# การรับสัมผัสไอโลหะแมงกานีสและปัจจัยที่ส่งผลต่อความผิดปกติของระบบทางเดินหายใจในพนักงานโรงงานผลิตชิ้นส่วนรถยนต์แห่งหนึ่งในเขตจังหวัดชลบุรี: กรณีศึกษาการเชื่อมแบบแก๊สปกคลุม

# MANGANESE FUME EXPOSURE AND FACTORS AFFECTING RESPIRATORY DISORDERS AMONG WORKERS IN AN AUTOMOTIVE PART MANUFACTURING FACTORY IN CHONBURI PROVINCE: A CASE STUDY OF MIG WELDING

คนธนันท์ อุตชุมพิสัย

วิทยานิพนธ์นี้เป็นส่วนหนึ่งของการศึกษาตามหลักสูตรวิทยาศาสตรมหาบัณฑิต
สาขาวิชาอาชีวอนามัยและความปลอดภัย
คณะสาธารณสุขศาสตร์ มหาวิทยาลัยบูรพา
สิงหาคม 2559
ลิขสิทธิ์เป็นของมหาวิทยาลัยบูรพา

คณะกรรมการควบคุมวิทยานิพนธ์ และคณะกรรมการสอบวิทยานิพนธ์ ได้พิจารณาวิทยานิพนธ์ของ คนธนันท์ อุตชุมพิสัย ฉบับนี้แล้ว เห็นสมควรรับเป็นส่วนหนึ่งของการศึกษาตามหลักสูตรวิทยาศาสตรมหาบัณฑิต สาขาวิชาอาชีวอนามัยและความปลอดภัย
คณะสาธารณสุขศาสตร์ มหาวิทยาลัยบูรพาได้

คณะกรรมการควบคุมวิทยานิพนธ์

..... อาจารย์ที่ปรึกษาหลัก
(รองศาสตราจารย์ ดร.อนามัย เทศกะทึก)

.....อาจารย์ที่ปรึกษาร่วม
(ผู้ช่วยศาสตราจารย์ ดร.ทนงศักดิ์ ยิ่งรัตนสุข)

คณะกรรมสอบวิทยานิพนธ์

.....ประธานกรรมการ
(นายแพทย์วิวัฒน์ เอกบูรณะวัฒน์)

.....กรรมการ
(รองศาสตราจารย์ ดร.อนามัย เทศกะทึก)

.....กรรมการ
(ผู้ช่วยศาสตราจารย์ ดร.ทนงศักดิ์ ยิ่งรัตนสุข)

.....กรรมการ
(อาจารย์ ดร.วัลลภ ใจดี)

คณะสาธารณสุขศาสตร์อนุมัติให้รับวิทยานิพนธ์ฉบับนี้เป็นส่วนหนึ่งของการศึกษาตามหลักสูตรวิทยาศาสตรมหาบัณฑิต สาขาวิชาอาชีวอนามัยและความปลอดภัย
คณะสาธารณสุขศาสตร์ มหาวิทยาลัยบูรพา

.....คณบดีคณะสาธารณสุขศาสตร์
(รองศาสตราจารย์ ดร.วสุธร ตันวัฒนกุล)
วันที่ 27 เดือน สิงหาคม พ.ศ. 2559

# ประกาศคุณูปการ

วิทยานิพนธ์ฉบับนี้สำเร็จลงได้ด้วยการอนุเคราะห์ช่วยเหลืออย่างดีจาก รศ.ดร.อนามัย เทศกะทึก ประธานกรรมการควบคุมวิทยานิพนธ์ ผศ.ดร.ทนงศักดิ์ ยิ่งรัตนสุข และ ดร.วัลลภ ใจดี กรรมการควบคุมวิทยานิพนธ์ ที่ได้กรุณาให้คำปรึกษาแนะนำแนวทางที่ถูกต้อง และตรวจแก้ไขข้อบกพร่องต่าง ๆ เอาใจใส่ ดูแลในการทำวิทยานิพนธ์ฉบับนี้จนสำเร็จด้วยดีเสมอมา ผู้วิจัยขอขอบพระคุณเป็นอย่างสูง ไว้ ณ โอกาสนี้

ขอขอบพระคุณนายแพทย์ วิวัฒน์ เอกบูรณะวัฒน์ ประธานกรรมการสอบวิทยานิพนธ์ที่ได้กรุณาให้ข้อเสนอแนะในการปรับปรุงแก้ไขจนทำให้วิทยานิพนธ์ฉบับนี้สมบูรณ์ยิ่งขึ้นและขอขอบพระคุณผู้ทรงคุณวุฒิทุกท่านที่ได้ให้ความกรุณาตรวจสอบเครื่องมือในงานวิจัยครั้งนี้

ขอขอบพระคุณสถานประกอบการ ประธานกรรมการ รองประธานกรรมการ ระดับบริหารและพนักงานทุกท่านที่อนุเคราะห์ในการเก็บรวบรวมข้อมูลวิจัย และเสียสละเวลาเป็นกลุ่มตัวอย่างในครั้งนี้

ขอขอบพระคุณภาควิชาสุขศาสตร์อุตสาหกรรมและความปลอดภัย คณะสาธารณสุขศาสตร์ มหาวิทยาลัยบูรพา ที่เอื้อเฟื้อ อุปกรณ์ในการเก็บตัวอย่างไอโลหะ และเครื่องตรวจสมรรถภาพปอด สำหรับการวิจัยในครั้งนี้

ขอขอบพระคุณผู้สนับสนุนทุนวิจัยบางส่วน รศ.ดร.อนามัย เทศกะทึก ที่ให้การสนับสนุนทุนด้านอุปกรณ์สำหรับเก็บตัวอย่างอากาศ และสมรรถภาพปอดรวมถึง พ.ต.ท.พูลศักดิ์ แก้วสีขาวและครอบครัว ที่ให้การสนับสนุนทุนในการวิเคราะห์ตัวอย่างอากาศในครั้งนี้

ท้ายนี้ผู้วิจัยขอขอบพระคุณคณาจารย์ในภาควิชาทุกท่าน ที่ประสิทธิ์ประสาทความรู้ รวมถึงเพื่อน พี่ น้อง ทุกท่านที่ให้การช่วยเหลือสนับสนุนด้วยดีมาตลอด ขอขอบพระคุณ คุณพ่อประเสริฐ คุณแม่สุวรรณ อุตชุมพิสัย และทุกคนในครอบครัวที่เป็นกำลังใจที่ดีเสมอมา จนทำให้วิทยานิพนธ์ฉบับนี้สำเร็จได้ด้วยดี

คนธนันท์ อุตชุมพิสัย

53921164: วท.ม. (อาชีวอนามัยและความปลอดภัย)

คำสำคัญ: สภาพแวดล้อมการทำงานไม่ปลอดภัย/ ไอโลหะแมงกานีส/ มลภาวะทางอากาศ/ สมรรถภาพปอด/ อาการทางเดินหายใจ/ อุตสาหกรรมรถยนต์

คนธนันท์ อุตชุมพิสัย: การรับสัมผัสไอโลหะแมงกานีสและปัจจัยที่ส่งผลต่อความผิดปกติของระบบทางเดินหายใจในพนักงานโรงงานผลิตชิ้นส่วนรถยนต์แห่งหนึ่งในเขตจังหวัดชลบุรี: กรณีศึกษาการเชื่อมแบบแก๊สปกคลุม (MANGANESE FUME EXPOSURE AND FACTORS AFFECTING RESPIRATORY DISORDERS AMONG WORKERS IN AN AUTOMOTIVE PART MANUFACTURING FACTORY IN CHONBURI PROVINCE: A CASE STUDY OF MIG WELDING). คณะกรรมการควบคุมวิทยานิพนธ์: อนามัย เทศกะทึก, Ph.D., ทนงศักดิ์ ยิ่งรัตนสุข, Ph.D., วัลลภ ใจดี, Ph.D., 91 หน้า. ปี พ.ศ. 2559.

การวิจัยนี้มีวัตถุประสงค์เพื่อศึกษาปัจจัยที่ส่งผลต่อความผิดปกติของระบบทางเดินหายใจของพนักงานโรงงานอุตสาหกรรมผลิตชิ้นส่วนรถยนต์แห่งหนึ่งในเขตจังหวัดชลบุรีจากพนักงาน 112 คน

การเก็บรวบรวมข้อมูล 3 ประเภท: ข้อมูลการสัมภาษณ์ผ่านโครงสร้างตามแบบสอบถาม การเก็บตัวอย่างอากาศแบบติดที่ตัวบุคคลและตรวจสมรรถภาพปอด

พนักงานส่วนใหญ่เป็นเพศหญิง (78.6%) อายุเฉลี่ย 32.13 ปี (*SD* = 4.43) อายุงานเฉลี่ย 1.93 ปี (*SD* = 0.83) จากการสัมภาษณ์พบว่าพนักงานมีอาการไอเกือบทุกวัน จำนวน 4 คน (3.6%) ตอนตื่นนอนต้องขากเสมหะออก จำนวน 29 คน (25.9%) และมีอาการแน่นหน้าอกหายใจลำบาก จำนวน 19 คน (17%) จากผลการศึกษาตัวอย่างอากาศพบว่าค่าเฉลี่ยเลขาคณิตของความเข้มข้นไอโลหะแมงกานีสในการเชื่อม เท่ากับ 0.013 มก./ ลบ.ม. ค่าต่ำสุด 0.000004 มก./ ลบ.ม. และ ค่าสูงสุด 0.103 มก./ ลบ.ม. ระดับความเข้มข้นสูงสุดไอโลหะแมงกานีสที่พบครั้งนี้เกินค่าที่ ACGIH แนะนำ (TLV-TWA เฉลี่ย 8 ชั่วโมง = 0.1 มก./ ลบ.ม.) ผลการทดสอบสมรรถภาพปอดพบว่า ค่าเฉลี่ยเปอร์เซ็นต์ Force Vital Capacity (%FVC) มีค่าเท่ากับ 81.8% ค่าเปอร์เซ็นต์ Forced Expiratory Volume ใน 1 วินาที (%$FEV_1$) เท่ากับ 90.3% และ ค่าเฉลี่ย% $FEV_1$/ FVC เท่ากับ 126.3% อยู่ในระดับปกติ

จากการศึกษาพบว่า การใช้อุปกรณ์ป้องกันระบบทางเดินหายใจส่งผลอย่างมีนัยสำคัญกับค่า %FVC ($p = 0.05$; $R = 0.2$, $R^2 = 0.04$, $F = 4.47$) แต่ไม่มีความสัมพันธ์อย่างมีนัยสำคัญที่พบระหว่างปัจจัยที่ศึกษาและค่า เปอร์เซ็นต์ $FEV_1$ แต่พบว่าประวัติความเป็นมาของประวัติการสูบบุหรี่และ/ หรือ ประวัติความเป็นมาของประวัติการเจ็บป่วย มีความเกี่ยวข้องอย่างมีนัยสำคัญกับค่า % $FEV_1$ / FVC ($p = 0.05$; $R = 0.34$, $R^2 = 0.113$, $F = 6.86$)

อ้างอิงจากผลการศึกษาพนักงานที่รับสัมผัสไอโลหะแมงกานีสควรสวมใส่อุปกรณ์ป้องกันทางเดินหายใจเพื่อปกป้องสุขภาพปอดของพวกเขา สถานประกอบการควรจัดตรวจสุขภาพให้กับพนักงานโดยให้เป็นไปตามที่กฎหมายกำหนด ควรมีการเฝ้าระวังตามปกติของโรคปอดในหมู่ช่างเชื่อม ควรจะดำเนินการเพื่อลดความเสี่ยงของผลกระทบระยะยาวจากสภาพแวดล้อมการทำงานที่มีผลต่อสุขภาพของพวกเขา

53921164: M.Sc. (OCUPATIONAL HEALTH AND SAFETY)
KEYWORDS: UNSAFE WORKING ENVIRONMENTS/ MANGANESE FUME/
AIR POLLUTION/ PULMONARY FUNCTION/ RESPIRATORY SYMPTOM/
AUTOMOTIVE PART

KONTANAN UTCHUMPISAI: (MANGANESE FUME EXPOSURE AND FACTORS AFFECTING RESPIRATORY DISORDERS AMONG WORKERS IN AN AUTOMOTIVE PART MANUFACTURING FACTORY IN CHONBURI PROVINCE: A CASE STUDY OF MIG WELDING). ADVISORY COMMITTEE: ANAMAI THETKATHUEK, Ph.D.; TANONGSAK YINGRATANASUK, Ph.D.; WANLOP JAIDEE, Ph.D., 91 P. 2016.

This study aimed to investigate factors affecting respiratory disorders among 112 automotive part manufacturing factory workers in Chonburi province.

Three types of data were collected: interview data via a structured questionnaire; personal air sampling and spirometry.

Most employees were female (78.6%), with an average age of 32.13 years old (*SD* 4.43). The average work duration was 1.93 years (*SD* 0.83). According to the interview data, 4 workers (3.6%) had cough on most days, 29 workers (25.9%) had phlegm upon waking up in the morning, and 19 workers (17%) reported chest tightness and breathlessness. The air samples revealed that the geometric mean concentration of manganese in welding fumes was 0.013 mg/ $m^3$ (range 0.000004- 0.103 mg/ m3). The maximum manganese concentration found in these fumes exceeded ACGIH recommendations (8 hours TLV-TWA of 0.1 mg/ m3). Pulmonary function test results revealed that the percentage of forced vital capacity (%FVC) was 81.8%, the percentage of forced expiratory volume in 1 second (%FEV1) was 90.3%, and %FEV1/ FVC was 126.3%, values that reconsidered normal.

The use of respiratory protective equipment significantly affected the %FVC ($p = 0.05$; $R = 0.2$, $R2 = 0.04$, $F = 4.47$), but no significant relationship was found between the study factors and % $FEV_1$. However, a history of smoking history and/ or a history of illness history were significantly related to the % FEV1FVC ratio ($p = 0.05$; $R = 0.34$, $R2 = 0.113$, $F = 6.86$).

Based on the study results, it is recommended that employees exposed to manganese welding fume should wear respiratory protective equipment to protect their pulmonary health.

The factory should provide medical check-ups for its employees as required by law, and regular surveillance of lung disease among welders should be conducted to minimize the risk of lasting impacts from their working environment on their health.

# สารบัญ


หน้า

บทคัดย่อภาษาไทย ..... ง

บทคัดย่อภาษาอังกฤษ ..... ฉ

สารบัญ ..... ซ

สารบัญตาราง ..... ญ

สารบัญภาพ ..... ฏ

บทที่

1 บทนำ ..... 1

ความเป็นมาและความสำคัญของปัญหา ..... 1

วัตถุประสงค์ของการวิจัย ..... 4

ขอบเขตของการวิจัย ..... 5

สมมติฐานของการวิจัย ..... 5

กรอบแนวคิดในการวิจัย ..... 6

นิยามศัพท์ที่ใช้ในการวิจัย ..... 6

ประโยชน์ที่คาดว่าจะได้รับ ..... 9

2 เอกสารและงานวิจัยที่เกี่ยวข้อง ..... 10

กระบวนการเชื่อมโลหะ ..... 10

ประเภทของไอโลหะ ..... 12

ระดับความเข้มข้นไอโลหะในสิ่งแวดล้อมการทำงาน ..... 13

ค่ามาตรฐานระดับความเข้มข้นไอโลหะแมงกานีส ..... 14

ปัจจัยที่ส่งผลกระทบต่อระบบทางเดินหายใจ ..... 14

3 วิธีการดำเนินการวิจัย ..... 26

รูปแบบวิธีการวิจัย ..... 26

ประชากรและกลุ่มตัวอย่าง ..... 26

เครื่องมือที่ใช้ในการวิจัย ..... 26

วิธีการเก็บรวบรวมข้อมูล ..... 30

การวิเคราะห์ข้อมูล ..... 33

การพิทักษ์สิทธิ์ของกลุ่มตัวอย่าง ..... 34

# สารบัญ (ต่อ)

บทที่ .....หน้า
4 ผลการศึกษาวิจัย ..... 35
ส่วนที่ 1 ข้อมูลด้านปัจจัยส่วนบุคคลของประชากรที่ศึกษา ..... 35
ส่วนที่ 2 ข้อมูลอาการระบบทางเดินหายใจ ..... 39
ส่วนที่ 3 ปริมาณความเข้มข้นไอโลหะแมงกานีส ..... 43
ส่วนที่ 4 ข้อมูลผลการทดสอบสมรรถภาพปอด ..... 45
ส่วนที่ 5 ปัจจัยการรับสัมผัสไอโลหะแมงกานีสกับสมรรถภาพปอด ..... 50
ส่วนที่ 6 ปัจจัยการรับสัมผัสไอโลหะแมงกานีสกับอาการผิดปกติของ
ระบบทางเดินหายใจ ..... 58
5 สรุป อภิปรายผล และข้อเสนอแนะ ..... 67
ข้อเสนอแนะ ..... 75
บรรณานุกรม ..... 77
ภาคผนวก ..... 83
ภาคผนวก ก ..... 84
ประวัติย่อของผู้วิจัย ..... 91

# สารบัญตาราง


ตารางที่ หน้า

3-1 เกณฑ์การแบ่งระดับความรุนแรงของผลการตรวจที่ผิดปกติ ..... 32

4-1 จำนวน ร้อยละ ส่วนเบี่ยงเบนมาตรฐาน และค่ามัธยฐาน (ค่าต่ำสุด ค่าสูงสุด)..... 36
ของพนักงานผลิตชิ้นส่วนรถยนต์ จำแนกตามข้อมูลด้านปัจจัยส่วนบุคคล

4-2 จำนวน ร้อยละ ส่วนเบี่ยงเบนมาตรฐาน และค่ามัธยฐาน (ค่าต่ำสุด ค่าสูงสุด) ..... 37
ของพนักงานผลิตชิ้นส่วนรถยนต์ จำแนกตามข้อมูลด้านปัจจัยจากการทำงาน

4-3 จำนวน ร้อยละ ของพนักงานผลิตชิ้นส่วนรถยนต์จำแนกตามอาการผิดปกติ ..... 40
ของระบบทางเดินหายใจส่วนบนจากการรับสัมผัสไอโลหะแมงกานีส

4-4 จำนวน ร้อยละ ของพนักงานผลิตชิ้นส่วนรถยนต์จำแนกตามอาการผิดปกติ ..... 42
ของระบบทางเดินหายใจส่วนล่างจากการรับสัมผัสไอโลหะแมงกานีส

4-5 แสดงผลการตรวจวัดปริมาณความเข้มข้นไอโลหะแมงกานีส..... 44
ที่สามารถเข้าสู่ระบบทางเดินหายใจ

4-6 แสดงผลการตรวจวัดปริมาณความเข้มข้นไอโลหะแมงกานีส ..... 45
ที่สามารถเข้าสู่ระบบทางเดินหายใจแบ่งกลุ่มตามระดับความเข้มข้น

4-7 จำแนก ค่าเฉลี่ย ส่วนเบี่ยงเบนมาตรฐาน ค่าต่ำสุด และ ค่าสูงสุด..... 46
Force Vital Capacity (FVC) และ ค่าเปอร์เซ็นต์ Force Vital Capacity (%FVC)
ของสมรรถภาพปอดพนักงานทำนายตามสมการศิริราช

4-8 แจกแจงจำแนก ค่าเฉลี่ย ส่วนเบี่ยงเบนมาตรฐาน ค่าต่ำสุด และ ค่าสูงสุด..... 47
Forced Expiratory Volume in 1 second ($FEV_1$) และ
ค่าเปอร์เซ็นต์ Forced Expiratory Volume in 1 second ($\%FEV_1$)
ของสมรรถภาพปอดพนักงานทำนายตามสมการศิริราช

4-9 แจกแจงจำแนก ค่าเฉลี่ย ส่วนเบี่ยงเบนมาตรฐาน ค่าต่ำสุด และ ค่าสูงสุด..... 48
($FEV_1$)/ FVC และ ค่าเปอร์เซ็นต์ ($FEV_1$)/ FVC
ของสมรรถภาพปอดพนักงานทำนายตามสมการศิริราช

# สารบัญตาราง (ต่อ)


ตารางที่ หน้า

4-10 แสดงผล จำนวนและร้อยละ ของพนักงานจำแนกตามผลการทดสอบ ..... 49
สมรรถภาพปอดโดยแบ่งตามระดับความรุนแรงของผลการตรวจ
สมรรถภาพปอดที่ผิดปกติ

4-11 แสดงอาการผิดปกติสมรรถภาพปอดแบบอุดกั้น ..... 50
แบบจำกัดการขยายตัว และ แบบผสม โดยแยกตามแผนกงาน

4-12 ค่าสัมประสิทธิ์สหสัมพันธ์พหุคูณ (Crude ratio) ระหว่างตัวทำนาย..... 51
กับค่าเปอร์เซ็นต์ FVC

4-13 ปัจจัยที่ส่งผลต่อสมรรถภาพปอดค่าเปอร์เซ็นต์ FVC ..... 53
ของพนักงานผลิตชิ้นส่วนรถยนต์

4-14 ค่าสัมประสิทธิ์สหสัมพันธ์พหุคูณ (Crude ratio) ระหว่างตัวทำนาย..... 54
กับค่าเปอร์เซ็นต์ $FEV_1$

4-15 ค่าสัมประสิทธิ์สหสัมพันธ์พหุคูณ (Crude ratio) ระหว่างตัวทำนาย ..... 56
กับค่าเปอร์เซ็นต์ $FEV_1$/ FVC

4-16 ปัจจัยที่ส่งผลต่อสมรรถภาพปอดค่าเปอร์เซ็นต์ $FEV_1$/ FVC..... 58
ของพนักงานผลิตชิ้นส่วนรถยนต์

4-17 ค่าสัมประสิทธิ์สหสัมพันธ์พหุคูณ (Crude ratio) ระหว่างตัวทำนายกับ..... 59
อาการผิดปกติระบบทางเดินหายใจส่วนบน

4-18 ปัจจัยที่ส่งผลต่อต่ออาการผิดปกติระบบทางเดินหายใจส่วนบน ..... 62
(Adjust odd ratio)

4-19 ค่าสัมประสิทธิ์สหสัมพันธ์พหุคูณ (Crude ratio) ระหว่างตัวทำนายกับ..... 63
อาการผิดปกติระบบทางเดินหายใจส่วนล่าง

4-20 ปัจจัยที่ส่งผลต่อต่ออาการผิดปกติระบบทางเดินหายใจส่วนบน ..... 66
(Adjust odd ratio)

# สารบัญภาพ

ภาพที่ หน้า

1-1 กรอบแนวคิดการวิจัย ..... 6

# บทที่ 1
# บทนำ

## ความเป็นมาและความสำคัญของปัญหา

โรงงานอุตสาหกรรมยานยนต์และผลิตชิ้นส่วนรถยนต์เป็นประเภทอุตสาหกรรมที่มีความสำคัญต่อการพัฒนาเศรษฐกิจของประเทศไทยในปัจจุบันมีการพัฒนาเป็นฐานการผลิตรถยนต์หลักขนาดใหญ่แห่งหนึ่งของอาเซียน (ทรงวุฒิ มงคลเลิศและคณะ, 2556) ประกอบกับการเริ่มเข้าสู่ประชาคมเศรษฐกิจอาเซียนในปี พ.ศ. 2558 ทำให้มีการเปิดการค้าเสรีอย่างเต็มรูปแบบส่งผลให้สภาวะอุตสาหกรรมยานยนต์และชิ้นส่วนมีความเคลื่อนไหวมากขึ้นโดยในปี พ.ศ. 2557 ที่ผ่านมามียอดการจำหน่ายรถยนต์ในประเทศแถบอาเซียนจำนวนกว่า 3 ล้านคันต่อปี โดยในจำนวนนี้เป็นการผลิตจากไทยถึง 2,457,057 คัน มีสัดส่วนกว่าร้อยละ 50 ของการผลิตในประเทศแถบอาเซียนทั้งหมดและมีแนวโน้มเพิ่มขึ้นทุกปี (ศูนย์สารสนเทศยานยนต์, 2558) ทำให้ผู้ผลิตต้องเร่งการผลิตเพื่อตอบสนองความต้องการของตลาด โดยได้มีการนำระบบอัตโนมัติเข้ามาช่วยสนับสนุนกระบวนการผลิตโดยเฉพาะกระบวนการเชื่อมโลหะที่เป็นกระบวนการพื้นฐานที่สำคัญ (Hariri, 2012; ณัทธร สุขสีทอง, 2552) อีกกระบวนการหนึ่งในอุตสาหกรรมยานยนต์และชิ้นส่วนรถยนต์

ในกระบวนการผลิตของอุตสาหกรรมยานยนต์และผลิตชิ้นส่วนรถยนต์มีหลายแผนกหนึ่งในนั้น คือ กระบวนการเชื่อมมิก (Metal inert gas welding) เป็นการเชื่อมที่ให้ความแข็งแรงต่อรอยเชื่อมสูง ควบคุมง่ายสามารถนำไปประยุกต์ใช้กับหุ่นยนต์งานเชื่อมอัตโนมัติทำให้สามารถเชื่อมชิ้นงานด้วยความรวดเร็วและมีความแม่นยำสูง (ธีรวุฒิ เขื่อนแก้ว, 2554) กระบวนการเชื่อมโลหะอัตโนมัติทำให้ผู้ผลิตสามารถผลิตชิ้นงานได้ทีละมาก ๆ จึงเป็นที่นิยมในปัจจุบัน กระบวนการเชื่อมโลหะก็มีสิ่งคุกคามที่เกิดขึ้นโดยเฉพาะในขั้นตอนการอาร์คมีสิ่งคุกคามที่เกิดขึ้นประกอบด้วยอันตรายทางกายภาพ ได้แก่ การรับสัมผัสรังสีจากการอาร์ค เช่น รังสีอัลตร้าไวโอเลตและรังสีเหนือม่วงการสัมผัสชิ้นงานร้อนหรือสะเก็ดไฟ และไฟฟ้าดูดได้ (พรรณี นันทะแสง และกาญจนา นาถะพินธุ, 2555) ส่วนอันตรายทางเคมี ได้แก่ แก๊ส อนุภาคจากการเผาไหม้ และควันเชื่อมที่เกิดจากตัวผลิตภัณฑ์และวัสดุผสม เช่น เหล็กสังกะสีทองแดงแมงกานีสและออกไซด์ของโลหะ (Anuradha et al., 2014) และ ละอองโลหะ (นพกร ภู่ระย้าและคณะ, 2555) จากการศึกษาที่ผ่านมามีผู้วิจัยหลายท่านได้กล่าวถึงไอโลหะ เช่น จากการศึกษาของ Gosgrove (2015) กล่าวถึงควันเชื่อมจากเหล็กและจากการศึกษาของ Andrews et al. (2015); Hedmer et al. (2014) และ

Wastensson et al. (2012) ที่ศึกษาถึงควันเชื่อมแมงกานีส (Mn) ในช่างเชื่อม ซึ่งฟูม หรือ ควันเชื่อมต่าง ๆ ที่ปล่อยออกมานั้นอาจก่อให้เกิดผลกระทบต่อสมรรถภาพปอดและระบบทางเดินหายใจของผู้ปฏิบัติงานได้

พนักงานที่ปฏิบัติงานในกระบวนการผลิตมีโอกาสรับสัมผัสไอโลหะเข้าสู่ร่างกายส่งผลกระทบทำให้เป็นโรคระบบทางเดินหายใจได้ ซึ่งอาจขึ้นอยู่กับหลายปัจจัย เช่น ระดับความเข้มข้นของไอโลหะ (Matzak & Gromiec, 2010) ระยะเวลาการรับสัมผัส ความถี่ที่ได้รับสัมผัสอาจทำให้มีโอกาสรับสารได้มากขึ้น (Cosgrove, 2015; นันทพร ภัทรพุทธ, 2553 และ อนามัย (ธีรโรจน์) เทศกะทึก, 2551) ซึ่งปัจจัยที่กล่าวมาอาจมีผลต่อปริมาณไอโลหะหรือฟูมที่เกิดขึ้นได้ในส่วนของปัจจัยส่วนบุคคล เช่น เพศ อายุ (Ozdemir et al., 1995) จากผลการศึกษาพบว่า เพศชาย และเพศหญิง เมื่ออายุเพิ่มขึ้นค่าปริมาตรอากาศที่หายใจออกเต็มที่ภายหลังจากการหายใจเข้าเต็มที่ใน 1 วินาที ($FEV_1$) จะมีค่าลดลง (ศตกมล ประสงค์วัฒนา, 2553) ส่วนกลุ่มอายุ 60 ปีขึ้นไปมีสมรรถภาพปอดผิดปกติร้อยละ 30.9 ซึ่งสรุปได้ว่ากลุ่มอายุแตกต่างกันมีโอกาสในการรับสัมผัสสารเคมีในปริมาณที่แตกต่างกันได้ ปัจจัยในการทำงาน เช่น อายุงาน ระยะเวลาการทำงานต่อวัน ลักษณะพื้นที่การทำงานและอุปกรณ์ควบคุมไอโลหะ (ศิริพร วันฟั่น, 2556) พฤติกรรมเสี่ยง เช่น การสูบบุหรี่ (Hariri, 2014) และ พฤติกรรมการป้องกันตนเอง เช่น การใช้อุปกรณ์ป้องกันอันตรายส่วนบุคคล การได้รับความรู้เกี่ยวกับอันตรายที่อาจเกิดขึ้นในกระบวนการผลิต (Bhumika et al., 2012) อาจเป็นปัจจัยสนับสนุนที่ทำให้ผู้ปฏิบัติงานมีโอกาสรับสัมผัสไอโลหะหรือฟูมได้มากยิ่งขึ้น ดังนั้นจึงควรมีการเฝ้าระวังสิ่งแวดล้อมโดยการประเมินความเข้มข้นไอโลหะในบรรยากาศการทำงาน

การศึกษาที่ผ่านมาเคยมีการประเมินระดับความเข้มข้นฟูมเฉลี่ยที่ 8 ชั่วโมงในการทำงานในกระบวนการเชื่อมมิก (MIG) พบค่าเฉลี่ยของไอโลหะแมงกานีส (Mn) อยู่ระหว่าง 0.002 มก./ลบม. ถึง 0.049 มก./ ลบม. และ ทองแดง (Cu) 0.002 มก./ ลบม. ถึง 0.092 มก./ ลบม. (Matzak & Gromiec, 2010) และ การศึกษาของ Hedmer et al. (2014) พบค่าความเข้มข้นเฉลี่ยไอโลหะแมงกานีส เท่ากับ 0.08 มก./ ลบ.ม. ค่าต่ำสุดถึงสูงสุดอยู่ระหว่าง 0.01 มก./ ลบ.ม. ถึง 2.13 มก./ ลบ.ม. พบว่า กว่าร้อยละ 50 ของความเข้มข้นไอโลหะแมงกานีสสูงกว่าค่าขีดจำกัดที่ยอมให้สัมผัสได้ในสถานที่ทำงานของประเทศสวีเดนที่กำหนดค่าความเข้มข้นสูงสุด 8 ชั่วโมงต่อวันที่ 0.2 มก./ ลบ.ม. (Swedish Work Environment Authority, 2011) และจากการศึกษาการรับสัมผัสควันเชื่อมเหล็กทั่วไปในกลุ่มช่างเชื่อมอู่ต่อเรือค่าเฉลี่ยสะสมของฟูมเหล็กอยู่ที่ 7.7 มก./ ลบ.ม. เมื่อนำไปเทียบกับค่ามาตรฐานพบว่าเกินค่ามาตรฐานที่ NIOSH แนะนำที่ 5 มก./ ลบ.ม. (Koh et al., 2015) หากไม่มีการควบคุมปริมาณการฟุ้งกระจายประกอบกับปัจจัยด้านอื่นมาสนับสนุนอาจเกิดผลกระทบต่อระบบทางเดินหายใจได้

การรับสัมผัสไอโลหะแมงกานีสทำให้เกิดผลกระทบต่อสุขภาพอาจเกิดได้ทั้งแบบเฉียบพลันและเรื้อรังกรณีผลกระทบแบบเฉียบพลันทำให้เกิดอาการผิดปกติได้หลายอาการ เช่น ไอ แน่นหน้าอก หายใจมีเสียงดังหวีด และอาการหายใจลำบาก (Meo & Al-Khlaiwi, 2003) รวมถึงอาจเกิดการระคายเคืองจมูกวิงเวียนศีรษะ และ คลื่นไส้โดยอาการมักแสดงภายใน 24 ชั่วโมงหลังการรับสัมผัส (OSHA, 2013) และอาจมีอาการไข้ หนาวสั่น อ่อนเพลีย (คคณางค์ เคหะฐาน, 2554) ซึ่งอาการมักจะเกิดในช่วงสั้น ๆ ส่วนการเกิดพิษแบบเรื้อรังซึ่งการรับสัมผัสระยะยาวอาจส่งผลให้การทำงานของสมรรถภาพปอดลดลงจนเป็นสาเหตุให้ปอดถูกทำลายได้ (OSHA, 2013) โดยเฉพาะการหายใจเอาไอโลหะหรือฟูมที่ปล่อยออกมาในระดับความเข้มข้นที่สูงในบรรยากาศเป็นระยะเวลานานจนพัฒนากลายเป็นพังผืดที่ปอดได้ (Cosgrove, 2015) เช่น จากผลการศึกษาในกลุ่มช่างเชื่อมในประเทศตุรกีพบว่าค่า FVC,$FEV_1$ มีค่าลดลงอย่างมีนัยสำคัญโดยค่าเฉลี่ยในกลุ่มช่างเชื่อมและกลุ่มควบคุมพบค่า FVC เท่ากับ 86.06(25.74%) และ ค่า $FEV_1$ เท่ากับ 87.54(13.70%) ที่ ($p<0.01$) (Ozdemir et al., 1995) หากพบว่า มีสมรรถภาพปอดลดลงอาจนำไปสู่อันตรายต่อระบบทางเดินหายใจ เช่น การเกิดโรคปอดอุดกั้นเรื้อรัง โรคหอบหืด (Meo & Al-Khlaiwi, 2003; สมเกียรติ วงศ์ทิม, 2550; คคณางค์ เคหะฐาน, 2554) โรคหลอดลมอักเสบ (Groth & Lyngenbo, 1989) และอาจมีผลกระทบต่อการทำงานของปอดเรื้อรังได้ (Hariri, 2014)

จากสถิติในต่างประเทศซึ่งองค์การอนามัยโลกได้คาดการณ์ว่าในปัจจุบันประชากรกว่า 64,000,000 คน ป่วยเป็นโรคปอดอุดกั้นเรื้อรังและมีประชากรเสียชีวิตด้วยโรคปอดอุดกั้นเรื้อรังถึง 3 ล้านคนและยังคาดการณ์ต่อการเป็นโรคปอดอุดกั้นเรื้อรังว่าจะเป็นสาเหตุของการเสียชีวิตอันดับที่สามของทั่วโลกในปี 2030 (WHO, 2004) ส่วนสถิติในประเทศไทยพบเกี่ยวกับอัตราการตายด้วยโรคปอดอุดกั้นเรื้อรังในปี พ.ศ. 2549 ถึง ปี พ.ศ. 2555 มีแนวโน้มเพิ่มสูงขึ้นอย่างต่อเนื่อง โดยในปี พ.ศ. 2555 มีอัตราการตายอยู่ที่ 7.6 ต่อประชากร 100,000 คน (สำนักโรคไม่ติดต่อ กรมควบคุมโรค, 2556) และจากสรุปรายงานผลการเฝ้าระวังโรคไม่ติดต่อเรื้อรังระหว่างปี พ.ศ. 2551 ถึง พ.ศ. 2555 พบว่า อัตราความชุกโรคเรื้อรังทางเดินหายใจส่วนล่างอยู่ที่ 176.77 ต่อประชากรแสนคน (อมรา ทองหงษ์และคณะ, 2555) ซึ่งจากสถิติจะเห็นว่าความชุกจากโรคทางเดินหายใจส่วนล่างและอัตราการตายด้วยโรคปอดอุดกั้นเรื้อรังในประเทศไทยมีแนวโน้มสูงขึ้นทุกปี

ดังนั้น การเฝ้าระวังด้านสิ่งแวดล้อมในการทำงานโดยการตรวจวัดความเข้มข้นของสารเคมี ไอโลหะ ในบรรยากาศการทำงานและการตรวจสมรรถภาพปอดเป็นแนวทางในการเฝ้าระวังสุขภาพผู้ประกอบอาชีพอย่างต่อเนื่อง โดยสามารถอ้างอิงเกณฑ์การประเมินจากต่างประเทศได้แก่ สมาคมทรวงอกของอเมริกา (American Thoracic Society: ATS) สภาการวิจัย

ทางการแพทย์ของอังกฤษ (British Medical Research Council : BMRC) ส่วนในประเทศไทยใช้เกณฑ์ของสมาคมอุรเวชแห่งประเทศไทย ซึ่งถือเป็นการประเมินขั้นพื้นฐานด้านสุขภาพของผู้ปฏิบัติงานและเพื่อเป็นการเฝ้าระวัง คัดกรองไม่ให้เกิดโรคจากการทำงานจากการสัมผัสไอโลหะที่ถูกปล่อยออกมาจากกระบวนการเชื่อม

จากการศึกษาที่ผ่านมาเกี่ยวกับการรับสัมผัสไอโลหะจากการเชื่อมในกลุ่มช่างเชื่อมซึ่งการศึกษาในต่างประเทศ เช่น จากการศึกษาของ Koh et al. (2558) ได้ทำการศึกษาเกี่ยวกับความสัมพันธ์ระหว่างการรับสัมผัสไอโลหะจากการเชื่อม และการเกิดโรคปอดอุดกั้นเรื้อรังในช่างเชื่อมของอู่ต่อเรือในประเทศเกาหลี และ Ozdemir et al. (1995) ได้ทำการศึกษาถึงผลกระทบของปอดเรื้อรังจากการรับสัมผัสไอโลหะจากการเชื่อมของกลุ่มช่างเชื่อมขนาดใหญ่ในกระบวนการเชื่อมเหล็กที่ต้องปฏิบัติงานในพื้นที่อับอากาศในประเทศตุรกี และ Luo et al. (2006) ได้ศึกษาถึงความผิดปกติของปอดและการระคายเคืองทางเดินหายใจของช่างเชื่อม Auto-body spot ในอุตสาหกรรมยานยนต์ในประเทศไต้หวัน ส่วนการศึกษาในประเทศไทยพบเพียงการศึกษาเกี่ยวกับพฤติกรรมการป้องกันการบาดเจ็บทางตาของช่างเชื่อมโลหะ (ณัทธร สุขสีทอง, 2552) และการศึกษาเกี่ยวกับปัญหาสุขภาพและสภาพแวดล้อมในการทำงานของช่างเชื่อมโลหะด้วยไฟฟ้าเท่านั้น (พรรณี นันทะแสง และ กาญจนา นาถะพินธุ, 2555)

จากผลการศึกษาที่ผ่านมายังไม่พบข้อมูลเกี่ยวกับการศึกษาการรับสัมผัสไอโลหะแมงกานีสจากการเชื่อมในกลุ่มของผู้ปฏิบัติงานในกระบวนการเชื่อมและต้องปฏิบัติงานในพื้นที่ตลอดระยะเวลาการทำงานซึ่งถือว่าเป็นกลุ่มสำคัญที่เสี่ยงต่อการรับสัมผัสไอโลหะที่ฟุ้งกระจายจากกระบวนการเชื่อมได้ ทำให้ผู้วิจัยสนใจศึกษาถึงปัจจัยส่วนบุคคล ปัจจัยจากการทำงานและปริมาณการรับสัมผัสไอโลหะแมงกานีสที่มีผลต่อความผิดปกติของระบบทางเดินหายใจในพนักงานโรงงานผลิตชิ้นส่วนรถยนต์แห่งหนึ่งในเขตจังหวัดชลบุรีที่ต้องปฏิบัติงานอยู่ในพื้นที่เดียวกันกับกระบวนการเชื่อมโลหะเพื่อหาแนวทางในการเฝ้าระวังสุขภาพกลุ่มเสี่ยงที่ปฏิบัติงานเกี่ยวกับกระบวนการเชื่อมต่อไป

## วัตถุประสงค์ของการวิจัย

1. เพื่อศึกษาความผิดปกติของระบบทางเดินหายใจ ประกอบด้วย สมรรถภาพปอดและอาการผิดปกติของระบบทางเดินหายใจในพนักงานโรงงานผลิตชิ้นส่วนรถยนต์แห่งหนึ่งในเขตจังหวัดชลบุรี
2. เพื่อศึกษาปัจจัยส่วนบุคคล ปัจจัยจากการทำงานและปริมาณการรับสัมผัสไอโลหะในพนักงานโรงงานผลิตชิ้นส่วนรถยนต์แห่งหนึ่งในเขตจังหวัดชลบุรี

3. เพื่อศึกษาปัจจัยที่ส่งผลต่อความผิดปกติของระบบทางเดินหายใจในพนักงานโรงงานผลิตชิ้นส่วนรถยนต์แห่งหนึ่งในเขตจังหวัดชลบุรี

3.1 เพื่อศึกษาปัจจัยส่วนบุคคล ปัจจัยจากการทำงานและปริมาณการรับสัมผัสไอโลหะที่ส่งผลต่อสมรรถภาพปอดในพนักงานโรงงานผลิตชิ้นส่วนรถยนต์แห่งหนึ่งในเขตจังหวัดชลบุรี

3.2 เพื่อศึกษาปัจจัยส่วนบุคคล ปัจจัยจากการทำงานและปริมาณการรับสัมผัสไอโลหะที่ส่งผลต่ออาการผิดปกติของระบบทางเดินหายใจในพนักงานโรงงานผลิตชิ้นส่วนรถยนต์แห่งหนึ่งในเขตจังหวัดชลบุรี

**ขอบเขตของการวิจัย**

การศึกษาในครั้งนี้เป็นการศึกษาขอบเขต 4 ด้านดังนี้ ด้านเนื้อหา ศึกษาปัจจัยที่ส่งผลต่อความผิดปกติของระบบทางเดินหายใจ ครอบคลุม ได้แก่ ปัจจัยส่วนบุคคล ปัจจัยจากการทำงานและปริมาณการรับสัมผัสไอโลหะและความผิดปกติของระบบทางเดินหายใจ ด้านประชากรและกลุ่มตัวอย่าง คือ พนักงานโรงงานผลิตชิ้นส่วนรถยนต์แห่งหนึ่งในเขตจังหวัดชลบุรี กลุ่มตัวอย่างเป็นพนักงานที่ปฏิบัติงานในพื้นที่กระบวนการเชื่อมโลหะและพนักงานที่ปฏิบัติงานในพื้นที่ใกล้เคียงที่ต้องปฏิบัติงานตลอดระยะเวลาการทำงานรวมถึงพนักงานที่ปฏิบัติงานในพื้นที่สำนักงานโดยไม่มีการรับสัมผัสควันเชื่อม จำนวนกลุ่มตัวอย่างรวมทั้งสิ้น 112 คน ด้านระยะเวลา คือ การศึกษาในครั้งนี้จะเริ่มดำเนินการเก็บข้อมูลตั้งแต่เดือน พฤศจิกายน พ.ศ. 2558 ถึง เดือน มีนาคม พ.ศ. 2559

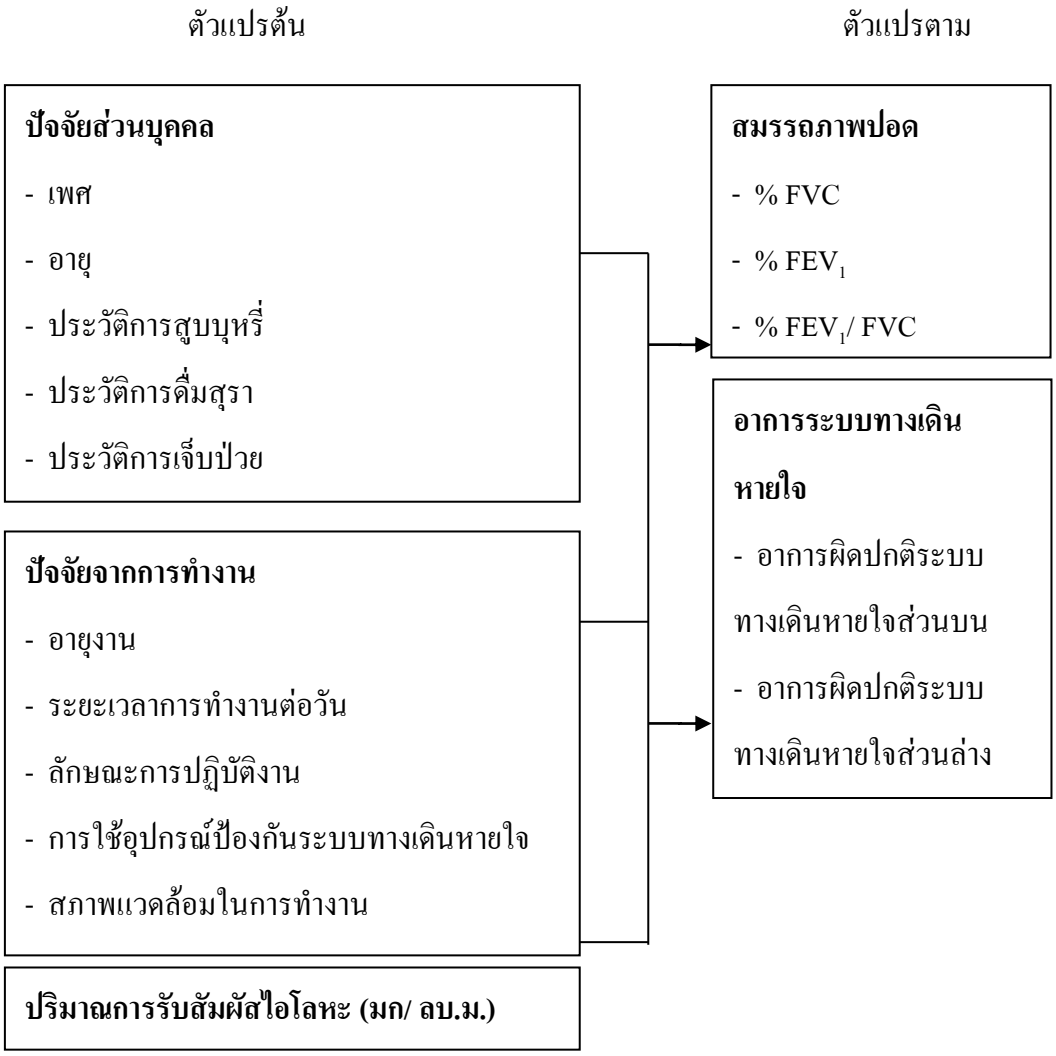
**สมมติฐานของการวิจัย**

1. ปัจจัยส่วนบุคคล ได้แก่ เพศ อายุ ประวัติการสูบบุหรี่ ประวัติการดื่มสุราและประวัติการเจ็บป่วยส่งผลต่อความผิดปกติของสมรรถภาพปอดและระบบทางเดินหายใจ

2. ปัจจัยจากการทำงาน ได้แก่ อายุงาน ระยะเวลาการทำงานต่อวัน ลักษณะการปฏิบัติงาน การใช้อุปกรณ์ป้องกันระบบทางเดินหายใจ และสภาพแวดล้อมในการทำงานส่งผลต่อความผิดปกติของสมรรถภาพปอดและระบบทางเดินหายใจ

3. ปริมาณการรับสัมผัสไอโลหะส่งผลต่อความผิดปกติของสมรรถภาพปอดและระบบทางเดินหายใจ

## กรอบแนวคิดในการวิจัย




ภาพที่ 1-1 กรอบแนวคิดในการวิจัย

## นิยามศัพท์ที่ใช้ในการวิจัย

**เพศ** หมายถึง พนักงานเพศชายและเพศหญิงที่ปฏิบัติงานในพื้นที่และพื้นที่ใกล้เคียงกับกระบวนการเชื่อม

**อายุ** หมายถึง อายุของพนักงานผลิตชิ้นส่วนรถยนต์นับตั้งแต่เกิดจนถึงปัจจุบัน

**ประวัติการสูบบุหรี่** หมายถึง การสูดควันบุหรี่เข้าสู่ร่างกาย แบ่งเป็นสูบบุหรี่ เคยสูบบุหรี่แต่ปัจจุบันเลิกแล้ว และไม่เคยสูบบุหรี่

**ประวัติการดื่มสุรา** หมายถึง การดื่มเครื่องดื่มแอลกอฮอล์ แบ่งเป็น ดื่มเครื่องดื่มแอลกอฮอล์ เคยดื่มเครื่องดื่มแอลกอฮอล์แต่ปัจจุบันเลิกแล้ว และไม่เคยดื่มเครื่องดื่มแอลกอฮอล์

**ประวัติการเจ็บป่วย** หมายถึง การป่วยเป็นโรคทางเดินหายใจที่ผ่านมาตั้งแต่อดีตจนถึงปัจจุบัน ทั้งที่เคยเป็นและหายแล้ว กำหนดให้เลือกตอบ 6 ข้อ ไดแก่ โรคปอดอุดกั้นเรื้อรัง โรคหอบหืด โรคหลอดลมอักเสบ โรคภูมิแพ้น้ำมูกไหล วัณโรคปอด ไม่เป็นโรคระบบทางเดินหายใจตามข้อที่ 1 ถึง 5 ถ้าตอบว่าเคยเป็นโรคใดโรคหนึ่งหรือมากกว่านั้นให้ถือว่ามีประวัติการเจ็บป่วย

**อายุงาน** หมายถึง นับตั้งแต่พนักงานเริ่มปฏิบัติงาน ณ. ที่โรงงานแห่งนี้จนถึงปัจจุบัน

**ระยะเวลาการทำงานต่อวัน** หมายถึง ระยะเวลาที่ผู้ปฏิบัติงานทำงานในพื้นที่ตั้งแต่เริ่มต้นจนสิ้นสุดการทำงานใน 1 วัน คือ ทำงาน 8 ชั่วโมงต่อวัน และ ทำงานมากกว่า 8 ชั่วโมงต่อวัน

**ลักษณะการปฏิบัติงาน** หมายถึง ลักษณะงานที่พนักงานปฏิบัติในแผนกต่างๆ ประกอบด้วย งานเชื่อมโลหะ ได้แก่ เชื่อมด้วยหุ่นยนต์ เชื่อมจุดและ เชื่อมมือ งานตัด งานปั๊มขึ้นรูปชิ้นงาน งานเตรียมเครื่องมือและแม่พิมพ์ งานโลจิสติกส์ และงานสำนักงาน

**การใช้อุปกรณ์ป้องกันระบบทางเดินหายใจ** หมายถึง การใช้ผ้าปิดจมูกและฮูดคลุมศีรษะเพื่อป้องกันไอโลหะ กำหนดดังนี้ ไม่เคยใช้เลยใช้เป็นบางครั้ง และใช้ทุกครั้งที่ปฏิบัติงาน

**สภาพแวดล้อมในการทำงาน** หมายถึง พื้นที่ปฏิบัติงานมีการติดตั้งพัดลมระบายอากาศ และพื้นที่ปฏิบัติงานมีการติดตั้งเครื่องปรับอากาศ

**ปริมาณการรับสัมผัสไอโลหะ** หมายถึง ค่าระดับความเข้มข้นไอโลหะแมงกานีส (มก. / ลบ.ม.) ที่เกิดขึ้นขณะมีการอาร์คระหว่างชิ้นงานและลวดเชื่อม ในกระบวนการเชื่อมโลหะหรือเรียกอีกอย่างหนึ่งว่าฟูม โดยวัดค่าเฉลี่ยตลอดเวลาการทำงานจากการเก็บตัวอย่างปริมาณไอโลหะแมงกานีส ที่เกิดขึ้นในกระบวนการเชื่อมโลหะ

การเก็บตัวอย่างไอโลหะแมงกานีสดำเนินการเก็บตัวอย่างโดยปฏิบัติตามคำแนะนำของ NIOSH 7300 ใช้เทคนิคในการวิเคราะห์แบบ Atomic Absorptionใช้กระดาษกรองชนิด Cellulose ester membrane ขนาดรูพรุน 0.8 ไมครอน ที่อัตราการไหล 1 ถึง 4 ลิตร/ นาที ซึ่งการศึกษานี้เป็นการเก็บตัวอย่างใช้เวลาสั้นๆ (Grab samples) โดยใช้เวลาในการเก็บที่ 40 นาที ที่อัตราการไหล 2.378 ลิตร/ นาที โดยทำการเก็บตัวอย่างทั้งสิ้น 60 ตัวอย่าง จาก 6 แผนกแบ่งเป็นแผนกละ 10 ตัวอย่าง คำนวณตัวอย่างที่เหมาะสมโดยใช้หลักการของสมาคมสุขศาสตร์อุตสาหกรรมแห่งสหรัฐอเมริกา (American Industrial Hygiene Association) สำหรับใช้ในการประเมินการรับสัมผัสสารเคมีของผู้ปฏิบัติงานที่รับสัมผัสแบบเดียวกัน (Homogeneous exposure group) โดยมีตัวอย่างที่เหมาะสมอยู่ในช่วง 6-10 ตัวอย่าง (Hawkins et al., 1991 อ้างอิงใน อนามัย เทศกะทึกและคณะ, 2558) การติดอุปกรณ์สำหรับเก็บตัวอย่างจะติดตั้งที่ตัวบุคคลบริเวณระดับการหายใจ (Breathing zone) (NIOSH, 1977) (ปิติ พูลชัยศรีและคณะ, 2555)

ภายหลังการตรวจวัดปริมาณความเข้มข้นไอโลหะแมงกานีส จะส่งตัวอย่างที่ได้ไปวิเคราะห์ผลกับห้องปฏิบัติการของหน่วยงานเอกชนและหน่วยงานราชการ โดยนำผลวิเคราะห์ที่ได้มาเทียบกับค่าแนะนำที่ ACGIH ระบุไอโลหะแมงกานีสในบรรยากาศการทำงานเฉลี่ย 8 ชั่วโมง (TLV-TWA) ที่ 0.1 มก./ ลบ.ม. (ACGIH, 2015)

**การตรวจสมรรถภาพปอด** หมายถึง การตรวจวัดปริมาตรของอากาศที่หายใจเข้าและออกด้วยวิธีสไปโรเมตรีย์ (Spirometry) เพื่อวินิจฉัยโรคว่ามีการอุดกั้นที่หลอดลมหรือมีการตีบตันที่ถุงลมปอดหรือไม่ ทดสอบโดยใช้เครื่อง Spirometer วัดได้ 3 ค่า ดังนี้

1. FVC (Forced vital capacity) คือ ปริมาตรอากาศของการหายใจออกอย่างเร็วและแรงเต็มที่จากการหายใจเข้าเต็มที่มีหน่วยเป็นลิตร

2. $FEV_1$ (Forced expiratory volume in 1 second) คือ ปริมาตรอากาศที่ขับออกได้ในวินาทีแรกของการหายใจออกอย่างเร็วและแรงเต็มที่จากการหายใจเข้าเต็มที่ มีหน่วยเป็นลิตร

3. $FEV_1$/ FVC คือ ค่าสัดส่วนระหว่างปริมาตรอากาศที่ขับออกได้ในวินาทีแรกของการหายใจออกอย่างเร็วและแรงเต็มที่จากการหายใจเข้าเต็มที่และปริมาตรอากาศของการหายใจออกอย่างเร็วและแรงเต็มที่จากการหายใจเข้าเต็มที่มีหน่วยเป็นเปอร์เซ็นต์

หลังจากวิเคราะห์ผลแล้วจะนำค่าทั้ง 3 ค่า มาแปรผลโดยใช้เกณฑ์ของสมาคมอุรเวชช์แห่งประเทศไทย (สมาคมโรคจากการประกอบอาชีพและสิ่งแวดล้อมแห่งประเทศไทย, 2557) แปรผลออกมาเป็นสมรรถภาพปอดปกติ และสมรรถภาพปอดผิดปกติ

**สมรรถภาพปอดปกติ** หมายถึง พนักงานไม่มีความผิดปกติของสมรรถภาพปอดแบบหลอดลมอุดกั้น แบบจำกัดการขยายตัว และ แบบผสม

**สมรรถภาพปอดผิดปกติ** หมายถึง พนักงานมีความผิดปกติของสมรรถภาพปอดแบบอุดกั้น แบบจำกัดการขยายตัว และ แบบผสมโดยแบ่งเป็น

ความผิดปกติแบบอุดกั้น คือ ลักษณะทางเดินหายใจตีบแคบทำให้อากาศไหลออกจากปอดได้ช้า จะพิจารณาจากค่าเปอร์เซ็นต์ $FEV_1$ / FVC จะมีค่าลดลงต่ำกว่าปกติ

ความผิดปกติแบบจำกัดการขยายตัว คือ ลักษณะอาจมีพังผืดที่ปอด ทำให้เนื้อปอดแข็ง เกิดการดึงรั้ง ขยายตัวได้ยาก จะพิจารณาจากค่าเปอร์เซ็นต์ FVC จะมีค่าลดลงต่ำกว่าปกติ

ความผิดปกติแบบผสม คือ ความผิดปกติที่เกิดขึ้นทั้งแบบหลอดลมอุดกั้นและแบบจำกัดการขยายตัวร่วมกันพิจารณาจากค่าเปอร์เซ็นต์ $FEV_1$ และ FVC จะมีค่าลดลงต่ำกว่าปกติ

**อาการระบบทางเดินหายใจ** หมายถึง ภาวะผิดปกติของทางเดินหายใจเมื่อสัมผัสสิ่งกระตุ้น เช่น ไอโลหะ การศึกษาครั้งนี้ประเมินอาการระบบทางเดินหายใจโดยใช้แบบสัมภาษณ์ที่ดัดแปลงมาจากสภาการวิจัยทางการแพทย์ของอังกฤษ (British Medical Research Council :

BMRC) (ศตกมล ประสงค์วัฒนา, 2553) ใช้เฉพาะเนื้อหาอาการทางเดินหายใจเท่านั้นประกอบด้วย อาการไอ อาการมีเสมหะ อาการไอและมีเสมหะ อาการแน่นหน้าอก อาการหายใจไม่ออกและอาการเจ็บหน้าอกโดยการแปลผล ดังนี้

**ปกติ** หมายถึง พนักงานไม่มีอาการตามที่กล่าวมาเลย

**ผิดปกติ** หมายถึง ถ้าพนักงานมีอาการไอ เสมหะ อาการไอและเสมหะ อาการแน่นหน้าอก อาการหายใจไม่ออก และอาการเจ็บหน้าอก ถ้าพบว่าเป็นข้อใดข้อหนึ่งถือว่าผิดปกติระบบทางเดินหายใจโดยแบ่งเป็น

**ความผิดปกติระบบทางเดินหายใจส่วนบน** ประกอบด้วย อาการไอ เสมหะ อาการไอและมีเสมหะ ถ้าพบพนักงานมีอาการข้อใดข้อหนึ่งถือว่าผิดปกติระบบทางเดินหายใจส่วนบน

**ความผิดปกติระบบทางเดินหายใจส่วนล่าง** ประกอบด้วย อาการแน่นหน้าอก อาการหายใจไม่ออก และอาการเจ็บหน้าอก ถ้าพบพนักงานมีอาการข้อใดข้อหนึ่งถือว่าผิดปกติระบบทางเดินหายใจส่วนล่าง

**การเชื่อมแบบแก๊สปกคลุม** หมายถึง การเชื่อมที่ได้รับความร้อนจากการอาร์คระหว่างลวดเชื่อมที่ป้อนต่อเนื่องกับชิ้นงานจนเกิดการหลอมละลายรวมตัวกันเป็นแนวเชื่อม โดยใช้แก๊สเฉื่อยในการปกคลุมเพื่อไม่ให้อากาศโดยรอบเข้าไปทำปฏิกิริยาขณะเชื่อม โดยในการศึกษาครั้งนี้ใช้แก๊สอาร์กอนในการปกคลุม

## ประโยชน์ที่คาดว่าจะได้รับ

1. เป็นแนวทางในการเฝ้าระวังสภาพแวดล้อมในการทำงานและโรคปอดจากการรับสัมผัสไอโลหะแมงกานีส เช่น โรคหลอดลมอักเสบ โรคปอดอุดกั้นเรื้อรัง และโรคหืดจากการทำงาน

2. เป็นข้อมูลที่ใช้ในการพิจารณาปรับปรุง วางแผน ส่งเสริม ป้องกัน และปรับปรุงสภาพการทำงานให้เหมาะสมเพื่อลดการสัมผัสไอโลหะที่เกิดจากกระบวนการเชื่อมแก่พนักงานเชื่อม และพนักงานในพื้นที่ใกล้เคียง

# บทที่ 2
# เอกสารและงานวิจัยที่เกี่ยวข้อง

โรงงานผลิตชิ้นส่วนรถยนต์ กระบวนการผลิตพื้นฐานของอุตสาหกรรมประเภทนี้ ประกอบด้วยหลายแผนก ได้แก่ งานเชื่อมโลหะ งานตัด งานปั๊มขึ้นรูป งานเตรียมเครื่องมือและแม่พิมพ์ งานโลจิสติกส์ และ งานสำนักงาน พนักงานมีโอกาสรับสัมผัสกับสิ่งคุกคามต่อสุขภาพ เช่น ก๊าซคาร์บอนไดออกไซด์ แสงจ้า ความร้อน และไอโลหะที่เกิดขึ้นระหว่างการเชื่อมชิ้นงาน ในการศึกษาวิจัยเรื่อง การรับสัมผัสไอโลหะแมงกานีสและปัจจัยที่ส่งผลต่อความผิดปกติของระบบทางเดินหายใจในพนักงานโรงงานผลิตชิ้นส่วนรถยนต์แห่งหนึ่งในเขตจังหวัดชลบุรี กรณีศึกษาการเชื่อมแบบแก๊สปกคลุม

ผู้วิจัยได้ทบทวนวรรณกรรมที่เกี่ยวข้องกับไอโลหะและผลกระทบจากการรับสัมผัสไอโลหะ ประกอบด้วย กระบวนการเชื่อมโลหะ ได้แก่ แหล่งกำเนิดไอโลหะ ประเภทของไอโลหะ ระดับความเข้มข้นไอโลหะในสิ่งแวดล้อมการทำงาน ค่ามาตรฐานระดับไอโลหะแมงกานีส และปัจจัยที่ส่งผลต่อทางเดินหายใจ โดยมีรายละเอียดดังต่อไปนี้

## กระบวนการเชื่อมโลหะ

### 1. แหล่งกำเนิดไอโลหะ

การเชื่อมโลหะเป็นกระบวนการทั่วไปในอุตสาหกรรมผลิตชิ้นส่วนรถยนต์ในปัจจุบันมีการนำกรรมวิธีการเชื่อมโลหะมาใช้หลากหลายวิธีเพื่อใช้สำหรับต่อวัสดุประเภทโลหะในการเชื่อม ดังกล่าวจะก่อให้เกิดไอโลหะ (อิศรทัต พึ่งอ้นและคณะ, 2554) ซึ่งกระบวนการเชื่อมโลหะมีหลายประเภทด้วยกันประกอบด้วย การเชื่อมแก๊ส (Gas welding) การเชื่อมไฟฟ้า (Arc welding) การเชื่อมอัด (Press welding, Resistance welding) การเชื่อมทิก (Tungsten inert gas welding) การเชื่อมมิก (Metal inert gas welding) และ การเชื่อมใต้ฟลักซ์ (Submerged arc welding) (มานะศิษฎ์ พิมพ์สาร, 2552) โดยมีรายละเอียด ดังนี้

การเชื่อมแก๊ส (Gas welding) เป็นการเชื่อมที่อาศัยความร้อนจากการเผาไหม้ระหว่างแก๊สเชื้อเพลิงอะเซทิลีนกับออกซิเจน หลอมละลายโลหะให้ติดกันด้วยการเติมลวดเชื่อม (Filler metal or welding rod) หรือ อาจให้เนื้อโลหะหลอมละลายติดกันเองโดยไม่เติมลวดเชื่อมก็ได้

การเชื่อมไฟฟ้า (Arc welding) เรียกอีกอย่างหนึ่งว่าการเชื่อมโลหะโดยวิธีการเชื่อม “อาร์ค” ความร้อนที่ใช้เกิดจากประกายอาร์ค ระหว่างชิ้นงานและลวดเชื่อมซึ่งหลอมละลาย ลวดเชื่อมจะทำหน้าที่ป้อนโลหะให้แก่แนวเชื่อม

การเชื่อมอัด (Press welding, resistance welding) เป็นการเชื่อมที่การอาศัยความร้อนจากความต้านทานไฟฟ้าและอัดให้ชิ้นงานติดกัน เนื่องจากหลักการเชื่อมนี้ทำให้มีชื่อเรียกหลายชื่อคือ การเชื่อมอัด (Press welding) การเชื่อมแบบความต้านทาน (Resistance welding) และการเชื่อมจุด (Spot welding)

การเชื่อมทิก (Tungsten inert gas welding) เป็นการเชื่อมโดยอาศัยความร้อนที่เกิดจากการอาร์คระหว่างลวดทังสเตนกับชิ้นงานเชื่อม โดยมีแก๊สเฉื่อยปกคลุมบริเวณรอยเชื่อมทั้งหมดเพื่อไม่ให้อากาศภายนอกเข้ามาทำปฏิกิริยาในบริเวณรอยเชื่อม

การเชื่อมมิก (Metal inert gas welding) เป็นการเชื่อมโดยอาศัยความร้อนที่เกิดจากการอาร์คระหว่างลวดเชื่อมกับชิ้นงาน ลวดเชื่อมที่ใช้เป็นโลหะเปลือยที่ส่งป้อนอย่างต่อเนื่อง โดยมีแก๊สเฉื่อยปกคลุมบริเวณรอยเชื่อมทั้งหมดเพื่อไม่ให้อากาศภายนอกเข้ามาทำปฏิกิริยาในบริเวณรอยเชื่อม

การเชื่อมใต้ฟลักซ์ (Submerged arc welding) เป็นการเชื่อมโดยจะอาศัยความร้อนจากการอาร์คระหว่างลวดเชื่อมเปลือยกับชิ้นงาน โดยมีฟลักซ์ชนิดเม็ด (Granular Flux) ปกคลุมบริเวณอาร์ค ฟลักซ์ชนิดเม็ดที่อยู่ใกล้รอยเชื่อมจะหลอมละลายปกคลุมบริเวณที่ทำการเชื่อมเพื่อป้องกันอากาศภายนอกทำปฏิกิริยา

แต่ละกรรมวิธีในงานเชื่อมโลหะก็มีข้อดีข้อเสียแตกต่างกันซึ่งผู้ผลิตส่วนใหญ่จะคำนึงถึง คือ ผลผลิตด้านโครงสร้างและความแข็งแรงของรอยเชื่อม อีกทั้งความรวดเร็วและการลดต้นทุนการผลิต ซึ่งกระบวนการเชื่อมมิก (Gas metal arc welding) เป็นอีกกรรมวิธีที่นิยมใช้ในปัจจุบัน เนื่องจากเป็นการเชื่อมที่ให้ความแข็งแรงต่อรอยเชื่อมสูง ควบคุมง่ายสามารถนำไปประยุกต์ใช้กับหุ่นยนต์งานเชื่อมอัตโนมัติ ทำให้สามารถเชื่อมชิ้นงานด้วยความรวดเร็วและมีความแม่นยำสูง (ธีรวุฒิ เขื่อนแก้ว, 2554)

ในการศึกษาครั้งนี้จะทำการศึกษาในกระบวนการเชื่อมมิก (Gas metal arc welding) ซึ่งเป็นการประยุกต์งานเชื่อมใช้กับระบบอัตโนมัติโดยมีการควบคุมการทำงานเชื่อมโลหะด้วยหุ่นยนต์มีการป้อนลวดเชื่อมอย่างต่อเนื่อง และใช้ก๊าซเฉื่อยเป็นก๊าซปกคลุม โดยผู้ปฏิบัติงานจะยืนประจำอยู่หน้าเครื่องตลอดเวลามีหน้าที่หยิบชิ้นงานวางบนโต๊ะเชื่อมในตำแหน่งที่กำหนด และหยิบชิ้นงานออกวางเรียงใส่ชั้นวาง และทำหน้าที่คอยสังเกตการทำงานของหุ่นยนต์ด้วยว่ามีการทำงานผิดปกติหรือไม่ โดยในการเชื่อมงานแต่ละครั้งจะมีการอาร์คเกิดขึ้นอย่างต่อเนื่อง โดยผ่านการป้อน

ลวดเชื่อมต่อเนื่อง และแก๊สปกคลุมจะทำหน้าที่ปกคลุมแนวเชื่อมจากออกซิเจน

ขั้นตอนการอาร์คขณะที่ปลายลวดสัมผัสชิ้นงานจะปล่อยควันหรือไอโลหะออกมาซึ่งขณะที่พนักงานยืนประจำหน้าเครื่องตลอดเวลาการทำงาน 8 ชั่วโมงต่อวันหรืออาจมากกว่าเวลาทำงานปกติหากมีการเปิดล่วงเวลาการทำงานช่วงที่มีการผลิตมากอาจทำให้พนักงานที่ปฏิบัติงานในพื้นที่และพนักงานที่ปฏิบัติงานในพื้นที่ใกล้เคียงมีโอกาสรับสัมผัสสิ่งคุกคามต่อสุขภาพประกอบด้วย อันตรายทางกายภาพ ได้แก่ การรับสัมผัสรังสีจากการอาร์ค เช่น รังสีอัลตร้าไวโอเลตและรังสีเหนือม่วง การสัมผัสชิ้นงานร้อน หรือ สะเก็ดไฟ และไฟฟ้าดูดได้ (พรรณี นันทะแสง และกาญจนา นาถะพินธุ, 2555)

ส่วนอันตรายทางเคมี ได้แก่ แก๊ส อนุภาคจากการเผาไหม้ และ ควันเชื่อมที่เกิดจากตัวผลิตภัณฑ์และวัสดุผสม เช่น เหล็ก สังกะสี ทองแดง แมงกานีส และ ออกไซด์ของโลหะ (Anuradha et al., 2014) ละอองโลหะ (นพกร ภู่ระย้าและคณะ, 2555) หรือ ควันที่ปล่อยออกมานั้นอาจก่อให้เกิดผลกระทบต่อระบบทางเดินหายใจของผู้ปฏิบัติงานได้ จากการศึกษาที่ผ่านมาพบว่ากลุ่มช่างเชื่อมที่สัมผัสไอโลหะ จากจากกระบวนการเชื่อมในระยะแรกมักพบการลดลงของสมรรถภาพปอด (Meo & Al-Khlaiwi, 2003) และหากสัมผัสระยะยาวอาจจะมีผลกระทบต่อการทำงานของปอดเรื้อรังได้ (Hariri et al., 2014) ซึ่งฟูม หรือ ไอโลหะที่เกิดขึ้นสามารถจำแนกได้หลายประเภท ซึ่งอาจเกิดจากตัวผลิตภัณฑ์วัสดุผสม และ ลวดเชื่อมที่นำมาใช้งานโดยข้อมูลเหล่านี้สามารถอ้างอิงข้อมูลได้จากเอกสารข้อมูลเคมีภัณฑ์ของผลิตภัณฑ์วัสดุผสมและลวดเชื่อมได้

**2. ประเภทของไอโลหะ**

ไอโลหะ หรือ ฟูม (Fume) เป็นอนุภาคของแข็งที่มีขนาดเล็กมาก ๆ เกิดจากการเปลี่ยนแปลงสถานะจากของแข็งที่หลอมเหลวจนกลายเป็นไอ เมื่อเกิดการควบแน่นจะกลายเป็นของแข็งอีกครั้ง (อนามัย ธีรวิโรจน์ เทศกะทึก, 2551) เช่น ฟูมของตะกั่วออกไซด์ ฟูมของเหล็กออกไซด์ ฯลฯ สารเหล่านี้มีส่วนประกอบของโลหะออกไซด์และสารที่เคลือบบนลวดเชื่อม เช่น เหล็ก สังกะสี ทองแดง แมงกานีส และ ออกไซด์ของโลหะ (Anuradha et al., 2014) ซึ่งสารเหล่านี้จะปะปนอยู่ในอากาศ หากมีการรับสัมผัสโดยหายใจเอาไอโลหะต่างชนิดกันผ่านเข้าสู่ปอดอาจทำให้ส่งผลกระทบต่อสุขภาพในลักษณะที่แตกต่างกันได้ โดยพบว่า มีการแบ่งชนิดของควันเชื่อมโลหะไว้หลายชนิดดังนี้ ประกอบด้วย (Prymovent clean air at work, 2015)

2.1 แมงกานีสและแมงกานีสผสม เป็นอันตรายต่อระบบหายใจ เช่น โรคปอดอักเสบและทำให้ระบบประสาทส่วนกลางเกิดความเสียหาย

2.2 โครเมียมเป็นควันเชื่อมที่เกิดจากการเชื่อมเหล็กสแตนเลสผลกระทบที่เกิดขึ้นหากมีการรับสัมผัสระยะยาวเป็นสารก่อมะเร็ง

2.3 นิกเกิลเป็นควันเชื่อมที่เกิดจากการเชื่อมเหล็กสแตนเลสผลกระทบที่อาจเกิดขึ้นทันทีเมื่อมีการสัมผัสอาจพบว่ามีอาการไข้โลหะและหากมีการรับสัมผัสระยะยาวเป็นสารก่อมะเร็ง

2.4 อะลูมิเนียมผลกระทบที่อาจเกิดขึ้นทันทีเมื่อมีการสัมผัสอาจพบว่ามีการระคายเคืองของอวัยวะระบบทางเดินหายใจและมีอาการไข้โลหะ

2.5 ควันเชื่อมทั่วไป ผลกระทบที่อาจเกิดขึ้นทันทีเมื่อมีการสัมผัสอาจพบว่ามีอาการเสียงแหบ เจ็บคอ ระคายเคืองตาและมีอาการไข้โลหะหากมีการรับสัมผัสระยะยาวอาจทำให้เกิดหลอดลมอักเสบ

2.6 สังกะสีผลกระทบที่อาจเกิดขึ้นทันทีเมื่อมีการสัมผัสอาจพบว่ามีอาการไข้โลหะ

2.7 ทองแดงผลกระทบที่อาจเกิดขึ้นทันทีเมื่อมีการสัมผัสอาจเกิดการระคายเคืองต่อตา จมูกและคอ พบว่ามีอาการไข้โลหะ

2.8 แมกนีเซียมผลกระทบที่อาจเกิดขึ้นทันทีเมื่อมีการสัมผัสอาจพบว่ามีอาการระคายเคืองของอวัยวะระบบทางเดินหายใจและมีอาการไข้โลหะ

2.9 ตะกั่วผลกระทบที่อาจเกิดขึ้นกับระบบเลือดและไตหากมีการรับสัมผัสระยะยาว

อย่างไรก็ตามในการเชื่อมโลหะแต่ละครั้งจะมีควันที่เกิดขึ้นซึ่งอาจจะเกิดขึ้นแตกต่างกันตามลักษณะ คุณสมบัติของตัวผลิตภัณฑ์ สารที่ใช้เคลือบผลิตภัณฑ์ รวมถึง วัสดุสิ้นเปลืองที่ถูกนำมาใช้ในกระบวนการผลิต เช่น ลวดเชื่อม ก็อาจส่งผลกระทบต่อสุขภาพแตกต่างกันได้ ดังนั้นหากปฏิบัติงานในพื้นที่ที่มีอากาศถ่ายเทไม่เพียงพอ ไม่มีการเจือจางอนุภาคที่ฟุ้งกระจายในอากาศหากหายใจเอาไอโลหะเข้าสู่ร่างกายในปริมาณมาก ที่ระดับความเข้มข้นสูงอาจส่งผลกระทบต่อสุขภาพร่างกายและทางเดินหายใจได้ (Hedmer et al., 2014)

**3. ระดับความเข้มข้นไอโลหะในสิ่งแวดล้อมการทำงาน**

ระดับความเข้มข้นไอโลหะในสิ่งแวดล้อมการทำงานมาจากควันเชื่อม คือ ไอโลหะที่ถูกปล่อยออกมาในขั้นตอนเชื่อมโลหะ เป็นไอโลหะที่อยู่ในรูปของอนุภาคขนาดเล็ก ขนาด 0.0-1 ไมครอน เมื่อเกิดการอาร์คทำให้เกิดการสลายตัวขององค์ประกอบที่เกิดขึ้นจะอยู่ในรูปออกไซด์ของเหล็ก ($Fe_3O_4$) (อิศรทัต พึ่งอ้นและคณะ, 2555) ซึ่งสารแขวนลอยที่มีขนาดอนุภาคเล็กกว่า 10 ไมครอน ได้แก่ ไอโลหะ ฝุ่น ควัน หมอก จะเข้าสู่ร่างกายมนุษย์ผ่านจมูกและปาก สารแขวนลอยเหล่านี้จะไม่ถูกเก็บสะสมในร่างกายอันเนื่องมาจากระบบการกรองในร่างกายมนุษย์อย่างไรก็ตามสารแขวนลอยที่มีอนุภาคเล็กกว่า 2.5 ไมครอนจะเข้าสู่ร่างกาย และเข้าสู่กระแสเลือด ทำให้เป็นอันตรายต่อสุขภาพของมนุษย์ ได้แก่ โรคปอดนิวโมโคนิโอซิส (Pneumoconiosis) หรือ โรคปอดอื่น ๆ ได้ (กรมควบคุมมลพิษ กระทรวงทรัพยากรธรรมชาติและสิ่งแวดล้อม, 2558)

จากการศึกษาที่ผ่านมาพบว่ามีการประเมินความเข้มข้นฟูมเฉลี่ยที่ 8 ชั่วโมงการทำงานในกระบวนการเชื่อมมิก (MIG) พบค่า เฉลี่ยแมงกานีส (Mn) อยู่ระหว่าง 0.002 มก./ ลบ.ม. ถึง 0.049 มก./ ลบ.ม. และ ทองแดง (Cu) 0.002 มก./ ลบ.ม. ถึง 0.092 มก./ ลบ.ม. (Matzak & Gromiec, 2010) และการศึกษาของ Hedmer et al. (2014) พบค่าเฉลี่ยแมงกานีส 0.08 มก./ ลบ.ม. ค่าต่ำสุดถึงสูงสุดอยู่ระหว่าง 0.01 มก./ ลบ.ม. ถึง 2.13 มก./ ลบ.ม. พบว่ากว่าร้อยละ 50 ของความเข้มข้นแมงกานีสสูงกว่าค่าขีดจำกัดที่ยอมให้สัมผัสได้ในสถานที่ทำงานของประเทศสวีเดนที่กำหนดค่าความเข้มข้นสูงสุด 8 ชั่วโมงต่อวันที่ 0.2 มก./ ลบ.ม. (Swedish Work Environment Authority, 2011) จากการศึกษาการรับสัมผัสควันเชื่อมเหล็กทั่วไปในกลุ่มช่างเชื่อมอู่ต่อเรือค่าเฉลี่ยสะสมของฟูมเหล็กอยู่ที่ 7.7 มก./ ลบ.ม. (Koh et al., 2015) เมื่อนำไปเทียบกับค่ามาตรฐานพบว่าเกินค่ามาตรฐานที่ NIOSH แนะนำที่ 5 มก./ ลบ.ม. (NIOSH, 2015) โดยหากไม่มีการควบคุมปริมาณการฟุ้งกระจายประกอบกับปัจจัยด้านอื่นมาสนับสนุนอาจเกิดผลกระทบต่อระบบทางเดินหายใจได้

**4. ค่ามาตรฐานระดับไอโลหะแมงกานีส**

การประเมินการรับสัมผัสไอโลหะ โดยการตรวจวัดปริมาณความเข้มข้นของอนุภาคจากการเชื่อมหรือฟูมจากการเชื่อมโดยใช้วิธีการเช่นเดียวกับการตรวจวัดปริมาณความเข้มข้นของอนุภาคที่ใช้วิธีการวิเคราะห์โดยการชั่งน้ำหนัก (Gravimetric analysis method) และใช้เทคนิคการเก็บตัวอย่างแบบติดที่ตัวบุคคล โดยอากาศที่มีฟูมจากการเชื่อมจะถูกดูดโดยปั๊มเก็บตัวอย่างอากาศ ผ่านตลับตัวกรองที่ติดตั้งระดับการหายใจ (Breathing zone) โดยดำเนินการจัดเก็บตัวอย่างซึ่งการศึกษานี้เป็นการเก็บตัวอย่างใช้เวลาสั้น ๆ (Grab samples) โดยใช้เวลาในการเก็บ 40 นาที ที่อัตราการไหล 2.378 ลิตร/ นาที จากนั้นนำตลับตัวกรองไปทำการวิเคราะห์และส่งตัวอย่างเพื่อวิเคราะห์สารประกอบและนำผลไปเปรียบเทียบกับค่ามาตรฐานการรับสัมผัสแมงกานีสดังต่อไปนี้ ได้แก่ OSHA PEL-TWA 5 มก./ ลบ.ม. (Ceiling), NIOSH REL-TWA 1 มก./ ลบ.ม. และ ACGIH TLV 0.1 มก./ ลบ.ม. (TWA) (ACGIH, 2015)

**5. ปัจจัยที่ส่งผลกระทบต่อระบบทางเดินหายใจ**

ปัจจัยที่มีผลกระทบต่อระบบทางเดินหายใจมีหลายประการ โดยมีรายละเอียด ดังนี้

**อายุ** อาจเป็นปัจจัยที่ทำให้มีการรับสัมผัสไอโลหะแตกต่างกันได้ เช่น ในวัยเด็ก วัยทำงาน วัยผู้สูงอายุ (สำนักเทคโนโลยีความปลอดภัยกรมโรงงานอุตสาหกรรม, 2557) จากผลการศึกษาที่ผ่านมาพบว่ากลุ่มพนักงานที่เป็นเพศหญิง อายุที่เพิ่มมากขึ้นพบว่ามีสมรรถภาพปอดผิดปกติมากขึ้นจากผลการศึกษาพบว่า กลุ่มอายุ 60 ปีขึ้นไปมีสมรรถภาพปอดผิดปกติร้อยละ 30.9 ซึ่งสรุปได้ว่ากลุ่มอายุที่แตกต่างกันพบว่า มีความแตกต่างกันของสมรรถภาพปอดอย่างมีนัยสำคัญ

**เพศ** เพศอาจเป็นปัจจัยที่ทำให้มีการรับสัมผัสไอโลหะแตกต่างกันได้ เช่น เพศหญิงและเพศชายจะมีความทนต่ออันตรายของสารเคมีแตกต่างกันทำให้มีโอกาสในการรับสัมผัสสารในปริมาณที่แตกต่างกันได้ (สำนักเทคโนโลยีความปลอดภัยกรมโรงงานอุตสาหกรรม, 2557) ในเรื่องของความจุปอด เพศชายจะมีค่าคงค้างหลังหายใจออกเต็มที่เมื่ออายุ 20 ปี จะเพิ่มขึ้นประมาณ 1.5 ลิตร และเมื่ออายุ 60 ปีจะเพิ่มขึ้น 2.2 ลิตรแต่ความจุปอดทั้งหมดขณะหายใจเข้าไม่เปลี่ยนแปลง แต่เพศหญิงจะมีค่านี้ลดลง ทั้งเพศชายและเพศหญิงเมื่ออายุเพิ่มขึ้นค่าปริมาตรอากาศที่หายใจออกเต็มที่ภายหลังจากการหายใจเข้าเต็มที่ใน 1 วินาที ($FEV_1$) จะมีค่าลดลง (ศตกมล ประสงค์วัฒนา, 2553) และยังมีการศึกษาถึงผลกระทบการรับสัมผัสควันเชื่อมต่อการทำงานของปอดระยะเวลา 9 ปี พบว่าผู้เข้าร่วมการศึกษามีทั้งเพศหญิงและเพศชายในระหว่างการตรวจสุขภาพประจำปีทางอาชีวอนามัยในประเทศออสเตรเลียช่วงปี พ.ศ. 2545 ถึงปี พ.ศ. 2553 ผลการทำงานของปอดต่ำกว่าเกณฑ์ปกติ (Haluza et al., 2014)

**ประวัติการสูบบุหรี่/ การดื่มสุรา**พบว่าคนที่สูบบุหรี่จะมีความยืดหยุ่นของปอดลดลง โดยพบว่าค่า $FEV_1$และค่า $FEV_1$/ FVC มีค่าต่ำกว่าคนปกติ การสูบบุหรี่ ร้อยละ 80-90 เป็นปัจจัยที่เสี่ยงอันดับแรกต่อการเกิดโรคปอดอุดกั้นเรื้อรัง (พรรณิภา สืบสุข, 2553) จากการศึกษาที่ผ่านมาพบว่าในกลุ่มของช่างเชื่อมโลหะที่สูบบุหรี่มีความถี่สูงขึ้นของโรคหลอดลมอักเสบเรื้อรังมากกว่ากลุ่มควบคุมที่ไม่สูบบุหรี่ ค่า FVC, $FEV_1$มีค่าลดลงอย่างมีนัยสำคัญโดยค่าเฉลี่ยในกลุ่มช่างเชื่อมและกลุ่มควบคุมพบค่า FVC 86.06(25.74) ค่า $FEV_1$ 87.54(13.70) $p<0.01$) (Ozdemir et al., 1995)

จากการศึกษาผลกระทบการรับสัมผัสควันเชื่อมต่อการทำงานของปอดระยะเวลา 9 ปี พบว่าช่างเชื่อมที่สูบบุหรี่หนักมีการทำงานของปอดลดลงมีความสัมพันธ์อย่างมีนัยสำคัญค่า (FVC -70.7 ml, $p = 0.07$; $FEV_1$-167.4 ml, $p < 0.001$; MEF 50-356.2 ml/ s, $p < 0.001$) แต่พบว่าไม่สัมพันธ์กับกลุ่มที่สูบบุหรี่ปานกลาง สรุปได้ว่าพฤติกรรมการสูบบุหรี่ของแต่ละบุคคลในการรับสัมผัสควันเชื่อมมีผลกระทบต่อการทำงานของปอด (Haluza et al., 2014) และจากการศึกษาถึงผลกระทบที่เกิดจากการดื่มสุราต่อการทำงานของปอดขึ้นอยู่กับความเข้มข้น ระยะเวลาการสัมผัสและเส้นทางการสัมผัส หากความเข้มข้นแอลกอฮอล์ในปริมาณน้อย อาจไปช่วยเสริมสร้างประสิทธิภาพของกลไกการกำจัดเสมหะโดยการทำงานของเซลล์ขน (Cilia) ในหลอดลมกระตุ้นการขยายของหลอดลม และอาจลดการอักเสบของทางเดินหายใจและการบาดเจ็บแบบอุดกั้นในโรคหอบหืด ส่วนการสัมผัสเป็นเวลานานและการดื่มแอลกอฮอล์อย่างหนักจะไปบั่นทอนประสิทธิภาพของกลไกการกำจัดเสมหะโดยการทำงานของซีเลีย จนอาจทำให้เป็นโรคหอบหืดได้ (Sisson, 2007)

**อายุงาน** อายุงานอาจเป็นปัจจัยหนึ่งที่ทำให้พนักงานมีโอกาสรับสัมผัสไอโลหะหรือควันเชื่อมได้เพิ่มมากขึ้นเนื่องจากมีการรับสัมผัสต่อเนื่องเป็นระยะเวลานาน จากการศึกษาที่ผ่านมา

พบว่ามีผู้วิจัยศึกษาถึงผลกระทบของควันเชื่อมและระยะเวลาการรับสัมผัสต่อการทำงานของปอดของช่างเชื่อมในประเทศปากีสถานพบว่าช่างเชื่อมที่สัมผัสควันเชื่อมนาน 9 ปี แสดงให้เห็นผลการตรวจวัดความจุปอดลดลงอย่างมีนัยสำคัญของค่าเปอร์เซ็นต์ $FEV_1$, $FEV_1$/ FVC และ ค่า PEF (Meo et al., 2003) นอกจากนั้นพบว่ามีการศึกษาถึงความแตกต่างการลดลงของสมรรถภาพปอดในคนที่ทำงานมากกว่า 10 ปี และน้อยกว่า 10 ปี เป็นการศึกษาในกลุ่มของช่างเชื่อมโลหะในอุตสาหกรรมผลิตรถยนต์ในประเทศมาเลเซียพบว่าพนักงานที่มีการสัมผัสควันเชื่อมเป็นระยะเวลามากกว่า 10 ปี มีความผิดปกติของปอดสูงกว่า ผู้ปฏิบัติงานน้อยกว่า 10 ปี (Hariri et al., 2014) และยังพบการศึกษาในกลุ่มช่างเชื่อมที่ทำงานเชื่อมพลาสม่าประมาณ 15 ปีมีการเกิดโรคหลอดลมอักเสบเรื้อรังที่ได้รับการวินิจฉัยเกิดขึ้นหลังจากมีการสัมผัสการเชื่อมโลหะ (Wagner et al., 1990)

มีการศึกษาเรื่องของเวลาการรับสัมผัสในกลุ่มของช่างเชื่อมโลหะในประเทศนิวซีแลนด์พบว่าผู้ที่รับสัมผัสควันเชื่อมสะสมมากกว่าหรือเท่ากับ 10 ปีขึ้นไปมีการรายงานของโรคหลอดลมอักเสบเรื้อรังถึง ร้อยละ 16.7 ซึ่งสูงกว่ากลุ่มที่สัมผัสน้อยกว่า 4 ปี (Odds Ratio = 4.1, 95% Confidence interval = 0.90-17.6) ในกลุ่มที่เป็นโรคหลอดลมอักเสบเรื้อรังพบว่ามีการลดลงอย่างมีนัยสำคัญของค่า PEF ($p = 0.008$) และเปอร์เซ็นต์ $FEV_1$/ FVC ($p = 0.001$) เมื่อเทียบกับกลุ่มที่ไม่เป็นโรคหลอดลมอักเสบเรื้อรัง (Bradshaw et al., 2003) จากการสำรวจผลกระทบของควันเชื่อมต่อการทำงานของปอดและอาการระบบทางเดินหายใจในหมู่ช่างเชื่อมของโรงงานผลิตรถยนต์ในอิหร่านโดยมีการประเมินในช่างเชื่อมที่เป็นเพศชายจำนวน 43 คน และกลุ่มสำนักงานจำนวน 129 คน พบว่าการทำงานของปอดในกลุ่มช่างเชื่อมลดลงเมื่อเปรียบเทียบกับกลุ่มควบคุมกับปริมาณผลกระทบความสัมพันธ์ระหว่างระยะเวลาการทำงานและการลดลงของสมรรถภาพปอดจากการศึกษาแสดงให้เห็นว่าช่างเชื่อมมีความเสี่ยงต่อการเกิดโรคปอดมากกว่ากลุ่มควบคุม (Sharifian et al., 2011)

**ระยะเวลาการทำงานต่อวัน**การปฏิบัติงานในแต่ละวันโดยปกติเฉลี่ยที่ 8 ชั่วโมงการทำงานและอาจมีการทำงานล่วงเวลาเพิ่มขึ้นในแต่ละวัน ดังนั้นการใช้เวลามากกว่า 8 ชั่วโมงในขณะปฏิบัติงานพนักงานจะมีโอกาสรับสัมผัสสิ่งคุกคามเพิ่มขึ้น และหากมีการรับสัมผัสต่อเนื่องกันเป็นระยะเวลานานอาจทำให้เกิดผลกระทบต่อสุขภาพได้ (อนามัย เทศกะทึกและคณะ, 2550) โดยหากมีระยะเวลาการทำงานที่ยาวนานขึ้น การสูญเสียของสมรรถภาพปอดก็จะเพิ่มขึ้นตาม

**ปริมาณความเข้มข้นของไอโลหะ** หากมีการสัมผัสในปริมาณสูง หรือต้องปฏิบัติงานในพื้นที่ที่มีการระบายอากาศไม่ดีก็จะส่งผลให้มีการรับสัมผัสสารในปริมาณที่สูงตามไปด้วยจากการศึกษาที่ผ่านมาพบว่ามีการประเมินความเข้มข้นฟูมเฉลี่ยที่ 8 ชั่วโมงการทำงานในกระบวนการเชื่อมมิก (MIG) พบค่าเฉลี่ยแมงกานีส (Mn) อยู่ระหว่าง 0.002 มก./ ลบ.ม. ถึง 0.049 มก./ ลบ.ม.

และทองแดง (Cu) 0.002 มก./ ลบ.ม. ถึง 0.092 มก./ ลบ.ม. (Matzak and Gromiec, 2010) และการศึกษาของ Hedmer et al. (2014) พบค่าเฉลี่ยแมงกานีส 0.08 มก./ ลบ.ม. ค่าต่ำสุดถึงสูงสุดอยู่ระหว่าง 0.01 มก./ ลบ.ม. ถึง 2.13 มก./ ลบ.ม. พบว่ากว่าร้อยละ 50 ของความเข้มข้นแมงกานีสสูงกว่าค่าขีดจำกัดที่ยอมให้สัมผัสได้ในสถานที่ทำงานของประเทศสวีเดนที่กำหนดค่าความเข้มข้นสูงสุด 8 ชั่วโมงต่อวันที่ 0.2 มก./ ลบ.ม. (Swedish Work Environment Authority, 2011) จากการศึกษาการรับสัมผัสควันเชื่อมเหล็กทั่วไปในกลุ่มช่างเชื่อมอู่ต่อเรือ พบค่าเฉลี่ยสะสมของฟูมเหล็กอยู่ที่ 7.7 มก./ ลบ.ม. (Koh et al., 2015) เมื่อนำไปเทียบกับค่ามาตรฐานพบว่าเกินค่ามาตรฐานที่ NIOSH แนะนำที่ 5 มก./ ลบ.ม. (NIOSH, 2015) โดยหากไม่มีการควบคุมปริมาณการฟุ้งกระจายประกอบกับปัจจัยด้านอื่นมาสนับสนุนอาจเกิดผลกระทบต่อระบบทางเดินหายใจได้ ซึ่งผลกระทบอาจเกิดได้ทั้งแบบเฉียบพลันและแบบเรื้อรังได้

**การใช้อุปกรณ์ป้องกันระบบทางเดินหายใจ**การใช้อุปกรณ์ป้องกันระบบทางเดินหายใจเป็นอีกปัจจัยหนึ่งซึ่งช่วยลดระยะทางการสัมผัสไอโลหะโดยตรง หรือหากไม่มีการสวมใส่เป็นประจำระหว่างทำงานอาจทำให้มีโอกาสในการรับสัมผัสไอโลหะได้มากยิ่งขึ้น จากผลการศึกษาเกี่ยวกับความผิดปกติของระบบทางเดินหายใจในช่างเชื่อมอู่ต่อเรือในประเทศอินเดีย พบว่าการใช้อุปกรณ์ป้องกันส่วนบุคคลมีความสอดคล้องกับการป้องกันความผิดปกติของระบบทางเดินหายใจในช่างเชื่อม (OR = 0.33, 95% CI: 0.28-0.37) (Bhumika et al., 2012)

**สภาพแวดล้อมในการทำงาน** เช่น ระบบการระบายอากาศทั่วไปที่เป็นการควบคุมทางวิศวกรรมที่ถูกนำมาใช้ในการควบคุมควันเชื่อมโดยเป็นการนำอากาศดีภายนอกเข้ามาแทนอากาศเสียภายใน ซึ่งในการศึกษาของวันทนี พันธ์ประสิทธิ์ (2542) ได้กล่าวไว้ว่าการระบายอากาศเฉพาะที่เป็นมาตรการหนึ่งที่ถูกนำมาใช้เพื่อควบคุมความเข้นของสารเคมีในสิ่งแวดล้อมการทำงาน (เสาวภา เพชรสังฆาต, 2550) จากผลการศึกษาในประเทศเยอรมนีมีการศึกษาในช่างเชื่อมโลหะที่ปฏิบัติงานในสภาพการระบายอากาศไม่เพียงพอพบว่ามีการเพิ่มความเสี่ยงของการเกิดโรคหลอดลมอักเสบเรื้อรังและมีการลดลงของสมรรถภาพปอด (Ozdemir et al., 1995) และจากการศึกษาพบว่าการระบายอากาศเฉพาะที่สามารถลดการสัมผัสอนุภาคของควันเชื่อมของแมงกานีส (Mn) และ CrVI ให้อยู่ในระดับต่ำกว่ามาตรฐานที่กำหนดในปัจจุบัน (Flynn & Susi, 2012)

**6. ผลกระทบของไอโลหะต่อสิ่งมีชีวิต**

ผลกระทบของไอโลหะประกอบด้วยอนุภาคของ เหล็ก (Fe) โครเมียม (Cr) แมงกานีส (Mn) และ นิกเกิล (Ni) มีผลการศึกษาในสัตว์ทดลองและในมนุษย์ โดยมีรายละเอียด ดังนี้

**6.1 ผลการศึกษาในสัตว์ทดลอง**

จากการศึกษาที่ผ่านมามีการศึกษาถึงผลกระทบการรับสัมผัสควันเชื่อมในสัตว์ทดลอง เช่น ในการศึกษาของ Antonini et al. (2007) ที่ทำการศึกษาการรับสัมผัสควันเชื่อมเหล็กสแตนเลสระยะสั้นเข้าสู่ทางเดินหายใจต่อการอักเสบของปอด การได้รับบาดเจ็บและการตอบสนองการป้องกันในหนู Sprague-Dawley ตัวผู้ที่รับสัมผัสควันเชื่อมสแตนเลสที่ความเข้มข้น 15 หรือ 40 มก./ ลบ.ม.ใน 3 ชั่วโมงต่อวัน สำหรับวันที่ 1, 3, หรือ 10 กลุ่มควบคุมสัมผัสผ่านการกรองอากาศ เพื่อประเมินการตอบสนองการป้องกัน โดยอนุภาคการเชื่อมจะถูกเก็บระหว่างการรับสัมผัส และองค์ประกอบของธาตุและขนาดอนุภาคถูกนำมาพิจารณา อนุภาคสแตนเลสประกอบด้วยอนุภาคของ เหล็ก (Fe) โครเมียม (Cr) แมงกานีส (Mn) และนิกเกิล (Ni) ขนาดของอนุภาคการวิเคราะห์การกระจายระบุขนาดเส้นผ่าศูนย์กลางพลศาสตร์มวลเฉลี่ยของควันที่เกิดขึ้นคือ 0.255 ไมครอน ค่าพารามิเตอร์การบาดเจ็บที่ปอดสูงอย่างมีนัยสำคัญ เมื่อเทียบกับกลุ่มควบคุมที่ได้รับการยกเว้น 30 วัน จากข้อสรุปพบว่าการรับสัมผัสควันเชื่อมสแตนเลสระยะสั้นในหนูเป็นสาเหตุให้ปอดเกิดความเสียหายอย่างมีนัยสำคัญ (Antonini et al., 2007)

การศึกษาของ Zheng et al. (2015) ที่ศึกษาเกี่ยวกับผลกระทบของโรคหัวใจและหลอดเลือดในหนูทดลองหลังจากที่ให้อนุภาคควันเชื่อมโลหะต่างชนิดกันผ่านท่อลมพบว่าสามารถทำให้เกิดผลกระทบต่อระบบทางเดินหายใจ รวมถึงการติดเชื้อ โรคหลอดลมอักเสบ โรคซิเดอโรซีสและการทำงานของปอดลดลง และยังพบว่าการศึกษาทางคลินิกและทางระบาดวิทยาที่ผ่านมาการรับสัมผัสควันเชื่อมมีอุบัติการณ์สูงขึ้นของการเกิดโรคหลอดเลือดหัวใจ มีการทดสอบโดยให้ควันเชื่อมที่มีสารเคมีแตกต่างกันจากคู่มือการเชื่อม Metal arc-hard surfacing (MMA-HS) และ Gas metal arc-mild steel (GMA-MS) ในการทดสอบในหนูทดลอง 3 กลุ่ม ค่อย ๆ ให้อนุภาคผ่านท่อลมที่ MMA-HS (2 มก./ หนู) และ GMA-MS (2 มก./ หนู) โดยควบคุมน้ำเกลือสัปดาห์ละครั้งเป็นเวลา 7 สัปดาห์ ในวันที่ 1 และ 7 หลังการรักษาที่ผ่านมาโรคหัวใจและหลอดเลือด และการตอบสนองของหลอดเลือดหัวใจที่เพิ่มขึ้นของปริมาณ Adrenoreceptor agonists ที่ถูกประเมินจากการศึกษาแสดงให้เห็นว่าการสัมผัสกับควันเชื่อมที่แตกต่างกันสามารถทำให้เกิดผลกระทบที่แตกต่างกันในระบบหัวใจและหลอดเลือดและหัวใจหดตัวอาจจะเป็นตัวบ่งชี้ที่มีความละเอียดอ่อนของความผิดปกติโรคหัวใจและหลอดเลือดได้ (Zheng et al., 2015)

**6.2 ผลการศึกษาในมนุษย์**

**6.2.1 โรคระบบทางเดินหายใจ**

การรับสัมผัสไอโลหะผ่านทางเดินหายใจอาจมีผลกระทบต่อระบบทางเดินหายใจได้ทั้งแบบเฉียบพลันและแบบเรื้อรัง

**ผลกระทบแบบเฉียบพลัน** เป็นการสัมผัสในปริมาณความเข้มข้นสูงในระยะเวลาสั้น อาจพบมีอาการแสดงภายหลังการสัมผัสใน 24 ชั่วโมง เช่น ผู้ปฏิบัติงานที่ได้รับสัมผัส อาจมีอาการไอ มีเสมหะ หายใจไม่ออก มีอาการแน่น หรือ เจ็บหน้าอก จนอาจเป็นสาเหตุให้การทำงานของปอดลดลง มีอาการระคายเคืองจมูก เวียนศีรษะ คลื่นไส้ (OSHA, 2013; Hedmer et al., 2014) การหายใจลำบาก (Meo&Al-Khlaiwi, 2003) ซึ่งอาจมีอาการไข้ หนาวสั่น อ่อนเพลีย (คคณางค์ เคหะฐาน, 2554) โดยแบ่งตามลักษณะอาการซึ่งแยกตามสภาการวิจัยทางการแพทย์ของอังกฤษ (British Medical Research Council : BMRC)(อ้างอิงใน ศตกมล ประสงค์วัฒนา, 2553) ประกอบด้วยอาการไอ อาการมีเสมหะ แน่นหน้าอก หายใจไม่ออกและอาการเจ็บหน้าอก โดยแยกตามลักษณะอาการดังต่อไปนี้

**อาการไอ (Cough)** เป็นอาการที่พบได้บ่อยที่สุดในโรคระบบทางเดินหายใจ อาการไอเกิดจากมีการกระตุ้น หรือการระคายเคืองต่อเยื่อบุทางเดินหายใจ ตั้งแต่ส่วนคอหอย จนถึงหลอดลมเล็ก ๆ อาการไอที่เกิดเนื่องจากการกระตุ้นที่คอหอย เช่น ในภาวะคอหอยอักเสบ มักจะมีลักษณะไอแห้ง ๆ และไอติดต่อกัน แต่อาจจะเป็นพัก ๆ ได้ ถ้ามีเสมหะไปเกาะติดที่คอหอย อาการไอจะมีเสียงดัง หรือมีเสมหะขาวข้น ออกมาด้วย ซึ่งอาจเกิดไอตอนตื่นนอนทันที ไอตอนกลางวันหรือตอนกลางคืน ไอบ่อยเกือบทุกวันนับรวมแล้วได้อย่างน้อย 3 เดือนต่อปี มักพบในโรคหลอดลมอักเสบเรื้อรังและเฉียบพลัน

จากผลการศึกษาในกลุ่มของช่างเชื่อมที่มีการรับสัมผัสฟูมแมงกานีสที่ความเข้มข้น 0.08 mg/ $m^3$ ซึ่งมากกว่าร้อยละ 50 พบว่าค่าความเข้มข้นของฟูมแมงกานีสเกินค่าขีดจำกัดการรับสัมผัสที่ประเทศสวีเดนกำหนด ทำให้ในกลุ่มช่างเชื่อมโลหะมีความถี่สูงเกี่ยวกับอาการไอแห้งถึงร้อยละ 24 (Hedmer, 2014) จากผลการศึกษาที่ผ่านมามีการศึกษาสุขภาพระบบทางเดินหายใจของช่างเชื่อมในประเทศซาอุดิอารเบีย จำนวน 41 คน และ กลุ่มเปรียบเทียบ 41 คน อัตราความชุกอาการไอระหว่างวันหรือในเวลากลางคืน คิดเป็นร้อยละ 34.1 เมื่อเทียบกับกลุ่มควบคุมอยู่ที่ร้อยละ 14.6 (Al-Otaibi, 2014)

**อาการมีเสมหะ (Phlegm)** ประกอบด้วยอาการที่เกิดร่วมกับภาวะอาการไอ โดยต้องขากเสมหะออกตอนตื่นนอน รวมทั้งตอนกลางวันและกลางคืน และมีเสมหะที่ต้องขากออกทุกวันนับรวมแล้วได้อย่างน้อย 3 เดือนต่อปี จากผลการศึกษาที่ผ่านมามีการศึกษาสุขภาพระบบทางเดินหายใจของช่างเชื่อมในประเทศซาอุดิอาระเบีย โดยศึกษาในช่างเชื่อม 41 คนและกลุ่มเปรียบเทียบ 41 คน มีรายงานในช่างเชื่อม 16 คน คิดเป็นร้อยละ 39 มีการขากเสมหะในตอนเช้าเมื่อเทียบกับกลุ่มควบคุมแตกต่างอย่างมีนัยสำคัญ (Chi-square = 3.87 P = 0.0182 (OR= 3.11,95% CI : 1.0-9.9) (Al-Otaibi, 2014)

**อาการไอมีเสมหะ (Cough and phlegm)** ประกอบด้วยอาการไอและมีเสมหะนานมากกว่า 3 สัปดาห์ ในปีที่ผ่านมา โดยพบว่ามีอาการไอและมีเสมหะมากกว่า 1 สัปดาห์เกิน 1 ครั้ง เกิดจากทางเดินหายใจเกิดการติดเชื้อ ซึ่งจะมีอาการไอร่วมด้วย ยังพบการศึกษา ในช่างเชื่อม 32 คน โรงงานน้ำตาลในอังการ่าในประเทศตุรกี โดยมีกลุ่มควบคุมเป็นผู้ประกอบอาชีพที่ไม่ได้สัมผัสควันเชื่อมเลย การศึกษาครั้งนี้ใช้แบบสอบถามเกี่ยวกับอาการทางเดินหายใจและประวัติการสัมผัส รวมถึงการทดสอบสมรรถภาพปอดระหว่างกลุ่มของช่างเชื่อมและกลุ่มควบคุม มีอุบัติการณ์ของอาการไอ ร้อยละ 65.6 มีเสมหะ ร้อยละ 84.4 และการหายใจลำบาก ร้อยละ 68.8 พบว่ามีสถิติมากขึ้นในกลุ่มของช่างเชื่อม เมื่อเปรียบเทียบกับกลุ่มควบคุมที่มี อาการไอ ร้อยละ 33.3 มีเสมหะ ร้อยละ 41 และการหายใจลำบาก ร้อยละ 30.8 ที่ $p<0.05$,$p<0.001$ และ $p<0.01$ ตามลำดับ (Tunc et al., 2003)

**แน่นหน้าอก (Chest tightness)** ประกอบด้วยอาการแน่นหน้าอกหายใจลำบาก จากการศึกษาความชุกและความสัมพันธ์ของการเชื่อมโลหะพบอาการระบบทางเดินหายใจในช่างเชื่อม 2 กลุ่ม ในเมืองควิเบก ประเทศแคนาดา มี 2 อาการเป็นอย่างน้อยที่เกี่ยวกับโรคหอบหืด ได้แก่ อาการไอ หายใจมีเสียงหวีดและอาการแน่นหน้าอก ร้อยละ 5.8 ซึ่งช่างเชื่อมทั้งสองกลุ่มมีความแตกต่างอย่างมีนัยสำคัญ Chi-square = 18.9, $P < 0.001$) (M El-Zein et al., 2003)

**หายใจไม่ออก (Shortness of breath)** ประกอบด้วย การมีอาการหายใจไม่ออกขณะรีบเดินบนที่ราบหรือเดินที่สูงไม่มาก มีอาการหายใจไม่ออกตอนเดินที่ราบเมื่อเทียบกับคนอื่นในวัยเดียวกัน มีอาการหายใจมากขึ้นในวันไดวันหนึ่งโดยเฉพาะ ซึ่งมักเกิดจากหลายสาเหตุ เช่น ทางเดินหายใจอุดกั้น ปอดถูกทำลาย ซึ่งผู้ป่วยที่หายใจลำบากอาจมีอาการหอบหืด หายใจหวีดร่วมด้วย เนื่องจากมีการเกร็งของกล้ามเนื้อรอบหลอดลม ทำให้หายใจไม่สะดวก เวลาหายใจมีเสียงดังหวีดให้ได้ยินชัดเจน จากผลการศึกษาที่ผ่านมามีการศึกษาสุขภาพระบบทางเดินหายใจของช่างเชื่อมในประเทศซาอุดิอาระเบีย โดยศึกษาในช่างเชื่อม 41 คนและกลุ่มเปรียบเทียบ 41 คน มีรายงานในช่างเชื่อม ร้อยละ 9.8 มีอาการหายใจไม่ออกขณะรีบเดินบนที่ราบ หรือ เดินขึ้นที่สูงไม่มาก เมื่อเทียบกับกลุ่มควบคุม ร้อยละ 4.9 แตกต่างอย่างมีนัยสำคัญ (Chi-square = 0.18, $P = 0.06715$) (OR= 2.1, 95% CI: 0.3-17.78) (Al-Otaibi, 2014)

**เจ็บหน้าอก (Chest pain)** คือ อาการเจ็บที่เกิดจากหลอดลมอักเสบมักมีอาการแน่นหน้าอกบริเวณหลังกระดูก อาจเจ็บตลอดเวลาหรือเจ็บเมื่อหายใจเข้าลึก ๆ หรือ เกิดขณะมีอาการไอ ประกอบด้วยการมีอาการเจ็บจนทำอะไรไม่ไหวถึง 1 สัปดาห์ใน 3 ปีที่ผ่านมา มีอาการต้องขากเสมหะมากกว่าเดิมระหว่างเจ็บหน้าอกใน 3 ปี ที่ผ่านมา หรือ มีอาการต้องขากเสมหะมากกว่าเดิม

ระหว่างเจ็บหน้าอกใน 3 ปีที่ผ่านมาและมีการเจ็บหน้าอกจนทำอะไรไม่ไหวนานถึงสัปดาห์อยู่หลายครั้ง

**ผลกระทบแบบเรื้อรัง**

การเกิดพิษแบบเรื้อรังมักเกิดจากการรับสารในปริมาณน้อยแต่มีการสัมผัสติดต่อกันนานกว่า 3 เดือน (อนามัย (ธีรโรจน์) เทศกะทึก, 2553) ซึ่งการสัมผัสระยาวอาจส่งผลให้การทำงานของสมรรถภาพปอดลดลง จนเป็นสาเหตุให้ปอดถูกทำลายได้ (OSHA, 2013) จนอาจส่งผลกระทบต่อการทำงานของปอดเรื้อรังได้ (Hariri, 2014) เช่น โรคหลอดลมอักเสบ เกิดโรคปอดอุดกั้นเรื้อรัง (Koh et al., 2015) และโรคหืดจากการทำงาน (Castano & Suarthana, 2014)

**ผลกระทบต่อสมรรถภาพปอด** การรับสัมผัสละอองโลหะในระยะเวลานานอาจส่งผลให้ความจุปอดลดลง ซึ่งสามารถเกิดความผิดปกติได้หลายลักษณะ เช่น มีการอุดกั้นของหลอดลม เมื่อมีการตรวจวัดสมรรถภาพปอดด้วยเครื่องสไปโรมิเตอร์ พบว่าค่า $FEV_1$/ FVC ต่ำกว่า 70% โดยค่า FVC ปกติ ส่วนใหญ่จะพบในผู้ป่วยโรคหืดและโรคหลอดลมอักเสบเรื้อรัง และยังสามารถพบแบบที่ทำให้ความยืดหยุ่นของปอดลดลง ทำให้ความจุปอดลดลง ส่วนใหญ่จะพบค่า FVC เมื่อเทียบกับมาตรฐานพบว่าต่ำกว่า 80% แต่ค่า $FEV_1$และ FVC จะมากกว่า 70% หรือช่างเชื่อมบางกลุ่มอาจพบความผิดปกติได้ทั้ง 2 แบบ จากผลการศึกษาวิจัยที่ผ่านมาพบว่ามีการศึกษาความผิดปกติจากการหายใจที่มีผลเรื้อรัง จากผลการศึกษาในกลุ่มของช่างเชื่อมในประเทศตุรกีพบว่าค่า FVC,$FEV_1$ มีค่าลดลงอย่างมีนัยสำคัญโดยค่าเฉลี่ยในกลุ่มช่างเชื่อมและกลุ่มควบคุมพบค่า FVC เท่ากับ 86.06 (25.74) ค่า $FEV_1$ เท่ากับ 87.54 (13.70) ที่ $p<0.01$) (Ozdemir et al., 1995)

นอกจากนี้มีการศึกษาถึงผลกระทบของสมรรถภาพปอดของการเชื่อมแบบจุด (Spot)ในอุตสาหกรรมรถยนต์ประเทศอิหร่านเป็นการศึกษาแบบภาคตัดขวางในช่างเชื่อมจุด (Spot) เพศชายจำนวน 137 และกลุ่มพนักงานสำนักงานจำนวน 129 คน โดยใช้แบบสอบถามบันทึกข้อมูลด้านประชากร การสูบบุหรี่ ประวัติการทำงาน และอาการระบบทางเดินหายใจ และวัดสมรรถภาพปอดด้วยเครื่องสไปโรมิเตอร์ รวมถึงมีการเก็บตัวอย่างอากาศที่ระดับทางเดินหายใจของช่างเชื่อม ผลการวิเคราะห์ความเข้มข้นไอโลหะพบว่าต่ำกว่าค่าแนะนำของ ACGIH ซึ่งพบว่ามีนัยสำคัญค่าเฉลี่ย $FEV_1$ , $FEV_1$ / FVC ต่ำในช่างเชื่อมแบบจุด (Spot) เปรียบเทียบกับกลุ่มควบคุม นอกจากนี้ยังมีนัยสำคัญเพิ่มขึ้นของความชุกอาการระบบทางเดินหายใจ ได้แก่ อาการมีเสมหะและหายใจลำบาก ซึ่งพบในช่างเชื่อมจุด ร้อยละ 15 และ ในกลุ่มควบคุมร้อยละ 1 มีความผิดปกติของปอดแบบอุดกั้นเรื้อรัง จากผลการศึกษาแสดงให้เห็นว่าช่างเชื่อมจุดมีความเสี่ยงของการพัฒนาอาการระบบทางเดินหายใจและการทำงานของปอดลดลงแม้จะมีการรับสัมผัสควันเชื่อมต่ำกว่าค่าแนะนำของ ACGIH (Loukzadeh et al., 2009)

ซึ่งตรงกับผลการศึกษาวิจัยของ Sharifian et al. (2011) จากการสำรวจผลกระทบต่อปอดของควันเชื่อมในช่างเชื่อมประกอบรถยนต์ ในโรงงานผลิตรถยนต์ในประเทศอิหร่าน จำนวน 43 คน และบุคคลในสำนักงาน 129 คน โดยใช้แบบสอบถามพบว่าค่าเฉลี่ยการทำงานของปอดในช่างเชื่อมลดลงเมื่อเทียบกับกลุ่มควบคุม ทำให้ช่างเชื่อมเป็นกลุ่มที่มีความเสี่ยงต่อการเกิดโรคปอดได้ (Sharifian et al., 2011)

แต่แตกต่างจากผลการศึกษาของ Tunc et al. (2003) ที่ทำการศึกษาเกี่ยวกับระบบทางเดินหายใจและการทดสอบการทำงานของปอดในช่างเชื่อม 32 คน ในประเทศตุรกี โดยมีกลุ่มควบคุมเป็นผู้ประกอบอาชีพที่ไม่ได้สัมผัสควันเชื่อม ในการศึกษาครั้งนี้มีการทดสอบสมรรถภาพปอดระหว่างกลุ่มของช่างเชื่อมและกลุ่มควบคุม และผลที่ได้จากการทดสอบสมรรถภาพปอดพบว่าไม่แตกต่างอย่างมีนัยสำคัญทางสถิติระหว่างช่างเชื่อมและกลุ่มควบคุม

**โรคหลอดลมอักเสบ (Bronchitis) คือ** โรคที่เกิดการอักเสบเยื่อบุของหลอดลมทำให้เยื่อบุหลอดลมบวม และมีเสมหะอุดหลอดลมสาเหตุส่วนใหญ่เกิดจากการติดเชื้อไวรัส ซึ่งอาจเกิดจากการสัมผัสฝุ่น ควันเชื่อม สารเคมี หรือ การสูบบุหรี่ ส่วนอาการที่แสดงมักพบว่ามีอาการไอและมีเสมหะในคอ หายใจลำบากหรือหายใจเสียงดังหวีด (สุชาติ เกียรติวัฒนเจริญ, 2555) มักเริ่มมีอาการแน่นอก และเจ็บร่วมกับไอแห้ง ๆ ในระยะแรก ๆ ของโรค เมื่อการอักเสบลุกลามมากขึ้น ผู้ป่วยอาจมีอาการหอบหืด และหายใจลำบาก เสมหะในระยะแรก ๆ จะมีสีขาวข้นเหนียว แต่เมื่อมีการติดเชื้อบัคเตรีร่วม เสมหะจะมีลักษณะปนหนอง นอกจากนี้ ผู้ป่วยจะมีอาการทั่วไป เช่น มีไข้ อ่อนเพลีย หายใจเร็ว เบื่ออาหาร คลื่นไส้ และอาเจียน

จากผลการศึกษาวิจัยที่ผ่านมาพบว่า มีการศึกษาเปรียบเทียบควันเชื่อมสแตนเลสกับควันเชื่อมทั่วไปที่มาจากองค์ประกอบของอนุภาคหลากหลาย ส่วนใหญ่มาจากลวดเชื่อม พบว่าช่างเชื่อมมากกว่า 390,000 คนที่มีการรายงานในสหรัฐอเมริกาในปี 2008 และมากกว่า 1 ล้านคนทั่วโลกปฏิบัติงานเต็มเวลา จากการสอบสวนเกี่ยวกับผลกระทบต่อสุขภาพในปัจจุบันจากการสัมผัสควันเชื่อมพบว่าควันเชื่อมมีผลกะทบต่อปอดซึ่งเกี่ยวข้องกับโรคหลอดลมอักเสบ ไข้ฟูมโลหะ มะเร็ง และมีการเปลี่ยนแปลงการทำงานของปอด (Leonard et al., 2010) และจากการสำรวจระบบทางเดินหายใจของช่างเชื่อมอู่ต่อเรือ 609 คน ในปี 1979 พบว่า มีการเปลี่ยนแปลงของระบบทางเดินหายใจและมีการก่อตัวของโรคหลอดลมอักเสบเรื้อรัง หายใจหวีดเกือบทุกวัน จำนวน 77 คน และ 109 คน ตามลำดับและต้องออกแรงในการหายใจเพิ่มขึ้น จำนวน 89 คน โดยมีปัจจัยที่เข้ามาเกี่ยวข้องอย่างมีนัยสำคัญ คือ เรื่องของการสูบบุหรี่ มีค่า $FEV_1$ลดลง (Chinn et al., 1990)

มีการศึกษาอาการระบบทางเดินหายใจในช่างเชื่อมอู่ต่อเรือของประเทศเดนมาร์คในปี 1982 ประมาณ 2660 คน เทียบกับกลุ่มควบคุมควบคุมที่เป็นช่างไฟฟ้าจำนวน 881 คน โดยใช้แบบสอบถามอาการทางเดินหายใจมาตรฐาน สภาการวิจัยทางการแพทย์ของอังกฤษ (British Medical Research Council : BMRC) จากการศึกษาพบว่าช่างเชื่อมมีความชุกการเกิดโรคหลอดลมอักเสบเรื้อรังสูงอย่างมีนัยสำคัญร้อยละ 21 เมื่อเทียบกับกลุ่มควบคุมร้อยละ 9 ที่ $p<0.01$ (Groth, 1989) จากผลการศึกษาที่ผ่านมามีการศึกษาสุขภาพระบบทางเดินหายใจของช่างเชื่อมในประเทศซาอุดิอาระเบีย โดยศึกษาในช่างเชื่อม 41 คน และกลุ่มเปรียบเทียบ 41 คน มีรายงานในช่างเชื่อม 11 คน มีโรคหลอดลมอักเสบเรื้อรัง ซึ่งเป็นมากกว่า 3 เดือน เมื่อเทียบกับ 1 คน ในกลุ่มควบคุม แตกต่างอย่างมีนัยสำคัญทางสถิติ (Chi-square = 6.64, $P< 0.001$) (OR=1.7, 95% CI: 1.19-2.53) (Al-Otaibi, 2014)

**โรคปอดอุดกั้นเรื้อรัง (Chronic obstructive pulmonary disease, COPD)** คือ กลุ่มของโรคที่เกิดอาการอุดกั้นในระบบทางเดินหายใจส่วนล่างอย่างถาวรจากการเปลี่ยนแปลงของหลอดลมหรือเนื้อปอดจนเกิดอาการหลอดลมตีบแคบหรือตันลงลักษณะการตีบแคบหรือตันของหลอดลมจะเป็นอย่างเรื้อรังไม่สามารถกลับคืนเป็นปกติได้ ซึ่งโรคในกลุ่มนี้ ได้แก่ โรคหลอดลมอักเสบเรื้อรัง และโรคถุงลมปอดโป่งพอง (วัชรา บุญสวัสดิ์, 2548 ; สมาคมอุรเวชแห่งประเทศไทย, 2545) จากการศึกษาที่ผ่านมามีการศึกษาเกี่ยวกับการรับสัมผัสควันเชื่อมต่อโรคปอดอุดกั้นเรื้อรังในกลุ่มของช่างเชื่อมพบว่ามีความชุกของปอดอุดกั้นเรื้อรัง ร้อยละ 15 ในกลุ่มช่างเชื่อมอู่ต่อเรือในประเทศเกาหลี (Koh et al., 2015)

ในสหรัฐอเมริกาได้มีการสำรวจข้อมูลในกลุ่มที่มีอาการของปอดอุดกั้นเรื้อรัง จำนวน 10,000 ราย ที่มีอายุระหว่าง 30-75 ปีพบว่ามีปัจจัยที่มาจากการประกอบอาชีพร้อยละ 19.2 สาเหตุส่วนใหญ่มาจากการสัมผัส ฝุ่น ควัน และสารเคมีต่างๆ ร้อยละ 10-20 ของผู้ที่ประกอบอาชีพ ซึ่งผลกระทบที่เกิดขึ้นจะทำให้การทำหน้าที่ของปอดเสียไป (Gold, 2011) ส่วนใหญ่จะพบการอักเสบเรื้อรัง โดยการสูดเอาอนุภาคหรือก๊าซพิษที่มีการเพิ่มของเซลล์นิวโตรฟิลและอัลวีโอลา มาโครฟาคเซลล์ที่เกี่ยวข้องเมื่อถูกกระตุ้นจะสร้างและหลั่งสารอนุมูลอิสระอย่างต่อเนื่อง เมื่อสารพิษหรือก๊าซพิษที่เข้าไปกระตุ้นทำลายสารอนุมูลอิสระที่มีการป้องกันการทำลายเนื้อปอด จึงทำให้ผนังหลอดลมขนาดเล็กที่อยู่รอบ ๆ เกิดการอักเสบและถูกทำลายอย่างค่อยเป็นค่อยไป (พรรณิภา สืบสุข, 2553) อาการที่พบได้ทั่วไป คือ อาการหายใจเหนื่อยหอบ ผู้ป่วยจะมีความรู้สึกต้องการอากาศในการหายใจเพิ่มขึ้น อาการไอเรื้อรัง และมีเสมหะ (WHO, 2010)

อาการ ของโรคปอดอุดกั้นเรื้อรังที่สำคัญ คือ อาการไอ มีเสมหะ หายใจลำบาก หอบเหนื่อยง่าย ต้องออกแรงหายใจมากขึ้น โดยเฉพาะเวลาที่อาการกำเริบ รวมถึงอาจมีเสียงหายใจดังวี้ด

ขณะหายใจเข้า นอกจากนั้นมักพบอาการอ่อนเพลีย เนื่องจากต้องออกแรงเพิ่มในการหายใจระยะของโรคสามารถทำได้โดยวิธีการตรวจสมรรถภาพปอดด้วยเครื่องสไปโรมิเตอร์ สามารถนำไปจัดระดับความรุนแรงของการเปลี่ยนแปลงทางพยาธิสภาพวิทยาในโรคปอดอุดกั้นเรื้อรัง โดยการตรวจวัดสัดส่วนปริมาตรของอากาศที่หายใจออกอย่างแรงใน 1 วินาทีแรก ($FEV_1$) ต่อปริมาตรอากาศที่หายใจออกมาโดยเร็วและนานภายหลังหายใจเข้าเต็มที่ (FVC) น้อยกว่าร้อยละ 70 ($FEV_1$/ FVC ratio <0.7) หรือ ปริมาตรอากาศที่หายใจออกอย่างแรงใน 1 วินาทีแรกน้อยกว่าหรือเท่ากับ ร้อยละ 80 ร้อยละ 50 และร้อยละ 30 ทำนาย ($FEV_1 \leq$ 80, 50 or 30%) มีการศึกษาพบว่าทุกกลุ่มอายุมีอัตราส่วน $FEV_1$/ FVC จะมากเกินกว่า 0.70 (ธารีรัตน์ อนันต์ชัยทรัพย์, 2555)

**โรคหืดจากการทำงาน (Occupational asthma)** เป็นโรคที่พบมากที่สุดในโรคระบบทางเดินหายใจที่เกิดจากการทำงาน โรคหืดจากการทำงานเกิดจากการได้รับสิ่งเร้าที่อยู่ในสภาพแวดล้อมที่ทำงาน เช่น ฝุ่นละออง ก๊าซ ไอ ฟูม หรือ สารเคมีต่าง ๆ (สมเกียรติ วงษ์ทิม, 2550) โรคหืดจากการทำงานแบ่งได้ 2 ชนิด ได้แก่ โรคหืดจากการทำงานที่มีระยะก่อโรค (Latency period) เป็นกลุ่มของโรคหืดที่เกิดจากการได้รับสารที่มากระตุ้นให้มีการสร้างภูมิต้านทานก่อนระยะเวลาก่อโรค หรือก่อนที่จะมีอาการโรคหืด โดยเกิดขึ้นมากกว่า 2 สัปดาห์ขึ้นไปจนถึงมากกว่า 2 ปี (สมเกียรติ วงษ์ทิม, 2550) และโรคหืดจากการทำงานที่ไม่มีระยะก่อโรค โดยอาการของโรคหืดจะเกิดขึ้นภายในไม่กี่ชั่วโมงหลังจากได้รับสารระคายเคืองในปริมาณสูง

ภายหลังการรับสัมผัสสารที่มากระตุ้น ทำให้หลอดลมมีการอักเสบและมีความไวต่อการตอบสนองต่อสิ่งเร้า พยาธิสภาพในผู้ป่วยโรคหืดจากการทำงานคล้ายคลึงกับผู้ป่วยโรคหืดทั่วไป นอกจากนี้ยังทำให้เกิด Reversible airway obstruction ซึ่งปฏิกิริยานี้จะเกิดได้รวดเร็วภายใน 10-30 นาที หรือ เกิดภายหลังการสัมผัสสารที่มากระตุ้นไปแล้ว 3-8 ชั่วโมง แต่ในบางรายอาจเกิดขึ้นทั้งสองช่วง โดยลักษณะพยาธิสภาพของหลอดลม มีลักษณะหนา เยื่อบุหลอดลมบวมน้ำ กล้ามเนื้อเรียบภายในผนังหลอดลมมีขนาดใหญ่ขึ้นและมีพังผืดใต้ชั้นเยื่อบุผู้ทำงานจะมีอาการหอบหืดเกิดขึ้นหลังปฏิบัติงานในบรรยากาศที่มีสารก่อโรคเป็นเวลา 2 สัปดาห์ ในบางรายอาจมีอาการไอเด่นเพียงอย่างเดียว (ศตกมล ประสงค์วัฒนา, 2553)

นอกจากนี้ยังพบอาการการระคายเคืองจมูกและตาร่วมด้วยในระยะแรกของการเจ็บป่วย จะพบว่าสมรรถภาพปอดลดลง ซึ่งถ้าหยุดรับสัมผัสในระยะเริ่มต้น อาการและความผิดปกติต่าง ๆ จะดีขึ้นในช่วงวันหยุดทำงาน แต่ถ้าได้รับสารก่อโรคไปเรื่อย ๆ อาการก็จะแสดงตลอดทั้งช่วงวันที่หยุดปฏิบัติงานและวันทำงาน ในระยะสุดท้ายของการแสดงโรคจะแสดงอาการคล้ายโรคหลอดลมอักเสบเรื้อรัง (สมเกียรติ วงศ์ทิม, 2550) นอกจากนี้ปัจจัยที่ทำให้สมรรถภาพปอดลดลง ได้แก่ ปริมาณฝุ่นที่รับสัมผัส ระยะเวลาในการทำงาน การใช้อุปกรณ์ป้องกันตนเอง หรือการรับสัมผัสใน

สภาพแวดล้อมเดียว ในที่ทำงานเดียวกันอาจทำให้มีอาการเจ็บป่วยไม่เหมือนกันได้แก่ โรคภูมิแพ้ และประวัติการสูบบุหรี่ (ศตกมล ประสงค์วัฒนา, 2553)

# บทที่ 3
# วิธีการดำเนินการวิจัย

## รูปแบบวิธีการวิจัย

การศึกษาครั้งนี้เป็นการศึกษาวิจัยเชิงวิเคราะห์ ณ จุดเวลาใดเวลาหนึ่ง (Cross-sectional analytical study) เพื่อศึกษาการรับสัมผัสไอโลหะแมงกานีสและปัจจัยที่ส่งผลต่อความผิดปกติของระบบทางเดินหายใจ ในพนักงานโรงงานผลิตชิ้นส่วนรถยนต์แห่งหนึ่งในเขตจังหวัดชลบุรี โดยเก็บข้อมูลในวันที่ 2 เดือน พฤศจิกายน พ.ศ. 2558 ถึง วันที่ 31 เดือน มีนาคม พ.ศ. 2559

## ประชากรและกลุ่มตัวอย่าง

ประชากรในการศึกษาคือ พนักงานโรงงานผลิตชิ้นส่วนรถยนต์แห่งหนึ่งในเขตจังหวัดชลบุรี จำนวน 112 คน

กลุ่มตัวอย่าง คือ ผู้ปฏิบัติงานที่รับสัมผัสสารอันตรายจากไอโลหะคล้ายกัน (Similar Exposure Group : SEG) จำนวน 6 กลุ่ม แบ่งตามลักษณะงานได้ดังนี้ งานเชื่อมโลหะ จำนวน 21 คน งานตัด จำนวน 12 คน งานปั๊มขึ้นรูป จำนวน 23 คน งานเตรียมแม่พิมพ์ จำนวน 12 คน งานโลจิสติกส์ จำนวน 14 คน และ จำนวน 1 กลุ่ม เป็นกลุ่มพนักงานที่ปฏิบัติงานโดยไม่มีการสัมผัสไอโลหะได้แก่งานสำนักงานจำนวน 30 คน

## เครื่องมือที่ใช้ในการวิจัย

เครื่องมือที่ใช้ในการศึกษาครั้งนี้ ประกอบด้วย แบบสัมภาษณ์ เครื่องเก็บตัวอย่างไอโลหะและเครื่องตรวจสมรรถภาพปอด โดยมีรายละเอียดดังนี้

**1. แบบสัมภาษณ์**แบ่งเป็น 2 ส่วนได้แก่

**1.1 ส่วนที่ 1** ประกอบด้วยข้อมูลปัจจัยส่วนบุคคลและข้อมูลปัจจัยจากการทำงาน ได้แก่ ข้อมูลด้านปัจจัยส่วนบุคคลแปลผลแบบเลือกตอบจำนวนทั้งสิ้น 5 ข้อ คำถามได้แก่ เพศ อายุ ประวัติการสูบบุหรี่ ประวัติการดื่มสุรา และประวัติการเจ็บป่วย

ข้อมูลทางด้านปัจจัยจากการทำงานแปลผลแบบเลือกตอบจำนวนทั้งสิ้น 5 ข้อคำถามได้แก่ อายุงาน ระยะเวลาการทำงานต่อวัน ลักษณะการปฏิบัติงาน การใช้อุปกรณ์ป้องกันระบบทางเดินหายใจและสภาพแวดล้อมในการทำงาน

**1.2 ส่วนที่ 2** ประกอบด้วยข้อมูลอาการของระบบทางเดินหายใจ จำนวน 13 ข้อ ดัดแปลงมาจาก สภาการวิจัยทางการแพทย์ของอังกฤษ (British Medical Research Council: BMRC) (อ้างอิงถึงใน ศตกมล ประสงค์วัฒนา, 2553) การแปลผล ค่า 0 หมายถึง ปกติ และ 1 หมายถึง ผิดปกติตามลำดับ

**2. อุปกรณ์เก็บตัวอย่างไอโลหะ** เพื่อหาระดับความเข้มข้นของไอโลหะที่ได้รับขณะปฏิบัติงาน อุปกรณ์ที่ใช้ในการตรวจวัดประกอบด้วย

2.1 Personal Sampling Pump ยี่ห้อ SKC จำนวน 10 เครื่อง

2.2 Cellulose Filter ขนาดรูพรุน 0.8 μm

**3. เครื่องตรวจสมรรถภาพปอด** เพื่อใช้ประเมินลักษณะความผิดปกติของปอดซึ่งแบ่งลักษณะความผิดปกติได้ 3 ลักษณะดังนี้ สมรรถภาพปอดผิดปกติแบบหลอดลมอุดกั้น แบบจำกัดการขยายตัว และ แบบผสม (เป็นความผิดปกติที่เกิดขึ้นทั้งแบบหลอดลมอุดกั้นและแบบจำกัดการขยายตัวร่วมกัน) การแปลค่า 0 หมายถึง ปกติ และ 1 หมายถึง ผิดปกติ โดยการแปลผลความผิดปกติแบ่งเป็น 3 ลักษณะ ได้แก่ ผิดปกติแบบอุดกั้น (Obstructive abnormalities) ผิดปกติแบบจำกัดการขยายตัว (Restrictive abnormalities) และแบบผสม (Mixed abnormalities) ในครั้งนี้ผู้ศึกษาใช้แบบบันทึกใบรายงานผลการตรวจสมรรถภาพปอดในงานอาชีวอนามัย (สมาคมโรคจากการประกอบอาชีพและสิ่งแวดล้อมแห่งประเทศไทย, 2557) และใช้เครื่องตรวจสมรรถภาพปอดจำนวน 1 เครื่อง โดยมีรายละเอียดดังนี้

3.1 เครื่องสไปโรมิเตอร์ (Spirometer) หรือ เครื่องตรวจสมรรถภาพปอด ยี่ห้อ Datospir-120 P/ N 511-800-Mu2 ซึ่งเป็นไปตามเกณฑ์ความแม่นยำและความเที่ยงตรงขั้นต่ำของเครื่องสไปโรมิเตอร์ตามแนวทางของ ATS ฉบับปี ค.ศ. 1994 (สมาคมโรคจากการประกอบอาชีพและสิ่งแวดล้อมแห่งประเทศไทย, 2557)

**การตรวจสอบคุณภาพของเครื่องมือ**

การตรวจสอบคุณภาพเครื่องมือจำแนกได้ 2 ประการ คือ การควบคุมคุณภาพเครื่องมือประเภทแบบสัมภาษณ์และการทดสอบความถูกต้องอุปกรณ์และเครื่องมือที่ใช้ในการเก็บตัวอย่าง

**การควบคุมคุณภาพของเครื่องมือวิจัย**

การควบคุมคุณภาพเครื่องมือที่ใช้ในการศึกษาครั้งนี้ประกอบด้วยการควบคุมคุณภาพเครื่องมือประเภทแบบสัมภาษณ์ และการทดสอบความถูกต้องเครื่องเก็บตัวอย่างไอโลหะและเครื่องตรวจสมรรถภาพปอด โดยมีรายละเอียด ดังนี้

**การหาคุณภาพเครื่องมือของแบบสัมภาษณ์** ขั้นตอนการสร้างเครื่องมือที่ใช้ในการศึกษา จำแนกเป็น แบบสัมภาษณ์ส่วนที่ 1 ประกอบด้วยข้อมูลเกี่ยวกับปัจจัยส่วนบุคคลและปัจจัยจากการทำงานที่ผู้ศึกษาสร้างขึ้นโดยศึกษาขอบเขตของผู้สัมผัสไอโลหะ ปัจจัยเสี่ยงด้านตัวผู้ปฏิบัติงาน ปัจจัยเสี่ยงด้านการทำงาน ที่ทำให้เกิดความผิดปกติของระบบทางเดินหายใจ แล้วนำมาสรุปเป็นคำถามการสัมภาษณ์ในการสร้างเครื่องมือและส่วนที่ 2 ประกอบด้วยข้อมูลอาการของระบบทางเดินหายใจส่วนการทดสอบความเที่ยงตรงของเครื่องมือ โดยนำแบบสัมภาษณ์ที่สร้างขึ้นไปตรวจสอบความครอบคลุมของเนื้อหาและภาษาที่ใช้โดยได้รับการแก้ไขตรวจทานจากผู้ทรงคุณวุฒิจำนวน 3 ท่านจึงจะนำแบบสัมภาษณ์ไปใช้งานได้

**การทดสอบความถูกต้องอุปกรณ์และเครื่องมือที่ใช้ในการเก็บตัวอย่าง**

**2. อุปกรณ์เก็บตัวอย่างไอโลหะ**

การปรับความถูกต้อง (Calibration) ของเครื่องมือหรืออุปกรณ์ที่ใช้ในการเก็บตัวอย่างไอโลหะ ประกอบด้วย

2.1 ปั๊มเก็บตัวอย่างอากาศชนิดติดตัวบุคคล (Personal sampling pump) ยี่ห้อ SKC โดยตั้งอัตราการดูดอากาศประมาณ 1 ถึง 4 ลิตร/ นาที

2.2 อุปกรณ์ชุดปรับเทียบมาตรฐาน (Calibrator) ซึ่งอาจเป็นชุด Manual Burette bubble meter

2.3 ตลับใส่ตัวกรอง (Cassette filter holder) พร้อมทั้งตัวกรองชนิด Cellulose ester membrane ขนาดรูพรุน 0.8 ไมครอน

2.3 นาฬิกาจับเวลา

2.5 สายยางนำอากาศ

โดยเครื่องมือที่นำมาใช้งานต้องผ่านการ Calibration ก่อน ซึ่งใช้วิธีการการสอบเทียบเครื่องมือแบบ Manual Burette Bubble Method โดยมีขั้นตอนดังต่อไปนี้

1. เดินเครื่องปั๊มเก็บตัวอย่างอากาศก่อนอย่างน้อย 5 นาที เพื่อตรวจสอบแรงดันไฟฟ้า
2. ประกอบชุดตลับยึดตัวกรองพร้อมตัวกรอง เข้ากับชุดเครื่องเก็บตัวอย่างอากาศ
3. ทำให้ภายในหลอดแก้ว Burette เปียกให้ทั่วด้วยน้ำสบู่ เพื่อมิให้มีความต้านทานภายในหลอดแก้ว
4. เดินเครื่องปั๊มเก็บตัวอย่างอากาศ ปรับตั้งค่า Rota meter โดยประมาณค่า Flow rate ตามที่ต้องการ
5. จุ่มปากกระบอกแก้ว Burette ด้วยน้ำสบู่ที่บรรจุอยู่ใน Beaker เพื่อให้กระบอกแก้ว Burette ดูดฟองสบู่

6. จุ่มปากกระบอกแก้ว Burette ในน้ำสบู่ 2-3 ครั้งเพื่อให้ได้ฟองสบู่ที่สมบูรณ์

7. สังเกตการเคลื่อนที่ของฟองสบู่และจับเวลาเมื่อฟองสบู่ผ่านขีดที่ระดับ 0 มิลลิลิตร และ 1000 มิลลิลิตร หากฟองสบู่แตกก่อนที่จะเคลื่อนที่ถึงจุดสุดท้ายให้เริ่มทำใหม่ และให้ดำเนินการซ้ำอย่างน้อย 3 ครั้งเพื่อคำนวณหาค่าเฉลี่ยเวลา

8. ทำการปรับระดับ Rota meter และทำการสอบเทียบเครื่องมือใหม่ โดยปรับ Rota meter ให้สูงกว่า-ต่ำกว่าจุดเดิม 1 ระดับ

9. คำนวณหาอัตราการไหลของอากาศที่ค่า Rota meter แต่ละระดับโดยใช้สูตร

$$\text{อัตราการไหลของอากาศ} = \frac{\text{ปริมาตรอากาศ 1 ลิตร}}{\text{ระยะเวลาเฉลี่ยที่ฟองสบู่เคลื่อนที่จากขีด 0 มิลลิลิตร และ 1000 มิลลิลิตร}}$$

10. นำค่าอัตราการไหลของอากาศที่ระดับค่า Rota meter แต่ละระดับมาทำกราฟปรับความถูกต้องของโรตามิเตอร์ (Calibration Curve) โดยให้แกน x เป็นค่า Rota meter และ แกน y เป็นค่าอัตราการไหลของอากาศ

**3. เครื่องตรวจสมรรถภาพปอด (Spirometer)**

เครื่อง Spirometer ที่ใช้เป็น Spirometer ยี่ห้อ Datospir-120 P/ N 511-800-Mu2 ตัวเครื่องผ่านการ Calibration ก่อนนำมาใช้งาน โดยมีวิธีการดังนี้ (สมาคมโรคจากการประกอบอาชีพและสิ่งแวดล้อมแห่งประเทศไทย, 2557)

3.1 เปิดเครื่อง

3.2 ใส่ค่า วัน เดือน ปี

3.3 ใส่ค่าอุณหภูมิ ความกดดันของอากาศ และค่าความชื้นสัมพัทธ์ของอากาศในห้องที่ทำการตรวจในขณะนั้น

3.4 ใช้กระบอกสูบสำหรับ Calibrate ปริมาตร 3 ลิตร ต่อเข้ากับเครื่อง ทำการตรวจวัดค่าปริมาตร (โดยการดูที่ค่า FVC หรือ VC ที่หน้าจอ) ทำการสูบอากาศเข้าเครื่องอย่างน้อย 3 ครั้ง ด้วยอัตราการไหลที่แตกต่างกัน อัตราการไหลที่ใช้ในการทดสอบควรอยู่ในช่วง 0.5-12 ลิตรต่อวินาที

3.5 สำหรับปริมาตรที่ตรวจวัดได้จะต้องแตกต่างจากปริมาตรที่ระบุไว้ที่กระบอกสูบไม่เกิน $\pm$3.5 ของปริมาตรที่ใช้ในการปรับความถูกต้องของเครื่องมือ (Calibration)

3.6 พิมพ์ค่าที่ได้จากการการปรับความถูกต้องของเครื่องมือทุกครั้งเก็บไว้

3.7 ถ้าค่าที่ได้มีความแปรปรวนเกิน ±3.5 ให้กลับไปการปรับความถูกต้องของเครื่องมือ ตามข้อ 4 ถึง 5 ใหม่จนกว่าจะได้ค่าที่ถูกต้อง

ก่อนนำเครื่องมือไปใช้กับผู้รับการตรวจสอบผู้ศึกษาได้ศึกษาการตรวจสมรรถภาพปอดจากแนวทางการตรวจและแปลผลตรวจสมรรถภาพปอดด้วยวิธีสไปโรเมตรีย์ในงานอาชีวอนามัย (สมาคมโรคจากการประกอบอาชีพและสิ่งแวดล้อมแห่งประเทศไทย, 2557) จากนั้นศึกษาเกี่ยวกับวิธีการตรวจสมรรถภาพปอดและทดลองใช้เครื่องสไปโรมิเตอร์ (Spirometer) กับเจ้าหน้าที่ผู้ดูแลห้องปฏิบัติการภาควิชาสุขศาสตร์อุตสาหกรรมและความปลอดภัย คณะสาธารณสุขศาสตร์ มหาวิทยาลัยบูรพา ที่มีความชำนาญในการใช้เครื่อง Spirometer เป็นอย่างดี เมื่อผู้ศึกษาฝึกปฏิบัติจนชำนาญและสามารถปฏิบัติได้อย่างถูกต้องแล้ว ก่อนที่ผู้ศึกษาจะนำเครื่องมือไปตรวจสมรรถภาพปอดของกลุ่มตัวอย่าง ผู้ศึกษาได้ทำการทดสอบเครื่องและวิธีการทดสอบกับอาจารย์ที่ปรึกษา เพื่อประเมินและตรวจสอบความแม่นยำเครื่อง

## วิธีการเก็บรวบรวมข้อมูล

ขั้นตอนในการเก็บรวบรวมข้อมูลมีดังนี้ คือ

1. เมื่อได้รับอนุมัติจากคณะกรรมการพิจารณาจริยธรรมการวิจัยแล้ว ผู้ศึกษาได้ประสานงานกับเจ้าหน้าที่ผู้ดูแลห้องปฏิบัติการ ของคณะสาธารณสุขศาสตร์ มหาวิทยาลัยบูรพา เพื่อขออนุญาตยืมเครื่อง Spirometer สำหรับเป็นเครื่องมือนำไปใช้ในการตรวจสมรรถภาพปอดพนักงานโรงงานผลิตชิ้นส่วนรถยนต์แห่งหนึ่งในเขตจังหวัดชลบุรี ซึ่งเป็นกลุ่มตัวอย่างในครั้งนี้

2. ดำเนินการประสานงานกับบริษัทฯ โดยนำหนังสือขออนุญาตเก็บรวบรวมข้อมูลจากภาควิชาสุขศาสตร์อุตสาหกรรมและความปลอดภัย คณะสาธารณสุขศาสตร์ มหาวิทยาลัยบูรพา เพื่อขอความร่วมมือในการศึกษา ถึงผู้จัดการโรงงาน เพื่อชี้แจงวัตถุประสงค์ รายละเอียดเกี่ยวกับการเก็บข้อมูลและขออนุญาตในการเก็บข้อมูล

3. ผู้ศึกษาเข้าพบผู้จัดการโรงงาน เพื่อชี้แจงวัตถุประสงค์ รายละเอียดเกี่ยวกับการเก็บข้อมูล ขออนุญาตเก็บข้อมูล กำหนดวัน เวลา และ สถานที่ เพื่อดำเนินการเก็บรวบรวมข้อมูล

4. ผู้ศึกษาคัดเลือกกลุ่มตัวอย่างตามคุณสมบัติที่กำหนดไว้จำนวน 112 คน พร้อมทั้งแจ้งกำหนดการวันที่จะลงเก็บข้อมูล ให้กลุ่มเป้าหมายรับทราบเพื่อเข้าร่วมโดยพร้อมเพรียง

5. ลงเก็บข้อมูลโดยมีขั้นตอนการดำเนินการ ดังนี้

5.1 ผู้ศึกษาสัมภาษณ์กลุ่มตัวอย่างด้วยแบบสัมภาษณ์ ส่วนที่ 1 ข้อมูลปัจจัยส่วนบุคคล ได้แก่ เพศ อายุ ประวัติการสูบบุหรี่ ประวัติการดื่มสุราและประวัติการเจ็บป่วยและปัจจัยจากการทำงานได้แก่ อายุงาน ระยะเวลาการทำงานต่อวัน ลักษณะการปฏิบัติงานการใช้อุปกรณ์ป้องกัน

ระบบทางเดินหายใจและสภาพแวดล้อมในการทำงาน หลังจากนั้นทำการสัมภาษณ์กลุ่มตัวอย่างด้วยแบบสัมภาษณ์ ส่วนที่ 2 ได้แก่ อาการของระบบทางเดินหายใจ โดยระยะเวลาในการสัมภาษณ์ทั้ง 2 ส่วนใช้เวลา 5 นาที ต่อคน

5.2 เก็บตัวอย่างอากาศเพื่อหาระดับความเข้มข้นของไอโลหะที่ปนเปื้อนในอากาศที่พนักงานได้รับขณะปฏิบัติงานโดยมีวิธีการเก็บตัวอย่างไอโลหะแมงกานีสดังนี้

การเก็บตัวอย่างไอโลหะแมงกานีสดำเนินการเก็บตัวอย่างโดยปฏิบัติตามคำแนะนำของ NIOSH 7300 ใช้เทคนิคในการวิเคราะห์แบบ Atomic absorptionใช้กระดาษกรองชนิด Cellulose ester membrane ขนาด 0.8 ไมครอนที่อัตราการไหล 1 ถึง 4 ลิตร/ นาที ในการศึกษาครั้งนี้เป็นการเก็บตัวอย่างใช้เวลาสั้น ๆ (Grab samples) โดยใช้เวลาในการเก็บที่ 40 นาที ที่อัตราการไหล 2.378 ลิตร/ นาที โดยทำการเก็บตัวอย่างทั้งสิ้น 60 ตัวอย่าง จาก 6 แผนก แบ่งเป็นแผนกละ 10 ตัวอย่าง โดยแบ่งตามแผนกได้ดังนี้ แผนกเชื่อมโลหะ จำนวน 10 ตัวอย่าง แผนกตัด จำนวน 10 ตัวอย่าง แผนกปั๊มขึ้นรูป จำนวน 10 ตัวอย่าง แผนกเตรียมแม่พิมพ์ จำนวน 10 ตัวอย่าง แผนกโลจิสติกส์ จำนวน 10 ตัวอย่าง และแผนกสำนักงาน จำนวน 10 ตัวอย่าง

คำนวณตัวอย่างที่เหมาะสมโดยใช้หลักการของสมาคมสุขศาสตร์อุตสาหกรรมแห่งสหรัฐอเมริกา (American Industrial Hygiene Association, ACGIH) สำหรับใช้ในการประเมินการรับสัมผัสสารเคมีของผู้ปฏิบัติงานที่รับสัมผัสแบบเดียวกัน (Homogeneous exposure group) โดยมีตัวอย่างที่เหมาะสมอยู่ในช่วง 6-10 ตัวอย่าง (Hawkins et al., 1991) (อ้างอิงถึงใน อนามัย เทศกะทึก และคณะ, 2558) การติดอุปกรณ์สำหรับเก็บตัวอย่างจะติดตั้งที่ตัวบุคคลบริเวณระดับการหายใจ (Breathing zone) (NIOSH, 1977) (ปิติ พูลชัยศรีและคณะ, 2555)

ภายหลังการตรวจวัดปริมาณความเข้มข้นไอโลหะแมงกานีส จะส่งตัวอย่างที่ได้ไปวิเคราะห์ผลกับห้องปฏิบัติการของหน่วยงานเอกชน คือ บริษัท อินเตอร์เทค เทสติ้ง เซอร์วิส ประเทศไทย จำกัด และ หน่วยงานราชการ คือ ศูนย์อ้างอิงทางห้องปฏิบัติการและพิษวิทยา สำนักโรคจากการประกอบอาชีพและสิ่งแวดล้อม กรมควบคุมโรคและนำผลวิเคราะห์ที่ได้มาเทียบกับค่าแนะนำที่ ACGIH ระบุไอโลหะแมงกานีสในบรรยากาศการทำงานเฉลี่ย 8 ชั่วโมง (TLV-TWA) ที่ 0.1 มก./ ลบ.ม. (ACGIH, 2015)

5.3 การตรวจสมรรถภาพปอดพนักงานโรงงานผลิตชิ้นส่วนรถยนต์จำนวน 112 คน ก่อนทำการตรวจสมรรถภาพปอดผู้ศึกษานำเครื่องไปปรับความถูกต้อง (Calibration) และอธิบายถึงวิธีการตรวจและสาธิตให้กลุ่มเป้าหมายดูก่อน เพื่อให้ผู้เข้ารับการตรวจเกิดความเข้าใจและปฏิบัติได้อย่างถูกต้อง การทดสอบสมรรถภาพปอดกำหนดให้ใช้ท่านั่งตามแนวทางการตรวจและแปลผลตรวจสมรรถภาพปอดตามวิธีสไปโรเมตรีย์ในงานอาชีวอนามัยของสมาคมโรคจากการประกอบ

อาชีพและสิ่งแวดล้อมแห่งประเทศไทย (2557) โดยนั่งในลักษณะลำตัวและหน้าตรง เท้าทั้ง 2 ข้าง แตะถึงพื้น หนีบจมูกด้วยที่หนีบจมูก อมหลอดอมให้ริมฝีปากครอบหลอดอมไว้แน่น สูดหายใจเข้าทางปากอย่างเร็วจนสุดหยุดอยู่ที่ภาวะหายใจเข้าสุดนาน น้อยกว่า 1 วินาที หายใจออกอย่างเร็วและแรงที่สุดจนหมด ทำซ้ำให้ได้กราฟที่เข้าเกณฑ์การยอมรับอย่างน้อย 3 ครั้ง และทั้ง 3 ครั้งเมื่อนำมาพิจารณาร่วมกันแล้วผ่านเกณฑ์การทำซ้ำ จึงจะนำกราฟที่ได้มาทำการแปลผลหากพบว่า ผู้ทำการทดสอบมีอาการเหนื่อยมากให้หยุดทำการทดสอบทันที ทำการบันทึกข้อมูลและวิเคราะห์ข้อมูลที่ได้จากการศึกษา

การแปลผลของสมรรถภาพปอด ได้ยึดตามสมการศิริราชส่วนการแปลผลสมรรถภาพปอดว่าผิดปกติหรือไม่ผิดปกตินั้น จะเปรียบเทียบตามการแปลผลของการตรวจสไปรโรเมตรีย์ในงานอาชีวอนามัยที่ดัดแปลงมาจากสมาคมอุรเวชแห่งประเทศไทย พ.ศ. 2545 และ ACOEM ฉบับปี ค.ศ. 2011) (สมาคมโรคจากการประกอบอาชีพและสิ่งแวดล้อมแห่งประเทศไทย, 2557) ตามตารางที่ 3-1 คือ เกณฑ์การแบ่งระดับความรุนแรงของผลการตรวจที่ผิดปกติ กรณีพบความผิดปกติแบบอุดกั้น (Obstructive abnormalities) และ ความผิดปกติแบบจำกัดการขยายตัว (Restrictive abnormalities) ดังรายละเอียดตามตารางที่ 3-1

ตารางที่ 3-1 เกณฑ์การแบ่งระดับความรุนแรงของผลการตรวจที่ผิดปกติ

| **ระดับความรุนแรง Severity** | **ความผิดปกติแบบอุดกั้น (Obstructive abnormalities) พิจารณาจากค่า $FEV_1$ (% Predicted)** | **ความผิดปกติจากการขยายตัว (Restrictive abnormalities) พิจารณาจากค่า FVC (% Predicted)** |
|---|---|---|
| ปกติ(Normal) | >80 | >80 |
| เล็กน้อย (Mild) | 66-80 | 66-80 |
| ปานกลาง(Moderate) | 50-65 | 50-65 |
| มาก(Severe) | <50 | <50 |

ที่มา: สมาคมโรคจากการประกอบอาชีพและสิ่งแวดล้อมแห่งประเทศไทย (2557)

ในการแปลผลจะเริ่มจากการพิจารณาค่า $FEV_1$/ FVC เพื่อดูว่าผลการตรวจมีความผิดปกติแบบอุดกั้นหรือไม่ ถ้าพิจารณาค่า $FEV_1$/ FVC แล้ว ปกติแสดงว่าผลการตรวจนั้นไม่มีภาวะความผิดปกติแบบอุดกั้น แต่ถ้าพิจารณาค่า $FEV_1$/ FVC แล้ว ต่ำกว่าปกติแสดงว่าผลการตรวจนั้นมีภาวะ

ความผิดปกติแบบอุดกั้นร่วมอยู่ด้วย

หากพบว่ามีความผิดปกติแบบอุดกั้น ให้พิจารณาต่อว่ามีความผิดปกติแบบจำกัดการขยายตัวอยู่ด้วยหรือไม่ โดยการพิจารณาจากค่า FVC ถ้าพิจารณาค่า FVC แล้ว ปกติ แสดงว่าผลการตรวจนั้นไม่มีภาวะความผิดปกติแบบจำกัดการขยายตัวร่วมอยู่ด้วย จึงสรุปได้ว่าผลการตรวจที่พบเป็นความผิดปกติแบบอุดกั้นเพียงอย่างเดียว แต่ถ้าพิจารณาค่า FVC แล้ว “ต่ำกว่าปกติ”แสดงว่าผลการตรวจนั้นมีภาวะความผิดปกติจำกัดการขยายตัวร่วมอยู่กับความผิดปกติแบบอุดกั้นด้วยสรุปผลได้ว่า ผลการตรวจที่พบนั้นเป็นความผิดปกติแบบผสม (Mixed abnormalities)

หากพิจารณาค่า $FEV_1$/ FVC แล้วพบว่าผลการตรวจไม่มีความผิดปกติแบบอุดกั้น ให้พิจารณาต่อว่าผลการตรวจนั้นเป็นปกติ หรือมีความผิดปกติแบบจำกัดการขยายตัว โดยการพิจารณาจากค่า FVC เช่นเดียวกัน ถ้าพิจารณาค่า FVC แล้ว ปกติแสดงว่าผลการตรวจนั้นเป็นปกติ (Normal) แต่ถ้าพิจารณาค่า FVC แล้ว “ต่ำกว่าปกติ”แสดงว่าผลการตรวจนั้นมีภาวะความผิดปกติจำกัดการขยายตัวเพียงอย่างเดียว

## การวิเคราะห์ข้อมูล

นำข้อมูลที่เก็บรวบรวมทั้งหมดมาตรวจสอบความถูกต้อง นำข้อมูลมาลงรหัสและวิเคราะห์ข้อมูลทางสถิติด้วยเครื่องคอมพิวเตอร์ในโปรแกรมสำเร็จรูป การวิเคราะห์ข้อมูลทางสถิติแบ่งได้ดังนี้

1. สถิติเชิงพรรณนา

ทำการพรรณนาข้อมูลในส่วนปัจจัยส่วนบุคคล ปัจจัยจากการทำงาน ปริมาณการรับสัมผัสไอโลหะแมงกานีส สมรรถภาพปอด และอาการผิดปกติระบบทางเดินหายใจ ด้วยการแจกแจงเป็นความถี่ ร้อยละ ค่าเฉลี่ย ส่วนเบี่ยงเบนมาตรฐาน ค่ามัธยฐาน ค่าต่ำสุด และ ค่าสูงสุด

2. สถิติที่ใช้ในการวิเคราะห์

2.1 สถิติถดถอยพหุคูณ (Enter linear regression) โดยมี ตัวแปรอิสระ คือ เพศ อายุ ประวัติการสูบบุหรี่ ประวัติการดื่มสุรา ประวัติการเจ็บป่วย อายุงาน ระยะเวลาการทำงานต่อวัน ลักษณะการปฏิบัติงาน การใช้อุปกรณ์ป้องกันระบบทางเดินหายใจ สภาพแวดล้อมในการทำงาน และปริมาณไอโลหะแมงกานีส (มก/ ลบ.ม.) ส่วนตัวแปรตาม คือ สมรรถภาพปอดค่าเปอร์เซ็นต์ FVC, $FEV_1$ และ $FEV_1$ / FVC

2.2 สถิติถดถอยพหุคูณ (Stepwise multiple linear regression) โดยมี ตัวแปรอิสระ คือ การใช้อุปกรณ์ป้องกันระบบทางเดินหายใจ ซึ่งเป็นปัจจัยที่ส่งผลต่อค่าเปอร์เซ็นต์ FVC ส่วนตัวแปรตาม คือ สมรรถภาพปอดค่าเปอร์เซ็นต์ FVC

2.3 วิเคราะห์ด้วยสถิติถดถอยโลจิสติก (Enter logistic regression) โดยมี ตัวแปรอิสระ คือ เพศ อายุ ประวัติการสูบบุหรี่ ประวัติการดื่มสุรา ประวัติการเจ็บป่วย อายุงาน ระยะเวลาการทำงานต่อวัน ลักษณะการปฏิบัติงาน การใช้อุปกรณ์ป้องกันระบบทางเดินหายใจ สภาพแวดล้อมในการทำงาน และปริมาณไอโลหะแมงกานีส (มก/ ลบ.ม.) ส่วนตัวแปรตาม คือ อาการผิดปกติของระบบทางเดินหายใจส่วนบนและอาการผิดปกติของระบบทางเดินหายใจส่วนบนส่วนล่าง

2.4 วิเคราะห์ด้วยสถิติถดถอยโลจิสติก Enter logistic regression (Adjust) โดยมีตัวแปรอิสระ คือ ประวัติการเจ็บป่วยและการใช้อุปกรณ์ป้องกันระบบทางเดินหายใจ (ผ้าปิดจมูก) ซึ่งเป็นปัจจัยที่ส่งผลต่ออาการผิดปกติของระบบทางเดินหายใจส่วนบนและส่วนล่าง ส่วนตัวแปรตาม คือ อาการผิดปกติของระบบทางเดินหายใจส่วนบนและส่วนล่าง

## การพิทักษ์สิทธิ์ของกลุ่มตัวอย่าง

1. โครงร่างงานวิจัยนี้ได้ผ่านการพิจารณาจากคณะกรรมการสอบโครงร่างวิทยานิพนธ์ ของมหาวิทยาลัยบูรพา และได้รับอนุญาตจากคณะผู้บริหารของสถานประกอบการและพนักงาน ซึ่งเป็นกลุ่มประชากรสำหรับการศึกษาวิจัยในครั้งนี้ และต้องผ่านการพิจารณาด้านของจริยธรรมโดยคณะกรรมการจริยธรรมงานวิจัยในมนุษย์มหาวิทยาลัยบูรพาก่อนทำการดำเนินการวิจัย

2. การวิจัยในครั้งนี้จะสงวนข้อมูลสิทธิส่วนบุคคลของผู้ที่เกี่ยวข้องในกระบวนการวิจัย

3. ผู้ศึกษาดำเนินการชี้แจงวัตถุประสงค์ และข้อมูลที่เกี่ยวกับขั้นตอนการดำเนินการวิจัยให้แก่คณะผู้บริหารของสถานประกอบการและกลุ่มประชากรที่จะดำเนินการศึกษาให้ได้ทราบโดยรายละเอียดและในการวิจัยในครั้งนี้จะไม่มีกิจกรรมใดที่จะก่อให้เกิดอันตรายแก่ผู้ที่เข้าร่วมในการวิจัยและพนักงานทุกคนที่ถูกคัดเลือกให้เข้าร่วมทำการศึกษาครั้งนี้จะไม่มีการบังคับใด ๆ และทำหนังสือแสดงความยินยอม (Consent form) เพื่อให้ผู้เข้าร่วมเซ็นยินยอมเพื่อเป็นตัวอย่างเพื่อการศึกษาวิจัยในครั้งนี้

# บทที่ 4
# ผลการศึกษาวิจัย

การศึกษาวิจัยครั้งนี้มีวัตถุประสงค์เพื่อศึกษาปัจจัยที่ส่งผลกระทบต่อสุขภาพในระบบทางเดินหายใจ อันเนื่องมาจากการรับสัมผัสไอโลหะแมงกานีสที่เกิดขึ้นในกระบวนการผลิต ในกลุ่มของพนักงานที่ปฏิบัติงานในโรงงานผลิตชิ้นส่วนรถยนต์แห่งหนึ่งในเขตจังหวัดชลบุรี จำนวน 112 คน อาศัยการสัมภาษณ์โดยใช้แบบสัมภาษณ์ รวมทั้งผลการเก็บตัวอย่างอากาศเพื่อหาระดับความเข้มข้นของไอโลหะแมงกานีสที่ปนเปื้อนในอากาศและการทดสอบสมรรถภาพปอดของพนักงาน เพื่อดูความผิดปกติของสมรรถภาพปอดที่มีผลเกี่ยวเนื่องจากการทำงานของพนักงาน ซึ่งเมื่อนำผลที่ได้จากการศึกษามาวิเคราะห์สามารถแสดงรายละเอียดของผลที่ได้จากการศึกษาดังนี้

## ส่วนที่ 1 ข้อมูลด้านปัจจัยส่วนบุคคลของประชากรที่ศึกษา

**1. ข้อมูลด้านปัจจัยส่วนบุคคล**

จากการศึกษาข้อมูลด้านปัจจัยส่วนบุคคลของประชากรกลุ่มเป้าหมาย พบว่าพนักงานส่วนใหญ่เป็นเพศหญิง จำนวน 88 คน ร้อยละ 78.6 ส่วนเพศชาย จำนวน 24 คน ร้อยละ 21.4 พนักงานมีอายุเฉลี่ย (ส่วนเบี่ยงเบนมาตรฐาน) เท่ากับ 32.13 (4.43) ปี โดยส่วนใหญ่มีอายุอยู่ในช่วง 31-40 ปี จำนวน 67 คน ร้อยละ 59.8 รองลงมาอยู่ในช่วง 20-30 ปี จำนวน 40 คน ร้อยละ 35.7

จากการศึกษาข้อมูลประวัติการสูบบุหรี่ของประชากรกลุ่มเป้าหมายพบว่า พนักงานสูบบุหรี่ จำนวน 6 คน ร้อยละ 5.4 และไม่เคยสูบบุหรี่ จำนวน 99 คน ร้อยละ 88.4

จากการศึกษาข้อมูลประวัติการดื่มสุราของประชากรกลุ่มเป้าหมายพบว่าพนักงานส่วนใหญ่ดื่มเครื่องดื่มแอลกอฮอล์ จำนวน 60 คน ร้อยละ 53.6 ไม่เคยดื่มเครื่องดื่มแอลกอฮอล์ จำนวน 38 คน ร้อยละ 33.9

จากการศึกษาข้อมูลประวัติการเจ็บป่วยของประชากรกลุ่มเป้าหมายพบว่าพนักงานเป็นโรคภูมิแพ้น้ำมูกไหล จำนวน 20 คน ร้อยละ 17.9 เป็นโรคหอบหืดจากการทำงานจำนวน 1 คน ร้อยละ 1.8 และเป็นโรคหลอดลมอักเสบ จำนวน 1 คน ร้อยละ 0.9 ดังรายละเอียดในตารางที่ 4-1

ตารางที่ 4-1 จำนวน ร้อยละ ค่าเฉลี่ย ส่วนเบี่ยงเบนมาตรฐาน และค่ามัธยฐาน (ค่าต่ำสุด-สูงสด) ของพนักงานผลิตชิ้นส่วนรถยนต์ จำแนกตามข้อมูลด้านปัจจัยส่วนบุคคล

| ข้อมูลด้านปัจจัยส่วนบุคคล | จำนวน (คน) | ร้อยละ (n = 112) |
|---|---|---|
| เพศ | | |
| ชาย | 24 | 21.4 |
| หญิง | 88 | 78.6 |
| อายุ (ปี) | | |
| 20-30 | 40 | 35.7 |
| 31-40 | 67 | 59.8 |
| 41-50 | 5 | 4.5 |
| 51-60 | - | - |
| ค่าเฉลี่ย (ส่วนเบี่ยงเบนมาตรฐาน) | 32.13 (4.427) | |
| ค่ามัธยฐาน (ค่าต่ำสุด-สูงสด) | 32 (21-47) | |
| ประวัติการสูบบุหรี่ | | |
| สูบบุหรี่ | 6 | 5.4 |
| เคยสูบบุหรี่แต่ปัจจุบันเลิกแล้ว | 7 | 6.3 |
| ไม่เคยสูบบุหรี่ | 99 | 88.4 |
| ประวัติการดื่มสุรา | | |
| ดื่มเครื่องดื่มแอลกอฮอล์ | 60 | 53.6 |
| เคยดื่มเครื่องดื่มแอลกอฮอล์แต่ปัจจุบันเลิกแล้ว | 14 | 12.5 |
| ไม่เคยดื่มเครื่องดื่มแอลกอฮอล์ | 38 | 33.9 |
| ประวัติการเจ็บป่วย | | |
| โรคปอดอุดกั้นเรื้อรัง | - | - |
| โรคหอบหืดจากการทำงาน | 2 | 1.8 |
| โรคหลอดลมอักเสบ | 1 | 0.9 |
| โรคภูมิแพ้น้ำมูกไหล | 20 | 17.9 |
| วัณโรคปอด | - | - |
| ไม่เป็นโรคระบบทางเดินหายใจตามข้อ 1-5 | 89 | 79.5 |

**2. ข้อมูลด้านปัจจัยจากการทำงาน**

จากการศึกษาข้อมูลด้านการทำงานของประชากรกลุ่มเป้าหมาย พบว่ามีพนักงานเคยทำงานในโรงงานอื่นที่สัมผัสไอโลหะจากงานเชื่อม จำนวน 8 คน ร้อยละ 7.1 พบว่า เคยทำงานมากกว่า 5 ปี จำนวน 4 คน ร้อยละ 50 และในปัจจุบันพบว่ามีอายุงานเฉลี่ย (ส่วนเบี่ยงเบนมาตรฐาน) 1.93 (0.83) ปี ส่วนใหญ่มีระยะเวลาการทำงานอยู่ในช่วง 1-5 ปี จำนวน 100 คน ร้อยละ 89.3 จำนวนชั่วโมงการทำงานเฉลี่ย (ส่วนเบี่ยงเบนมาตรฐาน) 10.11 (2) ชั่วโมงโดยในแต่ละวันพนักงานส่วนใหญ่ทำงานมากกว่า 8 ชั่วโมงต่อวัน จำนวน 59 คน ร้อยละ 52.7 ซึ่งส่วนใหญ่พบว่า เป็นการทำงานล่วงเวลาในแต่ละวัน

เมื่อพิจารณาตามลักษณะการปฏิบัติงานพบว่าส่วนใหญ่เป็นพนักงานในส่วนของสำนักงาน จำนวน 30 คน ร้อยละ 26.8 และรองลงมามีหน้าที่ปฏิบัติงานในส่วนของการปั๊มขึ้นรูปชิ้นงาน จำนวน 23 คน ร้อยละ 20.5 และขณะปฏิบัติงานพนักงานสวมใส่อุปกรณ์ป้องกันระบบทางเดินหายใจจากไอโลหะชนิดผ้าปิดจมูก โดยใช้ทุกครั้งที่ปฏิบัติงาน จำนวน 29 คน ร้อยละ 25.9 และส่วนใหญ่เป็นพนักงานที่ปฏิบัติงานในพื้นที่ติดตั้งพัดลม จำนวน 81 คน ร้อยละ 72.3 ดังรายละเอียดในตารางที่ 4-2

ตารางที่ 4-2 จำนวน ร้อยละ ค่าเฉลี่ย ส่วนเบี่ยงเบนมาตรฐาน และค่ามัธยฐาน (ค่าต่ำสุด-สูงสด) ของพนักงานผลิตชิ้นส่วนรถยนต์จำแนกตามข้อมูลด้านปัจจัยจากการทำงาน

| ปัจจัยจากการทำงาน | จำนวน (คน) | ร้อยละ (n = 112) |
|---|---|---|
| การทำงานสัมผัสไอโลหะจากการเชื่อม (อดีต) | | |
| เคย | 8 | 7.1 |
| ไม่เคย | 104 | 92.9 |
| ระยะเวลา (ปี) | | |
| <1 | 2 | 25 |
| 1-5 | 2 | 25 |
| >5 | 4 | 50 |
| ค่าเฉลี่ย (ส่วนเบี่ยงเบนมาตรฐาน) | 4.09 (3.75) | |
| ค่ามัธยฐาน (ค่าต่ำสุด-สูงสด) | 3.6 (0.2-10) | |

ตารางที่ 4-2 (ต่อ)

| ปัจจัยจากการทำงาน | จำนวน (คน) | ร้อยละ (n = 112) |
|---|---|---|
| ระยะเวลาในการทำงานที่บริษัทฯ (ปี) | | |
| <1 | 12 | 10.7 |
| 1-5 | 100 | 89.3 |
| >5 | - | - |
| ค่าเฉลี่ย (ส่วนเบี่ยงเบนมาตรฐาน) | 1.93 (0.83) | |
| ค่ามัธยฐาน (ค่าต่ำสุด-สูงสด) | 2 (0.1-3.6) | |
| จำนวนชั่วโมงในการทำงานต่อวัน | | |
| 8 ชั่วโมงต่อวัน | 1.93 (0.83) | 47.3 |
| >8 ชั่วโมงต่อวัน | 2 (0.1-3.6) | 52.7 |
| ค่าเฉลี่ย (ส่วนเบี่ยงเบนมาตรฐาน) | 10.11 (2) | |
| ค่ามัธยฐาน (ค่าต่ำสุด-สูงสด) | 12 (8-12) | |
| ลักษณะการปฏิบัติงาน | | |
| งานสำนักงาน | 30 | 26.8 |
| งานปั๊มขึ้นรูปชิ้นงาน | 23 | 20.5 |
| งานเชื่อม | 21 | 18.8 |
| งานโลจิสติกส์ | 14 | 12.5 |
| งานตัด | 12 | 10.7 |
| งานเตรียมเครื่องมือและแม่พิมพ์ | 12 | 10.7 |
| อุปกรณ์ป้องกันทางเดินหายใจ (ผ้าปิดจมูก) | | |
| ไม่เคยใช้เลย | 39 | 34.8 |
| ใช้บางครั้ง | 44 | 39.3 |
| ใช้ทุกครั้งที่ปฏิบัติงาน | 29 | 25.9 |
| อุปกรณ์ป้องกันทางเดินหายใจ (ฮูดคลุมศีรษะ) | | |
| ไม่เคยใช้เลย | 110 | 98.2 |
| ใช้บางครั้ง | 0 | 0 |
| ใช้ทุกครั้งที่ปฏิบัติงาน | 2 | 1.8 |

ตารางที่ 4-2 (ต่อ)

| ปัจจัยจากการทำงาน | จำนวน (คน) | ร้อยละ (n = 112) |
|---|---|---|
| สภาพแวดล้อมในการทำงาน | | |
| พื้นที่ปฏิบัติงานติดตั้งพัดลม | 81 | 72.3 |
| พื้นที่ปฏิบัติงานติดตั้งเครื่องปรับอากาศ | 30 | 26.8 |

## ส่วนที่ 2 ข้อมูลอาการระบบทางเดินหายใจ

### 1. อาการผิดปกติระบบทางเดินหายใจส่วนบน

เมื่อวิเคราะห์ข้อมูลอาการผิดปกติของระบบทางเดินหายใจส่วนบนของพนักงานผลิตชิ้นส่วนรถยนต์จากการรับสัมผัสไอโลหะแมงกานีส จำนวน 112 คน พบว่า พนักงานมักมีอาการไอในตอนตื่นนอนทันที จำนวน 26 คน ร้อยละ 23.2 และมีอาการไอในตอนกลางวันหรือกลางคืน จำนวน 4 คน ร้อยละ 3.6 และยังพบว่า อย่างน้อย 3 เดือนต่อปี มีพนักงานที่มีอาการไอบ่อยๆ เกือบทุกวัน จำนวน 4 คน ร้อยละ 16 และพบพนักงานไม่มีอาการไอมากกว่าวันอื่น ๆ ในสัปดาห์หนึ่ง จำนวน 25 คน ร้อยละ 22.3

พนักงานมีเสมหะในตอนตื่นนอนที่ต้องขากออก จำนวน 29 คน ร้อยละ 25.9 ซึ่งในจำนวนดังกล่าวพนักงานมีเสมหะต้องขากออกในตอนกลางวันหรือกลางคืน จำนวน 13 คน ร้อยละ 11.6 และมีพนักงานที่มีเสมหะต้องขากออกเกือบทุกวัน รวมแล้วนับได้อย่างน้อย 3 เดือนต่อปีจำนวน 2 คน ร้อยละ 1.8 ส่วนใหญ่ใน 3 ปีที่ผ่านมามีพนักงานที่มีทั้งอาการไอและมีเสมหะอยู่นานถึง 3 สัปดาห์หรือนานกว่านั้น จำนวน 3 คน ร้อยละ 2.7 และยังพบว่ามีพนักงานที่มีทั้งอาการไอและมีเสมหะอยู่นานถึง 3 สัปดาห์หรือนานกว่านั้นเกินหนึ่งหน จำนวน 1 คน ร้อยละ 0.9 ดังรายละเอียดในตารางที่ 4-3

ตารางที่ 4-3 จำนวน ร้อยละ ของพนักงานผลิตชิ้นส่วนรถยนต์ จำแนกตามอาการผิดปกติของระบบทางเดินหายใจส่วนบนจากการรับสัมผัสไอโลหะแมงกานีส

| **อาการผิดปกติของระบบทางเดินหายใจส่วนบน** | **จำนวน (คน)** | **ร้อยละ (n = 112)** |
|---|---|---|
| อาการไอ (ตื่นนอน) | | |
| ไม่มีอาการ | 86 | 76.8 |
| มีอาการ | 26 | 23.2 |
| อาการไอ (กลางวันหรือกลางคืน) | | |
| ไม่มีอาการ | 108 | 96.4 |
| มีอาการ | 4 | 3.6 |
| อาการไอเกือบทุกวัน (≥3 เดือนต่อปี) | | |
| ไม่มีอาการ | 21 | 84 |
| มีอาการ | 4 | 16 |
| อาการไอมากกว่าวันอื่น (1 สัปดาห์) | | |
| ไม่มีอาการ | 25 | 100 |
| มีอาการ | - | - |
| อาการมีเสมหะต้องขากออก (ตื่นนอน) | | |
| ไม่มีอาการ | 83 | 74.1 |
| มีอาการ | 29 | 25.9 |
| อาการมีเสมหะต้องขากออก (กลางวันหรือกลางคืน) | | |
| ไม่มีอาการ | 99 | 88.4 |
| มีอาการ | 13 | 11.6 |
| อาการมีเสมหะต้องขากออกเกือบทุกวัน (≥ 3 เดือนต่อปี) | | |
| ไม่มีอาการ | 110 | 98.2 |
| มีอาการ | 2 | 1.8 |

ตารางที่ 4-3 (ต่อ)

| อาการผิดปกติของระบบทางเดินหายใจส่วนบน | จำนวน (คน) | ร้อยละ (n = 112) |
|---|---|---|
| อาการไอและมีเสมหะใน 3 ปี (≥ 3 สัปดาห์) | | |
| ไม่มีอาการ | 109 | 97.3 |
| มีอาการ | 3 | 2.7 |
| อาการไอและมีเสมหะ (≥ 3 สัปดาห์) เกินหนึ่งครั้ง | | |
| ไม่มีอาการ | 111 | 99.1 |
| มีอาการ | 1 | 0.9 |

**2. อาการผิดปกติระบบทางเดินหายใจส่วนล่าง**

เมื่อวิเคราะห์ข้อมูลอาการผิดปกติของระบบทางเดินหายใจส่วนล่างของพนักงานผลิตชิ้นส่วนรถยนต์จากการรับสัมผัสไอโลหะแมงกานีส จำนวน 112 คน พบว่า พนักงานมีอาการแน่นหน้าอกหายใจลำบาก จำนวน 19 คน ร้อยละ 17 มักมีอาการตอนที่ไม่ได้เป็นหวัด จำนวน 25 คน ร้อยละ 22.3 โดยเป็นเฉพาะในวันใดวันหนึ่ง จำนวน 13 คน ร้อยละ 11.6 และมักมีอาการเฉพาะวันแรกของสัปดาห์เมื่อกลับจากการทำงานเท่านั้น จำนวน 12 คน ร้อยละ 92.3

จากผลการศึกษาข้อมูลอาการหายใจไม่ออกพบว่า ตอนที่พนักงานหายใจไม่ออกขณะรีบเดินบนที่ราบหรือเดินขึ้นที่สูงไม่มากมีอาการ จำนวน 21 คน ร้อยละ 18.8 ในตอนที่เดินบนที่ราบกับคนอื่นในวัยเดียวกันมีอาการหายใจไม่ออก จำนวน 10 คน ร้อยละ 8.9 และมีพนักงานที่ต้องหยุดพักขณะเดินคนเดียวบนพื้นราบ จำนวน 9 คน ร้อยละ 81.8

จากผลการศึกษาข้อมูลอาการเจ็บหน้าอก ในช่วง 3 ปีที่ผ่านมาพนักงานส่วนใหญ่ไม่เคยเจ็บหน้าอกจนทำอะไรไม่ไหวอยู่นานถึงหนึ่งสัปดาห์ จำนวน 109 คน ร้อยละ 97.3 และพบว่ามีพนักงานที่เคยมีอาการเจ็บหน้าอกจนทำอะไรไม่ไหวอยู่นานถึงหนึ่งสัปดาห์ จำนวน 3 คน ร้อยละ 2.7 ดังรายละเอียดในตารางที่ 4-4

ตารางที่ 4-4 จำนวน ร้อยละ ของพนักงานผลิตชิ้นส่วนรถยนต์ จำแนกตามอาการผิดปกติของระบบทางเดินหายใจส่วนล่างจากการรับสัมผัสไอโลหะ

| อาการผิดปกติของระบบทางเดินหายใจส่วนล่าง | จำนวน (คน) | ร้อยละ (n = 112) |
|---|---|---|
| อาการแน่นหน้าอกหายใจลำบาก | | |
| ไม่มีอาการ | 93 | 83 |
| มีอาการ | 19 | 17 |
| อาการแน่นหน้าอกหายใจลำบากตอนไม่ได้เป็นหวัด | | |
| ไม่มีอาการ | 87 | 77.7 |
| มีอาการ | 25 | 22.3 |
| อาการแน่นหน้าอกหรือหายใจลำบากเป็นเฉพาะวันใดวันหนึ่ง | | |
| ไม่มีอาการ | 99 | 88.4 |
| มีอาการ | 13 | 11.6 |
| มีอาการเฉพาะวันแรกของสัปดาห์เมื่อกลับจากการทำงานเท่านั้น | 12 | 92.3 |
| วันอื่น ๆ มีอาการ | - | - |
| มีอาการเฉพาะวันอื่น ไม่ใช่วันแรกของสัปดาห์ | 1 | 7.7 |
| อาการแน่นหน้าอก หรือหายใจลำบากเฉพาะวันใดวันหนึ่ง | | |
| ไม่มีอาการ | 110 | 98.2 |
| มีอาการ | 2 | 1.8 |
| มีอาการเฉพาะวันแรกของสัปดาห์เมื่อกลับจากการทำงานเท่านั้น | 2 | 100 |
| วันอื่น ๆ มีอาการ | - | - |
| มีอาการเฉพาะวันอื่น ไม่ใช่วันแรกของสัปดาห์ | - | - |
| อาการหายใจไม่ออกตอนรีบเดินบนที่ราบหรือเดินขึ้นที่สูงไม่มาก | | |
| ไม่มีอาการ | 91 | 81.3 |
| มีอาการ | 21 | 18.8 |
| อาการหายใจไม่ออกตอนเดินบนที่ราบกับคนอื่นในวัยเดียวกัน | | |
| ไม่มีอาการ | 102 | 91.1 |
| มีอาการ | 10 | 8.9 |

ตารางที่ 4-4 (ต่อ)

| อาการผิดปกติของระบบทางเดินหายใจส่วนล่าง | จำนวน (คน) | ร้อยละ (n = 112) |
|---|---|---|
| เวลาเดินคนเดียวบนพื้นราบต้องหยุดพัก | | |
| ไม่มีอาการ | 2 | 18.2 |
| มีอาการ | 9 | 81.8 |
| อาการหายใจไม่ออกมากขึ้นเฉพาะวันใดวันหนึ่ง | | |
| ไม่มีอาการ | 11 | 100 |
| มีอาการ | - | - |
| ใน 3 ปีที่ผ่านมาเจ็บหน้าอกจนทำอะไรไม่ไหวอยู่นานถึงหนึ่งสัปดาห์ | | |
| ไม่มีอาการ | 109 | 97.3 |
| มีอาการ | 3 | 2.7 |
| ระหว่างมีอาการเจ็บหน้าอกต้องขากเสมหะมากกว่าเดิม | | |
| ไม่มีอาการ | 111 | 99.1 |
| มีอาการ | 1 | 0.9 |
| ใน 3 ปีที่ผ่านมา เจ็บหน้าอกจนทำอะไรไม่ไหวอยู่นานหนึ่งสัปดาห์อยู่หลายครั้ง | | |
| ไม่มีอาการ | 112 | 100 |
| มีอาการ | - | - |

## ส่วนที่ 3 ปริมาณความเข้มข้นไอโลหะแมงกานีส

ผลการตรวจวัดความเข้มข้นไอโลหะแมงกานีสจาก 6 ลักษณะงานพบว่าแผนกเชื่อมโลหะมีค่าเฉลี่ยเรขาคณิต (Geometric mean) (ส่วนเบี่ยงเบนมาตรฐาน) ของความเข้มข้นไอโลหะแมงกานีสสูงสุดเมื่อเทียบกับแผนกอื่นเท่ากับ 0.013 (+/ - 0.02) มก./ ลบ.ม. ค่าต่ำสุด 0.000004 มก./ ลบ.ม. และค่าสูงสุด 0.103 มก./ ลบ.ม.จะเห็นว่าค่าความเข้มข้นไอโลหะแมงกานีสสูงสุดของการศึกษานี้เกินค่าแนะนำที่ ACGIH ระบุค่าแนะนำไอโลหะแมงกานีสในบรรยากาศการทำงานเฉลี่ย 8 ชั่วโมง (TLV-TWA) ที่ 0.1 มก./ ลบ.ม. (ACGIH, 2015) ดังรายละเอียดในตารางที่ 4-5

ตารางที่ 4-5 แสดงผลการตรวจวัดปริมาณความเข้มข้นไอโลหะแมงกานีสที่สามารถเข้าสู่ระบบทางเดินหายใจ

| **แผนก** | **จำนวนตัวอย่าง** | **ปริมาณความเข้มข้นไอโลหะแมงกานีส (มก./ ลบ.ม.)** | | | |
|---|---|---|---|---|---|
| | | **ค่าเฉลี่ยเรขาคณิต** | **ส่วนเบี่ยงเบนมาตรฐาน** | **ค่าต่ำสุด** | **ค่าสูงสุด** |
| เชื่อม | 10 | 0.013 | 0.02 | 0.00057 | 0.103 |
| ปั๊มขึ้นรูปชิ้นงาน | 10 | 0.003 | 0.011 | 0.00057 | 0.026 |
| ตัด | 10 | 0.003 | 0.003 | 0.00073 | 0.0078 |
| โลจิสติกส์ | 10 | 0.0002 | 0.003 | 0.00005 | 0.009 |
| สำนักงาน | 10 | 0.0004 | 0.0005 | 0.00016 | 0.0018 |
| เตรียมเครื่องมือและแม่พิมพ์ | 10 | 0.00009 | 0.002 | 0.000004 | 0.0041 |

ACGIH ระบุค่าแนะนำไอโลหะแมงกานีสในบรรยากาศการทำงานเฉลี่ย 8 ชั่วโมง (TLV-TWA) ที่ 0.1 มก./ ลบ.ม. (ACGIH, 2015)

จากผลการตรวจวัดความเข้มข้นไอโลหะแมงกานีสจาก 6 แผนกเมื่อนำมาจำแนกเป็น 2 ระดับ พบว่าส่วนใหญ่ระดับความเข้มข้นน้อยกว่า 0.1 มก./ ลบ.ม. จำนวน 59 ตัวอย่าง ร้อยละ 90 และพบระดับความเข้มข้นสูงกว่า 0.1 มก./ ลบ.ม. จำนวน 1 ตัวอย่างร้อยละ10 โดยพบค่าความเข้มข้นไอโลหะแมงกานีสสูงสุดพบในแผนกเชื่อมโลหะที่ 0.103 มก./ ลบ.ม. ดังรายละเอียดในตารางที่ 4-6

ตารางที่ 4-6 แสดงผลการตรวจวัดปริมาณความเข้มข้นไอโลหะแมงกานีสที่สามารถเข้าสู่ระบบทางเดินหายใจแบ่งกลุ่มตามระดับความเข้มข้น

| แผนก | จำนวนตัวอย่าง | ความเข้มข้นไอโลหะแมงกานีส (มก./ ลบ.ม.) | |
|---|---|---|---|
| | | **≤0.1** | **> 0.1** |
| เชื่อม | 10 | 9 (90) | 1 (10) |
| ปั๊มขึ้นรูปชิ้นงาน | 10 | 10 (100) | - |
| ตัด | 10 | 10 (100) | - |
| โลจิสติกส์ | 10 | 10 (100) | - |
| สำนักงาน | 10 | 10 (100) | - |
| เตรียมเครื่องมือและแม่พิมพ์ | 10 | 10 (100) | - |

ACGIH ระบุค่าแนะนำไอโลหะแมงกานีสในบรรยากาศการทำงานเฉลี่ย 8 ชั่วโมง (TLV-TWA) ที่ 0.1 มก./ ลบ.ม. (ACGIH, 2015)

## ส่วนที่ 4 ข้อมูลผลการทดสอบสมรรถภาพปอด

ผลการแจกแจงจำแนก ค่าเฉลี่ย ส่วนเบี่ยงเบนมาตรฐาน ค่าต่ำสุด ค่าสูงสุด ของค่า Force Vital Capacity (%FVC) จากพนักงาน จำนวน 112 คน พบว่ามีค่าเท่ากับ 3.43, 0.97, 1.97, 4.77 ตามลำดับ และจากผลการศึกษาพบ ค่าเฉลี่ย ส่วนเบี่ยงเบนมาตรฐาน ค่าต่ำสุด ค่าสูงสุด ของค่าเปอร์เซ็นต์ Force Vital Capacity (%FVC) ของสมรรถภาพปอดพนักงานเท่ากับ 81.79, 12.76, 23, 124 ตามลำดับ ดังรายละเอียดในตารางที่ 4-7

ตารางที่ 4-7 จำแนก ค่าเฉลี่ย ส่วนเบี่ยงเบนมาตรฐาน ค่าต่ำสุด ค่าสูงสุด ของค่า Force Vital Capacity (FVC) และค่าเปอร์เซ็นต์ Force Vital Capacity, (%FVC) ของสมรรถภาพปอดพนักงานทำนายตามสมการศิริราช

| รายการ | จำนวนตัวอย่าง | สมรรถภาพปอด | | | |
|---|---|---|---|---|---|
| | | ค่าเฉลี่ย | ส่วนเบี่ยงเบนมาตรฐาน | ค่าต่ำสุด | ค่าสูงสุด |
| FVC | | | | | |
| สำนักงาน | 30 | 3.23 | 0.38 | 2.73 | 4.39 |
| ปั๊มขึ้นรูปชิ้นงาน | 23 | 3.21 | 0.27 | 2.76 | 3.83 |
| เชื่อมโลหะ | 21 | 3.21 | 0.45 | 1.97 | 4.32 |
| โลจิสติกส์ | 14 | 3.59 | 3.68 | 2.84 | 4.39 |
| ตัด | 12 | 3.39 | 0.51 | 2.88 | 4.68 |
| เตรียมเครื่องมือและแม่พิมพ์ | 12 | 3.95 | 0.51 | 3 | 4.77 |
| รวม | 112 | 3.43 | 0.97 | 1.97 | 4.77 |
| % FVC | | | | | |
| สำนักงาน | 30 | 82.7 | 7.65 | 58 | 98 |
| ปั๊มขึ้นรูปชิ้นงาน | 23 | 83.13 | 12.99 | 59 | 110 |
| โลจิสติกส์ | 14 | 82.07 | 13.73 | 64 | 124 |
| ตัด | 12 | 80.5 | 9.76 | 61 | 95 |
| เตรียมเครื่องมือและแม่พิมพ์ | 12 | 76.33 | 20.29 | 23 | 106 |
| เชื่อมโลหะ | 21 | 86.05 | 12.16 | 61 | 112 |
| รวม | 112 | 81.79 | 12.76 | 23 | 124 |

ผลการแจกแจงจำแนก ค่าเฉลี่ย ส่วนเบี่ยงเบนมาตรฐาน ค่าต่ำ สุดค่าสูงสุด Forced Expiratory Volume in 1 second ($FEV_1$) จากพนักงาน จำนวน 112 คน พบว่ามีค่าเท่ากับ 2.77, 0.33, 2.13, 3.73 ตามลำดับ และจากผลการศึกษาพบ ค่าเฉลี่ย ส่วนเบี่ยงเบนมาตรฐาน ค่าต่ำสุด ค่าสูงสุด ของค่าเปอร์เซ็นต์ Forced Expiratory Volume in 1 second ($\%FEV_1$) ของสมรรถภาพปอดพนักงานเท่ากับ 90.27, 12.91, 47, 122 ตามลำดับ ดังรายละเอียดในตารางที่ 4-8

ตารางที่ 4-8 แจกแจงจำแนก ค่าเฉลี่ย ส่วนเบี่ยงเบนมาตรฐาน ค่าต่ำสุด ค่าสูงสุด Forced Expiratory Volume in 1 second ($FEV_1$) และ ค่าเปอร์เซ็นต์ Forced Expiratory Volume in 1 second ($\%FEV_1$) ของสมรรถภาพปอดพนักงานทำนายตามสมการศิริราช

| รายการ | จำนวนตัวอย่าง | สมรรถภาพปอด | | | |
|---|---|---|---|---|---|
| | | ค่าเฉลี่ย | ส่วนเบี่ยงเบนมาตรฐาน | ค่าต่ำสุด | ค่าสูงสุด |
| $FEV_1$ | | | | | |
| สำนักงาน | 30 | 2.61 | 0.29 | 2.13 | 3.52 |
| ปั๊มขึ้นรูปชิ้น | 23 | 2.60 | 0.21 | 2.25 | 2.97 |
| เชื่อมโลหะ | 21 | 2.68 | 0.35 | 2.27 | 3.73 |
| โลจิสติกส์ | 14 | 2.85 | 0.36 | 2.37 | 3.39 |
| ตัด | 12 | 2.74 | 0.37 | 2.37 | 3.66 |
| เตรียมเครื่องมือและแม่พิมพ์ | 12 | 3.14 | 0.38 | 2.45 | 3.70 |
| รวม | 112 | 2.77 | 0.33 | 2.13 | 3.73 |
| $\%FEV_1$ | | | | | |
| สำนักงาน | 30 | 94.87 | 11.49 | 69 | 122 |
| ปั๊มขึ้นรูปชิ้น | 23 | 88 | 14.25 | 60 | 116 |
| เชื่อมโลหะ | 21 | 94.52 | 11.86 | 74 | 121 |
| โลจิสติกส์ | 14 | 92.64 | 9.45 | 74 | 106 |
| ตัด | 12 | 85.67 | 14.07 | 52 | 107 |
| เตรียมเครื่องมือและแม่พิมพ์ | 12 | 85.92 | 16.34 | 47 | 116 |
| รวม | 112 | 90.27 | 12.91 | 47 | 122 |

ผลการแจกแจงจำแนก ค่าเฉลี่ย ค่าเบี่ยงเบนมาตรฐาน ค่าต่ำสุด ค่าสูงสุด ของค่า Forced Expiratory Ratio ($FEV_1$/ FVC) จากพนักงาน จำนวน 112 คน พบว่า มีค่าเท่ากับ 87.43, 13.89, 23.38, 100 ตามลำดับและจากผลการศึกษาพบ ค่าเฉลี่ย ส่วนเบี่ยงเบนมาตรฐาน ค่าต่ำสุด ค่าสูงสุด ของค่าเปอร์เซ็นต์ Forced Expiratory Ratio ($\%FEV_1$/ FVC) ของสมรรถภาพปอดพนักงาน เท่ากับ 126.30, 22.22, 34, 149 ตามลำดับ ดังรายละเอียดในตารางที่ 4-9

ตารางที่ 4-9 แจกแจงจำแนก ค่าเฉลี่ย ค่าเบี่ยงเบนมาตรฐาน ค่าต่ำสุด ค่าสูงสุด ของค่าForced Expiratory Ratio, $FEV_1$/ FVC และ ค่าเปอร์เซ็นต์ Forced Expiratory Ratio (%$FEV_1$/ FVC) ของสมรรถภาพปอดพนักงานทำนายตามสมการศิริราช

| รายการ | จำนวนตัวอย่าง | สมรรถภาพปอด | | | |
|---|---|---|---|---|---|
| | | ค่าเฉลี่ย | ส่วนเบี่ยงเบนมาตรฐาน | ค่าต่ำสุด | ค่าสูงสุด |
| $FEV_1$/ FVC | | | | | |
| สำนักงาน | 30 | 93.35 | 9.68 | 51.96 | 100 |
| ปั๊มขึ้นรูปชิ้น | 23 | 84.17 | 14.82 | 48.72 | 100 |
| เชื่อมโลหะ | 21 | 90.87 | 8.63 | 68.62 | 99.79 |
| โลจิสติกส์ | 14 | 87.76 | 15.26 | 46.48 | 100 |
| ตัด | 12 | 85.13 | 14.12 | 50.18 | 99.92 |
| เตรียมเครื่องมือและแม่พิมพ์ | 12 | 83.35 | 20.82 | 23.38 | 100 |
| รวม | 112 | 87.43 | 13.89 | 23.38 | 100 |
| % $FEV_1$/ FVC | | | | | |
| สำนักงาน | 30 | 131.30 | 21.34 | 45 | 145 |
| ปั๊มขึ้นรูปชิ้น | 23 | 120.65 | 23.71 | 70 | 145 |
| เชื่อมโลหะ | 21 | 129.86 | 14.23 | 92 | 146 |
| โลจิสติกส์ | 14 | 130.71 | 23.36 | 67 | 149 |
| ตัด | 12 | 123 | 20.09 | 75 | 148 |
| เตรียมเครื่องมือและแม่พิมพ์ | 12 | 122.25 | 30.56 | 34 | 148 |
| รวม | 112 | 126.30 | 22.22 | 34 | 149 |

จำนวนและร้อยละของผลการทดสอบสมรรถภาพปอดผิดปกติแบบอุดกั้น (Obstructive abnormalities) พิจารณาจากค่า $FEV_1$ (% predicted) พบว่าอยู่ในระดับปกติ จำนวน 106 คน ร้อยละ 94.6 ผิดปกติระดับเล็กน้อย จำนวน 5 คน ร้อยละ 4.5 ผิดปกติระดับมาก จำนวน 1 คน ร้อยละ 0.9 ตามลำดับส่วนผลการทดสอบสมรรถภาพปอดผิดปกติแบบจำกัดการขยายตัว (Restrictive abnormalities) พิจารณาจากค่า FVC (% predicted) พบว่า มีระดับปกติ จำนวน 70 คน ร้อยละ 62.5 ระดับผิดปกติเล็กน้อย จำนวน 40 คน ร้อยละ 35.7 และ ผิดปกติระดับปานกลาง

จำนวน 2 คน ร้อยละ 1.8 ตามลำดับ ซึ่งไม่พบความรุนแรงในระดับมาก และพบความผิดปกติแบบผสม (Mixed abnormalities) พิจารณาจากค่า $FEV_1$/ FVC และ FVC จำนวน 1 คน ร้อยละ 100 ดังรายละเอียดในตารางที่ 4-10

ตารางที่ 4-10 แสดงผลจำนวนและร้อยละของพนักงานจำแนกตามผลการทดสอบสมรรถภาพปอด โดยแบ่งตามระดับความรุนแรงของผลการตรวจสมรรถภาพปอดที่ผิดปกติ

| ผลการทดสอบสมรรถภาพปอด | จำนวน (คน) | ร้อยละ (n = 112) |
|---|---|---|
| ผิดปกติแบบอุดกั้น (Obstructive defect) | | |
| ปกติ (>80) | 106 | 94.6 |
| เล็กน้อย (66-80) | 5 | 4.5 |
| ปานกลาง (50-65) | - | - |
| มาก (<50) | 1 | 0.9 |
| ผิดปกติแบบจำกัดการขยายตัว (Restrictive defect) | | |
| ปกติ (>80) | 70 | 62.5 |
| เล็กน้อย (66-80) | 40 | 35.7 |
| ปานกลาง (50-65) | 2 | 1.8 |
| มาก (<50) | - | - |
| ผิดปกติแบบผสม (Mixed defect) | 1 | 100 |

ผลการวิเคราะห์อาการผิดปกติของสมรรถภาพปอดแบบอุดกั้น (Obstructive abnormalities) พบว่า ในแผนกปั๊มขึ้นรูปชิ้นงานพบพนักงานมีอาการผิดปกติสูงกว่าแผนกอื่น จำนวน 2 คน ร้อยละ 33.3 ส่วนอาการผิดปกติแบบจำกัดการขยายตัว (Restrictive abnormalities) พบว่าในแผนกปั๊มขึ้นรูปชิ้นงานมีอาการผิดปกติ จำนวน 8 คน ร้อยละ 19 และแผนกสำนักงาน จำนวน 8 คน ร้อยละ 19 รองลงมาเป็นพนักงานในแผนกเชื่อมโลหะที่พบมีอาการผิดปกติ จำนวน 7 คน ร้อยละ 16.7 ส่วนอาการผิดปกติแบบผสม (Mixed abnormalities) พบว่า ในแผนกปั๊มขึ้นรูปชิ้นงานมีอาการผิดปกติ จำนวน 1 คน ร้อยละ 100 ดังรายละเอียดในตารางที่ 4-11

ตารางที่ 4-11 แสดงอาการผิดปกติสมรรถภาพปอดแบบอุดกั้น แบบจำกัดการขยายตัว และแบบผสม โดยแยกตามแผนกงาน

| แผนก | ผิดปกติ แบบอุดกั้น (Obstructive defect) | | ผิดปกติ แบบจำกัดการขยายตัว (Restrictive defect) | | ผิดปกติแบบผสม (Mixed defect) | |
|---|---|---|---|---|---|---|
| | ไม่มีอาการ N = 106 (94.6%) | มีอาการ N = 6 (5.4%) | ไม่มีอาการ N = 70 (62.5%) | มีอาการ N = 42 (37.5%) | ไม่มีอาการ N =111 (99.1%) | มีอาการ N = 1 (0.9%) |
| เชื่อมโลหะ | 21 (19.8%) | - | 14 (20%) | 7 (16.7%) | 21 (18.9%) | - |
| ตัด | 11 (10.4%) | 1 (16.7%) | 6 (8.6%) | 6 (14.3%) | 12 (10.8%) | - |
| ปั๊มขึ้นรูปชิ้นงาน | 21 (19.8%) | 2 (33.3%) | 15 (21.4%) | 8 (19%) | 22 (19.8%) | 1 (100%) |
| เตรียมเครื่องมือและแม่พิมพ์ | 11 (10.4%) | 1 (16.7%) | 6 (8.6%) | 6 (14.3%) | 12 (10.8%) | - |
| โลจิสติกส์ | 13 (12.3%) | 1 (16.7%) | 7 (10%) | 7 (16.7%) | 14 (12.6%) | - |
| สำนักงาน | 29 (27.4%) | 1 (16.7%) | 22 (31.4%) | 8 (19%) | 30 (27%) | - |

## ส่วนที่ 5 ปัจจัยการรับสัมผัสไอโลหะแมงกานีสกับสมรรถภาพปอด

ปัจจัยต่าง ๆ ที่เกี่ยวกับการรับสัมผัสไอโลหะแมงกานีสกับสมรรถภาพปอด

ผลจากการวิเคราะห์ถดถอยพหุคูณ (Enter linear regression) โดยมี ตัวแปรอิสระ คือ เพศ อายุ ประวัติการสูบบุหรี่ ประวัติการดื่มสุรา ประวัติการเจ็บป่วย อายุงาน ระยะเวลาการทำงานต่อวัน ลักษณะการปฏิบัติงาน การใช้อุปกรณ์ป้องกันระบบทางเดินหายใจ สภาพแวดล้อมในการทำงาน และปริมาณไอโลหะแมงกานีส (มก/ ลบ.ม.) ส่วนตัวแปรตาม คือ สมรรถภาพปอดค่าเปอร์เซ็นต์ FVC จากผลการศึกษาพบว่าประวัติการเจ็บป่วย และ การใช้อุปกรณ์ป้องกันระบบทางเดินหายใจ (ผ้าปิดจมูก) ส่งผลต่อสมรรถภาพปอดค่าเปอร์เซ็นต์ FVC ของพนักงานผลิตชิ้นส่วนรถยนต์ ดังรายละเอียดในตารางที่ 4-12

ตารางที่ 4-12 ค่าสัมประสิทธิ์สหสัมพันธ์พหุคูณ (Crude ratio) ระหว่างตัวทำนายกับค่าเปอร์เซ็นต์ FVC

| ปัจจัย | Crude | | |
|---|---|---|---|
| | β | S.E. | p-value |
| เพศ | | | |
| หญิง | Ref. | | |
| ชาย | 0.22 | 0.47 | 0.64 |
| อายุ | | | |
| ≤ 30 ปี | Ref. | | |
| > 30 ปี | -0.14 | 0.40 | 0.73 |
| ประวัติการสูบบุหรี่ | | | |
| สูบบุหรี่ | -0.52 | 0.71 | 0.47 |
| ไม่เคยสูบบุหรี่ | Ref. | | |
| ประวัติการดื่มสุรา | | | |
| ดื่มเครื่องดื่มแอลกอฮอล์ | 0.72 | 0.44 | 0.10 |
| ไม่เคยดื่มเครื่องดื่มแอลกอฮอล์ | Ref. | | |
| ประวัติการเจ็บป่วย | | | |
| เป็นโรคระบบทางเดินหายใจ | 1.34 | 0.499 | 0.007* |
| ไม่เป็นโรคระบบทางเดินหายใจ | Ref | | |
| การทำงานสัมผัสไอโลหะจากการเชื่อม (อดีต) | | | |
| เคย | 0.00 | 0.758 | 1.00 |
| ไม่เคย | Ref | | |
| ระยะเวลาทำงานสัมผัสไอโลหะจากการเชื่อมในอดีต | | | |
| ≤ 1 ปี | Ref. | | |
| > 1 ปี | 21.61 | 23205.422 | 0.999 |
| ทำงานบริษัทฯ | | | |
| ≤1 ปี | Ref. | | |
| > 1ปี | -0.18 | 0.45 | 0.69 |

ตารางที่ 4-12 (ต่อ)

| ปัจจัย | Crude | | |
|---|---|---|---|
| | β | S.E. | p-value |
| จำนวนชั่วโมงในการทำงานต่อวัน | | | |
| 8 ชั่วโมงต่อวัน | Ref. | | |
| >8 ชั่วโมงต่อวัน | 0.134 | 0.392 | 0.732 |
| ลักษณะการปฏิบัติงาน | | | |
| ปฏิบัติงานในพื้นที่ผลิต | 0.67 | 0.47 | 0.16 |
| ปฏิบัติงานในสำนักงาน | Ref. | | |
| อุปกรณ์ป้องกันทางเดินหายใจ (ผ้าปิดจมูก) | | | |
| ไม่เคยใช้เลย | 1.35 | 0.54 | 0.012* |
| ใช้ทุกครั้งที่ปฏิบัติงาน | Ref. | | |
| อุปกรณ์ป้องกันทางเดินหายใจ (ฮูดคลุมศีรษะ) | | | |
| ไม่เคยใช้เลย | 20.72 | 28420.7 | 0.999 |
| ใช้ทุกครั้งที่ปฏิบัติงาน | Ref. | | |
| สภาพแวดล้อมในการทำงาน | | | |
| พื้นที่ปฏิบัติงานติดตั้งพัดลม | 0.67 | 0.47 | 0.16 |
| พื้นที่ปฏิบัติงานติดตั้งเครื่องปรับอากาศ | Ref | | |
| ปริมาณความเข้มข้นแมงกานีส (มก./ ลบ.ม.) | | | |
| ≤ 0.1 (มก./ ลบ.ม.) | Ref | | |
| >0.1 (มก./ ลบ.ม.) | -20.68 | 40192.97 | 1.000 |

ผลการวิเคราะห์ถดถอยพหุคูณ (Stepwise multiple linear regression) โดยมีตัวแปรอิสระ คือ เพศ อายุ ประวัติการสูบบุหรี่ ประวัติการดื่มสุรา ประวัติการเจ็บป่วย อายุงาน ระยะเวลาการทำงานต่อวัน ลักษณะการปฏิบัติงาน การใช้อุปกรณ์ป้องกันระบบทางเดินหายใจ สภาพแวดล้อมในการทำงาน และปริมาณไอโลหะแมงกานีส (มก/ ลบ.ม.) ส่วนตัวแปรตาม คือ สมรรถภาพปอดค่าเปอร์เซ็นต์ FVC จากผลการศึกษาพบว่า การใช้อุปกรณ์ป้องกันระบบทางเดินหายใจ (ผ้าปิดจมูก) ส่งผลต่อสมรรถภาพปอดค่าเปอร์เซ็นต์ FVC ของพนักงานผลิตชิ้นส่วนรถยนต์ โดยการใช้อุปกรณ์ป้องกันระบบทางเดินหายใจ (ผ้าปิดจมูก) (Beta = 5.68 ) เป็นปัจจัยที่ส่งผลต่อสมรรถภาพปอดค่า

เปอร์เซ็นต์ FVC ของพนักงานผลิตชิ้นส่วนรถยนต์ ซึ่งมีค่าสัมประสิทธิ์การทำนายเท่ากับ 0.039 สามารถทำนายสมรรถภาพปอดค่าเปอร์เซ็นต์ FVC ของพนักงานผลิตชิ้นส่วนรถยนต์ได้ ร้อยละ 3.9 อย่างมีนัยสำคัญทางสถิติที่ระดับ 0.05 ($R = 0.198$ , $R^2 = 0.039$, $F = 4.462$) โดยมีสมการทำนายดังนี้ สมรรถภาพปอดค่าเปอร์เซ็นต์ FVC = + 5.68 (การใช้อุปกรณ์ป้องกันระบบทางเดินหายใจ (ผ้าปิดจมูก) ดังรายละเอียดในตารางที่ 4-13

ตารางที่ 4-13 ปัจจัยที่ส่งผลต่อสมรรถภาพค่าเปอร์เซ็นต์ FVC ของพนักงานผลิตชิ้นส่วนรถยนต์

| ปัจจัย | Unstandardized Coefficients | | t | P-Value | 95% CI | |
|---|---|---|---|---|---|---|
| | β | S.E. | | | Lower | Upper |
| Constant | 75.32 | 3.56 | 21.14 | 0.000 | 68.26 | 82.38 |
| การใช้อุปกรณ์ป้องกันระบบทางเดินหายใจ (ผ้าปิดจมูก) | 5.68 | 2.69 | 2.11 | 0.037 | 0.35 | 11.00 |

*Sig < 0.05 โดย R = 0.198, R Square = 0.039

ผลจากการวิเคราะห์ถดถอยพหุคูณ (Enter linear regression) โดยมี ตัวแปรอิสระ คือ เพศ อายุ ประวัติการสูบบุหรี่ ประวัติการดื่มสุรา ประวัติการเจ็บป่วย อายุงาน ระยะเวลาการทำงานต่อวัน ลักษณะการปฏิบัติงาน การใช้อุปกรณ์ป้องกันระบบทางเดินหายใจ สภาพแวดล้อมในการทำงาน และปริมาณไอโลหะแมงกานีส (มก/ ลบ.ม.) ส่วนตัวแปรตาม คือ สมรรถภาพปอดค่าเปอร์เซ็นต์ $FEV_1$ จากผลการศึกษาพบว่า ไม่มีตัวแปรใดที่ส่งผลต่อสมรรถภาพปอดค่าเปอร์เซ็นต์ $FEV_1$ ของพนักงานผลิตชิ้นส่วนรถยนต์ดังรายละเอียดในตารางที่ 4-14

ตารางที่ 4-14 ค่าสัมประสิทธิ์สหสัมพันธ์พหุคูณ (Crude ratio) ระหว่างตัวทำนายกับค่าเปอร์เซ็นต์ $FEV_1$

| ปัจจัย | Crude | | |
|---|---|---|---|
| | **β** | **S.E.** | **p-value** |
| เพศ | | | |
| หญิง | Ref. | | |
| ชาย | -0.786 | 0.67 | 0.24 |
| อายุ | | | |
| ≤ 30 ปี | Ref. | | |
| > 30 ปี | -0.393 | 0.47 | 0.399 |
| ประวัติการสูบบุหรี่ | | | |
| สูบบุหรี่ | 0.84 | 0.68 | 0.214 |
| ไม่เคยสูบบุหรี่ | Ref. | | |
| ประวัติการดื่มสุรา | | | |
| ดื่มเครื่องดื่มแอลกอฮอล์ | 0.17 | 0.51 | 0.741 |
| ไม่เคยดื่มเครื่องดื่มแอลกอฮอล์ | Ref. | | |
| ประวัติการเจ็บป่วย | | | |
| เป็นโรคระบบทางเดินหายใจ | 0.39 | 0.55 | 0.474 |
| ไม่เป็นโรคระบบทางเดินหายใจ | Ref | | |
| การทำงานสัมผัสไอโลหะจากการเชื่อม (อดีต) | | | |
| เคย | 1.44 | 0.75 | 0.06 |
| ไม่เคย | Ref | | |
| ระยะเวลาทำงานสัมผัสไอโลหะจากการเชื่อมในอดีต | | | |
| ≤ 1 ปี | Ref. | | |
| > 1 ปี | 1.1 | 1.53 | 0.47 |
| ทำงานบริษัทฯ | | | |
| ≤ 1 ปี | Ref. | | |
| > 1 ปี | 0.24 | 0.56 | 0.673 |

ตารางที่ 4-14 (ต่อ)

| ปัจจัย | Crude | | |
|---|---|---|---|
| | β | S.E. | p-value |
| จำนวนชั่วโมงในการทำงานต่อวัน | | | |
| 8 ชั่วโมงต่อวัน | Ref. | | |
| >8 ชั่วโมงต่อวัน | -0.565 | 0.47 | 0.23 |
| ลักษณะการปฏิบัติงาน | | | |
| ปฏิบัติงานในพื้นที่ผลิต | 0.74 | 0.595 | 0.214 |
| ปฏิบัติงานในสำนักงาน | Ref. | | |
| อุปกรณ์ป้องกันทางเดินหายใจ (ผ้าปิดจมูก) | | | |
| ไม่เคยใช้เลย | 0.685 | 0.597 | 0.251 |
| ใช้ทุกครั้งที่ปฏิบัติงาน | Ref. | | |
| อุปกรณ์ป้องกันทางเดินหายใจ (ฮูดคลุมศีรษะ) | | | |
| ไม่เคยใช้เลย | 19.93 | 28420.74 | 0.999 |
| ใช้ทุกครั้งที่ปฏิบัติงาน | Ref. | | |
| สภาพแวดล้อมในการทำงาน | | | |
| พื้นที่ปฏิบัติงานติดตั้งพัดลม | 0.74 | 0.595 | 0.214 |
| พื้นที่ปฏิบัติงานติดตั้งเครื่องปรับอากาศ | Ref | | |
| ปริมาณความเข้มข้นแมงกานีส (มก./ ลบ.ม.) | | | |
| ≤ 0.1 (มก./ ลบ.ม.) | Ref | | |
| > 0.1 (มก./ ลบ.ม.) | -19.94 | 40192.97 | 1.000 |

ผลจากการวิเคราะห์ถดถอยพหุคูณ (Enter linear regression) โดยมี ตัวแปรอิสระ คือ เพศ อายุ ประวัติการสูบบุหรี่ ประวัติการดื่มสุรา ประวัติการเจ็บป่วย อายุงาน ระยะเวลาการทำงานต่อวัน ลักษณะการปฏิบัติงาน การใช้อุปกรณ์ป้องกันระบบทางเดินหายใจ สภาพแวดล้อมในการทำงาน และปริมาณไอโลหะแมงกานีส (มก/ ลบ.ม.) ส่วนตัวแปรตาม คือ สมรรถภาพปอดค่าเปอร์เซ็นต์ $FEV_1$ / FVC จากผลการศึกษาพบว่า ประวัติการสูบบุหรี่และ ประวัติการเจ็บป่วย ส่งผลต่อ สมรรถภาพปอดค่า เปอร์เซ็นต์ $FEV_1$ / FVC ของพนักงานผลิตชิ้นส่วนรถยนต์ ดังรายละเอียดใน ตารางที่ 4-15

ตารางที่ 4-15 ค่าสัมประสิทธิ์สหสัมพันธ์พหุคูณ (Crude ratio) ระหว่างตัวทำนายกับค่าเปอร์เซ็นต์ $FEV_1$ / FVC

| ปัจจัย | Crude | | |
|---|---|---|---|
| | **β** | **S.E.** | **p-value** |
| เพศ | | | |
| หญิง | Ref. | | |
| ชาย | -0.69 | 1.095 | 0.53 |
| อายุ | | | |
| ≤ 30 ปี | Ref. | | |
| > 30 ปี | 0.04 | 0.76 | 0.96 |
| ประวัติการสูบบุหรี่ | | | |
| สูบบุหรี่ | 1.97 | 0.82 | 0.016* |
| ไม่เคยสูบบุหรี่ | Ref. | | |
| ประวัติการดื่มสุรา | | | |
| ดื่มเครื่องดื่มแอลกอฮอล์ | -1.97 | 0.76 | 0.795 |
| ไม่เคยดื่มเครื่องดื่มแอลกอฮอล์ | Ref. | | |
| ประวัติการเจ็บป่วย | | | |
| เป็นโรคระบบทางเดินหายใจ | 1.55 | 0.75 | 0.039* |
| ไม่เป็นโรคระบบทางเดินหายใจ | Ref | | |
| การทำงานสัมผัสไอโลหะจากการเชื่อม (อดีต) | | | |
| เคย | 0.68 | 1.14 | 0.55 |
| ไม่เคย | Ref | | |
| ระยะเวลาทำงานสัมผัสไอโลหะจากการเชื่อมในอดีต | | | |
| ≤ 1 ปี | Ref. | | |
| > 1 ปี | 19.82 | 23205.42 | 0.999 |
| ทำงานบริษัทฯ | | | |
| ≤ 1 ปี | Ref. | | |
| > 1 ปี | -0.69 | 0.766 | 0.37 |

ตารางที่ 4-15 (ต่อ)

| ปัจจัย | Crude | | |
|---|---|---|---|
| | β | S.E. | p-value |
| จำนวนชั่วโมงในการทำงานต่อวัน | | | |
| 8 ชั่วโมงต่อวัน | Ref. | | |
| >8 ชั่วโมงต่อวัน | -0.12 | 0.73 | 0.88 |
| ลักษณะการปฏิบัติงาน | | | |
| ปฏิบัติงานในพื้นที่ผลิต | 0.10 | 0.85 | 0.91 |
| ปฏิบัติงานในสำนักงาน | Ref. | | |
| อุปกรณ์ป้องกันทางเดินหายใจ (ผ้าปิดจมูก) | | | |
| ไม่เคยใช้เลย | 0.95 | 1.1 | 0.39 |
| ใช้ทุกครั้งที่ปฏิบัติงาน | Ref. | | |
| อุปกรณ์ป้องกันทางเดินหายใจ (ฮูดคลุมศีรษะ) | | | |
| ไม่เคยใช้เลย | 18.66 | 28420.74 | 0.999 |
| ใช้ทุกครั้งที่ปฏิบัติงาน | Ref. | | |
| สภาพแวดล้อมในการทำงาน | | | |
| พื้นที่ปฏิบัติงานติดตั้งพัดลม | 0.10 | 0.85 | 0.91 |
| พื้นที่ปฏิบัติงานติดตั้งเครื่องปรับอากาศ | Ref | | |
| ปริมาณความเข้มข้นแมงกานีส (มก./ ลบ.ม.) | | | |
| ≤ 0.1 (มก./ ลบ.ม.) | Ref | | |
| > 0.1 (มก./ ลบ.ม.) | -19.02 | 40192.97 | 1.000 |

ผลการวิเคราะห์ถดถอยพหุคูณ (Stepwise multiple linear regression) โดยมีตัวแปรอิสระ คือ เพศ อายุ ประวัติการสูบบุหรี่ ประวัติการดื่มสุรา ประวัติการเจ็บป่วย อายุงาน ระยะเวลาการทำงานต่อวัน ลักษณะการปฏิบัติงาน การใช้อุปกรณ์ป้องกันระบบทางเดินหายใจ สภาพแวดล้อมในการทำงาน และปริมาณไอโลหะแมงกานีส (มก/ ลบ.ม.) ส่วนตัวแปรตาม คือ สมรรถภาพปอดค่าเปอร์เซ็นต์ $FEV_1$ / FVC จากผลการศึกษาพบว่า ประวัติการสูบบุหรี่ และ ประวัติการเจ็บป่วยส่งผลต่อสมรรถภาพปอดค่าเปอร์เซ็นต์ $FEV_1$ / FVC ของพนักงานผลิตชิ้นส่วนรถยนต์ โดย ประวัติการ

สูบบุหรี่ (Beta = -0.237) และ ประวัติการเจ็บป่วย (Beta = – 0.123) เป็นปัจจัยที่ส่งผลต่อสมรรถภาพปอดค่าเปอร์เซ็นต์ $FEV_1$ / FVC ของพนักงานผลิตชิ้นส่วนรถยนต์ ซึ่งมีค่าสัมประสิทธิ์การทำนายเท่ากับ 0.113 สามารถทำนายสมรรถภาพปอดค่าเปอร์เซ็นต์ $FEV_1$ / FVC ของพนักงานผลิตชิ้นส่วนรถยนต์ได้ ร้อยละ 11.3 อย่างมีนัยสำคัญทางสถิติที่ระดับ 0.05 ($R = 0.34$, $R^2 = 0.113$, $F = 6.86$) โดยมีสมการทำนายดังนี้ สมรรถภาพปอดค่าเปอร์เซ็นต์ $FEV_1$ / FVC = -0.237(ประวัติการสูบบุหรี่) -0.123 (ประวัติการเจ็บป่วย) ดังรายละเอียดในตารางที่ 4-16

ตารางที่ 4-16 ปัจจัยที่ส่งผลต่อสมรรถภาพค่าเปอร์เซ็นต์ $FEV_1$/ FVC ของพนักงานผลิตชิ้นส่วนรถยนต์

| ปัจจัย | Unstandardized Coefficients | | t | P-Value | 95% CI | |
|---|---|---|---|---|---|---|
| | β | S.E. | | | Lower | Upper |
| Constant | 0.746 | 0.184 | 4.060 | 0.000 | 0.382 | 1.11 |
| ประวัติการสูบบุหรี่ | -0.237 | 0.082 | -2.882 | 0.005 | -0.40 | -0.07 |
| ประวัติการเจ็บป่วย | – 0.123 | 0.059 | -2.089 | 0.039 | -0.240 | -0.006 |

*Sig < 0.05 โดย R = 0.34, R Square = 0.113

## ส่วนที่ 6 ปัจจัยการรับสัมผัสไอโลหะแมงกานีสกับอาการผิดปกติของระบบทางเดินหายใจ

1. ปัจจัยการรับสัมผัสไอโลหะแมงกานีสกับอาการผิดปกติของระบบทางเดินหายใจส่วนบน

ผลการวิเคราะห์ปัจจัยที่ส่งผลต่ออาการผิดปกติของระบบทางเดินหายใจส่วนบน จากการรับสัมผัสไอโลหะแมงกานีสของพนักงานผลิตชิ้นส่วนรถยนต์โดยมีตัวแปรอิสระ คือ เพศ อายุ ประวัติการสูบบุหรี่ ประวัติการดื่มสุรา ประวัติการเจ็บป่วย อายุงาน ระยะเวลาการทำงานต่อวัน ลักษณะการปฏิบัติงาน การใช้อุปกรณ์ป้องกันระบบทางเดินหายใจ สภาพแวดล้อมในการทำงาน และปริมาณไอโลหะแมงกานีส (มก/ ลบ.ม.) ส่วนตัวแปรตาม คือ อาการผิดปกติของระบบทางเดินหายใจส่วนบน พบว่า ประวัติการเจ็บป่วย และ การใช้อุปกรณ์ป้องกันทางเดินหายใจ (ผ้าปิดจมูก) เป็นปัจจัยที่ส่งผลต่ออาการผิดปกติของระบบทางเดินหายใจส่วนบนดังรายละเอียดในตารางที่ 4-17

ตารางที่ 4-17 ค่าความสัมพันธ์ (Crude ratio) ระหว่างตัวทำนายกับอาการผิดปกติของระบบทางเดินหายใจส่วนบน

| ปัจจัย | อาการระบบทางเดินหายใจส่วนบน | | Crude | |
|---|---|---|---|---|
| | ไม่มีอาการ N = 79 (70.5%) | มีอาการ N = 33 (29.5%) | OR | p - value |
| เพศ | | | | |
| หญิง | 62 (70.5%) | 26 (29.5%) | Ref. | |
| ชาย | 17 (70.8%) | 7 (29.2%) | 0.98 | 0.97 |
| อายุ | | | | |
| ≤ 30 ปี | 29 (67.4%) | 14 (32.6%) | Ref. | |
| > 30 ปี | 50 (72.5%) | 19 (27.5%) | 0.79 | 0.57 |
| ประวัติการสูบบุหรี่ | | | | |
| สูบบุหรี่ | 6 (54.5%) | 5 (45.5%) | 2.17 | 0.23 |
| ไม่เคยสูบบุหรี่ | 73 (73.2%) | 28 (27.7%) | Ref. | |
| ประวัติการดื่มสุรา | | | | |
| ดื่มเครื่องดื่มแอลกอฮอล์ | 52 (70.3%) | 22 (29.7%) | 1.00 | 1.00 |
| ไม่เคยดื่มเครื่องดื่มแอลกอฮอล์ | 26 (70.3%) | 11 (29.7%) | Ref. | |
| ประวัติการเจ็บป่วย | | | | |
| เป็นโรคระบบทางเดินหายใจ | 9 (40.9%) | 13 (59.1%) | 4.98 | 0.001* |
| ไม่เป็นโรคระบบทางเดินหายใจ | 69 (77.5%) | 43 (22.5%) | Ref. | |

ตารางที่ 4-17 (ต่อ)

| ปัจจัย | อาการระบบทางเดินหายใจส่วนบน | | Crude | |
|---|---|---|---|---|
| | ไม่มีอาการ N = 79 (70.5%) | มีอาการ N = 33 (29.5%) | OR | p - value |
| การทำงานสัมผัสไอโลหะจากการเชื่อม (อดีต) | | | | |
| เคย | 7 (87.5%) | 1 (12.5%) | 0.32 | |
| ไม่เคย | 72 (69.2%) | 32 (30.8%) | Ref. | |
| ระยะเวลาทำงานสัมผัสไอโลหะจากการเชื่อมในอดีต | | | | |
| ≤ 1 ปี | 3 (100%) | - | Ref. | |
| > 1 ปี | 4 (80%) | 1 (20%) | 403868710.6 | 0.999 |
| ทำงานบริษัทฯ | | | | |
| ≤ 1 ปี | 21 (77.8%) | 6 (22.2%) | Ref. | |
| > 1 ปี | 58 (68.2%) | 27 (31.8%) | 5.18 | 0.12 |
| จำนวนชั่วโมงในการทำงานต่อวัน | | | | |
| 8 ชั่วโมงต่อวัน | 40 (75.5%) | 13 (24.5%) | Ref. | |
| >8 ชั่วโมงต่อวัน | 39 (66.1%) | 20 (33.9%) | 1.58 | 0.28 |
| ลักษณะการปฏิบัติงาน | | | | |
| ปฏิบัติงานในพื้นที่ผลิต | 55 (67.1%) | 27 (32.9%) | 1.96 | 0.19 |
| ปฏิบัติงานในสำนักงาน | 24 (80%) | 6 (20%) | Ref. | |
| อุปกรณ์ป้องกันทางเดินหายใจ (ผ้าปิดจมูก) | | | | |
| ไม่เคยใช้เลย | 23 (59%) | 16 (41%) | 2.44 | 0.041* |
| ใช้เป็นบางครั้ง | 32 (72.7%) | 12 (27.3%) | 5 (17.2%) | 0.33 |
| ใช้ทุกครั้งที่ปฏิบัติงาน | 24 (82.8%) | 5 (17.2%) | Ref. | |

ตารางที่ 4-17 (ต่อ)

| ปัจจัย | อาการระบบทางเดินหายใจส่วนบน | | Crude | |
|---|---|---|---|---|
| | ไม่มีอาการ N = 79 (70.5%) | มีอาการ N = 33 (29.5%) | OR | p - value |
| อุปกรณ์ป้องกันทางเดินหายใจ (ฮูดคลุมศีรษะ) | | | | |
| ไม่เคยใช้เลย | 77 (70%) | 33 (30%) | 692347058.2 | 0.999 |
| ใช้ทุกครั้งที่ปฏิบัติงาน | 2 (100%) | - | Ref. | |
| สภาพแวดล้อมในการทำงาน | | | | |
| พื้นที่ปฏิบัติงานติดตั้งพัดลม | 55 (67.1%) | 27 (32.9%) | 1.96 | 0.19 |
| พื้นที่ปฏิบัติงานติดตั้งเครื่องปรับอากาศ | 24 (80%) | 6 (20%) | Ref. | |
| ปริมาณความเข้มข้นแมงกานีส (มก./ ลบ.ม.) | | | | |
| ≤ 0.1 (มก./ ลบ.ม.) | 39 (66.1%) | 20 (33.9%) | Ref. | |
| > 0.1 (มก./ ลบ.ม.) | 1 (0%) | - | 0.000 | 1.000 |

ผลการวิเคราะห์ปัจจัยที่ส่งผลต่ออาการผิดปกติของระบบทางเดินหายใจส่วนบน จากการรับสัมผัสไอโลหะแมงกานีส โดยวิเคราะห์ด้วยสถิติถดถอยโลจิสติกส์ (Enter logistic regression) โดยมี ตัวแปรอิสระ คือ ประวัติการเจ็บป่วยและการใช้อุปกรณ์ป้องกันระบบทางเดินหายใจ (ผ้าปิดจมูก) ซึ่งเป็นปัจจัยที่ส่งผลต่ออาการผิดปกติของระบบทางเดินหายใจส่วนบน ส่วนตัวแปรตาม คือ อาการผิดปกติของระบบทางเดินหายใจส่วนบน จากการศึกษาพบว่าพนักงานที่เป็นโรคระบบทางเดินหายใจจะมีโอกาสเสี่ยงทำให้เกิดอาการผิดปกติระบบทางเดินหายใจส่วนบนมากกว่าผู้ไม่เป็นโรคระบบทางเดินหายใจ 0.12 เท่า (95% CI of OR = 1.73-13.3) p-value = 0.003 โดยสมการที่ใช้ในการทำนายค่า Chi-square (df.) = 13.82(3), p-value = 0.003, Cox&snell $R^2$ = 0.12, Nagelkerke $R^2$ = 0.17 ดังรายละเอียดในตารางที่ 4-18

ตารางที่ 4-18 ปัจจัยที่ส่งผลต่ออาการผิดปกติระบบทางเดินหายใจส่วนบน (Adjust Odd ratio)

| ปัจจัย | β | S.E. | Wald (df.) | p-value | Odd ratio | 95% CI | |
|---|---|---|---|---|---|---|---|
| | | | | | | Lower | Upper |
| ประวัติการเจ็บป่วย | | | | | | | |
| เป็นโรคระบบทางเดินหายใจ | 1.57 | 0.52 | 9.05 (1) | 0.003 | 4.79 | 1.73 | 13.3 |
| ไม่เป็นโรคระบบทางเดินหายใจ | Ref. | | | | | | |
| อุปกรณ์ป้องกันทางเดินหายใจ (ผ้าปิดจมูก) | | | | | | | |
| ไม่เคยใช้เลย | 0.95 | 0.61 | 2.42 (1) | 0.12 | 2.59 | 0.78 | 8.62 |
| ใช้เป็นบางครั้ง | 0.23 | 0.63 | 0.13 (1) | 0.72 | 1.25 | 0.36 | 4.31 |
| ใช้ทุกครั้งที่ปฏิบัติงาน | Ref. | | | | | | |
| Constant | -1.69 | 0.51 | 10.98 (3) | 0.001 | 0.185 | - | - |

Cox&snell $R^2 = 0.12$, Nagelkerke $R^2 = 0.17$

**2. ปัจจัยที่มีผลต่ออาการผิดปกติของระบบทางเดินหายใจส่วนล่าง**

ผลการวิเคราะห์ปัจจัยที่ส่งผลต่ออาการผิดปกติของระบบทางเดินหายใจส่วนล่าง จากการรับสัมผัสไอโลหะแมงกานีสโดยมีตัวแปรอิสระ คือ เพศ อายุ ประวัติการสูบบุหรี่ ประวัติการดื่มสุรา ประวัติการเจ็บป่วย อายุงาน ระยะเวลาการทำงานต่อวัน ลักษณะการปฏิบัติงาน การใช้อุปกรณ์ป้องกันระบบทางเดินหายใจ สภาพแวดล้อมในการทำงาน และปริมาณไอโลหะแมงกานีส (มก/ ลบ.ม.) ส่วนตัวแปรตาม คือ อาการผิดปกติของระบบทางเดินหายใจส่วนล่าง พบว่า ประวัติการเจ็บป่วย และ การใช้อุปกรณ์ป้องกันทางเดินหายใจ (ผ้าปิดจมูก) เป็นปัจจัยที่ส่งผลต่ออาการผิดปกติของระบบทางเดินหายใจส่วนล่าง ดังรายละเอียดในตารางที่ 4-19

ตารางที่ 4-19 ค่าความสัมพันธ์ (Crude ratio) ระหว่างตัวทำนายกับอาการผิดปกติของระบบทางเดินหายใจส่วนล่าง

| ปัจจัย | อาการระบบทางเดินหายใจส่วนล่าง | | Crude | |
|---|---|---|---|---|
| | ไม่มีอาการ N = 74 (66.1%) | มีอาการ N = 38 (33.9%) | OR | p - value |
| เพศ | | | | |
| หญิง | 57 (64.8%) | 31 (35.2%) | Ref. | |
| ชาย | 17 (70.8%) | 7 (29.2%) | 1.32 | 0.58 |
| อายุ | | | | |
| ≤ 30 ปี | 27 (62.8%) | 16 (37.2%) | Ref. | |
| > 30 ปี | 47 (68.1%) | 22 (31.9%) | 0.79 | 0.56 |
| ประวัติการสูบบุหรี่ | | | | |
| สูบบุหรี่ | 8 (72.7%) | 3 (27.3%) | 0.71 | 0.63 |
| ไม่เคยสูบบุหรี่ | 66 (65.3%) | 35 (34.7%) | Ref. | |
| ประวัติการดื่มสุรา | | | | |
| ดื่มเครื่องดื่มแอลกอฮอล์ | 45 (60.8%) | 29 (39.2%) | 2.00 | 0.12 |
| ไม่เคยดื่มเครื่องดื่มแอลกอฮอล์ | 28 (75.7%) | 9 (24.3%) | Ref. | |
| ประวัติการเจ็บป่วย | | | | |
| เป็นโรคระบบทางเดินหายใจ | 10 (45.5%) | 12 (54.5%) | 2.91 | 0.03* |
| ไม่เป็นโรคระบบทางเดินหายใจ | 64 (71.1%) | 26 (28.9%) | Ref. | |
| การทำงานสัมผัสไอโลหะจากการเชื่อม (อดีต) | | | | |
| เคย | 4 (50%) | 4 (50%) | 2.06 | 0.33 |
| ไม่เคย | 70 (67.3%) | 34 (32.7%) | Ref. | |

ตารางที่ 4-19 (ต่อ)

| ปัจจัย | อาการระบบทางเดินหายใจส่วนล่าง | | Crude | |
|---|---|---|---|---|
| | ไม่มีอาการ | มีอาการ | OR | p - value |
| | N = 74 (66.1%) | N = 38 (33.9%) | | |
| ระยะเวลาทำงานสัมผัสไอโลหะจากการเชื่อมในอดีต | | | | |
| ≤ 1 ปี | 3 (100%) | - | Ref. | |
| > 1 ปี | 1 (20%) | 4 (80%) | 6461899370 | 0.999 |
| ทำงานบริษัทฯ | | | | |
| ≤ 1 ปี | 18 (66.7%) | 9 (33.3%) | Ref. | |
| > 1 ปี | 56 (65.9%) | 29 (34.1%) | 1.04 | 0.94 |
| จำนวนชั่วโมงในการทำงานต่อวัน | | | | |
| 8 ชั่วโมงต่อวัน | 37 (69.8%) | 16 (30.2%) | Ref. | |
| >8 ชั่วโมงต่อวัน | 37 (62.7%) | 22 (37.3%) | 1.38 | 0.43 |
| ลักษณะการปฏิบัติงาน | | | | |
| ปฏิบัติงานในพื้นที่ผลิต | 50 (61%) | 32 (39%) | 2.56 | 0.065 |
| ปฏิบัติงานในสำนักงาน | 24 (80%) | 6 (20%) | Ref. | |
| อุปกรณ์ป้องกันทางเดินหายใจ (ผ้าปิดจมูก) | | | | |
| ไม่เคยใช้เลย | 27 (69.2%) | 12 (30.8%) | 1.70 | 0.35 |
| ใช้เป็นบางครั้ง | 24 (54.5%) | 20 (45.5%) | 3.19 | 0.035* |
| ใช้ทุกครั้งที่ปฏิบัติงาน | 23 (79.3%) | 6 (20.7%) | Ref. | |
| อุปกรณ์ป้องกันทางเดินหายใจ (ฮูดคลุมศีรษะ) | | | | |
| ไม่เคยใช้เลย | 72 (65.5%) | 38 (34.5%) | 852610647.9 | 0.999 |
| ใช้ทุกครั้งที่ปฏิบัติงาน | 2 (100%) | - | Ref. | |

ตารางที่ 4-19 (ต่อ)

| ปัจจัย | อาการระบบทางเดินหายใจส่วนล่าง | | Crude | |
|---|---|---|---|---|
| | ไม่มีอาการ N = 74 (66.1%) | มีอาการ N = 38 (33.9%) | OR | p - value |
| สภาพแวดล้อมในการทำงาน | | | | |
| พื้นที่ปฏิบัติงานติดตั้งพัดลม | 50 (61%) | 32 (39%) | 2.56 | 0.065 |
| พื้นที่ปฏิบัติงานติดตั้งเครื่องปรับอากาศ | 24 (80%) | 6 (20%) | Ref. | |
| ปริมาณความเข้มข้นแมงกานีส (มก./ ลบ.ม.) | | | | |
| ≤ 0.1 (มก./ ลบ.ม.) | 38 (64.4%) | 21 (35.6%) | Ref. | |
| > 0.1 (มก./ ลบ.ม.) | 1 (100%) | - | 892763424.6 | 1 |

ผลการวิเคราะห์ปัจจัยที่ส่งผลต่ออาการผิดปกติของระบบทางเดินหายใจส่วนล่างจากการรับสัมผัสไอโลหะแมงกานีส โดยวิเคราะห์ด้วยสถิติถดถอยโลจิสติกส์ (Enter logistic regression) โดยมีตัวแปรอิสระ คือ ประวัติการเจ็บป่วยและการใช้อุปกรณ์ป้องกันระบบทางเดินหายใจ (ผ้าปิดจมูก) ซึ่งเป็นปัจจัยที่ส่งผลต่ออาการผิดปกติของระบบทางเดินหายใจส่วนล่าง ส่วนตัวแปรตาม คือ อาการผิดปกติของระบบทางเดินหายใจส่วนล่าง จากการศึกษาพบว่าไม่มีตัวแปรใดที่ส่งผลต่ออาการผิดปกติของระบบทางเดินหายใจส่วนล่าง ดังรายละเอียดในตารางที่ 4-20

ตารางที่ 4-20 ปัจจัยที่ส่งผลต่ออาการผิดปกติระบบทางเดินหายใจส่วนล่าง (Adjust Odd ratio)

| ปัจจัย | β | S.E. | Wald (df.) | P-value | Odd ratio | 95% CI | |
|---|---|---|---|---|---|---|---|
| | | | | | | Lower | Upper |
| ประวัติการเจ็บป่วย | | | | | | | |
| เป็นโรคระบบทางเดินหายใจ | 0.96 | 0.50 | 3.69 (1) | 0.055 | 2.61 | 0.98 | 7.00 |
| ไม่เป็นโรคระบบทางเดินหายใจ | Ref. | | | | | | |
| อุปกรณ์ป้องกันทางเดินหายใจ | | | | | | | |
| (ผ้าปิดจมูก) | 0.37 | 0.59 | 0.39 (1) | 0.53 | 1.44 | 0.45 | 4.58 |
| ไม่เคยใช้เลย | 1.00 | 0.56 | 3.2 (1) | 0.07 | 2.72 | 0.91 | 8.17 |
| ใช้เป็นบางครั้ง | Ref. | | | | | | |
| ใช้ทุกครั้งที่ปฏิบัติงาน | | | | | | | |
| Constant | -1.43 | 0.47 | 9.43 (3) | 0.002 | 0.24 | - | - |

Cox&snell $R^2 = 0.076$, Nagelkerke $R^2 = 0.11$

# บทที่ 5
# สรุป อภิปรายผล และข้อเสนอแนะ

การศึกษาวิจัยครั้งนี้มีวัตถุประสงค์ เพื่อศึกษาปัจจัยที่ส่งผลกระทบต่อระบบทางเดินหายใจอันเนื่องมาจากการรับสัมผัสไอโลหะแมงกานีส ของพนักงานโรงงานผลิตชิ้นส่วนรถยนต์แห่งหนึ่งในจังหวัดชลบุรี : กรณีศึกษาการเชื่อมแบบแก๊สปกคลุม จำนวน 112 คน ศึกษาโดยใช้แบบสัมภาษณ์ เก็บตัวอย่างอากาศ เพื่อวัดความเข้มข้นของไอโลหะแมงกานีสที่ปนเปื้อนในอากาศขณะที่ปฏิบัติงาน และการทดสอบสมรรถภาพปอดของพนักงาน วัดค่า FVC, $FEV_1$ และ ค่า % $FEV_1$/ FVC วิเคราะห์ข้อมูลโดยการใช้การแจกแจงเป็นความถี่ ร้อยละค่าเฉลี่ย ส่วนเบี่ยงเบนมาตรฐาน ค่ามัธยฐาน ค่าต่ำสุด ค่าสูงสุด วิเคราะห์ถดถอยพหุคูณ (Stepwise multiple linear regression) และ สถิติถดถอยโลจิสติกส์ (Enter logistic regression) ซึ่งเมื่อนำผลที่วิเคราะห์ได้จากการศึกษาครั้งนี้สามารถนำมาอภิปรายผลการศึกษาได้ ดังนี้

**1. ข้อมูลปัจจัยส่วนบุคคล**

จากการศึกษาพบว่า พนักงานส่วนใหญ่ที่ทำการศึกษาเป็นเพศหญิง จำนวน 88 คน (ร้อยละ 78.6) และเป็นเพศชาย จำนวน 24 คน (ร้อยละ 21.4) พนักงานมีอายุเฉลี่ย (ส่วนเบี่ยงเบนมาตรฐาน) เท่ากับ 32.13 (4.43) ปี ส่วนใหญ่อยู่ในช่วง 31-40 ปี จำนวน 67 คน (ร้อยละ 59.8) และมีประวัติการดื่มเครื่องดื่มแอลกอฮอล์ จำนวน 60 คน (ร้อยละ 53.6) จากข้อมูลมีพนักงานมีประวัติการสูบบุหรี่จำนวน 6 คน (ร้อยละ 5.4) ซึ่งจากผลการศึกษาพบว่ามีพนักงานป่วยเป็นโรคภูมิแพ้น้ำมูกไหล จำนวน 20 คน (ร้อยละ 17.9) โรคหอบหืดจากการทำงาน จำนวน 2 คน (ร้อยละ 1.8) และมีพนักงานที่เคยป่วยเป็นโรคหลอดลมอักเสบจำนวน 1 คน (ร้อยละ 0.9) ซึ่งมีการศึกษาของ Ozdemir et al. (1995) ได้ทำการศึกษาเกี่ยวกับพฤติกรรมการสูบบุหรี่ของช่างเชื่อมโลหะพบว่ามีความถี่สูงขึ้นของการเกิดโรคหลอดลมอักเสบเรื้อรังมากกว่ากลุ่มพนักงานที่ไม่สูบบุหรี่ ($p<0.05$) (Ozdemir et al., 1995)

**2. ข้อมูลด้านปัจจัยจากการทำงาน**

จากการศึกษาข้อมูลด้านปัจจัยจากการทำงานของพนักงานในปัจจุบันอายุงานเฉลี่ย (ส่วนเบี่ยงเบนมาตรฐาน) 1.93 (0.83) ปี ส่วนใหญ่อยู่ในช่วง 1-5 ปี จำนวน 100 คน (ร้อยละ 89.3) มีจำนวนชั่วโมงการทำงานเฉลี่ย (ส่วนเบี่ยงเบนมาตรฐาน) 10.11 (2) ชั่วโมงในแต่ละวันทำงานมากกว่า 8 ชั่วโมงต่อวัน จำนวน 59 คน (ร้อยละ 52.7) จากการสังเกตพบเป็นกลุ่มพนักงานที่ทำงานล่วงเวลา เมื่อพิจารณาตามลักษณะการปฏิบัติงานพบว่าส่วนใหญ่เป็นพนักงานในส่วนของ

สำนักงาน จำนวน 30 คน (ร้อยละ 26.8) และพบว่า พนักงานสวมใส่ผ้าปิดจมูกขณะปฏิบัติงานทุกครั้ง จำนวน 29 คน (ร้อยละ 25.9) ซึ่งจากคุณสมบัติเบื้องต้นของผ้าปิดจมูกที่ใช้ในปัจจุบันสามารถป้องกันในเรื่องของฝุ่นทั่วไปได้และป้องกันการสูดดมไอโลหะเข้าสู่ทางเดินหายใจโดยตรง

**3. ข้อมูลอาการระบบทางเดินหายใจ**

ข้อมูลอาการระบบทางเดินหายใจ ประกอบด้วย อาการไอ อาการมีเสมหะ ระยะเวลาที่ไอและมีเสมหะ แน่นหน้าอก หายใจไม่ออกและเจ็บหน้าอก โดยแบ่งกลุ่มตามอาการระคายเคืองทางเดินหายใจส่วนบนและส่วนล่าง ดังนี้

จากผลการศึกษาเมื่อนำมาจัดตามกลุ่มอาการระคายเคืองทางเดินหายใจส่วนบน ได้แก่ อาการไอ อาการมีเสมหะ และระยะเวลาที่ไอและมีเสมหะพบว่า พนักงานมีอาการไอในตอนตื่นนอนทันทีจำนวน 26 คน (ร้อยละ 23.2) เมื่อนำมาพิจารณาร่วมกับผลการตรวจวัดระดับความเข้มข้นไอโลหะแมงกานีสในบรรยากาศของการศึกษานี้พบว่า ค่าสูงสุดอยู่ที่ 0.103 มก./ ลบ.ม. เกินค่ามาตรฐานที่ ACGIH กำหนดที่ 0.1มก./ ลบ.ม. (ACGIH, 2015) จะเห็นว่าสอดคล้องกับผลการศึกษาของ Hedmer (2014) ที่พบอาการไอในกลุ่มของช่างเชื่อมที่มีการรับสัมผัสไอโลหะแมงกานีสที่ระดับความเข้มข้นความเข้มข้น 0.08 มก./ ลบ.ม.ซึ่งมากกว่าร้อยละ 50 พบว่าค่าความเข้มข้นของแมงกานีสเกินค่าขีดจำกัดการรับสัมผัสที่ประเทศสวีเดนกำหนด ทำให้ในกลุ่มช่างเชื่อมโลหะมีความถี่สูงเกี่ยวกับอาการไอแห้งร้อยละ 24 (Hedmer, 2014) และพบพนักงานมีเสมหะในตอนตื่นนอนที่ต้องขากออกจำนวน 29 คน (ร้อยละ 25.9) ซึ่งสอดคล้องกับผลการศึกษาของ Al-Otaibi (2014) ที่ทำการศึกษาสุขภาพระบบทางเดินหายใจของช่างเชื่อมในประเทศซาอุดิอาระเบีย โดยศึกษาในช่างเชื่อม 41 คนและกลุ่มเปรียบเทียบ 41 คนมีรายงานในช่างเชื่อม 16 คน คิดเป็นร้อยละ 39 มีการขากเสมหะในตอนเช้าเมื่อเทียบกับกลุ่มควบคุมแตกต่างอย่างมีนัยสำคัญ (Chi-square = 3.87, P = 0.0182 (OR = 3.11 ,95% CI : 1.0-9.9) (Al-Otaibi, 2014)

จากผลการศึกษาเมื่อนำมาจำแนกตามกลุ่มอาการระคายเคืองทางเดินหายใจส่วนล่าง ได้แก่ อาการแน่นหน้าอก หายใจไม่ออกและเจ็บหน้าอกพบพนักงานมีอาการแน่นหน้าอก หายใจลำบาก จำนวน 19 คน (ร้อยละ 17) มักมีอาการตอนที่ไม่ได้เป็นหวัดจำนวน 25 คน (ร้อยละ 22.3) ซึ่งในปัจจุบันพบว่าพนักงานมีอาการแน่นหน้าอกหรือหายใจลำบากโดยเฉพาะในวันใดวันหนึ่ง จำนวน 13 คน (ร้อยละ 11.6) โดยมักมีอาการเฉพาะวันแรกของสัปดาห์เมื่อกลับจากการทำงานเท่านั้น จำนวน 12 คน (10.7%) ขณะที่พนักงานรีบเดินบนที่ราบหรือเดินขึ้นที่สูงไม่มากมีอาการหายใจไม่ออกจำนวน 21 คน (ร้อยละ 18.8) ซึ่งสอดคล้องกับผลการศึกษาของ Al-Otaibi (2014) มีการศึกษาสุขภาพระบบทางเดินหายใจของช่างเชื่อมในประเทศซาอุดิอาระเบีย โดยศึกษาในช่างเชื่อม 41 คนและกลุ่มเปรียบเทียบ 41 คน มีรายงานในช่างเชื่อมร้อยละ 9.8 พบว่าช่างเชื่อมมี

อาการหายใจไม่ออกขณะรีบเดินบนที่ราบหรือเดินที่สูงไม่มาก เมื่อเทียบกับกลุ่มควบคุมร้อยละ 4.9 แตกต่างอย่างมีนัยสำคัญ (Chi-square = 0.18, P = 0.06715) (OR= 2.1, 95% CI : 0.3-17.78) (Al-Otaibi, 2014)

**4. ปริมาณความเข้มข้นไอโลหะแมงกานีส**

การประเมินความเข้มข้นไอโลหะแมงกานีสในการศึกษานี้ดำเนินการเก็บตัวอย่างไอโลหะแบบติดอุปกรณ์ที่ตัวบุคคลเพื่อทำการตรวจวัดความเข้มข้นไอโลหะแมงกานีสจาก 6 แผนก พบค่า เฉลี่ยเรขาคณิต (Geometric mean) ของไอโลหะแมงกานีสสูงสุดในแผนกเชื่อมโลหะเท่ากับ 0.013มก./ ลบ.ม.ซึ่งถือว่าอยู่ในระดับปกติตามค่าแนะนำที่ ACGIH ระบุว่าไอโลหะแมงกานีสในบรรยากาศการทำงานเฉลี่ย 8 ชั่วโมง (TLV-TWA) ที่ 0.1 มก./ ลบ.ม. (ACGIH, 2015) ซึ่งสอดคล้องกับผลการศึกษาของ Matzak and Gromiec (2010) ที่ประเมินความเข้มข้นไอโลหะแมงกานีสเฉลี่ยที่ 8 ชั่วโมงการทำงานในกระบวนการเชื่อมมิก (MIG) พบค่าเฉลี่ยไอโลหะแมงกานีส (Mn) อยู่ระหว่าง 0.002 มก./ ลบ.ม. ถึง 0.049 มก./ ลบ.ม. (Matzak & Gromiec, 2010) และระดับความเข้มข้นไอโลหะแมงกานีสสูงสุดของการศึกษาครั้งนี้พบในแผนกเชื่อมโลหะ เท่ากับ 0.103 มก./ ลบ.ม. ซึ่งเกินค่าแนะนำที่ (ACGIH, 2015) ระบุว่าไอโลหะแมงกานีสในบรรยากาศการทำงานเฉลี่ย 8 ชั่วโมง (TLV-TWA) ที่ 0.1 มก./ ลบ.ม. พบว่าต่ำกว่าผลการศึกษาของ Hedmer et al. (2014) ที่พบความเข้มข้นไอโลหะแมงกานีสสูงสุดเท่ากับ 2.13 มก./ ลบ.ม. โดย ร้อยละ 50 ของความเข้มข้นไอโลหะแมงกานีสที่พบสูงกว่าค่าขีดจำกัดที่ยอมให้สัมผัสได้ในสถานที่ทำงานของประเทศสวีเดนที่กำหนดค่าความเข้มข้นสูงสุด 8 ชั่วโมงต่อวันที่ 0.2 มก./ ลบ.ม. (Swedish Work Environment Authority, 2011)

ดังนั้น ในแผนกที่พบระดับความเข้มข้นของไอโลหะแมงกานีสเกินค่าแนะนำที่ ACGIH ระบุว่าไอโลหะแมงกานีสในบรรยากาศการทำงานเฉลี่ย 8 ชั่วโมง (TLV-TWA) ที่ 0.1 มก./ ลบ.ม. (ACGIH, 2015) นั้นควรได้รับการควบคุมระดับความเข้มข้นไอโลหะแมงกานีสในพื้นที่ให้เป็นไปตามที่มาตรฐานกำหนดและควรมีการเฝ้าระวังทางด้านสิ่งแวดล้อมโดยการจัดให้มีการตรวจวัดความเข้มข้นไอโลหะแมงกานีสประจำปีหรืออย่างน้อยควรให้สอดคล้องตามที่กฎหมายกำหนด หรือติดตั้งระบบระบายอากาศเฉพาะที่เพื่อช่วยเจือจางความเข้มข้นของไอโลหะแมงกานีสและควรควบคุมให้พนักงานที่ปฏิบัติงานในพื้นที่เชื่อมโลหะและพื้นที่ใกล้เคียงสวมใส่อุปกรณ์ป้องกันทางเดินหายใจที่เหมาะสมกับประเภทไอโลหะที่รับสัมผัส เช่น หน้ากากชนิด 3M หรือให้สอดคล้องตามมาตรฐานในประเทศหรือต่างประเทศเพื่อลดการรับสัมผัสไอโลหะแมงกานีสทางการหายใจโดยตรง

**5. ปัจจัยการรับสัมผัสไอโลหะแมงกานีสกับสมรรถภาพปอด**

จากการศึกษานี้ได้ทำการทดสอบสมรรถภาพปอดของพนักงานเพื่อหาค่าสมรรถภาพปอด เช่น เปอร์เซ็นต์ FVC, $FEV_1$และ $FEV_1$/ FVC ผลการศึกษานี้จะสรุปโดยการแจกแจงเป็นค่าเฉลี่ย ส่วนเบี่ยงเบนมาตรฐาน (*SD*) ค่าต่ำสุด (Min) ค่าสูงสุด (Max) ดังนี้

ค่าเปอร์เซ็นต์ Force Vital Capacity, FVC ของพนักงาน จำนวน 112 คน พบว่า ค่าเฉลี่ย (ส่วนเบี่ยงเบนมาตรฐาน) เท่ากับ 81.79 (12.76) ค่าต่ำสุดเท่ากับ 23 และค่าสูงสุดเท่ากับ 124 ค่าเปอร์เซ็นต์ Forced Expiratory Volume in 1 second, $FEV_1$ ของพนักงาน จำนวน 112 คน พบว่ามีค่าเฉลี่ย (ส่วนเบี่ยงเบนมาตรฐาน) เท่ากับ 90.27 (12.91) ค่าต่ำสุด เท่ากับ 47 และค่าสูงสุดเท่ากับ 122 และค่าเปอร์เซ็นต์ Forced Expiratory Ratio, $FEV_1$/ FVC จากพนักงาน จำนวน 112 คน พบว่ามีค่าเฉลี่ย (ส่วนเบี่ยงเบนมาตรฐาน) เท่ากับ 126.30 (22.22) ค่าต่ำสุด เท่ากับ 34 และค่าสูงสุดเท่ากับ 149 ซึ่งจากผลการศึกษาพบว่าค่าเฉลี่ยเปอร์เซ็นต์ FVC, $FEV_1$ และ $FEV_1$/ FVC อยู่ในระดับปกติตามค่าแนะนำของสมาคมโรคจากการประกอบอาชีพและสิ่งแวดล้อมแห่งประเทศไทยปี พ.ศ. 2557

เมื่อวิเคราะห์ผลตรวจสมรรถภาพปอดพบความผิดปกติแบบอุดกั้น (Obstructive abnormality) ที่พบค่าเปอร์เซ็นต์ $FEV_1$/ FVC ต่ำกว่าปกติเมื่อนำไปเทียบกับค่าอ้างอิง ซึ่งจากผลการศึกษาพบว่าพนักงานมีความผิดปกติแบบอุดกั้นระดับรุนแรงเล็กน้อย จำนวน 5 คน ร้อยละ 4.5 และระดับรุนแรงมาก จำนวน 1 คน ร้อยละ 0.9 โดยพบสูงสุดในแผนกปั๊มขึ้นรูปชิ้นงานจำนวน 2 คน ร้อยละ 33.3 ซึ่งอาจมีสาเหตุมาจากการรับสัมผัสไอโลหะแมงกานีสในพื้นที่ปฏิบัติงานหรืออาจมีประวัติการเจ็บป่วยที่สามารถทำให้ทางเดินหายใจตีบแคบหรืออุดกั้นทำให้ อากาศไหลออกจากปอดได้ช้า เช่น โรคหอบหืด (Asthma) เมื่อพนักงานมีอาการจะเกิดการหดตัวของหลอดลม (Bronchoconstriction) ผนังทางเดินหายใจหนาขึ้น (Airway wall thickening) และมีเสมหะมากขึ้น ภาวะทางเดินหายใจอุดกั้นนี้เกิดได้ในโรคหอบหืดจากทุกสาเหตุ รวมถึงโรคหอบหืดจากการทำงาน (Occupational asthma) และโรคหลอดลมอักเสบ ซึ่งมีสาเหตุสำคัญมาจากการสูบบุหรี่และการสัมผัสมลภาวะในอากาศ (สมาคมโรคจากการประกอบอาชีพและสิ่งแวดล้อมแห่งประเทศไทย, 2557)

จากการศึกษาครั้งนี้พบพนักงานมีประวัติโรคระบบทางเดินหายใจเคยเป็นโรคหอบหืดจากการทำงาน จำนวน 2 คน (ร้อยละ 1.8) และมีพนักงานที่เคยป่วยเป็นโรคหลอดลมอักเสบจำนวน 1 คน (ร้อยละ 0.9) ซึ่งจากผลการศึกษายังพบว่ามีประวัติการสูบบุหรี่ จำนวน 6 คน (ร้อยละ 5.4) ซึ่งในกลุ่มพนักงานที่มีประวัติการเจ็บป่วยด้วยโรคระบบทางเดินหายใจและในกลุ่มพนักงานที่มีการสูบบุหรี่ อาจมีโอกาสเสี่ยงต่อการเกิดความผิดปกติของสมรรถภาพปอดแบบอุดกั้นมากกว่ากลุ่มอื่นที่ไม่มีอาการโรคระบบทางเดินหายใจและในกลุ่มพนักงานที่ไม่สูบบุหรี่ ซึ่งสอดคล้องกับผล

การศึกษาของ Ozdemir et al. (1995) ได้ทำการศึกษาเกี่ยวกับพฤติกรรมการสูบบุหรี่ของช่างเชื่อมโลหะพบว่ามีความถี่สูงขึ้นของการเกิดโรคหลอดลมอักเสบเรื้อรังมากกว่ากลุ่มพนักงานที่ไม่สูบบุหรี่ ($P<0.05$) (Ozdemir et al., 1995)แสดงให้เห็นว่ากลุ่มพนักงานที่สูบบุหรี่มีโอกาสเกิดความผิดปกติของสมรรถภาพปอดแบบอุดกั้นได้และจากการศึกษาของ Nakadate et al. (1998) แสดงให้เห็นว่าอีกสาเหตุหนึ่งของการเปลี่ยนแปลงการอุดกั้นในการทำงานของปอดพบว่ามีความเกี่ยวข้องกับการรับสัมผัสไอโลหะที่สะสมของช่างเชื่อมอาร์คในประเทศญี่ปุ่นภายหลังมีการควบคุมเรื่องการสูบบุหรี่

เมื่อวิเคราะห์ผลตรวจสมรรถภาพปอดพบความผิดปกติแบบจำกัดการขยายตัว (Restrictive abnormality) ที่พบค่าเปอร์เซ็นต์ FVC ต่ำกว่าปกติเมื่อนำไปเทียบกับค่าอ้างอิง ซึ่งอาจเกิดได้จากหลายสาเหตุ ทั้งสาเหตุที่มาจากความผิดปกติภายในปอด (Intrinsic cause) เช่น มีพังผืดเกิดขึ้นในปอด (Promonary fibrous) ทำให้เนื้อปอดแข็งเกิดการดึงรั้ง ขยายตัวได้ยาก และยังสามารถพบจากสาเหตุที่มาจากภายนอกปอด (Extrinsic cause) เช่น โครงสร้างร่างกายผิดปกติ ซึ่งส่งผลทำให้ปอดขยายตัวได้น้อย เช่น กระดูกสันหลังคดค่อม (Kyphoscoliosis) (สมาคมโรคจากการประกอบอาชีพและสิ่งแวดล้อมแห่งประเทศไทยปี, 2557)

จากผลการศึกษาครั้งนี้พบพนักงานมีภาวะความผิดปกติแบบจำกัดการขยายตัวระดับรุนแรงเล็กน้อย จำนวน 40 คน ร้อยละ 35.7 และระดับรุนปานกลาง จำนวน 2 คน ร้อยละ 1.8 โดยพบสูงสุดในแผนก ปั๊มขึ้นรูปชิ้นงาน จำนวน 8 คนร้อยละ 19 รองลงมาพบในแผนกเชื่อมโลหะ จำนวน 7 คน ร้อยละ 16.7 สอดคล้องกับผลการศึกษาของ Mariyamah et al. (2012) ที่ศึกษาในช่างเชื่อม 124 คน อายุระหว่าง 19-55 ปี ที่ได้รับสัมผัสไอโลหะในปริมาณ 15 มก./ ลบ.ม. พบว่าค่า FVC ลดลง (Regression coefficient (r) = -0.0004; 95% confidence interval (CI) = -0.01;-0.00) (Mariyamah et al., 2012) ซึ่งหากพนักงานได้รับสัมผัสไอโลหะเป็นระยะเวลานานอาจส่งผลให้ความจุปอดของพนักงานลดลง และก่อให้เกิดความผิดปกติต่อปอดได้ เมื่อมีการตรวจวัดสมรรถภาพปอดด้วยเครื่องสไปโรมีเตอร์พบค่า FVC เมื่อนำไปเทียบกับมาตรฐานพบว่าต่ำกว่าร้อยละ 80

เมื่อวิเคราะห์ผลตรวจสมรรถภาพปอดพบความผิดปกติแบบผสม (Mixed abnormality) ที่เป็นภาวะความผิดปกติทั้งแบบอุดกั้น (Obstructive abnormality) และแบบจำกัดการขยายตัว (Restrictive abnormality) ร่วมกันโดยพบค่าเปอร์เซ็นต์ FVC และ ค่าเปอร์เซ็นต์ $FEV_1$ ต่ำกว่าปกติเมื่อนำไปเทียบกับค่าอ้างอิงซึ่งมีสาเหตุเช่นเดียวกับแบบอุดกั้น เช่น โรคหอบหืด (Asthma) โรคหลอดลมอุดกั้นเรื้อรัง (Chronic obstructive pulmonary disease) ซึ่งหากมีความรุนแรงของโรคมากก็สามารถทำลายโครงสร้างของปอดจนทำให้เกิดพังผืดในเนื้อปอดจึงเป็นสาเหตุที่ทำให้พบ

ความผิดปกติแบบจำกัดขยายตัวรวมด้วยซึ่งจากผลการศึกษาครั้งนี้พบพนักงานมีภาวะความผิดปกติแบบผสม จำนวน 1คน ร้อยละ 100

ดังนั้นพนักงานในกลุ่มที่มีภาวะความผิดปกติ แบบอุดกั้น (Obstructive abnormality) แบบจำกัดการขยายตัว (Restrictive abnormality) และแบบผสม (Mixed abnormality) ไม่ว่าจะเป็นความผิดปกติแบบใด มีระดับความรุนแรงใดก็ตามผู้เกี่ยวข้องที่รับผิดชอบดูแลควรส่งต่อพนักงานทุกรายที่พบภาวะความผิดปกติไปทำการตรวจวินิจฉัยโดยแพทย์เพื่อยืนยันกรณีที่ยังไม่ทราบสาเหตุของโรคชัดเจนหรือเพื่อทำการรักษากรณีที่ทราบสาเหตุของโรคชัดเจนแล้วและพบว่าเป็นโรคที่ต้องได้รับการรักษาหรือเป็นโรคที่จำเป็นต้องได้รับการตรวจติดตามอาการอย่างต่อเนื่อง

5.1 ปัจจัยการรับสัมผัสไอโลหะแมงกานีสกับสมรรถภาพปอดค่าเปอร์เซ็นต์ FVC

จากการศึกษาพบว่าการใช้อุปกรณ์ป้องกันระบบทางเดินหายใจ (ผ้าปิดจมูก) ส่งผลต่อสมรรถภาพปอดค่าเปอร์เซ็นต์ FVC ของพนักงานผลิตชิ้นส่วนรถยนต์ โดยการใช้อุปกรณ์ป้องกันระบบทางเดินหายใจ (ผ้าปิดจมูก) (Beta = 5.68 ) ซึ่งมีค่าสัมประสิทธิ์การทำนายเท่ากับ 0.039 สามารถทำนายสมรรถภาพปอดค่าเปอร์เซ็นต์ FVC ของพนักงานผลิตชิ้นส่วนรถยนต์ได้ ร้อยละ 3.9 อย่างมีนัยสำคัญทางสถิติที่ระดับ 0.05 ($R = 0.198$ , $R^2 = 0.039$ , $F = 4.462$) โดยมีสมการทำนายดังนี้ สมรรถภาพปอดค่าเปอร์เซ็นต์ FVC = + 5.68 (การใช้อุปกรณ์ป้องกันระบบทางเดินหายใจ (ผ้าปิดจมูก) ซึ่งในการศึกษานี้พนักงานที่ไม่เคยสวมใส่ผ้าปิดจมูกขณะปฏิบัติงานจะมีความเสี่ยงที่จะเกิดความผิดปกติของสมรรถภาพปอดแบบจำกัดการขยายตัว (Restrictive abnormality) ได้มากกว่าเมื่อเทียบกับกลุ่มพนักงานที่สวมใส่ผ้าปิดจมูกทุกครั้ง

ซึ่งสอดคล้องกับผลการศึกษาของ Bhumika et al. (2012) การศึกษาเกี่ยวกับความผิดปกติของระบบทางเดินหายใจในช่างเชื่อมอู่ต่อเรือในประเทศอินเดีย พบว่าการใช้อุปกรณ์ป้องกันส่วนบุคคลมีความสอดคล้องกับการป้องกันความผิดปกติของระบบทางเดินหายใจในช่างเชื่อม (OR = 0.33, 95% CI: 0.28-0.37) (Bhumika et al., 2012) อย่างไรก็ตามการสวมผ้าปิดจมูกของพนักงานจากการศึกษาครั้งนี้ พบว่าไม่เหมาะสมเท่าที่ควร เนื่องจากเป็นการสวมผ้าปิดจมูกมากกว่าการสวมอุปกรณ์ปิดทางเดินหายใจที่ถูกต้อง

ดังนั้น จึงควรจัดหาอุปกรณ์ป้องกันทางเดินหายใจให้เหมาะสมกับชนิดของไอโลหะที่พนักงานรับสัมผัส เช่น หน้ากากชนิด 3M โดยสามารถอ้างอิงตามมาตรฐานในประเทศไทย ได้แก่ มอก. หรือ มาตรฐานในต่างประเทศ ได้แก่ NIOSH (สหรัฐอเมริกา), EN (สหภาพยุโรป) และ AS/ NZS (ประเทศออสเตรเลีย) เพื่อเพิ่มประสิทธิภาพในการป้องกันการรับสัมผัสไอโลหะแมงกานีสให้กับพนักงานที่ปฏิบัติงานพื้นที่และพื้นที่ใกล้เคียง

5.2 ปัจจัยการรับสัมผัสไอโลหะแมงกานีสกับสมรรถภาพปอดค่าเปอร์เซ็นต์ $FEV_1$/ FVC

จากผลการศึกษาพบว่า ประวัติการสูบบุหรี่และ ประวัติการเจ็บป่วย ส่งผลต่อสมรรถภาพปอดค่าเปอร์เซ็นต์ $FEV_1$ / FVC ของพนักงานผลิตชิ้นส่วนรถยนต์ โดยประวัติการสูบบุหรี่ (Beta = -0.237) และ ประวัติการเจ็บป่วย (Beta = -0.123) เป็นปัจจัยที่มีผลต่อสมรรถภาพปอดค่าเปอร์เซ็นต์ $FEV_1$ / FVC ของพนักงานผลิตชิ้นส่วนรถยนต์ ซึ่งมีค่าสัมประสิทธิ์การทำนายเท่ากับ 0.113 สามารถทำนายสมรรถภาพปอดค่าเปอร์เซ็นต์ $FEV_1$ / FVC ของพนักงานผลิตชิ้นส่วนรถยนต์ได้ ร้อยละ 11.3 อย่างมีนัยสำคัญทางสถิติที่ระดับ 0.05($R = 0.34$, $R^2 = 0.113$, $F = 6.86$) โดยมีสมการทำนาย ดังนี้ สมรรถภาพปอดค่าเปอร์เซ็นต์ $FEV_1$ / FVC = -0.237 (ประวัติการสูบบุหรี่) -0.123 (ประวัติการเจ็บป่วย)

จากผลการศึกษานี้พบว่า คนที่สูบบุหรี่จะมีความยืดหยุ่นของปอดลดลง โดยพบว่าการศึกษาของ พรรณิภา สืบสุข (2553) พบว่า สาเหตุของโรคปอดอุดกั้นเรื้อรัง มีสาเหตุมาจากการการสูบบุหรี่ร้อยละ 80-90 เป็นปัจจัยที่สี่ยงอันดับแรกต่อการเกิดโรค (พรรณิภา สืบสุข, 2553) และจากผลการศึกษาของ Ozdemir et al. (1995) ได้ศึกษาในกลุ่มของช่างเชื่อมโลหะที่สูบบุหรี่ พบว่ามีความถี่สูงขึ้นของการเกิดโรคหลอดลมอักเสบเรื้อรังมากกว่ากลุ่มควบคุมที่ไม่สูบบุหรี่โดยพบว่าค่า FVC มีค่าลดลงอย่างมีนัยสำคัญในกลุ่มช่างเชื่อมและกลุ่มควบคุมพบค่า FVC เท่ากับ 86.06 (25.74) $p<0.01$ (Ozdemir et al., 1995) และในคนที่มีการรับสัมผัสไอโลหะเป็นระยะเวลานานอาจส่งผลให้ความจุปอดลดลงซึ่งสามารถเกิดความผิดปกติได้หลายลักษณะ เช่น มีการอุดกั้นของหลอดลม เมื่อมีการตรวจวัดสมรรถภาพปอดด้วยเครื่องสไปโรมิเตอร์ พบว่าค่า $FEV_1$/ FVC ต่ำกว่า 70% ส่วนใหญ่จะพบในผู้ป่วยโรคหืดและโรคหลอดลมอักเสบเรื้อรัง

นอกจากนี้มีการศึกษาถึงผลกระทบของสมรรถภาพปอดของการเชื่อมแบบจุด (Spot) ในอุตสาหกรรมรถยนต์ประเทศอิหร่านเป็นการศึกษาแบบภาคตัดขวางในช่างเชื่อมจุด (Spot) เพศชาย จำนวน 137 และกลุ่มพนักงานสำนักงานจำนวน 129 คน โดยใช้แบบสอบถามบันทึกข้อมูลด้านประชากร การสูบบุหรี่ ประวัติการทำงาน และอาการระบบทางเดินหายใจ และวัดสมรรถภาพปอดด้วยเครื่องสไปโรมิเตอร์ รวมถึงมีการเก็บตัวอย่างอากาศที่ระดับทางเดินหายใจของช่างเชื่อม ผลการวิเคราะห์ความเข้มข้นไอโลหะพบว่า ต่ำกว่าค่าแนะนำของ ACGIH พบว่า มีนัยสำคัญต่ำกว่าค่าเฉลี่ย $FEV_1$ , $FEV_1$ / FVC ในช่างเชื่อมแบบจุด (Spot) เปรียบเทียบกับกลุ่มควบคุม และพบมีนัยสำคัญเพิ่มขึ้นของความชุกอาการระบบทางเดินหายใจ ได้แก่ อาการมีเสมหะและหายใจลำบาก พบในช่างเชื่อมจุด ร้อยละ 15 และ ในกลุ่มควบคุมร้อยละ 1 มีความผิดปกติของปอดแบบอุดกั้นเรื้อรัง จากผลการศึกษาแสดงให้เห็นว่าช่างเชื่อมจุดมีความเสี่ยงของการพัฒนาอาการระบบทางเดิน

หายใจและการทำงานของปอดลดลงแม้จะมีการรับสัมผัสควันเชื่อมต่ำกว่าค่าแนะนำของ ACGIH (Loukzadeh et al., 2009)

**6. ปัจจัยการรับสัมผัสไอโลหะแมงกานีสกับอาการผิดปกติของระบบทางเดินหายใจ**

โรคระบบทางเดินหายใจ (Respiratory tract disorder) เป็นโรคที่เกิดจากความผิดปกติของเนื้อเยื่อหรืออวัยวะในระบบทางเดินหายใจ เช่น จมูก ลำคอ ท่อลม หลอดลม และปอด โดยแบ่งได้ 2 ส่วน คือ ระบบทางเดินหายใจส่วนบน และระบบทางเดินหายใจส่วนล่าง พบว่าปัจจัยที่ส่งผลต่ออาการผิดปกติของระบบทางเดินหายใจมีดังนี้

6.1 ปัจจัยที่ส่งผลต่ออาการผิดปกติของระบบทางเดินหายใจส่วนบน พบว่า ประวัติการเจ็บป่วยด้วยโรคระบบทางเดินหายใจส่งผลต่ออาการผิดปกติระบบทางเดินหายใจส่วนบน พบว่าพนักงานที่เป็นโรคระบบทางเดินหายใจจะมีโอกาสเสี่ยงทำให้เกิดอาการผิดปกติระบบทางเดินหายใจส่วนบนมากกว่าผู้ไม่เป็นโรคระบบทางเดินหายใจ 0.12 เท่า (95% CI of OR = 1.73-13.3) p-value = 0.003 โดยสมการที่ใช้ในการทำนายค่า Chi-square (df.) = 13.82(3), p-value = 0.003, Cox&snell $R^2$ = 0.12, Nagelkerke $R^2$ = 0.17

อาการที่พบได้บ่อยที่สุดในโรคระบบทางเดินหายใจส่วนบน เช่น อาการไอ มีเสมหะ ซึ่งอาการไอมักเกิดจากมีการกระตุ้นหรือการระคายเคืองต่อเยื่อบุทางเดินหายใจ ตั้งแต่ส่วนคอหอยจนถึงหลอดลมเล็ก ๆ อาการไอที่เกิดเนื่องจากการกระตุ้นที่คอหอย เช่น ในภาวะคอหอยอักเสบมักจะมีลักษณะแห้ง ๆ และไอติดต่อกัน แต่อาจจะเป็นพัก ๆ ได้ ถ้ามีเสมหะไปเกาะติดที่คอหอย อาการไอจะมีเสียงดัง หรือมีเสมหะขาวข้น ออกมาด้วย ซึ่งอาจเกิดไอตอนตื่นนอนทันที ไอตอนกลางวันหรือตอนกลางคืน ไอบ่อยเกือบทุกวันนับรวมแล้วได้อย่างน้อย 3 เดือนต่อปี มักพบในผู้ป่วยที่เป็นโรคหลอดลมอักเสบเรื้อรัง

จากผลการศึกษาที่ผ่านมามีการศึกษาเกี่ยวกับสุขภาพระบบทางเดินหายใจของช่างเชื่อมในประเทศซาอุดิอาระเบียจำนวน 41 คนและกลุ่มเปรียบเทียบ 41 คน พบอัตราความชุกอาการไอระหว่างวันหรือในเวลากลางคืน คิดเป็นร้อยละ 34.1 เมื่อเทียบกับกลุ่มควบคุมอยู่ที่ร้อยละ 14.6 (Al-Otaibi, 2014) ในบางรายอาจพบอาการมีเสมหะร่วมกับภาวะอาการไอ โดยต้องขากเสมหะออกตอนตื่นนอน รวมทั้งตอนกลางวันและกลางคืน สอดคล้องกับผลการศึกษาที่ผ่านมามีการศึกษาสุขภาพระบบทางเดินหายใจของช่างเชื่อมในประเทศซาอุดิอาระเบีย โดยศึกษาในช่างเชื่อม 41 คน และกลุ่มเปรียบเทียบ มีรายงานในช่างเชื่อม 16 คน คิดเป็นร้อยละ 39 มีการขากเสมหะในตอนเช้าเมื่อเทียบกับกลุ่มควบคุมแตกต่างอย่างมีนัยสำคัญ (Chi-square = 3.87 P = 0.0182 (OR= 3.11,95% CI : 1.0-9.9) (Al-Otaibi, 2014)

จากการศึกษาของ Tunc et al. (2003) ทำการศึกษาในช่างเชื่อม 32 คน โรงงานน้ำตาลในอังการ่า ประเทศตุรกี โดยมีกลุ่มควบคุมเป็นผู้ประกอบอาชีพที่ไม่ได้สัมผัสควันเชื่อมเลย ในการศึกษาครั้งนี้ใช้แบบสอบถามเกี่ยวกับอาการทางเดินหายใจและประวัติการสัมผัสรวมถึงการทดสอบสมรรถภาพปอดระหว่างกลุ่มของช่างเชื่อมและกลุ่มควบคุม มีอุบัติการณ์ของอาการไอ ร้อยละ 65.6 มีเสมหะร้อยละ 84.4 ซึ่งพบว่ามีสถิติมากขึ้นในกลุ่มของช่างเชื่อมเมื่อเปรียบเทียบกับกลุ่มควบคุม ที่มีอาการไอ ร้อยละ 33.3 และมีเสมหะ ร้อยละ 41 30.8 ที่ $p<0.05$และ $p<0.001$ ตามลำดับ (Tuncet al., 2003)

6.2 ปัจจัยที่ส่งผลต่ออาการผิดปกติของระบบทางเดินหายใจส่วนล่างจากการศึกษาครั้งนี้พบว่าไม่มีตัวแปรใดที่ส่งผลต่ออาการผิดปกติของระบบทางเดินหายใจส่วนล่าง

จากการศึกษาครั้งนี้พบว่ามีพนักงานที่สวมใส่ผ้าปิดจมูกทุกครั้งมีอาการผิดปกติระบบทางเดินหายใจส่วนบน จำนวน 5 คน ร้อยละ 17.2 และ พบอาการผิดปกติระบบทางเดินหายใจส่วนล่าง จำนวน 6 คน ร้อยละ 20.7 จากการสังเกตพบว่าประเภทของอุปกรณ์ป้องกันทางเดินหายใจที่พนักงานใช้ในปัจจุบันยังไม่เหมาะสมเท่าที่ควรกับชนิดของไอโลหะที่รับสัมผัส ขณะพนักงานปฏิบัติงานตลอดทั้งวัน ไอโลหะแมงกานีสอาจเกิดการสะสมบริเวณผ้าปิดจมูกได้ เนื่องจากไม่มีตัวกรองที่ทำหน้าที่กำจัดไอโลหะที่หายใจเข้าไป ทำให้พนักงานมีโอกาสเสี่ยงต่อการรับสัมผัสไอโลหะเพิ่มมากขึ้น จนส่งผลให้เกิดอาการผิดปกติระบบทางเดินหายใจส่วนบนและส่วนล่างได้ ดังนั้นจึงควรจัดหาหน้ากากให้เหมาะสมกับชนิดของไอโลหะ เช่น หน้ากากชนิด 3M โดยสามารถอ้างอิงตามมาตรฐานในประเทศไทย ได้แก่ มอก. หรือ มาตรฐานในต่างประเทศ ได้แก่ NIOSH (สหรัฐอเมริกา), EN (สหภาพยุโรป) และ AS/ NZS (ประเทศออสเตรเลีย) เพื่อเพิ่มประสิทธิภาพในการป้องกันการรับสัมผัสไอโลหะแมงกานีสให้กับพนักงานที่ปฏิบัติงานพ้นที่และพื้นที่ใกล้เคียง

**7. ข้อจำกัดในการวิจัยครั้งนี้**

ผลอาการผิดปกติของระบบทางเดินหายใจของกลุ่มตัวอย่างเป็นการคัดกรองโดยใช้แบบสัมภาษณ์เท่านั้นอาจไม่สามารถระบุได้ชัดเจนว่าเป็นอาการที่เกิดจากการรับสัมผัสไอโลหะแมงกานีสจริงเนื่องจากไม่ได้รับการวินิจฉัยอาการโดยแพทย์ผู้เชี่ยวชาญร่วมด้วย

## ข้อเสนอแนะ

1. ข้อเสนอแนะในการนำผลงานวิจัยไปใช้

1.1 การใช้อุปกรณ์ป้องกันระบบทางเดินหายใจ (ผ้าปิดจมูก) มีส่งผลต่อสมรรถภาพปอดค่าเปอร์เซ็นต์ FVC ซึ่งผ้าปิดจมูกสามารถป้องกันการรับสัมผัสกับไอโลหะแมงกานีสได้ในเบื้องต้นโดยไม่ให้ผู้ปฏิบัติงานรับสัมผัสไอโลหะผ่านทางการหายใจโดยตรงเมื่อต้องปฏิบัติงานเป็น

ระยะเวลานานไอโลหะแมงกานีสอาจเกิดการสะสมบริเวณผ้าปิดจมูกได้เนื่องจากผ้าปิดจมูกไม่มีตัวกรองที่ทำหน้าที่กำจัดไอโลหะที่หายใจเข้าไปดังนั้นเพื่อให้เกิดประสิทธิภาพในการป้องกันควรจัดหาหน้ากากป้องกันไอโลหะที่เหมาะสมให้กับพนักงาน เช่น หน้ากากชนิด 3M ที่มีการกรองกำจัดไอโลหะก่อนเข้าสู่ทางเดินหายใจ โดยสามารถอ้างอิงตามมาตรฐานในประเทศไทย ได้แก่ มอก. หรือ มาตรฐานในต่างประเทศ ได้แก่ NIOSH (สหรัฐอเมริกา), EN (สหภาพยุโรป) และ AS/ NZS (ประเทศออสเตรเลีย) และควรจัดหาให้เพียงพอต่อความต้องการของผู้ปฏิบัติงานและเพื่อเป็นการป้องกันการรับสัมผัสไอโลหะแมงกานีสหัวหน้างานควรควบคุมดูแลให้พนักงานที่ปฏิบัติงานในพื้นที่และพื้นที่ใกล้เคียงสวมใส่อุปกรณ์ป้องกันทางเดินหายใจตลอดระยะเวลาการทำงาน

1.2 พนักงานมีภาวะความผิดปกติของปอดแบบอุดกั้นแบบจำกัดการขยายตัว และแบบผสม พนักงานที่พบภาวะความผิดปกติควรได้รับการตรวจวินิจฉัยโดยแพทย์ผู้เชี่ยวชาญเพื่อยืนยันอาการผิดปกติที่พบให้ทราบชัดเจนเพื่อที่จะสามารถส่งพนักงานที่มีอาการผิดปกติระบบทางเดินหายใจเข้าสู่กระบวนการรักษาต่อไปในกลุ่มที่ทราบสาเหตุชัดเจนแล้วและในพนักงานที่ไม่มีอาการผิดปกติก็ควรมีการเฝ้าระวังโดยการตรวจสมรรถภาพปอดอย่างน้อยปีละ 1 ครั้งเพื่อคัดกรองและเฝ้าระวังความผิดปกติของปอด

2. ข้อเสนอแนะในการศึกษาครั้งต่อไป

2.1 ควรมีการศึกษาไอโลหะชนิดอื่น โดยศึกษาจากส่วนประกอบข้อมูลเคมีภัณฑ์ของวัสดุหรือวัตถุดิบที่นำเข้าสู่กระบวนการเชื่อมเช่น ลวดเชื่อมชนิดทองแดง เงิน ผลิตภัณฑ์ที่ชุบด้วยโครเมียม หรือ ก๊าซโอโซนที่เกิดขึ้นเมื่อมีการเชื่อมด้วยแก๊สเฉื่อย เช่น แก๊สอาร์กอน

# บรรณานุกรม


กรมควบคุมมลพิษ กระทรวงทรัพยากรธรรมชาติและสิ่งแวดล้อม. (2558). *เกร็ดความรู้เรื่องฝุ่นละออง.* วันที่ค้นข้อมูล 14 สิงหาคม 2558, เข้าถึงได้จาก: http://www.pcd.go.th/info_serv/air_dust.htm.

คคนางค์ เคหะฐาน, อิศรทัต พึ่งอ้น และ ภัทธีรา ม้วนจั่น. (2554). การศึกษาประสิทธิภาพการใช้อนุภาคนาโนในการลดควันละอองโลหะสำหรับฟลักซ์ในลวดเชื่อมประเภทต่าง ๆ. *การประชุมวิชาการข่ายงานวิศวกรรมอุตสาหการ*, หน้า 700-703).

ชัชชัย อินนุมาตร. (ม.ป.ป.). *ไอระเหย,ควันและแก๊สจากการเชื่อมโลหะ.* วันที่ค้นข้อมูล 14 สิงหาคม 2558, เข้าถึงได้จาก: http://www.siampart.com/index.php?ContentID=ContentID-13101113300042133

ณัทธร สุขสีทอง. (2552). *พฤติกรรมการป้องกันการบาดเจ็บทางตาจากการประกอบอาชีพของช่างเชื่อมโลหะในจังหวัดประทุมธานี*. วิทยานิพนธ์วิทยาศาสตรมหาบัณฑิต, สาขาวิชาเอกการพยาบาลสาธารณสุข, บัณฑิตวิทยาลัย, มหาวิทยาลัยมหิดล.

ทรงวุฒิ มงคลเลิศมณี, กุลยศ สุวันทโรจน์และศุภชัย หลักคำ. (2556). เสถียรภาพการบังคับยานยนต์และแนวทางการทดสอบ. *วารสารวิจัยและพัฒนา มจธ., 36*(3), 381-393.

ธารีรัตน์ อนันต์ชัยทรัพย์. (2555). *แนวทางการวินิจฉัยและดูแลผู้ป่วยโรคปอดอุดกั้นเรื้อรังในบริการปฐมภูมิ โรงพยาบาลสงขลานครินทร์.* ภาควิชาเวชศาสตร์ชุมชน มหาวิทยาลัยสงขลานครินทร์.

ธีรวุฒิ เขื่อนแก้ว และกรรณชัย กัลป์ยาศิริ. (2554). การศึกษาปัจจัยจากการเชื่อมที่มีอิทธิพลต่อรูปร่างของรอยเชื่อมที่ผ่านการเชื่อมด้วยกระบวนการเชื่อมอาร์คโลหะแก๊สคลุมสำหรับเหล็กกล้าไร้สนิม JFE429. *การประชุมวิชาการข่ายงานวิศวกรรมอุตสาหการ,* หน้า 1073-1080.

นพกร ภู่ระย้า,สุธีพร เครือวงศ์และวสุพล มีทอง. (2555). ผลกระทบของส่วนผสมแก๊สปกคลุมต่อการเกิดควันละอองโลหะในกระบวนการเชื่อมด้วยลวดเชื่อมไส้ฟลักซ์. *วารสารการประชุมวิชาการเครือข่ายวิศวกรรมอุตสาหการ,* หน้า 1836-1842.

นันทพร ภัทรพุทธ. (2553). *สารพิษกับสุขภาพผู้ประกอบอาชีพ* (พิมพ์ครั้งที่ 2). กรุงเทพฯ: โอ เอส.พริ้นติ้งเฮ้าส์.

ปิติ พูลชัยศรีและคณะ. (2555). *สุขศาสตร์อุตสาหรรม:การประเมิน* (พิมพ์ครั้งที่ 4). กรุงเทพฯ: สำนักพิมพ์มหาวิทยาลัยสุโขทัยธรรมาธิราช.

พรรณิภา สืบสุข. (2553). บทบาทพยาบาลกับผู้ป่วยปอดอุดกั้นเรื้อรัง, *J Nurs Sci*, 29(2), 18-26.

พรรณี นันทะแสงและกาญจนา นาถะพินธุ. (2555). ปัญหาสุขภาพและสภาพแวดล้อมในการทำงานของช่างเชื่อมโลหะด้วยไฟฟ้า อำเภอเมือง จังหวัดหนองบัวลำภู, *วารสารวิจัยสาธารณสุขศาสตร์ มหาวิทยาลัยขอนแก่น, 5*(3), 21-30.

วัชรา บุญสวัสดิ์. (2548). *แนวทางการดูแลผู้ป่วยโรคปอดอุดกั้นเรื้อรัง*. ขอนแก่น: ภาควิชาอายุรศาสตร์ มหาวิทยาลัยขอนแก่น.

ศตกมล ประสงค์วัฒนา. (2553). *อาการระบบทางเดินหายใจและสมรรถภาพปอดของผู้รับงานผ้ามาทำที่บ้าน: กรณีศึกษาชุมชนตำบลบ้านสร้าง อำเภอบางประอิน จังหวัดพระนครศรีอยุธยา*. วิทยานิพนธ์พยาบาลศาสตรบัณฑิต, สาขาวิชาการพยาบาลเวชปฏิบัติชุมชน, บัณฑิตวิทยาลัย, มหาวิทยาลัยมหิดล.

ศิริพร วันฟั่น. (2556). อันตรายของก๊าซและฟูมจากการเชื่อมโลหะและการควบคุม. *Industrial Technology Review, 242,* 86-93**.**

ศูนย์สารสนเทศยานยนต์. (2558). *สภาวะอุตสาหกรรมยานยนต์ไทย.* วันที่ค้นข้อมูล 5 กรกฎาคม 2558. เข้าถึงได้จาก: http://data.thaiauto.or.th/IU3/index.php? option=com_user&view=login&return=YToyOntzOjI6ImlkIjtpOjc0OTtzOjM6ImNpZCI7aToxMDQ7fQ==.

สมเกียรติ วงษ์ทิม. (2550). โรคหอบหืดจากการทำงานและโรคบิสสิโนสีส. ใน วิทยา ศรีมาดา. (บรรณาธิการ), *ตำราโรคปอด1 โรคปอดจากสิ่งแวดล้อม.* กรุงเทพฯ: ยูนิตี้ พับลิเคชั่น.

สมาคมโรคจากการประกอบอาชีพและสิ่งแวดล้อมแห่งประเทศไทย. (2557). *แนวทางการตรวจและแปลผลสมรรถภาพปอดด้วยวิธีสไปโรเมตรีย์ในงานอาชีวอนามัย.*

สมาคมอุรเวชช์แห่งประเทศไทย. (2545). *แนวทางการตรวจสมรรถภาพปอดด้วยเครื่องสไปโรเมตรีย์.* กรุงเทพฯ: ม.ป.พ.

สำนักเทคโนโลยีความปลอดภัย กรมโรงงานอุตสาหกรรม. (2557). *การประเมินความเสี่ยงสารเคมี.* วันที่ค้นข้อมูล 14 สิงหาคม 2558, เข้าถึงได้จาก: http://php.diw.go.th/safety/?page_id=815.

สำนักโรคจากการประกอบอาชีพและสิ่งแวดล้อม. (2545). *คู่มือการปฏิบัติงาน การประเมินสิ่งแวดล้อมการทำงาน.* นนทบุรี: สำนักโรคจากการประกอบอาชีพและสิ่งแวดล้อม กรมควบคุมโรค กระทรวงสาธารณสุข.

สุชาติ เกียรติวัฒนเจริญ. (2555). *มลพิษทางอากาศ.* วันที่ค้นข้อมูล 14 สิงหาคม 2558, เข้าถึงได้จาก: http://es-cmu.blogspot.com/.

เสาวภา เพชรสังฆาต. (2550). *การออกแบบระบบระบายอากาศสำหรับงานเชื่อมโลหะในอุตสาหกรรมผลิตชิ้นส่วนยานยนต์*. วิทยานิพนธ์วิศวกรรมศาสตรมหาบัณฑิต สาขาวิศวกรรมความปลอดภัย, คณะวิศวกรรมศาสตร์, มหาวิทยาลัยเกษตรศาสตร์.

อนามัย เทศกะทึกและทนงศักดิ์ ยิ่งรัตนสุข. (2550). *ปัจจัยที่มีผลกระทบต่อสุขภาพในระบบทางเดินหายใจในกลุ่มพนักงานโรงงานอุตสาหกรรมผลิตผลผลิตจากไม้และเฟอร์นิเจอร์ในเขตภาคตะวันออก.* ได้รับทุนอุดหนุนการวิจัยจากงบประมาณแผ่นดิน, มหาวิทยาลัยบูรพา.

อนามัย (ธีรวิโรจน์) เทศกะทึก. (2551). *อาชีวอนามัยและความปลอดภัย* (พิมพ์ครั้งที่ 3). กรุงเทพฯ: โอ.เอส.พริ้นติ้งเฮ้าส์.

อมรา ทองหงษ์, กมลชนก เทพสิทธา และภาคภูมิ จงพิริยะอนันต์. (2555). รายงานการเฝ้าระวังโรคไม่ติดต่อเรื้อรังพ.ศ. 2553. *รายงานการเฝ้าระวังทางระบาดวิทยาประจำสัปดาห์ 2555, 43,* 257-264.

อิศรทัต พึ่งอ้น, ภัทธีรา ม้วนจั่น และจักรกฤษณ์ จิตติมงคล. (2555). ผลกระทบของรูปแบบการถ่ายโอนน้ำโลหะต่อการเกิดควันละอองโลหะในกระบวนการเชื่อม GMAW. *การประชุมวิชาการเครือข่ายวิศวกรรมอุตสาหการ,* หน้า 615-622.

ACGIH. (2015). *TLVs and BEIs Based on the Documentation of the Threshold limit values for chemical substances and physical agents&Biological Expose Indices*, Printed in United States.

Al-Otaibi, S. T. (2014). Respiratory health of a population of welders. *J Family Community med, 21*(3), 162-5.

Andrews, R. N., Keane, M., Hanlay, K. W., & Ashley, K. (2015). Manganese speciation of labolatory-generated welding fumes. *Anal Method, 15*(7), 6403-6410.

Antoni, J. M., Stone, S., Roberts, J. R., Chen, B., Schwegler-Berry, D., Afshari, A. A., David., & Frazer, D. G. (2007). Effect of short-term stainless steel welding fume inhalation expousure on lung inflammation, injury, and defense responses in rats. *Toxicology and Applied Phamacology, 223*(2007), 234-245.

Anuradha, C., Tanu, A., Jukgal, K., Tor, E., & GopalKristna, Ingle. (2014). Ocupational hazard expousure and general health profile of welders in rural Delhi. Indian. *JOccup Environ Med*, *18*(1), 21-26.

Bhumika, N., Prahu, G. V., Fereira, A. M., Kulkami, M. K., Vaz, F. S., & Singh, Z. (2012). Respiratory mobidity among welders in the shipbuilding industry,Goa.*Indian. J Occup Environ Med*, *16*(2), 63-65

Brandshaw, L. M., Fishwick, D., Slarter, T., & Pearce, N. (1998). Chronic bronchitis work related respiratory symptom, and pulmonary function in welder in New Zeland. *Occup Environ med, 55*(3), 105-104.

Castano, R., & Suarthana, E., (2014). Occupational rhinitis due to steel welding fumes. *AmInd Med, 57*(12), 1299-30.

Cosgrove, M. P. (2015). Pulmonary fibrosis and exposure to steel welding fume. *Occup Med (Lond)*, *65*(9), 706-712.

Chin, D. J., Stevenson, I. C., & Cotes, J. E. (1990). Longitudinal respiratory survey of shipyard workers: of trade and atopic status. *Br J Ind Med, 42*(2), 83-90.

El-Zein, M., Malo, J. L., Infante-Rivard, C., & Gautrin, D. (2003). Prevalence and association of welding related systemic and respiratory symptoms in welders. *Occup Environ Med*, *60*(9), 655-661.

Groth, M., & Lyngenbo, O. (1989). Respiratory symptoms in Danish welders. *Scand J Soc Med*, *17*(4), 271-276.

Haluza, D., Moshammer, H., & Hochgatterer, K. (2014). Dust is in the air. Part II: Effects of occupational exposure to welding fumes on lung function in a 90-year study. *Lung*, *192*(1), 111-117.

Hariri, A., Paiman, N., Azreen, L., AbdMutalip, M. Y., & Mohammad, Z. (2014). Pulmonary function status among welder's in Malasian's automotive industries. *Journal of Clean Energy Technologies*, 108-111.

Hariri, A., Mutalib, L. M., Zainal, M., Yusof, N., Azreen, P., & Noraishah, M. N. (2012). Preliminary measurement of welding fume in automotive. *International Journal of Environmental Science and Development* 1, 146-151.

Hawkins, N. C., Norwood, S. K., & Rock, J. C. (1991). *A strategy for occupational exposure assessment.* Akron, OH: American Industrial Hygiene Association.

Hedmer, M., Karlsson, J. E., Anderesson, U., Jacobsson, H., Nielsen, J., & Tinnerberg, H. (2014). Exposure to respirable dust and manganese and prevalence of airways symptoms, among Swedish mild steel welders in the manufacturing industry. *Int Arch Occup Environ Health*, *87*(6), 623-34.

Hull & Abrahim. (2002). Aluminum Welding Fume-Induced Pneumoconiosis. *Human Pathology, 33*(8), 819-825.

Koh, D. H., Kim, J. I., & Yoo, S. W. (2015). Welding fume exposure and chronic obstructive pulmonary disease In welders. *Occup Med, 65*(1), 72-77.

Leonard, S. C., Stone, S., Schwegler-Berry, D., Kenyon, A., Frazer, D., & Antonini, J. (2010). Coparison of stainless and mild steel welding fumes in generation of reactive oxygen species. *Particle and Fibre Toxicol, 10*(3), 7-32.

Loukzadeh, Z., Sharifian, S. A., Aminian, O., & Shojaoddiny-Ardekani, A. (2009). Pomonary effect of spot welding in automobile assembly. *Occupational medicine*, *59*(4), 267-269.

Luo, J. C., Hsu, K. H., & Shen, W. S. (2006). Pulmonary function abnormalities and airway irritation symptom of metal fumes exposures on automobile spot welders. *Am J Ind Med, 49*(6), 407-416.

Meo, S. A., & Al-Khlaiwi, T. (2003). Health hazards of welding fumes. *Saudi Med J, 24*(11), 1176-1182.

Michael, R. Flynn., & Pam, S. (2012). Local exhaust ventilation for the control of welding fume in the construction industry-A Literature Review. *Ann Occup Hyg, 56*(7), 764-776.

NIOSH. (2015). *NIOSH Pocket Guide to chemical hazard*. Retrieved August 31, 2015, form http://www.cdc.gov/niosh/npg/npgd0344.html.

OSHA. (2013). *Controlling Hazard Fumes and Gases during Welding*. Retrieved August 31, 2015, form https://www.osha.gov/pls/publications/publication.searchresults?pSearch=welding.

Ozdemir. (1995). Chronic effects of welding exposure on pulmonary function tests and Respiratory symptoms. *Occup Environ Med, 52*(12), 800-803.

Prymovent clean air at work. (2015). *Health risks of welding fumes*. Retrieved August 31, 2015, form http://www.plymovent.com/us/welding-cutting-fume-removal/knowledge/health-risks-of-welding-fumes.

Sharfian, S. A., Loukzadeh, Z., Shojaoddiny-Ardekani, A., & Aminion, O. (2011). Pulmonary adverse effects of welding fume in automobile assembly welders. *Acta Med Iran, 49*(2), 98-102.

Sisson, J. H. (2007). Alcohol and Airways Function in Health and Disease. *Alcohol*, *41*(5), 293-307.

Swedish Work Environment Authority. (2011). *Occupational exposure limit, Stockhome*. *AFS* 2011:18. Retrieved August 31, 2015, form https://www.google.co.th/?gws_rd=cr,ssl&ei=d4e2V42AM4rnvASZpLmQDw#q=Swedish+Work+Environment+Authority+(2011)+AFS+2011:18.+Occupational+exposure+limits%2C+Stockholm.

Tunc, O. K., Ayqun, R., Kokturk, N., Ekim, N., & Tunc, I. (2003). Respiratory findings and pulmonary function tests among the welders working for the sugar plant factory. *TuberkulozveTorks*, *51*(3), 271-276.

Wanda, M., & Jan Gromiec. (2010). Evolution of Occupational Exposure to Toxic Metals Released in the Process of Aluminum Welding. *Journal Applied Occupational and Environmental Hygiene, 17(4)*, 296-303

Wagner, U., Meebach, W., Fisher, W., Otto, J., Jahn, R., & Schneider, W. D. (1990). A case report of welder's lung. *Z Erk. Atmungsorgane, 174*(2), 149-154.

Wastenson, G., Sallsten, G., Petersen, R-B., & Barregard. (2012). Neuromotor function in ship welders after cessation of manganese exposure. *Int Arch Occup Environ Health*, *85,* 703-713.

World Health Organization. (2004). *Chronic obstructive pulmonary disease (COPD)*. Retrieved August 31, 2015, form http://www.who.int/respiratory/copd/en/.

Zheng, W., Antonini, J. M., Lin, Y. C., Roberts, J. R., Kashon, M. L., Castrnova, V., & Kan, H., (2015). Cardiovascular effects in rats after intratracheal in stillation of metal welding paticles. *Inhal Toxicol*, *27*(1), 45-53.

# ภาคผนวก

**ภาคผนวก ก**

เครื่องมือที่ใช้ในการวิจัย

แบบสัมภาษณ์ชุดที่☐☐☐

**<u>แบบสัมภาษณ์เพื่อการวิจัย</u>**

เรื่อง การรับสัมผัสไอโลหะแมงกานีสและปัจจัยที่ส่งผลต่อความผิดปกติของระบบทางเดินหายใจในพนักงานโรงงานผลิตชิ้นส่วนรถยนต์แห่งหนึ่งในเขตจังหวัดชลบุรี

---

<u>คำชี้แจง</u>

1. แบบสัมภาษณ์มี 2 ส่วน แบ่งเป็น

**แบบสัมภาษณ์ส่วนที่ 1** ประกอบด้วยข้อมูลด้านปัจจัยส่วนบุคคลและปัจจัยจากการทำงานโดยมีรายละเอียดข้อคำถาม ดังนี้

| | |
|---|---|
| ข้อมูลด้านปัจจัยส่วนบุคคล | จำนวน 5 ข้อ |
| ข้อมูลด้านปัจจัยจากการทำงาน | จำนวน 5 ข้อ |

**แบบสัมภาษณ์ส่วนที่ 2**

| | |
|---|---|
| อาการระบบทางเดินหายใจ | จำนวน 13 ข้อ |

**แบบบันทึกการตรวจสมรรถภาพปอด**

2. ขอความร่วมมือผู้เข้าร่วมในการตอบคำถามในแบบสัมภาษณ์ครั้งนี้ให้ครบทุกข้อเพื่อให้ได้ข้อมูลครบถ้วน

**แบบสัมภาษณ์ส่วนที่ 1** ประกอบด้วยข้อมูลด้านปัจจัยส่วนบุคคลและปัจจัยจากการทำงาน
คำชี้แจง กรุณากาเครื่องหมายถูก ✓ ลงในช่อง ( ) หน้าข้อความที่ตรงกับความจริงหรือเติมข้อความลงในช่องว่างให้สมบูรณ์

**ข้อมูลส่วนบุคคล**

รหัสพนักงาน_____

1. เพศ ( ) 0. หญิง ( ) 1. ชาย
2. ท่านมีอายุเท่าใด ……. (ปี)
3. ประวัติการสูบบุหรี่
   ( ) 1. สูบบุหรี่
   ( ) 2. เคยสูบบุหรี่แต่ปัจจุบันเลิกแล้ว
   ( ) 3. ไม่เคยสูบบุหรี่
4. ประวัติการดื่มสุรา
   ( ) 1. ดื่มเครื่องดื่มแอลกอฮอล์
   ( ) 2. เคยดื่มแอลกอฮอล์แต่ปัจจุบันเลิกแล้ว
   ( ) 3. ไม่เคยดื่มเครื่องดื่มแอลกอฮอล์
5. ประวัติการเจ็บป่วยด้วยโรคระบบทางเดินหายใจ
   คุณเคยเจ็บป่วยด้วยโรคระบบทางเดินหายใจต่อไปนี้หรือไม่
   ( ) 1. โรคปอดอุดกั้นเรื้อรัง
   ( ) 2. โรคหอบหืดจากการทำงาน
   ( ) 3. โรคหลอดลมอักเสบ
   ( ) 4. โรคภูมิแพ้น้ำมูกไหล
   ( ) 5. วัณโรคปอด
   ( ) 6. ไม่เป็นโรคระบบทางเดินหายใจตามข้อที่ 1 ถึง 5

**ข้อมูลด้านการทำงาน**

6. ในอดีตท่านเคยทำงานในโรงงานอุตสาหกรรมอื่นที่ต้องสัมผัสไอโลหะจากการเชื่อมหรือไม่ ถ้าตอบเคย ให้ถามต่อว่าเป็นระยะเวลาเท่าใด

( ) 1. เคย ระยะเวลา.....ปี ……..เดือน

( ) 2. ไม่เคย

ในปัจจุบันท่านทำงานอยู่ที่บริษัทฯ นี้เป็นระยะเวลา.....ปี……..เดือน

7. ท่านทำงานกี่ชั่วโมงต่อวัน……. (ชั่วโมงต่อวัน)

8. ลักษณะการปฏิบัติงาน

( ) 1. งานเชื่อม

( ) 2. งานตัด

( ) 3. งานปั๊มขึ้นรูปชิ้นงาน

( ) 4. งานเตรียมเครื่องมือและแม่พิมพ์

( ) 5. งานโลจิสติกส์

( ) 6. งานสำนักงาน

9. ท่านใช้อุปกรณ์ป้องกันทางเดินหายใจขณะปฏิบัติงานหรือไม่

| ประเภทของอุปกรณ์ป้องกันทางเดินหายใจ | ไม่เคยใช้เลย | ใช้เป็นบางครั้ง | ใช้ทุกครั้งที่ปฏิบัติงาน |
|---|---|---|---|
| ผ้าปิดจมูก | | | |
| ฮูดคลุมศีรษะ | | | |

10. สภาพแวดล้อมในการทำงาน

( ) 1. พื้นที่ปฏิบัติงานติดตั้งพัดลม

( ) 2. พื้นที่ปฏิบัติงานติดตั้งเครื่องปรับอากาศ

( ) 3. พื้นที่ปฏิบัติงานติดตั้งระบบระบายอากาศเฉพาะที่

**แบบสัมภาษณ์ส่วนที่ 2 อาการของระบบทางเดินหายใจ**

คำแนะนำสำหรับผู้ทำการสัมภาษณ์ ให้ใช้คำถามให้เหมือนกับที่ระบุไว้ทุกคำ ห้ามเปลี่ยนแปลง

คำตอบ ถ้า มีอาการ ให้ใส่✓ใน☐

ถ้า ไม่มีอาการ ให้ใส่✕ใน☐

**<u>อาการไอ</u>**

1) คุณมักไอในตอนตื่นนอนทันที ☐

2) ต่อจากนั้นมักไอตอนกลางวันหรือกลางคืน ☐

ถ้าข้อ 1) หรือ ข้อ 2) ตอบว่า “มีอาการ” ให้ถามข้อ 3 และข้อ 4 ต่อไป

3ก.) คุณไอบ่อย ๆ เกือบทุกวัน รวมแล้วนับได้อย่างน้อย 3 เดือนต่อปี ☐

3ข.) ในสัปดาห์หนึ่ง มีวันไหนที่คุณไอมากกว่าวันอื่นบ้างไหม ☐

ถ้าตอบว่า “มีอาการ” โปรดระบุวัน.....

**<u>อาการมีเสมหะ</u>**

4) ในตอนตื่นนอนคุณมักมีเสมหะต้องขากออก ☐

5) ต่อจากนั้นในตอนกลางวันหรือกลางคืนก็ตามคุณมักมีเสมหะต้องขากออก ☐

6) คุณมีเสมหะต้องขากออกเกือบทุกวัน รวมแล้วนับได้อย่างน้อย 3 เดือนต่อปี ☐

โปรดระบุว่าคุณมีเสมหะมานานเท่าไรแล้ว.....

**<u>ระยะเวลาที่ไอและมีเสมหะ</u>**

7ก.) ใน 3 ปีที่ผ่านมา คุณทั้งไอและมีเสมหะที่เป็นอยู่นานถึง 3 สัปดาห์หรือนานกว่านั้น ☐

7ข.) คุณทั้งไอและมีเสมหะที่เป็นอยู่นาน 3 สัปดาห์หรือนานกว่านั้นเกินกว่าหนึ่งหน ☐

**<u>แน่นหน้าอก</u>**

8) คุณแน่นหน้าอกหายใจลำบาก มีอาการ หรือไม่มีอาการ ☐

9) คุณแน่นหน้าอกหายใจลำบาก ตอนที่ไม่ได้เป็นหวัด มีอาการ หรือไม่มีอาการ ☐

ถ้าตอบมีอาการ โปรดระบุช่วงเวลาที่มีอาการ.....

10) ปัจจุบันคุณแน่นหน้าอกหรือหายใจลำบากในวันใดวันหนึ่งโดยเฉพาะ ☐

ถ้าตอบมีอาการให้ระบุ

ก) มักเป็นเฉพาะวันแรกของสัปดาห์เมื่อกลับจากการทำงานเท่านั้น ☐

ข) วันอื่น ๆ ก็เป็นด้วย ☐

ค) เป็นเฉพาะในอื่น ๆ ไม่ใช่วันแรกของสัปดาห์ ☐

ถ้าข้อ 10 ตอบว่าไม่มีอาการ ให้ข้ามไปถามข้อ 11

11) คุณเคยแน่นหน้าอก หรือหายใจลำบากเฉพาะในวันใดวันหนึ่งมาก่อนแล้ว ☐

ถ้าตอบมีอาการให้ระบุ

ก) มักเป็นเฉพาะวันแรกของสัปดาห์เมื่อกลับจากการทำงานเท่านั้น ☐

ข) วันอื่น ๆ ก็เป็นด้วย ☐

ค) เป็นเฉพาะในอื่น ๆ ไม่ใช่วันแรกของสัปดาห์ ☐

**<u>หายใจไม่ออก</u>**

12) คุณหายใจไม่ออกตอนที่รีบเดินบนที่ราบหรือเดินขึ้นที่สูงไม่มาก ☐

12ก) คุณหายใจไม่ออกตอนที่เดินบนที่ราบกับคนอื่นในวัยเดียวกัน ☐

ถ้าตอบมีอาการให้ถามต่อ

12ข) คุณต้องหยุดพักเวลาเดินคนเดียวบนพื้นราบ ☐

12ค) คุณหายใจไม่ออกมากขึ้น ในวันใดวันหนึ่งโดยเฉพาะ ☐

ถ้าตอบว่า “มีอาการ”ให้ระบุวัน.....

**<u>เจ็บหน้าอก</u>**

13ก) ใน 3 ปีที่ผ่านมาคุณเคยเจ็บหน้าอกจนทำอะไรไม่ไหวอยู่นานถึงหนึ่งสัปดาห์ ☐

13ข) คุณต้องขากเสมหะมากกว่าเดิม ระหว่างที่มีการเจ็บหน้าอกที่ว่านี้ ☐

13ค) ใน 3 ปีที่ผ่านมา คุณเจ็บหน้าอกจนทำอะไรไม่ไหวอยู่นานหนึ่งสัปดาห์ ☐

อยู่หลายครั้ง

| ใบรายงานผลการตรวจ<br>สไปรโรเมตรีย์ในงานอาชีวอนามัย | ชื่อที่อยู่สถานพยาบาล : |
|---|---|

พื้นที่สำหรับติดกระดาษรายงานผล
แสดงค่าที่ได้จากการตรวจและสไปโรแกรม
(ทั้ง Volume-time curve และ Flow-volume curve)

ชื่อ-นามสกุล.....เลขที่บัตรประชาชน.....

เพศ ☐ ชาย☐ หญิง อายุ.....ปี ส่วนสูง .....เซนติเมตร เชื้อชาติ ☐ ไทย ☐ อื่นๆ(ระบุ).....

วันเดือนปีที่ทำการตรวจ.....เวลา.....ท่าตรวจ***ทำการตรวจในท่านั่ง***

ชื่อรุ่นเครื่องตรวจ.....หมายเลขเครื่อง.....วันเดือนปีที่ตรวจการสอบเทียบครั้งสุดท้าย.....

สมการที่ใช้อ้างอิง ☐Dejsomritrutai 2000 ☐อื่นๆ (ระบุชื่อสมการ).....

ข้อมูลอื่นๆ ถ้ามี.....

ผู้ทำการตรวจ..... .....

ผลการตรวจ

(แปลผลการตรวจด้วยวิธี ☐Spacified ratio ☐ Lower limits of normal)

☐ปกติ (Normal)

☐ผิดปกติแบบอุดกั้น (Obstructive abnormality )〇เล็กน้อย〇 ปานกลาง 〇 มาก

☐ผิดปกติแบบจำกัดการขยายตัว (Restrictive abnormality )〇 เล็กน้อย 〇 ปานกลาง 〇 มาก

☐ผิดปกติแบบผสม (Mixed abnormality)

คำแนะนำ..... .....

..... ..... ..... .....

แพทย์ผู้แปลผล..... .....