นิพนธ์ต้นฉบับ

การประเมินจุลชีพในอากาศในห้องเจาะเลือดของโรงพยาบาลแห่งหนึ่ง

นัทธมน แสนพันตรี*, พรทิพย์ เย็นใจ**, พงษ์สิทธิ์ บุญรักษา**✉
*หลักสูตรวิทยาศาสตรมหาบัณฑิต สาขาอาชีวอนามัยความปลอดภัยและสิ่งแวดล้อม สำนักวิชาสาธารณสุขศาสตร์ มหาวิทยาลัยเทคโนโลยีสุรนารี
**สาขาอาชีวอนามัยและความปลอดภัย สำนักวิชาสาธารณสุขศาสตร์ มหาวิทยาลัยเทคโนโลยีสุรนารี
✉ pongsitb@sut.ac.th

บทคัดย่อ

จุลชีพในอากาศเป็นตัวชี้วัดที่สำคัญสำหรับการประเมินคุณภาพอากาศภายในโรงพยาบาล ลักษณะของกิจกรรมและการปฏิบัติงานในหลายพื้นที่รวมทั้งห้องเจาะเลือด อาจส่งผลให้บุคลากรทางการแพทย์และผู้ป่วยได้รับการรับสัมผัสจุลชีพในอากาศก่อให้เกิดผลเสียต่อสุขภาพ การวิจัยนี้มีวัตถุประสงค์เพื่อประเมินคุณภาพอากาศภายในห้องเจาะเลือดโดยตรวจวัดความเข้มข้นของจุลชีพในอากาศ ได้แก่ แบคทีเรีย และเชื้อรา ตามบริเวณพื้นที่ทำกิจกรรมต่างๆ โดยแบ่งเป็น 6 พื้นที่ ได้แก่ จุดคัดกรองผู้ป่วย บริเวณนั่งรอรับบริการ สถานีเจาะเลือด ห้องเจาะเลือดพระสงฆ์หรือผู้ป่วยนั่งรถเข็น ห้องเจาะเลือดพิเศษสำหรับผู้ป่วยที่จำเป็นต้องนอนเจาะเลือด และห้องน้ำ ใช้เครื่องมือเก็บตัวอย่างชนิด Microbiological Air Sampler เก็บตัวอย่างในช่วงเช้าและบ่าย จำนวน 5 วัน รวมเก็บตัวอย่างทั้งสิ้น 120 ตัวอย่าง การวิเคราะห์ข้อมูลใช้สถิติเชิงพรรณนาและสถิติ Kruskal-Wallis Test เพื่อทดสอบความแตกต่างของความเข้มข้นของจุลชีพในอากาศในช่วงเวลาเช้ากับบ่ายเปรียบเทียบตามพื้นที่ และวันที่ให้บริการ ที่ระดับความเชื่อมั่น 0.05

ผลการศึกษาพบว่าค่าเฉลี่ยของความเข้มข้นแบคทีเรียและเชื้อราในอากาศภายในห้องเจาะเลือดเท่ากับ 442 ± 249 cfu/m3 มีค่าอยู่ระหว่าง 83 - 1,283 cfu/m3 และ 445 ± 257 cfu/m3 มีค่าอยู่ระหว่าง 33 - 1,253 cfu/m3 ตามลำดับ ซึ่งไม่เกินค่าเฝ้าระวังคุณภาพอากาศภายในอาคารสาธารณะของกรมอนามัย (≤ 500 cfu/m3) แต่เกินค่าแนะนำขององค์การอนามัยโลก (WHO) กรณีโรงพยาบาล (≤100 cfu/m3 สำหรับแบคทีเรีย และ ≤50 cfu/m3 สำหรับเชื้อรา) และค่าเฉลี่ยของจุลชีพทั้งสองชนิดในช่วงเช้ามีความเข้มข้นสูงกว่าช่วงบ่ายประมาณ 2 เท่า เมื่อพิจารณาแยกตามพื้นที่พบว่าบริเวณพื้นที่ห้องเจาะเลือดพิเศษสำหรับผู้ป่วยที่จำเป็นต้องนอนเจาะเลือด มีค่าเฉลี่ยของความเข้มข้นแบคทีเรียและเชื้อราสูงที่สุดเท่ากับ 529 ± 363 cfu/m3และ 525 ± 356 cfu/m3 ตามลำดับ และเป็นบริเวณที่มีค่าความแตกต่างของความเข้มข้นจุลชีพทั้งสองชนิดในช่วงเช้ากับบ่ายแตกต่างกันมากที่สุดอย่างมีนัยสำคัญทางสถิติ ความแตกต่างของค่าเฉลี่ยความเข้มข้นจุลชีพในช่วงเช้าและบ่ายภายในห้องเจาะเลือด อาจเกิดจากจำนวนผู้ใช้บริการในช่วงเช้าที่มีมากกว่าช่วงบ่ายประมาณ 5 เท่าต่อวัน นอกจากนั้นพบว่าความเข้มข้นเชื้อรามีค่าแตกต่างกันอย่างมีนัยสำคัญทางสถิติกับวันที่ให้บริการ

การประเมินค่าเฉลี่ยของความเข้มข้นของแบคทีเรียและเชื้อราในอากาศภายในห้องเจาะเลือดผ่านเกณฑ์ค่าเฝ้าระวังของกรมอนามัย แต่สูงกว่าค่าแนะนำของ WHO กรณีโรงพยาบาล ซึ่งอาจเกิดจากการระบายอากาศและปรับอากาศที่ไม่เหมาะสม การทำความสะอาดที่ไม่เพียงพอโดยเฉพาะบริเวณที่ไม่ค่อยมีการใช้งาน และความหนาแน่นของจำนวนผู้เข้ารับบริการภายในห้องเจาะเลือด ประเด็นดังกล่าวควรได้รับการพิจารณาปรับปรุงแก้ไขเพื่อลดความเข้มข้นของจุลชีพในอากาศภายในห้องเจาะเลือด

คำสำคัญ: คุณภาพอากาศในอาคาร, จุลชีพในอากาศ, ห้องเจาะเลือด

Article info:
Received: Mar 18, 2025
Revised: May 6, 2025
Accepted: May 16, 2025

Original article

Assessment of bioaerosols in a blood collection room of a hospital

Nattamon Sanpuntree*, Porntip Yenjai**, Pongsit Boonruksa**✉
*Master Degree Program in Occupational Health, Safety and Environment, Institute of Public Health, Suranaree University of Technology
** School of Occupational Health and Safety, Institute of Public Health, Suranaree University of Technology
✉ pongsitb@sut.ac.th

Abstract

Bioaerosols serve as a significant indicator for evaluating indoor air quality in hospitals. Activities and operations in various hospital settings, including blood collection rooms, may lead to detrimental health impacts on healthcare workers and patients who are exposed to these aerosols. This study aimed to evaluate the concentrations of airborne microorganisms in a blood collection room by measuring bacterial and fungal concentrations. Six areas within the room were investigated: a patient screening point, waiting area, blood collection station, blood collection room for monks or wheelchair users, a special room for patients lying on a bed during blood collection, and a restroom. Bioaerosols in each area were collected using microbiological air samplers. A total of 120 samples were collected in the morning and afternoon over five consecutive days. Data were analyzed using descriptive statistics and the Kruskal–Wallis test to examine differences in bioaerosol concentrations by area and service day, with a significance level of 0.05.

The results showed that, in the blood collection room, the average concentrations of bacteria and fungi were 442 ± 249 cfu/m³ (range: 83–1,283 cfu/m³) and 445 ± 257 cfu/m³ (range: 33–1,253 cfu/m³), respectively. These concentrations met the surveillance values of the Department of Health (≤ 500 cfu/m³) but exceeded the World Health Organization (WHO) guidelines for hospitals (≤100 cfu/m³ for bacteria and ≤50 cfu/m³ for fungi). The mean concentrations of both bioaerosols in the morning were approximately twice as high as those in the afternoon. When considering specific areas, the highest concentrations of bacteria (529 cfu/m³) and fungi (525 cfu/m³) were detected in the special room for patients lying on a bed during blood collection. Moreover, this area exhibited the greatest significant differences in bacterial and fungal concentrations between the morning and afternoon periods. The variation in bioaerosol concentrations between morning and afternoon in the blood collection room may be attributed to the number of patients in the morning being nearly five times higher than in the afternoon per day. In addition, fungal concentrations were found to differ significantly according to the service day.

In conclusion, although the concentrations of airborne bacteria and fungi in the blood collection room complied with the surveillance values of the Department of Health, they exceeded the WHO recommended values for hospital environments. Elevated bioaerosol concentrations may be associated with insufficient ventilation and air-conditioning systems, inadequate cleaning practices—particularly in infrequently used areas—and high patient density. These factors should be addressed and improved to minimize bioaerosol concentrations in blood collection rooms.

Keywords: Indoor air, bioaerosols, blood collection room

มหาวิทยาลัยราชภัฏอุบลราชธานี
Faculty of Public Health, Ubon Ratchathani Rajabhat University
Ubon Ratchathani Rajabhat University

บทนำ

คุณภาพอากาศภายในอาคารเป็นปัจจัยที่มีผลกระทบต่อสุขภาพของมนุษย์ในปัจจุบัน เนื่องจากประมาณ 90% ในแต่ละวัน มีการปฏิบัติงานหรือการทำกิจกรรมต่างๆ อยู่ภายในอาคาร (World Health Organization, 2021) โดยสาเหตุของปัญหาคุณภาพอากาศส่วนใหญ่ เกิดจากภายในอาคารมีระบบระบายอากาศที่ไม่เหมาะสม จำนวนและความหนาแน่นของคนภายในอาคาร และกิจกรรมต่างๆ ภายในอาคารที่เป็นแหล่งปลดปล่อยมลพิษทางอากาศ เช่น การทำอาหาร การใช้สารเคมีในการทำความสะอาด การใช้เครื่องพิมพ์ และเครื่องถ่ายเอกสารในสำนักงาน เป็นต้น (Rosario et al., 2021) คุณภาพอากาศภายในอาคารที่ไม่เหมาะสมก่อให้เกิดปัญหาด้านสุขภาพหลายด้าน เช่น โรคตึกเป็นพิษ (Sick building syndrome) หอบหืด วัณโรค ภาวะภูมิไวเกิน (Hypersensitivity) หรือปัญหาเกี่ยวทางเดินหายใจ เนื่องจากการได้รับอันตรายจากการรับสัมผัสสารเคมีภายในอาคาร (Ghaffarianhoseini et al., 2018; Mentese et al.,2020) นอกจากนั้นคุณภาพอากาศที่ไม่เหมาะสมยังส่งผลต่อประสิทธิภาพในการทำงานลดลง 6 - 9% ของพนักงานในสำนักงาน (Wyon, 2004) ซึ่งในปัจจุบันประเทศไทยได้มีการกำหนดค่ามาตรฐานเพื่อเป็นการเฝ้าระวังปัญหาคุณภาพอากาศภายในอาคารสาธารณะ (กรมอนามัย, 2565) และองค์การอนามัยโลก (WHO) ได้กำหนดค่าแนะนำสำหรับความเข้มข้นของจุลชีพกรณีโรงพยาบาล มีค่าไม่เกิน 100 cfu/m^3 สำหรับแบคทีเรีย และไม่เกิน 50 cfu/m^3 สำหรับเชื้อรา (WHO, 1990)

คุณภาพอากาศเป็นเรื่องที่โรงพยาบาลจำเป็นต้องให้ความสำคัญ เนื่องภายในโรงพยาบาลมีกระบวนการและกิจกรรมที่อาจก่อให้เกิดปัญหาด้านคุณภาพอากาศ เช่น ขั้นตอนการรักษาผู้ป่วย การวิเคราะห์ตัวอย่าง หรือการฟื้นฟูหลังการรักษา (วรกมล บุณยโยธิน & ธีรยุทธ เหลืองศรีสกุล, 2561) รายงานการวิจัยพบว่าโรงพยาบาลมีปัญหาคุณภาพอากาศในเรื่องของอุณหภูมิ และความชื้นสัมพัทธ์ที่เกินมาตรฐาน และปัญหาของจุลชีพในหลายพื้นที่ของโรงพยาบาล เช่น รถฉุกเฉิน (ณัฐจิต อ้นเมฆ และคณะ, 2562) หอผู้ป่วย และห้องปฏิบัติการที่มีการวิเคราะห์สิ่งส่งตรวจของผู้ป่วยที่เข้าใช้บริการในโรงพยาบาล (Jung et al., 2015) รวมทั้งห้องฉุกเฉินซึ่งส่วนใหญ่มักจะพบจุลชีพที่ก่อโรคฟุ้งกระจายในอากาศก่อให้เกิดความเสี่ยงต่อการติดเชื้อในบุคลากรทางการแพทย์ (Liu, et al., 2025)

ปัญหาคุณภาพอากาศภายในโรงพยาบาลสามารถก่อให้เกิดปัญหาสุขภาพในบุคลากรทางการแพทย์ ผลการศึกษาพบว่าบุคลากรทางแพทย์ประมาณ 65% มีอาการแสดงของโรคตึกเป็นพิษ เช่น การเจ็บคอ ปวดศีรษะ หนาวสั่น อ่อนเพลีย เนื่องจากอุณหภูมิไม่คงที่ (Akova et al.,2022) โดยเมื่อเปรียบเทียบกับผู้ปฏิบัติงานในสำนักงานกับผู้ปฏิบัติงานในโรงพยาบาล พบว่ามีอัตราการเกิดอาการระคายเคืองจมูก มือ และตาของบุคลากรในโรงพยาบาลสูงกว่าคนทำงานในสำนักงาน (Hellgren & Reijula, 2006) ดังนั้นจึงควรปรับปรุงแก้ไขปัญหาด้านคุณภาพอากาศภายในโรงพยาบาล เพื่อป้องกันการเกิดปัญหาดังกล่าว

ห้องเจาะเลือดเป็นสถานที่แห่งหนึ่งภายในโรงพยาบาลที่อาจพบปัญหาด้านคุณภาพอากาศในอาคาร เพราะบริเวณดังกล่าวมีการให้บริการเจาะเลือด และการเก็บสิ่งส่งตรวจ เช่น อุจจาระ ปัสสาวะ เป็นต้น เพื่อนำส่งตัวอย่างสิ่งส่งตรวจของผู้ป่วยไปวินิจฉัยต่อในห้องปฏิบัติการ ซึ่งกิจกรรมดังกล่าวมีความเสี่ยงเกี่ยวกับการรับสัมผัสเชื้อจากบางขั้นตอนที่มีการฟุ้งกระจายของละอองขนาดเล็กที่สามารถเข้าสู่ปอดของผู้ปฏิบัติงานได้ (Sewell, 1995) ผลการศึกษาในห้องปฏิบัติการที่วิเคราะห์เกี่ยวกับสิ่งส่งตรวจ พบว่ามีความเข้มข้นแบคทีเรียและเชื้อราที่เกินค่ามาตรฐาน (Kotgire et al., 2020) แต่อย่างไรก็ตาม ยังไม่มีการศึกษาเรื่องคุณภาพอากาศภายในห้องเจาะเลือดในประเทศไทยมาก่อน ดังนั้นจึงมีความจำเป็นในการศึกษาในเรื่องดังกล่าว

วัตถุประสงค์การวิจัย

1. เพื่อประเมินคุณภาพอากาศภายในห้องเจาะเลือด ได้แก่ จุลชีพในอากาศ (แบคทีเรีย และเชื้อรา) และภาวะความสบายเชิงความร้อน ได้แก่ อุณหภูมิ และความชื้นสัมพัทธ์ โดยแบ่งตามกิจกรรมในแต่ละพื้นที่

2. เพื่อเปรียบเทียบกับปัจจัยเกี่ยวกับช่วงเวลา (เช้ากับบ่าย) และวันที่ให้บริการภายใน 1 สัปดาห์ (วันจันทร์ - วันศุกร์)

วิธีดำเนินการวิจัย

การวิจัยครั้งนี้เป็นการศึกษาเชิงพรรณนาแบบภาคตัดขวาง (Cross-sectional descriptive study) เพื่อศึกษาคุณภาพอากาศภายในพื้นที่ห้องเจาะเลือดของโรงพยาบาลแห่งหนึ่งในจังหวัดนครราชสีมา โดยมีขั้นตอนการเก็บตัวอย่าง ดังนี้

การเก็บตัวอย่างภาวะสบายเชิงความร้อน

อุณหภูมิ และความชื้นสัมพัทธ์ ถูกตรวจวัดและบันทึกค่าโดยใช้เครื่องวัดความเร็วลมประเภทขดลวดความร้อน (Hot wire Anemometer) ยี่ห้อ TSI รุ่น 9565 สามารถวัด

อุณหภูมิได้ในช่วง -18°C ถึง 93°C และสามารถวัดความชื้นสัมพัทธ์ได้ในช่วง 5% ถึง 95% โดยทำการตรวจวัดจำนวน 3 ครั้งๆ ละ 2 นาที ที่บริเวณกึ่งกลางของแต่ละพื้นที่ และนำค่าที่ได้หาค่าเฉลี่ยเพื่อเป็นตัวแทนของอุณหภูมิและความชื้นสัมพัทธ์ ในการวัดแต่ละพื้นที่

การเก็บตัวอย่างจุลชีพในอากาศ

จุลชีพในอากาศ ได้แก่ แบคทีเรียและเชื้อรา ถูกเก็บตัวอย่างโดยใช้เครื่องเก็บตัวอย่างจุลชีพในอากาศ (Microbiological Air Sampler) ยี่ห้อ AES laboratories SAMPL'AIR ด้วยอัตราการดูดอากาศที่ 100 L/min เป็นเวลา 3 นาที รวมเป็นเก็บอากาศ 300 ลิตร/ตัวอย่าง ซึ่งเพียงพอสำหรับการเก็บจุลชีพในอากาศแบบ Active air sampling method และทำการสอบเทียบความถูกต้องของอัตราการดูดอากาศก่อนทำการเก็บตัวอย่าง (Pasquarella et al., 2008) ใช้อาหารเลี้ยงเชื้อประเภท Trypticase Soy Agar (TSA) และ Malt Extract Agar (MEA) สำหรับเก็บตัวอย่างแบคทีเรีย และเชื้อรา ตามลำดับ โดยตำแหน่งการเก็บตัวอย่างคือบริเวณกึ่งกลางของแต่ละพื้นที่

หลังจากเก็บตัวอย่างอากาศแล้ว จานอาหารเลี้ยงเชื้อถูกนำไปบ่มในตู้บ่มเชื้อที่อุณหภูมิ 37°C เป็นเวลา 24 ชั่วโมงสำหรับแบคทีเรีย และที่อุณหภูมิ 25°C เป็นเวลา 48 ชั่วโมงสำหรับเชื้อรา หลังจากนั้นดำเนินการนับจำนวนโคโลนีของจุลชีพที่เกิดขึ้นบนจานเพาะเชื้อ และนำไปปรับเทียบกับตารางในคู่มือของเครื่องมือเก็บตัวอย่างจุลชีพ เพื่อให้ได้จำนวนโคโลนีที่แท้จริงจากการเก็บตัวอย่างอากาศ และนำมาคำนวณในหน่วยของ cfu/m^3 ตามสมการ ดังนี้

$$\text{ความเข้มข้นจุลชีพ (cfu/m}^3\text{)} = \frac{\text{จำนวนโคโลนีที่แท้จริง}}{\text{ปริมาตรอากาศ (m}^3\text{)}}$$

การรวบรวมข้อมูล

การเก็บข้อมูลจุลชีพในอากาศ และภาวะสบายเชิงความร้อนภายในห้องเจาะเลือด ดำเนินการเก็บข้อมูลแบ่งตามพื้นที่ออกเป็น 6 บริเวณ ดังแสดงในภาพที่ 1 การเก็บตัวอย่างแบ่งเป็นเก็บตัวอย่างในช่วงเช้า (07.00 - 09.00 น.) และช่วงบ่าย (13.00 - 15.00 น.) เป็นเวลา 1 สัปดาห์ (วันจันทร์ - วันศุกร์) ระหว่างวันที่ 17-21 กุมภาพันธ์ พ.ศ. 2568 โดยการศึกษาครั้งนี้ทำการเก็บตัวอย่างจุลชีพ และภาวะสบายเชิงความร้อนภายในห้องเจาะเลือด รวมทั้งสิ้นเท่ากับ 120 ตัวอย่าง และ 60 ตัวอย่าง ตามลำดับ

การวิเคราะห์ข้อมูล

การศึกษาครั้งนี้วิเคราะห์ข้อมูลด้วยสถิติเชิงพรรณนา ได้แก่ ค่าร้อยละ (Percentage) ค่าเฉลี่ย (Mean) ส่วนเบี่ยงเบนมาตรฐาน (Standard deviation) ค่าต่ำสุด (Minimum) และค่าสูงสุด (Maximum) สำหรับวิเคราะห์ข้อมูลภาวะสบายเชิงความร้อน และความเข้มข้นเชื้อจุลชีพในอากาศ และใช้สถิติ Kruskal-Wallis Test สำหรับข้อมูลมีการแจกแจงไม่ปกติ เพื่อทดสอบความแตกต่างของความเข้มข้นเชื้อจุลชีพในอากาศในช่วงเวลาเช้ากับบ่ายเปรียบเทียบตามพื้นที่ และวันที่ให้บริการที่แตกต่างกัน

ผลการวิจัย

ข้อมูลทั่วไปและกิจกรรมภายในห้องเจาะเลือด

ห้องเจาะเลือดมีขนาดพื้นที่ใช้งาน 280 m^2 มีผู้ใช้บริการภายในห้องเจาะเลือดเฉลี่ย 245.4±28.7 คนต่อวัน โดยมีผู้ใช้บริการในแต่ละวันดังนี้ วันจันทร์ 216 คน (เช้า 186 คน และบ่าย 30 คน) วันอังคาร 293 คน (เช้า 242 คน และบ่าย 51 คน) วันพุธ 234 คน (เช้า 202 คน และบ่าย 32 คน) วันพฤหัสบดี 239 คน (เช้า 198 คน และบ่าย 41 คน) และวันศุกร์ 245 คน (เช้า 208 คน และบ่าย 37 คน)

ลักษณะของห้องเจาะเลือดเป็นห้องปิด พื้นที่ภายในห้องเจาะเลือดแบ่งตามกิจกรรมที่ดำเนินการเป็น 6 พื้นที่ ได้แก่ จุดคัดกรองผู้ป่วย บริเวณนั่งรอรับบริการ สถานีเจาะเลือด ห้องเจาะเลือดสำหรับพระสงฆ์หรือผู้ป่วยนั่งรถเข็น ห้องเจาะเลือดพิเศษสำหรับผู้ป่วยที่จำเป็นต้องนอนเจาะเลือด และบริเวณห้องน้ำ รายละเอียดแสดงในภาพที่ 1 การระบายอากาศในห้องเจาะเลือดเป็นการระบายอากาศแบบทั่วไป (General ventilation) มีการเปิดประตูเฉพาะกรณีมีผู้เข้ามารับบริการ และส่วนใหญ่ภายในห้องมีการติดตั้งระบบปรับอากาศแบบแยกส่วน (Split type conditioning) ยกเว้นบริเวณห้องเจาะเลือดพระสงฆ์และห้องผู้ป่วยนั่งรถเข็นที่ติดตั้งพัดลมดูดอากาศ ภายในห้องจำนวน 1 ตัว

ภาวะสบายเชิงความร้อนและความเข้มข้นของจุลชีพในอากาศภายในพื้นที่ห้องเจาะเลือด

ผลการตรวจภาวะสบายเชิงความร้อน แสดงให้เห็นว่าอุณหภูมิภายในห้องเจาะเลือดมีค่าอยู่ระหว่าง 22.7-27.1°C มีค่าเฉลี่ยเท่ากับ 24.8±1.0°C และความชื้นสัมพัทธ์มีค่าอยู่ระหว่าง 52.0-85.0% มีค่าเฉลี่ยเท่ากับ 68.0±9.5% ส่วนผลการตรวจวัดความเข้มข้นจุลชีพในอากาศ พบว่าความเข้มข้นแบคทีเรียในอากาศมีค่าอยู่ระหว่าง 100-1,283 cfu/m^3 มีค่าเฉลี่ยเท่ากับ 442 ± 249 cfu/m^3 และความ

เข้มข้นเชื้อราในอากาศมีค่าอยู่ระหว่าง 33 - 1,253 cfu/m^3 มีค่าเฉลี่ยเท่ากับ 445 ± 257 cfu/m^3 เมื่อพิจารณาค่าพารามิเตอร์ดังกล่าวแยกตามพื้นที่ พบว่าบริเวณพื้นที่ 5 ห้องเจาะเลือดพิเศษ มีค่าเฉลี่ยของอุณหภูมิ ความชื้นสัมพัทธ์ แบคทีเรีย และเชื้อราสูงที่สุด โดยมีค่าเท่ากับ 25.3 °C, 69.8%, 592 cfu/m^3และ 525 cfu/m^3ตามลำดับ รายละเอียดแสดงในตารางที่ 1

ความเข้มข้นของจุลชีพภายในห้องเจาะเลือดแยกตามช่วงเวลา

ผลการตรวจวัดจุลชีพในอากาศ พบว่าค่าเฉลี่ยความเข้มข้นแบคทีเรียในช่วงเช้ามีค่าสูงกว่าค่าเฉลี่ยในช่วงบ่ายในทุกพื้นที่ โดยภาพรวมของห้องเจาะเลือดมีค่าเฉลี่ยของความเข้มข้นแบคทีเรียในช่วงเช้าและช่วงบ่าย เท่ากับ 570 ± 260 cfu/m^3 และ 274 ± 116 cfu/m^3 ตามลำดับ (ช่วงเช้าสูงกว่าช่วงบ่ายคิดเป็น 2.1 เท่า) เมื่อพิจารณาเฉพาะช่วงเช้าพบค่าเฉลี่ยความเข้มข้นแบคทีเรียสูงที่สุด คือพื้นที่ 5 ห้องเจาะเลือดพิเศษ (868 ± 282 cfu/m^3) ขณะที่ช่วงบ่าย คือพื้นที่ 2 บริเวณนั่งคอยรับบริการ (338 ± 165 cfu/m^3) ความแตกต่างของความเข้มข้นแบคทีเรียในช่วงเช้าและช่วงบ่ายพบมากที่สุดในพื้นที่ 5 (551 cfu/m^3) และผลการทดสอบทางสถิติ พบว่าพื้นที่ 3, 4, 5 และ 6 มีความแตกต่างของความเข้มข้นแบคทีเรียในช่วงเช้ากับช่วงบ่ายอย่างมีนัยสำคัญทางสถิติ ($p < 0.05$) ดังแสดงในภาพที่ 2 (ก)

ค่าเฉลี่ยความเข้มข้นเชื้อราในช่วงเช้ามีค่าสูงกว่าค่าเฉลี่ยในช่วงบ่ายในทุกพื้นที่ โดยภาพรวมของห้องเจาะเลือด มีค่าเฉลี่ยของความเข้มข้นเชื้อราในช่วงเช้าและช่วงบ่ายเท่ากับ 595 ± 225 cfu/m^3 และ 295 ± 192 cfu/m^3 ตามลำดับ (ช่วงเช้าสูงกว่าช่วงบ่ายประมาณ 2 เท่า) เมื่อพิจารณาเฉพาะช่วงเช้าพบค่าเฉลี่ยความเข้มข้นเชื้อราสูงที่สุด คือพื้นที่ 5 ห้องเจาะเลือดพิเศษ (731 ± 324 cfu/m^3) ขณะที่ช่วงบ่าย คือพื้นที่ 3 สถานีเจาะเลือด (338 ± 266 cfu/m^3) ความแตกต่างของความเข้มข้นเชื้อราในช่วงเช้ากับช่วงบ่ายพบมากที่สุดในพื้นที่ 5 (441 cfu/m^3) และผลการทดสอบทางสถิติ พบว่าพื้นที่ 1, 5 และ 6 มีความแตกต่างของความเข้มข้นเชื้อราช่วงเช้ากับช่วงบ่ายอย่างมีนัยสำคัญทางสถิติ ($p < 0.05$) ดังแสดงในภาพที่ 2 (ข)

ความเข้มข้นของจุลชีพภายในห้องเจาะเลือดแยกตามวัน

ผลการตรวจวัดจุลชีพในอากาศพบค่าเฉลี่ยความเข้มข้นแบคทีเรียโดยภาพรวมของห้องเจาะเลือด เท่ากับ 422 ± 86 cfu/m^3 และค่าเฉลี่ยความเข้มข้นแบคทีเรียสูงที่สุดพบในวันพฤหัสบดี (536 ± 228 cfu/m^3) ซึ่งสูงกว่าค่าเฉลี่ยภาพรวมเป็น 1.3 เท่า แต่อย่างไรก็ตามไม่พบความแตกต่างของความเข้มข้นแบคทีเรียในแต่ละวันอย่างมีนัยสำคัญทางสถิติ ดังแสดงในภาพที่ 3 (ก)

ค่าเฉลี่ยความเข้มข้นเชื้อราโดยภาพรวมของห้องเจาะเลือดมีค่าเท่ากับ 445 ± 139 cfu/m^3 และค่าเฉลี่ยความเข้มข้นเชื้อราสูงที่สุดพบในวันศุกร์ (640 ± 216 cfu/m^3) ซึ่งสูงกว่าค่าเฉลี่ยภาพรวมเป็น 1.4 เท่า และผลการทดสอบทางสถิติ พบว่าค่าเฉลี่ยความเข้มข้นเชื้อราในวันจันทร์กับวันศุกร์ ($p=0.04$) และวันอังคารกับวันศุกร์ ($p<0.01$) มีความแตกต่างกันอย่างมีนัยสำคัญทางสถิติ ดังแสดงในภาพที่ 3 (ข)

อภิปรายผลการวิจัย

โดยภาพรวมของค่าเฉลี่ยภาวะสบายเชิงความร้อนภายในห้องเจาะเลือดในการศึกษาครั้งนี้ เมื่อเปรียบเทียบกับเกณฑ์ค่าแนะนำตามประกาศกรมอนามัย เรื่อง ค่าเฝ้าระวังคุณภาพอากาศภายในอาคารสาธารณะ พ.ศ. 2565 พบว่าอุณหภูมิอยู่ในช่วงเกณฑ์ค่าแนะนำ (24 -26°C) แต่ระดับความชื้นสัมพัทธ์สูงกว่าช่วงเกณฑ์ค่าแนะนำเล็กน้อย (50 - 65%) เนื่องจากบริเวณนั้นเป็นการระบายอากาศแบบธรรมชาติ จึงไม่สามารถควบคุมความชื้นสัมพัทธ์ให้คงที่และอยู่ในเกณฑ์มาตรฐานได้ ส่วนค่าเฉลี่ยจุลชีพในอากาศพบว่าความเข้มข้นแบคทีเรียและเชื้อราไม่เกินค่าเฝ้าระวังของกรมอนามัย (□ 500 cfu/m^3) แต่เกินค่าแนะนำของ WHO สำหรับโรงพยาบาล (□100 cfu/m^3 สำหรับแบคทีเรีย และ □ 50 cfu/m^3 สำหรับเชื้อรา) เมื่อพิจารณาแยกตามพื้นที่พบว่ามีเพียง 1 พื้นที่ คือห้องเจาะเลือดพิเศษ (ร้อยละ 16.17) และทั้ง 6 พื้นที่ (ร้อยละ 100) ที่มีค่าความเข้มข้นของจุลชีพทั้งสองชนิดเกินค่าเฝ้าระวังของกรมอนามัย และค่าแนะนำของ WHO ตามลำดับ

โดยบริเวณห้องเจาะเลือดพิเศษ (พื้นที่ 5) เป็นบริเวณที่มีค่าเฉลี่ยของความชื้นสัมพัทธ์ อุณหภูมิ ความเข้มข้นของแบคทีเรียและเชื้อรา สูงที่สุด สาเหตุอาจเกิดจากห้องดังกล่าวมีการเปิดใช้งานเฉพาะกรณีเจาะเลือดผู้ป่วยที่จำเป็นต้องนอนเจาะเลือดเท่านั้น ทำให้ไม่มีการระบายอากาศที่ดี รวมทั้งภายในห้องมีเพียงแค่พัดลมติดเพดาน ไม่มีระบบปรับอากาศที่ช่วยควบคุมระดับความชื้นภายในห้องและมีการทำความสะอาดน้อยกว่าบริเวณอื่น จึงอาจเป็น

สาเหตุให้ห้องดังกล่าวมีระดับความชื้นสัมพัทธ์สูงกว่าห้องอื่น ๆ และเกิดการสะสมและเจริญเติบโตของจุลชีพสูงกว่าค่าแนะนำ ซึ่งการระบายอากาศที่ไม่ดีทำให้เกิดความเข้มข้นจุลชีพสูง สอดคล้องกับงานวิจัย Osman et al. (2018) ที่ศึกษาความเข้มข้นจุลชีพในโรงพยาบาลรัฐและเอกชน พบว่าห้องผู้ป่วยนอกมีความเข้มข้นจุลชีพสูงที่สุด เนื่องจากการระบายอากาศภายในห้องดังกล่าวเป็นการระบายอากาศแบบธรรมชาติ ทำให้อากาศภายนอกสามารถแพร่เข้ามาภายในห้องได้ นอกจากนั้นยังเกี่ยวกับความสะอาดของพื้นที่ดังกล่าวด้วย การไม่มีระบบปรับอากาศส่งผลต่อความชื้นสัมพัทธ์ เนื่องจากระบบปรับอากาศมีผลต่อการควบคุมอุณหภูมิ และความชื้นสัมพัทธ์ภายในห้องให้คงที่และอยู่ในช่วงที่เหมาะสมได้ (Asif & Zeeshan, 2020)

ความเข้มข้นจุลชีพในห้องเจาะเลือดมีความแตกต่างกันตามช่วงระยะเวลาในแต่ละพื้นที่ โดยพบว่าความเข้มข้นแบคทีเรีย และเชื้อราในช่วงเช้ามีค่าสูงกว่าช่วงบ่ายในทุกพื้นที่ เนื่องจากพื้นที่ดังกล่าวเป็นห้องที่ปิดจึงไม่มีการระบายอากาศภายในห้อง รวมถึงการทำความสะอาดก่อนการทำงานในช่วงบ่าย ซึ่งสอดคล้องกับการศึกษาความเข้มข้นเชื้อจุลชีพในอากาศภายในโรงพยาบาล จำนวน 5 แผนก ของพรชรัฐ สายยุทธ และคณะ (2563) ที่พบว่าความเข้มข้นแบคทีเรียและเชื้อราในช่วงเช้ามีค่าสูงกว่าช่วงบ่าย เนื่องจากเป็นเวลาในการเปิดทำการ และห้องดังกล่าวเป็นห้องปิดจึงไม่มีการระบายอากาศ แต่ในช่วงบ่ายมีการเปิดประตูและหน้าต่างเพื่อระบายอากาศ ทำให้ความเข้มข้นแบคทีเรียและเชื้อราในช่วงบ่ายลดลง แต่ผลการศึกษาของ Chikwem & Nwakanma (2021) เกี่ยวกับความเข้มข้นเชื้อจุลชีพในอากาศในศูนย์สุขภาพขนาดใหญ่ จำนวน 6 แผนก พบว่าความเข้มข้นแบคทีเรียในช่วงบ่ายมีค่าสูงกว่าช่วงเช้า เนื่องจากการระบายอากาศที่ไม่เหมาะสม และอุณหภูมิที่เพิ่มสูงขึ้นในช่วงบ่าย (25 - 30 °C) เหมาะสมกับการเจริญเติบโตของจุลชีพ รวมทั้งในช่วงบ่ายมีจำนวนผู้ป่วยเข้าใช้บริการเป็นจำนวนมากกว่าช่วงเช้า ซึ่งประเด็นเรื่องจำนวนผู้ใช้บริการสอดคล้องกับการศึกษาครั้งนี้ แต่แตกต่างกันที่ผู้ใช้บริการของการศึกษานี้ มีผู้ใช้บริการมากในช่วงเช้า (207.2 ± 21.1 คนต่อวัน) มากกว่าช่วงบ่าย (38.2 ± 8.3 คนต่อวัน) คิดเป็น 5.4 เท่า จึงอาจทำให้ความเข้มข้นจุลชีพในช่วงเช้ามากกว่าช่วงบ่าย ซึ่งสอดคล้องกับ พิทักษ์ คิมนารักษ์ (2558) ที่ศึกษาหาความสัมพันธ์ระหว่างความเข้มข้นเชื้อราและจำนวนคนภายในพื้นที่เทคนิคการแพทย์ พบว่าความเข้มข้นเชื้อรามีความสัมพันธ์กับจำนวนคนในระดับสูง (r_s = 0.892) และการทำความสะอาดทำให้ความเข้มข้นเชื้อจุลชีพในอากาศลดลง งานวิจัยของ Verde et al. (2015) พบว่าหลังจากการผ่าตัดความเข้มข้นเชื้อแบคทีเรียภายในห้องผ่าตัดมีค่าเพิ่มขึ้น แต่หลังทำความสะอาดห้องผ่าตัด ความเข้มข้นเชื้อแบคทีเรียลดลงอย่างมีนัยสำคัญทางสถิติ ($p < 0.05$) ซึ่งผลจากการศึกษาครั้งนี้พบว่าบริเวณห้องเจาะเลือดพิเศษ (พื้นที่ 5) พบความเข้มข้นแบคทีเรีย และเชื้อรา สูงที่สุด อาจเนื่องจากพื้นที่ดังกล่าวมีการใช้งานน้อย จึงมีการทำความสะอาดไม่บ่อยเท่าบริเวณอื่นๆ และภายในห้องไม่มีระบบปรับอากาศจึงอาจทำให้การควบคุมอุณหภูมิและระดับความชื้นสัมพัทธ์เป็นไปได้ยาก ทำให้เกิดการสะสมและเจริญเติบโตของจุลชีพสูงกว่าบริเวณอื่นๆ ภายในห้องเจาะเลือด

ความเข้มข้นค่าเฉลี่ยของแบคทีเรียในห้องเจาะเลือดในแต่ละวันที่ให้บริการ ไม่มีความแตกต่างกันอย่างมีนัยสำคัญทางสถิติ สอดคล้องกับ Djadi et al. (2023) ที่มีการตรวจวัดจุลชีพในอากาศในห้องฉุกเฉินในแต่ละวัน พบว่าค่าความเข้มข้นของแบคทีเรียไม่มีความแตกต่างกันตามวัน ส่วนความเข้มข้นค่าเฉลี่ยเชื้อราในห้องเจาะเลือดในแต่ละวันที่ให้บริการ มีความแตกต่างกันตามวันที่ให้บริการ โดยแตกต่างกันสูงสุด คือ วันศุกร์ ซึ่งแตกต่างอย่างมีนัยสำคัญกับวันจันทร์ และอังคาร สอดคล้องกับผลการศึกษาของพรชรัฐ สายยุทธ และคณะ (2563) ที่พบว่าความเข้มข้นเชื้อจุลชีพในอากาศภายในโรงพยาบาล จำนวน 5 แผนกแยกตามวันให้บริการ ได้แก่ วันจันทร์ วันพุธ และวันศุกร์ มีความเข้มข้นจุลชีพแตกต่างกัน เนื่องการทำความสะอาดหลังจากให้บริการ และระยะห่างของการทำความสะอาดแต่ละครั้ง

สรุปผลการวิจัย

ผลการศึกษาครั้งนี้ พบว่าความเข้มข้นจุลชีพ ได้แก่ แบคทีเรีย และเชื้อราภายในห้องเจาะเลือดมีค่าไม่เกินค่าเฝ้าระวังคุณภาพอากาศภายในอาคารสาธารณะ พ.ศ. 2565 ของกรมอนามัย แต่เกินค่าแนะนำของ WHO โดยห้องเจาะเลือดพิเศษสำหรับผู้ป่วยที่จำเป็นต้องนอนเจาะเลือดมีความเข้มข้นของจุลชีพสูงสุด เป็นห้องที่ไม่ค่อยได้เปิดใช้งาน มีการระบายอากาศที่ไม่ดี และมีความถี่ของการทำความสะอาดน้อยกว่าเมื่อเทียบกับบริเวณพื้นที่อื่นๆ และการศึกษาครั้งนี้พบว่าความเข้มข้นจุลชีพในช่วงเช้าพบมากกว่าช่วงบ่ายประมาณ 2 เท่า อาจเกิดจากความหนาแน่นของผู้ใช้บริการที่สูงกว่าช่วงบ่ายประมาณ 5 เท่าและความเข้มข้นเชื้อรามีค่าแตกต่างกันตามวันที่ให้บริการ

ข้อเสนอแนะ

จากการศึกษาครั้งนี้ ผู้วิจัยสรุปแนวทางการแก้ไขและข้อเสนอแนะสำหรับการวิจัยครั้งต่อไป ดังนี้

1. ข้อเสนอแนะจากงานวิจัย

1.1 การแก้ไขเพื่อลดความเข้มข้นจุลชีพในห้องเจาะเลือด โดยเฉพาะห้องเจาะเลือดพิเศษ ควรมีการเปิดหน้าต่างเพื่อให้เกิดการระบายอากาศในขณะที่ไม่มีการใช้งาน หรือติดตั้งพัดลมดูดอากาศที่ผนังห้องเพื่อเป็นการระบายอากาศภายในห้อง นอกจากนั้นควรเพิ่มความถี่ในการทำความสะอาดภายในห้องดังกล่าว ถึงแม้ไม่มีการใช้งาน

1.2 ควรลดความหนาแน่นของผู้ใช้บริการภายในห้องเจาะเลือดในช่วงเช้า โดยการจัดที่พักรอรับบริการเพิ่มเติมอยู่บริเวณนอกห้องเจาะเลือด เพื่อลดความแออัดภายในห้อง หรือมีการบริหารจัดการเพื่อลดขั้นตอน หรือเวลาที่ผู้ใช้บริการต้องอยู่ภายในห้องเจาะเลือด

2. ข้อเสนอแนะสำหรับการวิจัยครั้งต่อไป

2.1 ควรมีการศึกษาเพิ่มเติมเกี่ยวกับการแยกชนิดของเชื้อแบคทีเรียและเชื้อราที่พบภายในห้องเจาะเลือด

2.2 ควรมีการศึกษาพารามิเตอร์อื่นๆ เช่น TVOC, $PM_{2.5}$และ CO_2 ที่เกี่ยวกับคุณภาพอากาศเพิ่มเติมภายในห้องเจาะเลือด และศึกษาความสัมพันธ์ของพารามิเตอร์ดังกล่าวกับความหนาแน่นของผู้ใช้บริการ

2.3 ควรมีการศึกษาเปรียบเทียบคุณภาพอากาศภายในห้องเจาะเลือดที่มีการใช้ระบบระบายอากาศที่แตกต่างกัน เช่น ระบบระบายอากาศแบบธรรมชาติกับระบบปรับสภาวะอากาศ (Heating Ventilation and Air Conditioning, HVAC)

กิตติกรรมประกาศ

ขอขอบคุณบุคลากรภายในห้องเจาะเลือดโรงพยาบาลแห่งหนึ่งที่ให้ความอนุเคราะห์ และอำนวยความสะดวกในการเก็บตัวอย่างคุณภาพอากาศครั้งนี้ จึงทำให้การศึกษาสำเร็จลุล่วงไปได้ด้วยดี

Faculty of Public Health
คณะสาธารณสุขศาสตร์
มหาวิทยาลัยราชภัฏอุบลราชธานี
Faculty of Public Health, Ubon Ratchathani Rajabhat University
Ubon Ratchathani Rajabhat University

เอกสารอ้างอิง

กรมอนามัย. (2565). *ประกาศกรมอนามัย เรื่อง ค่าเฝ้าระวังคุณภาพอากาศภายในอาคารสาธารณะ พ.ศ. 2565*. สืบค้นเมื่อ 1 มีนาคม 2568 จาก https://laws.anamai.moph.go.th/th/practices/211864

ณัฐจิต อ้นเมฆ, โกศล ปราบณรงค์, ฐิชาดา ประชุมวรรณ, & ศันศนีย์ ศรีไทย. (2562). การปนเปื้อนของจุลชีพบนพื้นผิวในรถพยาบาลฉุกเฉิน. *วารสารวิจัยสาธารณสุขศาสตร์ มหาวิทยาลัยราชภัฏอุบลราชธานี*, 8(1), 28–38.

พรชรัฐ สายยุทธ, กัลยา หาญพิชาญชัย, & จินดาวัลย์ วิบูลย์อุทัย. (2563). ความเข้มข้นเชื้อจุลินทรีย์ในอากาศและคุณภาพอากาศในอาคารของโรงพยาบาล: กรณีศึกษาโรงพยาบาลนครพิงค์ จังหวัดเชียงใหม่. *วารสารวิชาการสำนักงานป้องกันควบคุมโรคที่ 9 จังหวัดนครราชสีมา*, 26(1), 14–24.

พิทักษ์ คิมนารักษ์. (2558). *การแพร่กระจายของเชื้อราในอากาศภายในห้องปฏิบัติการเทคนิคการแพทย์: กรณีศึกษาห้องปฏิบัติการเทคนิคการแพทย์โรงพยาบาลนครปฐม จังหวัดนครปฐม* [วิทยานิพนธ์วิทยาศาสตรมหาบัณฑิต, มหาวิทยาลัยศิลปากร].

วรกมล บุณยโยธิน, & ธีรยุทธ เหลืองศรีสกุล. (2561). ระบบระบายอากาศสำหรับควบคุมคุณภาพอากาศในโรงพยาบาล. *เวชสารแพทย์ทหารบก*, 71(1), 51–61.

Akova, E., Kılıç, E., Sümer, H., & Keklikçi, T. (2022). Prevalence of sick building syndrome in hospital staff and its relationship with indoor environmental quality. *International Journal of Environmental Health Research*, 32(6), 1204–1219.

Asif, A., & Zeeshan, M. (2020). Indoor temperature, relative humidity and CO_2 monitoring and air exchange rates simulation utilizing system dynamics tools for naturally ventilated classrooms. *Building and Environment*, 180, 106980.

Beck, S. H., Castillo, A., Kinney, K. A., Zuniga, A., & King, M. D. (2019). Monitoring of pathogenic bioaerosols in beef slaughter facilities based on air sampling and airflow modeling. *Applied Engineering in Agriculture*, 35(6), 1015–1036.

Chikwem, C., & Nwakanma, C. (2021). Assessment of the indoor microbial air quality of a tertiary healthcare institution. *The Bioscientist Journal*, 9(1), 24–37.

Djadi, A., Benadda, S., Agouillal, F., Kaced, A., Cherifi, N., Lemou, A., & Ladji, R. (2023). Indoor air microbial quality in medical emergency of an Algerian hospital. *Journal of Air Pollution and Health*, 8(4), 471–484.

Ghaffarianhoseini, A., AlWaer, H., Omrany, H., Ghaffarianhoseini, A., & Tookey, J. (2018). Sick building syndrome: Are we doing enough? *Architectural Science Review*, 61(3), 99–121.

Hellgren, U. M., & Reijula, K. (2006). Indoor-air-related complaints and symptoms among hospital workers. *SJWEH Supplements*, 2, 47–49.

Jung, C.-C., Wu, P.-C., Tseng, C.-H., & Su, H.-J. (2015). Indoor air quality varies with ventilation types and working areas in hospitals. *Building and Environment*, 85, 190–195.

Kotgire, S., Akhtar, R., Damle, A., Siddiqui, S., & Padekar, H. (2020). Bioaerosol assessment of indoor air in hospital wards from a tertiary care hospital. *Indian Journal of Microbiology Research*, 7(1), 28–34.

Liu, Y., Wang, Y., Hao, C., Li, Y., Lou, H., Hong, Q., & Li, J. (2025). Pathogenic bacteria and antibiotic resistance genes in hospital indoor bioaerosols: Pollution characteristics, interrelation analysis, and inhalation risk assessment. *Environmental Pollution*, 126243.

Mentese, S., Mirici, N. A., Elbir, T., Palaz, E., & Otkun, M. T. (2020). A long-term multi-parametric monitoring study: Indoor air quality (IAQ), sources of pollutants, prevalence of sick building syndrome symptoms, and respiratory health indicators. *Atmospheric Pollution Research*, 11(12), 2270–2281.

Osman, M., Ibrahim, H., Yousef, F., Elnasr, A. A., Saeed, Y., & Hameed, A. A. (2018). A study on microbiological contamination of air quality in hospitals in Egypt. *Indoor and Built Environment*, 27(7), 953–968.

Pasquarella, C., Albertini, R., Dall'Aglio, P., Saccani, E., Sansebastiano, G. E., & Signorelli, C. (2008). Air microbial sampling: The state of the art. *Igiene e Sanità Pubblica*, 64(1), 79–120.

Rosario Filho, N. A., Urrutia-Pereira, M., d'Amato, G., Cecchi, L., Ansotegui, I. J., Galán, C., & Peden, D. B. (2021). Air pollution and indoor settings. *World Allergy Organization Journal*, 14(1), 100499.

Sewell, D. L. (1995). Laboratory-associated infections and biosafety. *Clinical Microbiology Reviews*, 8(3), 389–405.

Verde, S. C., Almeida, S. M., Matos, J., Guerreiro, D., & Viegas, C. (2015). Microbiological assessment of indoor air quality at different hospital sites. *Environmental Monitoring and Assessment*, 187(7), 557–563.

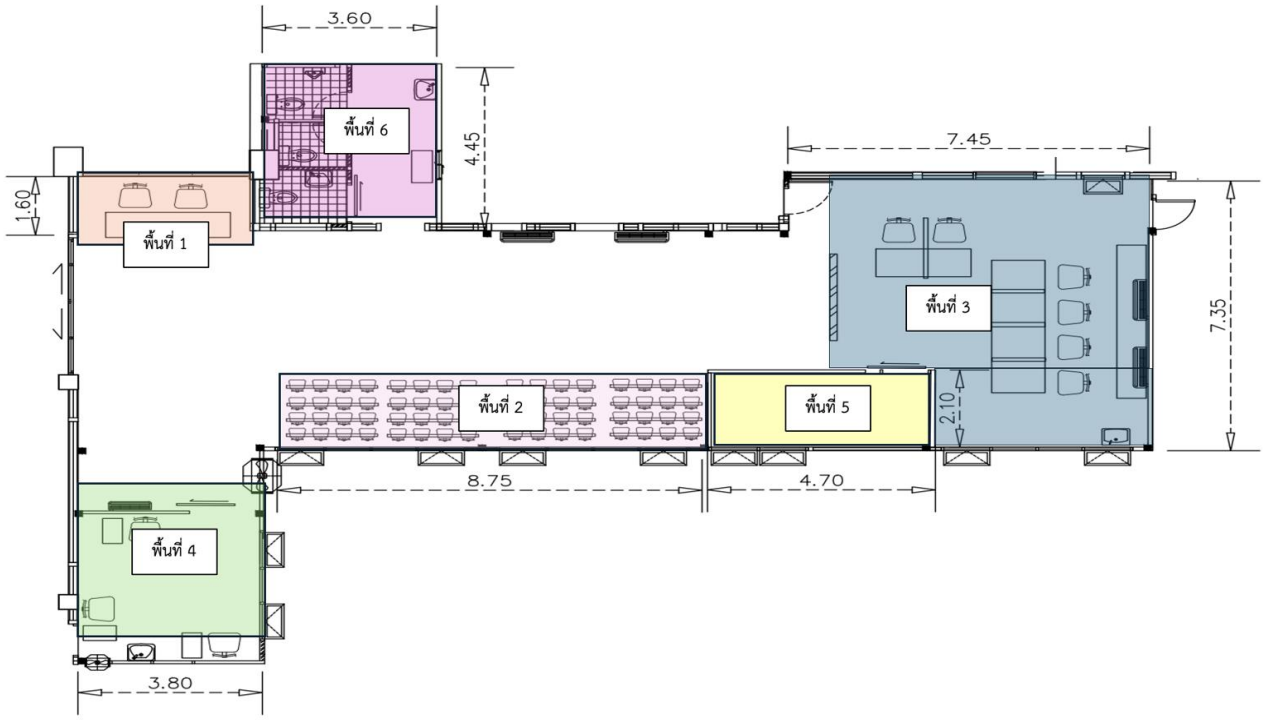
World Health Organization. (1990). *Indoor air quality: Biological contaminants. Report on a WHO meeting*. World Health Organization.

World Health Organization. (2021). *WHO global air quality guidelines: Particulate matter (PM2.5 and PM10), ozone, nitrogen dioxide, sulfur dioxide and carbon monoxide*. สืบค้นเมื่อ 1 มีนาคม 2568 จาก https://www.who.int/publications/i/item/9789240034228

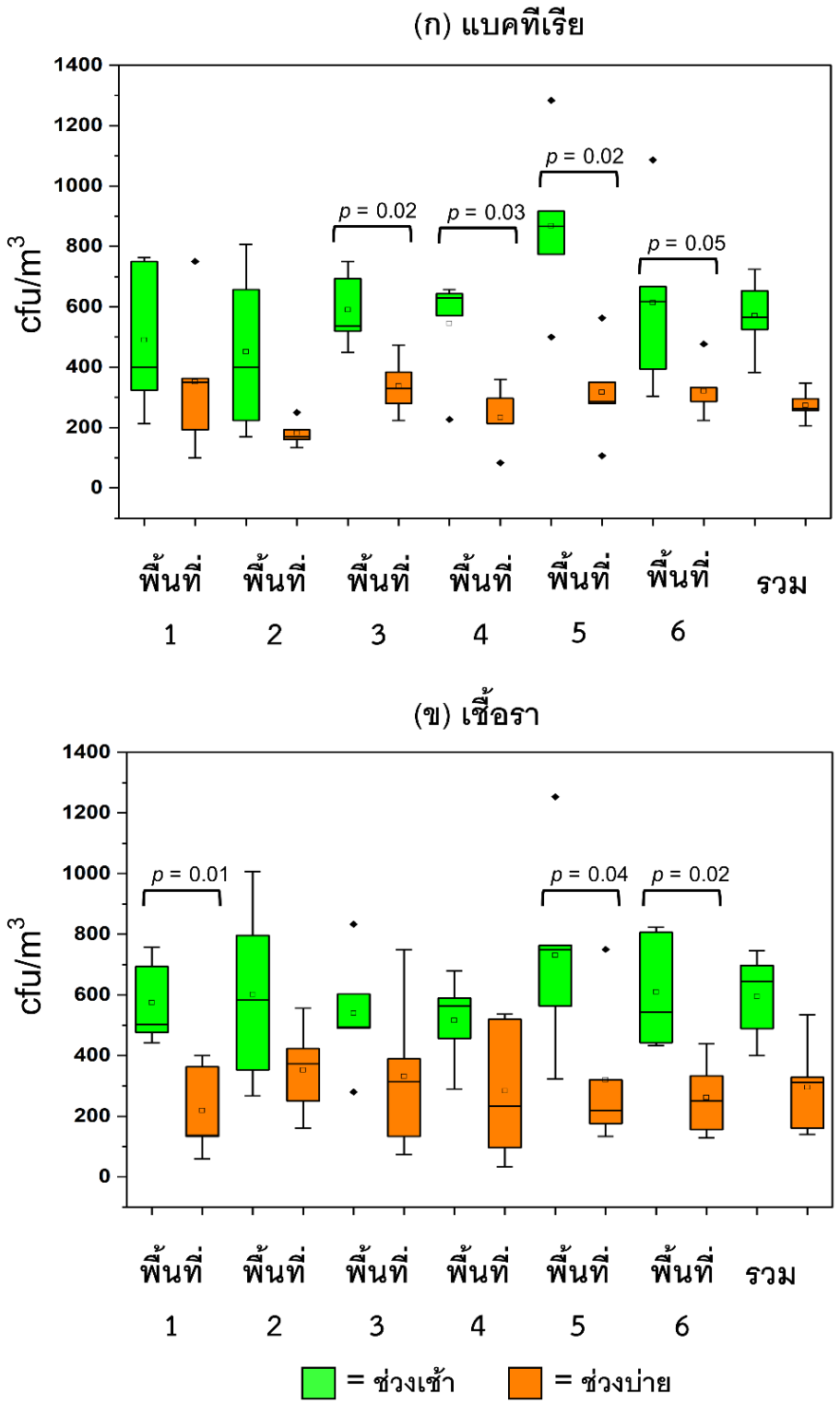
Wyon, D. P. (2004). The effects of indoor air quality on performance and productivity. *Indoor Air*, 14(Suppl. 7), 92–101.

ตารางที่ 1 ข้อมูลแสดงผลการตรวจวัดคุณภาพอากาศในแต่ละพื้นที่ของห้องเจาะเลือด

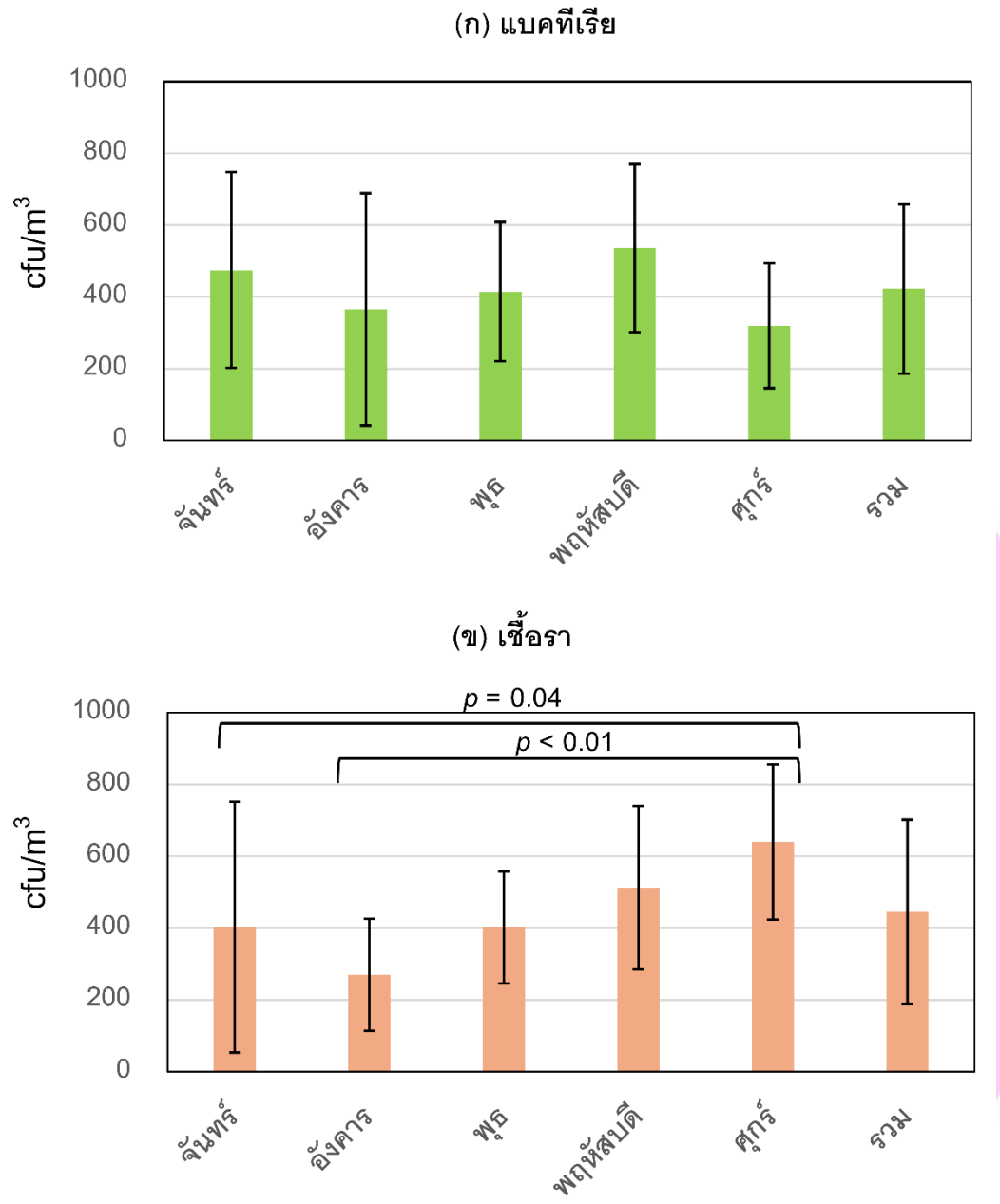
พื้นที่	ผลการตรวจวัด: ค่าเฉลี่ย ± S.D (ค่าต่ำสุด -ค่าสูงสุด)			
	แบคทีเรีย (cfu/m^3)	เชื้อรา (cfu/m^3)	อุณหภูมิ (°C)	ความชื้นสัมพัทธ์ (%RH)
พื้นที่ 1	335 ± 172	396 ± 233	24.4 ± 0.7	68.2 ± 1.0
	(100 - 750)	(60 - 756)	(23.1- 25.5)	(54.9 - 83.7)
พื้นที่ 2	283 ± 185	477 ± 263	24.5 ± 0.7	68.4 ± 8.5
	(133 - 656)	(160- 1,006)	(22.7- 25.7)	(55.7 - 83.0)
พื้นที่ 3	464 ± 169	436 ± 248	24.5 ± 0.7	65.8 ± 9.2
	(223 - 750)	(73 - 833)	(23.0 - 26.1)	(52.0 - 83.4)
พื้นที่ 4	389 ± 215	400 ± 222	25.0 ± 0.95	69.6 ± 7.9
	(83 - 656)	(33 - 680)	(23.6 -27.1)	(56.4 - 82.1)
พื้นที่ 5	592 ± 363	525 ± 356	25.3 ± 1.1	69.8 ± 0.8
	(106 – 1,283)	(133 – 1,253)	(23.1 - 27.2)	(52.4 - 85.0)
พื้นที่ 6	467 ± 262	436 ± 239	25.1 ± 0.9	67.8 ± 1.4
	(223 – 1,086)	(130 - 823)	(23.7 - 26.5)	(52.4 - 83.2)
รวม	442 ± 249	445 ± 257	24.8 ± 1.0	68.0 ± 9.5
	(83 – 1,283)	(33 -1,253)	(22.7 - 27.1)	(52.0 - 85.0)



ภาพที่ 1 แผนผังภายในห้องเจาะเลือดโดยแบ่งเป็น 6 พื้นที่ ได้แก่ พื้นที่ 1 = จุดคัดกรองผู้ป่วย พื้นที่ 2 = บริเวณนั่งรอรับบริการ พื้นที่ 3 = สถานีเจาะเลือด พื้นที่ 4 = ห้องเจาะเลือดสำหรับพระสงฆ์หรือผู้ป่วยนั่งรถเข็น พื้นที่ 5 = ห้องเจาะเลือดพิเศษสำหรับผู้ป่วยที่จำเป็นต้องนอนเจาะเลือด และพื้นที่ 6 = บริเวณห้องน้ำ



ภาพที่ 2 ความเข้มข้นของจุลชีพในอากาศภายในห้องเจาะเลือดแยกพื้นที่และช่วงเวลา : (ก) แบคทีเรีย และ (ข) เชื้อรา



ภาพที่ 3 ความเข้มข้นของจุลชีพในอากาศภายในห้องเจาะเลือดแยกตามวัน : (ก) แบคทีเรีย และ (ข) เชื้อรา