Thai Journal of Pharmacy Practice
TJPP
บทความวิจัย

ห้องพักผู้ป่วยต้นแบบที่สามารถควบคุมค่าพารามิเตอร์ที่ส่งผลต่อคุณภาพอากาศภายใน: การศึกษานำร่องในโรงพยาบาลมหาวิทยาลัยนเรศวร

นินนาท ราชประดิษฐ์[1], ประยุทธ ภูวรัตนาวิวิธ[2], ศิริเกษม ศิริลักษณ์[3], บดินทร์ บุตรธรรม[3], สุรัตน์ วรรณเลิศสกุล[3]

[1]ภาควิชาวิศวกรรมเครื่องกล คณะวิศวกรรมศาสตร์ มหาวิทยาลัยนเรศวร
[2]ภาควิชาเภสัชกรรมปฏิบัติ คณะเภสัชศาสตร์ มหาวิทยาลัยนเรศวร
[3]โรงพยาบาลมหาวิทยาลัยนเรศวร คณะแพทย์ศาสตร์ มหาวิทยาลัยนเรศวร

บทคัดย่อ

วัตถุประสงค์: 1. สำรวจคุณภาพอากาศภายในห้องต่าง ๆ ของโรงพยาบาลมหาวิทยาลัยนเรศวร 2. สร้างนวัตกรรมเพื่อปรับปรุงคุณภาพอากาศภายในอาคารของโรงพยาบาลมหาวิทยาลัยนเรศวร และ 3. ทดสอบประสิทธิภาพเบื้องต้นต่อการปนเปื้อนของเชื้อจุลชีพในอากาศของนวัตกรรมที่สร้างขึ้น **วิธีวิจัย:** งานวิจัยและพัฒนาครั้งนี้สำรวจความคิดเห็นของบุคลากร 30 รายในโรงพยาบาลเกี่ยวกับห้องที่มีปัญหาคุณภาพของอากาศ หลังจากนั้น ผู้วิจัยตรวจสอบคุณภาพอากาศภายในห้องที่เลือกจากห้องที่บุคลากรแจ้งว่ามีปัญหาโดยวิธีการวางจานอาหารเลี้ยงเชื้อและเพาะเชื้อ จากนั้น กลุ่มออกแบบนวัตกรรมระดมความเห็นด้วยวิธี systematic inventive thinking การตรวจสอบประสิทธิภาพเบื้องต้นของนวัตกรรมที่สร้างขึ้นด้วยวิธีการเดียวกับที่ใช้ตรวจสอบคุณภาพอากาศ **ผลการวิจัย**: บริเวณที่บุคลากรคิดว่าน่าจะมีปัญหาเรื่องคุณภาพอากาศภายในอาคารมากที่สุด (พิจารณาจากค่าฐานนิยม) ได้แก่ บริเวณโถงตรวจผู้ป่วยนอก ห้องพักผู้ป่วยเดี่ยว และหอผู้ป่วยรวม ตามลำดับ ผลการตรวจเชื้อจุลชีพในอากาศให้ผลสอดคล้องกับความคิดเห็นของบุคลากร นวัตกรรมที่ได้จากการระดมสมอง คือ ห้องพักผู้ป่วยต้นแบบที่ถูกปรับปรุงให้เป็นห้องที่สามารถควบคุมค่าพารามิเตอร์ต่าง ๆ ที่มีผลต่อคุณภาพอากาศได้ การทดสอบประสิทธิภาพเบื้องต้นของนวัตกรรมพบจำนวนโคโลนีของเชื้อแบคทีเรีย/เชื้อราในห้องพักผู้ป่วยต้นแบบลดลงจากเดิมก่อนทำความสะอาดห้อง 95/5 โคโลนี และหลังทำความสะอาดห้อง 18/20 โคโลนีเป็น 10/4 โคโลนี ซึ่งแตกต่างกันอย่างมีนัยสำคัญทางสถิติ และพบชนิดของเชื้อแบคทีเรียที่ไม่ก่อโรคและเชื้อราในปริมาณน้อยมาก **สรุป:** ห้องพักผู้ป่วยต้นแบบที่สามารถควบคุมค่าพารามิเตอร์ที่ส่งผลต่อคุณภาพอากาศภายใน มีผลการทดสอบนำร่องเป็นที่น่าพอใจ จึงสมควรมีการทดสอบในห้องต่าง ๆ ที่มีจำนวนและความหลากหลายมากขึ้น

คำสำคัญ: การปนเปื้อนของเชื้อจุลชีพในอากาศ คุณภาพอากาศภายในอาคาร ห้องพักผู้ป่วยต้นแบบ โรงพยาบาล

รับต้นฉบับ: 12 เม.ย. 2564, **ได้รับบทความฉบับปรับปรุง**: 22 พ.ค. 2564, **รับลงตีพิมพ์**: 28 พ.ค. 2564

ผู้ประสานงานบทความ: ประยุทธ ภูวรัตนาวิวิธ ภาควิชาเภสัชกรรมปฏิบัติ คณะเภสัชศาสตร์ มหาวิทยาลัยนเรศวร ตำบลท่าโพธิ์ อำเภอเมือง จังหวัดพิษณุโลก 65000 **E-mail**: yuth_pu@hotmail.com

Thai Journal of Pharmacy Practice TJPP
Research article

Prototype of Patient Room with Capability to Control Parameters Affecting Indoor Air Quality: A Pilot Study at Naresuan University Hospital

Ninnart Rachapradit[1], Prayuth Poowaruttanawiwit[2], Sirikasem Sirilak[3], Bodin Butthum[3], Surat Wannalerdsakun[3]

[1]Department of Mechanical Engineering, Faculty of Engineering, Naresuan University
[2]Department of Pharmacy Practice, Faculty of Pharmaceutical Science Naresuan University
[3]Naresuan University Hospital, Faculty of Medicine, Naresuan University

Abstract

Objectives: 1. To examine the air quality in different rooms of Naresuan University Hospital; 2. To create innovations to improve indoor air quality of Naresuan University Hospital; and 3. To preliminarily test the efficacy against airborne microbial contamination of the innovations. **Methods:** This research and development surveyed 30 hospital personnel on rooms with air quality problems. Subsequently, researchers examined the air quality in rooms selected from those reported by personnel, by placing a petri dish with culture media and cultivating them. The innovative design group then brainstormed with systematic inventive thinking. A preliminary test of innovations employed the same methods as those used to examine air quality. **Results:** The area perceived by personnel as having the problem on indoor air quality (based on mode) included outpatient examination hall, single patient room, and in-patient ward, respectively. The results on microbial examination were consistent with the opinions of the personnel. The innovation derived through brainstorming was a prototype patient room transformed into a room capable of controlling various parameters affecting air quality. The initial efficacy test of the innovation revealed a significant decrease in the number of bacterial/fungal colonies in the prototype patient room from before cleaning (95/5 colonies) and after cleaning (18/20 colonies) to 10/4 colonies. Very small amount of non-pathogenic bacteria and fungi was identified. **Conclusion:** The prototype patient room that could control parameters affecting the indoor air quality shows a satisfactory result in pilot testing. Therefore, it should be tested in a larger study with a greater number of rooms and types.

Keywords: contamination of airborne microorganisms, indoor air quality, prototype patient room, hospital

บทนำ

"อากาศภายในโรงพยาบาล" เป็นสิ่งแวดล้อมที่สำคัญและเชื่อมโยงกับสุขภาพของทุกคนในโรงพยาบาล (1-4) จากการทบทวนวรรณกรรมพบงานวิจัยจำนวนมากที่สนใจศึกษาคุณภาพอากาศในโรงพยาบาล (1-11) แต่เป็นที่น่าสังเกตว่า ส่วนใหญ่เป็นการสำรวจปัญหาและแนะนำการแก้ไขเบื้องต้นเท่านั้น โดยมีงานวิจัยไม่มากนักที่ระบุถึงรายละเอียดของวิธีการแก้ไขที่ชัดเจน สำหรับประเด็นที่ไม่พบเลย คือ วิธีการแก้ไขปัญหาอย่างยั่งยืนและเป็นรูปธรรม

คณะผู้วิจัยมีทัศนะต่อประเด็นดังกล่าวว่าอาจเนื่องมาจากหลายสาเหตุ เช่น การเปลี่ยนแปลงผู้บริหารโรงพยาบาลตามวงรอบการโยกย้ายส่งผลกระทบต่อนโยบายการบริหารงานในภาพรวม การประสบปัญหาเรื่องการบริหารเงินทุน การขาดองค์ความรู้ การขาดความร่วมมือของบุคลากรที่มีความเชี่ยวชาญเฉพาะด้าน การขาดแผนปฏิบัติการที่ลงลึกในรายละเอียดที่สามารถทำให้ผู้ปฏิบัติงานเข้าใจและสามารถปฏิบัติตามได้โดยง่าย การขาดตัวชี้วัดที่เป็นรูปธรรมที่ทำให้ผู้บริหารและบุคลากรผู้ปฏิบัติงานเข้าใจปัญหาได้ตรงกันและนำไปสู่การรับรู้ปัญหา การรับรู้ความเสี่ยง การตระหนักถึงความรุนแรงและแจ้งเตือนให้เกิดการปรับปรุงอย่างร่วมมือร่วมใจกันทั้งองค์กร เป็นต้น ดังนั้น การแก้ปัญหาให้ได้อย่างยั่งยืนจึงเป็นโจทย์ที่ท้าทายนักวิจัย ผู้บริหาร และผู้ปฏิบัติงานที่เกี่ยวข้องเป็นอย่างมาก ประเด็นที่สำคัญอีกประการหนึ่ง คือ "สิ่งแวดล้อมทางกายภาพที่ปลอดภัย" เป็นตัวชี้วัดหนึ่งของการได้รับรองมาตรฐานโรงพยาบาล (12) แต่ในทางกลับกันตัวชี้วัดดังกล่าววัดผลอย่างเป็นรูปธรรมได้ยากมาก ส่งผลให้ปัญหาคุณภาพอากาศภายในโรงพยาบาลมักถูกจัดให้เป็น ปัญหาที่แก้ไขได้ยากหรือไม่สามารถแก้ไขได้อยู่เสมอ แต่อย่างไรก็ตาม ในทางทฤษฎีพบว่า มีหนทางในการปรับปรุงคุณภาพอากาศภายในโรงพยาบาลได้หลายวิธีและอาจไม่จำเป็นต้องใช้เงินทุนมากนัก แต่จะต้องมีปัจจัยภายในที่เข้มแข็ง ได้แก่ 1) ความมุ่งมั่นของผู้บริหาร การกำหนด ติดตาม และวัดผลนโยบายที่ชัดเจน 2) ผู้เชี่ยวชาญเฉพาะด้านที่ทำงานร่วมกันแบบสหสาขา และ 3) นวัตกรรมเพื่อให้เกิดการพัฒนาคุณภาพที่มีมาตรฐานและยั่งยืน

จากปัจจัยภายใน 3 ข้อดังกล่าว ปัจจัยข้อที่ 1 เกิดขึ้นง่ายและคงอยู่ได้ยาวนาน หากมีการจัดการที่ชัดเจนและมีกลไกที่ทำให้เกิดการบริหารนโยบายที่เกิดการส่งต่อและพัฒนาจากรุ่นสู่รุ่น ในขณะที่ปัจจัยข้อที่ 2 และ 3 เกิดขึ้นได้ยากมาก โดยเฉพาะในโรงพยาบาลทั่วไปที่ไม่ใช่โรงพยาบาลมหาวิทยาลัยเนื่องจากขาดผู้เชี่ยวชาญเฉพาะด้านที่สามารถเข้ามาช่วยแก้ไขปัญหาและพัฒนามาตรฐานโรงพยาบาล ถึงแม้จะว่าเป็นโรงพยาบาลมหาวิทยาลัย ก็อาจไม่สามารถจัดการให้ผู้เชี่ยวชาญเฉพาะด้านทำงานร่วมกันแบบสหสาขาได้อย่างราบรื่นเสมอไป

โรงพยาบาลมหาวิทยาลัยนเรศวรเป็นโรงพยาบาลมหาวิทยาลัยขนาดใหญ่ที่ในแต่ละวันมีจำนวนผู้ป่วย ผู้มาเยือน ตลอดจนมีบุคลากรที่ทำงานทั้งในช่วงกลางวันและกลางคืนเป็นจำนวนมาก จึงมีโอกาสเกิดการปนเปื้อนของเชื้อจุลชีพในอากาศได้มากและอาจเกิดความไม่ปลอดภัยต่อสุขภาพของผู้คนเหล่านี้ การศึกษาของ ผศ.ดร.นินนาท ราชประดิษฐ์ และคณะ ร่วมกับกลุ่มงานอาคารสถานที่ของโรงพยาบาลมหาวิทยาลัยนเรศวร ซึ่งเป็นส่วนหนึ่งของโครงการเพิ่มศักยภาพการให้บริการสุขภาพรองรับการระบาดของโรคโควิท-19 ด้วยหอผู้ป่วยรวมชนิดแรงดับลบ (13) พบว่า ปัญหาคุณภาพอากาศภายในโรงพยาบาลมหาวิทยาลัยนเรศวรโดยทั่วไปไม่แตกต่างโรงพยาบาลอื่น ๆ เช่น การระบายอากาศไม่ดี อากาศไม่สดชื่น พบความชื้นในอากาศมาก มีการเจริญของเชื้อรา ณ สถานที่ต่าง ๆ เป็นต้น คณะวิจัยระบุว่าเป็นปัญหาที่สามารถแก้ไขได้ หากมีการปรับระบบไหลเวียนอากาศ และควบคุมอุณหภูมิ ความชื้นให้เหมาะสม จึงนำมาสู่การทำงานวิจัยในครั้งนี้ วัตถุประสงค์ของการวิจัย คือ 1) เพื่อสำรวจคุณภาพอากาศภายในห้องต่าง ๆ ของโรงพยาบาลมหาวิทยาลัยนเรศวร 2) เพื่อสร้างนวัตกรรมเพื่อปรับปรุงคุณภาพอากาศภายในอาคารของโรงพยาบาลมหาวิทยาลัยนเรศวร และ 3) เพื่อทดสอบประสิทธิภาพเบื้องต้นของนวัตกรรมที่สร้างขึ้นต่อการปนเปื้อนของเชื้อจุลชีพในอากาศ

วิธีการวิจัย

การศึกษานี้เป็นการวิจัยและพัฒนาที่มีระเบียบวิธีวิจัย 3 ขั้นตอนตามวัตถุประสงค์ของงานวิจัย ดังนี้

การสำรวจในบุคลากร

ผู้วิจัยสัมภาษณ์ผู้ที่ปฏิบัติงาน ใช้งาน หรือมีการเข้าออกห้องในโรงพยาบาลมหาวิทยาลัยนเรศวรอยู่ตลอดเวลา จำนวน 30 รายที่เลือกมาอย่างเฉพาะเจาะจง

เพื่อให้ได้ข้อมูลที่เป็นไปตามวัตถุประสงค์ของผู้วิจัยมากที่สุดการสัมภาษณ์ใช้คำถามปลายเปิดสอบถามตัวอย่าง เช่น “ท่านคิดว่าคุณภาพอากาศภายในห้องนี้เป็นอย่างไร?” และ “ท่านคิดว่าห้องหรือบริเวณใดของโรงพยาบาล น่าจะมีปัญหาเรื่องคุณภาพอากาศมากที่สุด?”

ผู้วิจัยควบคุมอคติโดยการ 1) อธิบายความหมายของคำว่า “คุณภาพอากาศภายในอาคาร” ให้กลุ่มตัวอย่างเข้าใจและทำเหมือนกันในตัวอย่างทุกราย เพื่อควบคุมอคติในการได้มาของข้อมูล (information bias) และ อคติในการวัด (measurement bias) นิยามของ “คุณภาพอากาศภายในอาคาร” ในการศึกษาอ้างอิงจากสมาคมวิศวกรรมปรับอากาศแห่งประเทศไทยและนิยามขององค์การอนามัยโลก (14,15) 2) ให้กลุ่มตัวอย่างนึกถึงคุณภาพอากาศภายในอาคารโดยภาพรวมในสถานการณ์ปกติ ในช่วง 1 สัปดาห์ที่ผ่านมา โดยหากมีความผิดปกติของอากาศภายในห้องดังกล่าวในช่วง 1 สัปดาห์ที่ผ่านมา ก็ขอให้กลุ่มตัวอย่างนึกถึงคุณภาพอากาศของห้องดังกล่าวในช่วงเวลาที่ปกติที่สุด ในห้วงเวลาที่ใกล้ที่สุด เพื่อควบคุมอคติจากความจำ

ขั้นตอนนี้ทำให้ทราบความคิดเห็นของบุคลากรของโรงพยาบาลต่อคุณภาพอากาศภายในห้องต่าง ๆ ของโรงพยาบาลมหาวิทยาลัยนเรศวร เพื่อจะได้คัดเลือกห้องสำหรับตรวจสอบคุณภาพอากาศภายในอาคารต่อไป

การตรวจสอบคุณภาพอากาศ

ผู้วิจัยเลือกห้องหรือบริเวณในอาคารที่มีค่าฐานนิยมมากที่สุดเกี่ยวกับปัญหาคุณภาพอากาศ ซึ่งทราบจากการสำรวจบุคลากร

การเก็บตัวอย่าง

การเก็บตัวอย่างอากาศภายในอาคารใช้หลักการ settle plate (9) ผู้วิจัยเปิดฝาจานอาหารเลี้ยงเชื้อ ซึ่งมีขนาดเส้นผ่านศูนย์กลาง 9 เซนติเมตร ที่ผ่านกระบวนการทำปราศจากเชื้อ โดยตั้งทิ้งไว้ ณ จุดที่กำหนดของแต่ละห้องที่เก็บตัวอย่าง ห้องละ 2-4 จุด อาหารเลี้ยงเชื้อถูกวางให้สูงจากพื้นประมาณ 1 เมตร และห่างจากผนังหรือสิ่งกีดขวาง 1 เมตร โดยตั้งทิ้งไว้ 1 ชั่วโมง แล้วปิดฝาจานอาหารเลี้ยงเชื้อ ก่อนและหลังวางอาหารเลี้ยงเชื้อมีการทำความสะอาดบริเวณโดยรอบด้วยแอลกอฮอล์ร้อยละ 70 ก่อนทุกครั้ง

อาหารเลี้ยงเชื้อจุลชีพ

อาหารเลี้ยงเชื้อจุลชีพมี 3 ประเภท คือ 1) nutrient agar เป็นอาหารเลี้ยงเชื้อแบคทีเรีย 2) Sabouraud 4% dextrose agar เป็นอาหารเลี้ยงเชื้อเชื้อรา ทั้งนี้ อาหารเลี้ยงเชื้อทั้ง 2 ชนิดนี้ใช้เพื่อสำรวจ “การมีอยู่ของเชื้อแบคทีเรียและเชื้อรา” โดยเป็นตัวชี้วัดเชิงคุณภาพ และ 3) blood agar เป็นอาหารเลี้ยงเชื้อที่มีความครอบคลุมทั้งแบคทีเรียแกรมบวก แบคทีเรียแกรมลบ และเชื้อรา โดยใช้เพื่อสำรวจ “ชนิดและจำนวนของเชื้อแบคทีเรียและเชื้อราที่พบ” เป็นตัวชี้วัดเชิงปริมาณ โดยใช้การจ้างเหมาบริษัทเอกชน (Bangkok Pathology Laboratory, ISO 15189,15190) ซึ่งเป็นหน่วยงานที่ได้รับการรับรองคุณภาพในการตรวจประเมินเพื่อระบุชนิดและจำนวนเชื้อจุลชีพที่พบ จานอาหารเลี้ยงเชื้อถูกบ่มเพาะที่สภาวะ 36±1°C เป็นเวลา 48 ชั่วโมง (สำหรับเชื้อแบคทีเรีย) และ 120 ชั่วโมง (สำหรับเชื้อรา) จากนั้น นำจานอาหารเลี้ยงเชื้อมานับปริมาณโคโลนีต่อจานอาหารเลี้ยงเชื้อ โดยใช้ mobile application คือ CFU Scope

ขั้นตอนนี้ทำให้ทราบลักษณะและขนาดของปัญหาคุณภาพอากาศภายในอาคาร ของห้องหรือบริเวณภายในอาคารที่ผู้มีส่วนได้ส่วนเสียของโรงพยาบาลคิดเห็นตรงกันว่ามีปัญหาและต้องได้รับการแก้ไข

การสร้างและทดสอบนวัตกรรม

กลุ่มที่ออกแบบนวัตกรรมประกอบด้วยวิศวกรระบบปรับอากาศ ผู้อำนวยการโรงพยาบาลมหาวิทยาลัยนเรศวร รองผู้อำนวยการโรงพยาบาลฝ่ายบริหาร อายุรแพทย์อนุสาขาอายุรศาสตร์โรคติดเชื้อ เภสัชกรเชี่ยวชาญโรคระบบโสต ศอ นาสิก และลาริงซ์วิทยา และหัวหน้าหน่วยอาคารสถานที่และรักษาความปลอดภัย

การรวบรวมความเห็นจากกลุ่มเพื่อออกแบบนวัตกรรมทำโดยผู้วิจัยท่านหนึ่งสอบถามสมาชิกในกลุ่ม, ออกแบบนวัตกรรมแต่ละรายอย่างเป็นอิสระจากกันโดยใช้คำถามปลายเปิด ได้แก่ “วิธีการใดจะทำให้โรงพยาบาลมหาวิทยาลัยนเรศวรมีคุณภาพอากาศภายในอาคารได้ที่มีมาตรฐานและยั่งยืน” จากนั้น ใช้วิธี systematic inventive thinking (16) คือ การคิดออกแบบอย่างสร้างสรรค์ภายใต้ข้อจำกัดในการปฏิบัติงานจริง โดยผู้วิจัยนำเสนอผลที่ได้ทั้งหมดแก่สมาชิกในกลุ่มและให้คิดนวัตกรรมหรือวิธีการใด ๆ ที่สามารถแก้ปัญหาได้จริงอย่างเป็นอิสระต่อกัน ทั้งนี้นวัตกรรมหรือวิธีการต้องอยู่ภายใต้ข้อจำกัดและบริบทการทำงานภายในอาคารโรงพยาบาลที่สมาชิกแต่ละท่านทราบ และให้คิดถึงหลักการ universal design (17) คือ การออกแบบเพื่อคนทุกคนอย่างเสมอภาคกันด้วย

จากนั้น ผู้วิเคราะห์คำตอบที่ได้โดยปกปิดไม่ให้ทราบว่า ความคิดเห็นหรือข้อสรุปแต่ละข้อได้มาจากสมาชิกท่านใด จนสามารถสรุปข้อมูลออกมาเป็นนวัตกรรม จากนั้นนำกลับไปนำเสนอให้สามชิกในกลุ่มเพื่ออภิปรายและสรุปร่วมกันซ้ำอีกครั้ง เพื่อกำหนดเป็นนวัตกรรมที่จะดำเนินการสร้างขึ้นจริงในขั้นตอนสุดท้าย ขั้นตอนนี้ทำให้ได้แนวทางการสร้างนวัตกรรมที่จะช่วยปรับปรุงคุณภาพอากาศของโรงพยาบาลมหาวิทยาลัยนเรศวร หลังจากนั้นทดสอบ

การวิเคราะห์ผล

การวิเคราะห์ผลการสำรวจบุคลากรและผลการตรวจสอบคุณภาพอากาศภายในอาคารใช้สถิติเชิงพรรณนา การเปรียบเทียบความแตกต่างของปริมาณเชื้อจุลชีพที่พบก่อนและหลังสร้างนวัตกรรม ใช้สถิติ paired samples t test

ผลการวิจัย

คุณภาพอากาศภายในห้องต่าง ๆ

บริเวณที่ตัวอย่างบุคลากรคิดว่าน่าจะมีปัญหาเรื่องคุณภาพอากาศภายในอาคารมากที่สุด (พิจารณาจากค่าฐานนิยมเรียงจากมากไปหาน้อย) ได้แก่ บริเวณโถงตรวจผู้ป่วยนอก ห้องพักผู้ป่วยเดี่ยว และ หอผู้ป่วยรวม ตามลำดับ ผลการตรวจเชื้อจุลชีพในอากาศมีความสอดคล้องกับความคิดเห็นของตัวอย่าง โดยบริเวณที่มีการปนเปื้อนของเชื้อจุลชีพในอากาศเรียงจากมากไปหาน้อย คือ บริเวณโถงตรวจผู้ป่วยนอก ห้องพักผู้ป่วยเดี่ยว และหอผู้ป่วยรวม ตามลำดับ

เมื่อห้องถูกทำความสะอาดจะพบปริมาณเชื้อจุลชีพในอากาศลดลงอย่างมีนัยสำคัญทางสถิติ ยกเว้น บริเวณโถงตรวจผู้ป่วยนอกที่ยังคงพบปริมาณเชื้อจุลชีพในอากาศทั้งเชื้อแบคทีเรียและเชื้อรามากจนไม่สามารถนับได้ (ตารางที่ 1)

“ห้องพักผู้ป่วยเดี่ยว” ถูกเลือกนำมาสร้างนวัตกรรม เนื่องจากเหตุผลหลัก 3 ประการ ได้แก่ 1) ผู้มีส่วนได้ส่วนเสียของโรงพยาบาลส่วนใหญ่เห็นตรงกันว่า มีปัญหาเรื่องคุณภาพอากาศสูงที่สุดเป็นลำดับที่สอง 2) เป็นห้องที่ถูกใช้งานตลอดเวลา และ 3) มีขนาดเล็กที่สุดเมื่อเปรียบเทียบกับห้องอื่น ๆ จึงเหมาะสมสำหรับใช้ทดลองพัฒนา ปรับปรุง เปลี่ยนแปลงใด ๆ ได้ โดยไม่กระทบการทำงานปกติของโรงพยาบาล และสามารถทำได้ภายใต้งบประมาณการวิจัย

นวัตกรรมที่พัฒนาขึ้น

นวัตกรรมที่พัฒนาขึ้น คือ “ห้องพักผู้ป่วยต้นแบบที่ถูกปรับปรุงให้เป็นห้องที่สามารถควบคุมค่าพารามิเตอร์ต่าง ๆ ได้” ค่าพารามิเตอร์ดังกล่าวประกอบด้วย ความสะอาดของอากาศ ปริมาณอากาศ ทิศทางการไหลเวียนอากาศ อุณหภูมิ และความชื้น ในบทความฉบับนี้จะขอเรียกนวัตกรรมนี้ว่า NU_Room Control หรือ NURC

คุณลักษณะสำคัญของ NURC คือ เป็นห้องพักผู้ป่วยที่สามารถกำหนดให้มีอากาศบริสุทธิ์ไหลเวียนอยู่ภายในห้อง ทั้งในเชิงปริมาณ คือ ปริมาณของอากาศ และในเชิงคุณภาพ คือ ความสะอาดของอากาศ และ สามารถควบคุมทิศทางการไหลเวียนของอากาศได้ นอกจากนี้ ยังสามารถติดตาม ควบคุม ค่าอุณหภูมิ และความชื้นของห้องที่เปลี่ยนแปลงได้ตามเวลาจริง ซึ่งคาดว่าจะเกิดผลในทางปฏิบัติ คือ 1) สามารถป้องกันไม่ให้เชื้อจุลชีพจากในห้อง

ตารางที่ 1. ปริมาณเชื้อจุลชีพในอากาศของห้องต่าง ๆ ของโรงพยาบาลมหาวิทยาลัยนเรศวร

ประเภทห้อง	จำนวนแบคทีเรีย/เชื้อรา (CFU/plate)	
	ก่อนทำความสะอาด	หลังทำความสะอาด
บริเวณโถงตรวจผู้ป่วยนอก	มากจนไม่สามารถนับได้/ มากจนไม่สามารถนับได้	มากจนไม่สามารถนับได้ /มากจนไม่สามารถนับได้
ห้องพักผู้ป่วยเดี่ยว	95/5	18/20
หอผู้ป่วยรวม	90/8	15/6

หมายเหตุ: การทำความสะอาด คือ การทำความสะอาดพื้นที่ของเจ้าหน้าที่ทำความสะอาดโดยใช้วิธีการโดยปกติของโรงพยาบาลมหาวิทยาลัยนเรศวร เกณฑ์ตัดสินระดับการปนเปื้อนของเชื้อจุลชีพประยุกต์มาจากงานวิจัยของ Sudharsanam และคณะ (9), CFU ย่อมาจาก colony forming unit

ออกไปนอกห้องได้ (negative pressure room) และในทางตรงกันข้ามยังสามารถปรับเปลี่ยนการทำงานให้เป็นห้องที่ป้องกันไม่ให้เชื้อจุลชีพจากภายนอกเข้ามาในห้อง (positive pressure room) ได้ด้วย 2) ผู้ป่วยและบุคลากรทางการแพทย์ที่ใช้งานห้องจะได้รับอากาศบริสุทธิ์ในปริมาณที่เหมาะสมอยู่ตลอดเวลา 3) ผู้ที่ใช้งานห้องจะเกิดความรู้สึกสบายขณะใช้งานตลอดเวลาจากการอยู่ในสภาวะที่มีอุณหภูมิและความชื้นเหมาะสม 4) มีความยืดหยุ่นในการปรับเปลี่ยนการใช้งานสูง ทั้งในเรื่องอุณหภูมิและความชื้น กล่าวคือ ผู้ควบคุมห้องสามารถติดตามการเปลี่ยนแปลงและปรับอุณหภูมิและความชื้นให้คงที่ เพิ่มขึ้น หรือลดลง ผ่านระบบอินเทอร์เน็ตไร้สาย ไม่ว่าจะเป็นบนคอมพิวเตอร์หรือสมาร์ตโฟนได้ตลอด 24 ชั่วโมง จึงสามารถสร้างสภาวะที่ไม่เหมาะสมต่อการเจริญของเชื้อจุลชีพได้ หรือสร้างสภาวะแวดล้อมทางอากาศที่แพทย์ผู้ให้การรักษาต้องการกำหนดให้ผู้ป่วยแบบเฉพาะรายได้รับ หรือสามารถปรับจากห้องพักผู้ป่วยให้เป็นห้องสะอาด (clean room) ได้ในกรณีที่ต้องทำหัตการฉุกเฉินภายในห้อง

ตัวอย่างการใช้งาน เช่นในกรณีที่ผู้ป่วยเกิดการติดเชื้อที่รุนแรงและสามารถแพร่กระจายเชื้อไปในอากาศได้ ก็สามารถปรับห้องให้เป็นห้องแรงดันลบได้ทันที ซึ่งจะทำให้เชื้อจากในห้องแพร่ออกมานอกไป นอกจากนี้ ยังสามารถควบคุมทิศทางทางไหลเวียนของอากาศจึงทำให้สามารถกำหนด “พื้นที่ปลอดภัยที่เฉพาะเจาะจง” ตามความต้องการของบุคคลากรทางการแพทย์ในการทำงานได้ กล่าวคือ สามารถเลือกบริเวณที่ยืนปฏิบัติงานได้ สามารถปรับให้มีอุณหภูมิและความชื้นที่ไม่เหมาะสมต่อการเจริญของเชื้อจุลชีพ โดยเฉพาะอย่างยิ่ง จะมีประโยชน์มากหากทราบข้อมูลที่แน่ชัดว่า เชื้อจุลชีพที่ต้องการกำจัดนั้นสามารถเจริญได้ดีในสภาวะอุณหภูมิและความชื้นใดได้อย่างเฉพาะเจาะจง ตลอดจนยังคงรักษาสมดุลในเรื่องความรู้สึกสบายทางกายของผู้ที่ใช้งานห้อง หรือในกรณีที่นอกห้องเกิดการรั่วของแก๊สพิษ หรือมีการแพร่กระจายของสารพิษทางอากาศ หรือมีการแพร่กระจายของเชื้อจุลชีพในอากาศ หรือแม้กระทั่งเกิดควันไฟ ยังสามารถปรับระบบระบายอากาศให้เป็นห้องแรงดันบวกได้ด้วย ส่งผลทำให้สิ่งอันไม่พึงประสงค์จากนอกห้องเข้ามาในห้องได้ยากขึ้นหรือช้าลง ซึ่งจะสามารถใช้งานเป็นห้องหลบภัยชั่วคราวได้ และที่สำคัญที่สุด คือ ห้องนี้สามารถทำให้ผู้ป่วยเกิดความรู้สึกสบายใจในขณะรับการรักษา และบุคคลากรทางการแพทย์เกิดความมั่นใจในความปลอดภัยของตนในขณะทำงานได้ในเวลาเดียวกัน ห้องพักผู้ป่วยต้นแบบที่ถูกปรับปรุงในงานวิจัยนี้ แสดงดังรูปที่ 1

ประสิทธิภาพต่อการปนเปื้อนของเชื้อจุลชีพ

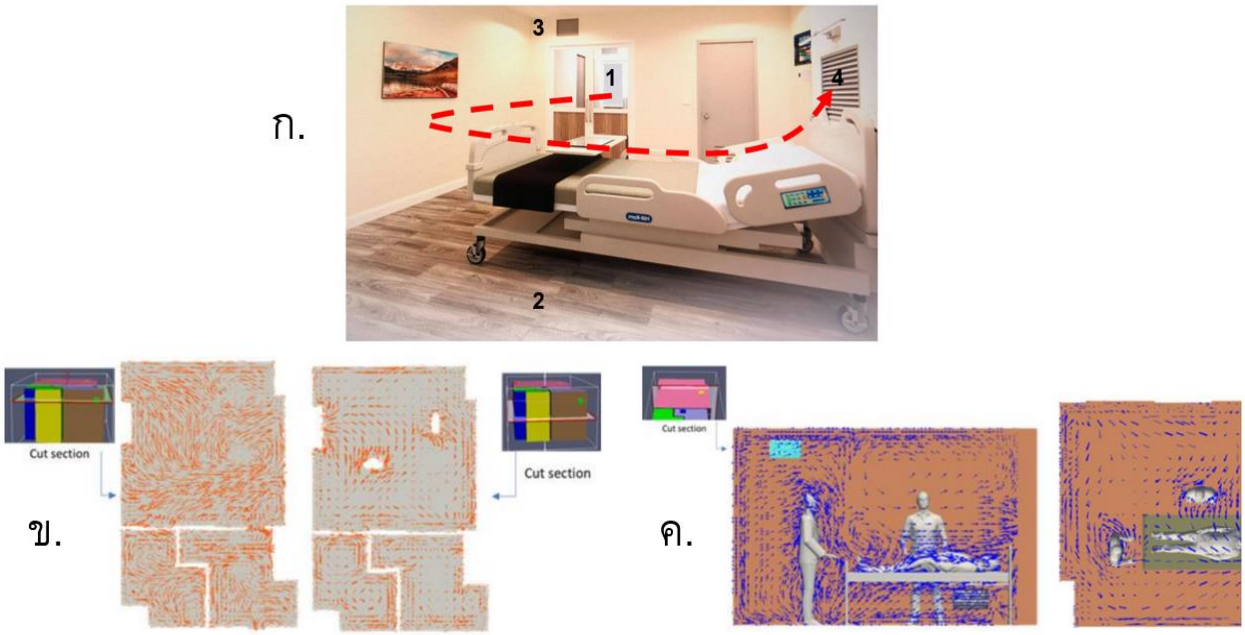
ปริมาณเชื้อจุลชีพในอากาศ: ตารางที่ 2 แสดงให้เห็นว่า หลังการปรับปรุงห้อง ปริมาณเชื้อแบคทีเรียและเชื้อราลดลงจากระดับที่วัดก่อนการปรับปรุงห้องอย่างมีนัยสำคัญทางสถิติ ไม่ว่าจะเป็นช่วงก่อนหรือหลังการทำความสะอาดห้อง

ชนิดเชื้อจุลชีพในอากาศ: ชนิดเชื้อจุลชีพที่พบก่อนการปรับปรุงห้องพักผู้ป่วยเดี่ยว เป็นเชื้อที่สามารถพบได้โดยทั่วไปในโรงพยาบาลและสามารถก่อโรคในระบบต่าง ๆ ของร่างกายและอาจนำไปสู่การติดเชื้อที่รุนแรงหรือเสียชีวิตได้ แต่เมื่อปรับปรุงห้องพักผู้ป่วยเดี่ยวแล้ว ไม่พบเชื้อกลุ่มเดิม แต่พบเชื้อแบคทีเรียที่ต้องการออกซิเจนในการดำรงชีวิต แบคทีเรียที่ชอบอุณหภูมิสูง และเชื้อโคลิฟอร์ม แต่อย่างไรก็ตาม พบเชื้อดังกล่าวในปริมาณที่น้อยมาก (ตารางที่ 3)

การอภิปรายผล

โรงพยาบาลเป็นสถานบริการด้านสาธารณสุขที่สำคัญของชุมชน โดยเฉพาะอย่างยิ่งหากเป็นโรงพยาบาลขนาดใหญ่ เช่น โรงพยาบาลศูนย์ หรือโรงพยาบาลมหาวิทยาลัยที่ต้องให้บริการแก่ผู้ป่วยจำนวนมาก ประกอบไปด้วย ผู้ป่วยนอก ผู้ป่วยใน รวมไปถึงญาติของผู้ป่วย นักเรียนแพทย์ และนักเรียนสาขาวิทยาศาสตร์สุขภาพอื่น ๆ ด้วย นอกจากนี้ ยังมีบุคคลากรทางการแพทย์และบุคคลากรสายสนับสนุนที่ทำงานอยู่ภายในโรงพยาบาลอีก ซึ่งเป็นทรัพยากรที่สำคัญของโรงพยาบาล ดังนั้น การจัดการสิ่งแวดล้อมของโรงพยาบาลให้มีคุณภาพและได้มาตรฐานจึงควรเป็นหนึ่งในนโยบายที่สำคัญของทุกโรงพยาบาล

จากมาตรฐานโรงพยาบาลและสถานบริการสุขภาพ (Hospital Accreditation) (10) พบว่ามีข้อกำหนดหลายประการที่ระบุให้โรงพยาบาลต้องจัดการหรือบริหารงานเพื่อสุขภาพและความปลอดภัยของทั้งผู้ป่วย กำลังคน การจัดสิ่งแวดล้อมทางกายภาพให้เอื้อต่อความปลอดภัยและความผาสุกของผู้ป่วย เจ้าหน้าที่ และผู้มาเยือน ตลอดจนออกแบบระบบที่ช่วยป้องกันและควบคุมการติดเชื้อจุลชีพต่าง ๆ เป็นต้น แต่อย่างไรก็ตาม ข้อสังเกตสำคัญที่พบ คือ ยังมีโรงพยาบาลจำนวนไม่มากนักที่สามารถทำ



รูปที่ 1. นวัตกรรมห้องพักผู้ป่วยต้นแบบที่ถูกปรับปรุงให้เป็นห้องที่สามารถควบคุมค่าพารามิเตอร์ต่าง ๆ ได้
ก. คือ ภาพวาดจำลองของห้องซึ่งจะประกอบด้วย 4 ส่วน ได้แก่ 1. ห้องส่วนหน้า 2. บริเวณห้องพักผู้ป่วย 3. บริเวณอากาศบริสุทธิ์ไหลเข้า ซึ่งจะมีแผ่นกรองอนุภาคและพัดลมเป่า และ 4. บริเวณอากาศไหลออก ซึ่งจะมีแผ่นกรองอนุภาคและพัดลมดูด ซึ่งถูกคำนวณแรงลมให้เหมาะสม ลูกศร คือ การจำลองทิศทางการไหลเวียนของอากาศ
ข. คือ ภาพเมื่อมองจากมุมบน แสดงทิศทางการไหลเวียนของอากาศภายในห้องซึ่งสามารถปรับได้ จากภาพแสดงการที่อากาศไหลเวียนไปในทิศทางที่กำหนดไว้เพียงทิศทางเดียวโดยไม่เกิดการแปรปรวน ฟุ้งกระจาย หรือไหลย้อนกลับ และไหลออกจากห้อง ณ บริเวณที่กำหนดให้อากาศไหลออกซึ่งจะถูกกรองให้เป็นอากาศบริสุทธิ์ก่อนปล่อยสู่สิ่งแวดล้อมภายนอก
ค. คือ ภาพจำลองในกรณีที่มีผู้ป่วยและบุคลากรทางการแพทย์ทำงานอยู่ในห้อง จากภาพจะเห็นจุดที่สำคัญ 2 ประการ คือ อากาศที่สัมผัสผู้ตัวป่วยจะไม่สัมผัสตัวบุคลากรทางการแพทย์ที่ปฏิบัติงาน และบุคลากรทางการแพทย์จะได้รับอากาศที่สะอาดบริสุทธิ์ และทำให้เกิดความรู้สึกสบายตลอดเวลา

ตารางที่ 2. ผลตรวจเชิงปริมาณของเชื้อจุลชีพในอากาศ

บริเวณที่ตรวจ	จำนวนโคโลนีของเชื้อแบคทีเรีย/รา	ขนาดแบคทีเรีย/รา
ก่อนปรับปรุงห้อง	95/5 และ 18/20	เล็ก/ใหญ่ และ เล็ก/เล็ก
หลังปรับปรุงห้อง	10/4	
บริเวณทางเดินนอกห้อง	1/0	เล็กมาก/ไม่พบ
ห้องเตรียมตัวของเจ้าหน้าที่ก่อนเข้าปฏิบัติงานในห้องพักผู้ป่วย	5/3	4 เล็ก 1 ใหญ่/2 เล็ก 1 ใหญ่
จุดที่แอร์ตก (กลางเตียงผู้ป่วย)	2/1	เล็ก/เล็กมาก
ห้องน้ำ	1/0	เล็กมาก/ไม่พบ
จุดอากาศไหลออก (หัวเตียงผู้ป่วย)	1/0	เล็ก/ไม่พบ

หมายเหตุ: ข้อมูลก่อนการปรับปรุงห้องมีสองค่า คือ ก่อนทำความสะอาดห้องและหลังทำความสะอาด จำนวนโคโลนีนับรวมโคโลนีของทั้งห้อง โคโลนีขนาดเล็กมาก เล็ก และใหญ่ คือ โคโลนีที่มีเส้นผ่านศูนย์กลาง $\leq$1 mm, >1-10 mm และ $\geq$50 mm ขึ้นไป

ตารางที่ 3. ผลตรวจเชิงคุณภาพของเชื้อจุลชีพในอากาศ

ก่อนปรับปรุงห้อง		หลังปรับปรุงห้อง	
แบคทีเรีย	เชื้อรา	แบคทีเรีย	เชื้อรา
Coagulase negative Staphylococci >1,000 CFU	ราและยีสต์ >1,000 CFU	Aerobic microbial, <1,000 CFU	ราและยีสต์ <500 CFU*
Bacillus >1,000 CFU		Heat resistant thermophiles, <500 CFU	
Micrococcus group >1,000 CFU		Heat resistant mesoophiles, <20 CFU	
		Coliforms, <10 CFU	

หมายเหตุ: ลดลงอย่างมีนัยสำคัญทางสถิติ

ทำตามมาตรฐานโรงพยาบาลและสถานบริการสุขภาพได้อย่างเป็นรูปธรรม หมายถึง การมีแนวทางที่สามารถปฏิบัติตามได้จริง การมีตัวชี้วัดที่แสดงให้เห็นถึงประสิทธิภาพ ความปลอดภัยและความสะดวกในการปฏิบัติงานที่มีความเป็นปรนัยสูง ทั้งนี้ อาจเนื่องมาจากปัญหาในหลายส่วนที่กล่าวถึงไว้ก่อนหน้านี้ในส่วนของบทนำ

จากการทบทวนวรรณกรรมพบหลักฐานเชิงประจักษ์ที่แสดงผลลัพธ์ไปในทิศทางเดียวกัน (4-6) คือ การระบุว่า คุณภาพอากาศภายในอาคารเป็นสิ่งสำคัญต่อสุขภาพของผู้อาศัยและจำเป็นต้องมีการปรับปรุงเปลี่ยนแปลงค่าพารามิเตอร์ต่าง ๆ ยกตัวอย่างเช่น อุณหภูมิ ความชื้น เป็นต้น แนวทางการปรับปรุงอากาศของผู้วิจัยได้แก่ การควบคุมอัตราการแลกเปลี่ยนอากาศ ได้รับการพิสูจน์เบื้องต้นในงานวิจัยครั้งนี้ว่า เป็นวิธีการที่ช่วยควบคุมการฟุ้งกระจายของอนุภาคที่ล่องลอยอยู่ในอากาศได้ และส่งผลลดการตรวจพบเชื้อจุลชีพในอากาศที่สำคัญ เช่น เชื้อแบคทีเรียและเชื้อรา Stockwell และคณะ (18) พบว่า ผู้ป่วยยังคงมีโอกาสติดเชื้อในโรงพยาบาลได้ถึงแม้ว่าโรงพยาบาลนั้น ๆ จะมีมาตรการควบคุมการติดเชื้อที่เข้มงวดมากก็ตาม เหตุผลที่อาจทำให้เกิดเหตุการณ์ดังกล่าว ได้แก่ การที่โรงพยาบาลใช้ระบบระบายอากาศแบบซับซ้อนมากเกินไป ขาดการดูแลรักษาระบบปรับอากาศที่ถูกต้องและต่อเนื่อง การใช้ห้องผิดประเภท เป็นต้น สอดคล้องกับงานวิจัยของ Veysi และคณะ (19) ที่พบว่า การสะสมของสารมลพิษในอาคารของโรงพยาบาล แสดงให้เห็นถึงความล้มเหลวของระบบระบายอากาศในโรงพยาบาล โดยค่าเฉลี่ยความเข้มข้นของ bioaerosol โดยรวมในพื้นที่ต่าง ๆ ของโรงพยาบาลที่ทำการวิจัยมีค่าสูงสุด ณ หอผู้ป่วยใน ซึ่งแตกต่างจากการวิจัยครั้งนี้ที่พบการปนเปื้อนมากที่สุด ณ โถงรอรับบริการผู้ป่วยนอกและรองลงมา คือ หอผู้ป่วยใน ดังนั้น หากปรับปรุงห้องโดยการเปลี่ยนแปลงของอากาศที่เพิ่มขึ้นต่อชั่วโมง การปรับทิศทางการไหลของอากาศ และการสร้างระบบกรองอากาศที่มีประสิทธิภาพ น่าจะทำให้มีความเข้มข้นของ bioaerosol โดยรวมต่ำที่สุด ซึ่งงานวิจัยของ Gola และคณะ (20) ได้จำแนกสาเหตุออกมาให้ชัดเจนมากขึ้นว่า ได้แก่ การเปลี่ยนแปลงของอุณหภูมิ ค่าความชื้นสัมพัทธ์ การไหลของอากาศ และการแลกเปลี่ยนอากาศใหม่กับอากาศเก่า เป็นต้น

ในแง่ผลกระทบต่อสุขภาพ หลายงานวิจัยแสดงให้เห็นข้อสรุปไปในทิศทางเดียวกันว่า คุณภาพของอากาศแปรผันโดยตรงกับสุขภาพของผู้ที่อยู่อาศัยในบริเวณนั้น ๆ ซึ่งในกรณีของโรงพยาบาลจะมีผลมาก เนื่องจากผู้ที่อาศัยอยู่ในอาคารมีความหลากหลายมาก ได้แก่ ผู้ป่วย บุคลากรทางการแพทย์ ญาติของผู้ป่วย และผู้ที่ทำงานในภาคส่วนต่าง ๆ งานวิจัยของ Hellgren และคณะ (21) แสดงให้เห็นว่า การระบายอากาศที่ดีมีความสำคัญในโรงพยาบาลมากกว่าในอาคารอื่น ๆ สภาพและประสิทธิภาพของระบบระบายอากาศในโรงพยาบาลมีผลกระทบอย่างมีนัยสำคัญต่อการรับรู้ และอาการที่พบในพนักงานในโรงพยาบาลของฟินแลนด์ ดังนั้น จึงเป็นเรื่องสำคัญที่ระบบระบายอากาศของโรงพยาบาลจะได้รับการดูแลอย่างเหมาะสมและสม่ำเสมอและควรได้รับการปรับปรุงใหม่ทันทีเมื่อสิ้นอายุการใช้งานทางเทคนิค งานวิจัยของ Rautiainen และคณะ (22) แสดงหลักฐานให้เห็นชัดเจนมากขึ้นว่า อากาศภายในอาคารของโรงพยาบาล โดยเฉพาะอย่างยิ่ง หากมีการใช้งานหรือการสะสมของสารอินทรีย์ระเหยในวัสดุและอากาศ

ในสภาพแวดล้อมของโรงพยาบาล สามารถก่อโรคให้แก่ผู้ที่อาศัยอยู่ภายในอาคารได้

จากบทความของ Annesi-Maesano และคณะ (23) แสดงให้เห็นว่า มลพิษทางอากาศอาจมีบทบาทสำคัญมากในการแพร่ระบาดของโรค COVID-19 โดยจะรบกวนการทำงานของปอดในการแลกเปลี่ยนก๊าซและนำไปสู่การเกิดโรคหรือกำเริบของโรคที่อาจทำให้มีความเสี่ยงต่อการเกิดโรค COVID-19 หรือทำให้มีอาการที่รุนแรงมากขึ้น ในขณะที่อีกด้านหนึ่งก็พบว่าเชื้อ SARS-CoV-2 มีขนาดที่เล็กมากจนสามารถแขวนลอยอยู่กับอนุภาคต่าง ๆ ในอากาศได้ ดังนั้น การควบคุมคุณภาพอากาศ อาจเป็นปัจจัยทางอ้อมที่ช่วยลดปัญหาการแพร่กระจายของเชื้อได้ ห้องแรงดันลบที่มีประสิทธิภาพจึงเป็นที่ต้องการของสถานพยาบาลต่าง ๆ เป็นอย่างมาก แต่อย่างไรก็ตาม จากการทบทวนวรรณกรรม พบเพียงคำถามงานวิจัย ตลอดจนการนำเสนอเกี่ยวกับปัจจัยที่มีผลและสมมติฐานต่าง ๆ เท่านั้น แต่ยังไม่พบว่ามีงานวิจัยใดที่ลงมือสร้างนวัตกรรมเพื่อการปรับปรุงคุณภาพอากาศและตรวจสอบประสิทธิภาพหลังการปรับปรุงออกมาให้เห็นจริงอย่างเป็นรูปธรรม

งานวิจัยครั้งนี้ได้ออกแบบนวัตกรรมเพื่อให้สามารถแก้ไขปัญหาต่าง ๆ อย่างครบวงจร โดยเริ่มตั้งแต่การสำรวจปัญหา ระบุปัญหาที่พบ ปรับปรุงเปลี่ยนแปลงและตรวจสอบประสิทธิภาพของการปรับปรุงคุณภาพอากาศ ซึ่งผลการวิจัยขั้นต้นแสดงให้เห็นแนโน้มว่านวัตกรรมมีประสิทธิภาพดีถึงแม้จะเป็นการตรวจสอบในระดับห้องปฏิบัติการก็ตาม จุดแข็งของงานวิจัยนี้ คือ เป็นการวิจัยที่ครบวงรอบของการบริหารงานคุณภาพเพราะมีการสร้างนวัตกรรมซึ่งเกิดจากปัญหาของโรงพยาบาล ซึ่งจะทำให้สามารถแก้ไขปัญหาที่เกิดขึ้นกับโรงพยาบาลแห่งนี้ได้ และยังมีการใช้วิธีทางจุลชีววิทยาในการตรวจสอบประสิทธิภาพของนวัตกรรมที่สร้างขึ้นมาอย่างเป็นรูปธรรม ซึ่งเป็นการเปลี่ยนแปลงภาพจำ จากเดิมที่เคยคิดว่าสิ่งเหล่านี้เป็นข้อจำกัดที่ไม่สามารถแก้ไขได้ให้สามารถแก้ไขหรือปรับปรุงให้เหมาะสมได้ หรือ ป้องกันไม่ให้เกิดเหตุการณ์อันไม่พึงประสงค์ขึ้นก่อนเกิดปัญหากับผู้ที่ใช้งานห้อง แต่อย่างไรก็ตาม ต้องมีการวิจัยทางคลินิกต่อไปในสถานการณ์จริง เช่น ทดลองให้นำผู้ป่วยที่มีโรคในระบบทางเดินหายใจเข้ารับการรักษาตัวในห้องแรงดันลบดังกล่าว และตรวจสอบปริมาณและชนิดของเชื้อโรคเปรียบเทียบกับกลุ่มควบคุมซึ่งเป็นเชื้อที่พบในสิ่งแวดล้อมและเชื้อในตัวของผู้ป่วยเพื่อยืนยันประสิทธิภาพทางคลินิกต่อไป

สรุป

งานวิจัยนี้ทำให้ทราบว่า โรงพยาบาลมหาวิทยาลัยนเรศวรมีปัญหาเรื่องคุณภาพอากาศภายในอาคาร โดยเฉพาะอย่างยิ่ง บริเวณโถงตรวจผู้ป่วยนอก ห้องพักผู้ป่วยเดี่ยว และหอผู้ป่วยรวม ตามลำดับ ถึงแม้ว่าการทำความสะอาดห้องจะทำให้พบเชื้อจุลชีพในอากาศของห้องลดลง แต่ก็ยังไม่เพียงพอที่จะกล่าวได้ว่าเป็นห้องหรือบริเวณที่สะอาด งานวิจัยนี้ ทำให้ได้นวัตกรรมเพื่อปรับปรุงคุณภาพอากาศภายในอาคารของโรงพยาบาลมหาวิทยาลัยนเรศวร คือ ห้องพักผู้ป่วยต้นแบบที่ถูกปรับปรุงให้เป็นห้องที่สามารถควบคุมค่าพารามิเตอร์ต่าง ๆ ได้อย่างแน่นอนแม่นยำ ตามเวลาจริง ผลทดสอบประสิทธิภาพเบื้องต้นต่อการปนเปื้อนของเชื้อจุลชีพในอากาศแสดงให้เห็นว่าพบการแพร่กระจายของเชื้อแบคทีเรียและเชื้อราในห้องลดลงแตกต่างจากเดิมอย่างมีนัยสำคัญทางสถิติ

กิตติกรรมประกาศ

คณะผู้วิจัยขอขอบพระคุณทุนสนับสนุนการวิจัยจากกองทุนวิจัยและพัฒนากิจการกระจายเสียง กิจการโทรทัศน์ และกิจการโทรคมนาคม เพื่อประโยชนสาธารณะ วิศวกรไฟฟ้าประจำโรงพยาบาล คุณทรงพล พันธ์สุข บุคลากรคณะแพทย์ศาสตร์ โรงพยาบาลมหาวิทยาลัยนเรศวร ที่อำนวยความสะดวกในการดำเนินการวิจัยในครั้งนี้

เอกสารอ้างอิง

1. Lee HJ, Lee KH, Kim DK. Evaluation and comparison of the indoor air quality in different areas of the hospital. Medicine (Baltimore). 2020; 99: e23942.
2. Humphreys H. Quality of hospital air. J Hosp Infect. 2020; 104: 300-1.
3. Akova İ, Kiliç E, Sümer H, Keklikçi T. Prevalence of sick building syndrome in hospital staff and its relationship with indoor environmental quality. Int J Environ Health Res. 2020: 1-16.

4. Veysi R, Heibati B, Jahangiri M, Kumar P, Latif MT, Karimi A. Indoor air quality-induced respiratory symptoms of a hospital staff in Iran. Environ Monit Assess. 2019; 191: 50.
5. Vijayan VK, Paramesh H, Salvi SS, Dalal AA. Enhancing indoor air quality-The air filter advantage . Lung India. 2015; 32: 473-9.
6. Cabo Verde S, Almeida SM, Matos J, Guerreiro D, Meneses M, Faria T, Botelho D, Santos M, Viegas C. Microbiological assessment of indoor air quality at different hospital sites. Res Microbiol. 2015; 166: 557-63.
7. Kalender SmajloviĆ S, Kukec A, Dovjak M. Association between Sick Building Syndrome and Indoor Environmental Quality in Slovenian Hospitals: A Cross-Sectional Study. Int J Environ Res Public Health. 2019; 16: 3224.
8. Jiang SY, Ma A, Ramachandran S. Negative Air Ions and Their Effects on Human Health and Air Quality Improvement. Int J Mol Sci. 2018; 19: 2966.
9. Davis S. Dust busters. Revised standard targets airborne IC threats from construction. Health Facil Manage. 2002; 15: 33-6.
10. Di Giulio M, Grande R, Di Campli E, Di Bartolomeo S, Cellini L. Indoor air quality in university environ ments. Environ Monit Assess. 2010; 170: 509-17.
11. Sudharsanam S, Srikanth, P, Merline S, Appavoo S. Study of the indoor air quality in hospitals in south Chennai, India-microbial profile. Indoor and Built Environment. 2008; 17: 435-41.
12. . Institute of Health Quality Certification (Public Organization). Healthcare accreditation [online]. 2012 [cited Jun 9, 2020]. Available from: www.lmh .moph.go.th/h11381/assets/doc_uploads/583e8544 aee15.pdf
13. Sirilak S, Butthum B, Muneesawang P, Yammen S, Rachapradit N, Poowaruttanawiwit P, et al. Nare suan university hospital cohort wards installation: a Project to increase the capacity of the health management team against Covid-19outbreak. Broadcasting, Television and Telecommunications Research and Development Fund for Public Interest; 2021.
14. Sathienrattanakul T. Indoor air quality [online]. 2013 [cited Jun 9, 2020]. Available from: www.acat.or.th /download/acat_or_th/journal-15/15%20-%2013.pdf
15. WHO. Guidelines for indoor air quality [online]. 2010 [cited Jun 9, 2020]. Available from: www.euro. who.int/__data/assets/pdf_file/0009/ 128169/ e9453 5.pdf
16. Heymann AD, Azuri J, Kokia E, Monnickendam SM, Shapiro M, Shalev G. Systematic inventive thinking: a new tool for the analysis of complex problems in medical management. Isr Med Assoc J. 2004; 6: 67-9.
17. Mosca EI, Capolongo S. Towards a Universal Design evaluation for assessing the performance of the built environment. Stud Health Technol Inform. 2018; 256: 771-9.
18. Stockwell RE, Ballard EL, O'Rourke P, Knibbs LD, Morawska L, Bell SC. Indoor hospital air and the impact of ventilation on bioaerosols: a systematic review. J Hosp Infect. 2019; 103: 175-84.
19. Veysi R, Heibati B, Jahangiri M, Kumar P, Latif MT, Karimi A. Indoor air quality-induced respiratory symptoms of a hospital staff in Iran. Environ Monit Assess. 2019;191: 50.
20. Gola M, Settimo G, Capolongo S. indoor air quality in inpatient environments: A systematic review on factors that influence chemical pollution in inpatient wards. J Healthc Eng 2019; 2019: 8358306.
21. Hellgren UM, Hyvärinen M, Holopainen R, Reijula K. Perceived indoor air quality, air-related symptoms and ventilation in Finnish hospitals. Int J Occup Med Environ Health. 2011; 24: 48-56.
22. Rautiainen P, Hyttinen M, Ruokolainen J, Saarinen P, Timonen J, Pasanen P. Indoor air-related symp toms and volatile organic compounds in materials and air in the hospital environment. Int J Environ Health Res. 2019; 29: 479-88.

23. Annesi-Maesano I, Maesano CN, D'Amato M, D'Amato G. Pros and cons for the role of air pollution on COVID-19 development. Allergy. 2021;18.