

การประเมินคุณภาพอากาศภายในอาคารและการเฝ้าระวังเชื้อลิจิโอนেলা
นิวโมฟิลา ในน้ำที่โรงพยาบาลแห่งหนึ่งในกรุงเทพมหานคร

Assessment of Indoor Air Quality and Surveillance of Legionella Pneumophila
in Water at a Hospital in Bangkok

ปิยทัศน์ บำรุงเวช¹, บุญรัตน์ เวชชรียานนท์¹, ชัชชัย ธนโชคสว่าง², กุณฑลีย์ บังคะดานรา³

¹คณะแพทยศาสตร์โรงพยาบาลรามาธิบดี มหาวิทยาลัยมหิดล,

²คณะสาธารณสุขศาสตร์ มหาวิทยาลัยมหิดล,

³สาขาวิชาวิทยาศาสตร์สุขภาพ มหาวิทยาลัยสุโขทัยธรรมาธิราช

Piyatad Bumrungwech¹, Boonyarut Wettreyanon¹, Chatchai Thanachoksawang²,

Goontalee Bangkadanara³

¹Faculty of Medicine, Ramathibodi Hospital, Mahidol University,

²Faculty of Public Health Mahidol University,

³School of Health Science, Sukhothai Thammathirat Open University

Corresponding author: boonyarut.suw@mahidol.ac.th

Received 2025 Apr 17, Revised 2025 May 21, Accepted 2025 May 28

DOI: 10.14456/iudcj.2025.29

บทคัดย่อ

โรงพยาบาลเป็นสภาพแวดล้อมที่มีผู้มาใช้บริการเป็นจำนวนมากซึ่งให้บริการแก่ผู้ป่วยเป็นหลัก โดยผู้ป่วยเหล่านี้อาจมีเชื้อโรคที่สามารถแพร่กระจายและก่อให้เกิดโรคได้ การจัดการคุณภาพอากาศภายในอาคารอย่างมีประสิทธิภาพจึงมีความสำคัญอย่างยิ่งต่อการควบคุมการติดเชื้อ โดยเฉพาะอย่างยิ่งในการป้องกันการแพร่กระจายของ เชื้อลิจิโอนেলা นิวโมฟิลา (Legionella pneumophila) ซึ่งเป็นแบคทีเรียที่ก่อให้เกิดโรคปอดอักเสบ และมักพบในอาคารที่ใช้ระบบระบายอากาศแบบรวม การศึกษาครั้งนี้มีวัตถุประสงค์เพื่อประเมินคุณภาพอากาศภายในอาคารและเฝ้าระวังแหล่งที่อาจมีการปนเปื้อนของเชื้อลิจิโอนেলা นิวโมฟิลา ในระบบน้ำของโรงพยาบาลแห่งหนึ่งในกรุงเทพมหานคร ประเทศไทย การศึกษานี้ใช้รูปแบบการสำรวจแบบภาคตัดขวาง โดยมีการประเมินคุณภาพอากาศภายในอาคารที่จุดตัวอย่างจำนวน 307 จุด ซึ่งคัดเลือกโดยการสุ่มแบบเฉพาะเจาะจงจากแผนกผู้ป่วยนอก หอผู้ป่วยใน และหอผู้ป่วยวิกฤติ/กึ่งวิกฤติ นอกจากนี้ ยังเก็บตัวอย่างน้ำจาก 67 พื้นที่เสี่ยง



ที่อาจมีการเจริญเติบโตของเชื้อ เชื้อลิจิโอเนลลา นิวโมฟิลา และสามารถแพร่กระจายเชื้อสู่ผู้ป่วย และบุคลากรทางการแพทย์ โดยเก็บข้อมูลระหว่างเดือนมกราคมถึงกันยายน พ.ศ. 2567 โดยวันเก็บตัวอย่างในแต่ละพื้นที่เลือกแบบสุ่มในช่วงเวลาปฏิบัติงานตามปกติ

ผลการประเมินคุณภาพอากาศภายในอาคารพบว่า ความเข้มข้นของฝุ่นละออง PM_{2.5} อยู่ในเกณฑ์มาตรฐานที่จุดตรวจวัดร้อยละ 90.2 ก๊าซคาร์บอนไดออกไซด์ ร้อยละ 86.0 อัตราการหมุนเวียนอากาศร้อยละ 84.2 อุณหภูมิร้อยละ 73.9 และความชื้นสัมพัทธ์เพียงร้อยละ 45.3 อย่างไรก็ตาม พื้นที่ตรวจวัดร้อยละ 54.7 มีค่าความชื้นสัมพัทธ์สูงกว่าค่ามาตรฐาน ซึ่งอาจส่งเสริมการเจริญเติบโตของจุลินทรีย์ ผลการตรวจพบ เชื้อลิจิโอเนลลา นิวโมฟิลา ใน 19 จุดตรวจวัด แม้ว่าความเข้มข้นของเชื้อทั้งหมดจะต่ำกว่า 100,000 CFU/L ด้วยลักษณะภูมิอากาศแบบร้อนชื้นของประเทศไทย ซึ่งมีอุณหภูมิและความชื้นสูงอย่างต่อเนื่อง การเฝ้าระวังและควบคุมคุณภาพสิ่งแวดล้อมอย่างต่อเนื่องจึงมีความจำเป็น กลยุทธ์เหล่านี้ควรรวมถึงการจัดการความชื้นภายในอาคารอย่างมีประสิทธิภาพ และการตรวจสอบระบบน้ำของโรงพยาบาลอย่างสม่ำเสมอ เช่น ถึงเก็บน้ำก๊อกน้ำ และฝักบัว เพื่อลดความเสี่ยงของการติดเชื้อ โดยเฉพาะในกลุ่มผู้ป่วยที่มีภูมิคุ้มกันต่ำ และบุคลากรทางการแพทย์ที่ทำงานในโรงพยาบาล

คำสำคัญ : คุณภาพอากาศ, เชื้อลิจิโอเนลลา นิวโมฟิลา, ความชื้นสัมพัทธ์, ก๊าซคาร์บอนไดออกไซด์, ฝุ่นละอองขนาด 2.5 ไมครอน

Abstract

Hospitals are high-traffic environments that primarily serve patients who may carry infectious agents, posing a significant risk of disease transmission. Effective indoor air quality management is therefore critical for infection control, particularly in preventing the spread of *Legionella pneumophila*, a bacterium that causes pneumonia and is commonly found in buildings with centralized ventilation systems. This study aimed to assess indoor air quality and monitor potential sources of *L. pneumophila* contamination in the water systems of a hospital in Bangkok, Thailand. A cross-sectional survey was conducted, with indoor air quality evaluated at 307 purposively selected sampling points across outpatient departments, inpatient wards, and critical/semi-critical care units. Additionally, water samples were collected from 67 high-risk locations for *L. pneumophila* colonization and potential transmission to patients and healthcare personnel. Data collection took place from January to September 2024, with sampling days randomly selected during operational periods.

The results showed that PM^{2.5} concentrations met national standards in 90.2% of sampling points, carbon dioxide levels in 86.0%, air exchange rates in 84.2%, temperature in 73.9%, and relative humidity in only 45.3%. Notably, 54.7% of the areas had relative humidity levels exceeding standard thresholds, which may facilitate microbial growth. *L. pneumophila* was detected at 19 sampling sites, although all concentrations were below 100,000 CFU/L. Given Thailand's tropical climate-characterized by persistently high temperature and humidity-ongoing monitoring and control strategies are essential. These should include effective humidity management and regular inspections of hospital water systems, such as water storage tanks, faucets, and showers, to mitigate infection risks, particularly for immunocompromised patients and healthcare workers.

Keywords : Air Quality, *Legionella Pneumophila*, Relative Humidity, Carbon Dioxide, Dust Particles of 2.5 microns

บทนำ

คุณภาพอากาศภายในอาคาร (Indoor Air Quality, IAQ) หมายถึง สภาพอากาศภายในอาคาร ซึ่งมีความสัมพันธ์โดยตรงกับสุขภาพของผู้อยู่อาศัย มลพิษที่สะสมภายในอาคารอาจส่งผลกระทบต่อสุขภาพของผู้ที่อยู่ในอาคาร โดยเฉพาะกลุ่มที่มีความเสี่ยงสูง ดังนั้น การตระหนักรู้เกี่ยวกับผลกระทบของคุณภาพอากาศภายในอาคารต่อสุขภาพจึงเป็นสิ่งสำคัญ เพื่อให้สามารถดูแลตนเองและลดความเสี่ยงที่อาจเกิดขึ้นได้⁽¹⁾

สำหรับโรงพยาบาล ซึ่งเป็นสถานที่ที่มีผู้มาใช้บริการเป็นจำนวนมาก และส่วนใหญ่ผู้ที่มาใช้บริการเป็นผู้ป่วยที่มีเชื้อโรคอยู่ในร่างกาย ซึ่งสามารถแพร่กระจายเชื้อโรคผ่านการไอ จาม การสูดละอองฝอยของน้ำ หรือการพูดคุย เช่น เชื้อวัณโรค เชื้อลิจิโอเนลลา นิวโมฟิลา นอกจากนี้

ผู้ให้บริการอาจมีอาการหายใจไม่สะดวก รู้สึกอึดอัด ปวดศีรษะ ไอ จาม หรือมีปัญหาสุขภาพทางเดินหายใจเรื้อรัง จากข้อมูลของกรมควบคุมโรค ระหว่างปี พ.ศ. 2556-2567 พบว่า มีรายงานผู้ป่วยทั้งหมด 196 ราย มีผู้เสียชีวิต 4 ราย ส่วนใหญ่เป็นผู้ป่วยที่เดินทางกลับจากท่องเที่ยวที่ประเทศไทยและกลับไปป่วยที่ประเทศต้นทาง สัญชาติที่มีรายงานผู้ป่วยมากที่สุดได้แก่ อังกฤษ สวีเดน เดนมาร์ก เนเธอร์แลนด์ และฝรั่งเศส จำนวนทั้งสิ้น 163 ราย (ร้อยละ 83.1) ในส่วนที่เป็นการรายงานจากผู้ป่วยที่เข้ารับการรักษาในประเทศไทย 33 ราย (ร้อยละ 16.8) ในช่วง 2 ปีที่ผ่านมา พบจำนวนผู้ป่วยโรคลีเจียนแนร์ มีรายงานเพิ่มสูงขึ้น พื้นที่ที่มีรายงานผู้ป่วย หรือผู้ป่วยรายงานว่าเคยเดินทางไปก่อนเริ่มอาการป่วยเป็นจังหวัดท่องเที่ยว ซึ่งน่าจะเป็นการติดเชื้อในประเทศไทย โดยอาจเนื่องมาจากการควบคุม

ดูแลระบบน้ำและระบบปรับอากาศที่ไม่ได้มาตรฐาน จะเป็นการเพิ่มความเสี่ยงต่อการเจริญของเชื้อลิจิโอเนลลา นิวโมฟิลา⁽²⁾ โดยภายในโรงพยาบาลแหล่งที่มักพบเชื้อเหล่านี้ ได้แก่ น้ำจากหอผึ่งเย็น (cooling towers) ของระบบปรับอากาศ ผักบัวอาบน้ำ ก๊อกน้ำ และบ่อพักน้ำประปา หากระบบระบายอากาศ และการควบคุมคุณภาพน้ำไม่มีประสิทธิภาพเพียงพอ เชื้อโรคเหล่านี้อาจสะสมและแพร่กระจายไปยังบุคคลอื่นได้ อย่างไรก็ตาม หากมีการออกแบบระบบระบายอากาศอย่างเหมาะสม อากาศเสียที่ปนเปื้อนจะถูกระบายออกไปและมีการนำอากาศบริสุทธิ์เข้ามาแทนที่ ซึ่งช่วยลดความเข้มข้นของเชื้อโรคในอากาศ นอกจากนี้การใช้มาตรการกำจัดเชื้อโรคร่วมด้วย เช่น การกรองอากาศหรือการฆ่าเชื้อ จะช่วยลดความเสี่ยงของการแพร่กระจายของเชื้อโรคให้อยู่ในระดับที่ปลอดภัย⁽³⁾

การควบคุมคุณภาพอากาศภายในอาคารจึงมีความจำเป็นอย่างมาก ซึ่งต้องอาศัยระบบปรับอากาศและระบบระบายอากาศที่ได้รับการออกแบบให้เหมาะสมกับประเภทของอาคาร และกิจกรรมที่ดำเนินอยู่ภายในอาคาร ทั้งนี้ควรมีการควบคุม ตรวจสอบ และบำรุงรักษาระบบดังกล่าวอย่างต่อเนื่อง โดยการสำรวจสภาพแวดล้อม และประเมินความเสี่ยงสภาพแวดล้อมการทำงานของบุคลากรที่ปฏิบัติงานและผู้รับบริการภายในโรงพยาบาล เพื่อหาสาเหตุที่แท้จริง นำไปสู่การแก้ปัญหาที่แหล่งกำเนิด

(Source) ได้อย่างตรงจุด และยืนยันผลการประเมินความเสี่ยงสภาพแวดล้อมด้วยการตรวจวัดทางด้านอาชีวเวชศาสตร์ โรงพยาบาลควรเฝ้าระวังอุณหภูมิห้องให้อยู่ในเกณฑ์มาตรฐาน 21-24 องศาเซลเซียส บำรุงรักษาและล้างทำความสะอาดเครื่องปรับอากาศสม่ำเสมอ ตรวจสอบปรับปรุงระบบหมุนเวียนอากาศ ระบายอากาศให้ได้ตามมาตรฐานลดพื้นที่ที่มีอากาศนิ่ง และไม่มีการหมุนเวียนเพื่อป้องกันความชื้นสัมพัทธ์สูงเกินเกณฑ์มาตรฐาน มีแผนดำเนินการตรวจวัดคุณภาพอากาศภายในอาคารและเชื้อลิจิโอเนลลา นิวโมฟิลาในน้ำเป็นระยะเพื่อเฝ้าระวังปัญหาคุณภาพอากาศภายในอาคารอย่างต่อเนื่อง⁽⁴⁾ หากระบบปรับอากาศ ไม่ได้รับการออกแบบอย่างเหมาะสม ขาดการบำรุงรักษา หรือการบำรุงรักษาระบบน้ำไม่เพียงพอ อาจทำให้เกิดการสะสมและแพร่กระจายของเชื้อโรคหรือสารปนเปื้อน ซึ่งอาจนำไปสู่ปัญหาสุขภาพของผู้ใช้อาคาร รวมถึงการร้องเรียนเกี่ยวกับคุณภาพอากาศภายในอาคาร ดังนั้นการศึกษานี้มีวัตถุประสงค์เพื่อประเมินคุณภาพอากาศภายในอาคาร และเฝ้าระวังแหล่งที่อาจมีการปนเปื้อนของเชื้อลิจิโอเนลลา นิวโมฟิลา ในระบบน้ำของโรงพยาบาลแห่งหนึ่ง ในจังหวัดกรุงเทพมหานคร

วัตถุประสงค์ในการวิจัย

1. เพื่อประเมินคุณภาพอากาศภายในอาคาร
2. เพื่อเปรียบเทียบคุณภาพอากาศภายในอาคารกับมาตรฐานประกาศกรมอนามัย และมาตรฐาน ASHRAE
3. เพื่อประเมินการปนเปื้อนของเชื้อลิจิโอเนลลา นิโมฟิลาในน้ำที่ใช้ภายในโรงพยาบาล

วิธีการศึกษา

การศึกษานี้เป็นการวิจัยเชิงสำรวจแบบภาคตัดขวาง เพื่อประเมินคุณภาพของอากาศภายในอาคารและประเมินการปนเปื้อนของเชื้อลิจิโอเนลลา นิโมฟิลาในน้ำที่โรงพยาบาลแห่งหนึ่งในกรุงเทพมหานคร โดยการตรวจวัดและวิเคราะห์ปัจจัยที่เกี่ยวข้อง สำหรับดัชนีที่ใช้ในการประเมินคุณภาพอากาศภายในอาคารแบ่งออกเป็น 2 ส่วน ได้แก่ 1) ดัชนีด้านคุณภาพอากาศภายในอาคารซึ่งประกอบด้วยความเข้มข้นของฝุ่นละอองขนาดเล็กไม่เกิน 2.5 ไมครอน (PM2.5) อุณหภูมิ ความชื้นสัมพัทธ์ อัตราการหมุนเวียนอากาศ และระดับก๊าซคาร์บอนไดออกไซด์ และ 2) การตรวจหาเชื้อลิจิโอเนลลา นิโมฟิลาในน้ำ ซึ่งเป็นสาเหตุของโรคปอดอักเสบลีเจียนแนร์ (Legionnaires' disease)

กลุ่มตัวอย่าง

กลุ่มตัวอย่างเป็นจุดตรวจวัดในพื้นที่ที่ทำการศึกษาซึ่งแบ่งออกเป็น 4 กลุ่มหลัก ดังนี้

1. หน่วยตรวจผู้ป่วยนอก (OPD) ประกอบด้วย 152 จุดตรวจวัด เป็นพื้นที่ที่มีผู้ป่วยเข้ารับบริการเป็นจำนวนมากในแต่ละวัน
2. หอผู้ป่วยใน (IPD) จำนวน 111 จุดตรวจวัด เป็นพื้นที่สำหรับดูแลผู้ป่วยที่ต้องพักรักษาตัวภายในโรงพยาบาล ซึ่งอาจมีการสะสมของจุลินทรีย์หรือสารปนเปื้อนต่าง ๆ
3. หอผู้ป่วยวิกฤติและกึ่งวิกฤติ จำนวน 44 จุดตรวจวัด
4. แหล่งน้ำใช้ของโรงพยาบาลจำนวน 67 จุดตรวจวัด

วิธีการเก็บรวบรวมข้อมูล

1. การตรวจวัดคุณภาพอากาศภายในอาคาร

ในการศึกษานี้ใช้การสุ่มกลุ่มตัวอย่างแบบเฉพาะเจาะจง (Purposive sampling) ในกลุ่มตัวอย่างหน่วยตรวจผู้ป่วยนอก หอผู้ป่วยใน และหอผู้ป่วยวิกฤติและกึ่งวิกฤติ ของโรงพยาบาลที่สามารถเข้าตรวจวัดคุณภาพอากาศภายในอาคาร จำนวน 307 จุดตรวจวัด โดยเก็บตัวอย่างระหว่างเดือน มกราคม - สิงหาคม พ.ศ. 2567 ในช่วงเวลา 09.00-12.00 น. และ 13.30-15.30 น. เลือกวันสำหรับการตรวจวัดเป็นแบบสุ่มในช่วงเวลาที่มีการปฏิบัติงานปกติและ

มีผู้ป่วยมารับบริการ ดำเนินการตรวจวัดคุณภาพอากาศโดยติดตั้งเครื่องมือตรวจวัดคุณภาพอากาศที่ระดับความสูงจากพื้น 75-120 เซนติเมตร และบริเวณกลางห้อง ก่อนการตรวจวัดทุกครั้งมีการสอบเทียบค่าความถูกต้องและความเที่ยงของเครื่องมือ (Calibration) ทั้งนี้ ดัชนีที่ใช้ในการตรวจวัด มีดังนี้

1) อุณหภูมิ ความชื้นสัมพัทธ์ และก๊าซคาร์บอนไดออกไซด์ ตรวจวัดโดยใช้เครื่อง Indoor Air Quality Monitoring ยี่ห้อ TSI 9565-P VelociCalc (หมายเลขเครื่อง: 9565P1152006) สอบเทียบครั้งล่าสุดเมื่อวันที่ 2 กรกฎาคม พ.ศ. 2567

2) ความเข้มข้นของฝุ่นละอองขนาด 2.5 ไมครอน ตรวจวัดโดยใช้เครื่อง Environmental Monitor Model EVM 7 (หมายเลขเครื่อง: EMK040002) สอบเทียบครั้งล่าสุดเมื่อวันที่ 23 กุมภาพันธ์ พ.ศ. 2567

3) อัตราการหมุนเวียนอากาศ ตรวจวัดโดยใช้เครื่องวัดอัตราการไหลของอากาศ ยี่ห้อ TSI 8380 (หมายเลขเครื่อง: T83801547014) สอบเทียบครั้งล่าสุดเมื่อวันที่ 9 กรกฎาคม พ.ศ. 2567

2. การเก็บตัวอย่างน้ำเพื่อตรวจหาเชื้อลิจิโอเนลลา นิวโมฟิลา

การเก็บตัวอย่างน้ำเพื่อวิเคราะห์เชื้อลิจิโอเนลลา นิวโมฟิลา เป็นการเก็บตัวอย่างแบบเฉพาะเจาะจง (Purposive sampling) ในกลุ่มตัวอย่างในพื้นที่ที่มีความเสี่ยงต่อการเพาะพันธุ์

และแพร่กระจายเชื้อสู่ผู้ป่วย โดยเฉพาะในกลุ่มผู้ป่วยภูมิคุ้มกันต่ำและบุคลากรทางการแพทย์ โดยดำเนินการตรวจวัดใน 67 จุด ได้แก่ หอผื่นเย็น จำนวน 7 จุด ระบบกรองก่อนเข้าหอผื่นเย็น จำนวน 2 จุด หอผู้ป่วยภูมิคุ้มกันต่ำ จำนวน 44 จุด และบ่อพักน้ำประปา จำนวน 14 จุด

1) ผู้วิจัยได้เก็บตัวอย่างน้ำจากหอผื่นเย็น ระบบกรองน้ำก่อนเข้าหอผื่นเย็น ก๊อกน้ำ และบ่อพักน้ำประปา โดยใช้ขวดที่ผ่านการทำให้ปราศจากเชื้อ เก็บตัวอย่างน้ำปริมาตร 1,000 มิลลิลิตร

2) ผู้วิจัยได้เก็บตัวอย่างน้ำจากฝักบัวอาบน้ำ โดยใช้ไม้ swab ที่ผ่านการฆ่าเชื้อป้ายบริเวณหัวฝักบัวหรือภายในหากสามารถถอดออกได้ จากนั้นนำไม้ swab ใส่ใน tube ที่มีน้ำกลั่นเพื่อป้องกันการแห้งก่อนปิดฝาให้สนิท แล้วนำไปวิเคราะห์หาเชื้อต่อไป

การวิเคราะห์ข้อมูล

ข้อมูลที่ได้จากการตรวจวัดนำมาวิเคราะห์โดยใช้สถิติเชิงพรรณนา (Descriptive statistics) ได้แก่ จำนวน ร้อยละ ค่าเฉลี่ย ส่วนเบี่ยงเบนมาตรฐาน ค่าต่ำสุด และค่าสูงสุด เพื่ออธิบายและสรุปผลข้อมูล

ผลการศึกษา

1. ผลการตรวจวัดคุณภาพอากาศภายในอาคาร

ผลการตรวจวัดคุณภาพอากาศภายในอาคาร ประกอบด้วย 5 พารามิเตอร์ ได้แก่ ปริมาณความเข้มข้นฝุ่นละอองขนาด 2.5 ไมครอน อุณหภูมิ ความชื้นสัมพัทธ์ ก๊าซคาร์บอนไดออกไซด์ และอัตราการหมุนเวียนอากาศ ผลการศึกษา พบว่า ปริมาณความเข้มข้นฝุ่นละอองขนาด 2.5 ไมครอนมีค่าเฉลี่ย $11.29 \mu\text{g}/\text{m}^3$ อุณหภูมิ มีค่าเฉลี่ย 23.08°C ความชื้นสัมพัทธ์มีค่าเฉลี่ยร้อยละ 65.1 ก๊าซคาร์บอนไดออกไซด์มีค่าเฉลี่ย 731.84 ppm และอัตราการหมุนเวียนอากาศมีค่าเฉลี่ย 12.13 เท่าของปริมาตรห้อง/ชั่วโมง

ผลการเก็บตัวอย่างจากหน่วยตรวจผู้ป่วยนอก จำนวน 152 ตัวอย่าง หอผู้ป่วยใน 111 ตัวอย่าง และหอผู้ป่วยวิกฤติและกึ่งวิกฤติ 44 ตัวอย่าง ผลการตรวจวัดคุณภาพอากาศภายในอาคาร รายละเอียดดังนี้ (ตารางที่ 1)

1) ค่าเฉลี่ยปริมาณความเข้มข้นของฝุ่นละอองขนาด 2.5 ไมครอนที่หอผู้ป่วยใน คือ $16.23 \mu\text{g}/\text{m}^3$ หน่วยตรวจผู้ป่วยนอก มีค่าเฉลี่ยเท่ากับ $9.48 \mu\text{g}/\text{m}^3$ และหอผู้ป่วยวิกฤติและกึ่งวิกฤติ มีค่าเฉลี่ยเท่ากับ $5.07 \mu\text{g}/\text{m}^3$

2) ค่าเฉลี่ยอุณหภูมิภายในอาคารที่หอผู้ป่วยใน มีค่าเฉลี่ยเท่ากับ 23.42°C หอผู้ป่วยวิกฤติและกึ่งวิกฤติ มีค่าเฉลี่ยเท่ากับ 23.18°C และหน่วยตรวจผู้ป่วยนอก มีค่าเฉลี่ยเท่ากับ 22.80°C

3) ค่าเฉลี่ยความชื้นสัมพัทธ์ที่หอผู้ป่วยใน มีค่าเฉลี่ยเท่ากับร้อยละ 65.67 หน่วยตรวจผู้ป่วยนอก มีค่าเฉลี่ยเท่ากับร้อยละ 65.56 และหอผู้ป่วยวิกฤติและกึ่งวิกฤติ มีค่าเฉลี่ยเท่ากับร้อยละ 62.32

4) ค่าเฉลี่ยก๊าซคาร์บอนไดออกไซด์ภายในอาคารที่หน่วยตรวจผู้ป่วยนอก มีค่าเฉลี่ยเท่ากับ 841.66 ppm หอผู้ป่วยใน มีค่าเฉลี่ยเท่ากับ 639.83 ppm และหอผู้ป่วยวิกฤติและกึ่งวิกฤติ มีค่าเฉลี่ยเท่ากับ 584.57 ppm

5) ค่าเฉลี่ยอัตราการหมุนเวียนอากาศ พบว่าที่หอผู้ป่วยวิกฤติและกึ่งวิกฤติ มีค่าเฉลี่ยเท่ากับ 20.70 เท่าของปริมาตรห้อง/ชั่วโมง หอผู้ป่วยในมีค่าเฉลี่ยเท่ากับ 12.00 เท่าของปริมาตรห้อง/ชั่วโมง หน่วยตรวจผู้ป่วยนอก มีค่าเฉลี่ยเท่ากับ 9.69 เท่าของปริมาตรห้อง/ชั่วโมง

ตารางที่ 1 ผลการตรวจวัดคุณภาพอากาศภายในอาคาร จำแนกตามกลุ่มพื้นที่

กลุ่มพื้นที่	ผลการตรวจวัด Mean $\pm$ SD (Min-Max)				
	อุณหภูมิ (°C)	ความชื้น สัมพัทธ์ (%RH)	ก๊าซคาร์บอนได- ออกไซด์ (ppm)	ปริมาณความ เข้มข้นฝุ่นละออง ขนาด 2.5 ไมครอน ($\mu\text{g}/\text{m}^3$)	อัตราการ หมุนเวียน อากาศ (ค่าของ ปริมาตรห้อง/ ชั่วโมง)
หน่วยตรวจ ผู้ป่วยนอก	22.80 $\pm$ 1.46 (18.90-26.20)	65.56 $\pm$ 4.15 (53.40-73.40)	841.66 $\pm$ 313.55 (415.00-1,576.00)	9.48 $\pm$ 8.04 (0.00-61.00)	9.69 $\pm$ 7.42 (0.00-37.00)
หอผู้ป่วยใน	23.42 $\pm$ 1.31 (19.10-27.70)	65.67 $\pm$ 7.56 (48.50-83.00)	639.83 $\pm$ 130.32 (395.00-995.00)	16.23 $\pm$ 19.67 (0.00-72.00)	12.00 $\pm$ 6.64 (1.00-37.00)
หอผู้ป่วยวิกฤติ และกึ่งวิกฤติ	23.18 $\pm$ 1.27 (20.20-25.80)	62.32 $\pm$ 5.04 (50.80-74.20)	584.47 $\pm$ 119.82 (412.00-889.00)	5.07 $\pm$ 7.79 (0.00-31.00)	20.70 $\pm$ 11.95 (2.00-47.00)

1.1 คุณภาพอากาศภายในอาคารเปรียบเทียบกับมาตรฐาน

ผลการตรวจวัดคุณภาพอากาศภายในอาคาร พบว่า ปริมาณความเข้มข้น ฝุ่นละอองขนาด 2.5 ไมครอน อยู่ในช่วง 0.00-75.00 $\mu\text{g}/\text{m}^3$ ผ่านเกณฑ์มาตรฐาน ($\leq 25 \mu\text{g}/\text{m}^3$) คิดเป็นร้อยละ 90.2 ก๊าซคาร์บอนไดออกไซด์ อยู่ในช่วง 395.00-1,576.00 ppm ผ่านเกณฑ์มาตรฐาน ($\leq 1,000$ ppm) คิดเป็นร้อยละ 86.0 อัตราการหมุนเวียนอากาศ อยู่ในช่วง 0.00-47.00 เท่าของปริมาตร ห้อง/ชั่วโมง ผ่านเกณฑ์มาตรฐาน (4-6 เท่าของปริมาตรห้อง/ชั่วโมง) คิดเป็นร้อยละ 84.2 อุณหภูมิ อยู่ในช่วง 18.90-27.70 °C ผ่านเกณฑ์มาตรฐาน (21-24 °C) คิดเป็นร้อยละ 73.9 และความชื้นสัมพัทธ์ อยู่ในช่วง 48.50-83.00 %RH ผ่านเกณฑ์มาตรฐาน ($\leq 65\%$) คิดเป็นร้อยละ 45.3 (ตารางที่ 2)

ตารางที่ 2 คุณภาพอากาศภายในอาคารเปรียบเทียบกับมาตรฐาน

พารามิเตอร์	ผลการตรวจวัด Mean $\pm$ SD (Min-Max)	ค่ามาตรฐาน	ผ่านเกณฑ์ มาตรฐาน (ร้อยละ)
ปริมาณความเข้มข้นฝุ่นละอองขนาด 2.5 ไมครอน ($\mu\text{g}/\text{m}^3$)	11.29 $\pm$ 13.98 (0.00-75.00)	$\leq 25^a$	90.2
ก๊าซคาร์บอนไดออกไซด์ (ppm)	731.84 $\pm$ 262.33 (395.00-1,576.00)	$\leq 1,000^a$	86.0
อัตราการหมุนเวียนอากาศ (เท่าของปริมาตรห้อง/ชั่วโมง)	12.13 $\pm$ 8.80 (0.00-47.00)	4-6 ^b	84.2
อุณหภูมิ ($^{\circ}\text{C}$)	23.08 $\pm$ 1.71 (18.90-27.70)	21-24 ^b	73.9
ความชื้นสัมพัทธ์ (%RH)	65.14 $\pm$ 5.82 (48.50-83.00)	$\leq 65^a$	45.3

ค่ามาตรฐาน

a. ประกาศกรมอนามัย เรื่อง ค่าเฝ้าระวังคุณภาพอากาศภายในอาคารสาธารณะ พ.ศ. 2565

b. ASHRAE Standard 170-2021: Ventilation of Health Care Facilities.

1.2 คุณภาพอากาศภายในอาคารจำแนกตามพื้นที่ และเปรียบเทียบกับมาตรฐาน

ผลการตรวจวัดคุณภาพอากาศภายในอาคารโดยจำแนกตามพื้นที่ได้แก่ หน่วยตรวจผู้ป่วยนอก หอผู้ป่วยใน และหอผู้ป่วยวิกฤติและกึ่งวิกฤติ ดังนี้ (ตารางที่ 3)

1) หน่วยตรวจผู้ป่วยนอกมีค่าเฉลี่ยปริมาณความเข้มข้นฝุ่นละอองขนาด 2.5 ไมครอน คือ $9.48 \mu\text{g}/\text{m}^3$ ผ่านเกณฑ์มาตรฐานคิดเป็นร้อยละ 98.7 อัตราการหมุนเวียนอากาศ เฉลี่ยเท่ากับ 9.69 เท่าของปริมาตรห้อง/ชั่วโมง ผ่านเกณฑ์มาตรฐานคิดเป็นร้อยละ 71.9 อุณหภูมิมีค่าเฉลี่ยเท่ากับ 22.80°C ผ่านเกณฑ์มาตรฐานคิดเป็นร้อยละ 71.7 ก๊าซคาร์บอนไดออกไซด์ค่าเฉลี่ยเท่ากับ 841.66 ppm ผ่านเกณฑ์มาตรฐานคิดเป็นร้อยละ 71.7 และความชื้นสัมพัทธ์ ค่าเฉลี่ยเท่ากับร้อยละ 65.5 ผ่านเกณฑ์มาตรฐานคิดเป็นร้อยละ 40.1

2) หอผู้ป่วยใน มีค่าเฉลี่ยปริมาณความเข้มข้นฝุ่นละอองขนาด 2.5 ไมครอน คือ 16.23 ug/m^3 ผ่านเกณฑ์มาตรฐานคิดเป็นร้อยละ 76.6 อัตราการหมุนเวียนอากาศเฉลี่ยเท่ากับ 12.00 เท่าของปริมาตรห้อง/ชั่วโมง ผ่านเกณฑ์มาตรฐานคิดเป็นร้อยละ 96.8 อุณหภูมิมีค่าเฉลี่ยเท่ากับ 23.42°C ผ่านเกณฑ์มาตรฐานคิดเป็นร้อยละ 73.0 ก๊าซคาร์บอนไดออกไซด์ค่าเฉลี่ยเท่ากับ 639.83 ppm ผ่านเกณฑ์มาตรฐานคิดเป็นร้อยละ 100.0 และความชื้นสัมพัทธ์ ค่าเฉลี่ยเท่ากับ 65.67 %RH ผ่านเกณฑ์มาตรฐานคิดเป็นร้อยละ 41.4

3) หอผู้ป่วยวิกฤติและกึ่งวิกฤติ มีค่าเฉลี่ยปริมาณความเข้มข้นฝุ่นละอองขนาด 2.5 ไมครอน คือ 5.07 ug/m^3 ผ่านเกณฑ์มาตรฐานคิดเป็นร้อยละ 94.5 อัตราการหมุนเวียนอากาศเฉลี่ยเท่ากับ 20.70 เท่าของปริมาตรห้อง/ชั่วโมง ผ่านเกณฑ์มาตรฐานคิดเป็นร้อยละ 97.7 อุณหภูมิมีค่าเฉลี่ยเท่ากับ 23.18°C ผ่านเกณฑ์มาตรฐานคิดเป็นร้อยละ 84.1 ก๊าซคาร์บอนไดออกไซด์ค่าเฉลี่ยเท่ากับ 584.57 ppm ผ่านเกณฑ์มาตรฐานคิดเป็นร้อยละ 100.0 และความชื้นสัมพัทธ์ค่าเฉลี่ยเท่ากับร้อยละ 62.3 ผ่านเกณฑ์มาตรฐานคิดเป็นร้อยละ 72.7

ตารางที่ 3 คุณภาพอากาศภายในอาคาร แต่ละพื้นที่เปรียบเทียบกับมาตรฐาน

พารามิเตอร์	ผลการตรวจวัด Mean $\pm$ SD (Min-Max)			ค่ามาตรฐาน	ผ่านเกณฑ์มาตรฐาน(ร้อยละ)		
	หน่วยตรวจผู้ป่วยนอก	หอผู้ป่วยใน	หอผู้ป่วยวิกฤติและกึ่งวิกฤติ		หน่วยตรวจผู้ป่วยนอก	หอผู้ป่วยใน	หอผู้ป่วยวิกฤติและกึ่งวิกฤติ
ปริมาณความเข้มข้นฝุ่นละอองขนาด 2.5 ไมครอน (ug/m^3)	9.48 $\pm$ 8.04 (0.00-61.00)	16.23 $\pm$ 19.67 (0.00-72.00)	5.07 $\pm$ 7.79 (0.00-31.00)	$\leq 25^a$	98.7	76.6	94.5
อัตราการหมุนเวียนอากาศ (เท่าของปริมาตรห้อง/ชั่วโมง)	9.69 $\pm$ 7.42 (0.00-37.00)	12.00 $\pm$ 6.64 (1.00-37.00)	20.70 $\pm$ 11.95 (2.00-47.00)	4-6 ^b	71.9	96.8	97.7
อุณหภูมิ ($^\circ\text{C}$)	22.80 $\pm$ 1.46 (18.90+26.20)	23.42 $\pm$ 1.31 (19.10-27.70)	23.18 $\pm$ 1.27 (20.20-25.80)	21-24 ^b	71.7	73.0	84.1
ก๊าซคาร์บอนไดออกไซด์ (ppm)	841.66 $\pm$ 313.55 (415.00-1,576.00)	639.83 $\pm$ 130.32 (395.00-995.00)	584.57 $\pm$ 119.82 (412.00-889.00)	$\leq 1,000^a$	71.7	100.0	100.0

ความชื้นสัมพัทธ์ (%RH)	65.56±4.15 (53.40-73.40)	65.67±7.56 (48.50-83.00)	62.32±5.04 (50.80-74.20)	≤ 65 ^a	40.1	41.4	72.7
---------------------------	-----------------------------	-----------------------------	-----------------------------	-------------------	------	------	------

ค่ามาตรฐาน

a. ประกาศกรมอนามัย เรื่อง ค่าเฝ้าระวังคุณภาพอากาศภายในอาคารสาธารณะ พ.ศ. 2565

b. ASHRAE Standard 170-2021: Ventilation of Health Care Facilities

2. ผลการตรวจหาเชื้อลิจิโอนেলা นิวโมฟิลา

ผลการตรวจพบเชื้อลิจิโอนেলা นิวโมฟิลา ร้อยละ 28.4 ของแหล่งน้ำที่ตรวจทั้งหมด และพบเชื้อจากระบบกรองน้ำก่อนเข้าหอผึ่งเย็นร้อยละ 100.0 จากน้ำในหอผึ่งเย็น ร้อยละ 57.1 สำหรับหอผู้ป่วยภูมิคุ้มกันต่ำพบเชื้อลิจิโอนেলা นิวโมฟิลา ในน้ำจากก๊อกน้ำ ร้อยละ 45.5 ส่วนในฝักบัว พบเชื้อลิจิโอนেলা นิวโมฟิลา ร้อยละ 4.6 นอกจากนี้ยังพบเชื้อลิจิโอนেলা นิวโมฟิลา ในบ่อพักน้ำประปาบนดาดฟ้า ร้อยละ 9.1 และบ่อพักน้ำประปาชั้นใต้ดิน ร้อยละ 33.3 (ตารางที่ 4) โดยปริมาณเชื้อลิจิโอนেলা นิวโมฟิลาที่ตรวจพบทั้งหมด 19 ตัวอย่าง มีปริมาณน้อยกว่า 100,000 CFU/L (ตารางที่ 5)

ตารางที่ 4 ร้อยละของแหล่งที่ตรวจพบเชื้อลิจิโอนেলা นิวโมฟิลาในโรงพยาบาล

ลำดับ	ประเภท	จำนวนที่เก็บตัวอย่าง	จำนวนตัวอย่างที่พบ	ร้อยละ
1	ระบบกรองน้ำก่อนเข้าหอผึ่งเย็น	2	2	100.0
2	หอผึ่งเย็น	7	4	57.1
3	น้ำจากก๊อกน้ำในหอผู้ป่วยภูมิคุ้มกันต่ำ	22	10	45.5
4	Swab ฝักบัวในหอผู้ป่วยภูมิคุ้มกันต่ำ	22	1	4.6
5	บ่อพักน้ำประปาบนดาดฟ้า	11	1	9.1
6	บ่อพักน้ำประปาชั้นใต้ดิน	3	1	33.3
รวม		67	19	28.4

ค่ามาตรฐาน

ประกาศการประปานครหลวง เรื่อง เกณฑ์กำหนดคุณภาพน้ำประปาของการประปานครหลวง (เท่ากับ 0 CFU/L)

ตารางที่ 5 ปริมาณเชื้อลิจิโอเนลลา นิวโมฟิลาที่พบในแหล่งที่ตรวจพบ

ลำดับ	ปริมาณเชื้อลิจิโอเนลลา นิวโมฟิลา	จำนวนแหล่งที่ตรวจพบ	ร้อยละ
1	น้อยกว่า 100,000 CFU/L	19	100.0
2	มากกว่า 100,000 CFU/L แต่ไม่เกิน 1,000,000 CFU/L	0	0.0
3	เกินกว่า 1,000,000 CFU/L	0	0.0
รวม		19	100.0

สรุปผลการตรวจวัด

การตรวจวัดคุณภาพอากาศภายในอาคารโรงพยาบาล จำนวน 307 ตัวอย่าง พบว่า ปริมาณความเข้มข้นฝุ่นละอองขนาด 2.5 ไมครอน อยู่ในช่วง 0.00-75.00 ug/m³ ผ่านเกณฑ์มาตรฐานร้อยละ 90.2 ก๊าซคาร์บอนไดออกไซด์ อยู่ในช่วง 395.00-1,576.00 ppm ผ่านเกณฑ์มาตรฐานร้อยละ 86.0 อัตราการหมุนเวียนอากาศอยู่ในช่วง 0.00-47.00 เท่าของปริมาตรห้อง/ชั่วโมง ผ่านเกณฑ์มาตรฐานร้อยละ 84.2 อุณหภูมิอยู่ในช่วง 18.90-27.70 °C ผ่านเกณฑ์มาตรฐานร้อยละ 73.9 และความชื้นสัมพัทธ์ อยู่ในช่วงร้อยละ 48.50-83.00 ผ่านเกณฑ์มาตรฐานร้อยละ 45.3 และเมื่อเทียบกับค่ามาตรฐานคุณภาพอากาศในแต่ละพื้นที่ พบว่า หน่วยตรวจผู้ป่วยนอก มีปริมาณความเข้มข้นฝุ่นละอองขนาด 2.5 ไมครอน อัตราการหมุนเวียนอากาศ อุณหภูมิ ก๊าซคาร์บอนไดออกไซด์ และความชื้นสัมพัทธ์ ผ่านเกณฑ์มาตรฐานคิดเป็นร้อยละ 98.7, 71.9, 71.7, 71.7 และ 40.1 ตามลำดับ หอผู้ป่วยไม่มีปริมาณความเข้มข้นฝุ่นละอองขนาด 2.5 ไมครอน อัตราการหมุนเวียนอากาศ อุณหภูมิ

ก๊าซคาร์บอนไดออกไซด์ และความชื้นสัมพัทธ์ ผ่านเกณฑ์มาตรฐานคิดเป็นร้อยละ 76.6, 96.8, 73.0, 100.0 และ 41.4 ตามลำดับ และหอผู้ป่วยวิกฤติและกึ่งวิกฤติ มีปริมาณความเข้มข้นฝุ่นละอองขนาด 2.5 ไมครอน อัตราการหมุนเวียนอากาศ อุณหภูมิ ก๊าซคาร์บอนไดออกไซด์ และความชื้นสัมพัทธ์ ผ่านเกณฑ์มาตรฐานคิดเป็นร้อยละ 94.5, 97.7, 84.1, 100.0 และ 72.7 ตามลำดับ ผลการตรวจพบเชื้อลิจิโอเนลลา นิวโมฟิลา ร้อยละ 28.4 ของแหล่งน้ำที่ตรวจทั้งหมด และพบเชื้อจากระบบกรองน้ำก่อนเข้าหอผึ่งเย็นร้อยละ 100.0 และพบจากน้ำในหอผึ่งเย็นร้อยละ 57.1 สำหรับหอผู้ป่วยภูมิคุ้มกันต่ำ พบเชื้อลิจิโอเนลลา นิวโมฟิลาในน้ำจากก๊อกน้ำ ร้อยละ 45.5 ส่วนในฝักบัว พบเชื้อลิจิโอเนลลา นิวโมฟิลา ร้อยละ 4.6 นอกจากนี้ยังพบเชื้อลิจิโอเนลลา นิวโมฟิลา ในบ่อพักน้ำประปาบนดาดฟ้า ร้อยละ 9.1 และบ่อพักน้ำประปาชั้นใต้ดินร้อยละ 33.3 และปริมาณเชื้อลิจิโอเนลลา นิวโมฟิลาที่ตรวจพบทั้งหมด 19 ตัวอย่าง มีปริมาณน้อยกว่า 100,000 CFU/L

การอภิปรายผลการวิจัย

การศึกษานี้เป็นการศึกษาเชิงพรรณนาแบบภาคตัดขวาง ซึ่งเป็นการประเมินคุณภาพอากาศภายในอาคาร ได้แก่ ปริมาณความเข้มข้นฝุ่นละอองขนาด 2.5 ไมครอน อุณหภูมิ ความชื้นสัมพัทธ์ ก๊าซคาร์บอนไดออกไซด์ อัตราการหมุนเวียนอากาศ และเชื้อลิจิโอเนลลา นิวโมฟิลาในน้ำ ผลการตรวจวัดอุณหภูมิและความชื้นสัมพัทธ์ พบว่า ส่วนใหญ่ไม่เป็นไปตามเกณฑ์มาตรฐานที่กำหนดทั้งอุณหภูมิ และความชื้นสัมพัทธ์ ซึ่งสอดคล้องกับผลการศึกษาคคุณภาพอากาศภายในอาคารโรงพยาบาลชุมชนแห่งหนึ่งในจังหวัดนครราชสีมา พบปัญหาอุณหภูมิและความชื้นสัมพัทธ์ในอาคารโรงพยาบาลเช่นเดียวกัน โดยค่าอุณหภูมิและความชื้นที่สูงเกินไป ส่งผลทำให้ผู้ใช้อาคารรู้สึกไม่สบาย ร้อน อบอ้าว และอึดอัด⁽⁵⁾ นอกจากนี้ ค่าความชื้นสัมพัทธ์ที่สูงเกินไปเป็นปัจจัยสำคัญในการเจริญเติบโตและแพร่กระจายของจุลินทรีย์ โดยความชื้นสัมพัทธ์ เกินกว่าร้อยละ 70.0 จะเป็นสภาพที่เหมาะสมต่อการเจริญเติบโตของเชื้อรา⁽⁶⁾ และอุณหภูมิที่ไม่ผ่านเกณฑ์มาตรฐานซึ่งอาจมีสาเหตุมาจากเครื่องปรับอากาศและระบบปรับอากาศแต่ละห้องถูกปรับอุณหภูมิที่แตกต่างจากผู้ควบคุมระบบปรับอากาศและผู้ใช้ห้องอาจทำการลดหรือเพิ่มอุณหภูมิทำให้อุณหภูมิภายในห้องมีการเปลี่ยนแปลงได้ และสอดคล้องกับงานวิจัยที่ศึกษาคคุณภาพอากาศภายในอาคารและกลุ่มอาการเจ็บป่วยจากอาคารของผู้ปฏิบัติงานในอาคารใหม่ของโรงพยาบาล

แห่งหนึ่งซึ่งพบว่า อุณหภูมิและความชื้นสัมพัทธ์ในอาคารมีค่าเกินมาตรฐานทุกจุดเก็บตัวอย่าง⁽⁶⁾ และเนื่องจากประเทศไทยตั้งอยู่ในเขตร้อนชื้นมีอุณหภูมิและความชื้นสูงตลอดทั้งปี จึงต้องทำการลดความชื้นสัมพัทธ์ให้เหมาะสม สำหรับวิธีการลดความชื้นสัมพัทธ์สามารถทำได้หลายวิธี โดยผู้วิจัยได้เสนอการลดความชื้นด้วยวิธีการนำเครื่องปรับอากาศมาติดตั้งไว้ที่ตำแหน่งตั้งอากาศบริสุทธิ์จากภายนอกเข้ามาเพื่อเป็นการลดอุณหภูมิและความชื้นสัมพัทธ์ของอากาศบริสุทธิ์จากภายนอกที่นำมาหมุนเวียนก่อนจะเข้าเครื่องปรับอากาศ ทำให้อุณหภูมิและความชื้นสัมพัทธ์ภายในห้องเป็นไปตามที่ต้องการได้ (Pre-cool) และวิธีการใช้ Heater ลดความชื้นโดยการติดตั้ง Heater ไว้หลังคอยล์เย็นเพื่อลดความชื้นของอากาศที่ออกจากคอยล์เย็นให้มีความชื้นที่เหมาะสมก่อนเข้าห้องปรับอากาศ

สำหรับผลการตรวจวัดก๊าซคาร์บอนไดออกไซด์ที่หน่วยตรวจผู้ป่วยนอก ซึ่งเกินกว่าค่ามาตรฐานที่ 1,000 ppm ซึ่งให้เห็นว่าการระบายอากาศไม่เพียงพอ เนื่องจากหน่วยตรวจผู้ป่วยนอกมีผู้ป่วยจำนวนมากที่มานั่งรอพบแพทย์เป็นระยะเวลานานซึ่งแหล่งกำเนิดก๊าซคาร์บอนไดออกไซด์มาจากจำนวนผู้ป่วย ผู้รับบริการ และบุคลากร ซึ่งสอดคล้องกับการศึกษาพบว่าความหนาแน่นของผู้อยู่อาศัยของอาคารสาธารณะมีความสัมพันธ์กับระดับก๊าซคาร์บอนไดออกไซด์ในอากาศภายในอาคารที่เพิ่มขึ้น⁽⁷⁾ และสอดคล้องกับการศึกษาการประเมินประสิทธิภาพการระบายอากาศภายในโรงพยาบาลด้วยการตรวจวัดก๊าซคาร์บอนไดออกไซด์

ที่พบว่าก๊าซคาร์บอนไดออกไซด์จะสูงเกิน 1,000 ppm ในหน่วยตรวจผู้ป่วยนอก⁽³⁾ และพบว่าระดับความเข้มข้นก๊าซคาร์บอนไดออกไซด์ในหอผู้ป่วยใน อยู่ในเกณฑ์ค่ามาตรฐานการระบายอากาศที่ดีของ ASHRAE standard 62.1 นอกจากนี้ ยังมีการศึกษาปริมาณและชนิดของแบคทีเรียในอากาศภายในโรงพยาบาลส่งเสริมสุขภาพตำบล พบว่า ห้องตรวจรักษาในโรงพยาบาลส่งเสริมสุขภาพตำบล มีปริมาณก๊าซคาร์บอนไดออกไซด์สูงที่สุดคือช่วงขณะให้บริการเนื่องจากช่วงเวลาที่มีการให้บริการมีผู้มาใช้บริการทั้งผู้ป่วย ญาติผู้ป่วย รวมทั้งบุคลากรทางการแพทย์ด้วย⁽⁸⁾ จำนวนคนจึงเป็นตัวแปรหลักที่ส่งผลต่อระดับความเข้มข้นของก๊าซคาร์บอนไดออกไซด์ภายในห้องตรวจรักษาโดยตรงและสอดคล้องกับการศึกษาปริมาณเชื้อจุลินทรีย์ในอากาศและคุณภาพอากาศในอาคารของโรงพยาบาลนครพิงค์ จังหวัดเชียงใหม่พบว่า ปริมาณก๊าซคาร์บอนไดออกไซด์สูงสุดอยู่ที่ห้องอุบัติเหตุฉุกเฉิน เนื่องจากช่วงการตรวจวัดมีจำนวนผู้ใช้บริการในห้องอุบัติเหตุฉุกเฉินเป็นจำนวนมาก ทั้งบุคลากรทางการแพทย์ ผู้ป่วย และญาติผู้ป่วย จึงทำให้ปริมาณคาร์บอนไดออกไซด์ในห้องอุบัติเหตุฉุกเฉินสูงที่สุด⁽⁹⁾ และสอดคล้องกับการศึกษาพบว่าปริมาณก๊าซคาร์บอนไดออกไซด์ที่หน่วยตรวจผู้ป่วยนอกมีค่ามากกว่าหอผู้ป่วยในและหอผู้ป่วยวิกฤติ⁽¹⁰⁾

การศึกษานี้พบว่า ปริมาณความเข้มข้นฝุ่นละอองขนาด 2.5 ไมครอน ในหอผู้ป่วยในมีค่าสูงซึ่งสอดคล้องกับการศึกษาที่ทำการประเมิน

ความเสี่ยงคุณภาพอากาศในอาคารของบุคลากรโรงพยาบาลชุมชนแห่งหนึ่งในจังหวัดขอนแก่นพบว่า ความเข้มข้นฝุ่นละอองขนาด 2.5 ไมครอนในหอผู้ป่วยในไม่เป็นไปตามมาตรฐานที่กำหนดในประกาศกรมอนามัยเรื่องเกณฑ์ค่าเฝ้าระวังคุณภาพอากาศภายในอาคาร พ.ศ. 2565⁽¹¹⁾ และสอดคล้องกับการศึกษาการประเมินคุณภาพอากาศภายในอาคารในหน่วย oncology ที่โรงพยาบาลในยุโรปจำนวน 2 แห่งพบว่า ปริมาณความเข้มข้นฝุ่นละอองขนาด 2.5 ไมครอน สูงขึ้นในเวิร์ดเมื่อมีกิจกรรมการรักษาพยาบาลให้กับผู้ป่วย⁽¹²⁾ ดังนั้นควรจัดให้มีการทำความสะอาดห้อง รวมทั้งอุปกรณ์ เครื่องใช้ภายในห้อง เครื่องปรับอากาศ และเครื่องกรองอากาศให้สะอาด เพื่อไม่ให้ เป็นแหล่งสะสมของฝุ่นละอองและเชื้อโรคและควรมีการบำรุงรักษาเครื่องปรับอากาศให้มีประสิทธิภาพที่ดี โดยมีการตรวจสอบทุก 6 เดือน

สำหรับอัตราการหมุนเวียนอากาศภายในอาคารโรงพยาบาล พบว่า ค่าที่ได้ที่มีค่าน้อยกว่าอัตราการหมุนเวียนอากาศจากมาตรฐานโดยค่าอัตราการหมุนเวียนอากาศที่ต่ำที่สุดที่คำนวณได้คือ 0 เท่าของปริมาตรห้อง/ชั่วโมง ในหน่วยตรวจผู้ป่วยนอก หมายถึงว่าห้องนั้นไม่มีการหมุนเวียนอากาศเลยการระบายอากาศไม่เพียงพออาจทำให้มลพิษมีการสะสมในระดับที่อาจก่อให้เกิดปัญหาด้านสุขภาพและความสะดวกสบายของคนที่เข้ามาใช้บริการภายในอาคารได้ ดังนั้น จึงควรปรับปรุงอัตราการหมุนเวียนอากาศให้เหมาะสมกับจำนวนคนที่เข้ามาใช้บริการภายในอาคาร รวมถึงการเติมอากาศบริสุทธิ์จากภายนอกอาคาร

เข้ามาภายในห้องเพื่อให้เกิดการระบายอากาศอย่างเหมาะสมภายในอาคาร

ผลการเก็บตัวอย่างเชื้อลิจิโอนัลลา นิโมฟีลา ในน้ำ พบว่า มีปริมาณเชื่อน้อยกว่า 100,000 CFU/L จำนวน 19 จุด จากจำนวนตัวอย่างทั้งหมด 67 จุด หากยึดตามตามประกาศกรมอนามัย เรื่อง ข้อปฏิบัติการควบคุมเชื้อลิจิโอนัลลา นิโมฟีลาในหอฝิ่นเย็นของอาคารในประเทศไทย กรณีตรวจพบเชื้อลิจิโอนัลลา นิโมฟีลานั้นน้อยกว่า 100,000 CFU/L ให้ถือว่าการใช้มาตรการบำรุงรักษาอย่างเดียวไม่เพียงพอ โดยแนะนำให้มีการแก้ไขเพิ่มเติมแผนการบำรุงรักษา การตรวจสอบเฝ้าระวังและการติดตามผลของระบบหอฝิ่นเย็นให้ถูกต้อง⁽¹³⁾ เมื่อพิจารณาอัตราการตรวจพบเชื้อลิจิโอนัลลา นิโมฟีลาส่วนใหญ่ไม่เป็นไปตามมาตรฐาน ซึ่งสอดคล้องกับผลการศึกษาคุณภาพอากาศภายในอาคารของโรงพยาบาลและโรงแรมในประเทศไทยโดยในระบบกรองน้ำก่อนเข้าหอฝิ่นเย็นที่พบร้อยละ 100.0 จะมีอัตราการพบเชื่อน้ำมากกว่าน้ำในหอฝิ่นเย็นที่พบร้อยละ 57.1 ประมาณ 1 เท่าตัว⁽¹⁴⁾ แสดงว่าการดูแลบำรุงรักษาระบบกรองและความสะอาดหอฝิ่นเย็นยังไม่ดีพอ มีสาเหตุหรืออะไรก็ตามที่ทำให้เชื้อลิจิโอนัลลา นิโมฟีลาเกิดการเจริญเติบโตได้ดี ซึ่งเป็นเชื้อก่อโรคที่สำคัญ ในกลุ่มผู้ป่วยที่มีภูมิคุ้มกันบกพร่องและผู้สูงอายุ⁽¹⁵⁾ ส่วนในหอผู้ป่วยภูมิคุ้มกันต่ำ ตรวจพบเชื้อในน้ำจากก๊อกน้ำร้อยละ 45.5 มากกว่าในฝักบัวที่พบร้อยละ 4.6 ซึ่งเป็นอัตราการพบที่มากกว่า 10 เท่าตัว ซึ่งถือว่าเป็นจุดเสี่ยงที่เชื้อจะเข้าสู่ปอดได้จากการล้างหน้าและแปรงฟัน

สำหรับบ่อพักน้ำประปาชั้นใต้ดินตรวจพบเชื้อร้อยละ 33.3 มากกว่าในบ่อพักน้ำประปาบนดาดฟ้าที่พบ ร้อยละ 9.1 เกือบ 4 เท่าตัว แสดงว่า ระบบหอฝิ่นเย็นและระบบน้ำใช้ภายในโรงพยาบาลเป็นแหล่งเพาะพันธุ์และมีโอกาสแพร่กระจายเชื้อลิจิโอนัลลา นิโมฟีลา ดังนั้น จึงควรมีวิธีการทำให้จำนวนแบคทีเรียไม่เพิ่มขึ้นจนเป็นแหล่งรังโรค⁽¹⁶⁾ โดยการควบคุมและบำรุงรักษาอุปกรณ์ต่าง ๆ โดยการทำความสะอาดอย่างสม่ำเสมอ และเติมสารชีวฆาตอย่างเหมาะสม

ข้อมูลการปนเปื้อนเชื้อลิจิโอนัลลา นิโมฟีลาในระบบน้ำของหอฝิ่นเย็นและน้ำใช้ในโรงพยาบาลที่พบทั้งหมด ร้อยละ 28.4 ซึ่งอาจจะไม่ได้ครอบคลุมจำนวนทั้งหมด ข้อมูลดังกล่าวแสดงให้เห็นว่ายังคงมีการแพร่กระจายเชื้อลิจิโอนัลลา นิโมฟีลา อยู่ในระบบดังกล่าว ซึ่งเชื้อที่พบเป็นชนิดที่ก่อให้เกิดโรคปอดอักเสบในคนร้ายแรงถึงขั้นเสียชีวิตได้ โดยเฉพาะกลุ่มผู้ป่วยที่มีภูมิคุ้มกันบกพร่องและผู้สูงอายุ ดังนั้น จึงต้องมีการเฝ้าระวังการแพร่กระจายของเชื้อชนิดนี้ ด้วยการตรวจสอบระบบน้ำที่ใช้ในหอฝิ่นเย็นและระบบน้ำใช้ของโรงพยาบาล เช่น น้ำในบ่อพักน้ำประปา น้ำจากก๊อกน้ำหรือฝักบัว เป็นต้น โดยต้องดำเนินการอย่างสม่ำเสมอ เพื่อเป็นการป้องกันการแพร่กระจายเชื้อในระบบปรับอากาศที่ใช้ใน โรงพยาบาล และช่วยลดความเสี่ยงต่อการได้รับเชื้อของผู้ป่วย รวมทั้งบุคลากรที่ปฏิบัติงานในโรงพยาบาลอีกด้วย

ข้อเสนอแนะในการวิจัยครั้งต่อไป

1. ควรศึกษาความสัมพันธ์ระหว่างคุณภาพของอากาศและปริมาณเชื้อลิจิโอนัลลา นิวโมฟิลาในน้ำ กับกลุ่มอาการเจ็บป่วยของผู้ปฏิบัติงาน
2. ควรศึกษาความสัมพันธ์ระหว่างปริมาณเชื้อจุลินทรีย์ในอากาศกับกลุ่มอาการเจ็บป่วยของผู้ปฏิบัติงาน

แนะนำการอ้างอิงสำหรับบทความนี้

ปิยทัศน์ บำรุงเวช, บุญรัตน์ เวชชิตยานนท์, ชัชชัย ธนโชคสว่าง, กุณฑลีย์ บังคะดานรา. การประเมินคุณภาพอากาศภายในอาคารและการเฝ้าระวังเชื้อลิจิโอนัลลา นิวโมฟิลา ในน้ำที่โรงพยาบาลแห่งหนึ่งในกรุงเทพมหานคร. วารสารสถาบันป้องกันควบคุมโรคเขตเมือง. 2568;10(2):119-136

Suggested citation for this article

Bumrungwech P, Wettreyanon B, Thanachoksawang C, Bangkadanara G. Assessment of Indoor Air Quality and Surveillance of Legionella Pneumophila in Water at a Hospital in Bangkok. Institute for Urban Disease Control and Prevention Journal. 2025;10(2):119-136.

เอกสารอ้างอิง

1. กรมอนามัย. คู่มือการปฏิบัติงานเพื่อการตรวจประเมินคุณภาพอากาศภายในอาคาร สำหรับเจ้าหน้าที่. นนทบุรี:สำนักสิ่งแวดล้อม กรมอนามัย; 2559.
2. กองระบาดวิทยา. รายงานสถานการณ์โรคลีเจียนเนอริส (Legionellosis). นนทบุรี: กองระบาดวิทยา กระทรวงสาธารณสุข; 2567.
3. ศิริรัตน์ เรืองเกศา, สุพิชชา เอื้ออรัญโชติ, ภารดี ช่วยบำรุง. การประเมินประสิทธิภาพการระบายอากาศภายในโรงพยาบาลด้วยการตรวจวัดก๊าซคาร์บอนไดออกไซด์. วารสารวิทยาศาสตร์บูรพา. 2560;22(2):74-91.
4. ณรงค์เดช พิมพรรณ, สวัสดิ์ ภูมิ, อัจฉราลักษณ์ แคนลา, ภูริดา อินทะสร้อย. คุณภาพอากาศภายในอาคารหอผู้ป่วยใน : กรณีศึกษาโรงพยาบาลแห่งหนึ่งในพื้นที่ เขตสุขภาพที่ 4. สระบุรี: กลุ่มโรคจากการประกอบอาชีพและสิ่งแวดล้อม สำนักงานป้องกันควบคุมโรคที่ 4

- จังหวัดสระบุรี; 2566.
5. ปานทิพย์ ธิน้อย, มนทรา เตี้ยเล็ก, จิรา คงปราน. คุณภาพอากาศภายในอาคารโรงพยาบาล: กรณีศึกษาโรงพยาบาลชุมชนแห่งหนึ่งในจังหวัดนครศรีธรรมราช. วารสารวิชาการสาธารณสุข. 2562;28(2):325-33.
 6. สาทินี ศิริวัฒน์, กฤษณา นาสูงชน, จิตรีช งานฉม้ง. การประเมินคุณภาพอากาศภายในอาคารและกลุ่มอาการเจ็บป่วยจากอาคารของผู้ปฏิบัติงานในอาคารใหม่ของโรงพยาบาลแห่งหนึ่ง. วารสารความปลอดภัยและสุขภาพ. 2565;15(1): 161-72.
 7. Ibrahim F, Samsudin EZ, Ishak AR, Sathasivam J. The relationship between occupant behaviour and indoor air quality in Malaysian hospital outpatient departments: A multistage cross-sectional study. Heliyon. 2024 Jul 10;10(14):1-19.
 8. รจกิติ โชติกาวิรินทร์, นริศรา จันทรประเทศ, ภารดี อาษา, ทิษฐา เสงี่ยมเงิน. การประเมินปริมาณและชนิดของ แบคทีเรียในอากาศภายในโรงพยาบาลส่งเสริมสุขภาพตำบล. บุรพาเวชสาร. 2563;7(1):47-62.
 9. พรชรัฐ สายยุทธ, กัลยา หาญพิชาญชัย, จินดาวัลย์ วิบูลย์อุทัย. ปริมาณเชื้อจุลินทรีย์ในอากาศและคุณภาพอากาศในอาคารของโรงพยาบาล : กรณีศึกษาโรงพยาบาลนครพิงค์ จังหวัดเชียงใหม่. วารสารวิชาการสำนักงานป้องกันควบคุมโรคที่ 9 จังหวัดนครราชสีมา. 2563;26(1):14-24.
 10. Luksamijarulkul P, Somjai N, Nankongnap N, Pataitiemthong A, Kongtip P, Woskie S. Indoor air quality at different sites of a governmental hospital, Thailand. Nurs Palliat Care. 2019;4:1-5.
 11. ชัญญา พานิช, สุนิสา ชายเกลี้ยง. การประเมินความเสี่ยงคุณภาพอากาศในอาคารของบุคลากรโรงพยาบาลชุมชนแห่งหนึ่งในจังหวัดขอนแก่น. วารสารพิษวิทยาไทย. 2567;39(2):1-18.
 12. Palmisani J, Gilio AD, Viana M, de Gennaro G, Ferro A. Indoor air quality evaluation in oncology units at two European hospitals: Low-cost sensors for TVOCs, PM2.5 and CO2 real-time monitoring. Building and Environment. 2021;205: 1-10.
 13. กรมอนามัย. ประกาศกรมอนามัย เรื่อง ข้อปฏิบัติการควบคุมเชื้อสิจิโอเนลลาในหอผู้ป่วยของอาคารในประเทศไทย. กรุงเทพฯ: สำนักงานกิจการการพิมพ์ องค์การสงเคราะห์



ทหารผ่านศึก; 2549.

14. สมชัย บวรกิตติ. โรคทางละอองน้ำในอากาศ. วารสารวิจัยระบบสาธารณสุข. 2552;3(4): 489-94.
15. Bartram J, Chartier Y, Lee JV, Pond K, Surman-Lee S. Legionella and the prevention of legionellosis. Canberra: Design ONE; 2007.
16. Mouchtouri VA, Goutziana G, Kremastinou J, Hadjichristodoulou C. Legionella species colonization in cooling towers: risk factors and assessment of control measures. Am J Infect Control. 2010 Feb;38(1):50-5.