

รายงานผลการวิจัย

สถาบันวิจัยวิทยาศาสตร์การแพทย์ จุฬาลงกรณ์มหาวิทยาลัย

ทุนวิจัยงบประมาณแผ่นดินปี พ.ศ. 2531

เรื่อง

ความชุกของการได้รับโทลูอินเข้าสู่ร่างกายของคณงานโรงงานผลิตสี
Prevalence of Toluene Intake Among Workers in Paint Manufactures

ผู้วิจัย

นางสาววิไล ชินเวชกิจวานิชย์*

นายแพทย์สุนทร ศุภพงศ์**

นางสาวชนิดา พลาอนุเวช*

นางสาววินัส อุดมประเสริฐกุล*

นายสมชาย อิศระวาณิชย์*

รองศาสตราจารย์ ดร.วราพรรณ ตำนอุตรา*

จพ
วพ 15
009465

สถาบันวิจัยวิทยาศาสตร์การแพทย์
ภาควิชาเวชศาสตร์ป้องกันและสังคม คณะแพทยศาสตร์ จุฬาลงกรณ์มหาวิทยาลัย

พ.ศ. 2539

รายงานผลการวิจัย

สถาบันวิจัยวิทยาศาสตร์การแพทย์ จุฬาลงกรณ์มหาวิทยาลัย

ทุนวิจัยงบประมาณแผ่นดินปี พ.ศ. 2531



เรื่อง

ความชุกของการได้รับโทลูอินเข้าสู่ร่างกายของคนงานโรงงานผลิตสี
Prevalence of Toluene Intake Among Workers in Paint Manufactures

ผู้วิจัย

นางสาววิไล ชินเวชกิจวานิชย์*

นายแพทย์สุนทร ศุภพงศ์**

นางสาวชนิดา พลานุเวช*

นางสาววินัส อุดมประเสริฐกุล*

นายสมชาย อิศระวาณิชย์*

รองศาสตราจารย์ ดร.วราพรธณ ตำนอุตรา*

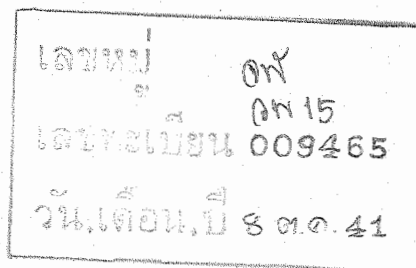
* สถาบันวิจัยวิทยาศาสตร์การแพทย์

** ภาควิชาเวชศาสตร์ป้องกันและสังคม คณะแพทยศาสตร์ จุฬาลงกรณ์มหาวิทยาลัย

พ.ศ. 2539

สารบัญ

	หน้า
บทคัดย่อภาษาไทย.....	ก
บทคัดย่อภาษาอังกฤษ.....	ข
กิตติกรรมประกาศ.....	ค
บทนำ.....	ง
วัตถุประสงค์.....	ฉ
ประชากรและสภาพโรงงาน.....	1
วัสดุและวิธีการวิจัย.....	2
ผลการวิจัย.....	3
วิจารณ์.....	12
สรุป.....	15
ข้อเสนอแนะ.....	16
เอกสารอ้างอิง.....	17
ภาคผนวก.....	19



บทคัดย่อ

งานวิจัยนี้ ต้องการศึกษาค่าความชุกของการได้รับโทลูอินเข้าสู่ร่างกายของคนงานในโรงงานผลิตสี สองแห่งที่มีการจัดระเบียบภายในโรงงานแตกต่างกัน การศึกษาประกอบด้วยการวัดระดับโทลูอินในเลือดโดยวิธีเฮกซ์เพนแก๊สโครมาโตกราฟี วัดระดับกรดฮิฟพิวริกในปัสสาวะโดยวิธีคัลเลอร์เมทรี และศึกษาผลกระทบของโทลูอินต่อสุขภาพอนามัยของคนงาน โดยตรวจเลือดทางโลหิตวิทยา (ฮีโมโกลบิน ปริมาณเม็ดเลือดขาว) การทำงานตับ (บิลิรูบินรวมอัลคาไลน์ฟอสฟาเตส ทรานสอะมีเนส ทรานสเฟอเรส) การทำงานของไต (ยูเรียไนโตรเจน ครีเอตินีน) และเก็บข้อมูลความเจ็บป่วยของคนงาน ที่มาพบแพทย์เป็นระยะเวลา 1 ปี เปรียบเทียบผลการตรวจดังกล่าวระหว่างคนงานในกลุ่มที่ต้องทำงานสัมผัสสาร (คนงานฝ่ายบดสี ผสมสี บรรจุสี ฝ่ายเทคนิค ควบคุมคุณภาพ ฝ่ายวัตถุดิบ) กับกลุ่มที่ทำงานอื่น (คนงานฝ่ายบริหาร ชุกร่าง บัญชี การตลาด)

ผลการศึกษาพบว่า โรงงาน ก ซึ่งเป็นโรงงานที่มีการจัดระเบียบภายในเป็นอย่างดี (n=192) มีคนงานเพียงร้อยละ 3.1 ที่ตรวจพบโทลูอินในเลือดและพบในระดับต่ำกว่า 0.68 ไมโครกรัมต่อมิลลิลิตร ทั้งหมดเป็นคนงานในกลุ่มสัมผัสสาร โรงงาน ข เป็นโรงงานที่ขาดการจัดระเบียบภายในโรงงาน (n=218) มีคนงานที่ตรวจพบโทลูอินในเลือดในระดับต่ำกว่า 0.68 ไมโครกรัมต่อมิลลิลิตร ร้อยละ 39.0 (85 คน) ส่วนใหญ่อยู่ในกลุ่มสัมผัสสาร (79 คน) และคนงานอีกร้อยละ 11.6 มีระดับโทลูอินในเลือดระหว่าง 0.68-4.16 ไมโครกรัมต่อมิลลิลิตร โดยทั้งหมดเป็นคนงานในกลุ่มสัมผัสสาร

ผลการวัดระดับกรดฮิฟพิวริก ซึ่งเป็นเมตะบอไลต์ของโทลูอินในปัสสาวะ พบว่า คนงานโรงงาน ก ทั้ง 2 กลุ่ม มีค่าเฉลี่ยของกรดฮิฟพิวริก ในปัสสาวะไม่แตกต่างกัน ส่วนโรงงาน ข คนงานกลุ่มสัมผัสมีค่าเฉลี่ยของกรดฮิฟพิวริกในปัสสาวะสูงกว่ากลุ่มที่ทำงานอื่น (0.48 ± 0.35 และ 0.26 ± 0.28 กรัมต่อกรัมครีเอตินีนตามลำดับ, $p < 0.001$) และค่าเฉลี่ยของกรดฮิฟพิวริก ในปัสสาวะของคนงาน โรงงาน ข สูงกว่าโรงงาน ก (0.42 ± 0.35 และ 0.21 ± 0.15 กรัมต่อกรัมครีเอตินีน ตามลำดับ, $p < 0.001$) การศึกษาความสัมพันธ์ระหว่างโทลูอินในเลือดกับกรดฮิฟพิวริกในปัสสาวะ พบว่า ระดับกรดฮิฟพิวริกในปัสสาวะไม่มีความสัมพันธ์อย่างมีนัยสำคัญทางสถิติกับระดับโทลูอินในเลือด ($r = 0.53$)

ผลการตรวจเลือดทางโลหิตวิทยาและเคมีคลินิก ไม่พบความผิดปกติ ซึ่งสัมพันธ์กับการทำงานที่ต้องสัมผัสโทลูอิน ผลการเก็บข้อมูล ความเจ็บป่วยเป็นเวลา 1 ปี พบว่าคนงานกลุ่มสัมผัสมีปัญหาเกี่ยวกับโรคผิวหนังมากกว่ากลุ่มที่ทำงานอื่น และโรคที่คนงานเจ็บป่วยบ่อยที่สุดคือ โรคระบบทางเดินหายใจ

Abstract

This research aimed to study the prevalence of toluene exposure among workers in two paint factories, with different environmental work place. The studies included blood toluene determination by head-space gas chromatography, urinary hippuric acid determination by colorimetry and effects of toluene on health impact. This health impact included hematological tests (hemoglobin, white blood cell count), liver function tests (total bilirubin, alkaline phosphatase, transaminase, transferase), kidney function tests (urea nitrogen, creatinine) and 1-year follow up for subjective signs and symptoms. The results were compared between exposed group (production unit workers: dispersion, color mixing, canning, technique, quality control and raw material) and non-exposed group (office unit workers:- administration, general affairs, accounting and marketing).

The results showed that 3.1% of workers in Factory A which had better environmental work place (n=192) had detectable blood toluene at the concentration less than 0.68 microgram per millilitre, all of them were the exposed group. 39.0% (85 persons) of Factory B workers had detectable blood toluene at the concentration less than 0.68 microgram per millilitre, most of them were the exposed group (79 persons). 11.6% of Factory B workers had blood toluene concentration at 0.68-4.16 microgram per millilitre, all of them were the exposed group.

The determination of hippuric acid, metabolite of toluene in urine, showed that there was no statistical significant difference in the mean of urinary hippuric acid between two groups of Factory A workers. For Factory B, urinary hippuric acid mean of exposed group was higher than mean of non-exposed group (0.48 ± 0.35 and 0.26 ± 0.28 gram per gram creatinine respectively, $p < 0.001$). The urinary hippuric acid mean of Factory B workers was higher than Factory A (0.42 ± 0.35 and 0.21 ± 0.15 gram per gram creatinine respectively, $p < 0.001$). There were no correlation between blood toluene and urinary hippuric acid concentration ($r=0.53$)

The studies in hematology and blood clinical chemistry showed that there were no abnormalities that correlated with toluene exposure. 1-year followup for subjective signs and symptoms showed that the exposed group had dermatological diseases more than non-exposed group. The major symptom among the workers was respiratory tract infectious diseases.

กิตติกรรมประกาศ

ผู้วิจัยขอขอบคุณผู้บริหาร และคนงานในโรงงานผลิตสีทั้งสองแห่งที่ให้ความร่วมมืออย่างดียิ่งในงานวิจัยนี้

ขอขอบคุณสำนักงานคณะกรรมการวิจัยแห่งชาติ ที่ให้การสนับสนุนด้านเงินทุนในการดำเนินงานครั้งนี้ ขอขอบพระคุณรองศาสตราจารย์นายแพทย์วิชัย โปษยะจินดา รองศาสตราจารย์นายแพทย์ปรีดา ทศนประดิษฐ์ และ ศาสตราจารย์นายแพทย์ภิรมย์ กมลรัตนกุล เป็นอย่างยิ่งที่ได้กรุณาให้คำแนะนำ และให้ความช่วยเหลือในทุก ๆ ด้าน ทำให้งานวิจัยนี้สำเร็จได้ด้วยดี

ขอขอบคุณเจ้าหน้าที่ห้องปฏิบัติการกลาง โรงพยาบาลจุฬาลงกรณ์ ที่ให้ความช่วยเหลือในการตรวจวิเคราะห์ทางโลหิตวิทยาและเคมีคลินิก

ขอขอบคุณ คุณอนุสรณ์ รังสิโยธิน คุณเจี๊ยงศักดิ์ บุญบรรดาลชัย คุณสุรภี ศิริสัมพันธ์ คุณบุญเทียม เทพพิทักษ์ศักดิ์ คุณวันเพ็ญ พรเจริญ คุณพรทิพย์ เดชกล้า และเจ้าหน้าที่ธุรการสถาบันวิจัยวิทยาศาสตร์การแพทย์ จุฬาลงกรณ์มหาวิทยาลัย ที่ให้ความช่วยเหลือและความสะดวกต่าง ๆ ในงานวิจัย



บทนำ

โทลูอีน (Toluene) เป็นตัวทำละลายที่ใช้กันมากในอุตสาหกรรมหลายชนิด เช่น ในอุตสาหกรรมน้ำมัน ทินเนอร์ แลคเกอร์ สีทาบ้าน สีพ่นรถยนต์ น้ำมันขัดเงา น้ำมันเคลือบสี เป็นต้น (Gerarde, H.W. 1963) ผู้ที่ทำงานในโรงงานเหล่านี้ย่อมมีโอกาสสัมผัสกับโทลูอีนได้ มีรายงานการวิจัยว่าปริมาณโทลูอีนในเลือดของคนงานบางคนในโรงงานผลิตสีสูงกว่าในผู้สูดดมทินเนอร์ หรือแลคเกอร์ในลักษณะเฉพติด (Greenburg, et. al. 1942; วิไล ชินเวชกิจวานิชย์ 2528, รัตนา สินธุภัค และคณะ 2537)

โทลูอีนเข้าสู่ร่างกายได้อย่างรวดเร็ว โดยการหายใจเอาไอของโทลูอีนเข้าไปหรือเข้าสู่ร่างกายโดยการซึมผ่านทางผิวหนัง (Gerarde, H.W.1963; Browning, E. 1965) โทลูอีนที่เข้าสู่ร่างกายทางลมหายใจนี้จะถูกดูดซึมไว้ประมาณร้อยละ 40-60 ที่เหลือจะออกจากร่างกายทางลมหายใจออก โทลูอีนละลายได้ดีในไขมัน เมื่อถูกดูดซึมจะกระจายไปยังเซลล์ไขมัน ไชกระดูก ไต ตับ สมอง และเลือด (IPCS 1985) การศึกษาทางเภสัชวิทยาของ โทลูอีนพบว่า มีรูปแบบการขับถ่ายออกจากร่างกาย (elimination curve) เป็น exponential phases มีค่าครึ่งชีวิต (half lives) 2 นาที, 5-20 นาที, 1-10 ชั่วโมง และ 2-13 วัน (Nise,G., et al. 1989; Baelum, J. 1991) ร้อยละ 60-75 ของโทลูอีนที่ถูกดูดซึมไว้จะถูกเมตะบอลิซซ์ โดย microsomal mixed-function oxidase เป็นกรดเบนโซอิก (Benzoic acid) แล้วรวมกับไกลซีนเป็นกรดฮิปปูริก (Hippuric acid) และขับถ่ายโดยไตออกมาในปัสสาวะ ส่วนที่เหลือจะขับถ่ายออกมาในรูป benzoyl glucuronide, ortho-cresol, meta-cresol และ para-cresol glucuronide หรือ sulfate ในปัสสาวะ โทลูอีนที่ถูกดูดซึมบางส่วน (ร้อยละ 20-40) จะขับถ่ายออกในรูปแบบเดิม ทางลมหายใจออก (IPCS 1985)

การศึกษาความเป็นพิษของโทลูอีนพบว่า พิษโดยทั่วไปของโทลูอีนคือการกดระบบประสาทส่วนกลาง และกดการทำงานของไขกระดูก (Wilson, C.R.H. 1943) พิษของโทลูอีนแบ่งได้เป็น 2 ระดับคือ พิษเฉียบพลันและพิษเรื้อรัง พิษเฉียบพลันมีอาการปวดศีรษะ คลื่นไส้ อาเจียร แน่นหน้าอก เดินโซเซ ตาพร่า ตัวสั่นกระตุก หายใจตื่นแต่เร็ว หัวใจเต้นไม่สม่ำเสมอ อัมพาต หมดสติ โดและตับถูกทำลาย (Knox, J.W. and Nelson, J.R. 1966; Reisin, F,et al. 1975; Arena, J.M. 1979) พิษเรื้อรังมีอาการปวดศีรษะ เบื่ออาหาร เชื่องซึม ตกใจง่าย ซีดเขียว อ่อนเพลีย โลหิตจาง (Arena, J.M. 1979) ระบบทางเดินหายใจช่วงต้นอักเสบ เส้นประสาทส่วนปลาย (Peripheral nerve) ถูกทำลาย สมองส่วนซีรีเบลลล่า (Cerebeller) เสื่อม ตับและไตถูกทำลายอย่างถาวร เป็นต้น (Knox, J.W. and Nelson, J.R. 1966; NIDA, 1985; Grabski, D.A. 1961; Reisin, F., et al. 1975) อันตรายที่เกิดจากการได้รับโทลูอีนเข้าสู่ร่างกายจะมากหรือน้อยขึ้นอยู่กับปริมาณของสารที่สะสมที่อวัยวะระดับความเข้มข้นของสารนั้นในเลือด ระยะเวลาที่ได้รับสารและสภาพร่างกายของผู้รับด้วย

ผู้ที่ทำงานในโรงงานอุตสาหกรรม ซึ่งต้องใช้โทลูอีนเป็นวัตถุดิบ ย่อมมีโอกาสสัมผัสกับโทลูอีน และมีโอกาสได้รับพิษของโทลูอีนได้ ในทางอาชีวอนามัย ได้มีมาตรการป้องกัน โดยประกาศกระทรวงมหาดไทย เรื่องความปลอดภัยในการทำงานเกี่ยวกับภาวะแวดล้อม (สารเคมี) กำหนดให้ความเข้มข้นเฉลี่ยของโทลูอีนตลอดระยะเวลาทำงานปกติไม่เกิน 200 ppm และปริมาณความเข้มข้นที่อาจยอมให้มีได้ไม่เกิน 300 ppm นอกจากการวัดระดับโทลูอีนในอากาศซึ่งเป็นการวัดสภาพแวดล้อม (Environmental monitoring data) แล้วเราสามารถติดตามการได้รับโทลูอีนเข้าสู่ร่างกายได้โดยใช้ตัวบ่งชี้ทางชีวภาพ

(Biological monitoring data) ได้แก่ ระดับโทลูอินในลมหายใจออก ระดับโทลูอินในเลือด ระดับกรดอียพิวริกซึ่งเป็นเมตะบอลิท์ของโทลูอินในปัสสาวะ ระดับเบตะบอลิท์ตัวอื่นๆ เช่น ครีซอล เป็นต้น (IPCS 1985)

งานวิจัยนี้เป็นการศึกษาความชุกของการได้รับโทลูอินเข้าสู่ร่างกาย โดยวัดระดับโทลูอินในเลือดและกรดอียพิวริกในปัสสาวะของพนักงานที่ทำงานในโรงงานผลิตสีขนาดกลาง 2 โรงงาน ที่มีการจัดระเบียบในการทำงานและสภาพแวดล้อมแตกต่างกัน เพื่อดูว่าการจัดระเบียบของโรงงานมีผลต่อการได้รับโทลูอินเข้าสู่ร่างกายแตกต่างกันหรือไม่ นอกจากนี้ยังศึกษาความสัมพันธ์ระหว่างโทลูอินกับปัญหาสุขภาพอนามัยของพนักงาน ซึ่งวัดโดยการตรวจสอบสุขภาพทางโลหิตวิทยา เคมีคลินิกและเก็บบันทึกข้อมูลการเจ็บป่วยของพนักงานในระยะเวลา 1 ปี

วัตถุประสงค์

วัตถุประสงค์ทั่วไป

การวิจัยนี้เป็นการศึกษาส่วนหนึ่งที่จะนำไปสู่แนวทางและมาตรการเพื่อป้องกัน และแก้ไขปัญห สุขภาพของพนักงานในโรงงานผลิตที่ใช้โหลอื่นเป็นสารละลายอินทรีย์โดยเปรียบเทียบพนักงานในโรงงานที่ มีการจัดระเบียบกับโรงงานที่ไม่มีการจัดระเบียบ

วัตถุประสงค์เฉพาะ

- 1.หาความชุกของการตรวจพบโหลอื่นในเลือดของพนักงานที่ทำงานในสภาวะแวดล้อม ต่าง ๆ กัน
- 2.หาความสัมพันธ์ระหว่างโหลอื่นในเลือดกับกรดฮิฟวิริกในปัสสาวะ
- 3.หาความสัมพันธ์ระหว่างการทำงานที่ต้องสัมผัสโหลอื่นกับปัญหาสุขภาพอนามัยของพนักงาน



ประชากรและสภาพโรงงาน

ประชากรที่ศึกษาคือคนงานทั้งหมดในโรงงานผลิตสี 2 แห่ง คือ โรงงาน ก และโรงงาน ข ที่ผลิตทั้งสีน้ำและสีน้ำมัน และมีการใช้โทลูอีนเป็นส่วนผสมหลักของทินเนอร์ ซึ่งเป็นวัตถุอันตรายที่สำคัญในกระบวนการผลิตสี โรงงานทั้งสองมีสภาพแวดล้อมภายในโรงงานแตกต่างกัน กล่าวคือ โรงงาน ก มีคนงาน 192 คน สภาพโรงงานโดยทั่วไปสะอาด ระบายอากาศดี เนื่องจากการเปิดหน้าต่างของอาคารโรงงานค่อนข้างสูง มีพัดลมตั้งพื้นขนาดใหญ่ และมีปล่องหรือท่อดูดกลิ่นที่เปิดใช้งานตลอดเวลาทำงาน มีการแยกบริเวณการผลิตสีน้ำ และสีน้ำมันอย่างชัดเจน คนงานใช้อุปกรณ์ป้องกันอันตรายส่วนบุคคล (Personal protective equipments) ตามข้อกำหนดของโรงงาน เช่น แว่นตา หน้ากาก ถุงมือ รองเท้า เป็นต้น ในโรงงาน ก นี้มีโรงอาหารและที่พักผ่อนเป็นอาคารแยกต่างหากจากอาคารโรงงาน คนงานจะใช้บริการในโรงอาหาร และที่พักผ่อน โดยไม่ต้องเข้าไปในบริเวณทำงานเลยในช่วงเวลาหยุดพัก

โรงงาน ข มีคนงาน 218 คน สภาพโรงงานโดยทั่วไปสะอาด ระบบระบายอากาศไม่ดีเท่าที่ควร เนื่องจากการเปิดหน้าต่างของอาคารโรงงานค่อนข้างต่ำ มีพัดลมตั้งพื้นขนาดใหญ่เปิดไว้เพื่อระบายกลิ่นและความร้อน มีปล่องหรือท่อดูดกลิ่นแต่ไม่ได้เปิดใช้งาน ไม่มีการแยกบริเวณการผลิตสีน้ำและสีน้ำมันออกจากกันอย่างชัดเจน พนักงานส่วนใหญ่ไม่ใช้อุปกรณ์ป้องกันอันตรายส่วนบุคคล ในโรงงาน ข นี้ ไม่มีโรงอาหาร คนงานจะออกไปรับประทานอาหารตามร้านค้าข้างนอกโรงงานหรือนำอาหารมารับประทานภายในโรงงาน และคนงานยังใช้บริเวณที่ทำงานนี้เป็นที่พักผ่อนในเวลาพักอีกด้วย

ในส่วนของการผลิต โรงงาน ก จะมีกระบวนการผลิตที่ค่อนข้างระมัดระวังการระเหยหรือการฟุ้งกระจาย หรือการกระเด็นของวัตถุอันตราย กล่าวคือ ขณะที่ตีสีจะมีฝาปิดปากถังสีตลอดเวลา และผลิตภัณฑ์ที่ผสมเสร็จแล้ว จะมีแผ่นพลาสติกปิดไว้ จนถึงขั้นตอนการบรรจุลงในถังเฉพาะชนิด ส่วนโรงงาน ข จะละเลยการใช้ฝาปิดปากถังในขั้นตอนการตีสี รวมทั้งผลิตภัณฑ์ที่ผสมเสร็จแล้ว และรอการบรรจุ ลักษณะนี้ ส่วนผสมที่เป็นสารระเหยจะสามารถระเหยออกมาอยู่ในบรรยากาศตลอดเวลา

ในส่วนของคนงานสามารถแบ่งคนงานตามลักษณะงานที่ต้องสัมผัสโทลูอีนได้เป็น 2 กลุ่ม คือ E^- และ E^+ โดย

กลุ่ม E^- (Non-exposed group) คือคนงานฝ่ายอื่นที่ไม่เกี่ยวข้องกับกระบวนการผลิตสี ได้แก่ ฝ่ายบริหาร ธุรการ บัญชี การตลาด งานในหน้าที่เหล่านี้ไม่ได้สัมผัสโทลูอีนหรือวัตถุอันตรายโดยตรง มีจำนวน 104 คน ในโรงงาน ก และ 62 คน ในโรงงาน ข

กลุ่ม E^+ (Exposed group) คือคนงานฝ่ายผลิตได้แก่ ฝ่ายบดสี ผสมสี บรรจุสี ฝ่ายเทคนิค ควบคุมคุณภาพ และฝ่ายวัตถุดิบ งานในหน้าที่เหล่านี้ต้องสัมผัสโทลูอีนโดยตรง มีจำนวน 88 คน ในโรงงาน ก และ 156 คน ใน โรงงาน ข

วัสดุและวิธีการ

1. นัดหมายกับทางโรงงาน กำหนดวันเข้าไปตรวจสุขภาพของคนงานในโรงงาน ซึ่งเป็นการตรวจสุขภาพที่โรงงานจัดให้บริการแก่คนงานเป็นประจำทุกปี
2. สัมภาษณ์คนงาน บันทึกข้อมูล เพศ อายุ หน้าที่ที่ปฏิบัติงาน
3. เจาะเลือดและเก็บปัสสาวะช่วงเวลาที่เก็บข้อมูล คือ ประมาณ 2 ชั่วโมง ก่อนเลิกงาน (14.00-16.30 น.) แล้วนำมาตรวจทางห้องปฏิบัติการดังนี้ คือ วิเคราะห์หาปริมาณโทลูอินในเลือด (วิลโล ซินเวทิกิวานิชย์ 2528) และกรดฮิฟพิวริก ในปัสสาวะ (ซินิดา พลาซนุเวช 2528) ที่สถาบันวิจัยวิทยาศาสตร์การแพทย์ จุฬาลงกรณ์มหาวิทยาลัย ตรวจวัดระดับฮีโมโกลบินในเม็ดเลือดแดง ปริมาณเม็ดเลือดขาว การทำงานของตับ (Total bilirubin, alkaline phosphatase, Serum glutamic oxaloacetic transaminase (SGOT) , Serum glutamic pyruvic transaminase (SGPT), Gamma glutamyl transferase (GGT) การทำงานของไต (Blood urea nitrogen (BUN), Creatinine) ที่ห้องปฏิบัติการกลาง โรงพยาบาลจุฬาลงกรณ์ โดยมีวิธีวิเคราะห์ดังแสดงในตารางที่ 1

ตารางที่ 1 วิธีการตรวจทางห้องปฏิบัติการและค่าอ้างอิง

สิ่งที่ตรวจ	วิธีตรวจ	เครื่องมือ	ค่าอ้างอิง
Hemoglobin	Flow cell meter	Couter JT3	M > 13 g/dl F > 12 g/dl
White blood cell count	Flow cell meter	Couter JT3	5,000-10,000
Total bilirubin	DPD method	Hitachi 704	0.3-1.2 mg/dl
Alkaline phosphatase	Optimized standard method	Hitachi 704	98-279 u/l
Transaminase(SGOT)	UV kinetic method	Olympus Reply	0-38 u/l
Transaminase(SGPT)	UV kinetic method	Olympus Reply	0-38 u/l
Transferase(GGT)	Colorimetric kinetic method	Olympus Reply	0-50 u/l
BUN	UV kinetic method	Olympus Reply	10-20 mg/dl
Creatinine	Jaffe kinetic method	Olympus Reply	0.5-2.0 mg/dl
Blood Toluene	Headspace gas chromatography	Varian 3700	< 1 µg/ml
Urinary Hippuric acid (H)	DAB colorimetry	Spectronic 20	H/C < 2.5
Urinary Creatinine (C)	Jaffe end-point method	Spectronic 20	

4. การเก็บข้อมูลความเจ็บป่วยของพนักงาน

4.1 โรงงาน ก เป็นโรงงานที่มีพยาบาลอยู่ประจำทุกวัน และมีแพทย์มาให้บริการรักษา สัปดาห์ละ 2 วัน มีแฟ้มสุขภาพประจำตัวของพนักงานแต่ละคน เพื่อบันทึกอาการเจ็บป่วยต่างๆ ทุกครั้งที่มา พบแพทย์หรือพยาบาลของโรงงาน ผู้วิจัยเก็บข้อมูลความเจ็บป่วยของพนักงานโรงงาน ก จากบันทึกดังกล่าว ร่วมกับข้อมูลจากใบเบิกจ่ายค่ารักษาพยาบาลเมื่อพนักงานไปรับการรักษาที่สถานพยาบาลอื่นๆ

4.2 โรงงาน ข ไม่มีแพทย์หรือพยาบาลประจำโรงงาน คณะผู้วิจัยจึงจัดแพทย์ 1 คน และ พยาบาล 1 คน ไปให้บริการสัปดาห์ละ 1 วัน เพื่อให้พนักงานมาปรึกษาเรื่องความเจ็บป่วยของตน รวมทั้ง สอบถามพนักงานถึงความเจ็บป่วยที่ผ่านมาภายใน 1 สัปดาห์ และบันทึกข้อมูลเก็บไว้

5. การวิเคราะห์ข้อมูล ข้อมูลทั้งหมดถูกนำมาลงรหัส และบันทึกไว้ในแผ่นดิสก์ โดยใช้โปรแกรม Dbase การวิเคราะห์ข้อมูลใช้โปรแกรม SPSS/Pc+ วิเคราะห์ผลออกมาในรูปตารางไขว้ (Cross-tabulation) อัตราร้อยละ ค่าเฉลี่ย (X) และส่วนเบี่ยงเบนมาตรฐาน (S.D.) ทดสอบสถิติโดยใช้ t-test และ chi-square

ผลการวิจัย

ลักษณะทั่วไปของประชากรที่ศึกษา

พนักงานในโรงงาน ก มีจำนวนทั้งหมด 192 คน เป็นชาย 153 คน (ร้อยละ 79.7) หญิง 39 คน (ร้อยละ 20.3) อายุเฉลี่ยของพนักงานเท่ากับ 32.0 ปี โดยร้อยละ 43.8 มีอายุระหว่าง 15-29 ปี และ ร้อยละ 47.4 มีอายุระหว่าง 30-44 ปี เมื่อจำแนกตามลักษณะงานพบว่า มีพนักงานในกลุ่มที่ต้อง สัมผัสโทลูอีน (E^+) 88 คน คิดเป็นร้อยละ 45.8 (ตารางที่ 2)

พนักงานในโรงงาน ข มีจำนวน 218 คน เป็นชาย 150 คน (ร้อยละ 68.8) หญิง 68 คน (ร้อยละ 31.2) อายุเฉลี่ยของพนักงานเท่ากับ 29.0 ปี ส่วนใหญ่มีอายุระหว่าง 15-29 ปี (ร้อยละ 61.5) เมื่อ จำแนกตามลักษณะงาน พบว่ามีพนักงานในกลุ่มที่ต้องสัมผัสโทลูอีน (E^+) 156 คน คิดเป็นร้อยละ 71.6 (ตารางที่ 2)

ตารางที่ 2 ลักษณะทั่วไปของประชากรที่ศึกษา

	โรงงาน ก			โรงงาน ข		
	E ⁻	E ⁺	รวม	E ⁻	E ⁺	รวม
	จำนวน(%)	จำนวน(%)	จำนวน(%)	จำนวน(%)	จำนวน(%)	จำนวน(%)
เพศ						
ชาย	70(67.3)	83(94.3)	153(79.7)	42(67.7)	108(69.2)	150(68.8)
หญิง	34(32.7)	5(5.7)	39(20.3)	20(32.3)	48(30.8)	68(31.2)
รวม	104(100.0)	88(100.0)	192(100.0)	62(100.0)	156(100.0)	218(100.0)
	(54.2)	(45.8)	(100.0)	(28.4)	(71.6)	(100.0)
อายุ (ปี)						
15-29	37(35.6)	47(53.4)	84(43.8)	30(48.4)	104(66.7)	134(61.5)
30-44	57(54.8)	34(38.6)	91(47.4)	26(41.9)	47(30.1)	73(33.5)
45-59	10(9.6)	7(8.0)	17(8.9)	5(8.1)	5(3.2)	10(4.6)
> 60	-	-	-	1(1.6)	-	1(0.5)
รวม	104(100.0)	88(100.0)	192(100.0)	62(100.0)	156(100.0)	218(100.0)
พิสัย	20-51	18-51	18-51	20-60	17-50	17-60
$\bar{X} \pm S.D$	33.0 \pm 7.0	31.0 \pm 8.0	32.0 \pm 8.0	32.0 \pm 8.0	28.0 \pm 7.0	29.0 \pm 7.0

ผลการวิเคราะห์ระดับโทลูอินในเลือด

การวิเคราะห์ระดับโทลูอินในเลือดของพนักงาน ในโรงงานทั้งสองแห่ง พบว่า โรงงาน ก มีพนักงานที่ตรวจพบโทลูอินในเลือดเพียงร้อยละ 3.1 โดยพบในระดับต่ำกว่า 0.68 ไมโครกรัมต่อมิลลิลิตร และทั้งหมดอยู่ในกลุ่มที่สัมผัสโทลูอิน (E⁺) (ตารางที่ 3)

โรงงาน ข มีพนักงานร้อยละ 49.5 ที่ตรวจไม่พบโทลูอินในเลือด ร้อยละ 39.0 ตรวจพบในระดับต่ำกว่า 0.68 ไมโครกรัมต่อมิลลิลิตร ส่วนใหญ่อยู่ในกลุ่มที่สัมผัสโทลูอิน (E⁺ 79 คน , E⁻ 6 คน) และพนักงานร้อยละ 11.5 มีระดับโทลูอินสูงกว่า 0.68 ไมโครกรัมต่อมิลลิลิตร ทั้งหมดอยู่ในกลุ่มที่สัมผัสโทลูอิน (E⁺) ระดับโทลูอินในเลือดสูงสุดที่ตรวจพบคือ 4.16 ไมโครกรัมต่อมิลลิลิตร (ตารางที่ 3)

ตารางที่ 3 ผลการวิเคราะห์ระดับโทลูอินในเลือด

	โรงงาน ก			โรงงาน ข		
	E ⁻	E ⁺	รวม	E ⁻	E ⁺	รวม
	จำนวน(%)	จำนวน(%)	จำนวน(%)	จำนวน(%)	จำนวน(%)	จำนวน(%)
TOL($\mu\text{g/ml}$)						
N.D. ⁽¹⁾	104(100.0)	82(93.2)	186(96.9)	56(90.3)	52(33.3)	108(49.5)
trace ⁽²⁾	-	6(6.8)	6(3.1)	6(9.7)	79(50.6)	85(39.0)
0.68	-	-	-	-	7(4.5)	7(3.2)
0.81	-	-	-	-	8(5.1)	8(3.6)
0.97	-	-	-	-	2(1.3)	2(0.9)
1.08	-	-	-	-	2(1.3)	2(0.9)
1.24	-	-	-	-	1(0.6)	1(0.5)
1.51	-	-	-	-	1(0.6)	1(0.5)
1.67	-	-	-	-	1(0.6)	1(0.5)
2.48	-	-	-	-	1(0.6)	1(0.5)
3.24	-	-	-	-	1(0.6)	1(0.5)
4.16	-	-	-	-	1(0.6)	1(0.5)
รวม	104(100.0)	88(100.0)	192(100.0)	62(100.0)	156(99.7)	218(100.1)

(1) = Non-detectable (ไม่พบ peak ของโทลูอินเลยในการตรวจวิเคราะห์โดยวิธีเฮดสเปซแกสโครมาโตกราฟี)

(2) = ความเข้มข้นของโทลูอิน < 0.68 $\mu\text{g/ml}$ (พบ peak ของโทลูอินแต่พบในระดับต่ำกว่า 0.68 ไมโครกรัม ซึ่งเป็น detection limit ของวิธีวิเคราะห์)

ผลการวิเคราะห์ระดับกรดฮิพิวริกในปัสสาวะ

คนงานโรงงาน ก มีระดับกรดฮิพิวริกในปัสสาวะ โดยเฉลี่ยเท่ากับ 0.21 ± 0.15 และมีพิสัยระหว่าง $0.03 - 1.13$ กรัมต่อกรัมครีเอตินีน คนงานในกลุ่มสัมผัสและไม่สัมผัสสารมีระดับกรดฮิพิวริกไม่แตกต่างกัน คือเท่ากับ 0.22 ± 0.17 และ 0.20 ± 0.13 กรัมต่อกรัมครีเอตินีนตามลำดับ (ตารางที่ 4)

คนงานโรงงาน ข มีระดับกรดฮิพิวริกในปัสสาวะโดยเฉลี่ยเท่ากับ 0.42 ± 0.35 และมีพิสัยระหว่าง $0.05 - 2.12$ กรัมต่อกรัมครีเอตินีน คนงานในกลุ่มสัมผัสมีระดับกรดฮิพิวริกในปัสสาวะสูงกว่ากลุ่มที่ไม่ได้สัมผัสสารคือ มีระดับเท่ากับ 0.48 ± 0.35 และ 0.26 ± 0.28 กรัมต่อกรัมครีเอตินีน ตามลำดับ ($p < 0.001$) (ตารางที่ 4)

คนงานโรงงาน ข มีระดับกรดฮิพิวริกในปัสสาวะโดยเฉลี่ยสูงกว่าคนงานโรงงาน ก ($p < 0.001$) (ตารางที่ 4)

ตารางที่ 4 ผลการวิเคราะห์ระดับกรดฮิฟิวริกในปัสสาวะ

	โรงงาน ก			โรงงาน ข		
	E ⁻	E ⁺	รวม	E ⁻	E ⁺	รวม
	จำนวน(%)	จำนวน(%)	จำนวน(%)	จำนวน(%)	จำนวน(%)	จำนวน(%)
HA (g/g creatinine) ⁽¹⁾						
< 0.5	99(96.1)	81(92.0)	180(94.2)	56(90.3)	100(64.1)	156(71.6)
0.6-1.0	4(3.9)	6(6.8)	10(5.2)	5(8.1)	44(28.2)	49(22.5)
1.1-1.5	-	1(1.1)	1(0.5)	-	9(5.8)	9(4.1)
1.6-2.0	-	-	-	1(1.6)	2(1.3)	3(1.4)
>2.0	-	-	-	-	1(0.6)	1(0.5)
รวม	103(100.0)	88(99.9)	191(99.9)	62(100.0)	156(100.0)	218(100.1)
พิสัย	0.03-0.66	0.03-1.13	0.03-1.13	0.05-1.86	0.05-2.12	0.05-2.12
$\bar{X} \pm S.D.$ ⁽²⁾	0.20±0.13	0.22±0.17	0.21±0.15	0.26±0.28	0.48±0.35	0.42±0.35

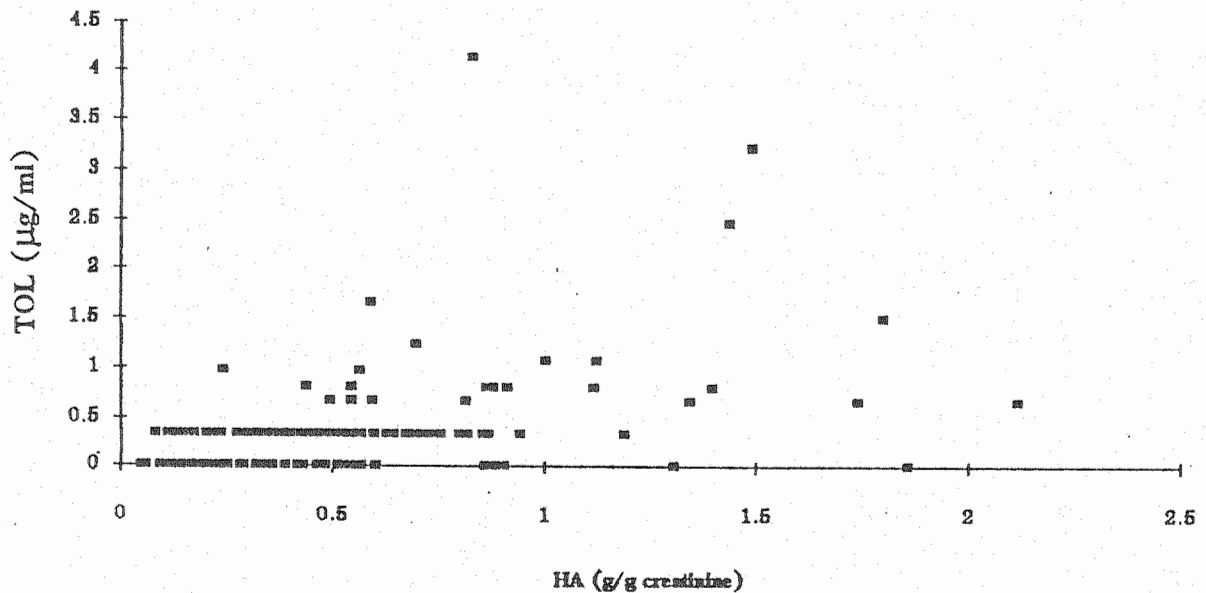
(1) detectable limit ของวิธีวิเคราะห์กรดฮิฟิวริก เท่ากับ 1 ไมโครกรัม

(2) arithmetic mean \pm standard deviation

ความสัมพันธ์ระหว่างระดับโทลูอินในเลือดและกรดฮิฟิวริกในปัสสาวะ

เมื่อนำระดับโทลูอินในเลือดและกรดฮิฟิวริกซึ่งเป็นเมตะบอลิท์ของโทลูอินในปัสสาวะของคนงานในโรงงาน ข มาหาความสัมพันธ์โดยสร้างผังการกระจาย (Scatter Diagrams) ดังรูปที่ 1 พบว่า ไม่มีความสัมพันธ์ระหว่างระดับโทลูอินในเลือดกับระดับกรดฮิฟิวริกในปัสสาวะ โดยมีค่าสัมประสิทธิ์สหสัมพันธ์ (Correlation Coefficient , r) เท่ากับ 0.53

รูปที่ 1 ความสัมพันธ์ระหว่างระดับโทลูอินในเลือดและกรดฮิฟิวริกในปัสสาวะ



ผลการวิเคราะห์ทางโลหิตวิทยา

ผลการตรวจเม็ดเลือดแดง พบว่าคนงานโรงงาน ก มีระดับฮีโมโกลบินโดยเฉลี่ยเท่ากับ 13.9 ± 1.1 กรัมต่อเดซิลิตรในชาย และ 11.9 ± 0.9 กรัมต่อเดซิลิตรในหญิงระดับฮีโมโกลบินในคนงานทั้งสองกลุ่ม (E^+ , E^-) ไม่แตกต่างกัน คือ 13.6 ± 1.0 และ 14.2 ± 1.1 กรัมต่อเดซิลิตร ตามลำดับ สำหรับคนงานชาย และ 12.3 ± 0.2 และ 11.8 ± 1.0 กรัมต่อเดซิลิตร ตามลำดับ สำหรับคนงานหญิง (ตารางที่ 5) คนงานทั้งสองกลุ่ม (E^+ , E^-) มีลักษณะเม็ดเลือดแดงผิดปกติ ร้อยละ 4.9 และ 3.1 ตามลำดับ มีระดับฮีโมโกลบินต่ำกว่าค่าอ้างอิง ร้อยละ 24.4 และ 26.8 ตามลำดับ คนงานกลุ่มสัมผัสไม่มีความผิดปกติของเม็ดเลือดแดงมากกว่าคนงานกลุ่มที่ทำงานอื่น โดยเฉลี่ยคนงานโรงงาน ก มีลักษณะเม็ดเลือดแดงผิดปกติร้อยละ 3.9 มีฮีโมโกลบินต่ำกว่าค่าอ้างอิง ร้อยละ 25.7 (ตารางที่ 6)

คนงานโรงงาน ข มีระดับฮีโมโกลบินโดยเฉลี่ยในชายและหญิงเท่ากับ 14.1 ± 1.2 และ 12.5 ± 1.2 กรัมต่อเดซิลิตร ตามลำดับ คนงานทั้งสองกลุ่ม (E^+ , E^-) มีระดับฮีโมโกลบินไม่แตกต่างกันคือ เท่ากับ 14.1 ± 1.2 และ 14.1 ± 1.3 กรัมต่อเดซิลิตร ตามลำดับสำหรับคนงานชาย และ 12.6 ± 1.0 และ 12.2 ± 1.6 กรัมต่อเดซิลิตร ตามลำดับสำหรับคนงานหญิง (ตารางที่ 5) คนงานทั้งสองกลุ่ม (E^+ , E^-) มีลักษณะเม็ดเลือดแดงผิดปกติ ร้อยละ 2.6 และ 8.1 ตามลำดับ มีระดับฮีโมโกลบินต่ำกว่าค่าอ้างอิง ร้อยละ 16.7 และ 25.8 ตามลำดับ คนงานกลุ่มสัมผัสไม่มีความผิดปกติของเม็ดเลือดแดงมากกว่าคนงานกลุ่มอื่น โดยเฉลี่ยคนงานโรงงาน ข มีลักษณะเม็ดเลือดแดงผิดปกติ ร้อยละ 4.1 และมีฮีโมโกลบินต่ำกว่าค่าอ้างอิง ร้อยละ 19.3 (ตารางที่ 6)

คนงานโรงงาน ก และ โรงงาน ข มีความผิดปกติของเม็ดเลือดแดงไม่แตกต่างกัน

ตารางที่ 5 ระดับฮีโมโกลบิน จำแนกตามเพศ

	โรงงาน ก			โรงงาน ข		
	E^-	E^+	รวม	E^-	E^+	รวม
	จำนวน(%)	จำนวน(%)	จำนวน(%)	จำนวน(%)	จำนวน(%)	จำนวน(%)
HGB (g/dl)						
ชาย						
< 13	11(16.4)	20(26.0)	31(21.5)	7(16.7)	15(13.9)	22(14.7)
> 13	56(83.6)	57(74.0)	113(78.5)	35(83.3)	93(86.1)	128(85.3)
รวม	67(100.0)	77(100.0)	144(100.0)	42(100.0)	108(100.0)	150(100.0)
พิสัย	11.5-16.8	11.2-16.0	11.2-16.8	10.6-15.7	11.8-17.3	10.6-17.3
$\bar{X} \pm S.D.$	14.2 ± 1.1	13.6 ± 1.0	13.9 ± 1.0	14.1 ± 1.3	14.1 ± 1.2	14.1 ± 1.2

ตารางที่ 5 ต่อ

	โรงงาน ก			โรงงาน ข		
	E ⁻	E ⁺	รวม	E ⁻	E ⁺	รวม
	จำนวน(%)	จำนวน(%)	จำนวน(%)	จำนวน(%)	จำนวน(%)	จำนวน(%)
หญิง						
<12	15(50.0)	-	15(42.9)	9(45.0)	11(22.9)	20(29.4)
> 12	15(50.0)	5(100.0)	20(57.1)	11(55.0)	37(77.1)	48(70.6)
รวม	30(100.0)	5(100.0)	35(100.0)	20(100.0)	48(100.0)	68(100.0)
พิสัย	8.4-13.7	12.1-12.5	8.4-13.7	7.7-15.1	10.6-14.7	7.7-15.1
$\bar{X} \pm S.D$	11.8 \pm 1.0	12.3 \pm 0.2	11.9 \pm 0.9	12.2 \pm 1.6	12.6 \pm 1.0	12.5 \pm 1.2

ตารางที่ 6 ระดับฮีโมโกลบินและลักษณะเม็ดเลือดแดง

	โรงงาน ก			โรงงาน ข		
	E ⁻	E ⁺	รวม	E ⁻	E ⁺	รวม
	จำนวน(%)	จำนวน(%)	จำนวน(%)	จำนวน(%)	จำนวน(%)	จำนวน(%)

ระดับฮีโมโกลบิน

ปกติ	71(73.2)	62(75.6)	133(74.3)	46(74.2)	130(83.3)	176(80.7)
ต่ำกว่าค่าอ้างอิง	26(26.8)	20(24.4)	46(25.7)	16(25.8)	26(16.7)	42(19.3)
รวม	97(100.0)	82(100.0)	179(100.0)	62(100.0)	156(100.0)	218(100.0)

ลักษณะเม็ดเลือดแดง

ปกติ	94(96.9)	78(95.1)	172(96.1)	57(91.9)	152(97.4)	209(95.9)
ผิดปกติ*	3(3.1)	4(4.9)	7(3.9)	5(8.1)	4(2.6)	9(4.1)
รวม	97(100.0)	82(100.0)	179(100.0)	62(100.0)	156(100.0)	218(100.0)

* hypochromia, poikilocytosis, microcytosis, ovalocytes, target cells

ผลการตรวจเม็ดเลือดขาวพบว่า คนงานโรงงาน ก มีปริมาณเม็ดเลือดขาวต่ำกว่าค่าอ้างอิง คิดเป็นร้อยละ 2.2 ทั้งหมดอยู่ในกลุ่มที่ไม่สัมผัสโทลูอีน และมีคนงานร้อยละ 11.7 มีปริมาณเม็ดเลือดขาวสูงกว่าค่าอ้างอิง (E⁺ ร้อยละ 11.0, E⁻ ร้อยละ 12.4) (ตารางที่ 7) ความผิดปกติของเม็ดเลือดขาวในคนงานทั้ง 2 กลุ่ม ไม่แตกต่างกัน

คนงานโรงงาน ข มีปริมาณเม็ดเลือดขาวต่ำกว่าค่าอ้างอิงร้อยละ 3.7 (E⁺ ร้อยละ 3.2, E⁻ ร้อยละ 4.8) คนงานที่มีปริมาณเม็ดเลือดขาวสูงกว่าค่าอ้างอิง มีร้อยละ 10.6 (E⁺ ร้อยละ 10.9, E⁻ ร้อยละ 9.7) (ตารางที่ 7) ความผิดปกติของเม็ดเลือดขาวในคนงานทั้ง 2 กลุ่ม ไม่แตกต่างกัน

คนงานโรงงาน ก และโรงงาน ข มีความผิดปกติของเม็ดเลือดขาวไม่แตกต่างกัน

ตารางที่ 7 ปริมาณเม็ดเลือดขาว

	โรงงาน ก			โรงงาน ข		
	E ⁻	E ⁺	รวม	E ⁻	E ⁺	รวม
	จำนวน(%)	จำนวน(%)	จำนวน(%)	จำนวน(%)	จำนวน(%)	จำนวน(%)
WBC						
< 5000 ⁽¹⁾	4(4.1)	-	4(2.2)	3(4.8)	5(3.2)	8(3.7)
5000-10000	81(83.5)	73(89.0)	154(86.0)	53(85.5)	134(85.9)	187(85.8)
>10,000 ⁽²⁾	12(12.4)	9(11.0)	21(11.7)	6(9.7)	17(10.9)	23(10.6)
รวม	97(100.0)	82(100.0)	179(99.9)	62(100.0)	156(100.0)	218(100.1)
พิสัย	4600 - 13350	5000 - 11650	4600 - 13350	4100 - 14600	4750 - 19950	4100 - 19950
\bar{X}	7899.0	7874.0	7887.0	8054.0	7853.0	7910.0
S.D	1851.0	1568.0	1722.0	2020.0	2034.0	2028.0

(1) neutropenia, lymphocytopenia

(2) neutrophilia, lymphocytosis

ผลการวิเคราะห์การทำงานของตับ

ตรวจการทำงานของตับ โดยวัดสารต่างๆเหล่านี้ในเลือด คือ Total bilirubin, Alkaline phosphatase, SGOT, SGPT และ GGT จากผลการวิเคราะห์ซึ่งแสดงในตารางที่ 8 เห็นได้ว่าคนงานกลุ่มสัมผัสไม่มีความผิดปกติของสารดังกล่าวมากกว่าคนงานกลุ่มที่ไม่สัมผัสโทลูอีน

ตารางที่ 8 การทำงานของตับ

	โรงงาน ก			โรงงาน ข		
	E ⁻	E ⁺	รวม	E ⁻	E ⁺	รวม
	จำนวน(%)	จำนวน(%)	จำนวน(%)	จำนวน(%)	จำนวน(%)	จำนวน(%)
Total bilirubin (mg/dl)						
< 0.3	2(1.9)	2(2.3)	4(2.1)	3(4.8)	24(15.5)	27(12.4)
0.3-1.2	94(90.4)	84(95.5)	178(92.7)	58(93.5)	127(81.9)	185(85.3)
> 1.2	8(7.7)	2(2.3)	10(5.2)	1(1.6)	4(2.6)	5(2.3)
รวม	104(100.0)	88(100.1)	192(100.0)	62(99.9)	155(100.0)	217(100.0)
พิสัย	0.19-4.21	0.23-2.05	0.19-4.21	0.22-1.98	0.13-2.97	0.13-2.97
$\bar{X}\pm S.D$	0.73±0.45	0.66±0.29	0.70±0.38	0.58±0.29	0.53±0.32	0.55±0.31



ตารางที่ 8 (ต่อ)

	โรงงาน ก			โรงงาน ข		
	E ⁻	E ⁺	รวม	E ⁻	E ⁺	รวม
	จำนวน(%)	จำนวน(%)	จำนวน(%)	จำนวน(%)	จำนวน(%)	จำนวน(%)

Alkaline phosphatase (u/l)

<98	8(7.7)	5(5.7)	13(6.8)	10(16.1)	22(14.1)	32(14.7)
98-279	96(92.3)	81(92.0)	177(92.2)	52(83.9)	132(84.6)	184(84.4)
> 279	-	2(2.3)	2(1.0)	-	2(1.3)	2(0.9)
รวม	104(100.0)	88(100.0)	192(100.0)	62(100.0)	156(100.0)	218(100.0)
พิสัย	77-248	76-291	76-291	73-262	65-435	65-435
\bar{X} +S.D	143.0±34.0	163.0±45.0	152.0±41.0	136.0±40.0	140.0±48.0	139.0±46.0

SGOT(u/l)

< 38	96(92.3)	83(94.3)	179(93.2)	55(88.7)	149(95.5)	204(93.6)
> 38	8(7.7)	5(5.7)	13(6.8)	7(11.3)	7(4.5)	14(6.4)
รวม	104(100.0)	88(100.0)	192(100.0)	62(100.0)	156(100.0)	218(100.0)
พิสัย	14-126	17-56	14-126	16-122	8-105	8-136
\bar{X} +S.D	25.0±13.0	25.0±8.0	25.0±11.0	27.0±16.0	20.0±13.0	21.0±16.0

SGPT(u/l)

< 38	85(81.7)	76(86.4)	161(83.9)	54(87.1)	147(94.2)	201(92.2)
> 38	19(18.3)	12(13.6)	31(16.1)	8(12.9)	9(5.8)	17(7.8)
รวม	104(10.0)	88(100.0)	192(100.0)	62(100.0)	156(100.0)	218(100.0)
พิสัย	8-236	11-74	8-236	8-136	8-105	8-136
\bar{X} +S.D.	29.0±28.0	24.0±14.0	27.0±23.0	25.0±21.0	20.0±13.0	21.0±16.0

GGT(u/l)

< 50	82(77.6)	78(88.6)	160(83.8)	49(79.0)	146(93.6)	195(89.4)
> 50	21(20.4)	10(11.4)	31(16.2)	13(21.0)	10(6.4)	23(10.6)
รวม	103(100.0)	88(100.0)	191(100.0)	62(100.0)	156(100.0)	218(100.0)
พิสัย	1-391	7-354	1-391	6-371	7-135	6-371
\bar{X} +S.D	37.0±47.0	32.0±40.0	35.0±44.0	45.0±70.0	25.0±19.0	30.0±41.0

ผลการวิเคราะห์การทำงานของไต

ผลการตรวจการทำงานของไต โดยวัดระดับ BUN และ Creatinine ในเลือด พบว่าคนงานโรงงาน ก มีระดับ BUN สูงกว่าค่าอ้างอิง 3 คน อยู่ในกลุ่มสัมผัส 1 คน และกลุ่มไม่สัมผัส 2 คน คนงานโรงงาน ข มีระดับ BUN สูงกว่าค่าอ้างอิง 2 คน ในทั้งสองกลุ่ม กลุ่มละ 1 คน ผลการวัดระดับ Creatinine ในเลือดไม่พบความผิดปกติ (ตารางที่ 9)

ผลการตรวจสุขภาพโดยวินิจฉัยอาการเจ็บป่วย

ผลการศึกษาอาการเจ็บป่วยต่างๆ ของคนงานในโรงงานทั้งสองแห่ง พบว่า โรคที่คนงานเจ็บป่วยบ่อยที่สุดคือ โรคระบบทางเดินหายใจ โดยคิดเป็นร้อยละ 50.4 และ 41.4 ของโรคทั้งหมดที่พบในโรงงาน ก และ ข ตามลำดับ เมื่อเปรียบเทียบระหว่างคนงานกลุ่มที่ต้องสัมผัสโพลูอิน (E⁺) กับกลุ่มอื่นๆ (E⁻) ในโรงงานเดียวกัน พบว่า คนงานกลุ่มสัมผัสมีปัญหาเกี่ยวกับโรคผิวหนัง และการเกิดบาดแผล มากกว่ากลุ่มอื่น (ตารางที่ 10)

ตารางที่ 9 การทำงานของไต

	โรงงาน ก			โรงงาน ข		
	E ⁻	E ⁺	รวม	E ⁻	E ⁺	รวม
	จำนวน(%)	จำนวน(%)	จำนวน(%)	จำนวน(%)	จำนวน(%)	จำนวน(%)
BUN(mg/dl)						
< 10	7(6.8)	2(2.3)	9(4.7)	8(12.9)	20(12.8)	28(12.8)
10-20	94(91.3)	85(96.6)	179(93.7)	53(85.5)	135(86.5)	188(86.2)
>20	2(1.9)	1(1.1)	3(1.6)	1(1.6)	1(0.6)	2(0.9)
รวม	103(100.0)	88(100.0)	191(100.0)	62(100.0)	156(100.0)	218(100.0)
พิสัย	7-22	0-26	0-26	8-21	6-23	6-23
$\bar{X} \pm S.D$	13.0 \pm 3.0	14.0 \pm 3.0	14.0 \pm 3.0	13.0 \pm 3.0	13.0 \pm 3.0	13.0 \pm 3.0
Creatinine (mg/dl)						
<0.5	2(1.9)	-	2(1.0)	4(6.5)	18(11.5)	22(10.1)
0.5-2.0	102(98.1)	88(100.0)	190(99.0)	58(93.5)	138(88.5)	196(89.9)
> 2.0	-	-	-	-	-	-
รวม	104(100.0)	88(100.0)	192(100.0)	62(100.0)	156(99.9)	218(99.9)
พิสัย	0-1.3	0.5+1.4	0-1.4	0.3-1.1	0.2-1.1	0.2-1.1
$\bar{X} \pm S.D$	0.9 \pm 0.2	1.0 \pm 0.2	0.9 \pm 0.2	0.7 \pm 0.2	0.7 \pm 0.2	0.7 \pm 0.2

ตารางที่ 10 จำนวนครั้งของการเจ็บป่วยคิดเป็นร้อยละ จำแนกตามโรคระบบต่าง ๆ

	โรงงาน ก			โรงงาน ข		
	E ⁻	E ⁺	รวม	E ⁻	E ⁺	รวม
	จำนวนครั้ง(%)	จำนวนครั้ง(%)	จำนวนครั้ง(%)	จำนวนครั้ง(%)	จำนวนครั้ง(%)	จำนวนครั้ง(%)
ทางเดินหายใจ	57.3	45.3	50.4	46.8	38.8	41.4
กล้ามเนื้อกระดูก ข้อ	8.0	11.8	10.2	13.5	8.4	10.1
ผิวหนัง	5.8	8.4	7.3	2.7	11.4	8.6
ทางเดินอาหาร	12.7	10.1	11.2	4.5	8.4	7.1
ทางเดินปัสสาวะ	0.3	0.2	0.2	-	1.3	0.9
ประสาท	5.8	6.5	6.2	15.3	15.9	15.7
บาดแผล	0.9	4.6	3.0	0.9	2.2	1.8
อุบัติเหตุสารเคมี	-	0.4	0.2	-	0.4	0.3
อื่นๆ	9.2	12.8	11.2	16.2	13.2	14.2
รวม	100.0	100.1	99.9	99.9	100.0	100.1
จำนวนครั้ง	928	1243	2171	111	227	338

วิจารณ์

งานวิจัยนี้ต้องการศึกษาความชุกของการได้รับโทลูอินเข้าสู่ร่างกายของพนักงานในโรงงานผลิตสีที่ใช้โทลูอินเป็นส่วนผสมหลักของทินเนอร์ ซึ่งเป็นวัตถุดิบสำคัญชนิดหนึ่งในกระบวนการผลิตและศึกษาถึงผลของโทลูอินต่อสุขภาพร่างกาย โดยวัดระดับโทลูอินในเลือด ระดับกรดฮิฟิวริกซึ่งเป็นเมตะบอลไลท์ของโทลูอินในปัสสาวะและตรวจสุขภาพของพนักงาน โดยตรวจเม็ดเลือดแดง เม็ดเลือดขาว การทำงานของตับและไต เก็บรวบรวมข้อมูลความเจ็บป่วยของพนักงานที่มาพบแพทย์หรือพยาบาลประจำโรงงาน (โรงงาน ก) และพนักงานที่มาพบแพทย์ที่คณะผู้วิจัยจัดหาให้ (โรงงาน ข)

โรงงาน ก และ โรงงาน ข เป็นโรงงานผลิตสีขนาดกลางมีพนักงาน 192 และ 218 คน ตามลำดับ มีการผลิตสีน้ำมันซึ่งต้องใช้ทินเนอร์เป็นสารละลายในการผสมสี และส่วนประกอบหลักของทินเนอร์ที่ใช้คือโทลูอิน ผู้วิจัยแบ่งพนักงานเป็นสองกลุ่ม กลุ่มที่ต้องสัมผัสโทลูอิน ได้แก่พนักงานในฝ่ายผลิตผสมสี บรรจุสี ฝ่ายเทคนิคและควบคุมคุณภาพ และฝ่ายวัตถุดิบ (กลุ่ม E⁺) กลุ่มที่ไม่ต้องสัมผัสโทลูอิน ได้แก่ พนักงานในฝ่ายบริหาร บัญชี ธุรการ และฝ่ายขาย (กลุ่ม E⁻)

ผลการวิเคราะห์โทลูอินในเลือด พบว่าโรงงาน ก ซึ่งเป็นโรงงานที่มีการจัดระเบียบการทำงานภายในโรงงาน เป็นสัดส่วนระหว่างฝ่ายผลิตและฝ่ายอื่นๆ พนักงานฝ่ายที่มีใช้ฝ่ายผลิตตรวจไม่พบโทลูอินในเลือดเลย พนักงานฝ่ายผลิตมีการป้องกันตนเองขณะทำงานเป็นอย่างดี ส่วนใหญ่ก็ตรวจไม่พบโทลูอินในเลือดเช่นกัน มีเพียง ร้อยละ 3.1 ที่ตรวจพบโทลูอินในเลือด และพบในระดับต่ำกว่า 0.68 ไมโครกรัมต่อมิลลิลิตร

ซึ่งต่ำกว่าค่ากำหนด (Threshold limit value) สำหรับระดับโทลูอินในเลือด (1 ไมโครกรัมต่อมิลลิลิตร) (Bernard, A. and Lauwerys, R. 1989)

โรงงาน ข เป็นโรงงานที่ขาดการจัดระเบียบการทำงานภายในโรงงาน อุปกรณ์ป้องกันอันตรายไม่สมบูรณ์ เช่นเครื่องดูดกลิ่นมีกำลังการดูดไม่เพียงพอ ประกอบกับคนงานไม่ระมัดระวังตนเองในขณะที่ทำงาน ไม่ปิดปากถึงสี่ขณะบดสี ผสมสี หรือบรรจุสี ไม่ใช้เครื่องดูดกลิ่น ไม่ใช้อุปกรณ์ป้องกันอันตรายส่วนบุคคล (Personal protection equipments) เช่น หน้ากาก ถุงมือ แว่นตา เป็นต้น คนงานร้อยละ 50.5 ตรวจพบโทลูอินในเลือด ส่วนใหญ่พบในระดับต่ำกว่า 1 ไมโครกรัมต่อมิลลิลิตร มีคนงาน 8 คนที่พบโทลูอินระหว่าง 1.08 - 4.16 ไมโครกรัมต่อมิลลิลิตร ซึ่งเป็นระดับที่สูงกว่าค่ากำหนด (1 ไมโครกรัมต่อมิลลิลิตร) คนงานเหล่านี้อยู่ในกลุ่มที่ต้องสัมผัสสารทั้งสิ้น เมื่อพิจารณาโดยจำแนกตามกลุ่มปฏิบัติงาน จะเห็นได้ว่ากลุ่มที่ไม่ต้องสัมผัสสารตรวจพบโทลูอินในเลือดย้อยละ 9.7 ส่วนกลุ่มสัมผัสตรวจพบถึงร้อยละ 66.7

โทลูอินเป็นสารระเหยสามารถฟุ้งกระจายในบรรยากาศได้ ถ้าขาดระบบการป้องกันที่ดี คนงานในส่วนอื่นของโรงงานนอกเหนือจากส่วนของการผลิตสีสามารถได้รับโทลูอินเข้าสู่ร่างกายได้ การจัดระเบียบของโรงงาน การระมัดระวังตนเองของคนงาน การดูแลรักษาและรู้จักใช้อุปกรณ์ป้องกันอันตรายที่โรงงานจัดหาไว้ให้เป็นหนทางหนึ่งที่จะหลีกเลี่ยงและลดปริมาณการได้รับโทลูอินเข้าสู่ร่างกายขณะทำงานได้ ซึ่งหมายถึงการลดปัจจัยเสี่ยงของการได้รับพิษของโทลูอินด้วย

นอกจากการวิเคราะห์หาระดับโทลูอินในเลือดแล้ว งานวิจัยนี้ยังวิเคราะห์หาระดับกรดฮิพิวริกในปัสสาวะด้วย กรดฮิพิวริกเป็นเมตาบอไลต์ของโทลูอินที่ขับออกมาในปัสสาวะ สามารถใช้เป็นตัวบ่งชี้การได้รับโทลูอินเข้าสู่ร่างกายได้ โดยมีค่ากำหนด (threshold limit value) ให้ไม่เกิน 2.5 กรัมต่อกรัมครีเอตินีน (Bernard, A. and Lauwerys, R. 1989) ผลการศึกษาในโรงงานทั้งสอง ไม่พบว่ามีคนงานคนใดมีระดับกรดฮิพิวริกในปัสสาวะเกินกว่าค่ากำหนดเลย เมื่อนำระดับกรดฮิพิวริกในปัสสาวะมาหาความสัมพันธ์กับระดับโทลูอินในเลือด พบว่า มีค่าสัมประสิทธิ์สหสัมพันธ์ (Correlation coefficient) เท่ากับ 0.53 แสดงว่าในกรณีนี้ระดับกรดฮิพิวริกในปัสสาวะไม่สามารถเป็นตัวแทนที่ดีของระดับโทลูอินในเลือดได้ ซึ่งสอดคล้องกับงานวิจัยทำนองเดียวกันในต่างประเทศ (Janai, H. and Sato, M.1988; Foo, S.C. et al. 1991 ; Kawai, T. et al. 1992; Kawai, T. et al. 1993; Kawai, T. et al. 1994; Lof, A. et al. 1993) ทั้งนี้อาจเนื่องมาจากสาเหตุสองประการคือ ประการที่หนึ่ง เมตาบอไลต์ของโทลูอินเป็นกรดฮิพิวริกต้องอาศัยเอนไซม์ Cytochrom P-450 mixed function oxidase ในกรณีผู้ติดดมสารระเหยซึ่งได้รับโทลูอินเป็นปริมาณสูง (high dose exposure) ระบบเอนไซม์จะถูกกระตุ้นอย่างมากทำให้โทลูอินเมตาบอไลส์ไปเป็นกรดฮิพิวริกมาก แต่การได้รับโทลูอินจากการทำงาน (occupational low dose exposure) ไม่มากพอที่จะกระตุ้นการทำงานของเอนไซม์ดังกล่าว เมตาบอไลต์ของโทลูอินเป็นกรดฮิพิวริกจึงเกิดน้อย (Nakajima, T. and Wang, R.S. 1994) สาเหตุประการที่สอง เนื่องจากกรดฮิพิวริกเป็นสารที่พบเป็นปกติในปัสสาวะอยู่แล้ว การใช้เป็นตัวบ่งชี้ถึงการได้รับโทลูอินจึงไม่เป็นวิธีที่ไวพอในกรณีที่ได้รับโทลูอินในปริมาณไม่มากนักเช่นกรณีของคนทำงานใน โรงงาน นอกจากกรดฮิพิวริกแล้ว ยังมีสารที่สามารถใช้เป็นตัวบ่งชี้การได้รับโทลูอินอีกตัวหนึ่ง คือ o-cresol ซึ่งเป็น เมตาบอไลต์ ตัวหนึ่งของโทลูอิน (minor metabolite) มีผู้พยายามศึกษาหาวิธีวัด o-cresol ในปัสสาวะเพื่อใช้แทนการตรวจกรดฮิพิวริก เนื่องจากโดยปกติจะไม่มีสารนี้ในปัสสาวะ การตรวจพบสารนี้จึงน่าจะชี้ถึงการได้รับโทลูอินได้ อุปสรรคในการตรวจคือสารนี้มีอยู่ในปริมาณน้อย การตรวจต้อง

อาศัยวิธีที่ไว และวิธีตรวจยุ่งยากกว่าการตรวจกรดฮิฟพิวริค ทำให้ไม่เป็นที่นิยม (Baelum, J. 1991; Kono, K. et al. 1985; Yamazaki, K. et al. 1992)

ถึงแม้ว่าจะไม่สามารถใช้ระดับกรดฮิฟพิวริคของคนงานแต่ละคนมาเปรียบเทียบกันได้ แต่เมื่อพิจารณาโดยรวมเป็นกลุ่มคนงานแล้วก็พบว่า คนงานโรงงาน ข มีค่าเฉลี่ยของกรดฮิฟพิวริคในปัสสาวะสูงกว่าโรงงาน ก (0.42 ± 0.35 และ 0.21 ± 0.15 กรัมต่อกรัมครีเอตินีน ตามลำดับ, $p < 0.001$) ในโรงงาน ข คนงานกลุ่มสัมผัสมีค่าเฉลี่ยของกรดฮิฟพิวริค สูงกว่ากลุ่มอื่น (0.48 ± 0.35 และ 0.26 ± 0.28 กรัมต่อกรัมครีเอตินีน ตามลำดับ, $p < 0.001$)

งานวิจัยนี้นอกจากศึกษาความชุกของการได้รับโทลูอินเข้าสู่ร่างกายของคนงานในโรงงานผลิตสีแล้วยังศึกษาสุขภาพของคนงานโดยตรวจร่างกายทางโลหิตวิทยาและเคมีคลินิกและเก็บรวบรวมข้อมูลความเจ็บป่วยด้วย ผลการตรวจเม็ดเลือดแดง เม็ดเลือดขาว การทำงานของตับ และ การทำงานของไต ไม่พบความผิดปกติซึ่งสัมพันธ์กับการได้รับโทลูอินเข้าสู่ร่างกาย การตรวจดังกล่าวเป็นระบบการตรวจร่างกายประจำปีของโรงงาน อาจเป็นไปได้ว่าเป็นการตรวจที่ยังไม่มีความไวพอที่จะวัด subclinical abnormalities ได้ หรืออีกประการหนึ่ง การสัมผัสโทลูอินยังไม่นานพอ ความผิดปกติของร่างกายจึงยังไม่ปรากฏ ผู้วิจัยคิดว่าน่าจะติดตามผลกระทบต่อสุขภาพของผู้ที่สัมผัสโทลูอินในระยะยาว เช่น 5 ปี, 10 ปี หรือมากกว่า 10 ปี นอกจากนี้การตรวจทางระบบประสาท (neurobehavioral tests) สำหรับคนงานที่ต้องทำงานสัมผัสสารโทลูอิน น่าจะเป็นประโยชน์อย่างยิ่ง เนื่องจากโทลูอินเป็น neurotoxic organic solvent มีผลกระทบต่อระบบประสาทส่วนกลาง (Baelum, J. 1991; Miyazaki, T. et al. 1990; Stetkarova, I. et al. 1993) แต่การตรวจนี้ต้องใช้ผู้เชี่ยวชาญและต้องมีแบบทดสอบโดยเฉพาะซึ่งในประเทศไทยยังไม่มีแบบทดสอบดังกล่าว น่าที่จะได้มีการพัฒนาทางด้านนี้ และนำไปใช้กับกลุ่มประชากรที่ต้องทำงานสัมผัสสารเคมีที่มีผลกระทบต่อสมองและระบบประสาท

การเก็บรวบรวมข้อมูลสุขภาพเกี่ยวกับความเจ็บป่วย เป็นเรื่องสำคัญอีกประการหนึ่งของงานอาชีวอนามัย งานวิจัยนี้เริ่มแรกมีการทำสมุดสุขภาพเพื่อให้คนงานใช้บันทึกความเจ็บป่วยของตนเอง แต่ไม่ประสบความสำเร็จ เนื่องจาก โรงงาน ก เป็นโรงงานที่มีพยาบาลอยู่ประจำในโรงพยาบาลทุกวัน และมีแพทย์มารักษาสัปดาห์ละ 2 วัน มีแฟ้มประจำตัวคนงานแต่ละคน เพื่อบันทึกอาการเจ็บป่วยต่างๆ เมื่อคนงานมาพบแพทย์หรือพยาบาลของโรงงาน หรือไปรักษาที่สถานพยาบาลอื่นๆ โดยเก็บข้อมูลจากใบเบิกจ่ายคำรักษาพยาบาล ข้อมูลดังกล่าวของโรงงานนี้มีความสมบูรณ์มาก จนไม่จำเป็นต้องใช้สมุดสุขภาพ ในระยะเวลาหนึ่งปีที่ทำงานวิจัย โรงงาน ก มีคนงานป่วย 2,171 ครั้ง แบ่งเป็นโรคระบบต่างๆ คือ โรคระบบทางเดินหายใจ โรคระบบกล้ามเนื้อและข้อ โรคผิวหนัง โรคระบบทางเดินอาหาร โรคระบบทางเดินปัสสาวะ โรคระบบประสาท บาดแผล อุบัติเหตุสารเคมี และอื่นๆ

โรงงาน ข มีโรงพยาบาลแต่ไม่มีแพทย์หรือพยาบาลประจำโรงงาน มีเจ้าหน้าที่ฝ่ายบุคคล 1 คน ทำหน้าที่ให้ยาสามัญเช่น ยาแก้หวัด ยาแก้ปวดศีรษะ ยาแก้ไอ และรักษาบาดแผลเล็กน้อยๆ ถ้ามีการเจ็บป่วยหรือบาดแผลเกินกว่าจะจัดการเองได้ ก็ส่งไปรักษายังโรงพยาบาลในละแวกใกล้เคียง การนำสมุดสุขภาพมาใช้ในโรงงานนี้น่าจะเป็นวิธีที่ดี แต่ไม่สามารถทำได้ เนื่องจากคนงานส่วนใหญ่ไม่นิยมเก็บสมุดสุขภาพไว้เพื่อบันทึกความเจ็บป่วย ผู้วิจัยได้แก้ไขปัญหานี้โดยให้เก็บสมุดสุขภาพไว้ในห้องพยาบาล และจัดหาแพทย์ไป

ประจำสัปดาห์ละ 1 วัน เพื่อให้คนงานมาปรึกษาเรื่องความเจ็บป่วยของตน และบันทึกข้อมูลไว้ ดังนั้นข้อมูลความเจ็บป่วยของคนงานโรงงาน ข นี้ จะน้อยกว่าโรงงาน ก มาก คือมีคนงานป่วย 338 ครั้ง

การเปรียบเทียบข้อมูลการเจ็บป่วยของคนงานระหว่างโรงงานทั้งสองจึงไม่สามารถทำได้ เนื่องจาก การเก็บข้อมูลและปริมาณข้อมูลแตกต่างกัน ดังนั้นจึงพิจารณาภายในแต่ละโรงงาน โดยเปรียบเทียบระหว่างกลุ่มสัมผัสกับกลุ่มอื่น พบว่า กลุ่มสัมผัสมีปัญหาเกี่ยวกับโรคผิวหนังและการเกิดบาดแผล มากกว่ากลุ่มอื่น ทั้งนี้อาจเนื่องมาจากลักษณะงานของคนงานกลุ่มสัมผัสทำให้มีโอกาสสัมผัสสารเคมีต่างๆ และมีโอกาสเกิดอุบัติเหตุจากการทำงานที่ต้องเกี่ยวข้องกับเครื่องจักรและอุปกรณ์ต่างๆ ในโรงงานมากกว่าคนงานกลุ่มอื่นที่ส่วนใหญ่ทำงานในสำนักงาน โรคที่คนงานทั้งสองกลุ่มเจ็บป่วยมากที่สุด คือ โรคระบบทางเดินหายใจ คิดเป็นร้อยละ 40-50 ของโรคทั้งหมด ซึ่งจัดเป็นลักษณะความเจ็บป่วยปกติที่พบในประชากรทั่วไปด้วย

งานวิจัยนี้แม้ไม่อาจแสดงให้เห็นว่าโทลูอีนมีผลกระทบต่อสุขภาพอนามัยของคนงาน ซึ่งต้องทำงานสัมผัสสารดังกล่าว แต่เห็นได้ชัดว่าในการทำงานนั้นสามารถได้รับโทลูอีนเข้าสู่ร่างกายได้ เท่ากับมีปัจจัยเสี่ยงต่อการได้รับพิษของโทลูอีน อย่างไรก็ตามสามารถลดปัจจัยเสี่ยงดังกล่าวได้โดยมีการจัดระเบียบภายในโรงงานที่ดี และคนงานมีความตระหนักในการป้องกันตนเองขณะปฏิบัติงาน และสำหรับประชากรกลุ่มนี้ ระดับโทลูอีนในเลือดเป็นตัวบ่งชี้การได้รับโทลูอีนเข้าสู่ร่างกายได้ดีกว่าระดับกรดฮิฟิวริกในปัสสาวะ การใช้ระบบการตรวจร่างกายประจำปีของคนงานตามที่โรงงานกำหนด อาจไม่ใช่วิธีที่มีความไวเพียงพอในการวัด subclinical abnormalities ได้

สรุป

1. โรงงานที่มีการจัดระเบียบภายในโรงงาน และคนงานมีความตระหนักในการป้องกันตนเองขณะปฏิบัติงาน มีความชุกของการตรวจพบโทลูอีนในเลือด ต่ำกว่าโรงงานที่ขาดการจัดระเบียบภายในโรงงาน
2. สำหรับประชากรกลุ่มนี้ ระดับโทลูอีนในเลือดเป็นตัวบ่งชี้การได้รับโทลูอีนเข้าสู่ร่างกายได้ดีกว่าระดับกรดฮิฟิวริกในปัสสาวะ
3. ผลการตรวจ Hemoglobin WBC Total bilirubin Alkaline phosphatase SGOT SGPT GGT BUN Creatinine ไม่พบความผิดปกติซึ่งสัมพันธ์กับการได้รับโทลูอีนเข้าสู่ร่างกาย
4. ผลการเก็บข้อมูลเกี่ยวกับอาการเจ็บป่วยต่างๆ ของคนงานเป็นระยะเวลา 1 ปี พบว่าคนงานในกลุ่มที่ต้องทำงานสัมผัสโทลูอีนมีปัญหาเกี่ยวกับโรคผิวหนังมากกว่ากลุ่มอื่น โรคที่คนงานทั้งสองกลุ่มเป็นมากที่สุดคือ โรคระบบทางเดินหายใจ

ข้อเสนอแนะ

1. ควรมีการศึกษาในด้าน biological exposure indices เพื่อหาตัววัดที่เหมาะสมในการติดตามการได้รับโทลูอีนเข้าสู่ร่างกายอันเนื่องมาจากการทำงาน (biomarker of exposure)
2. ควรหาวิธีการตรวจสุขภาพที่ไวพอที่จะวัด subclinical abnormalities ได้ นอกเหนือไปจากการตรวจสุขภาพตามวิธีมาตรฐานทั่วไป (standard clinical tests) (biomarker of effect)
3. ควรมีการศึกษาผลกระทบของโทลูอีนต่อระบบประสาท โดยพัฒนาแบบทดสอบ neurobehavioral tests ที่เหมาะสม
4. ควรมีการศึกษาผลกระทบของโทลูอีนต่อสุขภาพในระยะยาว

เอกสารอ้างอิง

ประกาศกระทรวงมหาดไทย เรื่องความปลอดภัยในการทำงานเกี่ยวกับภาวะแวดล้อม (สารเคมี) ประกาศใน
ราชกิจจานุเบกษา เล่ม 94 ตอนที่ 64 วันที่ 12 กรกฎาคม 2520.

ชนิดา พลานุเวช. ผลของเอทานอลต่อเมตาบอลิซึมของแอมเฟตามีนในร่างกายสุนัข. วิทยานิพนธ์ ปริญญา
มหาบัณฑิต ภาควิชาชีวเคมี บัณฑิตวิทยาลัย จุฬาลงกรณ์มหาวิทยาลัย พ.ศ. 2528

รัตนา สีนุภัก , วิไล ชินเวชกิจวานิชย์ และ อรุณ สีลาพฤกษ์. การศึกษาภูมิคุ้มกันในผู้ที่เสพยาเสพติด โทลูอีน.

รายงานผลการวิจัย สถาบันวิจัยวิทยาศาสตร์การแพทย์ จุฬาลงกรณ์มหาวิทยาลัย พ.ศ.2537

วิไล ชินเวชกิจวานิชย์. การวิเคราะห์ปริมาณโทลูอีนในซีรัมของผู้ใช้และไม่ใช้สารระเหยโดยเฮตสเปซแก๊ส
โครมาโตกราฟี. วิทยานิพนธ์ปริญญามหาบัณฑิต ภาควิชาชีวเคมี บัณฑิตวิทยาลัย จุฬาลงกรณ์
มหาวิทยาลัย พ.ศ.2528

สุนทร ศุภพงศ์ , วิไล ชินเวชกิจวานิชย์ , ชนิดา พลานุเวช , วินัส อุดมประเสริฐกุล, วราพรพรรณ ด้านอุตรา
และปรีดา ทศนประดิษฐ์ . การศึกษาผลของโทลูอีนต่อสุขภาพของคนงานใน โรงงานผลิตสี และ
อู่พ่นสีรถยนต์. รายงานผลการวิจัย สถาบันวิจัยวิทยาศาสตร์การแพทย์ จุฬาลงกรณ์มหาวิทยาลัย
พ.ศ.2538

Arena, J.M. (1979) in *Poisoning 7th ed*, Charles C Thomas, Springfield, Illinois.

Baelum, J. (1991) Human solvent exposure : factors influencing the pharmacokinetics and acute
toxicity. *Pharmacol. Toxicol.* 68 Suppl 1 : 1-36.

Browning, E. (1965) in *Toxicity and Metabolism of Industrial Solvents* Elsevier, London.

Gerarde, H.W. (1963) in *Industrial Hygiene and Toxicology* (Patty, F.A. ed.) John Willey and
Sons, New York.

Grabski, D.A. (1961) Toluene sniffing producing cerebellar degeneration. *Am.J. Psychiatr.* 118 :
461-462.

Greenburg, L., Mayers, M.R., Heimann,H.,and Moskowitz,S. (1942) The effects of exposure to
toluene in industry. *JAMA* 118 (8) : 573-578.

Foo,S.C., Jeyaratnam,J., Ong, C.N., Khoo, N.Y., Koh, D.,and Chia,S.E. (1991)Biological
monitoring for occupational exposure to toluene. *Am. Ind. Hyg. Asso.J.* 52 (5) :
212-217.

IPCS. International Programme on Chemical Safety (1985) *Environment and Health Criteria 52 :*
Toluene world Health Organization, Geneva.

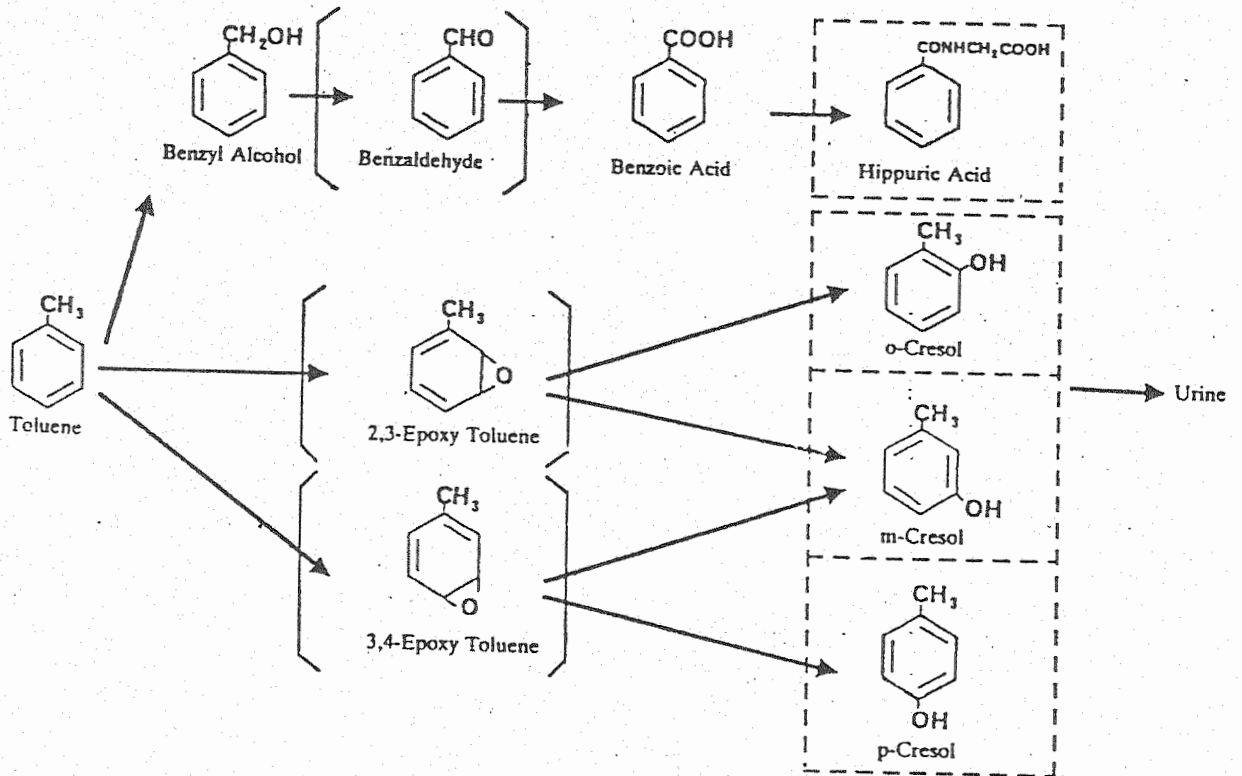
Jonai,H.,and Sato,M. (1988)Exposure indices for painters exposed to toluene and xylene at low
concentrations. *Ind. Health* 26 : 197-202.

Kawai, T., Mizunuma,K.,Yasugi, T., Horigushi,S., and Ikeda, M. (1994) Toluene in blood as a
marker of choice for low-level exposure to toluene. *Int. Arch. Occup. Environ. Health* 66
(5) : 309-315.

- Kawai, T., Yasugi, T., Mizunuma, K., Horigushi, S., Iguchi, H., Uchida, Y., Iwami, O., and Ikeda, M. (1992) Comparative evaluation of urinalysis and blood analysis as means of detecting exposure to organic solvents at low concentrations. *Int. Arch. Occup. Environ. Health* 64 (4) : 223-234.
- Kawai, T., Yasugi, T., Mizunuma, K., Horigushi, S., and Ikeda, M. (1992) Urinalysis vs blood analysis as a tool for biological monitoring of solvent exposure. *Toxicology Letters* 63 (3) : 333-343.
- Kawai, T., Yasugi, T., Mizunuma, K., Horigushi, S., and Ikeda, M. (1993) Comparative evaluation of blood and urine analysis as a tool for biological monitoring of n-hexane and toluene. *Int. Arch. Occup. Environ. Health* 65 (1 Suppl) : S123-126.
- Kono, K., Yoshida, Y., Yamagata, H., Watanabe, M., Takeda, Y., Murao, M., Doi, K., and Takatsu, M. (1985) Urinary excretion of cresol as an indicator for occupational toluene exposure. *Ind. Health* 23 : 37-45.
- Knox, J.W., and Nelson, J.R. (1966) Permanent encephalopathy from toluene inhalation. *N. Eng. J. Med.* 275 (26) : 1494-1496.
- Lof, A., Wigaeus Hjelm, E., Colmsjo, A., Lundmark, B.O., Norstrom, A., and Sato, A. (1993) Toxicokinetics of toluene and urinary excretion of hippuric acid after human exposure to 2H8-toluene. *Br. J. Ind. Med.* 50 (1) : 55-59.
- Miyazaki, T., Kojima, T., Yashiki, M., Chikasue, F., and Tsukue, I. (1990) Correlation between 'on admission' blood toluene concentrations and the presence or absence of signs and symptoms in solvent abusers. *Forensic Sci. Int.* 44 : 169-177.
- Nakajima, T., and Wang, R.S. (1994) Induction of cytochrom P-450 by toluene. *Int. J. Biochem.* 26(12) : 1333-1340.
- NIDA. National Information Service on Drug Abuse (1985) Technical Information Bulletin No. 73, Commonwealth of Australia, Canberra.
- Nise, G., Attewell, R., Skerfving, S., and Orbaek, P. (1989) Elimination of toluene from venous blood and adipose tissue after occupational exposure. *Br. J. Ind. Med.* 46(6) : 407-411.
- Reisin, E., Teicher, A., Jaffe, R., and Eliahou, H.E. (1975) Myoglobinuria and renal failure in toluene poisoning. *Br. J. Ind. Med.* 32 : 163-168.
- Stetkarova, I., Urban, P., Prochazka, B., and Lukas, E. (1993) Somatosensory evoked potentials in workers exposed to toluene and styrene. *Br. J. Ind. Med.* 50 : 520-527.
- Wilson, C.R.H. (1943) Toluene poisoning. *J. Am. Med. Assoc.* 123 (17) : 1106-1108.
- Yamazaki, K., Tanaka, E., and Misawa, S. (1992) Urinary ortho-cresol concentrations as an indicator of toluene inhalation in glue-sniffers. *J. Forensic Sci. Soc.* 32 : 215-223.

ภาคผนวก

1. Metabolic pathway of toluene (Yamazaki, K. et al. 1992).



2. ผลการตรวจเลือดทางโลหิตวิทยาและเคมีคลินิกของคณาจารย์ในโรงพยาบาล ข ที่มีระดับโกลูบินในเลือด ≥ 0.68 ไมโครกรัมต่อมิลลิลิตร

รายนาม	เพศ	อายุ	แผนก	TOL	HA	HGB	WBC	TB	ALP	SGOT	SGPT	GGT	BUN	CREA
1	หญิง	24 ปี	เทคนิค	0.68	0.8	11.6	9000	0.32	104	15	10	9	9	0.4
2	ชาย	28 ปี	บรรจूसี	0.68	0.5	13.1	9200	0.38	132	19	19	21	16	1.1
3	ชาย	24 ปี	บดสี	0.68	2.1	13.5	6400	0.33	195	19	15	14	15	0.8
4	ชาย	22 ปี	บดสี	0.68	0.6	14.2	7400	0.40	90	20	14	17	12	0.6
5	ชาย	26 ปี	บดสี	0.68	1.3	16.0	8200	0.30	148	20	13	23	19	0.8
6	ชาย	25 ปี	บดสี	0.68	1.7	13.1	6500	1.90	98	23	17	24	8	0.2
7	ชาย	29 ปี	ผสมสี	0.68	0.5	14.6	8150	0.86	148	21	16	21	14	0.7
8	ชาย	24 ปี	ผสมสี	0.81	0.4	12.6	7800	0.43	180	29	26	61	13	0.8
9	หญิง	49 ปี	บรรจूसี	0.81	0.5	13.2	6150	0.30	227	20	15	17	11	0.6
10	หญิง	28 ปี	บรรจूसี	0.81	1.1	12.8	9550	0.15	98	23	18	34	15	0.6
11	ชาย	32 ปี	บดสี	0.81	0.9	13.4	6100	0.34	123	24	18	39	13	0.9
12	ชาย	26 ปี	บดสี	0.81	1.4	12.3	9550	0.55	136	30	23	23	12	0.8
13	ชาย	30 ปี	ผสมสี	0.81	0.9	13.5	5750	0.99	119	23	20	37	17	0.6
14	หญิง	29 ปี	บรรจूसี	0.81	0.8	12.4	5700	0.40	133	22	17	13	13	0.9
15	ชาย	19 ปี	ผสมสี	0.81	0.5	14.2	7100	0.73	218	22	13	23	16	0.7
16	ชาย	30 ปี	ผสมสี	0.97	0.5	13.4	7250	0.69	139	30	27	47	11	0.9
17	ชาย	31 ปี	ผสมสี	0.97	0.2	12.2	9700	0.60	157	23	25	26	11	0.8
18	ชาย	23 ปี	ผสมสี	1.08	1.0	13.6	9600	0.69	155	19	14	21	19	1.0
19	หญิง	19 ปี	ควบคุมคุณภาพ	1.08	1.1	12.2	10150	0.36	154	28	29	17	8	0.4
20	หญิง	32 ปี	บรรจूसี	1.24	0.7	12.6	5700	0.28	108	17	12	14	9	0.7
21	ชาย	25 ปี	ผสมสี	1.51	1.1	16.3	4900	0.19	231	25	17	81	12	0.6
22	ชาย	24 ปี	ผสมสี	1.67	0.6	17.3	8000	0.80	169	23	17	23	17	0.9
23	ชาย	24 ปี	บดสี	2.48	1.4	13.7	8250	0.38	142	31	22	15	11	0.7
24	ชาย	33 ปี	บดสี	3.24	1.5	12.3	7100	0.29	171	23	24	18	9	0.8
25	ชาย	26 ปี	ผสมสี	4.16	0.8	16.0	9050	0.54	131	27	17	28	15	1.0

$\bar{X} \pm S.D$ 1.19 \pm 0.87

ค่าเฉลี่ยและพิสัยของระดับโกลูบินในเลือดที่สามารถวัดปริมาณได้ = 1.19 \pm 0.87 $\mu\text{g/ml}$

