

คุณภาพอากาศและผลกระทบต่อสุขภาพของผู้ปฏิบัติงานในห้องผ่าตัด
ของสถานพยาบาลสองแห่ง

Indoor air quality in operation rooms of two hospitals
and its effect on healthcare Workers' health

จัดทำโดย

1. นางสาวรชนีกร วีระเจริญ
2. นายณัฐพงศ์ แหะหมั่น
3. นายชยาพล จงเจริญ

กองโรคจากการประกอบอาชีพและสิ่งแวดล้อม
กรมควบคุมโรค

สารบัญ

เรื่อง	หน้า
บทที่ 1 บทนำ	
1.1 ที่มาและความสำคัญ	1
1.2 วัตถุประสงค์ของการศึกษา	3
1.3 ขอบเขตการศึกษา	3
1.4 กรอบแนวคิดการศึกษา	4
1.5 คำนิยามศัพท์	4
บทที่ 2 ทบทวนวรรณกรรม	
2.1 คุณภาพอากาศภายในอาคาร	5
2.2 คุณภาพอากาศภายในโรงพยาบาล	7
2.3 ผลกระทบต่อสุขภาพจากคุณภาพอากาศภายในอาคารที่ไม่เหมาะสม	12
2.4 ค่ามาตรฐานคุณภาพ ค่าแนะนำของคุณภาพอากาศภายในอาคาร	15
2.5 การตรวจวัดคุณภาพอากาศภายในอาคาร	18
2.6 การศึกษาวิจัยที่เกี่ยวข้อง	21
บทที่ 3 วิธีการศึกษา	
3.1 รูปแบบการศึกษา	25
3.2 วิธีการดำเนินงาน	25
บทที่ 4 ผลการศึกษา	
4.1 ผลการเดินสำรวจสภาพแวดล้อมในการทำงานที่เป็นปัญหา	28
4.2 ผลการตรวจประเมินคุณภาพอากาศในห้องผ่าตัดของโรงพยาบาล	28
4.3 ผลการประเมินภาวะสุขภาพของเจ้าหน้าที่ผู้ปฏิบัติงาน	30
บทที่ 5 สรุปและอภิปรายผล	35
เอกสารอ้างอิง	39
ภาคผนวก	44
ภาคผนวก ก แบบสอบถามสภาวะสุขภาพของเจ้าหน้าที่ผู้ปฏิบัติงาน	

สารบัญตาราง

ตาราง	หน้า
ตารางที่ 1 แสดงค่าเฝ้าระวังคุณภาพอากาศภายในอาคาร ตามร่างประกาศของกรมอนามัย	17
ตารางที่ 2 แสดงความสัมพันธ์ของจำนวนชั้นในตึกและร้อยละของชั้นที่สุ่มเลือกในการเก็บตัวอย่าง	20
ตารางที่ 3 แสดงผลการตรวจวัดคุณภาพอากาศ	29
ตารางที่ 4 แสดงข้อมูลทั่วไปของเจ้าหน้าที่ผู้ปฏิบัติงาน	32
ตารางที่ 5 แสดงภาวะสุขภาพของเจ้าหน้าที่ผู้ปฏิบัติงานในช่วง 1 เดือนที่ผ่านมา	33
ตารางที่ 6 แสดงความคิดเห็นเกี่ยวกับสภาพแวดล้อมในที่ทำงานของเจ้าหน้าที่ผู้ปฏิบัติงาน	34

สารบัญภาพ

ภาพ	หน้า
ภาพที่ 1 อัตราการนำอากาศภายนอกเข้า ตามห้องต่างๆของโรงพยาบาล	10
ภาพที่ 2 ตำแหน่งติดตั้งแผงกรองอากาศ	11
ภาพที่ 3 แสดงขั้นตอนในการตรวจคุณภาพอากาศภายในอาคาร	19

บทที่ 1

บทนำ

1.1 ที่มาและความสำคัญ

สภาพอากาศในปัจจุบันที่มีความแปรปรวนและแตกต่างกันตามพื้นที่ต่างๆที่มนุษย์อยู่อาศัย มนุษย์จึงมีการคิดค้นเทคโนโลยีใหม่ๆ ที่เกี่ยวข้องกับการปรับสภาพอากาศภายในอาคารสถานที่อยู่อาศัยของตนขึ้นมา เพื่อช่วยในการอำนวยความสะดวกและเพิ่มความสะดวกสบายในการดำเนินชีวิตของตนเอง เช่น การติดตั้งระบบปรับและระบายอากาศภายในอาคาร ซึ่งการทำงานของระบบเหล่านี้ต้องอาศัยสภาพแวดล้อมที่เป็นระบบปิดเพื่อช่วยในการควบคุมอุณหภูมิหรือปัจจัยต่างๆของสภาพแวดล้อมให้เหมาะสมต่อความสะดวกสบายของมนุษย์ การอาศัยอยู่ในอาคารที่เป็นสถานที่ปิดนั้น หากมีการปนเปื้อนมลพิษต่างๆ อาจทำให้ผู้ใช้อาคารมีความเสี่ยงต่อสุขภาพจากการได้รับสัมผัสมลพิษนั้นได้ การปนเปื้อนของมลพิษอากาศภายในอาคารอาจเกิดได้จากการที่มลพิษอากาศจากภายนอกอาคารปนเปื้อนเข้ามาภายในอาคาร หรืออาจเกิดจากการมีแหล่งกำเนิดมลพิษอากาศที่อยู่ภายในอาคารเองก็ได้⁽¹⁾

ปัญหาคุณภาพอากาศภายในอาคารเป็นปัจจัยเสี่ยงสำคัญต่อภาวะสุขภาพของมนุษย์ทั้งในประเทศที่กำลังพัฒนาและประเทศพัฒนาแล้ว เนื่องจากมนุษย์เรานั้นใช้เวลาส่วนใหญ่อยู่ภายในอาคาร ผลการสำรวจรูปแบบกิจกรรมของมนุษย์ในประเทศสหรัฐอเมริกา⁽²⁾ พบว่า ผู้ตอบแบบสำรวจส่วนใหญ่ใช้เวลาอยู่ภายในอาคารปิด คิดเป็นร้อยละ 87 ของเวลาทั้งหมด และ ใช้เวลาร้อยละ 6 อยู่ในพาหนะที่เป็นแหล่งปิด

แหล่งกำเนิดมลพิษภายในอาคารที่สำคัญคือการเผาไหม้เชื้อเพลิงต่างๆ ซึ่งมีผลต่อภาวะสุขภาพโดยเฉพาะอย่างยิ่งในกลุ่มเปราะบาง เช่น เด็ก ผู้สูงอายุ หรือผู้ที่มีโรคประจำตัว สิ่งคุกคามทางสุขภาพที่เกิดภายในอาคารนั้น ได้แก่ สิ่งคุกคามจากการเผาไหม้เชื้อเพลิงหรือสารต่างๆที่ถูกปล่อยออกจากอาคารหรือส่วนประกอบของอาคาร สารเคมีที่ใช้ในบ้าน และสารจุลินชีพที่เติบโตจากปัจจัยสภาพแวดล้อมภายในอาคาร การจัดการปัญหาคุณภาพอากาศในอาคารเป็นไปได้ยากเนื่องจากมีปัจจัยที่เกี่ยวข้องมากมาย เช่น การออกแบบอาคาร วัสดุประกอบอาคาร กิจกรรมภายในอาคารและพฤติกรรมของผู้ใช้อาคาร⁽¹⁾

การปนเปื้อนมลพิษอากาศภายในอาคารทำให้เกิดผลกระทบต่อสุขภาพได้หลากหลาย โดยเฉพาะระบบทางเดินหายใจซึ่งเป็นระบบหนึ่งที่ได้รับผลกระทบจากการสัมผัสมลพิษอากาศ ผลกระทบต่อสุขภาพจากการสัมผัสมลพิษอากาศนั้นมีหลายแบบตั้งแต่การเกิดอาการแบบเฉียบพลันและการเกิดอาการแบบเรื้อรัง โดยผลกระทบต่อสุขภาพจะขึ้นกับความเป็นพิษของสารมลพิษนั้นๆและปัจจัยของผู้สัมผัสเอง⁽³⁾ การเกิดผลกระทบแบบเฉียบพลันมักเป็นการเกิดอาการกลุ่มการระคายเคืองตา จมูก ลำคอ หรืออาจมีอาการปวดหัว วิงเวียน อ่อนเพลียได้ อาการกลุ่มนี้มักเป็นในระยะเวลายาวนานและสามารถรักษาให้หายได้ ส่วนผลกระทบระยะยาว

เป็นการเกิดอาการหลังการสัมผัสเป็นระยะเวลานานหรือมีการสัมผัสสารซ้ำ ผลกระทบต่อสุขภาพกลุ่มนี้ ได้แก่ โรคระบบทางเดินหายใจ โรคระบบหัวใจและหลอดเลือด โรคเมอเร็ง⁽⁴⁾

และบางครั้งอาการและอาการแสดงเหล่านั้นเป็นกลุ่มอาการที่ไม่จำเพาะ (Non-Specific) ซึ่งทำให้ยากต่อการบ่งชี้สาเหตุที่ทำให้เกิดอาการนั้น หรือบางครั้งอาการเหล่านั้นอาจเกิดจากการสัมผัสมลพิษหลายตัว คือ อาการและอาการแสดงที่เกิดขึ้นอาจไม่ได้เกิดจากการสัมผัสมลพิษอากาศเพียงอย่างเดียวและอาจมีปัจจัยอื่นๆ เช่น ความเครียด ความกดดันในการทำงานและฤดูกาลต่างๆ ที่เข้ามามีส่วนเกี่ยวข้องด้วย⁽⁵⁾

ผลกระทบต่อสุขภาพจากการปนเปื้อนคุณภาพอากาศสามารถแบ่งได้ 3 ประเภทตามความรุนแรงและความสามารถในการฟื้นตัว ได้แก่ กลุ่มที่ 1 กลุ่มอาการป่วยเหตุอาคาร (sick building syndrome) และอาการจากปฏิกิริยาการแพ้ต่างๆ กลุ่มที่ 2 การเจ็บป่วยที่เกี่ยวข้องกับอาคาร (Building-related illness) การเจ็บป่วยจากภูมิคุ้มกัน และการเจ็บป่วยจากการติดเชื้อ และกลุ่มที่ 3 ที่เป็นผลกระทบระยะยาวและเป็นผลที่นักวิจัยกำลังให้ความสนใจมากขึ้น เช่น การเกิดเมอเร็ง ผลกระทบต่อระบบหัวใจและหลอดเลือด เป็นต้น⁽⁶⁾

สาเหตุที่ทำให้คุณภาพอากาศภายในอาคารไม่เหมาะสมนั้น สาเหตุหลักเกิดจากการมีแหล่งกักมลพิษอากาศอยู่ภายในอาคารปล่อยก๊าซหรืออนุภาคเข้ามาปนเปื้อนในอากาศภายในอาคาร การระบายอากาศที่ไม่เพียงพอทำให้ไม่เกิดการนำอากาศจากภายนอกมาเจือจางสารปนเปื้อนในอากาศที่อยู่ภายในอาคารหรือไม่เกิดการนำอากาศที่ปนเปื้อนภายในอาคารออกสู่ภายนอกอาคาร และปัจจัยด้านอุณหภูมิและความชื้นสัมพัทธ์ภายในอาคารที่สูงขึ้นจะส่งผลต่อการเพิ่มความเข้มข้นของสารมลพิษบางอย่างได้⁽⁴⁾

องค์การอนามัยโลก (WHO) คาดประมาณการณ์ว่า ประชากร 3.8 ล้านคนต่อปี⁽¹⁾ มีการตายก่อนวัยอันควรที่เกิดจากเจ็บป่วยจากการปนเปื้อนคุณภาพอากาศภายในอาคารบ้านเรือนที่มีสาเหตุมาจากการใช้เชื้อเพลิงต่างๆ โดยประกอบด้วย โรคปอดอักเสบ ร้อยละ 27 โรคหลอดเลือดหัวใจ ร้อยละ 27 โรคปอดอุดกั้นเรื้อรัง (COPD) ร้อยละ 20 โรคหลอดเลือดสมอง ร้อยละ 18 และโรคเมอเร็งปอด ร้อยละ 8⁽⁷⁾

ปัจจุบันปัญหาคุณภาพอากาศภายในอาคารของประเทศไทยได้รับความสนใจกว้างมากขึ้น โดยการรายงานผลการวัดอัตราการระบายอากาศของสำนักงาน 17 แห่งในกรุงเทพมหานคร⁽⁸⁾ พบว่า มีค่าเฉลี่ย 0.29 จำนวนเท่าของปริมาตรห้องต่อชั่วโมง โดยมี 5 สำนักงานมีอัตราการระบายอากาศต่ำกว่า 0.05 จำนวนเท่าของปริมาตรห้องต่อชั่วโมง และเมื่อพิจารณาอุณหภูมิในอาคารพบว่ามีค่าเฉลี่ย 23.5 องศาเซลเซียส จึงเป็นไปได้ว่าเพื่อเป็นการประหยัดพลังงานในการปรับอากาศ อาคารเหล่านี้จึงลดการนำอากาศจากภายนอกเข้าสู่อาคารจนกระทั่งกลายเป็นอาคารที่ปิดมิดชิดหรือ tight building ส่งผลให้เกิดการสะสมเพิ่มขึ้นของระดับมลพิษอากาศภายในอาคาร และยังอาจมีผลต่ออาการเจ็บป่วยของผู้อยู่อาศัยในอาคาร เช่น การเจ็บตา เคืองตา ระคายเคืองตา ซึ่งมีการรายงานการเจ็บป่วยถึงร้อยละ 21 เป็นต้น

โรงพยาบาลเป็นสถานที่ที่มีความเสี่ยงต่อการปนเปื้อนคุณภาพอากาศภายในอาคารได้สูง ทั้งการเป็นแหล่งที่มีการแพร่กระจายเชื้อได้มากจากกิจกรรมที่เกิดจากการดูแลผู้ป่วย การใช้สารเคมีในกิจกรรมการให้บริการผู้ป่วย รวมถึงการทำความสะอาดต่างๆ นอกจากนี้โรงพยาบาลยังเป็นสถานที่ที่มีทั้งผู้ที่อาจแพร่กระจายเชื้อและผู้

ที่เสี่ยงต่อการเกิดผลกระทบต่อสุขภาพได้มาก เช่น ผู้ป่วยโรคเรื้อรัง ผู้สูงอายุและเด็ก การจัดการคุณภาพอากาศภายในอาคารของโรงพยาบาลโดยเฉพาะบริเวณที่เป็นอาคารปิดนั้นเป็นปัจจัยสำคัญปัจจัยหนึ่งในการควบคุมการติดเชื้อในโรงพยาบาลทั้งแก่ผู้เข้ารับบริการและการปกป้องผู้ปฏิบัติงานในโรงพยาบาลด้วย โดยเฉพาะในห้องผ่าตัดซึ่งเป็นสถานที่ที่ต้องการการจัดการระบบปรับอากาศเฉพาะเพื่อลดความเสี่ยงต่อสุขภาพของผู้ใช้สถานที่ ความเสี่ยงที่สำคัญของห้องผ่าตัดที่อาจเกิดต่อผู้เข้ารับบริการ คือ การติดเชื้อหลังการผ่าตัดที่เป็นปัญหาที่ยังมีการรายงานในหลายประเทศ โดยในยุโรปและในสหรัฐอเมริกาหลังพบอัตราการติดเชื้อหลังการผ่าตัดร้อยละ 5 ปัจจัยที่เกี่ยวข้องกับการติดเชื้อหลังการผ่าตัดมีหลายปัจจัย ทั้งปัจจัยจากผู้ป่วยเช่น สถานะสุขภาพของผู้ป่วย ปัจจัยจากกระบวนการผ่าตัด และปัจจัยจากห้องผ่าตัดเอง เช่น สภาพแวดล้อมความสะอาดของห้องและระบบปรับอากาศของห้องผ่าตัด⁽⁹⁾ ดังนั้นการควบคุมคุณภาพอากาศภายในโรงพยาบาลจึงเป็นส่วนสำคัญในการปกป้องสุขภาพและความปลอดภัยแก่ผู้ใช้อาคาร

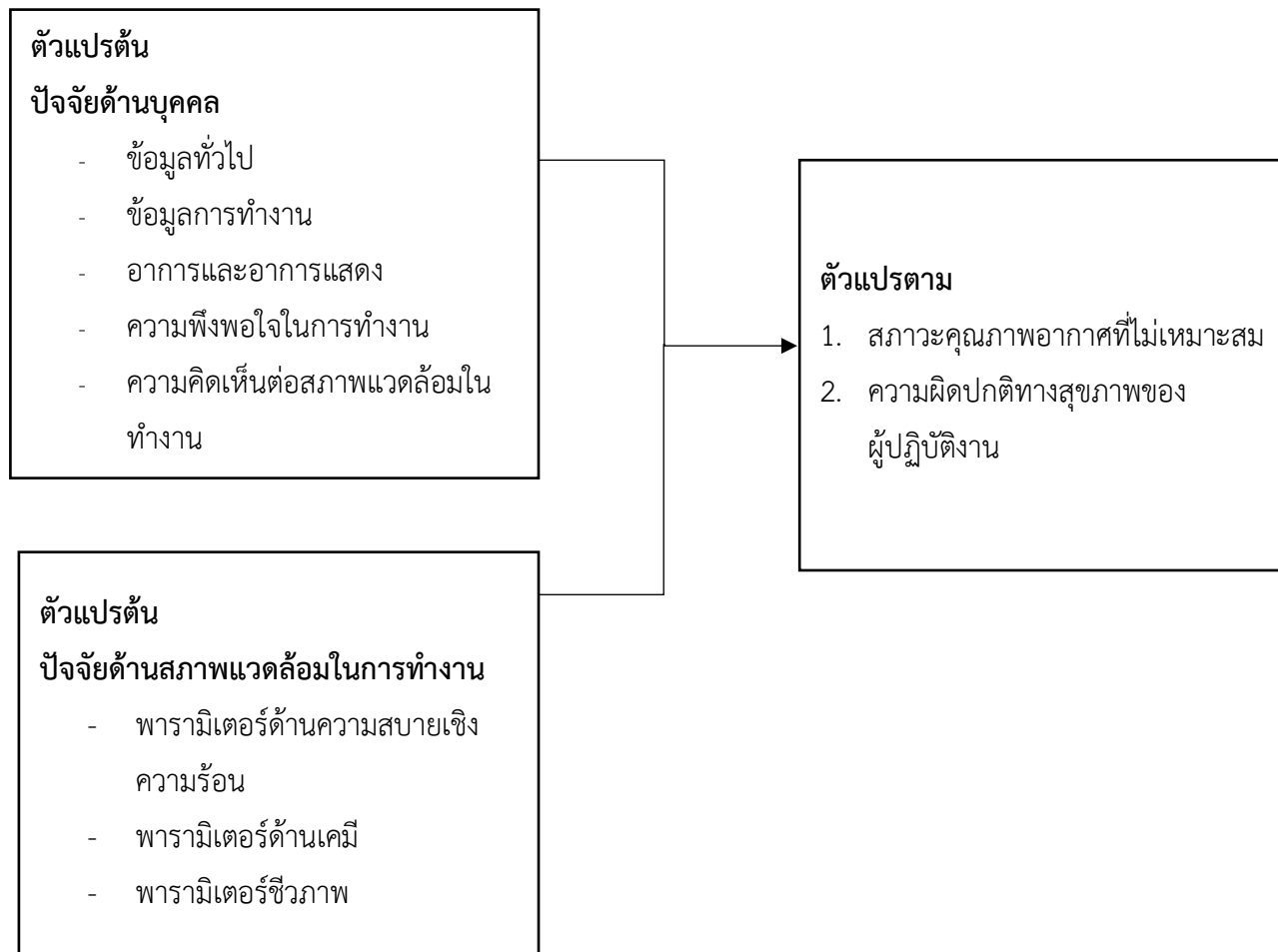
1.2 วัตถุประสงค์ของการศึกษา

การศึกษานี้ดำเนินการเมื่อห้องผ่าตัดของโรงพยาบาลทั้ง 2 แห่งมีน้ำรั่วซึมจากฝ้าเพดานชั้นบน ผู้ปฏิบัติงานจึงเกิดความกังวลหากเกิดเชื้อราในห้องผ่าตัดจะทำให้เกิดผลกระทบต่อตัวผู้ปฏิบัติงานเองและผู้ป่วยที่ต้องเข้ารับการผ่าตัดที่ห้องผ่าตัดนั้นๆ จึงได้ประสานมายังกรมควบคุมโรคเพื่อลงพื้นที่ตรวจประเมินการปนเปื้อนมลพิษทางอากาศและประเมินคุณภาพอากาศของห้องผ่าตัด รวมถึงคัดกรองผู้ปฏิบัติงานที่อาจได้รับผลกระทบต่อสุขภาพ การศึกษานี้จึงมีวัตถุประสงค์ เพื่อประเมินการปนเปื้อนของมลพิษในอากาศของห้องผ่าตัด เพื่อตรวจวัดคุณภาพอากาศภายในห้องผ่าตัด และเพื่อค้นหาผู้ที่เกิดอาการผิดปกติจากการสัมผัสมลพิษในอาคาร

1.3 ขอบเขตการศึกษา

การศึกษานี้ดำเนินการศึกษาในกลุ่มผู้ปฏิบัติงานในห้องผ่าตัดของโรงพยาบาลที่มีเหตุการณ์น้ำรั่วซึมจากฝ้าเพดานของสถานที่ทำงาน โดยทำตรวจประเมินคุณภาพอากาศในห้องผ่าตัดที่เกิดเหตุการณ์และบริเวณข้างเคียงและสอบถามข้อมูลจากผู้ปฏิบัติงานที่ขึ้นปฏิบัติงานในห้องผ่าตัดในวันที่เข้าเก็บข้อมูลสภาพแวดล้อมในการทำงาน

1.4 กรอบแนวคิดการศึกษา



1.5 คำนิยามศัพท์

คุณภาพอากาศภายในอาคาร หมายถึง คุณภาพอากาศที่อยู่ภายในและรอบๆอาคารและสิ่งปลูกสร้างนั้น โดยเฉพาะเกี่ยวข้องกับภาวะสุขภาพและความไม่สบายของผู้ใช้อาคารนั้นๆ⁽⁴⁾

บทที่ 2

ทบทวนวรรณกรรม

2.1 คุณภาพอากาศภายในอาคาร

อาคารสถานที่ต่างๆมักถูกออกแบบเพื่ออำนวยความสะดวกแก่ผู้ใช้อาคารพร้อมทั้งสามารถประหยัดพลังงานได้ โดยมักมีการก่อสร้างอาคารแบบแน่นหนาเพื่อป้องกันการรั่วของความร้อนจากภายนอกเข้ามา หรือการใช้ฉนวนกันความร้อนต่างๆ ซึ่งปัจจัยเรื่องการออกแบบอาคารให้ประหยัดพลังงานนี้ ทำให้คุณภาพอากาศภายในอาคารมีการปนเปื้อนได้และอาจส่งผลกระทบต่อสุขภาพและประสิทธิภาพในการทำงานของผู้ใช้อาคารได้ ดังนั้นในปัจจุบันการออกแบบอาคารให้มีการระบายอากาศจึงต้องคำนึงถึงมาตรฐานหรือข้อแนะนำต่างๆขององค์กรที่เป็นที่เชื่อถือในระดับสากล เช่น ASHRAE เพื่อลดการปนเปื้อนของคุณภาพอากาศภายในอาคารและช่วยให้ผู้ใช้อาคารมีความสะดวกสบายในการปฏิบัติงานภายในอาคาร ป้องกันผลกระทบต่อสุขภาพและการลดลงของประสิทธิภาพในการทำงาน

ตัวอย่างสาเหตุที่ทำให้อากาศภายในอาคารปนเปื้อน⁽¹⁰⁾

1. ไอเสียจากรถยนต์ที่เกิดจากภายนอกอาคารเข้าไปภายในอาคาร ได้แก่ ก๊าซซัลเฟอร์ไดออกไซด์ ก๊าซคาร์บอนมอนอกไซด์ ก๊าซไนโตรเจนไดออกไซด์ และอนุภาคนาขนาดเล็ก
2. จุลินทรีย์ที่เจริญเติบโตในคอยล์ทำความเย็น หรือหอผึ่งเย็น ได้แก่ กลุ่มลีเจียนเนร์ (Legionellae)
3. สภาวะการปรับอากาศในอาคารไม่เหมาะสม ได้แก่ อุณหภูมิ ความชื้นสัมพัทธ์ และความเร็วลม
4. การรั่วซึมของน้ำในอาคาร หรือ ใอน้ำที่กลั่นตัวที่ผนังอาคาร
5. ก๊าซเรดอนที่เข้าสู่อาคารจากพื้นด้านล่างของอาคารที่ตั้งอยู่ในบริเวณที่มีเรดอนสูง
6. การนำอากาศบริสุทธิ์เข้าสู่อาคารไม่เพียงพอ
7. กลิ่นจากระบบสุขาภิบาลไหลย้อนเข้าภายในอาคาร
8. วัสดุก่อสร้างหรือตกแต่งอาคาร คายสารเคมีออกมา เช่น สารฟอร์มัลดีไฮด์
9. การเคลื่อนที่ของอากาศภายในอาคารลดลง โดยเกิดจากความแตกต่างความดันอากาศระหว่างพื้นที่ไม่เหมาะสม
10. สารอื่นที่เกิดจากกิจกรรมภายในอาคารของผู้ใช้ เช่น น้ำยาทำความสะอาด ควันบุหรี่ สารฆ่าแมลง สารทำความสะอาด

ประเภทของสารมลพิษในอาคาร⁽¹¹⁾ แบ่งออกได้เป็น 3 ประเภท

- สารมลพิษทางชีวภาพ เช่น แบคทีเรีย เชื้อรา เป็นต้น
- สารมลพิษทางเคมี ได้แก่ ก๊าซและไอระเหยต่าง ๆ ที่ปลดปล่อยจากผลิตภัณฑ์ที่ใช้ในอาคาร เช่น คาร์บอนมอนอกไซด์ ฟอร์มัลดีไฮด์ เป็นต้น

- สารมลพิษที่เป็นอนุภาค (ไม่ใช่อนุภาคทางชีวภาพ) ได้แก่ อนุภาคของแข็งหรือของเหลวที่ไม่มีชีวิต สารแขวนลอยในอากาศ ที่อาจจะถูกดึงเข้าสู่อาคารจากภายนอก หรือมาจากกิจกรรมที่เกิดขึ้นในอาคาร

ข้อควรสงสัยการเกิดปัญหาคุณภาพอากาศภายในอาคาร/บ้านเรือน/สิ่งปลูกสร้าง⁽¹²⁾

1. การเกิดผลกระทบต่อสุขภาพที่ผู้ใช้อาคารมีอาการหลังจากการเข้าใช้อาคาร อาคารที่ชวนสงสัย เช่น อาคารที่สร้างใหม่หรือมีการปรับปรุงใหม่ อาคารที่มีการใช้สารเคมีในการกำจัดแมลง
2. การพบหรือสงสัยแหล่งก่อการปนเปื้อนมลพิษอากาศ
3. กิจกรรมของผู้ใช้อาคารที่ก่อให้เกิดการปนเปื้อนมลพิษอากาศ
4. สัญญาณที่อาจทำให้นึกถึงปัญหาคุณภาพอากาศ เช่น การพบหยดน้ำกลั่นตัวที่ผนังหรือกระจก การได้กลิ่นที่ไม่พึงประสงค์ ความสกปรกของอุปกรณ์ที่ใช้ในระบบปรับอากาศและระบายอากาศ การพบเชื้อราที่ร่องเท้า หนังสือหรืออุปกรณ์อื่นๆ เป็นต้น

หลักการปรับปรุงคุณภาพอากาศ⁽¹³⁾

1. การจัดการที่แหล่งกำเนิด
เป็นวิธีที่มีประสิทธิภาพมากที่สุดในการจัดการปัญหา โดยการกำจัดแหล่งกำเนิดที่ก่อให้เกิดการปนเปื้อน
2. การปรับปรุงระบบระบายอากาศ
การเพิ่มอัตราการระบายอากาศเป็นการลดความเข้มข้นของสารปนเปื้อนมลพิษอากาศ โดยการเพิ่มอากาศจากภายนอกอาคารเข้ามาในอาคาร ซึ่งอาจใช้วิธีการเปิดหน้าต่างหรือประตู การใช้ระบบปรับอากาศภายในอาคาร (HVAC)
3. การทำให้อากาศสะอาด โดยใช้เครื่องฟอกอากาศ การใช้วิธีนี้ต้องคำนึงถึงข้อจำกัด เช่น ความเข้มข้นของสารปนเปื้อน พื้นที่ในการฟอกอากาศ เป็นต้น

การจัดการคุณภาพอากาศภายในอาคาร⁽¹⁴⁾

1. ปริมาณการนำอากาศบริสุทธิ์ที่เข้ามาในห้องต้องไม่ต่ำกว่าคำแนะนำขององค์กรต่างๆ เช่น ASRAE สถาบันวิศวกรรมสถานแห่งประเทศไทย หรือมาตรฐานของหน่วยงานต่างๆ ที่เป็นที่ยอมรับในสากล
2. ช่องนำอากาศบริสุทธิ์ที่เข้าอาคารต้องอยู่ห่างจากแหล่งปนเปื้อนมลพิษอากาศ และควรอยู่สูงจากพื้นดินไม่น้อยกว่า 2 เมตร หรือสูงจากพื้นหลังคาไม่ต่ำกว่า 1 เมตร
3. ช่องระบายอากาศออกจากอาคาร ควรอยู่ห่างจากช่องนำอากาศบริสุทธิ์อย่างน้อย 9 เมตร
4. ปริมาณลมหมุนเวียนภายในอาคารต้องไม่น้อยกว่า 6-10 เท่าของปริมาตรห้องต่อชั่วโมง (Air change/hour)
5. การติดตั้งพัดลมดูดอากาศเสียออกในบริเวณที่มีการปนเปื้อนมากๆ
6. การรักษาความแตกต่างของความดันอากาศให้เหมาะสม เช่น ในห้องที่สกปรกให้ความดันอากาศต่ำกว่าห้องข้างเคียง เพื่อป้องกันอากาศที่ปนเปื้อนไหลไปยังห้องอื่นๆ ที่สะอาดกว่า

7. การบำรุงรักษาระบบปรับอากาศอย่างสม่ำเสมอ
8. การติดตั้งระบบกรองอากาศที่มีประสิทธิภาพเหมาะสมต่อการใช้งานของห้องนั้น
9. การควบคุมอุณหภูมิและความชื้นสัมพัทธ์ให้เป็นไปตามมาตรฐานหรือคำแนะนำต่างๆที่ได้รับการยอมรับในสากล

2.2 คุณภาพอากาศในโรงพยาบาล

โรงพยาบาลเป็นสถานที่ที่มีความเสี่ยงต่อการเกิดปัญหาคุณภาพอากาศภายในอาคารจากการปนเปื้อนของเชื้อโรคต่างๆ เช่น การกระตุ้นการไอเพื่อกระบวนการเก็บเสมหะในการตรวจวินิจฉัย การไอหรือจามของผู้ป่วย ปัจจัยด้านเชื้อโรคเป็นปัจจัยสำคัญต่อการปนเปื้อนคุณภาพอากาศของโรงพยาบาลซึ่งทำให้เกิดผลกระทบต่อสุขภาพของผู้ปฏิบัติงานและผู้เข้ารับบริการได้ โดยจากข้อมูลการติดเชื้อวัณโรคของบุคลากรในโรงพยาบาลเขตพื้นที่กรุงเทพฯ และ ต่างจังหวัด เท่ากับร้อยละ 71.00 และ 75.60⁽¹⁵⁾ และจากศึกษาผลกระทบด้านสุขภาพและเศรษฐศาสตร์จากการติดเชื้อดื้อยาต้านจุลชีพในประเทศไทย : การศึกษาเบื้องต้นที่ดำเนินการเก็บข้อมูล ในโรงพยาบาล 1,023 แห่ง พบอัตราความชุกของการติดเชื้อ ในโรงพยาบาล เท่ากับร้อยละ 3.98 โดยกลุ่มของโรงพยาบาลมหาวิทยาลัยมีการติดเชื้อสูงสุด รองลงมา คือ โรงพยาบาลศูนย์และโรงพยาบาลทั่วไป โรงพยาบาลชุมชน โรงพยาบาลเอกชน คิดเป็น ร้อยละ 7.6, 5.34, 2.07 และ 4.90 ตามลำดับ⁽¹⁶⁾ นอกจากปัจจัยด้านเชื้อโรคแล้วโรงพยาบาลยังมีการใช้สารเคมีในกระบวนการดำเนินงานของโรงพยาบาล ได้แก่ การตรวจวินิจฉัย การดูแลรักษา รวมถึงกิจกรรมอื่นๆที่สนับสนุนการดำเนินงานทั้งหมดของโรงพยาบาลเอง เช่น การใช้ยาเคมีบำบัด การใช้ยาดมสลบ การใช้สารเคมีในห้องปฏิบัติการเพื่อการตรวจวินิจฉัย รวมถึงการใช้สารเคมีในการฆ่าเชื้อและความสะอาดต่างๆ เป็นต้น

ปัจจัยเสี่ยงที่ทำให้คุณภาพอากาศภายในอาคารของโรงพยาบาลไม่เหมาะสม⁽¹⁷⁾

1. การแพร่กระจายของเชื้อโรคทางอากาศ โดยการแพร่กระจายผ่านละอองของเหลว (droplet) จากตัวผู้ป่วย หรือผ่านอนุภาคละออง (droplet nuclei) ซึ่งมีการปนเปื้อนเชื้อโรคจากผู้ป่วย ข้อมูลการศึกษาพบว่า การจาม 1 ครั้ง สามารถทำให้เกิดละอองของเหลวขนาด 0.5-12 ไมครอน ได้ถึง 40,000 ละออง (droplet) ขณะที่การไอ 1 ครั้ง หรือการพูดคุยก่อนเป็นเวลา 5 นาที สามารถทำให้เกิดอนุภาคละออง (droplet nuclei) ได้ถึง 3,000 อนุภาคละออง เมื่อละอองของเหลวออกจากผู้ป่วยเข้ามาในอากาศจะตกลงสู่พื้นตามแรงโน้มถ่วงของโลก และจะระเหยจนอนุภาคมีขนาดเล็กกลายเป็นอนุภาคละอองซึ่งมีขนาดเล็กกว่า 5 ไมครอนที่แขวนลอยในอากาศ ซึ่งตกถึงพื้นช้ากว่าและจะแขวนลอยในอากาศนานขึ้น หากบริเวณนั้นมีอากาศหมุนเวียน โดยอนุภาคที่มีขนาดเล็กนี้หากถูกหายใจเข้าไปจะสามารถเข้าสู่ระบบทางเดินหายใจส่วนล่างของคนได้ การแพร่กระจายเชื้อทาง

อากาศนี้สามารถแบ่งกลุ่มเสี่ยงได้เป็น 2 กลุ่ม คือ กลุ่มของการติดเชื้อที่คนทั่วไปหรือบุคลากรทางการแพทย์ที่ไม่มีภูมิคุ้มกันต่อโรค เช่น วัณโรค SARS Corona Virus เป็นต้น การป้องกันการแพร่เชื้อในกลุ่มนี้ต้องใช้วิธีการตรวจคัดกรองและแยกผู้ป่วยอย่างรวดเร็ว โดยแยกให้ผู้ป่วยอยู่ในห้องแยกสำหรับป้องกันการแพร่กระจายเชื้อทางอากาศ ส่วนผู้ปฏิบัติงานก็ต้องปฏิบัติตามหลัก Airborne precautions ห้องแยกนั้นต้องมีการจัดการระบายอากาศให้เหมาะสมเพื่อลดปริมาณเชื้อในอากาศลง และป้องกันไม่ให้เชื้อหรืออากาศที่ปนเปื้อนจากภายในห้องแพร่ออกไปภายนอก ห้องประเภทนี้ต้องมีการสร้างแรงดันเป็นลบภายในห้อง และอีกคือกลุ่มการติดเชื้อที่เกิดกับผู้ที่มีภูมิคุ้มกันบกพร่อง เช่น ผู้ป่วยที่ได้รับการเปลี่ยนถ่ายอวัยวะ โดยเกิดได้จากเชื้อรา เช่น *Aspergillus* spp. และ *Rhizopus* spp. หรือแบคทีเรียกลุ่ม *Staphylococcus aureus* (*S. aureus*) และ *S. epidermidis* ซึ่งพบเป็นสาเหตุหลักของการติดเชื้อของแผลหลังการผ่าตัด การป้องกันในกลุ่มนี้ ต้องอาศัยระบบระบายอากาศที่สามารถกำจัดสารปนเปื้อนหรือเชื้อโรคออกจากอากาศก่อนจ่ายเข้าสู่ภายในห้องและต้องป้องกันอากาศที่อาจปนเปื้อนไหลเข้าภายในห้องโดยไม่ผ่านการกรอง ด้วยการสร้างแรงดันเป็นบวก ซึ่งระบบนี้มักใช้ในห้องผ่าตัด หรือห้องป้องกันเชื้อ

2. การใช้สารเคมีภายในโรงพยาบาล การดำเนินงานในโรงพยาบาลมีการใช้สารเคมี เช่น ในห้องปฏิบัติการ ห้องผ่าตัด แผนกเคมีบำบัด แผนกจ่ายกลางและห้องรักษาศพ โดยทั่วไปการใช้สารเคมีในโรงพยาบาลให้ปลอดภัยนั้นควรมีการติดตั้งระบบระบายอากาศในบริเวณการทำงานที่มีการใช้สารเคมี เช่น ห้องปฏิบัติการที่มีความเสี่ยงการใช้สารเคมีควรใช้ตู้ดูดไอสารเคมี (Chemical Fume Hood) การติดตั้งระบบระบายอากาศเฉพาะที่และระบบกำจัดก๊าซเฉพาะห้องผ่าตัดเพื่อป้องกันการรั่วของก๊าซที่ใช้ในการดมยาสลบ ส่วนแผนกจ่ายกลางที่มีการใช้สาร Ethylene oxide ในการอบฆ่าเชื้อเครื่องมือแพทย์ สาร Ethylene oxide นี้เป็นสารก่อมะเร็งในคน ดังนั้นในบริเวณการทำงานนี้ควรมีการจัดระบบระบายอากาศให้เหมาะสมเพื่อให้ผู้ปฏิบัติงานมีความปลอดภัย โดยปกติภายในช่องอบของตัวเครื่องอบแก๊สจะมีความดันต่ำกว่าความดันบรรยากาศ (Vacuum) เพื่อป้องกันการรั่วของก๊าซระหว่างการอบ ดังนั้นการดูแลบำรุงรักษาเครื่องอบแก๊สเป็นระยะช่วยป้องกัน การรั่วไหลของก๊าซออกจากเครื่องได้ นอกจากนี้หลังการอบฆ่าเชื้อเครื่องมือแพทย์แล้วมีการนำเครื่องมือออกจากเครื่องอบ กระบวนการนี้อาจทำให้สารเคมีหลุดลอดออกมาปนเปื้อนในอากาศได้ ดังนั้นระบบภายในห้องจึงควรต้องออกแบบเพื่อนำอากาศจากภายนอกเข้ามาเจือจางระดับความเข้มข้นของสารภายในอาคารที่มากพอ และควบคุมความดันภายในห้องให้เป็นลบเพื่อป้องกันการรั่วของสารออกสู่ภายนอก

3. สภาวะอากาศภายในอาคาร พิจารณาปัจจัยความชื้นสัมพัทธ์ในอากาศเป็นปัจจัยหลัก หากความชื้นในอากาศต่ำกว่า 40% จะทำให้เชื้อราและแบคทีเรียเจริญเติบโตได้มากและทำให้ละอองของเหลวระเหยกลายเป็นอนุภาคละอองได้ดี โดยความชื้นสัมพัทธ์ที่เหมาะสมในการควบคุมเชื้ออยู่ระหว่าง 40-60%

เนื่องจากเป็นช่วงที่เชื้อมีชีวิตรอยู่ในอากาศได้น้อย และเป็นช่วงความชื้นสัมพัทธ์ที่เหมาะสมเกิดความสะดวกสบายกับผู้ใช้อาคาร

4. ปัจจัยทางกายภาพอื่นๆ ที่เกี่ยวข้องกับอาคาร อาจส่งผลต่อปัญหาคุณภาพอากาศภายในอาคารได้ เช่น การรั่วของน้ำที่ฝ้าหรือผนัง จนเกิดความชื้นในอาคาร ทำให้เป็นแหล่งสะสมของเชื้อราได้ การขาดการดูแลระบบปรับอากาศ ทำให้มีเชื้อแบคทีเรียชนิด *Legionella pneumophila* ในระบบน้ำหล่อเย็น ซึ่งเป็นแบคทีเรียที่ก่อให้เกิดโรค Legionnaires' Disease

แนวทางการจัดการระบบระบายอากาศภายในโรงพยาบาล⁽¹⁷⁾

1. การนำอากาศจากภายนอก (Outdoor Air) เข้ามาภายในอาคาร มีวัตถุประสงค์เพื่อเจือจางความเข้มข้นของสารปนเปื้อนภายในอากาศ ปริมาณอากาศที่นำเข้ามาจะขึ้นกับระดับการปนเปื้อนภายในห้อง โดยห้องต่างๆของโรงพยาบาลมีการกำหนดปริมาณอากาศที่นำเข้ามาไม่เท่ากัน เช่น ห้องผ่าตัด ต้องดึงอากาศจากภายนอกเข้ามาไม่น้อยกว่า 5 เท่าของปริมาตรห้องต่อชั่วโมง (5 Air Change per Hour: ACH) ขณะที่พื้นที่ห้องพักรักษาตัว ควรนำอากาศจากภายนอกเข้ามาไม่น้อยกว่า 2 เท่าของปริมาตรห้องต่อชั่วโมง อัตราการนำอากาศเข้าในบริเวณต่างๆของโรงพยาบาล แสดงดังภาพที่ 1 นอกจากนี้อากาศภายนอกที่เข้ามาต้องคำนึงถึงความสะดวกของอากาศ หากท่อนำอากาศเข้าอยู่ใกล้แหล่งที่อากาศมีการปนเปื้อน จะทำให้อากาศปนเปื้อนเข้ามาในห้อง ทำให้คุณภาพอากาศภายในอาคารไม่เหมาะสมได้ กรณีเช่นนี้ควรติดตั้งแผงกรองอากาศที่บริเวณท่อนำอากาศเข้า โดยควรใช้แผงกรองที่มีการรายงานค่าประสิทธิภาพต่ำสุด (Minimum Efficiency Reporting Value: MERV) ตั้งแต่ระดับ 8 ขึ้นไป สำหรับการกรองฝุ่นขนาดไม่เกิน 10 ไมครอน และตั้งแต่ระดับ 11 ขึ้นไป สำหรับการกรองฝุ่นขนาดไม่เกิน 2.5 ไมครอน และควรติดตั้งท่อนำอากาศเข้าให้ห่างจากแหล่งก่อมลพิษอากาศอย่างน้อย 5 เมตร และควรสูงกว่าระดับพื้น ไม่น้อยกว่า 1.5 เมตร

Table 2 อัตราการนำอากาศจากภายนอก อัตราการหมุนเวียนอากาศ และระบบกรองอากาศที่แนะนำสำหรับพื้นที่ต่างๆ ของโรงพยาบาล^{33,34}

สถานที่	อัตราการนำ อากาศภายนอก (ACH)	อัตราการหมุนเวียน อากาศภายในห้อง (ACH)	จำนวน แผงกรอง อากาศ	ประสิทธิภาพแผงกรองขั้นต่ำ	
				แผงกรองชั้นที่ 1	แผงกรองชั้นที่ 2
ห้องผ่าตัด	5	25	2	25-30% / MERV 7	99.97% / MERV 17
ห้องคลอด	5	25	2	25-30% / MERV 7	90-95% / MERV 14
หอผู้ป่วยหนัก (ICU)	2	6	2	25-30% / MERV 7	90-95% / MERV 14
ห้องรักษาผู้ป่วย	2	12	2	25-30% / MERV 7	90-95% / MERV 14
ห้องฉุกเฉิน	3	15	2	25-30% / MERV 7	90-95% / MERV 14
บริเวณพักคอยแผนกผู้ป่วยนอก	2	12	2	25-30% / MERV 7	90-95% / MERV 14
ห้องพักรักษาผู้ป่วย	2	6	1	25-30% / MERV 7	-
ห้องแยกผู้ป่วยติดเชื้อ	2	6	1	25-30% / MERV 7	-
ห้องปฏิบัติการ	2	6	1	80-85% / MERV 13	-
ห้องชันสูตรศพ	2	12	-	-	-

หมายเหตุ : MERV = Minimum Efficiency Reporting Value ตามมาตรฐาน ASHRAE 52.2

ประสิทธิภาพแผงกรอง (%) อ้างอิงการทดสอบ Average Dust Spot Efficiency ตามมาตรฐาน ASHRAE 52.1

ภาพที่ 1 อัตราการนำอากาศภายนอกเข้า ตามห้องต่างๆของโรงพยาบาล

ที่มา : บทความพื้นวิชา: ระบบระบายอากาศสำหรับควบคุมคุณภาพอากาศในโรงพยาบาล ของวรกมล บุญโยธิน และ อธิรุทธ เหลืองศรีสกุล

2. การกำจัดเชื้อออกจากอากาศภายในอาคาร การกำจัดเชื้อออกจากพื้นที่ภายในอาคารโดยการเพิ่มอัตราการหมุนเวียนอากาศ (recirculation air) ไปผ่านระบบปรับและระบายอากาศที่มีการติดตั้งแผงกรองอากาศที่มีประสิทธิภาพเหมาะสม ประสิทธิภาพของแผงกรองอากาศที่ใช้ในโรงพยาบาล แสดงในภาพที่ 2 ปริมาณเชื้อที่แพร่กระจายในอาคารนั้นมีความสัมพันธ์กับจำนวนผู้อยู่ภายในอาคาร ดังนั้น ในบริเวณที่มีผู้รับบริการจำนวนมาก อาจพิจารณาปรับอัตราการระบายอากาศและประสิทธิภาพแผงกรองให้สูงขึ้นได้ ทั้งนี้ในห้องที่ต้องการความสะอาดมากควรใช้แผงกรองอากาศชนิด HEPA (High Efficiency Particulate Air Filter) ซึ่งมีประสิทธิภาพในการกรองอนุภาคขนาด 0.3 ไมครอน ได้ถึงร้อยละ 99.97 และในบางพื้นที่ของโรงพยาบาลมีข้อแนะนำให้ติดตั้งแผงกรองอากาศ 2 ชั้น (ตามภาพที่ 2) โดยมีวิธีการติดตั้ง ดังนี้ แผงกรองชั้นแรก (pre filter) ควรทำการติดตั้งก่อนแผงคอยล์ทำความเย็น ส่วนแผงกรองชั้นที่ 2 (final filter) ควรติดตั้งด้านหลังคอยล์ทำความเย็นก่อนจ่ายเข้าสู่ภายในห้องหรืออาคาร แต่สำหรับห้องที่ต้องการความสะอาดมาก อาจติดตั้งแผงกรองอากาศเพิ่มเป็น 3 ชั้นได้ ดังนี้ ติดตั้งแผงกรองชั้นที่ 1 เพิ่ม (medium filter) ไว้ด้านหน้าคอยล์เย็น และแผงกรอง HEPA ไว้ก่อนจ่ายอากาศเข้าห้อง ดังภาพที่ 2

การกำจัดเชื้อออกจากอากาศภายในอาคารนอกจากการคำนึงถึงประสิทธิภาพของแผงกรองอากาศและอัตราการหมุนเวียนอากาศไปผ่านแผงกรองอากาศแล้ว ต้องคำนึงถึงการดูแลบำรุงรักษาและเปลี่ยนแผงกรองอากาศตามระยะเวลาที่กำหนดด้วย เพื่อคงประสิทธิภาพการกรองอากาศ โดยอาจติดตั้งเครื่องวัดแรงดันตกคร่อมแผงกรองอากาศเพื่อให้คนทั่วไปสามารถตรวจสอบประสิทธิภาพการกรองอากาศด้วยตนเองได้ แต่ก็มีข้อจำกัดที่ต้องใช้ค่าใช้จ่ายเพิ่มมากขึ้น

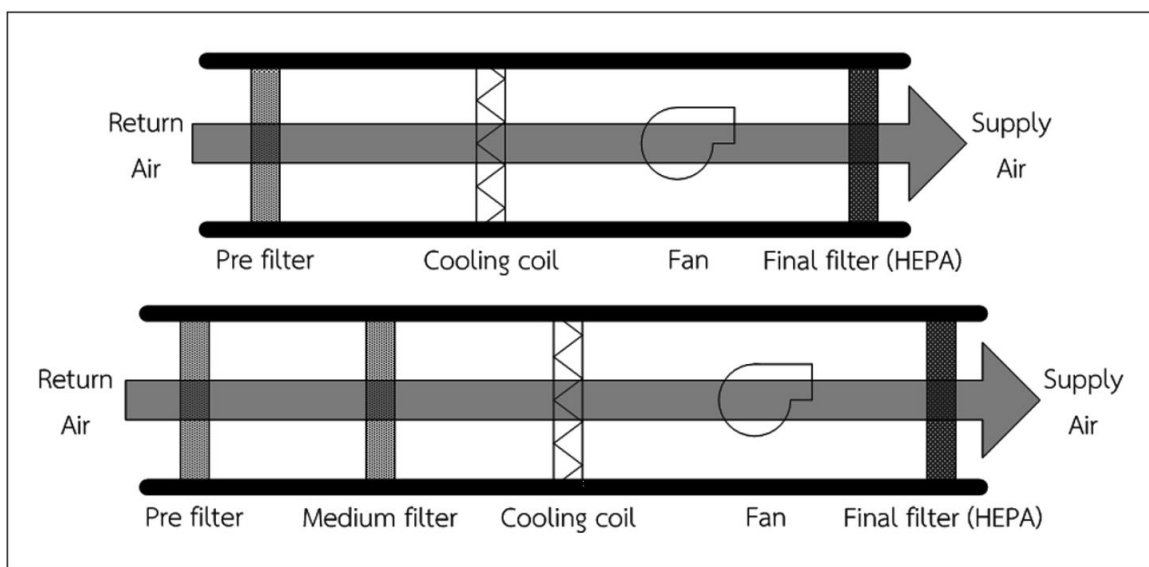


Figure 2 ตำแหน่งการติดตั้งแผงกรองอากาศ

ภาพที่ 2 ตำแหน่งติดตั้งแผงกรองอากาศ

ที่มา : บทความพื้นวิชา: ระบบระบายอากาศสำหรับควบคุมคุณภาพอากาศในโรงพยาบาล ของวรกมล บุญยโยธิน และ จิรยุทธ เหลืองศรีสกุล

นอกจากการติดตั้งแผงกรองอากาศแล้ว ในการจัดการกับเชื้อไวรัสซึ่งมีขนาดเล็กกว่าแบคทีเรียนั้น มีการประยุกต์ใช้รังสีอัลตราไวโอเลตในการฆ่าเชื้อ (Ultraviolet Germicidal Irradiation; UVGI) เพิ่มเติม โดยการใช้รังสีอัลตราไวโอเลตที่มีประสิทธิภาพในการฆ่าเชื้อในช่วงความยาวคลื่น 250-265 นาโนเมตร การติดตั้งหลอด UVGI สามารถทำได้ 2 วิธี คือ การติดตั้งในท่อลมให้รังสีฆ่าเชื้อในอากาศที่ผ่านท่อลมก่อนจ่ายเข้ามาในห้อง หรือการติดตั้งที่ส่วนบนของห้องที่เพดานหรือผนังห้อง และต้องมีการติดตั้งแผงกันไม่ให้รังสีส่องลงมาด้านล่าง เนื่องจากรังสีอัลตราไวโอเลตสามารถก่อให้เกิดอันตรายต่อผู้ปฏิบัติงานในห้องได้ ประสิทธิภาพการทำงานของ UVGI ขึ้นกับอัตราการไหลของอากาศและระยะเวลาที่รังสีสัมผัสอากาศ และประสิทธิภาพการฆ่าเชื้อจะลดลง เมื่ออากาศมีความชื้นสัมพัทธ์มากกว่า 70%

3. การควบคุมทิศทางการไหลของอากาศ คือการควบคุมให้อากาศไหลจากพื้นที่ซึ่งมีความสะอาดมากไปสู่พื้นที่ที่อากาศสะอาดน้อยโดยการสร้างความแตกต่างของแรงดันในแต่ละพื้นที่ ซึ่งระดับความดันแตกต่างกันต่ำที่แนะนำสำหรับควบคุมทิศทางการไหลของอากาศ ต้องไม่น้อยกว่า 2.5 ปาสคาล

2.3 ผลกระทบต่อสุขภาพจากคุณภาพอากาศภายในอาคารที่เหมาะสม

การเจ็บป่วยที่เกี่ยวข้องเนื่องจากอาคาร⁽¹⁸⁾ (Building-associated illness) แบ่งเป็น 2 ประเภท คือ

1) Acute short-latency illness เป็นกลุ่มโรคที่เกิดแบบฉับพลันและมักสัมพันธ์กับระยะเวลาที่อยู่ในอาคาร เมื่อออกจากอาคารอาการมักจะบรรเทาลง กลุ่มโรคนี้แบ่งเป็น 2 กลุ่ม ดังนี้

- กลุ่มอาการที่มีสาเหตุมาจากการสัมผัสมลพิษทางอากาศ เช่น Hypersensitivity Pneumonitis หรือโรคกลุ่มลิเจียนแนร์ เรียกกลุ่มโรคนี้ว่า Building-related illness
- กลุ่มอาการที่ไม่จำเพาะและไม่สามารถหาสาเหตุที่จำเพาะได้เรียกกลุ่มนี้ว่า Sick-building syndrome

2) Potentially chronic long-latency illness เป็นกลุ่มโรคที่เกิดแบบเรื้อรัง อาจเป็นผลจากการจากสัมผัสมลพิษอากาศในระดับต่ำและเป็นระยะเวลานาน กลุ่มนี้มักมีระยะการก่อโรครายและมีปัจจัยก่อโรคหลายอย่าง ได้แก่ โรคมะเร็ง โรคปอดเรื้อรัง ซึ่งกลุ่มนี้จะบอกได้ยากกว่าอาการป่วยนั้นสัมพันธ์กับการสัมผัสมลพิษอากาศในอาคาร สารมลพิษในอาคารที่อาจก่อโรคในกลุ่มนี้ได้แก่ ควันบุหรี่ แอสเบสตอส เรดอน เป็นต้น

แหล่งกำเนิดการปนเปื้อนคุณภาพอากาศภายในอาคาร⁽¹⁸⁾

แหล่งที่ก่อการปนเปื้อนคุณภาพอากาศภายในอาคาร สามารถ แบ่งเป็น 3 แหล่ง ดังนี้

- 1) การปนเปื้อนจากอาคารและส่วนประกอบของอาคาร เช่น แอสเบสตอส ฟอร์มาลดีไฮด์ และเรดอน
- 2) การปนเปื้อนที่เกิดจากกิจกรรมของผู้ใช้อาคาร เช่น ทำอาหาร สูบบุหรี่ ทำความสะอาด
- 3) การปนเปื้อนที่เกิดจากการรั่วซึมเข้ามาของสารมลพิษอากาศจากภายนอกอาคารเข้ามาภายในอาคารผ่านรอยแตกแยกของกำแพงหรือฝ้าผนัง หรือผ่านหน้าต่างหรือประตูที่เปิดทิ้งไว้

การประเมินผลกระทบของการเจ็บป่วยเนื่องจากอาคาร (Building-associated illness)⁽¹⁸⁾

การเจ็บป่วยที่เกี่ยวข้องกับคุณภาพอากาศภายในอาคารต้องประเมิน 2 ด้านร่วมกันคือ การประเมินผลกระทบทางสุขภาพและอาการต่างๆที่เกิดต่อร่างกายโดยแพทย์ และการประเมินสภาพแวดล้อมในสถานที่ทำงานโดยนักสุขศาสตร์อุตสาหกรรม การประเมินผลกระทบทางสุขภาพและอาการที่เกิดอาจใช้แบบสอบถามอาการหรือการสัมภาษณ์บุคคลที่ได้รับผลกระทบ และวิเคราะห์ข้อมูลโดยหากกลุ่มอาการและค้นหาปัจจัยที่เกี่ยวข้องกับกลุ่มอาการนั้นๆ และช่วยระบุพื้นที่ที่อาจมีปัญหาได้ รวมทั้งมีประโยชน์ในการนำข้อมูลมาใช้ในการตรวจร่างกายโดยแพทย์ ส่วนการประเมินสภาพแวดล้อมในสถานที่ทำงานทำได้โดยการรวบรวมข้อมูลพื้นฐานของอาคาร เช่น อายุอาคาร ชนิดหรือประเภทวัสดุก่อสร้างอาคาร ระบบปรับและระบายอากาศ ประวัติการปรับปรุงซ่อมแซมอาคาร การเดินสำรวจสถานที่ทำงานเพื่อประเมินแผนผังอาคารและระบบปรับและระบายอากาศ และค้นหาแหล่ง

ที่เป็นจุดกำเนิดของสารปนเปื้อน เช่น เครื่องมือเครื่องใช้ต่างๆ หรือการพบเห็นร่องรอยการรั่วซึมของน้ำภายในอาคาร รวมถึงการตรวจวัดสิ่งแวดล้อมในสถานที่ทำงาน

กลุ่มอาการ Acute short-latency illness⁽¹⁸⁾

1. กลุ่มอาการ Sick-building syndrome

กลุ่มอาการป่วยเหตุอาคาร (Sick-building syndrome) คือการเกิดกลุ่มอาการที่ไม่จำเพาะกับผู้ใช้อาคาร โดยการเจ็บป่วยเหล่านี้ทำให้เกิดการหยุดงานหรือการลดลงของประสิทธิภาพในการทำงาน กลุ่มอาการป่วยเหตุอาคารมักใช้ในสถานการณ์ที่ผู้ใช้อาคารเกิดผลกระทบต่อสุขภาพแบบฉับพลันหรือการที่ผู้ใช้อาคารรู้สึกไม่สบายตัวที่เกี่ยวข้องโดยตรงกับช่วงเวลาที่ใช้อยู่ในอาคารและไม่สามารถระบุสาเหตุที่จำเพาะได้

กลุ่มอาการป่วยเหตุอาคาร (มีชื่อเรียกอื่นๆ เช่น Closed-building syndrome, tight-building syndrome และ nonspecific building-associated illness) กลุ่มอาการนี้มีอาการที่พบบ่อย คือ อาการปวดศีรษะและอาการระคายเคืองเยื่อเมือกต่างๆ ที่เกิดในผู้ใช้อาคารที่ไม่ใช่อาคารที่เกี่ยวข้องกับอุตสาหกรรม เช่น สำนักงานและโรงเรียน

กลุ่มอาการที่เกี่ยวข้องกับอาคารนี้ค่อนข้างพบบ่อยและไม่จำเพาะ แม้ว่าในอาคารนั้นจะมีคุณภาพอากาศอยู่ในเกณฑ์ปกติก็ยังมีผู้ใช้อาคารรายงานว่าตนเองมีอาการทางระบบทางเดินหายใจส่วนบนที่สัมพันธ์กับการอยู่ในอาคารที่ทำงาน รวมถึงอาการตาแห้ง อาการทางจมูก อาการคอแห้งแสบในลำคอ และอาการทางระบบประสาท เช่น ปวดศีรษะ เหนื่อยเพลีย เป็นต้น โดยอาการเหล่านี้มักจะสัมพันธ์กับความคิดเห็นของผู้ใช้อาคารว่าสภาพแวดล้อมในอาคารนั้นมีปัญหา เช่น อากาศแห้งเกินไป การระบายอากาศไม่ดี และการที่มีเสียงดังรบกวน เป็นต้น แต่อาการเหล่านี้มักไม่สัมพันธ์กับผลการวัดระดับการปนเปื้อนของอากาศ

ปัจจัยที่เกี่ยวข้องกับการเกิดกลุ่มอาการป่วยเหตุอาคาร (Sick-building syndrome) แบ่งเป็น 5 กลุ่มคือ

- 1) **ปัจจัยทางกายภาพ** ได้แก่ อุณหภูมิที่สูงกว่าอุณหภูมิสบาย ความชื้นที่สูงหรือต่ำเกินไป เสียงรบกวนและอัตราการระบายอากาศที่ต่ำกว่า 20 cfm ต่อผู้ใช้อาคาร 1 ราย (ประมาณ 10 L/s ต่อผู้ใช้อาคาร 1 ราย) มีความสัมพันธ์กับการเกิดกลุ่มอาการป่วยเหตุอาคาร (Sick-building syndrome)
- 2) **ปัจจัยทางเคมี** ได้แก่ การปนเปื้อนของสารมลพิษต่างๆ ในระดับต่ำในบรรยากาศภายในอาคาร โดยมีแหล่งกำเนิดทั้งจากภายในอาคารและอาจปนเปื้อนจากภายนอกอาคาร เช่น

การปนเปื้อนสารฟอร์มัลดีไฮด์อาจทำให้เกิดอาการระคายเคืองเยื่อเมือก โดยการปนเปื้อนของสารฟอร์มัลดีไฮด์นั้นเกิดจากการระเหยของสารออกจากเฟอร์นิเจอร์และจากเรซินในกระดานไม้

การปนเปื้อนของสารอินทรีย์ระเหย (VOCs) เกิดจากการระเหยจากสีทาอาคาร จากเครื่องถ่ายเอกสารซึ่งมักมีการปลดปล่อยโอโซนออกมาร่วมด้วย สารกลุ่มนี้ทำให้เกิดอาการระคายเคืองเยื่อเมือก อาการปวดหัว คลื่นไส้อาเจียน

การเพิ่มขึ้นของปริมาณฝุ่นละอองภายในอาคาร ทำให้เกิดอาการระคายเคืองเยื่อเมือก อาการปวดหัว และอาการอ่อนล้า

- 3) **ปัจจัยทางชีวภาพ** ได้แก่ จุลชีพต่างๆมีผลทำให้เกิดกลุ่มอาการป่วยเหตุอาคาร (Sick-building syndrome) เช่น เชื้อรา แบคทีเรีย ไวรัส เป็นต้น
- 4) **ปัจจัยส่วนบุคคล** เช่น ผู้ที่โรคประจำตัวเป็นภูมิแพ้มีโอกาสดเกิดกลุ่มอาการระคายเคืองเยื่อปอดได้มากกว่ากลุ่มที่ไม่มีโรคประจำตัว หรือผู้ที่สวมคอนแทคเลนส์มีโอกาสอาการระคายเคืองตามากกว่ากลุ่มที่ไม่ได้สวมคอนแทคเลนส์ และเพศหญิงมีโอกาสเกิดกลุ่มอาการป่วยเหตุอาคาร (Sick-building syndrome) มากกว่าเพศชาย
- 5) **ปัจจัยทางด้านจิตใจและปัจจัยด้านงาน** โดยความเครียดและความไม่พึงพอใจในงานมีผลกับความชุกของการเกิดกลุ่มอาการป่วยเหตุอาคาร (Sick-building syndrome)

อาการและอาการแสดงของกลุ่มอาการป่วยเหตุอาคาร (Sick-building syndrome)

อาการที่พบบ่อยประกอบด้วย อาการระคายเคืองเยื่อปอดและอาการปวดหัว อาการระคายเคืองตา อาการระคายเคืองจมูกและไซนัส อาการระคายเคืองในลำคอ แสบหน้าอก คลื่นไส้ อาเจียน ปวดหัว วิงเวียนศีรษะ อ่อนล้า อ่อนเพลีย ซึ่งเป็นอาการที่ไม่จำเพาะ และมักสัมพันธ์กับสภาพแวดล้อมในอาคาร โดยอาการเหล่านี้จะเกิดหลังจากเข้าไปในอาคารไม่นานและอาการจะทุเลาลงเมื่อออกจากอาคาร

การตรวจร่างกายอาจไม่พบอาการผิดปกติใดๆ หรืออาจพบตาแดงหรือคอแดงเล็กน้อยได้ การตรวจทางห้องปฏิบัติการรวมถึงการถ่ายภาพเอกซเรย์ปอดและการตรวจสมรรถภาพปอดพบผลการตรวจปกติ

การรักษาในรายที่มีอาการผิดปกติควรให้แนะนำเพื่อให้ผู้ป่วยมั่นใจเกี่ยวกับอาการที่เป็นชั่วคราวและแหล่งกำเนิดสารปนเปื้อน หากมีความจำเป็นก็ควรนำผู้ป่วยออกจากแหล่งที่มีการปนเปื้อนของคุณภาพอากาศ

การจัดการสิ่งแวดล้อมในอาคารที่อาจมีผลต่อการเกิดอาการ ได้แก่ การลดอุณหภูมิห้องให้อยู่ในระดับขีดจำกัดล่างของอุณหภูมิสบาย ปรับระดับการระบายอากาศระหว่างภายในและภายนอกอาคารในอยู่ระดับ 25 L/s ต่อผู้ใช้อาคาร 1 คน การปรับปรุงคุณภาพอากาศให้อยู่ในเกณฑ์มาตรฐาน การกำจัดแหล่งกำเนิดมลพิษทางอากาศภายในอาคาร เป็นต้น นอกจากนี้ควรมีการสื่อสารความเสี่ยง การให้ความรู้และการสื่อสารแผนการปรับปรุงต่างๆ แก่ผู้ใช้อาคารเพื่อลดความกังวลของผู้ใช้อาคาร การใช้กฎระเบียบช่วยเสริม เช่น กำหนดพื้นที่ห้ามสูบบุหรี่ภายในอาคาร จะช่วยลดมลพิษทางอากาศในอาคารได้

2. Building associated hypersensitivity pneumonitis (ปอดอักเสบจากภูมิคุ้มกันที่เกี่ยวข้องกับอาคาร)

การเกิดปอดอักเสบจากภูมิคุ้มกันมีการรายงานการเกิดในบ้านหรือสถานที่ทำงานที่มีปัญหาความชื้นหรือที่ใช้ระบบเครื่องปรับอากาศที่สามารถก่อเกิดเชื้อราและแบคทีเรียได้แต่มีพบได้น้อย ปอดอักเสบจากภูมิคุ้มกันเป็นความผิดปกติของระบบภูมิคุ้มกันที่ถูกกระตุ้นจากการหายใจเอาแอนติบอดีที่แปลกปลอมเข้าไปในร่างกาย ซึ่งกรณีการเจ็บป่วยที่เกี่ยวข้องกับอาคารนี้ เกิดได้จากหายใจเอาเชื้อรา แบคทีเรีย อะมีบาที่ปนเปื้อนในระบบปรับอากาศเข้าสู่ร่างกาย แต่พบได้น้อยจากกรณีความชื้นจากพรมหรือการรั่วไหลของน้ำภายในอาคาร

3. บทบาทของความชื้น เชื้อราที่เกี่ยวข้องกับอาการทางระบบทางเดินหายใจ

กลุ่มเชื้อราที่ตรวจพบจากการตรวจวัดภายในอาคาร ได้แก่ Cladosporium, Penicillium, Aspergillus ซึ่งกลุ่มพวกนี้มักเกิดจากภายนอกอาคารแล้วเข้ามาเจริญเติบโตภายในอาคารที่บริเวณที่มีพื้นผิวชื้นหรือน้ำรั่วซึม การศึกษาวิจัยทางระบาดวิทยาบางงานพบว่าเชื้อราและความชื้นในอาคารอาจส่งผลต่ออาการทางระบบทางเดินหายใจได้ แต่ยังมีการศึกษาอีกหลายงานที่ไม่สามารถสรุปความสัมพันธ์เชิงเหตุผลได้

แนวทางขององค์การอนามัยโลกเกี่ยวกับความชื้นและเชื้อราในอาคาร

การมีน้ำรั่วซึมในอาคารและการระบายอากาศที่ไม่ดี ทำให้เชื้อจุลินทรีย์ต่างๆ เช่น เชื้อราและแบคทีเรียเจริญเติบโตได้ดีในอาคาร ซึ่งจุลินทรีย์เหล่านี้จะปล่อยสปอร์ ขึ้นส่วนเล็กๆ ของตัวเชื้อและสารอินทรีย์ระเหยเข้ามาในอาคาร ก่อให้เกิดมลพิษในอาคาร ก่อให้เกิดผลกระทบต่อสุขภาพ โดยพบว่าความชื้นในอาคารเกี่ยวข้องกับการเพิ่มความเสี่ยงการเกิดอาการทางระบบทางเดินหายใจ การติดเชื้อในระบบทางเดินหายใจและการกระตุ้นการกำเริบของโรคหอบหืด รวมถึงมีการเพิ่มความเสี่ยงในโรคทางเดินหายใจที่พบไม่บ่อย เช่น hypersensitivity pneumonitis, chronic rhinosinusitis และ allergic fungal sinusitis แต่ยังไม่สามารถสรุปความสัมพันธ์แบบเหตุผลกันได้ชัดเจน⁽¹⁹⁾

วิธีการกำจัดเชื้อราที่มองเห็น⁽²⁰⁾ คือ กำจัดแหล่งกำเนิดออกจากอาคารเพื่อป้องกันการปนเปื้อนในอากาศ หากมีเชื้อราอยู่ที่พื้นผิวเครื่องใช้ต่างๆ ให้ใช้ผ้าชุบน้ำสบู่อ่อนๆ เช็ดออกโดยระวังการฟุ้งกระจายของสปอร์ และเก็บผ้าที่ใช้นั้นใช้ถุงพลาสติกปิดมิดชิดและนำไปทิ้ง ในระหว่างและหลังการเช็ดทำความสะอาดควรเปิดหน้าต่างเพื่อให้มีการระบายอากาศไปสู่ภายนอกอาคาร แต่ต้องระมัดระวังไม่ให้เกิดการฟุ้งกระจายไปห้องอื่น หลังการกำจัดแหล่งกำเนิดเชื้อราแล้วควรทำความสะอาดทั้งห้องอีกครั้งหรือมีการใช้เครื่องกรองอากาศเพื่อลดการปนเปื้อนของเชื้อราให้มากที่สุด

2.4 ค่ามาตรฐานและคำแนะนำคุณภาพอากาศภายในอาคารและโรงพยาบาล

1) ค่ามาตรฐานคุณภาพอากาศที่แนะนำโดย American Society of Heating, Refrigerating, and Air Condition Engineers (ASHRAE)⁽²¹⁾

ในปี 2004 ASHRAE แนะนำค่าอุณหภูมิสบายที่ทำให้ร้อยละ 80 ของผู้ใช้อาคารมีความสบาย คือ มีอุณหภูมิ 20.5 ถึง 25 องศาเซลเซียส (68 ถึง 78 องศาฟาเรนไฮต์) ในฤดูร้อน และอุณหภูมิ 24.5 ถึง 28 องศาเซลเซียส (76 ถึง 82 องศาฟาเรนไฮต์) ในฤดูหนาว ความชื้นสัมพัทธ์ที่เหมาะสมคือร้อยละ 30 ถึง 60 เมื่อความชื้นสัมพัทธ์ต่ำกว่าร้อยละ 20 จะทำให้ไม่สบายตัวและรู้สึกผิวแห้ง แต่เมื่อความชื้นสัมพัทธ์สูงกว่าร้อยละ 60 จะทำให้เชื้อราเติบโตได้ ส่วนเรื่องการระบายอากาศ (Ventilation) ASHRAE ได้แนะนำว่าอากาศจากภายนอกอาคารควรหมุนเวียนเข้าภายในอาคารในอัตรา 17 cfm หรือเท่ากับ 8.5 L/s ต่อผู้ใช้อาคาร 1 คน

ก๊าซมลพิษที่สำคัญที่มีผลต่อคุณภาพอากาศในอาคารตัวหนึ่งคือ ก๊าซคาร์บอนไดออกไซด์ (CO₂) เพราะเป็นก๊าซที่เกิดจากการหายใจออกของผู้ใช้อาคาร การสะสมของก๊าซนี้ในอาคารแสดงความสัมพันธ์ระหว่างผู้ใช้อาคารและการระบายอากาศและการเติมอากาศของอาคาร การวัดระดับก๊าซคาร์บอนไดออกไซด์ภายใน

อาคารจะช่วยในการประเมินความเสี่ยงของการเติมอากาศจากภายนอกอาคาร ถ้าระดับของก๊าซคาร์บอนไดออกไซด์ภายในอาคารได้มากกว่า 1000 ppm จะสงสัยว่าภายในอาคารนั้นมีการระบายอากาศไม่เพียงพอและทำให้เกิดอาการปวดหัว ระคายเคืองเยื่อปอดได้

2) ค่ามาตรฐานคุณภาพอากาศที่แนะนำโดย Singapore Standard SS 554: 2009 [Code of Practice for Indoor Air Quality for Air Conditioned buildings] ⁽²²⁾ แนะนำ ดังนี้

- อุณหภูมิภายในอาคารที่ยอมรับได้กับการทำงานปกติ 8 ชั่วโมงต่อวัน กำหนดอุณหภูมิไว้ในช่วง 24-26°C
- ค่าความชื้นสัมพัทธ์ภายในอาคาร ที่ยอมรับได้กับการทำงานปกติ 8 ชั่วโมงต่อวัน สำหรับระดับความชื้นสัมพัทธ์ มีค่าน้อยกว่า 70 เปอร์เซ็นต์ (% Relative humidity)
- ปริมาณสารฟอร์มาลดีไฮด์ในอากาศภายในอาคาร ต้องไม่เกิน 0.1 ppm
- ปริมาณก๊าซคาร์บอนไดออกไซด์ในอาคาร ไม่ควรสูงกว่าภายนอกอาคารเกิน 700 ppm
- ปริมาณก๊าซคาร์บอนมอนอกไซด์ ไม่เกิน 9.0 ppm
- ปริมาณก๊าซโอโซน ไม่เกิน 0.1 ppm
- ปริมาณฝุ่นขนาดเล็กกว่า 10 ไมครอนในอาคาร ไม่เกิน 50µg/m³
- ปริมาณเชื้อแบคทีเรียและเชื้อรารวมในอากาศ (Total viable bacterial count & Total viable mould count) ไม่เกิน 500 CFU/m³

3) ค่าแนะนำตาม Guidelines for Environmental Infection Control in Health-Care Facilities Ventilation of Health care facilities⁽²³⁾

Guidelines for Environmental Infection Control in Health-Care Facilities Ventilation of Health care facilities เป็นแนวทางของ CDC ที่กำหนดคำแนะนำในการควบคุมป้องกันการติดเชื้อในโรงพยาบาลที่กำหนดขึ้นในปี 2003 และมีการปรับปรุงล่าสุดในปี 2019 โดยแบ่งเป็นคำแนะนำด้านต่างๆ รวมถึงด้านคุณภาพอากาศในห้องต่างๆของโรงพยาบาล เช่น ห้องผู้ป่วยนอก ห้องผ่าตัด เป็นต้น โดยคำแนะนำคุณภาพอากาศของห้องผ่าตัดกำหนดไว้ ดังนี้

ห้องผ่าตัดควรมีการจัดระบบความต่างความดันอากาศ โดยให้ห้องผ่าตัดมีความดันอากาศเป็นบวกเมื่อเทียบกับทางเดินและบริเวณข้างเคียง และให้มีอัตราการระบายอากาศตั้งแต่ 15 ACH ขึ้นไป โดยที่ต้องมีอากาศบริสุทธิ์อย่างน้อย 3 ACH ขึ้นไป การใช้แฟงกรองอากาศต้องมีประสิทธิภาพในการกรองร้อยละ 90 ขึ้นไป ในพารามิเตอร์ด้านอุณหภูมินั้น ค่าที่แนะนำมีความแตกต่างกันตามพื้นที่ปฏิบัติงานโดยห้องผ่าตัดเป็นห้องที่ต้องใช้อุณหภูมิระหว่าง 20-23 องศาเซลเซียส ซึ่งแตกต่างจากห้องอื่นๆ ที่อาจกำหนดอุณหภูมิที่สูงกว่าเพื่อเป็นอุณหภูมิสบายของผู้ป่วย ความชื้นสัมพัทธ์ในโรงพยาบาลควรอยู่ระหว่างร้อยละ 30-60 เนื่องจากความชื้นสัมพัทธ์ที่มากกว่าร้อยละ 60 จะทำให้ผู้ใช้อาคารรู้สึกไม่สบายตัวและเป็นช่วงความชื้นที่ทำให้เชื้อราเจริญเติบโตได้ดี

4) คำแนะนำตาม Practical Guidelines for Infection Control in Health Care Facilities⁽²⁴⁾

คำแนะนำของคุณภาพอากาศในการป้องกันการติดเชื้อสำหรับห้องผ่าตัด ได้แก่ อัตราการระบายอากาศอย่างน้อย 15 ACH อุณหภูมิอยู่ระหว่าง 20-22 องศาเซลเซียส ความชื้นสัมพัทธ์อยู่ระหว่างร้อยละ 30-60 และควรมีการบำรุงรักษาระบบปรับและระบายอากาศอย่างสม่ำเสมอเพื่อป้องกันการเกิดปัญหาคุณภาพอากาศที่ไม่เหมาะสม

5) คำแนะนำของ Healthcare Infection Society⁽²⁵⁾

เป็นคำแนะนำของสมาคมการติดเชื้อในบุคลากรทางการแพทย์ ที่กำหนดคำแนะนำจากความเห็นของผู้เชี่ยวชาญ โดยมีวัตถุประสงค์เพื่อป้องกันการติดเชื้อในห้องผ่าตัด และกำหนดห้องผ่าตัดเป็นประเภทต่างๆตามหัตถการที่ทำ สำหรับห้องผ่าตัดทั่วไป ได้กำหนดคำแนะนำสำหรับแบคทีเรียรวมและ/หรือเชื้อราว่าไม่ควรมากกว่า 180 โคโลนีต่อลูกบาศก์เมตร หากไม่ได้มีผู้ใช้อาคารอยู่ในห้องนั้นมากกว่าปกติหรือมีกิจกรรมการรักษาพยาบาลที่มากกว่าปกติ

6) มาตรฐานค่าเฝ้าระวังคุณภาพอากาศภายในอาคารตามร่างประกาศกรมอนามัย 2557⁽²⁶⁾

ร่างค่าเฝ้าระวังคุณภาพอากาศภายในอาคาร ได้กำหนดค่ามาตรฐานค่าเฝ้าระวังคุณภาพอากาศภายในอาคารดังนี้

ตารางที่ 1 แสดงค่าเฝ้าระวังคุณภาพอากาศภายในอาคาร ตามร่างประกาศของกรมอนามัย

พารามิเตอร์	คำแนะนำที่ยอมรับได้ (ค่าเฉลี่ย)	หน่วย
๑. ภาวะสบายเชิงความร้อน (Thermal comfort)		
อุณหภูมิ	24 ถึง 26	องศาเซลเซียส
ความชื้นสัมพัทธ์	50 ถึง 65	เปอร์เซ็นต์
การเคลื่อนที่ของอากาศ	0.1 ถึง 0.3	เมตรต่อวินาที
การระบายอากาศ	2 ถึง 10	ลูกบาศก์เมตร/ชั่วโมง/ตารางเมตร
๒. มลภาวะอากาศภายในอาคาร (Indoor air pollution)		
อนุภาคที่มีขนาดไม่เกิน 2.5 ไมครอน	ไม่เกิน 35	ไมโครกรัมต่อลูกบาศก์เมตร
อนุภาคที่มีขนาดไม่เกิน 10 ไมครอน	ไม่เกิน 50	ไมโครกรัมต่อลูกบาศก์เมตร
ก๊าซคาร์บอนไดออกไซด์	ไม่เกิน 1000	หนึ่งในล้านส่วน
ก๊าซคาร์บอนมอนอกไซด์	ไม่เกิน 9	หนึ่งในล้านส่วน
ก๊าซโอโซน	ไม่เกิน 0.1	หนึ่งในล้านส่วน
ก๊าซฟอร์มัลดีไฮด์	ไม่เกิน 0.1	หนึ่งในล้านส่วน

	ไม่เกิน 120	ไมโครกรัมต่อลูกบาศก์เมตร
สารประกอบอินทรีย์ระเหยง่ายทั้งหมด	ไม่เกิน 3	หนึ่งในล้านส่วน
แบคทีเรียรวม	ไม่เกิน 500	จำนวนโคโลนีต่อลูกบาศก์เมตร
เชื้อรารวม	ไม่เกิน 500	จำนวนโคโลนีต่อลูกบาศก์เมตร

7) ร่างมาตรฐานระบบปรับอากาศและระบายอากาศของวิศวกรรมสถานแห่งประเทศไทย ในพระบรมราชูปถัมภ์⁽²⁷⁾

กำหนดการออกแบบระบบปรับอากาศและระบายอากาศสำหรับห้องผ่าตัด (Operating Room, OR) ให้มีลักษณะเพิ่มเติมต่างจากห้องอื่นๆ ดังนี้

1. ห้องผ่าตัดทั่วไป ควรมีการติดตั้งแผงกรองอากาศอย่างน้อย 2 ชั้น โดยแผงกรองอากาศชั้นที่ 1 ควรมีประสิทธิภาพในการกรองขั้นต่ำในระดับเทียบเท่า MERV 7 และแผงกรองอากาศชั้นที่ 2 ควรมีประสิทธิภาพในการกรองขั้นต่ำในระดับเทียบเท่า MERV 14
2. ออกแบบให้สามารถปรับอุณหภูมิได้ในช่วง 17-27 องศาเซลเซียส
3. สามารถควบคุมความชื้นสัมพัทธ์ให้อยู่ในช่วง 45-55%
4. ควบคุมความดันภายในห้องให้สูงกว่าบริเวณรอบๆ
5. ควรมีการติดตั้งเครื่องวัดความดันแตกต่างภายในห้องเพื่อตรวจสอบได้ตลอดเวลา
6. ควรมีการติดตั้งเครื่องอ่านอุณหภูมิ และความชื้นสัมพัทธ์ ให้สามารถอ่านได้สะดวก

8) ค่าแนะนำระดับความสะอาดของอากาศในโรงพยาบาลตามคู่มือการออกแบบห้องสะอาดของวิศวกรรมสถานแห่งประเทศไทย⁽²⁸⁾

กำหนดห้องผ่าตัดทั่วไปเป็นห้องสะอาดระดับ 2 โดยการออกแบบห้องต้องควบคุมเชื้อโรคได้ในระดับ 50-200 โคโลนีต่อลูกบาศก์เมตร ต้องมีการติดตั้ง HEPA filter ในด้านที่จ่ายอากาศเข้าภายในห้อง และมีอัตราการแลกเปลี่ยนอากาศ 10-20 air change ต่อชั่วโมง

2.5 การตรวจวัดคุณภาพอากาศภายในอาคาร

1) Singapore Standard SS 554: 2009 [Code of Practice for Indoor Air Quality for Air Conditioned buildings] ได้เสนอแนะขั้นตอนในการประเมินและตรวจสอบคุณภาพอากาศภายในอาคาร 4 ขั้นตอน ดังภาพที่ 3 ดังนี้

- ขั้นตอนที่ 1 การเดินสำรวจอาคาร โดยผู้ที่มีความรู้ความสามารถเพื่อระบุปัญหาและความผิดปกติที่เกิดขึ้น ซึ่งอาจมีการใช้เซ็นเซอร์ในการตรวจสอบคุณภาพอากาศได้

- ขั้นตอนที่ 2 การตรวจวัดคุณภาพอากาศ การเก็บตัวอย่างอากาศ และการสอบถามผู้ใช้อาคาร
- ขั้นตอนที่ 3 การวิเคราะห์ข้อมูลเพื่อกำหนดปัญหาคุณภาพอากาศที่ไม่เหมาะสม
- ขั้นตอนที่ 4 การกำหนดมาตรการในการแก้ไขปัญหา

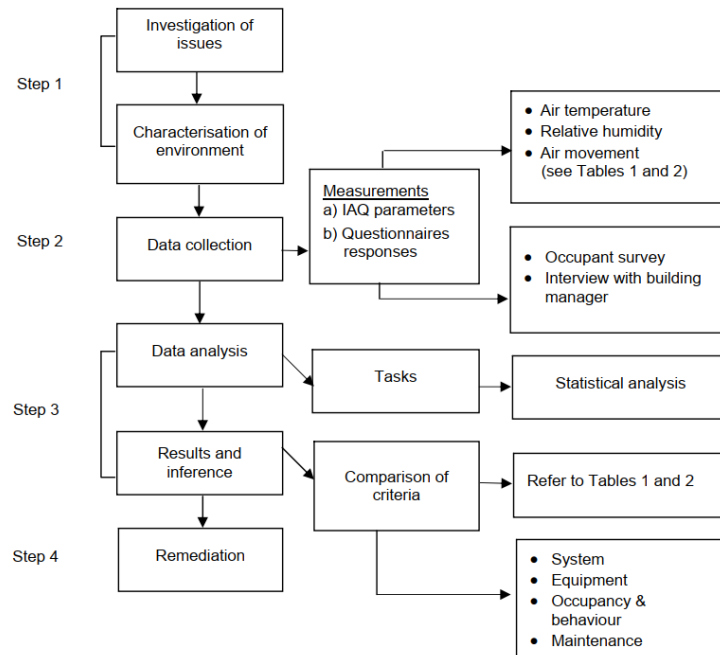


Figure 1 – Indoor air quality audit methodology

ภาพที่ 3 แสดงขั้นตอนในการตรวจคุณภาพอากาศภายในอาคาร

ที่มา : Singapore Standard SS 554: 2009

2) การตรวจวัดคุณภาพอากาศภายในอาคาร ตาม Singapore Standard SS 554: 2009 [Code of Practice for Indoor Air Quality for Air Conditioned buildings]

การกำหนดจำนวนจุดตรวจวัดคุณภาพอากาศภายในอาคาร กำหนดว่าในกรณีที่อาคารมีหลายชั้น การกำหนดร้อยละของชั้นที่สุ่มเลือกเก็บตัวอย่าง ควรเป็นไปตามตารางที่ 2 และควรเลือกเก็บตัวอย่าง อย่างน้อย 1 ตัวอย่างในบริเวณที่มีการแยกใช้เครื่องปรับอากาศ พัดลม หรือระบบปรับและระบายอากาศ และตัวอย่างนั้น ควรเลือกเก็บในบริเวณที่มีผู้ใช้อาคารอยู่จำนวนมากที่สุด หรือในบริเวณที่เกิดปัญหาคุณภาพอากาศหรือปัญหาสุขภาพของผู้ใช้อาคาร ส่วนการเก็บตัวอย่างคุณภาพอากาศภายนอกอาคารนั้น ควรดำเนินการเก็บตัวอย่าง อย่างน้อย 2 ตัวอย่าง ที่บริเวณทางเข้าอาคารหรือบริเวณที่มีการนำอากาศภายนอกเข้ามาภายในอาคาร

การจัดวางตำแหน่งของเครื่องมือในการตรวจวัดคุณภาพอากาศภายในอาคาร ควรมีความสูงจากพื้นระหว่าง 75 ถึง 120 เซนติเมตร เพื่อให้ความสูงใกล้เคียงกับบริเวณหายใจของผู้ใช้อาคาร และควรตั้งเครื่องมือหรือหัวตรวจวัดนั้นที่ตำแหน่งกลางห้องหรือในโซนที่มีผู้ใช้อาคารจำนวนมาก

ตารางที่ 2 แสดงความสัมพันธ์ของจำนวนชั้นในตึกและร้อยละของชั้นที่สุ่มเลือกในการเก็บตัวอย่าง

จำนวนชั้นในตึก	ร้อยละของชั้นที่สุ่มเลือกในการเก็บตัวอย่าง
น้อยกว่า 5	ร้อยละ 80 ของชั้น
5-10	ร้อยละ 70 ของชั้น
11-20	ร้อยละ 60 ของชั้น
21-30	12 ชั้น หรือ ร้อยละ 50 ของชั้น โดยเลือกเก็บตามเกณฑ์ที่มากกว่า
30-40	15 ชั้น หรือ ร้อยละ 40 ของชั้น โดยเลือกเก็บตามเกณฑ์ที่มากกว่า
40-50	16 ชั้น หรือ ร้อยละ 35 ของชั้น โดยเลือกเก็บตามเกณฑ์ที่มากกว่า
มากกว่า 50	18 ชั้น หรือ ร้อยละ 30 ของชั้น โดยเลือกเก็บตามเกณฑ์ที่มากกว่า

1) การตรวจวัดเชื้อราและแบคทีเรียรวม ตามวิธีของ NIOSH Method : 0800 BIOAEROSOL SAMPLING (Indoor Air)⁽²⁹⁾ ประกอบด้วย

เครื่องมือที่ใช้ในการเก็บตัวอย่าง

- อุปกรณ์เก็บตัวอย่าง ชนิด
 - Andersen 2-stage cascade impactor
 - Andersen N-6 single-stage sampler
- อาหารเลี้ยงเชื้อ (Sampling media) ชนิด
 - Malt extract agar (MEA) for fungi
 - Trypticase soy agar (TSA)
 - หรืออาหารเลี้ยงเชื้ออื่นๆที่เหมาะสม
- ปั๊มเก็บตัวอย่าง (Sampling pump)
- ผ้าก๊อช
- แอลกอฮอล์
- กล่องเก็บตัวรักษาตัวอย่าง

กลวิธีในการเก็บตัวอย่าง

- ดำเนินการเก็บตัวอย่างอย่างน้อย 3 จุด ได้แก่ จุดที่มีการร้องเรียนปัญหา จุดที่ไม่มีการร้องเรียน และภายนอกอาคาร

2. ในแต่ละจุดที่ทำการเก็บตัวอย่าง ควรเก็บอย่างน้อย 10 นาที
3. ควรเก็บตัวอย่างที่เป็น Blank sampling ด้วย

ขั้นตอนในการเก็บตัวอย่าง

1. สอบเทียบเครื่องปั๊มดูดอากาศก่อนการเก็บตัวอย่าง
2. ทำความสะอาดภาชนะรองรับอาหารเลี้ยงเชื้อ (sampler stage) ด้วยแอลกอฮอล์ และทิ้งไว้ให้แห้ง ก่อนนำเครื่องมือไปเก็บตัวอย่าง เพื่อป้องกันการอุดตันกลับทางผ่านของอากาศ
3. ใส่อาหารเลี้ยงเชื้อลงไปในภาชนะรองรับอาหารเลี้ยงเชื้อ เปิดฝาอาหารเลี้ยงเชื้อออกและต่อเข้ากับปั๊มดูดอากาศ โดยในขั้นตอนนี้ต้องระมัดระวังไม่ให้เกิดการปนเปื้อนที่จานอาหารเลี้ยงเชื้อ โดยระวังไม่สัมผัสบริเวณด้านหน้าของอาหารเลี้ยงเชื้อ
4. ทำการเก็บตัวอย่างตามเวลาที่กำหนด
5. ปิดเพื่อป้องกันการสัมผัสอาหารเลี้ยงเชื้อ และนำอาหารเลี้ยงเชื้อออกจากเครื่องมือ ดำเนินการเก็บบรรจุเพื่อนำส่งห้องปฏิบัติการในการตรวจวิเคราะห์

2.6 การศึกษาวิจัยที่เกี่ยวข้อง

1) การศึกษาของวิลาศ เทพทา⁽³⁰⁾ เรื่อง การประเมินผลคุณภาพสภาพแวดล้อมภายในอาคารสำนักงานประหยัดพลังงาน กรณีศึกษา: อาคารสำนักงานใหญ่ธนาคารกสิกรไทย พบว่า อุณหภูมิอากาศในแต่ละบริเวณทำงานมีค่าอยู่ระหว่าง 22- 27.5 องศาเซลเซียส อัตราการไหลของอากาศจากภายนอกแทนที่อากาศภายในสำนักงาน มีอัตราการระหว่าง 2.5-4 ลบ.ฟุต/คน ซึ่งมีค่าต่ำกว่ามาตรฐาน ASHRAE แต่ผลการสำรวจพบว่าผู้ใช้อาคารในบางกลุ่มยังสามารถพึงพอใจและรู้สึกว่ามีอากาศถ่ายเทเพียงพอ

2) การศึกษาของ ณัชจารีย์กร สวัสดิ์มงคลกุล และ ชุมพร มูรพันธุ์⁽³¹⁾ เรื่อง การรับรู้คุณภาพอากาศภายในอาคารสาธารณะ ที่ทำการศึกษาสภาพแวดล้อมและการใช้แบบสอบถามการรับรู้ในอาคารสาธารณะ 11 แห่ง พบว่า เมื่อค่าเฉลี่ยของอุณหภูมิ ความชื้น ปริมาณก๊าซคาร์บอนไดออกไซด์มีความแตกต่างกัน แต่ค่าเฉลี่ยการรับรู้ของผู้ใช้งานไม่มีความแตกต่างกันอย่างมีนัยสำคัญทางสถิติ จึงแสดงให้เห็นว่าผู้ใช้อาคารไม่สามารถรับรู้ถึงสภาพแวดล้อมภายในอาคารที่ต่ำกว่ามาตรฐานได้

3) ความชุกและปัจจัยของการเกิดโรคจากการทำงานในตึกของผู้ที่ทำงานในอาคารสำนักงานเขตราชบุรีบูรณะ โดย มนา จรรยา⁽³²⁾ พบว่า ความชุกของการเกิดกลุ่มอาการโรคจากการทำงานในตึกของผู้ที่ทำงานในอาคารสำนักงานเขตราชบุรีบูรณะพบว่าเกิดกลุ่มอาการทางระบบประสาทมากที่สุด จำนวน 59 คน (ร้อยละ 45.4) ปัจจัยด้านบุคคลที่มีความสัมพันธ์กับการเกิดกลุ่มอาการโรคจากการทำงานในตึก ได้แก่ อายุ และประวัติการเป็นโรคมุมนั้ ปัจจัยด้านลักษณะงาน ได้แก่ ลักษณะงานที่ทำ ความคิดเห็นเกี่ยวกับสภาพแวดล้อมในที่ทำงาน เรื่องมีฝุ่นเกาะตามพื้น ผนัง หรืออุปกรณ์ต่างๆ ความคิดเห็นเกี่ยวกับเสียงดัง

รบกวน และไม่พบว่าผลการตรวจวัดคุณภาพอากาศภายในอาคารมีความสัมพันธ์กับการเกิดกลุ่มอาการโรคจากการทำงานในตึก

4) การศึกษาความสัมพันธ์ระหว่างคุณภาพอากาศภายในอาคารโดยสารสาธณะกับกลุ่มอาการอาคารป่วยในพนักงานจำหน่ายตัวโดยสาร เขตจตุจักร กรุงเทพมหานคร ของณัทชัย เลิศการคำสุข นพรัตน์ นานคงเนบพิพัฒน์ ลักษณะจักรกล และวชิระ สิงหะเชนทร์⁽³³⁾ พบว่า ค่าเฉลี่ย ปริมาณ PM10 ในอากาศบริเวณช่องจำหน่ายตัวเท่ากับ $90.1 \pm 15.5 \mu\text{g}/\text{m}^3$ ค่าเฉลี่ยปริมาณแบคทีเรียเท่ากับ $212.3 \pm 129.3 \text{ cfu}/\text{m}^3$ ปริมาณเชื้อราเท่ากับ $54.5 \pm 4.5 \text{ cfu}/\text{m}^3$ และปริมาณความเข้มข้นของก๊าซคาร์บอนไดออกไซด์และก๊าซคาร์บอนมอนอกไซด์มีค่าเฉลี่ยเท่ากับ $745.4 \pm 236.1 \text{ ppm}$ และ $19.7 \pm 1.9 \text{ ppm}$ ตามลำดับ กลุ่มอาการอาคารป่วยในพนักงานที่พบ คือ อาการปวดศีรษะ (ร้อยละ 87.7) อาการคัดจมูก (ร้อยละ 81.7) อาการระคายเคืองตา (ร้อยละ 72.6) อาการคล้ายโรคหอบหืด (ร้อยละ 69.4) และอาการระคายเคืองผิวหนัง (ร้อยละ 60.3) และเมื่อนำมาหาความสัมพันธ์ระหว่างคุณภาพอากาศกับกลุ่มอาการพบว่ามีความสัมพันธ์กันอย่างมีนัยสำคัญทางสถิติ ($p < 0.05$) คือ อาการระคายเคืองตามีความสัมพันธ์กับปริมาณของฝุ่น PM10 ($p = 0.047$) อาการปวดศีรษะมีความสัมพันธ์กับปริมาณความเข้มข้นของก๊าซคาร์บอนไดออกไซด์ และปริมาณความเข้มข้นของก๊าซคาร์บอนมอนอกไซด์ที่ตรวจพบ ($p = 0.037$) และ ($p < 0.001$) ตามลำดับ

5) การศึกษาปัญหาคุณภาพอากาศภายในอาคารที่มีผลต่อโรคการเจ็บป่วยจากอาคารของผู้ปฏิบัติงานถ่ายเอกสารของ เขตศิริ นิลผาย, กานต์พิชชา เกียรติกิจโรจน์ และสุวรรณี จามจุรี⁽³⁴⁾ พบว่า สภาพแวดล้อมในการทำงานของกลุ่มศึกษาที่มีการปฏิบัติงานถ่ายเอกสาร มีค่าก๊าซคาร์บอนไดออกไซด์ ก๊าซโอโซน ฝุ่นขนาด 2.5 และ 10 ไมครอน ภายในอาคารสูงเกินกว่าเกณฑ์มาตรฐานมีค่าเฉลี่ยที่ 854 ppm, 0.16 ppm, 92 $\mu\text{g}/\text{m}^3$ และ 100 $\mu\text{g}/\text{m}^3$ ตามลำดับ กลุ่มศึกษามีโอกาสเกิดอาการของโรคการเจ็บป่วยจากอาคารถึง 12.10 เท่า เมื่อเทียบกับกลุ่มเปรียบเทียบและคุณภาพอากาศภายในอาคารสัมพันธ์กับการเป็นโรคการเจ็บป่วยจากอาคารอย่างมีนัยสำคัญทางสถิติ

6) การศึกษาของ ปานทิพย์ ธิโนชัย มนทิตรา เตี้ยเล็ก และจิรา คงปราน เรื่องคุณภาพอากาศภายในอาคารโรงพยาบาล:กรณีศึกษาโรงพยาบาลชุมชนแห่งหนึ่งในจังหวัดนครศรีธรรมราช⁽³⁵⁾ ซึ่งทำการตรวจวัดมลภาวะอากาศภายในอาคารทางชีวภาพและภาวะสบายเชิงความร้อนในโรงพยาบาลขนาด 120 เตียง จำนวน 5 แผนกพบว่า การตรวจวัดปริมาณแบคทีเรียรวมและเชื้อราวม มีค่าระหว่าง 3-411 CFU/m³ และ 0-289 CFU/m³ โดยค่าเฉลี่ยปริมาณแบคทีเรียรวมและเชื้อราวมตรวจพบสูงสุดในแผนกผู้ป่วยนอก

7) การศึกษาของ ณัฐพงศ์ แหละหมั่น เรื่องอัตราชุกและปัจจัยที่เกี่ยวข้องกับการเกิดกลุ่มอาการป่วยเหตุอาคารของเจ้าหน้าที่ที่ปฏิบัติงานในอาคารโรงพยาบาลที่มีการระบายอากาศไม่เพียงพอ⁽³⁶⁾ พบว่าอัตราความชุกของกลุ่มอาการป่วยเหตุอาคารอยู่ในช่วงร้อยละ 25- 26 และไม่พบความสัมพันธ์ระหว่างกลุ่มอาการป่วยเหตุอาคารกับสภาพการระบายอากาศที่ไม่เพียงพอ

8) การศึกษาของ Dong HC, Seock HC, Dong HK เรื่องอิทธิพลของควันจากการผ่าตัดต่อคุณภาพอากาศในห้องผ่าตัดโรงพยาบาล⁽³⁷⁾ พบว่าปริมาณ voc_5 ที่ตรวจพบปริมาณเตียงผ่าตัดและจุดระบายอากาศออกน้อยกว่าปริมาณที่ตรวจพบที่ช่องท้องผู้ป่วย แสดงให้เห็นว่าระบบปรับและระบายอากาศในห้องผ่าตัดเป็นส่วนสำคัญที่ลดการสัมผัสสิ่งปนเปื้อนในอากาศ

9) การศึกษาของ จิตรลดา ต้นพรหม เรื่องความสัมพันธ์ระหว่างกลุ่มอาการป่วยเหตุอาคารกับคุณภาพอากาศภายในโรงพยาบาลกลาง⁽³⁸⁾ พบว่าความชุกของกลุ่มอาการป่วยเหตุอาคาร คิดเป็น ร้อยละ 24.62 แต่ไม่พบความสัมพันธ์ระหว่างกลุ่มอาการป่วยเหตุอาคารกับคุณภาพอากาศภายในโรงพยาบาล และพบว่าการมีประวัติภูมิแพ้มีความเกี่ยวข้องกับกลุ่มอาการป่วยเหตุอาคารอย่างมีนัยสำคัญ ($p < 0.05$)

10) การศึกษาเรื่องกลุ่มอาการป่วยเหตุอาคารและคุณภาพอากาศด้านจุลินชีพ ในมหาวิทยาลัย Colombian Southwest ของ Ángela Daza-Perez, Diana Martínez-Benavides และ Paola A Caro-Hernández⁽³⁹⁾ พบกลุ่มอาการป่วยเหตุอาคารในกลุ่มศึกษาทั้ง 2 อาคาร โดยค่าเฉลี่ยแบคทีเรียอยู่ระหว่าง 200 ถึง 2000 UFC/ m^3 และตรวจแยกเชื้อราพบเชื้อรากลุ่ม Cladosporium และ Aspergillus มากที่สุด

11) การศึกษาของ Ilinca Nastasea, Cristiana Croitorua, Andreea Vartiresa, Ligia Tataranu เรื่อง Indoor environmental quality in Operating Rooms: An European standards review with Regard to Romanian Guidelines⁽⁴⁰⁾ ที่ทำการทบทวนมาตรฐานในการออกแบบระบบปรับและระบายอากาศในห้องผ่าตัด ผลการศึกษาพบว่ายังไม่มาตรฐานที่มีการใช้อย่างเป็นสากล โดยในแต่ละประเทศต่างมีการกำหนดมาตรฐานขึ้นมาใช้เอง เช่น Romanian standards เป็นต้น ผู้วิจัยจึงเสนอแนะให้มีการจัดทำมาตรฐานที่เป็นสากลเพื่อใช้ในการดูแลรักษาคุณภาพอากาศโดยเฉพาะภายในโรงพยาบาลให้ปลอดภัย ลดความเสี่ยงต่อการติดเชื้อจาก airborne infection ให้เกิดความปลอดภัยแก่ผู้รับบริการและเจ้าหน้าที่ผู้ปฏิบัติงาน

12) การศึกษาของ A.M. Spagnolo, G. ottria, D. amicitia, F. perdelli, M.L. cristina⁽⁴¹⁾ เรื่อง Operating theatre quality and prevention of surgical site infections ที่ทำการทบทวนปัจจัยที่มีผลต่อการติดเชื้อบริเวณที่ผ่าตัด (Surgical site infection) โดยมีปัจจัยเรื่องการระบายอากาศในห้องผ่าตัดเป็นปัจจัยหนึ่งที่ได้ทบทวน ซึ่งมีผลการทบทวนว่า ระบบปรับและระบายอากาศในห้องผ่าตัดเป็นส่วนสำคัญที่ช่วยลดการปนเปื้อนสารมลพิษในห้องผ่าตัด รวมถึงฝุ่นต่างๆ ห้องผ่าตัดจึงต้องมีการออกแบบให้เป็นไปตามแนวทางที่องค์กรต่างๆแนะนำเพื่อลดการติดเชื้อ เช่น แนวทางของ CDC เรื่อง Guidelines for environmental infection control in health-care facilities หรือ The 2008 edition of ANSI/ASHRAE/ASHE Standard 170 (Ventilation of Health-care Facilities) การศึกษานี้ยังอ้างถึงการศึกษาของ Charnley J.⁽⁴²⁾ ที่ทำการประเมินการผ่าตัด 5800 ครั้งและพบว่า การปนเปื้อนในห้องผ่าตัดเป็นปัจจัยสำคัญที่มีผลต่อการประสบความสำเร็จของการผ่าตัดเปลี่ยนข้อ และอัตราการติดเชื้อบริเวณที่ผ่าตัด (Surgical site infection) ลดลงจากร้อยละ 7 เหลือร้อยละ 0.5 เมื่อมีการใช้ unidirectional airflow regimes กับการใช้ high number of hourly air exchanges และการที่บุคลากรที่เข้าผ่าตัดใช้ชุดผ่าตัดแบบเฉพาะที่มีการปกคลุมทั้งร่างกาย และยังอ้างถึงการศึกษาที่ตามมาอีก 3 การศึกษา ได้แก่

1. การศึกษาของ Schwan A, Bengtsson S, Hambræus A และคณะ⁽⁴³⁾ เรื่อง Airborne contamination and post operative infection after total hip replacement และ 2. การศึกษาของ Lidwell OM, Lowbury E.J.L., Whyte W และคณะ⁽⁴⁴⁾ เรื่อง The effect of ultraclean air in operating theatres on deep sepsis in the joint after hip or knee replacement: a randomised study. และ 3. การศึกษาของ Gosden PE, MacGowan AP, Bannister GC.⁽⁴⁵⁾ เรื่อง Importance of air quality and related factors in the prevention of infection in orthopaedic implant surgery ที่ผลการศึกษาทั้งหมดพบว่า การติดเชื้อจากการผ่าตัดทางศัลยกรรมกระดูกลดลงเมื่อทำการผ่าตัดภายใต้เงื่อนไขที่มีการจัดระบบปรับและระบายอากาศแบบ ultra-clean air

13) การศึกษาของ Dharan S, Pittet D.⁽⁴⁶⁾ เรื่อง Environmental controls in operating theatres สรุปว่า การใช้การเก็บตัวอย่างแบคทีเรียรวมในห้องผ่าตัดยังไม่สามารถใช้เป็นตัวชี้วัดในการป้องกันการติดเชื้อบริเวณที่ผ่าตัด (Surgical site infection) ได้ เนื่องจากยังไม่มีค่ามาตรฐานที่กำหนดใช้แบบสากลและการตรวจวัดมีข้อจำกัดมากกว่า ดังนั้นการใช้การตรวจวัดปริมาณและขนาดอนุภาคอาจใช้ได้ในปัจจุบันเพื่อช่วยในการเฝ้าระวังการติดเชื้อบริเวณที่ผ่าตัด (Surgical site infection) ได้

14) Ling FS, Ian H.C, Chii S.C, Hui H.W, Li S.L, Yin Y.C และ Fu D.W.⁽⁴⁷⁾ เรื่อง Factors influencing microbial colonies in the air of operating rooms ที่กล่าวว่า ความเข้มข้นของปริมาณแบคทีเรียในห้องผ่าตัดมีความเกี่ยวข้องกับอัตราการติดเชื้อบริเวณผ่าตัด (surgical site infection rates) ปัจจัยที่มีผลต่อปริมาณความเข้มข้นของแบคทีเรีย ได้แก่ เติ่งผ่าตัด ประเภทของการผ่าตัด อวัยวะที่ทำการผ่าตัด จำนวนของบุคลากรที่เข้าปฏิบัติงานผ่าตัด และอุณหภูมิภายในห้องผ่าตัด

บทที่ 3

วิธีการศึกษา

3.1 รูปแบบการศึกษา

การศึกษาแบบพรรณนาเชิงสำรวจ ณ ช่วงเวลาหนึ่ง โดยใช้เครื่องมือในการคัดกรองผลกระทบต่อสุขภาพด้วยแบบสอบถาม การเดินสำรวจและการใช้เครื่องมือตรวจวัดคุณภาพอากาศในสถานที่ทำงาน ทำการศึกษาในห้องผ่าตัดของโรงพยาบาล 2 แห่ง ซึ่งตั้งอยู่ในภาคใต้และภาคกลาง ทำการเก็บข้อมูลในช่วงเดือน มิถุนายนและสิงหาคม ปี 2561

3.2 วิธีการดำเนินงาน

1. เครื่องมือที่ใช้ในการศึกษา

1) แบบสอบถามสภาวะสุขภาพของผู้ปฏิบัติงาน

แบบสอบถามเพื่อประเมินอาการของผู้ปฏิบัติงาน ปรับมาจากแบบสอบถามกลุ่มอาการป่วยเหตุอาการของกรมควบคุมโรค แบบสอบถามแบ่งออกเป็น 2 ส่วน ได้แก่ ข้อมูลทั่วไปและอาการทางสุขภาพที่เกิดขึ้นในเดือนที่ผ่านมา โดยทำการสัมภาษณ์ผู้ปฏิบัติงานที่ขึ้นปฏิบัติงานในช่วงเวลาที่ทำการตรวจวัดคุณภาพอากาศและสะดวกต่อการให้สัมภาษณ์

2) เครื่องมือในการตรวจวัดคุณภาพอากาศภายในอาคาร

การตรวจประเมินสภาพแวดล้อมในโรงพยาบาล ได้แก่ การตรวจประเมินจุลชีพในอากาศ คุณภาพอากาศภายในสถานที่ทำงาน ตามแนวทางการตรวจวัดตามมาตรฐานคุณภาพอากาศภายในอาคาร SS 554 (Code of practice for Indoor air quality for air-conditioned building Standard SPRING Singapore) และ NIOSH Method : 0800 BIOAEROSOL SAMPLING (Indoor Air) สำหรับการเก็บเชื้อราและแบคทีเรียรวมในอากาศ โดยจะทำการตรวจวัดทั้งภายในและภายนอกอาคารเพื่อเปรียบเทียบ

เครื่องมือที่ใช้เก็บตัวอย่างคุณภาพอากาศภายในอาคาร (IAQ)

- 1) เครื่องตรวจวิเคราะห์คุณภาพอากาศภายในอาคารแบบอ่านค่าโดยตรง (IAQ Monitoring) รุ่น AQ EXPERT หมายเลขเครื่อง IAQ 12307 ผู้ผลิต E-Instruments
- 2) เครื่องวิเคราะห์ฝุ่นในอาคาร (Particle Counter) รุ่น AEROCET 831 หมายเลขเครื่อง U11608 ผู้ผลิต MET ONE Instruments

เครื่องมือที่ใช้เก็บตัวอย่างตรวจวัดปริมาณเชื้อรา/แบคทีเรียในบรรยากาศ

- 1) Andersen 2-stage cascade impactor
- 2) อาหารเลี้ยงเชื้อ (Sampling media) 2 ชนิด ได้แก่
 - 2.1 ชนิด Plate count agar: PCA สำหรับเก็บตัวอย่างเชื้อแบคทีเรีย

2.2 ชนิด Potato dextrose agar: PDA สำหรับเก็บตัวอย่างเชื้อรา

2. ประชากรที่ศึกษา

ประชากรเป้าหมาย คือ ผู้ปฏิบัติงานในห้องผ่าตัดของโรงพยาบาล 2 แห่ง ซึ่งตั้งอยู่ในภาคใต้และภาคกลาง กลุ่มตัวอย่าง คือ ผู้ที่กำลังปฏิบัติงานในห้องผ่าตัดในเวลาที่ทำการตรวจวัดคุณภาพอากาศ

3. บุคลากรในการเก็บตัวอย่างอากาศและห้องปฏิบัติการที่ทำการตรวจวิเคราะห์ตัวอย่างอากาศ

ทำการเก็บตัวอย่างดำเนินการโดยบุคลากรของกรมควบคุมโรค ที่มีวุฒิการศึกษาขั้นต่ำในหลักสูตรปริญญาตรีด้านอาชีวอนามัย และนำส่งตัวอย่างการเก็บอากาศทั้งหมดเพื่อตรวจวิเคราะห์ที่ศูนย์อ้างอิงทางห้องปฏิบัติการและพิษวิทยา กองโรคจากการประกอบอาชีพและสิ่งแวดล้อม กรมควบคุมโรค

4. การเก็บรวบรวมข้อมูล

- 1) การเดินสำรวจสภาพแวดล้อมในสถานที่การทำงาน
- 2) การตรวจประเมินสภาพแวดล้อมในห้องผ่าตัดตามแนวทางการตรวจวัดตามมาตรฐานคุณภาพอากาศภายในอาคาร SS555 (Code of practice for Indoor air quality for air-conditioned building Standard SPRING Singapore) และ NIOSH Method : 0800 BIOAEROSOL SAMPLING (Indoor Air) สำหรับการเก็บเชื้อราและแบคทีเรียรวมในอากาศ โดยจะทำการตรวจวัดทั้งภายในและภายนอกอาคารเพื่อเปรียบเทียบ
- 3) การเก็บข้อมูลสภาวะสุขภาพของผู้ปฏิบัติงานในสถานที่ทำงานที่สงสัยปัญหาคุณภาพอากาศไม่เหมาะสม

5. การวิเคราะห์ข้อมูล

การแปลผลการตรวจประเมินคุณภาพอากาศและการปนเปื้อนมลพิษอากาศในห้องผ่าตัด

เนื่องจากปัจจุบันค่ามาตรฐานคุณภาพอากาศในห้องผ่าตัดยังไม่มีค่าที่แนะนำเป็นสากล ซึ่งคุณภาพอากาศในห้องผ่าตัดนั้นมีผลต่อทั้งผู้รับบริการและผู้ปฏิบัติงานในห้องผ่าตัด ดังนั้นเกณฑ์ที่ใช้อ้างอิงในครั้งนี้จะใช้เกณฑ์แนะนำต่างๆ ดังนี้

1. American Society of Heating, Refrigerating and Air-Conditioning Engineers (ASRAE)
2. Guidelines for Environmental Infection Control in Health-Care Facilities Ventilation of Health care facilities
3. Practical Guidelines for Infection Control in Health Care Facilities
4. เกณฑ์ของ SS554 ของ SPRING SINGAPORE (The Standards, Productivity and Innovation Board) Ministry of Trade and Industry, Singapore ประเทศสิงคโปร์
5. มาตรฐานค่าเฝ้าระวังคุณภาพอากาศภายในอาคารตามร่างประกาศกรมอนามัย 2557
6. ร่างมาตรฐานระบบปรับอากาศและระบายอากาศของวิศวกรรมสถานแห่งประเทศไทย ในพระบรมราชูปถัมภ์

7.คำแนะนำของ Healthcare Infection Society เพื่อควบคุมการติดเชื้อในห้องผ่าตัด

8.คำแนะนำระดับความสะอาดของอากาศในโรงพยาบาลตามคู่มือการออกแบบห้องสะอาดของวิศวกรรมสถานแห่งประเทศไทย

การเลือกใช้เกณฑ์แนะนำต่างๆ มุ่งหวังให้เกณฑ์เหล่านี้เป็นคำแนะนำขั้นต่ำที่สุดที่ควรดำเนินการในการควบคุมคุณภาพอากาศภายในห้องผ่าตัด เพื่อปกป้องสุขภาพผู้ปฏิบัติงานและป้องกันการติดเชื้อจากการผ่าตัดแก่ผู้รับบริการ

6. การคืนข้อมูลและจัดทำมาตรการในการแก้ปัญหา

หลังการตรวจวัดและวิเคราะห์ผลการศึกษา ได้จัดทำข้อเสนอแนะในการแก้ปัญหาและการเฝ้าระวังสภาพแวดล้อมในการทำงานและการเฝ้าระวังสุขภาพผู้ปฏิบัติงานอย่างต่อเนื่อง และลงพื้นที่เพื่อคืนข้อมูลผลการศึกษาที่ได้แก่ผู้บริหารโรงพยาบาลทั้งสองแห่ง เพื่อดำเนินการปรับปรุงแก้ไขปัญหา หลังจากนั้นจึงดำเนินการตรวจวัดคุณภาพอากาศซ้ำหลังการจัดการปัญหาของโรงพยาบาล

บทที่ 4

ผลการศึกษา

4.1 ผลการเดินสำรวจสภาพแวดล้อมในการทำงานที่เป็นปัญหา

การเดินสำรวจเบื้องต้น ห้องผ่าตัดในโรงพยาบาลที่ 1 ตั้งอยู่ที่ชั้น 5 และ 6 ของอาคาร พบว่า บริเวณห้องเก็บของชั้นที่ 5 เป็นจุดที่มีน้ำรั่วซึมอยู่บริเวณฝ้าเพดานและมีเชื้อราขึ้นอยู่ มีฝุ่นเกาะอยู่บริเวณจุดที่มีการนำอากาศออก (Return Air) ส่วนห้องผ่าตัดของโรงพยาบาลที่ 2 ตั้งอยู่บริเวณชั้น 5 โดยห้องผ่าตัดที่ 1 ที่เคยมีน้ำรั่วไหลจากชั้นที่ 6 ได้รับการซ่อมแซมฝ้าเพดานเรียบร้อยแล้วจึงไม่พบจุดรั่วซึมของน้ำในวันที่ทำการสำรวจ

4.2 ผลการตรวจประเมินคุณภาพอากาศในห้องผ่าตัดของโรงพยาบาล แยกเป็นด้านๆ ตามพารามิเตอร์ รายละเอียดตามตารางที่ 3 ดังนี้

1. พารามิเตอร์ทางด้านสภาวะสบายเชิงความร้อน (Thermal comfort parameters)

คุณภาพอากาศภายในอาคาร พบว่า ส่วนใหญ่ไม่เกินค่ามาตรฐาน ยกเว้นอุณหภูมิซึ่งมีกำหนดมาตรฐานหลากหลายมาตรฐาน หากเทียบกับอุณหภูมิที่แนะนำเพื่อควบคุมการติดเชื้อในห้องผ่าตัดตาม Guidelines for Environmental Infection Control in Health-Care Facilities Ventilation of Health care facilities และ Practical Guidelines for Infection Control in Health Care Facilities (WHO) พบว่ามีห้องผ่าตัด 1 ห้องของโรงพยาบาลที่ 2 ตรวจวัดอุณหภูมิได้ 18.4 ซึ่งเป็นค่าที่ต่ำกว่าค่าแนะนำ หากเทียบกับ ร่างมาตรฐานระบบปรับอากาศและระบายอากาศของวิศวกรรมสถานแห่งประเทศไทย ในพระบรมราชูปถัมภ์ พบว่ามี 2 จุดของโรงพยาบาลที่ 2 ที่มีค่าต่ำกว่าค่าแนะนำที่ 17 องศาเซลเซียส

ผลการตรวจวัดความชื้นสัมพัทธ์อากาศตาม Guidelines for Environmental Infection Control in Health-Care Facilities Ventilation of Health care facilities และ Practical Guidelines for Infection Control in Health Care Facilities (WHO) พบว่าทุกจุดตรวจวัดของทั้ง 2 โรงพยาบาลผ่านเกณฑ์แนะนำ

2. พารามิเตอร์ทางด้านเคมี (Chemical parameters)

ผลการตรวจวัดคุณภาพอากาศภายในอาคารเทียบกับมาตรฐาน SS554 ของ SPRING SINGAPORE (The Standards, Productivity and Innovation Board) Ministry of Trade and Industry, Singapore ประเทศสิงคโปร์ และมาตรฐานค่าเฝ้าระวังคุณภาพอากาศภายในอาคารตามร่างประกาศกรมอนามัย 2557 (ยังไม่มีผลบังคับใช้ทางกฎหมาย) พบว่า การตรวจวัดปริมาณก๊าซคาร์บอนไดออกไซด์และก๊าซคาร์บอนมอนอกไซด์ ก๊าซโอโซนและปริมาณสารอินทรีย์ระเหยรวมภายในอาคารของห้องผ่าตัดโรงพยาบาลที่ 1 และ 2 ทุกจุดตรวจวัดที่มีค่าผ่านเกณฑ์ตามค่าแนะนำ การตรวจวัดสารฟอร์มัลดีไฮด์ภายในอาคารพบว่าโรงพยาบาลที่ 1 มี 3 จุดตรวจวัดที่มีค่าสูงกว่าเกณฑ์ และโรงพยาบาลที่ 2 พบ 1 จุดตรวจวัดที่มีค่าสูงกว่าเกณฑ์

ตารางที่ 3 แสดงผลการตรวจวัดคุณภาพอากาศ

ลำดับ	จุดตรวจวัด	ผลการตรวจวัด									ผลการวิเคราะห์ (CFU/m³)	
		Carbon dioxide (ppm)	Carbon monoxide (ppm)	Comfort Temp. (°C)	Relative Humidity (%RH)	Fomaldehyde (ppm)	Ozone (ppm)	VOCs (ppm)	PM10 (µg/m³)	PM2.5 (µg/m³)	Total Bacteria	Total Mold
โรงพยาบาลที่ 1												
1.	ห้องผ่าตัดที่ 3	403	0.30	20.3	31.6	0.00	0.01	0.00	5.8	0.8	115	8
2.	ห้องผ่าตัดที่ 5	355	1.45	18.4*	45.5	0.00	0.00	0.00	21.8	1.8	120	No Growth
3.	ห้องผ่าตัดที่ 6	443	1.50	20.6	40.1	0.06	0.00	0.50	19.8	2.8	98	5
4.	ห้องผ่าตัดศัลยกรรมกระดูก	572	1.20	21.0	35.0	0.00	0.00	0.00	99.9*	18.8	385*	15
5.	ห้องตรวจที่ 11	460	2.25	23.0	44.5	0.19*	0.00	0.00	78.7*	16.5	1418*	78
6.	ห้องผ่าตัด 12	711	3.05	21.9	41.7	0.58*	0.00	0.00	119.9*	15.5	453*	115
7.	ห้องโถงกลางห้องผ่าตัด	489	2.30	21.8	48.3	0.23*	0.00	0.00	58.6*	11.3	1078*	123
8.	ห้อง Bronchoscope	280	1.10	21.7	49.7	0.00	0.00	0.00	23.0	12.0	85	180
ผลตรวจภายนอกอาคาร (Out Door)		183	0.80	32.0	44.6	0.00	0.00	108.50	92.0	28.9	32.0	425
โรงพยาบาลที่ 2												
1	ห้องผ่าตัดหมายเลข 1	379	0.00	20.7	47.8	0.00	0.030	0.00	1.9	0.5	35	15
2	ห้องผ่าตัดหมายเลข 2	404	0.00	17.3*	55.3	0.00	0.00	0.00	1.8	0.4	15	5
3	ห้องผ่าตัดหมายเลข 3	452	0.00	16.8*	49.7	0.00	0.021	0.00	3.0	1.0	10	30
4	ห้องผ่าตัดหมายเลข 4	545	0.00	16.4*	51.7	0.00	0.001	0.00	4.4	1.1	40	15
5	ห้องผ่าตัดหมายเลข 5	416	0.00	17.0*	50.0	0.00	0.010	0.00	1.0	0.2	5	5
6	ห้องผ่าตัดหมายเลข 6	756	0.4	17.5*	50.3	0.238*	0.017	0.00	26.9	4.0	65	25
7	ห้องผ่าตัดหมายเลข 7	404	0.00	18.3*	49.9	0.00	0.017	0.00	1.8	0.5	5	15
8.	ห้องผ่าตัดหมายเลข 8	399	0.00	20.0	45.2	0.00	0.027	0.00	4.3	1.2	15	45
9.	ห้องเก็บเครื่องมือปราศจากเชื้อ	443	0.00	19.1*	65.0	0.00	0.005	0.00	6.0	3.6	50	70
ผลตรวจภายนอกอาคาร (Out Door)		306	0.00	31.8	52.7	0.00	0.00	0.017	67.0	17.3	310	155
มาตรฐานฯ SS554: 2009 (ลิงค์โปร)		มากกว่าภายนอกไม่เกิน 700 ppm	9 ppm	24-26 °C	30-65%* (ASHRAE)	0.1 ppm	0.1 ppm	3 ppm	50 µg/m³	35 µg/m³		

3. ฝุ่นละออง (Respirable suspended particles)

การตรวจวัดปริมาณฝุ่นละอองขนาดเล็ก PM10 และ PM2.5 ยังไม่มีคำแนะนำสำหรับห้องผ่าตัด แต่เทียบกับมาตรฐาน SS554 ของ SPRING SINGAPORE (The Standards, Productivity and Innovation Board) Ministry of Trade and Industry, Singapore ประเทศสิงคโปร์ พบว่าภายในอาคารของห้องผ่าตัด โรงพยาบาลที่ 1 มี 4 จุดที่ไม่ผ่านเกณฑ์แนะนำค่าปริมาณฝุ่นระดับหายใจภายในอาคาร แต่ผลการตรวจวัดปริมาณ ฝุ่นละอองขนาดเล็ก PM2.5 ผ่านทุกจุด ส่วนห้องผ่าตัดโรงพยาบาลที่ 2 ตรวจวัดปริมาณฝุ่นละอองขนาดเล็ก PM 10 และ PM 2.5 ผ่านทุกจุด

4. พารามิเตอร์ทางด้านจุลชีพ (Biological parameters)

ผลการตรวจวัดแบคทีเรียรวมและเชื้อราภายในห้องผ่าตัดยังไม่มีเกณฑ์มาตรฐานที่ใช้ในระดับสากล แต่มีบางประเทศมีการกำหนดเกณฑ์มาตรฐานของตนเอง⁽⁴⁸⁾ รวมถึงค่าที่แนะนำของ Healthcare Infection Society⁽²⁵⁾ ที่แนะนำที่ 180 CFU/m³ และค่าแนะนำระดับความสะอาดของอากาศในโรงพยาบาลตามคู่มือ การออกแบบห้องสะอาดของวิศวกรรมสถานแห่งประเทศไทยที่แนะนำสำหรับห้องผ่าตัดทั่วไปเป็นห้องสะอาด ระดับ 2 ที่มีเชื้อโรคต่ำในระดับ 50-200 CFU/m³ หากเทียบกับผลที่ตรวจวัดได้ของทั้ง 2 โรงพยาบาล พบว่า ห้องผ่าตัดของโรงพยาบาลที่ 2 ไม่มีผลการตรวจวัดแบคทีเรียรวมและเชื้อราใดที่มีค่ามากกว่าคำแนะนำ ส่วน โรงพยาบาลที่ 1 พบว่าแบคทีเรียรวมมีค่าสูงกว่ามาตรฐานอยู่ 4 จุดและจุดที่มากที่สุดมีค่าสูงถึง 1418 CFU/m³ และพบว่าผลการตรวจวัดเชื้อราในอากาศของโรงพยาบาลที่ 1 ไม่มีจุดตรวจวัดใดมีค่ามากกว่าคำแนะนำ

4.3 ผลการประเมินภาวะสุขภาพของเจ้าหน้าที่ผู้ปฏิบัติงาน

1. ข้อมูลทั่วไป

โรงพยาบาลที่ 1 ผู้ให้สัมภาษณ์แบบสอบถามทั้งหมด 19 คน เป็นผู้หญิง 10 คน ผู้ชาย 9 คน มีอายุเฉลี่ย 33.74 ปี ส่วนใหญ่สำเร็จการศึกษาระดับปริญญาตรี จำนวน 9 คน มีระยะเวลาทำงานล่วงเวลาเฉลี่ย 40 ชั่วโมงต่อสัปดาห์ และมีการทำงานล่วงเวลาโดยมีระยะเวลาทำงานล่วงเวลาเฉลี่ย 28.06 ชั่วโมงต่อสัปดาห์ โดยมี 1 คนที่ไม่ได้ทำงานล่วงเวลา มี 3 คนที่มีประวัติสูบบุหรี่ ส่วนประวัติโรคประจำตัวพบว่ามี 10 คนที่มีโรคประจำตัว ส่วนใหญ่ ได้แก่ ภูมิแพ้ 7 คน ไส้สออักเสบ 3 คนรายละเอียดดังตารางที่ 4

โรงพยาบาลที่ 2 ผู้ขึ้นปฏิบัติงานในแผนกในวันที่ทำการสำรวจทั้งหมดจำนวน 27 คน โดยแบ่งเป็น แผนกห้องผ่าตัดจำนวน 19 คน และแผนกวิสัญญีจำนวน 8 คน ได้ดำเนินการสัมภาษณ์กลุ่มเสี่ยงที่ขึ้นปฏิบัติงาน จำนวน 20 คน พบว่า ผู้ให้สัมภาษณ์เป็นเพศหญิงมากที่สุด จำนวน 19 คน มีอายุเฉลี่ย 46.70 ปี ส่วนใหญ่ สำเร็จการศึกษาระดับปริญญาตรีจำนวน 14 คน คน มีระยะเวลาทำงานล่วงเวลาเฉลี่ย 40 ชั่วโมงต่อสัปดาห์ และมีการทำงานล่วงเวลาเป็นจำนวน 18 คน โดยมีระยะเวลาทำงานล่วงเวลาเฉลี่ย 25.68 ชั่วโมงต่อสัปดาห์

ประวัติโรคประจำตัวพบว่า มีประวัติโรคประจำตัว 11 คน ส่วนใหญ่พบ โรคภูมิแพ้ 10 คน ไม่มีผู้ให้สัมภาษณ์ รายใดสูบบุหรี่ รายละเอียดดังตารางที่ 4

2. ลักษณะอาการทางสุขภาพที่เกิดขึ้นในขณะที่ปฏิบัติงานช่วง 1 เดือนที่ผ่านมา

โรงพยาบาลที่ 1 ผู้ให้สัมภาษณ์มีอาการทางตา 10 คน โดยมีอาการระคายเคืองตามากที่สุดเท่ากับ 4 คน อาการทางจมูก 11 คน พบอาการแสบจมูกและคัดจมูกมากที่สุด อย่างละ 4 คน มีอาการระบบทางเดินหายใจ 2 คน ได้แก่ อาการแสบคอ ระคายเคืองคอและเจ็บคอ พบอาการทางระบบประสาท 6 คน ส่วนใหญ่มีอาการอ่อนล้าอ่อนเพลีย 3 คน พบอาการทางผิวหนัง 1 คน รายละเอียดดังตารางที่ 5

โรงพยาบาลที่ 2 พบว่าผู้ให้สัมภาษณ์มีอาการทางตา 3 คน ส่วนใหญ่เป็นอาการคันตา อาการทางจมูก 10 คน พบอาการแสบจมูกมากที่สุด 4 คน มีอาการระบบทางเดินหายใจ 4 คน ได้แก่ ไอแห้ง รู้สึกหายใจอึดอัด แน่นหน้าอกและแสบคอ อาการทางระบบประสาท 1 คน คือ มีอาการเวียนศีรษะ พบอาการทางผิวหนัง คันตามแขน มีผื่นคัน 2 คน รายละเอียดดังตารางที่ 5

3. ความคิดเห็นเกี่ยวกับความพึงพอใจในงาน

โรงพยาบาลที่ 1 พบว่าส่วนใหญ่รู้สึกพึงพอใจในการทำงาน 18 คน ไม่พึงพอใจ 1 คน และเห็นว่างานที่ทำอยู่ทำให้เกิดความเครียด 7 คน รายละเอียดดังตารางที่ 4

โรงพยาบาลที่ 2 พบว่าทั้ง 20 คนรู้สึกพึงพอใจในการทำงาน และเห็นว่างานที่ทำอยู่ทำให้เกิดความเครียด 12 คน รายละเอียดดังตารางที่ 4

4. ความคิดเห็นของผู้สัมภาษณ์เกี่ยวกับสภาพแวดล้อมในที่ทำงาน

โรงพยาบาลที่ 1 ความคิดเห็นเกี่ยวกับสภาพแวดล้อมในที่ทำงาน พบว่าส่วนใหญ่เห็นว่าสภาพแวดล้อมในที่ทำงานอากาศร้อน 6 คน อากาศเย็นเกินไปจำนวน 5 คน อากาศอับชื้นจำนวน 5 คน กลิ่นอับในสถานที่ทำงานจำนวน 2 คน และการระบายอากาศไม่ดีจำนวน 5 คน รายละเอียดดังตารางที่ 6

โรงพยาบาลที่ 2 ความคิดเห็นเกี่ยวกับสภาพแวดล้อมในที่ทำงาน พบว่าส่วนใหญ่เห็นว่าสภาพแวดล้อมในที่ทำงานอากาศเย็นเกินไปจำนวน 14 คน อากาศอับชื้นจำนวน 13 คน กลิ่นอับในสถานที่ทำงานจำนวน 12 คน และการระบายอากาศไม่ดีจำนวน 4 คน รายละเอียดดังตารางที่ 6

ตารางที่ 4 แสดงข้อมูลทั่วไปของเจ้าหน้าที่ผู้ปฏิบัติงาน

ข้อมูล	โรงพยาบาลที่ 1		โรงพยาบาลที่ 2	
	N = 19 คน		N = 20 คน	
เพศ (คน)				
- เพศชาย	9		1	
- เพศหญิง	10		19	
ระดับการศึกษา (คน)				
- ต่ำกว่าปริญญาตรี	8		6	
- ปริญญาตรี	9		14	
- สูงกว่าปริญญาตรี	2		-	
	ใช่	ไม่ใช่	ใช่	ไม่ใช่
การทำงานล่วงเวลา (คน)	18	1	19	1
การสูบบุหรี่ (คน)	3	16	0	20
ประวัติโรคประจำตัว (คน)	10	9	11	9
ความคิดเห็นเกี่ยวกับความพึงพอใจในงาน (คน)	18	1	20	0
งานที่ทำอยู่ทำให้รู้สึกเครียด (คน)	7	12	12	8

ตารางที่ 5 แสดงภาวะสุขภาพของเจ้าหน้าที่ผู้ปฏิบัติงานในช่วง 1 เดือนที่ผ่านมา

อาการ	โรงพยาบาลที่ 1 (คน)	โรงพยาบาลที่ 2 (คน)	อาการ	โรงพยาบาลที่ 1 (คน)	โรงพยาบาลที่ 2 (คน)
อาการทางตา			อาการทางจมูก		
ระคายเคืองตา	4	-	แสบจมูก	4	4
ตาแห้ง	3	-	ระคายเคืองจมูก	2	3
คันตา	2	2	น้ำมูกไหล	1	1
แสบตา	1	1	คัดจมูก	4	2
ระบบทางเดินหายใจ			ระบบประสาท		
ไอแห้ง	-	1	อ่อนล้าอ่อนเพลีย	3	-
รู้สึกหายใจอึดอัด	-	1	เวียนศีรษะ	1	1
แน่นหน้าอก	-	1	ปวดศีรษะ	-	-
แสบคอ	1	1	ง่วงเหงาหาวนอน	1	-
ระคายคอ	1	-	ขาดสมาธิในการทำงาน	1	-
เจ็บคอ	1	-	ผิวหนังคัน มีผื่น	1	2

ตารางที่ 6 ความคิดเห็นเกี่ยวกับสภาพแวดล้อมในที่ทำงานของเจ้าหน้าที่ผู้ปฏิบัติงาน

ความคิดเห็นเกี่ยวกับสภาพแวดล้อมในที่ทำงาน	โรงพยาบาลที่ 1 (คน)	โรงพยาบาลที่ 2 (คน)
อากาศร้อน	6	-
อากาศเย็นเกินไป	5	14
อากาศอับชื้น	5	14
มีกลิ่นอับ กลิ่นไม่พึงประสงค์ เช่น กลิ่นสารเคมี อาหาร คาวัน ไอเสียรถยนต์	2	12
การระบายอากาศไม่ดี	5	4
อื่นๆ เช่น มีแมลง หลังคารั่ว และไม่ระบุ	5	-
มีฝุ่นเกาะตามพื้นผิว	3	-
เสียงดังรบกวน	2	1
แสงสว่างไม่เพียงพอ	1	-
รู้สึกไม่สะอาด	1	-

บทที่ 5

สรุปและอภิปรายผลการศึกษา

จากผลการเดินสำรวจและการตรวจประเมินคุณภาพอากาศในห้องผ่าตัดของโรงพยาบาลที่ 1 พบว่าค่า PM10 และแบคทีเรียรวมสูงกว่าที่แนะนำ และผลการสัมภาษณ์ผู้ปฏิบัติงานของโรงพยาบาลที่ 1 รายงานอาการระคายเคืองทั้งทางจมูกและตา สอดคล้องกับผลการประเมินและการพบเห็นหลักฐานการมีเชื้อราหรือความชื้นในอาคาร จากผลการสอบถามอาการยังไม่พบว่ามีผู้ปฏิบัติงานรายใดที่มีอาการของการติดเชื้อในระบบทางเดินหายใจ ส่วนใหญ่รายงานว่ามีอาการระคายเคือง ดังนั้นในผู้ปฏิบัติงานกลุ่มนี้ยังไม่มีอาการที่ส่งสัยการเจ็บป่วยที่เกี่ยวข้องกับอาคาร (Building-related illness) อาการที่พบทำให้สงสัยการเกิดกลุ่มอาการป่วยเหตุอาคารได้ แต่เนื่องจากกลุ่มอาการป่วยเหตุอาคารนั้นอาจพบได้แม้การตรวจประเมินคุณภาพอากาศภายในอาคารปกติและไม่มีการพบแหล่งปนเปื้อนคุณภาพอากาศ⁽¹⁸⁾ และจากการศึกษาเรื่องความสัมพันธ์ระหว่างกลุ่มอาการป่วยเหตุอาคารกับคุณภาพอากาศภายในโรงพยาบาลกลาง⁽³⁸⁾ พบว่าความชุกของกลุ่มอาการป่วยเหตุอาคารคิดเป็น ร้อยละ 24.62 แต่ไม่พบความสัมพันธ์ระหว่างกลุ่มอาการป่วยเหตุอาคารกับคุณภาพอากาศภายในโรงพยาบาล ซึ่งคล้ายคลึงกับการศึกษาเรื่องอัตราชุกและปัจจัยที่เกี่ยวข้องกับการเกิดกลุ่มอาการป่วยเหตุอาคารของเจ้าหน้าที่ที่ปฏิบัติงานในอาคารโรงพยาบาลที่มีการระบายอากาศไม่เพียงพอ⁽³⁶⁾ พบว่าอัตราความชุกของกลุ่มอาการป่วยเหตุอาคารอยู่ในช่วงร้อยละ 25- 26 และไม่พบความสัมพันธ์ระหว่างกลุ่มอาการป่วยเหตุอาคารกับสภาพการระบายอากาศที่ไม่เพียงพอ การดูแลสุขภาพผู้ปฏิบัติงานกลุ่มนี้จึงต้องมีการเฝ้าระวังอาการต่อเนื่อง โดยเฉพาะผู้ปฏิบัติงานที่มีโรคประจำตัวเป็นภูมิแพ้ที่อาจมีอาการมากกว่าได้ตามผลการศึกษาของจิตรลดาต้นพรหม เรื่องความสัมพันธ์ระหว่างกลุ่มอาการป่วยเหตุอาคารกับคุณภาพอากาศภายในโรงพยาบาลกลาง⁽³⁸⁾ ที่พบว่าการมีประวัติภูมิแพ้มีความเกี่ยวข้องกับกลุ่มอาการป่วยเหตุอาคารอย่างมีนัยสำคัญ ($p < 0.05$) และเนื่องจากการสำรวจครั้งนี้เป็นสำรวจแบบภาพตัดขวาง การดำเนินการสำรวจเกิดขึ้นหลังการเกิดเหตุการณ์ไม่นานนัก ซึ่งผลกระทบต่อสุขภาพในกลุ่มที่เกิดจากสาเหตุความชื้นหรือเชื้อราในอาคารนั้นอาจเกิดตามมาได้ภายหลัง จึงควรทำการเฝ้าระวังสุขภาพกลุ่มนี้อย่างต่อเนื่อง นอกจากนี้องค์การอนามัยโลกได้แนะนำให้ใช้การรับรู้ความชื้นในอาคารเป็นตัวบ่งชี้การปนเปื้อนคุณภาพอากาศ เพื่อให้เกิดการปกป้องสุขภาพแก่ผู้ใช้อาคาร⁽²⁰⁾ เนื่องจากความชื้นในอาคารทำให้เกิดการปนเปื้อนคุณภาพอากาศจากปัจจัยด้านจุลชีพได้ โดยความชื้นในอาคารไม่มีการวัดที่แน่นอนเป็นเรื่องของการรับรู้ เช่น การเห็นน้ำรั่วซึม การพบเห็นเชื้อรา การเปลี่ยนสีของฝ้าผนัง เป็นต้น⁽²⁰⁾ สอดคล้องกับผลการศึกษาของ ดำรงค์ดี ร่มเย็น เรื่องความสัมพันธ์ของปัจจัยด้านสิ่งแวดล้อมจำแนกตามฤดูกาลต่ออัตราการป่วยด้วยกลุ่มอาการป่วยเหตุอาคารของผู้ปฏิบัติงานพยาบาลในโรงพยาบาลมหาวิทยาลัยแห่งหนึ่ง⁽⁴⁹⁾ ที่รายงานว่า การพบเห็นเชื้อราที่ผนังห้อง พื้นห้องและอุปกรณ์สำนักงานมีความสัมพันธ์กับความชุกของกลุ่มอาการป่วยเหตุอาคาร ซึ่งจากการเดินสำรวจโรงพยาบาลที่ 1 พบจุดที่มีน้ำรั่วซึมอยู่บริเวณฝ้าเพดานและมีเชื้อรา แต่ผลการตรวจ

ประเมินเชื้อรารวมไม่พบผลตรวจวัดที่เกินค่าแนะนำ อย่างไรก็ตามโรงพยาบาลที่ 1 ต้องมีการจัดการแก้ไขปัญหาดังต้นเหตุที่ก่อให้เกิดการรั่วซึมของน้ำและซ่อมแซมฝ้าเพดาน เพื่อป้องกันการเกิดผลกระทบต่อสุขภาพที่จะเกิดขึ้นในภายหลัง

สำหรับผลตรวจวัดสารฟอร์มัลดีไฮด์ที่มีค่าไม่ผ่านเกณฑ์คำแนะนำในโรงพยาบาลที่ 1 นั้น การศึกษาคุณภาพอากาศในห้องผ่าตัดโรงพยาบาลของประเทศไทย⁽⁵⁰⁾ พบว่าค่าเฉลี่ยความเข้มข้นของฟอร์มัลดีไฮด์ในห้องผ่าตัดเท่ากับ 0.23 ppm โดยค่าที่วัดได้อยู่ระหว่าง non-detectable และ 0.83 ppm ซึ่งการพบฟอร์มัลดีไฮด์นี้เกิดจากการใช้สารในการฆ่าเชื้อในห้องผ่าตัด แต่ในปัจจุบันประเทศไทยไม่มีการใช้ฟอร์มัลดีไฮด์ในการฆ่าเชื้อห้องผ่าตัดแล้ว การตรวจพบฟอร์มัลดีไฮด์ในการศึกษานี้อาจมีสาเหตุมาจากการใช้ฟอร์มัลดีไฮด์ในการทำงาน ซึ่งต้องมีการวิเคราะห์งานและหาสาเหตุที่ทำให้ตรวจพบสารดังกล่าวเพิ่มเติม โดยต้องดำเนินการสำรวจแหล่งที่มีการใช้สารฟอร์มัลดีไฮด์ในการทำงาน โดยระบุให้ได้ถึงปริมาณและวิธีการใช้ และนำข้อมูลที่ได้มาดำเนินการปรับปรุงกระบวนการทำงาน เพื่อควบคุมป้องกันการปนเปื้อนของสารฟอร์มัลดีไฮด์ในสภาพแวดล้อมของการทำงาน

นอกจากนี้ความชื้นในอาคารสามารถทำให้ผลการตรวจวัดฟอร์มัลดีไฮด์มีค่าสูงขึ้นได้ เนื่องจากความชื้นในอากาศสามารถจับกับสารฟอร์มัลดีไฮด์ได้ดี⁽²⁰⁾ และการตรวจวัดสารฟอร์มัลดีไฮด์ครั้งนี้ใช้หลัก real-time electrochemical sensor ที่อาจมีสารรบกวนการตรวจวัด (Interfering gas) ที่มีลักษณะขนาดโมเลกุลและสามารถปฏิกิริยาเคมีเช่นเดียวกัน ทำให้เกิดผลบวก (false -positive) ได้ ดังนั้นจึงควรยืนยันผลการตรวจโดยการเก็บตัวอย่างต่อเนื่องตามวิธีการมาตรฐานสากลต่อไป และควรค้นหาสาเหตุอื่นที่เป็นแหล่งก่อให้เกิดการปนเปื้อนดังกล่าวและดำเนินการกำจัดแหล่งก่อการปนเปื้อนนั้น ทั้งนี้หลังการศึกษาได้มีการคืนข้อมูลผลการประเมินที่พบแก่โรงพยาบาลที่ 1 และโรงพยาบาลได้ดำเนินการจัดการแก้ไขปัญหาร่วมกันทั้งจัดให้มีการตรวจวัดคุณภาพอากาศภายในอาคารซ้ำในเดือนตุลาคม หลังการจัดการและตรวจวัดซ้ำพบว่าสารฟอร์มัลดีไฮด์มีค่าผ่านเกณฑ์คำแนะนำทั้งหมด

การสัมภาษณ์กลุ่มเสี่ยงผู้ปฏิบัติงานเพื่อค้นหาผลกระทบต่อสุขภาพ พบว่าผู้ปฏิบัติงานมีอาการผิดปกติทางจมูกและตามากที่สุดในทั้ง 2 โรงพยาบาล แต่เนื่องจากกลุ่มนี้มีประวัติโรคประจำตัวเป็นภูมิแพ้เป็นส่วนใหญ่ ซึ่งอาการเหล่านี้จะมีอาการคล้ายคลึงกับกลุ่มอาการป่วยเหตุอาคาร จึงไม่สามารถวิเคราะห์แยกสาเหตุได้ชัดเจน

การศึกษานี้มีข้อจำกัดคือ ไม่มีผลการตรวจประเมินอัตราการระบายอากาศภายในอาคาร และในปัจจุบันยังไม่มีค่ามาตรฐานในห้องผ่าตัดที่แนะนำเป็นสากล ค่าที่ใช้อ้างอิงในการศึกษานี้เป็นคำแนะนำในการออกแบบระบบระบายและปรับอากาศในห้องผ่าตัดเพื่อการควบคุมการติดเชื้อทั้งจาก American Society of Heating, Refrigerating and Air-Conditioning Engineers (ASRAE) และองค์การอนามัยโลก ซึ่งกำหนดในบางพารามิเตอร์เท่านั้น เช่น อัตราการแลกเปลี่ยนอากาศ อุณหภูมิ ความชื้นในอากาศ และกำหนดเพื่อประโยชน์ในการป้องกันการติดเชื้อของห้องผ่าตัด ส่วนค่ามาตรฐานคุณภาพอากาศในการเฝ้าระวังสุขภาพผู้ปฏิบัติงานในห้องผ่าตัดนั้นแต่ยังไม่มีกำหนด โดยเฉพาะอย่างยิ่งปริมาณแบคทีเรียและเชื้อรารวมในอากาศ ดังนั้นการอ้างอิงในการบริหารจัดการความเสี่ยงการปนเปื้อนคุณภาพอากาศภายในห้องผ่าตัด ควรคำนึงถึงคำแนะนำในการป้องกัน

การติดเชื้อจากการผ่าตัดเป็นค่าขั้นต่ำในการจัดระบบปรับและระบายอากาศเพื่อการดูแลสุขภาพผู้รับบริการและ
ผู้ปฏิบัติงาน ซึ่งปัจจุบันมีหลายการศึกษาที่รายงานว่าปัจจัยด้านสิ่งแวดล้อมในห้องผ่าตัดมีผลต่อการติดเชื้อหลัง
การผ่าตัด เช่น การศึกษาของ Spagnolo AM และคณะ⁽⁴¹⁾ ที่สรุปว่าอัตราการเกิดการติดเชื้อบริเวณที่ผ่าตัด
(Surgical site infection) เกี่ยวข้องกับคุณภาพของบริเวณเตียงผ่าตัด ซึ่งคุณภาพของบริเวณเตียงผ่าตัดที่
ปลอดภัย คือ การที่สารมลพิษและการปนเปื้อนต่างๆในสภาพแวดล้อมของห้องผ่าตัดนั้นต้องได้รับการควบคุมที่ดี
โดยการที่จะจัดให้คุณภาพของบริเวณเตียงผ่าตัดมีความปลอดภัยได้นั้น ต้องอาศัยการวางแผน การตรวจวัดและ
การบำรุงรักษาระบบปรับและระบายอากาศเป็นระยะ รวมถึงการให้ความรู้แก่บุคลากรอย่างสม่ำเสมอ

ในระยะหลังจึงเริ่มมีการศึกษาที่จะตรวจวัดอนุภาคในอากาศเพื่อเป็นตัวแทนของปริมาณแบคทีเรียและ
เชื้อรารวมในอากาศที่จะส่งผลการติดเชื้อหลังการผ่าตัด แต่ผลการศึกษา ก็ยังไม่สามารถใช้พารามิเตอร์นี้แทนได้
ดังการศึกษาของ Maria Luisa Cristina และคณะ⁽⁵¹⁾ เรื่อง อนุภาคในอากาศสามารถทำนายปริมาณแบคทีเรียใน
ห้องได้หรือไม่ และการศึกษาของ Landrin A และคณะ⁽⁵²⁾ เรื่อง การตรวจตัวอย่างในอากาศของห้องผ่าตัด “การ
นับจำนวนอนุภาคในอากาศสามารถแทนการตรวจวัดแบคทีเรียได้หรือไม่” ปัจจุบันจึงเริ่มมีการเปรียบเทียบความ
สะอาดของอากาศในห้องผ่าตัดกับมาตรฐาน ISO Clean room⁽⁵³⁾ โดยห้องผ่าตัดทั่วไปกำหนดที่ ISO class 8
หรือ 7 เนื่องจากการวัดอนุภาคที่ปนเปื้อนอยู่ในอากาศและกำหนดเกณฑ์ความสะอาดแต่ละระดับ แต่การใช้
มาตรฐาน ISO clean room นั้นก็ไม่ได้มีการกำหนดเกณฑ์มาตรฐานพารามิเตอร์อื่นที่จำเป็นต้องเฝ้าระวังสำหรับ
คุณภาพอากาศในห้องผ่าตัด จะเห็นได้ว่าเกณฑ์มาตรฐานในการเฝ้าระวังคุณภาพอากาศในห้องผ่าตัดยังไม่มีใช้เป็น
สากล ในศึกษานี้บางค่าพารามิเตอร์ที่ตรวจวัดจึงนำไปเทียบกับค่ามาตรฐานของ SS554: 2009 (สิงคโปร์) ซึ่ง
เป็นค่าที่กำหนดคุณภาพอากาศภายในอาคารทั่วไปเท่านั้น นอกจากนี้การใช้มาตรฐานในการออกแบบระบบปรับ
และระบายอากาศของห้องผ่าตัดในแต่ละประเทศ ยังมีมาตรฐานที่แยกกันใช้เองในแต่ละกลุ่ม ซึ่งเป็นการกำหนด
ขึ้นใช้เองในประเทศหรือกลุ่มประเทศ เช่น การศึกษาของ Nastase I.⁽⁴⁰⁾ และคณะ เรื่อง Indoor environmental
quality in Operating Rooms: An European standards review with Regard to Romanian Guidelines
จากผลการศึกษาที่ผู้วิจัยได้เสนอแนะให้มีการจัดทำมาตรฐานที่เป็นสากลเพื่อใช้ในการออกแบบระบบปรับและ
ระบายอากาศ เพื่อการดูแลรักษาคุณภาพอากาศโดยเฉพาะภายในโรงพยาบาลให้ปลอดภัย ลดความเสี่ยงต่อการ
ติดเชื้อจาก airborne infection ให้เกิดความปลอดภัยแก่ผู้รับบริการและเจ้าหน้าที่ผู้ปฏิบัติงาน

ข้อเสนอแนะ

การปนเปื้อนคุณภาพอากาศภายในอาคารจะเพิ่มความเสี่ยงต่อการเกิดผลกระทบต่อสุขภาพ ดังนั้น
โรงพยาบาลที่มีผลการตรวจวัดสูงกว่าค่าแนะนำควรดำเนินการเพื่อแก้ไขปัญหา โดยการเดินสำรวจสภาพแวดล้อมใน
การทำงานทางกายภาพเพิ่มเติม การวิเคราะห์งานเพื่อประเมินสาเหตุที่อาจก่อให้เกิดการปนเปื้อนคุณภาพอากาศ
ภายในอาคารโดยเฉพาะงานที่มีการใช้สารฟอร์มัลดีไฮด์ การตรวจวัดอัตราการระบายอากาศ และทำการปรับปรุง

ซ่อมแซมฝ้าเพดานที่มีรอยรั่วซึมของน้ำ หลังการปรับปรุงและแก้ไขปัญหาลแล้วควรทำการตรวจประเมินคุณภาพอากาศภายในอาคารซ้ำ และจัดให้มีการตรวจประเมินคุณภาพอากาศภายในอาคารอย่างต่อเนื่องสม่ำเสมอ

คุณภาพอากาศภายในห้องผ่าตัดที่ไม่เหมาะสมสามารถก่อให้เกิดผลกระทบต่อผู้ปฏิบัติงานและผู้รับบริการได้ ดังนั้นการเฝ้าระวังคุณภาพอากาศรวมถึงสภาพแวดล้อมในห้องผ่าตัดจึงเป็นสิ่งที่ควรดำเนินการเป็นประจำ และผู้ปฏิบัติงานทุกคนควรได้รับการเฝ้าระวังสุขภาพอย่างน้อยปีละ 1 ครั้ง หากตรวจพบความผิดปกติหรือมีผลการตรวจวัดคุณภาพอากาศภายในอาคารไม่ผ่านเกณฑ์คำแนะนำ ควรดำเนินการแก้ไขและปรับปรุงระบบปรับและระบายอากาศภายในห้องผ่าตัดรวมถึงกำจัดแหล่งที่ก่อให้เกิดการปนเปื้อนคุณภาพอากาศทันที เพื่อลดความเสี่ยงต่อการเกิดผลกระทบต่อผู้ปฏิบัติงานและผู้ป่วยที่เข้ารับบริการ ทำให้ผู้ใช้อาคารทั้งหมดได้อยู่ในสภาพแวดล้อมที่ปลอดภัยและลดความเสี่ยงต่อการเกิดผลกระทบต่อสุขภาพ

เอกสารอ้างอิง

1. World Health Organization regional Office for Europe. Development of WHO Guideline for Indoor Air Quality Report on a Working Group Meeting Bonn, Germany 23-24 October 2006
2. Klepeis NE, Nelson WC, Ott WR, Robinson JP, Tsang AM, Switzer P, Et al. The National Human Activity Pattern Survey (NHAPS) A Resource for Assessing Exposure to Environmental Pollutants. J Expo Anal Environ Epidemiol. May-Jun 2001;11(3):231-52.
3. Colome S, McCunney RJ, Samet JM, Swankin D. Indoor air pollution: An Introduction for health professionals. [Internet]. [Cited 2019 Sep 1]. Available from: https://www.epa.gov/sites/production/files/2015-01/documents/indoor_air_pollution.pdf
4. United States Environmental Protection Agency. Introduction to Indoor Air Quality. [Internet] [Cited 15 May]. Available from: <https://www.epa.gov/indoor-air-quality-iaq/introduction-indoor-air-quality>
5. the American Lung Association, the American Medical Association, the U.S. Consumer Product Safety Commission, and the U.S. Environmental Protection Agency. Indoor air pollution : An Introduction for health professionals.
6. Lee-Kuo L, Yan-Sin C, Yao-Chien T. Analysis of hospital interior air quality audits. [Internet]. [Cited 2020 May 1]. Available from : https://www.researchgate.net/publication/318903428_Analysis_of_hospital_interior_air_quality_audits
7. World Health Organization. Household air pollution and health [Internet] [Cited 15 May]. Available from: <https://www.who.int/en/news-room/fact-sheets/detail/household-air-pollution-and-health>
8. มณีนรัตน์ องค์กรวรรณดี. ถอดเกร็ดความรู้จากการสัมมนาวิชาการ “My building is killing me: How to grow fresh indoor air”. วารสารสิ่งแวดล้อม, ปีที่ 24 (ฉบับที่ 1). [Internet]. [Cited 2019 Sep 1]. Available from: <http://www.ej.eric.chula.ac.th/content/6133/266>
9. Nastase I, Croitorua C, Vartiresa A, Tataranu L. Indoor environmental quality in Operating Rooms: An European standards review with Regard to Romanian Guidelines. Energy Procedia 85 (2016) 375 – 382

10. กิตติพงษ์ เตมียะประดิษฐ์. คุณภาพอากาศภายในอาคาร Indoor air quality. [Internet]. [Cited 2019 Aug 1]. Available from: http://www.acat.or.th/download/acat_or_th/journal-3/03%20-%2006.pdf
11. กัญญา ม่วงแก้ว. คุณภาพอากาศภายในอาคารสำนักงาน Indoor Air Quality in Office Buildings. [Internet]. [Cited 2019 Aug 1]. Available from: http://lib3.dss.go.th/fulltext/dss_knowledge/phy_5_2559_indoor_air_quality.pdf
12. United States Environmental Protection Agency. Identifying Problems in the Indoor Environments [Internet]. [Cited 2019 Aug 1]. Available from: <https://www.epa.gov/indoor-air-quality-iaq/identifying-problems-indoor-environments>
13. United States Environmental Protection Agency. Improving Indoor Air Quality. [Internet]. [Cited 2019 Aug 1]. Available from: <https://www.epa.gov/indoor-air-quality-iaq/improving-indoor-air-quality>
14. STOU. หน่วยที่ 15 คุณภาพอากาศภายในอาคาร.[Internet]. [Cited 2019 sep 1]. Available from: <https://www.safety-stou.com/UserFiles/File/54113%20unit%2015.pdf>
15. Choaksuwankij C. Prevalence rate and factors related to tuberculosis infection among hospital personnel of Nopparatraja-thanee hospital. Bangkok: Chulalongkorn University; 2003
16. ภาณุมาศ ภูมาศ, วิษณุ ธรรมลิขิตกุล, ภูษิต ประคองสาย,ตวงรัตน์ โพธิ์, อาทร รุ่งไพบูลย์, สุพล ลิ้มวัฒนานนท์. ผลกระทบด้านสุขภาพและ เศรษฐศาสตร์จากการติดเชื้อดื้อยาต้านจุลชีพในประเทศไทย: การศึกษาเบื้องต้น. วารสารวิจัยระบบสาธารณสุข, 6(3), 352-360.
17. วรกมล บุญโยธิน, อีรยุทธ เหลืองศรีสกุล. บทความพื้นวิชา: ระบบระบายอากาศสำหรับควบคุมคุณภาพอากาศในโรงพยาบาล. Royal Thai Army Medical Journal Vol. 71 Vol. 1 January-March 2018
18. Michael LF. environmental health. In Joshep L, Robert JH. current occupational & environmental medicine. 4th ed. McGraw-Hill education.2007.p. 790-801
19. WHO Regional Office for Europe. WHO guidelines for indoor air quality: dampness and mould. [Internet]. [Cited 2019 Sep 1]. Available from: http://www.euro.who.int/__data/assets/pdf_file/0017/43325/E92645.pdf?ua=1
20. WHO Regional Office for Europe. DAMP AND MOULD Health risks, prevention and remedial actions. [Internet]. [Cited 2019 Sep 1]. Available from: https://www.euro.who.int/__data/assets/pdf_file/0003/78636/Damp_Mould_Brochure.pdf

21. American Society of Heating, Refrigerating and Air-Conditioning Engineers. ASHRAE Table 7-1 Design Parameters. [Internet] [Cited 2019 Sep 1]. Available from: https://www.health.ny.gov/facilities/cons/docs/ashrae_table_7-1.pdf
22. Singapore standard council. Code of practice for indoor air quality for air-conditioned buildings. [Internet]. [Cited 2019 Sep 1]. Available from: <https://www.scribd.com/doc/174043300/SS-554-2009-Indoor-Air-Quanlity-for-Air-conditioned-in-Building>
23. United States Department of Health and Human Services Centers for Disease Control and Prevention (CDC). Guidelines for Environmental Infection Control in Health-Care Facilities Ventilation of Health care facilities. 2003 Updated: July 2019
24. World Health Organization. Practical Guidelines for Infection Control in Health Care Facilities. SEARO Regional Publication No. 41.2004
25. Hoffman PN, Williamsy J, Stacey A, Bennettx AM, Ridgway GL, Dobson C, et al. Microbiological commissioning and monitoring of operating theatre suites: A report of a working party of the Hospital Infection Society. Journal of Hospital Infection (2002) 52: 1-28
26. สำนักอนามัยสิ่งแวดล้อม กรมอนามัย.(ร่าง) ประกาศกรมอนามัย เรื่อง เกณฑ์ค่าเฝ้าระวังคุณภาพอากาศภายในอาคาร. ใน คู่มือการปฏิบัติงานเพื่อการตรวจประเมินคุณภาพอากาศภายในอาคาร สำหรับเจ้าหน้าที่; 2559. หน้า ค-1 - ค-7 : 2559
27. วิศวกรรมสถานแห่งประเทศไทย ในพระบรมราชูปถัมภ์.ร่างมาตรฐานระบบปรับอากาศและระบายอากาศ. วสท. 3001-58 ฉบับพิมพ์ครั้งที่ 4 (edition 4) ปี พ.ศ. 2558
28. วรสิทธิ์ อึ้งภากรณ์.คู่มือการออกแบบห้องสะอาดของวิศวกรรมสถานแห่งประเทศไทย .พิมพ์ครั้งที่ 2. กรุงเทพฯ : วิศวกรรมสถานแห่งประเทศไทย ในพระบรมราชูปถัมภ์.2555.หน้า 231 - 240
29. National Institute for Occupational Safety and Health. NIOSH Method: 0800 Bioaerosal sampling (Indoor air). [Internet]. [Cited 2019 Sep 1]. Available from: <https://www.cdc.gov/niosh/docs/2003-154/pdfs/0800.pdf>
30. วิลาศ เทพทา.การประเมินผลคุณภาพสภาพแวดล้อมภายในอาคารสำนักงานประหยัดพลังงาน กรณีศึกษา: อาคารสำนักงานใหญ่ธนาคารกสิกรไทย [วิทยานิพนธ์ปริญญาสถาปัตยกรรมศาสตรมหาบัณฑิต].กรุงเทพฯ: มหาวิทยาลัยศิลปากร; 2549
31. ณิชจารีย์กร สวัสดิ์มงคลกุล, ชุมพร มูรพันธุ์. การรับรู้คุณภาพอากาศภายในอาคาร. Veridian E-Journal, Slipakorn University ISSN 1906 – 3431

32. มนา จรรยา.ความชุกและปัจจัยของการเกิดโรคจากการทำงานในตึกของผู้ที่ทำงานในอาคารสำนักงานเขต
ราชบุรีบูรณะ [วิทยานิพนธ์ปริญญาสาธารณสุขศาสตรมหาบัณฑิต].กรุงเทพฯ: มหาวิทยาลัยธรรมศาสตร์;
2559
33. ณททัย เลิศการค้าสุข, นพนันท์ นานคงแนบ, พิพัฒน์ ลักษณะมีจรัสกุล,วชิระ สิงห์เคนทร. ความสัมพันธ์
ระหว่างคุณภาพอากาศภายในอาคารโดยสารสาธณะกับกลุ่มอาการอาคารป่วยในพนักงานจำหน่ายตัว
โดยสาร เขตจตุจักร กรุงเทพมหานคร.วารสารสาธารณสุขศาสตร์ ฉบับพิเศษ, 2554: 87-98
34. เชิดศิริ นิลผาย, กานต์พิชชา เกียรติกิจโรจน์, สุวรรณิ จามจุรี.ปัญหาคุณภาพอากาศภายในอาคารที่มีผล
ต่อโรคการเจ็บป่วยจากอาคารของผู้ปฏิบัติงานถ่ายเอกสาร.วารสารมหาวิทยาลัยนราธิวาสราชนครินทร์
2560; 9 No. 3
35. ปานทิพย์ ธิโนชัย,มนทิดา เตี้ยเล็ก,จิรา คงปราน.คุณภาพอากาศภายในอาคารโรงพยาบาล: กรณีศึกษา
โรงพยาบาลชุมชนแห่งหนึ่งในจังหวัดนครศรีธรรมราช.Journal of Health Science 2019; 28 No. 2
36. ญัฐพงศ์ แผละหมั่น.อัตราชุกและปัจจัยที่เกี่ยวข้องกับการเกิดกลุ่มอาการป่วยเหตุอาคารของเจ้าหน้าที่ที่
ปฏิบัติงานในอาคารโรงพยาบาลที่มีการระบายอากาศไม่เพียงพอ [วิทยานิพนธ์ปริญญาวิทยาศาสตร
มหาบัณฑิต].กรุงเทพฯ: จุฬาลงกรณ์มหาวิทยาลัย ; 2548
37. Dong HC, Seock HC, Dong HK. Influence of Surgical Smoke on Indoor Air Quality in
Hospital Operating Rooms Aerosol and Air Quality Research 2017: 821–830
38. จิตรลดา ต้นพรหม.ความสัมพันธ์ระหว่างกลุ่มอาการป่วยเหตุอาคารกับคุณภาพอากาศภายในโรงพยาบาล
กลาง [วิทยานิพนธ์ปริญญาวิศวกรรมศาสตรมหาบัณฑิต].กรุงเทพฯ: จุฬาลงกรณ์มหาวิทยาลัย ; 2553
39. Ángela DP, Diana MB, Paola A CH. Sick Building Syndrome and Microbiological Quality of
the Air in a University in the Colombian Southwest. Acta Scientific Microbiology 1.8
(2018): 07-16
40. Nastase I, Croitorua C, Vartiresa A, Tataranu L. Indoor environmental quality in Operating
Rooms: An European standards review with Regard to Romanian Guidelines. Energy
Procedia 2016;85: 375–82.
41. Spagnolo AM, Ottria G, Amicizia D, Perdelli F, Cristina ML. Operating theatre quality and
prevention of surgical site infections. J Prev Med Hyg 2013 Sep;54 (3):131-7
42. Charnley J. Postoperative infection after total hip replacement with special reference to
air contamination in the operating room. Clin Orthop Related Res 1972;87:167-87.
43. Schwan A, Bengtsson S, Hambræus A, et al. Airborne contamination and post operative
infectionafter total hip replacement. Acta Orthop Scand 1977;48:86-94.

44. Lidwell OM, Lowbury EJJ, Whyte W, et al. The effect of ultraclean air in operating theatres on deep sepsis in the joint after hip or knee replacement: a randomised study. *Br Med J* 1982;285:10-4.
45. Gosden PE, MacGowan AP, Bannister GC. Importance of air quality and related factors in the prevention of infection in orthopaedic implant surgery. *J Hosp Infect* 1998;39:173-80.
46. Dharan S, Pittet D. Environmental controls in operating theatres. *J Hosp Infect* 2002;51(2):79-84.
47. Ling FS, Ian H.C, Chii S.C, Hui H.W, Li S.L, Yin Y.C et al. Factors influencing microbial colonies in the air of operating rooms. *BMC Infectious Diseases* 2018;4
48. Anna C. Ensuring Cleanliness in Operating Theatres. *International Journal of Occupational Safety and Ergonomics* 2008; 14,4: 447–453
49. ดำรงค์ดี ร่มเย็น.ความสัมพันธ์ของปัจจัยด้านสิ่งแวดล้อมจําแนกตามฤดูกาลต่ออัตราการป่วยด้วยกลุ่มอาการป่วยเหตุอาคารของผู้ปฏิบัติงานพยาบาลในโรงพยาบาลมหาวิทยาลัยแห่งหนึ่ง [วิทยานิพนธ์ปริญญาวิทยาศาสตรมหาบัณฑิต].สงขลา: มหาวิทยาลัยสงขลานครินทร์ ; 2557
50. Elena GD, Argyro L, Constantinos AB, Athina G. Air quality in hospital operating rooms. *Building and Environment* 2008;43:1945–1952
51. Cristina ML, Spagnolo AM, Sartini M, Panatto D, Gasparini R, et al. Can Particulate Air Sampling Predict Microbial Load in Operating Theatres for Arthroplasty. *PLoS ONE* 7 (12): e52809. doi:10.1371/journal.pone.0052809
52. Landrin A, Bissery A, Kac G. Monitoring air sampling in operating theatres: can particle counting replace microbiological sampling?. *J Hosp Infect.* 2005 sep;61 (1):27-9
53. Nortek Air Solutions. White Paper. Advancing Aerobiological Quality Standards for Hospital Operating Rooms (ORs) [Internet]. [Cited 2019 Sep 1]. Available from: <https://www.nortekair.com/wp-content/uploads/2016/12/HUNT-CS-WP-1D.pdf>

ภาคผนวก

ภาคผนวก ก

รหัส(ID).....

แบบสอบถาม

แบบสอบถามนี้ ประกอบด้วย 6 ส่วน คือ 1) ข้อมูลทั่วไป 2) ข้อมูลด้านสุขภาพ 3) ข้อมูลเกี่ยวกับภาวะสุขภาพ
ในการทำงาน 4) ความพึงพอใจในงาน 5) ความคิดเห็นเกี่ยวกับสภาพแวดล้อมในที่ทำงาน

ผู้ตอบแบบสอบถามกรุณาตอบแบบสอบถามให้ครบทุกส่วนโดยใส่เครื่องหมาย ✓ ลงใน ☐ หรือ ตาราง และ
กรอกข้อความในช่องว่างให้สมบูรณ์ โดยเริ่มตอบแบบสอบถามตั้งแต่ส่วนที่ 1 เป็นต้นไปถึงส่วนที่ 5

*****ชื่อ

อาคาร.....ชั้น.....แผนก.....

ส่วนที่1 ข้อมูลทั่วไป

- 1 เพศ ☐ ชาย ☐ หญิง
2. ปัจจุบันท่านอายุ.....ปี
3. ท่านจบการศึกษาระดับใด
☐ ประถมศึกษา ☐ มัธยมศึกษา ☐ปริญญาตรี
☐ สูงกว่าปริญญาตรี ☐ อื่นๆ.....
4. แผนกที่ท่านทำงานอยู่ในปัจจุบัน.....
5. ตำแหน่งงานที่ท่านทำในปัจจุบัน.....
6. ประสบการณ์ทำงานในแผนกนี้.....ปี.....เดือน
7. จำนวนชั่วโมงต่อวันที่ทำงานในแผนกนี้.....ชั่วโมง/วัน
8. จำนวนวันที่ทำงานในแผนกนี้.....วัน/สัปดาห์
9. ท่านทำงานล่วงเวลาหรือไม่
☐ ไม่ทำ ☐ ทำ สัปดาห์ละ.....ชั่วโมง

ส่วนที่ 2 ข้อมูลด้านสุขภาพ

10. ท่านสูบบุหรี่หรือไม่
☐ ไม่สูบ ☐ สูบ ปริมาณที่สูบต่อวัน.....
☐ เคยสูบแต่เลิกแล้ว

11. ท่านเคยมีประวัติเป็นโรคเหล่านี้หรือไม่

	ไม่มี	มี
- โรคภูมิแพ้	☐	☐
- ผื่นผิวหนังอักเสบ	☐	☐
- โรคเกี่ยวกับทางเดินหายใจ	☐	☐
ระบุ.....		
- โรคประจำตัวอื่นๆ	☐	☐
ระบุ.....		

ส่วนที่ 3 ข้อมูลเกี่ยวกับภาวะสุขภาพในการทำงาน

12. ขณะทำงานท่านมีอาการเหล่านี้หรือไม่

กลุ่มอาการ	ไม่มีอาการ	มีอาการ
อาการทางตา		
- ระคายเคืองตา		
- ตาแห้ง		
- น้ำตาไหล		
- คันตา		
- ตาแดง		
- แสบตา		
อาการทางจมูก		
- ระคายเคืองจมูก		
- น้ำมูกไหล		
- คัดจมูก		
- แสบจมูก		
- เลือดกำเดาไหล		
- น้ำมูกเหนียวข้น/น้ำมูกสีเข้ม		
- อาการด้านบนเกิดร่วมกับมีไข้		

กลุ่มอาการ	ไม่มีอาการ	มีอาการ
อาการทางลำคอ		
- คอแห้ง หรือ หิวน้ำบ่อย		
- แสบคอ		
- ระคายคอ		
- เจ็บคอ		
อาการทางเดินหายใจ		
- แน่นหน้าอก		
- หายใจลำบาก		
- หายใจมีเสียงผิดปกติ		
- เหนื่อยหอบ		
- ไอ		
- อาการด้านบนเกิดร่วมกับมีไข้		
อาการระบบประสาท		
- ปวดศีรษะ		
- เวียนศีรษะ		
- ง่วงเหงาหาวนอน		
- อ่อนล้า อ่อนเพลีย		
อาการทางผิวหนัง		
- ระคายเคืองผิวหนัง		
- ผื่นนูนแดงตามร่างกาย		
- ผื่นผิวหนังอักเสบ		

13. อาการต่างๆ ในข้อ 12 แล้วมีผลกระทบต่องานของท่านอย่างไร

- ☐ ไม่รบกวนการทำงาน ยังคงทำงานได้ตามปกติ
- ☐ ประสิทธิภาพการทำงานลดลง แต่ยังคงทำงานได้ตามปกติ
- ☐ ต้องหยุดพักทำงานชั่วคราว
- ☐ หยุดงาน

ส่วนที่ 5 ความพึงพอใจในงาน

14. ท่านพอใจในงานที่ท่านทำอยู่หรือไม่

☐ ไม่พอใจ

☐ พอใจ

15. งานที่ท่านทำอยู่ทำให้ท่านรู้สึกเครียด

☐ ไม่ใช่

☐ ใช่

ส่วนที่ 4 ความคิดเห็นเกี่ยวกับสภาพแวดล้อมในที่ทำงาน

16. ท่านคิดว่าสภาพแวดล้อมในที่ทำงานของท่านมีปัญหาต่อไปนี้หรือไม่

☐ การระบายอากาศไม่ดี

☐ แสงจ้ารบกวน

☐ อากาศเย็นเกินไป

☐ มีฝุ่นเกาะตามพื้นผิว

☐ อากาศร้อน

☐ ไม่สะอาด

☐ แสงสว่างไม่เพียงพอ

☐ เสียงดังรบกวน

☐ อากาศอับชื้น

☐ มีกลิ่นไม่พึงประสงค์ เช่น กลิ่น สารเคมี,อาหาร, ควัน,ไอเสียรถยนต์

☐ อื่นๆ ระบุ.....

17. ข้อเสนอแนะต่อสถานที่ทำงานของท่านในการแก้ไขปัญหาคุณภาพอากาศภายในอาคาร

.....

.....

.....

.....

.....

.....

.....

.....