

เอกสารประกอบการสัมมนาทันตสาธารณสุข

เรื่อง

ความปลอดภัยทาง Airborne Infection ในユニットทันตกรรม

โดย

ผศ.ดร. ตุลย์ มณีวัฒนา

ภาควิชาวิศวกรรมเครื่องกล คณะวิศวกรรมศาสตร์ จุฬาลงกรณ์มหาวิทยาลัย

เขตปทุมวัน กรุงเทพฯ 10330

โทรศัพท์: 081-836-9582 E-mail: tul.m@chula.ac.th



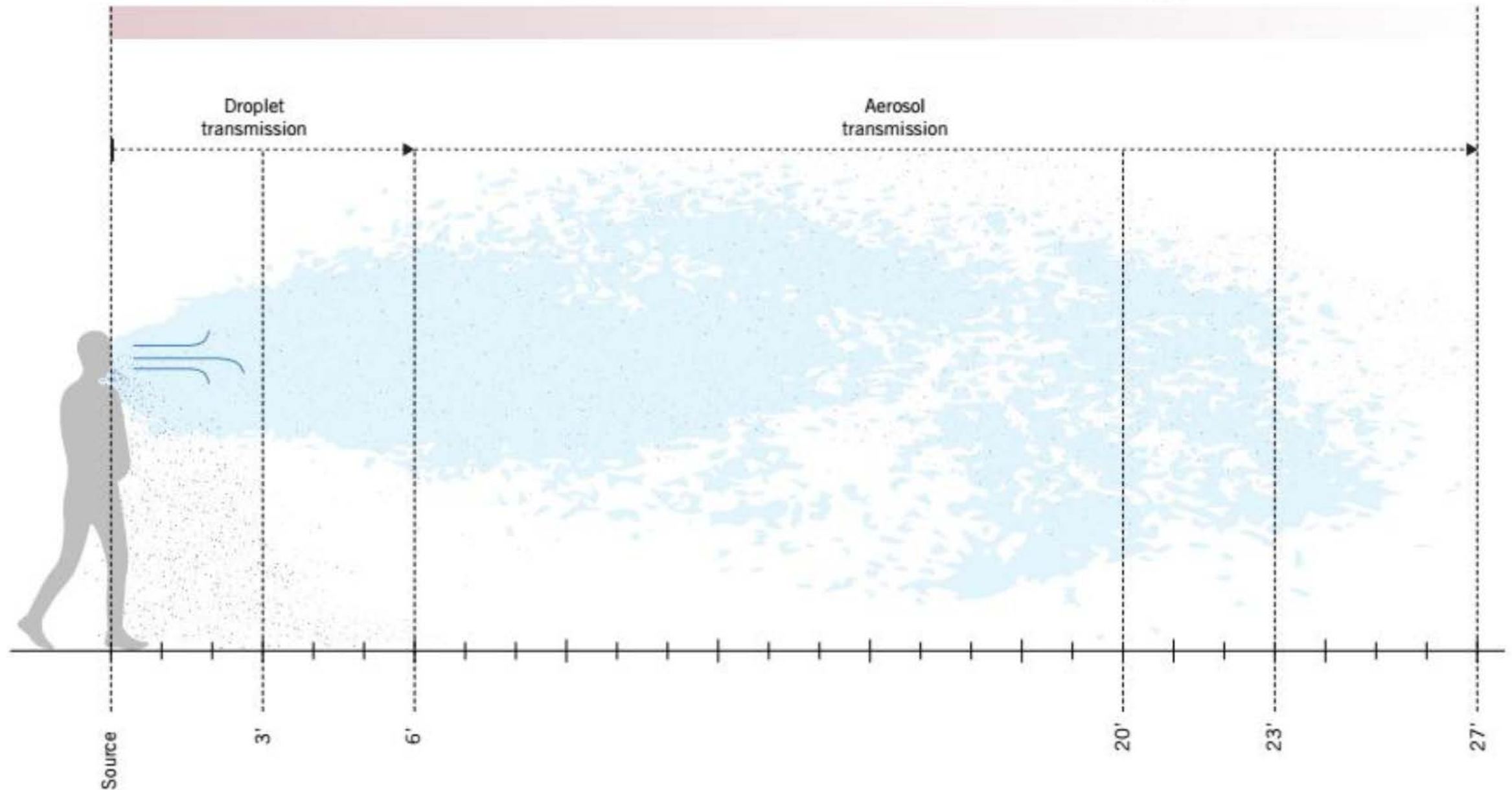
ประวัติวิทยากร



ผู้ช่วยศาสตราจารย์ ดร.ตุลย์ มณีวัฒนา เป็นวิศวกรในสาขาวิศวกรรมเครื่องกลที่มีประสบการณ์ในการออกแบบระบบปรับอากาศ ระบายอากาศ และระบบเครื่องทำความเย็นขนาดใหญ่ ในอาคารและโรงงานต่างๆ มากกว่า 30 ปี ท่านเป็นอาจารย์ที่ภาควิชาวิศวกรรมเครื่องกล คณะวิศวกรรมศาสตร์ จุฬาลงกรณ์มหาวิทยาลัย มาตั้งแต่ปี พ.ศ. 2523 รายวิชาที่ท่านสอนอยู่ส่วนมากคือรายวิชาการทำความเย็นและการปรับอากาศสำหรับนักศึกษาในภาควิชาวิศวกรรมเครื่องกลชั้นปีที่ 4 และรายวิชาการทำความเย็นและการปรับอากาศขั้นสูงสำหรับนักศึกษาในระดับปริญญาโท/เอก ตำแหน่งต่างๆที่ท่านเคยดำรงมาในอดีตที่สำคัญก็มี อาทิเช่น หัวหน้าภาควิชาวิศวกรรมเครื่องกล คณะวิศวกรรมศาสตร์ จุฬาลงกรณ์มหาวิทยาลัย นายกสมาคมวิศวกรรมปรับอากาศแห่งประเทศไทย (ACAT) กรรมการบริหาร ASHRAE Thailand Chapter และ ที่ปรึกษาของสมาคมเครื่องทำความเย็นไทย (TRA) นอกจากนั้นแล้ว ในปี 2560 ผ่านมา ท่านก็ยังได้รับเลือกจากสมาคมวิศวกรรมปรับอากาศแห่งประเทศไทย ให้เป็น วิศวกรปรับอากาศดีเด่นประจำปี 2560 อีกด้วย

พื้นฐานสำคัญ

Viability of virus in aerosols, SARS-CoV2 remains viable up to 3 hours
(Conditions at 69.8 -73.4°F (21 to 23°C) and 40% relative humidity over 7 days)



Invisible Danger: Aerosols



Infection Control Latest CE Courses

Protecting Yourself

Observe these strategies to minimize the risk of exposure to dental aerosols and splatter.

By Mary Jacks, RDH, MS On Aug 16, 2011

The hidden danger: spray mist

Certain activities, such as preparing teeth, removing fillings, crowns and bridges, or removing plaque, require the use of high-speed instruments. However, these instruments not only make work easier, but also entail risks: effective cooling with water is necessary to prevent damage to the pulp-dentine area. In the process, **spray mist** is formed, which is not homogeneous, but consists of particles, powder as well as splashes and droplets of different sizes containing cooling water, saliva, blood and microorganisms. This mixture presents a **high risk of infection**.

Dangers caused by spray mist:

- Desposition of contaminated aerosol cloud over a radius of several meters (see also: Drisko et al., 2000, Bennet et al., 2000)
- Door handles, armrests, lights and other surfaces are contaminated (Source: Graetz et al., 2014)
- High risk of infection for patients due to cross contaminations
- Over 600 different types of bacteria can be detected in the human oral cavity (Source: Genome Research (2009), DOI: 10.1101/gr.084616.108)
- 1 ml saliva contains about 10 million bacteria (Source: Genome Research (2009), DOI: 10.1101/gr.084616.108)
- During a 15-minute treatment without protective measures, approx. 0.014–0.12 µl of saliva is inhaled via the aerosol (Source: Bennet et al. British Dental Journal, Vol. 189 No. 12 (2000))



If the spray mist is not correctly aspirated within the patient's mouth, aerosol will be formed, which spreads over a radius of several meters and presents a high risk of infection for the practice team. Contaminated aerosol can be detected in ambient air for up to 30 minutes (see also: Drisko et al., 2000, Bennet et al., 2000).

HOME | PATIENT CARE

High-volume evacuation: Aerosols—it's what you can't see that can hurt you

The authors discuss innovations in high-volume evacuation equipment in the dental hygiene operatory.

Jul 1st, 2017



Invisible Danger: Aerosols

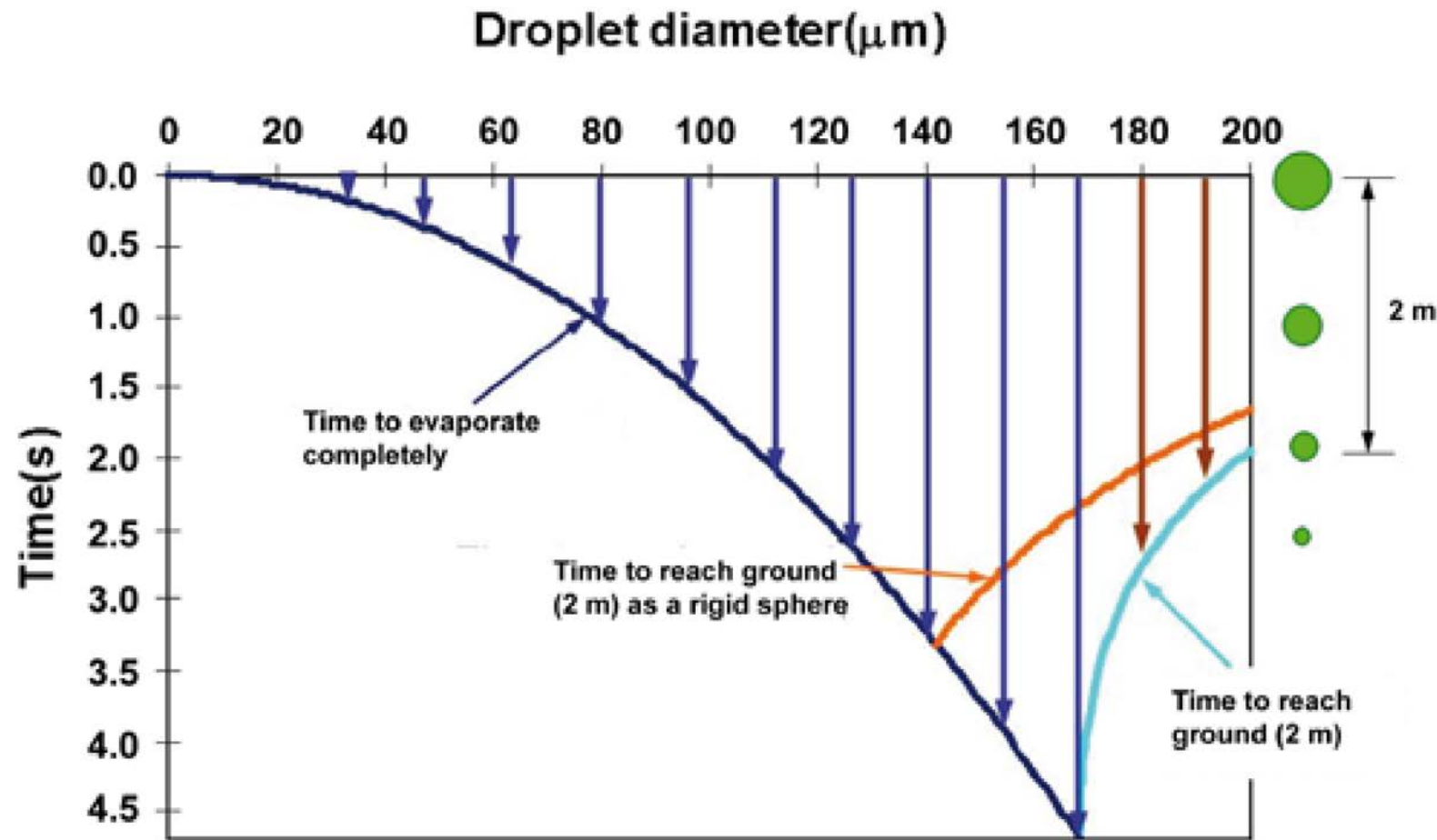
The hidden danger: spray mist

Certain activities, such as preparing teeth, removing fillings, crowns and bridges, or removing plaque, require **the use of high-speed instruments**. However, these instruments not only make work easier, but also entail risks: effective cooling with water is necessary to prevent damage to the pulp-dentine area. In the process, **spray mist is formed**, which is not homogeneous, but consists of particles, powder as well as splashes and **droplets of different sizes containing cooling water, saliva, blood and microorganisms**. This mixture presents a high risk of infection.

Dangers caused by spray mist:

- Deposition of a contaminated aerosol cloud over a **radius of several meters**
- Door handles, armrests, lights and other **surfaces are contaminated**
- High risk of infection for patients due to **cross contaminations**
- Over **600** different types of bacteria can be detected in the **human oral cavity**
- **1 ml saliva contains about 10 million bacteria**
- During a **15-minute** treatment without protective measures, approx. **0.014–0.12 µl of saliva is inhaled via the aerosol**

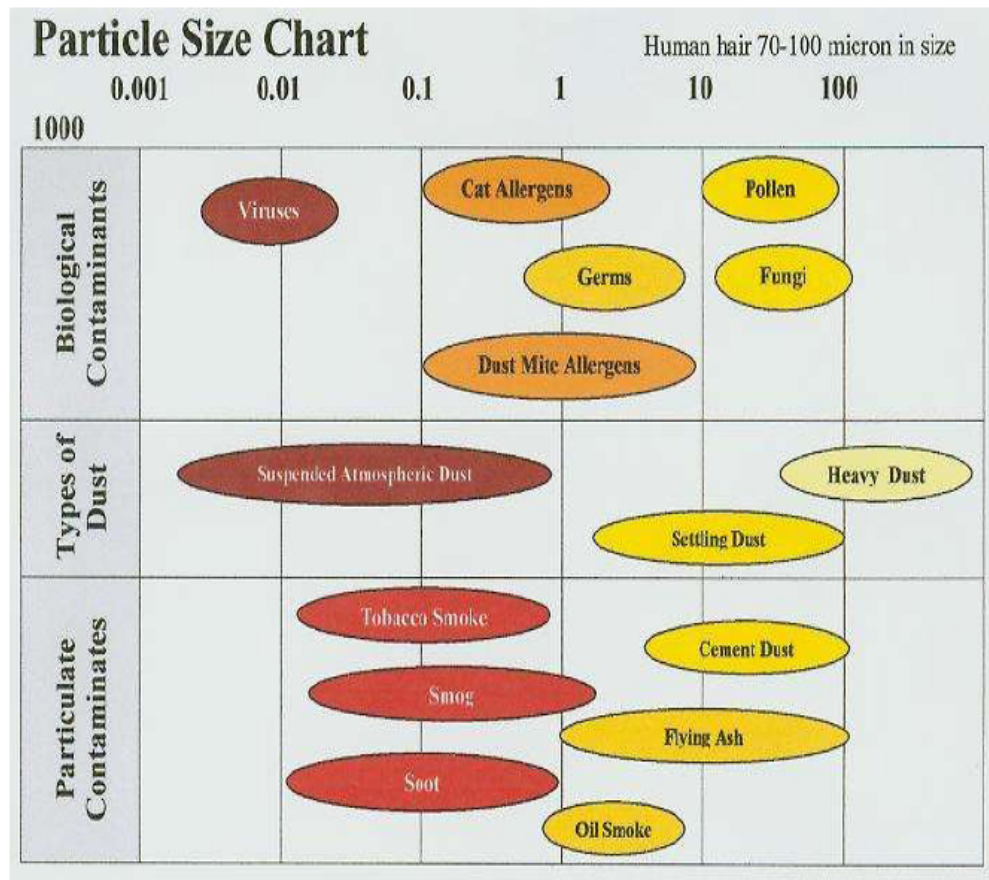
The Wells evaporation-falling curve of droplets





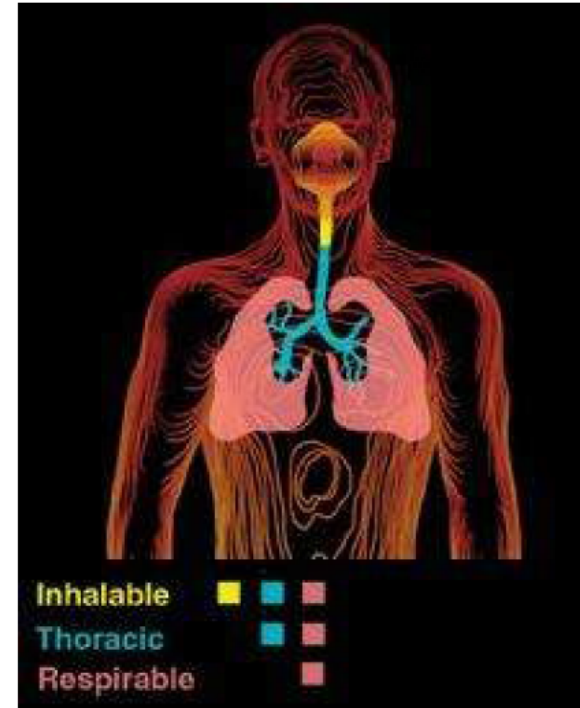
Invisible Particles

- Tobacco Smoke
- Animal dander
- Household dust
- Insect parts
- Pollen
- Molds
- Combustion by-products
- Common Reservoirs:
 - Carpets, pillows, couches, stuffed animals



Breathes of Air

- The average adult at rest inhales and exhales about one-fourth of a cubic foot of air per minute. That totals something like 388 cubic feet of air in a day.
- Along with it comes about 20 billion particles of dirt and other foreign matter (dust).
- The nose traps and filters up to 70 percent of these particles that we inhale each day.



Quanta/hr

ACH

Exposure
Time

No. of
People

Breathing
Rate

Mask/HVE/EOS/Rubber
Dam/Mount Wash

Wells–Riley equation:

$$P = \frac{D}{S} = 1 - \exp\left(-\frac{Ipqt}{Q}\right)$$



- Risk of indoor airborne infection transmission (Risk %)
- Basic reproductive number in a shared indoor airspace (R_0)

Airborne Infection Doses (Quanta)	
Infectious Agent	Mean Quanta Production Rate Quanta/hr
TB	12.7
Influenza	100
Measles	570
Clinical Patients not undergoing AGP	less than 60
Bronchoscopy	240-360
Covid-19 Undergoing Dental AGP	Unknown



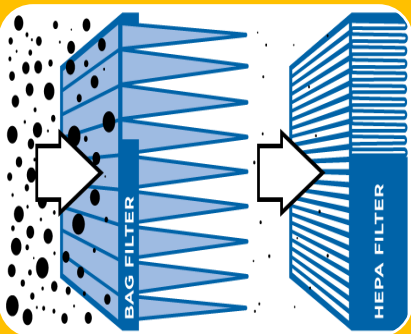
ลดความรุนแรงเชื้อที่จุดกำเนิด

- น้ำยาบ้วนปาก
- Rubber Dam
- HVE & EOS



กำจัดเชื้อออกจากอากาศ (โดยเฉพาะในช่วงรอเปลี่ยนคนไข้)

- High Flow HEPA Filtration
- High Flow Outside Air Ventilation



ทำให้เชื้อในอากาศเจือจางในระหว่างทำการรักษา

- HEPA Filtration
- Ventilation ด้วย Outside Air
- Upper Room UVGI

วิเคราะห์แทบตาย
สุดท้ายพบว่า
แค่ทำให้อากาศสะอาด
ก็พอ

จะทำอากาศสะอาดให้พอเพียง
ในขณะที่ทำการรักษา
ได้อย่างไร?

จะทำอากาศสะอาดให้

คนใช้คนถัดไป

ได้อย่างไร?

สะอาดแค่ไหน

99.9% หรือ $R_0 < 0.5$

สะอาดด้วยอะไร

1. ด้วยอากาศภายนอก
2. ด้วย **HEPA Filtration**
3. ?

- ผู้ป่วยไม่ได้ใส่ N95
- ถ้าคนก่อนมี Covid คนถัดไปจะติดเชื้อ
- ต้อง Clear อากาศทุก
รอบการทำงาน
- หรือไม่ก็ Clear
ตลอดเวลา



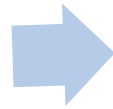
Acceptable Clean Air Solutions



HVE



EOS



ACH
FA + HEPA



Upper
Room
UVGI



AIIR
12ACH

เชื้อร่ว

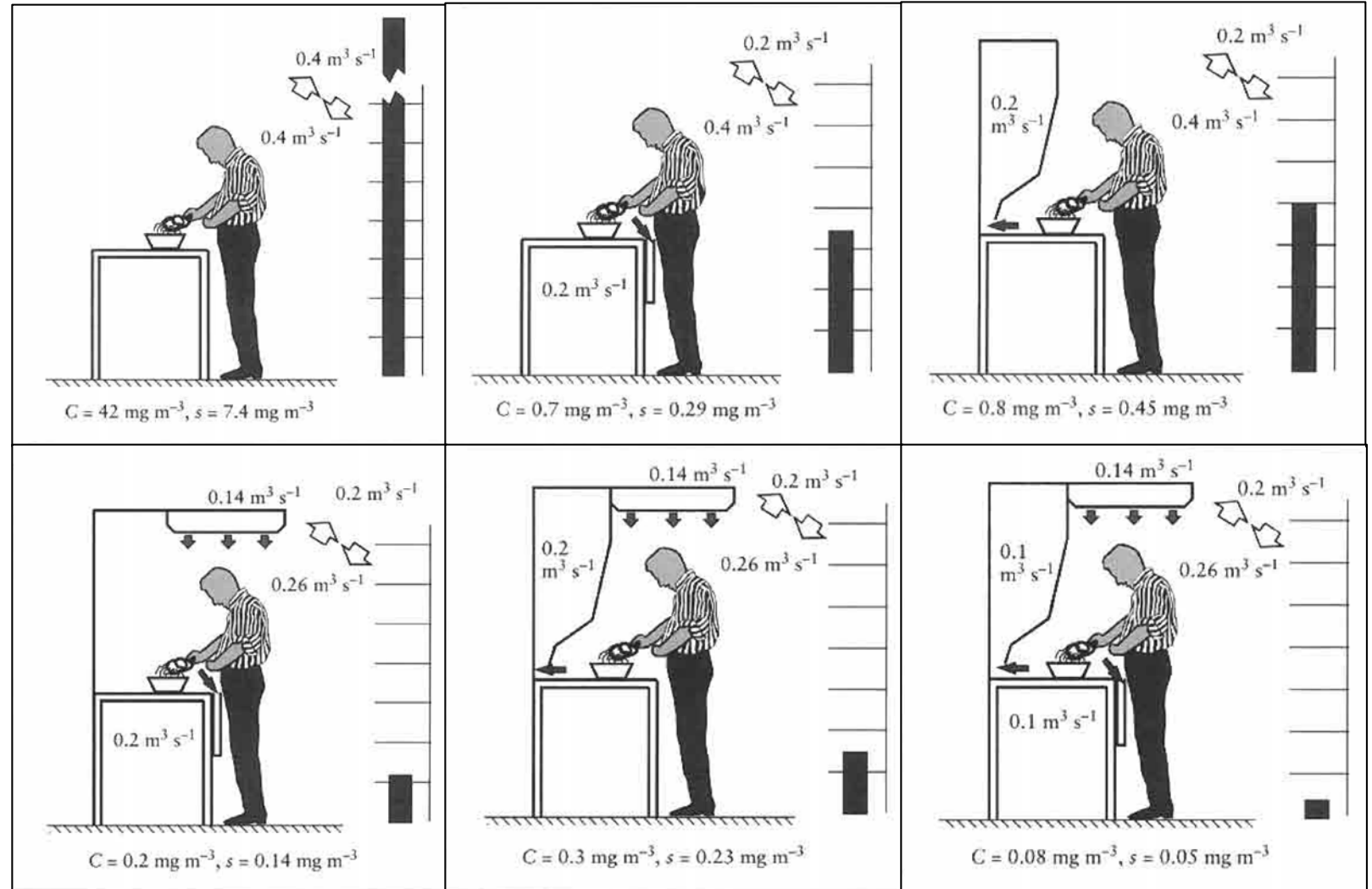
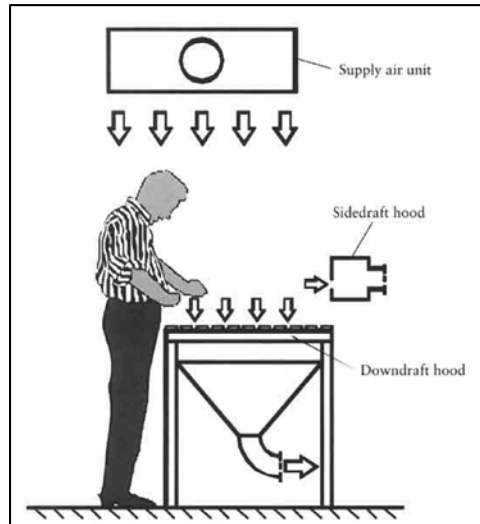
OR
20ACH

แผลติดเชื้อ

Dental
?ACH

หายใจติดเชื้อ

Measured Worker's Dust Exposure with Different Ventilation Configuration



Standard/Guidelines

ASHRAE Standard 62.1

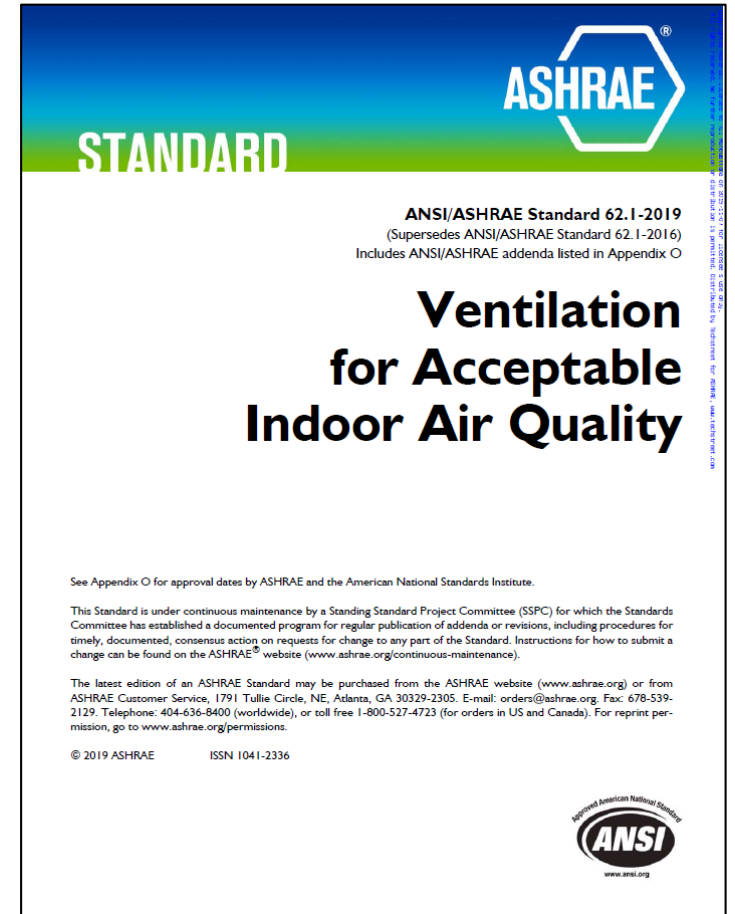
Table 6-1 Minimum Ventilation Rates in Breathing Zone

Occupancy Category	People Outdoor Air Rate R_p		Area Outdoor Air Rate R_a		Default Values		Air Class	OS (6.2.6.1.4)
	cfm/ person	L/s· person	cfm/ft ²	L/s·m ²	Occupant Density			
					#/1000 ft ² or #/100 m ²			
Outpatient Health Care Facilities ^{a,b}								
Birthing room	10	5	0.18	0.9	15		2	
Class 1 imaging rooms	5	2.5	0.12	0.6	5		1	
Dental operatory	10	5	0.18	0.9	20		1	
General examination room	7.5	3.8	0.12	0.6	20		1	
Other dental treatment areas	5	2.5	0.06	0.3	5		1	

a. Outpatient facilities to which the rates apply are freestanding birth centers, urgent care centers, neighborhood clinics and physicians offices, Class 1 imaging facilities, outpatient psychiatric facilities, outpatient rehabilitation facilities, and outpatient dental facilities.

b. The requirements of this table provide for acceptable IAQ. The requirements of this table do not address the airborne transmission of airborne viruses, bacteria, and other infectious contagions.

Informative Note: These rates are intended only for outpatient dental clinics where the amount of nitrous oxide is limited. They are not intended for dental operatories in institutional buildings where nitrous oxide is piped.





Coronavirus Disease 2019 (COVID-19)

Guidance for Dental Settings

Interim Infection Prevention and Control Guidance for Dental Settings During the COVID-19 Response

Key Points

- Dental settings have unique characteristics that warrant specific infection control considerations.
- Prioritize the most critical dental services and provide care in a way that minimizes harm to patients from delaying care and harm to personnel from potential exposure to COVID-19.
- Proactively communicate to both personnel and patients the need for them to stay at home if sick.
- Know the steps to take if a patient with COVID-19 symptoms enters your facility.

This guidance was updated on May 19, 2020 and complements the following CDC guidance:

- Interim Infection Prevention and Control Recommendations for Patient Care during the COVID-19 Pandemic
- Interim Infection Prevention and Control Recommendations for Patient Care during the COVID-19 Pandemic
- Framework for Healthcare Systems Providing Non-Emergent Care during the COVID-19 Pandemic

Summary of Recent Changes

- Recommendations are updated to reflect the current state of knowledge about COVID-19 and the need for dental care during the COVID-19 pandemic.
- New information about the disease, including considerations for sterilization and disinfection, and considerations for patient care.
- Updated information about the need for dental care to both patients with COVID-19 and patients without COVID-19.

Background

In response to the COVID-19 pandemic in the United States, in March, 2020, CDC recommended that dental settings should prioritize urgent and emergency visits* and delay elective visits and procedures to protect staff and preserve personal protective equipment and patient care supplies, as well as expand available hospital capacity. However, as the pandemic continues to evolve, and healthcare settings are responding to unique situations in their communities, CDC recognizes that dental settings may also need to deliver non-emergency dental care. Dental settings should balance the need to provide necessary services while minimizing risk to patients and dental healthcare personnel (DHCP). CDC has developed a framework for healthcare personnel and healthcare systems for delivery of non-emergent care during the COVID-19 pandemic. DHCP should regularly consult their state dental boards and state or local health departments for current local information for requirements specific to their jurisdictions, including recognizing the degree of community transmission and impact, and their region-specific recommendations.

Transmission: SARS-CoV-2, the virus that causes COVID-19, is thought to be spread primarily through respiratory droplets when an infected person coughs, sneezes, or talks. Airborne transmission from person-to-person over long distances is unlikely. However, COVID-19 is a new disease, and we are still learning about how it spreads and the severity of illness it causes. The virus has been shown to persist in aerosols for hours, and on some surfaces for days under laboratory conditions. COVID-19 may be spread by people who are not showing symptoms.

CDC สหรัฐอเมริกา ออกข้อแนะนำสำหรับคลินิกทันตกรรมในช่วงสถานการณ์ Covid-19 updated ล่าสุดเมื่อวันที่ 19 พฤษภาคม 2563

ในส่วนอากาศ (Engineering Control) แนะนำให้

- 1) ในคลินิกให้จัดให้ **อากาศสะอาดไหล** จากห้องพักของทันตบุคลากรไปยังห้องให้การรักษ และจากบริเวณพนักงานต้อนรับไปยังจุดที่คนไข้มานั่งรอ
- 2) พยายามเพิ่ม **ประสิทธิภาพการกรองอากาศ** ของ ระบบปรับอากาศให้มากที่สุดเท่าที่จะเป็นไปได้
- 3) พยายามเพิ่ม การระบายอากาศโดยการเพิ่ม ปริมาณอากาศบริสุทธิ์ที่เติมเข้าไปยังระบบให้มากที่สุดเท่าที่จะเป็นไปได้
- 4) พิจารณาการใช้ **portable hepa filter unit** ช่วยกรองอากาศในขณะที่มีการทำหัตถการที่มีฝอยละออง เพื่อช่วยเสริมการทำงานของระบบปรับอากาศ และระบายอากาศ เครื่อง portable hepa unit นี้จะช่วยลดปริมาณ droplet nuclei ในอากาศลงและลดเวลาที่ต้องรอเพื่อสามารถกลับมาใช้ห้องได้ใหม่ลง และได้แนะนำให้จัดวางเครื่องไว้ใกล้ๆเก้าอี้ทำฟันไปทางด้านเอว หรือ หัวเข่า หรือ ข้างปลายเท้าคนไข้ เพื่ออากาศที่มีเชื้อ จะได้ไหลเข้าเครื่องกรองโดยเร็ว ห้ามวางเครื่องกรองไว้หลังทันตบุคลากร มิฉะนั้นเครื่องจะดึงอากาศมีเชื้อเข้ามาที่ตัวทันตบุคลากร (เราต้องจัดให้กระแสลมหลักในห้องไหลให้ถูกทางด้วย โดยให้ไหลจากด้านหลังของตัวทันตบุคลากรออกไปยังปากผู้ป่วยแล้วไหลเข้าเครื่องกรองโดยเร็ว)
- 5) ให้พิจารณาการนำเอา **upper-room uvgi** มาช่วยเสริมการทำงานของระบบระบายอากาศและการกรองอากาศ
- 6) การรักษาควรทำใน **ห้องแยกเดี่ยวจะดีที่สุดถ้าเป็นไปได้** ในกรณีที่ไม่มีห้องรวม เก้าอี้ทำฟันควรอยู่ห่างกันอย่างน้อยประมาณ 1.8 เมตร ฉากกั้นเช่นผนังเบาแผ่นพลาสติกหรือม่านที่ครอบคลุมตั้งแต่พื้นจนจรดเพดานจะช่วยเพิ่มประสิทธิภาพในการกรองของเครื่องกรอง แต่ให้ระวังเรื่องตำแหน่งของตัวหัว sprinkler ด้วย (ถ้ามี) ทิศทางของเก้าอี้ทำฟันต้องขนานกับทิศทางการไหลของอากาศ ไม่ควรจะวางตั้งฉากกับทิศทางการไหลของอากาศเพื่อไม่ให้มลพิษไหลไปยังเก้าอี้ทำฟันตัวที่อยู่ข้างๆได้ง่าย
- 7) **จำนวนคนไข้สูงสุดที่สามารถรับได้** อย่างปลอดภัยควรพิจารณาจากจำนวนห้องและการจัดแผนผังใหม่ที่เหมาะสม เพื่อความปลอดภัยและเวลาที่ต้องใช้ในการทำความสะอาดฆ่าเชื้อโรคที่มีความจำเป็นมากขึ้นในสถานการณ์ covid-19 และอาจจะต้องจัดเวลาให้เพียงพอในระหว่าง case เพื่อให้ droplets ตกกลงสู่พื้นก่อนประมาณ 15 นาที แล้วจึงจะเริ่มกระบวนการทำความสะอาด

COVID-19: Managing Infection Risks During In-Person Dental Care	
May 31, 2020	
CONTENTS	
Introduction	2
A Staged Approach to Return to Practice	2
Guidance is Evidence-Informed	2
The College is Acting in Partnership	3
Additional Resources	3
Principles	4
Guidance	4
1. Preparing the Office	5
Review of Personal Protective Equipment (PPE) ..	5
General Staff Requirements	5
Office Setup	6
2. Providing Dental Care	7
Scheduling Appointments	7
Patient Arrival Protocol	8
During Dental Care	9
Table 1: Required Personal Protective Equipment (PPE) by Setting and Procedure/Activity	10
Patient Departure Protocol	11
End of Day Sanitization	11
3. Guidance for the In-Person Care of Patients who are COVID-19 Positive	12
Patient Arrival Protocol for Patients who have Screened or Tested Positive for COVID-19	12
Using an Oral Rinse	13
Intra-Oral Radiographs	13
Aerosol-Generating Procedures	13
Preparing the Operatory for Aerosol-Generating Procedures	13
Use of PPE During Aerosol-Generating Procedures	14
Mitigating High Risk Aerosols	14
Cleaning and Disinfection Following Aerosol-Generating Procedures	14
Clearing the Air of Aerosol (Fallow Time) Following Aerosol-Generating Procedures	15
Table 2: Time Required for Removal or Settling of Aerosols by Air Changes per Hour (ACH) ..	15
4. COVID-19 Exposure in the Practice	16



Royal College of
Dental Surgeons of Ontario

สตรอนๆ คลินิกทันตกรรม

Royal Collage of Dental Surgeons of Ontario พึ่งออก Guideline สำหรับคลินิกทันตกรรมมา ลงวันที่ 31 พค 2563 มีสาระสำคัญเรื่องการ clear อากาศหลังจบ case ว่าจะต้องมีการระบายอากาศจนเชื้อเจือจางไป 99.9% ก่อนจึงจะทำ case ใหม่ได้ ตัวอย่างเช่น ถ้าคลินิกมีการระบายอากาศแค่ 2ach จะต้องรอ 207 นาที จึงจะสามารถใช้ห้องทำ case ต่อไปได้ เป็นต้น ตารางด้านล่าง Table 2 แสดงเวลาที่ต้องรอสำหรับการระบายอากาศที่ ach ต่างๆกัน จาก guideline ดังกล่าว

Table 2: Time Required for Removal or Settling of Aerosols by Air Changes per Hour (ACH)

AIR CHANGES PER HOUR (ACH)	TIME REQUIRED FOR REMOVAL OR SETTLING OF AEROSOLS IN MINUTES (99.9% EFFICIENCY)
2	207
4	104
6	69
8	52
10	41
12	35
15	28
20	21
50	8

Adapted from: Centers for Disease Control and Prevent, Guidelines for Environmental Infection Control in Health-Care Facilities (2003): Table B.1. Air changes/hour (ACH) and time required for airborne-contaminant removal by efficiency. Available at: <https://www.cdc.gov/infectioncontrol/guidelines/environmental/appendix/air.html#tableb1>

ผมขอวิธีของ Canada นะครับ Sure ดี

=====

- 1) ถ้าระบาย 12ach แล้วรออีก 35 นาที สะอาด 99.9% หรือ (แท้ 3 เทียม 9)
- 2) ถ้าระบาย 24ach แล้วรออีก 17 นาที สะอาด 99.9% (แท้ 3 เทียม 21)

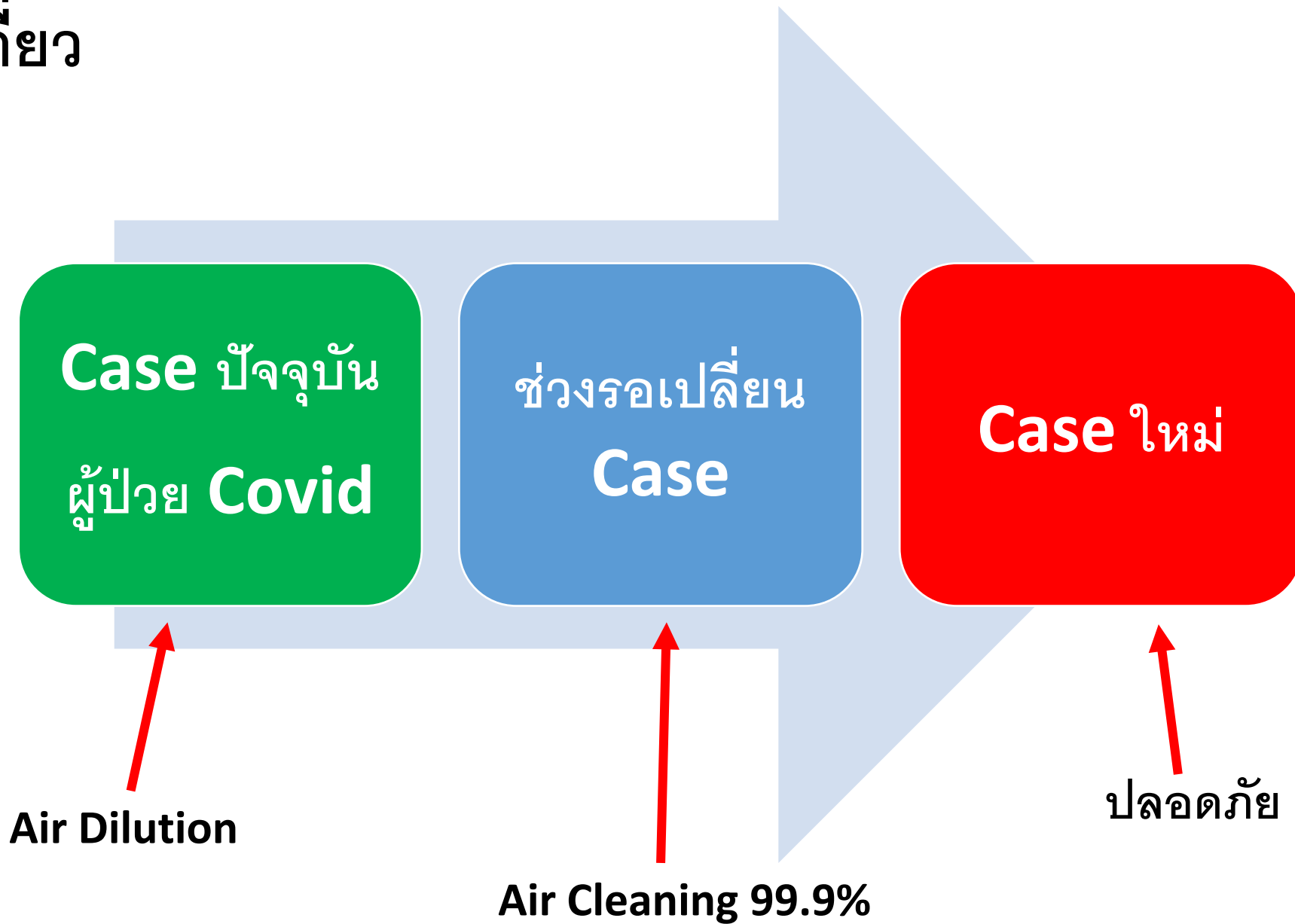
ผมว่าสองทางเลือกนี้ ตรงไปตรงมาที่สุดนะครับ sure 99.9%

หมายเหตุ: เรื่องนี้อ่าเอาไปปนกันกับที่ผมเคยบอกว่าไม่ต้องรอนะครับ คือจริงๆ ไม่ต้องรอก็ได้เพราะความเสี่ยงต่ำพอ แต่ถ้ารออีก 17 นาทีด้วย มัน 99.9% sure เลย ยิ่งดีเข้าไปใหญ่ ในเรื่องความปลอดภัย ข้อเสียคือการต้องรอครับ เวลารอที่เพิ่มขึ้นมานี้จริงๆ ก็คือเวลาที่ระบบ ventilation ต้องใช้ในการไล่เชื้อออกไปจากอากาศจนหมด ทำให้อากาศสะอาด ผู้ที่มาทำการรักษาปลอดภัยแบบ 99.9% และ ผมว่านี่คือสิ่งที่เรากำลังมองหาอยู่นะครับ การไม่ต้องรอ ถึงแม้ว่าความเสี่ยงต่ำ ผมว่าผู้อันนี้ไม่ได้ครับ ไม่รู้ว่า new normal จะต้องรวมการรอนี้เข้าไปไหมครับ? หรือว่าไม่ไหวครับ?

(ในโรงพยาบาลขนาดใหญ่ที่มีห้องทันตกรรมจำนวนมาก อาจจะทำเครื่องฟอกขนาดประมาณ 50ach ไว้สักตัวหนึ่งก็ได้ พอเสร็จเคสหนึ่งก็เดินเข้าไปฟอกอากาศประมาณ 8 นาที อากาศก็จะสะอาดหมดวิธีนี้ก็น่าจะเป็นไปได้ครับ)

ห้องเดี่ยว

ห้องเดียว

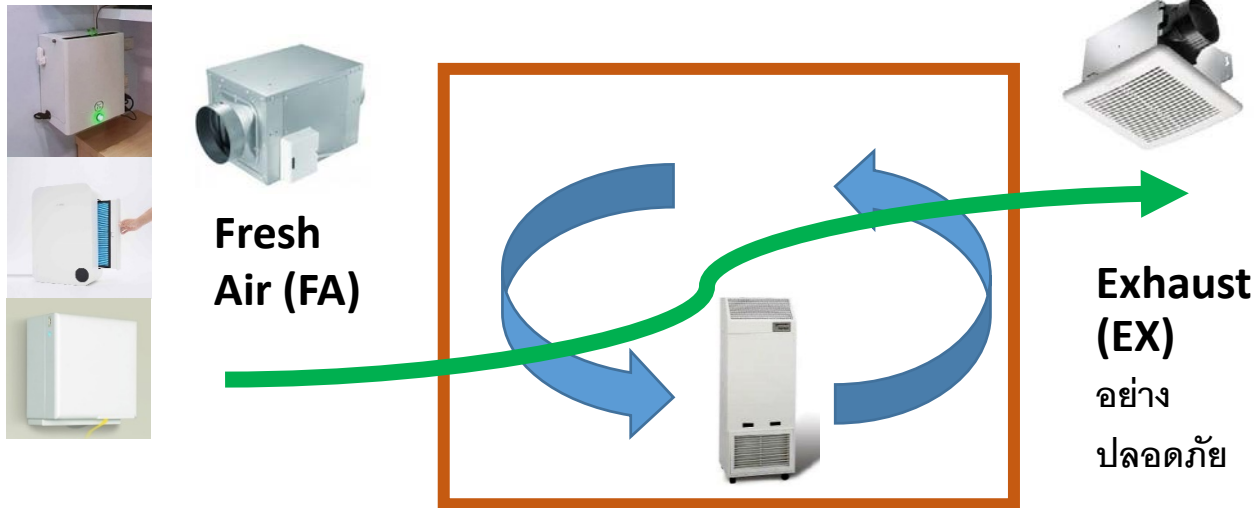


FA + HEPA Filtration + Air Clearing for 99.9% Sure

(17 min for 24ACH, 8 min for 50ACH)

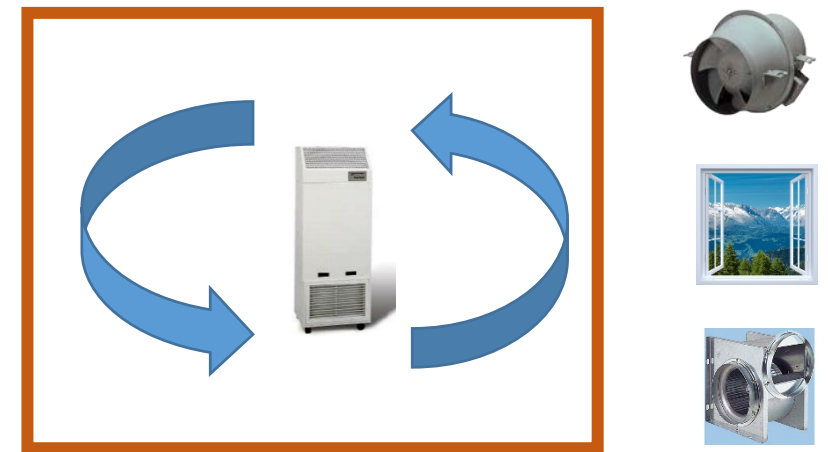
ระหว่างทำการรักษา

ถ่ายเท 3 ACH + หมุนเวียน 9-21 ACH

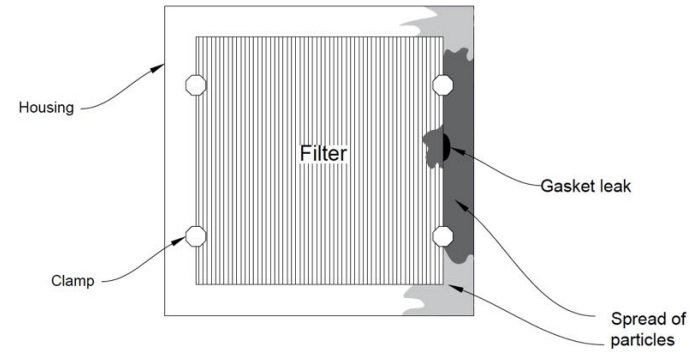
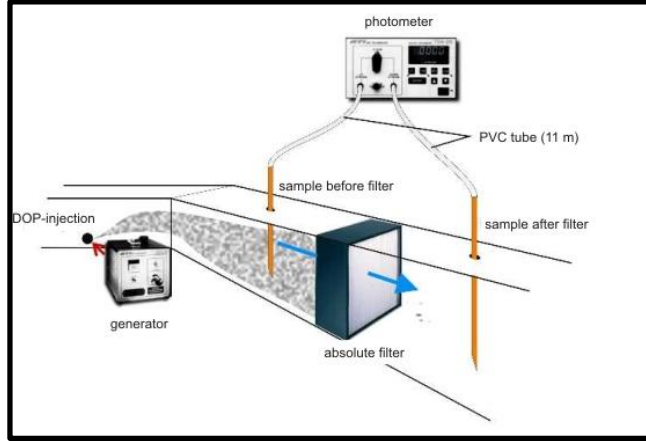


ช่วงรอเปลี่ยนคนไข้

Air Clearing for 99.9% 24-50 ACH



ด้วยการ **HEPA Filtration** หรือ ด้วย **Fresh Air** ก็ได้



HEPA Filter
ในอุตสาหกรรม



ควรเลือกใช้แต่ **Industrial Grade** ที่มี **Certificate**

HEPA ต้องไม่รั่ว “**Very Serious**”



Commercial Grade ต้องระวังการใช้

Exhaust

HEPA Filtration

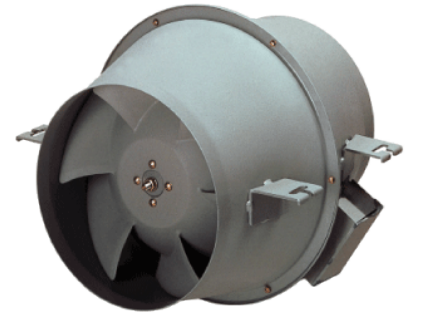
24-50 ACH in One Machine

(50 ACH is used for 10 minute Air Cleaning
Before New Case)

**Fresh Air
Supply**

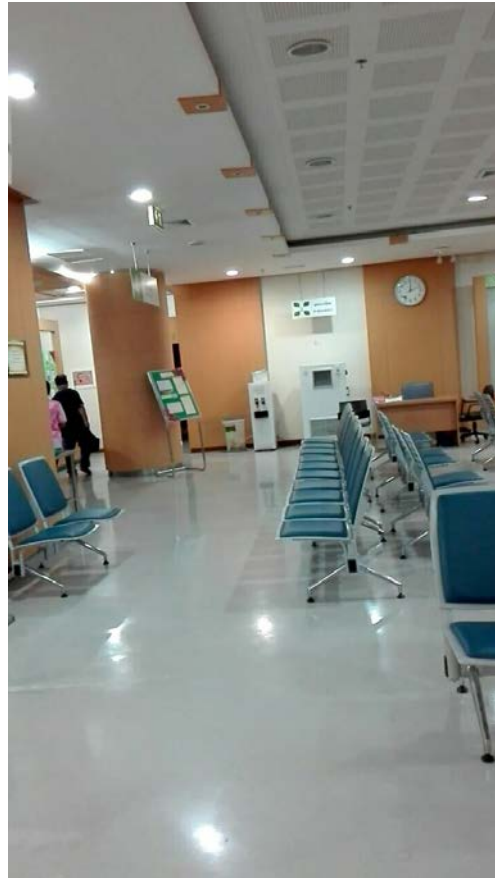


การทำความสะอาดอากาศหลังเลิก **Case** ด้วย 50 ACH

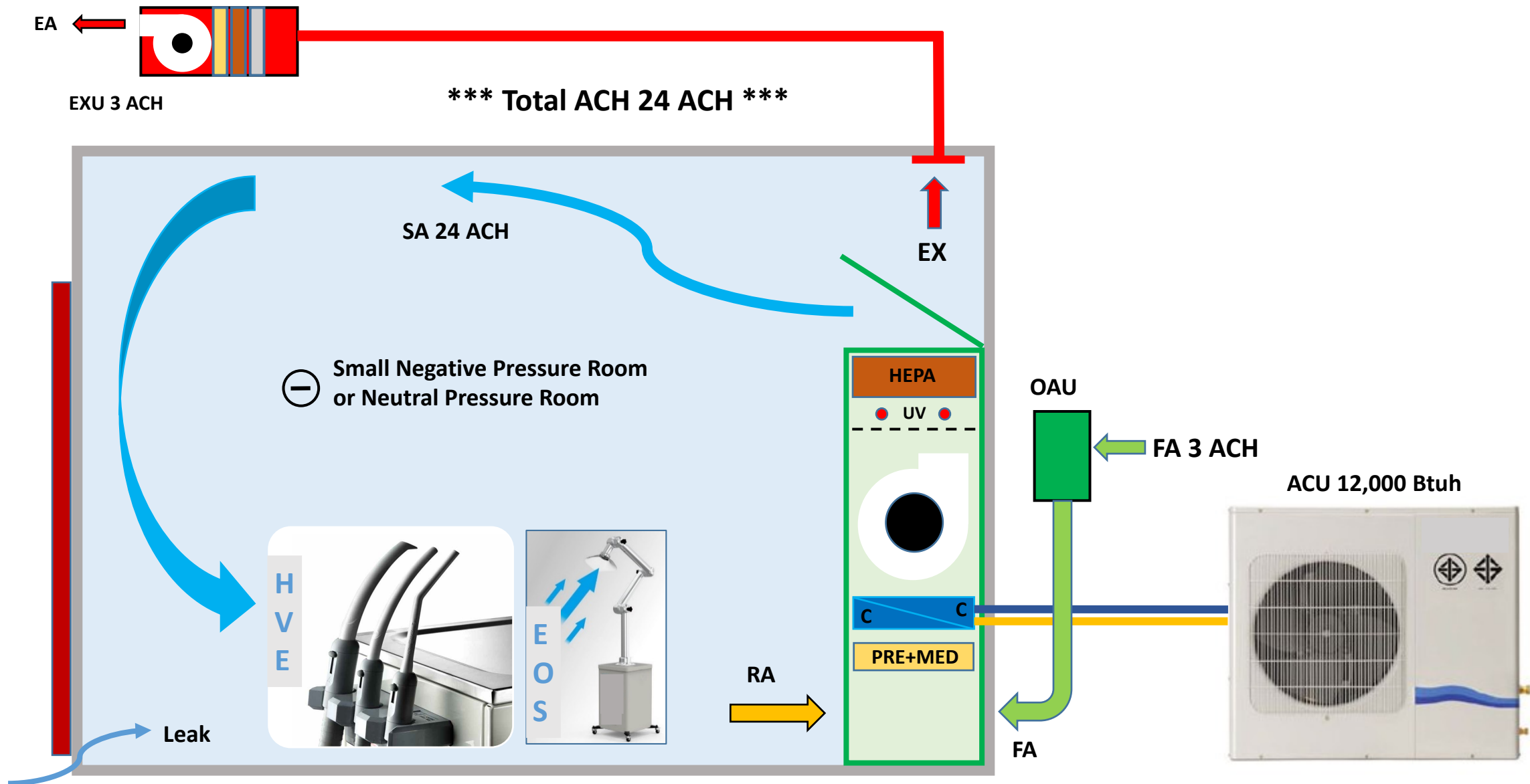


พัดลมยักษ์ + เปิดหน้าต่าง

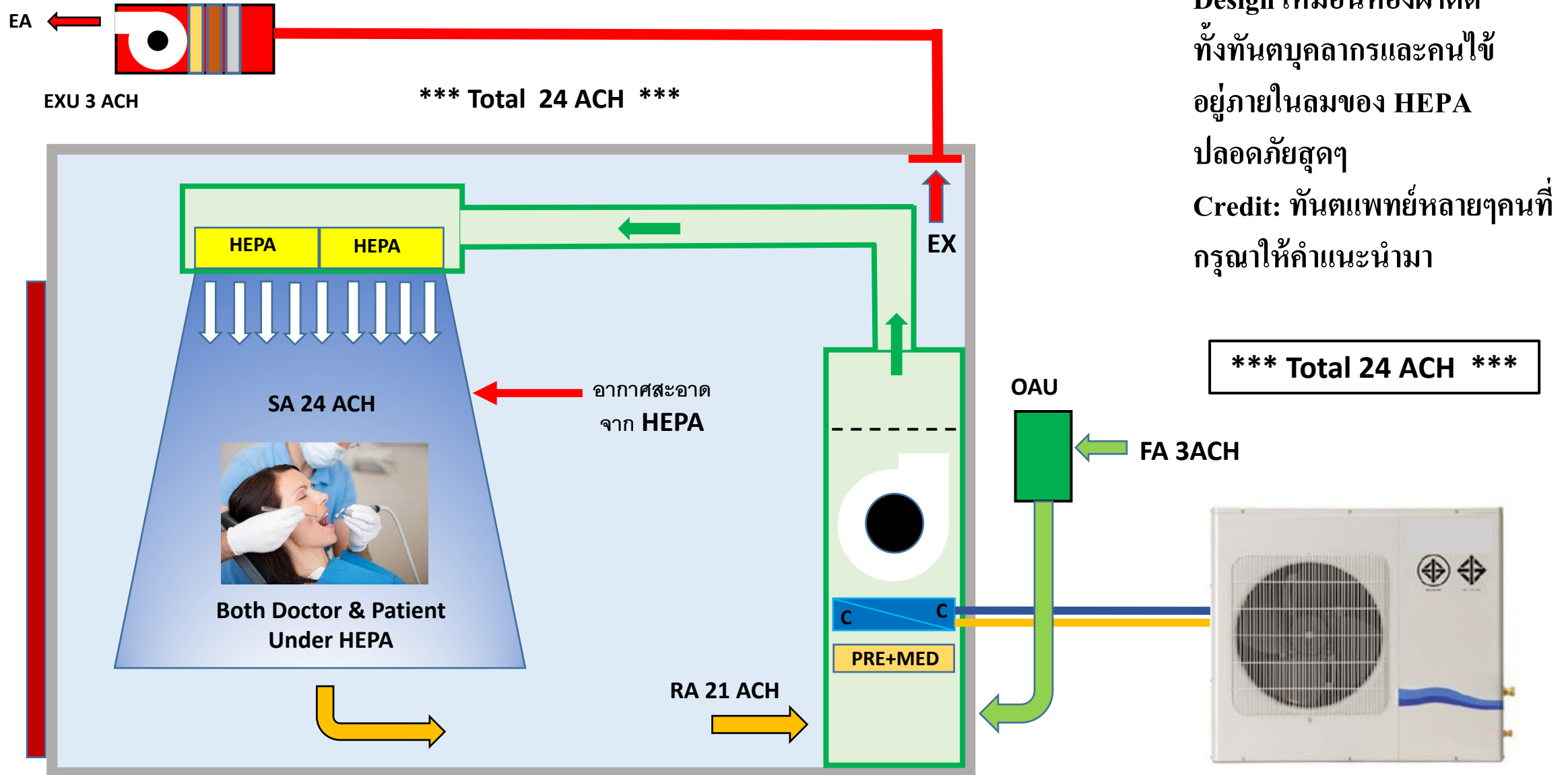
Low Cost HEPA Filtration Unit



*** เรื่องสำคัญมากคือตัวตู้ตั้งนี้เสียงต้องเงียบ ***



*** เรื่องสำคัญมากคือตัวตู้ตั้งนี้เสียงต้องเงียบ ***

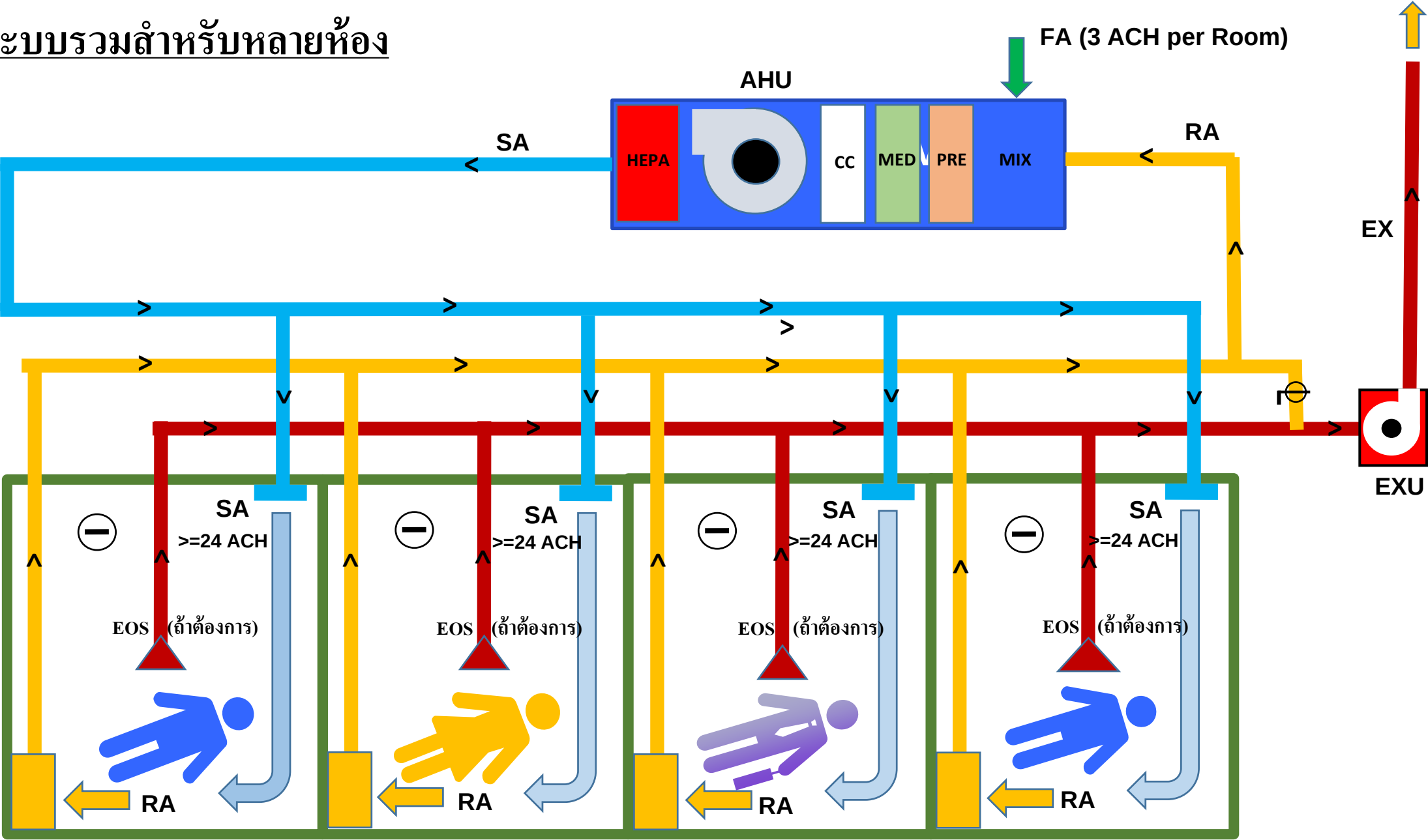


ทันตกรรมสู้ COVID

Design เหมือนห้องผ่าตัด
ทั้งทันตบุคลากรและคนไข้
อยู่ภายในลมของ HEPA
ปลอดภัยสุดๆ

Credit: ทันตแพทย์หลายๆคนที่
กรุณาให้คำแนะนำมา

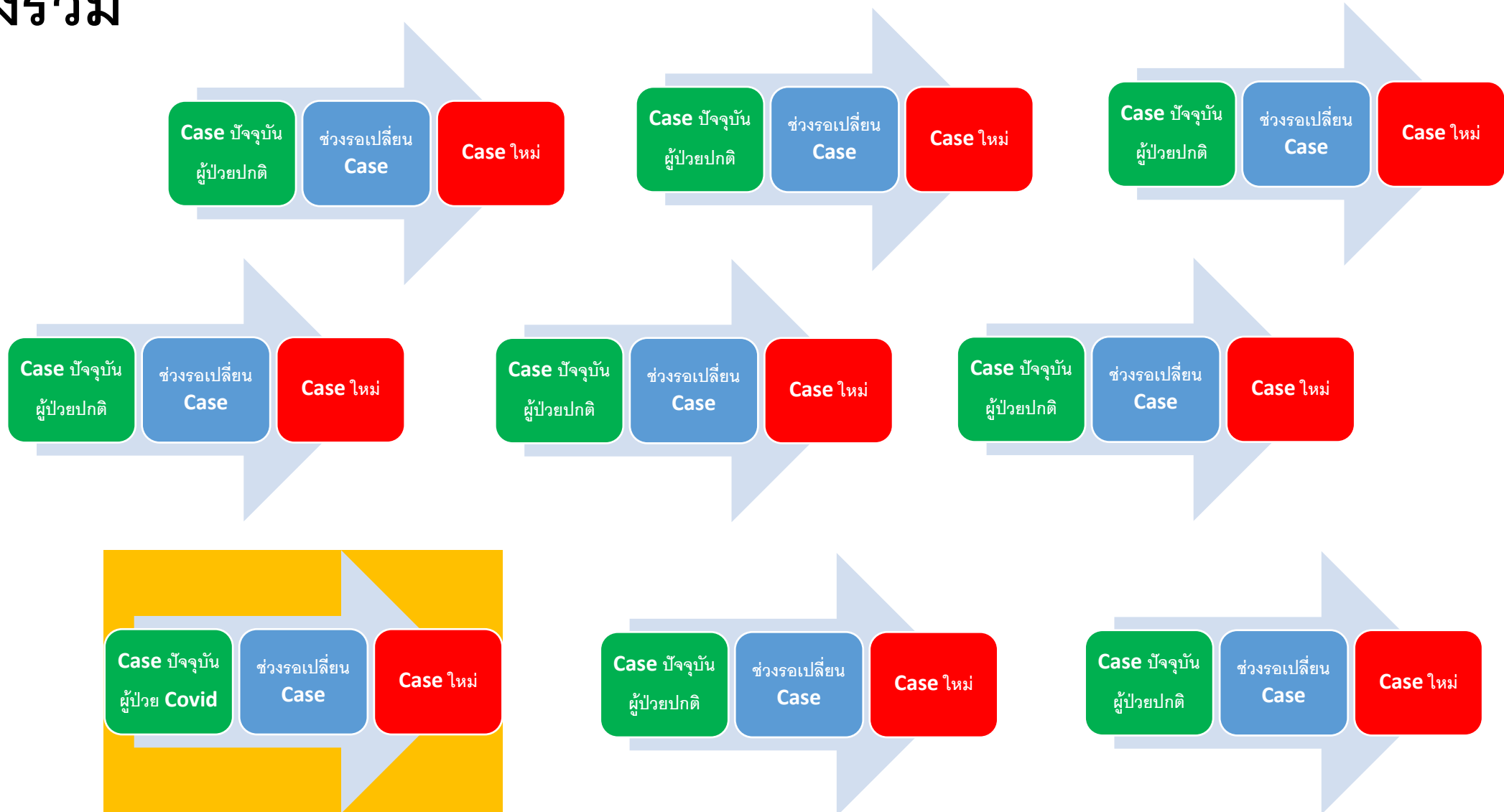
ระบบรวมสำหรับหลายห้อง



ห้องรวม

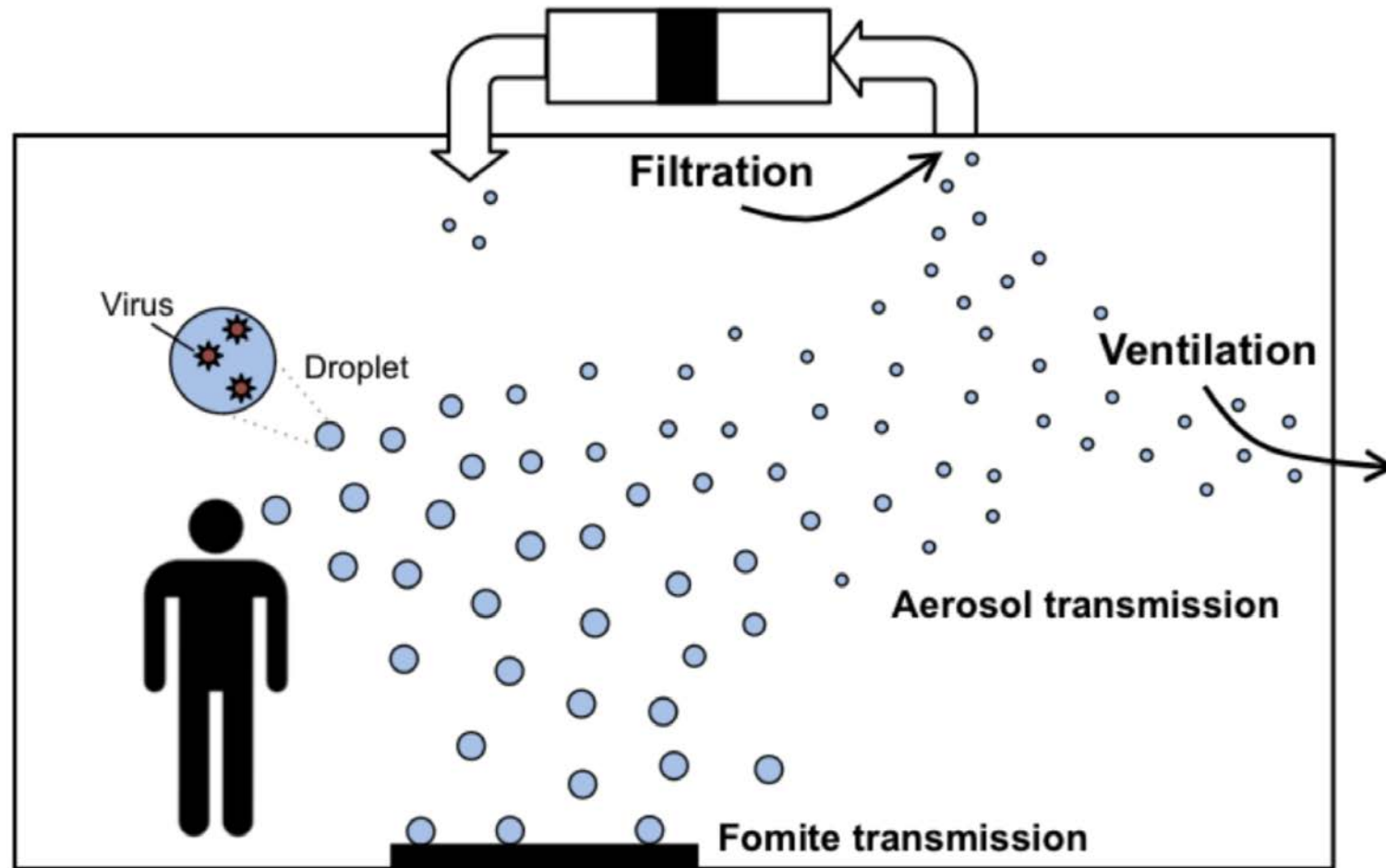
ห้องรวม

Air Dilution/Air Cleaning/Air Flow Direction/Partitions



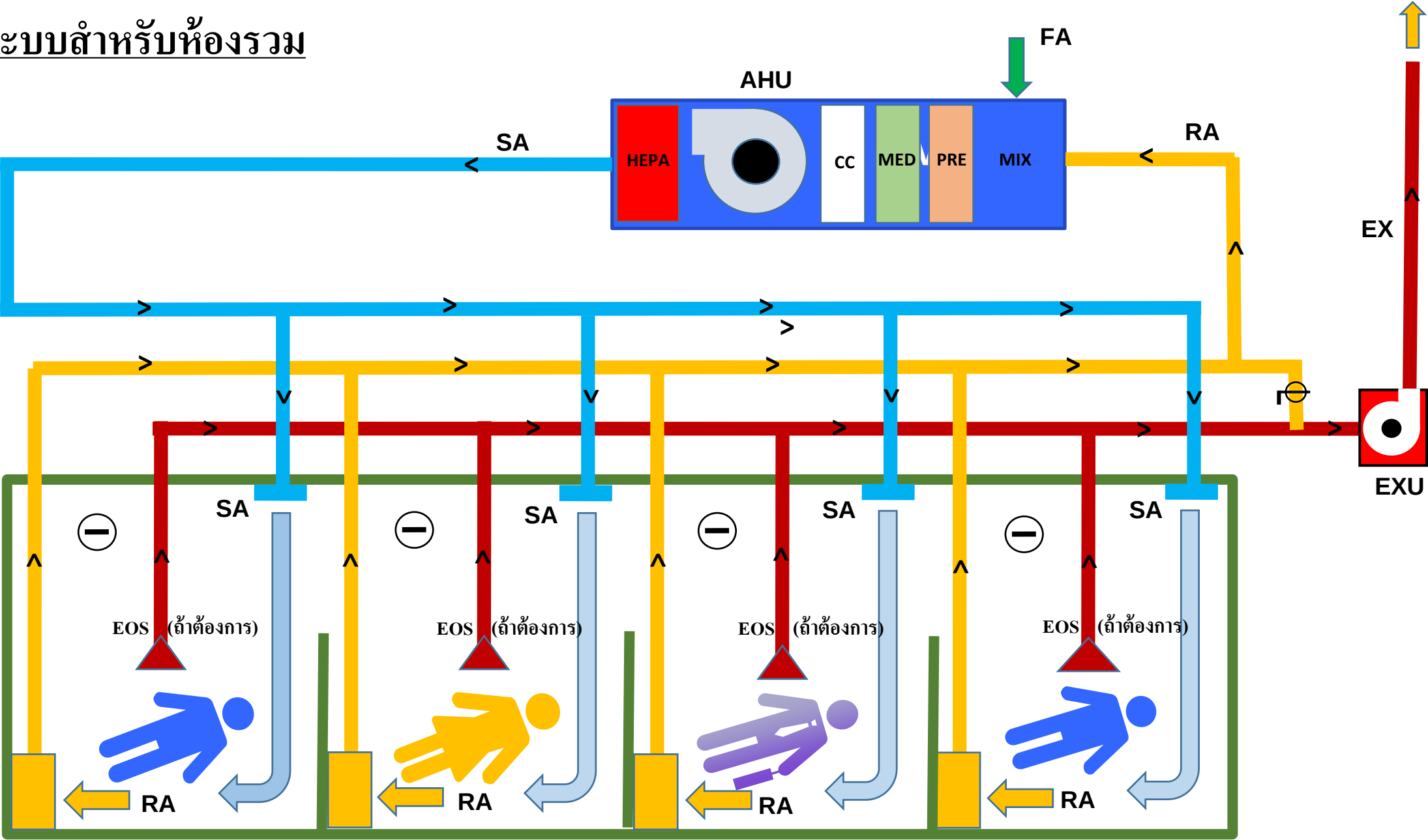
Multi-Chair Open Floor Plan Dental Clinic										
Total ACH/Chair & CMH/Chair for R0<0.5 (ACH is Based on 15 Sqmx2.8m Per Chair)										
Quanta=250/hr, Staff: Surgical Mask 40% Efficiency, Simulation for Covid-19 First Case, Staff:2.25# Per Chair										
Number	Case Exposure Time in Hour for Case1+Case2+Case3...etc (Total 3 Hrs)									
of	t=1+1+1		t=1.5+1.5		t=2+1		t=2.5+0.5		t=3+0	
Chair	ACH/C	CMH/C	ACH/C	CMH/C	ACH/C	CMH/C	ACH/C	CMH/C	ACH/C	CMH/C
2	15.0	630	21.6	907	28.8	1,209	35.9	1,507	37.5	1,574
3	15.6	655	22.8	957	30.4	1,276	37.9	1,591	41.6	1,746
4	15.9	667	23.4	982	31.2	1,309	39.0	1,637	43.7	1,834
5	16.1	676	23.8	999	31.7	1,330	39.6	1,662	45.0	1,889
6	16.2	680	24.0	1,007	32.0	1,343	40.0	1,679	45.9	1,926
7	16.3	684	24.2	1,016	32.2	1,351	40.3	1,691	46.5	1,952
8	16.4	688	24.3	1,020	32.4	1,360	40.5	1,700	46.9	1,968
9	16.4	688	24.4	1,024	32.6	1,368	40.7	1,708	47.3	1,985
10	16.5	693	24.5	1,028	32.7	1,372	40.8	1,712	47.6	1,998
11	16.5	693	24.6	1,032	32.8	1,377	40.9	1,717	47.8	2,006
12	16.5	693	24.6	1,032	32.8	1,377	41.0	1,721	48.0	2,015
13	16.6	697	24.7	1,037	32.9	1,381	41.1	1,725	48.1	2,019
14	16.6	697	24.7	1,037	32.9	1,381	41.2	1,729	48.3	2,027
15	16.6	697	24.8	1,041	33.0	1,385	41.2	1,729	48.4	2,031
16	16.6	697	24.8	1,041	33.0	1,385	41.3	1,733	48.5	2,035
17	16.6	697	24.8	1,041	33.1	1,389	41.3	1,733	48.6	2,040
18	16.6	697	24.8	1,041	33.1	1,389	41.4	1,738	48.7	2,044
19	16.7	701	24.9	1,045	33.1	1,389	41.4	1,738	48.8	2,048
20	16.7	701	24.9	1,045	33.2	1,393	41.4	1,738	48.8	2,048

ระบบกรองรวมสำหรับห้องใหญ่



Transmission and control of viruses via infectious droplets and aerosols in indoor environments

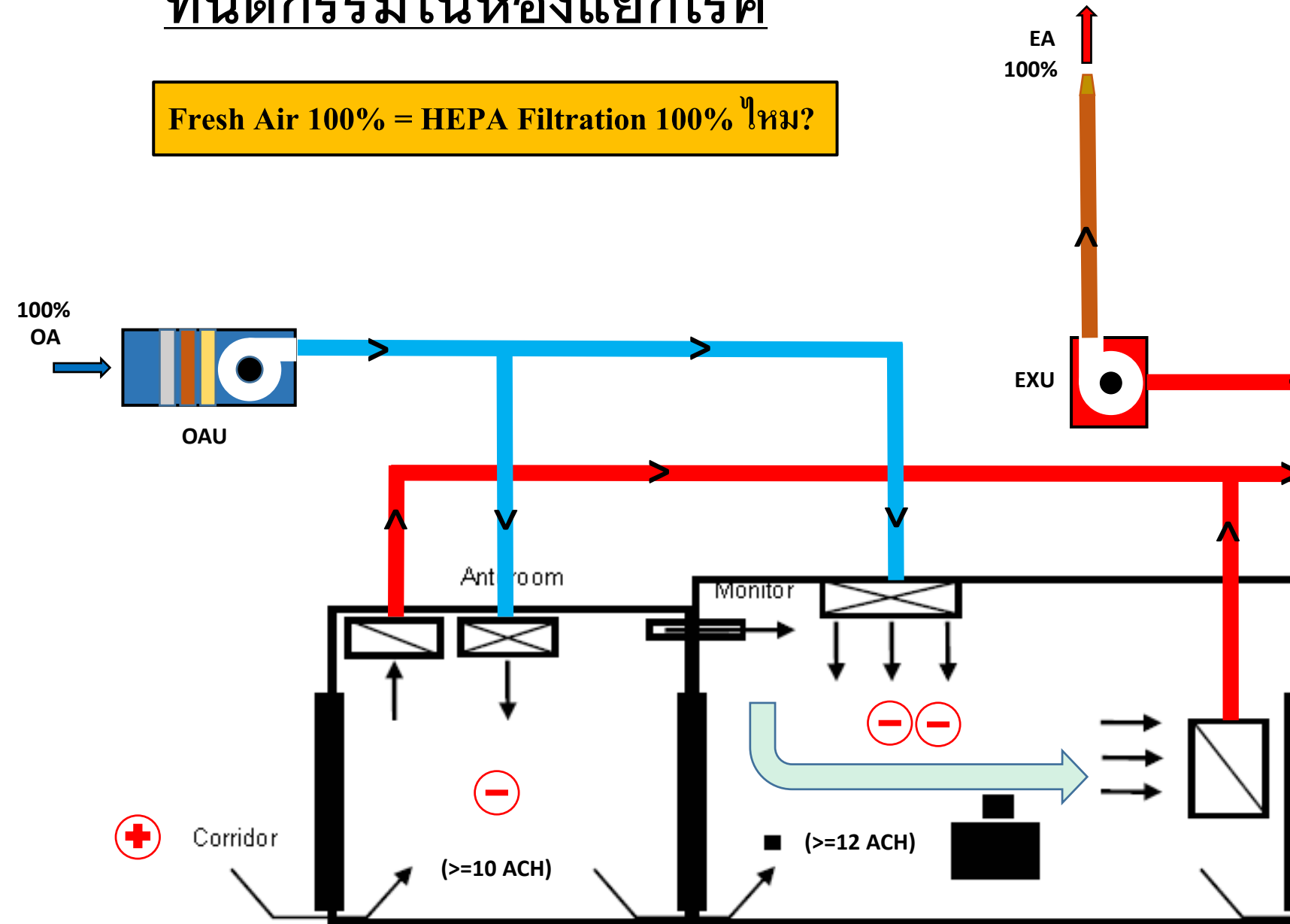
ระบบสำหรับห้องรวม



ห้องแยกโรค

ทันตกรรมในห้องแยกโรค

Fresh Air 100% = HEPA Filtration 100% ไหม?



- ใช้เฉพาะกับผู้ป่วย Covid ไม่ควรเอามาใช้ปะปนกับผู้ป่วยปกติ ไม่จำเป็นเลยในกรณีทั่วไป
- ห้องมีไว้กันเชื้อรั่ว ไม่ได้มีวัตถุประสงค์ให้เอามาทำทันตกรรมในกรณีทั่วไป ถ้าทันตกรรมทั้งหมดต้องแยกโรคด้วย ต้องรื้อห้องทันตกรรมทั่วประเทศ (ห้องธรรมดาทำ Negative ไม่ได้)
- สิ้นเปลืองพลังงานมหาศาล
- แพงมหาศาล
- OAU ซ่อมยากกว่า Lamborghini (นาน+แพง)
- ต้องพึ่งผู้ขาย 100% ในการดูแล (นาน+แพง)
- OAU ผสม. 99.999% ทำไม่เป็น
- OAU โอกาสได้ของดีถูกต้อง 0.001%
- ทันตกรรมไม่ปลอดภัยอยู่ดี ถ้า Quanta แรง
- ทันตกรรมไม่ปลอดภัยอยู่ดี ถ้า Exposure Time นาน (ACH ต้องมากกว่า 12 เยอะมากๆ)
- Fresh Air 100% ไม่ได้แปลว่าปลอดภัย 100%
- ถ้าว่า Exhaust 12 ACH ออกไปทั้งหมด ไม่ได้แปลว่า เชื้อทั้งหมด ถูกดูดออกไปพร้อมกับ Exhaust Air
- HEPA Filtration 12 ACH สะอาดเท่ากับ 99.9% ของ Fresh Air 100% 12ACH

หน้ากาก

Surgical Mask (Efficiency 40%) & No EOS											
0.2 ACH = No MV, 3 ACH = Standard 62.1 "GV", 24 ACH = "GV" (3 ACH) + "Recirculated through HEPA" (21 ACH)											
Exposure Time (Hr)	Infection Dose Quanta/hr	Ventilation by FA + Ventilation by HEPA Filter (+ Equipvalent Ventilation by UVGI...etc)									
		0.2 ACH		3 ACH "GV"		6 ACH		12 ACH		24 ACH	
		Risk %	R ₀	Risk %	R ₀	Risk %	R ₀	Risk %	R ₀	Risk %	R ₀
1	100	40.6	0.81	22.4	0.45	14.3	0.29	8.1	0.16	4.3	0.09
	200	64.7	1.29	39.7	0.79	26.6	0.53	15.6	0.31	8.5	0.17
	300	79.0	1.58	53.2	1.06	37.1	0.74	22.5	0.45	12.5	0.25
	400	87.5	1.75	63.7	1.27	46.1	0.92	28.8	0.58	16.3	0.33
	500	92.6	1.85	71.8	1.44	53.8	1.08	34.6	0.69	19.9	0.40
	600	95.6	1.91	78.1	1.56	60.4	1.21	39.9	0.80	23.4	0.47
	700	97.4	1.95	83.0	1.66	66.1	1.32	44.8	0.90	26.7	0.53
	800	98.4	1.97	86.8	1.74	70.9	1.42	49.3	0.99	29.9	0.60
	900	99.1	1.98	89.8	1.80	75.1	1.50	53.4	1.07	32.9	0.66
	1000	99.5	1.99	92.0	1.84	78.7	1.57	57.2	1.14	35.8	0.72
1.5	100	67.8	1.36	35.2	0.70	21.9	0.44	12.3	0.25	6.5	0.13
	200	89.6	1.79	58.0	1.16	39.0	0.78	23.1	0.46	12.6	0.25
	300	96.7	1.93	72.8	1.46	52.3	1.05	32.5	0.65	18.3	0.37
	400	98.9	1.98	82.4	1.65	62.8	1.26	40.8	0.82	23.7	0.47
	500	99.7	1.99	88.6	1.77	70.9	1.42	48.1	0.96	28.7	0.57
	600	99.9	2.00	92.6	1.85	77.3	1.55	54.5	1.09	33.3	0.67
	700	100.0	2.00	95.2	1.90	82.3	1.65	60.1	1.20	37.7	0.75
	800	100.0	2.00	96.9	1.94	86.1	1.72	65.0	1.30	41.7	0.83
	900	100.0	2.00	98.0	1.96	89.2	1.78	69.3	1.39	45.5	0.91
	1000	100.0	2.00	98.7	1.97	91.5	1.83	73.1	1.46	49.1	0.98

* Simulated by Gammaitoni and Nucci Infection Risk Model

*** Surgical Mask is not safe for Covid-19, except that when ventilation rate is very high (24 ACH) ***



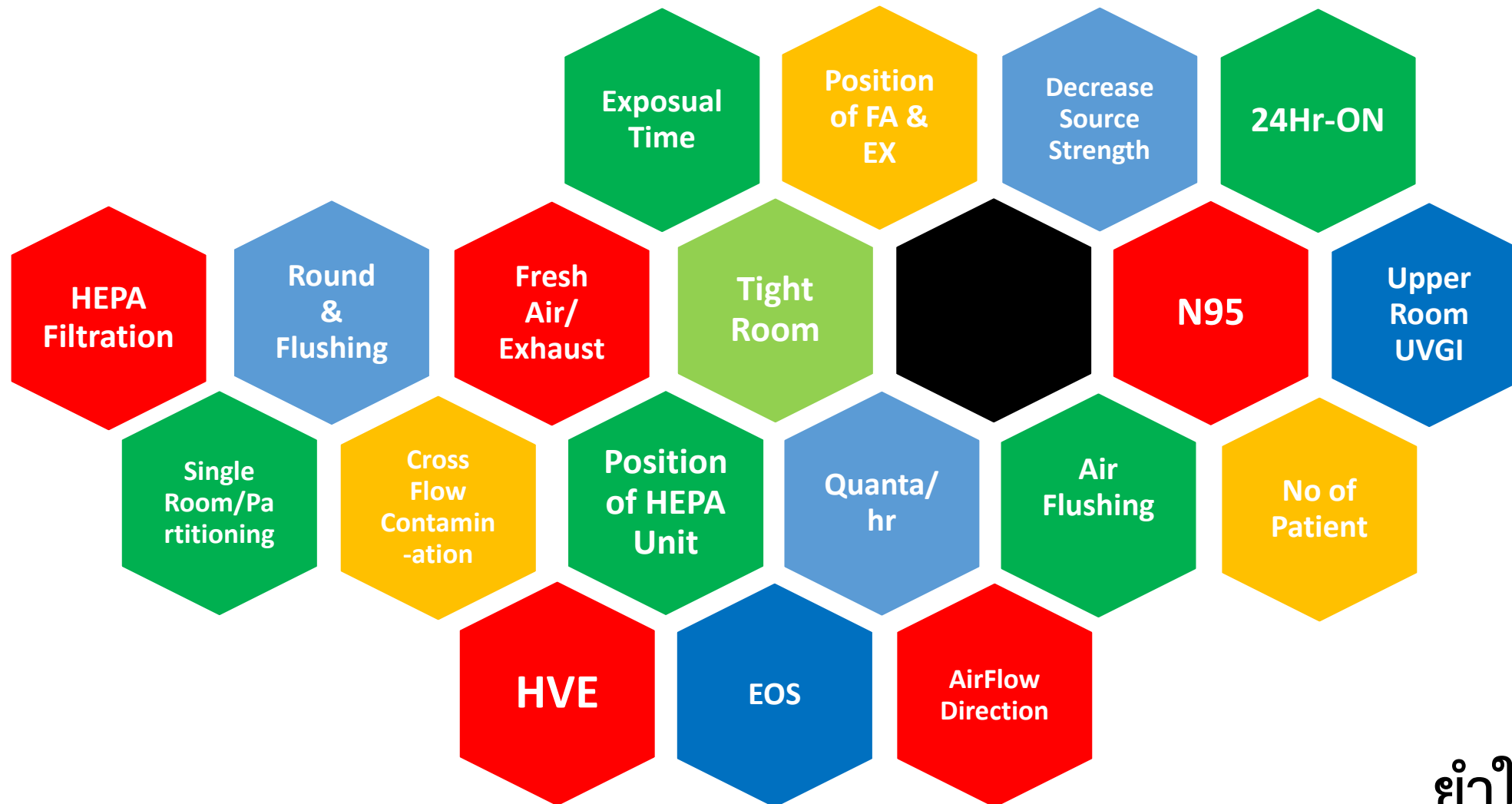
HEPA Mask (Efficiency 95%) & No EOS											
0.2 ACH = No MV, 3 ACH = Standard 62.1 "GV", 24 ACH = "GV" (3 ACH) + "Recirculated through HEPA" (21 ACH)											
Exposure Time (Hr)	Infection Dose Quanta/hr	Ventilation by FA + Ventilation by HEPA Filter (+ Equipvalent Ventilation by UVGI...etc)									
		0.2 ACH		3 ACH "GV"		6 ACH		12 ACH		24 ACH	
		Risk %	R ₀	Risk %	R ₀	Risk %	R ₀	Risk %	R ₀	Risk %	R ₀
1	100	4.2	0.08	2.1	0.04	1.3	0.03	0.7	0.01	0.4	0.01
	200	8.3	0.17	4.1	0.08	2.5	0.05	1.4	0.03	0.7	0.01
	300	12.2	0.24	6.1	0.12	3.8	0.08	2.1	0.04	1.1	0.02
	400	15.9	0.32	8.1	0.16	5.0	0.10	2.8	0.06	1.5	0.03
	500	19.5	0.39	10.0	0.20	6.2	0.12	3.5	0.07	1.8	0.04
	600	22.9	0.46	11.9	0.24	7.4	0.15	4.2	0.08	2.2	0.04
	700	26.2	0.52	13.7	0.27	8.6	0.17	4.8	0.10	2.6	0.05
	800	29.3	0.59	15.5	0.31	9.8	0.20	5.5	0.11	2.9	0.06
	900	32.3	0.65	17.3	0.35	10.9	0.22	6.2	0.12	3.3	0.07
	1000	35.2	0.70	19.0	0.38	12.1	0.24	6.8	0.14	3.6	0.07
1.5	100	9.0	0.18	3.5	0.07	2.0	0.04	1.1	0.02	0.6	0.01
	200	17.2	0.34	7.0	0.14	4.0	0.08	2.2	0.04	1.1	0.02
	300	24.7	0.49	10.3	0.21	6.0	0.12	3.2	0.06	1.7	0.03
	400	31.5	0.63	13.5	0.27	7.9	0.16	4.3	0.09	2.2	0.04
	500	37.7	0.75	16.5	0.33	9.8	0.20	5.3	0.11	2.8	0.06
	600	43.3	0.87	19.5	0.39	11.6	0.23	6.4	0.13	3.3	0.07
	700	48.4	0.97	22.4	0.45	13.4	0.27	7.4	0.15	3.9	0.08
	800	53.0	1.06	25.1	0.50	15.2	0.30	8.4	0.17	4.4	0.09
	900	57.3	1.15	27.8	0.56	16.9	0.34	9.4	0.19	4.9	0.10
	1000	61.1	1.22	30.3	0.61	18.6	0.37	10.4	0.21	5.5	0.11

* Simulated by Gammaioni and Nucci Infection Risk Model



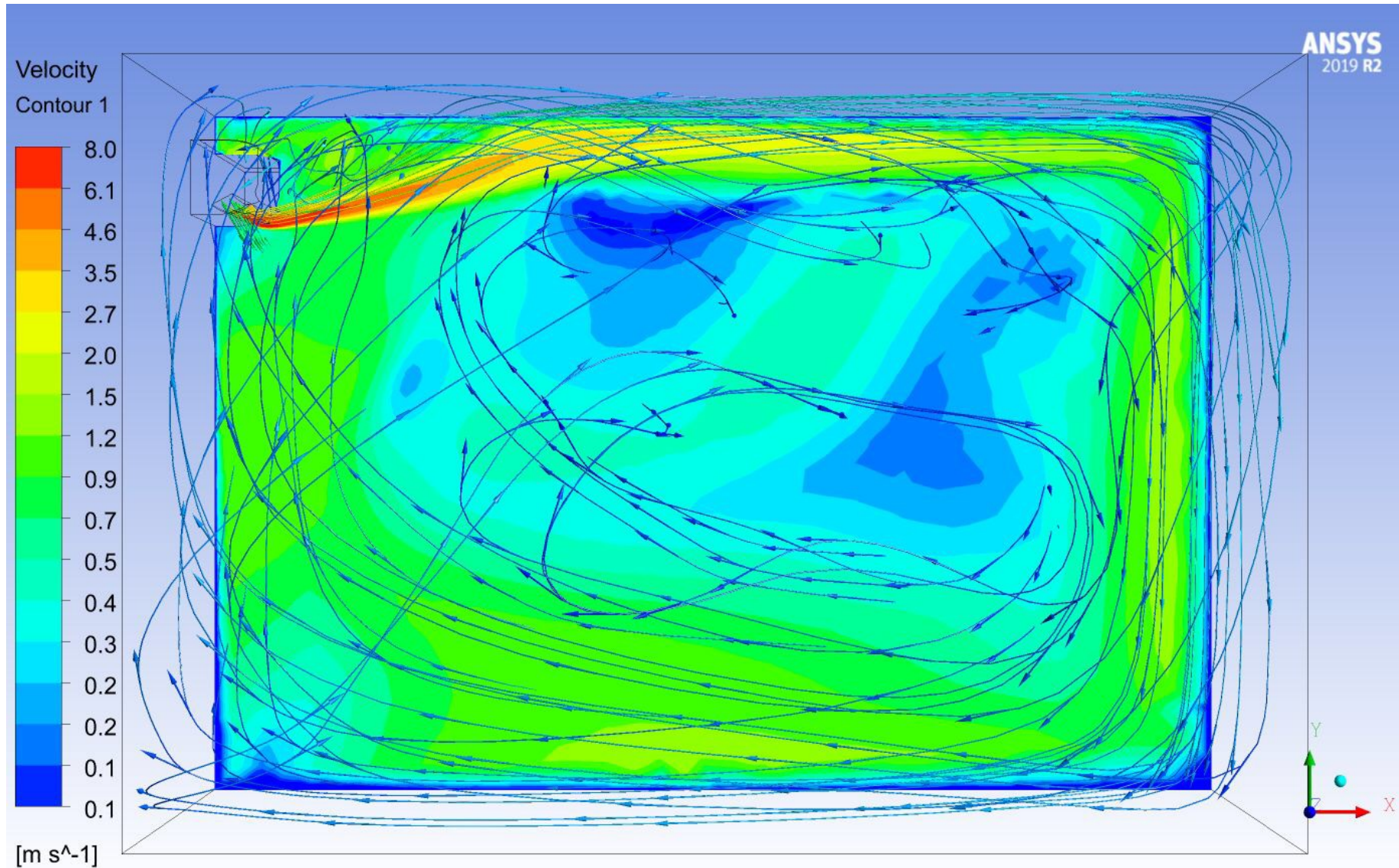
*** คุณหมอและผู้ช่วยปลอดภัยเสมอถ้าใส่ HEPA Mask และจัดให้มีการระบายอากาศอย่างน้อย 3 ACH (PAPR จะยิ่งดี) ***

อื่นๆ



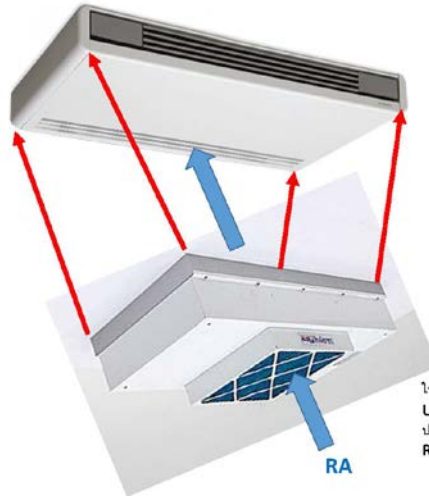
ย៉ำใหญ่

Split-Type Unit Air Flow Direction



Application ของ Fan Filter Unit (FFU) มีมากมาย

Solution
คลินิก
ทันตกรรม
ชั่วคราว

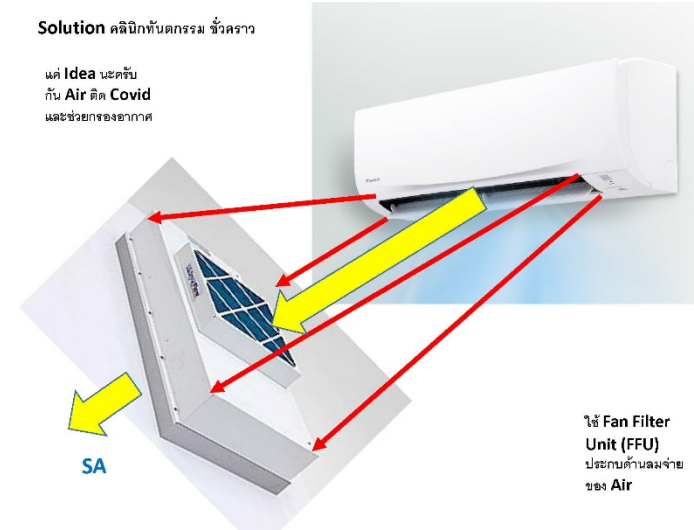


แค่ Idea นะครับ
กัน Air ติด Covid
และช่วยกรองอากาศ

ใช้ Fan Filter
Unit (FFU)
ประกอบโต๊ะช่อง
Return ของ Air

Solution คลินิกทันตกรรม ชั่วคราว

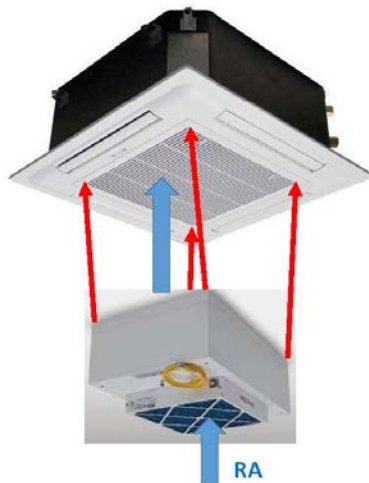
แค่ Idea นะครับ
กัน Air ติด Covid
และช่วยกรองอากาศ



ใช้ Fan Filter
Unit (FFU)
ประกอบโต๊ะลมจ่าย
ของ Air

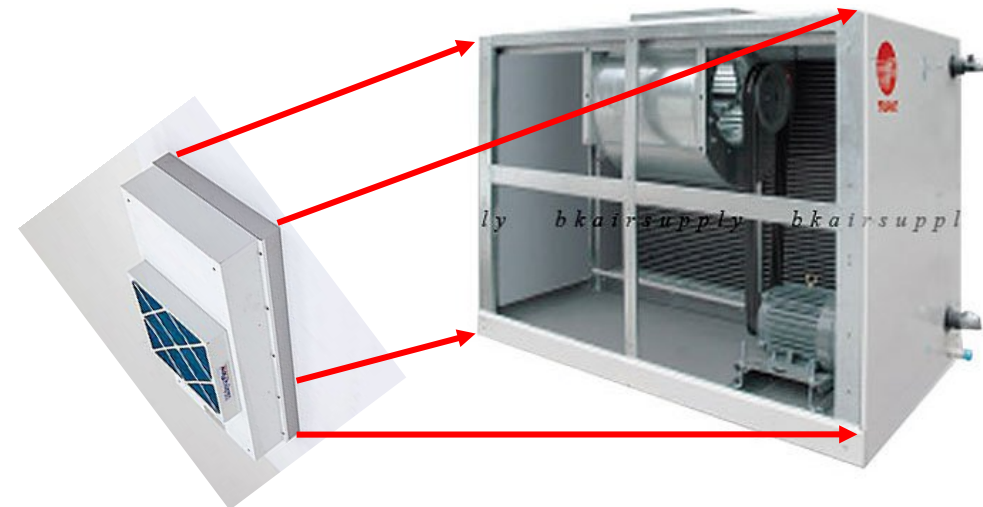


Solution คลินิกทันตกรรม ชั่วคราว



แค่ Idea นะครับ
กัน Air ติด Covid
และช่วยกรองอากาศ

ใช้ Fan Filter
Unit (FFU)
ประกอบโต๊ะช่อง
Return ของ Air



NEGATIVE AIR PURIFIER



พร้อม **ปกป้องคุณ** จาก **เชื้อโรคร้าย**

เลือก Solution ที่เหมาะสม สำหรับแต่ละหน่วยงาน
Cost/ข้อดี/ข้อเสีย
ความเสี่ยงของแต่ละที่ไม่เหมือนกัน

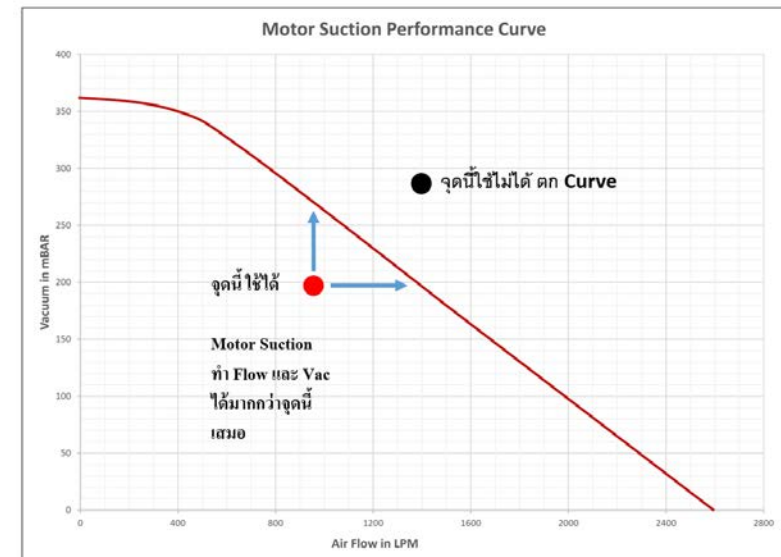


HVE

ข้อมูลเพื่อการเลือกรุ่น Motor Suction สำหรับ HVE ให้ถูกต้อง

วิธีการ

- 1) จากค่าในตารางด้านซ้ายมือ ให้ตัดสินใจเลือกค่า vac และ flow ที่ต้องการออกมาคู่หนึ่ง ค่า flow ที่มากๆ ก็ จะดูคดปล่อยละอองเล็กๆ ได้ดีกว่า ส่วนค่า vac มากๆ ก็ช่วยเรื่องแรงดูด สำหรับของหนักๆ ได้ดีกว่า
- 2) เอาค่า flow กับ vac ไป plot ลงบน performance curve ของ motor suction ตัวที่สนใจ ถ้าจุดที่ plot อยู่นอก curve ไปทางด้าน บน-ขวา ดังแสดงในรูป เช่นจุดดำ ก็ถือว่าใช้ไม่ได้ เขาเรียกว่า ตก curve แต่ถ้าจุดที่ plot อยู่ภายใน ทางด้าน ซ้าย-ล่าง ของ curve จึงจะถือว่าใช้ได้ เช่นจุดแดง บางทีถ้าตก curve ไปนิดหน่อยก็อาจ ไม่เป็นไร เพราะ flow กับ vac อาจจะขาดไปเพียงนิดเดียว เรื่องนี้ต้องพิจารณาเป็นกรณีไป เพราะค่า flow กับ vac ก็มีความยืดหยุ่นอยู่
- 3) เวลาใช้งานจริง จุดทำงาน จะกระเียบไปอยู่บนเส้น performance curve เสมอ ทำให้เราได้ flow มากเกิน ต้องการไปนิดหน่อย หรือ ไม่ก็ได้ vac เกินต้องการไปนิดหน่อย จะ ไม่มีวันได้พอดีเป๊ะ ยกเว้นว่าเครื่อง motor suction เป็นแบบปรับรอบได้



HVE Vacuum Level (At Suction Tip of HVE) from References			
mBar	mmHg	inHg	Reference
270	202	8	USA[1],USA[2], Maximum
220	165	6.5	ENG[1] Estimated Maximum
204	153	6	USA[1] USA[2], AUS[1], Minimum
150	112	4.4	ENG[1], ITA[1], EU[1], Estimated Minimum
At Motor Suction Inlet, Vacuum level is approximately 20-30 mBar Higher due to pressure loss in piping system from dental chair to motor suction inlet			

HVE Suction Inlet Flow (Per Chair) from References			
LPM/C	CFM/C		Reference
425	15		USA[1],USA[2], Maximum
300	10.6		EU[1], AUS[1], Recommended
250	8.8		ENG[1] Minimum
200	7		USA[2], Minimum

References
USA[1]=Aeromedical Review, "Central Dental Evacuation Systems", USAF School of Aerospace Medicine, USA, 1982
USA[2]=Department Of Veterans Affairs , SPECIFICATIONS & CRITERIA, Section 22 62 19.74, "Dental Vacuum and Evacuation Equipment", USA
ENG[1]=NSH Estates, "Dental Compressed Air and Vacuum Systems", AN UPDATE OF HTM 2022 – SUPPLEMENT 1, United Kingdom, 2003
AUS[1]=METASYS, "Suction Systems - Sizing/Calculation US 2018-03", METASYS Medizintechnik GmbH
ITA[1]=CATTANI Website, Choosing the Correct Suction System for Your Practice"
EU[1]=DURR DENTAL Website, "The Hidden Danger: Spray Mist"

Thank You for Your Attention!



หากมีข้อสงสัยใดๆ กรุณาส่งคำถามมาทาง
Inbox ใน Facebook Page

“ตุลย์ มณีวัฒนา/Tul Manewattana”

และสุดท้ายนี้ต้องขอขอบคุณทันตแพทย์
หลายๆท่านที่กรุณาให้ข้อมูลและอธิบายอะไร
หลายๆอย่างให้เข้าใจอย่างกระจ่างจนสามารถ
ทำ Presentation ชุดนี้ขึ้นมาได้