



Sağlık Bakımıyla İlişkili İnfeksiyonlarda Kaynak Kontrolü **Hava: Ne? Nerede? Nasıl?**

Dr. Ayşegül YEŞİLKAYA
Başkent Üniversitesi Tıp Fakültesi

Öğrenim Hedefleri

Sağlık bakımı ilişkili infeksiyonların önlenmesinde:

1. Havanın etkisini
2. Havanın önemini ve
3. İnfeksiyonun önlenmesinde uygulanacak yöntemleri

öğrenir

Sunumda Anlatılacaklar

- Havanın rolü-önemi
- Havalandırma/iklimlendirme sistemi- rolü
- Havadaki *MRSA*, *Acinetobacter*, *C. difficile*
- Cerrahi alan infeksiyonu-Hava
- Hava-*Aspergillus* ilişkisi
- Hava kaynaklı infeksiyonların kontrolü

Sunumda Anlatılmayacaklar

Güçlü ve yeteli kanıt var

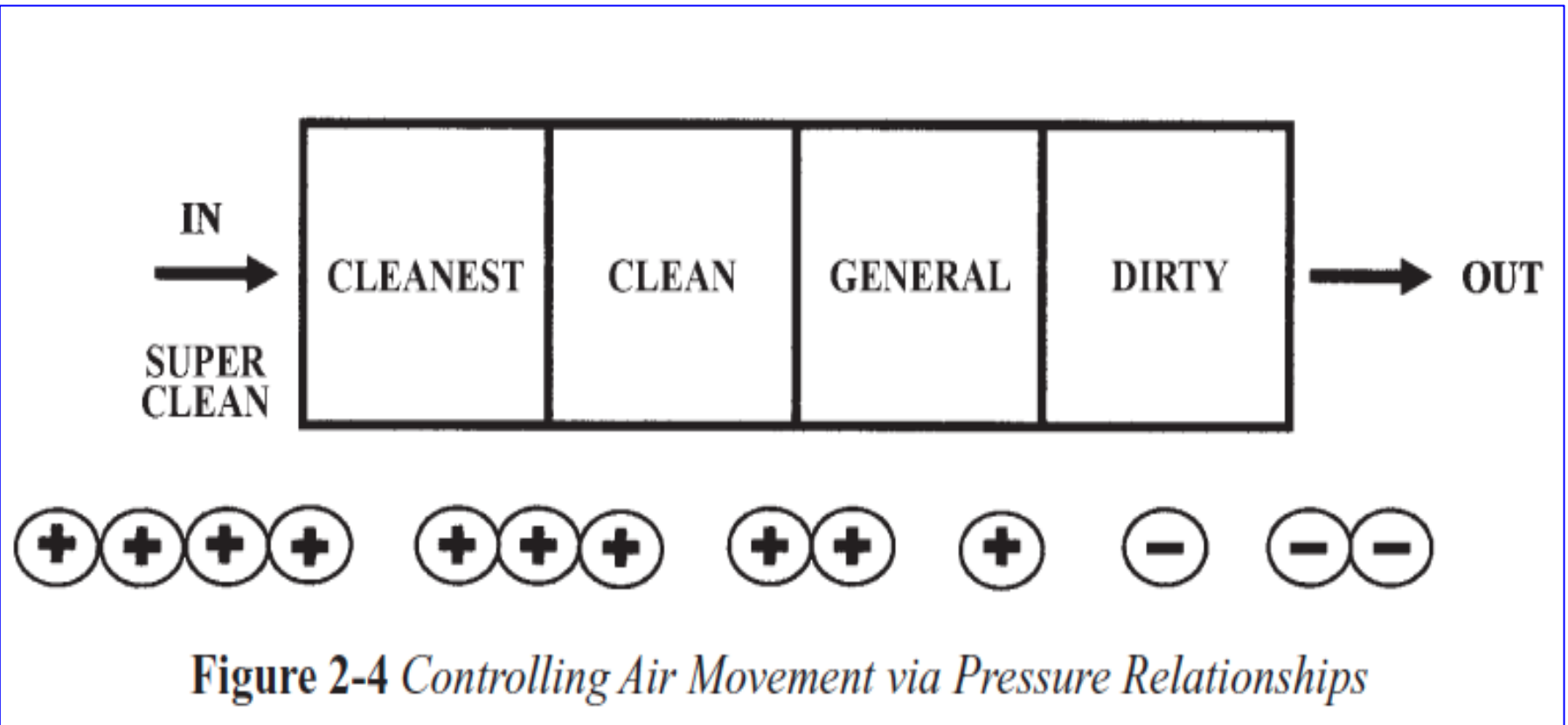
- | | |
|---|---|
| <ul style="list-style-type: none">• Çiçek• Su çiçeği• Kızamık• Tüberküloz• SARS• Şarbon• İnfluenza• Legionella | <ul style="list-style-type: none">• Yapım-onarım/tadilat<ul style="list-style-type: none">– Enfeksiyon Kontrol Risk Değerlendirmesi• Hastanenin içine dışardan giren havanın etkisi-kontrolü• Havalandırma sisteminin mühendislik detayları• Partikül sayımı ve detayları• Aktif/pasif hava örnekleme |
|---|---|

Hastanede Havalandırma-İklimlendirme

- Hasta popülasyonunun özellikleri farklı
- Farklı alanlarda farklı havalandırma-iklimlendirme yapılmalı
- İnfeksiyon bulaşını azaltmak/önlemek amacıyla planlama yapılmalı

Klinisyenler ↔ Mühendisler

Hava Hareket Yönü ve Basınç Farkı



Hastanede Havalandırma Kılavuzu

ASHRAE 2001 ASHRAE 2017-170

Function Space	Pressure Relationship to Adjacent Areas ^a	Minimum Air Changes of Outside Air per Hour ^b	Minimum Total Air Changes per Hour ^c	All Air Exhausted Directly to Outside ^m	Air Recirculated Within Room Units ^d	Relative Humidity, ⁿ %	Design Temperature, ^o °F
Surgery and Critical Care							
Operating room (recirculating air system)	Positive	5	25	—	No	45 to 55	62 to 80
Operating/surgical cystoscopic rooms ^{e, f, g}	Positive	5	25	—	No	45 to 55	68 to 73 ^h
Delivery room ^g	Positive	5	25	—	No	45 to 55	68 to 73
Recovery room ^g	•	2	6	—	No	45 to 55	75 ± 2
Critical and intensive care	•	2	6	—	No	30 to 60	70 to 75
Newborn intensive care	•	2	6	—	No	30 to 60	72 to 78
Treatment room ^g	—	—	6	—	No	30 to 60	75
Nursery suite	Positive	5	12	—	No	30 to 60	75 to 80
Trauma room ^{f, k}	Positive	5	12	—	No	45 to 55	62 to 80
Anesthesia gas storage	Negative	—	8	Yes	—	—	—
GI Endoscopy	Negative	2	6	—	No	30 to 60	68 to 73
Bronchoscopy ^g	Negative	2	12	Yes	No	30 to 60	68 to 73
Emergency waiting rooms	Negative	2	12	Yes	—	30 to 60	74 ± 2
Triage	Negative	2	12	Yes	—	—	70 to 75
Radiology waiting rooms	Negative	2	12	Yes ^{l, u}	—	—	70 to 75
Nursing							
Patient room	•	2	6 ^v	—	—	30 (W), 50 (S)	75 ± 2
Toilet room ^g	Negative	Optional	10	Yes	—	—	—
Newborn nursery suite	•	2	12	—	No	30 to 60	72 to 78
Protective environment room ^{i, u, w}	Positive	2	12	—	No	—	75
Airborne infection isolation room ^{h, u, x}	Negative	2	12	Yes ^u	No	—	75
Isolation alcove or anteroom ^{u, x}	Pos./Neg.	2	10	Yes	No	—	—
Labor/delivery/recovery/postpartum (LDRP)	•	2	6 ^v	—	—	30 (W), 50 (S)	75 ± 2
Public corridor	Negative	2	2	—	—	—	—
Patient corridor	•	2	4	—	—	—	—
Ancillary							
Radiology^y							
X-ray (diagnostic and treatment)	•	2	6	—	—	40 (W), 50 (S)	78 to 80
X-ray (surgery/critical care and catheterization)	Positive	3	15	—	No	30 to 60	70 to 75
Darkroom	Negative	2	10	Yes ^j	No	—	—
Laboratory, general ^y	Negative	2	6	Yes	No	30 to 60	74 ± 2
Laboratory, bacteriology	Negative	2	6	Yes	No	30 to 60	74 ± 2
Laboratory, biochemistry ^y	Positive	2	6	—	No	30 to 60	74 ± 2
Laboratory, cytology	Negative	2	6	Yes	No	30 to 60	74 ± 2
Laboratory, glasswashing	Negative	Optional	10	Yes	—	—	—
Laboratory, histology	Negative	2	6	Yes	No	30 to 60	74 ± 2
Microbiology ^y	Negative	—	6	Yes	No	30 to 60	74 ± 2
Laboratory, nuclear medicine	Negative	2	6	Yes	No	30 to 60	74 ± 2
Laboratory, pathology	Negative	2	6	Yes	No	30 to 60	74 ± 2
Laboratory, serology	Positive	2	6	Yes	No	30 to 60	74 ± 2
Laboratory, sterilizing	Negative	Optional	10	Yes	No	30 to 60	74 ± 2
Laboratory, media transfer	Positive	2	4	—	No	30 to 60	74 ± 2
Autopsy room ^z	Negative	2	12	Yes	No	—	—
Nonrefrigerated body-holding room ^k	Negative	Optional	10	Yes	No	—	70
Pharmacy	Positive	2	4	—	—	30 to 60	74 ± 2
Administration							
Admitting and Waiting Rooms	Negative	2	6	Yes	—	30 to 60	74 ± 2
Diagnostic and Treatment							
Bronchoscopy, sputum collection, and pentamidine administration	Negative	2	12	Yes	—	30 to 60	74 ± 2
Examination room	•	2	6	—	—	30 to 60	74 ± 2
Medication room	Positive	2	4	—	—	30 to 60	74 ± 2
Treatment room	•	2	6	—	—	30 (W), 50 (S)	75 ± 2
Physical therapy and hydrotherapy	Negative	2	6	—	—	30 to 60	72 to 78/up to 80
Soiled workroom or soiled holding	Negative	2	10	Yes	No	30 to 60	72 to 78
Clean workroom or clean holding	Positive	2	4	—	—	—	—
Sterilizing and Supply							
ETO-sterilizer room	Negative	—	10	Yes	No	30 to 60	72 to 78
Sterilizer equipment room	Negative	—	10	Yes	No	30 to 60	74 ± 2
Central medical and surgical supply							
Soiled or decontamination room	Negative	2	6	Yes	No	30 to 60	72 to 78
Clean workroom	Positive	2	4	—	No	30 to 60	72 to 78
Sterile storage	Positive	2	4	—	—	Under 50	74 ± 2

Pozitif:

Temiz alanlar
Ameliyathane
Seroloji lab
Steril depo
Eczane
Biyokimya lab

Negatif:

Kirli alanlar
Tuvalet
Endoskopi
Bronkoscopi
Otopsi
Patoloji lab

'Kaliteli Hava' Göstergeleri

1. Hava partikül sayımı: **partikül/m³**

1. Mikrobiyal kontaminasyon derecesi: **kob/m³**

- Aktif sayım: Aerometreler

Havadaki canlı partikül konsantrasyonu

- Pasif sayım: açık petri besiyerleri

Yüzeyle canlı partiküllerin

yerleşme hızı

1. Hava partikül sayımı: $\text{partikül}/\text{m}^3$

- Duyarlı ama özgül değil
- ISO Sınıflandırma Sistemi:

- SINIF 1-9

Ameliyathane ISO 7

- 0.1 μm -5 μm :

Partikül sayımında baz: 0.5 μm

Sağlık Bakanlığı, 2014. Hastanelerde Havalandırma ve Kontrolü

- Ortopedi ameliyat odası: ISO 5
($<3500 \text{ partikül}/\text{m}^3$)

Int J Hyg Environ Health 2005; 208:455-60

Orthop Traumatol Surg Res 2015; 101: S77-S83

2. Mikrobiyal kontaminasyon derecesi: kob/m³

Üniversal tolere edilebilen bakteri sayımı yok

- Konvansiyonel ameliyat odaları:

Fransa	5 kob/m ³
İsviçre	25 kob/m ³
İngiltere	35 kob/m ³

Surgery 2005; 138: 573

J Hosp Infect 2005; 61: 27-9

- Kalça ve diz artroplasti odası:

Aktif: <10 kob/m³

Pasif: 350 kob/m²/saat veya 2 kob/9-cm plak/h

J Hosp Infect 1996;32: 1-7

Acta Orthop 2011; 82: 567-76

J Hosp Infect 2015; 90: 213-9

- Hava kaynaklı kontaminasyon riskini bertaraf etmek için sayım <1 kob/m³ olmalı

Int J Hyg Environ Health 2005; 208:455-60

Orthop Traumatol Surg Res 2015; 101: S77-S83

Sağlık Bakımı İlişkili Enfeksiyonda Hava ile Bulaş

- Havanın etkisi az:
 - %10-20
 - Başvuran hastaların %0.4-1

Hava ile infeksiyon bulaşını etkileyen faktörler

1. Mühendislik
2. Tanı almamış hastalar
3. Hasta hareketi
4. Hasta yoğunluğu
5. Hastanın immün yanıtı
6. Ziyaretçiler

Havanın Etkisi

- Hava: rezervuar ve vektör (partikül, toz, damlacıkların kondensasyonu)
- Doğru kurulmayan/çalışmayan havalandırma sistemi: rezervuar
- Patojenler partiküller veya damlacık ile yayılır
- Bakteriler 0.2-5 μ boyutunda olup, partiküllere tutunarak büyük kümeler oluşturur.
- 5-10 μ boyutundaki partiküller: potansiyel infekte

Havadaki partikül sayımının azaltılması



Kontaminasyon riski azalır

Bakteriler ve Hava

MRSA

- Deri pulunda 80 gün yaşar
- Deri puluna tutunur
 - Büyük: 1-2 m
 - Küçük: servis boyunca
- Yatak yapımı: 15 dk havada MRSA
- Solunum yolundan aerosol ile bulaşabilir

Clostridium difficile

- Deri pulunda spor >80 gün yaşar
- Yüzeyde aylarca-yıllarca
- Hava ile bulaş, yüzey kontaminasyonu ve infekte hasta ile epidemiyolojik ilişki

Eames I, et al. J R Soc Interface 2009; 6: S697-S702
Best AL, et al. Clin Infect Dis 2010; 50: 1450-7

Cerrahi sırasında 1 milyon-900 milyon deri pulu dökülür

Hambraeus A. J Hosp Infect 1988; 11 Suppl A:68-76

Bakteriler ve Hava

- Pasif hava örneklemesi
- Doğumhane, YBÜ, ameliyathane
- KNS %29.6
- *S. aureus* %26.3
- Enterokok %16.5
- Acinetobacter %9.5
- *E. coli* %8.5
- *P. aeruginosa* %5.3
- Antibiyotik direnci %7.5-87.5

- Havada beta laktam dirençli bakterilerin varlığı
- YBÜ, dahili-cerrahi servis, ameliyathane

Am J Infect Control 2016; 44(8): 898-904

- Yanık servisi havasında dirençli *A. baumannii*

Burns 2014; 40(2):295-9

İnfeksiyona yol açan hava kaynaklı kontaminasyonlar

MRSA: 1990-1996

Yanık

YBÜ

Yenidoğan

Ortopedi servisi

J Hosp Infect 1998; 39: 127-33

Epidemiol Infect 1990; 105: 215-28

J Hosp Infect 1996; 32: 207-16

Acinetobacter:

- İnfekte hastadan hemşiresine bulaştı

Clin Infect Dis 2008; 47: 439-43

- Toplum kökenli pnömoni salgını

Chest 2006; 129: 102-109

Clin Microbiol Infect Dis 2007; 26: 857-68

- İnfekte/kolonize hasta odalarının %52'sinin havasında aynı klon ile kontaminasyon

Crit Care Med 2013; 41: 1915-8

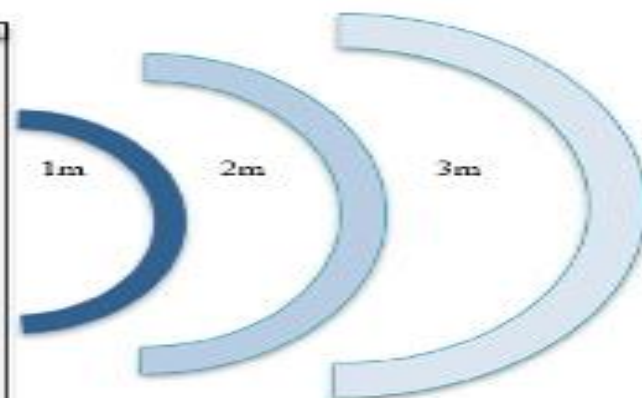
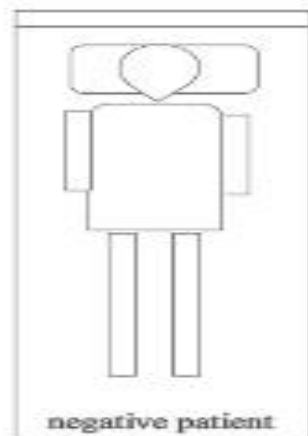
“Airborne Assault”: A New Dimension in *Acinetobacter baumannii* Transmission

Crit Care Med 2013; 41(8). doi:10.1097/CCM.0b013e31829136c3

- Yüzey dekontaminasyonu tamamen bulaşı önleyemiyor
- Hava ile nasıl bulaşabilir? Önermeler:
 - Dekontamine odadaki kontamine hava, odadaki yüzeyleri yeniden kontamine eder
 - Kontamine hava personelin kıyafetini ve ellerini kontamine eder (*el hijyeni önemli*)
 - Bir hastada bir kolonizasyon bölgesinden birçok bölgeye enfekte hava vektörü ile bulaşır
 - Bir odadan bir odaya rutinden temizlenmeden geçen tıbbi cihazların hava ile kontaminasyonu

Is airborne transmission of *Acinetobacter baumannii* possible: A prospective molecular epidemiologic study in a tertiary care hospital

Yusuf Yakupogullari MD ^a, Baris Otlu PhD ^{a,*}, Yasemin Ersoy MD ^b, Cigdem Kuzucu MD ^a,
Yasar Bayindir MD ^b, Uner Kayabas MD ^b, Turkan Tugal MD ^c, Canan Kizilkaya PhD ^d



Sonuç

- 118 YBÜ 68 hasta yatak başı
- %13.9 *A. baumannii*
%14.7 yatakbaşı
- 0-4 kob/m³ 0-6 kob/m³
- 0.27 kob/m³ 0.39 kob/m³
- 7 hava genotipi ile klonal ilişki
- YBÜ havasında 4 hafta kalıyor

Acinetobacter= 'a-kineto'

- Yunanca
- Lack of mobility
- **Yüzeylerde hareketli** ve artık
- **Hava ile hareket** kazandı

Crit Care Med 2013; 41(8). doi:10.1097/CCM.0b013e31829136c3

Cerrahi Alan İnfeksiyonu ve Hava

- CAİ kaynak: endojen (%2) veya ekzojen
- Ekzojen mikroorganizmalar:
 - **Hava partikülleri (%98)**
 - Epitel döküntüsü- Ameliyat giysisi önemli
 - Koter, testere, matkap
 - Personel hareketi
 - Personel
 - Cansız objeler

‘Kaliteli Hava’

Orthop Traumatol Surg Res 2015; 101: S77-S83
Ann Chir 2006; 131: 316-21

Ameliyat Odası

- Pozitif basınç
- Laminer hava akımı
 - Sınıf 1 temiz cerrahi işlem yaparken (eklem protezi, meme implantı gibi)
 - Tek yönlü olmayan hava akımına kıyasla **CAİ riskini azaltır**
 - **Erken CAİ hızını artırır**

J Hosp Infect 2012; 81: 73-8

J Hosp Infect 2012; 81: 71-2

Am J Infect Control 2013; 41: 221-6

- Her **kapı açılması**: bakteri yükünü 5.3 kob/m³ artırıyor
- **Menteşeli kapı**, kayar kapıya göre hava kontaminasyonu açısından daha riskli
- **Keten tiftiği kontrolü**
- Cerrahi sırasında hava örneği almanın uluslararası standardı yok

İnsan Hareketi- Hava Basıncı- Aerozol Sayısı

- Yoğun trafik için 20 Pa basınç farkı olması öneriliyor
- Basınç farkı rutin olarak ölçülme ihtiyacı!

Association of Airborne Microorganisms in the Operating Room With Implant Infections: A Randomized Controlled Trial

- İnsizyon yerinde hava kaynaklı kob/m³ kontaminasyon
- Total kalça protezi, vasküler greft ve spinal instrumentasyon
- Protez enfeksiyonu
- Air Barrier System: kontaminasyonu azaltıyor



İnsizyon yerinde kontaminasyon azalır ise



Protez enfeksiyonu da azalıyor

Mantar? Spor Monitorizasyonu

- Filtre edilmemiş hava

- >5 konidya/ m^3 içermemeli (İspanyol kılavuzu)

J Hosp Infect 2001; 48: 198-206

- 10-25 kob/ m^3

J Hosp Infect 2002; 52: 234-42

J Hosp Infect 2000; 44: 81-92

- >25 kob/ m^3 **‘tehlikeli’** kabul edilmeli

Enferm Infecc Microbiol Clin 2010; 28: 172.e1-21

- Tehlikeli havaya maruz kalan tüm kalp nakil alıcılarına antifungal profilaksi

Transplantation 2013; 96: 664-9

KVC YBÜ'nde *A. fumigatus* spor seviyesi ve invazif aspergilloz görülme ile ilişkisi

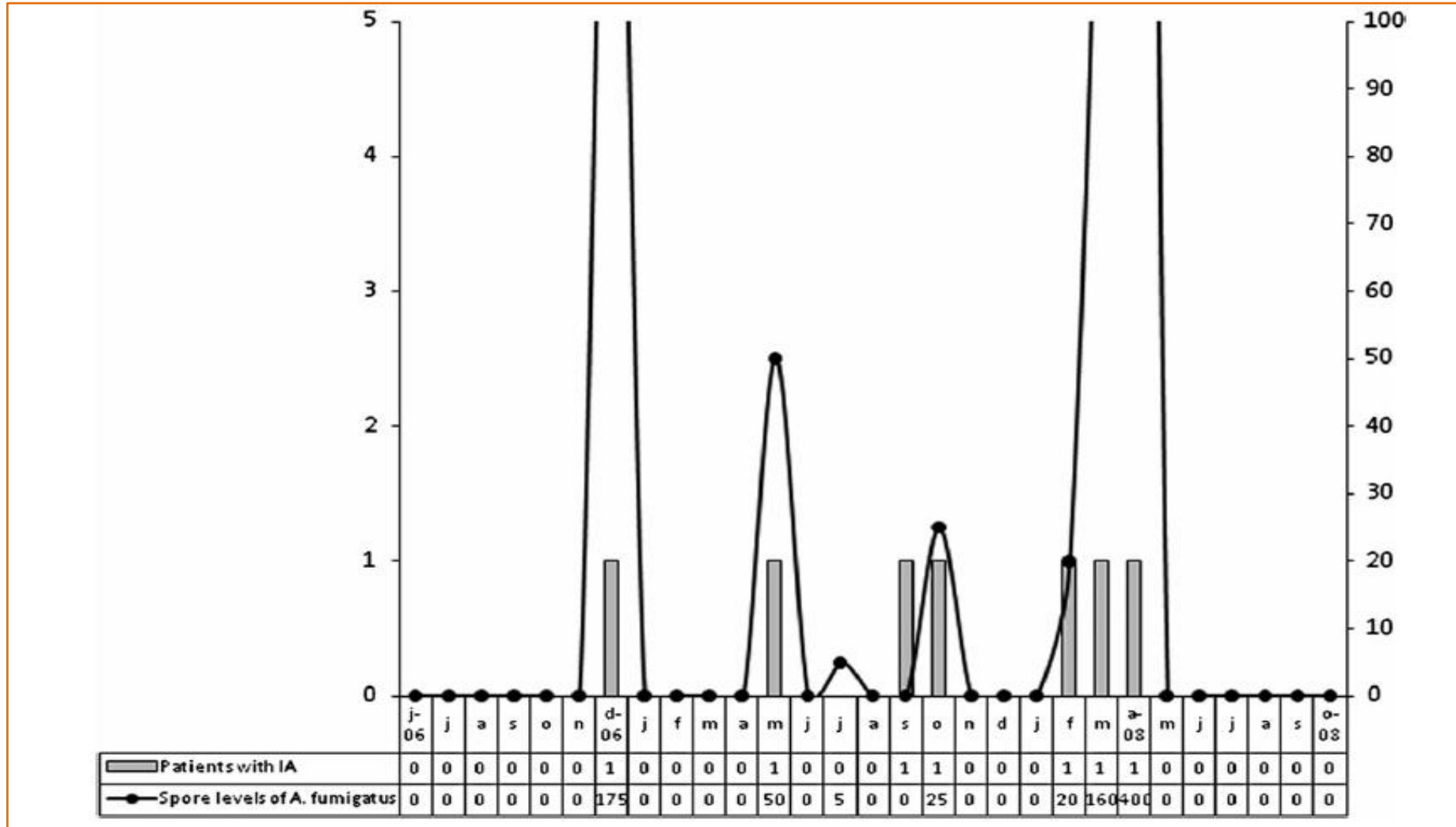
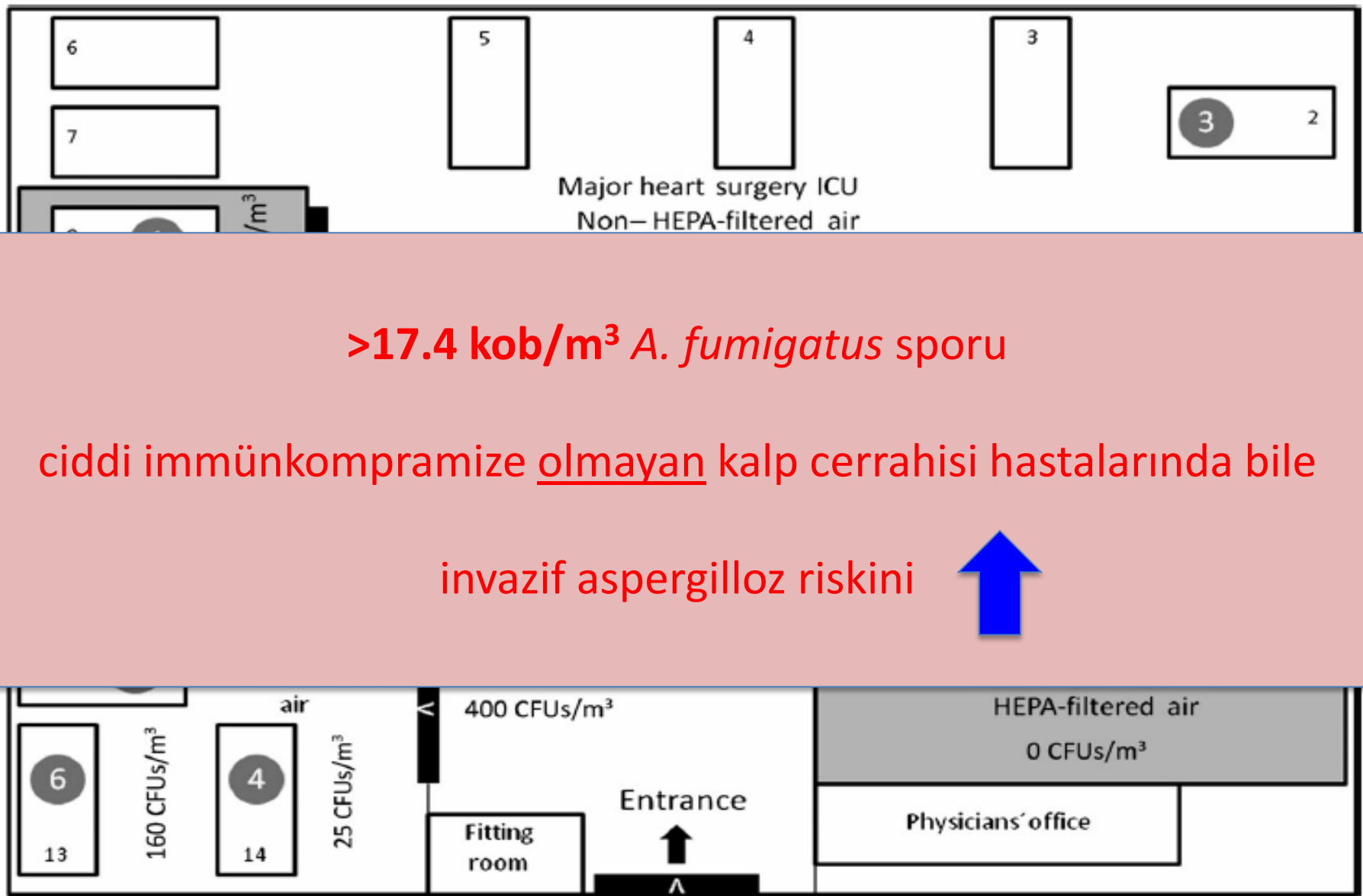


Table 3. Relationship Between Spore Levels of *Aspergillus Fumigatus* and Patients With Invasive Aspergillosis

Patient	Date	Diagnosis	Spore Level of <i>A. fumigatus</i> in Operating Room	Spore Level of <i>A. fumigatus</i> in MHS-ICU, CFUs/m ³	Matches Between Air and Patient <i>A. fumigatus</i> Isolates
1	9 December 2006	Mediastinitis	0	175	Yes
2	23 May 2007	IPA	0	50	No
3	15 September 2007	IPA ^a	0	0	Not genotyped
4	13 October 2007	IPA	0	25	Yes
5	18 February 2008	IPA	0	20	No
6	24 March 2008	IPA	0	160	Yes
7	15 April 2008	Mediastinitis and IPA	0	400	No



Havada Aspergillus

Ameliyat Odası

- İnfektif endokardit

Postoperatif Dönem

- İnvazif pulmoner aspergilloz
- Yara yerinde aspergilloz
- Mediastinit

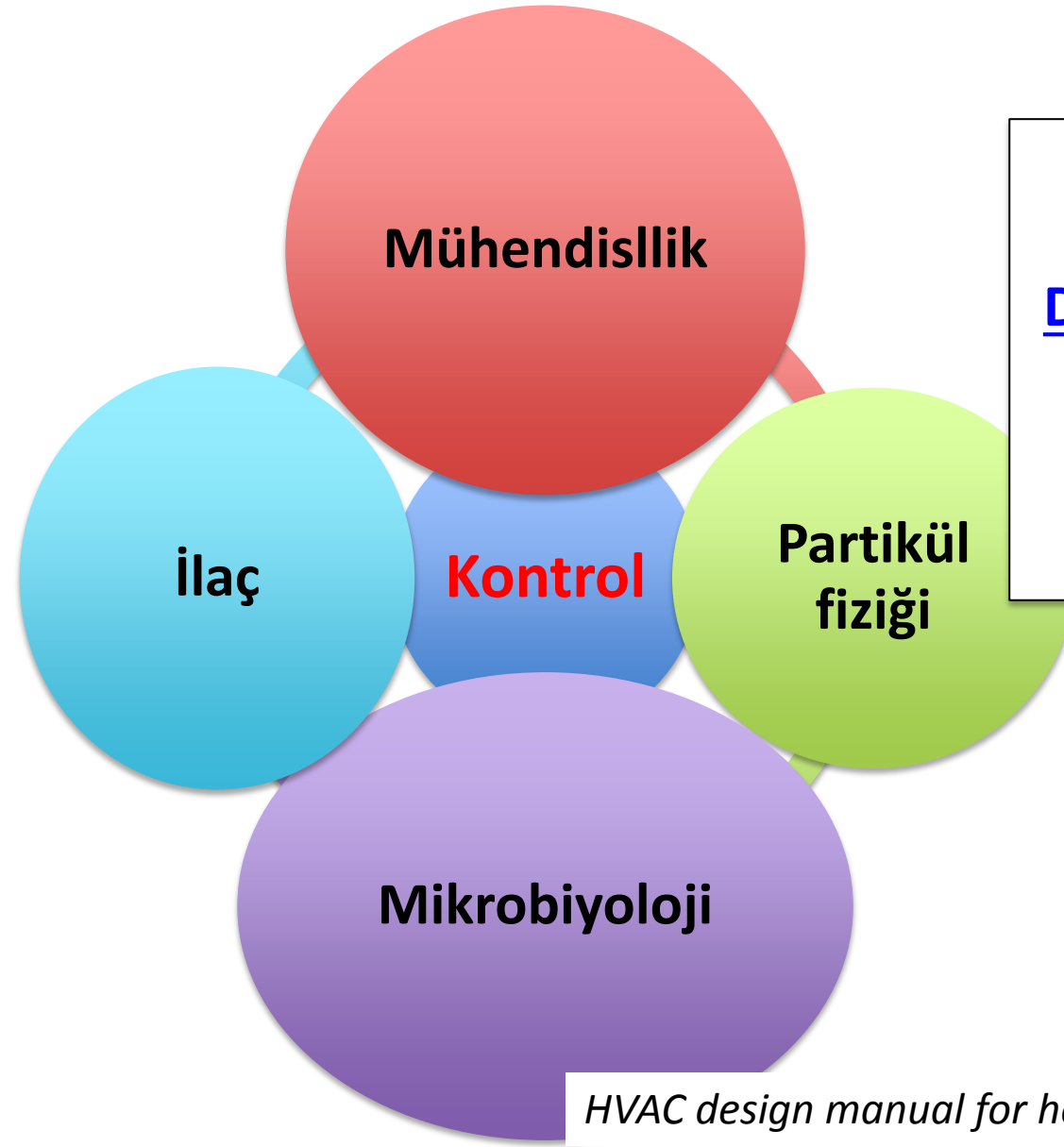
**Havadaki *Aspergillus* konsantrasyonunun
sistemik ölçümünün yapılması !**

Eur J Clin Microbiol Infect Dis 2005;24: 347-9

Burns 1999; 25:145-7

Clin Microbiol Infect 2006;12: 1060-76

Hava Kaynaklı İnfeksiyonların Kontrolü



İnfeksiyon=

Doz x Yer x Virülans x Zaman

Konağın İmmün Sistemi

Havalandırma-İklimlendirme Sistemi İnfeksiyonu Nasıl Azaltır?

1. Dilüsyon (ventilasyon)
2. Hava kalitesi (filtrasyon)
3. Temas süresi (hava değişimi ve basınç farkı)
 Saatte 20 hava değişimi → 14 dakika
 Saatte 10 hava değişimi → 28 dakika
1. Sıcaklık
2. Nem
3. Organizmanın yaşayabilirliği (UV)
4. Hava akım modelleri

Sistem: < 1.8 m yakınlıktaki aerosoller üzerine kontrol sağlayamaz



İlginiz ve dikkatiniz için teşekkür ediyorum

KLİMİK 2018, Antalya