

CELAL BAYAR ÜNİVERSİTESİ TIP FAKÜLTESİ

Radyoloji Anabilim Dalı

SANAL VE FİBEROPTİK BRONKOSKOPİ UYGULAMALARININ  
KARŞILAŞTIRILMASI

UZMANLIK TEZİ

Dr. Nuri BARAZ

Tez Danışmanı

Prof. Dr. Cihan GÖKTAN

Manisa, 2013

## ÖNSÖZ

Öncelikle tez danışmanım olarak çalışmamda değerli katkılarını esirgemeyen hocam Prof. Dr. Cihan GÖKTAN'a,

Uzmanlık eğitimim boyunca bilgi ve tecrübelerini aktaran, yol gösterici olup hoşgörülerini esirgemeyen değerli hocalarım, Prof. Dr. Serdar TARHAN, Prof. Dr. Yüksel PABUŞCU, Prof. Dr. Gökhan PEKİNDİL, Prof. Dr. Mine ÖZKOL, Prof. Dr. Şebnem ÖRGÜÇ, Doç. Dr. Selim SERTER ve Doç. Dr. Gülgün Yılmaz OVALI'ya,

Asistanlığımın başından itibaren benimle her konuda bilgilerini paylaşan, Uzm. Uzm. Dr. Ali ER, Uzm. Dr. Işıl Esen BOSTANCI ve Uzm. Dr. Fatih DÜZGÜN, Uzm. Dr. Işıl BAŞARA, Uzm. Dr. Buket GÖÇMEN, Uzm. Dr. Güliz YILMAZ, Uzm. Dr. Seçil KARACAN, Uzm. Dr. Bilgen Mehpere ULUYOL, Uzm. Dr. Mustafa GÖK, Uzm. Dr. Tecelli POÇAN, Uzm. Dr. Pınar ÖZKARAKAŞ'a,

Birlikte çalıştığım sevgili asistan arkadaşlarım, Dr. Fırat KIZILKAYA, Dr. Serap Güneş URGAN, Dr. Nur SOYLU, Dr. Muhammet BULUT, Dr. İnci TÜRKAN, Dr. Sinan SÖZÜTOK, Dr. Kaan ARSLAN, Dr. Mustafa FARAŞAT, Dr. Melike Şener SORGUN'a,

Eğitimim süresince yardım ve destekleriyle yanımda olan kliniğimizin tüm çalışanlarına teşekkür ederim.

Bugünlere gelmemde en büyük emeğe sahip canım annem Mergube BARAZ, babam Mehmet BARAZ, canım kardeşim Nalan BARAZ'a çok teşekkür ederim.

## İÇİNDEKİLER

1	GİRİŞ VE AMAÇ .....	4
2	GENEL BİLGİLER .....	5
2.1	ALT SOLUNUM YOLLARI VE ANATOMİSİ.....	5
2.1.1	GİRİŞ .....	5
2.1.2	ANATOMİK YAPI .....	6
2.2	TRAKEOSKOPİ VE BRONKOSKOPİ .....	11
2.3	SANAL BRONKOSKOPİ .....	16
2.4	TRAKEOBRONŞİAL SİSTEM KONJENİTAL VARYASYON VE ANOMALİLERİ .....	21
2.5	TRAKEOBRONŞİAL HASTALIKLAR.....	23
2.5.1	Fokal darlıklar .....	24
2.5.1.1	Neoplazmlar .....	24
2.5.1.2	Non-neoplastik etyolojiler .....	27
2.5.2	Diffüz darlıklar .....	28
2.5.2.1	Duvar kalınlaşması olmayan diffüz darlıklar .....	28
2.5.2.2	Duvar kalınlaşmasının eşlik ettiği diffüz darlık .....	29
2.5.3	Bronşlarda genişleme (bronşektazi) nedenleri.....	35
3	GEREÇ YÖNTEM.....	36
4	BULGULAR .....	38
5	OLGU ÖRNEKLERİ .....	41
6	TARTIŞMA.....	47
7	SONUÇ .....	54
8	KAYNAKLAR .....	58

## 1 GİRİŞ VE AMAÇ

Hava yollarının bronkoskopik incelemesi 1897'de ilk uygulamasından beri daha da distal havayollarını görüntülemeyi sağlayacak fiberoptik sistemler, biyopsi almayı sağlayacak aparatlar ve video görüntüleme sistemleri gibi giderek gelişen ekipmanlar ile yüzyılı aşkın süredir uygulanan bir tetkiktir (1).

Bilgisayarlı tomografi teknolojisinde son yıllardaki yaygın gelişmeler sonucunda ise günümüzde fiberoptik bronkoskopi olarak uygulanan tetkiğe görüntüleme konusunda alternatif olabilecek bir teknik ve buluş olarak sanal bronkoskopi ortaya çıkmıştır. Sanal bronkoskopi havayollarının fiberoptik bronkoskopidekine benzer bir şekilde lümen içerisinde gezinmeyi sağlayacak şekilde görüntülenmesini sağlamaktadır (2). Özellikle multidedektör bilgisayarlı tomografilerin giderek artan dedektör sayısı ve bir nefes tutma süresinde tarama yapabilmesi ile sanal bronkoskopi incelemeleri de yüksek kalitede uygulanabilmekte ve ek olarak elde olunan maksimum intensite projeksiyon ve multiplanar rekonstrüksiyon görüntülerde tanıya belirgin katkı sağlamaktadır.

2011 yılından itibaren hastanemizde kullanıma giren multidedektör bilgisayarlı tomografi rekonstrüktif görüntüleri bizim de daha efektif bir şekilde kullanmamıza imkan vermektedir. Yeni teknolojilerin bize sağladığı yüksek görüntü kalitesi ile sanal bronkoskopi uygulamalarının klinisyenin yardımında efektif bir şekilde kullanımını amaçlayan çalışmalarımız hava yollarının taranmasında biz radyologlara da önemli tecrübeler sağlamaktadır.

Bu çalışmada amacımız edindiğimiz tecrübe eşliğinde sanal bronkoskopi uygulamalarını halihazırda kullanımda olan fiberoptik bronkoskopi uygulamaları ile karşılaştırmak ve sanal bronkoskopinin klinisyen açısından kullanım alanını belirlemektir.

## 2 GENEL BİLGİLER

### 2.1 ALT SOLUNUM YOLLARI VE ANATOMİSİ

#### 2.1.1 GİRİŞ

Trakeobronşial ağaç ve akciğer parankimi alt solunum yolları olarak adlandırılmaktadır.

Trakea C6 seviyesindeki krikoid kartilaj seviyesinden başlar ve bronşial bifurkasyon seviyesinde sonlanır. Bronşial bifurkasyon seviyesi kadavrada T4 vertebra hizasında olarak izlenmekte. Erekt pozisyonda yaşayan insanda T5 vertebra seviyesine kadar uzanım göstermekte ve inspirasyonda 6. Torakal vertebra seviyesine kadar inebilmektedir.

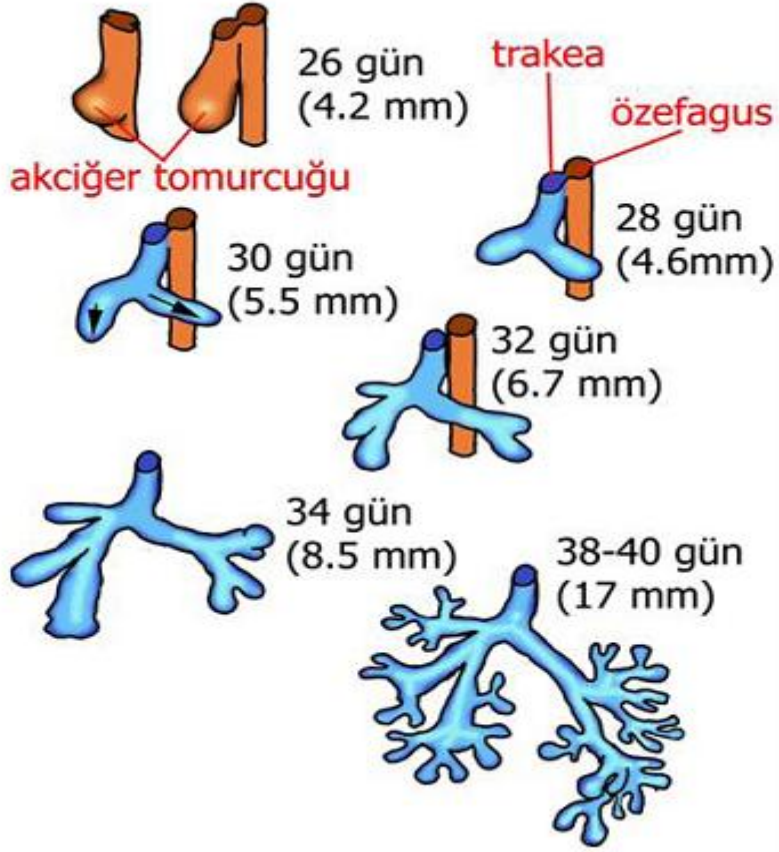
Trakea 16 ile 20 arasında C şekilli kartilaj halkalardan oluşmaktadır. Bu kartilajlar fibroelastik doku tarafında dikey yönde birleştirilmiş ve arka tarafında çizgisiz trakeal kaslar tarafından kapatılmaktadır.

Yetişkinde çapı 10-12 cm. Çapı 15-20mm değerlerinde izlenebilmektedir.

Pediyatrik grupta trakea daha küçük, derin yerleşimli ve daha mobildir. Postnatal birinci yılda çapı 4 milimetreyi aşmaz.

Embriyolojik olarak; embriyo yaklaşık 4 haftalıkken, solunum sisteminin ilk taslağı ön barsağın (foregut) ventral duvarından bir çıkıntı halinde belirir. Larinks, trakea ve bronşları döşeyen epitel, akciğerlerde olduğu gibi tümüyle endodermal kökenlidir. Buna karşılık, trakea ve akciğerlerin kıkırdak ve kas yapıları ön barsağı çevreleyen mezodermden türer.

Respiratuar primordium (solunum taslağı) ön barsaktan ayrılırken, trakea olarak adlandırılan bir orta hat ve akciğer tomurcuğu şeklinde ifade edilen iki lateral çıkıntı (out-pocketing) oluşturur. Daha sonra, sağ akciğer tomurcuğu, ana bronş adı verilen üç dala, sol akciğer tomurcuğu da iki dala ayrılarak gelişir. Akciğerleri dıştan saran mezoderm visseral plevraya dönüşür. Vücut duvarının iç yüzünü döşeyen mezoderm tabakasından da parietal plevra oluşur. Parietal ve visseral plevralar arasında kalan boşluğa plevral boşluk denir (3,4).



**Resim 1:** Trakeobronşial ağaç embriyonel gelişimi.

Gelişimin daha ileri evrelerinde, ana bronşların tekrar tekrar bölünmesiyle 6. Ayın sonunda yaklaşık 17 yeni bronş rejenerasyonu oluşmuş olur. Bronşial ağaç son şeklini almadan, 6 ek bölünme olacaktır. Bu bölünmeler postnatal hayatta gerçekleşir. Bu yeni bölünmeler oluşurken ve bronşiyal ağaç gelişirken, akciğerler daha kaudal bir pozisyon kazanır ve doğumda trakeal bifurkasyon 4. torasik vertebranın karşısına gelmiş olur.

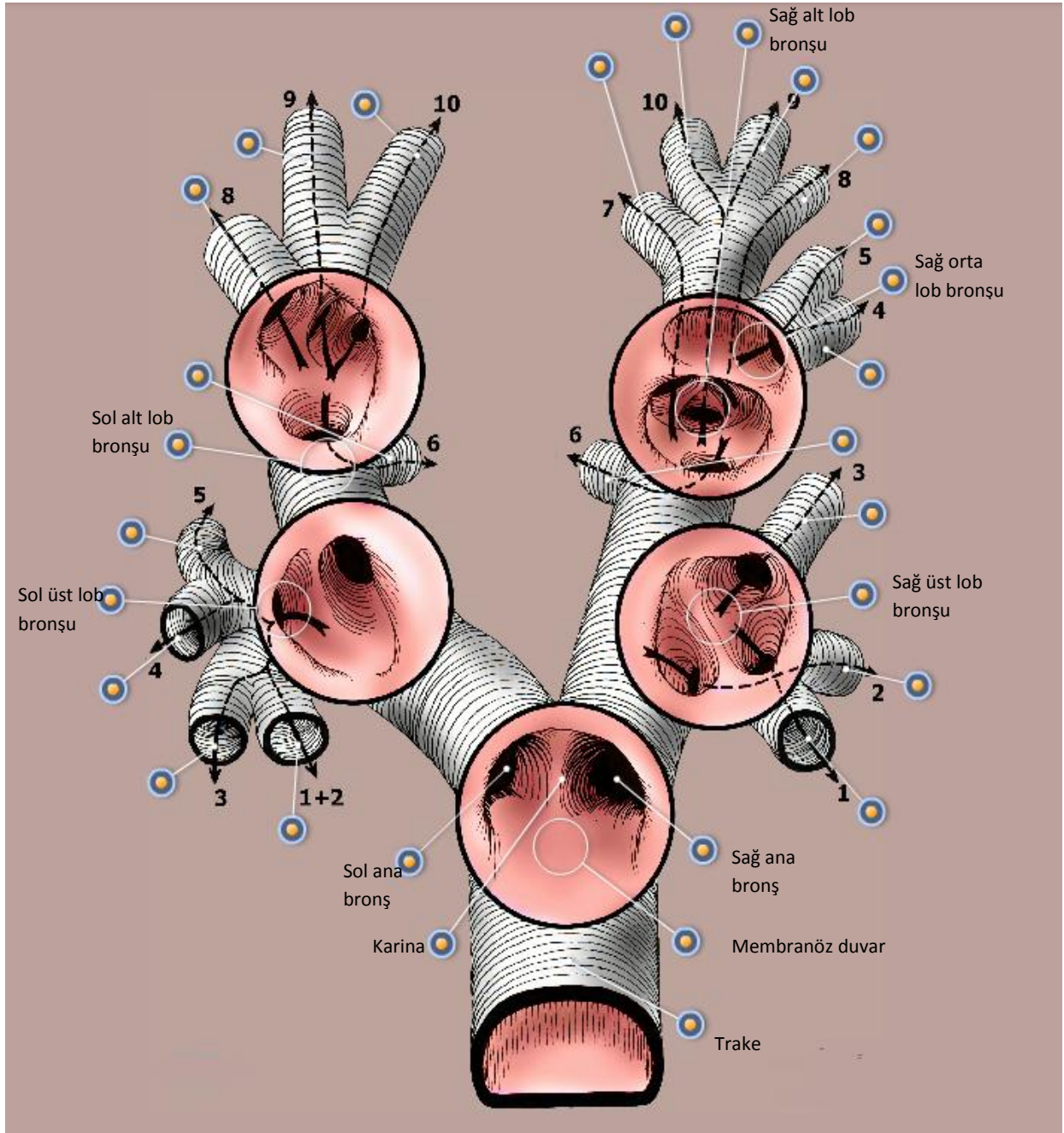
### 2.1.2 ANATOMİK YAPI

Trakea, karina seviyesinde bronkus prinsipalis dekster ve bronkus prinsipalis sinister anatomik isimlerini alan sağ ve sol ana bronşlara ayrılır.

Ana bronşlardan sekonder bronşlar çıkar.

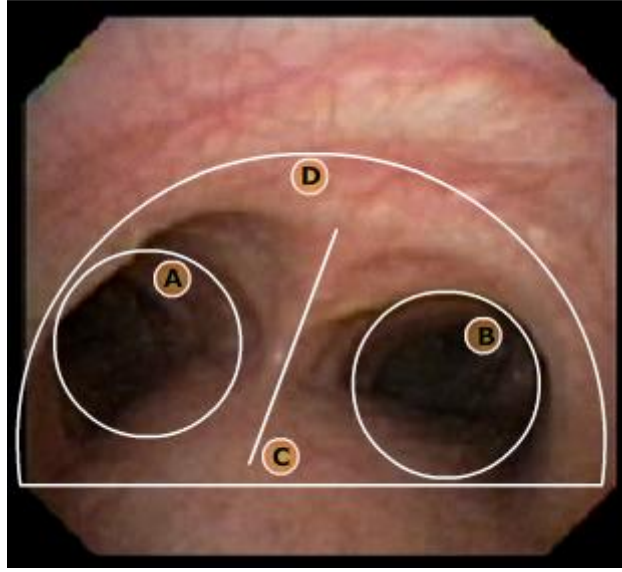
Sağ ana bronşdan 3 lobar bronş, sol ana bronşdan 2 lobar bronş çıkmaktadır.

Lobar bronşlardan ise segmental bronşları (tersiyer) kaynaklanmaktadır (4).



**Resim 2: Trakeobronşial ağaç anatomisi**

<p><i>Sol Akciğer</i></p> <p><i>Sol üst lob</i></p> <p>(1+2)Apikoposterior segment</p> <p>(3)Anterior segment</p> <p><i>Lingula</i></p> <p>(4)Süperior segment</p> <p>(5)İnferior segment</p> <p><i>Sol alt lob</i></p> <p>(6)Apikal segment</p> <p>(7)Medial bazal segment</p> <p>(8)Anterior bazal segment</p> <p>(9)Lateral bazal segment</p> <p>(10)Posterior bazal segment</p>	<p><i>Sağ Akciğer</i></p> <p><i>Sağ üst lob</i></p> <p>(1)Apikal segment</p> <p>(2)Posterior segment</p> <p>(3)Anterior segment</p> <p><i>Sağ orta lob</i></p> <p>(4)Lateral segment</p> <p>(5)Medial segment</p> <p><i>Sağ alt lob</i></p> <p>(6)Apikal segment</p> <p>(7)Medial bazal segment</p> <p>(8)Anterior bazal segment</p> <p>(9)Lateral bazal segment</p> <p>(10)Posterior bazal segment</p>
-------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------	---------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------



**Resim 3:** Karina düzeyi fiberoptik bronkoskopik görünüm. A: Sol ana bronş. B: Sağ ana bronş. C: Bifurkasyon (karina) D: Semisirküler kartilaja sahip trakea ön duvarı.

#### **Sağ ana bronş:**

Sağ ana bronş tanımı trakeal bifurkasyondan sağ orta lob bronşu orifisine kadar olan bölümü kapsamaktadır. Sağ ana bronş yaklaşık 5 cm. uzunluğa sahiptir. Sol ana bronştan daha geniş ve daha vertikal seyirlidir. Trakeaya benzer şekilde ama daha küçük boyutta olmakla birlikte membranöz bir arka duvar ve kartilaj halkalardan oluşur. Sağ ana bronşun trakea ile yaklaşık 25-30° açı oluşturmaktadır. Sağ ana bronşun koronal çapı erkekte 17±4 mm, kadında 15±4 mm'dir. Sağ pulmoner arter sağ bronşun anterior ve inferior kısmında yer alırken azigos ven üzerinden ark yaparak geçer. Sağ üst lob bronşu sağ ana bronşun seyri sırasında 2,5 santimetrede çıkar ve devamında sağ ana bronş hilusa girdikten sonra orta ve alt lob bronşu olarak ikiye ayrılmaktadır.

#### **Sağ üst lob bronşu:**

Sağ üst lob bronşu ana bronşun sağ lateral yüzeyinden köken alır. Süperolaterale ilerleyerek akciğer hilusuna girer. Yaklaşık 1 cm uzunluktadır ve üst lobun apical, posterior ve anterior segmentlerini besleyen üç segmental bronşuna ayrılır. Bu segment bronşları fiberoptik bronkoskop ile rahatlıkla görüntülenebilir. Buraya kadar olan dağılım hemen hemen sabittir. Görülebilen nadir varyasyonlardan



en belirginini apikal segmentin karina hemen üzerinde, trakenin sağ lateral yüzeyinden kaynaklanan bir trakeal bronkus ile havalandığı paterndir. Bu varyasyonun en yaratacağı en önemli klinik durum örneğın bir karsinoma da uygulanacak akciğer rezeksiyonu sırasında oluşturabileceğı kafa karışıklığıdır.

Apikal segment bronşu yukarı uzanır. Yaklaşık 1 cm sonra apikal ve anterior segment bronşlarını verir.

Posterior segment bronşu üst lobun posterior-inferiorunu havalandırır arkaya ve biraz da yukarıya uzanarak seyredir. Lateral (ya da aksiller) ve anterior subsegmental dallarını verir.

Anterior segment bronşu ise anteroinferior seyir gösterir ve üst lobun kalanına servis yapar. Kısa bir seyirden sonra lateral (ya da aksiller) ve anterior subsegmental bronşları verir.

### **Sağ orta lob bronşu:**

Sağ orta lob bronşu; sağ üst lob bronşu orjininin 2,5 cm ötesinde bronşun anterior yüzeyinden kaynaklanır.Seyri aşağı ve laterale doğrudur. Laterale kısa bir seyirden sonra lateral ve medial subsegmentlere ayrılır.

### **Sağ alt lob bronşu:**

Sağ alt lob bronşu orta lob bronşunun orjininden sonra ana kökün devamı şeklindedir. Akciğerin 5 segmenti bu bronşdan kaynaklanır.

Apikal (süperior) segment bronşu sağ ana bronşun sonlanmasının arka yüzeyinden köken alır. Orifisi sağ orta lob orifisinin karşı tarafında ve biraz aşağısındadır. Daha sonrasında medial, süperior ve lateral dallara bölünür. Son ikisi ortak kökten çıkmaktadırlar.

%50'den fazla sağ akciğerde bir subapikal (subsüperior) segmental bronş sağ alt lob bronşunun arka yüzeyinden apikal (süperior) segment bronşunun 1 ile 3 cm aşağısından çıkarak izlenebilmektedir. Varlığında bu bronş apikal (süperior) ve posterior bazal segmentler arası akciğer alanına dağılır.

Medial bazal (kardiyak) segment bronşu diğer bazal bronşlardan daha yüksek bir orijin noktasına sahiptir. Albin sağ sınırına paralel inferomedial seyir gösterir. Alt lob bronşu daha sonra anteriorda inen anterior bazal segment bronşu ve lateral ve posterior bazal segmentleri verecek olan bir kök ile devam eder.

### **Sol ana bronş:**

Sol ana bronş yaklaşık 5,5 cm uzunlukta ve daha küçük olan akciğere gittiği için sağ ana bronşdan daha dar bir görünümde dir. Akciğer hilusuna ulaşabilmesi için aortik arkın ötesine kadar uzanması gerekmektedir. Trake ile olan açısı ortalama 45°dir. Bronş özefagus, duktus torasikus ve desendan aortayı önden çaprazlar, sol pulmoner arter ise önce anteriorunda sonra süperiorunda seyreder. Altıncı torakal vertebra seviyesinde akciğer hilusuna girer ve üst ve alt lob bronşlarına bölünür.

### **Sol üst lob bronşu:**

Sol üst lob bronşu karinadan yaklaşık 5,5 cm uzaklıkta ana bronşun anterolateral yüzeyinden kaynaklanır. Laterale kısa bir mesafe eğim yaptıktan sonra sağ ana bronşun apikal (süperior) ve orta lobuna giden dallarına denk gelen iki bronşa bölünür. Her ikisi de orta lob içermeyen sol akciğerin apikal (süperior) lobuna dağılır.

Üstteki dal anterior segmental bronşu verene kadar 10 mm kadar yükselir, daha sonra 1 cm daha yukarıya, bir sonraki adımda apikal ve posterior dalları verecek olan apikoposterior segmental bronş olarak devam eder.

Altındaki dal sol akciğerin üst lobunun anteroinferior parçasına dağılmak üzere anterolateralde aşağıya iner. Akciğerin bu parçası linguler alan olarak adlandırılır. Bu linguler bronş, süperior linguler ve inferior linguler segmental bronşlarını verir.

### **Sol alt lob bronşu:**

Sol alt lob sağdakinden daha küçüktür. Apikal (süperior) segmental bronş orjinini üst lob orifisinin 1 cm altından sol alt lob bronşunun posteriorundan alır. Alt lob bronşu anteromedial ve posterolateral kökler olmak üzere iki kökü vermeden önce 1-2 cm devam eder. Medial bazal segment bronşu, anterior bazal segment bronşu ile birlikte anteromedial kökten, lateral bazal segment bronşu ve posterior bazal segment bronşu ise posterolateral kökten kaynaklanmaktadır.

Medial bazal segment bronşu sol tarafta anterior bazal segment bronşu ile ortak orjininden dolayı her zaman tanınmaz. Ancak %10 akciğerde bağımsız olarak alt lob bronşundan ayrılır ve sağ akciğerdeki benzeri segmental bronş gibi bir alanda fonksiyon gösterir.

Yine %30'a kadar olan akciğerlerde sol alt lob bronşu posterior yüzeyinden bir subapical (subsüperior) segmental bronşu çıkabilir (5).

## 2.2 TRAKEOSKOPİ VE BRONKOSKOPİ

Bronkoskopi ilk kez 1897'de Gustav Killian tarafından yabancı cisim çıkarma amacıyla kullanılmıştır (1). Trakeoskopi ve bronkoskopi genel ya da lokal anestezi altında rijid ya da fiberoptik bronkoskoplar kullanılarak uygulanabilir. Günümüzde en sık kullanılan metod kontrollü sedasyon ile kombine edilmiş lokal anestezi altında fiberoptik enstrümantasyon kullanılarak yapılandır. Trake ve bronşların incelenmesi patolojik bölgeler üzerinde çalışılması, histolojik değerlendirme için biyopsi alınabilmesi, yabancı cisimlerin çıkarılması, sıvı birikimlerinin aspirasyonuna imkan sağlar.

Bronkoskopi endikasyonları temel olarak tanısall ve tedavi amaçlı olmak üzere ikiye ayrılır.

### **Tanı amaçlı bronkoskopi endikasyonları (6,7,8)**

1. Öksürük: Kronik öksürük en sık bronkoskopi endikasyonlarından biridir. Öksürüğü olan hastada bronkoskopinin amacı trakeobronşiyal patolojileri göstermek ya da ekarte etmektir
2. Hemoptizi: Hem tanı, hem tedavi amaçlı olarak bronkoskopi yapılabilir. Kanamanın etyolojisini ve kanama yerini belirlemek tanısall endikasyonlardır. Kanama esnasında ya da kanama kontrol altına alındıktan 24 - 48 saat sonra yapılabilir
3. "Wheezing" ve stridor: Akciğer grafisi normal olan hastalarda astım ve KOAH ekarte edildiğinde veya akciğer grafisinde hava yoluna baskı bulguları olan hastalara yapılmalıdır
4. Radyolojik bulgu varlığı: Akciğer grafisinde atelektazi, nodül veya kitle, kaviter akciğer lezyonları, mediastinal kitle ve genişleme, difüz parankimal hastalık bulguları varsa bronkoskopi endikedir

5. Persistan pnömotoraks: Pnömotoraks persiste ediyor ya da tüp torakostomisi olan bir hastada hava kaçağı devam ediyorsa bronkoplevral fistül olabilir. Hem fistülün yerinin tespiti hem de onarımı için bronkoskopi yapılabilir
6. Diafragma paralizisi: Frenik sinir tutulumu yapabilecek hiler/mediastinal lenfadenopatiler ve kitlelerin tanısı için yapılabilir
7. Vokal kord paralizisi: Sol ya da sağ nervus larengeus rekürrens sinir paralizisine neden olan mediastinal patolojilerin tespiti için yapılabilir
8. Akciğer enfeksiyonu: Enfeksiyon ajanını tespit etmek, iyileşmeyen pnömonilerde endobronşial obstrüksiyonu varlığını araştırmak, enfeksiyon dışı patolojileri tespit etmek için yapılabilir. İmmünsüprese hastalarda fırsatçı enfeksiyonların tanısında erken dönemde yapılabilir
9. Akciğer absesi: Endobronşiyal tıkanıklık varlığını tespit etmek, abse içinden mikrobiyolojik örnek almak ve abse drenajı amaçları ile bronkoskopi yapılabilir
10. Plevral efüzyon: Akciğer grafisinde eşlik eden bulgular olan ya da öksürüğü olan ve torasentez ve plevra biyopsisi ile tanı konulamayan hastalarda uygulanabilir
11. Bronş kanseri: Bronş kanserinin tanısı ve evrelemesinde önemli yere sahiptir. Ayrıca tedaviye yanıtın değerlendirilmesinde de önemi büyüktür
12. Toraks travması: Toraks travması sonrası gelişebilecek patolojilerin tespiti açısından mutlaka önerilmektedir
13. Fistül: Trakeobronşiyal, trakeoözefageal ve bronkoplevral fistüllerin tanı ve tedavisinde endikedir
14. Yabancı cisim aspirasyonu.
15. Trakeobronşiyal ağacın kimyasal ve termal yanıkları.
16. Endotrakeal tüp yerleştirilmesine kılavuzluk yapmak
17. Trakeal stenoz ve striktür kontrolü
18. İntraoperatif cerrahi sınır belirlenmesi
19. Postoperatif cerrahi sınır kontrolü
20. Akciğer transplantasyonu sonrası kontrol/izlem

**Tablo 1:** Fiberoptik bronkoskopi endikasyonları

Bronkoskopi aynı zamanda bronkopulmoner segmentlerin pratik bilgisi konusunda bir egzersiz oluşturur.

Tedavi amaçlı bronkoskopi endikasyonları
Havayolunun temizlenmesi
Mukus tıkaçı
Sekresyon birikimi
Yabancı cisim çıkarılması
Hemoptizi
Tıkaçıcı neoplazi
Lazer bronkoskopi
Elektrokoter
Kriyoterapi
Brakiterapi
Lezyon içerisine enjeksiyon
Terapötik BAL
Trakeobronşial striktür, stenoz
Fistül tedavisi
Akciğer absesi
Bronkojenik ve mediastinal kistler

**Tablo 2:** Bronkoskopinin tedavi amaçlı kullanım endikasyonları (9,10)

Bronkoskopi burundan, ağızdan ya da trakeostomi deliğinden yapılabilir. Burundan uygulama bronkoskopun hasar görmemesi için en emniyetli yoldur.

Trake beyaz renkli, parlak kartilaj halkalar ve aralarında daha kırmızımsı görünümde alanlar içeren bir tüp olarak izlenir. Bu tüp aortik ark seviyesinde hafifçe yassılaştır ve pulsasyonlar görünür hale gelir. Trakeal bifurkasyon veya karina daha vertikal yerleşimli sağ ana bronş nedeniyle midtrakeal hattın hafifçe solunda uzanır. Bunun sonucu olarak başlangıçta bu bronştan aşağı inmek daha kolaydır. Retrograd teleskop yardımıyla ya da alternatif olarak fiberoptik bronkospun ucunu eğerek sağ üst lob anterior posterior ve apical dallarının orifisleri görüntülenebilir. Biraz daha ilerlendiğinde anteriorda yerleşimli orta lob bronşunun orifisinin oluşturduğu horizontal kabartı ortaya çıkar ve bunun daha aşağısında ise alt lob bronşu uzanır. Posteriora alt lobun apikal bronşunun orifisi izlenebilir, daha sonra medyal (kardiyak) orifis

ortaya çıkar ve son olarak birbirlerine yakın yerleşimli, yukarıdan aşağıya; anterior, lateral ve posterior bazal orifisler izlenebilir hale gelir.

Eğer şimdi enstrüman geriye çekilir ve sol ana bronşa uzatılırsa ilk dikkati çeken lateralde sol üst lob bronşunun görülmesine kadar olan büyük uzunluğudur. Lingula bronşunun ağzı en iyi retrograd teleskopla ya da fiberoptik bronkoskobun ucunu kıvrarak görülebilir. Alt lob bronşu boyunca ilerlendikçe arkada apikal ve medial dalları görüntüye sokar ve daha da sonra ilerlendikçe anterior, lateral ve posterior bronş orifisleri kümesi ortaya çıkar.

Bronkoskopinin uygulanması sırasında rahatsızlık hissi, öksürük görülebilen bulgulardır. Ayrıca oksijen saturasyonunun düşmesi, rijid bronkoskoplarda havayolu ve vokal kord yaralanmaları görülebilir. Biyopsi sonrasında ya da havayolu ile ilişkili bir kitleye müdahale nedeniyle kanama oluşması ve pnömotoraks da komplikasyonlar arasında yer alır. Ancak günümüzde uygun hazırlık, protokollere sadık kalınması ve tecrübe ile bu komplikasyonların görülme oranları 1979'daki %30 major komplikasyon tanımlayan Burgher'in çalışmasına (11) göre oldukça azalmakta ve %10'un altında tutulabilmektedir. Mortalite ise % 0,01 ila % 0,5 olarak bildirilmiştir.

**Fiberoptik Bronkoskopi kontrendikasyonları:**

(12,13,14)

Ciddi kanama bozukluğu (trombosit <50 bin /ml)

Oksijene yanıt vermeyen hipoksemi (% 100 oksijen uygulamasına rağmen PaO<sub>2</sub> <60 mmHg ise)

Ağır sistemik hastalıklar

Unstabil angina

Unstabil kardiak aritmiler

Şiddetli hipertansiyon

Bronkoskopiye yapacak personelin deneyimsiz oluşu

Ağır hiperkapni

Şiddetli bronkospazm veya ağır astma

Kan BUN düzeyi >30 mg/dl

Hasta kooperasyonunun olmaması

Belirgin trakeal obstrüksiyon

Serum kreatinin >3 mg/dl

Yüksek PEEP

Artmış intrakranial basınç

**Tablo 3:** Fiberoptik bronkoskopi kontrendikasyonları

**Bronkopulmoner segmentlerin klinik önemi**

Sağ ana bronş sola göre trakea ile daha paralel uzanım gösterir. Bu yüzden inhale edilen yabancı cisim ve gastrik içerikler gibi sıvıların sağ bronşa gitmesi sola oranla daha büyük bir ihtimaldir. Eğer hasta yan yatar pozisyonda ise bu tarz materyaller lobun anterior ve posterior segmentlerinin lateral (ya da aksiller)

segmentlerine gider. Sonuç olarak bu subsegmentler inhalasyonel pnömonitlerin, segmental kollapsların ya da akciğer abselerinin sık görüldüğü bölgeler olur.

Hasta supin pozisyonda ise sağ veya sol alt lob bronşundan köken alan apikal (süperior) segmental bronşu aspire edilen materyalin en sık biriktiği yerdir. Bu bölge aynı zamanda eskiden tüberküloz kavitelerinde nadir rastlanmadığı bir yerleşimdi.

İnhale edildiğinde yabancı cisimler boyutlarına bağlı olarak ana, segmental ya da daha küçük bronşları obstrükte edebilir.

Bronşiektazi ve bazı enfektif süreçler gibi patolojik durumlar bir ya da daha fazla bronkopulmoner segmente kalabilirken, malign neoplazmlar ve tüberküloz bir segmentten komşu segmentlere yayılabilir.

Eğer uygun ise tek bir bronkopulmoner segmentin cerrahi rezeksiyonu gerçekleştirilebilir. Daha radikal prosedürler olan belirli bir sayıda segmentin, tüm bir lobun ya da tüm akciğerin rezeksiyonu da uygulanabilmektedir.

### 2.3 SANAL BRONKOSKOPİ

#### **Trakea ve ana bronşların Multidetektör Bilgisayarlı Tomografi (MDBT) ile değerlendirilmesi**

Bronkoskopi tüm hastalar tarafından iyi tolere edilemez ve bir çok vazovagal reaksiyonlar, bulantı ve kusma, aritmiler gibi minör olanları da içeren komplikasyonlara sebep olur. Daha ciddi komplikasyonlar olarak ani intrakraniyal basınç artışı, pulmoner ödem, laringospazm, bronkospazm ve oksijen desaturasyonu görülebilir. Dahası bronkoskopi ciddi stenozların ötesini değerlendirme de kısıtlı kalmaktadır. Sonuç olarak rutin görüntüleme ve tedavi programlama amacıyla eklenen bilgisayarlı tomografi gibi bir non-invazif metod çok faydalı olacaktır (15). MDBT konusuna geline nokta ve kullanılabilirliğinin artması bir nefes tutma süresinde hızlı volümetrik görüntü elde edilmesi, mükemmel kalitede iki ve üç boyutlu reformat görüntülerin oluşturulması ile bilgisayarlı tomografi trake ve ana bronşları değerlendirme de tercih edilen bir görüntüleme yöntemi olmuştur (16,17).



## **MDBT tekniği**

Akciğer parankiminin doğasında bulunan kontrastı akciğer incelemelerinde rölatif düşük bir dozda (110 ile 140 kV ve 50 ile 80 mAs arası) intravenöz kontrast madde uygulanmadan da tanısal bir değerlendirme sağlar. Tarama da en ince dedektör kolimasyonu kullanılır. 64 ya da daha fazla dedektörlü tarayıcılar ile 0,625 mm ya da daha ince kolimatör boyutlarıyla, 1mm kesit kalınlığına rekonstrüksiyon uygulanarak ve %50 overlap ile aksiyel planda çekimler yapılır (18).

Eğer trakeobronkomalazi şüphesi mevcut ise; ikincisi aktif ekshalasyon sırasında olmak üzere iki kere, değilse nefes tutarak bir kere çekim yapılır. Çekim hastaya nefes komutları konusunda bilgilendirme uygulandıktan sonra yapılmalıdır (19). İntravenöz kontrast madde eğer stenoz yüksek vaskülariteye sahip paraganglioma gibi bir kitle nedeniyle ya da vasküler bir ekstrinsik bası nedeniyle olmuş ise kullanışlı olacaktır. Kontrast aynı zamanda karsinoid tümör gibi intraluminal bronşial kitlelerin segmental bronşta postobstrüktif akciğer kollapsı ve pnömoniye neden olarak çevreleyen konsolide akciğer parankimi içerisinde kaybolduğu durumlarda görünebilirliğini artırır (18,20).

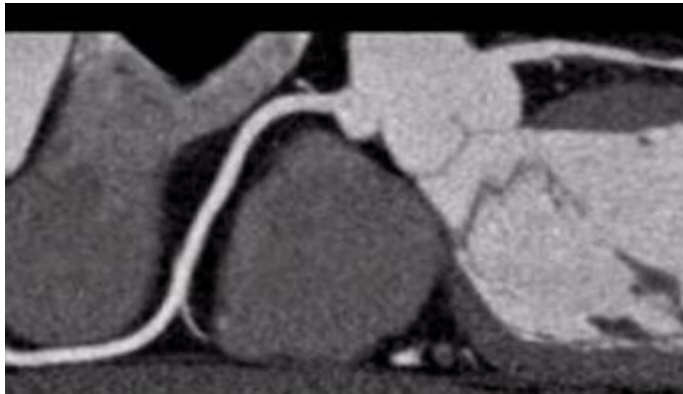
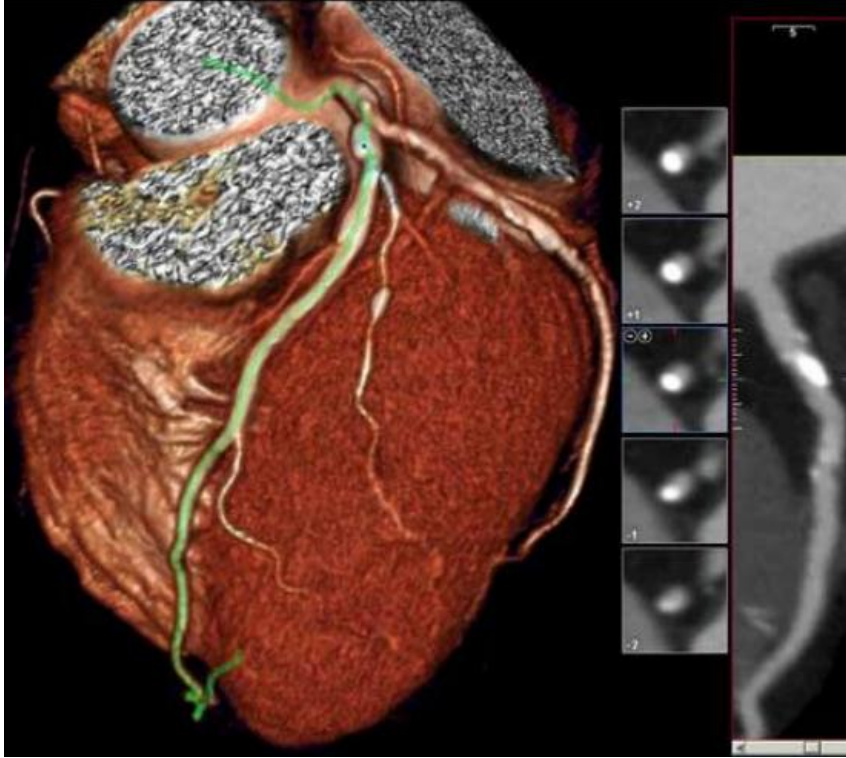
## **Değerlendirme ve görüntülerin işlenmesi**

İncelemeye aksiyel plandaki görüntülerin değerlendirilmesi ile başlanır. Trake, bronş lümeni ve duvarları, çevreleyen mediastinal ve hiler dokular dikkatle taranır. Bu ilk görüntüleme hastalığı tanımlama ve anomaliyi göstermek için postproses imajların oluşturulmasına rehberlik etmede etkilidir. Multiplanar iki ve üç boyutlu rekonstrükte imajlar sadece anatomik olarak daha anlamlı değerlendirmeler yapılmasına yardımcı olmakla kalmaz aynı zamanda kısa segment veya çok belirgin olmayan havayolu stenozlarının tanımlanmasını da kolaylaştırır. Mediastinal yapıların havayolları ile ilişkisi, aksiyel plana oblik ya da paralel kalan havayollarının incelenebilmesi ve hastalığın kraniyokaudal planda yayılımı bu tip reformat görüntülerle daha iyi anlaşılabilir (20,21).

İki boyutlu multiplanar reformat görüntüler (MPR) koronal, sagittal veya oblik planda, görüntü arşivleme ve iletişim servisi (PACS) ile ya da ikinci bir iş istasyonu ile kolayca oluşturulabilir. Bu imajlar yaklaşık 0,6 ile 0,8mm kalınlıkta bir voksel

kalınlığı gösterirler. Trakenin uzun aksı boyunca koronal oblik planda bir imaj oluşturularak laringoskopta görülebilen vokal kordlar ve karinayı içeren bir görüntü alanı ele edilebilir (18).

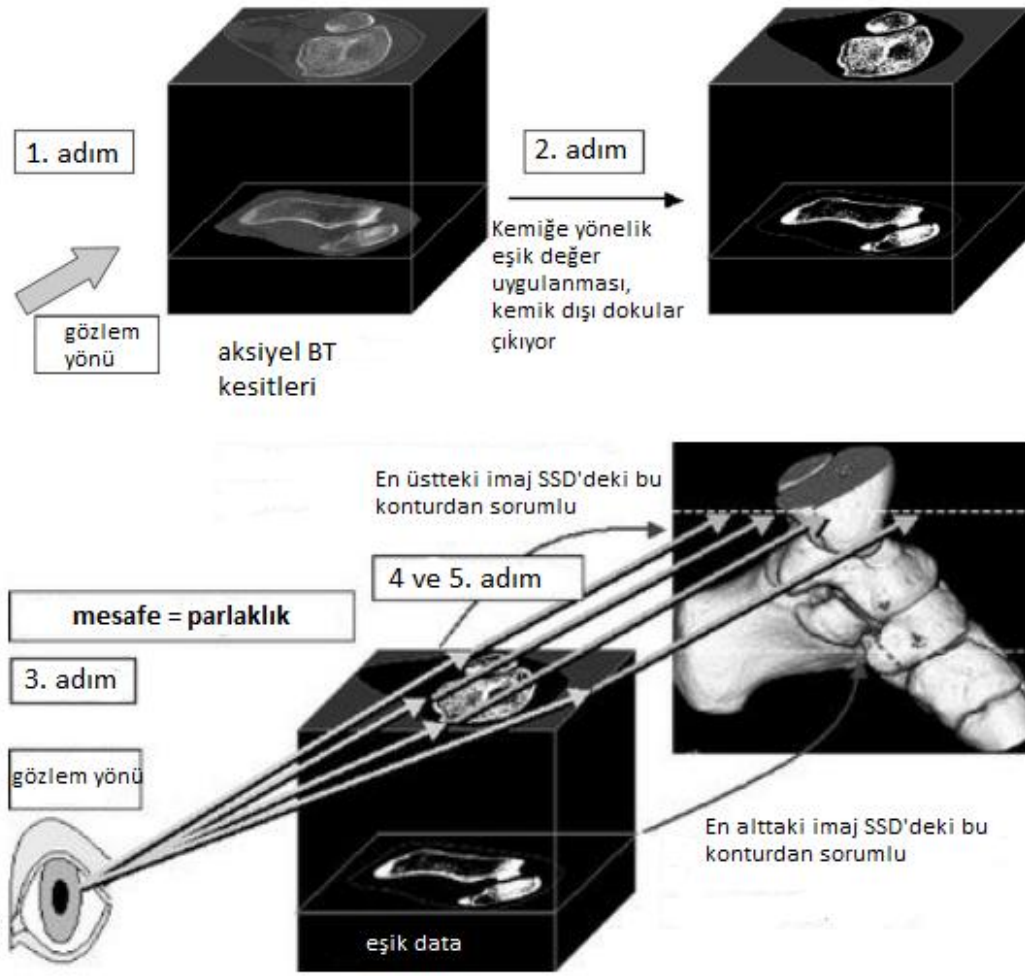
Kıvrımlı MPR, düzgün olmayan, kıvrıntılı seyirli yapıların uzunluklarının ölçülmesinde kullanışlıdır. Aynı zamanda bu yapının devamlılığında doğru bir çap ölçümü yapılmasını da sağlar. Bu özellikle kıvrıntılı, eğik trakelerde bir stenoz ya da lezyonun ölçümünde uygulanması gereken bir yöntemdir. Ayrıca bronşial yapılardaki lezyonların uzunluğunun ya da karinaya uzaklıklarının belirlenmesinde ve cerrahi ya da stent planlanmasında MPR görüntüleme doğru ölçümler için gereklidir (17).



**Resim 4:** Kıvrımlı (Curved) MPR görüntülemeye örnek. Kardiyak anjiyo BT'de kullanımı.

Yüzey kaplamalı gösterim (SSD) en basit üç boyutlu kaplama algoritmasıdır. Yüksek hızla uygulanabilir ve derinlik hissi olan bir tetkiktir. Bir SSD oluştururken öncelikle ilgili 3D objeyi tanımlamak gerekir. Bu objeyi arka plandan ayırma işlemi (segmentasyon) obje kontrastına bağlı olarak oldukça basit ya da aşırı güç olabilir. En basit segmentasyon işlemi, uygun bir BT sayısı aralığı seçerek üç boyutlu objeyi tanımlamaktır. Bir veya daha fazla sanal ışık kaynağıyla objeyi aydınlatarak gözlem planına geri yansıyan ışığın intensitesinin bilgisayarda işlenmesi suretiyle obje yüzeyinin üç boyutlu görüntüsü oluşturulur. Bu plandaki her nokta, görüntüleme yönünde ilk karşılaşılan obje data noktaları 3D yüzey imajı oluşturmak için kullanılır. Yüzeyin ışık kaynağından uzaklığı ve BT dansitelerinin yüzey gradyenti, gölgelenme efektleri oluşturmak ve 3D görüntü gerçekliğini arttırmak için kullanılır. Birçok program sadece bir sanal ışık kaynağının kullanılmasına izin verir. Işık kaynağının pozisyonunu değiştirerek obje yüzeyi detayları farklı şekilde aydınlatılabilir. Bazı programlarla aynı anda birçok obje gösterilebilir ve farklı renklerle kodlanabilir. Objenin görüntüleme planına projeksiyonu paralel ışınlar saçarak (ortografik dönüşüm) veya obje üzerine sanal bir gözden ışınlar saçarak (perspektif dönüşüm) yapılabilir. Ortografik dönüşüm yapıların uzaysal ilişkilerini değerlendirmede mükemmelken farklı görüntüleme açılarıyla perspektif dönüşüm data volum içerisinde manevra imkanı sağlar ve sanal endoskopi gibi teknikler açısından ilk tercihtir. SSD kalitesi sken parametrelerine bağlıdır ancak Eşiklendirme (thresholding) işleminde kayda değer bilgi kaybına bağlı olarak etki daha az belirgindir. SSD imaj kalitesini belirleyen daha önemli bir parametre obje segmentasyonu, özellikle segmentasyon eşliğinin seçimidir.

Segmentasyon için optimum eşik değeri, bir yapıyı gerçek-tam büyüklüğünde belirleyen değerdir. Teorik olarak bu değer objenin BT sayısı ile çevresindeki yapıların BT sayısının orta noktasıdır. Pratik tecrübelerden bilinen, teorik değer farklı görüntüleme parametrelerine bağlı olarak yaklaşık % 10 azaltılmasının tavsiye edildiğidir. Bununla birlikte sadece kesit kalınlığından büyük yapılar gerçek büyüklüklerinde tanımlanabilir. Kesit kalınlığı arttıkça daha fazla obje elemanı hatalı olarak gösterime girer. Parsiyel volum etkisine bağlı olarak sken planına paralel oryantasyonlu göreceli küçük veya ince detaylar kaybolur ki daha küçük objeler daha hızlı bozulur ve sonunda kaybolur (22).



**Resim 5:** SSD'de görüntü oluşumu aşamaları

Volume-rendering reformat görüntüleri luminal hava kolonunun yüzeyini izole ederek gerçek bronkoskopiye benzer bir görüntü elde etme tekniğidir. Bu teknikte iki ve üç boyutlu MPR'larda olduğu gibi parsiyel volüm artefaktı ve basamaklanma artefaktına açıktır. Birçok postproses motoru trakeobronşial lümeni doğal renginde kaplayarak içerisinde gerçek bronkoskopi deneyimine benzer gezinebilme imkanı sunar. Ancak unutulmaması gereken aksiyel kesitlere bakmadan postproses görüntülere bakılmaması gerektiğidir. Hareket artefaktları ve bazı normal yapılar postproses görüntülerde patolojiyi taklit edebilir, ayrıca aksiyel görüntüler mediasten ve komşu akciğer parankiminin değerlendirilmesinde de değerlidir (17,21).

## 2.4 TRAKEOBRONŞİAL SİSTEM KONJENİTAL VARYASYON VE ANOMALİLERİ

### **Bronşial atrezi**

Bu lezyon bronkojenik kist ile ilişkili olabilir ve en sık sol üst lob apikoposterior segmenti tutar. Bronkusda segmental ya da subsegmental atrezi olmasına rağmen atrezinin distali iyi korunmuştur ve bu kısımlar mukus sekrete etmeye devam ederler. Sonuçta mukus tıkaçları veya mukosel oluşur. Tutulmuş segmentte kollateral olarak havalanma olur ancak bu hava dışarı atılamaz. BT'de mukosel ve tutulan segmentte aşırı havalanma izlenir.

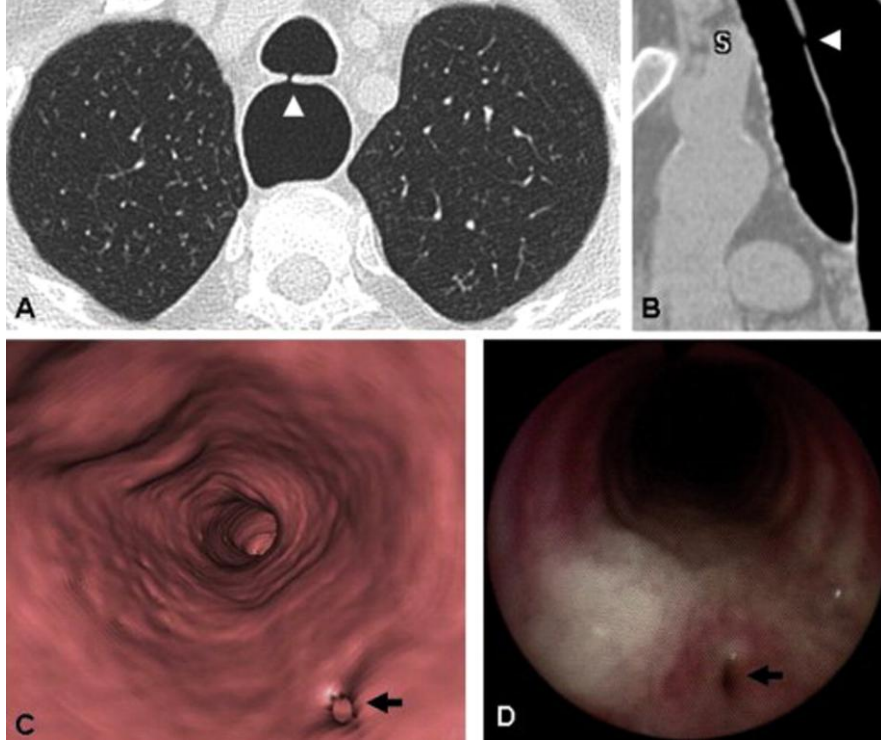
### **Trakeobronkomegali**

Trakea ve santral bronşların dilatasyonu ile kendini gösteren bir durumdur. Etyolojide trakea ve bronş duvarındaki kas ve elastik liflerin konjenital defekti olduğu düşünülmektedir. Trakea çapı 2.5 cm'yi, ana bronş çapları 2-2.3 cm'yi aşmışlardır. Bu hastalarda sıklıkla intrapulmoner bronşektazi de görülür.

Etyolojisinde çok çeşitli nedenler rol oynayabilir. Konjenital olanları daha çok Ehlers-Danlos (kartilaj defekti) ve Mounier-Kuhn (trakeobronşial divertikülozis) sendromları ile ilişkilidir. Ayrıca edinsel olarak da rastlanılır (travmatik, kronik inflamasyon, traksiyon).

### **Trakeoözefageal Fistül**

Trakea ve özefagus arasındaki fistüller konjenital veya akkiz olabilir. Sıklıkla özefageal atrezi de eşlik eder. Gross sınıflama sistemine göre 5 gruptur ve en sık görüleni (Yaklaşık %88,5) distal trakeoözefageal fistül ve proksimal özefageal atrezi görülen Tip C'dir. Sanal bronkoskopi fistülün yerini göstermede etkin bir teknik olarak kullanılabilir. Tedavide fistülün ligasyonu ya da eksizyon ve tamiri şeklinde uygulanan cerrahiler yer alır.



**Resim 6:** Literatürden bir örnekte trakeoözefageal fistül. (A) Aksiyel kesitte TÖF lokalizasyonu. (B) Sagittal reformat görüntülemeye fistül yeri. (C) Sanal bronkoskopik görüntülemeye fistülün görünümü. (D) Fiberoptik bronkoskopi ile fistül ağzının görüntülenmesi.

### **Bronkojenik kist**

Sık görülen bir bronkopulmoner anomalidir. Embriyonik gelişim esnasında anormal bronşial dallanma sonucu oluşur. İntrapulmoner (%70) ve mediastinal (%30) olmak üzere sınıflandırılırlar. İntrapulmoner tip; sıklıkla daha alt loblarda görülür ve santimetrelerce çapa ulaşan bir kist şeklinde izlenir (santral tip) veya multipl küçük kistlerin birleşmesiyle oluşan multilokule kist şeklinde görülebilir (periferal tip). Kist içeriği proteokazeöz nitelikte olduğundan BT dansitesi 50 HU kadar yüksek çıkıp, yumuşak doku dansitesi izlenimi verir. Kist enfekte değilse trakeobronşial ağaç ile ilişkili değildir, ancak % 75 vakada kist enfektedir ve trakeobronşial ağaç ile ilişkisinden dolayı kist içeriğinde hava veya hava-sıvı seviyesi görülür. Normalde kontrast tutmaz ancak enfekte kistlerde kontrast tutulumu olur.

Bronkojenik kist ile iyileşmiş bir abse sonucu oluşmuş kisti ayırmak zordur. Mediastinal tip; daha sıklıkla sağ subkarinal alanda olmak üzere, paratrakeal ve paraözefagial alanlarda görülür. İntarapulmoner tipe oranla çok daha büyük boyutlara ulaşır, seyrek olarak trakeobronşial ağaç ile ilişkilidir ve enfeksiyon oldukça nadirdir.

### **Vasküler ring**

Trakea ve özefagusun aorta ve dalları ile çevrelendiği bir grup konjenital hastalıktır. Bazen kompresyon ve obstrüksiyon bulguları verebilir.

### **Kardiyak bronkus**

Ek sayıdaki bir bronkustur, genellikle rudimenterdir, sıklıkla intermediate bronkusun medial duvarından köken alır ve medial olarak kalbe doğru aşağıya seyreder. Bu anomalilerin klinik önemi tekrarlayan enfeksiyonlar ve bronşektaziye predispozisyon oluşturmalarıdır. Endobronşial intubasyonda balonun atipik yerleşimli bronkusu tıkaması sonucu bu bronkusun havalandırdığı lobda atelektazi oluşabilir.

### **Trakeal Bronkus**

Trakeal bronkus, trakeanın atipik bölgesinden köken alan bronkus (üst lob apikal segmentel veya orta lobar segmente girer ) veya direkt olarak trakeadan çıkan ek sayıda bronkus olarak tanımlanır. Vakaların çoğunda trakeanın üçte bir distalinden sağ lateral duvardan köken alır (23).

## **2.5 TRAKEOBRONŞİAL HASTALIKLAR**

Santral hava yolu hastalıkları iki grupta toplanabilir: lüminal daralmaya neden olanlar ve lüminal genişlemeye neden olanlar. Bu gruplarda fokal ya da kısa segment ve uzun segment ya da diffüz daralmalar olarak subsegmentlere ayrılabilir.

### 2.5.1 Fokal darlıklar

Kısa segment lüminal darlıklar en sık havayolu kaynaklı malign veya benign neoplazmlar, ya da travma ve trakeostomi, endotrakeal entübasyon benzeri tıbbi girişimler sonucu gelişen stenozlardır. Günlük pratikte en sık görülen intralüminal kitle mukustur. İçerisindeki hava kabarcıklarını tanımlamak bunu bir polipten ayırmada yardımcı olabilir. Bazen hastanın öksürmesini sağladıktan sonra tekrar alınacak bir görüntüleme sonucu morfolojinin değişmesi de mukus yapısını bir kitleden ayırmayı sağlayabilir (24).

#### 2.5.1.1 Neoplazmlar

##### Primer malign neoplazmlar

Trake ve ana bronşların primer neoplazmları nadirdir ve trakeobronşial neoplazmların sadece %1'ini oluştururlar. Bu tümörlerin yüzde doksanı ise malign özellik gösterirler ve bunlarında % 86'sı skuamöz hücreli karsinom (SCC) ve adenoid kistik karsinom (ACC) tarafından oluşturulur. Karsinoid ve mukoepidermoid tümörler santral havayollarında daha nadir izlenir.

SCC santral havayollarının en sık primer malignensisi olarak epitelyumdan kaynaklanır ve sigara içimi ile güçlü bir ilişkisi vardır. Havayolunda SCC'si bulunan hastaların %40'ı yaşamlarının bir noktasında baş-boyun veya akciğer kanseri gelişimine maruz kalır. SCC erkeklerde kadınlara göre iki ile dört kat fazla ve 50 ile 60 yaşlar arasında görülür. Sıklıkla infiltratif ve tanı anında geniş ekzofitik komponent bulundurur. Mediastinal lenfadenopati ve pulmoner metastazlar sıklıkla eşlik eder. Bu lezyonlar pozitron emisyon tomografisinde (PET) yüksek FDG tutulumu gösterir (25,26).

ACC havayollarındaki salgısal glandlardan kaynaklanan en sık kanserdir ve trakenin en sık ikinci primer malignensisidir. Sigara içimi ile ilişkili değildir ve cinsiyet dağılımı eşittir. SCC den daha genç yaşlarda genellikle yaşamın dördüncü dekadında görülür. ACC havayollarının submukozasından geliştiği için bronkoskopi ve BT'de intraluminal fokal bir kitle olarak görülür. En iyi koronal ve sagittal MPR görüntülerde



görülebilecek uzun bir kraniyokaudal segmenti etkilemiş sirkumferensiyal havayolu duvar kalınlaşması mevcuttur. ACC yavaş büyüme gösterir ve nadiren bölgesel lenfadenopati ve uzak metastazlar gösterir. PET görüntülemeye yüksek dereceli tümörlerde daha belirgin FDG tutulumu olmak üzere değişken FDG tutulumu gösterir (25,26).

Mukoepidermoid karsinoma (MEC) ve karsinoid tümörler SCC ve ACC'ye benzer hava yollarının diğer primer maligniteleridir ve distal hava yollarını en sık lobar ve segmental bronşları tutar. MEC minör salgı bezleri kaynaklı ama ACC'den bile daha az görülen bir tümördür. Karsinoid tümörler kortikotropin (ACTH), serotonin, somatostatin ve bradikininler gibi nöroamin ve hormonları salgılayan nöroendokrin neoplazmlardır (25,26).

MEC ve karsinoid tümörler birçok ortak özellik barındırırlar. Her ikisi de hemoptizi ve akciğer kollapsı bulguları ve tekrarlayan enfeksiyonlarla seyreder, her ikisi de cinsiyet predominansisi ya da sigara ile ilişkili değildir. BT ya da bronkoskopide düzgün sınırlı ya da lobüle, oval ya da yuvarlak endolüminal kitleler şeklinde görülür. Her ikisi de internal kalsifikasyonlar içerebilir. BT'de bu kitlelerin havayolu duvarından kaynaklandığı fokal kalınlaşma oluşturduğu izlenebilir ve bu yolla duvar invazyonu göstermeyen benign havayolu tümörlerinden ayrılmalari sağlanır. Her iki lezyonda vasküler olması nedeniyle kontrast tutulumu gösterir ve postobstrüktif atelektaziler, mukus tıkaçları ve tekrarlayan pnömoniler sık bulgulardır (25,26).

### **Metastazlar**

Trake ve ana bronşlara metastazlar genellikle tiroid, laringeal, özefageal ve akciğer kanserlerinin lokal invazyon sonucudur. Daha nadiren kolorektal, meme, renal hücreli karsinom, sarkomlar, melanoma gibi primer maligniteler ve kloroma ya da plasmositoma gibi hematojenöz malignitelerin hematojenöz yayılımı sonucu endolüminal metastazlar izlenebilir. Bu metastazlar primer malignite tespit edilmesinden ortalama 4 sene sonra tanı alır. Hemoptizi ve öksürük tanı öncesi en

sık semptomlardır. BT ve sanal bronkoskopi bu tarz metastazlar tespit edilebilir, sonrasında direkt bronkoskopi ile biyopsi uygulanabilir.

Metastatik lezyonlar genellikle tektir ama çok sayıda da olabilirler. Yassı hücreli ve adenokistik karsinoma gibi primer maligniteleri taklit eden görüntüleme özellikleri gösterebilirler. Eğer ana bronşta ortaya çıkmışlar ise lobar kollaps ile ortaya çıkabilirler. Bu tarz lezyonların etyolojisinin belirlenmesinde ekstratrakeal malignensi açısından bir öykü varlığı çok yardımcı olabilir (27).

### **Benign neoplazmlar**

Trakenin benign neoplazmları malign olanlardan çok daha az gözükür ve ortak özellik olarak iyi sınırlı intralüminal trake duvarı ya da komşu mediastinumu invaze etmeyen lezyonlardır. Yassı hücreli papillomlar ve polipler en sık gözükür formlarıdır.

Yassı hücreli papillomlar benign neoplazmlardır ve iki formları vardır: multipl ya da jüvenil laringotrakeal papillomatozis ve erişkinlerde görülen ve daha nadir rastlanan soliter papillomlar. Laringotrakeal papillomatozis human papilloma virus tip 6 ve 11 tarafından neden olunan enfeksiyonla ortaya çıkar, doğum sırasında ya da cinsel yolla bulaşı gerçekleşir. En sık olarak 4 yaşından küçük çocuklarda laringeal kitle olarak ortaya çıkar. Bu gruptaki çocuklardan özellikle tedavisi tamamlanmayanlarda endobronşial disseminasyon sonucu geç adölesan veya erken erişkinlik döneminde multipl trakea ve bronş polipleri gelişir. Distal hava yollarının tutulması durumunda bu lezyonlar genellikle kaviteleşen pulmoner nodüller olarak kendini gösterir. Bu hastalar tekrarlayan enfeksiyonlar ve hava yolu obstrüksiyonu semptomları gösterebilir. Medikal ve cerrahi tedavide amaç antiviral ve sitotoksik ajanlar kullanarak papillom gelişme hızını azaltmak ve elektrokoter, kriyoterapi ve CO2 lazer kullanarak endolüminal eksizyon yapmaktır. Bu tarz lezyonlardaki yüksek malign transformasyon riski nedeniyle özellikle pulmoner nodül geliştirse izleyen BT ve bronkoskopiler ile takibi gereklidir.

Polip terimi yassı hücreli papillomaların soliter formlarının tanımlamak için kullanılır. Aynı zamanda inflamatuvar ya da fibroepitelyal polipler olarak adlandırılırlar ve orta yaş sigara içicilerde daha sık görülürler. Sıcak ya da koroziv gazlar, endobronşial yabancı cisimler veya bronşiolite bağlı kronik mukozal irritasyon sonucu meydana geldiklerine inanılmaktadır. Bu lezyonlar genellikle neden olan kostik ajanın

ortadan kaldırılmasından sonra regresyona uğrar ve yüksek malign transformasyon eğilimi taşımazlar (28).

#### 2.5.1.2 Non-neoplastik etyolojiler

##### **İatrojenik ve post-travmatik stenozlar**

Striktürler en sık olarak şişirilmiş endotrakeal ya da trakeostomi tüpü kafının subglottik trake mukoza ve kartilajında basınç etkisi ile kan akımını engellemesine bağlı iatrojenik yollarla gelişirler. Bunun sonucu olarak iskemik nekroz ve eksantrik veya sirkumferensiyal intimal hiperplazi ve lüminal stenoz gelişir. Daha nadir olarak benzer bir stenoz karinanın birkaç santimetre yukarısında endotrakeal tüp ya da trakeostomi tüpünün uç kısmının trakeal duvarı hasarlandırması sonucu fokal mukozal ve kartilaj iskemisi ve hasarı ile ortaya çıkar. Stoma bölgesinde trakeostomi tüpü orta hatta anteriordaki ark şeklindeki kartilajenöz halkayı kalıcı bir şekilde hasarlandırır sonuç olarak fokal skar gelişimi ve irregüler duvar kalınlığı artışı ile ilişkili trake lateral duvarlarının çökmesine yol açar. Sonuçtan bağımsız olarak stenoz travmatik olaydan çok daha sonra gelişebilir veya belirgin hale gelebilir. Stenozun yerleşimi, endotrakeal entübasyon ya da trakeostomi hikayesi, ve stomal hasarda katrilajenöz halkanın tipik morfolojisi stenozun iatrojenik etyolojisini doğruca tanımlamaya yardımcı olur (29).

Havayolunun travmatik injürisine ya entübasyon esnasında trakeal duvarın perforasyonu ile, ya trakeaya künt travma ile, ya da bronşun hiler plevraya giriş yaptığı yerde ana kök bronşa oluşan makaslama tarzı travma neden olmaktadır. Bu injüriler sıklıkla havayolu lümeninde kumsaati konfigürasyonuna yol açan striktürlerle iyileşmektedir (29,30).

BT trakeal daralmanın yerleşim, morfoloji, uzunluk ve lokasyonunu belirler. Bazen duvar kalınlaşması ince ve ağ şeklinde olduğu için aleni olmayan stenozları ortaya çıkarmada yüksek sensitivitesi olduğu bilinen koronal, sagittal ve eğimli MPR'lar, sanal bronkoskopik görüntüler tanı açısından gerekli hale gelir. Bu teknikler aynı zamanda lüminal çapların ölçülmesi, stenoz uzunluğu ve vokal kord ya da trakeye uzaklığın isabetle belirlenmesi ve tedavi planlaması açısından gerekli olmaktadır. Darlık tipik olarak 3 cm'den daha kısa ve kumsaati şeklinde stenoza sebep olan simetrik ya da ekzantrik yerleşimlidir (30).

## 2.5.2 Diffüz darlıklar

Havayolunun 3 cm'den ileri uzunlukta daralmaları uzun segment daralma sınıfına sokulur (30). Diffüz trakeobronşial lüminal daralmanın pek çok sebebi vardır. Tartışmanın kolaylaştırılması açısından bu sebepleri duvar kalınlaşmasının varlığı ve yokluğu baz alınarak iki gruba ayırabiliriz. Hava yollarının daha sonraki aşamalarda fibrotik hale gelen diffüz düzgün ya da nodüler duvar kalınlaşması ile ilişkili inflamatuvar, infiltratif ve enfeksiyöz hastalıkları ileri duvar kalınlaşması olmayan sikatrisyel stenoza neden olur.

### 2.5.2.1 Duvar kalınlaşması olmayan diffüz darlıklar

#### **Kılıç kını trake**

Kılıç kını trake kronik obstrüktif akciğer hastalığı seyrinde ortaya çıkar. Lüminal daralma intratorasik trakenin ekstratorasik kısmını koruyarak sadece koronal çapını etkiler. Genellikle asemptomatiktir ve akciğer radyografileri ve BT'de insidental bir bulgudur. Bazen ekspiratuvar görüntülerde hafif trakeomalazi saptanır (31).

#### **Trakeobronkomalazi**

Trakeobronkomalazi ilişkili hava yolu duvar kalınlığı artışı olmadan diffüz darlığın bir diğer sebebidir. Diffüz patern en iyi ya trakeal kartilajın içe kollapsı ya da posterior membranın egzajere anterior kollapsını ortaya çıkaran dinamik ekspiratuvar görüntüleme ile ortaya konabilir. Diffüz patern aynı zamanda BT'de düzleşmiş, çatılmış bir kaş şeklinde trake oluşturan koronal çapın sagittal çapı aştığı trakeanın anormal kesitsel morfolojisi ile de ilişkili olabilir (32,33). Genellikle kesitsel alanda %50'lik bir azalma tanıda bir kriter olarak kullanılır, buna rağmen Boisselle ve

arkadaşları normal bireylerde geniş bir hava yolu kollapsabilitesi aralığı ortaya koymuştur. Buna binaen daha fazla spesiflik için kestisel lüminal alanda %75'lik bir eşik değer önermişlerdir (34).

Trakeobronkomalazi kronik obstrüktif akciğer hastalığında görülebilir. Bu durumda lüminal daralmaya kartilajenöz duvarın kollapsından ziyade posterior membranın abartılı anteriora eğilmesi neden olmaktadır (35). Fokal ise malaziye daha çok bir kartilajenöz ringin fokal konjenital parsiyel ya da komplet yokluğu, ya da bir travma ya da fokal enfeksiyon sekeli yol açar. Vasküler ringler muhtemelen kronik bir hava yolu kompresyonunun nedeni olmakta ve fokal trakeobronkomalazi ile ilişki içermektedir (36).

Mounier-Kuhn hastalığı ya da konjenital trakeobronkomalazi, orta ve ciddi formlarında diffüz trakeomalazi ile ilişkilidir. Birey özellikle sigara içicisi ise hayatın ilerleyen dönemlerinde ortaya çıkan kartilajenöz halkalar arasındaki membran ve havayolu kartilajlarının konnektif dokusunun konjenital anormalliği altta yatan sebeptir. Bu hastalık genellikle diffüz lüminal genişleme sebepleri arasında sayılsa da burada trakeomalazinin ciddi düzeylerde olduğu ve ekspirasyon sonrası BT incelemede hava yolunun kollabe olarak diffüz daralma görüntüsü oluşturduğu haliyle değerlendirilmektedir. İnspirasyon BT'lerde anormal genişlemiş santral hava yolu çapları tanısaldır (37,38).

#### **2.5.2.2 Duvar kalınlaşmasının eşlik ettiği diffüz darlık**

Uzun segment lüminal daralmaya yol açan hava yolu duvar kalınlaşması akut trakeal inflamasyonda görülebilir. Zehirli gazların inhalasyonu sebep olabilir ancak daha sık olarak akut ya da subakut enfeksiyon sebeptir. Çocuklarda bu tarz bir trakeal şişmeye sıklıkla laringotrakeobronşitle (krup) sonuçlanan parainfluenza virusu sebep olur. Ventilasyon ile ilişkili trakeobronşit yoğun bakım ünitesinde hospitalize edilmiş yetişkinlerde sık görülen bir nozokomiyal enfeksiyondur. Sebep yaygın olarak gram negatif bakterilerdir ve ateş, öksürük, artmış balgam üretimi ve pnömoni olmaksızın alt respiratuar sistem trakt inflamasyonu ile ilişkilidir. Tanıda BT ve bronkoalveolar lavaj kültürü en yardımcı tekniklerdir (39).

İnvazif trakeal aspergilloz immüdüskün hastalarda progresif havayolu obstrüksiyonunun yüksek fatal seyreden ve nadir görülen bir nedenidir. Akciğer

transplantasyonu sonrası ülseratif trakeobronşit başlangıçta rölatif iskemi nedeniyle anastomotik alana sınırlı kalır, ancak trakeyi de kapsayacak şekilde yayılabilir. Ülserasyon, nekroz ve psödomembran formasyonu da patolojik özelliklerdendir. BT'de santral havayollarının nonspesifik diffüz duvar kalınlaşması dikkat çekicidir buna rağmen genellikle tanı bronkoskopi ile konulur. Tedavi de etkilenen mukozanın debridmanı ve ek olarak oral antifungal terapi yer alır (40,41,42).

### **Kronik enfeksiyon**

Rinoskleroma klebsiella rinoskleromatis'in neden olduğu kronik granülomatöz bir enfeksiyondur. Guatemala, El Salvador, Mısır, Hindistan, Polonya, Macaristan ve Rusya'da endemik bir hastalıktır. Genellikle nazal mukozayı etkiler, ancak larinksi ve daha az sıklıkla da trakeobronşial ağacı tutabilir. Tedavi edilmezse sonuçta yaygın havayolu ddestrüksiyonuna ilerleyen remisyon ve relapslarla yavaş bir progresyon gösterir. BT bulguları subglottik striktür yanısıra trake ve santral bronşların konsantrik lümen daralmasına öncülük eden nodüler duvar kalınlaşmalarıdır. İlişkili kalsifikasyon izlenmez. Tutulum lokalize ya da diffüz olabilir. Tedavinin temeli cerrahi debridman ve uzatılmış antibiyoterapidir (30,43,44).

Trakeobronşial ağacın tüberkülozu (TB) günümüzdeki geliştirilmiş antibiyotik tedavi rejimleri ile çok daha nadir görülmektedir. TB tarafından oluşturulan stenoz akut enfeksiyon sırasında ya da birkaç yıl sonra manifest hale gelebilir. Tipik olarak distal trake ve ana bronşları tutar. Komşu TB lenfadenit lokal yayılımı sonucu ve peribronşial lenfatik yollarla santral havayollarına yayılır. Hastalık havayolu submukozasının ödem ve lenfositik infiltrasyonu ve tüberkül formasyonu ile başlar. Granülasyon dokusu mukozayı harap ederek ve replase ederek fibrozis ve hava yolu stenozuna ilerlemesine neden olur. Akut safhada hastalık ana bronşları simetrik olarak tutar ancak daha sonra fibrotik TB sol ana bronşta daha sık izlenir. Mediastinal lenfadenopati sıktır. BT'de havayolunun uzun bir segmentini etkileyen, irregüler lüminal daralma ve peribronşial yumuşak doku kalınlaşmasına eşlik eden distal trakeal ve bronşial duvarların diffüz sirkumferensiyal kalınlaşması görülür. Diffüz laringotrakeobronşial papillomatozis lüminal darlık ve nodüler duvar kalınlaşmasına neden olan havayolu mukozasını tutan sayısız polipoid lezyona sahip olabilir. Bu lezyonlarda kalsifikasyon saptanmaz. Yaygın hastalık olması durumunda parenkimal kaviter nodüllere sık rastlanır (30,45,46).

### **Relapsing polikondritis (RP)**

Relapsing (Tekrarlayan) polikondritis (RP) rekürren inflamasyon ve katrilajın destrüksiyonu ile karakterize nadir bir multisistem bozukluğudur. RP hastası bireylerin yüzde ellisinde hastalığın bir noktasında solunum yolu tutulumu gelişir. Hava yolu tutulumu kötü prognoz nedenidir ve mortalitenin başlıca sebebidir. Etyolojisi bilinmemekle birlikte immünomediatör bir mekanizma düşünülmektedir. Herhangi bir yaşta görülebilmekle birlikte sıklıkla yaşamın dördüncü ve beşinci dekadında tanı alır. Beyaz ırkta daha sık görülür ve cinsiyet ayrımı saptanmamıştır (46).

İnspirasyon BT'sinde ensık bulgular düzgün ve diffüz havayolu duvar kalınlaşması, posterior membranın korunmuş olması ve belli belirsiz bir artıştan belirgin kalsifikasyona kadar değişebilen artmış havayolu duvarı atenüasyonu. Seri çekimlerde progresif kartilaj kalsifikasyonu sıklıkla izlenir. Trake ve ana bronşlar eşit oranda tutulur. Lüminal daralma diffüzdür ancak her zaman baskın olan bir özellik değildir. Duvar kalınlaşması ensık olarak düzgün olsa da bazen nodüler kalınlaşma da ortaya çıkabilir. Trakeobronkomalazi hastalığının anahtar bir özelliği olarak varsayılır ve erken safhalarda BT'de izlenen tek hava yolu anomalisi olabilir. Eğer uygun dinamik ekspiratuar BT uygulanırsa bu hastaların %90'dan fazlasında trakeomalazi ve hava hapsi tespit edilir. Fikse hava yolu darlığı kronik inflamasyondan sonra fibrozis oturduğunda ortaya çıkar (47,48).

### **Wegener Granülomatozu**

Wegener ya da C-ANCA pozitif granülomatoz küçük arter, ven ve kapillerleri etkileyen nekrotizan granülomatoz inflamasyon ve nekrotizan vasküitle karakterizedir. Sinüsler ve nazal mukoza gibi üst solunum yolu, böbrekler ve akciğerleri öncelikli olarak tutar. Trakeobronşial tutulum genellikle başka bir yerdeki hastalıkla ilişkili olarak ortaya çıkar. Subglottik stenoz en sık havayolu manifestasyonudur. Bazen havayolu tutulumu gecikmiş tanıya neden olacak şekilde izoledir. Bazen de başka bir yerdeki hastalığın manifestasyonlarının immünoterapi ile başarılı remisyonu sonrası havayolu tutulumu ilk kez tanı alır ya da skar ve stenoz oluşturmaya devam eder.

30 yaşından genç hastalarda havayolu tutulumu eğilimi daha fazladır. Sık görülen semptomlar sıklıkla eşlik eden pulmoner hemorajik akciğer hastalığı sonucu dispne, wheezing ve hemoptizidir. BT'de kartilajenöz halkaların kalsifikasyon ve kalınlaşması ile ilişkili trake ve bronşların fokal ya da uzun segment sirkumferensiyal kitle benzeri duvar kalınlaşması izlenir.

Bronkoskopide izlenen mukozal ülserasyonun BT ya da sanal bronkoskopide tespiti zordur.

Bronşiektazi ve küçük havayollarının peribronşial kalınlaşması sık izlenir. Havayolu lezyonları tedavi ile parsiyel ya da komplet düzelme gösterir. Kronik inflamasyonun sonucu olarak trakeomalazi ya da bronkomalazi görülebilir (49).

### **Amiloidoz**

Trakeobronşial amiloidoz (TBA) submukozal plak ya da nodüllerin oluşumuna neden olan beta-katlantılı tabaka konfigürasyonlu amiloid ve otolog fibriller proteinlerin anormal ekstrasellüler depozisyonu sonucu gelişen nadir bir hastalıktır. Sistemik bir hastalıkla ilişkili olabilir veya trakeye izole olabilir. Hastalar nonspesifik kronik öksürük ya da wheezing semptomlarıyla gelir ve tanı polarize ışık altında Kongo-kırmızısı boyalı depozitlerin yeşil röfle verdiği biyopsi sonucu konulur. TBA erkeklerde daha sık görülür, en sık hayatın beşinci ve altıncı dekatlarında kendini gösterir. BT bulguları lüminal daralmaya neden olan mural kalsifikasyonların eşlik ettiği fokal ya da diffüz irregüler asimetrik duvar kalınlaşmasını içerir.

Konsantrik ya da ekzantrik yapılanma muhtemel bir ilişkili bulgudur. Trakeden segmental bronşlara kadar komşuluktaki tüm segmentleri tutabilir. Nodüler kalınlaşma atelektazi, postobstrüktif pnömoni ya da hava hapsine neden olacak şekilde havayolu lümenini oklüde edebilir. Manyetik rezonans görüntüleme (MRG) amiloid depozitlerinin T1 ara sinyal ve T2 düşük sinyal intensitesi göstermesi ile yardımcı olabilir.

TBA için düzenlenmiş bir tedavi mevcut değildir. Rezeksiyon 6 ile 12 ay içerisinde rekürrens olması nedeniyle küratif değildir. Harici şua tedavisi BT ve bronkoskopide izlenebilir düzelme oluşturan pulmoner fonksiyonel iyileşme sağlar (30,50,51).



## **Sarkoidoz**

Sarkoidoz ile ilişkili trakeal ve bronşial stenoz alışılmadık bir bulgudur. Havayolu tutulumu sarkoidozun akciğer parankimi bulguları olmaması durumunda ortaya çıkabilir. Larinks ve lobar bronşlar trakeden daha sık tutulur. Ortaya çıktığında trakeal stenoz hastalığın geç dönem bir manifestasyonudur. Düzgün ya da nodüler duvar kalınlaşması ve progresif lüminal stenoz, uzun dönem kortikosteroid ve tekrarlayan trakeal dilatasyonlar ile tedavi edilebilir (30,52).

## **Trakeobronkopati osteokondroplastika**

Trakeobronkopati osteokondroplastika (trakeopati osteoplastika TPOP) havayolu lümeninin nodüler daralmasına yol açan distal trake, ana ve lobar bronşların hastalığıdır. Havayolu duvarının kartilajenöz parçasının submukozasında 1 ile 3mm'lik sayısız nodüller oluşturan kemik ve kartilajın benign proliferasyonunun neden olduğu bir hastalıktır. Trakenin posterior membranöz duvarı korunmuştur. Patolojik spesimenlerde submukozada perikondrium ile yakın ilişkili dokunun kartilajenöz ve osseöz adacıkları bulunur. Aktif hematopoez gösteren kemik iliği odakları da tanımlanmıştır. Histogenezis ile ilgili bir teoride nodüllerin kartilajenöz halkaların ekkondroz ve ekzositozları olduğudur.

Genellikle yetişkinlerde yaşamlarının dördüncü ve beşinci dekatlarında insidental olarak keşfedilir. Erkek kadın eşitliği vardır ve sigara içimiyle ilişki saptanmamıştır. Semptomların varlığı ya da yokluğu lüminal daralmanın derecesi ile ilişkilidir. Semptomlar semptomsuzluktan, öksürük, ses kısıklığı, wheezing ve hemoptiziye kadar değişkenlik gösterir. Süperimpoze bir enfeksiyon semptomların başlangıcı sırasında eklenebilir. Hastalık bazen entübasyon sırasında zorluk sayesinde tanı alır.

Göğüs radyografisinde trakenin nodüler, uzun segment darlığı sadece frontal radyografide farkedilir. BT en iyi havayoluna protrude olarak koronal çapta daralmaya neden olan dens kalsifiye nodülleri gösterir. TPOP'taki nodüllerin varlığı aynı şekilde koronal darlık ile giden ancak duvar kalınlığı göstermeyen kılıç kını trakeden ayırır.

Asıl ayırıcı tanı benzer şekilde submukozal nodüller içeren amiloidoz, Wegener granülomatozu ve lenfoma iledir. Bu antitelerde trakenin posterior duvarı korunmaz. Bazı durumlarda tanıyı onaylamak için patoloji gerekebilir.

Trakeobronşial papillomatoz TPOP'dan submukozal nodüllerin kalsifiye olmaması ve parankimal nodüllerle ilişkili olmasıyla kolaylıkla ayrılır. TPOP'ta mediastinal yağ, aynı şekilde kalsifiye olabilen mediastinal fibrosisten ayırarak şekilde, intaktır. RP'de nodüler duvar kalınlaşması nadirdir. TPOP ile karıştırılabilecek diğer bir antite de yaşlı bireylerde normal olarak izlenebilen ancak warfarin kullanımında erken ortaya çıkabilen trakeobronşial kondrokalsifikasyondur. Bu kondral kalsifikasyon formu nodülleri taklit edecek şekilde kesintili olarak izlenebilir. Ancak kalsifikasyonlar hiçbir zaman darlık oluşturacak şekilde lümene protrüde olmaz. (53,54)

Tedavi de amaç hastadan hastaya değişebilir ve semptomatik rahatlama sağlamaktır.

Kanama, ciddi obstrüktif semptomlar veya rekürren enfeksiyonlarla komplike olmuş ciddi durumlarda daha ciddi girişimler gerekir. Endobronşial Nd:YAG lazer fotoevaporasyon, rijid bronkoskopi ile içini açmak ve stentlemeyi içeren bronkoskopik terapötik metodlar kullanılabilir (53,54).

### **Fibrozan Mediastinit**

Fibrozan mediastinit (FM) ya da sklerozan mediastinit mediastende yaygın fibröz doku birikiminin olduğu nadir bir durumdur. Kesin sebebi bilinmemekle birlikte bir enfeksiyon ya da diğer alerjenlere gelişen immünolojik bir reaksiyon olduğu düşünülmektedir. BT'de birbiriyle kaynaşmış görünümde lokalize ya da diffüz sıklıkla kalsifiye, normal yağ planlarını oblitere ederek komşu damar ve havayollarına baskı etkisi oluşturan, mediasten ve hilus yerleşimli yumuşak dokuyu gösterir. Histoplazmoz veya diğer granülomatöz hastalıklarla ilişkili ise kalsifiye mediastinal lenf nodları da eşlik edebilir. Trakeobronşial darlık vasküler tutulumun daha önceden

zaten gerekleŖtiđi ciddi vakalarda görülür. Hastalığın seyrinin skatrisyel ve infiltratif doğası düzensiz duvar kalınlaŖması ve lokalize ya da uzun segment havayolu daralmasına yol açar (55,56).

### **Diğer non-neoplastik nedenler**

Crohn ve ülseratif kolit gibi inflamatuvar barsak hastalıkları ve Behçet hastalığı gibi diğer inflamatuvar hastalıklar nadir de olsa trakeobronŖite neden olabilir. Ülseratif kolit bunların arasında havayollarını etkileme olasılığı en yüksek olandır. Havayolu tutulumu hemen her zaman gastrointestinal sistem tutulumundan sonra keŖfedilir. Duvar kalınlaŖmasının mekanizması fibrozis ve irregüler duvar kalınlaŖması ile lüminal stenoza ilerleyen diffüz ve kronik submukozal inflamasyondur (30,31).

### **2.5.3 BronŖlarda geniŖleme (bronŖektazi) nedenleri**

BronŖektazi santral ve orta bronŖların kalıcı anormal dilatasyonudur. Sebebi transmural infeksiyon ve inflamasyondur. BronŖektazi nedenleri arasında fokal obstrüksiyonlar (intralüminal, ekstralüminal ya da traksiyonel), infeksiyonlar ya da konjenital hastalıklar (primer silier diskinezi, alfa 1 antitripsin eksikliği, kistik fibrozis) yer alabilir. Primer ve sekonder immün yetmezlikler ve romatizmal hastalıklarda (romatoid artrit, sistemik lupus eritematozus, sđgren sendromu) bronŖektaziye yol açabilir. Daha çok sol hemitoraksta yerleŖir. Genellikle alt loblar, orta lob ve lingulayı etkiler. Bilateral yerleŖim %10-20 civarındadır. Klinik olarak bol balgamlı tekrarlayan ve kalıcı öksürük tipiktir. BT'de bronŖ çapının eŖlik eden arter çapından geniŖ olması ve subplevral 1cm'lik alanda bronŖ yapısının ayırt edilebilmesi, bronŖektazi tanısında görülebilen bulgulardır. Patolojik olarak 3 alt tipi mevcuttur.

Silindirik bronŖektazi; en hafif formudur, taŖlı yüzük ve tren rayı (tram lines) görünümü bulgusu verir.

Variköz bronŖektazi; nadir bir formdur. Dizili boncuk tanesi görünümü mevcuttur.

Kistik bronŖektazi; Belirgin geniŖlemiŖ (>1 cm) kistik bronŖektazi bulguları ve hava sıvı seviyelenmeleri izlenir.

Tedavide semptomatik hastalarda enfeksiyonun kontrolü ve mümkünse altta yatan nedenin ortadan kaldırılması hedeflenir.

### 3 GEREÇ YÖNTEM

Hastanemizde göğüs hastalıkları servisinde havayollarının değerlendirilmesi amacıyla fiberoptik bronkoskopi yapılan hastalar içerisinde yine hastanemiz radyoloji bölümünde toraks tomografisi çekilen hastaların elde olunan tomografi görüntüleri kullanılarak sanal bronkoskopi görüntüleri elde edilmiş ve fiberoptik bronkoskopi bulguları sanal bronkoskopi bulguları ile karşılaştırılmıştır. Retrospektif olarak yapılan çalışmamız için Celal Bayar Üniversitesi Tıp Fakültesi Etik Kurul onayı alınmıştır.

Tüm hastaların toraks BT tetkikleri kliniğimizde Toshiba Aquilion CX TSX-101A/NC multidedektör BT ile elde olundu. Sanal bronkoskopi ve tüm rekonstrüksiyon görüntüleri Aquarius Intuition Edition ver.4.4.6.80.2770 ile oluşturuldu ve incelendi. BT çekimlerinde 100 kVp ve otomatik ekspozur sistemi tarafından uygulanan değişken mAS değerleri kullanıldı. Dedektör kolimasyon kalınlığımız 0,500 mm'dir. Çekimler hastanın tek nefes tutma süresinde yaklaşık 9-10 saniye sürelerde yapıldı. Aquarius Intuition Edition yazılımı ile elde olunan 1mm'lik kesitsel görüntüler öncelikle MPR olarak aksiyel, koronal ve sagittal planlarda ve gerekirse oblik planlar da elde edilerek, mediasten pencere görüntüleme (pencere seviyesi: 40HU, pencere genişliği: 400HU) ve parankim pencere görüntüleme (pencere seviyesi: -600HU, pencere genişliği: 1500HU) şeklinde yorumlandı.

Sanal bronkoskopi görüntüleri gibi rekonstrüktif görüntülemelerde kesit kalınlığının pitch değerinden daha etkili bir parametre olduğu unutulmamalıdır. Yüzey ya da volüm kaplama tabanlı rekonstrüksiyonlarda diğer bir önemli parametre de yüzey mukozasını temsil edecek yüzeyin opasitesini sağlayacak uygun bir eşik değer seçimidir. Hopper ve arkadaşları (2001) yüzey kaplamalı teknik için eşik değer yumuşak doku dansite sınırları içinde yerleştirilmesinin mukozanın optimal bir sanal görüntüsünün oluşturulmasında gerekli olduğunu göstermişlerdir.

Daha sonra aynı yazılım kullanılarak havayolu takip programı ile iki nokta arası sanal bronkoskopik görüntüler oluşturularak segmental bronş sistemleri ayrı ayrı tarandı. Daha distal hava yolları kesitsel görüntülerde patolojik görünüm ya da şüphe

arz etmiyorsa taramaya dahil edilmedi. Patolojik bulunan havayolu bölümlerinde 'Flythrough' denilen, sanal havayolu içerisinde serbest gezinme imkanı sağlayan yöntemle patolojik segment ve komşu hava yolları daha detaylı olarak değerlendirildi. MPR görüntüleri de sanal bronkoskopik görüntülerle birlikte tanıya yardımcı olarak incelenmiştir.

Sanal bronkoskopi değerlendirme ve yorumlaması bir adet radyoloji uzmanı ve bir adet radyoloji uzmanlık öğrencisi tarafından yapılmıştır. Her iki akciğer için tüm segment bronşları taramasında sanal bronkoskopik olarak saptanan pozitif bulgular hava yolu total oklüzyonu, hava yolu darlığı (dıştan bası ya da diffüz tutulumla bağlı) ve lümenine uzanan lezyon başlıklarından uygun olduğu bölümde sınıflandı.

Hastaların fiberoptik bronkoskopi incelemeleri ise nazal pasaj yoluyla %10 Lidokain HCL sprej 5-10 mg. doz ve intravenöz midazolam 5 mg. anestezi kullanılarak yapılmıştır. Kullanılan bronkoskopi cihazı Olympus BF Type 1T150 ve kullanılan görüntüleme sistemi Olympus EVIS Exera 2 CV-180'dir. Fiberoptik bronkoskopi cihazı ile girilebilen tüm bronş segmentleri taranmıştır. Fiberoptik bronkoskopi incelemeleri bir göğüs hastalıkları uzmanı ve bir hastalıkları uzmanlık öğrencisi tarafından yapılmıştır. Sonuçlar sanal bronkoskopi incelemesindeki sonuçlarla karşılaştırılacak şekilde hava yolu total oklüzyonu, hava yolu darlığı (dıştan bası ya da diffüz tutulumla bağlı) ve lümenine uzanan lezyonları içermekle birlikte rutin bronkoskopi raporlarında yer alan mukozal değerlendirme gibi ek değerlendirmeleri de içermektedir. Havayollarının değerlendirmesinde fiberoptik bronkoskopi bulguları altın standart olarak alınmış ve sanal bronkoskopi bulguları bu bulgulara göre değerlendirilmiştir.

## 4 BULGULAR

Çalışmamıza dahil edilen hasta grubunda yaşları 27 ile 87 arasında değişen 32 erkek ve 9 kadın hasta mevcuttur. Hasta grubu ortalama yaş değeri 62,6'dır. Değerlendirmede altın standart olarak fiberoptik bronkoskopinin alındığı araştırmada trakede 1, sağ akciğere ait havayollarında 23 sol akciğere ait havayollarında ise 6 pozitif bronkoskopik bulgu saptandı. 14 hastanın bronkoskopi incelemesi normal bulunurken 3 hastada diffüz tutulum bulguları mevcuttu.

Lokalizasyon	Lezyon sayısı
Sağ ana bronş	4
Sol ana bronş	1
Sağ üst lob bronşu	8
Sağ orta lob bronşu	4
Sağ alt lob bronşu	7
Sol üst lob bronşu	2
Sol alt lob bronşu	3
Diffüz tutulum	3
Ana hava yolu (trakea)	1
<b>Toplam</b>	33
Normal	14

**Tablo 4:** Bronkoskopi incelemesi sonucunda tespit edilen lezyonların dağılımı.

Araştırmamızda bir hastanın FOB incelemesi hastanın vokal kord düzeyinde incelemeyi engelleyen lezyonu olması nedeniyle sadece vokal kord düzeyine kadar yapılabilmiş, trake ve bronş sistemi ancak SB ile taranabilmiştir.

SB \ FOB	POZİTİF	NEGATİF
POZİTİF	20	4
NEGATİF	7	10

**Tablo 5:** Fiberoptik bronkoskopi (FOB) ve sanal bronkoskopi (SB) karşılaştırması

Fiberoptik bronkoskopide izlenen 27 pozitif lezyon bulgusunun 20 tanesi sanal bronkoskopide de izlenmiştir. Sanal bronkoskopide izlenemeyen 7 vakanın 3 tanesi darlık, 2 tanesi yüzeysel mukozal lezyon kalanı ise dıştan bası bulguları sınıfında değerlendirilmiş lezyonlardır. FOB ile normal olarak değerlendirilen 14 olgunun 10 tanesi sanal bronkoskopide de normal olarak değerlendirilirken 4 olgu da pozitif lezyonlar tespit edilmiştir. Yalancı pozitiflik olarak değerlendirilen bu 4 olgudan 2 tanesinde bu lezyonlar sekresyon olma ihtimali taşısa da net ayırım yapılamadığından endobronşial lezyon olarak değerlendirilmiştir. Benzer şüphe taşıyan 3 olgu ise görünümleri itibariyle sekresyon olarak yorumlandıkları için, tetkikler negatif yani “normal sınırlarda inceleme” sınıfında sayılmışlardır.

Gerçek pozitif = FOB ve SB pozitif
Yalancı pozitif = SB pozitif, FOB negatif
Gerçek negatif = FOB ve SB negatif
Yalancı negatif = FOB pozitif, SB negatif

Elde edilen veriler doğrultusunda sanal bronkoskopinin tanısal doğruluk ölçütleri hesaplanmıştır. Hesaplamalar sonucu verilere göre araştırmamızda spesifik bağımsız ölçütler olarak SB'nin duyarlılığı % 74, özgüllüğü ise % 71 olarak bulunmuştur. Spesifik bağımlı ölçütlerin hesaplamasında ise, SB'nin pozitif prediktif değeri % 83, SB'nin negatif prediktif değeri ise % 59 olarak bulundu.

SB'nin duyarlılığı = Gerçek pozitif \ Gerçek pozitif+Yalancı negatif x 100	$(20 \setminus 27) \times 100 = \%74$
SB'nin özgüllüğü = Gerçek negatif \ Gerçek negatif+Yalancı pozitif x 100	$(10 \setminus 14) \times 100 = \%71$
SB'nin negatif prediktif değeri = Gerçek negatif \ Gerçek negatif+Yalancı negatif x 100	$(10 \setminus 17) \times 100 = \%59$
SB'nin pozitif prediktif değeri = Gerçek pozitif \ Gerçek pozitif+Yalancı pozitif x 100	$(20 \setminus 24) \times 100 = \%83$
Tetkiğin genel gücü (geçerliliği) = $(\text{Gerçek pozitif} + \text{Gerçek negatif} \setminus \text{Gerçek pozitif} + \text{Gerçek negatif} + \text{Yalancı pozitif} + \text{Yalancı negatif}) \times 100 = (30 \setminus 41) \times 100 = \%73$	

**Tablo 6:** Tanısal doğruluk ölçütleri, spesifik bağımlı ölçütleri ve tetkiğin genel gücü değerlendirmeleri

Bir global bağımlı ölçüt olarak tetkiğin genel gücü, yani geçerliliği %73 olarak hesaplanmıştır.

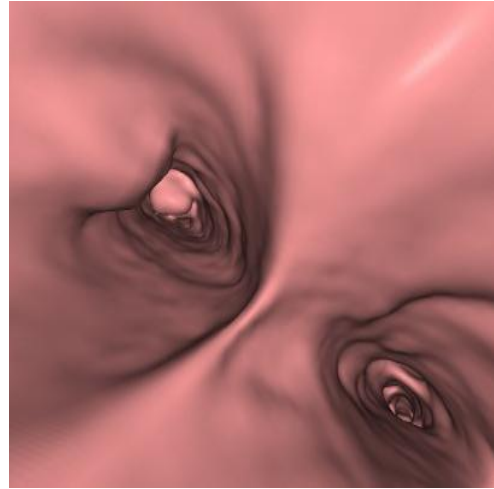
Lezyon tipi	Sanal bronkoskopi	Fiberoptik bronkoskopi
Total oklüzyon	7	7
Hava yolu darlığı	14	15
Lümen uzanan lezyon	6	4

**Tablo 7:** Lezyon tipleri ve tetkiklere göre dağılımı



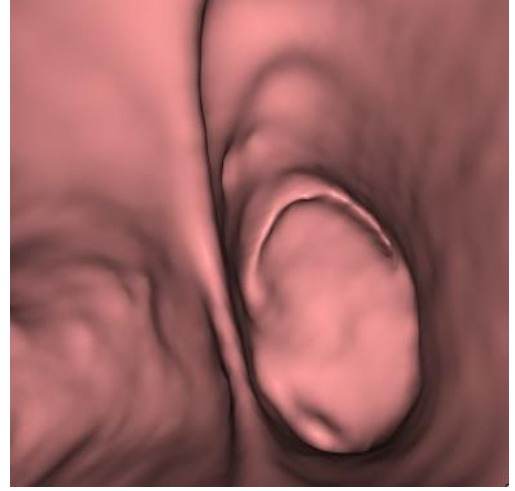
## 5 OLGU ÖRNEKLERİ

**Olgu 1:** 49 Yaşında erkek hasta. Sol ana bronşta vejetatif kitleler



Öksürük şikayeti ile başvuran hastada yapılan FOB ve SB'de her iki ana bronş içerisinde vejetatif kitleler tespit edildi. Hasta biyopsi sonucu küçük hücreli akciğer kanseri tanısı almıştır.

**Olgu 2:** 43 yaşında erkek hasta. Sağ ana bronşu tamamen tıkayan kitle

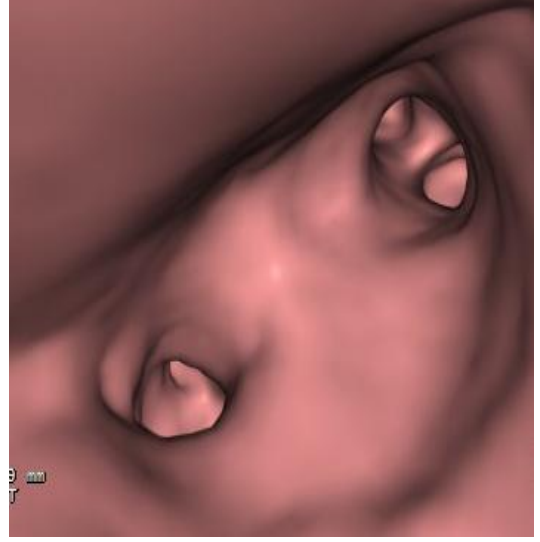


2 yıl önce mesanede kitle ve prostat hipertofisi nedeniyle opere olan hasta kemoterapiye devam etmemiş. Son bir aydır nefes darlığı ve öksürüğü olan hasta üroloji polikliniğine başvurmuş. Çekilen toraks BT'sinde sağ akciğerde büyük boyutlu kitle ve ana bronş obliterasyonu saptanmıştır. Yapılan FOB ve SB'de sağ ana bronşu tamamen oklude eden kitle mevcuttur.



Koronal MPR görüntülemeye sağ bronşu da oklude eden kitlenin görünümü.

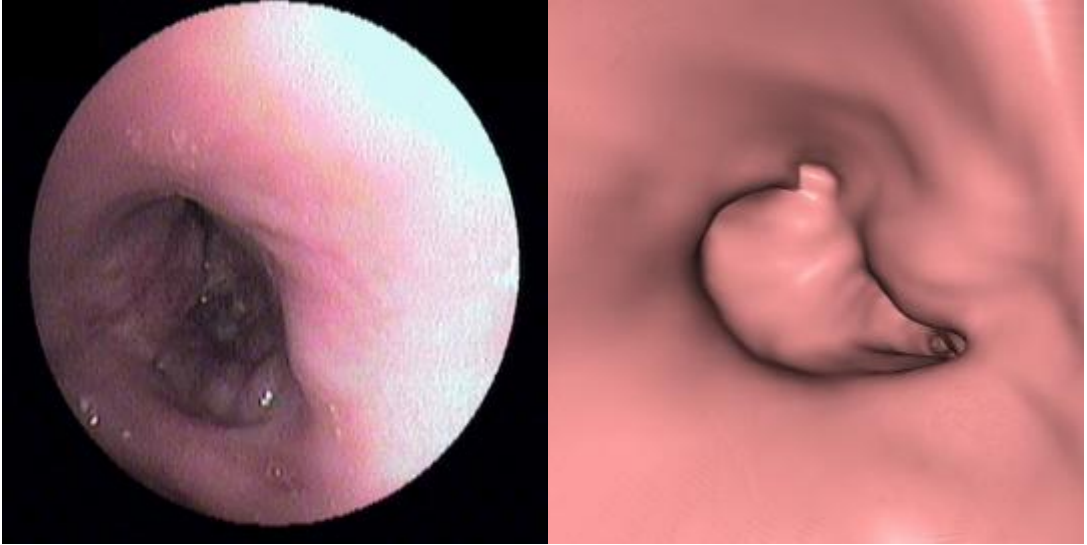
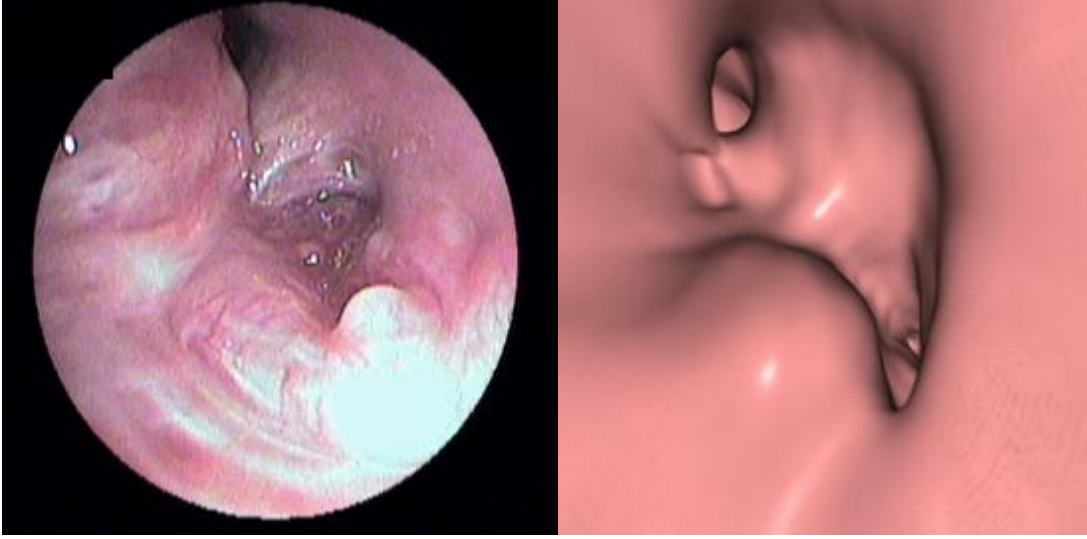
**Olgu 3:** 86 yaşında bayan hasta. Tüm segment girim ağızları daralmış ve yaygın antrakozik değişiklikler, mukoza frajil görünümde.



Yaklaşık 2 yıldır ara ara öksürük yakınması mevcut olan hasta pnömoni öntanısı ile göğüs hastalıkları servisine yatırılmış ve çekilen toraks BT'sinde kitle şüphesi mevcut olması üzerine FOB ve SB uygulanmıştır.

SB'de saptanamayan mukozal antrakozik değişiklikler izlenmekte. Bronş girimlerinde ise ılımlı darlık her iki tetkikte de tespit edilmiştir.

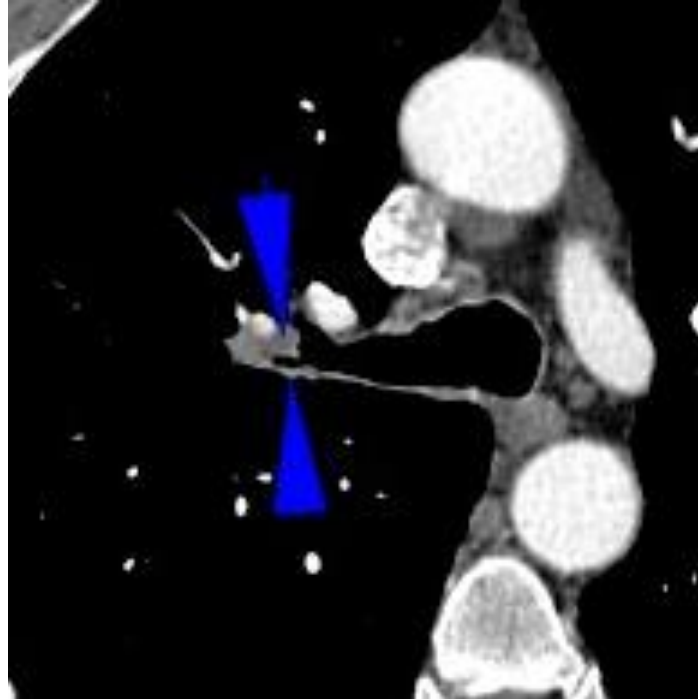
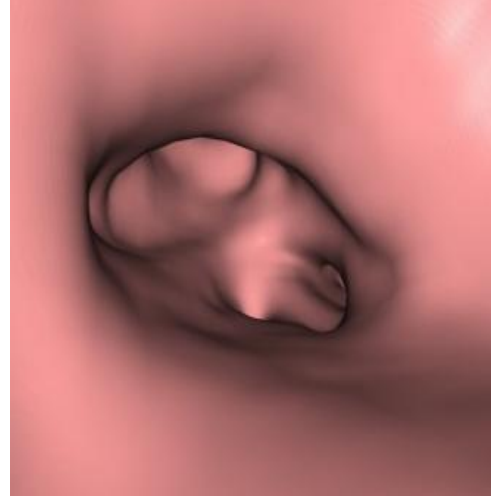
**Olgu 4:** 47 yaşında erkek hasta. Linguler segment girimini dolduran endobronşial lezyon



Küçük hücreli akciğer kanseri tanısı mevcut olan hastada PA akciğer grafisinde progresyon bulguları saptanması üzerine hastaya FOB ve SB uygulandı.

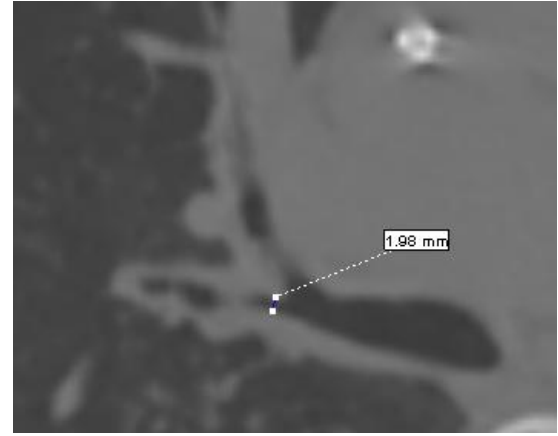
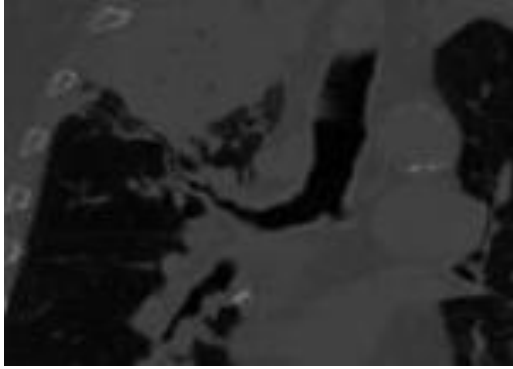
FOB'de sol üst lob lingula ağzı, sol alt lob girimi endobronşial kitle ile tamamen oblitere görünümde, sol üst lob üst divizyon ağzı % 50 açıklık kalacak şekilde daralmış. Ana bronş posterior duvarda raylanma izlendi. SB'de üst lob girimleri tama yakın daralmış, linguler segmentlerin bronş ağzı oblitere dir. Sol alt lob bronşu oblitere görünümde.

**Olgu 5:** 63 yaş erkek hasta. Sol üst lob posterior segment ağzı tama yakın oblitere, mukozası infiltrate görünümde izlendi.



FOB'de posterior segment ağzı tama yakın oblitere ve geçilememiştir. SB' de üst lob apikal segment ağzı belirgin daralmış ve yaklaşık 2 cm distalde oklüde olmaktadır.

**Olgu 6:** 76 yaşına erkek. Sağ üst lob posterior segment bronşu girimi daralmış,



FOB'de sağ üst lob bronşu varyatif olarak ikiye ayrılıyor. Apikoposterior bronş görünümündeki ortak bronşun girimi dar olarak izlendi. Bu varyasyon SB'de de gösterilmiş ve bronş giriminin dar olduğu tespit edilmiştir.

## 6 TARTIŞMA

Sanal bronkoskopi postproses görüntü işleme teknikleri spektrumu içerisindeki en yeni buluşlardan biridir. Yeni nesil MDBT'lerin birbiri ardına aldığı ince kesitsel görüntüler kombine edilerek gri skaladan oluşan volümetrik bir veri seti oluşturulur. Volümetrik verilerin temel birimi de iki boyutlu imajlardaki piksele benzer şekilde, voksel adını alır. Volüm görüntüleme teknikleri bu tarzda bir volüm veri setini vizüalize ederek üç boyutlu görüntüler ortaya koymayı sağlar.

Gerçek bir bronkoskopi görüntüsü oluşturmak için perspektif bir projeksiyonda yüzey kaplamalı görüntüler oluşturmak gereklidir. İç yapıların interaktif olarak araştırılması komplike bir prosedür oluşturmakta ve bunun için hat boyunca tarama yapmayı sağlayacak bir animasyon görünümü gerekmektedir. Tübüler yapıların iç yüzeylerinin görüntülenebilmesi için görünen yüzeyin seçilebilmesi gerekmektedir. Sanal bronkoskopide tercih edilen kaplama tekniği volüm kaplama (volume rendering)dır. Bu yöntem yüzey kaplamalı (surface rendering) görüntülerde görülemeyecek detayların görülmesini sağlar daha detaylı söylemek gerekirse perspektif projeksiyon paralel projeksiyona göre tübüler yapılar hakkında çok daha fazla bilgi verir.

Sanal bronkoskopik incelemede etkin bir kılavuz yol kullanılması havayolu duvarı ile çakışma olmaksızın kolay bir şekilde tarama yapabilmeyi sağlar. Bu kılavuz yolun santral çizgiyi takip etmesi çevreleyen duvarların en iyi şekilde görüntülenmesini sağlar. Animasyon oluşturma da bu kılavuz yol üzerinden oluşturulabilir ve bu sebepten kılavuz yolda gereksiz kıvrıntılar yaratmamak önemlidir.

Bizde incelemelerimizde kılavuz yol kullanmayı rutin taramalarda tercih ettik ancak lezyon varlığı ya da bası bulguları varlığında serbest görüntüleme ile farklı açılardan incelemeler yapmayı ihmal etmedik.

Sanal bronkoskopi son yıllarda üst hava yollarından akciğer periferine kadar olan görüntüleme genişliği ile tanınan, eğitimsel ve girişimsel alanlarda kendine bir rol edinmiştir. Hopper ve arkadaşları (2001) hava yollarında darlıkların tespitinde aksiyel görüntülerin tek başına %96, koronal ve sagittal rekonstrüktif görüntülerin eklenmesiyle %96,5, sanal bronkoskopik görüntülerin eklenmesiyle %98 doğrulukla

başarılı olduklarını işaret etmişlerdir. Bu araştırmalarında aynı zamanda trakeobronşial stenozun endolüminal patoloji ya da dış bası ile oluştuğu durumlarda SB ve FOB arasında daha iyi bir korelasyon olduğunu göstermişlerdir (57). Bu korelasyonların aksiyel kesitler ve reformat görüntülerle derecelendirildiğinde daha etkili olmakta olduğu da bildirilenler arasında yer almaktadır. Bu bulgular SB'nin fikse havayolu lezyonlarının genişlik ve uzunluğu konusunda oldukça isabetli olduğunu gösteren Burke ve arkadaşları tarafından da onaylanmıştır. FOB ve SB arasındaki korelasyon stenozun şekil ve konturları söz konusu olduğunda ve stenoz lümen oranı %10'a kadar olduğunda mükemmel derecede tespit edilmiştir. Kendi araştırmamızda da FOB ile stenoz lümen oranı %10 ve üzeri derecede değerlendirilen 15 hastanın 14'ü sanal bronkoskopi ile de tespit edilmiş ve bu lezyonlar için %93,3 gibi yüksek bir sensitivite oranı bulunmuştur. Diğer yandan immobil gerçek vokal kordlar , innominat arter basısı ve trakeomalazi gibi dinamik hava yolu lezyonları söz konusu olduğunda SB hava yolu obstrüksiyonunu tespit etmede başarısız kalmıştır (58).

BT primer akciğer kanserlerinin tespit, evreleme ve takibinde rutin olarak uygulanmaktadır. Çoğu vakada sadece aksiyel kesitler değerlendirmede kullanılırken yeni ve daha hızlı bilgisayarların yaygınlaşması ile iki boyutlu ve üç boyutlu rekonstrüksiyonların tümör tanı, tarifleme ve evrelemede kullanımları sıklaşmıştır. Finkelstein ve arkadaşları SB'nin potansiyel rolünü incelemiş ve obstrüktif lezyonlarda sensitivitesinin %100, endolüminal nonobstrüktif lezyonlarda %83 olduğunu ancak mukozal anormalliklerde ise %0 sensitiviteye sahip olduğunu göstermişlerdir. SB'de spesifite için ise %100 değeri bulunmuştur. Kendi araştırmamız açısından yaptığımız karşılaştırmada obstrüktif-stenotik lezyonlarda sensitivite %93,3 olarak bulunmuştur. Endolüminal uzanan ancak belirgin darlık oluşturmayan lezyonlarda sensitivite değeri bizim çalışmamızda %100 iken spesifite (özgüllük) %92,8 olarak bulundu. Bizim çalışmamızda spesifitenin %100 olmamasının sebebi SB'de yalancı pozitif sonuç yaratan 2 olgudaki daha sonra yapılan değerlendirmede sekresyon olarak değerlendirilen yalancı lezyon görünümüdür. FOB'de mukozal infiltrasyon bulgusu içeren 2 hasta SB'de tespit edilememiştir ve bu nedenle bizim çalışmamızda da Finkelstein ve arkadaşları çalışması ile korele olarak mukozal anormallikler için sensitivite %0 olarak ortaya çıkmıştır.



Rapp-Bernhardt ve arkadaşları tespit edilen endolüminal lezyon tarafından oluşturulan stenozun FOB'de ve SB'de hesaplama ve ölçümleri açısından karşılaştırmasını aksiyel BT kesitleri, multiplanar rekonstrüksiyonlar ve MIP rekonstrüksiyonlar da eklenerek yapmış ve iki tetkik arasında belirgin farklılık olmadığını göstermişlerdir. Ek olarak sadece aksiyel BT kesitleri, multiplanar rekonstrüksiyonlar ve MIP rekonstrüksiyonlar ile yapılan değerlendirmelerin stenozun daha fazla ya da az olarak değerlendirilmesi şeklinde daha zayıf sonuçlar ortaya koyabildiğini göstermişlerdir (59). Bu çalışmalar bizim çalışmamıza göre SB'nin tanısıl etkinliğini yakın değerler taşımakla birlikte daha fazla göstermekte bronşial obstrüksiyon ve endolüminal lezyonların tanımlanmasında oldukça ümit vaadeden bir noninvazif tetkik olduğunu işaret etmektedir. Biz kendi çalışmamızda SB'nin havayollarının değerlendirilmesinde multidisipliner bir yaklaşım içerisinde ve tecrübeli uygulayıcılar varlığında ek olarak kesinlikle aksiyel kesitler ile birlikte rekonstrüktif görüntüleme tekniklerini de içeren bir değerlendirme içerisinde önemli bir tetkik olarak yerini almakta olduğunu söyleyebiliriz. SB bronşial obstrüksiyon ve endolüminal lezyonların tanımlanması ve evrenmesinde de oldukça başarılı ve noninvazif olması nedeniyle de kullanım alanı geniş bir tetkik olarak değerlendirilebilir. Buna rağmen mevcut tetkiklerdeki sonuçlar SB'nin hafif mukozal lezyonlar açısından tanısıl etkinliğinin oldukça düşük olduğunu göstermekte ve bu sebepten respiratuar traktta premalign lezyonları tespit edemediği de göz önünde bulundurulmalıdır. Bu konuda bizim araştırmamız FOB ile tespit edilen 2 olguyu da tespit edememiştir.

Diğer bir konu olarak bronşial ağaç içerisinde yerleşmiş yüksek viskozitesi olan lezyonlar ve koagule kan ürünleri oklüzyon veya stenoz oluşturan kitleleri taklit edebilmekte ve aksiyel BT kesitlerini dikkatle değerlendirilmesi ayırıcı tanıyı ve bu yalancı lezyonları tanıyabilmeyi sağlamaktadır (60). Bizim çalışmamızda 2 olguda sekresyonel görünümle yalancı pozitiflik yaratarak tetkiğin spesifitesini düşürmüştür. SB'de toplam 8 olguda sekresyona ait görünümle elde edilmiş bunların 6 tanesinin şüphe üzerine aksiyel kesitlerle kombine değerlendirmede sekresyon olduğu anlaşılmıştır, 2 olgunun ise yalancı pozitiflik oluşturduğu FOB inceleme sonucu ile anlaşılabilmiştir. Yine aksiyel ve reformat görüntülerin taranması ile intralüminal proliferasyon gösteren tümörlerin ekstralüminal uzanımları ve kitlenin bronşial ağaçla ilişkisi de anlamamıza yardımcı olur. Çalışmamızda 7 olguda trakeobronşial ağacı oklüde eden kitle hem FOB ile hem de SB ile tespit edilmiştir. SB'nin bir diğer

avantajı obstrüksiyonun distalinde kalan ve FOB ile değerlendirilemeyen hava yollarının da incelenmesine olanak sağlamasıdır. Bu sayede FOB'un darlık nedeniyle giremediği bölümdeki stenotik segmentin uzunluğu ölçülebilir ve stenoz ya da intralüminal kitlenin distal sınırları da taranabilir. FOB'un aksine SB ile dördüncü ve beşinci jenerasyon bronşlara kadar bronşial ağaçta görüntüleme yapılabilir(58,61,62). Bizim çalışmamızda dördüncü jenerasyona kadar bronş lümenleri SB'de 'Flythrough' yöntemi ile incelenebilmekte ancak kılavuz yol elde edilemeden yapılan incelemeler uzun süre sürmekte ve lümenin takip edilebilirliği zorlaşmaktadır. Sanal bronkoskopinin endobronşial kitlelerde bize sağlayacağı son avantaj ise FOB eşliğinde transbronşial biyopsi ya da endobronşial tedavi için bir yol haritası çıkarabilmesi olacaktır (58,61,62).

Dıştan basılarda SB mukozayı içermeden bası bronş duvarına olan bası bulgularını vizüalize edebilir. Bu basılar normal anatomik yapılar (örneğin; aortik ark, özefagus) ya da patolojik yapılara (örneğin; ekstralüminal tümör, genişlemiş lenf nodları, fibrotik kitleler) ait olabilir. Aksiyel BT görüntüsü ile sanal bronkoskopik görüntünün yeri korele edilerek dıştan basının tam yeri tespit edilebilir. Ancak %25 hastada tespiti zor, küçük kompresyon bulgularının değerlendirilememesi de söz konusudur (63). Çalışmamızda belirgin darlık oluşturmadan dıştan bası etkisi FOB ile tespit edilen 3 olgudan sadece 1 tanesi SB'de de tespit edilebilmiştir.

#### Anatomik malformasyon ve varyantlar

SB bazı seçilmiş vakalarda konjenital ya da edinsel anatomik malformasyonların (örneğin trakeal ya da bronşial divertikül, trakeal bronş) çalışılmasında da kullanılabilir. Bunlar sıklıkla insidental bulgulardır ve tedavi çoğu vakada gereksizdir. Çalışmamızda bir olguda direkt bronkoskopik bakı ile sağ üst lob bronşunun varyatif olarak ikiye ayrıldığı gösterilmiştir, bu bulgu SB'de de mevcut olup ek olarak FOB'de içine darlık nedeniyle girilemeyen varyatif bronşun 1cm sonra apikal ve posterior bronşları verdiği gösterilmiştir. Malformasyona yönelik detaylı bir inceleme gerektiğinde SB uygulanabilir ve hatta daha invazif olan FOB'nin yerini alabilir. Eğer malformasyon BT incelemesinde öngörüldü ise ek bir radyasyon maruziyetine gerek kalmadan mevcut görüntülerden SB ile değerlendirmeleri yapılabilir.

## Trake ve bronşların çocuklarda değerlendirilmesi

Fiberoptik bronkoskopinin özellikle çok küçük çocuklardaki endikasyonları invazif karakteri ve kaçınılmaz olarak genel anestezi gerektirmesi nedeniyle sınırlıdır. Diğer yandan çocuklarda radyasyonun minimumda tutulabilmesi yanında SB, FOB'den basit bir sedasyonun BT taraması için yeterli olması nedeniyle daha az invaziftir. Yine de çocuklarda SB endikasyonları açıkça vetek tek ortaya konulmalıdır. Yenidoğanda SB'nin görüntü kalitesi yetişkindekine göre daha küçük hava yolları olması nedeniyle daha düşüktür. Solunum hareketi genellikle tek bir nefes tutmada incelemenin gerçekleştirilememesi nedeniyle bir problemdir ve solunum artefaktları ve bazende mukus tıkaçlar patolojiyi taklit edebilir. Şanslıyız ki yeni MDBT tekniklerinin geliştirilmiş olması kısa çekim süreleri ve düşük radyasyon ekspozuru sağlamaktadır. SB'nin çocuklardaki potansiyel bir endikasyonu göğüs radyografisinde rekürren infiltrasyonların nedeni olabilecek stenoz ya da aberan bronş gibi bronşial anormallikleri dışlamaktır. Kirchner ve arkadaşları SB'nin yüksek bir oranda vakada (%73) ek tanısal bronkoskopi gereksinimini kaldırdığını göstermiştir (64,65,66) Bizim çalışmamızda göğüs hastalıkları bölümümüzde çalışma süresince pediatrik gruba dahil olan hasta fiberoptik bronkoskopisi uygulanmadığı için pediatrik hasta bulunmamaktadır.

## Transbronşial biyopsi kılavuzluğu

FOB ile yapılan körleme transbronşial biyopsiler yüksek bir sensitiviteye sahip değildir. Başarı oranı prosedür sırasında görülebilen lezyonlar için %94'ken görülemeyen tümör ve lenf nodlarında %50'dir. Mukoza normalken biyopsi örnekleme sadece tahminle, yaklaşık olarak yapılabilir. Bu da yanlış pozitif biyopsiler oldukça nadirken yanlış negatiflikleri çok sayıda olmasının sebebidir. Evrelemede bu gecikme daha invazif evreleme prosedürleri gerekecek olması nedeniyle kemoterapiye başlamada da gecikmeyi indükler. SB'nin aksiyel görüntülerle ve koronal ya da sagittal rekonstrüksiyonlarla kombinasyonu transbronşial biyopsi için en iyi lokasyonun belirlenmesinde özellikle mukozayı etkilemeyen ve hava yollarını distrosiyone etmeyen lezyonlarda yardımcı olabilir. SB aynı zamanda bronkoskopiste görüntüleme alanının dışındaki lezyonlara ulaşan yolu belirlemede kılavuzluk edebilir. SB'nin pretrakeal ve hiler genişlemiş lenf nodlarında ve küçük (<1,5 cm) lenf nodlarında tranbronşial biyopsi başarı oranlarını belirgin

artırdığı gösterilmiştir. Yine de subkarinal ve aortikopulmoner lenf nodlarında bu artış pek belirgin değildir. Hava yolu duvarını transparan hale getirerek ekstrabronşial yapıların perspektif bir görünümünü ortaya çıkaran yeni yazılım programları trake ve bronşial ağaca yakın lenf nodlarının tespitinde yardımcı olabilir. SB'nin pasif bir kılavuz değilde aktif olarak transbronşial biyopsiye eşlik ettiği asiste iğne aspirasyon yazılımları konusunda da araştırma süreçleri devam etmektedir (67,68,69).

#### Pre- ve postoperatif değerlendirme

##### Preoperatif planlama

SB lazer fotokoagülasyon, brakiterapi, endobronşial kriyoterapi ve endobronşial stent yerleştirme gibi endobronşial prosedürlerde yardımcı bir kılavuz olabilir. SB isabetli stent yerleştirilmesi için gerekli olan stenozun lümenal çapı ve stenoz uzunluğu konusunda kesin bilgi sağlayabilir. SB ve üç boyutlu görüntüler aynı zamanda trakeobronşial yapıların çevreleyen normal ya da patolojik yapılarla olan ilişkisi hakkında geniş çapta daha iyi anlaşılabilirlik sağlamaktadır (70).

##### Postoperatif değerlendirme

SB sadece preoperatif evrelemede değil aynı zamanda postoperatif tedavi edilmiş trakeobronşial stenoz hastaları ve stentin pozisyon değerlendirmesi ve permeabilitesinin gözleminde bir takip tetkiği olarak kullanılabilir. Akciğer transplantasyonu, lobektomi ve pnömonektomi sonrası cerrahi sütünün takibi de mümkün olabilir. McAdams ve arkadaşları akciğer transplantasyonu hastalarında bronşial anastomoz ilişkili stenozun tanısında aksiyel BT'den bir miktar daha tanısal olduğunu göstermişlerdir (71).

##### Araştırma uygulamaları ve eğitim aracı

Klinik endikasyonları dışında SB eğitim ve araştırma uygulamalarında da bronkoskopiye görülen şekliyle trakeobronşial anatomiye öğretmek ve öğrenmek için kullanılabilir. Bu "uçuş simülatörü" göğüs hastalıkları uzmanına sadece FOB uygulamasını öğretmekle kalmaz aynı zamanda fiberoptik prosedürden hemen önce uygulandığında bu invazif prosedürü daha hızlı ve daha etkin gerçekleştirebilmesini sağlar.

Sanal bronkoskopinin avantajları:

1. İnvazif olmayan bir yöntem olup, komplikasyon riski taşımaması
2. Çok farklı açılardan görüntüleme olanağı
3. Obstrükte lümenin distalinin değerlendirilebilmesi
4. Aksiyel BT kesitlerinin saklanabilmesi, görüntülerin tekrar tekrar elde edilebilmesi
5. Ekstraluminal yapıların da değerlendirilmesi
6. Multiformat görüntülerle beraber bronş çapı, lezyon boyutları, stenoz uzunluğu gibi kantitatif ölçümler sağlanması
7. Multiformat görüntülerle beraber global anatomik yaklaşım sağlamasıdır

Sanal bronkoskopinin dezavantajları

- 1- Mukozanın değerlendirilememesi (frajilite, renk değişikliği, vaskülarite, antrakozis)
- 2- Biopsi alınamaması
- 3- Küçük lezyonların ( <5 mm ) saptanmasında duyarlılığın yüksek olmaması
- 4- Submukozal infiltrasyonların saptanamaması
- 5- Duyarlılığın yüksek olmasına karşın, özgüllüğün düşük olması (özellikle mukus tıkaçların kitle görünümü oluşturması)
- 6- Gerçek zamanlı değerlendirme olanağının olmaması (trakeomalazi gibi patolojilerde dinamik inceleme şansı bulunmaz).
- 7- Hastanın radyasyona maruz kalması

**Tablo 8:** Sanal bronkoskopinin FOB ile karşılaştırmada avantaj ve dezavantajları

## 7 SONUÇ

Sanal bronkoskopi trakeobronşial ağacın değerlendirilmesinde ortaya konulmuş yazılım olarak yeni geliştirilmiş noninvazif bir tekniktir. Gerçek bronkoskopinin günümüzde en sık kullanılan tipi olan fiberoptik bronkoskopi ile karşılaştırıldığında sanal bronkoskopinin fleksibl bronkoskopun ulaşamadığı yerlere ulaşması ve noninvazif olması nedeniyle avantajları mevcuttur. Ön değerlendirmeler sanal bronkoskopinin bronşial obstrüksiyonları ve endolüminal lezyonları aynı zamanda stenoz distali hava yollarını incelemede gelecek vaadeden bir noninvazif modalite olarak ortaya çıktığını işaret etmektedir. Araştırmamızda özellikle stenotik ve endolüminal uzanan lezyonlarda sanal bronkoskopi ile %90 üzeri sensitivite ve spesifite oranları elde olunmuştur.

Yine de sanal bronkoskopi aşikar olamayan mukozal lezyonların tespitini henüz gerçekleştirememektedir. Ek olarak ise hasta radyasyona maruz kalmakta ve sanal bronkoskopi ne kadar yüksek oranda doğru da olsa %100 bir tanısallık sağlayamamaktadır. Yalancı pozitiflikler ve yalancı negatiflikler gözlenebilmektedir. Sanal bronkoskopinin fizibilitesi aynı zamanda BT donanım ve yazılımlarının uygunluğu ve uygulayıcının tecrübesine de bağlıdır.

Sanal bronkoskopi hiçbir zaman gerçek bronkoskopinin yerini alamayacaktır, ancak seçilmiş vakalarda patoloji şüpheli hava yollarına fiberoptik bronkoskopiye yönlendirebilir ve ona yardım edebilir ve bazı durumlarda da ek bilgi sağlayabilir. Yakın gelecekte bu tetkiğin gündelik pratikte kullanıma geçmesini bekliyoruz.

## ÖZET

### SANAL VE FİBEROPTİK BRONKOSKOPI UYGULAMALARININ KARŞILAŞTIRILMASI

#### **Amaç:**

Multidedektör bilgisayarlı tomografilerin (MDBT) geliştirilmesi ile klinik yaklaşımda artan bir kullanım alanı bulan sanal bronkoskopinin trakeobronşial ağacın incelenmesinde en yaygın tetkik olan fiberoptik bronkoskopi ile karşılaştırılması amaçlanmıştır.

#### **Gereç ve Yöntem:**

41 hava yolu patolojisi şüphesi ile kliniğimizde toraks bilgisayarlı tomografisi (BT) elde olunan ve aynı zamanda fiberoptik bronkoskopi (FOB) uygulanan hastanın, 0,5 mm dedektör kolimasyonu ve 1mm kesit kalınlığı ile elde olunan aksiyel BT görüntüleri 3 boyutlu sanal bronkoskopi (SB) görüntüleri haline getirilmiştir. Elde olunan SB görüntüleri ve FOB incelemesi birbirinden bağımsız ve ayrı olarak değerlendirilmiş, sonuçlar FOB altın standart alınarak karşılaştırılmıştır.

#### **Bulgular:**

Yaş ortalaması 62,6 olan 32 erkek 9 kadın hastanın SB ve FOB bulgularının karşılaştırılmasında, SB'nin duyarlılığı %74, özgüllüğü ise %71 olarak bulunmuştur. FOB ile karşılaştırmada SB'nin pozitif prediktif değeri %83, negatif prediktif değeri %59 olarak tespit edilmiştir.

#### **Sonuç:**

Sanal bronkoskopi duyarlılık ve özgüllük değerleri açısından yüzeysel mukozal lezyonlar dışında fiberoptik bronkoskopiye tanısal açıdan benzer sonuçlar bildirmektedir. Pozitif prediktivite değeri oldukça tatmin edici seviyede yüksek olan tetkiğin özellikle mukus benzeri lezyonlarda yalancı pozitiflik ortaya koyması nedeniyle negatif prediktivitesi düşük kalmaktadır.

#### **Anahtar Kelimeler:**

Sanal bronkoskopi, Hava yolu patolojileri, Fiberoptik bronkoskopi.

## ABSTRACT

### COMPARISON OF VIRTUAL BRONCHOSCOPY AND FIBEROPTIC BRONCHOSCOPY PRACTISES

#### **Purpose:**

Our purpose is to compare virtual bronchoscopy whom has increasing rates of usage with the recent advances in multidetector computed tomography (MDCT) techniques, with fiberoptic bronchoscopy which has the widest availability in evaluation of tracheobronchial tree.

#### **Materials and Methods:**

Axial slices with 1mm slice thickness and 0,5mm detector collimation of 41 patients who were both scanned with computed tomography for thorax and had fiberoptic bronchoscopy (FB) examination, reconstructed into 3 dimensional virtual bronchoscopy (VB) images. Acquired images of VB images and FB were compared independently and individually while FB examination has been taken as gold standart.

#### **Findings:**

Comparison of 32 male and 9 female patients with mean age 62,6 showed, sensitivity of VB is %74 wile specificity of VB is %71. With comparison to FB VB has positive predictive value of %83 and negative predictive value of %59.

#### **Results:**

Fiberoptic bronchoscopy and virtual bronchoscopy has very close sensitivity and specificity results when excluding superficial mucosal lesions. VB technique that has satisfactory positive predictive value results didn't have same



success in negative predictive value mostly because of false negatives resulted by mucus like lesions.

**Key words:** Virtual bronchoscopy, airway pathologies, Fiberoptic bronchoscopy

## 8 KAYNAKLAR

1. Becker HD. Gustav Killian- A biographical sketch. J Bronchol 1995; 2: 77-83.
2. Ferguson J. S. and McLennan G., "Virtual bronchoscopy," Proc. Am. Thorac. Soc. 2(6), 488-491, 504-505 (2005)
3. Ödev K, editör. Radyolojik Anatomi. Toraks Radyolojisi. İstanbul: Nobel Tıp Kitabevleri; 2005. s. 39-80.
4. T.W. Sadler. Solunum Sistemi. Başaklar C, çeviri editörü. Langman's Medikal Embriyoloji. Altıncı baskı. İstanbul: Palme Yayıncılık; 1993. s. 216-225.
5. Neil Weir: Anatomy of the larynx and tracheobronchial tree. Basic Science, 6th edition, London, Butterworth Heinemann, 1977, 1,12,16.
6. Utz JP, Prakash UBS. Indications for and contraindications to bronchoscopy. In: Prakash UBS (ed). Bronchoscopy. New York: Raven, 1994; 81-9.
7. Tabak L. Endikasyon, kontrendikasyon ve riski arttıran durumlar. In: Metintaş M (ed). Bronkoskopi. Ankara: Poyraz, 2008; 129-34.
8. Prakash UBS, Offord KP, Stubbs SE. Bronchoscopy in North America: The ACCP survey. Chest 1991; 100: 1668-75.
9. Marquette CH, Martinot A. Foreign body removal in adults and children. In: Bollinger CT, Mathur PN (eds). Interventional bronchoscopy. Basel: Karger, 2000; 96-107.
10. York EL, Lewall DB, Hirji M, Gelfand ET, Modry DL. Endoscopic diagnosis and treatment of postoperative bronchopleural fistula. Chest 1990; 97: 1390-2.
11. Sokolowski JW, Burgher LW, Jones FL, Patterson JR et al. Guidelines for fiberoptic bronchoscopy in adults. Am RevRespir Dis 1987; 136: 1066-1070
12. Reed AP. Preparation of the patient for awake flexible fiberoptic bronchoscopy. Chest 1992;101:244-253.

13. Ovassapian A. Flexible Bronchoscope: A tool for anesthesiologists. *Clinics in Chest Medicine* 2001;22:281-299.
14. Karadağ M. Hasta hazırlığı, uygulama, örnekleme teknikleri ve komplikasyonlar. In: Metintaş M (ed). *Bronkoskopi*. Ankara: Poyraz, 2008; 135-48.
15. British Thoracic Society Bronchoscopy Guidelines Committee. British Thoracic Society guidelines of diagnostic flexible bronchoscopy. *Thorax* 2001;56(Suppl 1):1-21.
16. Prokop M. General principles of MDCT. *Eur J Radiol* 2003;45:S4-10.
17. Boiselle PM, Ernst A. Recent advances in central airway imaging. *Chest* 2002;121(5):1651-60.
18. Beigelman-Aubry C, Brillet PY, Grenier PA. MDCT of the airways: technique and normal results. *Radiol Clin North Am* 2009;47:185-201
19. Baroni RH, Feller-Kopman D, Nishino M, et al. Tracheo-bronchomalacia: comparison between end-expiratory and dynamic expiratory CT for evaluation of central airway collapse. *Radiology* 2005;235(2):635-41.
20. Boiselle PM, Lee KS, Ernst A. Multidetector CT of the central airways. *J Thorac Imaging* 2005;20(3):186-95.
21. Grenier PA, Beigelman-Aubry C, Fetita C, et al. New frontiers in CT imaging of airway disease. *Eur Radiol* 2002;12:1022-44.
22. Galanski M, Prokop M, van der Molen AJ. *Spiral and Multislice CT of the Body. Part 3: Image processing and display*, p: 46-82. Stuttgart, Thieme, 2003
23. Prokop M, Galanski M, van der Molen AJ, Schaefer-Prokop CM. *Spiral and Multislice Computed Tomography of the Body*. Stuttgart - New York: Thieme Verlag, 2003.
24. Westra D, Verbeeten B Jr. Some anatomical variants and pitfalls in computed tomography of the trachea and mainstem bronchi. I. Mucoid pseudotumors. *Diagn Imaging Clin Med* 1985;54(5):229-39.

25. Park CM, Goo JM, Lee HJ, et al. Tumors in the tracheobronchial tree: CT and FDG PET features. *Radiographics* 2009;29:55–71.
26. Ferretti GR, Bithigoffer C, Righini CA, et al. Imaging of tumors of the trachea and central bronchi. *Radiol Clin North Am* 2009;47:227–41
27. Durdun AB, Demirag F, Sokak ME, et al. Endobronchial metastases: a clinicopathological analysis. *Respirology* 2005;10(4):510–4.
28. Ko JM, Jung JI, Park SH, et al. Benign tumors of the tracheobronchial tree: CT–pathologic correlation. *AJR Am J Roentgenol* 2006;186:1304–13.
29. Grenier PA, Beigelman-Aubry C, Brillet PY. Nonneoplastic tracheal and bronchial stenosis. *Radiol Clin North Am* 2009;47:243–60.
30. Prince JS, Duhamel DR, Levin DL, et al. Nonneoplastic lesions of the tracheobronchial wall: radiologic findings with bronchoscopic correlation. *Radiographics* 2002;22:S215–30.
31. Webb EM, Elicker BM, Webb WR. Pictorial essay using CT to diagnose non-neoplastic tracheal abnormalities: appearance of the tracheal wall. *AJR Am J Roentgenol* 2000;174:1315–21.
32. Boiselle PM, Ernst A. Tracheal morphology in patients with tracheomalacia: prevalence of inspiratory lunate and expiratory “frown” shapes. *J Thorac Imaging* 2006;21(3):190–6.
33. Carden KA, Boiselle PM, Waltz DA, et al. Tracheomalacia and tracheobronchomalacia in children and adults. *Chest* 2005;127:984–1005.
34. Boiselle PM, O'Donnell CR, Bankier AA, et al. Tracheal collapsibility in healthy volunteers during forced expiration: assessment with multidetector CT. *Radiology* 2009;252(1):255–62.
35. Sverzellati N, Rastelli A, Chetta A, et al. Airway malacia in chronic obstructive pulmonary disease: prevalence, morphology and relationship with emphysema, bronchiectasis and bronchial wall thickening. *Eur Radiol* 2009;19(7):1669–78.

36. Lee EY, Boiselle PM. Tracheobronchomalacia in infants and children: multidetector CT evaluation. *Radiology* 2009;252(1):7–22.
37. Giannoni S, Benassai C, Allori O, et al. Tracheomalacia associated with Mounier-Kuhn syndrome in the Intensive Care Unit: treatment with Freitag stent. A case report. *Minerva Anestesiol* 2004;70(9):651–9.
38. Menon B, Aggarwal B, Iqbal A. Mounier-Kuhn syndrome: report of 8 cases of Tracheobronchomegaly with associated complications. *South Med J* 2008;101(1):83–7.
39. Nseir S, Ader F, Marquette CH. Nosocomial tracheobronchitis. *Curr Opin Infect Dis* 2009;22:148–53
40. Kramer MR, Denning DW, Marshall SE, et al. Ulcerative tracheobronchitis after lung transplantation. A new form of invasive aspergillosis. *Am Rev Respir Dis* 1991;144:552–6.
41. Warman M, Lahav J, Feldberg E, et al. Invasive tracheal aspergillosis treated successfully with voriconazole: clinical report and review of the literature. *Ann Otol Rhinol Laryngol* 2007;116(10):713–6.
42. Franquet T, Muller NL, Oikonomou A, et al. Aspergillus infection of the airways: computed tomography and pathologic findings. *J Comput Assist Tomogr* 2004;28(1):10–6.
43. Verma G, Kanawaty D, Hyland R. Rhinoscleroma causing upper airway obstruction. *Can Respir J* 2005;12(1):43–5.
44. Simons ME, Granato L, Oliveira RCB, et al. Rhinoscleroma: case report. *Braz J Otorhinolaryngol* 2006;72(4):568–71.
45. Smati B, Boudaya MS, Ayadi A, et al. Tuberculosis of the trachea. *Ann Thorac Surg* 2006;82:1900–1.
46. Faix LE, Branstetter BF. Uncommon CT findings in relapsing polychondritis. *AJNR Am J Neuroradiol* 2005;26:2134–6.
47. Behar JV, Choi YW, Hartman TA, et al. Relapsing polychondritis affecting the lower respiratory tract. *AJR Am J Roentgenol* 2002;178:173–7.

48. Lee KS, Ernst A, Trentham DE, et al. Relapsing polychondritis: prevalence of expiratory CT airway abnormalities. *Radiology* 2006;240(2):565–73.
49. Prakash UB, Golbin JM, Edell ES, et al. Airway involvement in Wegener's granulomatosis. *Rheum Dis Clin North Am* 2007;33:755–75.
50. Gilad R, Milillo P, Som PM. Severe diffuse systemic amyloidosis with involvement of the pharynx, larynx, and trachea. CT and MR findings. *AJNR Am J Neuroradiol* 2007;28:1557–8.
51. Poovaneswaran S, Abdul Razak AR, Lockman H, et al. Tracheobronchial amyloidosis: utilization of radiotherapy as a treatment modality. *Medscape J Med* 2008;10(2):42.
52. Muller NL, Miller RR, Ostrow DN, et al. Clinico-radiologic-pathologic conference diffuse thickening of the tracheal wall. *J Can Assoc Radiol* 1989;40:213–5.
53. Restrepo S, Pandit M, Villamil MA, et al. Tracheobronchopathia osteochondroplastica—helical CT findings in 4 cases. *J Thorac Imaging* 2004;19(2):112–6.
54. Jabbar Darjani HR, Radpey B, Kharabian S, et al. Tracheobronchopathia osteochondroplastica: presentation of ten cases and review of literature. *Lung* 2008;186:293–7.
55. Devaraj A, Griffin N, Nicholson AG, et al. Computed tomography findings in fibrosing mediastinitis. *Clin Radiol* 2007;62:781–6.
56. Rossi SE, McAdams HP, Rosado-de-Christenson ML, et al. From the archives of the AFIP—fibrosing mediastinitis. *Radiographics* 2001;21:737–57.
57. Hoppe H, Walder B, Sonnenschein M, Vock P, Dinkel HP. Multidetector CT virtual bronchoscopy to grade tracheobronchial stenosis. *Am J Roentgenol* 2002; 178: 1195–1200.
58. Burke AJ, Vining DJ, McGuirt WF Jr, Postma G, Browne JD. Evaluation of airway obstruction using virtual endoscopy. *Laryngoscope* 2000; 110: 23–29.

59. Rapp-Bernhardt U, Welte T, Doehring W, Kropf S, Bernhardt TM. Diagnostic potential of virtual bronchoscopy: advantages in comparison with axial CT slices, MPR and mIP. *Eur Radiol* 2000; 10: 981–988.
60. Polverosi R, Vigo M, Baron S, Rossi G. Evaluation of tracheobronchial lesions with spiral CT: comparison between virtual endoscopy and bronchoscopy. *Radiol Med (Torino)* 2001; 102: 313–319.
61. McAdams HP, Palmer SM, Erasmus JJ, et al. Bronchial anastomotic complications in lung transplant recipients: virtual bronchoscopy for noninvasive assessment. *Radiology* 1998; 209: 689–695.
62. Liewald F, Lang G, Fleiter T, Sokiranski R, Halter G, Orend KH. Comparison of virtual and fiberoptic bronchoscopy. *Thorac Cardiovasc Surg* 1998; 46: 361–364.
63. Fleiter T, Merkle EM, Aschoff AJ, et al. Comparison of real-time virtual and fiberoptic bronchoscopy in patients with bronchial carcinoma: opportunities and limitations. *Am J Roentgenol* 1997; 169: 1591–1595.
64. Konen E, Katz M, Rozenman J, Ben-Shlush A, Itzhak Y, Szeinberg A. Virtual bronchoscopy in children: early clinical experience. *Am J Roentgenol* 1998; 171: 1699–1702.
65. Lam WK, So SY, Hsu C, Yu DY. Fiberoptic bronchoscopy in the diagnosis of bronchial cancer: comparison of washings, brushings and biopsies in central and peripheral tumours. *Clin Oncol* 1983; 9: 35–42.
66. Kirchner J, Laufer U, Jendreck M, Kickuth R, Schilling EM, Liermann D. Virtual bronchoscopy in the child using multi-slice CT: initial clinical experiences. *Rontgenpraxis* 2000; 53:87–91
67. Martini N, McCormack PM. Assessment of endoscopically visible carcinomas. *Chest* 1978; 73: 718–720.

68. Hopper KD, Lucas TA, Gleeson K, et al. Transbronchial biopsy with virtual CT bronchoscopy and nodal highlighting. *Radiology* 2001; 221: 531–536.
69. Bricault I, Ferretti G, Cinquin P. Registration of real and CT-derived virtual bronchoscopic images to assess transbronchial biopsy. *IEEE Trans Med Imaging* 1998; 17: 703–714.
70. Gaeta M, Pandolfo I, Volta S, et al. Bronchus sign on CT in peripheral carcinoma of the lung: value in predicting results of transbronchial biopsy. *Am J Roentgenol* 1991; 157: 1181–1185
71. Ferretti GR, Kocier M, Calaque O, et al. Follow-up after stent insertion in the tracheobronchial tree: role of helical computed tomography in comparison with fiberoptic bronchoscopy. *Eur J Radiol* 2003; 13: 1172–1178.