

ปริมาณเชื้อจุลินทรีย์ในอากาศและคุณภาพอากาศในอาคารของโรงพยาบาล : กรณีศึกษา โรงพยาบาลนครพิงค์ จังหวัดเชียงใหม่

Quantity of Bioaerosol and Indoor Air Quality in Hospital : Case Study of

Nakornping Hospital, Chiang Mai

พรชรัส สายยุทธ, กัลยา หาญพิชัยชัย และ จินดาวงศ์ วิบูลย์อุทัย

Porncharat Saiyuth, Kallaya Harnpicharnchai and Jindawan Wibuloutai

คณะสาธารณสุขศาสตร์ มหาวิทยาลัยมหาสารคาม

Faculty of Public Health, Mahasarakham University

(Received: April 29, 2019 ; Accepted : June 6, 2019)

บทคัดย่อ

การศึกษานี้มีวัตถุประสงค์เพื่อศึกษาปริมาณจุลินทรีย์และคุณภาพอากาศในอาคารและศึกษาความสัมพันธ์ระหว่างปริมาณเชื้อจุลินทรีย์กับคุณภาพอากาศในอาคาร ศึกษาเชิงวิเคราะห์แบบภาคตัดขวาง (Cross-sectional Analytical study) กลุ่มตัวอย่างได้แก่ หอผู้ป่วยนอก หอผู้ป่วยใน ห้องอุบัติเหตุฉุกเฉิน คลินิกวัณโรค และห้องทำงาน ด้วยเครื่องมือ Single Stage Impactor และ Indoor Air Quality Monitor วิเคราะห์ข้อมูลโดยใช้สถิติเชิงพรรณนาและวิเคราะห์ค่าสัมประสิทธิ์ความสัมพันธ์เพียร์สันผลการศึกษาพบว่า ปริมาณแบคทีเรียสูงที่สุด คือ ห้องอุบัติเหตุฉุกเฉิน มีค่าเฉลี่ยเท่ากับ 614.69 CFU/m^3 ซึ่งไม่ผ่านเกณฑ์มาตรฐานตามกระทรวงสิ่งแวดล้อม ประเทศสิงคโปร์ (ไม่เกิน 500 CFU/m^3) ช่วงเวลาเข้ามีปริมาณแบคทีเรียสูงกว่าช่วงบ่าย วันจันทร์พบปริมาณแบคทีเรียมากกว่าวันพุธและวันศุกร์ ตำแหน่งที่พบปริมาณแบคทีเรียสูงสุดคือ ตำแหน่งช่องทางอากาศ ส่วนปริมาณเชื้อราพบสูงสุดคือ หอผู้ป่วยนอก มีค่าเฉลี่ยเท่ากับ 650.06 CFU/m^3 ซึ่งไม่ผ่านเกณฑ์มาตรฐาน ช่วงเวลาเข้ามีปริมาณเชื้อราสูงกว่าช่วงบ่าย วันพุธพบปริมาณเชื้อรามากกว่าวันจันทร์และวันศุกร์ ตำแหน่งที่พบปริมาณแบคทีเรียสูงสุดคือ ตำแหน่งช่องทางอากาศ ส่วนคุณภาพอากาศในอาคาร ปริมาณแบคทีเรียมีความสัมพันธ์กับอุณหภูมิแบบแปรผกผันในระดับต่ำ ($r = -0.291, p\text{-value} < 0.05$) ปริมาณคาร์บอนไดออกไซด์มีความสัมพันธ์แบบแปรตามกันกับปริมาณแบคทีเรียในระดับปานกลาง ($r = 0.353, p\text{-value} < 0.05$) ปริมาณเชื้อรามีความสัมพันธ์กับความชื้นสัมพัทธ์แบบแปรตามกันในระดับปานกลาง ($r = 0.465, p\text{-value} < 0.05$) ส่วนคุณภาพอากาศในพารามิเตอร์อื่นๆ ได้แก่ อุณหภูมิ ออกซิเจน และคาร์บอนไดออกไซด์ มีความสัมพันธ์กับปริมาณเชื้อราแบบแปรผกผันกันในระดับต่ำ ($r = -0.234, -0.195, \text{ และ } -0.107, p\text{-value} < 0.05 \text{ ตามลำดับ}$) ปริมาณจุลินทรีย์มีปริมาณเกินมาตรฐานในหลายจุด ควรมีปรับเปลี่ยนสภาพแวดล้อมในการทำงาน คุณภาพอากาศในอาคารโดยมีการกำจัดดูแลเรื่องความสะอาดภายในอาคาร ระบบระบายอากาศ เพื่อป้องกันการเกิดเชื้อโรคในโรงพยาบาลต่อไป

คำสำคัญ : เชื้อจุลินทรีย์ในอากาศ, คุณภาพอากาศในอาคาร

Abstract

The objective was to study the quantity of bioaerosol and indoor air quality in the hospital and to study the relationship between the quantity of bioaerosol and indoor air quality. This study was a cross-sectional analytical study. A samples were the outpatient department, Inpatient department, Emergency room, Tuberculosis clinic and the office in hospital. Use Single Stage Impactor and Indoor Air Quality Monitor tools. Data analyzed using descriptive statistics and Pearson correlation coefficient. The study indicated that the highest quantity of bacteria was the emergency room. With an average of 614.69 CFU/m^3 which does

not pass the standard criteria by Institute of Environmental Epidemiology, Ministry of the Environment Singapore. ($<500 \text{ CFU/m}^3$) During the morning, the quantity of bacteria is higher than the afternoon. Monday was the day when bacteria were found more than Wednesday and Friday. The position that found the highest bacteria quantity was air inlet position. The highest quantity of fungus was found in the outpatient department with an average of 650.06 CFU/m^3 which does not pass The standard criteria. During the morning, the quantity of fungus was higher than the afternoon. Wednesday was the day that the fungus is found more than Monday and Friday. The position that found the highest bacteria quantity was air inlet position. Indoor air quality, Temperature was negative correlated with the low level of bacteria. ($r = -0.291$, $p\text{-value} < 0.05$) Carbon dioxide was positive correlated with the medium level of bacteria. ($r = 0.353$, $p\text{-value} < 0.05$) Relative humidity was positive correlated with the medium level of fungus. ($r = 0.465$, $p\text{-value} < 0.05$) Oxygen, Carbon dioxide, Temperatures were negative correlated with the low level of fungus. ($r = -0.234$, -0.146 , -0.107 respectively, $p\text{-value} < 0.05$) It was recommended that a change in the working environment. Especially in the areas of indoor air quality with supervision of indoor cleanliness, Ventilation to prevent further pathogens in hospitals.

Keywords : Bioaerosal , Indoor Air Quality

บทนำ

โรงพยาบาลเป็นสถานบริการทางสาธารณสุขที่เป็นแหล่งรวมของผู้รับบริการโดยเฉพาะผู้รับบริการที่เจ็บป่วยต้องเข้ารับการรักษาตัวในโรงพยาบาลนั้นเป็นโรคต่าง ๆ มากมายทั้งที่เป็นโรคติดเชื้อและโรคไม่ติดเชื้อ ผู้ป่วยที่มาเข้ารับการรักษาเป็นโรครุนแรงและต้องใช้การรักษาที่ซับซ้อน การติดเชื้อในโรงพยาบาลจึงทำให้ผู้ป่วยมีโรคเพิ่มขึ้นผู้ป่วยที่ติดเชื้อแทรกซ้อนหลายโรคจะมีอัตราการเสียชีวิตมากขึ้นและมีผลทำให้โรคเดิมของผู้ป่วยหายช้าลงหรือทำให้ผลการรักษาไม่ดีเท่าที่ควร⁽¹⁾ การแพร่กระจายเชื้อของเชื้อก่อโรคนั้นสามารถก่อให้เกิดการติดเชื้อทั้งจากเชื้อที่สามารถติดต่อกันจากคนสู่คนทางระบบทางเดินหายใจและเชื้อฉวยโอกาสที่ปกติจะไม่ติดต่อกันแต่บุคคลนั้นจะอยู่ในสภาพที่อ่อนแอ การติดต่อของโรคติดเชื้อในโรงพยาบาลเกิดขึ้นได้ง่ายเนื่องจากในอากาศจะมีเชื้อจุลินทรีย์ต่าง ๆ ปนเปื้อนอยู่ได้แก่ แบคทีเรีย เชื้อรา ไวรัสต่าง ๆ มากมาย⁽²⁾ จุลินทรีย์ที่พบแพร่ระบาดในอากาศส่วนมากเป็นจุลินทรีย์ที่ก่อให้เกิดโรกระบบทางเดินหายใจมากที่สุด จึงก่อให้เกิดการติดเชื้อโดยตรงกับผู้เกี่ยวข้องทุกระดับทั้งผู้ป่วย บุคลากรทางการแพทย์ สถานพยาบาลรวมถึงชุมชน⁽³⁾ โรงพยาบาลนครพิงค์ เป็นโรงพยาบาลศูนย์ขนาดใหญ่มีสถิติอัตราการใช้บริการผู้ป่วยนอกสูงสุดในจังหวัดและมีแนวโน้มสูงขึ้นในทุก ๆ ปี และอัตราการตายของผู้ป่วยติดเชื้อในกระแสเลือดแบบรุนแรงชนิด hospital-acquired ปีงบประมาณ 2561 สูงถึงร้อยละ 51.47 ซึ่งสูงกว่าอัตราการตายผู้ป่วยติดเชื้อในระดับประเทศที่ร้อยละ 45.44⁽⁴⁾

ดังนั้นผู้วิจัยจึงได้ดำเนินการศึกษาปริมาณเชื้อจุลินทรีย์ที่ปนเปื้อนในบรรยากาศที่สามารถทำให้เกิดอันตรายต่อสุขภาพของบุคลากรในสถานที่ปฏิบัติงานรวมถึงคุณภาพอากาศในตัวอาคารของโรงพยาบาลเพื่อนำข้อมูลที่ได้จากการศึกษามาใช้เป็นแนวทางในการปรับปรุงระบบระบายอากาศ ระบบการดูแลรักษาความสะอาดภายในสถานที่ปฏิบัติงาน รวมทั้งอุปกรณ์ต่าง ๆ ภายในโรงพยาบาลให้ได้ตามเกณฑ์มาตรฐานที่กำหนดเพื่อลดโอกาสการสัมผัสจุลินทรีย์ในอากาศต่อไป

วัตถุประสงค์

1. เพื่อศึกษาปริมาณของเชื้อจุลินทรีย์และคุณภาพอากาศภายในอาคารของโรงพยาบาลนครพิงค์ จังหวัดเชียงใหม่
2. เพื่อเปรียบเทียบระดับคุณภาพอากาศในอาคารในโรงพยาบาลนครพิงค์ เชียงใหม่
3. ศึกษาปัจจัยที่อาจส่งผลต่อปริมาณเชื้อจุลินทรีย์ในอากาศ เช่น ช่วงเวลา จำนวนผู้เข้ารับบริการ ลักษณะการทำงานการระบายอากาศ เป็นต้น
4. ศึกษาความสัมพันธ์ระหว่างปริมาณเชื้อจุลินทรีย์กับคุณภาพอากาศในอาคารของโรงพยาบาลนครพิงค์ เชียงใหม่นิยามศัพท์

เชื้อจุลินทรีย์ หมายถึงเชื้อแบคทีเรียและเชื้อราที่สามารถก่อให้เกิดอันตรายต่อสุขภาพของมนุษย์ได้ และสามารถตรวจพบในอากาศภายในอาคารของโรงพยาบาล โดยเชื้อแบคทีเรียในที่นี้หมายถึงแบคทีเรียที่ก่อโรคที่สามารถเจริญเติบโตได้ในอาหารเลี้ยงเชื้อชนิด Blood agar ได้แก่ *Bacillus spp.*, *Staphylococcus spp.*, *Acinetobacter spp.*, *Streptococcus spp.*, *Diphtheroid spp.*, *Micrococcus spp.* และเชื้อราที่สามารถเจริญเติบโตได้ในอาหารเลี้ยงเชื้อชนิด Sabouraud Dextrose Agar (SDA) ได้แก่ *Aspergillus spp.* และ *Fusarium spp.*

คุณภาพอากาศในอาคาร หมายถึง สภาวะการณ์ที่อากาศภายในอาคารที่อาจไม่มีสิ่งเจือปนหรือมีสิ่งเจือปนอยู่ในปริมาณที่อาจจะทำหรือไม่ทำให้เกิดอันตรายต่อสุขภาพอนามัยของมนุษย์ ต่อสิ่งมีชีวิตอื่น ๆ หรือสิ่งแวดล้อมโดยรอบบริเวณอาคาร ในที่นี้หมายถึง อุณหภูมิ ความชื้นสัมพัทธ์ ออกซิเจน คาร์บอนมอนอกไซด์และคาร์บอนไดออกไซด์

วิธีดำเนินการวิจัย

1. รูปแบบการวิจัย การวิจัยครั้งนี้เป็นการวิจัยการศึกษาเชิงวิเคราะห์แบบภาคตัดขวาง (Cross-sectional Analytical study) เพื่อหาปริมาณจุลินทรีย์ในโรงพยาบาลและระดับคุณภาพอากาศในอาคาร (Indoor Air Quality) สถานที่ศึกษาครั้งนี้ คือ สถานที่ปฏิบัติงานภายในโรงพยาบาลนครพิงค์ จังหวัดเชียงใหม่ แบ่งเป็นแผนกต่างๆ ภายในโรงพยาบาลนครพิงค์ จังหวัดเชียงใหม่ โดยคัดเลือกจุดเก็บตัวอย่างจากสถานที่ปฏิบัติงานที่มีการสัมผัสกับผู้ป่วยหรือผู้เข้ารับบริการในโรงพยาบาลที่มีความหลากหลายในลักษณะของอาการเจ็บป่วยที่เข้ารับบริการ โดยเน้นที่จุดบริการที่คาดว่าจะมีผู้ป่วยโรคทางเดินหายใจเข้ารับบริการ เก็บตัวอย่างอากาศ 4 แห่ง คือ 1. หอผู้ป่วยนอก 2. หอผู้ป่วยใน 3. ห้องอุบัติเหตุฉุกเฉิน 4. คลินิกวัณโรค และเก็บตัวอย่างจากห้องทำงานทั่วไปเป็นสถานที่เปรียบเทียบปริมาณเชื้อจุลินทรีย์ในส่วนที่ไม่เกี่ยวข้องกับการดูแลรักษาผู้ป่วยว่ามีปริมาณเชื้อแตกต่างจากห้องที่มีการดูแลรักษาผู้ป่วยอย่างไร

2. เครื่องมือที่ใช้ในการวิจัย

2.1 การเก็บตัวอย่างอากาศด้วยหลักการกระแทกของอากาศชนิดขั้นเดียว (Single stage) โดยใช้เครื่องมือ ZEFON Single Stage Impactor พร้อมเครื่องดูดอากาศ ที่สามารถดูดอากาศด้วยอัตราการไหล 28.3 ลิตร/นาที่ โดยอนุภาคของเชื้อ จุลินทรีย์ที่เข้าเครื่องมือมาพร้อมกับอากาศจะกระทบกับบริเวณผิวของจานเพาะเชื้อ Blood Agar สำหรับเชื้อแบคทีเรีย และ Sabouraud Dextrose Agar (SDA) สำหรับเชื้อรา⁽⁵⁾

2.2 เครื่องตรวจวัดคุณภาพอากาศภายในอาคาร (Expert Indoor Air Quality Monitor) ยี่ห้อ E-instruments รุ่น AQ Expert Serial No.12316 โดยปั๊มจะดูดอากาศเพื่อเก็บตัวอย่างเข้ามาในเครื่องผ่าน Sensors และวิเคราะห์คุณภาพ อากาศ แสดงผลผ่านหน้าจอเครื่องตรวจวัดจะเก็บข้อมูลได้ต่อเนื่องแบบ Real-Time พารามิเตอร์ที่ตรวจวัด ได้แก่ อุณหภูมิ ความชื้นสัมพัทธ์ ออกซิเจน คาร์บอนมอนอกไซด์

และคาร์บอนไดออกไซด์ ทำการวิเคราะห์ข้อมูลที่ตรวจวัดเทียบกับค่ามาตรฐานคุณภาพอากาศในอาคารของ ASHRAE Standard (The American Society of Heating, Refrigerating and Air-Conditioning Engineers)

2.3 อาหารเลี้ยงเชื้อที่ใช้ในการวิเคราะห์โดยใช้ Blood Agar ใช้ในการวิเคราะห์หา Bacteria และ Sabouraud Dextrose Agar (SDA) ใช้ในการวิเคราะห์เชื้อรา

2.4 แบบบันทึกการเก็บข้อมูล ใช้เพื่อเก็บข้อมูลทั่วไปของสถานที่ศึกษาได้แก่ ช่วงเวลาตรวจวัด, จำนวนผู้เข้ารับบริการ, ขนาดของโรงพยาบาล, จำนวนเตียงของโรงพยาบาล, ลักษณะการทำงาน/การสัมผัสกับผู้ป่วย, ประเภทการระบายอากาศ, ชนิดการระบายอากาศ, ช่องทางเข้าออกของอากาศ, และประเภทของเครื่องปรับอากาศ (ถ้ามี)

3. วิธีการเก็บตัวอย่าง

3.1 เปิด-ตั้งเครื่องดูดอากาศที่ติดตั้ง Single Stage Impactor ที่มีอาหารเลี้ยงเชื้อบรรจุอยู่ภายใน จากนั้นทำการดูดอากาศด้วยอัตรา 28.3 ลิตร/นาที เป็นเวลา 10 นาที นำจานเพาะเชื้อไปอบอุณหภูมิ 35-37 องศาเซลเซียส นาน 24-48 ชั่วโมง เมื่อครบกำหนดทำการนับจำนวนโคโลนีของเชื้อจุลินทรีย์ที่ขึ้นบนอาหารเลี้ยงเชื้อ โดยดำเนินการตามวิธีของ American Society for Microbiology คำนวณและรายงานผลเป็น CFU/m³

3.2 เก็บตัวอย่าง 5 สถานที่ภายในโรงพยาบาล คือ คลินิกวัดโรค หอผู้ป่วยนอก หอผู้ป่วยใน ห้องอุบัติเหตุฉุกเฉินและห้องทำงานทั่วไปในวันจันทร์ พุธ และศุกร์ (3 วัน/สัปดาห์) เป็นเวลา 2 สัปดาห์ เก็บตัวอย่างใน 2 ช่วงเวลา คือ เช้า 9.00-12.00 น. และบ่าย 13.00-16.00 น. โดยเก็บตัวอย่างจากห้องทำงานทั่วไปเป็นจุดควบคุม (Control)

3.3 เก็บตัวอย่างสถานที่ละ 3 จุด คือ บริเวณกลางห้อง บริเวณมุมห้องหรือจุดอับและบริเวณช่องทางเข้าออกของอากาศ เก็บจุดละ 3 ครั้ง รวม 1,200 เพลต ในช่วงเดือนธันวาคม 2561 ถึง มีนาคม 2562 ตรวจวัดคุณภาพอากาศในอาคารบริเวณใกล้เคียงกับจุดเก็บตัวอย่างเชื้อจุลินทรีย์ควบคู่ไปด้วย โดยพารามิเตอร์ที่ทำการตรวจวัด คือ อุณหภูมิ, ความชื้นสัมพัทธ์, ออกซิเจน, คาร์บอนมอนอกไซด์และคาร์บอนไดออกไซด์

4. การวิเคราะห์ข้อมูล งานวิจัยนี้ใช้สถิติเชิงพรรณนา (Descriptive Statistics) วิเคราะห์ข้อมูลแสดงผลเป็นการจัดกลุ่ม ค่าเฉลี่ย ร้อยละ เพื่ออธิบายปริมาณของเชื้อจุลินทรีย์ที่พบในอากาศของโรงพยาบาล และวิเคราะห์หาค่าสัมประสิทธิ์ความสัมพันธ์เพียร์สัน (Pearson correlation coefficient) เพื่อวิเคราะห์หาความสัมพันธ์ระหว่างปริมาณของเชื้อจุลินทรีย์และคุณภาพอากาศในอาคาร โดยใช้โปรแกรมคอมพิวเตอร์สำเร็จรูป

ผลการศึกษา

1. ปริมาณเชื้อจุลินทรีย์

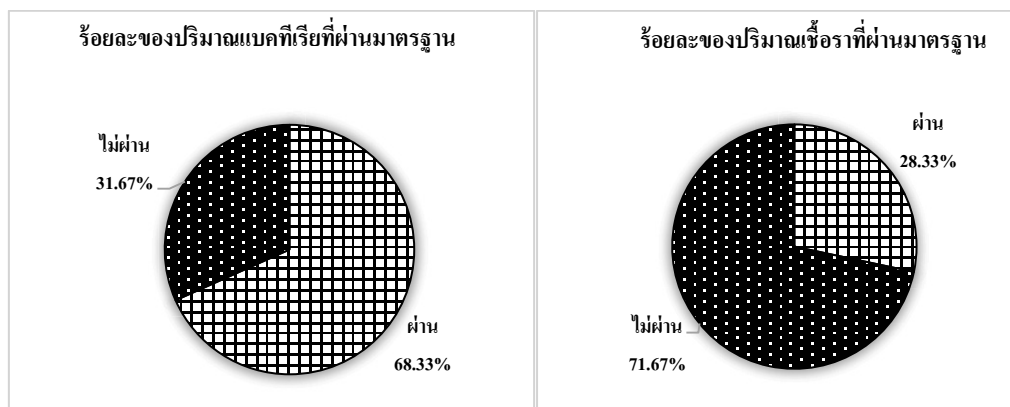
ปริมาณเชื้อจุลินทรีย์ที่ปนเปื้อนในอากาศตามสถานที่ศึกษาพบว่าห้องอุบัติเหตุฉุกเฉินของโรงพยาบาลมีปริมาณแบคทีเรียสูงที่สุดโดยมีค่าเฉลี่ยเท่ากับ 591.32 CFU/m³ ซึ่งมีค่าเกินเกณฑ์มาตรฐานเชื้อจุลินทรีย์ในอากาศตามมาตรฐานของ Guide lines for Good Indoor Air Quality in Office Premises (1996) โดยกระทรวงสิ่งแวดล้อม ประเทศสิงคโปร์ (ไม่เกิน 500 CFU/m³) สำหรับปริมาณเชื้อราที่ตรวจพบมีค่าเฉลี่ยเกินเกณฑ์มาตรฐานที่กำหนด (ไม่เกิน 500 CFU/m³) ในทุกสถานที่ศึกษา โดยปริมาณเชื้อราเฉลี่ยสูงสุดคือ คลินิกวัดโรค (718.83 CFU/m³) รองลงมาคือ หอผู้ป่วยนอก (674.83 CFU/m³) หอผู้ป่วยใน (669.02 CFU/m³) และห้องทำงาน (Control) (628.61 CFU/m³) ตามลำดับ ห้องอุบัติเหตุฉุกเฉินมีค่าเฉลี่ยต่ำสุดแต่ยังมีค่าเกินเกณฑ์มาตรฐานที่กำหนด (535.83 CFU/m³) (ตารางที่ 1)

ตารางที่ 1 ปริมาณเชื้อจุลินทรีย์ในอากาศเฉลี่ยจำแนกตามสถานที่ปฏิบัติงาน

สถานที่	ปริมาณแบคทีเรีย		ปริมาณเชื้อรา	
	เฉลี่ย±SD	ต่ำสุด-สูงสุด	เฉลี่ย	ต่ำสุด-สูงสุด
	CFU/m ³	CFU/m ³	CFU/m ³	CFU/m ³
คลินิกวัณโรค	446.59±155.89	215.11-960.48	*718.83±185.48	387.69-1,060.53
หอผู้ป่วยนอก	435.61±250.69	115.06-1,030.60	*674.83±199.33	375.19-1,200.60
หอผู้ป่วยใน	223.07±105.17	55.03-480.24	*669.02±284.86	130.07-1,513.26
ห้องอุบัติเหตุฉุกเฉิน	*591.32±144.48	382.69-937.97	*535.83±165.82	268.91-882.94
ห้องทำงาน (Control)	262.66±163.15	27.51-630.32	*628.61±268.54	40.02-1,293.15
รวมทุกห้อง	391.85±215.79	27.51-1,030.60	*645.42±231.69	40.02-1,513.26

หมายเหตุ : * ไม่ผ่านมาตรฐาน (<500 CFU/m³)

เมื่อเทียบปริมาณจุลินทรีย์กับค่ามาตรฐานของกระทรวงสิ่งแวดล้อมประเทศสิงคโปร์ (ไม่เกิน 500 CFU/m³) พบว่าปริมาณแบคทีเรียผ่านเกณฑ์มาตรฐานร้อยละ 68.33 ของจำนวนตัวอย่างที่ตรวจทั้งหมด ส่วนปริมาณเชื้อราผ่านเกณฑ์มาตรฐานเพียง ร้อยละ 28 ของจำนวนตัวอย่างที่ตรวจทั้งหมด (ภาพที่ 1)



ภาพที่ 1 ร้อยละของปริมาณเชื้อจุลินทรีย์ในอากาศที่ผ่านเกณฑ์มาตรฐาน

หากจำแนกปริมาณแบคทีเรียในอากาศจำแนกตามสถานที่ วัน ช่วงเวลา และตำแหน่งของการเก็บตัวอย่าง นั้น พบว่าวันของการเก็บตัวอย่างที่พบปริมาณแบคทีเรียสูงสุดคือวันศุกร์ เท่ากับ 631.77 CFU/m³ ที่ห้องอุบัติเหตุฉุกเฉิน ช่วงเวลาที่พบปริมาณแบคทีเรียคือช่วงบ่าย เท่ากับ 600.32 CFU/m³ ที่ห้องอุบัติเหตุฉุกเฉินและตำแหน่งที่พบปริมาณแบคทีเรียคือกลางห้องของห้องอุบัติเหตุฉุกเฉิน เท่ากับ 610.13 CFU/m³ (ตารางที่ 2)

ตารางที่ 2 ตารางแสดงปริมาณเฉลี่ยของแบคทีเรียจำแนกตามตัวแปร

สถานที่	วันเก็บตัวอย่าง (CFU/m ³ ±SD)			ช่วงเวลาเก็บตัวอย่าง (CFU/m ³ ±SD)		ตำแหน่งตัวอย่าง (CFU/m ³ ±SD)		
	จันทร์	พุธ	ศุกร์	เช้า	บ่าย	มุม	กลาง	ช่องอากาศ
คลินิกวัณโรค	528.73 ±184.24	362.47 ±84.50	448.56 ±145.46	512.26 ±172.56	380.92 ±105.47	383.23 ±132.94	487.33 ±180.34	469.2 ±142.77
หอผู้ป่วยนอก	617.75 ±254.92	454.6 ±226.64	234.49 ±53.85	519.85 ±272.16	351.38 ±200.71	420.77 ±269.1	383.94 ±202.12	502.13 ±280.55
หอผู้ป่วยใน	277.95 ±119.40	176.55 ±87.61	214.72 ±86.81	270.34 ±111.29	175.81 ±75.20	142.54 ±73.71	275.95 ±122.56	250.73 ±61.45

สถานที่	วันเก็บตัวอย่าง (CFU/m ³ ±SD)			ช่วงเวลาเก็บตัวอย่าง (CFU/m ³ ±SD)		ตำแหน่งตัวอย่าง (CFU/m ³ ±SD)		
	จันทร์	พุธ	ศุกร์	เช้า	บ่าย	มุม	กลาง	ช่องอากาศ
ห้องอุบัติเหตุ ฉุกเฉิน	559.82 ±145.73	582.37 ±89.88	631.77 ±184.80	582.32 ±136.18	600.32 ±155.76	575.91 ±141.78	610.13 ±180.3	587.92 ±114.7
ห้องทำงาน (Control)	341.92 ±198.34	283.89 ±137.81	162.16 ±89.45	370.85 ±155.42	154.47 ±76.53	265.76 ±147.45	236.79 ±150.45	285.43 ±197.5

หากจำแนกปริมาณเชื้อราในอากาศจำแนกตามสถานที่ วัน ช่วงเวลา และตำแหน่งของการเก็บตัวอย่างนั้น พบว่าวันของการเก็บตัวอย่างที่พบเชื้อราสูงสุดคือวันพุธ เท่ากับ 743.91 CFU/m³ ที่หอผู้ป่วยใน ช่วงเวลาที่พบเชื้อราสูงสุดคือช่วงเช้า เท่ากับ 835 CFU/m³ ที่ห้องทำงาน (Control) และตำแหน่งที่พบเชื้อราสูงสุดคือช่องทางของอากาศของหอผู้ป่วยใน เท่ากับ 754.14 CFU/m³ (ตารางที่ 3)

ตารางที่ 3 ตารางแสดงปริมาณเฉลี่ยของเชื้อราจำแนกตามตัวแปร

สถานที่	วันเก็บตัวอย่าง CFU/m ³ ±SD)			ช่วงเวลาเก็บตัวอย่าง CFU/m ³ ±SD)		ตำแหน่งตัวอย่าง CFU/m ³ ±SD)		
	จันทร์	พุธ	ศุกร์	เช้า	บ่าย	มุม	กลาง	ช่องอากาศ
คลินิกวัณโรค	719.18 ±109.15	736.55 ±232.39	700.77 ±207.00	804.38 ±157.13	633.28 ±175.05	660.64 ±178.72	743.5 ±200.56	752.36 ±178.08
หอผู้ป่วยนอก	667.35 ±186.28	715.98 ±234.76	641.15 ±182.92	816.10 ±168.32	533.55 ±105.85	724.25 ±188.18	622.19 ±175.42	678.05 ±233.53
หอผู้ป่วยใน	564.72 ±158.47	743.91 ±389.91	698.42 ±249.24	797.93 ±315.82	540.11 ±179.25	556.11 ±252.26	696.81 ±248.58	754.14 ±331.82
ห้องอุบัติเหตุ ฉุกเฉิน	516.53 ±177.73	506.09 ±161.86	584.88 ±160.33	616.47 ±160.45	455.19 ±130.74	505.25 ±152.2	453.87 ±143.94	648.37 ±146.42
ห้องทำงาน (Control)	608.31 ±214.50	738.49 ±301.44	539.02 ±264.95	835.00 ±187.22	422.21 ±152.33	616.77 ±283.1	618.23 ±303.86	650.83 ±236.98

2. คุณภาพอากาศในอาคาร

จากการตรวจวัดคุณภาพอากาศในอาคารตามสถานที่ศึกษาพบว่า ภาพรวมของคุณภาพอากาศในอาคารอยู่ในเกณฑ์มาตรฐานตาม ASHRAE Standard โดยอุณหภูมิเฉลี่ย เท่ากับ 25.2 องศาเซลเซียส (เกณฑ์มาตรฐาน 20-26 องศาเซลเซียส) ความชื้นสัมพัทธ์เฉลี่ยเท่ากับ 47.94% (เกณฑ์มาตรฐาน 30-60%) ปริมาณคาร์บอนมอนอกไซด์เฉลี่ยเท่ากับ 0.02 ppm (เกณฑ์มาตรฐานไม่เกิน 25 ppm) ปริมาณคาร์บอนไดออกไซด์เฉลี่ยเท่ากับ 380.10 ppm (เกณฑ์มาตรฐานไม่เกิน 1,000 ppm) ปริมาณออกซิเจนในอากาศเฉลี่ยเท่ากับ 20.71 ppm (เกณฑ์มาตรฐาน 19.5-23.5ppm) (ตารางที่ 4)

ตารางที่ 4 ค่าการตรวจวัดคุณภาพอากาศในอาคารจำแนกตามสถานที่

สถานที่	อุณหภูมิ (°C)	ความชื้น สัมพัทธ์ (%Rh)	คาร์บอน มอนอกไซด์ (ppm)	คาร์บอนได ออกไซด์ (ppm)	ออกซิเจน (ppm)
คลินิกวัณโรค	26.18±1.92	46.34±7.51	0	295.92±91.14	20.7±0.04
หอผู้ป่วยนอก	25.16±2.23	47.09±9.99	0	379±107.46	20.68±0.06
หอผู้ป่วยใน	24.25±2.61	50.99±9.19	0	307.06±38.26	20.71±0.05
ห้องอุบัติเหตุฉุกเฉิน	24.82±1.39	48.62±5.95	0.09±0.4	571.28±187.51	20.74±0.07
ห้องทำงาน (Control)	25.59±2.01	46.68±8.56	0	347.24±87.71	20.69±0.04

หากจำแนกคุณภาพอากาศในอาคารตามสถานที่ วัน ช่วงเวลาและตำแหน่งของการเก็บตัวอย่าง พบว่า สถานที่ที่มีอุณหภูมิสูงสุดอยู่ที่คลินิกวัณโรค เท่ากับ 26.18 องศาเซลเซียส ความชื้นสัมพัทธ์สูงสุดอยู่ที่หอผู้ป่วยใน เท่ากับร้อยละ 50.99 คาร์บอนมอนอกไซด์สูงสุดอยู่ที่ห้องอุบัติเหตุฉุกเฉิน เท่ากับ 0.09 ppm คาร์บอนไดออกไซด์ สูงสุดอยู่ที่ห้องอุบัติเหตุฉุกเฉิน เท่ากับ 571.28 ppm ออกซิเจนสูงสุดอยู่ที่ห้องอุบัติเหตุฉุกเฉิน เท่ากับ 20.74 ppm วันของการเก็บตัวอย่างที่มีอุณหภูมิสูงสุดคือวันศุกร์ เท่ากับ 25.71 องศาเซลเซียส ความชื้นสัมพัทธ์สูงสุดคือวัน พุธ เท่ากับร้อยละ 51.08 คาร์บอนมอนอกไซด์สูงสุดคือวันพุธ เท่ากับ 0.05 ppm คาร์บอนไดออกไซด์สูงสุดคือวัน จันทร์ เท่ากับ 395.13 ppm ออกซิเจนสูงสุดคือวันจันทร์ เท่ากับ 20.74 ppm ช่วงเวลาที่มีอุณหภูมิสูงสุดคือช่วง บ่าย เท่ากับ 26.71 องศาเซลเซียส ความชื้นสัมพัทธ์สูงสุดคือช่วงเช้า เท่ากับร้อยละ 52.45 คาร์บอนมอนอกไซด์ สูงสุดคือช่วงบ่าย เท่ากับ 0.04 ppm คาร์บอนไดออกไซด์สูงสุดคือช่วงเช้า เท่ากับ 404.47 ppm ตำแหน่งที่มี อุณหภูมิสูงสุดคือช่องทางอากาศ เท่ากับ 25.32 องศาเซลเซียส ความชื้นสัมพัทธ์สูงสุดคือช่องทางอากาศ เท่ากับ ร้อยละ 48.53 คาร์บอนมอนอกไซด์สูงสุดคือกลางห้อง เท่ากับ 0.18 ppm คาร์บอนไดออกไซด์สูงสุดคือกลางห้อง เท่ากับ 399.18 ppm (ตารางที่ 5)

ตารางที่ 5 ตารางแสดงคุณภาพอากาศในอาคารสูงสุดจำแนกตามตัวแปร

ตัวแปร	อุณหภูมิ (20-26°C)	ความชื้นสัมพัทธ์ (30-60%)	คาร์บอนมอนอกไซด์ (25 ppm)	คาร์บอนไดออกไซด์ (1,000 ppm)	ออกซิเจน (19.5-23.5 ppm)
สถานที่	คลินิกวัณโรค	หอผู้ป่วยใน	อุบัติเหตุฉุกเฉิน	อุบัติเหตุฉุกเฉิน	อุบัติเหตุฉุกเฉิน
	(26.18)	(50.99)	(0.09)	(571.28)	(20.74)
วัน	ศุกร์	พุธ	พุธ	จันทร์	จันทร์
	(25.71)	(51.08)	(0.05)	(395.13)	(20.74)
ช่วงเวลา	บ่าย	เช้า	บ่าย	เช้า	-
	(26.71)	(52.45)	(0.04)	(404.47)	
ตำแหน่ง	ช่องทางอากาศ	ช่องทางอากาศ	กลางห้อง	กลางห้อง	-
	(25.32)	(48.53)	(0.18)	(399.18)	

3. ความสัมพันธ์ระหว่างปริมาณจุลินทรีย์และคุณภาพอากาศในอาคาร

ข้อมูลปริมาณจุลินทรีย์ในอากาศและคุณภาพอากาศในอาคารที่แตกต่างกันในแต่ละสถานที่ ได้นำมาหา ความสัมพันธ์ระหว่างกันโดยการวิเคราะห์ค่าสัมประสิทธิ์สหสัมพันธ์เพียร์สัน (Pearson correlation coefficient; r) ที่ระดับนัยสำคัญ 0.05 นำค่าในตารางมาเทียบกับเกณฑ์ในการวิเคราะห์ค่าสัมประสิทธิ์ความ สัมพันธ์ ดังนี้

ตารางที่ 6 ค่าสัมประสิทธิ์สหสัมพันธ์ของเพียร์สันระหว่างปริมาณแบคทีเรียกับคุณภาพอากาศในอาคาร (n=180)

ตัวแปร	Pearson Correlation; r	p-value	ระดับความสัมพันธ์
อุณหภูมิ	-0.291	<0.001	ต่ำ
ความชื้นสัมพัทธ์	0.178	0.017	ต่ำ
คาร์บอนมอนนอกไซด์	0.087	0.247	-
คาร์บอนไดออกไซด์	0.353	<0.001	ปานกลาง
ออกซิเจน	0.155	0.038	ต่ำ

หมายเหตุ: กำหนดระดับนัยสำคัญ (α) 0.05

เมื่อวิเคราะห์ค่าสัมประสิทธิ์สหสัมพันธ์เพียร์สัน พบว่าปริมาณแบคทีเรียมีความสัมพันธ์กับอุณหภูมิแบบแปรผกผันในระดับต่ำ ($r = -0.291$, $p\text{-value} < 0.05$) ความชื้นสัมพัทธ์มีความสัมพันธ์กับปริมาณแบคทีเรียแบบแปรผันตามกันในระดับต่ำ ($r = 0.178$, $p\text{-value} < 0.05$) คาร์บอนไดออกไซด์มีความสัมพันธ์กับปริมาณแบคทีเรียแบบแปรผันตามกันในระดับปานกลาง ($r = 0.353$, $p\text{-value} < 0.05$) ส่วนออกซิเจนมีความสัมพันธ์กับปริมาณแบคทีเรียแบบแปรผันตามกันในระดับต่ำ ($r = 0.155$, $p\text{-value} < 0.05$)

ตารางที่ 7 ค่าสัมประสิทธิ์สหสัมพันธ์ของเพียร์สันระหว่างปริมาณเชื้อรากับคุณภาพอากาศในอาคาร (n=180)

ตัวแปร	Pearson Correlation; r	p-value	ระดับความสัมพันธ์
อุณหภูมิ	-0.234	0.002	ต่ำ
ความชื้นสัมพัทธ์	0.465	<0.001	ปานกลาง
คาร์บอนมอนนอกไซด์	-0.146	0.050	ต่ำ
คาร์บอนไดออกไซด์	-0.107	0.155	-
ออกซิเจน	-0.195	0.009	ต่ำ

หมายเหตุ: กำหนดระดับนัยสำคัญ (α) 0.05

เมื่อวิเคราะห์ค่าสัมประสิทธิ์สหสัมพันธ์เพียร์สัน พบว่าปริมาณเชื้อรามีความสัมพันธ์กับความชื้นสัมพัทธ์แบบแปรผันตามกันในระดับปานกลาง ($r = 0.465$, $p\text{-value} < 0.05$) ส่วนคุณภาพอากาศในพารามิเตอร์อื่นๆ ได้แก่ อุณหภูมิ ออกซิเจน และคาร์บอนไดออกไซด์ มีความสัมพันธ์กับปริมาณเชื้อราแปรผกผันกันในระดับต่ำ ($r = -0.234$, -0.195 และ -0.107 ; $p\text{-value} < 0.05$) ตามลำดับดังตารางที่ 6

อภิปรายผล

การเก็บตัวอย่างอากาศในโรงพยาบาลนครพิงค์ จังหวัดเชียงใหม่ ช่วงเดือนธันวาคม 2561 ถึง มีนาคม 2562 ซึ่งเป็นช่วงฤดูหนาว แต่สภาวะอากาศในช่วงนั้นค่อนข้างแปรปรวน ทำให้อุณหภูมิและความชื้นสัมพัทธ์มีความแตกต่างกันไป ในแต่ละครั้งที่เก็บตัวอย่าง ซึ่งอุณหภูมิและความชื้นสัมพัทธ์เป็นปัจจัยสิ่งแวดล้อมสำคัญที่มีผลต่อการเจริญเติบโตของเชื้อจุลินทรีย์ อุณหภูมิขณะที่ทำการเก็บตัวอย่างอยู่ในช่วง 20.8–31.5 องศาเซลเซียส ความชื้นสัมพัทธ์อยู่ระหว่าง 43–68% เชื้อจุลินทรีย์ที่เป็นเชื้อที่เจริญเติบโตได้เหมาะสมในช่วงอุณหภูมิมีโซไฟล์ (Mesophile) ระหว่าง 25–30 องศาเซลเซียส⁽⁶⁾

ปริมาณแบคทีเรียที่สูงสุดในห้องอุบัติเหตุฉุกเฉิน เนื่องจากห้องอุบัติเหตุฉุกเฉินให้บริการตลอด 24 ชั่วโมง จึงอาจเป็นแหล่งสะสมของเชื้อแบคทีเรียเช่น *Staphylococcus spp.*, *Streptococcus spp.*, *Diphtheroid spp.*

ซึ่งถือว่าเป็นจุดเสี่ยงต่อการเกิดโรคฉวยโอกาสได้ง่าย⁽⁷⁾ เพราะมีผู้ป่วยที่มีภูมิคุ้มกันโรคต่ำเข้ารับบริการส่วนปริมาณเชื้อราที่พบสูงสุดที่คลินิกวัณโรค เนื่องจากคลินิกวัณโรคเป็นห้องที่ใช้อากาศจากภายนอก (การระบายอากาศตามธรรมชาติ) ทำให้มีการปนเปื้อนของเชื้อราภายในอากาศมากที่สุด ประกอบกับความชื้นสัมพัทธ์ที่สูงตามธรรมชาติ ภาพรวมจากการศึกษาปริมาณเชื้อราในโรงพยาบาลส่วนใหญ่ไม่ผ่านมาตรฐานจุลินทรีย์ในอากาศโดยไม่ผ่านมาตรฐานร้อยละ 71.67 อาจเนื่องมาจากฤดูกาลที่เก็บตัวอย่างเป็นช่วงฤดูหนาวที่มีความชื้นสัมพัทธ์ตามธรรมชาติสูง อีกทั้งสถานที่ที่ทำการเก็บตัวอย่างใช้การระบายแบบธรรมชาติทำให้สภาพแวดล้อมเหมาะสมกับการเจริญเติบโตของเชื้อรา สัมพันธ์กับค่าสัมประสิทธิ์สหสัมพันธ์ของเพียร์สันระหว่างปริมาณเชื้อรากับความชื้นสัมพัทธ์ที่แปรผันตามกันในระดับปานกลาง ($r=0.465$, $p\text{-value}<0.05$)

เมื่อพิจารณาปริมาณจุลินทรีย์จำแนกตามวันที่เก็บตัวอย่างแล้ว พบว่าวันจันทร์และวันพุธมีปริมาณแบคทีเรียที่หอผู้ป่วยในต่ำกว่าห้องทำงาน (Control) เนื่องจากหอผู้ป่วยในมีการทำความสะอาดหลังจำหน่ายผู้ป่วยกลับบ้านทุกราย หากวิเคราะห์ตามวันของการให้บริการคลินิกวัณโรคกับปริมาณแบคทีเรียที่ตรวจวัดแล้วพบว่าปริมาณแบคทีเรียสูงสุดในวันที่มีการให้บริการคลินิกคือวันจันทร์ ส่วนปริมาณแบคทีเรียในวันพุธและวันศุกร์ของคลินิกวัณโรคมีปริมาณน้อยกว่าวันที่ให้บริการคลินิก และวันพุธมีปริมาณแบคทีเรียน้อยกว่าวันศุกร์เนื่องจากวันพุธมีระยะห่างของวันที่ให้บริการคลินิกมากกว่าวันศุกร์จึงทำให้มีปริมาณแบคทีเรียในวันศุกร์มากกว่าวันพุธ

หากพิจารณาตามช่วงเวลาของการเก็บตัวอย่างแล้วพบว่า ช่วงเช้ามืดมีปริมาณเชื้อราเฉลี่ยสูงกว่าช่วงบ่ายในทุกห้อง เนื่องจากช่วงเช้าเป็นช่วงเวลาเริ่มเปิดให้บริการและเป็นห้องปิดไม่มีการระบายอากาศ แต่ช่วงเวลากลางคืนมีการใช้บริการมากขึ้นมีการเพิ่มการระบายอากาศในห้องจึงทำให้ปริมาณเชื้อราลดลง สอดคล้องกับอุณหภูมิในช่วงเช้าที่ต่ำกว่าช่วงบ่ายและยังสอดคล้องกับความชื้นสัมพัทธ์ในช่วงเช้าที่สูงกว่าช่วงบ่าย ส่งผลให้เชื้อราในช่วงเช้าสูงกว่าช่วงบ่าย สอดคล้องกับการศึกษาว่าแบคทีเรียและเชื้อราในช่วงเช้าสูงกว่าช่วงบ่ายมีความแตกต่างกันอย่างมีนัยสำคัญทางสถิติ⁽⁸⁾

คุณภาพอากาศในอาคารพบว่าอุณหภูมิสูงสุดที่คลินิกวัณโรคเท่ากับ 26.18 องศาเซลเซียส เนื่องจากคลินิกวัณโรคไม่ได้ใช้เครื่องปรับอากาศจึงทำให้อุณหภูมิสูงกว่าจุดอื่น ความชื้นสัมพัทธ์สูงสุดอยู่ที่หอผู้ป่วยใน เท่ากับร้อยละ 50.99 เนื่องจากหอผู้ป่วยในเป็นส่วนหนึ่งของห้องปิดเพื่อป้องกันการแพร่เชื้อสู่ภายนอกทำให้บรรยากาศภายในหอผู้ป่วยในมีการระบายอากาศที่น้อยและเกิดความชื้นสัมพัทธ์ขึ้นสูงกว่าจุดอื่น ๆ ปริมาณคาร์บอนไดออกไซด์ที่สูงที่สุดในห้องอุบัติเหตุฉุกเฉิน เท่ากับ 571.28 ppm เนื่องจากช่วงของการตรวจวัดมีจำนวนผู้ใช้บริการในห้องอุบัติเหตุฉุกเฉินเป็นจำนวนมาก ทั้งบุคลากรทางการแพทย์ ผู้ป่วยและญาติผู้ป่วย จึงทำให้ปริมาณคาร์บอนไดออกไซด์ในห้องอุบัติเหตุฉุกเฉินสูงสุด

ความสัมพันธ์ระหว่างปริมาณจุลินทรีย์และคุณภาพอากาศในอาคารโดยการวิเคราะห์หาค่าสัมประสิทธิ์ความสัมพันธ์เพียร์สัน พบว่าปริมาณคาร์บอนไดออกไซด์มีความสัมพันธ์แบบแปรผันตามกันกับปริมาณแบคทีเรียในระดับปานกลาง ($r=0.353$, $p\text{-value}<0.05$) เนื่องจากปริมาณคาร์บอนไดออกไซด์เป็นตัวบ่งชี้ความหนาแน่นของผู้ใช้อาคาร จึงกล่าวโดยสรุปได้ว่าปริมาณคาร์บอนไดออกไซด์ที่เกิดจากความหนาแน่นในอาคารเป็นปัจจัยทางอ้อมที่มีผลทำให้ปริมาณแบคทีเรียในอาคารเปลี่ยนแปลงไป อุณหภูมิมีความสัมพันธ์แบบแปรผกผันในระดับต่ำกับปริมาณแบคทีเรีย ($r=-0.291$, $p\text{-value}<0.05$) ความชื้นสัมพัทธ์มีความสัมพันธ์กับปริมาณแบคทีเรียที่พบแบบแปรผันตามกันในระดับต่ำ ($r=0.178$, $p\text{-value}<0.05$) เป็นไปตามทฤษฎีที่กล่าวไว้ว่าความชื้นสัมพัทธ์เป็นปัจจัยในการดำรงชีวิตและแพร่พันธุ์ของจุลินทรีย์⁽²⁾ พบว่าปริมาณเชื้อรามีความสัมพันธ์กับความชื้นสัมพัทธ์แบบแปรผันตามกันในระดับปานกลาง ($r=0.465$, $p\text{-value}<0.05$) ซึ่งเป็นไปตามทฤษฎีที่ได้กล่าวไว้ว่า เชื้อราสามารถแพร่กระจายได้ดีในละอองน้ำและสามารถมีชีวิตอยู่ได้ในสภาวะอากาศชื้น ในช่วงความชื้นสัมพัทธ์ระหว่าง

40-60 เปอร์เซ็นต์⁽²⁾ สอดคล้องกับค่าเฉลี่ยของความชื้นสัมพัทธ์ที่เท่ากับ $47.94 \pm 8.44\%$ ซึ่งสอดคล้องกับงานวิจัยที่ผ่านมาที่พบว่าอุณหภูมิ ความชื้นสัมพัทธ์ ความหนาแน่นของคนในพื้นที่และชนิดของระบบระบายอากาศ มีผลต่อระดับความเข้มข้นของแบคทีเรียและเชื้อราในอากาศ⁽⁹⁾

ข้อเสนอแนะจากการศึกษา

1. โรงพยาบาลควรมีปรับเปลี่ยนสภาพแวดล้อมในการทำงาน โดยเฉพาะเรื่องของคุณภาพอากาศในอาคารโดยมีการกำกับ ดูแลเรื่องความสะอาดภายในอาคาร การจัดระบบระบายอากาศและปัจจัยอื่นๆ เช่น อุณหภูมิ ความชื้นสัมพัทธ์ ซึ่งเป็นปัจจัยหลักที่ทำให้เกิดการเจริญเติบโตของจุลินทรีย์ในอากาศภายในโรงพยาบาล

2. ควรมีตรวจเฝ้าระวังปริมาณเชื้อจุลินทรีย์และคุณภาพอากาศในอาคารเป็นระยะควบคู่กับการเก็บตัวอย่างฝุ่นละอองในอากาศเนื่องจากการกระจายตัวของเชื้อจุลินทรีย์ขึ้นอยู่กับอนุภาคของฝุ่นละอองที่เชื้อจุลินทรีย์นั้นเกาะติดอยู่ และเพื่อป้องกันการเกิดเชื้อโรคในโรงพยาบาลต่อไป

ข้อเสนอแนะในการทำวิจัยครั้งต่อไป

1. ควรมีการศึกษาประเมินสภาวะสุขภาพของเจ้าหน้าที่ที่ปฏิบัติงานที่ต้องสัมผัสกับผู้ป่วยกลุ่มเสี่ยงต่อโรคทางเดินหายใจทุกราย

2. ควรดำเนินการเก็บตัวอย่างเชื้อจุลินทรีย์และคุณภาพอากาศในอาคารใน 2 ฤดูกาล (ฤดูร้อน/ฤดูหนาว) เพื่อดูความแตกต่างของปริมาณเชื้อจุลินทรีย์ในโรงพยาบาลในแต่ละฤดูกาล

3. ควรมีการศึกษาชนิดและการเจริญเติบโตของเชื้อแบคทีเรีย เชื้อราใดที่พบในอากาศภายในโรงพยาบาลว่าเป็นชนิดใด มีโอกาสเป็นเชื้อก่อโรคติดเชื่อในโรงพยาบาลได้มากน้อยเพียงใด

กิตติกรรมประกาศ

ขอขอบพระคุณอาจารย์คณะสาธารณสุขศาสตร์ มหาวิทยาลัยมหาสารคาม ที่ได้กรุณาให้คำปรึกษา คำแนะนำที่เป็นประโยชน์จนการเขียนบทความฉบับนี้เสร็จสมบูรณ์ และขอขอบพระคุณผู้บริหาร บุคลากร เจ้าหน้าที่โรงพยาบาลนครพิงค์ จังหวัดเชียงใหม่และสำนักงานป้องกันควบคุมโรคที่ 1 เชียงใหม่ ที่ได้ให้ข้อมูลอันเป็นประโยชน์ ตลอดจนอำนวยความสะดวกในการเก็บข้อมูลและให้ความร่วมมือในการศึกษาเป็นอย่างดี

เอกสารอ้างอิง

1. กฤษณียา คังขจันทรานนท์. ชนิดและปริมาณของเชื้อแบคทีเรียและเชื้อราที่ก่อโรคในโรงพยาบาล และการเปรียบเทียบการทำงานของเครื่องมือเก็บตัวอย่างจุลินทรีย์ในอากาศ [วิทยานิพนธ์ปริญญาวิทยาศาสตรมหาบัณฑิต]. ขอนแก่น:มหาวิทยาลัยขอนแก่น ; 2548.
2. นงลักษณ์ สุวรรณพินิจและปรีชา สุวรรณพินิจ. จุลชีววิทยาทั่วไป. พิมพ์ครั้งที่ 10. กรุงเทพฯ : สำนักพิมพ์แห่งจุฬาลงกรณ์ มหาวิทยาลัย; 2557 : 145-149.
3. กรมควบคุมโรค. แผนงานควบคุมโรคติดต่อในโรงพยาบาลปี 2560-2564. [ออนไลน์]. 2560. [เข้าถึงเมื่อ 27 พฤศจิกายน 2560]. เข้าถึงได้จาก <http://122.155.1.141/site2/download-src.php?did=30592>.
4. กระทรวงสาธารณสุข. ระบบรายงาน Health Data Center : HDC. [ออนไลน์]. 2560 [เข้าถึงเมื่อ 16 ตุลาคม 2560]. เข้าถึงได้จาก <https://hdcservice.moph.go.th/hdc/main/index.php>.

5. Becton Dickinson and Company. BBL™ Sabouraud Dextrose Agar. [ออนไลน์]. 2015. [เข้าถึงเมื่อ 16 ตุลาคม 2560]. เข้าถึงได้จาก [http://legacy.bd.com/ds/technicalCenter/inserts/L007492\(12\).pdf](http://legacy.bd.com/ds/technicalCenter/inserts/L007492(12).pdf)
6. บัญญัติ สุขศรีงาม. จุลชีววิทยาทั่วไป. ใน:บัญญัติ สุขศรีงาม, บรรณาธิการ. จุลชีววิทยาทั่วไป พิมพ์ครั้งที่ 4. กรุงเทพฯ: โอเดียนสโตร์. 2534.
7. โสภณ คงสำราญ.แบคทีเรียทางการแพทย์, พิมพ์ครั้งที่ 1. กรุงเทพฯ : โรงพิมพ์พิมพ์เนศ, 2524.
8. จักรพงษ์ นิมานะ และคณะ. การปนเปื้อนจุลินทรีย์ในอากาศห้องปฏิบัติการ คณะวิทยาศาสตร์ มหาวิทยาลัยพายัพ. วารสารวิทยาศาสตร์มหาวิทยาลัยขอนแก่น 2557 ; 42 : 341-349.
9. สุวัฒน์ ดำนิล. การสำรวจระดับความเข้มข้นและการจำแนกชนิดของแบคทีเรียและเชื้อราในอากาศภายในอาคารของ โรงพยาบาลศิริราช[วิทยานิพนธ์/ปริญญาวิทยาศาสตรมหาบัณฑิต]. กรุงเทพฯ: มหาวิทยาลัยมหิดล; 2552.