จักรพันธ์ ภวังคะรัตน์
วิศวกรเครื่องกลอาวุโส
บริษัท เอ็นไวรอนเมนตอล เอ็นจิเนียริ่ง คอนซัลแตนส์ จำกัด

การควบคุมการติดเชื้อทางอากาศสำหรับโรงพยาบาล (Airborne Infection Control for Hospital)

1. บทนำ

มีตัวอย่างมากมายที่แสดงให้เห็นว่าผู้ที่อยู่ในอาคารโรงพยาบาลสามารถติดเชื้อที่ส่งผ่านทางอากาศได้ ผู้ป่วยเป็นแหล่งกำเนิดหลักของเชื้อโรคในโรงพยาบาล ซึ่งเป็นอันตรายต่อผู้ป่วยอื่น, แพทย์, พยาบาล และเจ้าหน้าที่ของโรงพยาบาล มีเชื้อโรคหลายชนิดที่สามารถแพร่ทางอากาศได้ง่าย เช่น วัณโรค (Tuberculosis), อีสุกอีใส/งูสวัด (Chickenpox/Shingles), หัด (Measles), หัดเยอรมัน (German measles) เป็นต้น (Eickoff 1993)

แพทย์, พยาบาล เจ้าหน้าที่และญาติผู้ป่วยเป็นแหล่งของเชื้อโรคที่สำคัญอีกแหล่งหนึ่งที่สามารถแพร่เชื้อไปยังผู้ป่วยและผู้อื่นในโรงพยาบาลได้ ละอองแขวนลอยในอากาศ (Airborne Droplet) มักจะมีแบคทีเรียอาศัยอยู่ด้วย เช่น Staphylococcus aureus (S. aureus), S epidermidis, และ gram-negative rods ซึ่งเป็นสาเหตุที่พบบ่อยของการติดเชื้อของแผลหลังการผ่าตัด (postoperative wound infection)

Casewell (1998) ได้รายงานว่า S. aureus เป็นหนึ่งในสาเหตุที่สำคัญที่สุดของการติดเชื้อแผลผ่าตัด (Surgical Site Infection) ในสหรัฐอเมริกา

ในระหว่างการปรับปรุงอาคาร ระบบปรับอากาศและระบายอากาศอาจแพร่กระจายเชื้อโรคอื่น ๆอีกด้วย Rhame (1991) ได้รายงานว่าพบ คนไข้ที่มีภูมิต้านทานเชื้อโรคต่ำกว่าปกติ (Immunocompromised) เกิดการติดเชื้อเนื่องจาก Aspergillus นอกจากนี้ยังมีรายงานพบว่ามีสปอร์เชื้อรา และ เกิด Aspergillosis เพิ่มมากขึ้น ในระหว่างการปรับปรุงอาคาร (Overberger et al. 1995, Dewhurse et al. 1990) ด้วย

2. ประวัติของการควบคุมการติดเชื้อทางอากาศ

ความรู้ความเข้าใจทางด้านการติดเชื้อผ่านทางอากาศได้เริ่มต้นในทศวรรษ 1930 โดยการศึกษาของวิลเลียม เฟริธ เวลส์ (William Firth Wells) วิศวกรสุขาภิบาลจากฮาร์วาร์ด เวลส์ได้ร่วมกับกรมสาธารณสุขของรัฐแมสซาชูเซทส์ (Massachusetts Department of Public Health) ศึกษาวิจัยโอกาสที่จะมีการติดเชื้อทางเดินหายใจอันเนื่องมาจากละอองของน้ำที่ใช้กำจัดฝุ่นในโรงงานสิ่งทอ (Mills and Riley 1937) เวลส์ได้ใช้เครื่องมือที่เขาประดิษฐ์ขึ้นใน

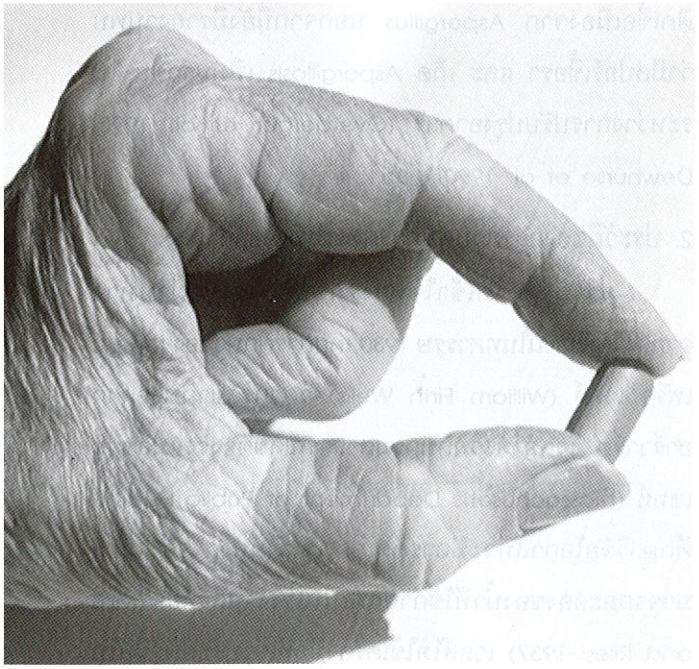
การสุ่มอากาศออกมาทำการศึกษาและได้ค้นพบว่ามีแบคทีเรียอยู่ในอากาศ เวลส์ได้ทำงานร่วมกับริชาร์ด ไรเลย์ (Richard Riley) นักศึกษาแพทย์ที่ร่วมในโครงการ ได้ร่วมกันสรุปผล 2 ประเด็นที่เป็นก้าวสำคัญทางด้านการป้องกันการติดเชื้อทางอากาศ ได้แก่

1. **อนุภาคในอากาศที่มีจุลชีพ** (Microorganism) คือ ส่วนแห้งที่เหลืออยู่ของละออง (Droplet) ที่ระเหยส่วนที่เป็นน้ำออกหมด หรือเรียกว่า Droplet Nuclei

2. Droplet nuclei คือ สิ่งที่ทำให้เกิดการติดเชื้อระหว่างคนต่อคนผ่านทางอากาศ เช่น โรคหัด, วัณโรค

จากการที่พิสูจน์ได้ว่าอากาศสามารถเป็นพาหะของเชื้อโรคได้ เวลส์และไรเลย์จึงได้ศึกษาวิจัยต่อเพื่อหาวิธีการทำให้อากาศปลอดเชื้อ (Air Disinfection) เป็นเวลาหลายสิบปีในการทดลองทั้งในห้องปฏิบัติการและในสนาม ได้สร้างรากฐานวิทยาศาสตร์ซึ่งใช้ปฏิบัติกันในปัจจุบันทางด้าน Aerobiology และการทำให้อากาศปลอดเชื้อ (Riley and O'Grady 1961, Wells 1955) แต่อย่างไรก็ตาม ในภายหลังต่อมามีการศึกษาวิจัยต่อเนื่องจากการค้นพบนี้ค่อนข้างน้อย

เชื้อวัณโรคเป็นตัวกระตุ้นที่สำคัญในการศึกษาวิจัยการควบคุมการติดเชื้อทางอากาศในยุคแรก แต่ต่อมามีความเชื่อกันว่าปัญหาวัณโรคไม่ใช่ปัญหาสำคัญอีกต่อไป



ภายหลังจากการค้นพบสเตปโตมัยซิน (Steptomycin) ในปี 1946 ซึ่งมีประสิทธิภาพในการรักษาผู้ป่วยวัณโรค และคล้าย ๆกัน ก็มีความเชื่อว่าการสร้างภูมิคุ้มกันจะกำจัดหรือควบคุมโรคที่เกิดจากไวรัสได้ เช่น โรคหัด, โรคฝีดาษ และไข้หวัดใหญ่ ความเชื่อดังกล่าวที่คิดว่าสามารถเอาชนะวัณโรคและโรคที่เกิดจากไวรัสอื่น ๆถือเป็นข้อสรุปที่เร็วเกินไป ถึงแม้ว่าการติดเชื้อทางอากาศยังคงมีอยู่อย่างต่อเนื่องแต่ก็ได้รับความสนใจน้อยมาก อย่างไรก็ตามการที่มีวัณโรคกลับมาระบาดใหม่ในประเทศอุตสาหกรรมในช่วงที่ผ่านมานี้ ได้กระตุ้นให้มีการศึกษาวิจัยเรื่องนี้กันใหม่อีกครั้งหนึ่ง

ยิ่งไปกว่านั้น การติดเชื้อ HIV และวัณโรคร่วมกันในทวีปแอฟริกา, เอเชีย และยุโรปตะวันออก ก่อให้เกิดความกังวลทั่วโลกในการระบาดของ Drug-resistant Tuberculosis เพิ่มมากขึ้นอีกด้วย

3. แหล่งของการติดเชื้อและวิธีการควบคุม

3.1. การติดเชื้อแบคทีเรีย (Bacterial Infection)

ตัวอย่างของเชื้อแบคทีเรียที่แพร่เชื้อผ่านอากาศได้แก่ เชื้อวัณโรค (Mycobacterium Tuberculosis) และ Legionella pneumophila (Legionaire's Disease) จากการศึกษาของ Wells (1934) แสดงให้เห็นว่าละอองขนาด 5 ไมครอนและเล็กกว่าจะแขวนลอยอยู่ในอากาศได้ตลอดโดยไม่ตกลงสู่ด้านล่าง จากการศึกษาของ Isoard et al. (1980) และ Luciano (1984) แสดงว่า 99.4% ของแบคทีเรียในโรงพยาบาลจะถูกกรองได้โดยแผงกรองอากาศที่มีประสิทธิภาพ 90-95% (ASHRAE Standard 52.1) ทั้งนี้เนื่องจากแบคทีเรียมักรวมตัวอยู่ด้วยกันซึ่งจะมีขนาดใหญ่กว่า 1 ไมครอน หน่วยงานบางแห่งแนะนำให้ใช้แผงกรองอากาศชนิด HEPA (High Efficiency Particulate Air Filter) ซึ่งจะมีประสิทธิภาพในการกรองอนุภาคขนาด 0.3 ไมครอนได้ถึง 99.97%

3.2. การติดเชื้อไวรัส (Viral Infection)

ตัวอย่างของเชื้อไวรัสที่แพร่เชื้อผ่านอากาศได้แก่ Varicella-zoster (อีสุกอีใส/งูสวัด), Rubella (หัดเยอรมัน), Rubeola (หัด) หลักฐานทางระบาดวิทยาแสดงให้เห็นว่า

เชื้อไวรัสที่แพร่ผ่านอากาศส่วนใหญ่มีขนาดเล็กมากในระดับ Submicron จึงไม่มีวิธีใดที่กำจัดไวรัสในอากาศได้ผลร้อยเปอร์เซ็นต์ การใช้แผงกรองอากาศชนิด HEPA (High Efficiency Particulate Air Filter) และ/หรือ ULPA (Ultra Low Penetration Air Filter) เป็นวิธีการที่มีประสิทธิภาพสูงที่สุดในขณะนี้ การหยุดยั้งเชื้อไวรัสด้วยแสงอุลตราไวโอเล็ตหรือการฉีดพ่นสารเคมียังไม่สามารถพิสูจน์ได้ว่ามีประสิทธิผลเพียงพอ จึงยังไม่แนะนำให้ใช้เป็นวิธีการหลักในการป้องกันการติดเชื้อ (Primary Infection Control Measure) ดังนั้นวิธีการหลักที่ใช้ในการป้องกันการแพร่เชื้อในโรงพยาบาลคือ การควบคุมความสัมพันธ์ความดันระหว่างห้องให้เหมาะสม (Appropriate Pressure Relationship)

3.3. **เชื้อรา** (Molds)

มีหลักฐานแสดงว่าเชื้อราบางชนิดเช่น Aspergillis จะส่งผลร้ายกับผู้ป่วยมะเร็งเม็ดเลือดขาวระยะรุนแรง (Advanced Leukemia), ผู้ป่วยที่ได้รับการปลูกถ่ายไขกระดูก (Bone Marrow Transplant) และผู้ป่วยที่ภูมิต้านทานเชื้อโรคของร่างกายต่ำผิดปกติ (Immunocompromised) อื่นๆ

4. หลัก 6 ประการในการควบคุมการติดเชื้อทางอากาศ

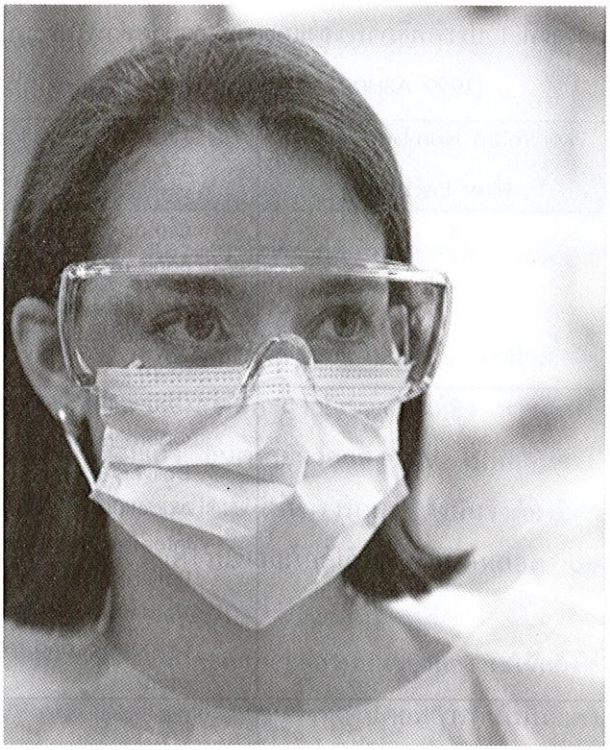
4.1. ป้องกันเชื้อเข้าหรือออกจากห้อง

การป้องกันการติดเชื้อทางอากาศขั้นพื้นฐานที่สุดคือการป้องกันไม่ให้เชื้อผ่านเข้าหรือออกจากห้องที่ต้องการควบคุมได้ โดยจะต้องทำสองแนวทางประกอบกัน

แนวทางแรก คือ การป้องกันทางกายภาพ ได้แก่ ทำให้กรอบประตูหน้าต่างมีรอยรั่วน้อย, ไม่มีช่องเปิดที่ผนัง, ทำประตูสองชั้น เป็นต้น

แนวทางที่สอง คือ การสร้างความดันภายในห้องให้สูงกว่าภายนอกห้องในกรณีป้องกันเชื้อเข้าห้อง เพื่อให้อากาศไหลจากภายในห้องผ่านตามรอยรั่วต่างๆเช่น ที่กรอบประตู ออกไปนอกห้อง และทำให้อนุภาคติดเชื้อไม่สามารถย้อนสวนเข้าไปในห้องได้ หรือการสร้างความดันในห้องให้ต่ำกว่าภายนอกห้องในกรณีป้องกันเชื้อออกจากห้อง ซึ่งจะเกิดผลตรงข้ามกัน

สำหรับห้องที่ต้องการควบคุมการเข้าหรือออกของเชื้อ



ความดันแตกต่างคร่อมผนังห้องไม่ควรต่ำกว่า 2.5 Pa (0.01 in.wg.) (AIA Guideline, 2001) และควรมีเครื่องมือที่สามารถตรวจสอบทิศทางการไหลของอากาศ หรือเครื่องวัดความดันแตกต่างติดตั้งไว้เพื่อตรวจสอบตลอดเวลา ทั้งนี้เพราะมีรายงานว่า มีห้องเป็นจำนวนมากที่ไม่สามารถควบคุมความดันและทิศทางไหลของลมได้ตามต้องการโดยที่เจ้าหน้าที่แพทย์และพยาบาลไม่ทราบ

4.2. กำจัดเชื้อออกจากอากาศ

เชื้อในอากาศมีแหล่งกำเนิดทั้งจากภายนอกและภายในห้อง โดยปริมาณเชื้อภายในห้องมีสัดส่วนโดยตรงกับจำนวนคนที่เคลื่อนไหวทำงานในห้อง (CDC, 1999 Guideline for Prevention of Surgical Site Infection)

การกำจัดเชื้อจากภายนอกทำได้โดยให้อากาศที่เติมเข้ามาในระบบผ่านการกรองก่อนที่จะจ่ายเข้าสู่ห้อง สำหรับการกำจัดเชื้อที่เกิดภายในห้องออกจากอากาศสามารถทำได้โดยการหมุนเวียนลมปริมาณมากๆภายในห้องไปผ่านแผงกรองอากาศประสิทธิภาพสูง

ประสิทธิภาพของแผงกรองอากาศสำหรับห้องต่างๆในโรงพยาบาล ควรเป็นไปตามคำแนะนำในตารางที่ 1 และอัตราการหมุนเวียนของลมภายในห้องทั้งหมด (Total Air) ควรมีอัตราไม่น้อยกว่าที่กำหนดในตารางที่ 2

ตารางที่ 1 ประสิทธิภาพของแผงกรองอากาศสำหรับระบบปรับอากาศในโรงพยาบาล

(1999 ASHRAE Application Handbook)

Minimum Number of Filter Beds	Area Designation	Filter Efficiency, %		
		No. 1[a]	No. 2[a]	No. 3[b]
3	Orthopedic operating room, Bone marrow transplant operating room, Organ transplant operating room	25%	90%	99.97%[c]
2	General procedure Operating rooms Delivery rooms Nurseries Intensive care units Patient care rooms Treatment rooms Diagnostic and related areas	25%	90%	
1	Laboratories Sterile storage	80		
1	Food preparation areas Laundries Administrative areas Bulk storage Soiled holding areas	25		

Note :
a : Based on ASHRAE Standard 52.1
b : Based on DOP test
c : HEPA Filters at air outlets

ตารางที่ 2 อัตราการเติมอากาศจากภายนอกและอัตราการหมุนเวียนอากาศภายทั้งหมดสำหรับห้องต่าง ๆในโรงพยาบาล

(1999 ASHRAE Application Handbook)

Area	ASHRAE Handbook (1999)		
	Min. Outdoor Air ACH	Min. Total Air ACH	Pressure Relationship
Operating rooms (all outdoor air system)	15	15	P
Operating rooms (recirculating air system)	5	25	P
Delivery rooms (all outdoor air system)	15	15	P
Delivery rooms (recirculating air system)	5	25	P
Recovery	2	6	E
Nursery suite	5	12	P
ICU	2	6	P
Patient rooms	2	4	±
Medical procedure/treatment rooms	2	6	±
Autopsy rooms	2	12	N
Physical therapy	2	6	N
Positive isolation rooms	2	15	P
Negative isolation room	2	6	N

ACH = air change per hour; P = positive; N = negative; E = equal; ± = continuous directional control not required

4.3. **เจือจางเชื้อในอากาศ**

การเติมอากาศจากภายนอก (Outdoor Air, OA) เข้ามาผสมกับอากาศภายในห้อง จะทำให้ความเข้มข้นของเชื้อลดลง โดยอัตราการเติมอากาศจากภายนอกไม่ควรน้อยกว่าค่าแนะนำในตารางที่ 2 และอากาศจากภายนอกต้องผ่านการกรองด้วยแผงกรองอากาศเช่นเดียวกับลมหมุนเวียนในห้อง

4.4. **ควบคุมให้อากาศไหลจากที่สะอาดมากไปหาสะอาดน้อย**

เพื่อไม่ให้อากาศพาเชื้อจากบริเวณที่สกปรกไปสู่บริเวณสะอาด การจ่ายลมเข้าห้องซึ่งเป็นลมสะอาดผ่านการกรองเชื้อมาแล้ว จะต้องจ่ายให้ใกล้กับจุดที่ต้องการความสะอาดมากที่สุด เช่น ถ้าในห้องผ่าตัดควรจ่ายลมเข้าสู่เตียงผ่าตัดแล้วดูดออกไปทางด้านล่างของผนังห้อง, ถ้าเป็นห้องคนไข้มีโรคติดต่อควรจ่ายลมที่ปลายเตียงแล้วดูดออกไปที่ด้านล่างผนังห้องด้านหัวเตียง เป็นต้น

4.5. **ป้องกันการเจริญเติบโตของเชื้อภายในห้อง**

เพื่อควบคุมจำนวนจุลชีพในอากาศ จะต้องควบคุมความชื้นสัมพัทธ์ภายในห้องไม่ให้สูงเกิน 60% โดยตลอดมิฉะนั้นจุลชีพในอากาศจะเจริญเติบโตและเพิ่มปริมาณอย่างรวดเร็ว นอกจากความชื้นสัมพัทธ์ของอากาศแล้วจะต้องป้องกันไม่ให้พื้นผิวใดๆในห้องเปียกชื้น (ซึ่งอาจเกิดจากการกลั่นตัวเป็นหยดน้ำ (Condensation) หรือมีท่อน้ำรั่ว เพื่อป้องกันการเจริญเติบโตของจุลชีพต่างๆ ภายในห้อง

พื้น ผนัง และเพดาน ต้องใช้วัสดุผิวเรียบและทำความสะอาดง่าย ห้ามมีท่อลมและท่อน้ำภายในห้องโคมไฟควรใช้แบบฝังและมีหน้ากากเรียบ เพื่อไม่ให้มีที่สะสมฝุ่นและสามารถทำความสะอาดได้ง่าย

4.6. **ฆ่าเชื้อในอากาศ**

การใช้แสงอัลตราไวโอเลตฆ่าเชื้อ (UVGI - Ultraviolet Germicidal Irradiation) เป็นวิธีการที่ได้รับการศึกษาและใช้กันมานานตั้งแต่ในช่วงทศวรรษ1930 รังสี UV เป็นคลื่นแม่เหล็กไฟฟ้าที่มีช่วงคลื่น 100-400 nm เพื่อความสะดวกมีการแบ่งรังสี UV ออกเป็น 3 ช่วงคือ UV-A มีช่วงคลื่น 320-400 nm, UV-B มีช่วงคลื่น 290-320 nm และ UV-C มีช่วงคลื่น 100-290 nm สำหรับหลอดรังสี UV ที่มีผลิตขายเพื่อใช้ในการฆ่าเชื้อ จะมีความยาวคลื่น 254 nm ซึ่งเป็น UV-C

UVGI สามารถนำมาใช้ได้ 2 ลักษณะคือ การติดตั้งในท่อลม และการติดตั้งอยู่ส่วนบนของห้อง (Upper Room)

การติดตั้งหลอดรังสี UV ในท่อลม จะฆ่าเชื้อในอากาศที่ผ่านท่อลมก่อนที่จะจ่ายเข้ามาในห้อง หากติดตั้งอย่างถูกต้องแล้ว อันตรายจากแสง UV ในท่อลมจะมีเฉพาะในช่วงการเปิดเข้าไปบำรุงรักษา ดังนั้นจึงต้องมีคำเตือนติดประกาศไว้บริเวณใกล้เคียง ให้ปิดหลอด UV ก่อนที่จะเข้าไปบำรุงรักษา

การติดตั้งหลอด UV อยู่ส่วนบนของห้อง จะใช้หลอด UV ติดตั้งอยู่ที่เพดาน หรือผนังห้อง โดยมีการกันไม่ให้แสง UV ส่องลงมาด้านล่าง วิธีการนี้จะมีประสิทธิผลเมื่ออากาศภายในห้องมีการหมุนเวียนทั่วห้อง

จากการศึกษาของ Riley และ Kaufman 1972 (2001 Indoor Air Quality Handbook) พบว่า เมื่อมีอากาศมีความชื้นสัมพัทธ์เกิน 70% การใช้ UVGI จะได้ผลน้อยลงอย่างมาก และสอดคล้องกับผลการใช้ UVGI ในประเทศแถบร้อนชื้นทั่วโลก

อย่างไรก็ตาม ถึงแม้ UVGI สามารถใช้ฆ่าเชื้อได้ แต่ควรใช้เป็นมาตรการเสริมกับมาตรการอื่นๆเท่านั้น ไม่ควรใช้ทดแทนแผงกรองอากาศ HEPA (CDC, 1994, Guidelines for Preventing the Transmission of Mycobacterium tuberculosis in Health-Care Facilities)

5. **เกณฑ์การออกแบบระบบปรับอากาศเพื่อควบคุมการติดเชื้อทางอากาศสำหรับห้องต่างๆ**

5.1. **ห้องผ่าตัด**

จากการศึกษาการจ่ายลมในห้องผ่าตัด แสดงให้เห็นว่า การจ่ายลมจากเพดาน ให้เคลื่อนที่ลงสู่ด้านล่างโดยมีหน้ากากรับลมกลับหลายๆจุดรอบๆห้อง (ควรมีอย่างน้อย 2 จุด) และอยู่ที่ระดับใกล้พื้นห้อง เป็นวิธีการที่ได้ผลดีในการควบคุมอนุภาคในอากาศ

ห้องผ่าตัดโดยทั่วไปมีการใช้งานประมาณ 8-12 ชั่วโมงต่อวัน (ยกเว้นห้องผ่าตัดของห้องฉุกเฉิน) เพื่อการ

ประหยัดพลังงาน ระบบปรับอากาศสามารถลดอัตราการจ่ายลมเข้าห้องผ่าตัดระหว่างไม่มีการผ่าตัดได้ อย่างไรก็ตามจะต้องยังคงรักษาความดันเป็นบวกภายในห้องผ่าตัดไว้ตลอดเวลาเพื่อรักษาความสะอาดของห้อง

คำแนะนำการออกแบบและติดตั้งระบบปรับอากาศสำหรับห้องผ่าตัด (สามารถใช้ได้กับห้อง Catheterization, Cystoscopic และ Fracture)

1) อุณหภูมิสามารถปรับได้ในช่วง 17-27°C

2) ควบคุมชื้นสัมพัทธ์ให้อยู่ในช่วง 45-55%rh

3) ความดันภายในห้องเป็นบวกเมื่อเทียบกับห้องรอบๆ โดยการจ่ายลมเข้ามากกว่าลมออก 15%

4) ควรติดตั้งเครื่องวัดความดันแตกต่างภายในห้องเพื่อตรวจสอบได้ตลอดเวลา อย่างไรก็ตาม การอุดรอยรั่วของผนัง, เพดาน, ช่องเจาะที่พื้น ตลอดจนกรอบประตูมีผลอย่างมากต่อการสร้างความดัน

5) ควรติดตั้งเครื่องอ่านอุณหภูมิ และความชื้นสัมพัทธ์ ให้สามารถอ่านได้สะดวก

6) แผงกรองอากาศควรมีประสิทธิภาพอย่างน้อยตามตารางที่ 1

7) การติดตั้งควรเป็นไปตามมาตรฐาน NFPA 99, Health Care Facilities

8) ควรจ่ายลมทั้งหมดจากเพดาน ดูดลมกลับที่ใกล้ระดับพื้น โดยมีหน้าการรับลมกลับอย่างน้อย 2 จุด ติดตั้งให้ขอบล่างอยู่สูงกว่าพื้นอย่างน้อย 75 มม. อัตราการจ่ายลม (Total Air Change) ไม่ควรน้อยกว่า 25 ACH หัวจ่ายลมควรเป็นแบบจ่ายลมทิศทางเดียว (Unidirectional) เช่น หน้ากากแบบ Perforated เป็นต้น ควรหลีกเลี่ยงหัวจ่ายลมที่มีการเหนี่ยวนำลมสูง เช่น หัวจ่ายลมติดเพดานแบบสี่ทางที่ใช้ในงานระบบปรับอากาศทั่วไป หรือ หน้ากากจ่ายลมแบบติดผนัง

9) ไม่ควรติดตั้งวัสดุดูดซับเสียงในระบบส่งลม ยกเว้นมีแผงกรองอากาศประสิทธิภาพไม่น้อยกว่า 90% (ASHRAE 52.1 Dust Spot) ติดตั้งอยู่ที่ปลายทาง (หลังจากลมผ่านวัสดุดูดซับเสียง)

5.2 ห้องแยกปลอดเชื้อ (Protective Isolation Room)

ผู้ป่วยที่ภูมิต้านทานเชื้อโรคของร่างกายต่ำผิดปกติ เช่น ผู้ป่วยที่ปลูกถ่ายไขกระดูก, ปลูกถ่ายอวัยวะ, มะเร็งในเม็ดเลือดขาว, แผลไหม้ และ เอดส์ มีโอกาสเสี่ยงสูงที่จะติดเชื้อได้ เพื่อลดความเสี่ยงจากการติดเชื้อทางอากาศ ระบบปรับอากาศในห้องจึงควรมีปริมาณลมหมุนเวียนไม่น้อยกว่า 15 ACH และมีการเติมอากาศจากภายนอกไม่น้อยกว่า 2 ACH เพื่อกำจัดและลดความหนาแน่นของเชื้อในอากาศ

ในกรณีเป็นผู้ป่วยที่ภูมิต้านทานเชื้อโรคของร่างกายต่ำผิดปกติ แต่ไม่เป็นโรคติดต่อที่แพร่เชื้อได้ ควรจ่ายลมทางด้านผู้ป่วย ดูดลมกลับทางด้านผู้มาเยี่ยมที่ระดับใกล้พื้น และรักษาความดันภายในห้องให้เป็นบวกตลอดเวลา แผงกรองอากาศควรมีประสิทธิภาพอย่างน้อย 90% (ASHRAE Standard 52.1 Dust Spot)

ในกรณีที่เป็นผู้ป่วยที่ภูมิต้านทานเชื้อโรคของร่างกายต่ำผิดปกติ และเป็นโรคติดต่อที่แพร่เชื้อได้ด้วย ควรรักษาความดันในห้องให้เป็นลบ เพื่อป้องกันการแพร่ระบาดของเชื้อออกไปนอกห้อง หรืออาจพิจารณาออกแบบให้สามารถปรับเปลี่ยนให้ความดันเป็นบวกหรือลบได้ตามต้องการ อย่างไรก็ตามหากออกแบบให้เลือกความดันเป็นบวกหรือลบได้ จะต้องมีอุปกรณ์ตรวจวัดความดันติดตั้งเพื่อตรวจสอบความถูกต้องของความดันตลอดเวลา ทั้งนี้เพราะมีรายงานว่าห้องที่สามารถปรับความดันให้เป็นบวกและลบได้เป็นจำนวนมากทำงานผิดพลาดโดยเจ้าหน้าที่แพทย์และพยาบาลในบริเวณดังกล่าวไม่ทราบ

5.3. **ห้องแยกติดเชื้อ** (Infectious Isolation Room)

ห้องแยกสำหรับผู้ป่วยที่เป็นโรคติดต่อที่สามารถแพร่เชื้อโรคได้ ควรออกแบบให้สามารถควบคุมไม่ให้เชื้อแพร่กระจายออกจากห้องได้ โดยการออกแบบให้ความดันภายในห้องเป็นลบตลอดเวลา โดยมีการหมุนเวียนอากาศภายในห้องอย่างน้อย 12 ACH ตาม AIA Guideline 2001 (ASHRAE Handbook 1999 แนะนำให้ใช้เพียง 6 ACH) และมีการเติมอากาศจากภายนอกอย่างน้อย 2 ACH แผงกรองอากาศควรเป็นแบบ HEPA เพื่อกำจัดเชื้อออกจากอากาศหมุนเวียนได้อย่างมีประสิทธิภาพ อากาศที่ระบายทิ้งจากห้องแยกติดเชื้อควรผ่านแผงกรองแบบ HEPA ก่อนปล่อยทิ้งสู่ภายนอกเพื่อป้องกันการแพร่กระจายเชื้อ

การจ่ายลมควรจ่ายลมที่บริเวณใกล้ประตูทางเข้าและดูดออกด้านหัวเตียงผู้ป่วยที่ระดับใกล้พื้น เพื่อให้อากาศสะอาดผ่านจากเจ้าหน้าที่หรือญาติไปสู่ผู้ป่วยและถูกดูดออกจากห้องไป ห้องแยกติดเชื้อควรมีการตรวจสอบความดันหรือทิศทางการไหลของลม(ต้องไหลเข้าห้อง)อย่างสม่ำเสมอ หรือติดตั้งอุปกรณ์วัดความดันเพื่อตรวจสอบและส่งสัญญาณเตือนหากความดันหรือทิศทางการไหลของลมไม่ถูกต้อง

5.4. **ห้องไอซียู** (Intensive Care Unit)

ห้องไอซียูเป็นห้องสำหรับผู้ป่วยหนักหรือผู้ป่วยหลังการผ่าตัดที่ต้องได้รับการดูแลเป็นพิเศษ ความดันภายในห้องควรรักษาให้เป็นบวกเพื่อป้องกันเชื้อโรคจากภายนอก ควรมีอากาศหมุนเวียนอย่างน้อย 6 ACH แผงกรองอากาศควรมีประสิทธิภาพอย่างน้อย 90% (ASHRAE Standard 52.1 Dust Spot) อุณหภูมิควรอยู่ระหว่าง 24-27 °C และความชื้นสัมพัทธ์ควรอยู่ระหว่าง 30-60%rh

เอกสารอ้างอิง

CDC. 1999 Guidelines for prevention of surgical site infection, 1999. Center for Disease Control and Prevention, Atlanta.

CDC. 1994 Guidelines for preventing the transmission of Mycobacterium tuberculosis in health-care facilities, 1994. Center for Disease Control and Prevention, Atlanta.

ASHRAE Application Handbook 1999. Health Care Facilities, 1999 American Society of Heating, Refrigerating, and Air-conditioning Engineers Inc., Atlanta.

AIA. 2001 Guidelines for Design and Construction of Hospital and Health Care Facilities, 2001. The American Institute of Architects, Washington, D.C.

NFPA 99. Standard for Health Care Facilities, 1999. National Fire Protection Association, Quincy.

John D. Spengler, Jonathan M. Samet, John F. McCarthy, editors. 2001 Indoor Air Quality Handbook, New York: McGraw-Hill.

แหล่งข้อมูลเพิ่มเติม

www.cdc.gov : Center for Disease Control and Prevention, USA

www.osha.gov : Occupational Safety and Health Administration, USA

www.infectioncontroltoday.com : Online magazine, USA

www.ashrae.org : American Society of Heating, Refrigerating, and Air-conditioning Engineers, USA

www.nfpa.org : National Fire Protection Association, USA.

www.acat.or.th : Air-conditioning Engineering Association of Thailand

www.ashraethailand.org : ASHRAE Thailand Chapter

www.thaihvac.com : HVAC engineering information website