
Dezenfektanlarda Korozyon Önleyici Maddeler Nelerdir? Cerrahi Aletlerin Bakımında Kullanılacak Maddeler Nelerdir? Bakım Nasıl Yapılmalıdır?

Yrd. Doç. Dr. Zeynep ŞENSES

*Gülhane Askeri Tıp Akademisi, Mikrobiyoloji ve
Klinik Mikrobiyoloji Anabilim Dalı, ANKARA*

Genel cerrahi, mikro cerrahi, diş hekimliği ve daha birçok klinikte cerrahi uygulamalarda kullanılan aletler ile elastik aletlerin, solunum tedavi sistemlerinin, anestezi sırasında kullanılan aksesuarların, endoskopların ve aksesuarlarının tekrar kullanıma hazırlanması ve bakımı hastane uygulamalarında oldukça önemli yer tutar. Üretim alanında yapılan araştırma-geliştirme çalışmaları ve oluşturulan kılavuzlar ışığında, aletlerin etkin temizliği, dezenfeksiyonu ve bakımı için en uygun ürün ve yöntem seçilmelidir.

Hastaların muayenesi ve operasyonunda kullanılan tıbbi aletlerin tekrar işleme hazırlanması orta büyüklükteki bir hastane için bile milyarlarca liraya mal olmaktadır. Uygun temizleme, dezenfeksiyon ve sterilizasyon prosedürleri uygulanarak tıbbi aletlerin erken yıpranması önlenmelidir. Böylece onarım ve erken yedekleme maliyeti düşürülerek halk sağlığı giderlerinin azalması sağlanacaktır.

Tıbbi aletler, bir hastanenin genel yatırımları içinde, önemli miktarda maddi bir değer oluşturur. Bu nedenle tıbbi aletlerin tekrar kullanıma hazırlanması uzman kişiler tarafından yürütülerek değerleri uzun yıllar korunmalıdır. Tıbbi aletlere uygulanan işlemler üreticilerden edinilen bilgiler, sağlık kuruluşlarının talepleri ve iş güvenliği gerekleri dikkate alınarak gerçekleştirilmelidir.

TIBBİ ALETLERİN AŞINMASI

Tıbbi aletleri kullananlar, bunların güvenilir üreticiler tarafından doğru hammaddelerle titizce imal edilmiş olmasını beklerler. Üreticilerin yoğun çabalarıyla, kullanım amacına en uygun şekilde ve tamamen işlevsel olarak hazırlanan tıbbi

aletlerin değerlerinin korunması ise ancak kullanıcıların katkıları ile mümkündür. Kullanıcılar aletlerin tekrar kullanılmak üzere daima doğru hazırlanması ve bakımının yapılması ile yükümlüdürler.

Günümüzde tıbbi aletlerin üretiminde sıklıkla tercih edilen paslanmaz çelik, birçok kullanıcı tarafından hiç aşınmayan, çok sağlam bir malzeme olarak bilinmektedir. Kullanıcılar, paslanmaz çeliğin de mekanik olarak, ısı etkisiyle veya kimyasal türden çok çeşitli yollarla aşınabileceğini gözlemleyince şaşırılmaktadır. Ancak bu malzemenin özellikleri ve nasıl doğru kullanılacağı anlaşılırsa, uzun süre ve sorunsuz kullanımı mümkündür. Özellikle hassas ve küçük parçalı olan mikro cerrahi aletlerin tekrar kullanıma itinalı bir şekilde hazırlanması gereklidir.

Tıbbi aletlerin en önemli aşınma nedeni, tekrar kullanıma hazırlanma sürecinde büyük sıkıntılara yol açan, ömürlerini kısaltan ve dikkatten kaçması sonucunda ne yazık ki insan hayatına mal olabilen korozyon oluşumudur.

KOROZYON OLUŞUMU

1. Korozyonun Tanımı ve Nedeni

Korozyon genel anlamda, metalik malzemelerin katı, sıvı ya da gaz halindeki maddeler tarafından aşındırılması olarak tanımlanabilir. Korozyon sonucunda bu malzemeler özelliklerini kaybeder ve kullanılmaz hale gelirler.

Mikrobiyal korozyon mikroorganizmaların aktivitesi sonucu bir materyalin direkt veya indirekt detoriyasyonudur. Mikroorganizmaların korozyondaki etkisi ilk kez Garret tarafından 1891 yılında rapor edilmiştir. Mikrobiyal korozyonda etkili mikroorganizmalar protistalar, protozoalar ve bakterilerdir. Mikrobiyal korozyona neden olan mikroorganizmalar 1976 yılında Kobrin tarafından gruplara ayrılmıştır. Bunlar; asit üretenler, koruyucu kaplamayı bozanlar, korozyon hücresi üretenler, hidrokarbon yükleyicileri, sülfür redükleyici bakteriler (SRB), oksitleyiciler (SOB) ile anyon, katyon ya da her ikisini birden konsantre edenler ve kombine mekanizmaya sahip olanlardır.

Metallerin çoğu sulu ortamda, doğal zeminlerde ve buna benzer şartlarda kararlıdır. Altın ve platin haricindeki metallerin hemen hepsi doğada oksit, sülfat ve karbonat bileşiklerinde bulunurlar. İnsan gücü yanında önemli miktarda hammadde ve enerji tüketilerek saf hale getirilirken enerji kapasiteleri artan, etropileri (düzensizlikleri) azalan saf metaller termodinamik yasalara uyarak doğada buldukları daha kararlı bileşiklerine dönme eğilimi gösterirler. Böylece metaller korozyon sonucu doğada buldukları kararlı oksit, sülfat bileşiklerine dönüşürler. Örneğin demirin korozyonu sonucu oluşan pas, demir oksit bileşiktir. Demir ise doğadaki demir oksit filizlerinden elde edilmektedir.

2. Korozyonun Mekanizması

Islak atmosferde, yer altında, beton içinde ya da su altında bulunan metallerdeki korozyon bir metalden diğerine, aynı metalin yüzeyindeki bir noktadan diğer bir noktaya geçen galvanik akımlardan kaynaklanır.

Bu elektrik akımlarının gerçekleşebilmesi için ortamda elektrik akımının geçişine izin veren ıslak bir iletken veya elektrolit bulunması zorunludur. Korozyonun görülebilmesi için elektrolitin varlığı vazgeçilmez bir koşuldur. Sulu ortam, özellikle de tuzlu su mükemmel bir elektrolit görevi görür.

KOROZYONUN KONTROLÜ

Günümüzde korozyonun kontrolü çok önemli bir konu olduğu halde pratikte yeterli kadar üzerinde durulmayan, oysa endüstriyel yatırım ve üretim maliyetlerini etkileyen en önemli faktörlerden biridir. Korozyon nedeni ile ülkelerin uğradıkları malzeme, enerji, emek ve bilgi kaybının yıllık değeri “Gayri Safi Milli Gelir” in %3.5 ile %5’i düzeyindedir. Ülkemiz için bu kaybın %4.5 civarında olduğu tahmin edilmektedir. Bu ise yılda yaklaşık 2.5 milyar dolarlık bir kayıp demektir [Türkiye Korozyon Derneği verileri (2004)]. Amerika Birleşik Devletleri (ABD)’nde görülen metalik korozyon için bu değer, 1985 yılında Poff tarafından, yıllık yaklaşık 140 milyar dolar olarak bildirilmiştir. Mikrobiyal aktivite ile oluşan korozyonun %10 düzeyinde olduğu düşünülecek olursa, bu ABD’de yılda 14 milyar dolara karşılık gelir. Bu maliyetler sadece malzemenin yenilenmesi, korunması ve bakımı için söz konusudur. Zaman, doğal kaynak, insan ve ekipman kayıpları bu maliyetlere dahil değildir.

Korozyon, metalik malzeme kullanılan her alanda beklenen doğal bir olaydır. Sebep olduğu maddi kayıplar yanında çevreyi kirleten, insan hayatını tehlikeye sokan bir değişimdir. Korozyon ve korozyondan korunmanın ilkelerini metal kullanan herkesin yanı sıra öncelikle teknik elemanların bilmesi büyük önem taşımaktadır.

Korozyondan korunma ve gerekli tedbirlerin alınmasında mutlaka bu konuda uzmanlaşmış kişi ve kuruluşlardan yararlanılmalıdır. Çünkü korozyon mikrobiyoloji, termodinamik, metalürji, kimya, kimya mühendisliği ve fizik gibi birçok disiplinin ortak çalışmasını gerektiren multidisipliner bir anlayışı gereksinmektedir.

1. Tıbbi Aletlerde Korozyonun Önlenmesi

Tıbbi aletlerde korozyon oluşumunu önlemenin en önemli ön koşulu alet dezenfeksiyonunun kuralına göre yapılmasıdır. Dezenfeksiyonun her aşamasının korozyon oluşumuna zemin yaratabileceği kesinlikle unutulmamalıdır. Alet dezenfeksiyonunda mutlak uyulması gereken temel kurallar aşağıda sıralanmıştır;

- Temizlik ve dezenfeksiyonun etkili olması için üreticinin tavsiye ettiği ürünler kullanılmalı ve bu ürünlerin dozaj, işlem süresi ve ısısına uyulmalı,
- Kullanıma yeni giren tıbbi aletler ilk sterilizasyondan önce daima üzerindeki marka etiketlerinden ve koruyucu maddelerden arındırılmalı,
- Kullanılmış aletler mümkünse hiç bekletilmeden temizlik ve dezenfeksiyon işlemine alınmalı, kir ve artıkların kurumasına izin verilmemeli,
- İşlemden önce mutlaka aletlerin menteşeleri açılmalı,
- İşlemden önce mutlaka aletler en küçük parçalarına ayrılmalı,

- Mekanik ve ultrasonik yıkayıcılar kullanıldığında temizleme süresi aşılmamalı,
- Ultrasonik yıkama sırasında farklı metaller bir arada işleme alınmamalı,
- Mekanik ve ultrasonik yıkayıcılarda aletlerin tamamen yıkama solüsyonu ile temas ettiğine emin olunmalı,
- Uygun temizleme cihazları ve aletleri kullanılmalı,
- Elle yapılan temizlikte metal fırça ve süngerler asla kullanılmamalı,
- Temizlik sonrası tamamen ve dikkatle çalkalama yapılmalı, mümkünse bu işlem için demineralize (iyonsuzlaştırılmış) su kullanılmalı,
- Aletler durulandıktan sonra yeterince kurutulmalı,
- Aşınma, korozyon, deformasyon ya da başka tür bir hasar görülen aletler ayrılmalı ve kullanım dışı bırakılmalı,
- Onarıma gönderilecek aletler temizlenmeli ve dezenfekte edilmeli,
- Mentşeli ve köşeli aletlere parafin yağı bazlı bakım ürünleri ile bakım yapılmalı (fleksibl endoskop ve aksesuarları hariç),
- Aletler işlemden sonra monte edilerek fonksiyon testine tabi tutulmalı, menşeli aletler teste tabi tutulmadan önce bakım uygulanmalı,
- Eklemler açık durumda temizlenmeli ve en fazla kilidin ilk dişine kadar kapatılarak sterilize edilmeli,
- Sterilizasyonu tamamlanmış alet paketlerinin tamamen kuru olarak çıktığından emin olunmalı,
- İşlem sonunda otoklav kazanında kalmış su damlacıkları kontrol edilmeli,
- Sterilizasyonun temizliğin yerine geçmediği unutulmamalı,
- Tek kullanımlık aletlerin, bir kez kullanılmalarını kapsayan uygunluk belgesine sahip, sadece bir kez kullanılabilen aletler olduğu unutulmamalıdır.

Tıbbi aletlerin tekrar kullanıma hazırlanması sırasında gerçekleştirilen her basamaktaki işlemler kesinlikle atlanmadan ve dikkatle yapılmalıdır. Bu işlemler aşağıda sıralanmıştır:

- Hazırlama (ön işlemler, biriktirme, ön yıkama ve gerektiğinde parçalarına ayırma),
- Yıkama, dezenfeksiyon, son durulama, kurutma,
- Temizliğin ve malzemenin kusursuz olma durumunun gözle kontrolü,
- Gerektiğinde bakım ve onarım,
- Fonksiyon kontrolü,
- İşaretleme,
- Gerektiğinde ambalajlama, sterilizasyon, kullanma onayı ve depolama.

Tıbbi aletlerin korozyondan korunmasının önemli bir kuralı da kullanma kılavuzundaki üretici tavsiyelerine mutlaka uyulması ve herhangi bir tereddüt durumunda üreticiye danışılmasıdır. Söz konusu önerilere uyulmaması halinde yüksek miktarda yenileme ve onarım masrafları ortaya çıkabilir. Aynı zamanda, tıbbi aracın hijyen kurallarına uymaması ve/veya işlevini yerine getirememesi nedeniyle hastalar ve/veya bu aletlerle temas eden herkes için hayati tehlike oluşabilir.

Tıbbi aletleri korozyondan koruyabilmek için, öncelikle tıbbi aletlerde korozyon oluşumunda etkili faktörleri bilmek gerekir.

2. Tıbbi Aletlerde Korozyon Oluşumuna Etki Eden Faktörler

a. Hammaddeler: Üreticiler, her türlü tıbbi aletin üretimi sırasında tasarımının ve yüzey özelliğinin yanı sıra hammaddelerini de kullanım amacına göre seçmek zorundadırlar. Cerrahi aletlerde, genellikle yüksek elastiklik ve dayanıklılık, sertlik, iyi kesme özelliği ve aşınmaya karşı yüksek dayanıklılık ve aynı zamanda mümkün olan en iyi korozyon dayanıklılığı sadece sertleştirilmiş paslanmaz çeliklerle yerine getirilebilmektedir.

Sertleştirilebilir krom çeliğin yanı sıra modifiye krom oranları olan sertleştirilemeyen krom çelik ile pas ve aside dayanıklı krom-nikel çelikler de tıbbi aletlerin üretiminde kullanılmakta, ancak kullanımı kısıtlı mekanik özelliklerinden dolayı sadece birkaç alet türüyle sınırlı kalmaktadır. Minimal invaziv cerrahi ve endoskopide kullanılan aletlerin, uygulama teknikleri ve yapısal tasarımlarından dolayı, yapımında çok farklı hammaddeler kullanılmaktadır. Bu hammaddelerden önemlileri aşağıda sıralanmıştır:

- Pasa ve aside dayanıklı krom-nikel çelik,
- Saf titan veya titan alaşımı,
- Yüzeyi arıtılmış tunç döküm alaşımı (nikel kaplı, krom kaplı, pirinç kaplı),
- Hafif alaşımlar (eloksitli alüminyum),
- Korozyona dayanıklı olmayan çelikler, boyalı yapı grupları,
- Optik camları,
- Seramik,
- Macun ve yapıştırıcılar,
- Lehimler,
- Plastik ve lastik.

Farklı hammadde kombinasyonlarından oluşan aletleri, üreticisi tarafından kullanma talimatında tarif edilen özel yöntemler ile tekrar kullanıma hazırlamak gereklidir.

Korozyona dayanıklılık/pasif tabaka: Paslanmaz çeliklerin korozyona dayanıklılığı öncelikle pasif tabakanın kalitesine ve kalınlığına bağlıdır. Çelik alaşım (en az %12) ve çevredeki atmosferik oksijen arasındaki tepkimeyle oluşan, bir krom ok-

sit tabakası olan, pasif tabakanın oluşması ve kalınlaşması bazı faktörlerin etkisiyle gerçekleşir:

- Malzemenin hammadde bileşimi/alaşımı,
- Malzemenin dövme, sertleştirme, tavlama, kaynak ve lehimleme gibi ısı işlemlerinden etkilenen yapısı,
- Malzemenin pürüzlülük ve temizlik gibi yüzey özelliği,
- Malzemenin kullanım/hazırlama şartları,
- Malzemenin kullanım süresi ve tekrar kullanıma hazırlama için bekleme zamanı.

Birçok kimyasal etkiye karşı oldukça dirençli olan pasif tabakaya zarar verebilen nadir maddelerden biri halojenürlerdir. Klorid en iyi bilinen ve tehlikeli “tuz tipi” olarak tanınmaktadır. Kloridler pasif tabakayla tepkimeye girerler ve konsantrasyonuna bağlı olarak kloridle indüklenen oyuklaşma korozyonu oluştururlar. Bu hasarlar birkaç ayrı noktadan (küçük siyah noktalar) olabildiği gibi, alet yüzeyinin tümünü kaplayan büyük ve derin oyuklaşmalar şeklinde de görülebilir. Kloridler ayrıca gerilmeli korozyon çatlamasına da neden olurlar. Pasif tabaka nemli/sulu ortamda korozif etkilere karşı daha hassas tepkime gösterir. Kullanım süresince pasif tabakanın kalınlaşmasıyla korozyon oluşumu da giderek azalmakta, çünkü kloridlerin delme etkinliği temel hammaddeye kadar azalmaktadır. Metal aletlerin kullanımı sırasında kloridlerin kaynağı olabilen maddeler aşağıda sıralanmıştır:

- Kullanma suyu,
- Son durulama ve buharla sterilizasyonda kullanılan tuzu alınmamış besleme suyu,
- Yumuşatılmış su hazırlanmasında iyon değiştiriciden taşınan/sızan rejenerasyon tuzu,
- Aletlerin hazırlanmasında onaylanmamış maddelerin kullanımı,
- Aletlerin hazırlanmasında kullanılan kimyasal ajanların hatalı kullanımı,
- Serum fizyolojik, ilaç artıkları ve asitleme maddeleri,
- Organik artıklar (kan, salya, ter gibi vücut sıvıları),
- Çamaşır veya diğer malzemelerin kumaşları, ambalajlama malzemeleri.

Kloridsiz/az kloridli çevre şartlarında, alet yüzeyinin parlaklık derecesine ve mevcut pasif tabakasına bağlı olmaksızın, oyuklaşma korozyonu veya gerilmeli korozyon çatlaması oluşmaz ya da nadiren ortaya çıkar.

Yeni aletlerde, eş zamanlı olarak tekrar kullanıma hazırlanan eski aletlerde görülmeyen korozyon belirtileri görülebilir. Bunun nedeni pasif tabakası daha ince olan yeni aletlerin, uygun olmayan tekrar kullanıma hazırlama şartları ya da hazırlık aşamalarından daha kolay etkilenmeleridir.

b. Aletleri tekrar kullanıma hazırlama suyunun özelliği: Aletleri tekrar kullanıma hazırlamak için kullanılan suyun kalitesi bunların değerlerinin korunmasını önemli derece etkilediği için uygun kalitede su kullanılmalıdır.

Su, tekrar kullanıma hazırlama sürecinde aşağıda sıralanan çeşitli fonksiyonları yerine getirmektedir;

- Deterjan ve diğer işlem maddeleri için çözelti,
- Mekanik etki ve ısının yıkanacak malzemenin yüzeyine aktarılması,
- Suda çözünür pisliklerin çözülmesi,
- Deterjan ve diğer işlem çözeltilerinin durulanması.

Uygun olmayan bir su bileşimi hem tekrar kullanıma hazırlama yöntemini hem de aletlerin görünümünü ve hammaddelerini olumsuz yönde etkileyebilir. Bu yüzden henüz sıhhi tesisatların planlanması aşamasında suyun özelliklerine dikkat edilmesi gerekmektedir. Her doğal su içinde çözülmüş halde bulunan tuzların türü ve konsantrasyonu kullanma suyu kaynağına ve türüne bağlı olarak değişmektedir.

Uygun olmayan su kullanımı, suyun sertlik derecesi ve sıcaklığı ile bağlantılı olarak, zor çözünebilir sert bir kireç tabakası oluşumuna neden olabilir ve bu tabakanın altında korozyon oluşabilir. Bu kaplama asitte çözünebilir ve asitli temel deterjanla çıkartılabilir.

Alüminyum, sıcaklık ve süre ile bağlantılı olarak, alkalinitesi oldukça artan yumuşatılmış suyla özellikle son durulama işleminde aşınabilir.

Suyun buharlaşmasından sonra suyun içerdiği mineraller kalıntı olarak geriye kalır. Özellikle kloridler paslanmaz çelik aletlerde delinmeye neden olabilirler.

Suyun içindeki klorid oranı ile oyuklaşma korozyonu arasındaki ilişkiler bazı durumlarda önceden tahmin edilememektedir. Genel olarak kloridle indüklenen oyuklaşma korozyonu tehlikesi aşağıdaki durumlarda artmaktadır:

- Klorid oranının artması,
- Sıcaklığın artması,
- pH değerinin düşmesi,
- Etki etme süresinin uzun tutulması,
- Kurutmanın yetersiz yapılması,
- Kurutmadan dolayı konsantrasyonun artması.

Deneyimler, oda sıcaklığında yaklaşık 120 mg/L (200 mg/L sodyum klorid=NaCl'e denk gelmektedir) tutarındaki bir klorid oranında oyuklaşma korozyonu olasılığının düşük olduğunu, ancak bunun üzerindeki klorid oranlarında çok arttığını göstermiştir. Aşırı klorid konsantrasyonunu önlemek ve böylece oyuklaşma korozyonunun önüne geçmek için, son durulamada tuzu tamamıyla alınmış (deminerale) su kullanılması önerilmektedir (başka içerik maddeleri, çok düşük

konsantrasyonlarda bulunsalar dahi, kahverengi, mavi, gri/siyah veya gökkuşağı renginde değişimlere neden olabilirler. Bu tür renk değişimleri, suyun içindeki silikatlar/silisik asit ve demir, bakır ve mangan gibi elementlerin bileşkelerinden kaynaklanabilir. Genel olarak burada korozyon söz konusu olmayıp, bunlar çok ince kalıntılardır).

Son durulama için demineralize suyun kullanılması sadece kloridin neden olduğu korozyonu önlemek için değil, aynı zamanda genel leke oluşumunun önlenmesi ve eloksitli alüminyum yüzeylerin stabilize edilmesi için önerilmektedir. Demineralizasyon için iyon değiştiricilerinin kullanılması durumunda silisik asidin özel davranışından dolayı cilamsı kaplamalar oluşabilir.

Makineyle ön yıkama ve esas yıkama aşamalarını optimize etmek için demineralize suyun veya en azından yumuşatılmış suyun kullanılması önerilmektedir. Çünkü kanın temizlenmesi, soğuk suyla ön yıkama ve sert suyla esas yıkama yapılması ile zorlaşmaktadır.

c. Fabrikadan yeni çıkan/onarımdan gelen aletlerin saklanma şekli: Fabrikadan yeni çıkan ve onarımdan gelen aletler depolanmadan ve/veya aletler dolaşımına katılmadan önce taşıma ambalajından, koruyucu folyolarından çıkartılmalı ve oda sıcaklığında kuru odalar ya da dolaplarda depolanmalıdır. Böylece plastik ambalajlar içindeki sıcaklık dalgalanmalarına bağlı olarak korozyon hasarlarına neden olabilen nem oluşumu önlenmelidir.

Fabrikadan yeni çıkan ve onarımdan gelen aletlerin ilk kullanımdan önce, kullanılmış aletler için geçerli olan bütün tekrar kullanıma hazırlama aşamalarından, temizlik aşaması kesinlikle atlanmadan geçirilmeleri gerekmektedir.

Aletler kesinlikle içerik maddelerinden dolayı aşındırıcı etkisi olan buharlar açığa çıkartabilen kimyasal maddelerin (aktif klor vb.) hemen yakınında depolanmamalıdır. Mikro cerrahi aletlerinde hasarları önlemek için ilk kullanıma hazırlama sırasında da bunlar için öngörülen raflara ve tutma tertibatlarına yerleştirilmesi gerekmektedir. Elastik aletlerin orjinal ambalajları içinde serin, karanlık ve kuru bir yerde depolanması gerekmektedir. Depolama sırasında lastik ve lateksten mamul elastik aletlerin kullanımlarına bakılmaksızın depolama sırasında da bir eskimeye maruz kalıp kalmadıklarına dikkat edilmelidir. Solunum tedavi sistemlerinin fonksiyon parçaları, genelde uzun süre depolandıklarında birbirlerine yapışabilen subaplar veya diyaframlara sahiptirler. Bu subap veya diyaframların kullanmadan önce mutlaka kontrol edilmesi gerekmektedir.

d. Temizlik ve dezenfeksiyon hazırlığı: Tekrar kullanıma doğru hazırlamanın ilk adımları ameliyathane içinde başlamaktadır. Kan durdurucu maddeler, cilt antiseptikleri, yağlama maddeleri ve aşındırıcı ilaçların artıkları aletler bir yere bırakılmadan hemen önce temizlenmelidir. Paslanmaz çelikten imal edilmiş aletler, oyuklaşma korozyonuna ve gerilim korozyon çatlmasına neden olabileceği için kesinlikle serum fizyolojik (NaCl çözeltisi) içine bırakılmamalıdır. Usulüne uygun olmadan “atılan” aletler hasar görebilir. Örneğin; makasların tungsten

karbidli uçları çatlayabilir veya küçük klempler deforme olabilir. Aletlerin tel sepetlerinin aşırı doldurulması uygun değildir. Atıklar, cilt antiseptiklerinin artıkları, serum fizyolojik vs. gibi maddeler kirli aletlerin bulunduğu kaba atılmamalıdır. Kirli aletlerin bulunduğu kaplar, içindekilerin daha fazla kurumasını önlemek için kapalı tutulmalı ve merkezi sterilizasyon ünitesi (MSÜ) olan hastanelerde kontamine tıbbi aletler ameliyathanelerden MSÜ'ye kapalı sistemler içinde taşınmalıdır. Aletler protein tutucu etkisi olmayan deterjan ve dezenfeksiyon maddelerinin kombinasyonundan oluşan bir çözelti içinde temizlenmelidir (örneğin; aldehidli dezenfektanlar tutucu bir etkiye sahiptirler). Konsantrasyon, etki etme süresi ve gerektiğinde temizlik takviye maddelerinin eklenmesiyle ilgili üretici bilgilerine mutlaka uyulması gerekmektedir. Tekrar kullanıma hazırlama işlemlerine kadar geçen uzun süreli beklemler (örneğin; bütün gece veya hafta sonu) korozyon tehlikesinden dolayı önlenmelidir. Aletler altı saatten uzun süre dezenfeksiyon için bekletilmemelidir.

Aletler makine içine yıkamaya uygun şekilde, kullanıma elverişli alet taşıyıcıları (örneğin; tel sepetler) içinde yerleştirilmelidir. Etkin temizlik için, üst üste gelen yüzeyleri minimize etmeli, eklemli aletler (makaslar, klempler, pensler) açılmalıdır. Parçalarına ayrılabilir aletler demonte edilmelidir. Mikro cerrahi aletleri için özel raflar veya uygun tutma tertibatları kullanılmalıdır. Dental aletler üzerinde bulunan dolgu malzemeleri veya asitli çimento gidericisi gibi maddeler hemen giderilmelidir, aksi halde sertleşme veya korozyon oluşabilir. Motorlu sistemlerin kullanıldıktan hemen sonra üretici bilgilerine göre parçalarına ayrılmalı gerekmektedir. Soğutma sıvıları ve püskürtme enjektörlerine ait sökülmüş ve tekrar kullanılabilen hortum setlerinin derhal durulanması ve sızdırmazlık yönünden (gözle) kontrol edilmesi gereklidir.

Optikler ayrı kaplar içinde işleme alınmalıdır. Operatif endoskopi aletlerindeki kurumuş artıklar özellikle kritiktir, çünkü pislik artıklarının dar lümenler içinden çıkartılması çok zordur ve mafsallarda fonksiyon bozukluklarına neden olabilirler. Bu nedenle bu tür aletlerin kullandıktan hemen sonra tekrar kullanıma hazırlanması gerekmektedir. Yüksek frekanslı aletlerdeki pıhtılaşmış artıkları gidermek için %3'lük hidrojen peroksit çözeltisi içinde ön işlem önerilmektedir. Yüksek frekanslı cerrahi aletlerin kulpları ve kabloları diğer cerrahi aletler gibi hazırlanabilirler.

Hassas aletlerin hasar görmesini önlemek için, bunların öngörülen kaplar veya tutma tertibatları içinde taşınmaları gerekmektedir. Fleksibl endoskoplarda vücuda giren hortum kullanıldıktan hemen sonra, temizleyici veya temizleyici ve dezenfekte edici, protein tutucu özelliği olmayan bir çözeltiye batırılmış tüysüz bir bezle silinmesi gerekmektedir. Kabuk bağlanmasını ve tıkanmaları önlemek için emme kanalı ve mevcut olan diğer olası ek kanalların aynı çözeltiyle durulanması gerekmektedir. Tekrar kullanıma hazırlamaya devam etmek için üretici bilgilerine göre sızdırmazlık testinin yapılması gerekmektedir. Böylece kaçaklar ve delikler zamanında görülür ve sıvı girmesinden kaynaklanan dolaylı pahalı ha-

sarlar önlenmiş olur. Elastik aletler ve solunum tedavi sistemleri, tekrar kullanıma hazırlama sürecinde üretici bilgilerine göre parçalarına ayrılmalıdır. Bu sırada koniler, sızdırmazlık yüzeyleri, dişli bağlantıları ve subap tablalarına dikkat edilmeli ve mekanik hasarlardan korunmalıdır. Solunum artıkları tekrar kullanıma hazırlamaya başlamadan önce tamamıyla uzaklaştırılmalıdır. Ölçüm değeri kaydedicileri sadece üretici bilgilerine göre tekrar kullanıma hazırlanabilirler.

e. Manuel ve makineyle temizleme ve dezenfeksiyon işlemi:

Manuel temizlik/dezenfekte edici temizlik: Manuel temizlik için aktif temizlik ve protein tutucu özelliği olmayan antimikrobiyal etkisi olan veya olmayan işlem maddeleri ve/veya enzimler kullanılır.

Deterjan ve dezenfektanların kullanımında konsantrasyon, sıcaklık ve etki süresiyle ilgili üretici bilgilerine mutlaka uyulması gereklidir. Özel çelikten mamul olmayan aletlerde özellikle malzeme uyumluluğuyla ilgili üretici bilgilerine dikkat edilmelidir. Günlük olarak hazırlanan taze çözeltiler kullanılmalı ve aşırı pislik yüklerinde çözeltiler daha sık değiştirilmelidir. Uzun süre kullanıldıklarında aşağıdaki sorunlar ortaya çıkabilir:

- Pislik yükünden dolayı korozyon tehlikesi,
- Buharlaşmadan dolayı konsantrasyonun artmasıyla korozyon tehlikesi,
- Pislik yükünden dolayı dezenfektan etkisinin azalması (protein kalıntısı).

Hortum ve kanüller gibi dar lümenli aletler ve boşluğu olan aletlerin içlerinin açık ve çözeltilerle tamamıyla temas halinde olmalarına dikkat edilmelidir. Toz şeklindeki ürünler suyun içinde tamamıyla çözüldükten sonra aletler içine bırakılmalıdır. Çözülmemiş parçacıklar aletlerde yüzey değişimlerine ve dar lümenli aletlerde tıkanmalara neden olabilir. Temizlik için tüysüz yumuşak bezlerin, plastik fırçaların veya yıkama tabancalarının kullanılması önerilmektedir.

Manuel temizlikten sonra yeterli miktardaki bol akan suyla durulama, leke oluşumunu önlemek için demineralize su kullanılarak son durulama yapılmalıdır. Aletler durulandıktan hemen sonra iyice kurutulmalıdır. Basınçlı havayla kurutma daha koruyucudur ve diğer kurutma metotlarına tercih edilmelidir. Manuel tekrar kullanıma hazırlama sırasında oluşan aşağıda belirtilen mekanik hasarlar metali aşındırır:

- Metal fırçalar,
- Kaba ovma maddeleri,
- Fazla zorlama,
- Düşürme, çarpma, atma.

Mikro cerrahi aletler mekanik hasarlara karşı çok hassastırlar.

Dental aletler genellikle cerrahi aletler gibi hazırlanabilirler. Özel olarak işlem görmesi gereken dental aletler için aşağıda tekrar kullanıma hazırlama uyarıları bulunmaktadır.

- El ve dirsekli parçalar ve türbinler daldırılarak yıkanmamalı, üzerlerine uygun bir dezenfektan sıkılmalı veya dıştan silinmelidir. İçlerinin temizliği ve bakımı üreticinin önerdiği kimyasallar ve yöntemlerle yapılmalıdır.

- Rotatif dental aletler hammaddelerinden dolayı sadece özel dezenfektanlar ve deterjan çözeltileri içinde bekletilebilirler. Aletlerin paslanmaması için kısa süreli durulamadan hemen sonra kurutulmaları ve sterilizasyona uygun bir korozyondan koruyucu maddeyle işlenmeleri gerekmektedir.

- Seramikli veya plastikli taşlama segmanlarında, dezenfektanın ve deterjanların bu aletler için de uygun olup olmadığı önceden kontrol edilmelidir. Uygun olmayan maddeler, sapı tutan yapıştırıcı maddeleri de aşındırabilirler.

- Kök kanalı aletleri mekanik hasarlara karşı çok hassastırlar ve bu yüzden ayrı olarak hazırlanmaları gerekmektedir. Renkli eloksal sapları olan kök kanalı aletleri alkalik çözelti içinde aşınır ve renk kodlarını kaybederler. Motorlu sistemler dıştan dezenfektan veya deterjan çözeltisine batırılmış bir bezle silinmelidir. Bu amaçla yardımcı madde olarak tüysüz bir bezin yanı sıra yumuşak fırçalar da kullanılabilir. En son üzerine bir dezenfektan spreyi sıkılıp etki süresi sonunda bir bezle silinmelidir. Temizlik ve dezenfeksiyondan sonra yüzeyin akan suyun altında durulanması gerekir. Bu sırada, kavrama başlıklarına veya bileşenlere su girmesini önlemek için el parçalarının eğri tutulmasına dikkat edilmelidir. Parçaların kesinlikle sıvıların veya suyun içine daldırılmaması gerekir. Yanlışlıkla içine kaçan sıvıların derhal giderilmesi gerekir. Şarjlı makinelerde, dezenfeksiyon ve temizlikten önce bataryaların çıkartılmasına dikkat edilmelidir. Ayrıca, elektrikli aletlere doğrudan sıvı temas etmesi önlenmelidir. Bataryaların olası dezenfeksiyonu ve temizliği için ilgili üretici bilgilerine başvurulmalıdır. Basit, tekrar kullanılabilen aletler cerrahi aletler gibi tekrar kullanıma hazırlanabilirler.

Rijid endoskoplar mekanik hasarlara karşı hassastırlar. İçinde boşluk bulunan ve kanallı bileşenler, temizliğin iyi sonuç vermesi için özellikle itina gerektirmektedirler. Gerekli olan asgari işlemler aşağıda sıralanmıştır:

- Contaların çıkartılması,
- Vanaların açılması,
- Üretici bilgilerine göre parçalarına ayırma,
- İçindeki boşlukların durulanması.

Temizleyici/dezenfekte edici temizlik çözeltisi içine yatırırken, hareket ettirerek veya eğri tutarak içindeki boşluklardaki hava kabarcıklarının çıkmasına ve böylece yüzeyin tamamının kaplanmasına dikkat edilmelidir. Yıkama bağlantısı olan parçalarına ayrılamayan aletlerin temizleyici/dezenfekte edici temizlik çözeltisiyle yeteri kadar durulanmaları gerekmektedir. Distal uca doğru yeterli bir akış olmasına dikkat edilmelidir. Optiklerin pencere ve cam yüzeyleri alkole batırılmış ağaç pamuklu çubuklarla veya alkole dayanıklı plastik pamuklu çubuklarla hafifçe silinerek temizlenmelidir. Yoğun bir temizliğe rağmen (örneğin; fırça,

ultrasonik işlem) giderilemeyen pıhtılaşma artıkları olan aletler ayrılmalıdır. Tekrar kullanıma hazırlamadan önce fleksibl endoskopların subap ve kapakları çıkartılmalıdır. Sadece bu sayede kanallar iyice temizlenerek durulanabilir. Fleksibl endoskop temizlik amacıyla içinde temizleyici/dezenfekte edici çözelti bulunan bir banyoya yatırılır ve dışından iyice silinir. Kanallar sisteme ait fırçalarla temizlenir ve sonra temizleyici/dezenfekte edici temizlik çözeltisiyle durulanır. Bazı üreticilerden bunun için bir el pompası temin edilebilir. Distal uç (optik, Albaran kolu vs.) özellikle titiz bir şekilde temizlenmelidir. Kapatılabilir boşlukları olan elastik aletler (örneğin; balonlu tüpler, solunum maskeleri), içindeki boşluklara sıvı girmemesi için kapalı durumda temizlenip dezenfekte edilirler. Lastik ve elastik aletler gerektiğinde daha uzun süre son durulamaya tabi tutulmalıdırlar.

Makineyle temizlik ve dezenfeksiyon: Temizlik ve dezenfeksiyonun standardizasyonu en iyi şekilde makineli yöntemle elde edilebilir. Aletlerin tekrar kullanıma hazırlanması sırasında iyi temizlenmeleri ayrıca değerlerinin korunması için önemlidir ve başarılı bir sterilizasyonun şartıdır. Uluslararası standartlara (prEN ISO 15883) göre geçerli olan makineyle temizlik ve dezenfeksiyon yöntemleri uygulanmalıdır. Islak imhada kullanılan deterjan ve dezenfektanların yeteri kadar köpüksüz olması veya bunların iyice durulanması gerekir, çünkü köpük makineyle temizlik ve dezenfeksiyonda sonucu etkiler.

Makineyle tekrar kullanıma hazırlamada aşağıdaki hususlara özellikle dikkat edilmesi gerekmektedir:

- Etkili bir makineyle tekrar kullanıma hazırlama işleminin ön koşulu tel sepetlerin, tepsilerin, tutucuların vs. yıkamaya uygun bir şekilde doldurulmasıdır. Aynı nedenden dolayı eklemli aletler açık olarak yerleştirilmelidir.
- Aletlerin iyice yıkanabilmesi için tel sepetler aşırı doldurulmamalıdır.
- Büyük yüzeyli aletler, “yıkama gölgesi” yaparak başka aletlerin temizliğini engellemeyecek şekilde tel sepetlere yerleştirilmelidirler.
- Boşluklu aletler (tüp gövdeleri, hortumlar, solunum tedavi sistemleri) içten de tamamıyla durulanmalıdırlar. Bunun için aletlere göre uyarlanmış yıkama tertibatlı uçlar kullanılmalıdır.
- Aletler mekanik hassaslıklarına uygun olarak, hasar görmesi engellenecek şekilde yerleştirilmeli veya depolanmalıdırlar.

Renkli eloksal alüminyum bileşenleri makineyle temizleme yönteminin kullanılmasında renklerini ve böylece kod işlevlerini kaybedebilirler. pH'sı nötr deterjanların kullanılması durumunda ve son durulama için demineralize su kullanılarak (termik dezenfeksiyon için de) renkli eloksal diğer yıkanacak malzemelerle birlikte hazırlanabilir. Yıkanan malzeme, programın bitmesinden hemen sonra makineden çıkartılmalıdır. Çünkü kapalı makine içinde kalan artık nemden dolayı korozyon oluşabilir. Genel olarak temizliği dezenfeksiyondan ayrı gerçekleştiren yöntemler tercih edilmelidir. Makineyle tekrar kullanıma hazırlama için hem termik hem de kimyasal termik yöntemler bulunmaktadır. Termik dezenfeksiyon-

lu yöntem genel olarak tercih edilmelidir. Bu yüzden tekrar kullanıma hazırlanacak tıbbi aletler henüz satın alınmadan makineyle termik dezenfeksiyon yapılarak hazırlanmalarına uygun olmalarına dikkat edilmelidir.

- *Makineyle temizlik ve termik dezenfeksiyon:* Makineyle dezenfeksiyon için, mikrobiyolojik kontaminasyon, tıbbi aletlerin cinsi ve kullanım amaçlarına bağlı olarak sıcaklık/zaman orantısı tayin edilir (A0 değeri) (pr EN ISO 15883-1, Ek A).

Deterjanın seçimi aletlerin hammaddesi ve özelliklerine, standartlara ve önerilere göre yapılmalıdır. Suyun içinde bulunabilecek yüksek klorid konsantrasyonlarının neden olacağı oyuklaşma korozyonu ve gerilme korozyon çatlamasını önlemek/azaltmak için alkalik deterjanlar veya demineralize su kullanılmalıdır.

Ultrasonik temizleme ve dezenfeksiyon: Özellikle paslanmaz çelikten imal edilmiş aletlerin yıkanması için ultrasonik cihazlar uygundur. Mekanik olarak hassas olan aletler (mikro cerrahi, dental aletler) ultrason desteği ile korunarak ve itinalı şekilde temizlenebilirler. Yüksek performanslı ultrason sistemleri ulaşılması zor yerlerdeki kurumuş pislikleri de çözebilirler.

Mikro cerrahi aletler hasarları önlemek için özel tutucu tertibatlara yerleştirilir.

Suyla kısa süre durulandıktan ve iyice kurutulduktan sonra rotatif dental aletler sterilizasyona dayanıklı bir korozyon maddesiyle işleme tabi tutulmalıdırlar.

f. Son dezenfeksiyon işlemi: Son dezenfeksiyon, sterilize edilemeyen veya sterilizasyon gerektirmeyen aletlerde yapılır. Genelde bunlar fleksibl endoskoplar veya anestezi malzemeleri gibi ısıya duyarlı aletlerdir.

Kimyasal son dezenfeksiyonda mikrobisid etkili maddeler olarak başlıca aldehidler, organik peroksit bileşikleri ile alkil aminler tek başlarına kullanılabildikleri gibi, temizleyici bileşenler ve/veya korozyon inhibitörleri ve yardımcı maddeler ile kombinasyonları da tercih edilebilmektedir.

Organik peroksit bileşiklerinde, özellikle perasetik asit içeren dezenfektanların malzeme ile uyumluluğu büyük ölçüde dezenfektanın içeriğine ve kullanım koşullarına bağlıdır.

Alkil aminleri içeren dezenfektanlarda elastomerler ve yapıştırıcı bağlantılara karşı olan malzeme uyumluluğu etken maddenin kimyasal yapısından büyük ölçüde etkilenmektedir. Silikonlu elastomerlerde, bu etken madde bazındaki dezenfektanlarla uzun süre işleme tabi tutulmalarında sertleşmeler oluşabilir.

Organik peroksit bileşikleri ve alkil amin bazındaki dezenfektanlar aletlere karşı malzeme uyumlulukları bakımından hassas olarak sınıflandırılmaktadırlar. Bu yüzden dezenfektan üreticilerinin testlerle belgelenen bilgilerine kesinlikle uyulmalıdır.

Dezenfekte edici temizlik ve son dezenfeksiyon için aynı preparatlar kullanıldığında, her iki aşama için ayrı kullanım çözeltileri uygulanmalıdır. Etken maddesi farklı ürünler kullanıldığında, ürünlerin uyumlu olmaları sağlanmalıdır.

g. Kurutma: Korozyonun önlenmesi için en gerekli şartlardan biri de yıkama/dezenfeksiyon cihazıyla veya başka uygun yöntemlerle yeterli bir kurutmanın sağlanmasıdır.

h. Ambalajın özelliği: Sterile edilecek malzemelerin ambalajı, tıbbi aletlere olumsuz bir etki yapmamalıdır. Sterilizasyon sürecinde veya sonraki depolama sırasında kimyasal maddeler (indikatörler, renk vs.) açığa çıkartmamalıdır. Çünkü bu maddeler tıbbi aletler üzerinde kaplama veya korozyon gibi yüzey değişikliklerine neden olabilir.

i. Sterilizasyon işlemi: Sterilizasyon için kullanılan buharda pislik bulunmalı ve sterilizasyon sürecini etkilememeli, sterilizatör veya sterilizasyon malzemesinde hasarlara neden olmamalıdır. Aksi takdirde örneğin boru sisteminden gelen pas parçacıkları korozyona veya yüksek bir silisik asit oranı aletlerde renk değişimlerine neden olabilir.

Konteyner içindeki artık nem/ıslaklık aletlerde korozyona neden olabilir. Uygulamada 15 dakika içinde kuruması gereken tek su damlaları (su birikintileri değil) “tolere edilebilen artık nem” olarak kabul edilir.

Sıcak havayla sterilizasyon işlemi: Sıcak havayla sterilizasyon sırasında nominal sıcaklığın belirgin şekilde aşılması durumunda sertleşme ve buna bağlı olarak fonksiyon kaybı ve korozyon tehlikesi oluşmakta ve birçok alet kullanım değerini kaybetmektedir. Aynı şekilde plastikler (örneğin; aletlerdeki renk halkaları) sıcak ıslalarda etkilenerek tahrip olabilirler.

j. Depolama şekli:

Steril olmayan aletlerin depolanması: Aletler depolama şartlarından dolayı korozyona maruz kalabilirler. Bunu önlemek için aletlerin kuru ve tozdan korunmuş olarak depolanmaları gerekmektedir. Aletler üzerinde nem oluşmaması için büyük sıcaklık dalgalanmaları önlenmelidir. Kimyasal maddeler korozyon etkisine neden olan buharları açığa çıkartabileceğinden aletlerle doğrudan temas halinde bulunurlarsa metali aşındırabilirler. Bu nedenle aletler kimyasal maddelerle birlikte depolanamaz. Fleksibl endoskoplara taşıma çantası içinde değil yeteri kadar kurutulmuş olarak ve ışıktan korunarak asılı şekilde depolanmalıdırlar.

Steril aletlerin depolanması: Aletlerin, hastalar üzerinde kullanılıncaya kadar, steril durumlarını korumaları için mikroorganizmaların giremeyeceği ambalajlarda saklanmaları temeldir. Tozsuz, kuru bir çevre sağlanması ve sıcaklık dalgalanmalarının önlenmesi, steril malzemenin korunmuş olarak depolanması ve korozyon hasarı oluşumunu önlemek için bir ön koşuldur. Bu şartlarda aletlerin altı ay veya daha uzun bir süre depolanması mümkün olur.

Korozyon oluşumuna etkili bütün faktörler göz önünde bulundurularak aletlerin ön temizlik, dezenfeksiyon, sterilizasyon, paketlenme ve depolama işlemleri en doğru ve uygun şekilde yapılmalıdır. Bunun yanı sıra gerekli hallerde korozyon önleyici maddeler kullanılmalıdır. Korozyon önleyici maddeler aletlerin tekrar kullanıma hazırlanması sürecinde kullanılan kimyasallar ve uygulanacağı tıbbi

aletlerin hammaddeleri ile uyumlu olmalıdır. Bunun belirlenmesi için üretici firmaların ve evrensel olarak kabul görmüş referans merkezlerin yaptığı laboratuvar çalışmaları, izlenmelidir.

3. Korozyon Önleyiciler-Korozyon İnhibitörleri

Korozyon önleyici ya da diğer adıyla korozyon inhibitörü, bir ortama az miktarda eklendiği zaman, metalin ortam ile tepkimesini yani korozyon oranını etkin olarak kontrol eden ya da azaltan maddedir. Korozyon inhibitörleri geciktirici katalizörler olarak da kabul edilebilir.

Korozyon inhibitörleri, metal yüzeyi ile reaksiyona girerek etkili olan ve anot ya da katot tepkimelerinin veya her ikisinin hızlarını azaltarak korozyon hızını yavaşlatan maddelerdir. İnhibitörler çoğu kez etkidikleri tepkimenin türüne göre anodik inhibitörler, katodik inhibitörler ve karma inhibitörler olarak adlandırılırlar.

a. Anodik inhibitörler (pasifleştiriciler): Genel olarak bu grupta anyonlar yer alır. Anot bölgesine göç ederler ve çoğu kez oksijenin de etkisiyle metali pasifleştirirler. Bu nedenle pasifleştiriciler olarak da bilinirler.

Bunların arasında inorganik özellikteki silikat, kromat, nitrit, nitrat gibi oksitlenmiş anyonlar ve ortofosfat ile molibdat gibi oksitlenmemiş iyonların yanı sıra organik benzoat bulunur.

Ortofosfat ve silikatlar yumuşak sularda etkili olmayıp, ancak suda çözünebilen kalsiyum tuzlarının bulunduğu ortamlarda iyi bir koruyucu film tabaka oluştururlar. Nitritler ve kromatlar ise yumuşak sularda da etkilidirler. Nitritler genellikle benzoat ve fosfatlarla kullanılırlar. Yalnız başına yıkama sularında kullanılırlar ve kuruma sırasında oluşan paslanmayı önlerler. Kromatlar su içerisinde çelik, bakır ve birçok metale iyi bir koruma sağlarlar.

Bu gruptaki kimyasallar en etkili ve dolayısıyla en yaygın kullanılan inhibitörler olmakla beraber istenmeyen bazı özelliklere sahiptirler. Miktarları yetersiz kalır ya da giderek azalır ise tüm anot yüzeyini örtemezler ve çukurcuk korozyonu ortaya çıkar. Bu özellikleri nedeniyle “tehlikeli inhibitörler” olarak anılırlar. Bu grupta yer alan benzoatın eksikliği durumunda ise genel korozyon oluşur.

Sodyum nitrit ve benzoat emdirilmiş ambalaj kağıtları korozyondan korunması gereken makine kısımlarının paketlenmesinde kullanılırlar.

b. Katodik inhibitörler: Genel olarak bu grupta katyonlar yer alır. Katot bölgesine göç ederler, kimyasal ve elektro-kimyasal olarak çökelirler ve yüzeyi yalıttırlar.

Asitli ortamlarda hidrojenin indirgenmesi, nötr ya da nötre yakın ortamlarda oksijenin indirgenmesi gibi katodik tepkimeler üzerine etki ederek korozyon hızını yavaşlatan inhibitörlerdir. Asitli ortamlarda hidrojenin indirgenmesine örnek olarak asitli çözeltide demirin çözünmesini engelleyen arsenik ve antimon bileşikleri verilebilir.

Katodik tepkimeyi denetleyen tepkime oksijenin indirgenmesi ise etkili maddeler; kalsiyum hidrokarbonat ile çinko, manganez, nikel ve magnezyum tuzları gibi diğer katyonik inhibitörlerdir. Bu maddeler katodik tepkime ürünü olan bazla birleşerek güç çözünen bileşiklere dönüşür ve metal yüzeyinde presipite olarak koruyucu tabaka oluştururlar. Böylece oksijenin metal yüzeyine erişimini engellemiş olurlar.

Katodik inhibitörler çukurcuk korozyonu gibi bölgesel korozyona neden olmadıkları ve böylece korozyonu arttırmadıkları için anodik inhibitörlere göre daha güvenlidirler. Ortamda yetersiz kalmaları herhangi bir sakınca oluşturmaz. Bu inhibitörlerin metali korozyona karşı korumada anodik inhibitörlerden daha az etkili oldukları bilindiği halde, korozyonu arttırma tehlikesi göstermedikleri için pratikte yaygın olarak kullanılırlar.

c. Adsorbsiyon inhibitörleri: İki yanlı etkiyen **organik inhibitörler**dir. Genellikle organik bileşiklerdir. Metal yüzeyinde adsorblanarak metalin çözünme ve yüzeyinde indirgenme tepkimelerini azaltırlar. Metalin tüm yüzeyine adsorblandıkları için hem katodik hem de anodik tepkimeleri engellerler. Etkileri çoğu kez birbirinin aynı değildir. Üç grupta toplanırlar:

1. Organik nitrit ve aminler gibi azot içeren bileşikler,
2. Kükürt içeren bileşikler,
3. Hem kükürt hem azot içeren bileşikler.

Organik inhibitörler metal yüzeyinde hidrofobik bir film tabakası oluşturarak koruma sağlarlar. Organik inhibitörler inhibitörün iyonik şarjı ve metalin şarjına bağlı olarak adsorbe olur.

d. Korozif tüketiciler (scavenger inhibitors): Çözeltideki korozyon ürününi harcarlar. Bu tip inhibitörlere, sulu çözeltiden oksijeni indirgenme tepkimesiyle harcayan, sodyum sülfid ve hidrazin örnek olarak verilebilir.

Bu tip inhibitörler; korozyonda katodik tepkimeyi oksijenin indirgenmesinin denetlediği ortamlarda çok etkin, kuvvetli asit çözeltilerde etkin değildirler.

e. Buhar fazı inhibitörleri (VCI): Bu tip inhibitörler, organik adsorbsiyon tipi inhibitörlerine çok benzerler ve çok yüksek buhar basıncına sahiptirler. Metale doğrudan deymeyecek şekilde yerleştirilerek metallerin atmosferik korozyonunu önlemek için kullanılırlar. Metalin yakınına yerleştirilen bu maddeler sublimasyon ve kondanzasyon ile metalin yüzeyine geçerler. Ancak paket, makine veya depo içi gibi kapalı bir çevre içinde etkindirler.

Bu inhibitörler buhar basınçları yüksek olan alifatik siklik amin ve nitritlerdir. Disikloheksilamonyumun nitrit ve karbonatları, sikloheksilamin ve heksametilaminin tuzları gibi buharlaşabilen maddeler bu gruba örnektirler. Metal yüzeyle kontak oluşunca bu tuzların buharları yoğunlaşır ve koruyucu iyonları serbestleştirmek için nemle hidrolize olurlar.

Buhar fazı inhibitörü emdirilmiş ambalaj kağıtları korozyonu azaltmak için paketlemede kullanılırlar.

f. Karma inhibitörler: Çeşitli inhibitörlerin etkinliği oksijen ya da kalsiyum iyonları ile daha çok artmaktadır. Araştırmalar iki inhibitörün birlikte eklenmesinin inhibitör etkisini arttırdığını ve küçük inhibitör derişimlerinde çukurcuk korozyonu tehlikesini de giderdiğini göstermiştir.

Bu tip karma inhibitörler çoğunlukla kromat ve nitrit gibi oksitleyici bir inhibitör ile ortofosfat ve silikat gibi çöktürücü bir inhibitörden oluşur. Örnek olarak tuzlu suda etkin olan kromat + ortofosfat karışımı verilebilir. Birçok durumlarda anodik ve katodik inhibitörler birlikte kullanılır (polifosfat + kromat gibi).

g. Yağda çözünen inhibitörler: Yağlanan ya da yağla korunan aletler etkin korozyon inhibitörlerine gereksinim duyarlar. Yağlar içinde oksitleyici (pasifleştirici) inhibitörler ya da adsorbsiyon inhibitörleri veya her ikisi kullanılabilir. Yağlar içinde kullanılabilecek oksitleyici inhibitörlere örnek olarak sodyum nitrit ve litium nitrit verilebilir. Bazı organik nitritler ve kromatlar yağ içinde dağıtılırlar. Yağlar içinde kullanılabilecek inhibitörlerin çoğu organik azot ve kükürt içeren adsorbsiyon inhibitörleridir. Buna göre yağlar içinde çözünen inhibitörlerin önemli bir kısmını aminler oluşturur. Bileşik yapmamış olarak veya karbonik asidin tuzları olarak kullanılabilirler. Bu grupta yer alan en önemli inhibitörler petrolün sülfonatlandırılmasından elde edilen sülfonatlardır.

Tablo 1’de bazı önemli inhibitörler ve kullanım yerleri yer almaktadır.

Yeterince inhibitör kullanmak çok önemlidir. Çünkü küçük derişimlerde kullanılırlarsa inhibitörlerin çoğu çukurcuk korozyonu gibi yerel korozyonlara neden olurlar. Buna göre çok az miktarda inhibitör kullanmak hiç kullanmamaktan daha zararlıdır. Bu sakıncadan kaçınmak için inhibitörün aşırısı eklenmeli ve inhibitör miktarı uygun aralıklarla kontrol edilmelidir.

Tablo 1. Bazı korozyon inhibitörleri ve kullanım yerleri.

Metal	Korozif madde	İnhibitör
Alüminyum	Klorlu su	Sodyum silikat
Alüminyum	Bazlı hidrojen peroksit	Sodyum silikat
Alüminyum	Hidrojen peroksit	Bazlı metal nitratlar
Alüminyum	Hidrojen peroksit	Sodyum meta silikat
Alüminyum	Beyazlatıcı içeren sodyum hipoklorit	Sodyum silikat
Nikel ve gümüş	Beyazlatıcı içeren sodyum hipoklorit	Sodyum silikat
Paslanmaz çelik	Beyazlatıcı içeren sodyum hipoklorit	Sodyum silikat

İnhibitörler metallerin birçok ortamdaki korozyonunu azaltmada başarı ile kullanılmakta ise de, bunların korozyonun önlenmesi amacıyla kullanılmalarında bazı sınırlamalar vardır:

- İnhibitörler her sisteme katılamazlar, katışkılar oluştururlar,
- İnhibitörlerin çoğu zehirlidirler,
- Kapalı korozif ortamlarda kullanılabilirler,
- Genel olarak bir kez kullanılıp atılacak sistemler için ekonomik değillerdir,
- Korozif maddenin derişimi ve sıcaklığı arttığı zaman etkinliklerini hızla yitirirler.

İnhibitörlerin korozif madde, sıcaklık derişim bölgesi ve metale özgü oldukları kesinlikle unutulmamalıdır. Korozyon riski olan ortamlarda kullanılacak korozyon inhibitörünün tipi ve derişimi genellikle ampirik laboratuvar testleriyle belirlenir ve bu bilgi genel olarak söz konusu inhibitörü üreten firmadan alınabilir.

TIBBİ ALETLERİN KONTROLÜ ve BAKIMI

Başarılı bir sterilizasyonun temel şartı yeterli bir temizliktir. Temizlik aletlerin korunması için de önemli bir aşamadır. Yeteri kadar temizlenmemiş aletler aşağıda tarif edildiği şekilde tekrar temizlenmeli ve yeterince durulanmalıdır:

- Manuel temizlik, gerekirse ultrasonla temizlik,
- %3'lük H₂O₂ çözeltilisine yatırma (yaklaşık beş dakika).

Metal sürtünmesinden dolayı hasarları ve dolaylı korozyonu önlemek için lekeleri giderme aşamasında kesinlikle metal fırçalar veya metal süngerler kullanılmamalıdır.

Aletlerin bakımı fonksiyon kontrolünden önce yapılır. Bakım, klempler, makaslar ve zımbalar gibi eklemli, kilitli, dişli ve kayıcı yüzeyleri olan aletlerin gerekli olan yerlerine itinalı temizlik ve dezenfeksiyondan sonra bakım maddelerinin sürülmesi ile sağlanır. Sürtünme korozyonuna karşı tedbir olarak metalin metal üzerine sürtünmesi önlenmelidir. Aletler işler halde saklanmalıdır.

Cerrahi aletlerin bakımı;

- Parafin/beyaz yağ bazlı,
- Geçerli Farmakopi'ye göre biyolojik uyumlu,
- Buharla sterilizasyona dayanıklı ve buhar geçiren maddelerle yapılmalıdır.

Tıbbi aletlerin bakımı silikon yağı içeren ürünlerle yapılmamalıdır. Bunlar aletlerin zor işlemesine neden olarak buharlı sterilizasyonun etkisini tehlikeye düşürebilirler.

Tıbbi aletlerin bakımı mutlaka uzman kişilerce yapılmalıdır.

Aletler oda sıcaklığına kadar soğutulmalıdır. Aksi halde parçaların hareketi sırasında metal aşınması oluşabilir ve "metal iyiciler" aletlerin zor işlemesine

veya fonksiyonlarını tamamen kaybetmelerine neden olabilirler. Bakım maddesi manuel olarak tam eklem, dişli ve kayıcı yüzeyler üzerine sürülmelidir. Eklem-ler/kayıcı yüzeyler hareket ettirilerek bakım maddesi eşit bir şekilde dağıtılmalıdır. Fazla görünen bakım maddeleri tüysüz bir bezle giderilmelidir. Bakım maddelerinin püskürtme yoluyla veya makineyle uygulanmasının yetersiz kalmalarına neden olabileceği, ayrıca ek bir korozyon koruması da sağlamayacağı bildirilmektedir. Daldırma banyoları mikroorganizmalar ile kontaminasyon tehlikesinden dolayı uygulanmamalıdır. Plastik yüzeylerin alet bakım maddeleriyle işlenmesi uygun değildir. Farklı aletler özel kullanım amaçlarına göre uyarlanmışlardır. Bu nedenle kontroller, kullanıma uygun olmayan aletler güvenilir bir yaklaşımla ayrılacak şekilde yapılmalıdır. Tereddüt durumunda uygun kontrol yöntemleri aletin üreticisiyle görüşülmelidir.

Fonksiyon kontrolünden önce eklemli aletler ve dişlisi olan aletlerin gerekli yerleri hortumlu sprej kutusu veya damlalık şişesi kullanılarak yağlanmış olmalıdır.

Parçalarına ayrılabilen aletlerin kontrolü monte edilmiş halde yapılmalıdır. Onarıma verilen aletler hijyenik nedenlerden dolayı tamamıyla yeniden tekrar kullanıma hazırlanmalıdırlar.

Kontrolden sonra mikro cerrahi aletler nakliyat hasarlarını önlemek için tekrar bu malzemeler için tasarlanan raflarda depolanmalı ve uygun tertibatlar kullanılarak kaymaya karşı emniyete alınmalıdırlar.

Dental aletlerin bakımı genel olarak cerrahi aletler gibi yapılır. Ancak aşağıdaki istisnalar söz konusudur:

- Bütün rotatif dental aletler (matkap, frez) kurulandıktan hemen sonra, buhar veya sıcak hava ile sterilizasyon maddeleri için uygun bir korozyondan koruyucu maddeyle işlenmelidir.
- Bel ve dirsek parçaları ve trübinler karmaşık iç yapılarından dolayı özel maddelerle üretici bilgilerine göre işlenmelidirler.

Bir motorlu sistemin yağlanması ve bakımı, değerinin korunması için büyük bir öneme sahip olduğundan, bu işlem için üreticinin talimatlarına uyulması gerekmektedir. Motor bağlantısı olan birçok mikro el parçalarının içlerinin temizlenmesi ve yağlanması özel bakım sprejleriyle gerçekleştirilmelidir. Basınçlı hava motorlarının giriş havası kanalına birkaç damla özel yağ damlatılmalıdır. Yağın iç kısımda daha iyi dağılması için motorun birkaç saniye süreyle basınçlı havayla çalıştırılması gerekmektedir. Bakım gerektirmeyen ve üzerinde ilgili bir işaret bulunan basınçlı hava motorları istisnadır. Genel olarak hareketli dış kısımda bulunan düğmeler veya alet kavramaları gibi parçalar, üreticisi tarafından kesin olarak yasaklanmamışsa yağlanmalıdır. Sadece üretici tarafından kesin olarak izin verilen yağlama maddelerinin kullanılması gerekmektedir.

Cerrahi motorlarının ve aksesuarlarının sterilizasyondan önce üreticinin kullanma kılavuzuna uygun olarak bir fonksiyon kontrolüne tabi tutulmaları gerek-

mektedir. Basınçlı hava bileşenlerinde fonksiyon kontrolünün yanı sıra özellikle basınçlı hava hortumları ve motorlarının bir kaçak kontrolü ve gözle kontrolü yapılması gerekmektedir. Giriş havası kanalını kontrol etmek için basınçlı hava bağlantısındaki basınçlı hava hortumunun adapte edilmesi gerekmektedir. Oluşan kaçaklar akustik veya suya daldırarak kontrol edilebilir.

Çıkış havası kanalının kontrolü için ek olarak basınçlı hava hortumundaki basınçlı hava motorunun adapte edilmesi gerekmektedir. Motorun çalıştırılmasından sonra kaçaklar en iyi şekilde suya daldırarak görülebilir. Basit aletler, genel cerrahi aletlerinin bilgilerine göre kontrol edilmelidirler. Nakliyat hasarlarını önlemek için aletler özel raflar içinde depolanmalı veya uygun tertibatlar kullanılarak kaymaya karşı emniyete alınmalıdır. Soğutma sıvılarının hortum setleri bir klemp veya büyük hacimli bir şırınga yardımıyla kaçaklar yönünden kontrol edilebilirler. Bunun için hortuma su doldurulur ve bir ucu klemp ile kapatılır, dolu şırınga diğer uca yerleştirilerek sıkılır.

Aşınmış, arızalı parçalar, contalar ve conta halkaları her sterilizasyondan önce sağlamlıkları yönünden kontrol edilerek gerektiğinde değiştirilmelidirler.

Bakım maddelerinin makineyle veya manuel olarak aletlerin tüm yüzeyine uygulanması optikler, contalar ve akım ileten parçalarda ağır arızalara ve fonksiyon kaybına neden olabilir ve bu nedenle böyle bir uygulama yapılmamalıdır.

Eklemler, dişliler, kayıcı yüzeyler ve rijid endoskoplardaki bakım gerektiren vanaların üretici talimatlarına göre alet yağıyla veya üreticinin izin verdiği bir özel yağla bakımlarının yapılması gerekmektedir.

Endoskoplarda vücuda giren hortum kısmı ve/veya dirsekli tüpteki hasarlar veya başka arızalarda ayrılmaları ve onarılmaları gerekmektedir. Fleksibl endoskoplarda, mevcut olan olası subapların kullanımdan önce gerekli yerlerinde alet bakım maddeleriyle işlenip işlenmediğinin kontrol edilmesi gerekmektedir.

Endoskop yüzeyinin bakım spreyleriyle işlenmesi uygun değildir, çünkü spreylerin itici gazları aletlere zarar verebilirler. Yağlayıcı madde olarak sadece uygun ve yağsız jellerin üretici bilgilerine göre kullanılması gerekmektedir. Vazelin ve parafinli maddeler plastik bileşenlerin şişmesine veya yumuşamasına neden olabilirler.

Endoskoplarda yapılan her müdahaleden hemen önce aletin bütün fonksiyonları üretici bilgilerine göre kontrol edilmelidir.

Solunum tedavi sistemlerinin üretici bilgilerine göre durumları ve fonksiyonları yönünden kontrol edilmesi gerekmektedir.

Elastik aletler kullanım amaçlarına uygun olarak fonksiyonları yönünden kontrol edilmelidirler. En önemli kontroller şunlardır:

- Balonların sağlamlıkları yönünden kontrolü,
- Balon doldurma sistemlerinin sızdırmazlık kontrolü,

- Aletlerin lümenlerinin açıklık yönünden kontrol edilmesi,
- Bağlantıların fonksiyon güvenliği testi,
- Şekil değişiklikleri kontrolü (trakeal tüplerin kıvrılma yarıçapları),
- Gerilim çatlaklıklarının olup olmadığının kontrolü (polisülfon konnektörlerinde).

Hasarlı veya hatalı elastik aletlerin mutlaka ayrılması gerekmektedir. Sık sık görülen hasarlar şunlardır:

- Ayrışmalar (kabarcık oluşumu),
- Çatlak yüzeyler (ozon çatlaklıkları, fil derisi (ince yönsüz) çatlaklıklar, plastik yapı parçalarında gerilim çatlaklıkları),
- Yapışık yüzeyler,
- Sertleşmeler,
- Gözenekli yüzeyler.

Elastik aletlerde ve solunum tedavi sistemlerinde sterilizasyondan önce yağlayıcı ve bakım maddeleri uygulanmamalıdır. Özel bakım önlemleri için üreticiye başvurulmalıdır. Silikonlu kauçuktan mamul elastik aletlerin silikonlu yağla işlenmesi uygun değildir, aksi takdirde şişme olur ve fonksiyonlarını kaybederler. Lastik ve lateks aletlerde, şişmeleri önlemek için parafinli maddelerin kullanımı kesinlikle yasaktır.

KAYNAKLAR

1. Bobb J. Decontamination of the environment equipment and the skin. In: Ayliffe GAJ, Fraise AF, Geddes AM, Mitchell K (eds). Control of Hospital Infection. A Practical Handbook. 4th ed. USA: Oxford University Press Inc., 2000:92-128.
2. Bradley C. Physical and chemical disinfection. In: Ayliffe GAJ, Fraise AF, Geddes AM, Mitchell K (eds). Control of Hospital Infection. A Practical Handbook. 4th ed. USA: Oxford University Press Inc., 2000:75-91.
3. Eldredge GG, Warner JC. Inhibitors and Passivators. In: Uhlig HH (ed). USA: Corrosion Handbook, John Wiley & Sons, 1948.
4. Enhanced Coagulation and Enhanced Precipitative Softening Guidance Manual EPA 815-R-99-012 May 1999.
5. Favero MS, Bond WW. Sterilization, disinfection, and antisepsis in the hospital. In: Balows A, Hausler WJ Jr, Herrmann KR, Isenberg HD, Shadomy HJ (eds). Manual of Clinical Microbiology. 4th ed. Washington DC: American Society of Microbiology, 1991:183-208.
6. Guidelines for Instrument Care. Beere Precision Medical Instruments. (<http://www.beere-medical.com/Prints/pdf/Guide-Instr.%20care.pdf>) (1/28/2003).
7. <http://scholar.lib.vt.edu/theses/public/etd-243012282975860/etd.pdf> (2005).
8. <http://www.heico-switzerland.com/english/products/user.html> (2005).
9. <http://www.ific.narod.ru/Manual/Clean.htm> (2004).
10. [http://www.lenntech.com/water-treatment-chemicals.htm#Corrosion inhibitors](http://www.lenntech.com/water-treatment-chemicals.htm#Corrosion%20inhibitors) (2005).

11. <http://www.mansfield.ohio-state.edu/~sabedon/black12.htm> (2004).
12. Instrument reprocessing of instruments in dental practices-how to do it right. Working group instrument preparation. 3rd ed, (www.a-k-i.org) (2005).
13. Marcus P, Oudar J. Corrosion Mechanism in Theory and Practice. USA: Marcel Dekker Inc., 1995.
14. Microbial and Disinfection By product Rules Simultaneous Compliance Guidance Manual, United States Environmental Protection Agency, Office of Water (4607), EPA 815-R-99-015, August 1999.
15. Rutala WA, Weber DJ and the Healthcare Infection Control Practices Advisory Committee. Draft Guideline for Disinfection and Sterilization in Healthcare Facilities. HICPAC 2b. CDC, 2/20/2002.
16. Sifontes JR, Block SS. Preservation of metals from microbial corrosion. In: Block SS (ed). Disinfection, Sterilization and Preservation. 4th ed. USA: Lea & Febiger, 1991:948-74.
17. Test series and statements working group instrument preparation. 1st ed. (<http://www.a-k-i.org/pdf/grey-ger-eng.pdf>).
18. Tighe SMB. Instrumentation for the Operating Room. 5th ed.
19. Üneri S. Korozyon ve önlenmesi. Ankara: Korozyon Derneği Yayını, 1998:246-54.
20. www.aorn.org (2004).