

Hastanelerde Dezenfeksiyon Kullanım Esasları, Yapılan Hatalar

Prof. Dr. Mustafa SAMASTI
İ.Ü. Cerrahpaşa Tıp Fakültesi,
Mikrobiyoloji ve Klinik Mikrobiyoloji AD

Enfeksiyonlardan korunabilmek için özellikle sağlık alanında kullanılan ve insan dokularıyla temas eden tüm araç ve gereçlerin mikroplardan arındırılması gerekmektedir. Bunun için başta temizlik olmak üzere dezenfeksiyon ve sterilizasyon işlemleri uygulanır.

Temizlik: Kir ve organik maddelerin uzaklaştırılmasıdır. Mikropların büyük çoğunluğu organik kirler içerisinde bulunur ve uygun nem-ısı varlığında çoğalma imkânı bulur. Bu nedenle temizlik tek başına mikrop sayısını büyük ölçüde azaltır, çoğalma imkânlarını ortadan kaldırır. Organik kir ve artıklar ayrıca dezenfektan veya sterilan ajanların etkinliğini engellediğinden yeterli temizlik yapılmadığında dezenfeksiyon ve sterilizasyon işlemleri istenen sonucu sağlayamaz. Temizlenerek kirlerinden ve dolayısıyla mikroplarının çoğundan arındırılmış malzemeler çok daha kolay şekilde dezenfekte veya sterilize edilebilirler. Temizlik aynı zamanda, vücuda girdiğinde istenmeyen reaksiyonlara, toksik, pirojenik etkilere neden olabilen yabancı proteinlerin, mikroorganizmalara ait vücut maddelerinin, endotoksinlerin, çekirdek asitlerinin ortamdaki uzaklaştırılmasını sağlar. Bu nedenle sağlık alanında öncelikle ve ilk yapılması gereken işlem temizliktir.

Temizlik işlemleri 30 °C üzerinde daha etkilidir. Ancak proteinlerin pıhtılaşarak uzaklaştırılmaları zorlaşacağından 60 °C üzerine çıkılmamalıdır.

Sterilizasyon: Tüm canlı mikroorganizmaların tam olarak uzaklaştırılması veya öldürülmesi işlemidir.

Dezenfeksiyon: Mikroorganizmaların sterilizasyon seviyesine ulaşmayacak ölçüde ortadan kaldırılmasıdır. Burada amaç patojen mikroorganizmaların elimine edilmesidir. Fakat özellikle sporlu bakteriler etkilenebilir.

Dezenfeksiyon cansız ortamlar, eşya ve aletler üzerinde uygulanan bir işlemdir. Buna karşılık cilt ve canlı dokular üzerindeki mikroorganizmaların ortadan kaldırılma işlemine antisepsi adı verilir.

Mikrop öldürücü kimyasal maddelerin cansız ortamda kullanılanlarına dezenfektan, canlı üzerinde kullanılanlarına ise antiseptik denilmektedir.

Asepsi: Temiz bir ortama mikrop bulaşmasını önlemek için alınan önlemlere verilen bir isimdir.

E. H. Spaulding tıbbi malzemeleri vücut dokularıyla ilişkilerini esas alarak kritik, yarı kritik ve kritik olmayan şekilde 3 gruba ayırmıştır. Steril dokulara veya damar sistemine girenler kritik gruba oluşturur. Enfeksiyon oluşturma riskleri çok yüksek olduğundan bunların steril edilmeleri şarttır.

Mukozalar ve bütünlüğü bozulmuş (sağlam olmayan) ciltle temas edenler yarı kritik grupta yer alır. Steril olmaları ideal olmakla birlikte yüksek düzey dezenfeksiyon bunlar için yeterli kabul edilir.

Sağlam deri mikroplar için etkin bir bariyer olduğundan yalnızca sağlam ciltle temas eden malzemeler kritik olmayan gruba girerler. Bunlar için temizlik veya orta/düşük düzey bir dezenfeksiyon yeterlidir.

Malzemeler	Uygulanacak Yöntem	Etkinlik				
		Spor	Mikobakteri	Zarfsız virüs	Mantar	Vejetatif bakteri, zarflı virüs
KRİTİK	Sterilizasyon ✓ Buhar ✓ Kuru ısı ✓ Gaz ✓ Kimyasal ✓ Radyasyon	+	+	+	+	+
YARI KRİTİK	Yüksek dezenfeksiyon düzeyi	+ -	+	+	+	+
KRİTİK OLMAYAN	Orta dezenfeksiyon düzeyi	-	+	+	+	+
	Düşük dezenfeksiyon düzeyi	-	-	-	+	+

Yüksek düzey dezenfeksiyon sporesiz özelliğe sahip kimyasallarla sterilizasyon için gerekenden daha kısa sürede sağlanan dezenfeksiyon şeklidir. Sporlu bakterilere kısmen, diğer mikroorganizmalara tam olarak etkilidir.

Orta düzey dezenfeksiyon bakteri sporlarına etki göstermeyen, fakat mikobakterileri ve diğer mikroorganizmaları ortadan kaldıran dezenfeksiyon şeklidir.

Düşük düzey dezenfeksiyonda ise ancak mikobakteri ve zarfsız virüsler dışındaki vejetatif mikroorganizmalar etkilenebilmektedir.

Dekontaminasyon kavram olarak kontaminasyonun (mikroorganizmaların ve organik kirlerin) giderilmesi için yapılan uygulamaların (temizlik, dezenfeksiyon, sterilizasyon) tümünü içermekle birlikte, pratikte genel olarak ön temizlik işlemleri ile aletlerin koruyucu giysi olmadan çıplak elle tutulabilecek hale getirilmesini ifade eder. İyi bir temizlik organik kirlerin giderilmesi yanında mikroorganizma sayısında (biyolojik yük) minimal 1 log (çoğunlukla 3-5 log) seviyesinde bir azalma sağlayabilmektedir.

Dezenfektanlar için minimum 3 log seviyesinde mikrobik azalma (sporlu bakteriler dışında) öngörülür.

Dezenfeksiyon/sterilizasyonu etkileyen faktörler

Mikroorganizmaların tipi, sayısı, doğal direnci, lokalizasyonu, dezenfektanın gücü, yoğunluğu, temas süresi, ortamın fizik-kimya özellikleri (ısı, pH, organik-inorganik maddeler...), biyofilm varlığı, malzeme ve yüzeylerin özelliği gibi pek çok faktör dezenfeksiyon/sterilizasyon işlemlerini etkiler.

Mikropların kimyasal ve fiziksel işlemlere direnci oldukça değişkendir. Bu durum onların biyokimyasal yapıları ve kendilerini koruyabilecek mekanizmalara sahip olmalarıyla ilgilidir. Genel olarak su oranı düşük ve kalın duvar yapısına sahip spor ve kist şekilleri oldukça dirençlidirler. Mikobakterilerin bol lipidli duvar yapıları kimyasal maddelere, çevre şartlarına ve özellikle kuruluğa dirençli olmalarını sağlar. Buna karşılık lipidli zarf yapısı gösteren virüsler kimyasal maddelere, deterjanlara ve fiziksel şartlara son derece duyarlıdır. Vejetatif bakteriler genel olarak duyarlı olmakla birlikte bazı Gram negatifler (pseudomonas türleri gibi) belirli dezenfektanlara oldukça direnç gösterebilmektedir.

Çekirdek asidi içermeyen enfeksiyöz özellikte modifiye proteinler olan prionlar rutin dezenfeksiyon/sterilizasyon işlemlerine dirençlidirler. Bunlar için özel işlemler gerekmektedir.

Mikroorganizmalar için en dirençlilerden başlamak üzere genel bir direnç sıralaması (prionlar, bakteri sporları, protozoon kistleri, mikobakteriler, küçük zarfsız virüsler, mantarlar, vejetatif bakteriler, zarflı büyük virüsler şeklinde) verilebilir.

Mikroorganizma sayısı (biyolojik yük) ne kadar fazla olursa bunları öldürmek için gerekli süre (temas süresi) o ölçüde fazla olur. Biyolojik yük azaldıkça etkili temas süresi kısalmır.

Tek tek duran mikroplara göre küme (biyofilm tabakası) oluşturanlar çok daha zor inaktive olurlar.

Biyofilm mikroorganizmaların hücre dışına salgıladıkları polisakarit yapısındaki maddeler (glikokaliks) aracılığıyla yüzeylere ve birbirlerine yapışmasıyla oluşur. Biyofilm varlığı mikroorganizmalara barınma ve korunma imkânı sağlar, dezenfeksiyonu büyük ölçüde zorlaştırır. Dezenfeksiyon/sterilizasyon işlemlerinin etkin olabilmesi için biyofilm tabakasının mekanik temizlik yapılarak uzaklaştırılması gerekir. Enzimatik deterjanlar, klorlu bileşikler ve hidrojen peroksit biyofilm tabakasının uzaklaştırılmasında etkili olurken, fiksatif özelliğe sahip bileşikler (aldehitler gibi) olumsuz etki yaparlar.

Etkinlik için antimikrobik ajanın (kimyasal madde, buhar, gaz...) direkt teması gerekir. Bu açıdan mikroorganizmanın lokalizasyonu önem taşır. Lümenli, kanallı, eklemli cihazlar ve gözenekli materyal düz yüzeyli aletlere göre çok daha zor etkilenir. Çünkü kimyasal madde ve sterilan ajan cihazın her yerine kolay penetre olmaz.

Değişik kimyasalların mikropları öldürmek için gereken yoğunlukları farklıdır. Kullanım çözeltilerinin uygun yoğunluklarda ve taze hazırlanması, önerilen süre sonunda yenilenmesi gerekir. Yetersiz yoğunluk etkisiz kalırken, gereğinden yoğun çözeltilerde toksik, koroziv etkiler artmakta, ayrıca maliyet de yükselmektedir. Genel olarak yoğunluk arttıkça etkinlik artmakla birlikte povidon iyot gibi dezenfektanların konsantrasyon şekilleri yeterli iyon serbestleşmesi olmadığından etkisiz kalabilmektedir.

Uygun yoğunluk hem hedef mikropların inaktivasyonunu sağlamalı, hem de güvenli ve ekonomik olmalıdır.

Optimal etkinlik için alet ve yüzeyler önceden iyice temizlenmelidir. Kan, cerahat, müküs gibi organik maddeler teması engelleyerek veya kimyasal maddeleri inaktifleştirerek antimikrobik etkiyi önlerler.

Ortam sıcaklığı, pH , suyun sertlik derecesi dezenfeksiyon/sterilizasyon işlemlerini önemli ölçüde etkiler. Isı artışı kimyasal reaksiyonları hızlandırmakla birlikte ısının fazla yükselmesi kimyasal maddelerin parçalanarak aktivitesini kaybetmesine de neden olur.

Değişik dezenfektanlar için optimal pH dereceleri farklılık gösterir. Yüksek pH'da glutaraldehitin etkinliği arttığı halde bazı dezenfektanlarda (fenol bileşikleri, hipokloritler, iyot) olumsuz etki gösterir.

Suyun sertliği bazı dezenfektanlar için önemlidir. Sert sudaki kalsiyum, magnezyum gibi katyonlar dezenfektanlarla etkileşerek suda erimeyen çökeltiler oluştururlar.

Ortamın nem oranı gaz halindeki sterilan ajanlar (etilen oksit, klor dioksit, formaldehit...) için en önemli faktörlerden biridir.

Tıbbi aletler çok çeşitli malzemelerden üretilmektedir. Kullanılan dezenfeksiyon / sterilizasyon yöntemlerinin bunlarla uyumlu olması gereklidir. Örneğin ısıya duyarlı malzemeler buhar otoklavında steril edilemezler. Bunlar için düşük ısıli alternatif yöntemler kullanılır.

Dezenfeksiyon/sterilizasyonun en önemli şartı temizliktir. Kolay temizlenebilen düz, porsuz yüzeyler dezenfeksiyona da elverişlidir. Buna karşılık pürüzlü, porlu, eklemli, lümenli ve çatlaklıklar gösteren yapılar temizliği ve penetrasyonu büyük ölçüde engeller, çok defasında dezenfeksiyon/sterilizasyon yetersizliğine neden olur.

Temas süresi kritik öneme sahiptir. Bu süre dezenfektan veya sterilan ajana, biyolojik yüke, mikroorganizma cinsine, organik madde varlığına ve ortam sıcaklığı gibi faktörlere bağlı olarak değişebildiği gibi dezenfeksiyon veya sterilizasyon amacına göre de değişir. Örneğin glutaraldehit yüksek düzey dezenfeksiyon için kullanıldığı gibi sterilizasyon için de kullanılabilir. Bu durumda gerekli temas süresi çok daha uzundur. Vejetatif bakterilere göre sporlu bakteriler için gerekli temas süresi oldukça uzundur. Alkol ve alkol preparatları için etkin temas süresi en az 1-2 dakika olmalıdır.

Bazı dezenfektanlar diğer dezenfektanlarla uyumsuzluk gösterebilirler. Örneğin katyonik özelliğe sahip klorheksidinin etkinliği anyonik bileşikler (anyonik deterjanlar) tarafından nötralize edilir. Çamaşır suyu ve kuaterner amonyum bileşikleri birlikte kullanıldığında her ikisinin aktivitesi ortadan kalkabilmektedir.

Formülasyonlardaki inaktif katkı maddeleri, yumuşatıcılar antimikrobik etkiyi inhibe edebilir. Bu nedenle bunların uygun yöntemlerle test edilmeleri gereklidir.

Dezenfeksiyon/sterilizasyon için uygun yöntemlerin seçiminde etkinlik, zararsızlık (kullanıcı, hasta ve çevre riskleri), malzeme uyumu, stabilitesi ve kullanım süresi, kullanım kolaylığı, maliyeti (dezenfektan maliyeti yanı sıra özel teçhizat ve koruyucu önlemlerin maliyeti) gibi hususlar dikkate alınmalıdır.

DEZENFEKSİYON YÖNTEMLERİ

Dezenfeksiyon için fiziksel (ısı, filtrasyon, ultraviyole) ve kimyasal (dezenfektan ve antiseptikler) yöntemler kullanılır.

Fiziksel Yöntemler

Yaş ısı:

Sterilizasyonda olduğu gibi dezenfeksiyon için de ısı etkin ve güvenilir bir yöntemdir. Kimyasal yöntemlere göre ısının bir çok avantajı bulunmaktadır. Isı işlemleri sterilizasyona benzer şekilde kontrol ve dökümanite edilebilmektedir. Ayrıca kimyasallarda olduğu gibi toksik etki ve direnç gelişimi söz konusu değildir.

Vejetatif bakterilerin çoğu 65°C üzerinde ölmektedir. Bazı bakteri ve virüsler ısıya daha dayanıklı olup ancak 70-90 °C lerde inaktive olur. Sporlar kalın koruyucu tabakaları ve özel iç yapıları nedeniyle ısıya oldukça dayanıklıdır. Bunlar için 100 °C üzerinde sıcaklık gerekir.

Bakteri ve mantar toksinlerinin bazıları ısı ile çabuk inaktive olur. Buna karşılık endotoksinler dayanıklı olup inaktivasyonu için yüksek derecede kuru ısı gerekir.

Prionlar ısıya son derece dirençlidirler. Fakat kaynar suda infektiviteleri büyük ölçüde azalır.

Kaynar suya aletleri batırarak etkin bir dezenfeksiyon sağlanabilmektedir. Kaynar suda vejetatif bakteriler bir dakikadan kısa sürede ölmektedir. Kaynama ısısına dayanıksız olan malzemeler için daha düşük derecelerde de termal dezenfeksiyon mümkündür. Bunun için genel olarak 80°C de 10 dakika veya 90°C de 1 dakika yeterli olmaktadır. Bu şekilde ortalama 5 log seviyesinde bir mikrop azalması olmaktadır. Temizlikle birlikte termal dezenfeksiyon uygulaması biyolojik yükte toplam olarak 8-9 log seviyesinde azalma sağlayabilmektedir. Bu da yüksek düzey dezenfeksiyon kriterleri ile tam olarak örtüşmektedir.

Isı genel olarak kimyasal işlemlerle sinerjik etki gösterir. Buna karşılık ısı protein gibi biyolojik materyele zarar verir. Ayrıca ısıya dayanıksız materyaller için uygun değildir.

Süzme (filtrasyon):

Filtrasyon sıvı ve gazlardan (havadan) partikül ve mikroorganizmaları uzaklaştırmak için çok yaygın kullanılan bir fiziksel yöntemdir. Çeşitli tipte filtreler bulunmaktadır. Bunlar zar filtreler ve derin filtreler olarak 2 gruba ayrılabilirler.

Zar filtreler por çaplarına göre partikülleri tutarlar. Derin filtrelerde ise bir matriks içinden (filtre yatağından) geçerken partiküller tutulmaktadır.

Sıvılar filtre sisteminden basınç veya vakum uygulanarak süzülür. Çeşitli por çaplarında zarlı filtreler kullanılabilir. Bakterilerin çoğu 0.45 mikron por çaplı filtrelerde tutulur. Bununla birlikte 0.22 mikron çaplı filtreler daha güvenli şekilde bunları tutarlar. Küçük virüsleri bile tutabilen (0.01 mikron por çapında) filtreler bulunmaktadır. Filtrasyon yöntemi ısıya duyarlı sıvıların sterilizasyonu için kullanılabilir. Filtreler sıvıların ön işlem ve dezenfeksiyonunda geniş çapta kullanılmaktadır. Filtrasyon sıvıların ve havanın mikrobiyolojik incelemelerinde örneklerin konsantrasyonu için de uygun bir yöntemdir. Filtrasyon ayrıca temiz hava teknolojilerinde ve medikal gaz (oksijen) üretiminde kullanılmaktadır.

Hava filtrasyonu için en yaygın olarak yüksek etkinlikte partikül tutucu HEPA (high-efficiency-particulate-air) filtreleri kullanılır. Bunlar 0.3 mikrondan büyük partikülleri ve ayrıca adsorbsiyona bağlı olarak daha küçük olanları da tutarak temiz mikropsuz hava sağlayabilen derin filtrelerdir. Bu filtreler ameliyathanelerde, izolasyon odalarında ve biyolojik güvenlik kabinlerinde sık olarak kullanılmaktadır.

Filtreler mikroorganizmaların yanı sıra çeşitli diğer partiküllerin ve kimyasalların uzaklaştırılmasında da etkilidir.

Filtrasyon yöntemleri kapasitelerine göre gruplara ayrılabilir(kaba filtrasyon, mikrofiltrasyon, ultrafiltrasyon, nanofiltrasyon ve ters ozmoz).

Kaba filtreler genellikle kaba partiküllerin uzaklaştırılması için ön filtre olarak kullanılırlar. Bu amaçla kum, aktif kömür, pamuk, polipropilen ve selüloz gibi çeşitli filtre materyalleri kullanılır. Fiziksel tutma yanında filtre ile kimyasal etkileşim ve adsorbsiyon da etkinlikte rol oynar. Bunların kullanılması daha hassas olan diğer filtrelerin ömrünü uzatır.

Mikrofiltreler bakteri, mantar, protozoon ve bazı virüsleri tutmak için kullanılır. Bunlar filtre tipine göre değişmek üzere 0.05 mikrona kadar partikülleri uzaklaştırabilmektedirler.

Çok daha küçük maddeleri (virüsler, endotoksinler, proteinler ve metal iyonları) uzaklaştırmak için ultrafiltrasyon, nanofiltrasyon ve ters ozmoz yöntemleri kullanılmaktadır. Bu filtreler yarı geçirgen membranlardan oluşur. Sıvılar basınç altında filtrelerden geçirilir ve filtrenin tıkanmaması için filtreden geçmeyen moleküller filtre yüzeyinden uzaklaştırılır.

Ultrafiltrasyonda organik moleküllerin çoğu uzaklaştırılır, fakat tuzlar ve diğer inorganik maddeler tutulmaz.

Nanofiltrasyonda ayrıca endotoksin ve diğer pirojenlerle birlikte bazı tuzlar da tutulur, işlem sonucu suyun sertliği azalır.

Ters ozmoz (reverse osmose) tam bir filtrasyon yöntemi olarak kabul edilir. Tüm organik materyal ve inorganik tuzların büyük bir kısmı uzaklaştırılır. Bu yöntem esasında filtrasyon ve elektrokimyasal işlemlerin bir kombinasyonudur. Filtreler çok küçük por çaplarına sahiptir ve ayrıca yüksek derecede adsorban özellik gösterirler. Bunlar genellikle selüloz asetat ve poliamid polimerlerinden oluşmaktadır. Bu yöntem suyun fiziksel veya kimyasal saflaştırma yöntemlerine alternatif olarak kullanılmaktadır.

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 enfeksiyonları önlemede etkinliği tartışmalıdır

Kimyasal Yöntemler

Sağlık alanında sık kullanılan antimikrobik bileşikler

Gruplar	Etkinlik	Uygulama
Alkoller	<i>proteinleri bozma</i> <i>lipitleri eritme</i>	cilt antisepsisi
Aldehitler	<i>proteinleri bozma</i>	alet (yüksek düzey) dezenfeksiyonu
Halojenler -iyot -klor bileşikleri	bileşikleri <i>proteinleri oksidasyon</i>	<i>bozma</i> cilt yüzey su dezenfeksiyonu antisepsisi dezenfeksiyonu
Fenol bileşikleri	<i>hücre zarlarını bozma</i>	yüzey dezenfeksiyonu
Yüzey aktif -deterjanlar -dört amonyum bileşikleri	bileşikler <i>hücre zarlarını bozma</i> değerli	yüzey dezenfeksiyonu
Ağır -Gümüş -Cıva bileşikleri	metaller bileşikleri <i>proteinleri hücre zarlarını bozma</i>	<i>bozma</i> cilt antisepsisi
Gazlar -Etilen oksit -Klor dioksit	(ETO) <i>proteinleri ve asitlerini bozma</i>	<i>çekirdek</i> ısıya duyarlı malzemelerin sterilizasyonu
Peroksijen -Hidrojen -Perasetik asit	bileşikleri peroksit <i>oksidasyon</i>	alet (yüksek düzey) dezenfeksiyonu
Biguanitler -Klorheksidinler	<i>hücre zarlarını bozma</i>	Cilt-mukoza antisepsisi

Kimyasal maddeler değişik mekanizmalarla (hücre zarlarını bozarak, proteinlerini pıhtılaştırarak, enzimlerini ve çekirdek asitlerini tahrip ederek...) mikropları etkilerler. Mikroorganizmaları öldürmek için çok çeşitli kimyasallar kullanılabilir. Antimikrobik kimyasallar sağlık alanında dezenfektan ve antiseptik olarak yaygın bir kullanıma sahiptir. Ayrıca farmasötik, kozmetik ürünlerin, gıda maddelerinin, tekstil ürünlerinin, yapı malzemelerinin... korunması gibi pek çok alanda bu maddelerden istifade edilmektedir.

Mikrop öldürücü kimyasallar temel yapılarına göre sınıflara (asitler, alkaliler, alkoller, aldehitler, fenol bileşikleri, halojenler, yüzey aktif bileşikler, ağır metaller, peroksijen bileşikleri, biguanitler, gazlar...) ayrılabilirler.

Kimyasal bileşikler etki spektrumlarına göre de gruplandırılabilirler. Buna göre kimyasal sterilizasyon için kullanılanlar (etilen oksit, formaldehit, klor dioksit, hidrojen peroksit gaz plazma...), yüksek düzey dezenfektanlar (glutaraldehit, ortofitalaldehit, perasetik asit, hidrojen peroksit...), orta düzey dezenfektanlar (alkoller, iyot bileşikleri, klor bileşikleri, fenol bileşikleri, klorheksidin...) ve düşük düzey dezenfektanlar (dört değerli amonyum bileşikleri...) ayrılabilirler. Dezenfeksiyon seviyesi kullanılan kimyasalın cinsi yanında yoğunluk ve temas süresi ile de yakından ilgilidir. Aynı kimyasalın farklı yoğunluk ve süreleri değişik seviyelerde dezenfeksiyon sağlayabilmektedir.

Dezenfektanlar EPA(Environmental Protection Agency),sterilan kimyasal bileşikler ise FDA(Food and Drug Administration) tarafından denetlenmektedir.

Alet dezenfektanı olarak kullanılacak maddelerin istenen seviyede etkinlikleri yanında aletle uyumlu olmaları, kullanıcı, hasta ve çevre için güvenli olması, kolay durulanması, dayanıklılığı, ortam şartlarından olumsuz etkilenmemesi, pratik ve ekonomik olması...gibi özelliklere sahip olması istenir.

Çevre ve yüzey dezenfektanlarında etkinlik, toksisite, proteinlerden,sabun ve deterjanlardan etkilenme,mikobakterisit (tüberkülosit) aktivite...dikkate alınır.

Cilt-mukoza antiseptiklerinde toksik, alerjik özellikler,etki spektrumu,aktivite hızı,kalıcı ve rezidüel etkinlik önem taşıyan hususlardır.

YÜKSEK DÜZEY DEZENFEKSİYON İÇİN KULLANILAN (SPORİSİT) BİLEŞİKLER

Yüksek düzey (sporisit) dezenfektanlar ve genel özellikleri

Glutaraldehit: Yüksek seviye dezenfektan olarak yaygın şekilde kullanılmaktadır. Alkali glutaraldehit % 2 yoğunlukta vejetatif bakterileri 2 dakikada, mikobakterileri 20 dakikada, sporlu bakterileri ise ancak 3 saatte öldürmektedir. Yüksek seviye dezenfeksiyon için oda ısısında 20 dakika temas süresi yeterli olmaktadır. Aletlere zarar vermemesi ve ucuz olması nedeniyle tercih edilmektedir. Toksik ve iritan olduğundan ancak iyi havalandırılan bir yerde ve kapalı kaplar içinde kullanılmalıdır. Çözeltileri 14-28 gün süre ile kullanılabilir.

	Temas süresi		Maksimum kullanım süresi	Avantajları	Dezavantajları
	Yük.sev (dakika)	dez.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)
Ortoftalaldehit (%0.55)	12'	≥6 saat	14 gün	Glutaraldehitten daha az toksik Koroziv değil Mikobakterilere daha etkili	Glutaraldehitten pahalı Cilt, elbise ve yüzeyleri boyar. Artıkları toksik (iyi durulanmalı) Yeterli deneyim yok
Parasetik asit (%0.2-0.35)	5'-10'	10'-20'	24 saat (otomatik cihazda tek kullanımlık)	Toksik değil Çevre dostu Hızlı etkili Sterilan olarak da kullanılır	Dayaniksız Pahalı Koroziv Kullanım süresi kısa
Hidrojen peroksit (%7.5)	10'	≥6 saat	21 gün	Toksik değil Çevre dostu Biyofilm tabakasının uzaklaştırılmasını kolaylaştırır. Perasetik asitle sinerjik etki	Bazı metallerle (bakır, bronz, çinko) uyumsuz Endoskop kaplamalarına zarar verebilir.

Ortoftalaldehit(OPA): Toksisitesi glutaraldehitten daha az, mikobakterilere daha hızlı etkili bir bileşiktir. Glutaraldehitten pahalıdır. Ancak her ikisi de proteinleri fiske edici özellik gösterir. Bu nedenle temiz olmayan şartlarda asla kullanılmamaları gerekir. Ortoftalaldehit ile 10 dakika temas süresi yüksek seviye dezenfeksiyon için yeterlidir.

Sterilizasyon için en az 6 saat gereklidir. Çözeltileri maksimum 14 gün süreyle kullanılabilir. OPA için de glutaraldehitte olduğu gibi güvenlik önlemleri alınmalı, iyi havalandırılan bir yerde ve kapalı kaplar içinde kullanılmalıdır. OPA temas ettiği yüzeylerde, cilt ve elbiselerde boyanmaya neden olur.

Perasetik asit: Oldukça hızlı etki gösteren sporisit bir bileşiktir. Yüksek seviye dezenfeksiyon için 5-10 dakika, sterilizasyon için 10-20 dakika yeterli olmaktadır. Hiçbir toksik ürün oluşturmadığından ciddi bir güvenlik sorunu oluşturmaz. Ancak dayanıksız ve pahalı bir bileşiktir. Ayrıca bazı metaller (bakır, pirinç, platin...) üzerinde korozyona neden olur. Yoğun çözelti ile temas halinde cilt yanıkları ve göz hasarı oluşturabilmektedir.

Perasetik asitle otomatik makinelerde tıbbi cihazların (endoskop, artroskop, cerrahi ve dental aletler...) sterilizasyonu yapılabilmektedir. Tek kullanımlık olduğundan işlem maliyeti glutaraldehite göre oldukça yüksektir.

Hidrojen peroksit(H₂O₂): Sporisit özelliğe sahip, fakat toksisitesi olmayan bir bileşiktir. Stabilize formları uzun süre dayanıklıdır. Hidrojen peroksit % 6-25 yoğunluklarda sterilizan olarak kullanılabilir. FDA tarafından onaylanmış % 7.5 çözeltisi 10 dakikada yüksek düzey dezenfeksiyon sağlar. Sterilizasyon için 6 saat gerekmektedir. Stabilize çözeltileri 21 güne kadar kullanılabilir. Hidrojen peroksit perasetik asit ile sinerjik kombinasyonlar oluşturur.

Hidrojen peroksit endoskopların, kontak lenslerin, tonometre başlığı gibi tıbbi malzemelerin, hemodiyalizatörlerin, su sistemlerinin, yer ve yüzeylerin dezenfeksiyonunda kullanılabilir. Dezenfektan özelliği yanında ayrıca organik kirlerin, biyofilm tabakasının uzaklaştırılmasını kolaylaştırdığından tıbbi aletlerin ön temizliğinde, özellikle ultrasonik banyolarda kullanımı uygun bir bileşiktir. Genel temizlik ve dezenfeksiyon için % 1-3 yoğunluklarda kullanılır.

Endoskop dezenfeksiyonu için alet uyumu dikkate alınmalıdır. Zira bazı endoskopların polimer kaplamalarına zarar verebilir.

Hidrojen peroksit bazı maddelerle (bakır, çinko, pirinç) uyumsuzdur. Hidrojen peroksidin konsantrasyon çözeltileri cilt ve mukoza yanığına neden olabilir. Bunları sulandırırken koruyucu önlemler alınmalı, temas halinde bol su ile yıkanmalıdır.

Hidrojen peroksit çabuk parçalanarak zararsız su ve oksijene dönüştüğünden gıda sanayinde kritik yüzeylerin dezenfeksiyon/sterilizasyonunda sık kullanılır.

Hidrojen peroksitin buhar şekli sıvı formuna göre çok daha etkili olup 0.1 mg/l gibi düşük yoğunlukta sporisit aktivite gösterir ve yüzeyler için önemli ölçüde daha az zarar oluşturur.

Hidrojen peroksit, buhar (gaz) veya plazma formunda sterilizasyon için kullanılmaktadır. Ancak tekstil ve sıvıların sterilizasyonu için uygun değildir.

Klor dioksit(CIO₂): Yüksek derecede okside edici bir madde olup 10 dakika gibi kısa sürede sporlu bakterileri öldürebilmektedir. Yüksek seviye dezenfeksiyon için 5 dk yeterli olmaktadır.

Dayanıksız olduğundan kullanım yerinde hazırlanması gerekmektedir. Koroziv ve tahriş edici özellikleri bulunmaktadır. Ayrıca organik maddelerden ve ışıktan etkilenir.

Endoskop dezenfeksiyonu için kullanılırken alet uyumu dikkate alınmalıdır. Yeni üretilen preparatlarında korozyon inhibitörleri olmakla birlikte aletlere glutaraldehite göre daha çok zarar verir. Endoskopların renkli kaplamalarında beyazlaşmalara neden olur.

Süperoksitlemiş(elektrolize) su: Tuzlu suya elektrik akımı (950 mV) uygulanarak elde edilen elektrolize su mikroorganizmalara karşı geniş bir etki spektrumu gösterdiğinden dezenfeksiyon ve sterilizasyon işlemlerinde kullanılmaktadır.

Elektrodlara voltaj uygulandığında iyonlar yüklerine göre ayrılırlar ve bunun sonucu anot bölgesinde asidik (pH 2.3-4) çözelti (**anolit**), katot bölgesinde ise alkali (pH 9-13) çözelti (**katolit**) oluşur.

Anolit içerisindeki maddelere (hipokloroz asit, hipoklorit iyonları, erimiş halde oksijen, ozon, süper oksit radikalleri...) bağlı olarak güçlü oksidasyon potansiyeli ve yüksek derecede antimikrobik aktivite gösterir. Bakteri,virüs,mantar ve parazitleri hızlı bir şekilde öldürür. Sporlara etkisi ise yavaştır. Ancak bu çözelti dayanıklı olmadığından uygulama yerinde üretilmesi gerekir. Antimikrobik ürün"**oksidize**", "**süperoksidize**" veya "**aktif su**"olarak tanımlanabilir. Sert yüzeylerin ve su sistemlerinin dezenfeksiyonunda kullanılabilir. Toksik bir ürün oluşturmaması ve ayrıca aktif maddelerin kısa ömürlü olması nedeniyle durulama gerektirmemesi, işlem maliyetinin düşük olması gibi avantajları vardır. Özellikle gıdalarla temas eden yüzeylerin dezenfeksiyonunda güvenli bir yöntemdir. Medikal,veteriner ve endüstriyel uygulamaları bulunmaktadır.Biyofilm tabakasının uzaklaştırılmasında etkilidir. Bununla birlikte süperoksitlemiş su organik maddelerin varlığında inaktivite olur. Korozyon özelliğe sahiptir ve endoskop kaplamalarına zarar verir. Korozyon inhibitörleri ve pH ayarlaması ile malzeme uyumu artırılabilir. Yarı ömrü kısa olduğundan genellikle bir defalık kullanılır. Sterilox adıyla elektrolize suyla çalışan standart bir sistem geliştirilmiştir. Bu sistemde bir miktar katolit anot kabine karıştırılarak pH 5-7 aralığında ve 180-220 ppm seviyesinde serbest klor sağlayan ürün elde edilmektedir.

Anolitin antimikrobik aktivitesine karşılık katolit (çoğunlukla hidroksil bileşiklerden oluşur) güçlü temizleyici (özellikle yüzeylerdeki proteinlerin parçalanıp uzaklaştırılmasında) etkinlik gösterir. Bu nedenle normal suyla ön yıkamadan sonra katolitle 2-3 dakikalık temizleme,durulama ve arkasından 5-15 dakika anolitle dezenfeksiyon şeklinde bir uygulama tanımlanmıştır.

Elektrolize su sistemi çeşitli uygulamalar (içme suyu eldesi,gıda dezenfeksiyonu,yara-cilt antiseptisi...) için gelişim aşamasındadır.

SAĞLIKALANINDA SIK KULLANILAN ANTİSEPTİKLER

Sık kullanılan antiseptikler

	Avantajlar	Dezavantajlar
ALKOL	Hızlı etki Toksik - allerjik 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

ALKOLLER (Etanol, isopropanol, n-propanol)

Mikroplara (sporlu şekiller dışında) hızlı etkili, geniş spektrumlu bileşiklerdir. Antiseptik ve dezenfektan olarak yaygın şekilde kullanılırlar. Ayrıca temizleyici (özellikle yağların temizlenmesinde) ve kurutucu (uygulandıkları yüzeyleri hızla kuruturlar) özellikleri bulunmaktadır.

Alkoller renksiz, uçucu bileşikler olup uygulandıkları yüzeylerde leke ve artık bırakmadıklarından durulama gerektirmezler. Toksik özellikleri pek yoktur.

Yüksek yoğunlukta yanıcı ve parlayıcı olduklarından alkoller iyi havalandırılan soğuk bir yerde muhafaza edilmeli, alev yakınında kullanılmamalıdır.

Sağlık alanında sıklıkla *etil alkol (etanol)*, *izopropil alkol (izopropanol)* ve ayrıca *n-propil alkol (n-propanol)* kullanılmaktadır.

Antimikrobik etkinlikte alkol yoğunluğu önemlidir. Etil alkol %60, izopropil alkol %50 ve n-propil alkol %40 üzerindeki yoğunluklarda yeterli etki gösterir.

Alkoller uzun süre kullanıldığında ciltte kuruluk ve iritasyon yapabilirler. Cilt koruyucu katkılarla bu etkiler önlenmektedir.

Etil alkol %60-95 yoğunluklarda etkin olmakla birlikte cilt antisepsisi için %70 yoğunluk (vol/vol) optimal etkinlik gösterir. Yüksek yoğunluklar ciltte daha fazla kurumaya ve daha çabuk buharlaşarak temas süresinin kısalmasına, ayrıca gereksiz yere daha fazla alkol tüketimine neden olur. Buna karşılık yoğunluk %50'nin altında düştüğünde aktivitesini büyük ölçüde kaybeder.

Alkol suya oranla hızlı şekilde buharlaştığından açık bırakılan alkol kaplarında yoğunluk kısa zamanda etkisiz seviyelere düşebilmektedir.

Alkoller etkilerini proteinleri pıhtılaştırarak ve lipitleri eriterek gösterir. Protein denatürasyonu bir miktar su varlığını gerektirdiğinden mutlak (%100) alkolün antimikrobik etkisi zayıftır.

Alkoller bakterisit, fungusit, virusit ve mikobakterisit aktivitelere sahiptir. Zarflı virüsler hızla inaktive olur, fakat zarfsız virüsler için yüksek yoğunluk ve daha uzun süre gerekir.

Sporlara etkisizdirler. Alkol preparatları sporlarla kontamine olabilmektedir. Bu nedenle antiseptik olarak kullanılan alkol çözeltileri bakteri filtrelerinden (0.45 veya 0.22 mikron por çapında) süzölmüş olmalıdır.

Alkoller hızlı etkilidirler, fakat kalıcı etkinlikleri yoktur. Alkol içerisine iyot, povidon iyot, klorheksidin gibi maddeler ilave ederek çok daha güçlü ve uzun süreli etkinlik sağlanabilmektedir. Alkolün anlık etkisi ile klorheksidinin kalıcı etkinliği birleştirilerek ameliyatlara için uzun süreli el ve cilt antisepsisi sağlanabilmektedir.

Alkoller ancak temiz şartlarda etkili bileşiklerdir. Zira penetrasyon güçleri zayıf olduğundan kir ve organik maddeler alkolün temasını engeller. Ayrıca fikse edici özellikleriyle organik kirleri iyice yapıştırırlar.

Alkoller antiseptik olarak geniş çapta kullanılmaktadır. Ayrıca sert ve temiz yüzeylerin, termometre, tonometre gibi aletlerin dezenfeksiyonu için uygun bileşiklerdir.

Alkol bazlı hızlı el antiseptikleri hijyenik ve cerrahi el temizliğinde antiseptik sabunlara göre çok daha hızlı ve güçlü etkinlik gösterirler. Su ve durulama gerektirmediklerinden her yerde kolayca uygulanabilir ve zaman kazandırılırlar. Ayrıca uygulama sırasında, muslukta yıkanırken oluşabilecek kontaminasyonlar da söz konusu olmaz.

Alkol bazı antiseptikler sıvı, jel, köpük veya emdirilmiş mendiller gibi farklı şekillerde kullanılabilir. Değişik formülasyonların etkinliği konusunda henüz yeterli veri oluşmuş değildir. Ancak Amerikada yaygın kullanılan jel formlarının sıvı şekle göre daha etkisiz olduğu, fakat yüksek alkol yoğunluğu (%85) içerenlerin yeterli etkinlik gösterdikleri bildirilmiştir. İstenen etkinliği sağlayabilmek için alkol en az yarım dakika süreyle elin tüm yüzeylerine ovularak uygulanmalı ve sonra tam olarak kurumaya beklenmelidir. Görünür kirlilik, kan ve vücut sıvıları gibi organik materyelle kontaminasyon durumunda önce eller yıkanmalı ve kurutulduktan sonra alkol preparatı uygulanmalıdır. Islak ele uygulandığında alkol sulanarak etkisiz hale gelebilir.

Cerrahi el temizliği (cerrahi el ovalama) için dirsekler kadar ön kolları da içerecek şekilde alkolik preparat uygulanır. Kısa süre tırnak diplerinin fırçalanması etkinliği artırır. Tahriş edici olduğundan cildin fırçalanması gereksizdir. Günün ilk ameliyatı için 3 dakika, daha sonrakiler için 1 dakika süreyle gerektiği kadar alkol ilaveleri ile ovma işleminin sürdürülmesi gerekir. Alkol uygulamadan önce ve işlem sonrası eldiven giymeden önce ellerin kuru olmasına dikkat edilmelidir.

Sert ve düz yüzeyler alkolle silinerek dezenfekte edilebilirler.

Alkoller hızla buharlaştığından cihazları alkol içine batırmadan yeterli temas süresini sağlamak zordur. Ancak alkol içerisine 10 dakika süreyle batırarak etkin bir dezenfeksiyon sağlanabilir. Alkol uzun süre kullanıldığında lastik, plastik gibi malzemeleri sertleştirir, mercekli aletlerin montaj materyalini bozabilir.

Endoskop hazırlama işlemlerinden sonra iç kısımlarda nem kalmaması için kanallardan alkol geçirme işlemi etkin bir kurutma yöntemi olarak kullanılmaktadır.

Tablo- Alkolün avantajları ve dezavantajları

Avantajları:	Dezavantajları:
<ul style="list-style-type: none">•Hızlı etki•Geniş etki spektrumu•Rensiz, uçucu, atık bırakmaz•Kötü koku ve leke oluşturmaz•Toksik değil•Durulama ve kurulum gerektirmez•Materyel uyumu iyi•Dayanıklı•Diğer antiseptiklerle sinerjik etki	<ul style="list-style-type: none">•Sporisit değil•Yanıcı, parlayıcı•Ciltte kuruluk, tahriş yapabilir•Fiksatif•Kırlı ortamda etkisiz•Lastik, plastik malzemeyi sertleştirir•Merceklerin montaj materyalini bozar•Rensiz olduğundan uygulandığı alanı belirginleştirmez

İyot Bileşikleri:

Hücre yapılarını ve enzim sistemlerini tahrip ederek mikroorganizmaları öldürürler. Geniş etki spektrumu gösterirler. Ancak normal kullanım yoğunluğunda sporisit değildirler.

Cilt, mukoza ve yara antiseptiği olarak kullanılırlar. İyot suda çözünmeyen bir bileşiktir. Ancak iyotun polivinil pirolidon (povidon) gibi polimerlerle oluşturduğu kompleks bileşikler (iyodoforlar) suda çözünürler ve yavaş şekilde iyot serbestleşmesine neden olurlar.

İyot başlıca 2 formda (alkoldeki iyot çözeltisi ve iyodofor şeklinde) kullanılmaktadır. İyodun alkol çözeltisi (iyot tentürü) güçlü bir dezenfektandır. Ancak tahriş edici, boyayıcı ve kötü koku gibi istenmeyen özelliklere sahiptir. İyodoforlarda bütün bu özellikler ortadan kalkmıştır. Ancak iyotun yavaş salınımı nedeniyle etkileri

daha geç oluşur. Kan gibi organik maddeler etkilerini azaltır.

İyodoforlar serbest iyot yoğunluğuna bağlı olarak antiseptik veya dezenfektan olarak kullanılabilirler. Ancak temas süresine dikkat edilmeli, yeterli bir cilt antisepsisi için 2 dakika süre ile uygulanmalıdır.

İyot vücut yüzeyinden emilebildiğinden uzun süreli uygulamalarda serum iyot seviyesini yükseltebilir. Bu nedenle tiroid hastalıklarında, iyot alerjisi olanlarda, emzikli kadınlarda ve yeni doğan bebeklerde kullanılmamalıdır.

Klorhekzidin:

Katyonik bir biguanit türevidir. Geniş etki spektrumlu, nispeten toksik olmayan bir bileşiktir. Genellikle suda eriyen glukonat tuzu şeklinde kullanılmaktadır. Mikroorganizmaların zarlarını parçalayarak ve proteinleri pıhtılaştırarak etki eder.

Gram pozitif bakterilere daha etkilidir. Mikobakterilere etkinliği zayıftır. Sporisit özelliği yoktur. Zarflı virüsleri hızla etkilediği halde zarfsız virüsler klorhekzidine direnç gösterebilmektedir. Organik maddelerden fazla etkilenmemekle birlikte pH değişikliklerine duyarlıdır. Optimum etkisini pH 5.5-7 arasında gösterir. Anlık etkisi yanında en önemli avantajı rezidüel (kalıcı) etkinlik göstermesidir. Cilt ve mukozalara güçlü bir şekilde bağlanarak en az 6 saat kadar aktivitesini sürdürür. Bu özelliği nedeniyle uzun süreli antimikrobik aktivitesinin gerekli olduğu durumlarda (cerrahi el antisepsisi, ameliyat öncesi hastanın cildinin hazırlanması...gibi) tercih edilmektedir. Peş peşe kullanıldığında zamanla ciltte antimikrobik bir tabaka oluşturur. Ciltten absorbe olduğu gösterilmemiştir.

Klorhekzidin dış plaklarının önlenmesinde etkili bulunmuştur. Dış macunlarında klorhekzidini nötralize eden anyonik deterjan bulunabildiğinden klorhekzidinden önce kullanılıp iyice durulanmalıdır.

Klorhekzidin genel olarak cilt ve mukoza kullanımını için güvenli bir antiseptiktir. Bununla birlikte % 1 üzerindeki yoğunluklarda direk göz teması konjunktivit ve kornea hasarına, orta kulağa damlatılması ototoksisiteye neden olabilir. Ayrıca iki ayıktan küçük bebeklerde ağır cilt reaksiyonları bildirilmiştir.

Klorhekzidin su (% 0.5-4) ve alkol (% 0.5-1) çözeltileri, ayrıca deterjan preparatları (% 4) bulunmaktadır.

Klorhekzidin anlık etkisi alkol kadar hızlı olmamakla birlikte povidon-iyot, triclosan ve chloroxyleneol gibi diğer antiseptiklerden daha üstündür.

Alkol bazlı preparatları (% 0.5-1) alkolün hızlı etkisine kalıcı aktivitenin de eklenmesini sağlar.

Klorhekzidin katyonik bir bileşik olduğundan çeşitli faktörler (inorganik anyonlar, anyonik ve noniyonik surfaktanlar) tarafından nötralize edilebilirler.

Diğer Antiseptik Bileşikler:

Octenidine yeni bir bispyridine bileşiğidir. Mukozalar için uygun bir antiseptiktir. Etkinliği klorhekzidine benzer ve onun gibi rezidüel aktivite gösterir. Ancak tahriş edici etkisi daha fazladır. Bununla birlikte kullanıma sunulan % 0.1'lik preparatlarıyla ilgili toksisite problemi bulunmamaktadır.

Triclosan bir difenil eter bileşiğidir. Hızlı ve kalıcı etkinliğe sahiptir. Organik maddelerden fazla etkilenmez. Gram pozitif bakterilere etkisi iyi olmakla birlikte Gram

Negatiflere, mikobakterilere ve mantarlara karşı aktivitesi yeterli değildir. Triclosan çeşitli kişisel bakım ürünlerinin (diş macunu, deodorant, sabun, tıraş jeli... gibi) formülüne girmektedir.

Chloroxylenol halojen eklenmiş bir fenol bileşiğidir. Etkinliği triclosana benzer. Ancak kalıcı etkinliği pek azdır. Organik maddelerden fazla etkilenmez, fakat noniyonik surfaktanlar tarafından inaktive edilir.

Hekzaklorofen(hexachlorophene) klorlu bir bisfenoldür. Gram pozitiflere etkili olmakla birlikte Gram negatiflere etkisi zayıftır. Ciltten absorbe olarak ciddi toksik etkiler oluşturduğundan artık kullanılmamaktadır.

Bu bileşiklerin hiç biri alkoller, iyot bileşikleri ve klorhekzidin kadar etkili değildir.

Antimikrobik metaller:

Bazı metaller antimikrobik aktivite göstermektedir. Bunların bir kısmı (cıva, kadmiyum, arsenik, kurşun) toksik özelliklere sahiptir. Buna karşılık gümüş ve bakır bileşikleri antimikrobik özellikleri nedeniyle yaygın kullanılmaktadır. Daha önce antiseptik ve dezenfektan olarak kullanılmış olan cıva bileşikleri (merbromin, nitromersol, merkürökrom... gibi) toksisiteyi nedeniyle günümüzde pek fazla kullanılmamaktadır.

Gümüş, gümüş nitrat ($AgNO_3$) ve gümüş sülfadiazin ($AgSD$) şeklinde sıklıkla kullanılmaktadır. Gümüş nitrat suda kolay eriyen beyaz toz şeklindedir. Sudaki % 1 çözeltisi enfeksiyonları önlemek için göze damlatarak veya yaraların temizliğinde kullanılmaktadır. Gümüş sülfadiazin krem veya sıvı şeklinde yanık yaralarının tedavisinde topik olarak kullanılır. Gümüş bileşikleri cilt ve yüzeylerde siyah renk oluşmasına neden olabilmektedir.

Gümüş ayrıca (metalik gümüş, gümüş nitrat veya gümüş oksit şekillerinde) polimerlere, filtrelere, tekstil ve diğer yüzeylere uygulanarak, yavaş şekilde gümüşün serbestleşmesiyle, uzun süreli antimikrobik etkinlik sağlanabilmektedir. Bu şekilde gümüş emdirilmiş pansuman malzemeleri, cerrahi örtüler, damar içi alet ve kataterler bakteriyel kolonizasyon ve enfeksiyonların önlenmesinde kullanılmaktadır.

Bakır daha çok bakır sülfat ($CuSO_4$) şeklinde fungusit olarak tarımda kullanılmaktadır. Ayrıca suların dezenfeksiyonu ve alglerin kontrolünde kullanılabilir. Bakır bileşikleri boyalar, kumaşlar ve yapıştırıcılar gibi materyallere koruyucu veya antimikrobik özellik kazandırmak için katılmaktadır.

YÜZEY VE ÇEVRE DEZENFEKTANLARI

Yüzey dezenfektanlarının genel özellikleri

	Tuberküloz aktivite	Sporisit aktivite	A v a n t a j	D e z a v a n t a j
HİPOKLORİTLER	+	+/-	<ul style="list-style-type: none"> • ucuz • toksisitesi az • biofilm e etkili 	<ul style="list-style-type: none"> • org. maddeden etkilenir • korozyon yapar • stabil değil • renk giderici
FENOLİK BİLEŞİKLER	+	-	<ul style="list-style-type: none"> • org. maddeden 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?
K A B (kuaterner bileşikleri) amonyum	-	-	<ul style="list-style-type: none"> • toksisiteyi az • kokusuz • temizleyici özellikleri fazla • antiseptiklerle kombinasyonlar. 	<ul style="list-style-type: none"> • düşük sev.dez. • org. inorg. mad, sabun, deterjan, sert sudan etkilenir
HİDROJEN PEROKSİT	+	+	<ul style="list-style-type: none"> • toksisite ve koku problemi yok • biofilm e etkili 	<ul style="list-style-type: none"> • bazı materyelle uyumsuz

Fenol ve fenol bileşikleri:

Hücre duvarını parçalayarak, proteinleri pıhtılaştırarak etki ederler. İlk örnekler (fenol, krezzoller) kömür ve katrandan elde edilmiştir. Daha sonra fenole kimyasal grupların eklenmesiyle çok sayıda bileşik elde edilmiştir.

Fenol tahriş edici olmakla birlikte cerrahi işlemlerde ilk kullanılan (Joseph Lister 1827-1912) antiseptiktir. Günümüzde kullanılan fenol bileşikleri çok daha etkili ve daha az toksiktir. Bunlardan bisfenoller (triclosan, chloroxylenol...) cilt antiseptiği olarak da kullanılmaktadır.

Fenol bileşikleri geniş etki spektrumuna sahiptir. Sporisit değildirler. Dayanıklı bileşikler olup organik maddelerden fazla etkilenmezler. Ayrıca sabun ve deterjanlarla birlikte kombine halde kullanılabilirlerdir. Böylece temizlik ve dezenfeksiyonun birlikte gerçekleşmesini sağlarlar. Bu nedenle çevre dezenfeksiyonu için elverişli bileşiklerdir. Rezidüel etkinlikleri ayrıca avantaj sağlar. Bununla birlikte toksik ve tahriş edici özellikleri vardır. Yüzeyle absorbe olurlar ve durulanmaları zordur. Bu nedenle gıda yerleri için uygun değildirler. Ayrıca yeni doğanlarda hiperbilirubinemi gibi bazı istenmeyen etkileri bildirildiğinden yenidoğan servislerinde kullanılmaları önerilmez. Bazı fenol bileşikleri kötü kokulu olabilmekte, bazıları uzun süre kullanıldığında plastik ve lastik gibi malzemelerde korozyon yapabilmektedir.

Klor ve Klor bileşikleri:

Klor ve klor serbestleştirilen bileşikler farklı yapılarına rağmen benzer kimyasal reaksiyonlar gösterirler. Bunlar yüksek derecede oksitleyici özelliğe sahiptirler. Yoğunluk ve temas süresine göre yüksek, orta veya düşük düzeyde dezenfeksiyon sağlarlar.

Ayrıca patolojik prionların dekontaminasyonunda 1000 ppm üzerinde etkili bulunmuşlardır. Bu amaçla normal NaOH çözeltisi yerine alternatif olarak kullanılabilirler.

En önemli klor kaynakları *klor gazı* ve *hipokloritlerdir*. Diğer klor bileşikleri arasında *kloramınler*, *sodyum dikloroizosiyaniürat* ve *klordioksit* sayılabilir. Ayrıca tuzlu suya elektrik akımı (950 mV) uygulayarak elde edilen elektrolize (süperoksitlenmiş) su da klor sağlayan bir üründür.

Klor gazı suların dezenfeksiyonunda kullanılır. Basıncılı kaplarda sıvı formda muhafaza edilir ve atmosfer basıncında hızla gaz haline dönüşür. Oldukça tahriş edici ve korozivdir. Klor suda *elementer klor* (Cl_2), *hipoklorit iyonları* (OCl^-) ve *hipokloroz asit* ($HOCl$) şekillerinde bulunur. Antimikrobik aktivite en fazla *hipokloroz asit* ($HOCl$) ile ilgilidir.

Etkinlik pH ile ters orantılıdır. Asit ortamda daha güçlü aktivite gösteren hipokloroz asit baskın durumdadır. Ancak pH 6 üzerinde hipokloroz asit çözünmeye başlar ve buna paralel şekilde antimikrobik aktivite azalır. Örneğin asit ortamda hipokloroz asit oranı %90 üzerinde iken bu oran pH 7 de %75 e, pH 8 de %23 ve pH 9 da %3 e düşer. Hipokloroz asit çözüldükçe daha zayıf etkisi olan hipoklorit iyonları (OCl^-) oluşur.

Hipokloritler sıvı veya toz halinde çok yaygın kullanılan klor bileşikleridir. Başlıca kalsiyum hipoklorit (kireç kaymağı) ve sodyum hipoklorit (çamaşır suyu) şekillerinde bulunurlar.

Sodyum hipoklorit ($NaOCl$) çamaşır suyu olarak genellikle %5-10 yoğunluklarda kullanılır. Mikrop öldürücü etkisi başlıca suda oluşan hipokloroz asidin ($HOCl$) oksidatif etkisine bağlıdır. Hipokloroz asidin çözünmesiyle daha az etkili hipoklorit iyonları (OCl^-)

oluşur.

Serbest klorun aktivitesinde yoğunluk, ısı ve pH önemlidir. Isı ve yoğunluk arttıkça etki artar. Buna karşılık pH yükseldikçe HOCl 'nin çözünürlüğü artar ve hipoklorit iyonlarının (OCl⁻) fazlaşmasıyla etkinlik azalır. Optimal pH 4-7 arasıdır. Bu şartlarda hipokloroz asit (HOCl) dominant durumdadır.

Demir, bakır iyonları gibi indirgeyici maddeler çözünürlüğü etkileyerek aktiviteyi düşürür. Organik maddeler ve proteinlerden büyük ölçüde etkilenirler.

Hipokloritler ışıktan yıkıma uğrarlar. Bu nedenle ışık geçirmeyen kaplarda kapalı şekilde saklanmalıdır.

Hipokloritler geniş etki spektrumuna sahip bileşiklerdir. Ancak organik maddelerden büyük ölçüde etkilenirler ve metaller üzerinde korozyona neden olurlar. Koroziv etkileri yüksek yoğunlukta büyük ölçüde artmaktadır. Sporisit aktiviteleri olmakla birlikte yüksek yoğunluk ve uzun temas süresi gerektirdiğinden bu amaçla kullanılmaları pratik değildir.

Hipokloritler çevre dezenfeksiyonunda, hidroterapi tanklarının, hemodiyaliz makineleri ve su sistemlerinin dezenfeksiyonunda geniş çapta kullanılmaktadır. Tüm dezenfektanlarda olduğu gibi temas süresi önemlidir. Çözeltilerin en az 3 dakika veya organik madde varlığında daha uzun süre teması sağlanmalıdır.

Normal olarak % 5-6 (50.000-60.000 ppm) sodyum hipoklorit içeren çamaşır suları çoğunlukla 1/100 oranında sulandırılarak (500-600 ppm) genel dezenfektan olarak kullanılır. Fakat kan ve serum gibi organik materyalin döküldüğü yerlerin dezenfeksiyonu için (organik materyal tarafından inaktive edildiğinden) 1/10 sulanmış çamaşır suyu önerilir. Hipoklorit çözeltileri musluk suyu ile hazırlanır. Bunlar kapalı halde opak plastik kaplarda bir ay içinde orijinal aktivitesinin %50'sini kaybeder, ancak kapalı kahverengi şişelerde çok daha uzun süre aktivitesini muhafaza eder.

Hipokloritler her yerde bulunabilen, ucuz ve hızlı etkili bileşiklerdir. Organik kirlerin ve biyofilm tabakasının uzaklaştırılmasını kolaylaştırırlar. Toksisiteleri fazla değildir ve belirgin bir çevre problemi oluşturmazlar.

Buna karşılık organik maddelerden olumsuz etkilenmeleri, metallerde korozyona yol açmaları, dayanıksız olmaları, tekstil ürünlerin rengini gidermeleri ve bazı kimyasallarla (asitler, amonyak, formaldehit gibi) karıştırıldığında toksik bileşikler oluşturmaları dezavantajlarını oluşturur.

Çamaşır suları, tuz ruhu gibi asitler ve amonyakla birlikte kullanılmamalıdır. Amonyak oluşumu nedeniyle idrar döküntülerinin temizliğinde çamaşır suyu kullanılması sakıncalıdır. Çamaşır suyu ile yüzeylerin dezenfeksiyonu temizlik ve durulama işleminden sonra yapılmalıdır.

pokloritlerin avantaj ve dezavantajları

Av:

Dezavantajları:

<ul style="list-style-type: none">• Geniş etki spektrumu• Hızlı etkili• Ucuz• Toksisitesi az• Çevre problemi oluşturmaz• Biyofilm tabakasına etkili• Suyun sertliğinden etkilenmez	<ul style="list-style-type: none">• Organik materyalden etkilenir• Korozyon yapar• Cildi tahriş eder• Tekstil ürünlerin rengini açar• Dayanıksız, ışık ve ısıyla bozulur• Amonyak ve asitlerle toksik klor gazı oluşturur
--	--

Kloraminler klorun amonyak ve diğer azotlu maddelerle reaksiyonu sonucu oluşan bileşiklerdir. Hipokloritlere göre daha dayanıklı olup organik maddelerden daha az etkilenirler. Fakat aktiviteleri daha düşüktür. İnorganik ve organik kloraminler bulunmaktadır.

Organik kloraminler (*kloramin T, halazon...*) dayanıklı ve fazla tahriş edici olmayan sıvı veya toz halinde bileşiklerdir. Kloramin çözeltilerinde aktif klor düşük yoğunlukta serbestleşerek yavaş ve uzun süreli antimikrobik etkinlik sağlar.

Sodyum dikloroizosiyanürat (NaDCC) hipokloritlere göre daha etkili ve daha dayanıklı bir klor bileşiğidir. Sudaki çözeltisinde mevcut klorun ancak % 50 kadarı hipokloroz asit (HOCl) ve hipoklorit iyonları (OCl-) şeklinde serbest klor olup geri kalanı izosiyanürat molekülüne bağlı halde bulunur. Serbest klor kullanıldıkça bağlı haldeki klor serbestleşerek dengeyi korur. Ayrıca sodyum dikloroizosiyanürat çözeltisi asidik olduğundan daha aktif olan hipokloroz asit (HOCl) baskın durumda bulunur.

Sodyum dikloroizosiyanürat suda çözünebilen toz, granül ve tablet şekillerinde kullanıma sunulmaktadır. Suda yavaş şekilde çözünerek aktif klor şekli olan hipokloroz asit (HOCl) oluşur. Hipokloritlere göre toksisitesi ve tahriş edici özelliği daha azdır.

Klor dioksit (ClO₂) suda eriyen bir gazdır. Dayanısız ve yüksek yoğunlukta patlayıcı özellik gösterdiğinden kullanım sırasında üretilir. Değişik yöntemlerle klor verici ve aktivatör maddelerin karıştırılmasıyla elde edilir. Geniş bir pH aralığında (pH 6-10) aktivite gösterir. Hücre duvar ve zarlarını parçalayarak, protein ve enzimleri bozarak etkisini gösterir.

Klor dioksit oldukça güçlü ve hızlı etkili oksitleyici bir bileşiktir. Nisbeten düşük yoğunlukta sporisit özellik gösterir. Genellikle sıvı halinde, seyrek olarak da gaz halinde kullanılır.

Klor dioksit diğer klor birleşikleri gibi organik maddelerden ve ışıktan etkilenir. Koroziv ve tahriş edici özellikleri vardır. Bazı metallere (bakır, pirinç) ve plastiklere (polikarbonat, poliüretan gibi) zarar verir.

İçme sularının dezenfeksiyonunda kötü koku ve tad oluşturmaması nedeniyle klora tercih edilir. Sudaki bazı zararlı maddeleri (fenoller, aldehytler) parçalayarak suyun tad ve kalitesini iyileştirir. Ayrıca amonyakla reaksiyona girmez ve kanserojen bileşikler oluşturmaz.

Klor dioksit sıvı şeklinde tıbbi aletlerin, endoskopların yüksek düzey dezenfeksiyonunda kullanılmaktadır. Ancak ürün uygunluğu konusu değerlendirilmelidir. Endoskopların bazı metal ve polimer yapılarına zarar verebilir, dış kaplamaların rengini açabilir. Sporisit aktivite için 200-500 mg/lit yoğunluklarda 5-30 dakika temas süresi gerekir. Yoğunluk ve temas süresi arttıkça koroziv etkileri de fazlalaşır. Bu nedenle alet dezenfeksiyonu için en düşük etkin konsantrasyon ve temas süreleri tercih edilir. Çözeltilerin 2 haftaya kadar kullanımı mümkünse de yüksek yoğunluk ve çok sıkı kapalı ortam gerektirmesi nedeniyle pratik değildir. Endoskop dezenfeksiyonu için korozyon önleyicilerle desteklenmiş düşük yoğunlukta (125ppm) tek kullanımlık preparatlar (Tristel one shut) geliştirilmiştir. Yüksek düzey dezenfeksiyon için 5 dakika temas süresi önerilmektedir.

Klor dioksit aynı zamanda temizleyici aktivitesiyle biyofilm kontrolünde etkili bir bileşiktir. Su sistemlerinin dezenfeksiyonunda, özellikle *Legionella* bakterilerinin kontrolünde tavsiye edilmektedir.

Klor dioksit gaz halinde sıvı formuna göre çok daha etkilidir. Düşük yoğunlukta (1-2 mg/lit) sporisit aktivite gösterir. Gaz halinde koku kontrolünde ve sterilizasyon için kullanılmaktadır. Sterilizasyon vakum sağlayan bir kabinde ve düşük sıcaklıktaki buharla nemlendirilen bir ortamda sağlanır. Klor dioksidin etkinliği için nem oranı % 65 üzerinde olmalıdır.

Klor dioksit ayrıca kapalı alanların, odaların, hayvan kafeslerinin.. dezenfeksiyonunda gaz halinde (fumigasyon) kullanılmaktadır. Formaldehite göre daha hızlı etki sağlar. Fumigasyon için nem oranı %65'in üzerinde tutulmalıdır. Uygulamadan sonra yüzeylerde beyaz bir toz bırakabilir.

Klor dioksit gazı ile çalışan sterilizatör geliştirilmiştir. Sterilizasyon vakum oluşturularak 10 mg/lit klordioksit yoğunluğunda, 20-30 C de ve % 70-80 nispi nem ortamında gerçekleşir. Toplam işlem süresi 1,5 saat kadardır. Gaz hızla parçalandığından havalandırma süresi kısadır. Klor dioksit uzun sürede bazı malzemelere zarar verebilir.

Klor dioksit gazı toksiktir. Güvenlik sınırı günlük 0,1 ppm (kısa süreli temasta 0,3 ppm) olarak belirlenmiştir. Daha yüksek yoğunluklarda göz; mukoza ve solunum yollarında iritasyona neden olur.

Tablo- Klordioksit (ClO₂) avantaj ve dezavantajları

Avantajları:

Dezavantajları:

<ul style="list-style-type: none">•Hızlı ve güçlü etkili•Geniş etki spektrumu•Sporisit•Kötü tad ve koku bırakmadığından su dezenfeksiyonunda klora tercih edilir.•Toksitesi düşük•Karsinojen, mutajen etki göstermez•Gaz halinde zararlı yoğunluğu (>0.1 ppm) ölçülebilmekte•Toksik olmayan bileşiklere parçalanır	<ul style="list-style-type: none">•Dayanısız olduğundan kullanım sırasında üretilir•Organik maddeler ve ışıktan etkilenir•Korozivdir. Bazı metallere (bakır, pirinç) ve plastiklere zarar verir•Bazı yüzey materyallerinin rengini açabilir•Güvenlik sınırı (0,1 ppm) üzerindeki yoğunlukta solunum, göz ve mukozalarda tahrişe neden olur.•Havada %7-8 yoğunluklarda patlayabilir
--	---

Yüze Aktif Bileşikler (sümfaktanlar)

(Sabunlar, Deterjanlar, Kuaterner amonyum Bileşikleri)

Sıvıların yüzey gerilimini düşürerek yüzeylere daha kolay yayılmalarını (ıslatmasını) sağlayan bileşiklerdir.

Sümfaktanlar miseller oluşturarak uyumsuz materyelin sıvı içerisinde çözünmesine veya dağılmasına yardım ederler, ayrıca yüzeylerdeki hidrofobik partiküllerin, kirlerin uzaklaştırılmasını (temizlik) sağlarlar.

Sümfaktanlar elektrik yüklerine göre anyonik (negatif yüklü), katyonik (pozitif yüklü), non iyonik (yüksüz) ve amfoterik (pozitif ve negatif yüklü) olmak üzere gruplara ayrılırlar.

Sümfaktanların özellikleri

	<i>Temizleyici (deterjan) aktivite</i>	<i>Antimikrobik aktivite</i>	<i>Örnekler</i>
<i>Anyonik (negatif)</i>	+++	-	sabunlar
<i>Katyonik (pozitif)</i>	+	+++	dört değerli (kuaterner) amonyum bileşikleri
<i>Noniyonik (nötral)</i>	+++	-	polisorbates (tweens)
<i>Amfoterik (nötral)</i>	++	+++	betaine, alkyldimethyloxide

Anyonik ve non iyonik sümfaktanların antimikrobik özellikleri pek yoktur. Buna karşılık temizleyici (deterjan) aktiviteleri oldukça iyidir. Bu nedenle temizlik işlemlerinde, ayrıca diğer dezenfektanların aktivitesini arttırmak için ve formülasyonlarda (çözücü, dağıtıcı, köpürtücü maddeler olarak) kullanılırlar.

Katyonik ve amfoterik sümfaktanlar temizleyici aktiviteleri ile birlikte yüzeylerin dezenfeksiyonunda kullanılmaktadır. Toksik özellikleri olmadığından bilhassa gıdalarla ilgili yüzeylerin dezenfeksiyonunda tercih edilirler.

Kuaterner (4 değerli) amonyum bileşikleri oldukça yaygın kullanılan katyonik sümfaktanlardır. Aktiviteleri tip ve formülasyonlara göre değişir. Hücre zarlarını tahrip ederek etki ederler. Toksisitelerinin düşük olması, koroziv olmamaları, hem temizleyici ve hem de dezenfektan aktiviteleri gibi avantajları yanında pek çok da dezavantajları bulunmaktadır. Bunlar arasında organik, inorganik maddeler, sabun ve deterjanların varlığında aktivitelerini kaybetmeleri, mikobakterilere, zarfsız virüslere etkisiz olmaları, Gram negatif bakterilere karşı aktivitelerinin yetersiz kalması sayılabilir.

Katyonik ve amfoterik sümfaktanlar çoğunlukla diğer antiseptik ve dezenfektanlarla kombine olarak formülasyonlarda kullanılmaktadır. Ayrıca preservatif, deodorant katkısı... gibi çeşitli kullanım alanları bulunmaktadır.

ÇEŞİTLİ ANTİMİKROBİK UYGULAMALAR A-EL-CİLT TEMİZLİĞİ/DEZENFEKSİYONU:

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 enfeksiyonlarına neden olurlar. Bunlar yerleşik floranın aksine kolayca uzaklaştırılabilirlerdir.

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 kaldırmaktadır. 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 ameliyat 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 temasın 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 **klorheksidin glukonat** veya %10 **povidon iyot** deterjan preparatları ile eller yıkanır (**hijyenik el yıkama**).

Yıkama tekniği normal el yıkama gibidir. Yıkama süresi klorheksidin için 1 dakika, etkisini yavaş gösteren povidon iyot preparatları için 2 dakika olmalıdır.

Hijyenik el dezenfeksiyonunun 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 (klorheksidin 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 kurulmalıdır.

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.

B-CİLT ANTİSEPSİSİ:

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, iyod'un alkoldeki %1-2 çözeltisi (iyot tentürü), povidon iyot ve klorheksidin 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 serbestleştirebilmektedir. 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 kaldığında cilt yanığı oluşturduğundan kuruyunca %70 alkolle iyodun fazlası giderilmelidir.

Povidon iyot (iyodofor) preparatları cilt ve mukozalar için oldukça elverişli bileşiklerdir. Tahriş edici değildirler. Uygulandıkları 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.

Klorheksidin 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. Klorheksidin 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 merkezdin çevreye doğru olmalıdır. Çevreden tekrar merkeze dönülmemeli, gerekirse yeni bir tampon kullanılmalıdır.

C-ÇEVRE DEZENFEKSİYONU:

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 enfeksiyöz materyel bulaşmalarında kullanılacak dezenfektanların tüberküloz ve hepatit etkenlerine etkili olması gerekir. Bu açıdan hipokloritler (çamaşır suyu) ve fenol bileşikler oldukça etkili ve yaygın kullanılan bileşiklerdir. Çamaşır 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 bileşikler deterjanlarla uyumlu olduklarından temizlik ve dezenfeksiyonun beraberce yapılmasını sağlarlar. Bunların dışında yüzey dezenfeksiyonu için alkol, iyodofor ve hidrojen peroksit gibi maddelerden de istifade 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 kurutularak 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 mikroorganizmalar için uygun rezervuar oluşturur) dikkat edilmesi gereken 3 temel hususu oluşturur.

D-ALET DEZENFEKSİYONU:

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

Alet dezenfeksiyonunun ilk ve en önemli aşaması aletlerin 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.

E-PRİON'LARIN DEKONTAMİNASYONU:

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 hidroksit 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.

F-TEK KULLANIMLI ALETLERİN YENİDEN KULLANIMI !:

Tek kullanımlı olarak üretilmiş olan bazı aletlerin yeniden işlemiden geçirilerek bir kaç kez kullanımı oldukça tartışmalı bir konudur. Bu konudaki genel eğilim tekrar kullanılmamaları yönündedir. Zira bu malzemeler tek kullanımlı olarak tasarlandıklarından tekrar temizlenme ve dekontaminasyonları düşünülmemiştir. Yeterince temizlenememeleri enfeksiyon 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 kullanılabilceğini belirlemek ve bunun takibini yapmak zordur. Bir enfeksiyon oluştuğunda (çok defasında tekrar kullanım durumu hasta kayıtlarında belirtilmediğinden) bağlantı kurulamaz. Adli soruşturmalarda yasal sorunlara neden olur. Hasta için risk oluşturduğu halde ekonomik yarardan 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 ancak yukarıdaki hususları sağlayabilen belirli aletler için, güvenli işlem protokollerinin ve güvenli kullanım sayısının belirlenmesi şartıyla, izin verilebilir. Bu konuda ayrıca hastanın bilgilendirilerek izninin alınması gerekir.

ANTİMİKROBİK YÜZEYLER:

Çeşitli antimikrobik maddeler kullanılarak uzun süre etkili antimikrobik yüzeyler elde edilebilmektedir. Antimikrobik yüzeyler özellikle cilt, mukoza (yara-cilt örtüleri, flasterler) ve tıbbi aletlerle (kateterler) ilgili uygulama alanı bulmaktadır. Kateter gibi damar sistemine giren aletler (özellikle uzun süreli uygulamalarda ve bağışık yetmezliği olan hastalarda) yüksek enfeksiyon riski gösterirler. Bunların yüzeylerine uygulanan antimikrobiklerin yavaş bir şekilde salınmasıyla kolonizasyon ve enfeksiyon riski azaltılabilmektedir.

Diğer uygulama alanları arasında su sistemlerinde biyofilm oluşumunun engellenmesi, filtrelerin, tekstil ürünlerinin, gıda hazırlama yüzeylerinin, ambalaj malzemelerinin, oyuncakların... kontaminasyonunun önlenmesi sayılabilir. Etkinlik uygulama şekline, kullanılan antimikrobiğe ve pratik şartlara bağlıdır.

Antimikrobik maddeler (gümüş ve gümüş bileşikleri, halojen salan maddeler, klorheksidin, triclosan, kuaterner bileşikler...) çeşitli tekniklerle (direk uygulama, emdirme, polimer yapısına katarak, yüzeye yapıştirarak) yüzeylere uygulanmaktadır. Bazı uygulamalarda antimikrobik madde zamanla serbestleşerek etkisini gösterdiği halde, diğerlerinde yüzeyin bir iç yapısı şeklinde kalarak mikropların yapışmasını ve üremesini engellemektedir.

TİTANYUM KAPLAMA:

Titanyum dioksit (TiO₂) yüzeylere ince bir film halinde kaplanabilen fotokatalitik bir kimyasaldır. Ultraviyole (UV) ışığına maruz kalınca antimikrobik aktivite gösteren aktif oksijen türevleri (süperoksit iyonları, hidroksil radikalleri) serbestleşerek uzun bir süre bu yüzeylerle temas eden mikropları inaktivite edebilmektedir. Reaktif oksijen türevleri ayrıca organik kir ve kimyasal kontaminantların da temizlenmesini sağlar. Titanyum dioksit yüzeyleri korozyona karşı da direnç sağlar ve herhangi bir toksisitesi bulunmamaktadır. Bu uygulama metal, plastik yüzeyler ve filtrelerde yapılabilmektedir.

N-HALAMİNLER:

Bunlar halojen salan maddeler olup klor veya brom bağlanmış azotlu bileşiklerdir. Mikroorganizmalarla temas edince halojenlerin serbestleşmesiyle etkilerini gösterirler. Yüzeylere katılarak kullanılabilirdikleri gibi monomer halindeki maddelerin polimerizasyonu ile çok daha dayanıklı antimikrobik bileşikler de elde edilebilmektedir. Bunlar sert yüzeylerde, tekstil ürünlerinde, boya ve kaplama malzemelerinde, ayrıca su dezenfeksiyonunda kullanılabilir. Kullanım amacına göre yavaş salınan bileşikler (prezervasyon, koku ve biyofilm kontrolü için) veya hızlı salınan bileşikler (yüzeylerin ve suyun dezenfeksiyonu için) tercih edilebilir. Bu bileşiklerin önemli bir avantajı

antimikrobik etkinlik azaldığında klor veya bromlu çözeltilerle yeniden aktive edilebilmeleridir. N-halaminler geniş etki spektrumu gösterirler ve aktivitelerini uzun süre korurlar.

DEZENFEKSİYON UYGULAMALARI İLE İLGİLİ SORUNLAR

Dezenfeksiyon ile ilgili sorunların başında bizzat dezenfeksiyon kavramı ve bu kavram çerçevesinde yapılan uygulamaların belirsizliği gelmektedir. Örneğin, siterilizasyon konusundaki gerek tanım ve gerekse işlem parametreleri, teknik donanım, standartlar ve rutin kontrol testleri gibi temel esasların hiçbiri dezenfeksiyonda söz konusu değildir.

Dezenfeksiyon uygulamaları başta kullanılan dezenfektan maddeler olmak üzere ortam ve malzeme ile ilgili pek çok faktörden büyük ölçüde etkilendiği halde bu işlemlerin rutin ölçümü yapılamamaktadır.

Dezenfektan kimyasallar çalışan personel üzerinde, dezenfekte edilecek malzemelerde ve yeterince durulanmadığında kalan artıkları hastalarda istenmeyen olumsuz etkiler yapabilmektedir.

Personel sorunu: Dezenfeksiyon işlemlerinin uygun şekilde yapılabilmesi öncelikle bu konuda bilgili ve deneyimli personel varlığını gerektirir. Eğitimli personel eksikliği dezenfeksiyon kusurları yanında ciddi güvenlik problemlerini de beraberinde getirmektedir.

Temizlik sorunu: Dezenfeksiyonla ilgili en önemli hata ön temizliğin yeterince yapılmamasıdır. Bu durum dezenfeksiyonun etkisizliği yanında alet ömrünü ve fonksiyonlarını da olumsuz etkilemektedir. Temizlik işlemi mümkünse kullanımdan hemen sonra aletler kurumadan yapılmalıdır. Temizlik işlemlerinde gerekli olmamakla birlikte, 4 değerli amonyum bileşikler gibi deterjan aktivitesi olan dezenfektanlar kullanılabilirse de, fiksatif özellikteki dezenfektanların (aldehitler gibi) kullanılması büyük bir hatadır. Bunlar proteinlerin alet lümeni cidarına yapışmasına ve zamanla kanalların tamamen tıkanmasına neden olabilir. Ayrıca patolojik proteinlerin (prionlar) temizlenmesini büsbütün zorlaştırır.

Dezenfektan seçimi: Amaca göre uygun dezenfektan seçimi son derece önemli, fakat pek kolay olmayan bir konudur. Firmaların abartılı ve çok defasında gerçek olmayan beyanları bu konuda yol göstermekten çok kafaları karıştırmaktadır. Bu nedenle rehberlerde belirlenmiş esaslara göre ihtiyaçları belirlemek ve mümkün olduğunca sınırlandırmak uygundur. Belirli dezenfektanlar belirli amaçlar dışında kullanılmamalıdır. Örneğin gulturaldehit ısıya duyarlı yarı kritik aletlerin yüksek düzey dezenfeksiyonu dışında başka bir amaçla kullanılmamalıdır.

Dezenfektanlar kimyasal maddeler olduğundan birbirlerinden, çevre şartlarından, ısı ve pH gibi faktörlerden etkilenirler. Sert sular etkinliği düşürür, sudaki tuz kristalleri mikropları örterek korunmalarını sağlar. Uygunsuz kombinasyonlar birbirini nötralize edebilir veya zararlı maddelerin oluşmasına yol açabilir. Her bir dezenfektan için optimal ısı ve pH dereceleri farklılık gösterir. Yüksek ısı genel olarak kimyasal reaksiyonları hızlandırmakla birlikte aynı zamanda dezenfektanın parçalanmasına da neden olabilir. Bu nedenle uygun ısı ve pH şartları bilinmelidir.

Uygulama hataları

Dezenfektan etkinliği yoğunluk ve temas süresi ile ilişkilidir. Düşük yoğunluk, aşırı kirlilik ve yetersiz temas işlemin etkisiz kalmasına neden olur. Temizlikten sonra aletlerin

Islak şekilde dezenfektan çözeltiye batırılması, dezenfektanın sulanarak etkisizleşmesine neden olabilir. Bu nedenle dezenfeksiyondan önce, özellikle endoskopların fazla suyunu gidermek gerekir. Gözle görülür kirlenme olduğunda veya test şeritleriyle etkin yoğunluğun düştüğü tespit edildiğinde süresini beklemeden çözeltiler yenilenmelidir.

Dezenfektan uygulamaları ile ilgili (çözeltilerin hazırlama ve son kullanım tarihleri, yoğunluk, kontrol testleri ...) kayıtlar muntazam şekilde tutulmalıdır.

Dezenfektan kalıntılarının hastaya zarar vermemesi için bol su ile durulama yapılmalıdır. Yeniden kontaminasyonun olmaması için durulama suyunun steril veya filtre edilmiş olması uygundur. Durulama için gerektiğinde içilebilir nitelikteki musluk suyu da kullanılabilir. Ancak bu durumda endoskop kanallarından alkol geçirilmesi gerekir. Alkol hem sudaki mikroorganizmaları öldürür ve hem de kanalların kurumasını kolaylaştırır. Kanalların ıslak kalması halinde pseudomonas gibi Gram negatif bakteriler kolayca yerleşerek enfeksiyonlara neden olabilmektedir.

Durulama akarsu altında değil de kuvvet içinde yapıyorsa her seferinde suyun değiştirilmesi gerekir.

Dezenfeksiyon aletler çıplak olarak uygulandığından işlemde sonra yeniden kontamine olmaları her zaman söz konusudur. Özellikle aletler ıslak kaldığında kontaminasyon kaçınılmazdır. Bu nedenle prensip olarak dezenfeksiyon işlemi aletin kullanımından hemen önce yapılmalı veya steril basınçlı hava ile iyice kurutularak kontamine olmayacağı uygun şartlarda muhafaza edilmelidir. Yine de önceden dezenfekte edilmiş endoskopların günün ilk uygulamasından önce yeniden işleme alınması enfeksiyon riski açısından çok daha güvenlidir.

Endoskop temizliğinde kullanılan fırçaların her seferinde temizlenip yüksek düzeyde dezenfekte edilmesi veya tek kullanımlık olması gerekir.

Dezenfeksiyonun yapıldığı kaplar işlemde sonra temizlenerek dezenfekte edilmelidir.

Aletlerin dezenfektan çözeltide bekletilmesi :

Mikrobik kontaminasyondan korunmanın iki temel şartı ortamın temiz ve kuru tutulmasıdır. Islaklık mikropların barınması, çoğalması ve yayılması için oldukça elverişlidir. Bu durum dezenfektan çözeltiler için de söz konusudur. Bu nedenle pansuman aletlerinin dezenfektan çözeltiler içerisinde tutulması yanlış bir uygulamadır. Bu amaçla glutaraldehit gibi toksik bileşikler kullanılması hem çalışanlar ve hem de hastalar için risk oluşturur. Alkol kullanılması halinde kabın açık yüzeyinden alkolün suya göre hızlı buharlaşması ile yoğunluk etkisiz seviyelere düşer. Yüzey aktif bileşikler ise bu amaç için yetersiz olup çok defasında Gram negatif bakteriler için bir rezervuar haline gelebilmektedirler. Yapılması gereken bu gibi aletlerin birim set halinde paketlenip steril edilmesidir. Ancak buna imkan yoksa kapalı kaplarda kuru halde saklanmaları dezenfektan çözelti içerisinde tutulmalarından çok daha uygundur.

Sıvı sabunlar :

Sıvı sabunlar genel olarak hijyenik bakımdan kalıp sabunlara tercih edilirler. Fakat bunlar katı sabunlara göre daha kolay kontamine olurlar. Bu nedenle sabun kaplarının tek kullanımlık olması veya en azından bittikçe üzerine ekleme yapılmadan kapların temizlenip dezenfekte edilmesi gerekir.

El ve cilt antisepsisi ile ilgili sorunlar

Uzun tırnak, oje, tırnak cilası ve takılar el hijyenini olumsuz etkiler.

El antisepsisinde sık kullanılan alkoller %60-90 (optimal %70) yoğunlukta etkilidir. Sulandırılmamış alkol genel olarak %95 yoğunluktadır. Bu haliyle kullanıldığında ortalama %25 gereksiz fazla sarfiyat yanında %70 alkole göre daha hızlı buharlaşarak ciltte kısa süre kalması ve ayrıca daha fazla cilt tahrişine yol açması söz konusudur. Basitçe 3 kısım %95 alkole bir kısım su ilavesi ile optimal yoğunluk elde edilebilir.

Alkol, temiz ortamda etkilidir. Kirli eller önce su ve sabun ile yıkanmalıdır. Islakken ele alkol alınması yoğunluğu düşürerek alkolün etkisiz kalmasına neden olur. Alkol yoğunluğu %50 nin altına düştüğünde aktivitesi büyük ölçüde azalır.

Alkole ilgili bir diğer önemli husus mekanik ovalama ve uygulama süresinin etkinlikte büyük rol oynamasıdır. Bu açıdan alkolün ovularak bir dakika süre ile uygulanması gerekir.

Alkol uçucu olduğundan alkol kapları açık bırakılmamalıdır aksi takdirde hızla buharlaşarak yoğunluğu azalır.

KAYNAKLAR

- 1- Block SS: Disinfection, Sterilization and Preservation, Lea and Febiger, Philadelphia 1991
- 2- Holton J: Infection Risks of Endoscopy. In. Mayhall CG (ed). Hospital Epidemiology and Infection Control. Lippincott Williams and Wilkins, Philadelphia 2004:1125-1137.
- 3- Hugo WB, Russell AD: Pharmaceutical Microbiology, Blackwell Scientific Publications, London 1987
- 4- Huys J: Sterilization of Medical Supplies by Steam, Volume I- General Theory, Heart Consultancy, Wageningen 2004
- 5- Kene JH: Sterilization and Pasteurization. CG (ed). Hospital Epidemiology and Infection Control. 3th eds, Lippincott Williams & Wilkins, Philadelphia, 2004: 1523-1534
- 6- Mayhall CG: Hospital Epidemiology and Infection Control, Lippincott Williams and Wilkins Philadelphia 2004
- 7- McDonnell GE. Antisepsis, Disinfection, and Sterilization. Types, action, and resistance. ASM Press, 2007.
- 8- Mims C, Dockrell HM, Goering Rv, et al.: Medical Microbiology, Mosby, Edinburgh 2004
- 9- Rutala WA, Weber DJ. New Disinfection and Sterilization Methods. Emerg Infect Dis 2001; 7:348-353
- 10- Rutala WA, Weber DJ. Selection and Use of Disinfectants in Healthcare. In Mayhall CG (ed). Hospital Epidemiology and Infection Control. 3th eds, Lippincott Williams & Wilkins, Philadelphia, 2004; 1473-1522
- 11- Ryan KJ, Ray CG: Sherris Medical Microbiology, McGraw-Hill, New York 2004
- 12- Simmon RP, Gelfand MS.: Uncommon Causes of Nosocomial Infections. In. Mayhall CG (ed). Hospital Epidemiology and Infection Control. 3th eds, Lippincott Williams & Wilkins, Philadelphia, 2004: 765-779