การประเมินการรับสัมผัสสาร METHYL ETHYL KETONE ในปัสสาวะและปัจจัยที่มีความสัมพันธ์กับสมรรถภาพการมองเห็นของพนักงานฝ่ายผลิตในโรงงานผลิตรองเท้าแห่งหนึ่งในกรุงเทพมหานคร

THE EVALUATION OF METHYL ETHYL KETONE EXPOSURE IN URINE AND FACTORS RELATED TO VISUAL PERFORMANCE AMONG PRODUCTION WORKERS IN A SHOE MANUFACTURING FACTORY IN BANGKOK

สุทธิพัฒน์ ศิริรัตน์

วิทยานิพนธ์นี้เป็นส่วนหนึ่งของการศึกษาตามหลักสูตรวิทยาศาสตรมหาบัณฑิต
สาขาวิชาอาชีวอนามัยและความปลอดภัย
คณะสาธารณสุขศาสตร์ มหาวิทยาลัยบูรพา
พฤศจิกายน 2560
ลิขสิทธิ์เป็นของมหาวิทยาลัยบูรพา

คณะกรรมการควบคุมวิทยานิพนธ์และคณะกรรมการสอบวิทยานิพนธ์ ได้พิจารณาวิทยานิพนธ์ของ สุทธิพัฒน์ ศิริรัตน์ ฉบับนี้แล้ว เห็นสมควรรับเป็นส่วนหนึ่งของการศึกษาตามหลักสูตรวิทยาศาสตรมหาบัณฑิต สาขาวิชาอาชีวอนามัยและความปลอดภัย คณะสาธารณสุขศาสตร์ มหาวิทยาลัยบูรพาได้

คณะกรรมการควบคุมวิทยานิพนธ์

..... อาจารย์ที่ปรึกษาหลัก

(ผู้ช่วยศาสตราจารย์ ดร.ศรีรัตน์ ล้อมพงศ์)

.....อาจารย์ที่ปรึกษาร่วม

(รองศาสตราจารย์ ดร.จิตรพรรณ ภูษาภักดีภพ)

คณะกรรมสอบวิทยานิพนธ์

.....ประธาน

(รองศาสตราจารย์ ดร.วิทยา อยู่สุข)

.....กรรมการ

(ผู้ช่วยศาสตราจารย์ ดร.ศรีรัตน์ ล้อมพงศ์)

.....กรรมการ

(รองศาสตราจารย์ ดร.จิตรพรรณ ภูษาภักดีภพ)

.....กรรมการ

(อาจารย์ ดร.วัลลภ ใจดี)

คณะสาธารณสุขศาสตร์ อนุมัติให้รับวิทยานิพนธ์ฉบับนี้เป็นส่วนหนึ่งของการศึกษาตามหลักสูตรวิทยาศาสตรมหาบัณฑิต สาขาวิชาอาชีวอนามัยและความปลอดภัย คณะสาธารณสุขศาสตร์ มหาวิทยาลัยบูรพา

.....คณบดีคณะสาธารณสุขศาสตร์

(รองศาสตราจารย์ ดร.ยุวดี รอดจากภัย)

วันที่ 4 เดือน พฤศจิกายน พ.ศ. 2560

วิทยานิพนธ์นี้ได้รับทุนอุดหนุนวิทยานิพนธ์จากมหาวิทยาลัยบูรพา
ปีงบประมาณ 2560

ประกาศคุณูปการ

วิทยานิพนธ์นี้ได้รับทุนอุดหนุนวิทยานิพนธ์จากมหาวิทยาลัยบูรพา ปีงบประมาณ 2560 และผู้ศึกษาขอขอบคุณ ผู้ช่วยศาสตราจารย์ ดร.ศรีรัตน์ ล้อมพงศ์ อาจารย์ที่ปรึกษาหลักและรองศาสตราจารย์ ดร.จิตรพรรณ ภูษาภักดีภพ อาจารย์ที่ปรึกษาร่วมซึ่งให้คำปรึกษาคำแนะนำแนวทางด้วยความละเอียดและเอาใจใส่ด้วยดีเสมอมา จนสามารถแก้ไขข้อบกพร่องต่าง ๆ ได้อย่างครบถ้วนจนวิทยานิพนธ์นี้เสร็จสมบูรณ์ได้ในที่สุด ขอขอบคุณคุณอดุลย์ นิยมเดชาและทีมหน่วยงานความปลอดภัยของโรงงานทุกท่าน รวมทั้งพนักงานฝ่ายผลิตของโรงงานผลิตรองเท้าทุกท่านที่ได้ให้ความอนุเคราะห์และความช่วยเหลือแก่ผู้ศึกษาตลอดเวลาการศึกษาวิจัยและให้ข้อมูลที่มีคุณค่ายิ่งต่อการศึกษาวิจัยครั้งนี้ ตลอดจนคณาจารย์ทุกท่านของภาควิชาสุขศาสตร์อุตสาหกรรมและความปลอดภัย คณะสาธารณสุขศาสตร์ ที่ช่วยประสิทธิประสาทวิชาความรู้อย่างเต็มกำลังแก่ผู้ศึกษา อันเป็นประโยชน์ต่อการศึกษาวิจัยครั้งนี้และการทำงานในอนาคต

ประโยชน์และคุณค่าของวิทยานิพนธ์นี้ ผู้ศึกษาขอมอบเป็นกตัญญูกตเวทิตาแด่บุพการี บูรพาจารย์ และผู้มีพระคุณทุกท่านทั้งในอดีตและปัจจุบันที่ทำให้ข้าพเจ้าประสบความสำเร็จมาจนวันนี้

สุทธิพัฒน์ ศิริรัตน์

58920201: สาขาวิชาอาชีวอนามัยและความปลอดภัย; วท.ม. (อาชีวอนามัยและความปลอดภัย)
คำสำคัญ: การรับสัมผัสสาร MEK/ สมรรถภาพการมองเห็น/ กรุงเทพมหานคร

สุทธิพัฒน์ ศิริรัตน์: การประเมินการรับสัมผัสสาร Methyl Ethyl Ketone ในปัสสาวะและปัจจัยที่มีความสัมพันธ์กับสมรรถภาพการมองเห็นของพนักงานฝ่ายผลิตในโรงงานผลิตรองเท้าแห่งหนึ่งในกรุงเทพมหานคร (THE EVALUATION OF METHYL ETHYL KETONE EXPOSURE IN URINE AND FACTORS RELATED TO VISUAL PERFORMANCE AMONG PRODUCTION WORKERS IN A SHOE MANUFACTURING FACTORY IN BANGKOK) คณะกรรมการควบคุมวิทยานิพนธ์: ศรีรัตน์ ล้อมพงศ์, Ph.D., จิตรพรรณ ภูษาภักดีภพ, Ph.D. 76 หน้า. ปี พ.ศ. 2560.

งานวิจัยนี้เป็นการศึกษาแบบภาคตัดขวาง มีวัตถุประสงค์เพื่อประเมินการรับสัมผัสสาร Methyl Ethyl Ketone (MEK) และศึกษาปัจจัยที่มีความสัมพันธ์กับสมรรถภาพการมองเห็นของพนักงานฝ่ายผลิตในโรงงานผลิตรองเท้าแห่งหนึ่งในกรุงเทพมหานคร จำนวนตัวอย่างทั้งหมดในการศึกษามี 162 คน แบ่งเป็นพนักงานแผนกประกอบ 110 คนและแผนกขัดแต่ง 52 คน การศึกษามีการเก็บข้อมูลจากกลุ่มตัวอย่างโดยใช้แบบสอบถามที่ผู้วิจัยสร้างขึ้น ตรวจวัดระดับความเข้มข้นของ MEK ในปัสสาวะหลังเลิกงาน และวัดสมรรถภาพการมองเห็น (ตาบอดสีและลานสายตา)

จากการศึกษาพบว่า ส่วนใหญ่เป็นพนักงานหญิง ร้อยละ 95.1 อายุเฉลี่ย 30.7 ปี ร้อยละ 96.9 จบการศึกษาระดับประถมศึกษา ร้อยละ 32.7 ไม่เคยสูบบุหรี่ร้อยละ 96.9 ไม่เคยดื่มเครื่องดื่มแอลกอฮอล์ร้อยละ 93.2 ระยะเวลานอนหลับเฉลี่ย 5.8 ชั่วโมงต่อวัน ทำงานในตำแหน่งปัจจุบันมาน้อยกว่า 7 ปี ร้อยละ 91.4 ไม่มีโรคประจำตัวและยาที่รับประทานประจำร้อยละ 87.0 และ 90.7 ตามลำดับ กลุ่มตัวอย่างทั้งหมดใช้อุปกรณ์ป้องกันอันตรายส่วนบุคคลโดยสวมใส่ร้อยละ 76-100 ของเวลาทำงาน ร้อยละ 91.4 มีระดับความเข้มข้นของ MEK ในปัสสาวะหลังเลิกงาน เฉลี่ย 0.43 ± 0.24 mg/ L สำหรับสมรรถภาพการมองเห็น พบว่า อาการเกี่ยวกับสายตาที่เป็นตลอดเวลา ได้แก่ อาการแสบตา/ เจ็บตา ตาอักเสบ/ แดงบวม มองเห็นภาพซ้อนและเห็นสีรุ้งรอบดวงไฟ ส่วนใหญ่ไม่มีอาการตาบอดสีร้อยละ 72.2 และไม่มีความผิดปกติของลานสายตาร้อยละ 98.8 เมื่อหาความ สัมพันธ์ระหว่างปัจจัยต่าง ๆ กับสมรรถภาพการมองเห็น พบว่า อายุกับอาการเกี่ยวกับสายตามีความสัมพันธ์กันอย่างมีนัยสำคัญทางสถิติที่ระดับ 0.05 ($p = 0.034$) และสถานภาพกับอาการเกี่ยวกับสายตามีความสัมพันธ์กันอย่างมีนัยสำคัญทางสถิติที่ระดับ 0.05 ($p = 0.041$) แต่สำหรับปัจจัยด้านอื่น ๆ กับสมรรถภาพการมองเห็น พบว่า ไม่มีความสัมพันธ์กัน แต่อย่างไรก็ตามจากผลการศึกษานี้สามารถนำไปใช้ประโยชน์เป็นข้อมูลสำหรับการควบคุมและลดผลกระทบต่อสุขภาพของสาร MEK ในอนาคตได้

58920201: MAJOR: OCCUPATIONAL HEALTH AND SAFETY; M.Sc. (OCCUPATIONAL HEALTH AND SAFETY)
KEYWORDS: MEK EXPOSURE/ VISUAL PERFORMANCE/ BANGKOK

SUTTIPAT SIRIRAT: THE EVALUATION OF METHYL ETHYL KETONE EXPOSURE IN URINE AND FACTORS RELATED TO VISUAL PERFORMANCE AMONG PRODUCTION WORKERS IN A SHOE MANUFACTURING FACTORY IN BANGKOK. ADVISOR COMMITTEE: SRIRAT LORMPHONGS, Ph.D., JITRAPUN PUSAPUKDEPOB, Ph.D. 76 P. 2017.

This research was a cross sectional study which aimed to evaluate Methyl Ethyl Ketone (MEK) exposure in urine and factors related to visual performance among production workers in a shoe manufacturing factory in the Bangkok Metropolitan region. 162 participants were recruited; 110 worked in the shoe assembly department and 52 persons worked in the finishing department. Three types of data were collected: questionnaire was administered, urine samples were collected after the work shift to analyze for the presence of MEK and a visual performance test (for color blindness and visual field) was conducted.

Most workers were women (95.1%), with a mean age of 30.7 years old. Most received primary education (32.7%). Nearly all of them (96.9% and 93.2%, respectively) never smoked or consumed alcoholic beverages. Mean sleep duration was 5.8 hours a day. 91.4% of the participants had worked in their current position for less than 7 years. A large majority reported to have no preexisting illnesses or diseases and did not use any medication (87.0% and 90.7%, respectively). All had experience using personal protection equipment, with 91.4% reporting they always used it. The results of urine analysis showed that the average urine MEK concentration was 0.43 ± 0.24 mg/ L. In terms of visual performance, we found that a small number of workers reported continuous eye irritation/ pain and blurred vision as well as reporting a rainbow glare (1.2% reported each of these symptoms). Most of them reported no color blindness (72.2%) or any other abnormal visual field (98.8%). Statistically, the relationships between all factors studied and visual performance were not significant. Only age and marital status were related significantly to eye symptoms ($p = 0.034$, $p = 0.041$, respectively). Despite this, the author suggests that the results of this study are useful to the field concerned with reducing adverse health effects on workers due to MEK and exposure.

สารบัญ

หน้า

บทคัดย่อภาษาไทย ..... ค

บทคัดย่อภาษาอังกฤษ ..... ง

สารบัญ ..... จ

สารบัญตาราง ..... ช

สารบัญภาพ ..... ซ

บทที่

1 บทนำ 1

ความเป็นมาและความสำคัญของปัญหา 1

วัตถุประสงค์ของการวิจัย 5

สมมติฐานของการวิจัย 5

กรอบแนวคิดในการวิจัย 5

ประโยชน์ที่คาดว่าจะได้รับจากการวิจัย 6

ขอบเขตของการวิจัย 6

นิยามศัพท์เฉพาะ 6

2 เอกสารและงานวิจัยที่เกี่ยวข้อง 8

คุณสมบัติและความเป็นพิษของสาร Methyl Ethyl Ketone 8

กายวิภาคของตา ทฤษฎีที่เกี่ยวข้องกับการมองเห็นและงานวิจัยที่เกี่ยวข้อง 12

ความสัมพันธ์ระหว่างการรับสัมผัสสาร Methyl Ethyl Ketone ในปัสสาวะกับ
สมรรถภาพการมองเห็นและงานวิจัยที่เกี่ยวข้อง 14

เครื่องมือประเมินการรับสัมผัสสาร Methyl Ethyl Ketone ในปัสสาวะ 16

เครื่องมือตรวจวัดสมรรถภาพการมองเห็น 17

เครื่องมือการวิเคราะห์ปริมาณระดับของสาร Methyl Ethyl Ketone ในปัสสาวะ 19

3 วิธีดำเนินการวิจัย 23

รูปแบบการวิจัย 23

ประชากรและกลุ่มตัวอย่าง 23

เครื่องมือเก็บรวบรวมข้อมูล 25

สารบัญ (ต่อ)

บทที่	หน้า
การเก็บรวบรวมข้อมูล	28
การพิทักษ์สิทธิของกลุ่มตัวอย่าง	28
การวิเคราะห์ข้อมูล	29
4 ผลการวิจัย	30
ข้อมูลลักษณะทางประชากร	30
สภาพการทำงาน	34
ประวัติการเจ็บป่วย	35
การสวมใส่อุปกรณ์ป้องกันอันตรายส่วนบุคคล	36
ปริมาณระดับสาร MEK ในปัสสาวะ (หลังสิ้นสุดการทำงาน) ของกลุ่มตัวอย่าง	37
สมรรถภาพการมองเห็น (อาการเกี่ยวกับสายตา ตาบอดสีและลานสายตา)	38
ความสัมพันธ์ระหว่างปัจจัยต่าง ๆ กับกับสมรรถภาพการมองเห็น (อาการเกี่ยวกับสายตา) ของกลุ่มตัวอย่าง	40
ความสัมพันธ์ระหว่างปัจจัยต่าง ๆ กับสมรรถภาพการมองเห็น (ตาบอดสี) ของกลุ่มตัวอย่าง	43
ความสัมพันธ์ระหว่างปัจจัยต่าง ๆ กับสมรรถภาพการมองเห็น (ลานสายตา) ของกลุ่มตัวอย่าง	46
5 สรุป อภิปรายผลและข้อเสนอแนะ	49
สรุปผลการวิจัย	49
อภิปรายผล	52
ข้อเสนอแนะ	58
บรรณานุกรม	59
ภาคผนวก	66
ภาคผนวก ก	67
ภาคผนวก ข	69
ภาคผนวก ค	74
ประวัติย่อของผู้วิจัย	76

สารบัญตาราง

ตารางที่ หน้า

2-1 คุณสมบัติทางกายภาพและพิษวิทยาของสาร MEK 9

2-2 ค่ามาตรฐานในการประเมินการรับสัมผัสของสาร 17

3-1 จำแนกกลุ่มตัวอย่างตามแผนก 25

4-1 จำนวนและร้อยละของกลุ่มตัวอย่างจำแนกตามลักษณะทางประชากร 31

4-2 จำนวนและร้อยละของกลุ่มตัวอย่างจำแนกตามสภาพการทำงาน 34

4-3 จำนวนและร้อยละของกลุ่มตัวอย่างจำแนกตามประวัติการเจ็บป่วย 35

4-4 จำนวนและร้อยละของกลุ่มตัวอย่างจำแนกตามการสวมใส่อุปกรณ์ป้องกัน
อันตรายส่วนบุคคล 36

4-5 จำนวนและร้อยละของกลุ่มตัวอย่างจำแนกตามปริมาณระดับสาร MEK
ในปัสสาวะ (หลังสิ้นสุดการทำงาน) 37

4-6 จำนวนและร้อยละของกลุ่มตัวอย่างจำแนกตามสมรรถภาพการมองเห็น
(อาการเกี่ยวกับสายตา) 39

4-7 จำนวนและร้อยละของกลุ่มตัวอย่างจำแนกตามอาการเกี่ยวกับสายตา 39

4-8 จำนวนและร้อยละของกลุ่มตัวอย่างจำแนกตามสมรรถภาพการมองเห็น
(ตาบอดสีและลานสายตา) 40

4-9 ความสัมพันธ์ระหว่างปัจจัยต่าง ๆ ได้แก่ ข้อมูลลักษณะทางประชากร
สภาพการทำงาน ประวัติการเจ็บป่วย การสวมใส่อุปกรณ์ป้องกันอันตราย
ส่วนบุคคล กับสมรรถภาพการมองเห็น (อาการเกี่ยวกับสายตา) ของกลุ่มตัวอย่าง 41

4-10 ความสัมพันธ์ระหว่างปัจจัยต่าง ๆ ได้แก่ ข้อมูลลักษณะทางประชากร
สภาพการทำงาน ประวัติการเจ็บป่วย การสวมใส่อุปกรณ์ป้องกันอันตราย
ส่วนบุคคล และปริมาณระดับสาร MEK ในปัสสาวะ (หลังสิ้นสุดการทำงาน)
กับสมรรถภาพการมองเห็น (ตาบอดสี) ของกลุ่มตัวอย่าง 44

4-11 ความสัมพันธ์ระหว่างปัจจัยต่าง ๆ ได้แก่ ข้อมูลลักษณะทางประชากร
สภาพการทำงาน ประวัติการเจ็บป่วย การสวมใส่อุปกรณ์ป้องกันอันตราย
ส่วนบุคคล และปริมาณระดับสาร MEK ในปัสสาวะ (หลังสิ้นสุดการทำงาน)
กับสมรรถภาพการมองเห็น (ลานสายตา) ของกลุ่มตัวอย่าง 47

สารบัญภาพ

ภาพที่ หน้า

1-1 กรอบแนวคิดในการวิจัย 5

2-1 Pathway ของสาร MEK 10

2-2 ส่วนประกอบของดวงตา (ด้านข้าง) 12

2-3 ภาพจำลองกลไกการมองเห็นภาพ 13

2-4 ภาพแสดงส่วนประกอบของเครื่อง GC 21

3-1 Flow chart ขั้นตอนการคัดเลือกกลุ่มตัวอย่าง 24

บทที่ 1
บทนำ

ความเป็นมาและความสำคัญของปัญหา

อุตสาหกรรมรองเท้าเป็นอุตสาหกรรมที่สำคัญต่อระบบเศรษฐกิจไทยเป็นอย่างยิ่ง อุตสาหกรรมหนึ่ง เนื่องจากเป็นอุตสาหกรรมที่สร้างรายได้และนำเงินตราเข้าสู่ประเทศค่อนข้างสูง จากข้อมูลพบว่า ณ สิ้นไตรมาสที่ 2 พ.ศ. 2559 มีจำนวนโรงงานอุตสาหกรรมเครื่องหนังและรองเท้าในประเทศไทยรวมทั้งสิ้นถึง 1,325 โรงงาน (กรมโรงงานอุตสาหกรรม, 2559) และมีมูลค่าการส่งออกรองเท้าเฉพาะในไตรมาสที่ 1 พ.ศ. 2559 สูงถึง 148.71 ล้านเหรียญสหรัฐฯ (สำนักงานเศรษฐกิจอุตสาหกรรม, 2559) และด้วยเป็นอุตสาหกรรมมีโครงสร้างการผลิตที่ไม่ยุ่งยากซับซ้อน แต่ต้องอาศัยแรงงานจำนวนมาก จึงมีความเกี่ยวข้องกับสุขภาพในการทำงานของแรงงานจำนวนมากเช่นกัน

ในกระบวนการผลิตรองเท้านั้นประกอบด้วยขั้นตอนหลัก 5 ขั้นตอน ได้แก่ การคัดเลือกวัสดุในการทำรองเท้า การวาดรูปแบบชิ้นส่วนรองเท้า การตัดเย็บชิ้นส่วนรองเท้า การประกอบรองเท้าและการขัดแต่งรองเท้าให้สวยงามซึ่งหนึ่งในขั้นตอนที่มีความสำคัญต้องใช้ทักษะความชำนาญในการทำของคน ต้องอาศัยแรงงานคนในขั้นตอนนี้ มีสารเคมีเข้ามาเกี่ยวข้องในการทำงานและมีความเสี่ยงต่อการรับสัมผัสสารเคมีผ่านทางการหายใจคือ ขั้นตอนการประกอบรองเท้า โดยในขั้นตอนนี้จะใช้กาวที่มีส่วนผสมของสาร Methyl ethyl ketone (MEK) เป็นตัวประกอบรองเท้า จากข้อมูลที่ในมนุษย์และหนูพบว่า สาร MEK ถูกดูดซึมได้ดีระหว่างการรับสัมผัสผ่านทางการหายใจ เนื่องจากอัตราส่วนการละลายในเลือดต่ออากาศของสาร MEK ที่มีค่าสูง (Thrall et al., 2002)

สาร MEK จัดอยู่ในกลุ่มสารประกอบอินทรีย์ (EPA, 2003) เป็นสารเคมีชนิดหนึ่งที่ใช้ทั่วไปในอุตสาหกรรมผลิต เช่นเป็นสารเคลือบเป็นตัวทำละลายและเป็นส่วนผสมในกาวในการประกอบชิ้นส่วนต่าง ๆ (กรมควบคุมมลพิษ, 2559) เป็นสารเคมีที่มีพิษต่ออวัยวะต่าง ๆ หากได้รับสัมผัส ก่อให้เกิดการระคายเคืองต่อระบบทางเดินหายใจ และหายใจรับไอระเหย MEK เข้าไปสามารถก่อให้เกิดการระคายเคืองต่อเยื่อจมูกและลำคอ (Muttray, Jung, Klimek, & Kreiner, 2002) นำไปสู่อาการไอและหอบ และเมื่อความเข้มข้นเพียงพอสูดดมเข้าไปเวียนศีรษะ ปวดศีรษะ คลื่นไส้อาเจียนและหมดสติ (National Institute for Occupational Safety and Health, 2014) ผลกระทบต่อผิว หากได้รับสัมผัสสาร MEK จะทำให้ระคายเคืองต่อผิวหนัง สามารถทำให้เกิดผื่นหรือ

การเผาไหม้ หากได้รับซ้ำ ๆ อาจทำให้เกิดการอักเสบและการขาดไขมันของผิว

ในส่วนผลกระทบต่อตานั้น หากได้รับสัมผัสสามารถก่อให้เกิดการระคายเคืองและทำลายกระจกตา (Cornea) (Institut fur Arbeitsschutz der Deutschen Gesetzlichen Unfaliversicherung, 2015) และหากรับสัมผัสสาร MEK ในระดับสูง จะทำให้เกิดความเสียหายทั้งระบบประสาทส่วนกลาง (Central nervous system) และระบบประสาทส่วนปลาย (Peripheral nervous system) ได้ (Andersen, Nielsen, & Grandjean, 2000; U.S. Environmental Protection Agency [EPA], 2003) และเป็นที่ทราบกันดีว่าระบบประสาทส่วนกลางเป็นศูนย์กลางควบคุมการทำงานของร่างกายมีอวัยวะที่เกี่ยวข้องคือ สมองซึ่งมีเซรีบรัม (Cerebrum)โดยกระบวนการนำข้อมูลการรับภาพไปยังสมองเกิดขึ้นจากเส้นประสาทตาสมองเส้นที่ 2 (Optic nerve) รับความรู้สึกเกี่ยวกับการมองเห็นจากเรตินาของลูกตาเข้าสู่ออพติกโลบ (Optic lobe) แล้วส่งไปยังสมองส่วนออกซิพิทัลโลบ (Occipital lobe) ของเซรีบรัมอันเป็นส่วนควบคุมการมองเห็นที่สมองนอกจากนี้เส้นประสาทตาสมองเส้นที่ 2 และจอตายังถือเป็นส่วนหนึ่งของระบบประสาทส่วนกลาง (มีชัย ศรีใส, 2546)

มีงานวิจัยหลายเรื่องที่ศึกษาเกี่ยวกับความเป็นพิษทางประสาทของสารทำละลายอินทรีย์พบว่า สามารถทำลายเซลล์รับแสงรูปกรวย (Cone cell) ทั้งในแง่จำนวนเซลล์และความไวรับ และยังสามารถทำลายเรตินาซึ่งเป็นส่วนที่รับภาพ ทำให้เกิดการสูญเสียในการเห็นสีได้ (Iregren et al., 2002; Gobba & Cavalleri, 2003; Parmei et al., 2004) และมีการศึกษาผลของสารทำละลายอินทรีย์ที่มีต่อความผิดปกติของการมองเห็นในพนักงานจำนวน 182 คนจากโรงงานเฟอร์นิเจอร์ทั้งหมด 53 โรงงานโดยวัดจาก 3 ส่วน ประกอบด้วย การวัดการมองเห็นสี (Color vision) แสดงผลอยู่ในรูปค่า CCI (Color confusion index) การวัดความคมชัดของภาพที่มองเห็น (Visual contrast sensitivity) และการวัดคลื่นไฟฟ้าของเส้นประสาทตา (Visual evoked potentials) ซึ่งพบว่า ค่า CCI มีความสัมพันธ์กับในเชิงลบกับความคมชัดของภาพที่มองเห็น แต่ไม่พบความผิดปกติของผลการวัดคลื่นไฟฟ้าของเส้นประสาทตาของกลุ่มตัวอย่างที่มีการรับสัมผัสสารทำละลายอินทรีย์ซึ่งมีความผิดปกติการมองเห็นสีและความคมชัดของภาพที่มองเห็น (Gong et al., 2003)

การตรวจตาบอดสีได้ถูกใช้ในการวินิจฉัยความผิดปกติของการรับสัมผัสสารทำละลายอินทรีย์บ่อยครั้งโดยใช้วิธีทดสอบตาบอดสีแบบ Arrangment test (Lanthony D15d) โดยในการศึกษาการมองเห็นสีและลานสายตาในพนักงานปั๊มเติมน้ำมันจำนวน 25 คนที่อยู่ในความดูแลของ Brazilian National Petroleum Agency (ANP) ในประเทศบราซิลซึ่งมีการรับสัมผัสสารทำละลายอินทรีย์ผสมนั้นมีความผิดปกติทางสายตา โดยพบว่า การรับสัมผัสสารทำละลายอินทรีย์ผสมมีผลต่อเส้นทางการทำงานของเซลล์ Magnocellular เซลล์ Parvocellular และเซลล์ Koniocellular

ในส่วนทาลามัสของสมองที่ทำหน้าที่ถ่ายทอดสัญญาณประสาทหลักจากจอตาไประบบประสาทกลางซึ่งส่งผลต่อการรับรู้สี และยังพบว่า อาการดังกล่าวและการสูญเสียลานสายตามีความสัมพันธ์กับอายุการทำงานของพนักงานอย่างมีนัยสำคัญทางสถิติ (Costa et al., 2012) มีงานวิจัยที่มีลักษณะคล้ายคลึงกันอีกงานหนึ่งเป็นการศึกษาในปั๊มเติมน้ำมัน 31 แห่งในประเทศบราซิลเช่นกัน พบผลการศึกษาในลักษณะเดียวกันกล่าวคือพนักงานที่รับสัมผัสสารทำละลายอินทรีย์มีการสูญเสียความสามารถในการแยกแยะสีและลานสายตา (Lacerda et al., 2012) นอกจากนี้มีงานวิจัยเกี่ยวกับลานสายตาที่ช่วยสนับสนุนเพิ่มเติมว่าการสูญเสียลานสายตาเกิดขึ้นจากโรคหรือความผิดปกติของเส้นประสาทตาหรือสมอง (Kedar, Ghate, & Corbett, 2011) ซึ่งอาจเกิดจากการรับสัมผัสสาร MEK ได้อีกเช่นกัน ดังนั้นจากงานวิจัยและความสัมพันธ์ทั้งหมดข้างต้น หากมีการรับสัมผัสสาร MEK ซึ่งจัดอยู่ในกลุ่มของสารทำละลายอินทรีย์ย่อมส่งผลกระทบต่อสมรรถภาพการมองเห็นได้เช่นกัน

นอกจากนี้มีปัจจัยอื่น ๆ ที่มีผลต่อการรับสัมผัสสาร MEK ได้แก่ คุณสมบัติของสารเคมีทางกายภาพและทางเคมีของสารของสาร MEK ลักษณะหรือแหล่งการรับสัมผัสหรือทิศทางการรับสัมผัสสารเคมี สำหรับสาร MEK ในโรงงานทำรองเท้าเป็นการรับสัมผัสในที่ทำงาน (Occupational exposure) มีแหล่งการรับสัมผัสสาร MEK คือ บรรยากาศในฝ่ายผลิตของโรงงานรองเท้าที่มีการใช้สาร MEK ในกระบวนการผลิตปริมาณหรือความเข้มข้นของสารเคมี คือ ระดับของสาร MEK ในบรรยากาศการทำงาน ระยะเวลาและความถี่ในการรับสัมผัส คือระยะเวลาและความถี่ในการทำงานของพนักงานในฝ่ายผลิตของโรงงานรองเท้าในแต่ละวัน อายุผู้รับสัมผัส ความไวรับของแต่ละบุคคลและการใช้อุปกรณ์ป้องกันอันตรายส่วนบุคคลล้วนแต่มีผลต่อปริมาณการรับสัมผัสสารเคมี (Boutayeb, 2010; Andrade & Rother, 2015; Park, Park, & Jang, 2016) และจากการทบทวนวรรณกรรมนั้นจะพบว่า ปัจจัยที่จะมีผลต่ออาการเกี่ยวกับสายตาและสมรรถภาพการมองเห็นหรือผลกระทบด้านอื่น ๆ ต่อสุขภาพของผู้ที่ทำงานรับสัมผัสสารทำละลายอินทรีย์ ได้แก่ อายุโดยมีการศึกษาในพนักงานโรงงานผลิตเฟอร์นิเจอร์ซึ่งรับสัมผัสสารทำละลายหลายชนิด เช่น MEK, Hexane และ Acetone พบว่า อายุและค่า CCI (Color confusion index) มีความสัมพันธ์กัน (Gong et al., 2003) เพศ ประวัติการสูบบุหรี่ โดยมีการศึกษาซึ่งพบว่า เพศและประวัติการสูบบุหรี่สัมพันธ์กับอาการต่าง ๆ ของตาแห้งกับอย่างมีนัยสำคัญทางสถิติ (Lee et al., 2002; Lee et al., 2015) ค่าดัชนีมวลกาย ซึ่งพบว่า ระดับความอ้วนมีความสัมพันธ์กับอาการต่าง ๆ เกี่ยวกับตาแห้งอย่างมีนัยสำคัญทางสถิติโดย $p = 0.0008$ (Lee et al., 2015) ระดับการศึกษาซึ่งมีการศึกษาในคนงานโรงงานปูนซีเมนต์พบว่า ระดับการศึกษาเป็นข้อมูลประชากรตัวหนึ่งที่มีความสัมพันธ์กับอาการโรคระบบทางเดินหายใจเรื้อรัง (Gizaw, Yifred, & Tadesse, 2016) ระยะเวลาในการนอนหลับ ซึ่งจากงานวิจัยที่ผ่านมาพบว่า ระยะเวลาในการนอนหลับมีความสัมพันธ์กับการระคายเคืองตา

อย่างมีนัยสำคัญ กล่าวคือยิ่งระยะเวลาในการนอนลดลง ยิ่งมีความเสี่ยงระคายเคืองตาจากอาการตาแห้งมากขึ้น (Lee et al., 2015) ระยะเวลาที่ทำงาน ซึ่งมีการศึกษาในกลุ่มพนักงานที่รับสัมผัสสารทำละลายพบว่า ระยะเวลาที่ทำงานสัมพันธ์ในเชิงบวกกับการสูญเสียการมองเห็น (Semple et al., 2000) ประวัติการเจ็บป่วยและการใช้ยาประจำตัวดังผลการศึกษาที่พบว่า การใช้ยาหยอดตามีความสัมพันธ์กับอาการเกี่ยวกับสายตา (Garza et al., 2016) การสวมใส่อุปกรณ์ป้องกันอันตรายโดยมีผลการศึกษาในกลุ่มพนักงานโรงงานผลิตสีในภาคตะวันออกของประเทศไทย พบว่า การสวมใส่อุปกรณ์ป้องกันอันตรายส่วนบุคคลมีผลต่ออาการทางจิตประสาทของพนักงานที่มีการสัมผัสสารโทลูอีนและไซลีน (Thetkathuek et al., 2015) และการศึกษาในคนงานโรงพิมพ์ซึ่งมีการรับสัมผัสสารทำละลาย โดยพบว่า การสวมใส่อุปกรณ์ป้องกันอันตรายส่วนบุคคลมีความสัมพันธ์กับอาการเกี่ยวกับสายตาอย่างมีนัยสำคัญ (Decharat, 2014) และสุดท้ายปริมาณการรับสัมผัสสารสอดคล้องกับผลการศึกษาที่พบว่า สารประกอบอินทรีย์ระเหยง่ายจะมีระดับผลกระทบต่อสุขภาพมากหรือน้อยขึ้นอยู่กับปริมาณการรับสัมผัสสารซึ่งเป็นไปตามลักษณะจำเพาะของสาร ระดับความเข้มข้น ระยะเวลาที่รับสัมผัสและผลกระทบของสารประกอบที่ผสมกัน (Guan et al., 2014) นอกจากนี้ สาร MEK ที่ไม่มีการเปลี่ยนแปลงรูปในปัสสาวะถูกใช้เป็นดัชนีชี้วัดการรับสัมผัส เนื่องจากที่ผ่านมามีหลายงานวิจัยพบว่า มีความสัมพันธ์ในเชิงบวกระหว่างระดับ MEK ในปัสสาวะกับระดับ MEK ในบรรยากาศอย่างมีนัยสำคัญ (Imbriani et al., 1989; Sia et al., 1991; Kawai et al., 2003) รายงานอาการความผิดปกติทางการมองเห็นของวิศวกรห้องทดลองประกันคุณภาพซึ่งทำงานมา 7 เดือนและมีการรับสัมผัสสาร MEK ในแต่ละวัน (Callender, 1994) แต่พบว่า ยังไม่มีการศึกษาเกี่ยวกับการประเมินการรับสัมผัสสาร MEK และปัจจัยที่มีความสัมพันธ์กับสมรรถภาพการมองเห็นของพนักงานฝ่ายผลิตในโรงงานผลิตรองเท้าในประเทศไทย ดังนั้นด้วยเหตุผลดังกล่าว ผู้วิจัยจึงได้จัดทำการวิจัยเกี่ยวกับการประเมินการรับสัมผัสสาร MEK ในปัสสาวะและปัจจัยที่เกี่ยวข้องที่มีความสัมพันธ์กับสมรรถภาพการมองเห็นของพนักงานพนักงานฝ่ายผลิตในโรงงานผลิตรองเท้าแห่งหนึ่งในกรุงเทพมหานคร เพื่อให้เกิดความรู้ ความเข้าใจในความสัมพันธ์ของการรับสัมผัสสาร MEK และปัจจัยต่าง ๆ กับสมรรถภาพการมองเห็นในกลุ่มผู้ประกอบอาชีพผลิตรองเท้า และนำไปสู่การจัดทำมาตรการควบคุมผลกระทบต่อสุขภาพในอนาคต

วัตถุประสงค์ของการวิจัย

1. เพื่อศึกษาสมรรถภาพการมองเห็นโดยการตรวจตาบอดสี, ลานสายตาและอาการเกี่ยวกับสายตาของพนักงานฝ่ายผลิตในโรงงานผลิตรองเท้าแห่งหนึ่งในกรุงเทพมหานคร

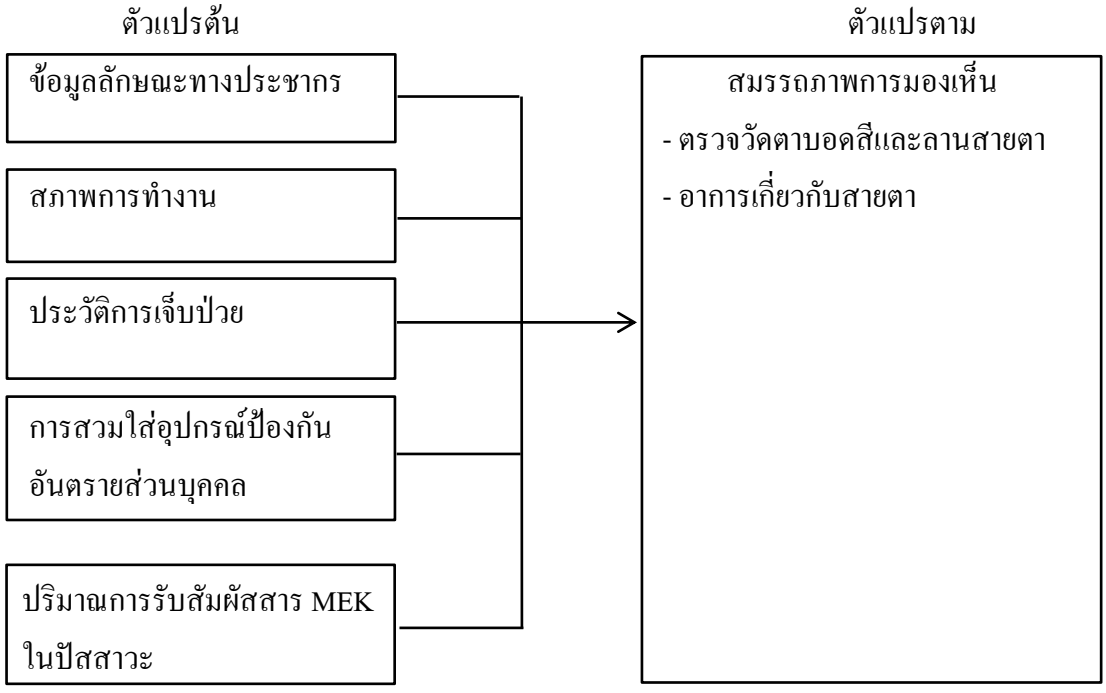
2. เพื่อศึกษาปัจจัยต่าง ๆ ได้แก่ ข้อมูลลักษณะทางประชากร สภาพการทำงาน ประวัติการเจ็บป่วย การสวมใส่อุปกรณ์ป้องกันส่วนบุคคล และปริมาณการรับสัมผัสสาร MEKในปัสสาวะของพนักงานฝ่ายผลิตในโรงงานผลิตรองเท้าแห่งหนึ่งในกรุงเทพมหานคร

3. เพื่อศึกษาความสัมพันธ์ระหว่างปริมาณการรับสัมผัสสาร MEK ในปัสสาวะ และปัจจัยต่าง ๆ ได้แก่ ข้อมูลลักษณะทางประชากร สภาพการทำงาน ประวัติการเจ็บป่วย การสวมใส่อุปกรณ์ป้องกันอันตรายส่วนบุคคล กับสมรรถภาพการมองเห็นของพนักงานฝ่ายผลิตในโรงงานผลิตรองเท้าแห่งหนึ่งในกรุงเทพมหานคร

สมมติฐานของการวิจัย

การรับสัมผัสสาร MEK ในปัสสาวะและปัจจัยอื่น ๆ มีความสัมพันธ์กับสมรรถภาพการมองเห็นของพนักงานฝ่ายผลิตในโรงงานผลิตรองเท้าแห่งหนึ่งในกรุงเทพมหานคร

กรอบแนวคิดในการวิจัย



ภาพที่ 1-1 กรอบแนวคิดในการวิจัย

ประโยชน์ที่คาดว่าจะได้รับจากการวิจัย

1. ทำให้ทราบสถานการณ์การรับสัมผัสสาร MEK ของพนักงานฝ่ายผลิตในโรงงานผลิตรองเท้าแห่งหนึ่ง กรุงเทพมหานคร

2. ลดความเสี่ยงต่อการเกิดการเจ็บป่วยเนื่องจากการรับสัมผัสสาร MEK และปัจจัยที่เกี่ยวข้องโดยใช้เป็นข้อมูลในการปรับปรุง

3. นำไปเป็นข้อมูลในการจัดทำมาตรการควบคุมผลกระทบต่อสุขภาพของสาร MEK เป็นการสร้างความเข้าใจและองค์ความรู้เกี่ยวกับผลกระทบต่อสมรรถภาพการมองเห็นของสาร MEK เพิ่มขึ้น

ขอบเขตของการวิจัย

เป็นการประเมินการรับสัมผัสสาร MEK ในปัสสาวะและปัจจัยที่มีความสัมพันธ์กับสมรรถภาพการมองเห็นของพนักงานฝ่ายผลิตในโรงงานผลิตรองเท้าแห่งหนึ่งในกรุงเทพมหานคร โดยทำการตรวจวัดปริมาณสาร MEK ในปัสสาวะของพนักงานฝ่ายผลิตกลุ่มตัวอย่างหลังสิ้นสุดการทำงานและทำแบบสอบถามที่ผู้วิจัยสร้างขึ้น โดยการวิจัยครั้งนี้ใช้พนักงานฝ่ายผลิตในโรงงานผลิตรองเท้าแห่งหนึ่ง กรุงเทพมหานครซึ่งมีกลุ่มตัวอย่างที่ศึกษา 162 คน โดยทำการศึกษาตั้งแต่เดือนเมษายนถึงเดือนกรกฎาคม พ.ศ. 2560 ในการตรวจสมรรถภาพการมองเห็นใช้หลักเกณฑ์ในคู่มือการใช้เครื่องวัดสมรรถภาพสายตา กองอาชีวอนามัย กระทรวงสาธารณสุข 2543 และการทำแบบสอบถามอาการเกี่ยวกับสายตา (อติพร ตวงทอง, วณิชา ชื่นกองแก้ว และอภิชาติ สิงคาลวณิช, 2558)

นิยามศัพท์เฉพาะ

ข้อมูลลักษณะทางประชากร หมายถึง เพศ อายุ ดัชนีมวลกาย สถานภาพ ระดับการศึกษา การสูบบุหรี่ การดื่มสุราหรือเครื่องดื่มแอลกอฮอล์ และระยะเวลาของการนอนหลับเฉลี่ยในแต่ละคืน

สภาพการทำงาน หมายถึง อายุงานและระยะเวลาในการทำงานต่อวัน

ประวัติการเจ็บป่วย หมายถึง โรคประจำตัวในปัจจุบัน และการรับประทานยาประจำของกลุ่มตัวอย่าง

การสวมใส่อุปกรณ์ป้องกันอันตรายส่วนบุคคล หมายถึง การใช้อุปกรณ์ป้องกันระบบหายใจขณะปฏิบัติงาน ชนิดอุปกรณ์ป้องกันระบบหายใจขณะปฏิบัติงาน และระยะเวลาในการใช้อุปกรณ์ป้องกันระบบหายใจขณะปฏิบัติงาน

ปริมาณสาร MEK ในปัสสาวะ หมายถึง ระดับสาร MEK ในปัสสาวะ (หลังสิ้นสุดการทำงาน) ของกลุ่มตัวอย่าง และทำการวิเคราะห์เพื่อตรวจวัดระดับสาร MEK ในปัสสาวะ โดยใช้เครื่องมือวิเคราะห์ คือ Head-Space Gas Chromatography (HSGC) โดยค่ามาตรฐานที่ยอมให้มีได้ของ American Conference of Governmental Industrial Hygienists (ACGIH) กำหนดว่า ปริมาณระดับสาร MEK ในปัสสาวะ (หลังสิ้นสุดการทำงาน) ต้องไม่เกิน 2 mg/ L

การประเมินการรับสัมผัสสาร MEK หมายถึง การประเมินปริมาณการรับสัมผัสสาร MEK ในปัสสาวะของกลุ่มตัวอย่าง (หลังสิ้นสุดการทำงาน) พร้อมกับนำผลสมรรถภาพการมองเห็นของกลุ่มตัวอย่างมาหาความสัมพันธ์ซึ่งกันและกันโดยใช้หลักการทางสถิติ

สมรรถภาพการมองเห็น หมายถึง ผลการตรวจวัดสายตาของกลุ่มตัวอย่างประกอบด้วย 2 ส่วน ได้แก่ การตรวจวัดตาบอดสีและลานสายตา และการทำแบบสอบถามอาการเกี่ยวกับสายตา แต่ในครั้งนี้จะมีการวิเคราะห์ในแต่ละตัวแปร คือ ตรวจวัดตาบอดสี ลานสายตา และอาการเกี่ยวกับสายตา

บทที่ 2
เอกสารและงานวิจัยที่เกี่ยวข้อง

ในการศึกษาครั้งนี้เพื่อประเมินการรับสัมผัสสาร สาร Methyl Ethyl Ketone (MEK) และปัจจัยที่เกี่ยวข้องที่มีความสัมพันธ์กับสมรรถภาพการมองเห็นของพนักงานฝ่ายผลิตในโรงงานผลิตรองเท้าแห่งหนึ่งในกรุงเทพมหานคร โดยผู้วิจัยได้รวบรวมข้อมูลจากหนังสือ วิทยานิพนธ์ งานวิจัย วารสาร และฐานข้อมูลออนไลน์ที่เกี่ยวข้องโดยมีหัวข้อการทบทวนวรรณกรรม ดังนี้

1. คุณสมบัติและความเป็นพิษของสาร Methyl Ethyl Ketone
2. กายวิภาคของตา ทฤษฎีที่เกี่ยวข้องกับการมองเห็นและงานวิจัยที่เกี่ยวข้อง
3. ความสัมพันธ์ระหว่างการรับสัมผัสสาร Methyl Ethyl Ketone ในปัสสาวะกับสมรรถภาพการมองเห็นและงานวิจัยที่เกี่ยวข้อง
4. เครื่องมือประเมินการรับสัมผัสสาร Methyl Ethyl Ketone ในปัสสาวะ
5. เครื่องมือตรวจวัดสมรรถภาพการมองเห็น
6. เครื่องมือการวิเคราะห์ปริมาณระดับของสาร Methyl Ethyl Ketone ในปัสสาวะ

คุณสมบัติและความเป็นพิษของสาร Methyl Ethyl Ketone

สาร MEK เป็นสารประกอบอินทรีย์มีคุณสมบัติทางกายภาพและพิษวิทยาตามที่แสดงในตารางที่ 2-1 สาร MEK มีกลิ่นของอะซีโตนสามารถผลิตได้ในอุตสาหกรรมขนาดใหญ่หรือเกิดขึ้นเองในตามธรรมชาติละลายในน้ำได้ และเป็นที่นิยมใช้เป็นตัวทำละลายในอุตสาหกรรม (Neier & Strehlke, 2002) เกิดจากปฏิกิริยาดีไฮโดรจีเนชั่นของ 2-Butanol โดยใช้ทองแดงสังกะสีหรือบรอนซ์เป็นตัวเร่งปฏิกิริยา สาร MEK เป็นตัวทำละลายที่มีประสิทธิภาพและใช้โดยทั่วไปในอุตสาหกรรมยาง เรซินเซลลูโลสอะซิเตทสารเคลือบไนโตรเซลลูโลสและสารเคลือบหนังไวนิลด้วยเหตุนี้จึงถูกใช้ใช้ในการผลิตพลาสติกสิ่งทอการผลิตพาราฟินและผลิตภัณฑ์ของใช้ในครัวเรือน เช่น แล็คเกอร์ สารเคลือบสารล้างสีกาวและเป็นสารทำความสะอาด มีคุณสมบัติคล้ายกับตัวทำละลายอะซีโตนใช้ผสมในกาว สารเชื่อมต่อในงานพลาสติกหรือประกอบชิ้นส่วนเล็ก ๆ นอกจากนี้ยังเป็นสารตั้งต้นในกระบวนการผลิตเมทิลเอทิลคีโตนเปอร์ออกไซด์ซึ่งใช้เป็นตัวเร่งปฏิกิริยาสำหรับปฏิกิริยาพอลิเมอร์ (Jenkins, 2011)

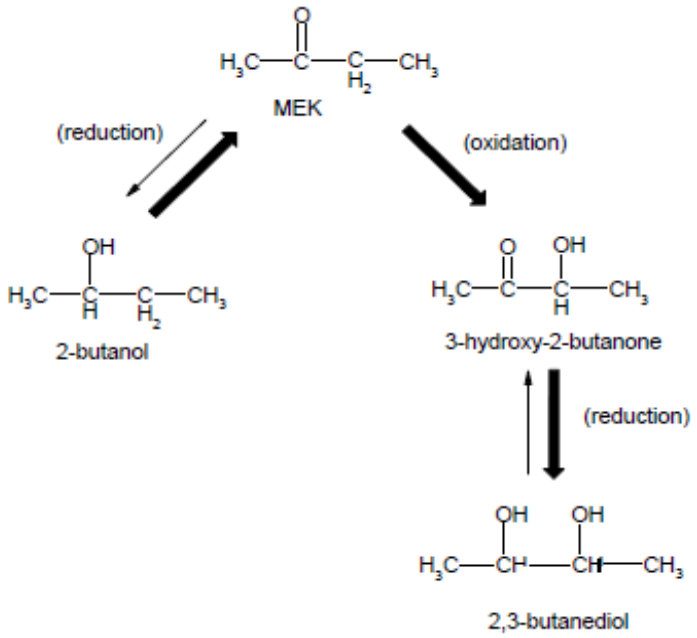
ตารางที่ 2-1 คุณสมบัติทางกายภาพและพิษวิทยาของสาร MEK

คุณสมบัติ	
สูตรเคมี	C_4H_8O
มวลต่อหนึ่งโมล	72.11 g/ mol
ลักษณะทางกายภาพ	ของเหลวไม่มีสี
ความหนาแน่น	0.8050 g/ cm^3
จุดหลอมเหลว	-86 °C, 187 K, -123 °F
จุดเดือด	79.6 °C, 353 K, 175 °F
ความสามารถละลายได้ในน้ำ	27.5 g/ 100 ml
ความหนืด	0.43 cP (20 °C)
จุดวาบไฟ	-9 °C
อุณหภูมิที่ติดไฟด้วยตัวเอง	505 °C
ช่วงของการไวไฟ	LOWER 1.8%, UPPER 10%
LD_{50}	6.86 ml/ kg (ทางการกิน, หนู)

ที่มา: ดัดแปลงจาก https://en.wikipedia.org/wiki/Butanone (2016)

สำหรับ Pathway ของสาร MEK นั้นสามารถอธิบายได้ว่าสาร MEK เข้าสู่ร่างกายได้ 3 ทาง ได้แก่ ทางการรับประทาน ทางผิวหนัง และทางการหายใจ โดยการรับสัมผัสสาร MEK ผ่านทางการหายใจจะเป็นเส้นทางหลักในที่เข้าสู่ร่างกายในงานวิจัยชิ้นนี้ เมื่อสาร MEK ถูกหายใจเข้าไปลงไปสู่ปอด จากปอดสาร MEK จะส่งผ่านไปสู่เลือดได้อย่างรวดเร็ว และพบว่า ค่าอัตราส่วนการละลายของสาร MEK ในเลือดต่อการละลายของสาร MEK ในเนื้อเยื่อมีค่าใกล้เคียง 1 (Perbellini et al., 1984) สอดคล้องกับการทดลองในหนู Rat (Thrall et al., 2002) แสดงให้เห็นว่าสาร MEK ที่ผ่านเข้าสู่ร่างกายไม่มีการสะสมในเนื้อเยื่อต่างในร่างกาย มีหลักฐานหลาย ๆ ชิ้นที่แสดงให้เห็นว่ากระบวน Metabolism ของสาร MEK ในมนุษย์กับสัตว์ทดลองมีความคล้ายคลึงกัน หลังจากสาร MEK เข้าสู่ร่างกายแล้วจะถูกออกซิไดซ์โดยไซโตโครม P450 Monooxygenase system (P450IIE1 และ IIB isozymes) กลายเป็นสาร Metabolite ขั้นปฐมภูมิ คือ 3-hydroxy-2-butanone ต่อมาสารตัวนี้จะถูกรีดิวซ์กลายเป็น 2,3-butanediol และสาร MEK ที่รับสัมผัสอีกส่วนในปริมาณที่น้อยจะถูกรีดิวซ์เป็น 2-butanol ซึ่งสามารถออกซิไดซ์กลับเป็นสาร MEK ได้อย่างรวดเร็ว (Traiger et al.,

1989) ดังที่แสดงในภาพที่ 2-1 สาร MEK ถูกกำจัดออกจากเลือดอย่างรวดเร็ว เนื่องจากสาร MEK มีค่าครึ่งชีวิตที่สั้น โดยมีค่าครึ่งชีวิตในเฟส alpha เท่ากับ 30 นาที และเฟส beta เท่ากับ 81 นาที (Liira et al., 1988)



ภาพที่ 2-1 Pathway ของสาร MEK

ที่มา: Environmental Protection Agency (EPA) (2003)

ดังนั้นในการรับสัมผัสสาร MEK ในมนุษย์ผ่านทางอากาศนั้น 2-butanol และ 2,3-butanediol ถูกใช้เป็นสาร Metabolite ของ MEK ในซีรัม และ 3-hydroxy-2-butanone และ 2,3-butanediol ถูกใช้เป็นสาร Metabolite ของ MEK ในปัสสาวะ พบว่า สาร MEK ประมาณ 3% ของปริมาณที่รับสัมผัสเข้าสู่ร่างกายจะยังคงรูปเป็นสาร MEK เหมือนเดิมแล้วถูกขับออกทางปัสสาวะ อีกประมาณ 2% ของปริมาณที่รับสัมผัสเข้าสู่ร่างกายจะถูกขับออกผ่านทางปัสสาวะในรูปของ 2,3-butanediol และส่วนที่เหลือในปริมาณส่วนใหญ่จะถูกส่งเข้าสู่กระบวนการ Metabolism หลักเปลี่ยนให้อยู่ในรูปสารประกอบอย่างง่าย เช่น CO_2 และน้ำ แล้วถูกขับออกจากร่างกาย (Liira et al., 1988) ถึงแม้ว่าสาร MEK ที่ไม่เปลี่ยนรูปในปัสสาวะจะเป็นสัดส่วนที่น้อยของปริมาณการรับสัมผัสแต่สามารถใช้เป็นดัชนีชี้วัดการรับสัมผัสเนื่องจากมีหลายงานวิจัยที่พบความสัมพันธ์ในเชิงบวกระหว่างระดับ MEK ในปัสสาวะกับระดับ MEK ในบรรยากาศอย่างมีนัยสำคัญ (Imbriani et al., 1989; Sia et al., 1991; Kawai et al., 2003) ในส่วนของระดับสาร MEK ในเลือด

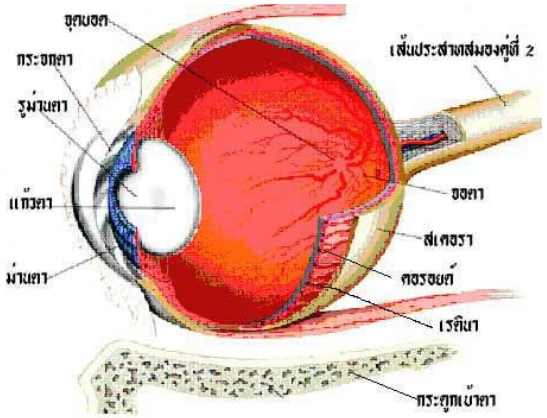
นั้นจะมีความไม่แน่นอน เนื่องจากจะมีความสัมพันธ์ปริมาณแอลกอฮอล์ที่เข้าสู่ร่างกายในแต่ละวันด้วย จึงไม่ใช่ค่าที่สะท้อนถึงปริมาณการรับสัมผัสได้ดีนัก (Churchill et al., 2001)

สำหรับผลกระทบต่อสุขภาพของสาร MEK สามารถทำให้เกิดการระคายเคืองต่อตาและจมูกของมนุษย์ (Muttray et al., 2002) และยังพบผลกระทบต่อสุขภาพอย่างรุนแรงในสัตว์ทดลองที่ได้รับสารในปริมาณที่สูงมาก โดยทดลองในหนูพันธุ์ Sprague-Dawley ที่ตั้งครรภ์มีความผิดปกติน้ำหนักและกินอาหารลดลง มีความเป็นพิษในการให้กำเนิดลูกหนู เมื่อได้สูดดม MEK ที่ปริมาณทดสอบสูงสุด (3,000 ppm เป็นเวลา 6 ชั่วโมงต่อวัน) (Saillenfait et al., 2006) แต่ไม่มีการศึกษาในระยะยาวกับสัตว์ที่รับสัมผัสสารเข้าไป ไม่พบการศึกษาความเป็นสารก่อมะเร็งของสาร MEK ในสัตว์ทดลองที่ได้รับสัมผัสทางการหายใจหรือดื่มเข้าไป (EPA, 2003) มีหลักฐานที่แสดงว่าสาร MEK ในสารทำละลายสามารถเพิ่มศักยภาพในการก่อให้เกิดความเป็นพิษเมื่อมีการผสมในสารทำละลาย (Dick, 2006) ในปี 2010 มีผู้ศึกษาและแนะนำให้ระมัดระวังในการใช้สาร MEK เนื่องจากพบว่า สาร MEK มีผลกระทบต่อจิตประสาท (Thompson, 2014) นอกจากนี้สาร MEK ถูกขึ้นทะเบียนเป็นสารตั้งต้นในอนุสัญญาสหประชาชาติว่าด้วยการต่อต้านที่ผิดกฎหมายจราจรในยาเสพติดและสารออกฤทธิ์ต่อจิต

ในส่วนของแนวทางการเฝ้าระวังของสาร แบ่งเป็นส่วนของการเฝ้าระวังทางสิ่งแวดล้อม ACGIH กำหนดค่า TLV-TWA สำหรับสาร MEK เท่ากับ 200 ppm เฉลี่ยตลอดระยะเวลาทำงาน 8 ชั่วโมงความเสี่ยงในระยะสั้นขีดจำกัด (STEL) เท่ากับ 300 ppm (American Conference of Governmental Industrial Hygienists [ACGIH], 2014) NIOSH ให้ค่าขีดจำกัดการสัมผัสแนะนำ (REL) คือ 200 ppm เฉลี่ยตลอดระยะเวลาการทำงาน 10 ชั่วโมงและ 300 ppm ในช่วงระยะเวลา 15 นาที (New Jersey Department of Health and Senior Services, 2011) ส่วน OSHA ให้ค่ายอมรับได้ (PEL) เท่ากับ 200 ppm เฉลี่ยตลอดระยะเวลาทำงาน 8 ชั่วโมง (Lewis & Richard, 1992) และส่วนของการเฝ้าระวังทางสุขภาพนั้น ทางชีวภาพมีค่าดัชนีการสัมผัส (BEI) สำหรับ MEK เท่ากับ 2 มิลลิกรัม MEK ต่อลิตรปัสสาวะที่เก็บรวบรวมในตอนท้ายของการทำงาน (ACGIH, 2014) และมีข้อควรปฏิบัติทั่วไปเพื่อป้องกันการรับสัมผัสสาร MEK เมื่อทำงานในพื้นที่มีโอกาสสัมผัส ได้แก่ สวมถุงมือทนต่อสาร MEK และเครื่องคลุม ควรทำจากยางบิวทิล สวมใส่แว่นที่ทนต่อสาร MEK และหากระดับสารในบรรยากาศสูงกว่าค่า TLV-TWA ให้สวมใส่เครื่องช่วยหายใจหน้ากากเต็มรูปแบบเป็นต้น (New Jersey Department of Health and Senior Services, 2011)

กายวิภาคของตา ทฤษฎีที่เกี่ยวข้องกับการมองเห็นและงานวิจัยที่เกี่ยวข้อง

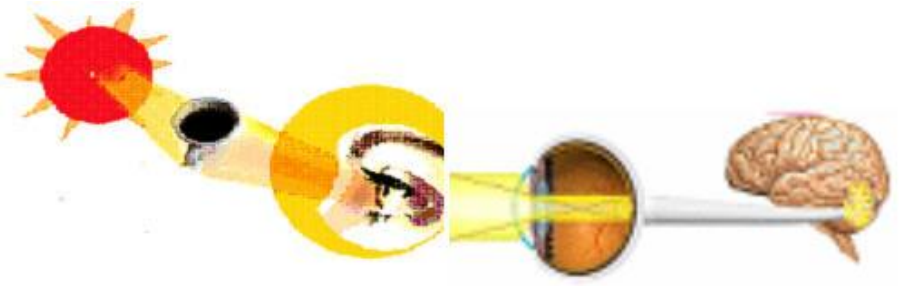
การมองเห็นวัตถุเกิดจากแสงตกกระทบบนวัตถุแล้วเกิดการสะท้อนกลับเข้าสู่ตา มาทางเลนส์ตา (Lens) ผ่านเข้ามาในลูกตา เกิดภาพบนเรตินา (Retina) ซึ่งอยู่ด้านหลังของลูกตาเรตินามีเซลล์รับแสง 2 ชนิด ได้แก่ เซลล์รูปแท่ง (Rod cell) ทำหน้าที่รับแสงสว่างที่มีความเข้มน้อย สามารถมองเห็นภาพขาวดำ โดยจะไม่สามารถจำแนกสีของแสงนั้นได้ และเซลล์รูปกรวย (Cone cell) จะไวต่อการรับแสงที่มีความเข้มสูงถัดจากความไวของเซลล์รูปแท่งสามารถจำแนกแสงแต่ละสีเมื่อมีแสงสีต่าง ๆ ผ่านเข้าตามากระทบเรตินา เซลล์รับแสงรูปกรวยจะถูกกระตุ้นและสัญญาณกระตุ้นนี้จะถูกส่งผ่านเส้นประสาทตาไปสู่สมอง สมองจะทำการแปลข้อมูลเป็นภาพของวัตถุนั้น ๆ



ภาพที่ 2-2 ส่วนประกอบของดวงตา (ด้านข้าง)
ที่มา: http://www.il.mahidol.ac.th, n.d.

มีทฤษฎีที่อธิบายถึงการเห็นสีของมนุษย์ที่สำคัญและมีความน่าเชื่อถือ คือ ทฤษฎีองค์ประกอบ (Component theory) ของโทมัส ยัง (Thomas young) ต่อมาทฤษฎีนี้ได้รับการสนับสนุนจากผลการทดลองของเฮอร์แมน ฟอน เฮล์มโฮลทซ์ (Hermann von helmholtz) กลายเป็น “ทฤษฎียัง-เฮล์มโฮลทซ์” ทฤษฎีนี้อธิบายว่าในเรตินามีเซลล์รูปกรวย 3 ชนิด แต่ละชนิดมีความไวต่อคลื่นแสงต่างกัน ดังนี้ ชนิดที่หนึ่งมีความไวสูงสุดต่อแสงสีน้ำเงิน ชนิดที่สองมีความไวสูงสุดต่อแสงสีเขียว และชนิดที่สามมีความไวสูงสุดต่อแสงสีแดงเซลล์รูปกรวยทั้ง 3 ชนิดทำงานอิสระต่อกัน ส่วนการเห็นสีอื่น ๆ นอกจาก 3 สีนี้จัดเป็นการผสมระหว่างเซลล์รูปกรวยทั้ง 3 ชนิด แต่ทฤษฎี

องค์ประกอบยังมีปัญหาในการอธิบายปรากฏการณ์บอดสี ภาพติดตานิเสธและการตัดสี จึงได้เกิดอีกทฤษฎีหนึ่งขึ้นมาสามารถอธิบายข้อด้อยของทฤษฎีองค์ประกอบ คือ ทฤษฎีกระบวนการปฏิปักษ์ (Opponent-process theory) ซึ่งนำเสนอโดยอีวอลด์ เฮริง (Ewald hering) เพื่ออธิบายการรู้สึกเห็นสี ว่าเรตินามีตัวรับแสง 3 ระบบแต่ละระบบทำหน้าที่ตอบสนองต่อสีใดสีหนึ่งเพียงสีเดียวในคู่สีแต่ละคู่ เช่น ดำ-ขาวแดง-เขียว น้ำเงิน-เหลือง เป็นต้น เมื่อคู่สีได้รับการกระตุ้นจะมีเพียงสีเดียวที่แสดงออกมาจะไม่เห็นคู่สีปฏิปักษ์ในเวลาเดียวกัน ยกตัวอย่างเช่น จะไม่เห็นสีแดงและสีเขียวพร้อม ๆ กัน แต่ถ้าเราเพ่งสีใดสีหนึ่งนาน ๆ แล้วเบนสายตาออกจากสีนั้น จะเกิดคู่สีปฏิปักษ์ปรากฏขึ้นให้เห็น เช่น ถ้าเพ่งสีแดงนาน ๆ แล้วเบนสายตาออกไป เราจะเห็นภาพติดตาสีเขียวขึ้น ถึงอย่างไรก็ตามทั้งสองทฤษฎีต่างก็อธิบายปรากฏการณ์เห็นสีได้ดี แม้จะไม่สมบูรณ์นัก เนื่องจากผลการศึกษาในระดับสรีรวิทยาพบว่า ส่วนที่สนับสนุนทั้งสองทฤษฎีนี้ (Tailor et al., 2000; Eagleman, 2001; Mancuso et al., 2010)



ภาพที่ 2-3 ภาพจำลองกลไกการมองเห็นภาพ
ที่มา: http://www.il.mahidol.ac.th, n.d.

สำหรับปัจจัยที่มีผลต่อการมองเห็นที่ลดลงมีอยู่หลายปัจจัย (มุกดา เดชประพนธ์ และปิยวดี ทองยศ, 2557) ประกอบด้วย

1. อายุ
2. พันธุกรรม
3. เชื้อชาติและเพศ
4. ดัชนีมวลกาย
5. ประวัติการได้รับอุบัติเหตุ
6. การใช้ยาบางชนิด เช่น Steroid
7. การสัมผัสรังสีบางชนิดเป็นปริมาณมาก

8. การสูบบุหรี่/ ดื่มสุราหรือเครื่องดื่มแอลกอฮอล์
9. โรคเบาหวานและภาวะความดันโลหิตสูง
10. พฤติกรรมการใช้สายตาและแสงสว่างที่ใช้

เมื่อทบทวนวรรณกรรมแล้ว จะพบว่า ที่ผ่านมามีหลายผลการศึกษาที่ยืนยันถึงปัจจัยข้างต้นว่ามีผลต่ออาการเกี่ยวกับสายตาและสมรรถภาพการมองเห็น ได้แก่ อายุโดยมีการศึกษาในพนักงานโรงงานผลิตเฟอร์นิเจอร์ซึ่งรับสัมผัสสารทำละลายหลายชนิด เช่น MEK, Hexane และ Acetone พบว่า อายุและค่า CCI (Color Confusion Index) มีความสัมพันธ์กัน (Gong et al., 2003) เพศ ประวัติการสูบบุหรี่ โดยมีการศึกษาซึ่งพบว่า เพศและประวัติการสูบบุหรี่สัมพันธ์กับอาการต่าง ๆ ของตาแห้งกับอย่างมีนัยสำคัญทางสถิติ (Lee et al., 2002; Lee et al., 2015) ค่าดัชนีมวลกาย พบว่า ระดับความอ้วนมีความสัมพันธ์กับอาการต่าง ๆ เกี่ยวกับตาแห้งอย่างมีนัยสำคัญทางสถิติ ($p = 0.0008$) การดื่มสุราหรือเครื่องดื่มแอลกอฮอล์มีความสัมพันธ์กับอาการต่าง ๆ เกี่ยวกับตาแห้ง ระยะเวลาในการนอนหลับซึ่งมีการศึกษาพบว่า ระยะเวลาในการนอนหลับมีความสัมพันธ์กับการระคายเคืองตาอย่างมีนัยสำคัญ กล่าวคือยิ่งระยะเวลาในการนอนลดลง ยิ่งมีความเสี่ยงระคายเคืองตาจากอาการตาแห้งมากขึ้น (Lee et al., 2015) ระยะเวลาที่ทำงาน โดยศึกษาในกลุ่มพนักงานที่รับสัมผัสสารทำละลายพบว่า ระยะเวลาที่ทำงานสัมพันธ์ในเชิงบวกกับการสูญเสียการมองเห็น (Semple et al., 2000) ประวัติการเจ็บป่วยและการใช้ยาประจำตัวดังผลการศึกษาที่พบว่า การใช้ยาหยอดตามีความสัมพันธ์กับอาการเกี่ยวกับสายตา (Garza et al., 2016) และการศึกษาในคนงานโรงพิมพ์ซึ่งมีการรับสัมผัสสารทำละลาย โดยพบว่า การสวมใส่อุปกรณ์ป้องกันอันตรายส่วนบุคคลมีความสัมพันธ์กับอาการเกี่ยวกับสายตาอย่างมีนัยสำคัญ (Decharat, 2014)

ความสัมพันธ์ระหว่างการรับสัมผัสสาร Methyl Ethyl Ketone กับสมรรถภาพการมองเห็นและงานวิจัยที่เกี่ยวข้อง

การรับสัมผัสสาร MEK สามารถก่อให้เกิดการระคายเคืองและทำลายกระจกตา (Cornea) (Institut fur Arbeitsschutz der Deutschen Gesetzlichen Unfaliversicherung, 2015) และหากรับสัมผัสสาร MEK ในระดับสูง จะทำให้เกิดความเสียหายทั้งระบบประสาทส่วนกลาง (CNS) และระบบประสาทส่วนปลาย (PNS) ได้ (Andersen et al., 2000; EPA, 2003) เป็นที่ทราบว่าระบบประสาทส่วนกลางเป็นศูนย์กลางควบคุมการทำงานของร่างกายมีอวัยวะที่เกี่ยวข้อง คือ สมอง โดยสมองส่วนหน้าจะมีเซรีบรัม (Cerebrum) มีหน้าที่เป็นส่วนควบคุมการมองเห็นที่สมอง ตามหลักสรีรวิทยานั้นการมองเห็นเกิดขึ้นจากการนำข้อมูลการรับภาพส่งไปยังสมองโดยเริ่มต้นจากเส้นประสาทตาสมองเส้นที่ 2 (Optic nerve) รับความรู้สึกเกี่ยวกับการมองเห็นจากเรตินาของลูกตา

แล้วส่งเข้าสู่ออพติกโลบ (Optic lobe) ต่อจากนั้นจะส่งไปยังสมองส่วนออกซิพิทัลโลบ (Occipital lobe) ของเซรีบรัมอันเป็นส่วนควบคุมการมองเห็นที่สมอง และสมองทำการแปลข้อมูลเป็นภาพของวัตถุ นอกจากนี้เส้นประสาทตาสมองเส้นที่ 2 และจอตายังถือเป็นส่วนหนึ่งของระบบประสาทส่วนกลาง (มีชัย ศรีใส, 2546) ดังนั้นการรับสัมผัสสาร MEK ซึ่งมีผลต่อระบบประสาทส่วนกลาง เช่น เซรีบรัม เส้นประสาทตาและจอตาแล้ว ย่อมส่งผลต่อสมรรถภาพการมองเห็นอย่างแน่นอน

มีงานวิจัยหลายเรื่องที่ศึกษาเกี่ยวกับความเป็นพิษทางประสาทของสารทำละลายอินทรีย์ พบว่า สามารถทำลายเซลล์รับแสงรูปกรวยทั้งในแง่จำนวนเซลล์และความไวรับ และยังสามารถทำลายเรตินาซึ่งเป็นส่วนที่รับภาพ ทำให้เกิดการสูญเสียในการเห็นสีได้ (Iregren et al., 2002; Gobba & Cavalleri, 2003; Parmei et al., 2004) มีรายงานในคนงานที่สัมผัสกับตัวทำละลายอินทรีย์ผสมที่สถานีบริการน้ำมันร้านค้าพิมพ์เอกสาร ห้องการผลิตสีและเป็นจิตรกร มีระยะเวลาการรับสัมผัสจากการประกอบอาชีพของพวกเขาแตกต่างกัน 1-38 ปี ไม่มีผลการวัดปริมาณของสารผสมในระบบจอประสาทตา แต่เกือบทั้งหมดของการศึกษาพบว่า ค่าดัชนีความสับสนการมองเห็นสี (Color confusion index) เพิ่มขึ้น หมายความว่าคนงานมีความสูญเสียในการเห็นสีขึ้นหลังจากรับสัมผัสสารทำละลายอินทรีย์ จากการศึกษาผลของสารทำละลายอินทรีย์ที่มีต่อความผิดปกติของการมองเห็นในพนักงานจำนวน 182 คนจากโรงงานเฟอร์นิเจอร์ทั้งหมด 53 โรงงานโดยวัดจาก 3 ส่วน ประกอบด้วย การวัดการมองเห็นสี (Color vision) แสดงผลอยู่ในรูปค่า CCI (Color confusion index) การวัดความคมชัดของภาพที่มองเห็น (Visual contrast sensitivity) และการวัดคลื่นไฟฟ้าของเส้นประสาทตา (Visual evoked potentials) ซึ่งพบว่า ค่า CCI มีความสัมพันธ์กับในเชิงลบกับความคมชัดของภาพที่มองเห็น แต่ไม่พบความผิดปกติของผลการวัดคลื่นไฟฟ้าของเส้นประสาทตาของกลุ่มตัวอย่างที่มีการรับสัมผัสสารทำละลายอินทรีย์ซึ่งมีความผิดปกติการมองเห็นสีและความคมชัดของภาพที่มองเห็น (Gong et al., 2003)

การตรวจตาบอดสีได้ถูกใช้ในการวินิจฉัยความผิดปกติของการรับสัมผัสสารทำละลายอินทรีย์บ่อยครั้ง โดยใช้วิธีทดสอบตาบอดสีแบบ Arrangment test (Lanthony D15d) โดยในการศึกษาการมองเห็นสีและลานสายตาในพนักงานปั๊มเติมน้ำมันจำนวน 25 คนที่อยู่ในความดูแลของ Brazilian National Petroleum Agency (ANP) ในประเทศบราซิลซึ่งมีการรับสัมผัสสารทำละลายอินทรีย์ผสมนั้น มีความผิดปกติทางสายตา โดยพบว่า การรับสัมผัสสารทำละลายอินทรีย์ผสมมีผลต่อเส้นทางการทำงานของเซลล์ Magnocellular เซลล์ Parvocellular และเซลล์ Koniocellular ในส่วนทาลามัสของสมองซึ่งทำหน้าที่ถ่ายทอดสัญญาณประสาทหลักจากจอตาไประบบประสาทกลางซึ่งส่งผลต่อการรับรู้สี และยังพบว่า อาการดังกล่าวและการสูญเสียลานสายตามีความสัมพันธ์กับอายุการทำงานของพนักงานอย่างมีนัยสำคัญทางสถิติ (Costa et al., 2012) มี

งานวิจัยที่มีลักษณะคล้ายคลึงกันอีกงานหนึ่งเป็นการศึกษาในปั๊มเติมน้ำมัน 31 แห่งในประเทศบราซิลเช่นกัน พบผลการศึกษาในลักษณะเดียวกันกล่าวคือพนักงานที่รับสัมผัสสารทำละลายอินทรีย์มีการสูญเสียความสามารถในการแยกแยะสีและลานสายตา (Lacerda et al., 2012) และมีงานวิจัยเกี่ยวกับลานสายตาที่ช่วยสนับสนุนเพิ่มเติมว่าการสูญเสียลานสายตาเกิดขึ้นจากโรคหรือความผิดปกติของเส้นประสาทตาหรือสมอง (Kedar et al., 2011) ซึ่งอาจเกิดจากการรับสัมผัสสาร MEK ได้อีกเช่นกัน ดังนั้นจากงานวิจัยทั้งหมดข้างต้น การรับสัมผัสสาร MEK ซึ่งจัดอยู่ในกลุ่มของสารทำละลายอินทรีย์ย่อมส่งผลกระทบต่อสมรรถภาพการมองเห็น

นอกจากนี้จากการทบทวนวรรณกรรมถึงปัจจัยต่าง ๆ ที่มีผลกระทบต่อสุขภาพของผู้ที่รับสัมผัสสารจากการทำงาน พบว่า ระดับการศึกษาเป็นปัจจัยหนึ่งที่มีผล โดยมีการศึกษาในคนงานโรงงานปูนซีเมนต์พบว่า ระดับการศึกษาเป็นข้อมูลประชากรตัวหนึ่งที่มีความสัมพันธ์กับอาการโรคระบบทางเดินหายใจเรื้อรัง (Gizaw, Yifred, & Tadesse, 2016) ปริมาณการรับสัมผัสสารเป็นปัจจัยที่มีผลกระทบต่อสุขภาพ สอดคล้องกับผลการศึกษาที่พบว่า สารประกอบอินทรีย์ระเหยง่ายจะมีระดับผลกระทบต่อสุขภาพมากหรือน้อยขึ้นอยู่กับปริมาณการรับสัมผัสสารซึ่งเป็นไปตามลักษณะจำเพาะของสาร ระดับความเข้มข้น ระยะเวลาที่รับสัมผัสและผลกระทบของสารประกอบที่ผสมกัน (Guan et al., 2014)

เครื่องมือประเมินการรับสัมผัสสาร Methyl Ethyl Ketone

การประเมินการรับสัมผัสสาร MEK ประกอบด้วย 2 ส่วน ได้แก่ การประเมินการรับสัมผัสทางสิ่งแวดล้อมและการประเมินการรับสัมผัสทางชีวภาพ โดยการประเมินการรับสัมผัสทางสิ่งแวดล้อมสามารถแบ่งเป็น 2 แบบ คือ การตรวจปริมาณสาร MEK ในบรรยากาศแบบติดตัวบุคคลและแบบพื้นที่ ซึ่งในงานวิจัยครั้งนี้จะใช้การประเมินการรับสัมผัสทางชีวภาพโดยวัดปริมาณสาร MEK ในปัสสาวะหลังสิ้นสุดการทำงานซึ่งเป็นช่วงที่มีการรับสัมผัสสาร มีงานวิจัยที่พบว่าระดับความเข้มข้นของสารละลาย MEK ในบรรยากาศในระดับต่ำมีความสัมพันธ์กับระดับสาร MEK ในปัสสาวะหลังเลิกงานอย่างมีนัยสำคัญ (Kawai et al., 2003) เมื่อได้ตัวอย่างปัสสาวะที่เก็บแล้วนำไปทำการวิเคราะห์เพื่อหาระดับสาร MEK ในปัสสาวะด้วยเครื่องมือวิเคราะห์ Head-Space Gas Chromatography (HSGC)

การใช้เครื่องมือวิเคราะห์ Headspace-Gas Chromatography เป็นเทคนิคที่ใช้วิเคราะห์สารอินทรีย์ที่ระเหยง่ายหรือเป็นสารอินทรีย์กึ่งระเหยและเป็นเทคนิคที่นิยมใช้มาก (Ettre, 2001) มีความเหมาะในการวิเคราะห์สารตัวอย่างที่ระเหยได้ง่าย เนื่องจากสามารถระเหยให้ไอของสารตัวอย่างเก็บสะสมในช่องว่าง Headspace ได้มาก สารตัวอย่างที่มีองค์ประกอบซับซ้อนต้องสกัด

หรือมีขั้นตอนการเตรียมสารตัวอย่างที่ยุ่งยาก และไม่สามารถวิเคราะห์ด้วยเทคนิคอื่น ๆ ได้โดยตรง สามารถนำมาวิเคราะห์ด้วยเทคนิคดังกล่าวเนื่องจากสามารถนำสารตัวอย่างมาวิเคราะห์ได้โดยตรง ไม่ต้องสกัดหรือเตรียมสารตัวอย่างให้ยุ่งยาก (Penton , 2002)

สำหรับค่ามาตรฐานในการประเมินการรับสัมผัสทางสิ่งแวดล้อมและทางชีวภาพของสาร MEK นั้นมีหลายหน่วยงานและองค์กรที่กำหนดค่าไว้ โดยจะเป็นตามที่แสดงในตารางที่ 2-2

ตารางที่ 2-2 ค่ามาตรฐานในการประเมินการรับสัมผัสของสาร

ค่ามาตรฐานในการประเมินการรับสัมผัสของสาร MEK		
ตัวบ่งชี้ทางชีวภาพ (ACGIH)		2 mg/ L (ปัสสาวะหลังจบกะ)
วัดในบรรยากาศ	ACGIH	TLV-TWA 200 ppm, STEL 300 ppm
	OSHA	PEL-TWA 200 ppm (590 mg/ m^3)
	NIOSH	REL – TWA 200 ppm (590 mg/ m^3), ST 300 ppm (885 mg/ m^3)
	IDLH	3,000 ppm

ที่มา: ดัดแปลงจาก https://www.chemtrack.org (2546)

เครื่องมือตรวจวัดสมรรถภาพการมองเห็น

การตรวจวัดสมรรถภาพการมองเห็น โดยพื้นฐานแล้วจะตรวจดูลักษณะทางกายวิภาคของลูกตาว่ามีสิ่งใดที่ผิดปกติ และตรวจหรือทดสอบการมองเห็น (Visual function) ซึ่งมีได้ทั้งการทดสอบที่เป็น Subjective tests ประกอบด้วย การวัดระดับสายตา (Visual acuity) การตรวจตาบอดสี (Color vision) และลานสายตา (Visual field) ในงานวิจัยครั้งนี้จะตรวจวัดสมรรถภาพการมองเห็นด้วย 2 วิธี ประกอบด้วย ส่วนแรกเป็นแบบสอบถามอาการเกี่ยวกับการมองเห็น (อติพร ตวงทอง และคณะ, 2558) เพื่อใช้ในการวัดสภาพทางการมองเห็นและสามารถนำไปสู่การสันนิษฐานถึงสาเหตุที่มาของโรคจากอาการต่าง ๆ เบื้องต้นได้

ส่วนที่สองเป็นการตรวจตาบอดสีและลานสายตา การตรวจตาบอดสีเป็นการตรวจภาวะความบกพร่องในการจำแนกสีในระดับคัดกรองที่สามารถนำมาใช้ในงานอาชีวอนามัยได้นั้นมีหลายชนิด เช่น

1. Pseudoisochromatic plates มีลักษณะเป็นแผ่นทดสอบพิมพ์ด้วยสีต่าง ๆ เป็นรูปตัวเลขหรือภาพ แล้วให้ผู้เข้ารับการทดสอบมองแล้วบอกว่าเห็นตัวเลขหรือภาพอะไร การทดสอบแบบนี้ที่ได้รับความนิยมในการนำมาใช้ เช่น Ishihara pseudoisochromatic plates และ Dvorinepseudoisochromatic plates เป็นต้น

2. Arrangment test มีลักษณะเป็นแป้นสีต่าง ๆ ให้ผู้เข้ารับการทดสอบทำการเรียงให้สีที่คล้ายคลึงกันไว้อยู่ติดกัน จากนั้นนำผลการเรียงแป้นสีที่ได้มาใช้แปลผล การทดสอบแบบนี้ที่นิยมนำมาใช้ เช่น Farnsworth D-15 arrangement test และ Farnsworth-Munsell 100 hue test เป็นต้น

3. Lantern test มีลักษณะเป็นดวงไฟสีต่าง ๆ ให้ผู้เข้ารับการตรวจดู แล้วบอกว่าเห็นดวงไฟสีอะไร การทดสอบแบบนี้ที่นิยมนำมาใช้ เช่น Holmes-Wright lanterns เป็นต้น วิธีการตรวจและแปลผลการทดสอบเหล่านี้ ให้ดำเนินการตามคู่มือการใช้งานของแบบทดสอบแต่ละชนิด ในส่วนของการแปลผลการวัดตาบอดสีนั้น จะใช้เกณฑ์การแปลผลตามคู่มือการใช้เครื่องวัดสมรรถภาพสายตา กองอาชีวอนามัย กระทรวงสาธารณสุข 2543 ประกอบด้วย (กองอาชีวอนามัย, 2543)

3.1 ผู้รับการตรวจอ่านตัวเลขถูกต้องทั้งหมด 6 ตัว แสดงว่าความสามารถมองเห็นภาพสีปกติ

3.2 ผู้รับการตรวจอ่านตัวเลขถูกต้อง 5 ตัวจากทั้งหมด 6 ตัว แสดงว่า การมองเห็นภาพสีผิดปกติเล็กน้อย

3.3 ผู้รับการตรวจอ่านตัวเลขถูกต้อง น้อยกว่า 5 ตัวจากทั้งหมด 6 ตัว แสดงว่าการมองเห็นภาพสีผิดปกติ

การตรวจลานสายตา (Visual field) ซึ่งเป็นการตรวจดูความสามารถในการมองว่ามีขอบเขตพื้นที่ในการมองเป็นปกติดีหรือไม่ การตรวจลานสายตาในงานอาชีวอนามัยนั้นส่วนใหญ่มักทำการตรวจในระดับการคัดกรองโรค และในทางปฏิบัติทางด้านอาชีวอนามัยมีความสำคัญในการประเมินเพื่อความปลอดภัยในการทำงานการตรวจคัดกรองความผิดปกติของลานสายตาทำได้โดย 2วิธีหลัก คือการตรวจโดยแพทย์ด้วยวิธี Confrontation test และการตรวจด้วยเครื่องทดสอบสายตาการตรวจโดยแพทย์ด้วยวิธี Confrontation test ทำได้โดยให้แพทย์ผู้ตรวจ (ซึ่งจะต้องเป็นผู้มีลานสายตาปกติ) นั่งหันหน้าเข้าหาผู้เข้ารับการตรวจในลักษณะหน้าตรงกัน ห่างกันประมาณ 2 ฟุต กรณีตรวจตาขวาของผู้เข้ารับการตรวจ ให้ผู้เข้ารับการตรวจใช้มือซ้ายปิดตาซ้ายของตนเองไว้ ส่วนแพทย์ผู้ตรวจใช้มือขวาปิดตาขวาของตนเองไว้ (จะทำให้ตาซ้ายของแพทย์ผู้ตรวจตรงกับตาขวาของผู้เข้ารับการตรวจ) กรณีที่จะตรวจตาซ้ายก็ให้ทำกลับขวาเป็นซ้ายกัน แจ้งให้ผู้เข้ารับการตรวจมองตรงไปข้างหน้า แพทย์ผู้ทำการตรวจใช้มือที่ว่างอยู่ ชูนิ้วมือไปในตำแหน่งขอบลานสายตาของผู้เข้ารับการตรวจ แล้วให้ผู้เข้ารับการตรวจแจ้งเมื่อเริ่มเห็นนิ้วมือของแพทย์ผู้ตรวจ หากไม่เห็น

ให้ค่อย ๆ เลื่อนนิ้วมือเข้าหาศูนย์กลางจนกว่าผู้เข้ารับการตรวจจะเห็นนิ้วมือ ทำซ้ำในทิศทางต่าง ๆ จะแปลผลว่าผู้เข้ารับการตรวจมีความผิดปกติของลานสายตาจากการตรวจคัดกรองเมื่อผู้เข้ารับการตรวจไม่สามารถมองเห็นนิ้วมือของแพทย์ผู้ตรวจได้เท่าเทียมกับที่แพทย์เห็นนิ้วมือของตนเองการตรวจคัดกรองลานสายตาด้วยเครื่องทดสอบสายตา (Vision tester) เช่น Titmus และ Optec เป็นต้น

อีกวิธีหนึ่งเป็นการใช้เครื่องมือคือเครื่องทดสอบสายตา การตรวจทำได้โดยให้ผู้เข้ารับการตรวจมองแผ่นสไลด์ภาพสำหรับการมองประสานตา (ในกรณีของเครื่องตรวจ Titmus จะเป็นแผ่นสไลด์ภาพแรก ซึ่งเป็นภาพลูกเต๋า 3 ลูก) โดยให้มองไปที่ลูกเต๋าลูกกลางจากนั้นทำการตรวจลานสายตาโดยผู้ทำการตรวจกดปุ่มดวงไฟกระพริบ แล้วถามผู้เข้ารับการตรวจว่าเห็นดวงไฟกระพริบที่บริเวณขอบของลานสายตาหรือไม่ โดยทั่วไปเครื่องทดสอบสายตาจะมีดวงไฟกระพริบอยู่ข้างละ 4 ดวงคือ ที่มุม 45 องศาด้านจมูก (Nasal side) และที่มุม 55, 70, และ 85 องศาด้านขมับ (Temporal side) ซึ่งมุมที่ทดสอบนี้ จัดว่าเป็นมุมที่มีความสำคัญสำหรับการมองบนพื้นราบ

ทั้งนี้ควรให้ผู้เข้ารับการตรวจถอดแว่นออกก่อนที่จะตรวจลานสายตาด้วยเครื่องทดสอบสายตา เพื่อป้องกันเหตุการณ์ที่กรอบแว่นบดบังดวงไฟกระพริบที่ใช้ทดสอบ ทำให้ผู้เข้ารับการตรวจมองไม่เห็นดวงไฟในการแปลผลการตรวจลานสายตาด้วยเครื่องทดสอบสายตานั้น ให้ทำการแปลผลตามคู่มือการใช้งานเช่น ในกรณีของเครื่อง Titmus การแปลผลจะถือว่าลานสายตาเป็นปกติเมื่อผู้เข้ารับการตรวจมองเห็นดวงไฟกระพริบที่ใช้ทดสอบครบทั้ง 8 ดวง (ข้างละ 4 ดวง) หากมองไม่เห็นดวงไฟกระพริบแม้เพียงดวงเดียว จะถือว่ามีความผิดปกติในการตรวจคัดกรองลานสายตา (กองอาชีวอนามัย กระทรวงสาธารณสุข, 2543; มูลนิธิสัมมาอาชีวะ, 2559)

ในการศึกษาวิจัยครั้งนี้ใช้เครื่องมือประกอบด้วยแบบสอบถามข้อมูลทั่วไปและลักษณะอาการเกี่ยวกับสายตาของกลุ่มตัวอย่าง เครื่อง Head-Space Gas Chromatography (HSGC) และเครื่องวัดสมรรถภาพสายตา Titmus รุ่น V

เครื่องมือการวิเคราะห์ปริมาณระดับของสาร Methyl Ethyl Ketone ในปัสสาวะ

ในการวิจัยครั้งนี้เครื่องมือที่ใช้ในการวิเคราะห์ปริมาณระดับของสาร MEK ในปัสสาวะ คือ Headspace-gas chromatography ซึ่งเครื่องมือดังกล่าวประกอบด้วย 2 ส่วนหลัก ได้แก่ Gas chromatography (GC) และ Headspace โดย Gas chromatography (GC) เป็นเครื่องมือที่ใช้ในการวิเคราะห์กลุ่มสารประกอบอินทรีย์ระเหยได้ง่าย (Volatile organic compounds) และกลุ่มสารประกอบอินทรีย์ที่สามารถระเหยได้ปานกลาง (Semi-volatile organic compounds) สำหรับหลักการของเครื่อง GC จะใช้เทคนิคการแยกองค์ประกอบของสารผสม โดยอาศัยความแตกต่างของอัตราการเคลื่อนที่ของแต่ละองค์ประกอบของสารผสมบนเฟสคงที่ (Stationary phase) ภายใต้

การพาของเฟสเคลื่อนที่ (Mobile phase) หรือ Carrier gas สำหรับเครื่อง GC เฟสคงที่ คือ สารที่อยู่ภายในคอลัมน์ เมื่อสารที่ต้องการวิเคราะห์ผ่านเข้าสู่เครื่อง GC สารดังกล่าวจะถูกเปลี่ยนสถานะจากของเหลวเป็นแก๊ส และส่วนแก๊สของสารผสมจะถูกพาเข้าสู่คอลัมน์โดย Carrier gas ตาม Flow rate ที่ต้องการซึ่งภายในคอลัมน์จะเกิดการแยกสารผสมโดยอาศัยการทำปฏิกิริยาระหว่างสารที่อยู่ในคอลัมน์ (Stationary phase) และสารผสม (ต้นกล้า อินสว่าง, 2558) สามารถอธิบายรายละเอียดของแต่ละส่วนประกอบที่สำคัญของเครื่อง GC ได้ดังนี้

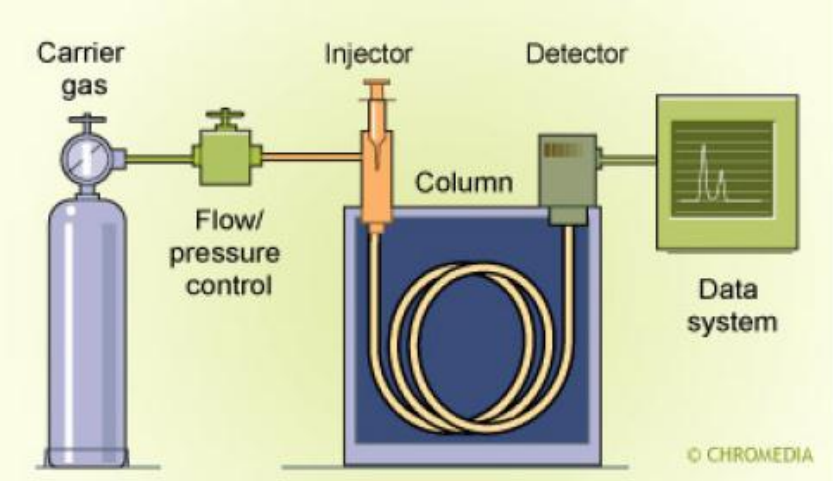
1. Injection port เป็นส่วนที่ใช้ในการฉีดสารตัวอย่างเข้า Column โดยทั่วไปส่วนที่ฉีดสารตัวอย่างเข้าไป (Inlet) จะมีตัวให้ความร้อน (Heater) ติดตั้งด้วยเพื่อทำให้สารตัวอย่างกลายเป็นไอ การเลือกใช้งานว่าจะใช้ Inlet แบบใดขึ้นอยู่กับสารตัวอย่าง หากสารตัวอย่างเป็นของเหลว ส่วนใหญ่จะใช้ Micro syringe ดูดสารตัวอย่างขึ้นมาตามปริมาตรที่ต้องการแล้วฉีดผ่าน Silicone septum ที่ Injection port ไปยังปลายของ Column

2. Carrier gas หรือแก๊สพามีหน้าที่นำแก๊สตัวอย่างจากจุดฉีดผ่านเข้าสู่ Column และไปยัง detector แก๊สที่ใช้งานกับเครื่อง GC เป็นแก๊สเฉื่อยที่ไม่ทำปฏิกิริยากับโมเลกุลของสารตัวอย่าง เช่น แก๊สฮีเลียม ไนโตรเจน และไฮโดรเจน เป็นต้น

3. Column เป็นส่วนที่ใช้แยกสารตัวอย่าง โดยทั่วไปมี 2 ประเภท คือ Packed column และ Capillary column การเลือกใช้ Column แต่ละชนิดขึ้นอยู่กับคุณสมบัติของสารผสม ไม่สามารถระบุได้อย่างชัดเจน แต่พิจารณาเลือกได้จาก Catalog ของบริษัทผู้ผลิต Column และค้นคว้าจากงานวิจัย

4. Detector เป็นอุปกรณ์ที่ใช้สำหรับตรวจวัดสารเชิงเดี่ยวที่ถูกแยกออกมาจาก Column แล้วส่งสัญญาณไฟฟ้าไปยังระบบประมวลผลสามารถจำแนกประเภทของส่วนตรวจวัดได้เป็นหลายประเภทตามคุณสมบัติการตรวจวัด

5. Data system หรือระบบประมวลผลเป็นส่วนที่ประมวลผลและข้อมูลต่าง ๆ ด้วยระบบคอมพิวเตอร์ซึ่งคำนวณและรายงานผลเป็น Retention time และนำไปใช้วิเคราะห์เชิงปริมาณและเชิงคุณภาพ



ภาพที่ 2-4 ส่วนประกอบของเครื่อง GC
ที่มา: http://www.chromedia.org, n.d.

องค์ประกอบของสารผสมที่มีความสามารถในการเคลื่อนที่และการกระจายตัวผ่านเฟสคงที่ต่างกันจะแยกออกจากกันด้วยความแตกต่างของสมบัติทางเคมี โครงสร้าง น้ำหนักโมเลกุล จุดเดือด หลักการทำงานเบื้องต้นจะเริ่มจากฉีดสารผสมตัวอย่างเข้าที่ Sample injection port สารผสมจะถูกให้ความร้อนจนกลายเป็นไอแล้วถูกพาเข้าไปใน Column และถูกตรวจวัดโดย Detector สัญญาณไฟฟ้าจากการตรวจวัดที่ได้จาก Detector จะส่งไปยังระบบประมวลผล (Data system) ถูกบันทึกและแสดงออกมาในรูปของ Chromatogram ทำให้ทราบถึงองค์ประกอบหรือปริมาณสารตัวอย่างได้ สามารถตรวจวัดได้ทั้งเชิงปริมาณและเชิงคุณภาพ โดยในเชิงปริมาณสามารถคำนวณปริมาณความเข้มข้นสารได้จากการเปรียบเทียบพื้นที่หรือความสูงของ Peak ของสารละลายมาตรฐานที่ศึกษา ซึ่ง Retention time (RT) คือ เวลาที่สารแต่ละชนิดใช้ในการเคลื่อนที่ผ่าน Column นับจากเวลาเริ่มต้นของการวิเคราะห์ถึงตำแหน่งเวลาที่ Detector อ่านสัญญาณสูงสุด (Peak) ในส่วนของเชิงคุณภาพสามารถหาชนิดของสารได้จากการเปรียบเทียบกับค่า Retention time ของสารละลายมาตรฐานที่ศึกษา ทั้งนี้สารที่สามารถวิเคราะห์ด้วยเครื่อง GC ได้แก่

- สาร Hydrocarbon compounds ได้แก่ C7-C40, Diesel Fuel
- สาร Organohaline pesticides
- สาร Aldehyde และสาร Ketone
- สาร Volatile organic compounds (VOCs) ได้แก่ Benzene, Toluene, Ethylbenzene, Xylene และ Methyl ethyl ketone

สำหรับ Headspace เป็นอุปกรณ์เสริมส่วนหนึ่งของเครื่อง GC ใช้หาสารที่เป็นไอได้ง่ายในตัวอย่างที่เป็นไอได้ยาก การนำเอาไอของสารตัวอย่างที่อยู่ในช่องว่าง Headspace ไปวิเคราะห์หาองค์ประกอบต่าง ๆ โดยเทคนิค GC ขั้นตอนการทำงานของ Headspace เริ่มจากนำตัวอย่างใส่ขวดขนาด 5-10 ml ที่มีฝาปิดสนิท (Head-space vial) จากนั้นขวดตัวอย่างจะถูกนำไปสู่การให้ความร้อนที่เหมาะสมเพื่อให้สารที่ต้องการออกมาจากตัวอย่าง ต่อมาก็จะมี Carrier gas เข้ามาอัดเพื่อให้เกิดความดันภายในขวดตัวอย่าง จากนั้นระบบจะทำงานเพื่อปล่อยสารที่สนใจ (มีความดัน) ออกไปยัง Sample loop และปล่อยผ่านไปยังบรรยากาศ (Vent) ตัวอย่างที่สนใจส่วนหนึ่งที่เข้าไปอยู่ใน Sample loop จะถูก Carrier gas พามาเข้าที่ Inlet ของ GC เมื่อ Valve ใน Headspace ทำงานและเข้าสู่ Column สารตัวอย่างจะถูกวิเคราะห์ด้วยเครื่อง GC ตามขั้นตอนการทำงานที่กล่าวข้างต้นต่อไป ทั้งนี้ตัวอย่างที่เป็นแก๊สจะเข้าไปอยู่ในชั้น Headspace มากน้อยแค่ไหนขึ้นอยู่กับค่า Partition coefficient ของสารแต่ละชนิด ทั้งนี้การวิเคราะห์ด้วยเทคนิค Headspace ต้องควบคุมพารามิเตอร์ต่าง ๆ ที่เกี่ยวข้องในการทำให้สารตัวอย่างที่ต้องการวิเคราะห์กลายเป็นไป ดังนี้

1. pH ของสารละลายตัวอย่าง
2. ปริมาณตัวอย่างที่บรรจุใน Vial
3. เวลาที่ใช้เพื่อให้ไอของสารตัวอย่างฟุ้งกระจายจนสมดุล
4. อุณหภูมิที่ต้องสูงพอที่จะทำให้ตัวอย่างกลายเป็นไปได้
5. ปริมาณเกลือที่เติม

บทที่ 3
วิธีดำเนินการวิจัย

รูปแบบการวิจัย

เป็นการศึกษาวิจัยเชิงพรรณนา (Descriptive research) โดยเก็บข้อมูลแบบภาคตัดขวาง (Cross sectional study) เพื่อประเมินการรับสัมผัสสาร Methyl Ethyl Ketone (MEK) ในปัสสาวะ และปัจจัยที่มีความสัมพันธ์กับสมรรถภาพการมองเห็นของพนักงานฝ่ายผลิตในโรงงานผลิตรองเท้าแห่งหนึ่งในกรุงเทพมหานคร โดยระยะเวลาในการเก็บข้อมูลอยู่ระหว่างเดือนเมษายนถึงเดือนกรกฎาคม 2560

ประชากรและกลุ่มตัวอย่าง

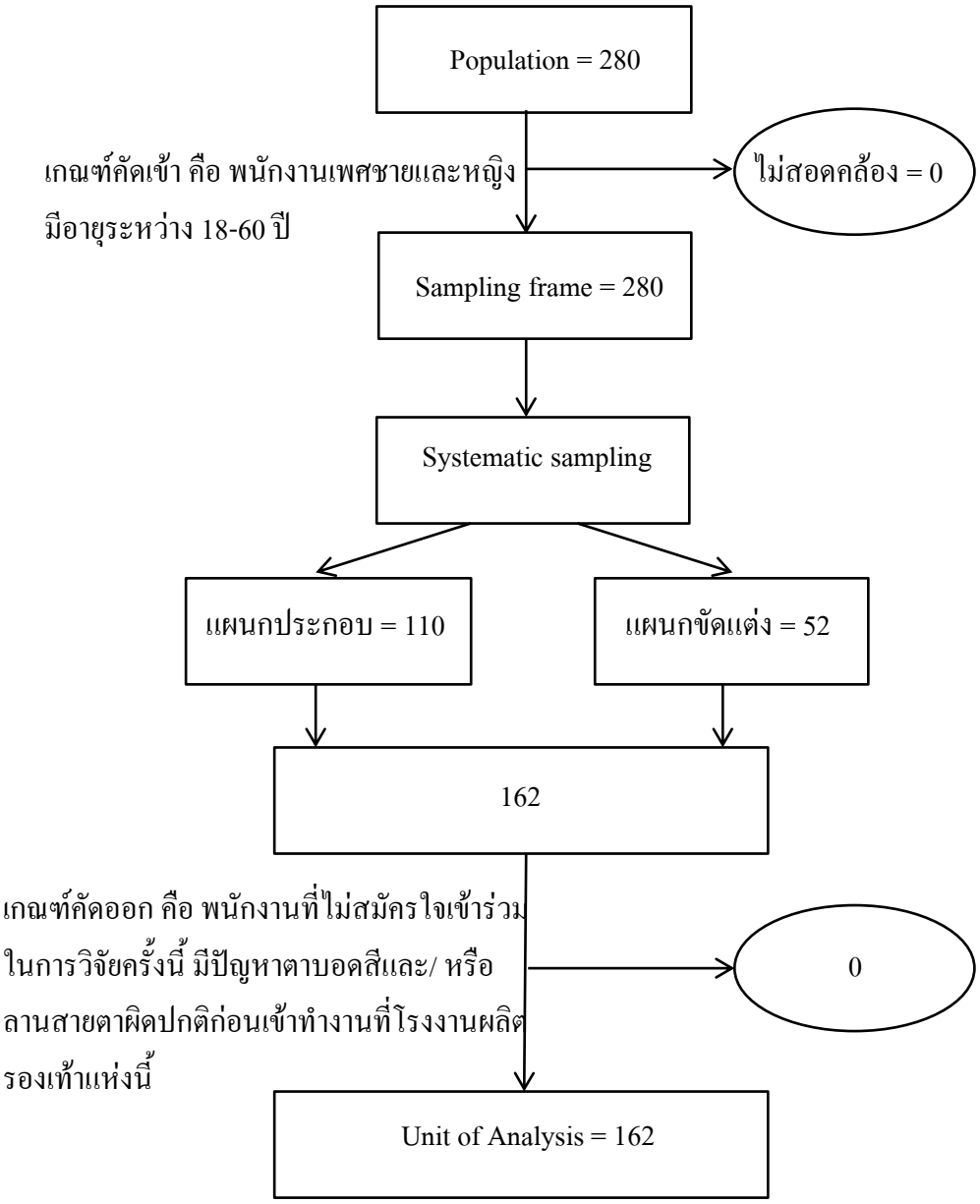
1. ประชากรศึกษา

พนักงานฝ่ายผลิตในโรงงานผลิตรองเท้าแห่งหนึ่งในกรุงเทพมหานคร จำนวน 280 คน ประกอบด้วยแผนกประกอบจำนวน 190 คน และแผนกขัดแต่งจำนวน 90 คน

2. กลุ่มตัวอย่างและการสุ่มตัวอย่าง

2.1 คำนวณขนาดกลุ่มตัวอย่างโดยใช้ตารางสำเร็จรูป Krejcie and Morgan (1970) จากจำนวนประชากร 280 คน เมื่อดูขนาดกลุ่มตัวอย่างในตารางสำเร็จรูป Krejcie and Morgan ได้ขนาดของกลุ่มตัวอย่างเท่ากับ 162 คน

2.2 การสุ่มตัวอย่างใช้วิธีการสุ่มตัวอย่างด้วยวิธีแบบเป็นระบบ (Systematic sampling) ในแต่ละแผนกจะคำนวณได้กลุ่มตัวอย่างจากแผนกประกอบจำนวน 110 คน และแผนกขัดแต่งจำนวน 52 คนตามสัดส่วน รวมทั้งสิ้น 162 คน ต่อจากนั้นโดยนำรายชื่อพนักงานในแต่ละแผนกมาเรียงตามลำดับพยัญชนะขึ้นต้น คำนวณหาค่าช่วงกว้างของการสุ่มตัวอย่าง (Sampling interval) ในแต่ละแผนกได้ประมาณ 1 ทำการสุ่มตัวอย่างจากรายชื่อพนักงานที่เรียงลำดับแล้วด้วยค่าช่วงกว้างของการสุ่มตัวอย่างดังกล่าวในแต่ละแผนก จะได้กลุ่มตัวอย่างจากการสุ่มตัวอย่างทั้งสองแผนกรวมทั้งสิ้น 162 คน ตามภาพที่ 3-1



ภาพที่ 3-1 Flow chart ขั้นตอนการคัดเลือกกลุ่มตัวอย่าง

3. ขนาดของกลุ่มตัวอย่าง

พนักงานฝ่ายผลิตในโรงงานผลิตรองเท้าแห่งหนึ่งในกรุงเทพมหานคร จำนวน 162 คน สามารถจำแนกตามแผนกได้ตามตารางที่ 3-1

ตารางที่ 3-1 จำแนกกลุ่มตัวอย่างตามแผนก

แผนก	ขนาดของกลุ่มตัวอย่าง
ประกอบ	110
ขัดแต่ง	52

เครื่องมือเก็บรวบรวมข้อมูล

1. เครื่องมือที่ใช้ในงานวิจัย

1.1 แบบสอบถาม ประกอบด้วย 2 ส่วน

ส่วนที่ 1 แบบสอบถามมีลักษณะเป็นคำถามแบบเลือกตอบ ประกอบด้วย 4 ส่วน คือ

ส่วนที่ 1.1 ข้อมูลลักษณะทางประชากร ได้แก่ เพศ อายุ น้ำหนัก ส่วนสูง ดัชนีมวลกาย สถานภาพ ระดับการศึกษา การสูบบุหรี่ การดื่มสุราหรือเครื่องดื่มแอลกอฮอล์ และระยะเวลาของการนอนหลับเฉลี่ยในแต่ละคืน

ส่วนที่ 1.2 สภาพการทำงานได้แก่ อายุงานและระยะเวลาในการทำงานต่อวัน

ส่วนที่ 1.3 ประวัติการเจ็บป่วย ได้แก่ โรคประจำตัวในปัจจุบันและการรับประทานยาประจำ

ส่วนที่ 1.4 การสวมใส่อุปกรณ์ป้องกันอันตรายส่วนบุคคล ได้แก่ การใช้อุปกรณ์ป้องกันระบบหายใจขณะปฏิบัติงาน ชนิดอุปกรณ์ป้องกันระบบหายใจขณะปฏิบัติงาน และระยะเวลาในการใช้อุปกรณ์ป้องกันระบบหายใจขณะปฏิบัติงาน

ส่วนที่ 2 ประกอบด้วยการสอบถามลักษณะอาการเกี่ยวกับสายตาที่เป็น มีลักษณะคำถามเป็นแบบตรวจสอบรายการ (Check list) ประกอบด้วยอาการดังต่อไปนี้ ปวดตา ตาพร่ามัว/เคืองตา ตาแห้ง น้ำตาไหล แสบตา/ เจ็บตา คันตา ตาอักเสบ/ ตาแดงบวม ตาสู้แสงไม่ได้ มองเห็นจุดหรือเส้นสีดำ ๆ ลอยไปมา เห็นแสงวาบ ตาฟางเวลากลางคืน มองเห็นภาพซ้อน และเห็นแสงสีรุ้งรอบดวงไฟ (อติพร ตวงทอง และคณะ, 2558) และความถี่ที่เป็นอาการดังกล่าวมีลักษณะเป็นคำถามแบบเลือกตอบ แปลผลดังนี้

ถ้าไม่เคยมีอาการสำหรับอาการใด ๆ เลย หมายถึง ปกติ

ถ้าเคยเป็นบางครั้ง หรือเป็นตลอดเวลา ตั้งแต่ 1 อาการขึ้นไป หมายถึง ผิดปกติ

1.2 เครื่อง Head-Space Gas Chromatography (HSGC) เพื่อใช้วิเคราะห์หาระดับสาร MEK ในปัสสาวะ (หลังสิ้นสุดการทำงาน) ตามวิธีใน Manual of Analytical Methods (NMAM) 8319, Issue 1 แปลผลโดยการหาระดับสาร MEK ในปัสสาวะ (หลังสิ้นสุดการทำงาน) เปรียบเทียบกับค่ามาตรฐานของ ACGIH

1.3 เครื่องวัดสมรรถภาพการมองเห็น Titmus รุ่น V4 เพื่อใช้ตรวจวัดตาบอดสีและลานสายตา ใช้เกณฑ์การแปลผลตามคู่มือการใช้เครื่องวัดสมรรถภาพสายตา กองอาชีวอนามัย กระทรวงสาธารณสุข 2543 ดังนี้

ตาบอดสี

1. ผู้รับการตรวจอ่านตัวเลขถูกต้องทั้งหมด 6 ตัว แสดงว่าความสามารถมองเห็นภาพสีปกติ

2. ผู้รับการตรวจอ่านตัวเลขถูกต้อง 5 ตัว แสดงว่าการมองเห็นภาพสีผิดปกติเล็กน้อย

3. ผู้รับการตรวจอ่านตัวเลขถูกต้องน้อยกว่า 5 ตัว แสดงว่าการมองเห็นภาพสีผิดปกติ

ลานสายตา

1. ผู้รับการตรวจมองเห็นแสงไฟสีเหลืองทุกองศา แสดงว่าลานสายตาปกติ

2. ผู้รับการตรวจมองเห็นแสงไฟสีเหลืองไม่ครบทุกองศา แสดงว่าลานสายตาผิดปกติ

2. วัสดุที่ใช้ในงานวิจัย

2.1 ขวดพลาสติกปัสสาวะขนาด 20 ซีซี

2.2 ใบส่งตัวอย่างปัสสาวะ

3. คุณภาพเครื่องมือในงานวิจัย แบ่งได้เป็น 3 ส่วน คือ

3.1 แบบสอบถาม ในการศึกษาวิจัยครั้งนี้ได้มีการทดสอบความตรง (Validity) โดยผู้วิจัยนำแบบสอบถามที่ได้จากการทบทวนเอกสารและงานวิจัยที่เกี่ยวข้องไปให้ผู้เชี่ยวชาญจำนวน 3 ท่าน (รายละเอียดตามภาคผนวก ก) ตรวจสอบความตรงเชิงเนื้อหา เชิงโครงสร้างของเครื่องมือวิจัย ความเหมาะสมของภาษาที่ใช้และความสอดคล้องกับวัตถุประสงค์ของการวิจัย โดยผู้เชี่ยวชาญลงความเห็นและให้คะแนนเป็นรายข้อในประเด็นที่ใช้ถาม แล้วนำมาหาค่าดัชนีความสอดคล้อง (Item – objective congruence index-IOC) ระหว่างข้อคำถามกับตัวแปรดังนี้

+1 หมายถึง ข้อคำถามนั้นตรงหรือสอดคล้องกับตัวแปร/ วัตถุประสงค์ (เห็นด้วย)

0 หมายถึง ข้อคำถามนั้นไม่แน่ใจหรือไม่สามารถตัดสินใจได้ว่าตรงหรือสอดคล้องกับตัวแปร/ วัตถุประสงค์ (ไม่แน่ใจ)

-1 หมายถึง ข้อคำถามนั้นไม่ตรงหรือไม่สอดคล้องกับตัวแปร/ วัตถุประสงค์ (ไม่เห็นด้วย)

โดยค่าดัชนีความสอดคล้องที่ยอมรับได้มีค่าระหว่าง 0.6-1.00 ซึ่งแสดงว่าข้อคำถามหรือประเด็นที่จะทำการรวบรวมข้อมูลมีความตรง

สูตรในการคำนวณ

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

IOC คือ ค่าดัชนีความสอดคล้อง (Item-objective congruence index)

R คือ คะแนนของผู้เชี่ยวชาญ

ΣR คือ ผลรวมของคะแนนผู้เชี่ยวชาญแต่ละคน

N คือ จำนวนผู้เชี่ยวชาญ

การหาความเชื่อมั่น (Reliability) ของแบบสอบถาม โดยนำแบบสอบถามที่ผ่านการตรวจสอบและปรับปรุงแก้ไขไปทดลองใช้กับพนักงานในโรงงานผลิตสีแห่งหนึ่งที่มีการรับสัมผัสสาร MEK จำนวน 30 คน เพื่อทดสอบความเข้าใจต่อข้อคำถาม ความชัดเจนของภาษาและระยะเวลาในการตอบแบบสอบถาม จากนั้นทำการแก้ไข ปรับปรุงแบบสอบถามให้มีความเที่ยงตรงกับเนื้อหาและสอดคล้องกับวัตถุประสงค์ของแบบสอบถาม แล้วนำผลที่ได้มาวิเคราะห์เพื่อตรวจสอบคุณภาพของข้อคำถาม โดยใช้ค่า Cronbach coefficient alpha ซึ่งได้ค่าความเชื่อมั่น 0.884

3.2 การเก็บตัวอย่างปัสสาวะและวิเคราะห์ตัวอย่างปัสสาวะ

การเก็บตัวอย่างปัสสาวะดำเนินการตามวิธีใน Manual of analytical methods (NMAM) 8319, Issue 1 และวิเคราะห์ตัวอย่างปัสสาวะโดยใช้เครื่อง Head-space gas chromatography (HSGC) ซึ่งผ่านการสอบเทียบเครื่องมือแล้วโดยหน่วยงานที่มีความน่าเชื่อถือ

3.3 เครื่องวัดสมรรถภาพการมองเห็น Titmus รุ่น V4 ผ่านการสอบเทียบเครื่องมือแล้วโดยหน่วยงานที่มีความน่าเชื่อถือ

การวิจัยผ่านการพิจารณาจริยธรรมการวิจัยในมนุษย์ของคณะสาธารณสุขศาสตร์ เมื่อวันที่ 29 มีนาคม พ.ศ. 2560

การเก็บรวบรวมข้อมูล

ผู้วิจัยได้ชี้แจงรายละเอียดขั้นตอนของการวิจัยทั้งหมดให้แก่กลุ่มตัวอย่างและมีการดำเนินการการเก็บรวบรวมข้อมูล ดังนี้

1. แบบสอบถาม ให้กลุ่มตัวอย่างทำแบบสอบถามที่ผู้วิจัยสร้างขึ้น

2. เก็บตัวอย่างปัสสาวะโดยแจกขวดพลาสติกเก็บปัสสาวะให้แก่กลุ่มตัวอย่างหลังสิ้นสุดการทำงานปริมาตร 20 ซีซี เก็บตามวิธีใน Manual of analytical methods (NMAM) 8319, Issue 1 นำมาเก็บในกล่องโฟมน้ำแข็งทันที เพื่อนำไปเก็บในตู้เย็นที่อุณหภูมิ 4°C หลังจากนั้นส่งวิเคราะห์ที่ศูนย์ปฏิบัติการอาชีวอนามัย กระทรวงสาธารณสุข นนทบุรี โดยใช้เครื่อง Head-space gas chromatography (HSGC)

3. ทำการตรวจวัดตาบอดสีและลานสายตาแก่กลุ่มตัวอย่างหลังสิ้นสุดการทำงานด้วยเครื่องวัดสมรรถภาพการมองเห็น Titmus รุ่น V4 ตามคู่มือการใช้เครื่องวัดสมรรถภาพสายตา กองอาชีวอนามัย กระทรวงสาธารณสุข 2543 และทำการบันทึกผลการตรวจวัด ในส่วนของอาการแสดงตรวจวัดโดยให้กลุ่มตัวอย่างทำแบบสอบถามอาการเกี่ยวกับสายตา โดยผู้วิจัยเป็นผู้ดำเนินการผู้เดียว

การพิทักษ์สิทธิ์ของกลุ่มตัวอย่าง

ในการศึกษาวิจัยครั้งนี้ ผู้วิจัยได้ยื่นขอพิจารณาจริยธรรมการวิจัย จากคณะกรรมการพิจารณาจริยธรรมการวิจัยในมนุษย์ คณะสาธารณสุขศาสตร์ มหาวิทยาลัยบูรพา ก่อนทำการเก็บรวบรวมข้อมูล โดยผู้วิจัยได้เข้าไปชี้แจงวัตถุประสงค์ของการวิจัย ขั้นตอนการเก็บข้อมูล ระยะเวลาในการเก็บรวบรวมข้อมูล และแจ้งให้กลุ่มตัวอย่างเข้าใจถึงการพิทักษ์สิทธิกลุ่มตัวอย่างโดยเคารพสิทธิ์ส่วนบุคคลในการเข้าร่วมหรือถอนตัวระหว่างทำการวิจัยซึ่งจะไม่เกิดผลเสียหายใด ๆ ต่อกลุ่มตัวอย่าง ข้อมูลที่ได้จากการวิจัยครั้งนี้จะปกปิดเป็นความลับ การนำเสนอข้อมูลของกลุ่มตัวอย่างจะนำเสนอในภาพรวม ไม่มีการระบุชื่อหน่วยงาน ชื่อ และนามสกุล ของกลุ่มตัวอย่าง และกลุ่มตัวอย่างทุกคนที่ยินดีเข้าร่วมในการศึกษาวิจัยได้ลงนามในใบยินยอมเข้าร่วมเป็นกลุ่มตัวอย่างโดยสมัครใจ

การวิเคราะห์ข้อมูล

ในการวิเคราะห์ข้อมูลทางสถิติอาศัยโปรแกรม มีการนำเสนอข้อมูลสถิติ 2 แบบ ดังนี้

1. สถิติเชิงพรรณนา ใช้สถิติ จำนวน ร้อยละ ค่าเฉลี่ย ค่าเบี่ยงเบนมาตรฐาน ค่าต่ำสุดและสูงสุด สำหรับข้อมูลลักษณะทางประชากร สภาพการทำงาน ประวัติการเจ็บป่วย การสวมใส่อุปกรณ์ป้องกันอันตรายส่วนบุคคล ปริมาณระดับความเข้มข้นของสาร MEK ในปัสสาวะและสมรรถภาพการมองเห็น

2. สถิติเชิงวิเคราะห์ หาความสัมพันธ์ระหว่างระดับสาร MEK ในปัสสาวะและปัจจัยต่าง ๆ ได้แก่ ข้อมูลลักษณะทางประชากร สภาพการทำงาน ประวัติการเจ็บป่วย การสวมใส่อุปกรณ์ป้องกันอันตรายส่วนบุคคลและปริมาณการรับสัมผัสสาร MEK ในปัสสาวะกับสมรรถภาพการมองเห็นด้วยสถิติวิเคราะห์สหสัมพันธ์เชิงเส้นตรงอย่างง่าย (Pearson correlation) สำหรับข้อมูลเชิงปริมาณ และสถิติวิเคราะห์ Chi-square สำหรับข้อมูลเชิงคุณภาพ

บทที่ 4
ผลการวิจัย

การศึกษานี้เป็นการประเมินการรับสัมผัสสาร MEK ในปัสสาวะและศึกษาปัจจัยที่มีความสัมพันธ์กับสมรรถภาพการมองเห็นของพนักงานฝ่ายผลิตในโรงงานผลิตรองเท้า ศึกษาในพนักงานที่รับสัมผัสสาร MEK จำนวน 162 คน เก็บข้อมูลโดยใช้แบบสอบถาม การวัดสมรรถภาพการมองเห็น รวมทั้งผลการเก็บตัวอย่างปัสสาวะหลังสิ้นสุดการทำงาน นำเสนอผลการศึกษาด้วยการบรรยายประกอบตาราง เรียงตามลำดับ ดังนี้

1. ข้อมูลลักษณะทางประชากร
2. สภาพการทำงาน
3. ประวัติการเจ็บป่วย
4. การสวมใส่อุปกรณ์ป้องกันอันตรายส่วนบุคคล
5. ปริมาณระดับสาร MEK ในปัสสาวะ (หลังสิ้นสุดการทำงาน) ของกลุ่มตัวอย่าง
6. สมรรถภาพการมองเห็น (อาการเกี่ยวกับสายตาและตาบอดสี ลานสายตา)
7. ความสัมพันธ์ระหว่างปัจจัยต่าง ๆ กับกับสมรรถภาพการมองเห็น (อาการเกี่ยวกับสายตา) ของกลุ่มตัวอย่าง
8. ความสัมพันธ์ระหว่างปัจจัยต่าง ๆ กับสมรรถภาพการมองเห็น (ตาบอดสี) ของกลุ่มตัวอย่าง
9. ความสัมพันธ์ระหว่างปัจจัยต่าง ๆ กับสมรรถภาพการมองเห็น (ลานสายตา) ของกลุ่มตัวอย่าง

ข้อมูลลักษณะทางประชากร

จากการศึกษาข้อมูลลักษณะทางประชากรของกลุ่มตัวอย่าง พบว่า ส่วนใหญ่เป็นพนักงานหญิงจำนวน 154 คน ร้อยละ 95.1 อายุเฉลี่ย 30.68 ปี ช่วงอายุส่วนใหญ่อยู่ในช่วง 20-29 ปี ร้อยละ 44.4 ดัชนีมวลกายเฉลี่ย 23.148 kg/ m^2 ช่วงดัชนีมวลกายส่วนใหญ่อยู่ในช่วง 18.5-22.9 kg/ m^2 ร้อยละ 45.7 ส่วนใหญ่มีสถานภาพสมรส ร้อยละ 65.4 ส่วนใหญ่ระดับการศึกษาสูงสุด คือ ประถมศึกษา ร้อยละ 32.7 จากการศึกษาประวัติการสูบบุหรี่และดื่มสุราหรือเครื่องดื่มแอลกอฮอล์ พบว่า ส่วนใหญ่ไม่สูบบุหรี่ ร้อยละ 96.9 โดยในส่วนของกลุ่มตัวอย่างที่ยังสูบบุหรี่นั้นพบว่าส่วนใหญ่สูบวันละ 4-6 มวน/ วัน ร้อยละ 66.7 และทั้งหมดสูบมานานเป็นช่วงระยะเวลา 11 ปีขึ้นไป

ร้อยละ 100.0 และส่วนใหญ่ไม่ดื่มสุราหรือเครื่องดื่มแอลกอฮอล์ สูบบุหรี่ ร้อยละ 93.2 โดยในส่วนของกลุ่มตัวอย่างที่ยังดื่มสุราหรือเครื่องดื่มแอลกอฮอล์นั้นพบว่า ส่วนใหญ่ดื่มมานานเป็นช่วงระยะเวลา 1-5 ปี และ 11 ปีขึ้นไป ร้อยละ 44.4, 44.4 ตามลำดับ และส่วนระยะเวลาของการนอนหลับเฉลี่ยในแต่ละคืนเท่ากับ 5.78 ชั่วโมง ส่วนใหญ่อยู่ในช่วง 5-6 ชั่วโมง ร้อยละ 78.4 ดังตารางที่ 4-1

ตารางที่ 4-1 จำนวนและร้อยละของกลุ่มตัวอย่างจำแนกตามลักษณะทางประชากร

ลักษณะทางประชากร	**จำนวน**	**ร้อยละ**
รวม	162	100.0
เพศ		
ชาย	8	4.9
หญิง	154	95.1
อายุ (ปี)		
< 20	12	7.4
20-29	72	44.4
30-39	49	30.2
40-49	22	13.6
≥ 50	7	4.4
ค่าเฉลี่ย (ส่วนเบี่ยงเบนมาตรฐาน)	30.68 (8.63)	
ค่ามัธยฐาน (ค่าต่ำสุด-สูงสุด)	29 (18-54)	
ดัชนีมวลกาย (kg/ m^2)		
< 18.5	17	10.5
18.5-22.9	74	45.7
23.0-24.9	28	17.3
25.0-29.9	29	17.9
≥ 30.0	14	8.6

ตารางที่ 4-1 (ต่อ)

ลักษณะทางประชากร	จำนวน	ร้อยละ
ค่าเฉลี่ย (ส่วนเบี่ยงเบนมาตรฐาน)	23.148 (4.326)	
ค่ามัธยฐาน (ค่าต่ำสุด-สูงสุด)	22.35 (14.60-42.5)	
สถานภาพ		
โสด	49	30.2
สมรส	106	65.4
หม้าย/ หย่าร้าง/ แยกกันอยู่	7	4.4
ระดับการศึกษา		
ไม่ได้รับการศึกษา	20	12.3
ประถมศึกษา	53	32.7
มัธยมตอนต้น	45	27.8
มัธยมตอนปลาย	39	24.1
อนุปริญญาหรือเทียบเท่า	2	1.2
ปริญญาตรีหรือสูงกว่า	3	1.9
ประวัติการสูบบุหรี่		
ไม่สูบ	157	96.9
ปัจจุบันยังสูบ	3	1.9
เคยสูบแต่เลิกสูบแล้ว	2	1.2
จำนวนบุหรี่ที่สูบ (มวน/ วัน)	(n = 3)	
4-6	2	66.7
7-9	0	0.0
≥ 10	1	33.3

ตารางที่ 4-1 (ต่อ)

ลักษณะทางประชากร	จำนวน	ร้อยละ
ระยะเวลาที่สูบบุหรี่ (ปี)	(n = 3)	
1-5	0	0.0
6-10	0	0.0
≥ 11	3	100.0
ประวัติการดื่มสุราหรือเครื่องดื่มแอลกอฮอล์		
ไม่ดื่ม	151	93.2
ปัจจุบันยังดื่ม	9	5.6
เคยดื่มแต่เลิกดื่มแล้ว	2	1.2
ระยะเวลาที่ดื่มสุราหรือเครื่องดื่มแอลกอฮอล์ (ปี)	(n = 9)	
1-5	4	44.4
6-10	1	11.2
≥ 11	4	44.4
ระยะเวลาของการนอนหลับเฉลี่ยในแต่ละคืน (ชั่วโมง)		
< 3	1	0.6
3-4	7	4.3
5-6	127	78.4
≥ 7	27	16.7
ค่าเฉลี่ย (ส่วนเบี่ยงเบนมาตรฐาน)	5.78 (1.05)	
ค่ามัธยฐาน (ค่าต่ำสุด-สูงสุด)	6 (2-8)	

สภาพการทำงาน

จากการศึกษาสภาพการทำงานของกลุ่มตัวอย่าง พบว่า ส่วนใหญ่ทำงานในตำแหน่งปัจจุบันอยู่ในช่วง 1-5 ปี ร้อยละ 58.6 และส่วนใหญ่มีจำนวนชั่วโมงการทำงานปกติต่อวัน 13-14 ชั่วโมง ร้อยละ 40.1 ดังตารางที่ 4-2

ตารางที่ 4-2 จำนวนและร้อยละของกลุ่มตัวอย่างจำแนกตามสภาพการทำงาน

สภาพการทำงาน	จำนวน	ร้อยละ
รวม	162	100.0
ระยะเวลาที่ทำงานในตำแหน่งปัจจุบัน (ปี)		
<1	43	26.5
1-5	95	58.6
6-10	14	8.6
11-15	4	2.5
16-20	3	1.9
≥ 21	3	1.9
ค่าเฉลี่ย (ส่วนเบี่ยงเบนมาตรฐาน)	4.11 (4.57)	
ค่ามัธยฐาน (ค่าต่ำสุด-สูงสุด)	3 (1-32)	
จำนวนชั่วโมงการทำงานปกติต่อวัน (ชั่วโมง)		
8	7	4.3
9-10	15	9.3
11-12	34	21.0
13-14	65	40.1
15-16	41	25.3
ค่าเฉลี่ย (ส่วนเบี่ยงเบนมาตรฐาน)	13.19 (1.88)	
ค่ามัธยฐาน (ค่าต่ำสุด-สูงสุด)	14 (8-15)	

ประวัติการเจ็บป่วย

จากการศึกษาประวัติการเจ็บป่วยของกลุ่มตัวอย่าง พบว่า ส่วนใหญ่ไม่มีโรคประจำตัว ร้อยละ 87.0 มีโรคประจำตัว ร้อยละ 13.0 ได้แก่ โรคเบาหวาน โรคความดันโลหิตสูง โรคหัวใจ โรคภูมิแพ้ โรคไทรอยด์ โรคต่อมน้ำเหลืองอักเสบและโรคไมเกรน และส่วนใหญ่ไม่มียาที่ต้องรับประทาน ร้อยละ 90.7 ดังตารางที่ 4-3

ตารางที่ 4-3 จำนวนและร้อยละของกลุ่มตัวอย่างจำแนกตามประวัติการเจ็บป่วย

ประวัติการเจ็บป่วย	จำนวน	ร้อยละ
รวม	162	100.0
ปัจจุบันมีโรคประจำตัว		
มี	21	13.0
ไม่มี	141	87.0
ในกรณีที่มีโรคประจำตัว	(n = 21)	
โรคเบาหวาน	2	9.5
โรคความดันโลหิตสูง	12	57.1
โรคหัวใจ	2	9.5
โรคภูมิแพ้	1	4.8
โรคไทรอยด์	1	4.8
โรคต่อมน้ำเหลืองอักเสบ	1	4.8
โรคไมเกรน	2	9.5
ปัจจุบันมียาที่ต้องรับประทานประจำ		
มี	15	9.3
ไม่มี	147	90.7
ในกรณีมียาที่ต้องรับประทานประจำ	(n = 15)	
ยาโรคไทรอยด์	1	6.7
ยาลดความดันโลหิตสูง	9	60.0

ตารางที่ 4-3 (ต่อ)

ประวัติการเจ็บป่วย	จำนวน	ร้อยละ
ยาโรคหัวใจ	2	13.3
ยาโรคเบาหวาน	2	13.3
ยาโรคต่อมน้ำเหลืองอักเสบ	1	6.7

การสวมใส่อุปกรณ์ป้องกันอันตรายส่วนบุคคล

จากการศึกษาการสวมใส่อุปกรณ์ป้องกันอันตรายส่วนบุคคลของกลุ่มตัวอย่าง พบว่า ใช้อุปกรณ์ป้องกันระบบหายใจขณะปฏิบัติงานทั้งหมด ร้อยละ 100 ชนิดของอุปกรณ์ป้องกันระบบหายใจที่ใช้ส่วนใหญ่เป็นหน้ากากอนามัยชนิด N95 ร้อยละ 69.1 และระยะเวลาการใช้อุปกรณ์ป้องกันอันตรายระบบหายใจปิดปากและจมูกโดยปกติส่วนใหญ่ร้อยละ 76-100 ของเวลาการปฏิบัติงาน ใส่เครื่องป้องกันระบบหายใจเกือบตลอดเวลาของเวลาการปฏิบัติงาน มีถึงร้อยละ 91.4 ดังตารางที่ 4-4

ตารางที่ 4-4 จำนวนและร้อยละของกลุ่มตัวอย่างจำแนกตามการสวมใส่อุปกรณ์ป้องกันอันตรายส่วนบุคคล

การสวมใส่อุปกรณ์ป้องกันอันตรายส่วนบุคคล	จำนวน	ร้อยละ
รวม	162	100.0
การใช้อุปกรณ์ป้องกันระบบหายใจขณะปฏิบัติงาน		
มี	162	100.0
ไม่มี	0	0.0
ชนิดของอุปกรณ์ป้องกันระบบหายใจที่ใช้ (ตอบได้มากกว่า 1 ข้อ) (n = 162)		
หน้ากากอนามัยชนิดกระดาษ	0	0.0
หน้ากากอนามัยชนิดผ้า	32	19.8
หน้ากากอนามัยชนิด N95	112	69.1

ตารางที่ 4-4 (ต่อ)

การสวมใส่อุปกรณ์ป้องกันอันตรายส่วนบุคคล	จำนวน	ร้อยละ
หน้ากากคาร์บอน	18	11.1
ระยะเวลาการใช้อุปกรณ์ป้องกันอันตรายระบบหายใจปิดปากและจมูกโดยปกติ คิดเป็นร้อยละของเวลาการปฏิบัติงาน		
ร้อยละ 25 รวมแล้วไม่เกิน 2 ชั่วโมง	2	1.2
ร้อยละ 26-50 รวมแล้วไม่เกิน 4 ชั่วโมง	1	0.6
ร้อยละ 51-75 รวมแล้วไม่เกิน 6 ชั่วโมง	11	6.8
ร้อยละ 76-100 ใส่เกือบตลอดเวลา	148	91.4

ปริมาณระดับสาร MEK ในปัสสาวะ (หลังสิ้นสุดการทำงาน) ของกลุ่มตัวอย่าง

จากการศึกษาปริมาณระดับสาร MEK ในปัสสาวะ (หลังสิ้นสุดการทำงาน) ของกลุ่มตัวอย่าง พบว่า ส่วนใหญ่มีค่า < 0.30 mg/ L ร้อยละ 58.0 รองลงมามีค่าอยู่ระหว่าง 0.30-0.59 mg/ L ร้อยละ 20.4 ซึ่งในจำนวนตัวอย่างทั้งหมดของปริมาณระดับสาร MEK ในปัสสาวะ (หลังสิ้นสุดการทำงาน) ไม่มีค่าใดเกินค่ามาตรฐานที่ยอมให้มีได้ของ American Conference of Governmental Industrial Hygienists (ACGIH) (มาตรฐานของค่า Biological Exposure Index: BEI กำหนดว่าปริมาณระดับสาร MEK ในปัสสาวะ (หลังสิ้นสุดการทำงาน) ต้องไม่เกิน 2 mg/ L ดังตารางที่ 4-5

ตารางที่ 4-5 จำนวนและร้อยละของกลุ่มตัวอย่างจำแนกตามปริมาณระดับสาร MEK ในปัสสาวะ (หลังสิ้นสุดการทำงาน)

ปริมาณระดับสาร MEK ในปัสสาวะ (หลังสิ้นสุดการทำงาน)	จำนวน	ร้อยละ
รวม	162	100.0
ปริมาณระดับสาร MEK ในปัสสาวะหลังสิ้นสุดการทำงาน (mg/ L)		
< 0.30*	94	58.0

ตารางที่ 4-5 (ต่อ)

ปริมาณระดับสาร MEK ในปัสสาวะ (หลังสิ้นสุดการทำงาน)	จำนวน	ร้อยละ
0.30-0.59	33	20.4
0.60-0.89	23	14.2
0.90-1.19	8	4.9
1.20-1.49	3	1.9
> 1.49	1	0.6
ค่าเฉลี่ย (ส่วนเบี่ยงเบนมาตรฐาน)	0.43 (0.24)	
ค่ามัธยฐาน (ค่าต่ำสุด-สูงสุด)	0.30 (0.30-1.50)	

* Detection of limit = <0.3 mg/ L

สมรรถภาพการมองเห็น (อาการเกี่ยวกับสายตา ตาบอดสีและลานสายตา)

สมรรถภาพการมองเห็น (อาการเกี่ยวกับสายตา)

จากการศึกษาสมรรถภาพการมองเห็น (อาการเกี่ยวกับสายตา) ของกลุ่มตัวอย่าง พบว่าในส่วนของอาการเกี่ยวกับสายตานั้น อาการที่เป็นตลอดเวลาส่วนใหญ่ ได้แก่ อาการแสบตา/ เจ็บตา อาการตาอักเสบ/ แดงบวม อาการมองเห็นภาพซ้อนและอาการตาเห็นสีรุ้งรอบดวงไฟ ร้อยละ 1.2, ร้อยละ 1.2, ร้อยละ 1.2 และร้อยละ 1.2 ตามลำดับ สำหรับอาการที่เป็นเคยเป็นบางครั้ง ส่วนใหญ่มีอาการคันตา ร้อยละ 46.3 แสบตา/ เจ็บตาร้อยละ 44.4 ตาพร่ามัว/ เคืองตา ร้อยละ 43.8 น้ำตาไหลร้อยละ 38.9 ปวดตา ร้อยละ 38.3 และตาแห้งร้อยละ 33.3 และส่วนใหญ่มีอาการเกี่ยวกับสายตาผิดปกติ ร้อยละ 69.1 ดังตารางที่ 4-6 และตารางที่ 4-7

ตารางที่ 4-6 จำนวนและร้อยละของกลุ่มตัวอย่างจำแนกตามสมรรถภาพการมองเห็น (อาการเกี่ยวกับสายตา)

อาการ (n = 162)	**ไม่เคยมีอาการ**	**เคยเป็นบางครั้ง**	**เป็นตลอดเวลา**
	n (%)	**n (%)**	**n (%)**
1. ปวดตา	99 (61.1)	62 (38.3)	1 (0.6)
2. ตาพร่ามัว/ เคืองตา	91 (56.2)	71 (43.8)	0 (0.0)
3. ตาแห้ง	108 (66.7)	54 (33.3)	0 (0.0)
4. น้ำตาไหล	98 (60.5)	63 (38.9)	1 (0.6)
5. แสบตา/ เจ็บตา	88 (54.4)	72 (44.4)	2 (1.2)
6. คันตา	86 (53.1)	75 (46.3)	1 (0.6)
7. ตาอักเสบ/ ตาแดงบวม	115 (71.0)	45 (27.8)	2 (1.2)
8. ตาสู้แสงไม่ได้	115 (71.0)	47 (29.0)	0 (0.0)
9. มองเห็นจุดหรือเส้นสีดำ ๆ ลอยไปมา	116 (71.6)	45 (27.8)	1 (0.6)
10. เห็นแสงวาบ	121 (74.7)	41 (25.3)	0 (0.0)
11. ตาฟางเวลากลางคืน	120 (74.1)	41 (25.3)	1 (0.6)
12. มองเห็นภาพซ้อน	115 (71.0)	45 (27.8)	2 (1.2)
13. เห็นแสงสีรุ้งรอบดวงไฟ	125 (77.2)	35 (21.6)	2 (1.2)

ตารางที่ 4-7 จำนวนและร้อยละของกลุ่มตัวอย่างจำแนกตามอาการเกี่ยวกับสายตา

อาการเกี่ยวกับสายตา	**จำนวน**	**ร้อยละ**
รวม	162	100.0
อาการเกี่ยวกับสายตา		
ปกติ	50	30.9
ผิดปกติ	112	69.1

สมรรถภาพการมองเห็น (ตาบอดสีและลานสายตา)

ในส่วนของสมรรถภาพการมองเห็น (ตาบอดสีและลานสายตา) ของกลุ่มตัวอย่าง พบว่าส่วนใหญ่มีความสามารถมองเห็นภาพสี (ตาบอดสี) และลานสายตาเป็นปกติ ร้อยละ 72.2 และ 98.8 ตามลำดับ รองลงมามีความผิดปกติในการมองเห็นภาพสี (ตาบอดสี) เล็กน้อย ร้อยละ 17.9 และผิดปกติที่ลานสายตา ร้อยละ 1.2 ดังตารางที่ 4-8

ตารางที่ 4-8 จำนวนและร้อยละของกลุ่มตัวอย่างจำแนกตามสมรรถภาพการมองเห็น (ตาบอดสีและลานสายตา)

สมรรถภาพการมองเห็น (ตาบอดสีและลานสายตา)	**จำนวน**	**ร้อยละ**
รวม	162	100.0
ความสามารถมองเห็นภาพสี (ตาบอดสี)		
ปกติ	117	72.2
ผิดปกติเล็กน้อย	29	17.9
ผิดปกติ	16	9.9
ลานสายตา		
ปกติ	160	98.8
ผิดปกติ	2	1.2

ความสัมพันธ์ระหว่างปัจจัยต่าง ๆ กับกับสมรรถภาพการมองเห็น (อาการเกี่ยวกับสายตา) ของกลุ่มตัวอย่าง

เมื่อหาความสัมพันธ์ระหว่างข้อมูลลักษณะทางประชากรกับอาการเกี่ยวกับสายตาของกลุ่มตัวอย่าง พบว่า อายุกับอาการเกี่ยวกับสายตามีความสัมพันธ์กันอย่างมีนัยสำคัญทางสถิติที่ระดับ 0.05 ($p = 0.034$) และสถานภาพกับอาการเกี่ยวกับสายตามีความสัมพันธ์กันอย่างมีนัยสำคัญทางสถิติที่ระดับ 0.05 ($p = 0.041$)

แต่เมื่อหาความสัมพันธ์ระหว่างข้อมูลลักษณะทางประชากรในด้านอื่น ๆ ได้แก่ เพศ อายุ ดัชนีมวลกาย สถานภาพ ประวัติการสูบบุหรี่ และประวัติการดื่มสุราหรือเครื่องดื่มแอลกอฮอล์

ตลอดจนปัจจัยด้านสภาพการทำงาน ประวัติการเจ็บป่วย การสวมใส่อุปกรณ์ป้องกันอันตรายส่วนบุคคลและปริมาณระดับสาร MEK ในปัสสาวะ (หลังสิ้นสุดการทำงาน) กับอาการเกี่ยวกับสายตา พบว่า ไม่มีความสัมพันธ์กัน ดังตารางที่ 4-9

ตารางที่ 4-9 ความสัมพันธ์ระหว่างปัจจัยต่าง ๆ ได้แก่ ข้อมูลลักษณะทางประชากร สภาพการทำงาน ประวัติการเจ็บป่วย การสวมใส่อุปกรณ์ป้องกันอันตรายส่วนบุคคล และปริมาณระดับสาร MEK ในปัสสาวะ (หลังสิ้นสุดการทำงาน) กับสมรรถภาพการมองเห็น (อาการเกี่ยวกับสายตา) ของกลุ่มตัวอย่าง

ข้อมูล	**อาการเกี่ยวกับสายตา**			
(n = 162)	**ปกติ**	**ผิดปกติ**	χ^2	***p***
	n (%)	**n (%)**		
เพศ			-	0.205[a]
ชาย	4 (50.0)	4 (50.0)		
หญิง	46 (29.9)	108 (70.1)		
อายุ (ปี)			3.939	0.034*
< 37	44 (34.6)	83 (65.4)		
≥ 37	6 (17.1)	29 (82.9)		
ดัชนีมวลกาย (kg/ m^2)			0.709	0.291
< 28.6	46 (31.9)	98 (68.1)		
≥ 28.6	4 (22.2)	14 (77.8)		
สถานภาพ			3.599	0.041*
โสด	10 (20.4)	39 (79.6)		
สมรส/ หม้าย/ หย่าร้าง/ แยกกันอยู่	40 (35.4)	73 (64.6)		
ระดับการศึกษา			0.365	0.343
ไม่ได้รับการศึกษา-มัธยมตอนต้น	38 (32.2)	80 (67.8)		
สูงกว่ามัธยมตอนต้น	12 (27.3)	32 (72.7)		
ประวัติการสูบบุหรี่			-	0.491[a]
ไม่สูบ	48 (30.6)	109 (69.4)		
ปัจจุบันยังสูบ/ เคยสูบแต่เลิกสูบแล้ว	2 (40.0)	3 (60.0)		

ตารางที่ 4-9 (ต่อ)

ข้อมูล (n = 162)	อาการเกี่ยวกับสายตา		χ^2	*p*
	ปกติ n (%)	ผิดปกติ n (%)		
ประวัติการดื่มสุราหรือเครื่องดื่มแอลกอฮอล์			-	0.223[a]
ไม่ดื่ม	45 (29.8)	106 (70.2)		
ปัจจุบันยังดื่ม/ เคยดื่มแต่เลิกดื่มแล้ว	5 (45.5)	6 (54.5)		
ระยะเวลาของการนอนหลับเฉลี่ยในแต่ละคืน(ชั่วโมง)			1.705	0.129
< 6	16 (25.0)	48 (75.0)		
≥ 6	34 (34.7)	64 (65.3)		
ระยะเวลาที่ทำงานในตำแหน่งปัจจุบัน (ปี)			-	0.105[a]
< 17	50 (32.1)	106 (67.9)		
≥ 17	0 (0.0)	6 (100.0)		
จำนวนชั่วโมงการทำงานปกติต่อวัน (ชั่วโมง)			0.287	0.394
< 12	6 (26.1)	17 (73.9)		
≥ 12	44 (31.7)	95 (68.3)		
โรคประจำตัวในปัจจุบัน			1.579	0.158
มี	46 (32.6)	95 (67.4)		
ไม่มี	4 (19.0)	17 (81.0)		
การรับประทานยาประจำ			-	0.101[a]
มี	48 (32.7)	99 (67.3)		
ไม่มี	2 (13.3)	13 (86.7)		

ตารางที่ 4-9 (ต่อ)

ข้อมูล (n = 162)	อาการเกี่ยวกับสายตา		χ^2	*p*
	ปกติ n (%)	ผิดปกติ n (%)		
ชนิดของอุปกรณ์ป้องกันระบบหายใจที่ใช้			0.140	0.443
หน้ากากอนามัยชนิดกระดาษ/ ชนิดผ้า	9 (28.1)	23 (71.9)		
หน้ากากอนามัยชนิด N95 และชนิดอื่น ๆ	41 (31.5)	89 (68.5)		
ระยะเวลาการใช้อุปกรณ์ป้องกันอันตรายระบบหายใจปิดปากและจมูกโดยปกติ (ร้อยละของเวลาการปฏิบัติงาน)			-	0.672[a]
ร้อยละ 0-50	1 (33.3)	2 (66.7)		
ร้อยละ 51-100	49 (30.8)	110 (69.2)		
ปริมาณระดับสาร MEK ในปัสสาวะหลังสิ้นสุดการทำงาน (mg/ L)			1.078	0.201
< 0.43	40 (33.1)	81 (66.9)		
≥ 0.43	10 (24.4)	31 (75.6)		

a = Fisher's exact test

* = มีนัยสำคัญทางสถิติที่ระดับ 0.05

ความสัมพันธ์ระหว่างปัจจัยต่าง ๆ กับสมรรถภาพการมองเห็น (ตาบอดสี) ของกลุ่มตัวอย่าง

เมื่อหาความสัมพันธ์ระหว่างปัจจัยต่าง ๆ ได้แก่ ข้อมูลลักษณะทางประชากร สภาพการทำงาน ประวัติการเจ็บป่วย การสวมใส่อุปกรณ์ป้องกันอันตรายส่วนบุคคลและปริมาณระดับสาร MEK ในปัสสาวะกับสมรรถภาพการมองเห็น (ตาบอดสี) ของกลุ่มตัวอย่าง พบว่า ไม่มีความสัมพันธ์กัน ดังตารางที่ 4-10

ตารางที่ 4-10 ความสัมพันธ์ระหว่างปัจจัยต่าง ๆ ได้แก่ ข้อมูลลักษณะทางประชากร สภาพการทำงาน ประวัติการเจ็บป่วย การสวมใส่อุปกรณ์ป้องกันอันตรายส่วนบุคคล และปริมาณระดับสาร MEK ในปัสสาวะ (หลังสิ้นสุดการทำงาน) กับสมรรถภาพการมองเห็น (ตาบอดสี) ของกลุ่มตัวอย่าง

ข้อมูล (n = 162)	**สมรรถภาพการมองเห็น (ตาบอดสี)**		χ^2	*p*
	ปกติ	**ผิดปกติ**		
	n (%)	**n (%)**		
เพศ			-	0.069[a]
ชาย	8 (100.0)	0 (0.0)		
หญิง	109 (70.8)	45 (29.2)		
อายุ (ปี)			0.095	0.470
< 37	91 (71.7)	36 (28.3)		
≥ 37	26 (74.3)	9 (25.7)		
ดัชนีมวลกาย (kg/ m^2)			1.246	0.199
< 28.6	106 (73.6)	38 (26.4)		
≥ 28.6	11 (61.1)	7 (38.9)		
สถานภาพ			2.809	0.070
โสด	31 (63.3)	18 (36.7)		
สมรส/ หม้าย/ หย่าร้าง/ แยกกันอยู่	86 (76.1)	27 (23.9)		
ระดับการศึกษา			0.768	0.251
ไม่ได้รับการศึกษา-มัธยมตอนต้น	83 (70.3)	35 (29.7)		
สูงกว่ามัธยมตอนต้น	34 (77.3)	10 (22.7)		
ประวัติการสูบบุหรี่			-	0.192[a]
ไม่สูบ	112 (71.3)	45 (28.7)		
ปัจจุบันยังสูบ/ เคยสูบแต่เลิกสูบแล้ว	5 (100.0)	0 (0.0)		

ตารางที่ 4-10 (ต่อ)

ข้อมูล (n = 162)	สมรรถภาพการมองเห็น (ตาบอดสี)		χ^2	*p*
	ปกติ n (%)	ผิดปกติ n (%)		
ประวัติการดื่มสุราหรือเครื่องดื่มแอลกอฮอล์			-	0.137[a]
ไม่ดื่ม	107 (70.9)	44 (29.1)		
ปัจจุบันยังดื่ม/ เคยดื่มแต่เลิกดื่มแล้ว	10 (90.9)	1 (9.1)		
ระยะเวลาของการนอนหลับเฉลี่ยในแต่ละคืน(ชั่วโมง)			0.078	0.463
< 6	47 (73.4)	17 (26.6)		
≥ 6	70 (71.4)	28 (28.6)		
ระยะเวลาที่ทำงานในตำแหน่งปัจจุบัน (ปี)			-	0.467[a]
< 17	112 (71.8)	44 (28.2)		
≥ 17	5 (83.3)	1 (16.7)		
จำนวนชั่วโมงการทำงานปกติต่อวัน (ชั่วโมง)			2.901	0.068
< 12	20 (87.0)	3 (13.0)		
≥ 12	97 (69.8)	42 (30.2)		
โรคประจำตัวในปัจจุบัน			0.189	0.443
มี	16 (76.2)	5 (23.8)		
ไม่มี	101 (71.6)	40 (28.4)		
การรับประทานยาประจำ			-	0.594[a]
มี	11 (73.3)	4 (26.7)		
ไม่มี	106 (72.1)	41 (27.9)		

ตารางที่ 4-10 (ต่อ)

ข้อมูล (n = 162)	สมรรถภาพการมองเห็น (ตาบอดสี)		χ^2	*p*
	ปกติ n (%)	ผิดปกติ n (%)		
ชนิดของอุปกรณ์ป้องกันระบบหายใจที่ใช้			0.002	0.560
หน้ากากอนามัยชนิดกระดาษ/ ชนิดผ้า	23 (71.9)	9 (28.1)		
หน้ากากอนามัยชนิด N95 และชนิดอื่น ๆ	94 (72.3)	36 (27.7)		
ระยะเวลาการใช้อุปกรณ์ป้องกันอันตรายระบบหายใจปิดปากและจมูกโดยปกติ (ร้อยละของเวลาการปฏิบัติงาน)			-	0.374[a]
ร้อยละ 0-50	3 (100.0)	0 (0.0)		
ร้อยละ 51-100	114 (71.7)	45 (28.3)		
ปริมาณระดับสาร MEK ในปัสสาวะหลังสิ้นสุดการทำงาน (mg/ L)			2.123	0.106
< 0.43	91 (75.2)	30 (24.8)		
≥ 0.43	26 (63.4)	15 (36.6)		

a = Fisher's exact test

ความสัมพันธ์ระหว่างปัจจัยต่าง ๆ กับสมรรถภาพการมองเห็น (ลานสายตา) ของกลุ่มตัวอย่าง

เมื่อหาความสัมพันธ์ระหว่างปัจจัยต่าง ๆ ได้แก่ ข้อมูลลักษณะทางประชากร สภาพการทำงาน ประวัติการเจ็บป่วย การสวมใส่อุปกรณ์ป้องกันอันตรายส่วนบุคคลและปริมาณระดับสาร MEK ในปัสสาวะกับสมรรถภาพการมองเห็น (ลานสายตา) ของกลุ่มตัวอย่าง พบว่า ไม่มีความสัมพันธ์กัน ดังตารางที่ 4-11

ตารางที่ 4-11 ความสัมพันธ์ระหว่างปัจจัยต่าง ๆ ได้แก่ ข้อมูลลักษณะทางประชากร สภาพการทำงาน ประวัติการเจ็บป่วย การสวมใส่อุปกรณ์ป้องกันอันตรายส่วนบุคคล และปริมาณระดับสาร MEK ในปัสสาวะ (หลังสิ้นสุดการทำงาน) กับสมรรถภาพการมองเห็น (ลานสายตา) ของกลุ่มตัวอย่าง

ข้อมูล (n = 162)	**สมรรถภาพการมองเห็น (ลานสายตา)**		***p***
	ปกติ	**ผิดปกติ**	
	n (%)	**n (%)**	
เพศ			0.903[a]
ชาย	8 (100.0)	0 (0.0)	
หญิง	152 (98.7)	2 (1.3)	
อายุ (ปี)			0.386[a]
< 37	126 (99.2)	1 (0.8)	
≥ 37	34 (97.1)	1 (2.9)	
ดัชนีมวลกาย (kg/m^2)			0.210[a]
< 28.6	143 (99.3)	1 (0.7)	
≥ 28.6	17 (94.4)	1 (5.6)	
สถานภาพ			0.485[a]
โสด	49 (100)	0 (0)	
สมรส/ หม้าย/ หย่าร้าง/ แยกกันอยู่	111 (98.2)	2 (1.8)	
ระดับการศึกษา			0.471[a]
ไม่ได้รับการศึกษา-มัธยมตอนต้น	117 (99.2)	1 (0.8)	
สูงกว่ามัธยมตอนต้น	43 (97.7)	1 (2.3)	
ประวัติการสูบบุหรี่			0.939[a]
ไม่สูบ	155 (98.7)	2 (1.3)	
ปัจจุบันยังสูบ/ เคยสูบแต่เลิกสูบแล้ว	5 (100.0)	0 (0.0)	

ตารางที่ 4-11 (ต่อ)

ข้อมูล (n = 162)	สมรรถภาพการมองเห็น (ลานสายตา)		*p*
	ปกติ n (%)	ผิดปกติ n (%)	
ประวัติการดื่มสุราหรือเครื่องดื่มแอลกอฮอล์			0.868[a]
ไม่ดื่ม	149 (98.7)	2 (1.3)	
ปัจจุบันยังดื่ม/ เคยดื่มแต่เลิกดื่มแล้ว	11 (100.0)	0 (0.0)	
ระยะเวลาของการนอนหลับเฉลี่ยในแต่ละคืน(ชั่วโมง)			0.364[a]
< 6	64 (100.0)	0 (0.0)	
≥ 6	96 (98.0)	2 (2.0)	
ระยะเวลาที่ทำงานในตำแหน่งปัจจุบัน (ปี)			0.927[a]
< 17	154 (98.7)	2 (1.3)	
≥ 17	6 (100.0)	0 (0.0)	
จำนวนชั่วโมงการทำงานปกติต่อวัน (ชั่วโมง)			0.265[a]
< 12	22 (95.7)	1 (4.3)	
≥ 12	138 (99.3)	1 (0.7)	
โรคประจำตัวในปัจจุบัน			0.243[a]
มี	20 (95.2)	1 (4.8)	
ไม่มี	140 (99.3)	1 (0.7)	
การรับประทานยาประจำ			0.177[a]
มี	14 (93.3)	1 (6.7)	
ไม่มี	146 (99.3)	1 (0.7)	

ตารางที่ 4-11 (ต่อ)

ข้อมูล (n = 162)	สมรรถภาพการมองเห็น (ลานสายตา)		*p*
	ปกติ n (%)	ผิดปกติ n (%)	
ชนิดของอุปกรณ์ป้องกันระบบหายใจที่ใช้			0.357[a]
หน้ากากอนามัยชนิดกระดาษ/ ชนิดผ้า	31 (96.9)	1 (3.1)	
หน้ากากอนามัยชนิด N95 และชนิดอื่น ๆ	129 (99.2)	1 (0.8)	
ระยะเวลาการใช้อุปกรณ์ป้องกันอันตรายระบบหายใจปิดปากและจมูกโดยปกติ (ร้อยละของเวลาการปฏิบัติงาน)			0.963[a]
ร้อยละ 0-50	3 (100.0)	0 (0.0)	
ร้อยละ 51-100	157 (98.7)	2 (1.3)	
ปริมาณระดับสาร MEK ในปัสสาวะหลังสิ้นสุดการทำงาน (mg/ L)			0.557[a]
< 0.43	119 (98.3)	2 (1.7)	
≥ 0.43	41 (100.0)	0 (0.0)	

a = Fisher's exact test

บทที่ 5
สรุป อภิปรายผลและข้อเสนอแนะ

การศึกษาเรื่องการประเมินการรับสัมผัสสาร Methyl Ethyl Ketone ในปัสสาวะและปัจจัยที่มีความสัมพันธ์กับสมรรถภาพการมองเห็นของพนักงานฝ่ายผลิตในโรงงานผลิตรองเท้าแห่งหนึ่งในกรุงเทพมหานครในครั้งนี้เป็นการศึกษาเชิงบรรยายแบบภาคตัดขวาง (Descriptive cross-sectional study) ศึกษาในพนักงานฝ่ายผลิตในโรงงานผลิตรองเท้าที่รับสัมผัสสาร MEK จำนวน 162 คน มีวัตถุประสงค์เพื่อประเมินการรับสัมผัสสาร MEK ในปัสสาวะและศึกษาปัจจัยที่มีความสัมพันธ์กับสมรรถภาพการมองเห็นของพนักงานฝ่ายผลิตในโรงงานผลิตรองเท้า ดำเนินการศึกษาและเก็บรวบรวมข้อมูลระหว่างเดือนเมษายนถึงเดือนกรกฎาคม 2560 โดยใช้เครื่องมือประกอบด้วยเครื่องวัดสมรรถภาพการมองเห็น เครื่อง Head-Space Gas Chromatography (HSGC) ที่ผ่านการสอบเทียบแล้วและแบบสอบถามที่ผู้วิจัยสร้างขึ้นจากการทบทวนวรรณกรรมซึ่งผ่านการตรวจสอบคุณภาพโดยตรวจสอบความตรง (Validity) จากผู้ทรงคุณวุฒิ ตรวจสอบความเที่ยง (Reliability) โดยการนำไปทดลอง (Try out) กับกลุ่มตัวอย่างที่มีลักษณะใกล้เคียงกันแล้วนำมาปรับปรุงข้อคำถาม โดยสอบถามเกี่ยวกับข้อมูลลักษณะทางประชากร สภาพการทำงาน ประวัติการเจ็บป่วย การสวมใส่อุปกรณ์ป้องกันอันตรายส่วนบุคคลและลักษณะอาการเกี่ยวกับสายตาที่เป็น วิเคราะห์ข้อมูลโดยใช้สถิติเชิงพรรณนา ได้แก่ การแจกแจงความถี่ ร้อยละ ค่าเฉลี่ย ค่าเบี่ยงเบนมาตรฐาน ค่าต่ำสุดและสูงสุด และวิเคราะห์ความสัมพันธ์โดยใช้สถิติวิเคราะห์สหสัมพันธ์เชิงเส้นตรงอย่างง่าย (Pearson correlation) สำหรับข้อมูลเชิงปริมาณและสถิติวิเคราะห์ Chi-square สำหรับข้อมูลเชิงคุณภาพโดยกำหนดนัยสำคัญที่ระดับ 0.05

สรุปผลการวิจัย

ผลการศึกษาการประเมินการรับสัมผัสสาร MEK ในปัสสาวะและปัจจัยที่มีความสัมพันธ์กับสมรรถภาพการมองเห็นของพนักงานฝ่ายผลิตในโรงงานผลิตรองเท้าแห่งหนึ่งในกรุงเทพมหานคร สรุปผลตามผลการศึกษาได้ดังนี้

1. ข้อมูลลักษณะทางประชากร ผลการศึกษา พบว่า ส่วนใหญ่เป็นเพศหญิงจำนวน 154 คน ร้อยละ 95.1 อายุเฉลี่ย 30.68 ปี ช่วงอายุส่วนใหญ่อยู่ในช่วง 20-29 ปี ร้อยละ 44.4 ดัชนีมวลกายเฉลี่ย 23.148 kg/ m^2 ช่วงดัชนีมวลกายส่วนใหญ่อยู่ในช่วง 18.5-22.9 kg/ m^2 ร้อยละ 45.7 ส่วนใหญ่มีสถานภาพสมรส ร้อยละ 65.4 ส่วนใหญ่ระดับการศึกษาสูงสุด คือประถมศึกษา ร้อยละ 32.7 จาก

การศึกษาประวัติการสูบบุหรี่และดื่มสุราหรือเครื่องดื่มแอลกอฮอล์ พบว่า ส่วนใหญ่ไม่สูบบุหรี่ ร้อยละ 96.9 โดยในส่วนของกลุ่มตัวอย่างที่ยังสูบบุหรี่นั้นพบว่า ส่วนใหญ่สูบวันละ 4-6 มวน/ วัน ร้อยละ 66.7 และทั้งหมดสูบมานานเป็นช่วงระยะเวลา 11 ปีขึ้นไป ร้อยละ 100 และส่วนใหญ่ไม่ดื่มสุราหรือเครื่องดื่มแอลกอฮอล์ สูบบุหรี่ ร้อยละ 93.2 โดยในส่วนของกลุ่มตัวอย่างที่ยังดื่มสุราหรือเครื่องดื่มแอลกอฮอล์นั้นพบว่า ส่วนใหญ่ดื่มมานานเป็นช่วงระยะเวลา 1-5 ปี และ 11 ปีขึ้นไป ร้อยละ 44.4, 44.4 ตามลำดับ และส่วนระยะเวลาของการนอนหลับเฉลี่ยในแต่ละคืนเท่ากับ 5.78 ชั่วโมง ส่วนใหญ่อยู่ในช่วง 5-6 ชั่วโมง ร้อยละ 78.4

2. สภาพการทำงาน ผลการศึกษา พบว่า ส่วนใหญ่ทำงานในตำแหน่งปัจจุบันอยู่ในช่วง 1-5 ปี ร้อยละ 58.6 และส่วนใหญ่มีจำนวนชั่วโมงการทำงานปกติต่อวัน 11-15 ชั่วโมง ร้อยละ 86.4

3. ประวัติการเจ็บป่วย ผลการศึกษา พบว่า ส่วนใหญ่ไม่มีโรคประจำตัวร้อยละ 87.0 มีโรคประจำตัว ร้อยละ 13.0 และส่วนใหญ่ไม่มียาที่ต้องรับประทาน ร้อยละ 90.7

4. การสวมใส่อุปกรณ์ป้องกันอันตรายส่วนบุคคล ผลการศึกษา พบว่า ใช้อุปกรณ์ป้องกันระบบหายใจขณะปฏิบัติงานทั้งหมด ร้อยละ 100 และระยะเวลาการใช้อุปกรณ์ป้องกันอันตรายระบบหายใจปิดปากและจมูกโดยปกติ ส่วนใหญ่คิดเป็นร้อยละ 76-100 ของเวลาการปฏิบัติงานหรือใส่เครื่องป้องกันเกือบตลอดเวลาของเวลาการปฏิบัติงานมีร้อยละ 91.4

5. ปริมาณระดับสาร MEK ในปัสสาวะ (หลังสิ้นสุดการทำงาน) ของกลุ่มตัวอย่าง ผลการศึกษา พบว่า ส่วนใหญ่มีค่า < 0.3 mg/ L ร้อยละ 58.0 โดยปริมาณระดับสาร MEK ในปัสสาวะ (หลังสิ้นสุดการทำงาน) เฉลี่ย 0.43 ± 0.24 mg/ L ซึ่งในจำนวนตัวอย่างทั้งหมดของปริมาณระดับสาร MEK ในปัสสาวะ (หลังสิ้นสุดการทำงาน)ไม่มีค่าใดเกินค่ามาตรฐานที่ยอมให้มีได้ของ American Conference of Governmental Industrial Hygienists (ACGIH) มาตรฐานของค่า Biological Exposure Index: BEI กำหนดว่า ปริมาณระดับสาร MEK ในปัสสาวะ (หลังสิ้นสุดการทำงาน) ต้องไม่เกิน 2 mg/ L

6. สมรรถภาพการมองเห็น (อาการเกี่ยวกับสายตาและตาบอดสี ลานสายตา) ผลการศึกษา พบว่า ในส่วนของอาการเกี่ยวกับสายตานั้น อาการที่เป็นตลอดเวลาส่วนใหญ่ ได้แก่ อาการแสบตา/ เจ็บตา อาการตาอักเสบ/ แดงบวม อาการมองเห็นภาพซ้อนและอาการตาเห็นสีรุ้งรอบดวงไฟ ร้อยละ 1.2, ร้อยละ 1.2, ร้อยละ 1.2 และร้อยละ 1.2 ตามลำดับ สำหรับอาการที่เป็นเคยเป็นบางครั้ง ส่วนใหญ่มีอาการคันตา ร้อยละ 46.3 แสบตา/ เจ็บตา ร้อยละ 44.4 ตาพร่ามัว/ เคืองตา ร้อยละ 43.8 น้ำตาไหล ร้อยละ 38.9 ปวดตา ร้อยละ 38.3 และตาแห้ง ร้อยละ 33.3 และส่วนใหญ่มีอาการเกี่ยวกับสายตาผิดปกติ ร้อยละ 69.1 ในส่วนของสมรรถภาพการมองเห็น (ตาบอดสีและลานสายตา) ของกลุ่มตัวอย่าง พบว่า ส่วนใหญ่มีความสามารถมองเห็นภาพสี (ตาบอดสี) และลาน

สายตาเป็นปกติ ร้อยละ 72.2 และ 98.8 ตามลำดับ รองลงมามีความผิดปกติในการมองเห็นภาพสี (ตาบอดสี) เล็กน้อย ร้อยละ 17.9 และผิดปกติที่ลานสายตา ร้อยละ 1.2

7. ความสัมพันธ์ระหว่างปัจจัยต่าง ๆ กับกับสมรรถภาพการมองเห็น (อาการเกี่ยวกับสายตา) ของกลุ่มตัวอย่าง

7.1 ข้อมูลลักษณะทางประชากรกับสมรรถภาพการมองเห็น (อาการเกี่ยวกับสายตา) ของกลุ่มตัวอย่าง พบว่า อายุกับอาการเกี่ยวกับสายตามีความสัมพันธ์กันอย่างมีนัยสำคัญทางสถิติที่ระดับ 0.05 ($p = 0.034$) และสถานภาพกับอาการเกี่ยวกับสายตามีความสัมพันธ์กันอย่างมีนัยสำคัญทางสถิติที่ระดับ 0.05 ($p = 0.041$) เช่นกัน แต่ข้อมูลลักษณะทางประชากรด้านอื่น ๆ กับอาการเกี่ยวกับสายตา พบว่า ไม่มีความสัมพันธ์กัน

7.2 สภาพการทำงานกับสมรรถภาพการมองเห็น (อาการเกี่ยวกับสายตา) ของกลุ่มตัวอย่าง พบว่า สภาพการทำงานกับอาการเกี่ยวกับสายตาของกลุ่มตัวอย่างไม่มีความสัมพันธ์กัน

7.3 ประวัติการเจ็บป่วยกับสมรรถภาพการมองเห็น (อาการเกี่ยวกับสายตา) ของกลุ่มตัวอย่าง พบว่า ประวัติการเจ็บป่วยกับอาการเกี่ยวกับสายตาของกลุ่มตัวอย่างไม่มีความสัมพันธ์กัน

7.4 การสวมใส่อุปกรณ์ป้องกันอันตรายส่วนบุคคลกับสมรรถภาพการมองเห็น (อาการเกี่ยวกับสายตา) ของกลุ่มตัวอย่าง พบว่า การสวมใส่อุปกรณ์ป้องกันอันตรายส่วนบุคคลกับอาการเกี่ยวกับสายตาของกลุ่มตัวอย่างไม่มีความสัมพันธ์กัน

7.5 ปริมาณระดับสาร MEK ในปัสสาวะ (หลังสิ้นสุดการทำงาน) กับสมรรถภาพการมองเห็น (อาการเกี่ยวกับสายตา) ของกลุ่มตัวอย่าง พบว่า ปริมาณระดับสาร MEK ในปัสสาวะ (หลังสิ้นสุดการทำงาน) กับอาการเกี่ยวกับสายตาของกลุ่มตัวอย่างไม่มีความสัมพันธ์กัน

8. ความสัมพันธ์ระหว่างปัจจัยต่าง ๆ กับสมรรถภาพการมองเห็น (ตาบอดสี) ของกลุ่มตัวอย่าง

8.1 ข้อมูลลักษณะทางประชากรกับสมรรถภาพการมองเห็น (ตาบอดสี) ของกลุ่มตัวอย่าง พบว่า ข้อมูลลักษณะทางประชากรกับสมรรถภาพการมองเห็น (ตาบอดสี) ของกลุ่มตัวอย่างไม่มีความสัมพันธ์กัน

8.2 สภาพการทำงานกับสมรรถภาพการมองเห็น (ตาบอดสี) ของกลุ่มตัวอย่าง พบว่า สภาพการทำงานกับสมรรถภาพการมองเห็น (ตาบอดสี) ของกลุ่มตัวอย่างไม่มีความสัมพันธ์กัน

8.3 ประวัติการเจ็บป่วยกับสมรรถภาพการมองเห็น (ตาบอดสี) ของกลุ่มตัวอย่าง พบว่า ประวัติการเจ็บป่วยกับสมรรถภาพการมองเห็น (ตาบอดสี) ของกลุ่มตัวอย่างไม่มีความสัมพันธ์กัน

8.4 การสวมใส่อุปกรณ์ป้องกันอันตรายส่วนบุคคลกับสมรรถภาพการมองเห็น (ตาบอดสี) ของกลุ่มตัวอย่าง พบว่า การสวมใส่อุปกรณ์ป้องกันอันตรายส่วนบุคคลกับสมรรถภาพการมองเห็น (ตาบอดสี) ของกลุ่มตัวอย่างไม่มีความสัมพันธ์กัน

8.5 ปริมาณระดับสาร MEK ในปัสสาวะ (หลังสิ้นสุดการทำงาน) กับสมรรถภาพการมองเห็น (ตาบอดสี) ของกลุ่มตัวอย่าง พบว่า ปริมาณระดับสาร MEK ในปัสสาวะ (หลังสิ้นสุดการทำงาน) กับสมรรถภาพการมองเห็น (ตาบอดสี) ของกลุ่มตัวอย่างไม่มีความสัมพันธ์กัน

9. ความสัมพันธ์ระหว่างปัจจัยต่าง ๆ กับสมรรถภาพการมองเห็น (ลานสายตา) ของกลุ่มตัวอย่าง

9.1 ข้อมูลลักษณะทางประชากรกับสมรรถภาพการมองเห็น (ลานสายตา) ของกลุ่มตัวอย่าง พบว่า ข้อมูลลักษณะทางประชากรกับสมรรถภาพการมองเห็น (ลานสายตา) ของกลุ่มตัวอย่างไม่มีความสัมพันธ์กัน

9.2 สภาพการทำงานกับสมรรถภาพการมองเห็น (ลานสายตา) ของกลุ่มตัวอย่าง พบว่า สภาพการทำงานกับสมรรถภาพการมองเห็น (ลานสายตา) ของกลุ่มตัวอย่างไม่มีความสัมพันธ์กัน

9.3 ประวัติการเจ็บป่วยกับสมรรถภาพการมองเห็น (ลานสายตา) ของกลุ่มตัวอย่าง พบว่า ประวัติการเจ็บป่วยกับสมรรถภาพการมองเห็น (ลานสายตา) ของกลุ่มตัวอย่างไม่มีความสัมพันธ์กัน

9.4 การสวมใส่อุปกรณ์ป้องกันอันตรายส่วนบุคคลกับสมรรถภาพการมองเห็น (ลานสายตา) ของกลุ่มตัวอย่าง พบว่า การสวมใส่อุปกรณ์ป้องกันอันตรายส่วนบุคคลกับสมรรถภาพการมองเห็น (ลานสายตา) ของกลุ่มตัวอย่างไม่มีความสัมพันธ์กัน

9.5 ปริมาณระดับสาร MEK ในปัสสาวะ (หลังสิ้นสุดการทำงาน) กับสมรรถภาพการมองเห็น (ลานสายตา) ของกลุ่มตัวอย่าง พบว่า ปริมาณระดับสาร MEK ในปัสสาวะ (หลังสิ้นสุดการทำงาน) กับสมรรถภาพการมองเห็น (ลานสายตา) ของกลุ่มตัวอย่างไม่มีความสัมพันธ์กัน

อภิปรายผล

จากการศึกษาเรื่องการประเมินการรับสัมผัสสาร MEK ในปัสสาวะและปัจจัยที่มีความสัมพันธ์กับสมรรถภาพการมองเห็นของพนักงานฝ่ายผลิตในโรงงานผลิตรองเท้าแห่งหนึ่งในกรุงเทพมหานคร อภิปรายผลตามวัตถุประสงค์ของการศึกษาครั้งนี้ ได้ดังนี้

1. สมรรถภาพการมองเห็นโดยการวัดสายตาและสอบถามอาการเกี่ยวกับการมองเห็นของพนักงานฝ่ายผลิตในโรงงานผลิตรองเท้าแห่งหนึ่งในกรุงเทพมหานคร ผลการศึกษาพบว่า ใน

ส่วนของอาการเกี่ยวกับสายตานั้น อาการที่เป็นตลอดเวลาส่วนใหญ่ ได้แก่ อาการแสบตา/ เจ็บตา อาการตาอักเสบ/ แดงบวม อาการมองเห็นภาพซ้อนและอาการตาเห็นสีรุ้งรอบดวงไฟ ร้อยละ 1.2, ร้อยละ 1.2, ร้อยละ 1.2 และร้อยละ 1.2 ตามลำดับ สำหรับอาการที่เป็นเคยเป็นบางครั้ง ส่วนใหญ่มีอาการคันตา ร้อยละ 46.3 แสบตา/ เจ็บตา ร้อยละ 44.4 ตาพร่ามัว/ เคืองตา ร้อยละ 43.8 น้ำตาไหล ร้อยละ 38.9 ปวดตา ร้อยละ 38.3 และตาแห้ง ร้อยละ 33.3 ซึ่งสอดคล้องกับการศึกษาของ Todd et al. (2008) ที่ศึกษาอาการทางสายตาของพนักงานโรงงานผลิตรองเท้าหลังจากสิ้นสุดการทำงาน พบว่า ส่วนใหญ่มีอาการแสบตา/ เจ็บตาและคันตา ร้อยละ 41.3 ในส่วนของสมรรถภาพการมองเห็น (ตาบอดสีและลานสายตา) ของกลุ่มตัวอย่าง พบว่า ส่วนใหญ่มีความสามารถมองเห็นภาพสีและลานสายตาเป็นปกติ ร้อยละ 72.2 และ 98.8 ตามลำดับ สอดคล้องกับการศึกษาของ Beckman et al. (2016) ศึกษาในพนักงานโรงงานผลิตรถยนต์ที่มีการใช้สารทำละลาย พบกลุ่มตัวอย่างที่ไม่มีอาการตาบอดสีร้อยละ 77.4

2. ข้อมูลลักษณะทางประชากร ได้แก่ สภาพการทำงาน ประวัติการเจ็บป่วย การสวมใส่อุปกรณ์ป้องกันส่วนบุคคล และประเมินความเข้มข้นของสาร MEKในปัสสาวะของพนักงานฝ่ายผลิตในโรงงานผลิตรองเท้าแห่งหนึ่งในกรุงเทพมหานคร ผลการศึกษาพบว่า ส่วนใหญ่เป็นเพศหญิงจำนวน 154 คน ร้อยละ 95.1 อายุเฉลี่ย 30.68 ปี ช่วงอายุส่วนใหญ่อยู่ในช่วง 20-29 ปี ร้อยละ 44.4 สอดคล้องกับการศึกษาของ Todd et al. (2008) ศึกษาลักษณะของพนักงานโรงงานผลิตรองเท้า พบว่า ส่วนใหญ่เป็นเพศหญิงและส่วนใหญ่ช่วงอายุอยู่ในช่วง 20-25 ปี ดัชนีมวลกายเฉลี่ย 23.148 kg/ m^2 ช่วงดัชนีมวลกายส่วนใหญ่อยู่ในช่วง 18.5-22.9 kg/ m^2 ร้อยละ 45.7 สอดคล้องกับการศึกษาของ Mohammadi et al. (2010) ที่ศึกษาในพนักงานโรงงานผลิตรถยนต์ที่มีการรับสัมผัสสารทำละลายอินทรีย์ พบว่า มีดัชนีมวลกายเฉลี่ย 22.86 kg/ m^2 ส่วนใหญ่มีสถานภาพสมรส ร้อยละ 65.4 ส่วนใหญ่ระดับการศึกษาสูงสุด คือ ประถมศึกษา ร้อยละ 32.7 ซึ่งสอดคล้องกับการศึกษาของ Todd et al. (2008) พบว่า กลุ่มตัวอย่างส่วนใหญ่มีสถานภาพสมรส ร้อยละ 48.1 ส่วนใหญ่มีระดับการศึกษาสูงสุด คือ ประถมศึกษา ร้อยละ 32.7 ในส่วนของประวัติการสูบบุหรี่และดื่มสุราหรือเครื่องดื่มแอลกอฮอล์ พบว่า ส่วนใหญ่ไม่สูบบุหรี่ ร้อยละ 96.9 โดยในส่วนของกลุ่มตัวอย่างที่ยังสูบบุหรี่นั้นพบว่า ทั้งหมดสูบมานานเป็นช่วงระยะเวลา 11 ปีขึ้นไป ร้อยละ 100 สอดคล้องกับการศึกษาของ Attarchi et al. (2008) ในพนักงานโรงงานพ่นสีรถยนต์ ซึ่งพบว่า มีกลุ่มตัวอย่างที่ยังสูบบุหรี่เพียงร้อยละ 20.3 น้อยกว่ากลุ่มที่ไม่สูบบุหรี่ แต่ระยะเวลาที่สูบไม่สอดคล้องกัน โดยระยะเวลาสูบเฉลี่ย 1.30 ปี และส่วนใหญ่ไม่ดื่มสุราหรือเครื่องดื่มแอลกอฮอล์ ร้อยละ 93.2 โดยในส่วนของกลุ่มตัวอย่างที่ยังดื่มสุราหรือเครื่องดื่มแอลกอฮอล์นั้นพบว่า ส่วนใหญ่ดื่มมานานเป็นช่วงระยะเวลา 1-5 ปี และ 11 ปีขึ้นไป ร้อยละ 44.4, 44.4 ตามลำดับ ไม่สอดคล้องกับการศึกษาของ

Thetkathuek et al. (2015) โดยมีกลุ่มตัวอย่างเป็นพนักงานในโรงงานผลิตสี 2 แห่ง พบว่า ส่วนใหญ่ยังคงดื่มสุราหรือเครื่องดื่มแอลกอฮอล์จำนวน ร้อยละ 76.1 โดยผู้ที่ยังคงดื่มสุราหรือเครื่องดื่มแอลกอฮอล์นั้นพบว่า ส่วนใหญ่ดื่มมานานเป็นช่วงระยะเวลาเฉลี่ย 12.6 ปี ร้อยละ 10.2 และส่วนระยะเวลาของการนอนหลับเฉลี่ยในแต่ละคืนเท่ากับ 5.78 ชั่วโมง ส่วนใหญ่อยู่ในช่วง 5-6 ชั่วโมง ร้อยละ 78.4 ไม่สอดคล้องกับการศึกษาของ Saygun et al. (2012) พบว่า พนักงานโรงงานผลิตปืนที่รับสัมผัสสารทำละลายมีระยะเวลาของการนอนหลับเฉลี่ยในแต่ละคืนเท่ากับ 7.27 ชั่วโมง เนื่องด้วยกลุ่มตัวอย่างในงานวิจัยนี้เป็นพนักงานโรงงานผลิตรองเท้าซึ่งเป็นโรงงานที่ผลิตสินค้ารูปแบบเดียวกันในปริมาณมาก (Mass product) ต้องแข่งขันกับเวลาและเน้นระยะเวลาทำงานต่อวันที่สูง จึงส่งผลให้ระยะเวลาในการนอนลดลง

ในส่วนของการศึกษาสภาพการทำงานของกลุ่มตัวอย่าง พบว่า ส่วนใหญ่ทำงานในตำแหน่งปัจจุบันอยู่ในช่วง 1-5 ปี ร้อยละ 58.6 และส่วนใหญ่มีจำนวนชั่วโมงการทำงานปกติต่อวัน 11-15 ชั่วโมง ร้อยละ 86.4 ซึ่งผลดังกล่าวไม่สอดคล้องกับผลการศึกษาของ Thetkathuek et al. (2015) ที่พบว่า กลุ่มตัวอย่างทำงานในตำแหน่งปัจจุบันมาแล้วมากกว่า 5 ปี คิดเป็นร้อยละ 52.1 และส่วนใหญ่มีจำนวนชั่วโมงการทำงานปกติต่อวัน 8 ชั่วโมง ร้อยละ 89.1 จากจำนวนชั่วโมงการทำงานปกติต่อวันดังกล่าว จะทำให้กลุ่มตัวอย่างมีโอกาสรับสัมผัสสาร MEK ในกระบวนการผลิตมากยิ่งขึ้น จากการศึกษาประวัติการเจ็บป่วยของกลุ่มตัวอย่าง พบว่า ส่วนใหญ่ไม่มีโรคประจำตัว ร้อยละ 87.0 มีโรคประจำตัว ร้อยละ 13.0 และส่วนใหญ่ไม่มียาที่ต้องรับประทาน ร้อยละ 90.7 พบว่า สอดคล้องกับการศึกษาของศรีรัตน์ ล้อมพงศ์ (2556) ซึ่งศึกษาในพนักงานขับรถโดยสารธรรมดาที่มีการรับสัมผัสสารเบนซีน ส่วนใหญ่ไม่มีโรคประจำตัวร้อยละ 65.0 มีโรคประจำตัว ร้อยละ 35.0 และส่วนใหญ่ไม่มียาที่ต้องรับประทาน ร้อยละ 82.5 จากการศึกษาการสวมใส่อุปกรณ์ป้องกันอันตรายส่วนบุคคลของกลุ่มตัวอย่าง พบว่า ใช้อุปกรณ์ป้องกันระบบหายใจขณะปฏิบัติงานทั้งหมด ร้อยละ 100 และระยะเวลาการใช้อุปกรณ์ป้องกันอันตรายระบบหายใจปิดปากและจมูกโดยปกติส่วนใหญ่คิดเป็นร้อยละ 76-100 ของเวลาการปฏิบัติงานหรือใส่เครื่องป้องกันเกือบตลอดเวลาของเวลาการปฏิบัติงานมีร้อยละ 91.4 ซึ่งสอดคล้องกับการศึกษาของอนามัย เทศกะทึก และคณะ (2555) โดยพบว่า พนักงานผู้รับสัมผัสตัวทำละลายส่วนใหญ่สวมอุปกรณ์ป้องกันอันตรายส่วนบุคคลขณะทำงานร้อยละ 95.9 แต่ไม่สอดคล้องในส่วนที่พนักงานสวมอุปกรณ์ป้องกันอันตรายส่วนบุคคลตลอดเวลาทำงานเพียงร้อยละ 34.7 เท่านั้น และจากการศึกษาปริมาณระดับสาร MEK ในปัสสาวะ (หลังสิ้นสุดการทำงาน) ของกลุ่มตัวอย่าง พบว่า ส่วนใหญ่มีค่า < 0.3 mg/ L ร้อยละ 58.0 โดยปริมาณระดับสาร MEK ในปัสสาวะ (หลังสิ้นสุดการทำงาน) เฉลี่ย 0.43 ± 0.24 mg/ L ซึ่งในจำนวนตัวอย่างทั้งหมดของปริมาณระดับสาร MEK ในปัสสาวะ (หลังสิ้นสุดการ

ทำงาน) ไม่มีค่าใดเกินค่ามาตรฐานที่ยอมให้มีได้ของ American Conference of Governmental Industrial Hygienists (ACGIH) มาตรฐานของค่า Biological Exposure Index: BEI ที่กำหนดว่า ปริมาณระดับสาร MEK ในปัสสาวะ (หลังสิ้นสุดการทำงาน) ต้องไม่เกิน 2 mg/ L สอดคล้องกับการศึกษาของ Kawai et al. (2003) ซึ่งศึกษาในพนักงานโรงงานผลิตเฟอร์นิเจอร์ ซึ่งพบว่า มีปริมาณระดับสาร MEK ในปัสสาวะ (หลังสิ้นสุดการทำงาน) เฉลี่ย 0.08 mg/ L และไม่มีค่าใดเกินค่ามาตรฐานที่ยอมให้มีได้ของ American Conference of Governmental Industrial Hygienists (ACGIH) เช่นกัน

3. ผลการหาความสัมพันธ์ระหว่างปริมาณการรับสัมผัสสาร MEK ในปัสสาวะ และปัจจัยต่าง ๆ ได้แก่ ข้อมูลลักษณะทางประชากร สภาพการทำงาน ประวัติการเจ็บป่วย การสวมใส่อุปกรณ์ป้องกันอันตรายส่วนบุคคล กับสมรรถภาพการมองเห็นของพนักงานฝ่ายผลิตในโรงงานผลิตรองเท้าแห่งหนึ่งในกรุงเทพมหานคร พบว่า

ความสัมพันธ์ระหว่างข้อมูลลักษณะทางประชากรกับสมรรถภาพการมองเห็น (อาการเกี่ยวกับสายตา ตาบอดสีและลานสายตา) ของกลุ่มตัวอย่าง เมื่อหาความสัมพันธ์ระหว่างข้อมูลลักษณะทางประชากรกับอาการเกี่ยวกับสายตาของกลุ่มตัวอย่าง พบว่า อายุกับอาการเกี่ยวกับสายตามีความสัมพันธ์กันอย่างมีนัยสำคัญทางสถิติที่ระดับ 0.05 ($p = 0.034$) สอดคล้องกับการศึกษาของ Lee et al. (2015) ที่ศึกษาในประชากรชาวเกาหลีจำนวน 15,878 คน พบว่า อายุมีความสัมพันธ์กับอาการตาแห้งอย่างมีนัยสำคัญทางสถิติที่ระดับ 0.05 ($p = 0.0136$) แต่ไม่สอดคล้องกับการศึกษาของ Lee et al. (2002) ที่ศึกษาในประชากรชาวอินโดนีเซียจำนวน 1,058 คน พบว่า อายุไม่มีความสัมพันธ์กับอาการตาแห้ง และยังพบว่า สถานภาพกับอาการเกี่ยวกับสายตามีความสัมพันธ์กันอย่างมีนัยสำคัญทางสถิติที่ระดับ 0.05 ($p = 0.041$) เช่นกัน ซึ่งสอดคล้องกับการศึกษาของ Zheng et al. (2013) ที่ศึกษาประชากรที่อาศัยในประเทศสิงคโปร์จำนวน 10,033 คน พบว่า สถานภาพมีความสัมพันธ์กับการสูญเสียการมองเห็น โดยกลุ่มอย่างที่มีสถานภาพโสดหรือหย่าร้างมีความเสี่ยงในการสูญเสียการมองเห็นสูงกว่ากลุ่มตัวอย่างที่มีสถานภาพสมรส เนื่องจากขาดการสนับสนุนทางสังคม การช่วยเหลือในการดูแลรักษาสุขภาพสายตาจากคู่สมรสหรือลูกหลาน รวมทั้งมีความยากลำบากในการใช้ชีวิตระหว่างที่ได้รับรักษาสายตา และความพร้อมในทางการเงินสำหรับค่าใช้จ่ายรักษาซึ่งล้วนแต่มีอิทธิพลต่อความใส่ใจในการดูแลรักษาสุขภาพสายตาทั้งสิ้น แต่ไม่สอดคล้องกับการศึกษาของ Rees et al. (2013) ที่พบว่า สถานภาพไม่มีความสัมพันธ์กับอาการผิดปกติในการมองเห็น

ในส่วนของข้อมูลลักษณะทางประชากรด้านอื่น ๆ กับอาการเกี่ยวกับสายตากลับพบว่าไม่มีความสัมพันธ์กัน สอดคล้องกับผลการศึกษาของ Park and Park (2016) พบว่า ระดับการศึกษา

ไม่มีความสัมพันธ์กับอาการทางสายตา แต่ไม่สอดคล้องกับการศึกษาของ Lee et al. (2002) ที่พบว่า เพศ ประวัติการสูบบุหรี่สัมพันธ์กับอาการต่าง ๆ ของตาแห้งกับอย่างมีนัยสำคัญทางสถิติ และการศึกษาของ Lee et al. (2015) พบว่า ระดับความอ้วน ประวัติการสูบบุหรี่และระยะเวลาในการนอนหลับมีความสัมพันธ์กับอาการต่าง ๆ เกี่ยวกับตาแห้งอย่างมีนัยสำคัญทางสถิติที่ระดับ 0.05 และเมื่อหาความสัมพันธ์ระหว่างข้อมูลลักษณะทางประชากรกับสมรรถภาพการมองเห็น (ตาบอดสีและลานสายตา) ของกลุ่มตัวอย่าง พบว่า ไม่มีความสัมพันธ์กัน สอดคล้องกับผลการศึกษาของ Gong et al. (2003) ศึกษาในพนักงานโรงงานผลิตเฟอร์นิเจอร์ซึ่งรับสัมผัสสารทำละลายหลายชนิด เช่น MEK, Hexane และ Acetone ในส่วนที่พบว่า ประวัติการสูบบุหรี่และการดื่มเครื่องดื่มแอลกอฮอล์กับค่า CCI (Color confusion index) ซึ่งบ่งบอกถึงความสามารถในการจำแนกสีไม่มีความสัมพันธ์กัน แต่ไม่สอดคล้องในส่วนของผลที่พบว่า อายุและค่า CCI (Color confusion index) มีความสัมพันธ์กัน

ความสัมพันธ์ระหว่างสภาพการทำงานกับสมรรถภาพการมองเห็น (อาการเกี่ยวกับสายตา ตาบอดสีและลานสายตา) ของกลุ่มตัวอย่าง เมื่อหาความสัมพันธ์ระหว่างสภาพการทำงานกับอาการเกี่ยวกับสายตาของกลุ่มตัวอย่าง พบว่า ไม่มีความสัมพันธ์กัน และความสัมพันธ์ระหว่างสภาพการทำงานกับสมรรถภาพการมองเห็น (ตาบอดสีและลานสายตา) ของกลุ่มตัวอย่าง พบว่า ไม่มีความสัมพันธ์กันเช่นกัน ไม่สอดคล้องกับการศึกษาของ Semple et al. (2000) และ Costa et al. (2012) ซึ่งพบว่า ในกลุ่มพนักงานที่รับสัมผัสสารทำละลายนั้น ระยะเวลาที่ทำงานสัมพันธ์ในเชิงบวกกับการสูญเสียการมองเห็น แต่สอดคล้องกับการศึกษาของ Lacerda et al. (2011) มีกลุ่มตัวอย่างเป็นพนักงานปั๊มน้ำมันโดยไม่พบความสัมพันธ์ระหว่างระยะเวลาที่ทำงานกับระดับคะแนนการทดสอบสายตาต่าง ๆ และการศึกษาของ Lee et al. (2015) พบว่า จำนวนชั่วโมงทำงานต่อสัปดาห์ไม่มีความสัมพันธ์กับอาการต่าง ๆ เกี่ยวกับตาแห้ง ($p = 0.1519$) นอกจากนี้การศึกษาของ Gong et al. (2003) ซึ่งศึกษาพนักงานโรงงานผลิตเฟอร์นิเจอร์ ก็พบว่า ระยะเวลาของการรับสัมผัสไม่มีความสัมพันธ์กับค่า CCI (Color Confusion Index) อาจเนื่องด้วยกลุ่มตัวอย่างส่วนใหญ่มีอายุงานไม่มากนัก โดยอายุงานเฉลี่ยเพียง 3.85 ปีเท่านั้น

ความสัมพันธ์ระหว่างประวัติการเจ็บป่วยกับสมรรถภาพการมองเห็น (อาการเกี่ยวกับสายตา ตาบอดสีและลานสายตา) ของกลุ่มตัวอย่าง เมื่อหาความสัมพันธ์ระหว่างประวัติการเจ็บป่วยกับอาการเกี่ยวกับสายตาของกลุ่มตัวอย่าง พบว่า ไม่มีความสัมพันธ์กัน และความสัมพันธ์ระหว่างประวัติการเจ็บป่วยกับสมรรถภาพการมองเห็น (ตาบอดสีและลานสายตา) ของกลุ่มตัวอย่าง พบว่า ไม่มีความสัมพันธ์กันเช่นกัน สอดคล้องกับผลการศึกษาของ Park & Park (2016) พบว่า กลุ่มความผิดปกติที่เป็นปัจจัยเสี่ยงต่อการเกิดโรคหัวใจและหลอดเลือดไม่มีความสัมพันธ์กับอาการตาแห้ง

และแต่ไม่สอดคล้องกับการศึกษาของ Garza et al. (2016) พบว่า การใช้ยาหยอดตามีความสัมพันธ์กับอาการเกี่ยวกับสายตา ทั้งนี้อาจเนื่องด้วยแบบสอบถามในส่วนของประวัติการเจ็บป่วยนั้น เป็นการถามเกี่ยวกับโรคประจำตัวและการรับประทานยาประจำโดยทั่วไป ไม่ได้ระบุจำเพาะโรคประจำตัวหรือการรับประทานยาประจำที่เกี่ยวกับสายตา

ความสัมพันธ์ระหว่างการสวมใส่อุปกรณ์ป้องกันอันตรายส่วนบุคคลกับสมรรถภาพการมองเห็น (อาการเกี่ยวกับสายตา ตาบอดสีและลานสายตา) ของกลุ่มตัวอย่าง เมื่อหาความสัมพันธ์ระหว่างการสวมใส่อุปกรณ์ป้องกันอันตรายส่วนบุคคลกับอาการเกี่ยวกับสายตาของกลุ่มตัวอย่าง พบว่า ไม่มีความสัมพันธ์กันและความสัมพันธ์ระหว่างการสวมใส่อุปกรณ์ป้องกันอันตรายส่วนบุคคลกับสมรรถภาพการมองเห็น (ตาบอดสีและลานสายตา) ของกลุ่มตัวอย่าง พบว่า ไม่มีความสัมพันธ์กันเช่นกัน ไม่สอดคล้องกับการศึกษาของ Decharat (2014) ในคนงานในโรงพิมพ์ซึ่งมีการรับสัมผัสสารทำละลาย โดยพบว่า การสวมใส่อุปกรณ์ป้องกันอันตรายส่วนบุคคลมีความสัมพันธ์กับอาการเกี่ยวกับสายตาอย่างมีนัยสำคัญ

ความสัมพันธ์ระหว่างปริมาณระดับสาร MEK ในปัสสาวะ (หลังสิ้นสุดการทำงาน) กับสมรรถภาพการมองเห็น (อาการเกี่ยวกับสายตา ตาบอดสีและลานสายตา) ของกลุ่มตัวอย่าง ผู้วิจัยได้วัดปริมาณระดับสาร MEK ในปัสสาวะ (หลังสิ้นสุดการทำงาน) แทนการวัดปริมาณสาร MEK ในบรรยากาศ เนื่องจากกลุ่มตัวอย่างมีการสวมใส่อุปกรณ์ป้องกันอันตรายส่วนบุคคลทั้งหมด ดังนั้นการวัดปริมาณระดับสาร ME ในปัสสาวะ (หลังสิ้นสุดการทำงาน) ย่อมสามารถบ่งบอกถึงปริมาณการรับสัมผัสสาร MEK ที่เข้าสู่ร่างกายของกลุ่มตัวอย่างที่แท้จริงได้ เมื่อหาความสัมพันธ์ระหว่างปริมาณระดับสาร MEK ในปัสสาวะ (หลังสิ้นสุดการทำงาน) กับอาการเกี่ยวกับสายตาของกลุ่มตัวอย่าง พบว่า ไม่มีความสัมพันธ์กันและความสัมพันธ์ระหว่างปริมาณระดับสาร MEK ในปัสสาวะ (หลังสิ้นสุดการทำงาน) กับสมรรถภาพการมองเห็น (ตาบอดสีและลานสายตา) ของกลุ่มตัวอย่าง พบว่า ไม่มีความสัมพันธ์กันเช่นกัน สอดคล้องกับผลการศึกษาของ Gong et al. (2003) พบว่า ระดับ Metabolite ของสารทำละลายในปัสสาวะและค่า CCI (Color Confusion Index) ซึ่งบ่งบอกถึงความสามารถในการจำแนกสีไม่มีความสัมพันธ์กัน

ทั้งนี้ผลการศึกษาที่ไม่สอดคล้องกับงานวิจัยที่ผ่านมาจากการทบทวนวรรณกรรมอาจเกิดจากลักษณะของกลุ่มตัวอย่างที่มีความแตกต่างกัน เช่น มีจำนวนผู้สูบบุหรี่หรือดื่มเครื่องดื่มแอลกอฮอล์ในกลุ่มตัวอย่างเป็นส่วนน้อยเมื่อเทียบกับกลุ่มตัวอย่างในงานวิจัยอื่น ๆ ดังนั้นผลการศึกษาในแต่ละงานวิจัยซึ่งได้แตกต่างกัน สามารถเกิดขึ้นได้จากหลายปัจจัย ได้แก่ ขนาดกลุ่มตัวอย่าง ชนิดของการศึกษา ระดับความเข้มข้นของสารทำละลายที่ศึกษา และลักษณะการทดสอบสายตาที่นำมาใช้ เป็นต้น

ข้อเสนอแนะ

การรับสัมผัสสาร MEK และปัจจัยต่าง ๆ ล้วนมีความสำคัญกับสมรรถภาพการมองเห็นของพนักงานที่มีการรับสัมผัสสาร MEK จากการทำงานไม่ว่าจะโดยทางตรงหรือทางอ้อม การศึกษาเกี่ยวกับการรับสัมผัสสาร MEK และปัจจัยต่าง ๆ ที่มีความสัมพันธ์กับสมรรถภาพการมองเห็นของพนักงานฝ่ายผลิตในโรงงานผลิตรองเท้าในประเทศไทยดังกล่าวซึ่งยังไม่เคยมีผู้ศึกษามาก่อนถือเป็นสิ่งที่น่าสนใจและจะช่วยให้เกิดข้อมูลพื้นฐานสำหรับนำไปต่อยอดในการศึกษาในอนาคตได้ ซึ่งผู้วิจัยมีข้อเสนอแนะ ดังนี้

1. ข้อเสนอแนะในการนำการศึกษาไปประยุกต์ใช้

1.1 นำการศึกษาครั้งนี้ไปใช้เป็นแนวทางในการลดความเสี่ยงต่อการเกิดการเจ็บป่วยเนื่องจากการรับสัมผัสสาร MEK และปัจจัยที่เกี่ยวข้อง

1.2 ใช้เป็นข้อมูลที่ได้ในการจัดทำมาตรการควบคุมผลกระทบต่อสุขภาพของสาร MEK และสร้างความเข้าใจและองค์ความรู้เกี่ยวกับผลกระทบต่อสมรรถภาพการมองเห็นของสาร MEK ให้เพิ่มขึ้น

2. ข้อเสนอแนะในการทำการศึกษาครั้งต่อไป ควรมีการศึกษาระดับสาร MEK ในปัสสาวะที่เริ่มส่งผลต่อสมรรถภาพการมองเห็นของผู้ที่รับสัมผัส การศึกษาเพิ่มเติมในลักษณะเดียวกันนี้โดยอาจเปลี่ยนแปลงในส่วนอื่น ๆ ไป เช่น ใช้ขนาดกลุ่มตัวอย่างที่ใหญ่ขึ้น เปลี่ยนชนิดของการศึกษา ระดับความเข้มข้นของสารทำละลายที่ศึกษาที่แตกต่างกัน และลักษณะการทดสอบสายตาที่นำมาใช้ที่แตกต่างกัน เป็นต้น เพื่อเสริมให้ฐานข้อมูลในการศึกษาในเรื่องนี้มีความสมบูรณ์และครอบคลุมมากยิ่งขึ้นอันสามารถนำไปใช้ประโยชน์ได้ในอนาคต

บรรณานุกรม

กรมควบคุมมลพิษ กระทรวงทรัพยากรธรรมชาติและสิ่งแวดล้อม. (2559). *ฐานความรู้การจัดการกลิ่น: ตัวทำละลาย Methyl Ethyl Ketone (MEK) และ Methyl Isobutyl Ketone (MIBK)*. เข้าถึงได้จาก http://www.pcd.go.th/info_serv/Datasmell/L3MEK_MIBK.HTM

กรมโรงงานอุตสาหกรรม กระทรวงอุตสาหกรรม. (2559). *โรงงานอุตสาหกรรมเครื่องหนังและรองเท้า ณ ช่วงเดือนมกราคม-มิถุนายน 2559*. เข้าถึงได้จาก http://www.thaitextile.org/index.php/blog/2016/04/Insdustry_2504201602

กองอาชีวอนามัย กระทรวงสาธารณสุข. (2543). *คู่มือการใช้เครื่องวัดสมรรถภาพสายตา*. นนทบุรี: ศูนย์ฝึกและสาธิตบริการอาชีวอนามัย.

ต้นกล้า อินสว่าง. (2558). เครื่องแก๊สโครมาโทรกราฟี (Gas Chromatography, GC). *จดหมายข่าวศูนย์เครื่องมือวิจัย มหาวิทยาลัยขอนแก่น, 2*(7), 2.

มีชัย ศรีใส. (2546). *ประสาทกายวิภาคศาสตร์* (พิมพ์ครั้งที่ 4). กรุงเทพฯ: เยียร์บุ๊คพับลิชเชอร์.

มุกดา เดชประพนธ์ และปิยวดี ทองยศ. (2557). ปัญหาทางตาที่พบบ่อยและการสร้างเสริมสุขภาพตาในผู้สูงอายุ. *รามาธิบดีพยาบาลสาร*, *20*(1), 1-9.

มูลนิธิสัมมาอาชีวะ. (2559). แนวทางการตรวจและแปลผลสมรรถภาพการมองเห็นในงานอาชีวอนามัย.ชลบุรี: มูลนิธิสัมมาอาชีวะ.

ศรีรัตน์ ล้อมพงศ์. (2556). การประเมินการรับสัมผัสสารเบนซีนและรูปแบบการใช้ชีวิตของพนักงานขับรถโดยสารธรรมดาในเขตกรุงเทพมหานคร. *ธรรมศาสตร์เวชสาร, 13*(1), 52-58.

สำนักงานเศรษฐกิจอุตสาหกรรมกระทรวงอุตสาหกรรม. (2559). *อุตสาหกรรมเครื่องหนังและรองเท้า ไตรมาส 1 ปี 2559 และแนวโน้มไตรมาส 2 ปี 2559*.เข้าถึงได้จาก http://www.thaitextile.org/index.php/blog/2016/05/thti230503

อติพร ตวงทอง, วณิชา ชื่นกองแก้ว และอภิชาต สิงคาลวณิช. (2558). *ความรู้พื้นฐานทางจักษุวิทยา*. กรุงเทพฯ: ศิริราช.

อนามัย เทศกะทึก, ทนงศักดิ์ ยิ่งรัตนสุข และวัลลภ ใจดี. (2555). *แนวทางการคัดกรองทางอาชีวอนามัยของผู้รับสัมผัสสารตัวทำละลายในพนักงาน:ปัจจัยที่มีผลต่อสุขภาพ*. ชลบุรี: มหาวิทยาลัยบูรพา.

American Conference of Governmental Industrial Hygienists (ACGIH). (2014). *TLVs and BEIs Based on the Documentation of the Threshold Limit Values for Chemical Substances and Physical Agents & Biological Exposure Indices* (p. 41). Cincinnati, OH: ACGIH.

Andersen, H. R., Nielsen, J. B., & Grandjean, P. (2000).Toxicologic evidence of developmental neurotoxicity of environmental chemicals. *Toxicology, 144*(1-3), 121-127.

Andrade-Rivas, F., & Rother, H. A. (2015). Chemical exposure reduction: Factors impacting on South African herbicide sprayers' personal protective equipment compliance and high risk work practices. *Environmental research*, *142*, 34-45.

Attarchi, M. S., Labbafinejad, Y., & Mohammadi, S. (2008). Occupational exposure to different levels of mixed organic solvents and colour vision impairment. *Neurotoxicology and Teratology*, *32*(5), 558-562.

Beckman, S., Eisen, E. A., Bates, M. N., Liu, S., Haegerstrom-Portnoy, G., & Hammond, S. K. (2016). Acquired Color Vision Defects and Hexane Exposure: A Study of San Francisco Bay Area Automotive Mechanics. *American journal of epidemiology*, *183*(11), 969-976.

Boutayeb, A. (2010). The burden of communicable and non-communicable diseases in developing countries. *Handbook of disease burdens and quality of life measures* (pp. 531-546). New York: Springer.

Callender, T. J. (1994). Neurotoxic impairment in a case of methylethyl-ketone exposure. *Archives of environmental health, 50*(5), 392-392.

Churchill, J. E., Ashley, D. L., & Kaye, W. E. (2001). Recent chemical exposures and blood volatile organic compound levels in a large population-based sample. *Archives of Environmental Health: An International Journal*, *56*(2), 157-166.

Costa, T. L., Barboni, M. T. S., de Araujo Moura, A. L., Bonci, D. M. O., Gualtieri, M., de Lima Silveira, L. C., & Ventura, D. F. (2012). Long-term occupational exposure to organic solvents affects color vision, contrast sensitivity and visual fields. *PloS one, 7*(8), e42961.

Decharat, S. (2014). Prevalence of acute symptoms among workers in printing factories. *Advances in preventive medicine*, 2014.

Dick, F. D. (2006). Solvent neurotoxicity. *Occupational and Environmental Medicine*, *63*(3), 221-226, 179. https://doi.org/10.1136/oem.2005.022400

Eagleman, D. M. (2001). Visual illusions and neurobiology. *Nature Reviews Neuroscience*, *2*(12), 920-926.

Ettre, L. S. (2001). Headspace—Gas Chromatography. *Headspace Analysis of Foods and Flavors*, 9-32.

Garza-León, M., Valencia-Garza, M., Martínez-Leal, B., Villarreal-Peña, P., Marcos-Abdala, H. G., Cortéz-Guajardo, A. L., & Jasso-Banda, A. (2016). Prevalence of ocular surface disease symptoms and risk factors in group of university students in Monterrey, Mexico. *Journal of ophthalmic inflammation and infection*, *6*(1), 44.

Gizaw, Z., Yifred, B., & Tadesse, T. (2016). Chronic respiratory symptoms and associated factors among cement factory workers in Dejen town, Amhara regional state, Ethiopia, 2015. *Multidisciplinary respiratory medicine, 11*(1), 13.

Gobba, F., & Cavalleri, A. (2003). Color vision impairment in workers exposed to neurotoxic chemicals. *NeuroToxicology, 24*(4-5), 693-702.

Gong, Y., Kishi, R., Kasai, S., Katakura, Y., Fujiwara, K., Umemura1, T., Kondo1, T., Sato, T., Satal, F., Tsukishima, E., & Tozaki, S. (2003). Visual dysfunction in workers exposed to a mixture of organic solvents. *Neurotoxicology, 24*(4), 703-710.

Guan, J., Wang, C., Gao, K., Yang, X., Lin, C., & Lu, C. (2014). Measurements of volatile organic compounds in aircraft cabins . Part II : Target list , concentration levels and possible in fl uencing factors q. *Building and Environment*, *75*, 170-175.

Imbriani, M., Ghittori, S., Pezzagno, G., & Capodaglio, E. (1989). Methyl ethyl ketone (MEK) in urine as biological index of exposure. *Giornale italiano di medicina del lavoro*, *11*(6), 255-261.

Institut fur Arbeitsschutz der Deutschen Gesetzlichen Unfaliversicherung (IFA). (2015).*GESTIS Substance Database: Butanone*. Retrieve from http://Gestis-en.itrust.de/nxt/gateway.dll/gestis_en/000000.xml?f=templates$fn=default.htm$vid=gestiseng:sdbeng

Iregren, A., Andersson, M., & Nylén, P. (2002). Color vision and occupational chemical exposures: I. An overview of tests and effects. *NeuroToxicology, 23*(6), 719–733.

Jenkins, S. (2011). Ashford's Dictionary of Industrial Chemicals. *Chemical Engineering*, *118*(5), 8-9.

Kawai, T., Zhang, Z.-W., Takeuchi, a, Miyama, Y., Sakamoto, K., Higashikawa, K., & Ikeda, M. (2003). Methyl isobutyl ketone and methyl ethyl ketone in urine as biological markers of occupational exposure to these solvents at low levels. *International Archives of Occupational and Environmental Health*, *76*(1), 17-23.

Kedar, S., Ghate, D., & Corbett, J. J. (2011). *Symposium Visual fields in neuro-ophthalmology*. https://doi.org/10.4103/0301-4738.77013

Krejcie, R. V. & Morgan, D. W. (1970). Determining Sample Size for Research Activities. *Educational and Psychological Measurement, 30*(3), 607-610.

Lacerda, E. M. D. C. B., Lima, M. G., Rodrigues, A. R., Teixeira, C. E. C., de Lima, L. J. B., Ventura, D. F., & Silveira, L. C. D. L. (2011). Psychophysical evaluation of achromatic and chromatic vision of workers chronically exposed to organic solvents. *Journal of environmental and public health*, *2012*.

Lee, A. J., Lee, J., Saw, S. M., Gazzard, G., Koh, D., Widjaja, D., & Tan, D. T. H. (2002). Prevalence and risk factors associated with dry eye symptoms: a population based study in Indonesia. *British Journal of Ophthalmology*, *86*(12), 1347-1351.

Lee, J. H., Lee, W., Yoon, J. H., Seok, H., Roh, J., & Won, J. U. (2015). Relationship between symptoms of dry eye syndrome and occupational characteristics: the Korean National Health and Nutrition Examination Survey 2010–2012. *BMC ophthalmology*, *15*(1), 147.

Lee, W., Lim, S. S., Won, J. U., Roh, J., Lee, J. H., Seok, H., & Yoon, J. H. (2015). The association between sleep duration and dry eye syndrome among Korean adults. *Sleep medicine, 16*(11), 1327-1331.

Lewis, Sr. & Richard, J. (1992). *Sax's Dangerous Properties of Industrial Materials* (p. 2319). New York: Van Nostrand Reinhold.

Lüra, J., Riihimäki, V., & Pfäffli, P. (1988). Kinetics of methyl ethyl ketone in man: absorption, distribution and elimination in inhalation exposure. *International archives of occupational and environmental health*, *60*(3), 195-200.

Mancuso, K., Mauck, M. C., Kuchenbecker, J. A., Neitz, M., &Neitz, J. (2010).A multi-stage color model revisited: implications for a gene therapy cure for red-green colorblindness. *Retinal Degenerative Diseases,* 631-638.

Mohammadi, S., Mehrparvar, A., Labbafinejad, Y., & Attarchi, M. S. (2010). The effect of exposure to a mixture of organic solvents on liver enzymes in an auto manufacturing plant. *Journal of Public Health*, *18*(6), 553-557.

Muttray, A., Jung, D., Klimek, L., &Kreiner, C. (2002). *Effects of an external exposure to 200 ppm methyl ethyl ketone on nasal mucosa in healthy volunteers.* https://doi.org/10.1007/s00420- 001-0291-3

National Institute for Occupational Safety and Health (NIOSH). (2014). *International Chemical Safety Cards(ICSC): Methyl Ethyl Ketone*. Retrieve from http://www.cdc.gov/niosh/ipcsneng/neng0179.html

Neier, W. & Strehlke, G. (2002).2-Butanone.*Ullmann's Encyclopedia of Industrial Chemistry*. Germany: Wiley-VCH.

New Jersey Department of Health and Senior Services. (2011). *Hazardous Substance Fact Sheet: Acetone.* Retrieve from http://nj.gov/health/eoh/rtkweb/documents/fs/0006.pdf

Ong, C. N., Sia, G. L., Ong, H. Y., Phoon, W. H., & Tan, K. T. (1991). Biological monitoring of occupational exposure to methyl ethyl ketone. *International archives of occupational and environmental health*, *63*(5), 319-324.

Paramei, G. V., Meyer-Baron, M., & Seeber, A. (2004). Impairments of colour vision induced by organic solvents: A meta-analysis study. *NeuroToxicology, 25*(5), 803-816. https://doi.org/10.1016/j.neuro.2004.01.006

Park, H., Park, H. D., & Jang, J. K. (2016). Exposure characteristics of construction painters to organic solvents. *Safety and health at work*, *7*(1), 63-71.

Park, H. W., & Park, J. W. (2016). The association between symptoms of dry eye syndrome and metabolic outcome in a general population in Korea. *Journal of Korean medical science*, *31*(7), 1121-1126.

Penton, Z. E. (2002). Headspace gas chromatography. *Comprehensive Analytical Chemistry*, *37*, 279-296.

Perbellini, L., Brugnone, F., Mozzo, P., Cocheo, V., & Caretta, D. (1984). Methyl ethyl ketone exposure in industrial workers uptake and kinetics. *International archives of occupational and environmental health*, *54*(1), 73-81.

Rees, G., Xie, J., Holloway, E. E., Sturrock, B. A., Fenwick, E. K., Keeffe, J. E., & Lamoureux, E. (2013). Identifying distinct risk factors for vision-specific distress and depressive symptoms in people with vision impairment. *Invest Ophthalmol Vis Sci, 54*(12), 7431-7438.

Saillenfait, A. M., Gallissot, F., Sabaté, J. P., Bourges-Abella, N., Cadot, R., Morel, G., & Lambert, A. M. (2006). Developmental toxicity of combined ethylbenzene and methylethylketone administered by inhalation to rats. *Food and Chemical Toxicology*, *44*(8), 1287-1298.

Saygun, M., Ekici, A., Muluk, N. B., Çakmak, A., Pinar, T., Dağ, E., & Ekici, M. (2012). Effects of long-term low-level solvent exposure on cognitive function. *Clinical & Investigative Medicine*, *35*(4), 190-205.

Semple, S., Dick, F., Osborne, A., Cherrie, J. W., Soutar, A., Seaton, A., & Haites, N. (2000). Impairment of colour vision in workers exposed to organic solvents. *Occupational and environmental medicine*, *57*(9), 582-587.

Tailor, D. R., Finkel, L. H., & Buchsbaum, G. (2000). Color-opponent receptive fields derived from independent component analysis of natural images. *Vision Research*, *40*(19), 2671-2676.

Thetkathuek, A., Jaidee, W., Saowakhontha, S., & Ekburanawat, W. (2015). Neuropsychological Symptoms among Workers Exposed to Toluene and Xylene in Two Paint Manufacturing Factories in Eastern Thailand. *Advances in preventive medicine*, *2015*.

Thompson, S. B. N. (2010). Implications for cognitive rehabilitation and brain injury from exposure to Methyl Ethyl Ketone (MEK): a review. *Journal of Cognitive Rehabilitation*, *28*, 4-14.

Thrall, K. D., Soelberg, J. J., Weitz, K. K., & Woodstock, (2002). Development of a physiologically based pharmacokinetic model for methyl ethyl ketone in F344 rats. *Journal of Toxicology and Environmental Health Part A*, *65*(13), 881-896.

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.

Traiger, G. J., Bruckner, J. V., Jiang, W. D., Dietz, F. K., & Cooke, P. H. (1989). Effect of 2-butanol and 2-butanone on rat hepatic ultrastructure and drug metabolizing enzyme activity. *Journal of Toxicology and Environmental Health, Part A Current Issues*, *28*(2), 235-248.

U.S. Environmental Protection Agency (EPA). (2003).Methyl ethyl ketone (MEK) (CASRN 78-93-3)".*Integrated Risk Information System (IRIS)*.Retrieved from https://www.epa.gov/iris

U.S. Environmental Protection Agency (EPA). (2003).*Toxicological Review of Methyl Ethyl Ketone.* Retrieve from http://www.epa.gov/iris

Zheng, Y., Lamoureux, E. L., Chiang, P. P.C., Anuar, A. R., & Wong, T. Y. (2013). Marital status and its relationship with the risk and pattern of visual impairment in a multi-ethnic Asian population. *Journal of Public Health*, *36*(1), 104-110.

ภาคผนวก

ภาคผนวก ก

รายนามผู้ทรงคุณวุฒิ

รายนามผู้ทรงคุณวุฒิ

1.	รศ.ดร.อนามัย เทศกะทึก	คณะสาธารณสุขศาสตร์ มหาวิทยาลัยบูรพา
2.	ผศ.ดร.ปวีณา มีประดิษฐ์	คณะสาธารณสุขศาสตร์ มหาวิทยาลัยบูรพา
3.	นพ.ศุภชัย เอี่ยมกุลวรพงศ์	โรงพยาบาลเฉลิมพระเกียรติสมเด็จ พระเทพรัตนราชสุดาฯ สยามบรมราชกุมารี ระยอง

ภาคผนวก ข

เครื่องมือที่ใช้ในการวิจัย

แบบสอบถาม

โครงการวิจัย การประเมินการรับสัมผัสสาร MEK ในปัสสาวะและปัจจัยที่มีความสัมพันธ์กับสมรรถภาพการมองเห็นของพนักงานฝ่ายผลิตในโรงงานผลิตรองเท้าแห่งหนึ่งในกรุงเทพมหานคร

คำชี้แจง แบบสอบถามนี้จัดทำเพื่อนำข้อมูลที่ได้มาทำการศึกษาเพื่อหาประเมินการรับสัมผัสสาร MEK ในปัสสาวะและปัจจัยที่มีความสัมพันธ์กับสมรรถภาพการมองเห็นของพนักงานที่สัมผัสสาร MEK ซึ่งเป็นงานวิจัยของนิสิตปริญญาโท สาขาวิชาอาชีวอนามัยและความปลอดภัย คณะสาธารณสุขศาสตร์ มหาวิทยาลัยบูรพา โดยการสำรวจครั้งนี้จะไม่มีผกระทบต่อการทำงานของท่านแต่ประการใด

1. แบบสอบถามทั้งหมด แบ่งออกเป็น 2 ส่วน ประกอบด้วย

   ส่วนที่ 1 แบบสอบถามข้อมูลพนักงาน ประกอบด้วย ข้อมูลลักษณะทางประชากร สภาพการทำงาน ประวัติการเจ็บป่วย และการสวมใส่อุปกรณ์ป้องกันอันตรายส่วนบุคคล

   ส่วนที่ 2 แบบสอบถามอาการเกี่ยวกับสายตา

2. ขอความร่วมมือทุกท่านในการตอบแบบสอบถามให้ได้ข้อมูลครบถ้วน

วัน/ เดือน/ ปี .....

ผู้เก็บข้อมูล .....

ผู้วิจัยขอขอบพระคุณอย่างสูงที่ท่านให้ความร่วมมือในการตอบแบบสอบถามมา ณ โอกาสนี้

นายสุทธิพัฒน์ ศิริรัตน์ นิสิตปริญญาโท

สาขาวิชาอาชีวอนามัยและความปลอดภัย คณะสาธารณสุขศาสตร์ มหาวิทยาลัยบูรพา

ส่วนที่ 1 แบบสอบถาม

คำชี้แจง โปรดเติมข้อความลงในช่องว่าง หรือทำเครื่องหมายถูกลงใน ☐ หน้าข้อความที่ตรงกับความเป็นจริงของท่านมากที่สุด

ส่วนที่ 1.1 ข้อมูลลักษณะทางประชากร

1. เพศ
   - ☐ ชาย
   - ☐ หญิง
2. อายุ ..... ปี
3. น้ำหนัก ..... กิโลกรัม ส่วนสูง ..... เซนติเมตร
4. สถานภาพ
   - ☐ โสด
   - ☐ สมรส
   - ☐ หม้าย/ หย่าร้าง/ แยกกันอยู่
5. ระดับการศึกษา
   - ☐ ไม่ได้รับการศึกษา
   - ☐ ประถมศึกษา
   - ☐ มัธยมศึกษาตอนต้น
   - ☐ มัธยมศึกษาตอนปลาย
   - ☐ อนุปริญญาหรือเทียบเท่า
   - ☐ ปริญญาตรีหรือสูงกว่า
6. ปัจจุบันท่านสูบบุหรี่หรือไม่
   - ☐ ไม่สูบ
   - ☐ ปัจจุบันยังสูบ วันละ.....มวน สูบมานาน.....ปี
   - ☐ เคยสูบแต่เลิกสูบแล้วนาน.....ปี
7. ปัจจุบันท่านดื่มสุราหรือเครื่องดื่มแอลกอฮอล์หรือไม่
   - ☐ ไม่ดื่ม
   - ☐ ปัจจุบันยังคงดื่ม มานาน.....ปี
   - ☐ เคยดื่มแต่เลิกดื่มแล้วมานาน.....ปี
8. ท่านใช้ระยะเวลาของการนอนหลับเฉลี่ยในแต่ละคืน.....ชั่วโมง

ส่วนที่ 1.2 สภาพการทำงาน

9. ท่านทำงานในตำแหน่งปัจจุบันมานาน .....ปี

10. โดยปกติระยะเวลาในการทำงานของท่าน.....ชั่วโมงต่อวัน

ส่วนที่ 1.3 ประวัติการเจ็บป่วย

11. ปัจจุบันท่านมีโรคประจำตัวหรือไม่

☐ ไม่มี

☐ มี ระบุ.....

12. ปัจจุบันท่านมียาที่ต้องรับประทานประจำหรือไม่

☐ ไม่มี

☐ มี ระบุ.....

ส่วนที่ 1.4 การสวมใส่อุปกรณ์ป้องกันอันตรายส่วนบุคคล

13. ท่านใช้อุปกรณ์ป้องกันระบบหายใจขณะปฏิบัติงานหรือไม่

☐ ใช้

☐ ไม่ใช้ (ข้ามไปตอบส่วนที่ 2)

14. ท่านใช้อุปกรณ์ป้องกันระบบหายใจชนิดใด (ตอบได้มากกว่า 1 ข้อ)

☐ หน้ากากอนามัยชนิดกระดาษ

☐ หน้ากากอนามัยชนิดผ้า

☐ หน้ากากอนามัยชนิด N95

☐ อื่น ๆ ระบุ.....

15. โดยปกติท่านใช้อุปกรณ์ป้องกันอันตรายระบบหายใจปิดปากและจมูก คิดเป็นร้อยละเท่าไรของเวลาการปฏิบัติงาน

☐ น้อยกว่า ร้อยละ 25 รวมแล้วไม่เกิน 2 ชั่วโมง

☐ ร้อยละ 26-50 รวมแล้วไม่เกิน 4 ชั่วโมง

☐ ร้อยละ 51-75 รวมแล้วไม่เกิน 6 ชั่วโมง

☐ ร้อยละ 76-100 ใส่เกือบตลอดเวลา

ส่วนที่ 2 แบบสอบถามอาการเกี่ยวกับสายตา

คำชี้แจง โปรดทำเครื่องหมายถูกลงในช่องที่ตรงกับความเป็นจริงของท่านมากที่สุด
ท่านเคยมีอาการดังต่อไปนี้ขณะปฏิบัติงานหรือหลังจากเลิกปฏิบัติงานหรือไม่ (โปรดตอบทุกข้อ)

อาการ	ไม่เคยมีอาการ	เคย เป็นบางครั้ง	เป็นตลอดเวลา
1. ปวดตา			
2. ตาพร่ามัว/ เคืองตา			
3. ตาแห้ง			
4. น้ำตาไหล			
5. แสบตา/ เจ็บตา			
6. คันตา			
7. ตาอักเสบ/ ตาแดงบวม			
8. ตาสู้แสงไม่ได้			
9. มองเห็นจุดหรือเส้นสีดำ ๆ ลอยไปมา			
10. เห็นแสงวาบ			
11. ตาฟางเวลากลางคืน			
12. มองเห็นภาพซ้อน			
13. เห็นแสงสีรุ้งรอบดวงไฟ			

ภาคผนวก ค

ผลการตรวจสอบคุณภาพเครื่องมือ (Try out)

ผลการตรวจสอบคุณภาพเครื่องมือ (Try out)

จากการนำแบบสอบถามอาการเกี่ยวกับสายตาในงานวิจัย เรื่อง การประเมินการรับสัมผัสสาร MEK ในปัสสาวะและปัจจัยที่มีความสัมพันธ์กับสมรรถภาพการมองเห็นของพนักงานฝ่ายผลิตในโรงงานผลิตรองเท้าแห่งหนึ่งในกรุงเทพมหานครไปทดลองใช้กับกลุ่มที่มีลักษณะใกล้เคียงกลุ่มตัวอย่าง จำนวน 30 คน และดำเนินการวิเคราะห์ข้อมูลเพื่อหาค่าความเที่ยง (Reliability) Alpha Coefficient พบว่า แบบสอบถามอาการเกี่ยวกับสายตา มีค่า Alpha Coefficient เท่ากับ 0.884 ดังรายละเอียดต่อไปนี้

Reliability Statistics

Cronbach's Alpha	N of Items
.884	13

Item-Total Statistics

	Scale Mean if Item Deleted	Scale Variance if Item Deleted	Corrected Item-Total Correlation	Cronbach's Alpha if Item Deleted
1.ปวดตา	15.1000	13.334	.490	.882
2.ตาพร่ามัว/เคืองตา	14.9333	12.271	.737	.866
3.ตาแห้ง	15.2667	13.926	.600	.875
4.น้ำตาไหล	15.2000	13.683	.609	.874
5.แสบตา/เจ็บตา	15.0667	12.961	.650	.871
6.คันตา	15.0000	13.931	.455	.882
7.ตาอักเสบ/ตาแดงบวม	15.3667	14.033	.781	.871
8.ตาสู้แสงไม่ได้	15.1333	13.223	.526	.880
9.มองเห็นจุดหรือเส้นสีดำๆ ลอยไปมา	15.3000	13.941	.646	.873
10.เห็นแสงวาบ	15.3667	14.447	.592	.877
11.ตาฟางเวลากลางคืน	15.2333	14.116	.499	.879
12.มองเห็นภาพซ้อน	15.3667	15.206	.258	.888
13.เห็นแสงสีรุ้งรอบดวงไฟ	15.2667	12.892	.801	.863