

นิพนธ์ต้นฉบับ

การสัมผัสโทลูอีน อาการแสดง และความเสี่ยงต่อสุขภาพของพนักงานในสถานะแวดล้อมที่เป็นสถานีบริการน้ำมันเชื้อเพลิงหรือในมลภาวะที่ใกล้เคียงกัน :
การทบทวนงานวิจัยอย่างมีระบบ

พุกษา โชตนะ⁽¹⁾, สุนิสา ชายเกลี้ยง^{(2)*}

วันที่ได้รับต้นฉบับ: 17 มีนาคม 2563

วันที่ตอบรับการตีพิมพ์: 20 มิถุนายน 2563

บทคัดย่อ

* ผู้รับผิดชอบบทความ

- (1) นักศึกษาหลักสูตรวิทยาศาสตร์มหาบัณฑิต สาขาวิชาอาชีวอนามัยและความปลอดภัย คณะสาธารณสุขศาสตร์ มหาวิทยาลัยขอนแก่น
(2) สาขาวิชาอนามัยสิ่งแวดล้อม อาชีวอนามัยและความปลอดภัย คณะสาธารณสุขศาสตร์ มหาวิทยาลัยขอนแก่น

โทลูอีน เป็นซึ่งสารทำลายที่พบได้ในอุตสาหกรรมและในมลพิษในบรรยากาศ ผ่านไอควัน ก๊าซต่างๆ หลายชนิดจากท่อไอเสีย ไอร์ระเหยน้ำมันเชื้อเพลิง ความเสี่ยงต่อการสัมผัสผ่านหายใจเอาอากาศที่ปนเปื้อนอาจเกิดขึ้นในกลุ่มทำงานนอกอาคารหรือการจราจร วัตถุประสงค์ของการศึกษานี้เพื่อทบทวนงานวิจัยเกี่ยวกับการสัมผัสโทลูอีน อาการแสดงผลกระทบต่อสุขภาพ และการประเมินความเสี่ยงในภาวะแวดล้อมที่เป็นสถานีบริการน้ำมันเชื้อเพลิงหรือสัมผัสกับมลภาวะที่ใกล้เคียงกันในประเทศไทยตั้งแต่ปี พ.ศ.2542-2562 โดยการสืบค้นจากฐานข้อมูลอิเล็กทรอนิกส์ได้แก่ Science direct และ Google scholar โดยมีงานวิจัยที่ผ่านเกณฑ์คัดเข้าจำนวน 11 เรื่อง พบว่าโทลูอีนมีความเข้มข้นในบรรยากาศการทำงานอยู่ในช่วง (ค่าต่ำสุด-สูงสุด) 0.87-1,099.14 ppb ซึ่งไม่เกินมาตรฐานความปลอดภัยที่กำหนดคือไม่เกิน 20,000 ppb ผลการประเมินระดับกรดฮิปปูริก (Hippuric acid) ซึ่งเป็นค่าดัชนีทางชีวภาพเพื่อชี้วัดการสัมผัสสารโทลูอีนในปัสสาวะพบความเข้มข้นอยู่ในช่วง (ค่าต่ำสุด-สูงสุด) 10-10,889.47 mg/g Creatinine (Cr) โดยพบว่ามีความเกินมาตรฐานแนะนำ (>1,600 mg/g Cr) ในกลุ่มของพนักงานสถานีบริการน้ำมันเชื้อเพลิง ซึ่งเป็นพนักงานคิดเงินและพนักงานเติมน้ำมัน นอกจากนี้อาการแสดงจากงานวิจัยที่ผ่านมาการสัมผัสโทลูอีน พบอาการ ปวดศีรษะ เหนื่อยล้า ระคายเคืองต่อจมูก ระคายเคืองผิวหนัง ระคายเคืองคอ ไอ และผลการประเมินความเสี่ยงต่อสุขภาพพบว่า มีค่าดัชนีความปลอดภัย (Hazard Quotient, HQ) อยู่ในช่วง 0.001-0.01 ซึ่งอยู่ในระดับที่ยอมรับได้ แม้ว่าการศึกษาที่ผ่านมาพบโทลูอีนในอากาศที่ความเข้มข้นต่ำกว่ามาตรฐานกำหนดที่อาจสัมผัสได้ผ่านทางหายใจ แต่พบว่ามีสารบ่งชี้ทางชีวภาพของการสัมผัสสารโทลูอีนนี้พบในพนักงานสถานีบริการน้ำมันเชื้อเพลิงสูงกว่าคำแนะนำ จึงควรมีการเฝ้าระวังการสัมผัสโทลูอีนผ่านเส้นทางการสัมผัสอื่นร่วมด้วย เช่น การสัมผัสผ่านทางผิวหนัง เพื่อทำการศึกษาต่อไปด้านการประเมินความเสี่ยงต่อสุขภาพจากการสัมผัสสารโทลูอีนทางอาชีวอนามัยและความปลอดภัยในการทำงาน

คำสำคัญ: การสัมผัสโทลูอีน, ความเสี่ยงต่อสุขภาพ, พนักงาน, สถานีบริการน้ำมันเชื้อเพลิง, การทบทวนงานวิจัยอย่างมีระบบ

Original Article

**Toluene Exposure, Adverse Health Effect and Health Risk Assessment of
Workers at Gasoline Stations or Similar Pollution Exposures:
A Systematic Research Review***Phrueksa Chotana⁽¹⁾, Sunisa Chaiklieng^{(2)*}*

Received Date: March 17, 2020

Accepted Date: June 20, 2020

Abstract

Toluene is a solvent found in industry and in air pollution. It can be exposed through inhalation of various types of gas fumes coming out the exhaust air, fuel vapors and the risk of exposure may occur in outdoor workers or traffic. The objective of this study was to review the research of air toluene exposure, adverse health effects, and risk assessment among workers at gasoline station environments or similar exposure domestically in Thailand since 1999–2019. The searching was done from an electronic database i.e. Science direct and Google Scholar. There were 11 studies selected with inclusion criteria studies. There was concluded air toluene concentration (min-max) range 0.87-1,099.14 ppb which were not over the safety standard (<20,000 ppb). The previous studies had detected urinary Hippuric acid, the biological marker of exposure to toluene in the range (min-max) of 10-10,889.47 mg/g Creatinine (Cr). The values exceeding the recommended safety value (>1,600 mg /g Cr) were found in fuel service station employees who were cashiers and refueling workers. In addition, the symptoms shown in the previous research of toluene toxicity were headaches, fatigue, nose irritation, skin irritation, throat irritation, and cough. Health risk assessment showed that the Hazard Quotient (HQ) was in the range 0.001-0.01, which was an acceptable level. Although previous studies have found toluene in the air at concentrations below the standard, but there were findings of biological marker of toluene exposure in gasoline station workers. Therefore, toluene exposure should be surveillance with other routes of exposure such as skin contact for studying a health risk assessment for occupational health and safety administration.

Keywords: *Toluene Exposure, Adverse Health Effect, Health Risk Assessment, Workers, Gasoline Stations, Similar Pollution Exposures, Systematic Research Review*

*** Corresponding author**

(1) Master of Science Student in
Occupational Health and Safety,
Faculty of Public Health,
Khon Kaen University

(2) Department of Environmental Health,
Occupational Health and Safety,
Faculty of Public Health,
Khon Kaen University

บทนำ

โทลูอิน เป็นของเหลว ไม่มีสี ไร้รส เป็นไอและติดไฟได้ง่ายที่ความดันอากาศและอุณหภูมิปกติ เป็นซึ่งสารทำลายที่ใช้กันมากในอุตสาหกรรมสี กาว เรซิน ทินเนอร์ และสารทำความสะอาด สารโทลูอินเป็นสารตั้งต้นในการสังเคราะห์สารเคมีอื่น (กองโรคจากการประกอบอาชีพและสิ่งแวดล้อม, 2557) นอกจากนี้จะพบได้ในอุตสาหกรรมแล้วโทลูอินก็ยังสามารถพบได้ในมลพิษในบรรยากาศ ซึ่งเกิดจากยานพาหนะบนท้องถนนที่มีการปล่อยสารพิษ ไอควัน ก๊าซต่างๆ หลายชนิดออกมาทางท่อไอเสีย (สุนิสสา ชายเกลี้ยง, 2557)

สถานบริการน้ำมันเชื้อเพลิงเป็นที่ให้บริการน้ำมันเชื้อเพลิงแก่ยานพาหนะ พนักงานสถานบริการน้ำมันเชื้อเพลิงจึงมีโอกาสสัมผัสกับโทลูอินซึ่งอยู่ในไอควัน หรือมลพิษ ที่ปล่อยออกมาจากยานพาหนะต่างๆ รวมถึงพนักงานที่มีการสัมผัสกับสถานะแวดล้อมที่ใกล้เคียงกัน เช่น พบการสัมผัสสารโทลูอินใน พนักงานเก็บค่าผ่านทางพิเศษ (ศศิธร เรื่องตระ, กุลทรศณีย์ พุกกาสิทธิ์, & เตชะ หมอกลิ่นน้อย, 2556) และตำรวจจราจร (มาริสสา กองสมบัติสุข, ศรีรัตน์ ล้อมพงศ์, & อรรพรรณ แก้วบุญชู, 2556) เป็นต้น การประเมินการสัมผัส โทลูอินสามารถประเมินได้จากการตรวจวัดในบรรยากาศ (NIOSH, 2019) และการตรวจวัดตัวบ่งชี้ทางชีวภาพโดยการตรวจหาฮิปพูริก (Hippuric acid) ในปัสสาวะ (สุนิสสา ชายเกลี้ยง, 2557)

สารโทลูอินเป็นสารเคมีที่มีอันตรายต่อสุขภาพสูง (ATSDR, 2015) เมื่อได้รับสารโทลูอินเข้าสู่ร่างกายไม่ว่าจะเป็นทางการหายใจ ทางผิวหนัง และทางเดินอาหาร จะส่งผลกระทบต่อสุขภาพของผู้ที่ได้รับทั้งสิ้น โดยอาการพิษแบบเฉียบพลันจากการสัมผัสสารโทลูอิน คือ เวียนศีรษะ คลื่นไส้ มึนงง สับสน และหมดสติ หากสัมผัสเป็นระยะเวลานานและมีการสะสมของสารโทลูอินจะมีอาการแบบเรื้อรังทำให้เกิดอาการอารมณ์เปลี่ยนแปลงง่าย ควบคุมอารมณ์ไม่ได้ กระวนกระวาย นอนไม่หลับ และมีอาการอ่อนเพลีย เป็นต้น (กองโรคจากการประกอบอาชีพและสิ่งแวดล้อม, 2557) ซึ่งการได้รับสารเป็นระยะเวลาก็อาจส่งผลกระทบต่อสุขภาพในอนาคตได้ จึงสามารถอาศัยหลักการประเมินความเสี่ยงต่อสุขภาพโดยการประเมินค่าดัชนีอันตรายต่อสุขภาพ (Hazard Quotient; HQ) ตามหลักการขององค์การพิทักษ์

สิ่งแวดล้อมสหรัฐอเมริกา (สุนิสสา ชายเกลี้ยง, 2557, US EPA, 2019) เพื่อประเมินว่าสารโทลูอินที่ได้รับนั้นมีปริมาณที่ส่งผลกระทบต่อสุขภาพจากการสัมผัสสารในระยะยาวหรือไม่

ดังนั้นการทบทวนงานวิจัยในช่วงที่ผ่านมาด้านการศึกษาที่เกี่ยวข้องของการสัมผัสโทลูอิน อาการแสดง กระทั่งต่อสุขภาพ และการประเมินความเสี่ยงเชิงปริมาณต่อการสัมผัสสารในสถานะแวดล้อมที่เป็นสถานบริการน้ำมันเชื้อเพลิงหรือสัมผัสกับมลภาวะที่ใกล้เคียงกัน จึงมีความจำเป็นเพื่อนำมาสู่การศึกษาเชิงลึกต่อไปในสถานบริการน้ำมันเชื้อเพลิงประเทศไทย เป็นประโยชน์ต่อการป้องกันของพนักงานและผู้มาใช้บริการได้

วัตถุประสงค์การวิจัย

เพื่อการทบทวนงานวิจัยอย่างเป็นระบบเกี่ยวกับการสัมผัสโทลูอิน อาการแสดง และการประเมินความเสี่ยงในภาวะแวดล้อมที่เป็นสถานบริการน้ำมันเชื้อเพลิงหรือสัมผัสกับมลภาวะที่ใกล้เคียงกัน

วิธีดำเนินการวิจัย

ทำการสืบค้นการศึกษาที่เกี่ยวข้องกับการสัมผัสโทลูอิน อาการแสดง และการประเมินความเสี่ยงในภาวะแวดล้อมที่เป็นสถานบริการน้ำมันเชื้อเพลิงหรือสัมผัสกับมลภาวะที่ใกล้เคียงกันทั้งในประเทศ และต่างประเทศ ตั้งแต่ปี พ.ศ. 2542-2562 ได้ผลลัพธ์งานวิจัยทั้งหมด

48 เรื่อง หลังจากทำการคัดเลือกงานวิจัยที่ผ่านเกณฑ์คัดเข้า ทั้งหมด 11 เรื่อง โดยการสืบค้นครั้งนี้จากฐานข้อมูลอิเล็กทรอนิกส์ได้แก่ การสืบค้นจากอินเทอร์เน็ตโดยแหล่งสืบค้นข้อมูลคือ Science direct และ Google scholar และใช้คำสำคัญในการทบทวนวรรณกรรมอย่างเป็นระบบ ดังภาพที่ 1

คำสำคัญภาษาไทย คือ “โทลูอิน” OR “ฮิปพูริก” AND “พนักงาน” AND “สถานบริการน้ำมัน” OR “ควัน” OR “รถ” OR “ทางด่วน” AND “สุขภาพ” OR “อาการ” OR “ความเสี่ยง” AND “การหายใจ” AND “บรรยากาศ” และคำสำคัญภาษาอังกฤษ คือ toluene OR BTEX OR “Hippuric acid” AND work* OR worker* OR occupant* OR employ* AND car OR exhaust OR automob* OR automot* OR parking OR gas AND health OR exposure OR effect* AND inhalation AND ambient

● เกณฑ์การคัดเลือกงานวิจัยเข้า

1. งานวิจัยที่ศึกษาพนักงานที่ทำงานในสภาพแวดล้อมที่มีโอกาสสัมผัสกับโทลูอินจากควัน หรือไอเสียรถยนต์เป็นประจำซึ่งรวมถึงสถานีบริการน้ำมันเชื้อเพลิงลานจอดรถ หรือสถานีเก็บค่าผ่านทางพิเศษ
2. งานวิจัยที่ศึกษาพนักงานที่มีการสัมผัสกับโทลูอินในไอเสียรถยนต์
3. งานวิจัยที่ศึกษาพนักงานที่มีผลกระทบต่อสุขภาพจากการสัมผัสกับโทลูอินในไอเสียรถยนต์
4. งานวิจัยที่ศึกษาในประเทศไทย ทั้งที่ได้ตีพิมพ์เผยแพร่และไม่ได้ตีพิมพ์เผยแพร่ และเป็นรายงานการวิจัยตั้งแต่ปี พ.ศ. 2542-2562

ผลการวิจัย

● การประเมินการสัมผัสกับโทลูอิน (บรรยากาศ)

การตรวจวัดความเข้มข้นในบรรยากาศในกลุ่มของพนักงานที่ทำงานในสถานีบริการน้ำมันเชื้อเพลิง ความเข้มข้นของโทลูอินอยู่ในช่วง 30.45-4, 142.1 $\mu\text{g}/\text{m}^3$ หรือ 8.08-1,099.14 ppb คิดเป็น 0.04-5.50% ของมาตรฐาน คือ 20 ppm (20,000ppb) พนักงานที่ทำงานในมลภาวะที่ใกล้เคียงกัน อยู่ในช่วง 3.28-805.07 $\mu\text{g}/\text{m}^3$ หรือ 0.87-213.63 ppb คิดเป็น 0.004-1.07% ดังตารางที่ 1

● การประเมินการสัมผัสกับโทลูอินโดยใช้ค่า Hippuric acid ในปัสสาวะ

การตรวจวัดสาร Hippuric acid ในปัสสาวะ ในกลุ่มของพนักงานที่ทำงานในสถานีบริการน้ำมันเชื้อเพลิง ตรวจพบ Hippuric acid อยู่ในช่วง 10-10,889.47 mg/g Cr พนักงานที่ทำงานในมลภาวะที่ใกล้เคียงกันพบ Hippuric acid อยู่ในช่วง 20.6-510 mg/g Cr โดยมีการศึกษาในพนักงานสถานีบริการน้ำมันเชื้อเพลิงจังหวัดขอนแก่น เพียงหนึ่งบทความวิจัยซึ่งเป็นพนักงานคิดเงินและพนักงานเติมน้ำมัน มีค่า Hippuric acid เกินมาตรฐานแนะนำของ BEI (ACGIH) คือ 1,600 mg/g Cr เป็น 6.8 เท่าของค่ามาตรฐาน (% ค่ามาตรฐาน 1600 mg/g Cr) ที่พบในพนักงานจำนวน 3.13% ของกลุ่มที่ศึกษา คือกลุ่ม พนักงานคิดเงิน รองลงมาคือพนักงานเติมน้ำมัน ดังตารางที่ 2

● อาการแสดงจากการสัมผัสโทลูอิน

จากการทบทวนรายงานวิจัย 4 เรื่อง ซึ่งเป็น

พนักงานสถานีบริการน้ำมันเชื้อเพลิง 2 เรื่อง อาการที่พบสูงสุดของพนักงานกลุ่มนี้คือ การระคายเคืองผิวหนังปวดศีรษะ ตามมาด้วยระคายเคืองคอ และมีการศึกษาในไทยพบเกี่ยวกับทางเดินหายใจ ระคายเคืองคอ และไอ เป็นโรคต่อมทอนซิลอักเสบ/ไซนัสอักเสบเฉียบพลัน มีการได้ยินเสื่อมได้รับการบาดเจ็บที่หู โลหิตจาง ดังตารางที่ 3

● การประเมินความเสี่ยงต่อสุขภาพ

การประเมินความเสี่ยงต่อสุขภาพพบว่า พนักงานสถานีบริการน้ำมันเชื้อเพลิง มีค่า HQ อยู่ในช่วง 0.00576-0.034 และกลุ่มพนักงานที่ทำงานในมลภาวะที่ใกล้เคียงกัน มีค่า HQ อยู่ในช่วง 0.000957-0.010 ซึ่งอยู่ในระดับเสี่ยงที่ยอมรับได้ทั้งหมด ($\text{HQ} \leq 1$) ดังตารางที่ 4

บทสรุปและอภิปรายผล

การศึกษารั้งนี้เป็นการทบทวนงานวิจัยเกี่ยวกับการสัมผัสโทลูอินโดยการหายใจ อาการแสดง และการประเมินความเสี่ยงในภาวะแวดล้อมที่เป็นสถานีบริการน้ำมันเชื้อเพลิงหรือสัมผัสกับมลภาวะที่ใกล้เคียง ผลจากการงานวิจัยในช่วง ด้านโทลูอินพบว่า

การประเมินการสัมผัสสารโทลูอินสามารถประเมินได้จากการตรวจวัดความเข้มข้นในบรรยากาศ และการตรวจวัดหาตัวบ่งชี้ทางชีวภาพจาก Hippuric acid ในปัสสาวะ โดยการตรวจวัดความเข้มข้นในบรรยากาศในกลุ่มของพนักงานที่ทำงานในสถานีบริการน้ำมันเชื้อเพลิงความเข้มข้นของโทลูอินพบค่าไม่เกินมาตรฐาน 8 ชั่วโมงทำงาน โดยกำหนดใช้ค่า ACGIH (American Conference of Governmental Industrial Hygienists) คือ 20,000 ppb หรือ 20 ppm เนื่องจากพนักงานมีโอกาสสัมผัสสารโทลูอินได้อันเนื่องมาจากการทำงาน ทั้งจากส่วนผสมในน้ำมันเชื้อเพลิงกลุ่มแก๊สโซลีนและการทำงานในสภาพแวดล้อมที่เป็นมลพิษจากไอเสียรถยนต์ ซึ่งพบค่าสูงสุดที่ 5.5% ของค่ามาตรฐาน โดยพบมากที่สุดในกลุ่มของพนักงานสถานีบริการน้ำมันเชื้อเพลิง ซึ่งการศึกษาที่ผ่านมาพบมากกว่าในกลุ่มพนักงานกลุ่มอื่นที่สัมผัสกับมลพิษทั่วไปเนื่องจากลักษณะการปฏิบัติงานของพนักงานในสภาพแวดล้อมที่มีโอกาสสัมผัสไอระเหยน้ำมันเชื้อเพลิงโดยตรงขณะเติมน้ำมัน และสัมผัสอากาศที่มีไอเสียมลพิษปนเปื้อน รวมทั้งอยู่ในบริเวณที่ระบายอากาศไม่ดี เช่น บู้ทของพนักงานเก็บเงินในสถานีบริการน้ำมันเชื้อเพลิง รองลงมาเป็นอาชีพพนักงานเก็บกวาด

ขณะในเขตกรุงเทพมหานครซึ่งเป็นอาชีพที่ต้องสัมผัสกับมลพิษและไอเสียเช่นกัน ดังนั้นผลการศึกษาค่าความเข้มข้นนี้ สอดคล้องกับการศึกษาในต่างประเทศของสถานบริการน้ำมันเชื้อเพลิงที่เป็นทางการ พบโทลูอิน 54.93 ppb (ช่วง 22.56-1,026.40 ppb) สถานีบริการที่ไม่เป็นทางการ พบ 384.50 ppb (ช่วง 150.72-918.13 ppb) ซึ่งไม่เกิน 10% ของค่ามาตรฐาน (Tohona et al., 2015) เนื่องจากการศึกษาเหล่านั้นจะเป็นบรรยากาศการทำงาน แม้เป็นนอกอาคารแต่จัดเป็นสภาพแวดล้อมการทำงานที่มีพนักงานทำงานประจำ 8 ชั่วโมง หรือมากกว่าและมีแหล่งกำเนิดมลพิษหรือการปลดปล่อยสารเคมีอันตรายออกมาได้ในสภาพแวดล้อมนั้น จึงสามารถเทียบมาตรฐานบรรยากาศการทำงานของ ACGIH นี้ได้ อย่างไรก็ตามมาตรฐานก็ขึ้นกับแต่ละประเทศที่กำหนดซึ่งประเทศไทยกำหนดค่าการสัมผัสความเข้มข้นสารเคมีเฉลี่ย 8 ชั่วโมงต่อวัน คือ 200 ppm ซึ่งสูงมากทำให้เกิดการป้องกันได้น้อย กรณีคำนึงถึงมาตรฐานที่ต่ำกว่า เช่น NIOSH (The National Institute for Occupational Safety and Health) กำหนดค่าการสัมผัสความเข้มข้นสารเคมีเฉลี่ย 8 ชั่วโมงต่อวัน คือ 100 ppm หรือ ACGIH ที่กำหนด 20 ppm ซึ่งมีค่าต่ำกว่าประเทศไทยค่อนข้างมาก ดังนั้นเพื่อเป็นการเฝ้าระวังสุขภาพและป้องกันการเกิดโรคเนื่องจากการทำงานของพนักงาน ซึ่งต้องปฏิบัติงานภายใต้สภาวะแวดล้อมที่ไม่สามารถหลีกเลี่ยงการสัมผัสสารโทลูอินได้ การปรับเปลี่ยนค่ามาตรฐานการสัมผัสสารในประเทศไทยให้มีค่าที่ต่ำอาจมีส่วนช่วยให้พนักงานหรือสถานประกอบการได้ตระหนักถึงอันตรายและสามารถเฝ้าระวังสุขภาพได้อย่างมีประสิทธิภาพมากยิ่งขึ้น

การตรวจวัดสาร Hippuric acid ในปัสสาวะส่วนใหญ่อยู่ในช่วงไม่เกินมาตรฐานแนะนำ แต่พบพนักงานสถานีบริการน้ำมันเชื้อเพลิง มีค่าเกินมาตรฐานแนะนำ 680.59% ซึ่งค่าดังกล่าวยังสอดคล้องกับการตรวจวัดความเข้มข้นโทลูอินในบรรยากาศ โดยตัวบ่งชี้ทางชีวภาพจาก Hippuric acid ถือได้ว่าเป็นตัวคัดกรองได้ดีเนื่องจากมีผลการตรวจวัดที่สอดคล้องกับความเข้มข้นโทลูอินในสภาพแวดล้อมการทำงาน และสอดคล้องกับการศึกษาในต่างประเทศที่สถานีบริการน้ำมันเชื้อเพลิงซึ่งพบค่า Hippuric Acid คือ 0.34 ± 0.38 g/g Cr (อยู่ในช่วง 0.05-1.83 g/g Cr) ซึ่งมีค่าเกินมาตรฐาน (Bahrami et al., 2548) สารเคมีไม่เพียงแต่การสัมผัส

ผ่านทางหายใจแต่ยังรวมถึงการสัมผัสโดยตรงทางผิวหนังขณะปฏิบัติงานได้ด้วย (สายชล แปรงกระโทก & สุนิสา ชายเกลี้ยง, 2556) นอกจากนั้นพฤติกรรมของพนักงาน สุขอนามัยอาจส่งผลให้พนักงานมีความเสี่ยงเพิ่มขึ้นต่อการสัมผัสสาร เช่น ระบบทางเดินอาหาร หรือการสัมผัสผ่านผิวหนัง (รัชณี นันทนุช & สุนิสา ชายเกลี้ยง, 2556)

ผลการศึกษาอาการแสดงจากการสัมผัสโทลูอินในงานวิจัยที่ผ่านมาพบว่า พนักงานมีอาการ ปวดศีรษะ เหนื่อยล้า ระคายเคืองต่อจมูกระคายเคืองผิวหนัง ระคายเคืองคอ ไอ ซึ่งสอดคล้องกับการศึกษาที่ผ่านมา พบอาการคือ ไอ/จาม ง่วงนอน การระคายเคืองดวงตา ระคายเคืองต่อจมูก ระคายเคืองคอ ระคายเคืองผิวหนัง เวียนศีรษะ ปวดศีรษะ เจ็บคอ เหนื่อยล้า (Chimplee & Taneepanichskul, 2015) ซึ่งโดยปกติยังไม่ได้มีการประเมินผลกระทบในระยะยาว

จากงานวิจัยที่ทำการประเมินความเสี่ยงต่อการสัมผัสผ่านทางหายใจ ในระยะยาวเนื่องจากพบอาการเรื้อรัง โดยเฉพาะระบบประสาท แต่ผลการประเมินความเสี่ยงต่อสุขภาพ พบว่าจากการศึกษา 5 เรื่อง มีความเสี่ยงในระดับที่ยอมรับได้ ซึ่งการศึกษาส่วนใหญ่นี้เป็นความเสี่ยงเชิงปริมาณตามหลักการขององค์การพิทักษ์สิ่งแวดล้อมของสหรัฐอเมริกาทั้งหมด US.EPA ทั้งหมด (สุนิสา ชายเกลี้ยง, 2557)

โดยสรุปจากการทบทวนงานวิจัยครั้งนี้พบว่า ค่าความเข้มข้นของสารโทลูอินในบรรยากาศผ่านเกณฑ์มาตรฐานทั้งหมด แต่การตรวจวัดค่าสารบ่งชี้ทางชีวภาพในร่างกายเพื่อประเมินการสัมผัสสารโทลูอินจากการทำงานสามารถตรวจวัดได้ทั้งสารเมตาโบไลต์คือ Hippuric acid หรือ o-Cresol ในปัสสาวะ และโทลูอินในเลือด (สุนิสา ชายเกลี้ยง, 2557) ซึ่งการรวบรวมวิจัยในครั้งนี้ใช้การประเมินสารบ่งชี้ทางชีวภาพโดยใช้การตรวจวัด Hippuric acid ที่ใช้เทคนิคการวิเคราะห์ที่ง่ายกว่า และมีห้องปฏิบัติการวิเคราะห์รองรับในประเทศไทย โดยยังพบว่าค่าของ Hippuric acid ในบางการศึกษาที่ผ่านมาที่มีค่าเกินที่มาตรฐานแนะนำกำหนดซึ่งในกลุ่มของพนักงานสถานีบริการน้ำมันเชื้อเพลิง จึงควรมีการจัดการและการเฝ้าระวังทางอาชีพอนามัย ไม่ว่าจะเป็นการตรวจสุขภาพแบบพิเศษแก่พนักงาน และการตรวจวัดสารเคมีในบรรยากาศการทำงานเพื่อเป็นการเฝ้า

ระวังสุขภาพแก่พนักงานให้ครอบคลุมมากยิ่งขึ้น อีกทั้งยังแสดงให้เห็นว่าสามารถวัดค่า Hippuric acid แม้ว่าค่าโทลูอินที่ตรวจวัดได้จะมีค่าที่ต่ำสามารถเป็นดัชนีชี้วัดที่ใช้ได้ในการศึกษาในสภาพแวดล้อมการทำงาน ประกอบกับพนักงานที่รายงานอาการผิดปกติจำเพาะจากความ เป็นพิษของการสัมผัสสารโทลูอิน อาการแสดงที่ใกล้เคียงกันด้านระบบประสาท คือ ปวดศีรษะ เหนื่อยล้า และอาการทางระบบทางเดินหายใจคือ ระคายเคืองจมูกและคอ และอาการไอ ที่สามารถนำไปสู่การคัดกรองเบื้องต้นด้านการตรวจวัดสารทางชีวภาพในปัสสาวะและอาการผิดปกติของพนักงานในสภาพแวดล้อมการทำงานร่วมกับการประเมินทางสภาพแวดล้อมการทำงานด้านความเข้มข้นของการสัมผัสได้ต่อไป (สุนิสสา ชายเกลี้ยง, 2562)

แม้ว่าผลการประเมินความเสี่ยงต่อสุขภาพเชิงปริมาณผ่านทาง การหายใจโดยใช้หลักการของ US.EPA พบว่าอยู่ในระดับที่ไม่ส่งผลกระทบต่อสุขภาพ ที่สอดคล้องกับการศึกษาในต่างประเทศในสถานบริการน้ำมันเชื้อเพลิง เมืองซัลวาดอร์ ประเทศบราซิล (Cruz et al., 2017) ซึ่งพบว่าความเสี่ยงต่อสุขภาพผ่านทาง การหายใจอยู่ในระดับที่ยอมรับได้ ซึ่งจะเห็นได้ว่าพนักงานที่ ต้องทำงานในสภาพแวดล้อมที่เป็นสถานบริการน้ำมันเชื้อเพลิงที่ต้องมีการสัมผัสมลพิษ ควัน หรือไอเสียในกลุ่ม

งานนอกอาคาร ที่มีโอกาสที่จะได้รับสารโทลูอินเข้าสู่ร่างกายได้นอกจากการรับโดยตรงจากน้ำมันเชื้อเพลิง ดังเช่นที่พบว่าพนักงานคิดเงินซึ่งนั่งประจำที่ในบูทของ สถานีบริการซึ่งพบกรด Hippuric acid ในปัสสาวะ (สุนิสสา ชายเกลี้ยง และคณะ, 2562) ดังนั้นการตรวจวัดค่า Hippuric acid จึงเป็นค่าดัชนีทางชีวภาพที่ใช้ในการศึกษาเชิงลึกเฉพาะตำแหน่งงานได้ต่อไป โดยเฉพาะควรมีการ ดำเนินการเมื่อมีค่าเกินระดับร้อยละ 50 ของค่ามาตรฐานแนะนำ

เพื่อการเฝ้าระวังสุขภาพของพนักงาน เนื่องจากพนักงานสามารถสัมผัสได้หลากหลายทาง ซึ่งการประเมินความเสี่ยงเชิงปริมาณผ่านทาง การหายใจอาจไม่เพียงพอต่อประเมินผลกระทบต่อสุขภาพ การประเมินรูปแบบอื่นๆ คือ การประเมินความเสี่ยงแบบเมตริกด้าน กึ่งปริมาณ Semi-quantitative (สุนิสสา ชายเกลี้ยง, 2562) โดยข้อมูลความเข้มข้นของสารเคมีในบรรยากาศ ความถี่ในการสัมผัส และอาการผิดปกติจากการสัมผัสสาร โทลูอิน มาวิเคราะห์ความเสี่ยงจากการสัมผัสสารใน บริเวณปฏิบัติงานของพนักงาน เพื่อนำข้อมูลที่สามารถเฝ้าระวังและป้องกันผลกระทบจากการสัมผัสกับโทลูอินให้กับพนักงานได้อย่างครอบคลุมมากขึ้น

เอกสารอ้างอิง

- กองโรคจากการประกอบอาชีพและสิ่งแวดล้อม. (2557). โรคจากโทลูอิน. ค้นเมื่อ 9 ตุลาคม 2562, จาก <http://envocc.ddc.moph.go.th/contents/view/58>
- รัชนี้ นันทนุช, สุนิสสา ชายเกลี้ยง. (2556). ความเสี่ยงด้านสุขภาพต่อการได้รับอันตรายจากการสัมผัสน้ำมันเชื้อเพลิงของพนักงานสถานบริการน้ำมันเชื้อเพลิงในเขตเทศบาลนครขอนแก่น: การศึกษานำร่อง. *ศรีนครินทร์เวชสาร*, 28(4), 506–515.
- ศรีรัตน์ ล้อมพงศ์. (2559). การประเมินการรับสัมผัสสารโทลูอินและรูปแบบการใช้ชีวิตของ พนักงานเก็บกวาดขยะของสำนักงานเขตแห่งหนึ่งในเขตกรุงเทพมหานคร. *วารสารสาธารณสุขมหาวิทยาลัยบูรพา*, 11(2), 13–21.
- ศรีรัตน์ ล้อมพงศ์, อรวรรณ แก้วบุญชู, & มริสสา กองสมบัติสุข. (2560). การประเมินการรับสัมผัสสาร Organic solvent และระดับไนโตรไดออกไซด์ของลมหายใจออกที่มีผลต่อความสามารถในการทำงานของพนักงานเก็บเงินที่ด้านเก็บเงินในเขตกรุงเทพมหานคร. *ชลบุรี: คณะสาธารณสุขศาสตร์ มหาวิทยาลัยบูรพา*.
- ศศิธร เรื่องตระกูล, ทรรคนีย์ พุกกาสิทธิ์, & เตชี หมออ่อนน้อย. (2556). การประเมินความเสี่ยงจากการสัมผัสสารปิเทคผ่านทาง การหายใจของพนักงานเก็บค่าผ่านทางพิเศษ ในเขตกรุงเทพมหานคร. *วารสารการจัดการสิ่งแวดล้อม*, 9(1), 1–22.
- สายชล แปรงกระโทก, & สุนิสสา ชายเกลี้ยง. (2556). การประเมินความเสี่ยงต่อสุขภาพด้านการสัมผัสสารเคมีในสภาพแวดล้อมการทำงานของพนักงานสถานบริการน้ำมันเชื้อเพลิงในเขตอำเภอเมือง จังหวัดขอนแก่น. *วารสารวิจัยสาธารณสุขศาสตร์ มหาวิทยาลัยขอนแก่น*, 4(1), 6–12.
- สุนิสสา ชายเกลี้ยง. (2557). *พิษวิทยาสาธารณสุข*. ขอนแก่น: โรงพิมพ์มหาวิทยาลัยขอนแก่น.
- สุนิสสา ชายเกลี้ยง. (2562). *การเฝ้าระวังสุขภาพในสถานที่ทำงาน*. ขอนแก่น: โรงพิมพ์มหาวิทยาลัยขอนแก่น.
- สุนิสสา ชายเกลี้ยง, อุมกร ธงสันเทียะ, & พรนภา ศุภเวทย์ศิริ. (2562). การประเมินการสัมผัสสารโทลูอินของพนักงานสถานบริการน้ำมันเชื้อเพลิง. *วารสารความปลอดภัยและสิ่งแวดล้อม*, 6(4), 80-89.

- มารีสา กองสมบัติสุข, ศรีรัตน์ ล้อมพงศ์, & อรวรรณ แก้วบุญชู. (2556) ปริมาณการรับสัมผัสสารตัวทำละลายอินทรีย์ที่ส่งผลกระทบต่อระดับไนโตริกออกไซด์ของลมหายใจออกของตำรวจจราจรในเขตกรุงเทพมหานคร. *วารสารการแพทย์และวิทยาศาสตร์สุขภาพ*, 20(3), 16-24
- ACGIH. (2019). *TLVs and BEIs based on the documentation of the threshold limit values for chemical substances and physical agents & biological exposure indices*. Ohio: Cincinnati.
- Agency for toxic substances and disease registry. (2015). **Public health statement toluene**. Retrieved October 10, 2019, from <https://www.atsdr.cdc.gov/phs/phs.asp?id=159&tid=29>
- Bahrami, A., Jafari, A. J., Folladi, B., Mahjub, H., Sadri, Q., & Zadeh, M. M. (2005). Comparison of Urinary o-Cresol and Hippuric Acid in Drivers, Gasoline Station Workers and Painters Exposed to Toluene in West of Iran. *Pakistan Journal of Biological Sciences*, 8(7), 1001–1005.
- Chimplee, T., & Taneepanichskul, N. (2015). Benzene and toluene exposure in relation to their health effects among sky-train station guards in Bangkok, Thailand. *Journal of Health Research*, 29(Suppl. 2), S177–S184.
- Cruz, L. P. S., Alves, L. P., Santos, A. V. S., Esteves, M. B., Gomes, Í. V. S., & Nunes, L. S. S. (2017). Assessment of BTEX concentrations in air ambient of gas stations using passive sampling and the health risks for workers. *Journal of Environmental Protection*, 8, 12–25.
- Kitwattanavong, M., Prueksasit, T., Morknoy, D., Tunsaringkarn, T., & Siriwong, W. (2013). Health risk assessment of petrol station workers in the inner city of Bangkok, Thailand, to the exposure to BTEX and carbonyl compounds by inhalation. *Human and Ecological Risk Assessment: An International Journal*, 19(6), 1424–1439.
- Loonsamrong, W., Taneepanichskul, N., Puangthongthub, S., & Tungsaringkarn, T. (2015). Health risk assessment and BTEX exposure among car park workers at a parking structure in Bangkok, Thailand. *Journal of Health Research*, 29(4), 285–292.
- NIOSH. (2019). **U.S. Dept. of Health and Human Services, Public Health Service, Centers for Disease Control and Prevention, National Institute for Occupational Safety and Health**. Washington, DC: NIOSH.
- Majumdar Neé Som, D., Dutta, C., Mukherjee, A. K., & Sen, S. (2008). Source apportionment of VOCs at the petrol pumps in Kolkata, India; exposure of workers and assessment of associated health risk. *Transportation Research Part D: Transport and Environment*, 13(8), 524–530.
- Taneepanichsku, N., Loonsamrong, W., Tungsaringkarn, T., Gelaye, B., & Williams, M. A. (2018). Occupational exposure to BTEX compounds among enclosed multi-storey car park workers in central Bangkok area. *Indoor and Built Environment*, 27(5), 622–629.
- Tohon, H. G., Fayomi, B., Valcke, M., Coppieters, Y., & Bouland, C. (2015). BTEX air concentrations and self-reported common health problems in gasoline sellers from Cotonou, Benin. *International Journal of Environmental Health Research*, 25(2), 149–161.
- Tungsaringkarn, T., Prueksasit, T., Morknoy, D., Siriwong, W., Kanjanasiranont, N., & Semathong, S., et al. (2014). Health Risk Assessment and Urinary Biomarkers of VOCs exposures among outdoor workers in urban area, Bangkok, Thailand. *Columbia International Publishing*, 2(1), 32–46.
- Tungsaringkarn, T., Siriwong, W., Rungsiyothin, A., & Nopparatbundit, S. (2012). Occupational exposure of gasoline station workers to BTEX compounds in Bangkok, Thailand. *Int J Occup Environ Med (The IJOEM)*, 3(3), 117–125.
- US EPA. (2019). Hazard quotient (HQ). Retrieved October 15, 2019, from <https://www.epa.gov/>
- Yimrungruang, D., Cheevaporn, V., Boonphakdee, T., Watchalayann, P., & Helander, H. F. (2008). Characterization and health risk assessment of volatile organic compounds in gas service station workers. *EnvironmentAsia*, 2, 21–29.

ตารางที่ 1 การประเมินการสัมผัสกับโพลูอิน (บรรยากาศ) จากผลการศึกษาระหว่างปี พ.ศ. 2551-2562

ผู้ทำการศึกษา,ปี	สถานที่ ทำการศึกษา	กลุ่มตัวอย่าง	ผลการศึกษา	% ของค่ามาตรฐาน (20,000 ppb)
สุนิสา ชายเกลี้ยง และคณะ, 2562	สถานีบริการ น้ำมันเชื้อเพลิง ขอนแก่น	พนักงานสถานี บริการน้ำมัน เชื้อเพลิง	ความเข้มข้นในบรรยากาศการทำงาน ค่าเฉลี่ย 40.30±66.66 ppb (ช่วง 8.08-405.92 ppb)	0.20% range 0.04-2.03%
ศศิธร เรืองตระ, และคณะ, 2556	ทางพิเศษในเขต กรุงเทพมหานคร	พนักงานเก็บค่า ผ่านทางพิเศษใน เขต กรุงเทพมหานคร	ความเข้มข้นเฉลี่ยของโพลูอินที่พนักงานได้รับสัมผัส อยู่ในช่วง 54.20 ± 409.99 $\mu\text{g}/\text{m}^3$ หรือ 108.79 ppb	0.54%
ศรีรัตน์ ล้อมพงศ์, 2559	สำนักงานเขตใน เขต กรุงเทพมหานคร	พนักงานเก็บ กวาดขยะ	ความเข้มข้นของสารโพลูอินแบบติดตัวบุคคล มี ค่าเฉลี่ย 494.30 ± 16.11 $\mu\text{g}/\text{m}^3$ (หรือ 131.16 ± 4.27 ppb)	0.66%
ศรีรัตน์ ล้อมพงศ์ และคณะ, 2560	ด่านเก็บเงินใน เขต กรุงเทพมหานคร	พนักงานเก็บเงิน ที่ด่านเก็บเงิน	ระดับความเข้มข้นของสารโพลูอินในบรรยากาศการ ทำงานในกลุ่มศึกษาแบบติดตัวบุคคล มีค่าเฉลี่ย 28.93 ± 32.048 ppb	0.02%
Tunsaringkarn et al., 2012	สถานีบริการ น้ำมันเชื้อเพลิง กรุงเทพมหานคร	พนักงานสถานี บริการน้ำมัน เชื้อเพลิง	ความเข้มข้นเฉลี่ยบริเวณสถานีบริการน้ำมันเชื้อเพลิง และบริเวณริมถนน เท่ากับ 226.68±51.10 ppb และ 147.05±37.41 ppb ตามลำดับ	1.13%, 0.74%
Loonsamrong et al., 2015	บริเวณลานจอด รถ กรุงเทพมหานคร	พนักงานที่ ทำงานในอาคาร จอดรถ	ความเข้มข้นเฉลี่ย 56.13 ± 73.96 $\mu\text{g}/\text{m}^3$ (ช่วง 3.28-354.90 $\mu\text{g}/\text{m}^3$) ของการสัมผัสสารในวัน ธรรมดาและในวันหยุด หรือ 14.89 ±19.63 ppb (ช่วงความเข้มข้น 0.87-94.17 ppb)	0.07%, range 0.004-0.47%
Tunsaringkarn et al., 2014	กลางแจ้งในเขต เมือง กรุงเทพมหานคร	เจ้าหน้าที่รักษา ความปลอดภัย ผู้ขับขี่ รถจักรยานยนต์ และผู้ค้าริมถนน	โพลูอินในบรรยากาศจากการตรวจวัดแบบพื้นที่ ค่าเฉลี่ยคือ 91.10 ± 33.23 $\mu\text{g}/\text{m}^3$ (ช่วง 28.72 – 142.17 $\mu\text{g}/\text{m}^3$) หรือ 24.17 ppb (ช่วง 7.62-37.72 ppb) และผลตรวจวัดแบบติดตัวบุคคลค่าเฉลี่ย 43.24 ± 6.56 $\mu\text{g}/\text{m}^3$ (ช่วง 32.42 – 55.07 $\mu\text{g}/\text{m}^3$) หรือ 11.47 ppb (ช่วง 8.60-14.61 ppb)	0.12%, range 0.04- 0.19% และ 0.06%, range 0.04-0.07%
Taneepanichsku et al., 2018	อาคารจอดรถ หลายชั้นเขต กรุงเทพมหานคร	พนักงานที่ ทำงานที่อาคาร จอดรถ	ความเข้มข้นในบรรยากาศของโพลูอินมีค่ามัธยฐาน 28.8 $\mu\text{g}/\text{m}^3$ (7.64 ppb) ค่าเฉลี่ย 56.3 ± 74.2 $\mu\text{g}/\text{m}^3$ (ช่วง 3.28–354 $\mu\text{g}/\text{m}^3$) หรือ 14.94 ppb (ช่วง 0.87-93.94 ppb)	0.07%, range 0.004-0.47 %
มาริสสา กอง สมบัติสุข และ คณะ, 2556	การจราจรในเขต กรุงเทพมหานคร	ตำรวจจราจรใน เขต กรุงเทพมหานคร	ปริมาณระดับความเข้มข้นของสารโพลูอินมีค่าเฉลี่ย เท่ากับ 213.63 ± 111.28 ppb	1.07%
Yimrungruang et al., 2008	สถานีบริการ น้ำมันเชื้อเพลิง จังหวัดชลบุรี	พนักงานสถานี บริการน้ำมัน เชื้อเพลิง และ พนักงาน สำนักงาน	ระดับความเข้มข้นจากการวัดแบบติดตัวพนักงาน สถานีบริการน้ำมันเชื้อเพลิง พบค่าเฉลี่ยโพลูอิน เท่ากับ 1,305.8 ±1,122.9 $\mu\text{g}/\text{m}^3$ (ช่วง 268.7- 4,142.1 $\mu\text{g}/\text{m}^3$) หรือ 346.50 ppb (ช่วง 71.30- 1,099.14 ppb)	1.73%, range 0.36-5.50%

ค่ามาตรฐานของ TLV- TWA = 20 ppm หรือ 20,000 ppb (ACGIH, 2019)

ตารางที่ 2 การประเมินการสัมผัสกับโทลูอินโดยใช้ค่า Hippuric aid ในปัสสาวะ ผลการศึกษาระหว่างปี ค.ศ. 2551-2562

ผู้ทำการศึกษา,ปี	สถานที่ ทำการศึกษา	กลุ่มตัวอย่าง	ผลการศึกษา	% ค่ามาตรฐาน (1,600 mg/g Cr)
ศรีรัตน์ ล้อมพงศ์, 2559	สำนักงานเขต แห่งหนึ่งในเขต กรุงเทพมหานคร	พนักงานเก็บกวาด ขยะ	ส่วนใหญ่ของกลุ่มศึกษามีปริมาณระดับความ เข้มข้นของ Hippuric Acid ในปัสสาวะ (หลังเลิก งาน) มีค่าน้อยกว่าหรือเท่ากับ 200.0 mg/g Cr ร้อยละ 64.0 รองลงมาคือ มีค่าอยู่ระหว่าง 200.1 –400.0 mg/g Cr ร้อยละ 20.0 มีค่าเฉลี่ย 210.02 ± 220.53 mg/g Cr	13.13%; 11.29%
ศรีรัตน์ ล้อมพงศ์ และคณะ, 2560	ด่านเก็บเงินใน เขต กรุงเทพมหานคร	พนักงานเก็บเงินที่ ด่านเก็บเงิน	ระดับความเข้มข้นของสาร Hippuric acid มี ค่าเฉลี่ย 240.09 ± 238.143 mg/g Cr	15.01%
สุนิสา ชายเกลี้ยง และคณะ, 2562	สถานีบริการ น้ำมันเชื้อเพลิง จังหวัดขอนแก่น	พนักงานสถานีบริการ น้ำมันเชื้อเพลิง	ค่าเฉลี่ยของ Hippuric aid เท่ากับ 422.71 ± 977.97 mg/gCr พบว่าพนักงานจำนวน 6 คน (3.13%) มีค่าเกินกว่าค่าดัชนีทางชีวภาพของระดับ Hippuric Acid (1,600 mg/g Cr) (อยู่ในช่วง 10 – 10,889.47 mg/g Cr หรือ สูงสุดเกิน 6.8 เท่า ของค่าแนะนำ)	*26.42%, range 0.62- 680.59%
Yimrungruang et al., 2008	สถานีบริการ น้ำมันเชื้อเพลิง จังหวัดชลบุรี	พนักงานสถานีบริการ น้ำมัน และพนักงาน สำนักงาน	ค่า Hippuric Acid ที่ตรวจพบในกลุ่มพนักงาน สถานีบริการน้ำมันเชื้อเพลิงคือ 0.28 g/g Cr และ ในกลุ่มควบคุม (พนักงานสำนักงาน) คือ 0.23 g/g Cr	17.5 %; 14.38%
Tunsaringkarn et al., 2014	กลางแจ้งในเขต เมือง กรุงเทพมหานคร ประเทศไทย	เจ้าหน้าที่รักษาความ ปลอดภัย ผู้ขับขี่ รถจักรยานยนต์ และ ผู้ค้าริมถนน	จากการตรวจวัดความเข้มข้นทางชีวภาพทางชีวภาพ ของคนงานกลางแจ้ง ค่า Hippuric acid เท่ากับ 0.51 ± 0.08 g / gCr	31.88%
Taneepanichsku et al., 2018	ลานจอดรถหลาย ชั้นในเขต กรุงเทพมหานคร	พนักงานทำงานที่ อาคารจอดรถ	พบว่า ค่า Hippuric acid หลังการทำงานมีค่ามัธย ฐานมีความเข้มข้นสูงกว่าก่อนทำงาน (หลัง 40.8 mg/g Cr, ก่อน 20.6 mg/g Cr)	2.55%; 1.28%

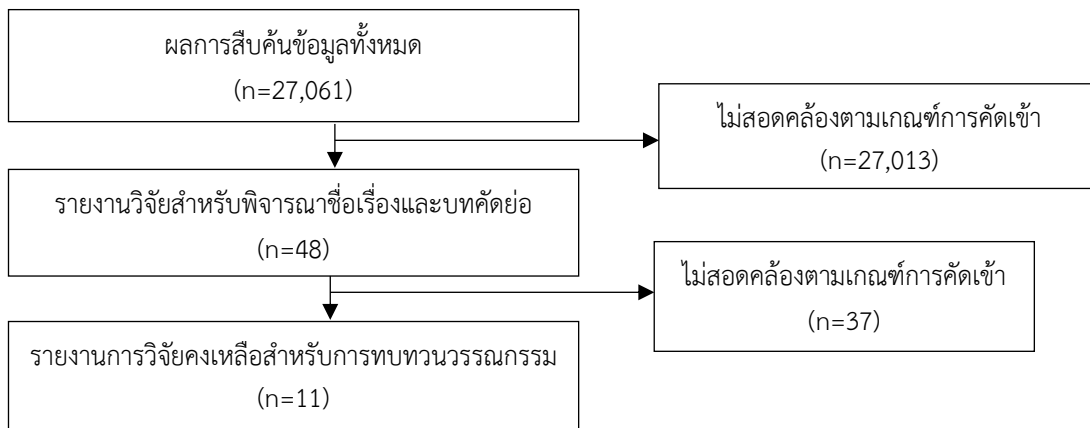
*เกินค่าแนะนำคือ >1600 mg/g Cr

ตารางที่ 3 อาการแสดงจากการสัมผัสโทลูอิน ผลการศึกษาระหว่างปี พ.ศ. 2555-2562

ผู้ทำการศึกษา,ปี	สถานที่ที่ทำการศึกษา	กลุ่มตัวอย่าง	ผลการศึกษา
Tunsaringkarn et al., 2012	สถานีบริการน้ำมัน เชื้อเพลิง จังหวัด กรุงเทพมหานคร	พนักงานสถานี บริการน้ำมัน เชื้อเพลิง	อาการส่วนใหญ่ที่พบคือ ปวดศีรษะ (61%) เหนื่อยล้า (29%) และ ระคายเคืองคอ (11%) ตามลำดับ
สุนิสา ชายเกลี้ยง และคณะ, 2562	สถานีบริการน้ำมัน เชื้อเพลิง จังหวัด ขอนแก่น	พนักงานสถานี บริการน้ำมัน เชื้อเพลิง	อาการแสดงที่พบมากที่สุดในกลุ่มพนักงานเติมน้ำมัน คือ อาการปวด ศีรษะ (48.42%) และพนักงานคิดเงินพบอาการระคายเคืองผิวหนังสูง ที่สุด (63.16%)
มาริสสา กองสมบัติ สุข และคณะ, 2556	การจราจรในเขต กรุงเทพมหานคร	ตำรวจจราจรใน เขต กรุงเทพมหานคร	ข้อมูลอาการแสดงทางระบบทางเดินหายใจหลังจากสิ้นสุดการ ปฏิบัติงานในวันที่เก็บตัวอย่างพบว่าส่วนใหญ่มีอาการระคายเคือง ระคายจุก ร้อยละ 83.3 ในกลุ่มที่มีอาการ ร้อยละ 48.57 มีอาการ ระคายคอและระคายจุกในระดับเล็กน้อย
ศรีรัตน์ ล้อมพงศ์และ คณะ, 2560	ด่านเก็บเงินในเขต กรุงเทพมหานคร	พนักงานเก็บเงินที่ ด่านเก็บเงิน	การเจ็บป่วยเกี่ยวกับโรคเฉพาะตามที่แพทย์วินิจฉัยเป็นโรคต่อม ทอนซิลอักเสบ/ไซนัสอักเสบเฉียบพลัน (ร้อยละ 11.1) มีการได้ยิน เสื่อมได้รับการบาดเจ็บที่หู (ร้อยละ 11.1) โลหิตจาง (ร้อยละ 11.1) และความดันโลหิตสูง (ร้อยละ 8.9)

ตารางที่ 4 การประเมินความเสี่ยงเชิงปริมาณการสัมผัสต่อสุขภาพในระยะยาว โดยใช้ค่า hazard quotient (HQ) ผลการศึกษาระหว่างปี พ.ศ. 2551-2560

ผู้ทำการศึกษา, ปี	สถานที่ที่ทำการศึกษา	กลุ่มตัวอย่าง	ผลการศึกษา	ความเสี่ยง (HQ >1)
Tunsaringkarn et al., 2012	สถานีบริการน้ำมันเชื้อเพลิง จังหวัด กรุงเทพมหานคร	พนักงานสถานีบริการน้ำมันเชื้อเพลิง	HQ = 0.008	ยอมรับได้
Loonsamrong et al., 2015	ลานจอดรถ กรุงเทพมหานคร	พนักงานที่ทำงานในอาคารจอดรถ	HQ ต่อระบบประสาท คือ 0.010	ยอมรับได้
Kitwattanavong et al., 2013	สถานีบริการน้ำมัน เชื้อเพลิง กรุงเทพมหานคร	พนักงานสถานีบริการน้ำมันเชื้อเพลิง	HQs มีค่า 0.004–0.022	ยอมรับได้
Yimrungruang et al., 2008	สถานีบริการน้ำมัน เชื้อเพลิง จังหวัด ชลบุรี	พนักงานสถานีบริการน้ำมันเชื้อเพลิง และพนักงานสำนักงาน	HQ ไม่ก่อให้เกิดมะเร็ง = 0.034	ยอมรับได้
Tunsaringkarn et al., 2014	กลางแจ้งในเขตเมือง กรุงเทพมหานคร	เจ้าหน้าที่รักษาความปลอดภัย, ผู้ขับขี่ รถจักรยานยนต์ และผู้ค้าริมถนน	HQ โทลูอิน เท่ากับ 9.57E-04	ยอมรับได้



ภาพที่ 1 ขั้นตอนการคัดเลือกบทความวิจัย