คู่มือ

การปรับปรุงคุณภาพอากาศ ภายในสถานพยาบาล

BIDI สถาบันบำราศนราดูร
Bamrasnaradura Infectious Diseases Institute

คู่มือ

การปรับปรุงคุณภาพอากาศ ภายในสถานพยาบาล

BIDI สถาบันบำราศนราดูร
Bamrasnaradura Infectious Diseases Institute

คู่มือการปรับปรุงคุณภาพอากาศภายในสถานพยาบาล

จัดทำโดย : สถาบันบำราศนราดูร
กรมควบคุมโรค กระทรวงสาธารณสุข

พิมพ์ที่ : สำนักพิมพ์อักษรกราฟฟิคแอนด์ดีไซน์

พิมพ์ครั้งที่ 1 : พฤศจิกายน 2560

จำนวนพิมพ์ : 1,000 เล่ม

ISBN : 978-616-11-3558-4

คำนำ

การป้องกันการติดเชื้อและแพร่กระจายเชื้อทางอากาศ นับเป็น ภารกิจสำคัญประการหนึ่งของสถานพยาบาล ปัจจัยที่ส่งเสริมให้ปัญหาการแพร่กระจายเชื้อทางอากาศในสถานพยาบาลมีมากขึ้น ได้แก่ การเกิดโรคอุบัติใหม่ - โรคอุบัติซ้ำของระบบทางเดินหายใจ ซึ่งสามารถแพร่กระจายเชื้อทางอากาศได้ นอกจากนั้น ในเรื่องของโครงสร้างอาคารสถานพยาบาลที่ไม่เอื้อต่อการระบายอากาศได้อย่างเพียงพอ การใช้เครื่องปรับอากาศในพื้นที่สำหรับดูแลผู้ป่วยที่มีโอกาสแพร่กระจายเชื้อ โดยไม่มีการกรองหรือระบายอากาศ ตามเกณฑ์มาตรฐานอย่างเหมาะสม ก็เป็นส่วนเพิ่มโอกาสเสี่ยงของการแพร่กระจายเชื้อในสถานพยาบาลได้

จากสถานการณ์ปัญหาดังกล่าวข้างต้น สถาบันบำราศนราดูร กรมควบคุมโรค กระทรวงสาธารณสุข ได้เล็งเห็นความสำคัญของการปรับปรุงคุณภาพอากาศในอาคาร (Indoor air Quality) ของสถานพยาบาล จึงได้ดำเนินการรวบรวมองค์ความรู้ทางด้านการแพทย์ วิศวกรรม และ สถาปัตยกรรมจากผู้เชี่ยวชาญหลายสาขาวิชา จัดทำคู่มือการป้องกันการแพร่กระจายเชื้อทางอากาศในสถานพยาบาลขึ้น โดยได้รับความสนับสนุนการดำเนินงานจากกรมควบคุมโรค รวมทั้งหน่วยงานอื่น ๆ ทั้งในและนอกกระทรวงสาธารณสุข ในคู่มือเล่มนี้นอกจากเนื้อหาเรื่องการปรับปรุงคุณภาพอากาศในสถานพยาบาลแล้ว ยังได้นำเรื่อง Isolation Precautions มาเพิ่มความสมบูรณ์ของสาระในหนังสือเล่มนี้ด้วย ผู้จัดทำจึงหวังว่าบุคลากรทางการแพทย์และบุคลากรสาขาอื่นที่เกี่ยวข้องจะสามารถนำแนวคิดจากหนังสือนี้ไปใช้ในการปรับปรุงคุณภาพอากาศในสถานพยาบาลต่าง ๆ ต่อไป

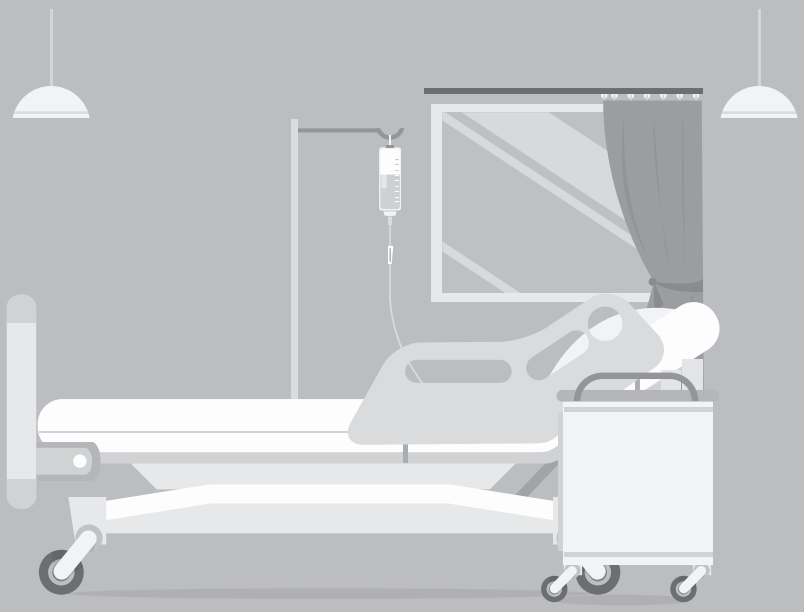
พญ. จริยา แสงสัจจา
นายภัทร วัฒนธรรม
วราภรณ์ เทียนทอง

สารบัญ

เรื่อง		หน้า
บทที่ 1	แนวทางการออกแบบสถานพยาบาล	1
บทที่ 2	แผงกรองอากาศ	17
บทที่ 3	การระบายอากาศ	23
บทที่ 4	ห้องแยกผู้ป่วยติดเชื้อทางอากาศ (Airborne Infection Isolation Room: AIIR)	27
บทที่ 5	ห้องฉุกเฉิน	37
บทที่ 6	หออภิบาลผู้ป่วยหนัก	41
บทที่ 7	ห้องผ่าตัด	45
บทที่ 8	ห้องส่องกล้อง	49
บทที่ 9	ห้องชันสูตร	53
บทที่ 10	ห้องฉายรังสี	57
บทที่ 11	ห้องตรวจผู้ป่วยนอก	59
บทที่ 12	คลินิกวัณโรค	63
บทที่ 13	ห้องปฏิบัติการ	67
บทที่ 14	พื้นที่แยกผู้ป่วยภายในเรือนจำ	69
บทที่ 15	การทดสอบระบบ	71
บทที่ 16	Cohort Ward	79
เอกสารอ้างอิง		81
ภาคผนวก		83

บทที่ 1

แนวทางการออกแบบสถานพยาบาล



นิยาม

1. การป้องกันกันการติดเชื้อ (Infection Control: IC)

หมายถึง การควบคุมและป้องกันการแพร่กระจายของเชื้อ/การติดเชื้อในโรงพยาบาล ซึ่งเป็นพื้นฐานส่วนหนึ่งของการดูแลสุขภาพ การควบคุมการติดเชื้อและระบาดวิทยาของโรงพยาบาลคล้ายกับการปฏิบัติด้านสุขภาพของประชาชน

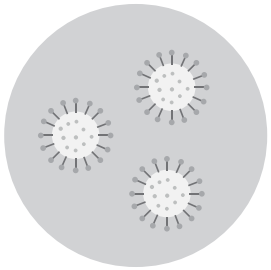
การควบคุมการติดเชื้อมีปัจจัยที่สัมพันธ์กับการแพร่ระบาดของการติดเชื้อภายในสถานบริการสุขภาพ ไม่ว่าจะเป็นผู้ป่วยสู่ผู้ป่วย จากผู้ป่วยให้กับพนักงาน และจากพนักงานให้แก่ผู้ป่วยหรือในหมู่พนักงาน จึงหมายรวมถึงการป้องกันการตรวจสอบ/การเฝ้าระวัง การแพร่ระบาดของการติดเชื้อในสถานบริการสุขภาพและการจัดการ

2. ระบบปรับอากาศและระบายอากาศ

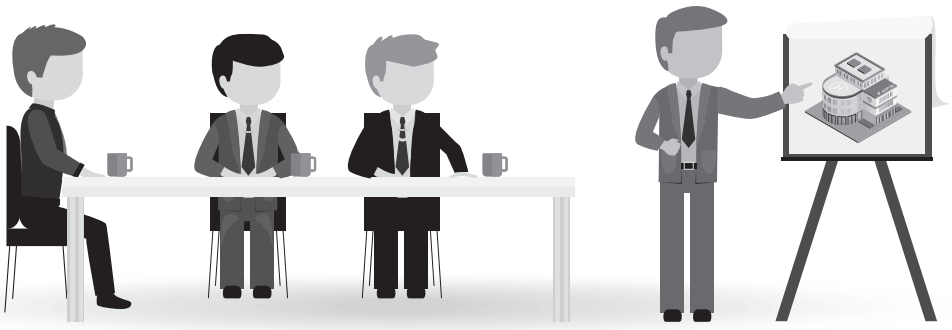
หมายถึง การควบคุมอุณหภูมิ ความชื้น คุณภาพของอากาศ ความดันอากาศทิศทางการไหล การหมุนเวียนของอากาศและควบคุมการแพร่เชื้อโรคในพื้นที่ปฏิบัติงาน

มาตรฐานการออกแบบการป้องกันการติดเชื้อ

การแพร่กระจายเชื้อทางอากาศในสถานพยาบาลเป็นปัญหาสำคัญทางการแพทย์และสาธารณสุขทั่วโลก สำหรับประเทศไทย เชื้อวัณโรคซึ่งเป็นเชื้อที่แพร่กระจายทางอากาศกำลังเป็นปัญหาสำคัญ เนื่องจากอุบัติการณ์ของวัณโรคเพิ่มขึ้นและพบเชื้อวัณโรคที่ดื้อยาหลายขนานด้วย นอกจากนี้โรคอุบัติใหม่ระบบทางเดินหายใจ ได้แก่ โรค SARS, Avian Influenza, A H5N1 อาจแพร่ทางอากาศหรือทางฝอยละอองขนาดเล็ก (aerosol) ได้ในบางสภาวการณ์ การป้องกันการแพร่กระจายเชื้อทางอากาศในสถานพยาบาลจึงเป็นสิ่งที่ต้องดำเนินการ



ในปี ค.ศ. 1930 William F.Wells ซึ่งเป็นวิศวกรด้านสุขาภิบาล จากมหาวิทยาลัย Harvard ได้ทำการศึกษาร่วมกับนักศึกษาแพทย์ Richard Reiley และรายงานว่าแก่นของฝอยละออง (droplet nuclei) ซึ่งมีจุลชีพอยู่เป็นสิ่งที่ทำให้เกิดการแพร่กระจายเชื้อทางอากาศ เนื่องจากอานุภาค ซึ่งมีขนาด ≤ 5 ไมครอน สามารถแขวนลอยอยู่ในอากาศได้นาน โดยไม่ตกลงสู่พื้น และจะล่องลอยอยู่ในอากาศไปได้ไกลมาก จากจุดกำเนิด ซึ่งสอดคล้องกับสมการที่ใช้คำนวณความเร็วที่อนุภาคขนาด 1 - 100 ไมครอน จะตกลงสู่พื้นซึ่งเสนอโดย Lewis Strokes จากสมการดังกล่าวพบว่า อนุภาคขนาด 1 - 5 ไมครอนที่อยู่ในกระแสอากาศนิ่ง จะมีอัตราการตกสู่พื้น 1 หลาต่อชั่วโมง ทั้งนี้ หากมีกระแสลมแรงการแขวนลอยในอากาศของอนุภาคดังกล่าวก็จะนานขึ้น เมื่อถูกหายใจเข้าไปอนุภาคขนาด 1 - 5 ไมครอน จะสามารถผ่าน cilia และ mucosal defenses ในบริเวณทางเดินหายใจส่วนบน ลงไปสะสมในถุงลมปอด (alveoli) หากเชื้อโรคนั้นยังคงมีชีวิตอยู่บน droplet nuclei ได้ก็จะก่อให้เกิดโรค การศึกษาเรื่องการแพร่กระจายเชื้อโรคทางอากาศพบอย่างกว้างขวางหลังจากอุบัติการณ์ของวัณโรคเพิ่มสูงขึ้น รวมทั้งการอุบัติของโรคทางเดินหายใจเฉียบพลันรุนแรงจากเชื้อ SARS Corona virus ซึ่งมีหลักฐานว่าเป็นโรคที่แพร่กระจายทางอากาศในบางสภาวการณ์ ทำให้ปัจจุบันมีการแบ่งเชื้อโรคที่แพร่กระจายทางอากาศออกแบบ 3 กลุ่ม คือ



1. Obligated airborne transmission

เชื้อโรคใช้วิธีการแพร่กระจายทางอากาศเป็นวิธีหลัก โรคที่มีหลักฐานว่าแพร่กระจายแบบนี้ คือวัณโรค โดยเฉพาะวัณโรคปอดและกล่องเสียง นอกจากนี้ *Measles*, เชื้อรากลุ่ม *Aspergillus* spp และ *Rhizopus* spp.. อาจจัดอยู่ในกลุ่มนี้ เนื่องจากมีหลักฐานชัดเจนว่ามีการแพร่กระจาย ทางอากาศเป็นช่องทางหลัก

2. Preferential airborne transmission

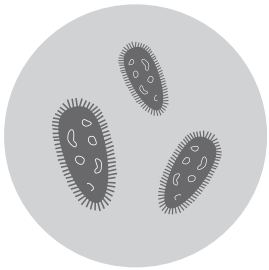
เชื้อโรคในกลุ่มนี้สามารถแพร่กระจายได้หลายวิธี แต่หากแพร่กระจายทางอากาศหรืออยู่ในรูป aerosol และเข้าไปสะสมในส่วนปลายของปอดแล้ว จะทำให้เชื้อโรคแพร่กระจายไปทั่วร่างกายและมีการดำเนินโรคเต็มรูปแบบ (full - blown disease) เชื้อโรคในกลุ่มนี้ ได้แก่ Varicella - Zoster, Smallpox, เชื้อรากลุ่ม *Acremonium* spp. สำหรับไข้หวัดใหญ่ และไข้หวัดนก (Influenza A H5N1) ก็มีหลักฐานว่าน่าจะอยู่ในกลุ่มนี้โดยเฉพาะไข้หวัดนก Influenza A H5N1 นั้น พบว่ามีตัวรับเชื้อ (receptor) อยู่ที่ส่วนปลายของปอด และมีการแบ่งตัวของไวรัสในตำแหน่งนั้นด้วยเชื้อโรคในกลุ่มนี้หากแพร่กระจายโดยวิธีอื่น ความรุนแรงของโรคจะลดลง

3. Opportunistically airborne transmission

เชื้อโรคในกลุ่มนี้ตามธรรมชาติจะแพร่กระจายโดยวิธีอื่น แต่ในบางสภาวการณ์ เช่น การทำให้เชื้อโรคอยู่ในรูปของ aerosol และถูกสูดดมเข้าไปในส่วนปลายของปอดก็จะก่อให้เกิดโรคได้ เชื้อโรคที่น่าจะอยู่ในกลุ่มนี้ ได้แก่ SARS Corona Virus และกลุ่มของ Viral hemorrhagic fever ได้แก่ Ebola, Lassa, Marburg, Hanta

นอกจากนี้อาจแบ่งโรคที่แพร่กระจายทางอากาศออกเป็น 2 กลุ่ม ตามความเสี่ยงของผู้สัมผัส กล่าวคือ

• **กลุ่มแรก** เป็นกลุ่มของโรคซึ่งคนปกติที่ไม่มีภูมิต้านทานต่อโรคนั้น ๆ มีความเสี่ยงต่อการติดโรค ได้แก่ เชื้อวัณโรค Measles virus, Varicella - Zoster virus, Smallpox, SARS corona virus, Influenza A H5N1 และกลุ่ม Viral hemorrhagic fever การป้องกันการแพร่กระจายของโรคเหล่านี้ ต้องใช้การป้องกันที่แหล่งโรค (ผู้ป่วย) กล่าวคือ ต้องให้ผู้ป่วยอยู่ในห้องแยกสำหรับการป้องกันการแพร่เชื้อทางอากาศ และผู้ที่จะต้องเข้าไปอยู่ห้องเดียวกับผู้ป่วย ต้องสวมหน้ากากที่ป้องกันอนุภาคขนาด < 5 ไมครอนได้ ซึ่งวิธีการดังกล่าวเป็นที่รู้จักกันดีในนาม Airborne precautions ซึ่งมีวิธีการหลัก คือ การใช้ administrative control, environmental control และ respiratory protection control ซึ่งจะกล่าวสาระโดยละเอียดต่อไป



• **กลุ่มที่สอง** เป็นกลุ่มของโรคที่มักทำให้เกิดโรคเฉพาะผู้ที่มีภูมิคุ้มกันบกพร่องเท่านั้น ได้แก่ เชื้อราต่าง ๆ เช่น *Aspergillus* spp., *Rlizopuss* spp., *Acremonium* spp., *Fusarium* spp. การป้องกันโรคเหล่านี้มีความจำเป็นเฉพาะกลุ่มเสี่ยงซึ่งได้แก่ ผู้ป่วยที่ได้รับการเปลี่ยนถ่ายอวัยวะ โดยจะต้องทำให้อากาศในห้องแยกของผู้ป่วยเหล่านี้มีการปนเปื้อนเชื้อโรคนี้ให้น้อยที่สุด โดยมีการกรองอากาศที่จะจ่ายเข้ามาในห้องผู้ป่วยด้วยแผงกรองอากาศระดับ HEPA filter และต้องสร้างความดันอากาศในห้องผู้ป่วยให้เป็นบวก (positive air pressure) เมื่อเทียบกับอากาศภายนอกโดยรอบ เพื่อป้องกันอากาศจากภายนอก ซึ่งอาจปนเปื้อนเชื้อโรค มิให้เข้ามาในห้องผู้ป่วยทางรูรั่วต่าง ๆ ของห้อง อย่างไรก็ตาม นอกจากผู้ป่วย 2 กลุ่มดังกล่าวซึ่งสามารถระบุได้ และสามารถใช้มาตรการในการควบคุมการแพร่กระจายเชื้อ หรือลดการติดเชื้อแล้วยังมีผู้ป่วยอีกจำนวนหนึ่งที่เรายังไม่ทราบว่าสามารถแพร่กระจายเชื้อทางอากาศได้ หรือเสี่ยงต่อการติดเชื้อที่แพร่กระจายทางอากาศหรือไม่ ได้แก่ ผู้ป่วยที่ได้รับการผ่าตัด การพ่นยา การส่องตรวจอวัยวะภายใน ผู้ป่วยวิกฤตหรือแม้กระทั่งผู้ป่วยที่นั่งรอตรวจ หากมีอาการไอก็สามารถแพร่กระจายเชื้อทางอากาศไปยังบุคคลอื่นรวมทั้งบุคลากรได้ การควบคุมการแพร่กระจายเชื้อทางอากาศ ในสถานพยาบาลตามมาตรฐานจึงเป็นสิ่งจำเป็น

การป้องกันการแพร่กระจายเชื้อทางอากาศในสถานพยาบาล

หลักการสำคัญในการป้องกันและควบคุมการแพร่กระจายเชื้อโรคในสถานพยาบาลซึ่งโดยทั่วไปใช้หลักการเดียวกับการควบคุมวัณโรคในสถานพยาบาล ซึ่งมี 3 ประการ ดังนี้

1. การบริหารจัดการภายในสถานพยาบาล (Administrative Controls)
2. การควบคุมสิ่งแวดล้อม (Environmental Controls)
3. การใช้อุปกรณ์ป้องกันส่วนบุคคล (Respiratory - Protection Controls)

1. การบริหารจัดการภายในสถานพยาบาล (Administrative Controls)

เป็นมาตรการพื้นฐานขั้นแรกที่มีความสำคัญมากในการลดความเสี่ยงของการแพร่กระจายเชื้อในสถานพยาบาล ผู้บริหารจะต้องกำหนดให้เป็นนโยบายสำคัญ กำหนดผู้รับผิดชอบ กำหนดแนวทางปฏิบัติ กำกับติดตาม และประเมินผลเป็นระยะอย่างสม่ำเสมอ โดยมีรายละเอียดการดำเนินการ ดังนี้

1. มีคณะกรรมการผู้รับผิดชอบ ประกอบด้วย แพทย์ พยาบาลควบคุมโรคติดเชื้อ นักจุลชีววิทยา นักระบาดวิทยา บุคลากรด้านสิ่งแวดล้อม มีวิศวกรเครื่องกลเป็นกรรมการหรือที่ปรึกษา คณะกรรมการดังกล่าวมีหน้าที่ประเมินความเสี่ยงของสถานที่ บุคคล กิจกรรม จัดทำแผนงานโครงการและแนวทางปฏิบัติ เสนอให้ผู้บริหารเห็นชอบและสั่งการ

2. การประเมินความเสี่ยงของการแพร่เชื้อและติดเชื้อซึ่งประกอบด้วย พื้นที่เสี่ยง บุคคลที่เสี่ยง และกิจกรรมที่เสี่ยง คือกิจกรรมที่ก่อให้เกิดฝอยละออง

ตารางที่ 1 กิจกรรมที่ก่อให้เกิดฝอยละออง (Aerosol generating procedures)

Aerosol - generating procedures produce large & small particle aerosols
• Diagnostic sputum induction • Nasopharyngeal aspiration/airway suction • Aerosolized medication • ET intubation and extubation • Chest PT • Bronchoscopy • Positive pressure ventilation • High - frequency ventilation • CPR • Post mortem excision of lung tissue • Inoculating culture media and susceptibility test for airborne transmitted microorganisms

3. ประเมินบุคลากรที่เสี่ยงที่จะรับเชื้อวัณโรคและอาจติดโรค โดยพิจารณาปัจจัยต่อไปนี้

- อายุ อายุมากจะเสี่ยงมากกว่า
- มีโรคประจำตัว ที่เสี่ยงต่อวัณโรค ได้แก่ ติดเชื้อเอชไอวี เบาหวาน เป็นต้น
- พื้นที่ที่ปฏิบัติงาน ได้แก่ ห้องฉุกเฉิน แผนกผู้ป่วยนอกที่มีความแออัด
- ลักษณะของงาน ที่มีความใกล้ชิดกับผู้ป่วย และทำกิจกรรมที่ก่อให้เกิดฝอยละออง

4. ให้ความสำคัญและปฏิบัติตามหลักการของ Respiratory Hygiene and cough etiquette ซึ่งมีสาระสำคัญ คือ

- เรื่องการคัดกรองและแยกผู้ป่วยที่สงสัยออกจากบุคคลอื่นตั้งแต่บริเวณแรกเข้ามาในสถานพยาบาล รวมทั้งมีระบบคัดกรองในทุกจุดบริการผู้ป่วย ได้แก่ แผนกฉุกเฉิน แผนกผู้ป่วยนอก หอผู้ป่วยใน หอผู้ป่วยวิกฤต ห้องผ่าตัด ห้องส่องกล้อง เป็นต้น เมื่อคัดกรองแล้วหากมีข้อบ่งชี้ว่าผู้ป่วยเข้าข่ายการเป็นวัณโรคก็จะต้องแยกผู้ป่วยออกจากผู้อื่นทันที ตรวจเพิ่มเติมและวินิจฉัยโดยเร็ว สำหรับหอผู้ป่วยในโดยเฉพาะหอผู้ป่วยในซึ่งเป็นห้องรวมและติดเครื่องปรับอากาศหรือมีการระบายอากาศที่ไม่เพียงพอจะมีความเสี่ยงมากขึ้นในการแพร่กระจายวัณโรค ดังนั้นหากผู้ป่วยรายใดที่พักรักษาตัวในหอผู้ป่วยดังกล่าวมีอาการที่บ่งชี้ว่าอาจเป็นวัณโรคต้องรีบแยกผู้ป่วยนั้นออกจากผู้อื่นโดยเร็ว เพื่อการตรวจเพิ่มเติมและวินิจฉัยวัณโรคต่อไป

- การควบคุมการแพร่กระจายโรคที่จุดกำเนิดของการแพร่เชื้อโรค (Source control Measures) ประกอบด้วย ตัวผู้ป่วย สารคัดหลั่งและสิ่งส่งตรวจที่มีเชื้อวัณโรค สำหรับตัวผู้ป่วยควรให้สวมหน้ากากอนามัยเสมอ หากไม่มีอาการเหนื่อยหอบและให้สุขศึกษาผู้ป่วยในเรื่อง ข้อควรปฏิบัติขณะไอจามการทำความสะอาดมือและหลีกเลี่ยงการปนเปื้อนสิ่งแวดล้อม สำหรับสารคัดหลังและสิ่งส่งตรวจผู้บริหารต้องจัดให้มีห้องปฏิบัติการที่ปลอดภัยและมีอุปกรณ์ที่ป้องกันการแพร่กระจายเชื้อ ได้แก่ Biosafety cabinet รวมทั้งการปฏิบัติที่ถูกต้องตามหลักการ infection control ในห้องปฏิบัติการด้วย
- มีป้ายเตือน (Poster alert) ให้ผู้ป่วยแจ้งเจ้าหน้าที่ของโรงพยาบาลหากมีอาการเข้าข่ายป่วยเป็นวัณโรค ป้ายดังกล่าวควรมีอยู่ตามจุดต่าง ๆ ของโรงพยาบาล เช่น จุดคัดกรองแผนกผู้ป่วยนอก หอผู้ป่วยใน เป็นต้น
- ให้ความสำคัญเรื่องการทำความสะอาดมือทั้งบุคลากร ผู้ป่วย ผู้รับบริการ และญาติ
- มีการบริหารจัดการเรื่องขยะติดเชื้ออย่างเหมาะสม

5. จัดการอบรมบุคลากรการแพทย์และบุคลากรที่เกี่ยวข้องในสถานพยาบาล มีหัวข้อการอบรมประกอบด้วย ความรู้เกี่ยวกับวัณโรค การวินิจฉัย การรักษา การป้องกันการติดเชื้อและแพร่กระจายเชื้อ ทั้งนี้ให้แบ่งกลุ่มการอบรมตามพื้นฐานความรู้และภารกิจ นอกจากการฝึกอบรมภาคทฤษฎีแล้วยังต้องมีการฝึกปฏิบัติในกิจกรรมที่เกี่ยวข้องตามภารกิจ ได้แก่ การใช้เครื่องป้องกันร่างกาย การทำความสะอาดมือ การทำความสะอาดสิ่งแวดล้อม เป็นต้น

6. การให้สุขศึกษาแก่ผู้ป่วยและญาติมีประเด็นสำคัญคือ การกินยาและรับการรักษาอย่างต่อเนื่อง การป้องกันการติดเชื้อ การแพร่กระจายเชื้อ โดยใช้หลักการของ Respiratory hygiene and cough etiquette ดังที่กล่าวในเบื้องต้น การกำจัดขยะติดเชื้อ การทำความสะอาดมือและสิ่งแวดล้อม

7. การจัดบริการและสถานที่ให้บริการผู้ป่วยนอก ใช้หลักการคือ มีช่องทางด่วน (Fast tract) และการบริการที่จุดเดียว (One stop service) ในส่วนของช่องทางด่วนให้ครอบคลุมผู้ป่วยรายใหม่และผู้ป่วยที่มาติดตามการรักษาส่วนการบริการที่จุดเดียวประกอบไปด้วย การซักประวัติผู้ป่วยสงสัยวัณโรค ตรวจรักษา การเก็บเสมหะการเอ็กซเรย์ (ถ้าปฏิบัติได้) การรับคำแนะนำสุขศึกษา การนัด การจ่ายยาและการจ่ายเงินสถานที่ให้บริการผู้ป่วยนอกอาจใช้ระบบการระบายอากาศและจัดการอากาศแบบธรรมชาติ แบบการใช้เครื่องกล หรือแบบผสมผสาน (รายละเอียดในบทที่ 4 การควบคุมสิ่งแวดล้อม) โดยมีหลักการคือ ลดการแพร่กระจายเชื้อและติดเชื้อ ลดระยะเวลาการสัมผัสกับบุคลากรและผู้ป่วยอื่น

8. การรักษาแบบผู้ป่วยใน ผู้ป่วยวัณโรคที่จะต้องรับไว้เป็นผู้ป่วยใน ประกอบด้วย ผู้ป่วยที่อยู่ในระยะการแพร่กระจายเชื้อและหรือมีภาวะที่ทำให้ต้องรับไว้รักษาในโรงพยาบาล เช่น อยู่ในภาวะวิกฤตกึ่งวิกฤต หรือมีโรคแทรกซ้อนที่อาจเป็นอันตราย ห้องที่รับผู้ป่วยที่ดีที่สุดคือห้องแยกเดี่ยว ซึ่งมีการจัดการอากาศที่ถูกต้องตามหลักวิศวกรรมและสถาปัตยกรรม คือ Airborne infection isolation room: AIIR อย่างไรก็ตามหากมีห้อง AIIR ไม่เพียงพอหรือไม่มีห้อง AIIR อาจใช้ห้องเดี่ยว (Single room) มีพัดลมดูดอากาศที่ทำให้ทิศทางการไหล ของอากาศในห้องไหลจากบุคลากรสู่ผู้ป่วยและทิ้งสู่ภายนอก อัตราการหมุนเวียนของอากาศในห้องไม่น้อยกว่า 12 เท่าของปริมาตรห้องต่อชั่วโมง กรณีที่ใช้ห้องผู้ป่วยที่มีหลายเตียงต้องแน่ใจว่าผู้ป่วยไม่อยู่ในระยะแพร่กระจายเชื้อแล้ว และควรมีพัดลมดูดอากาศที่หัวเตียงของผู้ป่วยทุกคนด้วย หอผู้ป่วยวัณโรคต้องมีแนวปฏิบัติที่ลดการติดเชื้อและแพร่กระจายเชื้อ

อันประกอบด้วย ความรู้ความชำนาญของบุคลากร การใช้เครื่องป้องกันร่างกาย ที่เหมาะสม คือ หน้ากากกรองอนุภาคระดับ N 95 ขึ้นไป การจำกัดบุคลากรเท่าที่จำเป็น แนวทางปฏิบัติกิจกรรมเสี่ยง คือกิจกรรมที่ก่อให้เกิดฝอยละออง การลดระยะเวลาสัมผัสผู้ป่วย แนวทางปฏิบัติและคำแนะนำสำหรับญาติและผู้เข้าเยี่ยม ควรจำกัดการเยี่ยมผู้ป่วยเท่าที่จำเป็นไม่อนุญาตให้ผู้สูงอายุ (อายุ > 60 ปี) และเด็ก (≤ 5 ปี) เข้าเยี่ยมผู้ป่วยวัณโรค จำกัดระยะเวลาเข้าเยี่ยม และผู้เยี่ยมต้องสวมหน้ากากอนามัย

9. การบริหารงานภายในห้องที่เฉพาะ

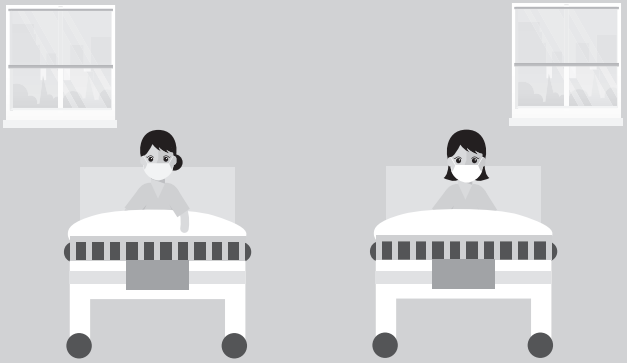
9.1 ห้องฉุกเฉิน เป็นพื้นที่เสี่ยงต่อการติดเชื้อและแพร่กระจายเชื้อวัณโรคและโรคติดเชื้อระบบทางเดินหายใจอื่น ๆ ดังนั้น การคัดกรอง แยกผู้ป่วย และลดระยะเวลาสัมผัสผู้ป่วยเป็นปัจจัยที่มีความสำคัญอย่างยิ่งที่จะลดความเสี่ยงดังกล่าว ห้องฉุกเฉินควรมีห้องแยกสำหรับผู้ป่วยที่แพร่กระจายเชื้อทางอากาศ เพื่อใช้สำหรับการรอคอยก่อนนำผู้ป่วยไปหอผู้ป่วยในและเพื่อใช้ทำกิจกรรมที่ก่อให้เกิดฝอยละออง ห้องดังกล่าวนอกจากจะมีการจัดการอากาศ การระบายอากาศที่เหมาะสมแล้ว จะต้องมีอุปกรณ์ที่จำเป็นได้แก่ การให้ออกซิเจน การดูดเสมหะ การใส่ท่อช่วยหายใจ มีพื้นที่เพียงพอสำหรับกิจกรรมดังกล่าว และสามารถสังเกตอาการผู้ป่วยจากภายนอกห้องได้ (เช่น มีบานกระจกใสหรือโทรทัศน์วงจรปิด)

ภาพแสดงห้องแยกในห้องฉุกเฉิน

9.2 ห้องชันสูตรมีการจัดพื้นที่และอุปกรณ์ที่ลดความเสี่ยงในการติดเชื้อและแพร่กระจายเชื้อ รวมทั้งมีแนวปฏิบัติเพื่อป้องกันการติดเชื้อและแพร่กระจายเชื้อ ได้แก่ การทำความสะอาดอุปกรณ์ สิ่งแวดล้อม การกำจัดขยะติดเชื้อ

9.3 สถานที่เก็บเสมหะ มีได้ 2 ลักษณะ คือ ตู้เก็บเสมหะที่เป็น negative pressure และมีแผงกรองอากาศถึงระดับ HEPA fitter หรือ สถานที่เก็บเสมหะที่มีการระบายอากาศตามธรรมชาติที่ดี มีแสงแดดส่องถึง สถานที่เก็บเสมหะทั้งสองแบบจะต้องมีองค์ประกอบร่วมที่สำคัญ คือที่ล้างมือ ถังขยะติดเชื้อ คำแนะนำในการปฏิบัติตัวของผู้ป่วย และสถานที่ควรอยู่ห่างจากบุคคลอื่นด้วย ห้ามเก็บเสมหะในห้องสุขา

9.4 ห้องเอ็กซเรย์ ควรมีห้องเอ็กซเรย์แยกสำหรับผู้ป่วย/ผู้สงสัยว่าเป็นวัณโรค หากทำไม่ได้จะต้องให้ผู้ป่วยเข้าใช้ห้องเอ็กซเรย์โดยไม่ปะปนกับผู้อื่น โดยมีแนวทางปฏิบัติที่ชัดเจน โดยต้องแจ้งเจ้าหน้าที่เอ็กซเรย์ก่อนนำผู้ป่วยมาที่ห้องเอ็กซเรย์ เคลียร์พื้นที่ห้องเอ็กซเรย์เพื่อมิให้บุคคลที่มิใช่เจ้าหน้าที่อยู่ในห้องเอ็กซเรย์ขณะมีผู้ป่วย ให้ผู้ป่วยสวมหน้ากากอนามัยและเจ้าหน้าที่เอ็กซเรย์สวมหน้ากากกรองอานุภาค (N 95 หรือสูงกว่า) ขณะที่อยู่ในห้องเดียวกับผู้ป่วย



2. การควบคุมสิ่งแวดล้อม (Environmental Controls)

มีความสำคัญเป็นลำดับที่ 2 ในการป้องกันการติดเชื้อภายในสถานพยาบาล ทั้งนี้ การควบคุมสิ่งแวดล้อมเป็นเรื่องที่จำเป็นต้องดำเนินการเพื่อเป้าหมายในการป้องกันการติดเชื้อภายในสถานพยาบาล แต่สิ่งที่ทุกคนควรต้องดำเนินการให้เต็มที่และได้ประโยชน์สูงสุดก่อนคือการบริหารจัดการภายในสถานพยาบาล เนื่องจากเป็นสิ่งที่ทุกคนสามารถเริ่มต้นและดำเนินการได้ด้วยตนเอง ทำให้การดำเนินการด้วยวิธีนี้เป็นการป้องกันการติดเชื้อภายในสถานพยาบาลที่มีค่าใช้จ่ายที่ต่ำที่สุดในการควบคุมการติดเชื้อทั้งหมด

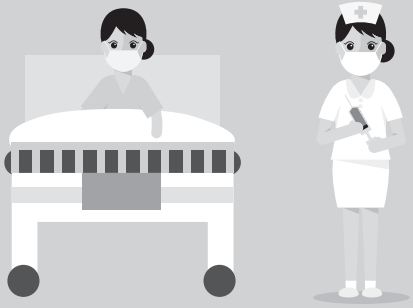
การควบคุมสิ่งแวดล้อมภายในสถานพยาบาลในภาพรวมทั้งหมด จะหมายรวมถึงการควบคุมสิ่งแวดล้อมทุก ๆ อย่างภายในสถานพยาบาล ตั้งแต่อากาศ น้ำ สัตว์ แมลง วัสดุต่าง ๆ ประกอบอาคาร ไปจนถึงกระบวนการก่อสร้างต่าง ๆ ที่ส่งผลกระทบต่อการใช้งานพื้นที่ภายในสถานพยาบาล แต่เนื่องจากในหนังสือฉบับนี้จะกล่าวถึงการป้องกันการติดเชื้อวัณโรคเป็นหลัก ในส่วนของการควบคุมสิ่งแวดล้อมจึงจะเป็นการกล่าวถึงการควบคุมคุณภาพอากาศ เพื่อป้องกันการติดเชื้อทางอากาศ

การควบคุมคุณภาพของอากาศภายในพื้นที่ใด ๆ ก็ตาม หมายถึงการควบคุมคุณภาพของระบบปรับอากาศและระบายอากาศภายในพื้นที่นั้น ๆ ทั้งหมดตั้งแต่ขั้นตอนออกแบบ ก่อสร้าง ปรับแต่งระบบ ทดสอบประสิทธิภาพ การใช้งาน และการบำรุงดูแลรักษาให้ครบถ้วน เพื่อให้มั่นใจว่าระบบปรับอากาศที่ใช้งานอยู่จะมีประสิทธิภาพเพียงพอที่จะป้องกันการติดเชื้อทางอากาศได้อย่างเพียงพอตลอดเวลา ทุกภาคส่วนของแต่ละหน่วยงานจึงควรมีส่วนร่วมในทุกขั้นตอนของการดำเนินการอย่างพร้อมเพรียงกัน เพื่อให้การใช้งานระบบควบคุมคุณภาพอากาศสามารถควบคุมการติดเชื้อทางอากาศได้อย่างมีประสิทธิภาพ เพื่อประโยชน์โดยรวมของทั้งบุคลากรทางการแพทย์ ผู้ป่วย และสาธารณชนโดยทั่วกัน

Environmental controls มีจุดประสงค์ที่จะลดความเข้มข้นของเชื้อที่อยู่ในรูปของ droplet nuclei ในอากาศ โดยใช้หลักการทางวิศวกรรม และสถาปัตยกรรมการควบคุมนี้แบ่งเป็น 2 ระดับ คือ

- **Primary environmental controls** คือการควบคุมที่แหล่งแพร่เชื้อซึ่งอาจจะเป็นผู้ป่วยหรือ laboratory specimens โดยใช้การระบายอากาศเฉพาะที่ (local exhaust ventilation) จาก hoods ที่ใช้ในห้องปฏิบัติการหรือห้องเก็บเสมหะของผู้ป่วยผ่านการเจือจาง และขจัดเชื้อโรค โดยระบบการระบายอากาศปกติของอาคาร (General ventilation)

- **Secondary environmental controls** คือการควบคุมมิให้อากาศโดยรอบบริเวณแหล่งโรค เช่น บริเวณโดยรอบห้องแยกผู้ป่วยที่แพร่กระจายเชื้อทางอากาศปนเปื้อนเชื้อโรค โดยการควบคุมทิศทางการไหลของอากาศการกรองด้วยแผงกรองอากาศ หรือการใช้ UVGI (Ultraviolet germicidal irradiation) รายละเอียดเรื่อง environmental controls นี้จะกล่าวโดยละเอียดในหัวข้อการควบคุมคุณภาพอากาศ และมาตรฐานการออกแบบระบบปรับอากาศ และระบายอากาศในสถานพยาบาล



3. การใช้อุปกรณ์ป้องกันส่วนบุคคล (Respiratory – Protection Controls)

เมื่อมีการควบคุมโดยวิธีการทั้ง 2 อย่างข้างต้นแล้ว สิ่งแวดล้อมในสถานพยาบาลก็จะปนเปื้อนด้วยเชื้อโรคที่แพร่กระจายทางอากาศน้อยลงอย่างไรก็ตามบุคคลที่อยู่ในห้องเดียวกันหรือใกล้ชิดกับผู้ป่วยก็ยังอาจได้รับเชื้อโรคจากผู้ป่วยได้ บุคคลดังกล่าวจึงต้องใช้เครื่องป้องกันร่างกายคือ Respirator หรือ mask ระดับ N 95 ขึ้นไป ทั้งนี้สถานพยาบาลจะต้องจัดให้มีหน้ากากดังกล่าวในจำนวนเพียงพอ มีข้อบ่งชี้ในการใช้ มีการฝึกอบรมการใช้หน้ากากและเครื่องป้องกันอื่นที่จำเป็น เช่น แว่นป้องกันตา นอกจากนี้ยังต้องให้ความรู้และฝึกปฏิบัติเกี่ยวกับการใช้หน้ากากอนามัย การล้างมือ การป้องกันการแพร่กระจายเชื้อแก่ผู้ป่วยรวมทั้งญาติและผู้ดูแลด้วย

การควบคุมคุณภาพอากาศ (Air Quality Control)

การควบคุมคุณภาพอากาศเพื่อป้องกันการติดเชื้อทางอากาศภายในสถานพยาบาลมีแนวทางการคำนวณออกแบบและข้อกำหนดต่างๆ หลายประการขึ้นอยู่กับพื้นที่ที่ต้องการควบคุม แต่สามารถแบ่งออกเป็น 2 แนวทางหลักได้ดังนี้

1. ป้องกันการติดเชื้อทางอากาศสู่ผู้ป่วย
2. ป้องกันการแพร่กระจายเชื้อทางอากาศจากผู้ป่วย

ทั้งนี้ ในรายละเอียดต่าง ๆ ที่จะกล่าวถึงต่อไปนี้จะเน้นไปยังการป้องกันการแพร่กระจายเชื้อทางอากาศจากผู้ป่วย โดยมีแนวทางการควบคุมสิ่งแวดล้อมต่าง ๆ เบื้องต้นดังต่อไปนี้

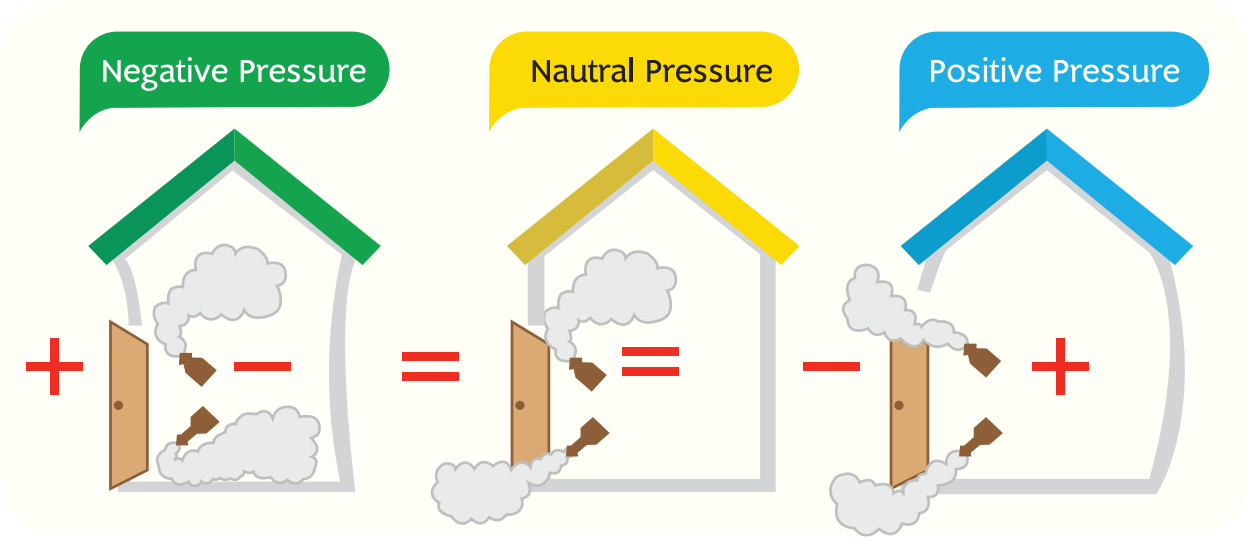
1. การเติมอากาศบริสุทธิ์จากภายนอก

การเพิ่มอัตราการเติมอากาศด้วยอากาศบริสุทธิ์จากภายนอก จะช่วยลดความเข้มข้นของสิ่งปนเปื้อนในอากาศภายในห้อง ทั้งนี้ ตำแหน่งรับอากาศบริสุทธิ์จากภายนอกต้องกำหนดในตำแหน่งที่เหมาะสมด้วย เพื่อให้มั่นใจว่าอากาศจากภายนอกที่จะเติมเข้าสู่ภายในห้องปราศจากสิ่งปนเปื้อนอื่น ๆ แล้ว

แต่เนื่องจากสภาพอากาศของประเทศไทยเป็นแบบร้อน - ชื้น การกำหนดอัตราการเติมอากาศจากภายนอกที่เหมาะสมจึงเป็นสิ่งที่ต้องระมัดระวังเป็นอย่างดี เพื่อควบคุมไม่ให้เกิดผลกระทบทางด้านอุณหภูมิและความชื้นสัมพัทธ์ของระบบปรับอากาศภายในพื้นที่

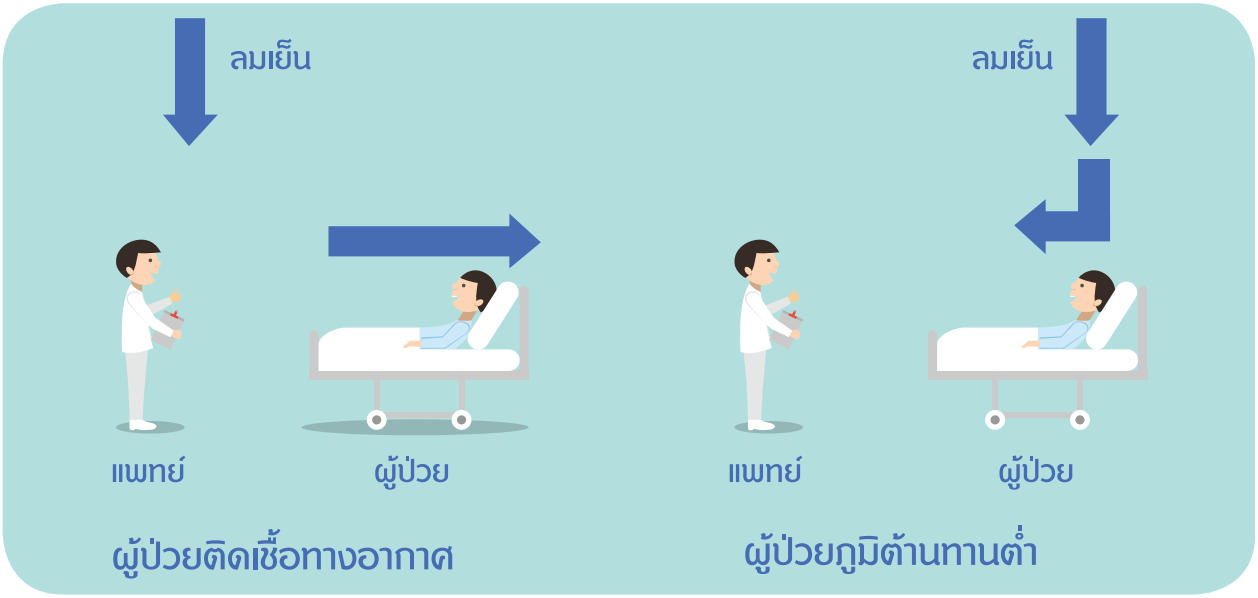
2. การควบคุมแรงดันระหว่างพื้นที่

ทิศทางการไหลของอากาศจะแปรผันตามแรงดันของอากาศภายในพื้นที่แต่ละแห่ง การกำหนดความแตกต่างของแรงดันอากาศของแต่ละพื้นที่ที่ต้องการควบคุมคุณภาพอากาศให้เหมาะสมจึงเป็นเรื่องที่จำเป็นจะต้องพิจารณาให้รอบคอบ



3. การควบคุมทิศทางการไหลของอากาศ

ในกรณีที่ผู้ป่วยแพร่เชื้อทางอากาศ กำหนดตำแหน่งจ่ายอากาศจากพื้นที่โดยรอบห้อง เพื่อให้อากาศไหลผ่านบุคลากรทางการแพทย์ก่อนระบายอากาศออกจากห้องที่ผนังด้านหัวเตียงผู้ป่วย จะช่วยลดความเสี่ยงต่อการติดเชื้อทางอากาศได้เป็นอย่างดี หากภายในพื้นที่ควบคุมมีผู้ป่วยหลายเตียง ต้องคำนึงถึงตำแหน่งและพื้นที่ที่ต้องใช้ในการให้บริการทางการแพทย์ให้เหมาะสมด้วย



4. แผงกรองอากาศ

ปัจจุบันมาตรฐานและแนวทางจากหลายหน่วยงานแนะนำให้ใช้แผงกรองอากาศประสิทธิภาพสูง (High - Efficiency Particulate Air Filter; HEPA Filter) หรือแผงกรองอากาศแบบ Ultralow - Penetration Air Filter (ULPA) เพื่อกรองสิ่งปนเปื้อนและเชื้อโรคในอากาศ เนื่องจากเป็นอุปกรณ์ที่มีความสามารถในการกำจัดสิ่งปนเปื้อนในอากาศได้มีประสิทธิภาพสูงที่สุดในปัจจุบัน

5. การใช้หลอดอัลตราไวโอเลต

มาตรฐานและแนวทางแนะนำว่าสามารถติดตั้งหลอดอัลตราไวโอเลตเป็นส่วนประกอบเพิ่มเติมจากการใช้แผงกรองอากาศประสิทธิภาพสูงได้ แต่ไม่แนะนำให้ใช้ทดแทนการใช้แผงกรองอากาศ ประสิทธิภาพสูง เนื่องจากการใช้หลอดอัลตราไวโอเลตมีข้อจำกัดหลายประการที่ต้องระวังในการเลือกใช้

6. อุณหภูมิและความชื้นสัมพัทธ์

การควบคุมอุณหภูมิและความชื้นสัมพัทธ์จะช่วยลดการเจริญเติบโตของเชื้อโรคในอากาศได้ โดยมาตรฐานและแนวทางจากหลายหน่วยงานจะกำหนดช่วงของอุณหภูมิและความชื้นสัมพัทธ์ที่ต้องควบคุมของพื้นที่ต่าง ๆ ภายในสถานพยาบาลไว้ แต่เนื่องจากประเทศไทยมีสภาวะอากาศเป็นแบบร้อน - ชื้น การควบคุมความชื้นสัมพัทธ์ของอากาศในประเทศไทยจึงต้องมีการคำนวณและออกแบบให้เหมาะสมโดยผู้ชำนาญการทางด้านนี้โดยตรง เนื่องจากการออกแบบระบบปรับอากาศทั่วไปไม่สามารถควบคุมความชื้นสัมพัทธ์ได้

ทั้งนี้ การควบคุมความชื้นสัมพัทธ์จะทำให้ค่าก่อสร้างระบบปรับอากาศสูงขึ้น และต้องมีค่าใช้จ่ายในการดูแลบำรุงรักษาต่อเนื่องหลังจากก่อสร้างแล้วเสร็จ จึงควรที่จะต้องพิจารณาถึงความจำเป็นในการควบคุมความชื้นสัมพัทธ์ของพื้นที่ต่าง ๆ ให้เหมาะสม เพื่อไม่ให้เป็นภาระค่าใช้จ่ายของสถานพยาบาลต่าง ๆ ในอนาคตต่อไป

ตัวแปรควบคุมเพื่อป้องกันการแพร่กระจายเชื้อทางอากาศ

การควบคุมตัวแปรต่าง ๆ ของระบบปรับอากาศสำหรับพื้นที่ต่าง ๆ แสดงดังตารางด้านล่าง

TABLE 7-1 Design Parameters

Function of Space	Pressure Relationship to Adjacent Areas (n)	Minimum Outdoor ach	Minimum Total ach	All Room Air Exhausted Directly to Outdoors (j)	Air Recirculated by Means of Room Units (a)	RH (k), %	Design Temperature (l), °F/°C
SURGERY AND CRITICAL CARE							
Classes B and C operating rooms, (m), (n), (o)	Positive	4	20	N/R	No	30–60	68–75/20–24
Operating/surgical cystoscopic rooms, (m), (n) (o)	Positive	4	20	N/R	No	30–60	68–75/20–24
Delivery room (Caesarean) (m), (n), (o)	Positive	4	20	N/R	No	30–60	68–75/20–24
Substerile service area	N/R	2	6	N/R	No	N/R	N/R
Recovery room	N/R	2	6	N/R	No	30–60	70–75/21–24
Critical and intensive care	Positive	2	6	N/R	No	30–60	70–75/21–24
Wound intensive care (burn unit)	Positive	2	6	N/R	No	40–60	70–75/21–24
Newborn intensive care	Positive	2	6	N/R	No	30–60	70–75/21–24
Treatment room (p)	N/R	2	6	N/R	N/R	30–60	70–75/21–24
Trauma room (crisis or shock) (c)	Positive	3	15	N/R	No	30–60	70–75/21–24
Medical/ancsthesia gas storage (r)	Negative	N/R	8	Yes	N/R	N/R	N/R
Laser eye room	Positive	3	15	N/R	No	30–60	70–75/21–24
ER waiting rooms (q)	Negative	2	12	Yes	N/R	max 65	70–75/21–24
Triage	Negative	2	12	Yes	N/R	max 60	70–75/21–24
ER decontamination	Negative	2	12	Yes	No	N/R	N/R
Radiology waiting rooms (q)	Negative	2	12	Yes	N/R	max 60	70–75/21–24
Class A Operating/Procedure room (o), (d)	Positive	3	15	N/R	No	30–60	70–75/21–24
INPATIENT NURSING							
Patient room (s)	N/R	2	6	N/R	N/R	max 60	70–75/21–24
Toilet room	Negative	N/R	10	Yes	No	N/R	N/R
Newborn nursery suite	N/R	2	6	N/R	No	30–60	72–78/22–26
Protective environment room (f), (n), (t)	Positive	2	12	N/R	No	max 60	70–75/21–24
AII room (e), (n), (u)	Negative	2	12	Yes	No	max 60	70–75/21–24
AII isolation anteroom (t) (u)	N/R	N/R	10	Yes	No	N/R	N/R
Labor/delivery/recovery/postpartum (LDRP) (s)	N/R	2	6	N/R	N/R	max 60	70–75/21–24
Labor/delivery/recovery (LDR) (s)	N/R	2	6	N/R	N/R	max 60	70–75/21–24

Function of Space	Pressure Relationship to Adjacent Areas (n)	Minimum Outdoor ach	Minimum Total ach	All Room Air Exhausted Directly to Outdoors (j)	Air Recirculated by Means of Room Units (a)	RH (k), %	Design Temperature (l), °F/°C
Corridor	N/R	N/R	2	N/R	N/R	N/R	N/R
SKILLED NURSING FACILITY							
Resident room	N/R	2	2	N/R	N/R	N/R	70–75/21–24
Resident gathering/activity/dining	N/R	4	4	N/R	N/R	N/R	70–75/21–24
Physical therapy	Negative	2	6	N/R	N/R	N/R	70–75/21–24
Occupational therapy	N/R	2	6	N/R	N/R	N/R	70–75/21–24
Bathing room	Negative	N/R	10	Yes	N/R	N/R	70–75/21–24
RADIOLOGY (v)							
X-ray (diagnostic and treatment)	N/R	2	6	N/R	N/R	max 60	72–78/22–26
X-ray (surgery/critical care and catheterization)	Positive	3	15	N/R	No	max 60	70–75/21–24
Darkroom (g)	Negative	2	10	Yes	No	N/R	N/R
DIAGNOSTIC AND TREATMENT							
Bronchoscopy, sputum collection, and pentamidine administration (n)	Negative	2	12	Yes	No	N/R	68–73/20–23
Laboratory, general (v)	Negative	2	6	N/R	No	N/R	70–75/21–24
Laboratory, bacteriology (v)	Negative	2	6	Yes	No	N/R	70–75/21–24
Laboratory, biochemistry (v)	Negative	2	6	Yes	No	N/R	70–75/21–24
Laboratory, cytology (v)	Negative	2	6	Yes	No	N/R	70–75/21–24
Laboratory, glasswashing	Negative	2	10	Yes	No	N/R	N/R
Laboratory, histology (v)	Negative	2	6	Yes	No	N/R	70–75/21–24
Laboratory, microbiology (v)	Negative	2	6	Yes	No	N/R	70–75/21–24
Laboratory, nuclear medicine (v)	Negative	2	6	Yes	No	N/R	70–75/21–24
Laboratory, pathology (v)	Negative	2	6	Yes	No	N/R	70–75/21–24
Laboratory, serology (v)	Negative	2	6	Yes	No	N/R	70–75/21–24
Laboratory, sterilizing	Negative	2	10	Yes	No	N/R	70–75/21–24
Laboratory, media transfer (v)	Positive	2	4	N/R	No	N/R	70–75/21–24
Autopsy room (n)	Negative	2	12	Yes	No	N/R	68–75/20–24
Nonrefrigerated body-holding room (h)	Negative	N/R	10	Yes	No	N/R	70–75/21–24
Pharmacy (b)	Positive	2	4	N/R	N/R	N/R	N/R

Function of Space	Pressure Relationship to Adjacent Areas (n)	Minimum Outdoor ach	Minimum Total ach	All Room Air Exhausted Directly to Outdoors (j)	Air Recirculated by Means of Room Units (a)	RH (k), %	Design Temperature (l), °F/°C
Examination room	N/R	2	6	N/R	N/R	max 60	70–75/21–24
Medication room	Positive	2	4	N/R	N/R	max 60	70–75/21–24
Endoscopy	Positive	2	15	N/R	No	30-60	68–73/20–23
Endoscope cleaning	Negative	2	10	Yes	No	N/R	N/R
Treatment room	N/R	2	6	N/R	N/R	max 60	70–75/21–24
Hydrotherapy	Negative	2	6	N/R	N/R	N/R	72–80/22–27
Physical therapy	Negative	2	6	N/R	N/R	Max 65	72–80/22–27
STERILIZING							
Sterilizer equipment room	Negative	N/R	10	Yes	No	N/R	N/R
CENTRAL MEDICAL AND SURGICAL SUPPLY							
Soiled or decontamination room	Negative	2	6	Yes	No	N/R	72–78/22–26
Clean workroom	Positive	2	4	N/R	No	max 60	72–78/22–26
Sterile storage	Positive	2	4	N/R	N/R	max 60	72–78/22–26
SERVICE							
Food preparation center (i)	N/R	2	10	N/R	No	N/R	72–78/22–26
Warewashing	Negative	N/R	10	Yes	No	N/R	N/R
Dietary storage	N/R	N/R	2	N/R	No	N/R	72–78/22–26
Laundry, general	Negative	2	10	Yes	No	N/R	N/R
Soiled linen sorting and storage	Negative	N/R	10	Yes	No	N/R	N/R
Clean linen storage	Positive	N/R	2	N/R	N/R	N/R	72–78/22–26
Linen and trash chute room	Negative	N/R	10	Yes	No	N/R	N/R
Bedpan room	Negative	N/R	10	Yes	No	N/R	N/R
Bathroom	Negative	N/R	10	Yes	No	N/R	72–78/22–26
Janitor's closet	Negative	N/R	10	Yes	No	N/R	N/R
SUPPORT SPACE							
Soiled workroom or soiled holding	Negative	2	10	Yes	No	N/R	N/R
Clean workroom or clean holding	Positive	2	4	N/R	N/R	N/R	N/R
Hazardous material storage	Negative	2	10	Yes	No	N/R	N/R

ข้อแนะนำเพิ่มเติม

เนื่องจากมาตรฐานหรือแนวทางจากหลายหน่วยงานจัดทำขึ้นไม่พร้อมกัน นอกจากนี้ยังมีการปรับปรุงในช่วงระยะเวลาแตกต่างกัน จึงทำให้มีข้อกำหนดหลายประการที่ปรากฏในบางมาตรฐานหรือแนวทาง มิได้เป็นข้อกำหนดของทุกมาตรฐานหรือแนวทาง จึงขอสรุปเบื้องต้นที่เกี่ยวข้องกับการเลือกข้อกำหนดต่าง ๆ ดังนี้

1. การหมุนเวียนอากาศภายในห้อง

บางมาตรฐานหรือแนวทางกำหนดไม่ให้หมุนเวียนอากาศภายในห้องผู้ป่วยติดเชื้อทางอากาศ แต่อาจปรากฏในบางมาตรฐานหรือแนวทางให้สามารถหมุนเวียนอากาศภายในห้องผู้ป่วยติดเชื้อทางอากาศได้ แต่ต้องหมุนเวียนผ่านแผงกรองอากาศประสิทธิภาพสูง (HEPA Filter) เท่านั้น

2. พื้นที่รั่วของห้อง

บางมาตรฐานกำหนดให้ห้องมีพื้นที่รั่วไหลของอากาศไม่เกิน 0.5 ตารางฟุต แต่บางมาตรฐานไม่ได้กำหนดตายตัว เพียงแต่ระบุให้พยายามอุดปิดรอยรั่วต่าง ๆ เพื่อให้สามารถควบคุมแรงดันภายในห้องให้น้อยกว่าภายนอกให้ได้เท่านั้น

3. จำนวนผู้ป่วยภายในห้อง

ห้องแยกผู้ป่วยติดเชื้อทางอากาศควรออกแบบสำหรับรองรับผู้ป่วยเพียงรายเดียว ไม่ควรรองรับผู้ป่วยหลายรายภายในห้องเดียวกัน

4. Ante Room

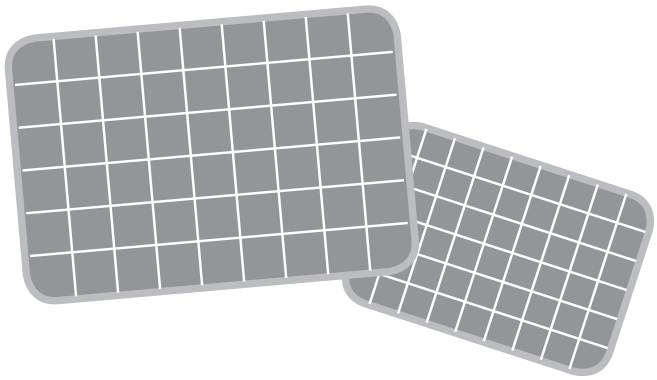
บางมาตรฐานมิได้กำหนดให้ห้องแยกผู้ป่วยติดเชื้อทางอากาศต้องมี Ante Room แต่ประการใด แต่หากจำเป็นต้องมี ให้มีพื้นที่เพียงพอสำหรับรองรับการทำงานและเครื่องมือที่จะต้องผ่านเข้า - ออกห้องได้ แต่บางมาตรฐานกำหนดให้ห้องแยกผู้ป่วยติดเชื้อทางอากาศมี Ante Room เพื่อเป็นพื้นที่กึ่งกลางระหว่างภายนอกและภายในห้องที่มีความเสี่ยงต่อการแพร่กระจายเชื้อทางอากาศ เพื่อป้องกันการแพร่กระจายเชื้อทางอากาศระหว่างที่มีการเปิด - ปิดประตูห้อง

5. ตำแหน่งหน้ากากระบายอากาศออกจากห้อง

มาตรฐานสากลกำหนดให้ตำแหน่งของหน้ากากระบายอากาศออกจากห้องอยู่ที่ผนังด้านหลังหัวเตียงผู้ป่วยหรือฝ้าเพดานเหนือเตียงผู้ป่วย มิได้กำหนดให้ต้องอยู่สูงจากพื้น 10 เซนติเมตรแต่ประการใด

6. อากาศระบายทิ้งจากห้องน้ำสำหรับผู้ป่วยติดเชื้อทางอากาศ

อากาศที่ระบายออกจากห้องน้ำสำหรับผู้ป่วยติดเชื้อทางอากาศ ต้องควบคุมคุณภาพเช่นเดียวกับอากาศที่ระบายออกจากห้องผู้ป่วยติดเชื้อทางอากาศ ไม่สามารถระบายทิ้งแบบห้องน้ำทั่วไปได้



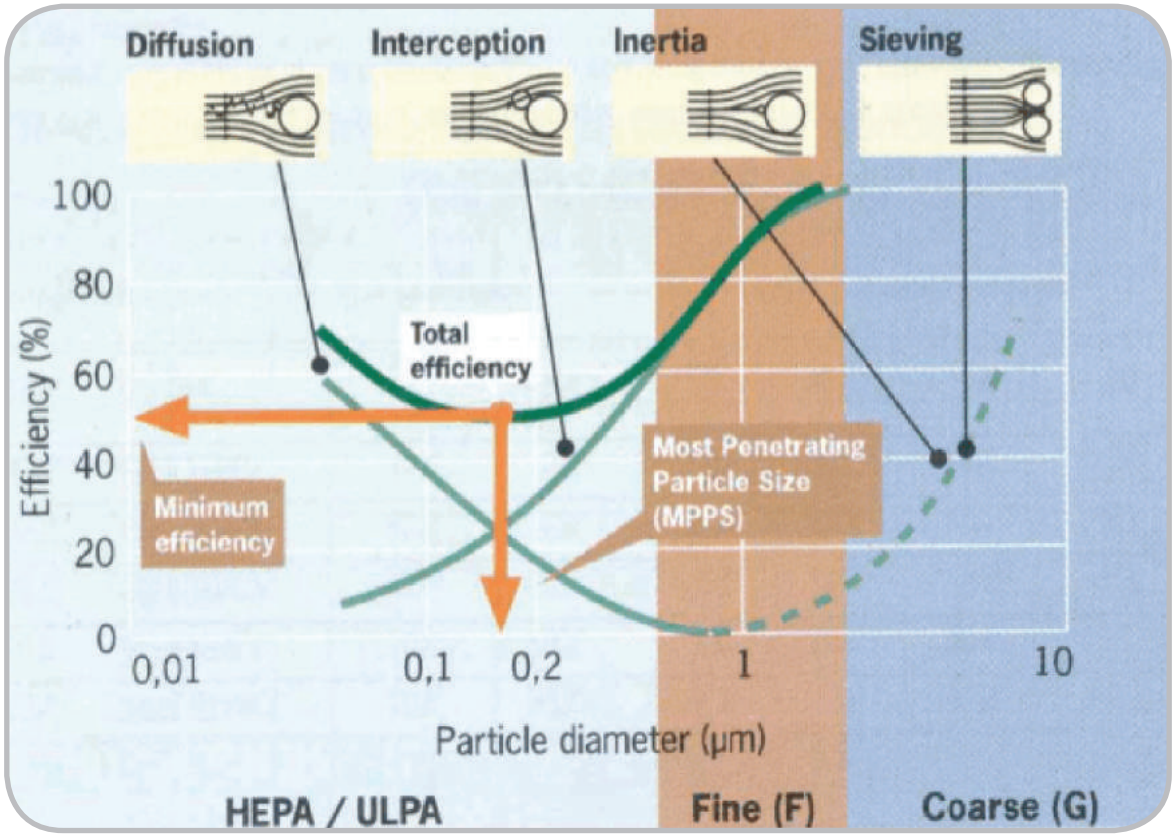
บทที่ 2

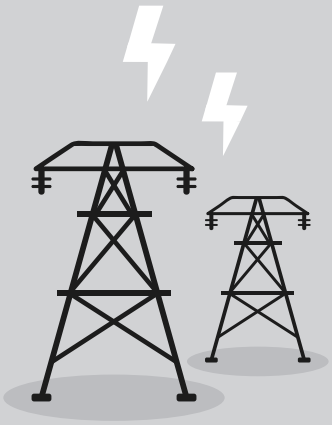
แผงกรองอากาศ

ทั่วไป

แผงกรองอากาศในปัจจุบันที่มีให้เลือกใช้งานมีหลากหลายวัสดุอุปกรณ์ ซึ่งแต่ละชนิดของวัสดุที่ประกอบขึ้นเป็นแผงกรองอากาศนั้น จะมีความสามารถในการกรองอนุภาคในอากาศไม่เท่ากัน มีอายุการใช้งานไม่เท่ากัน และมีความเหมาะสมต่อการใช้งานไม่เหมือนกัน

ในระบบปรับอากาศที่ต้องการควบคุมคุณภาพอากาศนั้น จะแนะนำให้ใช้แผงกรองอากาศที่ใช้เส้นใยเนื้อกรองอากาศ (Media) มาขึ้นรูปเป็นแผงกรองอากาศในทางเทคนิคเรียกการกรองอากาศเชิงกล โดยมีหลักการในการกรองอากาศแสดงตามรูปด้านล่าง





โดยไม่แนะนำแผงกรองอากาศแบบที่ต้องใช้กระแสไฟฟ้าในการทำงาน เนื่องจากมีความเสี่ยงที่แผงกรองอากาศจะไม่ทำงานอันเนื่องมาจากความขัดข้องของกระแสไฟฟ้าได้

มาตรฐาน ASHRAE 170 - 2008 แนะนำว่าพื้นที่ต่าง ๆ ภายในสถานพยาบาลควรติดตั้งแผงกรองอากาศขั้นต่ำดังแสดงตามตารางด้านล่าง

TABLE 6-1 Minimum Filter Efficiencies

Space Designation (According to Function)	Filter Bank Number 1 (MERV)[a]	Filter Bank Number 2 (MERV)[a]
Classes B and C surgery; inpatient and ambulatory diagnostic and therapeutic radiology; inpatient delivery and recovery spaces	7	14
Inpatient care, treatment, and diagnosis, and those spaces providing direct service or clean supplies and clean processing (except as noted below); AII (rooms)	7	14
Protective environment rooms (PE)	7	17 (HEPA)[c]
Laboratories; Class A surgery and associated semi-restricted spaces	13[b]	N/R*
Administrative; bulk storage; soiled holding spaces; food preparation spaces; and laundries	7	N/R
All other outpatient spaces	7	N/R
Skilled nursing facilities	7	N/R

* NR = not required
Note a: The minimum efficiency reporting value (MERV) is based on the method of testing described in *ANSI/ASHRAE Standard 52.2-2007, Method of Testing General Ventilation Air-Cleaning Devices for Removal Efficiency by Particle Size* (see Informative Annex B: Bibliography).
Note b: Additional prefilters may be used to reduce maintenance for filters with efficiencies higher than MERV 7.
Note c: Filter Bank No. 2 may be a MERV 14 if a MERV 17 tertiary terminal filter is provided for these spaces.

โดยประสิทธิภาพของแผงกรองอากาศแสดงตามตารางด้านล่างนี้

MERV RATING CHART

Standard 52.5 Minimum Efficiency Reporting Value	Dust Spot Efficiency	Arrestance	Typical Controlled Contaminant	Typical Applications and Limitations	Typical Air Filter/Cleaner Type
20	n/a	n/a	< 0.30 pm particle size	Cleanrooms	>99.999% eff. On .10-.20 pm Particles
19	n/a	n/a	Virus (unattached)	Radioactive Materials	Particles
18	n/a	n/a	Carbon Dust	Pharmaceutical Man.	Particulates
17	n/a	n/a	All Combustion smoke	Carcinogenetic Materials	>99.97% eff. On .30 pm Particles
16	n/a	n/a	.30-1.0 pm Particle Size	General Surgery	**Bag Filter-** Nonsupported
15	>95%	n/a	All Bacteria	Hospital Inpatient Care	microfine fiberglass or synthetic media, 12-36 in. deep, 6-12 pockets
14	90-95%	>98%	Most Tobacco Smoke	Smoking Lunges	**Box Filter-** Rigid Style Cartridge Filters 6 to 12" deep m ay use lofted or paper media.
13	89-90%	>98%	Propiet Nucell (Sneeze)	Superior Commercial Buildings	
12	70-75%	>95%	1.0-3.0 pm Particle Size Legionella	Superior Residential	**Bag Filter-** Nonsupported
11	60-65%	>95%	Humidifier Dust Lead Dust	Better Commercial Buildings	microfine fiberglass or synthetic media, 12-36 in. deep, 6-12 pockets
10	50-55%	>95%	Milled Flour Auto Emissions	Hospital Laboratories	**Box Filter-** Rigid Style Cartridge Filters 6 to 12" deep m ay use lofted or paper media.
9	40-45%	>90%	Welding Fumes		
8	30-35%	>90%	3.0-10.0 pm Particle Size Mold Spores	Commercial Buildings	**Pleated Filters-** Disposable, extended surface area, thick with cotton-polyester blend media, cardboard frame
7	25-30%	>90%	Hair Spray Fabric Protector	Better Residential	**Cartridge Filters-** Graded density viscous coated cube or pocket filters, synthetic media
6	<20%	85-90%	Dusting Aids Cement Dust	Industrial Workplace	**Throwaway-** Disposable synthetic panel filter.
5	<20%	80-85%	Pudding Mix	Paint Booth Inlet	
4	<20%	75-80%	>10.0 pm Particle Size Pollen	Minimal Filtration	**Throwaway-** Disposable fiberglass or synthetic panel filter.
3	<20%	70-75%	Dust Mites Sanding Dust	Residential	**Washable-** Aluminum Mesh
2	<20%	65-70%	Spray Paint Dust Textile Fibers	Window A/C Units	**Electrostatic-** Self charging woven panel filter.
1	<20%	<65%	Carpet Fibers		

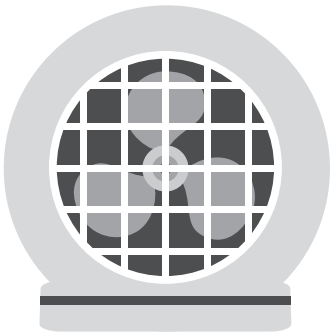
ทั้งนี้ แผงกรองอากาศประเภทต่าง ๆ ที่เลือกใช้งานในระบบปรับอากาศนั้น จะมิได้มีกำหนดหมดอายุหรือสิ้นสภาพใช้งานที่ชัดเจน แผงกรองอากาศต่าง ๆ จะใช้งานได้นานแค่ไหน ขึ้นอยู่ปริมาณฝุ่นละอองหรืออนุภาคในอากาศที่นำแผงกรองอากาศไปใช้งาน ขึ้นอยู่กับพื้นที่ของแผงกรองอากาศที่เลือกใช้ และอัตราการไหลของอากาศผ่านแผงกรองอากาศ โดยปกติการใช้งานแผงกรองอากาศจะต้องติดตั้งอุปกรณ์วัดแรงดันตกคร่อมแผงกรองอากาศเพื่อคอยตรวจสอบสภาพใช้งานของแผงกรองอากาศ เรียกว่ามาโนมิเตอร์ (Manometer) โดยใช้วิธีสังเกตของเหลวสีแดงในมาโนมิเตอร์ว่าขึ้นไปถึงระดับที่แผงกรองอากาศประเภทนั้น ๆ เสื่อมสภาพใช้งานหรือยัง

ทั้งนี้ แผงกรองอากาศแต่ละประเภท แต่ละผลิตภัณฑ์จะมีค่าแรงดันตกคร่อมแผงกรองอากาศที่แสดงว่าแผงกรองอากาศเสื่อมสภาพใช้งานไม่เท่ากัน ผู้ใช้งานควรตรวจสอบแผงกรองอากาศแต่ละประเภทที่นำมาใช้งานให้ครบถ้วน เพื่อคงประสิทธิภาพในการกรองสิ่งปนเปื้อนในอากาศของระบบปรับอากาศให้สมบูรณ์ มิเช่นนั้นอาจเป็นผลทำให้เกิดความเสี่ยงต่อการติดเชื้อทางอากาศสูงขึ้น

อนึ่ง เนื่องจากแผงกรองอากาศประสิทธิภาพสูง (HEPA Filter) มีประสิทธิภาพในการกรองอากาศที่อนุภาคขนาด 0.3 ไมครอน ซึ่งเป็นอนุภาคที่มีขนาดเล็กมาก ในระหว่างการขนส่งและติดตั้ง อาจเกิดเหตุไม่คาดคิด ทำให้แผงกรองอากาศชำรุด หรือการติดตั้งไม่สมบูรณ์ เพื่อลดความเสี่ยงในการแพร่กระจายเชื้อทางอากาศ จึงควรทำการทดสอบการรั่วของแผงกรองอากาศ โดยการทดสอบแผงกรองอากาศประสิทธิภาพสูงหลังจากติดตั้งแล้วเสร็จมี 2 วิธีดังนี้

1. Scan Leak Test เป็นวิธีการทดสอบการรั่วของแผงกรองอากาศประสิทธิภาพสูงโดยการพ่นสารเคมีในระบบ และทำการสแกนหารอยรั่วของแผงกรองอากาศทั่วทั้งเนื้อแผงกรองอากาศและซีลยางที่ติดตั้งแผงกรองอากาศเข้ากับกล่องใส่แผงกรองอากาศ

2. Total Leak Test เป็นวิธีการวิธีการทดสอบการรั่วของแผงกรองอากาศประสิทธิภาพสูงที่ติดตั้งในตำแหน่งที่ไม่สามารถใช้วิธี Scan Leak Test ได้ จะเป็นการทดสอบโดยการพ่นสารเคมีในระบบ และทำการตรวจวัดผลการรั่วของ แผงกรองอากาศโดยรวม โดยไม่จำเพาะเจาะจงตำแหน่งในการตรวจวัดที่แผงกรองอากาศ



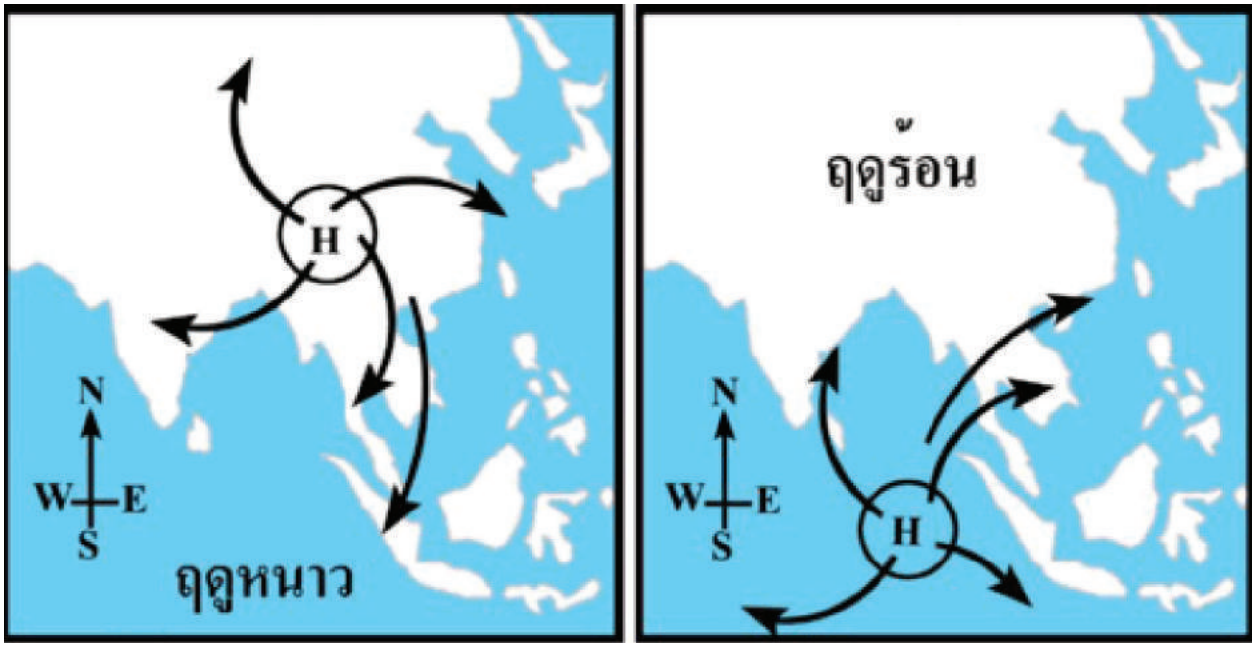
บทที่ 3

การระบายอากาศ

การควบคุมและป้องกันการติดเชื้อทางอากาศด้วยวิธีการระบายอากาศ จะเป็นการระบายอากาศออกจากห้องหรือพื้นที่ที่มีผู้ป่วยหรือแหล่งแพร่เชื้อทางอากาศแล้วนำอากาศจากแหล่งกำเนิดหรือแพร่เชื้อออกไปสู่ภายนอก โดยสามารถแบ่งเป็น 2 แนวทางได้ดังนี้

1 การระบายอากาศด้วยวิธีธรรมชาติ (Natural Ventilation)

เป็นการออกแบบโครงสร้างทางสถาปัตยกรรมของพื้นที่สถานพยาบาลให้เอื้อต่อการไหลผ่านของอากาศ อากาศภายนอกจะไหลเข้าสู่ภายในพื้นที่ และนำพาสิ่งปนเปื้อนในพื้นที่ออกสู่ภายนอก การใช้แนวทางนี้ในการระบายอากาศจะต้องคำนึงถึงทิศทางการไหลของอากาศภายนอกเข้าสู่ภายในพื้นที่ในแต่ละช่วงฤดูกาล ตำแหน่งของการใช้งานภายในพื้นที่ ตำแหน่งการปฏิบัติงานของบุคลากรทางการแพทย์ เนื่องจากประเทศไทยอยู่ในเขตภูมิภาคร้อนชื้นแบบเส้นศูนย์สูตร จึงมีการไหลของอากาศ โดยทั่วไประหว่างฤดูฝนและฤดูหนาวอยู่ในทิศทางตรงกันข้าม จึงควบคุมทิศทางการไหลของอากาศผ่านพื้นที่ในสถานพยาบาลได้ค่อนข้างลำบาก

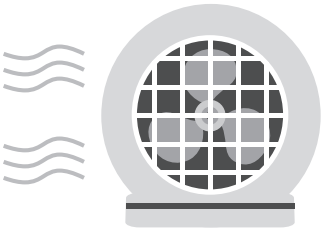


รูปแสดงทิศทางลมมรสุมที่ส่งผลกระทบต่อการทิศทางลมของประเทศไทย

รูปแสดงห้องผู้ป่วยเปิดหน้าต่างเพื่อให้เกิดการไหลของอากาศตามธรรมชาติ

2 การระบายอากาศด้วยวิธีกล (Mechanical Ventilation)

เป็นการใช้เครื่องมือทางกลในการระบายอากาศออกจากพื้นที่ ซึ่งโดยทั่วไปมักใช้พัดลมระบายอากาศประเภทต่าง ๆ และระบบท่อส่งลมในการนำพาอากาศเข้าหรือออกจากพื้นที่ การระบายอากาศด้วยวิธีนี้ จะสามารถควบคุมทิศทางการไหลของอากาศภายในพื้นที่ได้ตลอดเวลาไม่ขึ้นอยู่กับฤดูกาล แต่มีข้อเสียเมื่อเทียบกับการระบายอากาศด้วยวิธีธรรมชาติคือ มีค่าใช้จ่ายในการติดตั้งและค่าใช้จ่ายในการใช้งานระบบสูงกว่า



Axial Fan

Centrifugal Fan

ภาพที่ 2 แสดงพัดลมแบบต่างๆ

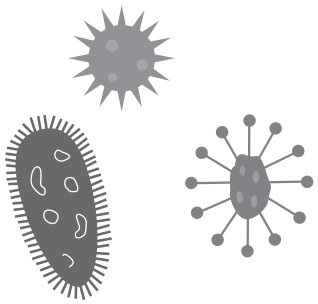
การระบายอากาศด้วยวิธีกลจะใช้งานพัดลมเป็นอุปกรณ์หลัก แต่เนื่องจากพัดลมระบายอากาศในระบบมีหลายประเภท จึงควรเลือกใช้งานพัดลมให้เหมาะสมกับพื้นที่ที่ต้องการระบายอากาศให้เหมาะสม โดยทั่วไปจะเลือกใช้งานพัดลมจากค่าอัตราการไหลของอากาศที่ต้องการและแรงดันสถิตที่ต้องการให้พัดลมสร้างได้

พัดลมในระบบปรับอากาศและระบายอากาศแบ่งออกเป็น 2 ประเภทหลัก ๆ ได้แก่ พัดลมแบบเซ็นตริฟูกอล (Centrifugal Fan) และพัดลมแบบแอ็กเซียล (Axial Fan) ซึ่งแต่ละประเภทหลักจะแบ่งออกเป็นประเภทย่อย ๆ อีกหลายแบบ โดยพัดลมแบบแอ็กเซียลจะไม่นิยมใช้ในระบบปรับอากาศและระบายอากาศ เนื่องจาก มีประสิทธิภาพในการใช้งานต่ำทำงานโดยดึงอากาศเข้าทางด้านหลังใบพัด และส่งอากาศผ่านใบพัดออกไป ตามแนวแกน สร้างแรงดันอากาศได้ต่ำ ส่วนพัดลมแบบเซ็นตริฟูกอลจะทำงานโดยดึงอากาศเข้าทางด้านข้างและเหวี่ยงออกในแนวรัศมี ส่งผลให้อากาศมีความเร็วสูงขึ้น แล้วบังคับให้อากาศผ่านหน้าตัดที่ขยายขึ้น ในลักษณะก้นหอย ทำให้สร้างแรงดันอากาศได้สูง เหมาะกับงานระบบปรับอากาศและระบายอากาศมากกว่า

รูปแสดงพัดลมแบบแอ็กเซียลประเภทต่างๆ

รูปแสดงพัดลมแบบเซ็นตริฟูกอลประเภทต่างๆ

การติดตั้งระบบระบายอากาศเพียงอย่างเดียวจะมีค่าลงทุนติดตั้งระบบต่ำกว่าติดตั้งระบบปรับอากาศ แต่การใช้งานระบบระบายอากาศจะไม่ช่วยส่งผลในด้านความสบายของผู้ป่วยหรือบุคลากรทางการแพทย์ที่อยู่ในพื้นที่ จึงควรพิจารณาการเลือกใช้งานระบบระบายอากาศหรือระบบปรับอากาศให้เหมาะสมกับสถานที่ตั้งของสถานพยาบาลแต่ละแห่งให้เหมาะสม เพื่อให้ผู้ป่วยหรือบุคลากรทางการแพทย์สามารถอยู่ในพื้นที่ควบคุมด้วยคุณภาพชีวิตที่ดีตามสมควร



บทที่ 4

ห้องแยกผู้ป่วยติดเชื้อทางอากาศ

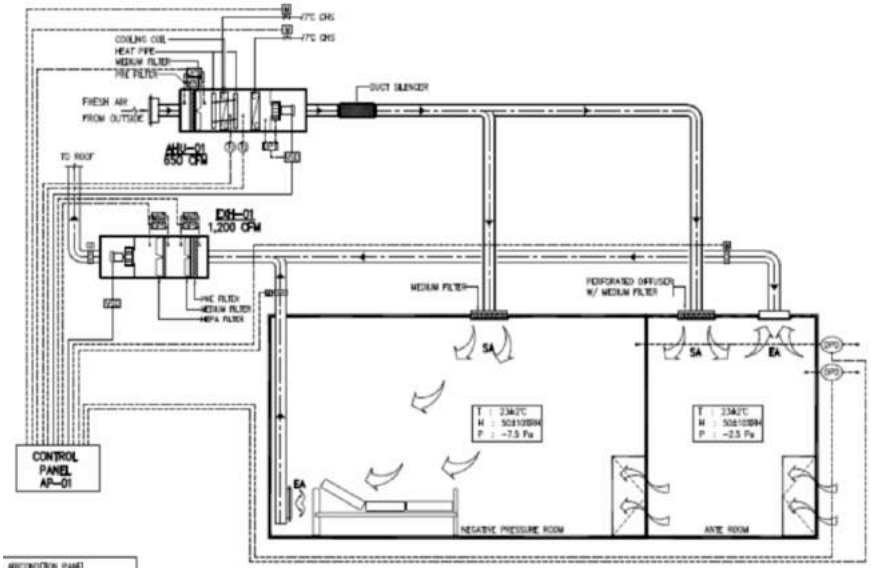
(Airborne Infection Isolation Room: AIIR)

ห้องแยกผู้ป่วยติดเชื้อทางอากาศ ออกแบบเพื่อรองรับผู้ป่วยโรคติดต่อระบบทางเดินหายใจต่าง ๆ เพื่อป้องกันการแพร่กระจายเชื้อทางอากาศจากภายในห้องสู่พื้นที่ส่วนอื่น ๆ ของสถานพยาบาล

สำหรับพื้นที่ที่ต้องการควบคุมการแพร่กระจายเชื้อทางอากาศจากผู้ป่วย จะต้องควบคุมตัวแปรต่าง ๆ เบื้องต้นดังนี้

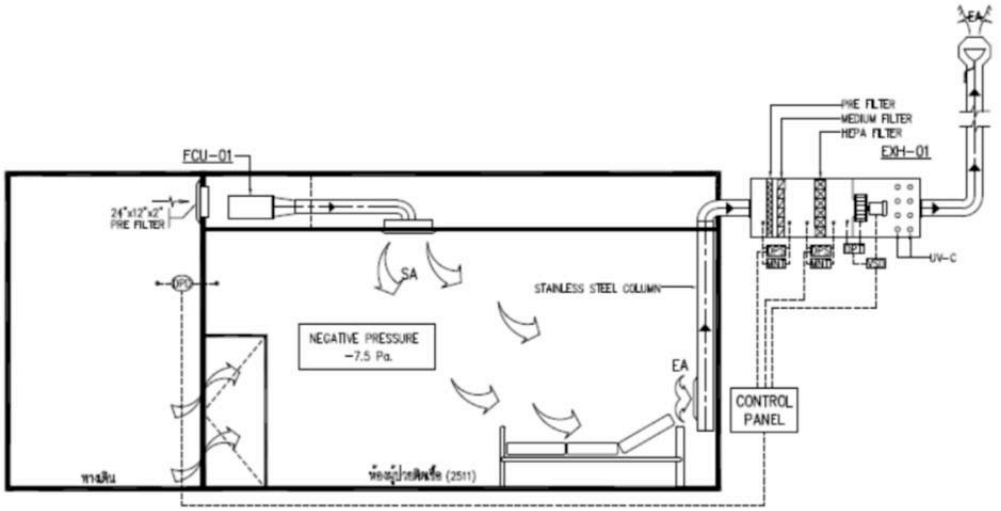
1. แรงดันอากาศ	< - 2.5 Pa.
2. อัตราการถ่ายเทอากาศ	> 12 ACH
3. อัตราการเติมอากาศจากภายนอก	> 2 ACH
4. อุณหภูมิ	21 - 24 °C
5. ความชื้นสัมพัทธ์	30 - 60% RH
6. แผงกรองอากาศ	
6.1 อากาศด้านจ่ายเข้าสู่ห้อง	MERV 14 (Medium filter)
6.2 อากาศระบายทิ้งออกจากห้อง	MERV 17 (99.97% DOP Test*)
7. ตำแหน่งหน้ากากจ่ายอากาศเข้าห้อง	ฝ้าเพดานใกล้ประตูหรือหน้าต่าง
8. ตำแหน่งหน้ากากระบายอากาศจากห้อง	ผนังด้านหลังหัวเตียงหรือฝ้าเพดานเหนือเตียง

*หากอากาศระบายทิ้งออกจากห้อง อยู่ห่างจากพื้นที่สาธารณะที่มีผู้ใช้งาน หรือช่องเปิดสำหรับรับอากาศเข้าสู่ภายในอาคารมากกว่า 25 ฟุต สามารถระบายทิ้งสู่บรรยากาศได้โดยตรงโดยไม่ผ่านแผงกรองอากาศประสิทธิภาพสูง (HEPA Filter)



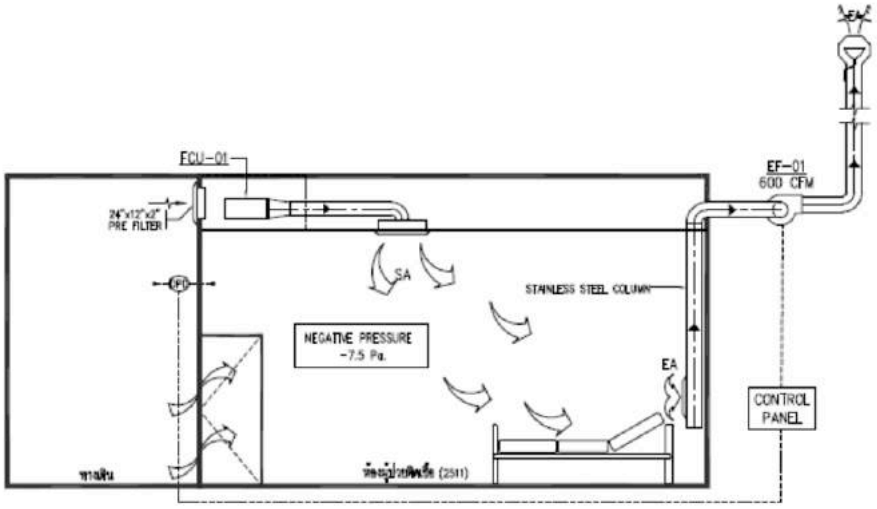
ไดอะแกรมแสดงระบบปรับอากาศและระบายอากาศสำหรับห้องแยกผู้ป่วยติดเชื้อทางอากาศที่ควบคุมสภาวะอากาศภายในห้องเต็มรูปแบบ หรือที่เรียกกันโดยทั่วไปว่าห้องแบบ Full Option ดังนี้

1. ควบคุมอัตราการถ่ายเทอากาศผ่านห้องไม่น้อยกว่า 12 ACH
2. ควบคุมแรงดันอากาศภายในห้องเป็นลบไม่น้อยกว่า 2.5 Pascal
3. ควบคุมอุณหภูมิภายในห้องระหว่าง 21 - 24 °C
4. ควบคุมความชื้นสัมพัทธ์ภายในห้องไม่เกิน 60% RH
5. อากาศที่ระบายทิ้งผ่าน HEPA Filter ก่อนปล่อยออกสู่บรรยากาศภายนอก



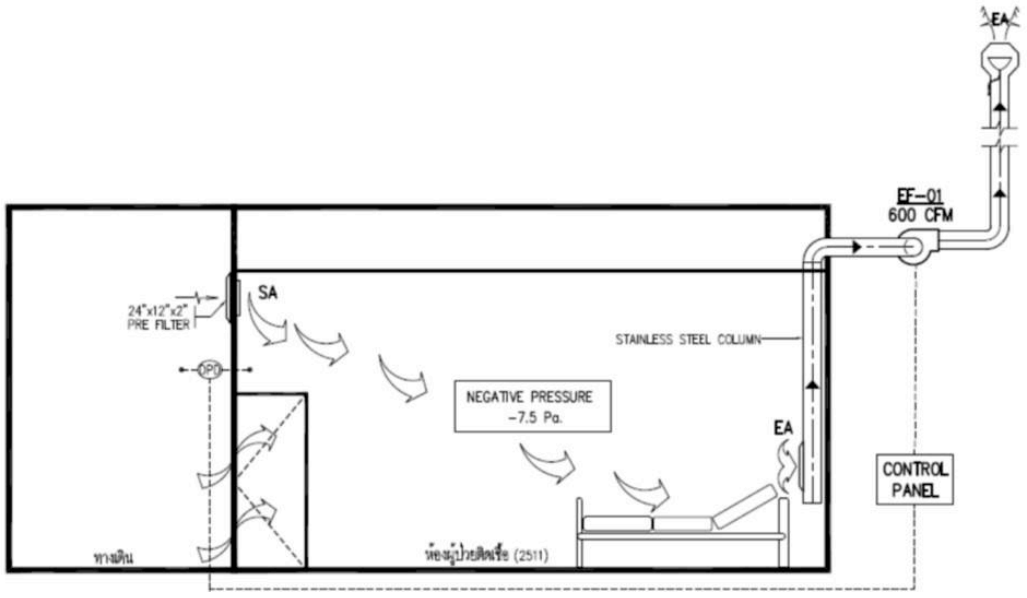
ไดอะแกรมแสดงระบบปรับอากาศและระบายอากาศสำหรับห้องแยกผู้ป่วยติดเชื้อทางอากาศที่เลือกควบคุมสภาวะอากาศเพียงบางประเภทขึ้นอยู่กับสถานที่หรืองบประมาณก่อสร้าง หรือที่เรียกกันโดยทั่วไปว่าห้องแบบ Modify ดังนี้

1. ควบคุมอัตราการถ่ายเทอากาศผ่านห้องไม่น้อยกว่า 12 ACH
2. ควบคุมแรงดันอากาศภายในห้องเป็นลบไม่น้อยกว่า 2.5 Pascal
3. ควบคุมอุณหภูมิภายในห้องระหว่าง 21 - 24 °C
4. ไม่ควบคุมความชื้นสัมพัทธ์ภายในห้อง
5. อากาศที่ระบายทิ้งผ่าน HEPA Filter ก่อนปล่อยออกสู่บรรยากาศภายนอก



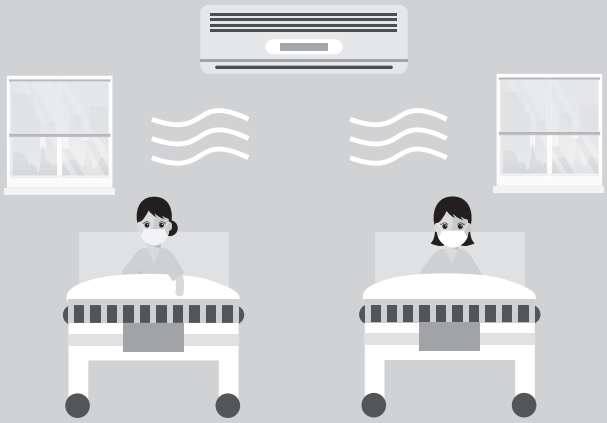
ไดอะแกรมแสดงระบบปรับอากาศและระบายอากาศสำหรับห้องแยกผู้ป่วยติดเชื้อทางอากาศที่เลือกควบคุมสภาวะอากาศเพียงบางประเภทขึ้นอยู่กับสถานที่หรืองบประมาณก่อสร้าง หรือที่เรียกกันโดยทั่วไปว่าห้องแบบ Modify อีกรูปแบบดังนี้

1. ควบคุมอัตราการถ่ายเทอากาศผ่านห้องไม่น้อยกว่า 12 ACH
2. ควบคุมแรงดันอากาศภายในห้องเป็นลบไม่น้อยกว่า 2.5 Pascal
3. ควบคุมอุณหภูมิภายในห้องระหว่าง 21 - 24 °C
4. ไม่ควบคุมความชื้นสัมพัทธ์ภายในห้อง
5. อากาศที่ระบายทิ้งปล่อยออกสู่บรรยากาศภายนอกโดยตรง



ไดอะแกรมแสดงระบบปรับอากาศและระบายอากาศสำหรับห้องแยกผู้ป่วยติดเชื้อทางอากาศที่เลือกควบคุมสภาวะอากาศเพียงบางประเภทขึ้นอยู่กับสถานที่หรืองบประมาณก่อสร้าง หรือที่เรียกกันโดยทั่วไปว่าห้องแบบ Modify อีกรูปแบบดังนี้

1. ควบคุมอัตราการถ่ายเทอากาศผ่านห้องไม่น้อยกว่า 30 ACH
2. ควบคุมแรงดันอากาศภายในห้องเป็นลบไม่น้อยกว่า 2.5 Pascal
3. ไม่ควบคุมอุณหภูมิภายในห้อง
4. ไม่ควบคุมความชื้นสัมพัทธ์ภายในห้อง
5. อากาศที่ระบายทิ้งปล่อยออกสู่บรรยากาศภายนอกโดยตรง



เรื่องอื่น ๆ เกี่ยวกับห้องแยกผู้ป่วยติดเชื้อทางอากาศ

7. การหมุนเวียนอากาศภายในห้อง

บางมาตรฐานหรือแนวทางกำหนดไม่ให้หมุนเวียนอากาศภายในห้องผู้ป่วยติดเชื้อทางอากาศ แต่อาจปรากฏในบางมาตรฐานหรือแนวทางให้สามารถหมุนเวียนอากาศภายในห้องผู้ป่วยติดเชื้อทางอากาศได้ แต่ต้องหมุนเวียนผ่านแผงกรองอากาศประสิทธิภาพสูง (HEPA Filter) เท่านั้น

8. พื้นที่รั่วของห้อง

บางมาตรฐานกำหนดให้ห้องมีพื้นที่รั่วไหลของอากาศไม่เกิน 0.5 ตารางฟุต แต่บางมาตรฐานไม่ได้กำหนดตายตัว เพียงแต่ระบุให้พยายามอุดปิดรอยรั่วต่าง ๆ เพื่อให้สามารถควบคุมแรงดันภายในห้องให้น้อยกว่าภายนอกให้ได้เท่านั้น

9. จำนวนผู้ป่วยภายในห้อง

ห้องแยกผู้ป่วยติดเชื้อทางอากาศควรออกแบบสำหรับรองรับผู้ป่วยเพียงรายเดียว ไม่ควรรองรับผู้ป่วยหลายรายภายในห้องเดียวกัน

10. Ante Room

บางมาตรฐานมิได้กำหนดให้ห้องแยกผู้ป่วยติดเชื้อทางอากาศต้องมี Ante Room แต่ประการใด แต่หากจำเป็นต้องมี ให้มีพื้นที่เพียงพอสำหรับรองรับการทำงานและเครื่องมือที่จะต้องผ่านเข้า - ออกห้องได้ แต่บางมาตรฐานกำหนดให้ห้องแยกผู้ป่วยติดเชื้อทางอากาศมี Ante Room เพื่อเป็นพื้นที่กึ่งกลางระหว่างภายนอกและภายในห้องที่มีความเสี่ยงต่อการแพร่กระจายเชื้อทางอากาศ เพื่อป้องกันการแพร่กระจายเชื้อทางอากาศระหว่างที่มีการเปิด - ปิดประตูห้อง

11. ตำแหน่งหน้ากากระบายอากาศออกจากห้อง

มาตรฐานสากลกำหนดให้ตำแหน่งของหน้ากากระบายอากาศออกจาห้องอยู่ที่ผนังด้านหลังหัวเตียงผู้ป่วยหรือฝ้าเพดานเหนือเตียงผู้ป่วย มิได้กำหนดให้ต้องอยู่สูงจากพื้น 10 เซนติเมตรแต่ประการใด แต่เพื่อควบคุมการกระจายของเชื้อทางอากาศให้ได้ประสิทธิภาพสูงสุด หน้ากากระบายอากาศควรอยู่ใกล้กับศีรษะผู้ป่วยมากที่สุด

12. อากาศระบายทิ้งจากห้องน้ำสำหรับผู้ป่วยติดเชื้อทางอากาศ

อากาศที่ระบายออกจากห้องน้ำสำหรับผู้ป่วยติดเชื้อทางอากาศ ต้องควบคุมคุณภาพเช่นเดียวกับอากาศที่ระบายออกจากห้องผู้ป่วยติดเชื้อทางอากาศ ไม่สามารถระบายทิ้งแบบห้องน้ำทั่วไปได้

13. ระยะเวลาที่ต้องเปิดระบบไว้หลังจากผู้ป่วยรายเดิมออกจากห้อง ในกรณีที่ผู้ป่วยรายเดิมออกจากห้องไปแล้ว การจะรับผู้ป่วยรายใหม่นั้นขอแยกเป็น 2 กรณีดังนี้

13.1 ห้องผู้ป่วยติดตั้งระบบ Negative Pressure

ในกรณีนี้ หลังจากผู้ป่วยรายเดิมออกจากห้องไปแล้ว ให้เปิดระบบทิ้งไว้ตามระยะเวลาที่แนะนำในตารางของ CDC 2003 ดังแสดงรายละเอียดด้านล่าง ทั้งนี้ ระยะเวลาจะขึ้นอยู่กับอัตราการหมุนเวียนอากาศผ่านห้องผู้ป่วย

Table A. 1 Air change/hour (ACH) and time required for airborne - contaminant removal efficiencies of 99% and 99%⁺

ACH+ §¶	Time (mins.) required for removal:	
	99% efficiency	99.9% efficiency
2	138	207
4	69	104
6	46	69
8	35	52
10	28	41
12	23	35
15	18	28
20	14	21
50	6	8

⁺ This table is revised from Table S3 - 1 in reference 4 and has been adapted from the formula for the rate of purging airborne contaminants presented in reference 1435.

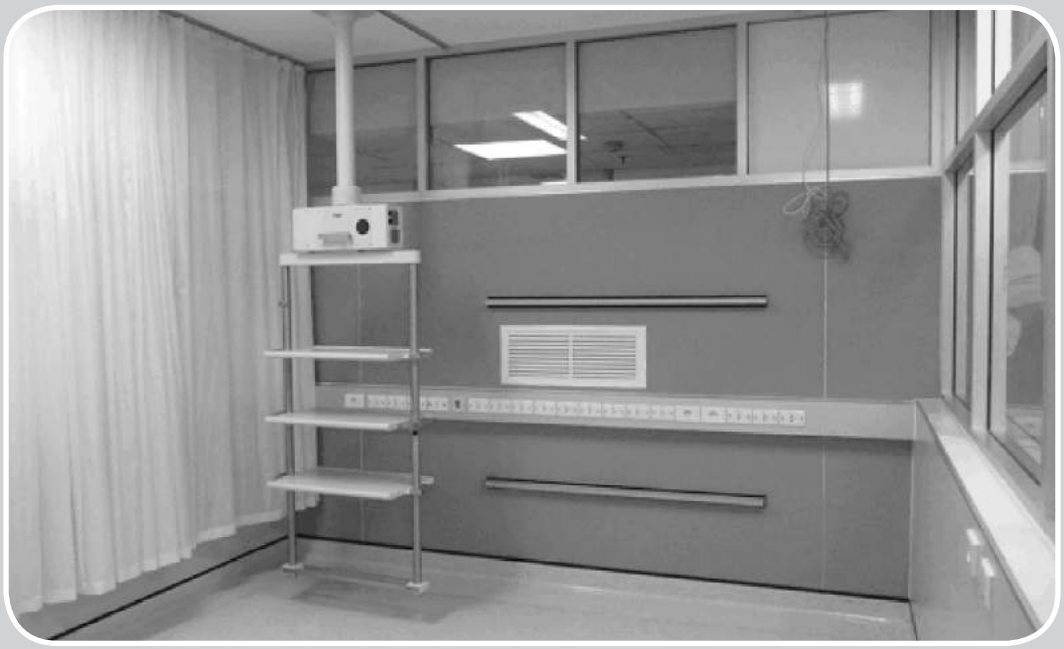
\+ Shaded entries denote frequently cited ACH for patient - care areas

§ Values were derived from the formula

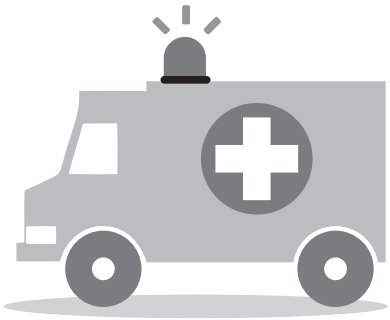
13.2 ห้องผู้ป่วยที่ติดตั้งเครื่องปรับอากาศทั่วไป

ในกรณีนี้ หลังจากผู้ป่วยรายเดิมออกจากห้องไปแล้ว ให้ล้างทำความสะอาดเครื่องปรับอากาศโดยล้างน้ำยาทำความสะอาดทั้งตัวเครื่องและคอยล์ทำความเย็นทั้งหมด หลังจากล้างทำความสะอาดทั้งหมดแล้วสามารถรับผู้ป่วยรายใหม่ได้ตามปกติ

รูปแสดงตำแหน่งหน้ากากระบายอากาศที่หัวเตียงผู้ป่วย



รูปแสดงตำแหน่งหน้ากากระบายอากาศที่หัวเตียงผู้ป่วย



บทที่ 5

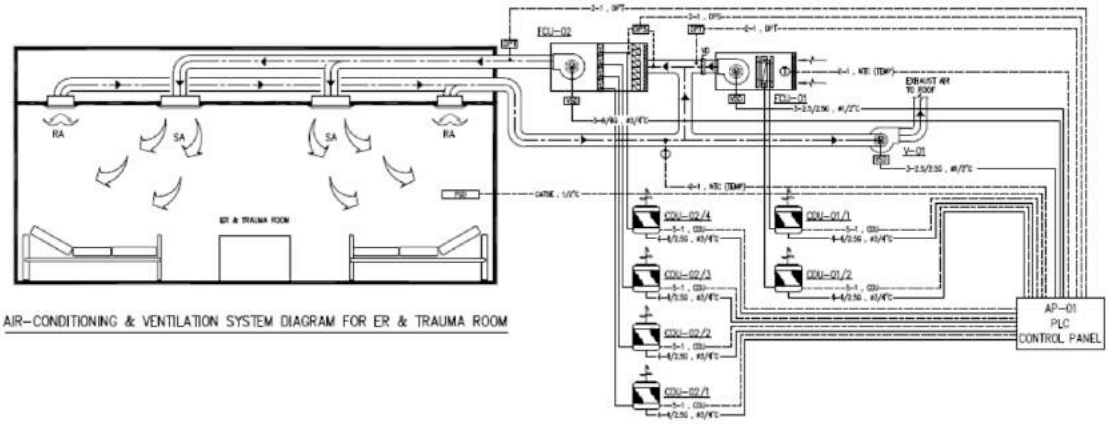
ห้องฉุกเฉิน

ห้องฉุกเฉินจะเป็นพื้นที่รองรับผู้ป่วยหลากหลายประเภทเป็นอย่างมาก สถานพยาบาลแต่ละแห่งจึงควรพิจารณาคัดกรองผู้ป่วยผ่านระบบคัดกรองอย่างเข้มงวด เพื่อลดความเสี่ยงที่จะเกิดการติดเชื้อทางอากาศภายในพื้นที่ห้องฉุกเฉิน เนื่องจากห้องฉุกเฉินโดยทั่วไปจะไม่ได้ออกแบบติดตั้งแผงกรองอากาศที่มีประสิทธิภาพสูงพอที่จะกรองเชื้อแบคทีเรียได้

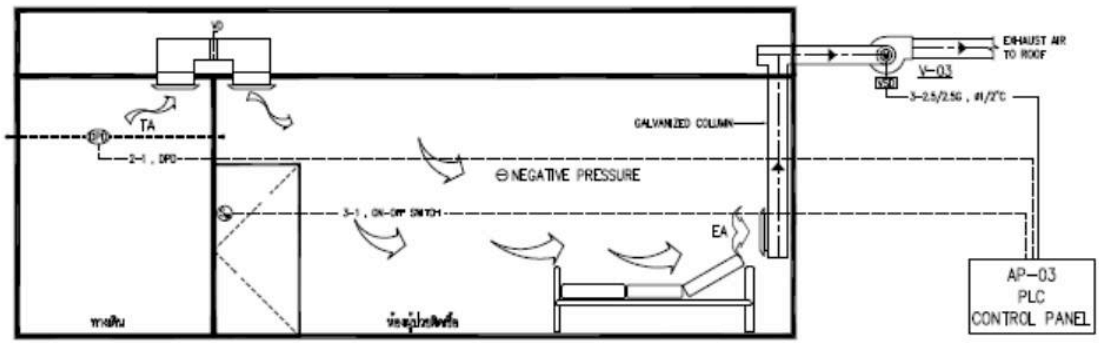
สำหรับพื้นที่ห้องฉุกเฉิน จะต้องควบคุมตัวแปรต่าง ๆ เบื้องต้นดังนี้

1. แรงดันอากาศบริเวณผู้ป่วยรอตรวจ	< - 2.5 Pa.
2. อัตราการถ่ายเทอากาศ	> 12 ACH
3. อัตราการเติมอากาศจากภายนอก	> 2 ACH
4. อุณหภูมิ	21 - 24 °C
5. ความชื้นสัมพัทธ์	< 65% RH
6. แผงกรองอากาศ	
6.1 อากาศด้านจ่ายเข้าสู่ห้อง	MERV 7 (Pre Filter)
6.2 อากาศระบายทิ้งออกจากห้อง	ไม่กำหนด
7. ตำแหน่งหน้ากากจ่ายอากาศเข้าห้อง	ไม่กำหนด
8. ตำแหน่งหน้ากากระบายอากาศจากห้อง	ไม่กำหนด

ห้องฉุกเฉินจะเป็นพื้นที่ที่อาจอาจมีกลิ่นไม่พึงประสงค์จากผู้ป่วยที่ไม่ รู้สึกตัวหรือช่วยเหลือตัวเองไม่ได้ จึงควรติดตั้งระบบระบายอากาศทั่วไปของพื้นที่ ห้องฉุกเฉินโดยระบายออกจากพื้นที่ให้มีประสิทธิภาพอย่างเพียงพอ นอกจากนี้ยังอาจมีผู้ป่วยติดเชื้อทางอากาศเข้ามาใช้บริการในพื้นที่ หากเป็นไปได้ ควรเตรียมพื้นที่ภายในห้องฉุกเฉินสำหรับรองรับผู้ป่วยติดเชื้อทางอากาศโดยเฉพาะ โดยสามารถเลือกพื้นที่และติดตั้งระบบระบายอากาศที่ใช้งบประมาณไม่สูงมากนัก เนื่องจากสามารถใช้มวลอากาศเย็นจากภายในพื้นที่ของห้องฉุกเฉินซึ่งเป็นพื้นที่ปรับอากาศอยู่แล้วมาผ่านพื้นที่รองรับผู้ป่วยติดเชื้อทางอากาศได้ ทำให้สามารถประหยัดพลังงานในการใช้งานระบบระบายอากาศหรือระบบ Negative Pressure ได้

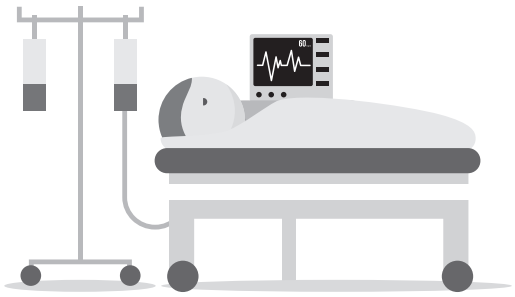


ไดอะแกรมแสดงตัวอย่างระบบปรับอากาศและระบายอากาศสำหรับพื้นที่ห้องฉุกเฉิน



ไดอะแกรมแสดงตัวอย่างระบบ Negative Pressure สำหรับห้องแยกผู้ป่วยภายในห้องฉุกเฉิน ซึ่งนำอากาศเย็นจากภายในพื้นที่ห้องฉุกเฉินมาระบายผ่านห้องแยกนี้ ก่อนทิ้งออกสู่บรรยากาศภายนอก ทำให้ประหยัดพลังงานจากการใช้งานระบบ Negative Pressure ได้

รูปแสดงตัวอย่างพื้นที่ภายในห้องฉุกเฉิน



บทที่ 6

หออภิบาลผู้ป่วยหนัก

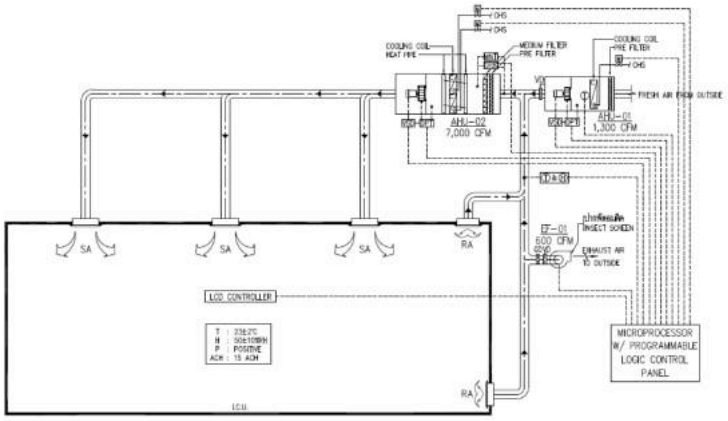
สำหรับพื้นที่หออภิบาลผู้ป่วยหนัก จะต้องควบคุมตัวแปรต่าง ๆ เบื้องต้นดังนี้

1. แรงดันอากาศ	> + 2.5 Pa.
2. อัตราการถ่ายเทอากาศ	> 6 ACH
3. อัตราการเติมอากาศจากภายนอก	> 2 ACH
4. อุณหภูมิ	21 - 24 °C
5. ความชื้นสัมพัทธ์	30 - 60% RH
6. แผงกรองอากาศ	
6.1 อากาศด้านจ่ายเข้าสู่ห้อง	MERV 14
6.2 อากาศระบายทิ้งออกจากห้อง	ไม่กำหนด
7. ตำแหน่งหน้ากากจ่ายอากาศเข้าห้อง	ไม่กำหนด
8. ตำแหน่งหน้ากากระบายอากาศจากห้อง	ไม่กำหนด

เนื่องจากมาตรฐานงานระบบปรับอากาศและระบายอากาศสำหรับพื้นที่หออภิบาลผู้ป่วยหนัก จะคำนึงถึงการป้องกันการติดเชื้อของผู้ป่วยที่มีภูมิต้านทานต่ำกว่าปกติ จึงไม่ควรนำผู้ป่วยติดเชื้อทางอากาศเข้าไปดูแลภายในพื้นที่เดียวกันกับผู้ป่วยทั่วไป ควรเตรียมพื้นที่ห้องแยกโรคไว้รองรับเฉพาะผู้ป่วยติดเชื้อทางอากาศไว้ภายในหออภิบาลผู้ป่วยอย่างน้อย 1 ห้อง โดยข้อกำหนดในการควบคุมตัวแปรต่าง ๆ จะเป็นไปตามมาตรฐานของห้องแยกโรคผู้ป่วยติดเชื้อทางอากาศ

หออภิบาลผู้ป่วยหนักอาจเป็นหอผู้ป่วยรวม หรือแยกผู้ป่วยแต่ละรายแยกห้องขึ้นอยู่กับงบประมาณและสถานที่ก่อสร้าง แต่หากระบบปรับอากาศติดตั้งเป็นแบบระบบปรับอากาศรวม การก่อสร้างแบบหอผู้ป่วยรวมหรือห้องผู้ป่วยแยกห้องก็จะได้คุณภาพอากาศภายในพื้นที่แบบเดียวกัน เนื่องจากอากาศจากทั้งหอผู้ป่วยจะเข้าไปรวมกันที่เครื่องปรับอากาศ ก่อนจ่ายเข้าสู่หอผู้ป่วยต่อไป การแยกห้องผู้ป่วยจึงเป็นการแยกผู้ป่วยเพื่อป้องกันการติดเชื้อแบบ Contact หรือ Droplet เป็นหลัก ไม่สามารถป้องกันการติดเชื้อทางอากาศ (Airborne) ได้

หากต้องการก่อสร้างหออภิบาลผู้ป่วยหนักให้เป็นห้องแยกผู้ป่วยทั้งหมด และต้องการให้ระบบปรับอากาศของห้องผู้ป่วยแต่ละห้องแยกเป็นอิสระต่อกัน จะทำให้การก่อสร้างมีค่าใช้จ่ายสูงขึ้นมาก เพราะระบบปรับอากาศสำหรับหออภิบาลผู้ป่วยหนักตามมาตรฐานจะต้องติดตั้งแผงกรองอากาศชั้นกลางประสิทธิภาพ MERV 14 (Medium Filter) ทำให้ไม่สามารถติดตั้งเครื่องปรับอากาศแบบแยกส่วนธรรมดาสำหรับห้องผู้ป่วยแต่ละห้องได้ ก่อนการก่อสร้างหออภิบาลผู้ป่วยหนักจึงควรคำนึงถึงประเภทผู้ป่วยที่จะต้องให้บริการเป็นอย่างดี



ไดอะแกรมแสดงระบบปรับอากาศและระบายอากาศสำหรับหออภิบาลผู้ป่วยหนัก

รูปแสดงหออภิบาลผู้ป่วยหนักแบบแยกห้องผู้ป่วย

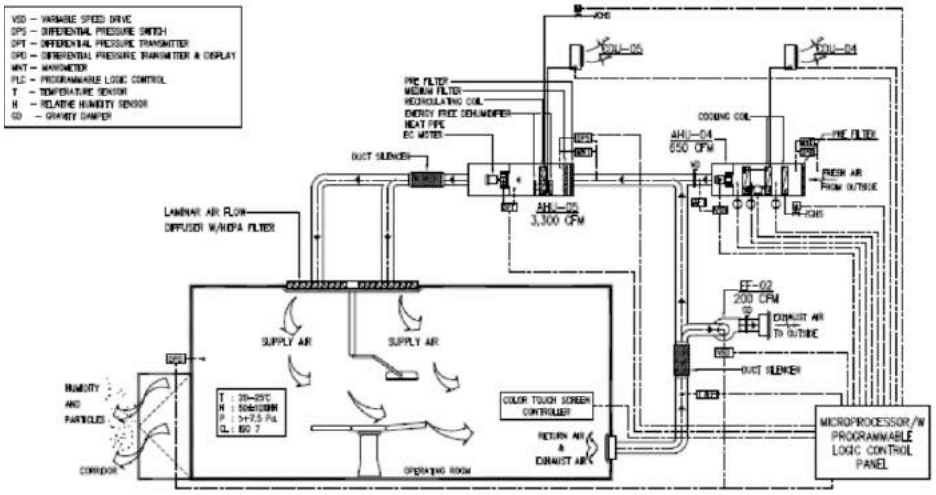
รูปแสดงหออภิบาลผู้ป่วยหนักแบบหอผู้ป่วยรวม

บทที่ 7

ห้องผ่าตัด

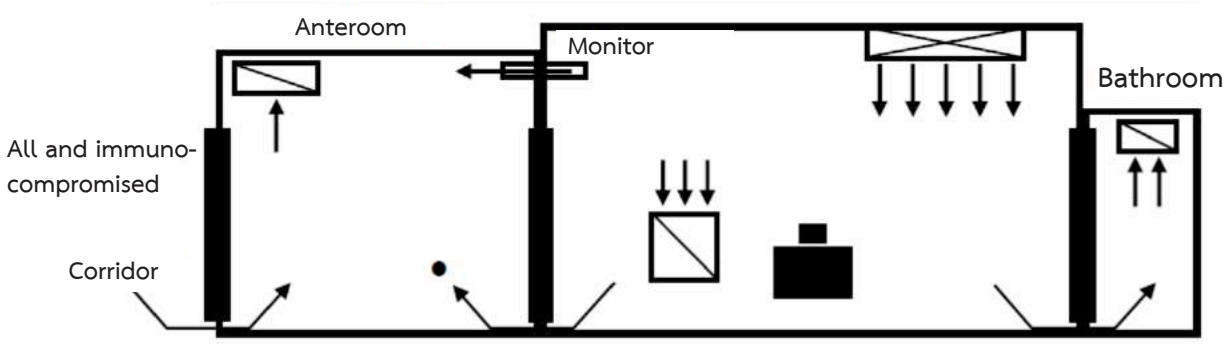
สำหรับห้องผ่าตัด จะต้องควบคุมตัวแปรต่างๆ เบื้องต้นดังนี้

1. แรงดันอากาศภายในห้อง	> + 2.5 Pa.
2. อัตราการถ่ายเทอากาศ	> 25 ACH
3. อัตราการเติมอากาศจากภายนอก	> 5 ACH
4. อุณหภูมิ	20 - 24 °C
5. ความชื้นสัมพัทธ์	30 - 60% RH
6. แผงกรองอากาศ	
6.1 อากาศด้านจ่ายเข้าสู่ห้อง	MERV 17 (99.97% DOP Test*)
6.2 อากาศระบายทิ้งออกจากห้อง	ไม่กำหนด
7. ตำแหน่งหน้ากากจ่ายอากาศเข้าห้อง	ฝ้าเพดาน
8. ตำแหน่งหน้ากากระบายอากาศจากห้อง	บริเวณผนังมุมห้องใกล้พื้น



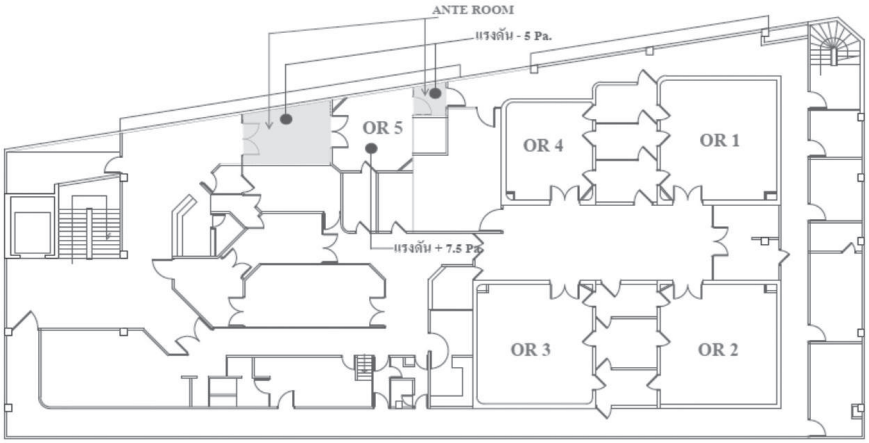
ไดอะแกรมแสดงระบบปรับอากาศปลอดเชื้อสำหรับห้องผ่าตัด

เนื่องจากมาตรฐานงานระบบปรับอากาศและระบายอากาศสำหรับห้องผ่าตัด จะคำนึงถึงการป้องกันการติดเชื้อของผู้ป่วยระหว่างการผ่าตัด ห้องผ่าตัดจึงควบคุมแรงดันภายในห้องให้มากกว่าภายนอก (Positive Pressure) หากทำการผ่าตัดผู้ป่วยติดเชื้อทางอากาศ จะทำให้มีความเสี่ยงที่เชื้อทางอากาศจะกระจายออกจากห้องด้วยสภาวะแรงดันภายในห้องที่มากกว่าภายนอก แต่ไม่ควรปรับแรงดันภายในห้องผ่าตัดให้น้อยกว่าภายนอก (Negative Pressure) เนื่องจากจะทำให้เชื้อโรคจากภายนอกเข้าไปในห้องผ่าตัดและมีความเสี่ยงที่จะส่งผลกระทบต่อแผลผ่าตัดได้ จึงควรพิจารณาจัดสร้าง Ante Room ก่อนเข้าห้องผ่าตัด เพื่อเป็นพื้นที่ป้องกันระหว่างห้องผ่าตัดและภายนอก โดยจำแนกประเภทผู้ป่วยตามมาตรฐาน CDC 2003 เป็นผู้ป่วยติดเชื้อทางอากาศและภูมิต้านทานต่ำในคนเดียวกัน โดยควบคุมแรงดันอากาศภายในห้องผ่าตัดให้มากกว่าพื้นที่โดยรอบเพื่อป้องกันฝุ่นละอองและเชื้อโรคจากภายนอกเข้าไปในห้องผ่าตัด และควบคุมแรงดันอากาศภายใน Ante Room ให้น้อยกว่าพื้นที่โดยรอบเพื่อป้องกันการแพร่กระจายเชื้อทางอากาศจากห้องผ่าตัดออกสู่ภายนอก ดังแสดงเงื่อนไขการควบคุมแรงดันอากาศภายในห้องดังรูปด้านล่าง



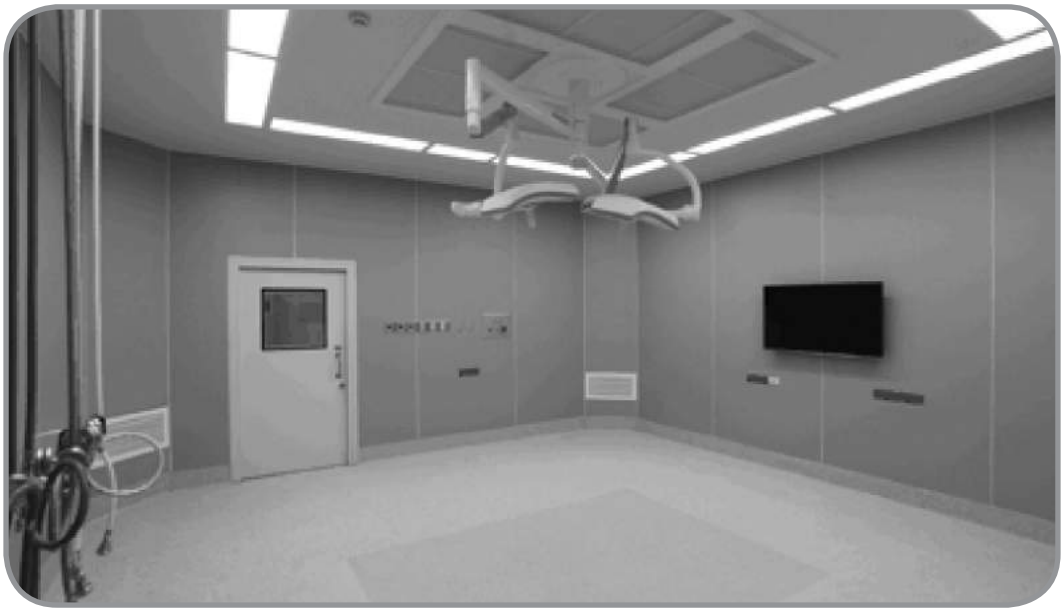
การควบคุมแรงดันภายในห้องที่มีผู้ป่วยติดเชื้อทางอากาศและภูมิต้านทานต่ำและ Ante Room

โดยสามารถพิจารณาพื้นที่ของห้องผ่าตัดทั้งหมดที่ใช้งานอยู่ และกำหนดให้มีห้องที่สามารถจัดสร้าง Ante Room ไว้รองรับการผ่าตัดผู้ป่วยติดเชื้อทางอากาศได้ โดยไม่จำเป็นจะต้องจัดทำให้ห้องผ่าตัดทุกห้องสามารถรองรับการผ่าตัดผู้ป่วยติดเชื้อทางอากาศได้ทั้งหมด



รูปแสดงการเลือกห้องผ่าตัดจากพื้นที่รวมเพื่อจัดสร้าง Ante Room เพื่อรองรับผู้ป่วยติดเชื้อทางอากาศ

รูปแสดงการจ่ายอากาศสะอาดครอบคลุมบริเวณพื้นที่ผ่าตัด



รูปแสดงตำแหน่งหน้ากากจ่ายอากาศและหน้ากากลมกลับ
เพื่อให้เกิดการไหลใกล้เคียง Laminar Flow บริเวณพื้นที่ผ่าตัด

บทที่ 8

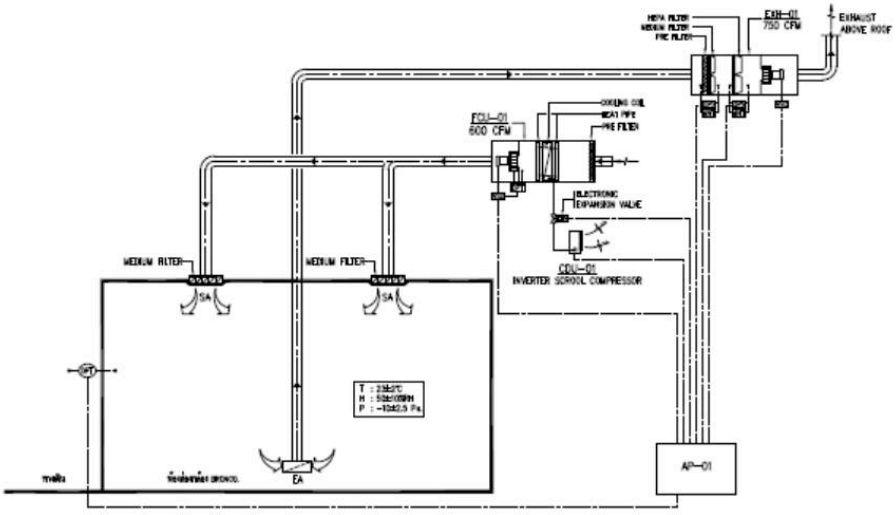
ห้องส่องกล้อง

สำหรับพื้นที่ห้องส่องกล้อง จะต้องควบคุมตัวแปรต่าง ๆ เบื้องต้นดังนี้

1. แรงดันอากาศภายในห้อง	< - 2.5 Pa.
2. อัตราการถ่ายเทอากาศ	> 12 ACH
3. อัตราการเติมอากาศจากภายนอก	> 2 ACH
4. อุณหภูมิ	21 - 23 °C
5. ความชื้นสัมพัทธ์	ไม่กำหนด
6. แผงกรองอากาศ	
6.1 อากาศด้านจ่ายเข้าสู่ห้อง	MERV 14
6.2 อากาศระบายทิ้งออกจากห้อง	MERV 17 (99.97% DOP Test*)
7. ตำแหน่งหน้ากากจ่ายอากาศเข้าห้อง	ฝ้าเพดาน
8. ตำแหน่งหน้ากากระบายอากาศจากห้อง	ใกล้ผู้ป่วย

มาตรฐานระบบปรับอากาศสำหรับห้องส่องกล้องในที่นี้ จะจำเพาะเจาะจงถึงห้องส่องกล้องระบบทางเดินหายใจ ไม่รวมถึงการส่องกล้องระบบทางเดินอาหารส่วนต้นและส่วนล่าง โดยจะต้องป้องกันบุคลากรทางการแพทย์ให้ปลอดภัยจากการติดเชื้อทางอากาศเมื่อต้องให้บริการผู้ป่วยติดเชื้อทางอากาศ จากข้อกำหนดในมาตรฐานจะเห็นได้ว่ามาตรฐานไม่กำหนดให้ต้องควบคุมความชื้นสัมพัทธ์ภายในห้องแต่ประการใด แต่เนื่องจากประเทศไทยอยู่ภูมิภาคอากาศร้อนชื้น หากไม่ควบคุมความชื้นสัมพัทธ์ภายในห้องแต่ควบคุมแรงดันภายในห้องให้น้อยกว่าภายนอก จะทำให้เกิดปัญหามีหยดน้ำจับพื้นผิวต่าง ๆ ภายในห้องโดยเฉพาะหัวจ่ายลมเย็นได้ เนื่องจากอากาศที่ไหลเข้าสู่ภายในห้องจะเป็นอากาศร้อนชื้น จึงควรควบคุมระดับความชื้นสัมพัทธ์ภายในห้องให้ไม่เกิน 60% RH เพื่อเป็นการป้องกันปัญหาน้ำหยด และเกิดเชื้อราตามมาจากการใช้งานระบบปรับอากาศและระบบ Negative Pressure

เนื่องจากการส่องกล้องระบบทางเดินหายใจ จะต้องมีบุคลากรทางการแพทย์ยืนอยู่ด้านหลังศีรษะผู้ป่วย ตำแหน่งของหน้ากากระบายอากาศออกจากห้อง จึงควรพิจารณาจากลักษณะของห้อง ตำแหน่งเตียง ตำแหน่งของเครื่องมือแพทย์ต่าง ๆ เพื่อไม่ให้ขวางทิศทางการไหลของอากาศผ่านผู้ป่วยไปยังหน้ากากระบายอากาศ



ไดอะแกรมแสดงตัวอย่างระบบปรับอากาศป้องกันการติดเชื้อสำหรับห้องส่องกล้องทางเดินหายใจ

รูปแสดงตัวอย่างห้องส่องกล้องระบบทางเดินหายใจ

บทที่ 9

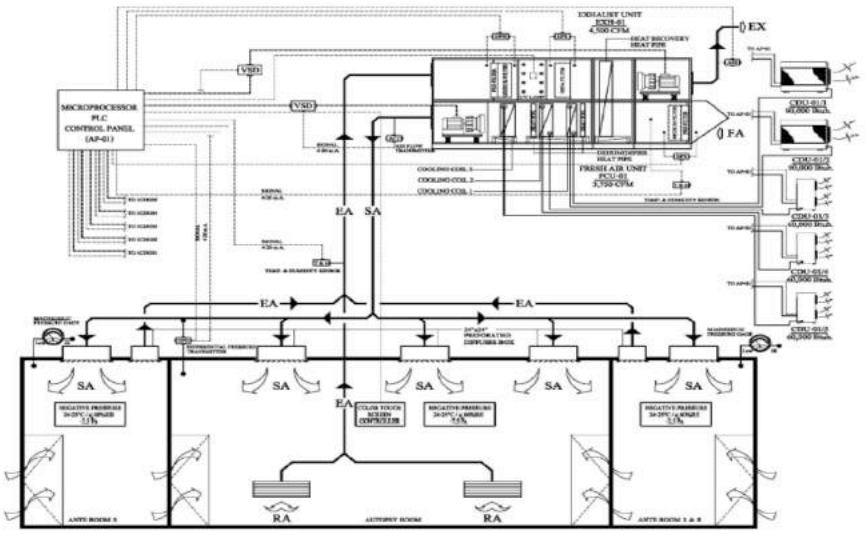
ห้องชันสูตร

สำหรับห้องชันสูตรโรค นอกจากจะต้องควบคุมสภาวะอากาศให้เป็นไปตามเกณฑ์มาตรฐานต่าง ๆ ตามข้อกำหนดแล้ว ยังต้องออกแบบระบบระบายอากาศให้สอดคล้องกับชนิดและลักษณะการใช้งานของเตียงชันสูตรด้วย สำหรับห้องชันสูตรโรค จะต้องควบคุมตัวแปรต่าง ๆ เบื้องต้นดังนี้

1. แรงดันอากาศภายในห้อง	< - 2.5 Pa.
2. อัตราการถ่ายเทอากาศ	> 12 ACH
3. อัตราการเติมอากาศจากภายนอก	> 2 ACH
4. อุณหภูมิ	21 - 24 °C
5. ความชื้นสัมพัทธ์	ไม่กำหนด
6. แผงกรองอากาศ	
6.1 อากาศด้านจ่ายเข้าสู่ห้อง	MERV 14
6.2 อากาศระบายทิ้งออกจากห้อง	MERV 17 (99.97% DOP Test*)
7. ตำแหน่งหน้ากากจ่ายอากาศเข้าห้อง	ฝ้าเพดาน
8. ตำแหน่งหน้ากากระบายอากาศจากห้อง	ไม่กำหนด

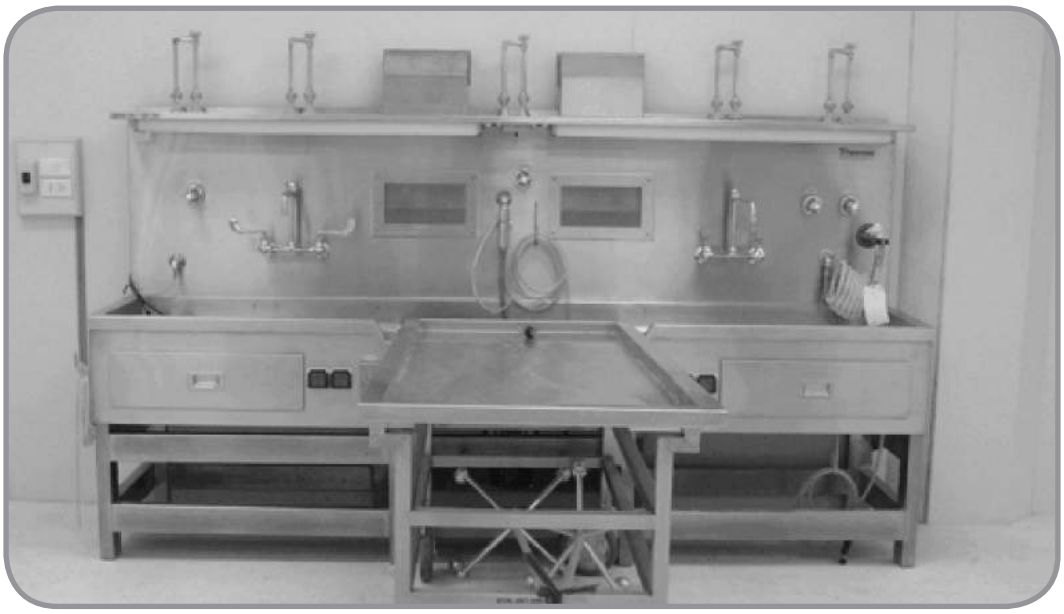
มาตรฐานระบบปรับอากาศสำหรับห้องชันสูตรนี้ จากข้อกำหนดในมาตรฐานจะเห็นได้ว่ามาตรฐานไม่กำหนดให้ต้องควบคุมความชื้นสัมพัทธ์ภายในห้องแต่ประการใด แต่เนื่องจากประเทศไทยอยู่ภูมิภาคอากาศร้อนชื้น หากไม่ควบคุมความชื้นสัมพัทธ์ภายในห้องแต่ควบคุมแรงดันภายในห้องให้น้อยกว่าภายนอก จะทำให้เกิดปัญหามีหยดน้ำจับพื้นผิวต่างๆ ภายในห้องโดยเฉพาะหัวจ่ายลมเย็นได้ เนื่องจากอากาศที่ไหลเข้าสู่ภายในห้องจะเป็นอากาศร้อนชื้น จึงควรควบคุมระดับความชื้นสัมพัทธ์ภายในห้องให้ไม่เกิน 60% RH เพื่อเป็นการป้องกันปัญหาน้ำหยดและเกิดเชื้อราตามมาจากการใช้งานระบบปรับอากาศและระบบ Negative Pressure

นอกจากนี้ เตียงชันสูตรที่ใช้งานโดยทั่วไปจะมี 2 แบบ คือแบบตั้งกลางห้อง และแบบตั้งติดผนังห้อง ซึ่งทั้ง 2 แบบ จะมีตำแหน่งของการระบายอากาศที่เตียงชันสูตรแตกต่างกัน การเตรียมระบบท่อระบายอากาศจึงต้องคำนึงถึงประเภท ของเตียงชันสูตรด้วย เนื่องจากท่อระบายอากาศต้องการพื้นที่และตำแหน่งติดตั้งเฉพาะตัว หากเตรียมไว้ไม่เหมาะสมกับชนิดของเตียงชันสูตร จะทำให้แก้ไขภายหลังได้ค่อนข้างยาก



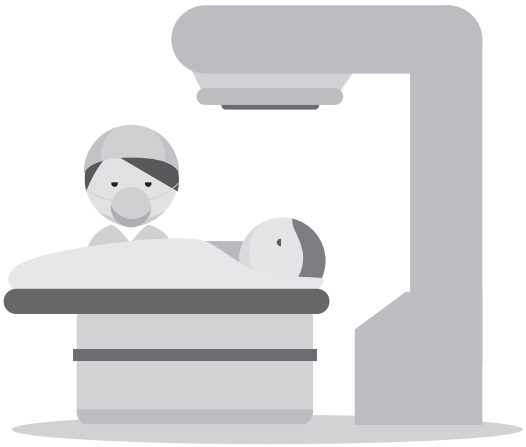
ไดอะแกรมแสดงตัวอย่างระบบปรับอากาศป้องกันการติดเชื้อสำหรับห้องส่องกล้องทางเดินหายใจ

รูปแสดงตัวอย่างเตียงชันสูตรชนิดตั้งกลางห้อง



รูปแสดงตัวอย่างเตียงชันสูตรชนิดตั้งติดผนังห้อง

รูปแสดงตัวอย่างตำแหน่งหน้ากากจ่ายอากาศและหน้าการะบายอากาศภายในห้องชันสูตร



บทที่ 10

ห้องฉายรังสี

ห้องฉายรังสีโดยทั่วไปในประเทศไทยปัจจุบัน นิยมติดตั้งเครื่องปรับอากาศแบบแขวนใต้ฝ้าเพดาน หรือแบบติดผนัง ซึ่งไม่สามารถติดตั้งแผงกรองอากาศชั้นต้นที่มีประสิทธิภาพดังแสดงรายละเอียดด้านล่างได้
สำหรับห้องฉายรังสี จะต้องควบคุมตัวแปรต่าง ๆ เบื้องต้นดังนี้

1. แรงดันอากาศบริเวณผู้ป่วยนั่งรอ	ไม่กำหนด
2. อัตราการถ่ายเทอากาศ	> 6 ACH
3. อัตราการเติมอากาศจากภายนอก	> 2 ACH
4. อุณหภูมิ	22 - 26 °C
5. ความชื้นสัมพัทธ์	ไม่กำหนด
6. แผงกรองอากาศ	
6.1 อากาศด้านจ่ายเข้าสู่ห้อง	MERV 7
6.2 อากาศระบายทิ้งออกจากห้อง	ไม่กำหนด
7. ตำแหน่งหน้ากากจ่ายอากาศเข้าห้อง	ไม่กำหนด
8. ตำแหน่งหน้ากากระบายอากาศจากห้อง	ไม่กำหนด

หากต้องการติดตั้งแผงกรองอากาศประสิทธิภาพตามมาตรฐานกำหนด จะต้องใช้งบประมาณในการติดตั้งสูงขึ้น และจะส่งผลกระทบต่อห้องฉายรังสีทั้งหมดในประเทศ สถานพยาบาลทุกแห่งที่มีความจำเป็นต้องให้บริการผู้ป่วยติดเชื้อทางอากาศจึงควรแยกห้องฉายรังสีสำหรับผู้ป่วยอื่นกับผู้ป่วยติดเชื้อทางอากาศให้ได้ผ่านระบบคัดกรองที่มีประสิทธิภาพ และติดตั้งระบบระบายอากาศเฉพาะห้องฉายรังสีที่ใช้รองรับผู้ป่วยติดเชื้อทางอากาศ รวมถึงห้องเปลี่ยนเสื้อผ้าผู้ป่วยด้วยเช่นเดียวกัน

อากาศที่ระบายทิ้งจากห้องฉายรังสีที่รองรับผู้ป่วยติดเชื้อทางอากาศ อาจไม่จำเป็นต้องผ่านการกรองอากาศด้วยแผงกรองอากาศประสิทธิภาพสูง (HEPA Filter) เพื่อประหยัดงบประมาณก่อสร้าง แต่ต้องนำไปทิ้งให้ระยะที่ห่างจากพื้นที่ใช้งานหรือพื้นที่สาธารณะโดยทั่วไปอย่างน้อย 8 เมตร

รูปแสดงตัวอย่างห้องฉายรังสีที่ติดตั้งหน้ากากระบายอากาศตำแหน่งที่ผู้ป่วยยืน

บทที่ 11

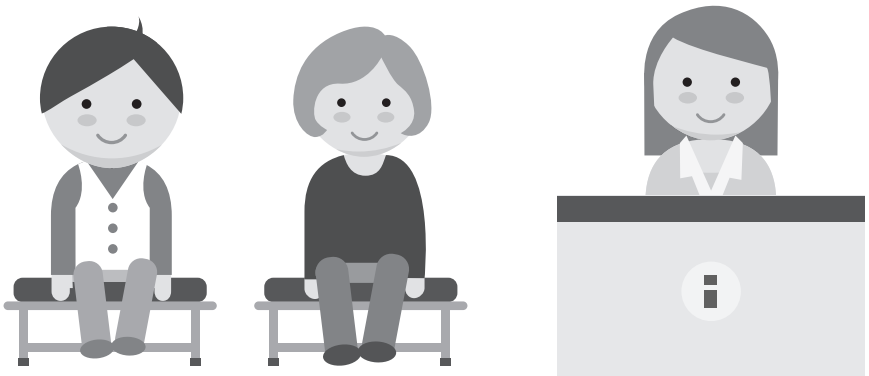
ห้องตรวจผู้ป่วยนอก

พื้นที่ห้องตรวจผู้ป่วยนอกโดยทั่วไปมักจะมีความหนาแน่นของผู้มารับบริการค่อนข้างมาก นอกจากจะต้องคำนึงถึงการป้องกันการแพร่กระจายเชื้อทางอากาศแล้ว ยังต้องคำนึงถึงการถ่ายเทอากาศเพื่อลดปริมาณการสะสมของก๊าซคาร์บอนไดออกไซด์ภายในพื้นที่ และการควบคุมอุณหภูมิเพื่อความสบายของผู้มารับบริการด้วย

แต่เนื่องจากมาตรฐานการออกแบบติดตั้งระบบปรับอากาศและระบายอากาศโดยทั่วไปของห้องตรวจผู้ป่วยนอก จะมิได้ยึดถือผู้ป่วยติดเชื้อทางอากาศเป็นสำคัญ ดังนั้น กระบวนการคัดกรองผู้ป่วยเพื่อแยกประเภทผู้ป่วยจึงความสำคัญเป็นอย่างยิ่ง และสถานพยาบาลต่าง ๆ อาจพิจารณาพื้นที่นั่งรอตรวจ และห้องตรวจของผู้ป่วยติดเชื้อทางอากาศจากพื้นที่อื่น ๆ

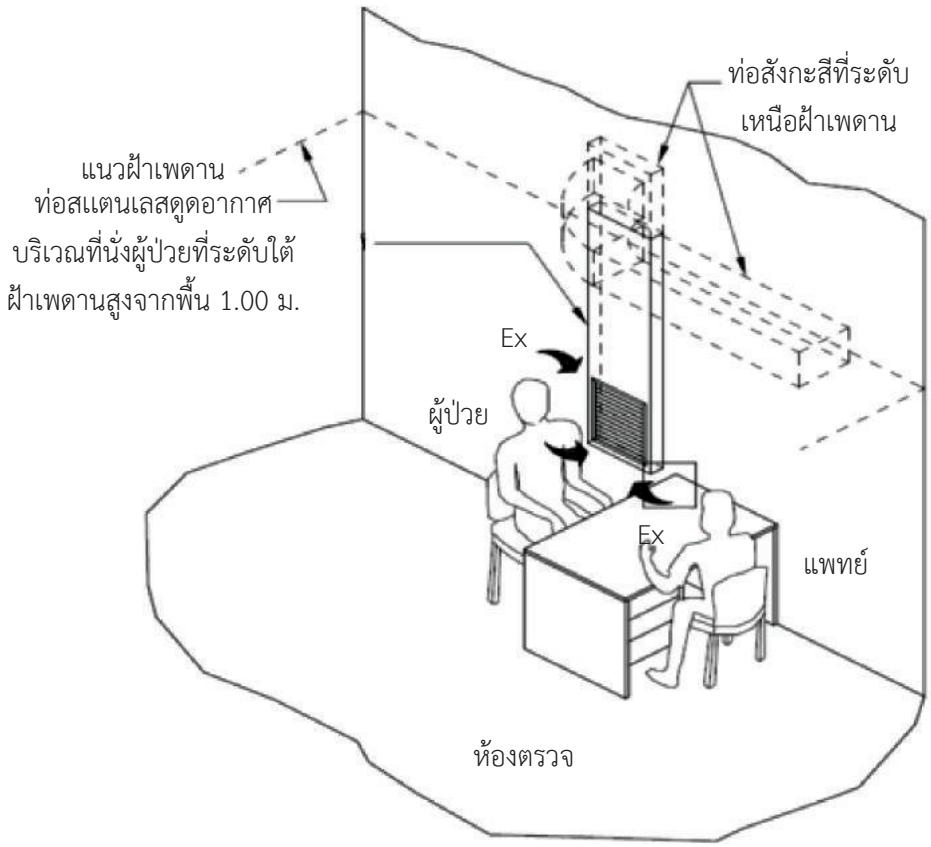
สำหรับพื้นที่ห้องตรวจผู้ป่วยนอกโดยทั่วไป จะต้องควบคุมตัวแปรต่าง ๆ เบื้องต้นดังนี้

1. แรงดันอากาศบริเวณผู้ป่วยนั่งรอ	ไม่กำหนด
2. อัตราการถ่ายเทอากาศ	> 6 ACH
3. อัตราการเติมอากาศจากภายนอก	> 2 ACH
4. อุณหภูมิ	21 - 24 °C
5. ความชื้นสัมพัทธ์	< 60% RH
6. แผงกรองอากาศ	
6.1 อากาศด้านจ่ายเข้าสู่ห้อง	MERV 7
6.2 อากาศระบายทิ้งออกจากห้อง	ไม่กำหนด
7. ตำแหน่งหน้ากากจ่ายอากาศเข้าห้อง	ไม่กำหนด
8. ตำแหน่งหน้ากากระบายอากาศจากห้อง	ไม่กำหนด



โดยทั่วไปห้องตรวจผู้ป่วยนิยมติดตั้งระบบระบายอากาศเพียงอย่างเดียวโดยไม่ติดตั้งระบบปรับอากาศ แต่หากมีสถานพยาบาลใดต้องการติดตั้งระบบปรับอากาศสำหรับห้องตรวจผู้ป่วยนอกก็มักจะติดตั้งเครื่องปรับอากาศแบบแขวนใต้ฝ้าเพดานหรือแบบติดผนัง ซึ่งมิได้มีแผงกรองอากาศที่มีประสิทธิภาพเป็นไปตามที่มาตรฐานกำหนดแต่ประการใด ดังนั้น พื้นที่ห้องตรวจผู้ป่วยนอกจึงควรคำนวณและออกแบบระบบระบายอากาศให้เหมาะสมกับการใช้งาน เพื่อลดความเสี่ยงต่อการแพร่กระจายเชื้อทางอากาศ

นอกจากนี้ สถานพยาบาลแต่ละแห่งอาจพิจารณาแยกพื้นที่รอตรวจของผู้ป่วยที่มีความเสี่ยงต่อโรคติดเชื้อทางอากาศออกจากพื้นที่ผู้ป่วยทั่วไป และติดตั้งระบบระบายอากาศสำหรับพื้นที่รอตรวจ และภายในห้องตรวจเพื่อควบคุมทิศทางการไหลของอากาศและป้องกันการติดเชื้อจากผู้ป่วยสู่บุคลากรทางการแพทย์ ดังแสดงรายละเอียดเบื้องต้นตามรูปด้านล่าง



รูปแสดงตัวอย่างแบบติดตั้งหน้ากากระบายอากาศใกล้กับผู้ป่วย

รูปแสดงตัวอย่างตำแหน่งหน้ากากระบายอากาศด้านหลังศีรษะผู้ป่วยวัณโรค

บทที่ 12

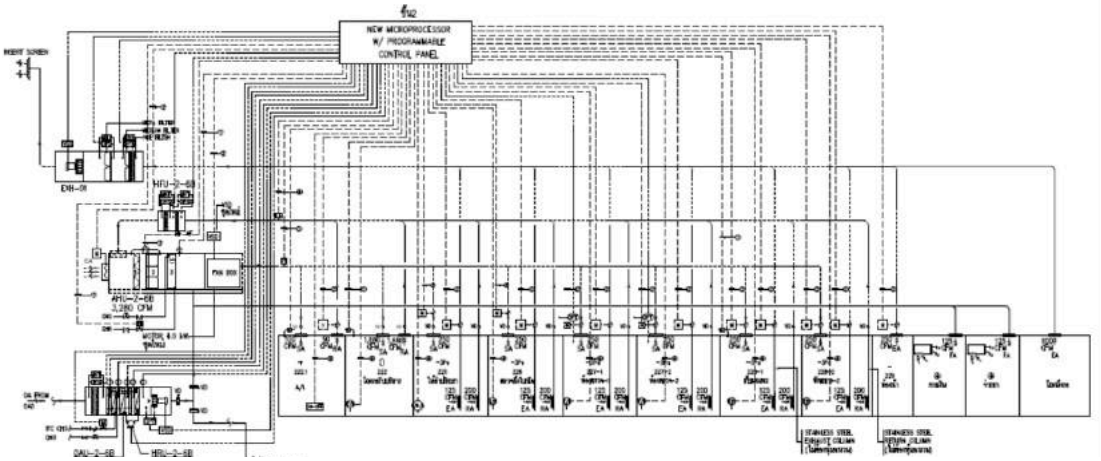
คลินิกวัณโรค

สำหรับพื้นที่คลินิกวัณโรค จะต้องควบคุมตัวแปรต่าง ๆ เบื้องต้นดังนี้

1. แรงดันอากาศบริเวณผู้ป่วยนั่งรอ	< - 2.5 Pa.
2. อัตราการถ่ายเทอากาศ	> 12 ACH
3. อัตราการเติมอากาศจากภายนอก	> 2 ACH
4. อุณหภูมิ	21 - 24 °C
5. ความชื้นสัมพัทธ์	< 60% RH
6. แผงกรองอากาศ	
6.1 อากาศด้านจ่ายเข้าสู่ห้อง	MERV 14
6.2 อากาศระบายทิ้งออกจากห้อง	MERV 17 (99.97% DOP TEST)
7. ตำแหน่งหน้ากากจ่ายอากาศเข้าห้อง	ฝ้าเพดาน
8. ตำแหน่งหน้ากากระบายอากาศจากห้อง	ใกล้ผู้ป่วย

คลินิกวัณโรคสามารถใช้ระบบระบายอากาศด้วยวิธีธรรมชาติหากพื้นที่ตั้งของคลินิกอยู่ในตำแหน่งที่เอื้อต่อทิศทางการไหลของอากาศ แต่หากไม่สามารถระบายอากาศด้วยวิธีธรรมชาติได้ การติดตั้งระบบปรับอากาศและระบายอากาศเพื่อควบคุมทิศทางการไหลของอากาศภายในพื้นที่คลินิคจะมีประสิทธิภาพในการป้องกันการแพร่กระจายเชื้อสูงกว่า โดยการคำนวณออกแบบควรคำนึงถึงการปฏิบัติงานของบุคลากรทางการแพทย์ในพื้นที่โดยรวมทั้งหมด เพื่อให้ทิศทางการไหลของอากาศ และการควบคุมแรงดันภายในพื้นที่เหมาะสมสอดคล้องกับการปฏิบัติงาน

ระบบปรับอากาศสำหรับคลินิควัณโรคสามารถติดตั้งได้ทั้งระบบหมุนเวียนอากาศหรือระบบเติมอากาศบริสุทธิ์จากภายนอก 100% โดยควรคำนวณเปรียบเทียบระหว่างอัตราการใช้พลังงานไฟฟ้าในการใช้งานระบบและงบประมาณในการติดตั้งระบบปรับอากาศ เนื่องจากระบบปรับอากาศแบบหมุนเวียนอากาศจะต้องติดตั้ง HEPA Filter ในระบบทำให้มีงบประมาณในการติดตั้งสูงแต่อัตราการใช้พลังงานไฟฟ้าจะต่ำกว่าระบบเติมอากาศบริสุทธิ์จากภายนอก 100% ที่มีอัตราการใช้พลังงานไฟฟ้าสูงกว่าแต่มีงบประมาณติดตั้งระบบต่ำกว่า



รูปแสดงไดอะแกรมระบบปรับอากาศป้องกันการติดเชื้อสำหรับคลินิควัณโรค

ห้องตรวจ
2

บทที่ 13

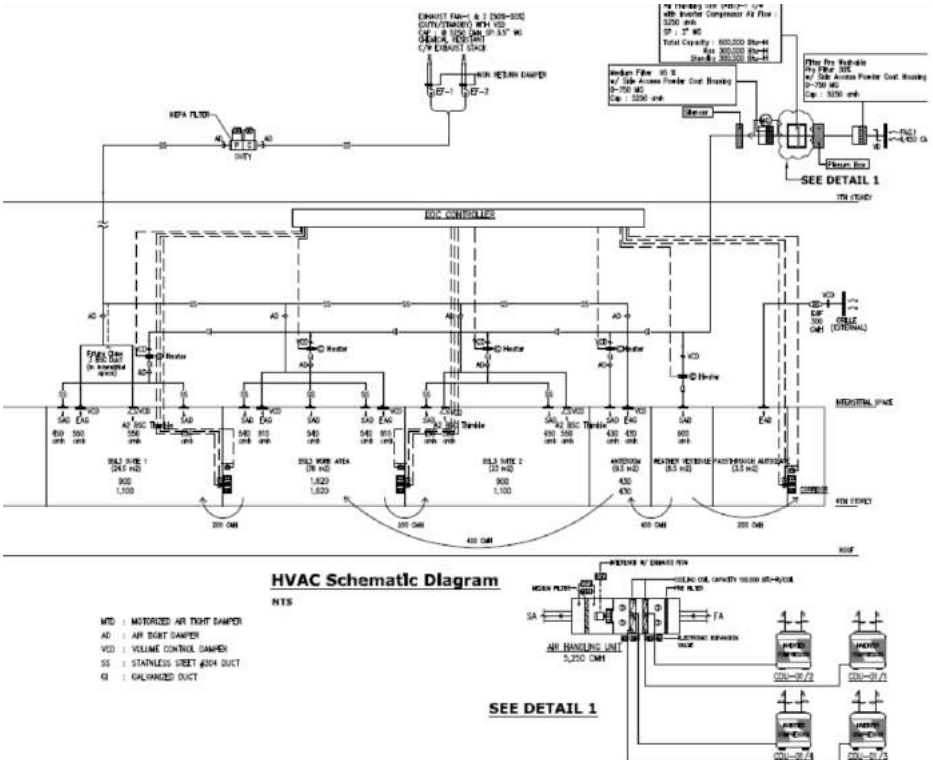
ห้องปฏิบัติการ

สำหรับพื้นที่ห้องปฏิบัติการ จะต้องควบคุมตัวแปรต่าง ๆ เบื้องต้นดังนี้

1. แรงดันอากาศภายในห้อง	> - 2.5 Pa.
2. อัตราการถ่ายเทอากาศ	> 6 ACH
3. อัตราการเติมอากาศจากภายนอก	> 2 ACH
4. อุณหภูมิ	21 - 24 °C
5. ความชื้นสัมพัทธ์	ไม่กำหนด
6. แผงกรองอากาศ	
6.1 อากาศด้านจ่ายเข้าสู่ห้อง	MERV 14
6.2 อากาศระบายทิ้งออกจากห้อง	MERV 17 (99.97% DOP TEST)
7. ตำแหน่งหน้ากากจ่ายอากาศเข้าห้อง	ฝ้าเพดาน
8. ตำแหน่งหน้ากากระบายอากาศจากห้อง	ไม่กำหนด

ห้องปฏิบัติการสำหรับตรวจหาหรือเพาะเชื้อวัณโรคจะต้องควบคุมแรงดันอากาศภายในห้องให้น้อยกว่าภายนอก และต้องคำนวณอัตราการระบายอากาศทิ้งของห้องปฏิบัติการและตู้ชีวนิรภัยไปพร้อมกัน ทั้งนี้ตู้ชีวนิรภัยประเภทต่างๆ มีข้อกำหนดในการใช้งานและการระบายอากาศทิ้งแตกต่างกัน จึงควรตรวจสอบประเภทของตู้ชีวนิรภัยให้ถูกต้องชัดเจน เพื่อให้ระบบระบายอากาศสามารถทำงานได้อย่างเหมาะสมกับประเภทของตู้ชีวนิรภัยต่างๆ

การใช้งานห้องปฏิบัติการสำหรับเชื้อวัณโรคนั้น นอกจากควรคำนึงถึงการควบคุมแรงดันอากาศของแต่ละห้องให้สัมพันธ์กันแล้ว ควรคำนึงถึงเส้นทางสัญจรต่างๆ ของบุคลากร สิ่งส่งตรวจ และขยะติดเชื้อที่จะเข้า-ออกจากพื้นที่ห้องปฏิบัติการด้วย เพื่อลดความเสี่ยงต่อการแพร่กระจายเชื้อให้น้อยที่สุด



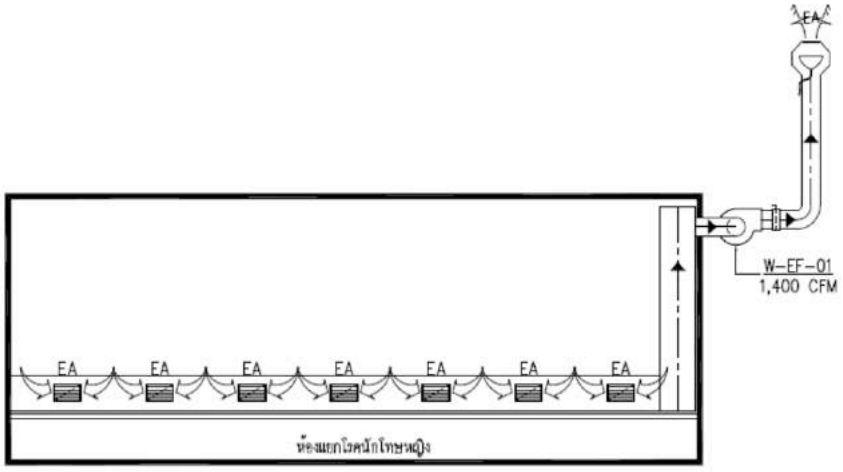
บทที่ 14

พื้นที่แยกผู้ป่วยภายในเรือนจำ

สำหรับพื้นที่ห้องผู้ป่วย จะต้องควบคุมตัวแปรต่าง ๆ เบื้องต้นดังนี้

1. แรงดันอากาศภายในห้องผู้ป่วย	> - 2.5 Pa.
2. อัตราการถ่ายเทอากาศ	> 12 ACH
3. อัตราการเติมอากาศจากภายนอก	> 2 ACH
4. อุณหภูมิ	21 - 24 °C
5. ความชื้นสัมพัทธ์	< 60% RH
6. แผงกรองอากาศ	
6.1 อากาศด้านจ่ายเข้าสู่ห้อง	MERV 7
6.2 อากาศระบายทิ้งออกจากห้อง	MERV 14 (99.97% DOP TEST)
7. ตำแหน่งหน้ากากจ่ายอากาศเข้าห้อง	ฝ้าเพดาน
8. ตำแหน่งหน้ากากระบายอากาศจากห้อง	ใกล้ผู้ป่วย

เนื่องจากพื้นที่เรือนจำเป็นพื้นที่เปิด ไม่เหมาะกับการติดตั้งระบบปรับอากาศ การติดตั้งระบบระบายอากาศจึงควรคำนวณออกแบบที่อัตราการระบายอากาศมากกว่า 30 ACH เพื่อให้ผู้ป่วยภายในพื้นที่ไม่รู้สึกร้อนจนเกินไป นอกจากนั้น วัสดุที่ติดตั้งภายในพื้นที่ห้องแยกผู้ป่วยควรใช้วัสดุที่ไม่ใช่โลหะ และไม่มีความแหลมคม เพื่อลดความเสี่ยงต่อการนำไปใช้ผิดวัตถุประสงค์ภายในเรือนจำ



รูปแสดงตัวอย่างไดอะแกรมระบบระบายอากาศสำหรับห้องแยกผู้ป่วยภายในเรือนจำ

บทที่ 15

การทดสอบระบบ

หลังจากติดตั้งระบบปรับอากาศและระบายอากาศแล้วเสร็จ ควรทำการทดสอบระบบปรับอากาศและระบายอากาศโดยผู้เชี่ยวชาญเฉพาะทางเพื่อความมั่นใจในการใช้งานระบบปรับอากาศ โดยทั่วไปจะต้องทดสอบคุณภาพอากาศดังนี้

1. อัตราการไหลของอากาศเข้าหรือออกจากห้อง
2. แรงดันอากาศภายในห้องเปรียบเทียบกับภายนอก
3. อุณหภูมิและความชื้นสัมพัทธ์ (ถ้าควบคุม)
4. HEPA Filter Leak Test (ถ้าติดตั้ง HEPA Filter)

โดยผู้ทำการทดสอบต้องเป็นผู้เชี่ยวชาญที่มีความสามารถในการทำการทดสอบได้ถูกต้องตามมาตรฐาน เพื่อให้มั่นใจว่าผลการทดสอบจะสามารถเชื่อถือได้ในระดับสากล ซึ่งในปัจจุบันมีหลายองค์กรต่าง ๆ ที่มีมาตรฐานในการทดสอบระบบปรับอากาศดังแสดงตัวอย่างตามรูปด้านล่าง ทั้งนี้ ควรตรวจสอบผู้ที่จะมาทำการทดสอบระบบทุกครั้งว่าเป็นผู้ที่มีความเชี่ยวชาญและมีความสามารถในการทดสอบระบบได้จริง เนื่องจากการทดสอบระบบต้องอิงตามเกณฑ์มาตรฐานการทดสอบ มิใช่ผู้ใดผู้หนึ่งที่จะสามารถทำได้เพียงแต่มีเครื่องมือหรืออุปกรณ์สำหรับทดสอบ

National Environmental Balancing Bureau

NEBB

Certificate of Recertification

THIS IS TO CERTIFY THAT

[redacted]

HAS MET ALL REQUIREMENTS FOR RENEWAL OF NEBB CERTIFICATION IN THE FOLLOWING DISCIPLINE

Cleanroom Performance Testing

[redacted]

NEBB Cert. No.

FOR NEBB AUSTRALIA

Chairman

Coordinator

รูปแสดงตัวอย่างใบประกาศนียบัตรสำหรับผู้เชี่ยวชาญ ที่มีความสามารถในการทดสอบระบบปรับอากาศ

ทั้งนี้ จำนวนจุดตรวจวัดต่าง ๆ ในการทดสอบระบบจะขึ้นอยู่กับขนาดพื้นที่ของห้อง พื้นที่ห้องใหญ่ต้องการจุดตรวจวัดมากกว่าห้องที่มีพื้นที่น้อยกว่า โดยการกำหนดจำนวนจุดตรวจวัดขั้นต่ำในพื้นที่สามารถเทียบได้ตามตารางด้านล่าง

Table A. 1 - Sampling locations related to cleanroom area

Area of cleanroom (m^2) less than or equal to	Minimum number of sampling locations to be tested (*N*1)
2	1
4	2
6	3
8	4
10	5
24	6
28	7
32	8
36	9
52	10
56	11
64	12
68	13
72	14
76	15
104	16
108	17
116	18
148	19
156	20
192	21
232	22
276	23
352	24
436	25
636	26
1000	27
> 1000	See Formula (A. 1)

NOTE 1 If the considered area falls between two values in the table, the greater of the two should be selected.

NOTE 2 In the case of unidirectional airflow, the area may be considered as the cross section of the moving air perpendicular to the direction of the airflow. In all other cases the area may be considered as the horizontal plan area of the cleanroom or clean zone.

ตารางข้างต้นจะใช้ในการกำหนดจำนวนจุดตรวจวัดขั้นต่ำที่ต้องตรวจวัดภายในพื้นที่ โดยถ้าพื้นที่ห้องที่ต้องการตรวจวัดอยู่ในระหว่างค่าในค่าหนึ่งให้ใช้จำนวนจุดตรวจวัดที่มากกว่า และกรณีที่พื้นที่ห้องใหญ่กว่า 1,000 ตารางเมตร (m^2) ต้องใช้สมการในการคำนวณดังนี้ (Formula A.1)

$$N = 27 \times \left[\frac{\text{Area}}{1{,}000} \right]$$

N = จำนวนจุดตรวจวัดขั้นต่ำ

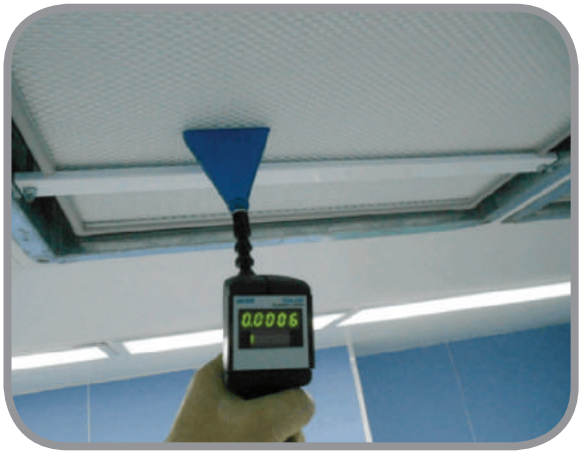
Area = พื้นที่ที่ต้องการการตรวจวัด (m^2)

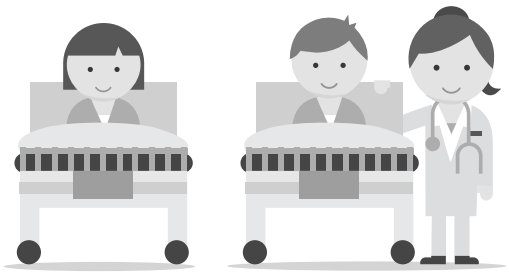
การตรวจวัดอุณหภูมิและความชื้น

การตรวจวัดปริมาณลม

การตรวจวัดแรงดัน

การทดสอบ HEPA Filter Leak Test





บทที่ 16

Cohort Ward

สำหรับพื้นที่หอ **Cohort Ward** จะต้องควบคุมตัวแปรต่าง ๆ เบื้องต้นดังนี้

1. แรงดันอากาศภายในหอผู้ป่วย	< - 2.5 Pa.
2. อัตราการถ่ายเทอากาศ	> 12 ACH
3. อัตราการเติมอากาศจากภายนอก	> 2 ACH
4. อุณหภูมิ	21 - 24 °C
5. ความชื้นสัมพัทธ์	< 60% RH
6. แผงกรองอากาศ	
6.1 อากาศด้านจ่ายเข้าสู่ห้อง	MERV 14
6.2 อากาศระบายทิ้งออกจากห้อง	MERV 17 (99.97% DOP TEST)
7. ตำแหน่งหน้ากากจ่ายอากาศเข้าห้อง	ฝ้าเพดาน
8. ตำแหน่งหน้ากากระบายอากาศจากห้อง	ใกล้ผู้ป่วย

อุปกรณ์ประกอบอื่น ๆ ในระบบปรับอากาศ

หลอดอัลตราไวโอเลต

การใช้งานหลอดอัตราไวโอเลตจะแบ่งเป็น 2 ประเภทหลัก ในปัจจุบันคือ

1. Upper Room UVGI คือการติดตั้งหลอด UV แบบหงายโคมขึ้นสู่เพดานห้อง เพื่อให้รังสี UV ฆ่าเชื้อในอากาศที่อยู่ด้านบนของห้อง โดยที่รังสี UV ไม่ลงมากระทบต่อบุคคลและวัตถุสิ่งของภายในห้อง

2. Closed System UVGI คือการติดตั้งหลอด UV ภายในระบบปิด เพื่อฆ่าเชื้อในอากาศที่ไหลผ่านหลอด UV ออกมาสัมผัสบุคคลและวัตถุสิ่งของใด ๆ เลย

การใช้รังสี UV เพื่อฆ่าเชื้อในอากาศจะต้องเป็นรังสี UV - C เท่านั้น ไม่สามารถใช้รังสี UV - A หรือ UV - B ในการฆ่าเชื้อโรคได้ ทั้งนี้ ประสิทธิภาพในการฆ่าเชื้อของรังสี UV จะสัมพันธ์กับความเข้มแสง UV และระยะเวลาที่สัมผัสกับแสง UV จึงควรทำการคำนวณความเข้มของแสง UV ที่จะใช้และระยะเวลาที่อากาศสัมผัสกับแสง UV ให้เหมาะสมกับขนาดพื้นที่ห้องหรืออัตราการไหลของอากาศ

สรุป

คุณภาพอากาศภายในอาคารพยาบาลเป็นองค์ประกอบสำคัญประการหนึ่งของการป้องกันการแพร่กระจายเชื้อทางอากาศ รูปแบบการปรับปรุงคุณภาพอากาศต้องใช้วิศวกร สถาปนิกผู้เชี่ยวชาญมาออกแบบจัดสร้าง อาจมีข้อจำกัดในการนำไปปฏิบัติในสถานพยาบาลบางแห่ง อย่างไรก็ตาม มาตรฐานต่าง ๆ ที่อ้างอิงและข้อคิดเห็นในบทความนี้ คงจะให้แนวคิดที่มีประโยชน์ในการนำไปประยุกต์ใช้กับสถานพยาบาลระดับต่าง ๆ ต่อไป

ACH	: Air Change per Hour
HEPA Filter	: High Efficiency Particulate Air Filter
ULPA Filter	: Ultra Low Penetrating Air Filter
Pa	: Pascal
ASHRAE	: American Society of Heating, Refrigerating and Air - Conditioning Engineers, Inc.
CDC	: Centers for Disease Control and Prevention

เอกสารอ้างอิง

1. William FW Aerodynamics of droplet nuclei. In: Airborne contagion and air hygiene. Cambridge: Harvard University Press, 1955: 13 - 19

2. Streifel AJ. Design and maintenance of hospital ventilation systems and the prevention of airborne nosocomial infections. In: Mayhall CG, ed. Hospital epidemiology and infection control. Philadelphia: Lippincot Williams and Wilkins Press, 2004: 1576 - 89

3. Butler JC and Jernigan JA. Severe acute respiratory syndrome. In: Mayhall CG, ed. Hospital epidemiology and infection control. Philadelphia: Lippincot Williams and Wilkins Press, 2004: 1979 - 89

4. Roy CJ, Milton DK. Airborne transmission of communicable infection - The elusive pathway. NEngl J Med 2004; 350: 1710 - 12

5. CDC and HICPAC Guidelines for Environmental infection control in health - care facilities 2003. Available from http://www.cdc.gov/ncidod/hip/enviro/guide.html

6. Uiprasertkul M, Puthavathana P, Sangiriwat K, Pooruk P, Srisook K, Peiris M, et al. Influenza A H5N1 replication sites in humans. Emerg Infect Dis 2005; 11: Available from http://www.cdc.gov/ncidod/EID/Vol 11no7/ 04 - 1313 html

7. CDC. Guidelines for preventing the transmission of Mycobacterium tuberculosis in health - care setting. MMWR 2005; 54 (RR17): 1 - 141

8. Strefel AJ. Hendickson C. Assessment of health risks related to construction, minimize the threat of infection from construction - induce air pollution in health - care 2002 Available from www.hpac.com

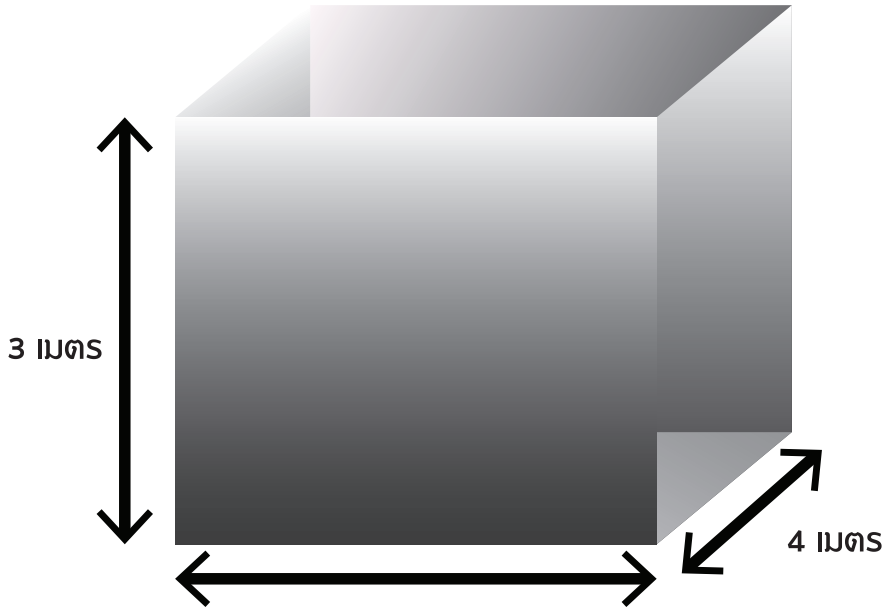
9. American Institute of Architects. Guideline for design and construction of hospital and health - care facilities In: American Institute of Architects. Washington DC: American Institute of Architects Press; 2001 and available from http: // www.aia.org/aah

10. American Society of Heating, Refrigerating and Air - conditioning Engineers. Chapter 7 Health care facility In: ASHRAE handbook - HVAC application Atlanta: ASHRAE 2003

11. วิศวกรรมสถานแห่งประเทศไทยในพระบรมราชูปถัมป์มาตรฐานระบบปรับอากาศและระบายอากาศสำหรับสถานพยาบาล 2548 available from www.EIT.or.th

ภาคผนวก

ตัวอย่างการคำนวณอัตราการการหมุนเวียนอากาศต่อชั่วโมง



ขนาดห้องเท่ากับ	5 เมตร x 4 เมตร x 3 เมตร = 60 ลูกบาศก์เมตร
เพราะฉะนั้น	1 ACH = 60 CMH (ลูกบาศก์เมตรต่อชั่วโมง)
	= 35 CFM (ลูกบาศก์ฟุตต่อนาที)

การป้องกันการแพร่กระจายเชื้อ (Isolation Precautions)

ในระยะเวลาไม่กี่ปีที่ผ่านมา เราพบการระบาดของเชื้อโรคติดต่อใหม่ๆ เกิดขึ้นหลายชนิดไม่ว่าจะเป็นโรคซาร์ หรือโรคไข้หวัดนก โรค Middle East respiratory syndrome coronavirus (MERS - CoV) อีกทั้งยังพบโรคใหม่ๆ ที่เราไม่เคยรู้จักมาก่อนในอดีตอีกหลายชนิดค่อยๆ เผยโฉมออกมา ขณะเดียวกันโรคติดต่อบางชนิด เช่น วัณโรค โรคลีเจียนแนร์ และไวรัสไข้หวัดใหญ่ ที่มีแนวโน้มการแพร่กระจายที่ลดลงในอดีต ก็กลับมาเกิดการระบาดใหม่อีกครั้งจนเป็นที่น่าจับตามอง ปัจจัยประการหนึ่งที่อาจกล่าวได้ว่าเป็นปัจจัยที่เอื้อและส่งเสริมให้เกิดการขยายตัว และแพร่กระจายของเชื้อโรคต่างๆ เหล่านี้

อย่างที่ทราบเบื้องต้นว่า หลักการสำคัญในการป้องกันและควบคุมการแพร่กระจายเชื้อโรค ในสถานพยาบาล มี 3 ประการ คือ

1. การบริหารจัดการภายในสถานพยาบาล (Administrative Controls) ซึ่งเป็นมาตรการพื้นฐานที่มีความสำคัญมากที่สุดในการลดความเสี่ยงของการแพร่กระจายเชื้อในสถานพยาบาล

2. การควบคุมสิ่งแวดล้อม (Environmental Controls) มีความสำคัญเป็นลำดับที่ 2 ในการป้องกันการติดเชื้อภายในสถานพยาบาล

3. การใช้อุปกรณ์ป้องกันส่วนบุคคล (Respiratory - Protection Controls) โดยพบว่าเมื่อมีการควบคุมโดยวิธีการทั้ง 2 อย่างข้างต้นแล้ว สิ่งแวดล้อมในสถานพยาบาลก็จะปนเปื้อนด้วยเชื้อโรคที่แพร่กระจายทางอากาศน้อยลง

ตามหลักการพบว่าการแพร่กระจายของเชื้อจุลชีพในสถานพยาบาลสามารถแพร่กระจายได้ 3 ทาง คือ การสัมผัส (contact) ทางอากาศ (airborne) และทางฝอยละออง (droplet) โดยที่เชื้อจุลชีพชนิดหนึ่งอาจแพร่กระจายได้มากกว่า 1 ช่องทาง (Hierholzer, 1996) ดังนั้นในการควบคุมการแพร่กระจายเชื้อในสถานพยาบาล ผู้ปฏิบัติงานจึงจำเป็นต้องเข้าใจกลไกการแพร่กระจายของเชื้อจุลชีพแต่ละชนิดด้วย

1. การแพร่กระจายเชื้อโดยการสัมผัส (contact transmission) เป็นวิถีทางการแพร่กระจายเชื้อที่พบได้บ่อยที่สุด ซึ่งอาจเป็นได้ทั้งทางตรง (direct contact) การสัมผัสเชื้อจากเสมหะ น้ำมูก น้ำลายของผู้ป่วย หรือทางอ้อม (indirect contact) เช่น การแพร่กระจายเชื้อจากการใช้อุปกรณ์ร่วมกันหรือติดเชื้อจากของที่เด็กเล่นร่วมกัน หรือเกิดจากการแพร่กระจายเชื้อผ่านมือของบุคลากรทางสุขภาพที่ไม่ได้ทำความสะอาดมือหลังมือปนเปื้อนเชื้อจุลชีพ (Pittet et al., 2006)

2. การแพร่กระจายเชื้อทางฝอยละออง (Droplet transmission) เกิดจากการผู้ที่มีเชื้อโรคในทางเดินหายใจ ไอจามหรือพูด หรือระหว่างการทำกิจกรรม เช่น ดูดเสมหะ การใส่ท่อช่วยหายใจ เป็นต้น ทำให้เกิดการฟุ้งกระจายของฝอยละอองเชื้อจุลชีพที่มีขนาดมากกว่า 5 ไมครอน ส่วนใหญ่มักจะกระจายไปไกลจากแหล่งกำเนิดไม่เกิน 3 ฟุต แต่บางกรณีอาจฟุ้งกระจายไปได้ไกลถึง 6 ฟุต ขึ้นอยู่กับวิธีและความแรงของการ ฟุ้งกระจาย เชื้อจุลชีพที่แพร่กระจายทางฝอยละอองอากาศ เช่น โรคติดเชื้อระบบทางเดินหายใจที่เกิดจากเชื้ออะดิโนไวรัส (Adenovirus, respiratory) โรคหลอดลมฝอยอักเสบ (Bronchiolitis) โรคหลอดลมอักเสบ (Bronchitis) โรคครูป (croup) หรือโรคกล่องเสียงและหลอดลมใหญ่อักเสบเฉียบพลัน โรคฝาปิดกล่องเสียงอักเสบ (Epiglottitis) โรคปอดอักเสบจากเชื้อมัยโคพลาสมา (Mycoplasma pneumonia) โรคปอดบวม (Pneumonia) Hemophilus influenza, กาฬโรคปอด (Plague - pneumonic) หัดเยอรมัน (Rubella) คางทูม (Mumps) ไอกรน (Pertussis) ไข้หวัดใหญ่ (Influenza) โรคเยื่อหุ้มสมองอักเสบ (Meningitis) โรคเยื่อหุ้มสมองอักเสบจากไวรัส (Viral meningitis) ไข้กาฬหลังแอ่น (Meningococcal infection) เป็นต้น

3. การแพร่กระจายเชื้อทางอากาศ (airborne transmission) เกิดจากแหล่งโรคพ่นฝอยละอองอากาศที่มีเชื้อจุลชีพปนเปื้อนออกมา โดยที่ขนาดของฝอยละอองอากาศจะต้องมีขนาด ≤ 5 ไมครอน จึงสามารถล่องลอยอยู่ในอากาศได้ และถ้ามีลมจะช่วยพยุงอากาศที่มีเชื้อโรคเกาะติดทำให้ลอยอยู่ในอากาศได้นานเป็นชั่วโมงหรือเป็นวัน และไปได้ไกลจากแหล่งกำเนิดมากกว่า 3 ฟุต เชื้อจุลชีพที่แพร่กระจายทางอากาศ เช่น วัณโรคปอด (Pulmonary TB) วัณโรคนอกปอดชนิดมีสารคัดหลั่งออกจากร่างกาย หัด (Measles) สุกใส (Chickenpox) งูสวัดและเริมแบบแพร่กระจาย (Disseminated herpes zoster and Disseminated herpes simplex) โรคทางเดินหายใจเฉียบพลันรุนแรง (Severe Acute Respiratory Syndrome: SARS) โรคทางเดินหายใจตะวันออกกลาง หรือโรคเมอร์ส (Middle East Respiratory Syndrome: MERS) และโรคไข้หวัดนก (Avian Influenza) ซึ่งโรค 5 ชนิดหลังนี้ต้องใช้แนวทางการปฏิบัติตามหลัก Contact precautions ร่วมด้วย

หลักการแยกผู้ป่วยและป้องกันการแพร่กระจายเชื้อในสถานพยาบาล

ผู้บริหารควรกำหนดนโยบายด้านการป้องกันการแพร่กระจายเชื้อ ตลอดจนถึงการจัดให้มีการอบรมที่มีความเฉพาะกับงาน และมีการให้ข้อมูลละฟื้นฟูวิชาการที่ทันสมัยเพิ่มเติมเป็นระยะอย่างต่อเนื่อง นอกจากนี้ควรจัดให้มีเอกสารคำแนะนำสำหรับผู้ป่วยและผู้มาเยี่ยมเกี่ยวกับการทำความสะอาดมือ และสุขอนามัยทางเดินหายใจ/การปฏิบัติเมื่อไอ (respiratory hygiene/cough etiquette practices) และการใช้วิธีการป้องกันการแพร่กระจายของโรคติดเชื้อในผู้ป่วยที่ทราบช่องทางการแพร่กระจายเชื้อ (transmission - based precautions)

หลักการป้องกันการติดเชื้อและควบคุมการแพร่กระจายเชื้อในสถานพยาบาล (Isolation precautions) มีหลักการ (Siegel, Rhinehart, Jackson, Chiarello, & the Healthcare Infection Control Practice Advisory Committee, 2007) ดังนี้

Isolation Precautions หมายถึง การปฏิบัติเพื่อป้องกันการติดเชื้อในการดูแลผู้ป่วยและควบคุมการแพร่กระจายเชื้อจากผู้ป่วยสู่ผู้ป่วย บุคคลากร ญาติ และสิ่งแวดล้อมรอบสถานพยาบาล โดยการใช้มาตรการต่างๆ เช่น การคัดกรองและแยกผู้ป่วย การใช้อุปกรณ์ป้องกันร่างกายที่เหมาะสมกับช้องทางการแพร่กระจายเชื้อ ซึ่งประกอบด้วย 2 มาตรการ คือ

1. Standard precautions หมายถึง การป้องกันการติดเชื้อแบบมาตรฐาน มาตรการนี้ใช้กับผู้ป่วยทุกคน ทุกรายที่มารับบริการในสถานบริการสาธารณสุข โดยให้คำนึงเบื้องต้นว่าผู้ป่วยทุกรายอาจจะมีเชื้อโรค ที่สามารถติดต่อได้ทางเลือดและสารคัดหลั่งจากร่างกายทุกชนิด ไม่คำนึงถึงการวินิจฉัยของโรคหรือภาวะติดเชื้อของผู้ป่วย เป็นการปฏิบัติเบื้องต้นเพื่อป้องกันการติดต่อของเชื้อโรคจากผู้ป่วยมาสู่บุคลากรทางการแพทย์ทั้งที่ทราบและไม่ทราบแหล่งที่หรือช่องทางการแพร่กระจายเชื้อ การปฏิบัตินี้ใช้กับเลือดและสารคัดหลั่งทุกชนิด ยกเว้นเหงื่อไม่ว่าสารคัดหลั่งนั้นจะมีเลือดปนหรือไม่ก็ตาม รวมไปถึงการสัมผัสผิวหนังที่มีแผลและเยื่อบุต่าง ๆ โดยมีองค์ประกอบหลัก ๆ ดังต่อไปนี้

1.1 การทำความสะอาดมือ (hand hygiene) ระหว่างการดูแลผู้ป่วย หลีกเลี่ยงการสัมผัสพื้นผิวของสิ่งของที่อยู่ใกล้ผู้ป่วยเพื่อป้องกันมิให้มือเกิดการปนเปื้อนเชื้อจุลชีพจากสิ่งแวดล้อม และป้องกันการแพร่กระจายเชื้อจากมือที่ปนเปื้อนไปสู่สิ่งแวดล้อม พบว่ามือของบุคลากรทางการแพทย์ที่ปนเปื้อนเชื้อ VRE สามารถแพร่กระจายเชื้อสู่อุปกรณ์ ของใช้และสิ่งแวดล้อมรอบตัวผู้ป่วยได้ ซึ่งหากมีการสัมผัสบ่อยจะทำให้เกิดการปนเปื้อนเชื้อได้มากขึ้น จากการศึกษาพบว่าเชื้อจุลชีพสามารถมีชีวิตอยู่ในสิ่งแวดล้อมได้เป็นเวลานาน ซึ่งแตกต่างกันไปตามชนิดของเชื้อ เช่น

- เชื้อ Parainfluenza virus มีชีวิตอยู่บนพื้นผิวเรียบได้นาน 10 ชั่วโมง อยู่บนเสื้อผ้าได้นาน 6 ชั่วโมง
- เชื้อ Noroviruses มีชีวิตอยู่บนพรมได้นานสุดถึง 12 วัน
- เชื้อ Hepatitis B virus มีชีวิตอยู่บนอิเล็คโตรดสำหรับวัดคลื่นหัวใจได้นาน 7 วัน
- เชื้อ Clostridium difficile มีชีวิตอยู่บนพื้นได้นานถึง 5 เดือน
- เชื้อ Methicillin resistant staphylococcus aureus (MRSA) มีชีวิตอยู่บนพื้นที่แห้งได้นานสุดถึง 9 สัปดาห์ และมีชีวิตอยู่บนพื้นลามิเนทพลาสติกได้นาน 2 วัน
- เชื้อ Vancomycin resistant enterococcus (VRE) มีชีวิตอยู่บนเคาน์เตอร์ได้นานสุดประมาณ 2 เดือน
- เชื้อ Acinetobactrer baumannii อยู่บนพื้นผิวที่แห้งได้นานถึง 4 เดือน

การทำความสะอาดมือจึงเป็นวิธีที่มีความสำคัญที่สุดในการป้องกันการแพร่กระจายเชื้อโรคในสถานพยาบาลและลดการติดเชื้อในสถานพยาบาล (World Health Organization, 2009) เนื่องจากการแพร่กระจายเชื้อจำนวนไม่น้อยเกิดจากมือของบุคลากรที่มีเชื้อโรคปนเปื้อนอยู่ โดยกำหนดให้ทำความสะอาดมือเมื่อมือสกปรกอย่างเห็นได้ชัดด้วยสบู่กับน้ำหรือด้วยน้ำยาฆ่าเชื้อกับน้ำ แต่ถ้ามือไม่เปื้อนอย่างเห็นได้ชัด สามารถทำความสะอาดมือได้ด้วยการลูบมือด้วยแอลกอฮอล์ ยกเว้นกรณีที่มือมีโอกาสสัมผัสกับสปอร์ เช่น เชื้อ *C. difficile* หรือ *Bacillus anthracis* ให้ล้างมือด้วยน้ำกับสบู่หรือสบู่ยาฆ่าเชื้อ เนื่องจากแอลกอฮอล์ คลอเฮกซิดีน ไอโอดอฟอร์และน้ำยาฆ่าเชื้อชนิดอื่นๆ ไม่สามารถทำลายสปอร์ของเชื้อเหล่านี้ได้ โดยการทำความสะอาดมือเมื่อ 1) ก่อนสัมผัสผู้ป่วย 2) ก่อนทำกิจกรรมสะอาดหรือปราศจากเชื้อ 3) หลังสัมผัสกับสิ่งคัดหลั่งหรือสิ่งสกปรก 4) หลังสัมผัสผู้ป่วย และ 5) หลังสัมผัสสิ่งแวดล้อมรอบตัวผู้ป่วย นอกจากนี้ควรทำความสะอาดมือก่อนและหลังการถอดถุงมือ

1.2 การใส่สวมอุปกรณ์ป้องกันร่างกาย (personal protective equipment) ควรใส่อุปกรณ์ป้องกันเมื่อปฏิบัติกิจกรรมกับผู้ป่วยที่บ่งชี้ว่าอาจมีการสัมผัสกับเลือด สิ่งคัดหลั่ง หรือสารน้ำจากร่างกายของผู้ป่วย โดยระมัดระวังการปนเปื้อนเสื้อผ้าและผิวหนังระหว่างการถอดอุปกรณ์ป้องกันร่างกาย โดยปฏิบัติดังนี้

1.2.1 การสวมถุงมือ (glove) ให้สวมถุงมือทุกครั้งเมื่อมือมีบาดแผล หรือเมื่อคาดว่ามือจะมีการสัมผัสกับเลือด สิ่งคัดหลั่ง หรือมีโอกาสปนเปื้อนเชื้อจุลชีพ โดยให้เลือกขนาดถุงมือที่พอดีกับมือสวม มีความทนทานเหมาะสมกับงานที่ทำ และถอดถุงมือออกทันทีหลังเสร็จกิจกรรม ไม่สวมถุงมือคู่เดิมในการดูแลผู้ป่วยมากกว่า 1 ราย ไม่ล้างถุงมือเพื่อนำกลับมาใช้ซ้ำเนื่องจากจะทำให้เกิดการแพร่กระจายเชื้อจุลชีพได้ และเปลี่ยนถุงมือเมื่อเปลี่ยนกิจกรรมกับผู้ป่วยรายเดิม ถ้ามือสัมผัสส่วนที่สกปรก เช่น ทำแผลบริเวณแผลที่เป็นหนอง แล้วไปสัมผัสส่วนที่สะอาด เช่น ให้สารน้ำทางหลอดเลือดดำ และทำความสะอาดมือหลังถอดถุงมือทุกครั้ง เลือกใช้ถุงมือให้เหมาะสมกับกิจกรรม ดังนี้

- ถุงมือปราศจากเชื้อ (sterile glove) เช่น surgical glove ขนาดสั้นสำหรับหัตถการต่างๆ Surgical glove ขนาดยาว สำหรับล้วงรกและการผ่าตัดที่มีเลือดออกมากและ special examination glove สำหรับการตรวจที่ต้องการความปราศจากเชื้อ

- ถุงมือสะอาด (cleaned glove) เช่น disposable glove or general examination glove สำหรับการตรวจทั่วไปที่ต้องการความสะอาดเท่านั้น

- ถุงมือยางหนา (heavy duty glove) ใช้สำหรับการทำความสะอาดทั่วไป การซักล้าง การทำความสะอาดห้องน้ำห้องส้วม เมื่อใช้เสร็จแล้วทำความสะอาดถุงมือด้วยผงซักล้างแล้วผึ่งให้แห้งก่อนนำกลับไปใช้ใหม่

1.2.2 การสวมเสื้อคลุม (gown) ให้สวมเสื้อคลุมที่สะอาดเพื่อป้องกันผิวหนังและเสื้อผ้าเปื้อนระหว่างการทำหัตถการและกิจกรรมกับผู้ป่วยที่มีแนวโน้มว่าอาจมีการปนเปื้อนเลือด สารน้ำหรือสารคัดหลั่งจากร่างกายผู้ป่วยพุ่งกระเด็นเข้าสู่ร่างกายให้สวมเสื้อคลุม 1 ตัวต่อการดูแลผู้ป่วย 1 คน/1 ครั้ง ถอดเสื้อคลุมทันทีหลังการใช้งานอย่างระมัดระวัง โดยจับม้วนให้เสื้อด้านในอยู่ด้านนอก นำเสื้อคลุมไปใส่ในถังบรรจุผ้าเปื้อนที่มีฝาปิดมิดชิดอย่างถูกต้อง ไม่ควรใส่เสื้อคลุมตลอดเวลาที่ปฏิบัติงานในหอผู้ป่วย เพราะจะเพิ่มโอกาสการแพร่กระจายเชื้อไปสู่ผู้ป่วยและสิ่งแวดล้อมได้ง่ายและมากขึ้น หลังถอดเสื้อคลุมแล้วล้างมือให้สะอาด ไม่ใช้เสื้อคลุมซ้ำ แม้ว่าจะสัมผัสกับผู้ป่วยรายเดิม

1.2.3 การสวมผ้าปิดปาก - จมูก (mask) จำแนกลักษณะการใช้งานได้ดังนี้

- ผ้าปิดปากและจมูกชนิดกรองอากาศ (surgical mask) ใช้สำหรับป้องกันละอองฝอยขนาดใหญ่ (droplet) และละอองที่ฟุ้งกระจายในอากาศ มักแนะนำให้ผู้ป่วยที่มีภูมิต้านทานต่ำหรือผู้ป่วยที่อยู่ในภาวะที่สามารถแพร่กระจายเชื้อสวมใส่ รวมทั้งบุคลากรที่มีภาวะติดเชื้อ เช่น เป็นหวัดแต่จำเป็นต้องให้การดูแลผู้ป่วย

การดูแล: เปลี่ยนใหม่ทันทีที่มีการปนเปื้อนหรือชื้นแฉะ และใช้เฉพาะส่วนบุคคล เมื่อเสร็จสิ้นการใช้แล้วทิ้งลงในถังมูลฝอยติดเชื้อและต้องล้างมือภายหลังถอดผ้าปิดปาก - จมูกทุกครั้ง

- ผ้าปิดปาก - จมูกชนิดกรองอนุภาค (respiratory protective mask) จำแนกออกเป็น

1) ชนิดกรองเชื้อโรค สามารถกรองเชื้อโรคที่ปะปนในละอองฝอยขนาดเล็กที่ฟุ้งกระจายอยู่ในอากาศโดยมีประสิทธิภาพในการกรองเชื้อขนาด 3 ไมครอนได้ แนะนำให้บุคลากรทางการแพทย์สวมใส่กรณีที่มีโอกาสเสี่ยงต่อการได้รับเชื้อที่ปะปนกับละอองเสมหะขนาดเล็กที่แพร่กระจายทางอากาศ (airborne transmission) แบ่งออกเป็นประเภทต่าง ๆ ทั้ง 9 ชนิดได้แก่ N 95, N 99, N 100, R 95, R 99 และ R 100

2) ชนิดกรองเชื้อโรคและสารพิษ สามารถกรองเชื้อโรคที่ปะปนในละอองฝอยขนาดเล็กที่ฟุ้งกระจายได้ รวมทั้งสามารถป้องกันสารพิษที่ฟุ้งกระจายในอากาศได้ สามารถกรองเชื้อโรคขนาดเล็ก 1 - 5 ไมครอนได้ ส่วนประกอบของผ้าปิดปากและจมูกชนิดนี้จะมีเยื่อกรองพิเศษ (HEPA filter) เช่น P 95, P 99, P 100

- ผ้าปิดปาก - จมูก ชนิดกรองเชื้อโรคและมีลิ้นกรองอากาศ สามารถกรองเชื้อโรคที่ปะปนในละอองฝอยขนาดเล็กที่ฟุ้งกระจายได้และมีลิ้นกรองอากาศ (respiratory with exhalation valve) ลิ้นกรองอากาศนี้จะเปิดเมื่อหายใจออกเป็นการระบายลมและปิดเมื่อหายใจเข้า อากาศที่หายใจเข้าจะผ่านแผ่นกรองอากาศ เช่น N 95 with exhalation valve

หมายเหตุ

N คือผ้าปิดปาก - จมูกที่ไม่สามารถกรองฝอยละอองน้ำมันได้
R คือผ้าปิดปาก - จมูกที่สามารถกรองฝอยน้ำมันได้บางส่วน
P คือผ้าปิดปาก - จมูกที่สามารถกรองฝอยละอองน้ำมันได้ดี

N - 95, R - 95, และ P - 95	มีประสิทธิภาพในการกรอง 95%
N - 99, R - 99, และ P - 99	มีประสิทธิภาพในการกรอง 99%
N - 100, R - 100 และ P - 100	มีประสิทธิภาพในการกรอง 99.97%

N - 95

P - 100

Full Face Mask

การดูแล: เปลี่ยนใหม่ทันทีเมื่อเปื้อน เปียกชื้นแฉะ มีกลิ่นเหม็น ผิดรูปร่าง หรือหายใจลำบาก และต้องใช้เฉพาะส่วนบุคคล ภายหลังการใช้หรือจำเป็นต้องเก็บไว้ใช้ต่อ ควรระมัดระวังการปนเปื้อนเชื้อโดยเฉพาะด้านนอกข้างหน้าที่สัมผัสกับอากาศภายนอกและล้างมือทันทีภายหลังถอดผ้าปิดปาก - จมูกทุกครั้ง

1.2.4 แว่นป้องกันตา (goggle) ใช้ในกรณีที่คาดว่าจะมีการกระเด็นของเลือดหรือสารคัดหลั่งของผู้ป่วย หรือละอองฝอยกระเด็นเข้าตาบุคลากรทางการแพทย์ เช่น การดูดเสมหะ การผ่าตัด การทำคลอด การเย็บแผล ผ่าฝีทันตกรรม การเจาะน้ำไขสันหลัง การส่องกล้อง เป็นต้น

Eye visor

Goggles

1.2.5 กระจังป้องกันใบหน้า (face shield) ใช้ในกรณีที่คาดว่าจะมีการกระเด็นของเลือดหรือสารคัดหลั่งถูกบริเวณใบหน้า ตาของผู้ปฏิบัติงานจากด้านหน้าและด้านข้าง แต่ไม่สามารถป้องกันเชื้อที่แพร่กระจายทางอากาศได้

Face shield

1.2.6 หมวกคลุมผม (cap) ใช้เพื่อป้องกันการติดเชื้อจากรังแค เศษผมของบุคลากรทางการแพทย์สู่ผู้ป่วย และช่วยป้องกันเลือดและสารคัดหลั่งจากร่างกายของผู้ป่วย กระเด็นถูกผมหรือศีรษะของบุคลากรทางการแพทย์ เช่น การทำคลอด การผ่าตัด กรอฟัน เป็นต้น

1.2.7 ผ้ากันเปื้อน (apron) ผ้ากันเปื้อนใช้เพื่อป้องกันการกระเด็นของเลือด สารน้ำจากร่างกายผู้ป่วย หรือน้ำที่ล้างเครื่องมือที่ปนเปื้อน เมื่อสิ้นสุดการปฏิบัติงานแล้วให้ถอดทิ้งลงในถังมูลฝอยติดเชื้อทันที (กรณีชนิดใช้ครั้งเดียวทิ้ง)

1.2.8 รองเท้าบู๊ต (boots) ใช้เพื่อป้องกันเลือดและสารคัดหลั่งของผู้ป่วยที่ไหลนองหรือกระเด็นสัมผัสเท้าหรือขาของบุคลากรทางการแพทย์ เช่น การขน/เคลื่อนย้ายมูลฝอย การล้างห้องน้ำ อีกทั้งยังสามารถช่วยป้องกันของมีคมที่อาจตกลงมาทิ่มตำเท้า เช่น การทำคลอด การผ่าตัด การล้างเครื่องมือ เป็นต้น

1.3 สุขอนามัยการหายใจ/มารยาทการไอ (Respiratory hygiene/cough etiquette) ควรให้ความรู้แก่บุคลากรทางการแพทย์ ผู้ป่วยและญาติ เรื่องมารยาทในการไอ จามให้ใช้กระดาษชำระ หรือผ้าเช็ดหน้า ปิดปากและจมูก ไม่ให้ใช้มือเนื่องจากอาจทำให้สารคัดหลั่ง ละอองน้ำมูก น้ำลายติดที่มือและแพร่กระจายเชื้อจากมือได้ รวมทั้งการใส่หน้ากากอนามัย

และถ้าเป็นไปได้ควรมีการจัดสถานที่สำหรับผู้ที่มีการติดเชื้อระบบทางเดินหายใจให้อยู่ห่างจากผู้อื่นมากกว่า 3 ฟุต นอกจากนี้ สิ่งที่สำคัญคือการล้างมือหลังสัมผัสฝอยละอองน้ำมูก น้ำลาย เวลาไอ จาม และทิ้งกระดาษชำระลงในถังมูลฝอยที่มีฝาปิด จึงควรมีการติดป้ายเตือนที่ทางเดินเข้าสถานพยาบาลและจุดที่สำคัญ เช่น ลิฟท์ โรงอาหาร ห้องตรวจผู้ป่วยนอก บริเวณพักคอย ห้องฉุกเฉินและหอผู้ป่วย พร้อมทั้งให้คำแนะนำผู้ป่วยและบุคคลอื่น ๆ ที่มีอาการการติดเชื้อทางเดินหายใจให้ปิดปาก จมูกในเวลาไอหรือจาม การใช้และทิ้งกระดาษเช็ดหน้าและการทำความสะอาดมือหลังสัมผัสกับน้ำมูกและเสมหะ รวมถึงควรจัดให้มีผ้าปิดปาก - จมูก ไว้บริการและถังขยะที่ไม่ต้องใช้มือสัมผัสเช่น ใช้เท้าเปิดฝา หรือถุงพลาสติก รองรับกระดาษ/ผ้าปิดปาก - จมูกที่ปนเปื้อน

1.4. การจัดที่ให้ผู้ป่วยอยู่ (patient placement) ให้พิจารณาจากโอกาสของการแพร่กระจายเชื้อจุลชีพที่ติดต่อได้ในการตัดสินใจกำหนดเตียงที่จะให้ผู้ป่วยนอน โดยจัดวางผู้ป่วยที่มีความเสี่ยงสูงต่อการแพร่กระจายเชื้อสู่ผู้อื่นไว้ในห้องแยกเดี่ยว (isolation room) หรือให้ผู้ป่วยที่ติดเชื้อชนิดเดียวกันอยู่ห้องเดียวกัน (cohorting)

1.5 เครื่องมือและอุปกรณ์ที่ใช้กับผู้ป่วย (patient-care equipment and instruments/devices) ที่อาจมีการปนเปื้อนเชื้อจุลชีพจากร่างกายของผู้ป่วย จึงให้ระมัดระวังในการถือหรือจับต้องอุปกรณ์ที่ใช้ในการดูแลผู้ป่วยที่มีการปนเปื้อนเลือด สารน้ำหรือสารคัดหลั่ง เพื่อป้องกันการสัมผัสถูกผิวหนัง เยื่อบุ เสื้อผ้าและการนำเชื้อไปสู่ผู้ป่วยอื่นและสิ่งแวดล้อม อุปกรณ์ที่จะนำกลับมาใช้กับผู้ป่วยอีก จะต้องผ่านการล้างและทำลายเชื้อหรือทำให้ปราศจากเชื้อก่อน ส่วนอุปกรณ์ที่ใช้ครั้งเดียวแล้วทิ้งจะต้องมีการจัดเก็บเพื่อนำไปทิ้งอย่างถูกต้อง สวมอุปกรณ์ป้องกันร่างกาย เช่น ถุงมือ เสื้อคลุม ตามระดับของการปนเปื้อนที่คาดว่าจะเกิดขึ้นเมื่อจะจับต้องเครื่องมือและอุปกรณ์ซึ่งมีความสกปรกที่เห็นได้ชัด หรืออาจจะสัมผัสกับเลือด สารน้ำหรือสารคัดหลั่งจากร่างกายผู้ป่วย วิธีลดปริมาณของเชื้อโรคบนอุปกรณ์ทางการแพทย์ ขึ้นอยู่กับวัตถุประสงค์ว่าต้องการลดเชื้อลงถึงระดับใดจึงจะปลอดภัยสำหรับอุปกรณ์ เครื่องมือ เครื่องใช้ ในสถานพยาบาล การลดปริมาณของเชื้อบนพื้นผิวของสิ่งมีชีวิตและอุปกรณ์เครื่องมือเครื่องใช้ กระทำได้หลายวิธี ได้แก่

1. การล้าง (cleaning) เป็นวิธีลดจำนวนเชื้อโรคได้ดีที่สุด ทำง่าย และประหยัดทั้งเวลาและวัสดุการล้าง ที่ถูกต้องจะกำจัดเชื้อโรคออกได้เกือบหมด ดังนั้นการล้างจึงเป็นกรรมวิธีขั้นแรกในกระบวนการลดจำนวนเชื้อ
2. การทำลายเชื้อ (disinfection) หมายถึง การทำลายเชื้อทุกรูปแบบ ยกเว้น สปอร์ (spore) ของแบคทีเรีย
3. การทำให้ปราศจากเชื้อ (sterilization) หมายถึง การทำลายเชื้อทั้งหมดรวมถึงสปอร์ของแบคทีเรีย

การปฏิบัติเพื่อทำลายเชื้อ/ทำให้ปราศจากเชื้อสำหรับอุปกรณ์ทางการแพทย์มีหลายวิธี ดังนั้น เพื่อให้สามารถทำลายเชื้อ/ทำให้ปราศจากเชื้อในอุปกรณ์แต่ละชนิดอย่างเหมาะสม ต้องจัดแบ่งกลุ่มอุปกรณ์ในหน่วยงานให้ถูกต้องก่อน ซึ่งเครื่องมือทางการแพทย์ แบ่งออกเป็น 3 กลุ่ม ได้แก่

- เครื่องมือกลุ่มวิกฤติ (critical items) หมายถึง อุปกรณ์และเครื่องมือที่ใช้กับผู้ป่วยและมีการเจาะทะลุทะลวงผ่านเนื้อเยื่อ หรือแทง/สอดใส่เข้าไปในร่างกายหรือหลอดเลือด เช่น เข็ม เครื่องมือผ่าตัด สายสวนอวัยวะต่างๆ ได้แก่ สายสวนปัสสาวะ เป็นต้น อุปกรณ์ต่างๆ เหล่านี้ต้องได้รับการทำให้ปราศจากเชื้อ (sterilization) เท่านั้น
- เครื่องมือกลุ่มกึ่งวิกฤติ (semi - critical items) หมายถึง อุปกรณ์และเครื่องมือที่ใช้กับผู้ป่วยที่สัมผัสเนื้อเยื่อหรือเยื่อบุของร่างกาย หรือผิวหนังที่มีบาดแผลหรือมีรอยถลอก เช่น เครื่องช่วยหายใจ อุปกรณ์ทางด้านวิสัญญี อุปกรณ์ต่างๆ เหล่านี้ควรทำลายเชื้อโดยใช้น้ำยาทำลายเชื้อระดับสูง (high level disinfection)
- เครื่องมือกลุ่มไม่วิกฤติ (non critical items) หมายถึง อุปกรณ์ละเครื่องมือที่ใช้กับผู้ป่วยที่สัมผัสกับผิวหนังปกติไม่มีบาดแผลหรือรอยถลอก เช่น เครื่องวัดความดันโลหิต ชามรูปไต หม้อสวนอุจจาระ อุปกรณ์เหล่านี้ควรทำความสะอาดหรือทำลายเชื้อระดับต่ำ (cleaning or low level disinfection)

1.6 การดูแลสิ่งแวดล้อม (care of the environment) โดยการทำความสะอาดพื้นผิวสิ่งแวดล้อมที่น่าจะมีการปนเปื้อนเชื้อจุลชีพ รวมทั้งพื้นผิวที่อยู่ใกล้ชิดผู้ป่วยประจำวันอย่างเหมาะสม เช่น เตียงไม้กั้นเตียง โต๊ะคร่อมเตียง และรอบๆ ยูนิตผู้ป่วยใช้ผ้าชุบน้ำยาทำลายเชื้อที่มีฤทธิ์ในการฆ่าเชื้อจุลชีพในสิ่งแวดล้อมทำความสะอาดตามปกติ แล้วเช็ดตามด้วยผ้าแห้งทุกวัน ควรทำความสะอาด ส่วนพื้นผิวที่ถูกสัมผัสบ่อย ๆ เช่น ลูกบิดประตู พื้นผิวห้องน้ำ ให้ทำความสะอาดบ่อยกว่าบริเวณอื่น สำหรับสถานที่ให้บริการผู้ป่วยเด็ก ให้ทำความสะอาดและทำลายเชื้อในของเล่นเป็นระยะ และเมื่อมีความสกปรกที่เห็นได้ชัด ควรเลือกของเล่นที่สามารถทำความสะอาดได้ง่าย ไม่ควรใช้ของเล่นที่มีขนหรือใส่นุ่น นอกจากนี้ควรทำความสะอาดและทำลายเชื้อในเครื่องมืออิเล็กทรอนิกส์ที่ใช้กับผู้ป่วยบ่อย ๆ เช่น เครื่องวัดความดันโลหิตและเครื่องวัดค่าออกซิเจนในเลือด (Oxygen saturation) รวมถึงการจัดการมูลฝอยที่ถูกต้อง โดยเฉพาะการแยกมูลฝอยทั่วไปและมูลฝอยติดเชื้อ ควรคัดแยก

ณ จุดให้บริการและมีระบบการประเมินการแยกมูลฝอย หากมีการปนเปื้อนสิ่งคัดหลั่ง เช่น เลือด หรืออุจจาระของผู้ป่วย ให้ราดบริเวณนั้นด้วยน้ำยาทำลายเชื้อ เช่น 0.5% Sodium hypochlorite ทิ้งไว้นาน 10 นาทีแล้วเช็ดทำความสะอาดด้วยผงซักฟอกและน้ำตามปกติต่อไป

1.7 เครื่องผ้าและการซักล้าง (textiles and laundry) ให้ระมัดระวังในการจับต้องและ เคลื่อนย้ายผ้าที่เปื้อนเลือด สารน้ำหรือสารคัดหลั่งจากร่างกายผู้ป่วย โดยหยิบจับให้มีการกระเพื่อมน้อยที่สุดเพื่อหลีกเลี่ยงการฟุ้งกระจายปนเปื้อนอากาศและพื้นผิวสิ่งแวดล้อมจากผ้าน้อยที่สุด โดยผ้าเปื้อนเลือดหรือสารคัดหลั่งของผู้ป่วยให้ซักด้วยน้ำธรรมดาก่อน 2 ครั้ง เพื่อขจัดคราบสกปรกต่าง ๆ ออกระดับหนึ่ง หลังจากนั้น จึงเข้าสู่กระบวนการซักด้วยผงซักฟอกตามสัดส่วนที่กำหนด ตั้งอุณหภูมิ 60 - 70 องศาเซลเซียส จะสามารถฆ่าเชื้อได้ทั้งแบคทีเรียและไวรัส ส่วนผ้าที่ใช้แล้วแต่ไม่เปื้อนสิ่งคัดหลั่งให้ซักด้วยน้ำธรรมดาก่อน 1 ครั้ง และซักโดยใช้ผงซักฟอก ตามสัดส่วนที่กำหนด ตั้งอุณหภูมิ 60 - 70 องศาเซลเซียส ปั่นผ้าใช้เวลา 1 ชั่วโมง อบผ้าในเครื่องอบผ้านาน 30 นาที ค่อยนำผ้าออกจากเครื่องอบผ้าไปส่งให้งานบริการพับผ้า

1.8 การปฏิบัติในการฉีดยาอย่างปลอดภัย (safe injection practices) การเกิดอุบัติเหตุขณะปฏิบัติงานก่อให้เกิดผลกระทบทั้งต่อผู้ให้บริการและผู้ใช้บริการ แม้ว่าอุบัติเหตุที่เกิดขึ้นจะไม่ทำให้เกิดการติดเชื้อทั้งหมด เช่น ถูกแก้วบาด เข็มปราศจากเชื้อทิ่มตำ แต่ก็เป็นสาเหตุทำให้เกิดบาดแผล ซึ่งจะเพิ่มความเสี่ยงต่อการติดเชื้อหากเกิดการสัมผัสเลือดหรือสารคัดหลั่งจากร่างกายผู้ติดเชื้อในขณะที่แผลยังไม่หายดี นอกจากนั้นหากเป็นอุบัติเหตุที่เกิดจากอุปกรณ์ที่ทำให้มีโอกาสเกิดการติดเชื้อได้ก็ย่อมส่งผลกระทบทางด้านจิตใจต่อผู้ปฏิบัติงานที่ได้รับอุบัติเหตุเป็นอย่างมาก

2. Transmission - based precautions เป็นวิธีการป้องกันการแพร่กระจายของโรคติดเชื้อ ในผู้ป่วยที่ทราบช่องทางการแพร่กระจายเชื้อ หรือมีความเสี่ยงต่อการป่วยด้วยโรคติดเชื้ออุบัติใหม่ต่าง ๆ เป็นการป้องกันแพร่กระจายเชื้อตามกลวิธีการติดต่อ เพิ่มเติมจากการดูแลผู้ป่วยด้วย Standard precautions ดังนี้

2.1 การป้องกันการแพร่เชื้อทางการสัมผัส (Contact precautions) ใช้เป็นหลักปฏิบัติสำหรับผู้ป่วยที่รู้หรือสงสัยว่ามีการติดเชื้อหรือมีหลักฐานของกลุ่มอาการที่แสดงถึงความเสี่ยงต่อการแพร่กระจายเชื้อทางการสัมผัสทั้งทางตรงและทางอ้อม จากผู้ป่วยสู่ผู้ป่วย จากบุคลากรสู่ผู้ป่วย จากผู้ป่วยสู่อุปกรณ์หรือของใช้ที่ปนเปื้อน โดยมีหลักปฏิบัติดังนี้

2.1.1 การจัดเตียง/ห้องให้ผู้ป่วย ควรให้อยู่ในห้องแยกเดี่ยว แต่ถ้าไม่มีห้องแยกควรจัดให้ผู้ป่วยที่มีสภาวะแพร่กระจายเชื้อได้ง่าย เช่น ควบคุมการถ่ายอุจจาระไม่ได้ ให้อยู่ในห้องแยกเป็นอันดับแรก จัดให้ผู้ป่วยที่ติดเชื้อหรือพบเชื้อโรคชนิดเดียวกันอยู่ห้องเดียวกัน แต่ถ้าไม่มีห้องแยกและจำต้องให้อยู่รวมกับผู้ป่วยอื่นที่ไม่มีการติดเชื้อ ให้หลีกเลี่ยงการจัดให้อยู่ห้องเดียวกับผู้ป่วยที่อาจติดเชื้อจากผู้ป่วยรายนี้ได้ง่าย เช่น ผู้ป่วยที่มีภาวะภูมิคุ้มกันต่ำ ผู้ป่วยที่มีแผลเปิด เป็นต้น จัดเตียงผู้ป่วยให้ห่างจากผู้ป่วยอื่น ≥ 3 ฟุต และปิดม่านระหว่างเตียงเพื่อลดโอกาสที่จะเกิดการสัมผัสโดยตรง

2.1.2 การทำความสะอาดมือ ต้องทำความสะอาดมืออย่างถูกต้องระหว่างการสัมผัสผู้ป่วยในแต่ละรายในห้องเดียวกัน โดยล้างมือแบบ hygienic hand washing ทุกครั้ง หลังถอดถุงมือและเครื่องป้องกันร่างกายแต่ละชนิด ส่วนผู้เข้าเยี่ยมล้างมือแบบ hygienic hand washing ทุกครั้งหลังการเยี่ยมผู้ป่วย แนะนำให้หลีกเลี่ยงการสัมผัสผู้ป่วยและเครื่องใช้ของผู้ป่วย

2.1.3 การสวมอุปกรณ์ป้องกันร่างกาย บุคลากรทางการแพทย์ต้อง ล้างมือ ก่อนสวมถุงมือเมื่อต้องสัมผัสกับตัวหรือเลือดและสารน้ำจากตัวผู้ป่วย พื้นผิวและสิ่งของที่อยู่ใกล้ผู้ป่วย และสวมเสื้อคลุมเมื่อจับต้อง/สัมผัสโดยตรงกับผู้ป่วยหรือพื้นผนังและเครื่องมือที่อยู่ใกล้ผู้ป่วยที่อาจมีการปนเปื้อน และถอดอุปกรณ์ป้องกันร่างกาย ก่อนออกจากห้องผู้ป่วย โดยต้องทำความสะอาดมือหลังถอดอุปกรณ์ป้องกันร่างกายแต่ละชนิด

2.1.4 การเคลื่อนย้ายผู้ป่วย ให้เคลื่อนย้ายผู้ป่วยเท่าที่จำเป็นเท่านั้น ขณะเคลื่อนย้ายผู้ป่วยให้ระมัดระวังการแพร่กระจายเชื้อไปสู่ผู้ป่วยอื่น โดยต้องมั่นใจว่าบริเวณร่างกายของผู้ป่วยที่ติดเชื้อหรือพบเชื้อก่อโรคได้รับการปกปิดมิดชิด

2.1.5 เครื่องมือและอุปกรณ์ที่ใช้ในการดูแลผู้ป่วย ระมัดระวังในการหยิบจับเครื่องมือและอุปกรณ์ที่ใช้กับผู้ป่วยตามหลัก standard precautions ให้เลือกใช้เครื่องมือแบบที่ใช้แล้วทิ้งหรือให้แยกของใช้ของผู้ป่วยแต่ละราย สำหรับอุปกรณ์ที่ต้องใช้ร่วมกับผู้ป่วยอื่นให้ทำความสะอาด และทำลายเชื้ออย่างถูกต้องก่อนที่จะนำไปใช้กับผู้ป่วยรายอื่น

2.1.6 การทำความสะอาดสิ่งแวดล้อม ให้ทำความสะอาดอย่างน้อยวันละครั้ง โดยเฉพาะอย่างยิ่งบริเวณที่จับต้องบ่อยๆ เช่น ที่กั้นเตียง ลูกบิดประตู เป็นต้น

บุคลากรทางการแพทย์ต้องให้คำแนะนำผู้ป่วยและญาติในการปฏิบัติตัวก่อนการเข้าเยี่ยมผู้ป่วย และให้ยุติการใช้มาตรการ contact precautions เมื่ออาการและอาการแสดงการติดเชื้อของผู้ป่วยหมดไปหรือตามข้อแนะนำสำหรับเชื้อนั้นๆ

2.2 การป้องกันการแพร่กระจายเชื้อทางฝอยละออง (droplet precautions) ใช้เป็นหลักการปฏิบัติกับผู้ป่วยที่ทราบหรือสงสัยว่าจะมีการติดเชื้อที่แพร่กระจายได้ทางฝอยละอองอากาศขนาดมากกว่า 5 ไมครอน ซึ่งเกิดจากผู้ที่เป็นแหล่งโรค ไอ จามหรือพูด เช่น Diphteria, Pertussis, Mycoplasma pneumonia, Haemophillus influenzae type b disease, Neisseria meningitidis, Pneumonic plague, Streptococcus pharyngitis, Pneumonia, Scarlet fever และโรคติดเชื้อไวรัส Adenovirus , Influenza , Mumps, Parvovirus B, Rubella เป็นต้น โดยมีหลักปฏิบัติดังนี้

2.2.1 การจัดห้อง/เตียงให้ผู้ป่วย ควรจัดให้ผู้ป่วยอยู่ในห้องแยกเดี่ยว และปิดประตูทุกครั้งหลังการเข้า - ออกจากห้องผู้ป่วย ถ้าไม่มีห้องแยกควรจัดให้ผู้ป่วยที่มีอาการไอและเสมหะมากพักอยู่ในห้องอยู่ห้องแยกเดี่ยวก่อน จัดให้ผู้ป่วยที่ติดเชื้อโรคชนิดเดียวกันอยู่ในห้องเดียวกัน แต่ถ้าไม่มีห้องแยกและจำเป็นต้องให้อยู่รวมกับผู้ป่วยอื่น ๆ ควรจัดให้เตียงห่างกันมากกว่า 3 ฟุต มีอากาศถ่ายเทที่ดี มีการควบคุมทิศทางการไหลของอากาศ สามารถจัดให้ผู้ป่วยโรคเดียวกันอยู่ในบริเวณเดียวกันได้ ให้ดึงม่านปิดเพื่อลดโอกาสที่จะสัมผัสใกล้ชิด หลีกเลี่ยงการจัดให้ผู้ป่วยอยู่ห้องเดียวกับผู้ป่วยอื่นที่มีสภาวะเสี่ยงต่อการเกิดการติดเชื้อได้ง่าย เช่น ผู้ป่วยที่มีภาวะภูมิคุ้มกันบกพร่อง เป็นต้น

2.2.2 การทำความสะอาดมือ ต้องทำความสะอาดมืออย่างถูกต้องระหว่างการสัมผัสผู้ป่วยในแต่ละรายในห้องเดียวกัน

2.2.3 การสวมอุปกรณ์ป้องกันร่างกาย บุคลากรทางการแพทย์ที่จะเข้าไปในห้องผู้ป่วยหรือดูแลผู้ป่วยต้องใส่ผ้าปิดปาก - จมูกชนิดกรองอากาศ (Surgical mask) ยกเว้นการทำหัตถการที่ทำให้เกิดการฟุ้งกระจายและจำเป็นต้องให้การดูแลผู้ป่วยอย่างใกล้ชิด (Close contact) ให้ใส่ผ้าปิดปาก - จมูกชนิดกรองอนุภาค (N 95, N 100) เช่น การพ่นยา การใส่ - ถอด ท่อช่วยหายใจ การดูดเสมหะ เป็นต้น ส่วนผู้ป่วยให้ใช้ผ้าหรือกระดาษปิดปากจมูกเวลาไอ จาม และใส่ผ้าปิดปาก - จมูกชนิดกรองอากาศตลอดเวลาที่มีบุคคลอื่นอยู่ภายในห้อง ยกเว้นเวลารับประทานอาหารและแปรงฟัน

2.2.4 การเคลื่อนย้ายผู้ป่วย ให้เคลื่อนย้ายเมื่อจำเป็นเท่านั้น ถ้าจำเป็นต้องเคลื่อนย้ายผู้ป่วยออกนอกห้องให้ผู้ป่วยใส่ผ้าปิดปาก - จมูกชนิดกรองอากาศตลอดเวลา และแจ้งให้หน่วยงานปลายทางรับทราบล่วงหน้าก่อนเพื่อเตรียมรับผู้ป่วยป้องกันการแพร่กระจายเชื้อ และให้ปฏิบัติตามหลักการสุขอนามัยการหายใจ/มารยาทการไอ

ผู้เข้าเยี่ยมจำเป็นต้องได้รับคำแนะนำจากบุคลากรทางการแพทย์ก่อนทุกครั้งเรื่องการปฏิบัติตัวเมื่อเข้าเยี่ยมผู้ป่วย หากไม่จำเป็นควรงดการเยี่ยมในระยะที่ยังมีการแพร่กระจายเชื้อ หรือจำกัดการเยี่ยม สามารถยุติการใช้มาตรการ droplet precautions เมื่ออาการและอาการแสดงการติดเชื้อของผู้ป่วยหมดไป หลังจากจำหน่ายผู้ป่วย ให้เปิดหน้าต่างเพื่อระบายอากาศทิ้ง ผู้ที่ทำความสะอาดต้องสวมเครื่องป้องกันร่างกาย คือ หน้ากากกรองอากาศ เสื้อกาวน์ ถุงมือและเช็ดทำความสะอาดในแนวระนาบ สำหรับพื้นผิวทั่วไป ใช้น้ำผสมผงซักล้าง หากเป็นพื้นผิววัสดุอุปกรณ์ที่ใกล้ตัวผู้ป่วยให้เช็ดด้วย 70% alcohol

2.3 การป้องกันการแพร่กระจายเชื้อทางอากาศ (airborne precautions) เป็นมาตรการที่ใช้ปฏิบัติสำหรับผู้ป่วยที่รู้ หรือสงสัยว่าจะมีการติดเชื้อโรคที่สามารถแพร่กระจายจากคนสู่คนทางอากาศ เช่น วัณโรค โรคหัด โรคสุกใส โรคงูสวัดแพร่กระจาย เป็นต้น โดยมีหลักปฏิบัติดังนี้

2.3.1 การจัดห้องให้ผู้ป่วย ควรเป็นห้องแยกที่มีระบบการปรับความดันภายในห้องให้เป็นลบ (Negative pressure room) มีการระบายอากาศ 6 - 12 รอบต่อชั่วโมง และมีการกรองอากาศที่จะออกจากห้อง ในกรณีที่มีห้องแยกแบบธรรมดาให้แยกผู้ป่วยไว้ในห้องแยก มีอากาศถ่ายเทที่ดี มีการกำหนดทิศทางการไหลของอากาศและปิดประตูทุกครั้งหลังการเข้าหรือออกจากห้องผู้ป่วย หลีกเลี่ยงการใช้พัดลมโคจร ควรมีแสงแดดส่องถึง เตรียมภาชนะใส่มูลฝอยพร้อมถุงมูลฝอยรองรับสารคัดหลั่งแล้วทิ้งลงในถังมูลฝอยติดเชื้อที่มีฝาปิดมิดชิดมี ในกรณีที่ไม่มีห้องแยก จัดให้ผู้ป่วยที่ติดเชื้อชนิดเดียวกันอยู่ในบริเวณเดียวกัน (Cohort Area) โดยจัดเตียงผู้ป่วยไว้บริเวณที่อากาศถ่ายเทได้ดี เช่น ริมหน้าต่าง และควรจะอยู่ใต้ลม และจำกัดบริเวณผู้ป่วยให้มากที่สุดเท่าที่ทำได้ กรณีที่มีการระบาดหรือมีผู้ป่วยจำนวนมากที่ต้องใช้มาตรการดังกล่าว ให้ผู้ป่วยอยู่ห้องเดียวกับผู้ป่วยอื่นที่มีการติดเชื้อโรคชนิดเดียวกันไว้ในบริเวณที่ห่างจากผู้ป่วยอื่น ๆ โดยเฉพาะห่างจากผู้ที่มีความเสี่ยงต่อการติดเชื้อ เช่น ผู้ที่มีภูมิคุ้มกันบกพร่อง เป็นต้น ใช้วิธีการชั่วคราว เช่น พัดลมดูดอากาศ เพื่อสร้างสิ่งแวดล้อมที่มีความดันอากาศเป็นลบในบริเวณที่รับผู้ป่วย ระบายอากาศออกสู่ภายนอกโดยตรง ห่างจากผู้คน และทางลมเข้า หรือนำอากาศทั้งหมดผ่าน HEPA (high efficiency particulate) filters ก่อนปล่อยออกสู่ภายนอก และขวนป้าย airborne precautions ไว้ที่หน้าห้องแยกหรือที่เตียงผู้ป่วย ตลอดระยะเวลาที่ยังอยู่ในระยะแพร่กระจายของเชื้อโรค

2.3.2 จำกัดการเข้าเยี่ยม หรือเข้าเยี่ยมได้เมื่อพ้นระยะการแพร่กระจายของโรค หรือได้รับการเห็นชอบจากแพทย์ผู้ทำการรักษา โดยผู้เข้าเยี่ยมจำเป็นต้องได้รับคำแนะนำจากบุคลากรทางการแพทย์ก่อนทุกครั้ง เรื่องการปฏิบัติตัวเมื่อเข้าเยี่ยมผู้ป่วย และควรจำกัดคนเข้าเยี่ยมที่ติดเชื้อได้ง่าย ไม่ควรเข้าเยี่ยม เช่น เด็ก ผู้สูงอายุ และผู้ที่มีภูมิคุ้มกันโรคต่ำ เป็นต้น

2.3.3 การสวมอุปกรณ์ป้องกัน บุคลากรต้องสวมอุปกรณ์ป้องกันการหายใจที่มีประสิทธิภาพในการกรองสูง คือ N 95 หรือ higher level respirator for respiratory protection เมื่อเข้าห้องผู้ป่วย ส่วนผู้ป่วยใช้ผ้าหรือกระดาษปิดปากและจมูกเวลาไอ จาม และใส่ผ้าปิดปาก - จมูกชนิดกรองอากาศ (Surgical mask) ตลอดเวลาที่มีผู้อื่นอยู่ในห้อง ยกเว้นเวลารับประทานอาหารและแปรงฟัน

2.3.4 การเคลื่อนย้ายผู้ป่วย ให้จำกัดการเคลื่อนย้ายผู้ป่วย หากมีความจำเป็นทางการแพทย์ในการเคลื่อนย้ายผู้ป่วยออกนอกห้อง ระหว่างการเคลื่อนย้ายควรให้ผู้ป่วยสวมผ้าปิดปาก - จมูก ชนิดกรองอากาศ (surgical mask) ตลอดเวลา และแจ้งให้หน่วยงานที่จะรับดูแลผู้ป่วยต่อทราบล่วงหน้าก่อน เพื่อกำหนดเวลาให้บริการที่ชัดเจน และเตรียมรับผู้ป่วย เพื่อป้องกันการแพร่กระจายเชื้อและให้ปฏิบัติตามหลักการสุขอนามัยการหายใจ/มารยาทการไอ สำหรับผู้ป่วยที่มีรอยโรคที่ผิวหนังเนื่องจากโรคสุกใสหรือไข้ทรพิษ หรือจากเชื้อวัณโรค ให้ปิดบริเวณรอยโรคดังกล่าวเพื่อป้องกันการฟุ้งกระจายหรือการสัมผัสกับเชื้อโรคติดต่อจากรอยโรคที่ผิวหนัง

ให้ยุติการใช้มาตรการ Airborne precautions ตามข้อแนะนำสำหรับเชื้อแต่ละชนิด และให้ใช้มาตรการปฏิบัติอื่น ๆ ประกอบตามความเหมาะสม เช่น การป้องกันการแพร่กระจายเชื้อวัณโรค (CDC, 2005) และมาตรการปฏิบัติเกี่ยวกับสิ่งแวดล้อม (CDC, 2003) โดยหลังจากจำหน่ายผู้ป่วย หากอยู่ในห้องที่มีระบบการปรับความดันในห้องให้เป็นลบ (Negative pressure room) ให้เปิดระบบทิ้งไว้ก่อนประมาณ 35 นาที จึงเข้าไปทำความสะอาด ดังตารางด้านล่าง โดยผู้ที่ทำความสะอาดต้องสวมเครื่องป้องกันร่างกายให้ครบ คือ หน้ากากกรองอนุภาค เสื้อกาวน์ ถุงมือ โดยเปิดระบบการทำงานของห้องตลอดเวลาขณะที่ทำความสะอาด หลังจากทำความสะอาดเสร็จแล้วเปิดระบบห้องต่อไปอีก 35 นาที จึงจะรับผู้ป่วยรายใหม่ได้ หากเป็นห้องแยกที่ไม่มีระบบการปรับความดันให้เปิดหน้าต่างทุกบานเพื่อระบายอากาศทิ้งไว้ประมาณ 60 นาที จึงเข้าไปทำความสะอาดโดยผู้ที่ทำความสะอาดต้องสวมเครื่องป้องกันร่างกาย คือ หน้ากากกรองอนุภาค เสื้อกาวน์ ถุงมือ และทำความสะอาดห้องให้ทั่วถึง และเปิดหน้าต่างเพื่อระบายอากาศต่ออีกอย่างน้อย 60 นาที

ตารางแสดง Air changes per hours (ACH) and time in minutes required for Removal efficiencies of 90%, 99% and 99.9% of airborne contaminants

ACH	Minutes required for a removal efficiency of :		
	90%	99%	99.9%
1	138	276	414
2	69	138	207
3	46	92	138
4	35	69	104
5	28	55	83
6	23	46	69
7	20	39	59
8	17	35	52
9	15	31	46
10	14	28	41
11	13	25	38
12	12	23	35
13	11	21	32
14	10	20	30

ACH	Minutes required for a removal efficiency of :		
	90%	99%	99.9%
15	9	18	28
16	9	17	26
17	8	16	24
18	8	15	23
19	7	15	22
20	7	14	21
25	6	11	17
30	5	9	14
40	3	7	10
45	3	6	9
50	3	6	8

นอกจากหลักการปฏิบัติดังกล่าวข้างต้นแล้ว ยังมีข้อปฏิบัติสำหรับจัดการสิ่งแวดล้อมเพื่อป้องกัน (protective environment) สำหรับผู้ป่วยที่มีภูมิไวต่อการติดเชื้อ (immunocompromised patients) เช่น ผู้ป่วยโรคมะเร็งของระบบเลือด ผู้ป่วยที่ได้รับยาเคมีรักษา ผู้ป่วยที่มีภาวะภูมิคุ้มกันบกพร่อง เป็นต้น ผู้ป่วยเหล่านี้จะมีความไวต่อการติดเชื้อแตกต่างกันขึ้นกับความรุนแรงและระยะเวลาที่ภูมิคุ้มกันถูกกด โดยทั่วไปผู้ป่วยจะมีความเสี่ยงสูงต่อการติดเชื้อทั้งเชื้อแบคทีเรีย เชื้อรา พยาธิและไวรัส ทั้งจากเชื้อโรคที่มีอยู่ในร่างกายและนอกร่างกาย การศึกษาที่ผ่านมาพบว่าการแยกผู้ป่วยเหล่านี้ไว้ในห้องแยกที่มีประสิทธิภาพการกรองสูง (HEPA - filter) ไม่สามารถลดอัตราการติดเชื้อในผู้ป่วยลงได้ (Eckmanns, Rüden, & Gastmeier, 2006) อันอาจเนื่องจากการติดเชื้อของผู้ป่วยเหล่านี้มักเกิดจากเชื้อที่มีอยู่ในร่างกายของผู้ป่วยเอง (endogenous flora) และเมื่อบุคลากรไม่ได้ทำความสะอาดมือและใช้อุปกรณ์ที่ไม่ปราศจากเชื้อ อาจก่อให้เกิดการติดเชื้อในผู้ป่วยได้ ในการดูแลผู้ป่วยเหล่านี้พยาบาลจึงควรปฏิบัติ (Siegel, Rhinehart, Jackson, Chiarello, & the Healthcare Infection Control Practice Advisory Committee, 2007) ดังนี้

1. การควบคุมสิ่งแวดล้อม ควรกรองอากาศเข้าห้องผู้ป่วยโดยใช้ central or point-of-use high efficiency particulate (HEPA) filters ซึ่งสามารถขจัด particle ขนาดเส้นผ่าศูนย์กลาง ≥ 0.3 ไมครอนได้ 99.97% ทำให้ทิศทางการไหลของอากาศผ่านเตียงของผู้ป่วย และไหลออกอีกด้านหนึ่งของห้อง อากาศในห้องมีความดันเป็นบวก เมื่อเทียบกับอากาศภายนอก โดยให้มีการหมุนเวียนอากาศอย่างน้อย 12 รอบต่อชั่วโมง
2. ลดปริมาณฝุ่นด้วยการใช้พื้นผิวและวัสดุปูที่เรียบ ไม่เป็นรู สามารถขัดถูได้ เมื่อพบว่ามีฝุ่น ให้เช็ดด้วยผ้าเปียก/หมาด
3. หลีกเลี่ยงการใช้พรมที่ทางเดิน และในห้องผู้ป่วย
4. ห้ามมีดอกไม้ทั้งสดและแห้งและต้นไม้กระถางในห้องผู้ป่วย
5. จำกัดการเคลื่อนย้ายผู้ป่วย ให้ผู้ป่วยออกไปนอกห้องเพื่อการตรวจวินิจฉัย และกิจกรรมอื่น ๆ น้อยที่สุด

เอกสารอ้างอิง

Allegranzi, B., Nejad, S.B., Combescure, C., Graafmans, W., Attar, H., Donaldson, L., & Pittet, D. (2011). Burden of endemic health-care-associated infection in developing countries: systematic review and meta-analysis. ***Lancet, 377(9761)***, 228-41

Belkin, N.L. (2009). The standard for the surgical mask. ***American Journal of Infection Control, 37(3)***, 258-259.

Centers for Disease Control and Prevention (CDC). (2003). Guidelines for environmental infection control in health-care facilities. ***Morbidity and Mortality Weekly Report (MMWR), 52 (RR10)***, 1-42.

Centers for Disease Control and Prevention (CDC). (2005). Guidelines for preventing the transmission of mycobacterium tuberculosis in health-care settings 2005. ***Morbidity and Mortality Weekly Report (MMWR), 54(17)***, 1-141.

Chadwick, P.R., & McCann, R. (1994). Transmission of a small round structured virus by vomiting during a hospital outbreak of gastroenteritis. ***Journal of Hospital Infection, 26(4)***, 251-259.

Cole, M., & Lai, L. (2009). Reviewing the efficacy of infection control isolation. ***British Journal of Nursing, 18(7)***, 40-44, 406-407.

Eckmanns, T., Ruden, H., & Gastmeier, P. (2006). The influence of high-efficiency particulate air filtration on mortality and fungal infection among highly immunosuppressed patients: a systematic review. ***Journal of Infectious Diseases, 193(10)***, 1408-1418.

Hierholzer, W.J. (1996). Principles of infectious disease epidemiology. In: Mayhall CG, ed. ***Hospital epidemiology and infection control.*** 3rd ed. Baltimore: Williams & Wilkins, 6-7.

Morgan, D.J., Diekema, D.J., Sepkowitz, K., & Perencevich, E.N. (2009). Adverse outcomes associated with contact precautions: a review of the literature. ***American Journal of Infection Control, 37(2)***, 85-93.

Moser, M.R., Bende, T.R., Margolis, H.S., Noble, G.R., Kendal, A.P., & Ritter, D.G. (1979). An outbreak of influenza aboard a commercial airline. ***American Journal of Epidemiology,110(1)***, 1-6.

Olsen, S.J., Chang, H.L., Cheung, T.Y.-Y., Tang, A.F.-Y., Fisk, T.L., Ooi, S.P-L.,... Dowell, S.F. (2003). Transmission of the severe acute respiratory syndrome on aircraft. ***New England Journal of Medicine, 349(25)***, 2416-2422.

Patterson, J.E., Zidouh A, Minter P, Andriole VT, & Patterson TF. Hospital epidemiologic surveillance for invasive aspergillosis: patient demographics and the utility of antigen detection. (1997). ***Infection Control and Hospital Epidemiology, 18(2)***, 104-108.

Pittet, D., Allegranzi, B., Sax, H., Dharan, S., Pessoa-Silva, C.L., Donaldson, L., & Boyce, J.M. (2006). Evidence-based model for hand transmission during patient care and the role of improved practices. ***Lancet Infectious Diseases, 6(10)***, 641-652.

Siegel, J.D., Rhinehart, E., Jackson, M., Chiarello, L., & the Healthcare Infection Control Practice Advisory Committee. (2007). ***2007 Guideline for isolation precautions: Preventing transmission of infectious agents in healthcare settings***. Retrieved from http://www.cdc.gov/ncidod/dhqp/pdf/isolation.pdf.

Yu, I.T., Li, Y., Wong, T.W., Tam, W., Chan, A.T., Lee, J.H.W.... Ho, T. (2004). Evidence of airborne transmission of the severe acute respiratory syndrome virus. The ***New England Journal of Medicine, 350(17)***,1731-1739. doi: 10.1056/NEJMoa032867.

Weis, C.P., Intrepido, A.J., Miller, A.K., Cowin, P.G., Durno, M.A., Gebhardt, J.S., & Bull, R. (2002). Secondary aerosolization of viable Bacillus anthracis spores in a contaminated US Senate Office. ***Journal of America Medical Association, 288(22)***, 2853-2858.

World Health Organization. (2009). ***WHO guidelines on hand hygiene in health care***. Geneva, Switzerland: WHO Press. Retrieved from http://www.who.int/gpsc/5may/tools/9789241597906/en/

แบบฝึกหัดท้ายบท

1. องค์ประกอบของการแพร่กระจายเชื้อในสถานพยาบาล **ยกเว้น** ข้อใด
   - ก. แหล่งของเชื้อก่อโรค
   - ข. วิถีทางการแพร่กระจายเชื้อ
   - ค. คนที่มีความไวต่อการติดเชื้อ
   - **ง. วัสดุอุปกรณ์ที่ใช้ในสถานพยาบาล**

2. หลักการสำคัญของ Isolation precautions คือข้อใด
   - **ก. การคำนึงว่าผู้ป่วยทุกรายมีเชื้อจุลชีพที่ก่อโรค ไม่ว่าจะแสดงการติดเชื้ออยู่หรือไม่**
   - ข. การใส่อุปกรณ์ป้องกันกับผู้ป่วยที่มีการติดเชื้อทุกราย
   - ค. การดูแลความสะอาดเป็นพิเศษในผู้ป่วยที่มีการติดเชื้อ
   - ง. การแยกผู้ป่วยที่มีการติดเชื้อในห้องแยกทุกราย

3. การพยาบาลผู้ป่วยโรค HIV infected with Tuberculosis พยาบาลควรปฏิบัติตามหลักการใดเพื่อป้องกันการติดเชื้อและแพร่กระจายเชื้อ
   - ก. Contact precautions และ Airborne precautions
   - ข. Standard precautions และ Airborne precautions
   - **ค. Standard precautions, Contact precautions และ Airborne precautions**
   - ง. Standard precautions, Droplet precautions และ Contact precautions

4. ข้อใดเป็นการปฏิบัติตามหลัก Standard Precautions
   - ก. การจัดให้ผู้ป่วยติดเชื้ออยู่ห้องแยกทุกราย
   - ข. การพ่นน้ำยาทำลายเชื้อในห้องแยกทุกครั้งที่จำหน่ายผู้ป่วยออกจากห้อง
   - **ค. การสวมถุงมือเมื่อทำกิจกรรมที่คาดว่าจะสัมผัสเลือดหรือสารคัดหลั่งของผู้ป่วย**
   - ง. การทำความสะอาดสิ่งแวดล้อม อุปกรณ์ พื้น เตียงในห้องของผู้ป่วยด้วยน้ำยาทำลายเชื้อ

5. ผู้ป่วยโรค Neisseria meningitides สามารถแพร่กระจายเชื้อได้โดยวิถีทางใด
   - ก. การสัมผัส
   - ข. ทางอากาศ
   - **ค. ทางฝอยละอองอากาศ**
   - ง. โดยแมลงสาปที่เป็นพาหะนำโรค

6. การพยาบาลผู้ป่วยโรค Leukemia ที่มีความไวต่อการติดเชื้อสูง พยาบาลควรปฏิบัติในข้อใด

ก. ควบคุมในห้องผู้ป่วยไม่ให้มีอากาศไหลเข้าออกบ่อย

ข. ไม่วางดอกไม้และต้นไม้กระถางในห้องผู้ป่วย

ค. ให้ผู้ป่วยใส่ผ้าปิดปาก - จมูกไว้ตลอดเวลา

ง. ใช้พรมปูพื้นห้องผู้ป่วยเพื่อลดความชื้น

7. ห้องแยกสำหรับผู้ป่วยที่ต้องใช้หลักการ Airborne precautions มีลักษณะในข้อใด

ก. มีความดันเป็นบวก

ข. มีการระบายอากาศ 6 รอบต่อชั่วโมง

ค. มีการกรองอากาศที่จะออกไปจากห้อง

ง. มีการใช้ UV - light ติดที่เพดานห้องผู้ป่วย

8. เมื่อต้องเคลื่อนย้ายผู้ป่วยวัณโรคไปทำการตรวจในหน่วยงานนอกหอผู้ป่วย ควรปฏิบัติในข้อใดเพื่อป้องกันการแพร่กระจายเชื้อ

ก. ให้ผู้ป่วยสวม Mask N - 95 ระหว่างการเคลื่อนย้าย

ข. ให้ผู้ป่วยสวม Surgical Mask ระหว่างการเคลื่อนย้าย

ค. เคลื่อนย้ายผู้ป่วยอย่างรวดเร็ว และให้กระดาษทิชชูไว้ปิดปาก - จมูกเวลาไอ - จาม

ง. เคลื่อนย้ายผู้ป่วยไปในทางที่มีคนผ่านน้อยและให้บุคลากรที่พาไปใส่ Mask N - 95

9. การปฏิบัติข้อใดถูกต้องในการดูแลผู้ป่วยที่เป็นโรควัณโรคปอด เพื่อป้องกันการติดเชื้อและแพร่กระจายเชื้อ

ก. จัดเตียงผู้ป่วยให้อยู่ห่างจากผู้ป่วยอื่นอย่างน้อย 2 ฟุต

ข. ให้ผู้ป่วยได้นอนเตียงที่อยู่ต้นลมและให้ใส่ Surgical mask

ค. บุคลากรสวม Mask N - 95 และถุงมือทุกครั้งที่ทำกิจกรรมการดูดเสมหะกับผู้ป่วย

ง. บุคลากรสวม Surgical mask และถุงมือเมื่อทำกิจกรรมการดูดเสมหะ

คู่มือการปรับปรุงคุณภาพอากาศภายในสถานพยาบาล

BIDI สถาบันบำราศนราดูร
Bamrasnaradura Infectious Diseases Institute