รายงานวิจัยฉบับสมบูรณ์

แนวทางการคัดกรองทางอาชีวอนามัยเกี่ยวกับผลกระทบต่อระบบทางเดินหายใจจากการรับสัมผัสไอและฝุ่นโลหะหนักในกลุ่มผู้ประกอบอาชีพหลอมโลหะในโรงงานอุตสาหกรรมแห่งหนึ่งในเขตภาคตะวันออก

Occupational Health Screening Guideline on Respiratory Effect among Smelters Exposed to Heavy Metal Fume and Dust in a Factory in Eastern Thailand

รองศาสตราจารย์ ดร.อนามัย เทศกะทึก
ผู้ช่วยศาสตราจารย์ ดร.ทนงศักดิ์ ยิ่งรัตนสุข
ดร.ธีรยุทธ เสงี่ยมศักดิ์
ดร.วัลลภ ใจดี
นายแพทย์วิวัฒน์ เอกบูรณะวัฒน์

โครงการวิจัยประเภทงบประมาณเงินรายได้
จากเงินอุดหนุนรัฐบาล (งบประมาณแผ่นดิน)
ประจำปีงบประมาณ พ.ศ. 2561
มหาวิทยาลัยบูรพา

รหัสโครงการ NRPM 5409900030688
สัญญาเลขที่ 228/ 2561

รายงานวิจัยฉบับสมบูรณ์

แนวทางการคัดกรองทางอาชีวอนามัยเกี่ยวกับผลกระทบต่อระบบทางเดินหายใจจากการรับสัมผัสไอและฝุ่นโลหะหนักในกลุ่มผู้ประกอบอาชีพหลอมโลหะในโรงงานอุตสาหกรรมแห่งหนึ่งในเขตภาคตะวันออก

Occupational Health Screening Guideline on Respiratory Effect among Smelters Exposed to Heavy Metal Fume and Dust in a Factory in Eastern Thailand

รองศาสตราจารย์ ดร.อนามัย เทศกะทึก
ผู้ช่วยศาสตราจารย์ ดร.ทนงศักดิ์ ยิ่งรัตนสุข
ดร.ธีรยุทธ เสงี่ยมศักดิ์
ดร.วัลลภ ใจดี
นายแพทย์วิวัฒน์ เอกบูรณะวัฒน์

คณะสาธารณสุขศาสตร์ มหาวิทยาลัยบูรพา
ตุลาคม พ.ศ. 2561

กิตติกรรมประกาศ
(Acknowledgement)

รายงานวิจัยฉบับนี้รับทุนสนับสนุนการวิจัยจากงบประมาณเงินรายได้จากเงินอุดหนุนรัฐบาล (งบประมาณแผ่นดิน) ประจำปี พ.ศ. 2561 มหาวิทยาลัยบูรพา ผ่านสำนักงานคณะกรรมการการวิจัยแห่งชาติ เลขที่สัญญา 228/ 2561 งานวิจัยจะสำเร็จลุล่วงด้วยดี เพราะได้รับความกรุณาอย่างยิ่งจากเจ้าหน้าที่ความปลอดภัยในโรงงานหลอมโลหะแห่งหนึ่งที่ช่วยอำนวยความสะดวกในการประสานงานในการเก็บข้อมูลวิจัยครั้งนี้จนเสร็จสิ้นโครงการ ขอขอบพระคุณผู้บริหารโรงพยาบาลกรุงเทพระยอง จังหวัดระยองที่ให้ความอนุเคราะห์ลดราคาค่าตรวจสุขภาพกลุ่มตัวอย่าง ขอขอบพระคุณบุคลากรโรงพยาบาลกรุงเทพระยองที่ช่วยเก็บข้อมูลในการศึกษาครั้งนี้ จนงานวิจัยจนเสร็จสิ้นสมบูรณ์ ขอขอบพระคุณผู้ทรงคุณวุฒิที่มาร่วมวิพากษ์ผลการศึกษางานวิจัยและให้ข้อเสนอแนะในการนำผลวิจัยไปใช้ประโยชน์ สุดท้ายผู้วิจัยขอขอบพระคุณครอบครัว ผู้บังคับบัญชาและเพื่อนผู้ร่วมงาน ที่ให้ความช่วยเหลือและเป็นกำลังใจจนทำให้งานวิจัยฉบับนี้ สำเร็จลุล่วงด้วยดี

ข้าพเจ้าขอระลึกทุกท่านไว้ ณ โอกาสนี้

รองศาสตราจารย์ ดร.อนามัย เทศกะทึก
ผู้ช่วยศาสตราจารย์ ดร.ทนงศักดิ์ ยิ่งรัตนสุข
ดร.ธีรยุทธ เสงี่ยมศักดิ์
ดร.วัลลภ ใจดี
นายแพทย์วิวัฒน์ เอกบูรณะวัฒน์

ทีมวิจัย
รองศาสตราจารย์ ดร.อนามัย เทศกะทึก
ผู้ช่วยศาสตราจารย์ ดร.ทนงศักดิ์ ยิ่งรัตนสุข
ดร.ธีรยุทธ เสงี่ยมศักดิ์
ดร.วัลลภ ใจดี
นายแพทย์วิวัฒน์ เอกบูรณะวัฒน์

ภาควิชาสุขศาสตร์ อุตสาหกรรมและความปลอดภัย
คณะสาธารณสุขศาสตร์ มหาวิทยาลัยบูรพา

พ.ศ. 2561

บทคัดย่อ

การศึกษาครั้งนี้มีวัตถุประสงค์เพื่อศึกษาความผิดปกติของระบบทางเดินหายใจประกอบด้วย สมรรถภาพปอด ผลถ่ายภาพรังสีทรวงอก อาการระบบทางเดินหายใจ รวมทั้งปัจจัยที่ส่งผลกระทบต่อความผิดปกติของระบบทางเดินหายใจของผู้ประกอบอาชีพในโรงงานอุตสาหกรรมหลอมโลหะในเขตภาคตะวันออก จำนวน 399 คน เก็บข้อมูลโดยประเมินความเข้มข้นไอโลหะหนักชนิดหนึ่ง (ความลับทางการค้า) ก๊าซโอโซน ฝุ่นขนาดเล็กชนิดที่เข้าทางเดินหายใจได้ (Respirable dust) สอบถามอาการระบบทางเดินหายใจ การถ่ายภาพรังสีทรวงอก และตรวจสมรรถภาพปอด

ผลการศึกษาพบว่า กลุ่มตัวอย่างที่เป็นเพศชายและเพศหญิง อายุเฉลี่ย (ส่วนเบี่ยงเบนมาตรฐาน) เท่ากับ 25.78 (4.67) ปี และ 28.24 (5.33) ปี เพศชายมีประวัติการสูบบุหรี่ ร้อยละ 25.9 เพศชายมีการใช้หน้ากากป้องกันระบบทางเดินหายใจร้อยละ 87.5 เพศหญิง ร้อยละ 47.6 ความเข้มข้นเฉลี่ยสูงสุด (ส่วนเบี่ยงเบนมาตรฐาน) ของไอโลหะหนักชนิดหนึ่ง (ความลับทางการค้า) เท่ากับ 0.0138 (.008) มิลลิกรัมต่อลูกบาศก์เมตร ก๊าซโอโซน เท่ากับ 65.05 (3.889) พีพีบี และความเข้มข้นฝุ่นโลหะหนักขนาดเล็กชนิดที่เข้าทางเดินหายใจได้ เท่ากับ 0.325 (0.289) มิลลิกรัมต่อลูกบาศก์เมตร

ผลการตรวจสมรรถภาพปอดจำแนกตามระดับความเข้มข้นไอโลหะหนักชนิดหนึ่ง เมื่อพิจารณาค่า FEV_1 (% Predicted) พบว่า ผู้ที่มีความผิดปกติแบบอุดกั้น (Obstructive abnormality) ระดับผิดปกติเล็กน้อย ร้อยละ 2.5 เมื่อพิจารณาค่า FVC (% Predicted) พบผู้ที่มีความผิดปกติแบบจำกัดการขยายตัว (Restrictive abnormality) ระดับเล็กน้อย ร้อยละ 2.0 ส่วนผลการถ่ายภาพรังสีทรวงอกผู้ จำนวน 397 ราย พบว่า มีความผิดปกติ ร้อยละ 3 ที่เป็นพังผืดโดยเป็นบริเวณปอดข้างขวาบน (Fibrosis) ร้อยละ 0.75 และมีพังผืดบริเวณปอดทั้งสองข้างด้านล่าง ร้อยละ 0.25 โดยร้อยละ 100 เป็นเพศชาย อยู่ในกลุ่มสูบบุหรี่ และดื่มเครื่องดื่มที่มีแอลกอฮอล์ร้อยละ 25

การวิเคราะห์การถดถอยเชิงเส้นพหุ (Multiple linear regression) จำนวน 3 โมเดล จำแนกตามความเข้มข้นไอโลหะหนักชนิดหนึ่ง (ความลับทางการค้า) ก๊าซโอโซน และฝุ่นขนาดเล็ก

ที่สามารถเข้าระบบทางเดินหายใจได้ ประกอบด้วยตัวแปรทำนาย 7 ตัวแปร คือ เพศ อายุ ประวัติการสูบบุหรี่ การดื่มเครื่องดื่มที่มีแอลกอฮอล์ ระยะเวลาในการทำงาน (ปี) การสวมหน้ากากฮู้ดป้องกันระบบทางเดินหายใจ ความเข้มข้นฝุ่นกับการเปลี่ยนแปลงของค่า FVC ค่า FEV_1 พบว่า มีเพศและอายุที่มีผลต่อการเปลี่ยนแปลงค่า FVC ค่า FEV_1 และ FEV_1/ FVC เมื่อมีการควบคุมอิทธิพลของตัวแปรอื่น สถิติที่ระดับ .05

การวิเคราะห์การถดถอยโลจิสติกส์เพื่อหาปัจจัยที่มีผลกระทบต่ออาการผิดปกติของระบบทางเดินหายใจ(Multiple logistic regression) จากปัจจัย เพศ อายุ ประวัติการสูบบุหรี่ในปัจจุบัน ประวัติการดื่มเครื่องดื่มแอลกอฮอล์ ระยะเวลาในการทำงาน การสวมฮู้ดป้องกันระบบทางเดินหายใจ และความเข้มข้นไอโลหะหนักชนิดหนึ่ง (ความลับทางการค้า) พบว่า ปัจจัยที่มีผลกระทบต่ออาการไอ คือ ประวัติการสูบบุหรี่ มีค่า OR (95% CI) เท่ากับ 1.97(1.009,3.847) การดื่มเครื่องดื่มที่มีแอลกอฮอล์มีค่า OR (95% CI) เท่ากับ 2.039(1.074,3.872) ส่วนในกลุ่มรับสัมผัสก๊าซโอโซน คือ OR (95% CI) เท่ากับ 2.024(1.037,3.949) และ OR (95% CI) เท่ากับ 1.922(1.014,3.642) ส่วนกลุ่มที่รับสัมผัสฝุ่นขนาดเล็กชนิดที่เข้าทางเดินหายใจได้ (Respirable dust) พบกลุ่มที่สูบบุหรี่มีค่า OR (95% CI) เท่ากับ 1.708(1.033,2.825)

ข้อเสนอแนะจากการศึกษา ควรมีการเฝ้าระวังสุขภาพผู้ที่มีประวัติสูบบุหรี่ ดื่มเครื่องดื่มที่เป็นแอลกอฮอล์ ผู้ที่เป็นเพศหญิง อายุงานมากกว่า 3 ปี รับสัมผัสกับไอโลหะหนักชนิดหนึ่ง (ความลับทางการค้า) ฝุ่นโลหะหนักขนาดเล็กที่เข้าระบบทางเดินหายใจได้ เนื่องจากปัจจัยเหล่านี้จะทำให้เพิ่มความเสี่ยงต่อค่า FVC และ FEV_1 การเจ็บป่วยด้วยโรคระบบทางเดินหายใจ เนื่องจากการปฏิบัติงานในโรงงานหลอมโลหะหนักมากขึ้น

Research Team:
Assoc. Prof. Dr.Anamai Thetkathuek
Asst. Prof. Dr.Tanongsak Yingratanasuk
Dr.Teerayuth Sangiamsak
Dr.Wallop Jaidee
Dr.Wiwat Ekburanawat

Department of Industrial hygiene and safety
Faculty of Public Health, Burapha University

Year: 2018

Abstract

The objective of this study was to examine the respiratory disorders, lung function, chest radiograph, respiratory symptoms, and factors related to respiratory disorder among the workers exposed to a heavy metal fume (trade secret) and dust in a smelting factory in Eastern Thailand. The researchers gathered data from 399 participants. The analysis of the concentrations of the heavy metal fume, ozone gas and respirable dust were conducted. Enquiries on symptoms of the respiratory system were made as well as chest radiograph and lung function test.

The study found that the average ages of the male subjects was 25.78 (S.D. 4.67) years-old and 28.24 (S.D. 5.33) years-old for the female. The male subjects were 25.9% smokers. 87.5% of the male and 47.6% of the female subjects used dust mask to prevent inhalation hazard. The highest concentration of the heavy metal fume was 0.0138 (S.D. 0.008) milligram per cubic meter, and ozone gas was 65.05 (S.D.3.889) ppb. The concentration of the respirable dust was 0.325 milligram per cubic meter (SD 0.289).

In regards to FEV_1 (% predicted), we found that 2.5% had obstructive abnormality. When assessing FVC (% predicted), it was found that 2% had restrictive ventilator impairment. Regarding chest radiograph of the 397 subjects, 3% had fibrosis. 0.25% had small size fibrosis in which 100% was male, and 25% were smokers. Regarding chest radiograph of the 397 subjects, 3% had fibrosis, 0.75% had fibrosis in the upper lung. 0.25% had fibrosis in the area of both sides of the lower lung in which 100% was male, and 25% were smokers.

After using 3 models of multiple linear regression analysis, the study identified 7 variables derived from the concentration of the heavy metal fume, ozone gas and respirable dust namely; gender, age, smoking history, alcohol consumption history, working duration (year) and the use of mask. Regarding the shift in FVC and the FEV_1, it was found that gender and age had an effect to the shift of FVC, FEV_1 and FEV_1/ FVC controlling for influences of other variables. The significant level was at .05.

The result from multiple logistic regression analysis taken into account gender, age, current smoking status, alcohol consumption, working duration, the use of dust mask, and the metal fume concentration revealed that coughing symptom was related to smoking history (OR 1.97, 95% CI 1.009, 3.847), and alcohol consumption (OR 2.039 95% CI 1.074, 3.872). Factors that affected coughing symptom among the ozone gas exposed group was smoking and alcohol consumption with the OR (95% CI) of 2.024 (1.037, 3.949) and 1.922 (1.014, 3.642), respectively. For the respirable dust exposed group, the OR (95% CI) among the smokers was 1.708 (95% CI 1.033, 2.825).

For the recommendation of the study, lung function test should be implemented among the workers who had smoking history, being female, drinking alcohol, had work experience > 3 years, exposed to the metal fume, and respiab'- dust. These factors increased the risk of FVC and FEV_1 decline as well as respirat(disorders.

สารบัญ

		หน้า
	กิตติกรรมประกาศ	ค
	บทคัดย่อ	ง
	Abstract	ฉ
	สารบัญ	ซ
	สารบัญตาราง	ญ
	สารบัญภาพ	ฏ
	คำอธิบายคำย่อในการวิจัย (List of abbreviation)	ฐ
บทที่		
1	**บทนำ**	1
	ที่มาและความสำคัญของปัญหาการวิจัย	1
	วัตถุประสงค์ของโครงการวิจัย	3
	ขอบเขตของโครงการวิจัย	4
	สมมุติฐาน	4
	กรอบแนวความคิด (Conceptual Framework) ของโครงการวิจัย	5
	ประโยชน์ที่คาดว่าจะได้รับ	5
	คำจำกัดความเชิงปฏิบัติการ	6
2	**การทบทวนวรรณกรรมและงานวิจัยที่เกี่ยวข้อง**	10
	โลหะหนักชนิดหนึ่ง (ความลับทางการค้า)	10
	ฝุ่นโลหะหนัก	11
	ผลกระทบของไอโลหะหนักชนิดหนึ่ง (ความลับทางการค้า) และฝุ่นโลหะหนักต่อสุขภาพ	12
	การประเมินการรับสัมผัส	19
	ปัจจัยที่ส่งผลต่อความผิดปกติต่อระบบทางเดินหายใจ	20
3	**วิธีดำเนินการวิจัย**	26
	รูปแบบวิธีการวิจัย	26
	ประชากรและกลุ่มตัวอย่างที่ศึกษา	26
	การคำนวณขนาดตัวอย่าง	27
	การคำนวณขนาดตัวอย่างไอโลหะและฝุ่นโลหะในบรรยากาศการทำงาน	28
	การตรวจสอบคุณภาพของเครื่องมือ	30
	การเก็บรวบรวมข้อมูล	31
	การวิเคราะห์ข้อมูล	35

สารบัญ (ต่อ)

บทที่		หน้า
	การพิทักษ์สิทธิ์ของกลุ่มตัวอย่าง	**36**
	การสัมมนานำเสนอผลการวิจัย	**36**
4	**ผลการวิจัย**	37
	ส่วนที่ 1 ข้อมูลลักษณะทางประชากรสังคม	37
	ส่วนที่ 2 ประวัติการเจ็บป่วย 12 เดือนที่ผ่านมาจนถึงปัจจุบัน	41
	ส่วนที่ 3 ประวัติในการทำงาน	44
	ส่วนที่ 4 ผลการวิเคราะห์ความเข้มข้นของสารเคมีในสภาพแวดล้อมในการทำงาน	46
	ส่วนที่ 5 ผลการตรวจสมรรถภาพปอดด้วยวิธีสไปโรเมตรีย์	48
	ส่วนที่ 6 สมรรถภาพปอดจำแนกตามความเข้มข้นสารเคมีในสภาพแวดล้อมในการทำงาน	49
	ส่วนที่ 7 ผลการตรวจภาพรังสีทรวงอก	53
	ส่วนที่ 8 อาการระบบทางเดินหายใจ	56
	ส่วนที่ 9 ปัจจัยที่มีผลกระทบต่อสมรรถภาพปอดในผู้ประกอบอาชีพในโรงงานอุตสาหกรรมหลอมโลหะ	63
	ส่วนที่ 10 ปัจจัยที่มีผลกระทบต่ออาการผิดปกติของระบบทางเดินหายใจในผู้ประกอบอาชีพในโรงงานอุตสาหกรรมหลอมโลหะ	75
	ส่วนที่ 11 ผลการอภิปรายเพื่อจัดทำข้อเสนอแนะแนวทางในการคัดกรองทางอาชีวอนามัย	85
	สรุปผล อภิปรายผล และข้อเสนอแนะ	87
	สรุปผลการวิจัย	95
	จุดแข็งในการศึกษา	96
	ผลผลิต (OUTPUT)	98
	ข้อเสนอแนะ	99
บรรณานุกรม		101
ประวัติผู้วิจัยและคณะ		110

สารบัญตาราง

ตารางที่		หน้า
2-1	ผลกระทบของการรับสัมผัสโอโซนต่อร่างกาย	19
3-1	จำนวนโรงงานโลหะหนักประเภทหนึ่งในเขตภาคตะวันออก	26
3-2	เกณฑ์การแบ่งระดับความรุนแรงของผลการตรวจที่ผิดปกติ	34
4-1	ข้อมูลลักษณะทางประชากรสังคม จำแนกตามเพศ	38
4-2	ประวัติการสูบบุหรี่และการดื่มเครื่องดื่มที่มีแอลกอฮอล์ของผู้ประกอบอาชีพในโรงงานอุตสาหกรรมหลอมโลหะ	40
4-3	ประวัติการเจ็บป่วย ภายใน 1 ปีที่ผ่านมาจนถึงปัจจุบันของกลุ่มรับสัมผัสฝุ่นขนาดเล็กชนิดที่เข้าทางเดินหายใจได้ จำแนกตามเพศ	42
4-4	ประวัติการทำงานของกลุ่มรับสัมผัสไอโลหะหนักขนาดเล็กชนิดหนึ่ง (ความลับทางการค้า) และ โอโซน จำแนกตามเพศ	44
4-5	จำนวน ค่าเฉลี่ย ส่วนเบี่ยงเบนมาตรฐาน ค่ามัธยฐาน ค่าต่ำสุด ค่าสูงสุดของความเข้มข้นระดับความเข้มข้นฝุ่น (มิลลิกรัมต่อลูกบาศก์เมตร) โอโซน (พีพีบี) และโลหะหนักชนิดหนึ่ง (มิลลิกรัมต่อลูกบาศก์เมตร) จำแนกตามแผนกในสภาพแวดล้อมการทำงาน	47
4-6	ผลการตรวจสมรรถภาพปอดด้วยวิธีสไปโรเมตรีย์จำแนกตาม Lung Function Capacity (%)	48
4-7	ผลการตรวจสมรรถภาพปอดด้วยวิธีสไปโรเมตรีย์	49
4-8	จำนวน ร้อยละผลการตรวจสมรรถภาพปอดด้วยวิธีสไปโรเมตรีย์จำแนกตามระดับความเข้มข้นไอโลหะหนักชนิดหนึ่ง (ความลับทางการค้า)	50
4-9	จำนวน ร้อยละผลการตรวจสมรรถภาพปอดด้วยวิธีสไปโรเมตรีย์จำแนกตามระดับความเข้มข้นโอโซน	51
4-10	จำนวน ร้อยละผลการตรวจสมรรถภาพปอดด้วยวิธีสไปโรเมตรีย์จำแนกตามระดับความเข้มข้นฝุ่นโลหะหนักขนาดเล็กชนิดที่เข้าทางเดินหายใจได้	52
4-11	จำนวน ร้อยละผลการถ่ายภาพรังสีทรวงอก	53
4-12	จำนวน ร้อยละผลการถ่ายภาพรังสีทรวงอกจำแนกข้อมูลด้านประชากรสังคม ประวัติการทำงาน และความเข้มข้นสารเคมีในบรรยากาศการทำงาน	54
4-13	จำนวน ร้อยละผู้ที่มีผลการถ่ายภาพรังสีทรวงอกผิดปกติแบบพังผืด (Fibrosis) จำแนกตามประวัติการสูบบุหรี่และดื่มเครื่องดื่มที่มีแอลกอฮอล์	56

สารบัญตาราง (ต่อ)

ตารางที่		หน้า
4-14	จำนวนและร้อยละอาการระบบทางเดินหายใจ	57
4-15	จำนวนและร้อยละอาการระบบทางเดินหายใจจำแนกตามระดับความเข้มข้นไอโลหะหนักชนิดหนึ่ง (ความลับทางการค้า) (มิลลิกรัมต่อลูกบาศก์เมตร) ในบรรยากาศการทำงาน	61
4-16	จำนวนและร้อยละอาการระบบทางเดินหายใจจำแนกตามระดับความเข้มข้นโอโซน (พีพีบี) ในบรรยากาศการทำงาน	62
4-17	จำนวนและร้อยละอาการระบบทางเดินหายใจจำแนกตามระดับความเข้มข้นฝุ่นโลหะหนักขนาดเล็กชนิดที่เข้าทางเดินหายใจได้ (มิลลิกรัมต่อลูกบาศก์เมตร) ในบรรยากาศการทำงาน	63
4-18	ปัจจัยที่มีผลกระทบต่อการเปลี่ยนแปลงของค่า FVC ในผู้ประกอบอาชีพโรงงานหลอมโลหะเพศชาย	64
4-19	ปัจจัยที่มีผลกระทบต่อการเปลี่ยนแปลงของค่า FEV1 ในผู้ประกอบอาชีพโรงงานหลอมโลหะเพศชาย	66
4-20	ปัจจัยที่มีผลกระทบต่อการเปลี่ยนแปลงของค่า FVC ในผู้ประกอบอาชีพโรงงานหลอมโลหะเพศชาย	68
4-21	ปัจจัยที่มีผลกระทบต่อการเปลี่ยนแปลงของค่า FEV1 ในผู้ประกอบอาชีพโรงงานหลอมโลหะเพศชาย	70
4-22	ปัจจัยที่มีผลกระทบต่อการเปลี่ยนแปลงของค่า FVC ในผู้ประกอบอาชีพโรงงานหลอมโลหะเพศชาย	72
4-23	ปัจจัยที่มีผลกระทบต่อการเปลี่ยนแปลงของค่า FEV1 ในผู้ประกอบอาชีพโรงงานหลอมโลหะเพศชาย	74
4-24	ปัจจัยและความเข้มข้นไอโลหะหนักชนิดหนึ่ง (ความลับทางการค้า: มิลลิกรัมต่อลูกบาศก์เมตร) ที่มีผลกระทบต่ออาการระบบทางเดินหายใจในผู้ประกอบอาชีพโรงงานหลอมโลหะ	76
4-25	ปัจจัยและความเข้มข้นก๊าซโอโซน (พีพีบี) ที่มีผลกระทบต่ออาการระบบทางเดินหายใจ ในผู้ประกอบอาชีพโรงงานหลอมโลหะ	79
4-26	ปัจจัยและความเข้มข้นฝุ่นโลหะหนักขนาดเล็กชนิดที่เข้าทางเดินหายใจได้ (มิลลิกรัมต่อลูกบาศก์เมตร) ที่มีผลกระทบต่ออาการระบบทางเดินหายใจ ในผู้ประกอบอาชีพโรงงานหลอมโลหะ	82

สารบัญภาพ

ภาพที่		หน้า
1-1	กรอบแนวความคิดของโครงการวิจัย	5

คำอธิบายคำย่อในการวิจัย (List of abbreviation)

คำย่อ	**คำเต็ม**
FVC	Forced vital capacity
FEV_1	Forced expiratory volume in 1 second

บทที่ 1
บทนำ

ที่มาและความสำคัญของปัญหาการวิจัย

ประเทศไทยมีการกระจายตัวของโรงงานประเภทต่าง ๆ ทั่วทุกภูมิภาค โดยเฉพาะเขตภาคตะวันออกที่เป็นศูนย์กลางของศูนย์กลางทางเศรษฐกิจ อุตสาหกรรม พาณิชยกรรม การศึกษา และธุรกิจท่องเที่ยว มีการขยายตัวของโรงงานอุตสาหกรรมอย่างต่อเนื่อง ทำให้จำนวนโรงงานอุตสาหกรรมเพิ่มขึ้นตามลำดับ รวมถึงโรงอุตสาหกรรมหลอมโลหะหนักชนิดหนึ่ง (ความลับทางการค้า) ที่มีกระจายอยู่หลายจังหวัด รวมถึง 266 โรง (กรมโรงงานอุตสาหกรรม, 2559) โลหะหนักชนิดหนึ่ง (ความลับทางการค้า) เป็นโลหะที่มีการนำมาใช้ประโยชน์อย่างแพร่หลายในโรงงานอุตสาหกรรมผลิตเครื่องอุปโภคและการบริโภค เนื่องจากเป็นโลหะหนักที่มีน้ำหนักเบา สามารถนำไฟฟ้าได้ดี (Yokel, 2004) กระบวนการผลิตโลหะหนักชนิดนี้มีจำนวนเพิ่มขึ้นทั่วโลก รวมถึงประเทศกำลังพัฒนาที่มีความต้องการผลิตภัณฑ์จากโลหะหนักดังกล่าว ปัจจุบันนับว่า ปริมาณมีการใช้รองมาเป็นอันดับสอง รองจากเหล็ก (Kongerud & Søyseth, 2014) นิยมนำมาใช้ผลิตภาชนะที่ใช้ภายในบ้านเรือน และผลิตยารักษาโรค เช่น ยาลดกรด (Antacids) (Yokel, 2004)

กระบวนการผลิตโลหะมีจำนวนเพิ่มขึ้นทั่วโลก รวมถึงประเทศกำลังพัฒนาที่มีความต้องการผลิตภัณฑ์จากโลหะหนักชนิดหนึ่ง (ความลับทางการค้า) ปัจจุบันนับว่า ปริมาณมีการใช้รองมาเป็นอันดับสอง รองจากเหล็ก (Kongerud & Søyseth, 2014) นิยมนำมาผลิตเครื่องอุปโภคและการบริโภค และผลิตยารักษาโรค เช่น ยาลดกรด (Antacids) (Yokel, 2004) ประเทศไทยมีการขยายตัวของโรงงานอุตสาหกรรมหลอมโลหะหนักชนิดหนึ่ง (ความลับทางการค้า) ที่มีกระจายอยู่หลายจังหวัด รวมถึง 266 โรง (กรมโรงงานอุตสาหกรรม, 2559) กระบวนการผลิต มีหลายแผนก คือ แผนกการหลอม (Casting) แผนกรีดร้อน (Hot rolling) แผนกรีดเย็น (Cold rolling) แผนกสุดท้าย (Finishing)และ สำนักงาน (Office) หากค่าความเข้มข้นไอโลหะหนักโลหะหนักชนิดหนึ่ง (ความลับทางการค้า) และอนุภาคขนาดเล็กที่อาจสูดเข้าสู่ระบบทางเดินหายใจได้ (Respirable dust)สูงเกินค่ามาตรฐานเฉลี่ยที่ 8 ชั่วโมง (ACGIH, 2017;กระทรวงแรงงาน, 2560) อาจมีอันตรายต่อสุขภาพผู้ประกอบอาชีพได้

ค่ามาตรฐานของประเทศไทย ปัจจุบันมีประกาศกรมสวัสดิการและคุ้มครองแรงงาน เรื่อง “ขีดจำกัดความเข้มข้นของสารเคมีอันตราย” เป็นกฎหมายกำหนดค่าขีดจำกัดระดับสารเคมีชนิดต่าง ๆ ในบรรยากาศภายในสถานประกอบการ ยังไม่มีค่ามาตรฐานของค่าไอโลหะหนักชนิดหนึ่ง (ความลับทางการค้า) อย่างไรก็ตาม ค่ามาตรฐานของโอโซน เท่ากับ 5 มก.ต่อลบม. ส่วนอนุภาคฝุ่นโลหะหนักชนิดอนุภาคทุกขนาดที่อาจสูดเข้าสู่ระบบทางเดินหายใจได้ (Inhalable dust) เท่ากับ 15 มก.ต่อลบ.ม. และฝุ่นที่เป็นอนุภาคขนาดเล็กที่อาจสูดเข้าสู่ระบบทางเดินหายใจได้ (Respirable dust) เท่ากับ 5 มก.ต่อลบ.ม. (กรมสวัสดิการและคุ้มครองแรงงาน, 2560) จึงควรควบคุมความเข้มข้นของไอโลหะก๊าซโอโซน อนุภาคฝุ่นโลหะหนัก เพื่อไม่ก่อให้เกิดผลกระทบต่อสุขภาพ โดยการควบคุมปริมาณไอโลหะหนักชนิดหนึ่ง (ความลับทางการค้า) โอโซน และฝุ่นโลหะหนัก

ในบรรยากาศการทำงานไม่เกินค่ามาตรฐาน

ขณะปฏิบัติงานในกระบวนการผลิตเกี่ยวกับการหลอมโลหะหนักชนิดหนึ่ง (ความลับทางการค้า) ผู้ประกอบอาชีพมีโอกาสหายใจเอาไอโลหะหนักชนิดหนึ่ง (ความลับทางการค้า) ก๊าซโอโซน รวมทั้งฝุ่นโลหะหนักเข้าสู่ร่างกายจนทำให้เจ็บป่วยได้ การรับสัมผัสสารประกอบโลหะหนักชนิดหนึ่ง (ความลับทางการค้า)ในห้องต้ม (Pot rooms) ทำให้เกิดผลกระทบต่อระบบทางเดินหายใจ เช่น โรคหอบหืดชนิด Pot room asthma ได้ ผู้ที่เป็นโรคนี้จะมีอาการ ไอแห้ง ๆ คัดจมูก หลอดลมอักเสบ หลอดลมอุดตัน อาการมีเลือดในจมูก (Gibbs, 1985; Larsson, 2007; Leira, 2008) ทำให้เกิดโรคปอดเรื้อรัง มักมีอาการแน่นหน้าอก และหายใจดังวี้ด (Larsson, 2007; Gibbs, 1985) การเกิดโรคพังผืดที่ปอด (Pulmonary fibrosis) โรคปอดนิวโมโคนิโอสิส (Pneumoconiosis) และมะเร็งปอด (Abbate et al., 2003; Chattopadhyay et al., 2007; van Rooy et al., 2011) และทำให้สมรรถภาพปอดลดลง (Bradshaw et al., 1998) เช่น FEV_1 (Chan-Yeung, 1983) และผลการถ่ายภาพรังสีทรวงอกผิดปกติ (Leo et al., 2005)

ปัจจัยหลายประการที่ผู้ประกอบอาชีพในกระบวนการหลอมโลหะได้รับอันตรายจากการรับสัมผัสไอโลหะ และฝุ่นโลหะ เช่น ความเข้มข้นของไอโลหะ ความเข้มข้นฝุ่นโลหะในกระบวนการหลอมโลหะ (van Rooy et al., 2011) ความถี่ ระยะเวลาการรับสัมผัส เช่น ดัชนีการรับสัมผัสนานกว่า 10 ปี (Exposure index of greater than 10 years) มีค่าความเสี่ยงเท่ากับมากกว่าระยะเวลาน้อยกว่า 10 ปี 2.8 เท่า (OR = 2.8, 95% CI 0.5-15.0) ทำให้ค่า FEV_1 ลดลงอย่างน้อย 5% ภายหลัง 15 นาที ที่รับสัมผัสไอโลหะชนิดหนึ่งเมื่อเทียบกับระยะเวลาน้อยกว่า (ความลับทางการค้า) (OR = 5.8, 95% CI 1.7-20.6) (Fishwick et al., 2004) ปัจจัยส่วนบุคคล เช่น อายุ การสูบบุหรี่ เคยมีการศึกษา พบว่า ค่าสมรรถภาพปอดมีความแตกต่างกันตาม อายุ ระยะเวลาในการรับสัมผัสไอโลหะชนิดหนึ่ง (ความลับทางการค้า) และพฤติกรรมในการสูบบุหรี่ นอกจากนั้นพบค่าสมรรถภาพปอดค่อย ๆ ลดลงตามระยะเวลาในการทำงาน (Chattopadhyay et al., 2007) และปัจจัยการไม่ใช้อุปกรณ์ป้องกันอันตรายส่วนบุคคล อาจเป็นปัจจัยสนับสนุนที่ทำให้ผู้ประกอบอาชีพมีโอกาสรับสัมผัสไอโลหะหรือไอโลหะได้มากยิ่งขึ้น (Bhumika et al., 2012)

การป้องกันการเจ็บป่วยจากการรับสัมผัสไอโลหะชนิดหนึ่ง (ความลับทางการค้า) และฝุ่นโลหะอย่างเนิ่น ๆ ได้โดยการเฝ้าระวังสิ่งแวดล้อมในการทำงานเพื่อไม่ให้ไอและฝุ่นโลหะหนักเกินค่ามาตรฐาน (ACGIH, 2016; กระทรวงแรงงาน, 2560) ส่วนการเฝ้าระวังสุขภาพผู้ประกอบอาชีพโดยการตรวจร่างกายจากแพทย์ ตรวจสมรรถภาพปอด (Chattopadhyay et al., 2007) การตรวจภาพรังสีทรวงอก (Chan-Yeung et al., 1983) และประเมินอาการผิดปกติโดยใช้แบบสอบถาม เช่น แบบสอบถามของสมาคมทรวงอก ประเทศสหรัฐอเมริกา (American Thoracic Society, ATS) (American Thoracic Society, 1995) สภาการวิจัยทางการแพทย์ของอังกฤษ (British Medical Research Council: BMRC) สมาคมอุรเวชแห่งประเทศไทย (Thoracic Society of Thailand under Royal Patronage; T.S.T) เป็นต้น

จากการศึกษาวิจัยในช่วงกว่า 10 ปีที่ผ่านมา มีนักวิชาการจากประเทศต่าง ๆ ศึกษาผลกระทบจากการรับสัมผัสไอโลหะ (ความลับทางการค้า) เช่น โรคหอบหืดชนิด Pot room asthma (Gibbs, 1985; Larsson, 2007; Leira, 2008) โรคปอดเรื้อรัง (Larsson, 2007; Gibbs, 1985)

พังผืดที่ปอด (Pulmonary fibrosis) โรคปอดนิวโมโคนิโอสิส (Pneumoconiosis) มะเร็งปอด (Abbate et al., 2003; Chattopadhyay et al., 2007; van Rooy et al., 2011) สมรรถภาพปอดลดลง (Bradshaw et al., 1998) แต่ยังไม่เคยมีผลการศึกษาในประเทศไทยเกี่ยวกับการรับสัมผัสไอโลหะชนิดหนึ่ง (ความลับทางการค้า) โอโซน ฝุ่นที่เป็นอนุภาคขนาดเล็กที่อาจสูดเข้าสู่ระบบทางเดินหายใจได้ (Respirable dust) ที่มีผลต่อความผิดปกติของระบบทางเดินหายใจในกลุ่มของผู้ปฏิบัติงานในกระบวนการหลอมโลหะหนัก ซึ่งถือว่าเป็นกลุ่มที่เสี่ยง ดังนั้นผู้วิจัยจึงมีความสนใจที่ศึกษาถึงปัจจัยที่ส่งผลต่อความผิดปกติของระบบทางเดินหายใจในผู้ประกอบอาชีพโรงงานผลิตหลอมโลหะหนักชนิดหนึ่ง (ความลับทางการค้า) ในเขตภาคตะวันออก เพื่อใช้ข้อมูลพื้นฐานเพื่อเป็นแนวทางในการคัดกรองทางอาชีวอนามัยเกี่ยวกับผลกระทบต่อระบบทางเดินหายใจและเฝ้าระวังสุขภาพในกลุ่มผู้ประกอบอาชีพหลอมโลหะในโรงงานอุตสาหกรรมแห่งหนึ่งในเขตภาคตะวันออกต่อไป

วัตถุประสงค์ของโครงการวิจัย

1. เพื่อศึกษาความผิดปกติของระบบทางเดินหายใจ ประกอบด้วย สมรรถภาพปอด อาการของระบบทางเดินหายใจและผลตรวจภาพรังสีทรวงอกในผู้ประกอบอาชีพโรงงานผลิตหลอมโลหะหนักชนิดหนึ่ง (ความลับทางการค้า) แห่งหนึ่งในเขตภาคตะวันออก
2. เพื่อศึกษาปัจจัยที่ส่งผลต่อความผิดปกติของระบบทางเดินหายใจในผู้ประกอบอาชีพโรงงานผลิตหลอมโลหะหนักชนิดหนึ่ง (ความลับทางการค้า) ในเขตภาคตะวันออก

2.1 เพื่อศึกษาปัจจัยส่วนบุคคล ปัจจัยจากการทำงานและปริมาณการรับสัมผัสไอโลหะประกอบด้วยโลหะหนักชนิดหนึ่ง (ความลับทางการค้า) ก๊าซโอโซน และฝุ่นที่เป็นอนุภาคขนาดเล็กที่อาจสูดเข้าสู่ระบบทางเดินหายใจได้ (Respirable dust) ที่ส่งผลต่อสมรรถภาพปอดในผู้ประกอบอาชีพโรงงานผลิตหลอมโลหะหนักชนิดหนึ่ง (ความลับทางการค้า) ในเขตภาคตะวันออก

2.2 เพื่อศึกษาปัจจัยส่วนบุคคล ปัจจัยจากการทำงานและปริมาณการรับสัมผัสไอโลหะประกอบด้วยโลหะหนักชนิดหนึ่ง (ความลับทางการค้า) ก๊าซโอโซน และ ฝุ่นที่เป็นอนุภาคขนาดเล็กที่อาจสูดเข้าสู่ระบบทางเดินหายใจได้ (Respirable dust) ที่ส่งผลต่อการถ่ายภาพรังสีทรวงอกในผู้ประกอบอาชีพโรงงานผลิตหลอมโลหะหนักชนิดหนึ่ง (ความลับทางการค้า) ในเขตภาคตะวันออก

2.3 เพื่อศึกษาปัจจัยส่วนบุคคล ปัจจัยจากการทำงานและปริมาณการรับสัมผัสไอโลหะประกอบด้วยไอโลหะหนักชนิดหนึ่ง (ความลับทางการค้า) ก๊าซโอโซนและฝุ่นที่เป็นอนุภาคขนาดเล็กที่อาจสูดเข้าสู่ระบบทางเดินหายใจได้ (Respirable dust) ที่ส่งผลต่อระบบทางเดินหายในผู้ประกอบอาชีพโรงงานผลิตหลอมโลหะหนักชนิดหนึ่ง (ความลับทางการค้า) ในเขตภาคตะวันออก

3. เพื่อหาข้อเสนอแนะในการจัดทำแนวทางการคัดกรองทางอาชีวอนามัยเกี่ยวกับผลกระทบต่อระบบทางเดินหายใจจากการรับสัมผัสโลหะหนักชนิดหนึ่ง (ความลับทางการค้า) ก๊าซโอโซนและฝุ่นโลหะหนักในกลุ่มผู้ประกอบอาชีพหลอมโลหะ

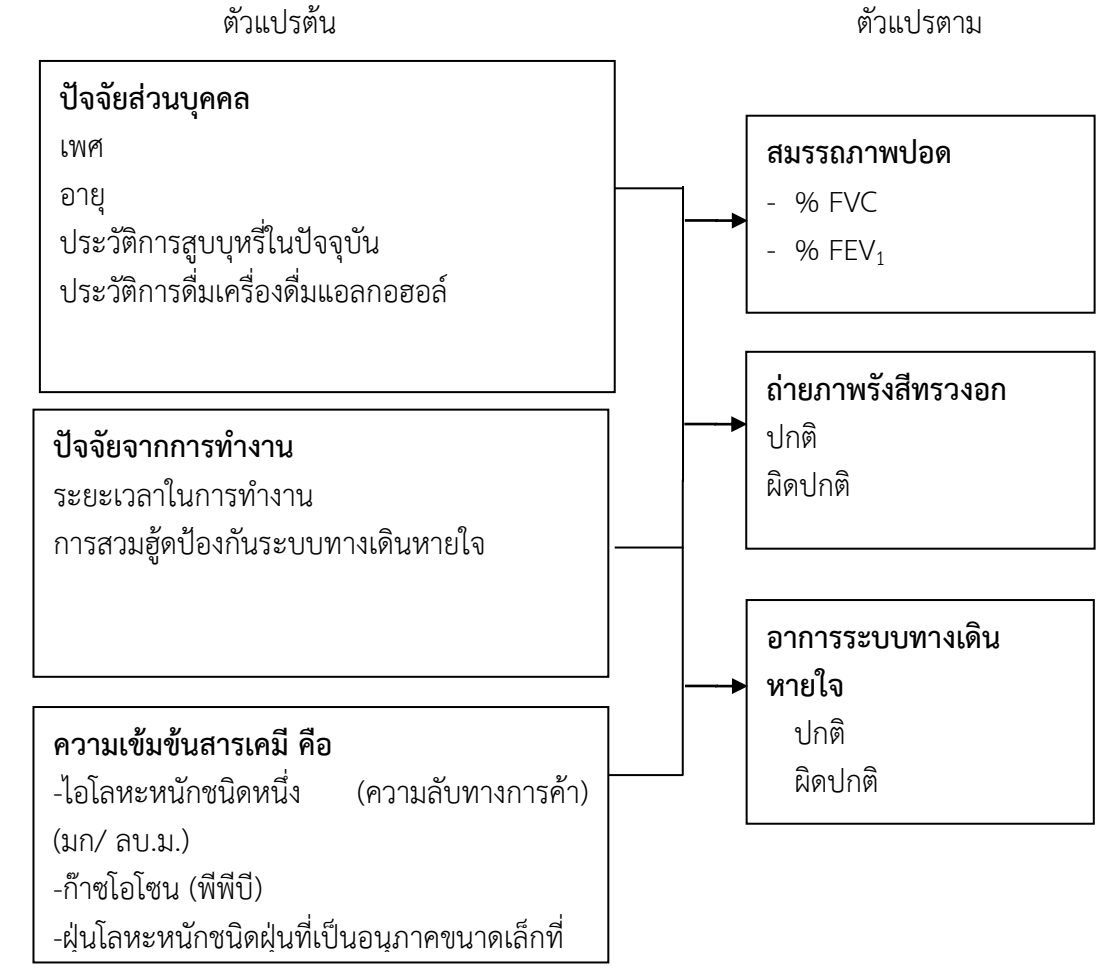
ขอบเขตของโครงการวิจัย

การศึกษาในครั้งนี้เป็นการศึกษาในกลุ่มประชากรและกลุ่มตัวอย่าง ที่เป็นผู้ประกอบอาชีพโรงงานผลิตหลอมโลหะหนักแห่งหนึ่งในเขตภาคตะวันออก ปฏิบัติงานในแผนกต่าง ๆ ประกอบด้วย แผนกหลอมและหล่อ (Casting) แผนกรีดร้อน (Hot rolling) แผนกรีดเย็น (Cold rolling)และสำนักงาน (Office) ที่ต้องปฏิบัติงานตลอดระยะเวลาการทำงานรวมถึงผู้ประกอบอาชีพที่ปฏิบัติงานในพื้นที่สำนักงาน จำนวนกลุ่มตัวอย่างรวมทั้งสิ้น 399 คน ด้านระยะเวลา คือ การศึกษาในครั้งนี้จะเริ่มดำเนินการเก็บข้อมูลตั้งแต่เดือน 20 พฤศจิกายน พ.ศ. 2560 ถึงเดือน เมษายน พ.ศ. 2561 โดยศึกษาปัจจัยที่ส่งผลต่อความผิดปกติของระบบทางเดินหายใจในผู้ประกอบอาชีพ เพื่อจัดทำแนวทางการคัดกรองทางด้านอาชีวอนามัยเกี่ยวกับผลกระทบต่อระบบทางเดินหายใจจากการรับสัมผัสไอโลหะหนักชนิดหนึ่ง (ความลับทางการค้า) ก๊าซโอโซน และฝุ่นโลหะหนักชนิดฝุ่นที่เป็นอนุภาคขนาดเล็กที่อาจสูดเข้าสู่ระบบทางเดินหายใจได้ (Respirable dust) ในกลุ่มผู้ประกอบอาชีพหลอมโลหะในโรงงานอุตสาหกรรมแห่งหนึ่งในเขตภาคตะวันออก

สมมุติฐาน

1. ปัจจัยส่วนบุคคล ได้แก่ เพศ อายุ ประวัติการสูบบุหรี่ในปัจจุบัน ประวัติการดื่มเครื่องดื่มแอลกอฮอล์ ระยะเวลาในการทำงาน การสวมฮู้ดป้องกันระบบทางเดินหายใจ และความเข้มข้นไอ ความเข้มข้นสารเคมี (ปริมาณการรับสัมผัสไอโลหะหนักชนิดหนึ่ง (ความลับทางการค้า) หรือ ก๊าซโอโซน หรือฝุ่นโลหะหนักชนิดฝุ่นที่เป็นอนุภาคขนาดเล็กที่อาจสูดเข้าสู่ระบบทางเดินหายใจได้ที่ส่งผลต่อความผิดปกติของสมรรถภาพปอด
2. ปัจจัยส่วนบุคคล ได้แก่ เพศ อายุ ประวัติการสูบบุหรี่ในปัจจุบัน ประวัติการดื่มเครื่องดื่มแอลกอฮอล์ ระยะเวลาในการทำงาน การสวมฮู้ดป้องกันระบบทางเดินหายใจ ความเข้มข้นสารเคมี (ปริมาณการรับสัมผัสไอโลหะหนักชนิดหนึ่ง (ความลับทางการค้า) หรือ ก๊าซโอโซน หรือฝุ่นโลหะหนักชนิดฝุ่นที่เป็นอนุภาคขนาดเล็กที่อาจสูดเข้าสู่ระบบทางเดินหายใจได้ที่ส่งผลต่ออาการผิดปกติของระบบทางเดินหายใจ

กรอบแนวความคิด (CONCEPTUAL FRAMEWORK) ของโครงการวิจัย



ภาพที่ 1-1 กรอบแนวคิดในการวิจัย

ประโยชน์ที่คาดว่าจะได้รับ

ประโยชน์ที่คาดว่าจะได้รับจากงานวิจัยฉบับนี้ ประกอบด้วย ประโยชน์ด้านวิชาการ ด้านนโยบาย ด้านเศรษฐกิจ/ พาณิชย์ ด้านสังคมและชุมชน รวมถึงการเผยแพร่ในวารสาร จดสิทธิบัตร ฯลฯ และหน่วยงานที่นำผลการวิจัยไปใช้ประโยชน์

1. **ด้านวิชาการ** องค์ความรู้ที่ได้จากการศึกษาวิจัยสามารถใช้เป็นฐานข้อมูลเกี่ยวกับปัจจัยเสี่ยงต่อการเป็นโรคระบบทางเดินหายใจ เพื่อใช้ในการเฝ้าระวังสิ่งแวดล้อมในการทำงาน และสุขภาพผู้ประกอบอาชีพเกี่ยวกับความผิดปกติระบบทางเดินหายใจ และหาแนวทางในการคัดกรองสุขภาพผู้ประกอบอาชีพที่ปฏิบัติงานในโรงงานหลอมโลหะโลหะหนักชนิดหนึ่ง (ความลับทางการค้า) ซึ่งนำไปใช้เป็นฐานในการพัฒนานโยบายของประเทศชาติต่อไปได้

2. **ด้านนโยบาย** ผู้รับผิดชอบเกี่ยวกับการดูแลสุขภาพผู้ประกอบอาชีพในโรงงานอุตสาหกรรมหลอมโลหะหนักชนิดหนึ่ง (ความลับทางการค้า) เช่น สำนักโรคจากการประกอบอาชีพและสิ่งแวดล้อม กระทรวงสาธารณสุข กระทรวงแรงงาน สามารถนำไปใช้เป็นแนวทางในการร่างแนวทางในการคัดกรองสุขภาพระบบทางเดินหายใจ เพื่อการดูแลสุขภาพผู้ประกอบอาชีพที่รับสัมผัสความเข้มข้นไอโลหะหนักชนิดหนึ่ง (ความลับทางการค้า) ก๊าซโอโซน ฝุ่นโลหะหนักชนิดฝุ่นที่เป็นอนุภาคขนาดเล็กที่อาจสูดเข้าสู่ระบบทางเดินหายใจได้ต่อไป

3. **ด้านเศรษฐกิจ** การวิจัยนี้เป็นการหาแนวทางในการคัดกรองสุขภาพผู้ประกอบอาชีพที่ปฏิบัติงานในโรงงานหลอมโลหะโลหะหนักชนิดหนึ่ง (ความลับทางการค้า) ซึ่งเป็นการป้องกันโรคที่เกิดจากการรับสัมผัสไอโลหะหนักชนิดหนึ่ง (ความลับทางการค้า) ก๊าซโอโซน ฝุ่นโลหะหนักชนิดฝุ่นที่เป็นอนุภาคขนาดเล็กที่อาจสูดเข้าสู่ระบบทางเดินหายใจได้ตั้งแต่เนิ่น ๆ จะเป็นการช่วยลดค่าใช้จ่ายในการรักษาโรคระบบทางเดินหายใจได้

4. **ด้านชุมชน** ผู้ที่เกี่ยวข้องกับการดูแลสุขภาพผู้ประกอบอาชีพ จะได้ประโยชน์จากการศึกษาผลการวิจัยที่ตีพิมพ์เผยแพร่ในรูปของรายงานวิจัยฉบับสมบูรณ์ บทความวิจัย หรือการนำเสนอผลงานทางวิชาการในลักษณะอื่น ๆ ทั้งในและต่างประเทศ ซึ่งจะเป็นประโยชน์ในการพัฒนาความเข้มแข็งของครอบครัวและชุมชนได้ นอกจากนั้นได้เป็นแนวทางสนับสนุนงานวิจัยบางส่วนของนิสิตระดับบัณฑิตศึกษาบางส่วนได้จำนวน 4 คน

คำจำกัดความเชิงปฏิบัติการ

ผู้ประกอบอาชีพ หมายถึง ผู้ประกอบอาชีพในโรงงานอุตสาหกรรมหลอมโลหะหนักแห่งหนึ่งในจังหวัดระยองในแผนกหลอมและหล่อ รีดร้อน รีดเย็น สำนักงาน

อายุ หมายถึง อายุของผู้ประกอบอาชีพในโรงงานอุตสาหกรรมหลอมโลหะหนักแห่งหนึ่งในจังหวัดระยองในแผนกหลอมและหล่อ รีดร้อน รีดเย็น สำนักงานระหว่าง 18-60 ปี

ระดับการศึกษา หมายถึง ระดับการศึกษาของผู้ประกอบอาชีพในโรงงานอุตสาหกรรมหลอมโลหะหนักแห่งหนึ่งในแผนกหลอมและหล่อ รีดร้อน รีดเย็น สำนักงาน ที่อยู่ในระดับต่าง ๆ คือ ประถมศึกษา มัธยมศึกษา อนุปริญญา ปริญญาตรีหรือสูงกว่า ปริญญาตรี

รายได้ หมายถึง รายได้ (บาทต่อเดือน) ของผู้ประกอบอาชีพในโรงงานอุตสาหกรรมหลอมโลหะหนักแห่งหนึ่งในแผนกหลอมและหล่อ รีดร้อน รีดเย็น สำนักงาน

ประวัติการสูบบุหรี่ หมายถึง ประวัติการสูบบุหรี่ในอดีตและปัจจุบัน จำแนกเป็น สูบบุหรี่ หมายถึง ผู้ที่สูบบุหรี่ และ ไม่เคยสูบบุหรี่ หมายถึงไม่เคยสูบบุหรี่เลยตลอดอายุขัยของผู้ประกอบอาชีพ

ประวัติการดื่มสุรา หมายถึง ประวัติการดื่มสุราของผู้ประกอบอาชีพในโรงงานอุตสาหกรรมหลอมโลหะหนักแห่งหนึ่งในจังหวัดระยองในแผนกหลอมและหล่อ รีดร้อน รีดเย็น สำนักงานจำแนกเป็นไม่เคยดื่มเลย เคยดื่มแต่เลิกแล้ว และยังดื่มอยู่

สภาวะสุขภาพทางกาย หมายถึง สภาวะทางร่างกายของผู้ประกอบอาชีพในโรงงานอุตสาหกรรมหลอมโลหะหนักแห่งหนึ่งในแผนกหลอม และหล่อรีดร้อน รีดเย็น สำนักงานจำแนกเป็นแข็งแรงดี เจ็บป่วยเล็กน้อย และเจ็บป่วยรุนแรง

สภาวะทางจิตใจ หมายถึง สภาวะทางจิตใจของผู้ประกอบอาชีพในโรงงานอุตสาหกรรมหลอมโลหะหนักแห่งหนึ่งในแผนกหลอมและหล่อ รีดร้อน รีดเย็น สำนักงานจำแนกเป็นแข็งแรงดี เจ็บป่วยเล็กน้อย และเจ็บป่วยรุนแรง

การทำงานที่อื่น หมายถึง การเคย หรือไม่เคยในการปฏิบัติงานที่อื่นมาก่อนปฏิบัติในโรงงานอุตสาหกรรมหลอมโลหะแห่งนี้

ระยะเวลาในการทำงานที่อื่น หมายถึง จำนวนปีในการปฏิบัติงานที่อื่นมาก่อนปฏิบัติในโรงงานอุตสาหกรรมหลอมโลหะแห่งนี้

ลักษณะการปฏิบัติงาน หมายถึง ลักษณะการปฏิบัติงานของผู้ประกอบอาชีพในโรงงานอุตสาหกรรมหลอมโลหะหนักแห่งหนึ่ง จำแนกเป็นแผนกหลอมและหล่อ รีดร้อน รีดเย็น สำนักงาน

ระยะเวลาในการทำงานที่โรงงานแห่งนี้ หมายถึง จำนวนปีในการปฏิบัติงานที่โรงงานอุตสาหกรรมหลอมโลหะแห่งนี้

การใช้อุปกรณ์ป้องกันอันตรายส่วนบุคคล หมายถึง การใช้อุปกรณ์ป้องกันอันตรายส่วนบุคคล ได้แก่ แว่นตา หน้ากาก/ ผ้าปิดจมูก ฮู้ด ถุงมือ รองเท้าบู้ท ชุดคลุมร่างกาย เสื้อแขนยาว กางเกงขายาว ในขณะปฏิบัติงานของผู้ประกอบอาชีพในโรงงานอุตสาหกรรมหลอมโลหะ

สภาพแวดล้อมในการทำงาน หมายถึง สภาพแวดล้อมในการทำงานของผู้ประกอบอาชีพในโรงงานอุตสาหกรรมหลอมโลหะหนักแห่งหนึ่งแผนกหลอมและหล่อ รีดร้อน รีดเย็น สำนักงาน จำแนกเป็น ติดตั้งพัดลม เครื่องปรับอากาศ ระบบระบายอากาศเฉพาะที่

ความเข้มข้นของสารเคมีในสภาพแวดล้อมในการทำงาน หมายถึง ความเข้มข้นของไอโลหะหนักชนิดหนึ่ง (ความลับทางการค้า) ในแผนกหลอมและหล่อ รีดร้อน และสำนักงาน หน่วยเป็นมิลลิกรัมต่อลูกบาศก์เมตร ความเข้มข้นของก๊าซโอโซน ในแผนกหลอมและหล่อ รีดร้อน และสำนักงาน หน่วยเป็นพีพีบี และความเข้มข้นของฝุ่นโลหะหนักขนาดเล็กชนิดที่เข้าทางเดินหายใจได้ (Respirable dust) ในแผนกหลอมและหล่อ รีดร้อน รีดเย็นและสำนักงาน หน่วยเป็นมิลลิกรัมต่อลูกบาศก์เมตร

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 มาแปลผลโดยใช้เกณฑ์ของสมาคมอุรเวชช์แห่งประเทศไทย (สมาคมโรคจากการประกอบอาชีพและสิ่งแวดล้อมแห่งประเทศไทย, 2557) แปลผลออกมาเป็นสมรรถภาพปอดปกติ และสมรรถภาพปอดผิดปกติ

สมรรถภาพปอดปกติ หมายถึง ผู้ประกอบอาชีพโรงงานอุตสาหกรรมหลอมโลหะที่ไม่มีความผิดปกติของสมรรถภาพปอดแบบหลอดลมอุดกั้น แบบจำกัดการขยายตัว และ แบบผสม

สมรรถภาพปอดผิดปกติ หมายถึง ผู้ประกอบอาชีพโรงงานอุตสาหกรรมหลอมโลหะมีความผิดปกติของสมรรถภาพปอดแบบอุดกั้น แบบจำกัดการขยายตัว และ แบบผสมโดยแบ่งเป็น

ความผิดปกติแบบอุดกั้น (Obstructive abnormality) คือ ลักษณะทางเดินหายใจตีบแคบทำให้อากาศไหลออกจากปอดได้ช้า จะพิจารณาจากค่าเปอร์เซ็นต์ FEV_1 จะมีค่าลดลงต่ำกว่าปกติ จำแนกตามค่า FEV_1 (% Predicted) เป็น 1) ปกติ (Normal) มีค่ามากกว่า 80 2) เล็กน้อย (Mild) 66-80 และ 3) ปานกลาง (Moderate) 50-65 และ 4) มาก (Severe) มีค่าน้อยกว่า 50 ตามลำดับ

ความผิดปกติแบบจำกัดการขยายตัว (Restriction abnormality) คือ ลักษณะอาจมีพังผืดที่ปอด ทำให้เนื้อปอดแข็ง เกิดการดึงรั้ง ขยายตัวได้ยาก จะพิจารณาจากค่าเปอร์เซ็นต์ FVC จะมีค่าลดลงต่ำกว่าปกติ จำแนกตามค่า FEV1 (% Predicted) เป็น 1) ปกติ (Normal) มีค่ามากกว่า 80 2) เล็กน้อย (Mild) 66-80 และ 3) ปานกลาง (Moderate) 50-65 และ 4) มาก (Severe) มีค่าน้อยกว่า 50 ตามลำดับ

อาการระบบทางเดินหายใจ หมายถึง ภาวะผิดปกติของทางเดินหายใจเมื่อสัมผัสสิ่งกระตุ้น เช่น ไอโลหะหนัก ก๊าซโอโซน ฝุ่นโลหะหนักขนาดเล็กชนิดที่เข้าทางเดินหายใจได้ (Respirable dust) การศึกษาครั้งนี้ประเมินอาการระบบทางเดินหายใจโดยใช้แบบสอบถามที่ดัดแปลงมาจากสภาการวิจัยทางการแพทย์ของอังกฤษ (British Medical Research Council: BMRC) (ศตกมล ประสงค์วัฒนา, 2553) ใช้เฉพาะเนื้อหาอาการทางเดินหายใจเท่านั้นประกอบด้วย อาการไอ อาการมีเสมหะ อาการแน่นหน้าอก อาการหายใจดังหวีด อาการคัดจมูกโดยการแปลผลดังนี้

ปกติ หมายถึง ผู้ประกอบอาชีพในโรงงานอุตสาหกรรมหลอมโลหะหนักแห่งหนึ่งในแผนกหลอมและหล่อ รีดร้อน รีดเย็น สำนักงานที่ไม่มีอาการตามที่กล่าวมาเลย

ผิดปกติ หมายถึง ผู้ประกอบอาชีพในโรงงานอุตสาหกรรมหลอมโลหะหนักแห่งหนึ่งในแผนกหลอมและหล่อ รีดร้อน รีดเย็น สำนักงานที่มีอาการไอ มีเสมหะ หายใจดังหวีด อาการแน่นหน้าอก และคัดจมูก ถ้าพบว่า เป็นข้อใดข้อหนึ่งถือว่าผิดปกติ

การถ่ายภาพรังสีทรวงอก

ปกติ หมายถึง ผู้ประกอบอาชีพในโรงงานอุตสาหกรรมหลอมโลหะหนักแห่งหนึ่งในแผนกหลอมและหล่อ รีดร้อน รีดเย็น สำนักงานที่ไม่มีผลการถ่ายภาพรังสีทรวงอกผิดปกติในลักษะพังผืดหรือก้อน

ผิดปกติ หมายถึง ผู้ประกอบอาชีพในโรงงานอุตสาหกรรมหลอมโลหะหนักแห่งหนึ่งในแผนกหลอมและหล่อ รีดร้อน รีดเย็น สำนักงานที่มีผลการถ่ายภาพรังสีทรวงอกผิดปกติในลักษะพังผืดหรือก้อนถ้าพบว่า เป็นข้อใดข้อหนึ่งถือว่าผิดปกติ

บทที่ 2
การทบทวนวรรณกรรมและงานวิจัยที่เกี่ยวข้อง

ปัจจุบันมีการนำเอาโลหะโลหะหนักชนิดหนึ่ง (ความลับทางการค้า) มาใช้ประโยชน์อย่างแพร่หลายในโรงงานอุตสาหกรรม ทำให้เกิดผลดีต่อเศรษฐกิจ เช่น บรรจุภัณฑ์อาหาร การขนส่ง การก่อสร้าง และ โรงงานอุตสาหกรรมประเภทอื่น ๆ ในกระบวนการผลิต ผู้ประกอบอาชีพมีโอกาสรับสัมผัสไอโลหะหนักดังกล่าว ฝุ่นโลหะหนักและก๊าซ หรือ อื่น ๆ เข้าสู่ร่างกายทางการหายใจได้ ดังนั้นการศึกษาครั้งนี้ได้ทบทวนประเด็นต่าง ๆ ประกอบด้วย บทนำ การใช้และแหล่งการรับสัมผัสจากการประกอบอาชีพ ทางในการรับสัมผัส ผลกระทบของโลหะหนักชนิดหนึ่ง (ความลับทางการค้า) ฝุ่นโลหะหนัก และก๊าซต่อสุขภาพ และปัจจัยที่ส่งผลถึงอาการผิดปกติระบบทางเดินหายใจ โดยมีรายละเอียดดังนี้

โลหะหนักชนิดหนึ่ง (ความลับทางการค้า)

โลหะโลหะหนักชนิดหนึ่ง (ความลับทางการค้า) มีสีเงินขาว ไม่มีกลิ่น เป็นธาตุที่พบได้มากในเปลือกโลก (8%) เช่น บนพื้นดิน ในน้ำ การผลิตโลหะหนักชนิดหนึ่ง (ความลับทางการค้า) เกิดขึ้นในช่วงสงครามโลกครั้งที่ 2 ปัจจุบันการผลิตโลหะหนักชนิดหนึ่ง (ความลับทางการค้า) มากกว่า 19.5 ล้านเมตริกตันต่อปี เป็นธาตุที่ไม่มีความจำเป็นต่อมนุษย์ โลหะหนักชนิดหนึ่ง (ความลับทางการค้า) . ในการบ่มแข็งมักอยู่ในรูปโลหะหนักชนิดหนึ่ง (ความลับทางการค้า) กลุ่มผสมสังกะสี ที่มีความแข็งแรงสูงมาก ตัดกลึงง่าย

การใช้และแหล่งการรับสัมผัสจากการประกอบอาชีพ

โลหะโลหะหนักชนิดหนึ่ง (ความลับทางการค้า) มีการนำมาใช้ประโยชน์อย่างกว้างขวาง เช่น ใช้เป็นสารแต่งเติมในอาหาร ผสมในยา เช่น ยาแอนตาซิด ลดกรด ผลิตน้ำยาดับกลิ่นกายใช้ผลิตภาชนะบรรจุอาหาร แผ่นโลหะหนักชนิดหนึ่ง (ความลับทางการค้า)ห่ออาหาร และใช้ในการบำบัดน้ำ เช่น ใช้เป็นสารตกตะกอน เป็นต้น โดยอาชีพกลุ่มเสี่ยง ผู้ประกอบอาชีพในโรงงานอุตสาหกรรมผลิตยาแอนตาซิด ลดกรด ผลิตน้ำยาดับกลิ่นกายใช้ผลิตภาชนะบรรจุอาหาร เป็นต้น (อนามัย เทศกะทึก, 2554) ส่วนการนำเอาโลหะหนักชนิดหนึ่ง (ความลับทางการค้า) ไปใช้ในการบ่มแข็ง มักอยู่ในรูปโลหะหนักชนิดหนึ่ง (ความลับทางการค้า)

ทางในการรับสัมผัส

ผู้ประกอบอาชีพในโรงงานหลอมโลหะหนักชนิดหนึ่ง (ความลับทางการค้า) ส่วนใหญ่สามารถรับสัมผัสไอโลหะหนักชนิดหนึ่ง (ความลับทางการค้า) ก๊าซโอโซน และฝุ่นโลหะหนักเข้าสู่ร่างกาย ได้ทางการหายใจ (van Rooy et al., 2011) อาจจะทำให้เกิดผลกระทบต่อสุขภาพได้ (อนามัย เทศกะทึก, 2554) ขอจำแนกตามประเภทของไอโลหะหนักชนิดหนึ่ง (ความลับทางการค้า) ก๊าซโอโซน และฝุ่นโลหะหนัก โดยมีรายละเอียด ดังนี้

กลไกการเกิดผลกระทบต่อสุขภาพ

ปกติมนุษย์เราไม่ค่อยได้รับสัมผัสกับโลหะหนักรูปแบบโลหะบริสุทธิ์ (สถานะออกซิเดชันเป็นศูนย์) มักรับสัมผัสในรูปของโลหะหนักออกไซด์ (หรือสารประกอบโลหะอื่น ๆ โลหะส่วนใหญ่มักมีการเปลี่ยนโลหะเป็นสารประกอบเชิงซ้อน (Complexes) กับ ligands ต่าง ๆ เช่น แอมโมเนีย คาร์บอนมอนอกไซด์ (CO) ไซยาโนเจน (CN) ไนโตรเจนอินทรีย์ หรือโมเลกุลกำมะถัน โลหะบางชนิดอาจเกิดขึ้น (Vouk, 1986)

ดังนั้น การดูดซึมโลหะหนักในร่างกายมนุษย์จะได้รับอิทธิพลอย่างมากจากความสามารถในการละลายในน้ำและไขมัน ตัวอย่างเช่น โลหะหนักที่ไม่ละลายน้ำได้มาก สารประกอบโลหะจะสะสมในทางเดินหายใจมีโอกาสมากขึ้น มันจะถูกพัดโบก เพื่อกำจัดโดย Mucociliary escalator ตรงกันข้าม เกลือที่ละลายได้จะแยกตัวออกได้ง่ายจึงอำนวยความสะดวกการขนส่งของพวกเขาเป็นไอออนโลหะเข้าไปในเซลล์ปอดหรือเข้าการไหลเวียนโลหิต (Vouk, 1986) แรงดึงดูดระหว่างไอออนโลหะกับอินทรีย์ลิแกนด์ที่อยู่ภายในโมเลกุลของเนื้อเยื่อจะส่งผลให้เกิดการรวมกันของไอออนโลหะกับโมเลกุลเหล่านั้น จะมีผลกระทบทางชีวภาพและความเป็นพิษของโลหะต่อสุขภาพ ประกอบด้วย

1. โลหะบางชนิดเช่น โลหะหนักชนิดหนึ่ง (ความลับทางการค้า) เหล็ก (Fe) ทองแดง (Cu) แมงกานีส (Mn) โคบอลต์ (Co) สังกะสี (Zn) โครเมียม (Cr) จำเป็นสำหรับเป็นโคเอนไซม์ ในกระบวนการผลิตเอนไซม์ในร่างกาย ซึ่งบางชนิดหากไม่เพียงพอควรหาทดแทน เอนไซม์บางชนิดอาจมีระดับลดลงหากรบกวนจากโลหะหนักบางชนิด เป็นต้น

2. การขนส่งและการสะสมของโลหะหนัก มักเป็นผลของความสามารถในการทำปฏิกิริยากับ Ligands และTransferrin, Ferritin, Albumin และ Ceruloplasmin เพื่อช่วยในการขนส่งหรือการจัดเก็บโปรตีนสำหรับ Fe และ Cu อาจถือเป็นการป้องกันความเป็นพิษของไอออนของเหล็กและทองแดงอิสระได้ (Halliwell & Gutteridge, 1984; Halliwell & Gutteridge, 1986)

3. การทำปฏิกิริยาระหว่างโลหะหนักกับการทำหน้าที่ของโมเลกุลเล็ก ๆ (Functional groups on macromolecules) จึงมีความสำคัญต่อกลไกการเกิดมะเร็งจากโลหะหนักบางชนิด (Martell, 1984; Jennette, 1981) ดังนั้น ไอออนของโลหะหลายตัวจึงมีปฏิกิริยากับกลุ่ม SH อย่างอิสระซึ่งอาจเป็นตัวยับยั้งการทำงานของเอนไซม์โคเอนไซม์ (Membrane bound receptors) การมีปฏิสัมพันธ์โดยตรงของโลหะหนักกับดีเอ็นเอเป็นกรดดีเอ็นเอ (ดีเอ็นเอ) (Deoxyribonucleic acid (DNA)) เป็นหนึ่งในกลไกที่เป็นไปได้สำหรับการก่อมะเร็งจากโลหะหนักเชิงซ้อนได้

ฝุ่นโลหะหนัก

โลหะหนักมีประโยชน์จึงมีผู้นำมาใช้ประโยชน์ในการผลิตในโรงงานอุตสาหกรรม อย่างไรก็ตามทราบกันมาหลายศตวรรษแล้วว่าโลหะหนักเป็นสารพิษที่ทำให้เกิดโรคได้ เช่น โรคปอด (Sakula et al., 1983; Bisetti, 1988, Friberg et al., 1986; Lauwerys, 1982, Hammond & Beliles, 1980; Doull, 1980; Rom, 1983; Parkes, 1982; Morgan, 1975) องค์ประกอบอาจถูกกำหนดเป็นโลหะขึ้นอยู่กับคุณสมบัติทางกายภาพหรือทางเคมีของโลหะหนักเหล่านั้น แต่คำจำกัดความเหล่านี้ไม่สามารถแยกความแตกต่างระหว่างโลหะกับอโลหะเนื่องจากองค์ประกอบต่าง ๆ เช่น สารหนู (As), บิสมัท (Bi), เจนันเนียม (Ge), พลวง (Sb), ซีลีเนียม (Se) และเทลลูเรียม (Te)

มักเรียกว่า Metalloids ซึ่งเป็นสมบัติร่วมกันของทั้งสอง จากมุมมองทางด้านพิษวิทยาโลหะสามารถถูกกำหนดได้ว่าเป็น "องค์ประกอบที่อยู่ภายใต้สภาวะที่สำคัญทางชีวภาพอาจตอบสนองโดยการสูญเสียอิเล็กตรอนหนึ่งหรือหลายอิเล็กตรอนไปอยู่กับไอออนบวก (Vouk, 1986)

ในโรงงานอุตสาหกรรมหนัก ผู้ประกอบอาชีพมีโอกาสได้รับอนุภาคฝุ่นโลหะและไอโลหะหนักในกระบวนการผลิตได้ เช่น เหล็ก แร่เหล็กบางชนิดทำให้เพิ่มอุบัติการณ์ของการเป็นมะเร็งปอด เป็นสาเหตุทำให้เกิดนิวโมโคนิโอสีสอย่างง่าย (Simple pneumoconiosis) โรคปอดดำ (Black lung) ภายหลังหยุดการรับสัมผัส ก้อนเล็ก ๆ ภายในปอดจะค่อย ๆ มีขนาดเล็กลง ผลจากการศึกษาทางระบาดวิทยาในโรงงานอุตสาหกรรมเหล็ก พบว่า มีความเสี่ยงต่อการเป็นมะเร็งปอด เช่น นิกเกิลและโครเมียม แร่นิกเกิลและโครเมียมไม่มีอันตราย แต่ระหว่างการถลุงแร่นิกเกิลจะมีความเสี่ยงต่อการเป็นมะเร็งปอด สารประกอบโครเมียมที่ละลายน้ำได้ นิยมนำมาใช้ในงานอุตสาหกรรมไฟฟ้า เป็นสาเหตุทำให้ผิวหนังและทางเดินหายใจเป็นแผล เม็ดสีที่ละลายน้ำ ทำให้เกิดโรคมะเร็งปอดได้ แต่ไม่ก่อให้เกิดโรคนิวโมโคนิโอสีส สารประกอบไม่ละลายน้ำจะมีความปลอดภัยมากกว่า

ผลกระทบของไอโลหะหนักชนิดหนึ่ง (ความลับทางการค้า) และฝุ่นโลหะหนักต่อสุขภาพ

สารพิษที่เกิดจากโลหะหนักชนิดหนึ่ง (ความลับทางการค้า) จากการทบทวนวรรณกรรม พบว่า มีผลกระทบต่อสุขภาพผู้ประกอบอาชีพในระบบทางเดินหายใจ ระบบประสาท โดยมีรายละเอียดดังต่อไปนี้

1. ระบบทางเดินหายใจ

การรับสัมผัสโลหะหนักชนิดหนึ่ง (ความลับทางการค้า) จะทำให้เกิดผลกระทบในระบบทางเดินหายใจได้ ประกอบด้วย

ผลกระทบที่เป็นพิษเฉียบพลัน

ผลกระทบที่เป็นพิษเฉียบพลันของโลหะหนักหลายชนิด จะมีผลทำให้

1 ระคายเคืองทางเดินหายใจส่วนต้น การรับสัมผัสไอโลหะหนักชนิดหนึ่ง จะทำให้ระคายเคืองจมูกได้ การรับสัมผัสไอโลหะโลหะหนักชนิดหนึ่ง (ความลับทางการค้า) เป็นระยะเวลานานทำให้เกิดพังผืดที่ปอด (Chattopadhyay et al., 2007) ทางปาก มักเกิดจาการปนเปื้อนในอาหาร หรือน้ำดื่ม เมื่อกลืนสู่ทางเดินอาหาร มักมีอาการระคายเคืองปาก หลอดอาหาร กระเพาะ ลำไส้ การรับสัมผัสทางปากไม่ค่อยเป็นปัญหาต่อกลุ่มผู้ประกอบอาชีพ และทางผิวหนัง กรณีที่รับสัมผัสอนุภาคของสารประกอบโลหะหนักชนิดหนึ่ง (ความลับทางการค้า) จะทำให้ระคายเคือง ผิวหนัง และตา เช่น ชนิดโลหะหนักชนิดหนึ่ง (ความลับทางการค้า) คลอไรด์ จะทำให้มีอาการปวดแสบและร้อนที่ผิวหนังบริเวณสัมผัส

2. ไข้จากไอโลหะ (Metal fume fever) ไข้จากไอโลหะ มีโอกาสเกิดมากขึ้น ตามปัจจัยต่าง ๆ เช่น การสัมผัสกับไอโลหะหนักที่ความเข้มข้นสูง โดยเฉพาะอย่างยิ่ง แต่ไม่ใช่เฉพาะสังกะสีออกไซด์ (Mueller & Seger, 1985; Armstrong et al., 1983) มีอาการคล้ายเป็นไข้หวัดใหญ่ หรือปฏิกิริยาคล้ายไข้มาลาเรียซึ่งประกอบด้วยไข้หนาวสั่นและผิดปกติทางเดินหายใจ อาจไม่พบความผิดปกติของผลตรวจภาพรังสีทรวงอก หรือสมรรถภาพปอด X-ray หรือความผิดปกติของ

การทำงานของปอด (Brown, 1988; Johnson & Kilbum, 1983) ลักษณะแปลก ๆ ของมีผิดปกตินี้ คือ การเกิดความทนทาน โดยพบอาการเท่านั้น ภายหลังจากจากเวลาผ่านไปหลายวันโดยไม่มีการรับสัมผัสสารในภายหลัง การพบอาการผิดปกติเหล่านี้ไม่ค่อยพบในผู้ประกอบอาชีพที่ปฏิบัติงานในสภาพแวดล้อมที่มีการควบคุมที่เหมาะสม (Appropriate environmental control measures) โรคจะไม่หายไป มักพบการติดเชื้อตามมา (Simpleviral infection) มักไม่ได้รับการตรวจสอบอย่างเพียงพอ

3. ปอดอักเสบ หลอดลมอักเสบไข้จากโลหะหนัก (Pneumonitis and bronchitis, metal fume fever) เนื่องจากมีการรับสัมผัสกับความเข้มข้นของไอโลหะหนักของโลหะหนักหลายชนิด ซึ่งสามารถนำไปสู่อาการปอดอักเสบเฉียบพลัน ได้

4. โรคหลอดลมอุดกั้น (Chronic obstructive lung disease) การรับสัมผัสสารเคมีสามารถทำให้เกิดโรคหลอดลมอุดกั้นได้ ไม่ต้องสงสัยเลยว่าสาเหตุภายนอกของโรคปอดอุดกั้นเรื้อรัง และ โรคถุงลมโป่งพอง (Emphysema) ในกลุ่มประชากรทั่วไป เนื่องจากการสูบบุหรี่ (Elmes, 1981) อย่างไรก็ตาม พบข้อจำกัด ของอาการทางคลินิก คือ การไหลของอากาศในหลอดลม (Airflow limitation) ในผู้สูบบุหรี่น้อยกว่า 15% (Fletchcr et al., 1976) กล่าวคือมีผลต่อ “เพียง” 15% ของกลุ่มที่ได้รับสัมผัสเท่านั้นที่มีโอกาสที่จะแสดงให้เห็นถึงความเสี่ยงดังกล่าวเล็กน้อย เนื่องจาก: 1) กลุ่มเป้าหมายที่มีจำนวนน้อย 2) ความซับซ้อนของการรับสัมผัส (ในแง่ของธรรมชาติ เช่นเดียวกับความรุนแรงและระยะเวลาของการรับสัมผัส) 3) ความชุกของการสูบบุหรี่โดยเฉพาะอย่างยิ่งในกลุ่มอุตสาหกรรม (Covey & Wynder, 1981) และ 5) ปัจจัยการคัดเลือกที่เรียกว่า “ผลของพนักงานที่มีสุขภาพดี” (The healthy worker effect) (Becklake, 1985)

โรคหลอดลมอุดตัน ผู้ป่วยจะมีอาการหายใจดังวี้ด ไอ การรับสัมผัสไอโลหะหนักชนิดหนึ่งทำให้มีอาการหลอดลมอุดตันและการหายใจดังวี้ดมีความสัมพันธ์กับการรับสัมผัสไอโลหะโลหะหนักชนิดหนึ่ง (ความลับทางการค้า) ยังพบว่า การรับสัมผัสโลหะหนักชนิดหนึ่ง (ความลับทางการค้า) ในผู้ประกอบอาชีพเพศชาย จำนวน 5,406 คน เป็นการศึกษาติดตามระยะยาว (Cohort) พบว่าอัตราการตายด้วยโรคทางเดินหายใจในเพศชายที่รับสัมผัสไอโลหะโลหะหนักชนิดหนึ่ง (ความลับทางการค้า) สูงกว่าผู้ที่ไม่เคยรับสัมผัสไอโลหะโลหะหนักชนิดหนึ่ง (ความลับทางการค้า) มากก่อน 2 เท่า (Gibbs, 1985)

การรับสัมผัสสารประกอบโลหะหนักชนิดหนึ่ง (ความลับทางการค้า) (Aluminium compounds) อาจจะมีก๊าซและฝุ่นบางอย่างออกมาได้ เช่น ก๊าซฟลูออไรด์ไรด์ (Fluorides in gaseous) และ อนุภาคของแข็ง (Particulate form) ในกลุ่มผู้ประกอบอาชีพที่อยู่ในห้องต้ม (Potrooms) จะมีความเสี่ยงในการเกิดโรคระบบทางเดินหายใจ ที่ผ่านมาเคยมีการศึกษาพบว่า กลุ่มรับสัมผัสไอมีอาการผิดปกติมากกว่ากลุ่มไม่รับสัมผัส โดยมีอาการไอแห้ง ๆ (Dry cough) ค่า odds ratio (OR) (Confidence interval 1.79-15.0) เท่ากับ 5.17 อาการคัดจมูก (Stuffy nose) เท่ากับ 2.3 (1.25-4.22) มีเลือดในจมูก (Nose bleeding) เท่ากับ10.7 (3.26-35.3) ตามลำดับ โดยการรับสัมผัสสูงและต่ำ ในรูปของความสัมพันธ์ของขนาดและการตอบสนอง มีเพียงอาการแน่นหน้าอก (Chest tightening) และ หายใจดังวี้ด (Wheezing) โดยมีค่า OR เท่ากับ 2.62 (1.30-5.26) และ คัดจมูก (Stuffy nose) มีค่า เท่ากับ 2.1 (1.22-3.66) (Larsson, 2007)

5. หอบหืด (Asthma) โลหะหลายชนิดเป็นที่รู้จักว่าสามารถก่อให้เกิดโรคหอบหืด (Bronchial asthma) โรคหอบหืดชนิด Pot room asthma โรคหอบหืดเกิดจากการรับสัมผัสไอโลหะหนักชนิดหนึ่ง (ความลับทางการค้า) ได้ ยกตัวอย่างเช่น ใน พ.ศ. 2503 Midttun อธิบายว่าอาการผิดปกติพิษจากโลหะหนักชนิดหนึ่ง (ความลับทางการค้า) คือ ไอ หลอดลมอักเสบ หายใจดังวี้ด หลอดลมอุดตัน การศึกษาในประเทศนอร์เวพบในผู้ประกอบอาชีพป่วยเป็นหอบหืดปฏิบัติงานในอาชีพต่าง ๆ เช่น โรงงานโลหะหนักชนิดหนึ่ง (ความลับทางการค้า) (Leira, 2008) ในประเทศสหรัฐอเมริกา ศึกษาในผู้ประกอบอาชีพขัดโลหะหนักชนิดหนึ่ง (ความลับทางการค้า) ระยะเวลา 3 ปี พบว่า มีอาการหายใจดังวี้ด หอบหืดมากกว่ากลุ่มควบคุมยังพบว่า มีก้อนในปอด แต่ยังไม่พบหลักฐานปัญหาจากโลหะหนักชนิดหนึ่ง (ความลับทางการค้า)

ในประเทศไทย แต่ควรติดตามเฝ้าระวังสุขภาพผู้ประกอบอาชีพและบรรยากาศการทำงาน ไม่ทราบชัดเจนถึงลักษณะโรคหอบหืดจากการทำงานจากสารประกอบโลหะหนักที่มีมวลโมเลกุลต่ำ ๆ ว่าชักนำทำให้เกิดหอบหืดได้ (Metal-induced asthma) แต่เป็นการคาดการณ์ว่าเกิดขึ้นได้ เคยมีการศึกษาระบุว่าประวัติภูมิแพ้และการเกิดโรคระบบทางเดินหายใจจาการทำงานไม่มีความสัมพันธ์กัน (Davies & Blainey, 1984; Chan-Yeung & Lams, 1986; Moller et al., 1987) การสูบบุหรี่ (Cigarette smoking) (Venables et al., 1985) หรือรับสัมผัสสารระคายเคืองอื่น ๆ เช่น ก๊าซโอโซน (Biagini et al., 1986) อาจจะช่วยพิสูจน์ให้เห็นว่าเป็นปัจจัยที่ไม่สำคัญมาก (ในการปฏิสัมพันธ์กับประวัติการเกิดภูมิแพ้ (Atopy) สำหรับการเกิดโรคหอบหืดจากการรับสัมผัสสารก่อภูมิแพ้ (Allergen) ในรายบุคคล เช่น การรับสัมผัสสารไอโซไซยาเนต (Isocyanates) ซึ่งอาจจะไม่ได้เกิดจาก IgE-mediated (Mapp et al., 1988)

อีกแนวคิดหนึ่งที่มีการติดตามผลการศึกษาโรคหอบหืดจากการประกอบอาชีพที่เกิดจากสาเหตุต่างอย่างต่อเนื่อง มีความจำเป็นในการกำจัดอาการผิดปกติต่าง ๆ ในกลุ่มรับสัมผัสอย่างรวดเร็วเพื่อป้องกันโรคหอบหืดถาวร (Permanent asthma) (Crystal et al., 1981) เป็นที่เหมาะสมที่จะนำหลักการหลีกเลี่ยงการสัมผัสโลหะหนัก ก๊าซระคายเคืองจากกระบวนการหลอม แม้ในทางปฏิบัติจะทำได้ยากมาก

ผลกระทบที่เป็นพิษเรื้อรัง

1. ปอดบวมจากการเกิดโรคปอดเรื้อรังต่าง ๆ อาการ เช่น การเกิดพังผืด (Fibrosis) การเกิดพยาธิสภาพที่หลอดลมเล็ก (Bronchial lesions หรือ การแสดงออกของฤทธิ์ในการต้านการไหลเวียนโลหิต (Park, 1984; Townshend, 1982) เคยมีการศึกษาแบบตัดขวาง (Cross-sectional studies) โดยมีข้อเสนอแนะว่าการรับสัมผัสโลหะหนักจะเพิ่มความชุกของการเกิดโรคหลอดลมอักเสบแบบเรื้อรัง (Chronic bronchitis) และสูบเสียการทำงานของสมรรถภาพปอด (Loss of ventilator function) เคยมีการศึกษาพบว่า การับสัมผัสเบริลเลียม (Beryllium) (Kriebel et al., 1978) และ โลหะหนักชนิดหนึ่ง (ความลับทางการค้า) (Chan-YeungM et al., 1983; Townsend et al., 1985) แบบเรื้อรัง มีความสัมพันธ์กับความจุปอด (Forced vital capacity: FVC)

2. การเกิดพังผืดที่ปอด (Pulmonary fibrosis) การรับสัมผัสไอโลหะหนักชนิดหนึ่ง

เป็นระยะเวลานานทำให้เกิดโรคปอดเรื้อรัง เช่น พังผืดที่ปอด (Chattopadhyay et al., 2007) เคยพบกลุ่มที่รับสัมผัสไอโลหะโลหะหนักชนิดหนึ่ง (ความลับทางการค้า) มีผลการการถ่ายภาพรังสีทรวงอกผิดปกติและเป็นพังผืดที่ปอด และมีการศึกษาแบบกลุ่มควบคุม (Case control) ที่รับสัมผัสไอโลหะโลหะหนักชนิดหนึ่ง (ความลับทางการค้า) พบว่า เกิดลมในปอดได้ (Pneumothorax) (Leo et al., 2005) มีหลายการศึกษาระบุว่า การรับสัมผัสไอโลหะโลหะหนักชนิดหนึ่ง (ความลับทางการค้า) จะชักนำทำให้เกิดโรคระบบทางเดินหายใจ รวมถึง พังผืดที่ปอด (Pulmonary fibrosis) ถุงลมอักเสบ (Pulmonary alveolitis) หอบหืด ปอดบวม (Abbate et al., 2003; Chattopadhyay et al., 2007; Elserougy et al., 2015)

ความผิดปกติของปอดแบบ Interstitial lung disorders โดยฝุ่นโลหะ (Metallic dusts) ที่สะสมอยู่ในปอดอาจก่อให้เกิดพังผืด (Pulmonary fibrosis) การเกิดพังผืดในปอดมากเป็นสิ่งที่อธิบายได้ค่อนข้างลำบาก ความผิดปกติจะมากหรือน้อยขึ้นอยู่กับคุณสมบัติที่แท้จริงและปริมาณของสารหายใจเข้าสู่ปอด ตลอดจนปัจจัยที่เป็นที่เข้าใจกันไม่ค่อยเข้าใจศักยภาพของสารเคมีไฟโบรเจนิกที่รับเข้าไป (Fibrogenic) ทางการหายใจเข้าสู่ร่างกาย อาจเกิดขึ้นจากความสามารถในการเข้าไปยุ่งเกี่ยวกับระบบภูมิคุ้มกันในปอดด้วยโดยตรง (Pulmonary immuno-inflammatory system) เช่น ผ่านผลกระทบต่อแมคโครฟาจ (Macrophages) ภายในถุงลม (Alveolar macrophages) หรือการเกิดความผิดปกติในรูปแบบอื่น ๆ ของโรคปอดผ่านกระบวนการเกิดไฟโบรติก (Fibrotic) หรืออาจขึ้นอยู่กับการเกิดโรคถุงลมอักเสบ (Veolitis) ที่มีการปลดปล่อยเซลล์ที่ผิดปกติออกมา (Crystal et al., 1981; Snider, 1983) อย่างไรก็ตามกลไกการทำให้เกิดโรคที่แน่นอนของการเกิดไฟโบรสีสที่ปอดสาเหตุจากโลหะหนักยังไม่สามารถสรุปได้อย่างชัดเจนแม้จะมีการการวิจัยที่เข้มข้น

ผู้วิจัยขออธิบายแนวคิดในการเกิดการบาดเจ็บที่ปอด (Pulmonary injury) และ/ หรือการอักเสบจนนำไปสู่การเกิดพังผืดที่ปอด (Fibrosis) การเกิดนิวโมโคนิโอสีส (Metal pneumoconioses) จากโลหะหนัก สามารถจำแนกได้ 3 กลุ่ม คือ 1) นิวโมโคนิโอสิสระยะเริ่มต้น (Benign) เป็นระยะที่อาจจะไม่พบภาวะไฟโบรสิส หรือ พบ เช่น ซิเดอโรสิส (Siderosis) 2) นิวโมโคนิโอสิสระยะมีการอักเสบของปอดบางส่วน (Pneumoconioses with features of diffuse interstitial pneumonitis) ตัวอย่างเช่น โรคปอดจากโลหะหนักชนิดแข็ง (Hard-metal lung disease) และ 3) นิวโมโคนิโอสิสระยะมีก้อน (Pneumoconioses with sarcoid-like epitheloid granuloma formation) ตัวอย่างเช่น โรคเบริลโลสิส (Berylliosis) เช่น การรับสัมผัสโลหะหนักชนิดหนึ่ง (ความลับทางการค้า) ทำให้เกิดก้อน (Sarcoid-like lung granulomatosis)ในผู้ที่ไม่ได้รับสัมผัสสารเบริลเลียม นอกจากนั้นยังเคยเจอการเกิด Sarcoidosis ในกลุ่มที่รับสัมผัสซิลิเกต (Silicates) เช่น Talc ว่าทำให้เกิดซาคอยโดสิสได้ (Sarcoidosis)

เคยมีการศึกษา (Devuyst et al., 1987) ที่สนใจศึกษาโดยมีคำถามการวิจัยว่าโลหะหนักชนิดหนึ่ง (ความลับทางการค้า) ชักนำทำให้เกิดพังผืดหรือไม่ (Heavy metal-induced pulmonary fibrosis) หรือ โรคปอดจากโลหะหนักชนิดหนึ่ง (ความลับทางการค้า) โดยอาจจะก่อตัวทำให้เป็นก้อนในปอดระยะแรกได้ (A granulomatous lung disease) แต่ยังมีผลการศึกษาที่ขัดแย้งอันที่จริงในมุมมองของใช้โลหะหนักชนิดหนึ่ง (ความลับทางการค้า) เพื่อประโยชน์ในงานอุตสาหกรรมที่

กว้างขวาง การเกิดโรคปอดจากการรับสัมผัสโลหะหนักชนิดหนึ่ง (ความลับทางการค้า) เป็นเรื่องที่ผิดปกติ (Dinman, 1987; Dinman, 1988)

จากการทบทวนวรรณกรรมที่ผ่านมา Dinman (1987) สรุปว่า การเกิดพังผืดเกิดได้ในผู้ที่รับสัมผัสโลหะหนักชนิดหนึ่ง (ความลับทางการค้า) ขนาดเล็กมาก ๆ ๆ จากแผ่นโลหะหนักชนิดหนึ่ง (ความลับทางการค้า) หล่อลื่น (Aluminum plates lubricated) กับการกำจัดสารเคลือบในกระบวนระงับอัคคีภัยและการระบิด

3. สมรรถภาพปอดเปลี่ยนแปลง การรับสัมผัสไอโลหะโลหะหนักชนิดหนึ่ง (ความลับทางการค้า) ทำให้มีผลกระทบต่อสมรรถภาพปอด เคยมีการศึกษาในผู้ประกอบอาชีพในกระบวนการผลิตโลหะหนักชนิดหนึ่ง (ความลับทางการค้า) ขนาดใหญ่ โดยการประเมินสมรรถภาพปอด (Spirometric assessments) ค่าต่าง ๆ ประกอบด้วย Vital Capacity (VC), Forced Vital Capacity (FVC) และ Peak Expiratory Flow Rate (PEFR) ผลการศึกษาพบว่า ค่าสมรรถภาพปอดมีความแตกต่างกันในกลุ่มที่มีอายุแตกต่างกัน ระยะเวลาในการรับสัมผัสและพฤติกรรมในการสูบบุหรี่แตกต่างกัน โดยค่าสมรรถภาพปอด จะมีระดับค่อย ๆ ลดลงตามระยะเวลาในการทำงาน พบความผิดปกติปอดแบบเนื้อเยื่อปอดหดรั้ง (The restrictive, obstructive) และ แบบผสม (Combined restrictive) และแบบอุดกั้น (Obstructive types) ในกลุ่มตัวอย่าง ส่วนอาการผิดปกติพบมากที่สุดในกลุ่มหลอมโลหะ (Smelter) (9.44%) และประชาชนในชุมชนน้อยที่สุด (2.35%) และพบสมรรถภาพปอดในแผนกหลอมและมีความผิดปกติของสมรรถภาพปอดแบบหดรั้ง (The restrictive) และแบบอุดตัน (Obstructive) สูงกว่าแผนก Captive power plant และประชาชนในชุมชน (Chattopadhyay et al., 2007)

อย่างไรก็ตาม พบผลการศึกษาที่ไม่สอดคล้องกับที่กล่าวมาข้างต้น โดย Elserougy et al. (2015) ศึกษาผลกระทบของไอโลหะโลหะหนักชนิดหนึ่ง (ความลับทางการค้า) ต่อสมรรถภาพปอดในกลุ่มผู้ประกอบอาชีพพบความสัมพันธ์ระหว่างการรับสัมผัสไอโลหะหนักชนิดหนึ่ง (ความลับทางการค้า) ทางการหายใจมีผลต่ออาการระบบทางเดินหายใจ แต่ไม่สอดคล้องกับผลการศึกษาอื่น ๆ ที่รายงานผลกระทบต่อสมรรถภาพปอดผ่านการประเมินสมรรถภาพปอด (Spirometric measurements)

4. มะเร็งปอด อัตราการตายด้วยมะเร็งปอด เคยมีการรายงานจากประเทศสหรัฐอเมริกาที่เสียชีวิตในผู้ประกอบอาชีพจากโรงงานอุตสาหกรรมโลหะหนักชนิดหนึ่ง (ความลับทางการค้า) ในรัฐวอชิงตัน จำนวน 11 คน

2. ระบบประสาท การรับสัมผัสไอโลหะโลหะหนักชนิดหนึ่ง (ความลับทางการค้า) ทำให้มีความผิดปกติต่อระบบประสาท ทำให้รบกวนต่อการพูด การเคลื่อนไหว ทำให้เคลื่อนไหวผิดผิดปกติ ความจำเสื่อม นอกจากนั้นพบว่า ผู้ที่มีไอโลหะโลหะหนักชนิดหนึ่ง (ความลับทางการค้า) ในเลือดสูงจะมีความผิดปกติ เช่น การมองเห็นภาพผิดปกติ การออกเสียงบกพร่อง สูญเสียความทรงจำ พบว่ามีอุบัติการณ์การเกิดกล้ามเนื้ออ่อนแรง ปวดกระดูก หลงลืม มีความสัมพันธ์กับการรับประทานยาที่มีโลหะหนักชนิดหนึ่ง (ความลับทางการค้า) เป็นองค์ประกอบ มีรายงานการศึกษาในผู้ประกอบอาชีพที่รับสัมผัสไอโลหะโลหะหนักชนิดหนึ่ง (ความลับทางการค้า) นานกว่า 12 ปีในสหรัฐอเมริกา มีอาการสูญเสียการทรงตัว ความทรงจำ สมาธิสั้น เดินขากาง สั่น เป็นต้น เนื่องจากโลหะหนักชนิดหนึ่ง

(ความลับทางการค้า)เป็นสารพิษต่อระบบประสาท เคยมีรายงานการศึกษาพบว่า อาการอัลไซเมอร์มีความสัมพันธ์กับระดับโลหะหนักชนิดหนึ่ง (ความลับทางการค้า) ในสมอง (อนามัย เทศกะทึก, 2554)

2. ก๊าซโอโซน

โอโซน (Ozone, O_3) เป็นก๊าซไม่มีสี กลิ่นแสบฉุน ละลายได้ในน้ำปานกลาง สามารถทำลายเซลล์ของสิ่งมีชีวิตได้

การใช้และแหล่งการรับสัมผัสจากการประกอบอาชีพ

ก๊าซโอโซนเกิดได้จากการทำปฏิกิริยาของแสงอาทิตย์ต่อออกซิเจนในบรรยากาศ ก๊าซโอโซนอาจจะเกิดจากการก่อตัวภายนอกอาคารจากสารไฮโดรคาร์บอน เช่น ไอระเหยของน้ำมัน ยานพาหนะและสารประกอบไนโตรเจนผสมกันกับดวงอาทิตย์หรือกับประจุไฟฟ้า สารไฮโดรคาร์บอนที่ถูกปล่อยออกมาจากยานพาหนะและมีการระเหยของเชื้อเพลิง สี และน้ำยาซักแห้งไปในบรรยากาศ ส่วนไนโตรเจนอาจจะเกิดจากการเผาไหม้ เช่น กระบวนการหลอมโลหะหนัก ส่วนภายในอาคาร โอโซนอาจจะก่อตัวจากเครื่องถ่ายเอกสารและเครื่องพิมพ์เลเซอร์ เป็นต้น อาจจะก่อโอโซนที่มีปริมาณมากพอที่จะก่อให้เกิดการเจ็บป่วยด้วยอาการต่าง ๆ ได้ (อนามัย ธีรวิโรจน์ เทศกะทึก, 2554)

ทางในการรับสัมผัส

ทางในการรับสัมผัสก๊าซโอโซนเข้าสู่ร่างกาย คือ ทางการหายใจ สามารถเข้าทางเดินหายใจและก่อให้เกิดการระคายเคืองทางเดินหายใจได้

ผลกระทบต่อสุขภาพ

ผลกระทบต่อสุขภาพ มีการศึกษาทางระบาดวิทยาในแถบอเมริกาเหนือเกี่ยวกับการรับสัมผัสโอโซนและพบการตอบสนองค่อนข้างชัดเจนเมื่อเปรียบเทียบกับในผู้ใหญ่และเด็กที่รับสัมผัสโอโซนในห้องทดลอง (Controlled chamber studies (Spektor et al.,1988; 1991) มีการศึกษาที่อธิบายถึงความแตกต่างในการตอบสนองของปัจจัยร่วมในอากาศ (Ambient cofactors) เช่น อนุภาคกรด (Acid particles) ที่อาจจะมีศักยภาพทำให้โอโซนเกิดผลกระทบต่อสุขภาพได้ ในขณะที่มีการเพิ่มศักยภาพการออกฤทธิ์ (Synergistic interactions) ระหว่างโอโซนและกรดซัลฟูริกซึ่งเคยมีการศึกษาสารเคมีทั้งสองชนิดนี้ในหนูทดลอง (Kleinman et al., 1989; Last, 1989) หลักฐานการศึกษาดังกล่าวมีความไม่แน่นอนหากจะนำมาอธิบายผลการออกฤทธิ์ที่มีการควบคุมการรับสัมผัสโอโซนร่วมกับไอกรด (Acid aerosol) ในมนุษย์ (Linn et al., 1994, 1995)

ที่ผ่านมาเคยมีการศึกษาพบความสัมพันธ์ในผู้ประกอบอาชีพที่ปฏิบัติงานนอกอาคารระหว่างโอโซนกับการลดลงสั้น ๆ ของสมรรถภาพปอดในพื้นที่ที่มีความเข้มข้นโอโซนต่ำ ตลอดระยะเวลาที่ศึกษามีเพียงเหตุการณ์เดียวที่มีความเข้มข้นโอโซนสูงเกิน 80 พีพีบี ในเวลา 1 ชั่วโมง เหตุการณ์นี้ทำให้สมรรถภาพปอดยังคงลดลงนาน 3 วันทั้ง ๆ ที่ความเข้มข้นโอโซนต่ำมาก ระดับโอโซนที่สูงขึ้นมีความสัมพันธ์กับระดับการลดลงของสมรรถภาพปอดในเช้าวัดถัดไป แต่ไม่ทำให้สมรรถภาพปอดลดลงในเช้าวันเดียวกัน ยังพบความสัมพันธ์ของโอโซนในวันก่อนหน้านี้มีความสัมพันธ์กับการลดลงของค่า FEV_1 ถึงแม้จะลดลงกว่าในเช้าวันเดียวกันเพียงเล็กน้อย เมื่อการวิเคราะห์สมรรถภาพปอดถูกขยายไปจนถึงวันรุ่งขึ้นไม่มีผลกระทบอย่างมีนัยสำคัญของค่าสูงสุดโอโซนสองวันก่อน ดังนั้น การลดลงในปอดทำงานอย่างน้อย 12 ชั่วโมง แต่ก็ไม่มีเห็นได้ชัดอีกประมาณ 36

ชั่วโมง หลังการรับสัมผัส (Michael & Brook, 1997) คล้าย ๆ กับผลการศึกษาที่ศึกษาในห้องทดลอง (Chamber) chamber (Folinsbee et al., 1980; Hackney et al., 1977) และศึกษาทางระบาดวิทยา (Spektor et al., 1991; Lioy et al., 1985) มีการศึกษาการลดการทำงานของปอดภายหลังการรับสัมผัสโอโซนเพียงครั้งเดียวการได้รับโอโซนยังคงมีอยู่แสดงให้เห็นถึงการเปิดรับแสง 18-42 ชั่วโมงและหลายครั้งนำไปสู่การตอบสนองที่ดีขึ้นในวันที่สองของซึ่งจะลดลงเมื่อวันที่สามและวันถัดไปของการสัมผัส

ผลลัพธ์นี้สอดคล้องกับข้อสังเกตรายงานโดย Brunekreef et al. (1994) ระบุว่าการเปลี่ยนแปลงค่าสัมประสิทธิ์การถดถอย (Regression coefficients) เป็นสังเกตหลังจากดึงโอโซนรายชั่วโมงที่สูงกว่า51 พีพีบี ออก และการสังเกตการณ์โอโซนที่ระดับต่ำกว่า 41 พีพีบีออก มีค่าสัมประสิทธิ์การถดถอยเปลี่ยนแปลง (Coefficients change) ในการศึกษาของ Brunekreef et al. (1994) พบความสัมพันธ์ระหว่างการลดลงของสมรรถภาพปอดกับระดับโอโซนที่ 40-50 พีพีบี ในผู้ประกอบอาชีพปฏิบัติงานอยู่ภายนอกอาคารที่มีการระบายอากาศดี ผลการวิจัยในเอกสารฉบับนี้ระบุแม้กระทั่งสำหรับบุคคลที่อาศัยและทำงานในพื้นที่ที่มีความเข้มข้นโอโซนต่ำทำให้เกิดการลดลงอย่างเฉียบพลันของสมรรถภาพปอดได้ ยังชี้ให้เห็นว่า ประชากรที่ปฏิบัติงานภายนอกอาคารที่รับสัมผัสความเข้มข้นโอโซนต่ำกว่ามาตรฐานของ TheU.S. NAAQS(120ppb) หรือ the Canadian Air Quality Objective (82 ppb) ทำให้เกิดการเปลี่ยนแปลงของสมรรถภาพปอดได้ การรับสัมผัสก๊าซโอโซนทำให้มีผลกระทบของต่อร่างกายแบบเฉียบพลันและแบบเรื้อรัง โดยมีรายละเอียดดังต่อไปนี้

แบบเฉียบพลัน

1. ระบบทางเดินหายใจ ระคายเคืองต่อเยื่อบุเมมเบรนปานกลาง หากรับสัมผัสระยะเวลาสั้น ๆ จะเข้าสู่หลอดลมเล็กและถุงลมเล็กได้ ความเข้มข้นระดับปานกลาง ทำให้เกิดโรคปอดบวม และสมรรถภาพปอด FVC และ FEV_1 ลดลง เกิดโรคหอบหืด ภูมิแพ้ หากสัมผัสกับสารเคมีบางชนิด เช่น สารซัลเฟอร์ไดออกไซด์ และ กรดซัลฟูริก เป็นสารที่ทำให้หลอดลมหดตัว จะทำให้ตอบสนองต่อโอโซนมากขึ้น เคยมีผลการศึกษาในผู้ประกอบอาชีพในโรงงานผลิตสารฟอกขาว ที่รับสัมผัสก๊าซโอโซน พบว่า มีความสัมพันธ์กับสมรรถภาพปอดที่ลดลง (Mehta et al., 2005)

ตารางที่ 2-1 ผลกระทบของการรับสัมผัสโอโซนต่อร่างกาย

ความเข้มข้นในการรับสัมผัส (ส่วนในล้านส่วน)	ผลกระทบต่อร่างกาย
< 0.08	- ไม่มีหลักฐานทำให้เกิดหอบหืดหรือ ผู้ที่เป็นโรคปอดอุดตันเรื้อรัง มีความไวต่อโฮโซนมาก
0.5	- ระคายเคืองต่อตา ปอด การสัมผัสนาน ๆ จะทำให้เกิดโรคปอดบวม หรือเพิ่มความไวต่อการติดเชื้อที่ระบบทางเดินหายใจ (แบคทีเรีย ไวรัส)
1	- ไอเรื้อรัง
50	- เสียชีวิต หลังรับสัมผัสนาน 30 นาที

ที่มา: อนามัย ธีรวิโรจน์ เทศกะทึก (2554)

ปัจจุบันนักวิชาการให้ความสนใจเกี่ยวกับคุณภาพของอากาศกันมาก ดังนั้น มีผู้ศึกษาการรับสัมผัสก๊าซโอโซนและผลกระทบต่อสุขภาพใน the Fraser Valley ในช่วงฤดูร้อนตามรูปแบบของกิจกรรม ในกลุ่มแรกจะใช้เวลาในการทำงานในอาคารส่วนใหญ่ (Indoors) อีกลุ่มหนึ่งใช้เวลาส่วนใหญ่ในการปฏิบัติงานภายในนอกอาคาร (Outdoors) กลุ่มที่สามทำงานทั้งหมดภายนอกอาคาร ผลการศึกษาพบความแตกต่างระหว่างกลุ่มในการสัมผัสโอโซนมีความสัมพันธ์กับเวลาที่ใช้กลางแจ้ง ผลการค้นหาเหล่านี้และข้อมูลเกี่ยวกับการสัมผัสถูกนำมาใช้เพื่อออกแบบการศึกษาผลกระทบต่อสุขภาพของมลพิษทางอากาศในช่วงฤดูร้อนที่ดำเนินการในช่วงเวลาของการรณรงค์ภาคพื้นแปซิฟิกในเขตแปซิฟิก

ผลการตรวจวัดสมรรถภาพปอดจำนวน 2 ครั้ง ต่อราย คือ ก่อนและหลังเลิกงานวิเคราะห์ปัจจัยที่มีความสัมพันธ์ต่อสมรรถภาพปอด พบความสัมพันธ์ในลางตรงข้ามกันระหว่าก๊าซโอโซนและสมรรถภาพปอด ($p < 0.001$) ความสัมพันธ์ระหว่างก๊าซโอโซนและสมรรถภาพปอด ยังมีความชัดเจนในวันถัดไป ซึ่งความเข้มข้นต่ำกว่าค่ามาตรฐานของ The U.S. NAAQS (120 ppb) or the Canadian Air Quality Objective (82 ppb) อาจจะยังมีผลกระทบต่อสมรรถภาพปอดในผู้ประกอบอาชีพที่ปฏิบัติงานภายนอกอาคารจำนวนหลายชั่วโมงต่อวันได้ (Michael & Brook, 1997)

2. ศีรษะ และตา ระคายเคืองตา ปวดศีรษะในกลุ่มผู้ประกอบอาชีพเกี่ยวกับเครื่องพิมพ์เลเซอร์มีที่กรองโอโซน เครื่องพิมพ์หรือเครื่องจักรต่าง ๆ ควรมีการซ่อมแซมดูแลเครื่องจักรอยู่เสมอ

แบบเรื้อรัง

1. ระบบสืบพันธุ์ ไม่มีข้อมูลแสดงให้เห็นว่าโอโซนกระทบต่อระบบสืบพันธุ์ได้

2. ปอด ไม่มีข้อมูลการศึกษาในมนุษย์ว่า การรับสัมผัสโอโซนระยะเวลายาวนานจากการทำงานว่าทำให้เกิดผลกระทบต่อปอดเรื้อรังเพียงใด

การประเมินการรับสัมผัส

การประเมินการรับสัมผัสโอโซนในการทำงานค่อนข้างจำกัด เคยมีการศึกษาการรับสัมผัสในกลุ่มประชากรทั่วไปโดยการกำหนดจุดในการตรวจวัด และ/ หรือการใช้โมเดลทำนายความเข้มข้นในบรรยากาศ เพื่อคาดการณ์การรับสัมผัส ตัวอย่างเช่น ถึงแม้ว่าความเข้มข้นโอโซนค่อนข้างต่ำในบรรยากาศ แต่ประชากรส่วนใหญ่ใช้ชีวิตเป็นเวลานานในสภาพแวดล้อมภายนอก อาจจะมีกลุ่มที่มีความไวต่อการได้รับผลกระทบจากโอโซนดังกล่าวได้ ถึงแม้ว่าโมเดลในการรับสัมผัสยังขาดเทคนิคในการประเมินโอโซนแบบส่วนบุคคล (Personal monitoring techniques for ozone) (McCurdy, 1994) มีการพัฒนาเทคนิคการประเมินแบบใหม่ในการประเมินโอโซน (A new passive monitor for ozone) เพื่อประเมินการรับสัมผัสโอโซนในกลุ่มประชากรทั่วไป (Koutrakis et al., 1990, 1993; Liu et al., 1993, 1994) เคยมีการประเมินโดย Liu et al. ที่ใช้เครื่องตรวจวัดความเข้มข้นโอโซน (The passive ozone monitor) ทั้งในอาคารและนอกในโรงเรียนจำนวน 23 แห่งในสหรัฐอเมริกา (Liu et al., 1993) มีการสร้างโมเดลทำนายการรับสัมผัส (An exposure model) พบว่า 40% ของความผันแปรในการประเมินการรับสัมผัสแบบบุคคล นอกจากนั้นผลการศึกษาของ Liu et al.

เสนอแนะว่า มีตัวแปรสำคัญ ๆ อีกหลายตัวที่ใช้ทำนายการรับสัมผัสโอโซน อย่างไรก็ตามตัวแปรเหล่านั้นนำมาใช้ในการทำนายค่อนข้างยุ่งยาก แนวทางในการลดผลกระทบ โดยการใช้หลักในการเลือกประชากรแบบกลุ่ม (Selection of population cohorts) ที่ใช้ชีวิตภายนอกอาคารที่แตกต่างกันอย่างชัดเจน

ปัจจัยที่ส่งผลต่อความผิดปกติต่อระบบทางเดินหายใจ

ปัจจัยที่ส่งผลต่อความผิดปกติต่อระบบทางเดินหายใจ เช่น เพศ อายุ ประวัติการสูบบุหรี่ อายุงาน การสวมใส่อุปกรณ์ป้องกันอันตรายส่วนบุคคล สภาพแวดล้อมในการทำงาน และปริมาณการรับสัมผัสไอโลหะโลหะหนักชนิดหนึ่ง (ความลับทางการค้า) ฝุ่นโลหะหนักและก๊าซโอโซน โดยมีรายละเอียด ดังนี้

ปัจจัยที่เกี่ยวข้องกับการทำงาน (Occupational factors) ประกอบด้วย

เพศ เพศอาจเป็นปัจจัยหนึ่งของที่การรับสัมผัสไอโลหะโลหะหนักชนิดหนึ่ง (ความลับทางการค้า) จนส่งผลต่อความผิดปกติของระบบทางเดินหายใจได้ ซึ่งเพศหญิงและเพศชายจะมีความไวต่ออันตรายของสารเคมีแตกต่างกัน ทำให้มีโอกาสในการรับสัมผัสสารในปริมาณที่แตกต่างกันได้ (สำนักเทคโนโลยีความปลอดภัยกรมโรงงานอุตสาหกรรม, 2557) นอกจากนั้นพบว่า เพศชายและเพศหญิง มีความจุปอดแตกต่างกัน เพศชายจะมีค่าความจุปอดค้างภายหลังหายใจออกเต็มที่ เมื่ออายุ 20 ปี จะเพิ่มขึ้นประมาณ 1.5 ลิตร และเมื่ออายุ 60 ปีจะเพิ่มขึ้น 2.2 ลิตร แต่ความจุปอดทั้งหมดขณะหายใจเข้าไม่เปลี่ยนแปลง แต่เพศหญิงจะมีค่านี้ลดลง ทั้งเพศชายและเพศหญิงเมื่ออายุเพิ่มขึ้น ค่าปริมาตรอากาศที่หายใจออกเต็มที่ภายหลังจากการหายใจเข้าเต็มที่ใน 1 วินาที (FEV_1) จะมีค่าลดลง (ศตกมล ประสงค์วัฒนา, 2553) จากการศึกษาที่ผ่านมา van Rooy et al. (2011) พบว่าผู้ประกอบอาชีพเพศชายที่ปฏิบัติงานเกี่ยวกับงานหลอมมีความสัมพันธ์กับอาการผิดปกติที่ทางเดินหายใจส่วนบนและส่วนล่างและมีความสัมพันธ์ต่อการเกิดโรคหอบหืดมากขึ้นอย่างมีนัยสำคัญทางสถิติ (PR 3.7, 95% CI 1.3-10.6)

อายุ อายุเป็นปัจจัยที่ส่งผลต่อความผิดปกติของระบบทางเดินหายใจ เคยมีการศึกษาความรุนแรงของสมรรถภาพปอดในผู้ประกอบอาชีพในโรงงานผลิตโลหะหนักชนิดหนึ่ง (ความลับทางการค้า) ขนาดใหญ่ โดยการประเมินสมรรถภาพปอด (Spirometric assessments) ค่าต่าง ๆ ประกอบด้วย Vital Capacity (VC), Forced Vital Capacity (FVC) และ Peak Expiratory Flow Rate (PEFR) ผลการศึกษาพบว่า ค่าสมรรถภาพปอดมีความแตกต่างกันในกลุ่มที่มีอายุแตกต่างกัน Chattopadhyay et al. (2007) และ Kezunović (2008) พบว่า ค่าพารามิเตอร์ของสมรรถภาพปอด Spirometric FEV_1%, VC % ค่า FVC % และ PEF % จะสูงในกลุ่มของผู้ประกอบอาชีพที่มีอายุน้อย เนื่องจากยังไม่ได้รับสัมผัสกับสารมากเท่าที่ควร ซึ่งจะแตกต่างกับกลุ่มผู้ประกอบอาชีพที่ได้รับสัมผัสในปริมาณที่สูงอย่างมีนัยสำคัญ

ประวัติการสูบบุหรี่

1. ความไวต่อการสูบบุหรี่ (Susceptibility to cigarette smoke) ยังไม่ทราบแน่ชัดส่วนใหญ่ไม่มีเหตุผลเบื้องต้นว่าทำไมอาสาสมัครที่เป็น (หรือจะเป็น) โดยเฉพาะอย่างยิ่งกลุ่มที่มีความไวต่อการป่วยเป็นโรคปอดและทางเดินหายใจจากการสูบบุหรี่ (Susceptible to smoking-induced lung

and airway disease) จากสิ่งแวดล้อมในการทำงานไม่เท่ากัน โดยเฉพาะสารประกอบที่เป็นโลหะหนักสามารถทำให้เกิดการทำลายของเนื้อเยื่อปอดและเกิดการอักเสบได้ (Capable of causing tissue destruction and inflammation)

2. ความชุกของการสูบบุหรี่สูง (High prevalence of smoking) โดยเฉพาะประชากรที่เป็นผู้ประกอบอาชีพในโรงงานอุตสาหกรรม (Industrial populations) (Covey & Wynder, 1981)

3. ปัจจัยที่เลือกเข้าไป (Selection factors ประวัติการสูบบุหรี่และการดื่มสุราพบว่าผู้ประกอบอาชีพที่สูบบุหรี่จะมีความยืดหยุ่นของปอดลดลง โดยพบว่า ค่า FEV_1และค่า FEV_1/ FVC มีค่าต่ำกว่าคนปกติ การสูบบุหรี่ ร้อยละ 80-90 เป็นปัจจัยที่เสี่ยงอันดับแรกต่อการเกิดโรคปอดอุดกั้นเรื้อรัง (พรรณิภา สืบสุข, 2553) จากการศึกษาที่ผ่านมา Taiwo et al. (2006) พบว่า อัตราส่วนอุบัติการณ์โรคหอบหืดระหว่างผู้ประกอบอาชีพสองกลุ่ม คือ อยู่ในพื้นที่เตาหลอม (Pot room) และนอกพื้นที่เตาหลอม (Non-pot room) โดยภายหลังจากการวิเคราะห์ Adjusting logistic พบว่าผู้ประกอบอาชีพที่มีการสูบบุหรี่มีอัตราการเกิดโรคหอบหืด 1.40 เท่า จากการวิเคราะห์ Bivariate แสดงให้เห็นความสัมพันธ์ระหว่างอัตราการเกิดโรคหอบหืดกับการสัมผัสกับความเข้มข้นของสารต่าง ๆ ที่เป็นส่วนประกอบในไอโลหะหนัก เช่น สารฟลูออร์ไรด์รวม (Total fluoride) ก๊าซฟลูออไรด์ (Gaseous fluoride) อนุภาคฟลูออร์ไรด์ (Particulate fluoride) และ ก๊าซซัลเฟอร์ไดออกไซด์ (Sulfur dioxide) และพบว่า การรับสัมผัสก๊าซฟลูออร์ไรด์ (Gaseous fluoride) มี ความเสี่ยง [RR] เท่ากับ 5.1 และการสูบบุหรี่ (RR = 7.7)

อย่างไรก็ตาม Radon et al. (1999) พบว่า ผู้ปฏิบัติงานหน้าเตาหลอมที่สูบบุหรี่ (Smokers in the pot room) มีค่าความชุกของโรคระบบทางเดินหายต่ำกว่ากลุ่มที่ไม่สูบบุหรี่ หรือเคยสูบบุหรี่แต่เลิกแล้ว โดยมีนัยสำคัญของอาการหายใจดังวี้ด เท่ากับ (2.6% v 17.4% และ 28.6%) $p<0.01$ในขณะที่อาการผิดปกติของระบบทางเดินหายใจ มีแนวโน้มในกลุ่มที่สูบบุหรี่มีสมรรถภาพปอดที่ลดลงเมื่อเทียบกับกลุ่มควบคุม PEF ($p<0.05$) จากการศึกษาของ Bradshaw et al. (1998) ไม่พบความแตกต่างระหว่างการสูบบุหรี่ ประสบการณ์ในการทำงานระหว่างกลุ่มช่างเชื่อมและไม่ใช่ช่างเชื่อม แต่พบอาการป่วยเป็นโรคหลอดลมอักเสบเรื้อรัง (Chronic bronchitis) ในกลุ่มช่างเชื่อม (11.3%) มากกว่าไม่ใช่ช่างเชื่อม (5.0%) โดยเฉพาะในกลุ่มที่มีดัชนีการรับสัมผัสเรื้อรังนานกว่าหรือเท่ากับ 10 ปี (A cumulative exposure index to welding fume) และ พบว่า 16.7% มีรายงานว่ามีอาการหลอดลมอักเสบเรื้อรัง (Chronic bronchitis) เมื่อเทียบกับ 4.7% ของกลุ่มมีการรับสัมผัสสะสมน้อยกว่า 4 ปี (odds ratio (OR) 4.1, 95% CI (95% CI) 0.90 ถึง 17.6) การสูบบุหรี่ในปัจจุบัน (Current smoking) (OR 9.3, 1.0 ถึง 86.9) (Bradshaw et al., 1998)

อายุงาน อายุงานอาจเป็นปัจจัยหนึ่งที่ทำให้ผู้ประกอบอาชีพมีโอกาสรับสัมผัสไอโลหะเข้าสู่ร่างกายได้เพิ่มมากขึ้น หากมีการรับสัมผัสต่อเนื่องเป็นระยะเวลานาน ก็จะมีโอกาสรับสัมผัสไอโลหะโดยการหายใจเข้าสู่ร่างกายมากขึ้นตามมา จากการศึกษาที่ผ่านมา Kezunović (2008) ระบุว่าผู้ประกอบอาชีพที่รับสัมผัสไอโลหะโลหะหนักชนิดหนึ่ง (ความลับทางการค้า) มากกว่า3 ปี จะมีอาการผิดปกที่ทางเดินหายใจมากกว่ากลุ่มที่ไม่ได้รับสัมผัส โดย 34 คนที่รับสัมผัสมีประวัติของโรคปอดบวม 15.8% และได้รับการวินิจฉัยโรคหอบหืด 4.2% ส่วนการศึกษาของ Riihimäki et al. (2000) ศึกษาในช่างหลอม จำนวน 65 คน พบความเข้มข้นของไอโลหะโลหะหนักชนิดหนึ่ง

(ความลับทางการค้า) ในเลือดและปัสสาวะมีความสัมพันธ์กับอายุงาน และสอดคล้องกับการพัฒนาของโรคปอด นอกจากนั้นการศึกษาความรุนแรงของสมรรถภาพปอดในผู้ประกอบอาชีพในโรงงานผลิตโลหะหนักชนิดหนึ่ง (ความลับทางการค้า) ขนาดใหญ่ โดยการประเมินสมรรถภาพปอด (Spirometric assessments) ผลการศึกษาพบว่า ค่าสมรรถภาพปอดจะมีระดับค่อย ๆ ลดลงตามระยะเวลาในการทำงาน และจะพบความผิดปกติปอดแบบเนื้อเยื่อปอดหดรั้ง (The restrictive, obstructive) และ แบบผสม (Combined restrictive) และแบบอุดกั้น (Obstructive types) ในกลุ่มตัวอย่าง (Chattopadhyay et al., 2007) เคยมีการศึกษาพบว่า ค่าสมรรถภาพปอดมีความแตกต่างกันในกลุ่มที่มีระยะเวลาในการรับสัมผัส โดยค่าสมรรถภาพปอด จะมีระดับค่อย ๆ ลดลงตามระยะเวลาในการทำงาน (Chattopadhyay et al., 2007)

การป้องกันอันตราย

การป้องกันความเสี่ยงต่อสุขภาพในโรงงานอุตสาหกรรมหลอมโลหะเป็นสิ่งที่สำคัญที่สุด ส่วนการตรวจสุขภาพเป็นเรื่องรองลงมาเพื่อส่งเสริมในการป้องกันความเสี่ยงต่อสุขภาพเท่านั้น การแลกเปลี่ยนข้อมูลและความร่วมมือระหว่างหน่วยงานด้านการวางแผนอาชีวอนามัย ความปลอดภัยและอาชีวอนามัย ภายในบริษัท จะทำให้เกิดผลลัพธ์ที่ดีที่สุดในการป้องกันความเสี่ยงต่อสุขภาพ มาตรการป้องกันที่ดีที่สุดในขั้นตอนการวางแผนโรงงานหรือกระบวนการผลิตใหม่ ในการวางแผนสิ่งอำนวยความสะดวกการผลิตใหม่ต้องคำนึงถึงประเด็นดังต่อไปนี้ (Roto, 2011)

1. ใช้ระบบปิดและแยกแหล่งกำเนิดของสารปนเปื้อนในอากาศ
2. การออกแบบและจัดวางอุปกรณ์กระบวนการควรให้การเข้าถึงได้ง่ายเพื่อการบำรุงรักษา
3. พื้นที่ที่อาจมีอันตรายอย่างฉับพลันและไม่คาดฝันควรได้รับการตรวจสอบอย่างต่อเนื่อง ควรมีคำเตือนที่เพียงพอตัวอย่างเช่นพื้นที่ที่อาจมีสารหนูหรือไฮโดรเจนไซยาไนด์อยู่ภายใต้การตรวจสอบอย่างต่อเนื่อง
4. ควรมีการวางแผนและจัดการกับสารเคมีที่เป็นพิษเพื่อหลีกเลี่ยงการใช้งานด้วยตนเอง
5. ควรใช้อุปกรณ์สุ่มตัวอย่างสุขอนามัยส่วนบุคคลเพื่อประเมินความเสี่ยงที่แท้จริงของผู้ประกอบอาชีพแต่ละคนเมื่อทำได้ การตรวจสอบไอโลหะหนัก ก๊าซโอโซนและฝุ่นโลหะหนักอย่างต่อเนื่องทำให้ภาพรวมของการสัมผัสมีการตรวจสอบอย่างสม่ำเสมอ การใช้อุปกรณ์ป้องกันระบบทางเดินหายใจ เป็นอีกปัจจัยหนึ่งซึ่งช่วยลดระยะทางการรับสัมผัสไอโลหะโดยตรง อย่างไรก็ตามหากไม่มีการสวมใส่เป็นประจำระหว่างทำงาน อาจทำให้มีโอกาสในการรับสัมผัสไอโลหะได้มากยิ่งขึ้นจากผลการศึกษาเกี่ยวกับความผิดปกติของระบบทางเดินหายใจในช่างเชื่อมอู่ต่อเรือในประเทศอินเดีย พบว่า การใช้อุปกรณ์ป้องกันส่วนบุคคลมีความสอดคล้องกับการป้องกันความผิดปกติของระบบทางเดินหายใจในช่างเชื่อม (OR = 0.33, 95% CI: 0.28-0.37) (Bhumika et al., 2012)
6. ในการวางแผนพื้นที่ต้องคำนึงถึงข้อกำหนดของการเปลี่ยนแปลงหรือการขยายตัวในอนาคตเพื่อให้มาตรฐานด้านสุขอนามัยในการทำงานของโรงงานไม่เลวลง
7. ควรมีระบบการฝึกอบรมและการศึกษาอย่างต่อเนื่องสำหรับบุคลากรด้าน

ความปลอดภัยและสุขภาพรวมทั้งคนงานและคนงาน คนงานใหม่ ๆ โดยเฉพาะควรได้รับทราบอย่างละเอียดเกี่ยวกับความเสี่ยงด้านสุขภาพที่อาจเกิดขึ้นและวิธีป้องกันตนเองในสภาพแวดล้อมการทำงานของตนเอง นอกจากนี้ควรมีการฝึกอบรมเมื่อมีการนำกระบวนการใหม่มาใช้

8. การปฏิบัติงานมีความสำคัญ ตัวอย่างเช่นสุขอนามัยส่วนบุคคลที่ไม่ดีโดยการรับประทานอาหาร และสูบบุหรี่ในที่ทำงานอาจเพิ่มการสัมผัสส่วนบุคคลได้มาก

9. ผู้บริหารควรมีระบบการตรวจสอบด้านสุขภาพและความปลอดภัยซึ่งจะให้ข้อมูลที่เพียงพอสำหรับการตัดสินใจด้านเทคนิคและทางเศรษฐกิจ

สภาพแวดล้อมในการทำงาน

การสัมผัสกับไอโลหะหนัก ก๊าซ ฝุ่น และสารเคมีอื่น ๆ ที่เป็นอันตรายอาจเกิดขึ้นได้ในระหว่างการหลอมและการกลั่น การบดและการบดแร่โดยเฉพาะอย่างยิ่งอาจส่งผลให้เกิดการสัมผัสกับซิลิกาและฝุ่นโลหะที่เป็นพิษสูง (เช่น ตะกั่ว สารหนู และแคดเมียม) นอกจากนี้ยังมีความเสี่ยงจากฝุ่นละอองในระหว่างการบำรุงรักษาเตาด้วย ในระหว่างการถลุงโลหะอาจเป็นสาเหตุสำคัญของไอโลหะหนัก (Roto, 2011)

การปล่อยไอเสียและฝุ่นละอองสามารถควบคุมได้โดยการปิดกั้นการทำงานอัตโนมัติของกระบวนการการะบายอากาศจากส่วนกลางและการเจือจางทำให้เปียกลงของวัสดุลดการจัดการวัสดุและการเปลี่ยนแปลงกระบวนการอื่น ๆ หากไม่เพียงพอจะต้องมีการป้องกันทางเดินหายใจ การหลอมหลายครั้งเกี่ยวข้องกับการผลิตซัลเฟอร์ไดออกไซด์จำนวนมากจากแร่ซัลไฟด์และคาร์บอนมอนอกไซด์จากกระบวนการเผาไหม้ ต้องมีการเจือจางและระบายอากาศภายใน (LEV)

การหลอมและการกลั่นโลหะบางชนิดอาจมีอันตรายเป็นพิเศษ ตัวอย่าง ได้แก่ สารนิกเกิลคาร์บอนิลในการกลั่นนิกเกิลฟลูออไรด์ในการถลุงโลหะหนักชนิดหนึ่ง (ความลับทางการค้า) สารหนูในทองแดงและตะกั่วกระบวนการหลอมและการกลั่นและความเสี่ยงของปรอทและไซยาไนด์ในระหว่างการกลั่นด้วยทองคำ กระบวนการเหล่านี้ต้องใช้ความระมัดระวังเป็นพิเศษ

สภาพแวดล้อมในการทำงานที่เหมาะสม จะลดการรับสัมผัสไอโลหะหนักชนิดหนึ่ง (ความลับทางการค้า) ก๊าซโอโซน และ ฝุ่นที่เป็นอนุภาคขนาดเล็กที่อาจสูดเข้าสู่ระบบทางเดินหายใจได้ (Respirable dust) ในผู้ประกอบอาชีพขณะปฏิบัติงานได้ ระบบการระบายอากาศทั่วไปที่เป็นการควบคุมทางวิศวกรรมที่ถูกนำมาใช้ในการควบคุมไอโลหะ หรือ สารเคมีชนิดอื่น ๆ โดยเป็นการนำอากาศดีภายนอกเข้ามาแทนอากาศเสียภายในอาคารได้ ตัวอย่างเช่น การศึกษาในฟินแลนด์ที่มีการประเมินในผู้ประกอบอาชีพที่รับสัมผัสฝุ่นโลหะหนัก โดยศึกษาในสถานประกอบการ 16 แห่ง ผลการศึกษา พบว่า ผลที่ได้แสดงให้เห็นว่าคนงานที่กำลังเจียระไนใบมีดโลหะหนักอาจได้รับโคบอลต์ในอากาศสูงแม้ในขณะที่ปริมาณฝุ่นในอากาศอยู่ในระดับต่ำ พบว่า มีสัดส่วนฝุ่นชนิด Respirable dust และความเข้มข้นของฝุ่นทั้งหมด (Total dust) มีความสัมพันธ์กับความเข้มข้นของโคบอลต์ (Linnainmaa et al., 2011) การศึกษาในประเทศเยอรมนีมีการศึกษาในช่างเชื่อมโลหะที่ปฏิบัติงานในสภาพการระบายอากาศไม่เพียงพอ พบว่า มีการเพิ่มความเสี่ยงของการเกิดโรคหลอดลมอักเสบเรื้อรังและมีการลดลงของสมรรถภาพปอด (Ozdemir et al., 1995)

ปริมาณการรับสัมผัสไอโลหะโลหะหนักชนิดหนึ่ง (ความลับทางการค้า)

สารเคมีที่ปนเปื้อนในสิ่งแวดล้อมในการทำงาน (Environmental substances) อาจจะนำไปสู่ความเสี่ยงที่เหมือนกับการสูบบุหรี่ ตัวอย่างเช่น มีผลกระทบเพียง 15% ของกลุ่มรับสัมผัส สามารถสรุปได้ว่ามีความเสี่ยงเล็กน้อยเนื่องจาก 1) มีกลุ่มรับสัมผัสจำนวนไม่มาก 2) ความซับซ้อนของการรับสัมผัส เช่น ลักษณะของการรับสัมผัส ความเข้มข้น และระยะเวลาในการรับสัมผัส (Nature as well as their Intensity and duration)

ปริมาณการรับสัมผัสไอโลหะโลหะหนักชนิดหนึ่ง (ความลับทางการค้า) (มก/ ลบ.ม.) ในบรรยากาศในการทำงาน ควรอยู่ในระดับที่ไม่เกินค่ามาตรฐานที่แนะนำ คือ 1 มก./ ลบ.ม. (ACGIH, 2015) หรือ มาตรฐานอื่น ๆ ดังตารางที่ 2-1 จากการศึกษาที่ผ่านมาเคยมีการประเมินระดับความเข้มข้นไอโลหะเฉลี่ยที่ 8 ชั่วโมงในการทำงาน พบค่าเฉลี่ยของไอโลหะโลหะหนักชนิดหนึ่ง (ความลับทางการค้า) การศึกษาในผู้ประกอบอาชีพในกระบวนการหลอมโลหะหนักแบบมิกต์ มีการรับรับสัมผัสนาน 6 ชั่วโมง และมีความเข้มข้นไอโลหะ เท่ากับ 2.5 มิลลิกรัมต่อลูกบาศก์เมตร (van Rooy et al., 2011) มีการศึกษาในระหว่างการเชื่อมแบบมิกซ์ (MIG) พบว่า ความเข้มข้นเฉลี่ยเท่ากับ 4.01×10^{5} ลบ.ซม. มีมวลของความเข้มข้นเท่ากับ 2.52 มิลลิกรัมต่อลูกบาศก์เมตร (Hartmann et al., 2014)

ความเข้มข้นของสารเคมีในอากาศ มีการศึกษา ระบุระดับความเข้มข้นเฉลี่ย 8 ชั่วโมงในการทำงานของผู้ประกอบอาชีพโรงงานโลหะหนักชนิดหนึ่ง (ความลับทางการค้า) โดยมีความเข้มข้นของฝุ่นโลหะหนักชนิดหนึ่ง (ความลับทางการค้า) เท่ากับ 0.13 (0.02–0.5) มิลลิกรัมต่อลูกบาศก์เมตร และในแผนกช่างเชื่อมอู่ต่อเรือพบความเข้มข้นมีค่าเฉลี่ยเท่ากับ 1.1 (0.008-6.1) มิลลิกรัมต่อลูกบาศก์เมตรส่วนโรงงานโลหะหนักชนิดหนึ่ง (ความลับทางการค้า) มีค่าเฉลี่ยเท่ากับ 0.13 (0.02-0.5) มิลลิกรัม ต่อลูกบาศก์เมตร (Riihimäki et al., 2008) มีการศึกษาประเมินการรับสัมผัสโลหะหนักชนิดหนึ่ง (ความลับทางการค้า)ด้านชีวภาพในกลุ่มผู้ประกอบอาชีพในโรงงานผลิตหลอมโลหะหนักชนิดหนึ่ง (ความลับทางการค้า) ด้วยการใช้พารามิเตอร์ Al in urine (UAl) พบว่าผู้ประกอบอาชีพที่รับสัมผัสโลหะหนักชนิดหนึ่ง (ความลับทางการค้า) มีระดับ UAL เฉลี่ย 20.0 + 5.5 mg / L ซึ่งมากกว่ากลุ่มควบคุม (16.4 + 6.0 mg / L) (Elserougy et al., 2015)

จากการศึกษาความชุกของการเกิดอาการระบบทางเดินหายใจในกลุ่มผู้ประกอบอาชีพในส่วน Pot room ของโรงหลอมโลหะหนักชนิดหนึ่ง (ความลับทางการค้า) จากการประเมินการรับสัมผัสฝุ่นที่หายใจเข้าไป (10 มิลลิกรัมต่อลูกบาศก์เมตร) และเมื่อนำไปวิเคราะห์องค์ประกอบของฝุ่นโลหะ พบว่า มีโลหะหนักชนิดหนึ่ง (ความลับทางการค้า) (47-90%) เหล็ก (15-18%) แมกนีเซียม (2-14%) และโซเดียม (1-15%) (Cvejanov, 2008**)**

เคยมีการศึกษาหลาย ๆ ฉบับเกี่ยวกับผลกระทบจากการรับสัมผัสโลหะหนักต่อสมรรถภาพปอดลดลง (Ventilatory function) ในผู้ประกอบอาชีพโรงงานเหล็ก (Steel workers) (Nemery et al., 1985; Nemery et al., 1981; Deutsche Forschungsgemeinschaft, 1978) หรือ กลุ่มผู้ประกอบอาชีพเชื่อมโลหะ (Welders) (Morgan, 1986; OxMj et al., 1979; Keimig et al., 1983; Sjogren & Ulfvarson, 1985; Stem et al., 1986; Lockey & Schenker, 1988)

แม้ผลกระทบจะไม่ชัดเจน แม้จะมีการค้นพบที่สอดคล้องกันโดยทั่วไปของการเพิ่มขึ้นของความชุกของหลอดลมอักเสบเรื้อรังที่ได้ข้อมูลจากแบบสอบถาม อย่างไรก็ตามจากการสำรวจการศึกษาในผู้ประกอบอาชีพอื่น ๆ ต่อสารประกอบโลหะหนักต่าง ๆ ไม่สามารถไปถึงข้อสรุปเดียวกันได้ (Cotes et al., 1983; Roto, 1980; Sprince et al., 1988) อาจเป็นเพราะความแตกต่างของความเข้มข้นฝุ่นรวม (Total dust) ที่เกิดขึ้นจากการรับสัมผัสสารเคมีหลายชนิดพร้อมกันหรือมีลักษณะของประชากรและการออกแบบการศึกษา

บทที่ 3
วิธีดำเนินการวิจัย

รูปแบบวิธีการวิจัย

การศึกษาครั้งนี้เป็นการศึกษาวิจัยเชิงวิเคราะห์ ณ จุดเวลาใดเวลาหนึ่ง (Cross-sectional analytical study) เพื่อศึกษาความผิดปกติของระบบทางเดินหายใจ ประกอบด้วย สมรรถภาพปอด ผลถ่ายภาพรังสีทรวงอก อาการระบบทางเดินหายใจ รวมทั้งปัจจัยที่ส่งผลกระทบต่อความผิดปกติของระบบทางเดินหายใจของผู้ประกอบอาชีพในโรงงานอุตสาหกรรมหลอมโลหะในเขตภาคตะวันออก โดยเก็บข้อมูลในวันที่ 10 มกราคม 2561 ถึงเดือน 30 เมษายน พ.ศ. 2561

ประชากรและกลุ่มตัวอย่าง

ประชากรในการศึกษา คือ ผู้ประกอบอาชีพในโรงงานอุตสาหกรรมหลอมโลหะหนักแห่งหนึ่งในเขตภาคตะวันออก จากจำนวนทั้งหมด จำนวน 266 โรงงาน กลุ่มตัวอย่าง คือ ผู้ประกอบอาชีพในโรงงานอุตสาหกรรมหลอมโลหะหนักแห่งหนึ่งที่รับสัมผัสไอโลหะคล้ายกัน (Similar Exposure Group: SEG) จากการคำนวณขนาดตัวอย่าง ได้จำนวน 379 คน จากจำนวนทั้งหมดของผู้ประกอบอาชีพ จำนวน 5 แผนก คือ กระบวนการหลอม (Casting) มีจำนวน 150 คน แผนกรีดร้อน (Hot Rolling) จำนวน 80คน แผนกรีดเย็น (Cold rolling) จำนวน 120 คน และ แผนกสุดท้าย (Finishing) จำนวน 130 และ สำนักงาน 100 คน ตามลำดับ

ตารางที่ 3-1 จำนวนโรงงานโลหะหนักชนิดหนึ่งในเขตภาคตะวันออก

จังหวัด	**จำนวน (โรงงาน)**
ชลบุรี	58
จันทบุรี	0
ตราด 0	0
ระยอง	30
ฉะเชิงเทรา	38
ปราจีนบุรี	15
สระแก้ว	2
นครนายก	3
สมุทรปราการ	120
รวม	**266**

ที่มา: กรมโรงงานอุตสาหกรรม (2559)

การคำนวณขนาดตัวอย่าง

การคำนวณขนาดตัวอย่างครั้งนี้ได้พิจารณาจากวัตถุประสงค์ ที่ศึกษาปัจจัยที่ส่งผลต่อความผิดปกติของระบบทานเดินหายใจจากการรับสัมผัสไอโลหะหนักชนิดหนึ่ง (ความลับทางการค้า) ในโรงงานอุตสาหกรรมแห่งหนึ่งในภาคตะวันออก โดยการใช้สถิติ logistic regression จึงอ้างอิงการคำนวณขนาดตัวอย่างสำหรับการวิเคราะห์ด้วยสถิติ Simple logistic regression (Hsieh et al., 1998)

$$n = \frac{4P(1-P)(Z_{1-\alpha/2} + Z_{1-\beta})^2}{(P_1 - P_2)^2}$$

เมื่อ n คือ ขนาดตัวอย่างที่ต้องการ

p คือ อัตราการเกิดเหตุการณ์ทั้งหมด ซึ่งในการศึกษาครั้งนี้ได้ใช้การทบทวนวรรณกรรมเรื่อง Respiratory Disorders in Aluminum Smelter Workers (Kongerud & Soyseth, 2014) ที่รายงานความชุกของการเกิดอาการ Wheeze ในผู้ประกอบอาชีพที่รับสัมผัส Pot room แล้วพบว่า มีความชุกของอาการหายใจดังวี้ด (Wheeze) เท่ากับร้อยละ 9.5 ดังนั้น ค่า p = 0.095

p_1-p_2 คือ ค่าความแตกต่างของความชุกของการเกิดอาการหายใจดังวี้ด (Wheeze) ในกลุ่มอ้างอิงกับกลุ่มเปรียบเทียบ ซึ่งจากการศึกษาของ Fritschi (2003) พบว่า ในกลุ่มอ้างอิงมีค่าความชุกเท่ากับ 18% และในการศึกษาครั้งนี้กำหนดค่า Odds ratio (OR) เท่ากับ 2.5 เท่า ซึ่งเป็นค่าความเสี่ยงที่น้อยที่สุดที่คาดว่าจะมีนัยสำคัญทางสถิติ ดังนั้นจะใช้คำนวณค่า p_2 และใช้กำหนดค่า p_1-p_2 ดังนี้

$$P_2 = \frac{(OR)P_1}{(1-P_1) + (OR)P_1} = 0.208$$ ดังนั้น p_1-p_2 = -0.113

โดยกำหนดค่าความคลาดเคลื่อน (α) เท่ากับ 5% ($Z_{1-\alpha/2} = 1.96$) และกำหนดกำลังของการทดสอบสมมติฐานเท่ากับ 90% ($Z_{1-\beta} = 1.28$) เมื่อแทนค่าในสูตรจะได้ n = 284 คน

เมื่อได้ค่า n แล้วจะทำการปรับขนาดตัวอย่าง เนื่องจากการศึกษาครั้งนี้มีตัวแปรร่วมหลายตัว ดังนี้

$$n_p = \frac{n_1}{(1-R^2)}$$

เมื่อ n_p คือ ขนาดตัวอย่างเมื่อทำการปรับแล้ว

n_1 คือ ขนาดตัวอย่างที่คำนวณได้จากสูตรคำนวณขนาดตัวอย่างสำหรับ Simple logistic regression

R^2 คือ สัมประสิทธิ์สหสัมพันธ์ของ Multiple logistic regression ซึ่งในการศึกษานี้ไว้ที่ 25% (R^2 = 0.25)

เมื่อแทนค่าต่าง ๆ ลงไปสูตรจะได้จำนวนตัวอย่างที่ปรับค่าแล้ว คือ 379 คน และในระหว่างการเก็บข้อมูล อาจจะพบความคลาดเคลื่อนของข้อมูลที่ได้จากการตรวจวัดทางห้องปฏิบัติการจึงปรับเพิ่มตัวอย่างอีกร้อยละ 5 ดังนั้นจำนวนตัวอย่างทั้งหมดที่ใช้ในการศึกษาครั้งนี้มีจำนวน 399 คน

การคำนวณขนาดตัวอย่างไอโลหะและฝุ่นโลหะในบรรยากาศการทำงาน

การเก็บตัวอย่างไอโลหะหนักชนิดหนึ่ง (ความลับทางการค้า) ก๊าซโอโซนรวมทั้งฝุ่นโลหะหนัก คำนวณโดยการใช้หลักการของสมาคมนักสุขศาสตร์อุตสาหกรรมแห่งสหรัฐอเมริกา (American Industrial Hygiene Association) ที่ได้ให้ความสำคัญกับการกำหนดขนาดของตัวอย่างที่เหมาะสมสำหรับใช้ในการประเมินการสัมผัสสารเคมีของผู้ปฏิบัติงานแต่ละคน ในแต่ละวัน โดยเสนอแนะว่าควรมีจำนวนโดยการสุ่ม (Random samples) ต่อกลุ่มที่สัมผัสแบบเดียวกัน (Homogeneous exposure group) อยู่ในช่วง 6-10 ตัวอย่าง ถ้าน้อยกว่านี้จะทำให้เกิดปัญหาความไม่แน่นอน (Uncertainty) มาก และถ้ามีจำนวนมากกว่า 10 ตัวอย่าง ก็ไม่มีผลต่อความแม่นยำมากนัก (Hawkins et al., 1991)

จำนวนตัวอย่างที่จะเก็บตัวอย่างการรับสัมผัส มีขั้นตอนในการกำหนดต่อไปนี้

1. กำหนดกลุ่มที่มีการรับสัมผัสเหมือนกัน (Homogeneous exposure group)
2. คัดเลือกตัวอย่างโดยวิธีสุ่มอย่างง่าย (Random sampling) ในแต่ละกลุ่มที่มีการรับสัมผัสเหมือนกัน กลุ่มละ 6-10 ตัวอย่าง
3. กระบวนการผลิตในโรงงานอุตสาหกรรมนี้มีจำนวน 5 แผนก คือ กระบวนการหลอมและหล่อ (Casting) แผนกรีดร้อน (Hot rolling) แผนกรีดเย็น (Cold rolling) แผนกสุดท้าย (Finishing) สำนักงาน อย่างไรก็ตามแผนกสุดท้ายปฏิเสธในการเข้าร่วมโครงการวิจัย ผู้วิจัยจึงตัดแผนกนี้ออกไปจากการศึกษาวิจัยครั้งนี้ ดังนั้น จึงทำการเก็บตัวอย่างไอโลหะและฝุ่นโลหะในบรรยากาศการทำงาน ผู้วิจัยได้วางแผนในการเก็บตัวอย่าง ประกอบด้วย 1) ไอโลหะหนักชนิดหนึ่ง (ความลับทางการค้า)ในบรรยากาศในการทำงาน 45 ตัวอย่าง 2) ไอโลหะก๊าซโอโซนในบรรยากาศในการทำงาน 45 ตัวอย่าง 3) ฝุ่นที่เป็นอนุภาคขนาดเล็กที่สามารถเข้าทางเดินหายใจได้ (Respirable dust) จำนวน 46 ตัวอย่าง ตามลำดับ

เครื่องมือที่ใช้ในการวิจัย

เครื่องมือที่ใช้ในการศึกษาครั้งนี้ ประกอบด้วย แบบสอบถามเครื่องเก็บตัวอย่างไอโลหะหนักชนิดหนึ่ง (ความลับทางการค้า) ก๊าซโอโซนและฝุ่นที่เป็นอนุภาคขนาดเล็กที่สามารถเข้าทางเดินหายใจได้ (Respirable dust) เครื่องตรวจสมรรถภาพปอด และเครื่องถ่ายภาพรังสีทรวงอก โดยมีรายละเอียดดังนี้

1. แบบสอบถาม ประกอบด้วย 5 ส่วน จำนวน 26 ข้อ ส่วนที่ 1) ข้อมูลลักษณะทางประชากรสังคม จำนวน 7 ข้อ ประกอบด้วย เพศ:อายุ น้ำหนัก ส่วนสูง สถานภาพสมรส ระดับ

การศึกษา รายได้ แปลผลโดยการเลือกตอบและเติมคำ ส่วนที่ 2) ประวัติการสูบบุหรี่และการดื่มสุรา จำนวน 5 ข้อ ประกอบด้วย แปลผลโดยการเลือกตอบและเติมคำ ส่วนที่ 3) ประวัติการเจ็บป่วยภายใน 1 ปีที่ผ่านมาจนถึงปัจจุบัน จำนวน 5 ข้อ เช่น สภาวะสุขภาพทางกาย จิตใจ การเจ็บป่วยด้วยโรคต่าง ๆ ในปัจจุบัน เช่น โรคเกี่ยวกับระบบทางเดินหายใจ และ ปัญหาสุขภาพอื่น ๆ สามารถแปลผลโดยการเลือกตอบ ส่วนที่ 4) ประวัติในการทำงาน จำนวน 4 ข้อ ประกอบด้วย ประวัติการทำงานในอดีต แผนกที่ปฏิบัติงานในปัจจุบัน ระยะเวลาในการทำงาน (ปี) จำนวนชั่วโมงในการทำงานต่อวัน การทำงานล่วงเวลา ท่านสวมอุปกรณ์ป้องกันอันตรายส่วนบุคคล แปลผลโดยการเลือกตอบและเติมคำ ส่วนที่ 5) อาการระบบทางเดินหายใจ จำนวน 5 กลุ่มอาการ ประกอบด้วย ไอ การมีเสมะ การแน่นหน้าอก การหายใจดังหวีด และ การคัดจมูก การแปลผล ค่า 0 หมายถึง ปกติ และ 1 หมายถึง ผิดปกติ และแปลผลรายกลุ่มอาการ คือ 1 หมายถึง มีความผิดปกติ มีอาการอย่างน้อย 1 อาการ และ 0 หมายถึง ไม่มีอาการผิดปกติเลย

2. อุปกรณ์เก็บตัวอย่างไอโลหะ เพื่อหาระดับความเข้มข้นของไอโลหะชนิดหนึ่ง (ความลับทางการค้า) ที่ได้รับขณะปฏิบัติงาน อุปกรณ์ที่ใช้ในการตรวจวัดประกอบด้วย

2.1 การเก็บตัวอย่างไอโลหะหนัก ใช้ Personal sampling pump ยี่ห้อ Sensidyne รุ่น Gilair Plus ซึ่งผ่านการสอบเทียบความถูกต้องของอัตราการดูดอากาศด้วย Mass Flow CALIBRATOR, ยี่ห้อ TSI, Serial No.: 41460736002

2.2 ตลับแคสเซ็ต (Cassette, 37 mm) กับ Mixed cellulose ester (MCE) filters (0.8 µm pore size) และอุปกรณ์อื่น ๆ ตามวิธีการของ NIOSH Method 7013: ALUMINUM and compounds, as Al (https://www.cdc.gov/niosh/docs/2003-154/pdfs/7013.pdf)

2. เครื่องวัดปริมาณโอโซน ตรวจวัดความเข้มข้นของโอโซน โดยอุปกรณ์ที่ใช้ในการตรวจวัดคือ Photometric Ozone Analyzer Model 400E ซึ่งมีเทคนิคการตรวจวัดแบบ UV Absorption analyzer ตามวิธีการของ Analysis Method: EQOA-0992-087

3. อุปกรณ์เก็บตัวอย่างฝุ่นขนาดเล็กที่สามารถเข้าสู่ระบบทางเดินหายใจได้ (Respirable dust) เพื่อหาระดับความเข้มข้นฝุ่นขนาดเล็กที่สามารถเข้าสู่ระบบทางเดินหายใจได้ (Respirable dust)ที่ได้รับขณะปฏิบัติงาน อุปกรณ์ที่ใช้ในการตรวจวัดประกอบด้วย

3.1 ปั๊มดูดตัวอย่างอากาศ Personal sampling pump ยี่ห้อ Sensidyne รุ่น Gilair Plus ซึ่งผ่านการสอบเทียบความถูกต้องของอัตราการดูดอากาศด้วย Mass Flow CALIBRATOR, ยี่ห้อ TSI, Serial No.: 41460736002

3.2 CYCLONE + FILTER (10-mm nylon cyclone + tared 5-µm PVC membrane)และอุปกรณ์ประกอบต่าง ๆ ในการเก็บตัวอย่างอากาศแบบพื้นที่ (Area Sampling) ตามวิธีการของ NIOSH Method 600: PARTICULATES NOT OTHERWISE REGULATED, RESPIRABLE (https://www.cdc.gov/niosh/docs/2003-154/pdfs/0600.pdf)

4. เครื่องตรวจสมรรถภาพปอด (Spirometer) เพื่อใช้ประเมินสมรรถภาพของปอด (Spirometry) สามารถ จำแนกลักษณะความผิดปกติได้ 3 ลักษณะ ประกอบด้วย 1) ผิดปกติแบบอุดกั้น (Obstructive abnormalities) 2) ผิดปกติแบบจำกัดการขยายตัว (Restrictive abnormalities) และ 3) แบบผสม (Mixed abnormalities) ในครั้งนี้ผู้ศึกษาใช้แบบบันทึกใบ

รายงานผลการตรวจสมรรถภาพปอดในงานอาชีวอนามัย (สมาคมโรคจากการประกอบอาชีพและสิ่งแวดล้อมแห่งประเทศไทย, 2557) และใช้เครื่องตรวจสมรรถภาพปอดจำนวน 1 เครื่อง คือ เครื่องสไปโรมิเตอร์ (Spirometer) หรือ เครื่องตรวจสมรรถภาพปอด ยี่ห้อ Datospir-120 P/ N 511-800-Mu2 ซึ่งเป็นไปตามเกณฑ์ความแม่นยำและความเที่ยงตรงขั้นต่ำของเครื่องสไปโรมิเตอร์ตามแนวทางของ ATS ฉบับปี ค.ศ. 1994 (สมาคมโรคจากการประกอบอาชีพและสิ่งแวดล้อมแห่งประเทศไทย, 2557)

5. เครื่องถ่ายภาพรังสีทรวงอก เป็นเครื่องที่มาพร้อมรถตรวจสุขภาพนอกสถานที่ของโรงพยาบาลกรุงเทพระยอง

การตรวจสอบคุณภาพของเครื่องมือ

การตรวจสอบคุณภาพเครื่องมือจำแนกได้ 2 ประการ คือ การควบคุมคุณภาพเครื่องมือประเภทแบบสอบถามและการทดสอบความถูกต้องอุปกรณ์และเครื่องมือที่ใช้ในการเก็บตัวอย่าง ประกอบด้วย การทดสอบความถูกต้องเครื่องเก็บตัวอย่างไอโลหะและเครื่องตรวจสมรรถภาพปอด โดยมีรายละเอียด ดังนี้

1. แบบสอบถาม

การหาคุณภาพเครื่องมือ โดยการหาคุณภาพเครื่องมือของแบบสอบถามซึ่งการหาคุณภาพเครื่องมือของแบบสอบถามโดยให้ผู้ทรงคุณวุฒิตรวจสอบแบบสอบถามที่สร้างขึ้น นอกจากนั้นยังตรวจสอบความถูกต้องของโครงสร้าง ความชัดเจนในเนื้อหา ความครอบคลุม และความเหมาะสมของสำนวนภาษา เป็นต้น ผู้ทรงคุณวุฒิอาจารย์ผู้เชี่ยวชาญทางด้านอาชีวอนามัยและความปลอดภัย ซึ่งเป็นแพทย์อาชีวเวชศาสตร์ จำนวน 2 ท่าน ภายหลังจากผู้ทรงคุณวุฒิทั้งหมดได้พิจารณาแล้ว ผู้วิจัยได้ทำแบบสอบถามดังกล่าวมาปรับปรุงแก้ไขให้ถูกต้องเหมาะสมทั้งทางด้านโครงสร้าง เนื้อหา และการใช้ภาษาตามคำแนะนำของผู้ทรงคุณวุฒิ และปรับปรุงให้มีความเหมาะสมในการนำไปใช้ในการเก็บรวบรวมข้อมูล

2. อุปกรณ์ เครื่องมือเก็บตัวอย่างทางด้านสุขศาสตร์อุตสาหกรรมและความปลอดภัย

2.1 อุปกรณ์เก็บตัวอย่างไอโลหะหนักชนิดหนึ่ง (ความลับทางการค้า) การปรับความถูกต้องโดยปั๊มดูดตัวอย่างอากาศชนิดติดตัวบุคคล (Personal sampling pump) ที่นำมาใช้งานต้องผ่านการรสอบเทียบ (Calibration) ก่อน ซึ่งใช้ วิธีการการสอบเทียบเครื่องมือ มีขั้นตอนดังต่อไปนี้

ก. ตรวจสอบให้แน่ใจว่าปั๊มดูดอากาศมีแบตเตอรี่เพียงพอสำหรับการใช้งาน

ข. เปิดปั๊มดูดอากาศทิ้งไว้ 5 นาที เพื่อให้เครื่องมีการทำงานคงที่

ค. ต่อเครื่องดูดอากาศ, ชุดอุปกรณ์เก็บตัวอย่างอากาศ และ Mass Flow Meter ตามลำดับ โดยต่อด้วยสายยางและพันด้วยพาราฟิล์ม โดยมีรายละเอียดดังนี้

กรณีเก็บตัวอย่างไอโลหะหนักชนิดหนึ่ง (ความลับทางการค้า) ให้ต่อตลับกรองชนิด 3 ชิ้น ที่ประกอบด้วยแผ่นรองกระดาษกรอง และกระดาษกรองชนิด Mixed cellulose ester (MCE) filters (0.8 μm pore size)โดยต่อด้าน Outlet ด้วยสายยางเข้ากับปั๊มดูดอากาศ และต่อด้าน Inlet ด้วยสายยางเข้ากับ Mass Flow Meter

2.2 การเก็บตัวอย่างฝุ่นขนาดเล็กที่สามารถเข้าสู่ระบบทางเดินหายใจได้ (Respirable dust) ให้ประกอบตลับกรองชนิด 2 ชิ้น ที่ประกอบด้วยแผ่นรองกระดาษกรอง และกระดาษกรองชนิด PVC เข้ากับ Nylon Cyclone จากนั้นให้ต่อด้าน Outlet ด้วยสายยางเข้ากับขวดสำหรับปรับเทียบ และต่อขวดสำหรับปรับเทียบด้าน Outlet ด้วยสายยางเข้ากับปั๊มดูดอากาศ และต่อขวดสำหรับปรับเทียบด้าน Inlet ด้วยสายยางเข้ากับ Mass Flow Meter

ง. เปิดเครื่อง Mass Flow Meter

จ. ปรับอัตราการไหลอากาศที่ปั๊มดูดอากาศ(กรณีเก็บด้วยหลอดเก็บตัวอย่างอากาศให้ปรับอัตราการไหลที่ ตัว Adjust Low Flow) จนได้อัตราการไหลที่อ่านได้จาก Mass Flow Meter ตามที่ต้องการ โดยให้สังเกตอย่างน้อย 30 วินาที เพื่อให้แน่ใจว่าอัตราการไหลเปลี่ยนแปลงอยู่ในช่วงไม่เกิน 5% ของค่าที่ต้องการปรับอัตราการไหลอากาศที่ปั๊มดูดอากาศ

ช. เมื่อได้ค่าที่ต้องการแล้ว ให้บันทึกค่าอัตราการไหลในปั๊มดูดอากาศให้ตรงกับที่อ่านได้จาก Mass Flow Meter

ซ. เมื่อดำเนินการเรียบร้อยแล้วให้ปิดเครื่องและถอดอุปกรณ์ต่าง ๆ ออก และให้ทำความสะอาด Mass Flow Meter ให้เรียบร้อยก่อนเก็บทุกครั้ง

3. การตรวจสมรรถภาพปอด ผู้ตรวจสมรรถภาพปอด ทำการตรวจโดยการใช้แนวทางการตรวจและแปลผลตรวจสมรรถภาพปอดด้วยวิธีสไปโรเมตรีย์ในงานอาชีวอนามัยของสมาคมโรคจากการประกอบอาชีพและสิ่งแวดล้อมแห่งประเทศไทย (สมาคมโรคจากการประกอบอาชีพและสิ่งแวดล้อมแห่งประเทศไทย, 2557) โดยศูนย์อาชีวเวชศาสตร์ โรงพยาบาลกรุงเทพ ระยอง จังหวัดระยอง ร่วมกับผู้ช่วยนักวิจัย ที่มีความชำนาญในการใช้เครื่อง Spirometer เป็นอย่างดี เมื่อผู้ศึกษาฝึกปฏิบัติจนชำนาญและสามารถปฏิบัติได้อย่างถูกต้องแล้ว

การเก็บรวบรวมข้อมูล

ผู้วิจัยมีขั้นตอนในการเก็บข้อมูลโดยการใช้เครื่องมือ อุปกรณ์ที่เตรียมไว้ โดยมีขั้นตอนในการเก็บรวบรวมข้อมูลมีดังนี้ คือ

1. เมื่อได้รับอนุมัติจากคณะกรรมการพิจารณาจริยธรรมการวิจัยแล้ว ผู้ศึกษาจะประสานกับผู้จัดการโรงงานหลอมโลหะหนักชนิดหนึ่ง (ความลับทางการค้า) เพื่อขอความร่วมมือในการศึกษาและชี้แจงวัตถุประสงค์ รายละเอียดเกี่ยวกับการเก็บข้อมูลและขออนุญาตในการเก็บข้อมูล

2. ผู้ศึกษาเข้าพบผู้จัดการโรงงาน เพื่อชี้แจงวัตถุประสงค์ รายละเอียดเกี่ยวกับการเก็บข้อมูล ขออนุญาตเก็บข้อมูล กำหนดวัน เวลา และ สถานที่ เพื่อดำเนินการเก็บรวบรวมข้อมูล

3. ลงเก็บข้อมูลโดยมีขั้นตอนการดำเนินการ ดังนี้

3.1 การสอบถาม ผู้ศึกษานักวิจัยได้ทำความเข้าใจกับผู้ประสานงานในโรงงานอุตสาหกรรมและได้นำแบบสอบถามไปให้ผู้ประสานงานกระจายไปยังแผนกต่าง ๆ เพื่อให้กลุ่มตัวอย่างตอบคำถามที่สร้างขึ้นมา โดยระยะเวลาในการสัมภาษณ์ทั้ง 5 ส่วนใช้เวลา 5-10 นาที ต่อราย หลังจากนั้นผู้ประสานงานได้เก็บรวบรวม ผู้วิจัยได้ทำการตรวจสอบความถูกต้องและสัมภาษณ์เพิ่มเติมในช่วงของการตรวจสุขภาพ

3.2 เก็บตัวอย่างอากาศ การเก็บตัวอย่างอากาศเพื่อหาระดับความเข้มข้นของไอโลหะหนักชนิดหนึ่ง (ความลับทางการค้า) ก๊าซโอโซน และขนาดเล็กที่สามารถเข้าสู่ระบบทางเดินหายใจได้ (Respirable dust) ที่ปนเปื้อนในบรรยากาศการทำงานที่ผู้ประกอบอาชีพได้รับขณะปฏิบัติงานโดยมีวิธีการเก็บ ดังนี้

3.2.1 การเก็บตัวอย่างไอโลหะหนักชนิดหนึ่ง (ความลับทางการค้า) โดยทำการเก็บตัวอย่างทั้งสิ้น 45 ตัวอย่าง ประกอบด้วย 1) แผนกหลอมและหล่อ (Casting) จำนวน 4 เตา โดยจำแนกเป็น 3 ส่วน คือ หน้าเตาหลอม หลังเตาหลอม และอื่น ๆ 2) แผนกรีดร้อน (Hot rolling) จำแนกเป็นแผนกการขัดและดูดเศษขัดโลหะหนัก (Cyclone SCLP) ตัดก้อนโลหะหนัก (SBS) ตัดหัวหางก้อนชิ้นงาน (SBS Slab Saw) งานขัด (SBS SCLP) งานเชื่อมแผ่นให้ติดกันหรือประกบแผ่นเชื่อม (CLAD) บริเวณหน้าเตา เพื่ออบให้นิ่มเพื่อรีดให้ดีขึ้น (2 PF) การรีดหยาบ (HRM) การรีดขึ้นสุดท้าย (HFM) และ 3) สำนักงาน (Office)

ดำเนินการเก็บตัวอย่างโดยปฏิบัติตามคำแนะนำของ NIOSH 7300 ใช้เทคนิคในการวิเคราะห์แบบ Atomic absorptionใช้กระดาษกรองชนิด Cellulose ester membrane ขนาด 0.8 ไมครอนที่อัตราการไหล 1 ถึง 4 ลิตร/ นาที ในการศึกษาครั้งนี้เป็นการเก็บตัวอย่างใช้เวลาสั้น ๆ (Grab samples) โดยใช้เวลาในการเก็บที่ 120 นาที ที่อัตราการไหล 2.0 ลิตร/ นาที โดยทำการเก็บตัวอย่างทั้งสิ้น 45 ตัวอย่าง โดยวิธี NIOSH Method 7013: Aluminums and compounds, as Al (https://www.cdc.gov/niosh/docs/2003-154/pdfs/7013.pdf) ภายหลังการเก็บตัวอย่างปริมาณความเข้มข้นไอโลหะหนักชนิดหนึ่ง (ความลับทางการค้า) จะส่งตัวอย่างที่ได้ไปวิเคราะห์ผลกับห้องปฏิบัติการของห้องปฏิบัติการของกระทรวงสาธารณสุขและนำผลวิเคราะห์ที่ได้มาเทียบกับค่าแนะนำที่ ACGIH ระบุไอโลหะหนักชนิดหนึ่ง (ความลับทางการค้า) ในบรรยากาศการทำงานเฉลี่ย 8 ชั่วโมง (TLV-TWA) ที่ 0.1 มก./ ลบ.ม. (ACGIH, 2016)

3.2.2 การตรวจวัดโอโซน โดยทำการเก็บตัวอย่างทั้งสิ้น 45 ตัวอย่าง ประกอบด้วย 1) แผนกหลอมและหล่อ (Casting) จำนวน 4 เตา โดยจำแนกเป็น 3 ส่วน คือ หน้าเตาหลอม หลังเตาหลอม และอื่น ๆ 2) แผนกรีดร้อน (Hot rolling) จำแนกเป็นแผนกการขัดและดูดเศษขัดโลหะหนัก (Cyclone SCLP) ตัดก้อนโลหะหนัก (SBS) ตัดหัว หางก้อนชิ้นงาน (SBS Slab Saw) งานขัด (SBS SCLP) งานเชื่อมแผ่นให้ติดกันหรือประกบแผ่นเชื่อม (CLAD) บริเวณหน้าเตา เพื่ออบให้นิ่มเพื่อรีดให้ดีขึ้น (2 PF) การรีดหยาบ (HRM) การรีดขึ้นสุดท้าย (HFM) และ 3) สำนักงาน (Office)

3.2.3 ก๊าซโอโซน การเก็บตัวอย่างก๊าซโอโซนดำเนินการโดยอุปกรณ์ที่ใช้ในการตรวจวัดคือ Photometric Ozone Analyzer Model 400E ซึ่งมีเทคนิคการตรวจวัดแบบ UV Absorption analyzer ตามวิธีการของ Analysis Method: EQOA-0992-087 ในการศึกษาครั้งนี้เป็นการเก็บตัวอย่างใช้เวลาสั้น ๆ (Grab samples) โดยใช้เวลาในการเก็บที่ 15 นาที โดยทำการเก็บตัวอย่างทั้งสิ้น 45 ตัวอย่าง ประกอบด้วย 1) อาคารหลอม (Casting) จำนวน 4 เตา โดยจำแนกเป็น 3 ส่วน คือ หน้าเตา หลังเตา และอื่น ๆ 2) รีดร้อน (Hot rolling) 3) รีดเย็น (Cold rolling) และ 4) สำนักงาน (Office)

เก็บตัวอย่างโดยไซโคลน ตามวิธีการ NIOSH Method 600: PARTICULATES NOT OTHERWISE REGULATED, RESPIRABLE (https://www.cdc.gov/niosh/docs/2003-

154/pdfs/0600.pdf) กำหนดให้อากาศไหลผ่านชุดเก็บตัวอย่างอากาศด้วยอัตราการไหล 1.7 ลิตรต่อนาที เก็บตัวอย่างอากาศเป็นเวลา 120 นาที โดยทำการเก็บตัวอย่างทั้งสิ้น 46 ตัวอย่าง โดยวิธีตลับเก็บตัวอย่างอากาศจะถูกนำไปวิเคราะห์ในห้องปฏิบัติการต่อไป

3.3 การเก็บตัวอย่างฝุ่นขนาดเล็กที่สามารถเข้าสู่ระบบทางเดินหายใจได้ (Respirable dust) โดยทำการเก็บตัวอย่างทั้งสิ้น 46 ตัวอย่าง ประกอบด้วย 1โดยทำการเก็บตัวอย่างทั้งสิ้น 34 ตัวอย่าง ประกอบด้วย 1) แผนกหลอมและหล่อ (Casting) จำนวน 4 เตา โดยจำแนกเป็น 3 ส่วน คือ หน้าเตาหลอม หลังเตาหลอม และอื่น ๆ 2) แผนกรีดร้อน (Hot rolling) จำแนกเป็นแผนกการขัดและดูดเศษขัดโลหะหนัก (Cyclone SCLP) ตัดก้อนโลหะหนัก (SBS) ตัดหัว หางก้อนชิ้นงาน (SBS Slab Saw) งานขัด (SBS SCLP) งานเชื่อมแผ่นให้ติดกันหรือประกบแผ่นเชื่อม (CLAD) บริเวณหน้าเตา เพื่ออบให้นิ่มเพื่อรีดให้ดีขึ้น(2 PF) การรีดหยาบ (HRM) การรีดขึ้นสุดท้าย (HFM) 3) แผนกรีดเย็น (Cold rolling) ประกอบด้วย 3) การรีดเย็น งานรีดเย็น (3 CM: Delivery Operation Panel) การขัดผิวให้เรียบมากขึ้น (4 RG) และ 1 RG จุดเริ่มม้วน (3 CM: Entry Auxiliary Machine) จุดวางชิ้นงาน (CCY) จุดอบชิ้นงาน (2 CA) จุดตัดริม ขอบให้เสมอ (1 TRL) และ สำนักงาน (Office)

3. การตรวจสมรรถภาพปอด การตรวจสมรรถภาพปอดผู้ประกอบอาชีพโรงงานหลอมโลหะ จำนวน 399 คน โดยแพทย์อาชีวเวชศาสตร์ และบุคลากรของศูนย์อาชีวเวชศาสตร์ โรงพยาบาลกรุงเทพระยอง จังหวัดระยอง ซึ่งเทคนิคในการตรวจสมรรถภาพปอดนั้น กำหนดให้ใช้ท่านั่งตามแนวทางการตรวจและแปลผลตรวจสมรรถภาพปอดตามวิธีสไปโรเมตรีย์ในงานอาชีวอนามัยของสมาคมโรคจากการประกอบอาชีพและสิ่งแวดล้อมแห่งประเทศไทย (2557) โดยนั่งในลักษณะลำตัวและหน้าตรง เท้าทั้ง 2 ข้างแตะถึงพื้น 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 3-2

ตารางที่ 3-**2** 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 ต่ำกว่าปกติแสดงว่าผลการตรวจนั้นมีภาวะความผิดปกติแบบอุดกั้นร่วมอยู่ด้วย หากพบว่า มีความผิดปกติแบบอุดกั้น ให้พิจารณาต่อว่ามีความผิดปกติแบบจำกัดการขยายตัวอยู่ด้วยหรือไม่ โดยการพิจารณาจากค่า FVC ถ้าพิจารณาค่า FVC แล้ว ปกติ แสดงว่า ผลการตรวจนั้นไม่มีภาวะความผิดปกติแบบจำกัดการขยายตัวร่วมอยู่ด้วย จึงสรุปได้ว่าผลการตรวจที่พบเป็นความผิดปกติแบบอุดกั้นเพียงอย่างเดียว แต่ถ้าพิจารณาค่า FVC แล้ว “ต่ำกว่าปกติ”แสดงว่าผลการตรวจนั้นมีภาวะความผิดปกติจำกัดการขยายตัวร่วมอยู่กับความผิดปกติแบบอุดกั้นด้วยสรุปผลได้ว่า ผลการตรวจที่พบนั้นเป็นความผิดปกติแบบผสม (Mixed abnormalities) หากพิจารณาค่า FEV_1/ FVC แล้วพบว่า ผลการตรวจไม่มีความผิดปกติแบบอุดกั้น ให้พิจารณาต่อว่าผลการตรวจนั้นเป็นปกติ หรือมีความผิดปกติแบบจำกัดการขยายตัว โดยการพิจารณาจากค่า FVC เช่นเดียวกัน ถ้าพิจารณาค่า FVC แล้ว ปกติแสดงว่าผลการตรวจนั้นเป็นปกติ (Normal) แต่ถ้าพิจารณาค่า FVC แล้ว “ต่ำกว่าปกติ”แสดงว่าผลการตรวจนั้นมีภาวะความผิดปกติจำกัดการขยายตัวเพียงอย่างเดียว

4. การถ่ายภาพรังสีทรวงอก

การถ่ายภาพรังสีทรวงอก หรือเรียกว่า การเอกซเรย์ทรวงอก (Chest radiograph; Chest X-ray หรือ CXR) จะดำเนินการโดยแพทย์อาชีวเวชศาสตร์ และ แพทย์รังสีรักษา เพื่อถ่ายภาพรังสีทรวงอกในอาสาสมัครผู้เข้าร่วมวิจัยในรถตรวจสุขภาพเคลื่อนที่ โดยมีขั้นตอน ดังนี้

1. อาสาสมัครแจ้งชื่อและนามสกุลให้กับเจ้าหน้าที่ผู้ทำการตรวจ
2. หากอาสาสมัครเป็นเพศหญิง เจ้าหน้าที่ผู้ทำการตรวจจะต้องซักประวัติการตั้งครรภ์ หากพบว่า กำลังมีการตั้งครรภ์ หรือสงสัยว่าจะมีการตั้งครรภ์ (มีประจำเดือนมาครั้งสุดท้ายนานเกินกว่า 1 เดือน)ให้งดการถ่ายภาพรังสีทรวงอก เพื่อความปลอดภัยของอาสาสมัครและบุตรในครรภ์

3. อาสาสมัครเข้าห้องเปลี่ยนเสื้อผ้า ซึ่งมีการแยกเป็นห้องเปลี่ยนเสื้อผ้าสำหรับอาสาสมัครเพศชายและหญิงออกจากกันอาสาสมัครชายให้ถอดเสื้อและสร้อยคอออก แล้วใส่เสื้อคลุมที่เตรียมไว้ให้อาสาสมัครหญิงให้ถอดเสื้อ เสื้อชั้นใน สร้อยคอ และเครื่องประดับโลหะออก แล้วใส่เสื้อคลุมที่เตรียมไว้ให้อาสาสมัครที่มีผมยาว ให้รวบผมไว้สูงพ้นต้นคอ

4. อาสาสมัครออกจากห้องเปลี่ยนเสื้อผ้าแล้วมาอยู่ในบริเวณถ่ายภาพรังสี

5. อาสาสมัครทำการยืนในท่าทางที่ถูกต้อง คือยืนตรง ลำตัวด้านหน้าแนบไปกับฉากถ่ายภาพยืนเท้าเอว กางไหล่ เชยคางเล็กน้อย ขณะทำการถ่ายให้หายใจเข้าสุดค้างไว้

6. เจ้าหน้าที่ผู้ทำการตรวจอาจช่วยอาสาสมัครจัดท่าทาง เสร็จแล้วเข้าฉากกำบังรังสีเพื่อกดปุ่มถ่ายภาพ

7. เมื่อถ่ายภาพรังสีทรวงอกเสร็จแล้ว อาสาสมัครกลับเข้าห้องเปลี่ยนเสื้อผ้าเพื่อเปลี่ยนเป็นเสื้อผ้าชุดเดิม

8. เจ้าหน้าที่ผู้ทำการตรวจส่งผลภาพถ่ายรังสีทรวงอกที่ได้ไปให้แพทย์ผู้อ่านผลทำการอ่านแปลผลว่าเป็นปกติดีหรือมีความผิดปกติใดเกิดขึ้นบ้าง

หมายเหตุ การถ่ายภาพรังสีทรวงอก ในงานวิจัยครั้งนี้ ใช้การถ่ายภาพรังสีทรวงอกด้วยระบบดิจิตอล (Digital) เจ้าหน้าที่ผู้ทำการตรวจ จะต้องเป็นนักรังสีเทคนิคที่มีใบอนุญาตประกอบวิชาชีพเท่านั้น “แพทย์ผู้อ่านผล” จะต้องเป็นรังสีแพทย์เท่านั้น

9. ส่งภาพถ่ายรังสีทรวงอกของผู้ที่มีความผิดปกติให้แพทย์เฉพาะทางและได้รับการขึ้นทะเบียนขององค์การแรงงานระหว่างประเทศอ่านเพื่อระบุความชัดเจนของการเกิดความผิดปกติ เช่น การเป็นพังผืด (Fibrosis)

การวิเคราะห์ข้อมูล

นำข้อมูลที่เก็บรวบรวมทั้งหมดมาตรวจสอบความถูกต้อง นำข้อมูลมาลงรหัสและวิเคราะห์ข้อมูลทางสถิติด้วยเครื่องคอมพิวเตอร์ในโปรแกรมสำเร็จรูป การวิเคราะห์ข้อมูลทางสถิติแบ่งได้โดยการใช้สถิติเชิงพรรณนา และสถิติอ้างอิง โดยมีรายละเอียด ดังนี้

1. สถิติเชิงพรรณนา

ทำการพรรณนาข้อมูลในส่วนปัจจัยส่วนบุคคล ปัจจัยจากการทำงาน ปริมาณการรับสัมผัสไอโลหะหนักชนิดหนึ่ง (ความลับทางการค้า) สมรรถภาพปอด ผลถ่ายภาพรังสีทรวงอกและอาการผิดปกติระบบทางเดินหายใจ ด้วยการแจกแจงเป็นความถี่ ร้อยละ ค่าเฉลี่ย ส่วนเบี่ยงเบนมาตรฐาน ค่ามัธยฐาน ค่าต่ำสุด และ ค่าสูงสุด

2. สถิติอ้างอิง

2.1 สถิติถดถอยพหุคูณ (Enter linear regression) โดยมี ตัวแปรอิสระ คือ เพศ อายุ ประวัติการสูบบุหรี่ ประวัติการดื่มสุรา ประวัติการเจ็บป่วย อายุงาน ระยะเวลาการทำงานต่อวัน ลักษณะการปฏิบัติงาน การใช้อุปกรณ์ป้องกันระบบทางเดินหายใจ สภาพแวดล้อมในการทำงาน และความเข้มข้นไอโลหะหนักชนิดหนึ่ง (ความลับทางการค้า)และก๊าซโอโซนและ ความเข้มข้นฝุ่นชนิดที่เป็นอนุภาคขนาดเล็กที่อาจสูดเข้าสู่ ระบบทางเดินหายใจได้ (Respirable dust) (มิลลิกรัมต่อ

ลูกบาศก์เมตร) ส่วนตัวแปรตาม คือ สมรรถภาพปอด ที่เป็นค่าเปอร์เซ็นต์ FVC, FEV_1 และ FEV_1 / FVC

2.2 วิเคราะห์ด้วยสถิติถดถอยโลจิสติก (Enter logistic regression) โดยมี ตัวแปรอิสระ คือ เพศ อายุ ประวัติการสูบบุหรี่ ประวัติการดื่มสุรา ประวัติการเจ็บป่วย อายุงาน ระยะเวลาการทำงานต่อวัน ลักษณะการปฏิบัติงาน การใช้อุปกรณ์ป้องกันระบบทางเดินหายใจ สภาพแวดล้อมในการทำงาน และความเข้มข้นไอโลหะหนักชนิดหนึ่ง (ความลับทางการค้า)และก๊าซโอโซนและความเข้มข้นฝุ่นโลหะหนักที่เป็นอนุภาคขนาดเล็กที่อาจสูดเข้าสู่ ระบบทางเดินหายใจได้ (Respirable dust) (มิลลิกรัมต่อลูกบาศก์เมตร) ส่วนตัวแปรตาม คือ อาการผิดปกติของระบบทางเดินหายใจส่วนบนและอาการผิดปกติของระบบทางเดินหายใจ

การพิทักษ์สิทธิ์ของกลุ่มตัวอย่าง

1. โครงร่างงานวิจัยนี้ได้ผ่านการพิจารณาจากคณะกรรมการจริยธรรมงานวิจัยในมนุษย์ มหาวิทยาลัยบูรพาก่อนทำการดำเนินการวิจัย

2. การวิจัยในครั้งนี้จะสงวนข้อมูลสิทธิส่วนบุคคลของผู้ที่เกี่ยวข้องในกระบวนการวิจัย

3. ผู้ศึกษาดำเนินการชี้แจงวัตถุประสงค์ และข้อมูลที่เกี่ยวกับขั้นตอนการดำเนินการวิจัยให้แก่คณะผู้บริหารของสถานประกอบการและกลุ่มอาสาสมัครที่จะดำเนินการศึกษาและระบุว่าในการวิจัยในครั้งนี้จะไม่มีกิจกรรมใดที่จะก่อให้เกิดอันตรายแก่ผู้ที่เข้าร่วมในการวิจัยและผู้ประกอบอาชีพทุกคนที่ถูกคัดเลือกให้เข้าร่วมทำการศึกษาครั้งนี้จะไม่มีการบังคับใด ๆ และทำหนังสือแสดงความยินยอม (Consent form) เพื่อให้ผู้เข้าร่วมเซ็นยินยอมเพื่อเป็นตัวอย่างเพื่อการศึกษาวิจัยในครั้งนี้

การสัมมนานำเสนอผลการวิจัย

ดำเนินการจัดเวทีสัมมนานำเสนอผลการวิจัย และแลกเปลี่ยนประสบการณ์ กับผู้ที่เกี่ยวข้อง (Stake holders) ในระดับนโยบายและองค์กรที่รับผิดชอบ และเพื่อระดมสมองจากบุคลากรที่มาจากหน่วยงานที่เกี่ยวข้อง เช่น หน่วยงานสังกัดสำนักโรคจากการประกอบอาชีพและสิ่งแวดล้อม กระทรวงสาธารณสุข ผู้ทรงคุณวุฒิทางด้านอาชีวเวชศาสตร์ ด้านอาชีวอนามัยและความปลอดภัย ด้านส่งเสริมสุขภาพ ด้านสาธารณสุขอื่น ๆ จากมหาวิทยาลัย จัดประชุมที่คณะสาธารณสุขศาสตร์ มหาวิทยาลัยบูรพา เพื่อการเสนอแนะแนวทางในการคัดกรองสุขภาพผู้ประกอบอาชีพที่ปฏิบัติงานในโรงงานอุตสาหกรรมหลอมโลหะหนักและมีข้อเสนอแนะให้กับองค์กรที่เกี่ยวข้อง ภายหลังที่ศึกษาวิจัยเสร็จสิ้น ใน พ.ศ. 2561 เพื่อที่จะใช้ให้เป็นประโยชน์ในการดูแลสุขภาพผู้ประกอบอาชีพที่ปฏิบัติงานในโรงงานอุตสาหกรรมหลอมโลหะหนักนอกจากนั้น คณะผู้วิจัยจะรายงานสรุปผลการศึกษาวิจัยและเสนอต่อองค์กรที่รับผิดชอบต่อไป

บทที่ 4
ผลการวิจัย

การศึกษาแนวทางการคัดกรองทางอาชีวอนามัยเกี่ยวกับผลกระทบต่อระบบทางเดินหายใจจากการรับสัมผัสไอโลหะชนิดหนึ่ง(ความลับทางการค้า)และฝุ่นโลหะหนักขนาดเล็กชนิดที่เข้าทางเดินหายใจได้ ในกลุ่มผู้ประกอบอาชีพในกระบวนการผลิตหลอมโลหะในโรงงานอุตสาหกรรมแห่งหนึ่งในเขตภาคตะวันออก มีวัตถุประสงค์เฉพาะ คือ 1) ศึกษาความผิดปกติของระบบทางเดินหายใจประกอบด้วย สมรรถภาพปอดและอาการผิดปกติของระบบทางเดินหายใจและผลตรวจภาพรังสีทรวงอก 2) ศึกษาปัจจัยที่ส่งผลต่อความผิดปกติของระบบทางเดินหายใจและ 3) จัดทำแนวทางการคัดกรองทางอาชีวอนามัยเกี่ยวกับผลกระทบต่อระบบทางเดินหายใจจากการรับสัมผัสไอโลหะชิดหนึ่ง (ความลับทางการค้า) ก๊าซโอโซนและฝุ่นโลหะหนักและข้อเสนอแนะมาตรการในการดูแลสุขภาพผู้ประกอบอาชีพจากการรับสัมผัสสิ่งคุกคามดังกล่าว

ผลการศึกษามาวิเคราะห์สามารถแสดงรายละเอียดของผลการศึกษาจำแนกเป็น 10 ส่วน คือ 1) ข้อมูลลักษณะทางประชากร 2) ประวัติการเจ็บป่วย 12 เดือนที่ผ่านมาจนถึงปัจจุบัน 3) ประวัติการทำงาน 4) ผลวิเคราะห์ความเข้มขนของสารเคมีในสภาพแวดล้อมในการทำงาน 5) ผลการตรวจสมรรถภาพปอดด้วยวิธีสไปโรเมตรีย์ 6) อาการระบบทางเดินหายใจ 7) สมรรถภาพปอดจำแนกตามความเข้มข้นสารเคมีในสภาพแวดล้อมในการทำงาน 8) ผลการตรวจภาพรังสีทรวงอก 9) ปัจจัยที่มีผลกระทบต่อสมรรถภาพปอดในผู้ประกอบอาชีพในโรงงานอุตสาหกรรมหลอมโลหะ 10) ปัจจัยที่มีผลกระทบต่ออาการผิดปกติของระบบทางเดินหายใจในผู้ประกอบอาชีพในโรงงานอุตสาหกรรมหลอมโลหะมีดังต่อไปนี้

ส่วนที่ 1 ข้อมูลลักษณะทางประชากรสังคม

จากการศึกษาข้อมูลทางประชากรสังคมของกลุ่มตัวอย่าง จำนวน 399 คนโดยกลุ่มตัวอย่างที่เป็นเพศชายและเพศหญิงส่วนใหญ่อยู่ในวัยแรงงาน อายุเฉลี่ย (ส่วนเบี่ยงเบนมาตรฐาน) เท่ากับ 25.78 (4.67) ปี และ 28.24 (5.33) ปี อายุสูงสุดในเพศหญิงสูงกว่าเพศชาย คือ เพศชาย คือ 50 ปี ส่วนเพศหญิง อายุ 53 ปีส่วนใหญ่มีสถานภาพโสดทั้งเพศชายและเพศหญิง การศึกษาสูงสุดทั้งเพศชายและเพศหญิง คือ ระดับอนุปริญญา และมีสถานะโสด รายละเอียดดังตารางที่ 4-1

ตารางที่ 4-1 ข้อมูลลักษณะทางประชากรสังคม จำแนกตามเพศ

ลักษณะทางประชากร	ชาย (n = 336)	หญิง (n = 63)	รวม (n = 399)	
	จำนวน (ร้อยละ)	จำนวน (ร้อยละ)	จำนวน	ร้อยละ
อายุ (ปี)				
21-29	292(89.6)	46 (73.0)	338	84.7
30-38	33 (9.8)	15 (23.8)	48	12
39-46	4 (1.2)	0 (0)	4	1.0
> 46	7 (2.1)	2 (3.2)	9	2.3
ค่าเฉลี่ย (ส่วนเบี่ยงเบนมาตรฐาน)	25.78 (4.67)	28.24 (5.33)		
ค่ามัธยฐาน (ค่าต่ำสุด,ค่าสูงสุด)	25 (21,50)	27 (22,53)		
น้ำหนัก (กิโลกรัม)				
< = 45.0	0 (0.0)	8 (12.7)	8	2.0
45.1-60.0	80 (23.8)	43 (68.2)	123	30.8
60.1-75.0	165 (49.1)	8 (12.7)	173	43.4
> 75.0	73 (21.7)	2 (3.2)	75	18.8
ไม่ระบุ	18 (5.4)	2 (3.2)	20	5.0
ค่าเฉลี่ย (ส่วนเบี่ยงเบนมาตรฐาน)	68.42 (10.70)	54.90 (9.00)		
ค่ามัธยฐาน (ค่าต่ำสุด,ค่าสูงสุด)	67 (48,107)	54 (41,90)		
ส่วนสูง (เซนติเมตร)				
< = 150.0	0 (0.0)	7 (11.1)	7	1.8
150.1-160.0	14 (4.2)	36 (57.0)	50	12.5
160.1-170.0	163 (48.4)	16 (25.4)	179	44.9
> 170.0	141 (42.0)	2 (3.2)	143	35.8
ไม่ระบุ	18 (5.4)	2 (3.2)	20	5.0
ค่าเฉลี่ย (ส่วนเบี่ยงเบนมาตรฐาน)	170.22 (5.85)	158.69 (5.88)		
ค่ามัธยฐาน (ค่าต่ำสุด,ค่าสูงสุด)	170 (152,186)	158 (148,177)		

ตารางที่ 4-1 (ต่อ)

ลักษณะทางประชากร	ชาย (n = 336)	หญิง (n = 63)	รวม (n = 399)	
	จำนวน (ร้อยละ)	จำนวน (ร้อยละ)	จำนวน	ร้อยละ
สถานภาพสมรส				
โสด	249 (74.1)	50 (79.4)	299	74.9
แต่งงานแล้ว	83 (24.7)	12 (19.0)	95	23.8
แยก/ หย่า	4 (1.2)	1 (1.6)	5	1.3
ระดับการศึกษา				
ระดับมัธยมศึกษาตอนปลาย (ม.6/ ปวช.)	7 (2.1)	0 (0.0)	7	1.8
ระดับอนุปริญญา (ปวส./ ปวท.)	271 (80.6)	1 (1.6)	272	68.1
ระดับปริญญาตรีหรือสูงกว่า	58 (17.3)	62 (98.4)	120	30.1
รายได้ (บาท)				
< = 15000	72 (21.4)	1 (1.6)	73	18.3
15001-20000	142 (42.4)	12 (19.0)	154	38.6
20001-25000	28 (8.3)	12 (19.0)	40	10.0
> 25000	23 (6.8)	24 (38.2)	47	11.8
ไม่ระบุ	71 (21.1)	14 (22.2)	85	21.3
ค่าเฉลี่ย	20353.54	28730.20		
(ส่วนเบี่ยงเบนมาตรฐาน)	(13554.23)	(11179.00)		
ค่ามัธยฐาน	20000	25000		
(ค่าต่ำสุด,ค่าสูงสุด)	(10000,160000)	(15,000,60000)		

จากการศึกษาข้อมูลประวัติการสูบบุหรี่และการดื่มเครื่องดื่มที่มีแอลกอฮอล์ของผู้ประกอบอาชีพในโรงงานอุตสาหกรรมหลอมโลหะของกลุ่มตัวอย่าง จำนวน 399 คน ปัจจุบัน พบว่า เพศชายมีประวัติการสูบบุหรี่ในปัจจุบันมากกว่าเพศหญิง โดยเพศชายที่มีประวัติสูบบุหรี่ในปัจจุบัน ร้อยละ 25.9 เพศหญิงไม่เคยสูบบุหรี่ โดยเพศชายระยะเวลาในการสูบเฉลี่ย (ค่ามาตรฐาน) เท่ากับ 5.7 (4.46) ปี ซึ่งนับว่าเป็นระยะเวลาไม่นานมากนัก ส่วนประวัติการดื่มเครื่องดื่มที่มีแอลกอฮอล์ พบว่า เพศชายดื่มร้อยละ 85.2 และเพศหญิง ร้อยละ 57.1 จะเห็นว่าการดื่มในเพศชายมากกว่าเพศหญิง รายละเอียดดังตารางที่ 4-2

ตารางที่ 4-2 ประวัติการสูบบุหรี่และการดื่มเครื่องดื่มที่มีแอลกอฮอล์ของผู้ประกอบอาชีพในโรงงานอุตสาหกรรมหลอมโลหะ

ลักษณะทางประชากร	ชาย (n = 336)	หญิง (n = 63)	รวม (n = 399)	
	จำนวน (ร้อยละ)	จำนวน (ร้อยละ)	จำนวน	ร้อยละ
ประวัติการสูบบุหรี่ในอดีต				
ไม่เคยสูบ	189 (56.2)	60 (95.2)	249	62.4
เคยสูบ	147 (43.8)	3 (4.8)	150	37.6
ประวัติการสูบบุหรี่ในปัจจุบัน				
ไม่สูบ	249 (74.1)	63 (100.0)	312	78.2
สูบ	87 (25.9)	0 (0.0)	87	21.8
ระยะเวลาในการสูบบุหรี่ (ปี)				
1-5	51 (58.6)	0 (0.0)	51	58.6
6-10	30 (24.5)	0 (0.0)	30	24.5
> 10	6 (6.9)	0 (0.0)	6	6.9
ค่าเฉลี่ย (ส่วนเบี่ยงเบนมาตรฐาน)	5.70 (4.46)			
ค่ามัธยฐาน (ค่าต่ำสุด,ค่าสูงสุด)	5 (1,30)			
จำนวนบุหรี่ที่สูบ (มวน)				
1-5	47 (54.1)	0 (0.0)	47	54.1
6-10	33 (37.9)	0 (0.0)	33	37.9
> 10	7 (8.0)	0 (0.0)	7	8.0
ค่าเฉลี่ย (ส่วนเบี่ยงเบนมาตรฐาน)	6.51 (4.39)			
ค่ามัธยฐาน (ค่าต่ำสุด,ค่าสูงสุด)	5 (1,20)			
ประวัติการดื่มเครื่องดื่มที่มีแอลกอฮอล์ต่อสัปดาห์				
ไม่เคยดื่มเลย	27 (8.0)	18 (28.6)	45	11.3
เคยดื่มแต่เลิกดื่มแล้ว	23 (6.8)	9 (14.3)	32	8.0
ยังดื่มอยู่	286 (85.2)	36 (57.1)	322	80.7

ตารางที่ 4-2 (ต่อ)

ลักษณะทางประชากร	ชาย (n = 336)	หญิง (n = 63)	รวม (n = 399)	
	จำนวน (ร้อยละ)	จำนวน (ร้อยละ)	จำนวน	ร้อยละ
ปริมาณการดื่มเครื่องดื่มที่มีแอลกอฮอล์ต่อสัปดาห์				
ดื่มเล็กน้อย	69 (24.1)	26 (72.2)	95	29.5
1 แก้วต่อสัปดาห์	25 (8.7)	3 (8.3)	28	8.7
2-3 แก้วต่อสัปดาห์	65 (22.7)	6 (16.7)	71	22.0
มากกว่า 4 แก้วต่อสัปดาห์	127 (44.5)	1 (2.8)	128	39.8

ส่วนที่ 2 ประวัติการเจ็บป่วย 12 เดือนที่ผ่านมาจนถึงปัจจุบัน

จากการศึกษาประวัติการเจ็บป่วย 12 เดือนที่ผ่านมาจนถึงปัจจุบันของผู้ประกอบอาชีพในโรงงานอุตสาหกรรมหลอมโลหะ พบว่า ส่วนใหญ่เพศชายมีสภาวะสุขภาพทางกาย แข็งแรงดี ร้อยละ 63.1 ส่วนเพศหญิงเจ็บป่วยเล็กน้อย ร้อยละ 50.8 ในแง่สภาวะสุขภาพทางจิตใจ พบว่า ส่วนใหญ่สุขภาพจิตดี เพศชายร้อยละ 80.1 และเพศหญิง และ 63.5 การเจ็บป่วยใน 12 เดือนที่ผ่านมา พบว่า เพศชาย ไม่มีการเจ็บป่วยร้อยละ 62.5 ส่วนเพศหญิง มีการเจ็บป่วย ร้อยละ 57.1 ประวัติการเจ็บป่วยด้วยโรคต่าง ๆ ส่วนใหญ่เคยเป็นโรคเกี่ยวกับระบบหายใจ เพศชาย ร้อยละ 88.1 และ เพศหญิง ร้อยละ 77.8 โดยเป็นโรคภูมิแพ้ทางจมูกสูงสุด คือ ร้อยละ 8 และ ร้อยละ 15.9 ส่วนโรคอื่น ๆ เพศชายส่วนใหญ่มีอาการอ่อนเพลียจากความร้อน ร้อยละ 24 และปวดหลังส่วนล่าง ร้อยละ 17 และเพศหญิง มีอาการเกี่ยวกับความเครียดร้อยละ 22.2 และโรคผิวหนัง ร้อยละ 20.6 ตามลำดับ ดังรายละเอียดในตารางที่ 4-3

ตารางที่ 4-3 ประวัติการเจ็บป่วย ภายใน 1 ปีที่ผ่านมาจนถึงปัจจุบันของกลุ่มรับสัมผัสฝุ่นขนาดเล็กชนิดที่เข้าทางเดินหายใจได้ จำแนกตามเพศ

ลักษณะทางประชากร	ชาย (n = 336)	หญิง (n = 63)	รวม (n = 399)	
	จำนวน (ร้อยละ)	จำนวน (ร้อยละ)	จำนวน	ร้อยละ
สภาวะสุขภาพทางกาย				
แข็งแรงดี	212 (63.1)	30 (47.6)	242	60.7
เจ็บป่วยเล็กน้อย	119 (35.4)	32 (50.8)	151	37.8
เจ็บป่วยรุนแรง	5 (1.5)	1 (1.6)	6	1.5
สภาวะสุขภาพทางจิตใจ				
แข็งแรงดี	269 (80.1)	40 (63.5)	309	77.4
เจ็บป่วยเล็กน้อย	65 (19.3)	23 (36.5)	88	22.1
เจ็บป่วยรุนแรง	2 (0.6)	0 (0.0)	2	0.5
การเจ็บป่วยใน 12 เดือนที่ผ่านมา				
ไม่มี	210 (62.5)	27 (42.9)	237	59.4
มี	126 (37.5)	36 (57.1)	162	40.6
ความรุนแรงของการเจ็บป่วย				
สามารถทำงานต่อได้	81 (64.3)	21 (58.3)	102	63.0
ต้องหยุดงานเพื่อรักษาตัว	33 (26.2)	10 (27.8)	43	26.5
ต้องนอนโรงพยาบาล	12 (9.5)	5 (13.9)	17	10.5
โรคเกี่ยวกับระบบหายใจ				
โรคเกี่ยวกับระบบหายใจ	296 (88.1)	49 (77.8)	345	86.5
โรคหอบหืด	10 (3.0)	2 (3.2)	12	3.0
โรคหลอดลมอักเสบ	3 (0.9)	1 (1.6)	4	1.0
โรคไซนัสอักเสบ	7 (2.1)	1 (1.6)	8	2.0
บาดเจ็บหรือผ่าตัดบริเวณทรวงอก	1 (0.3)	1 (1.6)	2	0.5
โรคภูมิแพ้ทางจมูก	27 (8.0)	10 (15.9)	37	9.3
โรคหัวใจ	2 (0.6)	0 (0.0)	2	0.5
โรคปอดบวม	1 (0.3)	0 (0.0)	1	0.3

ตารางที่ 4-3 (ต่อ)

ลักษณะทางประชากร	ชาย (n = 336)	หญิง (n = 63)	รวม (n = 399)	
	จำนวน (ร้อยละ)	จำนวน (ร้อยละ)	จำนวน	ร้อยละ
ปัญหาต่าง ๆ เพื่อการคัดกรองสุขภาพ				
ความบกพร่องทางกาย	7 (2.1)	0 (0.0)	7	1.8
มีปัญหาปวดบริเวณหลังส่วนบน	25 (7.4)	9 (14.3)	34	8.5
มีปัญหาปวดบริเวณหลังส่วนล่าง	57 (17.0)	12 (19.0)	69	17.3
มีปัญหาปวดกล้ามเนื้อ	47 (14.0)	10 (15.9)	57	14.3
มีปัญหาปวดที่ข้อต่าง ๆ	53 (15.8)	9 (14.3)	62	15.5
มีปัญหาในการยืน ก้ม ยก เคลื่อนย้ายของ	30 (8.9)	2 (3.2)	32	8.0
ปัญหาการมองเห็น	29 (8.6)	1 (1.6)	30	7.5
ปัญหาการสูญเสียได้ยิน	18 (5.4)	0 (0.0)	18	4.5
มีปัญหาโรคผิวหนัง	32 (9.5)	13 (20.6)	45	11.3
มีปัญหาอ่อนเพลียบ่อยจากความร้อน	82 (24.4)	7 (11.1)	89	22.3
มีปัญหาเป็นตะคริวที่กล้ามเนื้อ	16 (4.8)	1 (1.6)	17	4.3
โรคเบาหวาน ไทรอยด์	2 (0.6)	1 (1.6)	3	0.8
โรคหัวใจ หรือ ความดันโลหิตสูง	9 (2.7)	1 (1.6)	10	2.5
โรคไต	1 (0.3)	0 (0.0)	1	0.3
โรคตับ	4 (1.2)	0 (0.0)	4	1.0
มีปัญหาเกี่ยวกับความเครียด	34 (10.1)	14 (22.2)	48	12.0
การได้รับการผ่าตัดต่าง ๆ	19 (5.7)	1 (1.6)	20	5.0
เกิดอุบัติเหตุในรอบ 1 ปีที่ผ่านมา	26 (7.7)	2 (3.2)	28	7.0

ส่วนที่ 3 ประวัติการทำงาน

ระยะเวลาในการทำงานของผู้ประกอบอาชีพในโรงงานหลอมโลหะ จำแนกตามเพศ พบว่า เพศชาย ร้อยละ 80.9 และเพศหญิง ร้อยละ 82.5 ไม่เคยปฏิบัติงานในโรงงานอุตสาหกรรมอื่นมาก่อนการปฏิบัติในโรงงานแห่งนี้ พบว่า ผู้ปฏิบัติงานในแผนกหลอมและหล่อทั้งหมดเป็นเพศชาย ร้อยละ 36.6 ปฏิบัติงานในสำนักงาน เพศชาย ร้อยละ 27.4 พบว่า อายุการปฏิบัติงานไม่นานมาก โดยมีอายุงานเฉลี่ย (ส่วนเบี่ยงเบนมาตรฐาน) ในเพศชาย เท่ากับ2.23 (1.14) ปี และเพศหญิง 2.22 (1.31) ปี ในแง่ของการป้องกันอันตรายส่วนบุคคล ส่วนใหญ่เพศชายมีการใช้หน้ากากป้องกันระบบทางเดินหายใจร้อยละ 87.5 เพศหญิง ร้อยละ 47.6 ส่วนสภาพแวดล้อมในการทำงาน พบว่า ส่วนใหญ่เพศชายปฏิบัติงานในพื้นที่มีการติดตั้งพัดลม ร้อยละ 48.8 ส่วนเพศหญิงปฏิบัติงานในพื้นที่ติดตั้งเครื่องปรับอากาศ ร้อยละ 95.2 ตามลำดับ ดังรายละเอียดในตารางที่ 4-4

ตารางที่ 4-4 ประวัติการทำงานของกลุ่มรับสัมผัสไอโลหะหนักขนาดเล็กชนิดหนึ่ง (ความลับทางการค้า) และ โอโซน จำแนกตามเพศ

ลักษณะทางประชากร	ชาย (n = 336)	หญิง (n = 63)	รวม (N = 399)	
	จำนวน (ร้อยละ)	จำนวน (ร้อยละ)	จำนวน	ร้อยละ
การทำงานในโรงงานอุตสาหกรรมอื่น				
ไม่เคย	271 (80.9)	52 (82.5)	323	81.2
เคย	64 (19.1)	11 (17.5)	75	18.8
ระยะเวลาในการทำงานที่อื่น (ปี)				
1-5	56 (87.5)	9 (81.8)	65	86.7
6-10	7 (10.9)	2 (18.2)	9	12.0
> 10	1 (1.6)	0 (0.0)	1	1.3
ค่าเฉลี่ย (ส่วนเบี่ยงเบนมาตรฐาน)	2.63 (3.00)	2.07 (1.89)		
ค่ามัธยฐาน (ค่าต่ำสุด,ค่าสูงสุด)	1.5 (0.2,21)	1.5 (0.5,6)		
ลักษณะการปฏิบัติงาน				
แผนกหลอมและหล่อ	123 (36.6)	0 (0)	123	30.8
แผนกกรีดร้อน	56 (16.7)	0 (0)	56	14.0
แผนกกรีดเย็น	65 (19.3)	0 (0)	65	16.3
สำนักงาน	92 (27.4)	63 (100)	155	38.8

ตารางที่ 4-4 (ต่อ)

ลักษณะทางประชากร	ชาย (n = 336)	หญิง (n = 63)	รวม (N = 399)	
	จำนวน (ร้อยละ)	จำนวน (ร้อยละ)	จำนวน	ร้อยละ
ระยะเวลาในการทำงานที่โรงงานนี้ (ปี)				
1-5	334 (99.4)	62 (98.4)	396	99.2
6-10	2 (0.6)	1 (1.6)	3	0.8
ค่าเฉลี่ย (ส่วนเบี่ยงเบนมาตรฐาน)	2.23 (1.14)	2.22 (1.31)		
ค่ามัธยฐาน (ค่าต่ำสุด,ค่าสูงสุด)	2 (0.2,8)	2 (0.1,5.5)		
เวลาพักผ่อนนอนหลับใน 1 วัน (ชม.)				
1-5	36 (10.7)	9 (14.3)	45	11.3
6-10	300 (89.3)	54 (85.7)	354	88.7
ค่าเฉลี่ย (ส่วนเบี่ยงเบนมาตรฐาน)	6.76 (1.14)	6.37 (0.90)		
ค่ามัธยฐาน (ค่าต่ำสุด,ค่าสูงสุด)	7 (2,10)	6 (5,8)		
ใช้อุปกรณ์ป้องกันอันตรายส่วนบุคคล				
แว่นตา	197 (58.6)	16 (25.4)	213	53.4
หน้ากาก/ ผ้าปิดจมูก	294 (87.5)	30 (47.6)	324	81.2
ฮู้ดคลุมศีรษะ	162 (48.2)	2 (3.2)	164	41.1
ถุงมือ	291 (86.6)	8 (12.7)	299	74.9
รองเท้าบู๊ท/ รองเท้า	318 (94.6)	34 (54.0)	352	88.2
ชุดคลุมร่างกาย	194 (57.7)	4 (6.3)	198	49.6
เสื้อแขนยาว	317 (94.3)	44 (69.8)	361	90.5
กางเกงขายาว	317 (94.3)	44 (69.8)	361	90.5
สภาพแวดล้อมในการทำงาน				
ติดตั้งพัดลม	164 (48.8)	3 (4.8)	167	41.9
ติดตั้งเครื่องปรับอากาศ	140 (41.7)	60 (95.2)	200	50.1
ติดตั้งระบบระบายอากาศเฉพาะที่	122 (36.3)	3 (4.8)	125	31.3

ส่วนที่ 4 ผลการวิเคราะห์ความเข้มข้นของสารเคมีในสภาพแวดล้อมในการทำงาน

ผลการวิเคราะห์ความเข้มข้นของของความ เข้มข้นไอโลหะหนักชนิดหนึ่ง (ความลับทางการค้า) และความเข้มข้นฝุ่นโลหะหนักขนาดเล็กชนิดที่เข้าทางเดินหายใจได้ (มิลลิกรัมต่อลูกบาศก์เมตร) ในสภาพแวดล้อมการทำงาน 4 แผนก คือสำนักงาน แผนกหลอมและหล่อ แผนกรีดร้อน และแผนกรีดเย็น พบว่า ระดับความเข้มข้นเฉลี่ยสูงสุดของความเข้มข้น (ส่วนเบี่ยงเบนมาตรฐาน)ของไอโลหะหนักชนิดหนึ่ง (ความลับทางการค้า) เท่ากับ .0138 (.008) มิลลิกรัมต่อลูกบาศก์เมตร ความเข้มข้นฝุ่นโลหะหนักขนาดเล็กชนิดที่เข้าทางเดินหายใจได้ เท่ากับ .325 (.289) มิลลิกรัมต่อลูกบาศก์เมตร ส่วนก๊าซโอโซนมีความเข้มข้นสูงสุดในแผนกรีดร้อน โดยมีค่าความเข้มข้นเฉลี่ย (ส่วนเบี่ยงเบนมาตรฐาน) เท่ากับ 65.05 (3.889) พีพีบี อย่างไรก็ตามสารเคมีทั้ง 3 ชนิดพบว่าอยู่ในระดับที่สูงไม่เกินค่ามาตรฐาน ดังรายละเอียดในตารางที่ 4-5

ตารางที่ 4-5 จำนวน ค่าเฉลี่ย ส่วนเบี่ยงเบนมาตรฐาน ค่ามัธยฐาน ค่าต่ำสุด ค่าสูงสุดของความเข้มข้นระดับความเข้มข้นฝุ่น (มิลลิกรัมต่อลูกบาศก์เมตร) โอโซน (พีพีบี) และโลหะหนักชนิดหนึ่ง (มิลลิกรัมต่อลูกบาศก์เมตร) จำแนกตามแผนกในสภาพแวดล้อมการทำงาน

แผนก	จำนวน	ค่าเฉลี่ย	ส่วนเบี่ยงเบนมาตรฐาน	ค่ามัธยฐาน	ค่าต่ำสุด	ค่าสูงสุด
ไอโลหะหนักชนิดหนึ่ง (มิลลิกรัมต่อลูกบาศก์เมตร)						
หลอมและหล่อ	29	.0138	.008	.0130	.001	0.40
รีดร้อน	8	.0015	.0007	.0015	.001	.002
รีดเย็น	7	.015	.0056	.015	.001	.019
สำนักงาน	1	<0.001	-	<.001	.001	.001
ฝุ่นโลหะหนักขนาดเล็ก (มิลลิกรัมต่อลูกบาศก์เมตร)						
หลอมและหล่อ	29	.325	.289	.29	.050	.93
รีดร้อน	8	.26	.1017	.225	.150	.440
รีดเย็น	7	.244	.110	.290	.10	.390
สำนักงาน	2	.245	.134	.245	.150	.34
โอโซน (พีพีบี)						
หลอมและหล่อ	29	34.576	27.27	22.80	.10	80.10
รีดร้อน	8	65.05	3.889	65.05	62.30	67.80
รีดเย็น	7	6.85	1.06	6.85	6.10	7.60
สำนักงาน	1	6.1-	-	6.1	6.1	6.1

ส่วนที่ 5 ผลการตรวจสมรรถภาพปอดด้วยวิธีสไปโรเมตรีย์

ผลการตรวจสมรรถภาพปอดด้วยวิธีสไปโรเมตรีย์ พบว่า ค่า FVC เฉลี่ยระดับต่ำสุดอยู่ในแผนกสำนักงานเนื่องจากเป็นเพศหญิงร้อยละ 4036 โดยมีค่าเฉลี่ย (ส่วนเบี่ยงเบนมาตรฐาน) เท่ากับ 3.53 (.717) และ FEV_1 ค่าเฉลี่ยต่ำสุด (ส่วนเบี่ยงเบนมาตรฐาน) เท่ากับ 3.45 (.836) ส่วนค่าเฉลี่ยต่ำสุดของค่า FEV_1/ FVC พบว่า อยู่ในแผนกรีดเย็น โดยมีค่าเฉลี่ย (ส่วนเบี่ยงเบนมาตรฐาน) เท่ากับ 85.70 (5.07) รายละเอียดในตารางที่ 4-6

ตารางที่ 4-6 ผลการตรวจสมรรถภาพปอดด้วยวิธีสไปโรเมตรีย์จำแนกตาม Lung Function Capacity (%)

แผนก	จำนวนตัวอย่าง	ค่าเฉลี่ย	ค่าเบี่ยงเบนมาตรฐาน	ค่ามัธยฐาน	ค่าต่ำสุด	ค่าสูงสุด
FVC						
หลอมและหล่อ	123	4.11	.473	4.09	3.0,5.50	5.50
รีดร้อน	56	4.081	.547	4.08	2.55	5.16
รีดเย็น	65	4.01	.458	3.95	.312	5.54
สำนักงาน	153	3.530	.717	3.58	2.11	5.11
FEV_1						
หลอมและหล่อ	123	3.53	.434	3.48	2.37	4.85
รีดร้อน	56	3.52	.445	.445	2.31	4.43
รีดเย็น	65	3.45	.386	3.39	2.79	4.47
สำนักงาน	153	3.52	.63	3.11	1.64	4.46
FEV_1/ FVC						
หลอมและหล่อ	123	85.870	5.49	85.90	67.50	100
รีดร้อน	56	86.46	4.37	86.30	74.30	95.40
รีดเย็น	65	85.70	5.07	85.50	69.70	95.90
สำนักงาน	153	86.36	5.45	86.30	72.80	99.50

หมายเหตุ สำนักงาน Missing 2 ราย

จากการศึกษาผลการตรวจสมรรถภาพปอดด้วยวิธีสไปโรเมตรีย์ของผู้ประกอบอาชีพในโรงงานหลอมโลหะแห่งหนึ่ง เมื่อพิจารณาค่า FEV_1 (% Predicted) พบว่า ผู้ประกอบอาชีพในโรงงานหลอมโลหะแห่งหนึ่งที่มีความผิดปกติแบบอุดกั้น (Obstructive abnormality) ในระดับผิดปกติเล็กน้อย ร้อยละ 2.5 ระดับปานกลางร้อยละ 0.5 และเมื่อพิจารณาค่า FVC (% Predicted) พบว่า

ผู้ประกอบอาชีพในโรงงานหลอมโลหะแห่งหนึ่งที่มีความผิดปกติแบบจำกัดการขยายตัว (Restrictive abnormality) ที่ผิดปกติระดับเล็กน้อย ร้อยละ 2 และระดับปานกลางร้อยละ 0.8 รายละเอียดในตารางที่ 4-7

ตารางที่ 4-7 ผลการตรวจสมรรถภาพปอดด้วยวิธีสไปโรเมตรีย์

การตรวจสมรรถภาพปอดด้วยวิธี สไปรโรเมตรีย์	จำนวน	ร้อยละ
ความผิดปกติแบบอุดกั้น (Obstructive abnormality) FEV_1 (% Predicted)		
ปกติ (Normal) >80	383	96.0
เล็กน้อย (Mild) 66-80	10	2.5
ปานกลาง (Moderate) 50-65	2	0.5
มาก (Severe) < 50	0	0.0
ความผิดปกติแบบจำกัดการขยาย (Restrictive abnormality) FVC (% Predicted)		
ปกติ (Normal) > 80	386	97.2
เล็กน้อย (Mild) 66-80	8	2.0
ปานกลาง (Moderate) 50-65	3	0.8
มาก (Severe) < 50	0	0.0

ส่วนที่ 6 สมรรถภาพปอดจำแนกตามความเข้มข้นสารเคมีในสภาพแวดล้อมในการทำงาน

จากการศึกษาผลการตรวจสมรรถภาพปอดด้วยวิธีสไปโรเมตรีย์ของผู้ประกอบอาชีพในโรงงานหลอมโลหะจำแนกตามระดับความเข้มข้นไอโลหะหนักชนิดหนึ่ง (ความลับทางการค้า) เมื่อพิจารณาค่า FEV_1 (% Predicted) พบว่า ผู้ประกอบอาชีพในโรงงานหลอมโลหะที่มีความผิดปกติแบบอุดกั้น (Obstructive abnormality) ระดับผิดปกติเล็กน้อย ร้อยละ 2.9 และระดับปานกลาง ร้อยละ 1.1 เมื่อพิจารณาค่า FVC (% Predicted) พบว่า ผู้ประกอบอาชีพในโรงงานหลอมโลหะที่มีความผิดปกติแบบจำกัดการขยายตัว (Restrictive abnormality) ระดับเล็กน้อย ร้อยละ 1.8 และระดับปานกลาง ร้อยละ 0.7 รายละเอียดในตารางที่ 4-8 ถึง 4-10

ตารางที่ 4-8 จำนวน ร้อยละผลการตรวจสมรรถภาพปอดด้วยวิธีสไปโรเมตรีย์จำแนกตามระดับความเข้มข้นไอโลหะหนักชนิดหนึ่ง (ความลับทางการค้า)

การตรวจสมรรถภาพปอดด้วยวิธีสไปโรเมตรีย์	**ระดับความเข้มข้นไอโลหะหนักชนิดหนึ่ง (มิลลิกรัมต่อลูกบาศก์เมตร) (n = 276)**		**รวม จำนวน (ร้อยละ) N = 275**
	= < 0.0145 จำนวน (ร้อยละ)	**> 0.0145 จำนวน (ร้อยละ)**	
ความผิดปกติแบบอุดกั้น (Obstructive abnormality) FEV_1 (% Predicted)			
ปกติ (Normal) > 80	215 (95.6)	50 (98.0)	265 (96.40)
เล็กน้อย (Mild) 66-80	7 (3.1)	1 (2.0	8 (2.9)
ปานกลาง (Moderate) 50-65	3 (1.3)	0 (0)	3 (1.1)
มาก (Severe) < 50	0	0	0
รวม	227 (100)	51 (100)	2768 (100)
ความผิดปกติแบบจำกัดการขยาย (Restrictive abnormality) FVC (% Predicted)			
ปกติ (Normal) > 80	218 (96.9)	51 (100)	269 (97.5)
เล็กน้อย (Mild) 66-80	5 (2.2)	0 (0.)	5 (1.8)
ปานกลาง (Moderate) 50-65	2 (0.9	0 (0)	2 (0.7)
มาก (Severe) < 50	0	0	0
รวม	255 (100)	51 (100)	276 (100)

จากการศึกษาผลการตรวจสมรรถภาพปอดด้วยวิธีสไปโรเมตรีย์ของผู้ประกอบอาชีพในโรงงานหลอมโลหะจำแนกตามระดับความเข้มข้นก๊าซโอโซนเมื่อพิจารณาค่า FEV_1 (% Predicted) พบว่า ผู้ประกอบอาชีพในโรงงานหลอมโลหะที่มีความผิดปกติแบบอุดกั้น (Obstructive abnormality) ที่ผิดปกติระดับเล็กน้อยในภาพรวม ร้อยละ 2.9 และระดับปานกลาง ร้อยละ 11 เมื่อพิจารณาค่า FVC (% Predicted) พบว่า ผู้ประกอบอาชีพในโรงงานหลอมโลหะที่มีความผิดปกติแบบจำกัดการขยายตัว (Restrictive abnormality) ที่ผิดปกติระดับเล็กน้อย ร้อยละ 1.8 และระดับปานกลาง ร้อยละ 0.7 รายละเอียดในตารางที่ 4-13

ตารางที่ 4-9 จำนวน ร้อยละผลการตรวจสมรรถภาพปอดด้วยวิธีสไปโรเมตรีย์จำแนกตามระดับความเข้มข้นโอโซน

การตรวจสมรรถภาพปอดด้วยวิธีสไปโรเมตรีย์	**ระดับความเข้มข้นโอโซน(พีพีบี) (n = 276)**		**รวม จำนวน (ร้อยละ) N = 276**
	< = 33.75 จำนวน (ร้อยละ)	**> 33.75 จำนวน (ร้อยละ)**	
ความผิดปกติแบบอุดกั้น (Obstructive abnormality) FEV_1 (% Predicted)			
ปกติ (Normal) > 80	228 (95.8)	37 (97.4)	265 (96.40)
เล็กน้อย (Mild) 66-80	7 (.9)	1 (2.6)	8 (2.9)
ปานกลาง (Moderate) 50-65	3 (1.3)	0 (0)	3 (1.1)
มาก (Severe) <50	0 (0)	0 (0)	0 (0)
รวม	238 (100)	38 (100)	276 (100)
ความผิดปกติแบบจำกัดการขยาย (Restrictive abnormality) FVC (% Predicted)			
ปกติ (Normal) > 80	23 (97.1)	38 (100)	269 (97.5)
เล็กน้อย (Mild) 66-80	5 (2.1)	0 (0)	5 (1.8)
ปานกลาง (Moderate) 50-65	2 (0.8)	0 (0)	2 (0.7)
มาก (Severe) < 50	0 (0)	0 (0)	0 (0)
รวม	238 (100)	38 (100)	276 (100)

จากการศึกษาผลการตรวจสมรรถภาพปอดด้วยวิธีสไปโรเมตรีย์ของผู้ประกอบอาชีพในโรงงานหลอมโลหะ จำแนกตามระดับระดับความเข้มข้นฝุ่นโลหะหนักขนาดเล็กชนิดที่เข้าทางเดินหายใจได้ (Respirable dust) เมื่อพิจารณาค่า FEV_1 (% Predicted) พบว่า ผู้ประกอบอาชีพในโรงงานหลอมโลหะที่มีความผิดปกติแบบอุดกั้น (Obstructive abnormality) ในภาพรวม คือ มีอาการผิดปกติระดับเล็กน้อย ร้อยละ 2.5 และระดับปานกลาง ร้อยละ1 ส่วนผลจำแนกตามกลุ่มที่รับสัมผัสฝุ่นดูรายละเอียดในตารางที่ 4-10

ตารางที่ 4-10 จำนวน ร้อยละผลการตรวจสมรรถภาพปอดด้วยวิธีสไปโรเมตรีย์จำแนกตามระดับความเข้มข้นฝุ่นโลหะหนักขนาดเล็กชนิดที่เข้าทางเดินหายใจได้

การตรวจสมรรถภาพปอดด้วยวิธีสไปโรเมตรีย์	**ระดับความเข้มข้นฝุ่นโลหะหนักขนาดเล็กชนิดที่เข้าทางเดินหายใจได้ (n = 397)**		**รวม จำนวน (ร้อยละ)**
	< = .315 จำนวน (ร้อยละ)	**> .315 จำนวน (ร้อยละ)**	
ความผิดปกติแบบอุดกั้น (Obstructive abnormality) FEV_1 (% Predicted)			
ปกติ (Normal) > 80	258 (95.20)	125 (99.20)	383 (96.50)
เล็กน้อย (Mild) 66-80	10 (3.70)	0 (0)	10 (2.5)
ปานกลาง (Moderate) 50-65	3 (1.10)	1 (0.8)	4 (1)
มาก (Severe) < 50	0 (0)	0 (0)	0 (0)
รวม	271 (100)	126 (100)	397 (100)
ความผิดปกติแบบจำกัดการขยาย (Restrictive abnormality) FVC (% Predicted)			
ปกติ (Normal) > 80	262 (96.70)	124 (98.40)	386 (97.2)
เล็กน้อย (Mild) 66-80	7 (2.60)	1 (0.8)	8 (2.0)
ปานกลาง (Moderate) 50-65	2 (0.7)	1 (0.8)	3 (0.8)
มาก (Severe) < 50	0 (0)	0 (0)	0 (0)
รวม	271 (100)	126 (100)	397 (100)

ส่วนที่ 7 ผลการตรวจภาพรังสีทรวงอก

7.1 ผลการตรวจภาพรังสีทรวงอก

ผลการศึกษาการถ่ายภาพรังสีทรวงอกผู้ประกอบอาชีพ จำนวน 399 ราย ข้อมูลขาดหายไป จำนวน 2 ราย เหลือ 397 ราย พบว่า มีความผิดปกติ ร้อยละ 3 โดยเป็นความผิดปกติจำแนกอยู่ในกลุ่มพังผืดบริเวณปอดข้างขวาบน ร้อยละ 0.75 และมีพังผืดรวมทั้งเส้นทึบบริเวณปอดทั้งสองข้างด้านล่างและพบก้อนขนาดเล็ก ร้อยละ 0.25 การพบพังผืดที่ปอด แต่ไม่พบลักษณะของโรคฝุ่นจับปอด (Pneumoconiosis) ดังรายละเอียดในตารางที่ 4-11

ตารางที่ 4-11 จำนวน ร้อยละผลการถ่ายภาพรังสีทรวงอก

ผลการตรวจภาพรังสีทรวงอก	รวม (n = 397)	
	จำนวน	ร้อยละ
ปกติ	387	97
ผิดปกติ	10	3
1) ผังพืดเล็กน้อยที่บริเวณกลีบปอดข้างขวาบน	3	0.75
2) เส้นทึบบริเวณปอดทั้งสองข้างด้านล่างและพบก้อนขนาดเล็กประมาณ 0.83	1	0.25
3) อื่น ๆ (แผ่นเหล็กและสกรูยึดติดที่กระดูกไหปลาร้าข้างซ้าย/ รอยหักเก่าของกระดูกไหปลาร้าข้างซ้าย/ หัวใจโต)	6	1.5
4) Missing	2	0.5

7.2 ผลการตรวจภาพรังสีทรวงอกจำแนกตามข้อมูลทางประชากรสังคม ประวัติในการทำงาน และความเข้มข้นสารเคมีในบรรยากาศการทำงาน

ผลการศึกษาการถ่ายภาพรังสีทรวงอกผู้ประกอบอาชีพ จำนวน 397 ราย ปฏิเสธการถ่ายภาพรังสีทรวงอก จำนวน 2 ราย จำแนกตามข้อมูลทางประชากรสังคม ประวัติในการทำงาน และความเข้มข้นไอโลหะหนักชนิดหนึ่ง (ความลับทางการค้า) ก๊าซโอโซน และ ฝุ่นโลหะหนักขนาดเล็กชนิดที่เข้าทางเดินหายใจได้ พบว่า ส่วนใหญ่ผลการถ่ายภาพรังสีทรวงอกที่ผิดปกติ จำนวน 4 คน ทั้งหมดเป็นเพศชาย โดยผู้ประกอบอาชีพที่มีความผิดปกติในลักษณะเป็นพังผืดที่ปอด โดยความผิดปกติพบกระจายอยู่แต่ละช่วงอายุ ช่วงละ 1 ราย ผู้ประกอบอาชีพในจำนวน 4 คนนี้ พบว่า เป็นกลุ่มกลุ่มสูบบุหรี่ จำนวน 1 ใน4 ราย กลุ่มผู้ดื่มเครื่องดื่มที่มีแอลกอฮอล์จำนวน 3 ใน 4 ราย แผนกที่ปฏิบัติงาน พบว่า ผู้ประกอบอาชีพที่มีความผิดปกติพังผืดที่ปอดจำนวน 3 ใน 4 ราย โดยปฏิบัติอยู่ในสำนักงาน ของแผนกรีดร้อน (Hot rolling) จำนวน 2 ใน 4 ราย โดยเป็นเจ้าหน้าที่ควบคุมสินค้า และเจ้าที่ไอที และปฏิบัติงานอยู่ในในสำนักงานของแผนกหลอมและหล่อ จำนวน 1 ใน 4 ราย ส่วนผู้ที่มีผลตรวจภาพรังสีทรวงอกที่ผิดปกติที่เหลือ จำนวน1ใน 4 ราย เป็นผู้ที่ปฏิบัติงานในแผนกรีดเย็น ในด้านระยะเวลาในการทำงาน พบว่า ผู้ที่ปฏิบัติงานในระยะเวลา

ในการทำงาน 1-3 ปี และ มากกว่า 3 ปี พบความผิดปกติของปอด จำนวน 2 ใน 4 ราย และพบในกลุ่มที่ไม่สวมหน้ากากป้องกันระบบทางเดินหายใจ จำนวน 2 ใน 4 ราย รายละเอียดในตารางที่ 4-12 และพบผู้ที่มีผลการถ่ายภาพรังสีทรวงอกผิดปกติแบบพังผืด (Fibrosis) จำแนกตามประวัติการสูบบุหรี่และดื่มเครื่องดื่มที่มีแอลกอฮอล์ดังตารางที่ 4-13

ตารางที่ 4-12 จำนวน ร้อยละผลการถ่ายภาพรังสีทรวงอกจำแนกข้อมูลด้านประชากรสังคม ประวัติการทำงาน และความเข้มข้นสารเคมีในบรรยากาศการทำงาน

ปัจจัย	ผลการตรวจภาพรังสีทรวงอก		รวม (397)	
	ปกติ จำนวน (ร้อยละ)	ผิดปกติ จำนวน (ร้อยละ)	จำนวน	ร้อยละ
เพศ				
ชาย	332 (84.5)	4 (100)	336	84.6
หญิง	61 (11.5)	0 (0)	61	15.4
อายุ (ปี)				
21-29	336 (85.5)	1 (25)	337	84.9
30-38	46 (11.7)	1 (25)	47	11.8
39-46	3 (0.8)	1 (25)	4	1
> 46	8 (2)	1 (25)	9	2.3
ประวัติการสูบบุหรี่				
ไม่สูบ	307 (78.1)	3 (75.0)	310	78.1
สูบ	86 (21.9)	1 (25)	87	21.9
ประวัติการดื่มเครื่องดื่มแอลกอฮอล์				
ไม่ดื่ม	74 (18.8)	1 (25)	75	18.9
ดื่ม	319 (81.2)	3 (75)	322	81.1
แผนกที่ปฏิบัติงาน				
หลอม	123 (31.3)	0 (0)	123	31
รีดร้อน	56 (14.2)	0 (0)	56	14.1
รีดเย็น	64 (16.3)	1 (1)	65	16.4
สำนักงาน	15 (38.2)	3 (75.0) สำนักงานแผนกหลอมและหล่อ/ รีดร้อน (จนท. ควบคุมการผลิต/ เจ้าหน้าที่ไอที)	153	38.5

ตารางที่ 4-12 (ต่อ)

ปัจจัย	ผลการตรวจภาพรังสีทรวงอก		รวม (397)	
	ปกติ จำนวน (ร้อยละ)	ผิดปกติ จำนวน (ร้อยละ)	จำนวน	ร้อยละ
ระยะเวลาในการทำงาน (ปี)				
1-3	322 (81.9)	2 (50)	324	81.6
> 3 ปี	71 (18.1)	2 (50)	73	18.4
การสวมฮู้ดป้องกันระบบทางเดินหายใจ				
ไม่สวม	72 (18.3)	2 (50)	74	18.6
สวม	321 (81.7)	2 (50)	323	81.4
ความเข้มข้นไอโลหะหนักชนิดหนึ่ง (ความลับทางการค้า) (มิลลิกรัมต่อลูกบาศก์เมตร)				
< = .0145	222 (81.3)	3 (100)	225	81.5
> .0145	51 (18.7)	0 (0)	51	18.5
ความเข้มข้นก๊าซโอโซน (พีพีบี)				
< = 33.75	235 (86.1)	3 (100)	238	86.2
> 33.75	38 (13.9)	0 (0)	3873	13.8
ความเข้มข้นฝุ่นขนาดเล็กชนิดที่เข้าทางเดินหายใจได้ (มิลลิกรัมต่อลูกบาศก์เมตร)				
< = 0.315	267 (67.9)	4 (100)	271	68.37
> 0.315	126 (32.1)	0 (0)	126	31.7

ตารางที่ 4-13 จำนวน ร้อยละผู้ที่มีผลการถ่ายภาพรังสีทรวงอกผิดปกติแบบพังผืด (Fibrosis) จำแนกตามประวัติการสูบบุหรี่และดื่มเครื่องดื่มที่มีแอลกอฮอล์

	ไม่ดื่มเครื่องดื่มที่มีแอลกอฮอล์ จำนวน (ร้อยละ)	**ดื่มเครื่องดื่มที่มีแอลกอฮอล์ จำนวน (ร้อยละ)**	**รวม จำนวน (ร้อยละ)**
ไม่สูบบุหรี่	1 (100)	2 (66.7)	3 (75)
สูบบุหรี่	0 (0)	1 (37.3)	1 (25)
รวม	1 (100)	3 (100)	4 (100)

ส่วนที่ 8 อาการระบบทางเดินหายใจ

จากการศึกษาสอบถามอาการของระบบทางเดินหายใจของผู้ประกอบอาชีพ พบว่า ผู้ประกอบอาชีพกลุ่มรับสัมผัส จำนวน 244 ราย มีอาการแน่นหน้าอกในภาพรวมร้อยละ 50 ดังรายละเอียดในตารางที่ 4-8 ส่วนอาการผิดปกติจำแนกตามระดับความเข้มข้นไอโลหะหนักชนิดหนึ่ง (ความลับทางการค้า) (มิลลิกรัมต่อลูกบาศก์เมตร) ก๊าซโอโซน (พีพีบี) และระดับความเข้มข้นฝุ่นโลหะหนักขนาดเล็กชนิดที่เข้าทางเดินหายใจได้ ในบรรยากาศการทำงาน ในบรรยากาศการทำงาน ดังรายละเอียดดังตารางที่ 4-14 ถึง 4-17

ตารางที่ 4-14 จำนวนและร้อยละอาการระบบทางเดินหายใจ

อาการผิดปกติต่าง ๆ ของระบบทางเดินหายใจ	**กลุ่มรับสัมผัส (n = 244)**	**กลุ่มไม่รับสัมผัส (n = 155)**	**รวม (n = 399)**
อาการไอภาพรวม			
ไม่อาการ	126 (51.60)	86 (55.5)	212 (53.10)
มีอาการ	118 (48.40)	69 (44.5)	187 (46.90)
มักไอเมื่อตื่นนอนตอนเช้า (วินิจฉัย)			
ไม่อาการ	206 (84.4)	134 (86.50)	340 (85.2)
มีอาการ	38 (15.60)	21 (13.50)	59 (14.8)
มักไอเมื่อออกจากบ้านตอนเช้า			
ไม่อาการ	210 (86.10)	140 (90.30)	35.0 (87.7)
มีอาการ	34 (13.90)	15 (9.70)	49 (12.3)
มักไอเมื่อสูบบุหรี่ครั้งแรก			
ไม่อาการ	203 (83.20)	145 (93.5)	348 (87.2)
มีอาการ	41 (16.80)	10 (16.50	51 (12.8)
มักไอ 4-6 ครั้ง/ วัน, ไอ 4 วัน หรือมากกว่าต่อสัปดาห์			
ไม่อาการ	196 (80.30)	133 (85.80	329 (82.5)
มีอาการ	48 (19.70)	22 (14.20)	70 (17.5)
มักไอตอนกลางวันหรือกลางคืน (วินิจฉัย)			
ไม่อาการ	162 (66.40)	113 (72.90)	275 (68.9)
มีอาการ	85 (33.60)	42 (27.10)	124 (31.1)
ใน 1 ปี มีอาการไอตอนกลางวันหรือกลางคืนมากกว่า 3 เดือน			
ไม่อาการ	172 (70.50)	97 (62.60)	269 (67.4)
มีอาการ	72 (29.50)	58 (37.40)	130 (32.6)
อาการมีเสมหะภาพรวม			
ไม่อาการ	145 (59.40)	91 (58.71)	236 (59.10)

ตารางที่ 4-14 (ต่อ)

อาการผิดปกติต่าง ๆ ของระบบทางเดินหายใจ	กลุ่มรับสัมผัส (n = 244)	กลุ่มไม่รับสัมผัส (n = 155)	รวม (n = 399)
มีอาการมีเสมหะตอนตื่นนอนประจำ			
ไม่อาการ	192 (78.70)	117 (75.50)	309 (77.4)
มีอาการ	52 (21.30)	38 (24.50)	90 (22.6)
มีเสมหะในตอนกลางวันหรือกลางคืนอยู่เสมอ (วินิจฉัย)			
ไม่อาการ	194 (79.50)	128 (82.60)	322 (80.7)
มีอาการ	50 (20.50)	27 (17.4)	77 (19.3)
ใน 1 ปีที่ผ่านมา มีเสมหะนานถึง 1 เดือนหรือนานกว่านั้น			
ไม่อาการ	177 (72.50)	119 (76.80)	296 (74.2)
มีอาการ	67 (27.50)	36 (23.20)	103 (25.8)
มักไอมีเสมหะปนเลือด			
ไม่อาการ	235 (96.30)	146 (94.20)	381 (95.5)
มีอาการ	9 (3.70)	9 (5.80)	18 (4.5)
มักไอมีเสมหะปนหนอง			
ไม่อาการ	221 (90.60)	142 (91.60)	363 (91.0)
มีอาการ	23 (9.40)	13 (8.4)	36 (9.0)
อาการแน่นหน้าอกภาพรวม			
ไม่อาการ	122 (50.00)	74.4 (47.7)	196 ((49.10)
มีอาการ	122 (50.00)	81 (52.3)	203 (50.90)
แน่นหน้าอก หายใจไม่สะดวก			
ไม่อาการ	202 (82.80)	127 (81.9)	329 (82.5)
มีอาการ	42 (17.20)	28 (18.10)	70 (17.5)
มีอาการแน่นหน้าอกตอนที่เป็นหวัด			
ไม่อาการ	179 (73.40)	127 (81.90)	306 (76.7)

ตารางที่ 4-14 (ต่อ)

อาการผิดปกติต่าง ๆ ของระบบทางเดินหายใจ	**กลุ่มรับสัมผัส (n = 244)**	**กลุ่มไม่รับสัมผัส (n = 155)**	**รวม (n = 399)**
มีอาการมีอาการแน่นหน้าอกเมื่อออกกำลังกาย	65 (26.60)	28 (18.10)	93 (23.3)
ไม่อาการ	171 (70.10)	108 (69.70)	279 (69.9)
มีอาการมีอาการแน่นหน้าอกหรือหายใจลำบาก ไม่ว่าจะเวลาไหน	73 (29.90)	47 (30.30)	12 (30.1)
ไม่อาการ	232 (95.10)	148 (95.50)	380 (95.2)
มีอาการมักจะมีอาการแน่นหน้าอก เมื่อเดินเร็ว ๆ รีบ ๆ หรือวิ่ง	22 (4.90)	7 (4.5)	19 (4.8)
ไม่อาการ	215 (88.10)	127 (81.90)	342 (85.7)
มีอาการเวลาเดินบนพื้นราบ จะเหนื่อยง่ายกว่าคนอายุรุ่นราวคราวเดียวกัน (วินิจฉัย)	29 (11.90)	28 (18.10)	57 (14.3)
ไม่อาการ	210 (86.10)	130 (83.90)	340 (85.2)
มีอาการเวลาเดินบนที่ราบ ๆ ต้องหยุดพักเพื่อหายใจให้เต็มที่	34 (13.90)	25 (16.10)	59 (14.8)
ไม่อาการ	218 (89.30)	145 (93.50)	363 (91)
มีอาการ	26 (10.7)	10 (6.5)	36 (9)
อาการหายใจเสียง**ดังหวีดภาพรวม**			
ไม่อาการ	190 (77.90)	133 (85.8)	32332381.00)
มีอาการหายใจเสียงดังหวีด ๆ ในช่วงกลางวันหรือกลางคืน	54 (22.10)	22 (14.2)	76 (19.00)
ไม่อาการ	212 (86.90)	138 (89.00)	350 (87.7)

ตารางที่ 4-14 (ต่อ)

อาการผิดปกติต่าง ๆ ของระบบทางเดินหายใจ	กลุ่มรับสัมผัส (n = 244)	กลุ่มไม่รับสัมผัส (n = 155)	รวม (n = 399)
มีอาการหายใจเสียงดังหวีด ๆ ในขณะที่เป็นหวัด	32 (13.10)	17 (11.00)	49 (12.3)
ไม่อาการ	213 (87.30)	140 (90.30)	353 (88.5)
มีอาการเริ่มหายใจเสียงดังหวีด ๆ ตั้งแต่ทำงาน	31 (12.70)	15 (9.7)	45 (11.5)
ไม่อาการ	199 (81.60)	134 (86.50)	333 (83.5)
มีอาการ	45 (18.40)	21 (13.5)	66 (16.5)
อาการคัดจมูกภาพรวม			
ไม่อาการ	147 (60.20)	75 (48.4)	222 (55.60)
มีอาการ	97 (39.80)	80 (51.6)	177 (44)
มีอาการคัดจมูก เวลาอากาศเย็น			
ไม่อาการ	151 (61.90)	75 (48.40)	226 (56.6)
มีอาการ	93 (38.10)	80 (51.6)	173 (43.4)
มีอาการคัดจมูก เวลาอากาศร้อน			
ไม่อาการ	227 (93.00)	144 (92.90)	371 (93.0)
มีอาการ	17 (7.00)	11 (7.10)	28 (7)
มีอาการคัดจมูก แทบทุกวันนานครั้งละ 3 เดือน ในหนึ่งปี			
ไม่อาการ	227 (93.00)	139 (89.70)	366 (91.7)
มีอาการ	17 (7.00)	16 (10.3)	33 (8.3)

ตารางที่ 4-15 จำนวนและร้อยละอาการระบบทางเดินหายใจจำแนกตามระดับความเข้มข้นไอโลหะหนักชนิดหนึ่ง (ความลับทางการค้า) (มิลลิกรัมต่อลูกบาศก์เมตร) ในบรรยากาศการทำงาน

อาการผิดปกติต่าง ๆ ของระบบทางเดินหายใจ	**ความเข้มข้นไอโลหะหนักชนิดหนึ่ง (ความลับทางการค้า)**		**รวม (n = 278)**
	น้อยกว่าหรือเท่ากับ 0.0145 จำนวน (ร้อยละ)	**มากกว่า 0.0145**	
ไอภาพรวม			
มีอาการ	104 (45.8)	104 (47.1)	150 (54.0)
มีเสมหะภาพรวม			
มีอาการ	9 (40.1)	17 (33.3)	128 (46.0)
แน่นหน้าอกภาพรวม			
มีอาการ	120 (52.9)	22 (43.1)	141 (51.1)
หายใจเสียงดังหวีดภาพรวม			
มีอาการ	38 (16.7)	10 (19.6)	48 (17.3)
คัดจมูกภาพรวม			
มีอาการ	104 (45.8)	19 (37.3)	123 (44.2)

ตารางที่ 4-16 จำนวนและร้อยละอาการระบบทางเดินหายใจจำแนกตามระดับความเข้มข้นโอโซน (พีพีบี) ในบรรยากาศการทำงาน

อาการผิดปกติต่าง ๆ ของระบบทางเดินหายใจ	**ความเข้มข้นไอโลหะหนักชนิดหนึ่ง (ความลับทางการค้า)**		**รวม (n = 278)**
	น้อยกว่าหรือเท่ากับ 33.75 จำนวน (ร้อยละ)	**มากกว่า 33.75**	
ไอภาพรวม			
มีอาการ	113 (47.1)	15 (29.5)	128 (46.0)
มีเสมหะภาพรวม			
มีอาการ	97 (40.4)	11 (28.9)	108 (38.8)
แน่นหน้าอกภาพรวม			
มีอาการ	129 (53.8)	13 (34.2)	142 (51.1)
หายใจเสียง**ดังหวีดภาพรวม**			
มีอาการ	41 (17.1)	7 (8.4)	48 (17.3)
คัดจมูกภาพรวม			
มีอาการ	109 (45.4)	14 (36.8)	123 (44.2)

ตารางที่ 4-17 จำนวนและร้อยละอาการระบบทางเดินหายใจจำแนกตามระดับความเข้มข้นฝุ่นโลหะหนักขนาดเล็กชนิดที่เข้าทางเดินหายใจได้ (มิลลิกรัมต่อลูกบาศก์เมตร) ในบรรยากาศการทำงาน

อาการผิดปกติต่าง ๆ ของระบบทางเดินหายใจ	ความเข้มข้นฝุ่นโลหะหนัก		รวม (n = 399)
	น้อยกว่าหรือเท่ากับ .315 จำนวน (ร้อยละ)	มากกว่า .315	
ไอภาพรวม			
มีอาการ	124(45.4)	63(50.0)	187(46.9)
มีเสมหะภาพรวม			
มีอาการ	106(38.8)	57(45.2)	163(40.9)
แน่นหน้าอกภาพรวม			
มีอาการ	130(47.6)	73(57.9)	203(50.9)
หายใจเสียง**ดังหวีดภาพรวม**			
มีอาการ	44(16.1)	32(25.4)	76(190)
คัดจมูกภาพรวม			
มีอาการ	125(45.8)	52(43.1)	177(44.4)

ส่วนที่ 9 ปัจจัยที่มีผลกระทบต่อสมรรถภาพปอดในผู้ประกอบอาชีพในโรงงานอุตสาหกรรมหลอมโลหะ

9.1 ปัจจัยที่มีผลกระทบต่อค่า FVC ในผู้ประกอบอาชีพเพศชายในโรงงานอุตสาหกรรมหลอมโลหะ

การวิเคราะห์การถดถอยเชิงเส้นพหุ (Multiple linear regression) ประกอบด้วยปัจจัยนำเข้าทำนาย 6 ตัวแปร คือ อายุ ระยะเวลาในการสูบบุหรี่ (ปี) ประวัติการดื่มเครื่องดื่มที่มีแอลกอฮอล์ การสวมหน้ากากป้องกันระบบทางเดินหายใจ การปฏิบัติงานในพื้นที่มีเครื่องปรับอากาศ ความเข้มข้นไอโลหะหนักชนิดหนึ่ง (ความลับทางการค้า) กับการเปลี่ยนแปลงของค่า FVC เมื่อมีการควบคุมอิทธิพลของตัวแปรอื่น จะเห็นว่าปัจจัยทั้ง 6 ตัวแปร พบวาไม่มีตัวแปรใดที่มีผลต่อการเปลี่ยนแปลง FVC เมื่อมีการควบคุมอิทธิพลของตัวแปรอื่น สถิติที่ระดับ .05 ดังแสดงในตารางที่ 4-18

ตารางที่ 4-18 ปัจจัยที่มีผลกระทบต่อการเปลี่ยนแปลงของค่า FVC ในผู้ประกอบอาชีพโรงงานหลอมโลหะเพศชาย

ตัวแปร	Crude		Adjust			
	Unstandardized coefficients: B	p value	Unstandardized coefficients: B	p value	Lower CI	Upper CI
Constant			3.868	0.013	0.867	6.868
อายุ (ปี)	.194	.372	0.049	0.338	-0.054	0.152
ระยะเวลาในการสูบบุหรี่ (ปี)	.018	.585	0.007	0.857	-0.07	0.084
ประวัติการดื่มเครื่องดื่มแอลกอฮอล์ (ไม่ดื่ม/ ดื่ม)	-.116	.378	-0.566	0.184	-1.417	0.285
การสวมหน้ากากป้องกันระบบทางเดินหายใจ (ไม่ใช้/ ใช้)	-.001	.988	0.035	0.819	-0.279	0.35
ใช้เครื่องปรับอากาศ (ใช้/ ไม่ใช้)	-0.082	.423	-0.196	0.395	-0.66	0.269
ความเข้มข้นไอโลหะหนักชนิดหนึ่ง (มิลลิกรัมต่อลูกบาศก์เมตร)	.528	.542	7.535	0.672	-28.55	43.62

R = .333, R^2 = .111

9.2 ปัจจัยที่มีผลกระทบต่อค่า FEV_1 ในผู้ประกอบอาชีพเพศชายในโรงงานอุตสาหกรรมหลอมโลหะ

การวิเคราะห์การถดถอยเชิงเส้นพหุ (Multiple linear regression) ประกอบด้วยปัจจัยนำเข้าทำนาย 6 ตัวแปร คือ อายุ ระยะเวลาในการสูบบุหรี่ (ปี) ประวัติการดื่มเครื่องดื่มที่มีแอลกอฮอล์ การสวมหน้ากากป้องกันระบบทางเดินหายใจ การปฏิบัติงานในพื้นที่มีเครื่องปรับอากาศ ความเข้มข้นไอโลหะหนักชนิดหนึ่ง (ความลับทางการค้า) กับการเปลี่ยนแปลงของค่า FVC เมื่อมีการควบคุมอิทธิพลของตัวแปรอื่น จะเห็นว่าปัจจัยทั้ง 6 ตัวแปร พบวาไม่มีตัวแปรใดที่มีผลต่อการเปลี่ยนแปลง FEV_1 เมื่อมีการควบคุมอิทธิพลของตัวแปรอื่น สถิติที่ระดับ .05 ดังแสดงในตารางที่ 4-19

ตารางที่ 4-19 ปัจจัยที่มีผลกระทบต่อการเปลี่ยนแปลงของค่า FEV_1 ในผู้ประกอบอาชีพโรงงานหลอมโลหะเพศชาย

ตัวแปร	Crude		Adjust			
	Unstandardized coefficients: B	p value	Unstandardized coefficients: B	p value	Lower CI	Upper CI
Constant			3.846	0.001	1.657	6.035
อายุ (ปี)	.014	.430	0.017	0.643	-0.058	0.092
ระยะเวลาในการสูบบุหรี่ (ปี)	.025	.307	0.031	0.271	-0.025	0.087
ประวัติการดื่มเครื่องดื่มแอลกอฮอล์ (ไม่ดื่ม/ ดื่ม)	-.157	.189	-0.564	0.074	-1.184	0.057
การสวมหน้ากากป้องกันระบบทางเดินหายใจ (ไม่ใช้/ ใช้)	.005	.923	-0.04	0.722	-0.269	0.189
ใช้เครื่องปรับอากาศ (ใช้/ ไม่ใช้)	.081	.387	-0.07	0.677	-0.408	0.269
ความเข้มข้นไอโลหะหนักชนิดหนึ่ง (มิลลิกรัมต่อลูกบาศก์เมตร)	4.937	.513	18.875	0.153	-7.449	45.199

R = .433, R^2 = .187

9.3 ปัจจัยที่มีผลกระทบต่อค่า FVC ในผู้ประกอบอาชีพเพศชายในโรงงานอุตสาหกรรมหลอมโลหะ

การวิเคราะห์การถดถอยเชิงเส้นพหุ (Multiple linear regression) ประกอบด้วยปัจจัยนำเข้าทำนาย 6 ตัวแปร คือ อายุ ระยะเวลาในการสูบบุหรี่ (ปี) ประวัติการดื่มเครื่องดื่มที่มีแอลกอฮอล์ การสวมหน้ากากป้องกันระบบทางเดินหายใจ การปฏิบัติงานในพื้นที่มีเครื่องปรับอากาศ ความเข้มข้นโอโซนกับการเปลี่ยนแปลงของค่า FVC เมื่อมีการควบคุมอิทธิพลของตัวแปรอื่น จะเห็นว่าปัจจัยทั้ง 6 ตัวแปร พบวาไม่มีตัวแปรใดที่มีผลต่อการเปลี่ยนแปลง FVC เมื่อมีการควบคุมอิทธิพลของตัวแปรอื่น สถิติที่ระดับ .05 ดังแสดงในตารางที่ 4-20

ตารางที่ 4-20 ปัจจัยที่มีผลกระทบต่อการเปลี่ยนแปลงของค่า FVC ในผู้ประกอบอาชีพโรงงานหลอมโลหะเพศชาย

ตัวแปร	Crude		Adjust			
	Unstandardized coefficients: B	p value	Unstandardized coefficients: B	p value	Lower CI	Upper CI
Constant			3.779	0.014	0.828	6.731
อายุ (ปี)	.021	.272	0.047	0.355	-0.055	0.148
ระยะเวลาในการสูบบุหรี่ (ปี)	.081	.585	0.008	0.831	-0.065	0.081
ประวัติการดื่มเครื่องดื่มแอลกอฮอล์ (ไม่ดื่ม/ ดื่ม)	-.116	.378	-0.585	0.154	-1.402	0.232
การสวมหน้ากากป้องกันระบบทางเดินหายใจ (ไม่ใช้/ ใช้)	-.001	.988	0.09	0.578	-0.237	0.418
ใช้เครื่องปรับอากาศ (ใช้/ ไม่ใช้)	-.082	.423	-0.151	0.512	-0.616	0.314
ความเข้มข้นโอโซน (พีพีบี)	.001	.657	0.005	0.28	-0.004	0.015

R = .375, R^2 = .141

9.4 ปัจจัยที่มีผลกระทบต่อค่า FEV_1 ในผู้ประกอบอาชีพเพศชายในโรงงานอุตสาหกรรมหลอมโลหะ

การวิเคราะห์การถดถอยเชิงเส้นพหุ (Multiple linear regression) ประกอบด้วยปัจจัยนำเข้าทำนาย 6 ตัวแปร คือ อายุ ระยะเวลาในการสูบบุหรี่ (ปี) ประวัติการดื่มเครื่องดื่มที่มีแอลกอฮอล์ การสวมหน้ากากป้องกันระบบทางเดินหายใจ การปฏิบัติงานในพื้นที่มีเครื่องปรับอากาศ ความเข้มข้นโอโซนกับการเปลี่ยนแปลงของค่า FEV_1 เมื่อมีการควบคุมอิทธิพลของตัวแปรอื่น จะเห็นว่าปัจจัยทั้ง 6 ตัวแปร พบวาไม่มีตัวแปรใดที่มีผลต่อการเปลี่ยนแปลง FEV_1 เมื่อมีการควบคุมอิทธิพลของตัวแปรอื่น สถิติที่ระดับ .05 ดังแสดงในตารางที่ 4-21

ตารางที่ 4-21 ปัจจัยที่มีผลกระทบต่อการเปลี่ยนแปลงของค่า FEV_1 ในผู้ประกอบอาชีพโรงงานหลอมโลหะเพศชาย

ตัวแปร	Crude		Adjust			
	Unstandardized coefficients: B	p value	Unstandardized coefficients: B	p value	Lower CI	Upper CI
Constant			3.788	0.001	1.66	5.917
อายุ (ปี)	.014	.430	0.014	0.688	-0.059	0.088
ระยะเวลาในการสูบบุหรี่ (ปี)	.025	.307	0.026	0.319	-0.027	0.079
ประวัติการดื่มเครื่องดื่มแอลกอฮอล์ (ไม่ดื่ม/ ดื่ม)	-.157	.189	-0.534	0.074	-1.123	0.055
การสวมหน้ากากป้องกันระบบทางเดินหายใจ (ไม่ใช้/ ใช้)	.005	.923	0.023	0.841	-0.213	0.26
ใช้เครื่องปรับอากาศ (ใช้/ ไม่ใช้)	.081	.387	-0.028	0.868	-0.363	0.308
ความเข้มข้นโอโซน (พีพีบี)	.001	.569	0.007	0.055	0	0.014

$R = .482$, $R^2 = .233$

9.5 ปัจจัยที่มีผลกระทบต่อค่า FVC ในผู้ประกอบอาชีพในโรงงานอุตสาหกรรมหลอมโลหะ

การวิเคราะห์การถดถอยเชิงเส้นพหุ (Multiple linear regression) ประกอบด้วยปัจจัยนำเข้าทำนาย 6 ตัวแปร คือ อายุ ระยะเวลาในการสูบบุหรี่ (ปี) ประวัติการดื่มเครื่องดื่มที่มีแอลกอฮอล์ การสวมหน้ากากป้องกันระบบทางเดินหายใจ การปฏิบัติงานในพื้นที่มีเครื่องปรับอากาศ ระดับความเข้มข้นฝุ่นโลหะหนักขนาดเล็กชนิดที่เข้าทางเดินหายใจได้ (มิลลิกรัมต่อลูกบาศก์เมตร) กับการเปลี่ยนแปลงของค่า FVC เมื่อมีการควบคุมอิทธิพลของตัวแปรอื่น จะเห็นว่าปัจจัยทั้ง 6 ดาน มีผลต่อการเปลี่ยนแปลงของค่า FVC ในระดับปานกลาง โดยมีคาสัมประสิทธิ์สหสัมพันธพหุคูณเท่ากับ 44.7 และ มีผลต่อการเปลี่ยนแปลงของค่า FVC รอยละ 22.0 อยางมีนัยสำคัญทางสถิติที่ระดับ 0.05 เมื่อพิจารณาคาสัมประสิทธิ์การถดถอย พบว่า ประวัติการดื่มเครื่องดื่มที่มีแอลกอฮอล์และการสวมหน้ากากป้องกันทางเดินหายใจมีผลต่อการเปลี่ยนแปลง FVC เมื่อมีการควบคุมอิทธิพลของตัวแปรอื่น สถิติที่ระดับ .05 ดังแสดงในตารางที่ 4-22

ตารางที่ 4-22 ปัจจัยที่มีผลกระทบต่อการเปลี่ยนแปลงของค่า FVC ในผู้ประกอบอาชีพโรงงานหลอมโลหะเพศชาย

ตัวแปร	Crude		Adjust			
	Unstandardized coefficients: B	p value	Unstandardized coefficients: B	p value	Lower CI	Upper CI
Constant			5.32	0	3.952	6.688
อายุ (ปี)	-.013	.024	-0.006	0.749	-0.043	0.031
ระยะเวลาในการสูบบุหรี่ (ปี)	-.022	.091	-0.005	0.776	-0.038	0.029
ประวัติการดื่มเครื่องดื่มแอลกอฮอล์ (ไม่ดื่ม/ ดื่ม)	-.037	.618	-0.686	0.009	-1.193	-0.179
การสวมหน้ากากป้องกันระบบทางเดินหายใจ (ไม่ใช้/ ใช้)	.045	.073	0.166	0.009	0.043	0.29
ใช้เครื่องปรับอากาศ (ใช้/ ไม่ใช้)	-.066	.225	0.095	0.429	-0.143	0.334
ความเข้มข้นฝุ่น (มิลลิกรัมต่อลูกบาศก์เมตร)	.240	.266	-0.196	0.693	-1.179	0.788

R = 447., R^2 = .220

9.6 ปัจจัยที่มีผลกระทบต่อค่า FEV_1 ในผู้ประกอบอาชีพในโรงงานอุตสาหกรรมหลอมโลหะ

การวิเคราะห์การถดถอยเชิงเส้นพหุ (Multiple linear regression) ประกอบด้วยปัจจัยนำเข้าทำนาย 6 ตัวแปร คือ อายุ ระยะเวลาในการสูบบุหรี่ (ปี) ประวัติการดื่มเครื่องดื่มที่มีแอลกอฮอล์ การสวมหน้ากากป้องกันระบบทางเดินหายใจ การปฏิบัติงานในพื้นที่มีเครื่องปรับอากาศ ระดับความเข้มข้นฝุ่นโลหะหนักขนาดเล็กชนิดที่เข้าทางเดินหายใจได้ (มิลลิกรัมต่อลูกบาศก์เมตร) กับการเปลี่ยนแปลงของค่า FEV_1 เมื่อมีการควบคุมอิทธิพลของตัวแปรอื่น จะเห็นว่าปัจจัยทั้ง 6 ดาน มีผลต่อการเปลี่ยนแปลงของค่า FVC ในระดับปานกลาง โดยมีคาสัมประสิทธิ์สหสัมพันธพหุคูณเท่ากับ 42.7 และ มีผลต่อการเปลี่ยนแปลงของค่า FEV_1 รอยละ 18.2 อยางมีนัยสำคัญทางสถิติที่ระดับ 0.05 เมื่อพิจารณาคาสัมประสิทธิ์การถดถอย พบว่า ประวัติการดื่มเครื่องดื่มที่มีแอลกอฮอล์และการสวมหน้ากากป้องกันทางเดินหายใจมีผลต่อการเปลี่ยนแปลง FEV_1 เมื่อมีการควบคุมอิทธิพลของตัวแปรอื่น สถิติที่ระดับ .05 ดังแสดงในตารางที่ 4-23

ตารางที่ 4-23 ปัจจัยที่มีผลกระทบต่อการเปลี่ยนแปลงของค่า FEV_1 ในผู้ประกอบอาชีพโรงงานหลอมโลหะเพศชาย

ตัวแปร	Crude		Adjust			
	Unstandardized coefficients: B	p value	Unstandardized coefficients: B	p value	Lower CI	Upper CI
Constant			4.614	0	3.497	5.731
อายุ (ปี)	-.013	.024	-0.014	0.365	-0.044	0.016
ระยะเวลาในการสูบบุหรี่ (ปี)	-.022	.091	0.007	0.591	-0.02	0.035
ประวัติการดื่มเครื่องดื่มแอลกอฮอล์ (ไม่ดื่ม/ ดื่ม)	-.037	.618	-0.524	0.014	-0.938	-0.11
การสวมหน้ากากป้องกันระบบทางเดินหายใจ (ไม่ใช้/ ใช้)	.045	.073	0.119	0.021	0.019	0.22
ใช้เครื่องปรับอากาศ (ใช้/ ไม่ใช้)	-.066	.225	0.082	0.406	-0.113	0.276
ความเข้มข้นฝุ่น (มิลลิกรัมต่อลูกบาศก์เมตร)	.240	.266	-0.287	0.478	-1.09	0.515

R = .427, R^2 = .182

ส่วนที่ 10 ปัจจัยที่มีผลกระทบต่ออาการผิดปกติของระบบทางเดินหายใจในผู้ประกอบอาชีพในโรงงานอุตสาหกรรมหลอมโลหะ

การวิเคราะห์ปัจจัยทั้ง 7 ด้าน คือ เพศ อายุ ประวัติการสูบบุหรี่ในปัจจุบัน ประวัติการดื่มเครื่องดื่มแอลกอฮอล์ ระยะเวลาในการทำงาน การสวมฮู้ดป้องกันระบบทางเดินหายใจ ความเข้มข้นไอโลหะหนักชนิดหนึ่ง (ความลับทางการค้า)ที่มีผลกระทบต่ออาการระบบทางเดินหายใจ รวมจำนวน 5 อาการ คืออาการไอ/ มีเสมหะ/ แน่นหน้าอก/ หายใจดังหวีด/ คัดจมูก ผลการศึกษาพบว่า ปัจจัยที่มีผลกระทบต่ออาการไอ คือ ปัจจัยประวัติการสูบบุหรี่ โดยมีค่า OR (95% CI) เท่ากับ 1.97 (1.009,3.847) และการดื่มเครื่องดื่มที่มีแอลกอฮอล์โดยมีค่า OR (95% CI) เท่ากับ 2.039 (1.074,3.872) เมื่อเทียบกับผู้ที่ไม่เคยดื่มเครื่องดื่มแอลกอฮอล์ ระยะเวลาในการทำงานมีเสมหะ 4-10 ปี โดยมีค่า OR (95% CI) เท่ากับ 1.979 (1.04,3.766) เมื่อเทียบกับ 1-3 ปี และเพศหญิงมีผลต่ออาการคัดจมูก ค่า OR (95% CI) เท่ากับ 2.156(1.096,4.241)ตามลำดับ ดังแสดงในตารางที่ 4-24

ตารางที่ 4-24 ปัจจัยและความเข้มข้นไอโลหะหนักชนิดหนึ่ง (ความลับทางการค้า: มิลลิกรัมต่อลูกบาศก์เมตร) ที่มีผลกระทบต่ออาการระบบทางเดินหายใจในผู้ประกอบอาชีพโรงงานหลอมโลหะ

ปัจจัย	จำนวน (ร้อยละ)	มีอาการไอ aOR (95%CI)	มีเสมหะ aOR (95%CI)	แน่นหน้าอก aOR (95%CI)	หายใจดังหวีด aOR (95%CI)	คัดจมูก aOR (95%CI)
เพศ						
ชาย	215 (77.3)	อ้างอิง	อ้างอิง	อ้างอิง	อ้างอิง	อ้างอิง
หญิง	63 (22.7)	1.056 (0.531,2.101)	0.721 (0.358,1.455)	1.306 (0.667,2.56)	1.059 (0.4,2.801)	2.156 (1.096,4.241)
อายุ (ปี)						
21-37	263 (94.6)	อ้างอิง	อ้างอิง	อ้างอิง	อ้างอิง	อ้างอิง
>37	15 (5.4)	0.629 (0.195,2.031)	0.838 (0.274,2.564)	0.458 (0.148,1.424)	00.378 (0.047,3.06)9	0.572 (0.183,1.788)
ประวัติการสูบบุหรี่						
ไม่สูบ	229 (82.4)	อ้างอิง	อ้างอิง	อ้างอิง	อ้างอิง	อ้างอิง
สูบ	49 (17.6)	1.97 (1.009,3.847)	1.264 (0.654,2.444)	0.853 (0.445,1.637)	0.711 (0.299,1.688)	1.039 (0.537,2.011)
ประวัติการดื่มเครื่องดื่มแอลกอฮอล์						
ไม่ดื่ม	62 (22.3)	อ้างอิง	อ้างอิง	อ้างอิง	อ้างอิง	อ้างอิง
ดื่ม	216 (77.7)	2.039 (1.074,3.872)	0.992 (0.529,1.858)	1.066 (0.564,2.016)	1.45 (0.605,3.476)	1.153 (0.621,2.14)

ตารางที่ 4-24 (ต่อ)

ปัจจัย	จำนวน (ร้อยละ)	มีอาการไอ aOR (95%CI)	มีเสมหะ aOR (95%CI)	แน่นหน้าอก aOR (95%CI)	หายใจดังหวีด aOR (95%CI)	คัดจมูก aOR (95%CI)
ระยะเวลาในการทำงาน (ปี)						
1-3	225 (80.9)	อ้างอิง	อ้างอิง	อ้างอิง	อ้างอิง	อ้างอิง
4-10	53 (19.1)	1.391 (0.727,2.66)	1.979 (1.04,3.766)	1.066 (0.564,2.016)	1.09 (0.454,2.617)	1.41 (0.743,2.676)
การสวมหน้ากากป้องกันระบบทางเดินหายใจ						
ไม่สวม	69 (24.8)	0.634 (0.347,1.155)	0.737 (0.403,1.349)	1.057 (0.59,1.896)	0.33 (0.136,0.799)	0.978 (0.542,1.766)
สวม	209 (75.2)	อ้างอิง	อ้างอิง	อ้างอิง	อ้างอิง	อ้างอิง
ความเข้มข้นไอโลหะหนักชนิดหนึ่ง (มิลลิกรัมต่อลูกบาศก์เมตร)						
< = 0.315	240 (83.3)	อ้างอิง	อ้างอิง	อ้างอิง	อ้างอิง	อ้างอิง
> 0.315	38 (13.7)	0.755 (0.385,1.479	0.668 (0.335,1.332)	0.676 (0.348,1.313)	0.825 (0.361,1.885)	0.861 (0.438,1.695)

การวิเคราะห์ปัจจัยทั้ง 7 ด้าน คือ เพศ อายุ ประวัติการสูบบุหรี่ในปัจจุบัน ประวัติการดื่มเครื่องดื่มแอลกอฮอล์ ระยะเวลาในการทำงาน การสวมหน้ากากป้องกันระบบทางเดินหายใจ ความเข้มข้นก๊าซโอโซนที่มีผลกระทบต่ออาการระบบทางเดินหายใจ จำนวน 5 อาการ คือ อาการไอ/ มีเสมหะ/ แน่นหน้าอก/ หายใจดังหวีด/ คัดจมูก ผลการศึกษาพบว่า ปัจจัยที่มีผลกระทบต่ออาการไอ คือ ประวัติการสูบบุหรี่ มีค่า OR (95% CI) เท่ากับ 2.024(1.037,3.949) ประวัติการดื่มเครื่องดื่มมีแอลกอฮอล์ ค่า OR (95% CI) เท่ากับ 1.922(1.014,3.642) ดังแสดงในตารางที่ 4-25

ตารางที่ 4-25 ปัจจัยและความเข้มข้นก๊าซโอโซน (พีพีบี) ที่มีผลกระทบต่ออาการระบบทางเดินหายใจ ในผู้ประกอบอาชีพโรงงานหลอมโลหะ

ปัจจัย	จำนวน (ร้อยละ)	มีอาการไอ aOR (95%CI)	มีเสมหะ aOR (95%CI)	แน่นหน้าอก aOR (95%CI)	หายใจดังหวีด aOR (95%CI)	คัดจมูก aOR (95%CI)
เพศ						
ชาย	215 (77.3)	อ้างอิง	อ้างอิง	อ้างอิง	อ้างอิง	อ้างอิง
หญิง	63 (22.7)	1.055 (0.533,2.089)	0.583 (0.289,1.173)	1.164 (0.596,2.276)	0.794 (0.31,2.035)	2.385 (1.206,4.717)
อายุ (ปี)						
21-37	263 (94.6)	อ้างอิง	อ้างอิง	อ้างอิง	อ้างอิง	อ้างอิง
>37	15 (5.4)	0.841 (0.249,2.845)	0.722 (0.222,2.345)	0.359 (0.109,1.179)	0.453 (0.053,3.852)	0.702 (0.212,2.331)
ประวัติการสูบบุหรี่						
ไม่สูบ	229 (82.4)	อ้างอิง	อ้างอิง	อ้างอิง	อ้างอิง	อ้างอิง
สูบ	49 (17.6)	2.024 (1.037,3.949)	1.307 (0.677,2.521)	0.853 (0.446,1.633)	0.76 (0.322,1.793)	1.028 (0.531,1.988)
ประวัติการดื่มเครื่องดื่มแอลกอฮอล์						
ไม่ดื่ม	62 (22.3)	อ้างอิง	อ้างอิง	อ้างอิง	อ้างอิง	อ้างอิง
ดื่ม	216 (77.7)	1.922 (1.014,3.642)	0.953 (0.509,1.782)	1.501 (0.814,2.767)	1.352 (0.574,3.187)	1.108 (0.596,2.062)

ตารางที่ 4-25 (ต่อ)

ปัจจัย	จำนวน (ร้อยละ)	มีอาการไอ aOR (95%CI)	มีเสมหะ aOR (95%CI)	แน่นหน้าอก aOR (95%CI)	หายใจดังหวีด aOR (95%CI)	คัดจมูก aOR (95%CI)
ระยะเวลาในการทำงาน (ปี)						
1-3	225 (80.9)	อ้างอิง	อ้างอิง	อ้างอิง	อ้างอิง	อ้างอิง
4-10	53 (19.1)	1.376 (0.721,2.626)	1.809 (0.96,3.407)	1.039 (0.551,1.958)	0.987 (0.416,2.343)	1.458 (0.77,2.763)
การสวมหน้ากากป้องกันระบบทางเดินหายใจ						
ไม่สวม	69 (24.8)	0.533 (0.275,1.031)	1.182 (0.615,2.273)	1.612 (0.845,3.075)	0.722 (0.29,1.797)	0.606 (0.314,1.168)
สวม	209 (75.2)	อ้างอิง	อ้างอิง	อ้างอิง	อ้างอิง	อ้างอิง
ความเข้มข้นโอโซน (พีพีบี)						
< = 33.75	240 (83.3)	อ้างอิง	อ้างอิง	อ้างอิง	อ้างอิง	อ้างอิง
> 33.75	38 (13.7)	0.853 (0.467,1.559)	0.751 (0.407,1.385)	0.826 (0.457,1.494)	1.296 (0.622,2.701)	0.746 (0.406,1.369)

การวิเคราะห์ปัจจัยทั้ง 7 ด้าน คือ เพศ อายุ ประวัติการสูบบุหรี่ในปัจจุบัน ประวัติการดื่มเครื่องดื่มแอลกอฮอล์ ระยะเวลาในการทำงาน การสวมหน้ากากป้องกันระบบทางเดินหายใจ และความเข้มข้นความเข้มข้นฝุ่นโลหะหนักขนาดเล็กชนิดที่เข้าทางเดินหายใจได้ที่มีผลกระทบต่ออาการระบบทางเดินหายใจ รวมจำนวน5 อาการ คืออาการไอ/ มีเสมหะ/ แน่นหน้าอก/ หายใจดังหวีด/ คัดจมูก ผลการศึกษาพบว่า ปัจจัยที่มีผลกระทบต่ออาการไอ คือ ปัจจัยประวัติการสูบบุหรี่ โดยมีค่า OR (95% CI) เท่ากับ 1.708 (1.033,2.825) และเพศหญิงมีผลกระทบต่ออาการคัดจมูกโดยมีค่า OR (95% CI) เท่ากับ 2.412 (1.26,4.615) ดังแสดงในตารางที่ 4-26

ตารางที่ 4-26 ปัจจัยและความเข้มข้นฝุ่นโลหะหนักขนาดเล็กชนิดที่เข้าทางเดินหายใจได้ (มิลลิกรัมต่อลูกบาศก์เมตร) ที่มีผลกระทบต่ออาการระบบทางเดินหายใจ ในผู้ประกอบอาชีพโรงงานหลอมโลหะ

ปัจจัย	จำนวน (ร้อยละ)	มีอาการไอ aOR (95%CI)	มีเสมหะ aOR (95%CI)	แน่นหน้าอก aOR (95%CI)	หายใจดังหวีด aOR (95%CI)	คัดจมูก aOR (95%CI)
เพศ						
ชาย	336 (84.2)	อ้างอิง	อ้างอิง	อ้างอิง	อ้างอิง	อ้างอิง
หญิง	63 (15.8)	1.021	0.635	1.494	0.92	2.412
		(0.535,1.947)	(0.325,1.242)	(0.78,2.848)	(0.373,2.274)	(1.26,4.615)
อายุ (ปี)						
21-37	384 (78.2)	อ้างอิง	อ้างอิง	อ้างอิง	อ้างอิง	อ้างอิง
> 37	15 (3.8)	0.826	0.798	0.386	0.509	0.697
		(0.253,2.701)	(0.252,2.521)	(0.119,1.256)	(0.061,4.261)	(0.213,2.28)
ประวัติการสูบบุหรี่						
ไม่สูบ	312 (78.2)	อ้างอิง	อ้างอิง	อ้างอิง	อ้างอิง	อ้างอิง
สูบ	87 (21.8)	1.708	1.279	0.976	1.086	1.093
		(1.033,2.825)	(0.776,2.107)	(0.59,1.613)	(0.592,1.992)	(0.662,1.805)

ตารางที่ 4-26 (ต่อ)

ปัจจัย	จำนวน (ร้อยละ)	มีอาการไอ aOR (95%CI)	มีเสมหะ aOR (95%CI)	แน่นหน้าอก aOR (95%CI)	หายใจดังหวีด aOR (95%CI)	คัดจมูก aOR (95%CI)
ประวัติการดื่มเครื่องดื่มแอลกอฮอล์						
ไม่ดื่ม	77 (19.3)	อ้างอิง	อ้างอิง	อ้างอิง	อ้างอิง	อ้างอิง
ดื่ม	322 (80.7)	1.642 (0.94,2.845)	1.036 (0.601,1.786)	1.688 (0.98,2.906)	1.287 (0.621,2.671)	0.974 (0.568,1.67)
ระยะเวลาในการทำงาน (ปี)						
1-3	324 (81.2)	อ้างอิง	อ้างอิง	อ้างอิง	อ้างอิง	อ้างอิง
4-10	75 (18.8)	1.139 (0.673,1.93)	1.398 (0.828,2.36)	1.241 (0.73,2.107)	1.046 (0.529,2.07)	1.439 (0.851,2.433)
การสวมหน้ากากป้องกันระบบทางเดินหายใจ						
ไม่สวม	75 (18.8)	0.675 (0.371,1.226)	1.413 (0.778,2.566)	2.019 (1.101,3.7)	0.589 (0.248,1.395)	0.622 (0.339,1.139)
สวม	324 (81.2)	อ้างอิง	อ้างอิง	อ้างอิง	อ้างอิง	อ้างอิง

ตารางที่ 4-26 (ต่อ)

ปัจจัย	จำนวน (ร้อยละ)	มีอาการไอ aOR (95%CI)	มีเสมหะ aOR (95%CI)	แน่นหน้าอก aOR (95%CI)	หายใจดังหวีด aOR (95%CI)	คัดจมูก aOR (95%CI)
ความเข้มข้นฝุ่นโลหะหนักขนาดเล็กชนิดที่เข้าทางเดินหายใจได้ (มิลลิกรัมต่อลูกบาศก์เมตร)						
< = 0.315	273 (68.4)	อ้างอิง	อ้างอิง	อ้างอิง	อ้างอิง	อ้างอิง
> 0.315	126 (31.6)	1.067 (0.674,1.689)	1.287 (0.812,2.04)	1.819 (1.145,2.891)	1.547 (0.891,2.685)	0.96 (0.605,1.522)

ส่วนที่ 11 ผลการอภิปรายเพื่อจัดทำข้อเสนอแนะแนวทางในการคัดกรองทางอาชีวอนามัย

ผลการอภิปรายเพื่อจัดทำข้อเสนอแนะในการคัดกรองทางอาชีวอนามัยในการดูแลสุขภาพระบบทางเดินหายใจในผู้ประกอบอาชีพที่ทำงานในโรงงานอุตสาหกรรมผลิตหลอมโลหะ จากนักวิชาการแขนงต่าง ๆ เช่น อาชีวเวชศาสตร์ อาชีวอนามัย สร้างเสริมสุขภาพ พยาบาลอาชีวอนามัย ระบาดวิทยา สถิติ สาธารณสุขศาสตร์ สามารถสรุปประเด็น ประกอบด้วย ข้อเสนอแนะทางวิชาการและข้อเสนอแนะในการนำไปใช้ ดังนี้

1. ข้อเสนอแนะทางวิชาการและการนำผลการศึกษาไปใช้

1. สมรรถภาพปอด

1.1 ผลการศึกษาพบว่า ผู้ประกอบอาชีพในโรงงานหลอมโลหะที่รับสัมผัสสารฝุ่นโลหะหนักขนาดเล็กที่เข้าระบบทางเดินหายใจได้มีความผิดปกติค่อนข้างน้อย ซึ่งผู้ที่มีประวัติดื่มเครื่องดื่มที่มีแอลกอฮอล์มีโอกาสจะมีทำให้ค่า FVC และ FEV_1 ลดลง โดยพบว่า กลุ่มที่ดื่มเครื่องดื่มที่มีแอลกอฮอล์มีค่า FVC ดังนั้นควรเฝ้าระวังสุขภาพเกี่ยวกับการดูแลสมรรถภาพปอดในผู้ประกอบอาชีพให้หยุดการสูบบุหรี่และดื่มเครื่องดื่มที่มีแอลกอฮอล์มากขึ้น

1.2 ผลการศึกษาพบว่า ผู้ประกอบอาชีพในโรงงานหลอมโลหะที่รับสัมผัสสารฝุ่นโลหะหนักขนาดเล็กที่เข้าระบบทางเดินหายใจได้ (Respirable dust) พบว่า การสวมหน้ากากป้องกันทางเดินหายใจจะมีโอกาสเพิ่มค่า FVC และ FEV_1 ดังนั้น ควรกระตุ้นและส่งเสริมให้ผู้ประกอบอาชีพกลุ่มเสี่ยงนี้ที่ปฏิบัติงานในโรงงานหลอมโลหะให้สวมหน้ากากอย่างสม่ำเสมอ

2. อาการระบบทางเดินหายใจ

อาการระบบทางเดินหายใจ พบว่า ปัจจัยต่าง ๆ จะทำให้เพิ่มความเสี่ยงต่ออาการระบบทางเดินหายใจ ดังนั้นควรเฝ้าระวังสุขภาพระบบทางเดินหายใจในผู้ประกอบอาชีพในโรงงานหลอมโลหะกลุ่มเสี่ยง ประกอบด้วย

2.1 ควรทำการคัดกรองสุขภาพระบบทางเดินหายใจในผู้ประกอบอาชีพในโรงงานหลอมโลหะที่รับสัมผัสไอโลหะหนักชนิดหนึ่ง (ความลับทางการค้า) ตามปัจจัยเสี่ยงต่ออาการผิดปกติ ประกอบด้วย อาการไอ คือ กลุ่มที่สูบบุหรี่และดื่มเครื่องดื่มที่มีแอลกอฮอล์ และอาการมีเสมหะคือ ระยะเวลาในการทำงานมากกว่า 3 ปี ตามลำดับ อาการคัดจมูก คือ เพศหญิงมีความเสี่ยงต่ออาการคัดจมูกมากกว่าเพศชาย

2.2 ควรทำการคัดกรองสุขภาพระบบทางเดินหายใจในผู้ประกอบอาชีพในโรงงานหลอมโลหะที่รับสัมผัสโอโซน ตามปัจจัยเสี่ยงต่ออาการผิดปกติ ประกอบด้วย คือ การสูบบุหรี่ และการดื่มเครื่องดื่มที่มีแอลกอฮอล์เป็นปัจจัยมีผลกระทบต่ออาการไอ

2.3 ควรทำการคัดกรองสุขภาพระบบทางเดินหายใจในผู้ประกอบอาชีพในโรงงานหลอมโลหะที่รับสัมผัสฝุ่นโลหะหนักขนาดเล็กที่เข้าระบบทางเดินหายใจได้ ตามปัจจัยเสี่ยงต่ออาการผิดปกติ ประกอบด้วย คือ การสูบบุหรี่ โดยปัจจัยมีผลกระทบต่ออาการไอมากกว่ากลุ่มที่ไม่สูบบุหรี่ และเพศหญิงมีความเสี่ยงต่ออาการคัดจมูกมากกว่าเพศชาย

3. ผลการถ่ายภาพรังสีทรวงอก

ผลการศึกษาครั้งนี้ พบว่า ผลภาพถ่ายภาพรังสีทรวงอกส่วนใหญ่มีค่าปกติ ส่วนกลุ่มที่มีความผิดปกติแบบพังผืด (Fibrosis) มีเพียงจำนวน 4 ราย แต่ยังไม่มีหลักฐานชัดเจนในการนำมาใช้เป็นดัชนีชี้วัดผลกระทบจากการรับสัมผัสไอโลหะหนักชนิดหนึ่ง (ความลับทางการค้า) และสารฝุ่นโลหะหนักขนาดเล็กที่เข้าระบบทางเดินหายใจได้ (Respirable dust) อย่างไรก็ตามควรมีการถ่ายภาพรังสีทรวงอก เพื่อเป็นการคัดกรองภาวะสุขภาพอย่างต่อเนื่องและส่งต่อรายที่มีผลภาพรังสีทรวงอกผิดปกติ ไปยังแพทย์เฉพาะทางที่ผ่านการอบรมมาจากองค์การแรงงานระหว่างประเทศ เพื่อการประเมินความผิดปกติอย่างชัดเจนอีกครั้ง การประเมินภาพรังสีทรวงอก ไม่ควรเน้นในรายที่รับสัมผัสไอโลหะหนักชนิดหนึ่ง (ความลับทางการค้า) และสารฝุ่นโลหะหนักขนาดเล็กที่เข้าระบบทางเดินหายใจได้ (Respirable dust) ในรายที่รับสัมผัสสารที่เกินค่ามาตรฐานเท่านั้น

4. **อื่นๆ**

1. การเดินสำรวจทั่วโรงงาน (Walk through survey) ควรสำรวจสำนักงานด้วยแม้จะไม่ใช้พื้นที่ของกระบวนการผลิต เนื่องจากรับสัมผัสไอโลหะหนักชนิดหนึ่ง (ความลับทางการค้า)และสารฝุ่นโลหะหนักขนาดเล็กที่เข้าระบบทางเดินหายใจได้ (Respirable dust) อาจจะฟุ้งกระจายถึงบริเวณสำนักงานได้

2. การคัดกรองสุขภาพระบบทางเดินหายใจ ควรเน้นตามปัจจัยเสี่ยง ประกอบด้วย เช่น ประวัติส่วนบุคคล ประกอบด้วย อายุ เพศ ประวัติการสูบบุหรี่ การดื่มเครื่องดื่มที่มีแอลกอฮอล์ ประวัติในการทำงาน เช่น ระยะเวลาในการทำงานนานกว่า 3 ปี การใช้หน้ากากเพื่อป้องกันทางเดินหายใจ การตรวจสมรรถภาพปอด อาการผิดปกติระบบทางเดินหายใจ

3. เสนอแนะในการส่งภาพถ่ายรังสีทรวงอกในรายผิดปกติต่อให้แพทย์เฉพาะทางเกี่ยวกับโรคปอดอ่านซ้ำ และการติดตามเฝ้าระวังสุขภาพผู้ประกอบอาชีพอย่างต่อเนื่อง

4. ผู้วิจัยได้ส่งผลการคัดกรองสุขภาพระบบทางเดินหายใจ และผลการประเมินการรับสัมผัสสารเคมี ให้แก่ผู้บริหารโรงงานอุตสาหกรรมหลอมโลหะเพื่อเป็นข้อมูลพื้นฐานในการนำไปใช้เฝ้าระวังสุขภาพผู้ประกอบอาชีพและสิ่งแวดล้อมในการทำงานต่อไป

ข้อเสนอแนะในการศึกษาครั้งต่อไป

ข้อเสนอแนะในการศึกษาในอนาคต ควรมีการศึกษาแบบ Cohort นอกจากนั้น ควรศึกษาทางด้านคลินิก พยาธิวิทยา หรือการประเมินการรับสัมผัส หรือผลกระทบในกลุ่มเสี่ยงด้วยวิธีใหม่อื่น ๆ เพื่ออธิบายการเกิดโรคและการลุกลามของโรคปอดจากการทำงานจากกระบวนการหลอมต่อไป เช่น การทดสอบทางด้านอิมมูนเพื่อประเมินการเปลี่ยนแปลงของปอดที่มีสาเหตุจากโลหะหนักเพื่อพิสูจน์สาเหตุการเกิด หรือ ร่วมในการวินิจฉัย หรือการล้างปอดด้วยวิธี Bronchoalveolar lavage (BAL) เป็นเทคนิคในการประเมินโรคปอดอย่างหนึ่ง (The assessment of interstitial lung diseases) (In the assessment of interstitial lung diseases) นอกจากนั้นการใช้เทคนิคอื่น โดย B~GIN เคยนำมาใช้ในการประเมินการเป็นนิวโมโคนิโอสิส เพื่อกำจัดสาเหตุต่าง ๆ ที่ทำให้เกิดโรคนี้ เพื่อสนับสนุนข้อมูลทางคลินิกและการศึกษาในแง่ของการรับสัมผัสแร่ธาตุจากการทำงาน เพื่อติดตามกลไกทางชีวภาพของโรคนี้ (Biological mechanisms of these diseases)

บทที่ 5
สรุปผล อภิปรายผล และข้อเสนอแนะ

การศึกษาวิจัยครั้งนี้มีวัตถุประสงค์ ในการศึกษาครั้งนี้เป็นการศึกษาวิจัยเชิงวิเคราะห์ ณ จุดเวลาใดเวลาหนึ่ง (Cross-sectional analytical study) เพื่อศึกษาความผิดปกติของระบบทางเดินหายใจ ประกอบด้วย สมรรถภาพปอด ผลถ่ายภาพรังสีทรวงอก อาการระบบทางเดินหายใจ รวมทั้งปัจจัยที่ส่งผลกระทบต่อความผิดปกติของระบบทางเดินหายใจของผู้ประกอบอาชีพในโรงงานอุตสาหกรรมหลอมโลหะในเขตภาคตะวันออก ตามลำดับภายหลังการนำผลที่ได้จากการศึกษามาวิเคราะห์สามารถอภิปรายผลการศึกษาได้ดังนี้

ข้อมูลทางประชากรสังคมและประวัติในการทำงาน

ผลการศึกษาพบว่า จากการศึกษาข้อมูลทางประชากรสังคมของกลุ่มตัวอย่าง จำนวน 399 คน โดยกลุ่มตัวอย่างที่เป็นเพศชายและเพศหญิงส่วนใหญ่อยู่ในวัยแรงงาน อายุเฉลี่ย (ส่วนเบี่ยงเบนมาตรฐาน) เท่ากับ 25.78 (4.67) ปี และ 28.24 (5.33) ปี พบว่า เพศชายมีประวัติการสูบบุหรี่ในปัจจุบันมากกว่าเพศหญิง โดยเพศชายที่มีประวัติสูบบุหรี่ในปัจจุบัน ร้อยละ 25.9 โดยเพศชายระยะเวลาในการสูบเฉลี่ย (ค่ามาตรฐาน) เท่ากับ 5.7 (4.46) ปี ซึ่งนับว่าเป็นระยะเวลาไม่นานมากนัก ส่วนประวัติการดื่มเครื่องดื่มที่มีแอลกอฮอล์ พบว่า เพศชายดื่มร้อยละ 85.2และเพศหญิง ร้อยละ 57.1 จะเห็นว่าการดื่มในเพศชายมากกว่าเพศหญิง อายุการปฏิบัติงานไม่นานมาก โดยมีอายุงานเฉลี่ย (ส่วนเบี่ยงเบนมาตรฐาน) ในเพศชาย เท่ากับ2.23 (1.14) ปีและเพศหญิง 2.22 (1.31) ปี ในแง่ของการป้องกันอันตรายส่วนบุคคล ส่วนใหญ่เพศชายมีการใช้หน้ากากป้องกันระบบทางเดินหายใจร้อยละ 87.5 เพศหญิง ร้อยละ 47.6 ส่วนสภาพแวดล้อมในการทำงาน พบว่า ส่วนใหญ่เพศชายปฏิบัติงานในพื้นที่มีการติดตั้งพัดลม ร้อยละ 48.8 ส่วนเพศหญิงปฏิบัติงานในพื้นที่ติดตั้งเครื่องปรับอากาศ ร้อยละ 95.2

ความเข้มข้นสารเคมี ในสภาพแวดล้อมการทำงาน

ผู้ประกอบอาชีพในโรงงานอุตสาหกรรมหลอมโลหะ (Casting) มีสารเคมีปนเปื้อนสารเคมีในบรรยากาศการทำงานหลายชนิด เช่น ไอโลหะ ก๊าซชนิดต่างๆ (Godderis L. et al., 2005) การรับสัมผัสสารเคมีอาจส่งผลกระทบต่อระบบทางเดินหายใจได้ เช่น อาการผิดปกติระบบทางเดินหายใจในกลุ่มผู้ประกอบอาชีพในห้องหลอม(Pot room) ของโรงหลอมโลหะหนักชนิดหนึ่ง (Cvejanov, 2008) ขึ้นอยู่กับหลายปัจจัย เช่น ปัจจัยส่วนบุคคล ประวัติการทำงานและความเข้มข้นสารเคมี ดังนั้นจึงควรควบคุมปัจจัยเสี่ยงของการรับสัมผัสสารเคมีในสิ่งแวดล้อมให้เหมาะสม การศึกษาครั้งนี้ไม่มีจำแนกส่วนประกอบของสารเคมีในโลหะ แต่ได้เก็บตัวอย่างไอโลหะชนิดหนึ่ง (Metal fume) ที่เป็นความลับทางการค้า และฝุ่นโลหะ (Respirable dust)ในสิ่งแวดล้อมการทำงาน ส่วนก๊าซโอโซนมีความเข้มข้นสูงสุดในแผนกรีดร้อน โดยมีค่าความเข้มข้นเฉลี่ย (ส่วนเบี่ยงเบนมาตรฐาน) เท่ากับ 65.05 (3.889)

พีพีบี อย่างไรก็ตามสารเคมีทั้ง 3 ชนิดพบว่า อยู่ในระดับที่สูงไม่เกินค่ามาตรฐานของ ACGIH (ACGIH, 2017)

การศึกษาครั้งนี้ได้ประเมินความเข้มข้นไอโลหะชนิดหนึ่ง (Metal fume) (ความลับทางการค้า) และความเข้มข้นฝุ่นโลหะ (Respirable dust) ในสภาพแวดล้อมการทำงาน 4 แผนก คือ สำนักงาน แผนกหลอม (Casting) แผนกรีดร้อน (Hot rolling) แผนกรีดเย็น (Cold rolling) และสำนักงาน (Office) พบว่า ระดับความเข้มข้นเฉลี่ย ของไอโลหะชนิดหนึ่ง (ความลับทางการค้า) เท่ากับ .0138 (SD 0.008) มิลลิกรัมต่อลูกบาศก์เมตร และความเข้มข้นฝุ่นโลหะขนาดเล็กชนิดที่เข้าทางเดินหายใจได้ (Respirable dust) เท่ากับ 0.325 (SD 0.289) มิลลิกรัมต่อลูกบาศก์เมตร ซึ่งพบว่าความเข้มข้นสารเคมีทั้ง 2 ชนิด อยู่ในระดับที่สูงไม่เกินค่ามาตรฐานของ ACGIH (ACGIH, 2017) ซึ่งความเข้มข้นต่ำกว่าการศึกษาของ Godderis L. et al. (2005) พบว่าความเข้มไอโลหะรวมสูงสุด (Total inhalable fume exposure) สูงสุด เท่ากับ 4.37 มิลลิกรัมต่อลูกบาศก์เมตร อย่างไรก็ตามทั้งสองการศึกษานี้มีเทคนิคการวิเคราะห์โลหะแตกต่างกัน คือ Godderis L. et al. (2005) เป็นการเก็บตัวอย่างไอโลหะรวมแบบบุคคลในห้องหลอม (Personal sampling of total inhalable fume) ส่วนการศึกษาครั้งนี้เป็นการเก็บตัวอย่างไอโลหะชนิดหนึ่ง (ความลับทางการค้า) แบบพื้นที่ (Area sampling)

ผลการถ่ายภาพรังสีทรวงอก

ผลการศึกษาการถ่ายภาพรังสีทรวงอกผู้ประกอบอาชีพ จำนวน 399 ราย กลุ่มตัวอย่างขอถอนตัวจากการถ่ายภาพรังสีทรวงอก จำนวน 2 ราย เหลือ 397 ราย พบว่า มีความผิดปกติ เป็นพังผืดที่ปอด (Fibrosis) จำนวน 4 ราย โดยเป็นเพศชายทั้งหมด พบว่า เป็นผู้สูบบุหรี่และดื่มเครื่องดื่มที่มีแอลกอฮอล์ จำนวน 1 ราย ปฏิบัติงานอยู่ในสำนักงานของแผนกรีดร้อน (Hot rolling) 2 รายจาก 3 ราย โดยเป็นเจ้าหน้าที่ควบคุมสินค้า และเจ้าที่ไอที และอยู่ในสำนักงานของแผนกหลอมและหล่อ จำนวน 1 รายจาก 3 ราย ส่วนผู้ที่มีผลตรวจภาพรังสีทรวงอกที่ผิดปกติที่เหลือ จำนวน 1 รายจาก 4 ราย เป็นผู้ที่ปฏิบัติงานในแผนกรีดเย็นจากการศึกษาครั้งนี้ไม่ได้วิเคราะห์หาปัจจัยที่มีกระทบต่อการเกิดความผิดปกติที่ปอด เนื่องจากจำนวนที่ผิดปกติน้อยเกินไป

ผลจากการศึกษาครั้งนี้ พบความผิดปกติการเกิดพังผืดที่ปอด (Pulmonary fibrosis) แต่ไม่สามารถสรุปสาเหตุการเกิดความผิดปกติดังกล่าวได้ ที่ผ่านมาเคยมีผลการศึกษา ระบุว่าการรับสัมผัสไอโลหะหนักชนิดหนึ่ง (Metal fume) (ความลับทางการค้า) ระบุว่า การรับสัมผัสไอโลหะโลหะหนักชนิดหนึ่ง (ความลับทางการค้า) จะชักนำทำให้เกิดโรคระบบทางเดินหายใจ รวมถึง พังผืดที่ปอด (Pulmonary fibrosis) (Abbate et al., 2003; Chattopadhyay et al., 2007; Elserougy et al., 2015) หากมีการรับสัมผัสเป็นระยะเวลานานทำให้เกิดโรคปอดเรื้อรัง เช่น พังผืดที่ปอด (Chattopadhyay et al., 2007) ส่วนในการศึกษาครั้งนี้ พบว่า จำนวน 2 รายจาก 4 รายมีระยะเวลาในการทำงาน 1-3 ปี และ อีก 2 รายที่เหลือจาก 4 ราย มีระยะเวลาในการทำงานนานกว่า 3 ปี

เคยมีการศึกษาแบบกลุ่มควบคุม (Case control) ที่รับสัมผัสไอโลหะโลหะหนักชนิดหนึ่ง (ความลับทางการค้า) พบว่า เกิดลมในปอดได้ (Pneumothorax) (Leo et al., 2005) แต่รูปแบบการศึกษาแตกต่างจากการศึกษาในครั้งนี้ซึ่งเป็นแบบตัดขวาง (Cross sectional study) ซึ่งผู้ประกอบอาชีพมีการรับสัมผัสฝุ่นโลหะหนักขนาดเล็กที่เข้าทางเดินหายใจได้ (Metallic respirable dusts) แต่เป็นความเข้มข้นต่ำกว่าค่ามาตรฐานของ ACGIH (ACGIH, 2017) ทำให้ไม่สามารถสรุปสาเหตุของการเกิดได้อย่างชัดเจน อย่างไรก็ตามจากการศึกษาที่ผ่านมา เคยพบว่า การรับสัมผัสฝุ่นโลหะหนัก เป็นสาเหตุทำให้เกิดความผิดปกติของปอดแบบ Interstitial lung disorders ได้ โดยฝุ่นโลหะ (Metallic dusts) ที่สะสมอยู่ในปอดอาจก่อให้เกิดพังผืด (Pulmonary fibrosis)

การเกิดพังผืดในปอดมากเป็นสิ่งที่อธิบายได้ค่อนข้างลำบาก เนื่องจากความผิดปกติจะมากหรือน้อยขึ้นอยู่กับคุณสมบัติที่แท้จริงและปริมาณของสารเคมีที่ผู้ประกอบอาชีพหายใจเข้าสู่ปอด ตลอดจนปัจจัยอื่น ๆ เกี่ยวกับศักยภาพของสารเคมีไฟโบรเจนิกที่รับเข้าสู่ร่างกายทางการหายใจ (Fibrogenic) ความผิดปกติอาจเกิดขึ้นจากสารเคมีไปรบกวนระบบภูมิคุ้มกันในปอด (Pulmonary immuno-inflammatory system) เช่น มีผลกระทบต่อแมคโครฟาจ (Macrophages) ภายในถุงลม (Alveolar macrophages) หรือการเกิดความผิดปกติในรูปแบบอื่น ๆ ของโรคปอดผ่านกระบวนการเกิดไฟโบรติก (Fibrotic) หรืออาจขึ้นอยู่กับการเกิดโรคถุงลมอักเสบ (Veolitis) ที่มีการปลดปล่อยเซลล์ที่ผิดปกติออกมา (Crystal et al., 1981; Snider, 1983) อย่างไรก็ตามกลไกการทำให้เกิดโรคที่แน่นอนของการเกิดพังผืดที่ปอดสาเหตุจากโลหะหนักยังไม่สามารถสรุปได้อย่างชัดเจนแม้จะมีการการวิจัยที่ผ่านมาหลายฉบับ

ผู้วิจัยขออธิบายแนวคิดในการเกิดการบาดเจ็บที่ปอด (Pulmonary injury) และ/ หรือการอักเสบจนนำไปสู่การเกิดพังผืดที่ปอด (Fibrosis) การเกิดนิวโมโคนิโอสีส (Metal pneumoconioses) จากโลหะหนัก สามารถจำแนกได้ 3 กลุ่ม คือ 1) นิวโมโคนิโอสิสระยะเริ่มต้น (Benign) เป็นระยะที่อาจจะไม่พบภาวะไฟโบรสิส หรือ 2) นิวโมโคนิโอสิสระยะมีการอักเสบของปอดบางส่วน (Pneumoconioses with features of diffuse interstitial pneumonitis) ตัวอย่างเช่น โรคปอดจากโลหะหนักชนิดแข็ง (Hard-metal lung disease) และ 3) นิวโมโคนิโอสิสระยะมีก้อน (Pneumoconioses with sarcoid-like epitheloid granuloma formation) เช่น การรับสัมผัสโลหะหนักชนิดหนึ่ง (ความลับทางการค้า) ทำให้เกิดก้อน (Sarcoid-like lung granulomatosis) ในผู้ที่ไม่ได้รับสัมผัสสารเบริลเลียม (Devuyst et al., 1987) เคยมีการศึกษาของ Devuyst et al. อธิบายว่า การรับสัมผัสโลหะหนักชนิดหนึ่ง (ความลับทางการค้า) โดยอาจจะก่อตัวทำให้เป็นก้อนในปอดระยะแรกได้ (A granulomatous lung disease) (Devuyst P. et al., 1987) แต่ผลการศึกษาในครั้งนี้เป็นพังผืดที่ปอด (Fibrosis) จำนวน 4 ราย ประกอบด้วย 1) เป็นผังพืดเล็กน้อยที่บริเวณกลีบปอดข้างขวาบน จำนวน 3 ราย และ 2) เส้นทึบบริเวณปอดทั้งสองข้างด้านล่างและพบก้อนขนาดเล็กประมาณ 0.83 จำนวน 1 ราย แต่อธิบายถึงความเชื่อมโยงของสาเหตุในการเกิดค่อนข้างลำบาก

ปัจจัยที่มีผลกระทบต่อค่า FVC **ในผู้ประกอบอาชีพในโรงงานอุตสาหกรรมหลอมโลหะ**

จากการศึกษาผลการตรวจสมรรถภาพปอดด้วยวิธีสไปโรเมตรีย์ของผู้ประกอบอาชีพ พบว่า มีความผิดปกติค่อนข้างน้อยทั้งแบบอุดกั้นและแบบจำกัดการขยายตัว เมื่อพิจารณาค่า FEV_1 (% Predicted) พบว่า มีความผิดปกติแบบอุดกั้น (Obstructive abnormality) ในระดับผิดปกติเล็กน้อย ร้อยละ 2.5 ระดับปานกลางร้อยละ 0.5 และเมื่อพิจารณาค่า FVC (% Predicted) พบว่า มีความผิดปกติแบบจำกัดการขยายตัว (Restrictive abnormality) ที่ผิดปกติระดับเล็กน้อย ร้อยละ 2 และระดับปานกลางร้อยละ 0.8

การวิเคราะห์การถดถอยเชิงเส้นพหุ (Multiple linear regression) 3 โมเดล ตัวแปรประกอบด้วยปัจจัยนำเข้าทำนาย 6 ตัวแปร คือ อายุ ระยะเวลาในการสูบบุหรี่ (ปี) ประวัติการดื่มเครื่องดื่มที่มีแอลกอฮอล์ การสวมหน้ากากป้องกันระบบทางเดินหายใจ การปฏิบัติงานในพื้นที่มีเครื่องปรับอากาศ ความเข้มข้นฝุ่นโลหะหนักขนาดเล็กชนิดที่เข้าทางเดินหายใจได้ (Respirable dust) (มิลลิกรัมต่อลูกบาศก์เมตร) พบว่า ประวัติการดื่มเครื่องดื่มที่มีแอลกอฮอล์ และการสวมหน้ากากป้องกันทางเดินหายใจมีผลกระทบต่อการเปลี่ยนแปลงของค่า FVC และ FEV_1 เมื่อมีการควบคุมอิทธิพลของตัวแปรอื่นสถิติที่ระดับ .05

ประวัติการสูบบุหรี่และการดื่มเครื่องดื่มที่มีแอลกอฮอล์

จากการศึกษาครั้งนี้จะเห็นว่าประวัติในการสูบบุหรี่มีผลกระทบต่อการเปลี่ยนแปลงสมรรถภาพปอดในผู้ประกอบอาชีพที่รับสัมผัสฝุ่น ประวัติการสูบบุหรี่ ซึ่งในความเป็นจริงยังไม่ทราบความไวต่อการสูบบุหรี่ (Susceptibility to cigarette smoke) ของผู้ประกอบอาชีพแต่ละรายมีความไวจากการสูบบุหรี่ (Susceptible to smoking-induced lung and airway disease) และจากสิ่งแวดล้อมในการทำงานไม่เท่ากัน โดยเฉพาะสารประกอบที่เป็นโลหะหนักสามารถทำให้เกิดการทำลายของเนื้อเยื่อปอดและเกิดการอักเสบได้ (Capable of causing tissue destruction and inflammation) Covey LS, Wynder EL., 1981) ซึ่งการศึกษาครั้งนี้พบผู้สูบบุหรี่ร้อยละ 21.8 ที่ผ่านมาเคยพบความชุกของการสูบบุหรี่สูง (High prevalence of smoking) โดยเฉพาะประชากรที่เป็นผู้ประกอบอาชีพในโรงงานอุตสาหกรรม (Industrial populations) (Covey & Wynder, 1981)

การศึกษาครั้งนี้พบประวัติในการสูบบุหรี่มีผลกระทบต่อสมรรถภาพปอด ยังพบประวัติในการดื่มเครื่องแอลกอฮอล์มีผลกระทบต่อสมรรถภาพปอดอีกด้วย ที่ผ่านมาเคยมีการศึกษาระบุว่าประวัติการสูบบุหรี่และการดื่มสุราพบว่า ผู้ประกอบอาชีพที่สูบบุหรี่จะมีความยืดหยุ่นของปอดลดลง โดยพบว่า ค่า FEV_1และค่า FEV_1/ FVC มีค่าต่ำกว่าคนปกติ การสูบบุหรี่ ร้อยละ 80-90 เป็นปัจจัยที่เสี่ยงอันดับแรกต่อการเกิดโรคปอดอุดกั้นเรื้อรัง (พรรณิภา สืบสุข, 2553) โดย Radon et al. (1999) พบว่า ผู้ปฏิบัติงานหน้าเตาหลอมที่สูบบุหรี่ (Smokers in the pot room) มีแนวโน้มของสมรรถภาพปอดที่ลดลงเมื่อเทียบกับกลุ่มควบคุม PEF ($p<0.05$) ดังนั้นควรให้คำแนะนำผู้ประกอบอาชีพกลุ่มเสี่ยงให้หลีกเลี่ยงการสูบบุหรี่ ดื่มเครื่องดื่มที่มีแอลกอฮอล์ แม้รับสัมผัสไอโลหะหนักชนิดหนึ่ง (ความลับทางการค้า) ความเข้มข้นฝุ่นโลหะหนักขนาดเล็กชนิดที่เข้าทางเดินหายใจได้ (Respirable dust) ที่ความเข้มข้นต่ำ ๆ ก็ตาม

อายุ

จากผลการศึกษาในครั้งนี้ พบว่า อายุไม่ได้เป็นปัจจัยที่ส่งผลต่อ FVC อาจเนื่องจากส่วนใหญ่ผู้ประกอบอาชีพอยู่ในวัยแรงงาน ซึ่งอายุไม่แตกต่างกันมาก โดย เพศชายอายุ 21-29 ปี ร้อยละ 89.6 เพศหญิงร้อยละ 73 จากการศึกษาครั้งนี้ พบว่า อายุไม่ได้เป็นปัจจัยที่ส่งผลต่อสมรรถภาพปอด ไม่สอดคล้องกับการศึกษาความรุนแรงของสมรรถภาพปอดในผู้ประกอบอาชีพในโรงงานผลิตโลหะหนักชนิดหนึ่ง (ความลับทางการค้า) ขนาดใหญ่ โดยการประเมินสมรรถภาพปอด (Spirometric assessments) ค่าต่าง ๆ ประกอบด้วย Vital Capacity (VC), Forced Vital Capacity (FVC) และ Peak Expiratory Flow Rate (PEFR) ผลการศึกษาพบว่า ค่าสมรรถภาพปอดมีความแตกต่างกันในกลุ่มที่มีอายุแตกต่างกัน (Chattopadhyay et al., 2007) โดยค่าพารามิเตอร์ของสมรรถภาพปอด Spirometric FEV_1%, VC % ค่า FVC % และ PEF % จะสูงในกลุ่มของผู้ประกอบอาชีพที่มีอายุน้อย เนื่องจากยังไม่ได้รับสัมผัสกับสารมากเท่าที่ควร ซึ่งจะแตกต่างกับกลุ่มผู้ประกอบอาชีพที่ได้รับสัมผัสในปริมาณที่สูงอย่างมีนัยสำคัญ (Cvejanov, 2008)

เพศ

จากผลการศึกษาในครั้งนี้ ไม่ได้นำเพศร่วมวิเคราะห์เป็นปัจจัยที่ส่งผลต่อ FVC ผู้วิจัยได้แยกการวิเคราะห์ของเพศชายออกมาต่างหาก เนื่องจากตามปกติปัจจัยด้านเพศ จะมีผลต่อความผิดปกติต่อสมรรถภาพปอดได้ ซึ่งเพศหญิงและเพศชายจะมีความไวต่ออันตรายของสารเคมีแตกต่างกัน โดยเพศชายและเพศหญิง มีความจุปอดแตกต่างกัน เพศชายจะมีค่าความจุปอดค้างภายหลังหายใจออกเต็มที่ เมื่ออายุ 20 ปี จะเพิ่มขึ้นประมาณ 1.5 ลิตร และเมื่ออายุ 60 ปีจะเพิ่มขึ้น 2.2 ลิตร แต่ความจุปอดทั้งหมดขณะหายใจเข้าไม่เปลี่ยนแปลง แต่เพศหญิงจะมีค่านี้ลดลง ทั้งเพศชายและเพศหญิงเมื่ออายุเพิ่มขึ้นค่าปริมาตรอากาศที่หายใจออกเต็มที่ภายหลังจากการหายใจเข้าเต็มที่ใน 1 วินาที (FEV_1) จะมีค่าลดลง (ศตกมล ประสงค์วัฒนา, 2553)

การป้องกันอันตราย

ผลจากการศึกษาครั้งนี้พบว่า ปัจจัยด้านการสวมหน้ากากป้องกันระบบทางเดินหายใจ (ไม่ใช้/ ใช้) พบว่า ผู้ที่สวมหน้ากากป้องกันทางเดินหายใจจะมีโอกาสทำให้ค่า FVC เพิ่มขึ้น 0.166 ลิตร หรือ 166 มิลลิลิตร และมีโอกาสต่อการเพิ่มขึ้นของค่า FEV_1 0.119 ลิตร หรือ 199 มิลลิลิตร ทราบกันดีว่าการลดการรับสัมผัส (Reduction of exposure) สามารถทำได้โดยการป้องกันทางเดินหายใจ (Airway protection) หากปฏิบัติงานในพื้นที่ที่มีมลพิษ สอดคล้องกับผลการศึกษาที่ระบุว่าความผิดปกติระบบทางเดินหายใจเพิ่มขึ้นตามระยะเวลาในการทำงาน (Time of employment) ในผู้ประกอบอาชีพในห้องหลอมโลหะหนัก และเกิดจากปัจจัยอื่น ๆ ด้วย เช่น ความแตกต่างระหว่างเตาหลอม 2 ประเภท อายุของเตาหลอม ชนิดของอุปกรณ์ป้องกันทางเดินหายใจที่ผู้ประกอบอาชีพใช้ (Respiratory equipment used) (Søyseth & Kongerud, 1992)

Kongerud and Rambjør (1991) ที่ได้ศึกษาประสิทธิภาพของหน้ากากชนิด The Racal Airstream helmet respirator ในการปรับปรุงอุปกรณ์ป้องกันอันตรายส่วนบุคคล (Personal

protective equipment, PEFs) เพื่อลดอาการผิดปกติระบบทางเดินหายใจ คือ หายใจลำบาก หายใจดังหวีดและไอ (dyspnea, wheezing, and cough) ในผู้ประกอบอาชีพในห้องหลอมโลหะหนักชนิดหนึ่ง (ความลับทางการค้า) จำนวน 19 ราย (Potroom workers) โดยให้ผู้ประกอบอาชีพสวมใส่หน้ากากเทียบกับหน้ากากของ 3M 9906 disposable mask และ ประเมินอัตราการไหลของอากาศหายใจออกที่สูงที่สุด (Peak expiratory flow) และ อาการผิดปกติในช่วง 2 สัปดาห์ โดยทำการศึกษาการใช้ PPE จำนวน 5 หรือ 6 การทดลอง ผลการศึกษาพบค่าเฉลี่ยค่า Peak flow ในกลุ่มที่สวมใส่หน้ากากสูงกว่ารายที่ไม่สวมใส่ เป็นหลักฐานให้เห็นว่าการสวมหน้ากากป้องกันทางเดินหายใจ โดยเห็นผลกระทบต่อระดับ Peak flow ดังนั้น จึงแนะนำให้เห็นว่าการสวมใส่หน้ากากป้องกันทางเดินหายใจจึงมีความสำคัญมาก

ระดับความเข้มข้นความเข้มข้นสารเคมีในบรรยากาศการทำงาน

การศึกษาในครั้งนี้ผู้ประกอบอาชีพปฏิบัติงานอยู่ในสภาพแวดล้อมในการทำงานต้องรับสัมผัสกับไอโลหะหนักชนิดหนึ่ง (ความลับทางการค้า) โอโซนและ ฝุ่นขนาดเล็กชนิดที่เข้าทางเดินหายใจได้ (Respirable dust) ในบรรยากาศการทำงาน โดยค่าความเข้มข้นเฉลี่ยสูงสุด (ส่วนเบี่ยงเบนมาตรฐาน) ของไอโลหะหนักชนิดหนึ่ง (ความลับทางการค้า) เท่ากับ 0.0138 (.008) มิลลิกรัมต่อลูกบาศก์เมตร และก๊าซโอโซน เท่ากับ 65.05 (3.889) พีพีบี และความเข้มข้นฝุ่นโลหะหนักขนาดเล็กชนิดที่เข้าทางเดินหายใจได้ เท่ากับ 0.325 (0.289) มิลลิกรัมต่อลูกบาศก์เมตร ซึ่งการรับสัมผัสไอโลหะโลหะหนักชนิดหนึ่ง (ความลับทางการค้า) (มก/ ลบ.ม.) ในบรรยากาศในการทำงาน ควรอยู่ในระดับที่ไม่เกินค่ามาตรฐานที่แนะนำ สำหรับไอโลหะหนักชนิดหนึ่ง (ความลับทางการค้า) เท่ากับ 1 มิลลิกรัมต่อลูกบาศก์เมตร (ACGIH, 2017) โอโซน คือ 100 พีพีบี (ACGIH, 2017)

ฝุ่นขนาดเล็กชนิดที่เข้าทางเดินหายใจได้ (Respirable dust) เท่ากับ 3 มิลลิกรัมต่อลูกบาศก์เมตร และ จากการศึกษาครั้งนี้ ความเข้มข้นไอโลหะหนักชนิดหนึ่ง (ความลับทางการค้า) ก๊าซโอโซน และฝุ่นขนาดเล็กชนิดที่เข้าทางเดินหายใจได้ ไม่มีผลกระทบต่อสมรรถภาพปอด FVC และ FEV_1 ผู้ประกอบอาชีพมีโอกาสรับสัมผัสสารเคมีที่อาจเกิดขึ้นได้ในระหว่างการหลอมโลหะและขั้นตอนต่าง ๆ อาจส่งผลร่วมกับการสัมผัสกับฝุ่นโลหะหนักที่เป็นพิษสูงในระหว่างการบำรุงรักษาเตาหลอมได้ (ILO Encyclopedia. Written by Roto, Pekka, 2011) ผู้ประกอบอาชีพรับสัมผัสไอโลหะหนักชนิดหนึ่ง (ความลับทางการค้า) และฝุ่นโลหะหนักในระดับความเข้มข้นต่ำ ๆ แต่อาจจะนำไปสู่ความเสี่ยงที่เหมือนกับการสูบบุหรี่ อย่างไรก็ตามในการศึกษาครั้งนี้เป็นการศึกษาแบบภาคตัดขวาง (Cross sectional study) ผู้วิจัยได้ประเมินสมรรถภาพปอดเพียงครั้งเดียว และรับสัมผัสสารเคมีหลายชนิด ทำให้ไม่สามารถเห็นการเปลี่ยนแปลงของสมรรถภาพปอดได้

ปัจจัยที่มีผลกระทบต่ออาการผิดปกติของระบบทางเดินหายใจในผู้ประกอบอาชีพในโรงงานอุตสาหกรรมหลอมโลหะ

การศึกษาในครั้งนี้ มีการศึกษาปัจจัยที่มีผลกระทบต่ออาการผิดปกติของระบบทางเดินหายใจในผู้ประกอบอาชีพในโรงงานอุตสาหกรรมหลอมโลหะการวิเคราะห์ปัจจัยทั้ง 7 ด้าน คือ เพศ อายุ ประวัติการสูบบุหรี่ในปัจจุบัน ประวัติการดื่มเครื่องดื่มแอลกอฮอล์ ระยะเวลาในการทำงาน การสวมอุ้ดป้องกันระบบทางเดินหายใจ ในกลุ่มที่รับสัมผัสไอโลหะหนักชนิดหนึ่ง (ความลับทางการค้า)

ผลจากการศึกษาครั้งนี้ ผู้วิจัยได้สอบถามอาการของระบบทางเดินหายใจของผู้ประกอบอาชีพในโรงงานอุตสาหกรรมหลอมโลหะที่รับสัมผัสไอโลหะหนักชนิด (ความลับทางการค้า) พบว่า ผู้ประกอบอาชีพในแผนกหลอมและหล่อและสำนักงาน จำนวน 278 ราย กลุ่มรับสัมผัสและไม่รับสัมผัสมีอาการไอ เท่ากับ 48.40% และ 44.5% หายใจดังหวีด 22.10% และ 14.2% สอดคล้องกับการศึกษาของ Chan-Yeung et al (1983) ศึกษาความชุกของอาการผิดปกติระบบทางเดินหายใจ (Respiratory symptoms) ในผู้ประกอบอาชีพหลอมโลหะหนักชนิดหนึ่ง (ความลับทางการค้า) ในบริติชโคลัมเบีย ผู้ประกอบอาชีพที่ปฏิบัติงานส่วนใหญ่ในห้องหลอมจำแนกเป็นรับสัมผัสมาก (High exposure) หมายถึง รับสัมผัสเกิน 50% ในขณะรับสัมผัสปานกลาง (Medium exposure) หมายถึง รับสัมผัสน้อยกว่า 50% ส่วนที่เหลือปฏิบัติงานในแผนกหลอมและหล่อ (The casting departments) หรือสำนักงาน ซึ่งใช้เป็นกลุ่มอ้างอิง (References) ผลการศึกษาพบความชุกของอาการไอของกลุ่มรับสัมผัสสูงมากกว่ากลุ่มอ้างอิง (Prevalenceof cough) คือ 22.6% และ 14.0% อาการหายใจดังหวีด (Wheeze) 17.1% และ 10.5% ซึ่งเป็นระดับที่ต่ำกว่ากับการศึกษาครั้งนี้พบว่ากลุ่มรับสัมผัสและไม่รับสัมผัสมีอาการไอ 48.40% และ 445.5% ส่วนอาการหายใจดังหวีด เท่ากับ 22.10% และ 14.2%

ประวัติการสูบบุหรี่

ผลการศึกษาครั้งนี้พบว่า ปัจจัยที่มีผลกระทบต่ออาการไอ คือ ประวัติการสูบบุหรี่ในกลุ่มรับสัมผัสโลหะหนักชนิดหนึ่ง (ความลับทางการค้า) OR (95% CI) เท่ากับ 1.97(1.009,3.847) กลุ่มที่รับสัมผัสโอโซน ค่า OR(95% CI) เท่ากับ 2.024(1.037,3.949) และกลุ่มที่รับสัมผัสฝุ่นโลหะหนักขนาดเล็กชนิดที่เข้าทางเดินหายใจได้ (Respirable dust ค่า OR (95% CI) เท่ากับ 1.708(1.033,2.825) การสูบบุหรี่ทำให้มีผลกระทบต่ออาการผิดปกติต่าง ๆ ได้ ในแง่ของการสูบบุหรี่สอดคล้องกับการศึกษาที่ผ่านมาของ Radon K, Nowak D, Szadkowski D. (1999) ที่ศึกษาในโรงงานหลอมโลหะหนักชนิดหนึ่ง (ความลับทางการค้า) ในประเทศเยอรมันที่พบผลกระทบร่วมกันระหว่างการรับสัมผัสสารเคมีในการทำงานและการสูบบุหรี่ แต่ไม่พบความสัมพันธ์ของตัวแปรดังกล่าวกับอาการผิดปกติของระบบทางเดินหายใจ อย่างไรก็ตามพบความชุกของอาการผิดปกติ คือ หายใจดังหวีด อาการไอสูงกว่ากลุ่มไม่สูบบุหรี่ใน Potroom เมื่อเทียบกับผู้ไม่สูบบุหรี่ในห้องควบคุมห้องปฏิบัติการ

สอดคล้องกับผลการศึกษาระยะยาว (Cohort study) ในโรงงานผลิตโลหะหนักชนิดหนึ่ง (ความลับทางการค้า) โดยการใช้แบบสอบถาม พบว่า ผู้ประกอบอาชีพมีการพัฒนาของอาการผิดปกติของระบบทางเดินหายใจ ประกอบด้วย อาการหายใจลำบาก (Dyspnea) และ หายใจดังหวีด

(Wheezing) พบอาการในกลุ่มที่ไม่เคยสูบบุหรี่ 7% และกลุ่มที่สูบบุหรี่ในปัจจุบัน คือ 23% ในช่วงของการปฏิบัติงาน 2 ปีแรก มีการปรับความถูกต้องของข้อมูลลดลงเหลือ 3% และ 10% (Kongerud & Samuelsen, 1991) อย่างไรก็ตาม Radon et al. (1999) พบว่า ผู้ปฏิบัติงานหน้าเตาหลอมที่สูบบุหรี่ (Smokers in the pot room) มีค่าความชุกของโรคระบบทางเดินหายต่ำกว่ากลุ่มที่ไม่สูบบุหรี่ หรือ เคยสูบบุหรี่แต่เลิกแล้ว โดยมีนัยสำคัญของอาการหายใจดังวี้ด เท่ากับ (2.6% 17.4% และ 28.6%) $p < 0.01$ ในขณะที่อาการผิดปกติของระบบทางเดินหายใจ มีแนวโน้มลดลงเมื่อเทียบกับกลุ่มควบคุม PEF ($p < 0.05$)

ประวัติการดื่มเครื่องดื่มมีแอลกอฮอล์

ประวัติการดื่มเครื่องดื่มมีแอลกอฮอล์ผลการศึกษาครั้งนี้พบว่า ปัจจัยที่มีผลกระทบต่ออาการไอมากกว่ากลุ่มไม่ดื่ม พบในกลุ่มที่รับสัมผัสไอโลหะหนัก ค่า OR (95% CI) เท่ากับ 2.039 (1.079,3.872) กลุ่มที่รับสัมผัสโอโซน ค่า OR (95% CI) เท่ากับ 1.922 (1.014,3.642) และกลุ่มที่รับสัมผัสฝุ่นโลหะหนักขนาดเล็กชนิดที่เข้าทางเดินหายใจได้ (Respirable dust)

ระยะเวลาในการทำงาน

ผลจากการศึกษาในกลุ่มรับสัมผัสไอโลหะหนักชนิดหนึ่ง (ความลับทางการค้า) ครั้งนี้ ผลจากการศึกษาครั้งนี้ พบว่า ระยะเวลาในการทำงานมีเสมหะ 4-10 ปี โดยมีค่า OR (95% CI) เท่ากับ 1.979 (1.04,3.766) เมื่อเทียบกับ 1-3 ปี ผลการศึกษาครั้งนี้สอดคล้องกับจากการศึกษาของ Bradshaw LM et al. (1998) พบในกลุ่มที่การรับสัมผัสเรื้อรังนานกว่าหรือเท่ากับ 10 ปี (A cumulative exposure index to welding fume) มีอาการหลอดลมอักเสบเรื้อรัง (Chronic bronchitis) 16.7% เมื่อเทียบกับกลุ่มมีการรับสัมผัสสะสมน้อยกว่า 4 ปีพบ 4.7% ของ (Odds ratio (OR) 4.1, 95% CI (95% CI) 0.90 ถึง 17.6) สอดคล้องกับการศึกษาของ Kusaka et al. (1993) พบว่า การวิเคราะห์ปัจจัยเสี่ยงต่ออาการผิดปกติของหอบหืด (Asthmatic symptoms) พบว่า ปัจจัยที่มีผลกระทบต่ออาการดังกล่าวได้แก่ อายุ ประสบการณ์ในการรับสัมผัส (Experience of hard metal exposure) และประวัติภูมิแพ้ (Atopy)

สอดคล้องกับผลการศึกษาที่ระบุว่าความผิดปกติระบบทางเดินหายใจเพิ่มขึ้นตามระยะเวลาในการทำงาน (Time of employment) ในผู้ประกอบอาชีพในห้องหลอมโลหะหนัก (Søyseth & Kongerud, 1992) ทางเลือกหนึ่งของการสอบถามกลุ่มอ้างอิงเพิ่มเติม เนื่องจากอาคารของแผนกหลอมและหล่อเป็นส่วนหนึ่งที่ร่วมกับห้องหลอม (Potroom) นอกจากนั้นการศึกษาในชาวนอร์เวย์ในโรงงานหลอมโลหะแห่งหนึ่งพบความชุกของอาการผิดปกติที่เกี่ยวข้องกับการทำงาน (The prevalence of work-related asthmatic symptom) พบอาการผสมกันระหว่างหายใจลำบากและหายใจดังหวีด (Dyspnea and wheezing) ลดลงระหว่างวันหยุด (Days off work) ในจำนวนผู้ประกอบอาชีพ 15% ที่รับสัมผัสมานานกว่า 10 ปี หรือนานกว่า และ 8% รับสัมผัสมาน้อยกว่า 5 ปี (Kongerud et al., 1990) โดยระดับความเสี่ยงเพิ่มขึ้นตามระยะเวลาในการทำงาน (Increasing duration of exposure) ในห้องหลอม (Potroom) ภายหลังการควบคุม เพศ อายุ ประวัติภูมิแพ้ การสูบบุหรี่ การใช้อุปกรณ์ป้องกันทางเดินหายใจ ส่วนการศึกษาของ Fritschi et al. (1999) ศึกษาในผู้ประกอบอาชีพ 1529 คน ในโรงงานหลอมโลหะหนักชนิดหนึ่ง (ความลับทางการค้า) ในประเทศ

ออสเตรเลีย พบว่า มีความสัมพันธ์กับอาการน้ำมูกไหล (Rhinitis) มากกว่าผู้ประกอบอาชีพในแผนกบริหาร

อย่างไรก็ตามผลการศึกษาดังกล่าวมีรูปแบบในการศึกษาที่และกลุ่มเป้าหมายแตกต่างกัน มีลักษณะงานและการรับสัมผัสชนิดโลหะหนักแตกต่างกับการศึกษาครั้งนี้ อย่างไรก็ตามจากการสำรวจการศึกษาในผู้ประกอบอาชีพอื่น ๆ ต่อสารประกอบโลหะหนักต่าง ๆ ไม่สามารถไปถึงข้อสรุปเดียวกันได้ (Cotes et al., 1983; Roto, 1980; Sprince et al., 1988) อาจเป็นเพราะความแตกต่างของความเข้มข้นฝุ่นรวม (Total dust) ที่เกิดขึ้นจากการรับสัมผัสสารเคมีหลายชนิดพร้อมกันหรือ มีลักษณะของประชากรและการออกแบบการศึกษา

เพศ

ผลจากการศึกษาครั้งนี้ พบว่า กลุ่มที่รับสัมผัสไอโลหะหนักชนิดหนึ่ง (ความลับทางการค้า) พบว่า เพศหญิงมีผลต่ออาการคัดจมูก ค่า OR (95% CI) เท่ากับ 2.156 (1.096,4.241) เมื่อเทียบกับเพศชาย ส่วนผลการศึกษาในกลุ่มรับสัมผัสฝุ่น พบว่า เพศหญิงมีผลต่ออาการคัดจมูกโดยมีค่า OR (95% CI) เท่ากับ 2.412 (1.26,4.615) ตามลำดับ ไม่สอดคล้องกับการศึกษาของ van Rooy et al. (2011) พบว่า ผู้ประกอบอาชีพเพศชายที่ปฏิบัติงานเกี่ยวกับงานหลอมมีความสัมพันธ์กับอาการผิดปกติที่ทางเดินหายใจส่วนบนและส่วนล่างและอาการของโรคหอบหืดมากขึ้นอย่างมีนัยสำคัญทางสถิติ (PR 3.7, 95% CI 1.3-10.6)

การควบคุม

ความเข้มข้นสารเคมี ประกอบด้วยไอโลหะหนักชนิดหนึ่ง (ความลับทางการค้า) ก๊าซโอโซน และ ฝุ่นที่เป็นอนุภาคขนาดเล็กที่อาจสูดเข้าสู่ระบบทางเดินหายใจได้ (Respirable dust) อยู่ในระดับไม่เกินค่ามาตรฐานในสภาพแวดล้อมในการทำงาน อย่างไรก็ตาม ควรให้ความสำคัญกับความเหมาะสมของระบบการระบายอากาศทั่วไป รวมทั้งการควบคุมทางวิศวกรรมที่เพื่อการควบคุมไอโลหะ หากระบบการระบายอากาศไม่เหมาะสม อาจจะมีผลกระทบต่อสุขภาพผู้ประกอบอาชีพได้ ตัวอย่างเช่น การศึกษาในประเทศเยอรมนีมีการศึกษาในช่างเชื่อมโลหะที่ปฏิบัติงานในสภาพการระบายอากาศไม่เพียงพอ พบว่า มีการเพิ่มความเสี่ยงของการเกิดโรคหลอดลมอักเสบเรื้อรังและมีการลดลงของสมรรถภาพปอด (Ozdemir et al., 1995)

สรุปผลการวิจัย

การศึกษาปัจจัยที่มีผลกระทบต่ออาการระบบทางเดินหายใจและสมรรถภาพปอดจากการรับสัมผัสไอโลหะหนักชนิดหนึ่ง (ความลับทางการค้า) ก๊าซโอโซน และฝุ่นโลหะหนักขนาดเล็กที่เข้าระบบทางเดินหายใจ ผู้วิจัยพยายามที่จะแสดงให้เห็นว่าปัจจัยที่มีผลกระทบต่อความผิดปกติของระบบทางเดินหายใจ ขั้นตอนที่สำคัญที่สุดในการค้นหาความเป็นไปได้ของการคัดกรองความผิดปกติของโรคระบบทางเดินหายใจจากการทำงาน

หลักฐานที่พบ คือ 1) กลุ่มที่รับสัมผัสความเข้มข้นฝุ่นโลหะหนักขนาดเล็กที่เข้าระบบทางเดินหายใจได้ (Respirable dust) พบว่า มีประวัติการสูบบุหรี่ การดื่มเครื่องดื่มที่มีแอลกอฮอล์ที่มีผลต่อการเปลี่ยนแปลงค่า FVC และค่า FEV_1 2) การหาปัจจัยที่มีผลกระทบต่ออาการผิดปกติของระบบทางเดินหายใจในกลุ่มที่รับสัมผัสไอโลหะหนักชนิดหนึ่ง (ความลับทางการค้า) พบว่า ปัจจัย

ที่มีผลกระทบต่ออาการไอ คือ ประวัติการสูบบุหรี่ การดื่มเครื่องดื่มที่มีแอลกอฮอล์ ส่วนในกลุ่มที่รับสัมผัสก๊าซโอโซน ปัจจัยที่มีผลกระทบต่ออาการไอ คือ ประวัติการสูบบุหรี่ การดื่มเครื่องดื่มที่มีแอลกอฮอล์และกลุ่มที่รับสัมผัสฝุ่นขนาดเล็กชนิดที่เข้าทางเดินหายใจได้ (Respirable dust) พบกลุ่มที่สูบบุหรี่ ตามลำดับ

ข้อเสนอแนะจากการศึกษา ควรมีการคัดกรองสุขภาพ โดยการสัมภาษณ์ข้อมูลส่วนบุคคล การสูบบุหรี่ ดื่มเครื่องดื่มที่มีแอลกอฮอล์ ประวัติการทำงาน อาการผิดปกติระบบทางเดินหายใจ ตรวจสมรรถภาพปอด ถ่ายภาพรังสีทรวงอก ตรวจสารเคมีในสิ่งแวดล้อมในการทำงาน โดยให้ความสนใจในการเฝ้าระวังสุขภาพ ประวัติสูบบุหรี่ ดื่มเครื่องดื่มที่มีแอลกอฮอล์ เพศหญิง ผู้ที่มีอายุงานมากกว่า 3 ปี เนื่องจากปัจจัยเหล่านี้จะทำให้เพิ่มความเสี่ยงต่อสมรรถภาพปอด คือ FVC และ FEV_1 การเจ็บป่วยด้วยโรคระบบทางเดินหายใจ ผู้ที่มีระยะการปฏิบัติงานในโรงงานหลอมโลหะหนักมากกว่า 3 ปี และควรแนะนำให้ผู้ประกอบอาชีพสวมใส่หน้ากากป้องกันทางเดินหายใจ การตรวจสมรรถภาพปอด การถ่ายภาพรังสีทรวงอก เพื่อเชื่อมโยงกับความผิดปกติระบบทางเดินหายใจ ตามลำดับ

จุดแข็งในการศึกษา

การศึกษาครั้งนี้ผ่านการสุ่มตัวอย่าง ภายหลังการเลือกพื้นที่ ๆ มีการรับสัมผัสสารเคมีคล้าย ๆ กัน ส่วนใหญ่เป็นแรงงานที่ทำงานแบบถาวร ผลในการศึกษานี้หลักฐานค่อนข้างชัดเจนถึงความผิดปกติของระบบทางเดินหายใจ แม้จะไม่พบความสัมพันธ์ระหว่างปัจจัยการรับสัมผัสสารเคมีและความผิดปกติของระบบทางเดินหายใจ นอกจากนั้นผู้ประกอบอาชีพทุกรายผ่านการประเมินการประเมินสมรรถภาพปอดโดยบุคคลากรที่มีคุณภาพ นอกจากนั้นผลการถ่ายภาพรังสีทรวงอก ได้รับการอ่านผลโดยแพทย์เฉพาะทางด้านรังสี นอกจากนั้นมีการส่งผลการถ่ายภาพรังสีทรวงอกไปให้แพทย์ผู้เชี่ยวชาญทางด้านโรคปอดนิวโมโคนิโอสีส (Pneumoconiosis) สาเหตุจากฝุ่นอนินทรีย์

จุดอ่อนในการศึกษา

การศึกษาครั้งนี้เป็นแบบตัดขวาง (Cross sectional study) ผลกระทบต่อสุขภาพอาจะเกิดขึ้นก่อนการศึกษาก็ได้ หรือ อาจจะเกิดจากปัจจัยนอกการทำงาน นอกจากนั้นอาจจะพบปัญหาการอคติของการศึกษาที่เรียกว่า ‘Health worker selection’ bias” จนทำให้ค่าความชุกของอาการระบบทางเดินหายใจและสมรรถภาพปอดต่ำกว่าปกติได้ (Underestimation of the effects)

ผลผลิต (OUTPUT)

1. ได้ข้อมูลพื้นฐานเกี่ยวกับผลการตรวจคัดกรองสุขภาพระบบทางเดินหายใจ ในกลุ่มที่มีการรับสัมผัสไอโลหะหนักชนิดหนึ่ง (ความลับทางการค้า) ก๊าซโอโซน และสารฝุ่นโลหะหนักขนาดเล็กที่เข้าระบบทางเดินหายใจได้ (Respirable dust) ประกอบด้วย ผลการตรวจสมรรถภาพปอด อาการผิดปกติในระบบทางเดินหายใจ และผลการตรวจภาพรังสีทรวงอก

2. ได้ข้อมูลสนับสนุนทางวิชาการเกี่ยวกับปัจจัยต่าง ๆ ที่เกี่ยวกับความผิดปกติของระบบทางเดินหายใจ เช่น ระดับความเข้มข้นไอโลหะหนักชนิดหนึ่ง (ความลับทางการค้า) ก๊าซโอโซน และสารฝุ่นโลหะหนักขนาดเล็กที่เข้าระบบทางเดินหายใจได้ โดยความเข้มข้นของสารเคมีทั้ง 3 ชนิด มีระดับไม่เกินค่ามาตรฐาน

3. ได้ข้อมูลพื้นฐานเกี่ยวกับปัจจัยที่มีผลกระทบต่อระบบทางเดินหายใจ ประกอบด้วย สมรรถภาพปอด และอาการผิดปกติระบบทางเดินหายใจ ปัจจัยต่าง ๆ เช่น ประวัติส่วนบุคคล ประกอบด้วยอายุ เพศ ประวัติการสูบบุหรี่ การดื่มเครื่องดื่มที่มีแอลกอฮอล์ ประวัติในการทำงาน เช่น ระยะเวลาในการทำงานนานกว่า 3 ปี การใช้หน้ากากเพื่อป้องกันทางเดินหายใจ ประกอบด้วย

3.1 ทราบปัจจัยที่มีผลกระทบต่อสมรรถภาพปอดจากการรับสัมผัสการรับสัมผัสไอโลหะหนักชนิดหนึ่ง (ความลับทางการค้า) ก๊าซโอโซน และสารฝุ่นโลหะหนักขนาดเล็กที่เข้าระบบทางเดินหายใจได้ในผู้ประกอบอาชีพหลอมโลหะในเขตภาคตะวันออก ใช้เป็นสัญญาณเตือนถึงความผิดปกติของสมรถภาพปอดจากการรับสัมผัสฝุ่นโลหะหนักขนาดเล็กที่เข้าระบบทางเดินหายใจจากการทำงาน ผลการศึกษาที่พบ คือ

3.1.1 ประวัติการดื่มเครื่องดื่มที่มีแอลกอฮอล์ เป็นตัวแปรที่มีผลกระทบต่อค่าสมรรถภาพปอด FVC และ FEV_1 โดยประวัติการดื่มเครื่องดื่มที่มีแอลกอฮอล์ มีโอกาสต่อการลดลงของค่า FVC ลดลง 0.686 ลิตร หรือ 686 ซีซี และประวัติการดื่มเครื่องดื่มที่มีแอลกอฮอล์ มีโอกาสต่อดารลดลงของค่า FFV_1 ลดลง .524 ลิตร หรือ 524 ซีซี

3.1.2 ปัจจัยด้านการสวมหน้ากากป้องกันระบบทางเดินหายใจ (ไม่ใช้/ ใช้) พบว่าผู้ที่สวมหน้ากากป้องกันทางเดินหายใจจะมีโอกาสทำให้ค่า FVC เพิ่มขึ้น 0.166 ลิตร หรือ 166 มิลลิลิตร และมีโอกาสต่อการเพิ่มขึ้นของค่า FEV_1 0.119 ลิตร หรือ 199 มิลลิลิตร

3.2 ทราบปัจจัยที่มีผลกระทบต่ออาการระบบทางเดินหายใจในกลุ่มที่รับสัมผัสไอโลหะหนักชนิดหนึ่ง (ความลับทางการค้า) ก๊าซโอโซน และสารฝุ่นโลหะหนักขนาดเล็กที่เข้าระบบทางเดินหายใจได้ในผู้ประกอบอาชีพในโรงงานหลอมโลหะในเขตภาคตะวันออก

3.2.1 ในกลุ่มที่รับสัมผัสไอโลหะหนักชนิดหนึ่ง (ความลับทางการค้า) ผลการศึกษาที่พบ คือ

1) การสูบบุหรี่และการดื่มเครื่องดื่มที่มีแอลกอฮอล์ เป็นปัจจัยมีผลกระทบต่ออาการไอ คือ โดยการสูบบุหรี่มีผลกระทบต่ออาการไอมากกว่ากลุ่มที่ไม่สูบบุหรี่ 1.97 เท่า ส่วนการดื่มเครื่องดื่มที่มีแอลกอฮอล์ จะมีมีผลกระทบต่ออาการไอมากกว่ากลุ่มที่ไม่ดื่มเครื่องดื่มที่มีแอลกอฮอล์ 2.039 เท่า

2) ระยะเวลาในการทำงาน เป็นปัจจัยที่มีผลกระทบต่อการมีเสมหะ โดยระยะเวลาในการทำงานมากกว่า 3 ปี มีผลกระทบต่อการมีเสมหะมากกว่าระยะเวลาในการทำงาน 1-3 ปี 1.979 เท่า

3) เพศหญิงเป็นปัจจัยที่มีผลกระทบต่ออาการคัดจมูก โดยเพศหญิงมีผลกระทบต่ออาการคัดจมูกมากกว่าเพศชาย 2.156 เท่า

3.2.2 ในกลุ่มที่รับสัมผัสก๊าซโอโซน

1) การสูบบุหรี่เป็นปัจจัยมีผลกระทบต่ออาการไอ โดยการสูบบุหรี่มีผลกระทบต่ออาการไอมากกว่ากลุ่มที่ไม่สูบบุหรี่ 2.024 เท่า

2) การดื่มเครื่องดื่มที่มีแอลกอฮอล์เป็นปัจจัยมีผลกระทบต่ออาการไอ โดยการดื่มเครื่องดื่มที่มีแอลกอฮอล์ เป็นปัจจัยมีผลกระทบต่ออาการไอมากกว่ากลุ่มที่ไม่ดื่มเครื่องดื่มที่มีแอลกอฮอล์ 1.922 เท่า

3.2.3 ในกลุ่มที่รับสัมผัสฝุ่นโลหะหนักขนาดเล็กที่เข้าระบบทางเดินหายใจได้

1) การสูบบุหรี่ เป็นปัจจัยมีผลกระทบต่ออาการไอ โดยการสูบบุหรี่เป็นปัจจัยมีผลกระทบต่ออาการไอมากกว่ากลุ่มที่ไม่สูบบุหรี่ 1.708 เท่า

2) เพศหญิง เป็นปัจจัยที่มีผลกระทบต่ออาการคัดจมูก โดยเพศหญิงมีเป็นปัจจัยมีผลกระทบต่ออาการคัดจมูกมากกว่าเพศชาย 2.412 เท่า

4. ผู้วิจัยได้ส่งผลการคัดกรองสุขภาพระบบทางเดินหายใจ และผลการประเมินการรับสัมผัสสารเคมี ให้แก่ผู้บริหารโรงงานอุตสาหกรรมหลอมโลหะเพื่อเป็นข้อมูลพื้นฐานในการนำไปใช้เฝ้าระวังสุขภาพผู้ประกอบอาชีพและสิ่งแวดล้อมในการทำงานต่อไป

5. ได้ข้อเสนอแนะถึงการนำผลการคัดกรองสุขภาพระบบทางเดินหายใจ เพื่อดูแลสุขภาพผู้ประกอบอาชีพต่อไป เช่น ควรส่งภาพรังสีทรวงอกต่อให้แพทย์เฉพาะทางเกี่ยวกับโรคปอดนิวโมโคนิโอสิสจากฝุ่นอนินทรีย์อ่านซ้ำ และการติดตามเฝ้าระวังสุขภาพผู้ประกอบอาชีพและสารเคมีอย่างใกล้ชิดและต่อเนื่อง

6. รายงานฉบับสมบูรณ์

7. บทความวิจัย (อยู่ระหว่างการเขียน)

ข้อเสนอแนะ

ข้อเสนอแนะทางวิชาการ

ข้อเสนอแนะในนำผลการศึกษาไปใช้ คือ

1. สมรรถภาพปอด

1.1 ผลการศึกษาพบว่า ผู้ประกอบอาชีพในโรงงานหลอมโลหะที่รับสัมผัสสารฝุ่นโลหะหนักขนาดเล็กที่เข้าระบบทางเดินหายใจได้ ในผู้ที่มีประวัติดื่มเครื่องดื่มที่มีแอลกอฮอล์มีโอกาสจะมีทำให้ค่า FVC และ FEV_1 ลดลง โดยพบว่า กลุ่มที่ดื่มเครื่องดื่มที่มีแอลกอฮอล์มีค่า FVC ดังนั้นควรเฝ้าระวังสุขภาพเกี่ยวกับการดูแลสมรรถภาพปอดในผู้ประกอบอาชีพให้หยุดการสูบบุหรี่และดื่มเครื่องดื่มที่มีแอลกอฮอล์มากขึ้น

1.2 ผลการศึกษาพบว่า ผู้ประกอบอาชีพในโรงงานหลอมโลหะที่รับสัมผัสสารฝุ่นโลหะหนักขนาดเล็กที่เข้าระบบทางเดินหายใจได้ (Respirable dust) พบว่า การสวมหน้ากากป้องกันทางเดินหายใจจะมีโอกาสเพิ่มค่า FVC และ FEV_1 ดังนั้น ควรกระตุ้นและส่งเสริมให้ผู้ประกอบอาชีพกลุ่มเสี่ยงนี้ที่ปฏิบัติงานในโรงงานหลอมโลหะให้สวมหน้ากากอย่างสม่ำเสมอ

2. อาการระบบทางเดินหายใจ

อาการระบบทางเดินหายใจ พบว่า ปัจจัยต่าง ๆ จะทำให้เพิ่มความเสี่ยงต่ออาการระบบทางเดินหายใจ ดังนั้นควรเฝ้าระวังสุขภาพระบบทางเดินหายใจในผู้ประกอบอาชีพในโรงงานหลอมโลหะกลุ่มเสี่ยง ประกอบด้วย

2.1 ควรทำการคัดกรองสุขภาพระบบทางเดินหายใจในผู้ประกอบอาชีพในโรงงานหลอมโลหะที่รับสัมผัสไอโลหะหนักชนิดหนึ่ง (ความลับทางการค้า) ตามปัจจัยเสี่ยงต่ออาการผิดปกติประกอบด้วย อาการไอ คือ กลุ่มที่สูบบุหรี่และดื่มเครื่องดื่มที่มีแอลกอฮอล์ และอาการมีเสมหะคือระยะเวลาในการทำงานมากกว่า 3 ปี ตามลำดับ อาการคัดจมูก คือ เพศหญิงมีความเสี่ยงต่ออาการคัดจมูกมากกว่าเพศชาย

2.2 ควรทำการคัดกรองสุขภาพระบบทางเดินหายใจในผู้ประกอบอาชีพในโรงงานหลอมโลหะที่รับสัมผัสโอโซน ตามปัจจัยเสี่ยงต่ออาการผิดปกติ ประกอบด้วย คือ การสูบบุหรี่ และการดื่มเครื่องดื่มที่มีแอลกอฮอล์เป็นปัจจัยมีผลกระทบต่ออาการไอ

2.3 ควรทำการคัดกรองสุขภาพระบบทางเดินหายใจในผู้ประกอบอาชีพในโรงงานหลอมโลหะที่รับสัมผัสฝุ่นโลหะหนักขนาดเล็กที่เข้าระบบทางเดินหายใจได้ ตามปัจจัยเสี่ยงต่ออาการผิดปกติ ประกอบด้วย คือ การสูบบุหรี่ โดยปัจจัยมีผลกระทบต่ออาการไอมากกว่ากลุ่มที่ไม่สูบบุหรี่และเพศหญิงมีความเสี่ยงต่ออาการคัดจมูกมากกว่าเพศชาย

3. ผลการถ่ายภาพรังสีทรวงอก

ผลการศึกษาครั้งนี้ พบว่า ผลภาพถ่ายภาพรังสีทรวงอกส่วนใหญ่มีค่าปกติ ส่วนกลุ่มที่มีความผิดปกติแบบพังผืด (Fibrosis) มีเพียงจำนวน 4 ราย แต่ยังไม่มีหลักฐานชัดเจนในการนำมาใช้เป็นดัชนีชี้วัดผลกระทบจากการรับสัมผัสไอโลหะหนักชนิดหนึ่ง (ความลับทางการค้า) และสารฝุ่นโลหะหนักขนาดเล็กที่เข้าระบบทางเดินหายใจได้ (Respirable dust) อย่างไรก็ตามควรมี

การถ่ายภาพรังสีทรวงอก เพื่อเป็นการคัดกรองภาวะสุขภาพอย่างต่อเนื่องและส่งต่อรายที่มีผลภาพรังสีทรวงอกผิดปกติ ไปยังแพทย์เฉพาะทางที่ผ่านการอบรมมาจากองค์การแรงงานระหว่างประเทศ เพื่อการประเมินความผิดปกติอย่างชัดเจนอีกครั้ง

ข้อเสนอแนะในการศึกษาครั้งต่อไป

ข้อเสนอแนะในการศึกษาในอนาคต ควรมีการศึกษาแบบ Cohort นอกจากนั้น ควรศึกษาทางด้านคลินิก พยาธิวิทยา หรือการประเมินการรับสัมผัส หรือผลกระทบในกลุ่มเสี่ยงด้วยวิธีใหม่อื่น ๆ เพื่ออธิบายการเกิดโรคและการลุกลามของโรคปอดจากการทำงานจากกระบวนการหลอมต่อไป เช่น การทดสอบทางด้านอิมมูนเพื่อประเมินการเปลี่ยนแปลงของปอดที่มีสาเหตุจากโลหะหนักเพื่อพิสูจน์สาเหตุการเกิด หรือ ร่วมในการวินิจฉัย (Newman et al., 1987) หรือการล้างปอดด้วยวิธี Bronchoalveolar lavage (BAL) เป็นเทคนิคในการประเมินโรคปอดอย่างหนึ่ง (The assessment of interstitial lung diseases) (In the assessment of interstitial lung diseases) (Reynolds, 1987) นอกจากนั้นการใช้เทคนิคอื่น โดย B~GIN (B~gin, 1988) เคยนำมาใช้ในการประเมินการเป็นนิวโมโคนิโอสิส เพื่อกำจัดสาเหตุต่าง ๆ ที่ทำให้เกิดโรคนี้เพื่อสนับสนุนข้อมูลทางคลินิกและการศึกษาในแง่ของการรับสัมผัสแร่ธาตุจากการทำงาน เพื่อติดตามกลไกทางชีวภาพของโรคนี้ (Biological mechanisms of these diseases)

บรรณานุกรม

กรมโรงงานอุตสาหกรรม. *บัญชีประเภทโรงงานอุตสาหกรรม.* วันที่ค้นข้อมูล 29 สิงหาคม พ.ศ. 2559 เข้าถึงได้จาก http://www.diw.go.th/hawk/content.php?mode=data1search

กรมสวัสดิการและคุ้มครองแรงงาน, กระทรวงแรงงาน. *ขีดจำกัดความเข้มข้นของสารเคมีอันตราย.* วันที่ค้นข้อมูล 20 กันยายน พ.ศ. 2560. เข้าถึงได้จาก http:/ / www.ratchakitcha.soc.go.th/ DATA/ PDF/ 2556/ E/ 185/ 42.PDF

กระทรวงแรงงาน. *ประกาศกระทรวงแรงงานเรื่อง กำหนดสารเคมีอันตรายที่ให้นายจ้างจัดให้มีการตรวจสุขภาพของลูกจ้าง พ.ศ. 2552*. วันที่ค้นข้อมูล 1 เมษายน พ.ศ. 2559. เข้าถึงได้จาก http://www.summacheeva.org/index_share_law_chemical_list.htm

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

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

สมาคมโรคจากการประกอบอาชีพและสิ่งแวดล้อมแห่งประเทศไทย. (2557). *แนวทางการตรวจและแปลผลสมรรถภาพปอดด้วยวิธีสไปโรเมตรีย์ในงานอาชีวอนามัย.* [ออนไลน์]. วันที่ค้นข้อมูล 20 ตุลาคม 2558, เข้าถึงได้จาก http://www.summacheeva.org/documents/book_spirometry.pdf

สมาคมอุรเวชช์แห่งประเทศไทย. (2545). *แนวทางการตรวจสมรรถภาพปอดด้วยสไปโรเมตรีย์* (Guidelinefor spirometric evaluation). กรุงเทพฯ: ภาพพิมพ์. [ออนไลน์]. วันที่ค้นข้อมูล 20 ตุลาคม 2558, เข้าถึงได้จาก http://www.summacheeva.org/documents/book_spirometry.pdf

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

อนามัย เทศกะทึก. (2554). พิษสารเคมี รู้ทันป้องกันได้. กรุงเทพฯ: สำนักพิมพ์จุฬาลงกรณ์มหาวิทยาลัย.

Abbate, C., Giorgianni, C., Brecciaroli, R., et al. (2003). Spirometric function in non-smoking workers exposed to aluminum. *American Journal of Industrial Medicine, 44(*4), 400-404.

ACGIH. (2015). *TLVs and BEIs based on the documentation of the threshold limit values for chemical substances and physical agents & biological expose Indices.* United States.

ACGIH. (2016). *TLVs and BEIs based on the documentation of the threshold limit values for chemical substances and physical agents & biological expose*

Indices. United States.

Akbar-Khanzadeh. (1995). Exposure to particulates and fluorides and respiratory health of workers in an aluminum production pot room with limited control measures. *American Industrial Hygiene Association Journal, 56*, 1008-1015.

American Thoracic Society. (1995). Standardization of spirometry. update. *American Journal of Respiratory and Critical Care Medicine, 152*, 1107-1136.

Armstrong, C. W., Moore, L. W., Hackler, R. L., Miller, G. B. Jr., Stroube, R. B. (1983). An outbreak of metal fume fever. Diagnostic use of urinary copper and zinc determinations. *J Occup Med, 25*, 886-888.

Ariane, A., France, L., MARC-Antoine, B., Allan, B., Patrice, Duguay, M. F., Oseph, Z., & Audrey, S. (2015). Between outdoor ozone and compensated acute respiratory diseases among workers in Quebec (Canada). *IND HEALTH, 53*(2), 171–175.

B~gin, R. O. (1988). Bronchoalveolar lavage in the pneumoconioses. Who needs it? *Chest, 94*, 454.

Becklake, M. R. (1985). Chronic airflow limitation: its relationship to work in dusty occupations. *Chest, 88*, 608-617.

Biagini, R. E., Moorman, W. J., Lewis, T. R., & Berstein, I. L. (1986). Ozone enhancement of platinum asthma in a primate model. *Am Rev Respir Dis, 134*, 719-725.

Bisetti, A. A. (1988). Bemardino ramazzini and occupational lung medicine. Ann NY *Acad Sci, 534,* 1029-1037.

Bradshaw, L. M., Fishwick, D., Slater, T., & Pearce, N. (1998). Chronic bronchitis, work related respiratory symptoms, and pulmonary function in welders in New Zealand. *Occup Environ Med, 55*(3), 150-154.

Brown, J. J. (1988). Zinc fume fever. *Br J Radio, 61*, 327-329.

Brunekreef, B., Hock, G., Breugelmans, O., & Leentvaar, M. (1994). Respiratory effects of low-level photochemical air pollution in amateur cyclists. *Am. J. Respir. Crit. Care Med., 150,* 962-966.

Bhumika N, Prabhu GV, Ferreira AM, Kulkarni MK, Vaz FS, Singh Z. (2012). Respiratory morbidity among welders in the shipbuilding industry, Goa. *Indian J Occup Environ Med*, May;16(2):63-5. doi: 10.4103/0019-5278.107069.

Chan-Yeung, M., Lam, S. (1986). Occupational asthma. *Am Rev Respir Dis, 133,* 686-703.

Chan-Yeung, M., Wong, R., MacLean, L., Tan, F., Schulzer, M., Enarson, D., Martin, A., Dennis, R., Grzybowski, S. (1983). Epidemiologic health study of workers in

an aluminum smelter in British Columbia. Effects on the respiratory system. *Am Rev Respir Dis, 127*(4), 465-469.

Chattopadhyay, B. P., Saiyed, H. N., Roychowdhury, A., & Alam, J. (2007). Pulmonary function in aluminium smelter and surrounding community--a case study. *J Environ Sci Eng, 49*(4), 309-316.

Chen, J. L., & Fayerweather, W. E. (1988). Epidemiologic study of workers exposed to titanium dioxide. *J Occup Med, 30*, 937-942.

Cotes, J. E., Gi!son, J. C, McKerrow, C. B., & Oldham, P. D. (1983). A long-term follow-up of workers exposed to beryllium. *Br J lnd Med, 40*, 13-21.

Covey, L. S., & Wynder, E. L. (1981). Smoking habits and occupational status. *J Occup Med, 23,* 537-542.

Crystal, R. O., Oadek, J. E., Ferrans, V. J., Fulmer, J. D., Line, B. R., & Hunninghake, O. W. (1981). Interstitial lung disease: current concepts of pathogenesis, staging and therapy. *Am J Med, 70*, 542-568.

Cvejanov, K. L. (2008). Prevalence of respiratory symptoms and spirometric values in aluminium potroom workers. *Arhiv za higijenu rada i toksikologiju, 59*(2), 89-95.

Davies, R. J., & Blainey, A. D. (1984). Occupational asthma: classification and clinical aspects. *Semin Respir Med, 5*, 229-239.

Deutsche Forschungsgemeinschaft (H. Valentin and U. Srnidt). (1978). Research report: chronic bronchitis and occupational dust exposure. *Harald Boldt Verlag KG, Boppard.*

Devuyst, P., Dumonier, P., Schandene, L., Estcnne, M., Verhest, A., & Yernault, J. C. (1987). Sarcoidlike lung granulomatosis induced by aluminium dust. *Am Rev Respir Dis, 135*, 493-497.

Dinman, B. D. (1988). Alumina-related pulmonary disease. *J Occup Med, 30*, 328-335.

Dinman, B. D. (1987). Aluminum in the lung: the pyropowder conundrum. *J Occup Med, 29,* 869-876.

Doull, C. D. (1980). *Toxicology*. New York: MacMillan.

Elmes, P. C. (1981). Relative importance of cigarette smoking in occupational lung disease. *Br J/ nd Med, 38*, 1-13.

Elserougy, S., Mahdy-Abdallah, H., Hafez, S. F., & Beshir, S. (2015). Impact of aluminum exposure on lung. *Toxicology and industrial health, 31*(1), 73-78.

Fishwick, D., Bradshaw, L., Slater, T., Curran, A., & Pearce, N. Respiratory symptoms and lung function change in welders: are they associated with workplace exposures?. *N Z Med J., 7*(117), U872.

Fletchcr, Ch., Peto, R., Tinker, C., & Speizer, F. P. (1976). The natural history of chronic bronchitis and emphysema. An eight year study of early chronic obstructive lung disease in working men. London: Oxford University Press.

Folinsbee, L. J., Bedi, J. F., & Horvath, S. M. (1980). Respiratory responses in humans repeatedly exposed to low concentrations of ozone. *Am. Rev. Respir. Dis. 121,* 431-439.

Friberg, L., Nordberg, G. F., & Vouk, V. B., (eds). (1986). *Handbook on the toxicology of metals. Vol I and Vol 11* (2nd ed.). North-Holland: Elsevier.

Fritschi L, Beach J, Sim M, et al. (1999). Respiratory symptoms and lung function in two prebake aluminum smelters. *Am J Ind Med, 35,* 491-498.

Gibbs, G. W. (1985). Mortality of aluminum reduction plant workers, 1950 through 1977. *J Occup Med, 27*(10), 761-770.

Hackney, J. D., Linn, W. S., Mohler, J. G., & Collier, C. R. (1977). Adaptation to short-term respiratory effects of ozone in men exposed repeatedly. *J. Appl. Pysiol, 43,* 82-85.

Halliwell, B., & Gutteridge, J. M. C. (1986). Oxygen free radicals and iron in relation to biology and medicine: some problems and concepts. *Arch Biochem Biophys, 246,* 501-514.

Halliwell, B., & Gutteridge, J. M. C. (1984). Oxygen toxicity, oxygen radicals, transition metals and disease. *Biochem J, 219*, 1-14.

Hammond, P. B., & Beliles, R. P. (1980). Metals. In: Casarett and Doull's toxicology. The basic science of poisons (2nd ed.). New York: MacMillan.

Hartmann, L., Bauer, M., Bertram, J., Gube, M., Lenz, K., Reisgen, U., Schettgen, T., Kraus, T2., Brand, P. (2014). Assessment of the biological effects of welding fumes emitted from metal inert gas welding processes of aluminium and zinc-plated materials in humans. *Int J Hyg Environ Health, 217*(2-3), 160-168. doi: 10.1016/ j.ijheh.2013.04.008. Epub 2013 May 29.

Hawkins, N. C , Norwood, S. K.. and Rock, J. C. (1991) A strategy for occupational exposure assessment.American Industrial Hygiene Association, Akron, Ohio, U.S.A.

Hawkins NC, Norwood SK, Rock JC. A strategy for occupational exposure assessment [Internet]. Akron, OH: American Industrial Hygiene Association.
Health safety executive. Urticaria. [cited 2013 Mar 1]. Available from: http://www.hse.gov.uk/skin/employ/urticaria.htm

Herington, T., & Morse, L. (1994). Occupational Injuries, Evaluation, Management and Prevention. USA: United State of America.

Hsieh FY, Bloch DA, Larsen MD. (1998). A simple method of sample size calculation for linear and logistic regression. *Stat Med*;17(14),1623–1634.

Jennette, K. W. (1981). The role of metals in carcinogenesis: biochemistry and metabolism. *Environ Health Perspect, 40,* 233-252.

Johnson, J. S., & Kilbum, K. H. (1983). Cadmium induced metal fume fever: results of inhalation challenge. *Am J Jnd Med, 4*, 533-540.

Johny, K., & Vidar, S. (2014). Respiratory disorders in aluminum smelter workers. *JOEM, 56*(5S), S60-S70.

Keimig, D. G., Pomrehn, P. R., & Burmeister, L. F. (1983). Respiratory symptoms and pulmonary function in welders of mild steel: a cross-sectional study. *Am J lnd Med, 4,* 489-499.

Kezunović LC. (2008). Prevalence of respiratory symptoms and spirometric values in aluminium potroom workers *Arh Hig Rada Toksikol,* Jun;59(2):89-95. doi: 10.2478/10004-1254-59-2008-1854.

Kleinman, M. T., Phalen, R. F., Mautz, W. J., Mannix, R. C., McClure, T. R., & Crocker, T. T. (1989) Health effects of acid aerosols formed by atmospheric mixtures. *Envir Hlth Persp, 79*, 137-145.

Kongerud J, Søyseth V. (2014). Respiratory disorders in aluminum smelter workers. *J Occup Environ Med,* May;56(5 Suppl):S60-70. doi: 10.1097/JOM.0000000000000105.

Kongerud, J., Gronnesby, J. K., & Magnus, P. (1990). Respiratory symptoms and lung function of aluminum potroom workers. *Scand J Work Environ Health. 16,* 270-277.

Kongerud, J., & Rambjør, O. (1991). The influence of the helmet respirator on peak flow rate in aluminum potroom. *Am Ind Hyg Assoc J, 52,* 243-248.

Kongerud, J., & Samuelsen, S. O. (1991). A longitudinal study of respiratory symptoms In aluminum potroom workers. *Am Rev Respir Dis, 144*, 10-16.

Kongerud, J., & Soyseth, V. (1991). Methacholine responsiveness, respiratory symptoms and pulmonary function in aluminium potroom workers. *European RespiratoryJournal, 4,* 159-166.

Koutrakis P, Wolfson JM, Bunyaviroch A, Froehlich S. (1994). A passive ozone sampler based on a reaction with nitrite. *Res Rep Health Eff Inst* Feb;(63),19-47; discussion 67-82.

Koutrakis, P., Wolfson, J. M., & Mulik, J. (1990). *Development of an ozone personal sampler.* In Proc 1990 EPA/A&WMA Int. Symp. on the Measurement of Toxic and Related Air Pollutants. North Carolina: Raleioh.

Kriebel, D., Sprince, N. L., Eisen, E. A., Greaves, I. A., Fcldman, H. A., Greene, R. E. (1988). Beryllium exposure and pulmonary function. A cross-sectional study of beryllium workers. Br J/nd Med, 45, 167-173.

Kusaka, Y., Iki, M., Kumagai, S., & Goto, S. (1993). Epidemiological study of hard metal asthma. *Occup Environ Med, 53*(3), 188-193.

Larsson, B., Karlsson, J. E., & Nielsen, J. (2007). Respiratory and ocular symptoms in workers exposed to potassium aluminium-tetrafluoride soldering flux. *Int Arch Occup Environ Health, 80*(7), 627-633.

Last JA. (1989). Effects of inhaled acids on lung biochemistry. *Environ Health Perspect,* Feb;79:115-9.

Lauwerys, R. R. (1982). *Toxicologie industrielle et intoxications professionnelles* (2nd ed.). Paris: Masson.

Leira, H. L. (2008). Occupational asthma in Norway. *Tidsskr Nor Laegeforen, 128*(23), 2719-2721.

Leo, F., Venissac, N., Drici, M. D., & Mouroux, J. (2005). Aluminium and primary spontaneous pneumothorax. A suggestive but unconfirmed hypothesis. *Interact Cardiovasc Thorac Surg, 4*(1), 21-22.

Linn, W. S., Anderson, K. R., Shamoo, D. A., Edwards, S. A., Webb, T. L., Hackney, J. D., & Gong, H. (1995). Controlled exposures of young asthmatics to mixed oxidant gases and acid aerosol. *Am. J. Respir. Crit. Care Med, 152,* 885-891

Linn, W. S., Shamoo, D. A., Anderson, K. R., Peng, R. C., Avol, E. L., & Hackney, J. D. (1994). Effects of prolonged repeated exposure to ozone, sulfuric acid, and their combination in healthy and asthmatic volunteers. *Am. J. Respir. Crit. Care Med, 150,* 431-440.

Linnainmaa, M., Kangas, J., & Kalliokoski, P. Exposure to airborne metals in the manufacture and maintenance of hard metal and stellite blades. *Am Ind Hyg Assoc J, 57*(2), 196-201.

Liu, L. J. S., Koutrakis, P., Suh, H. H., Mulik, J. D., & Burton, R. F. (1993). Use of personal measurements for ozone exposure assessment--A pilot study. *Envir. Hlth. Persp, 101,* 318-324.

Liu, L. J. S., Olson, M. P. III, Allen, G. A., Koutrakis, P., McDonnell, W. F., & Gerrity, T. R. (1994). Evaluation of the Harvard ozone passive sampler on human subjects indoors. *Envir. Sci. Technol, 28*, 915-923.

Lockey, J. E., & Schenker, M. B. (1988). Current issues in occupational lung disease. (Symposium). *Am Rev Respir Dis, 138,* 1047-1049.

Mapp, C. E., Boschetto, P., Dal, V. L., Maestrelli, P., & Fabbri, L. M. (1988).

Occupational asthma due to isocyanates. *Eur Respir J, 1,* 273-279.

Martell, A. E. (1984). Chemistry and metabolism of metals relevant to their carcinogenicity. *Environ Health Perspect, 40,* 27-34.

Matczak, W., & Gromiec, J. Evaluation of occupational exposure to toxic metals released in the process of aluminum welding. *Appl Occup Environ Hyg, 17,* 296-303.

Mc Cunney, R. (1994). *A practical approach to occupational and environmental Medicine* (2nd ed.). USA: United State of America.

McCurdy, T. R. (1994). Human exposure to ambient ozone; In Tropospheric Ozone: Human Health and Agricultural Impacts (edited by McKee D. J.), pp. 85-127. Boca Raton: Lewis.

Michael, B., & Jeffry, R. B. (1997). Ozone personal exposures and health effects for selected groups residing in the Fraser valley. *Atmospheric Environment, 31*(14), 2113, 2121, 1997.

Moller, D. R., Baughman, R., Murlas, C., & Brooks, S. M. (1987). New directions in occupational asthma caused by small molecular weight compounds. *Semin Respir Med, 7,* 225-239.

Morgan, W. K. C., & Seaton, A. (1975). *Occupational lung diseases*. Philadelphia: Saunders.

Morgan, W. K. C. (1986). On dust, disability, and death. *Am Rev Respir Dis, 134,* 639-641.

Mueller, E. J., & Seger, D. L. Metal fume fever: a review. *J Emerg Med, 2,* 271-274.

Nemery, B., Moavero, N. E., Mawet, M., Kivits, A., Brasseur, L., & Stanescu, D. Etude de la symptomatologic et de la function pulmonaire chez des sidcrugistes. *Rev biSt Hyg Mines (Hasselt), 36,* 198-218.

Nemery, B., Van Leemputten, R., Goemaere, E., Veriter, C., & Brasseur, L. (1985). Lung function measurements over 21 days shiftwork in steelworkers from a strand casting department. *Br J Jnd Med, 42*, 601-611.

Newman, L., Storey, E., & Kreiss, K. (1987). Inununologic evaluation of occupation lung disease. *State of the Art Rev Occup Med, 2,* 345-372.

Omid, A., Hamidreza, Z., Khosro, S. H., Nazanin, I. Respiratory symptoms and pulmonary function tests among galvanized workers exposed to zinc oxide. *Journal of Research in Health Sciences, 15*(3).

OxMj, H., Bake, B., Wedel, H., & Wilhelmsen, L. (1979). Effects of electric arc welding on ventilatory lung function. *Arch Environ Health, 34,* 211-217.

Ozdemir, O. (1995). Chronic effects of welding exposure on pulmonary function tests

and respiratory symptoms. *Occup Environ Med, 52*(12), 800-803.

Park, T., Di Benedetto, R., Morgan, K., Colmers, R., & Sherman, E. (1984). Diffuse endobronchial polyposis following a titanium tetrachloride inhalation injury. *Am Rev Respir Dis, 130,* 315-317.

Parkes, W. R. (1982). *Occupational lung disorders* (2nd ed.). London: Butterworths.

Radon, K., Nowak, D., & Szadkowski, D. (1999). Lack of combined effects of exposure and smoking on respiratory health in aluminium potroom workers. *Occup Environ Med, 56*, 468-472.

Reynolds, H. Y. (1987). Bronchoalveolar lavage (State of the art). *Am Rev Respir Dis, 135,* 250-263.

Riihimäki, V., Valkonen, S., Engström, B., Tossavainen, A., Mutanen, P., & Aitio, A. (2000). Behavior of aluminum in aluminum welders and manufacturers of aluminum sulfate—impact on biological monitoring. *Scandinavian journal of work, environment & health,* 451-462.

Rom, W. N, (ed.). (1983). *Environmental and occupational medicine*. Boston: Little, Brown.

Roto, P. (1980). Asthma symptoms 9f chronic bronchitis and ventilatory capacity among cobalt and zinc production workers. *Scand J Work Environ Health, 6*(Suppl. 1), 49.

Roto, P. (2011). Smelting and Refining. Retrieved from http://www.iloencyclopaedia.org/part-xiii-12343/metal-processing-and-metal-working-industry/smelting-and-refining-operations/135-smelting-and-refining-operations/smelting-and-refining

Sakula, A. (1983). Ramazzini's de Morbis Artificum and occupational lung disease. *Br J Dis Chest, 77,* 349-361.

Sjogren, B., & Ulfvarson, U. Respiratory symptoms and pulmonary function among welders working wilh aluminium, stainless steel and railroad tracks. *Scand J Work Environ Health, 11*, 27-32.

Snider, O. L. (1983). Interstitial pulmonary fibrosis-which cell is the culprit. *Am Rev Respir Dis, 127,* 535-539.

Soyseth, V., & Kongerud, J. (1992). Prevalence of respiratory disorders among aluminium potroom workers in relation to exposure to fluoride. *British journal of industrial medicine, 49*(2), 125-130.

Spektor, D. M., Lippmann, M., Thurston, G. D., Lioy, P. J., Stecko, J., O'Connor, G., Garshick, E., Speizer, F. E., & Hayes, C. (1988). Effects of ambient ozone on respiratory function in healthy adults exercising outdoors. *Am. Rev. Respir.*

Dis, 138, 821-828.

Spektor, D. M., Thurston, G. D., Mao, J., He, D., Hayes, C., & Lippmann, M. (1991). Effects of single and multiday ozone exposures on respiratory function in active normal children. *Envir. Res. 55,* 107-122.

Sprince, N. L., Oliver, L. C., Eisen, E. A., Greene, R. E., & Chamberlin, R. I. (1988). Cobalt exposure and lung disease in tungsten carbide workers: a cross-sectional study of current workers. *Am Rev Respir Dis, 138,* 1220-1226.

Stem, R. M., Berlin, A., Fletcher, A., Hemminki, K., Jarvisalo, J., & Peto, J. (1986). International conference on health hazards and biological effects of welding fumes and gases. Summary report. *lnt Arch Occup Environ Health, 57*, 237-246.

Taiwo, O. A., Sircar, K. D., Slade, M. D., et al. (2006). Incidence of asthma among aluminum workers. J Occup Environ Med, 48, 275-282.

Townsend, M. C., Enterline, P. E., Sussman, N. B., Bonney, T. B., & Rippcy, L. L. (1985). Pulmonary function in relation to total dust exposure at a bauxite refinery and alumina-based chemical products plant. *Am Rev Respir Dis, 132*, 1174-1180.

Townshend, R. M. (1982). Acute cadmium pneumonitis: a 17 year follow-up. *Br J lnd Med, 39*, 411-412.

van Rooy, F. G. B. G. J., Houba, R., Stigter, H., Zaat, V. A. C., Zengeni, M. M., Rooyackers, J. M., & Heederik, D. J. J. (2011). A cross-sectional study of exposures, lung function and respiratory symptoms among aluminium cast-house workers. *Occupational and environmental medicine, 68*(12), 876-882.

Venables, K. M., Topping, M. D., Howe, W., Luczynska, C. M., Hawkins, R., Newman, A. J. (1985). Interaction of smoking and atopy in producing specific IgE antibody against a hapten proteinconjugate. *Br Med J, 290*, 201-204.

Vouk, V. (1986). *General chemistry of metals. Chp 2.1n: Handbook on the toxicology of metals. Vol. I. General aspects.* L. Friberg, G. F. Nordberg and V. B. Vouk eds, Elsevier, NorthHolland, pp. 15-35

Yokel, R. A., vln: Anke, M. M., Inhat, M., & Stoeppler, M. (eds). (2004). Elements and their compounds in the environment (2nd ed.). Weinheim, Germany: Wiley-VCH.