

KLİNİKLERDE DEZENFEKSİYON VE STERİLİZASYON UYGULAMASI

Mustafa SAMASTI*

Hastalık etkeni mikroorganizmaların hastaya ulaşmadan uzaklaştırılması veya öldürülmesi enfeksiyonları önlemenin temel kuralıdır. Bunun için sağlık alanında kullanılan malzemelerin, çevre ve ortamların temiz, mikropsuz olması hedeflenir. Bu açıdan sterilizasyon ve dezenfeksiyon uygulamaları tüm tıbbi faaliyetlerin merkezinde yer alan bir konudur.

Mikroorganizmaların korunmuş bir alana ulaşmalarını önlemede uygulanan işlemlere genel olarak asepsi veya aseptik teknik denir. Sterilizasyon ve dezenfeksiyon yöntemleriyle aseptik uygulamalar bir bütün oluşturur.

Sağlık personelinin aseptik uygulamalar ve steril malzeme kullanımında kusursuz davranabilmesi için sterilizasyon ve dezenfeksiyon kurallarını iyi kavramış olmaları gerekir.

Sterilizasyon ortamda bulunan canlı organizmaların tamamının uzaklaştırılması veya öldürülmesi işlemidir. Bunun için fiziksel (ısı, radyasyon, filtrasyon) veya kimyasal (gaz, plazma veya sıvı kimyasallar) yöntemler kullanılır.

Sterilizasyon mutlak bir kavram olup kullanılan yöntemleri, işlem parametreleri ve standartları bellidir. Bu nedenle rutin olarak kontrol edilebilmektedir.

Dezenfeksiyon mikroorganizmaların sterilizasyon seviyesine ulaşmayan bir düzeyde uzaklaştırılması veya öldürülmesi işlemleridir. Dezenfeksiyonun etkinliği genel olarak sporsuz mikroorganizmaları kapsar. Burada amaç patojen mikroorganizmaları tamamen veya kısmen elimine ederek hastalık yapmayacak bir düzeye indirmektir. Dezenfeksiyon ortamda mevcut mikrop popülasyonunda (biyolojik yük) belli bir azalmadan sterilizasyona kadar değişebilen bir aktivite gösterebilir. Ancak sterilizasyonda olduğu gibi tam bir standardizasyon ve rutin işlem kontrolleri söz konusu değildir.

Dezenfeksiyon fizik yöntemler (ısı, filtrasyon) veya mikrop öldürücü kimyasal maddelerle (dezenfektan) sağlanır. Dezenfektanların canlı üzerinde (cilt, mukoza veya dokular) uygulanabilenlerine antiseptik adı verilir. Bunlar cansız or-

tamda kullanılan dezenfektanlara göre daha düşük toksisite gösterirler, fakat aynı zamanda aktiviteleri de daha zayıftır. Bu nedenle antiseptik veya dezenfektan olarak üretilmiş ürünler birbirinin yerine kullanılmamalıdır. Mikroorganizmaları öldürmek için antiseptiklerin lokal uygulamasına antisepsi denir.

Antiseptikler cildin geçici florasını etkin bir şekilde ortadan kaldırırlar, buna karşılık kalıcı flora kısmen etkilidirler. Zira bu bakterilerin bir bölümü cildin kıl folikülleri, ter bezleri gibi derin kısımlarında bulduklarından antiseptiklerle temas etmezler. Bu nedenle cildi steril etmek normal şartlarda mümkün değildir. Bununla birlikte antiseptiklerle cildin yüzey kısmındaki bakteriler büyük ölçüde ortadan kalktığından temas yoluyla bulaşma riski oldukça azalır. Ancak kıl folikülleri ve yağ bezlerindeki kalıcı bakteriler bir kaç saat içinde tekrar cilt yüzeyini kolonize ederler. Bu nedenle ameliyat ve diğer invaziv işlemler için antiseptiklerle el temizliğine ek olarak steril eldiven giyilir.

Sterilizasyon ve dezenfeksiyonla ilgili genel kurallar:

- 1- Sterilizasyon/ dezenfeksiyon işlemleri belli bir maliyet ve zaman gerektirir. Ayrıca uygulanan işlemler malzemeleri, hastaları ve çevreyi olumsuz etkileyebilmektedir (aletlerde korozyon, toksik artıklara bağlı zararlar...). Bu nedenle en uygun ve en zararsız yöntem seçilmelidir.
- 2- Sterilizasyon/ dezenfeksiyon yöntemlerinin etkinliği için sterilan ajanın (gaz, buhar, plazma...) veya kullanılan kimyasalın tüm yüzeylere direkt temas etmesi gerekir. Temiz bir malzemeyi steril/dezenfekte etmek kirli olanlara göre çok daha kolaydır. Organik kirler ve artıklar ısı veya kimyasal maddenin penetrasyonunu engelleyerek yahut inaktive ederek etkisiz kalmasına neden olabilmektedir. Diğer yandan mikroorganizmalar canlılıklarını kaybetse bile bunların vücut maddeleri, çekirdek asitleri, endotoksinleri, ayrıca diğer yabancı proteinler ve partiküller vücuda girdiğinde hastalarda istenmeyen etkilere, toksik, pirojenik, alerjik reaksiyonlara neden olurlar. Kir ve mikroplar aletlerin korozyonunu hızlandırır, kullanışsız hale gelmelerine neden olur.

* İstanbul Üniversitesi, Cerrahpaşa Tıp Fakültesi, Mikrobiyoloji ve Klinik Mikrobiyoloji Anabilim Dalı

Alet üzerinde kalmış bir önceki hastaya ait doku artıkları tanım hatalarına yol açabilir. Mikropların büyük çoğunluğu organik kirler içerisinde barınır, beslenir, uygun nem ve sıcaklık olduğunda çoğalır. Temizlik ortamında bulunan mikroorganizma popülasyonunu (biyolojik yük)büyük ölçüde (uygun bir temizlikle mikrop sayısı binde veya on binde bir seviyelerine kadar düşebilmektedir) azaltır. Ayrıca temizlik organik materyali ortadan kaldırdığından mikroplar beslenip çoğalma imkanını da kaybederler. Bu nedenle sterilizasyon/ dezenfeksiyon işlemlerinden önce mutlaka bir temizlik yapılmalıdır. Temizlik sonucu geride kalabilen çok az sayıdaki mikroorganizma kimyasal veya fiziksel yöntemlerle çok daha kolay şekilde ve çok daha kısa zamanda öldürülür.

Sterilizasyon/ dezenfeksiyon işlemleriyle ilgili en önemli prensip önce ve öncelikle temizlik işlemlerinin yapılmasıdır.

3- Mikroorganizmalar arasında duyarlık bakımından önemli farklılıklar bulunmaktadır. Aynı mikroorganizmanın değişik fizyolojik safhaları arasında bile duyarlık farkları mevcuttur. Genel olarak sporlu şekiller vejetatif şekillere göre çok dirençlidirler. Ayrıca mikrobakteriler ve küçük zarfsız virüsler diğerlerinden daha dayanıklıdır. İnsan ve hayvanlarda süngerimsi (spongioform) beyin hastalıklarına neden olan patolojik proteinler (prionlar) rutin dezenfeksiyon ve sterilizasyon yöntemlerine çok dirençlidirler.

Dezenfektanların mikroorganizmaları etkileme seviyelerine göre farklı dezenfeksiyon kategorileri belirlenmiştir.

- Yüksek düzey dezenfeksiyon:** Sporisit özelliği olan kimyasallarla sterilizasyon için gerekenden (3saat ve üzeri) daha kısa sürede (10-20 dakika) uygulanan dezenfeksiyon şeklidir. Çok dirençli bir kısım bakteri sporları dışında tüm mikroorganizmalar inaktive olurlar.
- Orta düzey dezenfeksiyon:** Bakteri sporlarına etki göstermeyen, fakat mikobakteri, zarfsız virüs ve diğer mikroorganizmalara etkili olan dezenfeksiyon seviyesidir.
- Düşük seviye dezenfeksiyon:** Bakteri sporu, mikobakteri ve zarfsız virüslere etkisiz olan, ancak bir kısım vejetatif mikroorganizmaları etkileyebilen dezenfeksiyon seviyesidir.

4- Sağlık alanında kullanılan araç ve gereçler enfeksiyona yol açabilme riskleri dikkate alınarak kritik, yarı kritik ve kritik olmayan şekline sınıflara ayrılırlar (Spaulding sınıflaması).

Kritik malzemeler: Steril vücut kısımlarına veya damar sistemine giren malzemelerdir. Çok az sayıda da olsa her-

hangi bir mikroorganizma içermeleri halinde yüksek risk oluştururlar. Bu nedenle kullanılabilmeleri için steril olmaları şarttır.

Yarı kritik malzemeler: Mukozalar ve bütünlüğü bozulmuş ciltle temas eden malzemelerdir. Bunlarda az sayıda bakteri sporu kalsa bile ciddi bir risk oluşturmaz. Bu nedenle yarı kritik malzemelerin steril edilmesi ideal olsa da yüksek seviye dezenfeksiyon bunlar için yeterlidir. Bununla birlikte diş hekimliğinde kullanılan kritik (yumuşak doku ve kemiğe penetre olan) ve yarı kritik (ağız mukozasıyla temas eden) kategorisine giren tüm malzemelerin steril edilmesi gerekir. Termometreler (oral, vektal) yarı kritik gruba girmekle beraber bunlar için orta seviye dezenfeksiyon yeterli kabul edilir.

Rutin işlemlerde tıbbi aletlerde fazla miktarda sporlu bakteri kontaminasyonu pek söz konusu olmadığı gibi, ön temizlik işlemleriyle de organik materyal ve mikroorganizma sayısı büyük ölçüde azaldığından yüksek seviye dezenfeksiyon işlemi çok defasında sterilizasyona eşdeğer sonuç verebilmektedir. Ancak bunun rutin kontrolü olmadığından sterilizasyondan emin olunamaz. Bu nedenle yüksek seviye dezenfeksiyon sterilizasyon yöntemi olarak kabul edilemez.

KRİTİK OLMAYAN MALZEMELER

Sadece sağlam ciltle temas eden malzemelerdir. Sağlam deri mikroplar için etkin bir bariyer olduğundan enfeksiyon riski çok azdır. Ancak bu malzemeler çapraz bulaşmalara neden olabilirler. Kritik olmayan malzemeler için temizlik ve/veya orta/düşük seviye dezenfeksiyon yeterlidir.

5- Mikroorganizmaların çevre ve malzemelerde barınıp çoğalabilmeleri nem ve organik madde miktarıyla, ayrıca ortam sıcaklığı ile doğrudan ilişkilidir. Islaklık ve organik madde varlığı mikropların kontaminasyonunu, çoğalmasını ve yayılmasını kolaylaştırır. Bu nedenle mikroplardan uzak kalabilmek için ortam ve malzemeler temiz ve kuru halde tutulmalıdır.

Dezenfektan içinde de olsa tıbbi aletler asla nemli ortamda muhafaza edilmemelidir.

Sterilizasyon/ dezenfeksiyonu etkileyen faktörler:

Mikroorganizmaların doğal direnci, sayısı, lokalizasyonu, kullanılan kimyasal maddenin gücü ve yoğunluğu, ortamın fizik-kimya özellikleri, organik-inorganik maddeler, biyofilm tabakası, alet özelliği ve işlem süresi gibi pek çok faktör sterilizasyon/dezenfeksiyon sonuçlarını etkilemektedir. Mikroorganizmalar arasında doğal olarak direnç farklılıkları bulunmaktadır. Su oranı düşük olan spor ve kist şekilleri vejetatif şekillere göre çok daha dirençlidirler. Bununla birlikte vejetatif bakteriler arasında da dezenfektanlara çok dirençli olanlar (Pseudomonas türleri gibi) bulunmaktadır. En dirençli olanlardan başlamak üzere prionlar, bakteri

sporları, protozoon kistleri, mikobakteriler, küçük zarfsız virüsler, mantarlar, vejetatif bakteriler ve zarflı virüsler şeklinde bir direnç sırası verilebilir.

Mikroorganizma sayısı ne kadar fazla olursa etkinlik için gereken süre o derece artar. Temizlik işlemleriyle biyolojik yükün azaltılması etkinliği önemli derecede artırır ve gerekli temas süresi kısalmır.

Etkinlik için antimikrobik ajanın (buhar, gaz, kimyasal madde...) direkt teması gereklidir. Bu bakımdan mikropların lokalizasyonu son derece önem taşır. Düz yüzeyli aletlere göre düzensiz, gözenekli, boşluk ve kanalları olan aletler çok zor steril/dezenfekte edilirler. Zira hem temizliği zordur hem de etkin madde her tarafa kolay penetre olamaz. Boşluk ve kanallarda hava kabarcığı kalması da teması engelleyerek işlemin etkisiz kalmasına neden olabilir.

Mikroorganizmaların hücre dışına ifraz ettikleri materyel (glikokaliks) aracılığı ile yüzeylere ve birbirlerine yapışmasıyla oluşturdukları kitleler (biyofilm tabakası) bir yandan mikropların barınma ve çoğalmasına imkan verirken diğer yandan çeşitli mekanizmalarla (penetrasyonu engelleyerek, kimyasal maddeleri inaktifleştirerek, pH değişikliği yaparak...) antimikrobik etkinliği ortadan kaldırmaktadır. Sterilizasyon/ dezenfeksiyon etkinliği için mekanik temizlik yapılarak biyofilm tabakasının uzaklaştırılması gerekir (Benzer şekilde vücutta bulunan protez ve implant materyelinde biyofilm tabakası oluştuğunda antibiyotikler etkisiz kalmakta, bu nedenle tedavi için protezin çıkarılması gerekmektedir).

Dezenfektanın uygun yoğunlukta olacak şekilde taze hazırlanması önemlidir. Düşük yoğunlukta veya eskimiş çözeltiler etkisiz kalabilmekte, buna karşılık gereğinden yoğun çözeltiler maliyeti yükseltme yanında toksik ve koroziv etkilerin de artmasına neden olmaktadır.

Ortam sıcaklığı, pH derecesi, nem oranı, kullanılan suyun sertlik derecesi işlemleri önemli derecede etkiler. Isı artışı genel olarak kimyasal reaksiyonları hızlandırarak etkinliği arttırmakla birlikte fazla ısı aynı zamanda kimyasalın parçalanarak inaktifleşmesine de neden olabilir. Değişik dezenfektanlar için optimal pH dereceleri farklılıklar gösterir. Suyun sertliği bazı dezenfektanların inaktifleşmesine neden olabilmektedir.

Serum, kan, cerahat gibi organik artıklar ve kirler antimikrobik maddeleri inaktifleştirerek veya penetrasyonu engelleyerek etkinliği ortadan kaldırmaktadır.

STERİLİZASYON YÖNTEMLERİ

Sterilizasyon ısı, radyasyon, filtrasyon gibi fizik yöntemler veya kimyasallarla (gaz, plazma veya sıvı formunda) sağlanabilir.

Etkin bir sterilizasyon sadece sterilizatörün uygun çalışmasına değil, aynı zamanda temizlik, paketlenme, yükleme ve depolama işlemlerinin de doğru şekilde yapılmasına bağlıdır.

Sterilizasyon için kullanılacak yöntem her şeyden önce malzeme ile uyumlu olmalıdır. Değişik malzemeler için farklı yöntemler geliştirilmiştir.

Sterilizasyon işleminin etkin ve güvenilir olması için belirli şartlar vardır:

- 1- Uygulanan işlemin her seferinde aynı şekilde steril ürün sağlaması, yani tekrarlanabilir olması (işlem validasyonu; geçerliliğin onaylanması) gereklidir.
- 2- Sterilizasyon işlemi sonrası sterilitenin korunabilmesi. Steril edilecek malzemenin kullanım aşamasına kadar geçen sürede yeniden kontamine olmasını önlemek için uygun ambalaj malzemesi ile paketlenmesi gerekir. Ambalaj malzemesinin havayı ve sterilizan ajanı (buhar, gaz, ışın) geçirmediği, buna karşılık nem ve mikrop girişini engellemesi ayrıca malzemeyi çevresel zararlardan koruyacak ölçüde dayanıklı olması gerekir. Paketleme için kumaş örtüler, kağıt, plastik, polipropilen (tyvek) poşet ve rulolar, ayrıca metal veya plastik konteynerler kullanılmaktadır.
- 3- Gerek paketleme gerekse cihazın yüklenmesinde belirli kural ve standartlara uyulmalıdır. Aşırı ve uygunsuz yüklemelerde çeşitli sorunlar yaşanabilmektedir.
- 4- Ürünün kullanılmadan önce steril olduğu kanıtlanmalıdır.

Isı ile sterilizasyon

Isı yüksek derecede etkinliği yanısıra kolay kullanımı, güvenliği, zararsızlığı, ucuzluğu ve kontrol edilebilirliği gibi pek çok avantajıyla sterilizasyon işlemlerinde ilk tercih edilen yöntemdir.

Açık alevde yakma, insinerasyon, kuru sıcak hava ve basınçlı buharla sterilizasyon gibi farklı uygulamaları mevcuttur.

Açık alevde yakma laboratuvar ekim iğne ve halkaları için kullanılan bir yöntemdir. Acil durumlarda makas, penset gibi metal aletler de alev tutarak steril edilebilir. Fakat bunların hemen kullanılması gerekir. Aletin çevresindeki ısınmış havanın soğuyarak sıkışmasının oluşturduğu vakum etkisiyle yeniden kontaminasyon oluşabilir.

İnsinerasyon enfeksiyöz tıbbi atıkların çok yüksek sıcaklıkta yakılarak bertaraf edilme yöntemidir. Mikroorganizmalarla birlikte malzemeler de tamamen tahrip olurlar.

Kuru sıcak hava cam, metal gibi ısıya dirençli malzemelerin, ayrıca tozlar ve suyla karışmadığından buharla steril edilemeyen yağ, parafin gibi maddelerin sterilizasyonunda kullanılır. Kuru ısının penetrasyonu ve ısı iletimi buhara göre çok yavaş olduğundan sterilizasyon için yüksek ısıda uzun süre (160 °C de 2 saat, 170 °C de 1 saat gibi) gerek-

lidir. Cihaz istenen ısıya ulaştıktan sonra süre başlatılır. Malzemenin paketlenmiş olması ve yük durumu sterilizasyon süresini etkiler. Kuru ısı için elektrikle çalışan fırınlar (Pasteur fırını) kullanılmaktadır.

Yaş ısı:

Kuru ısıya göre su veya buhar şeklindeki sıcaklık çok daha etkili ve hızlıdır. İnsanda hastalık yapan bakterilerin vejetatif şekilleri çoğunlukla 60-80 °C sıcaklıktaki suda birkaç dakikada öldüğü halde bakteri sporları 100 °C deki kaynar suda bile uzun süre dayanır.

Tüm mikroorganizmalar için en etkili sterilizasyon aracı doymuş buhardır. Basınç altında doymuş buhar hem malzemeye çok daha kolay penetre olur ve hem de basınç nedeniyle sıcaklık 100°C üzerine çıktığından (1 atmosfer basınçta 121 °C, 2 atmosferde 134 °C) mikrop öldürücü özelliği artar.

Basınca dayanıklı duvarları olan otoklav kabindeki hava basınçlı doymuş buharla yer değiştirir (hava buhardan ağır olduğundan altta kalır ve dip kısımdaki valf aracılığı ile dışarı atılır veya vakumlu otoklavlarda içeriye buhar vermeden önce vakumla hava boşaltılır).

Ön vakum sistemi olmayan otoklavlarda gözenekli ve lümenli malzemelerdeki hava yeterince çıkmadığından sterilizasyon tam olarak gerçekleşemeyebilir. Bu gibi malzemelerin sterilizasyonu ön vakumlu otoklavlarda yapılmalıdır. Vakumsuz otoklavlar ancak gözenekli ve boşluğu bulunmayan malzemelerle sıvı şişeleri için uygundur.

Sterilizasyon için havanın etkin şekilde uzaklaştırılması yanısıra buhar kalitesinin de istenen seviyede (kuru doymuş buhar oranı %95 üzerinde) olmalıdır. Islaklık ve yoğunlaşmayan gazlar sterilizasyonu olumsuz etkilerler.

Vakumlu otoklavlarda sterilizasyon işlemi sonunda tekrar vakum uygulanarak malzemenin kuruması sağlanır ve arkasından içeriye hava verilerek basınç normal seviyeye getirilir. Henüz nemli olan malzemenin kirli havayla kontamine olmaması için hava HEPA filtresinden geçirilerek verilmelidir. Sterilizasyon için 121°C de 15-30 dakika, 134°C de 3-7 dakika genel olarak yeterlidir. Ancak yükün fazla ve sıkışık olduğu durumlarda daha uzun süreler gerekebilir.

Flash sterilizasyon:

Acil ihtiyaç durumunda aletlerin paketlenmemiş halde ve hemen kullanım için steril edilmesi "flash sterilizasyon" olarak isimlendirilir. Ancak açık vaziyette steril edilen aletlerin cihazdan çıkarılıp hastaya taşınması sırasında tekrar kontamine olma riski bulunmaktadır. Sterilizasyon süresi 134°C de metal aletler için 3, gözenekli aletler için 10 dakikadır.

STERİLİZASYONUN KONTROLÜ

Bir ürüne "steril" etiketi koymak için steril olduğuna %100 emin olmalıdır. Bunu sağlayabilmek için uluslararası kuruluşlar (ISO, CEN) tarafından 2 temel esas kabul edilmiştir.

1. Sterilizasyon işleminin geçerliliğinin onaylanması (validasyonu)
2. Ürünün steril olduğunun kanıtlanması

Sterilizasyonda işlemin kontrolü genel olarak yeterlidir. Bir işlemin hedeflenen amacı gerçekleştirdiğinin garanti edilmesine validasyon (geçerlik) adı verilir. Validasyon, bir işlemin önceden belirlenmiş şartlara uygunluğunun gerekli verilerle dökümanite edilmesidir. Validasyon için işlemin tekrarlanabilir olması ve işlem sırasında temel parametrelerin kaydedilmesi gerekir.

Validasyon için cihazın kurulum ve tesisatının uygun olduğunun (EN 285'e göre), tasarımda öngörüldüğü şekilde çalıştığı ve ölçümlerin doğru yapıldığının (EN 285'de belirtilen testlerle) belgelendirilmesi (üretici firma veya yetkili servislerce kurulum sırasında, ayrıca yıllık periyotlarla ve ciddi tamiratlar sonrasında) gerekir. Ayrıca her işlem sırasında kullanıcılar tarafından cihazın doğru şekilde çalıştığını ve yeterli sterilizasyon yaptığını kanıtlayan performans testleri (EN 554'e göre) uygulanır. Bunun için cihazın fizik parametreleri ile kimyasal ve biyolojik indikatörlerden yararlanır. Bu testler doğru şekilde gerçekleşmiş ise canlı mikroorganizma kalmadığı farzedilir.

1. Fizik parametreler (ısı, basınç, süre, nispi nem, buhar kalitesi)

Cihazın doğru çalıştığını gösterirler. Bunlara ek olarak vakumlu otoklavlarda haftada bir vakum kaçağı olup olmadığı (kaçak testi) kontrol edilmelidir. İşlem sırasında kabinin her yerinde istenen değerlerin sağlandığı (gelişmiş kayıt sistemleriyle) gösterilebilirse diğer testlere gerek kalmadan da işlem onayı verilebilir.

2. Kimyasal indikatörler

Sterilizasyon işlemine maruz kalınca renk değişimi gösteren kimyasallar emdirilmiş, çoğunlukla kağıt şeritten oluşan malzemelerdir. Farklı seviyelerde sterilizasyon güvenliği sağlayan indikatör sınıfları (EN 867 ve ISO 11140'a göre) bulunmaktadır.

a-) İşlem indikatörleri (sterilizasyon şerit ve etiketleri): Paketlerin işlem görüp görmediğini anlamak için kullanılan basit, tek parametrelilik indikatörlerdir. Her paketin dış kısmına yapıştırılır veya ambalaj malzemesinde yer alırlar.

b-) Çok parametrelilik indikatörler:

İki veya daha fazla parametreye göre renk değiştiren indikatörlerdir. Sterilizasyon için gerekli koşulların sağlandığını gösterirler. Ancak malzemenin steril olduğunu tam olarak kanıtlamazlar. Duyarlık problemleri (duyarlık azlığı)

ğı veya aşırı duyarlık gibi) gösterebilirler. Çok parametrelili indikatörlerden bazıları (entegratörler gibi) biyolojik indikatörlere eşdeğer koşullara göre dizayn edildiklerinden yeterli güvence sağlayabilmektedirler.

Çok parametrelili indikatörler her çevrimde en az bir paket içerisine (en zor steril edileceği varsayılan bir yere) veya işlem canlandırma cihazına (process challenge device, PCD) yerleştirilir. PCD cihazı kapalı ucuna indikatör yerleştirilebilen 1,5 metre uzunluk ve 2mm çapı olan bir heliks sisteminden oluşmaktadır. Buhar, ısı ve zaman parametrelerine göre sterilizasyon şartlarının uygunluğunu belirler. Paket içi kontrollere göre daha pratiktir ve paket açılmasına gerek kalmadan sonucu gösterirler.

c-) Özel işlem indikatörleri:

Özel amaç için (Bowie-Dick testi gibi) kullanılan indikatörlerdir. Bowie-Dick testi (buhar penetrasyon testi) vakumlu otoklavlarda vakum sisteminin etkinliğini (yeterli hava boşaltımını) test etmek için günlük olarak otoklavın ilk çevriminden önce cihaz boşken uygulanan bir testtir. Orjinal Bowie-Dick tekstil paketi veya özel PCD cihazıyla (4 metre uzunluk, 2 mm lumen çapı ve kapalı ucunda indikatör konulan metal başlıklı heliks sistemi) uygulanır. Renk değişiminin homojen şekilde gerçekleşmemesi havanın yeterince boşalmadığını veya buhar kalitesinin yetersiz olduğunu gösterir. Bowie-Dick testi 121 C de 15 dakika, 134 C de 3,5 dakika sürede uygulanır.

3. Biyolojik indikatörler:

Sterilizasyon şartlarına en fazla dayanabilen bakteri sporlarının kullanıldığı test malzemeleridir. Spor emdirilmiş kağıt şeritler, kendinden besiyerli kapalı sistemler ve enzim bazlı biyolojik indikatörler gibi çeşitleri mevcuttur.

Bu indikatörler direkt olarak biyolojik ölümün gerçekleştiğini gösterirler. Kullanılan test organizmaları steril edilecek malzemede bulunabilecek mikroorganizmalardan çok daha dirençli ve fazla sayıda olduğundan bunların inaktivasyonu sterilizasyonun gerçekleştiğinin güçlü bir kanıtıdır. Biyolojik indikatörler fizik ve kimyasal parametrelere ek olarak en az haftada bir veya riskli materyeller (protez ve implant materyeli gibi) için her çevrimde kullanılmalıdır. Ayrıca sterilizatörün ilk kurumu ve tamirat sonrasında da biyolojik testler yapılmalıdır. Biyolojik indikatör olarak Bacillus (Geobacillus) stearothermophilus (buhar ve formaldehit sterilizasyonunda), Bacillus subtilis (atrophaeus) (kuru ısı, etilen oksit, hidrojen peroksit gaz plazma sterilizasyonunda) ve Bacillus pumilus (gama ışını ile sterilizasyonda) sporları kullanılmaktadır. Bunlar paket içine veya PCD cihazına yerleştirilerek otoklavın sterilizasyon şartlarının en zor gerçekleştiği bölümlerine (çıkışa yakın alt kısım) konulur.

Biyolojik indikatörler işlem sonrasında mikrobiyolojik incelemeye alınır. Kültürler B.stearothermophilus için 55°C, B.subtilis için 37°C de yapılır. Spor emdirilmiş test kağıtlarında az sayıdaki canlı bakterileri üretmek için 7 gün ve üzerinde süreye ihtiyaç vardır. Ayrıca bu şeritler sonradan kontamine olarak yalancı pozitif sonuçlara neden olabilirler. Buna karşılık kapalı, kendinden besiyeri içeren test sistemlerinde kontaminasyon riski olmadığı gibi en fazla 48 saat içinde sonuç alınabilmektedir. Enzim bazlı (spora özgü D-glucosidase enzimini ölçen) biyolojik indikatörler çok daha hızlı (1-3 saatte) sonuç vermektedir. Floresan bir maddenin oluşmasıyla enzimatik aktivite belirlenmektedir. Sporların inaktivasyonuna paralel şekilde enzim aktivitesi de kaybolmaktadır.

Sterilizasyon kontrolünde fizik, kimyasal ve biyolojik parametrelerde olumsuz bir sonuç alındığında sterilizatörün bakım ve kontrolleri yaptırılmalı, malzemeler yeniden işleme alınmalıdır.

Sterilizasyonun hatasız gerçekleştiğini kanıtlamak, ortaya çıkabilecek sorunlarda delil olarak sunabilmek için yapılan tüm işlemler ve testler kaydedilmelidir. Zira kaydedilmemiş işlem yapılmamış hükmünde sayılır. Sterilizasyon kayıtları ve indikatör şeritler 3 yıl süreyle muhafaza edilirler.

Steril malzemenin muhafazası ve raf ömrü:

Sterilizasyon paketleme malzemesi sağlam kaldığı sürece devam eder. Bu açıdan sterilitenin bozulması zamana değil olaya bağlıdır ve kısmen paketleme malzemesinin sağlamlığı ile alakalıdır.

Steril malzeme iyi havalandırılan, toz, nem ve fiziksel faktörlerden etkilenmeyecek, fare, böcek gibi canlılardan korunmuş bir yerde saklanmalıdır.

Steril malzeme kullanmadan önce paket sağlamlığı yönünden kontrol edilmeli, herhangi bir yırtık, delik veya ıslaklık bulunduğu kullanılmamalıdır.

Raf ömrü ve son kullanma tarihi ile ilgili belirlemeleri her kurum kendi şartlarına göre oluşturmalıdır.

ISIYA DUYARLI MALZEMELERİN STERİLİZASYONU

Buhar otoklavında steril edilemeyen yüksek ısıya veya basınca dayanıksız malzemelerin sterilizasyonunda çeşitli alternatif yöntemler kullanılabilir. Bunların başlıcaları etilen oksit (ETO) sterilizasyonu, düşük ısı buhar-formaldehit (LTSF) sterilizasyonu, hidrojen peroksit gaz plazma yöntemi, gama radyasyonu ve sıvı kimyasallarla sterilizasyondur.

Sporisit aktiviteye sahip kimyasal sıvılar (glutaraldehit, ortofitalaldehit, perasetik asit, hidrojen peroksit) içine batırılarak aletleri steril etmek mümkündür. Ancak bunun

için genellikle uzun temas süresi gerekir. Uzun işlem süresi pratik ihtiyaçlarla bağdaşmadığı gibi malzeme üzerinde de olumsuz etkiler oluşturur. Aletler paketlenmemiş olduğundan sterilizasyon korunamaz ve bu nedenle hemen kullanılmalıdır. Kimyasalla gerekli temas süresi sonunda alet üzerindeki kimyasal artıkların durulanarak uzaklaştırılması gerekir. Bu da aletin kontamine olma riskini bir kez daha artırır. Bütün bu nedenlerle sterilizasyon yöntemi olarak kimyasal sıvılarla muamele tartışmalı bir konudur. Pratikte bu işlem sterilizasyondan ziyade yüksek düzey dezenfeksiyon olarak kullanılmaktadır.

Etilen oksit (ETO) sterilizasyonu:

Etilen oksit mikroplara son derece etkili, penetrasyon gücü mükemmel, fakat aynı ölçüde tehlikeli bir gazdır. Özel otoklavlarda %40-60 nispi nem ve 40-60°C sıcaklıklarda uygulanır. Özel güvenlik önlemleri gerektirir. Malzemeye kolay penetre olması nedeniyle gaz artıklarının giderilmesi ciddi bir sorun oluşturur. Materyalin cinsine göre değişmek üzere uzun bir havalandırma süresine ihtiyaç vardır. Plastik, lastik gibi absorban materyaller için bu süre 2 haftayı bulabilmektedir. Bütün bunların yanısıra cihaz ve kurulum maliyeti yüksektir. Bu nedenle etilen oksit sadece ısıya dayanıksız ve diğer yöntemlerin uygulanmadığı malzemeler için kullanılmalıdır.

Düşük ısıda buhar ve formaldehit (LTSF, Low Temperature Steam and Formaldehyde) sterilizasyonu:

Formaldehit güçlü bir mikrop öldürücü gazdır veya suya afinitesi oldukça yüksektir. Bu özelliğinden hareketle buharla karıştırılarak 50-80°C gibi düşük ısıda etkin bir sterilizasyon tekniği (LTSF) geliştirilmiştir. Kontrollü şartlarda uygulandığında ortam ve malzemelerde formaldehit yoğunluğu güvenli sınırların altında kaldığından buhar otoklavına dayanıksız malzemeler için iyi bir alternatif oluşturmaktadır. Etilen oksit yöntemine göre çok daha ucuz olması, işlem süresinin kısalığı (40-60 dakika) ve malzemelerin ek bir havalandırma gerektirmeden hemen kullanılabilmesi gibi bir çok üstünlüğü bulunmaktadır.

Hidrojen peroksit gaz plazma sterilizasyonu:

Plazma maddenin katı, sıvı ve gaz halinden sonra dördüncü boyutu (serbest şekilde hareket eden elektron ve iyonların ayrılmış hali) kabul edilir. Uzay boşluğu ve yıldızlar büyük ölçüde plazmadan ibarettir.

Hidrojen peroksit gaz plazma derin vakumla buharlaştırılan hidrojen peroksidin radyofrekans (RF) dalgalarıyla elektron ve iyonlarına ayrıştırılmasıyla elde edilir. Plazma halinde serbestçe hareket eden elektron ve iyonlar kimyasal olarak son derece aktif olup serbest radikaller olarak isimlendirilirler. Serbest radikaller mikroorganizmaların duvar yapılarını tahrip ederek ölmelerine neden olur. Radyofrekans enerjisi kapatıldığında hidrojen peroksit su buharı ve oksijene dönüştüğünden toksisite ve çevre problemi

oluşturmaz. İşlem 40-50°C gibi düşük sıcaklıkta gerçekleştiğinden ısıya ve neme duyarlı malzemeler için uygun bir yöntemdir.

Plazma sterilizasyonunun bu avantajları yanında dezavantajları da bulunmaktadır. Pahalı bir yöntemdir, sterilizasyon için selüloz içermeyen özel paketleme malzemesi (polipropilen, tyvek gibi) gereklidir. Sterilizatör hacmi küçük ve dar lümenli (3mm den küçük çaplı ve 40 cm'den uzun) aletler için ancak özel başlıklar kullanıldığında etkili olabilmektedir. Tekstil, selüloz bazlı ürünler ve sıvılar için uygun değildir. Ayrıca alüminyum, bakır gibi bazı malzemelerle uyumsuzluk gösterebilmektedir. Bu yöntemin standartları henüz tam olarak oluşmamıştır.

Radyasyon (ışınlama) ile sterilizasyon:

Radyasyon yüksek bir enerji çeşidi olup manyetik ve elektrik özellikleriyle dalga gibi davranır (elektromanyetik dalgalar). Dalga boylarına göre çok geniş bir spektrumları vardır ve ortak özellikler gösterenler belirli bandlar oluştururlar.

Görünür ışınların dalga boyu kırmızıdan maviye doğru giderek kısalır ve daha sonra görünmeyen ultraviyole (UV) bandı gelir. Ultraviyole ışınlarından daha kısa dalga boylu ışınlar atom ve moleküllerden elektronları koparabilmektedir. Bu duruma iyonizasyon ve buna yol açan radyasyona da iyonizan radyasyon adı verilir.

İyonizan ışınlar çok yüksek enerjiye sahip olup canlılarda ciddi zararlara yol açarlar. Bunlar atomların parçalanmasıyla oluşurlar. Kendiliğinden bu tip ışın yayan maddelere radyoaktif maddeler denilir.

İyonizan ışınların 3 tipi (alfa, beta ve gama ışınları) bulunmaktadır. Alfa ve beta ışınları partiküllerden oluştuğu halde gama ışınları maddesel özelliği olmayan elektromanyetik ışınlardır. Bu nedenle gama ışınları çok daha büyük bir penetrasyon gücüne sahiptir.

Sterilizasyon için beta ve gama ışınları kullanılır. Bunlar mikroorganizmaların genetik yapılarını ve zarflarını tahrip ederler. Beta ışınları elektron hızlandırıcı bir cihazda oluşturulur. Gama ışınları radyoaktif maddelerden (Cobalt.60 gibi) serbestleşir.

Radyasyonla sterilizasyon ürünler paketlenen sonra son ambalajıyla birlikte çok kısa sürede (bir kaç dakika) sağlanabildiğinden ticari ürünler için (plastik malzemeler, cerrahi iplikler, besiyerleri...) tercih edilen bir yöntemdir. Sistem kurulumu oldukça pahalıdır.

Tablo: Düşük ısı sterilizasyon yöntemlerinin karşılaştırılması:

	Avantajları	Dezavantajları
ETO	Penetrasyonu iyi Lumen sınırlaması yok	Kurulumu pahalı Çok toksik Uzun işlem süresi Uzun havalandırma süresi
LTSF	Ucuz Lumen sınırlaması yok Ek havalandırma gerektirmez	Toksik ve kötü kokulu (Ancak maruziyet toksisite sınırının çok altında)
Plazma		Pahalı Özel paketleme malzemesi Lumen sınırlaması Kapasitesi küçük Bazı malzemelerle (selüloz, tekstil, alüminyum, bakır) uyumsuz Standartları oluşmamış
Gama radyasyonu	Toksik değil Çevre için güvenli İşlem süresi kısa (55-75') Büyük miktarda malzemenin son ambalajında çok kısa zamanda steril edilebilmesi	Sistem kurulumu çok pahalı

DEZENFEKSİYON YÖNTEMLERİ

Fizik Yöntemler

Yaş ısı:

Sterilizasyonda olduğu gibi dezenfeksiyon için de ısı etkili ve zararsız bir dezenfeksiyon yöntemidir. Kaynar suya batırılarak aletler hızlı bir şekilde dezenfekte edilebilirler. Kaynar suda vejetatif bakteriler bir kaç dakikada ölürler. Kaynar suya %2 sodyum karbonat ilavesi etkinliği artırır ve bu şekilde bakteri sporları bile öldürülebilmektedir.

Kaynama sıcaklığına dayanamayan maddeler daha düşük sıcaklıklarda da dezenfekte edilebilir. Sıcak su ile dezenfeksiyon kimyasal dezenfeksiyon yerine kullanılabilir iyi bir alternatiftir. Solunum ve anestezi cihazları gibi tıbbi malzemeler 80°C civarında tutularak dezenfekte edilebilmektedir. Otomatik yıkama makinelerinde bu (termel dezenfeksiyon) tercih edilen bir dezenfeksiyon şeklidir.

Patörizasyon:

Pastör tarafından şarabın mikrobik bozulmasını önlemek için 80°C civarında ısıtarak uygulanan bir dezenfeksiyon yöntemidir. Bu yöntem "yüksek ısıya duyarlı sıvıların 100°C altında ısıtılıp daha sonra soğukta (10°C altında) saklanması" şeklinde tanımlanabilir. Bu amaçla sütler 60°C de 30 dakika veya 70°C üzerinde 5-15 saniye ısıtılarak pastörize edilirler. Sporlu bakteriler gibi bazı dirençli mikroplar canlı kalabildiğinden bunların üremesini engellemek

için pastörize sıvılar soğukta muhafaza edilmelidir. Pastörizasyon hastalık yapıcı mikropların çoğunu ortadan kaldırdığı gibi ürünün raf ömrünü de önemli ölçüde artırır.

Ayrıca sütün bir kaç saniye gibi kısa süreli yüksek sıcaklık derecelerine (130-150°C) çıkartılıp hızla soğutulması ve aseptik paketleme sistemiyle dayanıklı sütler elde edilmektedir. Bunlar buzdolabı dışında da aylarca bozulmadan kalabilmektedirler. Bu uygulamaya UHT (Ultra High Temperature) yöntemi denilmektedir.

Serum gibi yüksek ısıya dayanıksız sıvıların dayanabilecekleri sıcaklıkta (60°C de 1 saat gibi) bir kaç gün peş peşe ısıtılıp oda sıcaklığında tutulmalarıyla steril edilmeleri mümkündür. Burada sporlu bakterilerin bekleme süresinde vejetatif hale dönüşmeleri ve sonraki ısı işlemiyle inaktive edilmeleri hedeflenir. Tindalleme (tindalizasyon) olarak bilinen bu yöntem pratik olmadığı gibi, istenen hedef de her zaman garanti edilemez.

Süzme (filtrasyon):

Sıvılardan hem canlı, hem de ölü mikroorganizmaları ve partikülleri temizlemek için filtreler kullanılır. Bunların delik çapları yapılarına göre büyük farklılıklar gösterir. Bunlardan en çok kullanılanları membran filtreler olup 0,005 mikrondan 1 mikrona kadar delik (por) çapları olabilmektedir. Bakterileri süzmek için 0,2 mikron por büyüklüğü yeterli olmaktadır.

Filtreler yalnızca por büyüklüğüne göre mekanik olarak değil, aynı zamanda elektrostatik adsorpsiyon mekanizmasıyla daha küçük partikülleri bile yüzeyinde tutabilmektedir.

Filtrasyon serum gibi ısıya duyarlı sıvıları mikroplardan arındırmak için kullanılır. Süzme için negatif veya pozitif basınçtan yararlanır. Por büyüklüğünden daha büyük mikroplar için filtrasyon bu sıvıların steril olmasını sağlar. Ancak bakterileri tutabilen filtreler virüsler için tam olarak etkili değildirler.

Filtre sistemleri çok daha geniş çapta havanın temizlenerek koruyucu alanlar oluşturulmasında kullanılmaktadır. HEPA (high efficiency particulate air) filtreleri 0.3 mikron çapında partikülleri %99.97 etkinlikte tutarak yüksek seviyede koruyucu alan oluşturabilmektedir. Ancak bunun için kirli havanın saatte en az 10 kez filtre edilmiş havayla değiştirilmesi gerekir. Ameliyathaneler için 15-25 kez hava değişimi önerilmektedir. Kirli alanlardan temiz alana doğru kontaminasyonu engellemek için ayrıca pozitif basınç sağlanmalıdır.

Ultraviyole (UV) ışınları

Ultraviyole ışınlarının, özellikle 240-280 nm arasında dalga boyu olanlarının mikrop öldürücü özelliği bulunmaktadır. Bununla birlikte sterilizasyon için pek elverişli ve güvenli bir yöntem değildir. Ultraviyolenin bakterilerde oluşturduğu hasar ışık etkisiyle aktifleşen bir enzim sistemi tarafından tamir edilebilmektedir (fotoreaktivasyon). Nüfuz yeteneğinin olmayışı yanısıra direkt temas sonucu kornea ve cilt hasarı yapabilmesi UV'nin yaygın kullanımını sınırlamaktadır. Tıpta en önemli kullanımı otoanalizer gibi kompleks cihazlar içindeki sıvılarda bakteri üremesinin engellenmesi, ayrıca biyolojik güvenlik kabinlerinin, titanyum implant ve kontak lenslerin dezenfeksiyonudur. Hava yoluyla bulaşan infeksiyonları önlemede etkinliği tartışmalıdır.

Kimyasal Yöntemler

Dezenfektan olarak çok sayıda kimyasal madde bulunmakla birlikte ancak pratik ihtiyaçlara uygun olanları kullanılabilir. EPA (Environmental Protection Agency)'ya kayıtlı 14.000 üzerinde ürün ve bunların içerdiği 300 civarında aktif madde dezenfektan seçiminin kolay olmadığını ortaya koymaktadır. Bu nedenle konuyu aktif madde bazında değerlendirmek çok daha uygundur.

Sağlık alanında yaygın kullanılan dezenfektan ve antiseptiklerin başlıcaları fenol bileşikleri, halojenler (hipokloritler, iyot ve iyodoforlar), alkoller (etil alkol, izopropil alkol), aldehytler (glutaraldehyt, ortofitalaldehyt), biguanitler (klorhekzidin), peroksijen bileşikleri (hidrojen peroksit, perasetik asit) ve dört değerli amonyum bileşikleri (benzalkonium klorit, cetrimit,...) şeklinde sayılabilir.

Dezenfektan seçiminde amaçlanan etki düzeyi (yüksek, or-

ta veya düşük düzey dezenfeksiyon), toksisite, materyal uyumu, organik materyalden etkilenme, malzemeye adsorbe olma ve durulanma zorluğu, kullanım kolaylığı ve maliyeti gibi pek çok faktör dikkate alınır.

Dezenfektanlar etki düzeylerine göre CDC (Centers for Disease Control and Prevention) tarafından sınıflandırılmıştır. Ancak belli bir kimyasalın etki düzeyi yoğunluğu ile yakından ilgilidir. Yüksek düzeyde etkin bir dezenfektan düşük yoğunluklarda ancak orta veya düşük düzey dezenfeksiyon sağlayabilir.

Dezenfektan/ antiseptik bileşikler

Fenol bileşikleri (ortofenilfenol, ortobenzilparaklorafenol, klorokrezol...):

İlk defa Lister tarafından cerrahi yaraların antiseptisinde fenol'ün kullanımından sonra çok daha etkili yüzlerce fenol türevi geliştirilmiştir. Bunlar yoğunluklarına göre orta veya düşük düzey dezenfeksiyon sağlarlar. Mikobakterilere etkili olmaları ve organik materyalden fazla etkilenmemeleri nedeniyle çevre dezenfeksiyonu için tercih edilirler. Bununla birlikte hiperbilirubinemi riski nedeniyle yeni doğan servislerinde kullanılmamaları önerilir.

Fenol bileşikleri lastik, plastik ve porlu materyale kolay adsorbe olmaktadır. Bu durum etkin yoğunluğu düşürdüğü gibi durulanmalarını da zorlaştırmaktadır. Dezenfektan kalıntıları cilt ve mukozalarda toksik etkiler yapabilmektedir.

Hipokloritler:

Sodyum hipoklorit (çamaşır suyu) şeklinde yaygın şekilde kullanılmaktadır. Normal çamaşır sularında ortalama %5-6 (50.000-60.000 ppm) sodyum hipoklorit bulunur. Geniş etki spektrumu gösterirler ve hızlı etkilidirler. Ancak organik maddelerden etkilenirler ve materyallerde korozyona yol açarlar.

Hipokloritler çevre dezenfeksiyonu, ayrıca hidroterapi tanklarının, hemodiyaliz cihazlarının ve su dağıtım sistemlerinin dezenfeksiyonu için uygun bileşiklerdir.

Genel kullanım için 1/100 sulandırma (500-600 ppm) yeterlidir. Organik madde varlığında ve yoğun kirlenme durumlarında 1/10 yoğunlukta kullanılması önerilir. Kapalı ve kahverengi şişelerde aktivitesini uzun süre korur. Sodyum dikloroizosiyanat hipokloritlere göre daha dayanıklı ve etkili bir klor bileşiğidir.

İyot ve iyot bileşikleri (iyodoforlar):

İyot'un alkoldeki çözeltisi (iyot tentürü) iyi bir mikrop öldürücüdür. Bununla birlikte rahatsız edici kokusu, dokuları boyayıcı ve tahriş edici özellikleri bulunmaktadır. Buna karşılık iyodun taşıyıcı bir moleküle (polivinil povidon veya povidon) oluşturduğu bileşikler (iyodoforlar) benzer aktiviteleri yanında istenmeyen bu etkilerin hiçbirini göster-

mezler. Bu bileşikler hem antiseptik ve hem de dezenfektan olarak kullanılırlar. Preparatlar genellikle %7,5-10 oranında povidon iyot içerirler. İyot bileşikleri orta düzey dezenfektanlardır. Povidon iyodun sudaki çözeltileri sıvı sabundaki preparatlara göre daha etkilidir. Organik maddelerden kısmen etkilenirler, fakat kan mevcudiyeti aktivitelerini büyük ölçüde azaltır.

İyot cilt ve mukozalardan absorbe edildiğinden nadir olarak alerjik reaksiyonlara ve yenidoğanlarda hipotroidiye neden olabilir.

Alkoller (etanol, izopropanol, n-propanol):

Alkoller oldukça hızlı etkili orta düzey dezenfektan bileşiklerdir. Hızla buharlaşırlar ve kalıcı (rezidüel) etki göstermezler. Toksik, alerjik etkileri pek yoktur. Cilt dezenfeksiyonunda yaygın şekilde kullanılırlar, ayrıca sert yüzeylerin ve termometrelerin dezenfeksiyonu için uygun bileşiklerdir.

Etil alkol (etanol) en iyi %60-90 yoğunlukta etki gösterir, %50'nin altındaki yoğunluklarda etkinlik oldukça düşer. İzopropil alkol etil alkolden, n-propanol ise her ikisinden daha etkilidir (%42 n-propanol, %60 izopropanol ve %77 etanol eşdeğer aktivitede bulunmuştur). Ancak zarsız virüslere karşı izopropil alkolün zayıf etkili olduğu tespit edilmiştir.

Alkolün penetrasyonu zayıf olduğundan organik kirler yüzeylere temas etmesini engeller. Ayrıca fiksatif özelliği nedeniyle de ancak temiz şartlarda kullanılmalıdır. Endoskopların hazırlanma işlemleri sonunda kanalların kolay kuruması için alkolden geçirilmeleri tavsiye edilmektedir.

Alkol içerisine iyot, klorheksidin gibi maddelerin ilavesiyle çok daha güçlü ve kalıcı etkinliğe sahip dezenfektan/antiseptikler elde edilebilmektedir. Alkol uzun süre kullanıldığında ciltte kuruluk ve çatlamalara neden olabilir. Ayrıca alkolün uzun süreli etkisiyle optik aletlerin merceklere çözülebilmekte, lastik, plastik materyalde sertleşmeler meydana gelebilmektedir.

Aldehitler (formaldehit, glutaraldehit, ortofitalaldehit):

Aldehitli bileşikler sporisit etkinlik de dahil olmak üzere geniş etki spektrumu gösteren bileşiklerdir.

Formaldehit kötü kokulu, iritan ve potansiyel karsinogen olduğundan kullanımı çok sınırlıdır. Sporisit aktivitesi glutaraldehite göre daha zayıftır. Diyaliz makinelerinin iç kanallarının dezenfeksiyonu için %1-2 formalin şeklinde kullanılmaktadır.

Glutaraldehit yarı kritik aletlerin yüksek düzey dezenfeksiyonu için yaygın şekilde kullanılan bir bileşiktir. Etkinliği ve stabilitesi pH özelliğine göre değişir. Asit glutaraldehit daha dayanıklı olmakla birlikte daha zayıf etkinlik gösterir. Alkali hale getirildiğinde (aktive edildiğinde) antimikrobik özelliği fazlalır, buna karşılık polimerizasyonu hız-

landığından yarılanma ömrü kısadır (minimal 14 gün). Yeni geliştirilen dayanıklı preparatlarda aktivite kaybı engellendiğinden 28-30 güne kadar etkisini kaybetmeden mükerer şekilde kullanılabilir. Yüzey gerilimini azaltan bileşikler eklenmiş preparatlar durulanmayı zorlaştırdığından tavsiye edilmemektedir.

Glutaraldehit güçlü etkisi yanında her türlü materyalle uyumlu olması, korozyon yapmaması ve ucuz olması gibi avantajlara sahiptir. Buna karşılık toksik, iritan ve alerjik etkileri olan bir bileşiktir. İyi havalandırılan bir yerde ve kapalı kaplarda kullanılmalı, dezenfektan artıklarının hastaya zarar vermemesi için dezenfeksiyon sonunda steril veya filtre edilmiş suyla yeterince durulama yapılmalıdır. Toksikitesi nedeniyle yarı kritik aletlerin dezenfeksiyonu dışında başka bir amaçla kullanılmamalıdır.

Glutaraldehit fiksatif bir bileşik olduğundan aletler yeterince temizlenmeden kullanılmamalıdır.

Ortofitalaldehit glutaraldehitten daha kısa sürede etkili ve daha az toksik bir bileşiktir. Ancak glutaraldehite göre daha pahalıdır.

Peroksijen bileşikleri:

(hidrojen peroksit, perasetik asit)

Sporisit aktiviteye sahip geniş etki spektrumu gösteren bileşiklerdir. Endoskopların yüksek düzey dezenfeksiyonunda kullanılabilirler. Zararlı atık bırakmamaları ve çevre problemi oluşturmamaları en önemli avantajlarını oluşturur. Hidrojen peroksit %7.5 yoğunlukta 10 dakikada yüksek düzey dezenfeksiyon sağlar. Ayrıca kontak lenslerin, hemodiyalizlerin ve tonometre başlığı gibi aletlerin dezenfeksiyonunda (%3-6 yoğunluklarda) kullanılmaktadır. Stabilize edilmiş hidrojen peroksit 21 gün süreyle aktivitesini kaybetmeden kullanılabilir.

Hidrojen peroksit %1-3 yoğunlukta yer ve yüzeylerin dezenfeksiyonu için uygun bir bileşiktir. Dezenfektan özelliği yanında ayrıca organik kirlerin, biyofilm tabakasının uzaklaştırılmasını kolaylaştırır. Bu nedenle tıbbi aletlerin ön temizlik/dezenfeksiyon işlemlerinde, özellikle ultrasonik temizleyici banyolarda tercih edilir.

Perasetik asit oldukça hızlı etkili ve organik maddelerden etkilenmeyen bir bileşiktir. En önemli dezavantajı dayanıksız ve pahalı oluşudur. Raf ömrü 6 ay kadardır. Kullanım çözeltileri hızla aktivitelerini kaybeder ve bu nedenle genellikle bir defalık kullanılır. Ayrıca bazı metaller üzerinde koroziv etkiler oluşturur. Konsantrasyon çözeltileriyle temas cilt ve göz hasarları yapabilmektedir.

Perasetik asit otomatik cihazlarda tıbbi aletlerin (endoskoplar, cerrahi ve dental aletler) yüksek düzey dezenfeksiyon/sterilizasyonu için kullanılmaktadır. Glutaraldehite göre işlem maliyeti oldukça yüksektir.

Klorhekzidin glukonat:

Katyonic bir biguanit bileşiğidir. Sporisit olmamakla birlikte geniş bir etki spektrumuna sahiptir. Mikobakterilere etkisi nispeten zayıftır. Toksikitesi fazla olmadığından cilt ve mukozalar için uygun bir antiseptiktir. En önemli avantajı uzun süreli (rezidüel) etkinlik göstermesidir. Bu özelliği nedeniyle antimikrobik aktivitenin uzun sürmesi için cerrahi el temizliğinde tercih edilir. Alkol kadar olmamakla birlikte hızlı etki gösterir. Klorhekzidin alkol ve sudaki çözeltileri, ayrıca sıvı sabun preparatları bulunmaktadır. Alkolik preparatlar alkolün çabuk etkisi ile klorhekzidin kalıcı (rezidüel) etkisini birleştirdiğinden cilt antiseptisinde büyük avantaj sağlar.

Dört değerli (kuaterner) amonyum bileşikleri:**(benzalkoniumklorit, setrimit, setilpiridinum klorit...)**

Yüzey gerilimini azaltan (süfaktan), renksiz, kokusuz ve toksik özelliği fazla olmayan bileşiklerdir. Temizleyici (deterjan) aktiviteleri çok iyi olmasına karşılık dezenfektan özellikleri zayıftır. Organik ve inorganik maddeler tarafından kolayca inaktive edilirler. Ayrıca sabunlar ve çeşitli deterjanlarla geçimsizdirler. Özellikle Gram negatif bakteriler bunlara karşı direnç gösterebilmektedir. Genel olarak çevre yüzeylerinin ve tıbbi aletlerin ön temizlik/dezenfeksiyonu için uygundur. Çoğunlukla alkol ve diğer antiseptiklerle kombine halde kullanılırlar.

El-cilt temizliği/dezenfeksiyonu

Normal deride sürekli şekilde bulunan bakteriler cildin yerleşik florasını oluşturur. Yerleşik flora lokal şartlara adapte olmuş, cilt ve adnekslerine sıkı şekilde bağlı bakterilerden oluşur. Tam olarak ciltten yok edilmeleri mümkün değildir. Yüzeydekiler ortadan kaldırılsa bile bir müddet sonra derin kısımlarda kalmış olanların çoğalmasıyla tekrar eski sayılarına ulaşırlar.

Yerleşik floranın yanısıra deride zaman zaman kontaminant bakterilere de rastlanmaktadır. Ciltle irtibatları zayıf olan ve burada uzun süre yaşayıp çoğalma özelliği bulunmayan bu bakteriler derinin geçici florasını teşkil ederler. Bu ikinci grupta her çeşit patojen mikroorganizma yer alabilir ve bunlar sıklıkla hastane infeksiyonlarına neden olurlar. Bunlar yerleşik floranın aksine kolayca uzaklaştırılabilmektedir.

Mikrop florasına etki derecelerine göre değişik el yıkama yöntemleri kullanılmaktadır. Su ve sabunla yapılan mekanik temizlik (normal veya sosyal el yıkama) yerleşik florayı pek etkilemediği halde geçici florayı tamamıyla ortadan kaldırebilmektedir. Antiseptik kullanımı ile yapılan el temizliğinde (hijyenik el temizliği) yerleşik (kalıcı) flora da etkilenmekle birlikte esas amaç geçici floranın çok daha etkin şekilde ve kısa zamanda ortadan kaldırılmasıdır. Cerrahi girişimler öncesinde cildin geçici florası yanısıra yerleşik floranın da mümkün olduğunca azaltılması ve bunun ame-

liyat süresince düşük seviyede sürdürülmesi amaçlanır.

Normal yıkamada eller su ve sabunla tüm yüzeyleri ovuşturularak 0,5-1 dakika süreyle yıkanır. Hasta temasları arasındaki tekrar yıkamalarda 15 saniyelik süre yeterlidir. Durulandıktan sonra parmaklar yukarı gelecek şekilde kağıt havluyla kurulanır.

İnfeksiyon riskinin yüksek olduğu durumlarda (kontamine materyalle temasdan sonra, invaziv işlemlerden veya yüksek riskli hastaların bakımından önce) geçici floranın daha etkin şekilde ortadan kaldırılması için antiseptiklerin kullanılması (hijyenik el temizliği) daha uygundur. Bunun için genellikle %4 klorhekzidin glukonat veya %10 povidon iyot deterjan preparatları ile eller yıkanır (hijyenik el yıkama). Yıkama tekniği normal el yıkama gibidir. Yıkama süresi klorhekzidin için 1 dakika, etkisini yavaş gösteren povidon iyot preparatları için 2 dakika olmalıdır.

Hijyenik el dezenfeksiyonun diğer bir şekli çabuk etki gösteren alkol veya alkol bazlı preparatların ovularak 1 dakika süreyle ellere uygulanmasıdır (hijyenik ovalama). Bunlar hızlı bir şekilde etki ederler, ayrıca su ve kurulanma ihtiyacı göstermeme gibi avantajlara sahiptirler. Ancak eller kirli ise önceden yıkanmalı ve kurutulduktan sonra alkolik preparat uygulanmalıdır.

Cerrahi el temizliğinde antiseptik deterjanlarla (klorhekzidin glukonat veya povidon iyot preparatları) eller ve dirseklere kadar ön kollar iyice ovuşturularak 3-5 dakika süreyle yıkanır. Günün ilk ameliyatı için tırnak dipleri kısa süreyle fırçalanır. Durulandıktan sonra kirli su akımını engellemek için dirsek kısmı alta gelecek şekilde tutularak steril havlu ile kurulanır.

Cerrahi el yıkamanın bir alternatifi alkolik preparatların el ve ön kollara ovularak uygulanmasıdır. Ancak bunun için eller temiz olmalıdır. Bu nedenle ilk ameliyat için önce ellerin yıkanıp kurutulması ve sonra alkolik preparat uygulanması daha elverişlidir. Günün ilk uygulamasında 3 dakika, ameliyat aralarında ise 1 dakikalık süre yeterli olmaktadır.

Cilt antisepsisi

Cildin bütünlüğünün bozulduğu uygulamalar (damar içi kateter uygulamaları, invaziv girişimler, kan alma, injeksiyon...) öncesinde kontaminasyonu engellemek için cildin hazırlanması gereklidir. Cilt hazırlanması için %70 alkol, iyodun alkoldeki %1-2 çözeltisi (iyot tentürü), povidon iyot ve klorhekzidin glukonat uygun olan antiseptiklerdir.

Alkol hızlı etkili olmakla birlikte hızla buharlaşır ve renksiz olduğundan uygulama alanını belirginleştirmez. Ayrıca hafif yağ giderici etkisiyle cildin alt kısımlarındaki bakterileri serbestleştirilmektedir. Alkol uygulamasının 1 dakika süreyle oğularak yapılması etkinliğin maksimum olmasını sağlar. Yine de santral kateter takılması gibi yüksek riskli işlemler için tek başına alkol kullanılması tavsiye edilmez.

İyot tentürü oldukça güçlü ve aynı zamanda hızlı etki gösterir. Ancak tahriş edici ve leke bırakıcıdır. Uzun süre kal-

diğında cilt yanığı oluşturduğundan kuruyunca %70 alkolle iyodun fazlası giderilmelidir.

Povidon iyot (iyodofor) preparatları cilt ve mukozalar için oldukça elverişli bileşiklerdir. Tahriş edici değildirler. Uyguladıkları alanı belirginleştirdiklerinden karışıklığa yol açmazlar. Ancak etkilerini yavaş gösterirler ve bu nedenle en az 2 dakika süreyle ovularak uygulanmalıdırlar. Kalıcı etkileri sınırlı ve kısa sürelidir.

Klorhekzidin glukonat cilt ve mukozalar için uygun bir antiseptiktir. Kalıcı (rezidüel) etkinliği vardır ve bu nedenle antibakteriyel etkinin uzun süre devam etmesi istenen durumlarda tercih edilir. Klorhekzidin cilde afinitesi fazladır ve tekrarlayan kullanımlarda ciltte antibakteriyel bir tabaka oluşmasını sağlar. Sudaki çözeltisi orta derecede etkili olduğu halde alkolik çözeltileri oldukça hızlı ve güçlü etki gösterir ve aynı zamanda kalıcı etkinliğe sahiptir. Bir dakikalık uygulama süresi yeterlidir.

Cilt hazırlanmasında antiseptik preparatın uygulama tarzı ve süresi önemlidir. Uygulama olarak merkezden çevreye doğru olmalıdır. Çevreden tekrar merkeze dönmemesi, gerekirse yeni bir tampon kullanılmalıdır.

Alet dezenfeksiyonu

Vücudun steril dokularına veya damar sistemine giren kritik aletlerin öncelikle buhar otoklavında, ısıya duyarlı olanların ise düşük ısı sterilizasyon yöntemleriyle (gaz plazma, düşük ısı buhar-formaldehit, etilen oksit) steril edilmeleri gereklidir.

Yarı kritik (mukoza veya bütünlüğü bozulmuş ciltle temas eden) aletler için yüksek seviye dezenfeksiyon yeterli kabul edilir. Kritik olmayan (ancak sağlam ciltle temas edebilen) malzemeler için önemli olan temiz olmalarıdır. Ayrıca gerekirse orta/düşük seviye dezenfeksiyon yapılabilir. Tono-

metre, termometre gibi bazı yarı kritik aletler %70 alkol içinde 5-10 dakika tutularak dezenfekte edilebilirler.

Alet dezenfeksiyonunun ilk ve en önemli aşaması kullanıldıktan sonra kurumaya fırsat vermeden iyice temizlenmeleridir. Bunun için tüm sökülebilir parçalar ayrılmalıdır. Endoskop gibi aletlerin lumenleri özel fırçalarıyla fırçalanarak temizlenmelidir. Dezenfeksiyon aşamasında uygun dezenfektan çözeltisi içerisinde yeterli süre bekletildikten sonra dezenfektan kalıntılarının iyice durulanması ve arkasından aletlerin yeterli şekilde kurutularak muhafaza edilmesi gerekir. Durulama için steril veya filtre edilmiş su kullanılmalıdır. Özellikle endoskopların dar kanallarında nem kalmaması için son aşamada kanallardan alkol geçirilmesi kurumayı büyük ölçüde kolaylaştırır ve aynı zamanda durulama suyundan kaynaklanabilecek kontaminasyonları ortadan kaldırır. Bilhassa musluk suyunun kullanılmak zorunda kaldığı hallerde alkol uygulaması mutlaka yapılmalıdır.

Yüksek düzey dezenfeksiyon:

Sporisit özelliği olan dezenfektanlarla (glutaraldehit, ortofitalaldehit, perasetik asit, hidrojen peroksit) sterilizasyon için gerekenden çok daha kısa sürede sağlanan dezenfeksiyondur. Yeterli temas süresi glutaraldehit (%2 ve üzerinde) için 20 dakikadır. Bu süre perasetik asit (%0.2-0.35) için 5-10 dakika, ortofitalaldehit (%0.55) ve hidrojen peroksit (%7.5) için 10 dakika kadardır.

Mükemmel alet uyumu, uzun kullanım süresi ve ekonomik oluşu nedeniyle %2 glutaraldehit en sık kullanılan bileşiktir. Diğerleri alet uyumu, kullanım süresinin kısalığı ve pahalı oluşları gibi çeşitli nedenlerle glutaraldehit kadar yaygınlık kazanmamışlardır. Glutaraldehitin dezavantajı cilt-mukoza tahrişlerine ve alerjik reaksiyonlara yol açabilmesidir. Bu nedenle dezenfeksiyon işlemi kapalı kaplar içinde ve iyi havalandırılan bir odada yapılmalıdır.

SIK KULLANILAN ANTİSEPTİKLER

	Avantajları	Dezavantajları
ALKOL	Hızlı etki Toksik - alerjik etkisi yok Su ve kurutma gerektirmez	Çabuk buharlaşma Kalıcı etkisi yok Penetrasyonu zayıf Fiksatif Cilt kuruluğu Montaj materyeli, lastik -plastik malzemeyi bozar
İYODOFOR	Koku, tahriş, kalıcı boyama özelliği yok Deterjanlarla uyumlu	Yavaş etki Kan varlığında inaktivasyon Metallerde korozyon Nadiren alerji, cilt - göz iritasyonu
KLORHEKZİDİN	Toksik - alerjik etkisi yok Kalıcı (rezidüel) etki	Sert su, anyonik deterjan ve sabunlardan etkilenir

SPORİSİT KİMYASALLAR VE GENEL ÖZELLİKLERİ

Glutaraldehit	Temas süresi		Maksimum kullanım süresi	Avantajları	Dezavantajları
	Yüs. sev dez. (dakika)	Sterilizasyon			
Glutaraldehit (>%2)	20'	>3 saat	30 gün	Aletlere zarar vermez Koroziv değil Penetrasyonu iyi Ucuz	Toksik, alerjik, iritan Fiksatif Mikobakterilere etkisi yavaş Artıkları toksik (iyi durulanmalı)
Ortofitalaldehit (%0.55)	12' 5'-10' 10'	>6 saat 10'-20' >6 saat	14 gün	Glutaraldehitten daha az toksik, Koroziv değil Mikobakterilere daha etkili	Glutaraldehitten pahalı Artıkları toksik (iyi durulanmalı)
Parasetik asit (%0.2-0.35)			24 saat (otomatik cihazda tek kullanımlık)	Toksik değil Çevre dostu Hızlı etkili Sterilan olarak da kullanılır	Dayanıksız Pahalı Koroziv Kullanım süresi kısa
Hidrojen peroksit (%7.5)			21 gün	Toksik değil Çevre dostu Biyofilm tabakasının uzaklaştırılmasını kolaylaştırır. Perasetik asitle sinerjik etki	Bazı metallerle (bakır, princi, çinko) uyumsuz Endoskop kaplamalarına zarar verebilir.

Prion'ların dekontaminasyonu:

Prion riski taşıyan aletlerin dekontaminasyonu çok zordur. Yapılan çalışmalarda 1 saatlik temas süresinde etkili olabilen (etken miktarında 3 log azalma sağlayan) çok az dezenfektan (sodyum hidrokstitin normal çözeltisi, 1000 ppm üzerinde klor bileşiği, guanidin tiosiyanat ve fenolik bir bileşik) tespit edilmiştir. Sterilizasyon için ön vakumlu otoklarda 134°C de 18 dakika, 121°C de 1 saat veya 1NaOH içinde bir saat tutulduktan sonra 121°C de 1 saat tavsiye edilmektedir. Kontamine aletlerin dezenfeksiyon/sterilizasyon işlemlerinden önce çok iyi temizlenmesi son derece önemlidir. Temizlenmesi zor olan prion kontamine aletler atılmalıdır. Mümkünse tek kullanımlık aletler veya aksesuarlar kullanılmalıdır.

Tek kullanımlı aletlerin yeniden kullanımı!

Tek kullanımlı olarak üretilmiş olan bazı aletlerin yeniden işlemde geçirilerek bir kaç kez kullanımı çok tartışmalı bir konudur. Bu konudaki genel eğilim tekrar kullanılmaları yönündedir. Zira bu malzemeler tek kullanımlı olarak tasarlandıklarından tekrar temizlenme ve dekontaminasyonları düşünülmemiştir. Yeterince temizlenememeleri infeksiyon riski ile birlikte çeşitli toksik, pirojenik olaylara neden olabilmektedir. Dezenfeksiyon/sterilizasyon için kullanılan fizik ve kimyasal yöntemler özelliklerini olumsuz yönde etkileyebilmektedir. Tek kullanımlı bir aletin kaç kez kullanılabileceğini belirlemek ve bunun takibini yapmak zordur. Bir infeksiyon oluştuğunda (çok defasında tekrar

kullanım durumu hasta kayıtlarında belirtilmediğinden) bağlantı kurulamaz. Adli soruşturmalarda yasal sorunlara neden olur. Hasta için risk oluşturduğu halde ekonomik yarıardan hastanın istifade ettirilmemesi etik sorunlara yol açabilir. Yeniden kullanımda aletin güvenilir ve fonksiyonel olması temel esastır. Bunun için temizliğin yeterince yapılabilmesi ve uygulanacak işlemler sonunda aletin performansını kaybetmemesi gerekir. Yine de önemli bir ekonomik avantaj olmadıkça tek kullanımlı kritik- yarı kritik aletler yeniden kullanılmamalıdır.

Yeniden kullanıma üretici firmanın onay vermesi, ilgili malzemenin yeniden sterilizasyona uygun olması, güvenli işlem protokollerinin ve güvenli kullanım sayısının belirlenmesi, gerekli sterilizasyon kayıtlarının tutulması ve ülkenin sağlık otoritesi uygun görmesi halinde ancak izin verilebilir. Bu konuda ayrıca hastanın bilgilendirilerek izninin alınması gerekir.

Çevre dezenfeksiyonu

Kritik olmayan malzemeler ve çevre yüzeyleri için temel şart temiz olmalarıdır. Ancak kan ve diğer riskli hasta materyelleriyle bulaşan, hastaların sık temas ettiği yüzeyler için temizlikle birlikte dezenfeksiyon da önerilir. Kan ve infeksiyöz materyel bulaşmalarında kullanılacak dezenfektanların tüberküloz ve hepatit etkenlerine etkili olması gerekir. Bu açıdan hipokloritler (çamaşır suyu) ve fenol bileşikleri çok etkili ve yaygın kullanılan bileşiklerdir. Çama-

YÜZEY DEZENFEKTANLARININ GENEL ÖZELLİKLERİ

HİPOKLORİTLER	Tuberkülosit aktivite	Sporisit aktivite	Avantaj	Dezavantaj
FENOLİK BİLEŞİKLER	+	+/-	<ul style="list-style-type: none"> ucuz toksitesi az biofilme etkili 	<ul style="list-style-type: none"> org. mad. etkilenir korozyon yapar stabil değil renk giderici
KAB (kuaterner amonyum bileşikleri)	+	-	<ul style="list-style-type: none"> org. mad.fazla etkilenmez uzun süre etkili sabun ve deterjanlarla uyumlu 	<ul style="list-style-type: none"> adsorbe olur durulanması zor toksik etki, ağır koku yenidoğanda hiperbilirubinemi?
HİDROJEN PEROKSİT	-	-	<ul style="list-style-type: none"> Toksisiteleri az Kokusuz Temizleyici özellikleri fazla Diğer antiseptiklerle kombinasyonlar. 	<ul style="list-style-type: none"> Düşük sev.dez. Org, inorg.mad, sabun, deterjan,sert sudan etkilenir
	+	+	<ul style="list-style-type: none"> Toksite ve koku problemi yok Biyofilme etkili 	<ul style="list-style-type: none"> Bazı materyelle uyumsuz

şır suyunun 1/100 sulandırması genel kullanım için yeterlidir. Ancak yoğun kontaminasyon durumunda 1/10 sulandırma tavsiye edilir. Çamaşır suyunun temizlik maddelerine karıştırılarak kullanılması uygun değildir. Deterjanlarla temizlik yapıldıktan sonra çamaşır suyu uygulanmalıdır. Buna karşılık fenol bileşikleri deterjanlarla uyumlu olduklarından temizlik ve dezenfeksiyonun beraberce yapılmasını sağlarlar. Bunların dışında yüzey dezenfeksiyonu için alkol, iyodofor ve hidrojen peroksit gibi maddelerden de istifa edilebilir.

Alkol ancak temiz ve sert yüzeyler için kullanılmalıdır. Temizlik için kullanılan paspas, temizlik bezi gibi malzemeler, deterjanla yıkandıktan sonra 1/10 çamaşır suyunda 2 dakika bekletilmeli ve kurutulularak saklanmalıdır. Aksi halde bunlar yoğun şekilde kontamine olarak mikropları çevreye yayarlar.

Kapalı alanların temizliğinde toz dağılımının engellenmesi (vakumlu ıslak temizlik, hava akımlarının kontrolü), temizlikten sonra ıslak, nemli ortam bırakılmaması (küf, mantar, bakteri üremesine neden olur) ve havalandırma sistemlerinin rutin temizliği (tortu ve nem nedeniyle mik-

roorganizmalar için uygun rezervuar oluşturur) dikkat edilmesi gereken 3 temel hususu oluşturur.

KAYNAKLAR

- 1- Rutala WA, Weber DJ. New disinfection and sterilization methods. *Emerg Infect Dis* 2001; 7:348-353.
- 2- Rutala WA, Weber DJ. Selection and use of disinfectants in healthcare . In Mayhall CG (ed). *Hospital Epidemiology and Infection Control*. 3.th eds, Lippincott Williams & Wilkins, Philadelphia, 2004: 1473-1522.
- 3- Block SS(ed). *Disinfection, Sterilization, and Preservation*. 4. eds, Lea&Febiger , Philadelphia, 1991.
- 4- *Laboratory Biosafety Manual*. WHO/CDS/CSR/LYO/2003.4
- 5- McDonnell GE. *Antisepsis, Disinfection, and Sterilization*. Types, action, and resistance. ASM Press, 2007.
- 6- Rutala WA. *Disinfection, Sterilization, and Antisepsis*. Principles and Practices in Healthcare Facilities . APIC . *Disinfection, Antisepsis and Sterilization: Practices and Challenges fort he new millennium*, Minneapolis, Minesota 22-23 June, 2000.