19/0248/48

ความสัมพันธ์ของปัจจัยทางชีวภาพกับปริมาณสารบีเทคและเอ็มทีบีอีในปัสสาวะของพนักงานสถานบริการน้ำมันเชื้อเพลิง

ธนสร ตันศฤงฆาร[1,] สุนทร ศุภพงษ์[2] ภัณฑิรา เกตุแก้ว[3] วรรณภา คุ้มจินดา[3]*
อนุสรณ์ รังสิโยธิน[1] กัลยา ชาพวง[1] บุญเทียม เทพพิทักษ์ศักดิ์[1]

บทนำ

เบนซีน โทลูอีน เอทิลเบนซีน ไซลีน รวมเรียกว่า บีเทค (BTEX) เป็นสารอินทรีย์ระเหยง่าย (Volatile organic compounds, VOCs) ซึ่งเป็นส่วนประกอบของน้ำมัน และเอ็มทีบีอี (Methyl Tertiary Butyl Ether, MTBE) เป็นสารที่เติมในน้ำมันเพื่อปรับปรุงค่าออกเทนแทนสารตะกั่ว สารต่าง ๆเหล่านี้มีผลกระทบต่อสิ่งแวดล้อมและสุขภาพของประชาชนตั้งแต่ทำให้เกิดความรำคาญจนถึงเสียชีวิต[1-4] โดยส่วนใหญ่จะเป็นการศึกษาผลกระทบต่อสุขภาพแบบพิษเฉียบพลันซึ่งประชาชนจะได้รับสารปริมาณสูง แต่การศึกษาแบบพิษเรื้อรังโดยได้รับสารปริมาณน้อยแต่ได้รับเป็นระยะเวลานานยังมีน้อย การปนเปื้อนของสารอินทรีย์ระเหยง่ายเหล่านี้ในอากาศอาจจะทำให้เกิดปัญหาที่สำคัญโดยเฉพาะอย่างยิ่งในกลุ่มเสี่ยง ได้แก่ พนักงานที่ทำงานในสถานบริการน้ำมันเชื้อเพลิงซึ่งมีโอกาสได้รับสัมผัสสารต่าง ๆ ดังที่กล่าวมาแล้วในเวลาทำงาน การวิเคราะห์สารอินทรีย์ระเหยง่ายในปัสสาวะเป็นวิธีที่ดีเนื่องจากง่าย และสะดวกในการเก็บตัวอย่าง นอกจากนี้ยังไม่ทำให้เกิดความกลัวหรือบาดเจ็บเหมือนการเจาะเลือด ปริมาณสารต่าง ๆบางส่วนที่ไม่ถูกเมตาโบไลส์จะถูกขับออกมาพร้อมกับปัสสาวะ (ประมาณร้อยละ 1) และพบว่ามีความสัมพันธ์กับการได้รับสัมผัสสารนั้น ๆจากสิ่งแวดล้อมและเข้าสู่กระแสเลือด สารบางส่วนจะสะสมในไขมันทำให้เกิดพิษแบบเรื้อรังได้[5-8] งานวิจัยนี้มีวัตถุประสงค์เพื่อศึกษาปริมาณสารบีเทคและเอ็มทีบีอีในปัสสาวะของพนักงานชายที่ทำงานในสถานบริการน้ำมันเชื้อเพลิง และวิเคราะห์ความสัมพันธ์กับปัจจัยทางชีวภาพต่าง ๆ

วัสดุ อุปกรณ์ และวิธีการ

กลุ่มตัวอย่างเป็นพนักงานชายที่ทำงานในสถานบริการน้ำมัน อายุมากกว่า 15 ปีขึ้นไป มีหน้าที่เติมน้ำมัน ทำงานไม่น้อยกว่า 6 เดือน และไม่รับประทานยาเป็นประจำ ในช่วง 1 เดือน ก่อนการเจาะเลือดและเก็บปัสสาวะ

[1]สถาบันวิจัยวิทยาศาสตร์การแพทย์ จุฬาลงกรณ์มหาวิทยาลัย กรุงเทพมหานคร 10330
[2]ภาควิชาเวชศาสตร์ป้องกันและสังคม คณะแพทยศาสตร์ จุฬาลงกรณ์มหาวิทยาลัย กรุงเทพมหานคร 10330
[3]คณะวิทยาศาสตร์ มหาวิยาลัยเทคโนโลยีพระจอมเกล้าธนบุรี กรุงเทพมหานคร 10140
*ติดต่อได้ที่ kalayanee.t@chula.ac.th, โทรศัพท์ 0 2218 8156, โทรสาร 0 2253 2395

สัมภาษณ์กลุ่มตัวอย่าง เก็บตัวอย่างเลือดเพื่อตรวจวิเคราะห์ทางโลหิตวิทยาและเคมีคลินิก[9] รวมทั้งตรวจความเปราะของเม็ดเลือดแดง (Osmotic Fragility, OF) ฮีโมโกลบินที่ผิดปกติ (Dichloro phenol Indophenol Precipitation, DCIP) และ ChE (Cholinesterase) เก็บปัสสาวะเพื่อวิเคราะห์หาปริมาณสารบีเทคและเอ็มทีบีอี ด้วยเทคนิคเฮดสเปส-โซลิดเฟสไมโครเอ็กซ์แทรกชัน (Headspace-Solidphase Microextraction, HS-SPME)[10]

ประมวลผลโดยใช้โปรแกรมคอมพิวเตอร์ SPSS for windows version 11.5 เปรียบเทียบค่าเฉลี่ยของข้อมูลด้วย Independent sample T-test หรือ Mann-Whitney U-test

ผล

พนักงานที่ศึกษาจำนวน 44 คน มีอายุระหว่าง 16-65 ปี เฉลี่ย 25.4 ± 10.8 ปี ทำงานมานานตั้งแต่ครึ่งปีถึง 25 ปี เฉลี่ย 4.6 ± 5.4 ปี โดยทำงานสัปดาห์ละ 4-7 วัน วันละ 6.5-12 ชั่วโมง (เฉลี่ย 6.2 ± 0.6 วัน และ 11.4 ± 1.5 ชั่วโมง ตามลำดับ) มีดัชนีมวลกาย 15.6-29.4 กิโลกรัม/เมตร^2 (เฉลี่ย 20.9 ± 3.0 กิโลกรัม/เมตร^2) พนักงานมีโรคประจำตัว สูบบุหรี่ และดื่มสุรา ร้อยละ 11.4, 52.3 และ 77.3 ตามลำดับ

การวิเคราะห์ทางโลหิตวิทยาพบว่า ปริมาณและชนิดของเม็ดเลือดขาว ปริมาณเม็ดเลือดแดง เกร็ดเลือด อยู่ในเกณฑ์ปกติ ยกเว้นปริมาณเม็ดเลือดขาวชนิด อีโอซิโนฟีลมีค่าเฉลี่ยสูงกว่าเกณฑ์ปกติ (ตารางที่ 1) นอกจากนี้พบว่ามีเม็ดเลือดแดงผิดปกติ (Blood smear) เม็ดเลือดแดงเปราะแตกตัวง่าย (OF) ฮีโมโกลบินผิดปกติ (DCIP) และ ทั้งเม็ดเลือดแดงเปราะแตกตัวง่ายและฮีโมโกลบินผิดปกติ (OF+DCIP) ร้อยละ 68.2, 81.4, 29.5 และ 84.1ตามลำดับ

ตารางที่ 1 การวิเคราะห์ทางโลหิตวิทยา

Blood parameters	Mean ± SD	Min.-Max.	Reference
Hemoglobin (gm%)	14.0 ± 1.0	12.1-16.1	14.0-18.0
Red Blood Cell (x 10^{12}/L)	5.7 ± 0.6	4.6-6.9	4.0-6.2
Hematocrit (%)	43.4 ± 3.2	36.6-50.1	42.0-52.0
Reticulocyte (%)	0.8 ± 0.6	0.1-2.6	0.2-2.0
White Blood Cell (x 10^9/L)	8.2 ± 13.0	4.6-14.4	5.0-10.0
Neutrophil (%)	49.2 ± 11.2	31.6-68.0	40.0-75.0
Lymphocyte (%)	32.8 ± 9.3	20.8-50.8	20.0-45.0
Monocyte (%)	5.7 ± 2.5	3.1-15.9	2.0-10.0
Eosinophil (%)	7.0 ± 4.9	1.1-17.4	1.0-6.0
Basophil (%)	0.5 ± 0.2	0.2-1.1	0.0-1.0
Platelete (x 10^3/L)	249.5 ± 50.5	131.0-402.0	150.0-400.0

ผลการวิเคราะห์สารชีวเคมีในเลือดพบว่าปริมาณ BUN, creatinine, direct bilirubin, total bilirubin, SGOT และ SGPT มีค่าเฉลี่ยอยู่ในเกณฑ์ปกติ แต่ปริมาณ ALP มีค่าเฉลี่ยสูงกว่าเกณฑ์ปกติ และ โคลีนเอสเทอเรสต่ำกว่าเกณฑ์ปกติเล็กน้อย (ตารางที่ 2)

ตารางที่ 2 สารชีวเคมีในเลือดพนักงาน

Blood parameters	Mean ± SD	Min.-Max.	Reference
BUN (mg%)	12.0 ± 2.7	8.9-19.6	6.0-20.0
Creatinine (mg%)	0.9 ± 0.2	0.6-1.5	0.5-1.5
Direct bilirubin (mg%)	0.3 ± 0.1	0.2-0.6	0.0-0.4
Total bilirubin (mg%)	0.7 ±0.2	0.3-1.3	0.2-1.3
SGOT (U/L)	27.4 ± 10.0	16.0-66.0	0.0-40.0
SGPT (U/L)	28.5 ± 21.0	11.0-125.0	0.0-40.0
ALP (U/L)	118.9 ± 42.9	69.0-279.0	26.0-117.0
ChE (U/L)	1495.9 ± 2.5	936.0-1942.2	1500.0-4000.0

ปริมาณเบนซีน โทลูอีน เอทิลเบนซีน เมตา,พารา- ไซลีน ออร์โธ-ไซลีน และ เอ็มทีบีอี ที่ตรวจพบในปัสสาวะของพนักงานมีค่าเฉลี่ย 1.94 ± 6.57, 2.19 ± 3.35, 0.93 ± 0.91, 4.11 ± 9.02, 0.66 ± 0.62 และ 8.63 ± 9.41 นาโนกรัมต่อลิตร (ตารางที่ 3)

ตารางที่ 3 ปริมาณบีเทคและเอ็มทีบีอีในปัสสาวะของพนักงาน (นาโนกรัม/ลิตร)

VOCs	Mean ± SD	P_{25}	P_{50}	P_{75}	Min. - Max.
MTBE	8.63 ± 9.41	1.75	5.54	12.45	0.00-34.20
Benzene*	1.94 ± 6.57	0.00	0.39	0.89	0.00-34.77
Toluene*	2.19 ± 3.35	0.53	1.13	2.31	0.00-15.64
Ethylbenzene	0.93 ± 0.91	0.16	0.85	1.12	0.00-4.18
meta-, para- Xylene*	4.11 ± 9.02	0.00	1.05	2.77	0.00-44.60
ortho-Xylene	0.66 ± 0.62	0.00	0.80	0.80	0.00-1.92
BTEX*	9.84 ± 15.89	1.89	4.25	9.60	0.93-68.90
BTEX + MTBE	18.47 ± 18.49	4.82	12.91	22.57	1.60-79.95

*ข้อมูลที่ไม่มีการกระจายแบบโค้งปกติ (non normal distribution); P_{25}, P_{50}, P_{75} = Percentile ที่ 25, 50 และ 75

การศึกษาความสัมพันธ์ของปริมาณสารบีเทคและเอ็มทีบีอีในปัสสาวะของพนักงาน กับปัจจัยทางชีวภาพ พบว่าพนักงานกลุ่มที่ให้ผลบวกกับ OF และ DCIP จะมีปริมาณเบนซีนในปัสสาวะสูงกว่ากลุ่มที่ให้ผลลบต่อ OF และ DCIP อย่างมีนัยสำคัญทางสถิติ ($p < 0.05$) กลุ่มที่ให้ผลบวกต่อ DCIP มีปริมาณ ออร์โธ-ไซลีน สูงกว่ากลุ่มที่ให้ผลลบอย่างมีนัยสำคัญทางสถิติ ($p < 0.01$) (ตารางที่ 4)

ตารางที่ 4 ปริมาณสารบีเทคและเอ็มทีบีอีในปัสสาวะกับปัจจัยทางชีวภาพ

VOCs	Urinary concentration (ng/L)*							
	Blood Smear		OF		DCIP		OF+DCIP	
	ปกติ (n=14)	ผิดปกติ (n=30)	ผลลบ (n=8)	ผลบวก (n=36)	ผลลบ (n=31)	ผลบวก (n=13)	ผลลบ (n=12)	ผลบวก (n=22)
MTBE	10.25 (14.39)	7.73 (5.36)	12.24 (10.23)	7.65 (9.18)	9.57 (10.48)	6.29 (5.92)	10.20 (10.00)	8.20 (9.44)
Benzene	0.92 (2.13)	2.51 (8.08)	0.05 (0.12)	**2.46**[1] (7.36)	0.64 (1.54)	**5.20**[1] (11.98)	0.27 (0.52)	2.40 (7.38)
Toluene	1.25 (0.85)	2.71 (4.08)	1.12 (0.98)	2.48 (3.72)	1.40 (1.30)	4.18 (5.68)	1.43 (1.33)	2.40 (3.72)
Ethyl benzene	0.72 (0.53)	1.04 (1.06)	0.66 (0.60)	1.00 (0.98)	0.80 (0.52)	1.23 (1.52)	0.85 (0.52)	0.95 (1.00)
m-, p-Xylene	0.80 (1.12)	5.95 (10.89)	2.90 (5.00)	4.44 (9.91)	3.83 (10.05)	4.79 (6.26)	2.51 (5.14)	4.54 (9.87)
ortho-Xylene	0.61 (0.63)	0.70 (0.63)	0.58 (0.78)	0.69 (0.59)	0.48 (0.60)	**1.13**[2] (0.36)	0.64 (0.79)	0.68 (0.58)
BTEX	4.31 (3.33)	12.92 (19.17)	5.30 (5.00)	11.08 (17.65)	7.20 (11.90)	16.54 (22.83)	5.69 (5.05)	10.97 (17.68)
BTEX + MTBE	14.55 (17.19)	20.65 (19.29)	17.55 (11.24)	18.72 (20.22)	16.73 (15.38)	22.83 (25.41)	15.89 (11.02)	19.17 (20.20)

VOCs	ChE		SGOT		SGPT		ALP	
	ปกติ (n=18)	< ปกติ (n=26)	ปกติ (n=40)	> ปกติ (n=4)	ปกติ (n=37)	> ปกติ (n=7)	ปกติ (n=27)	> ปกติ (n=17)
MTBE	4.39 (8.09)	6.26 (8.95)	12.59 (15.81)	4.78 (7.47)	4.56 (7.68)	10.41 (11.74)	7.05 (8.84)	3.01 (7.69)
Benzene	0.15 (0.37)	**1.99**[1] (6.53)	1.16 (5.48)	2.00 (3.29)	1.24 (5.70)	1.24 (2.52)	1.86 (6.73)	0.24 (0.39)
Toluene	0.78 (1.38)	1.82 (3.52)	1.48 (2.99)	0.54 (0.69)	1.51 (3.11)	0.82 (0.60)	2.08 (3.47)	0.32 (0.68)
Ethyl benzene	0.37 (0.60)	0.74 (0.97)	0.41 (0.50)	0.61 (0.88)	0.62 (0.91)	0.43 (0.43)	0.84 (0.97)	**0.20**[3] (0.37)
m-, p-Xylene	3.66 (10.68)	1.89 (4.01)	2.83 (7.76)	4.49 (0.98)	3.04 (8.03)	0.34 (0.73)	3.83 (9.26)	0.68 (1.46)
ortho-Xylene	0.12 (0.38)	0.63 (0.62)	0.27 (0.54)	0.44 (0.60)	0.48 (0.61)	0.15 (0.41)	0.59 (0.64)	**0.17**[3] (0.37)
BTEX	10.19 (17.30)	9.67 (15.60)	10.43 (16.68)	4.95 (5.88)	11.57 (17.50)	3.49 (4.06)	11.83 (17.94)	3.88 (3.05)
BTEX + MTBE	9.49 (15.59)	13.32 (18.34)	16.30 (11.30)	11.44 (17.69)	13.40 (15.34)	22.83 (25.41)	16.25 (19.53)	**4.61**[3] (9.25)

*Mean (SD); [1]Mann-Whitney U- test, $p<0.05$; [2]Independent sample T- test, $p<0.01$; [3]Independent sample T- test, $p<0.05$

พนักงานกลุ่มที่มีระดับ ChE ต่ำกว่าค่าปกติจะมีปริมาณเบนซีนในปัสสาวะสูงกว่ากลุ่มที่มีระดับเอ็นไซม์ปกติอย่างมีนัยสำคัญทางสถิติ ($p<0.05$) นอกจากนี้พนักงานกลุ่มที่มีปริมาณ ALP สูงกว่าค่าปกติจะมีปริมาณ เอทิลเบนซีน ออร์โธ-ไซลีน และสารอินทรีย์ระเหยง่ายรวม (BTEX และ MTBE) ในปัสสาวะ ต่ำกว่ากลุ่มที่มีเอ็นไซม์ระดับปกติ ไม่พบความแตกต่างของระดับสารต่าง ๆในปัสสาวะกับระดับ SGOT และ SGPT (ตารางที่ 4)

วิจารณ์

ค่าเฉลี่ยทางโลหิตวิทยาส่วนใหญ่อยู่ในเกณฑ์ปกติ สนับสนุนการศึกษาของ Khuder และคณะ[11] และยกเว้นปริมาณอีโอซิโนฟิลมีค่าเฉลี่ยสูงกว่าปกติ แสดงให้เห็นว่าพนักงานที่ได้รับสัมผัสสารอินทรีย์ระเหยง่ายต่าง ๆอาจจะมีพยาธิสภาพของการแพ้สารหรือมีภาวะมีพยาธิ[12] มีความผิดปกติของเม็ดเลือดแดงร้อยละ 68.2 มีความเปราะของเม็ดเลือดแดงร้อยละ 81.8 อาจเนื่องมาจากผลของสารต่าง ๆทำให้เม็ดเลือดแดงผิดปกติและมีคุณสมบัติแตกตัวง่าย มีอายุในกระแสเลือดสั้นลงซึ่งถ้าได้รับสัมผัสเป็นเวลานานอาจทำให้เกิดภาวะโลหิตจางได้[13] พบฮีโมโกลบินผิดปกติร้อยละ 29.5 อาจเป็นผลจากการสร้างสายโกลบินที่ผิดปกติซึ่งเป็นผลทางพันธุกรรม[14]

เมื่อศึกษาเปรียบเทียบกลุ่มพนักงานที่ให้ผลบวกและผลลบต่อ blood smear , OF , DCIP และ OF+DCIP พบว่าพนักงานที่ให้ผลบวกกับ OF และ DCIP จะมีปริมาณ เบนซีนในปัสสาวะสูงกว่ากลุ่มที่ให้ผลลบอย่างมีนัยสำคัญทางสถิติ ($p < 0.05$) การวิเคราะห์สารชีวเคมีในเลือดพบว่าส่วนใหญ่อยู่ในเกณฑ์ปกติ ยกเว้นปริมาณ ALP ที่มีค่าเฉลี่ยสูงกว่าค่าปกติแสดงให้เห็นถึงภาวะตับอาจมีการอักเสบเรื้อรัง หรือเกิดการอุดตันท่อน้ำดีตับเพราะตับเป็นอวัยวะที่จะทำลายสารพิษหรือขับสารพิษต่าง ๆออกจากร่างกาย[15-16] ระดับโคลีนเอสเทอเรสในพนักงานมีแนวโน้มต่ำกว่าค่าปกติ พนักงานกลุ่มที่มีระดับ ChE ต่ำกว่าค่าปกติจะมีปริมาณเบนซีนในปัสสาวะสูงกว่ากลุ่มที่มีระดับเอ็นไซม์ปกติอย่างมีนัยสำคัญทาง สถิติ ($p<0.05$) ส่วนพนักงานกลุ่มที่มีปริมาณ ALP สูงกว่าค่าปกติจะมีเอทิลเบนซีน ออร์โธ-ไซลีน และสารอินทรีย์ระเหยง่ายรวม (BTEX และMTBE) ในปัสสาวะต่ำกว่ากลุ่มที่มีเอ็นไซม์ระดับปกติ

จากปริมาณสารบีเทคและเอ็มทีบีอีในปัสสาวะของพนักงาน พบเอ็มทีบีอีสูงกว่าสารตัวอื่นโดยเรียงลำดับดังนี้ เอ็มทีบีอี เมตา, พารา-ไซลีน โทลูอีน เบนซีน เอทิลเบนซีน และ ออร์โธ-ไซลีนตามลำดับ ทั้งนี้อาจเนื่องมาจากร่างกายมีการกำจัดสารนี้อย่างรวดเร็วกว่าสารอื่น และปริมาณสัดส่วนที่ผสมอยู่ในน้ำมันมากกว่าสารชนิดอื่น (โดยส่วนใหญ่สารที่ใช้เติมเพื่อเพิ่มออกเทนมีประมาณร้อยละ 15 โดยปริมาตร)[17]

งานวิจัยนี้แสดงให้เห็นว่าสามารถใช้ระดับสาร VOCs ในปัสสาวะเป็นดัชนีศึกษาติดตามการรับสัมผัสสารได้ แต่การศึกษาผลกระทบต่อปัจจัยทางชีวภาพยังมีข้อจำกัด เนื่องจากจำนวนตัวอย่างที่ศึกษาไม่เพียงพอและขาดกลุ่มควบคุม

กิตติกรรมประกาศ

ผู้วิจัยขอขอบคุณส่วนส่งเสริมและพัฒนาวิจัย สำนักบริหารวิชาการ กองทุนรัชดาภิเษกสมโภช จุฬาลงกรณ์มหาวิทยาลัย ที่ให้ทุนสนับสนุนการวิจัย ผู้บริหารและพนักงานในสถานบริการน้ำมันเชื้อเพลิงที่ให้ความร่วมมืออย่างดีในการวิจัย เจ้าหน้าที่ห้องปฏิบัติการบริการสุขภาพ คณะสหเวชศาสตร์ และฝ่ายเวชศาสตร์ประชากร สถาบันวิจัยวิทยาศาสตร์การแพทย์ จุฬาลงกรณ์มหาวิทยาลัยทุกท่าน ที่ให้ความช่วยเหลือในการวิจัยให้สำเร็จลุล่วงเป็นอย่างดี

เอกสารอ้างอิง

1. ดุษฎี หมื่นห่อ. 2542. การวัดความเข้มข้นของโทลูอีนและไซลีนในอู่พ่นซ่อมสีรถยนต์. วิทยานิพนธ์ ภาควิชาสหสาขาวิชาวิทยาศาสตร์สภาวะแวดล้อม บัณฑิตวิทยาลัย จุฬาลงกรณ์มหาวิทยาลัย กรุงเทพมหานคร.
2. Wibulawas P.1997. Emission from transportation in Thailand. Mahidol J 4 (2): 99-102.
3. 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.
4. กาญจนศักดิ์ ผลบูรณ์. 2543. การจัดการสิ่งแวดล้อมในระบบสุขภาพ. ชุดสุขภาพคนไทย ปี พ.ศ. 2543. โครงการสำนักพิมพ์ สถาบันวิจัยระบบสาธารณสุข. 78 หน้า.
5. Ong CN, Kok PW, Ong HY, Shi EY, Lee BL, Phoon WH , *et al.* 1996. Biomarkers of exposure to low concentrations of benzene: a field assessment. Qccup Environ Med. 53 (5): 328-333.
6. Ghittori S, Fiorentino L, Maestri L.1996. Urinary excetion of unmetabolized benzene as an indicator of benzene exposure. J Toxicol and Environ Health. 38: 233 - 243.
7. กรรชิต คุณาวุฒิ. มมป. โรคพิษตัวทำละลาย ใน คู่มือการวินิจฉัยและการเฝ้าระวังโรคจากการประกอบอาชีพ. เล่ม 1 กองอาชีวอนามัย กรมอนามัย กระทรวงสาธารณสุข.หน้า 200- 215.
8. สมเกียรติ ศิริรัตนพฤกษ์. 2544. ความเสี่ยงทางสุขภาพในอาชีพพนักงานบริการที่สถานีบริการน้ำมันเชื้อเพลิง (ปั๊มน้ำมัน) เอกสารประกอบการอบรมเทคโนโลยีควบคุมและป้องกันมลพิษจากสถานีบริการน้ำมันเชื้อเพลิง. 16-18 กรกฎาคม 2544; โรงแรม จอมเทียน ปาล์มบีช พัทยา ชลบุรี.
9. ธนสร ตันศฤงฆาร, สุนทร ศุภพงษ์, วีนัส อุดมประเสริฐกุล, อนุสรณ์ รังสิโยธิน, กัลยา ชาพวง, เริงศักดิ์ บุญบรรดาลชัย, บุญเทียม เทพพิทักษ์ศักดิ์ และ โสภี อุณรุท. 2547. การศึกษาเบื้องต้นของผลกระทบ BTEX และ MTBE ต่อสุขภาพพนักงานสถานบริการน้ำมันเชื้อเพลิง. วารสารวิจัยวิทยาศาสตร์การแพทย์ 18 (2): 117-134.

10. ธนสร ตันศฤงฆาร, ภัณฑิรา เกตุแก้ว, วรรณภา คุ้มจินดา และ บุญเทียม เทพพิทักษ์ศักดิ์. 2548. การวิเคราะห์ปริมาณ BTEX และ MTBE ในปัสสาวะด้วยเทคนิคเฮดสเปซ-โซลิดเฟสไมโครเอกซ์แทรกชัน. วารสารวิจัยวิทยาศาสตร์การแพทย์ 19 (1): 19 -31.
11. Khuder SA, Youngdale MC, Bisesi MS and Schaub EA. 1999. Assessment of complete blood count variations among workers exposed to low level of benzene. J Occup Environ Med 41(9): 821-826.
12. สุรพล อิสรไกรศีล. 2532. การเปลี่ยนแปลงทางโลหิตวิทยากับโรคระบบอื่น. โครงการตำรา ศิริราช คณะแพทยศาสตร์ ศิริราชพยาบาล มหาวิทยาลัยมหิดล กรุงเทพฯ.
13. สุภินันท์ สเป็ค-สายเชื้อ. 2534. โลหิตวิทยา. กรุงเทพฯ: กรุงสยามพริ้นติ้งกรุ๊พ จำกัด.หน้า 62-90.
14. Na Nakorn S, Minnich V, Chernoff AI. 1956. Studies on haemoglobin E: the incidence of haemoglobin E in Thailand. J Lab Clin Med 47: 490- 98.
15. Amacher DE. 1998. Serum transminase elevations as indicators of hepatic injury following the administration of drugs. Regul Toxicol and Pharmacol 27: 119-130.
16. Wang Y, Schopfer LM, Duysen EG, Nachon F, Masson P and Lockridge O. 2004. Screening assays for cholinesterase resistant to inhibition by organophosphorus toxicants. Analytical Biochemistry 329 (1): 131-138.
17. กรมควบคุมมลพิษ. 2539-2540. การจัดการปัญหามลพิษทางอากาศและเสียง: การกำหนดและปรับปรุงมาตรฐานคุณภาพอากาศและเสียง ใน สถานการณ์และการจัดการปัญหามลพิษทางอากาศและเสียงปี 2539-2540. กระทรวงวิทยาศาสตร์ เทคโนโลยีและสิ่งแวดล้อม: 57.