

Bronkoskopi Ünitesinde Hasta ve Cihaz Güvenliği

Safety of Patients and Equipment in Bronchoscopy Suite

Ali Fidan

Dr. Lütfi Kırdar Kartal Eğitim ve Araştırma Hastanesi Göğüs Hastalıkları Kliniği, İstanbul

ÖZET

Fleksibl bronkoskopi, 40 yılı aşkın bir süredir göğüs hastalıkları uzmanlarının günlük pratiğinde, tanı ve tedavi amacıyla gittikçe artan yoğunlukta uygulanan bir işlemdir. Girişimsel pulmonolojinin yaygınlaşması ile birlikte rijit bronkoskopi de göğüs hastalıkları pratiğinde daha sık kullanılmaya başlamıştır. Kuşkusuz fleksibl bronkoskoplar bronkoskopi işlemi daha etkin ve kolay hale getirmiştir. Ancak bunun bedeli de olmuş ve maliyeti yüksek, temizlik ve bakım çabaları ile birlikte korunması nispeten daha zor olan hassas ve karmaşık donanımların kullanılması ve bu bağlamda hasta güvenliğinin sağlanması zorunluluğu doğmuştur.

Bronkoskopi, özellikle de fleksibl bronkoskopi, hava yollarının direkt gözlemlenmesinden endobronşiyal tümörlerin termal lazer rezeksiyonuna ve brakiterapi ile fotodinamik tedaviye uzanan yelpazede geniş bir kullanım alanı bulmaktadır. Bu yaygın kullanım ise beraberinde, bronkoskopiye bağlı HIV, çok ilaca dirençli TB ve hepatit B gibi enfeksiyonların transferi riskini getirmiştir. Bronkoskopi ile ilişkili enfeksiyon insidansı tam olarak bilinmemektedir. Ancak bilinen sıklığının az olması, gerçekten az geliyor olmasına bağlı olabileceği gibi, olduğundan çok daha az saptanmasından da kaynaklanabilir.

Bu yazıda, hasta ve cihaz güvenliği bağlamında bronkoskopların rutin bakımları, kullanımlarında dikkat edilecek temel noktalar ile temizlik, dezenfeksiyon/sterilizasyon ve saklama koşulları üzerinde durulacaktır. Burada sözü edilenler genel prensiplerdir ve tüm tıbbi cihazlarda olduğu gibi bronkoskoplarda da üretici firmaların kullanım kılavuzları incelenmeli, ilgili personele bu konuda eğitim verilmelidir.

Anahtar Kelimeler: Bronkoskopi, hasta güvenliği, temizlik, bakım

ABSTRACT

Bronchoscopy, which for over 40 years has been a process for diagnosis and treatment of chest diseases, is being used in an increasing frequency in daily practice. With the expansion of interventional pulmonology, rigid bronchoscope is used more commonly in pulmonology practice. Of course, bronchoscopy has become more efficient and easy to process with the use of flexible bronchoscopes. However, this requires meeting high costs of complex equipment along with cleaning and maintenance efforts in addition to essential patient safety.

Bronchoscopy, especially flexible bronchoscopy, is increasingly used in direct observation of the airways as well as in thermal laser resection of endobronchial tumors, brachytherapy and photodynamic therapy. This widespread use of bronchoscopy has brought the risk of infection transfer such as HIV, multidrug-resistant TB and hepatitis B. The incidence of bronchoscopy associated infection is not exactly known. Known to be infrequent, it may be due to truly less development of infection or its being detected much less than it really occurs.

In this paper, the routine maintenance of bronchoscopes, the main points to be aware of in their use, their cleaning, disinfection/sterilization and storage principles will be discussed on the basis of patient and device safety. The general principles and the manufacturer's instruction manuals for bronchoscopes should be examined and all staff should be trained according to these manuals as it applies to all medical devices.

Keywords: Bronchoscopy, patient safety, cleaning, maintenance

Alındığı tarih: 7 Şubat 2012; **Revizyon sonrası alınma:** 23 Şubat 2012; **Kabul tarihi:** 7 Temmuz 2012

Yazışma adresi (Address for correspondence): Ali Fidan, Kozyatağı Mh. Öğretmenler sk. No: 3 A-Blok D.16 Kadıköy 34742 İstanbul; *E-posta:* alifidan@yahoo.com

© 2012 Türkiye Solunum Araştırmaları Demeği (TÜSAD)

Solunum 2012;14(3):127-135 doi: 10.5505/solunum.2012.59752

Solunum Dergisi'ne www.solunum.org.tr adresinden ulaşabilirsiniz.

TANIMLAR

Fleksibl bronkoskopi, 40 yılı aşkın bir süredir göğüs hastalıkları uzmanlarının günlük pratiğinde, tanı ve tedavi amacıyla gittikçe artan yoğunlukta uygulanan bir işlemdir. Girişimsel pulmonolojinin yaygınlaşmasıyla birlikte rijit bronkoskopi de göğüs hastalıkları pratiğinde daha sık kullanılmaya başlamıştır. Kuşkusuz fleksibl bronkoskoplar geleneksel rijit bronkoskoplara kıyasla bronkoskopi işlemini daha etkin ve kolay hale getirmiştir. Ancak bunun bir bedeli olmuş ve hem yüksek maliyeti getirmiş hem de temizlik ve bakım çabaları ile birlikte korunması nispeten daha zor olan hassas ve karmaşık donanımların kullanılması ve bu bağlamda hasta güvenliğinin sağlanması zorunluluğu doğmuştur.

Bronkoskopi, özellikle de fleksibl bronkoskopi, hava yollarının direkt gözlemlenmesinden endobronşiyal tümörlerin termal lazer rezeksiyonuna ve brakiterapi ile fotodinamik tedaviye uzanan geniş bir yelpazede geniş bir kullanım alanı bulmaktadır. Bu yaygın kullanım beraberinde, bronkoskopiye bağlı hastalık transferi riskini getirmiştir.¹⁻⁵ Yakın geçmişte bronkoskopi ile ilişkili infeksiyon ve psödoinfeksiyonların (bronkoskopta kolonizasyon) 800'den fazla hastayı etkilediği bildirilmiştir.¹ Literatürdeki yayınların ikisinde toplam 33 gerçek infeksiyon olgusu ve 3 ölüm bildirilmiştir.^{6,7} HIV, çok ilaca dirençli TB, hepatit B ve şimdilerde sorun olmaya başlayan SARS-CoV prevalansındaki artış da bronkoskopiye bağlı infeksiyon riskine dikkat çekmiştir.¹ Bronkoskopi ile ilişkili infeksiyon insidansı tam olarak bilinmemektedir. Ancak bilinen sıklığının az olması, gerçekten az gelişiyor olmasına bağlı olabileceği gibi olduğundan çok daha az saptanmış olmasından da kaynaklanabilir. Gerçek sonuçlara ulaşılabilmesi için bronkoskopi sürecinin her yönüyle sistematik olarak gözden geçirilmesi, kurallara uygun şekilde yürütülen infeksiyon kontrol yaklaşımı ve objektif epidemiyolojik değerlendirme gereklidir.¹ Birleşik Krallık'ta yürütülen bir anket çalışmasında, birçok merkezde bronkoskopi öncesinde ve sonrasında önerilen minimum dezenfeksiyon süresinin beklenmediği (merkezlerin %35'i), acil bronkoskopi öncesi dezenfeksiyon yapılmadığı (merkezlerin %34'ü) ve steril veya filtre edilmiş suyla durulama yapılmadığı (merkezlerin %43'ü) görülmüştür.⁸ Ülkemizde yapılmış bir anket çalışmasında ise, deneyimli bronkoscopistlerin yarıya yakınının bronkoskop temizliği ve infeksiyon kontrolü ile ilgili kurallara tam olarak uymadığı gösterilmiştir.⁹ Yurt dışı kaynaklı benzer bir çalışmada, bronkoscopistlerin %65'inin bronkoskop temizliği ve bakımı ile ilgili ulusal kılavuzlardan haberdar olmadıkları bildirilmiştir.¹⁰ Özgün verilerin bulunmamasına karşılık, göğüs hastalıkları uzmanlık eğitimi sırasında bronkoskop temizliği ile ilgili yeterli eğitimin verilmemesi ve bronkoscopistlerin büyük bir kısmının kullandıkları cihazı bu konuda güvenli bulduğu söylenebilir.¹

Bu yazıda bronkoskopların rutin bakımları, kullanımlarında dikkat edilecek temel noktalar ve temizlik, dezenfeksiyon/sterilizasyon ile saklama koşulları üzerinde durulacaktır. Burada sözü edilenler genel prensiplerdir ve tüm tıbbi cihazlarda olduğu gibi bronkoskoplar için de üretici firmanın kullanım kılavuzları incelenmeli, ilgili personele bu konuda eğitim verilmelidir.

Tıbbi aletlerin, vücudun mukozal yüzeyleri veya steril bölgeleriyle ilişkisine göre “kritik”, “yarı kritik”, “kritik olmayan” şeklinde sınıflandırılması ve buna uygun şekilde sterilizasyon ile yüksek düzey, orta düzey ve düşük düzey dezenfeksiyon kavramları Spaulding tarafından 1968 yılında ortaya konmuş ve çok büyük kabul görmüştür (Tablo I). Bununla birlikte ısıya duyarlı, kompleks yapıları ve pahalı aletler olan endoskopların hazırlanma işlemleri, genel prensiplerle tam olarak örtüşmeyen problemleri bir alan oluşturmaktadır.¹¹

Sterilizasyon

Bakteri ve mantar sporları, mikobakteriler ve zarfsız virüsler dahil tüm mikrobik formların fiziksel ve kimyasal yöntemlerle tamamen eliminasyonudur.

Dezenfeksiyon

Cansız bir nesne üzerindeki bakteri endosporları dışında kalan tüm mikroorganizmaların eliminasyonudur.

Yüksek Düzey Dezenfeksiyon

Aşırı miktardaki bakteri sporları hariç, tüm mikroorganizmaların eliminasyonudur.

Orta Düzey Dezenfeksiyon

M. tuberculosis, vejetatif bakteriler, virüslerin çoğunluğu ve fungusların inaktive edilmesidir.

Düşük Düzey Dezenfeksiyon

Bakterilerin çoğunluğunun, bazı virüs ve mantarların inaktive edilmesidir.

Antisepsi

Vücudun deri ve mukoza gibi yüzeyel kısımları ile yaraların kimyasal maddelerle hastalık yapıcı mikroorganizmalardan temizlenmesidir.

Kritik Aletler

Transbronşiyal iğne aspirasyon biyopsisi (TBİAB) iğnesi, forseps, kalp kateteri gibi steril dokuya veya vasküler sisteme giren aletlerdir.

Yarı-Kritik Aletler

Fleksibl bronkoskop gibi sağlam mukozaya temas eden ancak steril dokuya girmeyen aletlerdir.

Kritik Olmayan Aletler

Hastaya dokunmayan veya stetoskop gibi sağlam deriye temas eden aletlerdir.

BRONKOSKOP TEMİZLEME SÜRECİ

Hastadan çıkarılan bronkoskopların mikroorganizmalar ve organik maddelerle kontamine durumda olması kaçınılmazdır.

Tablo 1. Hastada kullanılan tıbbi cihazlar, risk sınıflarına göre uygun ve gerekli olan düzeyde temizlik işlemine tabi tutulmalı ve uygun şekilde saklanmalıdır¹²

Risk Düzeyi	Uygulama	Temizleme İşlemi	Saklama	Örnek
Kritik	Steril doku, boşluk veya kan dolaşımına giriş	Isıya dirençli ise basınçlı buhar veya ETO veya en azından otomatik düşük ısıda / diğer yüksek düzey kimyasal sterilizasyon sistemleri (CJD için özel yöntemler uygulanır)	Sterilite sağlanmalıdır: paketlenmiş parçaların sterilizatörden çıkmadan önce kuruması beklenmelidir ve paketin kapalı kalması gerekir, çevresel kontaminasyondan korunmalıdır, paket açıldığında hemen kullanılmalıdır	Artroskop, laparoskop, sistoskop, çok kullanımlık biyopsi forsepsleri, kalp kateterleri, endotrakeal tüp
Yarı-kritik	İntakt, steril olmayan mukoza veya intakt olmayan deri ile temas	Isıya dirençli ise basınçlı buhar ya da termal dezenfeksiyon, ısıya duyarlı ise düşük ısıda otomatik kimyasal sterilizasyon sistemleri (ör: ETO, perasetik asit, hidrojen peroksit) veya en azından yüksek düzey kimyasal dezenfeksiyon (ör: %2 glutaraldehit)	Çevresel kontaminasyondan korunmalıdır	Laringoskop kaşıkları, invazif ultrason problemleri, fiberoptik fleksibl bronkoskop, fiberoptik fleksibl gastroskop
Kritik olmayan	İntakt deri ile temas	Gerektiğinde deterjan ve su ile temizle. Dekontaminasyon gerekirse temizlik sonrası düşük veya orta düzey dezenfeksiyon	Temiz ve kuru yerde saklanmalıdır	Yatak, transfer arabaları, tansiyon aleti manşonu, noninvazif ultrason problemleri

Temizleme süreci, bronkoskopun yeni bir hastada güvenle kullanılabilmesini sağlayan işlemlerden oluşur. Bu süreç temizleme, sterilizasyon/dezenfeksiyon, durulama ve kurutma/saklama olmak üzere dört aşamada tamamlanır. İşlemlerin yapıldığı ortam iyi havalandırılmalı ve yeterli büyüklükte olmalı, “kirliliği” ile “temiz” bölgeler birbirlerinden ayrılmalıdır. Bir yazılı akış çizelgesi bulundurulmalı ve bütün işlemler kaydedilmelidir. Bronkoskopi ünitesindeki ilgili personele, cihazların çalışma prensipleri, aksesuarları, temizleme sürecinin aşamaları ve kullanılan dezenfektan/sterilizan maddelerle ilgili düzenli eğitim verilmelidir.

Temizleme

Temizlik bronkoskop ile aksesuarlarını hazırlama sürecinin önemli aşamasıdır. Sonraki dezenfeksiyon/sterilizasyon aşamasının başarısı ilk temizlemedeki etkinliğe bağlıdır. Bu nedenle temizlik için mekanik (silme, fırçalama, basınçlı su), kimyasal (enzimatik veya nötral deterjan, dezenfektan, korozyon önleyici, pas giderici) ve ısı (etkinliği artırır, ancak 50°C'nin altında olmalıdır) gibi tüm olanaklardan en üst düzeyde yararlanılarak bütün yüzeyler temizlenmelidir.¹¹

Bronkoskop her bronkoskopi işleminden sonra, hastadan ayrılır ayrılmaz deterjanlı solüsyona batırılmış temiz bir bezle

başlık kısmından distal ucuna doğru silinmelidir. İç kanalların hepsine temiz su çekilmelidir. Vücut sıvılarının yapışmasını önlemek için bu işlemin “hemen” yapılması önemlidir. Organik materyal bronkoskopun üzerinde kuruyup yapıştığında etkin bir dezenfeksiyon veya sterilizasyon neredeyse olanaksızdır.^{1,2,4,12,13} Bu işlemten sonra bronkoskop, üzerindeki aspirasyon valfleri ve biyopsi ekleri ayrılmış olarak, kaçak testi için sisteme bağlanmalı ve tamamen temizleme sıvısına batırılarak hava kabarcığı çıkışı aranmalıdır. Videobronkoskop kullanılmış ise, kaçak testinden önce koruyucu başlık takılmalıdır. Test sırasında bronkoskopa fleksiyon-ekstansiyon yaptırılarak anlık hava kaçaklarının gözden kaçmaması sağlanabilir. Kaçak varlığı, dış kılıf veya iç kanal yırtılması anlamına gelir ve zedelenmiş noktada dezenfekte edilemeyecek kan, mukus birikimi bulunabileceğine işaret eder. Kaçak testi her bronkoskopiden sonra uygulanmalıdır. TBİAB veya endobronşiyal alüminum-garnet (Nd:YAG) lazerle fotorezeksiyon gibi hasar potansiyeli yüksek işlemlerden sonra ve işlem gününün sonunda yapılması özellikle önemlidir.² Kaçak olmadığından emin olunana kadar solüsyona enzimatik temizleyici katılmaması önerilmektedir.¹ Bütün parçaları ayrılarak bronkoskopun dış yüzeyi enzimatik deterjanla silinmeli, iç kanallara solüsyon çekilmeli ve ileri-geri hareketle debrisin yapıştığı yerden ayrılması sağlanmalıdır (**Resim 1a**). İç kanallar

uygun fırçayla fırçalanarak temizlenmelidir. Fırçalamada kıvrım yerleri ve uç kısımlar gibi bölgelerde daha hassas olunmalı, fırçanın ucu bronkoskopun dışına çıkacak kadar ilerletilmelidir (**Resim 1b**). Etkin bir mekanik temizlikle mikroorganizma yükünde 4 log (%99,99) azalma sağlanabilir.^{1,5} Kullanılan temizleme fırçalarının da her işlemten sonra temizlenmesi ve termal yöntemlerle dezenfekte edilmesi gerektiği unutulmamalıdır. Bunun yapılmaması nedeniyle gelişmiş 30 hastalı *Rhodotorul rubra* psödoepidemisi bildirilmiştir.¹⁴ Mekanik temizliğin ardından bronkoskop ön durulama suyuna batırılarak iç kanallara hassas bir şekilde durulama suyu püskürtülmeli ve enzim/deterjan temizlenmelidir. Devamında iç kanallar yüksek basınçlı olmayan hava (<160 kPa) verilerek, dış yüzey ise uygun bez ile kurutulmalıdır.¹² Kurutmanın tam olmaması dezenfeksiyon solüsyonunun fazla dilüe olarak etkinliğinin azalmasına yol açabilir. Yine dezenfektan solüsyonuna batırılmadan önce tüm enzimatik solüsyon/organik maddeler temizlenmemiş ise, dezenfeksiyon solüsyonu ile bu kalıntılar çalışma kanalına yapışabilir.

Rijit bronkoskop ve aksesuarları, kullanıldıktan hemen sonra, üzerleri silinerek görünür debristen arındırılmalıdır. Hemen

suya batırlamıyorsa, nemli ancak ipliksiz bir bezle silinmelidir. Tüm aksesuarları olabildiğince hızla ayrılmalı ve deterjanlı solüsyonla temizlenmelidir. Kanallar/lümenler, tıparları ayrılmış olarak fırçalanmalı ve tamamen temizlendiği görüldükten sonra basınçlı suyla, özenle durulanmalıdır. Fiberoptik taşıyıcısı veya kablosu bulunmayanlar kurutma kabiniinde, kablolu olanlar ile diğer aksesuarlar ise düşük basınçlı hava ile kurutulabilirler. Temizleme, durulama ve kurutma işlemlerinden sonra rijit bronkoskopun bütün parçaları birleştirilerek zarar görüp görmedikleri ve uygun çalışıp çalışmadıkları kontrol edilmeli, ardından yeniden parçalara ayrılarak sterilize edilmelidir.¹²

Dezenfeksiyon

Tek kullanımlık olmayan her tür tıbbi malzeme ve alette olduğu gibi bronkoskoplar da uygun şekilde dezenfekte/sterilize edilmezlerse hastadan hastaya infeksiyon taşıyabilirler. Bu transferden bronkoskop dışında bazen forseps gibi aksesuarlar ve yıkama solüsyonları da sorumlu olabilir.⁴ Dahası, uygun şekilde dezenfekte edilmiş bile olsalar, üretim kusuru veya mekanik/teknik sorunları bulunan bronkoskoplarla patojen taşındığı gö-



Resim 1. a) Dezenfeksiyon öncesi iç kanallara solüsyon çekilip itilir; **b)** Temizleme fırçası bronkoskopun ucundan çıkana kadar ilerletilmelidir; **c)** Bronkoskoplar dik ve serbest biçimde asılarak saklanmalıdır

rülmüştür.^{3,4,6} Bildirilen kontaminasyon ve infeksiyonlar irdelendiğinde, saptanan mikroorganizmaların 1970’li ve 1980’li yıllarda *Klebsiella* ve *Serratia* gibi bakteriler, 1980’lerin ortalarından bu yanaysa *P. aeruginosa*, funguslar ve mikobakteriler olduğu görülmüştür.⁴ Temizlik genel kuralları çerçevesinde bronkoskoplar “yarı-kritik” grupta (Tablo I) yer almaktadır. Fleksibl bronkoskoplar ısıya duyarlı olduklarından, düşük sıcaklıkta, otomatik kimyasal sterilizasyon sistemleri, en azından “yüksek düzey” kimyasal dezenfeksiyon uygulanmalıdır. Amerikan Gıda ve İlaç Dairesi (FDA) yüksek düzey dezenfeksiyon için mikroorganizma sayısında 6 log (%99,9999) düzeyinde bir azalmayı öngörmektedir.^{4,11,12,15} Burada belki, steril biyopsi forsepsisi ile birlikte kullanılıyorken veya pulmoner hemorajisi olan bir hastada bronkoskop yine “yarı-kritik” mi sayılmalıdır, sorusu tartışılabilir.⁴ Böylesi bir durumda kuşkusuz sterilizasyon, patojen transferini önlemede daha etkili olacaktır, ancak sterilizasyon bölümünde anlatılacağı gibi fleksibl bronkoskoplarda bunu sağlamak oldukça zordur ve pratik olarak bakıldığında, anlamlı bir ek katkı sağlamayacağı kabul edilerek “yüksek düzey” kimyasal dezenfeksiyonun yeterli olacağı söylenebilir.^{4,11,15}

Dezenfeksiyon hem manuel olarak hem de otomatik endoskop temizleyicileri ile yapılabilir. Manuel uygulamada glutaraldehit sık yararlanılan bir dezenfektandır ve ülkemizde de en çok glutaraldehit kullanılmaktadır.⁹ Kullanılabilecek diğer ajanlar arasında hidrojen peroksit, perasetik asit ve ortofalaldehit sayılabilir.

Glutaraldehit

Alkali glutaraldehit, bikarbonat eklenerek pH’sı 7,5-8,5 düzeyine çıkarılmış ve böylelikle “aktive edilmiş” yani mikrobisidal aktivitesi artırılmış bir solüsyondur. Alkalinizasyon bir yandan dezenfektan gücünü artırırken diğer yandan polimerizasyonu ilerleterek serbest aldehit gruplarının kaybına neden olur ve bu durumda solüsyonun raf ömrü 14 günle sınırlı kalır. Asit glutaraldehit (pH: 3,0-6,3) uzun süre stabil kalabilir ancak alkali olana kıyasla metaller için daha koroziftir.¹⁶ Endoskopların yüksek düzey dezenfeksiyonunda glutaraldehit, aletlerle uyumu, uzun kullanım süresi, geniş etki spektrumu, organik maddelerden önemli ölçüde etkilenmemesi ve ekonomik oluşu nedeniyle tercih edilmektedir. Dezavantajı, çalışanlarda alerjik reaksiyonlara, cilt-mukoza tahrişlerine yol açabilmesidir.^{11,16-18} “American Conference of Governmental Industrial Hygienists” önerilerine göre, ortam havasındaki glutaraldehit düzeyi 0,05 ppm’yi geçmemelidir.¹⁶ Bu nedenle işlem sırasında, kişisel korunma önlemlerinin yanı sıra saatte 7-15 kez hava değişimini sağlayacak havalandırma, çıkan buharı dışarı atacak bacalı sistemler, dezenfektan küvetinin tam ve sıkı kapanması gibi koşullar sağlanmalıdır.

Hidrojen Peroksit

Yıllardır germisid olarak kullanılmakta olan hidrojen peroksit, hızlı oksidasyon ile organik debrisin temizlenmesinde toksik buhar oluşturmaksızın katkı sağlar. Potent bir antimikrobiyal ajan olmakla birlikte bronkoskopların lastik ve plastik parçalarına zarar verebileceğinden ve bazı metallerde korozif etkisi olduğundan sık kullanılmamaktadır.^{4,16} Yüzde 7,5 hidrojen peroksit/%0,85 fosforik asit solüsyonu, endoskop ile uyumsuzlu-

ğunun belirtilmemiş olması koşuluyla, yüksek düzey dezenfektan olarak kabul edilebilir.¹⁶

Perasetik Asit

Bir kimyasal sterilizan olarak kabul edilen perasetik asit, geniş spektrumlu etkinliğine karşılık korozif etkisi olan bir ajandır. Otomatik temizleme sistemlerinde antikorozif maddelerle birlikte kullanılabilir. Temas durumunda ciddi dermal yanıklar, gözde körlüğe varabilen geri dönüşümsüz harabiyet ve buharının inhalasyonuna bağlı iritasyon ortaya çıkabilir.¹⁶

Perasetik Asit ve Hidrojen Peroksit

Yüzde 0,08 perasetik asit + %1 hidrojen peroksit kombinasyonu, FDA tarafından yarı-kritik cihazlar için dezenfektan olarak kabul edilmiştir.

Ortofalaldehit

Görece yeni bir ürün olup glutaraldehite göre bazı üstünlükleri vardır. Geniş bir pH aralığında (3,0-9,0) stabilitesini korur ve kullanım öncesi aktivasyonu gerekmez. Gözler ve üst solunum yollarında iritasyona yol açmaz. FDA tarafından fleksibl endoskoplar için sıvı sterilizan/yüksek düzey dezenfektan olarak kabul edilmiştir.

Yetersiz antimikrobik aktiviteleri, çalışanların sağlığına olumsuz etkileri veya cihazlara zarar verme potansiyelleri nedeniyle povidon-iyot ve klorheksidin glukonat gibi cilt antiseptikleri ile alkol, hipoklorit, kuarterner amonyum bileşikleri ve fenolikler bronkoskop dezenfeksiyonu için uygun değildir.^{16,19}

Bronkoskopların dezenfeksiyon/sterilizasyon işlemleri ile ilgili yeni gelişmelere bakıldığında, umut veren yöntemler arasında klor dioksit, ozon, buhar-faz hidrojen peroksit, plazma teknolojisi ve süperoksitlenmiş su görülmektedir.¹⁶ Yine tek kullanımlık steril kılıf sistemli (EndoSheath Technology, Vision Sciences, ABD) bronkoskopi, hasta ile çalışan güvenliği açısından yeni bir bakış açısı getirmektedir. Özellikle mobil bronkoskopi ünitelerinde veya yeterli zaman ayrılamaması gibi nedenlerle uygun dezenfeksiyon koşullarının sağlanmadığı durumlarda yararlanılabilecek yeni bir seçenek olduğu düşünülmektedir. Çalışanları dezenfeksiyon sırasında toksik gaz maruziyetinden koruması ve sürekli temizlemeye bağlı cihaz hasarlarından kaçınma sağlaması sistemin diğer yararları olarak belirtilmektedir.^{20,21}

Hangi dezenfektanın seçileceği bronkoskopi ünitelerinin iş hacmine, otomatik sistem kullanıp kullanılmalarına ya da bireysel tercihlere göre değişebilir. Ancak pratik bakış açısından, bu seçimin, dikkatli ön temizlik ve ilgili protokollere uyumdan çok daha az önem taşıdığı söylenebilir.¹⁵ Dezenfekte edici ajanların minimum etkinlik süreleri ile maksimum tekrar kullanılabilirlik süreleri, üretici firma kılavuzlarında belirtilmiştir. Sık kullanılan bir ajan olarak glutaraldehit %2’den daha düşük konsantrasyonda olmamalı, bu oran kimyasal indikatörlerle sürekli test edilmeli ve düşükse solüsyon değiştirilmelidir. Toplam 14 gün veya 20 kullanım sınırına gelmesi durumundaysa, test sonuçlarına bakılmaksızın yeni solüsyon hazırlanmalıdır. Bronkoskopların, tüberküloz bulaşması göz önüne alınarak en az 20 dakika %2 glutaraldehit solüsyonunda bekletilmeleri

gereklidir.^{4,13,15,22-24} FDA bekletmeyi 25°C'de 45 dakika olarak önermektedir.²² *M. avium-intracellulare* için bekletme süresi 90-120 dakikadır ve glutaraldehitte sporların ancak üç saatte öldüğü akıldaki tutulmalıdır. Enfekte hastalardaki kullanımdan sonra bronkoskoplardan HIV izole edilmiş ve endoskop kaynaklı Hepatit B ve C virüsü transferi bildirilmişse de, ön temizliğin iyi ve uygun yapılmış olması koşuluyla dezenfektanlar, hatta iyot/etil alkol gibi antiseptikler bile virüs nötralizasyonunda etkindirler.^{4,25} Nadir görülen ajanlardan Creutzfeldt-Jakop hastalığı (CJD) etkeni prionlar standart dezenfeksiyon/sterilizasyon işlemlerine dirençlidirler ama hastalık merkezi sinir sistemine özgü olduğundan akciğerlerin bu ajan için transfer riski taşımadığı düşünülmektedir.⁴ Yine yüksek düzey dezenfeksiyona dirençli olan *Bacillus anthracis* sporları kanda ve yaşayan dokuda değil toprakta ve ölü dokuda geliştiklerinden, bronkoskopların standard dezenfeksiyonu bu olgularda yeterli görülmektedir.⁴

Otomatik endoskop temizleme sistemleri, daha yüksek maliyetli olmalarına karşılık, kanal temizliğini yapmaları, ısı ve süre kontrollü olmaları, alarmlarının bulunması ve çalışanları kimyasal madde maruziyetinden korumaları nedeniyle, işlem hacmi yüksek olan merkezlerde tercih edilebilirler. Burada da ön temizliğin çok önemli olduğu unutulmamalıdır.

Dezenfeksiyon aşamasına gelindiğinde fleksibl bronkoskop temiz, kuru ve kaçak testinden geçmiş olmalıdır. Bronkoskop, tüm aksesuarları ile birlikte dezenfektan solüsyona batırılmalı ve sıvının tüm kanal ile lümen yüzeyine temas etmesi sağlanmalıdır. Bir enjektörle basınçlı dezenfektan verilmesi iç kanallardaki hava kabarcıklarının da çıkararak bu teması kolaylaştırabilir. Yukarıda söz edildiği gibi glutaraldehit solüsyonunda minimum 20 dakika bırakılmalı ve bu işlem, ilk hastadan önce, hasta aralarında ve son hastadan sonra tekrarlanmalıdır.¹²

Otomatik endoskop temizleyicileri ile dezenfeksiyonda bronkoskop, üretici kılavuzuna uygun olarak sisteme bağlanır. Bu sistemlerin içi düzenli aralıklarla dezenfekte olur ama yine de su tankı, borular ve pompalar, bu dezenfeksiyon ortamıyla temas etmediklerinden ayrı bir enfeksiyon kaynağı olabileceğinden düzenli olarak kontrol edilmelidirler.^{4,12}

Rijit bronkoskoplar ısıya dirençli olduklarından, mümkünse buharla sterilizasyon, en azından termal dezenfeksiyon önerilmektedir.

Sterilizasyon

Cilt veya mukozadan penetre olacak TBİAB iğnesi gibi tüm aletler için sterilizasyon gereklidir. Bu amaçla etilen oksit (ETO), hidrojen peroksit ve perasetik asit kullanılabilir. ETO gaz sterilizasyonu tüm mikroorganizmalara etkilidir ancak en önemli dezavantajı işlem süresinin çok uzun olmasıdır. ETO sterilizasyon ortalama 4 saat sürer ve ardından 12-24 saatlik gaz eliminasyon süresi gereklidir.² Sterilizasyon sırasında "ETO venting cap" mutlaka takılı olmalıdır, aksi halde poliüretan dış kılıf yırtılabilir. ETO sterilizasyona karşı yaşayan sporların bildirildiği durumlar da vardır, dolayısıyla da bu yöntemin garanti olmadığı söylenebilir.^{2,26} Uzun süren ETO gaz sterilizasyonunun aksine perasetik asit kullanarak, dakikalarla ölçülebilecek kadar kısa sürede sterilizasyon yapan sistemler de mevcuttur.²

Rijit bronkoskoplar ısıya dayanıklı olduklarından, optikleri ayrılabiliyorsa mutlaka buharla sterilize edilmelidir.

Rutin Mikrobiyolojik Örnekleme

Sterilizasyon/yüksek düzey dezenfeksiyon yapılan bronkoskoplar için ayda bir kez yapılması önerilmektedir. Bu işlem otomatik cihazlarla yapılıyorsa, üretici firma önerilerine göre haftalık ya da aylık olarak örnekleme yapılmalıdır.²⁷

Durulama

Dezenfektan kalıntılarının toksik etkilerinden korunmak için bronkoskoplar uygun şekilde durulanmalıdır. Musluk suları mikroorganizma veya yüksek miktarda mineral içerebileceğinden, kaliteli suya batırılan bronkoskopun kanallarına basınçla bu su enjekte edilmelidir. Son durulama suyu steril ya da bakterileri tutan 0,2 µm filtreden geçirilmiş olmalıdır.

Otomatik endoskop temizleyicileri ile dezenfeksiyon aşamaları tamamlandıktan sonra durulama gerekmez. Bunun için üretici kılavuzlarına başvurulmalıdır.

Kurutma ve Saklama

Fleksibl bronkoskoplar yerlerine kaldırılmadan önce tamamen kurduklarından emin olmak gerekir. Bronkoskoptaki nem mikrobik kolonizasyon için uygun ortam oluşturabilir.⁴ Steril suyla durulanmamış bronkoskoplarda, %70'lik izopropil alkol enjeksiyonu ve ardından basınçlı havayla kanalların kurutulması, iki hasta arasında ve saklama öncesinde yapılmalıdır. Bu işlem, saklama süresince bakteri üremesini önlemeye katkı sağlar. Bu süreçte metillenmiş ispiroto gibi denatüre alkol kullanımının fleksibl bronkoskoplara zarar verebileceği unutulmamalıdır.¹²

Bronkoskoplar mutlaka nem birikmesini önleyecek şekilde dik saklanmalı ve sonraki bronkoskopiye kadar valfleri takılmamalıdır (**Resim 1c**). Saklama dolabı kuru ve iyi havalanıyor olmalı, doğrudan güneş ışığı almamalı ve yüksek nemden, aşırı sıcaktan, radyasyondan uzak kalmalıdır.² Bronkoskop asla taşıma çantasında saklanmamalıdır. Çantada saklama kalıcı bükülmelere ve enfeksiyöz kirlenmeye yol açabilir. Rijit bronkoskoplar da mutlaka kurutularak saklanmalıdır.

Taşıma

Uzun mesafeli taşımalarda bronkoskopun kendi çantasını kullanmak doğru olacaktır, ancak kapaklarını kapatırken çok dikkatli olmak gerekir, aksi halde fleksibl bronkoskop tıpkı ısırılmış gibi zarar görebilir. Yüksek irtifa uçuşlarında iç basıncı dengelemek için "ETO venting cap" mutlaka takılı olmalıdır.²

BRONKOSKOPLARIN HASARDAN KORUNMASI

İşlem sırasında oluşabilecek bir hasara karşı bronkoskopu korumak öncelikle bronkoskopistin sorumluluğu ve kontrolindedir. Hasar riski yüksek olan durumların başında uygunsuz kullanım, TBİAB, Nd:YAG fotorezeksiyon, elektro-cerrahi, bronkoskopun yetersiz lubrikasyonu ve koopere olmayan hastada kullanım gelmektedir.² Tıpkı temizlikte olduğu gibi üretici firmanın kullanım kılavuzunun ayrıntılarıyla okunup uygulanması işlem sırasında oluşabilecek hasarların önlenmesine katkı sağlayacaktır.

Uygunsuz Kullanım

Fleksibl bronkoskoplar, uzun olmaları nedeniyle, tepelerinden tutulup hareket ettirilirken hassas distal uç diğer el ile tutularak korunmamış ise sert yüzeylere çarpabilir. Bu durum ciddi hasarlara yol açabilir. Proksimal ucun aşırı kıvrılması (**Resim 2a**) ve distal ucun çevrilmesi, kuartz fiber demetlerinde hasarlanmaya neden olur. Bu durumda hasarlı kuartz iğcikler oküler lenste siyah noktalar olarak görünür ve sayıları arttıkça görüntü kalitesini bozarlar. Bu tehlikenin önlenmesinin yolu, hasta ile arada yeterli mesafe bırakmak ve sağa-sola dönüşleri distal kısımdan değil proksimal kısımda bilek hareketleriyle yapmaktır.² Bronkoskopun çalışma kanalı plastik tüple döşenmiştir ve hasar durumunda, temizlik solüsyonuna batırıldığında sıvı, fiber demetlere zarar verip görüntüyü bulanıklaştırır. Çalışma kanalından forseps vb gönderirken uç kısımlarının kapalı olduğunu kontrol etmek, bronkoskopun proksimal kısmının olabildiğince düz olmasına dikkat etmek ve ilk açılanmayı geçiş anında olabildiğince hassas bir biçimde itmek kanal yırtılmasını önleyecektir. Yine forseps, TBİAB iğnesi veya fırça gibi parçaların uçları kanalın içindeyken, proksimal açma-kapama ünitesinin bir elden diğerine geçirilmesi gibi, uçların açılmasına neden olabilecek hareketlerden sakınılmalıdır. Kuşkusuz forseps ve fırça gibi parçaların dış çapları çalışma kanalının iç çapından büyük olmamalıdır; bronkoskopi sistemine ek malzeme alınırken bu ayrıntı akılda tutulmalıdır.

TBİAB'nin konvansiyonel yöntemlere eklenmesi ile fiberoptik bronkoskopinin tanı değerinin arttığı gösterilmiştir.^{28,29} Bu nedenle TBİAB artık daha yaygın biçimde kullanılmaktadır ama uygun kullanılmaması durumunda çalışma kanalı hasarlarının en sık nedeni de bu işlemdir.³⁰ TBİAB nedeni hasarları önlemek için yapılacak ilk şey iğne ucunun tamamen kılıf içinde olduğunu görmektir (**Resim 2b**). İğneyi gönderirken bronkoskopun düz olması, plastik kateterin uç kısmı tamamen görünür olmadan iğnenin ç-

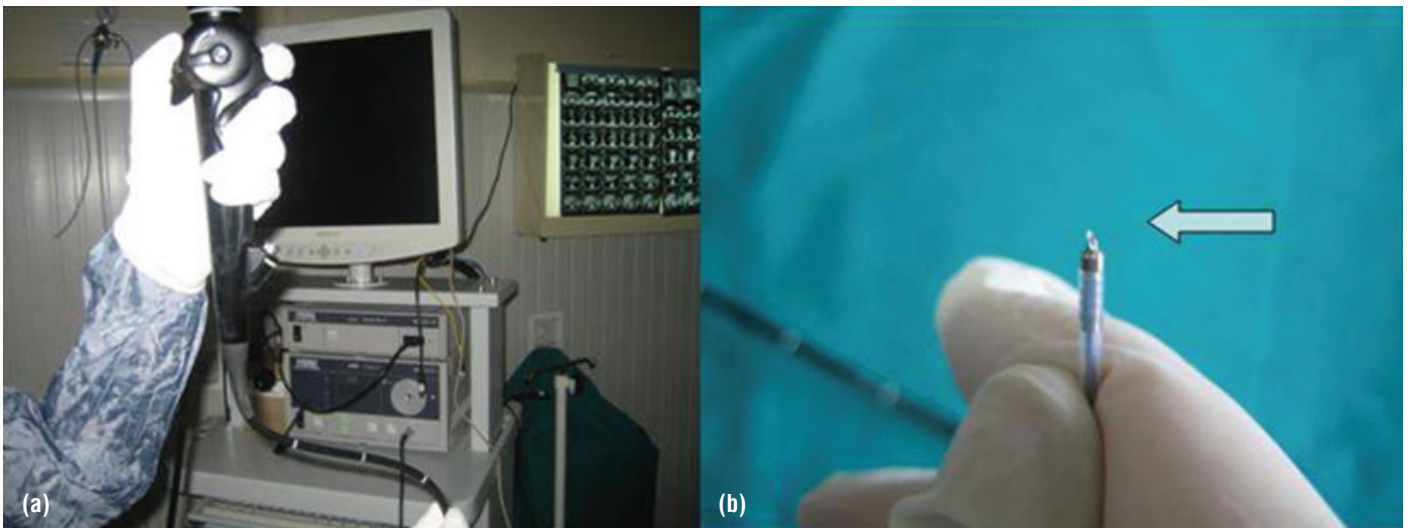
karılmaması ve kılıfı hasarlı iğnelerin kullanılmaması, diğer dikkat noktalarıdır. TBİAB uygulanan her bronkoskopi sonrasında kaçak testinin özellikle yapılması, olası iç kanal yırtılmasından sonra bronkoskopun temizleme sıvısıyla daha fazla zarar görmesine ve hasarlı bölgenin kontamine olmasına engel olacaktır. Nd:YAG fotorezeksiyon, Argon Plazma Koagülasyon gibi girişimsel pulmonoloji uygulamalarında uç kısmı uygun bronkoskop seçimi ve işleme özgü diğer noktalara özen gösterilmesi, cihazın zarar görme riskini azaltacaktır. Entübe hastalarda veya rijit bronkoskop içinden yapılan fleksibl bronkoskopi işleminde dış kılıfta oluşabilecek hasarları en aza indirebilmek için suda eriyebilir kaydırıcı kullanılmalıdır. Petrol bazlı kaydırıcılar distal lastik kılıfa zarar verebildiğinden önerilmez.²

Hastadan Kaynaklanan Hasarlar

Fleksibl bronkoskopinin önemli bir koşulu, hasta ile iyi bir kooperasyonun sağlanmasıdır. Burundan girişim, ısırma sonucu oluşabilecek hasarların kesin engelleyicisidir ancak ağızdan girme zorunluluğu varsa veya endotrakeal tüpten işlem yapılacaksa mutlaka ısırma aparatıyla ek koruma sağlanmalıdır.

SONUÇ

Bronkoskopların temizlik ve bakımları bronkoskopinin kendisi kadar özen isteyen bir konudur ve hasta güvenliği açısından vazgeçilmezdir. Kullanımın hızla artıyor olması yakın gelecekte bronkoskopiye bağlı infeksiyonların da artacağına işaret etmektedir. Konuyla ilgili uluslararası kılavuzlara uyulması ve bir ulusal kılavuzun hazırlanması gereklidir. Bronkoskopi ekibi, temizleme sürecinin ayrıntılarını ve aletlere zarar verebilecek durumları iyi bilmelidir. Bunun sağlanması da kurumsal olarak düzenli eğitim sağlanmasıyla mümkündür.



Resim 2. a) Bronkoskoplar aşırı bükülmeleri durumunda fiber demetleri zarar görebilir; **a)** TBİAB iğne ucunun kılıfından hafifçe çıkması gözden kaçabilir ve bu şekilde bronkoskop içine gönderilmesi iç kanal yırtılmalarına neden olabilir

Bronkoskopların Hazırlanma Süreciyle İlgili İpuçları (1,4,16,31,32 numaralı kaynaklardan uyarlanmıştır)

- Kullanımdan hemen sonra kanallara 20 sn. su çek ve hızla temizleme bölümüne götür
- Temizleme sürecinde, maske, eldiven, gözlük vb koruyucu ekipmanı kullan
- Her kullanımdan sonra bronkoskopun dış yüzeyini kontrol et ve kaçak testi yap
- Kullanımdan hemen sonra ve dezenfeksiyondan önce dış yüzeyi sil, iç kanalları fırçala
- Deterjan solüsyonunu kullandıktan sonra imha et. Temizleme fırçaları tek kullanımlık değilse yüksek düzey dezenfeksiyon/sterilizasyon uygula
- Yeterli mikrobisidal ajanı uygun ısıda ve yeterli sürede kullan
- Otomatik endoskop temizleme sistemi ile bronkoskopun uyumlu olduğundan emin ol
- Birkaç günden fazla kullanılma durumunda dezenfektan konsantrasyonunu rutin kontrol et
- Glutaraldehit kullanılıyorsa en az %2 konsantrasyonda ve en az 20 dk. kullanılmalı
- Dezenfeksiyondan durulamada steril su kullan veya filtre edilmiş su ve takiben %70 alkol kullan
- Saklamadan önce uygun şekilde kurut, basınçlı hava ile kurutma önerilir
- Saklama süresince ek parçaları takılmamış olarak dik şekilde asılı tut
- Asla taşıma çantasında saklama
- Biyopsi forsepsi gibi ısıya dirençli aksesuarları mekanik temizliğin ardından sterilize et
- Otomatik temizleyicilerin ve kaynaklarının düzenli bakım ve dezenfeksiyonunu sağla
- Bronkoskop kullanımı ve temizliği ile ilgili düzenli kayıt tut
- Bronkoskop ve temizleme malzeme/aletlerine ait üretici dokümanlarını izle
- Düzenli hizmet içi eğitim yap, sistemdeki değişikliklerden ekibi haberdar et
- Ekibi işleme dair biyolojik ve kimyasal zarar potansiyeli konusunda bilgilendir
- İnfeksiyon kontrol birimi ile düzenli takip planla, kontaminasyon kuşkusunda bronkoskop, temizleme malzemeleri ve musluk suyundan kültür al
- Bronkoskopi kaynaklı infeksiyon/psödoinfeksiyon durumunda, üretici firma dahil, ilgili sağlık otoritelerini bilgilendir
- Hasarlı bronkoskopu tamire gönderirken temizleme sürecini tamamlamadığına dair yazı yaz

KAYNAKLAR

1. Mehta AC, Prakash UB, Garland R, Haponik E, Moses L, Schaffner W, et al. American College of Chest Physicians and American Association for Bronchology consensus statement: prevention of flexible bronchoscopy-associated infection. *Chest* 2005;128:1742-1755.
2. Seballos RJ, Mehta AC. The care and maintenance of the flexsibl bronchoscope. In Wang KP, Mehta AC eds. *Flexible bronchoscopy*. Massachusetts: Blackwell Science; 1995:81-92.

3. Srinivasan A, Wolfenden LL, Song X, Mackie K, Hartsell TL, Jones HD, et al. An outbreak of *Pseudomonas aeruginosa* infections associated with flexible bronchoscopes. *N Engl J Med* 2003;348:191-192.
4. Culver AD, Gordon SM, Mehta AC. Infection control in the bronchoscopy Suite. A review of outbreaks and guidelines for prevention. *Am J Respir Crit Care Med* 2003;167:1050-1056.
5. Spach DH, Silverstein FE, Stamm WE. Transmission of infection by gastrointestinal endoscopy and bronchoscopy. *Ann Intern Med* 1993;118:117-128.
6. Kirschke DL, Jones TF, Craig AS, Chu PS, Mayernick GG, Patel JA, et al. *Pseudomonas aeruginosa* and *Serratia marcescens* contamination associated with a manufacturing defect in bronchoscopes. *N Engl J Med* 2003;348:214-220.
7. Srinivasan A, Wolfenden LL, Song X, Mackie K, Hartsell TL, Jones HD, et al. An outbreak of *Pseudomonas aeruginosa* infections associated with flexible bronchoscopes. *N Engl J Med* 2003;348:221-227.
8. Honeybourne D, Neumann CS. An audit of bronchoscopy practice in the United Kingdom: a survey of adherence to national guidelines. *Thorax* 1997;52:709-713.
9. Uysal MA, Altın S. Türkiye'de bronkoskopi hazırlığı ve bronkoskopi ilişkili infeksiyonun önlenmesi pratiği – genel bakış. *Akciğer* 2007;13:32-37.
10. Srinivasan A, Wolfenden LL, Song X, Perl TM, Haponik EF. Bronchoscope reprocessing and infection prevention and control: bronchoscopy-specific guidelines are needed. *Chest* 2004;125:307-314.
11. Samastı M. Endoskop hazırlama işlemleri. In: Günaydın M, Saniç A, Gürler B (eds). 4. Ulusal Sterilizasyon Dezenfeksiyon Kongresi Kongre Kitabı. Ankara, Bilimsel Tıp Yayınevi 2005:565-573.
12. RICPRAC Infection Prevention and Control Manual, 2th edition, 2005. Available online at: <http://www.health.vic.gov.au/infection-prevention/downloads/icmanual2.pdf>
13. Alvarado CJ, Reichelderfer M. APIC guideline for infection prevention and control in flexible endoscopy. *Am J Infect Control* 2000;28:138-155.
14. Hoffmann KK, Weber DJ, Rutala WA. Pseudoepidemic of *Rhodotorula rubra* in patients undergoing fiberoptic bronchoscopy. *Infect Control Hosp Epidemiol* 1989;10:511-514.
15. Rutala WA, Weber DJ. Disinfection of endoscopes: review of new chemical sterilants used for high-level disinfection. *Infect Control Hosp Epidemiol* 1999;20:69-76.
16. Alvarado CJ, Reichelderfer M The 1997, 1998, and 1999 APIC Guidelines Committees. APIC guideline for infection prevention and control in flexible endoscopy. *Am J Infect Control* 2000;28:138-155.
17. Occupational Safety and Health Administration. Air contaminants. *Federal Register* 1989;54:2332-2464.
18. Center for Disease Control. Symptoms of irritation associated with exposure to glutaraldehyde. *MMWR Morb Mortal Wkly Rep* 1987;36:190-191.
19. Nelson KE, Larson PA, Schraufnagel DE, Jackson J. Transmission of tuberculosis by flexible fiberbronchoscopes. *Am Rev Respir Dis* 1983; 127:97-100.
20. Colt HG, Beamis JJ, Harrell JH, Mathur PM. Novel flexible bronchoscope and single-use disposable-sheath endoscope system. A preliminary technology evaluation. *Chest* 2000;118:183-187.
21. Margery J, Vaylet F, Guigay J, Grassin F, Dot JM, Morel V, et al. Bronchoscopy with the Vision Sciences BF100 disposable-sheath device: French experience after 328 procedures. *Respiration* 2004;71:174-177.
22. Center for Devices and Radiologic Health-Food and Drug Administration. FDA-cleared sterilants and high level disinfectants with general claims for processing reusable medical and dental devices. Available online at: www.fda.gov/cdrh/ode/germlab.html.
23. Hanson PJV, Chadwick MV, Gaya H, Collins JV. A study of glutaraldehyde disinfection of fiberoptic bronchoscopes experimentally contaminated with *Mycobacterium tuberculosis*. *J Hosp Infect* 1992;22:137-142.
24. Saniç A. Hangi dezenfektan? Nasıl? *Ankem Dergisi* 2006;20 (ek 2):89-93.

25. Bronowicki JP, Venard V, Botte C, Monhoven N, Gastin I, Chone L, et al. Patient-to-patient transmission of hepatitis C virus during colonoscopy. *N Engl J Med* 1997;337:237-240.
26. Vesley D, Norlien KG, Nelson B, Ott B, Streifel AJ. Significant factors in the disinfection and sterilization of flexible endoscopes. *Am J Infect Control* 1992;20:291-300.
27. Infection Control In Endoscopy. GENCA Guidelines 2003 2nd Edition. Available online at: http://www.hpci.ch/files/documents/guidelines/hh_gl_ic-endoscopy.pdf
28. Wang KP. Flexible transbronchial needle aspiration biopsy for histologic specimens. *Chest* 1985;88:860-863.
29. Caglayan B, Akturk UA, Fidan A, Salepci B, Ozdogan S, Sarac G, et al. Transbronchial needle aspiration in the diagnosis of endobronchial malignant lesions: a 3-year experience. *Chest* 2005;128:704-708.
30. Mehta AC, Curtis PS, Scalzitti ML, Meeker DP. The high price of bronchoscopy. Maintenance and repair of the flexible fiberoptic bronchoscope. *Chest* 1990;98:448-454.
31. Mehta AC, Minai OA. Infection control in the bronchoscopy suite. *Clin Chest Med* 1999;20:19-32.
32. Bronowicki JP, Venard V, Botte C, Monhoven N, Gastin I, Chone L, et al. Patient-to-patient transmission of hepatitis C virus during colonoscopy. *N Engl J Med* 1997;337:237-240.