กลไกด้านวิศวกรรม เฝ้าระวังการป้องกันการติดเชื้อและป่วยเป็นวัณโรคของบุคลากรทางการแพทย์และสาธารณสุข

กองวิศวกรรมการแพทย์
Medical Engineering Division

ดำเนินงานโดย
กลุ่มส่งเสริมมาตรฐานวิศวกรรม กองวิศวกรรมการแพทย์
กรมสนับสนุนบริการสุขภาพ กระทรวงสาธารณสุข

๒๕๖๑

กลไกด้านวิศวกรรม

เฝ้าระวังการป้องกันการติดเชื้อและป่วยเป็นวัณโรค

ของบุคลากรทางการแพทย์และสาธารณสุข

1 คุณภาพอากาศในอาคารสถานพยาบาลและมาตรการการระบายอากาศ

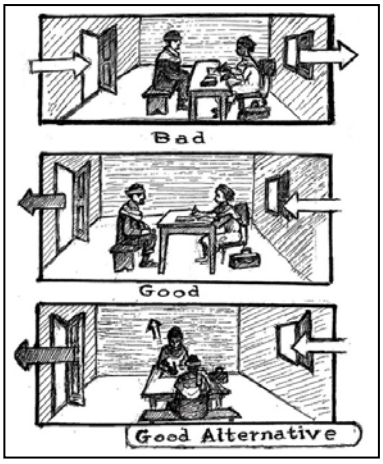
เป็นที่ทราบกันดีว่าอากาศในอาคารโดยเฉพาะอาคารสถานพยาบาล มีโอกาสปนเปื้อนเชื้อโรคต่างๆ มากกว่าอากาศนอกตัวอาคาร เนื่องจากปัจจัยต่างๆ เช่น กรณีมีผู้ป่วยซึ่งเป็นแหล่งแพร่เชื้ออยู่ในอาคาร และไม่มีระบบการระบายอากาศที่ไม่เหมาะสม ซึ่งอาจเป็นสภาพที่มีมาตั้งแต่แรกสร้างหรือเกิดจากการต่อเติมอาคารโดยไม่ได้คำนึงถึงระบบการระบายอากาศที่ดี นอกจากนี้อาคารส่วนใหญ่ติดตั้งเครื่องปรับอากาศแบบแยกส่วน (split type air condition) และไม่มีระบบการจัดการอากาศ เช่น การเติมอากาศ การทำความสะอาดอากาศในห้อง และการเติมอากาศที่เข้ามาอย่างเหมาะสม ซึ่งมีผลทำให้คุณภาพอากาศภายในอาคารสถานพยาบาลต่ำกว่ามาตรฐาน จึงต้องมีมาตรฐานสำหรับการออกแบบระบบปรับอากาศและระบายอากาศในสถานพยาบาล เพื่อให้ได้คุณภาพอากาศในอาคารสถานพยาบาลที่เหมาะสม

สถานพยาบาลในประเทศไทยมีหลากหลายขนาดและหลายระดับ แต่การจัดการคุณภาพอากาศต้องใช้งบประมาณค่อนข้างสูง ความพร้อมด้านงบประมาณของสถานพยาบาลแต่ละแห่งไม่เหมือนกัน สำหรับสถานพยาบาลที่มีงบประมาณจำกัด เมื่อมีปัญหาด้านคุณภาพอากาศอาจต้องเลือกใช้มาตรการการจัดการอากาศดังต่อไปนี้

1.1 มาตรการแรก คือ การระบายอากาศโดยวิธีธรรมชาติ

หลักการระบายอากาศโดยวิธีธรรมชาติ คือ ห้องหรือบริเวณมีผนังด้านนอกอย่างน้อยหนึ่งด้านโดยมีช่องเปิดสู่ภายนอกได้ ซึ่งจะต้องเปิดให้อากาศผ่านในขณะใช้สอยพื้นที่นั้นๆ ต้องมีพื้นที่ลมผ่านสุทธิไม่น้อยกว่าร้อยละ 10 เมื่อเทียบกับพื้นที่ห้องหรือบริเวณนั้น

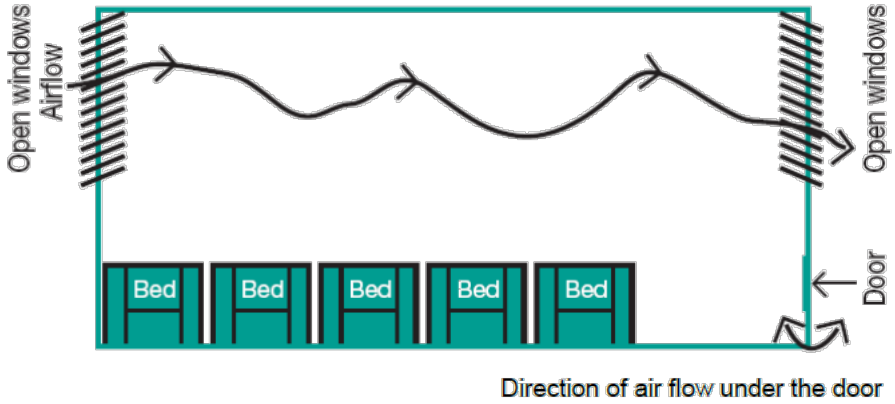
ภาพที่ 1 ตัวอย่างลักษณะการระบายอากาศโดยวิธีธรรมชาติ



ที่มา : Guidelines on Prevention and Management of Tuberculosis for Health Care Workers in Ministry of Health Malaysia ,2012

จากภาพ 1 แสดงตัวอย่างการจัดวางโต๊ะให้บริการผู้ป่วย และทิศทางการไหลของอากาศที่เหมาะสม ลักษณะห้องควรมีการระบายอากาศตามธรรมชาติที่ดี มีทิศทางเข้าและออกของอากาศได้สะดวกไม่อับทึบ

ภาพที่ 2 ตัวอย่างการระบายอากาศตามธรรมชาติ มีการไหลเวียนอากาศผ่านหน้าต่างที่เปิดอยู่



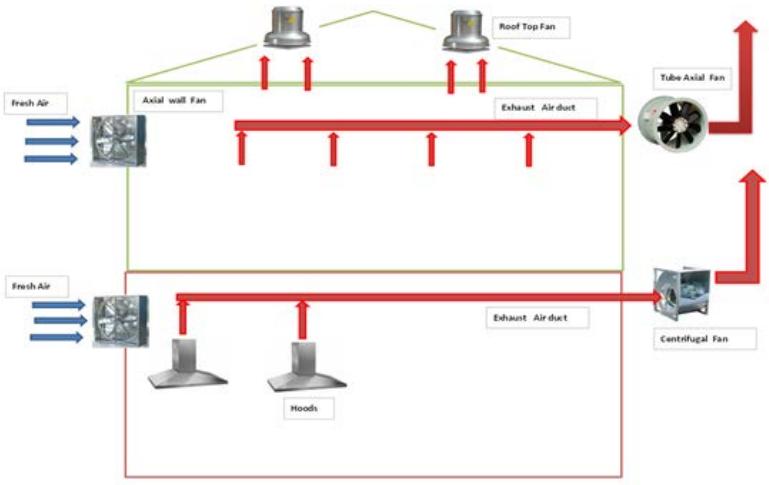
ที่มา : Guidelines on Prevention and Management of Tuberculosis for Health Care Workers in Ministry of Health Malaysia ,2012

จากภาพที่ 2 แสดงตัวอย่างการระบายอากาศ สำหรับพื้นที่รอตรวจ เก็บเสมหะ บริเวณห้องตรวจและหอผู้ป่วย ควรมีการถ่ายเทอากาศได้สะดวก เช่น สร้างขึ้นในพื้นที่เปิดโล่งหรือบริเวณที่มีหน้าต่างเปิด (ไม่แนะนำให้ใช้กับเชื้อโรคที่ทำให้เกิดโรคได้เช่น ไวรัส SARS และสารเคมีที่เป็นพิษ)

1.2 มาตรการที่สอง คือ การระบายอากาศโดยวิธีกล

ระบายอากาศโดยวิธีกล คือ การออกแบบทำให้อากาศเกิดการไหลเวียนและถ่ายเทภายในอาคาร โดยให้มีอุปกรณ์ขับเคลื่อนอากาศ เพื่อให้เกิดการนำอากาศภายนอกเข้าสู่ห้องหรือบริเวณโดยมีอัตราไม่น้อยกว่าที่ระบุไว้ในกฎกระทรวงฯ ที่ออกตามความในพระราชบัญญัติควบคุมอาคาร

ภาพที่ 3 แสดงตัวอย่างการระบายอากาศโดยวิธีกล โดยให้มีอุปกรณ์ขับเคลื่อนอากาศ



ที่มา : ไทยอพอลโลเทค ระบบระบายอากาศ (Ventilation system) http://www.thaiapollo.com/index.php/service/2-uncategorised/48-ventilation-system

2 ข้อกำหนดพื้นฐานและมาตรฐานการออกแบบระบบปรับอากาศและระบายอากาศในสถานพยาบาล

การออกแบบระบบปรับอากาศและระบายอากาศในสถานพยาบาลมีวัตถุประสงค์ดังนี้

1) ควบคุมอุณหภูมิและความชื้นในอาคารสถานพยาบาลให้พอเหมาะแก่สภาวะร่างกายของผู้ที่อยู่ภายในอาคาร เช่น ผู้ป่วย ผู้ปฏิบัติงาน และญาติผู้ป่วย
2) ควบคุมกลิ่นที่ไม่พึงประสงค์
3) ขจัดสิ่งปนเปื้อนทั้งสารเคมีและเชื้อโรคในอากาศ
4) สามารถปกป้องผู้ป่วยผู้ปฏิบัติงานจากการติดเชื้อโรคที่แพร่กระจายทางอากาศได้ในระดับหนึ่ง
5) ลดการแพร่กระจายเชื้อจากผู้ป่วยที่มีโรคที่แพร่กระจายทางอากาศไปสู่ผู้ป่วยอื่น

ทั้งนี้การออกแบบระบบปรับอากาศและระบายอากาศในอาคารสถานพยาบาลควรพิจารณาในประเด็นต่อไปนี้ด้วย

1) กำหนดขอบเขตของการใช้ระบบปรับอากาศและระบายอากาศในแต่ละพื้นที่รวมทั้งทิศทางการไหลของอากาศ
2) กำหนดคุณลักษณะเฉพาะในแต่ละพื้นที่ ได้แก่ อัตราการระบายอากาศต่อชั่วโมง (Air change per hour : ACH) อัตราการเติมอากาศเข้ามาในพื้นที่ ความดันของอากาศในพื้นที่เทียบกับพื้นที่ข้างเคียง ระดับความต้องการกรองอนุภาค สารเคมี สารกัมมันตรังสี และจุลชีพในพื้นที่นั้น

3) กำหนดระดับอุณหภูมิและความชื้นสัมพัทธ์ที่ต้องการในแต่ละพื้นที่

4) ระบบการควบคุมที่ละเอียดแม่นยำเพื่อให้ได้คุณภาพอากาศที่ต้องการ

วิศวกรรมสถานแห่งประเทศไทย ในพระบรมราชูปถัมภ์ และสมาคมวิศวกรรมปรับอากาศแห่งประเทศไทยได้กำหนดมาตรฐานการออกแบบระบบปรับอากาศและระบายอากาศ เมื่อ พ.ศ. 2559 มีสาระสำคัญที่ควรทราบดังนี้

2.1 การเติมอากาศ

การเติมอากาศเข้ามาในห้องหรือพื้นที่เพื่อเจือจางสิ่งปนเปื้อนในอากาศ เนื่องจากแต่ละห้องหรือพื้นที่อาจมีมาตรฐานความสะอาดและสภาพของอากาศที่แตกต่างกัน จึงได้กำหนดอัตราการเติมอากาศของแต่ละพื้นที่[3] ดังแสดงใน ตารางที่ 4.1 ทั้งนี้ปัจจัยสำคัญที่ต้องพิจารณาเกี่ยวกับอากาศที่จะเติมเข้า ได้แก่

- มีสิ่งปนเปื้อนน้อยที่สุด ดังนั้น จุดที่นำอากาศเข้าจะต้องห่างจากแหล่งของสารปนเปื้อนอย่างน้อย 10 เมตร แหล่งสารปนเปื้อนดังกล่าว เช่น ท่อไอเสียของอุปกรณ์ที่มีการเผาไหม้ จุดปล่อยอากาศเสียของโรงพยาบาลและอาคารข้างเคียง ระบบดูดของเสียทางการแพทย์จุดที่มีควัน ไอเสียรถยนต์ หอระบายความร้อน
- จุดนำอากาศเข้า ควรอยู่เหนือพื้นดินอย่างน้อย 1.5 เมตร
- อากาศที่เติมเข้ามาในห้องต้องผ่านการกรอง การปรับอุณหภูมิ และความชื้น ให้ได้ตามมาตรฐานที่กำหนด

ตารางที่ 1 อัตราการนำเข้าอากาศภายนอกอัตราการหมุนเวียนอากาศภายในและความดันสัมพันธ์

ลำดับ	สถานที่	อัตราการนำเข้าอากาศภายนอกไม่น้อยกว่าจำนวนเท่าของปริมาตรห้องต่อชั่วโมง	อัตราการหมุนเวียนอากาศภายในห้องไม่น้อยกว่าจำนวนเท่าของปริมาณห้องต่อชั่วโมง	ความดันสัมพันธ์กับพื้นที่ข้างเคียง
1	ห้องผ่าตัด	5	25	สูงกว่า
2	ห้องคลอด	5	25	สูงกว่า
3	ห้อง Nursery	5	12	สูงกว่า
4	หออภิบาลผู้ป่วยหนัก (ICU)	2	6	สูงกว่า
5	ห้องตรวจรักษาผู้ป่วย	2	6	สูงกว่า
6	ห้องฉุกเฉิน (Trauma room)	5	12	สูงกว่า
7	บริเวณพักคอยสำหรับแผนผู้ป่วยนอกและห้องฉุกเฉิน	2	12	ต่ำกว่า
8	ห้องพักผู้ป่วย	2	6	สูงกว่า
9	ห้องแยกผู้ป่วยแพร่เชื้อทางอากาศ	2	12	ต่ำกว่า
10	ห้องแยกผู้ป่วยปลอดเชื้อ	2	12	สูงกว่า
11	ห้องปฏิบัติการ (Laboratory)	2	6	ต่ำกว่า
12	ห้องชันสูตรศพ	2	12	ต่ำกว่า

ที่มา : พ.ญ. จริยา แสงสัจจา และคณะ “คู่มือการปรับปรุงคุณภาพอากาศภายในอาคารสถานพยาบาล” 2550

2.2 การกรองอากาศ

เครื่องปรับอากาศที่ใช้ในสถานพยาบาลจะต้องมีความสามารถในการกรองอากาศที่เติม และที่หมุนเวียนภายในห้องด้วยแผงกรองอากาศ จุดกรองอากาศที่เติมเข้ามาควรกรองอากาศก่อนเข้ามาในห้อง ดังนั้น จึงน่าจะเป็นคนละอันกับกรองอากาศหมุนเวียน เพื่อลดสิ่งปนเปื้อน/เชื้อโรคที่มีอยู่ในอากาศซึ่งอาจมาจากผู้ป่วย ศพ บุคลากร Laboratory Specimens หรือพื้นผิว/สิ่งแวดล้อมภายในห้อง ทั้งนี้ มีข้อกำหนดจำนวนชั้นและประเภทแผงกรองอากาศสำหรับสถานที่ต่างๆ ในโรงพยาบาลตามตารางที่ 2

ตารางที่ 2 ประสิทธิภาพแผงกรองอากาศสำหรับสถานที่ต่างๆ ในสถานพยาบาล

ลำดับ	สถานที่	จำนวนชั้น ขั้นต่ำ	ประเภทแผงกรองอากาศ ชั้นที่ 1	ประเภทแผงกรองอากาศ ชั้นที่ 2
1	ห้องผ่าตัดออร์โธปิดิกส์ ห้องผ่าตัดปลูกถ่ายไขกระดูก ห้องผ่าตัดปลูกถ่ายอวัยวะ	2	4	1 ติดตั้งที่ช่องจ่ายลม
2	ห้องผ่าตัดทั่วไป (General procedure Operating room) ห้องคลอด (Delivery rooms) ห้องเด็กแรกคลอด (Nurseries) หอผู้ป่วยหนัก (ICU) ห้องรักษาผู้ป่วย ห้องตรวจวินิจฉัย บริเวณพักคอยสำหรับแผนกผู้ป่วยนอกและห้องฉุกเฉิน	2	4	2
3	ห้องปฏิบัติการ ห้องเก็บอุปกรณ์ปลอดเชื้อ	1	3	-
4	พื้นที่เตรียมอาหาร ห้องซักรีด ห้องพักผู้ป่วย ทางเดินหน้าห้องพักผู้ป่วย	1	4	-

ที่มา : พ.ญ. จริยา แสงสัจจา และคณะ “คู่มือการปรับปรุงคุณภาพอากาศภายในอาคารสถานพยาบาล” 2550

สำหรับประเภทของแผงกรองอากาศปัจจุบันใช้ตัวเลขกำกับ เช่น ประเภทที่ 1 หรือ MERV 17 คือ HEPA Filter ซึ่งมีประสิทธิภาพการกรองไม่ต่ำกว่า 99.97% รายละเอียดประเภทและประสิทธิภาพแผงกรองอากาศแสดงใน ตารางที่ 3

ตารางที่ 3 ประเภทแผงกรองอากาศและประสิทธิภาพ

ประเภท	ประสิทธิภาพขั้นต่ำ	มาตรฐานการทดสอบ
1	99.97% MERV 17	HEPA 99.97% efficiency on 0.3 μ Particles, IEST Type ASHRAE Standard 52.
2	90 - 95% MERV 14	ASHRAE Standard 52.1 (Dust Spot) ASHRAE Standard 52.2
3	80 - 90% MERV 13	ASHRAE Standard 52.1 (Dust Spot) ASHRAE Standard
4	25 - 30% MERV 7	ASHRAE Standard 52.1 (Dust Spot) ASHRAE Standard
MERV = Minimum Efficiency Reporting Value ตามมาตรฐาน ASHRAE 52.2		

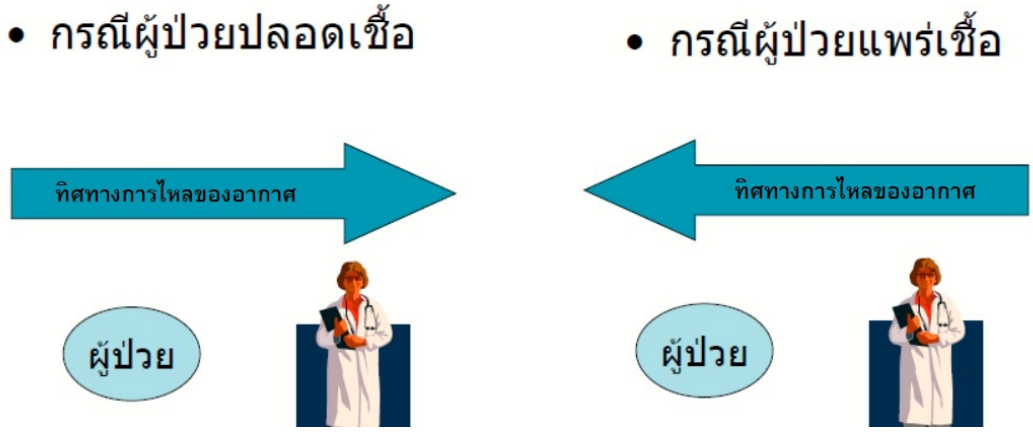
ที่มา : พ.ญ. จริยา แสงสัจจา และคณะ “คู่มือการปรับปรุงคุณภาพอากาศภายในอาคารสถานพยาบาล” 2550

ภาพที่ 4 แสดงตัวอย่างแผงกรองอากาศประเภทต่าง

2.3 ทิศทางการไหลของอากาศ

ทิศทางการไหลของอากาศภายในอาคาร โดยทั่วไปมีทิศทางจากด้านที่ต้องการอากาศสะอาดมากไปยังด้านที่สะอาดน้อยกว่าห้องแต่ละประเภท เช่น ห้องแยกโรคสำหรับผู้ป่วยที่แพร่เชื้อโรคทางอากาศ ลมที่จ่ายเข้ามาจะต้องผ่านบุคลากรก่อนแล้วจึงผ่านไปทางผู้ป่วย ขณะที่ห้องประเภท Protective Environment (PE) เช่น ห้องผ่าตัดและห้องแยกสำหรับผู้ป่วยภูมิคุ้มกันต่ำ ลมสะอาดต้องผ่านผู้ป่วยเป็นลำดับแรก ทั้งนี้ตำแหน่งของหัวจ่ายลม หน้ากากลม ความเร็วลมที่จ่าย และความสามารถของพัดลมดูดลมกลับ เป็นตัวกำหนดให้ทิศทางการไหลของอากาศเป็นไปตามมาตรฐาน

ภาพที่ 4 แสดงการกำหนดทิศทางการไหลจากสะอาดมากไปหาที่สะอาดน้อย

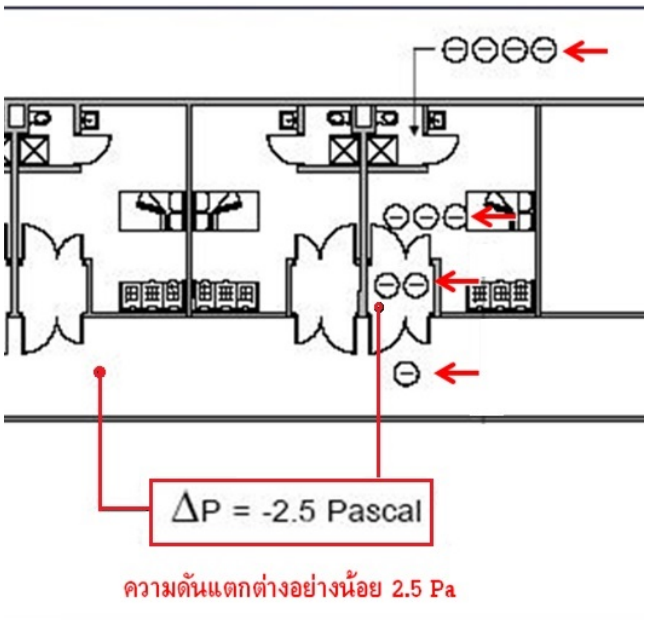


ที่มา : จักรพันธ์ ภวังค์คะรัตน์ “Hospital Environment : Effects on Health” 17 ธันวาคม 2558

2.4 ความดันของอากาศภายในห้อง

เนื่องจากอากาศเคลื่อนที่จากที่มีความดันสูงไปยังที่ความดันต่ำกว่าเสมอ ดังนั้นการควบคุมการแพร่กระจายเชื้อโรคมิให้เข้ามาหรือออกจากห้องใดๆ จึงทำได้โดยการควบคุมความดันของอากาศภายในห้องนั้น เช่น ห้องแยกโรคสำหรับผู้ป่วยที่แพร่กระจายเชื้อทางอากาศต้องมีความดันเป็นลบเมื่อเปรียบเทียบกับบริเวณโดยรอบไม่น้อยกว่า - 2.5 ปาสคาล เพื่อป้องกันแพร่กระจายเชื้อโรคออกไปสู่บริเวณอื่น ส่วนห้องแยกสำหรับผู้ป่วยภูมิคุ้มกันต่ำและห้องผ่าตัดต้องมีความดันอากาศเป็นบวกเมื่อเทียบกับบริเวณโดยรอบ เพื่อมิให้เชื้อโรคที่แพร่กระจายทางอากาศเข้าไปในห้อง รายละเอียดของความดันของอากาศสัมพันธ์กับพื้นที่ข้างเคียงแสดงในตารางที่ 4.5 อย่างไรก็ตาม ข้อกำหนดของวิศวกรรมสถานแห่งประเทศไทยมีความแตกต่างจากของสมาคมวิศวกรรมปรับอากาศของสหรัฐอเมริกา (ASHRAE) ในบางพื้นที่ เช่น ห้องพักผู้ป่วย ห้องตรวจรักษาผู้ป่วย ASHRAE มิได้กำหนดว่าต้องเป็นบวกหรือลบ ในเรื่องการควบคุมความดันอากาศภายในห้องนี้ ปัจจัยสำคัญนอกจากปริมาณลมเข้าและออกจากห้องแล้ว การปิดช่องเปิดหรือรูรั่วของห้องโดยเฉพาะขอบประตูหน้าต่าง ฝ้าเพดานเป็นสิ่งสำคัญ การควบคุมความดันอากาศภายในห้องที่มีช่องเปิดหรือรูรั่วมากให้เป็นตามความต้องการอาจทำได้ยากกว่า

ภาพที่ 5 แสดงการกำหนดแรงดันอากาศแตกต่างกับพื้นที่ข้างเคียง



ที่มา : จักรพันธ์ ภวังค์คะรัตน์ “ห้องแยกผู้ป่วยแพร่เชื้อทางอากาศ” (Airborne infection Isolate Room) 24 มิถุนายน 2547

2.5 การหมุนเวียนอากาศกลับมาใช้ใหม่

ห้องที่มีเครื่องปรับอากาศแบบแยก (Split type air condition) ทั้งชนิดติดผนังหรือตั้งพื้นนั้น อากาศที่จ่ายออกไปจากเครื่องปรับอากาศถูกหมุนเวียนกลับเข้ามาในเครื่องและจ่ายออกไปอีก โดยอากาศที่หมุนเวียนนี้ผ่านเพียงวัสดุกรองที่มีประสิทธิภาพต่ำ ซึ่งไม่สามารถกรองเชื้อโรคออกจากอากาศได้และยิ่งไปกว่านั้นการจ่ายอากาศของเครื่องปรับอากาศยังช่วยให้เชื้อโรคแพร่กระจายได้กว้างขวางขึ้น จึงไม่เหมาะสมสำหรับพื้นที่ที่มีการแพร่กระจายของเชื้อโรค ดังนั้น สำหรับสถานพยาบาลจึงควรมีระบบปรับอากาศที่ควบคุมการหมุนเวียนอากาศกลับมาใช้ใหม่ (Recirculation) โดยในแต่ละพื้นที่ต้องมีข้อกำหนด เช่น ในห้องแยกโรคสำหรับผู้ป่วยที่แพร่กระจายเชื้อทางอากาศ สามารถหมุนเวียนกลับมาใช้ใหม่ได้ต่อเมื่ออากาศที่หมุนเวียนนั้นผ่านการกรองด้วย HEPA filter ตามตารางที่ 4

ตารางที่ 4 แสดงคุณลักษณะทางวิศวกรรมของบางพื้นที่ที่สำคัญในสถานพยาบาล

Specifications	All room	Protective Environment room	Critical care room	Isolation anteroom	Operating room
Air pressure	Negative	Positive	Positive,Negative, or neutral	Positive or Negative	Positive
Room air changes	≥6 ACH (for existing rooms); ≥12 ACH (For renovation or new construction)	≥12 ACH	≥6 ACH	≥10 ACH	≥15 ACH
Sealed	Yes	Yes	No	Yes	Yes
Filtration supply	90% (dust-spot ASHRAE 52.1 1992)	99.97% (HEPA filter	≥ 90% Yes	≥ 90% No	≥ 90% Yes
Recirculation	No**	Yes			

* ในห้องผ่าตัดบางประเภท เช่น ห้องผ่าตัดทาง ออร์โธปิดิกส์ ต้องใช้ HEPA filter

** สามารถ Recirculate ได้ โดยผ่าน HEPA filter ก่อนที่อากาศจะหมุนเวียนกลับมาในห้อง

ที่มา : พ.ญ. จริยา แสงสัจจา และคณะ “คู่มือการปรับปรุงคุณภาพอากาศภายในอาคารสถานพยาบาล” 2550

2.6 อากาศที่ระบายทิ้ง

การระบายอากาศที่ปนเปื้อนเชื้อโรคหรือสารกัมมันตรังสีที่แพร่กระจายทางอากาศทิ้ง ต้องกำหนดจุดหรือตำแหน่งระบายออกให้เหมาะสม เพื่อลดความเสี่ยงต่อการแพร่กระจายไปยังผู้คนและอาคารอื่นหรือย้อนกลับเข้าสู่อาคาร หากจำเป็นไม่สามารถหลีกเลี่ยงการติดตั้งที่จุดที่เสี่ยงได้ ต้องระบายอากาศทิ้งผ่านวัสดุกรองอากาศชนิดประสิทธิภาพสูง (HEPA filter) และเพื่อป้องกันมิให้อากาศที่ระบายออกไปไหลกลับเข้าสู่อาคาร จุดระบายอากาศต้องอยู่ห่างจุดนำอากาศเข้ามากกว่า 25 ฟุต นอกจากนี้อาจมีข้อกำหนดเฉพาะสำหรับบางบริเวณ เช่น ห้ามต่อท่อลมระบายอากาศทิ้งจากห้องแยกผู้ป่วยแพร่เชื้อทางอากาศ (AIIR) กับท่อลมอื่นๆ ของอาคาร

2.7 อุณหภูมิและความชื้น

การกำหนดช่วงอุณหภูมิและความชื้นสัมพัทธ์ที่เหมาะสมกับบุคคลและกิจกรรมในแต่ละบริเวณ เช่น ห้องผ่าตัดควรมีอุณหภูมิในช่วง 17 - 27 ^{0}C และความชื้นสัมพัทธ์ระหว่าง 45 - 55% RH ขณะที่ห้องผู้ป่วยวิกฤต (ICU) ควรมีอุณหภูมิ 21 - 27^{0}C และมีความชื้นสัมพัทธ์ต่ำกว่า 60 % RH

นอกจากนี้ยังมีรายละเอียด คุณสมบัติเฉพาะของบางบริเวณในสถานพยาบาล ซึ่งบุคลากรทางการแพทย์ควรศึกษาจากมาตรฐานระบบปรับอากาศและระบายอากาศของวิศวกรรมสถานแห่งประเทศไทย เพื่อทำความ

เข้าใจกับวิศวกรและสถาปนิกผู้ออกแบบต่อไป ประเด็นที่สำคัญนอกเหนือจากการออกแบบระบบที่ต้องคำนึงถึงอีก 4 ประการ คือ

1) ระบบการควบคุมความดันอากาศ ต้องมีเครื่องวัดความดันอากาศติดตั้งไว้หน้าห้องแยกผู้ป่วยที่แพร่กระจายเชื้อทางอากาศหรือห้องแยกสำหรับผู้ป่วยภูมิคุ้มกันต่ำในตำแหน่งที่อ่านได้ชัดเจน
2) การตรวจสอบสภาพแผงกรองอากาศ ต้องมีวิธีการตรวจวัดประสิทธิภาพของแผงกรองอากาศ และต้องเปลี่ยนแผงกรองอากาศตามข้อบ่งชี้
3) ระบบไฟฟ้าสำรอง โดยเฉพาะบริเวณสำคัญ เช่น ห้องแยกผู้ป่วยที่แพร่กระจายเชื้อทางอากาศ
4) การทดสอบระบบก่อนการใช้งาน เมื่อติดตั้งระบบแล้วต้องทดสอบเพื่อให้มั่นใจว่าระบบได้มาตรฐานสามารถทำงานตามที่กำหนด สิ่งที่ต้องทดสอบ ได้แก่ ความดันภายในห้อง ปริมาณลมหมุนเวียน ประสิทธิภาพของแผงกรองอากาศ อุณหภูมิและความชื้น การทดสอบดังกล่าวควรกระทำโดยบุคคลที่สามารถที่มีความรู้และประสบการณ์ในการทดสอบระบบปรับอากาศและระบายอากาศ

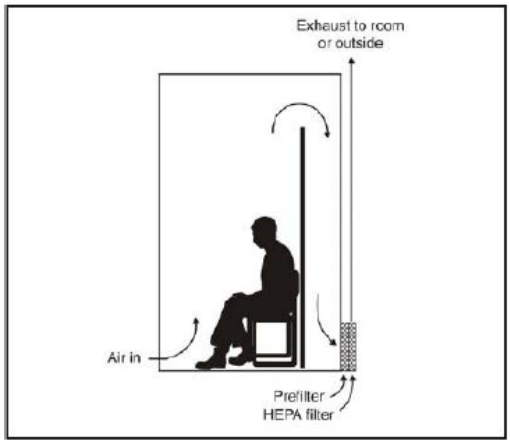
2.8 การออกแบบระบบระบายแบบเฉพาะที่ (Local Exhaust Ventilation : LEV)

ห้องหรือพื้นที่ที่มีกิจกรรมภายในที่สร้างแหล่งกำเนิดฝุ่นหรือมลภาวะ อาจกลายเป็นอันตรายต่อสุขภาพและสร้างสภาพแวดล้อมที่ไม่ดีในการทำงาน ควรมีการออกแบบระบบระบายอากาศเฉพาะที่ เช่น การใช้ตู้ชีวนิรภัย (Biological Safety Cabinets,BSC) หรือ Hood หรือท่อชนิดหัวดูดแบบฝาชีครอบ (Canopy Hood) ตั้งอยู่เหนือแหล่งของสารปนเปื้อน ซึ่งเป็นวิธีที่มีประสิทธิภาพในการกำจัดสารมลพิษเฉพาะที่ (Point Sources) ก่อนที่จะกระจายสู่อากาศภายในห้องหรือพื้นที่นั้นๆ

ภาพที่ 4.6 แสดง ตู้ชีวนิรภัยและ Hood ดูดควัน ไอสารเคมี

การออกแบบตู้หรือห้องขนาดเล็ก เพื่อกำหนดทิศทางการไหลของอากาศผ่านผู้ป่วยที่เป็นโรควัณโรคและมีการกรองอากาศด้วยแผงกรองอากาศประสิทธิ์ภาพสูง (HEPA Filter) ก่อนระบายอากาศทิ้ง

ภาพที่ 7 แสดงตัวอย่างตำแหน่งที่ดูดอากาศกรณีมีผู้ป่วยที่เป็นโรควัณโรค



ที่มา : Guidelines on Prevention and Management of Tuberculosis for Health Care Workers in Ministry of Health Malaysia ,2012

2.9 การบริหารระบบจัดการอากาศของอาคาร

การบริหารระบบจัดการอากาศของอาคาร ควรมีพิจารณาโครงสร้างอาคารเพราะมีผลต่อการวางระบบปรับและระบบระบายอากาศอย่างยิ่ง อาคารที่มีอยู่เดิมมีแนวทางปรับปรุงหรือแก้ไขปัญหาได้อย่างไร และอาคารใหม่ต้องออกแบบอย่างไรให้มีระบบระบายอากาศที่ดี ประเด็นที่ต้องพิจารณา ได้แก่

1) จัดลำดับความวิกฤตหรือความเสี่ยงสูงก่อน เช่น
   - ห้องแยกผู้ป่วยแพร่กระจายเชื้อทางอากาศ (Airborne Infection Isolate Room: AIIR)
   - ห้องผู้ป่วยฉุกเฉิน (Emergency Room, ER)
   - ห้องผู้ป่วยวิกฤต (Intensive Care Unit , ICU)
   - ห้องตรวจกล้อง (Bronchoscope unit)
   - ห้องปฏิบัติการเชื้อวัณโรคและเชื้อรา
   - หอผู้ป่วยพิเศษรวม
   - ห้องให้คำปรึกษาผู้ป่วย
   - ห้องอัลตร้าซาวน์
   - ห้องพ่นยาผู้ป่วย
   - โถงรอตรวจผู้ป่วยนอกอายุกรรม

2) ออกแบบตามลักษณะความเสี่ยง โดยยึดมาตรฐาน วสท. และหลักการควบคุมการติดเชื้อทางอากาศ ได้แก่

- การป้องกันเชื้อเข้าหรือออกจากห้อง (ควบคุมความดันอากาศ)
- การกำจัดเชื้อออกจากอากาศ
- การเจือจางเชื้อทางอากาศ
- การควบคุมการไหลจากที่สะอาดมากไปหาที่สะอาดน้อย
- ป้องกันการเจริญเติบโตของเชื้อโรคภายในห้อง
- การฆ่าเชื้อในอากาศ

3) การตรวจสอบและบำรุงรักษา

- กำหนดให้มีการตรวจวัดคุณภาพอากาศประจำปีโดย จนท. ภายในหน่วยงานและภายนอกหน่วยงาน
- การสำรวจสถานที่ ประเมินสภาวะแวดล้อม ทิศทางการไหลอากาศ (เข้า-ออก)
- กำหนดการล้างทำความสะอาดเครื่องปรับอากาศและเครื่องระบายอากาศประจำทุก 3 เดือน (ความเสี่ยงสูง) ทุก 6 เดือน (ความเสี่ยงต่ำ)
- จัดทำตารางตรวจสอบความพร้อมใช้ประจำวัน เช่น ห้องผ่าตัด ห้องแยกผู้ป่วยแพร่กระจายเชื้อทางอากาศ (Airborne Infection Isolate Room: AIIR)
- กำหนดการ (แผน) เปลี่ยนอุปกรณ์ตามอายุการใช้งาน

เอกสารอ้างอิง

1. Occupational health unit disease control division ministry of health Malaysia. Guidelines on Prevention and Management of Tuberculosis for Health Care Workers in Ministry of Health Malaysia 2012 [Internet] [cited 2018 June 9]. Available from: http://www.moh.gov.my/images/gallery/Garispanduan/Guidelines
2. จริยา แสงสัจจา, ทรงยศ ภารดี. คู่มือการปรับปรุงสภาพอากาศภายในอาคารสถานพยาบาล,2550. โรงพิมพ์พระพุทธศาสนาแห่งชาติ,พิมพ์ครั้งที่ 1
3. จักรพันธ์ ภวังค์คะรัตน์ “ระบบปรับอากาศสำหรับโรงพยาบาล” บริษัท เอ็นไวรอนเมนตอล เอ็นจิเนียริ่ง คอนซัลแตนส์ จำกัด สืบค้นเมื่อ วันที่ 30 มีนาคม 2561 ที่ http://planning.pn.psu.ac.th/town_plan/procedure/docs_procedure/900_1301358987.pdf
4. จักรพันธ์ ภวังค์คะรัตน์ “Hospital Environment : Effects on Health” 17 ธันวาคม 2558
5. จักรพันธ์ ภวังค์คะรัตน์ “ห้องแยกผู้ป่วยแพร่เชื้อทางอากาศ” (Airborne infection Isolate Room) 24 มิถุนายน 2547
6. ไทยอพอลโลเทค ระบบระบายอากาศ (Ventilation system) http://www.thaiapollo.com/index.php/service/2-uncategorised/48-ventilation-system