

---

# Ameliyathane ve Yoğun Bakımda: Dezenfeksiyon, Sterilizasyon ve İnfeksiyonlardan Korunma Yöntemleri

Yrd. Doç. Dr. Fatma ÜLGER

Ondokuz Mayıs Üniversitesi Tıp Fakültesi,  
Anesteziyoloji ve Reanimasyon Anabilim Dalı, SAMSUN

---

**G**erek yoğun bakımlar gerekse ameliyathaneler onlarca farklı insan gücü farklı aletler ve girişimler zinciri ile hastanın çoklu etkenlere maruz kaldığı özellikli yerler olma durumunu korumaktadır.

Ameliyathanelerde entübasyon ile başlayan girişimler, periferik venöz, arteriyel, santral (CVP, PA) ve üriner kateterizasyon ile başlayarak gereğinde epidural, spinal, reyonel girişimler ile devam edebilmektedir. Bu girişimler sadece anesteziyolojiye özgü iken cerrahinin açtığı boşluklar ya da cerrahi girişim sahaları daha geniş alanlara invazyon imkanı sağlamaktadır.

İnfeksiyonu olmayan hastanın hastane ve benzeri kurumlarda izlemi sonrasında ortaya çıkan infeksiyonlar nozokomiyal infeksiyon olarak adlandırılmaktadır. Bunun için 48-72 saat gibi bir sürenin geçmesi gerekmektedir (1). Nozokomiyal infeksiyonlar artmış mortalite ve morbidite ile ilişkilidir. Sıklıkla metisiline dirençli *Staphylococcus aureus* (MRSA) ve genişletilmiş spektrumlu beta-laktamaz (GSBL) üreten gram-negatif bakteriler sorumludur (2). Temel olarak solunum yolu infeksiyonlarını izleyen, kateter ilişkili infeksiyonlar, idrar yolu infeksiyonları ve yara infeksiyonları olarak sınıflanmaktadır. Ekzojen kolonizasyonlar direkt temas, aerosol yayılım, damlacık infeksiyonunun yanı sıra yoğun bakım çalışanlarının elleri, kontamine ekipman, infüzyon ve cihazlarda infeksiyon oluşumu ve yayılımında önemli rol oynamaktadır (3,4). Kaynaklar en sık orofarenks, gastrointestinal yol, üriner sistem ve bu alanlara kolonizasyon *Klebsiella* spp., *Enterobacter* spp., *Serratia* spp., *Pseudomonas* spp. ve *Candida* ile olmaktadır. İnfeksiyona predispozisyon yaratan faktörler aşağıda açıklanmıştır.

### Entübasyon Girişimi ve Mekanik Ventilasyon

Entübasyon solunum yolu direncini üst solunum yolunu by-pass etmesi nedeni ile bozmaktadır. Entübasyon ile başlayan anestezi girişim süreci mekanik ventilasyon, premedikasyon, anestezi ilaçlar, solunum yolu nemlenmesinin uygun-suz olması ve cerrahi girişim sonucunda solunum yolu direnci bozulmaktadır.

Endotrakeal tüp aracılığı ile farenksten-trakeaya ve bronşiyal ağaca bakteri transferi sağlanmaktadır. Aynı zamanda infekte solunum devreleri,ambu-bağlar,kontamine veya infekte mekanik ventilasyon cihazları infekte materyalin hasta-cihaz ilişkisinde karşılıklı rol oynamaktadırlar. Rutin kullanılan opiatlar siliyer aktiviteyi deprese etmektedir (5,6). Atropin mukosilyer sekresyonları kurutarak sekresyon atılımını güçleştirmektedir. Kuru anestezi gazlar siliyer hücreleri ve yavaş mukus akımını baskılamaktadır (7,8). *Escherichia coli*, *Pseudomonas aureginosa* sorumlu patojenler olarak gösterilmektedir. Yapılan çalışmalarda anestezi makinelerinin bakterinin kolonizasyonu ve yaşaması için uygun olmadığı görülmüştür. Ekipman bakteri ile kontamine olsa bile anestezi gazların yeterli sayıda bakterinin hastaya gitmesine neden olmamaktadır. Solunum devresi steril olsun ya da olmasın devre temizse (sekresyon, su vs.) ve günlük değişiyorsa pnömoni riski düşüktür. Bunlara rağmen anestezi makinelerinin postoperatif infeksiyonlardaki rolü yeterince aydınlatılamamıştır (9-12). Çalışmalar sonucunda özetle şu kanılara varılmıştır.

- Anestezi cihazlarının etrafları bakterinin büyümesi ve yaşaması için uygun değildir.
- Anestezi ekipmanı bakteri ile kontamine olsa bile anestezi gazlar bakterilerin hastaya iletimine katkıda bulunmamaktadır.
- Filtre ile veya steril devre olsun ya da olmasın devre temizse ve günlük değiştiriliyorsa pnömoni görülme sıklığı düşük olmaktadır.

### Nöroaksiyal Blokaj ve İnfeksiyon

Endojen ve ekzojen kaynaklı mikroorganizmalar subaraknoid ve epidural yüzeye birçok yol ile ulaşabilirler. Kateter yerleştirilmesi sırasında direkt yol ile olabileceği gibi anestezi uzmanların boğaz ve burun floralarından kontaminasyonun da önemli rol oynadığı rapor edilmiştir (13). Bakteriler epidural yüzeye hematogen yol ile vücudun diğer kısımlarından ulaşabilmektedir. Bu nedenle nöroaksiyal blokaj yapacak anestezi uzmanların steril ameliyathane kıyafeti, steril eldiven ve steril drape kullanmaları önerilmektedir. *Staphylococcus epidermidis* ve *S. aureus* esas etkenler olarak kendini göstermektedir. Obstetrik epidural nöral blokta 1.000.000/4 sıklıkla görülmüştür (14,15).

Sıklıkla rapor edilen santral nöroaksiyal blokaj infeksiyonlarından kolonize cilt, solunum yolu ya da enjeksiyon sırasında kullanılan sıvı sorumlu tutulmuştur. Girişim sırasında maske takılması yerleşimin infeksiyon güvenliği açısından gerekli görülmektedir (16). İnfeksiyon kontrol yöntemleri ve gerekli sterilizasyon ve

dezenfeksiyon kurallarına uyulduğunda nöroaksiyal blokta infeksiyon nadir ortaya çıkmaktadır.

### **İntravenöz Anestezi**

Bakterilerin hastaya geçişi sağlık çalışanlarının elleri ve diğer materyallerle enjektörlerin kontaminasyonu ile olmaktadır. Özellikle sürekli infüzyon ile hastaya verilen ajanların enjektörden çekilmesinden başlayarak infüzyon sisteminin içine girene kadar geçirdiği yolculukta her kademedeki kontamine olabilmekte, infüzyon sisteminin bütünlüğünün bozulduğu her durum yeni kontaminasyonlar için kaynak oluşturmaktadır.

Çoklu kullanılan anestezi ajanlarıyla yapılan bir çalışmada, süksinil kolin, klorprokain, tübokürarin, enjeksiyonluk su, enjeksiyonluk NaCl'in içine 1 milyon, *S. aureus* ve *E. coli* verilerek test edilmiş yedi gün sonra organizmaları %99.6 ile %100 oranında ölmüş olduğu gözlemlenmiştir. Yalnızca insülin, süksinil kolin ve potasyum kloridin, ölme işini yavaşlattığı veya sınırlı sayıda mikroorganizmanın yaşamasına izin verdiği bilinmektedir (17). Anestezi ajanları içinde en sorunlusu içerdiği lipid materyal nedeni ile bakterinin ve fungusların yaşamasına uygun bir ajan olan propofoldür (18,19). Bu nedenle 20 mL'lik ampullerin kullanılması önerilmekte, işlem başlamadan alkol bazlı bir solüsyon ile ellerin yıkanması gerekmektedir. Enjektör, line, stepkok gibi materyaller girişimden önce hazırlanmalıdır. Kullanılmayan propofol atılmalı, aynı materyal başka bir hastaya asla uygulanmamalıdır (20). Kontamine solüsyonlar ya da aynı iğne ile yapılan enjeksiyon girişimleri ile hepatit C taşındığı da birçok çalışmada gösterilmiştir. Anestezi personelinin A grubu beta-hemolitik streptokok taşıyıcısı olma durumunda ameliyat olan hastalar için risk oluşturmaktadır. Sadece cerrahi sahanın steril olmasının da hastayı korumadığı bilinmektedir. Bu nedenle var olan rezervuarların ortadan kaldırılması gerekmektedir. Hepatit B, hepatit C, "Human Immunodeficiency Virus (HIV)", herpes simpleks virüsü hasta kanı ya da serolojisi ile temas eden anestezi personeline geçebilmektedir. Anestezi personelinin hastaya geçiş aynı iğnenin kullanımı ile olabilmektedir (21,22).

### **Respiratuar Tedavi ile İlgili Nozokomiyal İnfeksiyonlar**

- a. Orofarengeal floranın aspirasyonu,
- b. İnfeksiyöz aerosollerin inhalasyonu,
- c. Hematojen yol ile infeksiyon yayılımı.

Orofarenks ve gastrointestinal yol patojenik gram-negatif ve gram-pozitif bakteriler ile kolonize olduklarından tekrarlayan aspirasyonlar ve bozulmuş vücut direnci nedeni ile ortaya çıkmaktadır. Kontamine solunum ekipmanları iki yol ile nozokomiyal pnömoniye yol açar, solunum cihazları gram-negatif basil ile kontamine olmuş ise, sıvı içeren aletler nebulizerler ve nemlendiriciler bakteri ile kontaminasyonu sonrasında ortaya çıkabilirler. Patojen hastaya hastane personeli ya da oda havasındaki dağılımı ile yayılabilir. İkinci olarak direkt olarak ventilatör ile ilişkisi var ise solunum yoluna inoküle olabilmektedir. Sıvı içerikli solunum ci-

hazları nozokomiyal pnömoniler için uygun kaynak oluşturmaktadırlar. Ancak sadece bununla sınırlı kalmayan sistemler mekanik ventilasyon balonları ventilatörler, aerosolize ilaçlar, bronkoskopi, aspirasyon sistemleri ve solunuma destek olan personel ile birden fazla etkenin söz konusu olduğu bir sistem haline gelmektedir (23,25-32).

#### **Entübasyon ve Mekanik Ventilasyon**

Solunum desteği için yapılan entübasyon nozokomiyal pnömoni için artan risk oluşturmaktadır. Nazotrakeal ya da orotrakeal entübasyon patofizyolojik değişiklikler ve izledikleri yol nedeni ile nozokomiyal pnömoniyeye neden olmaktadır (33-35).

- a. Endotrakeal tüp sinüzit ve travmaya neden olabilmektedir.
- b. Sekresyonların yutulması işlemi bozulmaktadır.
- c. Bakteri artışı için rezervuar gibi davranmaktadır.
- d. Hava yolunda bakteri tutulumunu ve kolonizasyonunu arttırmaktadır.
- e. Yabancı bir cisim olarak orofarengeal epiteli travmatize etmektedir.
- f. Kaf basıncına sekonder olarak iskemiye neden olmaktadır.
- g. Siliyer aktivite ve öksürük işlemini bozmaktadır.
- h. Kafın etrafından sekresyonun akciğerlere kaçışını sağlamaktadır.
- i. Sekresyonların aspire edilmesi gerekmektedir.

#### **Solunum Yolu İnfeksiyonlarının Sıklığı**

Mekanik ventilasyon uygulanan hastaların %15 ile %40'ında 48 saatten fazla bir zamanda nozokomiyal pnömoni gelişebilmekte ve artmış ölüm hızına neden olabilmektedir (36-40).

#### **İnfeksiyon ile İlişkili Mekanik Ventilasyon Bileşenleri**

Ekspiratuar kol üzerine yerleştirilen filtre ve kondensasyon tuzağı hastanın ventilatörü, ventilatörün hastayı infekte etmesini engeller. Ama bu gibi filtrelerin nozokomiyal pnömoniyi engellediği gösterilememiştir.

Mekanik ventilatörlerin iç kısmının yüksek seviyede dezenfeksiyonu gerekmektedir. Ancak *P. aeruginosa* ve *Acinetobacter calcoaceticus* var. *anitratus* ventilatör ısı problemlerinde *Burkholderia cepacia* pnömonisi geliştiği durumlarda bu işlem gerekebilmektedir (41-43).

#### **Nebülizer Ekipman**

İnspire edilen havanın nemlenmesi, mekanik ventilasyondaki hasta için oldukça önemlidir. Nemlendiriciler kontamine olurlar ise nozokomiyal pnömoniler için önemli bir kaynak oluşturlar. Kontamine nebulizerler bakterinin direkt akciğer içine yerleşmesine yol açarak nozokomiyal pnömoniyeye yol açabilirler. Distile su kullanılan nebulizerler lejyonella için kaynak oluşturabilmektedirler (44-46).

Pnömoni için başka bir risk faktörü de mekanik ventilasyon devrelerinde inspirasyon kolundaki yoğunlaşmadır. Yoğunlaşan sıvı solunan gazda ve atmosfer havasında ısı değişikliğine yol açar. Bu durumda gram-negatif, gram-pozitif bakteri ile kolonize olurlar.

Yapılan bir çalışmada, iki saatlik kullanım sonrasında solunum devresinin inspiriyum kısmının %33'ü, 24 saatlik kullanım sonrasında %80'i kolonize olmaktadır (47).

Bulaş hastanın sekresyonlarının aspirasyonu, transport, medikal personel ve stafların ventilatuvar manipülasyonu sonrasında ellerini yeterince yıkamaları sonucunda ortaya çıkmaktadır. Solunum devrelerinin kullanım süreleri ile ilgili yapılan çalışmalar sonucunda devrelerin kan sekresyon vs. ile kirli olmadıkları takdirde değişmelerinin nozokomiyal pnömoni açısından çok anlamlı olmadığı sonucu ortaya çıkmıştır. Doldurulan nemlendiricilerde en sık *Pseudomonas fluorescens* üremektedir (48). "Reusable" ventilatör devreleri etilen oksit ile sterilize edilerek kurutulmalıdır. Dirençli mikroorganizma varlığında kimyasal sterilizasyon ve pastörizasyon önerilmektedir. Nemlendiricilerde yalnızca steril su kullanımı önerilmektedir. Sıvı yoğunlaşması ısı ve nem koruyucu ya da higroskopik kondensör kullanımı ile azaltılmaktadır (49,50). Bu sayede ventilatörün solunum devrelerinin rutin değişimine gerek kalmamaktadır. Potansiyel problem artmış ölü boşluk ve artmış solunum rezistansı, endotrakeal tüpün etrafından kaçak ile kurumuş balgam ve trakeobronşiyal ağacın blokajıdır.

Multipl randomize çalışmalarda ventilatör ile ilişkili pnömoniler HME (Heat moisture exchanger) kullanımı ve diğer yöntem karşılaştırılarak ilişkilendirildiğinde HME kullanılan hastalarda pnömoni sıklığı daha düşük bulunmuştur. HME kullanımı hem fiyat açısından hem de nozokomiyal ventilatör ilişkili pnömonilerde geç başlangıç açısından etkin bulunmuştur (51,52).

#### **Ambu ile Ventilasyon**

El ile solunumda ambular acil ventilasyonda, entübe edilen hastanın rutin aspirasyonu sırasında entübe hastanın transportu sırasında ventilatördeki hastanın solunum fizyoterapisi sırasında kullanılmaktadır. Dış yüzey ve bağlantı portu kullanım sırasında kontamine olmaktadır (53). Bu sayede aerosolize olarak hastanın alt solunum yollarına ulaşan infeksiyon etkeni aynı ambu aracılığı ile hastadan hastaya ve yoğun bakım çalışanlarına elden ele dolaşabilmektedir. Yapılan bir çalışmada ambuların yüzey kültürünün %100 pozitif olduğu, ekshalasyon portunda infeksiyon pozitifliğinin %96 olduğu, iç yüzeyinde %12 kültür pozitifliği olduğu ortaya çıkarılmıştır (54). Önlem olarak bütün yoğun bakım çalışanları hasta ile temastan sonra veya kontamine olan herhangi bir kısım ile temastan sonra ellerini yıkamalıdır. Ambular mümkünse disposable kullanılmalı veya sterilize edilmelidir. Üçüncüsü görülebilen sekresyonlar günlük temizlenmeli ve daha sonra alkol ile dezenfekte edilmelidir.

## **NOZOKOMİYAL PNÖMONİDEN KORUNMA YÖNTEMLERİ**

Solunum yolu ile ilgili girişimlerde aseptik teknik kullanılması, solunum yolu ekipmanlarında dezenfeksiyon kullanımı, solunum devrelerinin rutin değişimi önerilmemektedir, ellerin mukoz membranlar ile temastan sonra, sabunla ve su ile yıkanması ya da susuz el antiseptikleri ile dezenfeksiyonu (IA CDC 2001), başın 30-45° yükseltilmesi, devamlı subglottik aspirasyon, noninvaziv mekanik ventilasyonun sıklığı azalttığı gösterilmiştir.

Ek olarak rezervuar patojenlerin tanımlanması ve eliminasyonu, kolonize ve infekte hastaların bariyer korumaya ya da izolasyona alınması, mümkünse ekstübasyon ve nazogastrik tüpün çekilmesi, aşırı sedasyon ve kas gevşeticiden kaçınılması, idrar sondasından en kısa zamanda kurtarılması, steril endotrakeal aspirasyon tekniklerinin kullanılması, gerekli endotrakeal kaf basıncının sağlanması, antibiyotik kullanımının kontrolü sağlanmalıdır (28,29,31,38).

Mekanik ventilasyondaki hastaların hava yolu değerlendirmesi yapıldığında her yedi günde bir solunum yolu devrelerinin değişimi önerilmemektedir, bazı çalışmalarda gerekli değil ise değişim önerilmemektedir. Açık ve kapalı aspirasyon sistemlerin ventilatör ile ilişkili pnömonide belirgin farklılıklar gösterdiği belirtilmiştir. Son çalışmalarda kapalı sistem aspirasyon tekniklerinin ventilatör ile ilişkili pnömonide riskte belirgin azalmaya yol açtığı bildirilmektedir. Isıtılmış humidifer kullanımından kaçınılması ve HME kullanımı ile ventilatör ilişkili pnömonilerin hızında azalma meydana gelmiştir. Subglottik sekresyonların sürekli aspire edilmesinin pnömoni riskini azalttığı gösterilmiştir.

Kinetik rotatuar yatakların kullanılması ile birkaç çalışmada nozokomiyal pnömoninin azaldığı gösterilmiştir damar yollarının korunması ve hasta için konforlu olmaması nedeni ile bazı çalışmalar sınırlandırılmıştır. Noninvaziv pozitif basınçlı ventilasyonun kullanımı ile entübasyona alternatif mekanik ventilasyon avantajları ortaya çıkarılmıştır (55,56). Nozokomiyal pnömonilerden korunmada aşağıdaki önlemlerin dikkate alınması gerekmektedir.

1. Noninvaziv ventilasyonun tercih edilmesi,
2. Uzun süren IV sedasyon ve parolitik ilaçlardan kaçınılması,
3. Altta yatan hastalığın tedavisi,
4. Klinik endikasyon yok ise ekstübasyon ve NG sondanın çıkarılması,
5. Başın 30° ve daha yukarıda tutulması,
6. ETT kaf basıncının izlenmesi,
7. Stres ülser profilaksisinde kullanılan ilaçların değerlendirilmesi,
8. Yoğun bakım dışına transportun değerlendirilmesi,
9. Nutrisyon durumunun değerlendirilmesi ve tüple beslenme,
10. Gereksiz reentübasyondan kaçınılması,
11. Klinik tedavi ve göğüs fizyoterapisinin uygulanması,

12. Aspirasyon tekniklerinin kontrolü,
13. Glottik sekresyonların dikkatli aspirasyonu,
14. Ventilatör devrelerinin rutin değişime tabi tutulmaması,
15. Devrelerin nemlenmesine ve biriken sıvının alınmasına dikkat edilmesi,
16. Hastalar arasında araç ve gereç transferinden kaçınılması,
17. Devre içi medikal nebülizerlerine özen gösterilmesi,
18. Ventilatör devresi, balonu ve spirometrelerin uygun dezenfeksiyonu,
19. Yoğun bakımda kontrollü antibiyotik kullanımı.

### **İnfeksiyonla İlişkili Diğer Solunum Koruma Girişimleri Bronkoskopi ve İnfeksiyon Riski**

Fleksibl fiberoptik bronkoskopi tanı için kullanılmasının yanı sıra kültür almak sitopatolojik ve histopatolojik tanı, entübasyon, pulmoner tuvalet, yabancı cisimlerin çıkarılması için de kullanılmaktadır (57,58).

Craddle ve arkadaşlarının yaptıkları 24.000 bronkoskopide 0.08 majör komplikasyon ve yalnız iki hastada pnömoni ortaya çıkmıştır.

Suratt ve arkadaşlarının 48.000 hastada yaptıkları bronkoskopide infeksiyon komplikasyonu görülmemiştir (59).

### **Nozokomiyal İnfeksiyonun Mekanizması**

Bronkoskopi sırasında hastanın solunum florasının kontamine olması normaldir, çünkü hastanede yatan hastalarda gram-negatif infeksiyon kolonizasyonu ortaya çıkmaktadır. Bronkoskopların çevre florasından, hava yolu yayılımından nonsteril olan yıkama sularından kontamine bölgelerden transport sırasında ya da nonsteril fırçaların kullanımından sonra majör infeksiyon patojenleri özellikle *Pseudomonas* ve nontüberküloz mikobakteriler, sıvıların içinde yaşamaktadırlar. Dolayısıyla bronkoskoptan hastaya, hastadan bronkoskopa karşılıklı bulaş söz konusu olmaktadır. Ancak hastalar infekte olmamaktadır.

Nozokomiyal bulaşlar söz konusu olmakta infeksiyon ve psödoepidemiler ortaya çıkabilmektedir (60-63). Alınan dezenfeksiyon ve sterilizasyon önlemleri ve rezervuar tespitleri ile sorun ortadan kaldırılabilmektedir. Bronkoskop söküldükten sonra uygun bir şekilde temizlenip sterilize edilmelidir. İkincisi bronkoskoplar glutaraldehid ile yıkanıp steril su ile durulanmalıdır.

Hasarlı skopi cihazları infeksiyon materyalleri için odak oluşturduğundan gerekli işlemler ona göre yapılmalıdır. Sonuç olarak bronkoskoplar etilen oksit ya da perasetik asit ya da uygun %2'lik glutaraldehid gibi bir solüsyon ile temizlenmelidir. Sıklıkla %70'lik alkol, povidon-iyot, alkol povidon-iyot, setrimid plus klorheksidin ya da %13 glutaraldehid-fenat kullanılmaktadır (64-67). Ancak dezenfektanların uygun ısıda tüm yüzey ile temas ederek yeterli dezenfeksiyon sağlanmalıdır (68). Nozokomiyal geçişi önlemek için yine el yıkama, uygun sterilizasyon ve dezenfeksiyon işlemlerine devam edilmelidir. Uygun korunma hastanın sekres-



yonlarından ve patojenlerinden tıbbi personelin uzak tutulması için gerekli önlemlerin alınması ile olur.

### **Spirometri**

Force vital kapasitenin ölçümü ve dinamik pulmoner fonksiyonların zamana bağlı temel ölçümleri için düzenlenmiş bir alet olan spirometri *Stenotrophomonas maltophilia* ve *M. tuberculosis* ile kontamine olabilmektedir. Ağıza değen kısmının değişimi ile aletin temizlenebilir yüzeylerinin rutin temizlenmesi ile infeksiyonun geçişi engellenebilmektedir (69-71).

### **Oda Nemlendiricileri**

Nozokomiyal sepsis epidemileri ve pnömoniler *P. aeruginosa* ve *Legionella pneumophila* ile ortaya çıkabilmektedirler (72,73).

### **İnhalasyon Tedavileri**

Aerosolize kontamine tedavilerin direkt solunması alt solunum yolu infeksiyonlarına sebep olmaktadır. Özellikle *Klebsiella pneumoniae* üremektedir. Salin rezervuarların kontaminasyonu multipl etkenlerin infeksiyonuna yol açabilir. *S. marcescens*, *R. pickettii*, *S. aureus*, kontamine patojenler hemşirelerin elleri ile geçebilmekte, sıklığına rağmen alt solunum yolu infeksiyonuna yol açtığı yeterince açık değildir (74,75).

### **Kontamine Besin ve İlaçların Oral Yol ile Alımı**

Kontamine buzların alınımı uzun süreli ventile edilen hastalarda *L. pneumophila* nedeni ile nozokomiyal pnömoniye yol açmaktadır. Buz makinelerinin düzenli temizliği ile bu engellenebilmektedir. Nazogastrik tüplerin kontaminasyonu ile multi doz şişelerin kullanılmaması ve tek kullanımlık şişelerin kullanılması ile bu durum ortadan kaldırılmaktadır (76,77).

### **Aspirasyon Cihazları**

Vücut sıvılarının toplandığı taşınabilir pompalar ya da sabit aspirasyon hatları sıklıkla sedatize ve entübe hastaların farenks ve trakeal aspirasyon materyallerini toplamak için kullanılmaktadır. Aspirasyon materyallerinin toplandığı ünite potansiyel bakteriyel patojenlerin toplandığı ve aerosolize olabildiği bir ortamı yaratabilmektedir. Hastadan dışarı atılan materyal sağlık personelinin elleri ile aspirasyon ünitesine ve oradan da tekrar hastaya ulaşabilmektedir. Kullanılan sistemlerin kapalı olması aerosolizasyonu engelleyebilmekte böylelikle çevresel yayılım engellenebilmektedir. Bu yol ile en sık *S. aureus*, *P. aeruginosa* bulaşları yaşanmaktadır (78,79).

Kapalı ve açık aspirasyon sistemleri kullanımında ağırlıklı olarak daha az desatürasyon ve daha az aritmi görüldüğü, bir çalışmada açık sistemle daha fazla kolonizasyon olduğu görülmüştür. Tüm çalışmalardan çıkan sonuç birinin diğeri- ne daha üstün olmadığı yönündedir. Ancak subglottik sürekli aspirasyon yapılabilen entübasyon tüplerinin pnömoni sıklığını azalttığı gösterilmiştir. Ancak iki çalışma istatistiki açıdan anlamlı bulunmuştur (80,81).



### **Nozokomiyal İnfeksiyonlara Yol Açan İnvasküler Cihazlar**

Vasküler kateterler yoğun bakım ve ameliyathanelerde tedavi, sıvı ve elektrolit düzenlenmesi, kan ürünlerinin verilmesi ve beslenme tedavileri için kullanılmaktadır. Uzun süreli ve kısa süreli kullanımlar için farklı türleri kullanılmaktadır.

Katetere bağlı infeksiyonlar, kolonizasyon, lokal infeksiyon, dış yüzey infeksiyonu, tünel infeksiyonu, katetere bağlı hematojen infeksiyonlar, primer hematojen infeksiyonlar olarak ortaya çıkabilmektedir (82).

Kısa süreli kateterlerde ciltten kaynaklanan etkenlerin dolaşıma girmesi ile kapiller dolaşım sorumlu tutulmaktadır. Uzun süreli kateterlerde (üç haftadan uzun kullanım) yayılım ağırlıklı olarak lümenin iç yüzeyine yerleşen mikroorganizmalar nedeni ile olabilmektedir. Bu nedenle girişimsel tüm durumlarda olduğu gibi kateter yerleştirilmesi sırasında önce ellerin yıkanarak bane maske steril ameliyat giysileri ve steril giyilmiş eldiven sonrasında önceden tercihan povidon-iyot ile temizlenmiş sahanın steril olarak örtülüp, gerekirse steril drape ile kaplandıktan sonra girişim yapılması girişim sırasında yayılacak infeksiyon sıklığını azaltacaktır (83,84). Yapılan girişimin başarısı açısından çoklu ponksiyonların, girişim yapılan bölgenin (inguinal, antekübital, subklavyen, jugüler) önemi bilinmektedir. Antiseptik ile kaplı kateterlerin hastaları katetere bağlı hematojen infeksiyonlardan koruduğu gözlenmiştir. Uzun süreli kateterlerin tünelli ya da tünelsiz takılması da risk faktörleri arasındadır. Kullanılan kateterlerin tek ya da çoklu lümen içermesi infeksiyon yerleşim hızında değişikliğe yol açabilmektedir. Total parenteral nütrisyona için kullanılan kateterler içerdiği lipit, şeker oranı yüksek sıvılar nedeni ile infeksiyona yol açabilmektedir (85-88).

İnfeksiyon için dört ana durum söz konusu olabilmektedir.

- Hastadan kaynaklanan protein materyaller (fibronektin, fibrinojen, laminin, trombospondin ve kollajen),
- Mikrobiyal faktörler,
- Kateter materyali (silikon, polivinil klorid, teflon),
- İyatrojenik faktörler.

Kateterin yüzeyi, hidrofobik olması, yüzey elektrik yükü, yüzey düzensizliği, kateter defektleri, yüzeyin trombojenitesi, mikrobiyal yapışmaya olan katkısı gibi etkenler infeksiyon sıklığı için risk oluşturabilmektedir.

### **GENEL KORUYUCU STRATEJİLER**

Yoğun bakım ünitelerinde nozokomiyal infeksiyonlardan, el yıkama gibi basit önlemler ile korunulabilmektedir. Santral girişimlerde temel hijyen ve bakım ile ilgili önlemlerin alınması gerekmektedir. Sağlık çalışanlarının ellerinin birçok çalışmada infeksiyon yayılımı için yüksek risk oluşturduğu bilinmektedir.

Ellerin alkol bazlı el yıkama solüsyonlarıyla temizlenmesi sonucunda kontaminasyonun azaldığı kanıtlanmıştır. El yıkama işleminin infeksiyon önleme komi-

teleri tarafından kurallara bağlanması ile birçok açıdan kolaylıklar ortaya çıkmıştır (89-91).

Yoğun bakım infeksiyonlarında hasta hemşire oranı infeksiyon korunma yöntemleri içerisinde oldukça önemli bir parametredir. İnfeksiyon yayılımının engellenmesinde bir hastaya bir hemşire bakımı en önemli kuraldır. Ancak bu sistem ülkemiz koşullarında özel hastaneler haricinde var olan kaynakların kısıtlılığı nedeni ile uygulamaya konulamamaktadır. Hemşire hasta sayısı ilişkisi ile kanla yayılan infeksiyonlar arasında oldukça bağımlı bir ilişki ortaya çıkmıştır (92).

İkincil olarak alınacak infeksiyon koruma yöntemlerinin uygulanmaya konması ile nozokomiyal infeksiyonlarda ciddi bir azalma görülmüştür (93). CDC kriterlerinin uygulamaya konması ile sistem denetlenebilmektedir.

Üçüncü olarak devamlı araştırmalar ile ajanların etkinliği ve stratejiler gözden geçirilerek immün direncin etkinliği kontrol edilmeye çalışılmaktadır. İmmünoterapilerin yanı sıra düzenli kan şekeri kontrolü ile immün direncin desteklenmesi de infeksiyon önleme çalışmalarına katkıda bulunmaktadır (94). Nozokomiyal infeksiyon risk indekslerinin geliştirilmesi risk altındaki hastaların tanımlanması için esası oluşturmaktadır (95,96).

Genel yoğun bakım hastaları için nozokomiyal infeksiyonlardan korunma yöntemleri yeni teknikler ve immün direnç modülasyonu yapılması yoğun bakımın gelecek çalışmaları için baz sağlayacaktır.

Sonuç olarak nozokomiyal infeksiyonlar artmış morbidite ve mortalite ile hastane ortamlarının özellikle de yoğun bakım ünitelerinin önemli problemleri arasında yer almaktadır. Multidisipliner yaklaşımlar ile tüm yoğun bakım çalışanları korunma önlemlerini uyguladıklarında nozokomiyal infeksiyonların azaltılmasında başarılı olunabilmektedir. Risk faktörlerine karşı uyanık olunması ve el yıkanması gibi basit koruyucu önlemler bu infeksiyonların sıklığını ve etkinliğini azaltmaktadır. Ortaya çıktığında mikrobiyolojik verilerin ışığında uygun antibiyotik ve infeksiyon hastalıkları konsültanının önerileri doğrultusunda antibiyotik rezistansını da engellemeye çalışarak tedavi edilmelidir.

## **DEZENFEKSİYON ve STERİLİZASYON**

### **İdeal Bir Dezenfektanın Özellikleri**

1. Geniş spektrum: Geniş antimikrobiyal spektrumu olmalıdır.
2. Hızlı etki: Hızlı ve etkin bir şekilde bakteriyi öldürmelidir.
3. Organik materyallerle karşılaştığında etkin olabilmelidir (kan, balgam, feçes) ve sabun deterjan, diğer kimyasallar ile geçimli olmalıdır.
4. Nontoksik: Hastaya zarar vermemelidir.
5. Yüzey uyumu enstrüman ve metalik yüzeyleri çürütmemeli ve giysi, lastik, plastik ve diğer materyaller ile uyumlu olmalıdır.
6. Rezidüel etkisi de tedavi edici koruyucu olmalıdır.

7. Kullanımı kolay olmalıdır.
8. Kokusuz olmalıdır: Rutin kullanımda kokusu rahatsız edici olmamalı ve kullanıcıya kolaylık sağlamalıdır.
9. Ekonomik olmalıdır.
10. Suda eriyebilmelidir.
11. Konsantre iken ve dilüe edildiğinde stabil olmalıdır.
12. İyi bir temizleyici olmalıdır.
13. Çevre dostu olmalıdır.

Yoğun bakımlarda infeksiyon açısından yüksek riskli parçalar önem derecelerine ve hasta invazyonlarına göre kritik, yarı kritik ve kritik olmayan şekilde üçe ayrılmaktadır.

**Kritik donanımlar:** Yüksek risk ile infeksiyon oluşturabilecek materyallerdir. Bunlar cerrahi materyaller, kardiyak ve üriner kateterler, implantlar, steril vücut boşluklarında kullanılan ultrason problemlerini içerebilmektedir.

Isı duyarlılar etilen oksit, hidrojen peroksit, sıvı kimyasal sterilizanlar, %2.4 glutaraldehid bazlı formülasyonlar, %0.95 glutaraldehid ile %1.64 fenol/fenat, %7.5'lik stabilize hidrojen peroksit, %7.35 hidrojen peroksit ile %0.23 perasetik asit, %0.2 perasetik asit ve %0.08 perasetik asit ve %1.0 hidrojen peroksit şeklindedir. Bu materyaller uygun yönergeler dahilinde konsantrasyonları, temas zamanları, ısı ve pH'larda kullanılmalıdır.

**Yarı kritik donanımlar:** Solunum terapilerinde kullanılan materyaller ve anestezi ekipmanları, bazı endoskoplar, larenoskop bladeleri, özefageal manometre problemleri, rektal manometri kateterleri, diyafram halkaları, bu kategoriye girmektedir. Bu medikal cihazlar mikroorganizmalardan arındırılmıştır. Ancak az miktarda bakteriyel spor içerebilir. Sağlam dokular genellikle dirençlidir ancak diğer bakteriler, mikobakteri ve virüsler şüpheli etken olabilmektedir. Bu grup cihazlar yüksek düzey kimyasal dezenfeksiyona gerek duymamaktadırlar. Glutaraldehid, hidrojen peroksit, ortofitalaldehid (OPA) ve perasetik asit ile hidrojen peroksit, kullanılması önerilmektedir. Laparoskop ve endoskopların steril dokulara girmesi nedeni ile hastadan hastaya geçişte steril edilmesi gerekmektedir. Fleksibl endoskoplar gerek girinti çıkıntıları ve dar lümenleri nedeni ile temizlenmeleri zor olmaktadır, bu nedenle özenli bir yüksek seviye dezenfeksiyona tabi tutulmalıdır. Bu nedenle dezenfeksiyon sonrasında steril su ile yıkanarak hava ile kurutulması gerekmektedir. Paketlenip saklandığı takdirde uzun süreli rekontaminasyondan korunabilmektedir. Bazı parçalar hasta ile direkt temas etmese bile dezenfekte edilmeleri gerekmektedir. Hidroterapi tankları, hasta yatak parmaklıkları vs. gibi, orta düzey dezenfektanlar ile temizlenebilmektedir (penolik, iyodoform, alkol, klorin).

**Kritik olmayan donanımlar:** Bu materyaller mukoz membranlar ile değil yalnızca normal cilt ile temas etmekte olanlardır. Bu nedenle dezenfekte edilmeleri

gerekmemektedir. Örneğin; hasta sürgüleri, kan basıncı manşonları, koltuk değnekleri, yatak korkulukları, hasta mobilyaları, yemek kapları, zemin gibi bölgelerin sterilizasyonu gerekmemektedir ancak hastaya bakteri ve diğer infeksiyon ajanlarının transmisyonuna neden olmaları yüzünden bu bölgelerin dezenfeksiyonu gereklidir. Özellikle *Listeria*, *E. coli*, *Salmonella*, VRE, MRSA, yeast (*Candida*), *Mycobacteria* (*M. tuberculosis*), virüsler, 30-60 saniyede yok edilebilmektedirler (97,98).

İyi bir temizlik sistemi ve “reusable” giysilerin düzenli olarak kullanılması ile infeksiyon oranlarında başarı yakalanabilmektedir.

### **DEZENFEKSİYON ve STERİLİZASYONUN ETKİNLİĞİNİ BELİRLEYEN FAKTÖRLER**

Bakterilerin lokalizasyonu ve sayısı sterilizasyon ve dezenfeksiyon işlemlerinde önemli rol oynamaktadır. Az sayıda bakteri için süre daha az iken sayı artışıında süre artmaktadır dar geçişler, girintili çıkıntılı bölgeler kapalı bölgeler daha zor ve uzun sürede temizlenirken, düz yüzeylerin temizliği daha kolay olmaktadır.

Bakterinin rezistansı, dezenfektanın gücü ve konsantrasyonu, fiziksel ve kimyasal faktörler, organik ve inorganik maddeler, temas süresi, biyofilm tabakalar bu işlemler sırasında önemli olmaktadır.

### **KİMYASAL DEZENFEKTANLAR**

#### **Alkol Çözeltileri**

Etil ve izopropil alkol olarak tüberkülozid, fungusid ve virüs id olarak kullanılmaktadır. Ancak bakteri sporlarını etkilememektedir. Optimum bakterisidal konsantrasyon %60-90 arasındadır. Medikal ve cerrahi materyallerin sterilizasyonu ve dezenfeksiyonu için önerilmemektedir. Sıklıkla oral ve rektal termometreler, hastane dosyaları, makaslar, stetoskoplar, fiberoptik endoskoplar ventilatörlerin dış yüzeyleri,ambu bağların dış yüzeyleri için kullanılabilir (99,100).

#### **Klorin ve Klorin Bileşenleri**

Hipoklorid sıvı ve katı olarak oldukça geniş kullanım alanına sahip dezenfektan formlarıdır. %5.25 ve 6.15'lik solüsyonları kullanılmaktadır. Geniş spektrumlu bakterisidal aktiviteye sahiptir. Ucuz ve hızlı etkilidir (101).

Yüksek konsantrasyonlarda metal yüzeylerde korozif etkinliği vardır, organik maddeleri inaktive edebilmektedir, kumaşların renklerini attırabilmektedir, amonyak ve asit ile birleştiğinde toksik gazlar oluşturabilmekte, ancak çevre kirliliğine yol açmamaktadır (102).

#### **Formaldehid**

Sıvı ve gaz formasyonunda kullanılan dezenfektan ve sterilizan özelliğe sahip bir materyaldir. Sıvı bazlı bir solüsyon olan formalin ile %37'lik formaldehid olarak bulunmaktadır (103). Formaldehid alkol kombinasyonu kimyasal sterilizan ve formaldehid yüksek etkinlikte bir dezenfektandır. Kötü ve irrite edici kokusu ol-

dukça düşük konsantrasyonlarda bile ortaya çıkabilmektedir. Paraformaldehid formaldehidin solid polimeri olarak ısı ile vaporize edilerek laminar akımla gaz dekontaminasyonu için kullanılmaktadır.

### **Glutaraldehid**

Satüre dialdehid olan glutaraldehid etkin bir dezenfektan ve kimyasal sterilizan olarak kabul edilmiştir (104). Sıvı solüsyonu asidik olan glutaraldehidin sporosid özelliği yoktur. Yalnızca alkali solüsyon olarak kullanıldığında pH 7.5-8.5 aralığında sporosid özelliği vardır.

Ağırlıklı olarak endoskoplar, spirometri tüpleri, diyalizerler, transduserler, anestezi ve solunum tedavisi ekipmanları, hemodiyaliz ve diyalizat sistemleri, laparoskopi de kullanılan dispoziibl plastik trokarların temizliğinde kullanılabilir. Metal için korozif olmadığı gibi lens aletlerine, plastik ve lastik materyale zarar vermemektedir. Kritik olmayan yüzeylerin temizliğinde oldukça toksik ve pahalıdır.

### **Hidrojen Peroksit**

Hidrojen peroksit oldukça fazla mikroorganizmaya bakteriye, mantara, virüse ve spora etkinliği olan bir maddedir. %3'lük hidrojen peroksit solüsyonu canlı olmayan yüzeylerde stabil ve etkin bir dezenfektandır. %3-6 konsantrasyonlarda yumuşak kontak lenslerin, tonometre biprizmaları ventilatörler, dokumalar ve endoskoplar dezenfeksiyonunda kullanılabilir. Üriner drenaj torbalarının içerisine konulduğunda mikrobiyal kontaminasyonu engellediği bilinmektedir. Kateter ile ilişkili bakteriürilerde ise sıklığı azaltmamıştır.

### **İyodoforlar**

İyodin solüsyonları sağlıkla ilgili yerlerde uzun zamandan beri kullanılmakta olan primer doku ve cilt dezenfektanıdır. Aynı zamanda antiseptik ve dezenfektan olarak da kullanılmaktadır.

İyodofor genellikle iyodin ile çözünür ya da taşıyıcı olarak kombine edilmektedir. En sık kullanılan povidon-iyot çözeltisidir. İyodoforların sporosid etkileri yoktur, ancak tübekülosidal, fungusidal, virüsidal ve bakterisidal etkileri için kullanılması önerilmektedir.

Sıklıkla antiseptik olarak kullanılmasının yanında kan kültür şişelerinin ve medikal ekipmanların, hidroterapi tanklarının termometrelerin ve kullanıldıktan sonra endoskopların temizliğinde kullanılmaktadır. İyodofor kombinasyonları iyottan arındırılmış bir şekilde antiseptik olarak ve dezenfektan olarak formüle edilmişlerdir. İyodin ve iyodin bazlı antiseptiklerin silikon yapıdaki kateterlerde ve silikon tüplerde antiseptik olarak kullanılması yan etkileri nedeni ile önerilmemektedir (105,106).

### **Ortofitalaldehid (OPA)**

%0.55 1,2-benzenedikarboksialdehid ya da OPA, şeffaf, soluk mavi pH'sı 7.5 olan bir solüsyondur. Oldukça geniş bir etkinlik alanı vardır bilinen göz ve burun

pasajına ait iritasyon etkisi yoktur. pH 3-9 arasında mükemmel bir stabilizasyonu mevcuttur. Mikroorganizmalar ve sporlar üzerinde oldukça geniş bir etkinliği vardır. Özellikle endoskopların temizliğinde kullanılmaktadır (107,108).

#### **Perasetik Asit**

Perasetik asit ya da peroksiasetik asit tüm mikroorganizmalar üzerine etkinliği olan bir sterilizandır. Düşük ısılarda organik maddeler ve sporsid etkiler vardır. Otomatik makinelerde medikal (endoskop, artroskop), cerrahi ve diş ile ilgili materyallerin kimyasal sterilizasyonunda kullanılmaktadır (109).

#### **Perasetik Asit ve Hidrojen Peroksit**

%0.23 perasetik asit ve %7.35 hidrojen peroksitin bakteriyel sporlar ve tüm mikroorganizmalar üzerinde etkinliği gösterilmiştir. Özellikle glutaraldehid dirençli mikobakterileri etkisiz hale getirmektedir. Endoskopların, hemodiyaliz cihazlarının dezenfeksiyonu için kullanılmaktadır (110).

#### **Fenolikler**

Yüksek konsantrasyonlarda kullanılan fenol deriveleridir. Ortofenilfenol ve ortho-benzyl-para-chlorofenol şeklinde kullanılırlar. Başlangıçta germisid olarak kullanılır iken sonrasında cerrahi için antiseptik olarak kullanılmaya başlanmıştır. Fungusid, tüberkülosid ve virüsid olarak kullanılmaktadır. Özellikle hastane yüzey temizliğinde ve kritik olmayan tıbbi cihazların temizliğinde kullanılması önerilmektedir. Ancak kritik araçların ön temizliği ve dekontaminasyonu için kullanıldığı gibi yarı kritik cihazların son sterilizasyonu ya da etkin dezenfeksiyonu içinde kullanılmaktadır (111).

#### **Kuarterner Amonyum Bileşikleri**

Dezenfektan olarak oldukça sık kullanılmaktadırlar. Fungusid, bakterisid ve virüsid olarak etkinliği vardır. Sıklıkla çevre sağlığı ve kritik olmayan yüzeylerin mobilyaların ve duvarların temizliğinde kullanılmaktadır. Hasta cildine temas eden tansiyon manşonu gibi yüzeylerin temizliğinde de kullanılabilir (112,113).

### **KAYNAKLAR**

1. Key TE. The history of surgical anesthesia. New York: Shuman's, 1945:14-28.
2. Shepard DAE. John Snow and research. Can J Anaesth 1989;36:224-41.
3. Anonymus. Recommended practices for cleaning and processing anesthesia equipment association of perioperative registered nurses. AORN J 2001;73:957-62, 964, 966.
4. Anonymus. Reuse of single use devices. Association of perioperative registered nurses. AORN J 1992;56:715-20.
5. Hilding AC, Hilding JA. Tolerance of respiratory mucous membrane to trauma: surgical swabs and intratracheal tubes. Ann Otol Rhinol Laryngol 1962;71:455-79.
6. Sanada Y, Kojima Y, Fonkalsrud EW. Injury of cilia induced by tracheal tube cuff. Surg Gynecol Obstet 1982;154:648-52.

7. Burton JDK. Effects of dry anaesthetic gases on the respiratory mucous membrane. *Lancet* 1962;1:235-8.
8. Forbes AR. Humidification and mucous flow in the intubated trachea. *BJA* 1973;45:874-8.
9. Sackner MA, Landa J, Hirsch J, et al. Pulmonary effect of oxygen breathing. 6 hour study in normal men. *Ann Intern Med* 1975;82:40-3.
10. Smith JR, Howland WS. Endotracheal tube as a source of infection. *JAMA* 1959;169:343-5.
11. Dominquez de Villota E, Avello F, Granados MA, et al. Early postsurgical bacterial contamination of the airways: a study on 28 open-heart patients. *Acta Anaesth Scand* 1978;22:227-33.
12. Olds JW, Kisch AL, Eberle BJ, et al. *Pseudomonas aeruginosa* respiratory tract infection acquired from a contaminated anesthesia machine. *Am Rev Respir Dis* 1972;105:628-32.
13. Philips BJ, Ferguson S, Armstrong P, et al. Surgical face masks are effective in reducing bacterial contamination caused by dispersal from the upper airway. *Br J Anaesth* 1992;69:407-8.
14. Yaniv LG, Potasman I. Iatrogenic meningitis: an increasing role for resistant viridans streptococci? Case report and review of the last 20 years. *Scand J Infect Dis* 2000;32:693-6.
15. Eisen SM, Rosen N, Winesanker H, et al. The routine use of lumbar epidural anaesthesia in obstetrics: a clinical review of 9.532 cases. *Can Anaesth Soc J* 1960;7:280-9.
16. Abolueish E, Amortegui AJ, Taylor FH. Are bacterial filters needed in continous epidural analgesia for obstetrics? *Anesthesiology* 1992;77(3A):A1 158 abst.
17. O'Kelly SW, Marsh D. Face masks and spinal anaesthesia [letter]. *Br J Anaesth* 1993;70:239.
18. Berry CB, Gillespie T, Hood J, et al. Growth of micro-organism in solutions of intravenous anaesthetic agent. *Anaesthesia* 1993;48:30-2.
19. Tessler M, Dascal A, Gioseffini S, et al. Growth curves of *Staphylococcus aureus*, *Candida albicans*, and *Moraxella osloensis* in propofol and other media. *Can J Anaesth* 1992;39:509-11.
20. Sosis MB, Braverman B, Villaflor E. Propofol, but not thiopental, supports the growth of *Candida albicans*. *Anesth Analg* 1995;81:132-4.
21. Walter CW. The infector on surgical team. *Clin Neurosurg* 1966;14:361-79.
22. Cody SH, Nainan OV, Garfein RS, et al. Hepatitis C virus transmission from an anesthesiologist to a patient. *Arch Intern Med* 2002;162:345-50.
23. Chevret S, Hemmer M, Carlet J, et al. Incidence and risk factors of pneumonia acquired in intensive care units. Results from a multicenter prospective study on 996 patients. European Cooperative Group on Nosocomial Pneumonia. *Intensive Care Med* 1993;19:256-64.
24. Fleming CA, Balaguera HU, Craven DE. Risk factors for nosocomial pneumonia. Focus on prophylaxis. *Med Clin North Am* 2001;85:1545-63.
25. Craven DE, Steger KA, Barber TW. Preventing nosocomial pneumonia: state of the art and perspective for the 1990s. *Am J Med* 1991;91:44-54.
26. McEachern R, Campbell GD Jr. Hospital acquired pneumonia: epidemiology, etiology and treatment. *Infect Dis Clin North Am* 1998;12:761-79.
27. Eggimann J, Pittet D. Infection control in the ICU. *Chest* 2001;120:2059-93.
28. Engemann J, Kaye KS. Ventilator associated pneumonia. *Semin Infect Control* 2001;1:255-66.
29. Keenan SP, Heyland DK, Jacka MJ, et al. Ventilator associated pneumonia. Prevention, diagnosis, and therapy. *Crit Care Clin* 2002;18:107-25.
30. Kollef MH. Epidemiology and risks factors for nosocomial pneumonia. Emphasis on prevention. *Clin Chest Med* 1999;20:653-70.



31. Ferrer R, Artigas A. Clinical review: nonantibiotics strategies for preventing ventilator associated pneumonia. *Crit Care* 2002;6:45-41.
32. Cook D, De Jonghe B, Brochard L, et al. Influence of airway management on ventilator associated pneumonia: evidence from randomized trials. *JAMA* 1998;279:781-7.
33. Craven DE, Barber TW, Steger KA, et al. Nosocomial pneumonia in the 1990s update of epidemiology and risk factors. *Semin Respir Infect* 1990;5:157-72.
34. Levine SA, Niederman MS. The impact of tracheal intubation on host defenses and risks for nosocomial pneumonia. *Clin Chest Med* 1991;12:523-43.
35. Koerner RJ. Contribution of endotracheal tubes to the pathogenesis of ventilator associated pneumonia. *J Hosp Infect* 1997;35:83-9.
36. Tejada Artigas A, Bello Dronza S, Chacon Valles E, et al. Risk factors for nosocomial pneumonia in critically ill trauma patients. *Crit Care Med* 2001;29:304-9.
37. George DL, Falks PS, Wunderink RG, et al. Epidemiology of ventilator acquired pneumonia based on protected bronchoscopic sampling. *Am J Respir Crit Care Med* 1998;158:1839-47.
38. George DL. Epidemiology of nosocomial ventilator associated pneumonia. *Infect Control Hosp Epidemiol* 1993;14:163-9.
39. Bryant LR, Trinkle JK, Mobbin-Uddin K, et al. Bacterial colonization profile with tracheal intubation and mechanical ventilation. *Arch Surg* 1972;104:647-51.
40. Cook DJ, Walter SD, Cook RJ, et al. Incidence of and risk factors for ventilator-associated pneumonia in critically ill patients. *Ann Intern Med* 1998;129:433-40.
41. Vanderbroucke-Grauls C, Kerver AJH, Rommes JH, et al. Endemic *Acinetobacter anitratus* in a surgical intensive care unit: mechanical ventilators are reservoirs. *Eur J Clin Microb Infect Dis* 1988;7:485-489.
42. Weems JJ Jr. Nosocomial outbreak of *Pseudomonas cepacia* associated with contamination of reusable electronic ventilator temperature probes. *Infect Control Hosp Epidemiol* 1993;14:583-6.
43. Berthelot P, Grattard F, Mahul P, et al. Ventilator temperature sensors: an unusual source of *Pseudomonas cepacia* in nosocomial infection. *J Hosp Infect* 1993; 25:33-43.
44. Craven DE, Lichtenberg DA, Goularte TA, et al. Contaminated medication nebulizers in mechanical ventilator circuits. Source of bacterial aerosols. *Am J Med* 1984;77:834-8.
45. Sanders CV Jr, Luby JP, Johanson WG Jr, et al. *Serratia marcescens* infections from inhalation therapy medications: Nosocomial outbreak. *Ann Intern Med* 1970;73:15-21.
46. Botman MJ, de Krieger RA. Contamination of small volume medication nebulizers and its association with oropharyngeal colonization. *J Hosp Infect* 1987;10:204-8.
47. Craven DE, Goularte Ta, Make BJ. Contaminated condensate in mechanical ventilator circuits. A risk factor for nosocomial pneumonia? *Am Rev Respir Dis* 1984;129:625-8.
48. Redding PJ, Mc Walter PW. *Pseudomonas fluorescens* cross infection due to contaminated humidifier water. *Br Med J* 1980;281:275.
49. Shelly M, Bethune DW, Latimer RD. A comparison of five heat and moisture exchangers. *Anaesthesia* 1982;37:1074-7.
50. McIntyre Nr, Anderson HR, Silver RM, et al. Pulmonary function in mechanically ventilated patients during 24 hour use of a hygroscopic condenser humidifier. *Chest* 1983;84:560-4.
51. Kirton OC, DeHavenB, Morgan J, et al. A prospective, randomized comparison of an in line heat moisture exchange filter and heated wire humidifiers; rates of ventilator associated early onset (community-acquired) or late onset (hospital-acquired) pneumonia and incidence of endotracheal tube occlusion. *Chest* 1997;112:1055-9.

52. Salemi C, Padilla S, Canola T, et al. Heat and moisture exchangers used with biweekly circuit tubing changes: effect on costs and pneumonia rates. *Infect Control Hosp Epidemiol* 2000;21:737-9.
53. Thompson AC, Wilder BJ, Powner DJ. Bedside resuscitation bags: a source of bacterial contamination. *Infect Control* 1985;6:231-2.
54. Weber DJ, Wilson MB, Rutala WA, et al. Manual ventilation bags as a source for bacterial colonization of intubated patients. *Am Rev Respir Dis* 1990;142:892-4.
55. Girou E, Schortgen F, Delclaux C, et al. Association of noninvasive ventilation with nosocomial infections and survival in critically ill patients. *JAMA* 2000;284:2361-7.
56. Nouridine K, Combes P, Carton MJ, et al. Does noninvasive ventilation reduce the ICU nosocomial infection risk? A prospective clinical survey. *Intensive Care Med* 1999;25:567-73.
57. Jolliet P, Chevolet JC. Bronchoscopy in the intensive care unit. *Int Care Med* 1992;18:160-9.
58. Lee A, Wu CL, Feins RH, et al. The use of fiberoptic endoscopy in anesthesia. *Chest Surg Clin North Am* 1996;6:329-47.
59. Suratt PM, Smiddy JF, Elliott RC. Complications associated with fiberoptic bronchoscopy. *Chest* 1976;69:747-51.
60. Rutala WA, Weber DJ. Environmental issues and nosocomial infections. In: Farber BF (ed). *Infection Control in Intensive Care*. New York: Churchill Livingstone, 1987:131-71.
61. Weber DJ, Rutala WA. Environmental issues and nosocomial infections. In: Wenzel RP (ed). *Prevention and Control of Nosocomial Infections*. 3<sup>rd</sup> ed. Baltimore: Williams & Wilkins, 1997:491-514.
62. Spach DH, Silverstein FE, Stamm WE. Transmission of infection by gastrointestinal endoscopy and bronchoscopy. *Ann Intern Med* 1993;18:117-28.
63. Weber DJ, Rutala WA. Lessons from outbreaks associated with bronchoscopy. *Infect Control Hosp Epidemiol* 2001;22:403-8.
64. Leers WD. Disinfecting endoscopes; how not to transmit *Mycobacterium tuberculosis* by bronchoscopy. *Can Med Assoc J* 1980;123:275-80.
65. Nelson KE, Larson PA, Schraufnagel DE, et al. Transmission of tuberculosis by flexible fiberbronchopes. *Am Rev Respir Dis* 1983;127:391-2.
66. Weinstein HJ, Bone RC, Ruth WE. Contamination of a fiberoptic bronchoscope with *Proteus* species. *Am Rev Respir Dis* 1977;116:541-3.
67. Dawson DJ, Armstrong JG, Blacklock ZM. Mycobacterial cross-contamination of bronchoscopy specimens. *Am Rev Resp Dis* 1982;126:1095-7.
68. Centers for Disease Control. Nosocomial infection and pseudoinfection from contaminated endoscopes and brochosopes-Wisconsin and Missouri. *MMWR CDC Surveill Summ* 1991; 40:675-8.
69. Hazaleus RE, Cole J, Berdishewsky M. Tuberculin skin test conversion from exposure to contaminated pulmonary function testing apparatus. *Respir Care* 1981;26:53-5.
70. Rutala DR, Rutala WA, Weber DJ, et al. Infection risks associated with spirometry. *Infect Control Hosp Epidemiol* 1991;12:89-92.
71. Burgos F, Torres A, Gonzales J, et al. Bacterial colonization as a potential source of nosocomial respiratory infections in two types of spirometer. *Eur Respir J* 1996;9:2612-7.
72. Ahlgren EW, Chapel JF, Dorn GL. *Pseudomonas aeruginosa* infection potential of oxygen humidifier devices. *Respir Care* 1977;22:383-5.

73. Goodison RR. *Pseudomonas* cross-infections due to contaminated humidifier water. Br Med J 1980;281:1288.
74. Anderson RL, Bland LA, Favero MS, et al. Factors associated with *Pseudomonas picketti* intrinsic contamination of commercial respiratory therapy solutions marketed as sterile. Appl Environ Microbiol 1985;50:1343-8.
75. Rutala WA, Stiegel MM, Sarrubi FA Jr. A potential infection hazard associated with the use of disposable saline vials. Infect Control 1984;5:170-2.
76. Rutala WA, Weber DJ. Water as a reservoir of nosocomial pathogens. Infect Control Hosp Epidemiol 1997;18:609-16.
77. File TM Jr, Tan JS, Thomson RB Jr, et al. An outbreak of *Pseudomonas aeruginosa* ventilator associated respiratory infections due to contaminated food coloring dye-further evidence of the significance of gastric colonization preceding nosocomial pneumonia. Infect Control Hosp Epidemiol 1995;16:417-8.
78. Lowbury EJ, Thom BT, Lilly HA, et al. Sources of infection with *Pseudomonas aeruginosa* in patients with tracheostomy. J Med Microbiol 1970;3:39-56.
79. Stiver HG, Clark J, Kennedy J, et al. *Pseudomonas* sternotomy wound infection and sternal osteomyelitis. Complications after open heart surgery. JAMA 1979;241:1034-6.
80. Mahul P, Auboyer C, Jospe R, et al. Prevention of nosocomial pneumonia in intubated patients: respective role of mechanical sub glottic secretions drainage and stress ulcer prophylaxis. Intensive Care Med 1992;18:20-5.
81. Smulders K, van der Hoeven H, Weers-Pothoff I, et al. A randomized clinical trial of intermittent sub glottic secretion drainage in patients receiving mechanical ventilation. Chest 2002;121:858-62.
82. Maki DG, Weise CE, Sarafini HW. A semiquantitative culture method for identifying intravenous catheter related infection. N Engl J Med 1977;296:1305-9.
83. Raad I, Hohn DC, Gilbreath BJ, et al. Prevention of central venous catheter related infections by using maximal sterile barrier precautions during insertion. Infect Control Hosp Epidemiol 1994;15:231-8.
84. Levin A, Mason AJ, Jindal KK, et al. Prevention of hemodialysis subclavian vein catheter infections by topical povidone iodine. Kidney Int 1991;40:934-8.
85. Strand CL, Wajsborth RR, Sturman K. Effect of iodofor vs iodine tincture skin preparation on blood culture contamination rate. JAMA 1993;269:1004-6.
86. Calfee DP, Farr BM. Comparison of four antiseptic preparation for skin in the prevention of contamination of percutaneously-drawn blood cultures: a randomise trial. J Clin Microbiol 21660-1665.
87. Mc Lean RJ, Hussain AA, Sayer M, et al. Antibacterial activity of multilayer silver-cooper surface films on catheter material. Can J Microbiol 1993;39:895-9.
88. Liu WK, Tebbs SE, Byrene PO, et al. The effect of electric current on bacteria colonizing intravenous catheters. J Infect 1993;27:269.
89. Andrivet P, Bacquer A, Vu Ngoc C, et al. Lack of clinical benefit from subcutaneous tunnel inserion of central venous catheter in immunocompromised patients. Clin Infect Dis 1994; 18:199-206.
90. Sheean G, Leicth K, O'Brien M, et al. Chlorhexidine versus povidone-iodine as cutaneous antiseptis for prevention of vascular catheter infection [abstract 414]. In: Programs and abstract of the 33<sup>rd</sup> Interscience Conference of Antimicrobial Agents and Chemotherapy, New Orleans, La 1993.

91. Hanley EM, Veeder A, Smith T, et al. Evaluation of an antiseptic triple lumen catheter in an intensive care unit. *Crit Care Med* 2000;28:366-70.
92. Nahum E, Levy I, Katz J, et al. Efficacy of subcutaneous tunnelling for prevention of bacterial colonization of femoral central venous catheters in critically ill children. *Pediatr Infect Dis J* 2002;21:1000-4.
93. Timsit J, Sebile V, Farkas JC, et al. Effect of subcutaneous tunnelling on internal jugular catheter-related sepsis in critically ill patients: a prospective randomized multicenter study. *JAMA* 1996;276:1416-20.
94. Veenstra DL, Saint S, Saha S, et al. Efficacy of antiseptics-impregnated catheters in preventing catheter related blood stream infections: a meta analysis. *JAMA* 1999;281:261-7.
95. Maki DG, Wheeler S, Stolz SM, et al. Prevention of central venous catheter related blood stream infection by use an antiseptic impregnated catheter. a randomised controlled trial. *Ann Intern Med* 1997;127:257-66.
96. Blot F, Nitenberg G, Chachaty, et al. Diagnosis of catheter related bacteriemia: a prospective comparison of the time to positivity of central vs. peripheral blood cultures. *Lancet* 1999; 354:1071-7.
97. Sattar SA, Lloyd-Evans N, Springthorpe VS, et al. Institutional outbreaks of rotavirus diarrhoea: potential role of fomites and environmental surfaces as vehicles for virus transmission. *J Hyg (Lond)* 1986;96:277-89.
98. Rice EW, Clark RM, Johnson CH. Chlorine inactivation of *Escherichia coli* O157: H7. *Emerg Infect Dis* 1999;5:461-3.
99. Ali Y, Dolan MJ, Fendler EJ, et al. Alcohols. In: Block SS (ed). *Disinfection, Sterilisation and Preservation*. Philadelphia: Lippincott Williams & Wilkins, 2001:229-54.
100. Morton HE. Alcohols. In: Block SS (ed). *Disinfection, Sterilisation and Preservation*. Philadelphia: Lea & Febiger, 1983:225-39.
101. Rutala WA, Weber DJ. Usus of inorganic hypochlorite (bleach) in health care facilities. *Clin Microbiol Rev* 1997;10:597-610.
102. Environmental Protection Agency. RED. facts sodium and calcium hypochlorite salts, 1991.
103. Tulis JJ. Formaldehyde as a gas. In: Philips GB, Miller WS (eds). *Industrial Sterilization*. Durham: Duke University Pres, 1972:209-38.
104. Cheung RJ, Ortiz D, DiMarino AJ Jr. GI endoscopic reprocessing practices in the United States. *Gastrointes Endosc* 1999;50:362-8.
105. Craven DE, Moody B, Connolly MG, et al. Pseudobacteremia caused by povidone-iodine solution contaminated with poloxamer-iodine solution contaminated with *Pseudomonas cepacia*. *N Engl J Med* 1981;305:621-3.
106. Parrott PL, Terry PM, Whitworth EN, et al. *Pseudomonas aeruginosa* peritonitis associated with contaminated poloxamer-iodine solution. *Lancet* 1982;2:683-5.
107. Simons C, Wlsh SE, Maillard JY, et al. A note: Orthophthalaldehyde: proposed mechanism of action of a new antimicrobial agent. *Let Appl Microbiol* 2000;31:299-302.
108. Walsh SE, Maillard JY, Simons C, et al. Studies on the mechanism of the antibacterial action of ortho-phthalaldehyde. *J Appl Microbiol* 1999;87:702-10.
109. Tucker RC, Lestini BJ, Marchant RE. Surface analysis of clinically used expanded PTFE endoscopic tubing treated by the STERIS PROCESS. *ASAIO J* 1996;42:306-13.
110. Alastrí A, Roques C, Michel G, et al. Bactericidal properties of peracetic acid and hydrogen peroxide, alone and in combination, and in combination and chlorine and formaldehyde against bacterial water strains. *Can J Microbiol* 1992;38:635-42.

111. Prindle RF. Phenolic compounds. In: Block SS (ed). Disinfection, Sterilization and Preservation. Philadelphia: Lea & Febiger, 1983:197-224.
112. Merianos JJ. Surface-active agents. In: Block SS (ed). Disinfection, Sterilization and Preservation. Philadelphia: Lipincott Williams & Wilkins, 2001:283-220.
113. Purhoit A, Kopfer Schimitt-Kubler MC, Moreau C, et al. Quaternary ammonium compounds an occupational astma. Int Arch Occup Environ Health 2000;73:423-7.