

นิพนธ์ต้นฉบับ

Original Article

การประเมินความเสี่ยงต่อสุขภาพโดยใช้ ตัวบ่งชี้ทางชีวภาพของการสัมผัสสารเบนซีน ในพนักงานสถานีบริการน้ำมันเชื้อเพลิง

สุนิสา ชายเกลี้ยง Dr.biol.hum. (Biomedical Science)*

พรนภา ศุกรเวทย์ศิริ Ph.D. (Epidemiology)**

ศศิธร ตั้งสวัสดิ์ พ.บ.ว.ว. (กุมารเวชศาสตร์)***

วิชัย พงษ์ธาราริกุล วท.ม. (สุขศาสตร์อุตสาหกรรมและความปลอดภัย)*

* สาขาวิชาอนามัยสิ่งแวดล้อม อาชีวอนามัยและความปลอดภัย คณะสาธารณสุขศาสตร์ มหาวิทยาลัยขอนแก่น จังหวัดขอนแก่น

** สาขาวิชาวิทยาการระบาดและชีวสถิติ, คณะสาธารณสุขศาสตร์, มหาวิทยาลัยขอนแก่น จังหวัดขอนแก่น

*** สำนักป้องกันควบคุมโรคที่ 7 จังหวัดขอนแก่น

บทคัดย่อ การศึกษานี้มีวัตถุประสงค์เพื่อประเมินความเสี่ยงต่อสุขภาพจากการสัมผัสสารเบนซีนของพนักงานสถานีบริการน้ำมันเชื้อเพลิงโดยใช้ค่าบ่งชี้ทางชีวภาพ กลุ่มตัวอย่างจำนวน 98 คนเป็นพนักงานสถานีบริการน้ำมันเชื้อเพลิงในเขตอำเภอเมือง จังหวัดขอนแก่น เก็บข้อมูลโดยใช้แบบสัมภาษณ์ประวัติอาการผิดปกติจากพิษของสารเบนซีน ตรวจหาปริมาณตัวบ่งชี้ทางชีวภาพของการสัมผัสสารเบนซีน คือกรดมิวโคนิกในปัสสาวะ (t,t-MA) ผลการศึกษาพบว่าพนักงานร้อยละ 68.40 มีประวัติอาการผิดปกติจากพิษของเบนซีน โดยพบสูงสุดคือกลุ่มอาการระดับเล็กน้อย (ร้อยละ 60.20) รองมาคืออาการระดับปานกลาง (ร้อยละ 40.82) ผลค่าเฉลี่ยของปริมาณ t,t-MA ในปัสสาวะของพนักงานคือ 141.31 ± 245.47 ไมโครกรัม/กรัมครีเอตินิน โดยพบว่าร้อยละ 12.00 ของพนักงานมี t,t-MA สูงกว่าค่าแนะนำความปลอดภัย (>500 ไมโครกรัม/กรัมครีเอตินิน) ผลการประเมินความเสี่ยงต่อสุขภาพที่พิจารณาระดับความรุนแรงของอาการผิดปกติและระดับการสัมผัสสารเบนซีน พบว่าพนักงานร้อยละ 36.70 มีความเสี่ยงในระดับสูงกว่าความเสี่ยงที่ยอมรับได้ คือความเสี่ยงสูงพบร้อยละ 2.04 ระดับปานกลางพบร้อยละ 6.12 และระดับต่ำพบร้อยละ 28.57 ผลการประเมินโดยเมตริกความเสี่ยงต่อสุขภาพที่พิจารณาค่าบ่งชี้ทางชีวภาพของการสัมผัสสารเบนซีนนี้ สามารถมีข้อเสนอแนะการเฝ้าระวังทางสุขภาพของพนักงานสถานีบริการน้ำมันเชื้อเพลิง โดยประเมินระดับสารเบนซีนในบรรยากาศและตรวจวัดตัวบ่งชี้ทางชีวภาพในพนักงานทุกปี รวมทั้งให้ความรู้ด้านปลอดภัยในการทำงานแก่พนักงานเพื่อการป้องกันตนเองต่อการสัมผัสสารได้

คำสำคัญ: การประเมินความเสี่ยงต่อสุขภาพ, เบนซีน, อาการผิดปกติ, กรดมิวโคนิก

บทนำ

จากสภาวะการณ์ที่มีจำนวนรถยนต์เพิ่มสูงขึ้นในช่วงปี 2554-2558 ส่งผลให้การใช้น้ำมันเชื้อเพลิงเพิ่มขึ้นตามลำดับ และจากข้อมูลปริมาณจำหน่ายแก๊สโซฮอล์ 91

ในประเทศไทยมียอดจำหน่ายสูงสุดเทียบกับชนิดอื่น ๆ และเพิ่มขึ้นทุกปีตั้งแต่ปี 2554 ถึง 2558 คือ 1.7, 2.0, 2.8, 3.0, 3.4 ล้านพันลิตร ตามลำดับ⁽¹⁾ โดยพบว่าสารเบนซีน (benzene) เป็นสารไฮโดรคาร์บอนสำคัญตัวหนึ่ง

ในส่วนผสมของน้ำมันเชื้อเพลิงที่มีสัดส่วนแตกต่างกัน ตั้งแต่ 1.0 เปอร์เซ็นต์ ถึง 5.0 เปอร์เซ็นต์ ขึ้นอยู่กับคุณภาพของน้ำมันเชื้อเพลิง โดยในประเทศญี่ปุ่นมีการกำหนดตามมาตรฐานคุณภาพอากาศจึงอนุญาตให้เป็นส่วนผสมในน้ำมันได้ที่น้อยกว่า 0.5 เปอร์เซ็นต์ โดยน้ำหนัก⁽²⁾ และต่างกับประเทศไทยปัจจุบันที่กำหนดไว้ไม่สูงกว่า 1 เปอร์เซ็นต์โดยปริมาตร ซึ่งสารเบนซีนมีพิษสูงและเป็นสารก่อมะเร็งชนิดมะเร็งเม็ดเลือดขาว (leukemia) และประเทศไทยถูกจัดอยู่ 1 ใน 40 ประเทศทั่วโลกที่มีอุบัติการณ์การเกิดโรคมะเร็งเม็ดเลือดขาวสูง⁽³⁾ ทางสำนักโรคระบาดวิทยา กระทรวงสาธารณสุข รายงานว่ามีจำนวนผู้ป่วยที่ได้รับจากพิษจากสารเบนซีนสูงกว่าสารอินทรีย์ระเหยง่ายชนิดอื่น ๆ โดยคิดเป็นร้อยละ 15.0 ของจำนวนผู้ป่วยทั้งหมด⁽⁴⁾

พนักงานสถานีบริการน้ำมันเชื้อเพลิงมีโอกาสสัมผัสสารเบนซีนได้ทั้งจากไอเสียดรถยนต์และการระเหยของน้ำมันขณะเติมน้ำมันรถยนต์ ที่ผ่านมามีการตรวจพบสารเบนซีนในบรรยากาศการทำงานในสถานีบริการน้ำมันเชื้อเพลิง⁽⁵⁾ แม้ว่าคุณค่าความเข้มข้นของสารเบนซีนในบรรยากาศการทำงานนั้นไม่เกินค่ามาตรฐานการสัมผัสใน 8 ชั่วโมงการทำงานที่กำหนดไว้คือที่ 0.1 ppm⁽⁶⁾ แต่พบว่าที่ระดับความเข้มข้นดังกล่าว พนักงานยังมีความเสี่ยงต่อการเกิดโรคมะเร็งสูงกว่าเกณฑ์ที่ยอมรับได้ ($>1 \times 10^{-6}$) หากมีการสัมผัสสารในระยะยาว และไม่มีการป้องกันการสัมผัส⁽⁷⁾ จากรายงานวิจัยที่ผ่านมาพบว่าพนักงานในสถานีบริการน้ำมันในเขตจังหวัดขอนแก่น มีประวัติอาการผิดปกติที่เกี่ยวข้องกับพิษจากสารเบนซีนกว่าร้อยละ 77.50⁽⁸⁾ และยังมีรายงานยืนยันว่าพบอาการกลุ่มเดียวกันจากการศึกษาในพนักงานสถานีบริการน้ำมันเชื้อเพลิงเขตกรุงเทพมหานคร ทั้งนี้ผลการวิเคราะห์ทางโลหิตวิทยาพบว่าพนักงานมีภาวะซีดหรือโลหิตจาง โดยกลุ่มที่ปรากฏอาการมีปริมาณเม็ดเลือดขาวชนิดอีโอซิโนฟิลและปริมาณฮีโมโกลบิน ที่แตกต่างกับกลุ่มที่ไม่ปรากฏอาการอย่างมีนัยสำคัญทางสถิติ⁽⁹⁾

การประเมินการสัมผัสสารเบนซีนสามารถทำได้โดย

การตรวจวัดปริมาณ trans,trans-muconic acid (t,t-MA) หรือกรดมิวโคนิกในปัสสาวะ⁽¹⁰⁾ ซึ่งมีความจำเพาะต่อการบ่งชี้การสัมผัสสารเบนซีน และสามารถตรวจพบได้แม้ความเข้มข้นของสารเบนซีนในบรรยากาศต่ำกว่า 1 ppm⁽¹¹⁾ โดยรายงานวิจัยก่อนหน้านี้ยืนยันว่ามีการตรวจพบสาร t,t-MA ในปัสสาวะของพนักงานในสถานีบริการน้ำมันสูงกว่าค่า t,t-MA ในปัสสาวะคนทั่วไปอย่างมีนัยสำคัญทางสถิติ⁽¹²⁾

แม้ว่าสารเบนซีนเป็นสารเคมีอันตรายที่ต้องมีการประเมินความเสี่ยงต่อสุขภาพตามกฎหมายในผู้ทำงานในโรงงานอุตสาหกรรม แต่ยังมีข้อมูลน้อยที่นำมาประเมินในพนักงานสถานีบริการเชื้อเพลิง รวมทั้งที่ผ่านมายังไม่มีการนำค่าตัวชี้วัดทางชีวภาพมาพิจารณาต่อการสัมผัสสารในเมตริกความเสี่ยงต่อสุขภาพ โดยมีเพียงการใช้ค่าความเข้มข้นของสารเบนซีนในบรรยากาศการทำงานมาพิจารณาในการศึกษาของผู้วิจัยเองก่อนหน้านี้⁽¹³⁾ ผู้วิจัยจึงเห็นความสำคัญของประเด็นนี้ในการประยุกต์ใช้ค่าการสัมผัสดังกล่าว จึงดำเนินการศึกษาโดยมีวัตถุประสงค์เพื่อประเมินความเสี่ยงต่อสุขภาพจากการสัมผัสสารเบนซีนโดยใช้ค่าชี้วัดทางชีวภาพ เพื่อเป็นประโยชน์ในการนำข้อมูลและรูปแบบที่ได้ไปใช้ในการดำเนินงานด้านเฝ้าระวังโรคจากการทำงานของพนักงานกลุ่มนี้ได้ต่อไป

วิธีการศึกษา

ประชากรและกลุ่มตัวอย่าง

รูปแบบการศึกษานี้เป็นการศึกษาเชิงสำรวจเพื่อประเมินความเสี่ยงต่อสุขภาพจากการสัมผัสสารเบนซีนของพนักงานในสถานีบริการน้ำมันเชื้อเพลิง ประชากรเป็นพนักงานในสถานีบริการน้ำมันเชื้อเพลิง เขตอำเภอเมือง จังหวัดขอนแก่น 94 แห่ง จำนวน 658 คน⁽¹⁴⁾ กลุ่มตัวอย่างมาจากการคำนวณโดยการประมาณค่าสัดส่วนประชากรกรณีประชากรมีขนาดเล็ก⁽¹⁵⁾ จากค่ารายงานสัดส่วนประชากรที่มีการสัมผัสน้ำมัน เท่ากับ 0.919⁽¹⁶⁾ และกำหนดค่าความคลาดเคลื่อนสูงสุดที่ยินยอมให้เกิดขึ้นเท่ากับ 0.05 ได้ขนาดตัวอย่างจำนวน 98 คน ใช้

การสุ่มตัวอย่างในรูปแบบการสุ่มอย่างมีระบบ (systematic sampling) โดยการกระจายไปตามสถานีบริการน้ำมันเชื้อเพลิงในอำเภอเมืองขอนแก่น และมีเกณฑ์คัดเข้าคือ (1) มีอายุ 18-60 ปี (2) มีหน้าที่เติมน้ำมันเป็นหลัก (3) อายุการทำงานในสถานีบริการน้ำมันเชื้อเพลิงอย่างน้อย 6 เดือน และทำงานต่อเนื่องอย่างน้อย 8 ชั่วโมงต่อวัน และ (4) ปัจจุบันไม่สูบบุหรี่

การศึกษาในครั้งนี้ได้ผ่านการรับรองจากคณะกรรมการจริยธรรมวิจัยในมนุษย์มหาวิทยาลัยขอนแก่น เลขที่ HE 562237

เครื่องมือที่ใช้ในการศึกษา

1. แบบสัมภาษณ์เพื่อการเก็บข้อมูลส่วนบุคคลเช่น เพศ อายุ ระยะเวลาทำงาน การปฏิบัติงาน และประสบการณ์ด้านอาการผิดปกติที่เกี่ยวข้องกับพิษของสารเบนซินที่เกิดขึ้นในขณะปฏิบัติงาน หรือหลังจากปฏิบัติงานในรอบ 6 เดือนที่ผ่านมา ซึ่งแบ่งออกเป็นกลุ่มอาการ 5 ระดับคือ (1) ไม่มีประวัติอาการ (2) อาการระดับเล็กน้อย 16 อาการ (3) อาการระดับปานกลาง 13 อาการ (4) อาการระดับรุนแรง 7 อาการ และ (5) อาการระดับรุนแรงมากหรือเจ็บป่วยเรื้อรังคือการเกิดมะเร็ง ซึ่งเป็นแบบสัมภาษณ์ที่ได้พัฒนาและใช้ในการศึกษาที่ผ่านมาแล้ว⁽⁸⁾

2. จัดระดับการสัมผัสสารเบนซิน พิจารณาจากระดับการสัมผัส = ระดับ t,t-MA x ความถี่การสัมผัส ผลการพิจารณาระดับ t,t-MA ซึ่งเป็นสารเมตาโบไลต์ของเบนซินในปัสสาวะที่ใช้เป็นตัวบ่งชี้ทางชีวภาพมาจากการตรวจวัดปริมาณ t,t-MA ในปัสสาวะหลังออกกะของพนักงานสถานีบริการน้ำมันเชื้อเพลิงในเขตอำเภอเมือง จังหวัดขอนแก่น โดยใช้เทคนิค UV-high performance liquid chromatography (HPLC) ที่มีหน่วยการตรวจวัดคือ ไมโครกรัม/กรัมครีเอตินีน (microgram/gram creatinine; $\mu\text{g/g Cr}$) โดยการศึกษาแบ่งออกเป็น 5 ระดับ ดังนี้

ระดับที่ 1 ปริมาณ t,t-MA 0 - 50 $\mu\text{g/g Cr}$

ระดับที่ 2 ปริมาณ t,t-MA 51 - 100 $\mu\text{g/g Cr}$

ระดับที่ 3 ปริมาณ t,t-MA 101 - 250 $\mu\text{g/g Cr}$

ระดับที่ 4 ปริมาณ t,t-MA 251 - 500 $\mu\text{g/g Cr}$

ระดับที่ 5 ปริมาณ t,t-MA > 500 $\mu\text{g/g Cr}$

และความถี่ของการสัมผัสสารเบนซินผ่านระบบทางเดินหายใจที่มาจากการสัมภาษณ์ การสัมผัสสารเบนซินของพนักงานมี 5 ระดับ ดังนี้

ระดับที่ 1 สัมผัสปีละ 1 ครั้ง

ระดับที่ 2 สัมผัสปีละ 2-3 ครั้ง

ระดับที่ 3 สัมผัสเดือนละ 2-3 ครั้ง หรือสัมผัสสัปดาห์ละ 1 ครั้ง

ระดับที่ 4 สัมผัส 2 ชั่วโมง ถึง 4 ชั่วโมง ต่อเนื่องกันใน 1 กะ

ระดับที่ 5 สัมผัสต่อเนื่องตลอดทั้งกะ

ดังนั้นระดับการสัมผัสที่ได้จากสมการ ระดับการสัมผัส = ระดับ t,t-MA x ความถี่การสัมผัส จึงแบ่งออกเป็นระดับการสัมผัส 5 ระดับ ดังนี้

ระดับที่ 1 ไม่ได้สัมผัส ผลคูณมีค่าระหว่าง 1-5

ระดับที่ 2 ระดับน้อย ผลคูณมีค่าระหว่าง 6-8

ระดับที่ 3 ระดับปานกลาง ผลคูณมีค่าระหว่าง 9-15

ระดับที่ 4 ระดับสูง ผลคูณมีค่าระหว่าง 16-20

ระดับที่ 5 ระดับสูงมาก ผลคูณมีค่าระหว่าง 21-25

3. การประเมินความเสี่ยงต่อสุขภาพ ซึ่งพิจารณาจากเมตริกของระดับความรุนแรงจากอาการรายงานในข้อ 1 และระดับการสัมผัสในข้อ 2 ข้างต้นได้เป็นคะแนนและระดับความเสี่ยง 5 ระดับคือ เสี่ยงสูงมาก เสี่ยงสูง เสี่ยงปานกลาง เสี่ยงต่ำ และยอมรับได้ ที่ประยุกต์มาจากเกณฑ์พิจารณาตามประกาศกระทรวงอุตสาหกรรม ฉบับที่ 4439⁽¹⁷⁾ ดังแสดงในตารางที่ 1

การวิเคราะห์ข้อมูล

วิเคราะห์ข้อมูลด้วยโปรแกรมสำเร็จรูป STATA version 10 แสดงค่าร้อยละ ค่าเฉลี่ย ส่วนเบี่ยงเบนมาตรฐาน ค่าสูงสุด ค่าต่ำสุด เพื่ออธิบายข้อมูลส่วนบุคคล การปฏิบัติงาน สำหรับอาการผิดปกติที่เกิดขึ้นในขณะปฏิบัติงาน หรือหลังจากปฏิบัติงานเสร็จสิ้นตามระดับความรุนแรงของอาการ แสดงด้วยค่าจำนวนและร้อยละ ค่า

ตารางที่ 1 เมตริกการประเมินความเสี่ยงต่อสุขภาพโดยใช้ตัวบ่งชี้ทางชีวภาพของการสัมผัสสารเบนซีน

ระดับการสัมผัส	ระดับความรุนแรง					ระดับความเสี่ยง		
	1	2	3	4	5	คะแนน	ผล	ระดับ
5	5	10	15	20	25	21-25	สูงมาก	4
4	4	8	12	16	20	17-20	สูง	3
3	3	6	9	12	15	10-16	ปานกลาง	2
2	2	4	6	8	10	4-9	ต่ำ	1
1	1	2	3	4	5	1-3	ยอมรับได้	0

ปริมาณ t,t-MA ในปัสสาวะแสดงค่าเฉลี่ยและส่วนเบี่ยงเบนมาตรฐาน และคะแนนความเสี่ยงต่อสุขภาพแสดงค่าคะแนนเฉลี่ย ส่วนเบี่ยงเบนมาตรฐาน ค่า 95%CI ในแต่ละระดับ และค่าร้อยละของพนักงานที่ระดับต่าง ๆ

ผลการศึกษา

ข้อมูลทั่วไป

กลุ่มตัวอย่างเป็นพนักงานเพศชาย ร้อยละ 51.02 และเพศหญิง ร้อยละ 48.98 อายุอยู่ในช่วง 31-40 ปีมากที่สุดคือร้อยละ 31.63 และรองลงมามีอายุอยู่ในช่วง 21-30 ปี ร้อยละ 30.61 ระดับการศึกษา คือสูงสุดร้อยละ 32.65 จบการศึกษาระดับประถมศึกษา และร้อยละ 31.63 จบการศึกษาระดับมัธยมต้น ข้อมูลการปฏิบัติงานพบว่าพนักงานทำงานเป็นกะ 6-8 ชั่วโมงต่อวัน และทำงาน 6 วันต่อสัปดาห์ ซึ่งร้อยละ 37.76 มีอายุการทำงานอยู่ในช่วง 1 ถึง 5 ปี และร้อยละ 36.73 มีอายุการทำงาน อยู่ในช่วง 6 เดือน ถึง 1 ปี (ตารางที่ 2)

อาการผิดปกติที่เกิดขึ้นในขณะที่ปฏิบัติงานหรือหลังจากปฏิบัติงาน

พนักงานมีอาการผิดปกติที่เกี่ยวข้องกับพิษของสารเบนซีนร้อยละ 68.37 และไม่พบว่ามีประวัติอาการร้อยละ 31.63 โดยกรณีพิจารณาว่าตอบได้มากกว่า 1 อาการพบมากที่สุดคือกลุ่มอาการระดับเล็กน้อย (ระดับที่ 2 ตามเกณฑ์ความรุนแรง) คือร้อยละ 60.20 รองลงมาเป็นกลุ่มอาการปานกลาง (ระดับที่ 3) คือร้อยละ 40.82 และกลุ่มอาการรุนแรง (ระดับที่ 4) ร้อยละ 10.20 โดยการ

ตารางที่ 2 จำนวนพนักงานจำแนกตามข้อมูลส่วนบุคคลและการปฏิบัติงาน (n=98)

ข้อมูลส่วนบุคคลและการปฏิบัติงาน	จำนวน	ร้อยละ
เพศ		
ชาย	48	48.98
หญิง	50	51.02
อายุ (ปี)		
18 - 20	13	13.27
21 - 30	30	30.61
31 - 40	31	31.63
41 - 50	18	18.37
51 - 60	6	6.12
Mean (S.D.), Min-max	32.80 (10.40), 18-60	
ระยะเวลาการทำงาน		
6 เดือน - 1 ปี	36	36.73
1- 5 ปี	37	37.76
มากกว่า 5 ปี	25	25.51
Mean (S.D.), Min-max	4.30 (5.10), 6-30	
จำนวนวันทำงานต่อสัปดาห์		
5 วัน	1	1.02
6 วัน	67	68.37
7 วัน	30	30.61
ชั่วโมงการทำงานต่อวัน		
6 - 8 ชั่วโมง	82	83.67
9 - 11 ชั่วโมง	16	16.33

ศึกษานี้ไม่พบการเจ็บป่วยเรื้อรังหรือการเป็นมะเร็ง (ระดับที่ 5) สำหรับการประเมินความเสี่ยง อาการที่พนักงานรายงานแต่ละรายจะพิจารณาอาการที่อยู่ในระดับรุนแรงสูงสุดเพื่อจัดระดับความรุนแรงกรณีที่มีอาการมากกว่า 1 อาการ หรือความรุนแรงมากกว่า 1 ระดับ

เมื่อพิจารณาตามรายอาการพบว่า อาการกลุ่มระดับเล็กน้อยที่พบสูงที่สุด 3 อันดับแรก ได้แก่ เวียนศีรษะ (ร้อยละ 30.61) ปวดศีรษะ (ร้อยละ 28.57) และคันที่ผิวหนัง/ผื่นแดง/ตุ่มพุพอง (ร้อยละ 17.35) รองลงมา

เป็นอาการในระดับปานกลาง พบสูงสุด 3 อันดับแรก ได้แก่ แ่นหน้าอก (ร้อยละ 21.43) หายใจไม่อิ่ม/เหนื่อยผิดปกติ และคลื่นไส้อาเจียน พบเท่ากันคือ ร้อยละ 11.22 เป็นตะคริว (ชาตามปลายมือ/เท้า) พบร้อยละ 10.20 และอาการในระดับรุนแรงที่พบมากที่สุด คือมีอาการ หัวใจเต้นเร็ว/ชีพจรเต้นเร็ว (ร้อยละ 8.16) รองลงมาคือ การมีประวัติขีดหรือภาวะขีดหรือมีอาการหมดสติ (ร้อยละ 1.02) (ตารางที่ 3 และตารางที่ 4)

ตารางที่ 3 อาการผิดปกติที่เกิดขึ้นในขณะที่ปฏิบัติงานหรือหลังจากปฏิบัติงาน (พนักงานอาจมีอาการมากกว่า 1 อาการ)

ระดับอาการ	อาการ	จำนวน	ร้อยละ
อาการระดับรุนแรง	มีอาการหัวใจเต้นเร็ว/ชีพจรเต้นเร็ว	8	8.16
	มีประวัติขีดหรือภาวะขีด	1	1.02
	หมดสติ	1	1.02
อาการระดับปานกลาง	แ่นหน้าอก	21	21.43
	หายใจไม่อิ่ม/เหนื่อยผิดปกติ	11	11.22
	คลื่นไส้อาเจียน	11	11.22
	เป็นตะคริว (ชาตามปลายมือ/เท้า)	10	10.20
	ตาพร่ามัว	9	9.18
	อาการคันของร่างกาย เช่น มือคัน	6	6.12
	กล้ามเนื้ออ่อนแรง	4	4.08
	มีนง	2	2.04
	ปวดแสบร้อน/บวม/ ผื่นแดง/ตุ่มพุพอง	2	2.04
	ซีมเศร้า	2	2.04
	สับสน	1	1.02
อาการระดับเล็กน้อย	เวียนศีรษะ	30	30.61
	ปวดศีรษะ	28	28.57
	คันผิวหนัง/ผื่นแดง/ตุ่มพุพอง	17	17.35
	เจ็บคอ/คอแห้ง	16	16.33
	แสบจมูก	15	15.31
	ตาแดง/แสบตา/คันตา	11	11.22
	อ่อนเพลีย	9	9.18
	ไอ/เสียงแหบ	6	6.12
	หายใจไม่สะดวก	5	5.10
	ผิวหนัง แห้ง/แตก/อักเสบ ลอก	5	5.10
	น้ำมูกไหล	3	3.06
	เบื่ออาหาร	3	3.06
	ใจสั่น	1	1.02

หมายเหตุ: พนักงานกลุ่มไม่มีประวัติอาการพบร้อยละ 31.63 และไม่พบรายงานการเกิดมะเร็ง (ระดับรุนแรงมาก)

การสัมผัสสารเบนซีนโดยค่าตัวบ่งชี้ทางชีวภาพของการสัมผัส

ผลการตรวจวัดปริมาณสาร t,t-MA ในปัสสาวะพนักงานสถานีบริการน้ำมันเชื้อเพลิงในเขตอำเภอเมืองขอนแก่น พบว่ามีค่าเฉลี่ยโดยรวมอยู่ที่ 141.31 µg/g Cr โดยค่า 95%CI = 71.54-211.07 µg/g Cr ค่าสูงสุดที่ตรวจพบคือ 1127.84 µg/g Cr ซึ่งมีค่าสูงเกินค่าแนะนำความปลอดภัยขององค์กร American Conference of Governmental Industrial Hygienists (ACGIH) ที่กำหนดไว้ควรมีน้อยกว่า 500 µg/g Cr⁽¹⁸⁾ โดยพบว่ามีพนักงานร้อยละ 12.00 พบปริมาณ t,t-MA สูงเกินค่าแนะนำความปลอดภัยดังกล่าว และค่าต่ำสุดของการศึกษานี้คือการตรวจไม่พบสาร

เมื่อพิจารณาระดับการสัมผัสสารเบนซีนจากการพิจารณาระดับของ t,t-MA ที่กระจายไปตั้งแต่ค่าตรวจไม่พบสารหรือต่ำกว่า 50 µg/g Cr (ระดับที่ 1) ถึง >500 µg/g Cr (ระดับที่ 5) ร่วมกับข้อมูลความถี่การสัมผัสซึ่งพนักงานทุกคนมีความถี่การสัมผัสอยู่ที่ระดับที่ 5 ทุกคน เนื่องจากมีการทำงานกะ 6-8 ชั่วโมงต่อวันหรือมากกว่า ทำให้ผลของระดับการสัมผัสสารเบนซีนของพนักงานกระจายไปทุกระดับตั้งแต่ระดับที่ 1 (ไม่ได้รับการสัมผัส) ถึงระดับที่ 5 (ระดับสูงมาก) ในเมตริกความเสี่ยงต่อสุขภาพ

ความเสี่ยงต่อสุขภาพของพนักงานในสถานีบริการน้ำมันเชื้อเพลิง

ผลประเมินระดับความเสี่ยงต่อสุขภาพของพนักงานสถานีบริการน้ำมันเชื้อเพลิงจะพบกระจายใน 4 ระดับ ได้แก่ ความเสี่ยงสูงกว่าระดับยอมรับได้ (เสี่ยงสูง เสี่ยง

ตารางที่ 4 อาการผิดปกติของพนักงานแสดงโดยจำแนกตามระดับอาการ (พนักงานมีอาการได้มากกว่า 1 อาการ/ระดับ)

ระดับอาการผิดปกติของพนักงาน	จำนวน	ร้อยละ
ไม่มีอาการ	31	31.63
อาการระดับเล็กน้อย	59	60.20
อาการระดับปานกลาง	40	40.82
อาการระดับรุนแรง	10	10.20

ปานกลาง และเสี่ยงต่ำ) และความเสี่ยงระดับยอมรับได้ โดยพบคะแนนสูงสุดที่ 20 คะแนน (ระดับความเสี่ยงสูง) แม้พนักงานส่วนมากมีคะแนนอยู่ที่ระดับความเสี่ยงยอมรับได้ คือร้อยละ 63.27 แต่พบร้อยละ 36.73 ของพนักงานคะแนนตกอยู่ในระดับความเสี่ยงที่สูงกว่าระดับที่ยอมรับได้ ซึ่งคะแนนอยู่ในระดับความเสี่ยงสูง พบร้อยละ 2.04 ระดับเสี่ยงปานกลาง พบร้อยละ 6.12 และระดับต่ำพบร้อยละ 28.57) (ตารางที่ 5)

วิจารณ์

อาการผิดปกติที่เกี่ยวข้องกับพิษของสารเบนซีนของพนักงาน

การศึกษานี้พบอาการผิดปกติของพนักงานสถานีบริการน้ำมันเชื้อเพลิงกลุ่มที่ศึกษาว่าเคยมีอาการ ตั้งแต่กลุ่มอาการระดับเล็กน้อย (ร้อยละ 60.20) เช่น เวียนศีรษะ ปวดศีรษะ คันผิวหนัง/ผื่นแดง/ตุ่มพุพอง มาเป็นอันดับต้นๆ มีกลุ่มอาการระดับปานกลาง (ร้อยละ 40.82) เช่น แน่นหน้าอก หายใจไม่อิ่ม/เหนื่อยผิดปกติ

ตารางที่ 5 ค่าคะแนนความเสี่ยงเฉลี่ยและจำนวนพนักงานจำแนกตามระดับความเสี่ยง

ระดับความเสี่ยง	คะแนนเฉลี่ย	S.D.	(95%CI)	จำนวนพนักงาน	ร้อยละ
ระดับยอมรับได้ (1-3 คะแนน)	2.16	0.11	(1.94-2.37)	62	63.27
เสี่ยงระดับต่ำ (4-9 คะแนน)	6.01	0.39	(5.23-6.84)	28	28.57
เสี่ยงระดับปานกลาง (10-16 คะแนน)	12.60	0.80	(10.60-14.73)	6	6.12
เสี่ยงระดับสูง (17-20 คะแนน)	20.00	0.00	(20.00-20.00)	2	2.04

คลื่นไส้ อาเจียน และยังพบกลุ่มอาการรุนแรง คืออาการ หัวใจเต้นเร็ว/ชีพจรเต้นเร็ว มีประวัติหรือภาวะซีด ซึ่งอาการที่พบในการศึกษานี้เป็นพิษของเบนซินทั้งแบบเฉียบพลันและเรื้อรัง โดยพิษแบบเฉียบพลันส่งผลกระทบต่อระบบทางเดินหายใจ ระบบประสาท ระบบทางเดินอาหาร และระบบผิวหนัง และพิษเรื้อรังจากการได้รับสารเบนซินจะทำให้มีผลต่อระบบเลือด เช่น ภาวะซีด และการเกิดมะเร็งต่อม้ามได้⁽¹⁹⁾ โดยภาวะซีดสอดคล้องกับการพบก่อนหน้านั้นในพนักงานสถานีบริการน้ำมันเชื้อเพลิงในเขตขอนแก่น⁽⁸⁾ และในสถานีบริการเขตปทุมวัน กรุงเทพมหานคร ที่ยืนยันด้วยผลการวิเคราะห์ทางโลหิตวิทยาว่าพนักงานมีภาวะซีดหรือโลหิตจางและมีฮีโมโกลบินผิดปกติแตกต่างจากกลุ่มที่ไม่มีอาการอย่างมีนัยสำคัญทางสถิติ⁽⁹⁾ พิษเรื้อรังของสารเบนซินต่อระบบเลือดและการทำลายไขกระดูกนี้ ทำให้เม็ดเลือดขาวและเกล็ดเลือดต่ำก่อให้เกิดภาวะโลหิตจางแบบ aplastic anemia และ myelodysplastic syndromes ดังการยืนยันในงานวิจัยก่อนหน้านี้อีก⁽²⁰⁾

ระดับการสัมผัสสารเบนซินโดยใช้ค่าชี้วัดทางชีวภาพ

การศึกษานี้ พบร้อยละ 12.00 ของพนักงานมีค่า t,t-MA ในปัสสาวะสูงเกินค่าแนะนำความปลอดภัยของ ACGIH)⁽¹⁸⁾ คือสูงกว่า 500 µg/g Cr ซึ่งสามารถยืนยันการสัมผัสสารเบนซินในระดับที่เสี่ยงต่อการเกิดอันตรายทางสุขภาพได้ นอกจากนี้ยังสามารถยังแสดงให้เห็นว่า t,t-MA ยังเป็นสารเมทาบอลิท์ของสารเบนซินที่สามารถใช้ประเมินการได้รับสัมผัสสารเบนซินในบรรยากาศสถานีบริการน้ำมันเชื้อเพลิงในระดับความเข้มข้นที่ต่ำกว่า 0.1 ppm ตามที่รายงานการตรวจพบก่อนหน้านี้อีกจากการศึกษาในพื้นที่ศึกษาเดียวกัน⁽⁵⁾ โดยการได้รับสัมผัสสารเบนซินปริมาณความเข้มข้นต่ำนี้ในระยะยาวอาจส่งผลกระทบต่อสุขภาพ แบบพิษเรื้อรัง เช่น ภาวะซีด โลหิตจางและการเกิดมะเร็งได้⁽⁷⁻⁹⁾ อย่างไรก็ตาม เนื่องจากการศึกษานี้ไม่ได้ควบคุมปัจจัยด้านการดื่มแอลกอฮอล์ของพนักงาน

ซึ่งเป็นสารสำคัญที่ยับยั้งเอนไซม์ในปฏิกิริยาการเกิด t,t-MA ที่มีผลต่อปริมาณการขับออกสาร t,t-MA ในปัสสาวะของพนักงานลดลง⁽¹⁰⁾ จึงพบได้ว่าค่าเฉลี่ย t,t-MA (141.31 µg/g Cr) ในปัสสาวะของพนักงานในการศึกษานี้ไม่สูงเกินค่าแนะนำ จึงต้องมีการควบคุมปัจจัยนี้ในการศึกษาครั้งต่อไปด้วย และเนื่องจากข้อจำกัดของการศึกษานี้ที่ไม่ได้วัดปริมาณสารเบนซินในเลือด ซึ่งเป็นตัวชี้วัดทางชีวภาพที่ยืนยันการสัมผัสสารเบนซินเข้าสู่ร่างกายได้ดีที่สุด⁽¹⁹⁾ ดังนั้น การศึกษาครั้งต่อไปอาจพิจารณาประกอบด้วยได้เพื่อยืนยัน

ความเสี่ยงต่อสุขภาพจากการสัมผัสเบนซิน

ผลการประเมินความเสี่ยงต่อสุขภาพโดยใช้เมตริกความเสี่ยงที่คำนึงถึงการสัมผัสสารเบนซินโดยค่าชี้วัดทางชีวภาพที่ประยุกต์เกณฑ์ระดับการสัมผัสสารเคมีอันตรายมาจาก ประกาศกระทรวงอุตสาหกรรม⁽¹⁷⁾ ผลการประเมินความเสี่ยงตามหลักเกณฑ์นี้ชี้ว่ามีพนักงานที่มีความเสี่ยงอยู่ในระดับที่สูงกว่าระดับที่ยอมรับได้ถึงร้อยละ 36.7 และเป็นไปในทิศทางเดียวกับการศึกษาที่ผ่านมาที่ใช้เมตริกความเสี่ยงต่อสุขภาพจากการพิจารณาการสัมผัสสารเบนซินจากระดับความเข้มข้นของสารเบนซินในบรรยากาศของสถานีบริการน้ำมันเชื้อเพลิง⁽¹³⁾ และพบแนวโน้มว่าเมตริกความเสี่ยงโดยใช้ค่าชี้วัดทางชีวภาพของการสัมผัสในการศึกษานี้สามารถให้ค่าความเสี่ยงได้ในระดับสูงสุดถึงความเสี่ยงในระดับสูง ซึ่งชี้แนะแนวทางให้มีการวางแผนควบคุมการจัดการความเสี่ยงโดยทันทีด้วยการวางแผนลดความเสี่ยง โดยลดการสัมผัสและการเฝ้าระวังผลกระทบทางสุขภาพจากการสัมผัส จึงเป็นเมตริกความเสี่ยงต่อสุขภาพที่สามารถประยุกต์ใช้ได้ต่อไปได้ควบคู่กับเมตริกความเสี่ยงตามประกาศกระทรวงอุตสาหกรรม⁽¹⁷⁾ และสามารถพิจารณาตัวชี้วัดทางชีวภาพของการสัมผัสสารเบนซินโดยการวัดปริมาณสารเบนซินในเลือดมาใช้ในเมตริกความเสี่ยงนี้ในการศึกษาครั้งต่อไป กรณีที่สามารถเก็บตัวอย่างเลือดของพนักงานได้

สรุปและข้อเสนอแนะ

ผลการประเมินความเสี่ยงต่อสุขภาพของพนักงานในสถานีบริการน้ำมันเชื้อเพลิงในเขตอำเภอเมือง จังหวัดขอนแก่น พบว่าพนักงานกว่าร้อยละ 36.00 มีความเสี่ยงต่อสุขภาพในระดับที่ต้องดำเนินการควบคุมป้องกันด้านผลกระทบต่อสุขภาพจากการสัมผัสสารเบนซีน จึงเสนอแนะให้สถานีบริการน้ำมันเชื้อเพลิงตระหนักถึงการเฝ้าระวังสุขภาพของพนักงานกลุ่มนี้ ด้วยการตรวจวัดสารเบนซีนในบรรยากาศการทำงานและการตรวจวัดตัวบ่งชี้ทางชีวภาพหรือกรดมิวโคนิคในพนักงานทุกปี รวมทั้งให้ความรู้ด้านการป้องกันอันตรายจากการสัมผัสสารเบนซีน สถานีบริการควรจัดอุปกรณ์ป้องกันการสัมผัสไอระเหยน้ำมันผ่านทางหายใจชนิด P95 ให้แก่พนักงานต่อไป

กิตติกรรมประกาศ

การศึกษานี้ได้รับทุนสนับสนุนการวิจัยจากกองทุนวิจัย มหาวิทยาลัยขอนแก่น ขอขอบคุณนางสาวรัชชินี นันทนุช และนางสาวฉัตรสุดา พิมพาแสง ที่ช่วยดำเนินการเก็บข้อมูลบางส่วนในพื้นที่ และขอขอบคุณพนักงานสถานีบริการน้ำมันเชื้อเพลิงและเจ้าของสถานประกอบการเขตอำเภอเมือง จังหวัดขอนแก่น ที่ให้ความร่วมมือในการวิจัยครั้งนี้

เอกสารอ้างอิง

1. กรมธุรกิจพลังงาน กระทรวงพลังงาน. สถิติกรมธุรกิจพลังงาน ข้อมูลสถานีบริการน้ำมัน [Internet]. 2559 [สืบค้นเมื่อ 23 ส.ค. 2559]. แหล่งข้อมูล: <http://www.doeb.go.th/law/03.pdf>.
2. Laowagul W, Yoshizumi K. Behavior of benzene and 1, 3-butadiene concentrations in the urban atmosphere of Tokyo, Japan. Atmos Environ 2009;43:2052-9.
3. World Health organization. World Cancer Report 2008 [Internet]. 2008 [cited 2014 Jan 30]. Available from: <http://www.iarc.fr/en/publications/pdfs-online/wcr/2008/>
4. สำนักกระบาดวิทยา กระทรวงสาธารณสุข. รายงานพิษจากสารตัวทำละลายอินทรีย์ พ.ศ. 2546- 2555 [Internet]. 2557

- [สืบค้นเมื่อ 30 ม.ค. 2557]. แหล่งข้อมูล: http://www.boe.moph.go.th/Annual/Total_Annual.html.
5. Chaiklieng S, Pimpasaeng C, Suggaravetsiri P. Assessment of benzene exposures in the working environment at gasoline stations. EnvironmentAsia 2015;8:56-62.
6. NIOSH Pocket Guide to chemical hazards [Internet]. 2012. [cited 2013 Mar 14]. Available from: <http://www.cdc.gov/niosh/npg/npgd0049.html/>
7. สุนิสา ชายเกลี้ยง, สายชล แปรงกระโทก. การประเมินความเสี่ยงต่อการสัมผัสสารเบนซีนผ่านทางหายใจในสถานีบริการน้ำมันเชื้อเพลิง. วารสารพิษวิทยาไทย 2558;30:48-60.
8. สุนิสา ชายเกลี้ยง, รัชณี นันทนุช. ปัจจัยที่มีความสัมพันธ์กับอาการ ไม่พึงประสงค์จากสารเบนซีนของพนักงานสถานีบริการน้ำมันเชื้อเพลิง. ศรีนครินทร์เวชสาร 2558;30:458-66.
9. ธนสร ต้นตองमार, อนุสรณ์ รังสีโยธิน, บุญเทียม เทพพิทักษ์ศักดิ์. การเฝ้าคุมทางชีวภาพของพนักงานกลุ่มเสี่ยงที่รับสัมผัสสารอินทรีย์ระเหยง่ายในสถานีบริการน้ำมันเชื้อเพลิง. วารสารการส่งเสริมสุขภาพและอนามัยสิ่งแวดล้อม 2548; 28:2-8.
10. Martins I, de Siqueira MEPB. Trans, trans-muconic acid in urine samples collected in three periods from benzene handling workers in a Brazilian refinery. Brazil J Pharm Sci 2004;40:198-202.
11. Boogaard PJ, van Sittert NJ. Suitability of S-phenyl mercapturic acid and trans-trans-muconic acid as biomarkers for exposure to low concentrations of benzene. Environ Health Perspect 1996;104:1151-7.
12. Wiwanitkit V, Suwansaksri J, Nasuan P. Urine trans, trans-muconic acid as a biomarker for benzene exposure in gas station attendants in Bangkok, Thailand. Ann Clin & Lab Sci 2001;31:399-401.
13. Chaiklieng S, Pimpasaeng C, Thapphasaraphong S. Benzene exposure at gasoline stations - health risk assessment. Hum Ecol Risk Assess 2015;21:2213-22.
14. สำนักงานพลังงานจังหวัดขอนแก่น. ปริมาณการใช้พลังงานปิโตรเลียมในจังหวัดขอนแก่น [Internet]. 2558 [สืบค้นเมื่อ 12 มิ.ย. 2558]. แหล่งข้อมูล: <http://www.khonkaen.energy.go.th/สถานประกอบการ2558>

15. อรุณ จีรววัฒน์กุล, มาลินี เหล่าไพบูลย์, จิราพร เขียวอยู่, ยุพา ถาวรพิทักษ์, จารุวรรณ โชคคณาพิทักษ์, บัณฑิตถิ่น คำรพ และคณะ. ชีวสถิติ. ขอนแก่น: มหาวิทยาลัยขอนแก่น; 2550.
16. วาสนา คณะวาปี. การสืบสวนความเสี่ยงของสารอินทรีย์ระเหยทั้งหมดจากสถานีบริการน้ำมันเชื้อเพลิงในเขตกรุงเทพมหานคร [วิทยานิพนธ์ปริญญาวิทยาศาสตรมหาบัณฑิต สาขาสุขภาพสิ่งแวดล้อม]. นครปฐม: มหาวิทยาลัยมหิดล; 2552.
17. พระราชบัญญัติมาตรฐานผลิตภัณฑ์อุตสาหกรรม พ.ศ. 2511. ประกาศกระทรวงอุตสาหกรรม ฉบับที่ 4439 พ.ศ. 2555 เรื่องกำหนดมาตรฐานผลิตภัณฑ์อุตสาหกรรม การประเมินความเสี่ยงด้านสารเคมีต่อสุขภาพผู้ปฏิบัติงานในโรงงานอุตสาหกรรม, ราชกิจจานุเบกษา เล่มที่ 129, ตอนพิเศษที่ 146ง (ลงวันที่ 21 กันยายน พ.ศ. 2555).
18. American Conference of Governmental Industrial Hygienists (ACGIH). TLVs and BEIs. 7th ed. Cincinnati (OH): ACGIH Worldwide; 2014.
19. สุนิสา ชายเกลี้ยง. พืชวิทยาสาธารณสุข. ขอนแก่น: โรงพิมพ์มหาวิทยาลัยขอนแก่น; 2557.
20. Morales-Terres IM, Doval-Minarro M, Gonzalez-Ferradas E, Baeza-Caracena A, Barbera-Rico J. Assessing the impact of petrol stations on their immediate surroundings. *J Environ Manage* 2010;9:2754-62.

Abstract: Health Risk Assessment via Biomarker of Benzene Exposure in Gasoline Station Workers

Sunisa Chaiklieng, Dr.biol.hum. (Biomedical Science); Pornnapa Suggaravetsiri, Ph.D. (Epidemiology)**; Sasithorn Tangsawad, M.D. Dip.(Pediatrics)**; Vichai Pruktharathikul, M.Sc. (Industrial Hygiene and Safety)*

* Department of Environmental and Occupational Health, and Safety, Faculty of Public Health, Khon Kaen University, Khon Kaen; ** Department of Epidemiology and Biostatistics, Faculty of Public Health, Khon Kaen University, Khon Kaen; *** Disease Prevention and Control Office 7 Khon Kaen Province
Journal of Health Science 2017;26:272-80.

This study aimed to investigate the potential health risk via biomarker on benzene exposure of workers at gasoline stations. Data were collected by interviewing 98 gasoline station workers in Muang District, Khon Kaen Province, with the questionnaire on experiencing symptoms related to benzene toxicity. Spot urine was collected from each worker at the end of shift-work for determination of t, t-muonic acid (t,t-MA) as biomarker of benzene exposure. Health risk was calculated with health risk matrix considering benzene exposure via t,t-MA level and adverse symptoms related to benzene toxicity. The results showed that 68.40% of workers had experience of adverse symptoms related to benzene toxicity which were presented mostly at mild symptoms (60.20%), followed by the moderate severity (40.82%). Urinary t,t-MA was found at average of 141.31±245.47 microgram/gram creatinine ($\mu\text{g/g}$ creatinine) and 12.00% of workers had t,t-MA higher than the recommended limit value ($>500 \mu\text{g/g}$ creatinine). The health risk assessment matrix indicated that 36.70% had health risk higher than the acceptable risk levels that 2.04%, 6.12% and 28.57% were at high, medium and low risk, respectively. These findings suggest for the risk control by using the health surveillance program with annual monitoring for biomarker and air benzene concentration. In addition, training on work safety is necessary for self-protection of workers on benzene exposure.

Key words: health risk assessment, benzene, adverse symptoms, t, t-muonic acid