بسم الله الرحمن الرحيم

اتاق ایزوله تنفسی عفونتهای منتقله از هوا با فشار منفی

AIRBORNE INFECTION ISOLATION ROOM WITH NEGATIVE PRESSURE

اختصارات

- AIA
- ASHRAE
- CAL / OSHA
- CDHS
- CDC
- CMC
- ICS
- OSHA
- OSHPD
- UBC

اصطلاحات

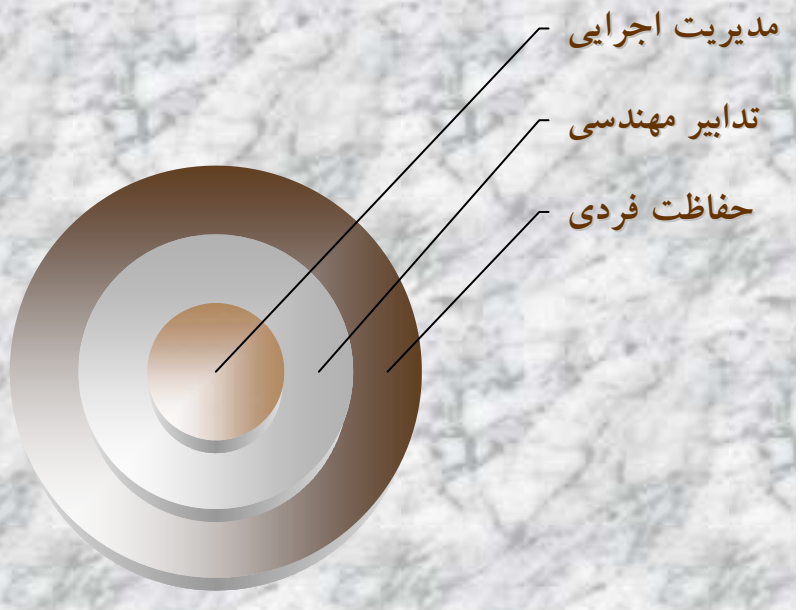
- ACH
- CFM
- FPM
- HEPA
- HVAC
- “ W.C.
- UV
- UVGI
- VAV

فهرست مطالب

۱. پیشگفتار
۲. آنچه که مهندسین باید در ارتباط با کنترل بیماری منتقله از طریق هوا بدانند؟اصول
۳. آئین نامه ها ، قوانین و توضیحات
۴. طراحی یک اتاق ایزوله تنفسی فشار منفی با استفاده از تکنولوژی جدید
۵. ارزیابی مطابقت یک اتاق با معیارهای یک اتاق ایزوله
۶. ارتقاء یا تبدیل یک اتاق معمولی به اتاق ایزوله تنفسی
۷. ضمائم

preface

۱-پیشگفتار



کنترل بیماری های عفونی با
بالاترین ایمنی ممکن

preface

پیشگفتار

گروه هدف:

۱. مدیران بیمارستانها
۲. کارشناسان بهداشت محیط
۳. مدیران و مهندسین شاغل در دانشگاهها و بیمارستانها

۲-آنچه که مهندسین باید در ارتباط با کنترل بیماری منتقله از طریق هوا بدانند ؟ (اصول)

What Does Engineering Have to Do with Infection Control? The Basics

- انتقال میکروارگانیزم (ویروس H5N1 و H1N1 و ...)

آنچه که مهندسین باید در ارتباط با کنترل بیماری منتقله از طریق هوا بدانند ؟ (اصول)

تهویه

انتقال (خروج) هوا

کجا؟!

- به یک محل ایمن و مطمئن
- عبور از یک فیلتر هپا

رقیق سازی
با ورود هوای تمیز

۲-آنچه که مهندسین باید در ارتباط با کنترل بیماری منتقله از طریق هوا بدانند ؟ (اصول)

What Does Engineering Have to Do with Infection Control? The Basics

$$ACH = \frac{\text{airflow per hour}}{\text{room volume}} = \frac{\text{CFM X 60 minutes}}{\text{cubic feet}}$$

مثال

آنچه که مهندسین باید در ارتباط با کنترل بیماری منتقله از طریق هوا بدانند ؟ (اصول)

اختلاط هوا ، سکون و میان برشدن هوای ورودی

- هرچه اختلاط بهتر صورت بگیرد عملیات ترقیق و جابجایی و تخلیه بهتر انجـــام می شود .
- باید به گونه ای عمل شود که از سکون و میان برشدن هوا جلوگیری شود .

آنچه که مهندسین باید در ارتباط با کنترل بیماری منتقله از طریق هوا بدانند ؟ (اصول)

محل نصب دریچه های ورودی هوای تمیز و خروجی هوای مخلوط اتاق

- برای اختلاط کامل هوای تمیز ورودی با هوای موجود ، دریچه های تخلیه تا حد ممکن دور از ورودی هوای تازه قرار گیرند .

توجه : برای جبران آثار منفی نشست گرد و غبار، دریچه تخلیه ،کانالهای هوا و دستگاههای اگزاست فن را کمی بزرگتر از اندازه در نظر بگیرند.

آنچه که مهندسین باید در ارتباط با کنترل بیماری منتقله از طریق هوا بدانند ؟ (اصول)

هدایت جریان هوا

- جهت حرکت هوا از سمت مراقبان بهداشتی به سمت بیماران می باشد.

آنچه که مهندسین باید در ارتباط با کنترل بیماری منتقله از طریق هوا بدانند ؟ (اصول)

فشار منفی:

- هر چه مقدار انحراف بیشتر و اتاق درزبندی مناسبتری داشته باشد ، نتیجه حاصله قابل قبول تر است .

انتشار اشعه فرابنفش با خاصیت ضد عفونی کنندگی (UVGI)

- UVGI دارای کاربری دوگانه می باشد :
  - UVGI کانالی
  - UVGI هوای نیمه فوقانی اتاق

۳- آیین نامه ها ، قوانین

THE LETTERS AND LAWS

	Regulations		Guidelines		
	OSHPD[1]	Cal/OSHA[2]	CDC[3]	ASHRAE[4]	AIA[5]
Room designation	negative-pressure isolation room	atmospheric isolation	TB isolation rooms and treatment rooms	infectious isolation room	airborne infection isolation room
Applies to	new & remodel	all	all	new & remodel	new & remodel
Total air changes per hour (ACH)	≥10	≥12	prefer ≥12 minimum ≥6	≥6	≥12
In-room HEPA recirculation allowed?	only for remodel under PIN 4, dated 2/16/96	yes	yes, if used to achieve 12 ACH	no	yes
Total ACH can include HEPA recirculation?	no	yes	yes	no	yes
HEPA-filtered recirculation to other areas?	no	yes	only if unavoidable	no	yes
Dedicated exhaust required?	yes	no	no	no	no
Exhaust discharge location	on roof 25' from openings, and minimum 7' high, or HEPA filtered	sufficiently separated from fresh air intakes	to prevent reentry of air into building unless HEPA-filtered	on roof, minimum 10' high, away from openings	on roof, 25' from fresh air intakes
Minimum outside air change rate (OSA ACH)	2	not addressed	not addressed	2	2
Minimum exhaust air excess airflow (offset)	75 CFM	not addressed	10% of supply or 50 CFM, whichever is greater	not addressed	50 CFM

آیین نامه ها ، قوانین

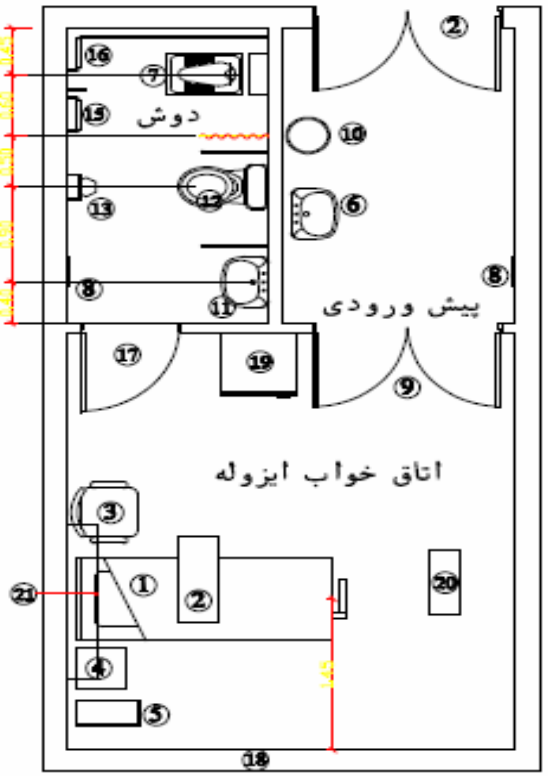
THE LETTERS AND LAWS

	Regulations		Guidelines		
	OSHPD[1]	Cal/OSHA[2]	CDC[3]	ASHRAE[4]	AIA[5]
Minimum room pressure differential	0.001" W.G.	not addressed	0.001" W.G.	not addressed	not addressed
Minimum air velocity under door	100 FPM	not addressed	not addressed	not addressed	not addressed
Air distribution	supply high, exhaust low, specific arrangement	not addressed	see figure S3-2 on page 75 of CDC Guidelines	from clean (ceiling) to less clean (floor) areas	from clean to less clean areas
Upper room or in-duct UVGI allowed?	not addressed	yes, but not in lieu of ventilation	yes, but not in lieu of ventilation	not addressed	yes, but not in lieu of ventilation
Variable air volume ventilation allowed	no	not addressed	not addressed	yes, but maintain minimum code ACH and pressurization	yes, but maintain minimum code ACH and pressurization
Anteroom required?	yes	no	no	"may be desirable"	no
Minimum anteroom ACH	10	not addressed	not addressed	10	10
Minimum anteroom outside air change rate (OSA ACH)	2	not addressed	not addressed	2	no recommendation
Anteroom pressurization?	positive to isolation room, neutral to corridor	not addressed	positive to isolation room, may vary to corridor	not addressed	positive to isolation room, negative to corridor
Monitoring of negative pressure	continuous, alarmed	test annually	check daily while being used for isolation	not addressed	not addressed

آیین نامه ها ، قوانین

THE LETTERS AND LAWS

1 تختخواب بستری
2 میزقابل انتقال روی تخت
3 مبل راحتی تختخواب شو
4 قفسه کنار تخت با کشو قفل داربا رنگ کورهای
5 گنجه لباس بیمار
6 دستشوئی
7 توالت ایرانی
8 رخت آویزدیواری
9 دروورودی ۲لنگه
10 سطل رخت کثیف
11 دستشوئی بدون پایه
12 توالت فرنگی
13 جای حوله
14 پرده پلاستیکی
15 علم دوش با رنگ کرومه
16 دستگیره با رنگ کوره ای
17 در حمام با عرض ۸۰سانتیمترویاخوراز دوطرف
18 دیوارخارجی
19 یخچال به ظرفیت ۵فوت
20 تلویزیون
21 کنسول بالای تخت



پلان مبلمان اتاق ایزوله

SC:1/50

۴- طراحی یک اتاق (بخش) ایزوله تنفسی با تکنولوژی جدید

- مقدمه، طراحی
- ملاحظات معماری
- میزان تهویه
- کانالهای و دریچه های هوای رفت و اگزاست
- فشار منفی
- تخلیه هوای اتاق ایزوله
- پایش مداوم فشار اتاق ایزوله
- **اتاق تعویض لباس پرستار**

طراحی یک اتاق (بخش) ایزوله تنفسی با تکنولوژی جدید

- مقدمه ، طراحی:

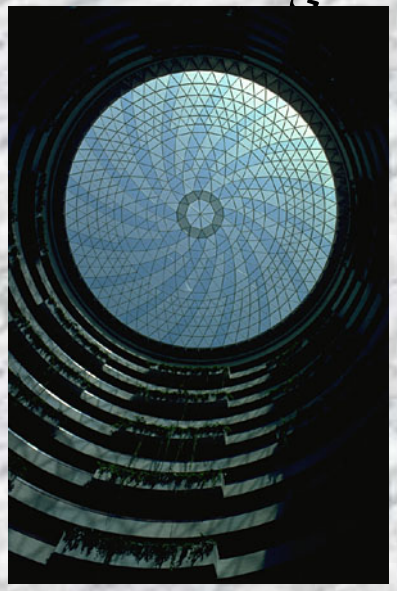
ARCHITECTURAL & MECHANICAL & ELECTERICAL ENGINEERING

طراحی یک اتاق (بخش) ایزوله تنفسی با تکنولوژی جدید

- **ملاحظات معماری:**
  - رعایت تمام جنبه های یک اتاق بستری مراقبت شدید
  - رعایت مقررات ملی ساختمان
  - هوابند بودن کامل اتاق
  - سقف کاذب اندود گچ یکپارچه
  - چراغها روکار
  - درزگیری کلیه تجهیزات روکار
  - دوری از کوران هوا
  - استفاده از تجهیزات SELF CLOSING درب

طراحی یک اتاق (بخش) ایزوله تنفسی با تکنولوژی جدید

- **میزان تهویه:**
  - **ملاحظات کنترل بیماری مهمتر از ملاحظات رفاه و آسایش انسانی هستند.**
  - **نرخ تهویه ناشی از تخلیه هوا باید حداقل 12ACH باشد.**



طراحی یک اتاق (بخش) ایزوله تنفسی با تکنولوژی جدید

کانالهای و دریچه های هوای رفت و اگزاست :

- بهترین آرایش دریچه ها به اینگونه است که دریچه هوای رفت روی سقف و در سمت پای تخت (بیمار) و دریچه اگزاست روی دیوار و نزدیک کف اتاق و در سمت سرتخت (بیمار) می باشد.
- لبه زیرین دریچه اگزاست باید حدود ۶ اینچ بالاتر از کف تمام شده قرار گیرد .
- رایزر عمودی کانال اگزاست باید در محدوده دیوارهای اتاق ایزوله قرار گیرد .
- فضای جلوی گریل اگزاست باید باز و بدون وسایل اضافی باشد.

طراحی یک اتاق (بخش) ایزوله تنفسی با تکنولوژی جدید

فشار منفی :

- اختلاف فشار واقعی که در اثر انحراف ایجاد می شود وابسته به دو عامل مهم است :
  - میزان هوابند و درز بند بودن اتاق.
  - اندازه فاصله هوایی پایین درب.
- مهندسان مشاور پیشنهاد می کنند که مقدار اختلاف فشار دوطرف درب اتاق ایزوله تقریباً ۰/۰۳ اینچ آب باید باشد .بنابراین:

نرخ جریان هوای ورودی به اتاق+۱۰۰≥ نرخ جریان هوای خروجی به وسیله اگزاست

- سرویس بهداشتی اختصاصی:ACH ۱۰ و فشار منفی و تخلیه هوا به خارج

طراحی یک اتاق (بخش) ایزوله تنفسی با تکنولوژی جدید

Case Study

Dedicated Bathroom Case Study

Background

Assume an isolation room with a dedicated bathroom. Supply air to the isolation room is measured and found to be 200 CFM.

The isolation room volume is approximately 1,000 cubic feet, so the supply air change rate is 12 ACH.

You are installing a new exhaust fan with a capacity of 300 CFM that will serve only the isolation room suite. Local codes mandate a minimum air change rate of 10 ACH in toilet rooms. The toilet room volume is approximately 240 cubic feet, so a minimum of 40 CFM exhaust is required.

The Options

How should the 300 CFM of exhaust air be split up between the bathroom and the isolation room?

- Should 250 CFM be exhausted in the isolation room and 50 CFM in the bath-room?
- Or should 200 CFM be exhausted in the isolation room and the remaining 100 CFM in the bathroom?

The Best Arrangement

The preferred arrangement is to exhaust 250 CFM at the isolation room and 50 CFM at the bathroom (as shown in the diagram on the next page), rather than 200 CFM at the isolation room and 100 CFM at the bathroom.

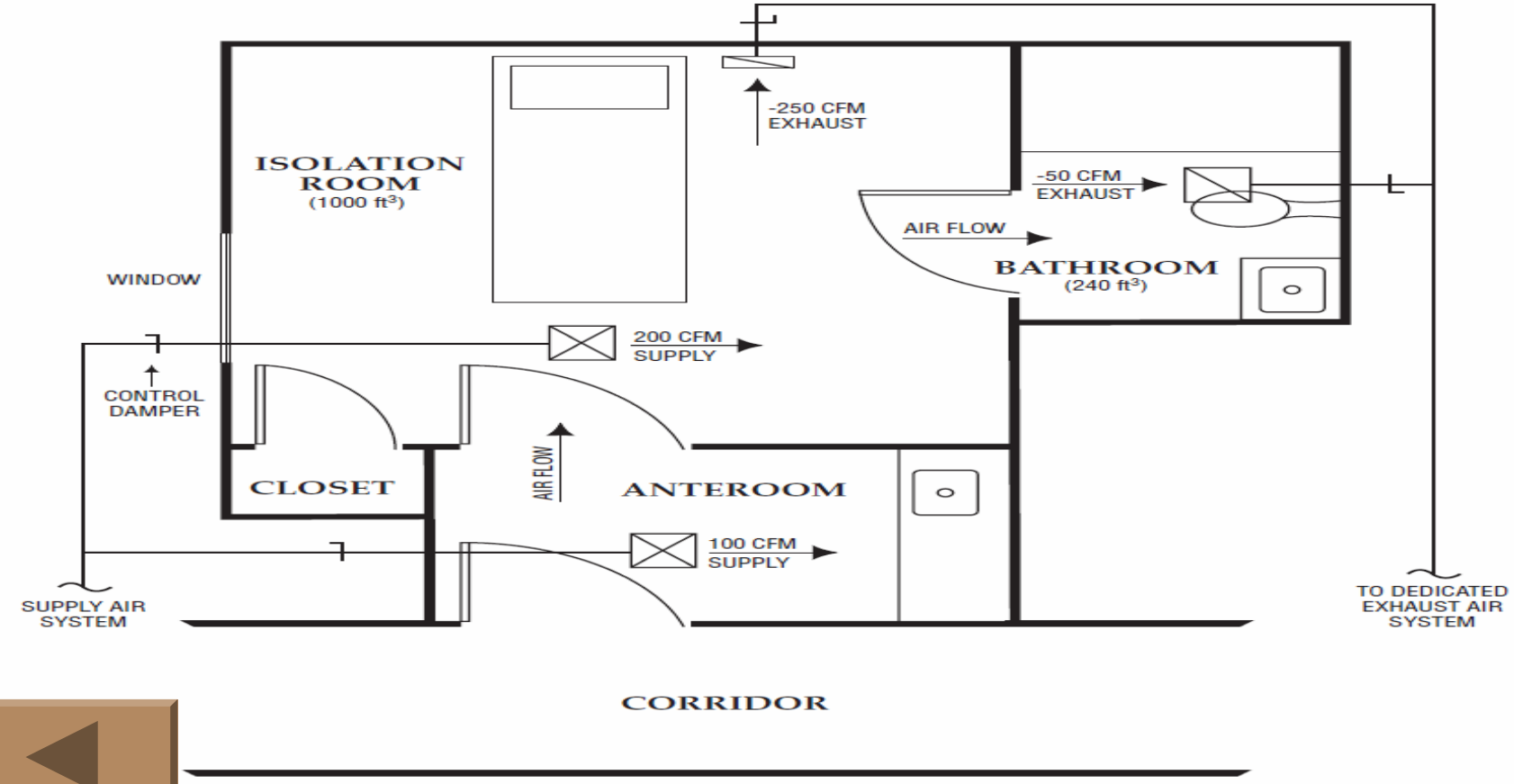
The Reason

Each arrangement will result in both a 100 CFM offset across the isolation room door and an equal volume of air moving through the isolation room. But only the preferred option provides more exhaust than supply in the isolation room itself and increases airflow towards the head of the bed.

Also, code officials may require that direct exhaust from the isolation room exceed direct supply air. The latter option would result in a room with supply equal to exhaust.

طراحی یک اتاق (بخش) ایزوله تنفسی با تکنولوژی جدید

Dedicated Bathroom Case Study



طراحی یک اتاق (بخش) ایزوله تنفسی با تکنولوژی جدید

- **تخلیه هوای اتاق ایزوله :**

  - **نکته مهم : کانالهای اگزاست اتاق ایزوله و سیستم های فن اگزاست باید برای ۱۵۰ درصد هوای محاسبه شده برای تخلیه محاسبه شوند .**
  - **برچسب زدن کانالها و تجهیزات برقی و مکانیکی اتاق**
  - تخلیه اگزاست

طراحی یک اتاق (بخش) ایزوله تنفسی با تکنولوژی جدید

پایش مداوم فشار اتاق ایزوله :

- **نصب نمایشگر الکترونیکی مداوم فشار اتاق به عنوان یک بخش از ساختار طرح می باشد.**
  - پانل نشانگر و کنترل کننده فشار
  - سنسور فشار: باید بالا یا بعد از درب و دور از هر نوع کوران و یا آشفتگی هوا باشد .

طراحی یک اتاق (بخش) ایزوله تنفسی با تکنولوژی جدید

Isolation Room Pressure Monitor Checklist

Room name and number _____

Monitor manufacturer and model number _____

This form should be completed **annually** and updated **monthly** for each room pressure monitor. Negative pressure should be verified **monthly** to validate the monitor. A copy of the completed form should be kept in the Policies and Procedure binder for the department.

Monitor Settings

Normal pressure reading (monitor reading with door closed) _____ " W.C.

Alarm will sound if pressure differential drops to _____ " W.C.

Time delay _____ seconds

Remote alarm location(s) _____

Annual Monitor Checks

Task	Date Completed	Signed Off by
Monitor calibrated in accordance with manufacturer's requirements		
Confirmed negative pressure using smoke trail testing **(this test should be repeated monthly and signed off below)**		
Verified alarm operation (by holding door open or blocking off exhaust grille)		
Alarm sounded after _____ seconds		
Pressure reading at alarm _____" W.C.		
Monitor use and functions demonstrated to all floor staff		

Monthly Negative Pressure Check

date/initials _____	date/initials _____	date/initials _____
date/initials _____	date/initials _____	date/initials _____
date/initials _____	date/initials _____	date/initials _____
date/initials _____	date/initials _____	date/initials _____

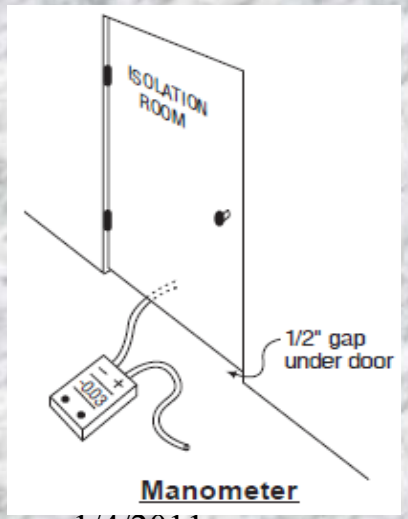
۵- ارزیابی عملکرد یک اتاق ایزوله :*Assessing an Existing Isolation Room*

- تهویه:
  - اندازه گیری جریان هوا(بالومتر)
  - حجم اتاق
- اختلاط هوا و جهت حرکت جریان هوا :
  - تست دود
  - تست پارچه
- کانالها و دریچه های تخلیه:
  - بررسی نشت هوای اتصالات کانال هوا
  - اسیب دیدگی کانالهای هوا

۵- ارزیابی عملکرد یک اتاق ایزوله :*Assessing an Existing Isolation Room*

- تنظیم نادرست دمپرهای هوا
- تعمیر دستگاه اگزاست فن

- بررسی سیستم باز گردش هوا
- سیستم تخلیه اختصاصی
- بررسی برچسب کانالها و اگزاست فن ها
- تایید و تصدیق فشار منفی
  - تست جریان دود
  - تست پارچه
  - استفاده از مانومتر



۵- ارزیابی عملکرد یک اتاق ایزوله :*Assessing an Existing Isolation Room*

- تعیین سرعت جریان هوا در فاصله هوایی
- سنجش فشار منفی:
  - مانومتر
  - والومتر
  - بالومتر

۵- ارزیابی عملکرد یک اتاق ایزوله: *Assessing an Existing Isolation Room*

Case Study

Clinic Case Study: Episode 1

Background

Routine annual tuberculin skin testing revealed that two employees in a small, single-story county clinic converted their TB skin tests over the last year. Both employees were clerks in the billing department; neither had patient contact.

The clinic manager, Janet Abernathy, was concerned because the billing department shares a corridor with the room used to isolate TB patients. *M. tb* transmission may have occurred due to failed engineering controls at the isolation room.

Assessment

Janet tested pressurization of the isolation room with a piece of tissue. The room was clearly positive with respect to the corridor. She felt airflow from the supply grille. Even after wiping off the considerable amount of dust on the exhaust grille, there was no air movement. A tissue held against the grille was not pulled toward the grille as would be expected.

The county facilities department sent out a maintenance engineer, Cynthia Fine, to investigate further.

Cynthia remembered converting this room into an isolation room for TB patients about two years ago. She had sealed the room and installed a small dedicated rooftop exhaust fan. But now she found that dust and lint had accumulated on the fan motor, causing the motor to overheat and burn out. She cleaned the fan and ductwork and replaced the motor. Exhaust was now measured and found to be 150 CFM.

Room air supply was 130 CFM, which was 20 CFM less than exhaust. However, a series of smoke tests showed that the room was now at neutral pressure rather than negative pressure. Obviously, room air leakage exceeded the 20 CFM offset.

Calculate Air Change Rate

The room was square-shaped (15 feet each side), with a ceiling height of 8.5 feet. The exhaust air change rate was calculated as follows:

room volume = 15 X 15 X 8.5 = 1913 cubic feet

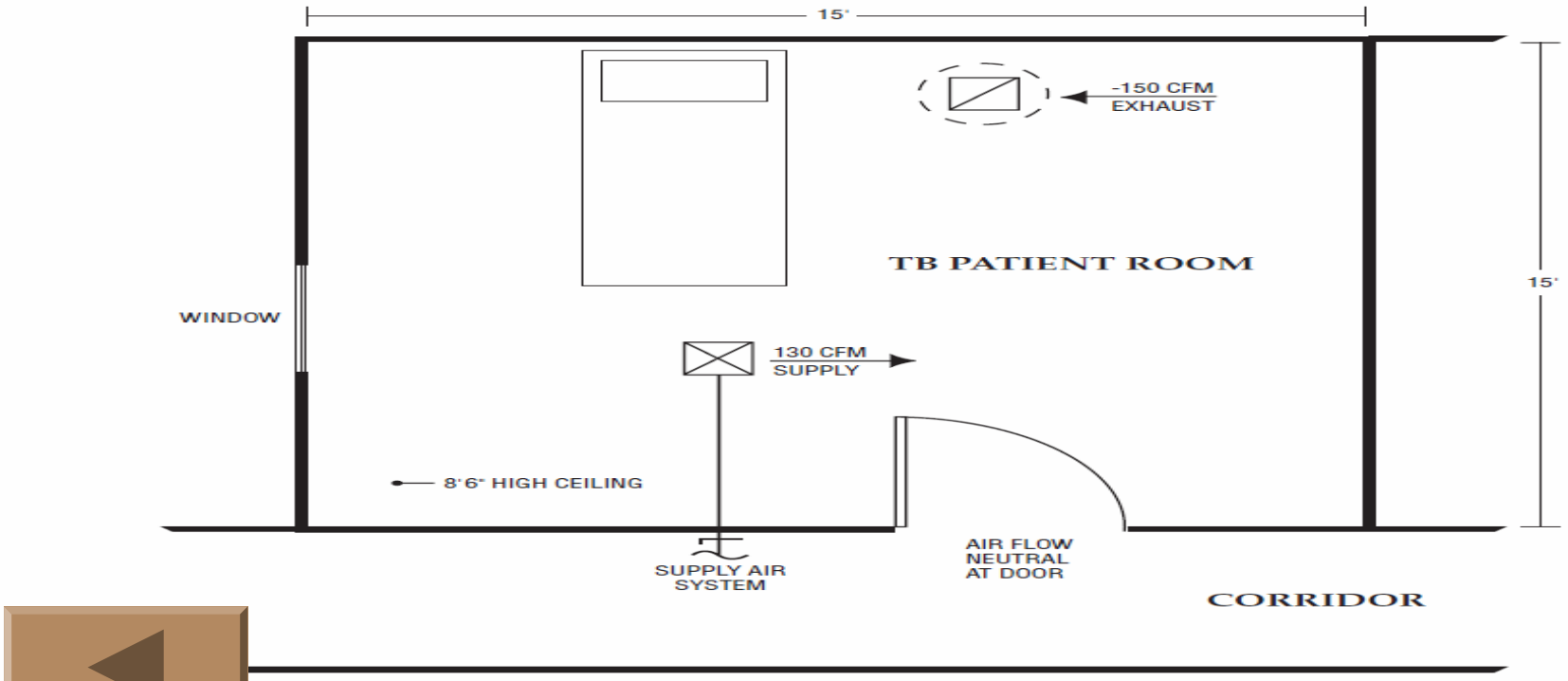
exhaust air change rate = 150 CFM X 60 minutes / 1913 cubic feet = 5 ACH

Therefore, even with the exhaust fan fixed, the room was unsuitable for isolation because it was at neutral pressure with a low air change rate.

Clearly, something had to be done. See Section 6 for conclusion.

۵- ارزیابی عملکرد یک اتاق ایزوله: *Assessing an Existing Isolation Room*

Clinic Case Study: Episode 1



a1

ارتقاء یا تبدیل یک اتاق موجود
Upgrading or converting an existing room

- قطع سیستم باز گردش هوای اتاق
- نصب فیلتر هپا در سیستم تخلیه
- استفاده از دو گزینه جهت تبدیل و یا ارتقاء اتاق
  - تامین فشار منفی دایمی
  - استفاده ازواحدهای پرتابل

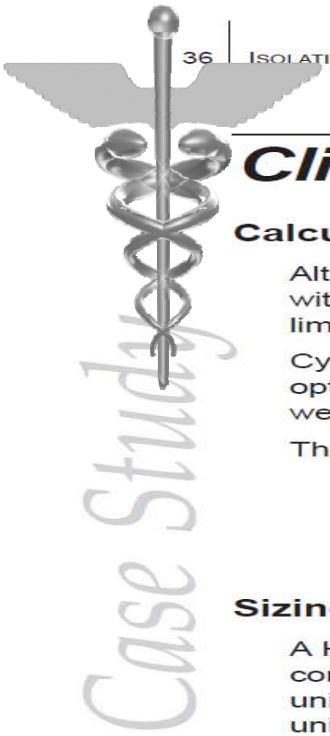
ICS= -0.006

CDC= -0.001

- هوابند شدن اتاق
- تنظیم سیستم تهویه

Slide 34

a1 abedi427; 2010/02/08



Clinic Case Study: Episode 2

Calculate Additional Airflow

Although Janet, the clinic manager, wanted to bring the isolation room into compliance with CDC engineering control recommendations, she thought her budget was too limited to accomplish this.

Cynthia, the engineer, suggested a portable HEPA filter unit as an affordable upgrade option. A HEPA filter unit would provide additional airflow. If a portion of the discharge were ducted outside, it would also create negative pressure.

The first step was to calculate the additional airflow required:

Airflow required for 12 ACH = 1913 cubic feet X 12 ACH/60 minutes
= approximately **400 CFM**
Additional airflow required = 400 CFM - 150 CFM = **250 CFM**

Sizing and Installing a Portable HEPA Filter Unit

A HEPA filter unit that produced at least this much airflow was required. Cynthia contacted a mechanical equipment supplier. Two units were available: a small $2000 unit rated for 150 to 300 CFM; and a large $2800 unit rated for 250 to 750 CFM. Each unit had a variable speed switch and an optional connection that could be used to duct some of the discharge air outdoors.

Janet suggested buying the small unit to save money. If run at high speed, it would provide more than enough airflow. However, Cynthia explained that most people turn down the fan speed switch because the units can be noisy. The units may also produce less airflow than the catalog claims. She suggested adding a 25% safety factor, then buying a unit listed for this airflow at low or medium speed.

Additional airflow plus safety factor = 250 CFM + 25% = approximately **310 CFM**

Based on this, the larger unit was selected and placed in the room. Cynthia replaced a window pane with a sheet metal panel. She connected a flexible duct from the HEPA unit discharge to a hole in the sheet metal panel, set the unit to about 300 CFM, and diverted about a third of the discharge air to the outdoors.

The Happy Ending

The room was now clearly at negative pressure, the airflow was improved, and the noise from the HEPA filter unit was acceptable.

Cynthia's final measurements showed that the HEPA filter was returning approximately 250 CFM, with 80 CFM of this discharged outside and the remaining 170 CFM recirculating in the room.

Effective supply:	130 CFM + 170 CFM = 300 CFM
Effective exhaust:	150 CFM + 250 CFM = 400 CFM
Effective offset:	400 CFM - 300 CFM = 100 CFM

Clinic Case Study: Episode 2

EFFECTIVE SUPPLY	EFFECTIVE EXHAUST	EFFECTIVE OFFSET
130 170 +300 CFM	-150 -250 -400 CFM	-400 +300 -100 CFM