

การประเมินความเสี่ยงจากการสัมผัสสารฟอร์มัลดีไฮด์ในห้องปฏิบัติการ กายวิภาคศาสตร์ของมหาวิทยาลัยแห่งหนึ่ง

RISK ASSESSMENT OF FORMALDEHYDE IN GROSS ANATOMY LABORATORY IN A UNIVERSITY

ทัตดาว พาหาทรัพย์อนันต์^{1*} ซูรายีนี เจ๊ะสือแม² ซูราญา สามแม² ซัลวานา ยูโซ๊ะ² อิลฮัม บินดามะ²

Taddao Pahasup-anan^{1*} Surainee Chesuemae² Suraya Samae² Salwana Yusoh²

Ilham Bindamae²

¹ อาจารย์ประจำสาขาวิชาอาชีวอนามัย ความปลอดภัยและสิ่งแวดล้อม คณะสาธารณสุขศาสตร์ มหาวิทยาลัยเวสเทิร์น

² นักศึกษาหลักสูตรสาธารณสุขศาสตรบัณฑิต คณะสาธารณสุขศาสตร์ มหาวิทยาลัยเวสเทิร์น

*Corresponding author, E-mail: tad_daw@hotmail.com

Received : 19 Jun 2020

Revised : 25 Jun 2020

Accepted : 28 Jun 2020

บทคัดย่อ

งานวิจัยนี้เป็นการศึกษาเพื่อทำการประเมินความเสี่ยงต่อการเกิดมะเร็งจากการรับสัมผัสสารฟอร์มัลดีไฮด์ทางการหายใจของนักศึกษาทันตแพทย์ในมหาวิทยาลัยแห่งหนึ่งขณะเรียนปฏิบัติการกายวิภาคศาสตร์ในห้องปฏิบัติการกายวิภาคศาสตร์ โดยใช้วิธีการประเมินความเสี่ยงของ United States Environmental Protection Agency (U.S.EPA) การดำเนินงานวิจัยใช้วิธีการเก็บตัวอย่างสารฟอร์มัลดีไฮด์ในอากาศตามวิธีของ NIOSH Method 2016 โดยทำการติดตั้งอุปกรณ์และเก็บตัวอย่างในระดับหายใจ โดยใช้หลอดเก็บตัวอย่างชนิด 2,4-dinitrophenylhydrazine และวิเคราะห์หาปริมาณของสารฟอร์มัลดีไฮด์ด้วยวิธี High Performance Liquid Chromatography (HPLC) จากนั้นนำผลการวิเคราะห์ความเข้มข้นของสารฟอร์มัลดีไฮด์ไปประเมินความเสี่ยงต่อการเกิดมะเร็ง จากผลการวิเคราะห์พบว่าค่าเฉลี่ยความเข้มข้นของสารฟอร์มัลดีไฮด์ในห้องปฏิบัติการกายวิภาคศาสตร์ มีค่าเท่ากับ 0.155 ppm (0.126 มิลลิกรัมต่อลูกบาศก์เมตร) และจากการประเมินค่าความเสี่ยงต่อการเกิดมะเร็งตลอดช่วงอายุ (78 ปี) พบว่า มีค่าความเสี่ยงต่อการเกิดมะเร็งเท่ากับ 2.16×10^{-7} ซึ่งอยู่ในระดับที่ยอมรับได้ตามข้อกำหนดของ U.S.EPA คือ น้อยกว่า 1×10^{-6} หรือความเสี่ยงต่อการเกิดมะเร็งมีน้อยกว่า 1 คนต่อประชากรหนึ่งล้านคน

คำสำคัญ: ฟอร์มัลดีไฮด์, ห้องปฏิบัติการกายวิภาค, การประเมินความเสี่ยงการเกิดมะเร็ง

Abstract

This research is a study to assess the risk of cancer of formaldehyde exposure via inhalation among dental students in a university during gross anatomy laboratory. The cancer risk assessment was determined according to the United States Environmental Protection Agency (U.S. EPA). The concentration of formaldehyde (FA) in the gross anatomy laboratory ambient air was collected by following the NIOSH Method 2016. The air sample were collected in the breathing zone using 2,4-dinitrophenylhydrazine coated silica gel tubes, and the concentration was analyzed by High Performance Liquid Chromatography (HPLC). The average of FA

concentrations in the anatomy laboratory room was 0.155 ppm (0.126 mg/m³). For the lifetime cancer risk (78 years), the average cancer risk among dental students was 2.16×10^{-7} . The result was within the acceptable level of the EPA criteria, which defined as 1×10^{-6} indicating the risk of cancer less than 1 person per one million people.

Keywords: Formaldehyde, Gross Anatomy Laboratory, Cancer Risk Assessment

1. บทนำ

ฟอร์มาลดีไฮด์ (Formaldehyde) เป็นสารเคมีที่มีกลิ่นฉุนรุนแรง นิยมใช้อย่างแพร่หลายในการเป็นสารตั้งต้นหรือวัตถุดิบในอุตสาหกรรม เช่น อุตสาหกรรมการผลิตเส้นใยสังเคราะห์ อุตสาหกรรมกระดาษ อุตสาหกรรมเฟอร์นิเจอร์ไม้และการผลิตไม้อัด และอุตสาหกรรมการผลิตเรซินสังเคราะห์ ตลอดจนถูกนำมาใช้ประโยชน์ในด้านการแพทย์ [1] ในทางการแพทย์ ฟอร์มาลดีไฮด์ในรูปของสารละลายที่เป็นของเหลวหรือเรียกว่าฟอร์มาลิน (Formalin) ที่มีการใช้ในปริมาณสูงในห้องปฏิบัติการทางการแพทย์ เช่น การคงสภาพศพในงานนิติเวชวิทยา นอกจากนี้ยังใช้ในการคงสภาพสิ่งส่งตรวจหรือชิ้นเนื้อเพื่อส่งตรวจหาพยาธิสภาพของโรคต่างๆ ของหน่วยงานด้านพยาธิวิทยาและปรสิตวิทยาในโรงพยาบาล ใช้เป็นน้ำยาฆ่าเชื้อโรค และใช้ในแช่ดองร่างกายอาจารย์ใหญ่เพื่อศึกษาในวิชากายวิภาคศาสตร์ของนักศึกษาแพทย์หรือพยาบาล ดังนั้นพื้นที่ในบริเวณห้องปฏิบัติการทางการแพทย์ เช่น ห้องปฏิบัติการนิติเวชวิทยา ห้องปฏิบัติการพยาธิและปรสิตวิทยา และห้องปฏิบัติการกายวิภาคศาสตร์ จึงมีโอกาสมิฉะนั้นจะมีการปนเปื้อนฟอร์มาลดีไฮด์ในอากาศ ซึ่งนอกจากจะส่งผลกระทบต่อคุณภาพอากาศในอาคารแล้ว ยังอาจส่งผลกระทบต่อบุคลากรหรือบุคคลที่ต้องไปปฏิบัติงานในห้องปฏิบัติการดังกล่าว เช่น พนักงานรักษาพยาบาล เจ้าหน้าที่ตรวจสอบศพ เจ้าหน้าที่วิทยาศาสตร์ แพทย์ พยาบาล อาจารย์และนักศึกษาแพทย์หรือพยาบาล ซึ่งอาจมีความเสี่ยงที่จะได้รับอันตรายจากการสัมผัสสารฟอร์มาลดีไฮด์ที่ระเหยปะปนอยู่ในอากาศภายในห้องปฏิบัติการ [2]

มีการศึกษาเกี่ยวกับผลกระทบต่อสุขภาพจากการสัมผัสฟอร์มาลดีไฮด์ในกลุ่มนักศึกษาแพทย์ เจ้าหน้าที่ และคณาจารย์ที่ปฏิบัติงานในห้องปฏิบัติการกายวิภาค ของมหาวิทยาลัยขอนแก่น ประเทศอียิปต์ พบว่ากลุ่มตัวอย่างมีอาการคันในตา ระคายเคืองตา น้ำตาไหล แสบจมูก ผื่นหนังแฉกผดผื่น เป็นผื่น แพ้ ผื่นหนังอักเสบ ระคายเคืองระบบทางเดินหายใจ และมีอาการของโรคหอบหืด [3] นอกจากนี้ยังมีการศึกษายืนยันว่าฟอร์มาลดีไฮด์เป็นสาเหตุทำให้เกิดโรคมะเร็งในมนุษย์ [4] จากการศึกษาเพื่อประเมินความเสี่ยงต่อสุขภาพจากการปฏิบัติงานกับสารฟอร์มาลดีไฮด์ของบุคลากรห้องปฏิบัติการทางการแพทย์จำนวน 33 คน ที่ปฏิบัติงานในห้องปฏิบัติการพยาธิวิทยา ห้องปฏิบัติการกายวิภาคศาสตร์ ห้องปฏิบัติการปรสิตวิทยา และห้องปฏิบัติการนิติเวชวิทยา พบว่าเมื่อพิจารณาความรุนแรงด้านการก่อให้เกิดโรคมะเร็ง บุคลากรส่วนใหญ่ ร้อยละ 57.6 มีความเสี่ยงอยู่ในระดับสูง [2] นอกจากนี้ จากการประเมินความเสี่ยงการเกิดมะเร็งจากการรับสัมผัสฟอร์มาลดีไฮด์ทางการหายใจของเจ้าหน้าที่ผ่าและรักษาศพ ของโรงพยาบาลรัฐบาลในกรุงเทพมหานคร จำนวน 42 คน โดยใช้หลักเกณฑ์และวิธีการประเมินความเสี่ยงตามแนวทางของ United States Environmental Protection Agency (U.S.EPA) จากการประเมินระดับความเสี่ยงปัจจุบัน เมื่อคิดระยะเวลาการสัมผัสตามอายุงานของผู้ปฏิบัติงาน พบว่า ระดับความเสี่ยงเฉลี่ยเท่ากับ $1.97 \times 10^{-4} \pm 2.18 \times 10^{-4}$ หรือมีความเสี่ยงต่อการเกิดมะเร็ง 2 คน ต่อประชากร 10,000 คน และหากผู้ปฏิบัติงานทำงานในตำแหน่งเดิมและในสภาพแวดล้อมเดิมจนเกษียณ (อายุ 60 ปี) จะมีระดับความเสี่ยงต่อการเกิดมะเร็งเท่ากับ $5.05 \times 10^{-4} \pm 4.88 \times 10^{-4}$ หรือมีความเสี่ยงต่อการเกิดมะเร็ง 5 คน ต่อประชากร 10,000 คน ซึ่งอยู่ในระดับที่ยอมรับไม่ได้ [5] และจากผลการศึกษาความเสี่ยงการเกิดมะเร็งจากการได้รับสัมผัสฟอร์มาลดีไฮด์ของนักศึกษาแพทย์ที่เรียนภาคปฏิบัติทางกายวิภาคส่วนหลัง รยางค์ส่วนบนและรยางค์ส่วนล่าง ในระยะเวลา 1 ปี และการทำนายความเสี่ยงเมื่อได้รับระยะเวลา 2, 5 และ 10 ปี มีระดับความเสี่ยงเฉลี่ยเท่ากับ 3.84×10^{-7} , 7.67×10^{-7} , 1.92×10^{-6} และ 3.84×10^{-6} ตามลำดับ ซึ่งจะเห็นว่าถ้านักศึกษาได้รับสัมผัสฟอร์มาลดีไฮด์ทางการหายใจใน

ห้องปฏิบัติการกายวิภาคสภาพแวดล้อมเดิมเป็นระยะเวลา 5 ปี และ 10 ปี จะมีความเสี่ยงการเกิดมะเร็งอยู่ในระดับที่ยอมรับไม่ได้ตามเกณฑ์ของ U.S.EPA [6]

กลุ่มนิสิตนักศึกษาที่มีการเรียนในห้องปฏิบัติการทางกายวิภาคเป็นกลุ่มที่มีความเสี่ยงจากการได้รับสัมผัสสารฟอร์มาลดีไฮด์จากร่างของอาจารย์ใหญ่ (Cadaver) [6] การปฏิบัติตนในห้องปฏิบัติการอย่างขาดการป้องกันที่เหมาะสมอาจก่อให้เกิดผลกระทบต่องานสุขภาพ ซึ่งส่งผลต่อคุณภาพชีวิตการทำงานและการเรียนของผู้ปฏิบัติงานได้ ดังนั้น การศึกษานี้จึงมีวัตถุประสงค์เพื่อประเมินความเสี่ยงต่อการเกิดมะเร็งจากการสัมผัสสารฟอร์มาลดีไฮด์ของนักศึกษาทันตแพทย์ขณะเรียนปฏิบัติการทางกายวิภาค เพื่อเสนอแนะแนวทางในการควบคุมป้องกันอันตรายต่อสุขภาพจากการสัมผัสสารฟอร์มาลดีไฮด์ และเป็นข้อมูลพื้นฐานในการวางแผนทางเฝ้าระวังอันตราย และแนวปฏิบัติสำหรับห้องปฏิบัติการทางกายวิภาคศาสตร์ในสถาบันการศึกษาต่อไปในอนาคต

2. วิธีการดำเนินการวิจัย

2.1 การเก็บตัวอย่างฟอร์มาลดีไฮด์ในอากาศ

การศึกษานี้ทำการเก็บตัวอย่างฟอร์มาลดีไฮด์ในอากาศภายในห้องปฏิบัติการทางกายวิภาคศาสตร์ของมหาวิทยาลัยแห่งหนึ่ง โดยชุดอุปกรณ์และวิธีเก็บตัวอย่างอ้างอิงตามมาตรฐานของ National Institute of Occupational Safety and Health: NIOSH (Formaldehyde: Method 2016) [7] โดยทำการติดตั้งชุดอุปกรณ์เก็บตัวอย่างแบบ พื้นที่ (Area sampling) ทั้งหมด 5 ตำแหน่ง กระจายไปตามพื้นที่ห้องปฏิบัติการในบริเวณที่เป็นเสมือนตัวแทนการรับสัมผัสสารฟอร์มาลดีไฮด์ของนักศึกษาทันตแพทย์ในขณะเรียน ชุดอุปกรณ์เก็บตัวอย่างจะใช้หลอดเก็บตัวอย่างอากาศชนิด 2,4-dinitrophenylhydrazine coated silica gel ต่อเข้ากับปั๊มดูดอากาศชนิดพกพา ที่ผ่านการปรับเทียบความถูกต้องแล้ว โดยใช้อัตราการไหลในการดูดอากาศ 0.5 ลิตรต่อนาที ใช้ระยะเวลาในการเก็บตัวอย่างอากาศ 30 นาที โดยติดตั้งชุดอุปกรณ์เก็บตัวอย่างให้ตำแหน่งทางเข้าของอากาศอยู่สูงจากพื้นที่ระดับหายใจ (Breathing zone) (รูปที่ 1ก) ทำการเก็บตัวอย่างในแต่ละจุดซ้ำ 2 ครั้ง เมื่อเก็บตัวอย่างครบตามกำหนดเวลา หลอดเก็บตัวอย่างจะถูกบรรจุอยู่ในถุงซิปล็อคและเก็บรักษาอุณหภูมิตามที่วิธีมาตรฐานกำหนดจนมาถึงห้องปฏิบัติการเพื่อทำการวิเคราะห์

2.2 การวิเคราะห์หาปริมาณฟอร์มาลดีไฮด์

การเตรียมตัวอย่างสำหรับการวิเคราะห์หาสารฟอร์มาลดีไฮด์ ใช้สาร Acetonitrile (HPLC grade) เพื่อสกัดสารฟอร์มาลดีไฮด์ออกจากหลอดเก็บตัวอย่าง โดยใช้ Syringe ดูดสาร Acetonitrile ปริมาณ 5 มิลลิลิตร ผสมเข้ากับหลอดตัวอย่าง รองสารที่ถูกสกัดออกมาด้วยขวดวัดปริมาตร ทำการปรับปริมาตรด้วยสาร Acetonitrile ให้สารละลายมีปริมาตรเท่ากับ 5 มิลลิลิตร จากนั้นใช้ไมโครปิเปตดูดสารใส่ขวด vial แล้วปิดด้วยฝาที่มีเซฟตี้ และวิเคราะห์ด้วยเทคนิค High Performance Liquid Chromatography (HPLC) คอลัมน์ที่ใช้คือ Inertsil ODS-3 (4.0×10 mm, 5 μm) Detector คือ UV ที่ความยาวคลื่น 360 นาโนเมตร เฟสเคลื่อนที่คือ Acetonitrile:H₂O ในอัตราส่วน 60:40 ทำการหาปริมาณสารฟอร์มาลดีไฮด์โดยเทียบกับกราฟสารละลายมาตรฐาน (Calibration curve) ที่เตรียมขึ้นจากสารละลายมาตรฐานฟอร์มาลดีไฮด์ที่มีความเข้มข้น 0.1 – 20 ไมโครกรัมต่อมิลลิลิตร โดยมีค่า Correlation of Regression (R²) เท่ากับ 0.9974 และจากนั้นคำนวณหาความเข้มข้นของฟอร์มาลดีไฮด์ในอากาศได้จากสมการ ดังนี้

$$C = [(X_A - X_B) \times V_S] / \text{volume of air} \quad (1)$$

เมื่อ C (μg/m³) คือความเข้มข้นของสารฟอร์มาลดีไฮด์ในอากาศ, X_A (μg/ml) คือความเข้มข้นของสารฟอร์มาลดีไฮด์ในตัวอย่าง, X_B (μg/ml) คือความเข้มข้นของฟอร์มาลดีไฮด์ใน blank และ V_S ปริมาตรของตัวอย่าง เท่ากับ 5 ml [8] ซึ่งผลการคำนวณความเข้มข้นที่ได้จะนำไปใช้ในการประเมินความเสี่ยงต่อการเกิดมะเร็งต่อไป



รูปที่ 1 ก) การติดตั้งชุดอุปกรณ์เก็บตัวอย่างฟอร์มัลดีไฮด์ในห้องปฏิบัติการกายวิภาค ข) ชุดอุปกรณ์เก็บตัวอย่างอากาศ และ ค) หลอดเก็บตัวอย่างอากาศ

2.3 การประเมินความเสี่ยงต่อการเกิดมะเร็ง

การประเมินความเสี่ยงต่อการเกิดมะเร็ง ใช้วิธีการประเมินตามแนวทางของ United States Environmental Protection Agency (U.S.EPA.) [9] ประเมินจากช่องทางการรับสารผ่านทางการหายใจ ซึ่งเป็นช่องทางหลักของการรับสัมผัสสารฟอร์มัลดีไฮด์ การประเมินจะพิจารณาจากระยะเวลาที่นักศึกษาทันตแพทย์ถ้าจะต้องเรียนในห้องปฏิบัติการกายวิภาค โดยใช้ช่วงระยะเวลาการรับสัมผัสของนักศึกษาทันตแพทย์ชั้นปีที่ 1 ที่จะต้องเรียนปฏิบัติการวิชำมหากายวิภาคศาสตร์มนุษย์ 1 และมหากายวิภาคศาสตร์มนุษย์ 2 ในห้องปฏิบัติการกายวิภาคศาสตร์ เพื่อประเมินว่านักศึกษาทันตแพทย์มีโอกาสที่จะได้รับสัมผัสฟอร์มัลดีไฮด์ผ่านทางการหายใจปริมาณเท่าใด และจากสภาพแวดล้อมดังกล่าวมีความเสี่ยงต่อการเกิดมะเร็งในระดับใด สมการที่ใช้ในการคำนวณเพื่อประเมินการรับสัมผัสสารทางการหายใจ (EC) แสดงดังสมการที่ (2) และคำนวณค่าความเสี่ยงต่อการเกิดมะเร็ง โดยสมการที่ (3)

$$EC = (C \times ET \times EF \times ED)/AT \quad (2)$$

$$\text{Cancer risk} = EC \times IUR \quad (3)$$

โดยตัวแปรและความหมายสำหรับการคำนวณค่าความเสี่ยงต่อการเกิดมะเร็ง แสดงดังตารางที่ 1 ถ้าผลการคำนวณค่าความเสี่ยงต่อการเกิดมะเร็ง Cancer risk น้อยกว่า 1×10^{-6} หรือความเสี่ยงต่อการเกิดมะเร็งน้อยกว่า 1 คน ต่อประชากร 1 ล้านคน แสดงว่าความเสี่ยงต่อการเกิดมะเร็งจากปริมาณฟอร์มัลดีไฮด์ที่ได้รับอยู่ในระดับที่ยอมรับได้ [6,12]

ตารางที่ 1 ตัวแปร ความหมาย และค่าตัวแปรสำหรับการคำนวณค่าความเสี่ยงต่อการเกิดมะเร็ง

ตัวแปร	ความหมาย	หน่วย	ค่าตัวแปร
C	ความเข้มข้นของฟอร์มัลดีไฮด์	$\mu\text{g}/\text{m}^3$	จากการเก็บตัวอย่างฟอร์มัลดีไฮด์
ET	จำนวนชั่วโมงการรับสัมผัสต่อวัน	ชั่วโมง/วัน	ระยะเวลาเรียนต่อวัน = 3 ชั่วโมง/วัน
EF	ความถี่การรับสัมผัสต่อปี	วัน/ปี	มีการเรียนปฏิบัติการกายวิภาค = 30 วัน/ปี
ED	ระยะเวลาที่สัมผัส	ปี	ระยะเวลาที่นักศึกษาสัมผัส = 1 ปี
AT	ระยะเวลาที่สารเคมีส่งผลต่อสุขภาพ	วัน	ระยะเวลาเฉลี่ยที่สารเคมีส่งผลต่อสุขภาพ สำหรับการเกิดมะเร็งคือ 78 ปี = 78×365 = 28,470 วัน [10]
IUR	Inhalation unit risk ของฟอร์มัลดีไฮด์	$1/(\mu\text{g}/\text{m}^3)$	$1.3 \times 10^{-5} 1/(\mu\text{g}/\text{m}^3)$ [11]

3. ผลการวิจัย

3.1 ปริมาณฟอร์มัลดีไฮด์ในห้องปฏิบัติการ

จากการประเมินปริมาณฟอร์มัลดีไฮด์ในห้องปฏิบัติการกายวิภาค พบว่า ค่าเฉลี่ยความเข้มข้นของฟอร์มัลดีไฮด์จากการเก็บตัวอย่าง 5 จุด มีค่าเท่ากับ 0.126 ± 0.039 มิลลิกรัมต่อลูกบาศก์เมตร หรือ 0.155 ± 0.048 ppm ซึ่งเมื่อเปรียบเทียบกับค่าความเข้มข้นที่ตรวจวัดได้ในห้องปฏิบัติการกับค่า PEL-STEEL ของ OSHA ที่กำหนดไว้เท่ากับ 2 ppm พบว่าค่าความเข้มข้นของฟอร์มัลดีไฮด์ที่ตรวจวัดได้ไม่เกินจากค่ามาตรฐาน และเมื่อเปรียบเทียบกับค่า TLV-STEEL ของ ACGIH ที่กำหนดไว้เท่ากับ 0.3 ppm พบว่าค่าที่ตรวจวัดได้ไม่เกินจากค่ามาตรฐานเช่นกัน แต่เมื่อเปรียบเทียบกับค่า REL-C ของ NIOSH ซึ่งกำหนดไว้ที่ 0.1 ppm พบว่าค่าตรวจวัดได้เกินจากที่มาตรฐานกำหนด และสำหรับมาตรฐานของประเทศไทยที่ออกโดยกรมสวัสดิการและคุ้มครองแรงงาน กำหนดค่าขีดจำกัดการรับสัมผัสสำหรับสารฟอร์มัลดีไฮด์ไว้ 2 ค่า คือ TWA กำหนดไว้ที่ 0.75 ppm และ STEEL กำหนดไว้ที่ 2 ppm ซึ่งค่าตรวจวัดได้ไม่เกินมาตรฐาน ดังแสดงตารางที่ 2

ตารางที่ 2 ตารางเปรียบเทียบปริมาณฟอร์มัลดีไฮด์ที่ตรวจวัดได้กับมาตรฐานต่าง ๆ

องค์กรที่กำหนดมาตรฐาน	มาตรฐาน	ค่ามาตรฐาน (ppm)
OSHA	PEL-STEEL	2
ACGIH	TLV-STEEL	0.3
NIOSH	REL-C	0.1
กรมสวัสดิการและคุ้มครองแรงงาน	TLV-TWA	0.75
กรมสวัสดิการและคุ้มครองแรงงาน	TLV-STEEL	2
ห้องปฏิบัติการกายวิภาคศาสตร์สำหรับงานวิจัยนี้		0.155

PEL: Permissible Exposure Limit กฎหมายที่ใช้ในสหรัฐอเมริกาสำหรับระดับการรับสัมผัสต่อสารเคมี

TLV: Threshold Limit Value มาตรฐานค่าขีดจำกัดการรับสัมผัส

REL: Recommended Exposure Limit แนะนำว่าเป็นระดับความเข้มข้นของสารที่เมื่อได้รับสัมผัสจะไม่อันตรายต่อสุขภาพ

TWA: Time Weighted Average ค่าเฉลี่ยความเข้มข้นของสารที่รับสัมผัสตลอด 8 ชั่วโมงต่อวัน

STEEL: Short Term Exposure Limit ค่าความเข้มข้นของสารที่ได้รับสัมผัสได้ในช่วงเวลาสั้น (15-30 นาที)

C: Ceiling ค่าความเข้มข้นของสารซึ่งไม่ควรจะให้สูงกว่านี้

3.2 ความเสี่ยงของฟอร์มัลดีไฮด์ต่อการเกิดมะเร็ง

จากผลการประเมินการรับสัมผัสสารฟอร์มัลดีไฮด์ในห้องปฏิบัติการกายวิภาคศาสตร์ทางการหายใจของนักศึกษาทันตแพทย์ถ้าจะต้องเรียนภาคปฏิบัติทางกายวิภาคในสภาพแวดล้อมที่เก็บตัวอย่างใน 1 ปี พบว่า นักศึกษาทันตแพทย์มีโอกาสที่จะได้รับสัมผัสสารฟอร์มัลดีไฮด์ผ่านทางทางการหายใจ (EC) เท่ากับ 0.017 ไมโครกรัมต่อลูกบาศก์เมตร และที่ระดับการรับสัมผัสนี้คำนวณค่าความเสี่ยงต่อการเกิดมะเร็งของนักศึกษาทันตแพทย์ได้เท่ากับ 2.16×10^{-7} ซึ่งอยู่ในเกณฑ์ที่ยอมรับได้ ถ้าหากนักศึกษามีการเรียนภาคปฏิบัติทางกายวิภาคในสภาพแวดล้อมเดิมเป็นระยะเวลา 2 ปี นักศึกษาทันตแพทย์มีโอกาสที่จะได้รับสัมผัสสารฟอร์มัลดีไฮด์ผ่านทางทางการหายใจเท่ากับ 0.033 ไมโครกรัมต่อลูกบาศก์เมตร และการทำนายความเสี่ยงต่อการเกิดมะเร็งเท่ากับ 4.31×10^{-7} ซึ่งอยู่ในเกณฑ์ระดับที่ความเสี่ยงยอมรับได้ตามเกณฑ์ที่เสนอแนะโดย U.S.EPA. ดังแสดงในตารางที่ 3

ตารางที่ 3 การรับสัมผัสฟอร์มัลดีไฮด์ผ่านการหายใจและความเสี่ยงต่อการเกิดมะเร็ง

ระยะเวลาการรับสัมผัส	การรับสัมผัสทางการหายใจ (EC) ($\mu\text{g}/\text{m}^3$)	ความเสี่ยงต่อการเกิดมะเร็ง
1 ปี	0.017	2.16×10^{-7}
2 ปี	0.033	4.31×10^{-7}

4. อภิปรายและสรุปผล

จากผลการประเมินปริมาณฟอร์มัลดีไฮด์ในอากาศในห้องปฏิบัติการกายวิภาคศาสตร์พบว่ามีค่าเฉลี่ยเท่ากับ 0.126 ± 0.039 มิลลิกรัมต่อลูกบาศก์เมตร หรือ 0.155 ± 0.048 ppm ซึ่งเมื่อเปรียบเทียบกับมาตรฐานซึ่งเป็นค่าเสนอแนะของ NIOSH- Ceiling ที่กำหนดไว้ว่าค่าความเข้มข้นของฟอร์มัลดีไฮด์ในบรรยากาศการทำงานต้องไม่เกิน 0.1 ppm พบว่า ปริมาณฟอร์มัลดีไฮด์ที่ตรวจวัดได้มีค่าสูงกว่าค่าที่เสนอแนะไว้ และเมื่อเปรียบเทียบค่าที่ตรวจวัดได้ในงานวิจัยนี้กับผลการศึกษาที่ผ่านมา อาทิ กมลวรรณ พรหมเทศ และคณะ ที่ทำการตรวจวัดปริมาณฟอร์มัลดีไฮด์ในสิ่งแวดล้อมภายในห้องปฏิบัติการกายวิภาคระหว่างการเรียนปฏิบัติการทางกายวิภาคของนักศึกษาแพทย์พบว่ามีค่าเฉลี่ยความเข้มข้นของสารเท่ากับ 0.38 ± 0.23 มิลลิกรัมต่อลูกบาศก์เมตร [6] และผลการศึกษาของ Lakchayapakorn และ Watchalayarn ที่ทำการตรวจวัดความเข้มข้นของฟอร์มัลดีไฮด์ในบรรยากาศแบบพื้นที่ทั่วไปในห้องปฏิบัติการกายวิภาคระหว่างการเรียนผ่าร่างอาจารย์ใหญ่ของนักศึกษาแพทย์ ซึ่งผลการตรวจวัดความเข้มข้นของฟอร์มัลดีไฮด์มีค่าเฉลี่ยอยู่ระหว่าง 0.401 - 0.581 ppm [13] ซึ่งมีค่าความเข้มข้นฟอร์มัลดีไฮด์มากกว่าผลการศึกษาของงานวิจัยนี้ แต่จากผลการศึกษาของ แก้ว ขจรไชยกูล ที่ทำการตรวจวัดปริมาณฟอร์มัลดีไฮด์ในห้องปฏิบัติการกายวิภาคของโรงพยาบาลจุฬาลงกรณ์ ซึ่งผลการตรวจวัดความเข้มข้นของฟอร์มัลดีไฮด์มีค่าเฉลี่ยเท่ากับ 107.57 ppb (0.108 ppm) [14] พบว่า งานวิจัยนี้มีค่าความเข้มข้นของฟอร์มัลดีไฮด์ในห้องปฏิบัติการสูงกว่า ซึ่งปัจจัยที่ส่งผลต่อปริมาณฟอร์มัลดีไฮด์ในอากาศภายในห้องปฏิบัติการกายวิภาคขึ้นอยู่กับพื้นที่เปิดร่างอาจารย์ใหญ่ อุณหภูมิ ความชื้น [6] และการระบายอากาศ [14] ภายในห้อง

ผลจากการประเมินระดับการรับสัมผัสสารฟอร์มัลดีไฮด์ทางการหายใจที่นักศึกษาทันตแพทย์มีโอกาสจะได้รับสัมผัสเมื่อเรียนในห้องปฏิบัติการกายวิภาคในระยะเวลา 1 ปี มีค่าเท่ากับ 0.017 ไมโครกรัมต่อลูกบาศก์เมตร และที่ระดับการรับสัมผัสนี้คำนวณค่าความเสี่ยงต่อการเกิดมะเร็งของนักศึกษาทันตแพทย์ได้เท่ากับ 2.16×10^{-7} ซึ่งอยู่ในเกณฑ์ที่ยอมรับได้ และถ้าหากนักศึกษามีการเรียนภาคปฏิบัติทางกายวิภาคในสภาพแวดล้อมเดิมเป็นระยะเวลา 2 ปี หากระดับความเข้มข้นของฟอร์มัลดีไฮด์เท่าเดิม นักศึกษาทันตแพทย์มีโอกาสที่จะได้รับสัมผัสสารฟอร์มัลดีไฮด์ผ่านทางทางการหายใจเท่ากับ 0.033 ไมโครกรัมต่อลูกบาศก์เมตร และการทำนายความเสี่ยงต่อการเกิดมะเร็งเท่ากับ 4.31×10^{-7} ซึ่งอยู่ในระดับ

ความเสี่ยงที่ยอมรับได้ตามเกณฑ์ของ U.S.EPA. ที่เสนอแนะระดับความเสี่ยงที่ยอมรับได้ต้องน้อยกว่า 1×10^{-6} หรือความเสี่ยงต่อการเกิดมะเร็งน้อยกว่า 1 คน ต่อประชากร 1 ล้านคน จากผลการประเมินความเสี่ยงจะเห็นได้ว่าเมื่อระยะเวลาในการสัมผัสสารเพิ่มมากขึ้น และอยู่ในสภาพแวดล้อมที่มีระดับความเข้มข้นของฟอร์มาลดีไฮด์แบบเดิม ระดับความเสี่ยงต่อการเกิดมะเร็งจะเพิ่มมากขึ้น ซึ่งผลการศึกษาที่สอดคล้องกับผลการศึกษาของ กมลวรรณ พรหมเทศ และคณะ ซึ่งทำการประเมินความเสี่ยงการเกิดมะเร็งของนักศึกษาแพทย์ขณะเรียนในห้องปฏิบัติการกายวิภาคใน 1 ปี มีความเสี่ยงเท่ากับ 3.84×10^{-7} และเมื่อทำนายความเสี่ยงจากการรับสัมผัสสารเป็นเวลา 2, 5, และ 10 ปี ระดับความเสี่ยงจะมีค่า 7.67×10^{-7} , 1.92×10^{-6} และ 3.84×10^{-6} ตามลำดับ [6] และเช่นเดียวกันกับผลการศึกษาของ วรกมล บุญโยธิน และคณะ ที่ทำการศึกษารับสัมผัสฟอร์มาลดีไฮด์ผ่านการหายใจของเจ้าหน้าที่ผ่าและรักษาศพ ซึ่งผลการประเมินความเสี่ยงการเกิดมะเร็งในปัจจุบันเท่ากับ 1.97×10^{-4} และเมื่อทำนายความเสี่ยงหากพนักงานทำหน้าที่นั้นจนเกษียณ ค่าเฉลี่ยความเสี่ยงการเกิดมะเร็งจะมีค่าเท่ากับ 5.04×10^{-4} [5] อย่างไรก็ตาม แม้ผลการศึกษาที่พบว่าระดับความเสี่ยงอยู่ในเกณฑ์ที่ยอมรับได้ แต่ควรมีมาตรฐานเพื่อควบคุมและป้องกันไม่ให้เกิดความเสี่ยงมีระดับเพิ่มสูงขึ้น เช่น การเฝ้าระวังด้านสิ่งแวดล้อม (Hazard surveillance) โดยการประเมินปริมาณฟอร์มาลดีไฮด์ในสิ่งแวดล้อม และการประเมินการรับสัมผัสฟอร์มาลดีไฮด์ของผู้ที่ต้องปฏิบัติงานในห้องปฏิบัติการอย่างต่อเนื่อง และการเฝ้าระวังด้านสุขภาพ (Health surveillance) ได้แก่ การตรวจสุขภาพทั่วไป หรือการตรวจสุขภาพตามปัจจัยเสี่ยง เป็นต้น [15] รวมถึงติดตั้งและควบคุมในห้องปฏิบัติการมีระบบหมุนเวียนหรือระบบระบายอากาศที่เหมาะสม และมีการตรวจสอบประสิทธิภาพของระบบระบายอากาศอย่างสม่ำเสมอ [5] ตลอดจนสวมใส่อุปกรณ์ป้องกันอันตรายส่วนบุคคลตลอดระยะเวลาที่อยู่ในห้องปฏิบัติการ และเลือกใช้อุปกรณ์ที่มีประสิทธิภาพในการป้องกันฟอร์มาลดีไฮด์ เช่น class FFP 2 anti-odor mask, หน้ากาก N-95, หน้ากากอนามัยที่มี activated carbon, แว่นตากันสารเคมี, และถุงมือยาง เป็นต้น [5,13]

5. กิตติกรรมประกาศ

การวิจัยนี้ได้รับทุนสนับสนุนจากมหาวิทยาลัยเวสเทิร์น ปีงบประมาณ 2561

6. เอกสารอ้างอิง

- [1] วิวัฒน์ เอกบุรณะวัฒน์, “ตรวจการสัมผัสฟอร์มาลดีไฮด์ (Formaldehyde) ด้วยกรดฟอร์มิก (Formic acid) ได้หรือไม่”, การตรวจตัวบ่งชี้ทางชีวภาพของสารเคมีในอุตสาหกรรม, มูลนิธิสมาอาชีวฯ, ชลบุรี, 5 มกราคม, 2562.
- [2] อุมการ ธงสันเทียะ และสุนิสา ซายเกลี้ยง, “การสัมผัสสารฟอร์มาลดีไฮด์ของบุคคลในห้องปฏิบัติการทางกายวิภาค”, วารสารความปลอดภัยและสิ่งแวดล้อม, 25(1), 2559, pp. 18-27.
- [3] N.S.M. Elshaer, and M.A.E. Mahmoud, “Toxic Effects of Formalin-treated Cadaver on Medical Students, Staff Members, and Workers in The Alexandria Faculty of Medicine”, *Alexandria Journal of Medicine*, 53(2017), 2017, pp. 337-343.
- [4] International Agency for Research on Cancer. *IARC Monographs on the evaluation of carcinogenic risks to humans Vol. 100F – Chemical agents and related occupations*, Lyon: IARC, 2012.
- [5] วรกมล บุญโยธิน, วันทนีย์ พันธุ์ประสิทธิ์ และทัศนพงษ์ ตันติปัจพร, “การประเมินความเสี่ยงต่อการเกิดมะเร็งจากการสัมผัสฟอร์มาลดีไฮด์ทางการหายใจของเจ้าหน้าที่ผ่าศพและรักษาศพ”, *วารสารเวชสารแพทย์ทหารบก.* 71(1), 2561, pp. 39-49.
- [6] กมลวรรณ พรหมเทศ, อรรวรรณ แก้วบุญชู, กิตติพงษ์ หาญเจริญ, และฉัตรชัย เอกปัญญาสกุล, “การประเมินความเสี่ยงต่อการเกิดมะเร็งของการรับสัมผัสฟอร์มาลดีไฮด์ทางการหายใจในนิสิตแพทย์ระหว่างเรียนภาคปฏิบัติทางกายวิภาค”. *วารสารพิษวิทยาไทย*, 29(1-2), 2557, pp. 8-22.

[7] National Institute of Occupational Safety and Health (NIOSH), "Formaldehyde: Method 2016", NIOSH Manual of Analytical Methods (MNAM) Fourth Edition, 2003.

[8] N. Kanjanasiranont, T. Prueksasit, D. Morknuy et al., "Determination of ambient air concentrations and personal exposure risk levels of outdoor workers to carbonyl compounds and BTEX in the inner city of Bangkok, Thailand", *Atmospheric Pollution Research*, 7, 2016, pp. 268-277.

[9] United States Environmental Protection Agency. (2020, June, 17). Risk Assessment Guidance for Superfund Volume I: Human Health Evaluation Manual (Part F, Supplemental Guidance for Inhalation Risk Assessment), [Online] Available: https://www.epa.gov/sites/production/files/2015-09/documents/partf_200901_final.pdf.

[10] United States Environmental Protection Agency. (2020, June, 17). Exposure Factors Handbook 2011 Edition (Final Report) EFH: Chapter 18 Lifetime, [Online] Available: <https://cfpub.epa.gov/ncea/risk/recordisplay.cfm?deid=236252>.

[11] United States Environmental Protection Agency. (2020, June, 17). Formaldehyde; CASRN 50-00-0, [Online] Available: https://cfpub.epa.gov/ncea/iris/iris_documents/documents/subst/0419_summary.pdf.

[12] N. Kanjanasiranont, T. Prueksasit, and D. Morknuy, "Inhalation exposure and health risk levels to BTEX and carbonyl compounds of traffic policeman working in the inner city of Bangkok, Thailand", *Atmospheric Environment*, 152, 2016, pp. 111-120.

[13] K. Lakchayapakorn and P. Watchalayarn, "Formaldehyde Exposure of Medical Students and instructors and Clinical Symptoms during Gross Anatomy Laboratory in Thammasat University", *J Med Assoc Thai*, 93(7), 2010, pp. 92-97.

[14] แก้ว ขจรไชยกุล, "การตรวจวัดฟอร์มัลดีไฮด์ภายในห้องปฏิบัติการในโรงพยาบาล". *วิทยานพนธ์วิทยาศาสตร์ มหามบัณฑิต*, 2543.

[15] สำนักโรคจากการประกอบอาชีพและสิ่งแวดล้อม กรมควบคุมโรค. (2563, มิถุนายน. 18). แนวทางการเฝ้าระวังสุขภาพในสถานประกอบการที่มีการใช้สารฟอร์มัลดีไฮด์ สำหรับเจ้าหน้าที่สาธารณสุข, [ออนไลน์], แหล่งที่มา: <http://envocc.ddc.moph.go.th/contents/view/731>.