
Tüberkülozun Yayılımını Önlemede Çevresel Kontrol Önlemleri ve Dezenfeksiyon

Doç. Dr. Mustafa ÖZYURT

*Gülhane Askeri Tıp Akademisi Haydarpaşa Eğitim Hastanesi,
Mikrobiyoloji ve Klinik Mikrobiyoloji Servisi, İSTANBUL*

Tüberküloz (TB) dünyada en sık ölüme neden olan infeksiyonlardan biri olup, dünya nüfusunun 1/3'ü *Mycobacterium tuberculosis* kompleks ile infektidir. Dünya Sağlık Örgütü (DSÖ)'ne yapılan bildirimler dikkate alındığında tüberkülozun saptanan insidansı dünyada 66/100.000 olmasına rağmen tahmin edilen gerçek insidansının 141/100.000 olduğu bildirilmektedir. DSÖ verileri dikkate alındığında 2002 yılında ülkemizden bildirilen bu oranın da 26/100.000 olduğu 2004 yılı kayıtlarında yer almaktadır. DSÖ'ye her yıl ortalama 10-12 milyon yeni TB olgusu bildirimi yapılmakta olup, bunların yaklaşık %95'i gelişmekte olan ülkelerden yapılmakta ve yılda 2-3 milyon insan sadece TB'den ölmektedir. Yoksulluk ve aşırı nüfus yoğunluğu gibi sosyoekonomik faktörler dahil pek çok unsur, gelişmekte olan ülkelerde TB görülme oranlarının artış nedeni olarak gösterilmektedir. Vakaların yaklaşık %80'i 15 ile 59 yaşları arasında, en üretken dönemde hastalığa yakalanmaktadır. Belirtilen rakamlar göz önünde tutulduğunda tedavi olmamış pulmoner TB'li her hastanın yılda 10-15 kişiyi infekte ederek, hastalığın ciddi halk sağlığı sorunu olmasına yol açabildiği göz ardı edilmemelidir.

Özellikle infekte kişilerin konuşması, öksürmesi ve hapşırması sırasında yaklaşık 1-5 µm büyüklüğündeki *M. tuberculosis* basillerini içeren infeksiyöz partiküller ortam havasına karışarak çevreye yayılır ve duyarlı kişileri infekte eder. Öksürük ile ortama yaklaşık 3.500 infekte damlacık yayılırken, hapşırma anında bu sayı 1 milyon infeksiyöz partiküle ulaşabilmektedir. Solunum yolu ile alveollere ulaşarak infeksiyona neden olabilmesi için *M. tuberculosis*'in en düşük infeksiif dozu insanlarda < 10 basildir.

Yayıma yüzey teması ile olmaz. Bu amaçla ciddi TB epidemilerinde yapılan analizlerde, hava yolu ile giysilere, mobilyalar, döşemeler ve duvarlara düşen TB basilinin önemli bir tehlike oluşturmadığı gösterilmiştir.

Sağlık kurumlarında *M. tuberculosis* yayılımı, TB'li kişilerde aerosol oluşumuna neden olabilen uygulamalar (örneğin; bronkoskopi, endotrakeal entübasyon, aspirasyon ve diğer respiratorik uygulamalar, açık apse irrigasyonu, otopsi, balgam indüksiyonu ve öksürük refleksini uyaran aerosol uygulamaları vb.) ile ilişkilendirilmektedir.

TB, diş hekimliği çalışma ortamında da önemli bir sorundur. Böyle bir ortamda hastalar, hekim ve yardımcılarıyla diğer sağlık çalışanları potansiyel olarak infekte damlacık ve aerosoller ile TB yönünden risk altındadır. Bu durum özellikle diş tedavisi sırasında kullanılan ultrasonik alet, mikromotor, hava-su spreyle ri ve endodontik tedavi sırasında lazer kullanımı sonucu meydana gelen saçılmalar ve biyoaerosollerin hekim ve yardımcıları tarafından solunmasıyla gerçekleşebilir. Tedavi gören hastalarda kullanılan dental aletlerin uygun olmayan temizlikle etkili olmayan dezenfeksiyon veya sterilizasyon uygulamalarında diğer hastaları ve uygulayıcıları infeksiyonlara maruz bırakabilmektedir. Ayrıca dental su sistemlerinde *M. gordonae*, *M. flavescens*, *M. chelonae* ve *M. simiae* gibi nontüberküloz mikobakteriler ağız çalkalama sırasında hastalar tarafından alınıp, ağızdaki yaralara transferleri söz konusu olabilmektedir. Bu amaçla, diş hekimliği tedavilerinde steril su kullanımı ile dental ünite su sistemlerinin dekontaminasyonunun önemi vurgulanmaktadır. Dekontaminasyon amaçlı en yaygın kullanılan kimyasal klorin bileşikler olup, ayrıca klorheksidin glukonat, hidrojen peroksit, iyodoforlar ve ağız gargaralarında aynı amaçla kullanılmaktadır. Diğer bir önlem olarak, şehir şebekesinden hastaneye gelen suyun toplandığı ana deponun dışında ünite içerisinde düzenli temizlik ve kontrolü ile dezenfeksiyonu yapılabilecek bağımsız bir su deposunun kullanımında daha etkili olabilir. Diş hekimliği kliniklerinde havalandırma sistemi ve çalışma koşullarının değiştirilmesinin biyoaerosollerin kompozisyonu ve yoğunluğu üzerine olan etkileri konusunda yeterli veriler elde mevcut değildir. Bu alanlarda etkin bir infeksiyon kontrolü için izin verilecek aerosol yoğunluğu ile ilgili bir standart değer yoktur. Ancak ideal olarak, hava filtre sistemlerinde son filtreden geçen 1 m³ havada 0.5'ten az bakteri taşıyan partikül ile dental işlem sırasında 30 cm'lik alanda ≤ 10 infekte partikül olması beklenir. Ortamdaki infeksiyöz partiküllerin yoğunluğunu azaltmak için hava filtre sistemlerinin veya ultraviyole germisidal irradyasyon (UVGI) uygulamalarına gereksinim duyulmaktadır. Bu nedenle TB dahil çapraz infeksiyonları önlemek için diş hekimliği ile ilgili ideal çalışma kurallarına uyulması, kişisel koruyucu giysi, maske, kep ve gözlük kullanımı gibi standart korunma önlemlerine ait yayınlanmış rehberlere titizlikle riayet, mevcut riski en aza indirmede önemlidir.

TB'nin hastaneler ve diğer kapalı alanlarda yayılımına ilişkin epidemiyolojik kanıtlara literatürlerde sıkça rastlanılmaktadır. Ayrıca pulmoner TB'li hastalarda

kullanılan bronkoskop ve gastroskoplar uygun olmayan dezenfeksiyon işlemleri sonucu başka kişiler için her zaman bulaş riski oluşturabilmektedir.

Nontüberküloz mikobakteriler (NTM)'in bazıları (özellikle *M. avium*, *M. chelonae*, *M. fortuitum* ve *M. kansasii*), *M. tuberculosis*'in neden olduğu pulmoner hastalıklara benzer klinik ve radyolojik bulgular gösterebilirler. Ancak ekoloji ve fizyolojileri insanda TB oluşturan mikobakterilerden farklıdır. Hastaneler ve kliniklerde "çevresel" mikobakteriler olarak bilinen NTM'lerin birçoğu doğada saprofit olarak bulunur ve bunları doğal sular, musluk suyu, içme su sistemleri, toprak, toz ve aerosollerden izole etmek mümkündür. Çevrede veya su dağıtım sistemlerinde bulunan NTM buldukları ortamda üredikleri süre boyunca kalıcıdırlar. Bunlar arasında *M. avium*, *M. chelonae*, *M. fortuitum* ve *M. xenopi*'nin içme suyu sistemlerinde uzun süre kalıcı olmalarının en önemli nedenleri dezenfektanlara karşı gösterdikleri direnç ve hidrofobik olmalarıdır. Bu yüzden özellikle su yüzeylerinde yüksek konsantrasyonda bulunur ve biyofilm oluşturmak üzere su boruları ve katater yüzeyine tutunurlar. Hastane su sistemlerinde ve çevrede (lavabolar, duş başlıkları, küvetler, ameliyat sırasında kullanılan aletler, buz makineleri ve solüsyonlar gibi) kolonize olması sonucunda neden oldukları nozokomiyal salgınlar 20 yıldır sorun olmaya devam etmektedir. Doğal sular ve su dağıtım sistemlerinde bulunan türler ülkeden ülkeye farklılık gösterebildiğinden epidemiyolojik verilerde değişebilmektedir. NTM hastane su sistemlerini kontamine ederek özellikle plastik cerrahi ve kalp ameliyatları sonrasında yara infeksiyonları, enjeksiyon sonrası apseler, hemodiyaliz sırasında kullanılan solüsyon ve aletler ile invaziv işlemlerde kullanılan bronkoskop, gastroskop gibi fiber optik endoskopların kontaminasyonu sonucunda yalancı infeksiyonlar rapor edilmektedir. Nozokomiyal hastalıkla ilişkilendirilen en yaygın NTM türleri arasında *M. fortuitum*, *M. chelonae* ve *M. abscessus*'un da bulunduğu hızla çoğalan mikobakteriler yer almaktadır. Bununla birlikte, *M. avium* dahil olmak üzere birçok NTM için ana kaynak su ve toprak gibi çevresel kaynaklardır. NTM infeksiyonları için çok iyi kaynak oluşturmaları nedeniyle hastanelerdeki su sistemleri önemle takip edilmeli ve sürveyans kültürleri yapılmalıdır.

RİSK GRUPLARI ve TÜBERKÜLOZ YAYILMA RİSKİNİ ARTTIRAN ÇEVRESEL FAKTÖRLER

Sağlık kurumlarında *M. tuberculosis*'in yayılımı çok önemli bir risktir. Bu riskin büyüklüğü; ortama, meslek gruplarına, toplumda TB prevalansına, hasta popülasyonuna ve sağlıklı yapılamayan TB infeksiyon kontrol ölçümlerine bağlı olarak değişir.

Özellikle pulmoner TB'li bir hasta ile evde veya yakın temas sağlayan diğer kapalı alanlarda dakikalar veya saatler içerisinde değilde günler ve haftalarca devam eden uzun süreli birliktelikler duyarlı kişiler için yüksek infeksiyon riskinde beraberinde taşır. TB şüpheli bir hasta ile üç aydan fazla süreli bir arada kalınması infeksiyona yakalanmada önemli bir risktir. Öncelikli olarak *M. tuberculosis* ile infeksiyona veya maruziyete yüksek oranda riskli gruplar;

• Özellikle son beş yıl içerisinde TB insidansının yüksek olduğu coğrafik bölge veya ülkelerden göç ederek gelen yabancı kaynaklı yetişkinler ve çocukları ile yüksek riskli bölgelere sıkça seyahat yapanlar,

- Yüksek riskli toplu yaşam alanlarında hastalara hizmet veren görevliler,
- TB riskli alanlarda örneğin; tedavi odaları, göğüs klinikleri, bronkoskopi üniteleri, radyoloji üniteleri, TB laboratuvarları, insan immünyetmezlik virüsü (HIV) koşulları ve otopsi odalarında hizmet veren sağlık çalışanları,
- Tanısı henüz kesinleşmemiş ve gerekli solunum önlemlerini almamış TB'li hastalara korunmasız yaklaşan sağlık çalışanları,
- Tıbbi açıdan yeterli hizmet alamayan ve düşük gelir düzeyli insan grupları,
- Yerel olarak yüksek TB insidansı görülen bölgelerde yaşayanlar,
- Yüksek risk kategorilerine giren yetişkinlerle birarada bulunan bebek, çocuk ve ergenler.

TB yayılma riskini arttıran çevresel faktörler;

- Dar ve kapalı alanlarda TB'ye maruziyet,
- Yetersiz lokal veya genel havalandırma,
- İnfeksiyöz partikülleri içeren havanın ortamda sirkülasyonu,
- Tıbbi ekipmanların uygun olmayan temizlik ve dezenfeksiyonu,
- Hasta örneklerinin taşınmasında yanlış uygulamalar yer alır.

TÜBERKÜLOZ İNFEKSİYONU KONTROL ESASLARI

Sağlık kurumları için *M. tuberculosis*'in yayılımında en kritik risklerden biri, standart solunum yolu önlemleri almadan, TB hastalarının olmadığı odaları ile çoklu ilaç dirençli TB (MDR-TB)'li hastaların bulunduğu ortamlarda dolaşan ve hasta olduğu bilinmeyen TB'li hastalardır.

Tüm sağlık kurumlarında hızlı tanıyı sağlayabilen, hava kaynaklı önlemler ile şüpheli veya konfirme edilmiş TB hastalarının tedavilerini kapsayan bir TB infeksiyon kontrol programına gereksinim vardır. Böyle bir programın esasını üç aşamalı kontrol oluşturur. Bunlar;

- Yönetimsel kontrol.
- Çevresel kontrol.
- Solunum önlemleri.

Yönetimsel Kontrol

TB kontrollerinin ilk ve en önemli aşaması, personelin TB hastalığına maruziyet riskini azaltacak yönetimsel kuralların titizlikle uygulanmasıdır. Yönetimsel kontrol maksatlı aktivitelerin başlıcaları;

- Kurumda, TB infeksiyon kontrolü için sorumluluk paylaşımı ve görevlendirme yapmak,

- Kurumun TB risk durumunu yönetebilmek,
- Hızlı tanıyı sağlayabilen, hava kaynaklı önlemler ile şüpheli veya konfirme edilmiş TB hastalığı olanların tedavilerini kapsayan yazılı bir TB infeksiyon kontrol planı oluşturmak ve geliştirmek,
- İstenmiş olan laboratuvar çalışmaları ve testlerin zamanında gerçekleşmesi ve sonuçların istemi yapan doktora ve infeksiyon kontrol ekibine ulaşmasını sağlamak,
- Şüpheli veya konfirme edilmiş TB hastalarının yönetimi için etkili çalışma pratiklerini uygulamak,
- Genellikle endoskoplar gibi potansiyel kaynak oluşturabilen kontamine ekipmanların uygun temizlik, dezenfeksiyon ve sterilizasyonlarını sağlamak,
- Hastane çalışanlarına TB ile ilgili olarak, yayılımı, bulguları ve önlemleri konularında düzenli eğitim vermek,
- TB için riskli hastalar ile *M. tuberculosis*'e maruziyet ihtimali olan hastane çalışanları için izlem ve değerlendirmeler yapmak (örneğin; TB izlem programı),
- Kuruma ait infeksiyon kontrol verileri kullanılarak, epidemiyolojik esaslı uygulamalı korunma prensipleri oluşturmak,
- Lokal veya bölgesel sağlık birimleri ile koordinasyon sağlamak.

TB'li sağlık çalışanlarına aşağıda belirtilen değerlendirmeler sonrasında işlerine geri dönmeleri için izin verilmelidir. Bunlar;

- Sekiz-yirmi dört saat arayla toplanmış ve en az biri sabah erken alınmış olmak üzere üç balgam örneğinin asido dirençli bakteri yönünden “smear” sonuçları negatif olmalı,
- Duyarlılık test sonuçları dikkate alınarak uygulanan TB tedavisine olumlu yanıt alınmış olmalı,
- Bu konuda uzman bir hekimin denetiminde infeksiyon açısından işe dönmesinde bir sakınca olmadığına dair bir raporu olmalı,
- Ayrıca göreve döneceği çalışma ortamında riskli hasta olmamasına dikkat edilmelidir (söz konusu kişi HIV'li veya immünsüpresif hastaların olduğu yerde görevlendirilmemelidir).

Çevresel Kontrol

İkinci aşama kontrol önlemleri olarak çevresel kontrolün amacı ortam havasında bulunan infeksiyöz partiküllerin yoğunluğunu azaltmak ve yayılımını önlemektir.

Primer çevresel kontroller, infeksiyon kaynağını biyogüvenlik kabini gibi lokal kullanıma ait havalandırma cihazları kullanarak ve genel havalandırma ile kirli havanın seyreltilip temizlenmesini sağlayarak yapılır.

Sekonder çevresel kontroller ise hava kaynaklı infeksiyonlara karşı izolasyon odalarına bitişik alanlarda, havanın kontaminasyonunu engelleyip kontrollü hava akımı ile, "High Efficiency Particulate Air (HEPA)" filtrasyon ve UVGI ile gerçekleştirilir.

Solunum Önlemleri

İlk iki kontrol aşaması *M. tuberculosis*'e maruz kalabilecek alanların sayısını azaltmayı ve buna bağlı olarak bu patojene maruz kalacak personel sayısını da asgari düzeye düşürmeyi sağlar. Bu iki kontrol uygulaması sınırlı alanlarda maruziyet riskini azaltmasına rağmen elimine etmez bu alanlar hala *M. tuberculosis*'e maruz kalabilir. Buralara giriş yapacak personeller bu patojene maruz kalabilme riskine karşılık üçüncü kontrol aşaması olarak, yüksek riskli alanlar için özel koruyucu solunum ekipmanı kullanmalıdırlar. Bu ekipman ile TB'li bir hastanın ortam havasına saldırdığı infeksiyöz damlacıkların sağlık çalışanlarına bulaşma riski azaltılır. Riski azaltmak için aşağıdaki önlemler alınabilir;

1. Hava kaynaklı infeksiyöz ajanlar için korunma programının kurumda uygulanmasına özen gösterilmesi,
2. Solunum yolu ile bulaşma önleme konusunda sağlık çalışanlarının eğitimi,
3. Hastaların solunum hijyeni ve emniyetli öksürük konusunda eğitimi.

TÜBERKÜLOZ İNFEKSİYON KONTROL PROGRAMI

Her sağlık kuruluşunun genel infeksiyon kontrol programının bir parçası olarak TB infeksiyon kontrol programı olmalıdır. TB infeksiyon kontrol programının bazı özel ayrıntıları, tanısı kesin olarak konmuş veya şüpheli TB olguları ile karşılaşılıp karşılaşılmayacağını veya bu gibi olguların bir başka sağlık kuruluşuna nakledilip nakledilmeyeceğine göre değişir. Bu kararı verecek yöneticilerin yerel ve genel sağlık birimlerinden tıbbi ve epidemiyolojik görüş alması gerekir.

Şüpheli veya Kesin Tanı Konmuş Olguları Kabul Eden Sağlık Kurumlarında Oluşturulacak Tüberküloz İnfeksiyon Kontrol Programı

Bu program, yönetim, çevre ve solunum önlemlerine ait kontrol aşamalarını kapsar. Böyle bir TB infeksiyon kontrol programı oluşturabilmek için aşağıdaki basamaklar uygulanmalıdır:

1. Tüberküloz, infeksiyon kontrolü, meslek sağlığı, çevresel önlemler ve solunum önlemleri gibi konularda tecrübeli kişi veya grupların denetim yetkisi olmasıdır. Bu kişi ya da gruplara, TB risk değerlendirmelerinde, TB infeksiyon kontrol prensiplerini uygulamada ve sağlık çalışanlarını eğitmede gerekli destek verilmesidir. Bunun için;

- TB infeksiyon kontrol programını uygulamadan sorumlu kişiler eğitilmelidir,
- Yetki eğer bir gruba verildiyse gruptan bir kişi, sorunların yönlendirilmesinde sorumlu kişi olarak belirlenmelidir.

2. Yazılı bir TB infeksiyon kontrol planı hazırlayıp bu plan her yıl güncellenmelidir. Şüpheli veya tanısı konulmuş TB olgularına zorunlu tutulacak gerekli koruyucu solunum önlemleri bu planda anlaşılabilir ifadelerle yer almalıdır.

3. Şüpheli veya yanlış tanı konulmuş bir TB olgusuna, gerekli koruyucu solunum önlemleri aldırılmamışsa ya da yönetsel, çevresel veya solunum önlemleri başarısız olmuş ise soruna yönelik değerlendirmeler yapılmalıdır.

4. Sağlık kuruluşunda *M. tuberculosis* şüpheli bir yayılımdan söz ediliyorsa il veya bölge sağlık müdürlükleri ile temasa geçilerek birarada araştırma yapılmalıdır.

5. İl veya bölge sağlık müdürlükleri ile iş birliği yaparak, risk değerlendirmesi, yazılı bir TB infeksiyon kontrol planı hazırlanması, şüpheli veya tanısı konulmuş bir olguların tedavisi, sağlık çalışanlarının eğitimi, sağlık çalışanlarının bilgi ve becerilerinin değerlendirilmesi, sorun değerlendirmesi ve iş birliği çalışmalarını içeren bir yönetim kontrol programı geliştirilmelidir.

6. Çevresel kontroller uygulamaya konulmalıdır (izolasyon odaları dahil)

7. Solunum önleme programı uygulamaya konmalıdır.

8. Sağlık çalışanlarına sürekli hizmet içi eğitim verilmelidir.

9. Başka kurumlardan nakil gelen şüpheli veya tanısı konulmuş olguların ka- bulu için bir plan geliştirilmelidir.

Şüpheli veya Kesin Tanı Konmuş Olguları Kabul Etmeyen Sağlık Kurumlarında Oluşturulacak TB İnfeksiyon Kontrol Programı

Hastaların nakil öncesi bir süre kalabileceği sağlık kurumlarının da yönetsel, çevresel kontroller ile solunum önlemlerini içeren bir TB infeksiyon kontrol programı uygulamaları gereklidir. Bu amaçla aşağıdaki basamaklar uygulanmalıdır:

1. TB infeksiyon kontrol programı için uygun bir personel görevlendirilmelidir,

2. Şüpheli veya kesin tanı konmuş olguları tanımlayan ve bir başka sağlık kuruluşuna nakillerde o kuruluştaki sorumluların dikkate alınması gerekli konuları içeren yazılı bir TB infeksiyon kontrol planı hazırlanmalıdır. Plan, hastaların nakil zamanına kadar diğer kişilerden izolasyonunu sağlayacak gerekli önlemleride içermelidir (örneğin; bu amaçla pulmoner TB'li hastanın nakli sırasında bir cerrahi maske takması sağlanmalı). Bu plan her yıl gözden geçirilmelidir.

3. Hastaların izolasyonu ve transferi sağlanamıyorsa bu sorunun çözümüne yönelik değerlendirme yapılmalıdır.

4. Sağlık kuruluşunda *M. tuberculosis* şüpheli bir yayılımdan söz ediliyorsa il veya bölge sağlık müdürlükleri ile temasa geçilerek birarada araştırma yapılmalıdır.

5. İl veya bölge sağlık müdürlükleri ile iş birliği yaparak, risk değerlendirmesi yapılmalı ve yazılı bir TB infeksiyon kontrol planı hazırlanmalıdır.

TÜBERKÜLOZUN YAYILIMININ ÖNLENMESİNDE ÇEVRESEL KONTROLLER

TB ve MDR-TB salgınları 1980'li yıllarda ve 1990'lı yılların başlarında hastaneler, bakım evleri, ceza evleri, klinikler ve kimsesizlere ait barınaklarda ciddi bir sağlık sorunu olarak gözlenmiştir. Özellikle immünsüpresif kişiler arasındaki ölümlerin önemli bir bölümü MDR-TB ile ilişkilendirilmiş ve bu kişiler arasında bulaşmanın hava yolu ile gerçekleştiği epidemiyolojik çalışmalarla ortaya konmuştur. Kapalı yaşam koşullarına sahip ortamlarda bireysel kontrol önlemleri yerine genellikle çevresel kontrol yöntemlerinden yararlanılması tercih edilir. *M. tuberculosis*'i etkisiz hale getirmek, ortamdaki temizlemek ve korunmak amacıyla çevresel kontrol önlemleri olarak havalandırma sistemleri (lokal ve genel), HEPA filtrasyon, UVGI teknolojileri ve filtreli solunum maskeleri kullanılmaktadır.

Çevresel mühendislik kontrol önlemleri kurumsal TB kontrol programının önemli bir parçasını oluşturursa da, hiç kuşkusuz en önemli kontrol önlemlerinin başında TB şüpheli kişilerin en kısa sürede tanısına yönelik klinik ve laboratuvar çalışmalarının gerçekleştirilmesi ve bu periyod içerisinde gerekli karantina işlemlerinin uygulanabilmesi ve kesin tanıyla birlikte tedavisinin takibidir.

Bu kontroller hava yolu ile infeksiyöz partiküllerin yayılmasını önlemede ve konsantrasyonunu azaltmada yardımcıdır. Çevresel kontroller TB infeksiyon kontrol programının ikinci aşamasını oluşturur ve yönetsel kontrol basamağı ile uyum içerisinde yürütülür. Çevresel kontrollerin etkin kullanımı, kaynağında (TB'li hastanın öksürmesi sırasında veya infekte laboratuvar numunesi ile) veya çalışma ortamının genelinde mesleki olarak *M. tuberculosis*'e maruziyeti azaltılabilir. Kaynağın tanımlanması ve kontaminantın çoğaldığı yerde sınırlandırılması için kaynak kontrolü yapılır. Kaynak kontrol tekniklerinin kullanımı ile havada serbest dolaşan infeksiyöz partiküllerin yayılımı önlenebilir veya azaltılabilir. Bu teknikler, özellikle infeksiyöz aerosollerin oluşumuna yol açan uygulamalarda (örneğin; bronkoskopi, balgam indüksiyonu, endotrakeal entübasyon, aspirasyon, TB apse irrigasyonu, aerosol uygulamaları, tedavi olmamış TB'li kadavralar üzerinde yapılan otopsi uygulamaları ve bazı laboratuvar örneklerine yapılan uygulamalar) ve aktif TB'li hastaların öksürmeleri ve aksırmaları sırasında kritiktir. Sağlık kurumlarında veya kapalı bir alanda hava akış yönünü kontrol, havadaki kontamine partikülleri temizleme ve havayı dilüe etmek için genel havalandırma uygulanabilir. Hava temizleme teknolojileri arasında HEPA filtrasyon sistemi, ortamdaki *M. tuberculosis* partiküllerini azaltmada ve UVIG ise infeksiyon riski oluşturabilen mikroorganizmaları inaktive edebilmek veya öldürebilmek amacıyla kullanılmaktadır.

HAVALANDIRMA

Hastanede çalışan ve sağlık hizmeti alan insanların ihtiyacı olan temiz hava ve nem uygun yerleştirilmiş klima sistemleri ile mümkündür. Sağlık kuruluşlarında havalandırma sistemleri, ilgili sağlık personeli, infeksiyon kontrol uygulama sorumluları ve ilgili mühendislerin iş birliği ile dizayn edilmeli ve gerektiğinde mo-

difiye edilmelidir. Hastane binaları havalandırılırken mevcut havalandırma sistemi; ortam havasının çalışanlar, hastalar ve ziyaretçiler için optimum sıcaklık ve neme sahip olmasını sağlamalı, kokuyu kontrol edilebilmeli, kontamine havayı uzaklaştırabilmeli, duyarlı hasta ve çalışanların hava yolu ile bulaşabilen infeksiyonlara karşı korunmasını sağlayabilmeli ve infekte kişilerden patojenlerin hava yolu ile çevreye yayılımını en aza indirebilmelidir. Havalandırma sistemi; dışarıdaki havayı içeri alan, filtre eden, nem kontrolü, ısıtma ve soğutma ekipmanları ile fanlar, fan kanalları ve hava tahliye sistemlerinden oluşur. Filtre yetersizlikleri, yanlış montaj ve yetersiz bakım nedenleriyle havalandırma sistemlerinin performanslarındaki azalma, hava kaynaklı infeksiyonların yayılımına katkıda bulunur.

Klinikler, hastaneler ve acil yardım merkezleri gibi yüksek risk taşıyan ortamlarda şüpheli vakalar için ayrı bir havalandırma sistemine sahip izolasyon odaları oldukça önem taşımaktadır. İnfeksiyöz partiküllerin yoğun olduğu TB hastalarına ait izolasyon veya tedavi odalarındaki havanın %100'ünün dışarıya atılmasını sağlayan negatif basınçlı özel bir havalandırma sistemi olmalıdır. Böyle bir sistemde, havalandırma hastaya doğru olmalı ve kirli hava kullanılmadan dışarı atılmalıdır. Bunun yanı sıra risk grubu, immünsüpresif hastaları TB'den korumak için pozitif basınçlı odalardan da yararlanılabilir. Pozitif basınçlı odalarda giren hava çıkan havadan fazla olduğu için böyle odalarda yatan hastalar solunum yolu ile bulaşabilen infeksiyöz ajanlara karşı önemli ölçüde korunmuş olur. Bunun için hasta odası ile oda dışındaki alan arasında > 2.5 Pa'lık basınç farkı oluşturulmalı ve saatte 3-10 hava değişimi sağlanabilmelidir. Hastalık Önleme ve Kontrol Merkezi (CDC), koridorlar ve izolasyon odaları arasında basınç gradyanları bulunan binalardaki havalandırmanın, odadan odaya bulaşmayı önlemek için havanın izolasyon odalarına doğru akacak şekilde (temiz alandan kontamine alana doğru) tasarımlarının yapılmasını tavsiye etmektedir. Havalandırma, yoğunlaşmanın azaltılması ya da infeksiyöz partiküllerin havadan temizlenmesi ile havanın düşük riskli komşu alanlardan izolasyon ve işlem odalarına doğru akmasını sağlayacak şekilde tasarlanmalıdır. Hava kaynaklı partikülleri minimize etmek için havanın en az 0.25m/saniye hızla HEPA filtreden geçerek odada sirküle olması gerekmektedir.

Bulaşma olasılığı, havada bulunan infeksiyöz partiküllerin yoğunluğu ve solunan hava miktarı ile ilişkilidir. Aeresollü pentamidin tedavilerinin yapıldığı odalarda bulunmak da ayrıca riski arttırmaktadır. CDC, nozokomiyal TB vakaları ile ilgili olarak yayınladığı önerilerde "öksürüğü tetikleyen tüm uygulamaların negatif basınçlı oda ya da kabinlerde yapılması" gerektiğini önermiş ve "bu oda ya da kabinlerdeki havanın doğrudan bina dışına ve giriş ventillerinden uzağa verilmesi" gerekliliğini belirtmiştir.

Çevresel kontroller ile ilgili dokümanlar, hastane çalışanlarının eğitiminde ve TB infeksiyon kontrol programları kapsamında, bu bilgilerin nasıl kullanılabilceği konusunda yardımcı olur. Bu bilgiler, havalandırma sisteminin dizaynı, seçi-

mi, donanımı ve bakımı ile ilgili tavsiyede bulunabilen uzmanlarla konsültasyon yerine kullanılmamalıdır. Havalandırma sistemlerinin çalıştırılması ve bakımı uygun değilse çevresel kontroller için başarılı bir TB infeksiyon programının ana unsurlarını oluşturan personel eğitim ve öğretimi yetersiz kalacaktır.

A. Bölgesel Havalandırma

Bölgesel havalandırmalar havada bulunan kirleticileri kaynaklarında ya da kaynaklarının yanında yakalamayı amaçlar. Böylece infeksiyöz ajanların ortamdaki kişilerle karşılaşması engellenerek ortadan uzaklaştırılması sağlanır. İnfeksiyöz ajanları ortama dağılmadan önce etkisiz hale getirdiği için bu yöntem havada bulunan kontaminantların yakalanmasında en uygun yöntem olarak kabul edilir. Bölgesel havalandırma iki şekilde uygulanabilir.

1. Kapalı ortamlar: İnfeksiyon kaynağının dış ortamla irtibatını kısmen ya da tamamen keser.

2. Harici aygıtlar: İnfeksiyon kaynağı, aygıtın yakınında ancak dışındadır.

Kapalı ortamlar, havadaki kontaminantların sağlık çalışanlarına bulaşmasını tam anlamıyla önleyebilmeleri nedeniyle her zaman harici cihazlara tercih edilmektedir.

Kapalı ortamlar; bölgesel havalandırma maksatlı kullanılan kapalı ortamlar arasında;

1. Balgamın alınmasında ve aerosol ilaçların uygulanmasında kullanılan kabinler,

2. Bir hastanın dış ortamla irtibatının kesilmesi ve izole edilmesi için çadır ve kapşonlar,

3. Biyoemniyet kabinleri yer alır.

Bu aygıtlar piyasadan farklı formlarda temin edilir. İçlerinde en basiti, hastanın üzerine yerleştirilen ve dış havalandırma sistemiyle bağlantısı olan bir çadırır. En kompleks olanı ise kendi içinde bir hava akımı ve döngü sistemi içeren kabinlerdir. Bir hastanın taburcu olmasını takiben yeni hastanın gelişi arasındaki zaman dilimi içerisinde çadır ve kabin havasındaki partiküllerin en az %99'u ortamdaki uzaklaştırılabilir. Kapalı bir ortamda havada bulunan partiküllerin %99 ya da %99.9'unun temizlenmesi için gereken zaman;

• Oda veya kabinin hava/m³'deki miktarı ile giriş kaynağından çıkan havanın hızına,

• Havalandırmanın giriş ve çıkış yerlerine,

• Odanın veya kabinin yapısına bağlıdır.

Kapşon ve kabinlerin yüzeyleri düzenli aralıklarla üretici firmaların tavsiyelerine göre temizlenmelidir. Bahsedilen kapalı ortamların havası, aygıtın yerleştirildiği oda içine veya dışına tahliye edilir. Eğer çıkan hava bir oda içine tahliye ediliyorsa uç noktaya bir HEPA filtre takılmalıdır. HEPA filtrenin tahliye kısmına bir fan takılarak çevreye göre negatif basınçlı bir ortam yaratılmalıdır. Böylece oda-

daki kontamine olmamış hava, tüm açıklıklardan kabin içerisine girebilecek ancak enfeksiyöz damlacıkların kabin dışına çıkışı engellenecektir. Ticari olarak satılan aygıtların tamamı HEPA filtreli olup ayrıca takılmalarına gerek yoktur. Bir cihaza HEPA filtre takılmıyorsa çıkan hava doğrudan dışarıya verilmelidir.

Harici aygıtlar: Bölgesel havalandırma için kullanılan harici aygıtlar, aktif infeksiyonlu hastanın içerisinde bulunmadığı ancak hastanın yakınında yer alan aygıtlardır. Bu aygıtlarda üretilen hava akımı, hasta yüzüne yakın çapraz akımları damlacık kaçışına izin vermeyecek şekilde önleyebilmektedir. Mümkün olduğunca hastanın yüzü aygıtın hava giriş bölümüne dönük tutularak her öksürük veya aksırığın aygıt içerisine doğru gerçekleşmesi amaçlanır. Söz konusu aygıt, hasta solunum alanında dakikada 200 feet (yaklaşık 64 m) hava akım hızı sağlayarak, hastaya ait damlacıkların etrafa saçılmasını engelleyebilmelidir. Bu aygıtlarda solunum hızının kontrolü önemlidir.

B. Genel Havalandırma

Genel havalandırma ile hem havanın dilüsyonu hem de ortam havasındaki kontamine edici maddelerin uzaklaştırılmasıyla hava kalitesi arttırılır. Bu yöntemin sağladığı kontamine olmamış hava ile kontamine oda havası karıştırılır ve bu karışım havası son basamakta tahliye sistemi ile odadan uzaklaştırılır. Bu işlemlerle oda havasındaki kontamine damlacık yoğunluğu azaltılması hedeflenir.

Bu amaçla iki farklı sistem kullanılır: Bunlar, tek geçişli hava sistemi ile geri dönüşümlü sistemlerdir.

- Tek geçişli hava sisteminde hava, ya ısıtılmış ya da soğutulmuş dış ortam havasıdır, veya çok sayıda bölgeye hava sağlayan merkezi bir sisteme ait kontamine olmamış havadır. Bu hava bir bölge veya odadan geçtikten sonra tamamı dışarıya atılır. Tek geçişli sistem izolasyon odaları için tercih edilir. Çünkü bu sistemde kontamine havanın sağlık kurumunun başka bölgelerine ulaşması engellenir.

- Geri dönüşümlü sistemde ise çıkan kontamine havanın bir kısmı doğrudan dışarı verilir temiz hava ile yer değiştirilir. Bu hava, tahliye edilmeyen kontamine hava ile karışır. Karışım bir işleme tabi tutulmazsa kontamine havanın önemli ölçüde kontamine olmayan diğer bölümlere yayılmasına yol açabilir. Hava karışımının genel havalandırmaya tekrar verilmesi yerine özel bir oda veya bölgeye yönlendirilmesiyle başka alanların kontamine olması önlenebilir.

Tüm havalandırma sistemlerinin bakım ve idamesi infeksiyon kontrolü açısından oldukça önemlidir. İdeal koşullarda kurulmuş olsada düzenli monitörizasyonu ve bakımı yapılmayan her havalandırma sisteminde aksaklığın oluşması kaçınılmazdır. Zamanında fark edilmeyen sorunların hastalara ve çalışan sağlık personeline bedeli ağır olur. Periyodik bakımları yapılamayan veya geciktirilen havalandırma sistemleri aynı zamanda hava kaynaklı enfeksiyöz partiküller için ciddi bir rezervuar niteliği taşıyabileceği her zaman düşünülmelidir.

HEPA FİLTRASYON

Havalandırma sistemleri ve HEPA filtrelerinin kullanımı, havada bulunan bu-
laşıcı partiküllerin yoğunlaşmasının azaltılmasında kullanılan önemli mühendis-
lik kontrolleridir. Bu yöntemler büyük çoğunlukla UVGI teknikleri ile birlikte
kullanılmaktadır. HEPA filtreler, çapı 0.3 µm üzerinde olan tüm partiküllerin
%99.97'sinin tutarak havanın temizlenmesini sağlayabilecek niteliktedir. HEPA
filtrasyon sisteminin kurulumu ve montajı sırasında çok büyük titizlik ve dikkat
gerekmektedir. HEPA filtrasyon ve UVGI sistemlerinin birlikte kullanılması yük-
sek riskli ortamlarda hava sterilizasyonunun sağlanmasında önerilen en iyi yön-
temlerden biri olarak gösterilmektedir.

HEPA filtreleri izolasyon odalarında ve kabinlerde hava dış ortama verilmeden
önce, havanın temizlenmesine yardımcı bir güvenlik önlemi olarak kullanılır.

Genel havalandırmanın olmadığı veya oda havasının geri dönüşümünün tercih
edilmesi durumlarında HEPA filtreden geçirilen havanın geri dönüşümü üç şekil-
de sağlanır:

1. Oda havası, içerisine HEPA filtre yerleştirilmiş bir borudan geçirilerek tek-
rar odaya verilebilir,
2. Hava, oda tavanına ya da duvarına yerleştirilmiş HEPA filtreden geçirilerek
ortama dönüşümü sağlanır,
3. Hava, odaya yerleştirilmiş taşınabilir nitelikteki HEPA sisteminden geçiri-
lebilir.

Bu yöntemlerden ilk ikisi kolayca yerlerinden kaldırılamayan geri dönüşüm
sistemleri olduğundan bunlar “sabit oda havası geri dönüşüm sistemleri” olarak
ifade edilir. Sabit sistemler taşınabilir sistemlere göre daha güvenilirdir. Ayrıca
bazı sabit sistemlerle sağlanan hava akımı kapasitesi taşınabilir sistemlerin çok
üzerindedir. “Taşınabilir oda havası geri dönüşüm sistemleri” kullanıldığında,
HEPA filtresinden en yüksek akışı sağlayacak yüksek hacimli hava akımları ter-
cih edilir. Sistemin yerleştirilmesi sırasında izolasyon odasındaki havanın HEPA
filtreden en uygun şekilde geçmesi amaçlanır. Sistemin en yüksek verimle çalış-
abilmesi için hava akımını bozacak engellere (odanın dekorasyonu için kullanılan
eşyalar, tıbbi malzemeler, duvarlar) ve sistemin özelliklerine (fiziksel boyut, hava
akımı kapasitesi, havanın giriş ve çıkış yerleri, gürültü) dikkat edilmelidir.

HEPA Filtrelerin Bakımı

Hepa filtrelerin etkinliği, doğru yerleştirilmelerine, kontrol edilmelerine ve ba-
kımalarının özenle yapılmasına bağlıdır. HEPA filtreler yerleştirilirken segmentle-
ri arasına, ayrıca filtrenin yatağı ile çerçevesi arasına sızıntının olmamasına dik-
kat edilmeli, bunun için düzenli aralıklarla kontroller yapılmalıdır. Kantitatif
filtre performans testi ilk yerleştirmede ve sonraki her filtre değişiminde uygulan-
malıdır. Her 6-12 ayda bir sızıntı testi yapılmalıdır. Filtre değişim zamanının doğ-
ru ve güvenilir bir şekilde saptanması için filtre sisteminin içine bir manometre ya
da basınca duyarlı bir cihaz konulmalıdır.

Yapılan laboratuvar çalışmalarında, canlı mikobakterilerin HEPA filtre ve N95 disposabl solunum filtrelerinden geçtikten sonra tekrar aerolize olmalarının normal koşullarda mümkün olmadığı gösterilmiştir. Oysa havalandırma sistemlerinde kullanılmış, kullanım ömrü dolmuş HEPA filtrelerle uğraşanlar için mevcut riskler henüz değerlendirilmemiştir. Bu nedenle bu filtrelerle uğraşanların göz koruyucu, eldiven ve solunum ekipmanı kullanması gerekir. HEPA filtreleri çıkarılmadan önce %10 çamaşır suyu ya da diğer mikobakterisitlerle dezenfekte edilmelidir. Filtrenin parçaları üzerine “TB ile kontamine hava” veya benzer ikazlar içeren yazılar yapıştırılmalıdır. Düşük etkinliğe sahip bir veya daha fazla tek kullanımlık ön filtreler HEPA filtrelerin ömrünü en az %25 uzatır.

ULTRAVİYOLE UYGULAMASI

UVGI, 100-280 nm arasında değişebilen kısa dalga boyuna sahip bir elektromanyetik radyasyon formudur. Son on beş yıldır, kurumlarda TB yayılımını kontrol edebilmede UVGI kullanımı ciddi olarak önerilmektedir. Bu amaçla direkt ve üst hava ışmalı ultraviyole (UV) ekipmanları kullanılır. UV lambalarının en etkili dalga boyu 253.7 nm olan TUV-C tipleri olup, etkili olduğu süre 2500-3000 saat kadardır. Uzun süredir UV ışınlarının hava kaynaklı infeksiyöz partikülleri tahrip ettiği bilinmektedir. Deneysel olarak gerçekleştirilen diğer birçok çalışmada da mikobakterilerin UV ışınlarına karşı duyarlılığı gösterilmiş ve mikobakteriyel türler arasında gözlenen değişkenliğe işaret edilmiştir. Bu amaçla CDC tarafından, hava yoluyla infeksiyonun yayılımını önlenmede UVGI kullanımına yönelik oldukça kapsamlı bir yazı hazırlanmıştır.

Kurum ve laboratuvarlardaki havanın yeniden sirkülasyonu öncesi infeksiyöz partikülleri dezenfekte edebilmek için sabit veya taşınabilir özellikteki sistemlerin hava kanallarında UVGI kullanılır. Oda veya koridorlarda üst hava ışmalı olarak ortam havasının dezenfeksiyonu amacıyla genellikle yerden yaklaşık 7 feet yükseklikte (227.36 cm) duvara veya tavana monte edilmiş halde reflektörlü UV donanımlarının kullanımı önerilmektedir. UV lambalarının penetrasyon özelliği olmadığından biyogüvenlik açısından ortamda diğer dezenfeksiyon uygulamaları ihmal edilmemelidir. Hem hava hem de yüzey dezenfeksiyonunda etkili olmasına rağmen direkt ışmalı UV lamba altında koruyucu özellikteki giysi, başlık ve gözlük olmaksızın çalışmak veya altında bulunmak zararlı ve tehlikelidir. Buna karşılık havanın dezenfeksiyonunu sağlayan üst hava ışmalı reflektörlü UV lamba altında çalışmak zararlı değildir. Amerikan Toraks Derneği tarafından yapılan açıklamada reflektörlü donanımların, uygun şekilde kurulup, monte edildiğinde, keratokonjunktivit ve deri eritemi gibi ışın yan etkilerini de asgari düzeye indirgeyerek havadaki infeksiyöz partiküllerin öldürülmesinde oldukça etkili olabileceği ifade edilmektedir. Üst hava ışmalı ortam havasının dezenfeksiyonu için bir odaya yerleştirilecek UV lamba sayısı odanın boyutlarına göre değişir. Bu amaçla 3-4 m uzunluk ve 3-4 m genişliğindeki bir odaya %90 hava dezenfeksiyonu için bir adet, %99 hava dezenfeksiyonu için iki adet 15 Watt(W)'lık veya bir adet 30 W'lık UV lamba kullanılmalıdır. Aynı şekilde 3-4 m uzunluk 5.5-7 m genişlikteki

alanlarda %90 hava dezenfeksiyonu için üç adet 15 W veya bir adet 30 W ya da bir adet 40 W'lık UV lambası kullanılırken %99 hava dezenfeksiyonu için altı adet 15 W veya iki adet 30 W ya da iki adet 40 W'lık UV lambası kullanımı önerilmektedir. Lambalar iki-dört haftada bir alkollü bez ile silinmelidir.

UV lambalarının biyogüvenlik ekipmanı olarak etkinliği tartışılmakla birlikte CDC hala bu lambaların kullanımını önermektedir. İnfeksiyonların önlenmesinde UVGI uygulaması, çok sık kullanılmayan bir yöntem olmakla birlikte yetkililer hastane ve diğer kuruluşlara ait yüksek riskli ortamlarda UVGI'nın MDR-TB yayılımının kontrol altında tutulmasında en iyi çevresel önlemlerden biri olduğunu bildirmektedir. William Firth Wells "rahatlık için havalandırma, fakat infeksiyon kontrolü için ışın uygulama" olarak görüşünü belirterek bu düşünceye katıldığını ifade etmiştir.

UVGI, izolasyon odalarından genel sirkülasyona havanın tahliyesi öncesinde gerçekleştirilmesi gerekli olan HEPA filtrasyon işleminin yerine kullanılmaz. Yüzeysel dezenfeksiyonu gerektirmeyen alanlarda, örneğin; TB'li hasta odalarında, muayene odaları veya hasta bekleme salonları gibi genel kullanım alanlarında mekanik hava sirkülasyonu sağlayan kapalı UV lamba içeren özel tasarlanmış cihazlar kullanılabilir.

FİLTRELİ SOLUNUM MASKESİ KULLANIMI

Aerosol pentamidin tedavileri, diagnostik balgam indüksiyonları, bronkoskopi ve otopsi gibi uygulamalar TB basilinin bulaşması ile ilişkilendirilmiş olup, Meslek Sağlığı ve Güvenliği İdaresi (OSHA) tarafından bu alanlarda görevli personelin HEPA filtreli kişisel solunum maskesi dahil olmak üzere önlük, eldiven, gözlük ve kapalı tipte değiştirilebilir izolasyon odası ayakkabıları gibi diğer özel koruyucu giysilerle gerekli önlemleri alarak işlem yapması ve bunun uygulama protokollerine konmasının zorunlu tutulması gerektiği önerilmektedir. Bu maskelerin gerektiği şekilde kullanılabilmesi için uyumluluk ve eğitim gereklidir.

HEPA filtreli standart maskeler (N95, FFP2 veya FFP3 gibi) çapı 0.3 µ üzerinde olan tüm partiküllerin %99.97'sini filtreleyecek şekilde tasarlanmıştır. Kişisel solunum maskeleri, sızıntıyı önleyecek şekilde tasarlanmış olmakla birlikte, pahalı ve kullanımı nispeten sıkıntılıdır. Bunlar ayrıca solunumu zorladığından pulmoner TB hastaların bu cihazları tolere edebilmelerinde sıkıntılar gözlenebilmektedir. Hastanın tolere edilebilmesi halinde özellikle "smear" pozitif hastaların nakilleri sırasında bunların kullanılması düşünülmelidir. Basit ameliyat maskelerinin TB'nin yayılımını önlemede etkili olduğunu gösteren herhangi bir veri yoktur. Kişisel solunum cihazlarının kullanımında maliyetler de önemlidir. Standart bir cerrahi maskesi 0.06 USD'ye mal olurken, HEPA filtreli maskenin birim fiyatı 7.50 ile 9.08 USD arasında değişmektedir.

Özel Havalandırma Gerekli Alanlarda Dikkat Edilecek Hususlar

Medikal ortamlarda TB bulaşma riski, özellikle havadaki infekte partiküllerin konsantrasyonuna bağlıdır. Ortama infekte partiküller yayan "smear" pozitif has-

talar çevre için yüksek risk taşıdıklarından ciddi tehlike oluştururlar. Acil yardım üniteleri, TB koşulları ya da klinikleri, aerosol tedavi odaları ve bronkoskopi su-itleri gibi hava kaynaklı infekte partiküllerin yayıldığı ve şüpheli hastaların kaldığı alanlara kontrollü hava uygulaması gereklidir. Bu alanlarda korunma, özel havalandırma, HEPA filtrasyon, UVGI ve HEPA filtrelili solunum maskeleri ile sağlanmaktadır. Genel olarak hastanelerde özel havalandırma gerektiren alanlar;

- Ameliyat salonları,
- Yüksek riskli, immünkompromize hastaların kaldıkları korumalı odalar,
- Hava yolu ile bulaşabilen infeksiyonlu hastaların (örneğin; *M. tuberculosis*, varisella zoster virüsü veya rubeola virüsünün neden olduğu) kaldığı izolasyon odalarıdır. Ayaktan hastalara ilk yardım uygulamalarının yapıldığı acil servisinde, mevcut odalardan en az biri hava kaynaklı bulaşıcı bir infeksiyonu olmasından şüphelenilen hastalar için uygun donanımlı izolasyon odası olarak ayrılmalıdır.

İzolasyon odalarının olduğu alanlarda dikkat edilecek hususlar;

- Negatif basınçlı odalarda, hava akımı kapalı devre sistemi ile monitörize edilmeli,
- İdeal olarak saatteki hava sirkülasyonu (ACH) mevcut sistemler için en az 6 ACH, yeni veya tadilat gören yerlerde ≥ 12 ACH olmalı,
- Mümkünse hava, tedavi odaları ve negatif basınçlı odalardan direkt olarak dışarıya verilmelidir.

TB hastalarına cerrahi işlem yapılacaksa bu işlem tercihan hastanın TB tedavisi sonrasına bırakılmalıdır. Bu hastalara genel anestezi sırasında uygulanacak entübasyon, öksürük refleksini arttırabildiğinden infeksiyon kontrol çabalarını azaltır ve potansiyel olarak solunum ekipmanlarını kontamine edebilir. TB izolasyonu için ameliyat salonlarında gerekli hava sirkülasyonu 15 ACH olmalıdır. Koridorla ilişkili pozitif hava akımının varlığı TB'nin ameliyathane personeline yayılma riskini doğurabilir. Eğer mümkünse, cerrahi işlem uygulanacak TB'li hastanın entübasyon ve ekstübasyonu izolasyon odasında yapılmalıdır. Şüpheli veya tanısı konmuş TB'li hastanın acil cerrahi işlem endikasyonu varsa spesifik infeksiyon kontrol önlemlerinin alınması zorunludur. Bu amaçla önerilen izlenmesi gerekli stratejiler şunlardır;

- Ameliyat salonunda en üst seviyede yeterli bir hava sirkülasyonu sağlamak için TB'li hasta, en son ameliyat vakası olarak planlanmalıdır.
- Ameliyat ekibi, ameliyat sırasında tahliye valf'i olmayan N95 solunum maskesi kullanmalıdır.
- Hasta entübasyonuna bağlı öksürme sonrası veya hasta ekstübe edilip aspire edildikten sonra ortamda oluşan hava kaynaklı infeksiyöz partiküllerin %99'unu temizleyecek yeterli ACH oluşana kadar uygun bir süre ameliyat salonu kapısı kapalı tutulmalıdır.

- Hasta, ameliyat salonunda ekstübe edilmeli veya ameliyat salonu dışındaki ayılma odasından ziyade izolasyon odasında ayılmalıdır.

ENDOSKOPIK UYGULAMALARDA ve LABORATUVAR KAZALARINDA MİKOBAKTERİYEL İNFEKSİYONLARA KARŞI KORUNMA ve KONTROL

Uygun dezenfektan ile yeterli sürede dezenfeksiyonları yapılmamış endoskoplar birçok infeksiyon için önemli bir kaynaktır. Endoskopların uygun olmayan dezenfeksiyon işlemleri sonrası sıklıkla *M. tuberculosis*, *M. kansasii*, *M. avium-int-racellulare*, *M. gordonae*, *M. abscessus* ve *M. fortuitum*'a bağlı infeksiyonlar geliştiği bildirilmektedir. Tıpta yaygın olarak tanı amacıyla farklı türde endoskopların kullanılması söz konusudur. Endoskoplar, ısıya duyarlı olup, lens ve lens bağlantıları pek çok kimyasal dezenfektana karşı dayanıksızdır. Ayrıca balgam, kan ya da dışkı maddeleri organik materyalin kanal ve valflerinden temizliği zor olduğundan parçaları sökölmeden dezenfeksiyonları oldukça güçtür. Bu nedenle dezenfeksiyon uygulamaları sırasında endoskopların ön temizliğinin büyük bir özen ve titizlikle yapılması gerektiğinin önemi her zaman vurgulanmaktadır. Rutala, endoskopların dezenfeksiyon öncesi etkili bir şekilde ön temizliğinin gerçekleştirilmesi halinde, Amerikan Gıda ve İlaç idaresi (FDA) onaylı kimyasal sterilanlardan birine 20°C'de 20 dakika süreyle maruz bırakılması sonucu dezenfeksiyonun sağlanabileceğini belirtmiştir. Ayrıca %2.5'lik glutraldehid solüsyonunun mikobakterilere 35°C'de beş dakika gibi kısa bir sürede hızla etkili olabildiği de gözlenmiştir. Aynı şekilde glutraldehid dışında bazı yüksek seviyeli dezenfektanlarında (örneğin; orto-fitalaldehid 20°C'de 12 dakika) endoskopların dezenfeksiyonu sırasında mikobakterilere kısa zamanda etkili olabildikleri gösterilmiştir.

İlk kez 1980'li yıllarda yeterince dezenfekte edilmemiş bronkoskoplar aracılığı ile başka hastalara mikobakteriler ve diğer patojenlerin bulaşabildiği rapor edilmiştir. TB'li hastalar balgamlarını yuttukları için bu sorun muhtemel bir tehlike olarak aynı şekilde gastroskoplar içinde düşünülmektedir. 1992 yılına kadar endoskoplar ile bulaşan infeksiyonlara ilişkin yapılan taramalarda *M. tuberculosis*, *M. avium*, *M. chelonae*, *M. fortuitum*, dahil olmak üzere bronkoskopi sonrasında 96 infeksiyon vakasını raporlandığı tespit edilmiştir. Bu vakalar yetersiz temizlik, uygun olmayan dezenfektan maddesi seçimi ya da önerilen prosedürlere uygun davranılmamasına bağlanmıştır. Daha yakın bir zamanda, bronkoskopi ile bulaştığı rapor edilen biri MDR-TB olmak üzere üç mikobakteriyel infeksiyon vakası bildirilmiştir.

Klinisyenler sıklıkla endoskopi sırasında HIV, hepatit B veya mikobakteri ile infekte olduğu bilinen hastalarla infekte olmayanların ayırımını yapamadıklarından CDC önerileri (evrensel uyarılar) doğrultusunda endoskoplara yapılması gerekli özel işlemler uygulanmamaktadır. Sorunların çözümüne yönelik olarak cihaz ile uyumlu alternatif dezenfektanlar ya da mevcut olanların daha etkili kullanımını sağlayacak farklı ısı ya da temas süreleri araştırılmalı ve tercih edilen dezenfektanlar için test prosedürleri standartlaştırılmalıdır. Kimyasal ajanlar sadece üreticilerinin talimatlarına uygun olarak hazırlanmalı, saklanmalı ve yeniden kullanılmalıdır. Uygulayıcılar eldiven, önlük giymeli, gereğinde gözlük kullanma-

lıdır. İki hasta arasında eller yıkanmalı ve eldivenler değiştirilmelidir. Endoskoplara bağlı olarak gözlenen infeksiyonların önlenmesi için, uygun sterilizasyon ve dezenfeksiyon protokolleri hazırlanmalı ve buna riayet edilmelidir.

Yaygın Olarak Kullanılan Dezenfektanların Endoskop Dezenfeksiyonunda ve Riskli Alanlarda Kullanımları ve Mikobakterilere Etkileri

Mikobakteriyel infeksiyonlar için standart kontrol önlemleri ile dezenfeksiyon uygulamaları hastalığı ve etkenin yayılımını önlemede son derece önemlidir. Rutala ve Weber, endoskopik dezenfeksiyona ilişkin ideal bir dezenfektanın özelliklerini tanımlamış olmalarına rağmen hiçbir dezenfektan, tek başına belirlenen bu özelliklerin tümüne birden sahip değildir. Endoskoplar için uygun dezenfektan ya da dezenfeksiyon yönteminin seçimde karmaşık tasarımları ve hassas malzeme olmaları dikkat edilmesi gerekli kritik unsurlardır. Bu amaçla, endoskopların temizlik, dezenfeksiyon ve sterilizasyonu ile ilgili olarak CDC'nin önerilerini içeren kılavuzlardan yararlanılmalıdır.

Mikobakteriler diğer bakterilere kıyasla dezenfektanlara daha dirençlidir. Çevresel yüzeylerde (duvarlar, zeminler ve diğer) bulunan mikroorganizmaların hastalara ya da sağlık hizmeti çalışanlarına bulaşması sonucu infeksiyon gelişmesi oldukça nadir gözlenir. Bu güne kadar *M. tuberculosis* ile ilişkili olarak çevresel yüzeylerle temas sonrası bulaş bildirilmemiştir. Bu nedenle çevresel yüzeylerde uygulanacak temizlik ve dezenfeksiyon için hastane kullanımına uygun, tüberküloidal etkili olması gerekmeyen, onaylı, germisid veya dezenfektanlar kullanılabilir. Bu tür temizlik prosedürlerinin TB izolasyon odaları içinde uygun olduğu CDC tarafından bildirilmiştir.

Kritik özellikteki endoskop ve aksesuarlarının ısıya dayanıklı olanları buhar otoklavında, duyarlı olanların ise etilen oksit, düşük ısıda buhar formaldehid, gaz plazma yöntemi veya kimyasal sterilanlarla 3-10 saat'lik teması ile sterilizasyonu sağlanır. Yarı kritik özellikteki endoskoplar için genellikle yüksek düzey dezenfeksiyon işlemi tercih edilir. Gluteraldehidin dışında birçok alternatif dezenfektan endoskop dezenfeksiyonu amacıyla kullanılmaktadır. Perasetik asit, ortofitaldehid, hidrojen peroksit, hidrojen peroksit-perasetik asit kombinasyonları ve süperoksit su belirtilen alternatif yöntemler olup, stabilite ve kısıtlılığı, az da olsa koroziv etkilerinin varlığı ve pahalı olmaları nedeniyle henüz yaygın kullanılmamaktadır. Endoskop dezenfeksiyonu zahmetli ve hata yapmaya açıktır. Bu nedenle yapılan uygulamanın çok daha sıkı şekilde takibi ve ürünle ilgili olarak üreticinin yazılı talimatlarına sıkı sıkıya uyulması gereklidir. Her kullanıcı, etkin bir tüberküloidal dezenfeksiyon sağlayabilmek için hazırlanan solüsyonların sıcaklığını doğru ölçmelidir. Hazırlanan solüsyonların tekrar kullanılmaları halinde yarılama ömürleri dikkate alınmalıdır. Durulama ile ilişkili bildirilmiş infeksiyonlar dikkate alındığında dezenfeksiyon sonrası durulama maksatlı kullanılan suyun niteliği önem taşır. Bu amaçla bronkoskoplar için kullanılan durulama suyunun, filtre işlemine tabi tutulmuş olması önerilirken cerrahi endoskopların durulama suyu steril olmalıdır. ERCP gibi daha sık infeksiyona neden olabilen inva-

ziv girişimlerde %70'lik etil alkol ile durulama ve havada kurutma infeksiyonları önlemede önemlidir. TB bulaşını önlemek amacıyla gastroskop ve bronkoskopların dezenfeksiyonunda %2'lik glüteraldehid ile en az 20 dakika süreyle temas gereklidir. FDA, bu süreyi 25°C'de 45 dakika olarak önermiş olup *M. avium-intracellulare* için bekleme süresini 90-120 dakika olarak önermiştir. Bronkoskopların dezenfeksiyonu amacıyla %0.26 perasetik asitin, *M. tuberculosis* için 10 dakika, *M. avium-intracellulare* için 20 dakikalık uygulama süresi önerilmektedir. Çok yaygın olarak kullanılan glüteraldehide dirençli mikobakterilerin ortaya çıkışı ile perasetik aside karşı gözlenen çapraz direnç düşündürücüdür.

FDA, yüksek riskli endoskopik işlemler için yapılacak yüksek seviyeli dezenfeksiyon uygulamalarında %2-3 glüteraldehid dışında, %1.12 glüteraldehid + %1.93 fenol/fenat, %7.35 hidrojen peroksit + %0.23 perasetik asit, %0.55 ortofitalaldehid, elektrolize edilmiş asidik su ve süperoksidize suyun kullanımını önermektedir. Yüksek riskli endoskopik işlemlere ait dezenfeksiyonlar ile gastroskop ve bronkoskopların dezenfeksiyonunda fenolik solüsyonlar, iyodoforlar, dörtlü amonyum bileşikleri, klorkeksidin ve etil/izopropil alkol önerilmemektedir.

Yanık ünitelerinde hidroterapi cihazları infeksiyon riskinin ve çapraz bulaşmanın en fazla olduğu alanlardır ve dezenfeksiyonu önem taşır. Her hasta sonrası mekanik temizlik ve takiben terminal dezenfeksiyon önerilmektedir. Bu nedenle tank suyuna dezenfektan eklenmesi gereklidir. Bu amaçla povidon-iyodin ya da 850 mg/mL konsantrasyon sağlayacak şekilde sodyum hipoklorid eklendiğinde hem yanık yarasının hem de hidroterapi cihazının kontaminasyonun azaltılacağı bildirilmektedir. Bu amaçla CDC, hidroterapi ünitelerinde pH'nın 7.2-7.6 arasında olmasını ve serbest klor miktarında 15 mg/L olarak ayarlanmasını önermektedir.

Hemodiyaliz ünitelerinde kurulu diyaliz sistemleri, su iyileştirme sistemi, dağıtım sistemi ve diyaliz makinelerinden oluşur. Dezenfeksiyon bu sistemin tümünü kapsamalıdır. Bu amaçla sistemin birçok parçasının dezenfeksiyonu için güne başlarken klor bazlı dezenfektan kullanımı tercih edilebilir. Günün sonunda ise formaldehid, glüteraldehid veya peroksiasetik asitle yapılan uygulama sonuçları başarılıdır. Ayrıca bazı merkezi diyalizat sistemlerinde sıcak suyla (80-90°C) dezenfeksiyon işlemide uygulanabilmektedir.

Mikobakterilere karşı yaygın olarak kullanılan kimyasal ajanlar ile bunların etkinliği ve pratikteki kullanımlarına ilişkin açıklamalara aşağıda yer verilmiştir.

Alkoller

Yüksek konsantrasyonlardaki etil ve izopropil alkollerin genellikle mükemmel mikobakterisidal ajanlar oldukları kabul edilmektedir. Konsantrasyon oldukça önem taşımakta olup, %50'den daha düşük konsantrasyonda etil ya da izopropil alkol içeren solüsyonların aktivitesi belirgin biçimde azalırken, %95'in üzerindeki etil alkol (etanol) konsantrasyonunun etkili olabilmesi için çok az su ihtiva etmesi gerekmektedir. İyot ya da formaldehid gibi diğer ajanlara ilave edildiklerinde alkollerin germisidal etkinliğinin arttığı genel olarak kabul edilmektedir.

Alkollerin belirgin bir dezavantajı, organik madde varlığında nispeten inaktif ve olabilmeleridir. Daha önceden yapılmış çalışmalardan birinde “kalın hazırlanmış balgam yaymaları” dışında alkolün aktivitesinin balgamın varlığında azalmayacağı ileri sürülmüş olmasına rağmen, %70’lik etanol ve izopropanolün balgamdaki TB basiline karşı diğer dezenfektanlar kadar etkili olmadığını gösteren başka çalışmalarda mevcuttur. Bunun yanı sıra alkollerin sporosidal etkilerinin olmaması ve organik materyallere nüfuz edememelerinden dolayı tıbbi cihazların ve cerrahi malzemelerin sterilizasyonu için çok kullanışlı değildirler. Alkoller yapıcı olup, bazı kauçuk ve plastik malzemelere zarar verebilirler ve lensli aletlerde kullanılamazlar.

Organik materyallerle kontamine olmuş malzemelerin silinmesi ya da temizlenmesi amacıyla kullanımı önemlidir. Endoskopların dezenfeksiyonu için %70 etil alkolün 10 dakikalık maruziyet işlemi yetersiz kaldığı bildirilmiştir. %70 etil alkol, elektrik kabloları, radyografik ekipmanlar ve harici monitörler gibi malzemelerin dekontaminasyonu için kullanılabilir. Endoskopların durulamayı takiben depolama öncesi alet lümenlerinin alkolle muamele edilmesi önerilen kritik bir uygulamadır. Bu işlem hem lümenleri dezenfekte eder hem de alkol hızla buharlaştığından yüzeylerin kuru kalması sağlanır. Alkol sporosidal etkili bir kimyasal olmamasına rağmen temiz yüzeylerde, mikobakteriler de dahil olmak üzere sporsuz bakterilere ve virüslerin çoğuna oldukça etkilidir.

Alkilaminler

Diamin olarak adlandırılan “N-dodecyl-1,3-propanediamine”, Hoyt ve arkadaşları tarafından TB’li hasta çıkartılarına etkili bir mikobakterisidal dezenfektan olarak gösterilmiştir. Sodyum hidrosit ilavesi bu ajanın etkinliğini artırır. Diaminin iritan özelliği olmadığı görülmüş ve bu ajanın değişik konsantrasyonlarının örnek kapları, zeminler, yatak kenarlıkları ve laboratuvar yüzeyleri için kullanılabilceği bildirilmiştir.

Klor Bileşimleri

Klorlu bileşikler, sıvı (sodyum hipoklorid) ve katı (dikloroizosiyanyurat) formlarda çok yaygın olarak kullanılan dezenfektanlardır. Etki spektrumu geniş olup, hızlı aktivite gösterirler ve ucuzdurlar.

Çamaşır suyu olarak bilinen sodyum hipoklorit, güçlü bir mikobakterisidal ajan olmasının yanı sıra temini kolay ve ucuzdur. Ancak metaller üzerinde koroziv (aşındırıcı) etkinliği, uzun süre stabil olmaması, rahatsız edici kokusu ve ağartıcı etkisi, organik madde varlığında inaktif olması, önceden temizlenmiş ve durulanmış yüzeylerde kullanılması zorunluluğu gibi dezavantajları vardır.

Sodyum dikloroizosiyanyurat, granül veya tablet formunda olup, çamaşır suyunun aksine stabildir ve organik madde varlığına daha dirençlidir. Asidik özellikte olmasıyla alkali özellikteki sodyum hipokloritten daha etkilidir.

Klor dioksit, bakteriyel sporlar, *M. tuberculosis* ve *M. avium* ile diğer atipik mikobakterilere karşı oldukça etkilidir. Dumanı rahatsız edicidir ve fleksibl en-

doskopların siyah plastik muhafazalarının rengini bozabilir. Önde gelen endoskop üreticilerinin bu bileşenle ilgili uyumluluk testleri sonuçlandırılmamıştır.

Sağlık kuruluşlarında çevrenin rutin temizlik ve dezenfeksiyon işlemlerinde düşük konsantrasyonlarda (serbest klor miktarı 100 ppm) kullanımı yeterlidir. Serbest klor miktarı > 1000 ppm olacak şekilde hazırlanan solüsyonları en az 20 dakikalık uygulamalarda yüksek düzeyli dezenfektan olarak etkilidir.

Formaldehid

Genel olarak mikobakterisidal aktivitesinin iyi olduğu kabul edilmektedir. Kanserojen özelliği dolayısıyla çalışanların, formaldehid ile dezenfektan olarak kullanımı dahil olmak üzere doğrudan teması mümkün olduğunca sınırlandırılmaktadır. Ticari olarak, katı polimer şekli olan paraformaldehid veya sıvı formalin formlarında satılır. Keskin kokulu tahriş edici bir gazdır. Organik materyalin varlığında da aktiftir. Formaldehid, %3-8'lik konsantrasyonları, bazı sağlık kuruluşlarında diyaliz ünitelerindeki hemodiyaliz cihazlarının, odaların ve binaların 10-30 dakika süreyle dezenfeksiyonunda tercih edilmekle birlikte gaz formu TB laboratuvarlarındaki biyoemniyet kabinlerinin dekontaminasyonunda kullanılmaktadır. Formaldehid gazı 6 mg/L yoğunlukta, 50-80°C sıcaklıkta %80 nem oranında üç-dört saatte sterilizasyon sağlar.

Etilen Oksit

Etilen oksit, renksiz, patlayıcı ve yanıcı bir gaz olup, iyi bir tüberkülosidal ajan olarak kabul edilmektedir. Her ne kadar etilen oksit ile yapılan uygulamaların oldukça başarılı sonuçlar verdiği düşünülse de, en büyük dezavantajı maliyettir. Günümüzde etilen oksit karbondioksit ve/veya hidroflorokarbon karışımı en yaygın kullanım şeklidir. Etilen oksit sterilizasyonunda kabin içi en az 400 mg/L etilen oksit gaz yoğunluğu, 36-60°C sıcaklık ve %40-100 oranında nem bulunması gereklidir. Süre gaz yoğunluğu ve sıcaklığa bağlı olarak değişir.

Özellikle ısıya dayanıksız olan fiber optik endoskoplara gibi cihazlar sıklıkla etilen oksit ile işlem görmektedir. Gazın tehlikeli olması nedeniyle sadece sıkı çevresel güvenlik önlemlerinin alındığı uygulama alanlarında ve özellikle bu konuda eğitimli personel tarafından kullanımı zorunludur.

Glutaraldehid

Endoskopların yüksek düzey dezenfeksiyonunda aletlere uyumu, geniş etki spektrumu, organik maddelerden etkilenmemesi, stabilitesinin uzun olması ve diğer yüksek seviyeli dezenfektanlara göre daha ekonomik oluşu gibi özelliklerinden dolayı en sık kullanılan alet dezenfektanıdır. Formaldehidin aksine, iki aktif karbonil gruba sahip olan glutaraldehid aşındırıcı özellikte olmayıp, çok daha az tahriş edicidir. Alkaleştirildiğinde, %2'lik glutaraldehid çözeltisi geniş bir bakterisidal ve sporisidal aktivite gösterebilmektedir. Alkali glutaraldehid çözeltileri en iyi pH 8 ile 9 arasında bakterisit aktivite gösterir. Bir kez alkaleştirildiğinde, %2 glutaraldehid yaklaşık 14 günlük yarılanma ömrüne sahiptir. Glutaraldehid-fenat, kuvvetlendirilmiş asit glutaraldehid ve stabilize alkalın glutaraldehid gibi diğer

formüllerin mikrobisidal aktivitelerinde herhangi bir değişiklik olmadan iki katı yarılanma süresine (28 gün) sahip olabilmektedir. Buna karşılık asit glutaraldehidler alkali terkiplerine oranla daha zayıf mikrobisidal aktivite gösterebilmektedir. Best, 1990 yılındaki bir çalışmasında seyreltilmiş (1:16) glutaraldehid-fenatin, süspansiyon testinde *M. tuberculosis*'e karşı 30 dakikalık temas süresinde bile etkisiz olduğunu bununla birlikte seyreltilmemiş formülün etkili olduğunu bildirmiştir.

Yüksek seviyeli dezenfektan olarak kullanıldığında glutaraldehidin %1.0 ile %1.5'lik konsantrasyonları en düşük etkili konsantrasyon olarak kabul edilir. Özellikle ısıya dayanıksız olan rijid endoskoplara ile fleksibl endoskoplara %2'lik glutaraldehid ile yapılan dezenfeksiyonlarında 20°C'de 20 dakikada *M. tuberculosis* ve atipik mikobakterilere karşı çok iyi bir mikobakterisidal aktivite gösterildiği belirtilmiştir. Collins ve Montalbino 1976 yılında glutaraldehidin çeşitli mikobakteri türlerine karşı aktivitesinde farklılıklar olduğunu rapor etmiştir. On yıl sonra aynı araştırmacı, *M. gordonae*'nin glutaraldehide karşı *M. tuberculosis*'den daha dirençli olduğunu saptarken, *M. smegmatis* ve *M. fortuitum* gibi diğer türlerin ise bu dezenfektana karşı daha duyarlı olduklarını göstermiştir. Çok sayıda çalışma, *M. tuberculosis*'e kıyasla *M. avium* kompleksinin glutaraldehide karşı daha dirençli olduğuna işaret etmiştir.

M. chelonae ve diğer bazı atipik mikobakterilerde bildirilen dirence rağmen, glutaraldehidin mikobakterisidal olduğu ve bunun önerilen koşullar altında kullanılması durumunda endoskoplara yüksek düzey dezenfeksiyonunda oldukça etkili olduğu genel olarak kabul görmektedir.

Ayrıca, glutaraldehid; lensli cihazlara ve diğer kritik ve yarı kritik malzemelere koroziv ve zararlı etkisi bulunmayan, organik materyallerce inaktive edilmeyen bir dezenfektandır.

Uygulamalar sırasında iritan etkileri nedeniyle dezenfektanla cildin herhangi bir fiziksel temasının olmamasına özen gösterilmelidir. Ayrıca havada oluşacak 0.2 ppm'den fazla glutaraldehid konsantrasyonunun göze iritan etkileri dolayısıyla ile bu seviyenin maksimum 0.05 ppm seviyesini aşmamasına dikkat ederek kullanımları oldukça önemlidir. Bu sorunların çözümünde özellikle otomatik yıkama ve dezenfeksiyon makinelerinin (dezenfektörler) kullanımları önerilmektedir.

Hidrojen Peroksit

Endoskoplara dezenfeksiyonunda %6'lık konsantrasyonu yüksek düzeyli dezenfektan olarak kullanılmaktadır. Ticari olarak hidrojen peroksit (%7.5) ve fosforik asit (%0.85) içeren hazır ürünler ile 20 dakikalık maruziyeti takiben *M. bovis* üzerinde etkili olduğu gösterilmiştir. Fleksibl endoskoplara ve yumuşak kontakt lenslerin dezenfeksiyonunda kullanılırken %3'lük konsantrasyonları düşük seviyeli dezenfektan olarak taban, duvar ve mobilya temizliğinde kullanılır. Aktive edilmesine gerek olmayıp, rahatsızlık verici ve tahriş edici kokusu yoktur. Çevre için toksik artık bırakmaz, hızlı etkili ve kuvvetli oksidan olup metaller, plastikler ve elastomerlerle uyumludur. Alüminyum, bakır ve çinko üzerine koroziv etkilidir.

İyot ve İyodoforlar

İyot ve iyodoforlar eskiden beri TB basiline karşı etkili ajanlar olarak kabul edilir. İyot tentürleri, genellikle antiseptik solüsyon olarak kullanılırken, iyodoforlar hem antiseptik hem de dezenfektan olarak kullanılmaktadır. Ticari İyodoforların, genellikle önerilen kullanım dilüsyonlarında sporsidal etkiye sahip olmayıp tüberkülosidal, fungusidal, virüsidal ve bakterisidal etki gösterebilirler. İyodofor dezenfektanları, 30-50 mg/L serbest iyot içeren kullanım konsantrasyonlarında geleneksel olarak düşük veya orta seviyeli dezenfektanlar olarak sınıflandırılır. Bu düşünce ekseninde çözelti içerisindeki iyodun düşük konsantrasyonlarının tüberkülosidal etkisi gösterilmiş ve TB basili ile kontamine klinik termometrelerin %70 alkol içerisindeki %1.0 iyot çözeltisiyle etkili olarak dezenfekte edilebildiği saptanmıştır. İyot ve iyodoforlar kumaşlar üzerinde leke bırakmakla birlikte bazı materyaller üzerinde de aşındırıcı etkiye sahiptir. Kısmen cilde ve göze iritan etkilerinin yanı sıra organik maddeler ile inaktive olurlar ve kısmen korozivdirler. İyodoforlar, metal ve cam malzemelerin dezenfekte edilmesinde ve ameliyat öncesi cilt antiseptiği olarak kullanılabilir olmasına rağmen iyodoforlu bileşikler, oldukça yapışkan özelliklerinden dolayı endoskop kanallarının dezenfeksiyonu için uygun değildir. Bu bileşimlerin fiber optik bronkoskopların dezenfeksiyonunda da kullanılması önerilmemektedir.

Dezenfeksiyon amaçlı sert yüzey dezenfektanları olarak ruhsatlandırılmış iyodoforlar kullanılmalı ve üreticinin uygun dilüsyon ve ürün stabilitesine yönelik talimatlara sıkı sıkıya uyulmalıdır. Antiseptik iyodoforlar, tıbbi araç gereçlerin ve ortam yüzeylerinin dezenfeksiyonu için uygun değildir.

Fenolik Bileşikler

Uzun yıllar boyunca, fenol bileşikleri, *M. tuberculosis* karşısında etkili kabul edilmişlerdir. Genel olarak %2-5'lik çözeltileri kullanılır. Uygulandıkları yüzeylerde uzun süre bozulmadan kalırlar. Organik maddelerden etkilenmezler. Koroziv etkileri azdır. Hiperbilirubinemiye neden olduklarından küvözlerin bakımında ve kreşlerin temizliğinde kullanımı önerilmemektedir. Fenolün sudaki %5'lik çözeltisi *M. tuberculosis* dahil vejetatif hücrelere süratle etkilidir. Bu çözelti, ortam, laboratuvar bankları, ameliyathane odaları dezenfeksiyonunda kullanılır. Baz formülasyona deterjan ilavesi kimyasala, aynı anda hem temizlik hemde dezenfektan özelliğini kazandırmaktadır. Buna en iyi örnek lizol (%5)'dür. Bu kimyasal, çeşitli fenol bileşiklerinin bir sabun çözeltisi ile karışımını içerir. Bu karışım, döşemeler, duvarlar, masa yüzeyi, hastaların salgı ve çıkartıları ve kontamine hasta eşyalarının dezenfeksiyonunda kullanılır. En sık kullanılan üç fenol türevi vardır bunlar: Ortho-fenil-fenol, orto-benzil-para-klorofenol ve para-tersiyer-amil-fenol'dür. Hastane dezenfektanları olarak yaygın kullanılmakta olup, mikrobisidal etkisi artırılmış ajanlardır. Fenol bileşikleri %0.5-3 kullanım konsantrasyonlarında *M. tuberculosis*'e karşı etkili olmadıklarından orta ve düşük seviyeli dezenfektanlar olarak sınıflandırılırlar

Dörtlü Amonyum Bileşikleri

Genellikle, dörtlü amonyum bileşiklerinin mikobakterisidal aktiviteye sahip olmadıkları bilinmektedir. Bu ajanlar, sabun ve organik madde varlığında azalan bir aktivite gösterdiklerinden çevresel yüzeylerin dezenfeksiyonunda kullanılması halinde ön temizleme işlemi gereklidir. Cerrahi aletlerin dekontaminasyon işlemlerinde kullanımı söz konusu olmasına karşılık endoskopların dezenfeksiyonlarında önerilmemektedir. Koroziv etkileri olmayan düşük seviyeli dezenfektanlardır. Temizleyici maddelerle kombinasyonları hastanelerde temizlik ve dezenfeksiyon amacıyla yer, duvar, mobilya, hasta bakım malzemeleri ve alet ön dezenfeksiyonunda kullanılır. Renksiz ve kokusuz olup koroziv değildir. Toksik etkileri olmayan ucuz ürünlerdir. En sık kullanılanları, benzalkonyum klorid, benzotonyum klorid ve setilpridyum kloriddir.

Yeni Ajanlar

Daha önce de belirtildiği gibi, endoskoplar tıbbi cihazlar arasında dezenfeksiyonu en zor olanlarıdır. Dezenfeksiyon işlemi sırasında cihazlara zarar vermeyen ve geniş spektrumlu bir dezenfektanın kullanımı güvenli olup, bunun tolere edilebilir minimal toksisiteli olması beklenir. En yaygın olarak kullanılan glutaraldehide karşı mikobakterilerde gözlenen direnç dikkate alınarak kullanımda daha yeni ajanların arayışları süreklilik göstermektedir.

Bunlar arasında perasetik asit terkipleri son dönemlerde dikkatleri en fazla çeken olmuştur. Isıya duyarlı cihazlar için kimyasal sterilan ve %0.2-0.35 konsantrasyonlarında 10 dakika içerisinde yüksek seviyeli dezenfektan olarak kullanılmaktadırlar. Dilüe edildiğinde stabilitesi bir günden daha kısa olup, organik maddelerin varlığında inaktive olmazlar. Kullanıcılarda cilt teması sonrası yanıklar ve buharının solunmasıyla mukoza tahrişleri yapabilir. Glutaraldehyden daha pahalıdır ve bazı materyaller için uygun değildir (örneğin; alüminyum kaplamayı matlaştırır). Endoskoplar üzerinde kısmi koroziv etkisi vardır. Perasetik asitin %0.35'lik konsantrasyonu birçok mikobakteri türüne karşı %2 alkali glutaraldehide kıyasla daha hızlı etki gösterdiği belirtilmektedir. İlaç dirençli *M. tuberculosis* ve *M. avium* türlerine karşı beş dakikalık temas süresi sonrasında hızla mikobakterisidal etki gösterdiği saptanmıştır. Organik ve inorganik maddelerin varlığında fleksibl endoskopların dar lümenlerinin sterilizasyonunda *M. chelonae*'ye karşı oldukça etkili olduğu gösterilmiştir.

Bir başka yeni ajan olan süperoksit olmuş su, %0.05 tuzlu suyun 950 mV'da elektrolizi ile elde edilir. *M. tuberculosis* ve diğer mikobakteriler dahil olmak üzere çok çeşitli bakterilere karşı kısa sürede etkili olduğu bildirilmektedir. Bu ajanın aşındırıcı ya da toksik olmadığı iddia edilmekte olup, organik maddelerin varlığı dezenfektan aktivitesini önemli ölçüde azaltmaktadır. Bu durum endoskopların iyice temizlenmesini ön zorunluluk haline getirmektedir. Dezenfeksiyon için kısa olan temas süresi ve genel olarak endoskoplara uyumluluğu (bazı endoskopların polimer kaplamasına zarar verebilmektedir) ile maliyet etkinliği diğer avantajlarıdır. Aktif yararlanma ömrü 24 saatten kısa olması nedeniyle tek kullanımlıdır.

Son yıllarda kullanım alanına giren ve denenmekte olan ortofitalaldehid, ısıya duyarlı cihazların yüksek düzey dezenfeksiyonu amacıyla kullanılır. Gluteraldehide göre toksik etkileri daha azdır. Endoskoplar ve solunum yollarında tanı amaçlı kullanılan cihazlar için %0.5'lik çözeltileri 20°C'de 5-12 dakikada *M. tuberculosis* ve diğer nontüberküloz mikobakterilere karşı etkili bir dezenfeksiyon sağlar. Bu ürün, geniş bir pH aralığında stabil olup herhangi bir aktivasyon gerektirmemektedir. Rahatsız edici bir kokusu olmayıp materyalle uyumu iyidir. Deri elbise ve çevre yüzeylerini boyar. Göz ve nazal mukozalar için iritan değildir, pahalıdır.

Avrupa'da başta endoskop olmak üzere tanınal alet dezenfektanı olarak üretilen, ancak henüz yaygın kullanımı olmayan glukoprotomin, L-glutamik asit ve kokopropilen 1.3 diaminin bir dönüşüm ürünüdür. %4'lük kullanım konsantrasyonlarında vejetatif bakteri, mikobakteri ve zarflı virüsler olmak üzere orta seviyeli bir dezenfektan olarak geniş etki spektrumuna sahip olup, ürünün insan, çevre ve materyallerle uyumlu olduğu bildirilmektedir.

Tüberküloz Laboratuvarında Mikobakteriyel İnfeksiyonlara Karşı Korunma ve Kontrol

Dikkatsizlik, laboratuvar ekipmanlarının uygun bakımlarının bilinmemesi, infekte materyalle çalışırken riskli ve yanlış tekniklerin kullanımı sonucu infeksiyonlar gözlenebilmektedir. Çoğunluğu iğne batması veya ağızla pipet kullanımına bağlı olarak gelişmekle birlikte materyalin dökülmesi veya çevreye sıçraması ve kültür tüp veya plaklarının düşürülerek kırılması gibi laboratuvar kazaları ile infekte aerosollere maruz kalma laboratuvar kaynaklı infeksiyonların en sık bilinen nedenleridir. İnfeksiyöz materyalle çalışan laboratuvar personellerinde diğer alanlarda çalışanlara oranla aktif pulmoner TB görülme sıklığının üç-dokuz kat daha fazla olduğu bildirilmektedir. Laboratuvar kaynaklı TB olgularında infekte insan materyali sıklıkla bulaş kaynağı olmaktadır. Aerosol üreten örnek veya kültürlerle yapılan işlemler laboratuvarında TB basilinin yayılımında en önemli risk faktörleridir. Aerolizasyon, en sık otopsielerde, infekte doku ile yapılan frozen kesitlerinin hazırlanmasında ve sıvı kültürlerle yapılan işlemlerde ortaya çıkar. Çapı 5 µm'den küçük olan damlacıklar uzun süre havada asılı kalır ve solunarak alveollere ulaşabilirken daha büyük damlacıklar genellikle hızlı çökerek yüzeyleri, elleri ve giysileri kontamine ederler. Aerosolleri odadan uzaklaştırabilmek için saatte 6-12 kez hava sirkülasyonu sağlayabilen bir havalandırma sistemi ile 30-60 dakika süreyle havalandırma yeterlidir. Kontrolsüz sirkülasyona neden olabilen klima ve ventilatör gibi cihazlar TB laboratuvarlarında bulundurulmamalıdır.

TB laboratuvarlarında güvenli bir çalışma ortamı yaratmak amacıyla uygulamada birincil korunma ile infektif ajanın laboratuvar çalışanından fiziksel olarak ayrılması sağlanır. Bu ayırma önlemleri arasında laboratuvar uygulamalarında teknik ve prosedürlere özen gösterme, biyogüvenlik kabini (BGK), güvenli santrifüj konteyneri ile kişisel koruyucu ekipman (eldiven, maske, yüz örtüsü, gözlük ve koruyucu elbise) kullanımı yer alır. İkincil korunma önlemleri olarak amaca uy-

gun dizayn edilmiş ve alt yapısı düşünülmüş laboratuvar tasarımı, gerek laboratuvar çalışanlarını gerekse çevreyi korumada oldukça önem arz eder. Her laboratuvar çalışanının yararlanabileceği bir “biyogüvenlik rehberi” olmalıdır. Koruyucu ekipmanın seçiminde maskeden tulumla kadar birbiriyle uyumlu olmasına dikkat edilmelidir. Önerilen maskeler, hava ile solunabilecek mikron partiküllere karşı yüksek (en az %98) filtreleme etkinliğine sahip, Avrupa Birliği (CE) işareti taşıyan ve ilgili Avrupa standardına (EN149:2001) göre test edilip onaylanmış maskeler (örneğin; N95, FFP2 veya FFP3) olmalıdır. Tulum ve önlükler oldukça dayanıklı, hafif ve yumuşak, elyaf kumaştan üretilmiş, hava alabilen su bazlı sıvıların ve aerosollerin geçişine izin vermeyen, antistatik özelliğe sahip, 1.5 µ'dan büyük partiküllere karşı iyi bir bariyer özelliğe sahip olmalıdır. Mikobakteriyoloji laboratuvarlarında infekte materyalle çalışmalarda aerosol oluşumuna yol açabilecek tüm uygulamalar, laboratuvar amacına uygun, sertifikalı, standart testleri yapılmış ve kalitesi uluslararası güvence altında olan sınıf II veya III BGK'lerde ve uygun koruyucu giysiler giymiş personel tarafından gerçekleştirilmelidir.

Tüberküloz Laboratuvarlarında Çalışan Personelin Uyması Gereken Kurallar

Mikobakteri laboratuvarlarında çalışma sırasında oda kapısı sürekli kapalı tutulmalı (negatif basınçlı odalar önerilir), alana giriş çıkışlar sınırlandırılmalı, laboratuvar alanında hiçbir şey yenmemeli, içilmemeli ve sigara kullanılmamalıdır.

Personel, koruyucu ekipmanlarla donanımlı olarak çalışmalıdır. Balgam örneğinin bulunduğu kabı açarken, örneği alırken, yayma yaparken, kesici delicilerle çalışırken dikkatli olunmalı, enjektör kapağı kesinlikle tekrar kapatılmamalı ve biyogüvenlik kurallarına uyulmalıdır. Ağız ile pipetleme yerine mekanik pipetleme yapılmalı, kalem, etiket vb. laboratuvar malzemeleri ağıza sokulmamalıdır. Klinik örnekler ile yapılan tüm işlemlerde aerosol oluşturacak davranışlardan mümkün olduğu kadar kaçınılmalıdır.

Birincil bariyer olarak, kültür ve ilaç duyarlılığı çalışılan laboratuvarlarda aerosol oluşturması olası işlemler (pipetleme, vorteksle homojenizasyon, boncuk ile süspansiyon hazırlama karıştırma, çalkalama ve aktarma gibi işlemler) BGK içerisinde yapılmalı ve materyal vortekslelendikten sonra 15 dakika durağan bırakılmalıdır. Çalışanlar için BGK içerisinde güvenli bir hava akımı oluşması amacıyla fan açıldıktan 15 dakika sonra çalışmaya başlanmalıdır. İşlem bittikten sonra kabin beş dakika daha çalıştırılarak, aerosollerin çıkmasına olanak sağlanmalıdır. Çalışma sırasında infekte materyalle direkt temas durumunda ve çalışma bittikten sonra mutlaka eller su ve sabun ile yıkanmalı, takiben alkol bazlı bir el antiseptiği ile muamele edilmelidir. Kontamine olduğu düşünülen giysilerin dezenfeksiyonu amacıyla kontamine bölgeye yaklaşık 20-40 cm mesafeden alkol bazlı sprey dezenfektanlar püskürtülerek kullanılır. Güvenlik kabinleri dahil tüm çalışma yüzeyleri çalışma tamamlandıktan sonra dekontamine edilmelidir. Çalışma alanı gerektiğinde ve işlemler tamamlandığında 10-50 kat sulandırılmış “Türk Standartları Enstitüsü” belgesine sahip sodyum hipoklorid solüsyonu ile silinmelidir. Kontamine materyalin dökülmesi-sıçraması gibi kazalarda, kontamine alan

ve çevresi havlu, önlük ya da iki-üç katlı gazlı bez gibi büyükçe bir örtü ile genişçe bir alan tamamen kaplanır. Örtü, 10 kat sulandırılmış çamaşır suyu ile ıslatılır. Yaklaşık 30 dakika bekletilir. Daha sonra mekanik temizlik yapılır, ardından bu alan aynı yoğunluktaki çamaşır suyu ile bir kez daha silinir. Hasta materyali ile çalışırken kullanılacak atık kabına 1/10 veya 1/20 oranında sulandırılmış çamaşır suyu konmalıdır. İşlem sonrasında ortam UV ışığı ile dezenfekte edilmeli ve TB laboratuvarının infekte atıkları otoklavlanarak atılmalıdır.

Laboratuvarda meydana gelen tüm kazalar derhal yetkili kişilere, sıklıkla uzman veya biyogüvenlikten sorumlu personele bildirilir. Kaza sonrası yapılacak takipte, öncelikli olarak infektif materyalin kazaya uğrayan personelden uzaklaştırılması ve gerekli ilk yardım uygulamasına geçmek olmalıdır. Daha sonra kaza ile ilgili sorgulama yapılmalı ve rapor tutulmalıdır. Kazaya uğrayan personelin enfeksiyon riski dikkate alınarak profilaksi gereksinimi değerlendirilir ve gelecekte benzer kazaları engellemek amacıyla gerekli önlemler alınır ve takip edilir.

KAYNAKLAR

- Centers for Disease Control and Prevention (CDC); Guidelines for Environmental Infection Control in Health-Care Facilities; Recommendations of CDC and the Healthcare Infection Control Practices Advisory Committee (HICPAC) 2003:6-40.
- Centers for Disease Control and Prevention (CDC); Guidelines for Infection Control in Dental Health-Care Settings, 2003.
- Ceyhan I. Mikobakteri laboratuvarlarının fiziksel özellikleri Albay A, Kısa Ö (editörler). 6. Ulusal Mikobakteri sempozyumu, Sempozyum Kitabı, Ankara-Kızılcahamam, 2006:31-42.
- Fauerbach LL, Janelle JW. Practical applications in infection control. In: Block SS (ed). Disinfection, Sterilization, and Preservation, 5th ed. Philadelphia: Lippincott Williams & Wilkins, 2001:935-44.
- Favero MS, Bond WW. Chemical disinfection of medical and surgical materials. In: Block SS (ed). Disinfection, Sterilization, and Preservation, 5th ed. Philadelphia: Lippincott Williams & Wilkins, 2001:881-918.
- Jensen PA, Lambert LA, Iademarco MF, Ridzon R. Guidelines for preventing the transmission of *Mycobacterium tuberculosis* in health care setting. Centers for Disease Control and Prevention, MMWR Recomm Rep 2005;54(RR-17).
- Lauzardo M, Rubin J. Mycobacterial disinfection. In: Block SS (ed). Disinfection, Sterilization, and Preservation, 5th ed. Philadelphia: Lippincott Williams & Wilkins, 2001:513-24.
- Mc Donnell G, Russell D. Antiseptics and Disinfectants: Activity, Action, and Resistance. Clinical Microbiology Reviews 1999;12:147-9.
- Öztürk R. Endoskopların dezenfeksiyonu ve Sterilizasyonu. Günaydın M, Sünbül M, (editörler). 3. Sterilizasyon Dezenfeksiyon Kongresi, (02-04 Ekim, Samsun) Kongre Kitabı, 2003: 293-3.
- Özyurt M. Aldehit, peroksijen ve perasetik asit ile klor verici ajan içermeyen ve alet dezenfektanı olarak önerilen diğer dezenfektanlar, genel kullanım alanları ve antimiktobiyal etkinlikleri. Günaydın M, Saniç A, Gürler B (editörler). 4. Sterilizasyon Dezenfeksiyon Kongresi, (20-24 Nisan, Samsun) Kongre Kitabı, 2005:189-99.

11. Özyurt M. Laboratuvar kazaları ve bireysel korunma tedbirleri. Albay A, Kısa Ö (editörler). 6. Ulusal Mikobakteri sempozyumu (23-25 Kasım, Ankara-Kızılcahamam) Sempozyum Kitabı, 2006:43-57.
12. Philips MS, von Reyn CF. Nosocomial infections due to nontuberculous mycobacteria. *Clin Infect Dis* 2001;33:1363.
13. Rutala WA, Weber DJ. Modern advances in disinfection, sterilization, and medical waste management. In: Wenzel RP (ed). *Prevention and Control of Nosocomial Infections*. 4th ed. Philadelphia: Lippincott Williams & Wilkins, 2003:542-74.
14. Rutala WA. APIC Guideline for Selection and Use of Disinfectants. *Am J Infect Control* 1996;24:313-42.
15. Rutala WA. Selection and use of disinfectants in healthcare. In: Mayhall CG (ed). *Hospital Epidemiology and Infection Control*. 2nd ed. Philadelphia: Lippincott Williams & Wilkins, 1999:1161-81.
16. Saniç A. Aldehidler ve Sterilizan Etkili Dezenfektanlar. Günaydın M, Sünbül M. (editörler). 3. Sterilizasyon Dezenfeksiyon Kongresi, (02-04 Ekim, Samsun) Kongre Kitabı, 2003:109-119.
17. Şenses Z. Mikobakteri laboratuvarında etkili bir dezenfeksiyon nasıl olmalıdır? Albay A, Kısa Ö (editörler). 6. Ulusal Mikobakteri sempozyumu (23-25 Kasım, Kızılcahamam-Ankara) Sempozyum Kitabı, 2006:58-89.
18. Taşova Y. Endoskopi ile ilişkili hastane infeksiyonları. Doğanay M, Ünal S (editörler). *Hastane İnfeksiyonları*. Ankara: Bilimsel Tıp Yayınevi, 2003:797-819.
19. Uzun M. Su sistemleri ve çevreden izole edilen mikobakteriler ve bunların hastane infeksiyonları açısından önemi. Albay A, Kısa Ö (editörler). 6. Ulusal Mikobakteri sempozyumu (23-25 Kasım, Kızılcahamam-Ankara), Sempozyum Kitabı, 2006:97-104.
20. Wallace RJ Jr, Brown BE, Griffith DE. Nosocomial outbreaks/pseudo-outbreaks caused by non-tuberculous mycobacteria. *Annu Rev Microbiol* 1998;52:453.
21. WHO: Practical Guidelines for infection control in health care facilities. SEARO Regional Publication No.41,2004.
22. Yanarates Ö. Havalandırma ve Klima Sistemlerinin kontrolü nasıl yapılır? Nerelerde laminar akımlı hava kullanılmalıdır. Günaydın M, Saniç A, Gürler B (editörler). 4. Sterilizasyon Dezenfeksiyon Kongresi (20-24 Nisan, Samsun), Kongre Kitabı. 2005:602-7.