

การจัดประชุมเสนอผลงานวิจัยระดับบัณฑิตศึกษา มหาวิทยาลัยสุโขทัยธรรมาธิราช ครั้งที่ 4
The 4th STOU Graduate Research Conference

อาการทางสุขภาพจากการสัมผัสฟอร์มาลดีไฮด์ของเจ้าหน้าที่ผ่าและรักษาศพ

ในโรงพยาบาลเขตกรุงเทพมหานคร

**Symptoms of Formaldehyde Exposure among
Embalming staffs of Hospitals in Bangkok**

ทัศน์พงษ์ ดันติปัญจพร (Tadpong Tantipanjanaporn)* วรกมล บุญยโยธิน (Vorakamol Boonyayothin)**

สุทธินันท์ ฉันทันกุล (Suttinun Chantanakul)*** สุคนธา ศิริ (Sukhontha Siri)****

บทคัดย่อ

การศึกษานี้มีวัตถุประสงค์เพื่อประเมินปริมาณการสัมผัสฟอร์มาลดีไฮด์ทางการหายใจ ศึกษาความชุกของอาการที่เป็นผลจากการสัมผัสฟอร์มาลดีไฮด์ทางการหายใจ และวิเคราะห์ความสัมพันธ์ระหว่างระดับการสัมผัสฟอร์มาลดีไฮด์ทางการหายใจกับความชุกของอาการจากการสัมผัสของเจ้าหน้าที่ผ่าและรักษาศพ

โดยทำการศึกษาในเจ้าหน้าที่ผ่าและรักษาศพจำนวน 42 คน จากโรงพยาบาลเขตกรุงเทพมหานคร 16 แห่งซึ่งเป็นเพศชายทั้งหมด อายุเฉลี่ย เท่ากับ 43 ± 12 ปี และประสบการณ์การทำงานเฉลี่ย เท่ากับ 15 ± 12 ปี โดยมีวิธีเก็บรวบรวมข้อมูล คือทำการเก็บตัวอย่างการสัมผัสฟอร์มาลดีไฮด์ที่ระดับหายใจของเจ้าหน้าที่และวิเคราะห์ปริมาณสารด้วยเครื่องโครมาโทกราฟีของเหลวสมรรถนะสูง (HPLC) ตามวิธีมาตรฐาน NIOSH Manual of Analytical Method number 2016 และเก็บรวบรวมข้อมูลลักษณะการทำงาน ข้อมูลสิ่งแวดล้อม และข้อมูลการเกิดอาการของเจ้าหน้าที่โดยใช้แบบสอบถาม

ผลการศึกษาพบว่า ปริมาณการสัมผัสฟอร์มาลดีไฮด์ทางการหายใจตลอดระยะเวลาการทำงานเฉลี่ยของเจ้าหน้าที่ผ่าและรักษาศพ เท่ากับ 0.0254 ± 0.0307 ppm ส่วนใหญ่เจ้าหน้าที่ที่รับสัมผัสเกินกว่าค่าเสนอแนะการรับสัมผัสตลอดระยะเวลาการทำงานของ NIOSH ซึ่งกำหนดไว้ที่ 0.016 ppm อาการจากการรับสัมผัสที่พบสูงสุดคือความรู้สึกลิ้นไม่พึงประสงค์ (79.30%) อาการแสบตา (49.10%) และอาการแสบจมูก (49.10%) ตามลำดับ และพบว่าระดับการสัมผัสฟอร์มาลดีไฮด์มีความสัมพันธ์กับความรู้สึกลิ้นไม่พึงประสงค์และอาการแสบตาอย่างมีนัยสำคัญทางสถิติ ($p\text{-value} < 0.05$) จึงควรมีวิธีป้องกันและควบคุม อาทิ จัดให้มีการระบายอากาศที่เพียงพอ และควรใช้อุปกรณ์ป้องกันส่วนบุคคลที่เหมาะสม เพื่อลดระดับการสัมผัสสารฟอร์มาลดีไฮด์จากการทำงาน และลดผลกระทบต่อสุขภาพจากการสัมผัสสารฟอร์มาลดีไฮด์ ซึ่งเป็นสารก่อมะเร็งในมนุษย์

คำสำคัญ ฟอร์มาลดีไฮด์ เจ้าหน้าที่ผ่าและรักษาศพ อาการทางสุขภาพ

* นักศึกษาหลักสูตรวิทยาศาสตรมหาบัณฑิต สาขาชีวอนามัยและความปลอดภัย คณะสาธารณสุขศาสตร์ มหาวิทยาลัยมหิดล
t.tadpong@gmail.com

** อาจารย์ ประจำภาควิชาชีวอนามัยและความปลอดภัย คณะสาธารณสุขศาสตร์ มหาวิทยาลัยมหิดล
vorakamol_boo@mahidol.ac.th

*** อาจารย์ ประจำภาควิชาชีวอนามัยและความปลอดภัย คณะสาธารณสุขศาสตร์ มหาวิทยาลัยมหิดล
suttinun.cha@mahidol.ac.th

**** ผู้ช่วยศาสตราจารย์ ประจำภาควิชาระบาดวิทยา คณะสาธารณสุขศาสตร์ มหาวิทยาลัยมหิดล sukhontha.siri@mahidol.ac.th

Abstract

The objectives of this study were to evaluate the concentrations of formaldehyde exposure through inhalation, to collect data about prevalence of symptoms of formaldehyde exposure through inhalation and to analyze the relationship between the concentrations of formaldehyde exposure and the prevalence of symptoms among embalming staffs.

The data were collected from 42 embalming staffs of 16 hospitals in Bangkok. All staffs were male with average age of 43 ± 12 years old and average work experience of 15 ± 12 years old. Collected data were divided into 2 parts. First part is formaldehyde collection at breathing zone of staffs and then the formaldehyde concentration was analyzed by high performance liquid chromatography (HPLC) according to NIOSH Manual of Analytical Method number 2016. Second part is data collected from questionnaire about working characteristics, environment and symptom from exposure.

The result showed that the average concentration of formaldehyde at breathing zone of staffs was 0.0254 ± 0.0307 ppm. Most of the staffs expose over the limit of the recommended exposure limit-time-weighted average (REL-TWA) of NIOSH (National Institute for Occupational Safety and Health), which is 0.016 ppm. The top three observed symptoms were 79.30% of unpleasant odor, 49.10% of burning eyes and 49.10% of itchy or burning nose. Formaldehyde exposure level was associated significantly with unpleasant odor and burning eyes ($p\text{-value} < 0.05$). Staffs should have method to prevent and control such as adequate ventilation and wearing proper personal protective equipment in order to decrease exposure of formaldehyde and reduce the adverse health effects, which is human carcinogen.

Keywords: Formaldehyde, Embalming staff, Symptom

การจัดประชุมเสนอผลงานวิจัยระดับบัณฑิตศึกษา มหาวิทยาลัยสุโขทัยธรรมาธิราช ครั้งที่ 4 The 4th STOU Graduate Research Conference

บทนำ

ฟอร์มาลดีไฮด์ (Formaldehyde) เป็นสารอินทรีย์ระเหยง่าย (VOCs) ในกลุ่มสารคาร์บอนิล มีกลิ่นฉุนเฉพาะตัว มีคุณสมบัติไวไฟ และสามารถระเหยเป็นก๊าซได้ง่ายที่อุณหภูมิและความดันปกติ สารฟอร์มาลดีไฮด์ส่วนมากจะอยู่ในรูปของสารละลายฟอร์มาลิน (ฟอร์มาลดีไฮด์ 37% โดยน้ำหนัก) ซึ่งมีการนำมาใช้ประโยชน์หลากหลาย อาทิ เป็นสารเคมีตั้งต้นในอุตสาหกรรมผลิตเม็ดพลาสติก ใช้ป้องกันความเสียหายของผลิตภัณฑ์ การเกษตรระหว่างการขนส่งและการเก็บรักษา รวมทั้งใช้ในการคงสภาพเซลล์ร่างกายมนุษย์ที่เสียชีวิตแล้ว (Environmental Health Criteria Monographs, 1989) เป็นต้น ถึงแม้ว่าสารฟอร์มาลดีไฮด์จะมีประโยชน์ในการใช้งานที่หลากหลาย แต่ในแง่ของผลกระทบต่อสุขภาพ พบว่า ฟอร์มาลดีไฮด์ ถูกจัดให้เป็นสารก่อมะเร็งในมนุษย์ (International Agency for Research on Cancer, 2012) และยังถือว่าเป็นสารที่มีอันตรายสูง ซึ่งถูกจัดให้เป็นวัตถุอันตรายชนิดที่ 2 ตาม พ.ร.บ. วัตถุอันตราย พ.ศ. 2535 เนื่องจากคุณสมบัติที่อาจก่อให้เกิดอันตรายจากการติดไฟ การระเบิด และมีฤทธิ์กัดกร่อน (กรมโรงงานอุตสาหกรรม, 2551)

การรับสัมผัสฟอร์มาลดีไฮด์จากการทำงาน สารสามารถเข้าสู่ร่างกายผ่านทางหายใจ การกิน และการดูดซึมเข้าผิวหนัง จากนั้นเกิดกระบวนการเมตาบอลิซึมอย่างรวดเร็ว โดยฟอร์มาลดีไฮด์มีค่าครึ่งชีวิตในร่างกาย (Biological half-life) ประมาณ 1.5 นาที (Clary & Sullivan, 2001) แล้วขับออกจากร่างกายในรูปของฟอร์เมต และคาร์บอนไดออกไซด์ แต่ยังมีอีกส่วนหนึ่งที่สะสมไว้ในร่างกายและสามารถส่งผลกระทบต่อสุขภาพได้ทั้งพิษแบบเฉียบพลัน ตั้งแต่ระดับอาการเล็กน้อย เช่น ระคายเคืองเยื่อเมือก จมูก ลำคอ และระบบทางเดินหายใจส่วนบน จนถึงระดับความรุนแรงถึงขั้นเสียชีวิตได้ (Occupational Safety and Health Administration, 2013, United States Environmental Protection Agency, 2012 และ โยชินและวิลาวินซ์, 2550) ซึ่งจะมีความสัมพันธ์โดยตรงกับระดับความเข้มข้นของสารที่รับเข้าสู่ร่างกาย ส่วนพิษแบบเรื้อรัง จากการสัมผัสจากการทำงานซ้ำๆ เป็นระยะเวลานานจะก่อให้เกิดความเป็นพิษต่อระบบประสาท (Neurotoxicity) พิษต่อระบบเลือด (Hematotoxicity) พิษทางพันธุกรรม (Genotoxicity) พิษต่อระบบสืบพันธุ์ (Reproductive toxicity) และการเกิดมะเร็ง (Carcinogenesis) ที่ปอดและโพรงจมูก เป็นต้น (Tang, Bai, Duong, Smith, Li, Zhang, 2009)

เจ้าหน้าที่ผ้าและรักษาศพ มีการปฏิบัติงานเกี่ยวกับการเตรียมศพให้แพทย์ ตกแต่งบาดแผล เย็บศพให้เข้าสภาพเดิม ทำความสะอาดศพ ซ้ำแผลศพ ชันสูตรศพ ผสมยารักษาศพ ฉีดยารักษาศพ (สำนักบริหารทรัพยากรบุคคล กรมการแพทย์, 2554) โดยขั้นตอนการปฏิบัติงานดังกล่าวทำให้เจ้าหน้าที่มีโอกาสสัมผัสกับปัจจัยเสี่ยงต่างๆ เช่น ท่าทางการทำงานที่ไม่ถูกต้อง การติดเชื้อจากการปฏิบัติงาน (Davidson & Benjamin, 2006) และที่สำคัญที่สุด คือ การรับสัมผัสฟอร์มาลดีไฮด์อย่างต่อเนื่องในขณะปฏิบัติงาน ซึ่งเป็นสารเคมีที่ใช้สำหรับฉีดเข้าสู่ร่างศพเพื่อคงสภาพเซลล์ร่างกาย หรือที่เรียกว่า ฟอร์มาลิน และจากการศึกษาของสถาบันการศึกษาในต่างประเทศ (Williams, Levine and Blunden, 1984, Holness & Nethercott, 1989, Korczynski, 1994 และ Hiipakka, Dyr Dahl and Cardenas, 2001) พบว่า ระดับความเข้มข้นของฟอร์มาลดีไฮด์ภายในห้องปฏิบัติงานของเจ้าหน้าที่ผ้าและรักษาศพ มีค่าเฉลี่ยอยู่ระหว่าง 0.30-1.93 ppm ซึ่งเกินค่า REL-TWA ของสถาบัน National Institute for Occupational Safety and Health (NIOSH) ที่เสนอแนะปริมาณการสัมผัสตลอดระยะเวลาการทำงาน คือ 0.016

การจัดประชุมเสนอผลงานวิจัยระดับบัณฑิตศึกษา มหาวิทยาลัยสุโขทัยธรรมาธิราช ครั้งที่ 4 The 4th STOU Graduate Research Conference

ppm(Centers for Disease Control and Prevention, 2011) ดังนั้น การศึกษานี้จึงสนใจที่จะศึกษาผลกระทบต่อสุขภาพจากการสัมผัสฟอร์มาลดีไฮด์ของเจ้าหน้าที่ผ่าและรักษาศพในโรงพยาบาลเขตกรุงเทพมหานคร

วัตถุประสงค์การวิจัย

การศึกษานี้มีวัตถุประสงค์เพื่อประเมินปริมาณการสัมผัสฟอร์มาลดีไฮด์ทางการหายใจ ศึกษาความชุกของอาการจากการสัมผัสฟอร์มาลดีไฮด์ทางการหายใจ และวิเคราะห์ความสัมพันธ์ระหว่างระดับการสัมผัสฟอร์มาลดีไฮด์ทางการหายใจกับอาการจากการสัมผัส

วิธีดำเนินการวิจัย

การศึกษานี้ดำเนินการเก็บรวบรวมข้อมูลจากเจ้าหน้าที่ผ่าและรักษาศพในโรงพยาบาลเขตกรุงเทพมหานครที่สมัครใจเข้าร่วมโครงการวิจัย จำนวนทั้งสิ้น 42 คน จากโรงพยาบาล 16 แห่ง ที่ได้จากวิธีการชักตัวอย่างแบบโดยความบังเอิญ (Accidental Sampling) โดยงานวิจัยนี้ผ่านการพิจารณาจริยธรรมการวิจัย โดยคณะกรรมการจริยธรรมการวิจัยในมนุษย์ คณะสาธารณสุขศาสตร์ มหาวิทยาลัยมหิดล เอกสารรับรองเลขที่ MUPH 2014-087 ทำการเก็บรวบรวมข้อมูล 2 ส่วน ดังนี้ (1) ตรวจวัดการรับสัมผัสฟอร์มาลดีไฮด์ที่ระดับหายใจของเจ้าหน้าที่ผ่าและรักษาศพ และวิเคราะห์หาปริมาณสาร (2) เก็บรวบรวมข้อมูลโดยใช้แบบสอบถาม รายละเอียดมีดังนี้

1. การเก็บและวิเคราะห์ตัวอย่างฟอร์มาลดีไฮด์

การเก็บตัวอย่างฟอร์มาลดีไฮด์ โดยติดชุดอุปกรณ์เก็บตัวอย่าง ซึ่งอุปกรณ์ประกอบด้วย บั๊มดูดอากาศ (Air sampling pump) ใช้อัตราการไหลที่ 200 มิลลิลิตรต่อนาที ต่อเชื่อมกับหลอดเก็บตัวอย่างอากาศ (DNPH-coated silica gel tube) ด้วยสายยางเชื่อมต่ออุปกรณ์ ที่ระดับหายใจ (Breathing Zone) ของเจ้าหน้าที่ผ่าและรักษาศพ (Personal air sampling) (รูปภาพที่ 1) โดยเก็บตัวอย่างต่อเนื่องจำนวน 1 ตัวอย่าง ตลอดระยะเวลาการทำงาน 8 ชั่วโมง (TWA) ตั้งแต่เวลา 8.30-16.30 น. (Single sample for full period) ต่อเจ้าหน้าที่ผ่าและรักษาศพ 1 ท่าน

ภายหลังการเก็บตัวอย่างอากาศจะนำหลอดเก็บตัวอย่างอากาศ (DNPH-coated silica gel tube) ใส่กระติกน้ำแข็งเพื่อรักษาอุณหภูมิส่งมายังห้องปฏิบัติการ จากนั้นตัวดูดซับ (DNPH-coated silica gel) ที่ผ่านการเก็บตัวอย่างแล้วจะถูกสกัดด้วยอะซิโตนไตริล (Acetonitrile) และวิเคราะห์ด้วยเครื่องโครมาโทกราฟีของเหลวสมรรถนะสูง (HPLC) ก่อนวิเคราะห์ตัวอย่างได้ทำการหาความเชื่อถือได้และความคมคุณภาพในการวิเคราะห์ พบว่า ปริมาณมวลสารฟอร์มาลดีไฮด์ต่ำสุดที่สามารถวิเคราะห์ได้ คือ 0.06 ไมโครกรัม

ซึ่งเทคนิคไอเฟอฟอร์แมนท์ ลิควิด โครมาโทกราฟี (HPLC) ที่ศึกษานี้มีความแม่นยำและเที่ยงตรง เหมาะสมที่จะนำไปใช้ในการวิเคราะห์หาปริมาณสารฟอร์มาลดีไฮด์ที่เจ้าหน้าที่ผ่าและรักษาศพสัมผัสได้ (97.75-107.11%; < 10%



รูปภาพที่ 1 การเก็บตัวอย่างฟอร์มาลดีไฮด์

การจัดประชุมเสนอผลงานวิจัยระดับบัณฑิตศึกษา มหาวิทยาลัยสุโขทัยธรรมาธิราช ครั้งที่ 4 The 4th STOU Graduate Research Conference

CV) ซึ่งวิธีการเก็บและวิเคราะห์ตัวอย่างอ้างอิงตามวิธีมาตรฐานของ NIOSH Manual of Analytical Methods Number 2016 (Centers for Disease Control and Prevention, 2003)

2. แบบสอบถาม

แบบสอบถามพัฒนามาจาก Formaldehyde Medical Questionnaire ของ Occupational Safety and Health Administration: OSHA (Occupational Safety and Health Administration, n.d.) ประกอบด้วยข้อมูล 5 ส่วน ได้แก่ ข้อมูลส่วนบุคคล ข้อมูลการทำงาน ข้อมูลการใช้อุปกรณ์ป้องกันส่วนบุคคล ข้อมูลสิ่งแวดล้อมการทำงาน และข้อมูลอาการจากการสัมผัสฟอร์มาลดีไฮด์ที่เกิดขึ้นระหว่างการทำงานตลอดระยะเวลาการเก็บตัวอย่างอากาศ 8 ชั่วโมง โดยทำการสอบถามเจ้าหน้าที่หลังเลิกงาน

ผลการวิจัย

1. ข้อมูลทั่วไป

กลุ่มตัวอย่างในการศึกษานี้ เป็นเจ้าหน้าที่ฟาร์มและรักษาศพ จำนวน 42 คน เป็นเพศชายทั้งหมด อายุเฉลี่ย 43 ± 12 ปี ประสบการณ์ทำงานเฉลี่ย 15 ± 12 ปี ส่วนใหญ่ร้อยละ 57.2 จบการศึกษาระดับมัธยมศึกษาตอนปลายขึ้นไป ข้อมูลการทำงานของกลุ่มตัวอย่างในการศึกษานี้ พบว่า จำนวนศพที่ฉีดในวันเก็บข้อมูลเฉลี่ย 2 ศพ ระยะเวลาที่ใช้ในการฉีดศพเฉลี่ย 22.16 นาทีต่อศพ ปริมาณน้ำยาฆ่าเชื้อที่ใช้ต่อศพ คือ 2.84 ± 1.397 ลิตร และส่วนใหญ่ใช้ความเข้มข้นของน้ำยาฆ่าเชื้อ 100% ฟอร์มาลิน คิดเป็นร้อยละ 59.5 ระยะเวลาในการทำงานตลอดทั้งวันของเจ้าหน้าที่ในการศึกษานี้ คือ 8 ชั่วโมงการทำงาน (8.30-16.30 น.) ทั้งนี้ระยะเวลาทำงานฉีดศพที่มีโอกาสรับสัมผัสฟอร์มาลดีไฮด์ขึ้นอยู่กับปริมาณงาน ซึ่งปริมาณงานมีความไม่แน่นอนเนื่องจากขึ้นอยู่กับจำนวนศพในการฉีดแต่ละวัน และหากเจ้าหน้าที่ไม่ได้ปฏิบัติงานฉีดศพ เจ้าหน้าที่จะออกมายังห้องพัก ซึ่งคาดว่าไม่มีโอกาสรับสัมผัสฟอร์มาลดีไฮด์ สำหรับข้อมูลสิ่งแวดล้อม พบว่า ส่วนใหญ่มีการระบายอากาศโดยใช้พัดลมระบายอากาศ คิดเป็นร้อยละ 59.52 และอัตราแลกเปลี่ยนอากาศภายในห้องส่วนใหญ่ต่ำกว่าค่าเสนอแนะของ ASHRAE สำหรับห้องฉีดศพที่กำหนดไว้ไม่ต่ำกว่า 12 air changes per hour ร้อยละ 83.3 (King, S.B. & Page, E., 2013 อ้างถึงใน ASHRAE, 2011) รายละเอียดแสดงดังตารางที่ 2 ผู้วิจัยได้บันทึกข้อมูลการสวมใส่อุปกรณ์ป้องกันส่วนบุคคล พบว่าเจ้าหน้าที่สวมใส่หน้ากากปิดจมูกร้อยละ 85.7 ซึ่งเป็นหน้ากากอนามัยธรรมดาที่ไม่สามารถป้องกันไอระเหยฟอร์มาลดีไฮด์ได้ นอกจากนี้เจ้าหน้าที่สวมใส่แว่นตานิรภัยและถุงมือยางร้อยละ 27.2 และ 97.6 ตามลำดับ

การจัดประชุมเสนอผลงานวิจัยระดับบัณฑิตศึกษา มหาวิทยาลัยสุโขทัยธรรมาธิราช ครั้งที่ 4
The 4th STOU Graduate Research Conference

ตารางที่ 2 ข้อมูลส่วนบุคคล ข้อมูลการทำงาน และข้อมูลสิ่งแวดล้อม

ข้อมูลส่วนบุคคล ข้อมูลการทำงาน และข้อมูลสิ่งแวดล้อม		จำนวน (n=42)	ร้อยละ (100)
เพศ	ชาย	42	100
อายุ	< 45 ปี	23	54.8
	≥ 45 ปี	19	45.2
	mean ± SD = 43.14±11.89 ปี range = 24-63 ปี		
ประสบการณ์การทำงาน	< 10 ปี	19	45.2
	10-19.9 ปี	9	21.4
	20-29.9 ปี	6	14.3
	30-39.9 ปี	8	19.0
	mean ± SD = 14.47±12.20 ปี range = 3 เดือน - 37 ปี		
ระดับการศึกษา	ประถมศึกษา	10	23.8
	มัธยมศึกษาตอนต้น	8	19.0
	มัธยมศึกษาตอนปลายและสูงกว่า	23	57.2
จำนวนสพที่ฉีดต่อหน้าที่	< 2 สพ	29	69.0
	≥ 2 สพ	13	31.0
	mean ± SD = 2.10±1.37 สพ range = 1-6 สพ		
ระยะเวลาการทำงานฉีดต่อสพ (นาที)	< 20 นาที	24	57.1
	≥ 20 นาที	18	42.9
	mean ± SD = 22.16±10.27 นาที range = 10-63 นาที		
ปริมาณน้ำยารักษาสพที่ใช้ต่อสพ (ลิตร)	≤ 2 ลิตร	15	35.7
	> 2 ลิตร	27	64.3
	mean ± SD = 2.84±1.397 ลิตร range = 1-8.6 ลิตร		

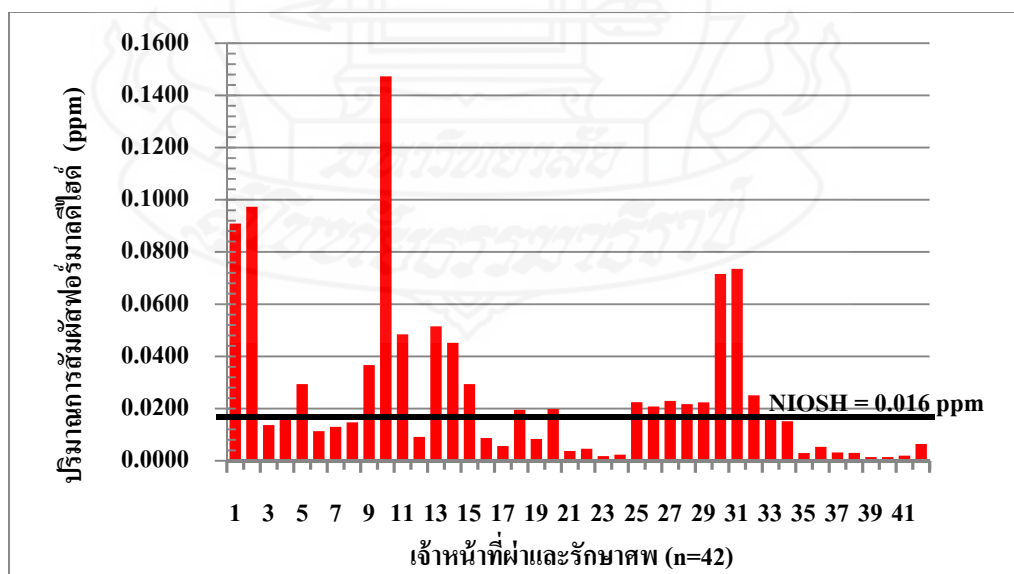
การจัดประชุมเสนอผลงานวิจัยระดับบัณฑิตศึกษา มหาวิทยาลัยสุโขทัยธรรมาธิราช ครั้งที่ 4
The 4th STOU Graduate Research Conference

ตารางที่ 2 ข้อมูลส่วนบุคคล ข้อมูลการทำงาน และข้อมูลสิ่งแวดล้อม (ต่อ)

ข้อมูลส่วนบุคคล	ข้อมูลการทำงาน และข้อมูลสิ่งแวดล้อม	จำนวน (n=42)	ร้อยละ (100)
ความเข้มข้นของน้ำยา	100% ฟอรัมาลิน	25	59.5
รักษาสพ (%)	50-99% ฟอรัมาลิน	7	16.7
	น้อยกว่า 50% ฟอรัมาลิน	10	23.8
การระบายอากาศ	มีการระบายอากาศ (พัฒนาระบายอากาศ)	25	59.52
	ไม่มีการระบายอากาศ	17	40.48
อัตราแลกเปลี่ยนอากาศ	< 12 air change	35	83.3
ต่อชั่วโมง	≥ 12 air change	7	16.7
mean ± SD = 5.81±8.54 air change range = 0.20-28.74 air change			

2. ปริมาณการรับสัมผัสฟอรัมาลดีไฮด์ของเจ้าหน้าที่ผ่าและรักษาสพ

จากการเก็บตัวอย่างต่อเนื่องจำนวน 1 ตัวอย่าง ตลอดระยะเวลาการทำงาน (Single sample for full period) พบว่า ปริมาณการรับสัมผัสฟอรัมาลดีไฮด์ของเจ้าหน้าที่ผ่าและรักษาสพเฉลี่ยตลอดระยะเวลาการทำงาน 8 ชั่วโมง (TWA) อยู่ระหว่าง 0.0014 – 0.1473 ppm (ค่าเฉลี่ย = 0.0254 ± 0.0307 ppm) รายละเอียดแสดงดังรูปภาพที่ 2 และจำแนกระดับการรับสัมผัสตามค่าเสนอแนะการรับสัมผัสตลอดระยะเวลาการทำงาน (REL-TWA = 0.016 ppm) ของ NIOSH เป็น 3 กลุ่ม ได้แก่ สูงกว่าของค่าเสนอแนะ 50-100%ของค่าเสนอแนะ และต่ำกว่า 50% ของค่าเสนอแนะ พบว่า ส่วนใหญ่เจ้าหน้าที่ผ่าและรักษาสพมีปริมาณการสัมผัสฟอรัมาลดีไฮด์อยู่ในระดับสูงกว่าของค่าเสนอแนะ จำนวน 20 คน คิดเป็นร้อยละ 47.6 รายละเอียดแสดงดังตารางที่ 3



รูปภาพที่ 2 ปริมาณการสัมผัสฟอรัมาลดีไฮด์ของเจ้าหน้าที่ผ่าและรักษาสพ

การจัดประชุมเสนอผลงานวิจัยระดับบัณฑิตศึกษา มหาวิทยาลัยสุโขทัยธรรมาธิราช ครั้งที่ 4
The 4th STOU Graduate Research Conference

ตารางที่ 3 ปริมาณการสัมผัสฟอร์มาลดีไฮด์ของเจ้าหน้าที่ผ่าและรักษาศพจำแนกตามเกณฑ์เสนอแนะ

ข้อมูลการสัมผัสฟอร์มาลดีไฮด์	จำนวน (n=42)	ร้อยละ (100)
- สูงกว่าของค่าเสนอแนะ* (> 0.016 ppm)	20	47.6
- 50-100%ของค่าเสนอแนะ* (0.008-0.016 ppm)	9	21.4
- ต่ำกว่า 50%ของค่าเสนอแนะ* (< 0.008 ppm)	13	31.0
Mean $\pm$ SD = 0.0254 $\pm$ 0.0307 ppm range = 0.0014-0.1473 ppm		

หมายเหตุ *ค่าเสนอแนะการรับสัมผัสตลอดระยะเวลาการทำงาน (REL-TWA) ของ NIOSH เท่ากับ 0.016 ppm

3. อาการจากการสัมผัสจากสารสัมผัสฟอร์มาลดีไฮด์

ความชุกของอาการจากการสัมผัสฟอร์มาลดีไฮด์ พบว่า อาการที่มีระดับความชุกสูงสุด 3 อันดับแรก คือ ความรู้สึกริ๊งลิ้นมีไม่พึงประสงค์ (79.30%) อาการแสบตา (49.10%) และอาการแสบจมูก (49.10%) รายละเอียดแสดงดังรูปภาพที่ 3 และผลการวิเคราะห์ความสัมพันธ์ทางสถิติโดยใช้สถิติไคสแควร์ พบว่า ระดับการสัมผัสฟอร์มาลดีไฮด์กับความรู้สึกริ๊งลิ้นมีไม่พึงประสงค์และอาการแสบตามีความสัมพันธ์กันอย่างมีนัยสำคัญทางสถิติ (p-value < 0.05) รายละเอียดแสดงดังตารางที่ 4

ตารางที่ 4 ความสัมพันธ์ระหว่างระดับการสัมผัสฟอร์มาลดีไฮด์ทางการหายใจและอาการจากการสัมผัส (n=42)

อาการ	ระดับการสัมผัสฟอร์มาลดีไฮด์	เกิดอาการ n (%)	ไม่เกิดอาการ n (%)	Total (42)	p-value ^a
รู้สึกริ๊งลิ้นมีไม่พึงประสงค์	> REL-TWA ^b	20 (100.0%)	0 (0%)	20	0.009
	$\leq$ REL-TWA ^b	15 (68.2%)	7 (31.8%)	22	
มือชา	> REL-TWA ^b	3 (15.0%)	17 (85%)	20	0.333
	$\leq$ REL-TWA ^b	1 (4.5%)	21 (95.5%)	22	
เวียนศีรษะ	> REL-TWA ^b	3 (15.0%)	17 (85%)	20	0.333
	$\leq$ REL-TWA ^b	1 (4.5%)	21 (95.5%)	22	
คันหรือแสบจมูก	> REL-TWA ^b	13 (65.0%)	7 (35%)	20	0.137
	$\leq$ REL-TWA ^b	9 (40.9%)	13 (59.1%)	22	
แสบลำคอ	> REL-TWA ^b	3 (15.0%)	17 (85%)	20	0.656
	$\leq$ REL-TWA ^b	2 (9.1%)	20 (90.9%)	22	
เปลือกตาบวม	> REL-TWA ^b	1 (5.0%)	19 (95.0%)	20	1.000
	$\leq$ REL-TWA ^b	1 (4.5%)	21 (95.5%)	22	
รู้สึกระคายน้ำผิดปกติ	> REL-TWA ^b	5 (25.0%)	15 (75.0%)	20	0.087
	$\leq$ REL-TWA ^b	1 (4.5%)	21 (95.5%)	22	
อ่อนแรง	> REL-TWA ^b	1 (5.0%)	19 (95.0%)	20	0.476
	$\leq$ REL-TWA ^b	0 (0.0%)	22 (100.0%)	22	

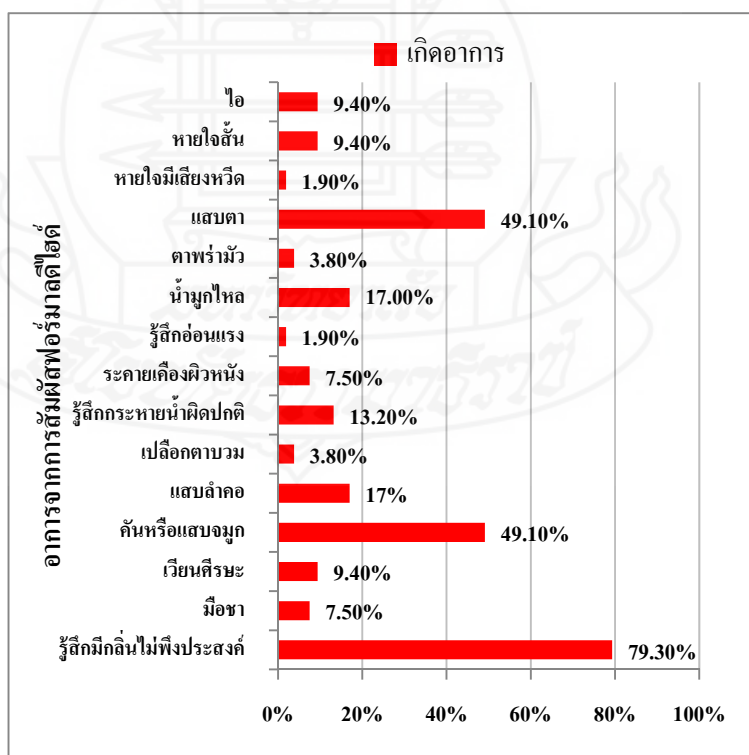
หมายเหตุ a: Fisher's Exact Test และ b: ค่าเสนอแนะการรับสัมผัสตลอดระยะเวลาการทำงาน ของ NIOSH (REL-TWA = 0.016 ppm)

การจัดประชุมเสนอผลงานวิจัยระดับบัณฑิตศึกษา มหาวิทยาลัยสุโขทัยธรรมาธิราช ครั้งที่ 4
The 4th STOU Graduate Research Conference

ตารางที่ 4 ความสัมพันธ์ระหว่างระดับการสัมผัสฟอร์มาลดีไฮด์ทางการหายใจและอาการจากการสัมผัส (n=42) (ต่อ)

อาการ	ระดับการสัมผัส ฟอร์มาลดีไฮด์	เกิดอาการ n (%)	ไม่เกิดอาการ n (%)	Total (42)	p-value ^a
น้ำมูกไหล	> REL-TWA ^b	4 (20.0%)	16 (80%)	20	0.691
	≤ REL-TWA ^b	3 (13.6%)	19 (86.4%)	22	
ตาพร่ามัว	> REL-TWA ^b	1 (5.0%)	19 (95.0%)	20	0.476
	≤ REL-TWA ^b	0 (0.0%)	22 (100.0%)	22	
แสบตา	> REL-TWA ^b	16 (80.0%)	4 (20.0%)	20	0.001
	≤ REL-TWA ^b	6 (27.3%)	16 (72.7%)	22	
หายใจมีเสียงหวีด	> REL-TWA ^b	1 (5.0%)	19 (95.0%)	20	0.476
	≤ REL-TWA ^b	0 (0.0%)	22 (100.0%)	22	
หายใจสั้น	> REL-TWA ^b	3 (15.0%)	17 (85.0%)	20	0.333
	≤ REL-TWA ^b	1 (4.5%)	21 (95.5%)	22	
ไอ	> REL-TWA ^b	2 (10.0%)	18 (90.0%)	20	1.000
	≤ REL-TWA ^b	2 (9.1%)	20 (90.9%)	22	

หมายเหตุ a: Fisher's Exact Test และ b: ค่าเสนอแนะการรับสัมผัสตลอดระยะเวลาการทำงาน ของ NIOSH (REL-TWA = 0.016 ppm)



รูปภาพที่ 3 ร้อยละของอาการจากการสัมผัสฟอร์มาลดีไฮด์

การจัดประชุมเสนอผลงานวิจัยระดับบัณฑิตศึกษา มหาวิทยาลัยสุโขทัยธรรมาธิราช ครั้งที่ 4 The 4th STOU Graduate Research Conference

อภิปรายผลการวิจัย

ปริมาณการรับสัมผัสฟอร์มาลดีไฮด์จากการศึกษานี้เป็นค่าที่วัดได้จริงจากการทำงานในวันนั้น ซึ่งในความเป็นจริงอาจต่ำหรือสูงกว่านี้ก็ได้ เนื่องด้วยตัวแปรที่สำคัญ คือ จำนวนศพที่ต้องนิยารักษาศพในแต่ละวันไม่คงที่ ผลการศึกษา พบว่า ปริมาณการรับสัมผัสฟอร์มาลดีไฮด์ตลอดระยะเวลา 8 ชั่วโมงการทำงานเฉลี่ยของเจ้าหน้าที่ผ่าและรักษาศพ เท่ากับ 0.0254 ± 0.0307 ppm จากจำนวนการนิศศพ 1-6 ศพ (เฉลี่ย = 2 ศพต่อวัน) ซึ่งปริมาณการรับสัมผัสสารในการศึกษานี้แตกต่างจากกับผลการศึกษาของ Williams et. al. (1984) Holness et. al. (1989) และ Korczynski (1994) เนื่องจากความแตกต่างของลักษณะการทำงานนิยารักษาศพ เช่น อุปกรณ์การนิยารักษาศพ วิธีการนิยารักษาศพ หรือสิ่งแวดล้อมในการทำงานระหว่างประเทศไทยและต่างประเทศ ทำให้พบระดับการรับสัมผัสที่ต่างกัน ทั้งนี้เมื่อพิจารณาการรับสัมผัสสารระหว่างกลุ่มตัวอย่างของงานวิจัยนี้ พบว่าอยู่ระหว่าง 0.0014-0.1473 ppm ซึ่งค่อนข้างแตกต่างกัน อาจเกิดจากหลายปัจจัย ได้แก่ จำนวนศพที่นิศ ปริมาณน้ำยาที่ใช้ ระยะเวลาการนิศศพ พฤติกรรมการปฏิบัติงาน และการระบายอากาศที่ไม่เหมือนกัน

สารฟอร์มาลดีไฮด์จัดเป็นสารก่อมะเร็งในมนุษย์ (International Agency for Research on Cancer, 2012) สารกลุ่มนี้จะไม่มีการ threshold นั่นคือ ไม่ว่าจะได้รับสัมผัสสารปริมาณมากน้อยเพียงใดก็ตาม ก็มีโอกาที่จะทำให้เกิดมะเร็งได้ ดังนั้นเพื่อสุขภาพที่ดีในระยะยาว เจ้าหน้าที่ผ่าและรักษาศพจึงควรหลีกเลี่ยงการสัมผัสฟอร์มาลดีไฮด์หรือสัมผัสให้น้อยที่สุดเท่าที่จะเป็นไปได้ การศึกษานี้จึงได้ใช้คำแนะนำของ NIOSH ซึ่งกำหนดเกณฑ์ไว้ต่ำสุดเป็นค่าอ้างอิง เพื่อให้ปริมาณการรับสัมผัสฟอร์มาลดีไฮด์จากการทำงานของเจ้าหน้าที่น้อยที่สุด อีกทั้งปัจจุบันนี้มีโอกาสรับสัมผัสฟอร์มาลดีไฮด์ได้จากแหล่งอื่นๆ ได้ด้วย เช่น ควันบุหรี่ ควันธูป หรือบรรยากาศทั่วไป ดังนั้นเมื่อนำผลการการรับสัมผัสเทียบเกณฑ์มาตรฐาน จะเห็นได้ว่า ส่วนใหญ่เจ้าหน้าที่รับสัมผัสฟอร์มาลดีไฮด์สูงกว่าค่า REL-TWA ที่เสนอแนะโดย NIOSH ไว้ที่ 0.016 ppm คิดเป็นร้อยละ 47.6 จากทั้งหมดนี้มีผู้รับสัมผัสเกินระดับปฏิบัติการ (Action level, >50% ของค่ามาตรฐาน) ซึ่งเป็นระดับที่ต้องเริ่มดำเนินการอย่างหนึ่งอย่างใดเพื่อควบคุมและป้องกันการสัมผัสสารอันตรายของพนักงาน คิดเป็นร้อยละ 69 แต่ทั้งหมดรับสัมผัสไม่เกินค่ามาตรฐาน PEL-TWA ที่กำหนดโดย OSHA ไว้ที่ 0.75 ppm

ผลอาการจากการสัมผัสฟอร์มาลดีไฮด์ของเจ้าหน้าที่ผ่าและรักษาศพในการศึกษาอื่นๆ คือ ระคายเคืองจมูก ตา และผิวหนัง อาการหลอดลมอักเสบเรื้อรัง อาการเหนื่อยหอบ และแน่นหน้าอก (Holness et.al., 1989 และ Korczynski, 1994) สำหรับการศึกษานี้ พบว่า ส่วนใหญ่เจ้าหน้าที่ผ่าและรักษาศพเกิดความรู้สึกมีกลิ่นไม่พึงประสงค์ (79.30%) อาการแสบตา (49.10%) และอาการแสบจมูก (49.10%) สูงที่สุดตามลำดับ อาจเป็นเนื่องจากส่วนใหญ่เจ้าหน้าที่รับสัมผัสฟอร์มาลดีไฮด์เกินค่าระดับ Threshold ของการเกิดอาการทั้งสอง ซึ่ง Threshold of odor คือ 0.02 ppm (Europe Regional Office for Europe, 2001) และ Threshold of burning eyes และ burning nose คือ 0.05-2 ppm และ 0.08-2.52 ppm ตามลำดับ (Williams, James and Roberts, 2003) โดยจากการศึกษานี้ เจ้าหน้าที่สัมผัสฟอร์มาลดีไฮด์อยู่ระหว่าง 0.0014-0.1473 ppm ซึ่งมีความสอดคล้องกับบางอาการในการศึกษาอื่นๆ นอกจากนี้กลุ่มอาชีพอื่นๆ ที่รับสัมผัสฟอร์มาลดีไฮด์ เช่น เจ้าหน้าที่ห้องปฏิบัติการกายวิภาคศาสตร์ นักศึกษาแพทย์ และอาจารย์ พบว่า มีความรู้สึกมีกลิ่นที่ไม่พึงประสงค์ อาการระคายเคืองตา จมูก ลำคอ ทางเดินหายใจ และผิวหนัง ปวดศีรษะ น้ำมูกไหล ไอ และเหนื่อยล้า (Tanaka et.al., 2003, ขจร และคณะ, 2553 และ Azari

การจัดประชุมเสนอผลงานวิจัยระดับบัณฑิตศึกษา มหาวิทยาลัยสุโขทัยธรรมาธิราช ครั้งที่ 4 The 4th STOU Graduate Research Conference

et. al., 2012) สอดคล้องกับบางอาการในผลของการศึกษานี้เช่นกัน ซึ่งปัจจัยสำคัญที่ทำให้แต่ละคนเกิดอาการแตกต่างกัน ขึ้นอยู่กับระดับการสัมผัสสาร การสวมใส่อุปกรณ์ป้องกันส่วนบุคคล และพฤติกรรมการทำงานมีความแตกต่างกันนั่นเอง ผลการวิเคราะห์ความสัมพันธ์ทางสถิติ พบว่า ระดับการสัมผัสฟอร์มัลดีไฮด์กับความถี่มีอาการไม่พึงประสงค์และอาการแสบตา มีความสัมพันธ์กันอย่างมีนัยสำคัญทางสถิติ ($p\text{-value} < 0.05$) ส่วนอาการอื่นๆ ที่ไม่พบความสัมพันธ์ อาจเนื่องจากเจ้าหน้าที่รับสัมผัสฟอร์มัลดีไฮด์ต่ำกว่าระดับ threshold ของการเกิดอาการเหล่านั้น ซึ่งต้องมีระดับความเข้มข้นที่สูงกว่านี้จึงจะเกิดอาการ จึงอาจเป็นเหตุผลทำให้ไม่พบความสัมพันธ์ในบางอาการ แต่อย่างไรก็ตามถึงแม้ว่าอาการอื่นๆ จะไม่มีความสัมพันธ์ แต่ก็พบว่ากลุ่มที่สัมผัสสารเกินกว่าเกณฑ์เสนอแนะมีแนวโน้มของความชุกของการเกิดอาการสูงกว่ากลุ่มที่รับสัมผัสต่ำกว่ามาตรฐาน

ข้อเสนอแนะ

จากการศึกษาพบว่า ส่วนใหญ่ปริมาณการสัมผัสฟอร์มัลดีไฮด์อยู่ในระดับที่เกินเกณฑ์เสนอแนะของ NIOSH อีกทั้งยังเกินระดับปฏิบัติการด้วย ดังนั้นจึงควรดำเนินการป้องกันและควบคุม เพื่อลดระดับการสัมผัสของเจ้าหน้าที่ผ่าและรักษาสุขภาพให้อยู่ในระดับที่ยอมรับได้ ซึ่งอาจแบ่งเป็น 3 ด้าน คือ

ด้านวิศวกรรม ได้แก่ จัดให้มีการระบายอากาศทั่วไปโดยให้อัตราแลกเปลี่ยนอากาศอย่างน้อย 12 air changes per hour และการระบายอากาศเฉพาะที่โดยติดตั้งดูดอากาศ (Fume hood) บริเวณเตรียมน้ำยารักษาเพื่อลดการแพร่กระจายของฟอร์มัลดีไฮด์ในบรรยากาศการทำงาน หรือใช้การระบายอากาศแบบแทนที่ในแนวตั้ง (Vertical displacement ventilation) เหนือเตียงฉีดยารักษา เพื่อลดการรับสัมผัสที่ระดับหายใจลง (IRSST, 2006)

ด้านบริหารจัดการ ได้แก่ กำหนดวิธีการปฏิบัติงานที่ดี (Best Practices) ขอบบังคับในการสวมใส่ PPE และขั้นตอนปฏิบัติเมื่อมีการหก รั่วไหลไว้เป็นลายลักษณ์อักษรพร้อมติดให้เห็นอย่างชัดเจน ฝึกอบรม (Training) เกี่ยวกับเทคนิคและวิธีการทำงานปลอดภัย

ด้านอุปกรณ์ป้องกันส่วนบุคคล ควรสวมใส่อุปกรณ์ที่มีความเหมาะสมในการป้องกันการสัมผัสฟอร์มัลดีไฮด์ ได้แก่ แว่นครอบตา (Safety goggles) ถุงมือ (Protective gloves) ชนิด Nitrile หรือ Neoprene ในการป้องกันการซึมผ่านผิวหนัง และหน้ากากปิดจมูกชนิดธรรมดา (Surgical mask) เช่น class FFP 2 anti-odour mask หรือ N-95 particle mask ซึ่งออกแบบมาเพื่อป้องกันฟอร์มัลดีไฮด์ (IRSST, n.d.)

เอกสารอ้างอิง

- กรมโรงงานอุตสาหกรรม. (2551). คู่มือการจัดการสารเคมีอันตรายสูง ฟอร์มัลดีไฮด์. วันที่ค้นข้อมูล 3 มกราคม 2556, เข้าถึงได้จาก: oae.diw.go.th/cms/images/stories/pdf/Formaldehyde.pdf.
- โยธิน เบญจวงษ์ และวิลาวรรณ จีประเสริฐ. (2550). มาตรฐานการวินิจฉัยโรคจากการทำงาน ฉบับเฉลิมพระเกียรติ เนื่องในโอกาสมหามงคลเฉลิมพระชนมพรรษา ๘๐ พรรษา ๕ ธันวาคม ๒๕๕๐. วันที่ค้นข้อมูล 17 กรกฎาคม 2556, เข้าถึงได้จาก: <http://www.npc-se.co.th/skt300551/skt300551.rar>

การจัดประชุมเสนอผลงานวิจัยระดับบัณฑิตศึกษา มหาวิทยาลัยสุโขทัยธรรมาธิราช ครั้งที่ 4
The 4th STOU Graduate Research Conference

- สำนักบริหารทรัพยากรบุคคล กรมการแพทย์. (2554). *คู่มือแบบบรรยายลักษณะงาน (Job Description) ของตำแหน่งลูกจ้างประจำในกรมการแพทย์*. วันที่ค้นข้อมูล 17 เมษายน 2556, เข้าถึงได้จาก: <http://www.dms.moph.go.th/hrm/2012/spec/s2.pdf>
- Clary, J. J. & Sullivan, JB. Jr. (2001). Formaldehyde. In: Sullivan JB, Krieger GR, (editor), *Clinical environmental health and toxic exposures*. (p. 1008). 2nd ed. Philadelphia: Lippincott Williams & Wilkins.
- Centers for Disease Control and Prevention. (2003). *NIOSH Manual of Analytical Method 2016*. Retrieved Jan 16, 2013, from: <http://www.cdc.gov/niosh/docs/2003-154/pdfs/2016.pdf>
- Davidson, S. S. & Benjamin, W. H., (2006). Risk of infection and tracking of work-related infectious diseases in the funeral industry. *American Journal of Infection Control*, 34(10), 655-660.
- Environmental Health Criteria Monographs. (1989). *Environmental Health Criteria for formaldehyde 89*. Retrieved March 1, 2013, from: <http://www.inchem.org/documents/ehc/ehc/ehc89.htm>
- Environmental Protection Agency. (2009). *Risk Assessment Guidance for Superfund (RAGS), Volume I: Human Health Evaluation Manual (Part F, Supplemental Guidance for Inhalation Risk Assessment)*. Retrieved May 13, 2013, from: http://www.epa.gov/oswer/riskassessment/ragsf/pdf/partf_200901_final.pdf
- Environmental Protection Agency. (2014). *Regional Screening Levels (Formerly PRGs)*. Retrieved May 26, 2013, from: <http://www.epa.gov/region9/superfund/prg/>
- Europe Regional Office for Europe. (2001). *Formaldehyde* Retrieved July 27, 2013, from: http://www.euro.who.int/__data/assets/pdf_file/0014/123062/AQG2ndEd_5_8Formaldehyde.pdf
- Holness, D. L. & Nethercott, J. R. (1989). Health status of funeral service workers exposed to formaldehyde. *Archives of Environmental Health*, 44(4), 222-228.
- Hiipakka, D. W., Dyrdaahl, K. S. & Cardenas, M. G. (2001). Successful Reduction of Morticians' Exposure to Formaldehyde during Embalming Procedures. *American Industrial Hygiene Association Journal*, 62(1), 689-696.
- IRSST. (2006). *Prevention guide: Formaldehyde in the workplace*. Retrieved Feb 13, 2014, from: <http://www.irsst.qc.ca/files/documents/PubIRSST/RG-473.pdf>
- IRSST. (n.d.). *EXPOSURE TO FORMALDEHYDE IN THE WORKPLACE-EMBALMING* Retrieved Oct 30, 2014, from: <http://www.irsst.qc.ca/media/documents/pubIRSST/RG4-473.pdf>
- International Agency for Research on Cancer. (2012). *Agents Classified by the IARC Monographs, Volumes 1–106*. Retrieved Feb 13, 2013, from: <http://monographs.iarc.fr/ENG/Classification/ClassificationsAlphaOrder.pdf>
- King, S.B. & Page, E. (2013). *Evaluation of Potential Employee Exposures at a Medical Examiner's Office* Retrieved Oct 30, 2014, from: <http://www.cdc.gov/niosh/hhe/reports/pdfs/2012-0135-3184.pdf>

การจัดประชุมเสนอผลงานวิจัยระดับบัณฑิตศึกษา มหาวิทยาลัยสุโขทัยธรรมาธิราช ครั้งที่ 4
The 4th STOU Graduate Research Conference

- Korczynski, R. E. (1994). Formaldehyde Exposure in the Funeral Industry. *Applied Occupational and Environmental Hygiene*, 9(8), 575-579.
- Occupational Safety and Health Administration. (2013). *Substance technical guidelines for formalin*. Retrieved June 17, 2013, from:
https://www.osha.gov/pls/oshaweb/owadisp.show_document?p_table=STANDARDS&p_id=10076
- Occupational Safety and Health Administration. (n.d.). *Nonmandatory medical disease questionnaire*. Retrieved May 15, 2013, from:
https://www.osha.gov/pls/oshaweb/owadisp.show_document?p_table=STANDARDS&p_id=10079
- Centers for Disease Control and Prevention. (2011). *NIOSH HomeNIOSH Pocket Guide to Chemical Hazards*. Retrieved Oct 29, 2014, from: <http://www.cdc.gov/niosh/npg/npgd0293.html>
- Tang, X., Bai, Y., Duong, A., Smith, M. T., Li, L., & Zhang, L. (2009). Formaldehyde in China: Production, consumption, exposure levels, and health effects. *Environment International*, 35(8), 1210-1224.
- United States Environmental Protection Agency. (2012). *An Introduction to Indoor Air Quality (IAQ)*. Retrieved June 17, 2013, from: http://www.epa.gov/iaq/formaldehyde.html#Health_Effects.
- Williams, L.P., James, C.R., Roberts, M.S. (2003). *Principles of Toxicology: Environmental and Industrial Applications* (2th ed.). New York: John Wiley & Sons.
- Williams, T. M., Levine, R. J., and Blunden, P. B. (1984). Exposure of embalmers to formaldehyde and other chemicals. *American Industrial Hygiene Association Journal*, 45(3), 172-176.