หลักฐานแสดงการดูดซึมเข้าสู่ร่างกายทางผิวหนังของสารเบนซีนและโทลูอีน: กรณีศึกษาคนงานชายไทย 2 ราย

Evidence of benzene and toluene absorption via route of skin exposure: a case study of 2 Thai male workers.

อุษณีย์ จันทร์ตรี*, **ศรัณย์ ศรีคำ***, **วิวัฒน์ เอกบูรณะวัฒน์****, **จารุพงษ์ พรหมวิทักษ์*****

* กลุ่มศูนย์การแพทย์เฉพาะทางด้านอาชีวเวชศาสตร์และเวชศาสตร์สิ่งแวดล้อม โรงพยาบาลนพรัตนราชธานี กรมการแพทย์ กระทรวงสาธารณสุข

**ศูนย์อาชีวเวชศาสตร์ โรงพยาบาลสมิติเวช ศรีราชา

***โรงพยาบาลสมเด็จพระบรมราชเทวี ณ ศรีราชา สภากาชาดไทย

Usanee Chantree*, **Saran Srikam***, **Wiwat Ekburanawat****, **Charubongse Brohmwitak*****

*Occupational and Environmental Medicine Center, Nopparat Ratchathani Hospital

** Occupational Medicine Center, Samitivej Sriracha Hospital

*** Queen Savang Vadhana Memorial Hospital

มหาวิทยาลัยบูรพา Burapha University

บทคัดย่อ

สารเบนซีนและสารโทลูอีนเป็นสารตัวทำละลายอินทรีย์ที่ถูกนำมาใช้ในอุตสาหกรรมหลายประเภท สารเคมีในกลุ่มนี้มีคุณสมบัติระเหยเป็นไอได้ง่าย และละลายในไขมันได้ดี จึงสามารถเข้าสู่ร่างกายได้ดีทั้งทางการหายใจ และการดูดซึมทางผิวหนัง รายงานฉบับนี้เป็นกรณีศึกษาพนักงานชายไทย 2 คน ที่ทำงานอยู่ในอุตสาหกรรมกลั่นน้ำมันดิบแห่งหนึ่งในหน้าที่ล้างภาชนะบรรจุตัวอย่างน้ำมันที่มีสารเบนซีนและโทลูอีนเป็นส่วนประกอบ ซึ่งพบว่าแม้ทางโรงงานจะทำการควบคุมระดับไอระเหยของเบนซีนและโทลูอีนในบรรยากาศการทำงานให้อยู่ในระดับมาตรฐาน Threshold limit values ขององค์กร ACGIH และให้พนักงานทั้งสองคนสวมอุปกรณ์ป้องกันการสัมผัสสารเคมีทางระบบทางเดินหายใจแล้วก็ตาม แต่พบว่าผลการตรวจตัวบ่งชี้ทางชีวภาพของสารเบนซีน คือ ระดับสาร t,t-Muconic acid และสารโทลูอีน คือ o-Cresol ในปัสสาวะหลังเลิกงานยังคงสูงเกินกว่าค่ามาตรฐาน Biological exposure indices ขององค์กร ACGIH ในพนักงานคนหนึ่งที่ไม่สวมถุงมือขณะทำงาน ส่วนพนักงานอีกคนหนึ่งซึ่งสวมถุงมือขณะทำงานมีผลการตรวจตัวบ่งชี้ทางชีวภาพไม่เกินค่ามาตรฐานดังกล่าว โดยพนักงานทั้งสองคนมีหน้าที่ ลักษณะการทำงาน ความถี่และระยะเวลาในการทำงานต่อวันใกล้เคียงกัน มีการดื่มสุราเพียงครั้งคราว ปฏิเสธการสูบบุหรี่และการรับประทานอาหารที่ใส่วัตถุกันเสีย ข้อมูลที่พบนี้เป็นหลักฐานส่วนหนึ่งที่แสดงว่าสารเบนซีนและโทลูอีน สามารถดูดซึมเข้าสู่ร่างกายทางผิวหนังได้ดีจนถึงระดับที่อาจเกิดผลกระทบต่อสุขภาพของพนักงานในระยะยาวได้ ดังนั้นการควบคุมการสัมผัสสารเบนซีนและโทลูอีนผ่านการดูดซึมทางผิวหนังจึงเป็นมาตรการสำคัญที่ต้องดำเนินการ

คำสำคัญ : ตัวทำละลาย การดูดซึมทางผิวหนัง ตัวบ่งชี้ทางชีวภาพ เบนซีน โทลูอีน

Abstract

Benzene and toluene were organic solvents frequently used in many industries. They could easily volatile and dissolve lipid. When exposed, absorption might occur through inhalation and skin contact. This is a case study of two Thai male workers who worked at a laboratory in a refinery. Their duties were cleaning glass bottles of samples from refinery processes. Benzene and toluene were usually found in these samples. Many occupational hygiene measurements were conducted in order to control benzene and toluene levels in the working area. Their 8 hr. time weighted average threshold limit values did not exceed ACGIH recommendations. However, result of biological markers in terms of t,t-Muconic acid and o-Cresol in urine at end of shift for benzene and toluene respectively, did exceed the limit in one worker who never wore gloves. In contrast the other worker who always wore gloves during work, had both biological markers at the recommended limit. This situation revealed that benzene and toluene could be readily absorbed through skin that might lead to a long-term adverse health effects to the workers. Therefore, control of exposure to these solvents via dermal route should be particularly emphasized.

Keywords : Solvent, Skin absorption, Biological marker, Benzene, Toluene

มหาวิทยาลัยบูรพา Burapha University

บทนำ

สารเบนซีน (Benzene) และสารโทลูอีน (Toluene) เป็นสารตัวทำละลายอินทรีย์ (Organic solvents) ในกลุ่มอโรมาติกไฮโดรคาร์บอน (Aromatic hydrocarbons) ที่พบเป็นส่วนผสมอยู่ในน้ำมันดิบและแก๊สธรรมชาติ ซึ่งมีการนำมาใช้ในอุตสาหกรรมหลายอย่าง เช่น ใช้เป็นตัวทำละลายในผลิตภัณฑ์ต่าง ๆ ใช้เป็นสารตั้งต้นในกระบวนการสังเคราะห์สารเคมีอื่น และใช้ในการสกัดสารเคมีอื่นในห้องปฏิบัติการ[1] นอกจากนี้ เรายังพบเบนซีนได้ในควันบุหรี่[2] ไอเสียรถยนต์[2] และอาจพบปนเปื้อนอยู่ในบรรยากาศในปริมาณน้อย ๆ ได้ เนื่องจากเบนซีนเป็นสารเคมีที่มีพิษก่อมะเร็ง[2] การนำมาใช้เป็นตัวทำละลายในผลิตภัณฑ์ตามบ้านเรือนในปัจจุบันจึงพบได้น้อยลง[2] ส่วนโทลูอีนนั้นเป็นตัวทำละลายที่ยังนำมาใช้อยู่ในอุตสาหกรรมต่าง ๆ เป็นปริมาณมากและพบได้ในผลิตภัณฑ์ทั่วไป[3] สารเคมีทั้งสองชนิดนี้ยังพบเป็นส่วนประกอบอยู่ในน้ำมันเชื้อเพลิงสำหรับเติมรถยนต์ด้วย[2,3]

แม้ว่าสารตัวทำละลายอินทรีย์สองชนิดนี้จะมีประโยชน์หลายอย่าง แต่ก็สามารถก่อให้เกิดผลเสียต่อสุขภาพของผู้ที่รับสัมผัสได้ กล่าวคือ พิษในระยะเฉียบพลันของเบนซีนและโทลูอีน จะทำให้เกิดพิษต่อระบบประสาทส่วนกลาง ได้แก่ วิงเวียน ปวดศีรษะ คลื่นไส้ อาเจียน ง่วงซึม อ่อนเพลีย เมา เดินเซ สับสน และหมดสติ พิษต่อระบบทางเดินหายใจ ได้แก่ ระคายเคืองจมูกและคอ ไอ แน่นหน้าอก และหายใจขัด ส่วนพิษในระยะยาวของเบนซีนนั้นพบว่าทำให้เกิดผื่นผิวหนังอักเสบ กดไขกระดูก ทำให้เกิดภาวะโลหิตจาง และเลือดออกง่าย[1,2] และยังพบว่าเป็นสารที่ก่อให้เกิดมะเร็งเม็ดเลือดขาวในมนุษย์ได้ (IARC Classification Group 1)[4] สำหรับพิษ

ในระยะยาวของโทลูอีนนั้นพบว่า ทำให้เกิดอาการผื่นผิวหนังอักเสบ สมองเสื่อม และเชื่อว่าอาจจะเป็นสารก่อมะเร็งในมนุษย์เช่นกัน (IARC Classification Group 3)[5] ข้อมูลสถิติโรคจากการประกอบอาชีพของประเทศไทยจากระบบเฝ้าระวังเชิงรับในปี พ.ศ. 2546 – 2552 นั้นพบว่า โรคจากสารกลุ่มตัวทำละลาย ยังคงเป็นโรคที่พบได้ในประเทศไทยโดยเฉลี่ยปีละกว่า 10 ราย ซึ่งโรคพิษจากเบนซีนจะพบบ่อยที่สุดในกลุ่มตัวทำละลายทั้งหมดคือพบ 12 ราย และโรคพิษจากโทลูอีนพบรองลงมาคือพบ 8 ราย ในช่วงระยะเวลาดังกล่าว[6]

ในการป้องกันผลเสียต่อสุขภาพจากเบนซีนและโทลูอีนนั้น จะต้องทำการป้องกันการรับสัมผัสสารเคมีเข้าสู่ร่างกายในทุกช่องทาง เนื่องจากสารเคมีสองชนิดนี้มีคุณสมบัติเหมือนกับตัวทำละลายอินทรีย์ทั่วไป คือระเหยง่าย และละลายในไขมันได้ดี[1-3] จึงทำให้ดูดซึมเข้าสู่ร่างกายได้ดีทั้งทางการหายใจและการดูดซึมเข้าสู่ผิวหนัง กรณีศึกษาที่จะนำเสนอต่อไปนี้เป็นกรณีศึกษาของพนักงานชายไทยจำนวน 2 คน ที่ทำงานสัมผัสสารเบนซีนและโทลูอีน โดยถึงแม้ว่าการตรวจวัดไอระเหยของสารในอากาศภายในสถานที่ทำงานจะอยู่ในเกณฑ์มาตรฐานและพนักงานมีการสวมอุปกรณ์ป้องกันการสัมผัสสารเคมีทางระบบทางเดินหายใจเป็นอย่างดีแล้วก็ตาม แต่กลับพบว่าค่าตัวบ่งชี้ทางชีวภาพ (Biological markers) ของสาร เบนซีนคือ t,t-Muconic acid และของสารโทลูอีนคือ o-Cresol สูงกว่าค่ามาตรฐานที่เฝ้าระวัง ซึ่งแสดงให้เห็นถึงความสามารถในการดูดซึมของสารเบนซีนและโทลูอีนเข้าสู่ร่างกายโดยการสัมผัสทางผิวหนังโดยตรง โดยเหตุการณ์ที่เกิดขึ้นมีลักษณะดังนี้

รายละเอียดเหตุการณ์

พนักงานชายไทย 2 คนนี้ ทำงานใน "แผนกล้างภาชนะบรรจุตัวอย่าง" ของโรงงานกลั่นน้ำมันดิบ (Oil refinery) แห่งหนึ่ง หลังจากที่น้ำมันดิบ (Crude oil) ผ่านกระบวนการกลั่นลำดับส่วน (Fractional distillation) จนได้เป็นผลิตภัณฑ์ปิโตรเคมีชนิดต่าง ๆ รวมถึงกลุ่มน้ำมันเชื้อเพลิง (Fuel หรือ Petrol) แล้ว ตัวอย่างน้ำมันเชื้อเพลิงที่กลั่นได้จะถูกเก็บใส่ขวดแก้วเพื่อนำไปวิเคราะห์คุณภาพที่ห้องปฏิบัติการ หลังจากกระบวนการวิเคราะห์คุณภาพแล้ว ตัวอย่างน้ำมันเชื้อเพลิงจะถูกกำจัดทิ้ง และขวดแก้วที่ใช้บรรจุตัวอย่างน้ำมันจะถูกนำมาล้างที่แผนกล้างภาชนะบรรจุตัวอย่างเพื่อนำกลับไปใช้ใหม่

แผนกล้างภาชนะบรรจุตัวอย่างนี้เป็นห้องขนาดกว้างประมาณ 4 เมตร ยาว 4 เมตร และสูง 3 เมตร มีหน้าต่าง 4 บาน ขนาดบานละ 60 × 80 เซนติเมตร ติดเรียงกันอยู่ที่ผนังห้องด้านเดียวคือด้านที่มีอ่างล้างภาชนะ โดยขอบล่างของหน้าต่างอยู่สูงจากพื้นห้องประมาณ 2 เมตร และมีพัดลมระบายอากาศขนาดเล็กอยู่ข้างหน้าต่างอีก 1 ตัว ผนังด้านตรงกันข้ามมีช่องทางเข้าออก เปิดโล่งขนาด 220 ซม.× 120 เซนติเมตร จำนวน 2 ช่องทาง ผนังด้านอื่น ๆปิดทึบไม่มีหน้าต่าง ไม่มีระบบระบายอากาศเฉพาะที่ (Local exhaust ventilation) หรือระบบระบายอากาศทั่วไป (General exhaust ventilation) ในห้องนี้

มหาวิทยาลัยบูรพา Burapha University

ลักษณะการทำงาน พนักงานชาย 2 คนจะผลัดกันทำงานรอบละคน โดยยืนล้างขวดแก้วบรรจุตัวอย่างน้ำมันเชื้อเพลิงอยู่ที่อ่างล้างสเตนเลสขนาดใหญ่ ซึ่งขวดแก้วนี้มีขนาดบรรจุ 200 – 300 มิลลิลิตร จำนวนประมาณ 300 – 400 ใบต่อคนต่อวัน โดยใช้น้ำมันก๊าดและน้ำเปล่าในการล้างขวดแก้ว เมื่อล้างเสร็จแล้วจะคว่ำขวดเรียงเก็บไว้ที่ชั้นวางซึ่งอยู่ด้านข้างอ่างล้าง พนักงานทำงานวันละ 8 ชั่วโมง ตั้งแต่ 8.00 – 17.00 น. แต่ใช้เวลาในการล้างขวดวันละ 4 ชั่วโมง ทำงาน 6 วันต่อสัปดาห์ ระหว่างวันมีช่วงเวลาพักกลางวัน 1 ชั่วโมง และพักย่อย 2 ครั้งในเวลา 10.00 น. และ 15.00 น. นานครั้งละ 30 นาที ในช่วงที่ไม่ได้ทำงานล้างขวดไม่ได้ไปทำงานอื่นที่สัมผัสน้ำมันเชื้อเพลิงอีก ระหว่างปฏิบัติงานพนักงานจะสวมเสื้อแขนยาวและกางเกงขายาว มีการจัดให้ใส่อุปกรณ์ป้องกันส่วนบุคคลได้แก่ ถุงมือยางธรรมชาติ (Rubber gloves) ยาวคลุมเหนือข้อมือ หน้ากากกรองไอระเหยชนิดครึ่งหน้า (Half-mask ventilation with organic vapor filter) ใส่เสื้อคลุมที่เป็นผ้าหนาและแขนยาวทับอีกชั้น แต่ไม่ได้ใส่ผ้ากันเปื้อนและไม่ได้สวมแว่นตาป้องกันสารเคมี

ผลการตรวจวัดระดับไอระเหยของเบนซีนและโทลูอีนในแผนกล้างภาชนะบรรจุตัวอย่างเมื่อเปรียบเทียบกับค่ามาตรฐานของสมาคมนักสุขศาสตร์อุตสาหกรรมแห่งประเทศสหรัฐอเมริกา (American Conference of Governmental Industrial Hygienists ; ACGIH) – Threshold limits values (TLV) ปี ค.ศ. 2012[7] ซึ่งกำหนดค่ามาตรฐาน Time-weighted average (TWA) ในเวลาทำงาน 8 ชั่วโมง ของเบนซีนไว้ที่ไม่เกิน 0.5 ส่วนในล้านส่วน และค่ามาตรฐาน ACGIH – TLV (TWA) ของโทลูอีนไว้ที่ไม่เกิน 20 ส่วนในล้านส่วน พบว่า ระดับในบรรยากาศการทำงานที่ตรวจวัดในช่วงเวลาเดียวกันตั้งแต่ปี พ.ศ. 2551 – 2555 นั้นเคยเกินค่ามาตรฐานของ ACGIH เพียงปีเดียวในปี พ.ศ. 2552 เนื่องจากมีการทำงานมากขึ้น (ตารางที่ 1) ส่วนค่าตรวจวัดในปี พ.ศ. 2555 นั้นไม่เกินค่ามาตรฐาน โดยทางโรงงานได้จ้างบริษัทตรวจวัดสิ่งแวดล้อมทำการตรวจวัดระดับไอระเหยสารตัวทำละลายอินทรีย์ในบรรยากาศการทำงาน โดยใช้วิธี NIOSH method 1501[8]

มหาวิทยาลัยบูรพา Burapha University

ตารางที่ 1 แสดงค่าตรวจวัดระดับไอระเหยของเบนซีนและโทลูอีนในแผนกล้างขวดตั้งแต่ปี พ.ศ. 2551 – 2555

วันที่ตรวจวัด	ระดับเบนซีน (ppm)	ระดับโทลูอีน (ppm)
19 พ.ย. 2551	< 0.001	1.24
11 พ.ค. 2552	1.200	2.79
2 พ.ย. 2553	0.171	0.51
7 พ.ย. 2554	0.322	1.03
25 เม.ย. 2555	0.140	0.52
ACGIH-TLV (2012)	0.500	20.00

ACGIH = American Conference of Governmental Industrial Hygienist, TLV = Threshold limit values, ppm = part per million (ส่วนในล้านส่วน)

ผลจากการสอบถามประวัติและตรวจสุขภาพของพนักงานไม่พบอาการผิดปกติใด ๆ ไม่มีร่องรอยผื่นหรือแผลเรื้อรังที่มือของพนักงานทั้ง 2 คน ไม่พบภาวะซีด ไม่มีอาการวิงเวียนศีรษะ ข้อมูลทั่วไปและข้อมูลความเสี่ยงในการรับสัมผัสสารเบนซีนและโทลูอีนในพนักงานทั้ง 2 คน มีรายละเอียดดังนี้

พนักงานคนที่ 1 เพศชาย อายุ 26 ปี เชื้อชาติไทย ศาสนาพุทธ ส่วนสูง 172 เซนติเมตร น้ำหนัก 72 กิโลกรัม ไม่มีโรคประจำตัว ดื่มสุราสัปดาห์ละ 1 ครั้ง ไม่สูบบุหรี่ ทำงานที่แผนกล้างขวดนี้มาเป็นเวลา 2 ปี ระหว่างปฏิบัติงานสวมหน้ากากกรองสารเคมีและถุงมือที่ทางโรงงานจัดให้ตลอดเวลา ล้างมือด้วยสบู่ทุกครั้งหลังเสร็จจากการปฏิบัติงาน งานที่ทำก่อนหน้านี้ไม่เคยสัมผัสกับตัวทำละลาย และไม่มีงานอดิเรกหรืออาชีพเสริมอื่นที่เสี่ยงต่อการสัมผัสตัวทำละลายอินทรีย์นอกเวลางาน เช่น ซ่อมรถยนต์ พ่นสี ทาสี จุดธูปไหว้พระ ปฏิเสธรับประทานอาหารที่ใส่วัตถุกันเสีย

พนักงานคนที่ 2 เพศชาย อายุ 43 ปี เชื้อชาติไทย ศาสนาพุทธ ส่วนสูง 170 เซนติเมตร น้ำหนัก 80 กิโลกรัม ไม่มีโรคประจำตัว ดื่มสุรานาน ๆ ครั้ง ไม่สูบบุหรี่ ทำงานที่แผนกล้างขวดมาเป็นเวลา 24 ปี ระหว่างปฏิบัติงานสวมหน้ากากกรองสารเคมีตลอดเวลาทำงาน แต่ไม่สวมถุงมือ ล้างมือด้วยสบู่ทุกครั้งหลังเสร็จจากการปฏิบัติงาน ไม่เคยทำงานอื่นมาก่อนหน้านี้ ไม่มีงานอดิเรกหรืออาชีพเสริมที่เสี่ยงต่อการสัมผัสตัวทำละลายอินทรีย์นอกเวลางาน อยู่บ้านจะจุดธูปไหว้พระบ้างเป็นครั้งคราว ปฏิเสธรับประทานอาหารที่ใส่วัตถุกันเสีย

การตรวจเฝ้าระวังสุขภาพในเดือนเมษายน พ.ศ. 2555 ทางโรงงานได้ตรวจเฝ้าระวังการรับสัมผัสสารเบนซีนให้กับพนักงานทั้ง 2 คน ด้วยการตรวจตัวบ่งชี้ทางชีวภาพของเบนซีน คือ t,t-Muconic acid ในปัสสาวะ โดยทำการเก็บตัวอย่างทั้งในเวลาก่อนเข้าทำงาน (Prior to shift) และหลังจากเลิกงาน (End of shift) ทำการเก็บต่อเนื่องเป็นเวลา 5 วันติดต่อกัน ผลที่ออกมาพบว่าพนักงานคนที่ 1 มีระดับ t,t-Muconic acid ในปัสสาวะต่ำกว่าค่ามาตรฐานทุกตัวอย่าง แต่ผลการตรวจปัสสาวะในพนักงานคนที่ 2 พบว่ามีระดับ t,t-Muconic acid เกินค่ามาตรฐานของ ACGIH – Biological exposure indices (BEI) ปี ค.ศ. 2012[7] ซึ่งกำหนดค่ามาตรฐานของระดับ t,t-Muconic acid ในปัสสาวะหลังเลิกงานไว้ที่ไม่เกิน 500 ไมโครกรัมต่อกรัมครีเอตินีน โดยตัวอย่างที่เก็บในเวลาก่อนเข้าทำงานนั้น ไม่มีวันใดที่เกินค่ามาตรฐาน แต่ตัวอย่างที่เก็บหลังจากเลิกงาน มีค่าเกินมาตรฐานทั้งหมด (ตารางที่ 2)

จากการเฝ้าระวังภาวะสุขภาพประจำปีดังกล่าว

เมื่อทางโรงงานพบว่าพนักงานคนที่ 2 มีผลการตรวจที่ผิดปกติ จึงได้มีมาตรการสอบสวนหาสาเหตุ และได้ทำการตรวจตัวบ่งชี้ทางชีวภาพของเบนซีนคือ t,t-Muconic acid และของโทลูอีนคือ o-Cresol ในปัสสาวะของพนักงานคนที่ 2 ซ้ำในเดือนกรกฎาคม พ.ศ. 2555 ทั้งก่อนเข้าทำงานและหลังจากเลิกงานเป็นเวลาติดต่อกัน 5 วันเช่นเดิม ผลจากการตรวจในครั้งหลังนี้ ยังคงพบว่าระดับตัวบ่งชี้ทางชีวภาพของเบนซีนคือ t,t-Muconic acid มีค่าอยู่ในระดับปกติในเวลาก่อนเข้าทำงานทุกตัวอย่าง ในขณะที่ค่าในเวลาหลังเลิกงานบางวันยังคงเกินมาตรฐานและยังพบว่าระดับตัวบ่งชี้ทางชีวภาพของโทลูอีนคือ o-Cresol ซึ่งค่าปกติตาม ACGIH – BEI ปี ค.ศ. 2012[7] กำหนดไว้ที่ไม่เกิน 0.3 มิลลิกรัมต่อกรัมครีเอตินีนในตัวอย่างปัสสาวะหลังเลิกงาน ก็มีค่าปกติทั้งหมดในเวลาก่อนเข้างาน และสูงเกินกว่าค่าปกติในบางวันในเวลาหลังเลิกงานเช่นกัน (ตารางที่ 2) โดยการตรวจ t,t-Muconic acid และ o-Cresol ในกรณีศึกษาครั้งนี้ ได้ส่งตรวจที่ห้องปฏิบัติการพิษวิทยาของคณะแพทยศาสตร์ โรงพยาบาลรามาธิบดี ซึ่งใช้การตรวจด้วยวิธี High Performance Liquid Chromatography (HPLC)[9-12]

ตารางที่ 2 แสดงระดับ t,t-muconic acid และ o-cresol ในร่างกายของพนักงานแผนกล้างขวด

วันที่ตรวจ	**พนักงานคนที่ 1 (เม.ย. 55) t,t-muconic acid (μg/g creatinine)**		**พนักงานคนที่ 2 (เม.ย. 55) t,t-muconic acid (μg/g creatinine)**		**พนักงานคนที่ 2 (ก.ค. 55) t,t-muconic acid (μg/g creatinine)**		**พนักงานคนที่ 2 (ก.ค. 55) o-cresol (mg/g creatinine)**	
	ก่อนทำงาน	หลังทำงาน	ก่อนทำงาน	หลังทำงาน	ก่อนทำงาน	หลังทำงาน	ก่อนทำงาน	หลังทำงาน
วันที่ 1	0.00	0.00	253	3,791	74	216	0.03	0.40
วันที่ 2	0.00	0.00	422	1,933	71	392	0.04	0.18
วันที่ 3	0.00	50	422	2,375	176	507	0.00	0.28
วันที่ 4	0.00	0.00	384	1,339	142	869	0.00	0.26
วันที่ 5	0.00	0.00	250	1,569	198	692	0.00	0.47
ACGIH-BEI (2012)	500	500	500	500	500	500	0.30	0.30

ACGIH = American Conference of Governmental Industrial Hygienist, BEI = Biological exposure indices

วิจารณ์

โรงกลั่นน้ำมันเป็นสถานที่ทำงานแห่งหนึ่งที่พนักงานอาจมีโอกาสได้รับสัมผัสตัวทำละลายอินทรีย์ในระหว่างการทำงานได้ เนื่องจากสารเคมีเหล่านี้เป็นส่วนประกอบที่พบได้อยู่ในน้ำมันเชื้อเพลิง โดยทั่วไประดับความเข้มข้นของเบนซีนในน้ำมันเชื้อเพลิง จะอยู่ในช่วงร้อยละ 2 – 3[2] ส่วนโทลูอีนนั้น จะอยู่ในช่วงร้อยละ 5 – 7[3] จากกรณีศึกษาการตรวจเฝ้าระวังสุขภาพของพนักงานแผนกล้างภาชนะบรรจุตัวอย่างในครั้งนี้ พบว่าพนักงานชายจำนวน 2 คน มีระดับตัวบ่งชี้ทางชีวภาพของเบนซีนคือ t,t-Muconic acid และโทลูอีน คือ o-Cresol ใน

มหาวิทยาลัยบูรพา Burapha University

ปัสสาวะหลังเลิกงานสูงกว่าค่ามาตรฐานจำนวน 1 คน โดยพนักงานทั้งสองคนมีการดื่มสุราเพียงครั้งคราว ปฏิเสธการสูบบุหรี่และการรับประทานอาหารที่ใส่วัตถุกันเสีย ปฏิเสธการสัมผัสสารเบนซีนและโทลูอีนจากกิจกรรมอื่น ๆนอกเหนือเวลาการทำงาน ซึ่งปัจจัยดังกล่าวอาจส่งผลให้การตรวจตัวบ่งชี้ทางชีวภาพของสารทั้งสองชนิดสูงเกินกว่าค่ามาตรฐานได้[2,3] การส่งตรวจแบบเปรียบเทียบ โดยการเก็บตัวอย่างปัสสาวะก่อนเข้าทำงานเปรียบเทียบกับหลังเลิกงานแล้วพบว่าค่าตัวบ่งชี้ทางชีวภาพในตัวอย่างปัสสาวะก่อนเข้าทำงานมีค่าต่ำกว่าตัวอย่างปัสสาวะหลังเลิกงาน จึงช่วยยืนยันว่าการสัมผัสสารเบนซีนและโทลูอีนในพนักงานน่าจะมาจากการรับสัมผัสในงานจริง

พนักงานทั้งสองคนในกรณีศึกษานี้ ทำงานในแผนกเดียวกัน มีหน้าที่ ความถี่ ระยะเวลาในการทำงานต่อวัน ตลอดจนรูปแบบในการทำงานในลักษณะเดียวกัน จึงมีโอกาสได้รับสิ่งคุกคามต่อสุขภาพจากการทำงานโดยเฉพาะสารเคมีต่าง ๆ ในระดับเดียวกัน แต่สิ่งที่พนักงานสองคนนี้มีความแตกต่างกัน คือการใช้อุปกรณ์ป้องกันส่วนบุคคล นั่นคือ การสวมถุงมือ ซึ่งช่วยป้องกันการได้รับสัมผัสสารเคมีทางการดูดซึมเข้าสู่ผิวหนัง โดยพนักงานคนหนึ่งมีการสวมถุงมือเป็นประจำ แต่อีกคนหนึ่งไม่มีการสวมถุงมือ ซึ่งจากผลการตรวจเฝ้าระวังสุขภาพโดยการตรวจระดับตัวบ่งชี้ทางชีวภาพ อันได้แก่ t,t-Muconic acid และ o-Cresol ในปัสสาวะ ก็ได้สะท้อนให้เห็นถึงการรับสัมผัสสารเบนซีนและโทลูอีนในระดับที่แตกต่างกันของพนักงานทั้งสองคน โดยพนักงานคนที่ 2 ที่ไม่ได้สวมถุงมือในการทำงานได้รับสัมผัสสารเบนซีนและโทลูอีนในระดับที่สูงกว่าพนักงานคนที่ 1 ที่สวมถุงมืออย่างชัดเจน

เหตุผลประการหนึ่งที่สนับสนุนว่าการดูดซึมทางผิวหนังน่าจะเป็นช่องทางหลักที่ทำให้พนักงานคนที่ 2 ได้รับสัมผัสเบนซีนและโทลูอีนเกินกว่าค่ามาตรฐานเฝ้าระวัง คือผลการตรวจวัดระดับไอระเหยของเบนซีนและโทลูอีนในบรรยากาศการทำงาน ซึ่งมีค่าต่ำเพียง 0.14 ส่วนในล้านส่วน และ 0.52 ส่วนในล้านส่วน ตามลำดับ ค่าดังกล่าวนี้ไม่เกินค่ามาตรฐาน ACGIH – TLV ปี ค.ศ. 2012 และในสถานที่ปฏิบัติงาน ก็เป็นห้องที่ค่อนข้างเปิดโล่ง มีหน้าต่าง และพัดลมระบายอากาศ จึงทำให้สามารถระบายอากาศได้ดีพอสมควร ในขณะที่ทำงานพนักงานทั้งสองก็ได้มีการใช้อุปกรณ์ป้องกันส่วนบุคคล คือหน้ากากกรองไอระเหยชนิดครึ่งหน้าเหมือนกัน และสวมตลอดเวลาทำงาน ดังนั้นจึงอาจอนุมานได้ว่า ในสถานที่ทำงานแห่งนี้ การดูดซึมของสารเบนซีนและโทลูอีนผ่านทางการหายใจน่าจะเกิดขึ้นเพียงเล็กน้อย และพนักงานทั้งสองคนน่าจะได้รับในปริมาณที่ใกล้เคียงกัน

นอกจากปัจจัยเรื่องการสวมถุงมือแล้ว ยังมีปัจจัยอื่น ๆ ที่อาจทำให้ปริมาณการรับสัมผัสทางผิวหนังของพนักงานทั้ง 2 คนมีความแตกต่างกัน เช่น ส่วนสูง และน้ำหนัก ที่แตกต่างกันเล็กน้อย ทำให้ร่างกายมีพื้นที่ผิว (Body surface area) ในการรับสัมผัสสารเคมีไม่เท่ากัน อายุที่แตกต่างกันอาจทำให้ลักษณะของผิวหนังบางลงในพนักงานที่มีอายุมาก ทำให้สารเคมีดูดซึมเข้าสู่ผิวหนังได้ง่ายกว่า[13] สำหรับเรื่องอายุงานนั้น น่าจะส่งผลต่อการได้รับสัมผัสค่อนข้างน้อย เนื่องจากสารเบนซีนและโทลูอีนนั้น สามารถถูกกำจัดออกจากร่างกายได้ในเวลาอันรวดเร็ว การตกค้างของสารเมตาโบไลต์ในเวลาเกินกว่า 24 ชั่วโมงจึงเกิดขึ้นน้อย[2,3] ดังจะเห็นได้ว่าในกรณีศึกษาครั้งนี้ การตรวจระดับตัวบ่งชี้ทางชีวภาพในเวลาก่อนเข้าทำงานของพนักงานทั้ง 2 คนระดับไม่เคยเกินค่ามาตรฐานเฝ้าระวัง

ที่ผ่านมามีรายงานผู้ป่วยที่คาดว่าน่าจะได้รับพิษจากเบนซีนและโทลูอีนโดยการสัมผัสทางผิวหนังหลายราย เช่น ในปี ค.ศ. 1975 ช่างเครื่องชาวเบลเยี่ยม 2 คนใช้น้ำมันเบนซินที่มีสารเบนซีนเป็นส่วนประกอบอยู่ร้อยละ 0.9 – 2.2 ในการทำความสะอาดมือและเครื่องมือ ต่อมาพบว่าพนักงานรายหนึ่งเกิดมีอาการเลือดออก และมีจ้ำเลือดตามตัว

จากภาวะเกร็ดเลือดต่ำผิดปกติ ในขณะที่พนักงานอีกรายมีอาการซีดและมีจำนวนเม็ดเลือดขาวเพิ่มขึ้น อาการดังกล่าวหายไปเมื่อพนักงานทั้งสองคนได้รับการเปลี่ยนงาน[14] ในปี ค.ศ. 1990 ช่างเครื่องของอู่ซ่อมรถ 5 แห่งในสหรัฐอเมริกามีการใช้น้ำมันเบนซินในการล้างมือ ช่างเครื่อง 5 คนป่วยเป็นโรคมะเร็งเม็ดเลือดขาว (ชนิด Chronic myelogeneous leukemia 2 คน, Acute myelogeneous leukemia 2 คน และ Chronic lymphatic leukemia 1 คน) และพบว่า 1 คนเป็นโรคซีดจากภาวะผิดปกติของไขกระดูก (Aplastic anemia)[15,16]

การสวมถุงมือนั้น เชื่อว่าเป็นวิธีหนึ่งที่จะสามารถลดการสัมผัสตัวทำละลายอินทรีย์ผ่านช่องทางการดูดซึมเข้าสู่ผิวหนังได้[17] การศึกษาในตัวทำละลายอินทรีย์บางชนิด เช่น เอทิลเบนซีน (Ethyl benzene) และไซลีน (Xylene) พบว่าการสวมถุงมือจะช่วยลดการดูดซึมตัวทำละลายอินทรีย์เข้าสู่ร่างกายผ่านทางผิวหนังได้เป็นอย่างดี[18] ในกรณีศึกษาครั้งนี้ผลที่พบทำให้ควรตระหนักเพิ่มขึ้นว่า ในการทำงานกับตัวทำละลายอินทรีย์ เช่น เบนซีน และโทลูอีนนั้น ควรคำนึงถึงการรับสัมผัสเข้าสู่ร่างกายผ่านทางการดูดซึมเข้าสู่ผิวหนังด้วย ควรทำการป้องกันโดยใส่อุปกรณ์ป้องกันผิวหนังที่เหมาะสม เช่น ถุงมือป้องกันสารเคมี ผ้ากันเปื้อน เป็นสิ่งที่จะช่วยลดการสัมผัสได้ และในการตรวจเฝ้าระวังสุขภาพกรณีทำงานกับสารเคมีที่มีการดูดซึมเข้าสู่ร่างกายทางผิวหนังได้ดีนั้น ควรทำการตรวจเฝ้าระวังทั้งระดับสารเคมีในสิ่งแวดล้อมการทำงาน (Environmental monitoring) และระดับตัวบ่งชี้ทางชีวภาพในร่างกาย (Biological monitoring) ร่วมกันไปด้วย เนื่องจากมีความสำคัญทั้งคู่

สรุป

เบนซีนและโทลูอีน เป็นสารเคมีกลุ่มตัวทำละลายอินทรีย์ ที่สามารถเข้าสู่ร่างกายได้ดีทั้งทางการหายใจ และการดูดซึมทางผิวหนัง กรณีศึกษาในครั้งนี้แสดงให้เห็นว่า เบนซีนและโทลูอีนสามารถดูดซึมเข้าสู่ร่างกายผ่านการสัมผัสทางผิวหนังโดยตรงได้ แม้จะมีการป้องกันการดูดซึมเข้าสู่ทางเดินหายใจเป็นอย่างดีแล้วก็ตาม และผลจากการดูดซึมเข้าสู่ร่างกายทางผิวหนังนี้ ทำให้ระดับตัวบ่งชี้ทางชีวภาพของสารเคมีทั้ง 2 ชนิดมีค่าสูงขึ้นจนเกินค่ามาตรฐานการเฝ้าระวังได้ ดังนั้นในการดูแลสุขภาพพนักงานที่ทำงานสัมผัสสารเบนซีนและโทลูอีนควรทำการป้องกันการรับสัมผัส ทั้งจากการสูดดมเข้าสู่ทางเดินหายใจ และการรับสัมผัสทางผิวหนังด้วย ในการเฝ้าระวังสุขภาพ ควรทำการเฝ้าระวังทั้งในสิ่งแวดล้อม และในร่างกายของพนักงานโดยการตรวจตัวบ่งชี้ทางชีวภาพ ควบคู่กันไป

เอกสารอ้างอิง

1. Rosenberg J, Katz EA. Solvents. In: Ladou J, editor. Current occupational and environmental medicine, 4th ed. New York: McGraw-Hill; 2007. p. 481-514.
2. Agency for Toxic Substances and Diseases Registry (ATSDR). Toxicological profile for benzene. Georgia: ATSDR 2007.
3. Agency for Toxic Substances and Diseases Registry (ATSDR). Toxicological profile for toluene. Georgia: ATSDR 2000.
4. International Agency for Research on Cancer (IARC). IARC monographs on the evaluation of carcinogenic risks to humans: Volume 100 F – A review of human carcinogens (Chemical agents and related occupations). Lyon: IARC Press 2012.
5. International Agency for Research on Cancer (IARC). IARC monographs on the evaluation of carcinogenic risks to humans: Volume 71 – Re-evaluation of

some organic chemicals, hydrazine and hydrogen peroxide. Lyon: IARC Press 1999.

6. แสงโฉม ศิริพานิช, พรรณนภา เหมือนผึ้ง, สมาน สยมภูรุจินันท์. สถานการณ์โรคจากการประกอบอาชีพและสิ่งแวดล้อม พ.ศ. 2546 – 2552 ระบบเฝ้าระวังโรคจากการประกอบอาชีพและสิ่งแวดล้อมแบบเชิงรับ. Weekly Epidemiologic Surveillance Report. 2554;42(14):1-5.
7. American Conference of Governmental Industrial Hygienists (ACGIH). TLVs and BEIs. Cincinnati: ACGIH 2012.
8. National Institute for Occupational Safety and Health (NIOSH). NIOSH Manual of Analytical Methods (NMAM), 4th ed. Method: 1501, Hydrocarbons, aromatic. Georgia: NIOSH 2003.
9. Hu XM, Song SZ, Ye FL, Liu LW. High-performance liquid chromatographic determination of urinary trans, trans-muconic acid excreted by workers occupationally exposed to benzene. Biomedical and environmental sciences : BES. 2006 Aug;19(4):292-6
10. Valente T, Medico L, Chiapperini D, Bonsignore AD. Determination of urinary t-t muconic acid as biomarker of environmental benzene intake and its interference factors. Annali di chimica. 2002 Sep;92(9):911-7
11. Vrsaljko D, Haramija V, Hadži-Skerlev A. Determination of phenol, m-cresol and o-cresol in transformer oil by HPLC method. Electric Power Systems Research. 2012;93:24-31.
12. Cheol-Woo Lee aJL, Jaehyun Lee, Han Young Eom, Min Kyung Kim, Joon Hyuk Suh, Hyesun Yeom,, Unyong Kim J-RY, and Sang Beom Han. Rapid HPLC Method for the Simultaneous Determination of Eight Urinary Metabolites of Toluene, Xylene and Styrene. Bull Korean Chem Soc. 2009;30(9):2021-26
13. Roskos KV, Maibach HI, Guy RH. The effect of aging on percutaneous absorption in man. J Phamaco-kinet Biopharm. 1989;17(6):617-30.
14. Verwilghen RL, Van-Dorpe A, Veulemans H. Dangers of petrol used as a solvent. Lancet. 1975;2(7945):1156.
15. Infante PF, Schwartz E, Cahill R. Benzene in petrol: a continuing hazard. Lancet.1990;336(8718): 814-5.
16. Hunting KL, Longbottom H, Kalavar SS, Stern F, Schwartz E, Welch LS. Haematopoietic cancer mortality among vehicle mechanics. Occup Environ Med. 1995;52(10):673-8.
17. Korinth G, Geh S, Schaller KH, Drexler H. In vitro evaluation of the efficacy of skin barrier creams and protective gloves on percutaneous absorption of industrial solvents. Int Arch Occup Environ Health. 2003;76(5):382-6.
18. Chang FK, Chen ML, Cheng SF, Shih TS, Mao IF. Field protection effectiveness of chemical protective suits and gloves evaluated by biomonitoring. Occup Environ Med. 2007;64(11):759-62.

มหาวิทยาลัยบูรพา Burapha University