

นิพนธ์ต้นฉบับ

การประเมินความเสี่ยงต่อการเกิดมะเร็งจากการสัมผัสฟอร์มาลดีไฮด์ ทางการหายใจของเจ้าหน้าที่ผ่าและรักษาศพ

วรกมล บุญโยธิน¹ วันทนี พันธุ์ประสิทธิ์¹ และ ทศน์พงษ์ ตันติปัญญพร²

¹ภาควิชาอาชีวอนามัยและความปลอดภัย คณะสาธารณสุขศาสตร์ มหาวิทยาลัยมหิดล ²สาขาวิชาอาชีวอนามัยและความปลอดภัย คณะสาธารณสุขศาสตร์ มหาวิทยาลัยนครสวรรค์

บทคัดย่อ

บทนำ เจ้าหน้าที่ผ่าและรักษาศพ เป็นอาชีพที่มีความเสี่ยงต่อการสัมผัสฟอร์มาลดีไฮด์ ซึ่งเป็นสารก่อมะเร็งในมนุษย์ อาจส่งผลกระทบต่อสุขภาพในระยะยาวได้ **วัตถุประสงค์** ของการศึกษานี้ ทำเพื่อประเมินความเสี่ยงต่อการเกิดมะเร็งจากการสัมผัสฟอร์มาลดีไฮด์ของเจ้าหน้าที่ผ่าและรักษาศพ **วิธีการ** ประกอบด้วย 1) การตรวจวัดการสัมผัสฟอร์มาลดีไฮด์ที่ระดับหายใจของเจ้าหน้าที่ด้วยอุปกรณ์เก็บตัวอย่างอากาศแบบติดตัวบุคคล ตลอดระยะเวลาการทำงาน และวิเคราะห์ปริมาณสารด้วยเทคนิคไฮดรอปอร์ฟอร์แมนซ์ ลิควิดโครมาโตกราฟี ตามวิธีมาตรฐาน NIOSH Manual of Analytical Method number 2016 และ 2) เก็บรวบรวมข้อมูลส่วนบุคคลและข้อมูลลักษณะการทำงาน ด้วยแบบสอบถาม จากนั้นประเมินความเสี่ยงต่อการเกิดมะเร็งตามแนวทางของ United States Environmental Protection Agency (U.S. EPA) **ผลการวิจัย** ปริมาณการสัมผัสฟอร์มาลดีไฮด์ทางการหายใจเฉลี่ยของเจ้าหน้าที่เท่ากับ 0.034 มิลลิกรัมต่อลูกบาศก์เมตร (0.002-0.200 มิลลิกรัมต่อลูกบาศก์เมตร) ค่าเฉลี่ยความเสี่ยงการเกิดมะเร็งปัจจุบัน เท่ากับ 1.97×10^{-4} และหากทำงานในหน้าที่นี้จนเกษียณ ค่าเฉลี่ยความเสี่ยงการเกิดมะเร็ง เท่ากับ 5.04×10^{-4} ซึ่งอยู่ในระดับความเสี่ยงที่ยอมรับไม่ได้ ตามมาตรฐาน U.S.EPA **สรุป** เพื่อลดความเสี่ยงต่อผลกระทบทางสุขภาพของเจ้าหน้าที่ผ่าและรักษาศพ จึงควรมีมาตรการป้องกัน อาทิ จัดให้มีการระบายอากาศที่เหมาะสม ปรับปรุงขั้นตอนการทำงานเพื่อลดระดับการสัมผัสฟอร์มาลดีไฮด์ รวมถึงการใช้อุปกรณ์ป้องกันอันตรายส่วนบุคคลที่เหมาะสมระหว่างปฏิบัติงานกับสารฟอร์มาลดีไฮด์

คำสำคัญ: ● การประเมินความเสี่ยงต่อการเกิดมะเร็ง ● ฟอร์มาลดีไฮด์ ● เจ้าหน้าที่ผ่าและรักษาศพ

เวชสารแพทย์ทหารบก 2561;71:39-49.

ได้รับต้นฉบับเมื่อ 8 มกราคม 2561 ได้ตีพิมพ์เมื่อ 2 มีนาคม 2561

ต้องการสำเนาต้นฉบับติดต่อ ดร.วรกมล บุญโยธิน ภาควิชาอาชีวอนามัยและความปลอดภัย คณะสาธารณสุขศาสตร์ มหาวิทยาลัยมหิดล 420/1 ถนนราชวิถี แขวงทุ่งพญาไท เขตราชเทวี กรุงเทพมหานคร 10400 E-mail: vorakamol.boon@mahidol.ac.th

Original Article

Cancer Risk Assessment of Formaldehyde Exposure via Inhalation among Autopsy Staffs

Vorakamol Boonyayothin¹, Wantanee Phanprasit¹ and Tadpong Tantipanjanaporn²

¹Department of Occupational Health and Safety, Faculty of Public Health, Mahidol University; ²Division of Occupational Health and Safety, Faculty of Public Health, Naresuan University

Abstract:

Background: Autopsy staffs are employees at risk for formaldehyde exposure, classified as a human carcinogen that may affect to their long-term health. **Objective:** This research was to determine the cancer risk assessment of formaldehyde exposure among autopsy staffs. **Methods:** Data were collected from 42 staffs who worked in 16 government hospitals in Bangkok. Data collection composed of 1) Formaldehyde exposure was collected in breathing zone of the staffs via personal air sampling technique for a full period of work. The formaldehyde concentration was analyzed using a high performance liquid chromatography (HPLC), accordance to NIOSH Manual of Analytical Method number 2016 and 2) The data collection was performed using questionnaires regarding personal demographics and working characteristics. The cancer risk assessment of formaldehyde exposure was conduct according to the United States Environmental Protection Agency (U.S. EPA). **Results:** the average of formaldehyde exposure via inhalation of the staffs was 0.034 mg/m³ (0.002-0.200 mg/m³). The current average cancer risk was 1.97x10⁻⁴ and the estimated average cancer risk at the retirement age was 5.04x10⁻⁴. The both of cancer risk are an unacceptable level according to U.S.EPA recommendation. **Conclusion:** To reduce the risk of adverse affects on the health of the autopsy staff. Preventive measures should be provide such as adequate ventilation, improvement of technique or work procedure to reduce formaldehyde exposure and wearing appropriate personal protective equipment during work with formaldehyde.

Keywords: ● Cancer risk assessment ● Formaldehyde ● Autopsy staff

RTA Med J 2018;71:39-49.

บทนำ

ฟอร์มาลดีไฮด์ เป็นสารอินทรีย์ระเหยง่ายในกลุ่มอัลดีไฮด์ ซึ่งมีกลิ่นฉุนเฉพาะตัว สามารถระเหยเป็นไอได้ง่ายที่อุณหภูมิและความดันปกติ สารฟอร์มาลดีไฮด์ถูกนำมาใช้ประโยชน์หลากหลาย อาทิ เป็นสารเคมีตั้งต้นในอุตสาหกรรมผลิตเม็ดพลาสติก ใช้เพื่อรักษาคุณภาพของผลิตภัณฑ์จากการเกษตรระหว่างการขนส่งและการเก็บรักษา รวมทั้ง ถูกนำมาใช้ประโยชน์ในการทางการแพทย์ เพื่อเก็บรักษาตัวอย่างกายวิภาค การดองศพ ทำความสะอาดและฆ่าเชื้ออุปกรณ์ทางการแพทย์ รวมถึง ใช้เพื่อคงสภาพเซลล์ร่างกายมนุษย์ที่เสียชีวิตแล้วไม่ให้เน่าเสีย โดยการฉีดสารในรูปแบบของสารละลาย หรือน้ำยาฟอร์มาลีน (formalin) เข้าร่างของศพ¹

แม้สารฟอร์มาลดีไฮด์จะมีประโยชน์หลากหลาย แต่ในแง่ของผลกระทบต่อสุขภาพ พบว่า ฟอร์มาลดีไฮด์ ถูกจัดเป็น สารก่อมะเร็งกลุ่ม 1 โดยองค์การวิจัยโรคมะเร็งนานาชาติ (International Agency for Research on Cancer: IARC) ซึ่งสามารถก่อมะเร็งหลังโพรงจมูก (Nasopharyngeal Cancer) และมะเร็งเม็ดเลือดขาว (Leukaemia) ในมนุษย์ได้² รวมถึง ข้อมูลจากการศึกษาเชิงระบาดวิทยาที่พบว่า การรับสัมผัสฟอร์มาลดีไฮด์ มีความสัมพันธ์กับการก่อมะเร็งเม็ดเลือดขาว มะเร็งต่อมน้ำเหลืองชนิดฮอดจ์กิน (Hodgkin Lymphoma) และมะเร็งไซนัสและโพรงจมูก (Sinonasal Cancer) เนื่องจากฟอร์มาลดีไฮด์เป็นสารที่ส่งผลโดยตรงต่อยีน ซึ่งการรับสัมผัสสารอย่างต่อเนื่อง สามารถพัฒนาไปสู่การเกิดมะเร็งด้วยกลไกที่หลากหลาย อาทิ การทำให้โครโมโซมแตกหัก (Chromosomal breakage) ซึ่งส่งผลต่อจำนวนโครโมโซม การกระตุ้นให้การแบ่งเซลล์ผิดปกติ ทำให้เกิดการแลกเปลี่ยนชิ้นส่วนระหว่างโครโมโซมคู่เหมือน (sister chromatid exchange) และทำให้เกิดการเปลี่ยนแปลงด้านโครงสร้างของโครโมโซม และทำให้เกิดการกลายพันธุ์ของสารพันธุกรรมได้³⁻⁵

เจ้าหน้าที่ผ่าและรักษาศพ ซึ่งปฏิบัติงานในโรงพยาบาลจัดอยู่ในกลุ่มของผู้ปฏิบัติงานที่มีความเสี่ยงสูงต่อการรับสัมผัสสารฟอร์มาลดีไฮด์ เนื่องจากมีขั้นตอนการทำงานที่เกี่ยวข้องกับการจัดเตรียมน้ำยา และการฉีดยารักษา ซึ่งต้องสัมผัสสารฟอร์มาลดีไฮด์เกือบตลอดเวลา โดยผลจากการรวบรวมวรรณกรรมที่ผ่านมา เกี่ยวกับการประเมินระดับความเข้มข้นของฟอร์มาลดีไฮด์ภายในห้องฉีดยารักษา พบค่าเฉลี่ยฟอร์มาลดีไฮด์อยู่ระหว่าง 0.30-1.93 ส่วนในล้านส่วน⁶⁻⁸ เมื่อเทียบกับค่าปริมาณการสัมผัสตลอดระยะเวลาการทำงาน (Occupational Exposure Limit - Time Weight

Average; OEL-TWA) ที่เสนอแนะโดยองค์กรต่างๆ ที่ระดับ 0.016-0.75 ส่วนในล้านส่วน⁹ จะเห็นว่าสภาพแวดล้อมการทำงาน ของเจ้าหน้าที่ผ่าและรักษาศพ มีความเสี่ยงสูงต่อการรับสัมผัสสารทางการหายใจ ผนวกกับข้อมูลจากงานวิจัยที่ผ่านมา ซึ่งระบุว่า กลุ่มนักพยาธิวิทยา นักกายวิภาค และเจ้าหน้าที่ผ่าและรักษาศพ มีความเสี่ยงต่อการเกิดมะเร็งเม็ดเลือดขาว และการเกิดมะเร็งสมอง¹⁰ และจากการศึกษาของ Hauptmann M.¹¹ ซึ่งรวบรวมข้อมูลการเกิดมะเร็งเม็ดเลือดขาวและมะเร็งสมองในกลุ่มเจ้าหน้าที่ฉีดยารักษา พบว่า เจ้าหน้าที่ฉีดยารักษาที่รับสัมผัสสารฟอร์มาลดีไฮด์จากการทำงาน ในกลุ่มที่เสียชีวิตจากมะเร็งเม็ดเลือดขาว ชนิด myeloid leukemia การเกิดมะเร็งมีความสัมพันธ์กับปริมาณการรับสัมผัสสารฟอร์มาลดีไฮด์ที่เพิ่มขึ้น และอายุงานที่เพิ่มขึ้น อย่างมีนัยสำคัญ

จากข้อมูลผลกระทบต่อสุขภาพของสารฟอร์มาลดีไฮด์ดังกล่าว ทำให้การศึกษานี้มุ่งเน้นเพื่อเก็บรวบรวมข้อมูลสภาพแวดล้อมการทำงาน ลักษณะการทำงานของเจ้าหน้าที่ผ่าและรักษาศพ ที่ปฏิบัติงานในโรงพยาบาลภาครัฐในเขตกรุงเทพมหานคร เพื่อประเมินระดับความเสี่ยงต่อการเกิดมะเร็งในเจ้าหน้าที่ผ่าและรักษาศพ เพื่อเป็นข้อมูลพื้นฐานในการวางมาตรการป้องกันความเสี่ยงต่อสุขภาพที่เหมาะสมสำหรับผู้ปฏิบัติงานกลุ่มนี้ต่อไป

วัตถุประสงค์

การศึกษานี้มีวัตถุประสงค์เพื่อประเมินการรับสัมผัสฟอร์มาลดีไฮด์ทางการหายใจ และประเมินความเสี่ยงต่อการเกิดมะเร็ง

วัสดุและวิธีการ

กลุ่มตัวอย่างและพื้นที่ศึกษา

กลุ่มตัวอย่างในการศึกษารั้งนี้ คือ เจ้าหน้าที่ผ่าและรักษาศพ ที่ปฏิบัติงานในหน่วยพยาธิวิทยา หรือหน่วยนิติเวชของโรงพยาบาล รัฐบาล ในพื้นที่จังหวัดกรุงเทพมหานคร จำนวน 42 คน ซึ่งปฏิบัติงานอยู่ในโรงพยาบาล 16 แห่ง จากทั้งหมด 29 แห่งที่มีเจ้าหน้าที่ผ่าและรักษาศพ ปฏิบัติงานประจำอยู่ โดยโรงพยาบาลที่ทำการศึกษาทั้งหมดเป็นโรงพยาบาลทั่วไป ประกอบด้วย โรงพยาบาลขนาดเล็กน้อยกว่า 500 เตียง จำนวน 7 แห่ง ขนาด 500-1,000 เตียง จำนวน 4 แห่ง และขนาดมากกว่า 1,000 เตียงขึ้นไป จำนวน 5 แห่ง



Figure 1 ลักษณะทางกายภาพของห้องฉีดศพ

ห้องฉีดและรักษาศพ ซึ่งเป็นสถานที่ปฏิบัติงานของกลุ่มตัวอย่างในการศึกษาครั้งนี้ ส่วนใหญ่ตั้งอยู่บริเวณชั้น 1 ของอาคารโรงพยาบาล มีขนาดห้องเฉลี่ย 70 ตารางเมตร ร้อยละ 75 เป็นห้องปรับอากาศที่ติดตั้งเครื่องปรับอากาศแบบแยกส่วน ร้อยละ 87.5 มีการติดตั้งระบบระบายอากาศ ซึ่งพบว่า ระบบระบายอากาศที่ติดตั้งในพื้นที่ห้องฉีดศพ ส่วนใหญ่ (ร้อยละ 88) เป็นพัดลมดูดอากาศชนิดติดผนัง (Figure 1)

การเก็บรวบรวม ประกอบด้วย การรวบรวมข้อมูลทั่วไป และลักษณะการทำงาน ด้วยแบบสอบถาม และทำการเก็บตัวอย่างฟอร์мальดีไฮด์ด้วยการติดอุปกรณ์ตรวจวัดกับเจ้าหน้าที่ผ่าและรักษาศพ เพื่อประเมินระดับการรับสัมผัสสารตลอดระยะเวลาการทำงาน พร้อมบันทึกข้อมูลภาระงานในวัดที่ประเมินการรับสัมผัส โดยงานวิจัยนี้ผ่านการอนุมัติจากคณะกรรมการจริยธรรมการวิจัยในมนุษย์ คณะสาธารณสุขศาสตร์ มหาวิทยาลัยมหิดล (MUPH 2014-087)

และคณะกรรมการจริยธรรมการวิจัยในมนุษย์ของโรงพยาบาลที่เป็นพื้นที่ศึกษา รวมถึงได้รับความยินยอมจากกลุ่มตัวอย่างก่อนเริ่มการวิจัย

กลวิธีการเก็บและวิเคราะห์ตัวอย่างสารฟอร์мальดีไฮด์

การศึกษานี้ทำการประเมินการรับสัมผัสสารฟอร์мальดีไฮด์ด้วยการเก็บตัวอย่างอากาศแบบติดตัวบุคคล (Personal Air Sampling) โดยชุดอุปกรณ์เก็บตัวอย่างและ การวิเคราะห์ตัวอย่างอ้างอิงวิธีมาตรฐานของ NIOSH Manual of Analytical Methods Number 2016¹² ซึ่งประกอบด้วย ปุ่มดูดอากาศชนิดพกพา ปรับอัตราการไหล 0.20 ± 0.005 ลิตรต่อนาที ต่อเชื่อมกับหลอดเก็บตัวอย่างอากาศ ชนิด 2,4-dinitrophenylhydrazine coated silica gel ซึ่งแยกสารเก็บตัวอย่างเป็น 2 ส่วน ส่วนหน้าบรรจุสารเก็บตัวอย่าง 300 มิลลิกรัม และส่วนหลังบรรจุ 150 มิลลิกรัม โดยติดตั้งชุดอุปกรณ์ที่ระดับหายใจ (Breathing Zone) ของเจ้าหน้าที่ผ่าและรักษาศพ (Figure 2) และทำการเก็บตัวอย่างต่อเนื่องตลอดระยะเวลาการทำงาน 8 ชั่วโมง ตั้งแต่เวลา 8.30-16.30 น. ซึ่งผลที่ได้จากการตรวจวัดจะนำไปใช้ในการประเมินความเสี่ยงต่อการเกิดมะเร็งของผู้ปฏิบัติงานต่อไป

ภายหลังการเก็บตัวอย่างอากาศ จะทำการรักษาอุณหภูมิหลอดเก็บตัวอย่าง จนมาถึงห้องปฏิบัติการเพื่อทำการวิเคราะห์ การวิเคราะห์ทำโดยใช้สารอะซิโตนไนไตรล์ (Acetonitrile) เพื่อสกัดสารฟอร์мальดีไฮด์ออกจากอุปกรณ์เก็บตัวอย่าง และวิเคราะห์ด้วยเทคนิคไฮดรอลิโครมาโทกราฟี (High-performance liquid chromatography: HPLC) ทำการหาปริมาณสารตัวอย่างโดยเทียบกับกราฟสารละลายมาตรฐานที่เตรียมขึ้น

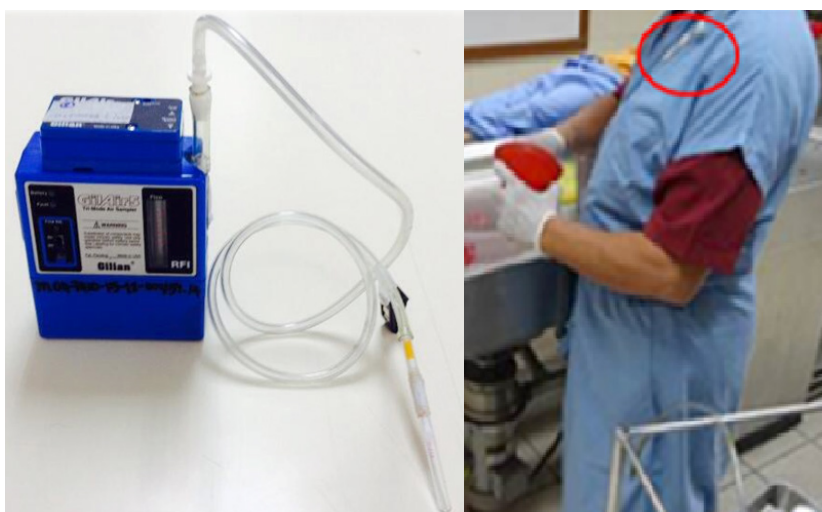


Figure 2 อุปกรณ์เก็บตัวอย่างฟอร์мальดีไฮด์และตำแหน่งติดตั้ง

ในช่วงความเข้มข้น 0.1-20 ไมโครกรัมต่อมิลลิลิตร โดยมีค่าสัมประสิทธิ์การตัดสินใจ (correlation of determination: R^2) ของกราฟมาตรฐานฟอร์มาลดีไฮด์เท่ากับ 0.9991 และมีการควบคุมคุณภาพการวิเคราะห์ ด้วยการทำแผนภูมิควบคุมคุณภาพ ซึ่งผลอยู่ภายในขอบเขตที่เชื่อถือได้ (mean $\pm$ 2SD)

แบบสอบถามและแบบบันทึกข้อมูล

แบบสอบถาม ประกอบด้วยข้อมูล 3 ส่วน ได้แก่ ข้อมูลส่วนบุคคล ข้อมูลการทำงาน และข้อมูลการใช้อุปกรณ์ป้องกันส่วนบุคคล โดยทำการสอบถามเจ้าหน้าที่ภายหลังเลิกงานในวันเก็บข้อมูลการรับสัมผัสสารฟอร์มาลดีไฮด์

การประเมินความเสี่ยงต่อการเกิดมะเร็ง

การประเมินความเสี่ยงต่อการเกิดมะเร็ง อ้างอิงการประเมินความเสี่ยงตามแนวทางของ United States Environmental Protection Agency (U.S. EPA)¹³ โดยประเมินการรับสัมผัสสารผ่านทางหายใจ ซึ่งเป็นช่องทางหลักของการรับสัมผัสสารระหว่างการปฏิบัติงานของเจ้าหน้าที่ผ้าและรักษาศพ โดยมีสมการที่ใช้ในการคำนวณความเข้มข้นการรับสัมผัสทางการหายใจ (Inhalation exposure concentration: IEC) แสดงดัง สมการที่ 1 โดยใช้ค่าจำนวนชั่วโมงการรับสัมผัสต่อวัน (ET) เท่ากับ 8 ชั่วโมงต่อวัน ค่าความถี่การรับสัมผัสต่อปี (EF) ตามจำนวนวันทำงานของกลุ่มตัวอย่าง ซึ่งได้จากการตอบแบบสอบถาม ค่าระยะเวลาการรับสัมผัส (ED) จากจำนวนปีที่ทำงานในตำแหน่ง เจ้าหน้าที่ผ้าและรักษาศพ หรือประสบการณ์ทำงานของกลุ่มตัวอย่าง และค่าระยะเวลาเฉลี่ยที่สารเคมีส่งผลกระทบต่อสุขภาพ (AT) สำหรับการเกิดมะเร็งในเพศชาย เท่ากับ 75 ปี อ้างอิงข้อมูลจากการศึกษาระยะเวลาที่สารส่งผลกระทบต่อสุขภาพโดย U.S. EPA¹⁴ และทำการคำนวณค่าความเสี่ยงต่อการเกิดมะเร็ง โดยสมการที่ 2 โดยค่า Inhalation Unit Risk ของสารฟอร์มาลดีไฮด์ที่ใช้ คือ $6.6 \times 10^{-5} (\mu\text{g}/\text{m}^3)^{-1}$ ซึ่งเป็นระดับความเสี่ยงต่อการเกิดมะเร็งที่อ้างอิงข้อมูลระบาดวิทยาจากการศึกษาวิจัยในมนุษย์ ค่าที่ใช้เป็นผลรวม (cumulative exposure) ความเสี่ยงต่อการเกิดมะเร็งหลังโพรงจมูก (Nasopharyngeal Cancer) มะเร็งเม็ดเลือดขาว (Leukemia) และมะเร็งต่อมน้ำเหลืองชนิดฮอดจกิน (Hodgkin Lymphoma)¹⁵

ค่าความเสี่ยงต่อการเกิดมะเร็ง ที่ U.S. EPA ระบุว่าอยู่ในเกณฑ์ยอมรับได้ คือ ค่าความเสี่ยงระหว่าง 10^{-6} - 10^{-4} กล่าวคือ ความเสี่ยงต่อการเกิดมะเร็ง 1 ในล้าน ถึง 1 ในหมื่นคน หรือ

ความเสี่ยงต่อการเกิดมะเร็งจากการรับสารในระยะยาว อยู่ในช่วง 1-100 คน ต่อประชากร 1,000,000 คน

$$\text{IEC} = (\text{CA} \times \text{ET} \times \text{EF} \times \text{ED} \times \text{Conversion Factor}) / \text{AT} \dots\dots (1)$$

เมื่อ

CA = ความเข้มข้นของฟอร์มาลดีไฮด์ที่ผู้ปฏิบัติงานรับสัมผัส (ไมโครกรัม/ลูกบาศก์เมตร)

ET = จำนวนชั่วโมงที่รับสัมผัสฟอร์มาลดีไฮด์ต่อวัน (ชั่วโมง/วัน)

EF = จำนวนวันที่รับสัมผัสฟอร์มาลดีไฮด์ต่อปี (วัน/ปี)

ED = ระยะเวลาที่รับสัมผัสฟอร์มาลดีไฮด์ (ปี)

Conversion Factor = ปี/8,760 ชั่วโมง
= 0.000114155 ปี/ชั่วโมง

AT = ระยะเวลาเฉลี่ยที่สารส่งผลกระทบต่อสุขภาพ (ปี)

$$\text{Cancer Risk} = \text{IUR} \times \text{IEC} \dots\dots (2)$$

เมื่อ $\text{IUR} (\mu\text{g}/\text{m}^3)^{-1} = \text{Inhalation Unit Risk}$

$\text{IEC} (\mu\text{g}/\text{m}^3) = \text{Inhalation exposure concentration}$

ผลการวิจัย

ข้อมูลทั่วไปและลักษณะการทำงานของกลุ่มตัวอย่าง

กลุ่มตัวอย่างในการศึกษานี้ เป็นเจ้าหน้าที่ผ้าและรักษาศพ จำนวน 42 คน ทั้งหมดเป็นเพศชาย มีอายุเฉลี่ย 43 ± 12 ปี ส่วนใหญ่ จบการศึกษาระดับมัธยมปลาย มีประสบการณ์ทำงานในหน้าที่เจ้าหน้าที่ผ้าและรักษาศพเฉลี่ยเท่ากับ 15 ± 12 ปี ลักษณะการทำงาน ประกอบด้วย การเตรียมน้ำยาฉีดศพ การบรรจุน้ำยา ลงภาชนะสำหรับฉีด หรือการต่อสายนำน้ำยาจากขวด เปิดปาก แผลให้ได้ขนาด และสอดอุปกรณ์สำหรับฉีดน้ำยา โดยตำแหน่ง การเปิดแผลส่วนใหญ่ คือ บริเวณต้นขาหนีบ ข้อเท้า หรือต้นคอ ทั้งนี้ เจ้าหน้าที่ผ้าและรักษาศพ จะพิจารณาตามสภาพและสาเหตุ การเสียชีวิต เพื่อเลือกบริเวณที่มีความเสี่ยงต่อการปริแตกของ หลอดเลือดหรือเนื้อเยื่อน้อยที่สุด จากนั้นทำการบีมน้ำยาฟอร์มา ลินเข้าร่างศพ โดยอุปกรณ์ที่ใช้ในการบีมน้ำยา จากการศึกษานี้ พบอุปกรณ์ 3 ประเภท คือ ถังพลาสติกพร้อมหัวบีบแบบคันชัก ด้วยมือ บีบลมแบบมือกดหรือบีบไฟฟ้าที่ต่อเชื่อมกับถังบรรจุน้ำยา และบีบแบบลูกยางหรือไซลิงก์จากขวดโดยตรง (Figure 3) โดยใช้น้ำยาฟอร์มาลีนเฉลี่ย 2.84 ± 1.40 ลิตรต่อศพ ขึ้นกับขนาด และสภาพศพ ระหว่างขั้นตอนการฉีด ผู้ปฏิบัติงานจะตรวจสอบ



ก = ปั่นลมแบบมือกด หรือปั๊มไฟฟ้าต่อเชื่อมกับถังบรรจุน้ำยา ข = ปั๊มแบบคันชักด้วยมือพร้อมถังพลาสติกบรรจุน้ำยา
ค = ปั๊มแบบลูกยางหรือโซลิ่งกักจากขวดน้ำยา

Figure 3 อุปกรณ์ปั๊มน้ำยาฟอร์มาลีน

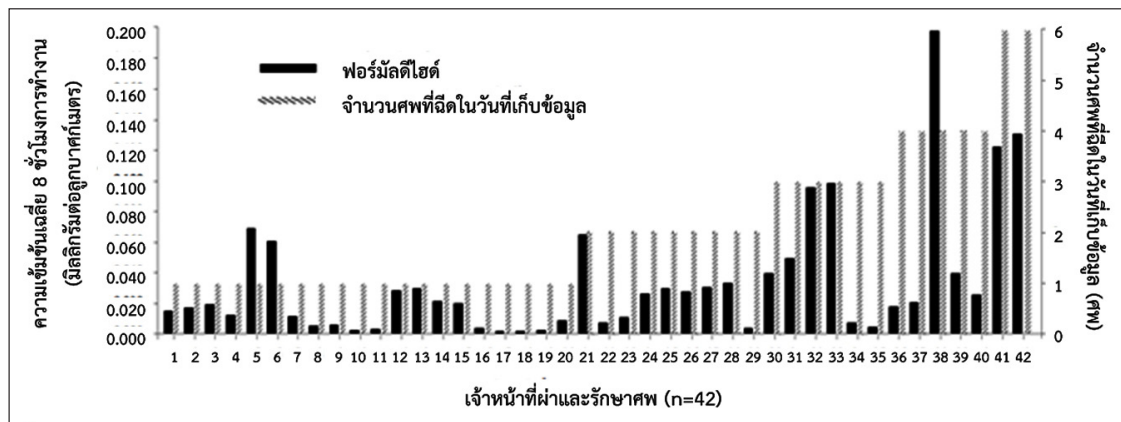


Figure 4 ปริมาณการรับสัมผัสฟอร์มาลดีไฮด์เปรียบเทียบกับจำนวนศพที่ผิด

การไหลและกระจายของน้ำยา จนเมื่อปั๊มน้ำยาครบตามจำนวน จะทำการมัดเส้นเลือดแดงบริเวณด้านบนและล่างของปากแผล ถอดอุปกรณ์นำน้ำยาออก เช็ดแผล ทำความสะอาดร่างกายศพ พร้อมแต่งกายให้ศพเพื่อเตรียมส่งมอบญาติ จากนั้นทำความสะอาดพื้นที่และอุปกรณ์ รวมระยะเวลาในการทำงานเฉลี่ย 22.16 ± 10.27 นาทีต่อศพ หลังจากฉีดศพแล้ว เจ้าหน้าที่จะออกมานอกห้องฉีดศพ เพื่อรอเวลาการทำงานสำหรับรอบต่อไป หรือทำงานเอกสารอื่นๆ อย่างไม่จำกัด พื้นที่พัก หรือพื้นที่ทำงานเอกสาร มีบริเวณติดกับห้องฉีดศพ ทั้งนี้ ภาระงานของเจ้าหน้าที่ หรือจำนวนศพที่ต้องฉีดในแต่ละวันไม่แน่นอน ขึ้นกับจำนวนผู้เสียชีวิต โดยกลุ่มตัวอย่างจากการศึกษาครั้งนี้ มีจำนวนศพที่ต้องทำการฉีดเฉลี่ย 4.2 ± 3.5 ศพต่อวัน สำหรับการสวมใส่อุปกรณ์ป้องกันอันตรายส่วนบุคคลระหว่างการทำงาน พบว่า ส่วนใหญ่สวมถุงมือยาง และหน้ากากอนามัย ระหว่างการทำงาน แต่พบเพียง ร้อยละ 9.5 เท่านั้นที่สวมแว่นตานิรภัยขณะทำงาน (Table 1)

การรับสัมผัสฟอร์มาลดีไฮด์ของเจ้าหน้าที่ผ่าและรักษาศพ

ปริมาณการรับสัมผัสฟอร์มาลดีไฮด์ของเจ้าหน้าที่ผ่าและรักษาศพเฉลี่ยตลอดระยะเวลาการทำงาน 8 ชั่วโมง (TWA) อยู่ระหว่าง 0.002-0.200 มิลลิกรัมต่อลูกบาศก์เมตร มีค่าเฉลี่ยเท่ากับ 0.034 ± 0.041 มิลลิกรัมต่อลูกบาศก์เมตร โดยมีภาระงานการฉีดศพในวันที่เก็บข้อมูล เฉลี่ย 2.1 ± 1.4 ศพ อย่างไรก็ตาม พบว่า ค่าเฉลี่ยจำนวนศพที่ผิดในวันเก็บข้อมูล ต่ำกว่าค่าเฉลี่ยในการทำงานปกติของเจ้าหน้าที่ ซึ่งมีจำนวนศพที่ผิดเฉลี่ย 4.2 ± 2.5 ศพต่อวัน (Table 2) ทั้งนี้ เมื่อพิจารณาปริมาณการรับสัมผัสสารเป็นรายบุคคล จะเห็นว่า ปริมาณความเข้มข้นของสารฟอร์มาลดีไฮด์ที่ตรวจพบ แปรผันตามจำนวนศพที่ผิดในวันเก็บข้อมูล (Figure 4) และผลจากการทดสอบทางสถิติ พบว่า ปริมาณการรับสัมผัสฟอร์มาลดีไฮด์ มีความสัมพันธ์กับจำนวนศพที่ผิดอย่างมีนัยสำคัญ (spearman rho = 0.522, sig. < 0.01) โดยเมื่อจำนวนศพที่ผิดหรือภาระงานเพิ่มขึ้น ปริมาณการรับสัมผัสสารฟอร์มาลดีไฮด์

Table 1 ข้อมูลทั่วไปและลักษณะการทำงานของกลุ่มตัวอย่าง

ข้อมูลทั่วไปและข้อมูลการทำงาน		จำนวน	ร้อยละ
อายุ (ปี)	< 30	7	16.7
	30-39	9	21.4
	40-49	11	26.2
	≥ 50	15	35.7
	ค่าเฉลี่ย ± ส่วนเบี่ยงเบนมาตรฐาน	43 ± 12	
ประสบการณ์ทำงาน (ปี)	< 7	15	35.7
	7-15	11	26.2
	> 15	16	38.1
	ค่าเฉลี่ย ± ส่วนเบี่ยงเบนมาตรฐาน	15 ± 12	
ระดับการศึกษา	ประถมศึกษา	10	23.8
	มัธยมศึกษาตอนต้น	9	21.4
	มัธยมศึกษาตอนปลาย หรือสูงกว่า	23	54.8
อุปกรณ์ปั้มน้ำยาฟอร์มาลีน	ปั้มลมแบบมือกด หรือปั้มไฟฟ้าต่อเชื่อมกับถังบรรจุน้ำยา	23	54.8
	ปั้มแบบคันชักด้วยมือพร้อมถังพลาสติกใส่น้ำยา	15	35.7
	ปั้มแบบลูกยางหรือโซลิ่งจากขวด	4	9.5
ระยะเวลาการฉีดน้ำยา (นาที ต่อ 1 ศพ)	10-19	22	52.4
	20-29	9	21.4
	≥ 30	11	26.2
	ค่าเฉลี่ย ± ส่วนเบี่ยงเบนมาตรฐาน	22.16 ± 10.27	
ปริมาณน้ำยาที่ใช้ (ลิตร ต่อ 1 ศพ)	< 2	15	35.7
	≥ 2	27	64.3
	ค่าเฉลี่ย ± ส่วนเบี่ยงเบนมาตรฐาน	2.84 ± 1.40	
การใส่อุปกรณ์ป้องกันอันตรายส่วนบุคคล	หน้ากากอนามัย (surgical mask)	36	85.7
	ถุงมือยาง	41	97.6
	แว่นตานิรภัย	4	9.5

Table 2 ปริมาณการรับสัมผัสฟอร์มัลดีไฮด์และข้อมูลภาระงาน

ปัจจัยที่ศึกษา	ค่าต่ำสุด	ค่าสูงสุด	ค่าเฉลี่ย	ส่วนเบี่ยงเบนมาตรฐาน
ความเข้มข้นของสารฟอร์มัลดีไฮด์เฉลี่ยตลอด 8 ชั่วโมงการทำงาน (มิลลิกรัมต่อลูกบาศก์เมตร)	0.002	0.200	0.034	0.041
จำนวนศพที่ฉีดในวันเก็บข้อมูล (ศพ)	1	6	2.1	1.4
จำนวนศพที่ฉีดเฉลี่ยสำหรับการทำงานปกติ (ศพ/วัน)	2	15	4.2	3.5

ก็เพิ่มสูงขึ้นด้วย และเมื่อหาค่าเฉลี่ยการรับสัมผัสสารฟอร์มาลดีไฮด์ ต่อจำนวนศพที่ฉีดในวันที่เก็บข้อมูล จะพบความสัมพันธ์เชิงเส้น (Figure 5)

ความเสี่ยงต่อการเกิดมะเร็งของเจ้าหน้าที่ผ่าและรักษาศพ

ค่าความเสี่ยงต่อการเกิดมะเร็งของเจ้าหน้าที่ผ่าและรักษาศพ สำหรับการศึกษาในครั้งนี้ จะทำการคำนวณและแทนค่า ตามสมการ ที่ 1 และ 2 โดยค่าความเข้มข้นของฟอร์มาลดีไฮด์ที่ผู้ปฏิบัติงาน รับสัมผัส (CA) จะใช้ค่าระดับการรับสัมผัสที่คำนวณตามจำนวน ศพเฉลี่ยต่อวันของการทำงานปกติ โดยใช้สมการเชิงเส้นจากความสัมพันธ์ของความเข้มข้นของฟอร์มาลดีไฮด์กับจำนวนศพที่ฉีด (Figure 5) เพื่อให้ได้ค่าความเข้มข้นเฉลี่ยจากภาระงานปกติของผู้ปฏิบัติงานในการประเมินความเสี่ยงต่อการเกิดมะเร็ง

การประเมินความเสี่ยงต่อการเกิดมะเร็ง จะประเมินระดับความเสี่ยงปัจจุบัน โดยคิดระยะเวลาการรับสัมผัส (ED) ตามอายุงานของผู้ปฏิบัติงาน และระดับความเสี่ยงทำนาย ในกรณีที่ปฏิบัติงาน ในหน้าที่นี้จนถึงวัยเกษียณ ซึ่งคิดระยะเวลาการรับสัมผัส (ED) จากอายุเมื่อต้นเริ่มทำงานจนถึงอายุ 60 ปี ผลการประเมิน พบว่า เจ้าหน้าที่ผ่าและรักษาศพ มีระดับความเสี่ยงต่อการเกิดมะเร็งอยู่ในช่วง 2.46×10^{-6} ถึง 1.09×10^{-3} ค่าเฉลี่ยของความเสี่ยงต่อการ

เกิดมะเร็งของกลุ่มตัวอย่าง เท่ากับ $1.97 \times 10^{-4} \pm 2.18 \times 10^{-4}$ และหากทำงานในหน้าที่นี้จนเกษียณ (60 ปี) ภายใต้สภาพแวดล้อม และลักษณะการปฏิบัติงานแบบเดิม ผู้ปฏิบัติงานกลุ่มนี้จะมีระดับความเสี่ยงต่อการเกิดมะเร็งอยู่ในช่วง 5.96×10^{-5} ถึง 2.53×10^{-3} โดยมีค่าเฉลี่ยความเสี่ยงต่อการเกิดมะเร็ง $5.05 \times 10^{-4} \pm 4.88 \times 10^{-4}$ (Figure 6) ซึ่งค่าเฉลี่ยการเกิดมะเร็งที่ประเมินได้ทั้งความเสี่ยง ปัจจุบันและเมื่อเกษียณ อยู่ในระดับความเสี่ยงที่ยอมรับไม่ได้ ตามมาตรฐาน U.S.EPA (ระดับความเสี่ยงการเกิดมะเร็ง $> 10^{-4}$) เมื่อพิจารณาระดับความเสี่ยงเป็นรายบุคคล พบว่า ร้อยละ 57.1 ของ มีเจ้าหน้าที่ผ่าและรักษาศพ มีระดับความเสี่ยงต่อการเกิดมะเร็ง ในระดับที่ยอมรับไม่ได้ และหากทำงานภายใต้สภาพแวดล้อมและ ตำแหน่งหน้าที่เดิมจนถึงวัยเกษียณ พบว่า มีเจ้าหน้าที่ผ่าและรักษา ศพถึง ร้อยละ 97.6 ที่มีระดับความเสี่ยงต่อการเกิดมะเร็งในระดับที่ยอมรับไม่ได้ (Table 3)

นอกจากนี้ได้ทำการนายระดับความเสี่ยงต่อการเกิดมะเร็งตาม อายุงาน โดยใช้ข้อมูลจากกลุ่มตัวอย่างในการศึกษาครั้งนี้ ได้แก่ ค่าเฉลี่ยการรับสัมผัสสารฟอร์มาลดีไฮด์ ค่าเฉลี่ยจำนวนศพที่ฉีด ต่อวัน ค่าเฉลี่ยชั่วโมงการทำงานต่อวันและจำนวนวันทำงานต่อปี เพื่อทำนายระดับความเสี่ยงต่อการเกิดมะเร็งที่เปลี่ยนแปลงตาม

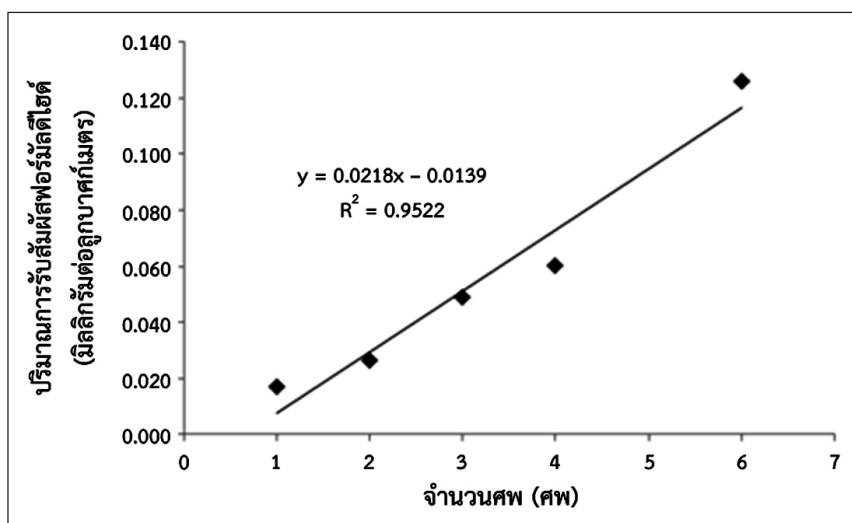


Figure 5 ความสัมพันธ์ระหว่างค่าเฉลี่ยความเข้มข้นฟอร์มาลดีไฮด์และจำนวนศพที่ฉีดต่อวัน

Table 3 ระดับความเสี่ยงต่อการเกิดมะเร็ง

ระดับความเสี่ยงต่อการเกิดมะเร็ง	อายุงานปัจจุบัน		อายุงานเมื่อทำงานจนเกษียณ	
	จำนวน	ร้อยละ	จำนวน	ร้อยละ
ความเสี่ยงระดับยอมรับได้ (10^{-6} - 10^{-4})	18	42.9	4	9.5
ความเสี่ยงระดับยอมรับไม่ได้ ($> 10^{-4}$)	24	57.1	38	90.5

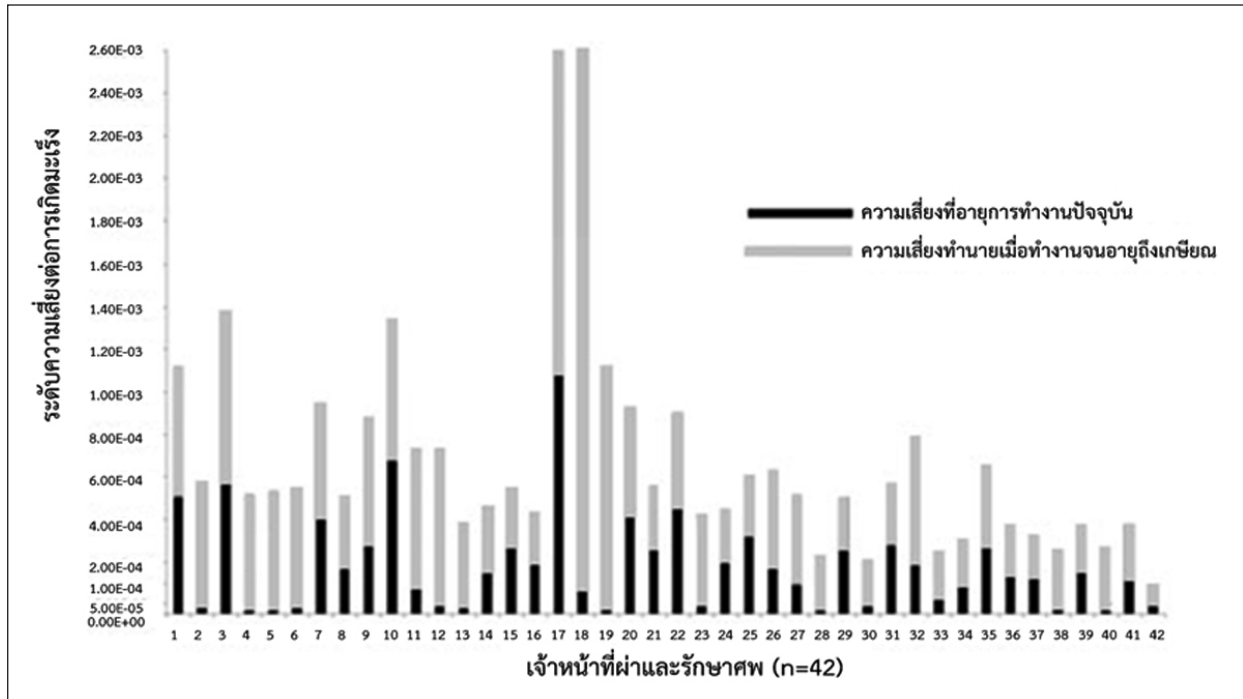


Figure 6 ระดับความเสี่ยงต่อการเกิดมะเร็งของเจ้าหน้าที่ผ้าและรักษาศพ

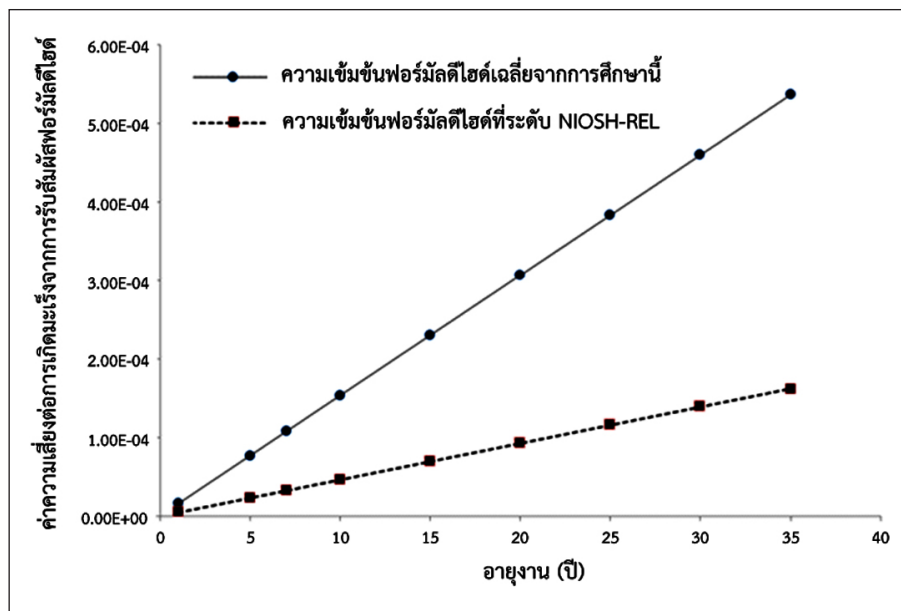


Figure 7 ระดับความเสี่ยงต่อการเกิดมะเร็งทำนายตามอายุงาน

อายุการทำงาน จากอายุการทำงานตั้งแต่ 1 ถึง 35 ปี ซึ่งเมื่อเปรียบเทียบระดับความเสี่ยงต่อการเกิดมะเร็ง ที่ประเมินจากลักษณะข้อมูลพื้นฐานเดียวกัน แต่ใช้ค่าความเข้มข้นของสารฟอร์มัลดีไฮด์ (CA) เท่ากับ 0.02 มิลลิกรัมต่อลูกบาศก์เมตร ซึ่งเป็นค่ามาตรฐานสำหรับสารฟอร์มัลดีไฮด์ (Recommended Exposure Limit; REL) ที่เสนอแนะโดยสถาบันความปลอดภัยและอนามัยในการ

ทำงานแห่งชาติประเทศสหรัฐอเมริกา (National Institute for Occupational Safety and Health; NIOSH) ¹⁶ พบว่า ระดับความเสี่ยงการเกิดมะเร็ง ทั้งสองกรณีมีแนวโน้มเพิ่มขึ้นตามอายุงาน แต่อัตราการเพิ่มขึ้นของระดับความเสี่ยงการเกิดมะเร็งที่ประเมิน ณ ระดับการรับสัมผัสฟอร์มัลดีไฮด์ที่เสนอแนะโดย NIOSH-REL น้อยกว่า (Figure 7)

วิจารณ์และสรุป

ผลจากการประเมินระดับการรับสัมผัสสารฟอร์มัลดีไฮด์ พบ ค่าเฉลี่ยการรับสัมผัสตลอด 8 ชั่วโมงการทำงานเท่ากับ 0.034 ± 0.041 มิลลิกรัมต่อลูกบาศก์เมตร เมื่อเปรียบเทียบกับค่ามาตรฐาน การสัมผัสตลอดระยะเวลาการทำงาน (NIOSH-REL) ที่ 0.02 มิลลิกรัมต่อลูกบาศก์เมตร (0.016 ส่วนในล้านส่วน) พบว่า ระดับ การรับสัมผัสเฉลี่ยของเจ้าหน้าที่ผ้าและรักษาศพสูงกว่าค่าที่แนะนำ เมื่อพิจารณาผลเป็นรายบุคคล จะพบว่า มีเจ้าหน้าที่ผ้าและรักษา ศพ กว่า 2 ใน 3 สัมผัสสารสูงกว่าค่าที่แนะนำ อย่างไรก็ตาม เมื่อ เปรียบเทียบกับผลการศึกษาที่ผ่านมา อาทิ การศึกษาของ Wil liams⁶ ซึ่งศึกษาระดับการรับสัมผัสฟอร์มัลดีไฮด์ของเจ้าหน้าที่ ดูแลศพ ในบริษัทรับบริการจัดงานศพ พบค่าเฉลี่ยความเข้มข้น ฟอร์มัลดีไฮด์ระหว่างขั้นตอนการฉีดศพ เท่ากับ 0.369 มิลลิกรัม ต่อลูกบาศก์เมตร (0.123-0.492 มิลลิกรัมต่อลูกบาศก์เมตร) และ การศึกษาของ Korczynski⁸ พบ ความเข้มข้นเฉลี่ยระหว่างขั้น ตอนการฉีดศพ 0.802 ± 1.061 มิลลิกรัมต่อลูกบาศก์เมตร ซึ่ง บ่งชี้ให้เห็นว่า ระดับความเข้มข้นที่ตรวจวัดเฉพาะในช่วงเวลาที่ทำการ ฉีดศพ มีระดับความเข้มข้นสูงกว่าค่าเฉลี่ยความเข้มข้นตลอดเวลา การทำงานจากการศึกษานี้มาก (10-23 เท่า) และสอดคล้องกับผล การศึกษานี้ ที่พบว่า ค่าความเข้มข้นของสารฟอร์มัลดีไฮด์ที่ตรวจ วัดได้มีความสัมพันธ์กับจำนวนศพที่ฉีดต่อวัน หรือภาระงานของ เจ้าหน้าที่อย่างมีนัยสำคัญทางสถิติ ดังนั้น การระบายอากาศใน ระหว่างขั้นตอนการฉีด และการไม่อยู่ภายในพื้นที่ห้องฉีดศพระหว่าง ที่ไม่มีการให้บริการฉีดศพ เป็นปัจจัยที่ควรพิจารณาเพื่อลดระดับ การรับสัมผัสสารของเจ้าหน้าที่

ผลจากการประเมินระดับความเสี่ยงต่อการเกิดมะเร็งของเจ้า หน้าที่ผ้าและรักษาศพ พบว่า เจ้าหน้าที่ที่มีระดับความเสี่ยงเฉลี่ย เท่ากับ $1.97 \times 10^{-4} \pm 2.18 \times 10^{-4}$ หรือมีโอกาสเสี่ยงต่อการเกิดมะเร็ง 2 คน ต่อประชากร 10,000 คน และหากผู้ปฏิบัติงานกลุ่มนี้ ทำงาน ต่อเนื่องในตำแหน่งหน้าที่เดิมจนเกษียณอายุ ภายใต้สภาพแวดล้อม แบบเดิม ระดับความเสี่ยงต่อการเกิดมะเร็งเมื่ออายุ 60 ปี มีค่า เฉลี่ยเท่ากับ $5.05 \times 10^{-4} \pm 4.88 \times 10^{-4}$ หรือโอกาสเสี่ยงต่อการเกิด มะเร็ง 5 คน ต่อประชากร 10,000 คน เมื่อเทียบกับเกณฑ์ที่เสนอ แนะนำโดย U.S.EPA ที่กำหนดระดับความเสี่ยงที่ยอมรับได้ อยู่ใน ช่วง 10^{-6} - 10^{-4} กล่าวคือ ระดับความเสี่ยงไม่เกิน 1 คน ต่อประชากร 10,000 คน พบว่า ค่าเฉลี่ยระดับความเสี่ยงทั้งความเสี่ยงปัจจุบัน และความเสี่ยงทำนายเมื่อทำงานจนเกษียณ อยู่ในระดับที่ยอมรับ

ไม่ได้ โดยพบว่า ระดับความเสี่ยงเฉลี่ยเมื่อทำงานจนถึงวัยเกษียณ สูงขึ้นกว่าความเสี่ยงปัจจุบันถึง 2.5 เท่า ซึ่งบ่งชี้ว่า หากผู้ปฏิบัติ งานทำงานภายใต้สภาพแวดล้อมเดิมจนเกษียณ ย่อมเพิ่มความ เสี่ยงต่อการเกิดผลกระทบต่อสุขภาพมากยิ่งขึ้น สอดคล้องกับผล ทำนายระดับความเสี่ยงต่อการเกิดมะเร็งที่เปลี่ยนแปลงตามอายุ การทำงาน ซึ่งพบว่า ระดับความเสี่ยงเพิ่มขึ้นตามอายุหรือประสบการณ์ การทำงาน ที่มากขึ้น โดยในช่วง 1-7 ปีแรกของการทำงาน พบว่า ความ เสี่ยงต่อการเกิดมะเร็งอยู่ในระดับที่ยอมรับได้ (10^{-6} - 10^{-4}) แต่เมื่อ ทำงานตั้งแต่ 7 ปี ขึ้นไป ระดับความเสี่ยงต่อการเกิดมะเร็งเริ่ม เกินกว่าค่าที่ยอมรับได้ และความเสี่ยงต่อการเกิดมะเร็งเพิ่มสูงขึ้น ตลอดอายุการทำงาน ซึ่งแสดงให้เห็นว่า หากไม่มีมาตรการป้องกัน เพื่อลดระดับการรับสัมผัสสารฟอร์มัลดีไฮด์ทางการหายใจของเจ้า หน้าที่ผ้าและรักษาศพ การทำงานต่อเนื่องเป็นระยะเวลานานย่อม ส่งผลต่อความเสี่ยงที่เพิ่มมากขึ้น ในทางตรงข้าม หากสภาพแวดล้อม ในการทำงาน เครื่องมือ อุปกรณ์การทำงาน ตลอดจนขั้นตอนการ ปฏิบัติงาน มีการปรับปรุงโดยมุ่งเน้นเพื่อลดความเสี่ยงต่อการรับ สัมผัสสารทางการหายใจของผู้ปฏิบัติงานจนทำให้ระดับความเข้ม ข้นของสารฟอร์มัลดีไฮด์ลดลงมาเท่ากับระดับที่เสนอแนะโดย NIOSH ได้ (0.02 มิลลิกรัมต่อลูกบาศก์เมตร) จะพบว่า ค่าทำนาย ระดับความเสี่ยงต่อการเกิดมะเร็งแม้จะเพิ่มขึ้นตามอายุหรือ ประสบการณ์ทำงาน แต่อัตราการเพิ่มขึ้นของระดับความเสี่ยงน้อย กว่า และพบว่า ช่วงอายุการทำงานที่ความเสี่ยงต่อการเกิดมะเร็ง อยู่ในเกณฑ์มาตรฐาน ยาวนานกว่า คือ พบในช่วงอายุทำงานตั้งแต่ 1-25 ปี ซึ่งข้อค้นพบนี้ สอดคล้องกับการศึกษาของ Li¹⁷ ที่พบว่า ช่วงอายุการรับสัมผัสที่มากขึ้น ส่งผลให้ระดับความเสี่ยงต่อการ เกิดมะเร็งเพิ่มขึ้น ถึงแม้จะรับสัมผัสสารในระดับความเข้มข้นต่ำ ก็ตาม

ดังนั้น เพื่อลดระดับความเสี่ยงต่อสุขภาพของผู้ปฏิบัติงานกลุ่ม นี้ในระยะยาว มาตรการในการลดระดับการรับสัมผัสสารฟอร์มัล ดีไฮด์ จึงมีความจำเป็นอย่างยิ่ง โดยควรคำนึงถึงระบบระบาย อากาศและระบบทำความสะอาดอากาศก่อนการปล่อยทิ้งที่เหมาะสม สำหรับฟอร์มัลดีไฮด์ การตรวจสอบประสิทธิภาพของระบบ ระบายอากาศอย่างสม่ำเสมอ หรือการพัฒนาแบบระบายอากาศ แบบแทนทีในแนวตั้ง (Vertical displacement ventilation) เนื่อเตียงฉีดศพ เพื่อลดการรับสัมผัสระหว่างขั้นตอนการฉีด¹⁸ การพัฒนาระบบฉีดน้ำยาเพื่อลดการรั่วไหล ตลอดจน การจัดสรร พื้นที่พักระหว่างการทำงานภายนอกห้องฉีดศพ และมีระบบปิด

หรือซีลเพื่อไม่ให้ฟอร์มาลดีไฮด์ปนเปื้อนในบริเวณพื้นที่พัก เมื่อไม่มีการฉีดศพ ควรหลีกเลี่ยงการอยู่ในห้องฉีดศพ รวมถึง การจัดหาอุปกรณ์ป้องกันอันตรายส่วนบุคคลที่เหมาะสม เช่น class FFP 2 anti-odour mask หรือ N-95 particle mask ตลอดจนการฝึกอบรมการใช้งานอุปกรณ์ป้องกันให้กับเจ้าหน้าที่

เอกสารอ้างอิง

- กรมโรงงานอุตสาหกรรม. คู่มือการจัดการสารเคมีอันตรายสูง ฟอร์มาลดีไฮด์: 2551 [วันที่ค้นข้อมูล 3 พฤศจิกายน 2560]. เข้าถึงได้จาก: <http://php.diw.go.th/safety/wp-content/uploads/2015/01/formaldehyde.pdf>
- International Agency for Research on Cancer. (2012). *Agents Classified by the IARC Monographs, Volumes 1-106*; 2012 [cited 2017 Dec 15]. Available from: <http://monographs.iarc.fr/ENG/Classification/ClassificationsAlphaOrder.pdf>
- Guyton KZ, Kyle AD, Aubrecht J, et al. Improving prediction of chemical carcinogenicity by considering multiple mechanisms and applying toxicogenomic approaches. *Mutat Res.* 2009;681:230-40.
- National Toxicology Program. Report on carcinogens, fourteenth edition: 2015 [cited 2016 Dec 30]. Available from <https://ntp.niehs.nih.gov/ntp/roc/content/profiles/formaldehyde.pdf>
- Shaham J, Gurvich R, Kaufman Z. Sister chromatid exchange in pathology staff occupationally exposed to formaldehyde. *Mutat Res.* 2002;514:115-23.
- Williams TM, Levine RJ, Blunden PB. Exposure of embalmers to formaldehyde and other chemicals. *Am Ind Hyg Assoc J.* 1984;45:172-6.
- Holness DL, Nethercott JR. Health status of funeral service workers exposed to formaldehyde. *Arch Environ Health.* 1989;44:222-8.
- Korczynski RE. Formaldehyde Exposure in the Funeral Industry. *Applied Occupational and Environmental Hygiene.* 1994;9:575-9.
- Centers for Disease Control and Prevention. Formaldehyde. The National Institute for Occupational Safety and Health (NIOSH); 2014 [cited 2017 Nov 20]. Available from: <https://www.cdc.gov/niosh/idlh/50000.html>
- Bosetti C, McLayghlin JK, Tarine RE, et al. Formaldehyde and cancer risk: quantitative review of cohort studies through 2006. *Ann Oncol.* 2008;19:29-43.
- Hauptmann M, Stewart PA, Lubin JH, et al. Mortality from lymphohematopoietic malignancies and brain cancer among embalmer exposed to formaldehyde. *J Natl Cancer Inst.* 2009;101:1696-708.
- Centers for Disease Control and Prevention. NIOSH Manual of Analytical Method 2016. The National Institute for Occupational Safety and Health (NIOSH); 2003 [cited 2017 Nov 20]. Available from: <http://www.cdc.gov/niosh/docs/2003-154/pdfs/2016.pdf>
- United States Environmental Protection Agency. Risk Assessment Guidance for Superfund (RAGS), Volume I: Human Health Evaluation Manual (Part E, Supplemental Guidance for Dermal Risk Assessment) [cited 2017 Nov 20]. Available from: <http://www.epa.gov/oswer/riskassessment/ragsf/>
- United States Environmental Protection Agency. Exposure Factors Handbook: 2011 Edition. 2011 [cited 2017 Nov 20]. Available from: <https://www.epa.gov/expobox/about-exposure-factors-handbook>
- United States Environmental Protection Agency. IRIS Toxicological Review of Formaldehyde (Inhalation) (External Review Draft 2010). U.S. Environmental Protection Agency, Washington, DC, EPA/635/R-10/002A, 2010.
- Centers for Disease Control and Prevention. NIOSH Pocket Guide to Chemical Hazards, Formaldehyde. 2016 [cited 2017 Nov 20]. Available from: <https://www.cdc.gov/niosh/npg/npgd0293.html>
- Li TT, Liu ZR, and Bai YH. Human cancer risk from the inhalation of formaldehyde in different indoor environments in Guiyang City, China. *Bulletin of Environmental Contamination and Toxicology.* 2008;81:200-4.
- IRSST. Prevention guide: Formaldehyde in the workplace. 2006 [cited 2017 Nov 20]. Available from: <http://www.irsst.qc.ca/files/documents/PubIRSST/RG-473.pdf>

