18/023/47

การศึกษาเบื้องต้นของผลกระทบ BTEX และ MTBE ต่อสุขภาพพนักงานสถานบริการน้ำมันเชื้อเพลิง

ธนสร ตันศฤงฆาร[1,] สุนทร ศุภพงษ์[2] วีนัส อุดมประเสริฐกุล[1] อนุสรณ์ รังสิโยธิน[1]*
กัลยา ชาพวง[1] เริงศักดิ์ บุญบรรดาลชัย[1] บุญเทียม เทพพิทักษ์ศักดิ์[1] โสภี อุณรุท[3]

บทคัดย่อ

ศึกษาการรับสัมผัสสารอินทรีย์ระเหยง่าย ได้แก่ เบนซีน โทลูอีน เอทิลเบนซีน ไซลีน (รวมเรียกว่า BTEX) และ เอ็มทีบีอี (MTBE) และผลกระทบต่อสุขภาพของพนักงานสถานบริการน้ำมันเชื้อเพลิงจำนวน 44 คน โดยการสำรวจแบบภาคตัดขวางซึ่งประกอบด้วยการสัมภาษณ์ การวัดระดับ BTEX และ MTBE ในเลือด การตรวจทางโลหิตวิทยา (ฮีโมโกลบิน ความเข้มข้นของเลือด ปริมาณ เรติคูโลไซท์ และ ปริมาณเม็ดเลือดขาว) การทำงานของไต (ยูเรียไนโตรเจน และ ครีเอตินีน) การทำงานของตับ (บิลิรูบิน อัลคาไลน์ฟอสฟาเตส ทรานสอะมีเนส และ ทรานสเฟอเรส) การตรวจคัดกรองพาหะธาลัสซีเมีย (โอเอฟ และ ดีซีไอพี) แอนติเจนชนิดผิวของไวรัสตับอักเสบบี (HBsAg) และการตรวจร่างกายทั่วไป พนักงานส่วนใหญ่มาจากภาคอีสาน อายุ 15 – 25 ปี ทำงานวันละ 10 – 12 ชั่วโมง สัปดาห์ละ 6 - 7 วัน โดยทำงานมานาน 1 – 5 ปี พนักงานมีอาการปวดศีรษะ เวียนศีรษะและอ่อนเพลีย ร้อยละ 36.4, 36.4 และ 20.5 ตามลำดับ ผลการตรวจวิเคราะห์สาร BTEX และ MTBE ในเลือดพนักงานพบว่าอยู่ในระดับต่ำกว่าค่าสูงสุดที่ยอมรับให้มีได้ในเลือดพนักงาน (MAC) ผลการศึกษาทางโลหิตวิทยา เคมีคลินิก และการตรวจสุขภาพโดยทั่วไป พบว่าพนักงานส่วนใหญ่มีสุขภาพดี ผลการตรวจคัดกรองพาหะธาลัสซีเมียพบว่าพนักงานเป็นพาหะธาลัสซีเมียร้อยละ 84.1 การศึกษานี้ไม่พบความสัมพันธ์ระหว่างการรับสัมผัสสารอินทรีย์ระเหยง่ายกับผลกระทบต่อสุขภาพของพนักงานสถานบริการน้ำมันเชื้อเพลิง

คำสำคัญ: สารอินทรีย์ระเหยง่าย, การรับสัมผัส, ผลกระทบต่อสุขภาพ

[1]สถาบันวิจัยวิทยาศาสตร์การแพทย์ จุฬาลงกรณ์มหาวิทยาลัย [2]ภาควิชาเวชศาสตร์ป้องกันและสังคม คณะแพทยศาสตร์ จุฬาลงกรณ์มหาวิทยาลัย [3]คณะพยาบาลศาสตร์ จุฬาลงกรณ์มหาวิทยาลัย กรุงเทพมหานคร 10330

*ติดต่อได้ที่ kalayanee.t@chula.ac.th, โทรศัพท์ 0 2218 8156, โทรสาร 0 2253 2395

HEALTH EFFECT OF BTEX AND MTBE AMONG GASOLINE STATION WORKERS: PRELIMINARY STUDY

Tanasorn Tunsaringkarn[1,*] *Soontorn Supapong*[2] *Venus Udomprasertkul*[1] *Anusorn Rungiyothin*[1] *Kalaya Zapaung*[1] *Rerngsak Boonbundarlchai*[1] *Bootiem Theppitaksak*[1] *Sopee Unrut*[3]

Abstract

The exposure and health effects of volatile organic compounds as benzene, toluene, ethylbenzene, xylene (called BTEX) and MTBE were determined in forty four gasoline station workers. The cross-sectional survey included interview, hematological test (hemoglobin, hematocrit, reticulocyte, white blood cell); kidney function test (blood urea nitrogen, creatinine); liver function test (bilirubin, alkaline phosphatase, transaminase, transferase); thalassemia carrier screening test (OF and DCIP), hepatitis antigen (HBsAg) and physical examination. Most of the workers came from North–East Region and age range was 15–25 years. They worked 10–12 hours a day and 6–7 days a week for 1–5 years. Their symptoms of headache, dizziness, and fatigue were reported at 36.4, 36.4 and 20.5% respectively. Furthermore, all blood BTEX and MTBE were lower than the maximum allowance concentration (MAC) in workers. Finally, the hematological, clinical chemical and screening physical examination showed that most of them were healthy. Eighty four percents of the workers were thalassemia carriers. The result of this study could not find the association between volatile organic compound exposures and health effect.

Key words: volatile organic compounds, exposure, health impact

[1]Institute of Health Research, Chulalongkorn University; [2]Department of Preventive and Social Medicine, Faculty of Medicine, Chulalongkorn University; [3]Faculty of Nurse, Chulalongkorn University, Bangkok 10330

*Correspondence to kalayanee.t@chula.ac.th, Tel. 0 2218 8156, Fax. 0 2253 2395

Original Article

บทนำ

ในปัจจุบันปัญหาคุณภาพอากาศ จัดเป็นปัญหาสิ่งแวดล้อมที่สำคัญของประเทศไทย โดยเฉพาะอย่างยิ่งในกรุงเทพมหานครซึ่งเป็นเมืองใหญ่มีการพัฒนาและขยายตัวทางด้านพลังงาน การท่องเที่ยว และคมนาคม ปัญหาการจราจรที่แออัดอันเกิดจากการเพิ่มจำนวนอย่างรวดเร็วของยานพาหนะและการขนส่งทำให้เกิดมลพิษทางอากาศจากการเผาไหม้เชื้อเพลิงของรถยนต์ประเภทต่างๆได้แก่ ควันดำ ฝุ่นละออง คาร์บอนมอนอกไซด์ ซัลเฟอร์ไดออกไซด์ นอกจากนี้ยังมีกลุ่มสารอินทรีย์ระเหยง่ายได้แก่ เบนซีน โทลูอีน เอทิลเบนซีน ไซลีน (Benzene, Toluene, Ethylbenzene, Xylene รวมเรียกว่า BTEX) ซึ่งเป็นสารที่มีความสำคัญทางด้านอุตสาหกรรมต่างๆรวมทั้งอุตสาหกรรมน้ำมัน นอกจาก BTEX ในน้ำมันเบนซินยังมีการเติมสารเอ็มทีบีอี (MTBE, methyl tertiary butyl ether) เพื่อเพิ่มค่าออกเทนแทนสารตะกั่วซึ่งรัฐบาลประกาศให้เลิกใช้ไปแล้ว สารเหล่านี้จะถูกปล่อยออกจากแหล่งกำเนิดต่างๆ ที่สำคัญได้แก่สถานบริการน้ำมันเชื้อเพลิง ส่งผลกระทบต่อสิ่งแวดล้อมก่อให้เกิดปัญหามลพิษทางอากาศและมีผลต่อสุขภาพของประชาชนอาจเป็นแบบเฉียบพลันหรือเรื้อรังได้[1-5] กาญจนศักดิ์ ผลบูรณ์รายงานว่าประชาชนที่อาศัยในเขตกรุงเทพมหานครในช่วงปี 2534–2540 มีความเสี่ยงต่อการเกิดโรคระบบทางเดินหายใจอักเสบเรื้อรังเพิ่มขึ้นจากร้อยละ 15 เป็นร้อยละ 25 และมีอาการระคายเคืองในลำคอร้อยละ 60 โดยมีแนวโน้มสูงในเรื่อยๆ และมีอัตราการเสียชีวิตก่อนวัยอันควรถึงร้อยละ 3–16 หรือประมาณ 1000–2000 คนต่อปี[6] ดังนั้นจึงควรมีการเฝ้าระวังสารอินทรีย์ระเหยง่ายต่างๆเหล่านี้ โดยมีการตรวจวัดระดับการได้รับสารเหล่านี้ในกลุ่มคนที่มีความเสี่ยงสูงซึ่งได้แก่พนักงานในสถานบริการน้ำมันเชื้อเพลิงที่ทำหน้าที่เติมน้ำมัน

จากการศึกษาในต่างประเทศพบว่าการวัดปริมาณ BTEX และ MTBE ในเลือดของพนักงานสถานบริการน้ำมันเชื้อเพลิงอยู่ในระดับต่ำ (นาโนกรัม/มิลลิลิตร) ซึ่งพบว่าการรับสัมผัสก่อนและหลังเติมน้ำมันของพนักงานมีความแตกต่างกันอย่างมีนัยสำคัญ ($P<0.01$) โดยก่อนเติมน้ำมันพนักงานมีระดับ BTEX ในเลือด 0.19, 0.38, 0.10 และ 0.64 นาโนกรัม/มิลลิลิตรตามลำดับ ในขณะที่หลังเติมน้ำมันพนักงานมีปริมาณ BTEX ในเลือด 0.54, 0.74, 0.16 และ 0.86 นาโนกรัม/มิลลิลิตร ตามลำดับ[7] นอกจากนี้กลุ่มพนักงานเติมน้ำมันในสถานบริการน้ำมันเชื้อเพลิงได้รับสัมผัสสารอินทรีย์ระเหยง่ายเหล่านี้มากกว่าพนักงานกลุ่มอื่นๆ เช่น พนักงานขายของ และพนักงานในห้องทำงานอย่างมีนัยสำคัญ ($P<0.0001$) โดยพนักงานกลุ่มที่เติมน้ำมันระหว่างการทำงานมีระดับ BTEX และ MTBE ในเลือด 0.64, 0.35, 1.30, 1.82 และ 7.3 นาโนกรัม/มิลลิลิตร ตามลำดับ และหลังเลิกงานมีระดับ BTEX และ MTBE ในเลือด 0.47, 0.45,1.20, 2.14 และ 5.5 นาโนกรัม/มิลลิลิตร ตามลำดับ[8] ซึ่งสำหรับประเทศไทยมีความแตกต่างจากต่างประเทศหลายด้านทั้งภูมิประเทศ วิถีชีวิตในการทำงาน และอุปกรณ์ที่ใช้ป้องกัน เป็นต้น

การศึกษาวิจัยต่างๆเกี่ยวกับคุณสมบัติทางเคมี ฟิสิกส์ และการเปลี่ยนแปลงของสารอินทรีย์ระเหยง่าย BTEX และ MTBE พบว่า สารดังกล่าวเป็นส่วนผสมของน้ำมันเชื้อเพลิง ซึ่งมีสารประกอบไฮโดรคาร์บอนประมาณ 150 ชนิด พนักงานในสถานบริการน้ำมันเชื้อเพลิงมีโอกาสรับสัมผัสสารเหล่านี้จากขบวนการเผาไหม้ของน้ำมันเชื้อเพลิงแล้วปลดปล่อยออกมาจากท่อไอเสีย และการระเหยของน้ำมันโดยตรงขณะเติมน้ำมัน พนักงานสามารถรับสัมผัสทั้งทางหายใจ ทางปาก และทางผิวหนัง แต่ส่วนใหญ่จะเข้าทางหายใจมากที่สุด การรับสัมผัสทางปากเกิดจากการหยิบจับอาหารโดยไม่ได้ล้างมือ สำหรับทางผิวหนังมักเกิดขึ้นในกรณีที่มีน้ำมันหกรดขณะปฏิบัติงาน สารเคมีเหล่านี้ซึมผ่านทางผิวหนังได้ เมื่อสารเหล่านี้เข้าสู่ร่างกาย จะกระจายเข้าสู่ระบบไหลเวียนโลหิตอย่างรวดเร็ว จากการศึกษาของ Ashley และคณะ[9] ในปี ค.ศ. 1996 พบว่าสารอินทรีย์ระเหยง่ายมีค่าครึ่งชีวิต (half-life) ในเลือด 3 ระดับ คือ 1.6 นาที (initial half-life), 10-60 นาที (intermediate half-life) และ 2-4 ชั่วโมง (longer half-life)สำหรับ MTBE จะมีค่าครึ่งชีวิตประมาณ 1.7–3.5 ชั่วโมง หลังจากนั้นสารต่างๆจะกระจายไปสู่อวัยวะต่างๆ ได้แก่ สมอง ตับ ไต ไขกระดูก และกล้ามเนื้อ เป็นต้น ถ้าได้รับเป็นเวลานานสารเหล่านี้จะถูกสะสมในเซลไขมันร้อยละ 25-50 จะถูกขับออกทางลมหายใจ ที่เหลือจะถูกขับออกทางไตปนมากับปัสสาวะ[10-13] ในรูปสารเดิมหรือสารใหม่จากกระบวนการเมแทบอลิซึม สาร BTEX, MTBE และ เมแทบอไลท์ต่างๆ มีผลกระทบต่อร่างกายมากมายขึ้นกับปริมาณและระยะเวลาที่ได้รับ โดยเฉพาะอย่างยิ่งเบนซีนถูกจัดว่าเป็นสารก่อมะเร็งในคน[14-15] ในขณะที่ โทลูอีน เอทิลเบนซีน ไซลีน และ เอ็มทีบีอีจะมีผลต่อระบบประสาทและด้านอนามัยเจริญพันธุ์เมื่อได้รับสัมผัสในปริมาณที่สูง แต่ยังไม่สามารถระบุชัดเจนว่าเป็นสารก่อมะเร็ง โดยทั่วไปมีการศึกษาวิจัยมากมายที่แสดงให้เห็นว่าสารอินทรีย์ระเหยง่ายมีผลกระทบต่อร่างกาย เช่น ระบบประสาท ระบบหายใจ หัวใจ ตับ ไต ระบบเลือด และระบบภูมิคุ้มกัน[2,16-17] ซึ่งส่วนใหญ่เป็นผลกระทบแบบเฉียบพลันคือได้รับสัมผัสสารในระดับสูง แต่การศึกษาผลกระทบแบบเรื้อรัง (ได้รับสัมผัสสารในระดับต่ำ) ยังมีการศึกษาวิจัยน้อยมาก การตรวจวัดระดับสารอินทรีย์ระเหยง่าย BTEX และ MTBE ในระดับต่ำในตัวอย่างจากสิ่งแวดล้อม เช่น อากาศ หรือสารคัดหลั่งที่มีในร่างกาย (biological body fluid) จึงมีประโยชน์เพื่อนำมาใช้ในการประเมินความเสี่ยงหรือผลกระทบทางสุขภาพของประชาชนที่ได้รับสัมผัสสารต่างๆเหล่านั้นได้[16-23] งานวิจัยนี้เป็นการศึกษาการได้รับสัมผัสสาร BTEX, MTBE และผลกระทบต่อสุขภาพในพนักงานสถานบริการน้ำมันเชื้อเพลิง

วัสดุ อุปกรณ์ และวิธีการ

กลุ่มตัวอย่าง

กลุ่มพนักงานที่ทำงานในสถานบริการน้ำมันเชื้อเพลิงในบริเวณรอบจุฬาลงกรณ์มหาวิทยาลัย ที่ให้ความร่วมมือในการศึกษาวิจัย 6 แห่ง คัดเลือกพนักงานสถานบริการน้ำมัน

เชื้อเพลิงจำนวน 44 คน จากผู้ที่เข้าหลักเกณฑ์คัดเลือกจำนวน 47 คน โดยอาสาสมัครที่ยินดีเข้าร่วมโครงการด้วยความสมัครใจจะเซ็นชื่อลงในหนังสือยินยอม (consent form) มีอาสาสมัคร 3 คน ที่ไม่สมัครใจเข้าร่วมโครงการนี้

หลักเกณฑ์การคัดเลือกอาสาสมัคร ได้แก่ เพศชาย อายุมากกว่า 15 ปี มีหน้าที่ในการเติมน้ำมัน ทำงานในสถานบริการน้ำมันเชื้อเพลิงไม่น้อยกว่าหกเดือน ไม่รับประทานยาเป็นประจำในช่วงหนึ่งเดือนก่อนเจาะเลือด

การตรวจทางโลหิตวิทยาและเคมีคลินิก

กลุ่มตัวอย่างได้รับการสัมภาษณ์เพื่อเก็บข้อมูลด้านประชากรศาสตร์และข้อมูลการปฏิบัติงาน ได้รับการตรวจสุขภาพทั่วไปโดยแพทย์ เก็บตัวอย่างเลือดในช่วงเวลา 6.00 - 8.00 น. ด้วยหลอดเลือดระบบสูญญากาศ รวมประมาณ 7 มิลลิลิตร. ตัวอย่างเลือดส่วนหนึ่งใส่สารป้องกันการแข็งตัวของเลือด (EDTA) เพื่อตรวจสารอินทรีย์ระเหยง่าย BTEX และ MTBE ตรวจวิเคราะห์ทางโลหิตวิทยา รวมทั้งตรวจคัดกรองพาหะธาลัสซีเมีย โดยวิธีตรวจความเปราะของเม็ดเลือดแดง (One tube osmotic fragility) และตรวจความผิดปกติของฮีโมโกลบิน (Dichlorophenol indophenol precipitation test) (ตารางที่ 1) ตัวอย่างเลือดอีกส่วนหนึ่งไม่ใส่สารป้องกันการแข็งตัวของเลือดนำไปแยกซีรัมเพื่อตรวจวิเคราะห์ทางเคมีคลินิก และตรวจคัดกรองพาหะไวรัสตับอักเสบชนิดบี (ตารางที่ 2)

การวิเคราะห์สาร BTEX และ MTBE

การวิเคราะห์ใช้เทคนิคเฮดสเปซ-แกสโครมาโตกราฟี (Headspace-Gas chromatography) ร่วมกับโซลิดเฟสไมโครเอ็กซ์แทรกชัน (Solid Phase Micro-extraction, SPME)[22] โดยใช้หลักการของ Fustinoni และคณะ[18] นำขวดที่ใส่ตัวอย่างเลือด 0.5 มิลลิลิตร เติมเกลือโซเดียมคลอไรด์ 1.0 กรัม ควบคุมอุณหภูมิใน shaking water bath ที่ 40 °ซ. เป็นเวลา 20 นาที ใช้ SPME fiber ดูดซับไอสารนาน 5 นาที แล้วฉีดเข้าเครื่อง Gas chromatograph (Varian CP 3800) อุณหภูมิหัวฉีดสาร 220°ซ. อุณหภูมิหัววัด (Flame ionization detector) 220°ซ. อุณหภูมิตู้อบเริ่มที่ 50°ซ. นาน 10 นาที เพิ่มอุณหภูมิในอัตรา 5°ซ. ต่อนาที จนถึง 90°ซ. แล้วเพิ่มอุณหภูมิต่อในอัตรา 30°ซ ต่อนาที จนถึง 250°ซ. และคงไว้นาน 17 นาที คอลัมน์ที่ใช้คือ CP-SIL 5 CB ฉีดสารแบบ Splitless ในการฉีดสารแต่ละครั้งสามารถวิเคราะห์สารที่ต้องการได้ทั้ง 5 ชนิด

การวิเคราะห์ผล

ใช้โปรแกรมคอมพิวเตอร์ SPSS for windows version 11.5® วิเคราะห์หาค่าเฉลี่ย ค่าเบี่ยงเบนมาตรฐานของผลวิเคราะห์ทางโลหิตวิทยาและเคมีคลินิก ค่าพิสัยของปริมาณสาร BTEX

และ MTBE ในเลือด คำนวณค่าขีดต่ำสุดของการวัด (Limit of Detection, $LOD_{(S)}$)[12] โดยคำนวณค่า slope (m) และ intercept (b) จากสมการ

$y = mx + b$ เมื่อ y = ค่าเฉลี่ยของ relative intensity , x = ความเข้มข้นของสาร

$LOD_{(S)} = (3\ SE_b + b) / m$ เมื่อ SE_b = standard error of the intercept

ตารางที่ 1 การวิเคราะห์ทางโลหิตวิทยา*

ดัชนีเลือด	วิธีการตรวจ	ค่าอ้างอิง	หน่วย
Hemoglobin	Flow cell method	14 - 18	gm%
Hematocrit	Flow cell method	42 - 52	%
WBC	Flow cell method	5 - 10	$x10^9$/L
Nutrophil	Light scattering	40 - 75	%
Lymphocyte	Light scattering	20 - 45	%
Monophil	Light scattering	2 - 10	%
Eosinophil	Light scattering	1 - 6	%
Basophil	Light scattering	0 - 1	%
Platelet	Flow cell method	150 - 400	$x10^3$/µL
Reticurocyte	Methylene blue stain method	0.2 - 2.0	%
Blood smear	Light scattering	-	-
Thalassemia carrier**	One tube osmotic fragility (OF)	-	-
Thalassemia carrier**	Dichlorophenol indophenol precipitation test (DCIP)	-	-

*หน่วยปฏิบัติการบริการวิทยาศาสตร์สุขภาพ คณะสหเวชศาสตร์ จุฬาลงกรณ์มหาวิทยาลัย

**สถาบันวิจัยวิทยาศาสตร์การแพทย์ จุฬาลงกรณ์มหาวิทยาลัย

ตารางที่ 2 การวิเคราะห์ทางเคมีคลินิค*

สารชีวเคมี	วิธีการตรวจ	ค่าอ้างอิง	หน่วย
BUN	UV kinetic method	6 - 20	mg%
Creatinine	UV kinetic method	0.5 - 1.5	mg%
Total bilirubin	Dircet enzyme kinetic method	0.2 - 1.3	mg%
Direct bilirubin	Dircet enzyme kinetic method	0.0 - 0.4	mg%
SGOT	UV kinetic method	≤ 40	U/L
SGPT	UV kinetic method	≤ 40	U/L
ALP	UV kinetic method	26 - 117	U/L
HBs Ag	One –step ELISA		

*หน่วยปฏิบัติการบริการวิทยาศาสตร์สุขภาพ คณะสหเวชศาสตร์ จุฬาลงกรณ์มหาวิทยาลัย

ผล

ลักษณะทั่วไปของกลุ่มตัวอย่าง

พนักงานส่วนใหญ่มีอายุในช่วง 15 – 25 ปี (ร้อยละ 65.9) มีภูมิลำเนามาจากภาคอีสาน (ร้อยละ 81.8) สถานภาพโสด (ร้อยละ 61.4) การศึกษาระดับประถมและมัธยมศึกษา (ร้อยละ

45.5 และ 47.7 ตามลำดับ) รายได้ 3000 – 6000 บาท (ร้อยละ 56.8) ทำงานมานาน 1–5 ปี (ร้อยละ 70.5) ทำงาน 6 วันต่อสัปดาห์และทำงานวันละ 10 - 12 ชั่วโมง ไม่มีโรคประจำตัว (ร้อยละ 88.6) พนักงานร้อยละ 52.3 สูบบุหรี่ ในขนาดไม่เกิน 10 มวนต่อวัน และ ร้อยละ 77.3 ดื่มสุรา ในขนาดไม่เกินหนึ่งขวดต่อสัปดาห์ เมื่อเจ็บป่วยส่วนมากจะซื้อยามารับประทานเองและส่วนใหญ่เป็นไข้หวัด (ตารางที่ 3) นอกจากนี้พบว่าพนักงานมีอาการที่เกิดบ่อยได้แก่ ปวดศีรษะ เวียนศีรษะ และ อ่อนเพลีย ร้อยละ 36.4, 36.4 และ 20.5 ตามลำดับ (ตารางที่ 4) พนักงานร้อยละ 59.1 คิดว่าอาการดังกล่าวไม่เกี่ยวข้องกับการทำงาน พนักงานคิดว่าสิ่งที่ได้รับสัมผัสจากการทำงานมาจากควัน กลิ่น ไอน้ำมัน ฝุ่น และเสียง ร้อยละ 31.8, 29.5, 25.0, 25.0 และ 27.3 ตามลำดับ ประมาณร้อยละ 41 – 50 คิดว่าได้รับสัมผัสสิ่งต่างๆดังกล่าวระดับปานกลางโดยได้รับจากการสูดดม และไม่มีอุปกรณ์ป้องกัน (ตารางที่ 5) พนักงานส่วนใหญ่รับประทานอาหารของร้านค้าในสถานบริการน้ำมัน โดยร้อยละ 77.3 ล้างมือก่อนทุกครั้ง และร้อยละ 52.3 อาบน้ำและเปลี่ยนชุดก่อนกลับบ้าน พนักงานส่วนใหญ่ (ร้อยละ 90.0) มีสวัสดิการประกันสังคม

ตารางที่ 3 ลักษณะประชากรทั่วไป

ลักษณะ	จำนวน	ร้อยละ	ลักษณะ	จำนวน	ร้อยละ
อายุ (ปี)			การศึกษา		
15 – 25	30	65.9	ประถม	20	45.5
26 – 65	14	34.1	มัธยม	21	47.7
ภูมิลำเนา			ปวช – ปวส	3	6.8
ภาคเหนือ	2	4.5	รายได้ (บาท)		
ภาคกลาง	6	13.6	3,000 – 6,000	25	56.8
ภาคอีสาน	36	81.8	6,001 – 9,000	19	43.2
สถานภาพ			โรคประจำตัว		
โสด	27	61.4	ไม่มี	39	88.6
สมรส	17	38.6	มี	5	11.4
ทำงานมานาน (ปี)			สูบบุหรี่		
1 – 5	31	70.5	ไม่สูบ	21	47.7
>5 – 10	9	20.4	สูบ	23	52.3
> 10	4	9.0	*1 – 10 มวน/วัน*	*22*	
ทำงานต่อสัปดาห์ (วัน)			*11 – 20 มวน/วัน*	*1*	
≤ 5	3	6.8	ดื่มสุรา		
6	30	68.2	ไม่ดื่ม	10	22.7
7	11	25.0	ดื่ม	34	77.3
ทำงานต่อวัน (ชั่วโมง)			*0 – 1 ขวด/สัปดาห์*	*26*	
< 10	5	11.4	*>1 – 4 ขวด/สัปดาห์*	*8*	
10 – 12	35	79.5			
>12	4	9.0			

ตารางที่ 4 อาการที่พบในพนักงาน

อาการ	จำนวน	ร้อยละ	อาการ	จำนวน	ร้อยละ
ปวดศีรษะ	16	36.4	ตาแดง	5	11.4
เวียนศีรษะ	16	36.4	คลื่นไส้	4	9.1
อ่อนเพลีย	9	20.5	ซึม	2	4.5
ระคายเคืองในลำคอ	6	13.6	เป็นจุดฟกช้ำตามตัว	1	2.3
คันผิวหนัง	5	11.4			

ตารางที่ 5 สิ่งที่พนักงานคิดว่าได้รับสัมผัสจากการทำงาน

รับสัมผัส	ระดับมาก		ระดับปานกลาง		ระดับเล็กน้อย		ไม่ได้รับ	
	จำนวน	ร้อยละ	จำนวน	ร้อยละ	จำนวน	ร้อยละ	จำนวน	ร้อยละ
ควัน	14	31.8	19	43.2	8	18.2	3	6.8
กลิ่น	13	29.5	18	40.9	12	27.3	1	2.3
เสียง	12	27.3	19	43.2	11	25.0	2	4.6
ไอน้ำมัน	11	25.0	22	50.0	11	25.0	-	-
ฝุ่น	11	25.0	20	45.5	11	25.5	2	4.6

ผลการวิเคราะห์ระดับสาร BTEX และ MTBE ในเลือด

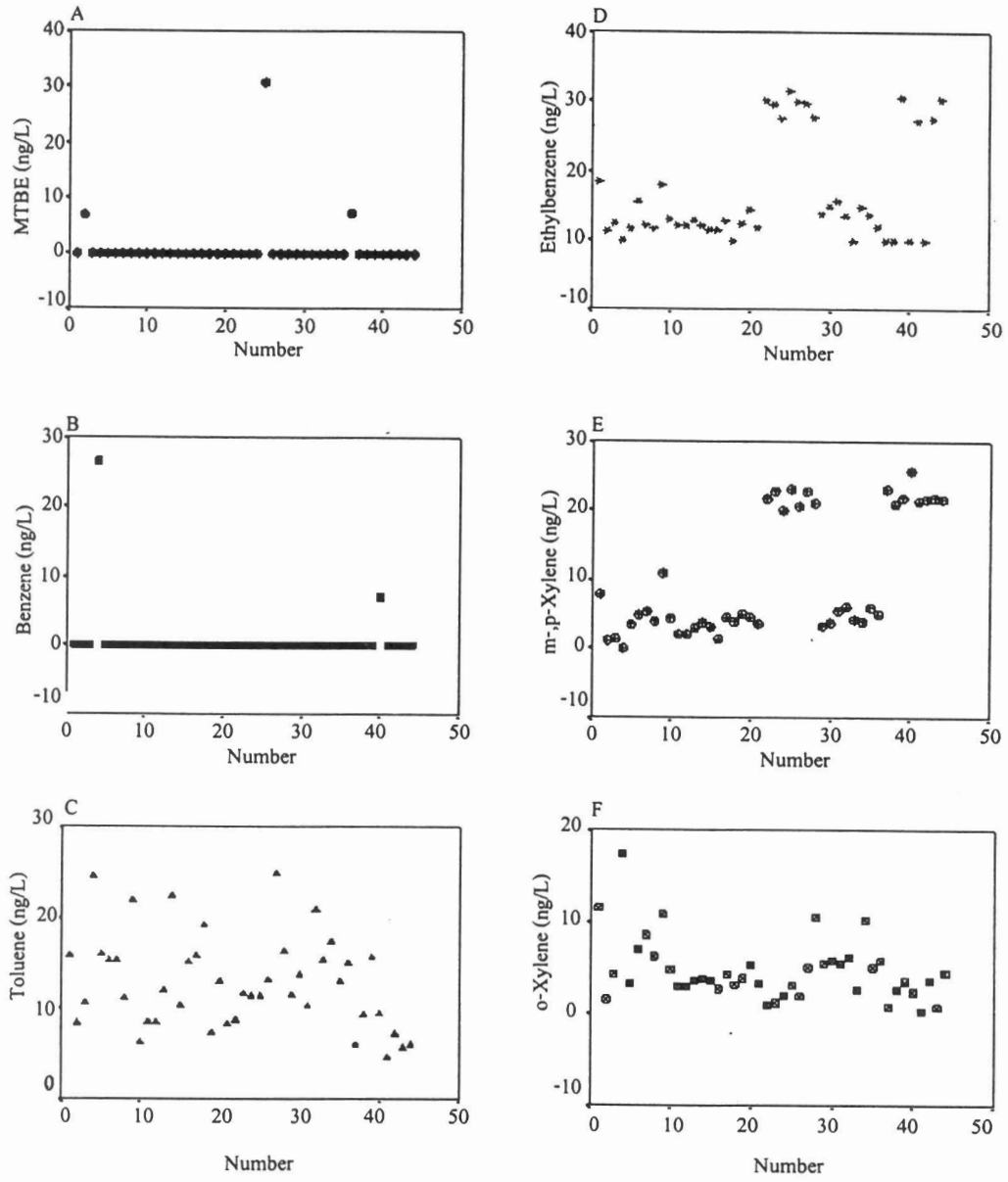
ตรวจพบสารเบนซีน,โทลูอีน,เอทิลเบนซีน, เอ็ม-,พี- ไซลีน, โอ- ไซลีน และ เอ็มทีบีอี ในเลือดพนักงาน ร้อยละ 4.6, 100.0, 84.1, 97.7, 100.0 และ 6.8 ตามลำดับ โดยมีค่าระหว่าง 6.9–26.5, 4.7–24.9, 1.3–21.6, 1.1–25.8, 0.3–17.3 และ 6.9–30.8 นาโนกรัม/ลิตร ตามลำดับ ซึ่งปริมาณที่ตรวจพบสารต่างๆเหล่านี้ส่วนมากมีระดับต่ำกว่าขีดต่ำสุดของการวิเคราะห์ (LODs) ยกเว้นพนักงานเพียง 1 รายที่ตรวจพบเบนซีนสูงกว่าขีดต่ำสุดของการวิเคราะห์ นอกจากนี้พบว่าปริมาณสารที่ตรวจพบในเลือดพนักงานทุกคนมีระดับต่ำกว่าค่าอ้างอิงมาตรฐานที่ยินยอมให้มีในเลือดคนทำงาน (maximum allowance concentration, MAC) (ตารางที่ 6 และ รูปที่ 1)

ตารางที่ 6 ผลการวิเคราะห์ BTEX และ MTBE ในเลือดพนักงาน (นาโนกรัม/ลิตร)

สารที่ตรวจ	LODs	ตรวจไม่พบ[1]	ตรวจพบ[1] ≤ LODs	ตรวจพบ[1] > LODs	ผลวิเคราะห์[2]	ค่าอ้างอิง*
Benzene	23.5	42 (95.5)	1 (2.3)	1 (2.3)	6.9 – 26.5 (16.7)	$< 5x10^4$
Toluene	40.6	–	44 (100.0)	–	4.7 – 24.9 (12.9)	$< 1 x10^6$
Ethylbenzene	48.3	7 (15.9)	37 (84.1)	–	1.3 – 21.6 (8.1)	–
m-,p-Xylene	68.1	1 (2.3)	43 (97.7)	–	1.1 – 25.8 (10.4)	$< 3 x10^6$
o-Xylene	77.6	–	44 (100.0)	–	0.3 – 17.3 (4.7)	–
MTBE	39.1	41 (93.2)	3 (6.8)	-	6.9 – 30.8 (15.0)	–

*คู่มือการวินิจฉัยและการเฝ้าระวังโรคจากการประกอบอาชีพ กรมอนามัย กระทรวงสาธารณสุข[23]

[1]จำนวน (ร้อยละ), [2]ค่าต่ำสุด – สูงสุด (มัชฌิมเลขคณิต)



รูปที่ 1 ผลการวิเคราะห์ BTEX และ MTBE ในเลือดของพนักงาน

ผลการตรวจวิเคราะห์ทางโลหิตวิทยา

ผลการวิเคราะห์ปริมาณเม็ดเลือดแดง พบว่าพนักงานร้อยละ 54.6 มีระดับฮีโมโกลบินปกติ โดยมีค่าเฉลี่ยเท่ากับ 14.8 ± 0.6 กรัม % (กรัม/เดซิลิตร) และร้อยละ 45.5 มีระดับฮีโมโกลบินต่ำกว่าค่าอ้างอิง สำหรับระดับความเข้มข้นของเลือด และ เรติคูโลไซท์ของพนักงานร้อยละ 68.2 และ 90.9 อยู่ในเกณฑ์ปกติ โดยมีค่าเฉลี่ยเท่ากับ 45.3 ± 2.2 และ 0.8 ± 0.5 % ตามลำดับ (ตารางที่ 7)

ผลการวิเคราะห์ลักษณะเม็ดเลือดแดง โดยการทำ Blood smear พบว่าพนักงานร้อยละ 68.2 มีเม็ดเลือดที่ผิดปกติ มีเพียงร้อยละ 31.8 ที่มีเม็ดเลือดปกติ (ตารางที่ 8)

ผลการตรวจวิเคราะห์เม็ดเลือดขาว พบว่าพนักงานร้อยละ 81.8 มีปริมาณเม็ดเลือดขาวอยู่ในเกณฑ์ปกติ มีเพียงร้อยละ 15.9 และ 2.3 ที่มีปริมาณเม็ดเลือดขาวสูงกว่าหรือต่ำกว่าค่าอ้างอิง ผลการจำแนกชนิดเม็ดเลือดขาวพบว่าส่วนใหญ่อยู่ในเกณฑ์ปกติ นอกจากพนักงานร้อยละ 52.3 พบเม็ดเลือดขาวชนิดอีโอซิโนฟิลสูงกว่าค่าอ้างอิง (ตารางที่ 7)

ผลการตรวจวิเคราะห์เกร็ดเลือด พนักงานร้อยละ 95.5 อยู่ในเกณฑ์ปกติ (ตารางที่ 7)

ผลการตรวจกรองพาหะโรคธาลัสซีเมีย

ผลการศึกษาโดยวิธี OF (Osmotic Fragility Test) และ DCIP (Dichlorophenol Indophenol Test) พบว่าพนักงานร้อยละ 81.8 และ 29.5 ให้ผลบวกต่อ OF และ DCIP มีเพียงร้อยละ 15.9 ที่ให้ผลลบทั้งสองวิธี (ตารางที่ 8)

ตารางที่ 7 ผลวิเคราะห์ทางโลหิตวิทยา

การวิเคราะห์	ปกติ		ต่ำกว่าค่าอ้างอิง		สูงกว่าค่าอ้างอิง	
	จำนวน	ร้อยละ	จำนวน	ร้อยละ	จำนวน	ร้อยละ
Hemoglobin (gm%)	24	54.6	20	45.5	-	-
Hematocrit (%)	30	68.2	14	31.8	-	-
Reticulocyte (%)	40	90.9	3	6.8	1	2.3
WBC (x 10^9/L)	36	81.8	1	2.3	7	15.9
Neutrophil (%)	39	88.6	5	11.4	-	-
Lymphocyte (%)	41	93.2	-	-	3	6.8
Monophil (%)	42	95.5	-	-	2	4.6
Eosinophil (%)	21	47.7	-	-	23	52.3
Basophil (%)	44	100.0	-	-	-	-
Platelet (x 10^3/μL)	42	95.5	1	2.3	1	2.3

ตารางที่ 8 ผลการวิเคราะห์ลักษณะเม็ดเลือดแดง และ ผลตรวจคัดกรองพาหะธาลัสซีเมีย

การวิเคราะห์	ปกติ		ผิดปกติ	
	จำนวน	ร้อยละ	จำนวน	ร้อยละ
ลักษณะของเม็ดเลือดแดง (Blood smear)	14	31.8	30*	68.2
ความเปราะของเม็ดเลือดแดง (OF)	8	18.2	36	81.8
ความผิดปกติของฮีโมโกลบิน (DCIP)	31	70.5	13	29.5
OF + DCIP	7	15.9	37	84.1

*anisopoikilocytosis, slightly hypochromia, ovalocytosis, spherocytosis, microcytosis, target cells

ผลการตรวจสารชีวเคมีในเลือด

ผลวิเคราะห์การทำงานของไต พบว่าระดับ BUN และ Creatinine ในเลือดพนักงานทั้งหมดอยู่ในเกณฑ์ปกติ (ตารางที่ 9)

ผลวิเคราะห์การทำงานของตับ พบว่าพนักงานทั้งหมดมีระดับ total bilirubin อยู่ในเกณฑ์ปกติ พนักงานร้อยละ 84.1, 90.9, 84.1 และ 61.4 มีระดับ direct bilirubin, SGOT, SGPT และ ALP อยู่ในเกณฑ์ปกติ (ตารางที่ 9) พนักงาน 2 คน (ร้อยละ 4.5) ตรวจพบผลบวกต่อแอนติเจนชนิดผิวของไวรัสตับอักเสบบี

ตารางที่ 9 ผลวิเคราะห์สารชีวเคมีในเลือด

สารชีวเคมี	ปกติ		สูงกว่าค่าอ้างอิง	
	จำนวน	ร้อยละ	จำนวน	ร้อยละ
BUN(mg%)	44	100.0	-	-
Creatinine (mg%)	44	100.0	-	-
Directbilirubin(mg%)	37	84.1	7	15.9
Total bilirubin (mg%)	44	100.0	-	-
SGOT(U/L)	40	90.9	4	9.1
SGPT(U/L)	37	84.1	7	15.9
ALP(U/L)	27	61.4	17	38.6

ผลการตรวจร่างกายโดยแพทย์

พนักงานส่วนใหญ่ (ร้อยละ 72.7) มีสุขภาพแข็งแรง มีเพียงร้อยละ 2.3 พบตาซีดเล็กน้อย และมีอาการทางประสาทโดยเดินเซเล็กน้อย มีค่าดัชนีมวลกาย (Body Mass Index) อยู่ในเกณฑ์ปกติร้อยละ 50.0 และอยู่ในเกณฑ์ผอมร้อยละ 40.9 มีเพียงส่วนน้อยที่พบว่าอยู่ในเกณฑ์ท้วม (ร้อยละ 6.8) ชีพจรมีค่าเฉลี่ย 74.8 ± 8.51 ครั้ง/นาที ความดันโลหิตของพนักงานส่วนใหญ่อยู่ในเกณฑ์ปกติ จากการซักประวัติพบว่ามีเพียงร้อยละ 6.8 เป็นความดันโลหิตสูง ร้อยละ 11.4 เป็นโรคกระเพาะ และร้อยละ 2.3 เป็นโรคภูมิแพ้

วิจารณ์

ผลการศึกษาที่พบว่าพนักงานในสถานบริการน้ำมันเชื้อเพลิงส่วนใหญ่มีภูมิลำเนาจากภาคอีสาน ซึ่งมีรายงานการศึกษาพบว่า ประชากรมีความชุกเป็นพาหะโรคธาลัสซีเมียชนิดฮีโมโกลบินอีร้อยละ 40–50 โดยเฉพาะอย่างยิ่งจังหวัดสุรินทร์ การตรวจกรองพาหะโดยใช้วิธี OF เหมาะกับพาหะชนิด เบตา-ธาลัสซีเมีย แอลฟา-ธาลัสซีเมีย โฮโมไซกัสฮีโมโกลบินอี และ โรคธาลัสซีเมียทุกชนิด[24-25] สำหรับวิธี DCIP เหมาะกับตรวจกรองพาหะชนิด ฮีโมโกลบินอี และ

ฮีโมโกลบิน เอช[26] จากการศึกษาทดสอบรูปแบบการตรวจกรองวิธี OF และ DCIP ในอาสาสมัครชายหญิงจำนวน 313 คนพบว่า วิธี OF จะมีความไว ความจำเพาะ และความถูกต้องร้อยละ 88, 71 และ 81 ตามลำดับโดยมีผลบวกลวงร้อยละ 29 ในขณะที่วิธี DCIP มีความไว ความจำเพาะ และความถูกต้องร้อยละ 65, 98 และ 78 ตามลำดับโดยมีผลบวกลวงร้อยละ 2 เมื่อใช้สองวิธีร่วมกันสามารถตรวจกรองโดยมีความไว ความจำเพาะ และ ความถูกต้องร้อยละ 90, 69 และ 82 ตามลำดับ โดยมีผลบวกลวงร้อยละ 31[27] ดังนั้นผลจากการศึกษานี้ที่พบว่ามีผู้ที่ให้ผลเป็นพาหะถึงร้อยละ 84.1 อาจเป็นผลเนื่องมาจากในการตรวจกรองอาจมีผลบวกลวงร่วมอยู่ด้วย นอกจากนี้ยังเป็นการตรวจในกลุ่มคนที่ส่วนใหญ่มาจากภาคอีสาน และผลบวกที่พบอาจจะมาได้จากสภาวะพร่องธาตุเหล็กอีกด้วย ซึ่งผู้ที่เป็นพาหะอาจมีภาวะซีดเล็กน้อย และอาจมีเม็ดเลือดผิดปกติแต่สุขภาพทั่วไปเป็นปกติ[25] ภาวะซีดหรือโลหิตจางอาจเกิดจากการพร่องธาตุเหล็ก ซึ่งภาวะพร่องเหล็กในประเทศไทยพบได้ประมาณร้อยละ 30–40 ผลการศึกษาที่พบว่าพนักงานร้อยละ 45.5 และ 31.8 มีปริมาณฮีโมโกลบินและฮีมาโตคริดต่ำกว่าค่าอ้างอิง ซึ่งอาจทำให้เกิดภาวะซีดได้ทั้งๆ ที่ปริมาณเรดิคูโลไซท์ส่วนใหญ่อยู่ในเกณฑ์ปกติ อาจเป็นไปได้ว่าเม็ดเลือดแดงที่ถูกสร้างขึ้นมีปริมาณปกติแต่มีอายุสั้นกว่าปกติ จึงมีผลทำให้ความเข้มข้นเลือดลดลง เมื่อดูผล blood smear ก็พบความผิดปกติของเม็ดเลือดแดงร้อยละ 68.2 โดยลักษณะที่พบมีทั้งความผิดปกติในขนาด การติดสี รูปร่าง และการมีชิ้นส่วนอยู่ในเซล[28] ได้แก่ anisopoikilocytosis, hypochromia, ovalocytosis, spherocytosis และ target cells เป็นต้น ดังนั้นความผิดปกติของเม็ดเลือดแดงน่าจะเกิดจากการเป็นพาหะธาลัสซีเมียมากกว่า สำหรับผลการวิเคราะห์เม็ดเลือดขาวของพนักงานส่วนใหญ่ร้อยละ 81.8 อยู่ในระดับปกติมีเพียงร้อยละ 15.9 ที่มีค่าสูงกว่าค่าอ้างอิงเล็กน้อย นอกจากนี้พบว่าพนักงานร้อยละ 52.3 มีค่าอีโอซิโนฟิลสูงกว่าค่าอ้างอิง ซึ่งอาจจะเนื่องมาจากสภาวะร่างกายมีพยาธิหรือมีอาการแพ้อันเกิดจากสารต่างๆหรือสิ่งแปลกปลอมที่เข้าสู่ร่างกาย[29]

ผลการวิเคราะห์ BTEX และ MTBE ในเลือดพนักงานส่วนใหญ่ตรวจไม่พบสารเบนซีนและ เอ็มทีบีอี (ร้อยละ 95.5 และ 93.2) ส่วนสารอื่นๆที่สามารถตรวจพบส่วนมากมีระดับต่ำกว่าขีดต่ำสุดของการตรวจวัด (LODs)โดยระดับ เบนซีน, โทลูอีน, เอทิลเบนซีน, เอ็ม -, พี - ไซลีน , โอ -ไซลีน และเอ็มทีบีอี อยู่ในช่วง 6.9–26.5, 4.7–24.9, 1.3–21.6, 1.1–25.8, 0.3–17.3 และ 6.9–30.8 นาโนกรัม/ ลิตร ตามลำดับ ในขณะที่การศึกษาในต่างประเทศตรวจพบระดับเบนซีน, โทลูอีน, เอทิลเบนซีน, เอ็ม -, พี - ไซลีน, โอ - ไซลีน และ เอ็มทีบีอี ในพนักงานเติมน้ำมัน 30, 92, 20, 33, 40 และ 50 นาโนกรัม/ลิตร ตามลำดับ[8] ซึ่งอาจเป็นเพราะการรับสัมผัสสารต่างๆ ปริมาณน้อยๆเข้าสู่ร่างกายในระหว่างการทำงานอยู่ในระดับต่ำเนื่องจากมีการแพร่กระจายในอากาศอย่างรวดเร็วเพราะการถ่ายเทของอากาศประเทศไทยอาจจะดีกว่าในต่างประเทศ นอกจากนี้การปฏิบัติงานของพนักงานไม่ได้ยืนอยู่ที่หัวจ่ายน้ำมันขณะเติมน้ำมันตลอดเวลาจะมีการเคลื่อนที่ไปทำหน้าที่อื่นๆอีกด้วย แต่ถึงแม้ว่าจากการตรวจวิเคราะห์สารต่างๆแต่ละชนิดเหล่านี้ในเลือดจะมีระดับต่ำระหว่างการปฏิบัติงานก็ตาม พนักงานควรจะต้องปฏิบัติงานด้วยความ

ระมัดระวังเนื่องจากต้องทำงานเป็นเวลานานประมาณ10–12 ชั่วโมงต่อวัน และส่วนใหญ่ก็พักอาศัยในบริเวณใกล้เคียงกับสถานบริการน้ำมันเชื้อเพลิง ซึ่งมีโอกาสเสี่ยงที่จะได้รับสัมผัสสารทางอากาศรอบตัวจากสารต่าง ๆหลายชนิดจากน้ำมันเชื้อเพลิง และจากการเผาไหม้ซึ่งจะให้เกิดผลเสียต่อร่างกายเมื่อได้รับในระยะเวลานาน พิษของสารแต่ละชนิดจะมีผลต่อร่างกายในระดับต่างกันตั้งแต่ก่อให้เกิดพิษเฉียบพลันที่พบมากได้แก่ การระคายเคืองต่อระบบหายใจ เนื้อเยื่อ และผิวหนัง ฤทธิ์ต่อระบบประสาททำให้เกิดอาการปวดศีรษะ เวียนศีรษะ มึนงง คลื่นไส้ และอาเจียน ถ้าได้รับเข้าไปมากอาจทำให้ตายได้ ซึ่งจากการสัมภาษณ์ในพนักงานก็พบอาการเหล่านี้ด้วย สำหรับพิษเรื้อรังจะมีผลกระทบต่อระบบประสาท ผิวหนัง ทางเดินหายใจ ระบบสืบพันธุ์ และระบบโลหิต สารเบนซีนเป็นสารที่สำคัญทำให้เกิดอันตรายต่อร่างกายมากถ้าได้รับเป็นเวลานานจะทำให้เกิดมะเร็งเม็ดเลือดขาวได้[16] จากผลการวิจัยครั้งนี้สารโทลูอีนและไซลีนน่าจะใช้เป็นตัวชี้วัดทางชีวภาพ (biomarker) ของการรับสัมผัสสารในน้ำมันได้เนื่องจากสามารถตรวจพบในพนักงานทุกคน

ผลการวิเคราะห์การทำงานของไตของพนักงานทุกคนอยู่ในเกณฑ์ปกติ แต่พบว่าพนักงานร้อยละ 9.1, 15.9 และ 38.6 มีระดับเอ็นไซม์ SGOT, SGPT และ ALP ตามลำดับ สูงกว่าค่าอ้างอิงซึ่งบ่งบอกได้ว่าการทำงานของตับบางส่วนทำงานผิดปกติ โดยเฉพาะอย่างยิ่งมีพนักงาน 2 ราย (ร้อยละ 4.5) มีค่า ALP สูงเป็น 2 เท่าของค่าอ้างอิงซึ่งควรปรึกษาแพทย์ เนื่องจากตับเป็นอวัยวะที่สำคัญในการกำจัดสารพิษต่าง ๆที่เข้าสู่ร่างกาย มีปัจจัยหลายอย่างที่ทำให้เอ็นไซม์ในตับมีระดับสูงขึ้น[30] ได้แก่ การรับประทานยา การดื่มสุรา การสัมผัสสารเคมี เป็นต้น จากการซักประวัติพนักงานพบว่าพนักงานกลุ่มนี้ส่วนใหญ่สูบบุหรี่ร้อยละ 52.3 และสูบประมาณ 1-10 มวนต่อวันซึ่งอยู่ในระดับสูบน้อย และโดยส่วนใหญ่พนักงานดื่มสุราร้อยละ 77.3 ดื่มสุราประมาณ 1 ขวดต่อสัปดาห์ อายุต่ำสุดของพนักงานที่เริ่มสูบบุหรี่และดื่มสุราคือ 9 และ 10 ปี ซึ่งเป็นอายุที่ค่อนข้างน้อยมาก นอกจากนี้พนักงานร้อยละ 4.5 พบว่าเป็นพาหะไวรัสตับอักเสบชนิดบี แต่ไม่พบความผิดปกติในการทำงานของตับ ดังนั้นถ้าได้รับสารพิษต่าง ๆเป็นเวลานานก็อาจมีผลทำให้การทำงานของตับผิดปกติและมีผลทำให้เกิดโรคได้

ผลจากการตรวจสุขภาพพนักงานส่วนใหญ่ยังมีสุขภาพแข็งแรง ถึงแม้ว่าจะได้รับสารต่าง ๆในระดับต่ำทุกวันอาจเนื่องจากส่วนใหญ่ยังมีอายุไม่มากนักโดยอยู่ในวัยทำงาน แต่ยังมีความเสี่ยงทางสุขภาพจากการสัมผัสสารอินทรีย์ระเหยง่ายต่าง ๆจากน้ำมันโดยเฉพาะสารเบนซีน

สรุปและข้อเสนอแนะ

1. พนักงานในสถานบริการน้ำมันเชื้อเพลิงมีความชุกของพาหะโรคธาลัสซีเมียสูง ซึ่งมีปัจจัยเสี่ยงทางสุขภาพต่อภาวะซีดหรือโลหิตจางและความผิดปกติของเม็ดเลือดแดง ดังนั้นควรจะมีการตรวจสุขภาพประจำปีเพื่อทราบถึงการเปลี่ยนแปลงด้านสุขภาพ อันเนื่องมาจากการรับสัมผัสสาร BTEX และ MTBE ซึ่งจะมีผลกระทบต่อระบบเลือด การทำงานของตับ และระบบประสาท เป็นต้น ถ้าได้รับปริมาณสูง หรือปริมาณต่ำแต่ได้รับสัมผัสเป็นระยะเวลานาน คนที่เป็นพาหะธาลัสซีเมียอาจจะมีโอกาสได้รับผลกระทบทางสุขภาพมากกว่าคนปกติซึ่งน่าจะมีการศึกษาต่อไปในอนาคต

2. จากการศึกษาความผิดปกติต่างๆที่พบในกลุ่มพนักงาน ยังไม่สามารถแสดงผลกระทบที่ชัดเจนต่อสุขภาพ และไม่สามารถหาความสัมพันธ์กับการรับสัมผัสสาร BTEX และ MTBE ได้โดยตรง เนื่องจากระดับสารที่สามารถตรวจวัดได้อยู่ในระดับต่ำ และมีปัจจัยต่างๆรบกวนมากมาย นอกจากนี้ระยะเวลาของการรับสัมผัสอาจจะยังไม่นานเพียงพอที่จะทำให้เกิดความผิดปกติที่ชัดเจนเหมือนการรับสัมผัสแบบเฉียบพลันที่ได้รับสัมผัสสารในปริมาณสูง

3. ควรศึกษาในประชากรกลุ่มจำนวนมากพอที่จะสามารถวิเคราะห์ผลการได้รับสัมผัสและปัจจัยต่างๆได้อย่างชัดเจนทางสถิติ

4. ควรมีการคัดกลุ่มที่เป็นโรคหรือพาหะธาลัสซีเมียและภาวะพร่องเหล็กออกจากกลุ่มที่จะทำการศึกษาเพื่อยืนยันผลกระทบทางสุขภาพจากสารอินทรีย์ระเหยง่ายต่างๆที่ได้รับระหว่างการทำงาน

5. ควรมีการศึกษาตัวชี้วัดที่มีความไวในการวัดการเปลี่ยนแปลงภาวะสุขภาพที่จะเกิดจากการได้รับสัมผัสสารในระดับต่ำแต่ได้รับสัมผัสในระยะเวลานานพอที่จะเห็นการเปลี่ยนแปลงต่างๆของร่างกาย (sub-clinical abnormalities) โดยมีการติดตามผลการศึกษาเป็นระยะๆ

6. ควรมีการศึกษาผลกระทบของสารอินทรีย์ระเหยง่าย BTEX และ MTBE ต่อระบบประสาทโดยใช้วิธีที่ง่าย สะดวก และเหมาะสม

7. ควรมีการศึกษาผลกระทบของสารอินทรีย์ระเหยง่าย BTEX และ MTBE ต่อสุขภาพในระยะยาว มีการตรวจสุขภาพโดยมีตัวชี้วัดที่เหมาะสม มีความไวกว่าการตรวจสุขภาพตามวิธีมาตรฐานทั่วไป

กิตติกรรมประกาศ

ผู้วิจัยขอขอบคุณส่วนส่งเสริมและพัฒนาวิจัย สำนักบริหารวิชาการ กองทุนรัชดาภิเษกสมโภช จุฬาลงกรณ์มหาวิทยาลัย ที่ให้ทุนสนับสนุนการวิจัย ศาสตราจารย์นายแพทย์จิตร สิทธิอมร ผู้อำนวยการสถาบันวิจัยวิทยาศาสตร์การแพทย์ ที่กรุณาให้คำแนะนำในการวิจัย ผู้บริหาร และ พนักงานในสถานบริการน้ำมันเชื้อเพลิงที่ให้ความร่วมมืออย่างดีในการวิจัย ผู้ช่วยศาสตราจารย์ ดร.ภัณฑิรา เกตุแก้ว และ นางสาววรรณภา คุ้มจินดา คณะวิทยาศาสตร์

มหาวิทยาลัยเทคโนโลยีพระจอมเกล้าธนบุรี ที่กรุณาให้คำแนะนำและช่วยเหลือในการวิเคราะห์สารอินทรีย์ระเหยง่าย รองศาสตราจารย์ ดร.สุพรรณ สุขอรุณ และผู้ช่วยศาสตราจารย์ ดร.วนิดา นพพรพันธุ์ รองคณบดีฝ่ายบริการวิชาการและวิจัย คณะสหเวชศาสตร์ จุฬาลงกรณ์มหาวิทยาลัย ที่กรุณาให้คำแนะนำการตรวจวิเคราะห์ทางโลหิตวิทยาและเคมีคลินิกตลอดจนการแปลผล เจ้าหน้าที่ห้องปฏิบัติการบริการสุขภาพทุกท่านที่ให้ความช่วยเหลือในการวิเคราะห์และความสะดวกต่างๆในการวิจัย เจ้าหน้าที่ห้องปฏิบัติการฝ่ายเวชศาสตร์ประชากร สถาบันวิจัยวิทยาศาสตร์การแพทย์ จุฬาลงกรณ์มหาวิทยาลัย และเพื่อนร่วมงานทุกท่าน ที่ให้ความช่วยเหลือในการวิจัยให้สำเร็จลุล่วงเป็นอย่างดี

เอกสารอ้างอิง

1. กองควบคุมและจัดการคุณภาพสิ่งแวดล้อม สำนักปลัดกรุงเทพมหานคร. 2544. รายงานสถานการณ์คุณภาพสิ่งแวดล้อมของกรุงเทพมหานคร 2544. กรุงเทพฯ; สำนักปลัดกรุงเทพมหานคร หน้า 21-27.
2. ดุษฎี หมื่นห่อ. 2542. การวัดความเข้มข้นของโทลูอีนและไซลีนในอู่พ่นซ่อมสีรถยนต์. วิทยานิพนธ์วิทยาศาสตร์มหาบัณฑิต สหสาขาวิชาวิทยาศาสตร์สภาวะแวดล้อม จุฬาลงกรณ์มหาวิทยาลัย.
3. Canter LW. 1996. Environmental impact assessment. Singapore, McGrow-Hill Inc. P: 2nd *ed.*:152-153.
4. Wibulawas P. 1997. Emission from transportation in Thailand. Mahidol J 4 (2): 99–102.
5. Yang CY., Wang JD., Chan CC., Chen PC., Huang JS and Cheng MF. 1997. Respiratory and irritant health effects of a population living in a petrochemical–polluted area in Taiwan. Environ Res 74: 145–149.
6. กาญจนศักดิ์ ผลบูรณ์. 2543. การจัดการสิ่งแวดล้อมในระบบสุขภาพ. ชุดสุขภาพคนไทย ปี พ.ศ.2543. โครงการสำนักพิมพ์ สถาบันวิจัยระบบสาธารณสุข. 78 หน้า.
7. Backer IC., Egeland QM and Ashley DL. 1997. Exposure to regular gasoline and ethanol oxyfuel during refueling in Alaska. Environl Health Perspect 105: 850–855.
8. Romieu I., Ramirec M and Meneses F. 1999. Environmental exposure to volatile organic compounds among workers in Mexico City as assessed by personal monitors and blood concentrations. Environ Health Perspect 107: 511–515.

9. Ashley DL., Bonin MA., Cardinali FL., McCraw JM. and Wooten JV. 1996. Measurement of volatile organic compounds in human blood. Environ Health Perspect 104 (supp): 871–877.

10. Ghittori S., Maestri L., Fiorentino ML. and Imbriani M. 1995. Evaluation of occupational exposure to benzene by urinalysis. Int Arch Occupat and Environ Health 67 (3): 195-200.

11. Ghittori S., Fiorention ML., Maestri L., Cordioli G. and Imbriani M. 1993. Urinary excretion of unmetabolized benzene as an indicator of benzene exposure. J Toxicol and Environ Health 38 (3): 233-243.

12. Amberg A., Rosner E. and Dekant W. 1999. Biotransformation and kinetics of excretion of methyl–tertiary–butyl ether in rats and humans. Toxicol Sci 51 (1):1–8.

13. Minoia C., Mcroni G., Aprea C., Oppezzo M., Managi. , Sciarra G., *et al.*1996. Environmental and urinary reference value as markers of exposure to hydrocarbon in urban areas. The Science of the Total Environ 192 (2): 163–182.

14. U.S. Environmental Protection Agency. 2002. Integrated risk information system (IRIS) on benzene. National Center for Environmental Assessment, Office of Research and Development, Washington, DC.

15. Agency for Toxic Substances and Disease Registry (ATSDR). 1997. Toxicological profile for benzene (draft). U.S. Public Health Service, U.S. Department of Health and Human Service, Atlanta, GA.

16. สมเกียรติ ศิริรัตนพฤกษ์ . 2544. ความเสี่ยงทางสุขภาพในอาชีพพนักงานบริการที่สถานีบริการน้ำมันเชื้อเพลิง (ปั๊มน้ำมัน) ในเอกสารประกอบการอบรมเทคโนโลยีควบคุมและป้องกันมลพิษจากสถานีบริการน้ำมันเชื้อเพลิง. 16–18 กรกฎาคม 2544 โรงแรมจอมเทียนปาล์มบีช พัทยา ชลบุรี จัดโดยสำนักอนามัยสิ่งแวดล้อม กรมอนามัย กระทรวงสาธารณสุข.

17. Yoon BI., Li AX., Kitada K., Kawasaki Y., Igarashi K., Kodama Y., *et al.* 2003. Mechanism of benzene induced hematotoxicity and leukomogenicity : DNA microarray analysis using mouse bone marrow tissue. Environ Health Perspect 111 (11): 1411–1420.

18. Fustinoni S., Giampiccolo R., Pulvirenti S., Buratti M. and Colombi A. 1999. Headspace solid phase microextraction for the determination of benzene, toluene, ethylbenzene and xylene in urine. J Chromatogr. B 723: 105–115.

19. Staessen JA., Nawrot T., Hond ED., Eagard R., Hoppenbrouwers K., Koppen G., *et al.* 2001. Renal function, cytogenetic measurements and sexual development in relation to environmental pollutants: a feasibility study of biomarkers. Lancet 357(9269): 1660-1669.

20. Ashley DL., Bonin MA., Cardinali FL., McCraw JM., Holler JS., Needham LL., *et al* .1992. Determining volatile organic compounds in human blood from large sample population by us purge and trap gas chromatography-mass spectrometry. Anal Chem 64: 1021-1029.

21. Perbellini L., Pasini F., Romani S., Princivalle A. and Brugnone F. 2002. Analysis of benzene, toluene, ethylbenzene and m - xylene in biological samples from the general population. J Chromatogr B 778: 199 – 210.

22. ธนสร ตันศฤงฆาร, นันทนา ชูฉัตร และ บุญเทียม เทพพิทักษ์ศักดิ์. 2547. การหาปริมาณเบนซีน โทลูอีน เอทิลเบนซีน ไซลีน และ เอ็มทีบีอี ในเลือดโดยเทคนิคเฮดสเปซ-โซลิดเฟสไมโครเอกแทรกชัน. วารสารวิจัยวิทยาศาสตร์การแพทย์ 18 (1): 49–59.

23. กรรชิต คุณาวุฒิ. ม.ป.ป. โรคพิษตัวทำละลาย ใน คู่มือการวินิจฉัยและการเฝ้าระวังโรคจากการประกอบอาชีพ. เล่ม 1 กองอาชีวอนามัย กรมอนามัย กระทรวงสาธารณสุข.หน้า 200 – 215.

24. Kattamis C., Efremov C. and Pootrakul S. 1981. Effectiveness of one tube osmotic fragility screening in detecting beta–thalassemia trait. J Med Genet 18 (4): 266–270.

25. ต่อพงศ์ สงวนเสริมศรี, มาลิดา พรพัฒน์กุล, ปราณี ฟู่เจริญ และ ทัศนีย์ เล็บนาค. 2531. ความรู้พื้นฐานเกี่ยวกับธาลัสซีเมีย ใน ธาลัสซีเมีย: คู่มือการวินิจฉัยทางห้องปฏิบัติการ.ทัศนีย์ เล็บนาค และ ปราณี ฟู่เจริญ บรรณาธิการ. เครือข่ายงานธาลัสซีเมียและมูลนิธิโรคโลหิตจางธาลัสซีเมียแห่งประเทศไทย หน้า 1–7.

26. Kulapongs P, Sanguansermsri T, Mertz G and Tawarat S .1976. Dichlorophenol indophenol (DCIP) precipitation test: a new screening test of HbE and H. Pediatr Soc Thailand 15 (1): 1–7.

27. รัตนา สินธุภัค, อวยพร แก้วสุข, ไพลิน ศรีสุขโข, อรัญญา กิตติกัลยาวงศ์, ปิยลัมพร หะวานนท์, ฉวีวรรณ อิ่มพันธ์ และคณะ. 2539. รูปแบบที่เหมาะสมในการตรวจกรองพาหะธาลัสซีเมียสำหรับส่วนภูมิภาค. วารสารวิชาการสาธารณสุข 5 (1): 88–100.

28. สุภินันท์ สเป็ค-สายเชื้อ. 2534. โลหิตวิทยา. กรุงเทพฯ : กรุงสยามพริ้นติ้งกรุ๊พ จำกัด.หน้า 62–90.

29. สุรพล อิสรไกรศีล. 2532. การเปลี่ยนแปลงทางโลหิตวิทยากับโรคระบบอื่น. โครงการตำรา - ศิริราช คณะแพทยศาสตร์ ศิริราชพยาบาล มหาวิทยาลัยมหิดล กรุงเทพฯ.

30. Amacher DE. 1998. Serum transminase elevations as indicators of hepatic injury following the administration of drugs. Regul Toxicol and Pharmacol 27: 119–130.