0.7 กิโลกรัมเท่านั้น จึงสรุปได้ว่า

แบบประเมินที่มีอยู่ไม่สามารถแยกแยะความเสี่ยงในโรงงานประกอบชิ้นส่วนฮาร์ดดิสก์ไดรฟ์ได้อย่างชัดเจน ทำให้การนำไปใช้งานในทางปฏิบัติไม่ค่อยได้รับความร่วมมือและเป็นปัญหาต่อการพัฒนางานด้านการยศาสตร์

ด้วยเหตุผลดังกล่าวข้างต้น งานวิจัยนี้จึงมีวัตถุประสงค์ที่จะศึกษาความเหมาะสมของแบบประเมินความเสี่ยงด้านการยศาสตร์สำหรับงานประกอบชิ้นส่วนฮาร์ดดิสก์ไดรฟ์ และเสนอแนะแบบประเมินความเสี่ยงด้านการยศาสตร์ที่เหมาะสมกับอุตสาหกรรมประกอบชิ้นส่วนฮาร์ดดิสก์ไดรฟ์ โดยมีแบบประเมิน 2 ส่วนคือแบบประเมินจากการสังเกต โดยทีมพัฒนางานด้านการยศาสตร์ในแต่ละหน่วยงาน และแบบประเมินทางจิตฟิสิกส์ที่พนักงานเป็นผู้ประเมินด้วยตนเอง พร้อมประมวลผลคะแนนและสรุประดับความเสี่ยงได้อย่างมีนัยสำคัญ ผู้ประเมินสามารถใช้งานได้สะดวก รวดเร็ว และไม่รบกวนการทำงานของผู้ปฏิบัติงาน รวมทั้งนำผลการประเมินไปจัดลำดับความเสี่ยงเพื่อทำการปรับปรุงแก้ไขได้อย่างมีประสิทธิภาพ

วัตถุประสงค์

1. เพื่อศึกษาความเหมาะสมของแบบประเมินความเสี่ยงด้านการยศาสตร์ที่เหมาะสมกับงานประกอบชิ้นส่วนฮาร์ดดิสก์ไดรฟ์
2. พัฒนาแบบประเมินความเสี่ยงด้านการยศาสตร์สำหรับงานประกอบชิ้นส่วนฮาร์ดดิสก์ไดรฟ์

ประโยชน์ที่คาดว่าจะได้รับ

1. ทราบถึงปัญหาจากการใช้แบบประเมินความเสี่ยงด้านการยศาสตร์
2. ทราบระดับความเสี่ยงด้านการยศาสตร์ในงานประกอบชิ้นส่วนฮาร์ดดิสก์ไดรฟ์เพื่อนำไปเป็นแนวทางในการปรับปรุงสถานงาน
3. นำแบบประเมินความเสี่ยงด้านการยศาสตร์ที่พัฒนาขึ้นไปใช้ในการประเมินความเสี่ยงด้านการยศาสตร์ในสถานงานที่จัดทำขึ้นมาใหม่ ก่อนมีการนำไปใช้
4. เผยแพร่แบบประเมินความเสี่ยงด้านการยศาสตร์ที่พัฒนาขึ้น เพื่อนำไปใช้ในบริษัทต่างๆ ที่มีลักษณะงานประกอบชิ้นส่วนและตรวจสอบชิ้นงานขนาดเล็กในลักษณะที่คล้ายคลึงกัน

ขอบเขตการวิจัย

การวิจัยครั้งนี้เป็นงานวิจัยเชิงสำรวจร่วมกับการวิจัยแบบกึ่งทดลอง เป็นการรวบรวมข้อมูลสถิติการเจ็บป่วยจากศูนย์พยาบาลของบริษัทประกอบชิ้นส่วนฮาร์ดดิสก์ไดรฟ์ตัวอย่าง เป็นการศึกษาประชากร 2 กลุ่ม ซึ่งเป็นอิสระต่อกัน คือความเมื่อยล้าของพนักงานประกอบชิ้นส่วนฮาร์ดดิสก์ไดรฟ์คอมพิวเตอร์แบบตั้งโต๊ะและแบบพกพาจำนวน 192 คน ทำการศึกษาและเก็บข้อมูลที่ บริษัทฮิดาชิ โกลบอล สตอเรจ เทคโนโลยีส์ (ประเทศไทย) จำกัด โดยมีขั้นตอน ดังนี้

1. รวบรวมและวิเคราะห์สถิติการเจ็บป่วยด้วยอาการทางกระดูกและกล้ามเนื้อที่เกิดขึ้นที่ศูนย์พยาบาลของบริษัท

2. ศึกษาแบบประเมินความเสี่ยงด้านการยศาสตร์ที่มีอยู่ และคัดเลือกแบบประเมินที่สามารถใช้ประเมินงานประกอบชิ้นส่วนฮาร์ดดิสก์ไดรฟ์ได้ คือแบบประเมินความเสี่ยงด้านการยศาสตร์ RULA และแบบสำรวจความรู้สึกลำบากของพนักงาน BD

3. ประเมินความเสี่ยงด้านการยศาสตร์ของพนักงานโดยวิธี RULA และสำรวจความรู้สึกลำบากของพนักงาน โดยใช้แบบประเมิน BD รวมทั้งวัดค่าความแข็งแรงของข้อมือที่ลดลง โดยใช้อุปกรณ์ Grip strength dynamometer เปรียบเทียบระหว่างพนักงานประกอบชิ้นส่วนฮาร์ดดิสก์ไดรฟ์คอมพิวเตอร์แบบตั้งโต๊ะ และแบบพกพา รวมทั้งวิเคราะห์ความสอดคล้องของผลการประเมินทั้งสามแบบ กับผลการเจ็บป่วยด้วยอาการทางกระดูกและกล้ามเนื้อจากศูนย์พยาบาลของบริษัท

4. นำผลที่ได้จากการประเมิน และทดลอง รวมทั้งข้อจำกัดของแบบประเมินที่มีอยู่ มาใช้ในการพัฒนาแบบประเมินความเสี่ยงด้านการยศาสตร์ที่เหมาะสมสำหรับงานประกอบชิ้นส่วนฮาร์ดดิสก์ไดรฟ์

สมมติฐานการวิจัย

1. แบบประเมินความเสี่ยงด้านการยศาสตร์ที่มีอยู่ไม่เหมาะสมกับการใช้ประเมินงานประกอบชิ้นส่วนฮาร์ดดิสก์ไดรฟ์

การตรวจเอกสาร

การศึกษาครั้งนี้ ผู้วิจัยได้ทำการตรวจสอบเอกสาร ความรู้ แนวคิด และทฤษฎี รวมถึงผลงานวิจัยที่เกี่ยวข้อง เกี่ยวกับการพัฒนาแบบประเมินความเสี่ยงด้านการยศาสตร์ ดังต่อไปนี้

แนวคิดและทฤษฎีที่เกี่ยวข้อง

1. การยศาสตร์

1.1 ความหมายของการยศาสตร์

Ergonomics มาจากรากศัพท์ภาษากรีกสองคำ คือ “Ergon” หมายถึง “งาน” กับคำว่า “Nomos” ซึ่งหมายถึง “กฎ” Ergonomics หมายถึง การศึกษากฎเกณฑ์ในการทำงาน โดยมีเป้าหมายเพื่อที่จะปรับปรุงงานหรือ สภาพะงานให้เข้ากับแต่ละบุคคล เพื่อสุขภาพและความปลอดภัย ตลอดจนการเพิ่มประสิทธิภาพในการทำงานของผู้ปฏิบัติงาน ในบางครั้งพบว่าอาจถูกกล่าวเป็นคำอื่นในความหมายที่ใกล้เคียงกัน เช่น Human Factors, Human Engineering หรือ Human Factors Engineering สำหรับชื่อภาษาไทยก็พบว่ามีการเรียกกันในชื่อ “วิทยาการจัดสภาพงาน” หรือ “สมรรถยศาสตร์” จนกระทั่งคณะกรรมการบัญญัติศัพท์วิศวกรรมศาสตร์ สาขาเครื่องกลและอุตสาหกรรมของราชบัณฑิตยสถานได้พิจารณาบัญญัติศัพท์ ของคำว่า Ergonomics ไว้ว่า “การยศาสตร์” ในปี 2551

1.2 ความสำคัญของการยศาสตร์

ในการพัฒนาอุตสาหกรรม ปกตินอกจากจะมีการนำเครื่องจักรกลต่างๆ เข้ามาใช้ในกระบวนการผลิตแล้ว ยังได้มีการนำเอาระบบและวิธีการต่างๆ เข้ามาใช้ประกอบควบคู่กับเครื่องจักรต่างๆ อันประกอบด้วยวัสดุ ระยะเวลา และผู้ปฏิบัติงาน เพื่อให้เหมาะสมกับลักษณะของงานและกระบวนการผลิต ซึ่งล้วนเป็นสิ่งที่มีความสำคัญที่จะต้องพิจารณา และหากมิได้นำเอาความรู้เรื่องการยศาสตร์ไปประยุกต์ใช้ปรับปรุงสภาพงานนั้น ก็จะส่งผลให้สถานประกอบการมีความเสี่ยงที่จะประสบกับปัญหา ดังต่อไปนี้

1.2.1 ผลผลิตโดยรวมลดลง

1.2.2 อัตราเกิดการผิดพลาดหรืออุบัติเหตุสูง หรือเพิ่มขึ้น

1.2.3 อัตราการหยุดงานสูง หรือเพิ่มขึ้น

1.2.4 อัตราการลาออกของผู้ปฏิบัติงานสูง หรือเพิ่มขึ้น

1.2.5 การสูญเสียด้านเวลามีมาก หรือเพิ่มขึ้น

1.2.6 ค่าใช้จ่ายด้านรักษาพยาบาล และวัสดุอุปกรณ์สูงหรือเพิ่มขึ้น

1.2.7 ผู้ปฏิบัติงานมีความเครียด ความเมื่อยล้า ที่อาจนำไปสู่การเป็นโรคอันเนื่องมาจากการทำงาน

ดังนั้น การนำเอาแนวปฏิบัติของการยศาสตร์มาประยุกต์ใช้ จะช่วยลดอัตราการเกิดอุบัติเหตุ การบาดเจ็บ การเจ็บป่วย การบ่นและร้องเรียน ของผู้ปฏิบัติงาน ซึ่งในขั้นสุดท้ายจะเป็นการเพิ่มผลผลิตในด้านปริมาณและคุณภาพ

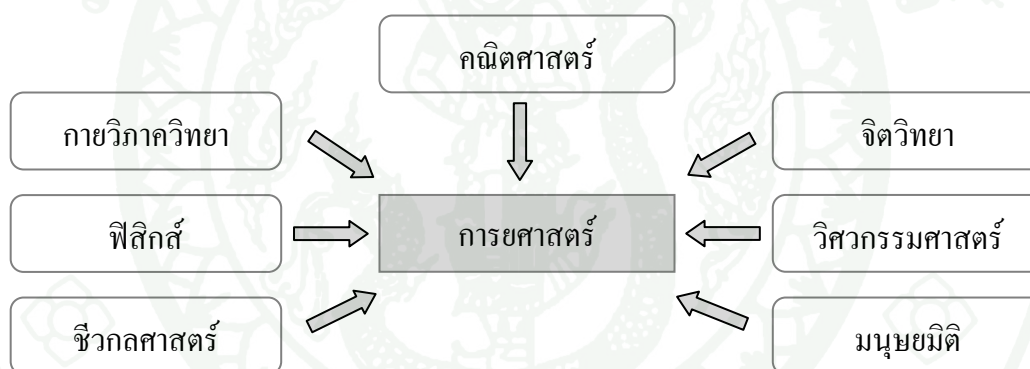
1.3 วัตถุประสงค์ของการยศาสตร์

1.3.1 เพื่อเพิ่มประสิทธิภาพและประสิทธิผลในการทำงาน ซึ่งจะรวมไปถึงการเพิ่มความสะดวกสบายในการใช้อุปกรณ์ เครื่องมือ การลดข้อผิดพลาดในการทำงานและการเพิ่มผลผลิต

1.3.2 เพื่อเพิ่มคุณค่าของชีวิตคนรวมไปถึงการพัฒนาความปลอดภัยการลดความเมื่อยล้าและความเครียดจากการทำงาน การเพิ่มความสบายในการทำงาน การยอมรับของผู้ใช้ผลิตภัณฑ์ส่วนใหญ่ การเพิ่มความพอใจในงานที่ทำ และการปรับปรุงคุณภาพชีวิตของผู้ปฏิบัติงาน

1.4 องค์ประกอบของการยศาสตร์

วิชาการแขนงต่าง ๆ ซึ่งเป็นองค์ประกอบที่สำคัญของการยศาสตร์ เป็นการประยุกต์ใช้ วิชาการแขนงต่าง ๆ ทั้งวิชา กายวิภาคศาสตร์, สรีรวิทยา, จิตวิทยา และวิศวกรรมศาสตร์ เป็นต้น ล้วนมีความจำเป็นอย่างยิ่งในอันที่จะชี้ให้เห็นถึงปัจจัยด้านต่างๆ ที่มีผลกระทบต่อคนงาน รวมไปถึง การจัดการปัจจัยเหล่านี้ ให้อยู่ในสถานะที่เหมาะสมด้วยการนำความรู้ทางด้านการยศาสตร์ ประยุกต์ใช้ จึงเป็นการที่จะส่งเสริมประสิทธิภาพ ความปลอดภัยและความสบายในการทำงาน และสามารถทำได้โดยการสร้างความสัมพันธ์ที่ดีให้เกิดขึ้น ระหว่างคน เครื่องมือและสิ่งแวดล้อม ในการทำงานของเขา การพัฒนา และปรับปรุงสภาพการทำงาน ความหนัก-เบาของงานรวมถึง ทำางการทำงาน เพื่อให้คนงานสามารถทำงานได้อย่างมีประสิทธิภาพ และลดข้อผิดพลาดในการทำงานให้น้อยลง นับเป็นการเพิ่มคุณภาพชีวิตในการทำงานที่ดีนั่นเอง



ภาพที่ 5 แสดงศาสตร์ต่างๆที่เกี่ยวกับการดำเนินงานการยศาสตร์

ที่มา: วิฑูรย์ และ กฤษฎา (2540)

1.5 ขอบเขตของงานการยศาสตร์

การออกแบบ (Design) และการปรับปรุง (Improvement) สภาพและสิ่งแวดล้อม ในการทำงาน ซึ่งเป็นแนวทางหลักของวิทยาการจัดสภาพงาน มีขอบเขตครอบคลุมถึงตัวงาน สภาพการทำงานสิ่งแวดล้อมในการทำงาน อุปกรณ์ เครื่องจักรต่างๆ และวิธีการและขั้นตอน การทำงานขอบเขตของการยศาสตร์ สามารถแยกเป็นหมวดหมู่ ดังต่อไปนี้

1.5.1 การศึกษาและวิเคราะห์ถึงองค์ประกอบของงาน (Work Organization) และเวลาการทำงาน (Working Time) รวมถึงการปฏิบัติงานเป็นกะและในเวลากลางคืน (Shift and Night Work)

1.5.2 การออกแบบสถานที่ปฏิบัติงาน (Work Design) และการออกแบบอุปกรณ์เครื่องมือที่ใช้ปฏิบัติงาน (Equipment Design)

1.5.3 การศึกษาถึงความหนักเบาของงาน (Work Load) และสรีรวิทยาในการทำงาน (Work Physiology)

1.5.4 การศึกษาท่าทางในการปฏิบัติงาน (Work Posture) และการยก ขนย้ายวัสดุ (Materials Handling)

1.5.5 การออกแบบและปรับปรุงสิ่งแวดล้อมในการทำงาน (Working Environment)

1.5.6 การศึกษาและวิเคราะห์การถ่ายทอดและรับส่งข้อมูล (Information Transfer)

2. ความเมื่อยล้าจากการปฏิบัติงาน

2.1 ความหมายและประเภทของความเมื่อยล้า

ความเมื่อยล้า (Fatigue) หมายถึง สภาวะของร่างกายที่มีความรู้สึกเหนื่อยและเพลีย (Weariness) ความรู้สึกเหนื่อยและเพลียนี้เป็นกลไกปกป้องร่างกายของมนุษย์ตามธรรมชาติ กลไกหนึ่งที่จะช่วยไม่ให้ร่างกายใช้พลังงานมากเกินไปจนเกิดอันตราย ในกรณีที่ผู้ปฏิบัติงานสามารถพักเพื่อคลายความเครียดในช่วงเวลาใดๆ ได้ ความรู้สึกเหนื่อยและเพลียจะสามารถหายหรือเบาบางลงในทางตรงกันข้ามคือ การที่ผู้ปฏิบัติงานต้องทำงานที่หนักภายใต้สภาวะและสิ่งแวดล้อมที่เครียดในช่วงระยะเวลาที่ยาว และมีการจัดช่วงหยุดพักที่ไม่เหมาะสม ความเมื่อยล้าที่เกิดขึ้นจะยังคงค้างอยู่และเกิดการสะสมในวันต่อไป ซึ่งจะส่งผลกระทบต่อร่างกายผู้ปฏิบัติงาน (วิฑูรย์ และ กฤษณา, 2537)

ความเมื่อยล้าสามารถแบ่งออกเป็น 3 ประเภทใหญ่ๆ คือความล้าจากกล้ามเนื้อ (muscular fatigue) ความล้ากายภาพ (Physical fatigue) และความล้าทั่วไป (general fatigue)

โดยความล้าจากกล้ามเนื้อจะเป็นความเจ็บปวดซึ่งเกิดขึ้นจากการที่กล้ามเนื้อออกแรงมากเกินไปและเกิดขึ้นเฉพาะแห่ง ความล้ากายภาพเกิดจากการที่ร่างกายรับภาระทั้งจากงานและสิ่งแวดล้อมที่มากเกินไป เป็นการตอบสนองจากระบบเลือดและหัวใจของร่างกาย ส่วนความล้าทั่วไปเป็นความรู้สึกที่กระจายทั่วไปควบคู่ไปกับอาการอ่อนเพลีย หดหู่ ท้อแท้ และความพยายามลดลง

เนื่องจากลักษณะอาการของผู้ปฏิบัติงานที่มีความเมื่อยล้า มีผลกระทบต่อความปลอดภัยและประสิทธิภาพในการทำงาน ศาสตราจารย์อีโตน์ แกรนด์จิน ได้กล่าวถึงลักษณะอาการของผู้ที่มีความเมื่อยล้าไว้ดังนี้

- ความเมื่อยล้าของกล้ามเนื้อ (Muscular Fatigue)
- มีความรู้สึกอ่อนเพลีย ง่วงนอน และมีโอกาสเป็นลมได้ง่าย
- ความคิดและการสั่งงานของสมองช้าลง
- ความตื่นตัวลดลง
- ความสามารถในการรับรู้สิ่งต่างๆ ช้าลง
- รู้สึกไม่อยากที่จะทำงาน

นอกจากนี้ยังมีความเมื่อยล้าพบมากในการปฏิบัติงานภาคอุตสาหกรรม ซึ่งผู้ปฏิบัติงานต้องประสบกับสถานะและสิ่งแวดล้อมที่มีความเค้นวันแล้ววันเล่าเป็นเวลานานพอควร ความเมื่อยล้าลักษณะนี้เรียกว่า “ความเมื่อยล้าแบบเรื้อรัง” ลักษณะอาการของความเมื่อยล้าชนิดนี้ไม่เพียงแต่จะเกิดในช่วงระหว่างการปฏิบัติงาน หรือหลังจากเลิกงานเท่านั้น แต่ยังคงค้างอยู่และจะเกิดในช่วงเวลาอื่นด้วย เช่น ช่วงเวลาตื่นนอนตอนเช้าก่อนเริ่มปฏิบัติงาน ทั้งนี้อาการดังกล่าวจะส่งผลให้ประสิทธิภาพทางกายและทางใจลดลง และส่งผลกระทบต่อประสิทธิภาพในการทำงานลดลง เพิ่มโอกาสในการเกิดอุบัติเหตุ การเจ็บป่วย และการสูญเสียกำไร ซึ่งเป็นเรื่องที่คุณประกอบการควรให้ความสำคัญ

2.2 ปัจจัยที่ทำให้เกิดความเมื่อยล้า

สำนักวิชาการแพทยศาสตร์ มหาวิทยาลัยเทคโนโลยีสุรนารี (2548) ระบุว่าสาเหตุที่ทำให้เกิดความเมื่อยล้า คือ ลักษณะงานที่ทั้งงานที่อยู่กับที่และเคลื่อนที่ (Static และ Dynamic Works) ความเจ็บป่วย อาการเจ็บป่วย การพักผ่อนไม่เพียงพอ และปัจจัยทางด้านจิตใจ เช่น วิตกกังวล สับสนและการกระทำซ้ำซาก ดังนั้นความเมื่อยล้าสามารถเกิดขึ้นจากหลายปัจจัยรวมกัน

โดย ชมพูศักดิ์ (2534) ยังระบุว่าความเมื่อยล้าที่เกิดขึ้นในกลุ่มผู้ปฏิบัติงานในโรงงานอุตสาหกรรมมีสาเหตุมาจากปัจจัยหลายประการดังนี้ คือ

2.2.1 ปัจจัยทางด้านการทำงาน ในการทำงานซึ่งรวมทั้งลักษณะของการทำงาน ลักษณะรายละเอียดของงาน เวลา สถานที่ทำงาน ความรับผิดชอบ ความมั่นคงในการทำงานและค่าตอบแทน เป็นต้น

2.2.2 ปัจจัยเกี่ยวกับตัวผู้ปฏิบัติงานเอง ผู้ปฏิบัติงานมีพื้นฐานสุขภาพไม่ดี อาจเป็นสาเหตุให้เกิดความเมื่อยล้าได้ง่าย

2.2.3 ปัจจัยเกี่ยวกับสภาพของครอบครัวและสิ่งแวดล้อมในชุมชน ผู้ปฏิบัติงานที่มีปัญหาครอบครัว ช่วงเวลาในการพักผ่อนไม่เพียงพอ สิ่งแวดล้อมบริเวณที่พักอาศัยไม่ถูกต้องตามหลักสุขาภิบาล

โดย Parker and Imbus (1986) ยังอธิบายสาเหตุความเครียดทางกายภาพที่มีผลต่อความล้าของกล้ามเนื้อว่ามาจากปัจจัยต่างๆ ดังนี้

- แรง ภายใต้อาการที่เหมาสมความแข็งแรงของกล้ามเนื้อจะเพียงพอที่จะส่งแรงสำหรับการเคลื่อนไหวและการทำงานของร่างกาย แต่ถ้าความแข็งแรงของกล้ามเนื้อไม่เพียงพอต่อความต้องการของงานก็จะเกิดกล้ามเนื้ออ่อนแรง และได้รับบาดเจ็บจากการทำงานเกินกำลังทันทีหรือเกิดความเมื่อยล้าสะสมทำให้สมรรถภาพกล้ามเนื้อลดลง

- ท่าทางในการทำงาน โดยการทำงานในท่าทางที่เป็นธรรมชาติจะทำให้กล้ามเนื้อไม่มีการส่งถ่ายแรงมากที่สุด และใช้พลังงานน้อยและกล้ามเนื้อจะล้าช้าที่สุด

ซึ่งการทำงานในท่าทางที่ผิดไปจากปกติมาก จะมีผลกระทบในทางลบต่อการออกแรงของกล้ามเนื้อ และทำให้ความแข็งแรงของกล้ามเนื้อลดลงและเร่งให้เกิดความล้าได้เร็วขึ้น โดยท่าทางของร่างกายที่ทำให้เกิดความเมื่อยล้า ดังแสดงตารางที่ 3 ดังนี้

ตารางที่ 3 ท่าทางของร่างกายที่ทำให้เกิดความเมื่อยล้า

ข้อต่อของร่างกาย	ท่าทางการทำงานที่ก่อให้เกิดความเมื่อยล้า
ข้อเท้า	กระดกปลายเท้าขึ้นเต็มที่ กดปลายเท้าลงเต็มที่
ข้อเข่า	งอเข่ามุนน้อยกว่า 90 องศา เหยียดเข่าตรง
สะโพก (ท่านั่ง)	ทำมุนมากกว่า 110 องศา หรือน้อยกว่า 80 องศา
หลัง	ก้ม เอียง ไปด้านซ้าย หรือเอนไปด้านหลังมากกว่า 20 องศา
ไหล่	ยกไหล่ งอ หรือกางไหล่ หรือเอนไปด้านหลังมากกว่า 20 องศา
ข้อศอก	งอทำมุมระหว่างต้นแขน กับปลายแขนเทียบกับแนวตั้ง น้อยกว่า 80 องศา หรือ กางออกมากกว่า 120 องศา
ปลายแขน ข้อมือ	ในขณะออกแรงมีการหมุนปลายแขนให้ฝ่ามือคว่ำ บิดข้อมือเข้า หรือออกด้านนอก มากกว่า 45 องศาจากธรรมชาติ หักพับ ข้อมือมากกว่า 30 องศา

ที่มา: Parker and Imbus (1986)

- การทำงานซ้ำซากโดยออกแรงใช้กล้ามเนื้อในมัดเดิมๆ ซ้ำๆ กัน และมีรอบของการทำงานสั้นกว่า 2 นาที จะทำให้เกิดการปวดเมื่อยกล้ามเนื้อเฉพาะที่ และ เป็นปัจจัยเสี่ยงของการปวดกล้ามเนื้อเรื้อรัง โดย NIOSH (1997) ซึ่งป่งการทำงานซ้ำๆ ว่าหากทำงานไประยะเวลานานๆ จะทำให้กล้ามเนื้อรู้สึกล้าและเกิดความเค้นของกล้ามเนื้อ โดยให้แนวทางในการระบุการทำงานซ้ำซากในเชิงปริมาณเพื่อแนะนำให้เข้าใจว่าร่างกายแต่ละส่วนมีความสามารถในการทำงานซ้ำๆ ต่างกัน จึงได้จำแนกในแต่ละอวัยวะ เพื่อระบุว่างานนั้นเป็นงานซ้ำซากหรือไม่ดังนี้

- ก. มือ ที่มีการเคลื่อนไหวซ้ำๆ มากกว่า 20,000 ครั้งต่อ 8 ชม.
- ข. ไหล่ ที่มีการทำเคลื่อนไหวซ้ำๆ มากกว่า 2.5 ครั้งต่อนาที
- ค. แขนส่วนบนและศอกที่มีการเคลื่อนไหวซ้ำๆ มากกว่า 10 ครั้งต่อนาที
- ง. แขนส่วนล่างและข้อมือ ที่มีการเคลื่อนไหวซ้ำๆ มากกว่า 10 ครั้งต่อนาที
- จ. นิ้วมือที่มีการเคลื่อนไหวซ้ำๆ มากกว่า 200 ครั้งต่อนาที

ทั้งนี้ ความเมื่อยล้ายังมีสาเหตุมาจากการทำงานที่ต้องอยู่นิ่ง หรือคงท่าทางเดิมเป็นเวลานานๆ ซึ่งเป็นท่าทางการทำงานแบบที่ไม่เคลื่อนที่จนเป็นสาเหตุของความเมื่อยล้า ดังแสดงในตารางที่ 4

ตารางที่ 4 ท่าทางการทำงานแบบที่ไม่เคลื่อนที่จนเป็นสาเหตุของความเมื่อยล้า

ท่าทางการทำงานที่อยู่กึ่งที่	ส่วนของร่างกายที่ปวดเมื่อย
ที่ยืน	เท้า ขา และเส้นเลือดคอที่ขา
ทำนั่งตรงไม่มีพนักพิง	กล้ามเนื้อหลัง (Erector spine)
นั่งเก้าอี้สูงเกินไป	เข่า น่อง เท้า
นั่งเก้าอี้ต่ำ	ไหล่ คอ (Trapezius, Rhomboideus, Levator Scapular)
นั่ง-ยืน ก้มลำตัวไปข้างหน้า	หลังส่วนบนเอว หมอนรองกระดูกเสื่อม (Lumbar Region, Erector spine)
ยืนแขนไปข้างหน้า ข้างหลัง และลงข้างล่าง	ไหล่ ต้นแขน (ไหล่อกเสบ)
ก้มคอ หรือเงยศีรษะ	คอ หมอนรองกระดูก
หยิบ จับของด้วยท่าไม่ถูกต้อง	ต้นแขน เอ็นอกเสบ

ที่มา: Grandjean (1988)

ทั้งนี้ มุมของการหมุนของข้อต่อร่างกายยังเป็นอีกปัจจัยหนึ่งที่ทำให้เกิดความเมื่อยล้าตามอวัยวะต่างๆ ดังแสดงในตารางที่ 5

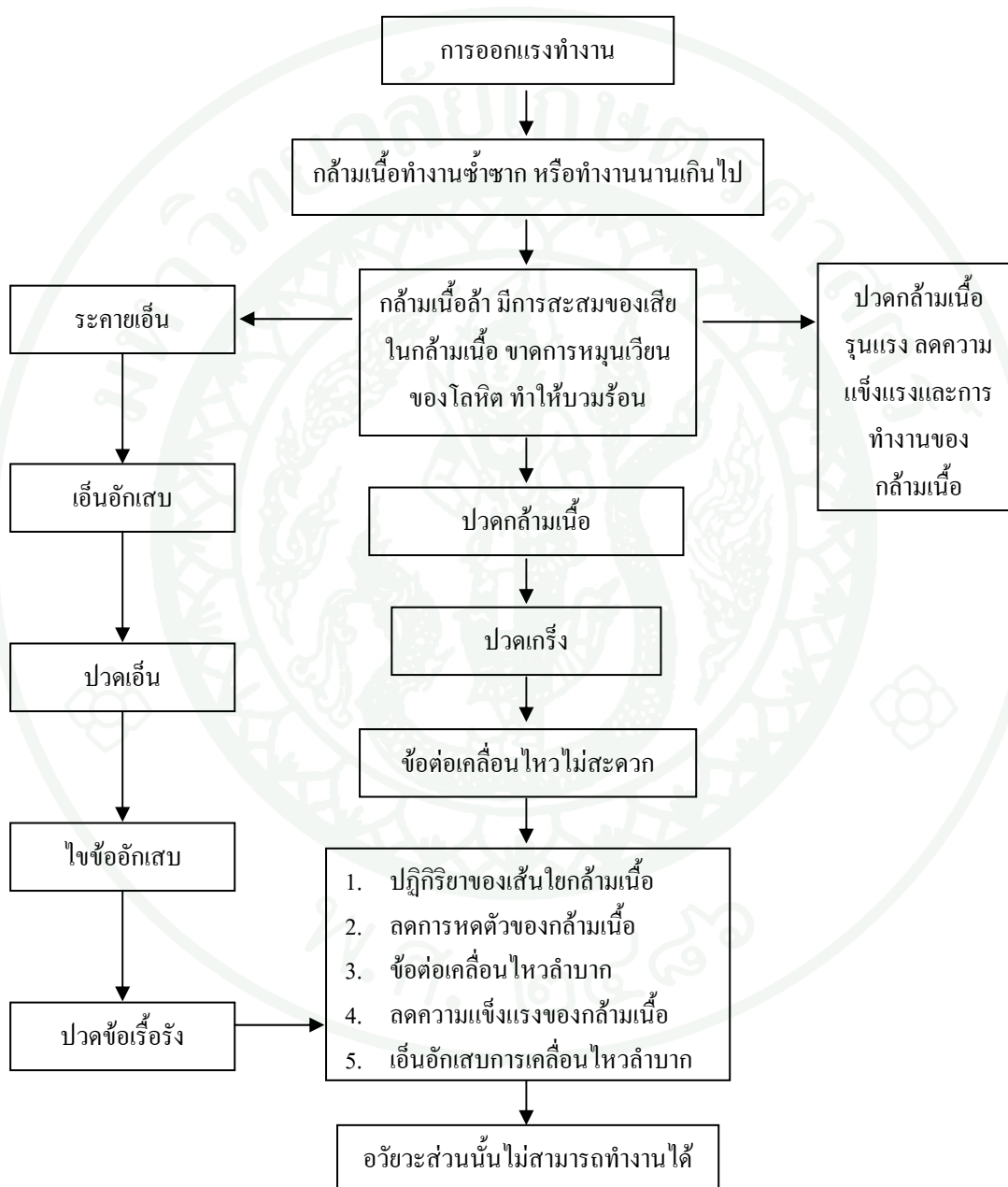
ตารางที่ 5 การหมุนข้อต่อของร่างกายในมุมที่ทำให้เกิดความเมื่อยล้า

ข้อต่อของร่างกาย	ท่าทางที่ทำให้เกิดความเมื่อยล้า
ข้อเท้า	กระดูกปลายเท้าขึ้นเต็มที่ กดปลายเท้าลงเต็มที่
ข้อเข่า	งอเข่ามุนน้อยกว่า 90 องศา เหยียดเข่าตรง
สะโพก (ท่านั่ง)	ทำมุนมากกว่า 110 องศา หรือน้อยกว่า 80 องศา
หลัง	ก้ม เอียง ไปด้านซ้าย หรือเอนไปด้านหลังมากกว่า 20 องศา
ไหล่	ยกไหล่ งอ หรือกางไหล่ หรือเอนไปด้านหลังมากกว่า 20 องศา
ข้อศอก	งอทำมุนระหว่างต้นแขน กับปลายแขนเทียบกับแนวดิ่ง น้อยกว่า 80 องศา หรือ กางออกมากกว่า 120 องศา
ปลายแขน	ในขณะที่ออกแรงมีการหมุนปลายแขนให้ฝ่ามือคว่ำ
ข้อมือ	บิดข้อมือเข้า หรือออกด้านนอก มากกว่า 45 องศาจากธรรมชาติ หักพับข้อมือมากกว่า 30 องศา
นิ้วมือ	กางนิ้วออกแยกห่างกันเกิน 1 นิ้ว เกร็งนิ้ว หยิก

ที่มา: Chaffin and Anderson (1991)

2.3 อาการของความเมื่อยล้ากล้ามเนื้อ

จำแนกออกแบบเฉียบพลันและแบบเรื้อรัง เมื่อมีการพักอาการก็หายไป และถ้ายังมีการฝึกงานต่อไปอีก ก็จะทำให้เกิดความเครียดไปยังอวัยวะส่วนอื่นๆ ดังภาพที่ 6



ภาพที่ 6 แสดงลำดับอาการปวดกล้ามเนื้อจนอวัยวะไม่สามารถทำงานได้

ที่มา: Parker and Imbus (1986)

3. การประเมินความเสี่ยงด้านการยศาสตร์

โดยทั่วไปการประเมินด้านการยศาสตร์สามารถประเมินได้ 3 วิธีได้แก่ การสังเกต การวัดโดยตรง และการใช้แบบสอบถาม ซึ่งแบบประเมินที่ใช้ในการวิเคราะห์งานด้านการยศาสตร์มีหลายเทคนิควิธี เช่น การใช้แบบสอบถาม หรือการวัดด้วยเครื่องมือต่างๆ โดยเน้นเรื่องท่าทางการใช้แรงของร่างกายในการทำงานว่าเหมาะสมหรือไม่ มีวัตถุประสงค์เพื่อประเมินว่างานดังกล่าวจะมีความเสี่ยงต่อความเมื่อยล้าและการบาดเจ็บหรือไม่ ผลที่ได้จากการวิเคราะห์ จะเป็นแนวทางสำคัญในการเฝ้าระวังปัญหา รวมถึงการปรับปรุงและออกแบบงานเพื่อให้มีความปลอดภัย ซึ่งตัวอย่างรูปแบบการประเมินที่นิยมใช้กันแพร่หลาย ที่นำมาประกอบการวิจัยในครั้งนี้มีทั้งสิ้น 12 วิธี ดังนี้

- 3.1 AI (Abnormal Index)
- 3.2 Posture Targeting
- 3.3 RULA (Rapid Upper Limb Assessment)
- 3.4 BD (Body discomfort)
- 3.5 เครื่องมือวัดอัตราการเต้นหัวใจ (Heart Rate Monitor)
- 3.6 OWAS (The Ovako Working Posture Analyzing System)
- 3.7 เครื่องมือวัดการเคลื่อนไหว (Motion Analyzer)
- 3.8 เครื่องมือวัดการเปลี่ยนแปลงทางไฟฟ้าของกล้ามเนื้อ (Electromyography: EMG)
- 3.9 เครื่องมือวัดการใช้ออกซิเจน (Oxygen consumption analyzer)
- 3.10 JSI (Job Strain Index)
- 3.11 HAL (Hand Activities level)
- 3.12 REBA (Rapid Entire Body Assessment)

3.1 AI (Abnormal Index)

เป็นแบบประเมินเพื่อใช้ประเมินความรุนแรงของปัญหา โดยการสัมภาษณ์พนักงาน มีวัตถุประสงค์เพื่อศึกษาประวัติการเจ็บปวดกล้ามเนื้อของพนักงาน โดยการคำนวณค่าดัชนีความไม่ปกติ (AI) จะมีคำถามที่มุ่งเน้นหาระดับความรุนแรงของปัญหา ข้อดีของค่าดัชนีความไม่ปกติ(AI) คือ ค่าดัชนีความผิดปกติ ซึ่งใช้ประเมินความล้าทั้งร่างกายและทางด้านจิตใจภายหลังจากการทำงานครบรอบระยะเวลาการทำงาน of พนักงาน โดยใช้ความรู้สึกร่างกายเป็นเกณฑ์

การประเมิน เพื่อประโยชน์ในการปรับปรุงวิธีการทำงานของพนักงานให้มีประสิทธิภาพมากยิ่งขึ้น
ใช้ได้สะดวกรวดเร็ว สามารถใช้กับคนจำนวนมากๆ โดยรายละเอียดของแบบสัมภาษณ์ประกอบ
ด้วยหัวข้อต่างๆ ดังนี้

- 1) ความเมื่อยล้าทั่วไป
- 2) ความเสี่ยงต่อการเจ็บปวดและบาดเจ็บ
- 3) ระดับความสนใจต่องานที่ทำ
- 4) ความซับซ้อนของลักษณะงาน
- 5) ความยากงานของการทำงาน
- 6) จังหวะการทำงาน
- 7) ความรับผิดชอบในการทำงาน
- 8) ความเป็นอิสระในการทำงาน

ในการประเมินผลแบบสอบถามชุดนี้ ใช้ในการสัมภาษณ์พนักงานโดยตรงพนักงาน
ที่ถูกสัมภาษณ์จะเป็นผู้ทำการประเมินผลในแต่ละหัวข้อด้วยตนเอง โดยแต่ละหัวข้อจะแบ่งระดับ
ความรุนแรงเป็น 10 ระดับคะแนน คือ ระดับ 0-9 โดย

คะแนน 0 หมายถึง ความรุนแรงน้อยที่สุด

คะแนน 9 หมายถึง ความรุนแรงมากที่สุดหรือมากจนทนไม่ได้

คะแนนที่ได้แต่ละหัวข้อมนำมาประเมินค่าดัชนีความไม่ปกติ (AI) โดยใช้สมการที่ 1

ดังนี้

$$AI = \frac{\sum(1,2,4,5,6,7) - \sum(3,8)}{8} \quad (1)$$

ค่าดัชนีความไม่ปกติ (AI) สามารถประเมินผลได้ดังนี้

AI < 0 ไม่มีปัญหาอะไรเลย

AI 0- 2 มีปัญหาเล็กน้อยพอทนได้

AI 2- 3 ต้องระมัดระวังเอาใจใส่

AI 3-4 เริ่มมีปัญหาจนทนไม่ได้

AI > 4 ผิดปกติ ต้องรีบดำเนินการแก้ไขทันที

3.2 Posture Targeting

ใช้วิเคราะห์ท่าทางการทำงานเทียบกับแนวคิด ใช้บันทึกท่าทางที่เกิดขึ้นจากท่าทางในการทำงานของส่วนต่างๆ ของร่างกาย แบ่งออกเป็น 10 ส่วนเหมาะใช้ในการฝึกฝนและทำความเข้าใจเรื่องการเคลื่อนไหวมากกว่าใช้ในงานจริง ไม่เสียค่าใช้จ่ายมาก แต่อาจเสียเวลาในการบันทึกผล แต่มีความคลาดเคลื่อนง่าย ไม่เหมาะกับงานที่มีการเคลื่อนไหวร่างกายมาก ทั้งนี้การประเมินบอกเพียงท่าทางการทำงานผิดจากท่าทางธรรมชาติของร่างกาย แต่ไม่บอกระดับความเสี่ยงเป็นคะแนน ทำให้การชี้แจงความเสี่ยงทำได้ลำบาก

3.3 แบบประเมินท่าทางการทำงานด้วยเทคนิค RULA (Rapid Upper Limb Assessment)

แบบประเมิน RULA ได้พัฒนาโดย ดร. เลน แมคเอเทมเนย์ และ ดร. ไนเกล คอร์เลท จากสถาบันการยศาสตร์ในการทำงานแห่งมหาวิทยาลัยน็อตติงแฮม ประเทศอังกฤษ โดยได้ถูกตีพิมพ์เผยแพร่เมื่อปี 1993 ในวารสารการยศาสตร์ประยุกต์ (Applied Ergonomics) [1] (นริศ, 2547) เทคนิค RULA ใช้อธิบายเกี่ยวกับท่าทางการทำงาน แรงและการใช้กล้ามเนื้อในการปฏิบัติงานที่มีปัจจัยเสี่ยงต่อการบาดเจ็บของกล้ามเนื้อและกระดูก เป็นวิธีที่สามารถบันทึกได้เร็ว โดยใช้พื้นฐานของเทคนิค OWAS ที่ใช้ในการบันทึกท่าทางการทำงานต่างๆ เป็นระบบตัวเลขที่ง่าย รวดเร็ว และใช้ได้รวดเร็ว ซึ่งในทางปฏิบัติจะนิยมบันทึกท่าทางการทำงานขณะทำงานด้วยวิธีการบันทึกภาพเคลื่อนไหวแล้วนำมาเปิดย้อนกลับดูเพื่อประเมินและบันทึกท่าทางการทำงานเป็นตัวเลขลงในตารางบันทึก

ข้อดีของ RULA คือมีความสะดวกในการใช้งาน โดยไม่จำเป็นต้องใช้เครื่องมือวัดใดๆ ไม่รบกวนท่าทางการทำงานของพนักงาน ง่ายและสามารถแบ่งให้ทุกคนมีส่วนร่วมในการประเมิน ท่าทางการทำงานด้วยสายตา ซึ่งบางครั้งอาจเกิดความผิดพลาดได้ โดยเกณฑ์ของการประเมินสามารถบอกระดับความรุนแรงของปัญหา

วัตถุประสงค์ของแบบประเมินนี้ถูกพัฒนาขึ้นเพื่อประเมินความเสี่ยงต่อปัญหาการบาดเจ็บของร่างกายส่วนบน ที่อาจเป็นผลมาจากการทำงานของแต่ละบุคคล ซึ่งเป็นปัจจัยเสี่ยงอย่างหนึ่งที่อาจนำไปสู่ปัญหาการบาดเจ็บสะสมของกล้ามเนื้อ โครงสร้างในระยะยาวได้ และต้องการให้ผู้ที่เกี่ยวข้องเฝ้าระวังปัญหาที่จะเกิดตามมา

ในการบันทึกคะแนนท่าทางการทำงาน จะใช้วิธีสังเกตพนักงานโดยทำการบันทึกวิดีโอขณะที่พนักงานกำลังปฏิบัติงานหลายๆรอบ เพื่อเลือกงานและท่าทางการทำงานที่สนใจ โดยอาจจะเลือกใช้ท่าทางการทรงตัวที่มีสัดส่วนมากที่สุดในแต่ละรอบการทำงาน โดยแบ่งเกณฑ์การพิจารณาออกเป็น 3 กลุ่ม ดังนี้

1. ท่าทางการทำงาน
2. ความถี่ในการทำงาน
3. น้ำหนักและการออกแรงในขณะทำงาน

คะแนนจะใช้เป็นแนวทางในการวิเคราะห์ ตามระดับคะแนน 1-7 ซึ่งขึ้นอยู่กับความเสี่ยงในการบาดเจ็บของโครงสร้างกล้ามเนื้อ และกระดูกที่ประเมิน

คะแนน 1-2 หมายถึง ค่าที่ยอมรับได้ถ้าไม่มีการทำงานที่ยาวนานหรือเป็นการทำงานที่ซ้ำซากนานๆ

คะแนน 3-4 แสดงว่าการทำงานควรให้ความสนใจ และอาจต้องมีการปรับปรุงการทำงานบางอย่าง

คะแนน 5-6 แสดงว่าการทำงานต้องให้ความสนใจ และมีการปรับปรุงการทำงาน

คะแนน 7 ขึ้นไป แสดงว่าต้องมีการศึกษาเพื่อปรับปรุงการทำงานทันที

ทั้งนี้ นิรัชชา (2549) เคยใช้แบบประเมิน RULA ในการประเมินความเสี่ยงด้านการยศาสตร์ในงานประกอบชิ้นส่วนอิเล็กทรอนิกส์ขนาดเล็ก ซึ่ง RULA สามารถประเมินและแยกแยะความเสี่ยงได้

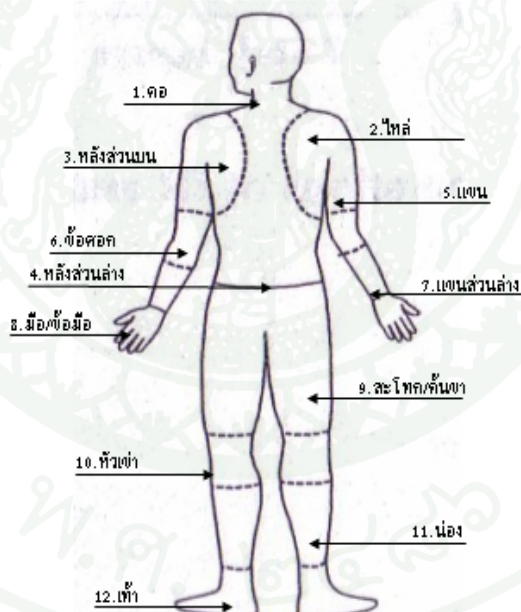
โดยการทบทวนงานวิจัย ยังไม่พบมีการใช้แบบประเมิน RULA ในการประเมินงานประกอบชิ้นส่วนฮาร์ดดิสก์ไครฟ์

3.4 BD (Body discomfort)

ใช้ประเมินความรู้สึกผู้ปฏิบัติงาน โดยพิจารณาแยกเป็นส่วนต่างๆ ของร่างกาย ให้เป็นระดับคะแนนของความเมื่อยล้า อาการปวด เป็นต้น ใช้เป็นแบบประเมินเบื้องต้นในงานทุกประเภท ในการหาตำแหน่งของร่างกายที่มีความเสี่ยงต่อปัญหาทางการยศาสตร์ นำมาร่วมวิเคราะห์กับลักษณะงาน และสถานงาน ข้อมูลอาจเกิดการลำเอียงจากผู้ประเมินได้ง่าย ขึ้นอยู่กับเทคนิคของผู้ใช้ ดังภาพที่ 7

0 : ไม่รู้สึกเมื่อยล้า 1 : รู้สึกเมื่อยล้าเล็กน้อย 2 : เมื่อยล้าปานกลาง 3 : เมื่อยล้ามาก 4 : เมื่อยล้ามากเกินทนไหว
(ไม่เป็นอุปสรรคกับการทำงาน (พักแล้วหายเมื่อย) (พักแล้วไม่หายเมื่อย) (ต้องรับประทานยาจึงจะสามารถมาทำงานได้)

ด้านซ้าย	
ส่วนของร่างกาย	คะแนน
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	



ด้านขวา	
ส่วนของร่างกาย	คะแนน
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	

ภาพที่ 7 แสดงสัดส่วนร่างกายที่เกิดความเมื่อยล้า โดยวิธี BD

ที่มา: สถาบันความปลอดภัยในการทำงาน

ระดับความเมื่อยล้าที่ประเมินโดยวิธี Body Discomfort สามารถประเมินผลได้ดังนี้

0 ไม่รู้สึกเมื่อยล้า

1 รู้สึกเมื่อยล้าเล็กน้อย(ไม่เป็นอุปสรรคกับการทำงาน)

2 รู้สึกเมื่อยล้าปานกลาง (พักแล้วหายเมื่อย)

3 รู้สึกเมื่อยล้ามาก (พักแล้วไม่หายเมื่อย)

4 เมื่อยล้ามากจนทนไหว (ต้องรับประทานยาจึงจะสามารถทำงานได้)

3.5 เครื่องมือวัดอัตราการเต้นหัวใจ (Heart Rate Monitor)

ความสามารถทางสรีระของร่างกายในการทำงานดูเหมือนว่าจะเกี่ยวข้องกับระบบการไหลเวียนของเลือด ซึ่งจะมีประสิทธิภาพมากหรือน้อยสามารถดูได้จากค่าความสามารถในการใช้ใช้ประโยชน์ใช้ออกซิเจนสูงสุด (VO_{2max}) มีหน่วยเป็น ml/(kg-min) ค่า (VO_{2max}) จะมากหรือน้อยขึ้นอยู่กับความสามารถของระบบหายใจ จะเห็นว่าในผู้ที่มีความแข็งแรงของระบบหายใจ และเลือดดีจะมีค่าของ (VO_{2max}) ที่สูงกว่าผู้ที่สุขภาพไม่ดี โดยปกติแล้วเพศหญิงจะมีค่านี้ต่ำกว่าชายประมาณ 15-30% (Vogal และ คณะ, 1986) ซึ่งหมายความว่าค่า (VO_{2max}) ของเพศหญิงจะมีค่าเป็น 75% ของเพศชาย นอกจากเพศ อายุก็เป็นอีกปัจจัยที่ทำให้ค่าของ (VO_{2max}) แตกต่างกัน จากตารางจะเห็นว่าเมื่ออายุมากกว่า 30 ปี ความสามารถในการใช้ออกซิเจนสูงสุดจะมีค่าลดลง ทั้งนี้อาจเป็นเพราะความเสื่อมถอยของประสิทธิภาพของอวัยวะต่างๆ ในร่างกายมากขึ้น

3.6 OWAS (the Ovako Working Posture Analyzing System)

เป็นวิธีการท่าทางการทำงานที่พัฒนาโดย Ovako Steel Company ร่วมกับ Finnish Institute of Occupational Health ในปี ค.ศ.1973 วิธี OWAS จะยึดหลักการที่ง่าย โดยจะแบ่งส่วนการประเมินออกเป็น 4 ส่วน คือ หลัง แขน ขา และการออกแรงยก ซึ่ง OWAS จะพิจารณาท่าทางของหลังแบ่งเป็น 4 ระดับ ท่าทางของแขนแบ่งเป็น 3 ระดับ ท่าทางของขาแบ่งเป็น 7 ระดับ ซึ่งคะแนนที่ได้จากการประเมินทุกส่วนเมื่อนำมาเปิดตารางประเมินคะแนนรวมจะได้คะแนนบ่งบอกความเร่งด่วนในการแก้ไขวิธีการทำงาน ดังนี้ คือ

คะแนนเท่ากับ 1 แสดงว่า ไม่ต้องแก้ไขวิธีการทำงาน

คะแนนเท่ากับ 2 แสดงว่า ควรมีการแก้ไขวิธีการทำงานในเร็ว ๆ นี้

คะแนนเท่ากับ 3 แสดงว่า ควรมีการแก้ไขวิธีการทำงานให้เร็วที่สุดเท่าที่จะทำได้

คะแนนเท่ากับ 4 แสดงว่า ควรแก้ไขวิธีการทำงานทันที

3.7 เครื่องมือวัดการเคลื่อนไหว (Motion Analyzer)

การศึกษาการเคลื่อนไหวของร่างกาย (Kinematics study) เป็นขอบเขตที่สำคัญ ส่วนหนึ่งของการประเมินทางชีวกลศาสตร์ ซึ่งเป็นการวัดมุมการเคลื่อนไหวของข้อต่อ แบบง่ายๆ เช่น ข้อศอก โดยการติดตัว โกนิโอมิเตอร์ (Goniometer) เหนือข้อที่ต้องการวัดนั้น เมื่อมีตัวส่งผ่าน สัญญาณทางไฟฟ้า หรือเครื่องมือความต่างศักย์ทางไฟฟ้าติดที่แขนของโกนิโอมิเตอร์แล้ว อุปกรณ์นี้จะเปลี่ยนเป็นอิเล็กทรอนิกส์โกนิโอมิเตอร์ (Electrogoniometer) หรือเรียกสั้นๆ ว่าเอลกอน (Elgon) จึงเป็นเครื่องมือความต่างศักย์ทางไฟฟ้าที่ใช้ในการวัดมุมของข้อต่อ สำหรับศึกษาช่วงการเปลี่ยนแปลง เมื่อมีการเคลื่อนไหวของข้อ อุปกรณ์ชิ้นนี้จะวางเหนือแกนหมุนของข้อ โดยแขนของอุปกรณ์ทาบ ต่อไปยังกล้ามเนื้อสองส่วนที่เชื่อมระหว่างข้อต่อนั้น แรงต้านทานความต่างศักย์ทางไฟฟ้าจะเกิดขึ้น เนื่องจากแรงดันไฟฟ้าคงที่ที่ปล่อยไปที่อุปกรณ์นี้ ค่าแรงต้านทานนี้จะเปลี่ยนแปลงตามมุม การเคลื่อนไหวของข้อต่อ สัญญาณแรงดันไฟฟ้าจะบันทึกลงบนตาราง หรืออ่านได้โดยตรงเป็น มุมข้อต่อที่เปลี่ยนแปลงขณะปฏิบัติงานจริง

3.8 การวัดคลื่นไฟฟ้ากล้ามเนื้อ (EMG)

3.8.1 ไฟฟ้าของกล้ามเนื้อ และประสาท

การศึกษาการเคลื่อนไหวของร่างกาย (Kinematics study) เป็นขอบเขตที่สำคัญ ส่วนหนึ่งของการประเมินทางชีวกลศาสตร์กล้ามเนื้อ และระบบประสาทเป็น Excitable Tissue มีกลไกที่เก็บประจุไฟฟ้าได้ และสามารถปล่อยกระแสไฟฟ้าออกไปได้ เมื่อมีการกระตุ้น และมีเยื่อหุ้มเซลล์ที่เป็นแบบเลือกผ่าน เนื่องจากมีอิเล็กโตรไลต์หลายอย่างที่มีความเข้มข้นไม่เท่ากันเป็น ส่วนประกอบที่สำคัญ คือ โซเดียม และ โพแทสเซียม เพราะมีกลไกคอยสูบโพแทสเซียมเข้าไป ในเซลล์ และโซเดียมออกนอกเซลล์อยู่ตลอดเวลา แต่ในภาวะพักนั้น เยื่อหุ้มเซลล์ยอมให้โพแทสเซียม ผ่านได้มากกว่าโซเดียมถึง 50 เท่า จึงทำให้โพแทสเซียมนำประจุบวกออกมาข้างนอก แต่ก็ไม่

สามารถกระจายไปได้ไกล เพราะถูกดูดโดยไอออนที่ผ่านเยื่อหุ้มออกมาไม่ได้ จึงเรียงรายอยู่นอกเยื่อหุ้มเซลล์ เป็นผลให้ภายนอกเซลล์เป็นบวกมากกว่าภายใน ฉะนั้นจะเห็นได้ว่า เยื่อหุ้มมีการทำงานเปรียบเสมือนคาปาซิเตอร์ ที่มีเยื่อหุ้มเป็นฉนวน และสองข้างของเยื่อหุ้มเป็นอิเล็กโตรไลต์ที่นำไฟฟ้าได้

เมื่อมีการทำงาน จะเป็นประสาท หรือกล้ามเนื้อก็ดี จะมีการกระจายของไฟฟ้าออกตามกล้ามเนื้อ ไฟฟ้าที่จะกระจายไปตามกล้ามเนื้อ มีหน้าที่ไปกระตุ้นกลไกการหดตัวของกล้ามเนื้ออีกต่อหนึ่ง เมื่อถูกกระตุ้น เยื่อหุ้มเซลล์ของระบบประสาท และกล้ามเนื้อ จะมีการยอมให้โซเดียมผ่านเพิ่มขึ้น อาจเพิ่มได้มากถึง 200 เท่า จึงเป็นผลให้ โซเดียมไหลเข้าไปในเซลล์ (Influx) ทำให้ศักย์ไฟฟ้าของเยื่อหุ้มเปลี่ยนไป คือลดลงที่เรียกว่า “ดีโพลาไรเซชัน” (Depolarization) เมื่อการกระตุ้นนั้นแรงพอและเกินระดับกั้น จะทำให้ โซเดียมไอออน เข้าไปในเซลล์ได้มาก จนทำให้ศักย์ไฟฟ้าของเยื่อหุ้มกลับกัน คือมี Reverse ของ Membrane Potential เมื่อถูกกระตุ้น และจะเกิดศักย์ไฟฟ้าขณะทำงานขึ้น ศักย์ไฟฟ้าขณะทำงานนี้มีทั้งขาขึ้น (Ascending Phase) และลดลง (Descending Phase) โดยระยะขาลงของศักย์ไฟฟ้านั้นเกิดจากโซเดียมหลุดเข้าไปในเซลล์ และโปแตสเซียมออกนอกเซลล์ (K^+ Efflux) เพื่อช่วยแก้ไขให้ศักย์ไฟฟ้าที่เปลี่ยนไปกลับมาเช่นเดิม

ไฟฟ้าที่เกิดจากการหดตัวของเส้นใยกล้ามเนื้อ สามารถวัดได้โดยวางอิเล็กโตรนิกลงบนผิวหนังหรือสอดเข้าไปในกล้ามเนื้อ ไฟฟ้าของกล้ามเนื้อนั้นตรวจวัดได้ด้วยการตรวจวัด EMG เมื่อกล้ามเนื้อหดตัว และมีความตึงเพิ่มขึ้น จะได้ไฟฟ้าของกล้ามเนื้อเพิ่มขึ้นเป็นสัดส่วนกัน

3.8.2 การวัดการเปลี่ยนแปลงทางไฟฟ้าของกล้ามเนื้อโดยใช้เครื่องมือวัดค่า EMG

เครื่องมือวัดค่า EMG เป็นเครื่องมือวัดสัญญาณไฟฟ้าของกล้ามเนื้อลาย โดยเป็นเครื่องมือสำหรับบันทึกค่าไฟฟ้าในร่างกาย ประกอบด้วย 3 ส่วนได้แก่ อิเล็กโตรด ระบบแอมป์รีไฟเออร์ และระบบแสดงและบันทึกผล

การบันทึกคลื่นกระแสไฟฟ้ากล้ามเนื้อ (Electromyography, EMG) โดยอาศัยการติดขั้วอิเล็กโตรด (Electrode) บนผิวหนัง หรือสอดเข็มอิเล็กโตรดเข้าไปในกล้ามเนื้อ แล้วต่อเข้ากับเครื่องขยายสัญญาณ (Amplifier) ผลที่บันทึกได้นี้เรียกว่า Electromyogram (EMG) ถ้าใช้เข็ม

ขนาดเล็กมากๆ เป็นขั้ว อิเล็กโทรด จะสามารถตรวจวัดกิจกรรมของกล้ามเนื้อเส้นเดียวๆ ได้ นอกจากนี้เรายังสามารถใช้การตรวจ EMG เพื่ออธิบายปัจจัยที่มีผลต่อการหดตัวของกล้ามเนื้อลายแบบ Graded response ได้ ถ้าตรวจ EMG ขณะพัก พบว่าแทบจะไม่มีกิจกรรมที่เกิดขึ้นเอง (Spontaneous activity) หรือถ้าจะมีก็น้อยมาก เมื่อมีการเคลื่อนไหวมากขึ้นจำนวนหน่วยสั่งการก็เพิ่มขึ้น เรียกกระบวนการนี้ว่า Recruitment of motor units (กิตติ, 2548)

เครื่องวัดสัญญาณไฟฟ้าและกล้ามเนื้อได้ออกแบบสำหรับวัดและทดสอบการทำงานของกล้ามเนื้อ ขณะที่กล้ามเนื้อมีการหดตัว ซึ่งจะก่อให้เกิดความต่างศักย์ที่สามารถวัดได้ที่ผิวหนังของกล้ามเนื้อ จะเป็นผลรวมของการทำงานหลายๆ หน่วย และใช้อธิบายถึงกิจกรรมของกล้ามเนื้อนั้น ความต่างศักย์สามารถวัดได้ตั้งแต่ 1-5000 μV

วิธีการวัดก่อนทำการติดตั้งอิเล็กโทรด ให้ทำความสะอาดผิวหนังบริเวณที่ติดตั้งอิเล็กโทรด ใช้อิเล็กโทรดชนิดแผ่นมีขนาดประมาณ 1 ตารางเซนติเมตร ปิดบนผิวหนังตามความยาวของกล้ามเนื้อ และเครื่องบันทึกสัญญาณไฟฟ้าที่เกิดขึ้น อิเล็กโทรดต้องติดตั้งในตำแหน่งที่ถูกต้อง

3.9 เครื่องมือวัดการใช้ออกซิเจน (Oxygen consumption analyzer)

ความสามารถในการใช้ออกซิเจนของร่างกายสามารถหาได้ทั้งโดยตรงและทางอ้อมในการประเมินโดยตรงเป็นการกระทำที่เกี่ยวข้องกับการทดสอบค่าสูงสุดจากการทดลอง ซึ่งโดยปกติกระทำในบุคคลที่อยู่ในวัยรุ่น หรือผู้ที่ถูกฝึกฝนทางร่างกายมาแล้ว เช่น นักกีฬา หรือนักเรียนพลศึกษา สำหรับการประเมินโดยทางอ้อม จะเป็นการหาค่าในระดับที่ต่ำกว่าค่าสูงสุด หลังจากนั้นก็ใช้ข้อมูลดังกล่าวทำการประมาณค่าความสามารถในการใช้ออกซิเจนสูงสุดอีกครั้งหนึ่ง วิธีการนี้นิยมใช้กับบุคคลทั่วไป เช่น พนักงานในโรงงานอุตสาหกรรม สำหรับรายละเอียดของทั้งสองวิธีมีดังนี้

3.9.1 การวัดโดยตรง (Direct method หรือ Maximal exercise test)

การหาค่าความสามารถทางสรีระของร่างกายโดยวิธีวัดโดยตรงสามารถทำได้โดยวิธีการทดลองด้วยการกำหนดภาระงานให้ผู้ถูกทดสอบกระทำ หลังจากนั้นก็ทำการบันทึกค่าอัตราการการเต้นของหัวใจ และการใช้ออกซิเจน (HR_{max} และ VO_{2max}) ของร่างกายไว้ในการ

ทดสอบภาระงานเริ่มต้นจะถูกกำหนดที่ค่าต่ำก่อน หลังจากนั้นจะกำหนดให้มีค่าเพิ่มขึ้นเรื่อยๆ ซึ่งอาจจะใช้วิธีการทดสอบอย่างต่อเนื่อง หรือหยุดพักเป็นช่วงๆ จนกระทั่งปริมาณความต้องการออกซิเจนมาถึงระดับสูงสุด (Maximum oxygen consumption ; VO_{2max}) สัญลักษณ์ VO_{2max} คืออัตราการใช้ออกซิเจนได้สูงสุดของร่างกายโดยมากจะมีหน่วยเป็นลิตรต่อนาที (l/min) ค่า VO_{2max} ควรอยู่ที่ตำแหน่งของการเต้นสูงสุดของหัวใจ ซึ่งประมาณว่ามีค่าเท่ากับ 220 – อายุ

การใช้วิธีการวัดโดยตรงมีข้อเสียคือ อาจเป็นผลร้ายต่อผู้ถูกทดสอบได้ถ้าผู้ถูกทดสอบไม่แข็งแรง สำหรับข้อดีของวิธีการนี้ก็จะได้ผลที่ให้ความถูกต้องแม่นยำกว่าวิธีอื่น เมื่อใช้เครื่องมือวัดอัตราการเต้นหัวใจและการใช้ออกซิเจนชนิดเดียวกัน

3.9.2 การวัดโดยอ้อม (Indirect method หรือ Submaximal exercise test)

การวัดวิธีนี้ผู้ถูกทดสอบไม่จำเป็นต้องทำงานจนกระทั่งถึงจุดที่อัตราการเต้นของหัวใจมีค่าสูงสุด แต่จะใช้การกำหนดภาระงานที่เหมาะสมมาให้กระทำ หลังจากนั้นก็จะใช้ข้อมูลหรือผลที่ได้มาทำการทำนายค่าที่จุดสูงสุดต่อไป

3.10 JSI (Job Strain Index)

ถูกพัฒนาโดย Moore และ Garg (1995) ใช้ประเมินความเสี่ยงสำหรับงานที่ใช้แขนและมือเป็นหลัก เป็นวิธีการสำรวจการทำงานด้วยสายตา และเทียบข้อมูลออกมาเป็นคะแนน ซึ่งจะบอกถึงระดับของความเสี่ยง ใช้กับงานที่มีการใช้มือ และข้อมือแบบซ้ำๆ เช่น งานเย็บผ้า ทำรองเท้า ซ้ำแหละเนื้อสัตว์ งานประกอบ เป็นต้น ใช้สะดวก แต่อาจคลาดเคลื่อนได้ง่าย ขึ้นอยู่กับความชำนาญของผู้ประเมินเป็นหลัก

โดยมีการพิจารณาปัจจัยทั้งสิ้น 7 ประการ ดังนี้

ความรุนแรงของการใช้ข้อมือ (Intensity of Exertion : IE)

ระยะเวลาในการใช้ข้อมือ (Duration of Exertion : DE)

ความถี่ในการใช้ข้อมือ ต่อ นาที (Efforts/ Minute : EM)

ท่าทางของมือ และข้อมือ (Hand/ Wrist Posture : HWP)

ความเร็วในการทำงาน (Speed of Work : SW)

ระยะเวลาในการทำงาน ต่อ วัน (Duration per Day: DD)

ซึ่งในแต่ละส่วนจะมีการกำหนดเกณฑ์การให้คะแนนไว้ และนำคะแนนที่ประเมินได้ในแต่ละส่วนมาคูณกัน ดังสมการที่ 1

$$JSI = IE \times DE \times EM \times HWP \times SW \times DD$$

โดยระดับความเสี่ยงแบ่งเป็น 3 ระดับ ดังนี้

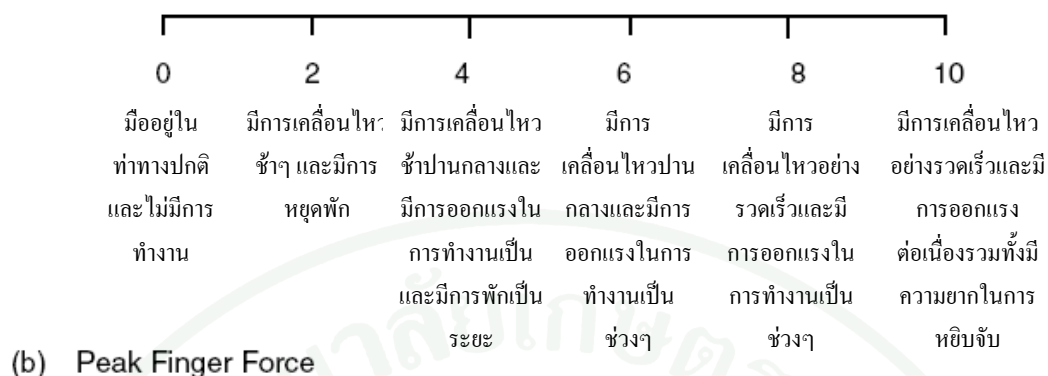
คะแนน ≤ 3	ปลอดภัย
คะแนน 4-5	ปานกลาง
คะแนน 7 ขึ้นไป	อันตราย

3.11 HAL (Hand Activity Level)

โดยศึกษาเน้นที่ 2 ปัจจัยคือ แรงที่ใช้ และความถี่ในการทำกิจกรรม โดยการใช้การสังเกตจากภาพถ่ายวิดีโอ หรือวัดจาก EMG, Force gauges และ goniometry และกำหนดเกณฑ์ที่ต้องมีการปรับปรุงแก้ไข รวมทั้งกำหนดขีดจำกัดบนของความถี่และแรงที่ใช้ในการทำกิจกรรมของข้อมือ เพื่อป้องกันอาการ Musculoskeletal Disorders (MSDs) ใช้สำหรับการประเมินความเสี่ยงของมือและข้อมือ โดยมีการพิจารณาการออกแรงใช้ข้อมือ และความถี่ในการใช้ข้อมือซ้ำๆ เช่นงานประกอบชิ้นส่วนขนาดเล็ก ใช้ได้สะดวก ซึ่งเกณฑ์การประเมินของ The ACGIH TLV for Hand Activity level เป็นดังนี้

เกณฑ์การประเมินความถี่ในการทำกิจกรรมของข้อมือ และ แรงที่ใช้ในการทำกิจกรรม ดังภาพที่ 8

(a) Hand Activity Level, HAL



(b) Peak Finger Force



ภาพที่ 8 ระดับคะแนนที่ใช้ในการประเมินความถี่และแรงที่ใช้ในการทำงาน จากการสังเกตโดยผู้ประเมิน ตามแบบประเมิน HAL

ที่มา: ACGIH (2005)

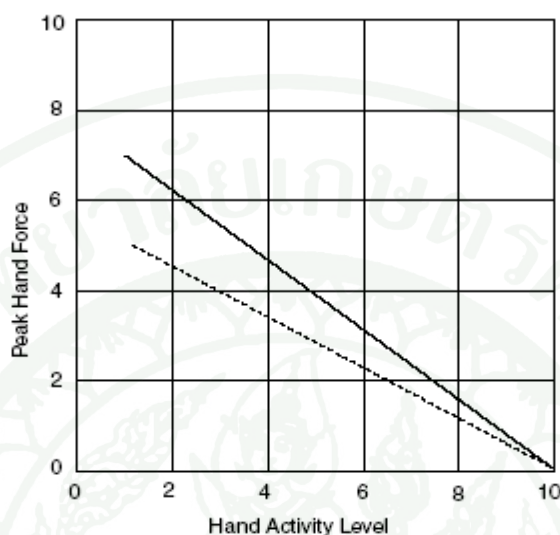
ซึ่งเมื่อศึกษาความสัมพันธ์ ของกิจกรรม และแรงในการใช้ข้อมือ ACGIH (2005) ได้กำหนดขีดจำกัดบน (Threshold Limit) ที่เสนอแนะว่า ไม่ควรมีการทำกิจกรรม และใช้แรงข้อมือเกินกว่าที่กำหนด และควรมีการปรับปรุงทางวิศวกรรมเพื่อป้องกันการเกิดอาการ Musculoskeletal Disorders (MSDs) ดังสมการ

$$\text{Peak finger force} \leq 70/9 - 7 * \text{HAL}/9$$

นอกจากนี้ ACGIH (2005) ได้กำหนด ระดับของการทำกิจกรรมและการออกแรงข้อมือ ที่ต้องมีการปรับปรุงทางการบริหารจัดการ หรือ วิศวกรรม (Action limit) เพื่อป้องกันการเกิดอาการ Musculoskeletal Disorders (MSDs) ตามสมการดังนี้

$$\text{Peak finger force} \leq 50/9 - 5 * \text{HAL}/9$$

โดยหากพิจารณาระดับขีดจำกัดบน และระดับที่ต้องจัดหามาตรการปรับปรุงแก้ไข
 ดังสมการ สามารถเขียนเป็นกราฟได้ดังภาพที่ 9



ภาพที่ 9 ระดับขีดจำกัดบน สำหรับงานที่มีการใช้มือแบบเดิมซ้ำๆ เพื่อป้องกันความเสี่ยงจาก
 อาการ MSDs

ที่มา: ACGIH (2005)

ทั้งนี้ ACGIH (2005) ได้เสนอแนะว่าควรมีการพิจารณาท่าทางการทำงานร่วมกับการประเมิน HAL ด้วย

โดยการประเมินโดยวิธีนี้อาจมีความคลาดเคลื่อนจากการใช้การกะประมาณ
 โดยผู้ประเมิน ระดับกิจกรรมของข้อมือ และไม่ได้มีการพิจารณาท่าทางในการทำงานของข้อมือร่วม
 ด้วย

3.12 REBA (Rapid Entire Body Assessment)

แบบประเมิน REBA ได้พัฒนาโดย ดร.ซู อิกเนต และ ดร. เลน แมกเอเทมเนย์จาก สถาบันการยศาสตร์ในการทำงานแห่งมหาวิทยาลัยน็อตติงแฮม ประเทศอังกฤษ โดยได้ถูกตีพิมพ์เผยแพร่เมื่อปี 2000 ในวารสารการยศาสตร์ประยุกต์ (Applied Ergonomics) โดยเทคนิค REBA ใช้อธิบายเกี่ยวกับท่าทางการทำงาน แรงและการใช้กล้ามเนื้อในการปฏิบัติงานที่มีปัจจัยเสี่ยงต่อการบาดเจ็บของกล้ามเนื้อและกระดูก เป็นวิธีที่สามารถบันทึกได้เร็ว โดยใช้พื้นฐานของเทคนิค OWAS ที่ใช้ในการบันทึกท่าทางการทำงานต่างๆ เป็นระบบตัวเลขที่ง่าย รวดเร็ว และใช้ได้รวดเร็ว ซึ่งในทางปฏิบัติจะนิยมนับท่าทางการทำงานขณะทำงานด้วยวิธีการบันทึกภาพเคลื่อนไหวแล้วนำมาเปิดย้อนกลับดูเพื่อประเมินและบันทึกท่าทางการทำงานเป็นตัวเลขลงในตารางบันทึก

ข้อดีของ REBA คือมีความสะดวกในการใช้งาน โดยไม่จำเป็นต้องใช้เครื่องมือวัดใดๆ ไม่รบกวนท่าทางการทำงานของพนักงาน ใช้งานและสามารถแบ่งให้ทุกคนมีส่วนร่วมในการประเมิน ด้วยการประเมินท่าทางด้วยสายตา ซึ่งบางครั้งอาจเกิดความผิดพลาดได้ โดยเกณฑ์ของการประเมินสามารถบอกระดับความรุนแรงของปัญหา

วัตถุประสงค์ของแบบประเมินนี้ถูกพัฒนาขึ้นเพื่อประเมินความเสี่ยงต่อปัญหาการบาดเจ็บของส่วนต่างๆ ของร่างกายส่วน ที่อาจเป็นผลมาจากการทำงานของแต่ละบุคคล ซึ่งเป็นปัจจัยเสี่ยงอย่างหนึ่งที่อาจนำไปสู่ปัญหาการบาดเจ็บสะสมของกล้ามเนื้อโครงร่างในระยะยาวได้ และต้องการให้ผู้ที่เกี่ยวข้องเฝ้าระวังปัญหาที่จะเกิดตามมา

ในการบันทึกคะแนนท่าทางการทำงาน จะใช้วิธีสังเกตพนักงานโดยทำการบันทึกวิดีโอขณะที่พนักงานกำลังปฏิบัติงานหลายๆ รอบ เพื่อเลือกงานและท่าทางการทำงานที่สนใจ โดยอาจจะเลือกใช้ท่าทางการทรงตัวที่มีสัดส่วนมากที่สุดในแต่ละรอบการทำงาน โดยแบ่งเกณฑ์การพิจารณาออกเป็น 3 กลุ่ม ดังนี้

- ท่าทางการทำงาน
- ความถี่ในการทำงาน
- น้ำหนักและการออกแรงในขณะทำงาน

ทั้งนี้ REBA มีแนวคิดเกี่ยวกับการประยุกต์ทำทางที่ใช้ในการหยิบถือวัตถุ ขณะทำงาน ร่วมกับการประเมินท่าทางการทำงานโดยใช้ข้อมือ แบบอยู่กับที่นานๆ และแบบที่มีการเคลื่อนไหว ซ้ำๆ และท่าทางการทำงานของขาที่มีการย่อเข้า และการนั่งในแบบที่ขาไม่ตั้งฉากกับพื้น เพิ่มเติมที่แตกต่างจากวิธี RULA

โดยคะแนนจะใช้เป็นแนวทางในการวิเคราะห์ ตามระดับคะแนน 1-7 ซึ่งขึ้นอยู่กับ ความเสี่ยงในการบาดเจ็บของโครงสร้างกล้ามเนื้อ และกระดูกที่ประเมิน ดังตารางที่ 6

ตารางที่ 6 ระดับความเสี่ยงด้านการยศาสตร์จากการประเมิน โดยวิธี REBA

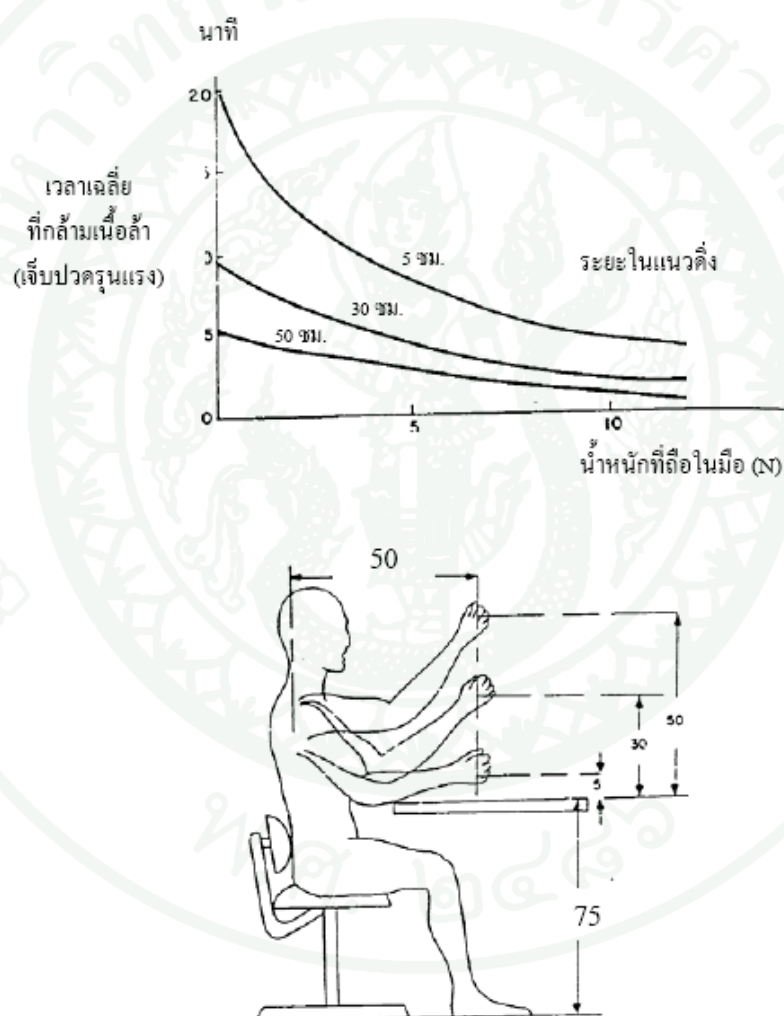
ระดับการปรับปรุง	คะแนน REBA	ระดับความเสี่ยง	การปรับปรุง และการประเมินผลซ้ำ
0	1	ยอมรับได้	ไม่ต้องแก้ไขวิธีการทำงาน
1	2-3	เล็กน้อย	อาจจะแก้ไขวิธีการทำงาน
2	4-7	ปานกลาง	ควรมีการแก้ไขวิธีการทำงาน
3	8-10	สูง	ควรมีการแก้ไขวิธีการทำงานในเร็ว ๆ นี้
4	11-15	ยอมรับไม่ได้	ควรแก้ไขวิธีการทำงานทันที

ที่มา: Hignett and McAtamney (2000)

ซึ่งแบบประเมินแต่ละประเภทก็มีข้อดี ข้อเสียแตกต่างกัน ผู้ประเมินต้องเลือกให้ เหมาะสมกับลักษณะงานและสภาพของการทำงานที่ประเมิน เพื่อให้ได้ข้อมูลการประเมินความ เสี่ยงด้านการยศาสตร์ที่เชื่อถือได้ สำหรับใช้เป็นแนวทางในการปรับปรุงงานโดยคำนึงถึงผู้ปฏิบัติงาน เป็นหลัก ซึ่งนอกจากจะส่งผลดีในเรื่องของการปรับปรุงสุขภาพอนามัยของผู้ปฏิบัติงานและ ลดการสูญเสียเวลาในการทำงานเนื่องจากปัญหาสุขภาพและการเจ็บป่วยแล้ว ยังเป็นการเพิ่ม ประสิทธิภาพในการผลิตของโรงงานอุตสาหกรรมอีกด้วย

งานวิจัยที่เกี่ยวข้อง

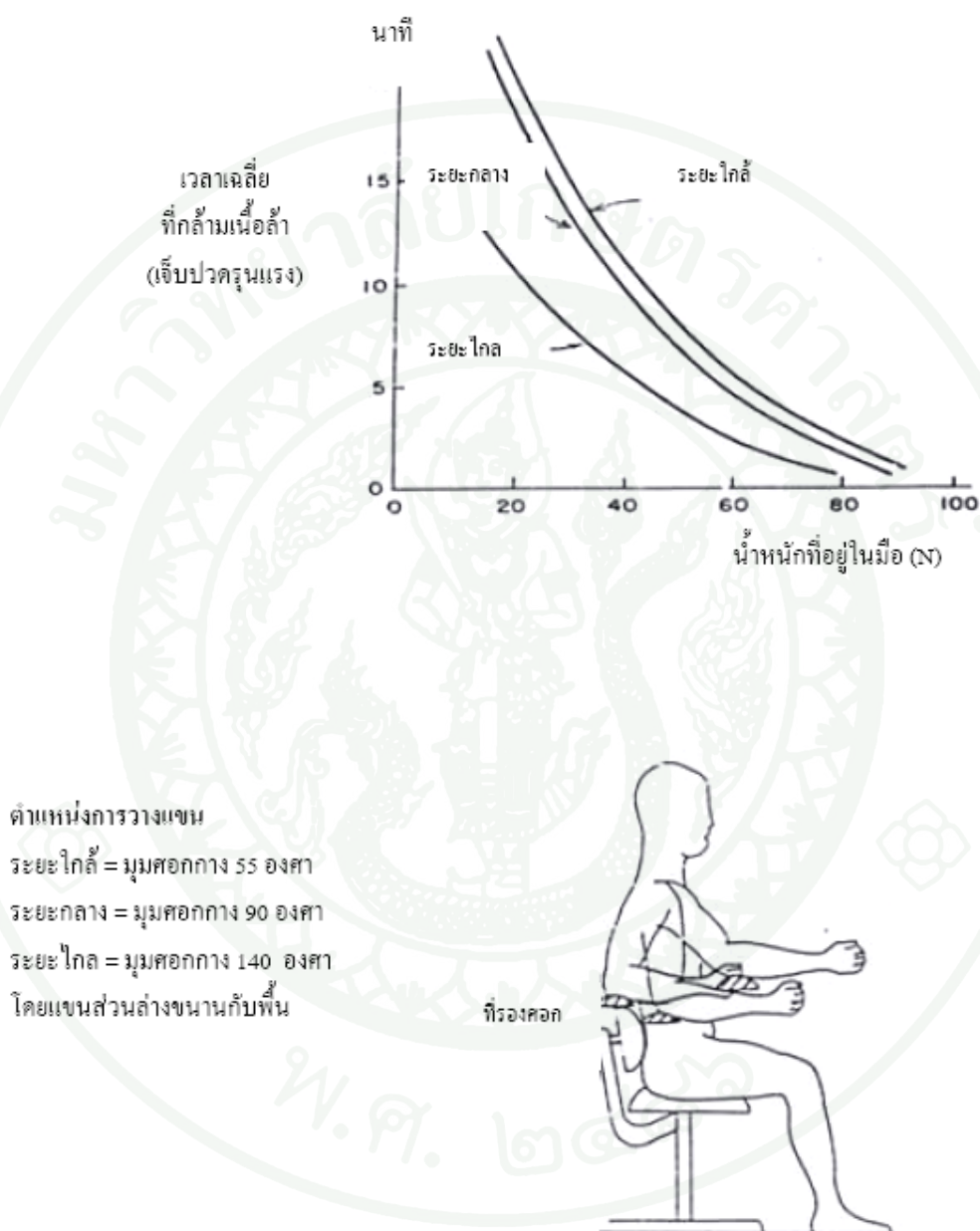
Chaffin (1973) ได้ศึกษาผลกระทบของการถือน้ำหนักในระดับความสูงต่าง ๆ โดยใช้ EMG วัดการเกิดความล้าของกล้ามเนื้อ ในกลุ่มตัวอย่างเพศชายที่มีสุขภาพดี จากการศึกษาพบความสัมพันธ์ของระยะเวลาการเกิดความล้าให้เร็วขึ้น เมื่อยกแขนในระดับที่สูงขึ้น และถือน้ำหนักในมือมากขึ้นดังภาพที่ 10



ภาพที่ 10 แสดงความสัมพันธ์ระหว่างการยกแขนทำงานในระดับต่างๆ กับระยะเวลาที่เกิดความล้า

ที่มา: Chaffin (1973)

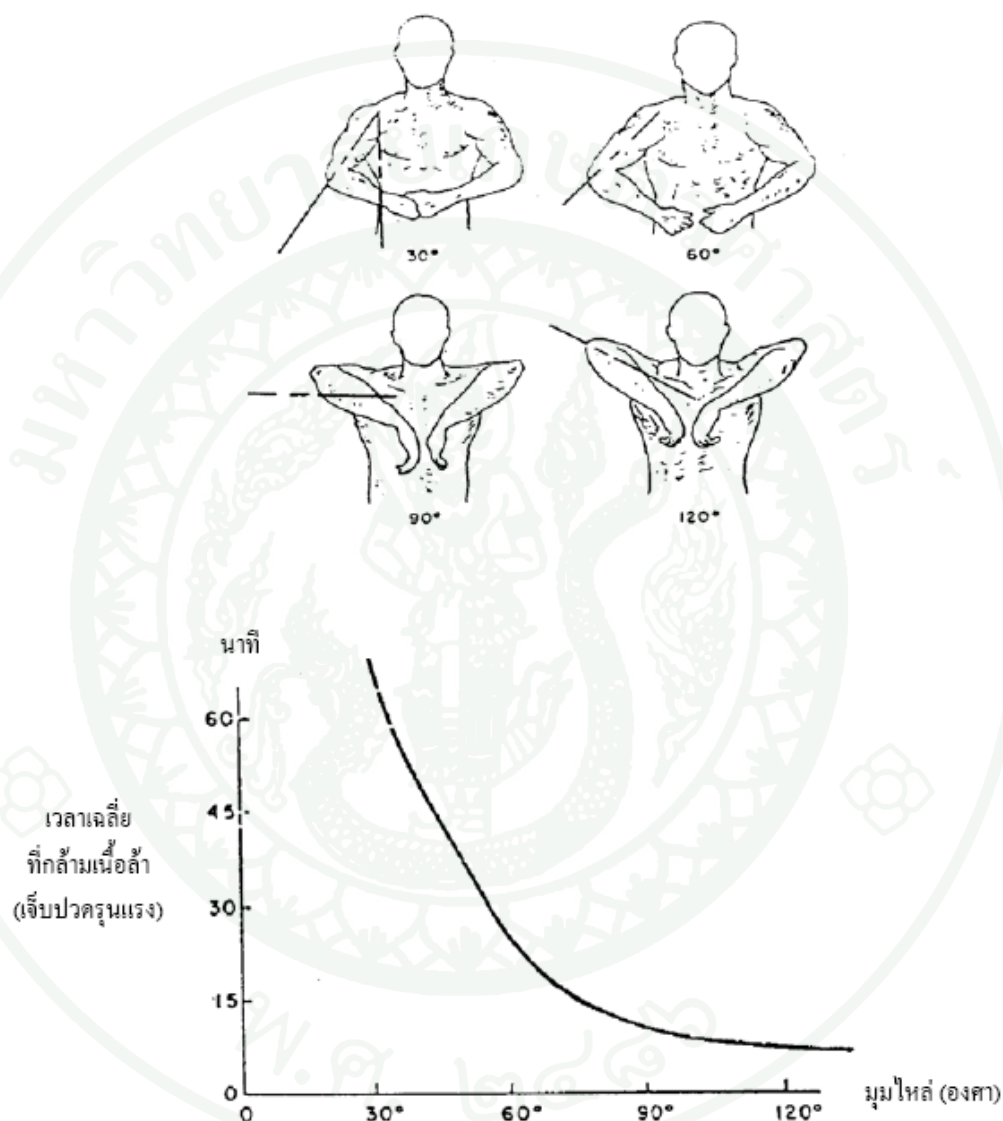
และเมื่อทำการศึกษา โดยเพิ่มแผ่นรองรับน้ำหนักที่ข้อศอก พบว่า ยิ่งวางศอกไกลตัวมากยิ่งทำให้เกิดความล้าได้เร็วขึ้น และแผ่นรองรับน้ำหนักจะช่วยลดความล้าที่ไหล่และข้อศอกได้ดังภาพที่ 11



ภาพที่ 11 แสดงความสัมพันธ์ของระดับการวางแผนในมุมต่างๆ โดยมีที่รองข้อศอกกับระยะเวลาที่เกิดความล้า

ที่มา: Chaffin (1973)

นอกจากนี้ Chaffin (1973) ยังศึกษาการกางไหล่ด้วยมุม 30, 60, 120 องศา พบว่า มีระยะเวลาเฉลี่ยของการเกิดความล้าของกล้ามเนื้อไหล่เป็น 68, 25, 10 และ 7 นาที ตามลำดับ สรุปว่าการกางไหล่ด้วยมุมที่มากกว่าจะมีผลทำให้เกิดความล้าของกล้ามเนื้อไหล่เร็วขึ้นดังภาพที่ 12



ภาพที่ 12 แสดงความสัมพันธ์ระหว่างมุมไหล่กับระยะเวลาที่เกิดความล้าที่กล้ามเนื้อไหล่

ที่มา: Chaffin (1973)

Konz (1990) กล่าวว่าไว้ว่าการทำงานที่ต้องยกหรือยื่นแขนออกไปข้างหน้า หรือการทำงานที่มืออยู่สูงกว่าระดับหัวใจ การไหลเวียนของโลหิตจะลดลง และอุณหภูมิของร่างกายจะลดลง ทำให้การแลกเปลี่ยนของออกซิเจนในเลือดและของเสีย คือ กรดแลคติกที่เกิดขึ้นในกล้ามเนื้อได้น้อยลง ทำให้การล้าของกล้ามเนื้อเกิดขึ้นได้เร็ว

โดยผู้วิจัยได้ศึกษาการกำหนดคะแนนความเสี่ยงที่เกิดจากท่าทางการทำงานของข้อมือ ซึ่ง Chaffin and Anderson (1991) กล่าวว่าท่าทางการหมุนข้อต่อของร่างกายที่ทำให้เกิดความเมื่อยล้า มีดังนี้

- บิดข้อมือมากกว่า 45 องศา
- บิดข้อมือเข้า
- งอข้อมือเข้ามากกว่า 30 องศา
- กระดกข้อมือขึ้นมากกว่า 15 องศา

Putz-Anderson (1988); Stevenson and Baidya (1987) ที่ทำการศึกษา การทำงานแบบกล้ามเนื้อเกร็งอยู่กับที่ (Static work) ด้วยการวัดการเคลื่อนย้ายของแขนแบบไปข้างหน้า (Forwards) และแบบไปด้านข้าง (Sideway) และการการเคลื่อนย้ายของศรีษะและคอไปด้านหน้าและด้านหลัง โดยทดลองกับช่างทาสี ช่างเชื่อมที่ทำงานเหนือระดับศรีษะ โดยกำหนดตัวแปรดังนี้

- ถือวัตถุน้ำหนัก 4 กิโลกรัม ค้างไว้ ตั้งแต่ 10 วินาที ขึ้นไป
- ถือวัตถุน้ำหนัก 2 กิโลกรัม ค้างไว้ ตั้งแต่ 1 นาที ขึ้นไป
- ถือวัตถุน้ำหนัก 0.3 กิโลกรัม ค้างไว้ ตั้งแต่ 4 นาที ขึ้นไป

ผลการทดลองพบว่า การทำงานในลักษณะเหนือศรีษะนี้ จะส่งผลให้กล้ามเนื้อเกิดการ friction on the tendons และจะลดระดับการหมุนเวียนของเลือดบริเวณกล้ามเนื้อหัวไหล่, trapezius, biceps brachii และ deltoid ทำให้กระทบไปยังส่วนอื่น ๆ ของร่างกายด้วย เนื่องจากคอและไหล่ทำงานคงที่ ไม่มีการเคลื่อนไหว และแขนส่วนล่าง ไม่มีการพักหรือผ่อนคลายใน 40 นาที

ทั้งนี้ Chaffin (1973) ยังศึกษาผลกระทบของการื่อน้ำหนักในระดับความสูงต่างๆ โดยใช้ EMG วัดการเกิดความล้าของกล้ามเนื้อ ในกลุ่มตัวอย่างเพศชายที่มีสุขภาพดี จากการศึกษาพบความสัมพันธ์ของระยะเวลาการเกิดความล้าไล่จะเร็วขึ้น เมื่อยกแขนในระดับที่สูงขึ้น และน้ำหนักในมือมากขึ้น

จากการทบทวนงานวิจัยที่ทำการศึกษา เกี่ยวกับน้ำหนักที่มีผลต่อความเมื่อยล้า พบว่า Silverstein (1986) ได้ศึกษา CTD ใน 6 อุตสาหกรรมที่แตกต่างกัน เช่น อุตสาหกรรมประกอบชิ้นส่วนอิเล็กทรอนิกส์ เครื่องใช้ต่างๆ เหล็กหล่อสำหรับเครื่องปั้นเครื่องยนต์ เย็บผ้า หล่อ รีดเหล็ก และ ฝา ประกับ เพลา โดยแบ่งกลุ่มศึกษาออกเป็น 4 กลุ่ม คือ

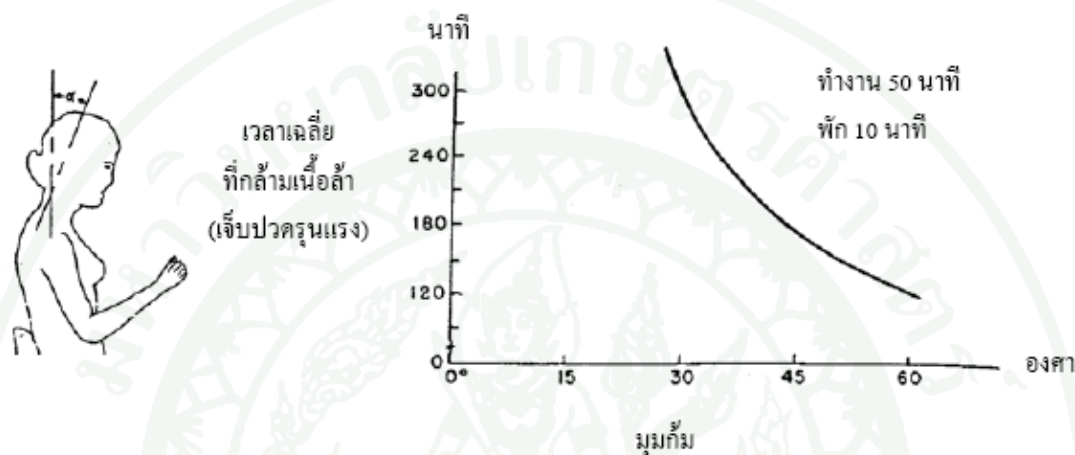
- | | |
|----------------------|-----------------------|
| - กลุ่มที่ใช้แรงน้อย | ความถี่ในการทำงานน้อย |
| - กลุ่มที่ใช้แรงมาก | ความถี่ในการทำงานน้อย |
| - กลุ่มที่ใช้แรงน้อย | ความถี่ในการทำงานมาก |
| - กลุ่มที่ใช้แรงมาก | ความถี่ในการทำงานมาก |

โดยกำหนดน้ำหนักที่ใช้แรงมาก มากกว่า 4 กิโลกรัม และน้ำหนักที่ใช้แรงน้อย น้อยกว่า 1 กิโลกรัม และความถี่สูง คือมีรอบเวลาการทำงานมากกว่า จากผลการทดลองพบว่า กลุ่มตัวอย่างที่ทำงานกับน้ำหนักมาก และความถี่สูงมีความเมื่อยล้ามากที่สุด รองลงมา เป็นกลุ่มที่ทำงานกับน้ำหนักน้อย แต่ความถี่สูง และกลุ่มที่ทำงานกับน้ำหนักมาก ความถี่ต่ำ ตามลำดับ

Hignett and McAtamney (2000) ได้กล่าวไว้ใน REBA เกี่ยวกับการหยิบถือ ชิ้นงาน ดังนี้

- วัดดูหรือชิ้นงานสามารถหยิบถือได้โดยสะดวก ให้คะแนน 0
- วัดดูหรือชิ้นงานหยิบถือได้โดยมือเพียงข้างเดียวแต่ไม่สะดวก ให้คะแนน 1
- วัดดูหรือชิ้นงานหยิบถือได้ลำบาก ให้คะแนน 2
- วัดดูหรือชิ้นงานไม่สามารถหยิบถือได้ ต้องใช้ส่วนอื่นของร่างกายช่วย ให้คะแนน 3

Chaffin (1973) ได้ศึกษาท่าทางการทำงาน โดยศึกษาความสัมพันธ์ระหว่างมุมก้มศีรษะกับระยะเวลาที่เกิดความล้ากับสตรีวัยรุ่น 5 คน พบว่า ยิ่งมุมก้มศีรษะมาก ความล้ากล้ามเนื้อคอยิ่งเร็วขึ้น ซึ่ง Chaffin (1991) ได้ศึกษาถึงความสัมพันธ์ระหว่างมุมก้มศีรษะ กับระยะเวลาที่เกิดความล้า พบว่า ยิ่งก้มหน้ามาก ความล้ายิ่งเกิดเร็วขึ้น ดังภาพที่ 13



ภาพที่ 13 แสดงความสัมพันธ์ระหว่างมุมก้มศีรษะกับระยะเวลาที่เกิดความล้า

ที่มา: Chaffin (1973)

โดย Ergoweb (2002) ยังระบุว่าการก้ม และการเงยหน้า เป็นท่าทางที่นำไปสู่การปวดคอ

Grandjean *et al.* (1983) ที่กล่าวไว้ว่าส่วนของหลังที่มีการนั่งหรือก้มตัวไปข้างหน้า จะทำให้เกิดความเมื่อยล้าของหลังส่วนบนนั้นเอง นอกจากนี้ Grandjean (1988) ยังระบุว่าท่าทางการทำงานที่อยู่กับที่โดยนั่งหลังตรงไม่เพียงพอก็เป็นปัญหาที่นำไปสู่อาการเมื่อยล้ากล้ามเนื้อหลังได้เช่นกัน ทั้งนี้ข้อมูลทางวิชาการของ Chaffin and Anderson (1991) และ Parker and Imbus (1986) กล่าวว่า การหมุนของหลัง เอียง หรือบิดหลังเกิน 20 องศา เป็นท่าทางที่ทำให้เกิดความเมื่อยล้าขึ้นที่หลัง เช่นเดียวกับ Ergoweb (2002) พบว่าท่าทางที่สัมพันธ์กับการปวดหลังส่วนล่างคือ ก็นั่งเอี้ยวตัว หรือเอียงตัว

Chaffin and Anderson (1993) กล่าวว่าท่าทางการหมุนข้อต่อของร่างกายที่ทำให้เกิดความเมื่อยล้าขา ข้อเข่า และสะโพก เช่น งอเข่าเข้าน้อยกว่า 90 องศา เขยียดเข่าตรง ไม่เคลื่อนไหว เข่า และสะโพก (ท่านั่ง) ทำมุมมากกว่า 110 องศา หรือน้อยกว่า 80 องศา

สำหรับแบบประเมินความเสี่ยงด้านการยศาสตร์ ที่พัฒนาขึ้นโดยใช้พื้นฐานของแบบประเมิน RULA ซึ่ง McAtamney and Corlett (1993) ทำการศึกษาความเที่ยงตรงและความน่าเชื่อถือของการประเมินท่าทางการทำงานเทคนิค RULA ว่าเทคนิควิธีนี้สามารถชี้บ่งการใช้กล้ามเนื้อจนเป็นสาเหตุของอาการปวด เจ็บ หรือความรู้สึกไม่สบายของกล้ามเนื้อในส่วนต่างๆ ของร่างกาย โดยศึกษาในกลุ่มตัวอย่าง 16 คน ทำหน้าที่ป้อนข้อมูลคอมพิวเตอร์ในห้องทดลอง ซึ่งแบ่งเป็น 2 การทดลอง การทดลองแรกให้กลุ่มตัวอย่างนั่งป้อนข้อมูลโดยท่าทางที่ RULA ให้คะแนนเป็น 1 คือ การนั่งเก้าอี้ที่ปรับได้ จอแสดงภาพตั้งบนฐานรองตรงระดับสายตา มีที่พักเท้า ซึ่งเป็นท่าทางการทำงานที่ยอมรับได้ การทดลองที่สอง คือ ท่าทางการทำงานที่คาดว่าจะทำให้เกิดความเสี่ยงสูง โดยนำจอภาพตั้งลงบนโต๊ะทำให้ต้องก้มหน้าดูจอภาพทำให้คอหักมากกว่า 20 องศา วางแป้นพิมพ์ที่ทำให้แขนส่วนล่างทำมุมกับลำตัวมากกว่า 90 องศา ข้อมือขวาขยับไปด้านข้าง ใช้เมาส์ด้านขวา และนาฬิกาพักเท้าออก ทั้งนี้ ก่อนเริ่มทำงานและหลังการทำงาน 40 นาที โดยกลุ่มตัวอย่างจะระบุอาการที่รู้สึกเจ็บปวด ในแบบสำรวจ การศึกษาพบว่า คะแนนความเสี่ยงของท่าทางการทำงานมีความสัมพันธ์อย่างมีนัยสำคัญทางสถิติ ($P\text{-value} < 0.01$) กับอาการปวดคอและแขนส่วนล่าง

จากการสำรวจและทดลอง รวมทั้งการทบทวนงานวิจัยที่เกี่ยวข้องพบว่าแบบประเมินความเสี่ยงด้านการยศาสตร์ RULA ไม่สามารถใช้ในการประเมินสำหรับงานประกอบชิ้นส่วนฮาร์ดดิสก์ไดรฟ์คอมพิวเตอร์ได้อย่างเหมาะสม เนื่องจากไม่สามารถแยกแยะความเสี่ยงระหว่างงานประกอบชิ้นส่วนฮาร์ดดิสก์ไดรฟ์คอมพิวเตอร์แบบตั้งโต๊ะและแบบพกพาได้ ดังกล่าวไว้ในบทนำข้างต้น ทั้งนี้แบบประเมินดังกล่าวมีข้อดีคือ สามารถประเมินได้อย่างรวดเร็ว ไม่รบกวนการทำงาน แต่ยังมีข้อจำกัด เกี่ยวกับการพิจารณาความเสี่ยงของน้ำหนักที่ส่งผลต่อความเมื่อยล้าที่กำหนดให้น้ำหนักที่มีผลคือตั้งแต่ 2 กิโลกรัมขึ้นไป นอกจากนี้ RULA ยังมีการกำหนดความถี่ในการทำงานเป็นความถี่รวมทุกอวัยวะคือ 4 ครั้ง/นาที ที่อวัยวะนั้นๆ จะมีความเสี่ยงที่จะเกิดอาการเมื่อยล้ากล้ามเนื้อเนื่องมาจากการทำงาน โดย Silverstein (1986) ได้ศึกษาการทำงานกับน้ำหนักที่ใช้แรงน้อย (น้อยกว่า 1 กิโลกรัม) และความถี่สูง คือมีรอบเวลาการทำงานมากกว่า จากผลการทดลองพบว่า กลุ่มตัวอย่างที่ทำงานกับน้ำหนักมาก และความถี่สูงมีความเมื่อยล้ามากที่สุด รองลงมาเป็นกลุ่มที่ทำงานกับน้ำหนักน้อย แต่ความถี่สูง และกลุ่มที่ทำงานกับน้ำหนักมาก ความถี่ต่ำ ตามลำดับ

และ Hignett (2000) ยังได้ศึกษาว่าความสะดวกในการหยิบจับชิ้นงานส่งผลต่ออาการเมื่อยล้ากล้ามเนื้อด้วยเช่นกัน นอกจากนี้ NIOSH (1997) ยังกล่าวถึง ความถี่ในการทำงานที่ส่งผลต่อความเมื่อยล้าแยกตามอวัยวะต่างๆ เนื่องจากข้อต่อ ของแต่ละอวัยวะมีความแตกต่างกัน

ซึ่งผู้วิจัยมีแนวคิดที่จะพัฒนาแบบประเมินความเสี่ยงด้านการยศาสตร์ โดยพัฒนาส่วนของท่าทางในการทำงานมาจากพื้นฐานของวิธี RULA และจะทำการศึกษาเพิ่มเติมเกี่ยวกับน้ำหนักที่มีผลต่อการเกิดความเสี่ยงต่ออาการเมื่อยล้ากล้ามเนื้อ รวมทั้งความถี่ในการทำงานโดยใช้วิธีต่างๆ ที่แตกต่างกันที่มีความเสี่ยงที่จะส่งผลให้เกิดอาการเมื่อยล้ากล้ามเนื้อ และความสะดวกในการหยิบจับชิ้นงาน เพื่อให้แบบประเมินที่พัฒนาขึ้นสามารถประเมินความเสี่ยงด้านการยศาสตร์ได้อย่างสอดคล้องกับผลการเกิดอาการเจ็บป่วยที่ศูนย์พยาบาลของบริษัท ซึ่งขั้นตอนการศึกษา มีขั้นตอนและวิธีการ ดังนี้

อุปกรณ์และวิธีการ

อุปกรณ์

1. อุปกรณ์วัดความแข็งแรงกล้ามเนื้อ (Grip Strength Dynamometer)
2. กล้องถ่ายวิดีโอ
3. เครื่องฉายภาพ (LCD Projector)
4. โปรแกรมปฏิบัติการ Window Movie Maker สำหรับฉายภาพวิดีโอ
5. โปรแกรมคำนวณทางสถิติ Minitab 14
6. แบบประเมินความเสี่ยงด้านการยศาสตร์ RULA
7. แบบประเมินความเมื่อยล้าจากการทำงานที่ประยุกต์มาจาก BD
8. แบบประเมินความเสี่ยงด้านการยศาสตร์ที่พัฒนาขึ้น EAHDD

วิธีการ

1. รูปแบบการวิจัย

งานวิจัยนี้เป็นงานเชิงสำรวจร่วมกับงานวิจัยแบบกึ่งทดลอง (Quasi-Experimental Research) แบ่งการศึกษาออกเป็น 2 ส่วนคือ ส่วนแรก เป็นการศึกษากลุ่มทดลอง 2 กลุ่ม เพื่อเปรียบเทียบข้อมูลความเมื่อยล้าของพนักงานประกอบชิ้นส่วนฮาร์ดดิสก์ไครฟ์แบบตั้งโต๊ะ และแบบพกพา โดยทำการเก็บรวบรวมข้อมูลสถิติการเจ็บป่วยจากศูนย์พยาบาลของบริษัท และผลจากการประเมินโดยใช้วิธี RULA ประเมินความเสี่ยงด้านการยศาสตร์ รวมทั้งแบบสำรวจอาการเมื่อยล้าของพนักงานที่ประยุกต์จาก BD ส่วนที่ 2 วัดความแข็งแรงของกล้ามเนื้อพนักงานอีกครั้งเพื่อยืนยันว่าพนักงานมีอาการเมื่อยล้าเกิดขึ้นจริงในการปฏิบัติงานกับชิ้นส่วนขนาดเล็ก น้ำหนัก 0.7 กิโลกรัมขึ้นไป เพื่อนำไปกำหนดเป็นเกณฑ์ในแบบประเมินความเสี่ยงด้านการยศาสตร์ที่จะพัฒนาขึ้น

2. ประชากรและกลุ่มตัวอย่าง

2.1 รายละเอียดของโรงงานประกอบชิ้นส่วนฮาร์ดดิสก์โครฟี่ตัวอย่าง

การศึกษาวิจัยครั้งนี้ดำเนินการสำรวจโรงงานประกอบชิ้นส่วนฮาร์ดดิสก์โครฟี่ตัวอย่าง ซึ่งมีพนักงานในสายการผลิตทั้งหมด 7438 คน แบ่งเป็น 3 กะ ซึ่งบริษัทกำหนดให้พนักงานทำงาน 6 วันใน 1 สัปดาห์ โดยมี 3 กะ คือ กะเช้า, กะบ่าย และกะดึก ดังนี้

กะเช้า: เวลาทำงานเริ่ม 07.00-15.00 น. เวลาพัก 11.00-12.00 น.

กะบ่าย: เวลาทำงานเริ่ม 15.00-23.00 น. เวลาพัก 19.00-20.00 น.

กะดึก: เวลาทำงานเริ่ม 23.00-07.00 น. เวลาพัก 03.00-04.00 น.

การวิจัยแบบกึ่งทดลองได้ใช้เครื่องมือวัดความแข็งแรงของกล้ามเนื้อ (Grip strength dynamometer) กับพนักงานกะกลางวัน จำนวน 128 คน แบ่งเป็นพนักงานประกอบชิ้นส่วนฮาร์ดดิสก์โครฟี่แบบตั้งโต๊ะ 64 คน และแบบพกพา 64 คน เพื่อศึกษาปัญหาอาการปวดเมื่อยกล้ามเนื้ออันเนื่องมาจากการทำงาน

2.2 การคัดเลือกกลุ่มตัวอย่าง

1) จากผลการทดลองวัดความแข็งแรงกล้ามเนื้อของพนักงานประกอบชิ้นส่วนฮาร์ดดิสก์โครฟี่โดยใช้ Grip Strength Dynamometer ซึ่งผู้วิจัยทำการคัดเลือกแบบเจาะจง โดยกลุ่มตัวอย่างต้องเป็นผู้ที่ปฏิบัติงานประกอบชิ้นส่วนคอมพิวเตอร์แบบตั้งโต๊ะและแบบพกพา

2) กลุ่มตัวอย่างเป็นผู้ที่มีสุขภาพแข็งแรง ไม่มีความผิดปกติทางร่างกาย หรือเคยประสบอุบัติเหตุที่จะทำให้มีอาการเมื่อยล้ากล้ามเนื้อและกระดูกในปัจจุบัน

3. ขั้นตอนการวิจัย

1) ศึกษาสถิติการเจ็บป่วยด้วยปัญหาการยศาสตร์จากศูนย์พยาบาลของโรงงานประกอบชิ้นส่วนฮาร์ดดิสก์โครฟี่ตัวอย่าง

- 2) รวบรวมข้อมูลเบื้องต้นเกี่ยวกับแบบประเมินความเสี่ยงด้านการยศาสตร์ โดยศึกษาขั้นตอนและสภาพการทำงานต่างๆ โดยทั่วไปภายในสถานประกอบการ ตลอดจนทฤษฎีทางด้านการยศาสตร์และทบทวนงานวิจัยที่เกี่ยวข้อง
- 3) ประเมินปัญหาด้านการยศาสตร์ของพนักงานโดยใช้แบบประเมินความเมื่อยล้า BD
- 4) ทดลองและสรุปปัญหาจากการใช้แบบประเมิน RULA โดยการทดลองประเมินปัญหาด้านการยศาสตร์โดยใช้แบบประเมิน RULA และสรุปปัญหาที่พบจากการใช้แบบประเมิน
- 5) ทดลองและยืนยันปัญหาที่เกิดขึ้นจากข้อจำกัดของแบบประเมินที่มีอยู่โดยใช้อุปกรณ์วัดความแข็งแรงกล้ามเนื้อ Grip Strength Dynamometer ซึ่งเปรียบเทียบระหว่างพนักงานประกอบชิ้นส่วนฮาร์ดดิสก์ไดรฟ์คอมพิวเตอร์แบบตั้งโต๊ะ และพกพา เพื่อพิสูจน์ว่าพนักงานที่ทำงานกับน้ำหนักที่น้อยกว่า 2 กิโลกรัม มีอาการเมื่อยล้า หลังจากนั้นนำข้อมูลที่ได้ไปพัฒนาเป็นมาตรฐานในการประเมินความเสี่ยงด้านการยศาสตร์ที่เหมาะสมสำหรับงานประกอบชิ้นส่วนฮาร์ดดิสก์ไดรฟ์
- 6) พัฒนาแบบประเมินความเสี่ยงด้านการยศาสตร์ที่เหมาะสมกับงานประกอบชิ้นส่วนฮาร์ดดิสก์ไดรฟ์คอมพิวเตอร์ โดยนำข้อมูลที่ได้จากการทดลอง ไปกำหนดเป็นเกณฑ์เพื่อออกแบบแบบประเมินความเสี่ยงด้านการยศาสตร์ และพัฒนาเป็นแบบประเมินความเสี่ยงด้านการยศาสตร์สำหรับงานประกอบชิ้นส่วนฮาร์ดดิสก์ไดรฟ์ต่อไป

4. วิธีการวิจัยและการเก็บรวบรวมข้อมูล

วิธีการดำเนินการวิจัยและการเก็บรวบรวมข้อมูลสามารถแบ่งเป็น 4 ส่วนหลักๆ คือ

4.1 แบบสำรวจความรู้สึกเมื่อยล้ากล้ามเนื้อ BD

แบบสำรวจความรู้สึกเมื่อยล้าจากการทำงาน (รายละเอียดตามภาคผนวก ก) ซึ่งพนักงานเป็นผู้ทำการประเมินผลด้วยตนเอง โดยในแต่ละอวัยวะจะแบ่งระดับความรุนแรงเป็น 5 ระดับคะแนน ดังที่กล่าวในการทบทวนงานวิจัยที่เกี่ยวข้องข้างต้น

4.2 การวิเคราะห์ท่าทางในการทำงานด้วยวิธี RULA โดยจะทำการบันทึกภาพขณะพนักงานปฏิบัติงานด้วยกล้องบันทึกภาพเคลื่อนไหวแล้วนำมาเปิดย้อนดู เพื่อให้คะแนนของท่าทางขณะทำงาน แล้วนำไปประเมินผลในแบบฟอร์ม โดยจะแบ่งระดับความรุนแรงเป็น 4 ระดับคะแนน ดังที่กล่าวในการทบทวนงานวิจัยที่เกี่ยวข้องข้างต้น รายละเอียดตามภาคผนวก ข

4.3 การวัดความแข็งแรงของข้อมือโดยใช้อุปกรณ์ Grip Strength Dynamometer

งานวิจัยนี้ดำเนินการโดยการนำค่าความแข็งแรงของกล้ามเนื้อที่ลดลงเปรียบเทียบกับระหว่างชั่วโมงแรก และชั่วโมงสุดท้ายของการทำงานมาเป็นตัวบ่งชี้ภาระของร่างกาย โดยทำการเปรียบเทียบค่าแรงที่วัดได้จาก Grip Strength Dynamometer ของอาสาสมัครแต่ละคนตามหลักการชีวกลศาสตร์ ซึ่ง นิรัชชา (2549) ได้ใช้อุปกรณ์ดังกล่าววัดความแข็งแรงกล้ามเนื้อ ก่อนและหลังการทำงาน เพื่อสังเกตความแข็งแรงของกล้ามเนื้อที่ลดลง หลังจากนั้นทดลองให้พนักงานมีการหยุดพักระหว่างการทำงาน พบว่า ความแข็งแรงของกล้ามเนื้อที่ลดลงแปรผันตรงกับระยะเวลาการทำงาน โดยอุปกรณ์ที่ใช้ดังแสดงในภาพที่ 23



ภาพที่ 14 การวัดความแข็งแรงกล้ามเนื้อของอาสาสมัครเปรียบเทียบระหว่างชั่วโมงแรก และชั่วโมงสุดท้ายของการทำงาน

โดยการวัดความแข็งแรงกล้ามเนื้อ โดยใช้ Grip strength dynamometer ต้องวัดด้วยท่าทางที่เป็นธรรมชาติ ข้อศอกกางที่ 90 องศา และ ไม่มีการบิดหมุนข้อมือ โดยทำการวัด 3 รอบ สลับกันทั้งสองด้าน แล้วบันทึก แล้วนำมาหาค่าเฉลี่ย โดยมีขั้นตอนดังนี้

1. จัดสถานที่สำหรับการวัดค่าให้มีพื้นที่เพียงพอสำหรับท่าทางที่กำหนด เพื่อให้ผู้อ่านค่าสามารถอ่านค่าแรงกล้ามเนื้อที่วัดได้ ในระดับสายตา
2. ปรับระดับความกว้างของตัวบีบให้เหมาะสมกับขนาดของมือ
3. หมุนปุ่ม Peack-Hold Knob ทวนเข็มนาฬิกามาที่เลขศูนย์
4. บีบที่ตัววัดด้วยแรงสูงสุด สลับซ้ายและขวา
5. อ่านค่าในระดับสายตา และบันทึกผล

5. วิเคราะห์ข้อมูลทางสถิติ

5.1 กรอบแนวคิดในการวิจัย

การวิจัยครั้งนี้เป็นงานวิจัยเชิงสำรวจร่วมกับการวิจัยแบบกึ่งทดลอง โดยรวบรวมข้อมูลสถิติการเจ็บป่วยจากศูนย์พยาบาลของบริษัทประกอบชิ้นส่วนฮาร์ดดิสก์โครฟี่ตัวอย่าง เป็นการศึกษาประชากร 2 กลุ่ม ซึ่งเป็นอิสระต่อกัน คือความเมื่อยล้าของพนักงานประกอบชิ้นส่วนฮาร์ดดิสก์โครฟี่คอมพิวเตอร์แบบตั้งโต๊ะและแบบพกพาจำนวน 192 คน โดยศึกษาแบบประเมินความเสี่ยงด้านการยศาสตร์ที่มีอยู่ และคัดเลือกแบบประเมินที่สามารถใช้ประเมินงานประกอบชิ้นส่วนฮาร์ดดิสก์โครฟี่ได้ คือแบบประเมินความเสี่ยงด้านการยศาสตร์ RULA และแบบสำรวจความรู้สึเมื่อยล้าของพนักงาน BD หลังจากนั้นทำการประเมินความเสี่ยงด้านการยศาสตร์โดยใช้แบบประเมินทั้งสองแบบ รวมทั้งวัดค่าความแข็งแรงของข้อมือที่ลดลง โดยใช้อุปกรณ์ Grip strength dynamometer เปรียบเทียบระหว่างพนักงานประกอบชิ้นส่วนฮาร์ดดิสก์โครฟี่ทั้งสองแบบ และวิเคราะห์ความสอดคล้องของผลการประเมินทั้งสองแบบ กับผลการเจ็บป่วยด้วยอาการทางกระดูกและกล้ามเนื้อจากศูนย์พยาบาลของบริษัท และนำผลที่ได้จากการวิเคราะห์ รวมทั้งข้อจำกัด

ของแบบประเมินที่มีอยู่ มาใช้ในการพัฒนาแบบประเมินความเสี่ยงด้านการยศาศาสตร์ที่เหมาะสม
สำหรับงานประกอบชิ้นส่วนฮาร์ดดิสก์ไครฟ์ โดยมีตัวแปรที่เกี่ยวข้องกับการวิจัยดังนี้

ตัวแปรที่เกี่ยวข้องกับการวิจัย

ตัวแปรอิสระ

1. การทำงานประกอบชิ้นส่วนคอมพิวเตอร์แบบตั้งโต๊ะ
2. การทำงานประกอบชิ้นส่วนคอมพิวเตอร์แบบพกพา

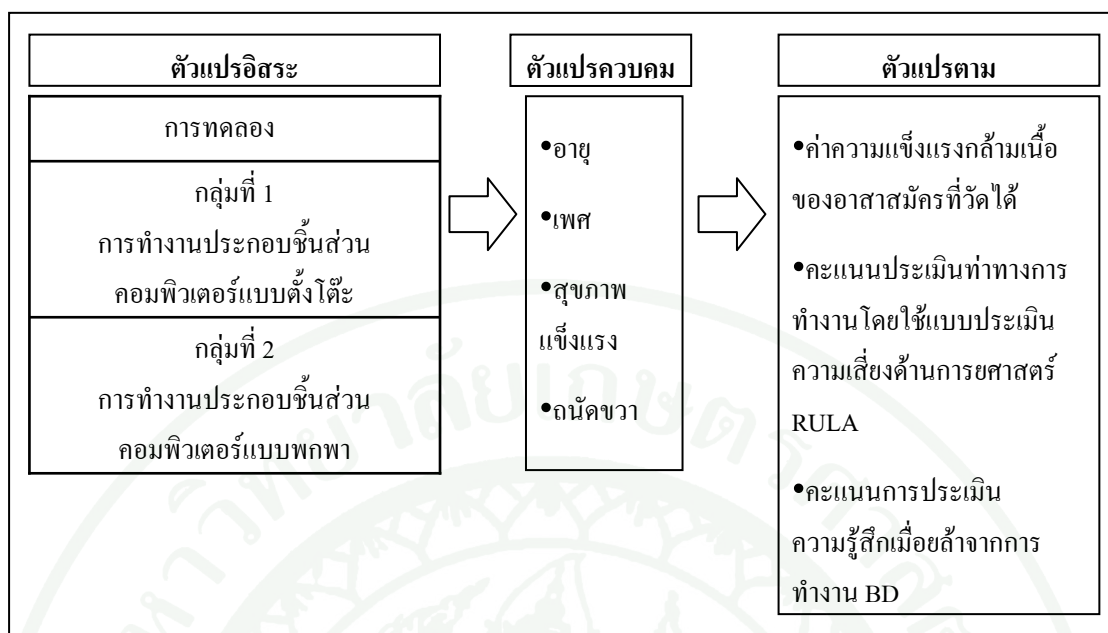
ตัวแปรตาม

1. ค่าความแข็งแรงข้อมือของอาสาสมัครที่วัดได้
2. คะแนนประเมินท่าทางการทำงานโดยวิธี RULA
3. คะแนนการประเมินความรู้สึกล้าจากการทำงาน โดยวิธี BD

ตัวแปรควบคุม

1. กลุ่มตัวอย่างต้องทำงานประกอบชิ้นส่วนฮาร์ดดิสก์ไครฟ์
2. กลุ่มตัวอย่างเป็นผู้ที่มีสุขภาพแข็งแรง ไม่มีความผิดปกติทางร่างกาย หรือเคย
ประสบอุบัติเหตุที่จะทำให้มีอาการเมื่อยล้ากล้ามเนื้อในปัจจุบัน
3. กลุ่มตัวอย่างถนัดด้านขวา
4. กลุ่มตัวอย่างเป็นเพศหญิงอายุระหว่าง 20-35 ปี

กรอบแนวคิดในการวิจัยดังแสดงในภาพที่ 15



ภาพที่ 15 แสดงกรอบแนวคิดในการวิจัย

5.2 สถิติที่ใช้ในการวิเคราะห์

สถิติที่ใช้ในการวิเคราะห์ได้แก่ ค่าเฉลี่ย ส่วนเบี่ยงเบนมาตรฐาน และการทดสอบความแตกต่างระหว่างค่าเฉลี่ยของประชากร (μ) 2 กลุ่ม

5.2.1 ค่าเฉลี่ยของตัวอย่าง X เป็นตัวประมาณค่าของประชากร

สูตร
$$\bar{X} = \frac{\sum X_i}{n}$$

โดยที่ $\bar{X}$ = ค่าเฉลี่ยของคะแนน

X_i = คะแนนของนักศึกษาในกลุ่มตัวอย่างแต่ละคน

n = ขนาดของตัวอย่าง

5.2.2 การหาค่าส่วนเบี่ยงเบนมาตรฐานของตัวอย่าง

ส่วนเบี่ยงเบนมาตรฐานของตัวอย่าง (S) เป็นตัวประมาณค่าของความเบี่ยงเบนมาตรฐานของประชากร

สูตร
$$S = \sqrt{\frac{\sum (X_i - \bar{X})^2}{n-1}}$$

โดยที่ $\bar{X}$ = ค่าเฉลี่ยของคะแนน
 X_i = คะแนนของนักศึกษาในกลุ่มตัวอย่างแต่ละคน
 f = ความถี่
 n = ขนาดของตัวอย่าง

5.2.3 การทดสอบความแตกต่างระหว่างค่าเฉลี่ยของประชากร (z) 2 กลุ่ม ในกรณีที่มีข้อมูล 2 ชุด มีความเป็นอิสระต่อกัน

ในกรณีที่ข้อมูลมีความเป็นอิสระจากกัน หรือ ได้จากการวัดกลุ่มตัวอย่าง 2 กลุ่มเปรียบเทียบกัน

สูตร
$$Z = \frac{\bar{X}_1 - \bar{X}_2}{\sqrt{\frac{S_1^2}{n_1} + \frac{S_2^2}{n_2}}}$$

โดยที่ $\bar{X}_1$ = ค่าเฉลี่ยคะแนนของกลุ่มตัวอย่างที่ 1
 $\bar{X}_2$ = ค่าเฉลี่ยคะแนนของกลุ่มตัวอย่างที่ 2
 S_1^2 = ค่าความแปรปรวนของกลุ่มตัวอย่างที่ 1
 S_2^2 = ค่าความแปรปรวนของกลุ่มตัวอย่างที่ 2
 n_1 = ขนาดของกลุ่มตัวอย่างที่ 1
 n_2 = ขนาดของกลุ่มตัวอย่างที่ 2

5.3 การวิเคราะห์ผล

5.3.1 เปรียบเทียบความแตกต่างของค่าคะแนนความเมื่อยล้าเฉลี่ยโดยพนักงานเป็นผู้ประเมินตนเอง ด้วยแบบประเมิน BD ระหว่างงานประกอบชิ้นส่วนคอมพิวเตอร์แบบพกพา และแบบตั้งโต๊ะ

5.3.2 เปรียบเทียบความแตกต่างของค่าความแข็งแรงกล้ามเนื้อของพนักงานในชั่วโมงแรกและชั่วโมงสุดท้ายของการทำงานระหว่างงานประกอบชิ้นส่วนคอมพิวเตอร์แบบพกพา และแบบตั้งโต๊ะ โดยใช้สถิติ Two sample t-test

6. สถานที่ทำการวิจัย

บริษัท ฮิตาชิ โกลบอล สตอเรจ เทคโนโลยีส์ (ประเทศไทย) จำกัด นิคมอุตสาหกรรม 304 จังหวัดปราจีนบุรี

7. ระยะเวลาในการทำวิจัย

การทำวิจัยเริ่มต้นตั้งแต่เดือนสิงหาคม 2552 สิ้นสุดเดือนเมษายน 2553

ตารางที่ 7 ตารางแผนงานวิจัย

แผนงาน	2552					2553			
	ส.ค.	ก.ย.	ต.ค.	พ.ย.	ธ.ค.	ม.ค.	ก.พ.	มี.ค.	เม.ย.
1. ศึกษาแบบประเมินความเสี่ยงด้านการขยายศาสตร์ และคัดเลือกแบบประเมินที่สามารถนำมาใช้ประเมินได้	x	x							
2. สำรวจความเมื่อยล้าและประเมินความเสี่ยงด้านการขยายศาสตร์ โดยแบบประเมินที่คัดเลือก วิเคราะห์ผลเปรียบเทียบกับสถิติการเจ็บป่วยด้วยอาการทางกระดูกและกล้ามเนื้อจากศูนย์พยาบาล		x	x	x	x				
3. ทดลองวัดความเมื่อยล้าของพนักงานที่ปฏิบัติงานกับน้ำหนักที่ไม่เกิน 2 กิโลกรัม เพื่อยืนยันว่ามีความเมื่อยล้าเกิดขึ้นจริง			x	x	x				
4. สรุปผลการทดลอง สำรวจ วิเคราะห์ นำผลที่ได้ไปพัฒนาโปรแกรมประเมินความเสี่ยงด้านการขยายศาสตร์						x	x		
5. จัดทำแบบประเมินความเสี่ยงด้านการขยายศาสตร์ที่เหมาะสมกับอุตสาหกรรมประกอบชิ้นส่วนฮาร์ดดิสก์ไดรฟ์และทดลองใช้								x	x

ผลและวิจารณ์

ผล

การวิจัยครั้งนี้มีวัตถุประสงค์เพื่อศึกษาน้ำหนักขึ้นต่ำที่มีผลต่ออาการเมื่อยล้าของพนักงานประกอบชิ้นส่วนฮาร์ดดิสก์ไดรฟ์แบบตั้งโต๊ะ และแบบพกพา เพื่อนำผลการศึกษาที่ได้ไปพัฒนาเป็นแบบประเมินความเสี่ยงด้านการยศาสตร์ที่เหมาะสมสำหรับงานประกอบชิ้นส่วนฮาร์ดดิสก์ไดรฟ์ต่อไป ซึ่งการศึกษานี้ได้ทำการวิจัยขึ้นในบริษัท ฮิตาชิ โกลบอล สตอเรจ เทคโนโลยีส์ (ประเทศไทย) จำกัด โดยผลการดำเนินการวิจัยแสดงดังนี้

1. ผลการสำรวจและประเมินความเมื่อยล้า ของพนักงานประกอบชิ้นส่วนฮาร์ดดิสก์ไดรฟ์คอมพิวเตอร์แบบตั้งโต๊ะและแบบพกพา โดยใช้แบบประเมิน RULA เปรียบเทียบกับแบบประเมิน BD
2. ผลการวัดความแข็งแรงกล้ามเนื้อของพนักงานเปรียบเทียบระหว่างพนักงานประกอบชิ้นส่วนคอมพิวเตอร์แบบตั้งโต๊ะและพกพา โดยใช้ Grip strength dynamometer
3. การพัฒนาแบบประเมินความเสี่ยงด้านการยศาสตร์ สำหรับงานประกอบชิ้นส่วนฮาร์ดดิสก์ไดรฟ์
4. ผลการสำรวจและประเมินความเมื่อยล้า ของพนักงานประกอบชิ้นส่วนฮาร์ดดิสก์ไดรฟ์คอมพิวเตอร์แบบตั้งโต๊ะและแบบพกพา โดยใช้แบบประเมิน RULA เปรียบเทียบกับแบบประเมิน BD

การสำรวจความเมื่อยล้าของพนักงานเป็นการสำรวจโดยใช้แบบประเมินความเมื่อยล้าของบริษัทฯ โดยประยุกต์มาจากแบบประเมินความเมื่อยล้า BD ของสถาบันความปลอดภัยในการทำงาน โดยทำการสำรวจความเมื่อยล้าของพนักงานจำนวน 192 คน จากทั้งหมด 8 ตำแหน่ง ดังนี้ ตำแหน่ง Disk mount, ตำแหน่ง Top clamp, ตำแหน่ง Disk balance, ตำแหน่ง Ramp mount, ตำแหน่ง HAS VCM mnt., ตำแหน่ง Featuring, ตำแหน่ง Visual inspection, ตำแหน่ง Packing เพื่อศึกษาปัญหาความเมื่อยล้าอันเนื่องมาจากการทำงาน ซึ่งจากแบบสำรวจสรุปได้ว่า พนักงาน

ประกอบชิ้นส่วนคอมพิวเตอร์แบบตั้งโต๊ะ มีความเมื่อยล้าเจ็บบ่อยกว่าพนักงานประกอบชิ้นส่วนคอมพิวเตอร์แบบพกพา

โดยแต่ละตำแหน่งมีการสำรวจความเมื่อยล้าแยกตามอวัยวะต่างๆ ของร่างกาย โดยแยกด้านซ้าย และด้านขวา ซึ่งสรุปผลจากการใช้แบบประเมิน RULA ผลลัพธ์สรุปได้ดังตารางที่ 8

ตารางที่ 8 แสดงคะแนนจากการประเมินความเสี่ยงด้านการยศาสตร์โดยวิธี RULA ของพนักงานประกอบชิ้นส่วนฮาร์ดดิสก์ไครฟ์คอมพิวเตอร์แบบตั้งโต๊ะและแบบพกพา แยกตามตำแหน่ง

ตำแหน่งงาน	คะแนนการประเมินจาก RULA Assessment (คะแนนเต็ม 7)			
	คะแนนรวม		คะแนนข้อมือ	
	RULA-Mobile	RULA-Desktop	RULA wrist-Mobile	RULA wrist-Desktop
Disk mount. Left	7	7	4	4
Disk mount. Right	7	7	4	4
Top Clamp. Left	7	7	4	4
Top Clamp. Right	5	5	2	2
Balance. Left	6	6	3	3
Balance. Right	7	7	3	3
Ramp mount. Left	7	7	3	3
Ramp mount. Right	3	3	2	2
HAS vcm. Left	6	6	3	3
HAS vcm. Right	6	6	3	3
FP. Left	5	5	4	4
FP. Right	6	6	4	4
Inspection.Left	4	4	4	4
Inspection.Right	4	4	4	4
Packing Right	3	3	2	2
Packing Left	5	5	3	3

จากตารางที่ 8 พบว่า คะแนนประเมินความเสี่ยงด้านการยศาสตร์ โดยวิธี RULA ได้คะแนน เท่ากันสำหรับงานประกอบชิ้นส่วนฮาร์ดดิสก์ไดรฟ์คอมพิวเตอร์แบบตั้งโต๊ะ และแบบพกพา ซึ่งไม่ สอดคล้องกับสถิติการเจ็บป่วยด้วยอาการทางกระดูกและกล้ามเนื้อจากการทำงาน จากศูนย์พยาบาล ของโรงงานตัวอย่าง ทั้งนี้ผู้วิจัยได้ทำการสำรวจความรู้สึกเมื่อยล้ากล้ามเนื้อของพนักงานประกอบ ชิ้นส่วนทั้งสองแบบ โดยใช้แบบประเมิน BD เพื่อศึกษาความรู้สึกเมื่อยล้าของพนักงานประกอบกับ การใช้แบบประเมิน RULA ได้ผลดังตารางที่ 9

ตารางที่ 9 แสดงระดับความรู้เมื่อยล้าโดยใช้แบบประเมิน BD ของพนักงานประกอบชิ้นส่วน ฮาร์ดดิสก์ไดรฟ์คอมพิวเตอร์แบบตั้งโต๊ะและแบบพกพา แยกตามอวัยวะ (ด้านซ้าย)

ส่วนของร่างกาย	ร้อยละของพนักงานที่รู้สึกปวดเมื่อยกล้ามเนื้อในระดับต่างๆ (ด้านซ้าย)											
	พนักงานประกอบชิ้นส่วนฮาร์ดดิสก์ไดรฟ์						พนักงานประกอบชิ้นส่วนฮาร์ดดิสก์ไดรฟ์					
	คอมพิวเตอร์แบบพกพา						คอมพิวเตอร์แบบตั้งโต๊ะ					
	ไม่ปวด	เล็กน้อย	ปานกลาง	มาก	มากที่สุด	เฉลี่ย (0-4)	ไม่ปวด	เล็กน้อย	ปานกลาง	มาก	มากที่สุด	เฉลี่ย (0-4)
	0	1	2	3	4		0	1	2	3	4	
คอ	17.71	34.38	38.54	9.38	0.00	1.40	4.17	28.13	47.92	17.71	2.08	1.85
96	(17)	(33)	(37)	(9)	(0)		(4)	(27)	(46)	(17)	(2)	
ไหล่-ซ้าย	8.33	18.75	38.54	32.29	2.08	2.01	0.00	9.38	38.54	41.67	10.42	2.53
96	(8)	(18)	37	31	2		0	9	37	40	10	
หลังส่วนบน-ซ้าย	5.21	15.63	50.00	27.08	2.08	2.05	3.13	12.50	33.33	41.67	9.38	2.42
96	5	15	48	26	2		3	12	32	40	9	
หลังส่วนล่าง-ซ้าย	7.29	16.67	56.25	17.71	2.08	1.91	1.04	11.46	32.29	51.04	4.17	2.46
96	7	16	54	17	2		1	11	31	49	4	
แขนส่วนบน-ซ้าย	20.83	21.88	36.46	19.79	1.04	1.58	5.21	15.63	40.63	31.25	7.29	2.20
96	20	21	35	19	1		5	15	39	30	7	
ข้อศอก-ซ้าย	53.13	25.00	46.88	6.25	0.00	0.75	23.96	40.63	27.08	6.25	2.08	1.22
96	51	24	45	6	0		23	39	26	6	2	
แขนส่วนล่าง-ซ้าย	22.92	32.29	32.29	12.50	0.00	1.34	12.50	30.21	31.25	21.88	4.17	1.75
96	22	31	31	12	0		12	29	30	21	4	

ตารางที่ 9 (ต่อ)

ส่วนของร่างกาย	ร้อยละของพนักงานที่รู้สึกปวดเมื่อยกล้ามเนื้อในระดับต่างๆ (ด้านซ้าย)											
	พนักงานประกอบชิ้นส่วนฮาร์ดดิสก์ไครฟ์						พนักงานประกอบชิ้นส่วนฮาร์ดดิสก์ไครฟ์					
	คอมพิวเตอร์แบบพกพา						คอมพิวเตอร์แบบตั้งโต๊ะ					
	ไม่ปวด	เล็กน้อย	ปานกลาง	มาก	มากที่สุด	เฉลี่ย (0-4)	ไม่ปวด	เล็กน้อย	ปานกลาง	มาก	มากที่สุด	เฉลี่ย (0-4)
	0	1	2	3	4		0	1	2	3	4	
มือ/ข้อมือ-ซ้าย	10.42	21.88	48.96	17.71	1.04	1.77	5.21	12.50	40.63	35.42	6.25	2.25
96	10	21	47	17	1		5	12	39	34	6	
สะโพก/ต้นขา-ซ้าย	30.21	27.08	32.29	10.42	0.00	1.23	6.25	27.08	32.29	27.08	7.29	2.02
96	29	26	31	10	0		6	26	31	26	7	
หัวเข่า-ซ้าย	36.46	30.21	21.88	10.42	1.04	1.09	12.50	26.04	34.38	21.88	5.21	1.81
96	35	29	21	10	1		12	25	33	21	5	
น่อง-ซ้าย	31.25	23.96	27.08	16.67	1.04	1.32	9.38	18.75	34.38	29.17	8.33	2.08
96	30	23	26	16	1		9	18	33	28	8	
เท้า-ซ้าย	32.29	26.04	27.08	14.58	0.00	1.24	5.21	21.88	37.50	27.08	8.33	2.11
96	31	25	26	14	0		5	21	36	26	8	

จากตารางที่ 9 พบว่าพนักงานประกอบชิ้นส่วนฮาร์ดดิสก์ไครฟ์คอมพิวเตอร์แบบตั้งโต๊ะ มีจำนวนพนักงานที่มีความรู้สึกเมื่อยล้าระดับ 2 เมื่อยล้าปานกลาง (มีอาการเมื่อยล้า พักแล้วอาการหายไป) ถึงระดับ 4 เมื่อยล้ามากเกินทนไหว (มีอาการเมื่อยล้ามากต้องรับประทานยาจึงจะสามารถทำงานได้) แยกตามอวัยวะ คือ คอ ไหล่ หลังส่วนบน หลังส่วนล่าง แขนส่วนบน ข้อศอก แขน ส่วนล่าง มือ/ข้อมือ สะโพก/ต้นขา หัวเข่า น่อง เท้า ร้อยละ 67.71, 90.63, 84.38, 87.50, 79.17, 35.42, 57.29, 82.29, 66.67, 61.46, 71.88, 72.92, 71.44 ซึ่งมากกว่าพนักงานประกอบชิ้นส่วน ฮาร์ดดิสก์ไครฟ์คอมพิวเตอร์แบบพกพา ร้อยละ 47.92, 72.92, 79.17, 76.04, 57.29, 53.13, 44.79, 67.71, 42.71, 33.33, 44.79, 41.67 ตามลำดับ ซึ่งพนักงานแบบที่ 1 มีความรู้สึกเมื่อยล้าโดยเฉลี่ย มากกว่าพนักงานแบบที่ 2 ร้อยละ 71.44 และ 55.12 ตามลำดับ นอกจากผลการสำรวจความรู้สึก เมื่อยล้าร่างกายด้านซ้ายแล้ว ผู้วิจัยยังทำการสำรวจความรู้สึกเมื่อยล้าร่างกายด้านขวาของพนักงาน ดังแสดงในตารางที่ 10

ตารางที่ 10 แสดงระดับความรู้เมื่อย่ำของพนักงานประกอบชิ้นส่วนฮาร์ดดิสก์ไดรฟ์คอมพิวเตอร์
แบบตั้งโต๊ะและแบบพกพา แยกตามอวัยวะ (ด้านขวา)

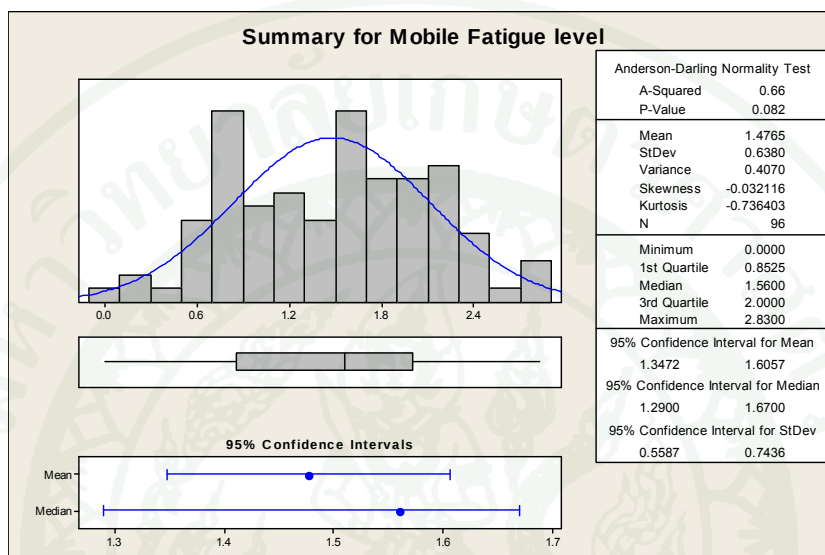
ส่วนของร่างกาย	ร้อยละของพนักงานที่รู้สึกปวดเมื่อยกล้ามเนื้อในระดับต่างๆ (ด้านขวา)											
	พนักงานประกอบชิ้นส่วนฮาร์ดดิสก์ไดรฟ์คอมพิวเตอร์แบบพกพา						พนักงานประกอบชิ้นส่วนฮาร์ดดิสก์ไดรฟ์คอมพิวเตอร์แบบตั้งโต๊ะ					
						เฉลี่ย (0-4)						เฉลี่ย (0-4)
	ไม่ปวด	เล็กน้อย	ปานกลาง	มาก	มากที่สุด		ไม่ปวด	เล็กน้อย	ปานกลาง	มาก	มากที่สุด	
	0	1	2	3	4		0	1	2	3	4	
คอ	16.67	33.33	39.58	10.42	0.00	1.44	4.17	28.13	47.92	16.67	16.67	1.86
96	16	32	38	10	0		4	27	46	16	3	
ไหล่-ขวา	8.33	14.58	39.58	34.38	3.13	2.09	0.00	10.42	39.58	44.79	10.42	2.55
96	8	14	38	33	3		0	10	38	43	10	
หลังส่วนบน-ขวา	6.25	12.50	48.96	30.21	2.08	2.09	3.13	12.50	27.08	44.79	12.50	2.51
96	6	12	47	29	2		3	12	26	43	12	
หลังส่วนล่าง-ขวา	10.42	18.75	50.00	19.79	1.04	1.82	1.04	9.38	37.50	47.92	4.17	2.45
96	10	18	48	19	1		1	9	36	46	4	
แขนส่วนบน-ขวา	27.08	19.79	32.29	20.83	1.04	1.51	3.13	20.83	36.46	31.25	8.33	2.21
96	26	19	31	20	1		3	20	35	30	8	
ข้อศอก-ขวา	47.92	29.17	18.75	4.17	0.00	0.79	23.96	34.38	34.38	5.21	2.08	1.27
96	46	28	18	4	0		23	33	33	5	2	
แขนส่วนล่าง-ขวา	21.88	33.33	34.38	10.42	0.00	1.33	11.46	28.13	32.29	25.00	3.13	1.80
96	21	32	33	10	0		11	27	31	24	3	
มือ/ข้อมือ-ขวา	11.46	21.88	48.96	16.67	1.04	1.74	4.17	11.46	40.63	35.42	8.33	2.32
96	11	21	47	16	1		4	11	39	34	8	
สะโพก/ต้นขา-ขวา	35.42	23.96	29.17	11.46	0.00	1.17	7.29	25.00	31.25	28.13	8.33	2.05
96	34	23	28	11	0		7	24	30	27	8	
หัวเข่า-ขวา	34.38	30.21	25.00	9.38	1.04	1.13	13.54	28.13	34.38	7.29	6.25	1.75
96	33	29	24	9	1		13	27	33	7	6	
น่อง-ขวา	30.21	22.92	28.13	17.71	1.04	1.36	9.38	13.54	38.54	30.21	8.33	2.15
96	29	22	27	17	1		9	13	37	29	8	
เท้า-ขวา	30.21	27.08	27.08	14.58	0.00	1.26	7.29	19.79	35.42	30.21	8.33	2.14
96	29	26	26	14	0		7	19	34	29	8	

จากตารางที่ 10 พบว่าพนักงานประกอบชิ้นส่วนฮาร์ดดิสก์ไครฟ์คอมพิวเตอร์แบบตั้งโต๊ะ มีจำนวนพนักงานที่มีความรู้สึกเมื่อยล้าระดับ 2 เมื่อยล้าปานกลาง (มีอาการเมื่อยล้า พักแล้วอาการหายไป) ถึงระดับ 4 เมื่อยล้ามากเกินไป (มีอาการเมื่อยล้ามากต้องรับประทานยาจึงจะสามารถทำงานได้) แยกตามอวัยวะ คือ คอ ไหล่ หลังส่วนบน หลังส่วนล่าง แขนส่วนบน ข้อศอก แขน ส่วนล่าง มือ/ข้อมือ สะโพก/ต้นขา หัวเข่า น่อง เท้า ร้อยละ 67.71, 94.79, 84.38, 89.58, 76.04, 41.67, 60.42, 84.38, 67.71, 47.92, 77.08, 73.96 ซึ่งมากกว่าพนักงานประกอบชิ้นส่วนฮาร์ดดิสก์ไครฟ์คอมพิวเตอร์แบบพกพา ร้อยละ 50.00, 77.08, 81.25, 70.83, 54.17, 22.92, 44.79, 66.67, 40.63, 35.42, 46.88, 41.67 ตามลำดับ ซึ่งพนักงานแบบที่ 1 มีความรู้สึกเมื่อยล้าโดยเฉลี่ย มากกว่าพนักงานแบบที่ 2 ร้อยละ 72.14 และ 52.69 ตามลำดับ

และเมื่อนำคะแนนความรู้สึกเมื่อยล้ากล้ามเนื้อของพนักงานประกอบชิ้นส่วนฮาร์ดดิสก์ไครฟ์คอมพิวเตอร์แบบตั้งโต๊ะ และแบบพกพา มาทดสอบทางสถิติ โดยผลคะแนนความรู้สึกเมื่อยล้ามีการกระจายตัวแบบปกติ ดังรูปที่ 18 และ 19 ทั้งนี้ผลการทดสอบพบว่า พนักงานประกอบชิ้นส่วนฮาร์ดดิสก์ไครฟ์แบบตั้งโต๊ะ มีความเมื่อยล้ามากกว่าพนักงานประกอบชิ้นส่วนฮาร์ดดิสก์ไครฟ์แบบพกพา อย่างมีนัยสำคัญ P-value 0.05

1. การทดสอบความปกติของข้อมูล

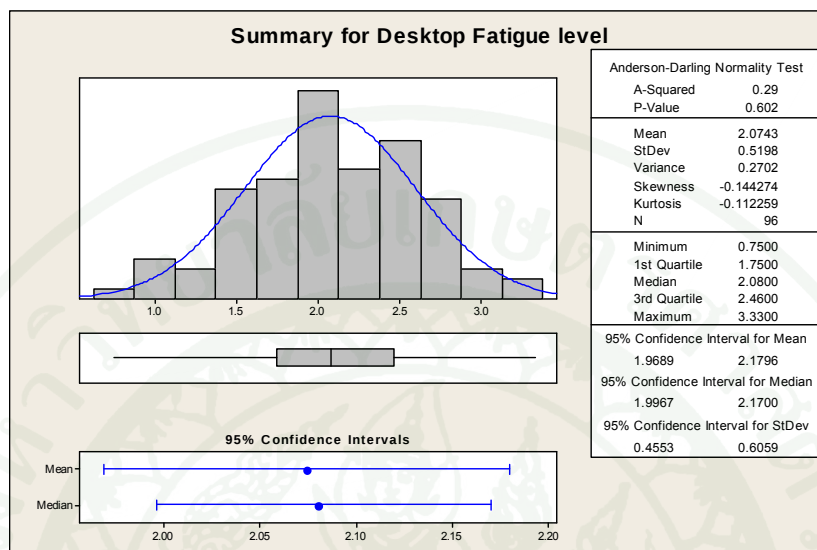
1.1 การทดสอบความปกติของข้อมูล (Normal Probability) คะแนนความรู้สึกเมื่อย่ำของพนักงานประกอบชิ้นส่วนฮาร์ดดิสก์ไครฟ์แบบพกพาดังภาพที่ 16



ภาพที่ 16 ผลการทดสอบการกระจายตัวของคะแนนความรู้สึกเมื่อย่ำของพนักงานประกอบชิ้นส่วนฮาร์ดดิสก์ไครฟ์แบบพกพา

จากภาพที่ 16 ผลการทดสอบการกระจายตัวของคะแนนความรู้สึกเมื่อย่ำของพนักงานประกอบชิ้นส่วนฮาร์ดดิสก์ไครฟ์แบบพกพา พบว่า ข้อมูลมีการกระจายตัวแบบปกติ $P\text{-value} > 0.05$

1.2 การทดสอบความปกติของข้อมูล (Normal Probability) คะแนนความรู้สึกเมื่อยล้าของพนักงานประกอบชิ้นส่วนฮาร์ดดิสก์ไครฟ์แบบตั้งโต๊ะดังภาพที่ 17



ภาพที่ 17 ผลการทดสอบการกระจายตัวของข้อมูลความรู้สึกเมื่อยล้าของพนักงานประกอบชิ้นส่วนฮาร์ดดิสก์ไครฟ์แบบตั้งโต๊ะ

จากภาพที่ 17 ผลการทดสอบการกระจายตัวของคะแนนความรู้สึกเมื่อยล้าของพนักงานประกอบชิ้นส่วนฮาร์ดดิสก์ไครฟ์แบบตั้งโต๊ะ พบว่า ข้อมูลมีการกระจายตัวแบบปกติ $P\text{-value} > 0.05$

ซึ่งผลการวิเคราะห์ที่ได้จากกราฟ พบว่าข้อมูลทั้งหมดมีการกระจายตัวแบบปกติ สามารถนำไปวิเคราะห์หาความแตกต่างของข้อมูลโดยวิธี 2 sample t-test ได้ในขั้นตอนต่อไป

2. การเปรียบเทียบค่าความแตกต่างของความรู้สึกเมื่อยล้า ของพนักงานประกอบชิ้นส่วน ฮาร์ดดิสก์คอมพิวเตอร์แบบตั้งโต๊ะ(Desktop) และแบบพกพา(Mobile)

$$\text{สมมุติฐาน } H_0 ; \mu_1 \leq \mu_2$$

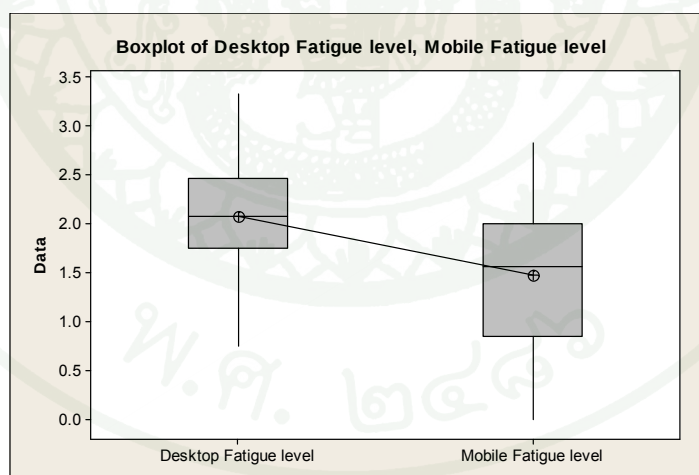
$$H_1 ; \mu_1 > \mu_2$$

เมื่อ μ_1 คือ ค่าเฉลี่ยของความรู้สึกเมื่อยล้าของพนักงานประกอบชิ้นส่วน
ฮาร์ดดิสก์คอมพิวเตอร์แบบตั้งโต๊ะ

μ_2 คือ ค่าเฉลี่ยของความรู้สึกเมื่อยล้าของพนักงานประกอบชิ้นส่วน
ฮาร์ดดิสก์คอมพิวเตอร์แบบพกพา

โดยใช้ระดับนัยสำคัญ 0.05 ผลลัพธ์จากการเปรียบเทียบมีดังนี้

2.1 ผลทดสอบความแตกต่างของข้อมูลความเมื่อยล้าของพนักงานประกอบชิ้นส่วน ฮาร์ดดิสก์คอมพิวเตอร์แบบตั้งโต๊ะ(Desktop) และแบบพกพา(Mobile) ด้านขวา ดังภาพที่ 18



ภาพที่ 18 ผลการทดสอบความแตกต่างของคะแนนความเมื่อยล้าของพนักงานประกอบชิ้นส่วน
ฮาร์ดดิสก์คอมพิวเตอร์แบบตั้งโต๊ะ(Desktop) และแบบพกพา(Mobile)

ที่มา: บริษัทตาชิ โกลบอล สตอเรจ เทคโนโลยีส์ (ประเทศไทย) จำกัด (ม.ป.ป.)

โดยผลการทดสอบทางสถิติ จากการประมวลผลโดยใช้โปรแกรม Minitab ใช้ Two-sample t-test สำหรับเปรียบเทียบกลุ่มตัวอย่าง 2 กลุ่มที่เป็นอิสระต่อกัน พบว่าพนักงานประกอบชิ้นส่วนฮาร์ดดิสก์ไดรฟ์คอมพิวเตอร์แบบตั้งโต๊ะ มีความเมื่อยล้ามากกว่าพนักงานประกอบชิ้นส่วนฮาร์ดดิสก์ไดรฟ์คอมพิวเตอร์แบบพกพา อย่างมีนัยสำคัญ P-value 0.05 ดังภาพที่ ..

Two-Sample T-Test and CI: Desktop Fatigue level, Mobile Fatigue level

Two-sample T for Desktop Fatigue level vs Mobile Fatigue level

	N	Mean	StDev	SE Mean
Desktop Fatigue	96	2.074	0.520	0.053
Mobile Fatigue	96	1.476	0.638	0.065

Difference = μ (Desktop Fatigue level) - μ (Mobile Fatigue level)

Estimate for difference: 0.597813

95% lower bound for difference: 0.458979

T-Test of difference = 0 (vs >): T-Value = 7.12 P-Value = 0.000 DF = 190

Both use Pooled StDev = 0.5819

ภาพที่ 19 แสดงผลการเปรียบเทียบความเมื่อยล้าข้อมือขวาของพนักงานประกอบชิ้นส่วนฮาร์ดดิสก์ไดรฟ์คอมพิวเตอร์แบบตั้งโต๊ะและแบบพกพา

จากภาพ t-Critical ที่ $t_{B/2, 190}$ เท่ากับ 1.645 ซึ่งค่า T ที่ได้เท่ากับ 7.12 ซึ่งมากกว่าค่า t-Critical ฉะนั้นจึงปฏิเสธสมมติฐานหลัก หมายความว่า พนักงานประกอบชิ้นส่วนคอมพิวเตอร์แบบตั้งโต๊ะ มีความเมื่อยล้ามากกว่าพนักงานประกอบชิ้นส่วนคอมพิวเตอร์แบบพกพา อย่างมีนัยสำคัญ

ทั้งนี้ผลที่ได้จากการประเมินความเสี่ยงด้านการยศาสตร์เปรียบเทียบโดยแบบประเมิน RULA และแบบสำรวจความเมื่อยล้าโดยแบบประเมิน BD ดังแสดงในตารางที่ 11

ตารางที่ 11 ผลการประเมินความเสี่ยงด้านการยศาสตร์โดยวิธี RULA และ BD ของพนักงานประกอบชิ้นส่วนฮาร์ดดิสก์คอมพิวเตอร์แบบตั้งโต๊ะและแบบพกพา

ตำแหน่งงาน	คะแนนการประเมินจาก RULA				คะแนนการประเมินจาก Body			
	Assessment (คะแนนเต็ม 7)				discomfort (คะแนนเต็ม 4)			
	คะแนนรวม		คะแนนข้อมือ		คะแนนรวม		คะแนนข้อมือ	
	RULA- MB	RULA- DT	RULA wrist- MB	RULA wrist- DT	BD- MB	BD-DT	BD wrist- MB	BD wrist- DT
Disk mount. Left	7	7	4	4	1.79	1.97	1.75	1.5
Disk mount. Right	7	7	4	4	1.76	1.97	1.58	2.17
Top Clamp. Left	7	7	4	4	1.78	2.15	2.5	2.25
Top Clamp. Right	5	5	2	2	1.74	2.29	2.5	2.33
Balance. Left	6	6	3	3	1.56	1.91	2.17	2.17
Balance. Right	7	7	3	3	1.6	1.91	2.17	2.08
Ramp mount. Left	7	7	3	3	1.5	2.14	1.83	1.42
Ramp mount. Right	3	3	2	2	1.39	2.25	1.58	2.42
HAS vcm. Left	6	6	3	3	1.78	1.94	1.67	2
HAS vcm. Right	6	6	3	3	1.87	1.94	1.67	1.83
FP. Left	5	5	4	4	1.05	2.04	1.08	2.42
FP. Right	6	6	4	4	1.03	2.03	1.25	2.5
Inspection. Left	4	4	4	4	1.17	2.12	1.58	2.67
Inspection. Right	4	4	4	4	1.17	2.1	1.58	2.5
Packing Right	3	3	2	2	1.17	2.17	1.58	2.75
Packing Left	5	5	3	3	1.17	2.19	1.58	2.75

จากตาราง สรุปได้ว่า คะแนนการประเมินความเสี่ยงด้านการยศาสตร์โดยใช้แบบประเมิน RULA พบว่า ทั้ง 8 ตำแหน่ง รวมทั้งด้านซ้ายและขวา ของงานประกอบชิ้นส่วนคอมพิวเตอร์แบบตั้งโต๊ะ และแบบพกพาไม่แตกต่างกัน ในขณะที่คะแนนระดับความเมื่อยล้าโดยใช้แบบประเมิน BD พบว่าพนักงานประกอบชิ้นส่วนฮาร์ดดิสก์คอมพิวเตอร์แบบตั้งโต๊ะมีความเมื่อยล้า

มากกว่าพนักงานประกอบชิ้นส่วนฮาร์ดดิสก์ไดรฟ์คอมพิวเตอร์แบบพกพาอย่างมีนัยสำคัญ P-value 0.05 ซึ่งสอดคล้องกับสถิติการเจ็บป่วยด้วยอาการทางกระดูกและกล้ามเนื้อดังตารางที่ 13

ตารางที่ 12 สถิติการเจ็บป่วยด้วยอาการทางกระดูกและกล้ามเนื้อเนื่องจากการทำงาน เปรียบเทียบระหว่างพนักงานประกอบชิ้นส่วนฮาร์ดดิสก์ไดรฟ์คอมพิวเตอร์แบบตั้งโต๊ะและแบบพกพา แยกตามตำแหน่ง

ตำแหน่งงาน	งานประกอบชิ้นส่วนฮาร์ดดิสก์ไดรฟ์คอมพิวเตอร์แบบตั้งโต๊ะ	งานประกอบชิ้นส่วนฮาร์ดดิสก์ไดรฟ์คอมพิวเตอร์แบบพกพา	งานอื่นๆ	รวม
Disk mnt.	10	6	0	16
Balance	13	3	0	16
Feat	9	2	0	11
HAS VCM	7	2	0	9
Inspection	9	4	0	13
Packing	7	3	0	10
Ramp	7	1	0	8
Top clamp	3	4	0	7
Other	0	0	32	32
Total	65	25	32	122

โดยข้อมูลที่สำรวจโดยวิธี BD เป็นการประเมินโดยใช้ความรู้สึกเมื่อยล้าของพนักงาน ซึ่งอาจมีความลำเอียง โดยผู้ประเมิน (inter-observation bias) ผู้วิจัยจึงได้ทำการวัดค่าความแข็งแรงของกล้ามเนื้อพนักงานประกอบชิ้นส่วนฮาร์ดดิสก์ไดรฟ์ทั้งสองประเภทเพื่อการศึกษาค่าความแข็งแรงกล้ามเนื้อที่ลดลง โดยใช้เครื่องมือ grip strength dynamometer วัดค่าความแข็งแรงกล้ามเนื้อก่อนและหลังทำงาน เพื่อยืนยันว่าพนักงานประกอบชิ้นส่วนคอมพิวเตอร์ทั้งสองแบบว่ามีความเมื่อยล้าแตกต่างกันอย่างมีนัยสำคัญในขั้นตอนต่อไป

3. ผลการวัดความแข็งแรงของกล้ามเนื้อของพนักงานเปรียบเทียบระหว่างพนักงานประกอบชิ้นส่วนคอมพิวเตอร์แบบตั้งโต๊ะและพกพา โดยใช้ Grip strength dynamometer

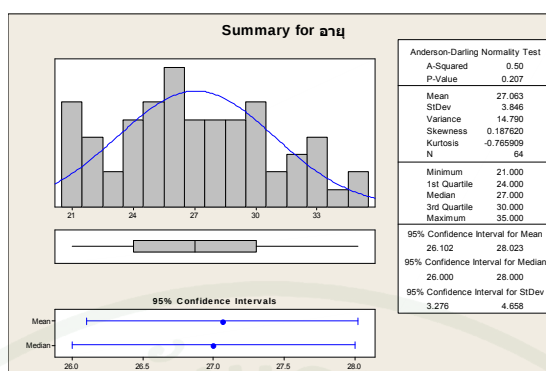
นิรัชชา (2549) ได้วิเคราะห์ปัญหาการยศาสตร์ในโรงงานอิเล็กทรอนิกส์ โดยทำการทดสอบและตรวจวัดความแข็งแรงของกล้ามเนื้อ พนักงานก่อนเริ่ม และหลังปฏิบัติงาน โดยใช้เครื่องมือ grip strength dynamometer จากหลักการทางสถิติพบว่า ความล้าของกล้ามเนื้อมีการแปรผันตรงกับระยะเวลาในการทำงาน

โดยผู้วิจัยทำการทดลองวัดความแข็งแรงของข้อมือของพนักงานประกอบชิ้นส่วนฮาร์ดดิสก์ไดรฟ์สำหรับคอมพิวเตอร์ โดยใช้ Grip Strength Dynamometer No.10100872 ซึ่งผู้วิจัยสุ่มตัวอย่างพนักงาน 2 กลุ่ม โดยแบ่งเป็นพนักงานประกอบชิ้นส่วนคอมพิวเตอร์แบบตั้งโต๊ะ จำนวน 64 คน และพนักงานประกอบชิ้นส่วนคอมพิวเตอร์แบบพกพาจำนวน 64 คน โดยกลุ่มตัวอย่างเป็นพนักงานที่ทำหน้าที่ในการประกอบชิ้นส่วนฮาร์ดดิสก์ไดรฟ์คอมพิวเตอร์แบบตั้งโต๊ะ และงานประกอบชิ้นส่วนฮาร์ดดิสก์ไดรฟ์คอมพิวเตอร์แบบพกพา โดยเป็นเพศหญิงทั้งหมด ซึ่งมีอายุระหว่าง 20-35 ปี

ทั้งนี้ผู้วิจัยได้ออกแบบการทดลองโดยวัดค่าความแข็งแรงของกล้ามเนื้อในช่วงเวลาที่ 1 และช่วงเวลาที่ 8 ของการทำงาน เพื่อเปรียบเทียบความแข็งแรงของกล้ามเนื้อพนักงาน ระหว่างงานประกอบชิ้นส่วนฮาร์ดดิสก์ไดรฟ์คอมพิวเตอร์แบบตั้งโต๊ะ และแบบพกพา โดยผลการทดสอบความแข็งแรงของกล้ามเนื้อ ซึ่งวิเคราะห์โดยใช้ โปรแกรม Minitab เป็นดังนี้

4. การทดสอบความปกติของข้อมูล

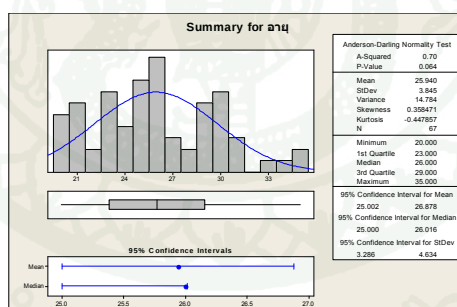
4.1 การทดสอบความปกติของข้อมูล (Normal Probability) ของอายุ พนักงานประกอบชิ้นส่วนฮาร์ดดิสก์ไดรฟ์คอมพิวเตอร์แบบตั้งโต๊ะ ดังภาพที่ 20



ภาพที่ 20 ผลการทดสอบการกระจายตัวของข้อมูลอายุของพนักงานประกอบชิ้นส่วนฮาร์ดดิสก์
ไครฟ์แบบตั้งโต๊ะ

จากภาพที่ 13 ผลการทดสอบการกระจายตัวของข้อมูลอายุของพนักงานประกอบ
ชิ้นส่วนฮาร์ดดิสก์ไครฟ์แบบตั้งโต๊ะ พบว่า ข้อมูลมีการกระจายตัวแบบปกติ $P\text{-value} > 0.05$

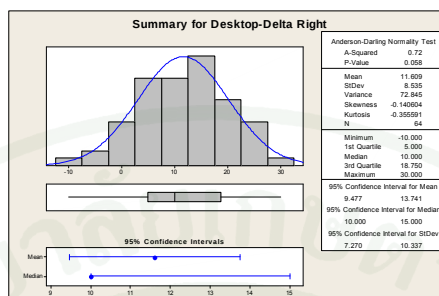
4.2 การทดสอบความปกติของข้อมูล (Normal Probability) ของอายุ พนักงานประกอบ
ชิ้นส่วนฮาร์ดดิสก์ไครฟ์คอมพิวเตอร์แบบพกพา ดังภาพที่ 21



ภาพที่ 21 ผลการทดสอบการกระจายตัวของข้อมูลอายุของพนักงานประกอบชิ้นส่วนฮาร์ดดิสก์
ไครฟ์แบบพกพา

จากภาพที่ 13 ผลการทดสอบการกระจายตัวของข้อมูลอายุของพนักงานประกอบ
ชิ้นส่วนฮาร์ดดิสก์ไครฟ์แบบพกพา พบว่า ข้อมูลมีการกระจายตัวแบบปกติ $P\text{-value} > 0.05$

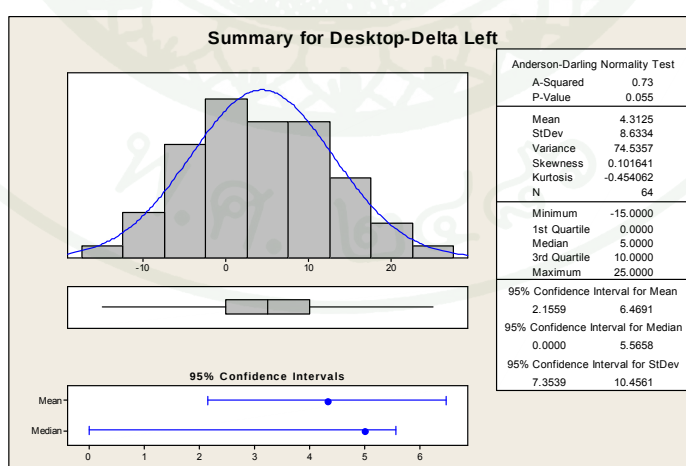
4.3 การทดสอบความปกติของข้อมูล (Normal Probability) ของความแข็งแรงกล้ามเนื้อ สำหรับพนักงานประกอบชิ้นส่วนฮาร์ดดิสก์ไดรฟ์คอมพิวเตอร์แบบตั้งโต๊ะ (มือขวา) ดังภาพที่ 22



ภาพที่ 22 ผลการทดสอบการกระจายตัวของข้อมูลความแข็งแรงกล้ามเนื้อของพนักงานประกอบชิ้นส่วนฮาร์ดดิสก์ไดรฟ์แบบตั้งโต๊ะ (มือขวา)

จากภาพที่ 22 ผลการทดสอบการกระจายตัวของข้อมูลความแข็งแรงกล้ามเนื้อของพนักงานประกอบชิ้นส่วนฮาร์ดดิสก์ไดรฟ์แบบตั้งโต๊ะพบว่า ข้อมูลมีการกระจายตัวแบบปกติ $P\text{-value} > 0.05$

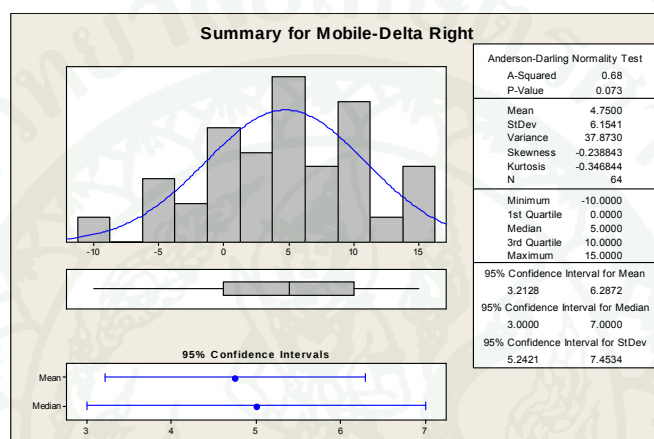
4.4 การทดสอบความปกติของข้อมูล (Normal Probability) ของความแข็งแรงกล้ามเนื้อ สำหรับพนักงานประกอบชิ้นส่วนฮาร์ดดิสก์ไดรฟ์คอมพิวเตอร์แบบตั้งโต๊ะ (มือซ้าย) ดังภาพที่ 23



ภาพที่ 23 ผลการทดสอบการกระจายตัวของข้อมูลความแข็งแรงกล้ามเนื้อของพนักงานประกอบชิ้นส่วนฮาร์ดดิสก์ไดรฟ์แบบตั้งโต๊ะ (มือซ้าย)

จากภาพที่ 23 ผลการทดสอบการกระจายตัวของข้อมูลความแข็งแรงกล้ามเนื้อของพนักงานประกอบชิ้นส่วนฮาร์ดดิสก์ไครฟ์แบบตั้งโต๊ะพบว่า ข้อมูลมีการกระจายตัวแบบปกติ $P\text{-value} > 0.05$

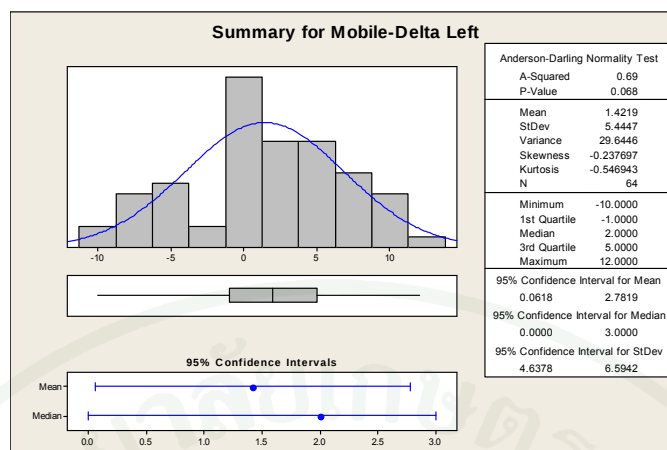
4.5 การทดสอบความปกติของข้อมูล (Normal Probability) ของความแข็งแรงกล้ามเนื้อสำหรับพนักงานประกอบชิ้นส่วนฮาร์ดดิสก์ไครฟ์คอมพิวเตอร์แบบพกพา (มือขวา) ดังภาพที่ 24



ภาพที่ 24 ผลการทดสอบการกระจายตัวของข้อมูลความแข็งแรงกล้ามเนื้อของพนักงานประกอบชิ้นส่วนฮาร์ดดิสก์ไครฟ์แบบพกพา (มือขวา)

จากภาพที่ 24 ผลการทดสอบการกระจายตัวของข้อมูลความแข็งแรงกล้ามเนื้อของพนักงานประกอบชิ้นส่วนฮาร์ดดิสก์ไครฟ์แบบพกพาพบว่า ข้อมูลมีการกระจายตัวแบบปกติ $P\text{-value} > 0.05$

4.6 การทดสอบความปกติของข้อมูล (Normal Probability) ของความแข็งแรงกล้ามเนื้อสำหรับพนักงานประกอบชิ้นส่วนฮาร์ดดิสก์ไครฟ์คอมพิวเตอร์แบบพกพา (มือซ้าย) ดังภาพที่ 25



ภาพที่ 25 ผลการทดสอบการกระจายตัวของข้อมูลความแข็งแรงกล้ามเนื้อของพนักงานประกอบชิ้นส่วนฮาร์ดดิสก์ไดรฟ์แบบพกพา (มือซ้าย)

จากภาพที่ 25 ผลการทดสอบการกระจายตัวของข้อมูลความแข็งแรงกล้ามเนื้อของพนักงานประกอบชิ้นส่วนฮาร์ดดิสก์ไดรฟ์แบบพกพาพบว่า ข้อมูลมีการกระจายตัวแบบปกติ $P\text{-value} > 0.05$

ซึ่งผลการวิเคราะห์ที่ได้จากกราฟ พบว่าข้อมูลทั้งหมดมีการกระจายตัวแบบปกติสามารถนำไปวิเคราะห์หาความแตกต่างของข้อมูลโดยวิธี 2 sample t-test ได้ ในขั้นตอนต่อไป

5. การเปรียบเทียบค่าความแตกต่างของความเมื่อยล้า พนักงานประกอบชิ้นส่วนฮาร์ดดิสก์ไดรฟ์คอมพิวเตอร์แบบตั้งโต๊ะ(Desktop) และแบบพกพา(Mobile)

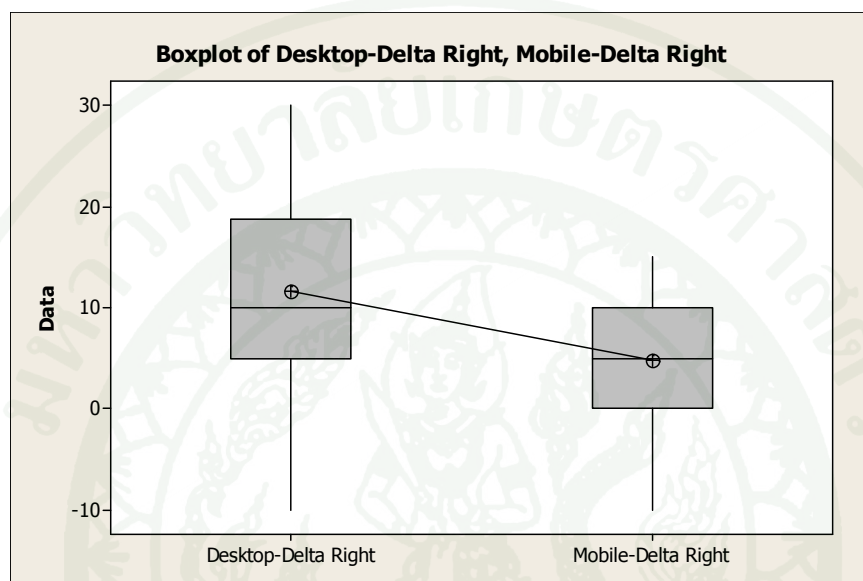
$$\begin{aligned} \text{สมมุติฐาน} \quad H_0 & ; \mu_1 \leq \mu_2 \\ H_1 & ; \mu_1 > \mu_2 \end{aligned}$$

เมื่อ μ_1 คือ ค่าเฉลี่ยของความแข็งแรงของกล้ามเนื้อที่ลดลงของพนักงานประกอบชิ้นส่วนฮาร์ดดิสก์ไดรฟ์คอมพิวเตอร์แบบตั้งโต๊ะ

μ_2 คือ ค่าเฉลี่ยของความแข็งแรงของกล้ามเนื้อที่ลดลงของพนักงานประกอบชิ้นส่วนฮาร์ดดิสก์ไดรฟ์คอมพิวเตอร์แบบพกพา

โดยใช้ระดับนัยสำคัญ 0.05 ผลลัพธ์จากการเปรียบเทียบมีดังนี้

5.1 ผลทดสอบความแตกต่างของข้อมูลความเมื่อยล้าของพนักงานประกอบชิ้นส่วนฮาร์ดดิสก์ไครฟ์คอมพิวเตอร์แบบตั้งโต๊ะ(Desktop) และแบบพกพา(Mobile) ด้านขวา ดังภาพที่ 26



ภาพที่ 26 ผลการทดสอบความแตกต่างของข้อมูลความเมื่อยล้าของพนักงานประกอบชิ้นส่วนคอมพิวเตอร์แบบตั้งโต๊ะ(Desktop) และแบบพกพา(Mobile) ด้านขวา

โดยผลการทดสอบทางสถิติ จากการประมวลผลโดยใช้โปรแกรม Minitab ใช้ Two-sample t-test สำหรับเปรียบเทียบกลุ่มตัวอย่าง 2 กลุ่มที่เป็นอิสระต่อกัน พบว่าพนักงานประกอบชิ้นส่วนฮาร์ดดิสก์ไครฟ์คอมพิวเตอร์แบบตั้งโต๊ะ มีความเมื่อยล้ามากกว่าพนักงานประกอบชิ้นส่วนฮาร์ดดิสก์ไครฟ์คอมพิวเตอร์แบบพกพา อย่างมีนัยสำคัญ P-value 0.05 ดังภาพที่ ..

Two-Sample T-Test and CI: Desktop-Delta Right, Mobile-Delta Right

Two-sample T for Desktop-Delta Right vs Mobile-Delta Right

	N	Mean	StDev	SE Mean
Desktop-Delta Ri	64	11.61	8.53	1.1
Mobile-Delta Rig	64	4.75	6.15	0.77

Difference = μ (Desktop-Delta Right) - μ (Mobile-Delta Right)

Estimate for difference: 6.85938

95% lower bound for difference: 4.67990

T-Test of difference = 0 (vs >): T-Value = 5.22 P-Value = 0.000 DF = 126

Both use Pooled StDev = 7.4404

ภาพที่ 27 แสดงผลการเปรียบเทียบความเมื่อยล้าข้อมือขวาของพนักงานประกอบชิ้นส่วน

ฮาร์ดดิสก์ไครฟ์คอมพิวเตอร์แบบตั้งโต๊ะและแบบพกพา

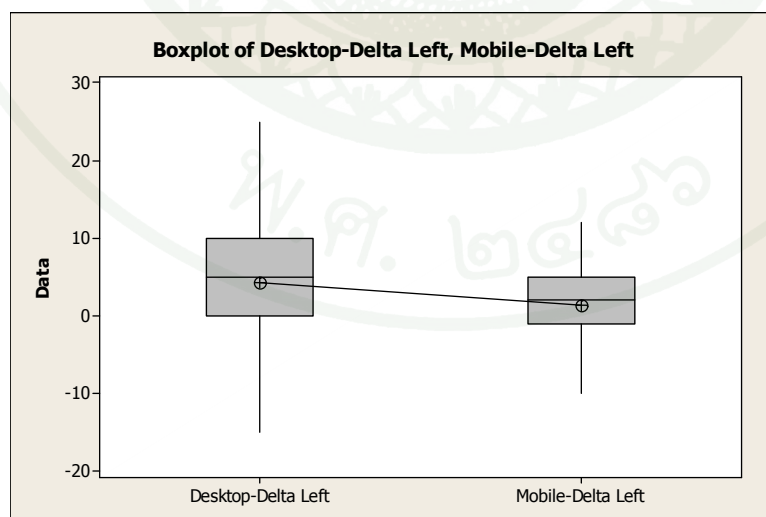
จากภาพ t-Critical ที่ $t_{\alpha/2, 126}$ เท่ากับ 1.645 ซึ่งค่า T ที่ได้เท่ากับ 5.22 ซึ่งมากกว่าค่า t-

Critical ฉะนั้นจึงปฏิเสธสมมติฐานหลัก หมายความว่า พนักงานประกอบชิ้นส่วน

ฮาร์ดดิสก์ไครฟ์คอมพิวเตอร์แบบตั้งโต๊ะ มีความเมื่อยล้ามากกว่าพนักงานประกอบชิ้นส่วนฮาร์ดดิสก์ไครฟ์คอมพิวเตอร์แบบพกพา อย่างมีนัยสำคัญ

5.2 ผลทดสอบความแตกต่างของข้อมูลความเมื่อยล้าของพนักงานประกอบชิ้นส่วน

ฮาร์ดดิสก์ไครฟ์คอมพิวเตอร์แบบตั้งโต๊ะ (Desktop) และแบบพกพา (Mobile) ด้านซ้าย ดังภาพที่ 28



ภาพที่ 28 ผลการทดสอบความแตกต่างของข้อมูลความเมื่อยล้าของพนักงานประกอบชิ้นส่วน

ฮาร์ดดิสก์ไครฟ์คอมพิวเตอร์แบบตั้งโต๊ะ(Desktop) และแบบพกพา(Mobile) ด้านซ้าย

โดยผลการทดสอบทางสถิติ จากการประมวลผลโดยใช้โปรแกรม Minitab ใช้ Two-sample t-test สำหรับเปรียบเทียบกลุ่มตัวอย่าง 2 กลุ่มที่เป็นอิสระต่อกัน พบว่าพนักงานประกอบชิ้นส่วนฮาร์ดดิสก์ไดรฟ์คอมพิวเตอร์แบบตั้งโต๊ะ มีความเมื่อยล้ามากกว่าพนักงานประกอบชิ้นส่วนฮาร์ดดิสก์ไดรฟ์คอมพิวเตอร์แบบพกพา อย่างมีนัยสำคัญ P-value 0.05 ดังภาพที่ 29

Two-Sample T-Test and CI: Desktop-Delta Left, Mobile-Delta Left

Two-sample T for Desktop-Delta Left vs Mobile-Delta Left

	N	Mean	StDev	SE Mean
Desktop-Delta Le	64	4.31	8.63	1.1
Mobile-Delta Lef	64	1.42	5.44	0.68

Difference = mu (Desktop-Delta Left) - mu (Mobile-Delta Left)

Estimate for difference: 2.89063

95% lower bound for difference: 0.77648

T-Test of difference = 0 (vs >): T-Value = 2.27 P-Value = 0.013 DF = 126

Both use Pooled StDev = 7.2174

ภาพที่ 29 แสดงผลการเปรียบเทียบความเมื่อยล้าข้อมือซ้ายของพนักงานประกอบชิ้นส่วนฮาร์ดดิสก์ไดรฟ์คอมพิวเตอร์แบบตั้งโต๊ะและแบบพกพา

จากภาพ t-Critical ที่ $t_{B/2, 126}$ เท่ากับ 1.645 ซึ่งค่า T ที่ได้เท่ากับ 2.27 ซึ่งมากกว่าค่า t-Critical ฉะนั้นจึงปฏิเสธสมมติฐานหลัก หมายความว่า พนักงานประกอบชิ้นส่วนคอมพิวเตอร์แบบตั้งโต๊ะ มีความเมื่อยล้ามากกว่าพนักงานประกอบชิ้นส่วนคอมพิวเตอร์แบบพกพา อย่างมีนัยสำคัญ

ทั้งนี้ผลที่ได้จากการทดลองนี้จะนำไปเป็นหลักเกณฑ์ในการประเมินน้ำหนักที่มีผลต่อความเมื่อยล้าของข้อมือ ในแบบประเมินความเสี่ยงด้านการยศาสตร์สำหรับใช้ประเมินในอุตสาหกรรมประกอบชิ้นส่วนอิเล็กทรอนิกส์ต่อไป ในขั้นตอนที่ 3

ส่วนที่ 3 ขั้นตอนการพัฒนาแบบประเมินความเสี่ยงด้านการยศาสตร์

แบบประเมินความเสี่ยงด้านการยศาสตร์ที่พัฒนาขึ้น โดยพิจารณาจาก 4 ปัจจัย คือ ท่าทางการทำงาน แรงที่ใช้หรือน้ำหนักของชิ้นงาน ความสะดวกในการหยิบจับชิ้นงาน รวมทั้งความถี่ในการทำงาน ทั้งนี้ผู้วิจัยได้ศึกษาเพิ่มเติมเกี่ยวกับปัจจัยที่ก่อให้เกิดความเมื่อยล้าในอุตสาหกรรม

อิเล็กทรอนิกส์เพิ่มเติม อีก 2 ปัจจัย คือ น้ำหนักที่มีผลต่อความเมื่อยล้าของพนักงาน ความสะดวกในการหยิบจับชิ้นงาน รวมทั้งการใช้สายตาเพื่อตรวจสอบชิ้นงานที่มีขนาดเล็กมากๆ ทั้งนี้ผู้วิจัยได้ศึกษาความถี่ที่มีผลต่อความเมื่อยล้าแยกตามอวัยวะ ซึ่งแตกต่างกันออกไป โดยแบบประเมินที่พัฒนาขึ้นมีขั้นตอนดังนี้

1. แบบประเมินส่วนที่ 1 พิจารณาส່วนของไหล่ แขน และมือ ดังนี้

- 1.1 ไหล่
- 1.2 แขนส่วนล่าง
- 1.3 ข้อมือ
- 1.4 น้ำหนัก หรือแรงที่ใช้ของแขน ข้อมือ
- 1.5 ความสะดวกในการหยิบถือ ชิ้นงาน

2. แบบประเมินส่วนที่ 2 พิจารณา คอ หลัง ไหล่ และขา ดังนี้

- 2.1 คอ
- 2.2 หลัง
- 2.3 ขา
- 2.4 น้ำหนัก หรือแรงที่ใช้คอ หลัง ขา

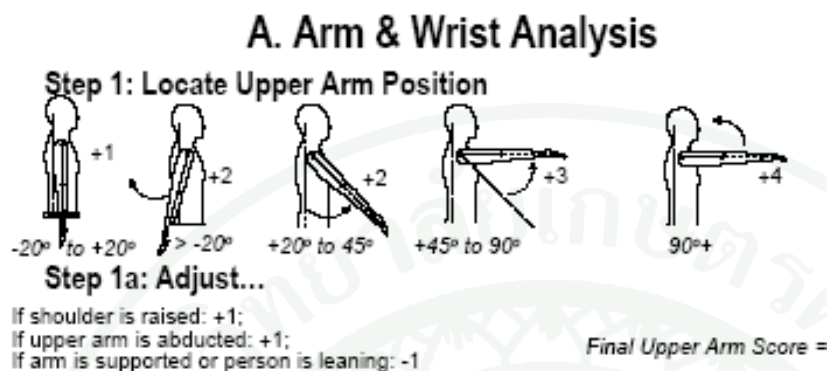
3. แบบประเมินส่วนที่ 3 การกำหนดระดับความเสี่ยง

ผู้วิจัยทำการกำหนดระดับความเสี่ยง โดยใช้คะแนน จากส่วนที่ 1 และส่วนที่ 2 มาประเมินในตาราง C จะได้ความเสี่ยงแยกออกมาเป็น 4 ระดับ

3.1 แบบประเมินส่วนที่ 1 พิจารณาส່วนของไหล่ แขน และมือ ดังนี้

3.1.1 การกำหนดระดับคะแนนท่าทางการทำงานของไหล่ และแขนส่วนบน

โดย McAtamney and Corlett (1993) ได้นำผลการศึกษาดังกล่าวมาจัดทำเป็นแบบประเมินความเมื่อยล้า ซึ่งแต่ละท่าทางกำหนดเป็นคะแนน ดังนี้



ภาพที่ 30 ท่าทางการเคลื่อนไหวของแขนส่วนบน (Upper Arm)

ที่มา: McAtamney and Corlett (1993)

ทั้งนี้ NIOSH (1997) ได้กล่าวเกี่ยวกับความถี่ที่มีผลต่อความเมื่อยล้ากล้ามเนื้อจากการทำงานแบ่งตามอวัยวะ โดยไหล่ที่มีการเคลื่อนไหวซ้ำๆ มากกว่า 2.5 ครั้ง ต่อ นาที จะส่งผลทำให้เกิดอาการ MSDs

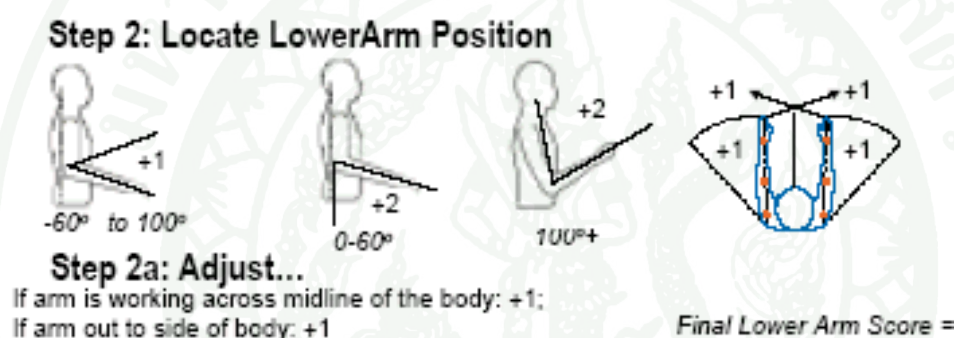
ดังนั้นผู้วิจัยจึงกำหนดระดับคะแนนในขั้นตอนที่ 1 เป็นดังนี้

- ระดับของแขน การยกที่สูงขึ้น ระดับคะแนนที่ให้มากขึ้น คะแนนอยู่ระหว่าง 1-4
- ถ้ามีการยกของไหล ให้บวกคะแนนเพิ่มอีก +1
- ถ้ามีการกางแขนออกด้านข้าง ให้บวกคะแนนเพิ่มอีก +1
- ถ้าแขนมีที่รองรับ หรือวางพาดอยู่ ให้ลบคะแนน -1
- หากมีความถี่ในการเคลื่อนไหวไหล่มากกว่า 2.5 ครั้ง/ นาที ให้บวกคะแนนเพิ่ม +1 หรือหากมีการเกร็งไหล่ค้างไว้นานเกิน 1 นาทีให้ +1 เช่นกัน

- คะแนนสูงสุดของขั้นตอนนี้จะไม่เกิน 8 คะแนน
- ให้แยกการประเมินแขนซ้ายและขวา

3.2 การกำหนดระดับคะแนนท่าทางการทำงานของแขนส่วนล่าง

สำหรับการกำหนดคะแนนความเสี่ยงที่เกิดจากท่าทางการทำงานของแขนส่วนล่างซึ่ง McAtamney and Corlett (1993) ได้นำผลการศึกษาดังกล่าวมาจัดทำเป็นแบบประเมินความเมื่อยล้า ซึ่งแต่ละท่าทางกำหนดเป็นคะแนน ดังนี้



ภาพที่ 31 ท่าทางการเคลื่อนไหวของแขนส่วนล่าง (Lower Arm)

ที่มา: McAtamney and Corlett (1993)

ทั้งนี้ NIOSH (1997) ได้กล่าวเกี่ยวกับความถี่ที่มีผลต่อความเมื่อยล้ากล้ามเนื้อจากการทำงานแบ่งตามอวัยวะ โดยแขนส่วนล่างที่มีการเคลื่อนไหวซ้ำๆ มากกว่า 10 ครั้ง ต่อ นาที จะมีผลทำให้เกิดอาการ MSDs

ดังนั้นผู้วิจัยจึงกำหนดระดับคะแนนในขั้นตอนที่ 2 เป็นดังนี้

- ระดับของแขนส่วนล่างควรอยู่ในแนวระดับขณะทำงาน หรืออยู่ในช่วงประมาณ 60-100 องศา วัดจากแนวดิ่ง ถ้ามุมของแขนส่วนล่างอยู่นอกช่วงดังกล่าว ให้คะแนนตามรูปที่ 2 และ 3 จากซ้าย

- ถ้ามีการทำงานไขว้แขนเลยแกนกลางลำตัว ให้บวกคะแนนเพิ่มอีก +1 หรือถ้ามีการทำงานในลักษณะกางแขนออกไปด้านข้างลำตัวให้บวกคะแนนเพิ่มอีก +1

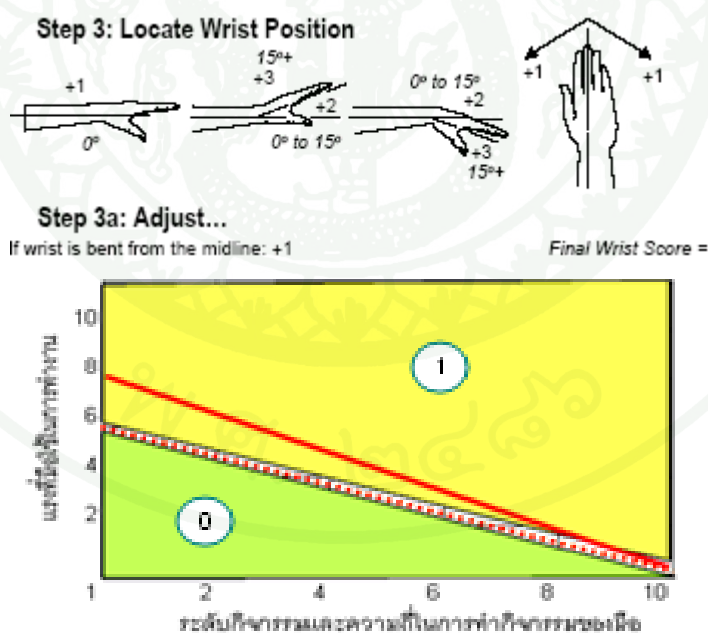
- หากมีความถี่ในการเคลื่อนไหวใหญ่ มากกว่า 10 ครั้ง/ นาที ให้บวกคะแนนเพิ่ม +1 หรือหากมีการเกร็งไหล่ค้างไว้นานเกิน 1 นาทีให้ +1 เช่นกัน

- คะแนนสูงสุดในขั้นตอนนี้มีค่าไม่เกิน 5

- ให้แยกประเมินระหว่างแขนซ้าย และขวา

3.3 การกำหนดระดับคะแนนท่าทางการทำงานของข้อมือ

ทั้งนี้ผู้วิจัยได้ศึกษาการประเมินกิจกรรมของข้อมือโดยวิธี Hand Activity Level และนำผลการศึกษาที่ได้มากำหนดเป็น ความถี่ในการใช้ข้อมือ ซึ่งแต่ละท่าทางกำหนดเป็นคะแนน ดังนี้



ภาพที่ 32 ท่าทางการเคลื่อนไหวของมือ และข้อมือ (Hand และ Wrist)

ที่มา: McAtamney and Corlett (1993)

- ขณะทำงานข้อมือควรอยู่ในระดับตรง ไม่บิดงอ ดังแสดงในรูปที่ 1 จากด้านซ้าย
- ถ้าข้อมือมีการบิดงอจะให้คะแนนตามรูปที่ 2 (Flexion) จากซ้าย ไม่เกิน 15 องศา ให้คะแนนเป็น 2 และหากเกิน 15 องศา ให้คะแนน 3 ตามลำดับ
- ถ้ามีการทำงานที่เกิดการเบี่ยงข้อมือออก (deviation) ดังแสดงในรูปที่ 5 จากซ้ายให้บวกคะแนนเพิ่มอีก +1
- กิจกรรมการใช้ข้อมือ ไม่มีการใช้ข้อมือเลย 0 คะแนน ใช้แรงมากที่สุดให้ 10 คะแนน และแรงที่ใช้สำหรับข้อมือ ไม่ใช้แรงเลยให้ 0 คะแนน ใช้แรงมากที่สุดให้ 10 คะแนน นำมาหาจุดตัดในกราฟ หากเกินเส้น Action limit ให้คะแนน 1
- คะแนนสูงสุดในขั้นตอนนี้มีค่าไม่เกิน 9 คะแนน
- ให้แยกประเมินระหว่างข้อมือซ้าย และขวา

3.4 ปัจจัยเกี่ยวกับน้ำหนักที่มีผลต่อความเมื่อยล้าของไหล่ แขน และมือ

จากข้อมูลผลการวิเคราะห์ความเมื่อยล้าในขั้นตอนที่ 2 พบว่า พนักงานประกอบชิ้นส่วนฮาร์ดดิสก์ไดรฟ์คอมพิวเตอร์ น้ำหนัก 0.7 กิโลกรัม มีความเมื่อยล้ามากกว่าพนักงานประกอบชิ้นส่วนฮาร์ดดิสก์ไดรฟ์คอมพิวเตอร์แบบพกพา อย่างมีนัยสำคัญ ผู้วิจัยจึงกำหนดเกณฑ์ของน้ำหนักหรือแรง ที่ก่อให้เกิดความเมื่อยล้าสำหรับอุตสาหกรรมประกอบชิ้นส่วนอิเล็กทรอนิกส์ในขั้นตอนที่ 4 เป็นดังนี้

- ภาระงานที่ทำให้แก่แรงที่ใช้หรือน้ำหนักที่ถือถ้าน้อยกว่า 0.7 กิโลกรัม ให้คะแนนเป็น 0
- ถ้าภาระงานอยู่ระหว่าง 0.7-2 กิโลกรัม ถือหรือใช้แรงตลอดเวลา หรือทำซ้ำไปมาบ่อยๆ ให้คะแนนเป็น 1

- ถ้าภาระงาน หรือแรงที่ใช้มากกว่า 2 กิโลกรัมขึ้นไป ให้คะแนนเป็น 2

3.5 การกำหนดระดับคะแนนเกี่ยวกับปัจจัยของความสะดวกในการหยิบจับชิ้นงาน

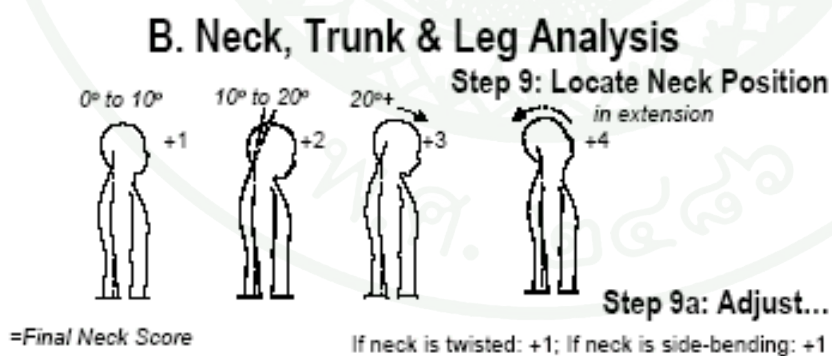
สำหรับการกำหนดคะแนนความสะดวกในการหยิบถือชิ้นงาน Hignett and McAtamney (2000) ได้กล่าวไว้ใน REBA เกี่ยวกับการหยิบถือ ชิ้นงาน ดังนี้

- วัตถุหรือชิ้นงานสามารถหยิบถือได้โดยสะดวก ให้คะแนน 0
- วัตถุหรือชิ้นงานหยิบถือได้โดยมือเพียงข้างเดียวแต่ไม่สะดวก ให้คะแนน 1
- วัตถุหรือชิ้นงานหยิบถือได้ลำบาก ให้คะแนน 2
- วัตถุหรือชิ้นงานไม่สามารถหยิบถือได้ ต้องใช้ส่วนอื่นของร่างกายช่วย ให้คะแนน 3

4. แบบประเมินส่วนที่ 2 พิจารณา คอ หลัง ไหล่ และขา ดังนี้

4.1 การกำหนดระดับคะแนนท่าทางการทำงานของคอและศีรษะ

สำหรับการกำหนดคะแนนความเสี่ยงที่เกิดจากท่าทางการทำงานของคอและศีรษะ ซึ่ง McAtamney and Corlett (1993) ได้กำหนดคะแนนความเสี่ยงท่าทางการก้มและเงยคอ ดังนี้



ภาพที่ 33 ระดับคะแนนในท่าทางการเคลื่อนไหวของศีรษะ และคอ (Head และ Neck)

ที่มา: McAtamney and Corlett (1993)

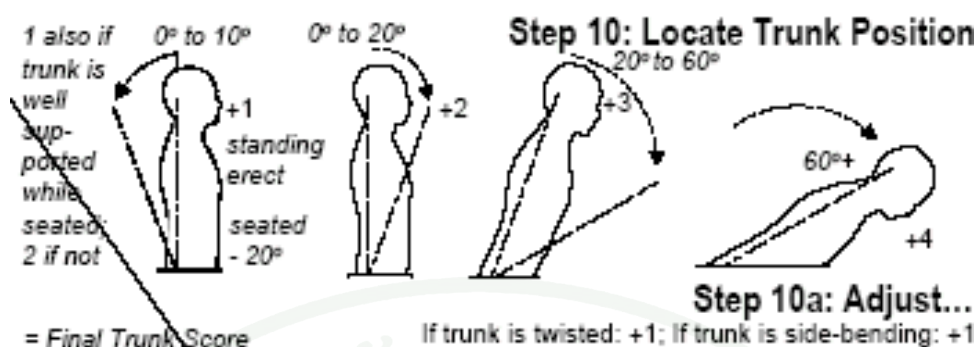
ทั้งนี้ NIOSH (1997) ได้กล่าวเกี่ยวกับความถี่ที่มีผลต่อความเมื่อยล้ากล้ามเนื้อจากการทำงานแบ่งตามอวัยวะ โดยคอที่มีการเคลื่อนไหวซ้ำๆ มากกว่า 4 ครั้ง ต่อ นาที จะมีผลทำให้เกิดอาการ MSDs

ดังนั้นผู้วิจัยจึงกำหนดระดับคะแนนในขั้นตอนที่ 2 เป็นดังนี้

- ถ้ามุมก้มอยู่ระหว่าง 0-10 องศา ให้คะแนนเป็น 1
- ถ้ามุมก้มอยู่ระหว่าง 10-20 องศา ให้คะแนนเป็น 2
- ถ้ามุมก้มอยู่ระหว่าง 20 องศาขึ้นไป ให้คะแนนเป็น 3
- ถ้ามีการเงยศีรษะให้คะแนนเป็น 4
- ถ้ามีการหมุน (twist) ศีรษะด้วย ให้คะแนนเพิ่มอีก +1
- ถ้ามีการเอียงศีรษะไปด้านข้าง ให้คะแนนเพิ่มอีก +1
- หากมีความถี่ในการเคลื่อนไหวไหล่ มากกว่า 10 ครั้ง/ นาที ให้บวกคะแนนเพิ่ม +1 หรือหากมีการเกร็งไหล่ค้างไว้นานเกิน 1 นาทีให้ +1 เช่นกัน
- คะแนนสูงสุดในขั้นตอนนี้จะมีค่าไม่เกิน 8

4.2 การกำหนดระดับคะแนนท่าทางการทำงานของหลัง

สำหรับการกำหนดคะแนนความเสี่ยงที่เกิดจากท่าทางการทำงานของหลังซึ่งพัฒนาซึ่ง McAtamney and Corlett (1993) ได้กำหนดคะแนนความเสี่ยงท่าทางการก้มหลัง และบิดเอี้ยวตัวดังนี้



ภาพที่ 34 ระดับคะแนนในท่าทางการเคลื่อนไหวของส่วนลำตัว (Trunk)

ที่มา: McAtamney and Corlett (1993)

ทั้งนี้ NIOSH (1997) ได้กล่าวเกี่ยวกับความถี่ที่มีผลต่อความเมื่อยล้ากล้ามเนื้อจากการทำงานแบ่งตามอวัยวะ โดยคอที่มีการเคลื่อนไหวซ้ำๆ มากกว่า 4 ครั้ง ต่อ นาที จะมีผลทำให้เกิดอาการ MSDs

ดังนั้นผู้วิจัยจึงกำหนดระดับคะแนนในขั้นตอนที่ 2 เป็นดังนี้

- ลำตัวควรอยู่ในลักษณะที่ตั้งตรงเมื่อยืน หรือในกรณีการนั่งมีพนักพิงรองรับอย่างดี ที่มุมเอียงไม่เกิน -20 องศา ให้คะแนนเป็น 1
- ลำตัวโน้มไปด้านหน้าระหว่าง 1-20 องศา ให้คะแนนเป็น 2
- ลำตัวโน้มไปด้านหน้าระหว่าง 21-60 องศา ให้คะแนนเป็น 3
- ลำตัวโน้มไปด้านหน้ามากกว่า 60 องศา ให้คะแนนเป็น 4
- ลำตัวมีการหมุนเอี้ยว ให้คะแนนเพิ่มอีก +1
- ลำตัวมีการเอียงไปด้านข้าง ให้คะแนนเพิ่มอีก +1

- หากมีความถี่ในการเคลื่อนไหวไหล่ มากกว่า 10 ครั้ง/ นาที ให้บวกคะแนนเพิ่ม +1
หรือหากมีการเกร็งไหล่ค้างไว้นานเกิน 1 นาทีให้ +1 เช่นกัน

- คะแนนสูงสุดในขั้นตอนนี้มีค่าไม่เกิน 8 คะแนน

4.3 การกำหนดระดับคะแนนท่าทางการทำงานของขา

สำหรับการกำหนดคะแนนความเสี่ยงที่เกิดจากท่าทางการทำงานของขาทั้งนั่ง และ ยืน โดยกำหนดคะแนนในการประเมินความเสี่ยงเป็นดังนี้



ภาพที่ 35 ระดับคะแนนในท่าทางการเคลื่อนไหวของส่วนขา (Leg)

ที่มา: นริศ (2550)

- ขาอยู่ในท่านั่ง โดยทำมุมระหว่าง 80 ถึง 110 องศา หรือทำยืน ให้คะแนนเป็น 1
- หากมีการยืนทำงานตลอดเวลา โดยมีการจัดเตรียมที่พักเท้าให้กับพนักงาน 1
- หากมีการยืนทำงานตลอดเวลา โดยไม่มีที่พักเท้า 2
- ขาอยู่ในท่านั่ง โดยทำมุมน้อยกว่า 80 องศา หรือ มากกว่า 110 องศา ให้บวกคะแนนเพิ่มอีก +1

4.4 ปัจจัยเกี่ยวกับน้ำหนักที่มีผลต่อความเมื่อยล้า บริเวณหลังและขา

NIOSH (2005) กำหนดน้ำหนักที่ส่งผลต่อความเมื่อยล้า ของหลังและขา คือ 5 กิโลกรัม

โดยผู้วิจัยกำหนดเกณฑ์ในการให้คะแนน เป็นดังนี้

- กรณีน้ำหนักหรือแรงที่ใช้น้อยกว่า 5 กิโลกรัม ให้ 0 คะแนน
- กรณีที่น้ำหนักหรือแรงที่ใช้ 5-10 กิโลกรัม ให้ 1 คะแนน
- กรณีที่น้ำหนักหรือแรงที่ใช้มากกว่า 10-15 กิโลกรัม ให้ 2 คะแนน
- เมื่อน้ำหนัก หรือแรงที่ใช้ มากกว่า ให้ 3 คะแนน

5. แบบประเมินส่วนที่ 3 การกำหนดระดับความเสี่ยง

ผู้วิจัยทำการกำหนดระดับความเสี่ยง โดยใช้คะแนน จากส่วนที่ 1 และส่วนที่ 2 มา ประเมินในตาราง C จะได้ความเสี่ยงแยกออกมาเป็น 4 ระดับ

โดยการให้คะแนนแบ่งเป็น 3 ส่วน คือ

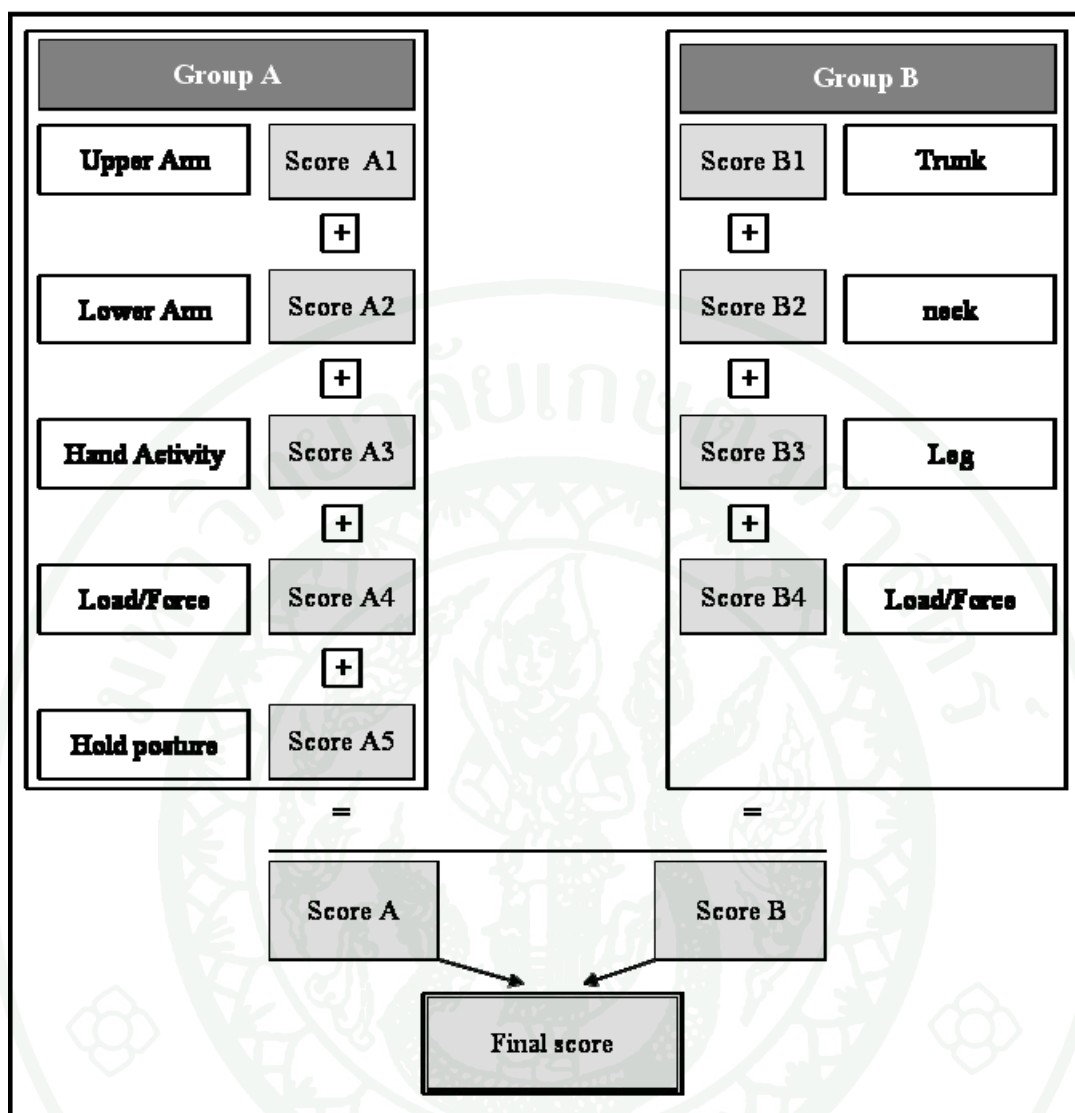
1. ส่วนที่ 1 (ตาราง A) ประกอบไปด้วยการพิจารณาท่าทางการทำงานของแขนส่วนบน แขนส่วนล่าง ข้อมือ และการหมุนข้อมือ โดยคะแนนของตาราง A ที่ได้ จะบวกคะแนนน้ำหนัก หรือแรงที่ใช้ของมือและแขน ความถี่ในการทำงาน รวมทั้งความสะดวกในการหยิบจับชิ้นงาน ได้คะแนนสุทธิของขั้นตอน A ที่จะนำไปใช้หาระดับความเสี่ยงในตาราง C ต่อไป

2. ส่วนที่ 2 (ตาราง B) ประกอบไปด้วยการพิจารณาท่าทางการทำงานของคอ หลัง และขา โดยคะแนนของตาราง B ที่ได้ จะบวกคะแนนน้ำหนัก หรือแรงที่ใช้ของคอ หลัง และขา รวมทั้ง ความถี่ในการทำงาน ได้คะแนนสุทธิของขั้นตอน B ที่จะนำไปใช้หาระดับความเสี่ยงในตาราง C ต่อไป

3. ส่วนที่ 3 (ตาราง C) คะแนนที่ได้จากขั้นตอน A จะใช้ในการกำหนดคะแนนในช่อง
 คอถัมน์ และคะแนนที่ได้จากขั้นตอน B จะใช้ในการกำหนดคะแนนในช่องแถว หลังจากนั้น
 ลากเส้นตรงจากทั้งแถวและคอถัมน์มาบรรจบกัน จะได้คะแนนระดับความเสี่ยงด้านการยศาสตร์
 ซึ่งแบ่งเป็น 4 ระดับ ดังนี้

คะแนน 1-3	ความเสี่ยงยอมรับได้
คะแนน 4-5	ความเสี่ยงปานกลาง ต้องมีการเฝ้าระวัง
คะแนน 6-7	ความเสี่ยงสูง ต้องมีการวิเคราะห์และหาแนวทางแก้ไข
คะแนน 8 ขึ้นไป	ความเสี่ยงยอมรับไม่ได้ ต้องมีการวิเคราะห์และหาแนวทาง ปรับปรุงทันที

โดยแผนผังการคิดคะแนนความเสี่ยงด้านการยศาสตร์ ของ EAECI ดังภาพที่ 5



ภาพที่ 36 แผนผังการคิดคะแนนระดับความเสี่ยงด้านการยศาสตร์ สำหรับงานประกอบชิ้นส่วน
ฮาร์ดดิสก์ไครฟ์คอมพิวเตอร์

จากการศึกษาทบทวนงานวิจัยที่เกี่ยวข้อง รวมทั้งการทดลองนำหนักที่มีผลต่อความเมื่อยล้า
ผู้วิจัยได้ออกแบบแบบประเมินความเสี่ยงด้านการยศาสตร์สำหรับอุตสาหกรรมประกอบชิ้นส่วน
อิเล็กทรอนิกส์ EAHDD ตามเอกสารแนบในภาคผนวก ง.

ตารางที่ 13 ผลการประเมินความเสี่ยงด้านการยศาสตร์ของพนักงานประกอบชิ้นส่วนฮาร์ดดิสก์
ไดรฟ์คอมพิวเตอร์แบบตั้งโต๊ะและแบบพกพา เปรียบเทียบระหว่างวิธี RULA และ
วิธีที่พัฒนาขึ้นมาใหม่ EAHDD แยกตามตำแหน่ง

ตำแหน่งงาน	คะแนนการประเมินจาก RULA				คะแนนการประเมินจาก EAHDD			
	Assessment (คะแนนเต็ม 7)				(คะแนนเต็ม 4)			
	คะแนนรวม		คะแนนข้อมือ		คะแนนรวม		คะแนนข้อมือ	
	RULA- MB	RULA- DT	RULA wrist-MB	RULA wrist-DT	HDD-MB	HDD-DT	HDD wrist-MB	HDD wrist-DT
Disk mount. Left	7	7	4	4	4	4	5	5
Disk mount. Right	7	7	4	4	4	4	5	5
Top Clamp. Left	7	7	4	4	3	4	3	3
Top Clamp. Right	5	5	2	2	4	4	3	3
Balance. Left	6	6	3	3	3	4	4	4
Balance. Right	7	7	3	3	4	4	4	4
Ramp mount. Left	7	7	3	3	4	4	4	4
Ramp mount. Right	3	3	2	2	3	4	3	3
HAS vcm. Left	6	6	3	3	3	4	4	4
HAS vcm. Right	6	6	3	3	4	4	4	4
FP. Left	5	5	4	4	3	4	4	5
FP. Right	6	6	4	4	3	4	4	5
Inspection.Left	4	4	4	4	3	4	4	4
Inspection.Right	4	4	4	4	3	4	4	4
Packing Left	5	5	3	3	3	4	3	4
Packing Right	3	3	2	2	3	3	3	3

จากตารางผลการทดลองประเมินความเสี่ยงด้านการยศาสตร์ จำนวน 16 งาน โดยวิธี RULA และแบบประเมินที่พัฒนาขึ้นมาใหม่ EAHDD พบว่า งานประกอบชิ้นส่วนฮาร์ดดิสก์ไดรฟ์คอมพิวเตอร์แบบตั้งโต๊ะ มีคะแนนความเสี่ยงในระดับที่ยอมรับไม่ได้ จำนวน 15 งาน จาก 16 งาน และงานประกอบชิ้นส่วนฮาร์ดดิสก์ไดรฟ์คอมพิวเตอร์แบบพกพา จำนวน 6 งาน จาก 16 งาน ดังตารางที่ 14

ตารางที่ 14 เปรียบเทียบจำนวนงานที่มีความเสี่ยงด้านการยศาสตร์ ของพนักงานประกอบชิ้นส่วนฮาร์ดดิสก์ไดรฟ์คอมพิวเตอร์แบบตั้งโต๊ะและแบบพกพา ระหว่างวิธี RULA และวิธี EAHDD

งาน	ผลการประเมินโดย RULA	ผลการประเมินโดย EAHDD
งานประกอบชิ้นส่วนฮาร์ดดิสก์ไดรฟ์คอมพิวเตอร์แบบตั้งโต๊ะ	5	15
งานประกอบชิ้นส่วนฮาร์ดดิสก์ไดรฟ์คอมพิวเตอร์แบบพกพา	5	6

ทั้งนี้แม้ว่าผลที่ได้จากการประเมินดังตาราง ส่อให้เห็นว่าคะแนนความเสี่ยงสุดท้ายบอกระดับความเสี่ยงแบบทั่วไป เพื่อใช้เป็นแนวทางในการจัดลำดับความสำคัญในการปรับปรุงงาน ทั้งนี้ไม่ได้สื่อความหมายว่าหากระดับคะแนนความเสี่ยงสุดท้ายต่ำ พนักงานในตำแหน่งดังกล่าวจะไม่เกิดอาการปวดเมื่อยกล้ามเนื้อจากการทำงาน ผู้ประเมินควรใช้วิธีการวิเคราะห์ความเสี่ยงแยกตามตำแหน่งงานและพิจารณาความเสี่ยงที่ละเอียดกว่า หากอวัยวะใดอวัยวะหนึ่งมีความเสี่ยงสูงที่จะก่อให้เกิดอาการเมื่อยล้า ให้ทำการปรับปรุงแก้ไขก่อน จะช่วยป้องกันปัญหาอาการทางกระดูกและกล้ามเนื้อจากการทำงานได้อย่างครบถ้วนและครอบคลุมมากกว่า

โดยแบบประเมินที่พัฒนาขึ้นเป็นการเริ่มต้นสำหรับใช้ในการประเมินงานประกอบชิ้นส่วนฮาร์ดดิสก์ไดรฟ์ โดยผู้วิจัยมีแนวคิดที่จะพัฒนาต่อยอดให้แบบประเมินสามารถครอบคลุมไปถึงการประเมินงานประกอบชิ้นส่วนขนาดเล็กอื่นๆ ที่มีการใช้ข้อมือ และร่างกายส่วนบนซ้ำๆ เพื่อป้องกันปัญหา MSDs โดยเฉพาะอาการ CTD ซึ่งพนักงานในอุตสาหกรรมประกอบชิ้นส่วนขนาดเล็กประสบปัญหาเป็นอย่างมาก แต่เนื่องด้วยข้อจำกัดในการดำเนินธุรกิจของบริษัทเหล่านี้ที่มีการแข่งขันทางการวิจัยและพัฒนาเทคโนโลยีขั้นสูง ทำให้ผู้วิจัยประสบปัญหาในการทดสอบการใช้งานแบบประเมินที่พัฒนาขึ้นในบริษัทต่างๆ เนื่องจากต้องมีการบันทึกวิดีโอขั้นตอนการปฏิบัติงานของพนักงานฝ่ายผลิตโดยตรง บริษัทจึงไม่ประสงค์จะให้มีการเผยแพร่รูปภาพการและวิดีโอการประเมินความเสี่ยงด้านการยศาสตร์ที่ได้ทดลองประเมินแล้ว ทำให้การทดสอบการใช้งานของแบบประเมินที่พัฒนาขึ้นไม่สามารถนำเสนอได้ในงานวิจัยนี้

วิจารณ์

1. วิจารณ์วิธีการวิจัย

ในการศึกษาวิจัยอาจมีข้อผิดพลาดอันเนื่องมาจากวิธีการวิจัย ดังนั้นเพื่อเป็นการควบคุมงานวิจัยให้มีคุณภาพ ถูกต้อง ผู้วิจัยได้ตระหนักถึงความสำคัญและพยายามลดข้อผิดพลาดให้น้อยที่สุด ดังนี้

1.1 ความไม่เที่ยงตรงจากการเลือกตัวอย่าง (Selection Bias)

ในการวิจัยเป็นการคัดเลือกแบบเจาะจง โดยพิจารณาจากพนักงานที่ปฏิบัติงานในตำแหน่งประกอบชิ้นส่วนฮาร์ดดิสค์ไดรฟ์แบบตั้งโต๊ะและแบบพกพา จำนวนตำแหน่งละ 12 คน ซึ่งมีลักษณะการทำงาน จำนวนชิ้นงาน และเวลาทำงานไม่แตกต่างกัน

1.2 ความไม่เที่ยงตรงจากการทดลอง (Performance Bias)

ในการวิจัยเป็นการสำรวจข้อมูลประชากรกลุ่มตัวอย่าง ข้อมูลแบบสำรวจความเมื่อยล้ากล้ามเนื้อของพนักงาน การประเมินท่าทางการทำงาน และการวัดค่าความแข็งแรงของกล้ามเนื้อด้วยผู้วิจัยเพียงคนเดียว จึงไม่มีความแตกต่างกันทางด้านทักษะ ความชำนาญของผู้ทดลองหรือผู้วิจัย (Inter-Observer-Bias)

1.3 ความไม่เที่ยงตรงจากข้อมูลที่รวบรวม (Information Bias)

การรวบรวมข้อมูลโดยแบบสำรวจความเมื่อยล้ากล้ามเนื้อของพนักงาน อาจเกิดความผิดพลาด ได้เนื่องจากการประเมินในลักษณะ Subjective Felling Systems พนักงานอาจบอกความรู้สึกปวดเมื่อยจากการทำงานมากกว่าความเป็นจริงได้ ดังนั้นก่อนทำการสำรวจผู้วิจัยได้ทำการอธิบายพนักงานเป็นรายบุคคลจนเข้าใจถึงวิธีการตอบแบบสำรวจ ทั้งนี้ในแบบสำรวจยังมีการระบุระดับความเจ็บปวดแยกอย่างชัดเจนในระดับคะแนนต่างๆ โดยกลุ่มตัวอย่างมั่นใจว่าผลที่ได้จากแบบสำรวจ ผู้วิจัยจะปิดเป็นความลับ และไม่มีผลกระทบต่อหน้าที่การทำงานของกลุ่ม

ตัวอย่างการให้คะแนนท่าทางการทำงานด้วยเทคนิค RULA ประเมินจากภาพถ่ายวีดีทัศน์ในมุมมองที่ตั้งฉากมากที่สุด โดยหากมีท่าทางใดที่ค้างเกินระหว่าง 2 ช่วงคะแนน ทำการเลือกคะแนนที่สูงกว่า

สำหรับการวัดค่าความแข็งแรงกล้ามเนื้อ โดยใช้เครื่องมือ Grip strength dynamometer ผู้วิจัยมีการปฏิบัติตามขั้นตอนที่คู่มือจากบริษัทผู้ผลิตแนะนำ โดยอุปกรณ์ผ่านการสอบเทียบว่าค่าที่วัดได้มีความเที่ยงตรงจากห้องปฏิบัติการสอบเทียบบริษัทเอสซีฯ ทั้งนี้การอ่านค่าที่ได้ที่หน้าปัด ผู้วิจัยอ่านในมุมมองที่ตั้งฉากมากที่สุด เพื่อป้องกันความคลาดเคลื่อนจากการอ่านค่า

1.4 ความไม่เที่ยงตรงจากปัจจัยร่วม (Confounding Bias)

ในการวิจัย ผู้วิจัยได้ได้ควบคุมปัจจัยที่เกี่ยวข้องต่อผลของการศึกษาวิจัยที่ทำให้การวัดผลของสิ่งที่ต้องการศึกษาผิดพลาดไป ดังนี้

1.4.1 การควบคุมก่อนการทดลอง

ผู้วิจัยได้เลือกพนักงานที่มีสุขภาพแข็งแรง ไม่มีความผิดปกติของร่างกาย และไม่เคยประสบอุบัติเหตุ หรือการผ่าตัดจนเป็นสาเหตุให้เกิดอาการเมื่อยล้ากล้ามเนื้อในปัจจุบัน ซึ่งเป็นการศึกษาแบบ Before-after-experiment with no control group ซึ่งสมาชิกของกลุ่มทดลองแต่ละคนจะเป็นกลุ่มควบคุมของตัวเอง ดังนั้นความแตกต่างของผลการศึกษา จึงเป็นผลมาจากตัวแปรที่ศึกษา ไม่ใช่ผลที่มาจากความแตกต่างของกลุ่มที่ทดลองกับกลุ่มที่ควบคุม

1.4.2 การควบคุมระหว่างการทดลอง

การสำรวจความเมื่อยล้ากล้ามเนื้อเนื่องจากการทำงานผู้วิจัยทำการสำรวจในวันที่ 3 ของสัปดาห์ ก่อนเลิกงาน โดยผู้วิจัยเป็นผู้สำรวจเพียงคนเดียว

ทั้งนี้การวัดค่าความแข็งแรงของกล้ามเนื้อ ผู้วิจัยทำการวัดในวันที่ 3 ของสัปดาห์เช่นกัน โดยวัดในช่วงเช้าแรก และช่วงบ่ายสุดท้ายของการทำงานเพื่อเปรียบเทียบความแข็งแรงกล้ามเนื้อที่ลดลงระหว่างงานประกอบชิ้นส่วนคอมพิวเตอร์แบบตั้งโต๊ะ และแบบพกพา

1.4.3 การควบคุมในการวิเคราะห์ผล

การวิเคราะห์ผลจะใช้ค่าเฉลี่ยข้อมูลของอาสาสมัครทั้ง 2 กลุ่ม ทั้งผลการสำรวจความเมื่อยล้ากล้ามเนื้อ และผลการประเมินท่าทางการทำงาน โดยแบบประเมินที่พัฒนาขึ้น โดยวิเคราะห์ความสัมพันธ์ของข้อมูลทั้ง 2 กับผลการวินิจฉัยอาการเจ็บป่วยจากการทำงานของพนักงาน โดยแพทย์ผู้เชี่ยวชาญ

2. วิจัยผลการวิจัย

2.2 คะแนนความเมื่อยล้ากล้ามเนื้อจากแบบประเมิน BD

ค่าคะแนนความเมื่อยล้ากล้ามเนื้อเฉลี่ยของพนักงานประกอบชิ้นส่วนฮาร์ดดิสก์ไครฟ์ คอมพิวเตอร์แบบตั้งโต๊ะ มากกว่าพนักงานประกอบชิ้นส่วนคอมพิวเตอร์แบบพกพา ทั้งนี้ข้อมูลที่ได้เป็นการสำรวจความรู้สึกซึ่งมีการกำหนดระดับคะแนนของความเมื่อยล้าไว้ในแบบประเมินอย่างชัดเจน และผู้วิจัยได้อธิบายให้กลุ่มตัวอย่างทราบก่อนทำการสำรวจ

2.2 ค่าความแข็งแรงกล้ามเนื้อที่วัดได้จากเครื่องมือ Grip strength dynamometer

ค่าความแข็งแรงของกล้ามเนื้อ พนักงานประกอบชิ้นส่วนฮาร์ดดิสก์ไครฟ์ คอมพิวเตอร์แบบตั้งโต๊ะลดลงจากการวัดในช่วงเช้าแรก เปรียบเทียบกับช่วงสุดท้ายของการทำงาน โดยทำการวัดสลับมือซ้ายขวา ด้านละ 2 ครั้ง ซึ่งความแข็งแรงของกล้ามเนื้อสำหรับงานประกอบชิ้นส่วนคอมพิวเตอร์แบบตั้งโต๊ะมีความแข็งแรงลดลงมากกว่าแบบพกพา อย่างมีนัยสำคัญ P-value 0.05 โดยพนักงานกลุ่มตัวอย่างเป็นเพศหญิงทั้งหมด ซึ่งมีอายุระหว่าง 20-35 ปี

สรุปผลการวิจัยและข้อเสนอแนะ

สรุปผลการวิจัย

การวิจัยครั้งนี้มีวัตถุประสงค์เพื่อศึกษาความเหมาะสมของแบบประเมินความเสี่ยงด้านการยศาสตร์ที่นำไปใช้ในงานประกอบชิ้นส่วนฮาร์ดดิสก์ไดรฟ์ โดยได้ทำการสำรวจปัญหา ในการปฏิบัติงานของพนักงานในโรงงานประกอบชิ้นส่วนฮาร์ดดิสก์ไดรฟ์ตัวอย่าง จากข้อมูลการพบแพทย์ที่ห้องพยาบาลระหว่างปี 2550 ถึง 2552 พบว่ามีพนักงานประกอบชิ้นส่วนฮาร์ดดิสก์ไดรฟ์แบบตั้งโต๊ะจำนวน 164, 186 และ 97 คน จากทั้งหมด 552, 537 และ 545 คน คิดเป็น 29.71%, 34.64% และ 39.59% ตามลำดับ ซึ่งเป็นสาเหตุของอาการเจ็บป่วยที่เกิดขึ้นมากที่สุด 3 ปีติดต่อกัน ซึ่งอาการทางกระดูกและกล้ามเนื้อแบ่งเป็น อาการเจ็บป่วยอันเนื่องมาจากการทำงาน จำนวน 122 คน อาการที่เกิดจากปัจจัยส่วนบุคคล 143 คน การเกิดอุบัติเหตุอื่นเกี่ยวกับกระดูกและกล้ามเนื้อจำนวน 181 คน รวมทั้งสิ้น 446 คน ทั้งนี้ พนักงานที่เจ็บป่วยอันเนื่องมาจากการทำงานจำนวน 122 คน แบ่งเป็นพนักงานประกอบชิ้นส่วนฮาร์ดดิสก์ไดรฟ์แบบตั้งโต๊ะและ แบบพกพา จำนวน 65 (53.56%) และ 25 (21.74%) คน ซึ่งสอดคล้องกับผลที่ได้จากแบบสำรวจความเมื่อยล้ากล้ามเนื้อส่วนต่างๆของร่างกาย Body discomfort กับพนักงาน จำนวน 192 คน โดยแบ่งเป็นพนักงานประกอบชิ้นส่วนฮาร์ดดิสก์ไดรฟ์คอมพิวเตอร์แบบตั้งโต๊ะ และแบบพกพา อย่างละ 96 คน ซึ่งผลการสำรวจพบว่าพนักงานประกอบชิ้นส่วนฮาร์ดดิสก์ไดรฟ์แบบตั้งโต๊ะมีความเมื่อยล้ามากกว่าพนักงานประกอบชิ้นส่วนฮาร์ดดิสก์ไดรฟ์แบบพกพา

ทั้งนี้ผลที่ได้จากการใช้แบบประเมิน RULA ประเมินความเสี่ยงด้านการยศาสตร์ของงานประกอบชิ้นส่วนจำนวน 8 ตำแหน่ง โดยแยกประเมินด้านซ้ายและขวา จำนวน 16 ด้าน พบว่าคะแนนจากการประเมินโดยใช้ RULA ของพนักงานประกอบชิ้นส่วนคอมพิวเตอร์แบบตั้งโต๊ะ และแบบพกพาเท่ากันทุกตำแหน่ง เนื่องจากลักษณะและท่าทางการทำงานคล้ายคลึงกันระหว่างงานประกอบชิ้นส่วนคอมพิวเตอร์ ทั้งสองแบบ

จากผลการประเมินดังกล่าวผู้วิจัยได้ทำการวัดค่าความแข็งแรงกล้ามเนื้อของพนักงานในชั่วโมงแรก และชั่วโมงสุดท้ายของการทำงานเพื่อทำการยืนยันผลการประเมินความเมื่อยล้า โดยการสุ่มตัวอย่างพนักงานประกอบชิ้นส่วนฮาร์ดดิสก์ไดรฟ์คอมพิวเตอร์ทั้งสองแบบ จำนวน 128 คน พบว่าพนักงานประกอบชิ้นส่วนฮาร์ดดิสก์ไดรฟ์คอมพิวเตอร์แบบตั้งโต๊ะ มีความแข็งแรง

กล้ามเนื้อลดลงมากกว่าพนักงานประกอบชิ้นส่วนฮาร์ดดิสก์ไครฟ์แบบพกพาอย่างมีนัยสำคัญ P-value 0.05 ซึ่งสอดคล้องกับผลการสำรวจความเมื่อยล้ากล้ามเนื้อโดยแบบประเมิน BD และข้อมูลการพบแพทย์ที่ห้องพยาบาล

ทั้งนี้จากผลการทดลองประเมินความเสี่ยงด้านการยศาสตร์ จำนวน 16 งาน โดยวิธี RULA และแบบประเมินที่พัฒนาขึ้นมาใหม่ EAHDD พบว่า งานประกอบชิ้นส่วนฮาร์ดดิสก์ไครฟ์คอมพิวเตอร์แบบตั้งโต๊ะ มีคะแนนความเสี่ยงในระดับที่ยอมรับไม่ได้ จำนวน 15 งาน จาก 16 งาน และงานประกอบชิ้นส่วนฮาร์ดดิสก์ไครฟ์คอมพิวเตอร์แบบพกพา จำนวน 6 งาน จาก 16 งาน ซึ่งสามารถแยกแยะความเสี่ยงด้านการยศาสตร์ของการปฏิบัติงานทั้งสองแบบได้อย่างชัดเจน

ข้อเสนอแนะ

การศึกษาครั้งนี้เป็นการสำรวจปัญหาการเมื่อยล้ากล้ามเนื้อของพนักงานประกอบชิ้นส่วนฮาร์ดดิสก์ไครฟ์แบบตั้งโต๊ะและแบบพกพา โดยผลที่ได้นำมาพัฒนาเป็นแบบประเมินความเสี่ยงด้านการยศาสตร์เฉพาะสำหรับงานประกอบชิ้นส่วนฮาร์ดดิสก์ไครฟ์ ซึ่งผู้วิจัยมีข้อเสนอแนะเพื่อเป็นแนวทางให้กับผู้ที่สนใจจะศึกษาเกี่ยวกับการประเมินความเสี่ยงด้านการยศาสตร์เพื่อนำผลที่ได้ไปใช้ในการประเมินการปรับปรุงสถานีกานก่อนและหลังการปรับปรุง ดังนี้

1. แบบประเมินที่พัฒนาขึ้นนี้ควรมีการอบรมวิธีการใช้และการให้คะแนนแบบประเมินก่อนการปฏิบัติงานเพื่อให้ผู้ประเมินสามารถใช้แบบประเมินให้เกิดประโยชน์สูงสุด
2. นำข้อมูลในแบบประเมินไปใช้เป็นแนวทางในการออกแบบสถานีกานร่วมกับข้อมูลจากการวัดขนาดสัดส่วนร่างกายพนักงาน เพื่อออกแบบการทำงานและสถานีกานที่มีประสิทธิภาพ โดยลดการเคลื่อนไหวที่ไม่จำเป็น และทำท่าทางการทำงานที่ผิดหลักการยศาสตร์เพื่อป้องกันสาเหตุที่อาจส่งผลทำให้เกิด MSDs ในอนาคต
3. แบบประเมินนี้สามารถนำไปทดลองใช้ในอุตสาหกรรมอื่นๆ ที่เป็นงานประกอบชิ้นส่วนขนาดเล็ก ด้วยท่าทางอื่นๆ ซ้ำๆ โดยใช้ร่างกายส่วนบน และใช้เป็นแนวทางในการตัดสินใจปรับปรุงงานเพื่อเพิ่มประสิทธิภาพในกระบวนการผลิต และความปลอดภัยของพนักงานอีกด้วย

เอกสารและสิ่งอ้างอิง

- กิตติ อินทรานนท์. 2548. การยศาสตร์. สำนักพิมพ์แห่งจุฬาลงกรณ์มหาวิทยาลัย,
กรุงเทพมหานคร.
- จเร เลิศสุวิชัย. 2550. เอกสารการสอนวิชา 204585. การยศาสตร์ในระบบคอมพิวเตอร์และ
สารสนเทศ หลักสูตรปริญญาโท สาขาวิศวกรรมความปลอดภัย, ม.ป.ท.
- ชมภูศักดิ์ พูลเกษ. 2534. การฝึกปฏิบัติการจัดสภาพการทำงาน: การฝึกปฏิบัติงานอาชีวอนามัย.
พิมพ์ครั้งที่ 2. โรงพิมพ์สุโขทัยธรรมมาธิราช, กรุงเทพฯ.
- ชูศักดิ์ เวชแพศย์. 2523. อิเล็กทรอนิกส์โอกรافی. โรงพิมพ์มหาวิทยาลัยมหิดล, กรุงเทพมหานคร.
- ณัฐริยา เป้าทอง. 2551. การลดอาการปวดหลังส่วนล่าง ของพนักงานแผนกขึ้นรูปแบบทรายโดยใช้
หลักการยศาสตร์: กรณีศึกษาโรงงานผลิตชิ้นส่วนยานยนต์. วิทยานิพนธ์ปริญญาโท,
มหาวิทยาลัยเกษตรศาสตร์.
- นิวิท เจริญใจ, ชัยยุทธ วงศ์อัจฉริยา, วันวิสา ตีบแก้ว และ ปาริชาติ พิระเชื้อ. 2550.
การเปรียบเทียบการประเมินท่าทางการทำงานโดยวิธีการทางกายศาสตร์ในโรงงาน
อุตสาหกรรมจังหวัดเชียงใหม่. ภาควิชาวิศวกรรมอุตสาหกรรม คณะวิศวกรรมศาสตร์
มหาวิทยาลัยเชียงใหม่
- ประจวบ กล่อมจิตร. 2550. ผลการทดสอบการประเมินงานยกของด้วยมือด้วยโปรแกรม ML-
Expert ในโรงงานตัวอย่าง. ภาควิชาวิศวกรรมอุตสาหกรรมและการจัดการ
คณะวิศวกรรมศาสตร์และเทคโนโลยีอุตสาหกรรม มหาวิทยาลัยศิลปากร.
- นริศ เจริญพร, ฌานนท์ พูนกวิน และ จิรายุ ชูธวานนท์. 2550. การพัฒนาระบบประเมินความ
เสี่ยงเพื่อการออกแบบด้านการยศาสตร์ กรณีศึกษาในอุตสาหกรรมประกอบรถยนต์.
ภาควิชาวิศวกรรมอุตสาหกรรม คณะวิศวกรรมศาสตร์ มหาวิทยาลัยธรรมศาสตร์

ยุทธชัย บันเทิงจิตร. 2536. **เออร์โกโนมิกส์และการตรวจที่เกี่ยวข้อง**. โรงพิมพ์กองสุกศึกษา, กรุงเทพมหานคร.

วิฑูรย์ สิมะโชคดี และ กฤษฎา ชัยกุล. 2537. **เออร์กอนอมิกส์ วิทยาการจัดสภาพงานเพื่อการเพิ่มผลผลิตและความปลอดภัย**. สมาคมส่งเสริมเทคโนโลยี (ไทย-ญี่ปุ่น), กรุงเทพมหานคร.

วิฑูรย์ สิมะโชคดี และ กฤษฎา ชัยกุล. 2540. **ออร์โกโนมิกส์**. ส.เอเชียเพรส จำกัด, กรุงเทพมหานคร.

สถาบันความปลอดภัยในการทำงาน กรมสวัสดิการคุ้มครองแรงงาน. 2544. **การยศาสตร์ในสถานที่ทำงาน**. โรงพิมพ์ บริษัท ร้อยสิบเอ็ดธุรกิจ, กรุงเทพมหานคร.

สถาบันความปลอดภัยในการทำงาน กรมสวัสดิการคุ้มครองแรงงาน. 2545. **การสำรวจด้านการยศาสตร์ แรงงานและการให้ข้อเสนอแนะเพื่อปรับปรุงสภาพการทำงาน**. บริษัทเรียงสามกราฟฟิค ดีไซน์ จำกัด, กรุงเทพมหานคร.

สุทธิ ศรีบูรพา. 2549. **เออร์กอนอมิกส์: มนุษย์ปัจจัย**. บริษัท ส.เสริมมิตรการพิมพ์ จำกัด, กรุงเทพมหานคร.

สำนักงานประกันสังคม. 2551. **รายงานผลการดำเนินงาน กองทุนเงินทดแทน ปี 2541**. สำนักงานกองทุนเงินทดแทน สำนักงานประกันสังคม, กรุงเทพมหานคร.

ห้องสมุดธนาคารไทยพาณิชย์. 2547. **อุตสาหกรรมอาร์ตดิสก์ไครฟ์ของไทย ... มุ่งสู่การเป็นฐานการผลิตอันดับหนึ่งของโลก**. แหล่งที่มา: <http://www.scb.co.th>, 28 ตุลาคม 2547.

Alireza, C., T. Reza, A. Zahra and D. Mohammadhassan. 2004. Ergonomics investigation in carpet mending operation. **Applied Ergonomics**. 35: 493-496 .

Armstrong, T. n.d. The ACGIH TLV for Hand Activity Level. **Fundamentals and Assessment Tool for Occupational Ergonomics** 806-819.

Chaffin, D.B. 1973. Localized Muscle Fatigue-Definition and Measurement. **Occupational Medicine.** 15: 346-154.

_____. and G.B.J. Anderson. 1984. **Occupational Biomechanics.** 2nd ed. Jhon Wiley., New York.

Ergoweb. 2002. **Ergonomics Concepts.** Available Source: <http://www.ergoweb.com/Resouces/faq/concepts.cfm>, September 16, 2007.

Engstrom, T. and P. Medbo. 1997. Data collection and analysis of manual work using video recording and personal computer techniques. **International Journal of Industrial Ergonomics.** 19: 291-298.

Grandjene, E. 1988. **Fitting the task to the Man.** 4th ed. Taylor and Francis Ltd., London.

Hignett, S. and L. McAtamney. 2000. REBA: Rapid Entire Body Assessment: REBA. **Applied Ergonomics.** 31 : 201-205.

John-Paul Stephens. 2005. **“Test-retest rereatability of strain index”.** Available Source: <http://www.sciencedirect.com>, August 25, 2006.

Konz , S.A. 1990. Work Design. **Industrial Ergonomics.** 3rd ed. Publishing Horizon Inc., Arizona.

McAtamney, L. and E. N. Corlett. 1993. RULA: survey method for the investigation of work-related upper limb disorders. **Applied Ergonomics.** 24: 91-99.

Parker, K.G. and H.R. Imbus. 1986. **Cumulative trauma disorders**. Lewis Publishers, Florida.

Putz-Anderson, V. 1988. Cumulative trauma disorders. **A manual for musculoskeletal diseases of the upper limbs Taylor and Francis**. London.

Sammons Preston Rolyan. 2003. **JARMAR Hydrolic Hand Dynamometer Owner's Manual**. Nottinghamshire.

Silverstien, L., J. Fine, A. and T. J. Armstrong. 1986. Hand wrist cumulative trauma disorders in industry. **www.oem.bmj.com**. 18 April 2009.





ภาคผนวก ก

ตัวอย่างแบบสำรวจความรู้สึกเมื่อยล้าของพนักงาน (Body Discomfort)

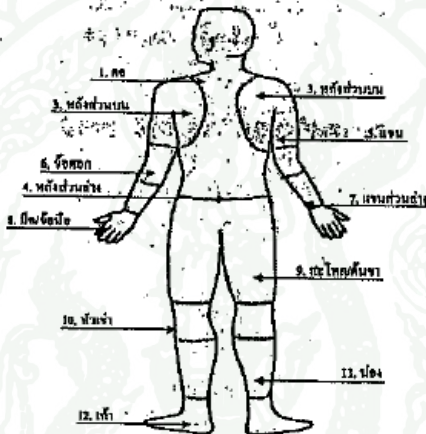
แบบสำรวจและสอบถามอาการเจ็บป่วยเกี่ยวเนื่องจากท่าทางการทำงาน (Ergonomics Symptom Survey)

ชื่อผู้ทำการสำรวจ: _____
 วันที่ทำการสำรวจ: _____ เวลาทำการสำรวจ: _____
 ส่วนที่ 1: ข้อมูลการทำงาน
 ชื่อ - สกุล: พรวิภา รุ่งเรือง รหัสประจำตัว: 2108158 ชื่อตำแหน่งงาน: TOP CLAMP
 แผนก: ผลิต 8.5 ชื่อหัวหน้างาน: 0890 เบอร์ติดต่อ: _____
 อาสาสมัครในบริษัท (ปี/เดือน): 1 ปี 1 เดือน อาสาสมัครในตำแหน่งงานนี้ (ปี/เดือน): _____
 จำนวนชั่วโมงการทำงาน (รวมวัน): _____ ปริมาณงานที่ต้องทำต่อวัน (กะ): 9900
 ลักษณะงาน / ประเภทงานที่เคยทำมาก่อน: _____ ระยะตรวจ (สัปดาห์ / เดือน): _____

ส่วนที่ 2: กรอกรายละเอียดข้อมูลอาการหรือการเจ็บป่วย
 เมื่อพบปัญหาเกี่ยวกับสุขภาพ

1. ในช่วงปีที่ผ่านมา คุณเคยมีอาการปวดหรือไม่สบายหรือไม่ ☒ ใช่ ☐ ไม่ใช่ (หากระบุ "ไม่ใช่" กรุณาทำแบบสอบถาม)
 2. คุณบ่งชี้ความรุนแรงของอาการในตาราง โดยระบุเป็นตัวเลข ซึ่งอ้างอิงจากค่า ดังนี้
 0: ไม่รู้สึกเมื่อใด 1: รู้สึกเมื่อทำมีผลน้อย 2: เมื่อทำมีผลมาก 3: เมื่อทำมีผลมาก 4: เมื่อทำมีผลมากเกินทนไหว
 (ไม่เป็นอุปสรรคกับการทำงาน) (หักแล้วหายเมื่อย) (หักแล้วไม่หายเมื่อย) (ต้องรับภาระหนักจึงจะสามารถทำงานได้)

ส่วนของร่างกาย	คะแนน
1. คอ	2
2. ไหล่	3
3. หลังส่วนบน	3
4. หลังส่วนล่าง	2
5. แขนส่วนบน	2
6. ข้อศอก	3
7. แขนส่วนล่าง	2
8. มือ/ข้อมือ	3
9. สะโพก/ต้นขา	2
10. หัวเข่า	1
11. ป่อง	0
12. เท้า	0



ส่วนของร่างกาย	คะแนน
1. คอ	0
2. ไหล่	3
3. หลังส่วนบน	3
4. หลังส่วนล่าง	3
5. แขนส่วนบน	2
6. ข้อศอก	2
7. แขนส่วนล่าง	2
8. มือ/ข้อมือ	3
9. สะโพก/ต้นขา	0
10. หัวเข่า	0
11. ป่อง	0
12. เท้า	0

3. แต่ละครั้งการเกิดอาการมีระยะเวลาานเท่าไร (ยกเว้นข้อ 12)
☐ 1 ชั่วโมง หรือน้อยกว่า ☐ 1 วัน แต่ไม่เกิน 1 สัปดาห์ ☐ 1 สัปดาห์ แต่ไม่เกิน 1 เดือน ☐ 1 เดือน แต่ไม่เกิน 6 เดือน ☐ มากกว่า 6 เดือน
 4. ในรอบปีที่ผ่านมา คุณมีอาการดังกล่าวทั้งหมดกี่ครั้ง มากกว่า 10 ครั้ง
 5. ในระยะเวลา 7 วัน ที่ผ่านมา มีปัญหาอาการดังกล่าวเกิดขึ้นหรือไม่ ☒ ใช่ ☐ ไม่ใช่
 6. คุณได้เข้ารับการปรึกษาปัญหาอาการที่เกิดขึ้น หรือไม่ ☒ ใช่ ☐ ไม่ใช่
 6.1 ถ้า "ใช่" คุณช่วยเล่าว่า ไปพบแพทย์ เมื่อมีอาการปวด
 6.2 ถ้าตอบว่า "ใช่" คุณปรึกษาอาการด้วยอะไร
☐ หมอสูดอากาศของปอด จำนวนครั้งที่ผ่านมาในรอบปี _____
☐ คลินิกหรือโรงพยาบาล จำนวนครั้งที่ผ่านมาในรอบปี _____
☐ อื่นๆ จำนวนครั้งที่ผ่านมาในรอบปี _____
 6.3 การปรึกษาที่เกิดขึ้น ช่วยทำให้อาการของคุณดีขึ้นหรือไม่ ☒ ใช่ ☐ ไม่ใช่
 7. ในรอบปีที่ผ่านมา คุณหยุดทำงานเพื่อรักษาอาการที่เกิดขึ้นกี่วัน 2-3 วัน
 8. ในรอบปีที่ผ่านมา คุณจะต้องทำการเปลี่ยนเป็นงานที่เบากว่า เนื่องจากปัญหาอาการดังกล่าว จำนวนกี่วัน _____ วัน
 9. คุณคิดว่าสาเหตุที่ทำให้เกิดอาการคืออะไร? โปรดระบุ ใช้เครื่องมือ 5 ครั้งในงาน 1 วัน 10 นาที
 10. โปรดอธิบายว่าอะไรที่คุณคิดว่าควรปรับปรุงเพื่อลดอาการเจ็บป่วย
ลดการใช้เครื่องมือ
ลดการใช้เครื่องมือ



ภาคผนวก ข

ตัวอย่างแบบประเมินความเสี่ยงด้านการยศาสตร์ (RULA)

RULA Employee Assessment Worksheet

Top clamp ent

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

(S/N)

(N/A)

SCORES

Table A

Upper Limb	Neck	Trunk	Legs
1	1	1	1
2	2	2	2
3	3	3	3
4	4	4	4
5	5	5	5
6	6	6	6
7	7	7	7
8	8	8	8
9	9	9	9
10	10	10	10

Table B

Neck	Trunk	Legs	Legs
1	1	1	1
2	2	2	2
3	3	3	3
4	4	4	4
5	5	5	5
6	6	6	6
7	7	7	7
8	8	8	8
9	9	9	9
10	10	10	10

Table C

Neck	Trunk	Legs	Legs
1	1	1	1
2	2	2	2
3	3	3	3
4	4	4	4
5	5	5	5
6	6	6	6
7	7	7	7
8	8	8	8
9	9	9	9
10	10	10	10

Step 1: Locate Upper Arm Position

Step 2: Locate Lower Arm Position

Step 3: Locate Wrist Position

Step 4: Adjust...

Step 5: Look-up Posture Score in Table A

Step 6: Add Muscle Use Score

Step 7: Add Force/load Score

Step 8: Find Row in Table C

Step 9: Adjust...

Step 10: Locate Trunk Position

Step 11: Legs

Step 12: Look-up Posture Score in Table B

Step 13: Add Muscle Use Score

Step 14: Add Force/load Score

Step 15: Find Column in Table C

Final Score

Subject: Top clamp ent (S/N) **Department:** TRN **Date:** / / **Score:**

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



ภาคผนวก ค

ตัวอย่างแบบประเมินความเสี่ยงด้านการยศาสตร์สำหรับงานประกอบชิ้นส่วน
อิเล็กทรอนิกส์ (EAHDD)



ภาคผนวก ง
เอกสารแสดงการสอบเทียบอุปกรณ์วัดความแข็งแรงกล้ามเนื้อ
Grip strength dynamometer

HITACHI
Inspire the Next

EQUIPMENT CALIBRATION REPORT

CALIBRATION LABORATORY

CAL Report No# CI005

Equipment Name : Hydraulic hand dynamometer		Tag No # : OHS009	Calibrated By	Approved By
Maker : SAMMONS PRESTON	Model : JAMAR 5030031	Serial Number : 10100872		
Recieve Date:	Condition As Re-cieved :			
CAL Date : 22/08/2008	Due Date : 31/08/2010	CAL Period : 2.0 Years	Tanarak Prasertchoksakul a.m. 23' 2008 10:59 AM	Siriwat Promubon a.m. 27' 2008 07:23 PM
CAL Type : CAL LAB	CAL Location : In-house	Attachment : -		
CAL Status : PASS	Cal Environment : -	Humidity : 55 %RH		
CI No# W-CAL-COM-125	Revision : 000	Temp : 25 C		
Equipment Type : ME		Remark : -	Doc :-	

Last CAL Report NO# : **Yes**

Responsible By : **Radchanoke Phacomsee/Thailand/HGST** Department : **Occupational Health & Safety**

Number of Standard : **1**

Equipment Standard

No	TagNo#	STD Name	Due Date
1	R/I379	Bonding force tester	31/08/2009

CAL Item#	Standard Value	Cal. Before Adjust	Cal. After Adjust	Uncertainty(+/-)
1	10.0 +/- 2 kgf	10.0 kgf.	-	1.2 kgf.
2	20.0 +/- 2 kgf	20.1 kgf.	-	1.2 kgf.
3	30.0 +/- 2 kgf	30.2 kgf.	-	1.2 kgf.
4	40.0 +/- 2 kgf	40.2 kgf.	-	1.2 kgf.
5	50.0 +/- 2 kgf.	50.1 kgf.	-	1.2 kgf.
6	60.0 +/- 2 kgf	60.2 kgf.	-	1.2 kgf.
7	70.0 +/- 2 kgf	70.2 kgf.	-	1.2 kgf.
8	80.0 +/- 2 kgf.	80.2 kgf.	-	1.2 kgf.
9	88.0 +/- 2 kgf.	88.2 kgf.	-	1.2 kgf.

The Calibration Report applies only to the item identified and shall not be reproduced other than in full without specific written approval of the Calibration Engineer

F - CAL - 010

Rev # 009

Effective date : Mar 5, 2009.

มหาวิทยาลัยเกษตรศาสตร์

ภาคผนวก จ

รูปภาพทำางการทำงาน และการให้คะแนนความเสี่ยงโดยวิธี RULA และ EAHDD

พ.ศ. ๒๕๕๖

ตารางผนวกที่ ๑๑ ผลการประเมินความเสี่ยงด้านการยศาสตร์ เปรียบเทียบระหว่างการใช้ RULA และ EAHDD

ตำแหน่งงาน	คะแนนการประเมินจาก RULA				คะแนนการประเมินจาก EAHDD			
	Assessment (คะแนนเต็ม 7)				(คะแนนเต็ม 4)			
	คะแนนรวม		คะแนนข้อมือ		คะแนนรวม		คะแนนข้อมือ	
	MB	DT	MB	DT	MB	DT	MB	DT
 Disk mount. Left	7	7	4	4	4	4	5	5
 Disk mount. Right	7	7	4	4	4	4	5	5
 Top Clamp. Left	7	7	4	4	3	4	3	3
 Top Clamp. Right	5	5	2	2	4	4	3	3
 Balance. Left	6	6	3	3	3	4	4	4

ตารางผนวกที่ จ1 (ต่อ)

ตำแหน่งงาน	คะแนนการประเมินจาก RULA				คะแนนการประเมินจาก EAHDD			
	Assessment (คะแนนเต็ม 7)				(คะแนนเต็ม 4)			
	คะแนนรวม		คะแนนข้อมือ		คะแนนรวม		คะแนนข้อมือ	
	MB	DT	MB	DT	MB	DT	MB	DT
 Balance. Right	7	7	3	3	4	4	4	4
 Ramp mount. Left	7	7	3	3	4	4	4	4
 Ramp mount. Right	3	3	2	2	3	4	3	3
 HAS vcm. Left	6	6	3	3	3	4	4	4
 HAS vcm. Right	6	6	3	3	4	4	4	4

ตารางผนวกที่ จ1 (ต่อ)

ตำแหน่งงาน	คะแนนการประเมินจาก RULA				คะแนนการประเมินจาก EAHDD			
	Assessment (คะแนนเต็ม 7)				(คะแนนเต็ม 4)			
	คะแนนรวม		คะแนนข้อมือ		คะแนนรวม		คะแนนข้อมือ	
	MB	DT	MB	DT	MB	DT	MB	DT
 FP. Left	5	5	4	4	3	4	4	5
 FP. Right	6	6	4	4	3	4	4	5
 Inspection Left	4	4	4	4	3	4	4	4
 Inspection Right	4	4	4	4	3	4	4	4
 Packing Left	5	5	3	3	3	4	3	4

ตารางผนวกที่ จ1 (ต่อ)

ตำแหน่งงาน	คะแนนการประเมินจาก RULA				คะแนนการประเมินจาก EAHDD			
	Assessment (คะแนนเต็ม 7)				(คะแนนเต็ม 4)			
	คะแนนรวม		คะแนนข้อมือ		คะแนนรวม		คะแนนข้อมือ	
	MB	DT	MB	DT	MB	DT	MB	DT
	3	3	2	2	3	3	3	3
Packing Right								

ประวัติการศึกษา และการทำงาน

ชื่อสกุล	นางสาวสุมาลี เบื่อนสันเทียะ
เกิดวันที่	วันที่ 5 ธันวาคม 2524
สถานที่เกิด	นครราชสีมา
ประวัติการศึกษา	มหาวิทยาลัยขอนแก่น
ตำแหน่งหน้าที่การงานปัจจุบัน	เจ้าหน้าที่ความปลอดภัยระดับวิชาชีพ
สถานที่ทำงานปัจจุบัน	บริษัท อิตาชี โกลบอล สตอเรจ เทคโนโลยีส์ (ประเทศไทย) จำกัด