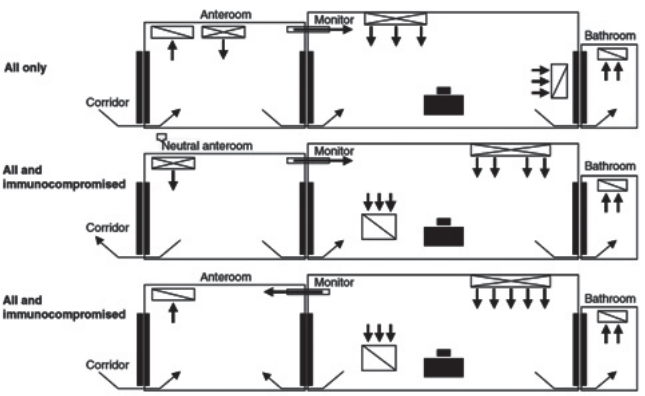
# Airborne Infection Isolation (AII) unit, Negative Pressure unit

**บัญชา สุรพัฒนานนท์**
**วิศวกรที่ปรึกษาอิสระ - Bancha.surapat@gmail.com**

สวัสดีครับสมาชิก ACAT และท่านผู้อ่านทุกท่าน ในช่วงที่ผมเขียนต้นฉบับอยู่นี้ ข่าวการแพร่กระจายไวรัส โคโรน่า กำลังเป็นเรื่องที่ผู้คนในโลกต่างให้ความสนใจ การติดต่อของโรคมาจากการสัมผัสสารคัดหลั่งของผู้ติดเชื้อหรือหายใจนำพาเอาไวรัสตัวร้ายเข้าสู่ร่างกาย ผู้ป่วยเมื่อเข้าสู่กระบวนการการรักษาจะอยู่ในห้องที่ต้องออกแบบ, ก่อสร้างและบำรุงรักษาอย่างดี ห้องดังกล่าวต้องสามารถจำกัดการแพร่กระจายเชื้อต่างๆไม่ให้รั่วออกนอกห้อง ต้องมีอุณหภูมิเหมาะสม ความชื้นต้องไม่ต่ำไม่สูงจนเกินไป การระบายอากาศเสียทิ้งทำอย่างเป็นระบบ และมีการควบคุมแรงดันอย่างถูกต้อง

ห้อง Airborn Infection Isolation (AII) หรือบางที่เรียก ห้อง Negative pressureหรือ บางแห่งเรียกห้องพักผู้ป่วยติดเชื้อระบบทางเดินหายใจ จะเรียกชื่ออย่างไรก็มีเป้าประสงค์เดียวกันคือป้องกันการแพร่เชื้อออกจากห้องนี้ช่วยให้โรงพยาบาลเป็นที่ปลอดเชื้อและผู้อาศัยผู้ปฏิบัติงานในอาคารปลอดภัยจากเชื้อโรคที่อยู่ในห้องนี้

**ห้องควบคุมแบบ AII นี้แยกย่อยไปเป็น 3 แบบ ดังรูปที่ 1**




รูปที่ 1.
ที่มา : Centers for Disease Control and Prevention-CDC, USA

**แบบที่ 1** All only คือ ห้องสำหรับผู้ติดเชื้อ ที่มีระบบภูมิคุ้มกันปรกติ

**แบบที่ 2 และ 3** ใช้กับผู้ป่วยติดเชื้อที่มีภาวะภูมิคุ้มกันบกพร่อง (immunocompromised) ร่วมด้วย

## การออกแบบ และการใช้งาน เบื้องต้นต้องคำนึงถึงสิ่งใดบ้าง

(1) กำหนดให้ลมระบาย (Exhaust) มากกว่า supply อย่างน้อย 125 cfm

(2) ห้องต้องมีแรงดันต่ำกว่า (negative pressure) ทางเดิน หรือ ห้องโถงทางเข้า(anter room)ที่ 2.5 Pa (0.01นิ้วน้ำ) เสมอ ต้องมีเครื่องมือวัดแรงดันติดตั้งแบบถาวร มีระบบแจ้งเตือนด้วยแสงเมื่อแรงดันออกนอกกรอบการควบคุม มีป้ายบอกค่าแรงดันมาตราฐานที่ตั้งไว้ และมีการบันทึกข้อมูลแรงดันทุกวัน

(3) ห้องต้องมีการระบายอากาศ 12 รอบ ต่อชั่วโมง (12 ACH)กรณีปรับปรุงห้องเก่าและไม่สามารถทำ 12 ACH ได้ ให้ปรับปรุงให้ได้อย่างน้อย 6 ACH แล้วเพิ่มเครื่องฟอกอากาศ (industrial grade) ที่มี HEPA filter ช่วย

(4) จ่ายลมสะอาดจาก ฝ้าเพดาน ให้มีทางเดินลม(air path) จากฝ้าเพดานผ่านคนไข้แล้วไหลเข้า exhaust air grill และไปที่ห้องน้ำเพื่อระบายออก

(5) Supply air filter : ก่อนเข้า coil ให้อากาศผ่าน Filter เกรด MERV 7 และหลังจากผ่าน coil ให้เพิ่ม Filter เกรด MERV14 (Informative Note: The minimum efficiency reporting value (MERV) is based on the method of testing described in ANSI/ ASHRAE Standard 52.2 (ASHRAE [2017a])

(6) กรณีเป็นระบบเก่า ที่มีการrecirculate อากาศให้ treat อากาศด้าน return ผ่าน HEPA filter รวมกับ UVGI (Ultraviolet germicidal irradiation) ก่อนนำกลับมาใช้ (กรณีนี้ให้ทำแต่เพียงชั่วคราว เช่นระหว่างรอการก่อสร้างใหม่ หรือ กรณีฉุกเฉิน การเดินเครื่องด้วยระบบนี้ในระยะยาวไม่แนะนำ)

(7) อุณหภูมิห้องให้อยู่ ระหว่าง 70F-75F (21C-24 C), %RH 30% -50%

(8) หากจำเป็นต้องเพิ่มความชื้นให้ใช้ Steam หากไม่มี Steam จะใช้ระบบ cool-mist (Adiabatic Atomizing) ให้ใช้เฉพาะน้ำ RO (Reverse Osmosis) ควบคู่กับ UV-C sterilization light, Sub MicronFilter เป็น pre treatment และระบบต้องมีจุดระบายน้ำทิ้งจนแห้งเมื่อไม่ได้ใช้งาน

(9) Exhaust air ระบายออก 2 ช่องทาง จุดที่ 1 ภายในห้องติดตั้งที่ฝ้าเพดานบริเวณเหนือเตียงคนไข้ หรือ ที่ผนังใกล้ๆกับบริเวณหัวเตียงจุดที่ 2 ที่เพดานห้องน้ำ

(10) ปลายท่อ Exhaust นอกอาคาร ต้องอยู่สูงจากหลังคาอาคาร อย่างน้อย 10 ft (3 เมตร) และอยู่ห่างจากบริเวณ Intake fresh air ของระบบใดๆไม่น้อยกว่า 25 ft (8 เมตร) แต่หากประเมิณแล้วมีความเสี่ยงขอให้ให้เพิ่ม HEPA filter ที่ทางออกเพื่อเพิ่มการกรองก่อนปล่อยสู่บรรยากาศ

(11) ห้องต้องไม่รั่ว ต้องออกแบบรอยต่อให้สนิทใช้ซีลที่เหมาะสม หน้าต่างและ ช่องเปิดต่างๆ ต้องปิดสนิทรอยรั่วต่างๆนับรวมแล้วต้องน้อยกว่า 0.5 ตารางฟุต

(12) ติดตั้ง door closer หรือ อุปกรณ์ self-closing device ที่ประตูทางออก เพื่อให้ประตูปิดทุกครั้ง

(13) กรณีที่ไม่มีห้องโถงทางเข้า (anter room) หรือ air lock room ให้ติดตั้ง ตู้ส่งของ (Pass box) เพื่อส่งของ ประตูตู้ส่งของต้องมีระบบ inter lock ห้ามเปิดได้พร้อมกัน

(14) ออกแบบระบบให้มีเครื่อง Stand by เสมอ และระบบไฟฟ้าจะต้องเชื่อมต่อกับระบบไฟสำรอง

(15) ไม่นำ Exhaust air ไปใช้ในระบบ energy recovery เพื่อป้องกัน cross contaminate (เว้นแต่จะใช้กับระบบ Run-around pumped coils)

## ข้อห้ามที่ไม่ควรทำ

(1) ไม่ควรออกแบบห้องให้ใช้สลับไปมาระหว่าง AII (Negative environment) กับ Positive Environment (PE)

(2) ไม่ควรใช้เครื่องปรับอากาศแบบแขวนใต้ฝ้า แบบแขวนผนัง หรือ แบบ ceiling conceal ชนิดที่ใช้ในบ้านพักอาศัย ไปติดตั้งในห้องชนิดนี้ เพราะการล้างให้สะอาดปลอดเชื้อไม่สามารถพิสูจน์และรับรองได้ โดยง่ายผู้ป่วย, ผู้ปฏิบัติงานและช่างซ่อมบำรุงมีโอกาสเสี่ยงต่อการติดเชื้อสูง

(3) ห้ามติดตั้ง Rain hood ที่ปลายท่อ exhaust

## บทสรุป

หลักการดังกล่าวเป็นเพียงข้อมูลในเบื้องต้น ยังมีข้อกำหนดอีกหลายประการที่ผู้ออกแบบต้องศึกษาหาข้อมูลเพิ่มเติมที่สำคัญผู้ออกแบบควรสอบถามข้อมูลจากผู้ใช้ คือ แพทย์และพยาบาล ก่อนทำการออกแบบทุกครั้งว่ามีความต้องการอย่างไรเป็นพิเศษ คำแนะนำเหล่านี้ช่วยได้มาก การออกแบบให้ถูกต้องตามตำราหรือ Code เป็นสิ่งจำเป็น แต่อาจไม่เพียงพอที่จะทำให้ห้องใช้งานได้ตามวัตถุประสงค์ การออกแบบยังต้องคำนึงถึงการอำนวยความสดวกให้แก่ช่างซ่อมบำรุงต้องปลอดภัย ใช้เวลาในการหยุดซ่อมบำรุงน้อย

สิ่งสุดท้ายคืองบประมาณในการก่อสร้างต้องแจ้งให้เจ้าของเตรียมไว้ให้เพียงพอ ระบบไม่สามารถเดินได้เต็มประสิทธิภาพด้วยการจ่ายเงินเพียงครึ่งเดียว ความหวังว่าจะมาทำเพิ่มที่หลังนั้นเป็นสิ่งผิดอย่างยิ่ง ให้ยึดหลัก Do It Right At First Time แล้วความสูญเสียต่างๆก็จะไม่เกิดขึ้นครับ

หากท่านผู้อ่าน หรือหน่วยงานใด ประสงค์จะได้ข้อมูลเพิ่มเติม สามารถสอบถามมาได้ตามช่องทางที่ระบุในบทความนี้ หรือจะสืบค้นผ่านระบบอินเตอร์เน็ตก็ได้ครับ

## อ้างอิง


**ASHRAE 2011.** *The environment of care and health care-associated infections.* American Society for Healthcare Engineering of American Hospital Association, Chicago. Available at http://www.ashe.org

**ASHRAE 2013.** *HVAC design manual for hospitals and clinics,* 2nd ed. Burch, G.E., and N.P. Pasquale.1962. *Hot climates, man and his heart.* C.C.Thomas, Springfield, IL

**ASHRAE 2017.** *Ventilation ofHealth Care Facilities, ANSI/ASHRAE/ASHE Standard 170-2017,* ASHRAE 1791 Tullie Circle, NE, Atlanta, GA.Available at http://www.ashe.org

**CDC. 2005.** Guidelines for preventingthe transmission of *Mycobacterium tuberculosis in health-caresettings,* 2005. Available at http://www.cdc.gov