

การประเมินความเสี่ยงคุณภาพอากาศในอาคารของบุคลากรโรงพยาบาลชุมชนแห่งหนึ่งในจังหวัดขอนแก่น

ชนัญญา พานิชม¹ สุนิสา ชายเกลี้ยง^{2,*}

¹นักศึกษา หลักสูตรวิทยาศาสตรมหาบัณฑิต สาขาอาชีวอนามัยและความปลอดภัย คณะสาธารณสุขศาสตร์มหาวิทยาลัยขอนแก่น

²ภาควิชาอนามัยสิ่งแวดล้อม อาชีวอนามัยและความปลอดภัย คณะสาธารณสุขศาสตร์มหาวิทยาลัยขอนแก่น

บทคัดย่อ

การศึกษานี้เป็นวิจัยเชิงพรรณนาแบบภาคตัดขวาง มีวัตถุประสงค์เพื่อประเมินคุณภาพอากาศและความเสี่ยงภายในอาคารของโรงพยาบาล 11 พื้นที่ โดยวิเคราะห์ 10 พารามิเตอร์ ได้แก่ อุณหภูมิ ความชื้นสัมพัทธ์ ความเร็วลม ก๊าซคาร์บอนไดออกไซด์ ก๊าซคาร์บอนมอนนอกไซด์ อนุภาคฝุ่นละออง ฟORMALดีไฮด์ แบคทีเรียรวมและเชื้อราวม เก็บข้อมูลโดยใช้เครื่องมือตรวจวัดคุณภาพอากาศภายในอาคาร และแบบสอบถามจากผู้ปฏิบัติงาน 159 คน วิเคราะห์ข้อมูลด้วยสถิติเชิงพรรณนา ได้แก่ จำนวน ร้อยละ ค่าเฉลี่ย ส่วนเบี่ยงเบนมาตรฐาน ค่ามัธยฐาน โดยใช้โปรแกรม STATA10.0 ผลการตรวจวัดพบว่า จำนวน 11 พื้นที่ ประกอบด้วย แผนกผู้ป่วยใน 4 พื้นที่ (74 คน) แผนกผู้ป่วยนอก 1 พื้นที่ (15 คน) ห้องทำหัตถการ 3 พื้นที่ (40 คน) ห้องปฏิบัติการ 3 พื้นที่ (30 คน) มี 4 พารามิเตอร์ที่ไม่ผ่านค่ามาตรฐาน ได้แก่ อุณหภูมิ ($25.85 \pm 2.29^\circ\text{C}$) ความชื้นสัมพัทธ์ ($62.79 \pm 8.69\%$) ฝุ่นละอองขนาดไม่เกิน 2.5 ไมครอน ($38.91 \pm 15.71 \mu\text{g}/\text{m}^3$) และ 10 ไมครอน ($53.3 \pm 19.49 \mu\text{g}/\text{m}^3$) ฟORMALดีไฮด์ มีค่าต่ำกว่ามาตรฐานสัมผัสใน 8 ชั่วโมงการทำงาน ($3.41 \pm 1.48 \mu\text{g}/\text{m}^3$) แต่หากสัมผัสในระยะยาว 10 ปีขึ้นไป มีโอกาสเสี่ยงต่อการเกิดมะเร็ง โดยเฉพาะห้องปฏิบัติการ (1.111×10^{-6}) ซึ่งมีค่าฟORMALดีไฮด์สูงสุด ส่งผลให้ความเสี่ยงต่อมะเร็งในพื้นที่นี้สูงกว่าแผนกอื่น ในขณะที่แผนกผู้ป่วยนอกพบปัญหาอุณหภูมิและฝุ่นละอองเกินมาตรฐานซึ่งเพิ่มความเสี่ยงต่อโรคระบบทางเดินหายใจ ผลการศึกษาชี้ให้เห็นว่าปัญหาคุณภาพอากาศภายในอาคารที่อาจส่งผลต่อการเจ็บป่วยในระยะยาวของผู้ปฏิบัติงานในโรงพยาบาลได้ ดังนั้น ควรทำการประเมินคุณภาพอากาศภายในอาคารและความเสี่ยงต่อสุขภาพ เพื่อให้เกิดการป้องกัน และเฝ้าระวังของผู้ปฏิบัติงาน

คำสำคัญ: คุณภาพอากาศภายในอาคาร โรงพยาบาล จุลินทรีย์ในอากาศ การประเมินความเสี่ยง ฟORMALดีไฮด์

รับบทความ: 27 กันยายน 2567 แก้ไข: 25 พฤศจิกายน 2567 ตอรับ: 2 ธันวาคม 2567

*ผู้รับผิดชอบบทความ

สุนิสา ชายเกลี้ยง

ภาควิชาอนามัยสิ่งแวดล้อม อาชีวอนามัยและความปลอดภัย คณะสาธารณสุขศาสตร์มหาวิทยาลัยขอนแก่น

อีเมล: csunis@kku.ac.th

Health Risk Assessment of Indoor Air Quality Exposure Among Healthcare Workers in a Community Hospital, Khon Kaen Province

Chananya Panikhom¹ Sunisa Chaiklieng^{2,*}

¹Master degree of Science Program in Occupational Health and Safety, Faculty of Public Health, Khon Kaen University

² Department of Environment Health, Occupational Health, and Safety Faculty of Public Health, Khon Kaen University

Abstract

This study is a cross-sectional descriptive research aimed at evaluating indoor air quality and health risks in 11 hospital areas. Ten parameters were analyzed temperature, relative humidity, air movement, carbon dioxide, carbon monoxide, particulate matter (PM_{2.5} and PM₁₀), formaldehyde, total bacteria, and total fungi. Data were collected using indoor air quality monitoring instruments and questionnaires from 159 hospital staff. Descriptive statistics, including frequency, percentage, mean, standard deviation, and median, were analyzed using STATA 10.0. The study covered 11 areas, comprising 4 inpatient wards (74 participants), 1 outpatient ward (15 participants), 3 procedure rooms (40 participants), and 3 laboratories (30 participants). Four parameters exceeded standard levels temperature ($25.85 \pm 2.29^{\circ}\text{C}$), relative humidity ($62.79 \pm 8.69\%$), PM_{2.5} ($38.91 \pm 15.71 \mu\text{g}/\text{m}^3$), and PM₁₀ ($53.3 \pm 19.49 \mu\text{g}/\text{m}^3$). Although formaldehyde levels ($3.41 \pm 1.48 \mu\text{g}/\text{m}^3$) were below the 8-hour exposure standard, prolonged exposure (over 10 years) increases cancer risk, especially in laboratories with the highest formaldehyde levels (1.111×10^{-6}). This risk is greater in laboratories compared to other departments. Outpatient wards showed elevated temperature and particulate matter, increasing the risk of respiratory diseases. The study highlights the potential long-term health impacts of indoor air quality issues on hospital staff. Regular indoor air quality assessments and health risk evaluations are essential to implement preventive measures and maintain workplace safety for hospital staff.

Keywords: Indoor air quality, hospital, airborne microorganisms, risk assessment, formaldehyde

Received: 27 September 2024, Revised: 25 November 2024, Accepted: 2 December 2024

*Corresponding author

Sunisa Chaiklieng

Department of Environment Health, Occupational Health, and Safety Faculty of Public Health, Khon Kaen University

E-mail: csunis@kku.ac.th

บทนำ

มลพิษทางอากาศเป็นปัญหาสิ่งแวดล้อมที่สำคัญ โดยปัจจุบันมีความสนใจในการศึกษาเกี่ยวกับคุณภาพอากาศภายในอาคาร (Indoor Air Quality: IAQ) มากขึ้น องค์การพิทักษ์สิ่งแวดล้อมแห่งสหรัฐอเมริกา¹ รายงานว่าระดับมลพิษภายในอาคารอาจสูงกว่าภายนอกอาคารถึง 2-5 เท่า องค์การอนามัยโลก (WHO)² พบว่าคนส่วนใหญ่ใช้ชีวิตอยู่ในอาคาร เช่น บ้านและที่ทำงาน ถึงร้อยละ 90 ของเวลาทั้งวัน โดยมลพิษทางอากาศทั้งภายนอกและภายในอาคารสัมพันธ์กับการเสียชีวิตก่อนวัยอันควรถึง 6.7 ล้านรายต่อปี³

ในภูมิภาคเอเชียตะวันออกเฉียงใต้ การศึกษาคุณภาพอากาศในโรงพยาบาลมีความสำคัญเพิ่มขึ้น เนื่องจากการขยายตัวของเมืองอย่างรวดเร็วและมลพิษทางอากาศที่เพิ่มสูงขึ้น การศึกษาในประเทศมาเลเซีย พบว่าโรงพยาบาลของรัฐ มีอุณหภูมิและ CO₂ สูงกว่าค่ามาตรฐาน โดยเฉพาะในช่วงเวลาที่มีผู้ป่วยหนาแน่น⁴ ขณะที่การศึกษาในประเทศเวียดนาม พบความสัมพันธ์ระหว่างคุณภาพอากาศกับการเข้ารับการรักษาในโรงพยาบาล เนื่องจากโรคทางเดินหายใจเพิ่มขึ้นจากร้อยละ 0.7 เป็นร้อยละ 8⁵ การศึกษาในประเทศสิงคโปร์ยัง พบว่าการปรับปรุงเครื่องกรองอากาศในโรงพยาบาลสามารถลดอัตราการติดเชื้อในระบบทางเดินหายใจได้ถึงร้อยละ 50⁶

การสัมผัสมลพิษทางอากาศในระยะยาวมีความเสี่ยงสูงในบริบทของโรงพยาบาล เนื่องจากผู้ป่วยและบุคลากรทางการแพทย์ มีความเปราะบางต่อผลกระทบทางสุขภาพ ผลจากการที่ผู้ป่วยอาจได้รับเชื้อ ขณะรับการรักษา

รักษาในโรงพยาบาล การศึกษาในโรงพยาบาลประเทศอินโดนีเซีย พบผลการตรวจวัด เชื้อจุลินทรีย์ในอากาศ มีมากถึง ร้อยละ 56.7 ในแผนกผู้ป่วยใน จึงมีความเสี่ยงต่อการเกิดโรคระบบทางเดินหายใจ⁷ เมื่อเทียบกับอาคารสำนักงานทั่วไป โรงพยาบาลมีความเสี่ยงต่อการสะสมของเชื้อก่อโรคในอากาศสูง โดยเฉพาะในพื้นที่ที่มีการทำกิจกรรมในการบำบัดและรักษาผู้ป่วย⁸

ในประเทศไทย การเติบโตทางเศรษฐกิจและการขยายตัวของเมืองทำให้มีการสร้างอาคารใหม่มากมาย ซึ่งแหล่งมลพิษภายในอาคาร เช่น เครื่องถ่ายเอกสาร คอมพิวเตอร์ และเครื่องปรับอากาศ สามารถปล่อยมลพิษออกมา เช่น ฟอร์มัลดีไฮด์ ฝุ่นละออง แบคทีเรีย และเชื้อรา⁹ ซึ่งอาจนำไปสู่โรคคือเป็นพิษ “Sick Building Syndrome” (SBS) หรือกลุ่มอาการป่วยจากการอยู่ในอาคาร องค์การพิทักษ์สิ่งแวดล้อมแห่งสหรัฐอเมริกา¹⁰ อธิบายว่าเป็นสถานการณ์ที่ทำให้ผู้คนในอาคารมีปัญหาด้านสุขภาพหรือมีผลกระทบต่อการทำงานจากหลายสาเหตุ ซึ่งอาการมักหายไปเมื่อออกจากอาคาร อาการของ SBS มีหลายประเภท เช่น อาการทางตา จมูก ลำคอ ทางเดินหายใจ ประสาท และผิวหนัง โดยคุณภาพอากาศภายในอาคารที่ไม่ดี อาจส่งผลต่อสุขภาพโดยตรง และเพิ่มความเสี่ยงในการแพร่กระจายของโรคติดเชื้อที่มาจากอากาศ¹¹ จากการสำรวจของกรมอนามัย กระทรวงสาธารณสุข¹² พบว่า ผู้ที่อาศัยในครัวเรือนมีอาการปวดศีรษะ ไมเกรน ระบายท้อง และผื่นคันจากมลพิษทางอากาศ

การศึกษาในโรงพยาบาลระดับตติยภูมิหลายแห่ง พบว่า พื้นที่ในอาคารมีอุณหภูมิความชื้นและความเร็วลมสูงกว่าค่ามาตรฐาน¹³ และพบว่า

ผู้ปฏิบัติงานทางการแพทย์มีอาการของ SBS ถึงร้อยละ 22.1¹⁴ ซึ่งสูงกว่าอัตราที่พบในอาคารในอาคารสำนักงานทั่วไปที่พบเพียงร้อยละ 19.7¹⁵ อาการเหล่านี้อาจไม่ทำให้เจ็บป่วยรุนแรงแต่สามารถลดประสิทธิภาพการทำงาน¹⁶ โรงพยาบาลชุมชนแห่งหนึ่งในจังหวัดขอนแก่น กำลังประสบปัญหาคุณภาพอากาศภายในอาคารเนื่องจากมีปัญหาน้ำรั่วจากฝ้าเพดานและการหมุนเวียนอากาศไม่เพียงพอ ทำให้ความชื้นในอากาศสูงและเกิดเชื้อรา แสดงให้เห็นถึงปัญหาคุณภาพอากาศที่คล้ายคลึงกับงานวิจัยของปานทิพย์ ธิโนชัย มนทรา เตี้ยเล็ก และจิรา คงปราม¹⁷ ที่ได้ทำการศึกษาเรื่องคุณภาพอากาศภายในอาคารโรงพยาบาล: กรณีศึกษา โรงพยาบาลชุมชนแห่งหนึ่งในจังหวัดนครราชสีมา พบว่า อุณหภูมิ ความชื้นสัมพัทธ์ มีค่าระหว่าง 21.9-30.6 °C และ 63.2 - 80.7 % ตามลำดับ ซึ่งชี้ให้เห็นว่า อุณหภูมิและความชื้นที่สูงเกินไปในสถานที่ทำงาน สามารถส่งผลกระทบต่อสุขภาพ เนื่องจากเชื้อโรค เชื้อรา มักจะเติบโตมาจากสภาพแวดล้อม อุณหภูมิและความชื้นที่สูง ทำให้เกิดไรฝุ่น และสปอร์ของเชื้อรา เมื่อสูดดมเข้าไปแล้วจะก่อให้เกิดโรคหอบหืดและภูมิแพ้

ดังนั้น การศึกษาครั้งนี้จึงมีวัตถุประสงค์เพื่อประเมินคุณภาพอากาศภายในอาคาร และประเมินความเสี่ยงต่อสุขภาพ ในโรงพยาบาลชุมชนแห่งหนึ่งในจังหวัดขอนแก่น เพื่อหาแนวทางในการเฝ้าระวัง ป้องกัน ควบคุม และปรับปรุงคุณภาพอากาศในอาคารให้เหมาะสมและปลอดภัยสำหรับผู้ปฏิบัติงานและผู้รับบริการในโรงพยาบาล

วัสดุ และวิธีดำเนินการวิจัย

การวิจัยในครั้งนี้เป็นการศึกษาแบบเชิงพรรณนาภาคตัดขวาง (cross-sectional descriptive study) ได้ผ่านการรับรองจริยธรรมการวิจัยจากคณะกรรมการจริยธรรมในมนุษย์ มหาวิทยาลัยขอนแก่น ตามเอกสารรับรองหมายเลข HE672019 ลงวันที่ 23 เมษายน 2567

ประชากรและกลุ่มตัวอย่าง

ประชากร คือ ผู้ปฏิบัติงานทุกคนที่ปฏิบัติงานอยู่ในอาคารของโรงพยาบาลชุมชนแห่งหนึ่งในจังหวัดขอนแก่น จำนวน 414 คน ข้อมูล ปี 2566

กลุ่มตัวอย่าง คือ ผู้ปฏิบัติงานประจำในอาคารโรงพยาบาลที่ปฏิบัติงานอยู่ในพื้นที่ทำการตรวจวัดคุณภาพอากาศภายในอาคารทั้ง 11 พื้นที่ โดยมีกลุ่มตัวอย่างทั้งหมด 159 คน ซึ่งผ่านการคัดเลือกตามเกณฑ์ที่กำหนด ได้แก่ ผู้ที่ยินดีเข้าร่วมงานวิจัยและเป็นพนักงานประจำที่ปฏิบัติงานในอาคารโรงพยาบาล สำหรับ เกณฑ์การคัดออก คือ ผู้ที่ปฏิบัติงาน น้อยกว่า 1 เดือน, ผู้ปฏิบัติงานประเภทบางเวลา (Part time, Out Source), ผู้ปฏิบัติงานที่มีประวัติโรคประจำตัว เช่น โรคหอบหืด และผู้ปฏิบัติงานในอาคารที่ย้ายสถานที่ทำงาน ในช่วงระยะเวลาที่ทำการศึกษา

พื้นที่ที่ศึกษา การศึกษาในครั้งนี้ดำเนินการในพื้นที่ของโรงพยาบาลชุมชนแห่งหนึ่งในจังหวัดขอนแก่น จำนวน 11 พื้นที่ โดยคำนึงถึงพื้นที่กำลังประสบปัญหาคุณภาพอากาศภายในอาคาร และความหลากหลายของลักษณะการให้บริการของผู้ปฏิบัติงานในแต่ละพื้นที่ที่มี

ความเสี่ยงในการสัมผัสปัจจัยคุณภาพอากาศที่แตกต่างกัน พื้นที่ที่เลือก ประกอบด้วย

1) แผนกผู้ป่วยนอก (OPD) เป็นพื้นที่ที่มีผู้ป่วยจำนวนมากเข้ารับบริการในแต่ละวัน ซึ่งอาจส่งผลให้มีการสะสมของสารปนเปื้อนจากภายนอกและการไหลเวียนอากาศที่มีผู้คนหนาแน่น

2) หอผู้ป่วยในเด็ก และหอผู้ป่วยในชาย / หญิง พื้นที่นี้กำลังประสบปัญหาคุณภาพอากาศภายในอาคาร มีน้ำรั่วที่ฝ้าเพดาน ซึ่งหอผู้ป่วยในเน้นการดูแลผู้ป่วยที่พักรักษาตัวในโรงพยาบาล ซึ่งสภาพแวดล้อมในพื้นที่นี้อาจมีการสะสมของจุลชีพหรือสารปนเปื้อนต่างๆ ที่อาจส่งผลต่อสุขภาพของผู้ปฏิบัติงาน

3) หอผู้ป่วยในพิเศษ พื้นที่นี้อาจมีมาตรการการควบคุมคุณภาพอากาศที่เข้มงวดกว่าหอผู้ป่วยทั่วไป เพื่อป้องกันการแพร่เชื้อ

4) แผนกผู้ป่วยอุบัติเหตุฉุกเฉิน (ER) เป็นพื้นที่ที่มีการรับผู้ป่วยฉุกเฉินตลอดเวลาและมีความเสี่ยงในการสัมผัสสารเคมีจากการรักษา การปนเปื้อนจากภายนอก หรือสารคัดหลั่งจากผู้ป่วย

5) แผนกห้องคลอด และ ห้องผ่าตัด พื้นที่นี้มีความสำคัญในการควบคุมคุณภาพอากาศสูง เนื่องจากมีการใช้สารเคมีหรือยาบางชนิด ในการดูแลผู้ป่วย และต้องการมาตรการลดความเสี่ยงการติดเชื้อจากอากาศ

6) ห้องปฏิบัติการ มีการใช้สารเคมีต่างๆ เพื่อการตรวจวิเคราะห์ตัวอย่างจากผู้ป่วย ซึ่งอาจส่งผลให้เกิดการสะสมของสารเคมีในอากาศ

7) ห้องทันตกรรม พื้นที่นี้อาจปนเปื้อนทางเคมีและจุลชีพในอากาศที่เกี่ยวข้องกับ

กระบวนการรักษาทางทันตกรรม เช่น ฟันเทียม การอุดฟัน เป็นต้น

8) ห้องเอ็กซเรย์ พื้นที่นี้มีการระบายอากาศควบคุม แต่ยังคงมีความจำเป็นต้องตรวจสอบคุณภาพอากาศ เพื่อป้องกันการสะสมของสารปนเปื้อนหรือการระบายอากาศที่ไม่พอเพียง

ทั้งนี้การศึกษานี้ใช้วิธีการเลือกพื้นที่เก็บตัวอย่างแบบเฉพาะเจาะจงในโรงพยาบาลเพียงแห่งเดียวและเน้นเฉพาะพื้นที่ที่มีการให้บริการผู้ป่วยอย่างต่อเนื่อง ซึ่งอาจส่งผลต่อการนำผลการศึกษานี้ไปใช้อ้างอิงในบริบทของโรงพยาบาลหรือสถานพยาบาลอื่นๆ ที่มีลักษณะพื้นที่หรือการให้บริการที่แตกต่างกัน

เครื่องมือในการวิจัย

ใช้แบบสอบถามและการตรวจวัดคุณภาพอากาศภายในอาคาร โดยบันทึกข้อมูลดังนี้

- เครื่องมือที่ใช้ในการเก็บรวบรวมข้อมูล

เป็นแบบสอบถามที่ได้พัฒนาปรับมาจากแบบสำรวจสุขภาพจากปัญหาคุณภาพอากาศภายในอาคารของสำนักโรคจากการประกอบอาชีพและสิ่งแวดล้อม กรมควบคุมโรค กระทรวงสาธารณสุข¹⁸ และ Singapore Standard SS 554 – +A1 : 2016 : 2021¹⁹ ประกอบด้วย 2 ส่วน ดังนี้

ส่วนที่ 1: ข้อมูลบุคคลและลักษณะงาน ประกอบด้วย เพศ อายุ ระดับการศึกษา แผนกที่ทำงาน ตำแหน่งงาน ประสบการณ์การทำงาน

ระยะเวลาทำงานในอาคาร การทำงานล่วงเวลา เป็นต้น

ส่วนที่ 2: ข้อมูลสถานที่และสภาพสิ่งแวดล้อมการทำงาน ประกอบด้วย ลักษณะของพื้นที่ทำงาน กลิ่นบูหรี่ในอาคาร กลิ่นควันรถในอาคาร จำนวนคนที่ทำงานในพื้นที่เดียวกัน การใช้เครื่องปรับอากาศในอาคาร เป็นต้น

- เครื่องมือที่ใช้ตรวจวัดคุณภาพอากาศภายในอาคาร

การตรวจวัดคุณภาพอากาศ โดยวางเครื่องตรวจวัดคุณภาพอากาศที่ความสูงจากระดับพื้น 75-120 เซนติเมตร วางไว้บริเวณกลางห้อง โดยก่อนตรวจมีการทดสอบค่าความถูกต้อง และความเที่ยงของเครื่องก่อน (calibration) ทำการเก็บตัวอย่างอากาศ จดบันทึกค่าที่ได้ และเปรียบเทียบกับค่ามาตรฐาน

เครื่องมือที่ใช้ในการศึกษาครั้งนี้ ประกอบด้วย ดังนี้

1) เครื่องมือวิเคราะห์คุณภาพอากาศภายในอาคาร (IAQ Monitoring) รุ่น Q-Trak/7575 หมายเลขเครื่อง (Serial Number) 7575X2038003 สอบเทียบครั้งล่าสุด เมื่อวันที่ 4 สิงหาคม 2566 เป็นเครื่องมือชนิดอ่านค่าโดยตรงที่ใช้ในการตรวจวัด อุณหภูมิ ความชื้นสัมพัทธ์ คาร์บอนไดออกไซด์ (CO₂) คาร์บอนมอนอกไซด์ (CO) ซึ่งมีค่าความแม่นยำโดยประมาณ $\pm 0.1^{\circ}\text{C}$ สำหรับอุณหภูมิ $\pm 3\%$ สำหรับความชื้น และ $\pm 3\%$ ของการวัดสำหรับ CO₂ และ CO การสอบเทียบทำโดยใช้อุปกรณ์มาตรฐานที่อ้างอิงตามมาตรฐาน NIOSH, OSHA, U.S. EPA หรือ

ASHRAE เพื่อให้แน่ใจว่าการตรวจวัดในสภาพแวดล้อมการทำงานมีความถูกต้อง

2) เครื่องมือการตรวจวัดการเคลื่อนที่ของอากาศ ยี่ห้อ TSI 9565-P VelociCalc หมายเลขเครื่อง (Serial Number) 9565P1552014 สอบเทียบครั้งล่าสุด เมื่อวันที่ 7 สิงหาคม 2566 เป็นเครื่องมือชนิดอ่านค่าโดยตรง ใช้ในการวัดความเร็วลม โดยมีค่าความแม่นยำ $\pm 0.015 \text{ m/s}$ หรือ $\pm 3\%$ ของการวัด อุปกรณ์นี้มีการสอบเทียบเป็นประจำทุกปี ตามมาตรฐาน NIOSH, OSHA, U.S. EPA หรือ ASHRAE ซึ่งเหมาะสมกับการวัดความเร็วลมภายในอาคาร

3) เครื่องตรวจวัดความเข้มข้นของอนุภาคฝุ่น ยี่ห้อ DustTrak™ DRX Aerosol Monitor หมายเลขเครื่อง (Serial Number) 8533203303 สอบเทียบครั้งล่าสุด เมื่อวันที่ 15 กรกฎาคม 2565 เป็นเครื่องมือชนิดอ่านค่าโดยตรงที่ใช้สำหรับตรวจวัดความเข้มข้นของอนุภาคฝุ่นขนาดต่างๆ เช่น PM_{2.5} และ PM₁₀ ค่าความแม่นยำอยู่ที่ประมาณ $\pm 0.1 \text{ mg/m}^3$ หรือ $\pm 5\%$ ของการวัดการสอบเทียบทำโดยใช้อุปกรณ์มาตรฐานที่อ้างอิงตาม NIOSH, OSHA, U.S. EPA หรือ ASHRAE เพื่อเพิ่มความน่าเชื่อถือในการวัดฝุ่นในพื้นที่ปฏิบัติงานในอาคาร

4) เครื่องมือการวัดฟอर्मัลดีไฮด์และก๊าซอื่นๆ ยี่ห้อ Gasmeter รุ่น GT5000 Terra หมายเลขเครื่อง (Serial Number) 35953 สอบเทียบครั้งล่าสุดระหว่างวันที่ 31 สิงหาคม 2565 - 31 สิงหาคม 2566 เป็นเครื่องมือชนิดอ่านค่าความเข้มข้นของก๊าซได้พร้อมกันสูงสุดถึง 25 ชนิด ค่าความแม่นยำโดยประมาณ $\pm 5\%$ ของการวัดการสอบเทียบทำโดยใช้ก๊าซมาตรฐานที่อ้างอิงได้

(calibration gas standards) ตามมาตรฐาน NIOSH 3800 สำหรับฟอร์มัลดีไฮด์ เพื่อให้มั่นใจว่าได้ข้อมูลที่แม่นยำในการประเมินความเสี่ยงจากสารระเหยภายในอาคาร

ทั้งนี้ ทำการตรวจวัด วันที่ 6-14 พฤษภาคม 2567 เวลาเก็บตัวอย่างคือในช่วงเวลา 08.30 - 12.00 น. และ 13.00 - 15.00 น. โดยเลือกตำแหน่งที่ปฏิบัติงานในพื้นที่นั้นนานที่สุดเป็นตัวแทนของคุณภาพอากาศของกลุ่มตัวอย่างแต่ละพื้นที่

- เครื่องมือที่ใช้เก็บตัวอย่างตรวจวัดเชื้อจุลินทรีย์ในอากาศ

ได้แก่ ชุดเครื่องมือเก็บตัวอย่างจุลินทรีย์ ใน อากาศ BioStage single-impactors รุ่น Standard BioStage, SKC Inc. และอาหารเลี้ยงเชื้อที่ใช้ในการวิเคราะห์เชื้อรา คือ Sabouraud Dextrose Agar (SDA) และอาหารเลี้ยงเชื้อที่ใช้ในการวิเคราะห์แบคทีเรีย คือ Nutrient agar (NA) โดยทำการเก็บตัวอย่างช่วงละ 4 นาที ต่อจุดสุ่ม

จำนวนจุลินทรีย์ = โคโลนีของแบคทีเรียหรือ โมลของเชื้อราที่ขึ้นในจานเพาะเชื้อ (Colony forming units) ———(1)
ปริมาตรอากาศทั้งหมดที่ดูดเข้ามา (ลูกบาศก์เมตร)

การวิเคราะห์ความเข้มข้นของฟอร์มัลดีไฮด์

- การประเมินความเสี่ยง

การรับสัมผัสฟอร์มัลดีไฮด์ และการประเมินความเสี่ยงคำนวณโดยปฏิบัติตามแนวทางของ US.EPA²⁰ ค่าความเข้มข้นในการสัมผัส (EC) และระยะเวลาการสัมผัส (ET) คำนวณตามสภาพการทำงาน และการดูดซึมเข้า

ตัวอย่าง ทั้งหมด 4 เวลา 9.00 น. 11.00 น. 13.00 น. และ 15.00 น. มีการควบคุมคุณภาพ (blank) ในทุกจุดเก็บตัวอย่างโดยก่อนการตรวจวัดทำการทดสอบการปนเปื้อนของอาหารเลี้ยงเชื้อ ซึ่งต้องไม่ปรากฏโคโลนีบนอาหารเลี้ยงเชื้อ การติดตั้งอุปกรณ์เก็บตัวอย่างอากาศให้ห่างจากผนังห้องอย่างน้อย 1 เมตร สูงจากพื้น 1.20 เมตร อัตราการไหล 28.3 ลิตร/นาที นำอาหารเลี้ยงเชื้อออกจากเครื่องมือ เพื่อนำไปเพาะเชื้อในห้องปฏิบัติการต่อไป โดยแบคทีเรีย เพาะในอุณหภูมิ 37 องศาเซลเซียส เป็นเวลา 24 ชั่วโมง และเชื้อรา เพาะในอุณหภูมิ 25 องศาเซลเซียส เป็นเวลา 48 ชั่วโมง การสอบเทียบทำโดยใช้อุปกรณ์มาตรฐานที่อ้างอิงตาม WHO, NIOSH, ASHRAE หรือ ACGIH

การนับเชื้อจุลินทรีย์ นับจำนวนจุลินทรีย์ที่ขึ้น บนอาหารเลี้ยงเชื้อ นำไปคำนวณกับอัตราการไหลของอากาศ 28.3 ลิตร/นาที x เวลาที่ใช้เก็บตัวอย่าง และรายงานออกมาเป็นหน่วยจุลินทรีย์ต่อลูกบาศก์เมตร (CFU/m³) ดังสมการที่ 1

ทางการหายใจถือเป็นการหายใจเข้าที่ 55% ของความเข้มข้นในการสัมผัส (EC) ที่คำนวณได้²¹ การดูดซึมเข้าทางการหายใจหรือ EC คำนวณได้ดังสมการที่ 2

$$EC = (CA \times ET \times EF \times ED) / AT \quad \text{—————}(2)$$

EC = ความเข้มข้นของการสัมผัสในอากาศ (μg/m³)

CA = ความเข้มข้นของฟอร์มาลดีไฮด์ในอากาศโดยรอบ จากการตรวจวัดอากาศในแต่ละพื้นที่ทำงาน ($\mu\text{g}/\text{m}^3$)

ET = เวลาที่ได้รับสาร ตามเวลาที่ทำงานกับ FA ในแต่ละตำแหน่งการทำงาน (ชั่วโมง/วัน)

EF = ความถี่ในการสัมผัสสาร 219 (วัน/ปี (วัน/ปี)) (ค่าอ้างอิงของวันทำงานของบุคลากรทางการแพทย์ในโรงพยาบาลตามมาตรฐาน US.EPA²⁰)

ED = ระยะเวลาในการสัมผัสสาร 25 ปี (ปี)²⁰

AT = 25 ปี x 365 วัน/ปี x 24 ชั่วโมง/วัน = 219,000 (ชั่วโมง) สำหรับผลกระทบต่อสุขภาพ หรือ AT = 70 ปี x 365 วัน/ปี x 24 ชั่วโมง/วัน = 631,200 (ชั่วโมง) สำหรับความเสี่ยงต่อมะเร็งตลอดชีวิต

- ประเมินลักษณะความเสี่ยงที่ไม่ก่อมะเร็ง

ได้มีการประเมินผลกระทบต่อสุขภาพที่ไม่พึงประสงค์โดยพิจารณาจากผลหารความเสี่ยง (HQ) ที่คำนวณได้ดังสมการที่ 3

$$HQ = EC / \text{Toxicity Value (RfC)} \quad \text{--- (3)}$$

HQ = ค่าสัมประสิทธิ์ความเป็นอันตราย

EC = ความเข้มข้นของการสัมผัส ($\mu\text{g}/\text{m}^3$) ที่การดูดซึมทางการหายใจ 55% โดยที่

RfC = $7 \mu\text{g}/\text{m}^3$ ²² HQ > 1 แสดงว่ามีความเสี่ยงต่อสุขภาพจากการสัมผัส และ HQ < 1 แสดงว่ามีความเสี่ยงที่ยอมรับได้ต่อผลกระทบต่อสุขภาพที่ไม่ก่อให้เกิดมะเร็ง

- ประเมินความเสี่ยงต่อการเกิดมะเร็งตลอดชีวิต

ความเสี่ยงต่อการเกิดมะเร็งได้รับการคำนวณ ดังสมการที่ 4

$$\text{Risk} = \text{IUR} \times \text{EC} \quad \text{--- (4)}$$

IUR = หน่วยความเสี่ยงในการหายใจ $1.1 \times 10^{-5} (\mu\text{g}/\text{m}^3)^{22}$

EC = ความเข้มข้นของการสัมผัส ($\mu\text{g}/\text{m}^3$) ที่การดูดซึมในการหายใจ 55%

หากความเสี่ยงต่อการเกิดมะเร็งตลอดชีวิตมากกว่า 1.00×10^{-6} การสัมผัสสารดังกล่าวอาจทำให้เกิดมะเร็งในระยะยาวได้ ดังนั้นจึงควรจัดการเพื่อลดความเสี่ยง หากความเสี่ยงต่อการเกิดมะเร็งตลอดชีวิต น้อยกว่าหรือเท่ากับ 1.00×10^{-6} ถือเป็นความเสี่ยงที่ยอมรับได้สำหรับการเกิดมะเร็งจากการสัมผัสสิ่งแวดล้อม

การวิเคราะห์ข้อมูล

ทำการวิเคราะห์ข้อมูลจากแบบสอบถามด้วยโปรแกรมสำเร็จรูปทางสถิติ STATA10.0 ประกอบกับสถิติเชิงพรรณนา (Descriptive Statistics) ได้แก่ จำนวน ร้อยละ ค่าเฉลี่ยและส่วนเบี่ยงเบนมาตรฐาน เพื่ออธิบายข้อมูลจากแบบสอบถามผู้ปฏิบัติงานในอาคารโรงพยาบาล ข้อมูลคุณภาพอากาศภายในอาคาร ได้แก่ อุณหภูมิ ความชื้นสัมพัทธ์ ความเร็วลม ด้านเคมี เช่น ก๊าซคาร์บอนไดออกไซด์ (CO_2) ก๊าซคาร์บอนมอนอกไซด์ (CO) อนุภาคฝุ่น ฟอร์มาลดีไฮด์ และด้านชีวภาพ ได้แก่ จุลชีพในอากาศ (แบคทีเรียและเชื้อรา)

ผลการวิจัย

ข้อมูลบุคคลและลักษณะงาน

ข้อมูลบุคคลและลักษณะงานของผู้ปฏิบัติงานในโรงพยาบาลจำนวน 159 คน แสดงให้เห็นว่าส่วนใหญ่เป็นเพศหญิง ร้อยละ 91.82 และมีอายุระหว่าง 30-49 ปี ร้อยละ 49.69 ส่วนใหญ่จบการศึกษาระดับปริญญาตรี ร้อยละ 67.92 ทำงานที่หอผู้ป่วยในพิเศษ ร้อยละ 13.21 และมีตำแหน่งเป็นพยาบาล ร้อยละ 55.97 โดยทำงานในอาคารระยะเวลา 1-2 ปี ร้อยละ 79.25 ทำงานวันละ 8 ชั่วโมง ร้อยละ 57.86 และทำงานมากกว่า 5 วันต่อสัปดาห์ ร้อยละ 57.86 นอกจากนี้ ยังมีการทำงานล่วงเวลา ร้อยละ 75.47 อย่างไรก็ตาม ผู้ปฏิบัติงานในโรงพยาบาลมีระยะเวลาสัมผัสสารฟอร์มัลดีไฮด์ระหว่าง 15 นาทีถึงสูงสุด 8 ชั่วโมงในแต่ละสถานที่ทำงานและสภาพแวดล้อมที่มีการสัมผัสสารฟอร์มัลดีไฮด์ ระยะเวลาสัมผัสสารที่ผู้ปฏิบัติงานในโรงพยาบาลรายงานนี้จะถูกนำไปใช้ในการประเมินความเสี่ยงต่อสุขภาพต่อไป

ข้อมูลสถานที่และสภาพสิ่งแวดล้อมการทำงาน

ข้อมูลสถานที่และสภาพสิ่งแวดล้อมการทำงานของผู้ปฏิบัติงานในโรงพยาบาลจำนวน 159 คน ซึ่งดำเนินการในพื้นที่ทำงานในอาคารจำนวน 11 พื้นที่ พบว่า พื้นที่ทำงานส่วนใหญ่เป็นห้องหรือพื้นที่ปิด ร้อยละ 90.57 โดยมีจำนวนคนที่ทำงานหรืออยู่ร่วมในพื้นที่เดียวกันอยู่ระหว่าง 1-9 คน ร้อยละ 71.07 ภายในพื้นที่ทำงานมีการใช้แอร์ ร้อยละ 90.57 และไม่พบกลิ่น

บูหรี ร้อยละ 90.57 และกลิ่นควันรถ ร้อยละ 91.19 อุปกรณ์สำนักงานที่ใช้ใกล้บริเวณที่นั่งทำงานส่วนใหญ่คือเครื่องถ่ายเอกสาร ร้อยละ 82.39 ไม่ใช้เครื่องฟอกอากาศ ร้อยละ 56.60 แต่มีการใช้พัดลมระบายอากาศ ร้อยละ 74.21 ผู้ปฏิบัติงานได้สูดดมเพื่อความสะดวกในการทำงานเป็นบางครั้ง ร้อยละ 52.83 และรู้สึกอึดอัดเมื่ออยู่ในห้องหรืออาคารเป็นบางครั้ง ร้อยละ 62.26 รวมทั้งรู้สึกว่าอากาศมีกลิ่นไม่พึงประสงค์ในห้องทำงานหรืออาคารเป็นบางครั้ง ร้อยละ 77.99 ไม่มีร่องรอยเชื้อรา ร้อยละ 62.89 และพบว่ามีฝุ่นในช่องระบายอากาศ เช่น ช่องแอร์และพัดลมระบายอากาศ ร้อยละ 87.42

ผลการตรวจวัดคุณภาพอากาศภายในอาคาร โรงพยาบาล เปรียบเทียบค่ามาตรฐาน

การตรวจวัดและประเมินคุณภาพอากาศในอาคารโรงพยาบาลจำนวน 11 พื้นที่ พบว่า บางแห่งมีปัญหาคุณภาพอากาศ โดยอุณหภูมิสูงสุดที่ตรวจวัดได้คือ 30.0°C ที่แผนกผู้ป่วยนอก และค่าความชื้นสูงสุดคือ 73.0% ที่หอผู้ป่วยในชาย ส่วนหอผู้ป่วยในหญิงพบว่ามีค่าฝุ่นละอองขนาด 2.5 และ ขนาด 10 สูงถึง 66 µg/m³ และ 71 µg/m³ ตามลำดับ ซึ่งไม่เป็นไปตามมาตรฐานที่กำหนดในประกาศกรมอนามัยเรื่องเกณฑ์ค่าเฝ้าระวังคุณภาพอากาศภายในอาคาร พ.ศ. 2565 และมาตรฐาน Singapore Standard SS 554 A1: 2016: 2021 สำหรับพารามิเตอร์อื่น ๆ จำนวน 6 ตัว พบว่าทุกพื้นที่ผ่านค่ามาตรฐานตามที่แสดงในตารางที่ 1

ตารางที่ 1. ผลการประเมินคุณภาพอากาศภายในอาคาร จำแนกตามพื้นที่ และเปรียบเทียบกับค่ามาตรฐาน

บริเวณที่ ตรวจวัด	อุณหภูมิ (°C)	ความ ชื้น (%)	Co ₂ (ppm)	CO (ppm)	ความเร็วลม		PM 2.5 μg/m ³	PM 10 μg/m ³	ฟอร์ มาลดี ไฮด์ (ppm)	เชื้อรารวม (CFU/m ³)	เชื้อแบคทีเรีย รวม (CFU/m ³)
					L	R					
ผู้ป่วยในชาย	27.0	73.0	496	ND	0.20	0.25	46	52	0.05	176.4 ± 49.8	125.23 ± 54.80
ผู้ป่วยในหญิง	24.9	66.5	695	ND	0.29	0.24	66	71	0.05	181.24 ± 60.56	228.66 ± 87.94
ผู้ป่วยในเด็ก	22.2	61.9	697	ND	0.18	0.14	49	51	0.03	106.59 ± 23.75	81.42 ± 31.53
ผู้ป่วยในพิเศษ	24.5	65.6	496	ND	0.22	0.18	50	53	0.04	146.16 ± 54.53	190.51 ± 61.85
ผู้ป่วยนอก	30.0	65.3	644	ND	0.25	0.26	38	56	0.06	477.84 ± 14.99	274.74 ± 124.17
ห้องฉุกเฉิน	27.1	69.0	530	ND	0.29	0.24	50	60	0.05	450.18 ± 34.41	363.46± 65.55
ห้องทันตกรรม	29.4	67.3	627	ND	0.24	0.27	37	59	0.04	450.28 ± 46.81	143.75 ± 54.93
ห้องปฏิบัติการ	24.3	60.9	846	ND	0.27	0.20	25	35	0.07	127.59 ± 58.59	261.73 ± 70.54
ห้องผ่าตัด	26.7	39.5	733	ND	0.24	0.26	3	5	0.01	190.60 ± 68.07	65.41 ± 20.17
ห้องX-RAY	24.0	67.4	739	ND	0.26	0.23	32	39	0.02	366.10 ± 76.08	334.37 ± 82.88
ห้องคลอด	24.3	54.3	894	ND	0.27	0.19	32	52	0.01	374.54 ± 128.38	197.77 ± 76.78
ค่าเฉลี่ย ± SD	25.85	62.79	672.45	-	0.24	0.22	38.91	53.3	0.03	277.05 ± 151.96	206.10 ± 113.27
	± 2.29	± 8.69	± 125.71		± 0.03	± 0.03	± 15.71	± 19.49	± 0.01		
ค่ามาตรฐาน1	23-25	<65	<700	<9	<0.30		<37.5	<50	<0.08	-	<1000
ค่ามาตรฐาน2	24-26	50-65	<1000	<9	<0.30		<25	<50	<0.08	<500	<500
ค่ามาตรฐาน3	-	-	-	-	-		-	-	0.75	-	-

หมายเหตุ 1. ค่ามาตรฐานคุณภาพอากาศที่แนะนำโดย Singapore Standard SS 554 – +A1 : 2016 : 2021 ¹⁹

2. ประกาศกรมอนามัย เรื่อง เกณฑ์ค่าเฝ้าระวังคุณภาพอากาศภายในอาคาร 2565 ²³

3. ค่ามาตรฐาน OSHA (2011) ²⁴

ความเข้มข้นของฟอร์มาลดีไฮด์ในพื้นที่ทำงาน (μg/m³)

พบว่า ห้องปฏิบัติการ มีค่าความเข้มข้น
สูงสุด คือ 6.43 μg/m³ รองลงมา คือ แผนกผู้ป่วย
นอก คือ 4.61 μg/m³ เพื่อเปรียบเทียบการทำงาน

กับค่าความเข้มข้นของสารฟอร์มาลดีไฮด์เฉลี่ย 8
ชั่วโมงการทำงาน (TLV-TWA) มีค่าต่ำกว่าค่า
จำกัดที่กำหนดโดยสถาบันแห่งชาติเพื่อความ
ปลอดภัยและสุขภาพในการทำงาน (NIOSH) ²⁵ ที่
19.65 μg/m³ ดังตารางที่ 2

ตารางที่ 2. ความเข้มข้นของฟอร์มัลดีไฮด์ ในพื้นที่ทำงาน

พื้นที่ที่ตรวจวัด	ความเข้มข้นของสารฟอร์มัลดีไฮด์	
	TLV-TWA	
	mg/m ³	µg/m ³
ผู้ป่วยในชาย	0.0038	3.84
ผู้ป่วยในหญิง	0.0038	3.84
ผู้ป่วยในเด็ก	0.0023	2.31
ผู้ป่วยในพิเศษ	0.0030	3.08
ผู้ป่วยนอก	0.0046	4.61
ห้องฉุกเฉิน	0.0038	3.84
ห้องทันตกรรม	0.0030	3.08
ห้องปฏิบัติการ	0.0064	6.43
ห้องผ่าตัด	0.0007	0.77
ห้องX-RAY	0.0015	1.54
ห้องคลอด	0.0007	0.77

หมายเหตุ: มาตรฐานที่กำหนดโดย NIOSH ²⁵ สำหรับ ค่าขีดจำกัดการสัมผัสที่ยอมรับได้เฉลี่ยตามระยะเวลา (TLV-TWA) = 19.65 µg/m³

การวิเคราะห์การสัมผัสฟอร์มัลดีไฮด์ผ่านทาง การหายใจ; EC (µg/m³)

พบว่า ผู้ปฏิบัติงานทำงานเป็นระยะเวลา 5 ปี ค่าความเข้มข้นของการสัมผัสผ่านทาง การหายใจในบรรยากาศสำหรับผู้ปฏิบัติงานอยู่ระหว่าง 0.0169 - 0.1413 µg/m³ และหากทำงาน ระยะเวลา 10 ปี อยู่ระหว่าง 0.0338 - 0.2827 µg/m³ โดยผู้ปฏิบัติงานในห้องปฏิบัติการ มีการสัมผัสฟอร์มัลดีไฮด์สูงสุด รองลงมาคือ แผนกผู้ป่วยนอก ดังแสดงในตารางที่ 3 โดยคำนวณจากสูตรความเข้มข้นของการสัมผัสในบรรยากาศสำหรับผู้ปฏิบัติงาน

$$EC = (CA \times ET \times EF \times ED) / AT$$

การประเมินความเสี่ยงที่ไม่ก่อมะเร็งต่อ ผลกระทบต่อสุขภาพ

การประเมินความเสี่ยงต่อสุขภาพจากการสัมผัสฟอร์มัลดีไฮด์ในระยะยาวผ่านทาง การหายใจนั้นดำเนินการโดยใช้ความเข้มข้นที่เป็นตัวแทนของแต่ละพื้นที่และช่วงเวลาของการสัมผัสที่สัมพันธ์กับแต่ละพื้นที่ เมื่อพิจารณาการดูดซึม EC_{55%} จากการหายใจ²¹ และ RfC = 7 µg/m³²² ช่วง HQ (5ปี) อยู่ที่ 0.0024 - 0.0202 และ HQ (10ปี) อยู่ที่ 0.0048- 0.0404 ซึ่งระบุว่า ผู้ปฏิบัติงานเป็นเวลารปี และ 10ปี ไม่มีความเสี่ยงต่อสุขภาพ (HQ <1) สูตร HQ = EC/RfC แสดงดังตารางที่ 3

ตารางที่ 3. การวิเคราะห์การสัมผัสฟอร์มัลดีไฮด์ผ่านทางเดินหายใจของผู้ปฏิบัติงานในโรงพยาบาล และความเสี่ยงที่ไม่ก่อให้เกิดมะเร็ง

พื้นที่ที่ตรวจวัด	การประเมินความเสี่ยงมะเร็ง			
	EC _{55%} (5ปี)		EC _{55%} (10ปี)	
		($\mu\text{g}/\text{m}^3$)		($\mu\text{g}/\text{m}^3$)
ผู้ป่วยในชาย	0.0302	3.322×10^{-7}	0.0603	6.633×10^{-7}
ผู้ป่วยในหญิง	0.0302	3.322×10^{-7}	0.0603	6.633×10^{-7}
ผู้ป่วยในเด็ก	0.0181	1.991×10^{-7}	0.0362	3.982×10^{-7}
ผู้ป่วยในพิเศษ	0.0242	2.662×10^{-7}	0.0484	5.324×10^{-7}
ผู้ป่วยนอก	0.0362	3.982×10^{-7}	0.0725	7.975×10^{-7}
ห้องฉุกเฉิน	0.0302	3.322×10^{-7}	0.0603	6.633×10^{-7}
ห้องทันตกรรม	0.0242	2.662×10^{-7}	0.0484	5.324×10^{-7}
ห้องปฏิบัติการ	0.0505	5.555×10^{-7}	0.1010	$1.111 \times 10^{-6*}$
ห้องผ่าตัด	0.0060	6.6×10^{-8}	0.0121	1.331×10^{-7}
ห้องX-RAY	0.0121	1.331×10^{-7}	0.0242	2.662×10^{-7}
ห้องคลอด	0.0060	6.6×10^{-8}	0.0121	1.331×10^{-7}

หมายเหตุ AT = 219,000 ชั่วโมง สำหรับความเสี่ยงที่ไม่ก่อให้เกิดมะเร็ง, $HQ = EC_{55\%} / RfC$ เมื่อ $RfC = 7 \mu\text{g}/\text{m}^3$, health risk ($HQ > 1$)

การประเมินความเสี่ยงมะเร็ง

จากผลการประเมินความเสี่ยงมะเร็ง พบว่า เมื่อพิจารณาระยะเวลาการทำงานของ ผู้ปฏิบัติงานที่มีการสัมผัส 10 ปี พบว่า ผู้ปฏิบัติงานมีความเสี่ยงสูง ต่อการเกิดมะเร็ง เมื่อ ขยายการสัมผัสออกไป พบว่า ผู้ปฏิบัติงานใน ห้องปฏิบัติการ มีความเสี่ยงเป็นมะเร็งสูงสุด คือ 1.111×10^{-6} (ดังตารางที่ 4) ซึ่งหมายความว่า ผู้ปฏิบัติงาน มีความเสี่ยงตลอดชีวิตของ โรคมะเร็ง ($> 1 \times 10^{-6}$) เท่ากับ 1 คน ในประชากร 1,000,000 คน จากการศึกษา การประเมินความเสี่ยงจากฟอร์มัลดีไฮด์ในโรงพยาบาลอาจ เปรียบเทียบได้กับความเสี่ยงในสภาพแวดล้อม การทำงานอื่น ๆ ที่มีการสัมผัสฟอร์มัลดีไฮด์ เช่น

ห้องปฏิบัติการกายวิภาคโดยมีความเสี่ยงมะเร็งที่ 3.39×10^{-5} ²⁶

วิจารณ์ผลการวิจัย

ข้อมูลบุคคลและลักษณะงาน พบว่า ผู้ปฏิบัติงานในโรงพยาบาลส่วนใหญ่เป็นเพศ หญิง (ร้อยละ 91.82) อายุระหว่าง 30-49 ปี (ร้อยละ 49.69) โดยมีตำแหน่งเป็นพยาบาล (ร้อยละ 55.97) ซึ่งลักษณะดังกล่าวสะท้อนให้เห็นถึงกลุ่ม ประชากรที่อาจได้รับผลกระทบจากการสัมผัส ฟอร์มัลดีไฮด์สูง การศึกษานี้สอดคล้องกับ งานวิจัย ²⁶ ที่ระบุว่า กลุ่มนักเทคนิคใน ห้องปฏิบัติการที่มีการสัมผัสสารฟอร์มัลดีไฮด์ มักเป็นผู้หญิงในวัยทำงานเช่นเดียวกัน และพบว่า

ผู้ปฏิบัติงานจำนวนมาก มีการทำงานล่วงเวลา (ร้อยละ 75.47) สอดคล้องกับงานวิจัย²⁷ การทำงานเป็นเวลานาน (มากกว่า 8 ชั่วโมงต่อวัน)

ในพนักงานออฟฟิศ ส่งผลเพิ่มความเสี่ยงของการเกิดอาการตาแห้งเป็น 3.86 เท่า

ตารางที่ 4. การประเมินความเสี่ยงมะเร็ง ของผู้ปฏิบัติงานที่ตรวจวัดในแต่ละพื้นที่

พื้นที่ที่ตรวจวัด	ความเข้มข้นของสารฟอร์มัลดีไฮด์						
	ความเสี่ยงที่ไม่ก่อให้เกิดมะเร็ง						
	TLV-TWA ($\mu\text{g}/\text{m}^3$)	EC (5ปี) ($\mu\text{g}/\text{m}^3$)	EC (10ปี) ($\mu\text{g}/\text{m}^3$)	EC _{55%} (5ปี) ($\mu\text{g}/\text{m}^3$)	EC _{55%} (10ปี) ($\mu\text{g}/\text{m}^3$)	HQ (5ปี)	HQ (10ปี)
ผู้ป่วยในชาย	3.84	0.1536	0.3072	0.0844	0.1689	0.0121	0.0241
ผู้ป่วยในหญิง	3.84	0.1536	0.3072	0.0844	0.1689	0.0121	0.0241
ผู้ป่วยในเด็ก	2.31	0.0922	0.1844	0.0507	0.1014	0.0072	0.0145
ผู้ป่วยในพิเศษ	3.08	0.1231	0.2463	0.0677	0.1354	0.0097	0.0193
ผู้ป่วยนอก	4.61	0.1844	0.3688	0.1014	0.2028	0.0145	0.0290
ห้องฉุกเฉิน	3.84	0.1536	0.3072	0.0844	0.1689	0.0121	0.0241
ห้องทันตกรรม	3.08	0.1231	0.2463	0.0677	0.1354	0.0097	0.0193
ห้องปฏิบัติการ	6.43	0.257	0.514	0.1413	0.2827	0.0202	0.0404
ห้องผ่าตัด	0.77	0.0307	0.0615	0.0169	0.0338	0.0024	0.0048
ห้องX-RAY	1.54	0.0615	0.123	0.0338	0.0676	0.0048	0.0097
ห้องคลอด	0.77	0.0307	0.0615	0.0169	0.0338	0.0024	0.0048

หมายเหตุ AT = 613,200 ชั่วโมง สำหรับความเสี่ยงที่ก่อให้เกิดมะเร็งตลอดชีวิต

*ความเสี่ยงมะเร็ง ระบุที่ $>1 \times 10^{-6}$

ข้อมูลสถานที่และสภาพสิ่งแวดล้อมการทำงาน พบว่า พื้นที่ทำงานส่วนใหญ่เป็นห้องปิด ร้อยละ 90.57 โดยรายงานวิจัย²⁶ ความเสี่ยงมะเร็งในห้องปฏิบัติการพยาธิวิทยาของโรงพยาบาลในประเทศไทย พบว่ากลุ่มพนักงานที่ทำงานในพื้นที่ปิดมีความเสี่ยงสูงสุด และ พบว่าโรงพยาบาลมีการใช้เครื่องปรับอากาศ ร้อยละ 90.57 แต่ไม่ใช้เครื่องฟอกอากาศ ร้อยละ 56.60 ซึ่งทำให้คุณภาพอากาศต่ำในบางพื้นที่ โดยเฉพาะพื้นที่ที่มี PM_{2.5} และ PM₁₀ เกินค่ามาตรฐาน โดยพบมีฝุ่นสะสม

ในระบบระบบอากาศ ร้อยละ 87.42 ซึ่งอาจเพิ่มความเสี่ยงต่อสุขภาพ การศึกษานี้สามารถเปรียบเทียบกับงานวิจัย²⁸ ซึ่งระบุว่าการเพิ่มประสิทธิภาพระบบระบายอากาศและการลดปริมาณฟอร์มัลดีไฮด์ในพื้นที่ทำงานเป็นปัจจัยสำคัญในการลดการสัมผัสและความเสี่ยงด้านสุขภาพ และการเพิ่มการจัดการและมาตรการลดความเสี่ยง การเพิ่มระบบระบายอากาศ การใช้เครื่องฟอกอากาศ และการอบรมพนักงานเกี่ยวกับการจัดการสารเคมีอย่างถูกต้อง

เช่นเดียวกับกรณีศึกษา²⁸ ในห้องปฏิบัติการพยาธิวิทยา

ผลการตรวจวัดคุณภาพอากาศภายในอาคารโรงพยาบาล เปรียบเทียบค่ามาตรฐานพบว่า อุณหภูมิสูงสุด คือ 30.0 °C ที่แผนกผู้ป่วยนอก และค่าความชื้นสูงสุดคือ 73.0 % ที่หอผู้ป่วยในชาย ผลลัพธ์นี้แสดงให้เห็นถึงปัญหาคุณภาพอากาศที่คล้ายคลึงกับการศึกษา¹⁴ ที่ชี้ให้เห็นว่า อุณหภูมิและความชื้นที่สูงเกินไปในสถานที่ทำงานสามารถส่งผลกระทบต่อสุขภาพและประสิทธิภาพการทำงานได้ และสอดคล้องกับกรมอนามัย กระทรวงสาธารณสุข¹² ที่รายงานว่าคุณภาพอากาศในที่ทำงานที่มีอุณหภูมิและความชื้นสูงสามารถส่งผลกระทบต่อความรู้สึกไม่สบายและสุขภาพของผู้ปฏิบัติงานได้ ความเสี่ยงต่อสุขภาพจากมลภาวะทางอากาศภายในอาคารมีแนวโน้มที่จะสูงที่สุดในเมืองต่างๆ ในประเทศกำลังพัฒนา โดยเฉพาะอย่างยิ่งที่ความเสี่ยงที่เกี่ยวข้องกับการเผาไหม้เชื้อเพลิงแข็งสอดคล้อง³⁰ กับความเสี่ยงที่เกี่ยวข้องกับอาคารสมัยใหม่ การสัมผัสสารเคมีหลายชนิดทุกวัน ซึ่งส่วนใหญ่มักพบภายในอาคาร อาจส่งผลให้โรคหอบหืด มะเร็งในเด็ก อาการทางการแพทย์ที่ไม่ทราบสาเหตุ และอาจรวมถึงโรคอื่นๆ ด้วย

การวิเคราะห์ค่าความเข้มข้นของฟอร์มาลดีไฮด์ในบรรยากาศการทำงาน พบว่าห้องปฏิบัติการมีระดับฟอร์มาลดีไฮด์สูงสุดที่ 6.43 µg/m³ ซึ่งต่ำกว่าค่า TLV-TWA (19.65 µg/m³) ที่กำหนด แต่การประเมินความเสี่ยงระยะยาวชี้ว่ามีโอกาสเสี่ยงต่อการเกิดมะเร็ง (1.111 x 10⁻⁶) โดยเฉพาะในกลุ่มที่ทำงานนาน 10 ปีขึ้นไป ซึ่งในประเทศมาเลเซีย³¹ รายงานว่าห้องปฏิบัติ

การพยาธิวิทยามีความเข้มข้นของฟอร์มาลดีไฮด์ในอากาศสูงกว่า 50 µg/m³ ซึ่งสูงกว่าค่ามาตรฐานและสอดคล้องกับงานวิจัย³² ที่พบว่าการสัมผัสฟอร์มาลดีไฮด์มีความเสี่ยงมะเร็งในระยะยาว จำเป็นต้องติดตามและประเมินสถานะสุขภาพของบุคลากรทางการแพทย์ และสอดคล้องกับงานวิจัย³³ ซึ่งพบว่า การได้รับฟอร์มาลดีไฮด์อาจทำให้ระคายเคืองตาและทางเดินหายใจ รวมถึงทำให้ผิวหนัง ไวต่อสารก่อภูมิแพ้ แหล่งฟอร์มาลดีไฮด์หลักในอาคาร และการสัมผัสกับฟอร์มาลดีไฮด์ในอากาศในปริมาณมากในเจ้าหน้าที่ห้องปฏิบัติการสามารถลดลงได้ด้วยการจัดพื้นที่ห้องปฏิบัติการใหม่ ขั้นตอนการทำงานใหม่และปรับปรุง รวมถึงการริเริ่มสร้างความตระหนักรู้และการฝึกอบรม²⁸

ดังนั้น การประเมินความเสี่ยงทางสุขภาพของผู้ปฏิบัติงานในการสัมผัสสารมลพิษอากาศภายในอาคารโรงพยาบาล จึงมีความจำเป็นเพื่อเป็นการป้องกัน เฝ้าระวังและหาแนวทางในการแก้ไขปัญหาคุณภาพอากาศภายในอาคารให้มีความปลอดภัยต่อผู้ปฏิบัติงานต่อไป

ข้อเสนอแนะการวิจัย

การปรับปรุงคุณภาพอากาศในโรงพยาบาลต้องดำเนินการทั้งในระดับบุคคล สถาบัน และเชิงนโยบายผ่านมาตรการที่ครอบคลุมตั้งแต่การจัดการคุณภาพอากาศในพื้นที่เสี่ยง การสนับสนุนด้านทรัพยากร และการนำเทคโนโลยีที่เหมาะสมมาใช้ หากดำเนินการตามข้อเสนอแนะเหล่านี้ โรงพยาบาลจะสามารถลดความเสี่ยงต่อสุขภาพของบุคลากรและผู้ป่วย

และสร้างสภาพแวดล้อมการทำงานที่ปลอดภัยในระยะยาวได้อย่างมีประสิทธิภาพ

ข้อเสนอแนะสำหรับบุคลากร โรงพยาบาล

บุคลากรในโรงพยาบาล โดยเฉพาะในแผนกที่มีความเสี่ยงสูง เช่น ห้องปฏิบัติการ ห้องเก็บศพ หรือแผนกที่มีการใช้สารเคมีที่ระเหยง่าย เช่น ฟอรัมาลดีไฮด์ ควรดำเนินการป้องกันดังนี้

- ใช้มาตรการป้องกันส่วนบุคคล (PPE) เช่น หน้ากากกรองไอระเหย ถุงมือป้องกันสารเคมีและแว่นตานิรภัยในการทำงาน³⁴
- ปฏิบัติตามคู่มือความปลอดภัย ให้ทำงานในพื้นที่ที่ติดตั้งระบบระบายอากาศ เช่น ตู้ดูดไอระเหย (Fume Hood) หรือ เครื่องฟอกอากาศ เฉพาะจุด
- อบรมและสร้างความตระหนัก ควรจัดการอบรมเกี่ยวกับผลกระทบของมลพิษทางอากาศ และวิธีการลดการสัมผัสในระยะยาว

ข้อเสนอแนะระดับสถาบัน

ระดับสถาบันสามารถดำเนินการเพื่อรักษาและปรับปรุงคุณภาพอากาศได้ดังนี้

- ปรับปรุงโครงสร้างพื้นฐาน ติดตั้งระบบระบายอากาศที่เหมาะสมในพื้นที่ที่มีความเสี่ยง เช่น ห้องผ่าตัดหรือห้องแยกโรค (Negative Pressure) เพื่อป้องกันการแพร่กระจายของสารเคมีหรือเชื้อโรค, ใช้ Positive Pressure ในพื้นที่ปลอดเชื้อ เช่น ห้อง ICU หรือห้องผู้ป่วยวิกฤติ และติดตั้งเครื่องฟอกอากาศที่มีระบบกรอง HEPA เพื่อกรองฝุ่นละออง PM2.5 และ PM10 รวมถึงเชื้อโรคในอากาศ³⁴

- จัดตั้งทีมเฝ้าระวังคุณภาพอากาศ ควรมีหน่วยงานที่รับผิดชอบตรวจสอบและติดตามระดับมลพิษทางอากาศในโรงพยาบาลอย่างสม่ำเสมอ และส่งเสริมงานวิจัยและพัฒนาด้านคุณภาพอากาศ สนับสนุนการศึกษาเกี่ยวกับผลกระทบระยะยาวของคุณภาพอากาศต่อสุขภาพบุคลากร

ข้อเสนอแนะระดับนโยบาย

เพื่อปรับปรุงคุณภาพอากาศภายในอาคาร ควรมีการสนับสนุนจากรัฐบาลและการปรับปรุงมาตรฐานระดับประเทศ ดังนี้

- สนับสนุนงบประมาณและทรัพยากร รัฐบาลควรสนับสนุนการติดตั้งระบบระบายอากาศและเทคโนโลยีฟอกอากาศ รวมถึงเครื่องมือสำหรับตรวจวัดคุณภาพอากาศในโรงพยาบาล
- สร้างกรอบนโยบายสำหรับการตรวจสอบ เช่น การกำหนดให้สถานพยาบาลทุกแห่งต้องตรวจสอบและรายงานคุณภาพอากาศภายในอาคารอย่างสม่ำเสมอ

ข้อจำกัดการวิจัย

1. การออกแบบการศึกษาแบบภาคตัดขวาง ทำให้ไม่สามารถสรุปความสัมพันธ์เชิงเหตุผลระหว่างการสัมผัสฟอรัมาลดีไฮด์และผลกระทบต่อมะเร็งได้ เนื่องจากข้อมูลถูกเก็บในช่วงระยะเวลาหนึ่งเท่านั้น ซึ่งไม่สามารถแสดงการเปลี่ยนแปลงของสถานการณ์ในระยะยาวได้
2. อคติในการสุ่มตัวอย่าง อาจเกิดจากการเลือกตัวอย่างที่ไม่ครอบคลุมกลุ่มเป้าหมายทั้งหมด หรือการเลือกตัวอย่างจากกลุ่มที่มีการ

สัมผัสสูง ทำให้ผลการศึกษานี้ไม่สามารถนำไปใช้กับทุกกลุ่มในโรงพยาบาลได้

3. ขอบเขตของผลการศึกษา จำกัดอยู่เพียงการศึกษาในโรงพยาบาลที่ทำการวิจัย ซึ่งอาจไม่สามารถสะท้อนถึงความเสี่ยงในสภาพแวดล้อมการทำงานอื่นๆ ที่มีลักษณะคล้ายกัน

กิตติกรรมประกาศ

ขอขอบคุณบุคลากรโรงพยาบาลชุมชนในจังหวัดขอนแก่นทุกท่านที่เป็นอาสาสมัคร และให้ความร่วมมือในการศึกษานี้

ผลประโยชน์ทับซ้อน

ผู้วิจัยขอยืนยันว่า ไม่มีผลประโยชน์ทับซ้อนใดๆ

เอกสารอ้างอิง

1. United States Environmental Protection Agency. The inside story: A guide to indoor air quality. Washington DC: EPA , 1995. Available at <https://laws.anamai.moph.go.th/th/practices/211864> , accessed on Nov 23, 2022.
2. WHO. Health risk assessment of air pollution. Denmark: WHO Regional Office for Europe, 2016. 40 p.
3. WHO. Household air pollution. Available at https://www.who.int/news-room/fact-sheets/detail/household-air-pollution-and-health?gclid=EAIaIQobChMIyKyvzcu5gQMVSkUrCh39a AIjEAAYASAAEgJDIvD_BwE, accessed on Sep 20, 2022.
4. Ibrahim F, Samsudin EZ, Ishak AR, *et al.* The relationship between occupant behaviour and indoor air quality in Malaysian hospital outpatient departments: A multistage cross-sectional study. *Heliyon* 2024; 10: 1-19.
5. Phung D, Hien TT, Linh HN, *et al.* Air pollution and risk of respiratory and cardiovascular hospitalizations in the most populous city in Vietnam. *Sci Total Environ* 2016; 557-558: 322-30
6. Salam ZHA, Karlin RB, Ling ML, *et al.* The impact of portable high-efficiency particulate air filters on the incidence of invasive aspergillosis in a large acute tertiary-care hospital. *Am J Infect Control* 2010; 38: e1-7.
7. Rahayu EP, Saam Z, Sukendi S, *et al.* The factors of affect indoor air quality inpatient at private hospital, Pekanbaru, Indonesia. *Open Access Maced J Med Sci* 2019; 7(13): 2208-12.
8. Boonyayothin V, Luengsriskul T. Ventilation system for control the hospital indoor air quality. *RTA Med J* 2018; 71: 51-61.
9. Tawee V. Indoor air pollution threats. Technical Articles of the Society of Heating, Refrigerating and Air-Conditioning Engineers of Thailand, 2008. 22 p.
10. U.S. Environmental Protection Agency. Introduction to Indoor Air Quality. Available at <https://www.epa.gov/indoor-air-qualityiaq/introduction-indoor-air-quality>, accessed on May 16, 2023.
11. National Environment Agency. Updated guidance on improving ventilation and indoor air quality in buildings for a healthy indoor environment. Available at <https://www.nea.gov.sg/our-services/public-cleanliness/environmental-cleaning-guidelines/advisories/guidance-on-improving-ventilation-and-indoor-air-quality-in-buildings-for-a-healthy-indoor-environment>, accessed on Sep 20, 2022.
12. Department of Health, Ministry of Public Health, Thailand. Indoor air quality standards.

- Available at <https://laws.anamai.moph.go.th/th/practices/211864>, accessed on Nov 23, 2022.
13. Manorat N, Sinthunansakul N. A study of microbial contamination and indoor air quality in tertiary hospitals. *J Thai Med Assoc* 2019; 9(2): 232-42.
 14. Tangwiwat C, Tultrairat S, Panomyong K. (2023). Prevalence and factors associated with sick building syndrome in medical personnel. *J Dis Control* 2023; 49(2): 430-440.
 15. Kannirun M, Surawattanasakul V, Rattananupong T, *et al.* Prevalence and association of indoor environmental factors and sick building syndrome among workers of Army Medical Department headquarter, Bangkok. *J Royal Thai Army Nurses* 2022; 23(3): 197-205.
 16. Natthapong L. (2005). The prevalence rate and associated factors of sick building syndrome among health care workers in hospitals with inadequate ventilation. 2005. 121 p.
 17. Pantip T, Monthira T, Jira K. Indoor air quality in hospitals: A case study of a community hospital in Nakhon Si Thammarat Province. *J Public Health* 2019; 28(2): 325–33.
 18. Occupational and Environmental Disease Bureau. Indoor air quality monitoring manual for border entry points, 2018.88 p.
 19. Singapore Standard Council. Code of practice for indoor air quality for air-conditioned buildings. Singapore: Enterprise Singapore, 2021.30 p.
 20. Office of Superfund Remediation and Technology Innovation. Risk assessment guidance for superfund volume I: human health evaluation manual (Part F, supplemental guidance for inhalation risk assessment) Washington: U.S. Environmental Protection Agency; 1970. Available at https://www.epa.gov/sites/production/files/2015-09/documents/partf_200901_final.pdf, accessed on Nov 23, 2022.
 21. Kimbell JS, Overton JH, Subramaniam RP, *et al.* Dosimetry modeling of inhaled formaldehyde: Binning nasal flux predictions for quantitative risk assessment. *Toxicol Sci* 2001; 64(1): 111–21.
 22. Integrated Risk Information System. (2024). IRIS toxicological review of formaldehyde (inhalation): CASRN 50-00-0. Washington, DC: U.S. Environmental Protection Agency, 2024. 10 p.
 23. Department of Health, Ministry of Public Health, Thailand. Indoor air quality standards. Available at <https://laws.anamai.moph.go.th/th/practices/211864>, accessed on Feb 14, 2023.
 24. Occupational Safety and Health Administration (OSHA). Formaldehyde standard: 29 CFR 1910.1048. Washington (DC): US Department of Labor. Available at <https://www.osha.gov>, accessed on May 20, 2024.
 25. Ashely K, Connor P, editors. NIOSH manual of analytical method 5th ed. Washington: The National Institute for Occupational Safety and Health (NIOSH); 1970. Available at <https://www.cdc.gov/niosh/nmam/default.html>, accessed on May 20, 2024.
 26. Chaiklieng S, Tongsantia U, Autrup HN. Risk assessment of inhalation exposure to formaldehyde among workers in medical laboratories. *Asia-Pacific J Sci Technol* 2021; 26(4): 1-8
 27. Thongchom T, On-si N, Puongphan C, *et al.* Health Risks from Indoor PM10 and Effects of Sick Building Syndrome in Office Workers. *Thai J Public Health* 2021; 51(2):170-80.
 28. Fustinoni S, Campo L, Spinazzè A, *et al.* Exposure and management of the health risk for the use of formaldehyde and xylene in a

- large pathology laboratory. *Ann Work Exposures Health* 2021; 65(7): 805-18.
29. Chatchanan P. The Prevalence and factors associated with sick building syndrome in care workers: A case study in a hospital in Saraburi Province, 2023. 196 p.
30. Zhang J, Smith KR. Indoor air pollution: A global health concern. *Br Med Bull* 2003; 68: 209-25.
31. Zain SM, Azmi WN, Veloo Y, *et al.* Formaldehyde exposure, health symptoms, and risk assessment among hospital workers in Malaysia. *J Environ Prot Sci* 2019; 10(6): 861-79.
32. Promtes K, Kaewboonchoo O, Harncharoen K, *et al.* Cancer risk assessment of inhalation formaldehyde exposure among medical students during anatomy laboratory. *Thai J Toxicol* 2020; 29 (1-2): 8-22.
33. Rovira J, Roig N, Nadal M, *et al.* Human health risks of formaldehyde indoor levels: An issue of concern. *J Environ Sci Health, Part A: Toxic/Hazardous Substances and Environmental Engineering* 2016; 51(4): 357-63.
34. Department of Health. Manual for conducting indoor air quality assessment for building operators. Nonthaburi: Bureau of Environmental Health, Department of Health, Ministry of Public Health, 2016: 71 p.