

ผลงานทางวิชาการ

เรื่อง

การประเมินความสัมพันธ์ของภาวะสุขภาพกับปริมาณสารทำ
ละลายอินทรีย์ในเลือดของพนักงานโรงงานประดิษฐ์หัตถกรรม
พื้นบ้านในจังหวัดเชียงใหม่

โดย

นางเจียรนัย ชันติพงศ์

นพ.วิทยา หลิวเสรี

ดร.โกวิทย์ นามบุญมี

นายชาญณรงค์ ชัยสุวรรณ

นพ.จรัส สิงห์แก้ว

นายสมเกียรติ ท้วมแสง

นางอนงศิลป์ ด่านไพบูลย์

นายศุภกิจ คชาอนันต์

กิตติกรรมประกาศ

ข้าพเจ้าขอขอบคุณสำนักงานป้องกันควบคุมโรคที่1 จังหวัดเชียงใหม่ กรมควบคุมโรค กระทรวงสาธารณสุข ซึ่งเป็นหน่วยงานต้นสังกัดของข้าพเจ้าที่ให้โอกาสและให้การสนับสนุนวัสดุอุปกรณ์ รวมถึงสถานที่สำหรับงานวิจัยในครั้งนี้

ขอบคุณ ดร.วีรวรรณ เรืองยุทธิกการที่กรุณาให้ข้อคิดเห็นและคำแนะนำที่เป็นประโยชน์อย่างสูงต่อการและบริหารจัดการดำเนินงานวิจัยให้ลุล่วงไปได้ด้วยดี

ขอบคุณ คุณวารุณี จิตอารี สำหรับความช่วยเหลือด้านเทคนิคต่าง ๆ และการตัดสินใจในการแก้ปัญหาด้านการตรวจวินิจฉัยทางห้องปฏิบัติการ

ขอบคุณอาสาสมัครที่เสียสละอนุญาตให้เก็บตัวอย่างเพื่อนำมาวิเคราะห์ วินิจฉัยและได้ข้อมูลเพื่อการวิจัยที่เป็นประโยชน์ต่อการพัฒนาการตรวจรักษาโรคจากการสัมผัสสารทำลายอินทรีย์

และท้ายสุดขอขอบคุณครอบครัวของข้าพเจ้าที่ให้ความรัก ความเข้าใจและให้กำลังใจ ในการดำเนินงานวิจัยจนสำเร็จ

เจียรนัย ชันติพงศ์

ABSTRACT

The aim of this study was to detect the blood level of organic solvents (Acetone, Isopropanol, Toluene, Trichloroethylene and Hexane) in handicraft workers, Chiangmai province. In addition, the relation between blood solvents level and workers' health was determined. The subject categorized in exposed (n=150) and non-exposed group (n = 150) based on their self report questionnaire. The exposed group was usually contact to organic solvent, while the non-exposure group was the same company worker but their job was not directly exposed or contact to organic solvent. Blood samples were collected at the end of morning shift. Organic solvents (parent compound) were detected by using Headspace-Gas Chromatography with Flame ionization detector (HS-GC-FID). Complete blood count, liver function test and kidney function test were also examined to determine a health status of workers. The result showed that the level of Trichloroethylene in exposed group was higher than non-exposed group ($p < 0.05$). The relationship were shown on trichloroethylene level among number blood urea nitrogen ($r = 0.67$; $p = 0.038$). In conclusion, the worker who exposed organic solvent during working found the trichloroethylene in blood and related to liver function so the data represent the deleterious effect of trichloroethylene exposure. The management of industry, working process and health surveillance of working who exposed to trichloroethylene is the most important especially informal workers which will be studied.

Keywords: Organic solvent, health status, handicraft worker

บทคัดย่อ

งานวิจัยนี้มีวัตถุประสงค์เพื่อตรวจหาปริมาณสารทำลายอินทรีย์ 5 ชนิด ในเลือดพนักงานโรงงาน หัตถกรรมจังหวัดเชียงใหม่ และประเมินความสัมพันธ์ระหว่างภาวะสุขภาพกับปริมาณสารทำลายอินทรีย์ ในเลือด กลุ่มตัวอย่างมี 2 กลุ่มคือ กลุ่มพนักงานที่สัมผัสสารทำลายอินทรีย์ขณะปฏิบัติงาน 150 รายและกลุ่มอาสาสมัครสุขภาพดีไม่สัมผัสสาร 150 ราย เก็บเลือดหลังเลิกงาน 5 วัน วัดปริมาณสารทำลายอินทรีย์ ในเลือดโดยเทคนิค Headspace - Gas chromatography - Flame ionization detector (HS-GC-FID) และวิเคราะห์ค่าความสมบูรณ์ของเม็ดเลือด (Complete Blood Count) การทำงานของตับ (Liver Function Test) และการทำงานของไต (Kidney Function Test) ผลการวิจัยพบว่ามีสารทำลายอินทรีย์ 1 ชนิด คือ ไตรคลอโรเอทิลีนมีระดับค่าเฉลี่ยในเลือดของพนักงานกลุ่มที่สัมผัสสารขณะปฏิบัติงานมีระดับสูงกว่าค่าปกติ และสูงกว่ากลุ่มที่ไม่ได้สัมผัสสาร ($p < 0.05$) และพบความสัมพันธ์ระหว่างปริมาณไตรคลอโรเอทิลีนกับ Blood urea nitrogen ($r = 0.67$; $p = 0.038$) ไม่พบความสัมพันธ์ระหว่างปริมาณสารทำลายอินทรีย์ทั้ง 5 ชนิดกับระยะเวลาที่สัมผัสตามช่วงเวลาปฏิบัติงาน สรุปได้ว่าการสัมผัสกับสารทำลายอินทรีย์ขณะปฏิบัติงานพบไตรคลอโรเอทิลีนตกค้างในเลือดพนักงานและสัมพันธ์กับการทำงานของไต บ่งบอกได้ถึงอันตรายจากการสัมผัสไตรคลอโรเอทิลีนขณะปฏิบัติงาน การจัดระเบียบภายในโรงงาน กระบวนการทำงาน และการเฝ้าระวังพนักงานที่สัมผัสไตรคลอโรเอทิลีนเป็นสิ่งสำคัญและจำเป็น โดยเฉพาะในกลุ่มแรงงานนอกระบบที่ขาดการควบคุมดูแล ซึ่งจะต้องมีการศึกษาเพิ่มเติมต่อไป

คำรหัส : สารทำลายอินทรีย์ ภาวะสุขภาพพนักงานโรงงานหัตถกรรมพื้นบ้าน

สารบัญ

	Page
กิตติกรรมประกาศ	I
บทคัดย่อ (อังกฤษ)	II
บทคัดย่อ (ไทย)	III
สารบัญ	IV
สารบัญตาราง	V
สารบัญรูปภาพ	VI
บทที่ 1 บทนำ	1
บทที่ 2 วัตถุประสงค์	2
บทที่ 3 แนวคิด ทฤษฎี และเอกสารการวิจัยที่เกี่ยวข้อง	3
บทที่ 4 วัสดุอุปกรณ์ วิธีดำเนินการวิจัย	3
บทที่ 5 ผลการวิจัย	4
บทที่ 6 สรุปผลการศึกษา อภิปรายผล และข้อเสนอแนะ	7
เอกสารอ้างอิง	8

สารบัญตาราง

หน้า

- ตารางที่ 1. แสดงค่าเฉลี่ยของระดับสารตัวทำละลายอินทรีย์ในเลือดพนักงานกลุ่มที่สัมผัส
และไม่ได้สัมผัสกับสารทำละลายอินทรีย์ขณะปฏิบัติงาน (* $p < 0.05$)
- ตารางที่ 2 แสดงค่าเฉลี่ยตัวบ่งชี้ภาวะสุขภาพพนักงานทั้ง 2 กลุ่ม (โดยใช้ค่า Complete
Blood Count, Liver Function Test และ Kidney Function Test)

สารบัญรูปภาพ

หน้า

รูปที่ 1 กราฟภูมิแท่งแสดงการเปรียบเทียบค่าเฉลี่ยของระดับสารทำลายอินทรีย์ในเลือด (mg%)

ทั้ง 5 ชนิดในเลือดพนักงานกลุ่มที่สัมผัสกับสารทำลายอินทรีย์ขณะปฏิบัติงานและกลุ่มที่ไม่ได้สัมผัส

รูปที่ 2 แสดงความสัมพันธ์ระหว่างระดับ trichloroethylene ในเลือดพนักงานและระดับ BUN

บทที่ 1 บทนำ

ความเป็นมาและความสำคัญของปัญหา

สารทำละลายอินทรีย์ (Organic Solvents) หมายถึง สารที่มีคาร์บอนเป็นองค์ประกอบ มีลักษณะ เป็นของเหลว สามารถละลายสารอื่นได้ โดยเฉพาะอย่างยิ่งสามารถละลายสารที่มีคาร์บอนเป็นองค์ประกอบ เนื่องจากสารทำละลายอินทรีย์นี้มีหลายชนิด ในภาษาอังกฤษจึงเขียนในรูปของพหูพจน์ นอกจากนี้สารทำละลายอินทรีย์ยังระเหยได้ง่าย จึงมักเรียกว่า “สารระเหยอินทรีย์ (Volatile Organic Compounds)” หรือ “VOCs” ในภาษาไทยยังมีเรียกชื่ออื่นอีกว่า “สารตัวทำละลายอินทรีย์” หรือ “ตัวทำละลายอินทรีย์” สารทำละลายอินทรีย์มีคุณสมบัติระเหยได้ง่าย มีกลิ่นเฉพาะตัว ละลายไขมันและสารเคมีอื่นได้ดี มักนิยม ใช้ในกิจกรรมหลายชนิด ทั้งในภาคเกษตรกรรม โดยใช้ในกระบวนการผลิตปุ๋ยและสารเคมีกำจัดศัตรูพืชบางชนิดในภาคอุตสาหกรรม เช่น ใช้เป็นสารชะล้างและสกัดสารทั้งในอุตสาหกรรมปิโตรเคมี อุตสาหกรรมผลิตสี การพิมพ์ ซ่อมรถยนต์ ผลิตรถยนต์ ผลิตภัณฑ์ยาโรค ผลิตสมุนไพร ผลิตน้ำหอม สเปรย์ ผลิตเฟอร์นิเจอร์ ผลิตเครื่องหนังและรองเท้า เป็นต้น ในภาคบริการ เช่น การชะล้างในห้องปฏิบัติการในโรงพยาบาลและเป็นส่วนผสมของน้ำมันในสถานบริการน้ำมัน เป็นต้น⁽¹⁾

กลไกการเกิดพิษต่อร่างกาย

ทางเข้าสู่ร่างกาย (Routes of Entry)

สารทำละลายอินทรีย์นั้นสามารถเข้าสู่ร่างกายได้ 3 ทาง ได้แก่

- 1) โดยทางเดินหายใจ (Respiratory Tract) โดยการสูดดมไอระเหย (Vapour)
- 2) โดยการดูดซึมผ่านทางผิวหนัง (Skin Absorption) เนื่องจากสารทำละลายอินทรีย์ละลายไขมันได้ดี จึงซึมผ่านผิวหนังได้
- 3) โดยการดูดซึมผ่านทางเดินอาหาร (Gastro-Intestinal Tract) ด้วยการดื่มน้ำหรือรับประทานอาหารที่มีสาร ทำละลายอินทรีย์ปนเปื้อน⁽¹⁾

การกระจายตัวของสาร (Distribution)

สารทำละลายอินทรีย์เมื่อเข้าสู่ร่างกายโดยผ่านกระแสโลหิตจะเข้าสู่ตับ ภายหลังจากนั้นตับจะมีกระบวนการเปลี่ยนแปลงโครงสร้างของสาร (Biotransformation) โดยตับจะมีหน้าที่เปลี่ยนแปลงโครงสร้างของสารทำละลายอินทรีย์ให้เป็นสารเมตาโบไลต์ (Metabolites) ที่ละลายน้ำได้ดีโดยเมตาโบไลต์ตัวกลาง (Intermediated Metabolites) จะละลายอยู่ในเลือด ส่วนเมตาโบไลต์ตัวสุดท้าย (Terminated Metabolites) ของกระบวนการเปลี่ยนแปลงสารนั้นจะถูกขจัดออกทางเหงื่อและปัสสาวะ อย่างไรก็ตามเนื่องจากสารทำละลายอินทรีย์นั้นเป็นสารที่ระเหยได้ง่าย จึงอาจตรวจพบสารทำละลายอินทรีย์ในรูปของไอระเหยที่ปนเปื้อนมากับลมหายใจออกได้อีกด้วย⁽¹⁾

การขจัดสารออกจากร่างกาย (Excretion)

สารทำละลายอินทรีย์จะถูกขจัดออกจากร่างกายได้ทั้งทางลมหายใจออกในรูปของไอระเหยของสารที่ออกมาทั้งทางลมหายใจออกและถูกขจัดออกทางปัสสาวะและเหงื่อในรูปของสารเมตาโบไลต์ที่ละลายได้ในน้ำ

พิษและอันตรายของสารทำละลายอินทรีย์

สารทำละลายอินทรีย์นั้นมีพิษและอันตรายได้หลายแบบ ได้แก่

- ก่อให้เกิดความรำคาญ (Nuisance) เนื่องจากกลิ่นของสารเคมี
- อันตรายจากการระเบิดและอัคคีภัย (Explosion and Fire)
- พิษต่อร่างกายแบบเฉียบพลัน (Acute Effects) และแบบเรื้อรัง (Chronic Effects)

ความรู้เรื่องการสัมผัสสารทำละลายอินทรีย์

จังหวัดเชียงใหม่เป็นจังหวัดที่มีการผลิตเครื่องเงิน ไม่แก๊สสลัก รม เครื่องหยาและผลิตภัณฑ์หัตถกรรมอื่นๆ โดยขั้นตอนสุดท้ายของการผลิตจะมีการนำเอาผลิตภัณฑ์เหล่านี้ไปตกแต่งสีสันทน และเคลือบเงาแต่งสีและสารเคลือบเหล่านี้มีส่วนประกอบของสารทำละลายอินทรีย์ที่เป็นอันตราย เช่น อะซีโตน (Acetone) ไอโซโพรพานอล (Isopropanol) โทลูอิน (Toluene) ไตรคลอโรเอทธิลีน (Trichloroethylene) และเฮกเซน (Hexane) ⁽¹⁾ ประกอบกับการเคลือบผลิตภัณฑ์เพื่อให้ได้คุณภาพสูง จำเป็นต้องทำการเคลือบซ้ำหลายๆ ครั้งทำให้ผู้ที่สัมผัสหรือเกี่ยวข้องมีโอกาสที่จะได้รับสารทำละลายอินทรีย์นี้เข้าสู่ร่างกาย ก่อให้เกิดอันตรายต่อระบบประสาทส่วนกลาง ระบบการทำงานของอวัยวะต่างๆ เช่น ตับ ไต และยังสามารถก่อให้เกิดมะเร็งในมนุษย์ได้อีกด้วย ซึ่งโรคที่เกิดจากสารทำละลายอินทรีย์ดังกล่าวไม่สามารถที่จะรักษาให้หายขาดได้ แม้ว่าสารทำละลายอินทรีย์หลายชนิด เช่นอะซีโตน ไอโซโพรพานอลและไตรคลอโรเอทธิลีนจะถูกจัดเป็นสารเคมีอันตราย แต่ก็ยังมีการนำมาใช้อย่างถูกกฎหมายสวนใหญ่จะนำมาใช้ในภาคอุตสาหกรรมต่าง ๆ และขาดการป้องกันหรือควบคุมดูแลอย่างจริงจังในด้านการใช้การสัมผัสกับสารเหล่านี้โดยตรง

บทที่ 2

วัตถุประสงค์

เพื่อประเมินความสัมพันธ์ของภาวะสุขภาพกับปริมาณสารทำละลายอินทรีย์ (อะซีโตน ไอโซโพรพานอล โทลูอิน ไตรคลอโรเอทธิลีนและเฮกเซน) ในเลือดพนักงานในโรงงานและงานหัตถกรรมพื้นบ้านในจังหวัดเชียงใหม่

บทที่ 3

แนวคิด ทฤษฎี และเอกสารการวิจัยที่เกี่ยวข้อง

จากรายงานสถานการณ์โรคพิษจากสารทำลายอินทรีย์ภายในสรุปรายการการเฝ้าระวังโรคปี 2552 พบว่าโรคที่เกิดจากสารทำลายอินทรีย์มีจำนวน 129 ราย อัตราป่วย 0.23 ต่อแสนราย แม้ว่าจะเป็นจำนวน ไม่มาก และมีแนวโน้มลดลง แต่การรักษาผู้ป่วยมีความลำบากยุ่งยากและไม่หายขาด หากละเลยปัญหาดังกล่าวอาจจะขยายวงกว้างขึ้นจนเป็นปัญหาใหญ่ได้ในอนาคต ดังนั้นการเฝ้าระวังป้องกันจึงเป็นวิธีที่มีประสิทธิภาพที่สุด ผลการศึกษาความชุกของการได้รับโทลูอินเข้าสู่ร่างกายของคนงานในโรงงานผลิตสีที่มีการจัดระเบียบภายในมีคนงานเพียงร้อยละ 3.1 ($n = 192$) ที่ตรวจพบโทลูอินในเลือดและมีระดับต่ำกว่า 0.68 ไมโครกรัมต่อมิลลิลิตรทั้งหมด ส่วนคนงานในกลุ่มสัมผัสสารและขาดการจัดระเบียบภายในโรงงานพบคนงานมีระดับโทลูอินในเลือด ต่ำกว่า 0.68 ไมโครกรัมต่อมิลลิลิตร ร้อยละ 39.0 ($n = 218$) และอีกร้อยละ 11.6 มีระดับโทลูอินในเลือด ระหว่าง 0.68-4.16 ไมโครกรัมต่อมิลลิลิตร⁽⁸⁾ การตรวจวัดอะซีโตนและไอโซโพรพานอลในเลือดผู้ติดสารเสพติดจากการดมกาว (glue sniffing) ด้วย headspace gas chromatography พบว่าวิธีนี้มีความไวสูง สามารถตรวจวัดปริมาณต่ำสุดได้น้อยกว่า 10 ug/ml⁽⁹⁾ จากการตรวจหาปริมาณอะซีโตนและไตรคลอโรเอทธิลีนใน ตัวอย่างดินด้วยเทคนิค headspace gas chromatography พบสารอินทรีย์ที่ระเหยได้ทั้งหมดแยกจากกันได้ดี ในกราฟมาตรฐานเป็นเส้นตรงในช่วงความเข้มข้น 10-50 ไมโครกรัมต่อลิตรสำหรับอะซีโตนและช่วงความเข้มข้น 5-20 ug/L สำหรับไตรคลอโรเอทธิลีนโดยมีค่าสัมประสิทธิ์เชิงเส้นอยู่ในช่วง 0.9892-0.9980⁽¹⁰⁾

บทที่ 4

วัสดุอุปกรณ์ วิธีดำเนินการวิจัย

1. สุ่มเลือกพนักงานทั้งเพศหญิงหรือ ชายอายุ 18 ปีขึ้นไปไม่เป็นโรคตับ โรคไต โรคเลือด สุ่มเลือกแบบเฉพาะเจาะจงจากโรงงานทำดอกไม้ กระดาษสา โรงงานทำเฟอร์นิเจอร์ไม้และไม้แกะสลัก โดยแบ่งเป็นพนักงานที่สัมผัสสารละลายอินทรีย์ทั้ง 5 ชนิด(150 ราย) และพนักงานสุขภาพดีที่ไม่สัมผัสสาร ละลายอินทรีย์(150 ราย)
2. ถามความสนใจ กรอกแบบสัมภาษณ์ คนงานประกอบด้วย ข้อมูลทั่วไป และข้อมูลประวัติ ที่เกี่ยวข้อง/การตรวจร่างกายและการรักษา
3. เก็บตัวอย่างเลือดพนักงาน 5 มิลลิลิตร แบ่งเลือดเป็น 2 หลอด เลือดหลอดแรก 2.5 มล. ตรวจหาสารละลายอินทรีย์ 5 ชนิด ด้วยวิธี Head space chromatography FID เลือดหลอดที่ 2 ตรวจ CBC, LFT Kidney function test
4. เปรียบเทียบค่าเฉลี่ยระดับสารทำลาย อินทรีย์ทั้ง 5 ชนิด ในเลือดพนักงานทั้งสองกลุ่ม

ในการศึกษาครั้งนี้จะใช้วิธีการวัดปริมาณสารทำละลายอินทรีย์ทั้ง 5 ชนิดคือ อะซีโตน ไอโซโพรพานอล โทลูอิน ไตรคลอโรเอทิลีน และเฮกเซนซึ่งมีอยู่ในผลิตภัณฑ์ที่ใช้ในโรงงานทั้ง 2 ประเภทที่ทำการวิจัยครั้งนี้ (Lacquer Thinner Glues and Adhesive) ด้วยวิธี headspace chromatography ซึ่งเป็นวิธีมาตรฐานตามวิธีของสำนักโรคจากการประกอบอาชีพและสิ่งแวดล้อมประเมิณร่วมกับสุขภาพพนักงานโดยใช้ค่าสัมบูรณ์ของเม็ดเลือด (Complete Blood Count) การทำงานของตับ (Liver Function Test) และการทำงานของไต (Kidney Function Test) เป็นการเฝ้าระวังทางสุขภาพ เพื่อให้ตรวจพบการเกิดพิษในระยะต้น ๆ ซึ่งมีความสำคัญรวมทั้งเป็นข้อมูลในการให้ความรู้แก่พนักงานและบุคคลที่มีโอกาสสัมผัสสารทำละลายอินทรีย์รวมทั้งสถานประกอบการในเรื่องอันตรายและแนวทางปฏิบัติในการใช้สารทำละลายอินทรีย์ การตรวจวัดสารระเหยอินทรีย์เหล่านี้นิยมใช้เทคนิค Headspace Gas Chromatography ⁽⁴⁾ ซึ่งเป็นเทคนิคที่ใช้วิเคราะห์และแยกสารอินทรีย์ที่ระเหยง่ายหรือเป็นสารอินทรีย์กึ่งระเหย โดยการเตรียมตัวอย่างที่ต้องการวิเคราะห์ให้กลายเป็นไอตามสภาวะที่เหมาะสมโดยใช้เครื่อง Headspace จากนั้นจึงถ่ายโอน (Transfer) ตัวอย่างที่อยู่ในสถานะแก๊สเข้าสู่เครื่อง Gas Chromatograph ต่อไปการเตรียมตัวอย่างโดยใช้ Headspace นั้นเป็นวิธีที่ไม่เป็นพิษกับสิ่งแวดล้อมให้ผลการวิเคราะห์ได้ดีมีความแม่นยำสูงสารตัวอย่างนำมาวิเคราะห์ได้โดยตรงไม่ต้องสกัดหรือเตรียมสารทำให้ประหยัดงบประมาณและเวลา

สถานที่ศึกษาวิจัยและระยะเวลาศึกษาวิจัย

ห้องปฏิบัติการ สำนักงานป้องกันควบคุมโรคที่ 1

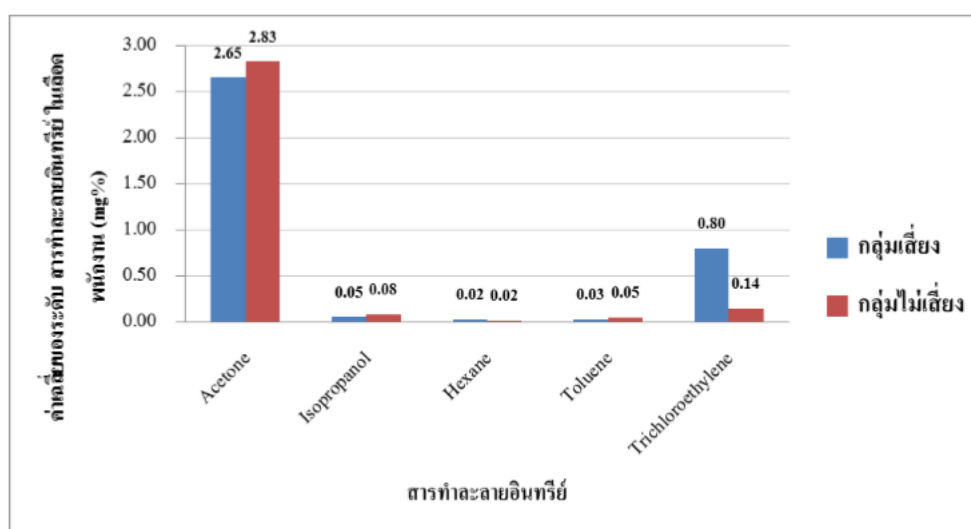
บทที่ 5

ผลการวิจัย

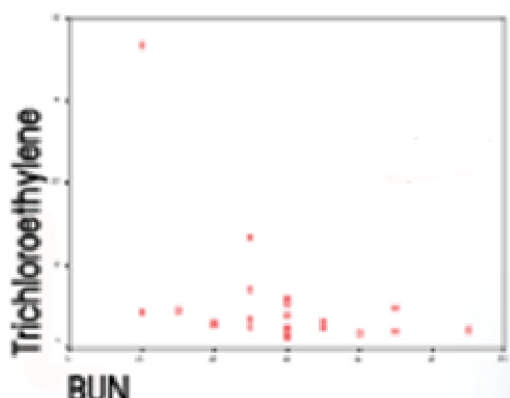
เมื่อนำเลือดของพนักงานทั้ง 2 กลุ่มมาวัดปริมาณสารทำละลายอินทรีย์ทั้ง 5 ชนิดด้วยเครื่อง GC และเปรียบเทียบค่าเฉลี่ยระดับสารทำละลายอินทรีย์ทั้ง 5 ชนิดในเลือดพนักงานทั้งสองกลุ่มโดยใช้สถิติ Man Whitney's U test พบว่ามีสารทำละลายอินทรีย์เพียงชนิดเดียว คือ Trichloroethylene ที่มีระดับค่าเฉลี่ยในเลือดของพนักงานกลุ่มที่สัมผัสสารทำละลายอินทรีย์ขณะปฏิบัติงานสูงกว่ากลุ่มที่ไม่ได้สัมผัสอย่างมีนัยสำคัญทางสถิติ ($p < 0.05$) ตามที่แสดงในตารางที่ 1

ตารางที่ ๑ แสดงค่าเฉลี่ยของระดับสารตัวทำละลายอินทรีย์ในเลือดพนักงานกลุ่มที่สัมผัสและไม่ได้สัมผัสกับสารตัวทำละลายอินทรีย์ขณะปฏิบัติงาน (*p <0.05)

	ปริมาณสารตัวทำละลายอินทรีย์ในเลือดพนักงาน ค่าเฉลี่ย±ส่วนเบี่ยงเบนมาตรฐาน (ค่าต่ำสุด - ค่าสูงสุด)				
	Acetone (mg%)	Isopropanol (mg%)	Hexane (ug%)	Toluene (mg%)	Trichloroethylene (mg%)
งานกลุ่มไม่สัมผัส (n = 150)	2.83 ± 1.44 (0-7.81)	0.08 ± 0.27 (0-1.55)	0.02 ± 0.11 (0-1.20)	0.05 ± 0.18 (0-0.96)	0.14 ± 0.58 (0-3.44)
งานกลุ่มสัมผัส (n = 150)	2.65 ± 1.62 (0-8.30)	0.05 ± 0.26 (0-2.20)	0.02 ± 0.13 (0-0.92)	0.03 ± 0.15 (0-0.93)	0.8 ± 3.38* (0-36.7)



รูปที่ 1 กราฟภูมิแท่งแสดงการเปรียบเทียบค่าเฉลี่ยของระดับสารตัวทำละลายอินทรีย์ในเลือด (mg%) ทั้ง 5 ชนิดในเลือดพนักงานกลุ่มที่สัมผัสกับสารตัวทำละลายอินทรีย์ขณะปฏิบัติงานและกลุ่มที่ไม่ได้สัมผัส



รูปที่ 2 แสดงความสัมพันธ์ระหว่างระดับ trichloroethylene ในเลือดพนักงานและระดับ BUN

จากรูปที่ 2 พบว่ามีเฉพาะระดับของ trichloroethylene ในเลือดพนักงานที่มีความสัมพันธ์อย่างมีนัยสำคัญทางสถิติ (pearson's test) กับระดับ BUN ในเลือด ($r = 0.67$; $p = 0.038$) เมื่อเปรียบเทียบความสัมพันธ์ระหว่างปริมาณสารทำลายอินทรีย์ทั้ง 5 ชนิดกับระยะเวลาที่สัมผัสตามช่วงเวลาที่ได้รับสารทำลายอินทรีย์จากการปฏิบัติงานด้วยสถิติ Spearman ไม่พบความสัมพันธ์กัน จากตารางที่ 2 แสดงค่าเฉลี่ยของตัวบ่งชี้ภาวะสุขภาพของพนักงานกลุ่มสัมผัสสารทำลายอินทรีย์และพนักงานที่ไม่ได้สัมผัสพบวายังอยู่ในระดับปกติ

ตารางที่ 2 แสดงค่าเฉลี่ยตัวบ่งชี้ภาวะสุขภาพพนักงานทั้ง 2 กลุ่ม (โดยใช้ค่า Complete Blood Count, Liver Function Test และ Kidney Function Test)

		อายุ	Hb	Hct	WBC (x1000)	Neut	Lymph	Mono	Eosi	Baso	Plt (x1000)	MCV	MHC	MCHC	BUN	Creati	SGOT
Mean	กลุ่มไม่เสี่ยง	36.4	12.5	40.6	8.69	49.6	44.03	4.12	1.71	0.57	269.89	77.9	23.9	30.56	13.9	1.17	29.42
	กลุ่มเสี่ยง	40.1	12.5	43.1	8.83	52.3	40.29	5.02	1.9	0.48	279.44	77.8	24.4	33.93	13.4	0.99	27.99
SD	กลุ่มไม่เสี่ยง	9.71	1.68	5.03	2.24	10.5	10.46	2.04	1.12	0.7	71.86	10	3.76	1.33	2.82	0.29	20.75
	กลุ่มเสี่ยง	11.5	1.45	37.3	1.93	8.21	8.61	2.48	0.89	0.69	61.01	10.1	3.4	26.52	2.94	0.2	12.01

จากตารางที่ 2 แสดงค่าเฉลี่ยของตัวบ่งชี้ ภาวะสุขภาพของพนักงานกลุ่มสัมผัสสารทำลายอินทรีย์และพนักงานที่ไม่ได้สัมผัสพบวายังอยู่ในระดับปกติ

บทที่ 6

สรุปผลการศึกษา อภิปรายผล และข้อเสนอแนะ

ผลการประเมินความสัมพันธ์ของภาวะสุขภาพกับปริมาณสารทำลายอินทรีย์ 5 ชนิด ไดแก อะซีโตน ไอโซโพรพานอล โทลูอิน ไตรคลอโรเอทธิลีนและเฮกเซนในเลือดพนักงานที่สัมผัสสารทำลายอินทรีย์ดังกล่าว ขณะปฏิบัติงานพบระดับไตรคลอโรเอทธิลีนในเลือดพนักงานกลุ่มที่สัมผัสกับสารละลายอินทรีย์ขณะปฏิบัติงานมีความสัมพันธ์กับตัวบ่งชี้พยาธิสภาพของไต (ระดับ BUN ในเลือด) แต่ตัวบ่งชี้พยาธิสภาพของไตดังกล่าวยังอยู่ในระดับปกติและพบว่าในกลุ่มพนักงานที่สัมผัสสารทำลายอินทรีย์ขณะปฏิบัติงานมีระดับค่าเฉลี่ยของสารทำลายอินทรีย์ในเลือดเพียงชนิดเดียวคือไตรคลอโรเอทธิลีนสูงกว่ากลุ่มที่ไม่ได้สัมผัสอย่างมีนัยสำคัญทางสถิติตามตารางที่ 1 และรูปที่ 1

การพบระดับไตรคลอโรเอทธิลีนในเลือดของกลุ่มพนักงานที่สัมผัสขณะปฏิบัติงานสูงกว่าอีกกลุ่มนั้น เนื่องจากไตรคลอโรเอทธิลีนเป็นสารอินทรีย์ไอระเหย (VOCs) กลุ่มไฮโดรคาร์บอนที่มีธาตุคลอรีนในโมเลกุล จึงมีความเป็นพิษมากกว่าและเสถียรตัวในสิ่งแวดล้อมมากกว่ากลุ่มที่ไม่มีธาตุคลอรีนในโมเลกุล (non-chlorinated VOCs) ไดแก โทลูอิน เฮกเซน อะซีโตนและไอโซโพรพานอล เพราะมีโครงสร้างโมเลกุลที่มีพันธะระหว่างคาร์บอนและธาตุกลุ่มฮาโลเจนที่ทนทานมาก ยากต่อการสลายตัวในธรรมชาติทางชีวภาพ ทางกายภาพหรือโดยทางวิธีเคมีทั่วไป มีความคงตัวสูงและสะสมได้นาน

สารกลุ่ม chlorinated VOCs ยังรบกวนการทำงานของสารพันธุกรรม หรือยับยั้งปฏิกิริยาชีวเคมีในเซลล์ และมีฤทธิ์ในการก่อมะเร็งหรือกระตุ้นการเกิดมะเร็งได้⁽¹⁶⁾ สารอินทรีย์ไอระเหยถูกขับออกจากร่างกายโดยตรงผ่านไตออกมาทางปัสสาวะ ทางลมหายใจและผ่านทางอัมผวนตับและน้ำดี สารที่ขับออกทั้งนี้ได้ง่ายความเป็นพิษจะน้อยกว่า⁽¹⁶⁾

จากการศึกษาคนควาวิจัยมานานกว่า 30 ปี ในด้านผลกระทบต่อสุขภาพสัตว์ทดลองและมนุษย์ ไตรคลอโรเอทธิลีนเป็นสารก่อมะเร็งร้ายแรงชนิดหนึ่ง (Group 2A carcinogen probably carcinogenic to humans) ตามนิยามและการยอมรับของ International Agency for research on Cancer (IARC) และ World Health Organization (WHO)⁽¹⁶⁾

การพบระดับไตรคลอโรเอทธิลีนในเลือดพนักงานกลุ่มที่สัมผัสกับสารละลายอินทรีย์ขณะปฏิบัติงานมีความสัมพันธ์กับปัจจัยทางชีวภาพด้านการทำงานของตับ (ระดับ BUN ในเลือด) เนื่องมาจากกลไกการก่อโรคของไตรคลอโรเอทธิลีนนั้น ลักษณะอาการทางคลินิกแบบอาการเฉียบพลันจะมีการทำลายตับ (liver injury) และทำลายไต (renal injury) อาจพบได้ถ้าสัมผัสเข้าไปมากพอ⁽¹⁵⁾ ส่วนอาการระยะยาวในการก่อมะเร็ง แม้ข้อมูลจะไม่ถึงระดับยืนยันชัดเจนแต่เชื่อว่าไตรคลอโรเอทธิลีนน่าจะเป็นสารก่อมะเร็งตับ มะเร็งท่อน้ำดี (biliary tract) ไต และอาการแพ้มักเกิดในผู้สัมผัสสารชนิดนี้ภายในระยะเวลาประมาณ 1 สัปดาห์ถึง 1 เดือน มีอาการหลากหลายอาการที่ผิวหนังจะเกิดร่วมกับภาวะตับอักเสบรุนแรง (hepatitis) ซึ่งเป็นสาเหตุทำให้เสียชีวิตได้และมักพบภาวะไข้สูง (fever) ตัวเหลือง (jaundice) และระดับเม็ดเลือดขาวอีโอซิโนฟิลสูง (eosinophilia) รวมด้วย⁽¹⁵⁾

เนื่องจากสารทำลายอินทรีย์ในการศึกษาครั้งนี้เป็นสารอินทรีย์ไอระเหย (Volatile Organic Chemicals, VOCs) สามารถระเหยเป็นไอกระจายตัวไปในอากาศได้ในที่อุณหภูมิและความดันปกติ สารอินทรีย์ไอระเหย (VOCs) มีอันตรายต่อสุขภาพหลายด้าน จะมีมากหรือน้อยแล้วแต่ชนิดและความแตกต่างของสารเคมี ปริมาณที่ได้รับสภาวะทางชีวภาพของร่างกาย เมตะบอลิซึมและปัจจัยอื่น ๆ หากได้รับ VOCs บางชนิดในปริมาณมากจะทำให้เกิดการทำลายระบบประสาทส่วนกลาง ในการได้รับปริมาณน้อยและนานจะมีปัญหาเรื้อรัง อาจทำให้เกิดมะเร็งและความเสื่อมสภาพของเนื้อเยื่ออวัยวะภายในได้ด้วย การรักษาผู้ป่วยนั้นมีความลำบากยุ่งยากมาก การควบคุมโดยการป้องกันและการลดความเสี่ยงต่อสารอินทรีย์ไอระเหยในระดับต่าง ๆ จะเป็นวิธีการที่ดีและมีประสิทธิภาพมากที่สุด

การป้องกันและเฝ้าระวัง การป้องกันที่ดีที่สุดคือลดการสัมผัสตามหลักอาชีวอนามัย ไซระบบปดควบคุมที่แหล่งกำเนิด ให้ความรู้แกพนักงาน กระบวนการทำงาน ควรหลีกเลี่ยงการสัมผัสกับสารไตรคลอโรเอทิลีนทางผิวหนังโดยตรงและหลีกเลี่ยงการสูดดมไอระเหยของสารนี้ด้วยการใช้ภาชนะที่มีฝาปิด หรือทำระบบปิดให้เรียบร้อย การเฝ้าระวังควรตรวจวัดระดับสารเคมีนี้ในอากาศอย่างน้อยปีละครั้ง การตรวจสุขภาพในแผนกที่การสอบถามอาการระคายเคือง มึนงง วิงเวียน ศีรษะ ไอ หอบเหนื่อยและแน่นหน้าอก ตรวจร่างกายควรดูฝ่าเท้าที่มือ ที่ผิวหนัง ตรวจระบบทางเดินหายใจ

ข้อเสนอแนะ

ควรตรวจเลือดดูการทำงานของตับพนักงานที่ทำงานกับสารชนิดนี้ควรงดหรือลดการดื่มสุรา สำหรับกรณีอาการแพ้ไตรคลอโรเอทิลีน ยังไม่มีการตรวจใดที่จะทำให้รู้ล่วงหน้าได้ว่าใครจะแพ้สารนี้ การป้องกันที่ดีที่สุดคือเฝ้าระวังพนักงานที่เข้าใหม่ทุกราย หากทำงานกับสารเคมีชนิดนี้ไป 1 สัปดาห์ - ประมาณ 1 เดือน แล้วเกิดมีผื่นแดงขึ้นร่วมกับตัวอักเสบ ตัวเหลือง ให้รีบหยุดทำงานแล้วส่งตัวมาพบแพทย์เพื่อประเมินอาการทันที⁽¹⁵⁾ การจัดระเบียบภายในโรงงาน กระบวนการทำงานและการเฝ้าระวังพนักงานที่สัมผัสไตรคลอโรเอทิลีนเป็นสิ่งสำคัญและจำเป็น โดยเฉพาะในกลุ่มแรงงานนอกระบบที่ขาดการควบคุมดูแล ซึ่งจะต้องมีการศึกษาเพิ่มเติมต่อไป

เอกสารอ้างอิง

1. พิษของสารทำลายอินทรีย์ในโรงงานอุตสาหกรรม//สืบค้นเมื่อ ๑๕ มีนาคม ๒๕๖๓ <http://http://php.diw.go.th/safety/wp-content/uploads/2014/02/2.4.pdf>
2. Solvents and hydrocarbon.Poison & Drug Information. Bulletin 2003; 11(4): 38-48.
3. ชนสร ต้นศฤงฆาร, อนุสรณ รังสิโยธิน, บุญเทียม เทพพิทักษ์ศักดิ์, ณัฐวัฒน์ สุขทั่วญาติ. การเฝ้าคุมทางชีวภาพของพนักงานกลุ่มเสี่ยงที่สัมผัสสารอินทรีย์ระเหยง่ายในสถานบริการน้ำมันเชื้อเพลิง. วารสารการส่งเสริมสุขภาพและอนามัยสิ่งแวดล้อม ปีที่ 28 ฉบับที่ 4 หน้า 15-21. 2548
4. ศูนย์พัฒนาวิชาการในเขตอุตสาหกรรมภาคตะวันออก จ.ระยอง สำนักงานป้องกันควบคุมโรคที่ 3 จ.ชลบุรี กรมควบคุมโรค กระทรวงสาธารณสุข. คู่มือโรคจากสารตัวทำลายอินทรีย์. กรมควบคุมโรค กระทรวงสาธารณสุข. นนทบุรี 2549.
5. วารุณี มะโนสงค ภาควิชาเคมี คณะวิทยาศาสตร์ มหาวิทยาลัยทักษิณ. <http://linjah.exteen.com/20080829/headspace>
6. Iffland R., Berghaus G. Experiences with Volatile Alcoholism Indicators (Method, Acetone,Isopropanol)inDWICarDrivers.<http://www.Druglibrary.org/schaffer/Misc/driving/s3p4>. 31 August 2004.
7. Wang G. et al. Blood acetone concentration in "normal people" and in exposed workers. International Archives of Occupational and Environmental Health. 2004; 258-9.
8. ประสงค์ คุณานุวัฒน์ชัยเดช และไมตรี สุทธิจิตต. สารอินทรีย์ไอระเหยและสุขภาพ.พิษวิทยาสาร, ปีที่ 11 ฉบับที่ 4 ตุลาคม - ธันวาคม 2544 และปีที่ 12 ฉบับที่ 1 มกราคม - มีนาคม 2545, เชียงใหม่, 2545
9. วิลโล ชินเวชกิจวานิชย์และคณะ. ความชุกของการ ได้รับโทลูอินเข้าสู่ร่างกายของคนงานโรงงานผลิตสี: รายงานผลการวิจัย. http://thailis-db.car.chula.ac.th/CU_DC/October2005/research/Vilai.pdf
10. Jain N.C. Direct Blood - Injection Method for Gas Chromatographic Determination of Alcohol and Other Volatile Compounds. Clinical chemistry 1971; 17:82-5.
11. Sunanta Wangharn and Jane Juntarasupasen. Analysis of some volatile organic compounds in soil sample using chromatography. Department of Chemistry, Faculty of Science. Chiang Mai University, Chiang Mai 50200. Thailand

12. วณิดา คูอมรพัฒน์ <http://www.eg.mahidol.ac.th/dept/egche/PDF/ANA/ANA10%20Gas%20Chromatography.pdf>
13. Agency for toxic substances and disease registry, www.atsdr.cdc.gov/toxprofilesphs21.html 1/ 07/2010
14. มหาวิทยาลัยสุโขทัยธรรมาธิราช สาขาวิทยาศาสตร์สุขภาพ. เอกสารการสอนชุดวิชาพิษวิทยาและอาชีวเวชศาสตร์ 54106 . สำนักพิมพ์มหาวิทยาลัย สุโขทัยธรรมาธิราช, นนทบุรี 2552
15. ฉันทนา ผดุงทศ. คอลัมน์อาชีวเวชศาสตร์ปริทัศน์. วารสารคลินิก เล่ม 260; 08/2549
16. วิวัฒน์ เอกบุรณะวัฒน์. ฐานข้อมูลการดูแลผู้ป่วยที่ได้รับสารพิษเคมี (ThaiTox).mht.www.thaitox.com 7/6/2012
17. พิษของสารทำลายอินทรีย์ในโรงงานอุตสาหกรรม//สืบค้นเมื่อ ๑๕ มีนาคม ๒๕๖๓ <http://http://php.diw.go.th/safety/wp-content/uploads/2014/02/2.4.pdf>
18. Solvents and hydrocarbon.Poison & Drug Information. Bulletin 2003; 11(4): 38-48.
19. ธนสร ต้นตุงฆาร, อนุสรณ รังสิโยธิน, บุญเทียม เทพพิทักษ์ศักดิ์, ณัฐวัฒน์ สุขท้วญาติ. การเฝ้าคุมทางชีวภาพของพนักงานกลุ่มเสี่ยงที่รับสัมผัสสารอินทรีย์ระเหยง่ายในสถานบริการน้ำมันเชื้อเพลิง. วารสารการส่งเสริมสุขภาพและอนามัยสิ่งแวดล้อม ปีที่ 28 ฉบับที่ 4 หน้า 15-21. 2548
20. ศูนย์พัฒนาวิชาการในเขตอุตสาหกรรมภาคตะวันออก จ.ระยอง สำนักงานป้องกันควบคุมโรคที่ 3 จ.ชลบุรี กรมควบคุมโรค กระทรวงสาธารณสุข. คู่มือโรคจากสารตัวทำลายอินทรีย์. กรมควบคุมโรค กระทรวงสาธารณสุข. นนทบุรี 2549.
21. วารุณี มะโนสงค ภาควิชาเคมี คณะวิทยาศาสตร์ มหาวิทยาลัยทักษิณ. <http://linjah.exteen.com/20080829/headspace>
22. Iffland R., Berghaus G. Experiences with Volatile Alcoholism Indicators (Method, Acetone,Isopropanol)inDWICarDrivers.<http://www.Drugiiabraly.org/schaffer/Misc/driving/s3p4>. 31 August 2004.
23. Wang G. et al. Blood acetone concentration in "normal people" and in exposed workers. International Archives of Occupational and Environmental Health. 2004; 258-9.
24. ประสงค์ คุณานุวัฒน์ชัยเดช และไมตรี สุทธิจิตต. สารอินทรีย์ไอระเหยและสุขภาพ.พิษวิทยาสาร, ปีที่ 11 ฉบับที่ 4 ตุลาคม - ธันวาคม 2544 และปีที่ 12 ฉบับที่ 1 มกราคม - มีนาคม 2545, เชียงใหม่, 2545

25. วิไล ชินเวชกิจวานิชย์และคณะ. ความชุกของการ ได้รับโทลูอินเข้าสู่ร่างกายของคนงาน โรงงานผลิตสี: รายงานผลการวิจัย. http://thailis-db.car.chula.ac.th/CU_DC/October2005/research/Vilai.pdf
26. Jain N.C. Direct Blood - Injection Method for Gas Chromatographic Determination of Alcohol and Other Volatile Compounds. *Clinical chemistry* 1971; 17:82-5.
27. Sunanta Wangharn and Jane Juntarasupasen. Analysis of some volatile organic compounds in soil sample using chromatography. Department of Chemistry, Faculty of Science. Chiang Mai University, Chiang Mai 50200. Thailand
28. วณิดา คูอมรพัฒนะ <http://www.eg.mahidol.ac.th/dept/egche/PDF/ANA/ANA10%20Gas%20Chromatography.pdf>
29. Agency for toxic substances and disease registry, www.atsdr.cdc.gov/toxprofiles/phs21.html 1/ 07/2010
30. มหาวิทยาลัยสุโขทัยธรรมาธิราช สาขาวิทยาศาสตร์สุขภาพ. เอกสารการสอนชุดวิชาพิษวิทยาและอาชีวเวชศาสตร์ 54106 . สำนักพิมพ์มหาวิทยาลัย สุโขทัยธรรมาธิราช, นนทบุรี 2552
31. ฉันทนา ผดุงทศ. คอลัมน์อาชีวเวชศาสตร์ปริทัศน์. *วารสารคลินิก* เล่ม 260; 08/2549
32. วิวัฒน์ เอกบุรณะวัฒน์. ฐานข้อมูลการดูแลผู้ป่วยที่ได้รับสารพิษเคมี (ThaiTox). mht.www.thaitox.com 7/6/2012

