การประเมินการรับสัมผัสสารโทลูอีนที่มีความสัมพันธ์กับการทำหน้าที่ของตับ ไต และเม็ดเลือดของผู้ปฏิบัติงานในสถานประกอบกิจการอู่เคาะพ่นสีรถยนต์ ในเขตอำเภอเมือง จังหวัดระยอง

THE EVALUATION OF TOLUENE EXPOSURE RELATED TO EFFECT OF LIVER, KIDNEY AND BLOOD FUNCTION AMONG WORKERS IN AUTOBODY REPAIR SHOPS IN MUANG DISTRICT, RAYONG PROVINCE

อมร ป้องกัน

วิทยานิพนธ์นี้เป็นส่วนหนึ่งของการศึกษาตามหลักสูตรวิทยาศาสตรมหาบัณฑิต
สาขาวิชาอาชีวอนามัยและความปลอดภัย
คณะสาธารณสุขศาสตร์ มหาวิทยาลัยบูรพา
มกราคม 2561
ลิขสิทธิ์เป็นของมหาวิทยาลัยบูรพา

คณะกรรมการควบคุมวิทยานิพนธ์ และคณะกรรมการสอบวิทยานิพนธ์ ได้พิจารณาวิทยานิพนธ์ของ อมร ป้องกัน ฉบับนี้แล้ว เห็นสมควรรับเป็นส่วนหนึ่งของการศึกษาตามหลักสูตรวิทยาศาสตรมหาบัณฑิต สาขาวิชาอาชีวอนามัยและความปลอดภัย คณะสาธารณสุขศาสตร์ มหาวิทยาลัยบูรพาได้

คณะกรรมการควบคุมวิทยานิพนธ์

.....อาจารย์ที่ปรึกษาหลัก

(ผู้ช่วยศาสตราจารย์ ดร.ศรีรัตน์ ล้อมพงศ์)

.....อาจารย์ที่ปรึกษาร่วม

(รองศาสตราจารย์ ดร.นันทพร ภัทรพุทธ)

คณะกรรมสอบวิทยานิพนธ์

.....ประธาน

(รองศาสตราจารย์ ดร.จิตรพรรณ ภูษาภักดีภพ)

.....กรรมการ

(ผู้ช่วยศาสตราจารย์ ดร.ศรีรัตน์ ล้อมพงศ์)

.....กรรมการ

(รองศาสตราจารย์ ดร.นันทพร ภัทรพุทธ)

.....กรรมการ

(อาจารย์ ดร.พรทิพย์ เย็นใจ)

คณะสาธารณสุขศาสตร์ อนุมัติให้รับวิทยานิพนธ์ฉบับนี้เป็นส่วนหนึ่งของการศึกษาตามหลักสูตรวิทยาศาสตรมหาบัณฑิต สาขาวิชาอาชีวอนามัยและความปลอดภัย คณะสาธารณสุขศาสตร์ มหาวิทยาลัยบูรพา

.....คณบดีคณะสาธารณสุขศาสตร์

(รองศาสตราจารย์ ดร.ยุวดี รอดจากภัย)

วันที่ 6 เดือน มกราคม พ.ศ. 2561

วิทยานิพนธ์นี้ได้รับทุนอุดหนุนวิทยานิพนธ์จากสมาคมเพื่อนชุมชน ปีงบประมาณ 2558

ประกาศคุณูปการ

วิทยานิพนธ์นี้ได้รับทุนอุดหนุนวิทยานิพนธ์จากสมาคมเพื่อนชุมชน ปีงบประมาณ 2558 และผู้วิจัยขอขอบคุณ ผู้ช่วยศาสตราจารย์ ดร.ศรีรัตน์ ล้อมพงศ์ อาจารย์ที่ปรึกษาหลักและรองศาสตราจารย์ ดร.นันทพร ภัทรพุทธ อาจารย์ที่ปรึกษาร่วม ซึ่งให้คำปรึกษาคำแนะนำแนวทางด้วยความละเอียดและเอาใจใส่ด้วยดีเสมอมา จนสามารถแก้ไขข้อบกพร่องต่าง ๆ ได้อย่างครบถ้วน จนวิทยานิพนธ์นี้เสร็จสมบูรณ์ได้ในที่สุด ขอขอบคุณนายแพทย์สุรทิน มาลีหวล ผู้อำนวยการโรงพยาบาลเฉลิมพระเกียรติ สมเด็จพระเทพรัตนราชสุดา ฯ สยามบรมราชกุมารี ระยอง คุณมริสสา กองสมบัติสุข หัวหน้ากลุ่มงานอาชีวเวชกรรม โรงพยาบาลเฉลิมพระเกียรติ สมเด็จพระเทพรัตนราชสุดา ฯ สยามบรมราชกุมารี ระยอง คุณทิวากร คำปัน ประจำสำนักการสาธารณสุขและสิ่งแวดล้อม เทศบาลเมืองมาบตาพุด รวมทั้งพนักงานในสถานประกอบกิจการอู่เคาะพ่นสีรถยนต์ ในเขตอำเภอเมือง จังหวัดระยองทุกท่านที่ได้ให้ความอนุเคราะห์และความช่วยเหลือแก่ผู้วิจัยตลอดเวลาการศึกษาวิจัยและให้ข้อมูลที่มีคุณค่ายิ่งต่อการศึกษาวิจัยครั้งนี้ ตลอดจนคณาจารย์ทุกท่านของภาควิชาสุขศาสตร์อุตสาหกรรมและความปลอดภัย คณะสาธารณสุขศาสตร์ ที่ช่วยประสิทธิประสาทวิชาความรู้อย่างเต็มกำลังแก่ผู้ศึกษา อันเป็นประโยชน์ต่อการศึกษาวิจัยครั้งนี้และการทำงานในอนาคต

ประโยชน์และคุณค่าของวิทยานิพนธ์นี้ ผู้ศึกษาขอมอบเป็นกตัญญูกตเวทิตาแด่บุพการี บูรพาจารย์ และผู้มีพระคุณทุกท่านทั้งในอดีตและปัจจุบันที่ทำให้ข้าพเจ้าประสบความสำเร็จมาจนวันนี้

อมร ป้องกัน

58920203: สาขาวิชา: อาชีวอนามัยและความปลอดภัย; วท.ม. (อาชีวอนามัยและความปลอดภัย)
คำสำคัญ: โทลูอีน/ o-Cresol ในปัสสาวะ/ ผู้ปฏิบัติงานในสถานประกอบกิจการอู่เคาะพ่นสีรถยนต์/ การทำหน้าที่ของตับ ไตและเม็ดเลือด

อมร ป้องกัน: การประเมินการรับสัมผัสสารโทลูอีนที่มีความสัมพันธ์กับการทำหน้าที่ของตับ ไต และเม็ดเลือดของผู้ปฏิบัติงานในสถานประกอบกิจการอู่เคาะพ่นสีรถยนต์ในเขตอำเภอเมือง จังหวัดระยอง (THE EVALUATION OF TOLUENE EXPOSURE RELATED TO EFFECT OF LIVER, KIDNEY AND BLOOD FUNCTION AMONG WORKERS IN AUTOBODY REPAIR SHOPS IN MUANG DISTRICT, RAYONG PROVINCE). คณะกรรมการควบคุมวิทยานิพนธ์: ศรีรัตน์ ล้อมพงศ์, Ph.D., นันทพร ภัทรพุทธ, Ph.D., 87 หน้า. ปี พ.ศ. 2560.

งานวิจัยนี้เป็นการศึกษาแบบภาคตัดขวาง มีวัตถุประสงค์เพื่อการประเมินการรับสัมผัสปริมาณระดับความเข้มข้นของ o-Cresol ในปัสสาวะที่มีความสัมพันธ์กับการทำหน้าที่ของตับ ไต และเม็ดเลือดของผู้ปฏิบัติงานในสถานประกอบกิจการอู่เคาะพ่นสีรถยนต์ ในเขตอำเภอเมือง จังหวัดระยอง กลุ่มตัวอย่าง 99 คน สุ่มตัวอย่างแบบกลุ่ม

ผลการศึกษาพบว่า ส่วนใหญ่เป็นผู้ปฏิบัติงานชาย ร้อยละ 86.80 อายุเฉลี่ย 33.45 ±11.54 ปี ทำงานแผนกโป๊วสี พ่นสี อบสี เคลือบขัดสีรถยนต์ ร้อยละ 57.58 ส่วนใหญ่ไม่ใช้อุปกรณ์ป้องกันระบบทางเดินหายใจ ร้อยละ 42.42 ปริมาณระดับความเข้มข้นของ o-Cresol ในปัสสาวะ (หลังเลิกงาน) มีค่าเฉลี่ย 19.02 ± 19.63 mg/g creatinine และพบว่าปริมาณระดับความเข้มข้นของ o-Cresol ในปัสสาวะกับค่าการทำหน้าที่ของตับ คือ ค่า Serum glutamic-pyruvic transaminase (SGPT หรือ ALT) มีความสัมพันธ์ที่มีทิศทางเชิงบวกในระดับต่ำอย่างมีนัยสำคัญทางสถิติที่ระดับ 0.05 ($r = 0.212$, $p = 0.035$)

สรุปผลการศึกษานี้แสดงให้เห็นว่าผู้ปฏิบัติงานในสถานประกอบกิจการอู่เคาะพ่นสีรถยนต์ มีการสัมผัสสารโทลูอีนเกินมาตรฐานกำหนดและควรตระหนักจัดให้มีการอบรมให้ความรู้ความเข้าใจถึงอันตรายและวิธีการป้องกันเบื้องต้นรวมถึงการแนะนำให้ใช้อุปกรณ์ป้องกันระบบทางเดินหายใจที่ถูกต้องและเหมาะสมต่อไป

58920203: MAJOR: OCCUPATIONAL HEALTH AND SAFETY; M.Sc. (OCCUPATIONAL HEALTH AND SAFETY)
KEYWORDS: TOLUENE/ O-CRESOL IN URINE/ WORKERS IN AUTOBODY REPAIR SHOPS/ LIVER/ KIDNEY AND HEMATOLOGY FUNCTION

AMORN PONGKAN: THE EVALUATION OF TOLUENE EXPOSURE RELATED TO EFFECT OF LIVER, KIDNEY AND BLOOD FUNCTION AMONG WORKERS IN AUTOBODY REPAIR SHOPS IN MUANG DISTRICT, RAYONG PROVINCE. ADVISORY COMMITTEE: SRIRAT LORMPHONGS, Ph.D., NANTAPORN PHATRABUDDHA, Ph.D., 87 P. 2017.

This research was a cross sectional study which aimed to evaluate the effects of toluene exposure on the functions of the liver, kidney and blood among 99 workers in autobody repair shops in Muang District, Rayong Province, selected by cluster random sampling.

It was found that most of the study subjects were male (86.80%) wtith an average age of 33.45 (±11.54 years). A bit over half (57.58%), worked in the paint department. More than a third (42.42%) did not use respiratory personal protective equipment (PPE) at work. Urine samples were collected after the work shift, the results of urine analysis showed that the average concentration of o-Cresol in urine was 19.02 (± 19.63 μg/g creatinine). The relationship between concentration of o-Cresol in urine, were low level of correlation with liver function test (SGPT) significant (p-value < 0.05).

In conclusion, the study has found that exposure to toluene among autobody workers was higher than the standard. Awareness training about the adverse effects of toluene exposure should be initiated, including the promotion of the use of appropriate respiratory protection.

สารบัญ

หน้า

บทคัดย่อภาษาไทย ..... จ

บทคัดย่อภาษาอังกฤษ ..... ฉ

สารบัญ ..... ช

สารบัญตาราง ..... ฌ

สารบัญภาพ ..... ญ

บทที่

1 บทนำ 1

ความเป็นมาและความสำคัญของปัญหา 1

วัตถุประสงค์ของการวิจัย 4

สมมติฐานของการวิจัย 5

กรอบแนวคิดในการวิจัย 5

ประโยชน์ที่คาดว่าจะได้รับจากการวิจัย 6

ขอบเขตของการวิจัย 6

ข้อจำกัดของการวิจัย 6

นิยามศัพท์เฉพาะ 6

2 เอกสารและงานวิจัยที่เกี่ยวข้อง 8

คุณสมบัติของสารโทลูอีน 8

ผลกระทบต่อสุขภาพของสารโทลูอีนและงานวิจัยที่เกี่ยวข้อง 11

การประเมินรับการสัมผัสและดัชนีชี้วัดการรับสัมผัสของสารโทลูอีน
และงานวิจัยที่เกี่ยวข้อง 14

ปัจจัยที่มีผลต่อการรับสัมผัสสารโทลูอีนและงานวิจัยที่เกี่ยวข้อง 16

ค่ามาตรฐานของสารโทลูอีนในบรรยากาศการทำงาน ค่าดัชนีชี้วัด
การได้รับสัมผัสทางชีวภาพและค่ามาตรฐานทางชีวเคมีในร่างกาย 18

กระบวนการทำงานในสถานประกอบกิจการอู่เคาะพ่นสีรถยนต์ 21

3 วิธีดำเนินการวิจัย 25

รูปแบบการวิจัย 25

ประชากรและกลุ่มตัวอย่าง 25

สารบัญ (ต่อ)

บทที่	หน้า
เครื่องมือเก็บรวบรวมข้อมูล	28
การเก็บรวบรวมข้อมูล	32
การพิทักษ์สิทธิของกลุ่มตัวอย่าง	33
การวิเคราะห์ข้อมูล	35
4 ผลการวิจัย	36
ข้อมูลทั่วไป	36
ประวัติการดื่มสุราและสูบบุหรี่	37
สภาพการทำงาน	39
พฤติกรรมการป้องกัน	40
ปริมาณระดับสาร o-Cresol ในปัสสาวะ (หลังสิ้นสุดการทำงาน) ของกลุ่มตัวอย่าง	43
การประเมินการทำหน้าที่ของตับ ไต และเม็ดเลือด	44
ความสัมพันธ์ระหว่างปริมาณระดับสาร o-Cresol ในปัสสาวะกับการการทำหน้าที่ของตับ ไต และเม็ดเลือด	48
5 สรุป อภิปรายผล และข้อเสนอแนะ	51
สรุปผลการวิจัย	51
อภิปรายผลการวิจัย	54
ข้อเสนอแนะ	58
บรรณานุกรม	60
ภาคผนวก	65
ภาคผนวก ก	66
ภาคผนวก ข	68
ภาคผนวก ค	74
ภาคผนวก ง	82
ประวัติย่อของผู้วิจัย	87

สารบัญตาราง

ตารางที่ หน้า

2-1 คุณสมบัติทางกายภาพและทางเคมีของสารโทลูอีน 9

2-2 ค่ามาตรฐานความเข้มข้นของสารโทลูอีนในบรรยากาศ และเปรียบเทียบกับค่ามาตรฐานต่าง ๆ 19

2-3 ค่าดัชนีชี้วัดการได้รับสัมผัสทางชีวภาพของสารโทลูอีน 20

2-4 ค่ามาตรฐานทางชีวเคมีในเลือดของร่างกาย 20

3-1 จำนวนประชากรจำแนกตามสถานประกอบกิจการอู่เคาะพ่นสีรถยนต์ในเขตอำเภอเมือง จังหวัดระยอง 25

3-2 จำนวนกลุ่มตัวอย่างที่เลือกโดยใช้ค่าสัดส่วนของจำนวนตัวอย่างต่อจำนวนประชากรจริงในแต่ละสถานประกอบกิจการอู่เคาะพ่นสีรถยนต์ 27

3-3 การแปลผลค่ามาตรฐานทางชีวเคมีในร่างกาย 30

4-1 จำนวนและร้อยละของกลุ่มตัวอย่างจำแนกตามข้อมูลทั่วไป 37

4-2 จำนวนและร้อยละของกลุ่มตัวอย่างจำแนกตามประวัติการดื่มสุราและการสูบบุหรี่ 38

4-3 จำนวนและร้อยละของตัวอย่างจำแนกตามสภาพการทำงาน 39

4-4 จำนวนและร้อยละของกลุ่มตัวอย่างจำแนกตามพฤติกรรมการป้องกัน 41

4-5 จำนวนและร้อยละของกลุ่มตัวอย่างจำแนกตามปริมาณระดับสาร o-Cresol ในปัสสาวะ (หลังสิ้นสุดการทำงาน) ของกลุ่มตัวอย่าง 43

4-6 จำนวนและร้อยละของกลุ่มตัวอย่างจำแนกตามการทำหน้าที่ของตับ ไต และเม็ดเลือด 45

4-7 ความสัมพันธ์ระหว่างปริมาณระดับความเข้มข้นของ o-Cresol ในปัสสาวะกับการหน้าที่ของตับ ไต และเม็ดเลือด 49

สารบัญภาพ

ภาพที่ หน้า

1-1 กรอบแนวคิดในการวิจัย 5

2-1 Pathway ของสารโทลูอีน 10

บทที่ 1
บทนำ

ความเป็นมาและความสำคัญของปัญหา

อุตสาหกรรมยานยนต์จัดเป็นอุตสาหกรรมระดับต้นที่มีความสำคัญต่อการพัฒนาประเทศทั้งในด้านเศรษฐกิจ การสร้างมูลค่าเพิ่ม ตลอดจนการพัฒนาอุตสาหกรรมสนับสนุนอื่น ๆ และธุรกิจที่เกี่ยวข้องในห่วงโซ่อุปทานของอุตสาหกรรมเป็นอย่างมาก (สถาบันยานยนต์ กระทรวงอุตสาหกรรม, 2555) ประกอบกับนโยบายการคืนภาษีรถคันแรกของรัฐบาลที่ส่งผลต่อยอดการจำหน่ายรถยนต์ในประเทศเพิ่มขึ้น 233.16% (สุรพงษ์ ไพสิฐพัฒนพงษ์, 2553) ซึ่งสอดคล้องกับปริมาณการจดทะเบียนในรถยนต์นั่งส่วนบุคคลไม่เกิน 7 คน (คัน) จากปีพ.ศ. 2545 จนถึงปีพ.ศ. 2555 มีปริมาณเพิ่มขึ้นถึง 3.9 เท่า (กรมการขนส่งทางบก, 2555) ส่งผลให้จำนวนรถยนต์สะสมที่มีอัตราการขยายตัวเพิ่มขึ้น สถานประกอบการกิจการอู่พ่นสีรถยนต์ซึ่งเป็นธุรกิจบริการที่สำคัญในการดูแลรักษารถยนต์ จึงมีการขยายตัวเพิ่มขึ้น (คงชลัช เทศะแพทย์, 2557) ซึ่งจากการขยายตัวดังกล่าวส่งผลดีต่อเศรษฐกิจ แต่อีกด้านหนึ่งสถานประกอบกิจการอู่เคาะพ่นสีรถยนต์ก็เป็นกิจการที่ส่งผลกระทบต่อคุณภาพสิ่งแวดล้อมและสุขภาพของผู้ปฏิบัติงานเช่นกัน

กระบวนการทำงานในสถานประกอบกิจการอู่เคาะพ่นสีรถยนต์นั้นเริ่มตั้งแต่การรับรถยนต์เพื่อตรวจสอบเอกสาร จากนั้นจะนำรถเข้าสู่แผนกซ่อมเคาะ ดึง ลอกสีรถยนต์ แล้วทำการขัดสีเก่า โป๊วสี พ่นสี อบสี เคลือบขัดสีรถยนต์ ก่อนนำไปต่อประกอบชิ้นส่วนรถยนต์ โดยในกระบวนทำสีรถยนต์นั้นนิยมใช้สารตัวทำละลายที่มีส่วนผสมของสารอินทรีย์ระเหยง่าย (Volatile Organic Compounds-VOCs) เช่น เบนซีน อะซิโตน เมทานอล และไซลีน (กองสุขาภิบาลสิ่งแวดล้อม สำนักอนามัย, 2557) รวมทั้งโทลูอีนเป็นองค์ประกอบหลักของทินเนอร์ซึ่งมีส่วนประกอบร้อยละ 60.00 ของปริมาตร (สำนักงานมาตรฐานผลิตภัณฑ์อุตสาหกรรม กระทรวงอุตสาหกรรม, 2554) โดยใช้ทินเนอร์ปริมาณมากสุดเป็นตัวเร่งปฏิกิริยาสีพ่นเกาะเหล็ก อีกทั้งเป็นตัวทำละลายในการผสมสีเคลือบ สีรองพื้น สีจริงและใช้แลคเกอร์เคลือบเงารถ (Sari et al., 2015) สารโทลูอีน (Toluene) หรือเรียกว่า สารเมทิลเบนซีน (Methyl benzene) สูตรคือ $C_6H_5CH_3$ เป็นของเหลวใส มีกลิ่นหอม จุดติดไฟง่าย นิยมใช้เป็นสารตัวทำละลายในโรงงานอุตสาหกรรมผลิตสี ทินเนอร์ กาวเคลือบ เรซิน แลคเกอร์ ยูรีเทน และอื่น ๆ (อนามัย เทศกะทึก, 2554) ดังนั้นในกระบวนการทำสีรถยนต์จึงใช้โทลูอีนเป็นสารตัวทำละลายหลักและมีปริมาณมากสุดในส่วนประกอบของทินเนอร์แลคเกอร์ ซึ่งอาจจะส่งผลกระทบต่อสุขภาพต่อผู้ปฏิบัติงานได้มากที่สุด

ความเสี่ยงในการรับสัมผัสสารโทลูอีนนั้นในระหว่างที่ผู้ประกอบอาชีพมีโอกาสรับสัมผัสไอระเหยเข้าสู่ร่างกายได้ เช่น การสวมอุปกรณ์ป้องกันอันตรายที่ไม่เหมาะสม การดูแลสุขอนามัยส่วนบุคคลไม่ดีพอ การดื่มสุรา การสูบบุหรี่ในระหว่างการทำงาน (อนามัย เทศกะทึก, 2555) หรือปัจจัยอื่น ๆ เช่น ระยะเวลาการทำงาน การใช้อุปกรณ์ป้องกันอันตรายส่วนบุคคล และสุขวิทยาส่วนบุคคล เป็นต้น (Decharat et al., 2014) ซึ่งผู้ประกอบอาชีพจะรับสัมผัสเข้าสู่ร่างกายได้ 3 ทางได้แก่ ส่วนใหญ่จะรับสัมผัสทางเดินหายใจโดยการสูดดมไอระเหยเข้าสู่ปอด (Sari et al., 2015) รองลงมาจากการดูดซึมผ่านทางผิวหนัง เนื่องจากสารทำละลายอินทรีย์ละลายไขมันได้ดีจึงซึมผ่านผิวหนังได้ และการดูดซึมผ่านทางอาหารด้วยการดื่มน้ำหรือรับประทานอาหารที่มีสารทำละลายปนเปื้อน (สำนักเทคโนโลยีความปลอดภัย กรมโรงงานอุตสาหกรรม, 2557)

การประเมินการรับสัมผัสและผลกระทบของสารโทลูอีนนั้นสามารถทำได้โดยการประเมินความเข้มข้นสารโทลูอีนในบรรยากาศการทำงาน เช่น ในโรงงานอุตสาหกรรมพ่นสีผลิตเฟอร์นิเจอร์เหล็ก (Decharat et al., 2014) และในโรงงานอุตสาหกรรมปิโตรเคมี (Hopf et al., 2012) นอกจากนั้นสามารถประเมินความเข้มข้นสารแบบติดตัวบุคคล (Personal sampling) เช่น ในผู้ประกอบอาชีพในโรงงานอุตสาหกรรมผลิตชิ้นส่วนยานยนต์ (นันทพร ภัทรพุทธ และคณะ, 2555) พนักงานโรงงานอุตสาหกรรมผลิตรองเท้ายาง (นิดาพร ศุขเขษม, 2556) พนักงานเก็บกวาดขยะของสำนักงานเขต (ศรีรัตน์ ล้อมพงศ์, 2559) นอกจากนั้นสามารถประเมินการรับสัมผัสสารโทลูอีนภายในร่างกาย (Biological exposure assessment) ประกอบด้วยการประเมินระดับสารโทลูอีนในรูปเดิม (Parent compounds) เช่น การประเมินสารโทลูอีนในเลือด (Sari et al., 2015) การประเมินระดับโทลูอีนในปัสสาวะ และรูปเมแทบอไลต์ (Metabolite) เช่น การประเมินระดับกรดฮิพพิวริค (Cosnier et al., 2013) การประเมินระดับ o-Cresol ในปัสสาวะ (Yacob et al., 2014) เป็นต้น โดยในปัจจุบันการประเมินระดับกรดฮิพพิวริคในปัสสาวะนั้นตามข้อกำหนด ACGIH (ACGIH, 2017) ได้ยกเลิกการประเมินระดับกรดฮิพพิวริคเป็นตัวบ่งชี้การรับสัมผัสโทลูอีน เนื่องจากการบริโภคอาหารที่มีส่วนผสมของกรดเบนโซอิก เช่น อาหารที่มีส่วนผสมของสารกันบูด รวมทั้งอาหารที่มีส่วนผสมของคาเฟอีน เช่น ชา กาแฟ น้ำอัดลม ทำให้ระดับความเข้มข้นของระดับกรดฮิพพิวริคสูงขึ้นและอาจเป็นเหตุให้เกิดผลเท็จบวกในระหว่างการประเมินดัชนีชี้วัดทางชีวภาพของสารโทลูอีน (Munaka et al., 2009; Yacob et al., 2014) อีกทั้งการรับสัมผัสความเข้มข้นของสารโทลูอีนในระดับต่ำ ๆ สามารถตรวจติดตามสารแมทาบอไลต์ในร่างกาย โดยพบว่า o-Cresol ในปัสสาวะมีความจำเพาะและมีความไวในการตรวจติดตามดังกล่าว (Yacob et al., 2014) ดังนั้นในการศึกษาครั้งนี้จึงใช้การตรวจหาปริมาณระดับความเข้มข้นของ o-Cresol ในปัสสาวะเป็นดัชนีทางชีวภาพถึงการประเมินการรับสัมผัสสารโทลูอีน

ดัชนีชี้วัดผลกระทบของสารโทลูอีนต่อสุขภาพนั้นมีทั้งแบบเฉียบพลันและแบบเรื้อรัง โดยจะทำให้เกิดผลกระทบต่อร่างกายทั้งแบบเฉียบพลันหลายระบบ เช่น ต่อระบบประสาทส่วนกลางทำให้มีอาการปวดศีรษะ วิงเวียน สับสน ง่วงนอน หมดสติ และอาจเสียชีวิต (Yacob et al., 2014) ต่อระบบหัวใจทำให้การเต้นของหัวใจและระดับเอนไซม์การทำงานของหัวใจผิดปกติ (Yasar et al., 2016) ต่อเยื่อบุต่าง ๆ ทำให้เกิดอาการระคายเคืองตา ผิวหนัง เยื่อบุทางเดินหายใจ และเยื่อบุทางเดินอาหาร (อนามัย เทศกะทึก, 2554) ต่อไตทำให้เกิดโรคไตผิดปกติในการขับกรดส่งผลให้มีกรดคั่งในร่างกาย เซลล์ไตถูกทำลายทำให้ลดการกรองของหน่วยไตส่งผลต่อค่าระดับยูเรียไนโตรเจนและค่าระดับครีเอตินินในเลือดสูงขึ้น (Cámara-Lemarroy et al., 2015) และทำให้ร่างกายสูญเสียโปแตสเซียมอย่างรุนแรงเกิดการสลายกล้ามเนื้อเป็นสาเหตุให้เกิดไตล้มเหลวเฉียบพลันได้ (วิวัฒน์ เอกบูรณะวัฒน์และสุทธิพัฒน์ วงศ์วิทย์วิโชติ, 2555) พิษต่อตับทำให้เซลล์ตับถูกทำลายทำให้ระดับเอนไซม์การทำหน้าที่ของตับผิดปกติเช่น ค่า Serum glutamic-oxaloacetic transaminase (SGOT หรือ AST), ค่า Serum glutamic-pyruvic transaminase (SGPT หรือ ALT) และค่า Alkaline phosphatase (ALP) เพิ่มสูงขึ้น (Neghab et al., 2015) เมื่อไม่นานมานี้มีรายงานการศึกษาในสัตว์ทดลองว่า หนูขาวตัวผู้ที่รับสัมผัสสารโทลูอีนทำให้ระดับค่ายูเรียไนโตรเจนและระดับค่าครีเอตินีนในเลือดสูงกว่ากลุ่มควบคุม (Meydan et al., 2016) ทำให้หนูไมซ์มีน้ำหนักของตับและไตเมื่อเทียบกับกลุ่มควบคุมเพิ่มขึ้น อีกทั้งทำให้ระดับเอนไซม์การทำหน้าที่ของตับเปลี่ยนไปส่งผลให้เกิด Lipid peroxidation และระดับโปรตีนครีตินีนเปลี่ยนแปลงไป (Ketan et al., 2015) ผลกระทบต่อร่างกายแบบเรื้อรัง เช่น ต่อระบบประสาทส่วนกลางและส่วนปลายมีอาการอ่อนเพลีย วิงเวียนศีรษะ ปวดศีรษะ คลื่นไส้ อาเจียน ทำงานของกล้ามเนื้อบกพร่อง สูญเสียการทรงจำ พฤติกรรมเปลี่ยนแปลง การทำหน้าที่ของประสาทตาบกพร่อง รบกวนรูปแบบการนอนและมีผลต่อการได้ยินของหู (อนามัย เทศกะทึก, 2554) เป็นต้น นอกจากนี้การได้รับโทลูอีนของสตรีมีครรภ์มีความเสี่ยงต่อการแท้งและสูญเสียทารกในครรภ์ (เรณู เวชรัชต์วิมล, 2555) จากผลกระทบต่อสุขภาพดังกล่าวส่วนใหญ่มีผลต่อร่างกายแบบฉับพลัน ซึ่งต้องมีการรับสัมผัสสารโทลูอีนในปริมาณความเข้มข้นสูง ๆ แต่ผู้ปฏิบัติงานในสถานประกอบกิจการอู่เคาะพ่นสีรถยนต์นั้นมีการรับสัมผัสสารโทลูอีนปริมาณความเข้มข้นต่ำ ๆ ต่อเนื่องนาน ๆ อาจส่งผลกระทบต่อสุขภาพแบบเรื้อรังของการทำหน้าที่ของตับและไตได้ (Sari et al., 2015) จึงมีการศึกษาผลกระทบต่อสุขภาพที่อาจ จะส่งผลต่อการทำหน้าที่ของตับ ไต และเม็ดเลือดของกลุ่มผู้รับสัมผัสสารโทลูอีน

ในประเทศไทยมีรายงานสถานการณ์โรคจากการประกอบอาชีพและสิ่งแวดล้อม (กรมควบคุมโรค กระทรวงสาธารณสุข, 2557) จากปัญหาเรื่องสารพิษที่เกี่ยวข้องกับการทำงานโดยใช้สารตัวทำละลายในอุตสาหกรรมต่าง ๆ หรือมีการผสมอยู่ในผลิตภัณฑ์ที่ใช้กันทั่วไป

เช่น การผสมสี พ่นสี แลคเกอร์ ฯลฯ ซึ่งทำให้เกิดโรคพิษจากสารตัวทำละลาย (Solvent induced poisoning) โดยในปีพ.ศ. 2555-2557 พบผู้ป่วยโรคพิษจากสารทำละลายรวมทุกรหัส คิดเป็นอัตราป่วย 1.03, 0.85 และ 0.78 ต่อประชากรแสนคน ตามลำดับ จากข้อมูลดังกล่าวแสดงว่าผู้ประกอบอาชีพเกี่ยวข้องกับสารโทลูอีนมีความเสี่ยงที่จะได้รับสัมผัสสารดังกล่าวตลอดระยะเวลาการทำงาน จนอาจจะก่อให้เกิดปัญหาสุขภาพได้ และนับเป็นปัญหาทางการแพทย์และการสาธารณสุขที่สำคัญ

ดังนั้นจึงควรมีการเฝ้าระวังอย่างต่อเนื่องในกลุ่มผู้ที่ประกอบอาชีพมีความเสี่ยงที่จะรับสัมผัสสารโทลูอีน และควรตระหนักถึงความสำคัญในเรื่องสภาพปัญหาด้านอนามัยสิ่งแวดล้อมของสถานที่ทำงาน จากการศึกษาที่ผ่านมาพบว่า การดำเนินการในสถานประกอบกิจการอู่เคาะพ่นสีรถยนต์นั้นไม่ได้มาตรฐานด้านอนามัยสิ่งแวดล้อม (สุนัฏฐา โน้ตสุภา, 2555) ส่วนใหญ่มีพฤติกรรมการใช้อุปกรณ์ป้องกันความปลอดภัยส่วนบุคคลแต่ไม่สม่ำเสมอ (ศรีรัตน์ ล้อมพงศ์, 2559) อีกทั้งห้องอบพ่นสีที่ไม่มีระบบการกำจัดไอระเหยสารโทลูอีนหรืออาคารที่มีระบบระบายอากาศแบบเฉพาะที่ได้ เนื่องจากเป็นสถานประกอบกิจการอู่เคาะพ่นสีรถยนต์ขนาดเล็กเพราะเป็นการลงทุนสูง (กองสุขาภิบาลสิ่งแวดล้อม สำนักอนามัย, 2557) และในเรื่องของกฎหมายยังไม่ครอบคลุมในการจดทะเบียนกิจการที่เป็นอันตรายต่อสุขภาพ และผู้ปฏิบัติงานเองนั้นยังขาดการเฝ้าระวังภาวะสุขภาพเนื่องจากบางส่วนยังเป็นแรงงานนอกระบบ จึงขาดการเข้าถึงการระบบบริการในด้านการประเมินภาวะสุขภาพ ดังนั้นผู้วิจัยจึงเห็นความสำคัญและสนใจที่จะศึกษากลุ่มอาชีพเหล่านี้ โดยมีวัตถุประสงค์เพื่อศึกษาความสัมพันธ์ระหว่างปริมาณการรับสัมผัสสารโทลูอีนกับการทำหน้าที่ของตับ ไต และเม็ดเลือดของผู้ปฏิบัติงานในสถานประกอบกิจการอู่เคาะพ่นสีรถยนต์ ในเขตอำเภอเมือง จังหวัดระยอง ประโยชน์เพื่อจัดทำข้อเสนอแนะเชิงนโยบายและสามารถนำข้อมูลไปใช้ในการพัฒนานโยบายการป้องกันการรับสัมผัสสารตัวทำละลายและการดูแลสุขภาพพนักงานที่รับสัมผัส อีกทั้งเฝ้าระวังภาวะสุขภาพในอาชีพนี้ต่อไป

วัตถุประสงค์ของการวิจัย

1. เพื่อศึกษาการทำหน้าที่ของตับ ไต และเม็ดเลือดของผู้ปฏิบัติงานในสถานประกอบกิจการอู่เคาะพ่นสีรถยนต์ ในเขตอำเภอเมือง จังหวัดระยอง
2. เพื่อประเมินปริมาณระดับความเข้มข้นของ o-Cresol ในปัสสาวะ ของผู้ปฏิบัติงานในสถานประกอบกิจการอู่เคาะพ่นสีรถยนต์ ในเขตอำเภอเมือง จังหวัดระยอง
3. เพื่อศึกษาความสัมพันธ์ระหว่างปริมาณระดับความเข้มข้นของ o-Cresol ในปัสสาวะกับการทำหน้าที่ของตับ ไต และเม็ดเลือดของผู้ปฏิบัติงานในสถานประกอบกิจการอู่เคาะพ่นสีรถยนต์ ในเขตอำเภอเมือง จังหวัดระยอง

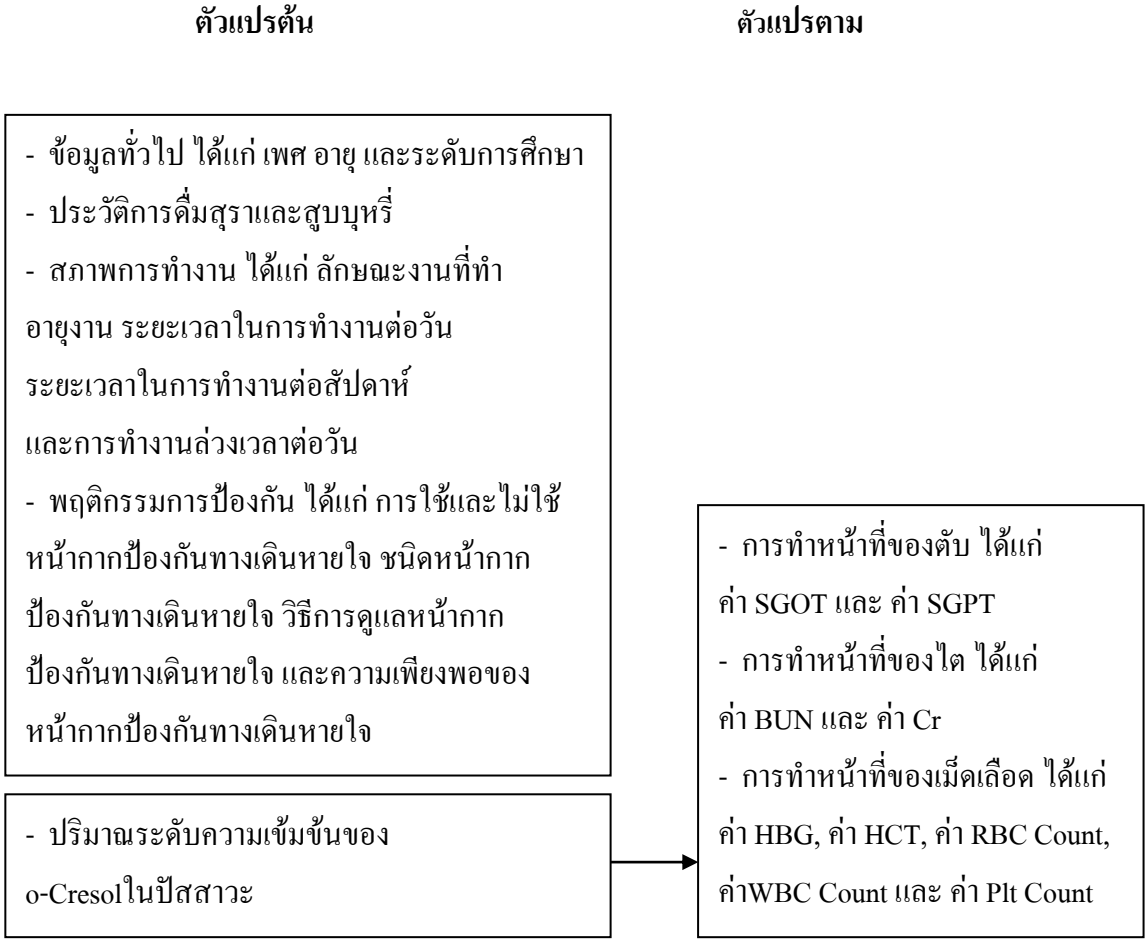
สมมติฐานของการวิจัย

1. ปริมาณระดับความเข้มข้นของ o-Cresol ในปัสสาวะกับการทำหน้าที่ของตับของผู้ปฏิบัติงานในสถานประกอบกิจการอู่เคาะพ่นสีรถยนต์ ในเขตอำเภอเมือง จังหวัดระยอง มีความสัมพันธ์กัน

2. ปริมาณระดับความเข้มข้นของ o-Cresol ในปัสสาวะกับการทำหน้าที่ของไตของผู้ปฏิบัติงานในสถานประกอบกิจการอู่เคาะพ่นสีรถยนต์ ในเขตอำเภอเมือง จังหวัดระยอง มีความสัมพันธ์กัน

3. ปริมาณระดับความเข้มข้นของ o-Cresol ในปัสสาวะกับการทำหน้าที่ของเม็ดเลือดของผู้ปฏิบัติงานในสถานประกอบกิจการอู่เคาะพ่นสีรถยนต์ ในเขตอำเภอเมือง จังหวัดระยอง มีความสัมพันธ์กัน

กรอบแนวคิดในการวิจัย



ภาพที่ 1-1 กรอบแนวคิดในการวิจัย

ประโยชน์ที่คาดว่าจะได้รับจากการวิจัย

1. นำมาเป็นข้อมูลเบื้องต้นในการประเมินระดับการรับสัมผัสสารโทลูอีนของผู้ปฏิบัติงานในสถานประกอบกิจการอู่เคาะพ่นสีรถยนต์

2. นำข้อมูลที่ได้จากการศึกษามาจัดทำแนวทางในการป้องกันและเฝ้าระวังสุขภาพของผู้ปฏิบัติงานในสถานประกอบกิจการอู่เคาะพ่นสีรถยนต์

3. ผู้ประกอบการและผู้ปฏิบัติงานทราบและตระหนักถึงอันตรายของสารโทลูอีนต่อสุขภาพ รวมถึงเห็นถึงความสำคัญของการใช้อุปกรณ์ป้องกันอันตรายส่วนบุคคลในขณะปฏิบัติงาน

ขอบเขตของการวิจัย

ศึกษาจากผู้ปฏิบัติงานในสถานประกอบกิจการเคาะอู่พ่นสีรถยนต์ จำนวน 99 คน ที่มีการสัมผัสสารโทลูอีน ดังนั้นในการศึกษาจึงประเมินการรับสัมผัสสารโทลูอีนโดยใช้ดัชนีทางชีวภาพที่บ่งบอกถึงการรับสัมผัสสารโทลูอีนคือ ปริมาณระดับความเข้มข้นของ o-Cresol ในปัสสาวะ และศึกษาความสัมพันธ์ระหว่างปริมาณระดับความเข้มข้นของ o-Cresol ในปัสสาวะต่อการทำหน้าที่ของตับ ไต และเม็ดเลือดของผู้ปฏิบัติงานในสถานประกอบกิจการอู่เคาะพ่นสีรถยนต์ โดยจะเริ่มศึกษาตั้งแต่เดือนพฤษภาคมถึงเดือนมิถุนายน พ.ศ. 2560 ในผู้ปฏิบัติงานในสถานประกอบกิจการอู่เคาะพ่นสีรถยนต์ ในเขตอำเภอเมือง จังหวัดระยอง

ข้อจำกัดของการวิจัย

การวิจัยครั้งนี้เป็นการวิจัยเชิงพรรณนา (Descriptive research) โดยเก็บข้อมูลแบบภาคตัดขวาง (Cross sectional study) และไม่ได้วิเคราะห์ลักษณะอาการและอาการแสดงของพิษสารโทลูอีนเมื่อเข้าสู่ร่างกาย

นิยามศัพท์เฉพาะ

การศึกษาครั้งนี้ผู้วิจัยได้นิยามศัพท์เพื่อการวิจัย ดังต่อไปนี้

การประเมินการรับสัมผัสสารโทลูอีน หมายถึง การตรวจประเมินสารโทลูอีนในร่างกายโดยใช้ดัชนีชีวภาพตรวจหาปริมาณระดับความเข้มข้นของ o-Cresol ในปัสสาวะโดยเก็บปัสสาวะภายหลังเลิกกะของการทำงาน (End of shift) คือ เร็วที่สุดภายหลังการเลิกกะการทำงาน (โดยทั่วไปไม่ควรเกิน 30 นาทีภายหลังเลิกกะทำงาน) ผู้ปฏิบัติงานในสถานประกอบกิจการอู่เคาะพ่นสีรถยนต์ มีหน่วยเป็น mg/g creatinine

การทำหน้าที่ของตับ หมายถึง การตรวจประเมินทางชีวเคมีในเลือดของร่างกายภายในห้องปฏิบัติการทางการแพทย์เพื่อให้ได้มาซึ่งข้อมูลที่เกี่ยวกับการทำหน้าที่ของเอนไซม์ในตับของผู้ปฏิบัติงาน โดยค่าพารามิเตอร์ที่วัดเพื่อศึกษาใช้ค่า Serum glutamic-oxaloacetic transaminase (SGOT หรือ AST) มีหน่วยเป็น U/L และค่า Serum glutamic-pyruvic transaminase (SGPT หรือ ALT) มีหน่วยเป็น U/L

การทำหน้าที่ของไต หมายถึง การตรวจประเมินทางชีวเคมีในเลือดของร่างกายภายในห้องปฏิบัติการทางการแพทย์เพื่อให้ได้มาซึ่งข้อมูลที่เกี่ยวกับหน้าที่ของไตในการขับของเสียออกจากร่างกายของผู้ปฏิบัติงาน โดยค่าพารามิเตอร์ที่วัดเพื่อศึกษาใช้ค่ายูเรียไนโตรเจน (Blood Urea Nitrogen, BUN) มีหน่วยเป็น mg/dl และค่าครีเอตินีน (Creatinine, Cr) มีหน่วยเป็น mg/dl

การทำหน้าที่ของเม็ดเลือด หมายถึง การตรวจประเมินทางชีวเคมีทางโลหิตวิทยาขั้นพื้นฐานภายในห้องปฏิบัติการทางการแพทย์เพื่อให้ได้มาซึ่งข้อมูลที่เกี่ยวกับความสมบูรณ์ของเม็ดเลือด (Complete Blood Count, CBC) ของผู้ปฏิบัติงาน โดยค่าพารามิเตอร์ที่วัดเพื่อศึกษาใช้ค่าฮีโมโกลบิน (Hemoglobin, HBG) มีหน่วยเป็น g/dl ค่าฮีมาโตคริท (Hematocrit, HCT) มีหน่วยเป็น% จำนวนเม็ดเลือดแดง (Red blood cell Count, RBC Count) มีหน่วยเป็น x 10^6 cell/mm^3 จำนวนเม็ดเลือดขาว (White blood cell Count, WBC Count) มีหน่วยเป็น cell/mm^3 และจำนวนเกล็ดเลือด (Platelet Count, Plt Count) มีหน่วยเป็น cell/mm^3

ผู้ปฏิบัติงาน หมายถึง ผู้ปฏิบัติงานที่ทำงานอยู่ในกระบวนการผลิตที่มีการรับสัมผัสสารโทลูอีนในสถานประกอบกิจการอู่เคาะพ่นสีรถยนต์ในเขตอำเภอเมือง จังหวัดระยอง อย่างน้อย 3 เดือน

สถานประกอบกิจการอู่เคาะพ่นสีรถยนต์ หมายถึง สถานประกอบกิจการอู่เคาะพ่นสีรถยนต์ที่ขึ้นทะเบียนเทศบัญญัติเรื่อง กิจการที่เป็นอันตรายต่อสุขภาพ ในเขตอำเภอเมือง จังหวัดระยอง

บทที่ 2
เอกสารและงานวิจัยที่เกี่ยวข้อง

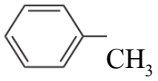
ในการศึกษาครั้งนี้เพื่อประเมินการรับสัมผัสสารโทลูอีนที่มีความสัมพันธ์กับการทำหน้าที่ของตับ ไต และเม็ดเลือดของผู้ปฏิบัติงานในสถานประกอบกิจการอู่เคาะพ่นสีรถยนต์ในเขตอำเภอเมือง จังหวัดระยอง โดยผู้วิจัยได้รวบรวมข้อมูลจากหนังสือ วิทยานิพนธ์ งานวิจัย วารสาร และฐานข้อมูลออนไลน์ที่เกี่ยวข้องโดยมีหัวข้อการทบทวนวรรณกรรม ดังนี้

1. คุณสมบัติของสารโทลูอีน
2. ผลกระทบต่อสุขภาพของสารโทลูอีนและงานวิจัยที่เกี่ยวข้อง
3. การประเมินการรับสัมผัสและดัชนีชี้วัดการรับสัมผัสของสารโทลูอีนและงานวิจัยที่เกี่ยวข้อง
4. ปัจจัยที่มีผลต่อการรับสัมผัสสารโทลูอีนและงานวิจัยที่เกี่ยวข้อง
5. ค่ามาตรฐานของสารโทลูอีนในบรรยากาศการทำงาน ค่าดัชนีชี้วัดการได้รับสัมผัสทางชีวภาพและค่ามาตรฐานทางชีวเคมีในร่างกาย
6. กระบวนการทำงานในสถานประกอบกิจการอู่เคาะพ่นสีรถยนต์

คุณสมบัติของสารโทลูอีน

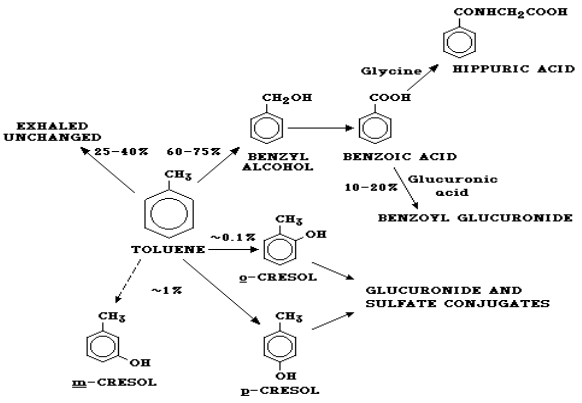
โทลูอีนเป็นสารอะโรมาติคไฮโดรคาร์บอน (Aromatic hydrocarbon) มีลักษณะเป็นของเหลวใส ไม่มีสี ระเหยง่าย ติดไฟได้ง่าย ละลายน้ำได้เล็กน้อย กลิ่นหอมคล้ายสารเบนซีน มีคุณสมบัติทางกายภาพและเคมีในตารางที่ 2-1 ซึ่งสารโทลูอีนเป็นสารทำละลายตัวหนึ่งที่ใช้มากในอุตสาหกรรมโดยการผลิตโทลูอีนเป็นผลพลอยได้ของอุตสาหกรรมถ่านหินและอุตสาหกรรมปิโตรเคมี ในอุตสาหกรรมถ่านหินจะได้โทลูอีนจากแก๊สและ Coal tar ส่วนในอุตสาหกรรมปิโตรเคมีจะได้โทลูอีนโดยการดีไฮเดรชันสารกลุ่มแนฟทาลีนหรือโดยการ Cyclization และ Aromatization ของสารกลุ่มพาราฟินไฮโดรคาร์บอน (กรมควบคุมมลพิษ, 2551) และนิยมใช้เป็นสารตัวทำละลายในโรงงานอุตสาหกรรมผลิตสี ทินเนอร์ กาวเคลือบ เรซิน น้ำมัน การเคลือบกระดาษ หมึกพิมพ์ กาวยาง พลาสติก แลกเกอร์ โฟม ยูรีเทน เป็นต้น (อนามัย เทศกะทึก, 2554)

ตารางที่ 2-1 คุณสมบัติทางกายภาพและทางเคมีของสารโทลูอีน

	คุณสมบัติ
สูตรโมเลกุล	$C_6H_5CH_3$
มวลโมเลกุล	92.13
สูตรโครงสร้าง	
เลขรหัสวัสดุ 4 หลัก (UN No.)	1294
CAS Registry Number	108-88-3
ชื่อทางเคมี	Phenylmethane
ชื่อพ้อง	Methylbenzene
ชื่อการค้า	Antisal 1A; CP25; Methacide: Methylbenzol
ลักษณะทางกายภาพ	ของเหลวไม่มีสี
ความหนาแน่น	0.8669 g/ cm^3
ความถ่วงจำเพาะ ที่ 25 °C	0.8623
ความดันไอ	28.7 mmHg
ความหนาแน่นไอ	3.20 (เมื่อเทียบกับอากาศ, อากาศเท่ากับ 1.00)
จุดหลอมเหลว	-95 °C
จุดเดือดที่ 760 mmHg	-110.6 °C
จุดวาบไฟภาชนะปิดและภาชนะเปิด	4.4, 12.8 °C
อุณหภูมิที่ติดไฟด้วยตัวเอง	552 °C
ขีดกำจัดการติดไฟ	1.17-7.10% (Percent by Volume in Air)
สารที่ใช้ในการดับเพลิง	Carbon dioxide, Dry chemical, Foam
ความอิ่มตัวในอากาศที่ 25 °C	112 g/ m^3
ความสามารถละลายได้ในน้ำสะอาด 25 °C	535 mg/ l
ความสามารถละลายได้ในน้ำทะเล 25 °C	380 mg/ l

ที่มา: ดัดแปลงจาก https://th.wikipedia.org/wiki/โทลูอีน (2017)

สำหรับ Pathway ของสารโทลูอีน เริ่มตั้งแต่การรับสัมผัสสาร (Exposure) การดูดซึม (Absorption) การกระจายตัว (Distribution) เมแทบอลิซึม (Metabolism) และการกำจัดสารออกจากร่างกาย (Excretion) โดยช่องทางในการรับสัมผัส (Route of exposure) ของสารโทลูอีนเข้าสู่ร่างกายนั้นมี 3 ช่องทาง ได้แก่ ทางการหายใจ เป็นทางที่มีโอกาสรับสัมผัสจากการทำงานมากที่สุด (Sari E et al., 2015) ทางปาก ไม่ค่อยสำคัญในการรับสัมผัสจากการทำงาน มักได้รับการปนเปื้อนกับอาหารและน้ำดื่ม ทางผิวหนัง โทลูอีนถูกดูดซึมเข้าทางปอดและผิวหนัง เข้าสู่กระแสโลหิตแล้วจึงกระจายไปทั่วร่างกาย และมีระดับสูงในอวัยวะที่มีไขมันเป็นองค์ประกอบและเลือดไปเลี้ยงมาก ที่พบมากจะอยู่เนื้อเยื่อไขมัน รองลงมา ได้แก่ ไขกระดูก ต่อมหมวกไต ไต ตับ สมองและเลือด ตามลำดับ และเมื่อถูกดูดซึมเข้าไปแล้วจะมีค่าครึ่งชีวิต (Half life) เพียง 3-40 ชั่วโมง หากหยุดการได้รับเข้าสู่ร่างกายก็จะถูกขับถ่ายออกได้อย่างรวดเร็ว ปริมาณที่ถูกดูดซึมมีไม่เกินร้อยละ 10 ที่จะถูกขับถ่ายออกทางลมหายใจโดยไม่เปลี่ยนแปลงรูป ส่วนใหญ่จะถูกแมทาบอไลต์ เนื่องจากตำแหน่ง Methyl ของโทลูอีนจะถูกแมทาบอไลต์ง่ายกว่าตำแหน่งของเบนซีน (Benzene) จึงถูกแมทาบอไลต์โดยระบบเอนไซม์ Cytochrome P450 monooxygenase ที่ผลิตจากตับได้เป็น Benzyl alcohol ร้อยละ 95 กับ Methylbenzene epoxide ร้อยละ 5 จากนั้น Benzyl alcohol จะถูกเอนไซม์ Alcohol dehydrogenase ในร่างกายเปลี่ยนรูปไปเป็น Benzaldehyde ⟶ Benzoic acid ซึ่งจะคอนจูเกต (Conjugate) กับ Glycine ในร่างกายเป็นกรดฮิพพิวริกในที่สุด ส่วน Methylbenzene epoxide จะถูกเปลี่ยนเป็น o-Cresol และ p-Cresol แมทาบอไลต์ในปัสสาวะจึงตรวจพบกรดเบนโซอิค และกรดฮิพพิวริกเป็นหลัก (กรรนิการ์ ฉัตรสันติประภา, 2552) ดังภาพที่ 2-1



ภาพที่ 2-1 Pathway ของสารโทลูอีน
ที่มา: กรมควบคุมมลพิษ (2551)

ผลกระทบต่อสุขภาพของสารโทลูอีนและงานวิจัยที่เกี่ยวข้อง

การรับสัมผัสสารตัวทำละลายอินทรีย์ชนิดสารโทลูอีน จะทำให้เกิดผลกระทบต่อร่างกายแบบเฉียบพลันและแบบเรื้อรังได้ โดยมีรายละเอียดดังนี้

1. แบบเฉียบพลัน

1.1 ระบบประสาท การเกิดพิษต่อระบบประสาทส่วนกลาง อาจจะมาจากสารโทลูอีนละลายในไขมันของเซลล์เมมเบรนได้ดี ทำให้รบกวนการทำหน้าที่ของโปรตีนของเส้นประสาท ภายหลังการรับสัมผัสโทลูอีนที่มีความเข้มข้น 200 ส่วนในล้านส่วน ทำให้มีอาการปวดศีรษะ วิงเวียนศีรษะ ระคายเคือง ลำคอ ชา สับสน ง่วง การมองเห็นบกพร่อง หากมีอาการรุนแรงมากขึ้นจะสูญเสียสติสัมปชัญญะ หมดสติ และเสียชีวิต เป็นต้น (อนามัย เทศกะทึก, 2554) มีการศึกษาจากการทดสอบการทำงานของระบบประสาทและพฤติกรรมในอาสาสมัครที่รับสัมผัสสารโทลูอีนแบบฉับพลัน ที่ความเข้มข้น 200 ส่วนในล้านส่วน นาน 40 นาที ผลจากการทดสอบด้วยเครื่อง Electroencephalography (EEG) พบว่า มีผลต่อพฤติกรรมการตอบสนองการทำงานที่ถูกต้องแต่ระยะเวลาการตอบสนองไม่มีความแตกต่างกับกลุ่มเปรียบเทียบ และการทำงานของระบบประสาทโดยประสิทธิภาพการประมวลภาพต่อสิ่งเร้าลดลง (Kobald SO et al., 2015)

1.2 ทางเดินหายใจ สารโทลูอีนดูดซึมได้เร็วมากทางปอดภายหลังการหายใจเข้าไปที่ความเข้มข้น 8 ส่วนในล้านส่วน เริ่มได้กลิ่น ซึ่งน้อยกว่าค่ามาตรฐานของ OSHA PEL 25 เท่า (ที่ระดับ 200 ส่วนในล้านส่วน) ดังนั้นใช้เตือนอันตรายจากโทลูอีนได้ ไอระเหยจะหนักว่าอากาศหากอยู่ในพื้นที่ปิดหรือมีการระบายอากาศไม่ดี ทำให้ขาดออกซิเจน ระคายเคืองเยื่อบุทางเดินหายใจ การสำลักโทลูอีนเข้าปอดจะเกิดปอดอักเสบ และอาจจะกระตุ้นทำให้เกิดโรคหอบหืดได้ (วิวัฒน์ เอกบูรณะวัฒน์ และคณะ, 2555)

1.3 หัวใจ การรับสัมผัสโทลูอีนความเข้มข้นสูง ๆ ทำให้เกิดหัวใจผิดปกติ เช่น หัวใจห้องล่างบีบตัวผิดปกติ จะนำไปสู่โรคหัวใจหยุดเต้นได้ นอกจากนั้น Yasar et al. (2016) มีกรณีศึกษาจากชาย 21 ปี ไม่มีประวัติโรคหัวใจและหลอดเลือด มีประวัติสัมผัสสารโทลูอีนแบบฉับพลัน พบว่า มีการเต้นของหัวใจผิดปกติและระดับเอนไซม์การทำงานของหัวใจผิดปกติ การนำคลื่นไฟฟ้าของหัวใจผิดปกติ นั่นแสดงว่า หัวใจเป็นอวัยวะเป้าหมายที่มีความไวต่อพิษโทลูอีน

1.4 ไต ภายหลังการหายใจเอาโทลูอีนความเข้มข้นสูง ๆ เข้าไป จะมีการย่อยสลายเกิดการเสียสมดุลของกรดและด่างในร่างกาย ทำให้เกิดความผิดปกติตามมา เช่น ขาดโพแทสเซียม ขาดฟอสเฟต เป็นต้น นอกจากนั้น Ketan et al. (2015) ได้มีการศึกษาในสัตว์ทดลอง ซึ่งรายงานว่าหนูไมซ์ที่รับสัมผัสสารโทลูอีน เบนซีน และไซลีน ที่มีความเข้มข้นสูงทางการหายใจทำให้หนูไมซ์

มีน้ำหนักของตับและไตเมื่อเทียบกับกลุ่มควบคุมเพิ่มขึ้น อีกทั้งทำให้ระดับเอนไซม์การทำหน้าที่ของตับเปลี่ยนไปส่งผลให้เกิด Lipid peroxidation และระดับโปรตีนครีตินีนเปลี่ยนแปลงไป และเมื่อไม่นานมานี้มีรายงานการศึกษาในสัตว์ทดลองว่า หนูขาวตัวผู้ที่รับสัมผัสสารโทลูอีนทำให้ระดับระดับไนโตรเจนและระดับค่าครีตินีนในเลือดสูงกว่ากลุ่มควบคุม (Meydan et al., 2016) และจากการศึกษาของ Todd et al. (2008) พบว่า สารโทลูอีน เบนซีน ที่ใช้เป็นส่วนประกอบการผลิตยางที่นำมาทำรองเท้า มีผลต่อระบบการทำงานของตับและไต

1.5 ผิวหนัง ภายหลังที่มีการรับสัมผัสโทลูอีนที่ผิวหนังซ้ำ ๆ ทำให้ระคายเคืองที่ผิวหนังเนื่องจากไขมันถูกทำลาย (อนามัย เทศกะทึก, 2554) และจากการศึกษาในพนักงานชายที่ทำงานเป็นช่างพ่นสีรถยนต์ในบริษัทรถยนต์ที่ประเทศญี่ปุ่นพบว่า กลุ่มที่รับสัมผัสสารโทลูอีนและไซลีนมีอาการผิดปกติของผิวหนังทำให้ผิวอักเสบเรื้อรัง (Hino et al., 2008)

1.6 ตับ เมื่อสารโทลูอีนเมื่อเข้าสู่ร่างกายส่วนใหญ่ทางการหายใจ จะถูกแมทาบอไลต์โดยเอนไซม์ Cytocrome P450 จนท้ายสุดได้กรดฮิพพิวริก, p-Cresol และ o-Cresol และถูกกำจัดขับออกทางไต (กรรนิการ์ ฉัตรสันติประภา, 2552) ซึ่งในกระบวนดังกล่าวจะเกิดกลไกการเกิดพิษต่อตับโดยสารพิษจะทำลายเซลล์ที่อยู่ในตับได้แก่ เซลล์ตับ เซลล์บุท่อน้ำดีและเซลล์หลอดเลือดภายในตับ การเกิดพิษที่ทำลายสารพิษของตับนั้นจะทำเกิดพยาธิสภาพที่ตับ (สุนิสา ชายเกลี้ยง, 2557) เช่น เซลล์ตับถูกทำลาย (Hepatic injury) การตายของเซลล์ตับ (Necrosis) และอื่น ๆ ทำตับบกพร่อง ส่งผลทำให้เกิดการเปลี่ยนแปลงของระดับเอนไซม์ของตับเพิ่มขึ้นในซีรั่มของเลือดและไม่สามารถทำลายและกำจัดเอนไซม์ดังกล่าวออกไปได้ (Neghab et al., 2015) สอดคล้องกับผลการศึกษาการรับสัมผัสสารโทลูอีนที่มีผลต่อความผิดปกติของตับในพนักงานพ่นสีรถยนต์ที่อินโดนีเซีย โดยพบว่า กลุ่มรับสัมผัสสารโทลูอีนมีค่าเฉลี่ยค่า Serum glutamic-pyruvic transaminase (SGPT หรือ ALT) ในตับเท่ากับ 47.62 IU/L สูงกว่าค่ามาตรฐานไม่เกิน 41 IU/L เมื่อเปรียบเทียบผลการตรวจค่าเฉลี่ยค่า Serum glutamic-pyruvic transaminase (SGPT หรือ ALT) ในตับของกลุ่มรับสัมผัส และกลุ่มไม่รับสัมผัสพบว่ามีความแตกต่างกัน (Sari et al., 2015) และสอดคล้องกับการศึกษาจากการทบทวนผู้ป่วยจากการสัมผัสสารโทลูอีนที่มารักษาในแผนกศูนย์ผู้ป่วยฉุกเฉิน จำนวน 20 คน พบว่า ค่าเฉลี่ยค่า Serum glutamic-pyruvic transaminase (SGPT หรือ ALT) ในตับเท่ากับ 40.4 IU/L สูงกว่าค่ามาตรฐานไม่เกิน 37 IU/L (Camara-Lemarroy et al., 2015) นอกจากนั้นจากการศึกษาความสัมพันธ์ระหว่างความผิดปกติของตับไตกับการสัมผัสสารเบนซีน ไซลีน และโทลูอีนในพนักงานสถานีบริการน้ำมัน จำนวน 200 คน พบว่า ค่าเฉลี่ยค่า Serum glutamic-pyruvic transaminase (SGPT หรือ ALT) ในตับ ของกลุ่มรับสัมผัสและไม่รับสัมผัสแตกต่างมีนัยสำคัญทางสถิติ (p-value = 0.018) (Moro et al., 2012) นอกจากนี้มีการศึกษาในสัตว์ทดลอง Ketan et al.

(2015) ซึ่งรายงานว่า หนูไมซ์ที่รับสัมผัสสารโทลูอีน เบนซีน และไซลีนทางการหายใจที่ความเข้มข้นขนาด 450 และ 675 ส่วนในล้านส่วน นาน 7 วัน ทำให้หนูไมซ์มีน้ำหนักของตับและไตเมื่อเทียบกับกลุ่มควบคุมเพิ่มขึ้น อีกทั้งทำให้ระดับเอนไซม์การทำหน้าที่ของตับเปลี่ยนไปส่งผลให้เกิด Lipid peroxidation และส่งผลต่อระดับโปรตีนครีตินีนและโคเลสเทอรอลในเนื้อเยื่อตับเปลี่ยนแปลงไปอย่างมีนัยสำคัญ และจากการศึกษาของ Todd et al. (2008) พบว่า สารโทลูอีน เบนซีน ที่ใช้เป็นส่วนประกอบการผลิตยางที่นำมาทำเป็นรองเท้า มีผลต่อระบบการทำงานของตับและไต

1.7 ตา ทำให้เกิดการระคายเคืองตา ตาอักเสบเล็กน้อยที่ความเข้มข้น 300 ส่วนในล้านส่วน เมื่อกระเด็นเข้าตาจะทำให้เกิดปวดแสบปวดร้อน เยื่อบุตาอักเสบ และเกิดการบาดเจ็บที่กระจกตาได้ (อนามัย เทศกะทึก, 2554)

1.8 ทางเดินอาหาร หากกลืนกินโทลูอีนเข้าไป จะทำให้มีอาการระคายเคืองกระเพาะอาหาร คลื่นไส้ อาเจียน ท้องเสีย เป็นต้น (อนามัย เทศกะทึก, 2554)

2. แบบเรื้อรัง

2.1 ระบบประสาทส่วนกลางและส่วนปลาย การรับสัมผัสโทลูอีน ความเข้มข้นน้อยกว่า 200 ส่วนในล้านส่วนอย่างเรื้อรัง จะทำให้มีอาการผิดปกติ เช่น ปวดศีรษะ คลื่นไส้ อาเจียน เบื่ออาหาร อ่อนแรง ประสาทส่วนปลายผิดปกติ ผู้ประกอบอาชีพที่รับสัมผัสสารโทลูอีน ความเข้มข้น 200-500 ส่วนในล้านส่วน ซ้ำ ๆ ทำให้การทำงานของกล้ามเนื้อบกพร่อง สูญเสียความทรงจำพฤติกรรมเปลี่ยนแปลง เบื่ออาหาร การทำหน้าที่ของประสาทตาบกพร่อง อาจจะสูญเสียการมองเห็น สภาวะทางจิตผิดปกติ เป็นต้น (อนามัย เทศกะทึก, 2554) นอกจากนี้มีการศึกษาของ Vokina et al. (2013) โดยศึกษาในหนูทดลอง ซึ่งผลกระทบจากการรับสัมผัสสารโทลูอีนในหนูตัวเมียนั้น พบว่า ระดับพฤติกรรมนิสัยเปลี่ยนแปลงไป และสอดคล้องกับการศึกษาของ Win-Shwe et al. (2010) โดยศึกษาในหนูทดลองตัวผู้หลังได้รับการสัมผัสสารโทลูอีนทำให้เกิดความผิดปกติของยีนในเซลล์ของสารสื่อประสาท ทำให้หนูเกิดภาวะซึมเศร้าได้

2.2 ระบบเลือด มีอาการคล้าย ๆ กับผลกระทบที่เกิดจากเบนซีน แต่โทลูอีนเป็นสารตัวทำละลายที่ค่อนข้างปลอดภัยในวงการอุตสาหกรรมสมัยใหม่ เนื่องจากพบความผิดปกติต่อมนุษย์ค่อนข้างน้อย ความเป็นพิษของสารโทลูอีนนั้นไม่พบพิษต่อระบบเลือดอย่างถาวรเนื่องจากโทลูอีนไม่แสดงฤทธิ์กดการทำงานของไขกระดูก (กรรนิการ์ ฉัตรสันติประภา, 2552) แต่อย่างไรก็ตามจากการศึกษาการรับสัมผัสสารโทลูอีนที่มีความเข้มข้นสูงกว่า 100 ส่วนในล้านส่วน (TWA > 100 ส่วนในล้านส่วน) มีผลต่อความผิดปกติของเกล็ดเลือดในพนักงานโรงงานอุตสาหกรรมที่ได้หวัน โดยพบว่ากลุ่มรับสัมผัสสารโทลูอีนอย่างต่อเนื่องมีระดับเกล็ดเลือด

ต่ำกว่ากลุ่มที่ได้รับสารโทลูอีนเพียงบางครั้ง (Shih et al., 2011)

2.3 ระบบสืบพันธุ์ ไม่มีการยืนยันว่าเป็นสารอันตรายต่อระบบสืบพันธุ์ อย่างไรก็ตาม ทราบกันดีว่าเป็นสารดูดซึมผ่านรกและสามารถกำจัดออกทางนมมารดาได้และการได้รับสารโทลูอีนของสตรีมีครรภ์มีความเสี่ยงต่อการแท้งและสูญเสียทารกในครรภ์ (เรณู เวชรัชต์พิมล, 2555) นอกจากนี้มีการศึกษาของ Vokina et al. (2013) โดยหนูขาวตัวเมียได้รับสัมผัสสารโทลูอีนทางการหายใจ ทำให้การพัฒนาตัวอ่อนผิดปกติและมีผลทำให้ขาดออกซิเจนก่อนคลอด

2.4 มะเร็ง ซึ่งหน่วยงาน IARC (International Agency for Research on Cancer) ได้จัดสารโทลูอีนอยู่ในกลุ่มที่ 2B อาจจะก่อมะเร็งในมนุษย์ 256 ชนิด (Classification Group 2B) (IARC, 2016)

การประเมินรับการสัมผัสและดัชนีวัดการรับสัมผัสสารโทลูอีนและงานวิจัยที่เกี่ยวข้อง

การประเมินรับการสัมผัสสารโทลูอีน โดยการประเมินการรับสัมผัสเป็นการประเมินการรับสัมผัสเป็นการวัดปริมาณสารเคมีที่มนุษย์มีโอกาสได้รับเข้าสู่ร่างกาย วิธีการประเมินการรับสัมผัสสารโทลูอีนมีหลายวิธี เช่น การติดตามการรับสัมผัสที่ตัวบุคคล (Personal monitoring) การติดตามการรับสัมผัสทางสิ่งแวดล้อม (Environmental monitoring) และการติดตามการรับสัมผัสทางชีวภาพ (Biological monitoring) โดยมีรายละเอียดดังนี้

1. การติดตามการรับสัมผัสที่ตัวบุคคล (Personal monitoring) และการติดตามการรับสัมผัสทางสิ่งแวดล้อม (Environmental monitoring) วิธีนี้จะเป็นวิธีตรวจวัดหาปริมาณสารเคมีในสิ่งแวดล้อมและบนผิวของร่างกาย เช่น การเก็บตัวอย่างสารโทลูอีนแบบติดตัวบุคคล โดยการใช้ Passive badge sampler ติดที่ปกเสื้อ หลังจากนั้นจึงนำไปวิเคราะห์ด้วยเครื่องก๊าซโครมาโตกราฟฟี เช่น ในผู้ประกอบอาชีพในโรงงานอุตสาหกรรมผลิตชิ้นส่วนยานยนต์ (นันทพร ภัทรพุทธ และคณะ, 2555) พนักงานโรงงานอุตสาหกรรมผลิตรองเท้ายาง (นิดาพร ศุขเขษม, 2556) พนักงานเก็บกวาดขยะของสำนักงานเขต (ศรีรัตน์ ล้อมพงศ์, 2559) และ Hopf et al. (2012) ได้ศึกษาความเข้มข้นของสารโทลูอีนในอากาศในโรงงาน ปิโตรเคมี พบค่าเฉลี่ยเรขาคณิตของสารโทลูอีน เท่ากับ 0.05 ส่วนในล้านส่วน ส่วนการประเมินระดับสารโทลูอีน ในโรงงานอุตสาหกรรมที่สร้างใหม่ในประเทศเอสโทเนีย พบว่าค่าความเข้มข้นสารโทลูอีนต่ำกว่าค่ามาตรฐานสำหรับการทำงานภายในอาคาร ส่วนค่าความเข้มข้นของสารโทลูอีนในอู่พ่นซ่อมสีมีค่าสูงสุดพบที่ห้องผสมสี แต่ไม่เกินค่ามาตรฐานคือ 161.98 มก./ลบ.ม. (ดุษฎี หมื่นห่อ, 2542)

2. การติดตามการรับสัมผัสทางชีวภาพ (Biological monitoring) เป็นการติดตามการรับสัมผัสสารเคมีในร่างกายเป็นวิธีที่ค่อนข้างแม่นยำ เพื่อประเมินการรับสัมผัสสารเคมีจากสารคัดหลั่ง

ภายในร่างกาย เช่น เลือด ปัสสาวะเล็บ ผม ลมหายใจออก เป็นต้น การตรวจปัสสาวะเป็นการตรวจหาปริมาณสารพิษที่ถูกขับออกมาทางไต เพื่อหาค่าความเข้มข้นของสารในรูปแมทาบอไลต์ของสารในปัสสาวะ ควรเก็บปัสสาวะในเวลาเหมาะสม ปกติเมื่อมีการดูดซึมสารเคมีเข้าสู่ร่างกายจะมีการเปลี่ยนแปลงโครงสร้างและถูกขับออกจากร่างกายภายใน 15-30 นาทีภายหลังการประเมินการรับสัมผัสสารเคมีในร่างกายจะนำค่ามาเปรียบเทียบกับค่ามาตรฐานของ ACGIH (American Conference of Governmental Industrial Hygienists) คือ ค่าดัชนีชีวภาพ (Biological Exposure Indices หรือ BEIs) การประเมินการรับสัมผัสทางชีวภาพประกอบด้วยการประเมินระดับสารโทลูอีนในรูปเดิม (Parent compounds) เช่น การประเมินสารโทลูอีนในเลือด (Sari et al., 2015) การประเมินระดับโทลูอีนในปัสสาวะ และรูปแมทาบอไลต์ (Metabolite) เช่น การประเมินระดับกรดฮิพพิวริค (Cosnier et al., 2013) การประเมินระดับ o-Cresol ในปัสสาวะ (Yacob et al., 2014) เป็นต้น โดยการตรวจประเมินด้วยวิธีต่าง ๆ ดังนี้

2.1 การตรวจหาระดับกรดฮิพพิวริคในปัสสาวะ เป็นการตรวจที่นิยมอย่างแพร่หลาย ซึ่งกรดฮิพพิวริคเป็นแมทาบอไลต์สำคัญตัวหนึ่งที่เกิดขึ้นเมื่อได้รับโทลูอีนเข้าสู่ร่างกาย ค่าครึ่งชีวิตของสารนี้ในปัสสาวะเท่ากับ 5-40 ชั่วโมง โดยข้อควรระวังในการแปลผลการตรวจนี้คือ 1) กรดฮิพพิวริคจะเกิดขึ้นได้จากการบริโภคอาหารที่ใช้ Benzoic acid หรือเกลือ Benzoate เช่น Sodium benzoate เป็นสารกันบูดได้ด้วย ส่วนใหญ่อาหารกลุ่มนี้จะเป็นอาหารที่มีสภาวะเป็นกรด รสเค็ม หรือเปรี้ยว เช่น น้ำผลไม้กระป๋อง น้ำอัดลม น้ำซ่า (Sparkling) อาหารกระป๋องดอง (Pickle) เป็นต้น 2) กรดฮิพพิวริคเกิดขึ้นได้จากการสัมผัส Styrene เช่นกัน 3) การสัมผัสกับตัวทำละลายตัวอื่น เช่น Xylene หรือการดื่มสุรา Ethyl alcohol จะลดประสิทธิภาพของการกำจัดโทลูอีนออกจากร่างกาย จึงอาจตรวจกรดฮิพพิวริคในปัสสาวะได้ต่ำแม้ว่าจะสัมผัสโทลูอีนในปริมาณสูง (วิวัฒน์ เอกบูรณะวัฒน์ และสุทธิพัฒน์ วงศ์วิทย์วิโรชติ, 2555) ในปัจจุบันการประเมินระดับกรดฮิพพิวริคในปัสสาวะนั้นตามข้อกำหนด ACGIH (2017) ได้ยกเลิกการประเมินระดับกรดฮิพพิวริคเป็นตัวบ่งชี้การรับสัมผัสโทลูอีน เนื่องจากการบริโภคอาหารที่มีส่วนผสมของกรดเบนโซอิก เช่น อาหารที่มีส่วนผสมของสารกันบูด รวมทั้งอาหารที่มีส่วนผสมของคาเฟอีน เช่น ชา กาแฟ น้ำอัดลม ทำให้ระดับความเข้มข้นของระดับกรดฮิพพิวริคสูงขึ้นและอาจเป็นเหตุให้เกิดผลเท็จบวกในระหว่างการประเมินดัชนีชี้วัดทางชีวภาพของสารโทลูอีน (Munaka et al., 2009; Yacob et al., 2014)

2.2 การตรวจโทลูอีนในเลือด (Toluene in blood) มีค่าครึ่งชีวิตสั้นเพียงไม่เกิน 5 ชั่วโมง จึงเหมาะจะใช้ตรวจเพื่อยืนยันการสัมผัสและควรตรวจหลังการสัมผัสมาเป็นเวลาไม่นาน การแปลผลต้องระวังในกรณีที่สัมผัสตัวทำละลายหลายชนิดพร้อมกัน และในคนที่ดื่มสุราเช่นกัน (วิวัฒน์ เอกบูรณะวัฒน์ และสุทธิพัฒน์ วงศ์วิทย์วิโรชติ, 2555)

2.3 การตรวจโทลูอีนในปัสสาวะ (Toluene in urine) เป็นมาตรฐานตัวบ่งชี้ทางชีวภาพสำหรับการสัมผัสโทลูอีนตัวใหม่ที่องค์กร ACGIH ได้กำหนดเพิ่มเติมขึ้นในปี ค.ศ. 2012 มีข้อดีคือมีความจำเพาะมากกว่าการตรวจกรดฮิพพิวริคในปัสสาวะ สามารถส่งตรวจได้หากมีห้องปฏิบัติการรองรับ (วิวัฒน์ เอกบูรณะวัฒน์ และสุทธิพัฒน์ วงศ์วิทย์วิโรชติ, 2555)

2.4 การตรวจหาปริมาณระดับความเข้มข้นของ o-Cresol ในปัสสาวะนั้นมีค่าครึ่งชีวิตประมาณ 5-40 ชั่วโมงเช่นกัน การแปลผลต้องระวังในกรณีที่สัมผัสตัวทำละลายหลายชนิดพร้อมกัน และในคนที่ดื่มสุราเช่นกัน แต่มีข้อดีกว่าการตรวจกรดฮิพพิวริค คือไม่ถูกรบกวนจากการกินอาหารที่มีสาร Benzoic acid และ Benzoate อีกทั้งการรับสัมผัสความเข้มข้นของสารโทลูอีนในระดับต่ำ ๆ สามารถตรวจติดตามสารแมทาบอไลต์ (Metabolite) ในร่างกาย โดยพบว่าปริมาณระดับความเข้มข้นของ o-Cresol ในปัสสาวะมีความจำเพาะและมีความไวในการตรวจติดตามดังกล่าว (Yacob et al., 2014)

2.5 การตรวจที่ช่วยในการรักษากรณีพิษจากโทลูอีน ได้แก่ การตรวจคลื่นไฟฟ้าหัวใจ (EKG) ระดับเอนไซม์กล้ามเนื้อหัวใจ (Cardiac enzyme) ภาพรังสีทรวงอก (CXR) ระดับเกลือแร่ในเลือด (Electrolyte) ระดับแก๊สในหลอดเลือดแดง (Arterial blood gas) การทำงานของตับ (Liver function test) และการทำงานของไต (BUN, Creatinine) (วิวัฒน์ เอกบูรณะวัฒน์ และสุทธิพัฒน์ วงศ์วิทย์วิโรชติ, 2555)

ปัจจัยที่มีผลต่อการรับสัมผัสสารโทลูอีน และผลกระทบต่อสุขภาพและงานวิจัยที่เกี่ยวข้อง

ผู้ประกอบอาชีพแต่ละคนจะมีโอกาสได้รับอันตรายจากสารโทลูอีนแตกต่างกันขึ้นอยู่กับปัจจัยต่าง ๆ เช่น เพศ ความต้านทานส่วนบุคคล อายุ ความเข้มข้นของสารตัวทำละลาย ระยะเวลาการดื่มสุรา การสูบบุหรี่ การใช้อุปกรณ์ป้องกันอันตรายส่วนบุคคล และการควบคุมสิ่งแวดล้อมในการทำงาน โดยมีรายละเอียดดังนี้ (อนามัย เทศกะทึกและคณะ, 2554)

ความเข้มข้นของสารตัวทำละลาย การได้รับสารเคมีเข้าสู่ร่างกายโดยทางใดก็ตาม เมื่อได้รับสารเคมีในปริมาณน้อยจะมีผลกระทบต่อสุขภาพอนามัยน้อยกว่าการได้รับปริมาณมาก เช่น การได้รับสัมผัสสารโทลูอีนในปริมาณความเข้มข้นสูง ๆ เฉลี่ยมากกว่า 100 ส่วนในล้านส่วน เป็นสาเหตุทำให้เป็นพิษต่อตับและเป็นพิษต่อระบบประสาทในมนุษย์ได้ (Shih et al., 2011)

เพศ เพศหญิงจะมีโอกาสได้รับอันตรายจากสารเคมีได้มากกว่าเพศชายในสภาวะอื่น ๆ ใกล้เคียงกัน ยังมีรายงานการศึกษาระบุว่าจำนวนลิวโคไซท์ (Leukocyte) ลดลงในหนูเพศเมียที่รับสัมผัสสารโทลูอีนความเข้มข้น 1,250 ส่วนในล้านส่วนนาน 15 สัปดาห์ แต่ไม่มีผลกระทบในหนู

เพศผู้ที่รับสัมผัสสารโทลูอีนที่ความเข้มข้น 2,500 ส่วนในล้านส่วน (อนามัย เทศกะทึก และคณะ, 2554)

อายุและความต้านทานส่วนบุคคล มนุษย์แต่ละบุคคลมีภูมิคุ้มกันที่แตกต่างกัน เคยพบผู้ประกอบอาชีพช่างทาสีที่ได้รับสัมผัสสีที่มีสารโทลูอีนและอื่น ๆ เป็นประจำจนเกิดเจ็บป่วย ในเหตุการณ์ครั้งนี้พบว่าผู้ประกอบอาชีพที่มีอายุน้อยกว่าเสียชีวิต จากผลการศึกษานี้ระบุว่าการรอดชีวิตอาจจะมาจากความต้านทานส่วนบุคคล (อนามัย เทศกะทึกและคณะ, 2554)

ระยะเวลา การรับสัมผัสสารโทลูอีน สารไซลีนระยะเวลานาน ๆ จะทำให้สารเคมีมีโอกาสสะสมในร่างกายได้มากตามไปด้วย (อนามัย เทศกะทึกและคณะ, 2554)

การดื่มสุรา การดื่มสุราจะรบกวนการย่อยสลายสารตัวทำละลาย และมีผลต่อระดับสารโทลูอีนในรูปเมแทบอไลท์ในปัสสาวะ เคยมีรายงานระบุว่าค่าความเข้มข้นของกรดฮิพพิวริคและกรดเมทธิลฮิพพิวริคในปัสสาวะในผู้ประกอบอาชีพจำนวน 223 คน พบว่าอัตราการย่อยสลายของสารโทลูอีนและสารไซลีนลดลงในกลุ่มที่ดื่มสุรา (อนามัย เทศกะทึกและคณะ, 2554)

การสูบบุหรี่ การสูบบุหรี่อาจจะเป็นปัจจัยหนึ่งที่ทำให้ร่างกายมีการรับสัมผัสสารตัวทำละลายเข้าสู่ร่างกายมากขึ้นและเป็นแหล่งกำเนิดที่สำคัญของการรับสัมผัสสารโทลูอีน จากการศึกษาการประเมินการรับสัมผัสสารโทลูอีนในโรงงานอุตสาหกรรมผลิตเฟอร์นิเจอร์ พบว่า พนักงานที่ปฏิบัติงานมากกว่า 8 ชั่วโมงต่อวันและสูบบุหรี่ มีระดับการรับสัมผัสสารโทลูอีน และสารเบนซีนในเลือดสูงกว่ากลุ่มที่ปฏิบัติงานน้อยกว่า 8 ชั่วโมงต่อวัน (Mandiracioglu et al., 2011)

การใช้อุปกรณ์ป้องกันอันตรายส่วนบุคคล เพื่อป้องกันการรับสัมผัสสารโทลูอีนในการทำงาน ซึ่งอาจจะรับสัมผัสทางการหายใจผิวหนังขณะปฏิบัติงานได้ ซึ่งผู้ที่สวมใส่อุปกรณ์ป้องกันอันตรายส่วนบุคคลขณะปฏิบัติงานจะมีโอกาสรับสัมผัสสารเคมีน้อยกว่าผู้ไม่สวมใส่ และจากการรายงานกรณีศึกษาคนงานชายไทย 2 รายต่อการดูดซึมเข้าสู่ร่างกายทางผิวหนังของสารเบนซีนและโทลูอีนในพนักงานคนหนึ่งไม่สวมไม่สวมถุงมือขณะทำงาน พบว่าผลการตรวจตัวบ่งชี้ทางชีวภาพหาสารแมทาบอไลต์ คือ ระดับสาร t,t- Muconic acid และ o-Cresol ในปัสสาวะ (หลังเลิกงาน) สูงกว่าพนักงานที่สวมถุงมือทำงานขณะสัมผัสสารตัวทำละลาย (อุษณีย์ จันทร์ตรี และคณะ, 2557) และสอดคล้องกับการศึกษาการประเมินการรับสัมผัสสารโทลูอีนในพนักงานเก็บกวาดขยะที่พบว่าส่วนใหญ่ ไม่ใช้อุปกรณ์ป้องกันระบบทางเดินหายใจและใช้เป็นบางครั้ง ร้อยละ 82.00 (ศรีรัตน์ ล้อมพงศ์, 2559)

การควบคุมสิ่งแวดล้อมในการทำงาน ถ้าระบบการควบคุมสิ่งแวดล้อมในการทำงานในโรงงานอุตสาหกรรมไม่เหมาะสม จะทำให้สารเคมีแพร่กระจายสู่บรรยากาศในการทำงาน

ผู้ประกอบอาชีพอาจจะได้รับสัมผัสสารเคมีและถูกสะสมในร่างกาย จนทำให้เกิดอันตรายต่อสุขภาพอนามัยตามมาได้ โดยเฉพาะหากมีมีการรับสัมผัสสารโทลูอีนจากการทำงานในสถานที่อับอากาศจากการศึกษาสภาพปัญหาด้านอนามัยสิ่งแวดล้อมของอู่ซ่อมและอู่เคาะพ่นสีรถยนต์ในเขตเทศบาลเมืองสกลนคร พบว่า อู่เคาะพ่นสี 23 แห่ง มีห้องพ่นสี 16 แห่ง โดยร้อยละ 37.50 เป็นห้องพ่นสีที่ไม่ได้มาตรฐาน และยังพบว่า อู่ทุกแห่งมีการดำเนินการไม่ได้มาตรฐานด้านอนามัยสิ่งแวดล้อม ร้อยละ 71.40 ซึ่งจากผลการศึกษาดังกล่าวสภาพแวดล้อมในการทำงานที่ไม่ได้มาตรฐานส่งผลต่อการรับสัมผัสสารอินทรีย์ระเหยง่าย เช่น Benzene, Toluene, Ethylbenzene และ Xylene (BTEX) ซึ่งมีผลกระทบต่อสุขภาพ (สุณัฏฐา โน้ตสุภา และคณะ, 2555)

ค่ามาตรฐานของสารโทลูอีนในบรรยากาศการทำงาน ค่าดัชนีชี้วัดการได้รับสัมผัสทางชีวภาพและค่ามาตรฐานทางชีวเคมีในร่างกาย

1. ค่ามาตรฐานของสารโทลูอีนในบรรยากาศการทำงาน

การประเมินการรับสัมผัสของสารโทลูอีนโดยการติดตามการรับสัมผัสทางสิ่งแวดล้อมนั้นหรือในสภาพบรรยากาศการทำงานเพื่อให้ทำงานอย่างปลอดภัยต่อสุขภาพ จึงต้องกำหนดค่ามาตรฐานความปลอดภัยของสารโทลูอีนไว้ดังนี้

ตารางที่ 2-2 ค่ามาตรฐานความเข้มข้นของสารโทลูอีนในบรรยากาศ และเปรียบเทียบกับค่ามาตรฐานต่าง ๆ

สาร	ค่ามาตรฐานความปลอดภัยในบรรยากาศการทำงาน			
	ประกาศกรมสวัสดิการและคุ้มครองแรงงาน เรื่อง ขีดกำจัดความเข้มข้นของสารเคมีอันตราย	สมาคมนักสุขศาสตร์แห่งสหรัฐอเมริกา (ACGIH, TLV-TWA)	สำนักงานบริหารความปลอดภัยและอาชีวอนามัย (OSHA, PEL-TWA)	สถาบันความปลอดภัยและอนามัยในการทำงานแห่งชาติสหรัฐอเมริกา (NIOSH)
โทลูอีน	- 200 ส่วนในล้านส่วน เฉลี่ยตลอดระยะเวลาการทำงานปกติ - 500 ส่วนในล้านส่วน ความเข้มข้นสูงสุดไม่เกิน 10 นาที - 300 ส่วนในล้านส่วน ความเข้มข้นสูงสุด	20 ส่วนในล้านส่วน	- 200 ส่วนในล้านส่วน เฉลี่ยตลอดระยะเวลาการทำงานปกติ - 300 ส่วน ความเข้มข้นสูงสุดในช่วงเวลาจำกัด (STEL)	100 ส่วนในล้านส่วน

ที่มา: กรมสวัสดิการและคุ้มครองแรงงาน (2560) , American Conference of Governmental Industrial Hygienists (ACGIH, 2017) และอนามัย เทศกะทึก (2554)

2. ค่าดัชนีชี้วัดการได้รับสัมผัสทางชีวภาพ

การประเมินการรับสัมผัสของสารโทลูอีนโดยการติดตามการรับสัมผัสสารเคมีในร่างกายเพื่อเป็นการเฝ้าระวังภาวะสุขภาพของผู้ประกอบอาชีพ จึงต้องกำหนดค่าดังนี้

ตารางที่ 2-3 ค่าดัชนีชี้วัดการได้รับสัมผัสทางชีวภาพของสารโทลูอีน

ชนิดสิ่งส่งตรวจ	เวลาเก็บตัวอย่าง	ค่าดัชนีชี้วัดการได้รับสัมผัสทางชีวภาพ
โทลูอีนในเลือด	Prior to last shift of workweek	0.02 mg/L
โทลูอีนในปัสสาวะ	End of shift	0.03 mg/L
o-Cresol ในปัสสาวะ	End of shift	0.3 mg/g creatinine

ที่มา: American Conference of Governmental Industrial Hygienists (ACGIH, 2017)

3. ค่ามาตรฐานทางชีวเคมีในร่างกาย

การประเมินการทำหน้าที่ของอวัยวะต่าง ๆ มีวัตถุประสงค์ของการตรวจที่แตกต่างออกไป เช่น การติดตามเฝ้าระวังทางการแพทย์และการรักษาวินิจฉัยโรค และเพื่อประเมินภาวะสุขภาพของพนักงาน ตัวอย่างการสิ่งส่งตรวจ (Specimen) มีหลายชนิด เช่น เลือด ปัสสาวะ อุจจาระ เป็นต้น ในการสัมผัสสารโทลูอีนมีผลกระทบต่อโครงสร้างและสรีระของอวัยวะต่าง ๆ โดยค่ามาตรฐานทางชีวเคมีของระดับเอนไซม์การทำหน้าที่ของตับ ไต และเม็ดเลือด มีดังนี้

ตารางที่ 2-4 ค่ามาตรฐานทางชีวเคมีในเลือดของร่างกาย

การทดสอบ	ค่ามาตรฐาน	หน่วย
การทำหน้าที่ของตับ		
ค่า Serum glutamic-oxaloacetic transaminase (SGOT หรือ AST)	5-35	U/ L
ค่า Serum glutamic-pyruvic transaminase (SGPT หรือ ALT)	8-40	U/ L
การทำงานของไต		
ค่ายูเรียไนโตรเจน (Blood Urea Nitrogen, BUN)	10-20	mg/ dl
ค่าครีเอตินีน (Creatinine, Cr)	0.5-1.2	mg/ dl

ตารางที่ 2-4 (ต่อ)

การทดสอบ	ค่ามาตรฐาน	หน่วย
การทำหน้าที่ของเม็ดเลือด		
ค่าฮีโมโกลบิน (Hemoglobin, HBG)	M 13-18, F 12-16	g/ dl
ค่าฮีมาโตคริท (Hematocrit, HCT)	M 38-54, F 36-48	%
จำนวนเม็ดเลือดแดง (Red blood cell Count, RBC Count)	4-7	%
จำนวนเม็ดเลือดขาว (White blood cell Count, WBC Count)	5,000-10,000	cell/ mm^3
จำนวนเกล็ดเลือด (Platelet Count, Plt Count)	140,000-400,000	cell/ mm^3

ที่มา: สภาเทคนิคการแพทย์แห่งประเทศไทย (2559)

กระบวนการทำงานในสถานประกอบกิจการอู่เคาะพ่นสีรถยนต์

สถานประกอบการอู่เคาะพ่นสีรถยนต์เป็นสถานประกอบการที่ดำเนินเกี่ยวกับการจัดบริการที่สำคัญประเภทหนึ่งของประเทศไทย ซึ่งเป็นสถานประกอบการที่ดำเนินการเกี่ยวกับรถยนต์ โดยมีขั้นตอนเริ่มต้นตั้งแต่รับรถยนต์ การประเมินสถานการณ์เพื่อประเมินราคาและระยะเวลาการซ่อม จากนั้นจะนำรถเข้าสู่แผนกซ่อมตัวถังรถยนต์ ทำการเคาะ/ดึงตัวถัง เชื่อมการประกอบชิ้นส่วน การตรวจสอบสภาพรูปทรงเมื่อประกอบแล้ว และนำเข้าสู่แผนกซ่อมสีเพื่อทำการขัดสีเก่า พ่นรองพื้น โป๊วสี พ่นสีรองพื้น พ่นสีจริง พ่นสีเคลือบ ขัดเงาและเคลือบสี รวมทั้งตรวจสอบคุณภาพก่อนส่งมอบรถยนต์ ซึ่งขั้นตอนต่าง ๆ เหล่านี้จำเป็นต้องใช้เครื่องจักรและวัตถุดิบที่แตกต่างกันออกไป ซึ่งสามารถวิเคราะห์ได้ดังนี้

ขั้นตอนการดำเนินงาน

การซ่อมตัวถังและการพ่นสี ประกอบด้วยขั้นตอนการดำเนินงานหลัก ๆ คือ การดึงตัวที่ชำรุดให้กลับมาอยู่ในสภาพเดิม การซ่อมสี การพ่นสี และอบสีรถยนต์ การขัดฝุ่นละออง และขัดเงาสีรถยนต์ และการล้างอัดสีรถยนต์ให้อยู่ในสภาพสวยงามก่อนส่งมอบให้ลูกค้า ซึ่งในแต่ละขั้นตอนมีรายละเอียด ดังนี้

1. การดึงตัวถัง

มีหลายรูปแบบตั้งแต่เทคโนโลยีพื้นฐานจนถึงเทคโนโลยีสมัยใหม่ ได้แก่ การใช้เครื่องมือหรืออุปกรณ์สำหรับตี เคาะ และปะผุตัวถังโดยตรง ซึ่งเป็นที่นิยมในสถานประกอบการขนาดเล็ก เพราะมีต้นทุนไม่สูงแทนกิจกรรมต่าง ๆ เหล่านี้ จะก่อให้เกิดสียงดัง ก่อให้เกิดเหตุรำคาญต่อผู้อยู่อาศัยพื้นที่ข้างเคียงได้ การใช้เครื่องที่เรียกว่า Jig สำหรับดึงถังให้อยู่สภาพเดิมโดยอาศัยระบบอัดอากาศเครื่อง Jig นี้ จะมีการใช้ในสถานประกอบการขนาดใหญ่เพราะต้องใช้เงินลงทุนที่สูง ในสถานประกอบการขนาดเล็กจึงมีการตี เคาะ ปะผุ

2. การลอกสี/ การซ่อมสี

กระบวนการซ่อมสีรถยนต์จะเริ่มตั้งแต่การลอกสีเก่า โดยการขัดผิวชิ้นงานให้เรียบ การเช็ดทำความสะอาดชิ้นงาน การพ่นสีจริง และการเก็บรายละเอียดอื่น ๆ

การขัดสีหรือการโป๊วสี ปัจจุบันนิยมใช้อยู่ 2 วิธี คือ

2.1 การขัดแบบเปียก

การขัดแบบเปียก เป็นการขัดโดยใช้กระดาษทรายและน้ำในการขัดเพื่อให้สีลอกออกมาพร้อมกับน้ำ ทั้งนี้ยังช่วยป้องกันฝุ่นละอองจากการขัดสีได้อีกด้วย แต่ผลการขัดแบบเปียกคือเกิดน้ำเสียที่มีกากสีปนอยู่ ดังนั้น ในการพิจารณาปัญหาของสถานบริการ หากพบว่ามีน้ำเสียปริมาณมากที่มีตะกอนกากสีสูง จำเป็นต้องพิจารณาในชุดนี้เป็นหลัก

2.2 การขัดแบบแห้ง

การขัดแบบแห้ง เป็นการขัดแบบธรรมดา ซึ่งต้องมีอุปกรณ์ขัดแห้งโดยเฉพาะ ในปัจจุบันการขัดแบบแห้งจะมีเฉพาะในสถานบริการขนาดใหญ่เท่านั้น ส่วนสถานบริการขนาดเล็กนั้นจะเคยชินกับการขัดแบบเปียกมากกว่าอีกสาเหตุหนึ่งที่สถานบริการขนาดเล็กยังใช้วิธีการขัดแบบเปียกคือ ราคาของอุปกรณ์ขัดแบบแห้งยังสูงอยู่ อุปกรณ์ขัดแบบแห้งนั้นจะประกอบด้วยส่วนที่เป็นหัวขัดและส่วนที่เป็นเครื่องดูดฝุ่นของสีจากการขัด การขัดด้วยอุปกรณ์ชนิดนี้จะช่วยลดปัญหาน้ำเสียที่ปนเปื้อนกากสีและยังช่วยลดฝุ่นที่เกิดจากการขัดแบบแห้งอีกด้วย แต่ยังมีเสียงดังในการขัดอยู่ และอาจส่งผลกระทบต่อมลภาวะอากาศในพื้นที่ได้หากขาดการบำรุงรักษาที่ดี

3. การเช็ดทำความสะอาดชิ้นงาน

ภายหลังจากเสร็จสิ้นกระบวนการขัดลอกสีแล้ว จำเป็นต้องมีการเช็ดทำความสะอาดชิ้นงานก่อนการพ่นสี ซึ่งสารเคมีที่นิยมใช้ในการขัดลอกส่วนใหญ่ จะเป็นน้ำยาขจัดคราบไขมันที่มีส่วนผสมของสารอินทรีย์ระเหยง่าย (Volatile Organic Compounds-VOCs)

4. การพ่นสีและอบสีรถยนต์

ขั้นตอนการพ่นสีและอบสีรถยนต์มีรายละเอียดของกิจกรรมย่อยหลายขั้นตอน ทั้งนี้

ขึ้นอยู่กับระดับความรุนแรงของสภาพรถยนต์ ที่ต้องการซ่อมแซม กล่าวคือ หากรถยนต์ไม่เสียหายมากหรือแผลที่ซ่อมแซมมีขนาดเล็ก การพ่นสีรถยนต์อาจทำได้เลย ภายหลังจากการทำความสะอาดชิ้นงานที่ผ่านการโป๊วสีแล้วแต่หากเป็นงานซ่อมแผลขนาดใหญ่กิจกรรมการพ่นสีจะเป็นต้องดำเนินการหลายครั้ง ได้แก่ การพ่นสีพื้นทับสีโป๊วแล้วขัดสีพื้นซ้ำ ต่อด้วยการทำความสะอาดก่อนพ่นสีจริงทับอีกครั้งหนึ่ง

กระบวนการต่อไปเป็นกระบวนการพ่นสีรถยนต์ซึ่งเป็นกระบวนการทางกายภาพและเคมี โดยเริ่มจากการเลือกใช้สี ซึ่งในปัจจุบันมีการเลือกสีอยู่ 2 ชนิด คือ สีแห้งเร็ว และสีแห้งช้า ในสถานบริการขนาดเล็กจะมีการใช้สีแห้งเร็วเนื่องจากง่ายและสะดวกต่อการใช้งาน แต่อนุภาคของสีมีขนาดใหญ่ไม่ทนต่อสารเคมี งานที่ออกมาจึงมีความละเอียดน้อย ส่วนสีแห้งช้าจะมีอนุภาคขนาดเล็กจึงยึดเกาะตัวถังได้ดี งานที่ออกมาค่อนข้างละเอียด แต่มีข้อเสียคือ อนุภาคที่มีขนาดเล็กนี้สามารถฟุ้งกระจายได้ไกลกว่าสีแห้งเร็วที่มีอนุภาคขนาดใหญ่ และเนื่องจากเป็นสีแห้งช้าจึงต้องมีกระบวนการอบเพื่อให้สียึดติดกับตัวถังรถยนต์ได้ดีมากยิ่งขึ้น

กระบวนการพ่นสีนั้นก่อให้เกิดผลกระทบต่อสิ่งแวดล้อม โดยไอระเหยของสีที่พ่นแพร่กระจายออกไปตามลม สถานบริการรถยนต์ที่มีศักยภาพในเรื่องของเงินลงทุนจึงมีห้องที่ใช้สำหรับพ่นสี ห้องพ่นสีที่ได้มาตรฐานนั้นจะต้องมีระบบควบคุมบรรยากาศภายใน รวมถึงระบบกรองอากาศหรือไอระเหยของสีในสถานบริการที่ไม่มีเงินทุนมากนัก จึงมีเพียงพัดลมดูดอากาศออกจากห้องพ่นสี ซึ่งจะส่งผลกระทบต่อผู้ที่อาศัยข้างเคียง

กระบวนการอบสีเป็นกระบวนการถัดจากการพ่นสีแห้งช้า สถานบริการบางแห่งนั้นจะเป็นห้องเดียวกับห้องพ่นสี ห้องอบสีเป็นส่วนที่ใช้พลังงานมากส่วนหนึ่งในสถานประกอบการ เนื่องจากต้องใช้ไฟฟ้าทำให้เกิดความร้อนที่อุณหภูมิสูง ซึ่งในขั้นตอนการอบสีนั้นจะพบในอู่ขนาดกลางถึงขนาดใหญ่ เนื่องจากเป็นระบบที่ต้องใช้เงินลงทุนมาก

5. การขัดเคลือบสี

นอกจากกระบวนการพ่นสีแล้ว ยังมีกระบวนการขัดเคลือบสีเพื่อเพิ่มความเงางามและความคงทนของสีรถยนต์ การขัดสีเป็นการนำสิ่งสกปรกที่ฝังติดอยู่ที่หน้าแล็กเกอร์ของสีรถออกไป และเคลือบสีเพื่อเพิ่มความเงางามของรถยนต์ สารเคมีที่ใช้ในการเคลือบสีเป็นสารพวกเรซิน น้ำมันแห้งเอง ซึ่งเป็นองค์ประกอบหลักของสารยึดละลายในทินเนอร์ สารเคมีเหล่านี้เป็นสารระเหยง่าย ทำให้อาจเกิดความระคายเคืองต่ออวัยวะต่าง ๆ ต่อช่างผู้ใช้งานได้ โดยสารเคมีที่ใช้ เช่น โพลีเอทีลีน (Polyethylene) ซึ่งทนความร้อนสูง อะคริลิก (Acrylic) สารเคลือบแข็งให้ความเงางาม เป็นต้น

6. การพ่นกันสนิม

การพ่นกันสนิม เป็นอีกกระบวนการหนึ่งในการบำรุงรักษาตัวถังรถยนต์ ให้มีสภาพที่

สวยงามอยู่เสมอ เนื่องจากรถยนต์ส่วนมากมีส่วนประกอบของเหล็ก ถึงแม้จะได้รับการชุบสารกันสนิมมาแล้วส่วนหนึ่งจากบริษัทผู้ผลิตรถยนต์ แต่สภาพแวดล้อมในประเทศไทย เช่น สภาพภูมิอากาศ สภาพถนนที่มีหลายลักษณะ ก็ทำให้บางจุดของตัวถังรถยนต์เกิดสนิมขึ้นมาได้ เช่น บริเวณใต้ท้องรถ ซุ้มล้อ บังโคลน ราวบันได หรือจุดเชื่อมต่อต่าง ๆ และสารเคมีที่ใช้พ่นก็มีส่วนประกอบของแคดเมียมซึ่งเป็นโลหะหนักที่เป็นอันตรายต่อสิ่งแวดล้อมรวมถึงตัวผู้ใช้อีกด้วย จึงควรพิจารณาทางเลือกในการใช้สารพ่นกันสนิมด้วยภาชนะที่สามารถใช้หมดแล้วเติมใช้ได้ใหม่ เพื่อลดปริมาณขยะอันตรายประเภทกระป๋องสเปรย์ เป็นต้น อย่างไรก็ตามรถยนต์รุ่นใหม่ในปัจจุบันมักมีการชุบสารกันสนิมคุณภาพสูง จึงอาจไม่จำเป็นนักในการพ่นกันสนิม เพราะอาจส่งผลต่อระบบไฟฟ้ารถยนต์ได้

7. การล้าง อัดฉีด รถยนต์

บริการล้าง อัดฉีด รถยนต์ เป็นการบริการที่สำคัญและเป็นการให้บริการในลำดับสุดท้ายของการซ่อม นอกจากจะทำให้ตัวถังดูสะอาดเหมือนใหม่แล้ว การล้างอัดฉีด ยังเป็นการยืดอายุการใช้งานในชิ้นส่วนต่าง ๆ อีกด้วย ในปัจจุบันได้มีสิ่งอำนวยความสะดวกในการให้บริการล้างรถเกิดขึ้นมากมาย เช่น เครื่องล้างรถ ซึ่งหากเครื่องนี้ไม่มีประสิทธิภาพก็อาจก่อให้เกิดรอยขีดข่วนบริเวณตัวถังรถยนต์ได้ สารเคมีที่ใช้ในการล้างรถเป็นสารซักล้างซึ่งมีความเป็นด่างสูง และจับตัวกับน้ำมัน สารเคมีเหล่านี้จะปนไปกับน้ำกลายเป็นน้ำเสีย ซึ่งหากไม่ได้รับการบำบัดอย่างถูกต้องอาจทำให้เกิดปัญหาน้ำเน่าเสียและเกิดกลิ่นที่ไม่พึงประสงค์ตามมาอีกด้วย (กองสุขาภิบาลสิ่งแวดล้อม สำนักอนามัย, 2557)

บทที่ 3
วิธีดำเนินการวิจัย

รูปแบบการวิจัย

การวิจัยครั้งนี้เป็นการวิจัยเชิงพรรณนา (Descriptive research) โดยเก็บข้อมูลแบบภาคตัดขวาง (Cross sectional study) โดยมีวัตถุประสงค์เพื่อศึกษาการประเมินการรับสัมผัสสารโทลูอีนที่มีความสัมพันธ์กับการทำหน้าที่ของตับ ไต และเม็ดเลือดของผู้ปฏิบัติงานในสถานประกอบกิจการอู่เคาะพ่นสีรถยนต์ ในเขตอำเภอเมือง จังหวัดระยอง โดยระยะเวลาในการเก็บข้อมูลระหว่างเดือนพฤษภาคม ถึงเดือนมิถุนายน พ.ศ. 2560

ประชากรและกลุ่มตัวอย่าง

1. ประชากรศึกษา

ประชากรที่ใช้ในการศึกษาครั้งนี้ คือ ผู้ปฏิบัติงานในสถานประกอบกิจการอู่เคาะพ่นสีรถยนต์ ในเขตอำเภอเมือง จังหวัดระยอง ที่ขึ้นทะเบียนเทศบัญญัติเรื่อง กิจการที่เป็นอันตรายต่อสุขภาพ 24 แห่ง รวมทั้งสิ้น จำนวน 139 คน รายละเอียดดังตารางที่ 3-1

ตารางที่ 3-1 จำนวนประชากรจำแนกตามสถานประกอบกิจการอู่เคาะพ่นสีรถยนต์ ในเขตอำเภอเมือง จังหวัดระยอง

ลำดับอู่	ชื่อสถานประกอบกิจการอู่เคาะพ่นสีรถยนต์	จำนวนผู้ปฏิบัติงานทั้งหมด (คน)	จำนวนผู้ปฏิบัติงานเคาะพ่นสีรถยนต์ (คน)
1	1	14	7
2	2	25	12
3	3	14	7
4	4	28	10
5	5	20	11
6	6	8	6
7	7	5	3
8	8	18	7

ตารางที่ 3-1 (ต่อ)

ลำดับอู่	ชื่อสถานประกอบกิจการอู่เคาะพ่นสีรถยนต์	จำนวนผู้ปฏิบัติงานทั้งหมด (คน)	จำนวนผู้ปฏิบัติงานเคาะพ่นสีรถยนต์ (คน)
9	9	10	4
10	10	8	4
11	11	10	5
12	12	10	5
13	13	12	6
14	14	10	4
15	15	8	3
16	16	6	3
17	17	14	6
18	18	10	5
19	19	18	9
20	20	22	9
21	21	19	10
22	22	12	6
23	23	10	4
24	24	9	3
	รวม	320	139

ที่มา: เทศบาลอำเภอเมืองระยอง (2559)

2. กลุ่มตัวอย่างและการสุ่มตัวอย่าง

2.1 เกณฑ์การคัดเลือกกลุ่มตัวอย่าง ประกอบด้วย

2.1.1 เกณฑ์ในการคัดเลือกเข้า ดังนี้

2.1.1.1 มีอายุ 18-60 ปี

2.1.1.2 ปฏิบัติงานอยู่ในกระบวนการผลิตที่มีการรับสัมผัสสารโทลูอีนแล้วอย่างน้อย 3 เดือน

2.1.1.3 ยินยอมเป็นอาสาสมัครในการวิจัย

2.1.1.4 ไม่มีประวัติเป็นโรคประจำตัวเกี่ยวกับภาวะตับ ไต และระบบเม็ดเลือดผิดปกติ

2.1.2 เกณฑ์ในการคัดเลือกออก ดังนี้

2.1.2.1 พนักงานที่ไม่สมัครใจเข้าร่วมในการวิจัยครั้งนี้

2.1.2.2 พนักงานที่ไม่สามารถเก็บสิ่งส่งตรวจได้ในระหว่างการวิจัยครั้งนี้

2.2 คำนวณขนาดกลุ่มตัวอย่างโดยใช้ตารางสำเร็จรูป Krejcie and Morgan (1970) (ยุทธ ไกยวรรณ์ และกุสุมา ผลาพรม, 2553) จากจำนวนประชากร 139 คน เมื่อดูขนาดกลุ่มตัวอย่างในตารางสำเร็จรูป Krejcie and Morgan ได้ขนาดของกลุ่มตัวอย่างเท่ากับ 101 คน และใช้การคำนวณค่าสัดส่วนของจำนวนตัวอย่างต่อจำนวนประชากรจริง รายละเอียดดังตารางที่ 3-2

ตารางที่ 3-2 จำนวนกลุ่มตัวอย่างที่เลือกโดยใช้ค่าสัดส่วนของจำนวนตัวอย่างต่อจำนวนประชากรจริงในแต่ละสถานประกอบกิจการอู่เคาะพ่นสีรถยนต์

ลำดับอู่	ชื่อสถานประกอบกิจการอู่เคาะพ่นสีรถยนต์	กลุ่มตัวอย่างทั้งหมด (คน)	การคำนวณโดยใช้สัดส่วน	กลุ่มตัวอย่าง (คน)
1	1	7	7 x 101/ 139	5
2	2	12	12 x 101/ 139	9
3	3	7	7 x 101/ 139	5
4	4	10	10 x 101/ 139	7
5	5	11	11 x 101/ 139	8
6	6	6	6 x 101/ 139	4
7	7	3	3 x 101/ 139	2
8	8	7	7 x 101/ 139	5
9	9	10	10 x 101/ 139	7
10	10	8	8 x 101/ 139	6
11	11	10	10 x 101/ 139	7
12	12	10	10 x 101/ 139	7
13	13	12	12 x 101/ 139	9
14	14	10	10 x 101/ 139	7
15	15	8	8 x 101/ 139	6

ตารางที่ 3-2 (ต่อ)

ลำดับอู่	ชื่อสถานประกอบกิจการอู่เคาะพ่นสีรถยนต์	กลุ่มตัวอย่างทั้งหมด (คน)	การคำนวณโดยใช้สัดส่วน	กลุ่มตัวอย่าง (คน)
16	16	6	6 x 101/ 139	4
17	17	14	14 x 101/ 139	10
18	18	10	10 x 101/ 139	7
19	19	18	18 x 101/ 139	13
20	20	22	22 x 101/ 139	16
21	21	19	19 x 101/ 139	14
22	22	12	12 x 101/ 139	9
23	23	10	10 x 101/ 139	7
24	24	9	9 x 101/ 139	7
รวม		139		101

2.3 การสุ่มตัวอย่างแบบกลุ่ม (Cluster sampling) แบ่งสถานประกอบกิจการอู่เคาะพ่นสีรถยนต์ออกเป็น 24 แห่ง แล้วเลือกกลุ่มตัวอย่างในแต่ละสถานประกอบกิจการอู่เคาะพ่นสีรถยนต์เขตพื้นที่อำเภอเมืองระยองจนครบจำนวนกลุ่มตัวอย่าง 101 คน แต่ในระหว่างการศึกษาเก็บข้อมูลวิจัย กลุ่มตัวอย่างปฏิเสธให้การเก็บปัสสาวะหลังเลิกงาน มีจำนวน 2 คน จึงเหลือกลุ่มตัวอย่าง 99 คน เท่านั้น

เครื่องมือเก็บรวบรวมข้อมูล

1. เครื่องมือที่ใช้ในการวิจัย ดังนี้

1.1 แบบสัมภาษณ์ ประกอบด้วย 4 ส่วน คือ

ส่วนที่ 1 ข้อมูลทั่วไป ได้แก่ เพศ อายุ ระดับการศึกษา

ส่วนที่ 2 ประวัติการดื่มสุรา และการสูบบุหรี่

ส่วนที่ 3 สภาพการทำงาน ได้แก่ ลักษณะงานที่ทำ อายุงาน ระยะเวลาในการทำงานต่อวัน ระยะเวลาในการทำงานต่อสัปดาห์ และการทำงานล่วงเวลาต่อวัน

ส่วนที่ 4 พฤติกรรมการป้องกัน ได้แก่ การใช้หน้ากากป้องกันทางเดินหายใจในกรณีที่ต้องสัมผัสสารละลายอินทรีย์ขณะทำงาน เหตุผลที่ไม่ใช้หน้ากากป้องกันทางเดินหายใจ

ชนิดของหน้ากากป้องกันทางเดินหายใจที่ใช้ในปัจจุบัน การใส่หน้ากากป้องกันทางเดินหายใจ เหตุผลที่ใช้หน้ากากป้องกันทางเดินหายใจ วิธีการดูแลรักษาหน้ากากป้องกันทางเดินหายใจ ความถี่ในการดูแลรักษาหน้ากากป้องกันทางเดินหายใจ และความเพียงพอของหน้ากากป้องกันทางเดินหายใจ

1.2 เครื่อง Gas Chromatography (GC) เพื่อใช้ทำการวิเคราะห์หาปริมาณระดับความเข้มข้นของ o-Cresol ในปัสสาวะ (หลังสิ้นสุดการทำงาน) ตามวิธีใน Manual of Analytical Methods (NMAM) 8321, Issue 1 แปลผลโดยการหาปริมาณระดับความเข้มข้นของ o-Cresol ในปัสสาวะ เปรียบเทียบกับค่ามาตรฐานของ ACGIH มีหน่วยเป็น mg/g creatinine

1.3 เครื่องวิเคราะห์ทางเคมีคลินิก (Chemistry) เพื่อใช้ทำการวิเคราะห์การทำหน้าที่ของตับหาค่า Serum glutamic-oxaloacetic transaminase (SGOT หรือ AST) มีหน่วยเป็น U/L และค่า Serum glutamic-pyruvic transaminase (SGPT หรือ ALT) มีหน่วยเป็น U/L และการทำหน้าที่ของไตหาค่ายูเรียไนโตรเจน (Blood Urea Nitrogen, BUN) มีหน่วยเป็น mg/dl และค่าครีเอตินีน (Creatinine, Cr) มีหน่วยเป็น mg/dl

1.4 เครื่องวิเคราะห์ทางโลหิตวิทยา (Hematology) เพื่อใช้ทำการวิเคราะห์ความสมบูรณ์ของเม็ดเลือด (Complete Blood Count, CBC) ซึ่งใช้ค่าฮีโมโกลบิน (Hemoglobin, HBG) มีหน่วยเป็น g/dl ค่าฮีมาโตคริท (Hematocrit, HCT) มีหน่วยเป็น% จำนวนเม็ดเลือดแดง (Red blood cell Count, RBC Count) มีหน่วยเป็น x 10^6 cell/mm^3 จำนวนเม็ดเลือดขาว (White blood cell Count, WBC Count) มีหน่วยเป็น cell/mm^3 และจำนวนเกล็ดเลือด (Pletelet Count, Plt Count) มีหน่วยเป็น cell/mm^3

2. วัสดุที่ใช้ในการวิจัย

2.1 ใบส่งตัวอย่างทางชีวภาพส่งตัวอย่างเลือดและส่งตัวอย่างปัสสาวะ

2.2 ก้อนสำลีแอลกอฮอล์ 70% สำหรับเช็ดทำความสะอาดแผล

2.3 สำลีสะอาด พลาสเตอร์เหนียว และสายยางรัดแขน

2.4 ถุงมือยางสะอาดแบบใช้ครั้งเดียวแล้วทิ้ง

2.5 กระบอกฉีดยาพลาสติก (Syringe) ขนาด 10 ซีซี

2.6 เข็มเจาะเลือด เบอร์เข็มขนาด 21 นิ้ว

2.7 กระปุกเก็บปัสสาวะ และกล่องโฟมน้ำแข็ง (Ice box)

ซึ่งเครื่องวิเคราะห์ทางเคมีคลินิก (Chemistry) และเครื่องวิเคราะห์ทางโลหิตวิทยา (Hematology) นั้นการแปลผลใช้มาตรฐานทางชีวเคมีของห้องปฏิบัติการชันสูตร โรงพยาบาลเฉลิมพระเกียรติ สมเด็จพระเทพรัตนราชสุดา ฯ สยามบรมราชกุมารี ระยอง และผ่านการรับรอง

จากสภาเทคนิคการแพทย์ พ.ศ. 2559 รายละเอียดดังตารางที่ 3-3

ตารางที่ 3-3 การแปลผลค่ามาตรฐานทางชีวเคมีในร่างกาย

การตรวจหาสารชีวเคมีในเลือด	ค่าที่ได้	หน่วย	แปลผล
การทำหน้าที่ของตับ			
ค่า Serum glutamic-oxaloacetic	5-35	U/ L	ปกติ
transaminase (SGOT หรือ AST)	< 5 , > 35		ผิดปกติ
ค่า Serum glutamic-pyruvic	8-40	U/ L	ปกติ
transaminase (SGPT หรือ ALT)	< 8 , > 40		ผิดปกติ
การทำงานของไต			
ค่ายูเรียไนโตรเจน	10-20	mg/ dl	ปกติ
(Blood Urea Nitrogen, BUN)	< 10 , > 20		ผิดปกติ
ค่าครีเอตินีน	0.5-1.2	mg/ dl	ปกติ
(Creatinine, Cr)	< 0.5 , > 1.2		ผิดปกติ
การทำหน้าที่ของเม็ดเลือด			
ค่าฮีโมโกลบิน	M 13-18, F 12-16	g/ dl	ปกติ
(Hemoglobin, HBG)	M < 13 , > 18		ผิดปกติ
	F < 12 , > 16		ผิดปกติ
ค่าฮีมาโตคริท	M 40-54, F36-47	%	ปกติ
(Hematocrit, HCT)	M < 40 , > 54		ผิดปกติ
	F < 36 , > 47		ผิดปกติ
จำนวนเม็ดเลือดแดง	4.0-7.0	x 10^6cell/ mm^3	ปกติ
(Red blood cell Count, RBC Count)	< 4 , > 7		ผิดปกติ
จำนวนเม็ดเลือดขาว	5,000-10,000	cell/ mm^3	ปกติ
(White blood cell Count, WBC Count)	< 5,000 , > 10,000		ผิดปกติ
จำนวนเกล็ดเลือด	140,000-400,000	cell/ mm^3	ปกติ
(Platelet Count, Plt Count)	< 140,000 ,		ผิดปกติ
	> 400,000		ผิดปกติ

ที่มา: สภาเทคนิคการแพทย์แห่งประเทศไทย (2559)

3. คุณภาพเครื่องมือในงานวิจัย

3.1 แบบสัมภาษณ์ ในการศึกษาวิจัยครั้งนี้ได้มีการทดสอบความตรง (Validity) โดยผู้วิจัยนำแบบสัมภาษณ์ที่ได้จากการทบทวนเอกสารและงานวิจัยที่เกี่ยวข้องไปให้ผู้เชี่ยวชาญ จำนวน 3 ท่าน (รายละเอียดตามภาคผนวก ค) ตรวจสอบความตรงเชิงเนื้อหา เชิงโครงสร้างของเครื่องมือวิจัย ความเหมาะสมของภาษาที่ใช้และความสอดคล้องกับวัตถุประสงค์ของการวิจัย โดยผู้เชี่ยวชาญลงความเห็นและให้คะแนนเป็นรายข้อในประเด็นที่ใช้สัมภาษณ์ แล้วนำมาหาค่าดัชนีความสอดคล้อง (Item-Objective Congruence Index-IOC) ระหว่างข้อสัมภาษณ์กับตัวแปรดังนี้

+1 หมายถึง ข้อสัมภาษณ์นั้นตรงหรือสอดคล้องกับตัวแปร/ วัตถุประสงค์ (เห็นด้วย)

0 หมายถึง ข้อสัมภาษณ์นั้นไม่แน่ใจหรือไม่สามารถตัดสินใจได้ว่าตรงหรือสอดคล้องกับตัวแปร/ วัตถุประสงค์ (ไม่แน่ใจ)

-1 หมายถึง ข้อสัมภาษณ์นั้นไม่ตรงหรือไม่สอดคล้องกับตัวแปร/ วัตถุประสงค์ (ไม่เห็นด้วย)

โดยค่าดัชนีความสอดคล้องที่ยอมรับได้มีค่าระหว่าง 0.6-1.00 ซึ่งแสดงว่าข้อสัมภาษณ์หรือประเด็นที่จะทำการรวบรวมข้อมูลมีความตรง

สูตรในการคำนวณ

$$IOC = \frac{\sum R}{N}$$

IOC คือ ค่าดัชนีความสอดคล้อง *(*Item-objective congruence index)

R คือ คะแนนของผู้เชี่ยวชาญ

$\sum R$ คือ ผลรวมของคะแนนผู้เชี่ยวชาญแต่ละคน

N คือ จำนวนผู้เชี่ยวชาญ

การหาความเชื่อมั่น (Reliability) ของแบบสัมภาษณ์โดยนำแบบสัมภาษณ์ที่ผ่านการตรวจสอบและปรับปรุงแก้ไขไปทดลองใช้กับผู้ปฏิบัติงานในสถานประกอบกิจการอู่เคาะพ่นสีรถยนต์แห่งหนึ่งที่มีการรับสัมผัสสารโทลูอีนจำนวน 30 คน เพื่อทดสอบความเข้าใจต่อข้อสัมภาษณ์ ความชัดเจนของภาษาและระยะเวลาในการตอบแบบสัมภาษณ์ จากนั้นทำการแก้ไขปรับปรุงแบบสัมภาษณ์ให้มีความเที่ยงตรงกับเนื้อหาและสอดคล้องกับวัตถุประสงค์ของแบบสัมภาษณ์ แล้วนำผลที่ได้มาวิเคราะห์เพื่อตรวจสอบคุณภาพของข้อสัมภาษณ์ โดยใช้ค่า Cronbach coefficient alpha ซึ่งได้ค่าความเชื่อมั่น 0.719

3.2 เครื่องวิเคราะห์หาปริมาณความเข้มข้นของ o-Cresol ในปัสสาวะ โดยใช้เครื่อง Gas Chromatography (GC) แบบ/รุ่น Bruker 450-GC S/N 1102M044 ค่า LOD = 0.006 mg/l, ค่า LOQ = 0.02 mg/l,%RSD = 0.018 และ SD = 0.002 ซึ่งผ่านการสอบเทียบเครื่องมือแล้ว วันที่ 6 พฤศจิกายน พ.ศ. 2559 โดยหน่วยงานที่มีความน่าเชื่อถือ

3.3 เครื่องวิเคราะห์ทางเคมีคลินิก (Chemistry) รุ่น BS-800M1 S/N XP-43000403 สอบเทียบเครื่องมือ วันที่ 6 ตุลาคม พ.ศ. 2559 โดยหน่วยงานที่มีความน่าเชื่อถือ

3.4 เครื่องวิเคราะห์ทางโลหิตวิทยา (Hematology) รุ่น SYSMEX XN-1000 S/N 15406 สอบเทียบเครื่องมือวันที่ 19 ตุลาคม พ.ศ. 2559 โดยหน่วยงานที่มีความน่าเชื่อถือ

การวิจัยผ่านการพิจารณาจริยธรรมการวิจัยในมนุษย์ของคณะสาธารณสุขศาสตร์ เมื่อวันที่ 11 เมษายน พ.ศ. 2560

การเก็บรวบรวมข้อมูล

ผู้วิจัยดำเนินการอบรมและชี้แจงเกี่ยวกับวัตถุประสงค์ เทคนิค วิธีการ กระบวนการและขั้นตอนการศึกษาให้แก่ผู้ช่วยนักวิจัย เพื่อให้การเก็บรวบรวมข้อมูลเป็นไปในทิศทางเดียวกัน และกลุ่มตัวอย่าง ดำเนินตามขั้นตอนของการวิจัย ดังนี้

1. ชี้แจงวัตถุประสงค์ในการวิจัย และข้อมูลที่จำเป็นสำหรับอาสาสมัครและใบยินยอมการเข้าร่วมวิจัย
2. จัดให้กลุ่มตัวอย่างทำแบบสัมภาษณ์ หลังเสร็จสิ้นภารกิจในหน้าที่ประจำวันแล้ว
3. การเก็บตัวอย่างหาปริมาณระดับความเข้มข้นของ o-Cresol ในปัสสาวะ ดังนี้

3.1 เก็บปัสสาวะภายหลังเลิกกะของการทำงาน (End of shift) คือเร็วที่สุดภายหลังการเลิกกะการทำงาน (โดยทั่วไปไม่ควรเกิน 30 นาทีภายหลังเลิกกะทำงาน)

3.2 เก็บตัวอย่างปัสสาวะอย่างน้อย 20 ซีซี

3.3 ให้ปัสสาวะทิ้งช่วงต้นไปเล็กน้อย เก็บปัสสาวะในช่วงถัดมาประมาณครึ่งขวด (20 ซีซี) โดยห้ามสัมผัสด้านในของภาชนะ และปัสสาวะช่วงสุดท้ายทิ้งไป

3.4 เก็บในกล่องโฟมน้ำแข็งทันที (Ice box ที่อุณหภูมิ 2-8 °C) เพื่อนำไปเก็บในตู้เย็นที่อุณหภูมิ -20 °C ที่ห้องปฏิบัติการชันสูตร โรงพยาบาลเฉลิมพระเกียรติ สมเด็จพระเทพรัตนราชสุดา ฯ สยามบรมราชกุมารี ระยอง

3.5 ส่งตัวอย่างปัสสาวะไปวิเคราะห์หาปริมาณระดับความเข้มข้นของ o-Cresol ในปัสสาวะ ที่ศูนย์อ้างอิงทางห้องปฏิบัติการและพิษวิทยา สำนักโรคจากการประกอบอาชีพและสิ่งแวดล้อม ตึกศูนย์ห้องปฏิบัติการกรมอนามัย กระทรวงสาธารณสุข

4. เก็บตัวอย่างเลือด โดยเทคนิคการแพทย์ ปริมาตร 5 ซีซี เสร็จแล้วส่งวิเคราะห์ห้องปฏิบัติการชันสูตร โรงพยาบาลเฉลิมพระเกียรติ สมเด็จพระเทพรัตนราชสุดา ฯ สยามบรมราชกุมารี ระยอง ทันทีเพื่อวิเคราะห์หาการทำหน้าที่ของตับ ไต และเม็ดเลือด

5. นำข้อมูลที่ได้มาตรวจสอบความถูกต้องสมบูรณ์ และรวบรวมข้อมูลที่ได้นำมาวิเคราะห์ด้วยโปรแกรมคอมพิวเตอร์

การพิทักษ์สิทธิ์ของกลุ่มตัวอย่าง

ในการศึกษาวิจัยครั้งนี้ ผู้วิจัยได้ยื่นขอพิจารณาจริยธรรมการวิจัย จากคณะกรรมการพิจารณาจริยธรรมวิจัยในมนุษย์ คณะสาธารณสุขศาสตร์ มหาวิทยาลัยบูรพา โดยต้องคำนึงถึงผลกระทบหรือผลเสียที่อาจเกิดขึ้นกับกลุ่มตัวอย่าง ผู้วิจัยจึงต้องทำการพิทักษ์ของกลุ่มตัวอย่าง โดยการเคารพสิทธิการเป็นส่วนตัวและการปกปิดเป็นความลับของกลุ่มตัวอย่างทุกราย โดยการแนะนำตัวเอง ชี้แจงวัตถุประสงค์ของการวิจัย ขั้นตอนการเก็บรวบรวมข้อมูลและระยะเวลาของการวิจัยพร้อมทั้งแจ้งให้ทราบสิทธิในการตอบรับและปฏิเสธการเข้าร่วมในการวิจัยครั้งนี้ ในระหว่างการวิจัย หากกลุ่มผู้ปฏิบัติงานสถานประกอบกิจการอู่พ่นสีรถยนต์ ในเขตอำเภอเมือง จังหวัดระยอง ไม่พอใจหรือไม่ต้องการเข้าร่วมงานวิจัย สามารถบอกเลิกได้โดยไม่ต้องแจ้งเหตุผล ข้อมูลต่าง ๆ ที่ได้จากการวิจัยครั้งนี้ถือเป็นความลับ การนำเสนอข้อมูลของกลุ่มตัวอย่างจะไม่มีการเปิดเผยชื่อและนามสกุลที่แท้จริง

ความเสี่ยงในการทำหัตถการเจาะเลือด มีดังนี้

มีอาการบวม ช้ำ จากเส้นเลือดแตกบริเวณที่เจาะ

การเตรียมการเพื่อลดความเสี่ยง ดังนี้

1. เตรียมกลุ่มตัวอย่าง

   1.1 อธิบายวัตถุประสงค์ในการเจาะเลือด

   1.2 ซักประวัติเกี่ยวกับข้อห้ามในการเจาะเลือด เช่น ผู้ป่วยที่มีภาวะเลือดออกผิดปกติ การใช้ยาต้านการแข็งตัวของเลือด หากมีประวัติดังกล่าวงดการเจาะเลือด

2. เตรียมผู้เจาะเลือด

   2.1 ผู้เจาะเลือดโดยนักเทคนิคการแพทย์

   2.2 อุปกรณ์ในการเจาะเลือดต่าง ๆ ต้องสะอาดและปลอดเชื้อ

   2.3 ผู้เจาะเลือดต้องแนะนำตัวก่อนทำหัตถการ ล้างมือและสวมถุงมือปลอดเชื้อ

3. ขั้นตอนทำหัตถการ

3.1 ให้กลุ่มตัวอย่างนั่งหรือนอนหงายในท่าที่สบาย

3.2 เลือกตำแหน่งของหลอดเลือดดำที่บริเวณข้อพับแขน มือ โดยจะเจาะเส้นเลือด cephalic, basilic ก่อน เนื่องจากเส้นเลือดเห็นได้ชัด และมีเส้นประสาทน้อย

3.3 ใช้สายรัดเหนือต่อตำแหน่งที่จะแทงเส้น ให้แน่นพอที่จะกั้นการไหลของเลือดดำ แต่ไม่กั้นการไหลของเลือดแดง

3.4 เช็ดผิวหนังด้วยน้ำยาฆ่าเชื้อเป็นวงกว้าง 3-4 เซนติเมตร รอให้แห้ง

3.5 ดึงผิวหนังเหนือเส้นเลือดให้ตึงขณะแทงเข็ม แทงเข็มผ่านผิวหนังโดยวางแนวเข็ม 30-60 องศา เมื่อแทงเข้าเส้นได้แล้ว สังเกตโดยมีเลือดไหลย้อน ให้หยุดหรือขยับเข็มเข้าอีกเล็กน้อย เพื่อให้เลือดไหลออกดี ใช้กระบอกฉีดยาค่อย ๆ ดูดเลือดในจำนวนเท่าที่ต้องการ

3.6 คลายสายรัด

3.7 วางสำลีแห้งไว้เหนือจุดแทงเข็ม ดึงเข็มออก แล้วจึงกดสำลี ควรดึงเข็มออกก่อนกดผิวหนัง ถ้ากดก่อนดึงเข็มจะทำให้ผู้ป่วยเจ็บ ไม่แนะนำให้ผู้ป่วยงอแขนพับขึ้นเนื่องจากทำให้เกิดก้อนเลือดใต้ผิวหนังได้ ให้ผู้ป่วยกดไว้ 2-3 นาทีจึงเอาสำลีออก ถ้ายังมีเลือดออกให้กดต่ออีก 2-3 นาที

3.8 ใส่เลือดเข้าหลอดเก็บเลือดทันที ตรวจสอบปริมาณเลือดให้เหมาะสม ถ้าใส่เลือดในหลอดที่มีสารป้องกันการแข็งตัว ให้พลิกหลอดคว่ำหงายเบา ๆ ไม่ใช้วิธีเขย่าแรง ๆ

3.9 เขียนและปิดฉลาก เก็บในอุณหภูมิเหมาะสม หรือส่งตรวจต่อไป

3.10 เก็บอุปกรณ์ ทิ้งของมีคมและวัสดุปนเปื้อนในภาชนะที่เหมาะสม และล้างมือ

4. คำแนะนำหลังทำหัตถการ

4.1 ใช้สำลีแห้งกดบริเวณเจาะให้แน่นอย่างน้อย 5 นาที เพื่อป้องกันไม่ให้อาการช้ำบริเวณที่เจาะ

4.2 ให้สังเกตอาการปวดบวมแดงบริเวณที่เจาะเลือด ให้ประคบเย็นโดยใช้ผ้าห่อน้ำแข็งประคบภายใน 24 ชั่วโมงแรก และให้ประคบอุ่นถ้าไม่ดีขึ้น

4.3 เฝ้าระวังมีเลือดออกหรือมีก้อนเลือดผิดปกติบริเวณที่เจาะเลือด

4.4 ถ้ามีอาการผิดปกติให้รีบพบแพทย์

การวิเคราะห์ข้อมูล

ในการวิเคราะห์ข้อมูลทางสถิติอาศัยโปรแกรม มีการนำเสนอข้อมูลสถิติ 2 แบบ ดังนี้

1. สถิติเชิงพรรณนา (Descriptive statistics) ใช้สถิติ การแจกแจง จำนวน ร้อยละ ค่าเฉลี่ย ส่วนเบี่ยงเบนมาตรฐานและค่าพิสัย สำหรับข้อมูลทั่วไป ประวัติการดื่มสุรา การสูบบุหรี่ สภาพการทำงาน พฤติกรรมการป้องกัน และปริมาณระดับความเข้มข้นของ o-Cresol ในปัสสาวะ

2. สถิติเชิงอนุมาน (Inferential statistics) ใช้สถิติวิเคราะห์กลุ่มความสัมพันธ์ โดยวิเคราะห์การประเมินการรับสัมผัสสารโทลูอีน ได้แก่ การหาความสัมพันธ์ของปริมาณระดับความเข้มข้นของ o-Cresol ในปัสสาวะกับระดับการทำหน้าที่ของตับ (SGOT, SGPT) การทำหน้าที่ของไต (BUN, Cr) และการทำหน้าที่ของเม็ดเลือด (HBG, HCT, RBC Count, WBC Count, Plt Count) ด้วยสถิติวิเคราะห์ข้อมูลเชิงปริมาณได้แก่ Pearson’s Product Moment Correlation Coefficient

บทที่ 4
ผลการวิจัย

การวิจัยนี้เป็นการศึกษาการประเมินการรับสัมผัสสารโทลูอีนที่มีความสัมพันธ์กับการทำหน้าที่ของตับ ไต และเม็ดเลือดของผู้ปฏิบัติงานในสถานประกอบกิจการอู่เคาะพ่นสีรถยนต์ในเขตอำเภอเมือง จังหวัดระยอง จำนวน 99 คน โดยผู้วิจัยได้ใช้แบบสัมภาษณ์ ทำการเก็บรวบรวมข้อมูลทั่วไป ประวัติการดื่มสุราและสูบบุหรี่ สภาพการทำงาน พฤติกรรมการป้องกัน ผลการวัดปริมาณระดับความเข้มข้นของ o-Cresol ในปัสสาวะ และผลการตรวจการทำหน้าที่ของตับ ไต และเม็ดเลือด นำเสนอผลการศึกษาด้วยการบรรยายประกอบตาราง เรียงตามลำดับ ดังนี้

1. ข้อมูลทั่วไป
2. ประวัติการดื่มสุราและสูบบุหรี่
3. สภาพการทำงาน
4. พฤติกรรมการป้องกัน
5. ปริมาณระดับความเข้มข้นของ o-Cresol ในปัสสาวะ
6. การประเมินการทำหน้าที่ของตับ ไต และเม็ดเลือด
7. ความสัมพันธ์ระหว่างปริมาณระดับความเข้มข้นของ o-Cresol ในปัสสาวะกับผลการตรวจของการทำหน้าที่ของตับ ไต และเม็ดเลือด

ข้อมูลทั่วไป

จากการศึกษาข้อมูลลักษณะทั่วไปของกลุ่มตัวอย่างพบว่า เป็นพนักงานชาย ร้อยละ 86.80 พนักงานหญิง ร้อยละ 13.20 ช่วงอายุส่วนใหญ่อยู่ในช่วง 30-39 ปี ร้อยละ 39.30 รองลงมาอยู่ในช่วงอายุน้อยกว่า 20 ปี ร้อยละ 18.10 และช่วงอายุ 40-49 ปี ร้อยละ 18.10 ตามลำดับ อายุเฉลี่ย 33.45 ±11.54 ปี การศึกษาส่วนใหญ่ จบระดับประถมศึกษา ร้อยละ 41.40 รองลงมา ระดับมัธยมศึกษาตอนต้น ร้อยละ 30.30 ตามลำดับ รายละเอียดดังตารางที่ 4-1

ตารางที่ 4-1 จำนวนและร้อยละของกลุ่มตัวอย่างจำแนกตามข้อมูลทั่วไป

ข้อมูลทั่วไป	จำนวน	ร้อยละ
รวม	99	100.00
เพศ		
ชาย	86	86.80
หญิง	13	13.20
อายุ (ปี)		
< 20	18	18.10
20-29	16	16.10
30-39	39	39.30
40-49	18	18.10
50 ปีขึ้นไป	8	8.40
ค่าเฉลี่ย (ส่วนเบี่ยงเบนมาตรฐาน)	33.45 (11.54)	
ค่ามัธยฐาน (ค่าต่ำสุด-สูงสุด)	33 (18-59)	
ระดับการศึกษา		
ไม่ได้รับการศึกษา	10	10.10
ประถมศึกษา	41	41.40
มัธยมศึกษาตอนต้น	30	30.30
มัธยมศึกษาตอนปลาย	10	10.10
อนุปริญญาหรือเทียบเท่า	3	3.03
ปริญญาตรีหรือสูงกว่า	5	5.07

ประวัติการดื่มสุราและสูบบุหรี่

จากการศึกษาประวัติการสูบบุหรี่และดื่มสุราหรือเครื่องดื่มแอลกอฮอล์ พบว่า กลุ่มตัวอย่างดื่มเครื่องดื่มแอลกอฮอล์ ร้อยละ 75.75 และไม่ดื่มเครื่องดื่มแอลกอฮอล์ ร้อยละ 24.25 ตามลำดับ ในส่วนของกลุ่มตัวอย่างที่ยังดื่มเครื่องดื่มแอลกอฮอล์นั้นพบว่า ส่วนใหญ่ดื่มทุกวัน ร้อยละ 45.62 รองลงมาดื่ม 1-2 ครั้ง/ สัปดาห์ ร้อยละ 28.00 ตามลำดับ ประวัติการสูบบุหรี่ พบว่า กลุ่มตัวอย่างสูบบุหรี่ ร้อยละ 43.43 และไม่สูบบุหรี่ ร้อยละ 56.57 ตามลำดับ กลุ่มตัวอย่างที่สูบบุหรี่ สูบวันละ 6-10 มวน/ วัน ร้อยละ 39.53 รองลงมาสูบน้อยกว่า 5 มวน/ วัน ร้อยละ 30.23 ตามลำดับ

ช่วงระยะเวลาที่สูบบุหรี่ 1-5 ปี ร้อยละ 48.84 รองลงมาช่วงระยะเวลาสูบบุหรี่ 6-10 ปี ร้อยละ 25.58 และช่วงระยะเวลาสูบบุหรี่ 11 ปีขึ้นไป ร้อยละ 25.58 ตามลำดับ รายละเอียดดังตารางที่ 4-2

ตารางที่ 4-2 จำนวนและร้อยละของกลุ่มตัวอย่างจำแนกตามประวัติการดื่มสุรา และการสูบบุหรี่

ประวัติการดื่มสุราและสูบบุหรี่	จำนวน	ร้อยละ
รวม	99	100.00
การดื่มสุราในช่วง 6 เดือนที่ผ่านมา		
ดื่ม	75	75.75
ไม่ดื่ม	24	24.25
จำนวนครั้งที่ดื่ม	(n = 75)	
ดื่ม 1-2 ครั้ง/ สัปดาห์	21	28.00
ดื่ม 3-4 ครั้ง/ สัปดาห์	16	21.33
ดื่ม 5-6 ครั้ง/ สัปดาห์	5	5.05
ดื่มทุกวัน	33	45.62
การสูบบุหรี่/ ยาสูบ		
สูบ	43	43.43
ไม่สูบ	56	56.57
ระยะเวลาที่สูบบุหรี่ (ปี)	(n = 43)	
1-5	21	48.84
6-10	11	25.58
11 ปีขึ้นไป	11	25.58
จำนวนมวนที่สูบ (มวน/ วัน)	(n = 43)	
< 5	13	30.23
6-10	17	39.53
11-20	12	27.90
>20	1	2.34

สภาพการทำงาน

จากการศึกษาสภาพการทำงานของกลุ่มตัวอย่าง พบว่า ทำงานในแผนกโป๊วสีพ่นสี อบสี เคลือบขัดสีรถยนต์ ร้อยละ 57.58 รองลงมา แผนกเคาะ ดึง ลอกสีรถยนต์ ร้อยละ 19.19 ตามลำดับ ระยะเวลาทำงานในตำแหน่งปัจจุบันอยู่ในช่วงน้อยกว่า 5 ปี ร้อยละ 65.66 รองลงมา ระยะเวลาทำงานในตำแหน่งปัจจุบันอยู่ในช่วง 5-10 ปี ร้อยละ 17.17 ตามลำดับ ผู้ปฏิบัติงานทั้งหมดทำงานเฉลี่ย 8 ชั่วโมง/ วัน ทำงานล่วงเวลาเฉลี่ยมากกว่า 4 ชั่วโมง/ วัน ร้อยละ 29.41 รองลงมา ทำงานล่วงเวลาเฉลี่ย 1 ชั่วโมง/ วัน ร้อยละ 20.59 ทำงานเฉลี่ย 6 วัน/ สัปดาห์ ร้อยละ 83.84 รองลงมา ทำงานเฉลี่ย 7 วัน/ สัปดาห์ ร้อยละ 15.15 ตามลำดับ รายละเอียดดังตารางที่ 4-3

ตารางที่ 4-3 จำนวนและร้อยละของตัวอย่างจำแนกตามสภาพการทำงาน

สภาพการทำงาน	จำนวน	ร้อยละ
รวม	99	100.00
ลักษณะงานที่ทำ		
แผนกตรวจสอบเอกสารและรับ-ส่งรถยนต์	3	3.03
แผนกเคาะ ดึง ลอกสีรถยนต์	19	19.19
แผนกโป๊วสี พ่นสี อบสี เคลือบขัดสีรถยนต์	57	57.58
แผนกต่อ ประกอบชิ้นส่วนรถยนต์	18	18.18
แผนกล้าง อัด ฉีดรถยนต์	2	2.02
ระยะเวลาทำงาน (ปี)		
< 5	65	65.66
5-10	17	17.17
11-15	8	8.08
16-20	7	7.07
> 20	2	2.02
ค่าเฉลี่ย (ส่วนเบี่ยงเบนมาตรฐาน)	6.01 (6.557)	
ค่ามัธยฐาน (ค่าต่ำสุด-สูงสุด)	3 (1-30)	
ระยะเวลาทำงานเฉลี่ย (ชั่วโมง/ วัน)		
8	99	100.00

ตารางที่ 4-3 (ต่อ)

สภาพการทำงาน	จำนวน	ร้อยละ
การทำงานล่วงเวลาเฉลี่ย (ชั่วโมง/ วัน)	(n = 34)	
1	7	20.59
2	6	17.64
3	6	17.64
4	5	14.72
> 4	10	29.41
ค่าเฉลี่ย (ส่วนเบี่ยงเบนมาตรฐาน)	4.03 (2.769)	
ค่ามัธยฐาน (ค่าต่ำสุด-สูงสุด)	3 (1-8)	
เวลาการทำงานเฉลี่ย (วัน/ สัปดาห์)		
5	1	1.01
6	83	83.84
7	15	15.15

พฤติกรรมการป้องกัน

จากการศึกษาพฤติกรรมการป้องกันของกลุ่มตัวอย่าง พบว่า ไม่ใช้อุปกรณ์ป้องกันระบบทางเดินหายใจ ร้อยละ 42.42 รองลงมา ใช้อุปกรณ์ป้องกันระบบทางเดินหายใจเป็นประจำ ร้อยละ 31.32 ตามลำดับ ในกรณีที่ไม่ใช้อุปกรณ์ป้องกันระบบทางเดินหายใจให้เหตุผลว่า รู้สึกอึดอัด รำคาญ ร้อยละ 66.67 รองลงมา ไม่สะดวกปฏิบัติงาน ร้อยละ 16.67 ตามลำดับ ชนิดอุปกรณ์ป้องกันระบบทางเดินหายใจ ใช้ผ้าปิดจมูกและปาก ร้อยละ 78.95 รองลงมา ใช้หน้ากากที่มีตลับกรอง ร้อยละ 17.54 ตามลำดับ ลักษณะการสวมใส่อุปกรณ์ป้องกันระบบทางเดินหายใจ พบว่า ใส่ปิดทั้งบริเวณปากและจมูกร้อยละ 96.49 รองลงมา ใส่ปิดบริเวณปาก ร้อยละ 1.75 และใส่ปิดบริเวณจมูก ร้อยละ 1.75 ตามลำดับ เหตุผลที่ใช้อุปกรณ์ป้องกันระบบทางเดินหายใจ เพื่อป้องกันฝุ่นละออง ร้อยละ 80.70 รองลงมา เพื่อป้องกันกลิ่นเหม็น ร้อยละ 59.65 ตามลำดับ วิธีการดูแลรักษาความสะอาดของอุปกรณ์ พบว่า ส่วนใหญ่เปลี่ยนใหม่หลังจากใช้หลายวันแล้ว ร้อยละ 43.86 รองลงมา เปลี่ยนใหม่ทุกวัน ร้อยละ 35.09 ตามลำดับ ความถี่ในการดูแลรักษาหน้ากากป้องกันทางเดินหายใจ ดูแลทุกวัน ร้อยละ36.84 รองลงมา ดูแลสัปดาห์ละ 2 ครั้ง ร้อยละ 28.07 ตามลำดับ ความเพียงพอของอุปกรณ์ป้องกันระบบทางเดินหายใจ เพียงพอ

ร้อยละ 96.49 และไม่เพียงพอ ร้อยละ 3.51 ตามลำดับ รายละเอียดดังตารางที่ 4-4

ตารางที่ 4-4 จำนวนและร้อยละของกลุ่มตัวอย่างจำแนกตามพฤติกรรมการป้องกัน

พฤติกรรมการป้องกัน	จำนวน	ร้อยละ
รวม	99	100.00
การใช้หน้ากากป้องกันทางเดินหายใจในกรณีที่ต้องสัมผัสสารละลายอินทรีย์ขณะทำงาน (เช่น สีทินเนอร์ กาว แลกเกอร์)		
ไม่เคยใช้	42	42.42
ใช้เป็นบางครั้ง	25	25.25
ใช้เป็นนาน ๆ ครั้ง	1	1.01
ใช้เป็นประจำตลอดเวลาทุกครั้งที่สัมผัสสารละลายอินทรีย์	31	31.32
ชนิดของหน้ากากป้องกันทางเดินหายใจที่ใช้ในปัจจุบัน	(n = 57)	
ผ้าปิดจมูกและปาก	45	78.95
หน้ากากที่ทำมาจากกระดาษกรอง	2	3.51
หน้ากากที่มีตลับกรอง	10	17.54
การใส่หน้ากากป้องกันทางเดินหายใจ	(n = 57)	
ใส่ปิดบริเวณปากเท่านั้น	1	1.75
ใส่ปิดบริเวณจมูกเท่านั้น	1	1.75
ใส่ปิดทั้งบริเวณปากและจมูก	55	96.49
เหตุผลที่ใช้หน้ากากป้องกันทางเดินหายใจ (ตอบได้มากกว่า 1 ข้อ)		
เพื่อป้องกันไอระเหยสารเคมี	25	43.86
เพื่อป้องกันกลิ่นเหม็น	34	59.65
เพื่อป้องกันฝุ่นละออง	46	80.70
ใส่ตามกฎระเบียบของบริษัท	0	0.00
คำแนะนำจากบุคคลอื่น	0	0.00

ตารางที่ 4-4 (ต่อ)

พฤติกรรมการป้องกัน	จำนวน	ร้อยละ
คิดว่าใช้แล้วมีประโยชน์กว่าใช้ไม่ใช้อะไรเลย	0	0.00
การดูแลรักษาหน้ากากป้องกันทางเดินหายใจ	(n = 57)	
มี	57	100.00
ไม่มี	0	0.00
วิธีการดูแลรักษาหน้ากากป้องกันทางเดินหายใจ	(n = 57)	
เปลี่ยนใหม่ทุกวัน	20	35.09
เปลี่ยนใหม่หลังจากใช้หลายวันแล้ว	25	43.86
ปัดฝุ่น	5	8.77
เช็ดด้วยผ้าชุบน้ำหมาด ๆ	4	7.02
ล้างด้วยน้ำสะอาด	3	5.26
ไม่มี	0	0.00
ความถี่ในการดูแลรักษาหน้ากากป้องกันทางเดินหายใจ	(n = 57)	
ทุกวัน	21	36.84
วันเว้นวัน	14	24.56
สัปดาห์ละ 2 ครั้ง	16	28.07
สัปดาห์ละ 1 ครั้ง	5	8.77
เดือนละครั้ง	1	1.75
ความเพียงพอของหน้ากากป้องกันทางเดินหายใจ	(n = 57)	
เพียงพอ	55	96.49
ไม่เพียงพอ	2	3.51
เหตุผลที่ไม่ใช้หน้ากากป้องกันทางเดินหายใจ (ตอบได้มากกว่า 1 ข้อ) (ต่อ)	(n = 42)	
อึดอัด รู้สึกรำคาญ	28	66.67
ทำให้พูดคุยไม่สะดวก	5	11.90
ไม่สะดวกขณะปฏิบัติงาน	7	16.67
บริษัทไม่ได้จัดหาให้	0	0.00
คิดว่าใช้แล้วไม่ได้ช่วยในการป้องกันอันตราย	0	0.00

ตารางที่ 4-4 (ต่อ)

พฤติกรรมการป้องกัน	จำนวน	ร้อยละ
ใช้แล้วเกิดอาการแพ้	2	4.76

ปริมาณระดับความเข้มข้นของ o-Cresol ในปัสสาวะ (หลังสิ้นสุดการทำงาน) ของกลุ่มตัวอย่าง

จากการศึกษาปริมาณระดับความเข้มข้นของ o-Cresol ในปัสสาวะ (หลังสิ้นสุดการทำงาน) ของกลุ่มตัวอย่าง พบว่าส่วนใหญ่มีค่าอยู่ระหว่าง 1.01-5.00 mg/g creatinine ร้อยละ 24.24 และมีค่าอยู่ระหว่าง 10.01-20.00 mg/g creatinine ร้อยละ 24.24 รองลงมามีค่าอยู่ระหว่าง 5.01-10.00 mg/g creatinine ร้อยละ 16.16 และมีค่าเฉลี่ยปริมาณระดับความเข้มข้นของ o-Cresol ในปัสสาวะ 19.02 ± 19.63 mg/g creatinine ซึ่งสูงกว่าค่าความเข้มข้นตามมาตรฐานที่ยอมให้มีได้ของ American Conference of Government Industrial Hygienists (ACGIH) มาตรฐานของค่า Biological Exposure Index: BEI กำหนดว่าปริมาณระดับความเข้มข้นของ o-Cresol ในปัสสาวะ (หลังสิ้นสุดการทำงาน) ต้องไม่เกิน 0.30 mg/g creatinine รายละเอียดดังตารางที่ 4-5

ตารางที่ 4-5 จำนวนและร้อยละของปริมาณระดับความเข้มข้นของ o-Cresol ในปัสสาวะ

ปริมาณระดับความเข้มข้นของ o-Cresol ในปัสสาวะ (หลังสิ้นสุดการทำงาน) mg/g creatinine	จำนวน	ร้อยละ
รวม	99	100.00
≤ 0.30	0	0.00
0.31-1.00	2	2.02
1.01-5.00	24	24.24
5.01-10.00	16	16.16
10.01-20.00	24	24.24
20.01-30.00	13	13.13
30.01-40.00	6	6.06
40.01-50.00	5	5.06

ตารางที่ 4-5 (ต่อ)

ปริมาณระดับความเข้มข้นของ o-Cresol ในปัสสาวะ (หลังสิ้นสุดการทำงาน) mg/g creatinine	จำนวน	ร้อยละ
50.01-60.00	6	6.06
60.01-70.00	0	0.00
70.01-80.00	2	2.02
80.01-90.00	0	0.00
90.01-100.00	0	0.00
> 100.01	1	1.01
ค่าเฉลี่ย (ส่วนเบี่ยงเบนมาตรฐาน)	19.02 (19.63)	
ค่ามัธยฐาน (ค่าต่ำสุด-สูงสุด)	12.46 (0.59-111.78)	

การประเมินการทำหน้าที่ของตับ ไต และเม็ดเลือด

การทำหน้าที่ของตับ คือ ค่า Serum glutamic-oxaloacetic transaminase (SGOT หรือ AST) พบว่า ส่วนใหญ่มีค่าอยู่ระหว่าง 5-35 U/L ร้อยละ 77.80 และมีค่าเฉลี่ย Serum glutamic-oxaloacetic transaminase (SGOT หรือ AST) 29.33 ±12.94 U/L ตามลำดับ ระดับค่า Serum glutamic-pyruvic transaminase (SGPT หรือ ALT) พบว่า ส่วนใหญ่มีค่าอยู่ระหว่าง 8-40 U/L ร้อยละ 76.80 และมีค่าเฉลี่ย Serum glutamic-pyruvic transaminase (SGPT หรือ ALT) 29.89 ± 18.73 U/L ตามลำดับ การทำหน้าที่ของไต คือ ค่ายูเรียไนโตรเจน (Blood Urea Nitrogen, BUN) พบว่า ส่วนใหญ่มีค่าอยู่ระหว่าง 10-20 mg/dl ร้อยละ 85.90 และมีค่าเฉลี่ยยูเรียไนโตรเจน (Blood Urea Nitrogen, BUN) 14.06 ± 3.32 mg/dl ตามลำดับ ค่าครีเอตินีน (Creatinine, Cr) พบว่า ส่วนใหญ่มีค่าอยู่ระหว่าง 0.5-1.2 mg/dl ร้อยละ 98.00 และมีค่าเฉลี่ยครีเอตินีน (Creatinine, Cr) 0.9 ± 0.15 mg/dl ตามลำดับ การทำหน้าที่ของเม็ดเลือด คือ ค่าฮีโมโกลบิน (Hemoglobin, HBG) พบว่า ในเพศชายส่วนใหญ่มีค่าอยู่ระหว่าง 13-18 g/dl ร้อยละ 76.77 และมีค่าเฉลี่ยระดับค่าฮีโมโกลบิน (Hemoglobin, HBG) 14.54 ±1.70 g/dl ตามลำดับ ในเพศหญิงส่วนใหญ่มีค่าอยู่ระหว่าง 12-16 g/dl ร้อยละ 11.10 และมีค่าเฉลี่ยระดับค่าฮีโมโกลบิน (Hemoglobin, HBG) 13.46 ± 1.54 g/dl ตามลำดับ ค่าฮีมาโตคริท (Hematocrit, HCT) พบว่า ในเพศชายส่วนใหญ่มีค่าอยู่ระหว่าง 38-54% ร้อยละ 75.75 และมีค่าเฉลี่ยระดับค่าฮีมาโตคริท (Hematocrit, HCT) 43.74 ± 4.05% ตามลำดับ ในเพศหญิงส่วนใหญ่มีค่าอยู่ระหว่าง 36-48% ร้อยละ 10.10 และค่าเฉลี่ย

ระดับค่าฮีมาโตคริท (Hematocrit, HCT) 41.48 ± 4.05% ตามลำดับ จำนวนเม็ดเลือดแดง (Red blood cell Count, RBC Count) พบว่า ส่วนใหญ่มีค่าอยู่ระหว่าง 4-7 x10^6 cell/mm^3 ร้อยละ 97.00 มีค่าเฉลี่ยระดับจำนวนเม็ดเลือดแดง (Red blood cell Count, RBC Count) 5.50 ± 0.61 x10^6 cell/mm^3 ตามลำดับ จำนวนเม็ดเลือดขาว (White blood cell Count, WBC Count) พบว่าส่วนใหญ่มีค่าอยู่ระหว่าง 5,000-10,000 cell/mm^3 ร้อยละ 84.00 และมีค่าเฉลี่ยระดับจำนวนเม็ดเลือดขาว (White blood cell Count, WBC Count) 8,410 ± 2,059.18 cell/mm^3 ตามลำดับ จำนวนเกล็ดเลือด (Platelet Count, Plt Count) พบว่า ส่วนใหญ่มีค่าอยู่ระหว่าง 140,000-400,000 cell/mm^3 ร้อยละ 96.00 และมีค่าเฉลี่ยระดับจำนวนเกล็ดเลือด (Platelet Count, Plt Count) 296,435 ± 58,238.89 cell/mm^3 ตามลำดับ รายละเอียดดังตารางที่ 4-6

ตารางที่ 4-6 จำนวนและร้อยละของกลุ่มตัวอย่างจำแนกตามการทำหน้าที่ของตับ ไต และเม็ดเลือด

ชนิดการวิเคราะห์	**จำนวน**	**ร้อยละ**
รวม	99	100.00
การทำหน้าที่ของตับ		
ค่า Serum glutamic-oxaloacetic transaminase (SGOT หรือ AST) มีหน่วยเป็น U/L		
< 5	0	0.00
5-35	77	77.80
> 35	22	22.20
ค่าเฉลี่ย (ส่วนเบี่ยงเบนมาตรฐาน)	29.33 (12.94)	
ค่ามัธยฐาน (ค่าต่ำสุด-สูงสุด)	25 (14-93)	
ค่า Serum glutamic-pyruvic transaminase (SGPT หรือ ALT) มีหน่วยเป็น U/L		
< 8	0	0.00
8-40	76	76.80
> 40	23	23.20
ค่าเฉลี่ย (ส่วนเบี่ยงเบนมาตรฐาน)	29.89 (18.73)	
ค่ามัธยฐาน (ค่าต่ำสุด-สูงสุด)	24 (9-112)	

ตารางที่ 4-6 (ต่อ)

ชนิดการวิเคราะห์	จำนวน	ร้อยละ
การทำหน้าที่ของไต		
ค่ายูเรียไนโตรเจน (Blood Urea Nitrogen, BUN)		
มีหน่วยเป็น mg/dl		
< 10	11	11.10
10-20	85	85.90
> 20	3	3.00
ค่าเฉลี่ย (ส่วนเบี่ยงเบนมาตรฐาน)	14.06 (3.32)	
ค่ามัธยฐาน (ค่าต่ำสุด-สูงสุด)	13.9 (7.4-26.2)	
ค่าครีเอตินีน (Creatinine, Cr) มีหน่วยเป็น mg/dl		
< 0.5	0	0.00
0.5-1.2	97	98.00
> 1.2	2	2.00
ค่าเฉลี่ย (ส่วนเบี่ยงเบนมาตรฐาน)	0.9 (0.15)	
ค่ามัธยฐาน (ค่าต่ำสุด-สูงสุด)	0.91 (0.57-1.24)	
การทำหน้าที่ของเม็ดเลือด		
ค่าฮีโมโกลบิน (Hemoglobin, HBG) ในเพศชาย	(n = 86)	
มีหน่วยเป็น g/dl		
< 13.0	9	9.09
13.0-18.0	77	76.77
> 18.0	0	0.00
ค่าเฉลี่ย (ส่วนเบี่ยงเบนมาตรฐาน)	14.54 (1.70)	
ค่ามัธยฐาน (ค่าต่ำสุด-สูงสุด)	14.80 (11.90-17.40)	
ค่าฮีโมโกลบิน (Hemoglobin, HBG) ในเพศหญิง	(n = 13)	
มีหน่วยเป็น g/dl		
< 12.0	3	3.04
12.0-16.0	10	11.10
> 16.0	0	0.00

ตารางที่ 4-6 (ต่อ)

ชนิดการวิเคราะห์	จำนวน	ร้อยละ
ค่าเฉลี่ย (ส่วนเบี่ยงเบนมาตรฐาน)	13.46 (1.54)	
ค่ามัธยฐาน (ค่าต่ำสุด-สูงสุด)	13.60 (9.70-15.80)	
ค่าฮีมาโตคริท (Hematocrit, HCT) ในเพศชาย	(n = 86)	
มีหน่วยเป็น%		
< 38	10	10.10
38-54	75	75.75
> 54	0	0.00
ค่าเฉลี่ย (ส่วนเบี่ยงเบนมาตรฐาน)	43.74 (4.57)	
ค่ามัธยฐาน (ค่าต่ำสุด-สูงสุด)	45.00 (31-55)	
ค่าฮีมาโตคริท (Hematocrit, HCT) ในเพศหญิง	(n = 13)	
มีหน่วยเป็น%		
< 36	4	4.05
36-48	9	10.10
> 48	0	0.00
ค่าเฉลี่ย (ส่วนเบี่ยงเบนมาตรฐาน)	41.48 (4.05)	
ค่ามัธยฐาน (ค่าต่ำสุด-สูงสุด)	42.80 (32-46)	
จำนวนเม็ดเลือดแดง (Red blood cell Count, RBC Count) มีหน่วยเป็น x 10^6 cell/mm^3		
< 4	0	0.00
4-7	96	97.00
> 7	3	3.00
ค่าเฉลี่ย (ส่วนเบี่ยงเบนมาตรฐาน)	5.50 (0.61)	
ค่ามัธยฐาน (ค่าต่ำสุด-สูงสุด)	5.48 (4.32-7.34)	
จำนวนเม็ดเลือดขาว (White blood cell Count, WBC Count) มีหน่วยเป็น cell/mm^3		
< 5,000	0	0.00
5,000-10,000	83	84.00

ตารางที่ 4-6 (ต่อ)

ชนิดการวิเคราะห์	จำนวน	ร้อยละ
> 10,000	16	16.00
ค่าเฉลี่ย (ส่วนเบี่ยงเบนมาตรฐาน)	8,410 (2,059.18)	
ค่ามัธยฐาน (ค่าต่ำสุด-สูงสุด)	8,210 (5,090-15,910)	
จำนวนเกล็ดเลือด (Platelet Count, Plt Count) มีหน่วยเป็น cell/mm^3		
< 140,000	0	0.00
140,000-400,000	95	96.00
> 400,000	4	4.00
ค่าเฉลี่ย (ส่วนเบี่ยงเบนมาตรฐาน)	293,435 (58,238.89)	
ค่ามัธยฐาน (ค่าต่ำสุด-สูงสุด)	296,000 (143,000-440,000)	

ความสัมพันธ์ระหว่างปริมาณระดับความเข้มข้นของ o-Cresol ในปัสสาวะกับการทำหน้าที่ของตับ ไต และเม็ดเลือด

การศึกษาความสัมพันธ์ระหว่างปริมาณระดับความเข้มข้นของ o-Cresol ในปัสสาวะกับค่าการทำหน้าที่ของตับ ไต และเม็ดเลือดของกลุ่มตัวอย่าง ได้แก่ ปริมาณระดับความเข้มข้นของ o-Cresol ในปัสสาวะมีความสัมพันธ์กับค่าการทำหน้าที่ของตับ คือ ค่า Serum glutamic-pyruvic transaminase (SGPT หรือ ALT) อย่างนัยสำคัญทางสถิติที่ระดับ 0.05 ($r = 0.212$, $p = 0.035$) ส่วนปริมาณระดับความเข้มข้นของ o-Cresol ในปัสสาวะไม่มีความสัมพันธ์กับค่าการทำหน้าที่ของตับ คือ ค่า Serum glutamic-oxaloacetic transaminase (SGOT หรือ AST) ปริมาณระดับความเข้มข้นของ o-Cresol ในปัสสาวะไม่มีความสัมพันธ์กับค่าการทำหน้าที่ของไต คือ ค่ายูเรียไนโตรเจน (Blood Urea Nitrogen, BUN) ปริมาณระดับความเข้มข้นของ o-Cresol ในปัสสาวะไม่มีความสัมพันธ์กับค่าการทำหน้าที่ของไต คือ ค่าครีเอตินีน (Creatinine, Cr) ปริมาณระดับความเข้มข้นของ o-Cresol ในปัสสาวะไม่มีความสัมพันธ์กับค่าการทำหน้าที่ของเม็ดเลือด คือ ค่าฮีโมโกลบิน (Hemoglobin, HBG) ปริมาณระดับความเข้มข้นของ o-Cresol ในปัสสาวะไม่มีความสัมพันธ์กับค่าการทำหน้าที่ของเม็ดเลือด คือ ค่าฮีมาโตคริท (Hematocrit, HCT) ปริมาณระดับความเข้มข้นของ o-Cresol ในปัสสาวะไม่มีความสัมพันธ์กับค่าการทำหน้าที่ของเม็ดเลือด คือ จำนวนเม็ดเลือดแดง (Red blood cell Count, RBC Count) ปริมาณระดับความ

เข้มข้นของ o-Cresol ในปัสสาวะไม่มีความสัมพันธ์กับค่าการทำหน้าที่ของเม็ดเลือด คือ จำนวนเม็ดเลือดขาว (White blood cell Count, WBC Count) และปริมาณระดับความเข้มข้นของ o-Cresol ในปัสสาวะไม่มีความสัมพันธ์กับค่าการทำหน้าที่ของเม็ดเลือด คือ จำนวนเกล็ดเลือด (Platelet Count, Plt Count) ตามลำดับ รายละเอียดดังตารางที่ 4-7

ตารางที่ 4-7 ความสัมพันธ์ระหว่างปริมาณระดับความเข้มข้นของ o-Cresol ในปัสสาวะกับการหน้าที่ของตับ ไต และเม็ดเลือดของกลุ่มตัวอย่าง

	r	**p-value**
ปริมาณระดับความเข้มข้นของ o-Cresol ในปัสสาวะ - ค่าการทำหน้าที่ของตับ คือ ค่า Serum glutamic-oxaloacetic transaminase (SGOT หรือ AST)	0.187	0.063
ปริมาณระดับความเข้มข้นของ o-Cresol ในปัสสาวะ - ค่าการทำหน้าที่ของตับ คือ ค่า Serum glutamic-pyruvic transaminase (SGPT หรือ ALT)	0.212	0.035*
ปริมาณระดับความเข้มข้นของ o-Cresol ในปัสสาวะ - ค่าการทำหน้าที่ของไต คือ ค่ายูเรียไนโตรเจน (Blood Urea Nitrogen, BUN)	0.052	0.609
ปริมาณระดับความเข้มข้นของ o-Cresol ในปัสสาวะ - ค่าการทำหน้าที่ของไต คือ ค่าครีเอตินีน (Creatinine, Cr)	-0.111	0.276
ปริมาณระดับความเข้มข้นของ o-Cresol ในปัสสาวะ - ค่าการทำหน้าที่ของเม็ดเลือด คือ ค่าฮีโมโกลบิน (Hemoglobin, HBG)	-0.083	0.416
ปริมาณระดับความเข้มข้นของ o-Cresol ในปัสสาวะ - ค่าการทำหน้าที่ของเม็ดเลือด คือ ระดับค่าฮีมาโตคริท (Hematocrit, HCT)	0.024	0.812

ตารางที่ 4-7 (ต่อ)

	r	p-value
ปริมาณระดับความเข้มข้นของ o-Cresol ในปัสสาวะ - ค่าการทำหน้าที่ของเม็ดเลือด คือ จำนวนเม็ดเลือดแดง (Red blood cell Count, RBC Count)	-0.140	0.171
ปริมาณระดับความเข้มข้นของ o-Cresol ในปัสสาวะ - ค่าการทำหน้าที่ของเม็ดเลือด คือ จำนวนเม็ดเลือดขาว (White blood cell Count, WBC Count)	-0.039	0.705
ปริมาณระดับความเข้มข้นของ o-Cresol ในปัสสาวะ - ค่าการทำหน้าที่ของเม็ดเลือด คือ จำนวนเกล็ดเลือด (Platelet Count, Plt Count)	0.123	0.225

*มีนัยสำคัญทางสถิติ ($p < 0.05$)

บทที่ 5
สรุป อภิปรายผลและข้อเสนอแนะ

การศึกษาเรื่องการประเมินการรับสัมผัสสารโทลูอีนที่มีความสัมพันธ์กับการทำหน้าที่ของตับ ไต และเม็ดเลือดของผู้ปฏิบัติงานในสถานประกอบกิจการอู่เคาะพ่นสีรถยนต์ ในเขตอำเภอเมือง จังหวัดระยอง ในครั้งนี้เป็นการศึกษาเชิงบรรยายแบบภาคตัดขวาง (Descriptive cross sectional study) ศึกษาในผู้ปฏิบัติงานในสถานประกอบกิจการอู่เคาะพ่นสีรถยนต์ที่รับสัมผัสสารโทลูอีน จำนวน 99 คน มีวัตถุประสงค์เพื่อประเมินการรับสัมผัสสารโทลูอีนและศึกษาความสัมพันธ์กับการทำหน้าที่ของตับ ไต และเม็ดเลือดของผู้ปฏิบัติงานในสถานประกอบกิจการอู่เคาะพ่นสีรถยนต์ ดำเนินการศึกษาและเก็บรวบรวมข้อมูลระหว่างเดือนพฤษภาคมถึงเดือนมิถุนายน พ.ศ. 2560 โดยใช้เครื่องมือประกอบด้วยเครื่องวิเคราะห์แก๊สโครโมโทกราฟฟี (Gas chromatography) เครื่องมือวิเคราะห์ทางเคมีคลินิก (Chemistry) เครื่องมือวิเคราะห์ทางโลหิตวิทยา (Hematology) ที่ผ่านการสอบเทียบแล้วและแบบสัมภาษณ์ที่ผู้วิจัยสร้างขึ้นจากการทบทวนวรรณกรรมซึ่งผ่านการตรวจสอบคุณภาพโดยตรวจสอบความตรง (Validity) จากผู้ทรงคุณวุฒิ ตรวจสอบความเที่ยง (Reliability) โดยการนำไปทดลอง (Try out) กับกลุ่มตัวอย่างที่มีลักษณะใกล้เคียงกันแล้วนำมาปรับปรุงข้อคำถาม โดยสัมภาษณ์เกี่ยวกับข้อมูลทั่วไป ประวัติการดื่มสุราและสูบบุหรี่ สภาพการทำงาน และพฤติกรรมการป้องกัน วิเคราะห์ข้อมูลโดยใช้สถิติเชิงพรรณนา ได้แก่ การแจกแจงความถี่ ร้อยละ ค่าเฉลี่ย ค่าเบี่ยงเบนมาตรฐาน ค่าต่ำสุดและสูงสุด และวิเคราะห์ความสัมพันธ์โดยใช้สถิติวิเคราะห์สหสัมพันธ์เชิงเส้นตรงอย่างง่าย (Pearson correlation) สำหรับข้อมูลเชิงปริมาณโดยกำหนดนัยสำคัญที่ระดับ 0.05

สรุปผลการวิจัย

ผลการศึกษาการประเมินการรับสัมผัสสารโทลูอีนที่มีความสัมพันธ์กับการทำหน้าที่ของตับ ไต และเม็ดเลือดของผู้ปฏิบัติงานในสถานประกอบกิจการอู่เคาะพ่นสีรถยนต์ ในเขตอำเภอเมือง จังหวัดระยอง สรุปตามผลการศึกษาได้ดังนี้

1. ข้อมูลทั่วไป ผลการศึกษา เป็นพนักงานงานชาย ร้อยละ 86.80 พนักงานหญิง ร้อยละ 13.20 ช่วงอายุส่วนใหญ่อยู่ในช่วง 30-39 ปี ร้อยละ 39.30 รองลงมาอยู่ในช่วงอายุน้อยกว่า 20 ปี ร้อยละ 18.10 และช่วงอายุ 40-49 ปี ร้อยละ 18.10 ตามลำดับ อายุเฉลี่ย 33.45 ±11.54 ปี การศึกษาส่วนใหญ่ จบระดับประถมศึกษา ร้อยละ 41.40 รองลงมา ระดับมัธยมศึกษาตอนต้น

ร้อยละ 30.30 ตามลำดับ

2. ประวัติการดื่มสุราและสูบบุหรี่ ผลการศึกษา พบว่า กลุ่มตัวอย่างดื่มเครื่องดื่มแอลกอฮอล์ ร้อยละ 75.75 และไม่ดื่มเครื่องดื่มแอลกอฮอล์ ร้อยละ 24.25 ตามลำดับ ในส่วนของกลุ่มตัวอย่างที่ดื่มเครื่องดื่มแอลกอฮอล์นั้นพบว่า ส่วนใหญ่ดื่มทุกวัน ร้อยละ 45.62 รองลงมาดื่ม 1-2 ครั้ง/ สัปดาห์ ร้อยละ 28.00 ตามลำดับ ประวัติการสูบบุหรี่ พบว่า กลุ่มตัวอย่างสูบบุหรี่ ร้อยละ 43.43 และไม่สูบบุหรี่ ร้อยละ 56.57 ตามลำดับ กลุ่มตัวอย่างที่สูบบุหรี่สูบวันละ 6-10 มวน/ วัน ร้อยละ 39.53 รองลงมาสูบน้อยกว่า 5 มวน/ วัน ร้อยละ 30.23 ตามลำดับ ช่วงระยะเวลาที่สูบบุหรี่ 1-5 ปี ร้อยละ 48.84 รองลงมาช่วงระยะเวลาสูบบุหรี่ 6-10 ปี ร้อยละ 25.58 และช่วงระยะเวลาสูบบุหรี่ 11 ปีขึ้นไป ร้อยละ 25.58 ตามลำดับ

3. สภาพการทำงาน ผลการศึกษา พบว่า ผู้ปฏิบัติงานทำงานในแผนกโป๊วสีพ่นสี อบสี เคลือบขัดสีรถยนต์ ร้อยละ 57.58 รองลงมา แผนกเคาะ ดึง ลอกสีรถยนต์ ร้อยละ 19.19 ตามลำดับ ระยะเวลาทำงานในตำแหน่งปัจจุบันอยู่ในช่วงน้อยกว่า 5 ปี ร้อยละ 65.66 รองลงมา ระยะเวลาทำงานในตำแหน่งปัจจุบันอยู่ในช่วง 5-10 ปี ร้อยละ 17.17 ตามลำดับ ผู้ปฏิบัติงานทั้งหมดทำงานเฉลี่ย 8 ชั่วโมง/ วัน ทำงานล่วงเวลาเฉลี่ยมากกว่า 4 ชั่วโมง/ วัน ร้อยละ 29.41 รองลงมา ทำงานล่วงเวลาเฉลี่ย 1 ชั่วโมง/ วัน ร้อยละ 20.59 ทำงานเฉลี่ย 6 วัน/ สัปดาห์ ร้อยละ 83.84 รองลงมา ทำงานเฉลี่ย 7 วัน/ สัปดาห์ ร้อยละ 15.15 ตามลำดับ

4. พฤติกรรมการป้องกัน ผลการศึกษา พบว่า ไม่ใช้อุปกรณ์ป้องกันระบบทางเดินหายใจ ร้อยละ 42.42 รองลงมา ใช้อุปกรณ์ป้องกันระบบทางเดินหายใจเป็นประจำ ร้อยละ 31.32 ตามลำดับ ในกรณีที่ไม่ใช้อุปกรณ์ป้องกันระบบทางเดินหายใจให้เหตุผลว่า รู้สึกอึดอัด รำคาญ ร้อยละ 66.67 รองลงมา ไม่สะดวกปฏิบัติงาน ร้อยละ 16.67 ตามลำดับ ชนิดอุปกรณ์ป้องกันระบบทางเดินหายใจใช้ผ้าปิดจมูกและปาก ร้อยละ 78.95 รองลงมา ใช้หน้ากากที่มีตลับกรอง ร้อยละ 17.54 ตามลำดับ ลักษณะการสวมใส่อุปกรณ์ป้องกันระบบทางเดินหายใจ พบว่า ใส่ปิดทั้งบริเวณปากและจมูกร้อยละ 96.49 รองลงมา ใส่ปิดบริเวณปาก ร้อยละ 1.75 และใส่ปิดบริเวณจมูก ร้อยละ 1.75 ตามลำดับ เหตุผลที่ใช้อุปกรณ์ป้องกันระบบทางเดินหายใจ เพื่อป้องกันฝุ่นละออง ร้อยละ 80.70 รองลงมา เพื่อป้องกันกลิ่นเหม็น ร้อยละ 59.65 ตามลำดับ วิธีการดูแลรักษาความสะอาดของอุปกรณ์ พบว่า ส่วนใหญ่เปลี่ยนใหม่หลังจากใช้หลายวันแล้ว ร้อยละ 43.86 รองลงมา เปลี่ยนใหม่ทุกวัน ร้อยละ 35.09 ตามลำดับ ความถี่ในการดูแลรักษาหน้ากากป้องกันทางเดินหายใจ ดูแลทุกวัน ร้อยละ 36.84 รองลงมา ดูแลสัปดาห์ละ 2 ครั้ง ร้อยละ 28.07 ตามลำดับ ความเพียงพอของอุปกรณ์ป้องกันระบบทางเดินหายใจ เพียงพอ ร้อยละ 96.49 และไม่เพียงพอ ร้อยละ 3.51 ตามลำดับ

5. ปริมาณระดับสาร o-Cresol ในปัสสาวะ (หลังสิ้นสุดการทำงาน) พบว่า จากการศึกษาปริมาณระดับความเข้มข้นของ o-Cresol ในปัสสาวะ (หลังสิ้นสุดการทำงาน) ของกลุ่มตัวอย่าง พบว่าส่วนใหญ่มีค่าอยู่ระหว่าง 1.01-5.00 mg/g creatinine ร้อยละ 24.24 และมีค่าอยู่ระหว่าง 10.01-20.00 mg/g creatinine ร้อยละ 24.24 รองลงมามีค่าอยู่ระหว่าง 5.01-10.00 mg/g creatinine ร้อยละ 16.16 และมีค่าเฉลี่ยปริมาณระดับความเข้มข้นของ o-Cresol ในปัสสาวะ 19.02 ± 19.63 mg/g creatinine

6. การประเมินการทำหน้าที่ของตับ ไต และเม็ดเลือด การทำหน้าที่ของตับ คือ ค่า Serum glutamic-oxaloacetic transaminase (SGOT หรือ AST) พบว่า ส่วนใหญ่มีค่าอยู่ระหว่าง 5-35 U/L ร้อยละ 77.80 และมีค่าเฉลี่ย Serum glutamic-oxaloacetic transaminase (SGOT หรือ AST) 29.33 ±12.94 U/L ตามลำดับ ระดับค่า Serum glutamic-pyruvic transaminase (SGPT หรือ ALT) พบว่า ส่วนใหญ่มีค่าอยู่ระหว่าง 8-40 U/L ร้อยละ 76.80 และมีค่าเฉลี่ย Serum glutamic-pyruvic transaminase (SGPT หรือ ALT) 29.89 ± 18.73 U/L ตามลำดับ การทำหน้าที่ของไต คือ ค่ายูเรียไนโตรเจน (Blood Urea Nitrogen, BUN) พบว่า ส่วนใหญ่มีค่าอยู่ระหว่าง 10-20 mg/dl ร้อยละ 85.60 และมีค่าเฉลี่ยยูเรียไนโตรเจน (Blood Urea Nitrogen, BUN) 14.06 ± 3.32 mg/dl ตามลำดับ ค่าครีเอตินีน (Creatinine, Cr) พบว่า ส่วนใหญ่มีค่าอยู่ระหว่าง 0.5-1.2 mg/dl ร้อยละ 98.00 และมีค่าเฉลี่ยครีเอตินีน (Creatinine, Cr) 0.9 ± 0.15 mg/dl ตามลำดับ การทำหน้าที่ของเม็ดเลือด คือ ค่าฮีโมโกลบิน (Hemoglobin, HBG) พบว่า ในเพศชายส่วนใหญ่มีค่าอยู่ระหว่าง 13-18 g/dl ร้อยละ 76.77 และมีค่าเฉลี่ยระดับค่าฮีโมโกลบิน (Hemoglobin, HBG) 14.54 ± 1.70 g/dl ตามลำดับ ในเพศหญิงส่วนใหญ่มีค่าอยู่ระหว่าง 12-16 g/dl ร้อยละ 11.10 และมีค่าเฉลี่ยระดับค่าฮีโมโกลบิน (Hemoglobin, HBG) 13.46 ± 1.54 g/dl ตามลำดับ ค่าฮีมาโตคริท (Hematocrit, HCT) พบว่า ในเพศชายส่วนใหญ่มีค่าอยู่ระหว่าง 38-54% ร้อยละ 75.75 และมีค่าเฉลี่ยระดับค่าฮีมาโตคริท (Hematocrit, HCT) 43.74 ± 4.57% ตามลำดับ ในเพศหญิงส่วนใหญ่มีค่าอยู่ระหว่าง 36-48% ร้อยละ 10.10 และค่าเฉลี่ยระดับค่าฮีมาโตคริท (Hematocrit, HCT) 41.48 ± 4.05% ตามลำดับ จำนวนเม็ดเลือดแดง (Red blood cell Count, RBC Count) พบว่า ส่วนใหญ่มีค่าอยู่ระหว่าง 4-7 $x10^6$ $cell/mm^3$ ร้อยละ 97.00 มีค่าเฉลี่ยระดับจำนวนเม็ดเลือดแดง (Red blood cell Count, RBC Count) 5.50 ± 0.61 $x10^6$ $cell/mm^3$ ตามลำดับ จำนวนเม็ดเลือดขาว (White blood cell Count, WBC Count) พบว่า ส่วนใหญ่มีค่าอยู่ระหว่าง 5,000-10,000 $cell/mm^3$ ร้อยละ 84.00 และมีค่าเฉลี่ยระดับจำนวนเม็ดเลือดขาว (White blood cell Count, WBC Count) 8,410 ± 2,059.18 $cell/mm^3$ ตามลำดับ จำนวนเกล็ดเลือด (Platelet Count, Plt Count) พบว่า ส่วนใหญ่มีค่าอยู่ระหว่าง 140,000-400,000 $cell/mm^3$ ร้อยละ 96.00 และมีค่าเฉลี่ยระดับจำนวนเกล็ดเลือด (Platelet Count, Plt Count)

296,435 ± 58,238.89 cell/mm^3 ตามลำดับ

7. ความสัมพันธ์ระหว่างปริมาณระดับสาร o-Cresol ในปัสสาวะกับการการทำหน้าที่ของตับ ไต และเม็ดเลือด

วิเคราะห์ด้วยสถิติวิเคราะห์สหสัมพันธ์เชิงเส้นตรงอย่างง่าย (Pearson correlation) ผลการศึกษา พบว่า การศึกษาความสัมพันธ์ระหว่างปริมาณระดับความเข้มข้นของ o-Cresol ในปัสสาวะกับค่าการทำหน้าที่ของตับ ไต และเม็ดเลือดของกลุ่มตัวอย่าง ได้แก่ ปริมาณระดับความเข้มข้นของ o-Cresol ในปัสสาวะมีความสัมพันธ์กับค่าการทำหน้าที่ของตับ คือ ค่า Serum glutamic-pyruvic transaminase (SGPT หรือ ALT) อย่างนัยสำคัญทางสถิติที่ระดับ 0.05 ($r = 0.212$, $p = 0.035$) ส่วนปริมาณระดับความเข้มข้นของ o-Cresol ในปัสสาวะไม่มีความสัมพันธ์กับค่าการทำหน้าที่ของตับ คือ ค่า Serum glutamic-oxaloacetic transaminase (SGOT หรือ AST) ปริมาณระดับความเข้มข้นของ o-Cresol ในปัสสาวะไม่มีความสัมพันธ์กับค่าการทำหน้าที่ของไต คือ ค่ายูเรียไนโตรเจน (Blood Urea Nitrogen, BUN) ปริมาณระดับความเข้มข้นของ o-Cresol ในปัสสาวะไม่มีความสัมพันธ์กับค่าการทำหน้าที่ของไต คือ ค่าครีเอตินีน (Creatinine, Cr) ปริมาณระดับความเข้มข้นของ o-Cresol ในปัสสาวะไม่มีความสัมพันธ์กับค่าการทำหน้าที่ของเม็ดเลือด คือ ค่าฮีโมโกลบิน (Hemoglobin, HBG) ปริมาณระดับความเข้มข้นของ o-Cresol ในปัสสาวะไม่มีความสัมพันธ์กับค่าการทำหน้าที่ของเม็ดเลือด คือ ค่าฮีมาโตคริท (Hematocrit, HCT) ปริมาณระดับความเข้มข้นของ o-Cresol ในปัสสาวะไม่มีความสัมพันธ์กับค่าการทำหน้าที่ของเม็ดเลือด คือ จำนวนเม็ดเลือดแดง (Red blood cell Count, RBC Count) ปริมาณระดับความเข้มข้นของ o-Cresol ในปัสสาวะไม่มีความสัมพันธ์กับค่าการทำหน้าที่ของเม็ดเลือด คือ จำนวนเม็ดเลือดขาว (White blood cell Count, WBC Count) และปริมาณระดับความเข้มข้นของ o-Cresol ในปัสสาวะไม่มีความสัมพันธ์กับค่าการทำหน้าที่ของเม็ดเลือด คือ จำนวนเกล็ดเลือด (Platelet Count, Plt Count) ตามลำดับ

อภิปรายผลการวิจัย

จากการศึกษาเรื่องการประเมินการรับสัมผัสสารโทลูอีนที่มีความสัมพันธ์กับการทำหน้าที่ของตับ ไต เม็ดเลือดของผู้ปฏิบัติงานในสถานประกอบกิจการอู่เคาะพ่นสีรถยนต์ ในเขตอำเภอเมือง จังหวัดระยอง พบว่า ส่วนใหญ่เป็นผู้ปฏิบัติงานชาย ร้อยละ 86.80 อายุอยู่ในช่วง 30-39 ปี ร้อยละ 39.60 อายุเฉลี่ย 33.45 ±11.54 ปี จบการศึกษาระดับประถมศึกษา ร้อยละ 41.40 ไม่สูบบุหรี่ ร้อยละ 56.57 ดื่มเครื่องดื่มแอลกอฮอล์ ร้อยละ 75.75 สภาพการทำงาน พบว่า ส่วนใหญ่ทำงานแผนกโป๊วสี พ่นสี อบสี เคลือบขัดสีรถยนต์ ร้อยละ 57.58 ระยะเวลาการทำงานอยู่ในช่วง

น้อยกว่า 5 ปี ร้อยละ 65.66 ระยะเวลาทำงานเฉลี่ย 6.01 ± 6.56 ปี ทำงานเฉลี่ย 8 ชั่วโมงต่อวัน ร้อยละ 100.00 ในแต่ละสัปดาห์ทำงานนาน 6 วัน ร้อยละ 83.84 และส่วนใหญ่ไม่ทำงานล่วงเวลา ร้อยละ 66.30 ในส่วนของกลุ่มตัวอย่างที่ทำงานล่วงเวลามากกว่า 4 ชั่วโมงต่อวัน ร้อยละ 29.41 พฤติกรรมการป้องกัน พบว่า ส่วนใหญ่ไม่ใช้อุปกรณ์หรือใช้เป็นบางครั้งป้องกันระบบทางเดินหายใจ ร้อยละ 68.68 ในกรณีที่ไม่ใช้อุปกรณ์ป้องกันระบบทางเดินหายใจให้เหตุผลว่า รู้สึกอึดอัดรำคาญ ร้อยละ 66.67 และใช้เป็นประจำทุกครั้ง ร้อยละ 31.32 ชนิดอุปกรณ์ป้องกันระบบทางเดินหายใจ ใช้ผ้าปิดจมูกและปากซึ่งเป็นอุปกรณ์ที่ไม่ถูกต้องตามหลักวิชาการที่จะป้องกันอันตรายจากสารโทลูอีนได้ ร้อยละ 78.95 ลักษณะการสวมใส่อุปกรณ์ป้องกันระบบทางเดินหายใจ พบว่า ใส่ปิดทั้งบริเวณปากและจมูก ร้อยละ 96.49 เหตุผลที่ใช้อุปกรณ์ป้องกันระบบทางเดินหายใจ เพื่อป้องกันฝุ่นละอองร้อยละ 78.00 วิธีการดูแลรักษาความสะอาดของอุปกรณ์ พบว่าส่วนใหญ่เปลี่ยนใหม่หลังจากใช้หลายวันแล้ว ร้อยละ 42.80 และความเพียงพอของอุปกรณ์ป้องกันระบบทางเดินหายใจ ร้อยละ 96.49

จากการวิเคราะห์ปริมาณระดับความเข้มข้นของ o-Cresol ในปัสสาวะจากผู้ปฏิบัติงานในสถานประกอบกิจการอู่เคาะพ่นสีรถยนต์ จำนวน 99 คน โดยเก็บในช่วงสิ้นสุดกะในการทำงาน (End of shift) แล้วนำค่ามาเปรียบเทียบกับค่ามาตรฐานของดัชนีทางชีวภาพ (Biological Exposure Indices, BEIs) ที่กำหนดโดยองค์กร ACGIH ที่ระบุว่าค่า o-Cresol ในปัสสาวะต้องไม่เกิน 0.3 mg/g creatinine จากการศึกษาในกลุ่มตัวอย่างพบว่า มีปริมาณระดับความเข้มข้นของ o-Cresol ในปัสสาวะ (หลังเลิกงาน) มีค่าเฉลี่ย 19.02 ± 19.63 mg/g creatinine ซึ่งสูงกว่าค่าความเข้มข้นตามมาตรฐาน จากผลดังกล่าวแสดงให้เห็นผู้ปฏิบัติงานมีความเสี่ยงต่อการรับสัมผัสสารโทลูอีนที่ปนเปื้อนในบรรยากาศ และอาจจะทำให้มีการเข้าสู่ร่างกายได้โดยง่ายไม่ว่าทางการหายใจ ผิวหนัง หรือแม้แต่การกิน แต่จากการการสังเกตพบว่า กลุ่มตัวอย่างส่วนใหญ่ไม่ใช้อุปกรณ์ป้องกันทางเดินหายใจและใช้บางครั้ง ร้อยละ 68.2 และถ้ามีอุปกรณ์ป้องกันทางเดินหายใจส่วนใหญ่จะเป็นผ้าปิดปากปิดจมูกเท่านั้น ซึ่งอุปกรณ์ดังกล่าวนี้ จัดได้ว่าเป็นอุปกรณ์ที่ป้องกันระบบทางเดินหายใจที่ไม่เหมาะสมและไม่ถูกต้องตามหลักวิชาการ สอดคล้องกับการศึกษาการประเมินการรับสัมผัสสารโทลูอีนในพนักงานเก็บกวาดขยะที่พบว่าส่วนใหญ่ ไม่ใช้อุปกรณ์ป้องกันระบบทางเดินหายใจและใช้เป็นบางครั้ง ร้อยละ 82.0 (ศรีรัตน์ ล้อมพงศ์, 2559) สอดคล้องกับผลกรณีศึกษาการตรวจเฝ้าระวังสุขภาพของพนักงานแผนกล้างภาชนะบรรจุตัวอย่าง ของอุษณีย์ จันทร์ตรี และคณะ (2557) พบว่าพนักงานชายจำนวน 2 คน คนไม่สวมถุงมือป้องกันขณะปฏิบัติงานมีระดับตัวบ่งชี้ทางชีวภาพโทลูอีนคือ o-Cresol ในปัสสาวะ (หลังเลิกงาน) สูงกว่าคนที่สวมถุงมือป้องกันขณะปฏิบัติงาน ดังนั้นการประเมินการรับสัมผัสสารโทลูอีนในปัสสาวะในรูปของ o-Cresol ในปัสสาวะนั้นเป็น

ดัชนีที่มีความจำเพาะและความไวในการรับสัมผัสความเข้มข้นของสารโทลูอีนในระดับต่ำ ๆ ได้ (Yacob et al., 2014)

จากการศึกษาการประเมินการรับสัมผัสสารโทลูอีนโดยใช้ดัชนีชีวภาพ o-Cresol ในปัสสาวะที่มีความสัมพันธ์กับการทำหน้าที่ของตับ ไต และเม็ดเลือดของผู้ปฏิบัติงานในสถานประกอบกิจการอู่เคาะพ่นสีรถยนต์ หาความสัมพันธ์โดยทำการวิเคราะห์สหสัมพันธ์เชิงเส้นตรงอย่างง่าย ซึ่งผลการศึกษาดังกล่าวพบว่า

ความสัมพันธ์ระหว่างปริมาณระดับความเข้มข้นของ o-Cresol ในปัสสาวะกับการทำหน้าที่ของตับ คือ ค่า Serum glutamic-pyruvic transaminase (SGPT หรือ ALT) ของกลุ่มตัวอย่าง พบว่า มีความสัมพันธ์ที่มีทิศทางเชิงบวกในระดับต่ำอย่างนัยสำคัญทางสถิติที่ระดับ 0.05 ($r = 0.212$, $p = 0.035$) ซึ่งค่าดัชนีชีวภาพระดับความเข้มข้นของ o-Cresol เพิ่มสูงกว่าค่ามาตรฐานและดัชนีชี้วัดผลกระทบต่อสุขภาพของสารโทลูอีนจากการตรวจค่า Serum glutamic-pyruvic transaminase (SGPT หรือ ALT) ในตับสูงกว่าค่ามาตรฐานนั้นแสดงให้เห็นว่าผู้ปฏิบัติงานมีความเสี่ยงในการรับสัมผัสสารโทลูอีนและส่งผลต่อความผิดปกติของการทำงานของตับ เมื่อสารโทลูอีนเมื่อเข้าสู่ร่างกายส่วนใหญ่ทางการหายใจ จะถูกแมทาบอไลต์ที่ตับโดยเอนไซม์ Cytocrome P450 จนท้ายสุดได้กรดฮิพพิวริก, p-Cresol และ o-Cresol และถูกกำจัดขับออกทางไต (กรรนิการ์ ฉัตรสันติประภา, 2552) ซึ่งในกระบวนดังกล่าวจะเกิดกลไกการเกิดพิษต่อตับโดยสารพิษจะทำลายเซลล์ที่อยู่ในตับได้แก่ เซลล์ตับ เซลล์บุท่อน้ำดีและเซลล์หลอดเลือดภายในตับ การเกิดพิษที่ทำลายสารพิษของตับนั้นจะทำเกิดพยาธิสภาพที่ตับ (สุนิสา ชายเกลี้ยง, 2557) เช่น เซลล์ตับถูกทำลาย (Hepatic injury) การตายของเซลล์ตับ (Necrosis) และอื่น ๆ ทำตับบกพร่องการทำหน้าที่ส่งผลทำให้เกิดการเปลี่ยนแปลงของระดับเอนไซม์ของตับเพิ่มขึ้นในซีรั่มของเลือดและไม่สามารถทำลายและกำจัดเอนไซม์ดังกล่าวออกไปได้ (Neghab M et al., 2015) สอดคล้องกับผลการศึกษาการรับสัมผัสสารโทลูอีนที่มีผลต่อความผิดปกติของตับในพนักงานพ่นสีรถยนต์ที่อินโดนีเซีย โดยพบว่ากลุ่มรับสัมผัสสารโทลูอีนมีค่าเฉลี่ยค่า Serum glutamic-pyruvic transaminase (SGPT หรือ ALT) ในตับเท่ากับ 47.62 IU/L สูงกว่าค่ามาตรฐานไม่เกิน 41 IU/L เมื่อเปรียบเทียบผลการตรวจค่าเฉลี่ยค่า Serum glutamic-pyruvic transaminase (SGPT หรือ ALT) ในตับของกลุ่มรับสัมผัส และกลุ่มไม่รับสัมผัสพบว่ามีความแตกต่างกัน (Sari et al., 2015) และสอดคล้องกับการศึกษาจากการทบทวนผู้ป่วยจากการสัมผัสสารโทลูอีนที่มารักษาในแผนกศูนย์ผู้ป่วยฉุกเฉิน จำนวน 20 คน พบว่า ค่าเฉลี่ยค่า Serum glutamic-pyruvic transaminase (SGPT หรือ ALT) ในตับเท่ากับ 40.4 IU/L สูงกว่าค่ามาตรฐานไม่เกิน 37 IU/L (Camara-Lemarroy et al., 2015) นอกจากนั้นจากการศึกษาความสัมพันธ์ระหว่างความผิดปกติของตับไตกับการสัมผัสสารเบนซีน ไซลีน และ

โทลูอีนในพนักงานสถานีบริการน้ำมัน จำนวน 200 คน พบว่า ค่าเฉลี่ยค่า Serum glutamic-pyruvic transaminase (SGPT หรือ ALT) ในตับ ของกลุ่มรับสัมผัสและไม่รับสัมผัสแตกต่างมีนัยสำคัญทางสถิติ (p-value = 0.018) (Moro et al., 2012)

ความสัมพันธ์ระหว่างปริมาณระดับความเข้มข้นของ o-Cresol ในปัสสาวะกับการทำหน้าที่ของตับ คือ ค่า Serum glutamic-oxaloacetic transaminase (SGOT หรือ AST) ของกลุ่มตัวอย่าง พบว่า ไม่มีความสัมพันธ์กัน เมื่อสารโทลูอีนเข้าสู่ร่างกาย มีค่าครึ่งชีวิตในร่างกายเพียง 3-40 ชั่วโมง ดังนั้นหากหยุดการได้รับเข้าก็จะถูกขับออกจากร่างกายได้อย่างรวดเร็ว ส่วนใหญ่จะถูกเมตาบอไลต์ที่ตับ (กรรนิการ์ ฉัตรสันติประภา, 2552) การเกิดพิษต่อตับก็ต่อเมื่อได้รับสารโทลูอีนที่มีความเข้มข้นสูง ในระยะเวลาสั้น ๆ ก็จะส่งผลต่อเซลล์ตับ ซึ่งสอดคล้องการศึกษาพนักงานในโรงพิมพ์ที่มีการสัมผัสสารโทลูอีนที่มีความเข้มข้นน้อยกว่า 200 ส่วนในล้านส่วน ทำให้ระดับเอนไซม์ของตับเปลี่ยนเล็กน้อย (Malaguarnera et al., 2012) และนอกจากนี้จากการศึกษาพนักงานในโรงงานอุตสาหกรรมที่ไต้หวัน โดยพบว่ากลุ่มรับสัมผัสสารโทลูอีนที่มีความความเข้มข้นสูงกว่า 100 ส่วนในล้านส่วน (TWA > 100 ส่วนในล้านส่วน) เป็นสาเหตุให้เกิดพิษต่อตับ ส่วนการสัมผัสสารโทลูอีนในความเข้มข้นต่ำมีความสัมพันธ์ต่ออาการทางระบบประสาทที่ผิดปกติเช่นกัน (Shih et al., 2011)

ความสัมพันธ์ระหว่างปริมาณระดับความเข้มข้นของ o-Cresol ในปัสสาวะกับการทำหน้าที่ของไต คือ ค่ายูเรียไนโตรเจน (Blood Urea Nitrogen, BUN) และค่าครีเอตินีน (Creatinine, Cr) ของกลุ่มตัวอย่าง พบว่า ไม่มีความสัมพันธ์กัน อธิบายได้ว่าเนื่องจากผลกระทบของโทลูอีนต่อการทำงานของไตนั้น ภายหลังการหายใจเอาโทลูอีนความเข้มข้นสูง ๆ เข้าไป จะมีการย่อยสลายเกิดการเสียสมดุลของกรดและด่างภายในร่างกาย ทำให้เกิดความผิดปกติของไตตามมา ส่งผลต่อการทำงานของการกรองของไต หากมีการรับสัมผัสในปริมาณต่ำมีจะมีการกำจัดและขับออกทางไตอย่างรวดเร็ว สอดคล้องกับการศึกษาในกลุ่มพนักงานในสถานีน้ำมันที่มีการสัมสารเบนซีน ไซลีน และโทลูอีน พบว่า เมื่อเปรียบเทียบผลการตรวจระดับยูเรียไนโตรเจนในเลือดของกลุ่มรับสัมผัสและกลุ่มไม่รับสัมผัสสารตัวทำละลายพบว่า ไม่มีความแตกต่างกัน (Neghab et al., 2015) และการศึกษาตัวบ่งชี้การรับสัมผัสสารโทลูอีนในกลุ่มตัวอย่างคนงานโรงงานทำลูกบอลพลาสติก พบว่า ผลการตรวจประเมินการทำงานของไต โดยวัดระดับค่าครีเอตินีน (Cr) ไม่มีความแตกต่างกันจากกลุ่มปกติ (สมศักดิ์ ฟองสุภา, 2541)

ความสัมพันธ์ระหว่างปริมาณระดับความเข้มข้นของ o-Cresol ในปัสสาวะกับการทำหน้าที่ของเม็ดเลือด คือ ค่าฮีโมโกลบิน (Hemoglobin, HBG), ค่าฮีมาโตคริท (Hematocrit, HCT), จำนวนเม็ดเลือดแดง (Red blood cell Count, RBC Count), จำนวนเม็ดเลือดขาว (WBC) และจำนวนเกล็ดเลือด (Platelet Count, Plt Count) ของกลุ่มตัวอย่าง พบว่า ไม่มีความสัมพันธ์กัน อธิบายได้ว่าเมื่อสารโทลูอีนเข้าสู่ร่างกาย จะมีผลต่ออวัยวะเป้าหมายหลักคือการทำงานของระบบประสาทส่วนกลางและตับ ความเป็นพิษของสารโทลูอีนนั้นไม่พบพิษต่อระบบเลือดอย่างถาวร เนื่องจากโทลูอีนไม่แสดงฤทธิ์กดการทำงานของไขกระดูก (กรรนิการ์ ฉัตรสันติประภา, 2552) จึงค่อนข้างมีความปลอดภัยในวงการอุตสาหกรรมสมัยใหม่ เนื่องจากพบความผิดปกติต่อระบบเลือดค่อนข้างน้อย แต่อย่างไรก็ตามจากการศึกษาการรับสัมผัสสารโทลูอีนที่มีความเข้มข้นสูงกว่า 100 ส่วนในล้านส่วน (TWA > 100 ส่วนในล้านส่วน) มีผลต่อความผิดปกติของเกล็ดเลือดในพนักงานโรงงานอุตสาหกรรมที่ไต้หวัน โดยพบว่ากลุ่มรับสัมผัสสารโทลูอีนอย่างต่อเนื่องมีระดับเกล็ดเลือดต่ำกว่ากลุ่มที่ได้รับสารโทลูอีนเพียงบางครั้ง (Shih et al., 2011)

ข้อเสนอแนะ

จากผลการศึกษาในครั้งนี้ ผู้วิจัยขอเสนอแนะแนวทางซึ่งอาจเป็นประโยชน์ให้กับผู้ที่สนใจในการทำวิจัยทางด้านนี้ และนำไปสู่การวางแผนการดูแลสุขภาพของผู้ปฏิบัติงานในสถานประกอบกิจการอู่เคาะพ่นสีรถยนต์ เพื่อลดปัจจัยเสี่ยงจากการทำงานหรือลดโอกาสเสี่ยงต่อความผิดปกติของการทำหน้าที่ตับ ไต และเม็ดเลือดจากการรับสัมผัสสารโทลูอีนของผู้ปฏิบัติงานต่อไป

ข้อเสนอแนะงานที่ได้จากวิจัยครั้งนี้

1. ในสภาพการปฏิบัติงานที่มีการรับสัมผัสทั้งสารโทลูอีน ซึ่งพบว่า ค่าเฉลี่ยปริมาณระดับความเข้มข้นของ o-Cresol ในปัสสาวะ (หลังเลิกงาน) ของกลุ่มตัวอย่างสูงกว่าค่าความเข้มข้นตามมาตรฐานที่กำหนด ควรมีการเฝ้าระวังภาวะสุขภาพของผู้ปฏิบัติงานโดยการตรวจสุขภาพเป็นประจำทุกปี หากมีอาการผิดปกติควรไปพบแพทย์ รวมทั้งแนะนำผู้ปฏิบัติงานให้มีการดูแลทางสุขอนามัยส่วนบุคคลให้ดี เพื่อป้องกันการรับสัมผัสสารตัวทำละลาย เช่น ไม่ควรสูบบุหรี่ ไม่ดื่มเหล้า ชำระล้างร่างกายที่รับสัมผัสสารตัวทำละลายให้สะอาดก่อนรับประทานอาหาร เป็นต้น

2. ควรมีการให้ความรู้เรื่องอันตรายของการสัมผัสโทลูอีนต่อสุขภาพ และผลกระทบที่สามารถเกิดกับระบบประสาทหรือระบบอื่น ๆ ในร่างกาย ตลอดจนวิธีควบคุมและป้องกันอันตราย เพื่อกระตุ้นให้ผู้ปฏิบัติงานเกิดความตระหนักถึงความสำคัญและความรุนแรง ทำให้ผู้ปฏิบัติงานเข้าใจและร่วมมือในการป้องกันอันตรายต่อสุขภาพของตนเองและสถานประกอบการ

3. ควรเพิ่มมาตรการในการใช้อุปกรณ์ป้องกันอันตรายส่วนบุคคลในผู้ที่ต้องสัมผัสกับสารโทลูอีนเพื่อป้องกันผลกระทบที่จะเกิดขึ้นต่อไปในระยะยาว ดังนั้นสถานประกอบการจึงควรเน้นมาตรการส่งเสริมสุขภาพและป้องกันอันตรายแก่ผู้ปฏิบัติงานจะเป็นวิธีที่ดีที่สุด

4. หน่วยงานที่เกี่ยวข้อง และเจ้าของสถานประกอบการ ควรเห็นความสำคัญและร่วมมือในการส่งเสริม สนับสนุน ทั้งด้านวิชาการ บริการตรวจสุขภาพ อุปกรณ์ป้องกันอันตรายส่วนบุคคล การเฝ้าระวังและควบคุมสภาพแวดล้อมการทำงานให้อยู่ในระดับที่ปลอดภัย ควรปฏิบัติตามกฎหมายและข้อบังคับให้ถูกต้องและต่อเนื่อง

5. ควรมีการตรวจวัดความเข้มข้นสารโทลูอีนในบรรยากาศการทำงานตามกฎหมายกำหนด เช่น การตรวจแบบติดตัวบุคคล หรือแบบพื้นที่ เพื่อเฝ้าระวังการรับสัมผัสสารโทลีนเข้าสู่ร่างกายเช่นกัน

ข้อเสนอแนะในการศึกษาครั้งต่อไป

1. ควรมีการศึกษาปัจจัยการรับสัมผัสสารโทลูอีนที่มีความสัมพันธ์กับการทำหน้าที่ของตับ ไต และเม็ดเลือด

2. ควรมีการศึกษาปัจจัยการรับสัมผัสสารโทลูอีนที่มีความสัมพันธ์กับอาการทางระบบประสาท โดยใช้เครื่องมือทางการแพทย์ประเมินให้ละเอียดยิ่งขึ้น

3. ควรศึกษาเพิ่มเติมในลักษณะเดียวกันนี้โดยอาจเปลี่ยนแปลงในส่วนอื่น ๆ เช่น ใช้ขนาดกลุ่มตัวอย่างที่ใหญ่ขึ้น เพิ่มกลุ่มเปรียบเทียบที่ไม่ได้สัมผัสสารโทลูอีน เพื่อเสริมให้ฐานข้อมูลในการศึกษาในเรื่องนี้มีความสมบูรณ์และครอบคลุมมากยิ่งขึ้นอันสามารถนำไปใช้ประโยชน์ได้ในอนาคต

4. การศึกษาครั้งนี้เป็นการศึกษาแบบภาคตัดขวาง จึงยังไม่สามารถเห็นผลของการรับสัมผัสสารโทลูอีน ที่ก่อให้เกิดการความผิดปกติของการทำหน้าที่ของตับ ไต และเม็ดเลือด ดังนั้นจึงควรมีการศึกษาติดตามไปข้างหน้า (Prospective cohort study) ต่อไป

บรรณานุกรม

กรมการขนส่งทางบก. (2555). *สถิติจำนวนรถใหม่ที่จดทะเบียนตามกฎหมายว่าด้วยรถยนต์และกฎหมายว่าด้วยการขนส่งทางบก ปี พ.ศ. 2555 รวมทั่วประเทศ.* วันที่ค้นข้อมูล 28 ตุลาคม 2559, เข้าถึงได้จาก http://apps.dlt.go.th.statistics_web/statistics.html

กรมควบคุมโรค กระทรวงสาธารณสุข. (2557). *รายงานสถานการณ์ โรคและภัยสุขภาพจากการประกอบอาชีพและสิ่งแวดล้อม ปี 2555.* วันที่ค้นข้อมูล 2 พฤศจิกายน 2559, เข้าถึงได้จาก http://envocc.ddc.moph.go.th/uploads/situation/situation-report-2555.pdf

กรมควบคุมมลพิษ. (2551). *ศูนย์ข้อมูลวัตถุอันตรายและเคมีภัณฑ์.* เข้าถึงได้จาก http://msds.pcd.go.th

กรรนิการ์ ฉัตรสันติประภา. (2552). *พิษวิทยาของสารเคมีทางอุตสาหกรรม (TOXICOLOGY OF INDUSTRIAL CHEMICALS).* ขอนแก่น: คณะเภสัชศาสตร์ มหาวิทยาลัยขอนแก่น.

กองสุขาภิบาลสิ่งแวดล้อม สำนักอนามัย กรุงเทพมหานคร. (2557). *คู่มือและหลักเกณฑ์การประกอบกิจการที่เป็นอันตรายต่อสุขภาพประเภทพ่นสีรถยนต์.* เข้าถึงได้จาก http://www.bangkok.go.th/envsanitation

คงชลัช เทศะแพทย์. (2557). *การศึกษาแนวโน้มและแนวทางกฎหมายที่เกี่ยวข้องกับการเปิดธุรกิจอู่ซ่อมรถยนต์ใหม่.* กรุงเทพฯ: มหาวิทยาลัยธุรกิจบัณฑิตย์.

ดุษฎี หมื่นห่อ. (2542). *การวัดความเข้มข้นของโทลูอีนและไซลีนในอู่พ่นซ่อมสีรถยนต์.* กรุงเทพฯ: ฐานข้อมูลวิทยานิพนธ์ไทย.

นันทพร ภัทรพุทธ, นิภา มหารัชพงศ์ และประยุกต์ เดชสุทธิกร. (2555). *การศึกษาความเสี่ยงต่อการรับสัมผัสสารโทลูอีนของพนักงานในโรงงานอุตสาหกรรมผลิตชิ้นส่วนยานยนต์.* ชลบุรี: คณะสาธารณสุขศาสตร์ มหาวิทยาลัยบูรพา.

นิดาพร ศุขเขษม. (2556). *การศึกษาความสัมพันธ์ระหว่างการรับสัมผัสสารโทลูอีนกับการสูญเสียการได้ยินของพนักงานโรงงานอุตสาหกรรมผลิตรองเท้ายางแห่งหนึ่ง.* ชลบุรี: คณะสาธารณสุขศาสตร์ มหาวิทยาลัยบูรพา.

ยุทธ ไกยวรรณ์ และกุสุมา ผลาพรม. (2553). *พื้นฐานการวิจัย* (พิมพ์ครั้งที่ 5). กรุงเทพฯ: พิมพ์ดี.

เรณู เวชรัชต์วิมล. (2555). *โทลูอีน: กับความเสี่ยงต่อการแท้งและความผิดปกติของทารกในครรภ์.* เข้าถึงได้จาก http://www.web.greenworld.or.th/sites/default/files/toluene.pdf

วัลภา ศรีสุภาพ. (2547). *การประเมินการได้รับสารโทลูอีนในโรงงานอุตสาหกรรมพลาสติก กรณีศึกษาโรงงานผลิตหนังเทียมแห่งหนึ่งในจังหวัดระยอง.* ชลบุรี: สำนักป้องกันควบคุมโรคที่ 3 จังหวัดชลบุรี.

วิกิพีเดีย สารานุกรมเสรี.(2560). *โทลูอีน*. เข้าถึงได้จาก https://th.wikipedia.org/wiki

วิวัฒน์ เอกบูรณะวัฒน์ และสุทธิพัฒน์ วงศ์วิทย์วิโชติ. (2555). *พิษวิทยา* (พิมพ์ครั้งที่ 2). ชลบุรี: สัมมาอาชีวะ.

ศรีรัตน์ ล้อมพงศ์. (2559). การประเมินการรับสัมผัสสารโทลูอีนและรูปแบบการใช้ชีวิตของพนักงานเก็บกวาดขยะของสำนักงานเขตแห่งหนึ่งในเขตกรุงเทพมหานคร. *วารสารสาธารณสุขมหาวิทยาลัยบูรพา, 11*(2), 12-21.

สถาบันยานยนต์ กระทรวงอุตสาหกรรม. (2555). *อุตสาหกรรมยานยนต์ไทย สำมะโนธุรกิจอุตสาหกรรม พ.ศ. 2555: อุตสาหกรรมการผลิต ทั่วราชอาณาจักร*. เข้าถึงได้จาก http://service.nso.go.th/nso/nsopublish/census/files/2012_Automotive.pdf

สมศักดิ์ ฟองสุภา. (2541). *ตัวบ่งชี้ทางชีวภาพสำหรับผู้สัมผัสโทลูอีน*. กรุงเทพฯ: ฐานข้อมูลวิทยานิพนธ์ไทย.

สำนักเทคโนโลยีความปลอดภัย กรมโรงงานอุตสาหกรรม. (2557). *พิษของสารทำละลายอินทรีย์ในโรงงานอุตสาหกรรม*. เข้าถึงได้จาก http://php.diw.go.th/safety/wp-content/uploads/2014/02/2.4.pdf

สำนักงานมาตรฐานผลิตภัณฑ์อุตสาหกรรม กระทรวงอุตสาหกรรม. (2554). *มาตรฐานผลิตภัณฑ์อุตสาหกรรมทินเนอร์สำหรับสีพ่นแห้งเร็วไนโตรเซลลูโลส*. เข้าถึงได้จาก https://www.tisi.go.th/data/standard/fulltext/TIS-520-2553m

สุณัฏฐา โน้ตสุภา. (2555). สภาพปัญหาด้านอนามัยสิ่งแวดล้อมของอู่ซ่อม และอู่เคาะพ่นสีรถยนต์และแนวทางการแก้ไขปัญหาในเขตเทศบาลเมืองสกลนคร. *วารสารวิจัยสาธารณสุขศาสตร์ มหาวิทยาลัยขอนแก่น.*

สุนิสา ชายเกลี้ยง. (2557). *พิษวิทยาสาธารณสุข*. ขอนแก่น: โรงพิมพ์มหาวิทยาลัยขอนแก่น.

สุรพงษ์ ไพสิฐพัฒนพงษ์. (2553, 23 พฤศจิกายน). *ทุบสถิติ 51 ปี ยอดผลิตรถยนต์เดือนตุลาคมของไทยกระฉูด*. เดลินิวส์.

อนามัย เทศกะทึก, ทนงศักดิ์ ยิ่งรัตนสุข และวัลลภ ใจดี. (2554). *แนวทางการคัดกรองทางอาชีวอนามัยของผู้รับสัมผัสสารตัวทำละลายในพนักงาน: ปัจจัยที่มีผลต่อสุขภาพ Occupational Health Screening Guideline for Workers Exposed to Solvent: Factors Affecting to Health* . ชลบุรี: คณะสาธารณสุขศาสตร์ มหาวิทยาลัยบูรพา.

อนามัย เทศกะทึก. (2554). *พิษสารเคมีจากการทำงานรู้ทันป้องกันได้.* กรุงเทพฯ: วี.พริ้นท์ (1991).

อุษณีย์ จันทร์ตรี, ศรัณย์ ศรีคำ, วิวัฒน์ เอกบูรณะวัฒน์ และจารุพงษ์ พรหมวิทักษ์. (2557). หลักฐานแสดงการดูดซึมเข้าสู่ร่างกายทางผิวหนังของสารเบนซีนและโทลูอีน: กรณีศึกษาคนงานชายไทย 2 ราย. *วารสารสาธารณสุขมหาวิทยาลัยบูรพา, 9*(1), 152-160.

American Conference of Governmental Industrial Hygienists (ACGIH). (2017). *TLVs and BEIs Based on the Documentation of the Threshold Limit Values for Chemical Substances and Physical Agents & Biological Exposure Indices* (p. 118). Cincinnati, OH: ACGIH.

Cámara-Lemarroy, C. R., Gónzalez-Moreno, E. I., Rodriguez-Gutierrez, R., & González-González, J. G. (2012). Clinical presentation and management in acute toluene\ intoxication: a case series. *Inhalation toxicology, 24*(7), 434-438.

Cosnier, F., Cossec, B., Burgart, M., Nunge, H., Brochard, C., Décret, M. J., & Rémy, A. (2013). Biomarkers of toluene exposure in rats: mercapturic acids versus traditional Indicators (urinary hippuric acid and o-cresol and blood toluene). *Xenobiotica, 43*(8), 651-660.

Decharat, S. (2014). Hippuric acid levels in paint workers at steel furniture manufacturers in Thailand. *Safety and health at work, 5*(4), 227-233.

Hino, R., Nishio, D., Kabashima, K., & Tokura, Y. (2008). Percutaneous penetration via hand eczema is the major accelerating factor for systemic absorption of toluene and xylene during car spray painting. *Contact dermatitis*, *58*(2), 76-79.

Hopf, N. B., Kirkeleit, J., Bråtveit, M., Succop, P., Talaska, G., & Moen, B. E. (2012). Evaluation of exposure biomarkers in offshore workers exposed to low benzene and toluene concentrations. *International archives of occupational and environmental health, 85*(3), 261-271.

International Agency for Research on Cancer (IARC). (2016). *IARC monographs on the evaluation of carcinogenic risks to humans: Volume 71-Re-evaluation of some organic chemicals, hydrazine and hydrogen peroxide.* Lyon: IARC Press 2016.

Ketan, V. K., Bhavyata, K., Linzbuoy, G., & Hyacinth, H. N. (2015). Renal and hepatotoxic alterations in adult mice on inhalation of specific mixture of organic solvents. *Toxicology and industrial health, 31*(12), 1158-1164.

Kobald, S. O., Wascher, E., Blaszkewicz, M., Golka, K., & van Thriel, C. (2015). Neurobehavioral and neurophysiological effects after acute exposure to a single peak of 200ppm toluene in healthy volunteers. *Neurotoxicology, 48*, 50-59.

Malaguarnera, G., Cataudella, E., Giordano, M., Nunnari, G., Chisari, G., & Malaguarnera, M. (2012). Toxic hepatitis in occupational exposure to solvents. *World journal of gastroenterology: WJG, 18*(22), 2756.

Mandiracioglu, A., Akgur, S., Kocabiyik, N., & Sener, U. (2011). Evaluation of neuropsychological symptoms and exposure to benzene, toluene and xylene among two different furniture worker groups in Izmir. *Toxicology and Industrial Health, 27*(9), 802-809.

Meydan, S., Nacar, A., Oztürk, H. O., Tas, U., Köse, E., Zararsiz, I., ... & Kus, I. (2016). The protective effects of caffeic acid phenethyl ester against toluene-induced nephrotoxicity in rats. *Toxicology and industrial health, 32*(1), 15-21.

Moro, A. M., Brucker, N., Charão, M., Bulcão, R., Freitas, F., Baierle, M., ... & Linden, R. (2012). Evaluation of genotoxicity and oxidative damage in painters exposed to low levels of toluene. *Mutation Research/Genetic Toxicology and Environmental Mutagenesis, 746*(1), 42-48.

Munaka, M., Katoh, T., Kohshi, K., & Sasaki, S. (2009). Influence of tea and coffee on biomonitoring of toluene exposure. *Occupational medicine, 59*(6), 397-401.

Neghab, M., Hosseinzadeh, K., & Hassanzadeh, J. (2015). Early Liver and Kidney Dysfunction Associated with Occupational Exposure to Sub-Threshold Limit Value Levels of Benzene, Toluene, and Xylenes in Unleaded Petrol. *Safety and health at work, 6*(4), 312-316.

Sari, E., Mukono, H. J., & Notopuro, H. (2015). Liver Dysfunction, Improving of Toluene Levels, Blood Sod Enzyme Due to Steam Toluene Exposure. *International Journal of Research in Advent Technology, 3*(8), 73-78.

Shih, H. T., Yu, C. L., Wu, M. T., Liu, C. S., Tsai, C. H., Hung, D. Z., ... & Kuo, H. W. (2011). Subclinical abnormalities in workers with continuous low-level toluene exposure. *Toxicology and industrial health, 27*(8), 691-699.

Todd, L., Puangthongthub, S. T., Mottus, K., Mihlan, G., & Wing, S. (2008). Health survey of workers exposed to mixed solvent and ergonomic hazards in footwear and equipment factory workers in Thailand. *Annals of Occupational Hygiene, 52*(3), 195-205.

Vokina, V. A., Sosedova, L. M., Rukavishnikov, V. S., Iakimova, N. L., & Lizarev, A. V. (2013). Neurotoxic effect of toluene on background of prenatal hypoxic brain damage to white rats. *Meditsina truda i promyshlennaia ekologiia,* (4), 30-34.

Win-Shwe, T. T., & Fujimaki, H. (2010). Neurotoxicity of toluene. *Toxicology letters, 198*(2), 93-99.

Yacob, A. R., & Said, N. (2014). Ortho-cresol as Indicator for Toluene Exposure among Workers. *Sleep, 1,* 2.

Yasar, S., Yildirim, E., Koklu, M., Gursoy, E., Celik, M., & Yuksel, U. C. (2016). A case of reversible cardiomyopathy associated with acute toluene exposure. *Turkish Journal of Emergency Medicine, 16*(3), 123-125.

ภาคผนวก

ภาคผนวก ก

รายนามผู้ทรงคุณวุฒิ

รายนามผู้ทรงคุณวุฒิ

1. ผศ.ดร.ปวีณา มีประดิษฐ์	คณะสาธารณสุขศาสตร์ มหาวิทยาลัยบูรพา
2. ดร.พรทิพย์ เย็นใจ	คณะสาธารณสุขศาสตร์ มหาวิทยาลัยบูรพา
3. ดร.นิภา มหารัชพงศ์	คณะสาธารณสุขศาสตร์ มหาวิทยาลัยบูรพา

ภาคผนวก ข

เครื่องมือที่ใช้ในการวิจัย

เลขที่ .....

แบบสัมภาษณ์

ในการวิจัยเรื่อง

การประเมินการรับสัมผัสสารโทลูอีนที่มีความสัมพันธ์กับการทำหน้าที่ของตับ ไต และเม็ดเลือดของผู้ปฏิบัติงานในสถานประกอบกิจการอู่เคาะพ่นสีรถยนต์ ในเขตอำเภอเมือง จังหวัดระยอง

คำชี้แจงสำหรับผู้สัมภาษณ์ แบบสัมภาษณ์นี้ใช้สัมภาษณ์ ผู้ปฏิบัติงานในสถานประกอบกิจการอู่เคาะพ่นสีรถยนต์ ในเขตอำเภอเมือง จังหวัดระยอง กรุณาทำเครื่องหมาย ✓ หรือเติมข้อความลงในช่องที่ตรงกับการให้ข้อมูลของผู้ปฏิบัติงาน

ส่วนที่ 1 ข้อมูลทั่วไป

1.1 เพศ

( ) 1. ชาย

( ) 2. หญิง

1.2 ปัจจุบัน ท่านอายุ.....ปี

1.3 ระดับการศึกษา

( ) 1. ต่ำกว่าประถมศึกษา

( ) 2. ประถมศึกษา

( ) 3. มัธยมศึกษาตอนต้น

( ) 4. มัธยมศึกษาตอนปลาย/ ปวช.

( ) 5. อนุปริญญาหรือเทียบเท่า/ ปวส.

( ) 6. ปริญญาตรี

( ) 7. สูงกว่าปริญญาตรี

ส่วนที่ 2 ประวัติการดื่มสุรา และการสูบบุหรี่

ประวัติการดื่มสุรา

2.1 ในช่วง 6 เดือนที่ผ่านมาท่านดื่มเครื่องดื่มที่มีแอลกอฮอล์หรือไม่

( ) 1. ไม่ดื่ม (ข้ามไปตอบข้อ 2.3)

( ) 2. ดื่ม

2.2 โดยปกติท่านดื่มเครื่องดื่มที่มีแอลกอฮอล์กี่ครั้ง/ สัปดาห์

( ) 1. ดื่ม 1-2 ครั้ง/ สัปดาห์

( ) 2. ดื่ม 3-4 ครั้ง/ สัปดาห์

( ) 3. ดื่ม 5-6 ครั้ง/ สัปดาห์

( ) 4. ดื่มทุกวัน

( ) 5. อื่น ๆ โปรดระบุ……

ประวัติการสูบบุหรี่

2.3 ปัจจุบันท่านสูบบุหรี่/ ยาสูบ หรือไม่

( ) 1. ไม่สูบ (ข้ามไปตอบส่วนที่ 3)

( ) 2. สูบ

2.4 ท่านสูบบุหรี่/ ยาสูบ มานาน.....ปี

2.5 ปัจจุบันท่านสูบบุหรี่/ ยาสูบ กี่มวนในแต่ละวัน.....มวน

ส่วนที่ 3 ประวัติการทำงาน ลักษณะงาน และระยะเวลาการทำงาน

3.1 ลักษณะงานของท่านที่ทำ

( ) 1. ตรวจสอบเอกสารและรับ-ส่งรถยนต์

( ) 2. เคาะ ดึง ลอกสีรถยนต์

( ) 3. โป๊วสี พ่นสี อบสี เคลือบขัดสีรถยนต์

( ) 4. ต่อ ประกอบชิ้นส่วนรถยนต์

( ) 5. ล้าง อัด ฉีดรถยนต์

( ) 6. อื่น ๆ ระบุ.....

3.2 ระยะเวลาการทำงาน.....ชั่วโมง/ วัน

3.3 ระยะเวลาการทำงาน.....วัน/ สัปดาห์

3.4 การทำงานล่วงเวลา (OT) .....ชั่วโมง/ วัน

3.5 ระยะเวลาการทำงานในสถานประกอบกิจการอู่เคาะพ่นสี.....ปี

ส่วนที่ 4 พฤติกรรมการป้องกัน

4.1 ปัจจุบันในกรณีที่ต้องสัมผัสสารละลายอินทรีย์ (เช่น สี ทินเนอร์ กาว แลกเกอร์ ยูรีเทน) ขณะทำงานท่านสวมหน้ากากป้องกันทางเดินหายใจขณะทำงานหรือไม่

( ) 1. ไม่เคยใช้ (ข้ามไปตอบข้อ 4.8)

( ) 2. ใช้เป็นบางครั้ง

( ) 3. ใช้เป็นนาน ๆ ครั้ง

( ) 4. ใช้เป็นประจำตลอดเวลาทุกครั้งที่สัมผัสสารละลายอินทรีย์

4.2 ในกรณี**<u>ปัจจุบันท่านใช้</u>**หน้ากากป้องกันทางเดินหายใจ ชนิดใด

( ) 1. ผ้าปิดจมูกและปาก

( ) 2. หน้ากากที่ทำมาจากกระดาษกรอง

( ) 3. หน้ากากที่มีตลับกรอง

( ) 4. อื่น ๆ ระบุ……..

4.3 ท่านใส่หน้ากากป้องกันทางเดินหายใจ อย่างไร

( ) 1. ใส่ปิดบริเวณปากเท่านั้น

( ) 2. ใส่ปิดบริเวณจมูกเท่านั้น

( ) 3. ใส่ปิดทั้งบริเวณปากและจมูก

4.4 เหตุผลที่ทำให้ท่านใช้หน้ากากป้องกันทางเดินหายใจ **(ตอบได้มากกว่า 1 ข้อ)** เพราะอะไร

( ) 1. เพื่อป้องกันไอระเหยสารเคมี

( ) 2. เพื่อป้องกันกลิ่นเหม็น

( ) 3. เพื่อป้องกันฝุ่นละออง

( ) 4. ใส่ตามกฎระเบียบของบริษัท

( ) 5. คำแนะนำจากบุคคลอื่น

( ) 6. คิดว่าใช้แล้วมีประโยชน์กว่าใช้ไม่ใช้อะไรเลย

( ) 7. อื่น ๆ ระบุ.....

4.5 ท่านมีการดูแลรักษาหน้ากากป้องกันทางเดินหายใจ อย่างไร

( ) 1. ไม่มี

( ) 2. มี **(ตอบได้เพียง 1 ข้อ)**

( ) 1. เปลี่ยนใหม่ทุกวัน

( ) 2. เปลี่ยนใหม่หลังจากใช้หลายวันแล้ว

( ) 3. ปัดฝุ่น

( ) 4. เช็ดด้วยผ้าชุบน้ำหมาด ๆ

( ) 5. ล้างด้วยน้ำสะอาด

( ) 6. อื่น ๆ ระบุ.....

4.6 **<u>ความถี่</u>** ในการดูแลรักษาอุปกรณ์ป้องกันทางเดินหายใจของท่าน

( ) 1. ทุกวัน

( ) 2. วันเว้นวัน

( ) 3. สัปดาห์ละ 1 ครั้ง

( ) 4. เดือนละครั้ง

( ) 5. สัปดาห์ละ 2 ครั้ง

( ) 6. อื่น ๆ ระบุ.....

4.7 หน้ากากป้องกันทางเดินหายใจ ที่ท่านใช้มี**<u>เพียงพอ</u>**หรือไม่

( ) 1. เพียงพอ

( ) 2. ไม่เพียงพอ

4.8 เหตุผลที่ท่าน**ไม่ใช้** หน้ากากป้องกันทางเดินหายใจ เพราะอะไร

(ตอบได้มากกว่า 1 ข้อ)

( ) 1. ไม่ปฏิบัติงานเกี่ยวข้องกับสารละลายอินทรีย์

( ) 2. อึดอัด รู้สึกรำคาญ

( ) 3. ทำให้พูดคุยไม่สะดวก

( ) 4. ไม่สะดวกขณะปฏิบัติงาน

( ) 5. บริษัทไม่ได้จัดหาให้

( ) 6. คิดว่าใช้แล้วไม่ได้ช่วยในการป้องกันอันตราย

( ) 7. ใช้แล้วเกิดอาการแพ้

( ) 8. อื่น ๆ ระบุ.....

ขอขอบพระคุณในการให้ความร่วมมือตอบแบบสัมภาษณ์

ภาคผนวก ค

ผลการประเมินความตรงเชิงเนื้อหา (Validity) ของเครื่องมือวิจัย

ผลการประเมินความตรงเชิงเนื้อหา (Validity) ของเครื่องมือวิจัย

เรื่อง การประเมินการรับสัมผัสสารโทลูอีนที่มีความสัมพันธ์กับการทำหน้าที่ของตับ ไตและเม็ดเลือดของผู้ปฏิบัติงานในสถานประกอบกิจการอู่เคาะพ่นสีรถยนต์ ในเขตอำเภอเมือง จังหวัดระยอง

แบบสอบถามประกอบด้วย 4 ตอน ดังนี้

ส่วนที่ 1 ข้อมูลทั่วไป จำนวน 3 ข้อ

ส่วนที่ 2 ประวัติการดื่มสุรา และการสูบบุหรี่ จำนวน 5 ข้อ

ตอนที่ 3 ประวัติการทำงาน ลักษณะงาน และระยะเวลาการทำงาน จำนวน 5 ข้อ

ตอนที่ 4 พฤติกรรมการป้องกัน จำนวน 8 ข้อ

คำชี้แจง แบบประเมินความตรงเชิงเนื้อหาของแบบสอบถามนี้ มีวัตถุประสงค์เพื่อประเมินความคิดเห็นของผู้เชี่ยวชาญที่มีต่อคำถาม มีความเหมาะสมในการนำไปใช้เป็นเครื่องมือในการเก็บรวบรวมข้อมูลในการวิจัย ซึ่งจะทำการประเมินความเที่ยงตรง โดยได้กำหนดเกณฑ์ในการพิจารณาความตรงเชิงเนื้อหา ดังนี้

+1 = แน่ใจว่าคำถามมีความเหมาะสม

0 = ไม่แน่ใจว่าคำถามมีความเหมาะสมหรือไม่

-1 = แน่ใจว่าคำถามไม่มีความเหมาะสม

จากนั้นนำมาพิจารณาถึงความสอดคล้องระหว่างวัตถุประสงค์กับแบบทดสอบโดยพิจารณาเป็นรายข้อ โดยการหาค่าสัมประสิทธิ์ความสอดคล้อง (Index of Item-Objective Congruence: IOC) ทั้งนี้ค่า IOC ที่ยอมรับว่ามีความตรงเชิงเนื้อหาคือ มีค่าตั้งแต่ 0.5 ขึ้นไป ถ้าหากมีค่าน้อยกว่า 0.5 ถือว่าข้อนั้นไม่มีความสอดคล้องกับวัตถุประสงค์ จะต้องตัดออกไปหรือทำการปรับปรุงแบบสอบถามข้อนั้นใหม่

ผลการประเมินความตรงเชิงเนื้อหา (Validity) ของเครื่องมือวิจัย

ส่วนที่ 1 ข้อมูลทั่วไป

ข้อที่	รายการคำถามในแบบสัมภาษณ์	ความคิดเห็นของผู้เชี่ยวชาญ			IOC	ผลการวิเคราะห์
		คนที่ 1	คนที่ 2	คนที่ 3		
1.1	เพศ () 1. ชาย () 2. หญิง	+1	+1	+1	1	นำไปใช้ได้
1.2	ปัจจุบันท่านมีอายุ……..ปี	+1	0	+1	0.67	นำไปใช้ได้
1.3	ระดับการศึกษา () 1 . ต่ำกว่าประถมศึกษา () 2. ประถมศึกษา () 3. มัธยมศึกษาตอนต้น () 4. มัธยมศึกษาตอนปลาย/ ปวช. () 5. อนุปริญญาหรือเทียบเท่า/ ปวส. () 6. ปริญญาตรี () 7. สูงกว่าปริญญาตรี	+1	+1	+1	1	นำไปใช้ได้

ส่วนที่ 2 ประวัติการดื่มสุรา และการสูบบุหรี่

ข้อที่	รายการคำถามในแบบสัมภาษณ์	ความคิดเห็นของผู้เชี่ยวชาญ			IOC	ผลการวิเคราะห์
		คนที่ 1	คนที่ 2	คนที่ 3		
2.1	ประวัติการดื่มสุราในช่วง 6 เดือนที่ผ่านมาท่านดื่มเครื่องดื่มที่มีแอลกอฮอล์หรือไม่ ( ) 1. ไม่ดื่ม (ข้ามไปตอบข้อ 2.3) ( ) 2. ดื่ม	+1	+1	+1	1	นำไปใช้ได้
2.2	โดยปกติท่านดื่มเครื่องดื่มที่มีแอลกอฮอล์กี่ครั้ง/ สัปดาห์ ( ) 1. ดื่ม 1-2 ครั้ง/ สัปดาห์ ( ) 2. ดื่ม 3-4 ครั้ง/ สัปดาห์ ( ) 3. ดื่ม 5-6 ครั้ง/ สัปดาห์ ( ) 4. ดื่มทุกวัน ( ) 5. อื่น ๆ โปรดระบุ……..……..…	0	+1	+1	0.67	นำไปใช้ได้
2.3	ประวัติการสูบบุหรี่ ปัจจุบันท่านสูบบุหรี่/ ยาสูบ หรือไม่ ( ) 1. ไม่สูบ (ข้ามไปตอบส่วนที่ 3) ( ) 2. สูบ	+1	+1	+1	1	นำไปใช้ได้
2.4	ท่านสูบบุหรี่/ ยาสูบ มานาน.....ปี	+1	+1	+1	1	นำไปใช้ได้
2.5	ปัจจุบันท่านสูบบุหรี่/ ยาสูบ กี่มวนในแต่ละวัน .....มวน	+1	+1	+1	1	นำไปใช้ได้

ส่วนที่ 3 สภาพการทำงาน

ข้อที่	รายการคำถามในแบบสัมภาษณ์	ความคิดเห็นของผู้เชี่ยวชาญ			IOC	ผลการวิเคราะห์
		คนที่ 1	คนที่ 2	คนที่ 3		
3.1	ลักษณะงานของท่านที่ทำ ( ) 1 . ตรวจสอบเอกสารและรับ-ส่งรถยนต์ ( ) 2. เคาะ ดึง ลอกสีรถยนต์ ( ) 3. โป๊วสี พ่นสี อบสี เคลือบขัดสีรถยนต์ ( ) 4. ต่อ ประกอบชิ้นส่วนรถยนต์ ( ) 5. ล้าง อัด ฉีดรถยนต์ ( ) 6. อื่น ๆ ระบุ.....	+1	+1	0	0.67	นำไปใช้ได้
3.2	ระยะเวลาการทำงาน .....ชั่วโมง/ วัน	+1	0	+1	0.67	นำไปใช้ได้
3.3	ระยะเวลาการทำงาน .....วัน/ สัปดาห์	+1	+1	0	0.67	นำไปใช้ได้
3.4	การทำงานล่วงเวลา (OT) .....ชั่วโมง/ วัน	+1	0	+1	0.67	นำไปใช้ได้
3.5	ระยะเวลาการทำงานในสถานประกอบกิจการอู่เคาะพ่นสี.....ปี	0	+1	+1	0.67	นำไปใช้ได้

ตอนที่ 4 พฤติกรรมการป้องกัน

ข้อที่	รายการคำถามในแบบสัมภาษณ์	ความคิดเห็นของผู้เชี่ยวชาญ			IOC	ผลการวิเคราะห์
		คนที่ 1	คนที่ 2	คนที่ 3		
4.1	ปัจจุบันในกรณีที่ต้องสัมผัสสารละลายอินทรีย์ (เช่น สี ทินเนอร์ กาว แลกเกอร์ ยูรีเทน) ขณะทำงานท่านสวมหน้ากากป้องกันทางเดินหายใจขณะทำงานหรือไม่ ( ) 1. ไม่เคยใช้ (ข้ามไปตอบข้อ 4.8) ( ) 2. ใช้เป็นบางครั้ง ( ) 3. ใช้เป็นนาน ๆ ครั้ง ( ) 4. ใช้เป็นประจำตลอดเวลาทุกครั้งที่สัมผัสสารละลายอินทรีย์	+1	+1	0	0.67	นำไปใช้ได้
4.2	ในกรณีปัจจุบันท่านใช้หน้ากากป้องกันทางเดินหายใจ ชนิดใด ( ) 1. ผ้าปิดจมูกและปาก ( ) 2. หน้ากากที่ทำมาจากกระดาษกรอง ( ) 3. หน้ากากที่มีตลับกรอง ( ) 4. อื่น ๆ ระบุ……	+1	+1	+1	1	นำไปใช้ได้

ตอนที่ 4 พฤติกรรมการป้องกัน

ข้อที่	รายการคำถามในแบบสัมภาษณ์	ความคิดเห็นของผู้เชี่ยวชาญ			IOC	ผลการวิเคราะห์
		คนที่ 1	คนที่ 2	คนที่ 3		
4.3	ท่านใส่หน้ากากป้องกันทางเดินหายใจ อย่างไร ( ) 1. ใส่ปิดบริเวณปากเท่านั้น ( ) 2. ใส่ปิดบริเวณจมูกเท่านั้น ( ) 3. ใส่ปิดทั้งบริเวณปากและจมูก	+1	+1	+1	1	นำไปใช้ได้
4.4	เหตุผลที่ทำให้ท่านใช้หน้ากากป้องกันทางเดินหายใจ (ตอบได้มากกว่า 1 ข้อ) เพราะอะไร ( ) 1. เพื่อป้องกันไอระเหยสารเคมี ( ) 2. เพื่อป้องกันกลิ่นเหม็น ( ) 3. เพื่อป้องกันฝุ่นละออง ( ) 4. ใส่ตามกฎระเบียบของบริษัท ( ) 5. คำแนะนำจากบุคคลอื่น ( ) 6. คิดว่าใช้แล้วมีประโยชน์กว่าไม่ใช้อะไรเลย ( ) 7. อื่น ๆ ระบุ.....	+1	+1	0	0.67	นำไปใช้ได้
4.5	ท่านมีการดูแลรักษาหน้ากากป้องกันทางเดินหายใจ อย่างไร ( ) 1. ไม่มี ( ) 2. มี (ตอบได้เพียง 1 ข้อ) ( ) 1. เปลี่ยนใหม่ทุกวัน ( ) 2. เปลี่ยนใหม่หลังจากใช้หลายวันแล้ว ( ) 3. ปัดฝุ่น ( ) 4. เช็ดด้วยผ้าชุบน้ำหมาด ๆ ( ) 5. ล้างด้วยน้ำสะอาด ( ) 6. อื่น ๆ ระบุ.....	+1	0	+1	0.67	นำไปใช้ได้

ตอนที่ 4 พฤติกรรมการป้องกัน

ข้อที่	รายการคำถามในแบบสัมภาษณ์	ความคิดเห็นของผู้เชี่ยวชาญ			IOC	ผลการวิเคราะห์
		คนที่ 1	คนที่ 2	คนที่ 3		
4.6	ความถี่ ในการดูแลรักษาอุปกรณ์ป้องกันทางเดินหายใจของท่าน ( ) 1. ทุกวัน ( ) 2. วันเว้นวัน ( ) 3. สัปดาห์ละ 1 ครั้ง ( ) 4. สัปดาห์ละ 2 ครั้ง ( ) 5. เดือนละครั้ง ( ) 6. อื่น ๆ ระบุ.....	+1	+1	0	0.67	นำไปใช้ได้
4.7	หน้ากากป้องกันทางเดินหายใจ ที่ท่านใช้มี<u>เพียงพอ</u>หรือไม่ ( ) 1. เพียงพอ ( ) 2. ไม่เพียงพอ	+1	+1	+1	1	นำไปใช้ได้
4.8	เหตุผลที่ท่าน<u>ไม่ใช้</u> หน้ากากป้องกันทางเดินหายใจ เพราะอะไร (ตอบได้มากกว่า 1 ข้อ) ( ) 1. ไม่ปฏิบัติงานเกี่ยวข้องกับสารละลายอินทรีย์ ( ) 2. อึดอัด รู้สึกรำคาญ ( ) 3. ทำให้พูดคุยไม่สะดวก ( ) 4. ไม่สะดวกขณะปฏิบัติงาน ( ) 5. บริษัทไม่ได้จัดหาให้ ( ) 6. คิดว่าใช้แล้วไม่ได้ช่วยในการป้องกันอันตราย ( ) 7. ใช้แล้วเกิดอาการแพ้ ( ) 8. อื่น ๆ ระบุ.....	+1	+1	+1	1	นำไปใช้ได้

ภาคผนวก ง

ผลการตรวจสอบคุณภาพเครื่องมือ (Try out)

ผลการตรวจสอบคุณภาพเครื่องมือ (Try out)

จากการนำแบบสัมภาษณ์วิจัยเรื่อง การประเมินการรับสัมผัสสารโทลูอีนที่มีความสัมพันธ์กับการทำหน้าที่ของตับ ไตและเม็ดเลือดของผู้ปฏิบัติงานในสถานประกอบกิจการอู่พ่นสีรถยนต์ในเขตอำเภอเมือง จังหวัดระยอง ไปทดลองใช้กับกลุ่มที่มีลักษณะใกล้เคียงกลุ่มตัวอย่าง จำนวน 30 คน และดำเนินการวิเคราะห์ข้อมูลเพื่อหาค่าความเที่ยง (Reliability) Alpha Coefficient พบว่า แบบสัมภาษณ์ส่วนที่ 2 ประวัติการดื่มสุรา และการสูบบุหรี่ มีค่า Alpha Coefficient เท่ากับ 0.723 แบบสัมภาษณ์ส่วนที่ 3 ประวัติการทำงาน ลักษณะงาน และระยะเวลาการทำงาน มีค่า Alpha Coefficient เท่ากับ 0.778 และแบบสัมภาษณ์ส่วนที่ 4 พฤติกรรมการป้องกัน มีค่า Alpha Coefficient เท่ากับ 0.781 ดังรายละเอียดต่อไปนี้

Reliability

Scale: ALL VARIABLES

Case Processing Summary

		N	%
Cases	Valid	30	100.0
	Excluded[a]	0	.0
	Total	30	100.0

a. Listwise deletion based on all variables in the procedure.

Reliability Statistics

Cronbach's Alpha	N of Items
.719	25

แบบสัมภาษณ์ส่วนที่ 2 ประวัติการดื่มสุรา และการสูบบุหรี่

Reliability Statistics

Cronbach's Alpha	N of Items
.723	5

Item Statistics

	Mean	Std. Deviation	N
A2.1	1.60	.498	30
A2.2	1.73	1.617	30
A2.3	1.37	.490	30
A2.4	3.50	4.762	30
A2.5	3.67	5.241	30

แบบสัมภาษณ์ส่วนที่ 3 สภาพการทำงาน

Reliability Statistics

Cronbach's Alpha	N of Items
.778	5

Item Statistics

	Mean	Std. Deviation	N
B3.1	2.83	.986	30
B3.2	8.93	1.230	30
B3.3	6.07	.365	30
B3.4	1.07	1.258	30
B3.5	3.13	1.655	30

แบบสัมภาษณ์ส่วนที่ 4 พฤติกรรมการป้องกัน

Reliability Statistics

Cronbach's Alpha	N of Items
.781	15

Item Statistics

	Mean	Std. Deviation	N
C4.1	3.07	.785	30
C4.2	1.67	.661	30
C4.3	1.93	.828	30
C4.4.1	.97	.183	30
C4.4.2	.73	.450	30
C4.4.3	.77	.430	30
C4.4.4	.90	.305	30
C4.4.5	.20	.407	30
C4.4.6	.20	.407	30
C4.4.7	.13	.346	30
C4.5	1.50	.509	30
C4.51	1.80	.961	30
C4.6	2.37	.890	30
C4.7	1.57	.504	30
C4.8	2.37	.890	30