
Havalandırma-Klima ve HEPA Filtrasyon Sistemleri ile Bu Sistemlere Bağlı Gelişebilecek İnfeksiyonlar

Yrd. Doç. Dr. Ertan TEKSÖZ

*Gülhane Askeri Tıp Akademisi, Haydarpaşa Eğitim Hastanesi,
Anesteziyoloji ve Reanimasyon Servisi, İSTANBUL*

KLİMA ve HAVALANDIRMA SİSTEMİ

Günümüzde kullanılan “High Efficiency Particulate Air (HEPA)” filtrelerin ilk prototiplerine özellikle İkinci Dünya Savaşı’nın başlarında, 1938 yılında, gaz maskelerinde rastlamaktayız. Özellikle askeri alanda kullanılan bu sistemler, savaş sonrasında ise gerek tıp, gerek ise hassas alet montajında gerek duyulan steril ortam gereksinimi için klasik klima sistemleri ile kombine olarak kullanılmıştır. Günümüzdeki anlamda filtre ve klima-havalandırma sistemleri ise 1960’lı yılların ortalarında, mühendislik pratiğine yerleşmiştir.

Ameliyathane havasında bulunan patojen sayısı ile postoperatif infeksiyon oranları arasında doğru bir orantı mevcuttur. Özellikle *Staphylococcus aureus* sayısının 1 m³’lük hacimde 750-1500 arasında olabildiği bildirilmektedir. Ancak özel hava akımları sayesinde bu oran düşürülebilmektedir. Özellikle büyük cerrahi girişimler esnasında bu yoğunluğun 35-70/m³ olması arzu edilmektedir.

Bu nedenlerden dolayı ameliyathaneler, havalandırma mühendisliği açısından iyi bir şekilde incelenmiş ve planlanmış olmalıdır. Hastanenin diğer bölümlerinden kirli hava akımı olmamalıdır. Bu amaçla temel felsefe: Ameliyathane içinde sürekli steril hava değişimi ile yüksek basınç sağlanması, mevcut olabilecek hava kontaminasyonunun dilüe edilmesi ve ameliyathane dışına da havanın kontrollü çıkışı olmalıdır.

Hastanelerde steril alanların planlanması ve klimatizasyonu diğer alanlardan ayrı olarak ele alınması gereken hassas bir konudur. Bu alanların hijyenik bir plan dahilinde olmasını gerektiren faktörler:

1. İnfeksiyon oranlarının giderek yükselmesi,
2. Ortama dış kaynaklı patojenlerin girişinin engellenmesi,
3. Zorunlu standartlar olarak sıralanabilir.

Bu nedenle modern steril alanlar, personel, hasta ve malzeme akışı ile yapılacak olan ameliyata bağlı olarak uygun yapıda daha henüz proje aşamasında değerlendirilmelidir.

KLİMATİZASYON SİSTEMİ

İşlevi, steril alana sadece mikropsuz hava girişi değildir. Bunun yanında, steril alanda pozitif basınç yaratarak kirli ortamdan bu alana geçişi önlemek, temiz hava temini, anestezi gazlarının, partiküllerin ve infeksiyon ajanlarının ortamdaki miktarını azaltmaktır.

Bunların yanında ısıнын ve bağıl nemin stabilizasyonu oldukça önemlidir. Nem stabilizasyonu elektrostatik yoğunlaşmayı önleyerek tozların yüzeye yapışmasını önler; ayrıca kişisel sağlık açısından kuru havanın zararlarını önlemektedir.

Hava akım şemasının hazırlanması belki de en önemli işlemlerden birisidir. Ortamın veya ortamların dönüşümlü ve/veya taze hava kullanımı, klima sayı ve düzenleri tam bir mühendislik işlemi olup, günümüzde birden fazla alanın kontrolü sadece bir cihaz ile olmayıp daha fazla klima cihazının kombinasyon ve işlemleri ile olabilmektedir. Yine hava kanalının çapı ve mesafesi gibi konular sistem etkinliği için son derece önemlidir.

KLİMA CİHAZI

Klima cihazı sistemin kalbi olup, belirli özellikleri bünyesinde taşımaktadır. Bu özellikler şunlardır:

1. Cihaz en az 2500 Pa basınca dek sızdırmaz olmalıdır,
2. Çift cidarlı olmalı,
3. İç yüzeylerin düz, panellerin birleşim yerlerinin çıkıntısız olması gerekmektedir.

Teknik olarak yapısında:

1. Sızdırmaz klape,
2. Ön filtre,
3. Gerekliliğinde ön ısıtıcı,
4. Dezenfeksiyon hücresi,
5. Soğutucu serpantin,
6. Dezenfeksiyon hücresi,
7. Isıtıcı serpantin,
8. Nemlendirici,

9. Ventilatör,
10. Susturucu,
11. İkinci basamak filtre (HEPA) olmalıdır.

Teknik özellik olarak:

1. Serpantinler ve ventilatörler temizleme amacı ile kızaklı olup, dışarı çıkarılabilmelidir,
2. Serpantinlerin üzerindeki hava hızı mümkünse 2.5 m/saniyeyi geçmemelidir,
3. Serpantin üzerinde antibakteriyel bir kaplama olmalıdır,
4. Isıtıcı ve soğutucu serpantinlerin kanatçıkları arasındaki mesafe normal klimalardan daha geniş olmalıdır,
5. Kompresör ve nemlendiricinin tavası mutlaka paslanmaz çelikten olmalıdır,
6. Hava akımını sağlayan ventilatörler, bu akıma direnç oluşturan ön ve HEPA filtrelerin direncini yenebilecek ve uygun akım sağlayabilecek rezervde olmalıdır,
7. Ventilatör motoru gerek hijyenik anlamdaki avantajı, gerekse kolay bakım avantajı nedeniyle "direkt tahrikli" olmalıdır.
8. Filtrelerdeki kirlenmeye paralel gelişen direnç artışına karşın ventilatör motoru üzerinde frekans konvertörü bulunmalıdır.

Uygun olmayan klima performansı, ventilatör veya mühendislik normal şartlarında bu sistem kurulduktan yaklaşık 1 yıl sonra büyük problemlere yol açar, HEPA filtre gibi pahalı donanımın zamanından çok önce ve sık sık değişimlerine neden olur. Bakımı yapılmaz ise, artan direnç nedeniyle hava akımı sağlanamaz, steril ortamdaki partikül sayısı artar ve alanın kirlenmesine neden olur. Ayrıca teknik olarak artmış direnç sistemin enerji tüketimini arttırarak cihazın yanmasına neden olabilir. Yine, bakım esnasında steril alanın kullanılamaması ise ek bir işgücü ve mali kayba neden olmaktadır.

HEPA FİLTRELER

Temiz oda teknolojisinin uğraş alanı, havanın içerisinde mevcut olan katı ve sıvı uçuşan maddelerin yine hava hareketleriyle ayrıştırılmasıdır. Bu kirliliğin iki temel nedeni mevcuttur:

1. Alana dışarıdan giren havanın içinde bulunurlar: Bir kısmı doğanın yapısında bulunan ve rüzgar gibi doğa olayları ile yayılan toz ve polen iken, bir kısmı ise yine doğada bulunan bakteri, virüs ve mantarlar olabilmektedir. Ancak tüm bunlara ilaveten günümüzde özellikle sanayi ve teknolojiye bağlı kirlenmenin getirmiş olduğu yük çok daha ağırdır. Dış hava, ortalama 10 milyon ile 10 milyar arası 0.5 µm parçacık ihtiva etmektedir. Bu konsantrasyon rakamları ve özellikleri, havanın durumuna, endüstrileşmeye ve yerleşim yoğunluğuna göre büyük değişimler göstermektedir.

2. Steril alanın içinde bulunan cihaz ve insanlardan kaynaklanır: Özellikle aşındırma yapan cihazlar ile kumaşlar bunda etkindir. Ancak bir steril alan için-

de en önemli faktör olan yine insandır. İnsan vücudu yaklaşık olarak, bir dakika içinde, 1000'in üzerinde bakteri ve mantar ile çapı 0.3 µm olan 100.000 adet toz parçacığı yaymaktadır. Normal bir aktivasyon ile olan bu değerler, daha aktif bir tempoda (koşturmak gibi) çok daha fazla olmaktadır.

Bu temiz hava ünitelerini gerekli kılan parçacıkların verdiği zararlar: Teknolojik çökme ve infeksiyon şeklinde özetlenebilir. Teknik açıdan incelendiğinde: Yüksek oranda entegre edilmiş yarı iletken çiplerde komşu iletken devreler arasında şantlara ve kısa devrelere neden olabilmekte, hassas mekanik parçalardaki sürtünmeyi artırarak cihazların kalibrasyonunu bozabilmekte veya yüksek yoğunluklu disklerdeki veri akımını ise bloke edebilmektedir. Bakteri ve mantar gibi biyoaktif maddeler ise: Ya direkt yara yeri infeksiyonu ile ya da kullanılan enstrüman veya tedavi solüsyonlarının kirlenmesi ile indirekt yoldan infeksiyonlara neden olabilmektedir.

Havanın içindeki yabancı maddelerden temizlenebilmesi için yüksek verimlilikte ayırım yapan hava filtreleri ile donatılmış filtre bölümleri gerekmektedir. Bunların değişik kalite sınıflandırılması mevcuttur (Tablo 1).

HEPA filtrelerinde ayırım aracı olarak kağıt benzeri, son derece ince cam fiberler kullanılır. Partikül toplama kapasitesinin ve değiştirilme süresinin maksimumda olabilmesi için her tabaka arası, en büyük partikül çapından daha büyük tutulmuştur. Bu nedenle filtre içindeki hava akımı 1-2 cm/saniyedir.

Havanın filtrasyonu esnasında mevcut partiküllerin tutulması için 3 mekanizma mevcuttur:

- Kesişme etkisi: Sadece çapları fiberler arasındaki mesafeden büyük partiküller değil, fiberlere çok yakın geçen partiküller de tutulur.
- Atalet etkisi: 1 µm'den büyük parçacıklar için etkilidir. Parçacık hareketinin akış yönü, kütle moment etkisiyle saptırılır ve partiküller ya fiberlere yakın bir rotaya oturtulur ya da fiberlere direkt çarptırılır.
- Difüzyon etkisi: 1 µm'den küçük parçacıklar için geçerlidir. Partikül etrafındaki gaz molekülleri ile sabit çarpışmaları sonucunda, parçacıklar düzensiz, difüzyonel harekete yönelirler. Bunun sonucunda, partiküllerin cam fiberlere çarpışma olasılığı artar.

Tablo 1. DIN 24184'e göre filtrelerin performans sınıflandırması.	
Verimlilik sınıfı	Minimum ayırma verimliliği (%)*
Q	85
R	98
S	99.97
T	%99.9995
* 0.3-0.5 µm çaplı partiküller.	

Steril oda teknolojileri için bu filtreler teknik olarak iki ayrı yapıda tasarlanır ve belirli yerlerde kullanılır:

- Plaka filtreler: Tavan uygulamaları için tasarlanmışlardır ve normal olarak 0.3-0.5 m/saniyelik yüzey akım hızına sahiptirler.
- Filtre hücreleri: Zig zag şeklinde yerleştirilmiş filtre plakalardan oluşur. Kompakt yerleşim sayesinde filtre edilen havanın akım hızı 2 m/saniyeye ulaşmaktadır.

Bir sistem bütünü içinde yer alan ve HEPA filtrelerin önünde yer alan koruyucu ön filtreler çok büyük önem taşımaktadır. Bu filtrelerin kalitesi ve zamanındaki servis bakımları ile pahalı bir ürün olan HEPA filtrelerin kullanım ömrü 10 yıl veya daha uzun süre olabilmektedir. Buna rağmen kullanım ömrü hakkında çok kesin ifadeler son derece yanlış olmaktadır. Çünkü bu yorum multifaktöriyel olup, dış havanın kirlilik derecesi, steril ortamdan direkt olarak havaya salınan partikül sayısı, kurulu filtre sisteminden geçen total hava miktarı ve resirküle edilen hava miktarı bu süre için bağlayıcı olmaktadır.

KANAL SİSTEMİ

Kanal sistemi hazırlanmış steril havanın alana taşındığı steril ortamlardır. Çap ve uzunluk, açılma ve diğer özellikler tamamen mühendislik boyutu olup ayrı bir planlama içermektedir.

HAVA GİRİŞİ (AKIMI)

Hijyen kategorisi düşük alanlar olarak kabul edilen steril koridorlar, sterilizasyon ünitesi, preoperatif üniteler vb. alanlarda hava HEPA filtrelerden geçirilerek yüksek karışım menfezleri ile steril alana üflenir. Buradaki türbülans akım, az partikül içeren havanın içeri verilerek alandaki partikül sayısının azaltılmasına yöneliktir.

Hijyen kategorisi daha yüksek olan yoğun bakım ünitelerinde ise, hava akımı yine türbülanslıdır. Ancak debisi daha yüksektir.

Ameliyathanelerde ise seçim çok daha komplike olup 3 ayrı kategori karşımıza çıkmaktadır.

a. Türbülans Akım

Bu akım türü genelde infeksiyon tehlikesinin yüksek olmadığı operasyonların yapıldığı ameliyathanelerde seçilebilir. Ameliyathanenin büyüklüğü veya küçüklüğü sistem kuruluşunu etkilemektedir. Küçük ameliyathane veya tavanı alçak alanlarda akım “şemsiye tarzı”; daha büyük alanlarda ise “jet destekli tavan ünitesi” kullanılmaktadır. Her iki sistemde hava akımını ameliyat masasına yönlendirerek buradaki partikül sayısını ameliyathanenin diğer alanlarına oranla daha düşük seviyeye indirmektir. Şemsiye tarzı sistemde hava ameliyathanenin seçilen bir duvarının üst kısmından alana yönlendirilir, alanı sirküle ettikten sonra tam karşı duvarda bulunan alt ve üst menfezlerden emilerek alandan uzaklaştırılır. Jet destekli tavan ünitesinde ise akım kaynağının yeri adından anlaşılacağı üzere ta-

vanda, havanın yönlenmesi ise ameliyat masasına doğru olmaktadır. Havanın emildiği sistem ise şemsiye tarzı akım ile aynıdır.

Her iki sistemin kurulumunda, hava giriş ve çıkış yerleri, havanın basınç, ısı ve nem oranlarının ne olması gerekliliği planlamada temel olup ayrı bir mühendisliktir.

b. Direkt Laminar Akım

Ameliyathanedeki kritik bölge olan cerrahi işlemin yapıldığı alanı korumaya yönelik olan akım, bu alandaki partiküllerin alan dışına alınmasını amaçlar. Akım ameliyat masası üzerine doğru gelir ve akım etkisi ile partikülleri buradan alarak alan dışına çıkarır. Giren hava düşük bir karışım içermekte olup, daha çok taze hava içeriği yoğundur. Akım gücü ise ameliyat masasında minimum olacak düzeyde ayarlanır. Verilen hava minimum düzeyde resirküle olarak ortamdan emilerek uzaklaştırılır. Verilen hava ısısının ortam ısısından çok farklı olmaması gerekmektedir. Ancak akım hızının düşük, ısı farkının az olmasına karşın total anlamda debi daha yüksek olmak zorundadır. Bu nedenle havanın giriş alanı diğer sistemlere göre daha büyük olmaktadır. Yine dizaynında ameliyat masasının yeri ve diğer operasyon ekipmanı bu alan içinde tutulmak zorundadır. Yani ameliyat masası, cerrahi ekip ve ekipman laminar akım içinde bulunmalıdır. Tüm bu özelliklerden dolayı dizayn ve diğer mühendislik hesaplamalar, ameliyat ekibinde maksimum kaç kişinin olabileceği ve ekipmanların sayı ve hacimleri önceden tahmin edilerek ve reel veriler ile gerçekleştirilir. Tüm bu hesaplamalar ile minimum güçte, bol hava girişi sağlanarak optimum verim ve minimum çapraz kontaminasyon sağlanır.

c. Dönüşümlü Hava ile Çalışan Laminar Akım

Bu sistem en yüksek dereceli sterilizasyon gerektiren alanlarda kullanılır. Özellikle protez operasyonlarının (kalp kapak, kalça protezleri gibi) yapılacağı alanlarda tercih edilmektedir. Direkt laminar akım sistemine oranla çok daha yüksek debi ile resirkülasyon sağlanması zorunluluğu vardır. Yine taze hava girişi minimum düzeyde olmalıdır. Teknik olarak tavan sisteminde güç sağlayacak ek ventilatörler mevcuttur.

Tüm bu sistemlere ek olarak emme işlemini gerçekleştiren menfezlerin lif tutacak şekilde dizayn edilmesi ve lokalizasyonlarının, özellikle ameliyathanelerde, sadece altta değil, optimum etkinlik açısından hem altta hem de üst kısımda olması gerekmektedir.

Yapılan çalışmalarda bu sistemlerden hiçbirinin diğerine üstünlüğü gösterilememiştir. İdeal olanı, havanın ameliyathaneye girmeden önce 0.3 µm büyüklüğündeki partikülleri tutabilme yeteneğine sahip ve saatte en az 25 m³ hava değişimini sağlayacak, nem oranının %50-60 civarında ve ısının 18-20°C olmasını sağlayabilecek filtreli klima sistemlerinden geçirilmesidir.

SİSTEME BAĞLI GELİŞEBİLECEK İNFEKSİYONLAR

Havalandırma sistemleri ve klima cihazlarının steril alanların temininde kullanılmaya başlandığı ve daha iyi yalıtımlı binaların yapıldığı (enerji tasarrufu

amacıyla) günümüzde, binalarda iç mekan hava kalitesi büyük önem kazanmaya başlamıştır. İç mekan hava kalitesini etkileyen ve en önemli faktör olan soğutma sistemleri ve daha da önemli olan soğutma sistemlerinin evaporatörünü çevreleyen bölgedir. Evaporatörü çevreleyen bölge, havada bulunan nemin yoğunlaşmasına ve toz partiküllerinin tutunarak bakteri, küf ve mantar gibi organizmaların gelişebilmesine olanak tanır. Normal şartlarda özellikle steril alan klimatizasyonu sağlayan sistemlerde koruyucu ön filtreler ve HEPA filtreler mevcut olsa bile bunların uygun olmayan kullanım ve bakımları ile sistemin kendisi infeksiyon kaynağı olabilmektedir. Özellikle bu sistemler dışında günlük hayatta kullanılan direkt soğutma sistemleri ise her zaman potansiyel bir kaynak haline gelmektedir.

Bu organizmalardan bazıları, insan sağlığı göz önünde bulundurulduğunda, allerjik reaksiyonlar veya daha tehlikeli başka olumsuzluklar yaratabilir. Özellikle, *Legionella pneumophila*'nın, soğutma sistemleri gibi nemli ve soğuk ortamlarda gelişebildiği saptanmış ve sebep olduğu sağlık problemi literatürde ölümcül Lejyoner hastalığı olarak da adlandırılmıştır. Ancak problemin asıl önemli kısmı, içerisinde bu tür organizmaların yaşadığı su üzerinden geçen havanın, bu şartlarda rahatlıkla üreyebilen organizmaları iç mekanlara taşıyarak hava kalitesini düşürmesidir (hasta bina sendromu). Zaman içerisinde, yoğunlaşma tavası içerisindeki suda gelişen organizmaların, evaporatör, klima santrali veya fancoil fanı vasıtası ile iç mekan havasına ulaşması sonucunda, insanlar üzerinde allerjik reaksiyonlara ve infeksiyonlara yol açması kaçınılmazdır. Bu konuda en başı çeken *L. pneumophila* dışında benzeri ortamlarda üreyebilecek ve literatür bilgileri ile tespit edilen diğer patojenler ise,

- *Pseudomonas aeruginosa*,
- *Acinetobacter* türleri (*Acinetobacter baumannii*),
- *Stenotrophomonas maltophilia*,
- *Burkholderia cepacia* kompleks (*B. cepacia*),
- *Aspergillus* türleri (nozokomiyal invaziv aspergillozis),
- *Pneumocystis carinii*,
- Mikozlar (*Absidia corymbifera*)'dır.

Legionella pneumophila

Lejyonella ailesinde 30'dan fazla cins vardır. Bu ailedeki bakterilerle ortaya çıkan infeksiyonların %90'ından *L. pneumophila* sorumludur. *L. pneumophila* ile oluşan pnömoniye ise lejyoner hastalığı denir. Bakteri, bulaştığı her insanda pnömoni oluşturamaz. Pnömoninin mevcut olmadığı tablolar, gribal infeksiyonu taklit ederek kendiliğinden iyileşir. Bu tablolara "Pontiac hastalığı" denir. Ancak, sigara, kronik akciğer hastalığı, immünsüpresyon ve uzun süreli anestezi gibi faktörler, pnömoni için risk oluştururlar.

Bakteri doğal ortamda; su kaynakları, göl ve akarsularda bulunur. Klor ve ısıya (63°C'ye kadar) dayanıklı olduğundan şehir sularında ve binaların sıcak su te-

sisatlarında bulunabilir. Özellikle filtresiz (HEPA) klima sisteminden ve kontamine sularından oluşan aerosollerin ve havanın inhalasyonu veya aspirasyonu ile bulaşma gerçekleşir. İnsandan insana bulaşma bildirilmemiştir. Klinik tablo atipik pnömonilerle benzerlik gösterir. Halsizlik oldukça fazladır. Dispne gözlenebilir, ateş, üşüme, kuru ya da balgamlı öksürük tabloya eşlik eder. Bazı hastalarda kas ağrıları, baş ağrısı ve iştah kaybı görülebilir. Atipik pnömoniden farklı olarak hastaların yarısında pnömoni ile birlikte diyare tablosu da vardır.

Pseudomonas aeruginosa

Hastanelerde çeşitli yüzeylerde, hastalara kullanılan aletlerde, sıvılarda ve hatta dezefektan solüsyonlarında bile kontaminant olarak bulunabilen ve çok geniş bir ısı aralığında üreyebilen *P. aeruginosa*, çeşitli nedenlere bağlı olarak vücut direnci kırılmış, invaziv işlem uygulanan hastalarda fırsatçı infeksiyon etkeni, nozokomiyal bir patojen olarak bilinir. Nozokomiyal pnömonide başta gelen etkenler arasındadır. Genellikle konağın savunma sisteminin bozulmuş olması ve bakterilerin birçok antibiyotiğe dirençli oluşları nedeniyle infeksiyonları ağırdır ve tedavileri zordur. Tedavi sırasında sahip olduğu mekanizmaları değiştirerek kullanılan antibiyotiklerin tümüne birden direnç geliştirebilir.

***Acinetobacter* Türleri**

Acinetobacter'ler, deride sıklıkla kolonize olabilen yaygın fırsatçı patojen mikroorganizmalardandır ve *Pseudomonas*'lar gibi çevrede yaygındırlar.

Dünyada son yıllarda geniş kapsamlı çeşitli izlem programlarının başarılı bir şekilde uygulanması sonucunda *Acinetobacter*'lerin (başta *Acinetobacter baumannii*) hastanelerde infeksiyon (pnömoni, deri ve doku infeksiyonları, bakteremi, üriner sistem infeksiyonu) etkeni olarak önemli rol oynadıkları görülmüştür. İnfeksiyonları genellikle ventilatör veya diğer invaziv aletlerin kullanımı ile ilişkilidir. Hastanelerde, özellikle yoğun bakım ünitelerinde invaziv uygulamaların gittikçe arttığı düşünülürse, bu bakterilerin prevalansında artış beklemek yanlış olmayacaktır.

Stenotrophomonas maltophilia

Kommensal bakteriler arasında yer alan *S. maltophilia* hastanelerde özellikle bağışıklık sistemi baskılanmış ve invaziv işlem uygulanan hastalarda giderek daha sık karşımıza çıkan bir bakteridir. Solunum yollarında, yaralarda kolonize olabilir. Çok değişik tipte infeksiyonlara neden olabilir, ayrıca kistik fibrozlu hastalarda pnömoni etkenidir. Hastane personelinin ellerinden bulaşarak salgın yapabildiği bildirilmiştir. Bu bakteri de dezenfektan solüsyonlarında üreyebilir ve bu şekilde salgınlara neden olabilir.

S. maltophilia infeksiyonlarındaki artış yine geniş spektrumlu antibiyotiklerin yoğun kullanılması ve selektif baskı oluşturmasıyla ilişkilendirilmektedir. İmipenem kullanan hastalarda bu bakteri ile infeksiyon sıklığı kullanmayanlara göre 10 kat daha fazla bulunmuştur.

***Burkholderia cepacia* Kompleks**

Toprakta, sudan, bitkilerden izole edilebilen bir mikroorganizma olarak bilinen bu bakteri diğer fırsatçı infeksiyon etkeni bakterilerden daha nadir olarak kronik granülomatöz hastalığı olanlarda, kanserli hastalarda, transplantasyon hastalarında ciddi infeksiyonlara yol açabilmektedir. Diğer nonfermentatif bakteriler gibi sıvı ortamlarda üreyerek dezenfektan solüsyonları, distile su, fizyolojik tuzlu su gibi sıvıları kontamine eder. Bu şekilde diyalizat sıvılarında üreyerek hemodiyaliz hastalarında salgın oluşturduğu bildirilmiştir. Birbiri ile yakın ilişkili en az dokuz tür veya genomvar içeren *B. cepacia* kompleksin asıl önemi kistik fibrozlu hastalarda gelişen pnömonideki rolü nedeniyledir.

***Aspergillus* Türleri**

Toprakta, suda ve çürüyen bitkilerle eşyada çok fazla sayıda bulunan *Aspergillus*'lar için hastane ortamlarının rezervuar oluşturduğu, bu mantarın hastanelerin iç ortamlarının havasından, yer döşemelerinden, havalandırma sistemlerinden, yemeklerden, süs bitkilerinden alınan örneklerde saptanabildiği bildirilmiştir. Klinik olarak 3 formdadır:

1. Allerjik aspergillozis: Atopik kişilerde astım ya da bronkopnömoni şeklinde bir tablo oluşturur. Eozinofili ve IgE titresinde yükseklik saptanır.

2. Kolonizasyon: İki şekilde görülür:

a. Pulmoner lokal infeksiyon (aspergilloma): Akciğerlerde mantar topu denilen oluşumlar yaparlar. Bronşektazi, histoplazmozis ve tüberküloz sonrası gelişme olasılığı yüksektir.

b. Nonpulmoner lokal infeksiyon: Dış kulak yolu, tırnak, göz ve ayakta (aktinomiçetoma) infeksiyon yapar.

3. İnvaziv aspergillozis: Pulmoner infeksiyon şeklinde başlayıp, diğer organlara yayılır. Özellikle immünsüpresif hastalar ve anatomik bozukluklarda görülür.

A. fumigatus, *A. flavus*, *A. terreus* ve diğer türlerin hematolojik maligniteli, kemik iliği veya katı organ nakli yapılan veya kortikosteroid tedavisi alan bağışıklığı bozuk kimselerde olağan hastane kaynaklı infeksiyon etkenlerini oluşturdukları, hastane havalandırma sistemleri ve halılarında bol miktarda buldukları vurgulanmıştır. Kemik iliği transplantasyon birimlerinde havadaki patojen *Aspergillus* spp. sayısının < 0.02 organizma/ m^3 ve hastanenin diğer bölümlerinde de < 0.05 organizma/ m^3 olması önerilmektedir. Havadaki ve halılardaki *Aspergillus* spp. yoğunluğunun ortamın bağıl nemi ve sıcaklığıyla bağlantılı olarak artıp azaldığı da saptanmıştır.

KAYNAKLAR

1. Aksaray S, Dokuzoguz B, Guvener E, et al. Surveillance of antimicrobial resistance among gram-negative isolates from intensive care units in eight hospitals in Turkey. J Antimicrob Chemother 2000;45:695-9.

2. Alberti C, Bouakline A, Ribaud P, Lacroix C, Rousselot P, Leblanc T, Derouin F; *Aspergillus* Study Group. Relationship between environmental fungal contamination and the incidence of invasive aspergillosis in haematology patients. *J Hosp Infect* 2001;48:198-206.
3. Babini GS, Livermore DM. Antimicrobial resistance among *Klebsiella* spp. collected from intensive care units in Southern and Western Europe in 1997-1998. *J Antimicrob Chemother* 2000;45:183-9.
4. Bal Ç, Bauernfeind A, Aydın A, Ang Ö. Çoğul dirençli *Klebsiella pneumoniae* suşlarında plazmidik sefamisinaz CMY-2. *İnfeksiyon Derg* 1995;9:67.
5. Bouza E, Pelaez T, Perez-Molina J, et al; *Aspergillus* Study Team. Demolition of a hospital building by controlled explosion: the impact on filamentous fungal load in internal and external air. *J Hosp Infect* 2002;52:234-42.
6. Cheong CD, Neumeister-Kemp HG, Dingle PW, Hardy GS. Intervention study of airborne fungal spora in homes with portable HEPA filtration units. *J Environ Monit* 2004;6:866-73. Epub 2004 Oct 07.
7. Christie CD, Heikens GT, McFarlane DE. Nosocomial and community-acquired infections in malnourished children. *J Trop Med Hyg* 1988;91:173-80.
8. Diekema DJ, Pfaller MA. Infection control epidemiology and clinical microbiology. In: Murray PR, Baron EJ, Jorgensen JH, Pfaller MA, Tenover FC, Tenover FC (eds). *Manual of Clinical Microbiology*. 8th ed. Washington: Am Soc Microbiol, 2003:129-38.
9. Drake CT, Goldman E, Nichols RL, Piatriszka K, Nyhus LM. Environmental air and airborne infections. *Ann Surg* 1977;185:219-23.
10. Drake CT, Goldman E, Nichols RL, Piatriszka K, Nyhus LM. Environmental air and airborne infections. *Ann Surg* 1977;185:219-23.
11. Edmond MB, Wallace SE, McClish DK, Pfaller MA, Jones RN, Wenzel RP. Nosocomial bloodstream infections in United States Hospitals: a three-year analysis. *Clin Infect Dis* 1999;29:239-44.
12. Fitzpatrick F, Prout S, Gilleece A, Fenelon LE, Murphy OM. Nosocomial aspergillosis during building work-a multidisciplinary approach. *J Hospital Infect* 1999;2:170-1.
13. French GL, Philips I. Antimicrobial resistance in hospital flora and nosocomial infections. In: Mayhall CG (ed). *Hospital Epidemiology and Infection Control*. Baltimore: Williams and Wilkins, 1996:980-99.
14. Fridkin SK, Jarvis WR. Epidemiology of nosocomial fungal infections. *Clin Microbiol Rev* 1996;9:499-511.
15. Gales AC, Jones RN, Forward KR, Linares J, Sader HS, Verhoef J. Emerging importance of multidrug-resistant *Acinetobacter* species and *Stenotrophomonas maltophilia* as pathogens in seriously ill patients: geographic patterns, epidemiological features, and trends in the SENTRY Antimicrobial Surveillance Program (1997-1999). *Clin Infect Dis* 2001;32(Suppl 2):104-13.
16. Gales AC, Jones RN, Turnidge J, Rennie R, Ramphal R. Characterization of *Pseudomonas aeruginosa* isolates: occurrence rates, antimicrobial susceptibility patterns, and molecular typing in the global SENTRY Antimicrobial Surveillance Program, 1997-1999. *Clin Infect Dis* 2001;32(Suppl 2):146-55.
17. Gazouli M, Kaufman ME, Tzelepi LS. Study of an outbreak of cefoxitin-resistant pneumonias in a general hospital. *J Clin Microbiol* 1996;35:508-10.
18. Kruger WH, Zollner B, Kaulfers PM, Zander AR. Effective protection of allogeneic stem cell recipients against aspergillosis by HEPA air filtration during a period of construction-a prospective survey. *J Hematother Stem Cell Res* 2003;12:301-7.

19. Lorenz R. Air conditioning systems. *Acta Neurochir (Wien)* 1980;55:49-61.
20. Mattner F, Weissbrodt H, Strueber M. Two case reports: fatal *Absidia corymbifera* pulmonary tract infection in the first postoperative phase of a lung transplant patient receiving voriconazole prophylaxis, and transient bronchial *Absidia corymbifera* colonization in a lung transplant patient. *Scand J Infect Dis* 2004;36:312-4.
21. Munoz P, Guinea J, Pelaez T, Duran C, Blanco JL, Bouza E. Nosocomial invasive aspergillosis in a heart transplant patient acquired during a break in the HEPA air filtration system. *Transpl Infect Dis* 2004;6:50-4.
22. Nordmann P, Ronco E, Naas T, Duport C, Michel-Briand Y, Labia R. Characterization of a novel extended-spectrum beta-lactamase from *Pseudomonas aeruginosa*. *J Antimicrob Chemother* 1993;37:962-9.
23. Poirer L, Heritier C, Podglajen I, Sougakoff W, Gutmann L, Nordmann P. Emergence in *Klebsiella pneumoniae* of a chromosome-encoded SHV beta-lactamase that compromises the efficacy of imipenem. *Antimicrob Agents Chemother* 2003;47:755-8.
24. Quinn JP. Clinical problems posed by multiresistant nonfermenting gram-negative pathogens. *Clin Infect Dis* 1998;27(Suppl 1):117-24.
25. Raucher BG. Infection control in pulmonary and critical care medicine. *Semin Respir Infect* 1999;14:372-82.
26. Reisman RE, Mauriello PM, Davis GB, Georgitis JW, DeMasi JM. A double-blind study of the effectiveness of a high-efficiency particulate air (HEPA) filter in the treatment of patients with perennial allergic rhinitis and asthma. *J Allergy Clin Immunol* 1990;85:1050-7.
27. Soots G, Leclerc H, Pol A, Savage C, Fieve R. Air-borne contamination hazard in open heart surgery. Efficiency of HEPA air filtration and laminar flow. *J Cardiovasc Surg (Torino)* 1982;23:155-62.
28. Wang SH, Sheng WH, Chang YY, et al. Healthcare-associated outbreak due to pan-drug resistant *Acinetobacter baumannii* in a surgical intensive care unit. *J Hosp Infect* 2003;53:97-102.
29. Wang WH. Validation of the integrity of a HEPA filter system. *Health Phys* 2003;85(Suppl 5):101-7.