# การเฝ้าระวังสุขภาพประชาชนจากสารอินทรีย์ระเหย จังหวัดระยอง

# The Health Monitoring of people to Volatile Organic Compounds (VOCs) in Rayong Province

โดย

วัลภา ศรีสุภาพ
มริสสา กองสมบัติสุข
ชวัลนุช อุส่าห์ดี
หรรษา รักษาคม
สุดา พะเนียงทอง

สำนักงานป้องกันควบคุมโรคที่ 3 จังหวัดชลบุรี
สำนักงานสาธารณสุขจังหวัดระยอง

มีนาคม 2553

# การเฝ้าระวังสุขภาพประชาชนจากสารอินทรีย์ระเหย จังหวัดระยอง

# The Health Monitoring of people to Volatile Organic Compounds (VOCs) in Rayong Province

โดย

วัลภา ศรีสุภาพ
มริสสา กองสมบัติสุข
ชวัลนุช อุส่าห์ดี
หรรษา รักษาคม
สุดา พะเนียงทอง

สำนักงานป้องกันควบคุมโรคที่ 3 จังหวัดชลบุรี
สำนักงานสาธารณสุขจังหวัดระยอง

มีนาคม 2553

**ชื่อเรื่อง** การเฝ้าระวังสุขภาพประชาชนจากสารอินทรีย์ระเหยง่าย จังหวัดระยอง

**ชื่อผู้วิจัย**

| | |
|---|---|
| วัลภา ศรีสุภาพ | สำนักงานป้องกันควบคุมโรคที่ 3 จ.ชลบุรี |
| มริสสา กองสมบัติสุข | โรงพยาบาลมาบตาพุด |
| ชวัลนุช อุสาห์ดี | โรงพยาบาลบ้านฉาง |
| หรรษา รักษาคม | สำนักงานป้องกันควบคุมโรคที่ 3 จ.ชลบุรี |
| สุดา พะเนียงทอง | สำนักงานสาธารณสุขจังหวัดระยอง |


## บทคัดย่อ

การศึกษานี้มีวัตถุประสงค์ เพื่อประเมินผลการเฝ้าระวังสุขภาพของประชาชนต่อสารอินทรีย์ระเหยง่าย โดยประเมินการได้สารเบนซีนจากการตรวจระดับสาร t,t-muconic acid ซึ่งเป็น metabolite ของเบนซีนในปัสสาวะ และศึกษาความผิดปกติทางโลหิตวิทยา ระหว่างกลุ่มที่พบ/ไม่พบสาร t,t-muconic acid ในปัสสาวะ เก็บข้อมูลระหว่างเดือนเมษายน - มิถุนายน 2552 ในพื้นที่รับผิดชอบของโรงพยาบาลมาบตาพุด และโรงพยาบาลบ้านฉาง จำนวน 402 ราย โดยการสัมภาษณ์ เก็บตัวอย่างเลือด และเก็บตัวอย่างปัสสาวะ วิเคราะห์ความสัมพันธ์โดยใช้สถิติ Chi-square test และ Fisher's exact test ผลการศึกษาพบว่าประชากรส่วนใหญ่อาศัยนานมากกว่า 20 ปี (55.5%) เวลาอยู่บ้านต่อวันมากกว่า 12 ชั่วโมง(91%) จำนวนคนที่ไม่ได้กลิ่นและได้กลิ่นใกล้เคียงกัน 51.8% และ 48.2% ตามลำดับ 15.4% ตรวจพบสาร t,t-muconic acid ในปัสสาวะ โดยระดับสาร t,t-muconic acid มีค่าเฉลี่ย 22.27 , SD 68.42 ไมโครกรัม/กรัมครีเอตินิน อาการเจ็บป่วยที่พบในช่วง 1 สัปดาห์ที่ผ่านมา คือ ปวดศีรษะ(29.0%) เวียนศีรษะ(27.7%) แสบหรือคันตา (19.0% ) ลักษณะของเม็ดเลือดแดงมีความสัมพันธ์กับการพบ/ไม่พบ t,t-muconic acid ในปัสสาวะอย่างมีนัยสำคัญทางสถิติ ($p<0.01$) ดังนั้น หน่วยงานด้านสาธารณสุขที่เกี่ยวข้องควรมีการวางแผนร่วมกันในจัดเก็บข้อมูลสุขภาพ เพื่อการเฝ้าระวังอย่างเป็นระบบและต่อเนื่องในระยะยาว ของประชาชนในพื้นที่ดังกล่าว

**คำสำคัญ**: การเฝ้าระวังสุขภาพ สารอินทรีย์ระเหยง่าย จังหวัดระยอง

# The Health Monitoring of people to Volatile Organic Compounds (VOCs) in Rayong Province

Wullapa Srisupap*

Hansa Raksakom*

Marissa Kongsombatsuk**

Chawalnuch Usadee***

Suda Panaengtong****

* The Office of Diseases Prevention and Control 3, Chonburi

**Map Taphut Hospital, Rayong

***Ban Chang Hospital, Rayong

****Rayong Provincial Health Office,Rayong

**Abstract**

The purposes of this study were to assess (of) the health monitoring of VOCs by examining t,t-muconic acid levels ,benzene metabolite, in urine and to compare the relationship between abnormal hematological findings and t,t-muconic acid testing results. Data were collected from 402 informed consent subjects in responsibility area of Maptaput hospital and Banchang hospital from April to June 2009 . The results of this study showed that most subjects were long-term inhabitants for more than 20 years (55.5%) and stayed at home for more than 12 hours per day (91%), There were 48.2 percent of the subjects who reportedly could smell bad odor and 51.8 percent of those who smelled nothing. They reported symptoms of headache(29.0%), dizziness(27.7%) and eye itching or pain (19.0%). The mean of t t muconic acid levels was 22.27, SD 68.42 µg./g. and creatinine in the range of 0- 716 µg./gram and creatinine. Only 14.6 percent of the subjects were positive for t,t-muconic acid in urine. Abnormal red blood cell morphology was statistically significant to t,t-muconic acid in urine ($p<0.01$) Authority health care providers should have network planning for long-term and systematic surveillance.

**Keywords** : health monitoring , volatile organic compounds (VOCs) , Rayong Province

# กิตติกรรมประกาศ

การเฝ้าระวังสุขภาพประชาชนจากสารอินทรีย์ระเหยง่าย จังหวัดระยอง สำเร็จลุล่วงไปด้วยดีนี้ ขอขอบพระคุณนายแพทย์สมัย กังสวร ผู้อำนวยการป้องกันควบคุมโรคที่ 3 จ.ชลบุรี ที่ให้โอกาสในการศึกษานี้ นายแพทย์อุดมศักดิ์ อิ่มสว่าง นายแพทย์วิชัย จุลวนิชย์พงษ์ สำนักงานป้องกันควบคุมโรคที่ 3 จังหวัดชลบุรี ที่ให้คำปรึกษาและข้อแนะนำในเชิงวิชาการ ขอขอบคุณนายแพทย์สาธารณสุขจังหวัดระยอง ผู้อำนวยการโรงพยาบาลมาบตาพุด ผู้อำนวยการโรงพยาบาลบ้านฉาง ที่ให้ความสะดวกในการเก็บรวบรวมข้อมูล ท้ายสุดนี้ ขอขอบคุณประชาชนในพื้นที่มาบตาพุด และบ้านฉางที่ได้สละเวลาให้สัมภาษณ์และเข้ารับการตรวจทุกคน รวมทั้งบุคลากรอื่นที่ช่วยให้การศึกษานี้สำเร็จลุล่วงไปด้วยดี ขอขอบพระคุณเป็นอย่างยิ่งมา ณ โอกาสนี้

คณะผู้วิจัย

กุมภาพันธ์ 2553

# สารบัญ

หน้า

บทคัดย่อ ..... ก
กิตติกรรมประกาศ ..... ข
สารบัญ ..... ค
สารบัญตาราง ..... จ
สารบัญแผนภาพ ..... ช
บทที่ 1 บทนำ ..... 1
ความเป็นมาและความสำคัญของปัญหา ..... 1
วัตถุประสงค์ ..... 1
ขอบเขตการศึกษา ..... 2
กรอบแนวคิด ..... 2
ประโยชน์ที่คาดว่าจะได้รับ ..... 2
คำจำกัดความที่ใช้ในการศึกษา ..... 2
บทที่ 2 ทบทวนวรรณกรรมที่เกี่ยวข้อง ..... 3
ความรู้ทั่วไปเกี่ยวกับสารอินทรีย์ระเหย ..... 3
ความรู้ทั่วไปเกี่ยวกับสารเบนซีน ..... 8
การประเมินความเสี่ยงสุขภาพ ..... 16
เอกสารและงานวิจัยที่เกี่ยวข้อง ..... 19
บทที่ 3 วิธีดำเนินการ ..... 21
รูปแบบการศึกษา ..... 21
กลุ่มประชากรศึกษา ..... 21
ระยะเวลาดำเนินการ ..... 21
เครื่องมือที่ใช้ในการศึกษา ..... 21

# สารบัญ (ต่อ)

หน้า

บทที่ 4 ผลการศึกษา.....23
ข้อมูลทั่วไปของประชากรศึกษา..... 23
ข้อมูลการสัมผัสและการเจ็บป่วย.....25
ผลการตรวจวิเคราะห์ทางห้องปฏิบัติการ..... 28
ความสัมพันธ์ระหว่างปัจจัยที่ศึกษากับระดับสาร t,t-muconnic acid ในปัสสาวะ....32
ความสัมพันธ์ระหว่างกลุ่มอาการต่างๆ กับระดับสาร t,t-muconnic acid ใน ปัสสาวะ..... 38
ความสัมพันธ์ระหว่างผลการวิเคราะห์ทางโลหิตวิทยา เคมีคลินิกกับระดับ สาร t t muconnic acid ในปัสสาวะ..... 43
บทที่ 5 สรุป อภิปรายผลและ ข้อเสนอแนะ..... 46
สรุปผลการศึกษา..... 46
อภิปรายผล..... 47
ข้อเสนอแนะ..... 50
รายการอ้างอิง..... 52
ภาคผนวก..... 54
ก. แบบสัมภาษณ์และเก็บข้อมูลในโครงการเฝ้าระวังสาร VOCs จ.ระยอง ปี 2552....55
ข. กำหนดมาตรฐานค่าสารอินทรีย์ระเหยง่ายในบรรยากาศโดยทั่วไปในเวลา 1 ปี... 57
ค.ผลการติดตามตรวจสอบปริมาณสารอินทรีย์ระเหยง่าย(VOCs)ในบรรยากาศ ในพื้นที่มาบตาพุด.....59

# สารบัญตาราง


ตารางที่ หน้า

2.1 ตัวอย่างสาร VOCs บางชนิด ผลกระทบต่อระบบเนื้อเยื่อและเป็นอันตรายต่อสุขภาพ..... 6

2.2 แสดงผลของการสัมผัสเบนซีนปริมาณน้อยในระดับต่าง ๆ..... 11

4.1 จำนวนและร้อยละของข้อมูลทั่วไปของประชากร..... 23

4.2 จำนวนและร้อยละของการสัมผัสกลิ่นในช่วง 1 สัปดาห์ที่ผ่านมา..... 25

4.3 จำนวนและร้อยละของการรับประทานอาหาร เครื่องดื่ม ยาที่มีผลกับการตรวจแมทาโบไลต์ ของสารเบนซีน ในช่วง 2-3 วัน ที่ผ่านมา..... 26

4.4 จำนวนและร้อยละของข้อมูลการเจ็บป่วยที่เกี่ยวข้องกับระบบประสาท ตา ผิวหนัง ทางเดินหายใจ หัวใจ และหลอดเลือดในช่วง 1 สัปดาห์ที่ผ่านมา..... 27

4.5 ระดับสาร t,t-muconnic acid ในปัสสาวะจำแนกตามพื้นที่..... 28

4.6 ผลการวิเคราะห์ทางโลหิตวิทยา จำแนกตามพื้นที่..... 29

4.7 ผลการวิเคราะห์ทางเคมีคลีนิก จำแนกตามพื้นที่..... 31

4.8 ความสัมพันธ์ระหว่างปัจจัยที่ศึกษากับระดับสาร t,t-muconnic acid ในปัสสาวะ.... 32

4.9 ความสัมพันธ์ระหว่างการได้กลิ่นในช่วง 1 สัปดาห์ที่ผ่านมากับระดับสาร t,t-muconnic acid ในปัสสาวะ..... 35

4.10 ความสัมพันธ์ระหว่างการทำกิจกรรมที่เกี่ยวข้องในช่วง 1 สัปดาห์ที่ผ่านมา กับระดับ t,t-muconic acid ในปัสสาวะ..... 36

4.11 ความสัมพันธ์ระหว่างการรับประทานอาหาร เครื่องดื่ม ยา ในช่วง 2-3 วัน ที่ผ่านมากับระดับ t,t-muconic acid ในปัสสาวะ..... 37

4.12 ความสัมพันธ์ระหว่างระดับสาร t,t-muconnic acid ในปัสสาวะกับกลุ่มอาการระบบต่างๆ..... 38

# สารบัญตาราง(ต่อ)


ตารางที่ หน้า

4.13 ความสัมพันธ์ระหว่างระดับสาร t,t-muconnic acid ในปัสสาวะกับอาการทางระบบประสาท..... 39

4.14 ความสัมพันธ์ระหว่างระดับสาร t,t-muconnic acid ในปัสสาวะกับอาการทางระบบสายตา..... 40

4.15 ความสัมพันธ์ระหว่างระดับสาร t,t-muconnic acid ในปัสสาวะกับอาการทางระบบทางเดินหายใจ หัวใจ และหลอดเลือด..... 40

4.16 ความสัมพันธ์ระหว่างระดับสาร t,t-muconnic acid ในปัสสาวะกับอาการทางระบบผิวหนัง..... 42

4.17 ความสัมพันธ์ระหว่างผลการตรวจวิเคราะห์ทางโลหิตวิทยากับระดับ t,t-muconic acid ในปัสสาวะ ..... 43

4.18 ความสัมพันธ์ระหว่างผลการตรวจวิเคราะห์ทางเคมีคลีนิกกับระดับ t,t-muconic acid ในปัสสาวะ..... 45

# สารบัญแผนภาพ


| แผนภาพที่ | | หน้า |
|---|---|---|
| 2.1 | เมแทโบลิซึมของเบนซีน..... | 9 |
| 2 | แสดงแนวโน้มการเปลี่ยนแปลงของสารเบนซีน(ค่าเฉลี่ยรายปี) บริเวณพื้นที่มาบตาพุด..... | 48 |
| 3 | แสดงแนวโน้มการเปลี่ยนแปลงของสาร1,3- Butadiene (ค่าเฉลี่ยรายปี) บริเวณพื้นที่มาบตาพุด..... | 49 |
| 4 | แสดงแนวโน้มการเปลี่ยนแปลงของสาร1,2-Dichloroethane (ค่าเฉลี่ยรายปี) บริเวณพื้นที่มาบตาพุด..... | 49 |

# บทที่ 1
# บทนำ

## ความเป็นมาและความสำคัญของปัญหา

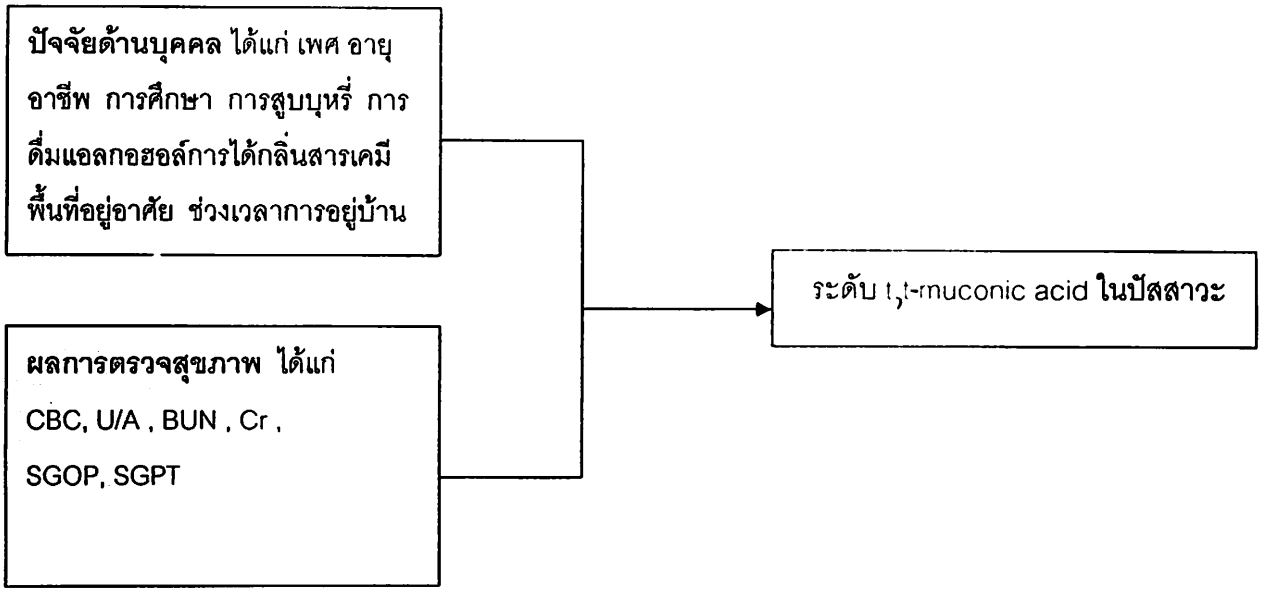
ผลจากการพัฒนาด้านเศรษฐกิจและอุตสาหกรรมที่เกิดขึ้นอย่างรวดเร็ว ทำให้พื้นที่ชายฝั่งทะเลภาคตะวันออกเป็นศูนย์รวมความเจริญทางเศรษฐกิจและอุตสาหกรรมหลักที่สำคัญของประเทศและภูมิภาค โดยเฉพาะนิคมอุตสาหกรรมมาบตาพุด จ.ระยอง ซึ่งเป็นที่รู้จักกันดีของสังคมไทย ทั้งในแง่ความใหญ่โตทันสมัยแห่งหนึ่งในประเทศไทย และในแง่ของมลพิษที่ส่งผลกระทบอย่างรุนแรงต่อชุมชนที่อยู่รอบข้าง โดยเฉพาะสารประกอบอินทรีย์ระเหย (Volatile Organic Compounds, VOCs) ที่มีอยู่ในพื้นที่เป็นจำนวนมากกว่า 40 ชนิด บางตัวทำให้เกิดมะเร็งได้ เช่น benzene , 1,3- Butadiene และ Vinyl Chloride เป็นต้น[1] จากการศึกษาวิจัยพบว่าสารประกอบอินทรีย์ระเหยเหล่านี้ จะส่งผลกระทบต่อระบบต่างๆ ของร่างกาย ได้แก่ ระบบประสาท ระบบเลือด การทำงานของตับและไต เป็นต้นซึ่งผลกระทบจะมากหรือน้อยขึ้นกับชนิดของสาร ปริมาณที่ได้รับสัมผัสและระยะเวลาในการสัมผัสสารต่างๆ เหล่านี้[2-3] มีการศึกษาพบว่า ผู้ที่ได้รับสารประกอบอินทรีย์ระเหยจากสิ่งแวดล้อม จะมีอาการระคายเคืองจมูก และคอ ไม่สบายตัว ปวดศีรษะ มีอาการแพ้ที่ผิวหนัง คลื่นไส้ อ่อนเพลีย เวียนศีรษะ เป็นต้น[4] ถึงแม้ว่าปัจจุบันคณะกรรมการสิ่งแวดล้อมแห่งชาติ โดยการนำเสนอของกรมควบคุมมลพิษให้มีการกำหนดมาตรฐานค่าสารประกอบอินทรีย์ระเหยในบรรยากาศโดยทั่วไปในเวลา 1 ปี จำนวน 9 ชนิด และมีมาตรการต่างๆ ในการควบคุม จัดการการปล่อยมลพิษของโรงงานอุตสาหกรรมต่างๆ เพื่อไม่ให้เกินมาตรฐาน ซึ่งเป็นการเฝ้าระวังสิ่งคุกคามในสิ่งแวดล้อม[5] ส่วนการเฝ้าระวังสุขภาพของประชาชนซึ่งมีข้อจำกัดหลายอย่าง เช่น การตรวจสารเมตาโบไลท์ของสารเคมีในร่างกายมีการตรวจได้เพียงบางชนิด การแปลผลที่ไม่ได้ชี้เฉพาะถึงสาเหตุของสารนั้นๆ เพียงอย่างเดียว และมีปัจจัยอื่นๆ ที่เกี่ยวข้องอีกมาก

ดังนั้น ผู้วิจัยจึงสนใจศึกษาเพื่อประเมินผลการเฝ้าระวังสุขภาพประชาชนจากสารประกอบอินทรีย์ระเหยง่าย(VOCs) จังหวัดระยอง เพื่อใช้เป็นแนวทางในการดำเนินงานเฝ้าระวังสาร VOCs ในพื้นที่ต่อไป

## วัตถุประสงค์

1. เพื่อประเมินการสัมผัสสารประกอบอินทรีย์ระเหย (VOCs) ของประชาชน จ.ระยอง
2. เพื่อศึกษาปัจจัยที่มีความสัมพันธ์กับการสัมผัสสาร VOCs ของประชาชน จ.ระยอง

**กรอบแนวคิด**




**ขอบเขตการศึกษา**

การศึกษานี้เป็นการเก็บข้อมูลการสัมภาษณ์ และการตรวจสุขภาพของประชาชนในพื้นที่จังหวัดระยองที่เข้าร่วมโครงการเฝ้าระวังสาร VOCs จ.ระยอง จำนวน 2 พื้นที่ คือ พื้นที่รับผิดชอบของโรงพยาบาลมาบตาพุด และโรงพยาบาลบ้านฉาง จำนวนแห่งละประมาณ 200 ราย ดำเนินการศึกษาในช่วงเดือนมกราคม 2552 ถึงเดือนกันยายน 2552

**ประโยชน์ที่คาดว่าจะได้รับ**

เพื่อเป็นข้อมูลในการวางแผน ให้การสนับสนุน พัฒนาระบบการเฝ้าระวังสุขภาพประชาชนของโรงพยาบาลในพื้นที่ และเป็นข้อมูลในการดำเนินการในพื้นที่อื่นๆ ต่อไป

**คำจำกัดความที่ใช้ในการศึกษา**

การสัมผัสสารประกอบอินทรีย์ระเหย (VOCs) หมายถึง การที่แต่ละคนในกลุ่มประชากรได้รับสารประกอบอินทรีย์ระเหยเข้าสู่ร่างกาย ซึ่งในการศึกษานี้หมายถึงสารเบนซีน (benzene) โดยการตรวจเมแทโบไลต์ คือ การตรวจ trans, trans- muconic acid ซึ่งเป็น open-ring metabolite ของ เบนซีน ในปัสสาวะ

# บทที่ 2
# ทบทวนวรรณกรรมที่เกี่ยวข้อง

การศึกษาเพื่อประเมินผลการเฝ้าระวังสุขภาพประชาชนจากสารประกอบอินทรีย์ระเหยง่าย (VOCs) จังหวัดระยอง โดยนำเสนอแนวคิดและทฤษฎีที่เกี่ยวข้องกับเรื่องที่ศึกษาดังต่อไปนี้

1.ความรู้ทั่วไปเกี่ยวกับสารประกอบอินทรีย์ระเหย

2.ความรู้ทั่วไปเกี่ยวกับสารเบนซีน

3.การประเมินความเสี่ยงสุขภาพ

4. เอกสารและงานวิจัยที่เกี่ยวข้อง

## 1. ความรู้ทั่วไปเกี่ยวกับสารประกอบอินทรีย์ระเหย [6]

สารอินทรีย์ระเหย (Volatile Organic Chemicals, VOCs) คือ กลุ่มสารประกอบอินทรีย์ที่ระเหยเป็นไอกระจายตัวไปในอากาศ ได้ในที่อุณหภูมิและความดันปกติ โมเลกุลส่วนใหญ่ประกอบด้วยอะตอมคาร์บอนและไฮโดรเจน อาจมีออกซิเจนหรือ คลอรีนร่วมด้วย สามารถระเหยเป็นไอได้ที่อุณหภูมิห้อง ในชีวิตประจำวันเราได้รับสาร VOCs จากผลิตภัณฑ์หลายอย่าง เช่น สีทาบ้าน ควันบุหรี่ น้ำยาฟอกสี สารตัวทำละลายในพิมพ์ จากอู่พ่นสีรถยนต์ โรงงานอุตสาหกรรม น้ำยาซักแห้ง น้ำยาสำหรับย้อมผม และน้ำยาดัดผม สารฆ่าแมลง สารที่เกิดจากเผาไหม้ และปะปนในอากาศ น้ำดื่ม เครื่องดื่ม อาหาร สารอินทรีย์ ไอระเหยที่สะสมไว้มากนาน ๆ จะมีผลกระทบทางชีวภาพและเป็นอันตรายต่อสุขภาพ

สารอินทรีย์ระเหย สามารถแบ่งออกตามลักษณะของโมเลกุล เป็น 2 กลุ่มใหญ่ ๆ คือ

1. Non-chlorinated VOCs หรือ Non-halogenated hydrocarbons ได้แก่ กลุ่มไฮโดรคาร์บอนระเหยที่ไม่มีธาตุคลอรีนในโมเลกุล ประกอบด้วย aliphatic hydrocarbons (เช่น fuel oils, gasoline ,hexane ,idustrial solvents, alcohols, aldehydes, ketone) และกลุ่มสาร aromatic hydrocarbons (เช่นสารตัวทำละลาย - toluene, benzene, ethylbenzene, xylenes, styrene, phenol) สาร VOCs กลุ่มนี้มาจากสิ่งแวดล้อม การเผาไหม้กองขยะ พลาสติก วัสดุ สารตัวทำละลาย สีทาวัสดุ เป็นต้น มีผลเสียต่อสุขภาพ ดังนี้ พนักงานดับเพลิง คนงานเผาขยะ คนเผาถ่าน มักป่วยด้วยโรคทางเดินลมหายใจบ่อยเพราะได้รับ VOCs ประมาณ 144 ชนิด เป็นประจำจากควันไฟและเชื้อเพลิง ในรูปของ benzene, toluene, naphthalene propene, และ 1,3-butadiene, styene และ alkyl-substituted benzene compounds อื่น ๆ xylenes, 1-butene/2-methylpropene, propane, 2-methylbutane, ethylbenzene, naphthalene, isopropylbenzene รวมกันในปริมาตรสูงถึง 76.8 % ของ VOCs ทั้งหมดที่วัดได้

2. chlorinated VOCs หรือ halogenated hydrocarbons ได้แก่ กลุ่มไฮโดรคาร์บอนระเหยที่มีธาตุคลอรีนในโมเลกุล ได้แก่ สารเคมีที่สังเคราะห์ใช้ในอุตสาหกรรมสาร chlorinated VOCs นี้มีความเป็นพิษมากกว่าและเสถียรตัวในสิ่งแวดล้อมมากกว่าสารกลุ่มแรก (non-chlorinated VOCs) เพราะมีโครงสร้างที่มีพันธะระหว่างคาร์บอนและธาตุกลุ่มฮาโลเจนที่ทนทานมาก ยากต่อการสลายตัวในธรรมชาติ ทางชีวภาพ ทางกายภาพ หรือโดยทางวิธีเคมีทั่วไป มีความคงตัวสูงและสะสมได้นาน สลายตัวทางชีวภาพได้ยาก รบกวนการทำงานของสารพันธุกรรม หรือ ยับยั้งปฏิกริยาชีวเคมีในเซลล์ และมีฤทธิ์ในการก่อมะเร็ง หรือกระตุ้นการเกิดมะเร็งได้

การวิเคราะห์น้ำประปา พบว่า ในน้ำประปามักมีการปนเปื้อนของสารกลุ่ม chlorinated VOCs ได้บ่อย น้ำประปายิ่งใช้คลอรีนในการฆ่าเชื้อมากน้ำจะยิ่งมีสาร halogenated hydrocarbons มากขึ้น เช่น พบ Trihalomethanes ได้บ่อยในน้ำดื่มจากท่อประปา แต่พบน้อยมากในน้ำบ่อธรรมชาติกรองมาจากใต้ดิน

**เมตะบอลิสม์ความเป็นพิษและกลไกการเกิดพิษ**

สาร VOCs เข้าสู่ร่างกายได้ 3 ทางคือ 1 การหายใจ ได้รับทางปอด 2 การกิน-ดื่มทางปาก และ 3 การสัมผัสทางผิวหนัง หลังจากการเข้าสู่ร่างกายแล้วจะผ่านเข้าสู่ตับ ซึ่งจะมีเอนไซม์และวิถีทางเมตะบอลิสม์ (metabolism) หลากหลายที่แตกต่างกัน จะทราบกลไกการเกิดพิษของสาร VOCs ต้องอาศัยความรู้ด้านเภสัชวิทยาและพิษจุลศาสตร์ เช่น สารพิษถูกเปลี่ยนแปลงทางเมตะบอลิสม์ในตับ ในระยะแรก โดยอาศัยเอนไซม์ในระบบ P450 และในระยะหลังรวมตัวกับสาร glutathione ชนิดเอนไซม์ P450 ที่ใช้จะแตกต่างกันแล้วแต่ชนิดของ VOCs เช่น เอนไซม์ชนิด CTP2E1 มีบทบาทมากต่อเมตะบอลิสม์ของ trichloroethylene ซึ่งจะกลายเป็น chloral hydrate และต่อมาถูกเอนไซม์ชนิด CYP2B เร่งปฏิกิริยาเปลี่ยนเป็น trichloroethanol ซึ่งในที่สุดจะถูกขับทิ้งทางปัสสาวะในรูปของ trichloroacetic acid; เซลล์ตับจะทำให้ toluene กลายเป็น benzyl alcohol และ benzoic zcid ละลายในน้ำได้ง่าย แล้วถูกขับออกทางปัสสาวะ

ปัจจัยที่ทำให้สาร VOCs เกิดอันตรายมีความรุนแรงและอาการป่วยมากหรือน้อยมีดังนี้

1. ช่วงชีวิตครึ่งของสาร VOCs ในเลือดการตรวจวัดสารระเหย VOCs ในเลือดสามารถบอกประวัติการได้รับ หรือ การสัมผัส VOCs ในประชากรได้

2. ขึ้นอยู่กับสภาวะภายในร่างกาย และปฏิกิริยาชีวเคมีทางเมตะบอลิสม์ในตับและเนื้อเยื่อแปรสภาพให้เป็นพิษมากขึ้นหรือน้อยลงได้ และขึ้นอยู่กับปริมาณอัลกอฮอล์หรือสารเคมีอื่นในกระแส

เลือดและเนื้อเยื่อด้วย ตัวอย่างเช่น การดื่มเหล้าหรือเครื่องดื่มที่มีอัลกอฮอล์จะเพิ่มการดูดซึมและเพิ่มระดับของ 2-butanone และ acetone ในเลือดของนักดื่มเหล้าทั้งหลาย

3 การขับสารพิษทิ้ง สาร VOCs ถูกขับโดยตรงผ่านไตออกมาทางปัสสาวะ ทางลมหายใจ และโดยทางอ้อมผ่านตับ และน้ำดี ถ้าสารนั้นถูกขับออกทิ้งได้ง่าย ความเป็นพิษจะน้อยลงกว่าสารเคมีที่ถูกขับออกทิ้งได้ยาก ตัวอย่าง ผลกระทบของสารอินทรีย์ ไอระเหยต่อระบบต่าง ๆ มีดังนี้

**ผลกระทบต่อภูมิคุ้มกัน**

สารอินทรีย์ไอระเหยหลายชนิดทำให้ระบบภูมิคุ้มกันถูกรบกวนหรือทำลาย ศักยภาพทางการป้องกันโรคการติดเชื้อจะลดและพร่องลงจากเดิม เช่น ในการศึกษาในประชากร 302 คน (อายุ 40-59ปี) ที่ Aberdeen, North Carolina และบริเวณใกล้เคียงโดยการ ตรวจเลือด ตรวจผิวหนังและสัมภาษณ์ พบว่ามีสาร Dichlo (DCE) ในเลือด ในคนที่อยู่ใกล้ที่ทิ้งขยะสารเคมีพิษ (pesticide dump sites) ในระดับเฉลี่ย 4.05 ppb เทียบกับระดับเฉลี่ย 2.95 ppb (p=0.01) กลุ่มควบคุมคนที่อยู่ใกล้มากกว่ายิ่งมีระดับ DCE สูงกว่า ยิ่งอยู่ในบริเวณนาน ๆ ยิ่งได้รับมากขึ้น แตกต่างกับอย่างชัดเจน นอกจากนี้เม็ดเลือดขาวของประชากรดังกล่าวจะมีคุณสมบัติทางภูมิคุ้มกัน (mitoger-induced lymphoproliferativity) ต่ำกว่าเม็ดเลือดขาวในกลุ่มควบคุมอย่างเห็นได้ชัด

**ผลกระทบต่อระบบประสาท**

การได้รับสารอินทรีย์ไอระเหยจะทำให้เกิดอาการทางการกดประสาทหลายอย่าง เช่น การง่วงนอน วิงเวียนปวดศีรษะ ซึมเศร้า หรือหมดสติได้ ในการทดลองกับหนูพุกขาว และหนูถีบจักรพบว่าการได้รับ 1,1,1-trichloroethane(TRI) 5000 ppm ทางลมหายใจนาน 40 นาที ทำให้การส่งกระแสประสาทผิดปรกติได้ หนูมีการเรียนรู้สิ่งเร้าในสิ่งแวดล้อม ลดลง กลไกคือ TRI ทำให้สาร cyclic GMP ซึ่งเป็นสารทำหน้าที่เป็นตัวกลางให้เซลล์ประสาททำงาน นั้นมีระดับลดลงและ medulla oblongata คือ ลดลงจากกลุ่มควบคุม ถึง 55-58 % และระดับ cyclic GMP จะลดมากเมื่อได้รับสารระเหยนานมากขึ้นเป็น 100 นาที

ในกลุ่มช่างทำรองเท้า ซึ่งได้รับ VOCs จากการหายใจสารตัวทำละลายสีหรือน้ำยาทำรองเท้า dichloromethane, n-hexane), plastic compounds (isocyanates และ polyvinyl chloride) เป็นประจำ มักจะมีอาการทางประสาทคือ ปวดศีรษะ (65%), จิตใจกังวล(53%), รู้สึกคันที่ขาและเท้า(46%), เจ็บตา(43%), หายใจลำบากและมีอาการรวมหลายอย่าง (1.1-3.5 %) ในคนตั้งครรภ์ มีการศึกษาในหญิงตั้งครรภ์จำนวน 14,000 คนใน Bristol, U.K. ที่ใช้สเปรย์ปรับอากาศ (aerosols) เป็นประจำ ใน

เจ็บตา(43%), หายใจลำบากและมีอาการรวมหลายอย่าง (1.1-3.5 %) ในคนตั้งครรภ์ มีการศึกษาในหญิงตั้งครรภ์จำนวน 14,000 คนใน Bristol, U.K. ที่ใช้สเปรย์ปรับอากาศ (aerosols) เป็นประจำ ในเลือดมีสารพวก VOCs (Xylene, ketones และ aldehydes) ค่อนข้างสูง และประชาการเหล่านี้จะมีอาการหลายอย่าง เช่น 25% ปวดศีรษะ, 19% มีอาการซึมเศร้าหลังคลอด, เด็กที่คลอดออกมาแล้วมักมีอาการท้องเสียบ่อยกว่าเด็กกลุ่มอื่น 22 %

**ผลกระทบเสียหายต่อสุขภาพด้านอื่น ๆ**

สารอินทรีย์ไอระเหย อาจมีผลกระทบต่อสุขภาพระบบอื่น ๆ ได้แก่ ระบบพันธุกรรม ระบบฮอร์โมน ระบบสืบพันธุ์ และระบบประสาท อาจทำให้เกิดโรคมะเร็งบางชนิดได้ และโรคทางระบบสืบพันธุ์ เช่น เป็นหมัน ความพิการของเด็กมีการกลายเพศ เป็นต้น

ตัวอย่าง สาร VOCs ที่เป็นสารก่อมะเร็ง (carcinogen) และสารส่งเสริมการเกิดเนื้องอก (tumor promoter) และชนิดของมะเร็งที่พบ (ในวงเล็บ)

Benzene (Acute myeloblastic leukemia), Carbon Tetrachloride (hepatoma), Dichloropropane, Ethylbenzene, Dichloroethane, Pentachloropheno, Toluene, Trichloroethylene, Dichloromethane, Vinyl Chloride, Hexachlorobenzene, Dibromochloropropane, Ethylene Dibromide, Trihalomethanes, Trihalomethnes, Trichloroacetylene (lung cancer), Haloacetic Acid

สาร VOCs หลายชนิดอันตรายโดยการทำลายโครโมโซมเซลล์ ของระบบอวัยวะต่าง ๆ เช่น เม็ดเลือดแดง ตับ ไต ประสาท ดังแสดงในตารางที่ 2.1 เป็นต้น

ตารางที่ 2.1 ตัวอย่างสาร VOCs บางชนิด ผลกระทบต่อระบบเนื้อเยื่อ และเป็นอันตรายต่อสุขภาพ

| สาร VOCs | เนื้อเยื่อที่ถูกทำลายโดย VOCs | ผลร้ายต่อสุขภาพ |
|---|---|---|
| Benzene | Hemopoietic system, red blood cell, nerve | ทำลายไขกระดูก เม็ดเลือดแดงแตก โรคโลหิตจาง และอาการหรือโรคทางประสาทส่วนกลาง |
| Carbon tetrachloride(CCl4) | Liver, CNS | ตับเสื่อม ตับแข็ง |

| สาร VOCs | เนื้อเยื่อที่ถูกทำลายโดย VOCs | ผลร้ายต่อสุขภาพ |
|---|---|---|
| Chloroform(trichloromethane, CHCl3) | Liver, Kidney, heart muscle, eyes, skin | ตับเสื่อม ตับแข็ง ไตเสื่อม หัวใจเต้นผิดปกติ การแสบระคายเคืองของตาและผิวหนัง |
| Dichlorobenzene (methylene chloride, DCM) | Liver, kidney, blood, skin, eyes, upper respiratory tract | ฤทธิ์แสบ-ระคายเคือง ปอดบวม โรคตับ กดประสาทส่วนกลาง อาจหมดสติและตายได้ |
| Ethyl alcohol (methylene) | Liver, CNS nerve, placenta | ตับเสื่อม ตับแข็ง เร่งการเกิดมะเร็งตับ มีอาการกดประสาท ทำให้ทารกคลอดพิการ |
| Ethyl benzene (ethylbenzol) n-Hexane | Eyes, CNS nerve, nasal cavity Nerve | ทำให้ระคายเคือง แสบตา แสบจมูก กดประสาทส่วนกลาง ทำให้ปวดหัว สับสนงุนงง อาจหมดสติได้ |
| Methyl alcohol (methanol) | Liver, CNS nerve | ตับเสื่อม อาการกดประสาท ทำให้ตาบอด |
| Toluene (methylbenzene,toluol) | CNS nerve | อาการทางประสาทส่วนกลาง |
| Trichlorobenzene | Liver ,Kidney | ตับแข็ง ตับเสื่อม ไตเสื่อม |
| 1,1, 1-Trichloroethane (methylchloroform) | Liver, Nerve, Kidney | อาการทางประสาทส่วนกลาง ชัก หมดสติและอาจตายได้ |
| Xylene (dimethylbenzene) | Skin, nerve | ระคายเคือง โรคผิวหนัง และอาการเกิดจากการกดประสาทส่วนกลาง |

อันตรายและโทษต่อสุขภาพของสาร VOCs จะยิ่งมีผลกระทบมากขึ้น (additive effect) ถ้าได้รับสารอินทรีย์ไอระเหยผสมกันหลายชนิดในระยะเดียวกัน อาจจะส่งเสริมความรุนแรงต่อสุขภาพมากขึ้น มากกว่าผลกระทบรวมกันที่เกิดจากสารเดี่ยว ๆ แต่ละชนิดได้

**การป้องกันและการแก้ไขปัญหาที่เกิดจากสารอินทรีย์ระเหย**

การควบคุมสารเคมีอินทรีย์ระเหยได้ที่ดีที่สุด คือ การป้องกันมิให้มีการใช้สารที่อันตรายสูงต่อสุขภาพโดยไม่จำเป็น หรือหากจำเป็นใช้ ก็ต้องมีวิธีการลดอันตราย ความเสี่ยง และความเป็นพิษให้เหลือน้อยที่สุด โดยมิให้สารเคมี มีการปนเปื้อนในสิ่งแวดล้อม ในน้ำ อากาศ ดิน อาหาร และเครื่องดื่ม เพื่อความปลอดภัยของผู้บริโภค มีสาร VOCs 8 ชนิดที่องค์กรพิทักษ์สิ่งแวดล้อม (EPA) สหรัฐอเมริกา ได้ออกกฎหมายควบคุมมิให้มีหรือมีระดับเกินค่า maximun contaminant level (MCL) ในน้ำดื่มของแต่ละชนิด

การทำลาย VOCs ทางเคมี ได้มีการนำสาร oxidizers หลายชนิด เช่น ก๊าซโอโซน ไฮโดรเจนเปอร์ออกไซด์ และโปตัสเซี่ยมเปอร์มังกาเนต มาใช้เพื่อทำลายสาร VOCs โดยปฏิกิริยาออกซิเดชัน ทำให้ VOCs หลายกลุ่ม สลายตัว และหมดสภาพความเป็นพิษได้

การทำงานทางชีวภาพ มีการวิจัย co-metabolism method ที่จะใช้จุลชีพหลายชนิดรวมกันที่สามารถทำปฏิกิริยาทางชีวเคมีกับสารอินทรีย์ไอระเหยได้ โดยอาศัยเอนไซม์ของแบคทีเรียทั้งชนิด anaerobic และ aerobic จะทำให้เกิด oxidation, reduction, dehalogenation ฯลฯ และสาร VOCs (TCE, PCE, DCM, benzene, toluene ) จะถูกทำลายและหมดความเป็นพิษได้

ในทางการแพทย์ได้มีการรักษาผู้ป่วยที่ได้รับสารอินทรีย์ไอระเหยเข้าไปในร่างกายและเกิดมีอาการป่วย ต้องใช้วิธีการล้างออก การขับออกในทุกรูปแบบ ทั้งทางกายภาพ ทางเคมีและทางชีวภาพให้ทันท่วงที ก่อนที่สารเคมีนั้นจะสะสมและเกิดความเป็นพิษ วิธีการรักษานั้นกระทำได้ยากและสิ้นเปลืองการรักษา

## 2. ความรู้ทั่วไปเกี่ยวกับสารเบนซีน [3), (7)]

เบนซีน (benzene) มีลักษณะเป็นของเหลวใสที่อุณหภูมิห้อง มีกลิ่นหอมเฉพาะตัว ละลายน้ำได้ เล็กน้อย ระเหยง่าย ติดไฟง่าย จัดอยู่ในกลุ่มสารตัวทำละลายอินทรีย์ CAS number คือ 71-43-2 มีน้ำหนักโมเลกุลเท่ากับ 78.12 g/mol

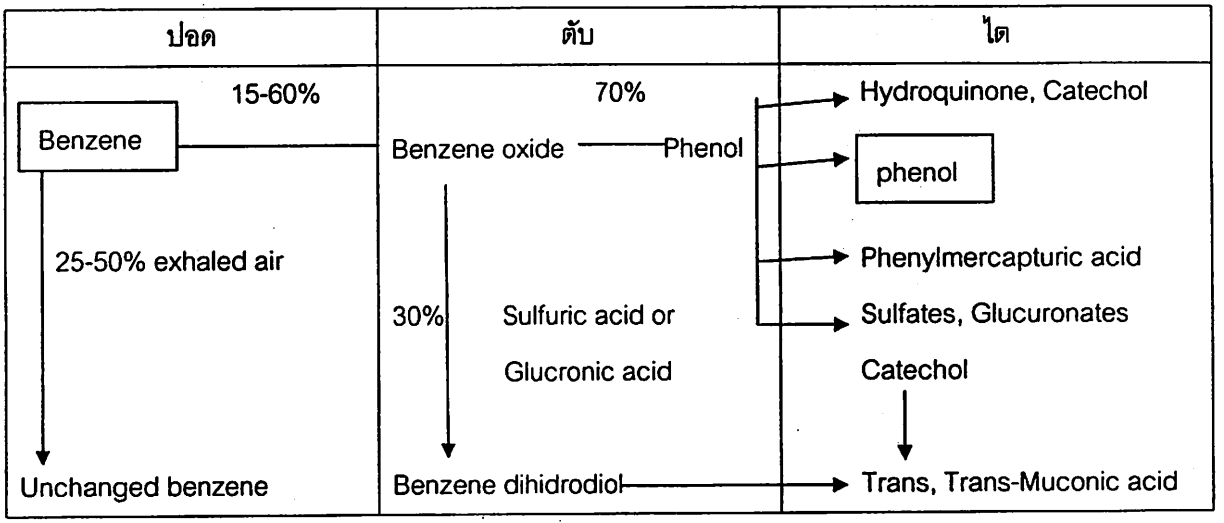
**อาชีพและงานที่เสี่ยง**

- อุตสาหกรรมที่เกี่ยวข้องกับน้ำมัน, ก๊าซธรรมชาติ และปิโตรเคมี
- อุตสาหกรรมการผลิตพลาสติก, เส้นใยสังเคราะห์,ยางสังเคราะห์
- อุตสาหกรรมการผลิตสี หมึกพิมพ์ กาว สารกำจัดแมลง ตัวทำละลาย
- อาชีพที่เกี่ยวข้องกับการใช้สารเคมีที่มีตัวทำละลายเป็นส่วนผสม เช่น ช่างสี การผลิตรองเท้า การผลิตแผงวงจรไฟฟ้าและอิเล็กทรอนิกส์ น้ำยาทำความสะอาด และในห้องปฏิบัติการทางเคมี เป็นต้น

**การเข้าสู่ร่างกายและกลไกการเกิดโรค**

เบนซีนเข้าสู่ร่างกายได้ทางการหายใจ การเปื้อนที่ผิวหนัง และการกิน, ทางเข้าสู่ร่างกายที่สำคัญที่สุดคือ ทางการหายใจ, รองลงมา คือ ทางผิวหนังซึ่งพบได้ในช่างซ่อมเครื่องยนต์ซึ่งสัมผัสกับน้ำมันเบนซิน (Benzine) เบนซีนเมื่อเข้าสู่ร่างกายจะกระจายตัวอย่างรวดเร็วทางระบบไหลเวียนโลหิตเข้าสู่อวัยวะที่มีเลือดและไขมันมาก เช่นสมอง ตับ ไต ไขกระดูก หัวใจ และกล้ามเนื้อ ประมาณร้อยละ 25-50 ของเบนซีนที่เข้าสู่ปอดจะถูกกำจัดออกทางลมหายใจออก (exhaled air) ส่วนที่เข้าสู่ร่างกายจะถูกเปลี่ยนแปลงโครงสร้างที่ตับโดยเอนไซม์ cytochrome P-450 dependent monooxygenase และถูกขับออกทางไต ดังมีรายละเอียดตามแผนภาพที่ 1

**แผนภาพที่ 1 เมแทโบลิซึมของเบนซีน**




เบนซีนและเมแทโบไลต์ มีฤทธิ์กดการทำงานของไขกระดูกโดยออกฤทธิ์คล้ายโคลชิซีน (colchicines – like effect) คือยับยั้งกระบวนการแบ่งเซลล์ในขั้น mitosis ทำให้การสร้างเม็ดเลือดแดง, เม็ดเลือดขาว และเกร็ดเลือด ลดลง ก่อให้เกิดภาวะโลหิตจางแบบ aplastic anemia

Vigliani และ Forni (1976) รายงานว่าการเกิดมะเร็งเม็ดเลือดขาวจากเบนซีน เกิดจากผลทาง clastogenic (antimitotic, cytotoxic) โดยเมแทโบไลต์ที่สำคัญ คือ epoxides (benzene oxide) และตัวอื่น ๆ เช่น catechols, hydroquinone และ phenols ซึ่งเพิ่มอัตราการเกิด chromosome aberrations และนำไปสู่การเกิดกลุ่มเซลล์ที่ผิดปกตินักวิทยาศาสตร์และแพทย์ส่วนหนึ่งที่มีความเห็นว่าการเกิด aplastic anemia และมะเร็งเม็ดเลือดขาวจากเบนซีนนั้น เป็นสภาวการณ์ทางคลินิกที่ใกล้เคียงกันมาก

**อาการวิทยา**

***การได้รับพิษเฉียบพลัน***

การระคายเคือง ไอระเหยของเบนซีน (>3000 ppm) ทำให้เกิดการระคายเคืองต่อตา ระคายเคืองเล็กน้อยต่อเยื่อบุทางเดินหายใจ ในรูปของของเหลวระคายเคืองมากต่อผิวหนัง ทำให้เกิดการอักเสบเฉียบพลันจากการสัมผัส ในกรณีที่ได้รับโดยการกินทำให้เกิดการระคายเคืองต่อเยื่อบุทางเดินอาหาร ก่อให้เกิดอาการเสียงแหบ ไอ ปวดท้อง อาเจียน

พิษต่อระบบประสาทส่วนกลาง เมื่อได้รับในปริมาณน้อย (<250 ppm) มักก่อให้เกิดอาการตื่นเต้น เคลิ้มฝัน (euphoria) ถ้าได้รับในปริมาณที่สูงขึ้น (500-3000 ppm, 10-60 นาที) มักทำให้ปวดศีรษะ มึนงง คลื่นไส้ อาเจียน ประสาทหลอน และซึม ถ้าได้รับในปริมาณมาก ๆ (>7500 ppm, 5-60 นาที) ทำให้เกิดอาการชัก หมดสติ และเสียชีวิต (20,000 ppm, 5-10 นาที) จากการหายใจล้มเหลว หรือจากหัวใจเต้นผิดจังหวะได้ นอกจากนี้อาจก่อให้เกิดอาการที่ไม่จำเพาะเจาะจง เช่น ปวดศีรษะ วิงเวียน กระวนกระวาย เบื่ออาหาร เป็นต้น

***การได้รับพิษเรื้อรัง***

พิษต่อไขกระดูก เบนซีนทำลายไขกระดูกและมีไขมันเข้าไปแทนที่ทำให้โลหิตจาง จำนวนเม็ดเลือดขาวและเกร็ดเลือดต่ำ ทำให้เกิดโลหิตจางแบบ aplastic anemia ได้ นอกจานี้มีรายงานว่าทำให้เกิดมะเร็งเม็ดเลือดขาวได้ ซึ่งเบนซีนได้รับการจัดให้เป็นสารสงสัยว่าก่อมะเร็งประเภท I (suspected carcinogen class I: IARC)

พิษต่อระบบประสาท พบอาการและอาการแสดงของ neurophysiologic และ neuropsychiatric disturbance, มีความผิดปกติของเส้นประสาทสมอง corticospinal tract และ nerve root dysfunction นอกจากนี้อาจพบอาการและอาการแสดงของ transverse myelitis

พิษต่อระบบอื่น ได้แก่ พิษต่อตับ ทำให้เกิดอาการตับอักเสบ ระคายเคืองต่อผิวหนัง ทำให้ผิวหนังแห้งเป็นผื่นแดง (erythema) พุพอง (blister) และตกสะเก็ด (scaly dermatitis) ผลของการสัมผัสเบนซีนปริมาณน้อยในระยะยาว มีรายละเอียดตามตารางที่ 2.2

ตารางที่ 2.2 แสดงผลของการสัมผัสเบนซีนปริมาณน้อยในระดับต่าง ๆ

| ปริมาณเบนซีนในบรรยากาศการทำงาน (ppm) | ผลระยะยาว |
|---|---|
| 1.0 | 40 years-odd ratio of 1.7 for leukemia, double risk of dying from AML (OSHA) |
| 4.68 | Oder threshold |
| < 10 | Cytogenic effect |
| 25-40 | Reduced hemoglobin in blood |
| 65-125 | Headache, fatigue, mider forms of pancytopenia |
| > 300 | 1 year – pancytopenia or Aplastic anemia (20% of workers) |

**การวินิจฉัยโรค**

การวินิจฉัยโรคที่เกิดในผู้ป่วยแต่ละราย ต้องอาศัยประวัติการทำงาน ลักษณะงาน ประวัติการใช้ยา การสูบบุหรี่ การสัมผัสกับตัวทำละลายซึ่งมักมีเบนซีนปนเปื้อนอยู่ ทั้งในที่ทำงาน บ้าน และสิ่งแวดล้อมทั่วไป การตรวจร่างกายตามระบบ โดยเน้นที่ผิวหนัง ตับ อาการแสดงของโลหิตจาง อาการแสดงทางระบบประสาท หากพบความผิดปกติต้องวินิจฉัยแยกโรคจากสาเหตุอื่น ๆ เช่น โลหิตจาง ตับอักเสบจากการใช้ยา และความผิดปกติของตับหรือระบบประสาทจากพิษสุราเรื้อรัง เป็นต้น

**การตรวจทางห้องปฏิบัติการ**

การตรวจทางห้องปฏิบัติการและการเฝ้าคุมสิ่งแวดล้อมในการทำงาน ซึ่งช่วยในการจำแนกโรคและยืนยันการวินิจฉัยโรค ได้แก่ การตรวจระดับเบนซีนในลมหายใจออก ในเลือด และในปัสสาวะ การตรวจระดับฟีนอลและเมแทโบไลต์ตัวอื่นในปัสสาวะ และการตรวจผลกระทบต่อสุขภาพต่าง ๆ ได้แก่ การตรวจนับเม็ดเลือด การตรวจการทำงานของตับและระบบประสาท เป็นต้น

***การตรวจการสัมผัสโดยตรง***

การตรวจระดับเบนซีนในลมหายใจเข้าออกสัมพันธ์กับปริมาณเบนซีนที่เข้าสู่ร่างกาย และความเข้มข้นของเบนซีนในเลือด ค่าปกติสำหรับผู้ที่ไม่ได้สัมผัสควรน้อยกว่า 0.03 ppm และค่าสูงสุดที่อนุญาตให้มีได้ คือ 0.08 ppm. อย่างไรก็ตามในทางปฏิบัติมีความยุ่งยากในการเก็บตัวอย่าง การคงสภาพ (stability) และมาตรฐาน (standardization) รวมทั้งมีความถูกต้องและเชื่อถือได้น้อยกว่าการตรวจเบนซีน หรือเมแทโบไลต์ในเลือดหรือในปัสสาวะ ปัจจุบันจึงมักใช้เป็นการตรวจเพื่อยืนยันการสัมผัส ในกรณีอุบัติเหตุหรือการสัมผัสในปริมาณสูงอย่างเฉียบพลัน

การตรวจระดับเบนซีนในเลือดเป็นวิธีที่ดีที่สุดในปัจจุบัน มีความจำเพาะและความไวสูง มีเวลาในการขนส่งหรือเก็บเลือดที่อุณหภูมิห้องเพื่อรอตรวจได้นานถึงสองวัน ปริมาณต่ำสุดที่สามารถวัดได้ คือ 0.64 nmol/L ในผู้ทำงานที่ไม่ได้สัมผัสและไม่สูบบุหรี่มีค่าปกติน้อยกว่า 8 nmol/L และน้อยกว่า 15 nmol/L ในผู้สูบบุหรี่ที่ไม่ได้สัมผัสกับเบนซีน ข้อด้อยของวิธีนี้คือ ต้องมีการเจาะเลือดคนงาน และระยะกึ่งชีพในเลือดสั้น คือ เฉลี่ยเพียง 1-3 ชั่วโมง.

การตรวจระดับฟีนอล (phenol) ในปัสสาวะเป็นวิธีที่ง่าย สะดวก และมีการใช้อย่างแพร่หลายในประเทศไทย ค่าปกติสำหรับผู้ที่ไม่สัมผัสควรน้อยกว่า 10 มก./กรัมครีอะตินิน และน้อยกว่า 50 มก./กรัมครีอะตินิน (ACGIH) ในผู้ที่ทำงานสัมผัสกับเบนซีน ระดับฟีนอลในปัสสาวะสัมพันธ์โดยตรงกับความเข้มข้นของเบนซีนในบรรยากาศการทำงาน จึงเหมาะสำหรับตรวจผู้ที่สัมผัสทางการหายใจ อย่างไรก็ตามระดับฟีนอลในปัสสาวะมีความจำเพาะน้อยและมีความไวไม่เพียงพอสำหรับสภาพการทำงานในปัจจุบัน ซึ่งค่ามาตรฐานของเบนซีนในสถานที่ทำงานมีค่าต่ำมากเพียง 1 ppm (TWA-OSHA). นอกจากนี้สารปรุงแต่งอาหารและยาบางชนิด เช่น salicylate, pepto bismol ®, chloraeptic® ทำให้ค่าฟีนอลในปัสสาวะสูงขึ้นและเกิดเป็นผลบวกลวงได้

การตรวจเมแทโบไลต์ตัวอื่น เช่น phenylmercapturic acid ในปัสสาวะมีความจำเพาะและความไวสูง แต่ขั้นตอนและวิธีการตรวจในปัจจุบันยังยุ่งยากสลับซับซ้อน การตรวจ trans, trans-muconic acid ซึ่งเป็น open-ring metabolite ของเบนซีน ในปัสสาวะมีความไวสูงแต่ความจำเพาะเจาะจงอยู่ในระดับพอใช้เท่านั้น

การตรวจเบนซีนในปัสสาวะเป็นวิธีที่กำลังได้รับความสนใจอย่างสูง เพราะง่ายในการเก็บตัวอย่าง และระยะกึ่งชีพค่อนข้างนานถึง 24-48 ชั่วโมง รวมทั้งมีความจำเพาะเจาะจงสูงและความไวสูง แต่ประสบการณ์ในการตรวจและข้อมูลพื้นฐานยังมีไม่เพียงพอ และยังอยู่ในขั้นตอนของการพัฒนา

***การตรวจผลกระทบต่อร่างกาย***

ผู้ป่วยควรได้รับการตรวจนับความสมบูรณ์ของเม็ดเลือด (CBC) ดูลักษณะและปริมาณของเม็ดเลือดแดง เม็ดเลือดขาว และเกร็ดเลือด และเมื่อผลการตรวจ CBC บ่งชี้ว่าอาจมีการกดระบบการสร้างเม็ดเลือด ผู้ป่วยควรได้รับการตรวจการทำงานของตับก่อนการเข้ารับทำงาน (AST, ALT, alkaline phosphatase, และ GGT) และตรวจเป็นระยะ ๆ (ALT, GGT)

การตรวจการทำงานของระบบประสาท (neurophysiological test) และตรวจการเปลี่ยนแปลงพฤติกรรม (neurobehavioral test) ซึ่งแม้เป็นการตรวจที่ยุ่งยากซับซ้อนและไม่จำเพาะ แต่ถ้าพบความผิดปกติมักช่วยยืนยันการวินิจฉัยโรค รวมทั้งเป็นประโยชน์ทั้งในด้านการพยากรณ์โรคและการบำบัดรักษา โดยเฉพาะผู้ที่ทำงานสัมผัสกับเบนซีนในปริมาณน้อยเป็นระยะเวลานาน ซึ่งมักพบความผิดปกติในด้านสมรรถภาพ แบบทดสอบที่นิยมใช้ คือ Digit symbols, DOTS, และ PINS เป็นต้น

การตรวจพิเศษ เช่น การตรวจคลื่นสมอง ซึ่งอาจพบลักษณะของความถี่ช้าลงกว่าธรรมดา การตรวจภาพถ่ายตัดขวางคอมพิวเตอร์สมอง ซึ่งอาจพบสมองฝ่อ แต่ผลที่ได้ดังกล่าวมักไม่จำเพาะ และพยาธิ สภาพมักเป็นระยะที่กลับคืนไม่ได้ ดังนั้นจึงเป็นประโยชน์เฉพาะด้านการพยากรณ์โรคและการติดตามผลการรักษาเท่านั้น

**การรักษาผู้ป่วย**

ในสภาวการณ์ของอุบัติเหตุและภาวะฉุกเฉินการนำผู้ป่วยออกจากบริเวณที่เกิดเหตุ และการให้การรักษาเบื้องต้น เช่น การให้ออกซิเจน และการช่วยหายใจมีความสำคัญเป็นอันดับแรก ถ้ามีการสัมผัสทางผิวหนังต้องทำการล้างพิษออกจากตัวทันที (Primary decontamination) ณ ที่เกิดเหตุ และล้างซ้ำอีกครั้ง (secondary decontamination) เมื่อออกนอกเขตอันตราย และถ้าเข้าตาต้องล้างตาเป็นเวลาอย่างน้อย 15 นาที

ถ้าได้รับโดยการกินห้ามกระตุ้นให้อาเจียน การล้างท้องต้องใช้ความระมัดระวัง เนื่องจากเบนซีนมีฤทธิ์กดระบบประสาทส่วนกลางและทำให้ชักได้ การให้ผงถ่านกัมมันต์และยาระบาย ช่วยลดการดูดซึมที่ระบบทางเดินอาหาร นอกจากนี้ควรเฝ้าระวังหัวใจเต้นผิดปกติด้วย EKG monitor และหลีกเลี่ยงการให้ epinephrine เพราะอาจกระตุ้นกล้ามเนื้อหัวใจ (myocardial sensitization)

ในภาวะที่เกิดพิษต่ออวัยวะต่าง ๆ และอาการพิษแบบเรื้อรัง การวินิจฉัยอย่างรวดเร็วเพื่อหยุดการสัมผัสและการให้การรักษาตามระบบอวัยวะที่เป็นเป้าหมายของการเกิดมลพิษจะทำให้ผู้ป่วยดีขึ้น การพยากรณ์โรคดี ลดอัตราการเกิด pancytopenia และมะเร็งเม็ดเลือดขาวลงได้

**การดำเนินงานด้านอาชีวอนามัย**

***การดูแลสุขภาพคนงาน***

การตรวจสุขภาพก่อนเข้ารับการทำงานและตรวจเป็นระยะ ๆ รวมทั้งการเฝ้าคุมทางชีวภาพ เช่น การตรวจเลือด, ปัสสาวะ, การตรวจการทำงานของตับ เป็นต้น นอกจากนี้การลดชั่วโมงการทำงานจัดให้มีช่วงพักบ่อยครั้งขึ้น หรือเปลี่ยนแปลงหน้าที่ ทั้งนี้แล้วแต่ความเหมาะสม ซึ่งเป็นมาตรการควบคุมของฝ่ายบริหาร จะช่วยลดการเกิดภยันตรายลงได้ สิ่งที่สำคัญที่สุด คือ การให้ความรู้แก่ผู้ที่เกี่ยวข้องทุกระดับ ตั้งแต่คนงานและครอบครัว หัวหน้ากะ หัวหน้าฝ่าย ตลอดจนถึงเจ้าของโรงงาน เพื่อให้ทราบถึงอันตรายและมาตรการในการควบคุมป้องกัน

***การดูแลสถานที่และสภาพแวดล้อมในการทำงาน***

เนื่องจากเบนซีนเป็นสารที่มีพิษสูง การป้องกันการได้รับพิษจากเบนซีนทำได้โดยการใช้สารอื่นที่มีอันตรายน้อยกว่าทดแทน และการป้องกันการแผ่กระจาย การใช้สารอื่นที่มีอันตรายน้อยกว่าทดแทน เช่น ใช้ไซลีนหรือโทลูอีนแทนเบนซีน ในกรณีหมึกพิมพ์ สี เป็นต้น

การป้องกันการแพร่กระจาย ทำได้โดยใช้กระบวนการผลิตแบบปิด ควบคุมดูแลกระบวนการผลิตและบำรุงรักษาไม่ให้มีรอยรั่วซึม, หมั่นรักษาความสะอาดบริเวณทำงาน, เมื่อสารหกหรือกระเซ็นออกจากกระบวนการผลิต หรือจากภาชนะที่ใส่ต้องรีบทำความสะอาดโดยเร็ว

นอกจากนี้ ต้องจัดให้มีระบบระบายอากาศในที่ทำงานที่เหมาะสม และเพียงพอ, จัดหาเครื่องป้องกันอันตรายส่วนบุคคล เช่น หน้ากาก ถุงมือ เครื่องช่วยหายใจที่เหมาะสม รวมทั้งจัดให้มีการฝึกใช้ตลอดจนการบำรุงรักษาอย่างสม่ำเสมอ, รวมทั้งการเฝ้าคุมสิ่งแวดล้อม

**ค่ามาตรฐานความเข้มข้นของเบนซีนในบรรยากาศ** [8), (9)]

| | | | |
|---|---|---|---|
| ACGIH(2007) | TWA | 0.5 | ppm. |
| | STEL | 2.5 | ppm. |
| NIOSH(2005) | TWA | 0.1 | ppm. |
| | STEL | 1 | ppm. |
| OSHA(2005) | TWA | 1 | ppm. |
| | STEL | 5 | ppm. |
| ไทย (พ.ศ.2520) | TWA | 10 | ppm. |

ACGIH (American Conference of Governmental Industrial Hygienists) เป็นองค์กรวิชาชีพที่จัดตั้งโดยกลุ่มนักสุขศาสตร์อุตสาหกรรม ที่ทำงานในภาครัฐ บทบาทหน้าที่ขององค์กรคือ การนำเสนอคำแนะนำต่างๆ ต่อหน่วยงานของรัฐ ผลงานที่สำคัญของ ACGIH คือการกำหนดค่าที่ ยอมรับให้มีได้ (Threshold limit value; TLV) และ Biological Exposure Indices; BEIs และทำการปรับค่าเหล่านี้เพื่อความเหมาะสมอย่างต่อเนื่อง โดยอาศัยการศึกษาวิจัยที่เชื่อถือได้จากหลายภูมิภาค

NIOSH (National Institute for Occupational Safety and Health)เป็นหน่วยงานของรัฐที่มีบทบาทอย่างสูงในงานอาชีวอนามัยและความปลอดภัยของประเทศสหรัฐอเมริกา โดยขึ้นตรงกับกระทรวงสุขภาพและบริการมนุษย์ มีหน้าที่หลักในการศึกษาวิจัยเพื่อกำหนดเกณฑ์มาตรฐานด้านความปลอดภัยและมาตรฐานสิ่งแวดล้อมดังกล่าว ให้กับ OSHA ทำการพิจารณากำหนดเป็นมาตรฐานทางกฎหมายต่อไป รวมทั้งมีหน้าที่ให้การศึกษา ฝึกอบรม และบริการทางเทคนิคแก่นายจ้าง ลูกจ้างที่ร้องขอ

OSHA (Occupational Safety and Health Administration)เป็นหน่วยงานภาครัฐในสังกัดกระทรวงแรงงาน (Department of Labor) ประเทศสหรัฐอเมริกาที่จัดตั้งขึ้นมาดำเนินการรับผิดชอบบริหารพระราชบัญญัติความปลอดภัยและสุขภาพในการทำงาน ค.ศ. 1970 (Occupational Safety and Health Act 1970;OSHAct) โดยเฉพาะการ บังคับให้ทุกฝ่ายที่เกี่ยวข้องปฏิบัติตามกฎหมายสิ่งแวดล้อมในการทำงานต่างๆ

STEL (Short Term Exposure Limit) ระดับความเข้มข้นของสารเคมีที่อนุญาตให้ผู้ปฏิบัติสัมผัสในระยะสั้นๆ เป็นเวลาต่อเนื่องกัน 15 นาทีโดยไม่เกิดอันตรายต่อร่างกายอย่างใดอย่างหนึ่งต่อไปนี้คือ การระคายเคือง การเปลี่ยนแปลงของเนื้อเยื่ออย่างถาวร หรือเรื้อรัง หรือการขาดอากาศหายใจค่านี้จะใช้ควบคู่กับค่า TWA โดยที่ต่อไม่สัมผัสเกิน 4 ครั้งต่อวัน แต่ละครั้งห่างกันไม่น้อยกว่า 1 ชั่วโมง

TWA ( Time Weight Average) ระดับความเข้มข้นของสารเคมีที่อนุญาตให้มีได้ในบรรยากาศการทำงานปกติ โดยเฉลี่ยตลอดระยะเวลาการทำงาน 8 ชั่วโมงโดยไม่เกิดอันตรายต่อสุขภาพ

**ค่ามาตรฐานสารเบนซีนในร่างกาย**[8], [9]

| ดัชนีวัดการสัมผัส | ระยะเวลาในการเก็บตัวอย่าง | ค่าอ้างอิงมาตรฐาน | | ค่าสูงสุดที่อนุญาตให้มีได้ |
|---|---|---|---|---|
| | | BEI s1* | BEI s2* | |
| S-Phenylmercapturic Acid in urine | End of shift | 25 µg/g creatinine | - | - |
| t,t-Muconic acid in urine | End of shift | 500 µg/g creatinine | - | 1.4 mg/g creatinine |
| Phenol in urine | End of shift | 50 mg/g creatinine | < 20 mg/g creatinine | 45 mg/g creatinine |

* BEIs1 หมายถึง Biological Exposure Indices ที่กำหนดโดย ACGIH

** BEIs2 หมายถึง Biological Exposure Indices จากเอกสาร Lauwerys RR, Industrial Chemicals Exposure- Guidelines for Biological Monitoring, 2nd ed.,Lewis Publishers, Florida, 1993

BEIs (Biological Exposure Indices)เป็นค่างชี้ทางชีวภาพ ซึ่งเน้นค่าที่ใช้ในการประเมินระดับความเข้มข้นของสารเคมีในตัวอย่างทางชีวภาพ ที่แสดงถึงปริมาตรสารเคมี ที่ได้รับเข้าสู่ร่างกายในระดับที่ยังไม่เกิดอันตรายต่อสุขภาพ

3. การประเมินความเสี่ยงสุขภาพ (Health risk assessment)

การประเมินความเสี่ยง หมายถึง กระบวนการทางวิทยาศาสตร์ที่ศึกษาอย่างเป็นระบบ โดยใช้ข้อเท็จจริงพื้นฐานบางประการ เช่น ทางที่สิ่งคุกคามเข้าสู่ร่างกายและปริมาณสิ่งคุกคามที่ได้รับ เพื่อพรรณนาและวัดความเสี่ยงที่มีความสัมพันธ์กับสิ่งคุกคาม และบอกถึงสภาวะสุขภาพของแต่ละบุคคลหรือกลุ่มประชากรที่สัมผัสกับสิ่งคุกคาม

การประเมินความเสี่ยงเป็นเรื่องที่มีความสำคัญมาก เป้าหมายสูงสุดคือ สามารถให้ข้อมูลเกี่ยวกับความเสี่ยงด้านสุขภาพในกลุ่มประชากรได้ โดยเฉพาะในระหว่างกลุ่มย่อยของประชากร (เช่น กลุ่มเด็ก หญิงตั้งครรภ์ ผู้สูงอายุ ตลอดจนคนงานที่ทำหน้าที่ผสมหรือบรรจุสารกำจัดศัตรูพืช) นอกจากนี้ การประเมินความเสี่ยงยังมีความจำเป็นในการกำหนดนโยบายการทำงานในสถานประกอบการ เช่น การลดความเสี่ยงของลูกจ้างในสถานประกอบการเกี่ยวกับการได้รับสารเรดอน การพักอาศัยใกล้กับแหล่งขยะอันตราย เด็กนักเรียนที่ใช้น้ำที่มีการปนเปื้อน ผู้บริโภคอาหารที่มีการปนเปื้อนของสารเคมีจำกัดศัตรูพืช ได้ศึกษาเกี่ยวกับข้อมูลพื้นฐานการประเมินความเสี่ยงทั้งด้านสุขภาพและสิ่งแวดล้อม และได้ให้คำแนะนำว่าควรให้ความสำคัญกำหนดเป็นนโยบายของรัฐให้สถานประกอบการรวบรวมข้อมูลพื้นฐานการประเมินความเสี่ยง โดยเฉพาะข้อมูลการอธิบายลักษณะของความเสี่ยงจำแนกกลุ่มที่มีความเสี่ยงสูงและกลุ่มที่มีความเสี่ยงต่ำ ซึ่งปัจจุบันมีหลายหน่วยงานกำลังดำเนินการอยู่ตัวอย่างเช่นมีการนำกระบวนการประเมินความเสี่ยงมาใช้ประเมินระดับสารเรดอนในอาคาร บ้านเรือน ซึ่งพบว่าสารเรดอนทำให้เป็นมะเร็งปอด

ขั้นตอนการประเมินความเสี่ยง

ขั้นตอนที่ 1 การประเมินสิ่งคุกคาม (hazard identification) ขั้นตอนนี้เป็นการประเมินความเสี่ยงในเชิงคุณภาพว่าสิ่งคุกคามนั้นคืออะไร มีความรุนแรงมากน้อยเพียงใด เป็นการศึกษาเพื่อที่จะตอบคำถามที่กำลังสนใจนั้นว่ามีความสัมพันธ์กับผลกระทบด้านสุขภาพหรือไม่ ในขั้นตอนนี้ผู้ประเมินจะทำการจัดรวบรวมข้อมูล สืบค้นฐานข้อมูล หาข้อมูลต่าง ๆ ที่จำเป็นใช้ในการพิจารณาเพื่อจะตอบคำถามดังกล่าว แนวทางในการบ่งชี้ความเป็นอันตราย ควรใช้วิธีตัดสินโดยน้ำหนักหลักฐาน (weight of evidence) ซึ่งเป็นการพิจารณาถึงคุณภาพและความเพียงพอของหลักฐาน การติดตามตรวจสอบทางระบาดวิทยา และการศึกษาทางด้านพิษวิทยา

ขั้นตอนที่ 2 การประเมินขนาดสัมผัสกับการตอบสนอง (dose – response assessment) มีวัตถุประสงค์เพื่อที่จะตอบคำถามว่า ความสัมพันธ์ระหว่างขนาดที่สัมผัสกับการตอบสนองเป็นอย่างไร เพื่อนำไปสู่การทำนายการตอบสนองที่ระดับสัมผัสต่าง ๆ กัน นอกจากนี้ความสัมพันธ์ที่ได้ยังนำไปใช้ในการหาค่ามาตรฐานสำหรับสิ่งคุกคามที่อยู่ในระดับที่ไม่เป็นอันตรายต่อสุขภาพ ขั้นตอนในการประเมินประกอบด้วย การวัดขนาดสัมผัส (dose - determinatiop) การวัดการตอบสนอง (response

measurement) การหาความสัมพันธ์ระหว่างขนาดสัมผัสกับการตอบสนอง (dose – response estimation) การใช้แบบจำลองขนาดสัมผัสและการตอบสนอง (dose – response model)

ขั้นตอนที่ 3 การประเมินการสัมผัส (exposure assessment) จะประกอบด้วยข้อมูลเชิงคุณภาพ และข้อมูลเชิงปริมาณ มีวัตถุประสงค์ดังนี้ 1) ค้นหาสารหรือสิ่งคุกคามที่คนงานได้รับ 2) คำนวณปริมาณที่ได้รับ 3) ได้รับเข้าสู่ร่างกายโดยวิธีใด 4) เป็นช่วงเวลาใด และเวลานานเท่าไร รวมถึงความถี่ของการสัมผัส 5) ภายใต้สภาวะการใด ดังนั้นการประเมินการสัมผัสจึงประกอบด้วย จำนวนคนที่ได้รับสิ่งคุกคาม ปริมาณสิ่งคุกคามที่ได้รับ แหล่งกำเนิดของสิ่งคุกคาม ทางเข้าสู่ร่างกาย พฤติกรรมการสัมผัส

3.1 วิธีการประเมินการสัมผัส

คนงานมีโอกาสสัมผัสกับสิ่งคุกคามจากการประกอบอาชีพได้จากการปนเปื้อนทางการกิน การหายใจ และทางผิวหนัง ดังนั้นจึงมีวิธีประเมินการสัมผัสได้ดังนี้

3.1.1 การเฝ้าคุมการสัมผัส (exposure monitoring)

เป็นวิธีการที่จะให้ข้อมูลเกี่ยวกับการสัมผัสได้เที่ยงตรงที่สุด และยังเป็นข้อมูลที่ดีสำหรับใช้ในการประเมินแบบจำลองอีกด้วย ทั้งนี้เนื่องจากการเฝ้าคุมสามารถทำการเก็บข้อมูลที่มีระยะสัมผัสใกล้ชิดกับกลุ่มประชากรหรือสิ่งแวดล้อมที่สนใจได้มากที่สุด วิธีการเฝ้าคุมแบ่งออกได้เป็น 2 วิธี คือ

3.1.1.1 การเฝ้าคุมที่ตัวบุคคล (personal monitoring) การเฝ้าคุมชนิดนี้คือ การใช้วิธีการวัดความเข้มข้นของสารหรือสิ่งคุกคามที่แต่ละคนในกลุ่มประชากรได้รับ เช่น การเก็บตัวอย่างอากาศที่คนงานหายใจ หรือการเก็บน้ำที่คนงานดื่ม นอกจากนี้ยังมีวิธีการเก็บตัวอย่างสารในร่างกาย เช่น เลือด ปัสสาวะ สารคัดหลั่ง ซึ่งหมายถึง การเฝ้าคุมทางชีวภาพ (biological monitoring)

3.1.1.2 การเฝ้าคุมที่ตัวสื่อหรือสถานที่ (ambient monitoring) เป็นการเก็บตัวอย่างของน้ำ อากาศ ดิน ในสถานที่นั้น เพื่อวิเคราะห์ระดับวัตถุอันตราย วิธีนี้จะปฏิบัติได้สะดวกกว่าในกรณีที่มีพื้นที่หรือขนาดของประชากรที่ต้องการเฝ้าคุมมีขนาดใหญ่ความแปรปรวนของค่าที่ได้รับการสัมผัสเกิดขึ้นได้ เช่น จากการที่คนงานต้องย้ายบริเวณทำงาน เนื่องจากกิจกรรมต่าง ๆ ทำให้ได้รับสิ่งคุกคามจากหลาย ๆ แห่ง

3.1.2 แบบจำลองการสัมผัส (exposure modeling)

แบบจำลองคือ รูปแบบหนึ่งของสมการคณิตศาสตร์ที่ใช้ทำนายค่าที่ต้องการจากค่าตัวแปรต่าง ๆ ที่ทราบหรือสามารถตรวจวัดได้ ปัจจุบันมีการสร้างแบบจำลองขึ้นมาก ส่วนมากมีความจำเพาะค่อนข้างสูง กล่าวคือสามารถใช้ได้กับสิ่งคุกคามเฉพาะกรณี เช่น แหล่งปล่อยสิ่งคุกคามแบบเป็นจุด (โรงงาน) หรือใช้ได้กับสิ่งคุกคามหรือสิ่งแวดล้อมบางชนิด เช่น ทะเลสาบ เป็นต้น

การอธิบายลักษณะประชากรที่สัมผัส (characterization of exposed population) เป็นการหาขนาดที่กลุ่มประชากรหรือกลุ่มบุคคลที่ได้รับสิ่งคุกคามรวมทั้งอธิบายลักษณะของกลุ่ม เช่น อายุ เพศ สุขอนามัย ช่วงเวลาที่ได้รับการสัมผัส

**ขั้นตอนที่ 4 การอธิบายลักษณะความเสี่ยง** (risk characterization)

ในขั้นตอนนี้เป็นการอธิบายลักษณะความเสี่ยงแบบบูรณาการ (integration) จากความรู้ที่ได้ในขั้นตอนที่ 1 ขั้นตอนที่ 2 และขั้นตอนที่ 3 มีจุดมุ่งหมายเพื่อที่จะทราบระดับสิ่งคุกคามมลภาวะเสี่ยงต่อสุขภาพ นอกจากนี้ยังเป็นข้อมูลในเรื่องการบริหารจัดการความเสี่ยงในรายละเอียดต่าง ๆ เพื่อที่จะลดความเสี่ยงนั้น ๆ โดยการให้ข้อมูลทั้งด้านปริมาณและคุณภาพ รวมทั้งให้รายละเอียดของความไม่แน่นอนในขั้นตอนต่าง ๆ ของการประเมินความเสี่ยงด้วย เช่น แสดงให้เห็นอย่างชัดเจนของจุดอ่อน จุดแข็งของข้อมูล ข้อสมมุติฐานที่ใช้ ความไม่แน่นอนของวิธีการใช้และเหตุผลที่ใช้ในการสรุปการประเมิน ทั้งนี้เพื่อให้ผู้ที่อ่านรายงานการประเมินความเสี่ยงสามารถเข้าใจข้อจำกัดของการประเมินดังกล่าวด้วย

**หลักการอธิบายลักษณะความเสี่ยง**

หลักการอธิบายลักษณะความเสี่ยงเน้นไปที่การตอบคำถามที่สำคัญที่เกี่ยวเนื่องกับการประเมินความเสี่ยงและเป็นที่สนใจของผู้ที่ได้รับผลกระทบดังต่อไปนี้

1. การอธิบายความเสี่ยงของแต่ละบุคคลในประชากรกลุ่มเสี่ยง

การที่จะอธิบายความเสี่ยงของแต่ละกลุ่มบุคคลได้ จำเป็นต้องทราบข้อมูลของแต่ละบุคคลในกลุ่มที่ได้รับผลกระทบในแง่ของปริมาณที่ได้รับ ซึ่งมักจะนำไปสู่การตอบคำถามที่สำคัญเหล่านี้ คือ ใครเป็นผู้ที่ความเสี่ยงมากที่สุด ระดับความเสี่ยงอยู่ที่ระดับใด กิจกรรมหรือพฤติกรรมแบบใดที่ทำให้มีความเสี่ยงสูง ความเสี่ยงเฉลี่ยของแต่ละกลุ่มประชากรเป็นอย่างไร

2. การอธิบายความเสี่ยงของแต่ละประชากรกลุ่มเสี่ยง

การอธิบายประชากรกลุ่มเสี่ยง คือ การประเมินความเสี่ยงของประชากรทั้งกลุ่มในภาพรวม ซึ่งได้แก่ การตอบคำถามเกี่ยวกับจำนวนของผู้ป่วยด้วยโรคที่เกิดจากการได้รับสิ่งคุกคามต่อสุขภาพเป็นจำนวนเท่าไรในช่วงระยะเวลาที่กำหนด ตัวอธิบายความเสี่ยงในที่นี้ได้แก่ จำนวนผู้ป่วยที่ประเมินจากความน่าจะเป็นในกลุ่มประชากรที่ได้รับผลกระทบและค่าร้อยละของประชากรที่มีความเสี่ยงเกินค่าระดับหนึ่ง ค่าที่ได้จะเป็นการประมาณค่าร้อยละ หรือจำนวนของกลุ่มประชากรที่มีความเสี่ยงเกินระดับความเสี่ยงที่กำหนดเอาไว้

3. การอธิบายความเสี่ยงของประชากรย่อยเฉพาะกลุ่ม

การจะตอบคำถามเกี่ยวกับกลุ่มย่อยต่าง ๆ จะได้รับการสัมผัสและมีความเสี่ยงแตกต่างกันมากน้อยเพียงใด และกลุ่มบุคคลใดในกลุ่มประชากรย่อยที่เป็นกลุ่มที่มีความเสี่ยงสูง จำเป็นต้องมีข้อมูลเพิ่มเติมเกี่ยวกับลักษณะของกลุ่มประชากรย่อยที่มีความเสี่ยงสูง ได้แก่ อายุ เพศ สถานะทางเศรษฐกิจ

เป็นต้น ตัวอธิบายความเสี่ยงในที่นี้ได้แก่ ตัวที่ใช้เหมือนข้อ 1 และ ข้อ 2 ที่กล่าวมาแล้ว โดยจะต้องมีการประเมินตามกลุ่มที่ได้รับการสัมผัสและกลุ่มที่มีโอกาสได้รับผลกระทบทางสุขภาพได้มากที่สุด

4. งานวิจัยที่เกี่ยวข้อง

**พนิดา นวสัมฤทธิ์,มธุรส รุจิรวัฒน์ และ ศาสตราจารย์ ดร. สมเด็จพระเจ้าลูกเธอเจ้าฟ้าจุฬาภรณวลัยลักษณ์ อัครราชกุมารี** [13] ได้ทำการศึกษาผลกระทบของการได้รับสารเบนซีนในสิ่งแวดล้อมและจากการประกอบอาชีพในประเทศไทย พบว่าสารเบนซีนมีความสัมพันธ์กับการเกิดมะเร็งเม็ดเลือดขาวซึ่งอุบัติการณ์ของโรคนี้สูงขึ้นในประเทศไทย จากการศึกษาพบว่าระดับเบนซีนในอากาศบริเวณริมถนนที่มีการจราจรหนาแน่นในกรุงเทพมหานครสูง 33.71 ppb ผู้ที่ขายของริมถนนได้รับเบนซีน 22.61ppbในกลุ่มที่ขายเสื้อผ้าและ 28.19 ppb ในกลุ่มที่ขายอาหารปิ้งย่างซึ่งสูงกว่าพระภิกษุและแม่ชีที่อาศัยอยู่ในวัดในบริเวณใกล้เคียง การได้รับเบนซีนจะสูงขึ้นในกลุ่มที่มีโอกาสได้รับสารนี้ขณะปฏิบัติงานเช่นพนักงานเติมน้ำมันในสถานีบริการน้ำมันเชื้อเพลิง (121.67 ppb) และคนงานในโรงงานปิโตรเคมี (73.55 ppb) ตัวบ่งชี้ของการได้รับสารเบนซีนได้แก่ระดับของเบนซีนในเลือดและระดับของกรดมิวโคนิกในปัสสาวะมีค่าสูงขึ้นในกลุ่มที่ได้รับเบนซีนเมื่อเปรียบเทียบกับกลุ่มที่ไม่ใช้สารไอระเหย นอกจากนี้พบว่ากลุ่มที่ได้รับเบนซีนมีความผิดปกติในสารพันธุกรรมสูงขึ้นในขณะที่ความสามารถของการซ่อมแซมความผิดปกติของสารพันธุกรรมลดลง

**อัญชลี ศิริพิทยาคุณกิจ, วัชรี แก้วนกเขา, วนิดา สมบัติศรี, รจนา คุณกิตติ, โสภา เปี่ยมสันเทียะ และชนิดา ธรรมสุนทร (พ.ศ.2544)** [14] ได้ทำการศึกษาสุขภาพของประชากรกลุ่มเสี่ยงต่อเบนซีน ทอลูอีน และสตัยรีน ในจังหวัดระยอง ในกรณีที่ประชาชนร้องเรียนเรื่องกลิ่นเหม็นใน ต.บ้านแลง อ.เมือง จ.ระยอง เมื่อสิงหาคม 2552 บ่งชี้ว่าได้รับเบนซีน โดยทำการเก็บข้อมูลกลุ่มประชากรตัวอย่าง อายุ 26-72 ปี จำนวน 50 ราย ในหมู่ที่ 1,2 และ 3 ต.บ้านแลง ผลการศึกษาพบว่าร้อยละ 98 เคยได้กลิ่นเหม็นบริเวณบ้าน กลิ่นที่ได้รับมากที่สุดเป็นกลิ่นแก๊สและน้ำมัน มีเพียง 7 ราย ได้กลิ่นเหม็นในช่วง 1 สัปดาห์ที่ผ่านมา จากการตรวจไม่พบการได้รับทอลูอีน และสตัยรีน พบการได้รับเบนซีน 13 ราย ระดับเบนซีนในเลือด 0.02-0.04 มก./ลิตร และร้อยละ 32 มีอาการเจ็บป่วยระหว่าง 1 สัปดาห์ก่อน ไม่พบความแตกต่างอย่างมีนัยสำคัญทางสถิติของระดับเม็ดเลือดแดง เม็ดเลือดขาว และอาการเจ็บป่วยระหว่างกลุ่มได้รับกับไม่ได้รับเบนซีน ผู้ที่เคยได้รับเบนซีนมีจำนวนเม็ดเลือดขาวต่ำ 3 ใน 14 ราย

Lan Q., et al. (2004). [15] ได้ทำการศึกษาเกี่ยวกับ อนุพันธุ์ของเบนซิน (Benzene )ต่อคนงานแห่งหนึ่งในประเทศจีน พบว่าสารดังกล่าวสามารถทำลายเซลล์เม็ดเลือดหลาย ๆ ชนิดได้ และอยู่ในร่างกายเป็นระยะเวลานานจะช่วยเร่งให้เกิดมะเร็งเม็ดเลือดขาว(Leukaemia) อย่างรวดเร็วมากขึ้น ถึงแม้จะได้รับ อนุพันธุ์ของเบนซิน (Benzene ) ในปริมาณต่ำ ๆ ก็ตาม

Martin Smith, et al. [16] ได้ทำการศึกษาติดตามคนงานในโรงงานทำรองเท้า นาน 16 เดือน โดยใช้คนงานเป็นตัวอย่างทั้งหมด 250 คน โดยโรงงานดังกล่าวใกล้กับ เมือง Tianjin ซึ่งได้รับสารเคมีที่เป็นส่วนผสมของ Benzene ในสัดส่วนที่แตกต่างกันไป การศึกษาได้ทำการเปรียบเทียบกับคนงานในโรงงานเสื้อผ้าที่ไม่มีส่วนได้รับกับสาร อนุพันธุ์ของเบนซิน (Benzene ) หรือเกี่ยวข้องกับ สาร อนุพันธุ์ของเบนซิน (Benzene ) เลย ( กลุ่ม Control) นักวิจัยใช้วิธีนับเซลล์เม็ดเลือดเปรียบเทียบกัน ผลการติดตามพบว่าสารอนุพันธุ์ของเบนซิน (Benzene ) จะทำให้ปริมาณเม็ดเลือดขาว และเกล็ดเม็ดเลือดลดลงในช่วงเวลาในการศึกษา และพบว่าระดับสูงสุดของ อนุพันธุ์ของเบนซิน (Benzene ) ที่คนงานได้รับมากกว่า 10 PPM (Part per millions) จะลดปริมาณเซลล์เม็ดเลือดขาวได้ถึง 24 % ทีเดียว และในขณะที่ระดับของ อนุพันธุ์ของเบนซิน ในปริมาณต่ำ ๆ ขนาดเพียงแค่ 1 PPM ของคนงานรองเท้า ผลอนุพันธุ์ของเบนซิน (Benzene ) จะมีผลช่วยลดเซลล์เม็ดเลือดขาว ถึง 15% โดยเซลล์เม็ดเลือดจะลดลงเป็นช่วงกว้าง ๆ ของแต่ละชนิดของเม็ดเลือดขาว มีทั้งเซลล์ที่มีชื่อว่า Granulosytes, Lymphocytes และ B-cell.

# บทที่ 3
# วิธีดำเนินการ

## รูปแบบการศึกษา

การวิจัย Descriptive Cross-sectional study

## กลุ่มประชากรที่ใช้ศึกษา

ประชากรศึกษา คือ ประชาชนที่อาศัยอยู่ในพื้นที่ ต.มาบตาพุด อ.เมือง จ.ระยอง และ อ.บ้านฉาง จ.ระยอง

กลุ่มตัวอย่าง คือ ประชากรตัวแทนจากโครงการเฝ้าระวังสาร VOCs จ.ระยอง ปี 2552 ของโรงพยาบาลมาบตาพุด และโรงพยาบาลบ้านฉาง โรงพยาบาลละประมาณ 200 ราย ซึ่งโรงพยาบาลมีเกณฑ์การคัดเลือก คือ เป็นชาวบ้านดั้งเดิมที่อาศัยอยู่ในพื้นที่มากกว่า 5 ปี ในชุมชนที่ได้รับผลกระทบจากสาร VOCs และอยู่ใกล้นิคมอุตสาหกรรม ดังนี้

- โรงพยาบาลมาบตาพุด เลือกชาวบ้านในชุมชนหนองแฟบ และชุมชนตากวน ต.มาบตาพุด อ.เมือง จ.ระยอง ซึ่งอยู่ในเขตปกครองเทศบาลเมืองมาบตาพุด
- โรงพยาบาลบ้านฉาง เลือกชาวบ้านในพื้นที่หมู่ 1 หมู่ 2 หมู่ 4 และหมู่ 6 ต.บ้านฉาง อ.เมือง จ.ระยอง ซึ่งอยู่ในเขตปกครองเทศบาลเมืองบ้านฉาง

## ระยะเวลาดำเนินการศึกษา

- ตั้งแต่เดือนมกราคม 2552 ถึง เดือนกันยายน 2552

## เครื่องมือที่ใช้ในการศึกษา

1. การเก็บรวบรวมข้อมูล

1.1 แบบสัมภาษณ์ของโรงพยาบาลในโครงการเฝ้าระวังสาร VOCs จ.ระยอง ปี 2552 ประกอบด้วยข้อมูลทั่วไป ประวัติการสัมผัสและการเจ็บป่วย

1.2 แบบรายงานผลการตรวจทางห้องปฏิบัติการ ได้แก่ t,t-muconic acid in urine, CBC , SGOT ,SGPT, Cr.

2. การวิเคราะห์ข้อมูลด้วยเครื่องคอมพิวเตอร์โดยใช้โปรแกรมสำเร็จรูปทางสถิติ

2.1 สถิติเชิงพรรณนา - ข้อมูลเชิงปริมาณ สรุปโดยใช้ค่าเฉลี่ย ค่าเบี่ยงเบนมาตรฐาน
- ข้อมูลเชิงคุณภาพ สรุปโดยใช้ความถี่ ร้อยละ

2.2 สถิติเชิงอนุมาน - ความสัมพันธ์ของปัจจัยที่เกี่ยวข้อง โดยใช้สถิติ Chi- square test และ Fisher's exact test

# บทที่ 4
# ผลการศึกษา

การศึกษานี้มีวัตถุประสงค์ เพื่อประเมินผลการเฝ้าระวังสุขภาพประชาชนจากสารประกอบอินทรีย์ระเหยง่าย จังหวัดระยอง ผลการศึกษาแบ่งเป็น 6 ส่วน ดังนี้

ส่วนที่ 1 ข้อมูลทั่วไปของประชากร

ส่วนที่ 2 ข้อมูลการสัมผัสและการเจ็บป่วย

ส่วนที่ 3 ผลการตรวจวิเคราะห์ทางห้องปฏิบัติการ

ส่วนที่ 4 ความสัมพันธ์ระหว่างปัจจัยที่ศึกษากับระดับสาร t,t-muconnic acid ในปัสสาวะ

ส่วนที่ 5 ความสัมพันธ์ระหว่างระดับสาร t,t-muconnic acid ในปัสสาวะกับอาการต่างๆ

ส่วนที่ 6 ความสัมพันธ์ระหว่างระดับสาร t,t-muconnic acid ในปัสสาวะกับผลการวิเคราะห์ทางโลหิตวิทยา เคมีคลินิก

## ส่วนที่ 1 ข้อมูลทั่วไปของประชากร

ตารางที่ 4.1 จำนวนและร้อยละของข้อมูลทั่วไปของประชากร (N=411)

| ข้อมูลทั่วไป | จำนวน(คน) | ร้อยละ |
|---|---|---|
| เพศ | | |
| ชาย | 101 | 24.6 |
| หญิง | 310 | 75.4 |
| อายุ | | |
| น้อยกว่า 15 ปี | 13 | 3.2 |
| 15-29 | 25 | 6.1 |
| 30-44 | 137 | 33.3 |
| 45-59 | 117 | 28.5 |
| 60 ปีขึ้นไป | 119 | 29.0 |
| Mean± S.D.= 50.04 ± 16.04 | Min = 6 | Max= 94 |
| การศึกษา | | |
| ไม่ได้ศึกษา | 35 | 8.5 |
| ประถมศึกษา | 270 | 65.7 |
| มัธยมศึกษา | 86 | 20.9 |
| ปริญญาตรีหรือสูงกว่า | 20 | 4.9 |

ตารางที่ 4.1(ต่อ) จำนวนและร้อยละของข้อมูลทั่วไปของประชากร (N=411)

| ข้อมูลทั่วไป | จำนวน | ร้อยละ |
|---|---|---|
| อาชีพ | | |
| ไม่ได้ทำงาน แม่บ้าน | 184 | 44.8 |
| เกษตรกรรม ประมง | 51 | 12.4 |
| รับจ้างเกี่ยวข้องสารทำละลาย | 10 | 2.4 |
| รับจ้างไม่เกี่ยวข้องสารทำละลาย | 141 | 34.3 |
| รับราชการ นักศึกษา | 25 | 6.1 |
| การสูบบุหรี่ | | |
| ไม่เคย | 331 | 80.5 |
| ปัจจุบันสูบ | 56 | 13.6 |
| เคยสูบ | 24 | 5.8 |
| การดื่มแอลกอฮอล์ | | |
| ไม่เคย | 328 | 79.8 |
| ปัจจุบันดื่ม | 73 | 17.8 |
| เคยดื่ม | 10 | 2.4 |
| การดื่มน้ำบ่อ | | |
| ดื่ม | 41 | 10.0 |
| ไม่ดื่ม | 370 | 90.0 |
| พื้นที่อยู่อาศัย | | |
| มาบตาพุด | 209 | 50.9 |
| บ้านฉาง | 202 | 49.1 |
| ระยะเวลาอาศัยในพื้นที (ปี) | | |
| 0-5 ปี | 57 | 13.9 |
| 6-10 ปี | 57 | 13.9 |
| 11- 15 ปี | 26 | 6.3 |
| 16-20 ปี | 43 | 10.5 |
| Mean± S.D.= 29.40 ± 2.00 | Min = 1 | Max= 79 |

**ตารางที่ 4.1(ต่อ)** จำนวนและร้อยละของข้อมูลทั่วไปของประชากร (N=411)

| ข้อมูลทั่วไป | จำนวน | ร้อยละ |
|---|---|---|
| ช่วงเวลาที่อยู่บ้าน | | |
| กลางวัน | 46 | 11.2 |
| กลางคืน | 17 | 4.1 |
| ตลอดวัน | 348 | 84.7 |
| ระยะเวลาการอยู่บ้าน (ชั่วโมง/วัน) | | |
| น้อยกว่า 12 ชั่วโมง | 37 | 9 |
| มากกว่า 12 ชั่วโมง | 374 | 91 |

จากตารางที่ 4.1 พบว่า ประชากรศึกษาส่วนใหญ่เป็นเพศหญิง ร้อยละ 75.4 มีอายุ 60 ปี ขึ้นไป และอายุ 45-59 ปี ร้อยละ 29.0 และ 28.5 ตามลำดับ อายุเฉลี่ย 50 ปี อายุน้อยสุด 6 ปี อายุมากสุด 94 ปี การศึกษาระดับประถมศึกษา ร้อยละ 65.7 ไม่ได้ทำงาน ร้อยละ 44.8 ไม่สูบบุหรี่ร้อยละ 80.5 ไม่ดื่มแอลกอฮอล์ร้อยละ 79.8 ไม่ดื่มน้ำบ่อ ร้อยละ 90.0 อาศัยในพื้นที่มาบตาพุดและบ้านฉาง ร้อยละ 50.9 และ 49.1 ตามลำดับ ส่วนใหญ่อาศัยมานานมากกว่า 20 ปี ร้อยละ 55.5 ช่วงเวลาการอยู่บ้านตลอดวัน ร้อยละ 84.7 ระยะเวลาอยู่บ้านมากกว่า 12 ชั่วโมง ร้อยละ 91

**ส่วนที่ 2 ข้อมูลการสัมผัสและการเจ็บป่วย**

**ตารางที่ 4.2** จำนวนและร้อยละของการสัมผัสกลิ่นในช่วง 1 สัปดาห์ที่ผ่านมา (N=411)

| ข้อมูลการสัมผัส | จำนวน | ร้อยละ |
|---|---|---|
| การได้กลิ่นสารเคมีรอบบ้าน | | |
| ไม่ได้กลิ่น | 213 | 51.8 |
| ได้กลิ่น (ตอบได้มากกว่า 1 ข้อ) | 198 | 48.2 |
| แก๊ส | 81 | 19.7 |
| น้ำมัน | 24 | 5.8 |
| เหม็นฉุน | 48 | 11.7 |
| ไข่เน่า | 21 | 5.1 |
| หอมหวาน | 1 | 0.2 |
| คล้ายผลไม้สุก | 14 | 7.2 |
| อื่นๆ | 51 | 12.4 |

**ตารางที่ 4.2 (ต่อ)** จำนวนและร้อยละของการสัมผัสกลิ่นในช่วง 1 สัปดาห์ที่ผ่านมา

| ข้อมูลการสัมผัส | จำนวน | ร้อยละ |
|---|---|---|
| การทำกิจกรรมที่เกี่ยวข้องกับสารVOCs | | |
| ไม่ได้ทำกิจกรรมที่เกี่ยวข้อง | 67 | 16.3 |
| ทำ (ตอบได้มากกว่า 1 ข้อ) | 344 | 83.7 |
| ทา/พ่นแลคเกอร์ | 10 | 2.4 |
| ใช้บริการปั๊มน้ำมัน | 128 | 31.1 |
| ใช้แก๊สหุงต้ม | 296 | 72.0 |
| ใช้ยาฆ่าแมลงฉีดพ่น | 88 | 21.4 |
| สัมผัสสารตัวทำละลายอินทรีย์ | 9 | 2.2 |

จากตารางที่ 4.2 พบว่า ในช่วง 1 สัปดาห์ที่ผ่านมาประชากรศึกษาส่วนใหญ่ไม่ได้กลิ่นและได้กลิ่นใกล้เคียงกัน ร้อยละ 51.8 และ 48.2 ตามลำดับ กลิ่นที่ได้รับมากที่สุด คือ กลิ่นแก๊ส ร้อยละ 19.7 รองลงมาคือ กลิ่นอื่นๆ กลิ่นเหม็นฉุน และกลิ่นคล้ายผลไม้สุก ร้อยละ 12.4, 11.7 และ 7.2 ตามลำดับ และส่วนใหญ่มีการทำกิจกรรมที่เกี่ยวข้องกับสาร VOCs ร้อยละ 83.7 โดยกิจกรรมที่ทำมากที่สุด คือ การใช้แก๊สหุงต้ม ร้อยละ 72.0 รองลงมา คือ การใช้บริการปั๊มน้ำมัน และการใช้ยาฆ่าแมลงฉีดพ่น ร้อยละ 31.1 และ 21.4 ตามลำดับ

**ตารางที่ 4.3** จำนวนและร้อยละของการรับประทานอาหาร เครื่องดื่ม ยาที่มีผลกับการตรวจแมทาโบไลต์ ของสารเบนซีน ในช่วง 2-3 วัน ที่ผ่านมา

| ข้อมูลการรับประทานอาหาร ยา | จำนวน | ร้อยละ |
|---|---|---|
| ไม่ได้รับประทานที่เกี่ยวข้อง | 192 | 46.7 |
| รับประทาน (ตอบได้มากกว่า 1 ข้อ) | 219 | 53.3 |
| อาหารกระป๋อง | 41 | 10.0 |
| บะหมี่กึ่งสำเร็จรูป | 74 | 18.0 |
| ยาพาราเซตามอล | 113 | 27.5 |
| ยาแก้ปวดอื่นๆ | 59 | 14.4 |

จากตารางที่ 4.3 พบว่า ในช่วง 2-3 วัน ที่ผ่านมาประชากรศึกษาส่วนใหญ่รับประทานอาหาร เครื่องดื่ม ยา ที่มีผลกับการตรวจแมทาโบไลต์ ของสารเบนซีน ร้อยละ 53.3 โดยรับประทานยาพาราเซตตามอลมากที่สุด ร้อยละ 27.5 รองลงมา คือ การรับประทานบะหมี่กึ่งสำเร็จรูป ร้อยละ 18.0

ตารางที่ 4.4 จำนวนและร้อยละของข้อมูลการเจ็บป่วยที่เกี่ยวข้องกับระบบประสาท ตา ผิวหนัง ทางเดินหายใจ หัวใจ และหลอดเลือด ในช่วง 1 สัปดาห์ที่ผ่านมา

| ข้อมูลการเจ็บป่วยที่เกี่ยวข้อง | จำนวน | ร้อยละ |
|---|---|---|
| อาการเจ็บป่วยที่เกี่ยวข้อง | | |
| มีอาการ | 289 | 70.3 |
| ไม่มีอาการ | 122 | 29.7 |
| ระบบประสาท | | |
| ปวดศีรษะ | 119 | 29.0 |
| เวียนศีรษะ | 114 | 27.7 |
| คลื่นไส้อาเจียน | 15 | 3.6 |
| อ่อนเพลีย | 21 | 5.1 |
| มึนงง | 36 | 8.8 |
| ระบบสายตา | | |
| แสบหรือคันตา | 78 | 19.0 |
| ตาแดง | 4 | 1.0 |
| น้ำตาไหล | 32 | 7.8 |
| ระบบผิวหนัง | | |
| ผื่นคันตามร่างกาย | 70 | 17.0 |
| ผื่นแดงแสบร้อนตามร่างกาย | 2 | 0.5 |
| ระบบทางเดินหายใจ หัวใจ และหลอดเลือด | | |
| คัดจมูก | 37 | 9.0 |
| มีน้ำมูก | 34 | 8.3 |
| แสบจมูก | 29 | 7.1 |
| เจ็บ/แสบคอ | 33 | 8.0 |
| คอแห้ง | 41 | 10.0 |
| ไอแห้งๆ | 20 | 4.9 |
| ไอมีเสมหะ | 28 | 6.8 |
| หายใจลำบาก | 12 | 2.9 |
| แน่นหน้าอก | 14 | 3.4 |
| ใจสั่น/หัวใจเต้นผิดปกติ | 10 | 2.4 |

จากตารางที่ 4.4 พบว่า ส่วนใหญ่มีอาการเจ็บป่วยที่เกี่ยวข้องกับระบบประสาท ตา ผิวหนัง ทางเดินหายใจ หัวใจ และหลอดเลือด ในช่วง 1 สัปดาห์ที่ผ่านมา ร้อยละ 70.3 โดยอาการที่พบมากที่สุด คือ ปวดศีรษะ ร้อยละ 29.0 รองลงมา คือ เวียนศีรษะ แสบหรือคันตา และผื่นคันตามร่างกาย ตามลำดับ ร้อยละ 27.7 , 19.0 และ 17.0 ตามลำดับ

**ส่วนที่ 3 ผลการตรวจวิเคราะห์ทางห้องปฏิบัติการ**

3.1 **ระดับสาร** t,t-muconic acid **ในปัสสาวะ**

**ตารางที่** 4.5 ระดับ t,t-muconic acid **ในปัสสาวะ** จำแนกตามพื้นที่

| ระดับ t,t-muconic acid ในปัสสาวะ (µgr./gr. Cr) | มาบตาพุด (n= 203) | บ้านฉาง (n= 199) | รวม (n= 402) |
|---|---|---|---|
| ไม่พบ | 185 (91.1%) | 155(77.9%) | 340(84.6%) |
| พบ | 18(8.9%) | 44(22.1%) | 62(15.4%) |
| 1- 99 | 7(3.4%) | 14(70%) | 21(5.2%) |
| 100-199 | 7(3.4%) | 24(12.1%) | 31(7.7%) |
| 200-299 | 3(1.5%) | 3(1.5%) | 6(1.5%) |
| 300-399 | 0 | 2(1.0%) | 2(0.5%) |
| 400-499 | 0 | 0 | 0 |
| 500 ขึ้นไป | 1(0.5%) | 1(0.5%) | 2(0.5%) |
| ค่าต่ำสุด (Minimum) | 0 | 0 | 0 |
| ค่าสูงสุด (Maximum) | 719 | 584 | 719 |
| ค่าเฉลี่ย (Mean) | 14.72 | 29.97 | 22.27 |
| ส่วนเบี่ยงเบนมาตรฐาน | 64.98 | 71.10 | 68.42 |

* ค่ามาตรฐานคนทำงาน = 500 ไมโครกรัม/กรัมครีเอตินิน[9]

จากตารางที่ 4.5 พบว่า ระดับสาร t,t-muconic acid ในปัสสาวะมีค่าเฉลี่ย 22.27 ± 68.42 ไมโครกรัม/กรัมครีเอตินิน โดยประชากรส่วนใหญ่ตรวจไม่พบสาร t,t-muconic acid ในปัสสาวะ ร้อยละ 84.6 ส่วนกลุ่มที่ตรวจพบสาร t,t-muconic acid ในปัสสาวะ มีร้อยละ 15.4 ในจำนวนนี้พบสาร t,t-muconic acid ในปัสสาวะเกินค่ามาตรฐาน 500 ไมโครกรัม/กรัมครีเอตินิน จำนวน 2 ราย(ร้อยละ 0.5)

3.2 ผลการวิเคราะห์ทางโลหิตวิทยา

ตารางที่ 4.6 ผลการตรวจวิเคราะห์ทางโลหิตวิทยา จำแนกตามพื้นที่(N=411)

| ดัชนีเลือด | ค่ามาตรฐาน | มาบตาพุด(n=209) | บ้านฉาง(n=202) | รวม |
|---|---|---|---|---|
| WBC (cell/cu.mm.) | 5000-100000 cell/cu.mm. | | | |
| ต่ำกว่าปกติ | | 21(10.0) | 6(3.0) | 27(6.6) |
| ปกติ | | 177(84.7) | 181(87.1) | 358(87.1) |
| สูงกว่าปกติ | | 11(5.3) | 15(7.4) | 26(6.3) |
| Neutrophil (%) | 45-85% | | | |
| ปกติ | | 171(81.8) | 196(97.0) | 367(89.3) |
| ไม่ปกติ | | 38(18.2) | 6(3.0) | 44(10.7) |
| Lymphocyte (%) | 25-55% | | | |
| ต่ำกว่าปกติ | | 16(7.7) | 44(21.8) | 60(14.6) |
| ปกติ | | 188(90.0) | 158(78.2) | 346(84.2) |
| สูง | | 5(2.4) | 0 | 5(1.2) |
| Eosinophil (%) | 0-7% | | | |
| ปกติ | | 179(85.6) | 183(90.6) | 362(88.1) |
| ไม่ปกติ | | 30(14.4) | 19(9.4) | 49(11.9) |
| Monocyte (%) | 0-9% | | | |
| ปกติ | | 206(98.6) | 201(99.5) | 407(99.0) |
| ไม่ปกติ | | 3(1.4) | 1(0.5) | 4(1.0) |
| Basophile (%) | 0-1% | | | |
| ปกติ | | 209(100.0) | 201(99.5) | 410(99.8) |
| ไม่ปกติ | | 0 | 1(0.5) | 1(0.2) |
| เกร็ดเลือด(cell/cu.mm.) | 140000-400000 cell/cu.mm. | | | |
| ต่ำกว่าปกติ | | 2(1.0) | 5(2.5) | 7(1.7) |
| ปกติ | | 198(94.7) | 193(95.5) | 391(95.1) |
| สูงกว่าปกติ | | 9(4.3) | 4(2.0) | 13(3.2) |
| ฮีโมโกลบิน (gm%) | ชาย 13-18 gm%<br>หญิง 12-16 gm% | | | |
| ปกติ | | 129 (61.7) | 132(65.3) | 261(63.5) |
| ผิดปกติ | | 80(38.3) | 70(34.7) | 150(36.5) |

**ตารางที่ 4.6(ต่อ)** ผลการตรวจวิเคราะห์ทางโลหิตวิทยา จำแนกตามพื้นที่(N=411)

| ดัชนีเลือด | ค่ามาตรฐาน | มาบตาพุด(n=209) | บ้านฉาง(n=202) | รวม |
|---|---|---|---|---|
| ลักษณะเม็ดเลือดแดง | ปกติ | | | |
| ปกติ | | 118(56.5) | 171(84.7) | 289(70.3) |
| ผิดปกติ | | 91(43.5) | 31(15.3) | 122(29.7) |

จากตารางที่ 4.6 ผลการตรวจวิเคราะห์ทางโลหิตวิทยา พบว่า ปริมาณเม็ดเลือดขาวชนิดต่างๆ และเกร็ดเลือดของประชากร ส่วนใหญ่อยู่ในค่าปกติ ดังนี้ ปริมาณเม็ดเลือดขาว นิวโทรฟิล ลิมโฟไซด์ อีโอซิโนฟิล โมโนซัยด์ เบโซฟิล และเกร็ดเลือด เท่ากับ ร้อยละ 87.1, 89.3, 84.2, 88.1, 99.0, 99.8 และ 95.1 ตามลำดับ

ปริมาณฮีโมโกลบินส่วนใหญ่อยู่ในค่าปกติร้อยละ 63.5 และลักษณะของเม็ดเลือดแดงปกติ ร้อยละ 70.3

### 3.3 ผลการวิเคราะห์ทางเคมีคลีนิก

ตารางที่ 4.7 ผลการตรวจวิเคราะห์ทางเคมีคลินิก จำแนกตามพื้นที่(N=411)

| สารชีวเคมี | ค่ามาตรฐาน | มาบตาพุด (n=209 ) | บ้านฉาง (n=202 ) | รวม |
|---|---|---|---|---|
| SGOT | 5-40 U/L | | | |
| ปกติ | | 181(86.6) | 181(89.6) | 362(88.1) |
| ผิดปกติ | | 28(13.4) | 21(10.4) | 49(11.9) |
| SGPT | 5-40 U/L | | | |
| ปกติ | | 174(83.3) | 176(87.1) | 350(85.2) |
| ผิดปกติ | | 35(16.7) | 26(12.9) | 61(14.8) |
| ALP | < 115 U/L | | | |
| ปกติ | | ไม่ได้ตรวจ | 170(41.4) | 170(84.2) |
| ผิดปกติ | | ไม่ได้ตรวจ | 32(7.8) | 32(15.8) |
| BUN | 10-20 mg/dl | | | |
| ต่ำกว่าปกติ | | 2(0.5) | ไม่ได้ตรวจ | 2(1.0) |
| ปกติ | | 198(48.2) | ไม่ได้ตรวจ | 198(94.7) |
| สูงกว่าปกติ | | 9(2.2) | ไม่ได้ตรวจ | 9(4.3) |
| Creatinine | 0.5-1.2 mg/dl | | | |
| ปกติ | | 182(87.1) | 147(72.8) | 329(80.0) |
| ผิดปกติ | | 27(12.9) | 55(27.2) | 82(20.0) |

จากตารางที่ 4.7 ผลการตรวจวิเคราะห์ทางเคมีคลีนิก พบว่า ปริมาณ SGOT , SGPT, ALP, BUN และ ครีเอตินิน ของประชากร ส่วนใหญ่อยู่ในค่าปกติ ร้อยละ 88.1, 85.2 ,84.2, 94.7 และ 80.0 ตามลำดับ

**ส่วนที่ 4 ความสัมพันธ์ระหว่างปัจจัยที่ศึกษากับระดับสาร t,t- muconnic acid ในปัสสาวะ**

ตารางที่ 4.8 ความสัมพันธ์ระหว่างปัจจัยที่ศึกษากับระดับ t,t-muconic acid ในปัสสาวะ (N=402)

| ปัจจัย | ระดับ t,t-muconic acid | | Chi-square | df | p-value |
|---|---|---|---|---|---|
| | พบ | ไม่พบ | | | |
| พื้นที่อยู่อาศัย | | | 13.512 | 1 | .000** |
| มาบตาพุด | 18(8.9) | 185(91.1) | | | |
| บ้านฉาง | 44(22.1) | 155(77.9) | | | |
| เพศ | | | 7.507 | 1 | .006** |
| ชาย | 24(24.0) | 76(76.0) | | | |
| หญิง | 38(12.6) | 264(87.4) | | | |
| อายุ | | | 6.059 | 4 | .195 |
| น้อยกว่า 15 ปี | 0 | 13(100.0) | | | |
| 15-29 | 3(12.0) | 22(88.0) | | | |
| 30-44 | 26(19.4) | 108(80.6) | | | |
| 45-59 | 13(11.3) | 102(88.7) | | | |
| 60 ปีขึ้นไป | 20(17.4) | 95(82.6) | | | |
| การศึกษา | | | 4.663 | 3 | .198 |
| ไม่ได้ศึกษา | 1(3.0) | 32(97.0) | | | |
| ประถมศึกษา | 42(15.9) | 222(84.1) | | | |
| มัธยมศึกษา | 15(17.4) | 71(82.6) | | | |
| ปริญญาตรีหรือสูงกว่า | 4(21.1) | 15(78.9) | | | |
| อาชีพ | | | 15.783 | 4 | .003** |
| ไม่ได้ทำงาน แม่บ้าน | 19(10.4) | 163(89.6) | | | |
| เกษตรกรรม ประมง | 14(29.8) | 33(70.2) | | | |
| รับจ้างเกี่ยวข้องสารทำละลาย | 4(40.0) | 6(60.0) | | | |
| รับจ้างไม่เกี่ยวข้องสารทำละลาย | 22(15.9) | 116(84.1) | | | |
| รับราชการ,นักศึกษา | 3(12.0) | 22(88.0) | | | |

** p-value < 0.01

ตารางที่ 4.8(ต่อ) ความสัมพันธ์ระหว่างปัจจัยที่ศึกษากับระดับ t,t-muconic acid ในปัสสาวะ

| ปัจจัย | ระดับ t,t-muconic acid | | Chi-square | df | p-value |
|---|---|---|---|---|---|
| | พบ | ไม่พบ | | | |
| การสูบบุหรี่ | | | 18.685 | 2 | .000** |
| ไม่ได้สูบ | 40(12.3) | 285(87.7) | | | |
| ปัจจุบันสูบ | 19(35.2) | 35(64.8) | | | |
| เคยสูบ | 3(13.0) | 20(87.0) | | | |
| การดื่มแอลกอฮอล์ | | | .770 | 2 | .680 |
| ไม่ได้ดื่ม | 47(14.7) | 273(85.3) | | | |
| ปัจจุบันดื่ม | 13(17.8) | 60(82.2) | | | |
| เคยดื่ม | 2(22.2) | 7(77.8) | | | |
| การดื่มน้ำบ่อ | | | 1.028 | 1 | .598 |
| ดื่ม | 8(20.0) | 32(80.0) | | | |
| ไม่ดื่ม | 54(15.0) | 308(85.0) | | | |
| ระยะเวลาอาศัยในพื้นที(ปี) | | | 5.431 | 4 | .246 |
| 0-5 ปี | 5(8.8) | 52(91.2) | | | |
| 6-10 ปี | 8(14.3) | 48(85.7) | | | |
| 11- 15 ปี | 2(7.7) | 24(92.3) | | | |
| 15-20 ปี | 5(12.5) | 35(87.5) | | | |
| มากกว่า 20 ปี | 42(18.8) | 181(81.2) | | | |
| ระยะเวลาการอยู่บ้าน (ชั่วโมง) | | | 1.524 | 1 | .217 |
| น้อยกว่า 12 ชั่วโมง | 3(8.3) | 33(91.7) | | | |
| มากกว่า 12 ชั่วโมง | 59(16.1) | 307(83.9) | | | |
| ช่วงเวลาที่อยู่บ้าน | | | .068 | 2 | .967 |
| กลางวัน | 7(15.2) | 39(84.8) | | | |
| กลางคืน | 3(17.6) | 14(82.4) | | | |
| ตลอดวัน | 52(15.3) | 287(84.7) | | | |

** p-value < 0.01

จากตารางที่ 4.8 ความสัมพันธ์ระหว่างปัจจัยศึกษากับระดับ t,t-muconic acid ในปัสสาวะ พบว่าปัจจัยด้านเพศ อาชีพ พฤติกรรมการสูบบุหรี่ และพื้นที่อยู่อาศัย มีความสัมพันธ์กับระดับ t,t-muconic acid ในปัสสาวะ อย่างมีนัยสำคัญทางสถิติ ($p<0.01$)

**ตารางที่** 4.9 ความสัมพันธ์ระหว่างการได้กลิ่นในช่วง 1 สัปดาห์ที่ผ่านมา กับระดับ t,t-muconic acid ในปัสสาวะ (ตอบได้มากกว่า 1 ข้อ)

| การได้กลิ่น | ระดับ t,t-muconic acid | | Chi-square | df | p-value |
|---|---|---|---|---|---|
| | พบ | ไม่พบ | | | |
| *การได้กลิ่นผิดปกติต่างๆ* | | | *4.253* | *1* | *.039** |
| *ได้กลิ่น* | *22(11.5)* | *169(88.5)* | | | |
| *ไม่ได้กลิ่น* | *40(19.0)* | *171(81.0)* | | | |
| การได้กลิ่นแก๊ส | | | 5.822 | 1 | .016* |
| ได้กลิ่น | 5(6.5) | 72(93.5) | | | |
| ไม่ได้กลิ่น | 57(17.5) | 268(82.5) | | | |
| การได้กลิ่นน้ำมัน | | | .983 | 1 | .557[b] |
| ได้กลิ่น | 2(8.3) | 22(91.7) | | | |
| ไม่ได้กลิ่น | 60(15.9) | 318(84.1) | | | |
| การได้กลิ่นเหม็นฉุน | | | .463 | 1 | .496 |
| ได้กลิ่น | 9(18.8) | 39(81.2) | | | |
| ไม่ได้กลิ่น | 53(15.0) | 301(85.5) | | | |
| การได้กลิ่นไข่เน่า | | | .474 | 1 | .751[b] |
| ได้กลิ่น | 2(10.0) | 18(90.0) | | | |
| ไม่ได้กลิ่น | 60(15.7) | 322(84.3) | | | |
| การได้กลิ่นหอมหวาน | | | .183 | 1 | 1.000[b] |
| ได้กลิ่น | 0 | 1(100.0) | | | |
| ไม่ได้กลิ่น | 62(15.5) | 339(84.5) | | | |
| การได้กลิ่นคล้ายผลไม้สุก | | | .762 | 1 | .705[b] |
| ได้กลิ่น | 1(7.1) | 13(92.9) | | | |
| ไม่ได้กลิ่น | 61(15.7) | 327(84.3) | | | |
| การได้กลิ่นอื่นๆ | | | .463 | 1 | .496 |
| ได้กลิ่น | 9(18.8) | 39(81.2) | | | |
| ไม่ได้กลิ่น | 53(15.0) | 301(85.0) | | | |

[b] Fisher's Exact Test  * p-value < 0.05

จากตารางที่ 4.9 ความสัมพันธ์ระหว่างการได้กลิ่นกับระดับ t,t-muconic acid ในปัสสาวะ พบว่าการได้กลิ่นผิดปกติต่างๆ โดยเฉพาะกลิ่นแก๊สพบมีความสัมพันธ์กับระดับ t,t-muconic acid ในปัสสาวะ อย่างมีนัยสำคัญทางสถิติ ($p<0.05$)

**ตารางที่ 4.10** ความสัมพันธ์ระหว่างการทำกิจกรรมที่เกี่ยวข้องในช่วง 1 สัปดาห์ที่ผ่านมา กับระดับ t,t-muconic acid ในปัสสาวะ

| การทำกิจกรรมที่เกี่ยวข้อง | ระดับ t,t-muconic acid | | Chi-square | df | p-value |
|---|---|---|---|---|---|
| | พบ | ไม่พบ | | | |
| *การทำกิจกรรมต่างๆ ที่เกี่ยวข้อง* | | | *0.004* | *1* | *.947* |
| *ได้ทำ* | *10(15.2)* | *56(84.8)* | | | |
| *ไม่ได้ทำ* | *52(15.5)* | *284(84.5)* | | | |
| การทา/พ่นแลคเกอร์ | | | .165 | 1 | .656[b] |
| ได้ทำ | 2(20.0) | 8(80.0) | | | |
| ไม่ได้ทำ | 60(15.3) | 332(84.7) | | | |
| ใช้บริการปั๊มน้ำมัน | | | .069 | 1 | .793 |
| ได้ทำ | 20(16.1) | 104(83.9) | | | |
| ไม่ได้ทำ | 42(15.1) | 263(84.9) | | | |
| ใช้แก๊สหุงต้ม | | | .209 | 1 | .901 |
| ได้ทำ | 44(15.3) | 244(84.7) | | | |
| ไม่ได้ทำ | 18(16.7) | 96(83.3) | | | |
| ใช้ยาฆ่าแมลงฉีดพ่น | | | .342 | 1 | .559 |
| ได้ทำ | 15(17.4) | 71(82.6) | | | |
| ไม่ได้ทำ | 47(14.9) | 269(85.1) | | | |
| การสัมผัสสารตัวทำละลายอินทรีย์ | | | .326 | 1 | .634[b] |
| ได้ทำ | 2(22.2) | 7(77.8) | | | |
| ไม่ได้ทำ | 60(15.3) | 333(84.7) | | | |

[b] Fisher's Exact Test

จากตารางที่ 4.10 ไม่พบความสัมพันธ์ระหว่างการทำกิจกรรมที่เกี่ยวข้องในช่วง 1 สัปดาห์ที่ผ่านมา กับระดับ t,t-muconic acid ในปัสสาวะอย่างมีนัยสำคัญทางสถิติ ($p<0.05$)

**ตารางที่** 4.11 ความสัมพันธ์ระหว่างการรับประทานอาหาร เครื่องดื่ม ยา ในช่วง 2-3 วัน ที่ผ่านมา กับระดับ t,t-muconic acid ในปัสสาวะ

| การรับประทานที่เกี่ยวข้อง | ระดับ t,t-muconic acid | | Chi-square | df | p-value |
|---|---|---|---|---|---|
| | พบ | ไม่พบ | | | |
| *การรับประทานต่างๆ ที่เกี่ยวข้อง* | | | *0.765* | *1* | *.382* |
| *รับประทาน* | *30(14.0)* | *185(86.0)* | | | |
| *ไม่ได้รับประทาน* | *32(17.1)* | *155(82.9)* | | | |
| อาหารกระป๋อง | | | .147 | 1 | .701 |
| รับประทาน | 7(17.5) | 33(82.5) | | | |
| ไม่ได้รับประทาน | 55(15.2) | 307(84.8) | | | |
| บะหมี่กึ่งสำเร็จรูป | | | 1.250 | 1 | .264 |
| รับประทาน | 8(11.1) | 64(88.9) | | | |
| ไม่ได้รับประทาน | 54(16.4) | 276(83.6) | | | |
| ยาพาราเซตามอล | | | .792 | 1 | .374 |
| รับประทาน | 20(18.0) | 91(82.0) | | | |
| ไม่ได้รับประทาน | 42(14.4) | 249(85.6) | | | |
| ยาแก้ปวดอื่นๆ | | | .503 | 1 | .478 |
| รับประทาน | 7(12.3) | 50(87.7) | | | |
| ไม่ได้รับประทาน | 55(15.9) | 290(84.1) | | | |

จากตารางที่ 4.11 ไม่พบความสัมพันธ์ระหว่างการรับประทานอาหาร เครื่องดื่ม ยา ในช่วง 2-3 วัน ที่ผ่านมา กับระดับ t,t-muconic acid ในปัสสาวะ อย่างมีนัยสำคัญทางสถิติ ($p<0.05$)

**ส่วนที่ 5 ความสัมพันธ์ระหว่างกลุ่มอาการต่างๆที่พบกับระดับสาร t,t- muconnic acid ในปัสสาวะ**

5.1 กลุ่มอาการทางระบบต่างๆ

**ตารางที่** 4.12 ความสัมพันธ์ระหว่างระดับ t,t-muconic acid ในปัสสาวะกับกลุ่มอาการต่างๆ

| กลุ่มอาการระบบต่างๆ | ระดับ t,t-muconic acid | | Chi-square | df | p-value |
|---|---|---|---|---|---|
| | พบ | ไม่พบ | | | |
| **ระบบประสาท** | | | .162 | 1 | .687 |
| มีอาการ | 34(16.1) | 177(83.9) | | | |
| ไม่มีอาการ | 28(14.7) | 163(85.3) | | | |
| **ระบบสายตา** | | | .657 | 1 | .417 |
| มีอาการ | 11(12.6) | 76(87.4) | | | |
| ไม่มีอาการ | 51(16.2) | 264(83.8) | | | |
| ทางเดินหายใจ หัวใจ หลอดเลือด | | | .238 | 1 | .625 |
| มีอาการ | 19(14.2) | 115(85.8) | | | |
| ไม่มีอาการ | 43(16.0) | 225(84.0) | | | |
| **ระบบทางผิวหนัง** | | | .032 | 1 | .857 |
| มีอาการ | 10(14.7) | 58(85.3) | | | |
| ไม่มีอาการ | 52(15.6) | 282(84.4) | | | |

จากตารางที่ 4.12 ความสัมพันธ์ระหว่างระดับ t,t-muconic acid ในปัสสาวะกับกลุ่มอาการ อาการทางระบบประสาท ระบบสายตา ระบบทางเดินหายใจ หัวใจและหลอดเลือด และระบบทางผิวหนัง พบว่าไม่มีความสัมพันธ์กับระดับ t,t-muconic acid ในปัสสาวะอย่างมีนัยสำคัญทางสถิติ ($p<0.05$)

5.1 อาการทางระบบประสาท

**ตารางที่** 4.13 ความสัมพันธ์ระหว่างระดับ t,t-muconic acid ในปัสสาวะกับอาการทางระบบประสาท

| อาการทางระบบประสาท | ระดับ t,t-muconic acid | | Chi-square | df | p-value |
|---|---|---|---|---|---|
| | พบ | ไม่พบ | | | |
| ปวดศีรษะ | | | .413 | 1 | .520 |
| มีอาการ | 20(17.2) | 96(82.8) | | | |
| ไม่มีอาการ | 42(14.7) | 244(85.3) | | | |
| เวียนศีรษะ | | | .003 | 1 | .953 |
| มีอาการ | 17(15.6) | 92(84.4) | | | |
| ไม่มีอาการ | 45(15.4) | 248(84.6) | | | |
| คลื่นไส้อาเจียน | | | 2.841 | 1 | .142[b] |
| มีอาการ | 0(0) | 15(100.0) | | | |
| ไม่มีอาการ | 62(16.0) | 325(84.0) | | | |
| อ่อนเพลีย | | | .022 | 1 | 1.000[b] |
| มีอาการ | 3(14.3) | 18(85.7) | | | |
| ไม่มีอาการ | 59(15.5) | 322(84.5) | | | |
| มึนงง | | | 1.401 | 1 | .236 |
| มีอาการ | 8(22.2) | 28(77.8) | | | |
| ไม่มีอาการ | 54(14.8) | 312(85.2) | | | |

[b] Fisher's Exact Test

จากตารางที่ 4.13 ความสัมพันธ์ระหว่างระดับ t,t-muconic acid ในปัสสาวะกับอาการทางระบบประสาท พบว่าไม่มีความสัมพันธ์กับระดับ t,t-muconic acid ในปัสสาวะอย่างมีนัยสำคัญทางสถิติ ($p<0.05$)

5.2 อาการทางระบบสายตา

ตารางที่ 4.14 ความสัมพันธ์ระหว่างระดับ t,t-muconic acid ในปัสสาวะกับอาการทางระบบสายตา

| อาการทางระบบสายตา | ระดับ t,t-muconic acid | | Chi-square | df | p-value |
|---|---|---|---|---|---|
| | พบ | ไม่พบ | | | |
| แสบหรือคันตา | | | .828 | 1 | .363 |
| มีอาการ | 9(12.0) | 66(88.0) | | | |
| ไม่มีอาการ | 53(16.2) | 274(83.8) | | | |
| ตาแดง | | | 11.023 | 1 | .023[b] * |
| มีอาการ | 2(100.0) | 0(0) | | | |
| ไม่มีอาการ | 60(15.0) | 340(85.0) | | | |
| น้ำตาไหล | | | .013 | 1 | .801[b] |
| มีอาการ | 5(16.1) | 26(83.9) | | | |
| ไม่มีอาการ | 57(15.4) | 314(84.6) | | | |

[b] Fisher's Exact Test * p-value < 0.05

จากตารางที่ 4.14 ความสัมพันธ์ระหว่างระดับ t,t-muconic acid ในปัสสาวะกับอาการทางระบบสายตา พบว่าอาการตาแดงมีความสัมพันธ์กับระดับ t,t-muconic acid ในปัสสาวะอย่างมีนัยสำคัญทางสถิติ ($p<0.05$)

5.3 อาการทางระบบทางเดินหายใจ หัวใจ และหลอดเลือด

ตารางที่ 4.15 ความสัมพันธ์ระหว่างระดับ t,t-muconic acid ในปัสสาวะกับอาการทางระบบทางเดินหายใจ หัวใจ และหลอดเลือด

| อาการ | ระดับ t,t-muconic acid | | Chi-square | df | p-value |
|---|---|---|---|---|---|
| | พบ | ไม่พบ | | | |
| คัดจมูก | | | .665 | 1 | .415 |
| มีอาการ | 4(10.8) | 33(89.2) | | | |
| ไม่มีอาการ | 58(15.9) | 307(84.7) | | | |
| มีน้ำมูก | | | .760 | 1 | .383 |
| มีอาการ | 7(20.6) | 27(79.4) | | | |
| ไม่มีอาการ | 55(14.9) | 313(85.1) | | | |

ตารางที่ 4.15(ต่อ) ความสัมพันธ์ระหว่างระดับ t,t-muconic acid ในปัสสาวะกับอาการทางระบบทางเดินหายใจ หัวใจ และหลอดเลือด

| อาการ | ระดับ t,t-muconic acid | | Chi-square | df | p-value |
|---|---|---|---|---|---|
| | พบ | ไม่พบ | | | |
| แสบจมูก | | | .618 | 1 | .596[b] |
| มีอาการ | 3(10.3) | 26(89.7) | | | |
| ไม่มีอาการ | 59(15.8) | 314(84.2) | | | |
| เจ็บแสบคอ | | | .398 | 1 | .603[b] |
| มีอาการ | 6(19.4) | 25(80.6) | | | |
| ไม่มีอาการ | 56(15.1) | 315(84.9) | | | |
| คอแห้ง | | | 1.001 | 1 | .317 |
| มีอาการ | 4(10.0) | 36(90.0) | | | |
| ไม่มีอาการ | 58(16.0) | 304(84.0) | | | |
| ไอแห้งๆ | | | .367 | 1 | .750[b] |
| มีอาการ | 2(10.5) | 17(89.5) | | | |
| ไม่มีอาการ | 60(15.7) | 323(84.3) | | | |
| ไอมีเสมหะ | | | .512 | 1 | .596[b] |
| มีอาการ | 3(10.7) | 25(89.3) | | | |
| ไม่มีอาการ | 59(15.8) | 315(84.2) | | | |
| หายใจลำบาก | | | .870 | 1 | .407[b] |
| มีอาการ | 3(25.0) | 9(75.2) | | | |
| ไม่มีอาการ | 59(15.1) | 331(84.9) | | | |
| แน่นหน้าอก | | | 1.922 | 1 | .246[b] |
| มีอาการ | 4(28.6) | 10(71.4) | | | |
| ไม่มีอาการ | 58(14.9) | 330(85.1) | | | |
| ใจสั่น/หัวใจเต้นผิดปกติ | | | .165 | 1 | .656[b] |
| มีอาการ | 2(20.0) | 8(80.0) | | | |
| ไม่มีอาการ | 60(15.3) | 332(84.7) | | | |

[b] Fisher's Exact Test

จากตารางที่ 4.15 ความสัมพันธ์ระหว่างระดับ t,t-muconic acid ในปัสสาวะกับอาการทางระบบทางเดินหายใจ หัวใจ และหลอดเลือด พบว่าไม่มีความสัมพันธ์กับระดับ t,t-muconic acid ในปัสสาวะอย่างมีนัยสำคัญทางสถิติ ($p<0.05$)

5.2 อาการทางระบบผิวหนัง

ตารางที่ 4.16 ความสัมพันธ์ระหว่างระดับ t,t-muconic acid ในปัสสาวะกับอาการทางระบบผิวหนัง

| อาการทางระบบผิวหนัง | ระดับ t,t-muconic acid | | Chi-square | df | p-value |
|---|---|---|---|---|---|
| | พบ | ไม่พบ | | | |
| ผื่นคันตามร่างกาย | | | .055 | 1 | .814 |
| มีอาการ | 10(14.5) | 59(85.5) | | | |
| ไม่มีอาการ | 52(15.6) | 281(84.4) | | | |
| ผื่นแดงแสบร้อนตามร่างกาย | | | .367 | 1 | 1.000[b] |
| มีอาการ | 0(0) | 2(100.0) | | | |
| ไม่มีอาการ | 62(15.5) | 338(84.5) | | | |

[b] Fisher's Exact Test

จากตารางที่ 4.16 ความสัมพันธ์ระหว่างระดับ t,t-muconic acid ในปัสสาวะกับอาการทางระบบผิวหนัง พบว่าไม่มีความสัมพันธ์กับระดับ t,t-muconic acid ในปัสสาวะอย่างมีนัยสำคัญทางสถิติ ($p<0.05$)

**ส่วนที่ 6 ความสัมพันธ์ระหว่างผลการวิเคราะห์ทางโลหิตวิทยา เคมีคลินิกกับระดับสาร t,t-muconnic acid ในปัสสาวะ**

**ตารางที่** 4.17 ความสัมพันธ์ระหว่างผลการตรวจวิเคราะห์ทางโลหิตวิทยากับระดับ t,t-muconic acid ในปัสสาวะ (n=402)

| ดัชนีเลือด | ระดับ t,t-muconic acid | | Chi-square | df | p-value |
|---|---|---|---|---|---|
| | พบ | ไม่พบ | | | |
| WBC | | | 0.222 | 1 | .638 |
| ปกติ | 53(15.1) | 298(84.9) | | | |
| ผิดปกติ | 9(17.6) | 42(82.4) | | | |
| Neutrophil | | | 1.251 | 1 | .263 |
| ปกติ | 58(16.1) | 302(83.9) | | | |
| ผิดปกติ | 4(9.5) | 38(90.5) | | | |
| Lymphocyte | | | 0.028 | 1 | .867 |
| ปกติ | 52(15.3) | 288(84.7) | | | |
| ผิดปกติ | 10(16.1) | 52(83.9) | | | |
| Eosinophil | | | .357 | 1 | .550 |
| ปกติ | 56(15.8) | 298(84.2) | | | |
| ผิดปกติ | 6(12.5) | 42(87.5) | | | |
| Monocyte | | | .737 | 1 | 1.000[b] |
| ปกติ | 62(15.6) | 336(84.4) | | | |
| ผิดปกติ | 0 | 4(100.0) | | | |
| เกร็ดเลือด | | | .485 | 1 | .512 |
| ปกติ | 58(15.1) | 325(84.9) | | | |
| ผิดปกติ | 4(21.1) | 15(78.9) | | | |

**ตารางที่ 4.17(ต่อ)** ความสัมพันธ์ระหว่างผลการตรวจวิเคราะห์ทางโลหิตวิทยากับระดับ t,t-muconic acid ในปัสสาวะ (n=402)

| ดัชนีเลือด | ระดับ t,t-muconic acid | | Chi-square | df | p-value |
|---|---|---|---|---|---|
| | พบ | ไม่พบ | | | |
| Hct | | | .748 | 1 | .387 |
| ปกติ | 54(16.1) | 281(83.9) | | | |
| ผิดปกติ | 8(11.9) | 59(88.1) | | | |
| Hb | | | 1.794 | 1 | .180 |
| ปกติ | 44(17.3) | 211(82.7) | | | |
| ผิดปกติ | 18(12.2) | 129(87.8) | | | |
| RBC | | | 8.461 | 1 | .004** |
| ปกติ | 53(18.9) | 228(81.1) | | | |
| ผิดปกติ | 9(7.4) | 112(92.6) | | | |

[b] Fisher's Exact Test ** p-value < 0.01

จากตารางที่ 4.17 ความสัมพันธ์ระหว่างผลการตรวจวิเคราะห์ทางโลหิตวิทยากับระดับ t,t-muconic acid ในปัสสาวะ พบว่า ลักษณะของเม็ดเลือดแดงมีความสัมพันธ์กับระดับ t,t-muconic acid ในปัสสาวะ อย่างมีนัยสำคัญทางสถิติ ($p<0.01$) ซึ่งความผิดปกติของเม็ดเลือดแดงที่พบมีความผิดปกติทั้งขนาด รูปร่างและการติดสี ได้แก่ Anisocytosis ,Microcyte ,Poikilocytosis ,Ovalocyte , Hypochromia และTarget cell

**ตารางที่ 4.18** ความสัมพันธ์ระหว่างผลการตรวจวิเคราะห์ทางเคมีคลีนิกกับระดับ t,t-muconic acid ในปัสสาวะ

| สารชีวเคมี | ระดับ t,t-muconic acid | | Chi-square | df | p-value |
|---|---|---|---|---|---|
| | พบ | ไม่พบ | | | |
| SGOT | | | .288 | 1 | .591 |
| ปกติ | 56(15.8) | 299(84.2) | | | |
| ผิดปกติ | 6(12.8) | 41(87.2) | | | |
| SGPT | | | .184 | 1 | .668 |
| ปกติ | 54(15.7) | 289(84.3) | | | |
| ผิดปกติ | 8(13.6) | 51(86.4) | | | |
| Alk. Phos (n=199) | | | 1.849 | 1 | .174 |
| ปกติ | 34(20.4) | 133(79.6) | | | |
| ผิดปกติ | 10(31.2) | 22(68.8) | | | |
| BUN (n=203) | | | .059 | 1 | .574 |
| ปกติ | 17(8.8) | 177(91.2) | | | |
| ผิดปกติ | 1(11.1) | 8(88.9) | | | |
| Creatinine | | | 4.085 | 1 | .043* |
| ปกติ | 44(13.6) | 279(86.4) | | | |
| ผิดปกติ | 18(22.8) | 61(77.2) | | | |

* p-value < 0.05

จากตารางที่ 4.18 ความสัมพันธ์ระหว่างผลการตรวจวิเคราะห์ทางเคมีคลินิกกับระดับ t,t-muconic acid ในปัสสาวะ พบว่า ปริมาณครีเอตินิน มีความสัมพันธ์กับระดับ t,t-muconic acid ในปัสสาวะ อย่างมีนัยสำคัญทางสถิติ ($p<0.05$)

# บทที่ 5
# สรุป อภิปรายผลและข้อเสนอแนะ

การศึกษานี้มีวัตถุประสงค์ เพื่อประเมินผลการเฝ้าระวังสุขภาพประชาชนสารอินทรีย์ระเหยง่าย จังหวัดระยอง ระหว่างเดือน มกราคม 2552 ถึงเดือนกันยายน 2552 โดยใช้ข้อมูลจากแบบสัมภาษณ์และผลการตรวจสุขภาพของประชาชนที่เข้าร่วมในโครงการเฝ้าระวังสาร VOCs จ.ระยอง ปี 2552 กับโรงพยาบาล 2 แห่ง สรุปได้ดังนี้

## สรุปผลการศึกษา

ประชากรศึกษาส่วนใหญ่เป็นเพศหญิง ร้อยละ 75.4 มีอายุ 60 ปี ขึ้นไป และอายุ 45-59 ปี ร้อยละ 29.0 และ 28.5 ตามลำดับ อายุเฉลี่ย 50 ปี อายุน้อยสุด 6 ปี อายุมากสุด 94 ปี การศึกษาระดับประถมศึกษา ร้อยละ 65.7 ไม่ได้ทำงาน ร้อยละ 44.8 ไม่สูบบุหรี่ร้อยละ 80.5 ไม่ดื่มแอลกอฮอล์ร้อยละ 79.8 ไม่ดื่มน้ำบ่อ ร้อยละ 90.0 อาศัยในพื้นที่มาบตาพุดและบ้านฉาง ร้อยละ 50.9 และ 49.1 ตามลำดับ ส่วนใหญ่อาศัยมานานมากกว่า 20 ปี ร้อยละ 55.5 ช่วงเวลาการอยู่บ้านตลอดวัน ร้อยละ 84.7 ระยะเวลาอยู่บ้านมากกว่า 12 ชั่วโมง ร้อยละ 91

การสัมผัสและการเจ็บป่วยในช่วง 1 สัปดาห์ที่ผ่านมา พบว่าส่วนใหญ่ไม่ได้กลิ่นและได้กลิ่นใกล้เคียงกัน ร้อยละ 51.8 และ 48.2 ตามลำดับ กลิ่นที่ได้รับมากที่สุด คือ กลิ่นแก๊ส ร้อยละ 19.7 รองลงมาคือ กลิ่นอื่นๆ กลิ่นเหม็นฉุน และกลิ่นคล้ายผลไม้สุก ร้อยละ 12.4, 11.7 และ 7.2 ตามลำดับ และส่วนใหญ่มีอาการเจ็บป่วยที่เกี่ยวข้องกับระบบประสาท ตา ผิวหนัง ทางเดินหายใจ หัวใจ และหลอดเลือด ในช่วง 1 สัปดาห์ที่ผ่านมา ร้อยละ 70.3 โดยอาการที่พบมากที่สุด คือ ปวดศีรษะ ร้อยละ 29.0 รองลงมา คือ เวียนศีรษะ แสบหรือคันตา และผื่นคันตามร่างกาย ร้อยละ 27.7 , 19.0 และ 17.0 ตามลำดับ

ระดับสาร t,t-muconic acid ในปัสสาวะมีค่าเฉลี่ย 22.27 ± 68.42 ไมโครกรัม/กรัมครีเอตินิน โดยประชากรส่วนใหญ่ตรวจไม่พบสาร t,t-muconic acid ในปัสสาวะ ร้อยละ 84.6 ส่วนกลุ่มที่ตรวจพบสาร t,t-muconic acid ในปัสสาวะ มีร้อยละ 15.4 ในจำนวนนี้พบสาร t,t-muconic acid ในปัสสาวะเกินค่ามาตรฐาน 500 ไมโครกรัม/กรัมครีเอตินิน จำนวน 2 ราย(ร้อยละ 0.5)

ผลการตรวจวิเคราะห์ทางโลหิตวิทยา พบว่า ปริมาณเม็ดเลือดขาวชนิดต่างๆ และเกร็ดเลือดของประชากร ส่วนใหญ่อยู่ในค่าปกติ ดังนี้ ปริมาณเม็ดเลือดขาว นิวโทรฟิล ลิมโฟไซต์ อีโอซิโนฟิล โมโนซัยต์ เบโซฟิล และเกร็ดเลือด เท่ากับ ร้อยละ 87.1, 89.3, 84.2, 88.1, 99.0, 99.8 และ 95.1 ตามลำดับ ปริมาณฮีโมโกลบินส่วนใหญ่อยู่ในค่าปกติร้อยละ 63.5 และลักษณะของเม็ดเลือดแดงปกติ ร้อยละ70.3

ผลการตรวจวิเคราะห์ทางเคมีคลีนิก พบว่า ปริมาณ SGOT , SGPT และ ครีเอตินิน ของประชากร ส่วนใหญ่อยู่ในค่าปกติ ร้อยละ 88.1, 85.2 และ 80.0 ตามลำดับ

ความสัมพันธ์ระหว่างปัจจัยส่วนบุคคลกับระดับ t,t-muconic acid ในปัสสาวะ พบว่าปัจจัยด้านเพศ อาชีพ พฤติกรรมการสูบบุหรี่ และพื้นที่อยู่อาศัย มีความสัมพันธ์กับระดับ t,t-muconic acid ในปัสสาวะ อย่างมีนัยสำคัญทางสถิติ ($p<0.01$)

ความสัมพันธ์ระหว่างการได้กลิ่นกับระดับ t,t-muconic acid ในปัสสาวะ พบว่าการได้กลิ่นผิดปกติต่างๆ โดยเฉพาะกลิ่นแก๊สพบมีความสัมพันธ์กับระดับ t,t-muconic acid ในปัสสาวะ อย่างมีนัยสำคัญทางสถิติ ($p<0.05$)

แต่ไม่พบความสัมพันธ์ระหว่างการทำกิจกรรมที่เกี่ยวข้องในช่วง 1 สัปดาห์ที่ผ่านมา กับระดับ t,t-muconic acid ในปัสสาวะอย่างมีนัยสำคัญทางสถิติ ($p<0.05$) และไม่พบความสัมพันธ์ระหว่างการรับประทานอาหาร เครื่องดื่ม ยา ในช่วง 2-3 วัน ที่ผ่านมา กับระดับ t,t-muconic acid ในปัสสาวะอย่างมีนัยสำคัญทางสถิติ ($p<0.05$)

ความสัมพันธ์ระหว่างระดับ t,t-muconic acid ในปัสสาวะกับกลุ่มอาการทางระบบประสาท ระบบสายตา ระบบทางเดินหายใจ หัวใจและหลอดเลือด และระบบทางผิวหนัง พบว่าไม่มีความสัมพันธ์กับระดับ t,t-muconic acid ในปัสสาวะอย่างมีนัยสำคัญทางสถิติ ($p<0.05$) แต่เมื่อนำมาจำแนกอาการต่างๆ พบว่าอาการตาแดงมีความสัมพันธ์กับระดับสาร t,t-muconic acid ในปัสสาวะอย่างมีนัยสำคัญทางสถิติ ($p<0.05$) ในขณะที่อาการอื่นๆ ไม่มีความสัมพันธ์กับระดับ t,t-muconic acid ในปัสสาวะอย่างมีนัยสำคัญทางสถิติ ($p<0.05$)

**อภิปรายผล**

การซักถามอาการในช่วง 1 สัปดาห์ที่ผ่านมา เนื่องจากเพื่อหลีกเลี่ยงความลำเอียงในการรื้อฟื้นความจำ และใกล้เคียงกับระยะเวลากึ่งชีพของการตรวจของ t,t-muconic acid ในปัสสาวะ การเหลื่อมของช่วงเวลาเป็นส่วนหนึ่งที่อาจทำให้เกิดความผิดพลาดขึ้นได้ เนื่องจากถ้าไม่ได้รับสารเบนซีนมาอย่างสม่ำเสมอ อาการที่ซักถามอาจเกิดก่อนการสัมผัสเบนซีนได้ นอกจากนี้อาการที่สัมภาษณ์อาจมีสาเหตุจากปัจจัยอื่น ๆ เช่น ความเครียด การอดนอน

จากการศึกษาระดับสาร t,t-muconic acid ซึ่งเป็น metabolite ของเบนซีนในปัสสาวะ ของประชาชนในพื้นที่มาบตาพุด และบ้านฉาง จ.ระยอง พบว่ามีค่าเฉลี่ย 22.27 ± 68.42 ไมโครกรัม/กรัมครีเอตินิน โดยร้อยละ 84.6 ตรวจไม่พบสาร t t muconic acid ในปัสสาวะ ส่วนกลุ่มที่ตรวจพบสาร t,t-muconic acid ในปัสสาวะ มีร้อยละ 15.4 ในจำนวนนี้พบสาร t,t-muconic acid ในปัสสาวะเกินค่ามาตรฐาน 500 ไมโครกรัม/กรัมครีเอตินิน จำนวน 2 ราย(ร้อยละ 0.5) ซึ่งถ้าจะพิจารณาเกณฑ์โดยใช้ค่ามาตรฐาน ACGIH ที่กำหนดไว้ 500 ไมโครกรัม/กรัมครีเอตินิน[9] ถือว่าประชากรส่วนใหญ่อยู่ใน

เกณฑ์ที่ปลอดภัย อย่างไรก็ตาม เกณฑ์ค่ามาตรฐานนี้ เป็นการบอกถึงระดับของสารในร่างกายจากการสัมผัสในการทำงานว่าอยู่ในระดับ*ที่ไม่ทำอันตรายต่อคนงาน*นั้นๆ คนงานมักจะเป็นคนในวัยทำงาน และส่วนใหญ่เป็นเพศชาย มีภาวะสุขภาพร่างกายที่แข็งแรง สมบรูณ์มากกว่าชาวบ้าน ซึ่งมีทั้งเด็ก สตรี และคนสูงอายุ แต่จากการศึกษานี้ประชากรส่วนใหญ่เป็นเพศหญิง ร้อยละ 75.4 มีอายุ 60 ปี ขึ้นไป และอายุ 45-59 ปี ร้อยละ 29.0 และ 28.5 ตามลำดับ อายุเฉลี่ย 50 ปี อายุน้อยสุด 6 ปี อายุมากสุด 94 ปี ไม่ได้ทำงาน ร้อยละ 44.8 ไม่สูบบุหรี่ร้อยละ 80.5 และไม่ดื่มแอลกอฮอล์ร้อยละ 79.8 ส่วนใหญ่อาศัยมานานมากกว่า 20 ปี ร้อยละ 55.5 ช่วงเวลาการอยู่บ้านตลอดวัน ร้อยละ 84.7 ระยะเวลาอยู่บ้านมากกว่า 12 ชั่วโมง ร้อยละ 91 จากข้อมูลนี้ย่อมแสดงให้เห็นว่าประชากรศึกษานี้เป็นชาวบ้านที่อาศัยอยู่ดั้งเดิมในพื้นที่นี้ ส่วนใหญ่เป็นเพศหญิง สูงวัยและเด็ก ไม่เหมาะที่จะใช้เกณฑ์มาตรฐานสำหรับคนงานในขณะที่พื้นที่บริเวณนี้ได้มีการร้องเรียนในเรื่องปัญหามลพิษ ปัญหาผลกระทบต่อสุขภาพมาตลอดจนเป็นปัญหาระดับประเทศ และเครือข่ายประชาชนได้มีการเรียกร้องให้ประกาศเป็นเขตควบคุมมลพิษมาตลอดตั้งแต่ปี 2549 จนในวันที่ 30 เมษายน พ.ศ.2552 ได้ประกาศเป็นเขตควบคุมมลพิษตามประกาศคณะกรรมการสิ่งแวดล้อมแห่งชาติ ฉบับที่ 32(พ.ศ.2552) [17] นั่นแสดงว่าพื้นที่นี้ตามประกาศเป็นพื้นที่เสี่ยงต่อการได้รับมลพิษ ดังนั้นประชาชนในพื้นที่ตามประกาศย่อมเสี่ยงต่อการได้รับมลพิษในระดับหนึ่งทุกคน ถึงแม้จะตรวจไม่พบสาร $t,t$-muconic acid ในปัสสาวะ ณ วันที่ทำการตรวจ ก็ควรต้องได้รับความสำคัญในการเฝ้าระวังดูแลสุขภาพในระยะยาว เนื่องจากในมนุษย์ค่าครึ่งชีวิตของเบนซีน คือ 1-2 วัน[18] โดยสารนี้จะถูกปล่อยออกมาพร้อมกับลมหายใจออกผ่านทางปอด และขับออกมาพร้อมกับปัสสาวะ ดังนั้น การตรวจไม่พบระดับ $t,t$-muconic acid ในปัสสาวะ อาจหมายถึงการได้รับ เกิดการเปลี่ยนแปลงโครงสร้างภายในร่างกายและมีการขับออกทางปัสสาวะแล้วส่วนหนึ่งในวันที่ตรวจ

การรับสัมผัสในช่วง 1 สัปดาห์ที่ผ่านมา พบว่าส่วนใหญ่ไม่ได้กลิ่นและได้กลิ่นใกล้เคียงกัน ร้อยละ 51.8 และ 48.2 ตามลำดับ กลิ่นที่ได้รับมากที่สุด คือ กลิ่นแก๊ส ร้อยละ 19.7 รองลงมาคือ กลิ่นอื่นๆ กลิ่นเหม็นฉุน และกลิ่นคล้ายผลไม้สุก ร้อยละ 12.4, 11.7 และ 7.2 ตามลำดับ เมื่อทดสอบด้วยสถิติไคสแควร์พบว่าการได้กลิ่นผิดปกติต่างๆ โดยเฉพาะกลิ่นแก๊สพบมีความสัมพันธ์กับระดับ $t,t$-muconic acid ในปัสสาวะ อย่างมีนัยสำคัญทางสถิติ ($p<0.05$) สอดคล้องกับการศึกษาของวิบูลย์ สุพุทธิธาดา (2544)[19] ที่ศึกษาผลกระทบต่อสุขภาพของประชาชนบริเวณใกล้เคียงนิคมอุตสาหกรรมมาบตาพุดจากมลพิษทางอากาศในปี 2542 ที่พบว่าประชาชนและนักเรียน ต.มาบตาพุด ได้รับกลิ่นผิดปกติอย่างมีนัยสำคัญทางสถิติ $p < 0.05$ ลักษณะของกลิ่นที่ได้รับ คือ กลิ่นคล้ายแก๊ส กลิ่นเหม็นฉุน กลิ่นคล้ายทินเนอร์ และกลิ่นหอมหวานและจากการศึกษาของกฤษณ์ ปาลสุทธิ์ (2545)[20] ที่ศึกษาการเฝ้าระวังผลกระทบต่อสุขภาพของประชาชนบริเวณชุมชนใกล้เคียงนิคมอุตสาหกรรมมาบตาพุดจากมลพิษทางอากาศ ปี 2543 พบว่ากลุ่มตัวอย่างที่อยู่ใกล้นิคมอุตสาหกรรมมาบตาพุดเคยได้รับกลิ่นผิดปกติช่วง 1

สัปดาห์ที่ผ่านมาในสัดส่วนที่มากกว่ากลุ่มตัวอย่างที่อยู่ห่างนิคมอุตสาหกรรมมาบตาพุด ($p < 0.001$) ได้รับกลิ่นผิดปกติในช่วงฤดูฝนในสัดส่วนที่มากกว่าฤดูอื่น กลิ่นที่ได้รับมากที่สุด คือกลิ่นแก๊ส เนื่องจากการตรวจพบระดับ t,t- muconic acid ในปัสสาวะซึ่งเป็นเมตาโบไลต์ของเบนซีน ถือเป็นตัวชี้วัดทางชีวภาพในการระบุถึงการรับสารเบนซีนในบรรยากาศ ถึงแม้จะไม่เกินค่ามาตรฐานที่อนุญาตให้มีได้ แต่ก็เป็นการบ่งชี้ว่าประชาชนในพื้นที่มีการได้รับสารเบนซีนเข้าสู่ร่างกาย อย่างไรก็ตามสารอินทรีย์ระเหยนั้นมีแหล่งกำเนิดมาจากหลายแหล่ง ทั้งจากโรงงานอุตสาหกรรม และกิจกรรมอื่นๆ เช่น การคมนาคมขนส่ง การทาสี การใช้สารเคมีกำจัดศัตรูพืช การสูบบุหรี่ การรับประทานอาหาร หรือยาบางชนิด เป็นต้น ซึ่งจากการศึกษานี้ ไม่พบความสัมพันธ์ระหว่างการทำกิจกรรมที่เกี่ยวข้องกับสารอินทรีย์ระเหยในช่วง 1 สัปดาห์ที่ผ่านมา กับระดับ t,t-muconic acid ในปัสสาวะอย่างมีนัยสำคัญทางสถิติ ($p<0.05$) และไม่พบความสัมพันธ์ระหว่างการรับประทานอาหาร เครื่องดื่ม ยา ในช่วง 2-3 วันที่ผ่านมา กับระดับ t,t-muconic acid ในปัสสาวะ อย่างมีนัยสำคัญทางสถิติ ($p<0.05$)

เนื่องมาจากอุตสาหกรรมในพื้นที่นิคมอุตสาหกรรมมาบตาพุด ส่วนใหญ่เป็นอุตสาหกรรมปิโตรเคมี เคมีภัณฑ์ เหล็ก โรงกลั่นน้ำมัน และโรงไฟฟ้า เป็นต้น ซึ่งทำให้เกิดสารเคมีอันตรายต่างๆ มากมายโดยเฉพาะสารอินทรีย์ระเหยง่ายๆ ซึ่งมีกลิ่นแตกต่างกันไปตามแต่ละชนิดของสารนั้นๆ อีกทั้งในพื้นที่มีปัญหาร้องเรียนในเรื่องกลิ่นมาตลอด ประกอบกับผลการตรวจวัดสาร VOCs ในพื้นที่รอบนิคมอุตสาหกรรมมาบตาพุดตั้งแต่เดือนกันยายน 2549 ถึง มิถุนายน 2552 ได้นำมาคำนวณหาค่าเฉลี่ยใน 1 ปีและเปรียบเทียบกับค่ามาตรฐาน ยังพบว่า สาร 1,3- Butadiene สาร 1,2-Dichloroethane และสาร Benzene มีค่าความเข้มข้นเกินค่ามาตรฐานเฉลี่ยรายปีอยู่[21] น่าจะเป็นเหตุผลที่จะสนับสนุนการได้รับมลพิษของประชาชนอันเนื่องมาจากอุตสาหกรรมในพื้นที่ได้อีกทาง อีกทั้งจากการศึกษานี้พบว่าระยะห่างจากบ้านถึงแหล่งมลพิษพบว่ามีความสัมพันธ์กับระดับ t,t-muconic acid ในปัสสาวะอย่างมีนัยสำคัญทางสถิติ ($p<0.01$) ดังนั้นการใช้การได้รับกลิ่นผิดปกติเป็นส่วนประกอบหนึ่งที่จะระบุถึงการได้รับสารเคมีก็น่าจะใช้ได้ แต่ทั้งนี้ต้องพิจารณาปัจจัยอื่นๆ ร่วมด้วย เช่น ชนิด/ปริมาณของสารเคมี ทิศทางลม สภาพภูมิอากาศ เป็นต้น

ความสัมพันธ์ระหว่างระดับ t,t-muconic acid ในปัสสาวะกับกลุ่มอาการทางระบบประสาท ระบบสายตา ระบบทางเดินหายใจ หัวใจและหลอดเลือด และระบบทางผิวหนัง พบว่าไม่มีความสัมพันธ์กับระดับ t,t-muconic acid ในปัสสาวะอย่างมีนัยสำคัญทางสถิติ ($p<0.05$) เนื่องจากอาการต่างๆ ที่เกิดขึ้นอาจเกิดจากสารชนิดอื่นๆ หรือจากปัจจัยอื่นๆที่ไม่เกี่ยวข้อง เช่น การเจ็บป่วยที่ไม่เกี่ยวข้องกับการได้รับมลพิษ หรือภาวะเครียด เป็นต้น แต่ทำให้มีอาการต่างๆ เหมือนกัน จึงทำให้ไม่พบความสัมพันธ์ดังกล่าว ในขณะที่ผลการตรวจวัดสารเบนซีนรอบนิคมอุตสาหกรรมมาบตาพุดตั้งแต่เดือนกันยายน 2549 ถึง มิถุนายน 2552 ได้นำมาคำนวณหาค่าเฉลี่ยใน 1 ปีและเปรียบเทียบกับค่ามาตรฐาน มีค่าความเข้มข้นเกินค่ามาตรฐานเฉลี่ยรายปีอยู่[21] แต่ ณ วัน หรือเดือนที่เก็บข้อมูลสุขภาพอยู่นั้นเราไม่

ทราบว่ามีปริมาณความเข้มข้นของสารเบนซีนอยู่เท่าไหร่ (ด้วยข้อจำกัดด้านงบประมาณ) ในช่วงดังกล่าวอาจจะมีปริมาณความเข้มข้นของสารเบนซีนอยู่น้อยจึงไม่พบความสัมพันธ์ระดับ t,t- muconic acid ในปัสสาวะกับอาการดังกล่าวเช่นกัน

ความสัมพันธ์ระหว่างผลการตรวจวิเคราะห์ทางโลหิตวิทยากับระดับ t,t- muconic acid ในปัสสาวะ พบว่า ลักษณะของเม็ดเลือดแดงมีความสัมพันธ์กับระดับ t,t-muconic acid ในปัสสาวะ อย่างมีนัยสำคัญทางสถิติ ($p<0.05$) ซึ่งความผิดปกติของเม็ดเลือดแดงที่พบมีความผิดปกติทั้งขนาด รูปร่าง และการติดสี ได้แก่ Anisocytosis, Microcyte ,Poikilocytosis ,Ovalocyte ,Hypochromia และTarget cell ซึ่งสอดคล้องกับการศึกษาของธนสาร ตันศฤงฆาร อนุสรณ์ รังสิโยธินและบุญเทียม เทพพิทักศักดิ์ (2548)[22] ที่ศึกษาการเฝ้าคุมทางชีวภาพของพนักงานกลุ่มเสี่ยงที่รับสัมผัสสารอินทรีย์ระเหยง่ายในสถานบริการน้ำมันเชื้อเพลิง นัยสำคัญทางสถิติ($p<0.05$) และกลุ่มที่มีอาการปวดศีรษะมีความผิดปกติของเม็ดเลือดแดงสูงกว่าไม่มีอาการ อย่างมีนัยสำคัญทางสถิติ($p<0.05$) เนื่องจากการได้รับสารเบนซีนมีผลต่อการสร้างเม็ดเลือดแดง หรือการพัฒนาการโตเต็มที่(mature) ของเม็ดเลือดผิดปกติ ซึ่งจะมีผลทำให้อายุเม็ดเลือดในกระแสเลือดสั้นลงหรือถูกทำลายเร็ว ทำให้ร่างกายอยู่ในสภาพไม่ค่อยแข็งแรงและอ่อนแอลงเรื่อยๆ ถ้าได้รับสัมผัสเป็นเวลานาน จากการศึกษานี้น่าจะใช้ความผิดปกติทางโลหิตวิทยาโดยเฉพาะความผิดปกติของลักษณะเม็ดเลือดแดง เป็นตัวเฝ้าคุมทางชีวภาพในการรับสัมผัสสารเบนซีนของประชากรทั่วไปถึงแม้ว่าการวัดความผิดปกติของเม็ดเลือดจะไม่มีความเฉพาะเจาะจงกับสารเบนซีน แต่การนำเอาผลการวิเคราะห์มาพิจารณาประกอบก็น่าจะเป็นประโยชน์ช่วยในการวินิจฉัยบ่งบอกถึงผลกระทบต่อสุขภาพประชากรในพื้นที่ได้

**ข้อเสนอแนะ**

1. สสจ.และโรงพยาบาลในพื้นที่ควรมีการวางแผนร่วมกันในจัดเก็บข้อมูลสุขภาพต่างๆ เพื่อการเฝ้าระวังอย่างเป็นระบบและต่อเนื่องในระยะยาว โดยจัดลำดับความสำคัญกลุ่มเป้าหมาย เช่น หญิงมีครรภ์ เด็ก คนชรา เป็นต้น ร่วมกับลำดับความสำคัญของพื้นที่เสี่ยงเพื่อเฝ้าระวังผลกระทบในระยะยาว ซึ่งควรพิจารณาใช้การตรวจความผิดปกติของเม็ดเลือดแดงมาพิจารณาประกอบ เพื่อช่วยการวินิจฉัย บ่งบอกถึงผลกระทบต่อสุขภาพประชาชน

2. ควรมีการศึกษาวิจัยทางโลหิตวิทยา และการตรวจสารชีวเคมีอื่นๆ ในกลุ่มประชากรที่มีจำนวนมากพอที่จะเห็นความชัดเจน และมีความแตกต่างอย่างมีนัยสำคัญทางสถิติ โดยเปรียบเทียบกับกลุ่มควบคุม ซึ่งอาจจะทำให้ได้แนวทางการเฝ้าระวังที่เหมาะสม ประหยัดและทำได้ง่ายในพื้นที่

3. การนำความรู้ด้านภูมิสารสนเทศมาประยุกต์ใช้ในโรคจากสิ่งแวดล้อม จะสามารถแสดงให้เห็นถึงความสัมพันธ์ในมุมมองเชิงพื้นที่ได้ง่ายขึ้น และช่วยประกอบการตัดสินใจในการวางแผนป้องกันควบคุมโรคได้อย่างมีประสิทธิภาพมากขึ้น

**ข้อเสนอแนะเพื่อการวิจัยครั้งต่อไป**

1.ควรมีการศึกษาวิจัยและพัฒนาตัวชี้วัดในการเฝ้าระวังผลกระทบต่อสุขภาพอันเนื่องมาจากสารอินทรีย์ระเหยในพื้นที่ (ค่าearly detection) ที่ไม่ใช่ค่ามาตรฐานที่ใช้สำหรับคนงาน

2.ควรมีการศึกษาวิจัยทางโลหิตวิทยา และการตรวจสารชีวเคมีอื่นๆ ในกลุ่มที่มีประชากรมากพอที่จะเห็นความชัดเจน และมีความแตกต่างอย่างมีนัยสำคัญทางสถิติ โดยเปรียบเทียบกับกลุ่มควบคุม ซึ่งอาจจะทำให้ได้แนวทางการเฝ้าระวังที่เหมาะสม ประหยัดและทำได้ง่ายในพื้นที่

3. ควรมีการศึกษาวิจัยในเรื่องที่เกี่ยวกับผลกระทบต่อสุขภาพเนื่องจากสิ่งแวดล้อมโดยใช้การประเมินขนาดสัมผัสกับการตอบสนอง (Dose-Response Assessment) ซึ่งจะตัดปัญหาข้อโต้แย้งในเรื่องการได้รับสารเคมี และปฏิกิริยาชีวเคมีทางเมตะบอลิสม์ในร่างกาย ซึ่งควรมีการพัฒนาองค์ความรู้ของบุคลากรในเรื่องดังกล่าวด้วย

# รายการอ้างอิง


1. ภัยร้ายที่มาพร้อมกับอุตสาหกรรม มลพิษคุกคามสุขภาพที่มาบตาพุด. บางกอกโพสต์ วันที่ 1 เมษายน 2551. แหล่งข้อมูล : http://teenet.tei.or.th/NEWS/apr08_02.html
2. กรรชิต คุณาวุฒิ. โรคพิษตัวทำละลาย. ใน: คู่มือการวินิจฉัยและการเฝ้าระวังโรคจากการประกอบอาชีพเล่มที่ 1 . กองอาชีวอนามัย กรมอนามัย , กระทรวงสาธารณสุข: หน้า 200-15.
3. กรรชิต คุณาวุฒิ. โรคพิษเบนซีน. ใน: คู่มือการวินิจฉัยและการเฝ้าระวังโรคจากการประกอบอาชีพเล่มที่ 1 . กองอาชีวอนามัย กรมอนามัย , กระทรวงสาธารณสุข: หน้า 216-20.
4. กรมควบคุมมลพิษ กระทรวงทรัพยากรธรรมชาติและสิ่งแวดล้อม. มาตรฐานค่าสารอินทรีย์ระเหยง่าย.แหล่งข้อมูล :http://www.pcd.go.th/info_serv/reg_std_airsnd01.html
5. ปฐม สวรรค์ปัญญาเลิศ, สมชัย บวรกิตติ. การเฝ้าระวังโรคเหตุสิ่งแวดล้อม. วารสารวิชาการสาธารณสุข ๒๕๔๔.
6. ทรงวุฒิ ศรีสว่าง, นพพร จรุงเกียรติ และศรินญา ภู่ผาจิตต์. ภัยอันตรายจากสารอินทรีย์ไอระเหยและการจัดการกับสารประกอบอินทรีย์ระเหยที่เป็นตัวทำละลาย. แหล่งข้อมูล :http://monitor.onep.go.th/document/voc.htm
7. กรรชิต คุณาวุฒิ. เบนซีน. ใน: วิลาวัลย์ จึงประเสริฐ, สุรจิต สุนทรธรรม, บรรณาธิการ . อาชีวเวชศาสตร์ ฉบับ พิษวิทยา . พิมพ์ครั้งที่ 1 . บริษัท ไซเบอร์ เพรส จำกัด; 2542. หน้า 112-7
8. สำนักโรคจากการประกอบอาชีพและสิ่งแวดล้อม กรมควบคุมโรค กระทรวงสาธารณสุข. คู่มือการประเมินความเสี่ยงจากการทำงานของบุคลากรในโรงพยาบาล. พิมพ์ครั้งที่ 1 . กรุงเทพมหานคร: โรงพิมพ์ชุมนุมสหกรณ์การเกษตรแห่งประเทศไทย จำกัด; 2550.
9. ACGIH[R]. Threshold Limit Values for Chemical Substances and Physical Agents & Biological Exposure Indices 2007 .
10. พาลาภ สิงหเสนี. การประเมินความเสี่ยงจากพิษของวัตถุอันตราย: หลักการและการประยุกต์ใช้. กรุงเทพ : จุฬาลงกรณ์มหาวิทยาลัย; 2540.
11. พงศ์เทพ วิวรรธนะเดช. การประเมินความเสี่ยงสุขภาพ. ใน สมชัย บวรกิตติ จอห์น พี. ลอฟทัส กฤษฎา ศรีสำราญ, บรรณาธิการ . ตำราเวชศาสตร์สิ่งแวดล้อม ศูนย์เวชศาสตร์สิ่งแวดล้อม. กรุงเทพ: เรือนแก้วการพิมพ์ ; 2542. หน้า 43-59.
12. Picciotto, H. I. Enviromental risk assessment. In Talbott O. Evelyn and Craun F. Gunther, Editors. Introduction to Environmental Epidemiology. USA. : CRC Press ; 1995. p. 23-38.

13. พนิดา นวสัมฤทธิ์,มธุรส รุจิรวัฒน์ และ ศาสตราจารย์ ดร. สมเด็จพระเจ้าลูกเธอเจ้าฟ้าจุฬาภรณ์วลัยลักษณ์ อัครราชกุมารี . ผลกระทบของการได้รับสารเบนซีนในสิ่งแวดล้อมและจากการประกอบอาชีพในประเทศไทย.แหล่งข้อมูล:http://www.scisoc.or.th/stt/31/sec_h/paper/stt31H0039.pdf
14. อัญชลี ศิริพิทยาคุณกิจ, วัชรี แก้วนอกเขา, วนิดา สมบัติศรี, รจนา คุณกิตติ, โสภา เปี่ยมสันเทียะ และชนิดา ธรรมสุนทร. สุขภาพของประชากรกลุ่มเสี่ยงต่อเบนซีน ทอลูอีน และสตัยรีนในจังหวัดระยอง.วารสารวิชาการสาธารณสุข 2544; 10:129-135.
15. Qing Lan., et al. Hematotcxicity in Workers Exposed to Low Levels of Benzene . URL: http://www.sciencemag.org/cgi/content/abstract/306/5702/1774
16. Martin Smith., et al. Low levels of benzene damage health. URL :http://www.bioedonline.org/news/news.cfm?art=1422
17. ประกาศคณะกรรมการสิ่งแวดล้อมแห่งชาติ.แหล่งข้อมูล: http://www.onep.go.th/index.php?option=com_content&task=view&id=615&Itemid=85
18. เบนซีน. แหล่งข้อมูล: http://msds.pcd.go.th/searchName.asp?vID=2413
19. วิบูลย์ สุพุทธิธาดา. การศึกษาผลกระทบต่อสุขภาพของประชาชนบริเวณใกล้เคียงนิคมอุตสาหกรรมมาบตาพุด จากมลพิษทางอากาศ ปี 2542 . วันที่ค้นข้อมูล 29 สิงหาคม 2552. แหล่งข้อมูล :http://www.riclib.nrct.go.th/index.html
20. กฤษณ์ ปาลสุทธิ์. การเฝ้าระวังผลกระทบต่อสุขภาพของประชาชนบริเวณชุมชนใกล้เคียงนิคมอุตสาหกรรมมาบตาพุดจากมลพิษทางอากาศ ปี 2543 . วันที่ค้นข้อมูล 29 สิงหาคม 2552. แหล่งข้อมูล :http://www.riclib.nrct.go.th/index.html
21. กรมควบคุมมลพิษ กระทรวงทรัพยากรธรรมชาติและสิ่งแวดล้อม. การดำเนินการแก้ไขปัญหามลพิษมาบตาพุด (VOCs)แหล่งข้อมูล: http://www.pcd.go.th/Info_serv/pol_maptapoot_airvocs.html#
22. ธนสาร ตันศฤงฆาร อนุสรณ์ รังสิโยธินและบุญเทียม เทพพิทักศักดิ์. การเฝ้าคุมทางชีวภาพของพนักงานกลุ่มเสี่ยงที่รับสัมผัสสารอินทรีย์ระเหยง่ายในสถานบริการนำมันเชื้อเพลิง.วารสารส่งเสริมสุขภาพและอนามัยสิ่งแวดล้อม 2548; 28.

# ภาคผนวก

## ก.แบบสัมภาษณ์และเก็บข้อมูลในโครงการเฝ้าระวังสารVOCs จ.ระยอง ปี 2552

# แบบสัมภาษณ์และเก็บข้อมูล

## ข้อมูลทั่วไป

1. ชื่อ(นาย/นาง/นางสาว) ..... สกุล..... อายุ .....ปี
   เลขที่บัตรประชาชน ☐☐☐☐☐☐☐☐☐☐☐☐☐ เบอร์โทร .....
2. ที่อยู่ปัจจุบัน .....
   ชื่อชุมชน.....ท่านอาศัยอยู่ในพื้นที่มาแล้ว ..... ปี..... เดือน
   ท่านอาศัยอยู่บ้านวันละ.....ชั่วโมง ส่วนใหญ่อาศัยอยู่เวลาใด ☐ 1. กลางคืน ☐ 2.กลางวัน ☐ 3. ตลอดวัน
3. ท่านสำเร็จการศึกษาระดับใด
   ☐ 1.ไม่ได้เรียน ☐ 2. ประถมศึกษา ☐ 3. มัธยมศึกษาตอนต้น
   ☐ 4. มัธยมศึกษาตอนปลาย ☐ 5. อาชีวศึกษา(ปวช,ปวส) ☐ 6. ปริญญาตรีหรือสูงกว่า
4. ท่านสูบบุหรี่หรือไม่
   ☐1. ไม่สูบบุหรี่ ☐ 2. สูบบุหรี่ .....มวน/วัน สูบมาเป็นระยะเวลา .....ปี
   ☐ 3. เคยสูบบุหรี่ .....มวน/วัน แต่ปัจจุบันเลิกมาเป็นระยะเวลา.....ปี..... เดือน
5. ท่านดื่มเครื่องดื่มแอลกอฮอล์หรือไม่
   ☐ 1. ไม่ดื่ม ☐ 2. ดื่ม ..... แก้ว/วัน .....วัน/สัปดาห์ เป็นเวลานาน.....ปี
   ☐ 3. เคยดื่ม ..... แก้ว/วัน .....วัน/สัปดาห์ แต่ปัจจุบันเลิกดื่มมาแล้วเป็นเวลานาน .....ปี
6. ในรอบ 1 ปี ที่ผ่านมาท่านประกอบอาชีพใด

| อาชีพ | ลักษณะงาน | ระยะที่ทำงาน (เดือน) |
|---|---|---|
| 1. | | |
| 2. | | |
| 3. | | |
| 4. | | |

## ข้อมูลประวัติการสัมผัส

7. ที่อยู่อาศัยปัจจุบันของท่าน อยู่ห่างจากรั้วโรงงาน .....กิโลเมตร
8. บ้านที่พักอาศัย / สถานที่ปฏิบัติงาน / โรงเรียน ปัจจุบันอยู่ใกล้กับสถานประกอบการอะไรบ้าง **ในรัศมี 1 กิโลเมตร** (ใส่เครื่องหมาย ☐ กรณีใช่)

| สถานประกอบการ | บ้าน | ที่ทำงาน / โรงเรียน |
|---|---|---|
| ปั๊มน้ำมัน | | |
| โรงงานผลิตเม็ดพลาสติก | | |
| โรงงานผลิตยางรถยนต์ | | |
| โรงพิมพ์ | | |
| โรงงานทำสี | | |
| โรงงานเฟอร์นิเจอร์ | | |
| โรงงานทำกาว ผลิตสารเคมี | | |
| อื่นๆระบุ..... | | |

9. ในช่วง 1 สัปดาห์ที่ผ่านมา ท่านเคยได้รับกลิ่นสารเคมี จากบริเวณรอบๆบ้านหรือไม่

☐ 1. ไม่ได้กลิ่น (**ข้ามไปข้อ** 12) ☐ 2. ได้กลิ่น

10. ชนิดของกลิ่น (ตอบได้มากกว่า 1 ข้อ)

☐ กลิ่นแก๊ส ☐ กลิ่นน้ำมัน ☐ กลิ่นเหม็นฉุน ☐ กลิ่นไข่เน่า ☐ กลิ่นหอมหวาน ☐ กลิ่นคล้ายผลไม้สุก

☐ กลิ่นอื่นๆ.....

11. ภายในระยะเวลา 24 ชั่วโมง หลังจากได้รับกลิ่นดังกล่าวท่านมีอาการดังต่อไปนี้หรือไม่ (ตอบได้มากกว่า 1 ข้อ)

☐ ปวดศีรษะ ☐ เวียนศีรษะ ☐ คลื่นไส้อาเจียน ☐ อ่อนเพลีย ☐ มึนงง

☐ แสบหรือคันตา ☐ ตาแดง ☐ น้ำตาไหล ☐ คัดจมูก ☐ มีน้ำมูก

☐ แสบจมูก ☐ เจ็บ/แสบคอ ☐ คอแห้ง ☐ ไอแห้งๆ ☐ ไอมีเสมหะ

☐ หายใจลำบาก ☐ แน่นหน้าอก ☐ ใจสั่น/หัวใจเต้นผิดปกติ

☐ ผื่นคันตามร่างกาย ☐ ผื่นแดงแสบร้อนตามร่างกาย

☐ ไม่มีอาการใดๆ

---

12. **ในช่วง 7 วัน ที่ผ่านมาท่านได้มีการทำสิ่งต่อไปนี้หรือไม่**

☐ 1. ทา/พ่น แลคเกอร์ ☐ 2. ใช้บริการปั๊มน้ำมัน/เชื้อเพลิง ☐ 3. ใช้ก๊าซหุงต้ม

☐ 4. ใช้ยาฆ่าแมลงฉีดพ่น ☐ 5. สัมผัสสารเคมีตัวทำละลายอินทรีย์ / น้ำมันระบุ .....

☐ 6. ไม่มี

13. ท่านดื่มน้ำบ่อหรือไม่ ☐ 1.ใช่ ☐ 2. ไม่ใช่

14. ในช่วง 2-3 วันที่ผ่านมาท่านรับประทานอาหาร เครื่องดื่ม ยา เหล่านี้หรือไม่

☐ 1. อาหารกระป๋อง ☐ 2. ยาพาราเซตามอล ☐ 3. บะหมี่กึ่งสำเร็จรูป ☐ 4. ยาแก้ปวด

**ข้อมูลสุขภาพและประวัติการเจ็บป่วย**

15. **ในช่วง 1 สัปดาห์** ที่ผ่านมาท่านมีอาการดังต่อไปกี่วัน ต่อ สัปดาห์

ระบบประสาท

☐ ปวดศีรษะ.....วัน ☐ เวียนศีรษะ.....วัน ☐ คลื่นไส้อาเจียน.....วัน ☐ อ่อนเพลีย.....วัน ☐ มึนงง.....วัน

ระบบสายตา

☐ แสบหรือคันตา .....วัน ☐ ตาแดง.....วัน ☐ น้ำตาไหล.....วัน

ระบบทางเดินหายใจ หัวใจและหลอดเลือด

☐ คัดจมูก.....วัน ☐ มีน้ำมูก.....วัน ☐ แสบจมูก.....วัน ☐ เจ็บ/แสบคอ .....วัน

☐ คอแห้ง.....วัน ☐ ไอแห้งๆ.....วัน ☐ ไอมีเสมหะ.....วัน ☐ หายใจลำบาก.....วัน

☐ แน่นหน้าอก.....วัน ☐ ใจสั่น/หัวใจเต้นผิดปกติ.....วัน

ระบบทางผิวหนัง

☐ ผื่นคันตามร่างกาย .....วัน ☐ ผื่นแดงแสบร้อนตามร่างกาย .....วัน

☐ ไม่มีอาการใดๆ

**ผู้สัมภาษณ์** .....

**วันที่** .....

**ข. กำหนดมาตรฐานค่าสารอินทรีย์ระเหยง่ายในบรรยากาศโดยทั่วไปในเวลา 1 ปี**

| มาตรฐานค่าสารอินทรีย์ระเหยง่ายในบรรยากาศโดยทั่วไปในเวลา 1 ปี | |
|---|---|
| **สารมลพิษ** | **ค่ามาตรฐาน** |
| 1. เบนซีน (Benzene) | ไม่เกิน 1.7 มคก./ลบ.ม |
| 2. ไวนิลคลอไรด์ (Vinyl Chloride) | ไม่เกิน 10 มคก./ลบ.ม |
| 3. 1,2 - ไดคลอโรอีเทน (1,2 - Dichloroethane) | ไม่เกิน 0.4 มคก./ลบ.ม |
| 4. ไตรคลอโรเอทธิลีน (Trichloroethylene) | ไม่เกิน 23 มคก./ลบ.ม |
| 5. ไดคลอโรมีเทน (Dichloromethane) | ไม่เกิน 22 มคก./ลบ.ม |
| 6. 1,2 - ไดคลอโรโพรเพน (1,2 - Dichloropropane) | ไม่เกิน 4 มคก./ลบ.ม |
| 7. เตตระคลอโรเอทธิลีน (Tetrachloroethylene) | ไม่เกิน 200 มคก./ลบ.ม |
| 8. คลอโรฟอร์ม (Chloroform) | ไม่เกิน 0.43 มคก./ลบ.ม |
| 9. 1,3 - บิวทาไดอีน (1,3 - Butadiene) | ไม่เกิน 0.33 มคก./ลบ.ม |

**หมายเหตุ :**

: 1. การหาค่าสารอินทรีย์ระเหยง่ายในบรรยากาศโดยทั่วไปในเวลา 1 ปี แต่ละชนิด ให้นำผลการตรวจวิเคราะห์ตัวอย่างอากาศแบบต่อเนื่องตลอด 24 ชั่วโมงของทุกๆ เดือน (อย่างน้อยเดือนละหนึ่งครั้ง) มาหาค่ามัชฌิมเลขคณิต (Arithmetic Mean)

2. ในกรณีตัวอย่างอากาศที่เก็บมาตรวจวิเคราะห์ตามวรรคสองไม่สามารถตรวจวิเคราะห์ได้ให้เก็บตัวอย่างมาวิเคราะห์ใหม่ภายใน 30 วัน นับแต่วันที่เก็บตัวอย่างที่ไม่สามารถวิเคราะห์ได้

3 การคำนวณค่าสารอินทรีย์ระเหยง่ายในบรรยากาศโดยทั่วไปในเวลา 1 ปี แต่ละชนิดตามข้อ 1 ให้คำนวณผลที่ความดัน 1 บรรยากาศ หรือ 760 มิลลิเมตรปรอท และที่อุณหภูมิ 25 องศาเซลเซียส

**ที่มา** : ดัดแปลงจาก

1. ประกาศคณะกรรมการสิ่งแวดล้อมแห่งชาติ ฉบับที่ 30 (พ.ศ.2550) เรื่อง กำหนดมาตรฐานค่าสารอินทรีย์ระเหยง่ายในบรรยากาศโดยทั่วไปในเวลา 1 ปี ออกตามความในพระราชบัญญัติส่งเสริมและรักษาคุณภาพแห่งชาติ พ.ศ. 2535 ประกาศในราชกิจจานุเบกษา เล่ม 124 ตอนพิเศษ 143ง วันที่ 14 กันยายน พ.ศ. 2550

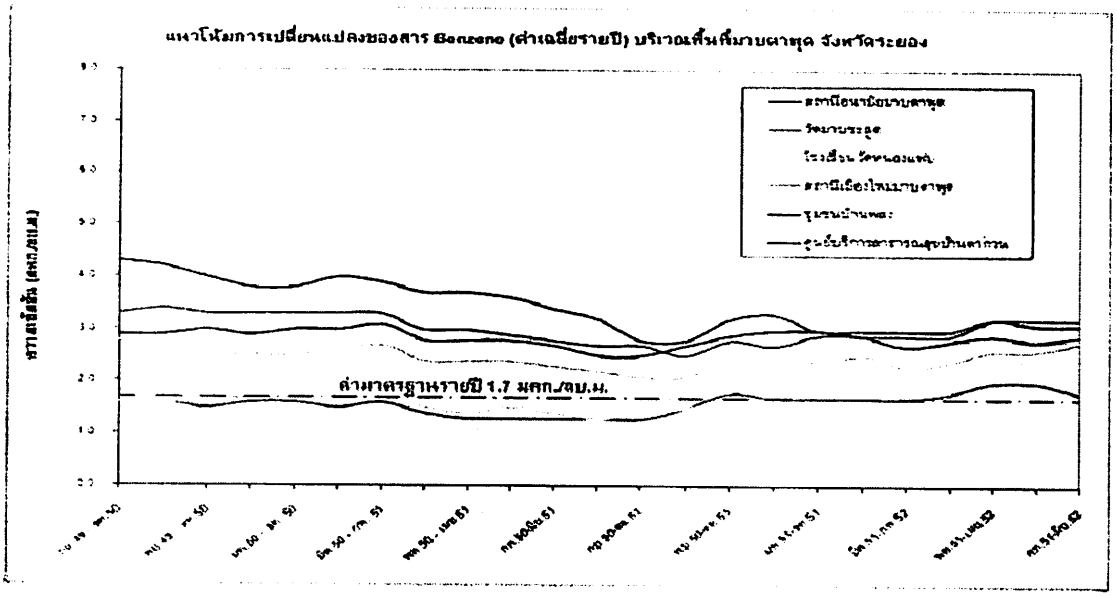
# ค. ผลการติดตามตรวจสอบปริมาณสารอินทรีย์ระเหยง่าย(VOCs) ในบรรยากาศ ในพื้นที่มาบตาพุด

**ผลจากการติดตามตรวจสอบปริมาณสารอินทรีย์ระเหยง่ายในบรรยากาศ (VOCs)**

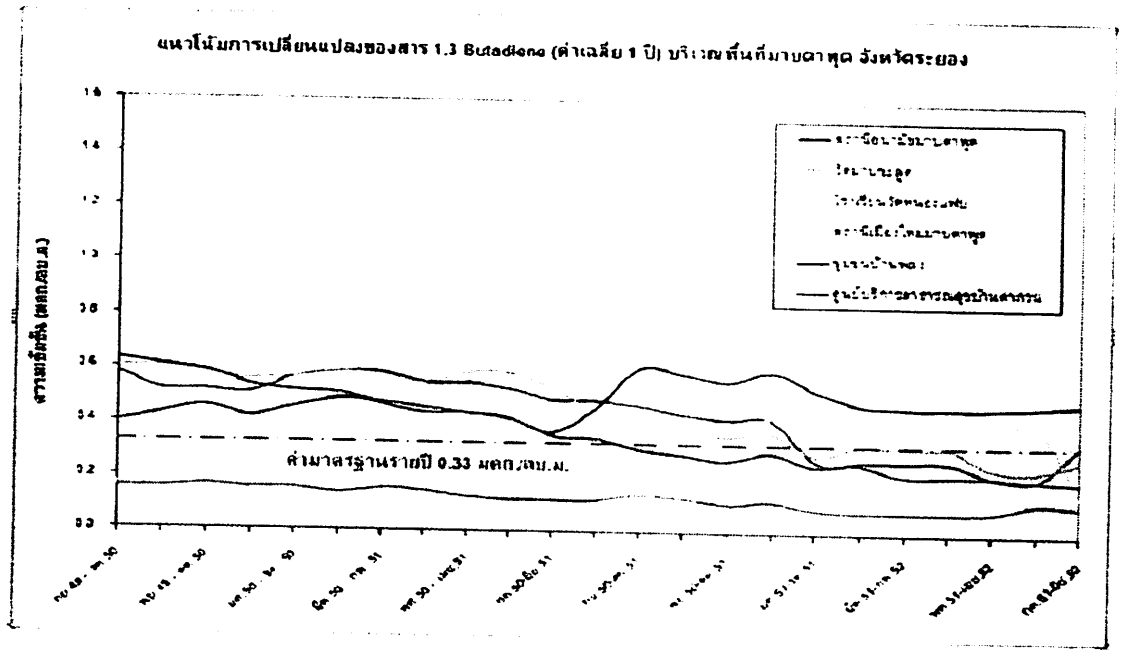
แนวโน้มการเปลี่ยนแปลงของVOC 6 จุด (รายงาน ณ วันที่ 27 ก.ค. 2552)

ผลการตรวจวัดปริมาณสารอินทรีย์ระเหยง่ายในบรรยากาศ ในพื้นที่มาบตาพุดตั้งแต่เดือนกันยายน 2549 ถึง มิถุนายน 2552 ได้นำมาคำนวณหาค่าเฉลี่ยใน 1 ปีและเปรียบเทียบกับค่ามาตรฐาน โดยพบว่า ณ สถานการณ์เดือนมิถุนายน 2552 มีสารอินทรีย์ระเหยง่ายที่มีค่าความเข้มข้นเกินค่ามาตรฐานเฉลี่ยรายปี ได้แก่ สาร 1,3- Butadiene ตรวจพบเกินมาตรฐานบริเวณสถานีอนามัยมาบตาพุด โรงเรียนวัดหนองแฟบ และศูนย์บริการสาธารณสุขบ้านตากวน สาร 1,2-Dichloroethane ตรวจพบเกินมาตรฐานบริเวณ สถานีอนามัยมาบตาพุด วัดมาบชะลูด สถานีเมืองใหม่มาบตาพุด ชุมชนบ้านพลงและศูนย์บริการสาธารณสุขบ้านตากวน และสาร Benzene ตรวจพบเกินมาตรฐานบริเวณ สถานีอนามัยมาบตาพุด วัดมาบชะลูด โรงเรียนวัดหนองแฟบ สถานีเมืองใหม่มาบตาพุด ชุมชนบ้านพลงและศูนย์บริการสาธารณสุขบ้านตากวน สำหรับสารอินทรีย์ระเหยง่ายที่มีค่าความเข้มข้นไม่เกินค่ามาตรฐานเฉลี่ยรายปีมี 6 สาร ได้แก่ Vinyl Chloride, Dichloromethane, Chloroform, Trichloroethylene 1,2-Dichloropropane และ Tetrachloroethylene (ข้อมูลที่ผ่านการตรวจสอบในระดับเบื้องต้น)

แผนภาพที่ 2 แสดงแนวโน้มการเปลี่ยนแปลงของสารเบนซีน(ค่าเฉลี่ยรายปี) บริเวณพื้นที่มาบตาพุด



แผนภาพที่ 3 แสดงแนวโน้มการเปลี่ยนแปลงของสาร1,3- Butadiene (ค่าเฉลี่ยรายปี) บริเวณพื้นที่มาบตาพุด




แผนภาพที่ 4 แสดงแนวโน้มการเปลี่ยนแปลงของสาร1,2-Dichloroethane (ค่าเฉลี่ยรายปี) บริเวณพื้นที่มาบตาพุด