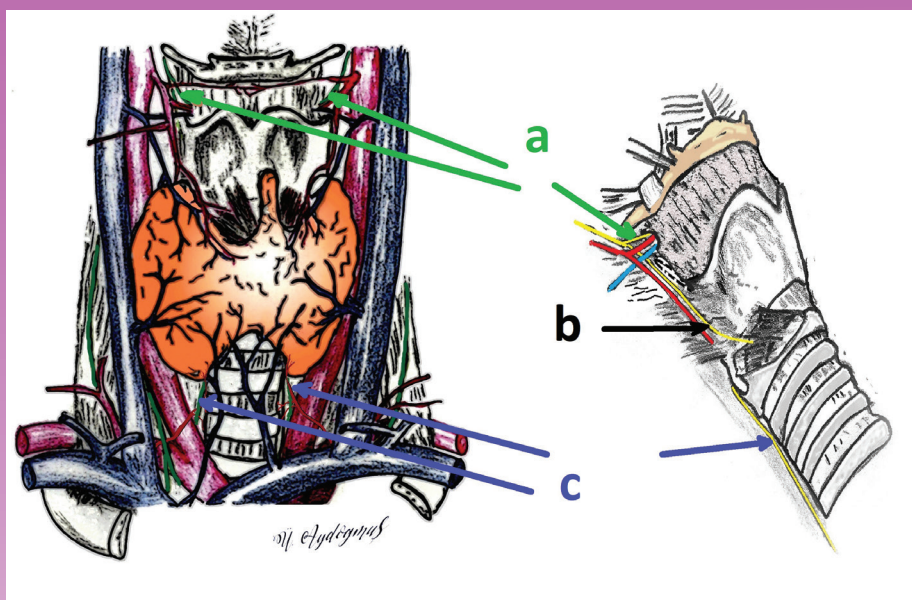


Toraks Cerrahisi Bülteni

Bulletin of Thoracic Surgery

TRAKEA HASTALIKLARI VE TEDAVISI

Konuk Editör: Doç. Dr. Ali Çelik



Editörler: Doç. Dr. Tunç Laçın, Prof. Dr. Salih Topçu



Türk Toraks Derneği
Turkish Thoracic Society

Cilt/Volume: 11 • Sayı/Issue: 1 • Eylül / September 2021

Toraks Cerrahisi Bülteni

Bulletin of Thoracic Surgery

Editörler

Dr. Tunç Laçın

Dr. Salih Topçu

Yayın Kurulu

Dr. Fatma Evyapan

Dr. Celalettin Kocatürk

Dr. Akın Kuzucu

Danışma Kurulu

Dr. Görkem Aksu

Dr. Çetin Atasoy

Dr. İlknur Başyigit

Dr. Hasan Batirel

Dr. Pınar Çelik

Dr. Öner Dikensoy

Dr. Osman Elbek

Dr. Levent Elbeyli

Dr. Marcelo Martinez Ferro

Dr. Cengiz Gebitekin

Dr. Tuncay Göksel

Dr. Erkmek Gülhan

Dr. Hilal Günal

Dr. Semih Halezeroğlu

Dr. Ahmet Ilgazlı

Dr. İlhan İnci

Dr. Nevzat Karabulut

Dr. Nurettin Karaoğlanoğlu

Dr. Hakan Kutlay

Dr. Muzaffer Metintaş

Dr. Dirk Van Raemdonck

Dr. Paul Van Schil

Dr. Serdar Şen

Dr. İrfan Taştepe

Dr. Alper Toker

Dr. Federico Venuta

Dr. İrfan Yalçınkaya

Dr. Yener Yörük

Dr. Mustafa Yüksel

Dr. Marcin Zielinski

Haberleşme Adresi

E-posta: tuncbulten@gmail.com

Prof. Dr. Salih Topçu

Kocaeli Üniversitesi Tıp Fakültesi,

Göğüs Cerrahisi Anabilim Dalı, Kocaeli

E-posta: salihbulten@gmail.com

Doç. Dr. Tunç Laçın

Marmara Üniversitesi Tıp Fakültesi,

Göğüs Cerrahisi Anabilim Dalı, Pendik, İstanbul

E-posta: tuncbulten@gmail.com

Türk Toraks Derneği

Turan Güneş Bulvarı

Koyunlu Sitesi

No: 175/19 Oran, Ankara

Telefon: +90 312 490 40 50

Faks: +90 312 493 41 42

bilimsel tıp
yayınevi
www.bilimseltipyayinevi.com

Yayıncı

Osman ÇEVİK

Genel Koordinatör

Ecz. İbrahim ÇEVİK

Genel Koordinatör Yardımcısı

Özlem ÖZTÜRK

Yayın Koordinatörleri

Yeliz İŞİTİMİR

Tuba YILDIRIM

Grafik - Tasarım

Mehmet DÜZENOĞLU

İletişim

Bükreş Sokak No: 3/20 Kavaklıdere-Ankara

Telefon : +90 312 426 47 47 • 466 23 11

Faks : +90 312 426 93 93

E-posta : bilimsel@bilimseltipyayinevi.com

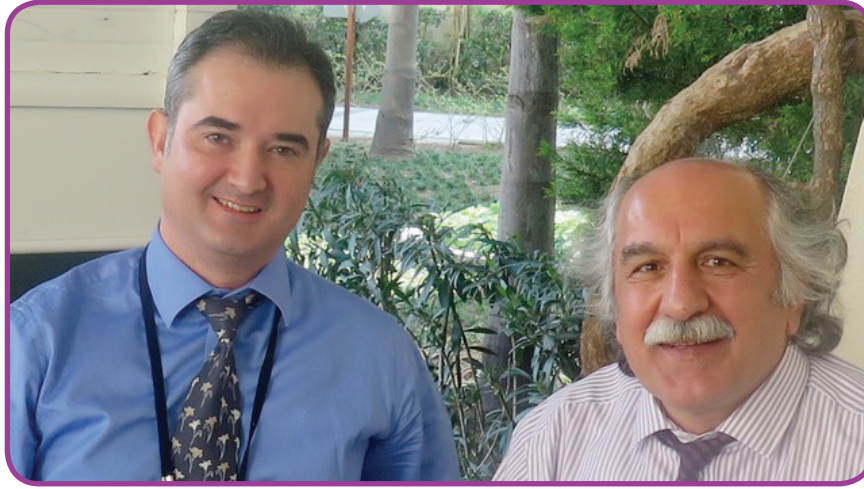
Web : www.bilimseltipyayinevi.com

Toraks Cerrahisi Bülteni, e-bülten olarak Türk Toraks Derneği tarafından yılda dört kez Mart, Haziran, Eylül ve Aralık aylarında yayınlanır. Yayınlanan tüm yazı ve resimlerin yayın hakkı Türk Toraks Derneği'ne aittir.

Toraks Cerrahisi Bülteni

Bulletin of Thoracic Surgery

ÖNSÖZ



Doç. Dr. Tunç Laçın

Prof. Dr. Salih Topçu

Değerli Okurlarımız,

Bültenimizin kurucu editörleri Prof. Dr. Şerife Tuba Liman ve Prof. Dr. Ayten Kayı Cangır döneminde periyoditesi yönünden de düzenli ve doyurucu olan Toraks Cerrahisi Bülteni, biz yeni editoryal grup döneminde düzenli çıkartılmasında eksikliklerimiz oldu.

Bültenin düzenli yayınlanmasında aksaklıklara neden olduğumuz için özür dileriz.

Bültenin yeni sayılarının çıkması için bizleri motive eden, desteklerini hep gördüğümüz Türk Toraks Derneği Merkez Yürütme Kuruluna teşekkür ederiz.

“Trakea Hastalıkları ve Tedavisi” sayımızın konu ve içerik olarak ilginizi çekeceğinden eminiz.

Bu sayımızın konuk editörü Doç. Dr. Ali Çelik'e teşekkür ederiz.

Trakea hastalıkları ve cerrahisi konusunda dünyadan ve ülkemizden yetkin yazarlarla bizleri buluşturdu.

Ülkemiz akciğer sağlığını ilgilendiren yeni konu, konuk editör ve yazarlarla sizleri buluşturmak dileğiyle...

Doç. Dr. Tunç Laçın

Prof. Dr. Salih Topçu

Toraks Cerrahisi Bülteni

Bulletin of Thoracic Surgery

KONUK EDİTÖRÜMÜZDEN



Doç. Dr. Ali Çelik

Değerli Meslektaşlarım,

Trakea cerrahisi, temel prensipleri her ne kadar yıllar önce tanımlanmış olsa da, yıllık göğüs cerrahisi vaka sayılarının çok fazla olduğu merkezlerde dahi, çok sık yapılan bir cerrahi olmaması nedeni ile, göğüs cerrahları için hep özellikli bir işlem olarak kalmıştır. Bu temel prensipler, yıllar içinde çok fazla değişmese de, daha iyi cerrahi sonuçlar elde etmek adına geliştirilmiş teknikler ve teknolojik farklılıklar güncel literatürde ve günümüz uygulamalarında yer bulmuştur.

Bu bülten, kendi konusunda işlemleri sıklıkla yaptıklarını düşündüğümüz, yerli ve yabancı klinisyenler tarafından yazılmıştır. Bölümlerinin, okuyucular için faydalı olacağını düşünüyoruz. Bu bültenin oluşturulmasında emeği geçen yazarlarımıza, editörlerimize ve yayınevine teşekkür ediyorum.

Saygılarımla

Toraks Cerrahisi Bülteni

Bulletin of Thoracic Surgery

İçindekiler

Önsöz

Tunç Laçin, Salih Topçu

Konuk Editörümüzden

Ali Çelik

Trakea Cerrahisinde Anestezi	1
<i>Zeliha Aycan Özdemirkan, Volkan Şıvgın, Yusuf Ünal</i>	
Surgery for Tracheomalasia and Tracheobronchomalacia	13
<i>Ryuichi Waseda</i>	
Trakeomalazi ve Trakeobronkomalazi İçin Cerrahi Tedavi	19
<i>Nur Dilvin Özkan, Ali Çelik</i>	
Transsternal Transperikardiyal Trakeal Rezeksiyonlar	25
<i>Muhammet Sayan, İrfan Taştepe</i>	
Trakeoözofageal Fistülde Cerrahi Yaklaşım	30
<i>Hüseyin Melek, Gamze Çetinkaya, Cengiz Gebitekin</i>	
Trakea Cerrahisinde Temel Prensipler	41
<i>Özgür Samancılar</i>	
Trakea Cerrahisinde Serbestleştirme Teknikleri	44
<i>Sina Ercan</i>	
Single-Stage Laryngotracheal Reconstruction	48
<i>Thomas Schweiger, Walter Klepetko, Konrad Hoetzenecker</i>	
Tek Aşamalı Laringotrakeal Rekonstrüksiyon	53
<i>Aykut Cankoç, Ali Çelik</i>	
Trakea Yaralanmalarının Cerrahi Tedavisinde Püf Noktalar	57
<i>Berk Çimenoğlu, Berker Özkan, Alper Toker</i>	
Surgical Tracheal Replacement and the Role of Tissue Engineering	65
<i>Pietro Bertoglio, Andrea Viti, Alberto Terzi</i>	
Trakea Replasmanı ve Doku Mühendisliğinin Rolü	70
<i>Dilvin Özkan, İsmail Cüneyt Kurul</i>	
Subglottik Stenoz Tedavisinde Temel Teknikler	75
<i>Ümit Aydoğmuş</i>	
Trakeal Lezyonlarda Bronkoskopik Girişimler	89
<i>Volkan Karaçam, Kemal Can Tertemiz</i>	
Laringotrakeal Stenozlara Farklı Bir Bakış	96
<i>Tolga Kandoğan</i>	

TRAKEA CERRAHİSİNDE ANESTEZİ

ANESTHESIA FOR TRACHEAL SURGERY

Zeliha Aycan Özdemirkan, Volkan Şıvgın, Yusuf Ünal

Gazi Üniversitesi Tıp Fakültesi, Anesteziyoloji ve Reanimasyon Anabilim Dalı, Ankara, Türkiye

e-mail: aycan.k@gmail.com

DOI: 10.5578/tcb.2021.001

Özet

Trakea cerrahisinde hava yolu anatomisindeki değişiklikler ve hava yolunu cerrahi ekip ile paylaşarak olmak nedeniyle etkin ve alternatif hava yolu yönetimi konusunda anestezi uzmanının bilgisi ve tecrübesi olması gerekmektedir. Hava yolu yönetimi yanında bu hastaların detaylı bir preoperatif değerlendirilmeden geçmesi gerekmektedir. Bu değerlendirmede öykü ve fizik muayenenin yanında hava yolu görüntülemelerinin de incelenmesi intraoperatif yönetim açısından çok önemlidir. Bu hastaların premedikasyonu ve anestezi indüksiyonları mevcut trakeal patolojileri nedeniyle titizlikle planlanmalıdır. İntraoperatif dönemde kullanılacak farklı hava yolu enstrüman ve stratejileri ve özellikle apneik oksijenizasyon konusunda bilgi sahibi olmak önemlidir. Bu cerrahilerdeki en önemli noktalardan biri preoperatif, intraoperatif ve postoperatif süreçte cerrahi ekiple birebir iletişimde olmak gerekliliğidir.

Anahtar kelimeler: Trakeal hastalıklar, hava yolu yönetimi, larinjeal maske hava yolu

Abstract

Due to changes in airway anatomy and sharing the airway with the surgical team in tracheal surgery, the anesthetist should be knowledgeable and experienced in effective and alternative airway management. In addition to airway management, these patients should have undergone a detailed preoperative evaluation. In this evaluation, besides history and physical examination, examination of airway imaging is very important in terms of intraoperative management. Premedication and anesthesia inductions of these patients should be meticulously planned due to their existing tracheal pathologies. It is important to have knowledge about different airway instruments and strategies and especially about apneic oxygenation, that can be used in the intraoperative period. One of the most important points in these surgeries is the necessity of being in one-to-one communication with the surgical team during the preoperative, intraoperative and postoperative processes.

Keywords: Tracheal diseases, airway management, laryngeal mask airway

GİRİŞ

Trakea cerrahisi trakeanın bütünlüğünü korumak için elektif veya acil olarak gerçekleştirilmektedir. Bu vakalar, hava yolunu cerrahi ekip ile paylaşarak olmak ve hava yolu sürekliliğini sağlamadaki güçlükler nedeniyle anestezi uzmanının en çok zorlandığı vakalar arasındadır. Trakeal cerrahi başlığı altında basit bronkoskopik incelemeden kompleks trakeal rezeksiyon ve rekonstrüksiyonu içeren bir seri girişim incelenmektedir. Trakea cerrahisi gerektiren hastalarda hava yolu anatomisinde ve fizyolojisindeki değişiklikler sebebiyle farklı hava yolu enstrümanları, fiberoptik bronkoskopi (FOB), farklı ventilasyon stratejileri ve acil durumlarda etkin hava yolu yönetimi konusunda anestezi uzmanının bilgisi ve tecrübesi olması

gerekmektedir. Trakea cerrahisi anestezi teknikleri yıllardır güvenli bir şekilde uygulanabilmektedir. Ancak farklı patolojiler ve farklı trakeal stenoz dereceleri nedeniyle alternatif hava yolu stratejilerine yönelimler olmaktadır.

ANATOMİ

Larinks kıkırdak, kas ve ligamanlardan oluşan ve trakeanın girişini oluşturan kompleks bir yapıdır. Fonasyon ve hava yolunu korumak gibi bir takım fonksiyonları vardır. Larinks dokuz kıkırdaktan meydana gelir: Tiroid, krikoid, epiglot kıkırdaklar, iki adet aritenoid, iki adet kornikula ve iki adet kuneiform kıkırdak. Krikoid kıkırdak altıncı servikal vertebra seviyesinde olup larinksin en alt bölümünü oluşturur. Vokal

kordlar posteriorda arytenoid kıkırdaklar ve anteriorda tiroid kıkırdak arasındadır.

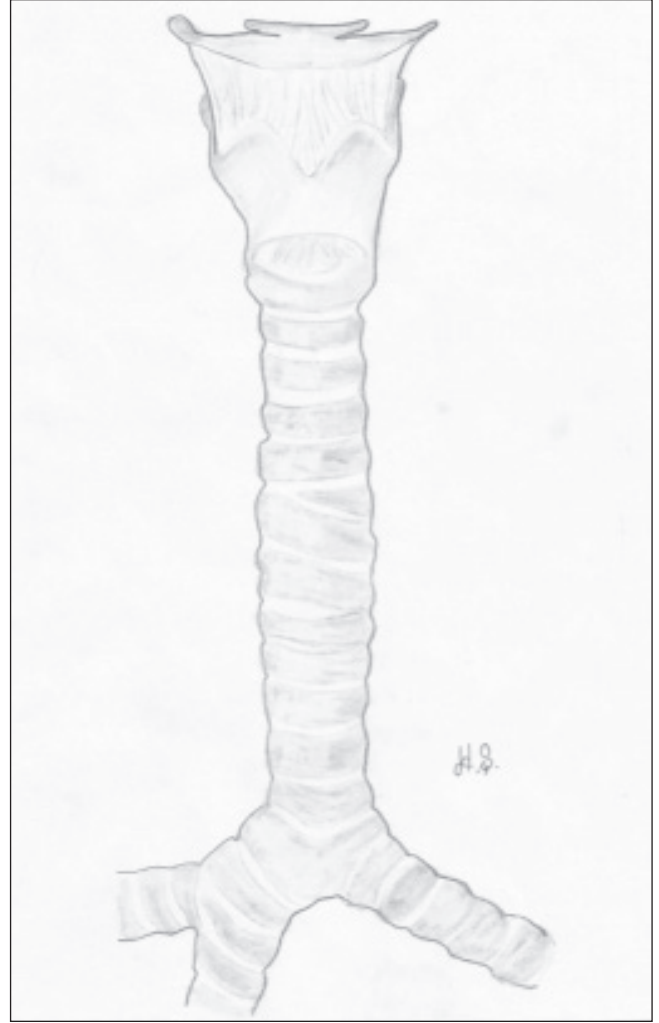
Trakea ventilasyon ve sekresyonların klirensi için bir kanal görevi görmektedir. Krikoid kıkırdağın alt kenarından başlayarak beşinci torasik vertebra seviyesinde karınaya kadar devam etmektedir. Ortalama uzunluğu 10-13 cm'dir. 16-20 adet C şeklindeki kıkırdak halka trakeanın anterior ve lateral duvarlarını oluşturur. Bu lateral duvarlar posteriorda trakeanın membranöz duvarı olarak devam eder. Her iki kıkırdak halka 1 cm'ye eşittir. Trakeanın ortalama eksternal çapı erkekte koronal 2.3 cm, sagittal 1.8 cm iken kadında koronal 2 cm, sagittal 1.4 cm'dir. Krikoid kıkırdak trakeanın en dar kısmıdır ve erkekte ortalama 17 mm kadında ise 13 mm'dir. Trakea lümeni karınaya doğru giderek daralmaktadır. Karına seviyesinde trakea sağ ve sol ana bronşa ayrılır (1-3) (Şekil 1).

PREOPERATİF DEĞERLENDİRME

Trakeal Stenoz

Trakeal lezyonlar farklı derecelerde hava yolu obstrüksiyonuna neden olabilmektedir. Hava yolu bütünlüğü dinamik olup hasta pozisyonu, kas tonusu, ventilasyon modu ve solunum siklus fazına göre değişebilmektedir. Preoperatif hasta değerlendirmesinde amaç trakeal lezyonun anestezi indüksiyonundan lezyonun rezeksiyonuna kadar olan süreçte obstrüksiyona neden olup olmayacağını belirlemesidir. Rutin preoperatif değerlendirmeye ek olarak bu hasta grubunda özel olarak değerlendirilmesi gereken birkaç önemli nokta vardır. Hava yolunun detaylı bir şekilde değerlendirilmesinde trakeal lezyonun lokalizasyonu ve boyutu için bronkoskopik inceleme ve bilgisayarlı tomografi görüntülerinin incelenmesi gerekmektedir.

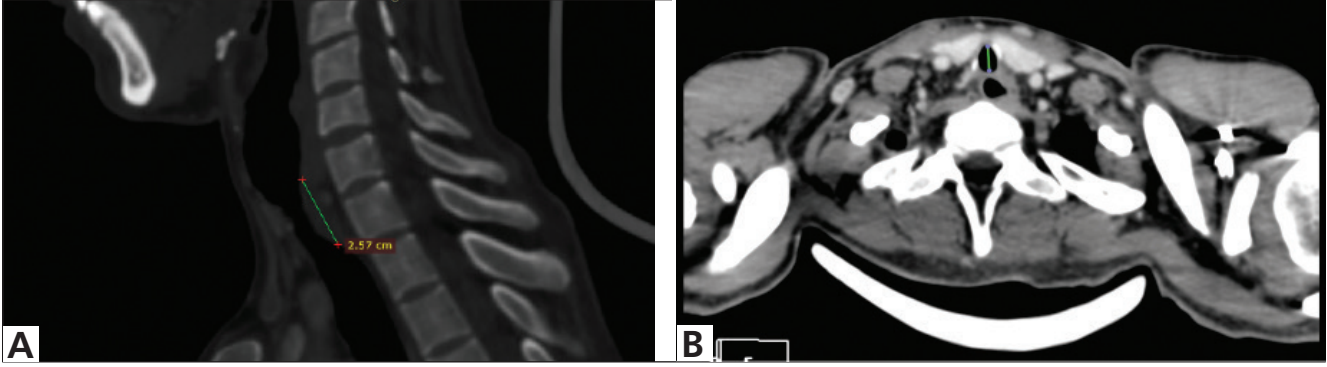
Öykü ve fizik muayene: Dinamik hava yolu obstrüksiyonunu değerlendirmek için hastanın hangi pozisyonlarda veya hangi manevralarında solunumunun düzeldiğinin veya kötüleştiğinin sorgulanması gerekmektedir. İstirahat sırasında ve mümkün ise hafif egzersiz sırasında solunum gözlenir. Egzersiz sırasında solunum iş gücünde artış ve dispne olması trakea lümen çapında >%50 azalma olduğuna işaret eder (4). Aynı şekilde inspiratuar stridor glottis veya periglottik alanda en az %50 çap daralması olduğunu gösterir. Ekspiratuar veya bifazik stridor (hem inspiryumda hem de ekspiryumda) ise patolojinin vokal kordların hemen altında bulunduğunu gösterir. Hastada şiddetli solunum sıkıntısı trakeal stenozun >%75 olduğunu gösterir (5). Bu kritik bulgular anestezi indüksiyonu sırasında kollaps, sekresyonlar ve minör hava yolu ödemeine bağlı akut hava yolu obstrüksiyonu riskinin arttığını gösterir. Ayrıca stridoru olan hastalarda preoperatif sedasyon verilmesi sakıncalıdır. Bu hastaların solunum yetmezliği nedeniyle transportta ve anestezi indüksiyonu öncesi düz



Şekil 1. Trakea anatomisi.

yatırılmaması gerekir. Hastalar istirahat halinde, ventilasyonu optimize etmek için en rahat solunumu gerçekleştirdikleri postürde durmaktadırlar. Postür değişikliklerindeki solunum patenlerini gözleyerek anestezi indüksiyonundaki hasta pozisyonuna karar verilir.

Görüntüleme: Bronkoskopik inceleme ve bilgisayarlı tomografi (BT) görüntülerinin incelenmesi anestezi indüksiyonu planı, endotrakeal tüp (ETT) çapı ve tüp ucunun lokalizasyonunun planlanmasında önemlidir. Tanısal testler preoperatif değerlendirmenin bir parçası olarak incelenmelidir. Direkt akciğer grafikleri trakeal lezyonlarla ilgili yeterince bilgi sağlamazlar. Yüksek rezolüsyonlu BT trakeal lezyonun derecesi, seviyesi ve uzunluğunu gösteren yararlı bir görüntüleme yöntemidir (Şekil 2). Bu tomografik incelemenin anestezi tarafından da preoperatif değerlendirilmesi önemlidir. Bu değerlendirmede hava yolunun en dar kısmı ölçülmeli buna uygun ETT dış çapı ölçülmelidir. Burada seçilecek tüp eğer darlığın hizasını geçecek şekilde yerleştirilecek ise bu ETT'nin hava



Şekil 2. Trakeal stenozu olan hastanın sagittal (A) ve aksiyel (B) planda bilgisayarlı tomografi kesiti.

yolunu daha da daraltacağı unutulmamalıdır. Ayrıca cerrah ile görüşerek bu dar segmentin rijit bronkoskop ile preoperatif genişletmenin faydaları tartışılmalıdır. Hava yolu açıklığı 5 mm'den daha az olan hastalarda cerrahiden hemen önce bronkoskopi ile dilatasyon yapılmalıdır. Ek olarak çıkarılacak segment uzunluğunun bilinmesi buna yönelik postoperatif boyuna verilecek fleksiyonun derecesi tahmin edilmelidir.

Bronkoskopi, trakeal obstrüksiyon tanısı için definitif tanısal testlerdendir. Trakeal stenozu olan hastalarda bronkoskopi ameliyathane şartlarında, anestezi ve cerrahi ekibin acil durumda hava yolu yönetimini gerçekleştirebileceği koşullarda yapılmalıdır. Obstrüksiyonu by-pass edebilmesi ve tam tıkanıklık durumunda ventilasyon için bir yol sağlaması nedeniyle rijid bronkoskop fleksibl bronkoskopa göre avantaj sağlar (6).

Akım-volüm eğrileri: Akım-volüm eğrileri trakeal obstrüksiyon için ek bilgi sağlamaktadır. Inspiratuar künt tepe akımları trakeada yüksek yerleşimli stenozu işaret eder. Ekspiryumda azalmış akım trakeada alçak yerleşimli stenozu veya dinamik trakeal kollapsa işaret eder (6,7). Birinci saniyedeki zorlu ekspirasyon hacmindeki (FEV₁) azalma trakeal stenozun derecesini gösterir (8). Tepe ekspiratuar akımın FEV₁'e oranı daha yararlıdır. Bu oran 10/1'den büyükse hava yolu stenozundan şüphelenilir (3).

Preoperatif değerlendirme, girişimin gerçekleştirileceği gün tekrar yapılmalıdır. Son değerlendirmeden sonra ortaya çıkan yeni bulgular cerrahi ekiple tartışılmalı ve elektif olup olmamasına göre girişimin zamanlamasına karar verilmelidir.

Trakeaözofageal Fistül

Erişkinlerde trakeaözofageal fistüller (TÖF) maligniteye, travmaya veya uzamış mekanik ventilasyona bağlı olarak meydana gelebilmektedir. Genellikle trakeal stenoz eşlik etmektedir (9). Özofagus ile olan bağlantı nedeniyle tekrarlayan pulmoner aspirasyonlar meydana gelir. Bu da enfeksiyon, pnömoni, bronşiyal obstrüksiyon, atelektezi ve solunum yetmezliğine neden olabilir. Patolojinin ciddiyeti fistül

lün genişliği, uzunluğu ve hastanın postürüne bağlıdır (10).

Öykü ve fizik muayene: Mekanik ventilasyon altındaki hastalardaki açıklanamayan kilo kaybı, rekürren akciğer enfeksiyonları ve mekanik ventilasyondan ayrılmada zorlanma ve trakeal aspirat materyalinin arttığı durumlarda TÖF akla getirilmelidir. Pozitif basınçlı ventilasyon fistül yoluyla gastrik distansiyona sebep olabilir. Mekanik ventilasyon altında olmayan hastalarda travma, malignite, kostik madde alımı öyküsü, yemek yedikten sonra kontrolsüz öksürük, göğüs ağrısı, hemoptizi, nefes darlığı, disfaji, ses kısıklığı, nedeni bilinmeyen ateş ve rekürren akciğer enfeksiyonlarında TÖF düşünülebilir (10).

Görüntüleme: Akciğer grafisinde kontaminasyona bağlı infiltrasyonlar gözlemlenebilir. Trakea çapından daha geniş bir ETT veya trakeostomi kafı görüntüsü, TÖF'ün enstrümantasyona bağlı olduğuna işaret eder. Hasta ayakta durabiliyor veya oturabiliyorsa kontrastlı grafi çekilebilir. Fistülün olduğu bölge, genişliği, uzunluğu ve yönü tespit edilebilir. Endoskopi en iyi tanısal yöntemdir. Özofagoskopi tümör ve fistülün gösterilmesine yardımcı olur. Çok küçük fistüller gözden kaçabilir. Fleksible veya rijit bronkoskopi ile trakeanın posterior membranöz duvarından fistül görüntülenebilir (Şekil 3). Özofagustan verilen metilen mavisi ile fistül lokalize edilebilir.

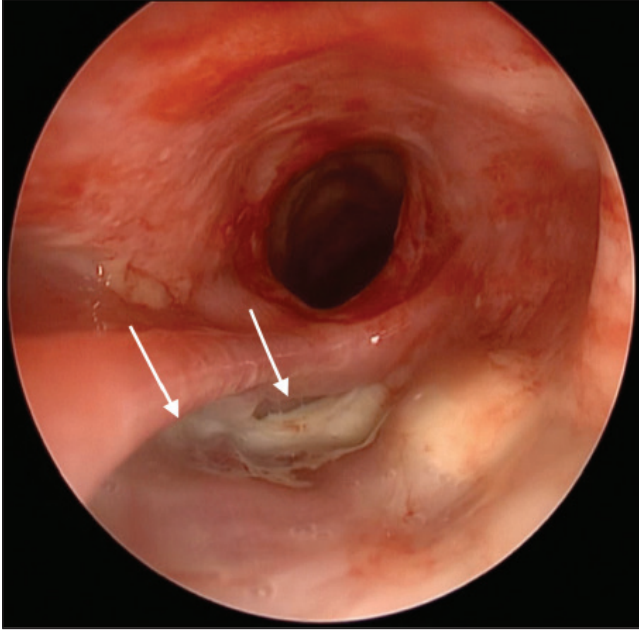
TÖF'ün perioperatif yönetiminde definitif tedavi öncesi, aspirasyonları azaltmak ve enfeksiyonları tedavi etmek gibi destekleyici tedaviler uygulanmalıdır.

HAZIRLIK VE MONİTORİZASYON

Trakea rekonstrüksiyonu lezyonun lokalizasyonuna göre farklı pozisyonlarda gerçekleştirilir (3).

Yüksek ve Orta Trakeal Lezyonlar

Hastalar supin boyun hiperekstansiyonda olacak şekilde pozisyonlandırılır. Bunun için skapulalar arasına şişirilebilir bir yastık yerleştirilir. Böylece cerrahi bitiminde yastık içerisindeki hava indirilerek boyun ekstansiyonu ortadan kaldırılabilir.



Şekil 3. Trakeaözofageal fistülün bronkoskopik görüntüsü.

Başın boşlukta kalmamasına ve jel bir ped üzerinde nötral pozisyonda desteklenmesine dikkat edilir (Şekil 4). Bu lezyonlarda kollar insizyon, gerekirse beraberinde parsiyel sternotomi yapılır.

Alçak Trakeal Lezyonlar

Boyun ekstansiyonu lezyonun bulunduğu trakeal segmenti ulaşılabilir hale getiriyorsa yine supin pozisyon verilebilir. Eğer bu mümkün değilse hasta sol lateral dekübit pozisyonunda boyun fleksiyonda olacak şekilde yatırılır. Bu lezyonlarda sağ dördüncü interkostal aralıktan posterolateral torakotomi insizyonu yapılır.

Karinal Lezyonlar

Bu lezyonlarda da hasta sol lateral dekübit pozisyonunda boyun fleksiyonda olacak şekilde yatırılır. Sağ posterolateral torakotomi en çok tercih edilen yaklaşımdır. Sınırlı karinal rezeksiyon için medyan sternotomi yeterli olabilir. Karina, distal trakea ve sağ ana bronşun etkilendiği durumlarda bilateral submammaryan transsternal torakotomiye ihtiyaç duyulabilir. Sol torakotomi, sol hilusun aortik ark tarafından engellenmesi nedeniyle çok nadiren uygulanır.

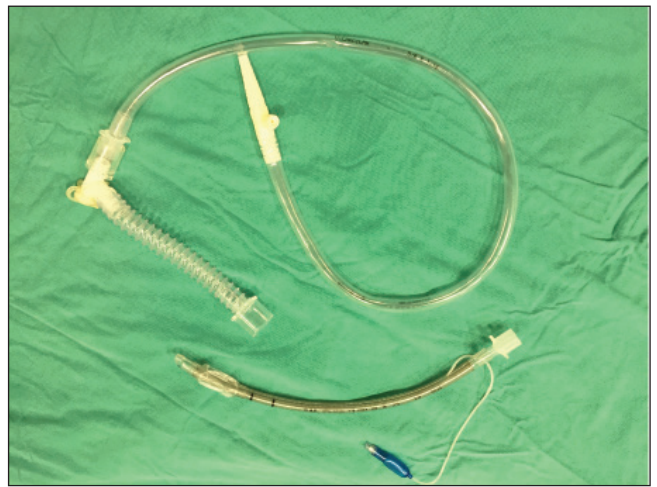
Rutin genel anestezi hazırlığına ek olarak farklı boyutlarda laringoskopi bıçakları, endotrakeal tüpler (4.0-6.5) ve laringeal maskeler, cerrahi sahaya verilmek üzere steril spiralli endotrakeal tüp ve anestezi makinesi devresine bağlanmak üzere steril konnektör (Şekil 5), pediatrik ve rijit bronkoskopların indüksiyon öncesi odada hazır olarak bekletilmesi gerekmektedir.



Şekil 4. Trakeal rezeksiyon ve rekonstrüksiyon öncesi hastanın pozisyonu.

Intravenöz yol tercihen iki adet periferik intravenöz kateter (18-20 G) takılarak sağlanmalıdır. Genellikle kan kaybı minimal olduğundan iki periferik intravenöz kateter yeterli olacaktır. Trakea cerrahisinde kolların hasta yanına birleştirilmesi cerrahi sahaya cerrahın yaklaşmasını kolaylaştıracağı gibi hasta kollarının hiper abdüksiyonunu da engellemiş olacaktır. Her iki kol gövdeye yaklaştırılacağı durumlarda periferik intravenöz kateterler uzatma hatları ile anestezi ekibine ulaştırılmalıdır. Torakotomi ile gerçekleştirilecek cerrahilerde santral venöz kateter ve kalın çaplı periferik intravenöz kateterler de ek olarak yerleştirilmelidir (8).

Tüm hastalara arteriyel kan gazı ve kan basıncı takibi amacıyla invaziv arterial kateter takılmalıdır. Özellikle jet ventilasyon uygulanacak olan hastalarda end-tidal karbondioksit (EtCO₂) monitorizasyonunun güvenilir olmadığı durumlarda arteriyel parsiyel karbondioksit basıncının (PaCO₂) takibi için



Şekil 5. Trakea rezeksiyonu sırasında cerrahi sahadan ventilasyonu gerçekleştirmek için hazır bulundurulmuş spiralli endotrakeal tüp ve steril konnektör.

arterial kateterler yararlıdır. Olası innominate arter kompresyonuna bağlı olarak sağ kol perfüzyonu etkilenebilir. Bu sebeple sol radial arterden kateterizasyon yapılması gerekmektedir. Sağ kola yerleştirilecek satürasyon probu innominate arter oklüzyonunun farkedilmesine olanak sağlar (11).

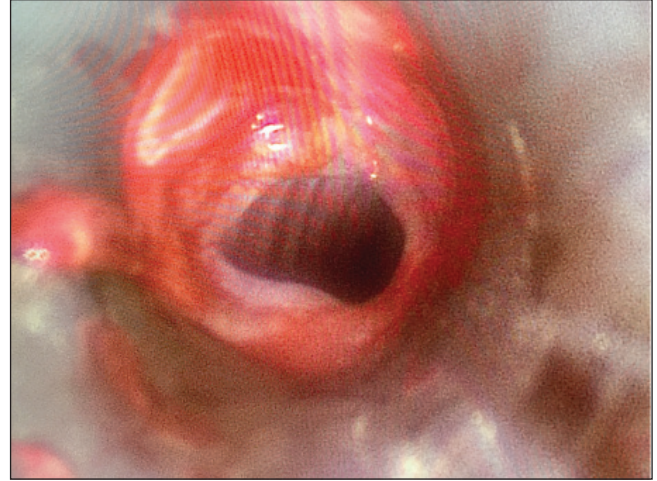
Total intravenöz anestezi uygulanan hastalarda anestezi derinliği monitorize edilmelidir. Trakeal manipulasyon ile öksürük refleksi indüklenebileceği için nöromusküler blokajın devamlılığı için "train-of-four (TOF)" monitorizasyonu yapılmalıdır. Bu hastalarda güvenli ekstübasyon için de TOF monitorizasyonunun kullanılması tercih edilmektedir (6).

ANESTEZİ İNDÜKSİYONU

Trakea Stenozu

İndüksiyon sırasında anestezistlerin ve cerrahi ekibin yakın iletişimde olması gerekmektedir. Cerrah indüksiyon sırasında ameliyathanede bulunmalı ve olası bir havayolu komplikasyonunda cerrahi olarak müdahaleye hazır olmalıdır. İndüksiyon öncesi hastalar %100 oksijen (O₂) ile preoksijenize edilmelidir. Belirgin trakeal obstrüksiyonu olmayan hastalarda intravenöz hipnotik, opioid ve nöromusküler blokör ajanlarla uygulanan standart indüksiyon ile yeterli anestezi ve kas gevşekliği sağlanabilmektedir (6). Ciddi stenozda spontan solunumun korunmasının gerektiği durumlarda sevofluran ile indüksiyon önerilmektedir (8). Manuel pozitif basınçlı ventilasyonda stenoz distaline hava akımı sağlanabilmektedir. Manuel ventilasyonun başarılı olduğu durumlarda nöromusküler blokaj sağlanarak entübasyon gerçekleştirilir. Trakeomalazi ve pediküllü tümör varlığında manuel pozitif basınçlı ventilasyonda inspiryumda hava yollarında kollaps ortaya çıkabilir. Bu tip durumlarda anestezi indüksiyonunun spontan solunum korunarak yapılması gerektiği önerilmektedir. Manuel pozitif basınçlı ventilasyonun başarısız olduğu durumlarda derin anestezi ve spontan solunum altında direkt laringoskopi veya fiberoptik bronkoskopi kılavuzluğunda enstrümantasyon yapılması gerekmektedir. Entübasyonun başarısız olduğu durumlarda rijit bronkoskopi ile veya transtrakeal yüksek frekanslı jet ventilasyon, cerrahi hava yolu veya ekstrakorporeal yöntemlere başvurmak gerekmektedir (8).

İndüksiyon sonrası hava yolunun rijit bronkoskop ile endoskopik olarak dikkatli bir değerlendirilmesi yapılır. Bu incelemede lezyonun lokalizasyonu ve boyutu, vokal kord fonksiyonları, hava yollarındaki enflamatuar bölgeler, aspirasyona ait bulgular ve trakeomalazi olup olmadığı değerlendirilir (Şekil 6). İnceleme sonunda hasta mümkün olan en geniş çaplı endotrakeal tüp ile entübe edilir. Eğer hastada aspirasyona ait bulgular yoksa hava yolu laringeal maske ile



Şekil 6. Rijit bronkoskopi ile trakeanın stenotik segmentinin görünülmesi.

sağlanabilir. Trakea açıklığının 5 mm'den daha az olduğu lezyonlarda rijit bronkoskopi ile trakeal dilatasyon yapıldıktan sonra hava yolu enstrümantasyonu tamamlanır (6,12).

Trakeoözofageal Fistül

TÖF'lü hastaların indüksiyonunda preoperatif spontan solunum ile preoksijenasyon çok önemlidir çünkü bu hastalarda indüksiyon ve kas gevşemesi ile birlikte maske ventilasyonunda verilen havanın büyük kısmı gastrik fistül nedeni ile mideye gidecektir. Bu durumun ise istenmeyen birçok duruma yol açar:

1. Hava akciğerlere ulaşmadığı için hipoksemi gelişir.
2. Gastrik distansiyon nedeni ile batin içi basınç artar solunum mekaniği bozulur ve akciğerler atelettaziye yatkın hale gelir.
3. Gastrik içeriğin regürjitasyonu ve bariyerlerin olmaması nedeni ile çok kolay aspirasyon gelişir.
4. ETT'nin fiberoptik görüntüleme eşliğinde fistül traktının distaline yerleştirilmesi çok önemlidir.

TÖF için intraoperatif ventilasyonda birkaç yöntemden bahsedilmektedir (1); bunlar şu şekildedir:

- I. ETT kafını fistülün distaline yerleştirecek şekilde orotrakeal entübasyon,
- II. Açık trakea yoluyla rezeksiyon bölgesinin distaline steril endotrakeal tüp yerleştirilmesi,
- III. Alçak yerleşimli fistüllerde tek akciğer ventilasyonu,
- IV. Yüksek frekanslı jet ventilasyon,
- V. Kardiyopulmoner by-pass.

Orotrakeal entübasyonda körlemesine yapılması durumunda özofagusu ETT ilerleyebilir bunu önlemek için FOB eşliğinde ETT'nin kafının fistülün distaline ve karina proksimaline yerleştirilmesi gerekmektedir. İndüksiyon sonrası orogastrik yada nazogastrik tüp yerleştirilmesi gerekir. Cerrahi eksplorasyon için oldukça faydalıdır.

HAVA YOLU YÖNETİMİ VE VENTİLASYON STRATEJİLERİ

Trakeal stenozun hava yolu yönetiminde;

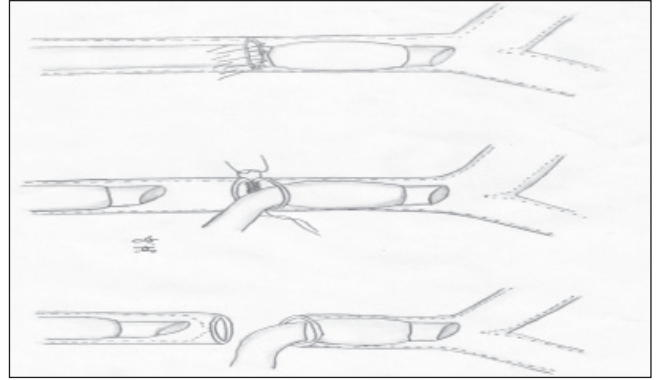
1. Standart orotrakeal entübasyon
2. Açık trakea yoluyla rezeksiyon distaline steril endotrakeal tüp yerleştirilmesi
3. Yüksek frekanslı jet ventilasyon
4. Supraglottik hava yolu araçları ile ventilasyon (Laringeal maske -LMA)
5. Kardiyopulmoner by-pass yöntemlerinden birisi veya kombinasyonu hava yolunu sağlamak için kullanılır.

Cerrahi sahaya erişime katkıda bulunması bakımından yüksek frekanslı jet ventilasyon önerilmektedir. Eğer cerrahi yaklaşım açısından cerrahi sahada herhangi bir enstrüman olmaması gerekiyorsa, larigeal maske, apneik oksijenizasyon veya uyanık hastada servikal epidural anestezi altında spontan solunumun korunması seçenekleri düşünülebilir (8, 13).

Apneik oksijenizasyon (AO): Aralıklı olarak, ventilasyonu sağlayan hava yolu enstrümanlarının çıkarılması zorunluluğu nedeniyle trakeal cerrahide apneik dönemlere sıkça izin verilmektedir. Apneik dönemler süresince oksijenizasyon AO ile sağlanmaktadır. Apneik oksijenizasyonda, ventilasyonun gerçekleşmediği süreçte oksijen ihtiyacının karşılanması vücudun oksijen depolarına ve apneik kütle hareketi ile denitrojenizasyon esaslarına dayanır. Apne süresince karınaya yönlendirilen ince bir kateter yoluyla 10-15 L/dk O₂ insuflasyonu ile gerçekleşen apneik kütle hareketi ve denitrojenizasyon, apneik dönemdeki devam eden oksijenizasyonun temel mekanizmasıdır. Apneik dönemde uzun süre oksijenizasyon bozulmadan devam edilebilmesine rağmen, hipoventilasyon AO'nun kullanımını sınırlandırmaktadır. Bu sebeple apneik süreçlerden önce hasta % 100 O₂ ile rölatif hipokapni ve denitrojenizasyon sağlanana kadar ventile edilir. PaCO₂'nin yaklaşık 30 mmHg olacağı şekilde uygulanan hiperventilasyon, apneik döneme toleransı arttıracaktır. Apnenin birinci dakikasında PaCO₂ 5-6 mmHg artış gösterebilir. Hiperkapni derinleştikçe kan basıncı ve kardiyak debide artış ve periferik vasküler dirençte azalma ortaya çıkar. AO boyunca aritmiler de gözlemlenebilir (8,14).

Standart Orotrakeal Entübasyon

İndüksiyon sonrası mümkün olan en geniş çaptaki ETT ile gerçekleştirilir. ETT glottisi geçtikten sonra stenoz seviyesinin üstünde bırakılır (Şekil 7). Trakea transeksiyonu öncesi yüksek fraksiyonel inspiratuar oksijen (FiO₂) ile ventilasyon sağlanmalıdır. Trakea açıldıktan sonra steril spiralli bir ETT cerrahi ekip tarafından açık trakeadan distale doğru yerleştirilir. Steril bir konnektör yardımıyla anestezi cihazının solunum devresine bağlantısı yapıldıktan sonra proksimal trakeadaki ETT bir miktar geri çekilir (Şekil 8). Trakea anastomozu tamamlanmadan önce trakea distali biriken sekresyon ve kanı temizlemek için aspire edilir. Spiralli tüp çıkarılarak anastomozun tamamlanmasının ardından oral ETT anastomozu geçecek şekilde tekrar yerleştirilir (11). Spiralli ETT çıkarılması ve ventilasyona oral ETT ile devam edilmesine kadar olan dönemde AO uygulanır (Şekil 9). Spiralli ETT çıkarılmadan önce hastanın yüksek FiO₂ ve yüksek dakika ventilasyonu ile havalandırılması ile hipoventilasyon ve hipoksemiden kaçınılır. Diğer bir teknikte ise oral ETT içerisinden stenoz distaline ilerletilen bir jet ventilasyon



Şekil 7. Standart orotrakeal entübasyon ile trakeal rezeksiyon.



Şekil 8. Cerrahi sahadan steril spiralli tüp ve konnektör ile ventilasyonun sağlanması.



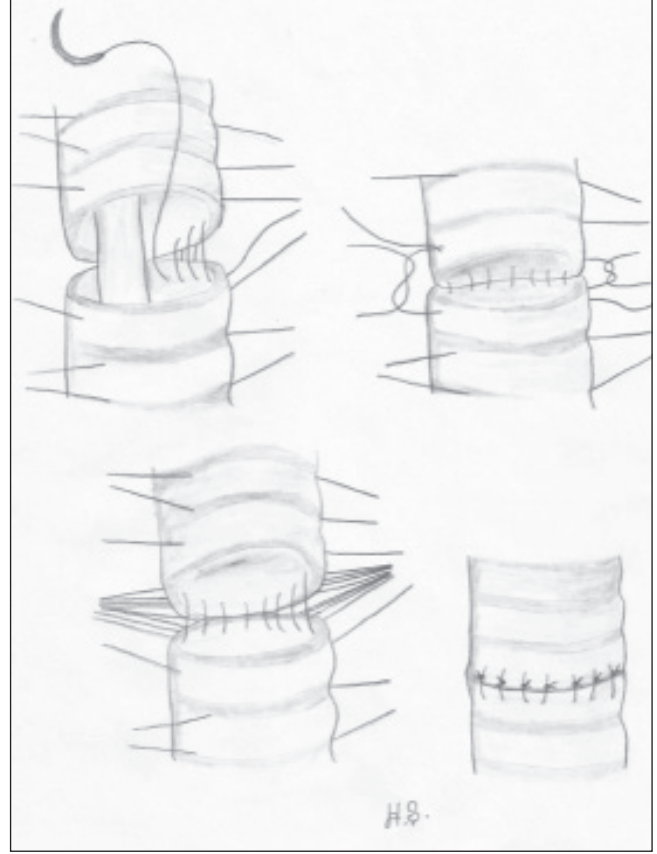
Şekil 9. Distal trakeadan spiralli tüpün çekilerek trakea ön duvar anastomozunun tamamlanması sırasında apneik oksijenizasyon dönemi.

kateteri ile trakeal anastomoz gerçekleştirilebilir (Şekil 10). Alçak yerleşimli trakeal veya bronşiyal lezyonlarda rezeksiyon ve rekonstrüksiyon endobronşiyal veya çift lümenli tüpler etrafından gerçekleştirilebilir.

Standart orotrakeal entübasyon tekniğinde bir takım problemler ile karşılaşılabilir:

1. Vokal kordlar ve stenotik bölge arasındaki mesafe ETT kafının yerleşimine izin vermeyecek kadar kısa olabilir. Bu da vokal kord travmasına ve ventilasyonda güçlüklerle yol açabilir.
2. Derlenme sırasında trakea içinde bulunan ETT nedeniyle hava yolu refleksleri ortaya çıkabilir ve anastomozu hasar verebilir.
3. ETT kafı trakeal mukozal kan akımını azaltabilir. Bu sebeple postoperatif ventilasyondan kaçınmak, hastaları derin anestezi altında ekstübe etmek veya alternatif havayolu yönetimlerine yönelmek gerekebilir (15).

Oral yoldan yerleştirilen ve anastomoz sırasında trakea proksimaline doğru geri çekilen ETT'nin anastomoz sonrası geri ilerletilememesi durumunda ne yapalım?



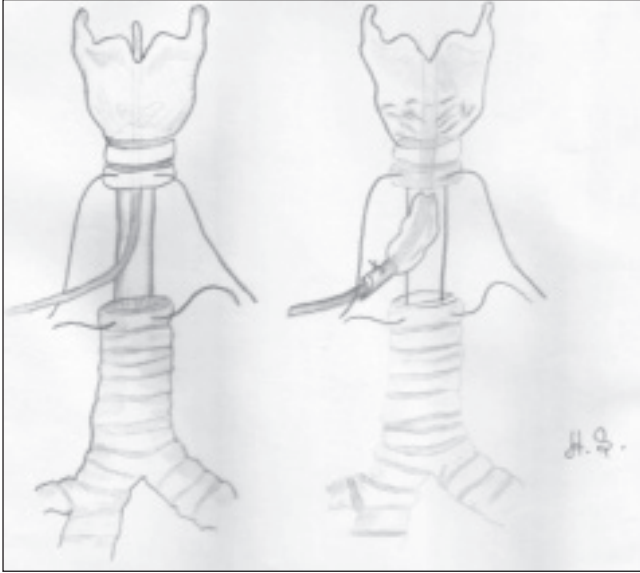
Şekil 10. Trakeal rekonstrüksiyon sırasında yüksek frekanslı jet ventilasyon.

Hastanın başı çoğu zaman anestezistin kolay erişebileceği pozisyonda değildir. Bu yüzden proksimal ETT'nin ilerletilebilmesini güvence altına almak gerekmektedir. Bunun için anastomoz tamamlanmadan önce fleksibl bir kateter (nazogastrik veya idrar sonrası) insizyondan retrograd olarak hipofarenkse ilerletilerek anesteziste ulaştırılır. Bu kateter ETT distaline tespit edilerek cerrahi ekip tarafından trakea içine doğru çekilebilir (6). Bir diğer yöntem ETT proksimal trakea içinde geri çekilmeden önce cerrah tarafından Murphy deliğinden bir sütür geçirilerek proksimal ETT'nin güvence altına alınmasının sağlanmasıdır (3) (Şekil 11).

Bu yöntemlerle ETT anastomoz distaline ilerletilemeyebilir. Böyle durumlarda FOB veya tüp değiştiriciler yardımıyla uygun boyuttaki bir ETT'nin ilerletilmeye çalışılması veya ETT yerine LMA ile ventilasyona devam etmek gerekmektedir. Bu yöntemlerin de işe yaramadığı durumlarda lezyon distalinden cerrahi hava yolu müdahalesi veya son basamak olarak acil kardiyopulmoner by-pass'a geçilmesi gerekebilir.

Yüksek Frekanslı Jet Ventilasyon

Jet ventilasyon, gazların bir yüksek basınç kaynağından, küçük çaplı kateterler aracılığıyla aralıklı salıverilmesidir. Açık



Şekil 11. Endotrakeal tüp Murphy deliğinden geçirilen tespit ile retrograd entübasyon.

ğa çıkan kinetik enerji ile gazlar hava yolları boyunca hareket etmektedir. Yüksek frekanslı jet ventilasyon (60-600/dk) özel ventilatörler ile uygulanabilmektedir. İnspirasyon aktif, ekspirasyon pasif olarak gerçekleşmektedir. Frekans arttırılarak solunum sistemindeki tidal değişimler azaltılır. Trakeal anastomoz boyunca trakeada serbest bir şekilde veya ince çaplı bir endotrakeal tüp veya LMA yoluyla ventilasyonu sağlar. Jet ventilasyon kateter çapının 3.0 mm olması ve tidal değişimlerin minimal olması nedeniyle cerrahi bölgeye erişim rahatlatılmış olur (8) Ayrıca düşük hava yolu basınçları ile ventilasyona olanak vermesi barotravma riskini azaltmaktadır (16). Yeterli gaz değişiminin sağlanamadığı durumlarda cerrahi ekip tarafından cerrahi sahada steril ekipmanlar ile distal trakeadan ventilasyona devam edilebilir (17). Bu sebeple ameliyathanede steril spiralli ETT ve steril konnektörlerin hazır olarak bekletilmesi gerekmektedir.

Jet Ventilatör ayarları (8):

1. Erişkin hastada driving pressure: 15-50 PSIG
2. Frekans 100-150/dk
3. İnspiryum süresi/ekspiryum süresi: 1.0
4. FiO₂: %100

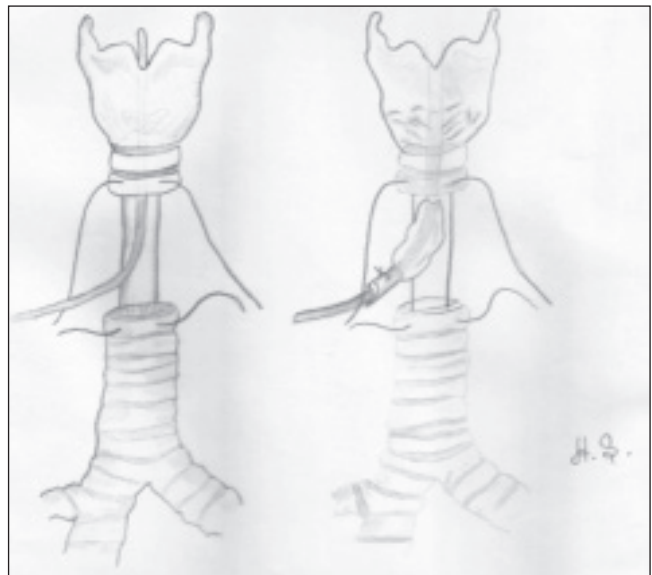
Jet ventilasyonun obez hastalarda ve gaz değişiminin bozuk olduğu >6 pozitif ekspiryum sonu basıncı (PEEP) ve >%60 FiO₂ gerektiren hastalarda kullanımı dikkat gerektirmektedir.

Supraglottik hava yolu araçları: (Laringeal maske, proseal LMA, Cobra PLA, fasttrack LMA, I-gel...)

Özellikle subglottik stenoz durumunda indüksiyon sonrası entübasyonda zorluk ortaya çıkarabilecek durumlarda supraglottik hava yolu cihazları avantaj sağlamaktadır. Trakeal rezeksiyonlarda kullanılan tek supraglottik hava yolu cihazı laringeal maskedir. Laringeal maskenin kullanıldığı durumlarda anastomozun irritasyonu veya zarar görme riski de azaltılmış olacaktır (17). Endotrakeal tüpler ile karşılaştırıldığında, LMA ile infraglottik cerrahi saha engellenmemiş olur. Ayrıca LMA kullanımında trakeal mukozal kan akımı da etkilenmez (15). Endotrakeal tüp kullanılmayacağından LMA yerleştirilmeden önce bronkoskopik dilatasyona gerek duyulmaz. Ayrıca LMA'nın işlem sırasında trakea proksimaline çekilmesine gerek olmadığı için kılavuz sütür veya aspirasyon sondasının proksimal ETT'ye bağlanmasına da gerek kalmaz (13). Derlenme sırasında ortaya çıkabilecek öksürük ve rezidü nöromusküler blokaj varlığında ortaya çıkabilecek solunum yetmezliği riski de azalmış olacaktır (Şekil 12).

Standart LMA ile iki farklı yaklaşım söz konusudur:

1. İlk yaklaşımda derin genel ve topikal anestezi altında laringoskopi ile jet kateter stenoz üzerinde kalacak şekilde yerleştirilerek LMA jet kateter üzerinden ilerletilerek supraglottik pozisyona getirilir. Manuel ventilasyon ile kaçak ve direnç olup olmadığına bakılarak LMA'nın yerleşimi kontrol edilir. LMA yerleşimi sağlanamıyorsa endotrakeal tüpe geçilir. Koşullar uygunsa nöromusküler blokaj sağlanarak kontrollü ventilasyona geçilir. Yüksek frekanslı jet ventilasyona geçilmeden önce LMA solunum devresinden dekonnekte edilerek ekspiratuar havanın serbest çıkışına izin verilir. Jet kateter stenozun distaline ilerletilerek trakeal anastomoz boyunca ventilasyon devam edilir.



Şekil 12. Laringeal maske ile trakeal rekonstrüksiyon.



Şekil 13. Fiberoptik bronkoskop ile elde edilen transillüminasyon ve stenoz bölgesinin iğne yardımı ile belirlenmesi.

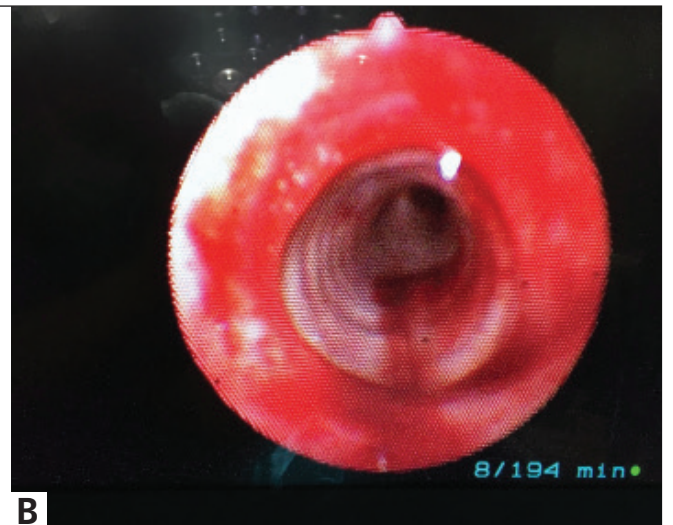
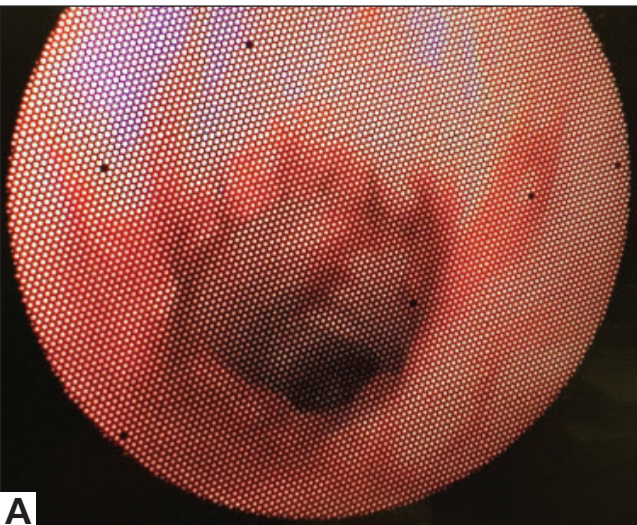
- II. İkinci yaklaşım da ise LMA konvansiyonel olarak yerleştirilir. Hasta pozisyonu verildikten sonra yerleşiminin uygunluğu kontrol edilir. Bu amaçla şu faktörlere dikkat edilir:
 1. Verilen hava ile göğüs duvarı rahat hareket ediyor mu?

2. Hastaya verilen tidal volüm yeniden hastadan dönüyor mu?
3. Hastanın kapnografi eğrisi kare dalga formunda mı?
4. Eğer bu kriterleri karşılıyor ise LMA ile cerrahinin başlamasına mücade edilir.

LMA kullanımının diğer bir avantajı da LMA içerisinde FOB ile trakea darlığının yerinin belirlenmesidir. Cerrahin bir iğne ile tahmini stenoz bölgesine yaptığı ponksiyon FOB ile kontrol edilerek yada bronkoskop ışığının trakeadan transillüminasyonu darlığın ve rezeksiyonun proksimal/distal sınırları belirlenmiş olur (Şekil 13). Anastomoz bittikten sonra da aynı yöntemle FOB aracılığı ile anastomoz kalitesi ve anastomoz distali değerlendirilir (Şekil 14). Eğer klasik LMA kullanılıyorsa FOB'un rahat geçebilmesi için LMA içindeki barların kesilmesi gerekir (Şekil 15) ya da FOB kullanımına uygun bar içermeyen supraglottik araçlar tercih edilir. Bir diğer husus da LMA kullanım ile birlikte cerrahi nedenlerle orogastrik ya da nazogastrik sonda ihtiyacı olursa gastrik drenaj kanallı supraglottik araçlar tercih sebebidir.

Trakea açıldıktan sonra steril spiralli bir ETT cerrahi ekip tarafından açık trakeadan distale doğru yerleştirilir. Steril bir konnektör yardımıyla anestezi cihazının solunum devresine bağlantısı yapılarak anastomozu devam edilir. Anastomoz bitişi ile birlikte ventilasyona LMA ile devam edilerek yukarıda sıralanan ETT dezavantajları giderilmiş olur. Resüsitasyon gibi acil durumlarda trakeal stenozlu hastalarda laringeal maske kullanımı sonuçları olumsuz olarak raporlanmıştır ancak elektif cerrahi gibi kontrollü durumlarda kullanımı avantaj sağlamaktadır (13,18,19).

Tek başına jet ventilasyon uygulaması ile karşılaştırıldığında nöromusküler blokaja gerek duyulmaması LMA'nın bir



Şekil 14. (A) Trakeal anastomoz sonrası anastomoz hattının ve (B) anastomoz distalinin bronkoskopik görüntüsü.



Şekil 15. Fiberoptik bronkoskopi kullanılabilmesi için klasik laringeal maskenin barlarının kesilerek kullanıma hazırlanması.

üstünlüğüdür. Böylece cerrahi bitiminde spontan solunuma geçiş daha kolay olmaktadır (15).

Trakeal stenozlarda LMA ile ventilasyonun etkinliğinin rezidüel trakeal çapının miktarına bağlı olduğu bildirilmiştir (%10-40). Stenotik alan çok dar olduğunda ventilasyon yeterli olmayabilir (15,16). Hipervasküler neoplastik lezyonlarda ve trakeomalazide genel anestezi indüksiyonu sonrası ve cerrahi manipülasyonlar sırasında hava yolu obstrüksiyonu ortaya çıkabileceğinden, bu vakalarda LMA kullanımı konusunda dikkatli olmak gerekmektedir (17). Bunun yanında eş zamanlı olarak supraglottik hava yolu patolojisine de sahip olan hastalarda LMA yerleşiminde güçlüklerle karşılaşılacağı de akılda tutulmalıdır (15).

Kardiyopulmoner By-pass

Ekstrakorporal yöntemlerin, konvansiyonel ve alternatif hava yolu enstrümantasyonlarının mümkün olmadığı, özellikle distal havayolu enstrümantasyonunun mümkün olmadığı distal lezyonlarda gaz değişimini sağlamak adına kullanılması gerekebilir (8).

ANESTEZİ İDAMESİ ve DERLENME

İnhalasyon anestezisi açık trakea nedeniyle güvenilir olmayabilir. Ayrıca sık tüp değişimleri nedeniyle de ameliyatha-

ne havasını kirletebilir. Total intravenöz anestezi tercih edilebilir (propofol 25-100 mcg/kg/dk ve remifentanil (0.05-0.2 mcg/kg/dk). Anestezi planı hızlı derlenme sağlanması üzerine yapılmalıdır.

Trakeal ödemi azaltmak adına intravenöz steroidler verilebilir (deksametazon 8-10 mg). İşlem süresinde apneik periyotlar oluşacağı için hipokseminin önüne geçmek için fonksiyonel rezidüel kapasitede yeterli oksijen rezervi sağlamak adına yüksek FiO_2 kullanılmalıdır.

Hava yolu enstrümantasyonları hava yolu reflekslerini uyarıp öksürüğe ve öğürme refleksine neden olacağından taze sütür hattına zarar gelebilir. Bu sebeple hastaların spontan solunumlarının ekstübasyona izin verdiği en erken dönemde ekstübasyon gerçekleştirilmelidir. Bu aşamada da cerrahi ve anestezi ekipleri yakın iletişim içinde olmalıdır. Ekstübasyon planı yapılmadan önce postoperatif ventilasyonu etkileyebilecek cerrahi detaylar tartışılmalıdır.

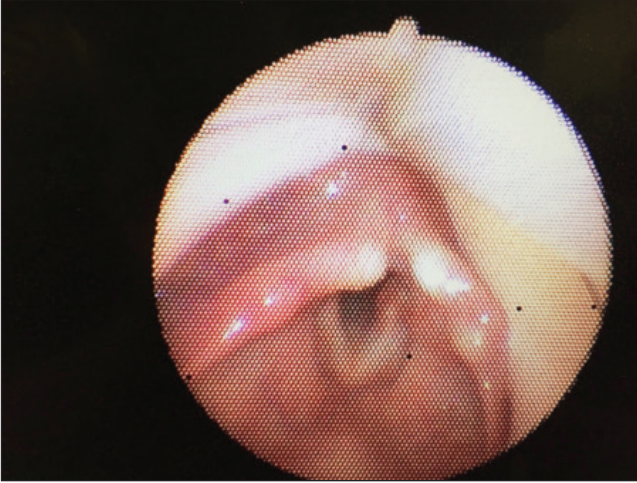
Anastomoz tamamlanırken skapulalar arasındaki yastık indirilerek veya çıkarılarak başın altına destek koyulur ve boyun fleksiyona getirilir. Böylece trakea anastomozu tamamlanır. Trakea kapatıldıktan sonra anastomoz kaçacağı olup olmadığı kontrol edilir. Cerrahi sahaya serum fizyolojik dökülür, ETT kafı indirilir ve solunum devresine 30 cmH_2O değerinde uygulanan basınç ile anastomoz kaçacağı kontrol edilmiş olunur. Kaçak gözlenmediyse insizyon kapatılır (6).

Ekstübasyon öncesi hastalar spontan solunumlu ve rezidü nöromusküler blokaj dışlanmalıdır (Train-of-Four 0.9). Hasta uyandırılmadan önce FOB ile pıhtı ve sekresyonlar temizlenmelidir. Yüksek trakeal rekonstrüksiyonlarda rekürren laringeal sinir hasarlanması olup olmadığı bu sırada kontrol edilmelidir (Şekil 16) çünkü bu hastalarda başı fleksiyonda tutmak adına çene ile presternal cilt arasında yerleştirilen sütürler (Hermes Grillo sütürleri) nedeniyle reentübasyon güç olacaktır (14) (Şekil 17). Reentübasyon gerekirse fiberoptik bronkoskopi kılavuzluğunda endotrakeal entübasyon gerçekleştirilmelidir (7).

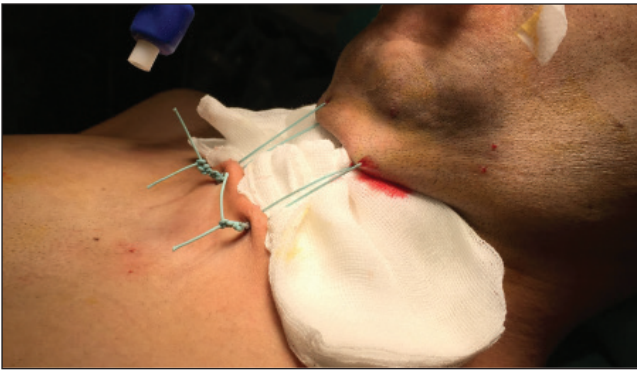
Postoperatif analjezi planı cerrahiye göre planlanır. Ekstratorasik cerrahide nonsteroid antiinflamatuvar ajanlar ve düşük potensli opioidler hasta kontrollü analjezi yöntemi ile uygulanabilir. İntratorasik cerrahide ise mümkünse torasik epidural analjezi planlanabilir. Paravertebral yerleştirilen kateterler de analjezi planı için alternatif olabilir. İki yöntem de bir hafta boyunca yakın takip altında kullanılabilir (8).

KOMPLİKASYONLAR

Trakea cerrahisi sonrası komplikasyonlar erken ve geç olarak sınıflandırılabilir. En çok korkulan komplikasyon ekstübasyon sonrası gelişen solunum yetmezliğidir. Acilen nedeninin ortaya konulması gerekmektedir. Nöromusküler blo-



Şekil 16. Laringeal maske içerisinden yapılan fiberoptik bronkoskopi ile vokal kordların görüntülenmesi.



Şekil 17. Hermes Grillo tespitleri.

ğun geri dönmemesi, opioid etkisi veya hava yolu obstrüksiyonu düşünülmelidir. Hava yolu obstrüksiyonu söz konusu ise FOB ile enstrümantasyon yapılmalıdır.

Postoperatif dönemde karşılaşılabilecek komplikasyonlardan biri olan tetrapleji, Hermes Grillo sütürleri nedeniyle boynun hiperfleksiyonuna bağlı olarak ortaya çıkabilmektedir. Böyle bir durumda tespit dikişlerinin alınması ve propofol remifentanil infüzyonu ve tam hasta kooperasyonu sağlanarak FOB kılavuzluğunda ekstübasyon denenmelidir (20).

Boyunda şişme, subkutanöz amfizem veya hastayı ventile edememe durumlarında anastomozda kaçak akla getirilmelidir. Bu komplikasyon ölümcül olabileceğinden acil cerrahi reeksplorasyon yapılmalıdır.

Trakeal cerrahide karşılaşılabilecek komplikasyonlar Tablo 1'de gösterilmiştir (11,12).

SONUÇ

Trakeal cerrahi için anestezi uygulamaları anesteziistler için en zorlayıcı vakalardandır. Cerrahi süresince oluşan birçok kritik aşamada alınan yanlış kararlar ciddi komplikas-

Tablo 1. Trakeal rekonstrüksiyon sonrası ortaya çıkabilecek komplikasyonlar

Solunum yetmezliği, ventilasyonda güçlük, hipoksemi
Vokal kord paralizisi
Trakeal ödem
Boyun yapılarında hasar (süperior/rekürren laringeal sinir, trakea, torasik duktus hasarı)
Boyunda şişme, subkutanöz amfizem
Hemoptizi
Tetrapleji
Proksimal endotrakeal tüpün anastomoz hattına suture edilmesi
Trakeainnominate fistül
Trakeaözofageal fistül

yonlara neden olabilir. Hastaların detaylı bir preoperatif değerlendirilmeden geçirilmesi hazırlıkların ve anestezi planının yapılabilmesi için son derece önemlidir. Anestezi ekibinin farklı havayolu stratejilerine ve gereçlerine hakim olması ve bu gereçleri kritik durumlarda kullanılabilmesi için hazır halde bulundurması gerekmektedir. Preoperatif dönemden başlayarak hastanın yoğun bakıma transportuna kadar olan dönemde hastanın yönetiminin cerrahi ekiple yakın iletişim halinde yürütülmesi gerektiği unutulmamalıdır.

KAYNAKLAR

1. Hagberg CA, Artime CA. Airway management in the adult. In: Miller RD (eds). Miller's Anesthesia. 8th ed. Philadelphia: Elsevier Saunders; 2015:1647-83.
2. Butterworth JF, Mackey DC, Wasnick JD. Airway management. Morgan & Mikhail's Clinical Anesthesiology. 5th ed. USA: Mc Graw-Hill; 2013:309-41.
3. Pinsonneault C, Fortier J, Donati F. Tracheal resection and reconstruction. Can J Anesth 1999;46(5):439-55.
4. Al-Bazzaz F, Grillo H, Kazemi H. Response to exercise in upper airway obstruction. Am Rev Respir Dis 1975;111(5):631-40.
5. Zhou YF, Zhu SF, Zhu SM, et al. Anesthetic management of emergent critical tracheal stenosis. J Zhejiang Univ Sci 2007;8(7):522-5.
6. Hobai IA, Chhangani SV, Alfille PH. Anesthesia for tracheal resection and reconstruction. Anesthesiol Clin 2012;30(4):709-30.
7. Vander Els NJ, Sorhage F, Bach AM, et al. Abnormal flow volume loops in patients with intrathoracic Hodgkin's disease. Chest 2000;117(5):1256-61.
8. Wiedemann K, Männle C. Anesthesia and gas exchange in tracheal surgery. Thorac Surg Clin 2014;24(1):13-25.
9. Fiala P, Cernohorský S, Cermák J, et al. Tracheal stenosis complicated with tracheoesophageal fistula. Eur J Cardiothorac Surg 2004;25(1):127-30.
10. Didee R, Shaw IH. Acquired tracheo-oesophageal fistula in adults. Contin Educ Anaesth Crit Care Pain 2006;6(3):105-8.
11. Merritt RE, Cannon WB, Kulkarni V, Brodsky JB. Thoracic surgery. In: Jaffe RA (eds). Anesthesiologist's Manual of Surgical Procedures. 5th ed. Philadelphia: Wolters Kluwer; 2014:278-344.

12. Sayan M, Kurul İC, Taştepe Aİ. Trakea rezeksiyonu ve rekonstrüksiyonu. *JCAM* 2010;98-102.
13. Çelik A, Süleymanov A, Alkan M, et al. Laryngeal mask-assisted tracheal surgery. *Respir Case Rep* 2017;6(3):139-41.
14. Weiss SJ, Ochroch EA. Thoracic anesthesia. In: Longnecker DE, Newman MF, Brown DL, Zapol WM (eds). *Anesthesiology*. 2nd ed. New York: McGraw-Hill; 2012:950-1008.
15. Adelsmayr E, Keller C, Erd G, et al. The laryngeal mask and high-frequency jet ventilation for resection of high tracheal stenosis. *Anesth Analg* 1998;86:907-8.
16. Biro P, Hegi TR, Weder W, Spahn DR. Laryngeal mask airway and high-frequency jet ventilation for the resection of a high-grade upper tracheal stenosis. *J Clin Anesth* 2001;13(2);141-3.
17. Schieren M, Böhmer A, Dusse F, et al. New approaches to airway management in tracheal resections-a systematic review and meta-analysis. *J Cardiothorac Vasc Anesth* 2017;31(4);1351-8.
18. W. Sandberg. Anesthesia and airway management for tracheal resection and reconstruction. *Int Anesthesiol Clin* 2000;38(1);55-75.
19. Kokkinis K, Papageorgiou E. Failure of the laryngeal mask airway (LMA) to ventilate patients with severe tracheal stenosis. *Resuscitation* 1995;30(1);21-2.
20. Saravanan P, Marnane C, Morris EAJ. Extubation of the surgically resected airway — a role for remifentanyl and propofol infusions. *Can J Anesth* 2006;53(5);507-11.

SURGERY FOR TRACHEOMALASIA AND TRACHEOBRONCHOMALACIA

TRAKEOMALAZİ VE TRAKEOBRONKOMALAZİ İÇİN CERRAHİ TEDAVİ

Ryuichi Waseda

Department of General Thoracic, Breast, and Pediatric Surgery, Fukuoka University Faculty of Medicine, Fukuoka, Japan

e-mail: wryuichi0119@fukuoka-u.ac.jp

DOI: 10.5578/tcb.2021.002

Abstract

Severe tracheomalacia (TM) and tracheobronchomalacia (TBM) are associated with symptoms such as incessant coughing, dyspnea, retained secretion and repeated chest infections. In addition, respiratory failure requiring mechanical ventilation with continuous positive airway pressure is a life-threatening symptom of the disease. Therefore, most of patients with severe TM and TBM should be indicated for some sort of treatments. This chapter is intended focusing on surgical treatment for TM and TBM including the technique of tracheobronchoplasty in our institution, and the etiologic and diagnostic aspects of TM and TBM are briefly reviewed to gain a deeper understanding of the surgical treatment.

Keywords: Tracheomalacia, tracheobronchomalacia, surgery

Özet

Şiddetli trakeomalazi (TM) ve trakeobronkomalazi (TBM), aralıksız öksürük, nefes darlığı, sekresyon retansiyonu ve tekrarlayan akciğer enfeksiyonları gibi semptomlarla ilişkilidir. Bunlara ek olarak, sürekli pozitif hava yolu basınçlı mekanik ventilasyon gerektiren solunum yetmezliği de, bu hastalığın hayatı tehdit edici bir semptomudur. Bu nedenle, şiddetli TM ve TBM'li hastaların çoğunda tedavi endikasyonu vardır ve bir şekilde tedavi edilmelidir. Bu bölüm, kurumumuzda trakeobronkoplasti tekniği de dahil olmak üzere TM ve TBM'nin cerrahi tedavisine odaklanmayı amaçlamaktadır ve cerrahi tedaviyi daha iyi anlamak için TM ve TBM'nin etiyolojik ve tanısal yönleri kısaca gözden geçirilmiştir.

Anahtar kelimeler: Trakeomalazi, trakeobronkomalazi, cerrahi

INTRODUCTION

Malacia, from the Greek word malakos, means softness. The tracheobronchial tree is a dynamic conduit that changes lumen size with exposure to varying pressures experienced during different phases of respiration. Tracheomalacia (TM) refers to a weakness of the trachea, frequently due to reduction and/or atrophy of the longitudinal elastic fibers of the membranous wall, or impaired cartilage integrity, such that the airway is softer and more susceptible to collapse with changes in pressure. The majority of TM is intrathoracic disease in nature, such that excessive narrowing is most prominent when intrathoracic pressure is substantially greater than intraluminal pressure, as it is during a forced expiratory

or cough. Therefore, extrathoracic or cervical TM is seen less commonly. TM may be localized to one portion of the trachea or may involve the entire trachea. If the mainstems of the bronchi are also involved, the term tracheobronchomalacia (TBM) is appropriate. TM and TBM are disorders that are encountered in both pediatric and adult medicine. Despite increasing recognition of these disease processes, there remains some uncertainty regarding their identification, causes, and treatment (1).

This chapter mainly focuses on surgical treatment for TM and TBM in adult patients; however, a brief review of pediatric disease is also included.

Pediatric Tracheomalacia and Tracheobronchomalacia

TM is a common congenital anomaly of the trachea. It can be an isolated finding in healthy infants, but is more commonly seen in premature infants. It is believed to be a consequence of the inadequate maturity of tracheobronchial cartilage. Some associated diseases, which include polychondritis, chondromalacia, and mucopolysaccharidoses, result in dysmaturity of the collagen fibers and weakness in the tracheobronchial tissue. In the majority of healthy and premature infants, TM is a self-limiting disease. Most infants outgrow the condition by the age of 1 or 2 years. However, in those infants with connective tissue disease or congenital syndromes, the effects of TM often persist and may be fatal (1-2).

Regarding the treatment of pediatric TM and TBM, most mild disease can be treated non-surgically. However, severe TM and TBM with life-threatening symptoms or that are likely to represent a significant chronic health hazard may require surgical intervention. Options for surgical intervention of pediatric TM and TBM are as follows; aortopexy, tracheopexy, tracheal resection and reconstruction, or external stabilization. Surgical treatment must be specific for the type of TM and TBM in each patient, taking into account all the associated conditions such as cartilage deformity, regions of malacic airway, and abnormal anatomy of vessels and airways. The details of surgical treatment of pediatric TM and TBM are outside the scope of this chapter, however, they have been reviewed well by Fraga et al (3).

Adult Tracheomalacia and Tracheobronchomalacia

Epidemiology and Definition

The occurrence of TM and TBM in adult populations is not uncommon. Although several diseases such as tracheobronchomegaly and Mounier-Kuhn syndrome may have a genetic basis, the majority of adults with TM and TBM have the acquired or secondary form of the disease (1). There is increasing recognition of TM and TBM in patients with respiratory complaints, however the true incidence of the disease in adults is still unclear. Jokinen et al reported that TM and TBM were found in 23% of patients with chronic bronchitis (4). Jokinen et al also reported the diseases were found in 4.5% of the general population (5). Likewise, Ikeda et al showed that more than 13% of patients who underwent evaluation for respiratory complaints were found to have TM and TBM (6).

The main reason why the incidence of TM and TBM in the general population remains unclear is that the extent of airway collapse required to meet the threshold for pathologic collapse has not been well defined. The currently

accepted definition for excessive airway collapse is a greater than 50% reduction in airway cross-sectional area with expiration (7). Under this definition, more than 13% of patients with emphysema were found to have TBM on examination. However, when the threshold was raised to greater than 70% of airway collapse, only 5% met the definition of TBM (8). A more recent report demonstrated a wide range of expiratory tracheal collapsibility observed in healthy volunteers, with many asymptomatic individuals frequently exceeding the current diagnostic threshold for TM and TBM (9-10). Currently, a greater than 90% collapse of the central airway has been regarded as a severe grade of TM and TBM among several leading institutes for complex airway diseases (11-13).

Severe TM and TBM are associated with symptoms such as incessant coughing, dyspnea, retained secretion, and repeated chest infections. In addition, respiratory failure requiring mechanical ventilation such as continuous positive airway pressure is a life-threatening symptom of the disease. Therefore, most patients with severe TM and TBM should be indicated for some type of treatment.

Classification and Diagnosis

TM and TBM can be classified according to the morphology of the airway into three different subtypes: saber sheath-type, circumferential-type, and crescent-type (14-15). Another classification according to the mechanism of airway collapse is more useful to understand the purpose of surgical treatment. Cartilaginous malacia consists of weak anterior tracheal cartilages and redundant posterior membranes, while membranous malacia is caused by excessive forward displacement of membranous walls (7,14-15).

Although it can be challenging to determine TM and TBM correctly in patients with concomitant chronic pulmonary diseases, the diagnosis of TM and TBM should be achieved with a dynamic chest CT and a dynamic bronchoscopy. A dynamic respiratory CT (Figure 1A, 1B) is a non-invasive and highly sensitive method for detecting severe airway malacia and has been shown to be concordant with a dynamic bronchoscopy (16). When severe malacic airway is revealed during the expiratory phase of the CT, a dynamic bronchoscopy is the next step in further evaluation of the airway. An awake bronchoscopy is an invasive diagnostic tool; however, it is still the gold standard for the diagnosis of TM and TBM because it can bring real-time and precise information of the airway including morphology, degree, and extent of malacia (Figure 2A, 2B). On the other hand, a pulmonary function test is less helpful in diagnosing the disease compared to previously mentioned diagnostic modalities.

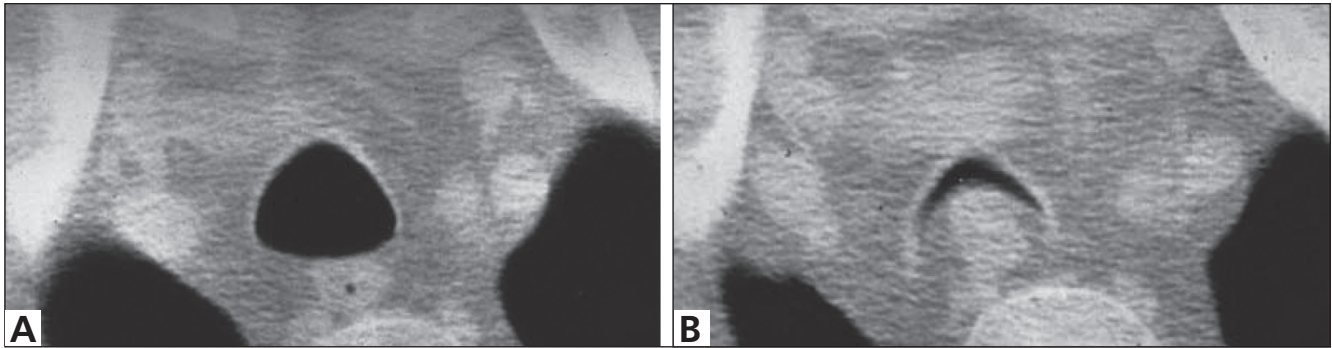


Figure 1. Findings of tracheomalacia in a dynamic respiratory CT. **A.** Inspiratory phase, **B.** Expiratory phase.

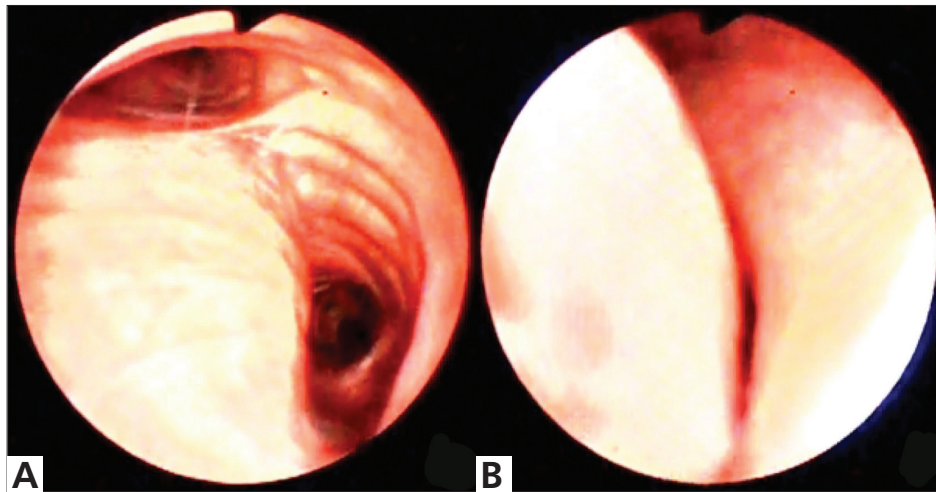


Figure 2. Findings of tracheobronchomalacia in a dynamic bronchoscopy. **A.** Inspiratory phase, **B.** Expiratory phase.

If a patient exhibits both clear symptoms of severe airway malacia and the corresponding findings of severe disease on a dynamic chest CT and a dynamic bronchoscopy, they should be considered for surgical treatment after screening for general status and comorbidities. A 2-week trial of a silicon Y-shaped stent has been proposed to predict the effects of surgical treatment (12-13,17), however it may be controversial. Airway stenting for severe TM and TBM can be problematic with a high occurrence of stent-related complications, even with short-term insertion (18). Some patients who had a history of airway stenting were referred to our hospital due to failure of the procedure; the surgical intervention mentioned in the following section could achieve an excellent result in such patients. For this reason, the stent trial is not performed routinely in our institution.

Concept of Surgical Treatment and the Technique:

The surgical treatment for TM and TBM was historically described by Nissen and Herzog as a span plasty, which was a type of posterior splinting tracheobronchoplasty (TBP) using autologous ribs (19-20). The posterior splinting TBP has continued to evolve; recently TBP with a polypropylene

mesh has been reported with satisfactory perioperative and long-term results (21-22).

The concept of TBP is to reconstitute the D-shape central airway; that is, to reform well-curved cartilage and to stabilize the redundant membranous wall in cases of cartilaginous malacia. For membranous malacia, the main purpose is to add rigidity to the excessively flexible membranous wall since the cartilage is generally normal. A schema of this concept is shown in Figure 3.

The posterior splinting TBP surgical technique used in our institution is described below. Patients are placed in the left lateral decubitus position under general anesthesia with an epidural catheter. Single-lung ventilation is established using a normal endotracheal tube with a COOPDECH bronchial blocker tube (Daiken Medical Co., Ltd., Osaka, Japan). A double-lumen endobronchial tube is not our preference, because the thick tube complicates the surgical procedure that includes suturing to the membranous wall, especially in the left main bronchus. The approach is a standard posterolateral thoracotomy in the 4th intercostal space. The upper mediastinum should be opened widely by dividing the azygos

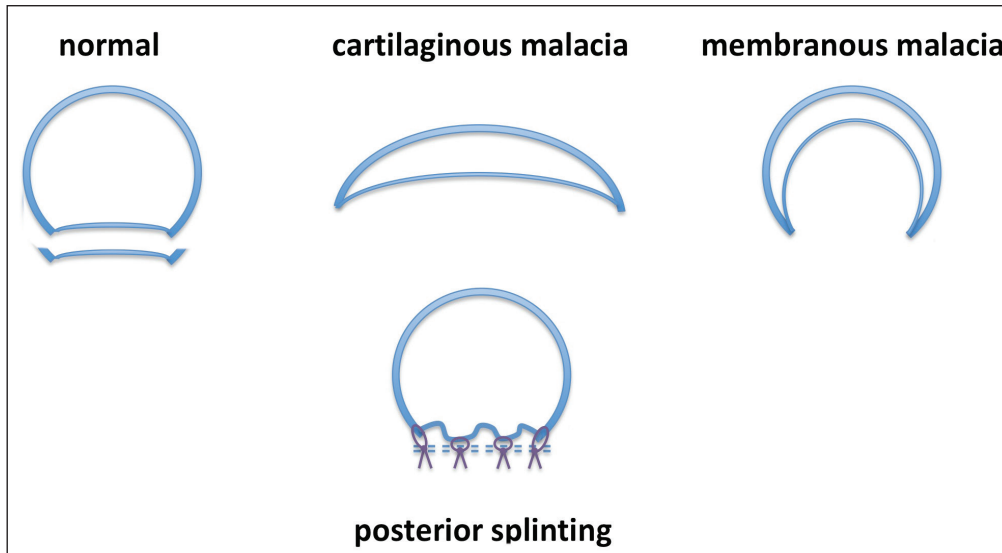


Figure 3. Schema of the concept of posterior splinting tracheobronchoplasty.

vein, and the posterior airway membrane is fully exposed from the thoracic inlet to the bilateral main bronchi including the bronchus intermedius on the right side. The right vagus nerve is isolated during the procedure and it should be preserved as much as possible including all small branches. Dissection of the lateral and anterior aspects of the airway is not necessary; this avoids injury to the laryngeal nerve, and also avoids ischemia of the airway.

After full exposure of the posterior airway, the splinting materials are prepared to the appropriate size and shape according to intraoperative measurement of the patient's posterior airway. The width of splinting material should be 60–80% of the width of the patient's posterior membrane for cartilaginous malacia, and 90–100% of the width for membranous malacia. In all cases, including cases of isolated TM, total splinting of the posterior airway from trachea to the bilateral main bronchi is our policy during surgical intervention. Polypropylene mesh (Product ID 0112680, Bard Mesh, C. R. Bard, Inc., Murray Hill, NJ, USA) is used in our institution as the splinting material in common with most other centers. The technique, using a piece of Y-shaped mesh, is reported by other institutions (11-13); however, we prefer to use the mesh in a separated fashion because that way it can be easily adjusted for size, shape, and angle of the mesh to the patient's airway. Recently, the use of an acellular dermis as an alternative splinting material, has been reported (11).

We always start from the tracheal fixation, and then move to the splinting of the left main bronchus. Our TBP finishes with the plasty of the right main bronchus (Figure 4). Suturing is started from the proximal edge of the posterior

wall of the trachea. Although there is no clear answer regarding the best suture for this procedure, our preference is a 4-0 absorbable monofilament suture. Normally four sutures are placed in a row on the membranous wall of the trachea. From a technical point, placing the suture from the left to the right side is easier. Lateral stitches should be through the junction of the cartilage and membranous wall, and partial-thickness suture should be used for the middle stitches. After four sutures on the first row, further sutures are placed distally as the second row in the same fashion. The distance between each row is 5–7 mm. We normally make 3–4 rows of sutures on the membranous wall, passing through the prepared mesh with a terminal tie-off (Figure 5A, 5B). The sutures on the most distal row are not tied before suturing on the next row except for the last row of a mesh. After splinting of the trachea, plasty for the left main bronchus is started. On the main bronchi, we standardly use three sutures on a row, this is usually two lateral stitches and a middle stitch. Although the direction of the procedure of the main bronchus is opposite to the procedure of the trachea, each element of the procedure such as suturing and fixing should be the same. Splinting of the right main bronchus is the last step of the surgical intervention and is generally easier than on the left. Trimming of overlapped mesh and extra sutures on them are sometimes required on the carina; TBP is then complete (Figure 6A, 6B). After irrigation of the chest cavity and placement of a drainage tube, the thoracotomy is closed.

Postoperative Management and Complications

Airway surveillance is performed by bronchoscopy just after TBP in the operating room. Normal bronchoscopy can

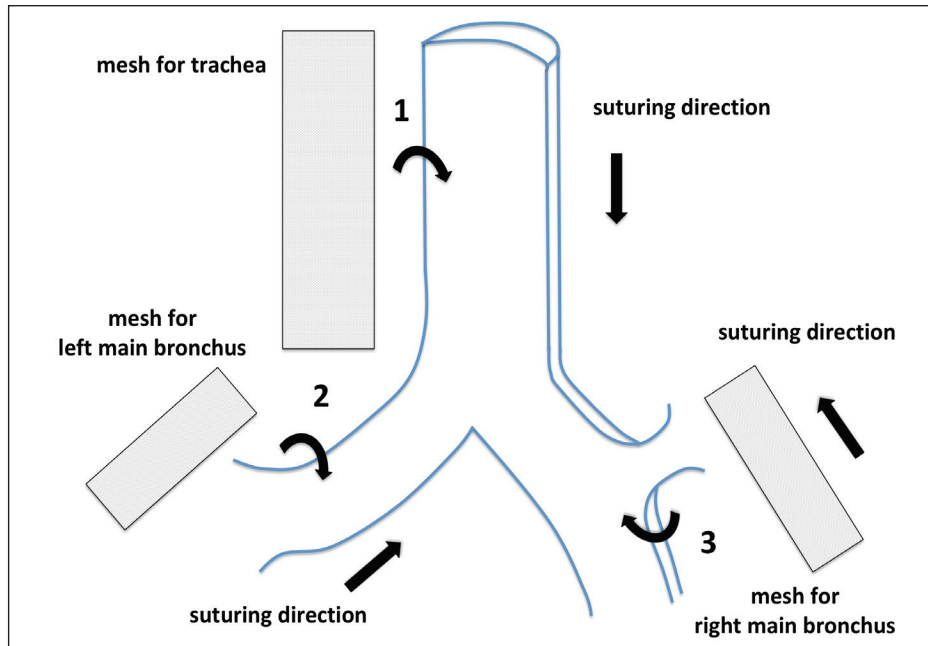


Figure 4. Schema of the procedure of our tracheobronchoplasty.

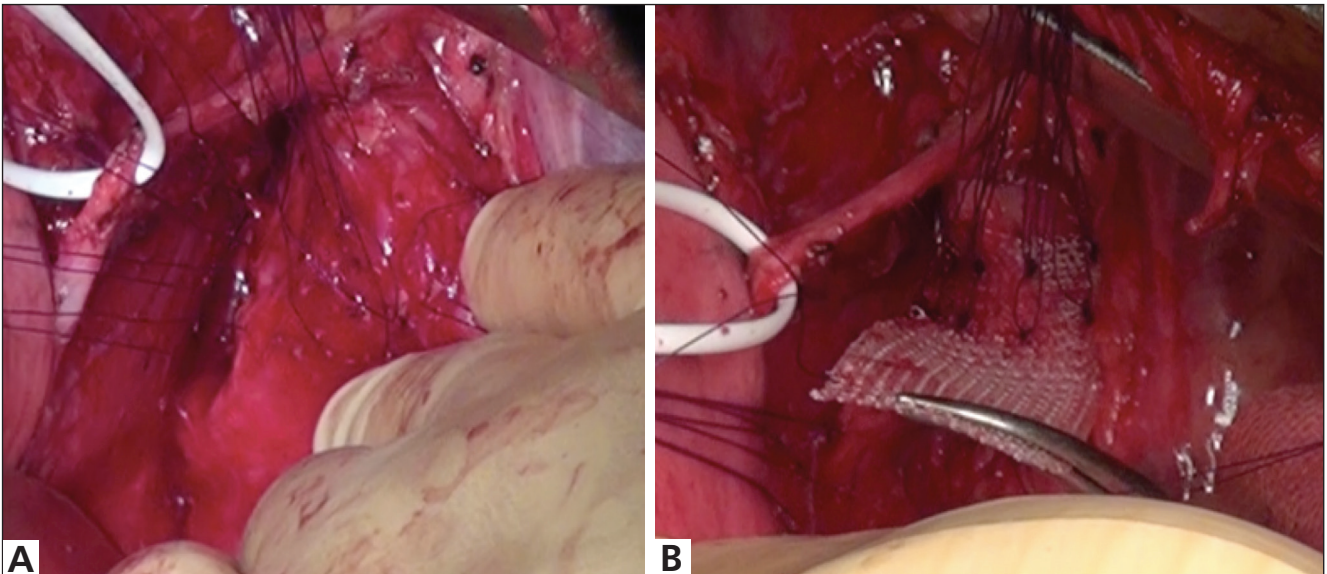


Figure 5. A. Intraoperative view of the suturing on the tracheal membranous wall. **B.** Intraoperative view of the fixing mesh on the tracheal membranous wall.

be performed by removing the bronchial blocker tube. The effect of TBP should be seen in spontaneous breathing, and that the airway is rigid without collapse during expiration. Normally, patients are extubated in the operating room. Bronchoscopy in the intensive care unit is occasionally recommended to evaluate the airway status and to remove secretions. Otherwise, postoperative care of TBP is the same as in other major chest surgeries.

Regarding postoperative complications, mortality following TBP is quite rare, and most morbidities are pulmo-

nary-related (21-22). Specific complications such as injury of the membranous wall and dislocation of the splinting material may occur; however we have not experienced this in our institution.

The outcome of TBP should be evaluated through the improvement of symptoms and quality of life. Most patients show improvement just after surgery, and usually express satisfaction with the results of TBP even at long-term follow up (22). Proper selection of TBP candidates is the most important aspect in achieving satisfactory results after TBP.

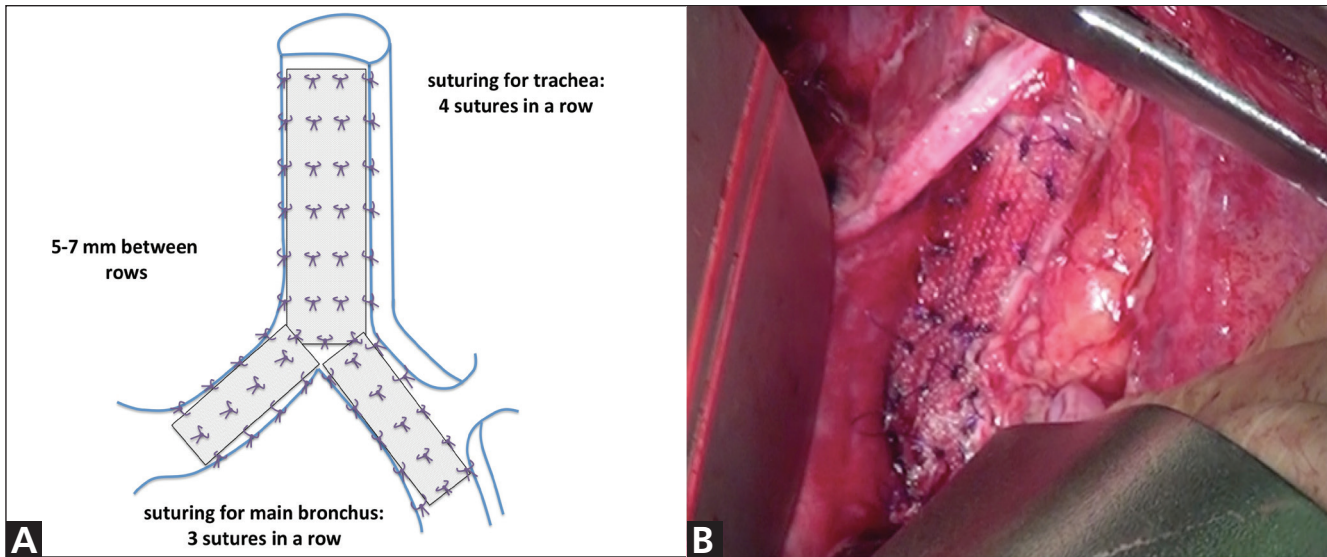


Figure 6. A. Schema of the completed tracheobronchoplasty. B. Intraoperative view of the completed tracheobronchoplasty.

Though this is not easy, as previously mentioned, it must be emphasized at the end of this chapter.

ACKNOWLEDGEMENTS

The study was supported by a grant from Sougou-Kagaku Kennkyu team of Fukuoka University (181043).

DISCLOSURE STATEMENT

We have no conflicts of interest or financial ties to disclose.

REFERENCES

1. Carden KA, Boiselle PM, Waltz DA, et al. Tracheomalacia and tracheobronchomalacia in children and adults, an in-depth review. *Chest* 2005;127:984-1005.
2. Boogaard R, Huijsmans SH, Pijnenburg MW, et al. Tracheomalacia and tracheobronchomalacia in children, incidence and patient characteristics. *Chest* 2005;128:3391-7.
3. Fraga JC, Jennings RW, Kim PC. Pediatric tracheomalacia. *Semin Pediatr Surg* 2016;25:156-64.
4. Jokinen K, Palva T, Nuutinen J. Chronic bronchitis, a bronchologic evaluation. *ORL J Otorhinolaryngol Relat Spec* 1976;38:178-86.
5. Jokinen K, Palva T, Sutinen S, et al. Acquired tracheobronchomalacia. *Ann Clin Res* 1977;9:52-7.
6. Ikeda S, Hanawa T, Konishi T, et al. Diagnosis, incidence, clinicopathology and surgical treatment of acquired tracheobronchomalacia. *Nihon Kyobu Shikkan Gakkai Zasshi* 1992;30:1028-35.
7. Murgu SD, Colt HG. Tracheobronchomalacia and excessive dynamic airway collapse. *Respirology* 2006;11:388-406.
8. Ochs RA, Petkovska I, Kim HJ, et al. Prevalence of tracheal collapse in an emphysema cohort as measured with end-expiration CT. *Acad Radiol* 2009;16:46-53.
9. Boiselle PM, O'Donnell CR, Bankier AA, et al. Tracheal collapsibility in healthy volunteers during forced expiration: assessment with multidetector CT. *Radiology* 2009;252:255-62.
10. Litmanovich D, O'Donnell CR, Bankier AA, et al. Bronchial collapsibility at forced expiration in healthy volunteers: assessment with multidetector CT. *Radiology* 2010;257:560-7.
11. Wright CD, Mathisen DJ. Tracheobronchoplasty for tracheomalacia. *Ann Cardiothorac Surg* 2018;7:261-5.
12. Gangadharan SP. Tracheobronchomalacia in adults. *Semin Thorac Cardiovasc Surg* 2010;22:165-73.
13. Buitrago DH, Wilson JL, Parikh M, et al. Current concepts in severe adult tracheobronchomalacia: evaluation and treatment. *J Thorac Dis* 2017;9:E57-E66.
14. Boiselle PM, Ernst A. Tracheal morphology in patients with tracheomalacia: prevalence of inspiratory lunate and expiratory "frown" shapes. *J Thorac Imaging* 2006;21:190-6.
15. Murgu SD, Colt HG. Description of a multidimensional classification system for patients with expiratory central airway collapse. *Respirology* 2007;12:543-50.
16. Lee KS, Sun MR, Ernst A, et al. Comparison of dynamic expiratory CT with bronchoscopy for diagnosing airway malacia: A pilot evaluation. *Chest* 2007;131:758-64.
17. Ernst A, Majid A, Feller-Kopman D, et al. Airway stabilization with silicone stents for treating adult tracheobronchomalacia: a prospective observational trial. *Chest* 2007;132:609-16.
18. Murgu SD, Colt HG. Complications of silicone stent insertion in patients with expiratory central airway collapse. *Ann Thorac Surg* 2007;84:1870-7.
19. Nissen R. Tracheoplastik zur Beseitigung der Erschlaffung des membranösen Teils der intrathorakalen Luftrohre. *Schweiz Med Wochenschr* 1954;84:219-20.
20. Herzog H. Expiratorische Stenose der Trachea und der grossen Bronchien durch die erschlaffte Pars membranacea. *Operative Korrektur durch Spanplastik*. *Thoraxchirurgie* 1958;5:281-319.
21. Wright CD, Grillo HC, Hammoud ZT, et al. Tracheoplasty for expiratory collapse of the airways. *Ann Thorac Surg* 2005;80:259-66.
22. Gangadharan SP, Bakhos CT, Majid A, et al. Technical aspects and outcomes of tracheobronchoplasty for severe tracheobronchomalacia. *Ann Thorac Surg* 2011;91:1574-80.

TRAKEOMALAZİ VE TRAKEOBRONKOMALAZİ İÇİN CERRAHİ TEDAVİ

SURGERY FOR TRACHEOMALASIA AND TRACHEOBRONCHOMALACIA

Ryuichi Waseda

Genel Göğüs, Meme ve Çocuk Cerrahisi Anabilim Dalı, Fukuoka Üniversitesi, Fukuoka, Japonya

e-mail: wryuichi0119@fukuoka-u.ac.jp

DOI: 10.5578/tcb.2021.003

Çeviri: Nur Dilvin Özkan, Ali Çelik

Gazi Üniversitesi Tıp Fakültesi, Göğüs Cerrahisi Anabilim Dalı, Ankara, Türkiye

Özet

Şiddetli trakeomalazi (TM) ve trakeobronkomalazi (TBM), aralıksız öksürük, nefes darlığı, sekresyon retansiyonu ve tekrarlayan akciğer enfeksiyonları gibi semptomlarla ilişkilidir. Bunlara ek olarak, sürekli pozitif hava yolu basınçlı mekanik ventilasyon gerektiren solunum yetmezliği de, bu hastalığın hayatı tehdit edici bir semptomudur. Bu nedenle, şiddetli TM ve TBM'li hastaların çoğunda tedavi endikasyonu vardır ve bir şekilde tedavi edilmektedir. Bu bölüm, kurumumuzda trakeobronkoplasti tekniği de dahil olmak üzere TM ve TBM'nin cerrahi tedavisine odaklanmayı amaçlamaktadır ve cerrahi tedaviyi daha iyi anlamak için TM ve TBM'nin etiyolojik ve tanılmal yönleri kısaca gözden geçirilmiştir.

Anahtar kelimeler: Trakeomalazi, trakeobronkomalazi, cerrahi

Abstract

Severe tracheomalacia (TM) and tracheobronchomalacia (TBM) are associated with symptoms such as incessant coughing, dyspnea, retained secretion and repeated chest infections. In addition, respiratory failure requiring mechanical ventilation with continuous positive airway pressure is a life-threatening symptom of the disease. Therefore, most of patients with severe TM and TBM should be indicated for some sort of treatments. This chapter is intended focusing on surgical treatment for TM and TBM including the technique of tracheobronchoplasty in our institution, and the etiologic and diagnostic aspects of TM and TBM are briefly reviewed to gain a deeper understanding of the surgical treatment.

Keywords: Tracheomalacia, tracheobronchomalacia, surgery

GİRİŞ

Malazi (Yunanca: Malakos), yumuşaklık anlamına gelmektedir. Trakeobronşiyal ağaç, solunumun farklı fazlarında yaşanan basınç değişikliklerine maruz kaldığında lümen boyutunu değiştiren dinamik bir kanaldır. Trakeomalazi (TM), sıklıkla membran duvarının longitudinal elastik liflerinin azalması ve/veya atrofisi veya bozulmuş kıkırdak bütünlüğü nedeniyle trakeanın zayıflığına işaret eder; öyle ki hava yolu, daha yumuşak ve basınç değişimi ile çökmeye daha duyarlıdır. Tabiatı gereği TM, intratorasik bir hastalıktır; öyle ki zorunlu ekspirasyon veya öksürük sırasında olduğu gibi, intratorasik basınç önemli ölçüde intraluminal basınçtan daha büyük olduğunda aşırı daralma en belirgindir. Bu nedenle ekstratorasik veya servikal TM daha az görülür. TM, trakeanın bir kısmına lokalize olabilir veya tüm trakeayı etkileyebilir. Ana bronşların etkilenmesi de söz konusu ise trakeobronko-

malazi (TBM) terimi uygundur. TM ve TBM, hem pediatrik hem de yetişkin grupta görülen bozukluklardır. Bu hastalık süreçlerinin artan tanınma oranlarına rağmen tanımlanmaları, nedenleri ve tedavileri konusunda bazı belirsizlikler vardır (1).

Bu bölüm esas olarak yetişkin hastalarda TM ve TBM için cerrahi tedaviye odaklanmaktadır; ancak bölüme pediatrik hastalığın kısa bir incelemesi de dahil edilmiştir.

PEDİATRİK TRAKEOMALAZİ VE TRAKEOBRONKOMALAZİ

TM trakeanın sık görülen konjenital bir anomalisidir. Sağlıklı infantlarda izole bir bulgu olabilir; ancak daha sık prematüre bebeklerde görülür. Trakeobronşiyal kıkırdağın yetersiz olgunlaşmasının bir sonucu olduğuna inanılmaktadır. Bazı ilişkili hastalıklar -polikondrit, kondromalazi ve mukopoli-

sakkaridozlar-, kolajen liflerinin olgunlaşma yetersizliğine ve trakeobronşiyal dokunun zayıflığına neden olur. Sağlıklı ve prematüre infantların çoğunda, TM kendini sınırlayan bir hastalıktır. Bebeklerin çoğu bir veya iki yaşına kadar bu durumu aşar. Bununla birlikte, bağ dokusu hastalığı veya konjenital sendromları olan infantlarda, TM'nin etkileri genellikle kalıcıdır ve ölümcül olabilmektedir (1-2).

Pediyatrik TM ve TBM'nin tedavisi ile ilgili olarak, çoğu ılımlı hastalık cerrahi olmayan şekilde tedavi edilebilmektedir. Bununla birlikte, yaşamı tehdit eden semptomları olan veya önemli bir kronik sağlık tehlikesi oluşturması muhtemel olan ciddi TM ve TBM, cerrahi müdahale gerektirebilmektedir. Pediyatrik TM ve TBM'nin cerrahi müdahalesi için seçenekler şu şekildedir: Aortopeksi, trakeopeksi, trakeal rezeksiyon ve rekonstrüksiyon veya eksternal stabilizasyon. Cerrahi tedavi, kıkırdak deformitesi, malazik havayolu bölgesi, damarların ve havayolunun anormal anatomisi gibi ilişkili durumları da hesaba katarak her hastada TM ve TBM tipine özel olmalıdır. Pediyatrik TM ve TBM'nin cerrahi tedavisinin detayları bu bölümün kapsamı dışındadır; ancak bu durum Fraga ve arkadaşları tarafından oldukça detaylı biçimde incelenmiştir (3).

YETİŞKİN TRAKEOMALAZİSİ VE TRAKEOBRONKOMALAZİSİ

Epidemiyoloji ve Tanım

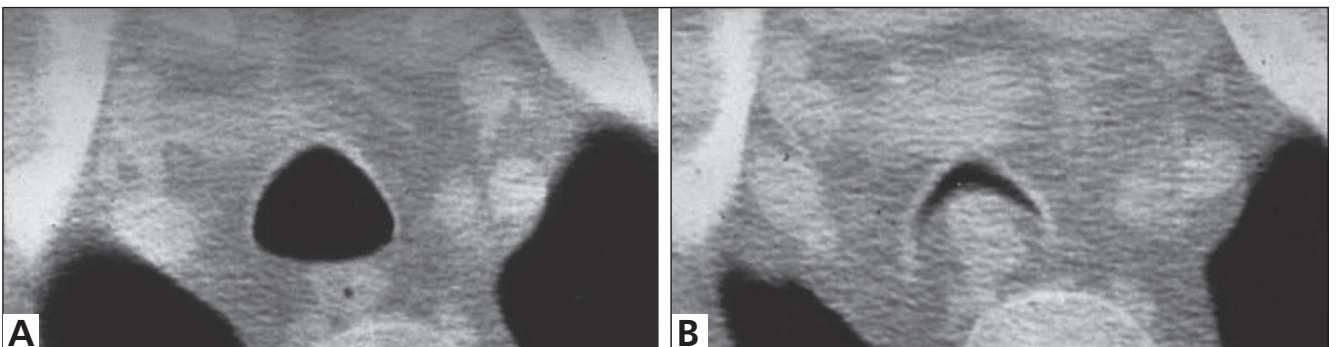
Yetişkin popülasyonda TM ve TBM görülmesi nadir değildir. Trakeobronkomegali ve Mounier-Kuhn sendromu gibi bazı hastalıklar genetik bir temele sahip olsa da TM ve TBM'li erişkinlerin çoğu hastalığın kazanılmış veya ikincil formuna sahiptir (1). Solunum yakınmaları olan hastalarda TM ve TBM'nin giderek tanınmaktadır; ancak hastalığın erişkinlerdeki gerçek insidansı hala belirsizdir. Jokinen ve arkadaşları kronik bronşitli hastaların % 23'ünde TM ve TBM bulunduğunu belirtmiştir (4). Jokinen ve arkadaşları aynı zamanda hastalığın genel nüfusun %4.5'inde bulunduğunu da eklemiştir (5). Aynı şekilde Ikeda ve arkadaşları solunum yakınmaları için değerlendirilen hastaların %13'ünden fazlasında TM ve TBM bulunduğunu saptamışlardır (6).

TM ve TBM'nin genel popülasyondaki insidansının belirsiz olmasının ana nedeni, patolojik çöküşün eşliğini karşılamak için gerekli olan hava yolu çöküşünün kapsamının iyi tanımlanmamış olmasıdır. Aşırı hava yolu kollapsı için şu anda kabul edilen tanım, ekspiryum ile birlikte hava yolu kesit alanında %50'den daha fazla azalma olmasıdır (7). Bu tanıma göre, amfizemli hastaların %13'ünden fazlasının muayene sırasında TBM olduğu bulunmuştur. Bununla birlikte, hava yolu çökmesi için eşik değer %70'e yükseltildiğinde, hastaların sadece %5'i TBM tanısını karşılamaktadır (8). Daha yakın tarihli bir raporda, sağlıklı gönüllülerde geniş ekspiratuar trakeal kollaps aralığı gösterilmiş olup birçok asemptomatik birey, TM ve TBM için mevcut tanı eşliğini sıklıkla aşmaktadır (9-10). Halen merkezi hava yolunun % 90'ından daha fazla çöküşü, karmaşık hava yolu hastalıkları için önde gelen enstitüler tarafından ciddi bir TM ve TBM derecesi olarak kabul edilmektedir (11-13).

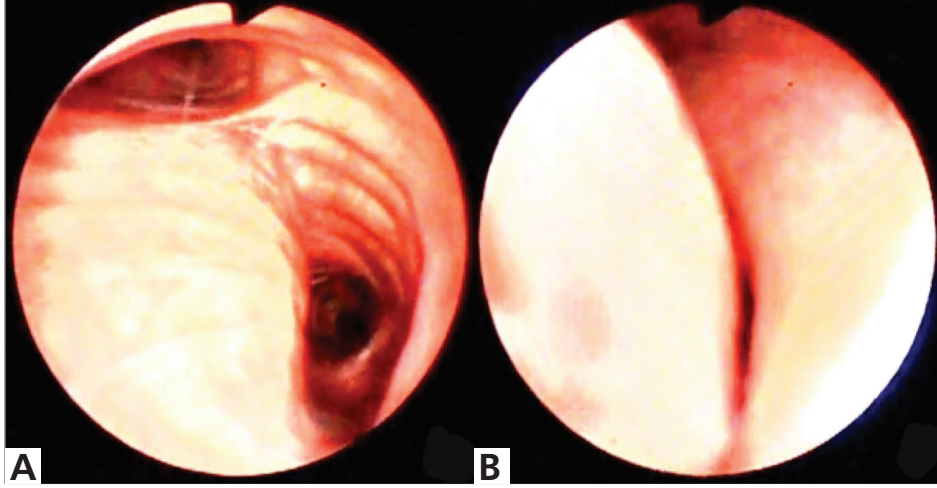
Ciddi TM ve TBM; sürekli öksürme, nefes darlığı, birikmiş sekresyon ve tekrarlayan solunum yolu enfeksiyonları gibi semptomlarla ilişkilidir. Ayrıca sürekli pozitif hava yolu basınçlı mekanik ventilasyon gerektiren solunum yetmezliği, hastalığın yaşamı tehdit eden bir belirtisidir. Bu nedenle ciddi TM ve TBM'si olan hastalar bir tür tedaviye dahil edilmelidir.

Sınıflandırma ve Tanı

TM ve TBM, hava yolunun morfolojisine göre üç farklı alt tipe ayrılabilir: kılıç kını, sirkumferansiyel, kresent (14-15). Hava yolu kollapsının mekanizmasına göre başka bir sınıflandırma, cerrahi tedavinin amacını anlamak için daha faydalıdır. Kartilajenöz malazi zayıf anterior trakeal kıkırdaklardan ve artık posterior membranlardan oluşurken membranöz malazi, membran duvarlarının aşırı ileri yer değiştirmesinden kaynaklanır (7,14-15). Eş zamanlı kronik pulmoner hastalığı olan hastalarda TM ve TBM'yi doğru olarak belirlemek zor olabilir; TM ve TBM tanısı, dinamik toraks BT ve dinamik bronkoskopi ile sağlanmalıdır. Dinamik solunumsal BT (Şekil 1A, 1B), şiddetli hava yolu malazisini tespit etmek için non-invaziv ve oldukça hassas bir yöntemdir; dinamik bronkoskopi ile uyumlu olduğu gösterilmiştir (16). BT'nin ekspira-



Şekil 1. Trakeomalazinin dinamik toraks tomografisindeki bulguları A. İnspiratuar evre B. Ekspiratuar evre.



Şekil 2. Trakeobronkomalazinin dinamik bronkoskopideki bulguları. **A.** İnspiratuar evre **B.** Ekspiratuar evre.

tuvar fazı sırasında şiddetli malazik hava yolu görüntülenirse dinamik bronkoskopi hava yolunun daha ileri değerlendirilmesinde bir sonraki adımdır. Uyanık yapılan bronkoskopi, invaziv bir tanı aracıdır; buna rağmen TM ve TBM'nin tanısı için hala altın standarttır. Çünkü morfoloji, malazinin derecesi ve kapsamı da dahil olmak üzere hava yolu hakkında eş zamanlı ve kesin bilgi vermektedir (Şekil 2A, 2B). Diğer taraftan solunum fonksiyon testi, sözü edilen teşhis yöntemlerine kıyasla hastalığın tanısında daha az yardımcıdır.

Eğer bir hasta, ciddi malazi semptomları gösteriyor ve hem dinamik toraks BT'de hem de dinamik bronkoskopide örtüşen bulguları varsa bu hastalar için, genel durum ve komorbiditeler değerlendirildikten sonra cerrahi tedavi seçeneği düşünülmelidir. Cerrahi tedavinin etkilerini tahmin etmek için Y-şekilli silikon stentin 2 haftalık kullanımı önerilmesine rağmen bu da tartışmalıdır (12-13,17). Şiddetli TM ve TBM için hava yoluna stent yerleştirilmesi, kısa süreli bile olsa, stentle ilişkili komplikasyonların sık görülmesiyle sorun haline gelebilir (18). Hava yoluna stent yerleştirme öyküsü olan bazı hastalar, prosedürün başarısızlığı nedeniyle hastanemize başvurmuştur; sonraki bölümde bahsedilen cerrahi müdahale ile bu tür hastalarda mükemmel sonuçlara ulaşılabilir. Bu nedenle stent denemesi kurumumuzda rutin olarak yapılmamaktadır.

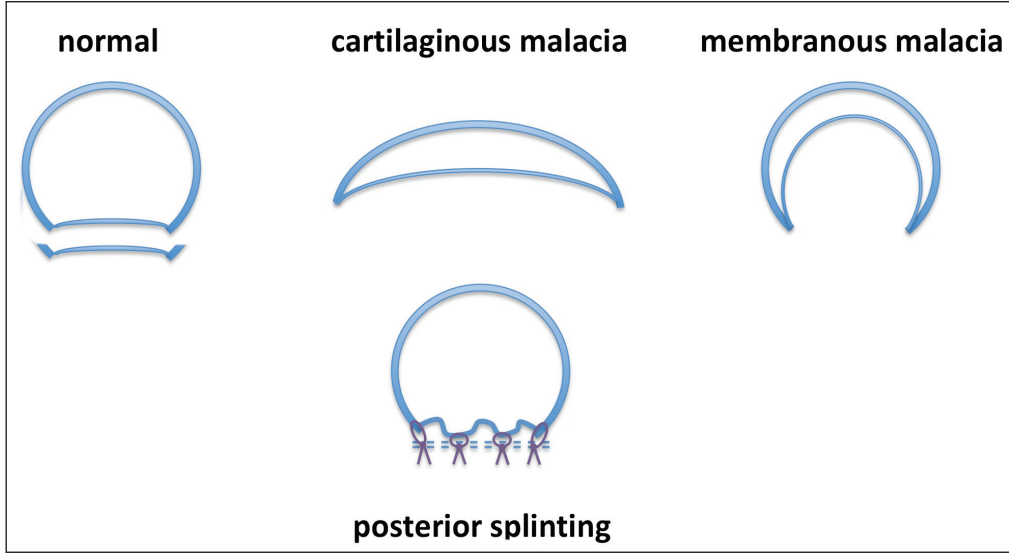
CERRAHİ TEDAVİ KAVRAMI VE CERRAHİ TEKNİK

TM ve TBM için cerrahi tedavi, tarihsel olarak Nissen ve Herzog tarafından otolog kaburgaların kullanıldığı posterior splint trakeobronkoplasti (TBP) türü olan bir plasti olarak anlatılmıştır (19-20). Posterior splinting TBP gelişmeye devam etmektedir. Yakın zamanda, polipropilen ağa sahip bir TBP'nin, tatmin edici perioperatif ve uzun dönem sonuçları bildirilmiştir (21-22). TBP kavramı, iyi eğimli kıkırdağı yeniden düzenlemek ve malazik kıkırdağlı olgularda artık membranlı

duvarı stabilize etmek amacıyla D şeklindeki merkezi hava yolunu yeniden oluşturmaktır. Membranın malazik olduğu durumlarda temel amaç -kıkırdağın genellikle normal olması nedeniyle- aşırı derecede esnek membranlı duvara sertlik kazandırmaktır. Bu kavramın bir şeması Şekil 3'te gösterilmiştir.

Kurumumuzda kullanılan posterior splint TBP cerrahi tekniği aşağıda açıklanmıştır. Hastalar epidural kateter ile genel anestezi altında sol lateral dekübitus pozisyonuna yerleştirilir. Tek akciğer ventilasyonu, normal endotrakeal tüp ile COOPDECH bronşiyal blok tüpü kullanılarak oluşturulur (Daiken Medical Co., Ltd., Osaka, Japonya). Çift lümenli endobronşiyal tüp tercih edilmemektedir; çünkü kalın tüp, özellikle sol ana bronşta, membranöz duvarın dikilmesi cerrahi prosedürünü zorlaştırmaktadır. Yaklaşım, 4. interkostal aralıktan yapılan standart posterolateral torakotomidir. Üst mediasten, azigos ven ayrılarak geniş bir şekilde açılmalı ve posterior hava yolu membranı, toraks girişinden sağ orta bronşu da içerecek şekilde çift taraflı ana bronşlara kadar açığa çıkarılmalıdır. İşlem sırasında sağ vagus siniri izole edilir ve tüm küçük dallar da dahil olmak üzere mümkün olduğunca korunmalıdır. Solunum yolunun lateral ve anterior diseksiyonu gerekli değildir; böylece laringeal sinirin hasarlanması ve hava yolunun iskemisi önlenir.

Posterior hava yolunun tamamen açılmasından sonra sabitleme materyali, hastanın posterior hava yolunun intraoperatif ölçümlerine uygun boyut ve şekle göre hazırlanır. Kıkırdağ malazisi için tespit materyalinin genişliği hastanın posterior hava yolu genişliğinin %60-80'i; membranöz malazi için %90-100'ü kadar olmalıdır. İzole TM vakalarını da içeren tüm durumlarda, trakeadan bilateral ana bronşlara dek posterior hava yolunun total tespiti cerrahi girişim olarak politikamızdır. Polipropilen mesh (Product ID 0112680, Bard Mesh, C. R. Bard, Inc., Murray Hill, NJ, ABD) diğer merkezler-

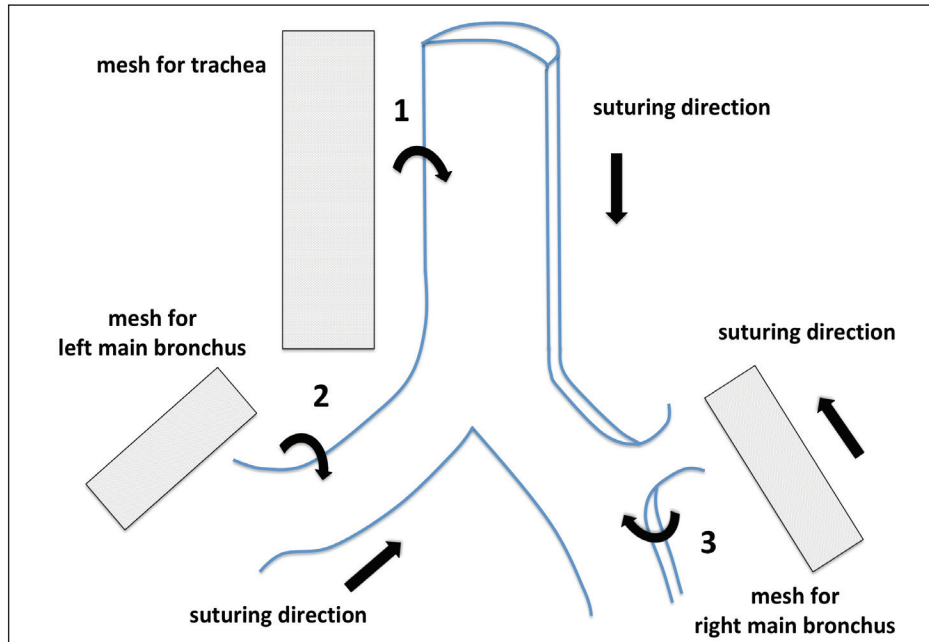


Şekil 3. Posterior splinting trakeobronkoplastinin şematik görüntüsü.

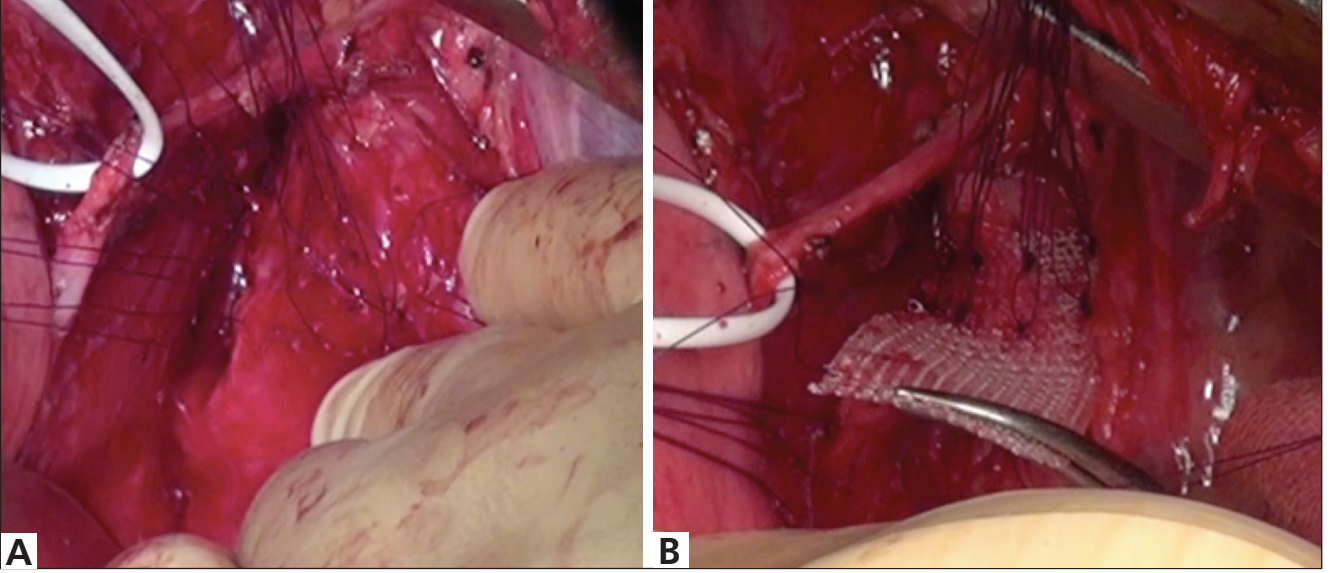
de de olduğu gibi kurumumuzda da tespit materyali olarak kullanılmaktadır. Y şeklinde ağ örgüsünün kullanıldığı teknik, diğer kurumlar tarafından raporlanmıştır (11-13); ancak biz mesh'i ayrı bir şekilde kullanmayı seviyoruz. Çünkü boyu, şekli ve açısı hastanın hava yoluna göre kolayca ayarlanabilmektedir. Son zamanlarda, alternatif tespit materyali olarak asellüler dermisin kullanımı bildirilmiştir (11).

Her zaman trakeal fiksasyondan başlanır ve sonrasında sol ana bronşun tespitine geçilir. TBP'miz sağ ana bronşun plastisi ile biter (Şekil 4). Dikme işlemine trakeanın arka duvarının proksimal köşesi ile başlanır. En iyi suture tekniği ile ilgili net bir cevap olmamasına rağmen bizim tercihimiz 4-0 emilebilir

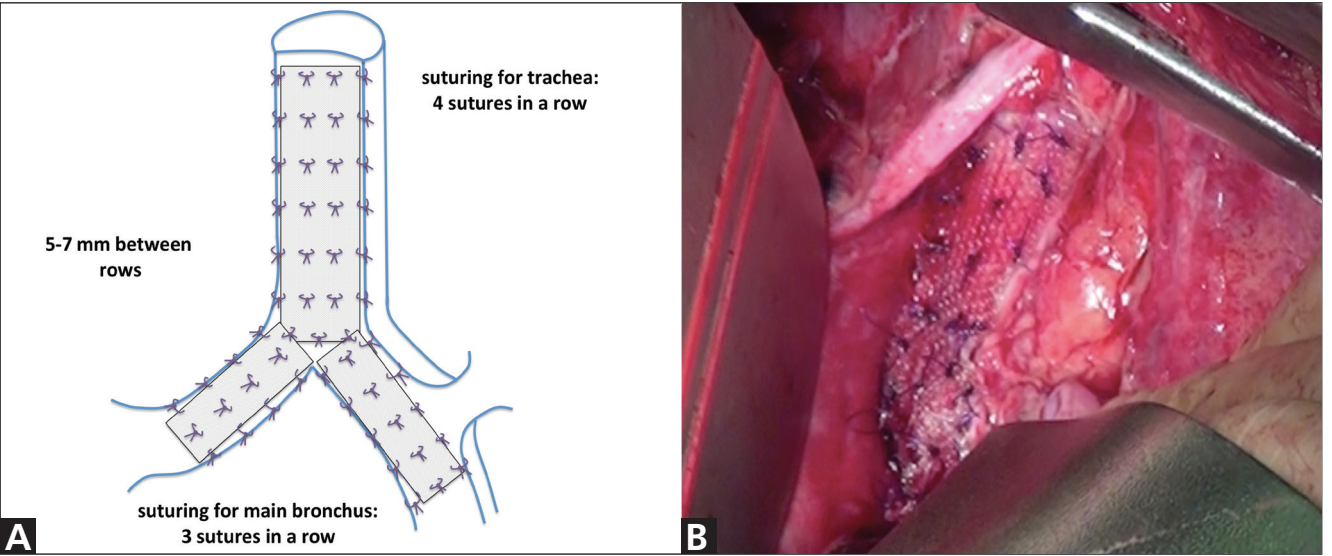
monofilament dikiş kullanmaktır. Normalde trakeanın membranöz duvarına sıra halinde 4 dikiş konur. Teknik olarak sütün soldan sağa doğru atılması daha kolaydır. Lateral dikişler, kıkırdak ve membran duvarın birleşiminden yapılmalı ve ortadaki dikişler için kısmi kalınlık dikişi kullanılmalıdır. İlk sıradaki dört dikişten sonra diğer dikişler aynı düzende ikinci sıra olarak distale yerleştirilir. Her sıra arasındaki mesafe 5-7 mm olmalıdır. Normalde hazırlanmış mesh'ten terminal bağlantı ile geçerek membranöz duvarda 3-4 dikiş sırası yapılır (Şekil 5A, 5B). Mesh'in son sırası hariç sonraki sıra suture edilemeden önce en distal sıradaki sutureler bağlanmaz. Trakeanın sabitlenmesinden sonra sol ana bronşun plastisine başlanır. Ana bron-



Şekil 4. Trakeobronkoplasti işleminin şematik görünümü.



Şekil 5. A. Trakea membranöz duvarının sütürasyonunun intraoperatif görünümü. **B.** Trakea membranöz duvara meshin sabitlenmesinin intraoperatif görüntüsü.



Şekil 6. A. Trakeobronkoplastinin tamamlanmış halinin şematik görünümü. **B.** Trakeobronkoplasti tamamlandıktan sonra intraoperatif görüntü.

şta standart olarak sıra halinde iki lateralde ve bir de ortada olmak üzere üç suture kullanılır. Ana bronşta prosedürün yönü trakeadaki tam tersi olmasına rağmen suture ve fiksasyon prosedürleri aynıdır. Sağ ana bronşun tespiti cerrahi sürecin son basamağıdır ve genelde sola göre daha kolaydır. Bazen karina seviyesinde üst üste binmiş mesh'in ve ekstra suturelerin kırılması gerekebilir; böylece TBP tamamlanmış olur (Şekil 6A, 6B). Göğüs boşluğunun irrigasyonu ve drenaj tüpünün yerleştirilmesi sonrası torakotomi kapatılır.

POSTOPERATİF BAKIM VE KOMPLİKASYONLAR

Havayolu izlemi, TBP sonrası ameliyathanede bronkoskopi ile gerçekleştirilir. Bronşiyal blokaj tüpü çıkarılarak bron-

koskopi yapılır. TBP'nin etkisi spontan solunumda görülmeli ve ekspirasyon sırasında hava yolu çökmesi olmaksızın rijit olmalıdır. Normalde hastalar ameliyathaneden ekstübe çıkarılır. Yoğun bakım ünitesindeki bronkoskopi, hava yolu durumunu değerlendirmek ve sekresyonları temizlemek için önerilebilir. Aksi halde, TBP'nin postoperatif bakımı diğer göğüs cerrahilerinde olduğu gibidir.

Postoperatif komplikasyonlar açısından, TBP'yi takiben mortalite oldukça nadirdir ve morbiditelerin çoğu pulmoner ilişkilidir (21-22). Membranöz duvarın hasarlanması, tespit materyalinin kayması gibi özellikli komplikasyonlar olabilir; ancak bunlar merkezimizde yaşanmamıştır.

TBP'nin sonucu, semptomların iyileşmesi ve yaşam kalitesi ile değerlendirilmelidir. Çoğu hasta, ameliyattan hemen sonra iyileşme gösterir ve genellikle uzun dönem izlemde TBP sonuçlarıyla ilgili memnuniyeti ifade eder (22). TBP'den sonra tatmin edici sonuçlar elde etmede, TBP adaylarının uygun seçimi en önemli özelliştir. Bu kolay olmasa da, daha önce de belirtildiği gibi, bu bölümün sonunda vurgulanmalıdır.

TEŞEKKÜRLER

Çalışma, Fukuoka Üniversitesi Sougou-Kagaku Kennkyu ekibinden bağış ile desteklenmiştir (181043).

KAYNAKLAR

1. Carden KA, Boiselle PM, Waltz DA, et al. Tracheomalacia and tracheobronchomalacia in children and adults, an in-depth review. *Chest* 2005;127:984-1005.
2. Boogaard R, Huijsmans SH, Pijnenburg MW, et al. Tracheomalacia and tracheobronchomalacia in children, incidence and patient characteristics. *Chest* 2005;128:3391-7.
3. Fraga JC, Jennings RW, Kim PC. Pediatric tracheomalacia. *Semin Pediatr Surg* 2016;25:156-64.
4. Jokinen K, Palva T, Nuutinen J. Chronic bronchitis, a bronchologic evaluation. *ORL J Otorhinolaryngol Relat Spec* 1976;38:178-86.
5. Jokinen K, Palva T, Sutinen S, et al. Acquired tracheobronchomalacia. *Ann Clin Res* 1977;9:52-7.
6. Ikeda S, Hanawa T, Konishi T, et al. Diagnosis, incidence, clinicopathology and surgical treatment of acquired tracheobronchomalacia. *Nihon Kyobu Shikkan Gakkai Zasshi* 1992;30:1028-35.
7. Murgu SD, Colt HG. Tracheobronchomalacia and excessive dynamic airway collapse. *Respirology* 2006;11:388-406.
8. Ochs RA, Petkovska I, Kim HJ, et al. Prevalence of tracheal collapse in an emphysema cohort as measured with end-expiration CT. *Acad Radiol* 2009;16:46-53.
9. Boiselle PM, O'Donnell CR, Bankier AA, et al. Tracheal collapsibility in healthy volunteers during forced expiration: assessment with multidetector CT. *Radiology* 2009;252:255-62.
10. Litmanovich D, O'Donnell CR, Bankier AA, et al. Bronchial collapsibility at forced expiration in healthy volunteers: assessment with multidetector CT. *Radiology* 2010;257:560-7.
11. Wright CD, Mathisen DJ. Tracheobronchoplasty for tracheomalacia. *Ann Cardiothorac Surg* 2018;7:261-5.
12. Gangadharan SP. Tracheobronchomalacia in adults. *Semin Thorac Cardiovasc Surg* 2010;22:165-73.
13. Buitrago DH, Wilson JL, Parikh M, et al. Current concepts in severe adult tracheobronchomalacia: evaluation and treatment. *J Thorac Dis* 2017;9:E57-E66.
14. Boiselle PM, Ernst A. Tracheal morphology in patients with tracheomalacia: prevalence of inspiratory lunate and expiratory "frown" shapes. *J Thorac Imaging* 2006;21:190-6.
15. Murgu SD, Colt HG. Description of a multidimensional classification system for patients with expiratory central airway collapse. *Respirology* 2007;12:543-50.
16. Lee KS, Sun MR, Ernst A, et al. Comparison of dynamic expiratory CT with bronchoscopy for diagnosing airway malacia: A pilot evaluation. *Chest* 2007;131:758-64.
17. Ernst A, Majid A, Feller-Kopman D, et al. Airway stabilization with silicone stents for treating adult tracheobronchomalacia: a prospective observational trial. *Chest* 2007;132:609-16.
18. Murgu SD, Colt HG. Complications of silicone stent insertion in patients with expiratory central airway collapse. *Ann Thorac Surg* 2007;84:1870-7.
19. Nissen R. Tracheoplastik zur Beseitigung der Erschlaffung des membranoesen Teils der intrathorakalen Luftroehre. *Schweiz Med Wochenschr* 1954;84:219-20.
20. Herzog H. Expiratorische Stenose der Trachea und der grossen Bronchien durch die ersehlauffte Pars membranacea. Operative Korrektur durch Spanplastik. *Thoraxchirurgie* 1958;5:281-319.
21. Wright CD, Grillo HC, Hammoud ZT, et al. Tracheoplasty for expiratory collapse of the airways. *Ann Thorac Surg* 2005;80:259-66.
22. Gangadharan SP, Bakhos CT, Majid A, et al. Technical aspects and outcomes of tracheobronchoplasty for severe tracheobronchomalacia. *Ann Thorac Surg* 2011;91:1574-80.

TRANSSTERNAL TRANSPERİKARDİYAL TRAKEAL REZEKSİYONLAR

TRANSSTERNAL-TRANSPERICARDIAL APPROACH FOR TRACHEAL RESECTIONS

Muhammet Sayan, İrfan Taştepe

Gazi Üniversitesi Tıp Fakültesi, Göğüs Cerrahisi Anabilim Dalı, Ankara, Türkiye

e-mail: aitastepe@hotmail.com

DOI: 10.5578/tcb.2021.004

Özet

Trakeal rezeksiyonlarda insizyon seçimi lezyonun yerine göre değişiklik göstermektedir. Alt trakeal ve karinal yerleşimli lezyonlar için seçilecek prosedür sağ çoğunlukla torakotomi yaklaşımı olsa da, bazı endikasyonlarda bu lezyonlar için transternal-transperikardiyal yaklaşım tercih edilebilmektedir. Genelde pnömonektomi komplikasyonu olarak ortaya çıkan bronkoplevral fistül tedavisi için kabul gören bu yöntem, bazı sebeplerle postentübasyon trakeal stenoz ve tümörler için de kullanılabilir. Bu tekniğin torakotomiye göre avantajları; daha önce torakotomi-akciğer rezeksiyonu uygulanan hastalardaki re-do operasyon ve diseksiyon zorluklarının olmaması, laringeal ve hiler serbestleştirme manevraları için cerrahi pozisyonun uygun olması ve torakotomiye göre solunum fonksiyonlarının daha az etkilenmesi olarak sayılabilir.

Anahtar kelimeler: Trakeal rezeksiyon, trakeal stenoz, transternal transperikardiyal yaklaşım

Abstract

The incision preference of surgeons for tracheal resection is determined according to location of lesion. Although the right thoracotomy is suitable for lesions located in the carinal or lower tracheal regions, the transternal-transpericardial approach may be preferred for these lesions in some indications. This method, which is generally accepted for the treatment of bronchopleural fistula occurred as a complication of pneumonectomy, can also be used for postintubation tracheal stenosis and tracheal tumors for some reasons. Advantages of this technique compared to thoracotomy are as follows; in this technique there are no challenges related re-do surgery during exploration and dissection maneuvers in patients who have prior thoracotomy-lung resection history, the surgical position is suitable for laryngeal and hilar release maneuvers in this technique, and the negative effect of sternotomy on respiratory functions is less than thoracotomy.

Keywords: Tracheal resection, tracheal stenosis, transternal transpericardial approach

GİRİŞ

Trakeal ve laringotrakeal rezeksiyonların genel endikasyonları; postentübasyon trakeal stenozlar, trakeal tümörler, inhalasyon injurileri, idiyopatik laringotrakeal stenoz ve trakeoözofageal fistül olarak sayılabilir (1). Trakeal rezeksiyonlarda cerrahi insizyon seçimi lezyonun yerine göre değişiklik göstermektedir. Servikal yerleşimli trakeal lezyonlar sıklıkla collar insizyon ve bazen buna eklenebilen parsiyel sternotomi, alt trakeal ve karinal lezyonlar ise genelde sağ torakotomi yaklaşımı ile tedavi edilmektedir (2-6). Bazı endikasyonlarda alt trakeal lezyonlara yaklaşımda transternal-transperikardiyal yaklaşım ile rezeksiyon-rekonstrüksiyon uygulanabilmektedir. Kliniğimizde genelde bronkoplevral fistül onarımı ya da karinal rezeksiyonlar için tercih edilen bu teknik, çeşitli endikasyonlar

sebebiyle bazen trakeal rezeksiyon-rekonstrüksiyon için tercih edilmektedir. Bu yöntemin avantajları şu şekilde sıralanabilir: Daha önce sağdan akciğer rezeksiyonu ve mediastinal lenf nodu diseksiyonu ve radyoterapi uygulanmış hastalarda gelişen fibrozis ve yapışıklıklar diseksiyon zorluğuna neden olabileceğinden transternal yaklaşım diseksiyon kolaylığı sağlayabilir (7). Ayrıca rezeke edilen trakea miktarının fazla olduğu ve rekonstrüksiyon için servikal fleksiyon ve pretrakeal diseksiyona ilave serbestleştirme prosedürü gereken olgularda laringeal ve hiler serbestleştirme manevraları için cerrahi pozisyon bu teknikte oldukça uygundur (4,8). Bir diğer avantajı solunum yetmezliği ve sınırda solunum fonksiyon testi değerleri olan hastalarda torakotominin getireceği ek solunum yükünden sternotomi yapılarak hastanın kurtarılmasıdır (9).

KLİNİK

Trakeal stenozlu hastalarda solunumsal semptomlar lümenin %70'i daralmadan ortaya çıkmayabilir. Başlangıçta hışıltı ve efor dispnesi görülür. Sekresyonların etkin atılmasına bağlı pnömoni ve buna bağlı klinik bulgular saptanabilir. Obstrüksiyon derecesi arttıkça istirahat halinde nefes darlığı oluşabilir. Stridor genelde inspirasyonda duyulur ve obstrüksiyonun ciddi olduğunun ve hızlı müdahale gerektiğinin göstergesidir (10).

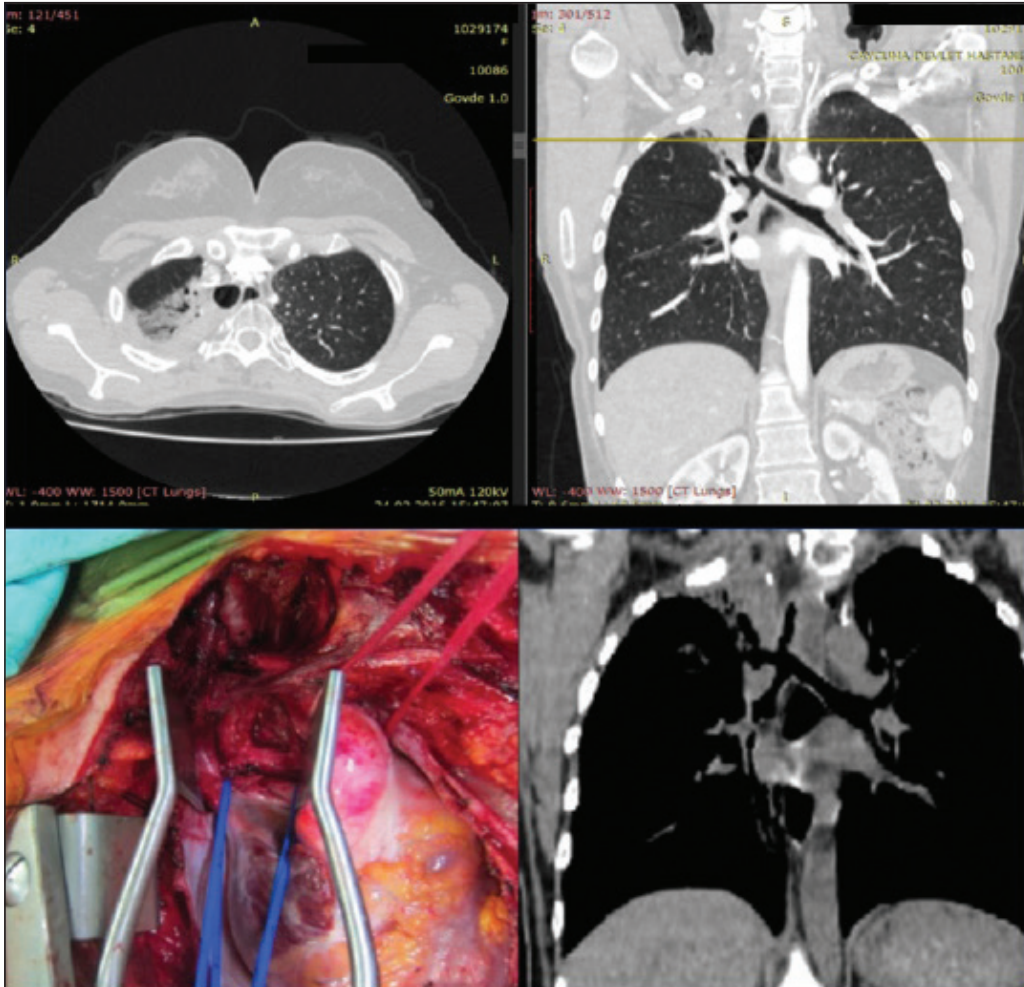
TANI

Hastalardan ayrıntılı anamnez alınmalı; travma, uzamış entübasyon, solunum yolu girişimi, inhalasyon injurisi öyküsü sorgulanmalıdır. Fizik muayenede wheezing, stridor, takipne, yardımcı solunum kaslarının kullanımı, obstrüksiyon derecesi fazla olan hastalarda hipoksemi ve taşikardi saptanabilir. Radyolojik incelemelerde toraks tomografisi ile trakeal lezyonun yeri ve natürü hakkında ayrıntılı fikir sahibi olunabilir (Resim 1). Radyolojik görüntülerin reformatlanması ile sanal bronkoskopi yapılabilse de trakeal lezyonların ta-

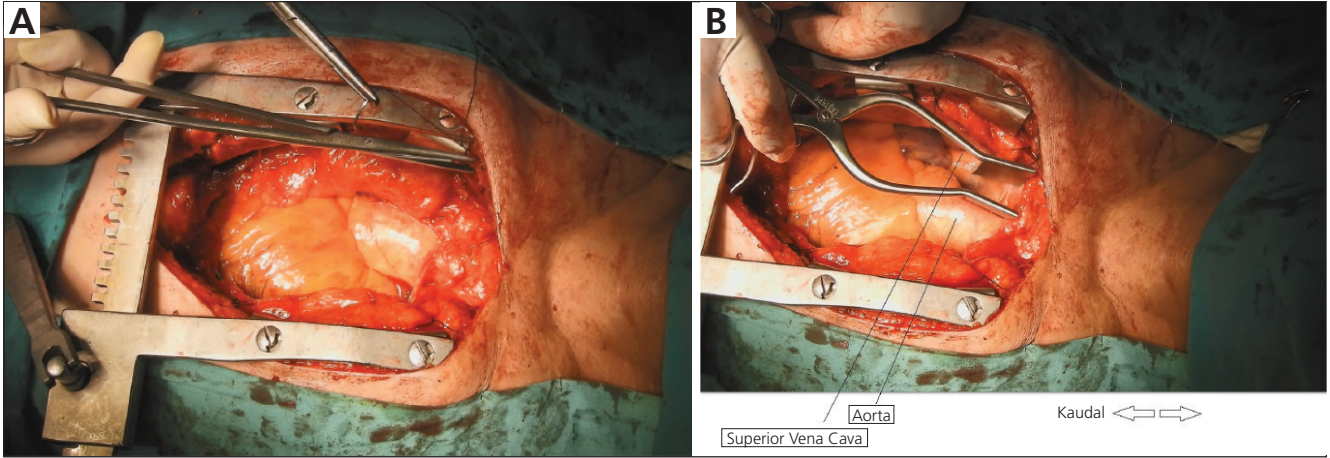
nısında fleksibl ya da rijit bronkoskopi mutlaka uygulanmalı; lezyonun boyutları, lümeni obstrükte etme derecesi, trakeal stenoz varlığında granülasyon safhasının oluşup oluşmadığı, tümör varlığında vaskülarizasyon derecesi, invazyon durumu, trakeoözofageal fistül varlığında, trakeadaki defektin ve fistülün boyutu belirlenmeli, rezeke edilecek trakea boyutu hesaplanmalıdır. Ayrıca rijit bronkoskopi ile değişik endikasyonlarda dilatasyon, mekanik rezeksiyon, koterizasyon, krioterapi gibi tedavi edici işlemler de yapılabilmektedir.

TEKNİK

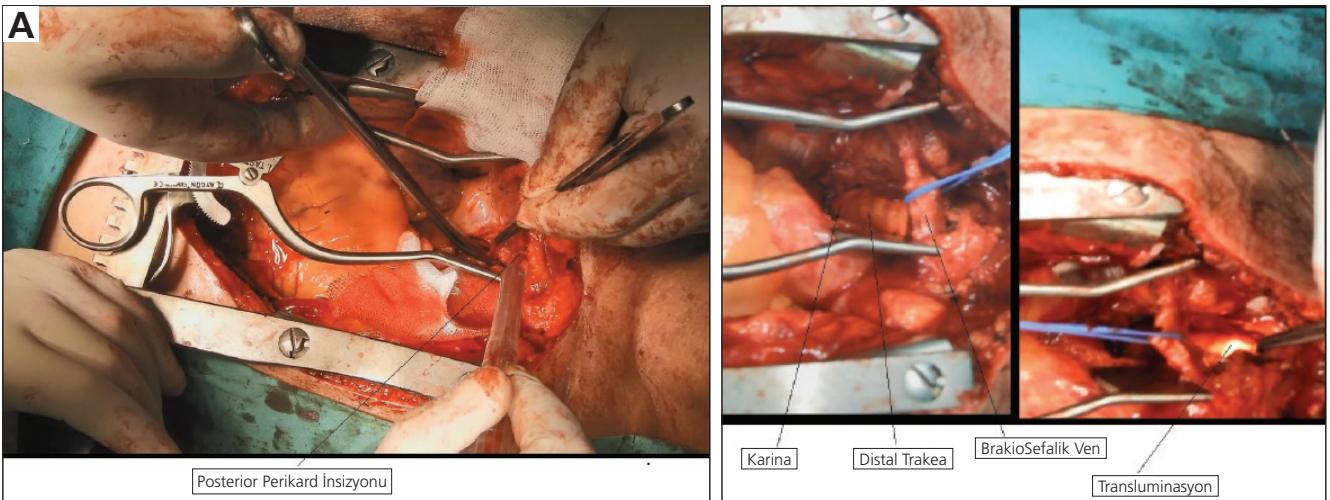
Gerekli preoperatif tetkik, değerlendirme ve konsültasyonlar yapılır. Preoperatif dönemde KBB konsültasyonu ile vokal kordların değerlendirilmesi postoperatif gelişebilecek aspirasyon ve solunumsal komplikasyonlara hazırlıklı olmak için önem arz etmektedir. Ayrıca hasta ve yakınlarına ameliyat sonrası solunum egzersizleri ve çene dikişleri ve ani boyun hareketlerinin önlenmesi gibi bilgi ve eğitimler verilmelidir. Hasta ameliyathaneye alınır, supin ve kollar kapalı olarak pozisyon verilir. Kliniğimizde trakeoözofageal fistül tanısı



Şekil 1. Alt trakea stenoz olgusunda toraks BT ve intraoperatif görüntü.



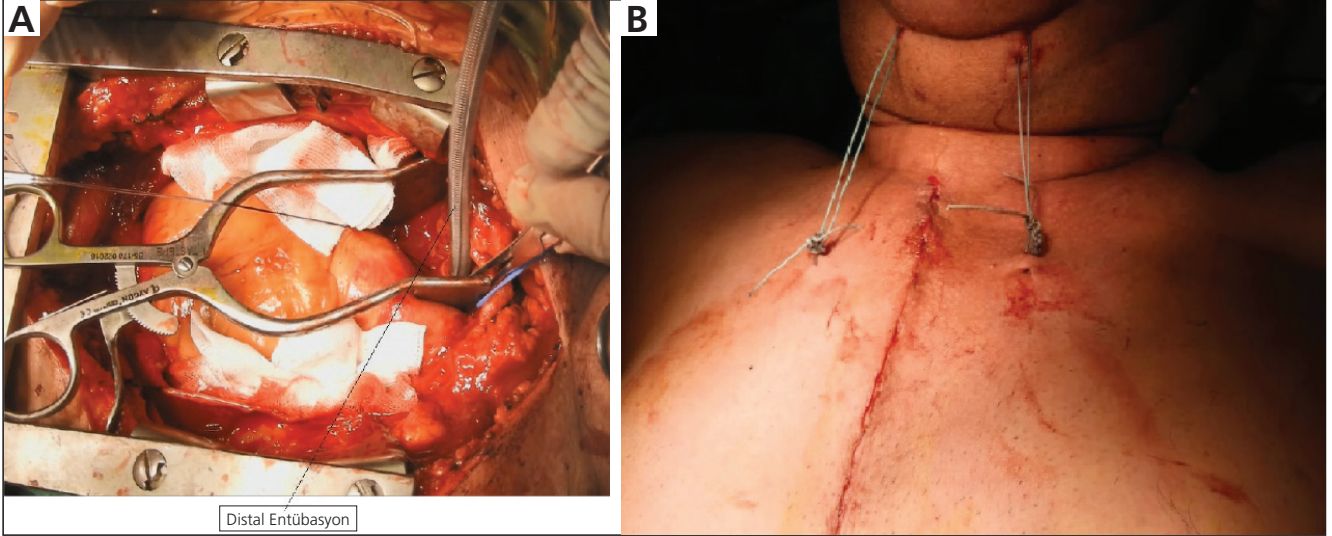
Şekil 2. A. Sternotomi sonrası anterior perikard açılır ve askı sütürleri ile asılır. B. Vasküler retraktör vena cava superior ve aorta arasına yerleştirilir.



Şekil 3. A. Posterior perikard makas yardımı ile kesilir. B. Laringeal maske içinden yapılan fiberoptik bronkoskopi ile lezyonun alt ve üst sınırları, sağlam trakea sınırları belirlenir.

haricindeki endikasyonlar ile yapılan trakeal rezeksiyonlarda anestezi laringeal maske yardımıyla uygulanmaktadır. Bu konu diğer bölümlerde anlatıldığı için ayrıca değinilmeyecektir. Uygun saha temizliği sonrası median sternotomi insizyonu yapılır. Mediasten eksplere edilir. Anterior perikard insize edilir. Askı dikişleri ile perikard asılır (Resim 2a). Asendan aorta ve süperior vena cava arasına retraktör yerleştirilir (Resim 2b). Posterior perikard insize edilir (Resim 3a). Alt trakea ve karina bölgesi eksplere edilir. Sağ pulmoner arter dönülür ve askı teyp ile çift sıra dönülerek askıya alınır. Bu sırada ikinci cerrah ya da anestezi tarafından laringeal maske içinden fiberoptik bronkoskopi yapılır. Rezeke edilecek trakeal bölgenin proksimal ve distal kısımları translüminasyon ya da trakeal lümenine iğne batırılarak belirlenir ve işaretlenir (Resim 3b). Distal trakeal sınır bistüri ya da makas yardımıyla kesilir. Daha önce hazırlanmış olan 6.5 ya da 7 numaralı spiral endotrakeal tüp distal trakeal lümenine ilerletilip uzatma hortumuna bağlanarak anesteziste verilir ve ventilasyona burdan

devam edilir (Resim 4a). Distal trakea ile karina mesafesi çok yakınsa endotrakeal tüp sol bronşa ilerletilmesi ve bu sırada tek akciğer ventilasyonu oluşup şant gelişebileceğinden sağ akciğerin perfüzyonunu azaltmak ve hemodinamiyi korumak için daha önce dönülen sağ pulmoner arteri askı teyp ile klempe etmek gerekebilir. Proksimal ve distal kısımlara askı sütürleri konduktan sonra trakeanın proksimal kısmı işaretlenen yerden kesilir. Posterior membranöz yüzden künt ve keskin diseksiyonlarla ayrılarak segment çıkarılır. İntermittan olarak hasta anestezi tarafından %100 FiO₂ ile solutulup entübasyon tüpü çıkarılarak, apneik yöntemle cerrahın karşısından posterolateralden başlanarak cerraha doğru devamlı sütür tekniği ile tercihen 3-0 ya da 4-0 PDS ya da poliprolen gibi monoflaman bir sütür materyali ile posterior bölgeden anostomoza başlanır. Sonra hastaya anestezi tarafından boyun hiperfleksiyonu yaptırılır ve sütürler sıkılanıp iki ucundan uygun gerginlikte olacak şekilde tutulur. Daha sonra anterior kısım karşı anterolateralden başlanarak sütüre edilir.



Şekil 4. A. Distal trakea bölümü spiralli endotrakeal tüple entübe edilerek ventilasyona burdan devam edilir. **B.** Postoperatif dönemde boynu hiperekstansiyondan korumak için çene dikişleri atılır.

Her iki uçta yanlardan önceki posterior sütürler ile bağlanır. Daha sonra askı sütürleri de bağlanır. Hasta laringeal maskeden havalandırılarak hava kaçağı kontrolü yapılır. Tercihe göre anastomoz hattı timüs ya da mediastinal yağlı doku ile desteklenebilir. Anterior perikard, tamponat gelişimini önlemek için parsiyel olarak açık bir alan bırakılarak sütüre edilir. Bu sırada tekrar fiberoptik bronkoskopi yapılarak anastomoz hattı kontrol edilir, sekresyonlar, hemorajiler aspire edilir. Katlar anatomik planda kapatılır. Boynu ani hiperekstansiyonlardan korumak için çene dikişleri konulup hasta uyardırmaya ve ekstübasyona hazırlanır (Resim 4b). Ekstübasyon sonrası hastanın rahat soluduğu görülene kadar trakeostomi için gerekli cerrahi set ve trakeostomi kanülü hazır tutulmalı, steril olarak beklenmelidir. Hasta ekstübe edildikten sonra FOB ile vokal kord hareketleri değerlendirilmelidir.

TARTIŞMA

Transternal/transperikardiyal yaklaşım genelde karinal rezeksiyon ve postpnömonektomi bronkoplevral fistül onarımı tedavilerinde uygulanan bir tekniktir. Benign ya da malign trakeal hastalıklar için uygulanan trakea cerrahisinde üst yerleşimli lezyonlarda koller ve ihtiyaca göre buna eklenebilen parsiyel sternotomi, alt trakeal lezyonlarda ise sağ torakotomi tercih edilmektedir (2,8,11-12).

Bazı durumlarda alt trakeal lezyonların rezeksiyonu ve trakeanın rekonstrüksiyonu için transternal/transperikardiyal yaklaşım ihtiyacı olabilmektedir. Bu durumlardan biri daha önce sağ torakotomi ile akciğer rezeksiyonu ve mediastinal lenf nodu diseksiyonu yapılan ve radyoterapi uygulanan hastalarda gelişen yapışıklık ve fibrozis sonucu diseksiyon zorluğu ve gelişebilecek fatal komplikasyonlardır (7,13).

Transternal/transperikardiyal yaklaşımın tercih edilebileceği bir diğer durum pulmoner rezervi kısıtlı ve solunum fonksiyon testleri sıkıntılı olan hastalardır. Bu hasta grubuna yapılacak torakotomi yaklaşımı, ağrı ve solunum kasları üzerine negatif etkisi ile hastaları solunum yetmezliğine sokabilir, postoperatif dönemde mekanik ventilatör ihtiyacı ve buna bağlı olarak ventilatör ilişkili pnömöni, anastomoz hattında pozitif basıncın etkisi ile ayrışma gibi ölümcül komplikasyonlar gelişebilir (14). Literatürde torakotomi uygulanan hastaların %10-50'sinde pulmoner komplikasyon geliştiği, pulmoner fonksiyon ve egzersiz kapasitesi üzerine olumsuz etkileri olduğu belirtilmiştir (15-16). Sternotominin iyileşme süreci ve pulmoner fonksiyonlar üzerine etki bakımından torakotomiye üstün olduğu bildirilen çalışmalar mevcuttur (9). Urschel ve Asaph makalelerinde standart pulmoner rezeksiyonlarda bile median sternotomiye önermişler ve postoperatif ağrı ile mücadele, solunum fonksiyonlarında daha az etkilenme, iyileşme süresi ve azalmış morbidite dolayısıyla sternotominin torakotomiye üstün olduğunu belirtmişlerdir (17,18). Rogers ve arkadaşları çalışmalarında taburculuk sırasındaki ortalama FEV₁ ve FVC değerlerini sternotomi grubunda torakotomi grubuna göre daha yüksek bulmuşlardır (19).

Trakea rezeksiyonu ve rekonstrüksiyonu cerrahisinde başarının anahtarlarından biri uygun gerginlikteki anastomozdur. Servikal fleksiyonun ve pretrakeal diseksiyonun uygun gerginlikte anastomozu yetmediği durumlarda servikal rezeksiyonlarda laringeal ve suprahiyoid serbestleştirme, alt trakeal rezeksiyonlar için ise hiler ve perikardiyal serbestleştirme prosedürleri tercih edilmektedir (20). Supin pozisyonda laringeal ve hiler serbestleştirme prosedürlerinin de

uygulanabildiği bir teknik olan transsternal/transperikardial yaklaşım özellikle uzun segment rezeksiyonu gereken hastalarda anastomoz için ve de yeterli görüş alanı sağladığı için tercih edilebilir (8,21). Laringeal serbestleştirme prosedürleri, Montgomery tarafından tanımlanan suprahyoid ve Dedo tarafından tanımlanan infrahyoid teknikler olup disfaji, aspirasyon, süperior laringeal sinir hasarı riski yüksek olduğundan dolayı günümüzde infrahyoid serbestleştirme tekniği kullanılmamaktadır (22-24). Hiler serbestleştirme ihtiyaç duyulduğunda uygulanabilecek bir diğer yöntem olup birkaç santimetre ilave rezeksiyon imkanı sağlayabilmektedir (25). Median sternotomi ile cerrahi pozisyon ve görüş alanı bakımından tüm serbestleştirme manevraları uygulanabilmektedir.

Sonuç olarak, alt trakeal lezyonlarda yaklaşım sıklıkla sağ posterolateral torakotomi ile yapılmaktaysa da yukarıda sayılan durumların varlığında deneyimli merkezlerde transsternal/transperikardiyal yaklaşım tercih sebebi olabilmektedir.

KAYNAKLAR

1. Auchincloss HG, Wright CD. Complications after tracheal resection and reconstruction: prevention and treatment. *J Thorac Dis* 2016;8:160-7.
2. Grillo HC. Reconstruction of the trachea experience in 100 consecutive cases. *Thorax* 1973;28:667-78.
3. Jougon J, L. Couraud L. Surgery of the trachea. *Acta Chir Austriaca* 1999;31:275-9.
4. D'Andrilli A, Rendina EA, Venuta F. Tracheal surgery. *Monaldi Arch Chest Dis* 2010;73:105-15.
5. Wain JC Jr. Postintubation tracheal stenosis. *Semin Thorac Cardiovasc Surg* 2009;21:284-9.
6. Watanabe M, Takagi K, Ono K, et al. Successful resection of a glomus tumor arising from the lower trachea: report of a case. *Surg Today* 1998;28:332-4.
7. Neri S, Takahashi Y, Terashi T, et al. Surgical treatment of local recurrence after stereotactic body radiotherapy for primary and metastatic lung cancers. *J Thorac Oncol* 2010;5:2003-7.
8. Pearson FG, Todd TR, Cooper JD. Experience with primary neoplasms of the trachea and carina. *J Thorac Cardiovasc Surg* 1984;88:511-8.
9. Roth JA, Pass HI, Wesley MN, et al. Comparison of median sternotomy and thoracotomy for resection of pulmonary metastases in patients with adult soft-tissue sarcomas. *Ann Thorac Surg* 1986;42:134-8.
10. Mark S. Allen, surgery of the trachea. *Korean J Thorac Cardiovasc Surg* 2015;48:231-7.
11. Pinsonneault C, Fortier J, Donati F. Tracheal resection and reconstruction. *Can J Anaesth* 1999;46:439-55.
12. Ch'ng S, Wong GL, Clark JR. Reconstruction of the trachea. *J Reconstr Microsurg* 2014;30:153-62.
13. Van Breussegem A, Hendriks JM, Lauwers P, et al. Salvage surgery after high-dose radiotherapy. *J Thorac Dis* 2017;9:193-200.
14. Komatsu T, Sowa T, Takahashi K, Fujinaga T. Paravertebral block as a promising analgesic modality for managing post-thoracotomy pain. *Ann Thorac Cardiovasc Surg* 2014;20:113-6.
15. Melendez JA, Alagesan R, Ruth Reinsel R, et al. Postthoracotomy respiratory muscle mechanics during incentive spirometry using respiratory inductance plethysmography. *Chest* 1992;101:432-6.
16. Nugent AM, Steele IC, Carragher AM, et al. Effect of thoracotomy and lung resection on exercise capacity in patients with lung cancer. *Thorax* 1999;54:334-8.
17. Urschel HC Jr, Razzuk MA. Median sternotomy as a standard approach for pulmonary resection. *Ann Thorac Surg* 1986;41:130-4.
18. Asaph JW, Handy JR Jr, Grunkemeier GL, et al. Median sternotomy versus thoracotomy to resect primary lung cancer: analysis of 815 cases. *Ann Thorac Surg* 2000;70:373-9.
19. Rogers CA, Pike K, Angelini GD, et al. An open randomized controlled trial of median sternotomy versus anterolateral left thoracotomy on morbidity and health care resource use in patients having off-pump coronary artery bypass surgery: the Sternotomy Versus Thoracotomy (STET) trial. *J Thorac Cardiovasc Surg* 2013;146:306-16.e1-9.
20. Broussard B, Mathisen DJ. Tracheal release maneuvers. *Ann Cardiothorac Surg* 2018;7:293-8.
21. Elsayed H, Mostafa AM, Soliman S, et al. First line tracheal resection and primary anastomosis for postintubation tracheal stenosis. *Ann R Coll Surg Engl* 2016;98:425-30.
22. William W. Montgomery WW. Suprahyoid release for tracheal anastomosis. *Arch Otolaryngol* 1974;99:255-60.
23. Dedo HH, Fishman NH. Laryngeal release and sleeve resection for tracheal stenosis. *The Annals of Otolaryngology, Rhinology, and Laryngology* 1969;78:285-96.
24. Ercan S. Subglottik darlıklarda cerrahi tedavi. In: Mehmet Ali Bedirhan (ed). *Trakea*. 2012:213-56.
25. Mitchell JD, Mathisen DJ, Wright CD, et al. Clinical experience with carinal resection. *J Thorac Cardiovasc Surg* 2001;121:465-71.

TRAKEOÖZOFAGEAL FİSTÜLDE CERRAHİ YAKLAŞIM

SURGICAL MANAGEMENT OF TRACHEOESOPHAGEAL FISTULAS

Hüseyin Melek¹, Gamze Çetinkaya², Cengiz Gebitekin¹

¹Uludağ Üniversitesi Tıp Fakültesi, Göğüs Cerrahisi Anabilim Dalı, Bursa, Türkiye

²İstanbul Yedikule Göğüs Hastalıkları ve Göğüs Cerrahisi Eğitim Araştırma Hastanesi, Göğüs Cerrahisi Kliniği, İstanbul, Türkiye

e-mail: hmelek@uludag.edu.tr

DOI: 10.5578/tcb.2021.005

Özet

Trakeaözofageal fistül (TÖF), trakea-bronş ve özofagus arasında anormal bağlantı olmasıdır. Nadir görülen yaşamı tehdit eden bir durumdur. Konjenital veya edinsel olabilir. Yetişkin yaşta edinsel TÖF'ün tedavisi, temel olarak fistül etyolojisine, yerleşim yerine ve büyüklüğüne göre farklılık göstermektedir. En sık karşılaşılan benign TÖF nedeni uzamış endotrakeal tüp kullanımıdır. Benign nedenli TÖF tedavisinde başlangıçta destekleyici, ardından en uygun zamanda cerrahi tedavi uygulanır. En sık karşılaşılan malign TÖF nedeni özofagus kanseridir. Sıklıkla primer tümörün trakea invazyonuna veya kemoradyoterapinin komplikasyonu olarak karşımıza çıkar. Bu hastaların çoğu ileri evreli maligniteye sahip olmaları nedeniyle kendiliğinden genişleyen tam kaplı metalik stentlerin trakea ve/veya özofagusa yerleştirilmesiyle fistülün kapatılmasıyla palyatif olarak tedavi edilir.

Anahtar kelimeler: Trakea, özofagus, fistül, trakeoözofageal fistül

Abstract

Tracheoesophageal fistula (TEF) is identified by an abnormal connection (fistula) between the esophagus and trachea. It is a rare condition that threatens life. It can be acquired or congenital. The treatment of patients with acquired tracheoesophageal fistula (TEF) in adults is dependent on whether the etiology of the fistula is benign or malignant. The most common benign pathology is prolonged orotracheal intubation. In the treatment of patients with benign tracheoesophageal fistula, initially palliative treatment followed by surgical treatment is preferred. Surgical treatment, depending on the size and location of the fistula, consists of primary repair of the esophageal defect and repair of the tracheal defect or resection. The most common cause of malignant TEF is esophageal cancer. TEF is often seen as a complication of chemoradiotherapy or due to the tracheal invasion of the primary tumor. Most of these patients have advanced stage malignancy, they are treated palliatively by the placement of self-expanding, full-silicone covered metallic stents into the trachea and/or esophagus, which allow closure of the fistula.

Keywords: Trachea, esophagus, fistula, tracheoesophageal fistula

GİRİŞ

Trakeo-özofageal fistül (TÖF) özofagus ve trakea arasında meydana gelen olağan dışı bağlantı olarak tanımlanır (1). Konjenital veya edinsel olarak görülebilir (2). Bu bölümde erişkin yaşta görülen edinsel TÖF'ün tanı ve tedavisinde cerrahi yaklaşım tartışılacaktır.

ETİYOLOJİ

Maligniteler dışında mekanik ventilasyon, iyatrojenik yaralanmalar, trakea/özofagus cerrahisine bağlı komplikasyonlar, trakea/özofagus stent uygulamaları, yabancı cisimler ve travma gibi birçok benign nedenle TÖF gelişebilir (1-6). Edinsel TÖF nedenleri Tablo 1'de listelenmiştir. Benign veya malign nedenlere bağlı gelişen edinsel TÖF, konjenital TÖF'lere göre

daha nadir görülür (2). Uzun süreli endotrakeal tüp kullanımı, son yıllarda teknolojik ve mekanik ventilasyon sürecindeki gelişmelere bağlı olarak görülme sıklığında ki ciddi azalmaya rağmen, günümüzde halen en sık benign edinsel TÖF nedeni olmaya devam etmektedir (5-8). Endotrakeal tüpün şişirilmiş balonuna bağlı trakea duvarında meydana gelen basınç nekrozu yanında balon basıncının yüksek olması, tüpün aşırı hareketi, nazogastrik sonda varlığı, diyabet, steroid kullanımı ve enfeksiyon varlığı TÖF oluşumuna katkıda bulunur (2,5,6,9). Perkütan trakeotomi sırasında kılavuz telin trakeanın posterior duvarını lasere etmesi ve geçirilmiş trakea-özofagus cerrahisinin komplikasyonu olarak TÖF gelişebilir. Enfeksiyon nedeniyle özofagus-trakea'nın mukoza inflamasyonu sonucu TÖF gelişebilir. Geçmişte enfeksiyöz TÖF'ün başlıca nedeni olan tü-

Tablo 1. Erişkin yaşta görülen trakeoözofageal fistül nedenleri

	Benign	Malign
Travma	Penetran travma Künt travma	Özofagus Akciğer
İatrojenik	Entübasyon - Trakeotomi Endoskopi/Bronkoskopi Stent (trakeal veya özofageal) Özofajektomi Transözofageal ekokardiyografi Larenjektomi ve ses aparatı uygulaması Servikal omurga cerrahisi	Trakea Tiroid Lenfoma Larenks Diğer
Yabancı cisim aspirasyonu	Keskin kenarları olan küçük yabancı cisimler Küçük piller	
Özofajit	Kostik yaralanmalar Özofagus divertikülüne sekonder İmmün yetmezliğe sekonder	
Enfeksiyonlar	Tüberküloz Mantar enfeksiyonları Sifilis AIDS Konjenital trakeoözofageal fistül nüksü	

berküloz, mukoza ülserleri veya kazeifikasyon nekrozu içeren peribronşiyal lenf nodlarının erozyonu neticesinde TÖF'e yol açar. Ayrıca vertebra apsesi veya kronik ampiyeme bağlı olarak da TÖF ortaya çıkabilir. Endemik bölgelerde histoplazmozis, motorlu araç kazalarına bağlı künt travma, ateşli silah veya delici kesici alet yaralanmaları diğer TÖF nedenleridir (6,7).

Malign nedenli TÖF doğrudan kanser invazyonuna veya kanserin tedavi sonrası nekrozuna bağlı olarak gelişir. Erişkin yaşta görülen malign TÖF'ün en sık nedeni özofagus kanseridir. Akciğer, larinks ve trakea kanserleri, metastatik mediastinal lenf nodları diğer malign nedenlerdir (1,6,10). Bu hastalarda özofagus stent uygulaması TÖF oluşumunun diğer önemli nedenidir (1).

KLİNİK BULGULAR ve TANI

Trakeoözofageal fistül tanısı klinik, radyolojik ve endoskopik olarak kolaylıkla konulur. Hastanın genel durumu yanında fistülün yeri ve büyüklüğüne bağlı olarak şikayetlerin süresi ve şiddeti değişebilir. Beslenme sırasında tekrarlayan öksürük ve boğulma hissi ("Ono sign"), tekrarlayan akciğer enfeksiyonu ve disfaji sık karşılaşılan şikayetlerdir. Yoğun bakımda entübe olarak takip edilen hastalarda sekresyon artışı, hava kaçağı, batında şişme, nazogastrik sondadan hava gelmesi veya ventilasyon ile nazogastrik tüpe bağlı olan torbanın şişip inmesi ("breathing bag sign") veya endotrakeal tüpten mide içeriğinin aspirasyonu TÖF'ü akla getirmelidir. Ayrıca aspirasyona

bağlı olarak pnömoni ve sepsis görülebileceği gibi nadiren de asemptomatik olabilir. (2,6,11,12). Total larenjektomi uygulanmış kalıcı trakeotomili hastalarda ses restorasyonu için ses protezi yerleştirilmesi (iatrojenik TÖF) hastalar tarafından iyi tolere edilir (13).

Trakeoözofageal fistüllerin tanısında akciğer grafisi tamamen normal olabilir. Fistülün distalinde hava ile genişlemiş özofagus ve pnömonik infiltrasyonlar görülebilir. Tanı için suda çözünen toksik olmayan oral kontrastlı toraks bilgisayarlı tomografisi (BT) sıklıkla ilk seçilecek görüntüleme yöntemidir (6). Ayrıca malignite varlığında hastalığın evrelemesi için faydalıdır (3). Oral gastrofin, aspirasyon durumunda şiddetli pnömonit yapması nedeniyle kullanılmamalıdır (6).

Bronkoskopi/endoskopi sadece tanı için değil; tedavinin planlanması için de seçilecek en optimal yöntemdir. Bronkoskopiyle fistülün varlığı, yeri (karina-vokal kordlara uzaklığı), büyüklüğü ve tüm trakeobronşiyal ağaç değerlendirilir. Olası cerrahi operasyon öncesi antibiyotik tedavisine rehberlik etmek üzere kültür antibiyogram için örnek alınmalıdır (14,15). Bazen bronkoskopi/endoskopiyle küçük fistüller görülemeyebilir. Bu gibi durumlarda metilen mavisi verilmesi veya hava kaçağının görülmesi TÖF tanısı için yardımcı olabilir (1). Ventilatörde takip edilen hastalarda fiberoptik bronkoskopi ilk seçilmesi ve hemen yapılması gereken tanı yöntemidir. Trakeotomi veya endotrakeal tüpün fistül seviyesinin üstüne -vokal kord seviyesine- çekilmesiyle fistül kolaylıkla görülebilir (7,12). Özo-

fagoskopide anterior duvarda fistülün, entübasyon tüpünün veya hava gelişinin görülmesiyle tanı konur. Özofagoskopi fistül tanısından çok özofagusun değerlendirilmesi için rutin olarak yapılmalıdır (12) (Resim 1,2).

TÖF En Sık Nerede Görülür?

Trakeoözofageal fistül en sık trakea orta ve üst bölümünde görülür (5,6,8,10). Trakeotomili hastada tipik olarak trakeotomi giriş yerinin 1-2 cm altında kanül balonunun trakea ile temas ettiği yerdedir (Resim 1b). Künt travma sonrası gelişen TÖF sıklıkla karinanın hemen üzerinde bulunurken ateşli silah veya delici kesici alet yaralanmalarına bağlı gelişen TÖF servikal bölgede daha sık görülür (5,6).

Preoperatif Yapılması Gerekenler Nelerdir?

Trakeoözofageal fistülün cerrahi tedavisinde temel faktörlerden birisi cerrahinin zamanlamasıdır. Tanı konulduktan sonra hastanın durumunun stabil hale getirilmesi, aspirasyonun kontrolü, pnömoni-sepsis tedavisi ve beslenmenin sağlanması ilk yapılması gerekenlerdir. Bu hastalarda genellikle tekrarlayan enfeksiyonlar, organ yetmezlikleri, nörolojik bozukluklar, uzun süre ventilatör desteği gibi ağır klinik sorunlar eşlik etmektedir. Bazen operasyon hazırlığı haftalar sürebilir. Klinik sorunların tedavisinin yanında ventilatördeki hastada hava kaçacağını engellemek için, uzunluğu ayarlanabilir trakeotomi kanülü veya endotrakeal tüpün balonunun, fistül seviyesinin altında olacak şekilde yerleştirilmesi gerekmektedir. Fiberoptik bronkoskop tüpün uygun seviyede yerleştirilmesinde oldukça faydalıdır. Hastanın oral alımı kesilmelidir. Gastroözofageal reflüyü ve muhtemel aspirasyonu en aza indirmek için yatağın başı yükseltilmeli ve midedeki havanın boşaltılması için

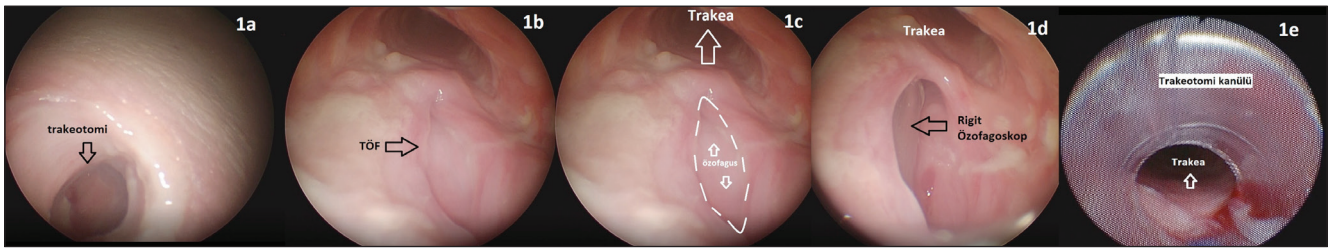
nazogastrik tüpten aspirasyon uygulanmalıdır. En kısa sürede gastrostomi veya jejunostomi açılarak hastanın beslenmesi ve reflüden korunması sağlanmalı, fistülün büyümesini önlemek için nazogastrik tüp çekilmelidir. Kültür antibiyogram sonucuna göre antibiyotik tedavisi ile pnömoni/sepsis tedavi edilmelidir. Bu aşamada özofageal dışlama (eksklüzyon/diversiyon) genellikle gerekli değildir hatta sakınılmalıdır (2,6,8,15-17).

Trakeoözofageal Fistül Tedavisi

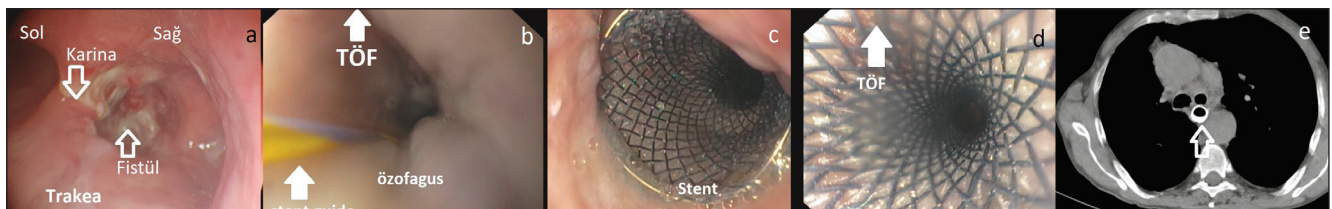
Fistülün yerine, büyüklüğüne ve etyolojik nedenlere bağlı olarak TÖF tedavisinde farklı tedavi yöntemleri önerilmektedir. Cerrahinin temel amacı fistülün kapatılması ve nüksün önlenmesidir (7). Cerrahi olarak; hem trakeal hem özofageal defektin primer sütür ile kapatılması, segmental trakea rezeksiyonu ve anastomozu ile özofagusun primer onarımı, özofageal yama kullanılarak trakeal kapama, defektlerin yumuşak doku flepleri ile kapatılması, iki aşamalı olarak özofageal diversiyon ve trakeal defektin primer kapatılması gibi birçok farklı yaklaşım yanında endoskopik yaklaşımlar veya cerrahi ve endoskopik yaklaşımların kombinasyonları tanımlanmıştır (4,12). Tedavi seçiminin genellikle bireyselleştirilmesi önerilmektedir. Örneğin tüberküloza bağlı gelişen TÖF hastaları için öncelikle perkütan endoskopik gastrostomi açılması ve antitüberküloz ilaçların başlanması önerilir. Hastalar bu tedaviyle genellikle iyileşir. Tedaviye rağmen fistül devam ediyorsa cerrahi tedavi önerilmektedir (7).

Bening Nedenli Trakeoözofageal Fistül Tedavisi

Benign nedenli TÖF'ün küratif tedavisi cerrahidir ve fistülün spontan iyileşmesi çok nadirdir. Ancak hastanın genel durumu tedavi seçiminde değişikliklere sebep olabilir. Trake-



Resim 1. Trakeotomi kanülü çıkartılarak trakeotomi den optik yardımıyla yapılan incelemede (a), trakeotomi seviyesinin hemen altında kanül balonunun trakea posterior duvarına yaslandığı yerde yaklaşık 3 cm fistül saptandı (b,c). Rigid özofagoskop ile fistül endoskopik olarak tespit edildi (d). Fiberoptik bronkoskopi klavuzluğunda uzun trakeotomi kanülü fistül seviyesinin altında olcak şekilde konumlandırıldı (e).



Resim 2. Akciğer kanseri tanısı olan hastaya rigid bronkoskopi ile sağ intermedier bronş ile özofagus arasında 3-4 cm uzunluğunda fistül saptandı (a), özofagoskopi fistül yeri tespit edildi ve klavuz tel ilerletildi (b). Kendiliğinden genişleyebilen tam kaplı özofagus stenti fistülü tamamen kapatacak şekilde yerleştirildi (c,d). İşlem sonrası hastanın nefes darlığı şikayeti azalırken kaçak kontrolü sonrası oral alımı başlatıldı (e).

özofageal fistül tedavisinde özofagus ve trakea stentlerinin kullanım amacı fistülün kapatılarak hava kaçağı, aspirasyonun engellenmesi ve oral alımın devamının sağlanmasıdır (14). Avrupa Gastrointestinal Endoskopi Derneği klinik kılavuzunda benign nedenli TÖF tedavisinde stent kullanılabileceği belirtilmektedir (18). Hatta bazı yazarlar günümüzde TÖF'ün öncelikli ve optimal tedavisinin cerrahi değil; özofagus stent uygulamaları olduğunu savunmaktadır (1). Ancak benign nedenli TÖF'ün tedavisi için kullanıldığında stentin yer değiştirmesi, kırılması, kanama, striktür, fistülün büyümesi veya yeni fistül oluşumuna yol açabilmesi ve travmatik stent çıkarılması gibi potansiyel komplikasyonları göz önünde bulundurulmalıdır (5,14,18-20). Olası bu komplikasyonlar nedeniyle birçok yazar, stent kullanımı yerine; hastanın klinik durumunun en kısa sürede cerrahi için uygun hale getirilmesini ve cerrahinin ivedilikle yapılmasını tavsiye etmektedir (5). Ancak cerrahi tedavinin geciktiği durumlarda palyatif amaçlı stent veya T tüp kullanılabilir (8). Bu amaçla kullanıldığında fistülü büyüterek daha kompleks bir operasyona yol açabileceği de unutulmalıdır (12).

Cerrahi Tedavinin Zamanlaması

Trakea cerrahisi sonrası entübasyon ve pozitif basınçlı ventilasyonun devam etmesi trakeal açılma veya re-stenoza neden olabilir. Literatürde genel kanaat cerrahi tedavi için ventilatör desteğinin rölatif kontrendike olduğu şeklindedir (16). Bu nedenle birçok yazar ventilatör ihtiyacı kesilene kadar cerrahi tedavinin ertelenmesini önermektedir (5,12). Bazı yazarlar ise ventilatör bağımlılığının özellikle trakea rezeksiyonu ve rekonstrüksiyonu gerekli olmayan hastalarda, mutlak bir kontrendikasyon olarak düşünülmemesi gerektiğini belirtmektedir (4,14).

Cerrahi Teknikler

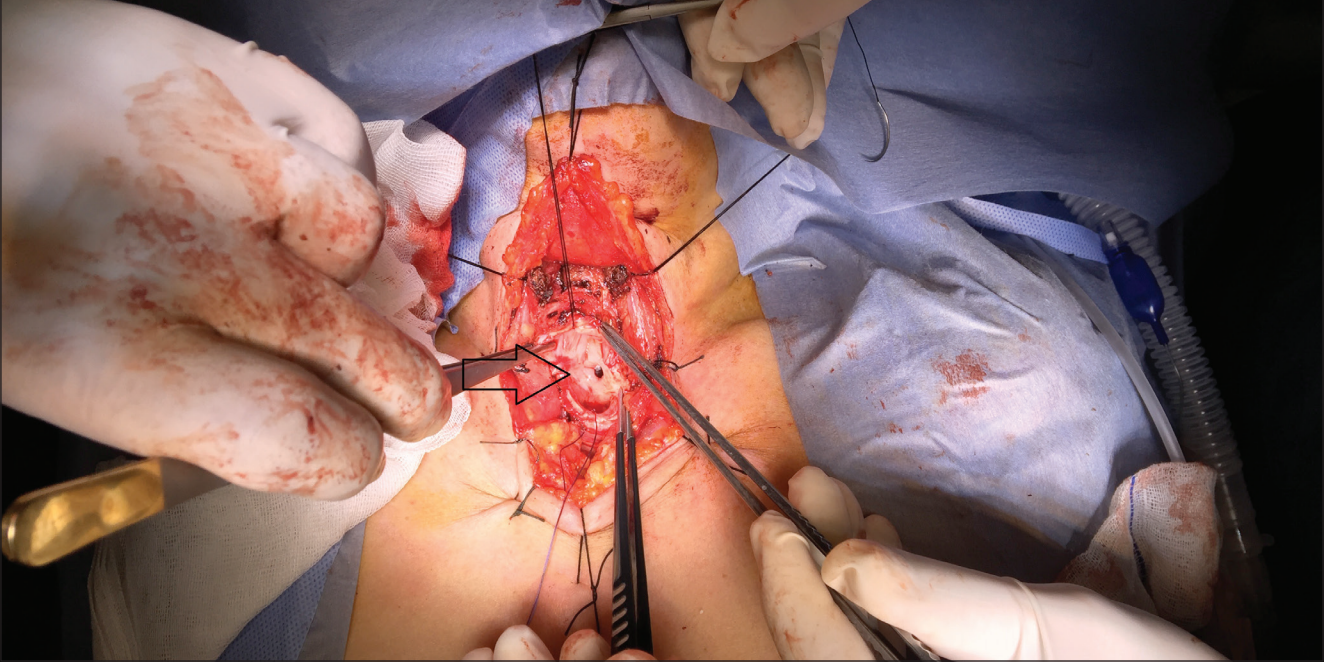
Trakeoözofageal fistülün son durumunu değerlendirmek amacıyla operasyona endoskopi/bronkoskopiyle başlanır. Endoskopik değerlendirme sonrasında trakeotomi kanülü varsa çekilerek oral yolla tek lümen entübasyon yapılır. Endotrakeal tüp fistülün distalinde olacak şekilde fiberoptik bronkoskopi yardımıyla yerleştirilir. Böylelikle cerrahi sırasında trakeaya kolay ulaşım ve tüp manipülasyonunun azalması sağlanır. Bu aşamada maske ventilasyonu gerektiğinde, trakeadan mideye hava kaçağı olacağı için mümkün olduğunca kısa ve düşük basınçlı ventilasyon tercih edilmelidir.

Cerrahi yaklaşım fistülün yerine göre seçilir. Trakeanın 2/3 üst kısmına ulaşmak için genellikle düşük bir "Collar" cilt insizyonu yapılır. Gerekli olması halinde parsiyel sternotomi ile kombine edilir. Trakea alt seviye yerleşimli veya her iki ana bronş ile özofagus arasındaki fistüllere sağ torakotomi ile 4. interkostal aralıktan yaklaşılır (5-8,12,14). Sağ torakotomi

tüm TÖF operasyonlarının ancak %5'inde yapılmaktadır (5). Sol ön sternokleidomastoid insizyon üst trakeada bulunan direk trakeal onarımın düşünüldüğü durumlarda alternatif bir yaklaşım olabilir (12). Servikal yaklaşımda; hasta supin pozisyona getirilerek omuz altına destek konular ve baş hiper ekstansiyona getirilir. Trakeotomi mevcutsa insizyon stomayı eksize edilecek şekilde yapılır. Cilt insizyonu sonrası cilt ciltaltı dokular geçilerek tiroid istmusuna ulaşılır. Tiroid istmusu bağlanıp kesilir ve laterale doğru ekarte edilir. Böylelikle trakea ön yüzüne ulaşılır. Trakea diseksiyonu sırasında trakeanın lateral kısmındaki kan akımına ve rekürren sinire zarar verilmemeye çalışılır. Trakeotomisi olmayan hastalarda fistülün yerinin tespiti zor olabilir. Bu hastalarda endotrakeal tüp içerisinden fiberoptik bronkoskopi eşliğinde endotrakeal tüp geri çekilerek iğne ile fistül yeri tespit edilebilir. Fistülün yeri saptandıktan sonra fistüle transtrakeal veya trakea lateralinden yaklaşılabılır (2,5,6,14,15).

Özofagusun transtrakeal onarımı 1976 yılında Grillo tarafından tanımlanmıştır. Aynı seansta özofagus primer onarımı trakea rezeksiyonu, rekonstrüksiyonu ve kas interpozisyonu günümüzde halen benign nedenli TÖF onarımı için "gold standart" yaklaşım olarak kabul edilmektedir (16). Trakea endotrakeal tüp balonuna zarar vermeden kesilir. Anestezist tarafından endotrakeal tüp vokal kord seviyesine çekilir. Bu esnada entübasyon tüpünün ucuna tespit sütürü konulması endotrakeal tüpün çıkması durumunda yeniden yerleştirilmesinde ve operasyonun ilerleyen bölümünde endotrakeal tüpün trakeal anastomoz hattının distaline ilerletilmesinde kolaylık sağlamaktadır. Trakea kesildikten sonra ventilasyon, trakea distalinden ameliyat masasındaki steril endotrakeal tüp ile sürdürülür. Trakea geçildikten sonra fistül net bir şekilde ortaya konularak fistül traktı eksize edilir (Resim 3). Bu yaklaşımın avantajları şunlardır; a. Fistüle mükemmel yaklaşım sağlar, b. Trakeanın beslenmesi minimal etkilenir, c. Rekürren sinir hasar riski en aza iner (8,14,21). Macchiarini ve arkadaşları bu yaklaşımı kullanarak entübasyona bağlı TÖF'ün cerrahi tedavisinde, primer özofagus onarımı ile birlikte trakea rezeksiyonu ve rekonstrüksiyonuyla iyi sonuçlar elde ettiklerini belirttiler (22). Trakea lateralinden yaklaşım trakea stenozu olmayan küçük çaplı fistüllerde (5 mm altı) tercih edilmektedir. Bu yaklaşımda rekürren sinirin yaralanmasını önlemek için mümkün olduğunca trakea duvarına yakın diseksiyon tercih edilmelidir. Bu yaklaşımın dezavantajları fistüle sınırlı erişim yanında, rekürren sinir hasarı, fistül rekürrensi ve geç trakea stenozu riskinin fazla olmasıdır (2,7,8,14,15).

Özofagus onarımı öncesi hastaya nazogastrik tüp yerleştirilmesi ve mukozaya onarımının nazogastrik tüp etrafına yapılması özofagus lümen daralmasını engeller. Bu aşamada özofagus mukozaya kaybı genellikle iyi tolere edilir (5). Özofagusun mukozaya ve kas dokusunun çift katmanlı onarımı tavsiye edilir.



Resim 3. Elli iki yaşında kadın hasta kranial bölgeden ateşli silah yaralanması sonrası uzun süre yoğun bakım yatış öyküsü mevcut. Genel durum bozukluğu nedeniyle TÖF'ün palyatif tedavisi için trakeal stent uygulaması sonrası cerrahi tedaviye uygun duruma gelen hastanın stenti çıkartılarak servikal insizyonla trans trakeal yaklaşımla TÖF'e ulaşıldı. Fistül traktı ortaya konuldu (ok). Trakea rezeksiyonu, çift kat özofagus onarımı ve trakea anastomozu sonrası hasta komplikasyonsuz olarak taburcu edildi.

Mukoza ya atılan sütürler kapatılırken mukoza kenarları lümen içerisine doğru yönlendirilir. Özofagusun kalın olduğu mukoza-kas ayırımının yapılamadığı durumlarda tek katmanlı onarım yapılabilir (5). Özofagus onarımı bittikten sonra endoskop veya nazogastrik sonda geri çekilerek içinden hava verilir ve kaçak kontrolü yapılır (2).

Trakea rezeksiyonuna karar vermeyi etkileyen iki önemli faktör trakeal stenoz ve posterior duvardaki trakeal hasar varlığıdır (8). Fistül büyük veya trakea hasarı fazlaysa trakea rezeksiyonu ve rekonstrüksiyonu yapılması; küçük fistüllerde trakeaya primer onarım yapılması önerilir (5,13,14). Muniappan A. ve arkadaşları trakeada yuvarlak yaralanma ve stenoz olmadığında, sağlam vaskülarize doku desteğiyle trakea ve özofagus tamirinin yeterli olduğunu ve yıllara göre karşılaştırdıklarında trakea rezeksiyonu gerekliliğinin azaldığını belirtmişlerdir. Bu yaklaşımla hastaların %41'inde trakeal, %12'sinde laringotrakeal rezeksiyon yapmışlardır (5). Shen ve arkadaşları ise Mayo klinikte hastaların %51,4'ünde primer onarımı tercih ederken sadece %8,6'sında trakeal rezeksiyon yapmışlardır. Tercih edilen bu yaklaşım farkının etyolojik nedenlere bağlı olabileceği kanaatine varmışlardır (4). Baisi ve meslektaşları, benign TÖF nedeniyle tedavi edilen hastaların %83,4 ünde, Cherveniakov ve arkadaşları ise %67,7 sinde fistülün divizyonu ve trakeal/özofageal defektlerinin primer onarımını kullanarak hastalarda oldukça iyi sonuçlar aldıklarını bildirmişlerdir (17,25). Özofagus ve trakeanın primer onarımı küçük fistüller için yeterli olabilir, ancak fistül büyük olduğunda kabul edilemez derecede yük-

sek nüks oranlarına yol açabilmektedir (16). Camargo ve arkadaşları ise trakeal stenoz olmayan hastalarda bile rutin olarak trakea rezeksiyonunu önermektedir (23). Marulli ve arkadaşları ise etyolojik nedene bağlı olarak yaklaşımın farklı olması gerektiğini, endotrakeal tüp kafına bağlı iskemiye sekonder gelişen TÖF olgularında trakea rezeksiyonunun yapılması gerektiğini, çünkü patolojik bir doku üzerinde primer sütür kullanımının fistülün nüksmesine neden olabileceğini belirtmişlerdir (12).

Sağlıklı trakea uçları elde edilecek şekilde trakea rezeksiyonu yapıldıktan sonra uç-uca anastomoz gerçekleştirilir. Trakea anastomozu için biz kliniğimizde membranöz duvarda emilebilir 4/0 monofilament polidioxanone sütür ile devamlı sütür tekniğini, kartilajinöz duvarda hastaya göre 3/0 veya 4/0 poliglactin sütür ile tek tek veya devamlı sütürasyon tekniklerinden birini tercih ediyoruz. Bu aşamada sütürlerin birbirini çaprazlamamasına, düğümün endoluminal olmamasına ve gerginliğin yeterli olmasına dikkat edilmesi gerekir. Uç uca anastomoz yapılırken birkaç defa apne peryotları gerekebilir. Bu amaçla küçük çaplı kanüller ile jet ventilasyon, oksijen desteği veya komplike vakalarda ecmo desteği kullanılabilir. Trakea anastomoz hattının gergin olmamasına dikkat edilmeli, trakea tamamen kapatılmadan önce, sırt altındaki destek alınarak, endotrakeal tüp kontrollü şekilde ilerletilip anastomozun hattının distaline yerleştirilmelidir. Tüm sütürler bağlanıp anastomoz tamamlandıktan sonra endotrakeal tüp balonu indirilerek hava kaçak testi yapılır. Hava kaçağı varsa basit 4/0 poliglactin sütür ile onarım yapılabilir.

Trakea stenozu ve fistül onarımı riskliyse ve uzun segment trakea rezeksiyonu gerekiyorsa; trakeal fistül tamiri ve Montgomery T tüp uygulaması veya trakea stenozunun sınırlı rezeksiyonu ve trakea membranöz duvarının onarımı tercih edilebilir. Böylelikle çıkarılacak trakeal segment azaltılabilir (5,14). Montgomery T tüp silikondan üretilmiştir. Uzun bacağı distal trakeaya, kısa bacağı proksimal trakeaya diğer ucu ise trakeotomiden çıkacak şekilde "T" ye benzer tasarlanmıştır. Çeşitli çap ve uzunlukta bulunabildiği gibi uçları hastaya uygun uzunlukta olacak şekilde kısaltılabilmektedir, böylelikle T tüpün ses tellerine ve karınaya teması engellenir (5). İyi konumlanmış T tüp trakea duvarında basınç oluşturmaz. Bu nedenle rezeksiyon sonrası anastomoz hattına hasar verdiği düşünülmez. Komplike vakaların tedavisinde oldukça etkili olduğu için tercih edilir (14).

Literatür de özofagus ve trakea arasına destek amaçlı canlı doku getirilmesi hakkında görüş birliği bulunmaktadır (2,5,8,14). En yaygın kullanılan doku pediküllü strap kasıdır. Fistül seviyesine göre; sternokleidomastoid, omohyoid, latissimus dorsi, pektoralis majör ve interkostal kaslar, plevra, perikardiyal yağ, azigos ven veya omentum kullanılabilir (4-6). Camargo ve arkadaşları ise flep bağlantısı olmaksızın tedavi ettikleri 16 hastayı incelemiş; araya kas desteği koymanın, sanıldığı kadar önemli olmayabileceği sonucuna varmışlardır (23). Bunun yanında, iskemi ihtimali olan, radyoterapi almış veya larenjektomili olgularda kas flebi getirilmesi şiddetle tavsiye edilmektedir (5). Ancak; flebin büyük volümlü olmasının özofagus ve trakeada basıya neden olabileceği unutulmamalıdır (6). Geniş trakeal rezeksiyon yapılmış vakalarda anastomoz hattı dekompresyonu için veya postoperatif mekanik ventilasyon riski yüksek olan (nörolojik, kardiyopulmoner yetersizlik vb) hastalarda distal trakeotomi gerekebilir (12). Trakea anastomoz hattının üzerine ve kas seviyesine olacak şekilde bir adet mini kateter yerleştirilir. Postoperatif dönemde anastomoz hattında gerginliği önlemek için hastanın başını hafif fleksiyonda tutması istenir. Başın hiperekstansiyona gelmesini engellemek için bazı hastalarda çene ile manibrium sterni cildi arasına emniyet sütürü konabilir. Bazı merkezler uyumlu hastalarda bu sütürün gereksiz olduğunu ve yatış süresini uzattığını belirtmektedirler (13). Uyanma aşamasında hastanın durumu anestezi ile değerlendirilerek ekstübasyonu için azami gayret gösterilmelidir. Eğer uzun süreli entübasyon gereksimi varsa 5,5 numara gibi ince entübasyon tüpü tercih edilmelidir.

Trakeoözofageal fistül onarımından sonra postoperatif yönetim, trakea rezeksiyonu sonrası yönetime benzer. Hasta genellikle ameliyat sonrası 24 saat yoğun bakım ortamında takip edilir. Antibiyotik, nonsteroid antiinflamatuvar, solunum yolunun nemlendirilmesi için nebulizasyon ve antiemetikler profilaktik olarak verilir. Mümkünse bulantıya neden olan ilaçlar kesilir. Postoperatif 2-4 günde minivac katater çıkarılır ve

emniyet cilt sütürleri kesilir. Özofagus onarımının değerlendirilmesinde, lümen açıklığı ve kaçak kontrolü için 5-7. günlerde oral kontrastlı BT çekilir; kaçak olmadığından emin olunduktan sonra oral alıma başlanabilir. Bu hastaların çoğu iyi öksüremediği için sekresyon retansiyonunu gidermek ve aynı zamanda anastomoz hattını değerlendirmek için bronkoskopi planlanır, varsa trakeal darlık dilate edilir (7). Erken dönemde özofagoskopi önerilmez (8).

Cerrahi tedavi sonrası benign nedenli TÖF'lerin %70-90'ında başarılı sonuçlar elde edilmektedir (4-8,23-25). Hastaların %83'ünde oral alım mümkün olmaktadır (4). Mortalite oranı yaklaşık %0-6 civarındadır ve genellikle eşlik eden problemlere bağlıdır (5-8,14,23,25). Ancak komplikasyon oranı halen %25-60 arasındadır. Hastalarda çoğunlukla anastomoz problemleri (trakeal ayrılma, özofageal kaçak, trakeal ve/veya özofageal stenoz, fistül nüksü), vokal kord paralizi, pnömoni, solunum yetmezliği, kanama, larengeal ödem veya yara yeri enfeksiyonu gelişir (Tablo 2) (4-8,14,22-25). Literatürdeki en büyük serilerden biri olan Wright CD ve arkadaşları 901 trakea rezeksiyonunu inceledikleri çalışmalarında; trakea rezeksiyonlarının %2,3'ünün nedenini TÖF'ler oluşturmaktadır. Diğer nedenlerle karşılaştırıldığında TÖF'lü hastalarda daha uzun segment trakea rezeksiyonu gerekmektedir. Bu çalışmada TÖF'lü hastaların body mass indeksinin daha düşük, postoperatif trakeotomi (%19,1), komplikasyon (%28,6), reoperasyon (%42,9) ve mortalite (%4,8) oranlarının diğer hastalardan daha yüksek olduğu gösterilmiştir (26).

Cerrahi tedavi sonrası hastaların yaklaşık %8'inde nüks bildirilmektedir (4). Nüks tespit edildiğinde tedavisi daha kompleks olsa da başarı oranları nedeniyle, ikinci cerrahinin yapılması önerilmektedir (5,27). Bu hastalarda cerrahi alandaki ödem, enfeksiyon ve hastanın genel durumu dikkatli şekilde değerlendirilerek cerrahi uzun vadede planlanmalıdır. İki cerrahi için en az 3 ay beklenmesi önerilmektedir (7). Bu süre zarfında trakeaya T tüp konabilir ve yara yeri enfeksiyonu varlığında vacum ile pansuman uygulanabilir. Bununla birlikte, trakeal hasar geniş olduğunda cerrahi onarım zor olabilir ve alternatif çözüm olarak sentetik biyo-emilebilir yama ile trakeoplasti yapılabilir (28). Trakeal stenoz ve özofagus stenozu olması durumunda tekrarlayan dilatasyonlar yapılabilir.

Genel olarak değerlendirildiğinde benign nedenli TÖF tedavisi için önerilen cerrahi yaklaşım; trakea rezeksiyonu, özofagus defektinin iki katmanlı onarımı ve tamir edilen özofagus ve trakeal anastomoz hatlarının uygun bir kas flebi ile desteklenmesi şeklindedir. Ancak bu cerrahi; deneyimli göğüs cerrahları tarafından ve deneyimli anestezi ekibinin bulunduğu yüksek vaka serilerine sahip merkezlerde yapılması gereken karmaşık bir operasyondur. Yukarıda tariflenen önerilere uyulduğunda %85'lere varan başarılı sonuçlar elde etmek mümkündür (Olgu 1) (16).

Tablo 2. Muniappan A. ve arkadaşlarının benign nedenli trakeoözofageal fistül cerrahi tedavisinde 35 yıllık deneyim sonuçları (5)

1992-2010 Yılları arası n= 36	
Etiyolojik nedenler	n (%)
Postentübasyon hasarı	17 (47.2)
Özofajektomi sonrası	4 (11.1)
Larenjektomi sonrası	6 (16.7)
Larengotrakeal travma	6 (16.7)
Konjenital	1(2.8)
Yabancı cisim	0
Spinal Hardware	1 (2.8)
Fungal sepsis	1 (2.8)
Cerrahi yaklaşım	
Collar	(82.9)
Collar ve parsiyel sternotomi	(12.2)
Sağ torakotomi	(4.9)
Sternotomi	0
Trakea yaklaşım	
Trakea rezeksiyon	(41.5)
Larengotrakeal rezeksiyon	(12.2)
Trakeal membran kapama	(41.5)
Trakea onarımı ve T tüp	(4.9)
Özofagus yaklaşım	
İki katmanlı özofagus kapama	(77.5)
Tek katmanlı özofagus kapama	(15)
Servikal özofagostomi	(2.5)
Uç uca anastomoz	(2.5)
Tam kalınlıkta cilt grefti	(2.5)
Cerrahi sonuçlar	
Mortalite	1 (2.8)
Nüks	4 (11.1)
Trakeal stenoz	1 (2.8)
Pnömoni	3 (8.3)
Cilt enfeksiyonu	3 (8.3)
Granülasyon	2 (5.6)
Trakeal cihaz	10 (28.6)
Oral beslenememe	6 (17.1)

Malign Nedenli Trakeoözofageal Fistül Yönetimi

Malign nedenli TÖF tanısı alan hastalarda genellikle diğer komplikasyonlara ek olarak malnutrisyon, enfeksiyon daha sık görülür ve çoğu inoperabledır (11). Yaşam süreleri tedavi edilmediği takdirde oldukça kısadır (2). Bu hastalarda tedavinin amacı, yaşam süresini uzatmaktan çok, aspirasyonu engellerek semptomları rahatlatmak, yeniden oral alımı en basit şekilde başlatmak ve yaşam kalitesini arttırmaktır (31,38). Bu

amaçla özofagus veya trakea stentleri oldukça yaygın şekilde kullanılmaktadır.

Özofagus Stentleri

1970'li yıllardan beridir özofagusun benign ve malign hastalıklarının palyatif tedavisinde farklı maddelerden yapılmış farklı tasarımları olan özofagus stentleri kullanılmaktadır. Günümüzde en yaygın olarak kullanılanlar kendiliğinden genişleyebilir metal ve plastik stentlerdir. Bu stentlerin etkinliğini gösteren birçok çalışma yayınlanmıştır. Mevcut çalışmalar, farklı stentler arasında etkinlik ve güvenlik açısından önemli bir fark olmadığını göstermektedir (30).

Ancak, plastik veya silikondan üretilmiş özofagus stentlerinin takılırken özofagus stenozunun agresif dilatasyonunu gerektirmesi, dilatasyon sırasında perforasyon riski taşıması, stent duvarının kalın olması ve yer değiştirmesi gibi komplikasyonların yüksek olması nedeniyle malign nedenli TÖF'ü olan hastalarda kullanımı tavsiye edilmezken; bu hastalarda kendiliğinden genişleyebilen kaplı metalik özofagus stentlerinin kullanılması önerilmektedir (2,18,31). Bu stentler ince yapıda olmasına rağmen oldukça güçlüdür. Küçük çaplı katater üzerine monte edilerek kolayca yerleştirilebilirler. Stent uzunluğu ve çapının belirlenmesi oldukça önemlidir. Stent fistülün proksimal ve distal açıklığını kapatmalı ve özofagus duvarında yeterli baskı uygulayabilecek kadar geniş olmalıdır (32). Özofagus stenti yerleştirilmeden önce stenoz varsa önce dilatasyon yapılmalıdır. Alt özofagus yerleşimli trakea stenozu olmayan ancak özofagus stenozu olan TÖF'lerde özofagus stenti tek başına iyi seçenektir (32). Ancak servikal özofagusa konulan stentler hipofarenkse yakınlığı, krikofaringeal kasın altından rekürren laringeal sinirin geçmesi nedeniyle ağrı ve globus hissine yol açar. Bu nedenle hasta tarafından tolerasyonu zordur. Ayrıca aspirasyon, perforasyon, trakeal kompresyon, yer değiştirme, fistül, gibi komplikasyonlar nedeniyle kullanımı sınırlıdır hatta nispeten kontrendikedir. Bu nedenle stentin özofagus girişine en az 2 cm mesafede bırakılması önerilmektedir. Alt özofagusa konulan antireflü stentlere benzer şekilde servikal özofagusa uygun özel stentler geliştirilmesi gereklidir. Ancak henüz başarılı sonuçlar elde edilememiştir (33).

İdeal trakeal stent şu özelliklere sahip olmalıdır. a. Kolay yerleştirilmeli ve istenildiğinde kolaylıkla çıkarılabilir. b. Kendiliğinden veya öksürme ile yer değiştirmemesi için trakea duvarına tam oturmalıdır. c. Trakeada iskemi ve nekroza yol açmamalıdır. d. Stent kalınlığı ince ve hava yolunun açık kalmasını sağlayacak kadar dayanıklı olmalıdır. e. Kırılmamalıdır. g. Hava ve sıvı geçirgenliğe izin vermemelidir (32,34). Günümüzde bu amaçla farklı materyallerden birçok stent geliştirilmiştir ancak henüz tüm bu özellikleri içeren ideal trakeal stent üretilenmiş değildir (34). Servikal özofagus yerleşimli, özofagusun total tıkalı olduğu ve özofagus stenti konulama-

yan hastalarda malign nedenli TÖF tedavisinde trakeal stentler tercih edilmektedir (32). Trakeal stent seçimi TÖF'ün yerine ve uzunluğuna göre belirlenir. Stent fistül çapından en az iki cm daha uzun olmalıdır. Büyük fistüllerde bu uzunluk daha fazla olabilir. Stent çapı fistülün bulunduğu yerde trakea çapından %10-20 daha büyük olmalıdır (2,32). Metalik stentler özel uygulayıcı yoluyla fiberoptik veya rigid bronkoskopi ile yerleştirilir. Silikon stentler ise genel anestezi altında rigid bronkoskopi ile uygulanır. Tam kaplı trakeal stentler üst trakea yerleşimli TÖF'lerde, silikon stentin konulamadığı durumlarda ve fistül çapının 18 mm den büyük olduğu durumlarda en iyi seçimdir (32).

Hem trakeal hem de özofagusa stent uygulamasının önerildiği durumlar şunlardır;

- Trakea veya özofagusta tek stentin yetersiz kaldığı büyük fistülü olan hastalar,
- Özofagus stentine bağlı trakeal daralma olması veya yeni fistül gelişmesi; böyle durumlarda önce trakea stenti, sonrasında özofagus stenti konulmalıdır,
- Özofagus stentinin yer değiştirmesi. Stentin yer değiştirmesini engellemek için önce trakea stenti konulur. Sonra özofagus stentinin üst sınırı trakea stentinin üst sınırının üstüne gelecek şekilde yerleştirmek gerekir (18,32).

Stent uygulamalarının malign nedenli TÖF'lerin tedavisinde düşük morbidite (%0-27) ve düşük mortalite (%0-12) ile hastaların %89'unda (67-100) fistülü kapatmada başarılı olduğu gösterilmiştir (2,18). Stent tipi ve yerleştirilme yerine göre sonuçlar incelendiğinde, trakea stenti yerleştirilen hastalarda ortalama sağkalımı 219 gün (n= 65), özofagus stenti yerleştirilen olgularda 263 gün (n= 37) ve çift stent yerleştirilen hastalarda ise 253 gün (n= 10) olarak saptanmış ve anlamlı fark bulunamamıştır (35). Stent konulması sonrası görülen başlıca komplikasyonlar; granülasyon dokusu gelişimi, ağrı, perforasyon, kanama, aspirasyon/sepsis, yer değiştirme, yeni TÖF gelişimi, fistülde büyüme ve kırılmadır. Metalik stent kırılmasına bağlı trakeal ve vasküler yaralanma görülebilir. Stent konulmasını takiben ortalama 5 ay sonra TÖF gelişebilmektedir (11,36). Stente bağlı fistül genellikle üst ve alt trakea da görülmektedir (13). Stent kalış süresi arttıkça TÖF ihtimali artmaktadır (36). Bu durumlarda genellikle fistül, stentin üst ucu veya alt ucunda görüldüğünden tedavide ek stent yerleştirilmesi etkili bir çözümdür (37). Granülasyon dokusu gelişmesi durumunda lazer veya kriyoterapi uygulaması önerilir. Fistülün tamamen kapatılmadığı durumlarda stentin tekrar yerleştirilmesi ve bakımı gereklidir. Stent ciddi komplikasyonlara sebep olursa, stent gerilimi azalır, fistülün büyümesinden dolayı stent işe yaramıyorsa stent değiştirilmelidir (32). Malignitesiz olan hastalarda hem malignite tedavisinde hemde TÖF tedavisinde kemoradyoterapi kullanılabilir. Kemoradyoterapi

alan hastalarda stent uygulamasının komplikasyon oranını artırır arttırmadığı konusu halen tartışmalıdır (35,36,38,39).

Trakeoözofagial fistül tedavisinde fibrin yapıştırıcı, eriyebilir stentler, Amplatzer cihazları, endobronşiyal tek yönlü şemsiye şekilli valfler, septal düğmeler ve mezenkimal kök hücrelerin transplantasyonu gibi yöntemler de denenmiştir. Fibrinli yapıştırıcılar çabuk katılaşma ile küçük fistüllerin (<5 mm) geçici tedavisinde endoskopik olarak kullanılabilir fakat büyük fistüller (>8 mm) için uygun değildir. İki hafta içinde fistülde tekrarlama görülür (11,40). Kardiyak septal defekt tıkaçıcı sistemlerin de TÖF tedavisinde başarıyla kullanılabileceğini gösteren olgu sunumları mevcuttur (13,11,40). Trakeoözofageal fistül tedavisinde nitinol klip kullanımı son 10 yılda kullanılmaya başlanan kısmen yeni bir tekniktir ve başarılı sonuçlar bildirilmiştir (41). Küçük çaplı fistüllerde lazer kullanılabilir ancak fistülün büyüme riski göz önünde bulundurulmalıdır.

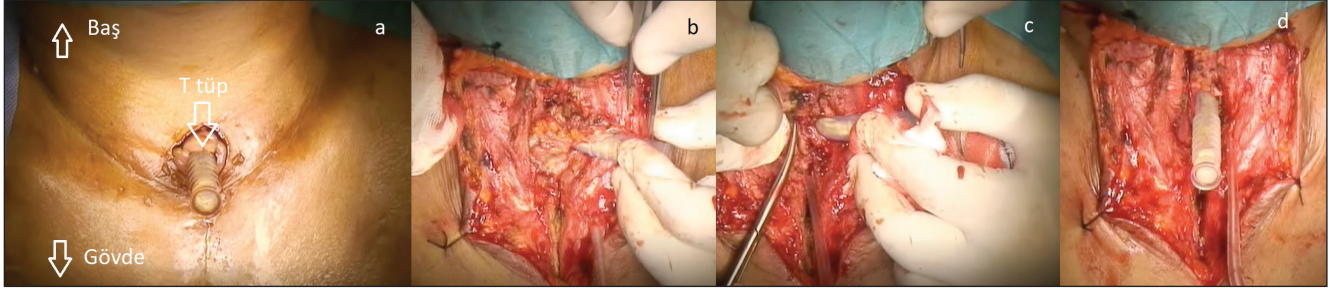
Cerrahi primer onarım, malignite nedenli TÖF'lerin tedavisinde yüksek nüks ihtimali nedeniyle tercih edilmemektedir. Özofageal bypass ve dışlanması ("exclusion") gibi cerrahi yöntemler ise yaşam kalitesindeki düşüş ve yüksek mortalite oranları nedeniyle tercih edilmemektedir (42,43). Palyatif tedavilerin etkinliği dolayısıyla bu ameliyatlar nadiren yapılmaktadır.

OLGU

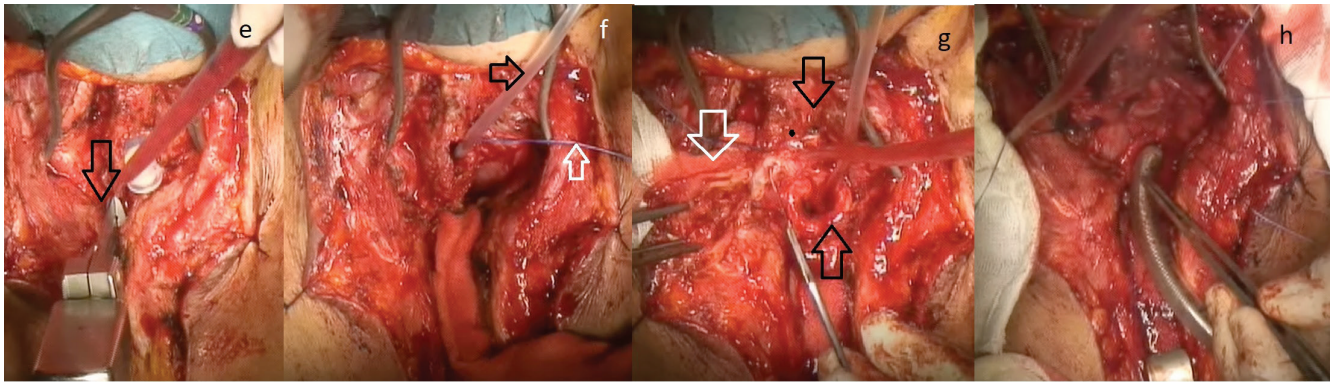
Altmış yedi yaşında kadın, geçirdiği araç içi trafik kazası sonrası dış merkezde multiple kosta fraktürü, bilateral hemipnömotoraks, sol humerus ve sağ asetabulum fraktürleri ve subdural hematoma tespit edilmiş, entübe edilerek yoğun bakım ünitesine takip ve tedavi amaçlı yatırılmış. Sonrasında humerus fraktürü nedeniyle opere edilmiş, postoperatif dönemde trakeotomi ile ventilatör desteğindeki TÖF şüphesiyle hastanemiz reanimasyon ünitesine sevk edilmiş. Özgeçmişinde guatr nedeniyle operasyon, hipertrofik kardiyomyopati ve depresyon nedeniyle ilaç kullanımı mevcut. Hastaya yapılan bronkoskopi de trakeotomi hattının hemen distalinde posterior duvarda 2 cm çaplı TÖF saptandı, uzun trakeotomi kanülü ile distalden havalandırılması sağlandı, sağ hemitoraksta ekspansiyon kusuru ve plevral efüzyon nedeniyle tüp torakostomi uygulandı ve PEG açıldı. Bir ay reanimasyon ünitesinde takip edilen hastaya servikal insizyonla trakea rezeksiyonu olmaksızın TÖF tamiri yapıldı. Postoperatif erken dönemde tekrar entübe edilen hasta bir hafta için de ekstübe edilememesi üzerine T tüp uygulandı. İki ay sonra nüks TÖF nedeniyle re-operasyona alınan hasta genel anestezi altında T tüpü içerisinden geçecek çapta ince bir entübasyon tüpü ile entübe edildi. Supin pozisyonda omuz altına konulan yastık ile omuz ve baş ekstansiyona getirildi. T tüpü içine alacak şekilde servikal kollar insizyon yapılarak cilt-ciltaltı doku diseksiyonu edildi (Resim 4a,b). T tüpü etrafında ve trakea duvarı boyunca keskin diseksiyon yapılarak trakea serbestlendi (Resim

4c,d). Parsiyel sternotomi yapıldı (Resim 4e). T tüp trakeadan çıkarılarak oksijen desteğinde apne peryotları ve operasyon sahasından havalandırılarak işleme devam edildi (Resim 4f). Transtrakeal olarak stenoz ve fistülün olduğu bölüme ulaşıldı, stenoz alanı eksize edildi (Resim 4g). Özofagus spatula yardımıyla diseke edilerek trakeadan ayrıldı. Özofagusun içerisine NG sonda yerleştirilerek 3/0 vicryl ile iki kat halinde onarıldı (Resim 4h). Trakeanın membranöz kısmı 2/0 PDS suturele de-

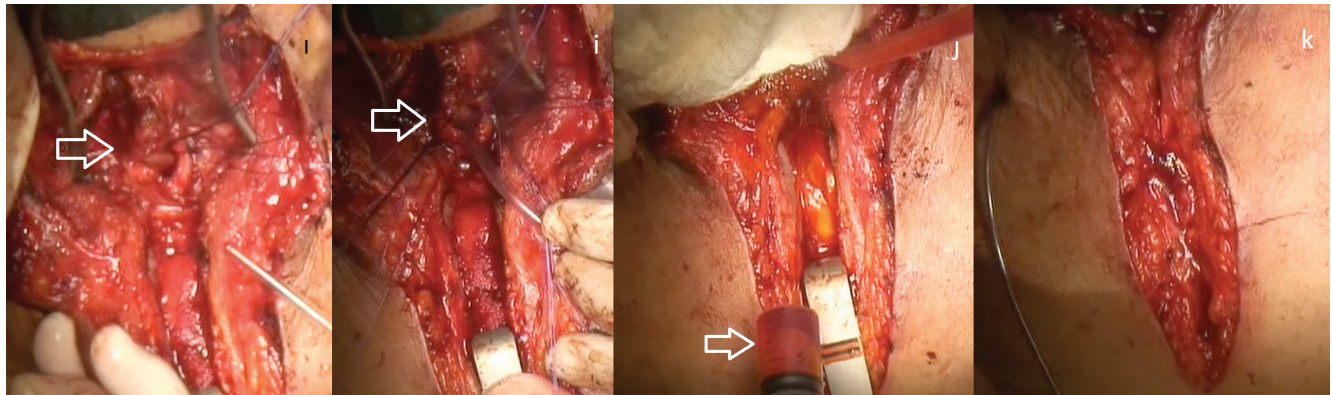
vamlı dikiş tekniğiyle, anterior duvarı ise 3/0 Vicryl dikişlerle tek tek kapatıldı (Resim 4i,i). Kanama ve hava kaçağı kontrolü yapıldı (Resim 4j). Bir adet minivak dren yerleştirildi. Sternum iki adet çelik tel suturele yaklaştırıldı ve işlem sonlandırıldı (Resim 4k). Hasta 12 gün sonra poliklinik kontrolü ve fizik tedavi önerileriyle taburcu edildi. Hastamızın bir yıl sonra yapılan kontrol bronkoskopisinde ve 6 yıllık poliklinik takiplerinde stenoz ve nüks izlenmedi.



Resim 4 a, b, c, d. T tüpü içine alacak şekilde servikal kollar insizyon yapılarak cilt-ciltaltı doku diseke edilir (Resim 4a,b). T tüp etrafında ve trakea duvarı boyunca keskin diseksiyon yapılarak trakea serbestlenir (Resim 4c,d).



Resim 4 e, f, g, h. Parsiyel sternotomi (Resim 4e). T tüp trakeadan çıkarılarak oksijen desteğinde apne peryotları ve operasyon sahasından havalandırılarak işleme devam edilir (Resim 4f). Transtrakeal olarak stenoz ve fistülün olduğu bölüme ulaşıldı, stenoz alanı eksize edilir (Resim 4g). Özofagus spatula yardımıyla diseke edilerek trakeadan ayrılır. Özofagusun içerisine NG sonda yerleştirilerek 3/0 vicryl ile iki kat halinde onarıldı (Resim 4h).



Resim 4 i, j, k. Trakeanın membranöz kısmı 2/0 PDS suturele devamlı dikiş tekniğiyle, anterior duvarı ise 3/0 Vicryl dikişlerle tek tek kapatılır (Resim 4i,i). Kanama ve hava kaçağı kontrolü (Resim 4j). Bir adet minivak dren yerleştirilir. Sternum iki adet çelik tel suturele yaklaştırılır ve işlem sonlandırılır (Resim 4k).

KAYNAKLAR

1. Ke M, Wu X, Zeng J. The treatment strategy for tracheoesophageal fistula. *J Thorac Dis* 2015;7:389-97.
2. Chauhan SS, Long JD. Management of Tracheoesophageal Fistulas in Adults. *Curr Treat Options Gastroenterol* 2004;7:31-40 .
3. Christopher RM, Moisha L, Mathisen DJ. Tracheoesophageal Fistula. In: Lewis MI, McKenna RJ, editors. *Medical management of the thoracic surgery patient*. Philadelphia: Saunders; 2010:129.
4. Shen KR, Allen MS, Cassivi SD, et al. Surgical management of acquired nonmalignant tracheoesophageal and bronchoesophageal fistulae. *Ann Thorac Surg*. 2010;90(3):914-8.
5. Muniappan A, Wain JC, Wright CD, et al. Surgical treatment of nonmalignant tracheoesophageal fistula: a thirty-five year experience. *Ann Thorac Surg* 2013;95(4):1141-6.
6. Mazur P, Bremner R. Tracheoesophageal fistula. In: Patterson GA, Cooper JD, Deslauriers J, Lerut AT, Luketich JD, Rice TW (eds). *Pearson's Thoracic And Esophageal Surgery*. 3rd (ed). Philadelphia: Churchill Livingstone, 2008:299-305.
7. Santosham R. Management of acquired benign tracheoesophageal fistulae. *Thorac Surg Clin* 2018;28:385-92.
8. Bibas BJ, Guerreiro Cardoso PF, Minamoto H, et al. Surgical Management of Benign Acquired Tracheoesophageal Fistulas: A Ten-Year Experience. *Ann Thorac Surg* 2016;102:1081-7.
9. Mathisen DJ, Grillo HC, Wain JC, et al. Management of acquired nonmalignant tracheoesophageal fistula. *Ann Thorac Surg* 1991;52:759-65.
10. Balazs A, Kupcsulik PK, Galambos Z. Esophagorespiratory fistulas of tumorous origin. Non-operative management of 264 cases in a 20-year period. *Eur J Cardiothorac Surg* 2008;34:1103-7.
11. Zhou C, Hu Y, Xiao Y, Yin W. Current treatment of tracheoesophageal fistula. *Ther Adv Respir Dis* 2017;11:173-80.
12. Marulli G, Mammana M, Natale G, Rea F. Surgical treatment of acquired benign tracheoesophageal fistulas. *J Vis Surg* 2018;4:123.
13. Patel RS, Mohr T, Hartman C, et al. Tracheoesophageal prosthesis use is associated with improved overall quality of life in veterans with laryngeal Cancer. *Ann Otol Rhinol Laryngol* 2018;127:421-8.
14. Puma F, Vannucci J, Santoprete S, et al. Surgery and perioperative management for post-intubation tracheoesophageal fistula: case series analysis. *J Thorac Dis* 2017;9:278-86.
15. Ferguson MK. *Thoracic Surgery Atlas*. Philadelphia: WB Saunders, 2007:262-4.
16. Auchincloss HG, Mathisen DJ. Tracheoesophageal fistula. In: Mathisen DJ, Morse CR (eds). *Master Techniques in Surgery, Transplantation, Tracheal Resections, Mediastinal Tumors, Extended Thoracic Resections*. Philadelphia: Wolters Kluwer 2015:361-8.
17. Chervenikov A, Tzekov C, Grigorov GE, et al. Acquired benign esophago-airway fistulas. *Eur J Cardiothorac Surg* 1996;10:713-6.
18. Spaander MC, Baron TH, Siersema PD, et al. Esophageal stenting for benign and malignant disease: European Society of Gastrointestinal Endoscopy (ESGE) Clinical Guideline. *Endoscopy* 2016;48:939-48.
19. Siersema PD. Stenting for benign esophageal strictures. *Endoscopy* 2009;41:363-73
20. Bick BL, Song LM, Buttar NS, et al. Stent-associated esophagorespiratory fistulas: incidence and risk factors. *Gastrointest Endosc* 2013;77:181-9.
21. Grillo HC, Moncure AC, McEnany MT. Repair of inflammatory tracheoesophageal fistula. *Ann Thorac Surg* 1976;22:112-9.
22. Macchiarini P, Verhoye JP, Chapelier A, et al. Evaluation and outcome of different surgical techniques for postintubation tracheoesophageal fistulas. *J Thorac Cardiovasc Surg* 2000;119:268-76.
23. Camargo JJ, Machuca TN, Camargo SM, et al. Surgical treatment of benign tracheo-oesophageal fistulas with tracheal resection and oesophageal primary closure: is the muscle flap really necessary? *Eur J Cardiothorac Surg* 2010;37:576-80.
24. Kakhki AD, Sheikhi K, Saghebi SR, et al. Post-intubation tracheoesophageal fistula: a nine-year experience. *J Cardiothorac Med* 2017;5:177-80.
25. Baisi A, Bonavina L, Narne S, Peracchia A. Benign tracheoesophageal fistula: results of surgical therapy. *Dis Esophagus* 1999;12:209-11.
26. Wright CD, Grillo HC, Wain JC, et al. Anastomotic complications after tracheal resection: prognostic factors and management. *J Thorac Cardiovasc Surg* 2004;128:731-9.
27. Altorjay A, Mucs M, Rüll M, et al. Recurrent, nonmalignant tracheoesophageal fistulas and the need for surgical improvisation. *Ann Thorac Surg* 2010;89:1789-96.
28. Battistella L, Marulli G, Comacchio GM, et al. Successful treatment of a recurrent wide tracheoesophageal fistula with a bioabsorbable patch. *Ann Thorac Surg* 2016;101:173-80.
29. Sharma A, Rehman MU, Cowen ME. Management of a difficult malignant tracheoesophageal fistula. *Interact Cardiovasc Thorac Surg* 2003;2:665-7
30. Didden P, Spaander MC, Bruno MJ, et al. Esophageal stents in malignant and benign disorders. *Curr Gastroenterol Rep* 2013;15:319.
31. Hu Y, Zhao YF, Chen LQ, et al. Comparative study of different treatments for malignant tracheoesophageal/bronchoesophageal fistulae. *Dis Esophagus* 2009;22:526-31.
32. Ke M, Wu X, Zeng J. The treatment strategy for tracheoesophageal fistula. *J Thorac Dis* 2015;7:389-97.
33. Poincloux L, Sautel C, Rouquette O, et al. The clinical outcome in patients treated with a newly designed SEMS in cervical esophageal strictures and fistulas. *J Clin Gastroenterol* 2016;50:379-87.
34. David PM, Albert SY. Surgical repair of congenital and acquired tracheoesophageal fistulas: Introduction. In: Sugarbaker DJ, Buneo R, Krasna MJ, Mentzer Sj, Zellos L (eds). *Adult Chest Surgery*. Philadelphia: The McGraw-Hill Companies; 2010:401.
35. Herth FJ, Peter S, Baty F, et al. Combined airway and oesophageal stenting in malignant airway-oesophageal fistulas: a prospective study. *Eur Respir J* 2010;36:1370-4.
36. Bick BL, Song LM, Buttar NS, et al. Stent-associated esophagorespiratory fistulas: incidence and risk factors. *Gastrointest Endosc* 2013;77:181-9.
37. Didden P, Spaander MC, Bruno MJ, Kuipers EJ. Esophageal stents in malignant and benign disorders. *Curr Gastroenterol Rep* 2013;15:319.
38. Kinsman KJ, DeGregorio BT, Katon RM, et al. Prior radiation and chemotherapy increase the risk of life-threatening complications after insertion of metallic stents for esophagogastric malignancy. *Gastrointest Endosc* 1996;43:196-203.
39. Raijman I, Siddique I, Lynch P. Does chemoradiation therapy increase the incidence of complications with self-expanding coated stents in the management of malignant esophageal strictures? *Am J Gastroenterol* 1997;92:2192-96.

40. Scappaticci E, Ardisson F, Baldi S, et al. Closure of an iatrogenic tracheo-esophageal fistula with bronchoscopic gluing in a mechanically ventilated adult patient. *Ann Thorac Surg* 2004;77:328-9.
41. Kirschniak A, Kratt T, Stüker D, et al. A new endoscopic over-the-scope clip system for treatment of lesions and bleeding in the GI tract: first clinical experiences. *Gastrointest Endosc* 2007;66:162-7.
42. Meunier B, Stasik C, Raoul JL, et al. Gastric bypass for malignant esophagotracheal fistula: a series of 21 cases. *Eur J Cardiothorac Surg* 1998;13:184-8.
43. Nakajima Y, Kawada K, Tokairin Y, et al. Retrospective analyses of esophageal bypass surgery for patients with esophagorespiratory fistulas caused by esophageal carcinomas. *World J Surg* 2016;40:1158-64.

TRAKEA CERRAHİSİNDE TEMEL PRENSİPLER

THE BASIC PRINCIPLES OF TRACHEAL SURGERY

Özgür Samancılar

KTO Karatay Üniversitesi Tıp Fakültesi, Göğüs Cerrahisi Anabilim Dalı, Türkiye

e-mail: ozgursamancılar@gmail.com

DOI: 10.5578/tcb.2021.006

Özet

Trakea, insanda hava yolunun sağlanmasındaki temel organdır. En sık görülen patolojik durumlar, genellikle entübasyon sonrası gelişen benign trakeal stenoz ve tümörlerdir. Günümüze, değişik teknikler kullanılarak trakeanın yaklaşık yarısı rezeke edilebilmektedir. Arteryal beslenmesi kötü olduğundan cerrahi sonrası komplikasyonlar sık görülür. Bu çalışmada, trakea cerrahisindeki temel prensipler ele alınmaktadır.

Anahtar kelimeler: Trakea cerrahisi

Abstract

Trachea is the main organ that maintains the airway of an human body. The most common tracheal disorders are postintubation tracheal stenosis and the tumors. In our era, the half of the trachea can be resected by using several techniques. Postoperative complications are common because of insufficient arterial supply of this organ. In this study, the basic principles of tracheal surgery are evaluated.

Keywords: Tracheal surgery

GİRİŞ

Trakea, ventilasyon için gereken temel hava yolunu sağlayan bir organdır. Erişkin trakeası krikoid kartilajın hemen altından başlar ve karina seviyesine kadar yaklaşık 12 cm uzunluğundadır. İç çapı anteroposterior ekseninde 1.8 cm, lateral ekseninde ise 2.3 cm'dir. Genellikle at nalı şeklinde 18 ila 22 kartilaj halkadan oluşur. Arka kısmı ise membranöz yapıdadır. Bu temel yapı, trakeanın havanın geçişi esnasında açık kalabilmesini sağlamaktadır (1).

Her iki rekürren laringeal sinir, iki yanında seyretmektedir. Tiroid istmusu ile önde, özofagus ile arkada komşuluk gösterir. İnnominat arter ise orta bölümde trakeayı oblik olarak çaprazlamaktadır.

Boyun ekstansiyondayken trakeanın yarısı servikal bölgede, yarısı ise mediastende yer alırken, tam boyun fleksiyondayken trakeanın tümü mediastende bulunabilir.

İnsan trakeasının arterial kanlanması lateral pediküllerden gelir. Segmenter olup özofagus ile geniş bir paylaşım ağı şeklindedir. Bu nedenle trakeanın beslenmesinin bozulma-

ması ve sağlıklı bir anastomozun sağlanabilmesi açısından geniş ve sirküferensiyel diseksiyondan kaçınılmalıdır. Temel olarak üst kısmı inferior tiroid arterinden gelen multipl dallar ile alt kısmı ise bronşiyal arterlerden beslenir. Üst kısımda yine innominat arter, vertebral arter, internal mamarian arterler ve vertebral arterden de gelen dallar trakeanın beslenmesine yardımcı olabilir.

Operasyona Hazırlık ve Anestezi

Günümüzde, gelişen rekonstrüksiyonlu görüntüleme teknikleri sayesinde trakeal patolojilerin seviyesinin saptanması konusunda ameliyat öncesi detaylı bilgi edinme şansına sahip bulunmaktayız ancak gerek tam lokasyonun belirlenmesi gerekse acil durumda hava yolunun sağlanabilmesi için rijit ve fiberoptik bronkoskopinin ameliyat salonunda hazır bulunması gerekmektedir. Acil bir trakeostomi ihtiyacı için de gerekli hazırlıklar yapılmalıdır.

Özellikle postentübasyon stenoz nedeniyle operasyon planlanan hastalarda, entübasyona sebep olan sistemik patolojiler çok iyi belirlenmeli ve anestezi öncesi ve operasyon esnasındaki hazırlıklar ve yönetim buna göre yapılmalıdır.

Anestezinin başlangıcı esnasında ventilasyon küçük çaplı entübaston tüpleri, jet ventilasyon kanülleri veya laringeal maske ile sağlanabilmektedir. Biz de merkezimizde son dönemde en sık olarak laringeal maskeyi kullanmaktayız (Resim 1). Laringeal maske ile operasyon esnasında fiberoptik bronkoskop yardımıyla lezyonun yerinin belirlenmesi daha uygun şekilde yapılabilmektedir. Ameliyathane ışıklarının kapatılması trakea içindeki fiberoptik bronkoskopun ışığının ameliyat sahasından görülmesine olanak verir ve bronkoskopist ile cerrahın koordine çalışması ile trakeanın insize edilecek bölgesine karar verilebilir.

Trakea insize edildikten sonra ise gerek sahadan distal trakeaya yerleştirilen entübasyon tüpü gerekse jet ventilasyon kanülleri ile solunumun devamı sağlanabilir (Resim 2). Gerekliğinde apneik periyotlar da uygulanarak özellikle anastomoz esnasında iyi bir görüş alanı ve manipülasyon kolaylığı sağlanabilir. Kompleks hava yolu cerrahisi gereken durumlarda ECMO veya kardiyopulmoner by-pass gibi seçenekler de akılda tutulmalıdır.

Cerrahi Yaklaşım

Trakeanın üst yarısına yapılacak girişimlerde servikal ekstansiyon ile birlikte servikal insizyon seçilecek en ideal yaklaşım olacaktır. Gerekliğinde üst sternal split de bu insizyona eklenebilir. Dördüncü interkostal aralığa uzatılacak sağ anterior torakotomi ile de trakea mobilizasyonu ve hiler serbestleştirme yapılabileceği gibi krikoid kartilajdan karınaya kadar trakeaya geniş bir ulaşım alanı sağlayabilir. Trakeanın alt yarısındaki patolojilere, dördüncü interkostal aralıktan yapılacak sağ posterolateral torakotomi en uygun yaklaşım olacaktır (Resim 3). Servikal fleksiyon ile transtorasik yaklaşımlarda daha geniş bir alana hakim olunabilmektedir. Transsternal transperikardiyal yaklaşım daha çok karinal işlemlerde kulla-

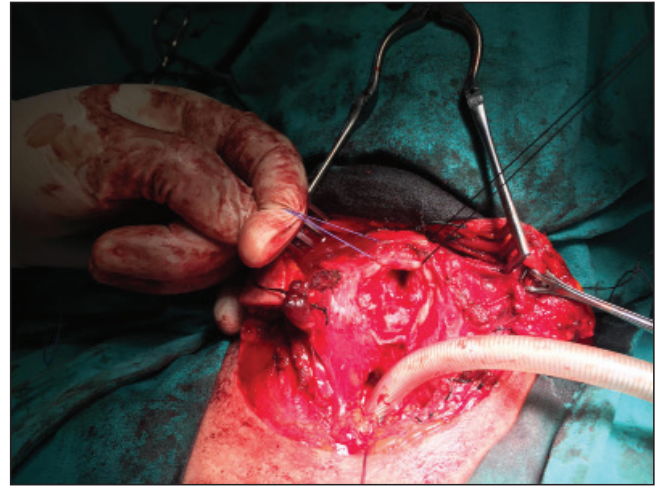


Resim 1. Trakea rezeksiyonu için hazırlanmış bir hastada laringeal maske kullanımı.

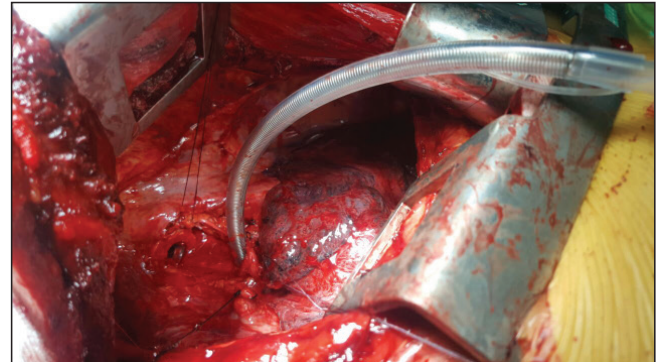
nılmakta olup görüş ve manipülasyon alanı diğer insizyonlara göre daha kısıtlıdır. Özellikle ECMO veya kardiyopulmoner by-pass yapılacak hastalarda tercih edilebilir.

Çeşitli servikomediastinal ve hiler serbestleştirme yöntemleri ile normal bir erişkin trakeasının yaklaşık 5-6 cm'lik bir bölümü anastomoz hattına gereğinden fazla tansiyon uygulanmadan çıkartılabilmektedir (1,2). Bu durum servikal fleksiyon, supra ve infrahyoid serbestleştirme, pulmoner ligamanın ayrılması, intraperikardiyal diseksiyon ve sol ana bronşun sağ intermedier bronşa anastomozu gibi yöntemlerle sağlanmaktadır. Özellikle pulmoner ligamanın ayrılması ve inferior pulmoner venin çevresindeki perikardın "U" şeklinde açılması işlemleri videotorakoskopik cerrahi (VATS) ile yapılabilmektedir (3). Trakeanın ortaya konması ve serbestleştirme aşamasında özellikle trakeanın beslenmesini bozacak lateral diseksiyondan kaçınılmalıdır.

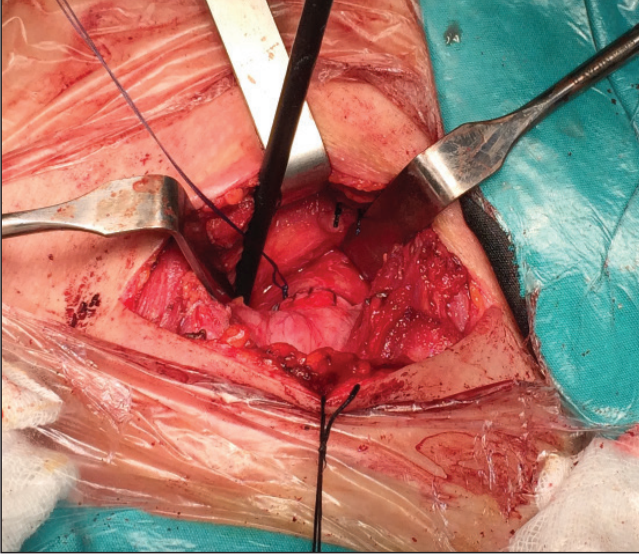
Trakeada yapılacak uç uca anastomozda monoflaman ve poliflaman, emilebilen veya emilemeyen sütür materyallerinin kullanımını öneren değişik çalışmalar mevcuttur. Absorbabl sütür materyalinin anastomoz tansiyonunu ve granülasyon dokusu oluşma oranını azalttığı bildirilmiştir (4). Kimi



Resim 2. Servikal insizyon yapılmış hastada distal trakeadan entübasyon ve sahadan ventilasyon.



Resim 3. Sağ posterolateral torakotomi ile trakea rezeksiyonu.



Resim 4. Devamlı suture tekniği ile servikal trakeal anastomoz.

yazarlar separe suture yöntemini tercih ederken kimileri ise membranöz kısmın devamlı, kartilagenöz kısımların ise separe suturelerle birleştirilmesini önermektedir (1). Bunun yanında devamlı suture tekniğini (Resim 4) uygulayan cerrahlar da mevcuttur (5). Anastomoz gerginliğini azaltmak ve hastanın kontrolsüz hareketlerini önlemek amacıyla kullanılan çene suture ise halen revaçtadır (Resim 5). Bu suture'nin gereksiz olduğunu savunan yazarlar da bulunmaktadır (6). Çene suture yerine özel olarak dizayn edilmiş boyunluklar da geliştirilmiştir (7).

Sonuç olarak 1960'larda Hermes C. Grillo ve arkadaşlarının yaptığı çığır açıcı çalışmalar sonucunda gelişen anestezi ve cerrahi teknikler sayesinde trakea cerrahisi günümüzde güvenle yapılabilecek duruma gelmiştir. Özellikle anatomik yerleşimi ve arteriyel beslenme şekli nedeniyle çeşitli zorluklara neden olabilecek bir organ olan trakeanın cerrahisinde temel prensiplere dikkat etmek hayati önem arz etmektedir.



Resim 5. Çene suture (Grillo suture).

KAYNAKLAR

1. Grillo HC. Surgical anatomy of trachea and techniques of resection and reconstruction. In: Shield TW, Locicero III J, Reed CE, Feins RH (eds). General Thoracic Surgery. Lippincott: Williams and Wilkins, 2009:955-65.
2. Borussard B, Mathisen DJ. Tracheal release manuevres. Ann Cardithorac Surg 2018;7:293-8.
3. Lonie SJ, Ch'ng S, Alam NZ, Wright GM. Minimally invasive tracheal resection: cervical approach plus video-assisted thoracoscopic surgery. Ann Thorac Surg 2015;100:2336-9.
4. Wright CD, Grillo HC, Wain JC, et al. Anastomotic complications after tracheal resection: prognostic factors and management. J Thorac Cardiovasc Surg 2004;128:731-9.
5. Kutlu CA, Goldstraw P. Tracheobronchial sleeve resection with the use of a continious anastomosis: results of one hundred consecutive cases. J Thorac Cardiovasc Surg 1999;117:1112-7.
6. Mutrie CJ, Eldaif SM, Rutledge CW, et al. Cervical tracheal resection: new lessons learned. Ann Thorac Surg 2011;91:1101-6.
7. Aydinian KK, Day JD, Troiano GM, Digoy GP. Non-invasive methods to maintain cervical spine position after pediatric tracheal resections. Int J Pediatr Otorhinolaryngol 2017;98:121-5.

TRAKEA CERRAHİSİNDE SERBESTLEŞTİRME TEKNİKLERİ

RELEASE TECHNIQUES IN TRACHEAL SURGERY

Sina Ercan

Yeditepe Üniversitesi Tıp Fakültesi, Göğüs Cerrahisi Anabilim Dalı, İstanbul, Türkiye

e-mail: sercan@yeditepe.edu.tr

DOI: 10.5578/tcb.2021.007

Özet

Trakea cerrahisi barındırdığı cerrahi zorluklar ve kıkırdak dokusu ile olan direk ilişkisi nedeniyle gözlenen iyileşme problemlerine bağlı olarak Göğüs Cerrahisi pratiği içinde her zaman özellikli ve uzmanlık gerektiren bir alan olmuştur. Bu organın yerine kullanılacak sentetik materyal ya da protezlerin bulunmaması nedeniyle de trakeanın segmental rezeksiyonu sonrasında kalan sağlıklı uçların kabul edilebilir bir gerginlikle tekrar birleştirilebilmesi çok önemlidir. Bu nedenle uzun segment trakea darlıklarının cerrahi rezeksiyon ve rekonstrüksiyonunun başarılı şekilde yapılabilmesi amacıyla farklı cerrahi serbestleştirme yöntemleri uygulanmaktadır. Bu yazıda özellikle laringotrakeal ve proksimal trakea rezeksiyonlarında kullanılan hiyoid bölge cerrahi serbestleştirmeleri irdelenmiştir.

Anahtar kelimeler: Trakea darlığı, cerrahi, kazanılmış subglottik darlık

Abstract

Tracheal surgery has always necessitated specific surgical skills within thoracic surgery practice due to its inherent challenges related with its rich cartilage content and healing difficulties. Due to the fact that there is no functionally proven synthetic material or prosthesis to replace the trachea, it is vital to anastomose the healthy tracheal ends with acceptable tension after a segmental resection. Therefore different surgical release maneuvers have been implemented in order to successfully resect relatively long segment of tracheal stenoses. In this report, release maneuvers involving the hyoid region per se, which are mostly used in laryngotracheal or upper tracheal narrowings, are discussed.

Keywords: Tracheal stenosis, surgery, acquired subglottic stenosis

GİRİŞ

Trakea, içerdiği zengin kıkırdak dokusu nedeniyle hasarlanmaya açık ve cerrahi tedavisi zor bir organdır. Bu alanda çalışan göğüs cerrahlarını en çok zorlayan konulardan birisi, etiyojisi benign olmakla birlikte hava yolu darlığına neden olan trakea hasarlanmalarında çıkartılması gereken hasarlı bölümün uzamasıyla kalan sağlıklı uçların tekrar birleştirilmesinde karşılaşılan zorluklardır. Trakea taşıdığı fizyolojik, histolojik ve anatomik özellikleri yanında mekanik özellikleri nedeniyle de yerine kullanılacak herhangi bir yapay doku ya da materyali kabul etmemektedir. Bu nedenle de trakea cerrahisi sırasında rezeke edilebilecek segment uzunluğu, kalan sağlıklı uçların tekrar bir yere getirilerek anastomoz yapılabilmesine imkan tanıyacak çeşitli serbestleştirme teknikleriyle yakından ilişkilidir.

Trakeanın sleeve rezeksiyonlarında, pretrakeal planın karinaya kadar künt diseksiyonu ve anastomoz sırasında anes-

tezist tarafından boyunun 15-35 derece fleksiyona getirilmesi, anastomoz hattında oluşacak tansiyonun azaltılmasına yardımcı olacak basit fakat etkin bir yöntemdir. Diğer taraftan hastanın yaşına ve dokularının esnekliğine göre değişmekle birlikte, 3.5-4 cm'den daha uzun kompleks darlıkların rezeksiyonunda bu manevra uçların basitçe yaklaştırılarak reanastomoz yapılması için yeterli olamamaktadır.

Uzun segment trakea darlığı nedeniyle, özellikle proksimal trakeada rezeksiyon yapılacak olan olgularda, servikal bölgede yapılacak serbestleştirme teknikleri önem kazanırken, distal trakeada yerleşen darlıkların cerrahi tedavisi sırasında bu bölgedeki serbestleştirme tekniklerinin pek bir faydası olmamakta, ve ek bir rezeksiyon marjini sağlamamaktadır. Diğer taraftan nadir olarak gerekse de, akciğer hilumu etrafında perikardiyal serbestleştirme, ya da karina ve ana bronşların ayrılarak proksimal sınırın kranial yönde mobilizasyonuna izin

verecek şekilde yeniden birleştirilmesi gibi yöntemlerin distal trakea rezeksiyonlarında anlamlı serbestleştirme sağladığı bilinmektedir.

Serbestleştirme tekniklerinin tarihçesine bakıldığında, 1960'lı yılların başına kadar yaygın kanı trakeanın en çok 2 cm'lik bir bölümünün rezeke edilip daha sonra uç uca anastomoz yapılabileceği şeklinde idi. Grillo ve arkadaşları 1964'te yaptıkları kadavralardaki diseksiyon çalışmaları ile insan trakeasının yaklaşık yarısının çıkartılabileceğini ve kalan uçların tekrar birleştirilebileceğini gösterdiler (1). Bu çalışmada Grillo yaptığı çeşitli yaş ve cinsiyetteki 40 kadavra diseksiyonunda ortalama trakea boyunu 11.8 cm (10-13 cm), ve kalan uçlar tekrar birleştirilebilmek üzere çıkartılabilen ortalama trakea parçasını da 6.4 cm (%58.7) olarak bulmuştur.

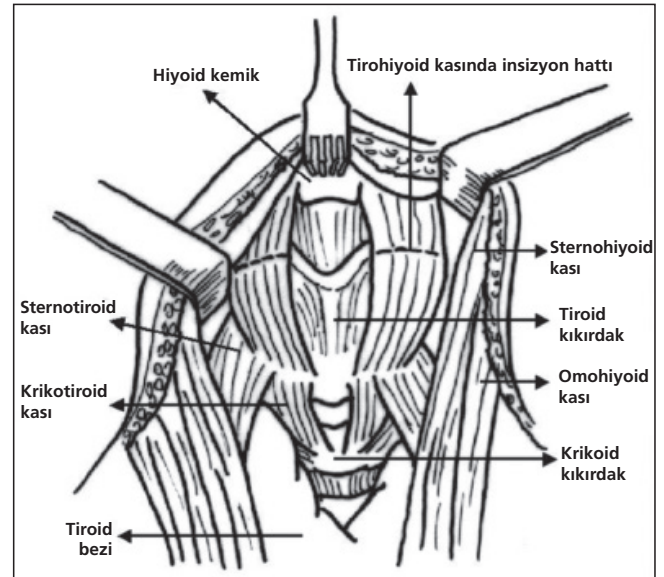
Bu erken çalışmalarda kadavra ile yapılan deneylerde elde edilen sonuçlara bakarak genç uzman, ya da kompleks trakea cerrahisinde yeterli birikimi olmayan göğüs cerrahlarının, klinikte karşılaştıkları her olguda bu rezeksiyon oranlarına kolaylıkla ulaşip, hastalarını komplikasyonsuz şekilde tedavi edebileceklerini düşünmeleri doğru olmayacaktır. Daha önce de belirtildiği gibi ek bir cerrahi manevraya ihtiyaç duymadan çıkartılabilecek trakea segment uzunluğu, hastanın özellikleri kadar patolojinin de yeri, özellikleri ve daha önceden yapılmış olan dilatasyon, endobronşiyal tedaviler, rezeksiyon ya da trakeostomi açılması gibi işlemlere ve daha da önemlisi darlığın glottise olan yakınlığıyla da ilişkili olarak önemli değişiklikler gösterecektir.

Larengeal serbestleştirmeye postentübasyon stenozuna bağlı trakea rezeksiyonlarının %8'i, tümör nedeniyle yapılan rezeksiyonların ise %15'inde gerek duyulmaktadır (2). Yapılan cerrahinin, hiyoid kemiğin üzerinde veya altında olmasına bağlı olarak infrahiyoid veya suprahiyoid serbestleştirme teknikleri tanımlanmıştır.

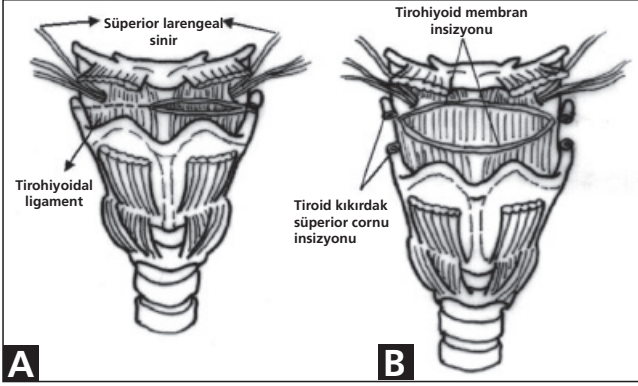
İnfracihiyoid Larengeal Serbestleştirme

Bu tip serbestleştirme ilk kez Dedo ve Fishman tarafından 1996 yılında tanımlanmıştır (2,3). Servikal bölgede yapılan serbestleştirme tekniklerinin ağırlıklı üst trakea ve özellikle de subglottik bölgede yapılan rezeksiyon ve rekonstrüksiyonlarda fayda sağlaması nedeniyle bu tekniklerin ilk olarak Kulak Burun Boğaz uzmanlarınca tanımlanmış olması sürpriz değildir. Dedo ve Fishman, aslında daha önce Ogura ve arkadaşlarının tarif ettiği bir yöntemi değiştirerek uygulamış ve yayınlamışlardır. Bu yayınlarında ayrıca önceki yıllarda Cantrell ve Folse'un, yaptıkları köpek deneyleri sonrası, trakea rezeksiyon ve rekonstrüksiyonunda sağlıklı iyileşmeye müsaade eden üst traksiyon basıncı limiti olarak bildirdiği 1700 gm'yi aşmamak koşuluyla 4 cm'ye kadar trakea rezeksiyonu yapılabileceği yorumunu yapmışlardır.

Bu tekniğin adı, hiyoid kemiğin kaudalinde yapılan bir cerrahi işlem olması nedeniyle infrahiyoid serbestleştirme olarak anılmaktadır. Stenotik segmentin rezeksiyonunu takiben anteriorda cilt flebinin diseksiyonu, tiroid kıkırdak tamamen açığa çıkacak şekilde servikal collar insizyonun uçları kraniyal yönde uzatılmak suretiyle genişletilir. Tirohiyoid membran ortaya konulur. Bu seviyede sternohiyoid ve omohiyoid kasları, diğer strep kaslarında olduğu gibi orta hatta ayrılarak diseksiyonları sonrasında laterale doğru ekarte edilir. Bunu takiben tiroid kıkırdağın süperior cornuları ortaya konulmuş olur (Şekil 1). Tiroid kıkırdağı hiyoid kemiğe bağlayan ana kaslar olan tirohiyoid kasları, tiroid kıkırdağın hemen üst seviyesinde horizontal olarak kesilir ve bu kesi tiroid kıkırdağın süperior cornularını da içerecek şekilde genişletilir. Bunu takiben kasların altından ortaya çıkan tirohiyoid membran da horizontal olarak kesildiğinde tiroid kıkırdağı hiyoid kemiğe bağlayan önemli bir doku kalmaz ve larinks yine hastaya bağlı faktörlere göre değişkenlik gösterse de 2-2.5 cm kadar kaudal yönde mobilize edilmiş olur (Şekil 2). Bu serbestleştirme tekniği sırasında en çok dikkat edilmesi gereken konu süperior larengeal sinir ve hemen yanındaki ilgili damarların korunmasıdır. Bilindiği gibi süperior larengeal sinirin internal dalı larenks girişinin duyusundan sorumludur. Bu özelliği nedeni ile de yutkunurken glottisin kapatılmasında kilit rol oynar. Larengeal serbestleştirme sonrasında hastanın aspire etmeden yutmayı öğrenmesi için bu fonksiyonun korunması önem taşımaktadır. Yine bu nedendir ki infrahiyoid serbestleştirmeye göre suprahiyoid serbestleştirmede daha nadir yutma zorluğu görülür ya da görülse bile çoğunlukla hafif ve geçici olur. İnfrahiyoid ser-



Şekil 1. İnfrahiyoid larengeal serbestleştirmede sternohiyoid ve omohiyoid kasları, tirohiyoid membran seviyesinde laterale ekarte edilerek tirohiyoid kasları kesilir. Böylelikle tiroid kıkırdağın süperior cornuları ortaya çıkartılmış olur.



Şekil 2. İnfrahiyoid laringeal serbestleştirme son safhasında tiroid kıkırdığın süperior cornularını ve tirohiyoid membranını da horizontal olarak kesilmesini takiben larenks yaklaşık 2.5 cm kadar aşağıya mobilize edilmiş olur.

bestleştirmede de bu komplikasyonu en aza indirmek için cerrahi tekniğin uygulandığı sırada tiroid kıkırdığın üst sınırına yakın kalmaya dikkat edilmelidir.

Biller ve arkadaşları, Dedo ve Fishman'ın tanımladıkları tekniği bir adım daha ileriye götürerek kombine infrahiyoid ve inferior konstriktör kas serbestleştirme tekniğini tanımlamışlardır (4). Dedo ve Fishman'ın tekniğinden farklı olarak bu yöntemde sternohiyoid ve omohiyoid kasları da tiroid kıkırdığı hiyoid kemiğe fikse ettiği gerekçesiyle, tiroid kıkırdığın üst seviyesinden kesilir. Diğer taraftan sternohiyoid kası, kasılma yönü inferiora doğru olduğu ve tiroidin aşağı doğru deplase olmasına yardımcı olduğu gerekçesiyle kesilmeden bırakılır. Tıpkı Dedo ve Fishman'ın tekniğinde olduğu gibi tirohiyoid membran ve tiroid kıkırdığın süperior cornularının kesilmesinden sonra tiroid kıkırdak hiyoid kemikten ana hatlarıyla ayrılmış olur. Diğer taraftan larenksin aşağı doğru hareketine engel olma potansiyeli taşıyan bir diğer kas da tiroid kıkırdığın posterior kenarına tutunan inferior konstriktör kaslardır. Tiroid kıkırdak hook yardımı ile öne doğru döndürülerek bu kaslar da posteriora kıkırdığa tutundukları noktalardan ayrılır. Biller'e göre inferior konstriktör kasların da işleme dahil edilmesiyle larenks tamamen serbestleştirilmiş ve 1.5-2 cm'lik ek bir serbestleştirme sağlanmış olur. Daha agresif olan bu teknik postoperatif komplikasyonları ve özellikle de yutma güçlüğü ve aspirasyon ihtimalini daha da artırır. Aslına bakılırsa literatürde tanımlanmış olmakla birlikte infrahiyoid seviyede yapılan serbestleştirme tekniklerinde komplikasyon oranları kabul edilemeyecek kadar yüksek olup pratikte bu tekniklerin kayda değer bir uygulama alanı bulunmamaktadır.

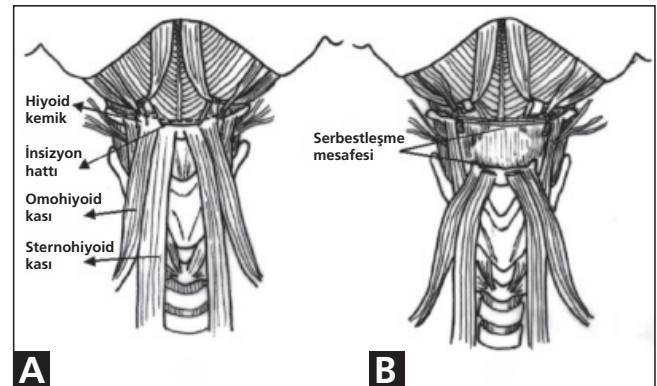
Suprahiyoid Laringeal Serbestleştirme

Servikal bölgedeki trakea rezeksiyonlarında en sık kullanılan serbestleştirme tekniği yine bir Kulak Burun Boğaz uzmanı olan Dr. Montgomery'nin tarif ettiği suprahiyoid serbestleştirmedir. Hiyoid kemiğin üst bağlantılarının kesilmesi sureti ile

yapılan serbestleştirmedir (2,5). Bu tekniğin, Dedo ve Fishman ya da Biller'in tekniklerine göre en önemli avantajı postoperatif yutma fonksiyonu ile ilgili çok daha az problem oluşturması ve ameliyattan sonra nazogastrik tüpe gerek olmamasıdır.

Suprahiyoid laringeal serbestleştirmenin cerrahi tekniği adından da anlaşılacağı gibi Hiyoid kemiğin kranial yönünde yapılan bir işlemdir. Montgomery'nin başta collar insizyonunun uçlarını yukarıya doğru uzatarak tanımladığı tekniği, Grillo submandibular bölgede hiyoid kemiğin hemen üzerindeki ikinci bir insizyondan yaparak gerçekleştirmeyi tercih etmiş ve serbestleştirme sonrası larinksin aşağı doğru düşürülebilmesi için, bu insizyonla trakea rezeksiyonunun yapıldığı insizyon arasındaki cilt köprüsünün altını diseke etmeye gerek olmadığını bildirmiştir. Bu konuda benim de tecrübem serbestleştirmenin ayrı bir submandibuler insizyondan yapılması ve iki insizyon arasındaki cilt köprüsünün altında herhangi bir diseksiyona gerek olmaması yönündedir (6) (Şekil 4).

Patolojik trakea segment rezeksiyonu yine klasik collar insizyonunu takiben tamamlanır. Suprahiyoid serbestleştirme, trakea uçlarının kabul edilebilir bir gerilme basıncıyla uç uca gelmesi mümkün olmayan durumlarda larinksin kaudal yönde mobilizasyonunu sağlayarak tansiyonsuz bir anastomoz yapılabilmesi için başvurulan bir yöntemdir. Cilt flebi Montgomery'nin orijinal tekniğinde subplatismal planda yapılan diseksiyonla hiyoid kemiğin üzerine kadar mobilize edilir. Daha sonra sternohiyoid kaslarının ortasından diseksiyona devam edilir. Tiroid istmusu zaten trakea rezeksiyonu sırasında büyük ihtimalle bağlanarak kesilmiş olur. Servikal trakea, krikoid ve tiroid kıkırdaklar ve hiyoid kemik ortaya konulduktan sonra serbestleştirmeye geçilir (Şekil 3). Hiyoid kemiğin üzerine tutunan mylohiyoid, geniohiyoid ve genioglossus kasları koterle horizontal planda kesilir. Digastrik kasın anterior ve posterior kısımlarının birleştiği yerdeki tendinöz



Şekil 3. Suprahiyoid serbestleştirmede hiyoid kemiğin üzerine tutunan stylohiyoid, mylohiyoid, geniohiyoid ve genioglossus kasları ve küçük cornularının hemen yanından hiyoid kemik kesilir. Bu işlem sonrası süperior laringeal bölge ile anatomik bir bağı kalmayan hiyoid kemik, tiroid ve krikoid kıkırdaklar ve proksimal trakea aşağı doğru düşürülmüş olur.



Şekil 4. Subglottik rezeksiyonlarda suprahoid serbestleştirme için mandibula altında ikinci bir insizyon yapılması.

bölüm bulunarak stylohiyoid kasları bu hizadan kesilir. Hiyoid kemiğin küçük cornuları da bu seviyede kesildikten sonra kendisi de bu bölgelerden kesilerek hiyoid kemiğin gövde bölümü ile büyük cornuları birbirinden ayrılmış olur. Bunu takiben diseksiyon hiyoid kemiğin üzerinden derin plana taşınarak suprahoid membran horizyontal planda açılmak suretiyle preepiglottik alana girilir. Böylelikle süperior larengeal bölge ile hiyoid kemik arasında anatomik bir bağ bırakılmamış olur. Bunu takiben hiyoid kemik, tiroid ve krikoid kıkırdaklar ve proksimal trakea kaudal yönde yine hastanın doku ve anatomik özelliklerine göre değişen miktarlarda düşürülmüş olur.

Bu serbestleştirme tekniğinde hastaların operasyon ağrısına bağlı olan yutma zorluğu dışında belirgin bir problemi olmamaktadır. Dolayısı ile bu hastalarda postoperatif dönemde nazogastirik tüpe ihtiyaç da duyulmaz.

Eve götürecek mesajlar: Özellikle yüksek subglottik rezeksiyonlarda hem cerrahinin vokal kordlara yakın olması, hem de suprahoid serbestleştirme cerrahisi sırasında suprahoid membranın diseke edilerek preepiglottik alana girilmiş olması nedeniyle postop havayolu güvenliği ve iyileşme sürecine destek olması amacıyla T tüp kullanılması gerekebilmektedir. Bu gibi durumlarda T tüpün proksimal kolunun ucu vokal kordlar ile vestibüler katlantıların arasında kalacak şekilde ayarlanması planlanır. Böylelikle hem T tüpün vokal kordların üzerine geçerek kordlarda irritasyon ve granülom

ya da polip oluşturmaya engel olunmuş, hem de proksimale daha fazla uzatmayarak epiglotun yutkunma sırasında T tüp ağzını kapatarak aspirasyon engel olması sağlanmış olunur. Diğer taraftan yazarın tecrübesidir ki erken postop dönemde T tüpün proksimal kolu bulunduğu yerden iyileşme süreci tamamlandığında muhtemelen postop cerrahi ödemin azalması ve iyileşen larinks etrafındaki dokuların fiks olarak aşağı doğru gerilmesi sonucu 2-4 hafta civarında yaklaşık 4-6 mm kaudal yönde geriye çekilmektedir.

Postop dönemde T tüp 3-6 ayda cerrahi bir işleme gerek kalmadan çıkartılabilir. T tüp kullanılması istenilmeyen, ya da tek seansta rekonstrüksiyonun tamamlanması istenen olgularda postoperatif dönemde 2-4 gün kadar cuff'sız ve küçük bir entübasyon tüpü kullanılarak hasta oda havası ya da sadece oksijen desteği ile entübe olarak takip edilebilir. Bu hastalarda postop dönemde fleksible bronkoskop ile supraglottik ve glottik seviyede ödem ve kord hareketleri değerlendirildikten ve normale döndüğü görüldükten sonra ekstübasyon yapılabilir.

Posterior skar dokusu ve darlığın kraniyal yönde vokal kordların arasına kadar ilerlediği durumlarda ise rezeksiyonun tam yapılabilmesi için tiroid kıkırdığın vertikal olarak açıldığı laringofissür ve skarlı posterior membranın kordlara kadar rezeksiyonu gereklidir. Bu gibi olgularda T tüp kullanılması, subglottik bölgenin remodeling'i ve postop op solunum için halen altın standarttır.

KAYNAKLAR

1. Grillo H, Dignan EF, Miura Y. Extensive resection and reconstruction of mediastinal trachea without prosthesis or graft: An anatomical study in man. *J Thorac Cardiovasc Surg* 1964;48(5):741-9.
2. Heitmiller RF. Tracheal release maneuvers. Faber LP, Mathisen DJ; *Chest Surgery Clinics of North America. The Trachea* 1996;6(4):675-82.
3. Dedo HH, Fishman NH. Laryngeal release and sleeve resection for tracheal stenosis. *Ann Otol Rhinol Laryngol* 1969;78:285-96.
4. Biller HF, Munier M. Combined infrahyoid and inferior constrictor muscle release for tension-free anastomosis during primary tracheal repair. *Otolaryngol Head Neck Surg* 1992;107:430-3.
5. Montgomery WW. Suprahoid release for tracheal anastomosis. *Arch Otolaryngol* 1974;99:255-60.
6. Ercan S, Koçak İ, Özkan F. Single-stage subchordal resection and reconstruction of idiopathic laryngotracheal stenosis in a male patient. *J Thorac Cardiovasc Surg* 2012;143:978-80.

SINGLE-STAGE LARYNGOTRACHEAL RECONSTRUCTION

TEK AŞAMALI LARİNGOTRAKEAL REKONSTRÜKSİYON

Thomas Schweiger, Walter Klepetko, Konrad Hoetzenecker

Division of Thoracic Surgery, Medical University of Vienna, Vienna, Austria

e-mail: konrad.hoetzenecker@meduniwien.ac.at

DOI: 10.5578/tcb.2021.008

Abstract

Glottis-subglottic stenoses are a unique entity of airway stenoses. They often require reconstruction techniques with an enlargement of the larynx in contrast to a sole resection of a stenotic airway segment. This enlargement is usually achieved by the interposition of autologous rib cartilage grafts. In experienced centers such a repair can be done in a single-stage procedure without the need of prolonged stenting with T-tubes or silicone molds. A precise surgical technique is essential in order to preserve the delicate function of the larynx. The proximity of the disease to the vocal cords requires dedicated interdisciplinary teams consisting of thoracic surgeons, anesthesiologists, ENT surgeons and speech therapists. In experienced hands excellent long-term outcomes can be achieved.

Keywords: Airway stenosis, subglottic stenosis, laryngotracheal reconstruction, cartilage graft, Montgomery T-Tube

Özet

Glottis-subglottik darlıklar hava yolu darlıkları arasında özel bir öneme sahiptir. Bu darlıklar sıklıkla sadece stenoz gelişen segmentin çıkarılmasından ziyade larinksin özel bir rekonstrüksiyon tekniğiyle genişletilmesini gerektirirler. Bu genişletme genellikle otolog kostal kırık greftlerinin interpozisyonu ile sağlanır. Deneyimli merkezlerde böyle bir onarım, tek aşamalı bir işlemle uzun süreli silikon mold ya da t tüp stent koyulmasını gerektirmeden yapılabilir. Larinksin hassas fonksiyonel yapısını korumak için kusursuz bir cerrahi teknik esastır. Hastalığın vokal kordlara olan yakınlığı, göğüs cerrahisi, anesteziyolojist, KBB cerrahisi ve konuşma terapistini içeren interdisipliner bir takımın oluşturulmasını gerektirmektedir. Deneyimli ellerde uzun dönemli mükemmel sonuçlar elde edilebilir.

Anahtar kelimeler: Hava yolu darlığı, subglottik stenoz, larinotrakeal rekonstrüksiyon, kartilaj grefti, Montgomery T-Tüp

INTRODUCTION

Despite advances in surgical and endoscopic techniques, the treatment of laryngotracheal stenosis remains challenging. Whereas stenoses limited to the subglottic area can be treated with cricotracheal resections with excellent long-term results. However, the involvement of the glottis (Figure 1) often necessitates the addition of reconstructive techniques, which aim to enlarge the laryngeal diameter (1, 2). This is usually achieved by an anterior or/and posterior laryngofissure and the interposition of a cartilaginous autograft. Dependent on the type of laryngotracheal reconstruction, stabilization of the larynx by Montgomery T-Tube stenting or silicone molds may be required (3-5). Recently, we described a modified, single-stage technique for laryn-

gotracheal reconstruction, which does not require such a prolonged stabilization (Figure 2) (2). Herein, we provide a concise summary of the surgical technique of single-stage laryngotracheal reconstruction.

SURGICAL TECHNIQUE OF SINGLE STAGE LARYNGOTRACHEAL RECONSTRUCTION

Total intravenous anesthesia is introduced and a laryngeal mask is placed (Figure 3A). If the patient has a pre-existing tracheostomy, this can be used but additionally the laryngeal mask should already be placed. Before the surgical procedure is started, flexible bronchoscopy is again performed by the surgical team to confirm the extent, grade and height of the anastomosis. Afterwards, the surgical field including the costal arch is prepped and draped. The fol-

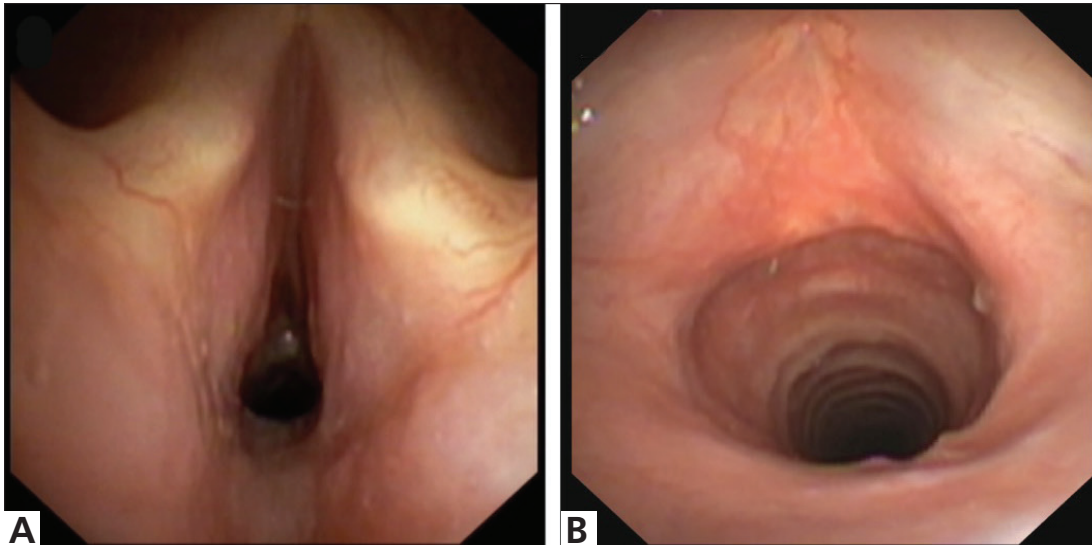


Figure 1. **A.** Preoperative bronchoscopy showing a glotto-subglottic side-to-side stenosis in a patient with idiopathic subglottic stenosis. **B.** Post-operative bronchoscopy three months after single-stage laryngotracheal reconstruction. Adopted from Hoetzenecker et al. (11).

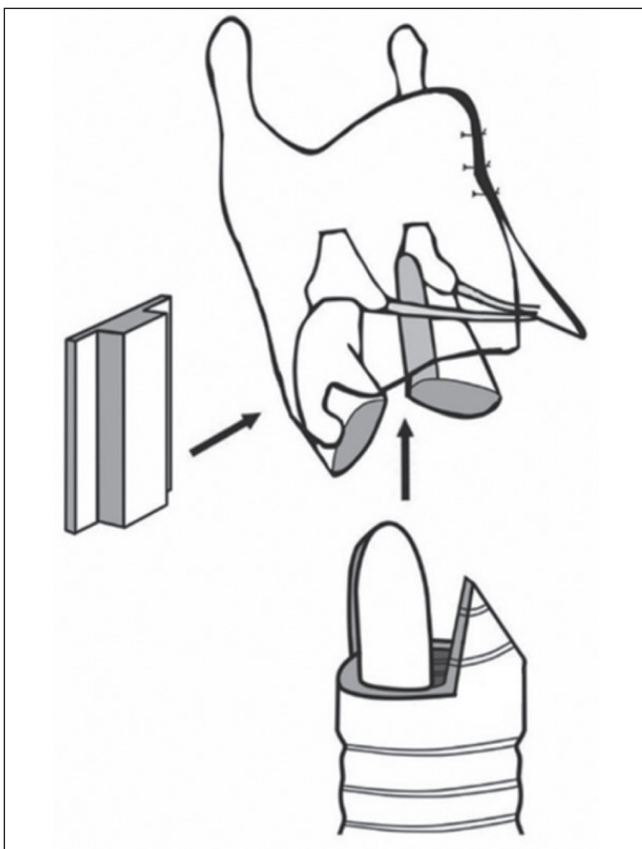


Figure 2. Schematic drawing of the surgical procedure. Adopted from Hoetzenecker et al. (2).

lowing surgical landmarks have to be identified: the thyroid notch, the cricoid arch and the jugulum (Figure 3B). A collar incision is performed above the cricoid arch. The platysma and the subcutaneous tissue are divided and mobilized. The

strap muscles are separated in the midline and the trachea, the cricoid and the thyroid are dissected starting from the midline. A retractor ring helps to expose the surgical field. The thyroid cartilage has to be completely mobilized from the adjacent connective tissue (Figure 3C). The cricothyroid muscle is lifted off the cricoid arch and preserved. Caution is required not to injure the recurrent nerves during lateral mobilization. It is important to stay close to the trachea during preparation using low-level cautery and scissors. Moreover, the lateral vascular supply of the trachea should be preserved. After opening the pretracheal fascia, the anterior and lateral aspect of the cervical and thoracic trachea has to be freed and mobilized until the carina is reached. This is mandatory to obtain a tension-free anastomosis at the end of the procedure. The cricothyroid membrane is divided, and the cricoid arch is removed by using heavy scissors. The lateral arch should be preserved as far as possible since this would unnecessarily destabilize the larynx. The trachea is separated from the cricoid plate and lifted off the esophagus. Afterwards, cross-table ventilation with a sterile endotracheal tube can be initiated. The distal tracheal rings affected by the stenosis can be removed already at this stage of the procedure. Care has to be taken to preserve a sufficient mucosal flap for a later coverage of the posterior cartilage graft. The vocal cords have to be identified with a small hook in order to avoid unintended injury during lateral dissection. Next, a dorsal mucosectomy of the cricoid plate can be performed if scar formation on the cricoid plate is evident. The cephalad border of the mucosectomy must not reach too close the vocal cords, as a sufficient rim of mucosa will be necessary to perform the anastomosis. Next, a partial

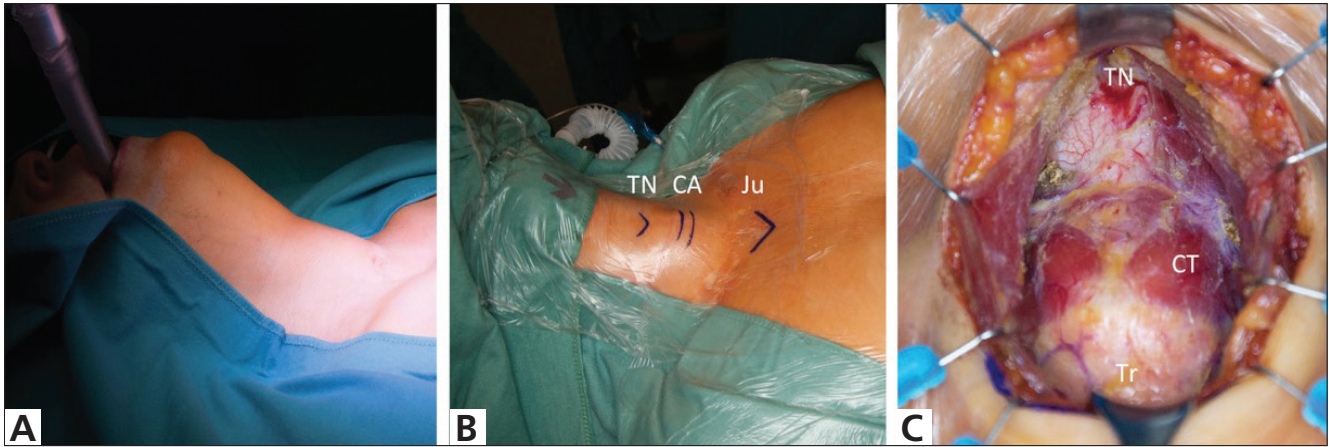


Figure 3. A. The operation is started with the patient ventilated through a laryngeal mask. B. Identification of the surgical landmarks thyroid notch (TN), cricoid arch (CA) and jugulum (Ju). C. Surgical situs after exposing the thyroid cartilage with the thyroid notch (TN), the cricothyroid muscle (CT) and the trachea (Tr).

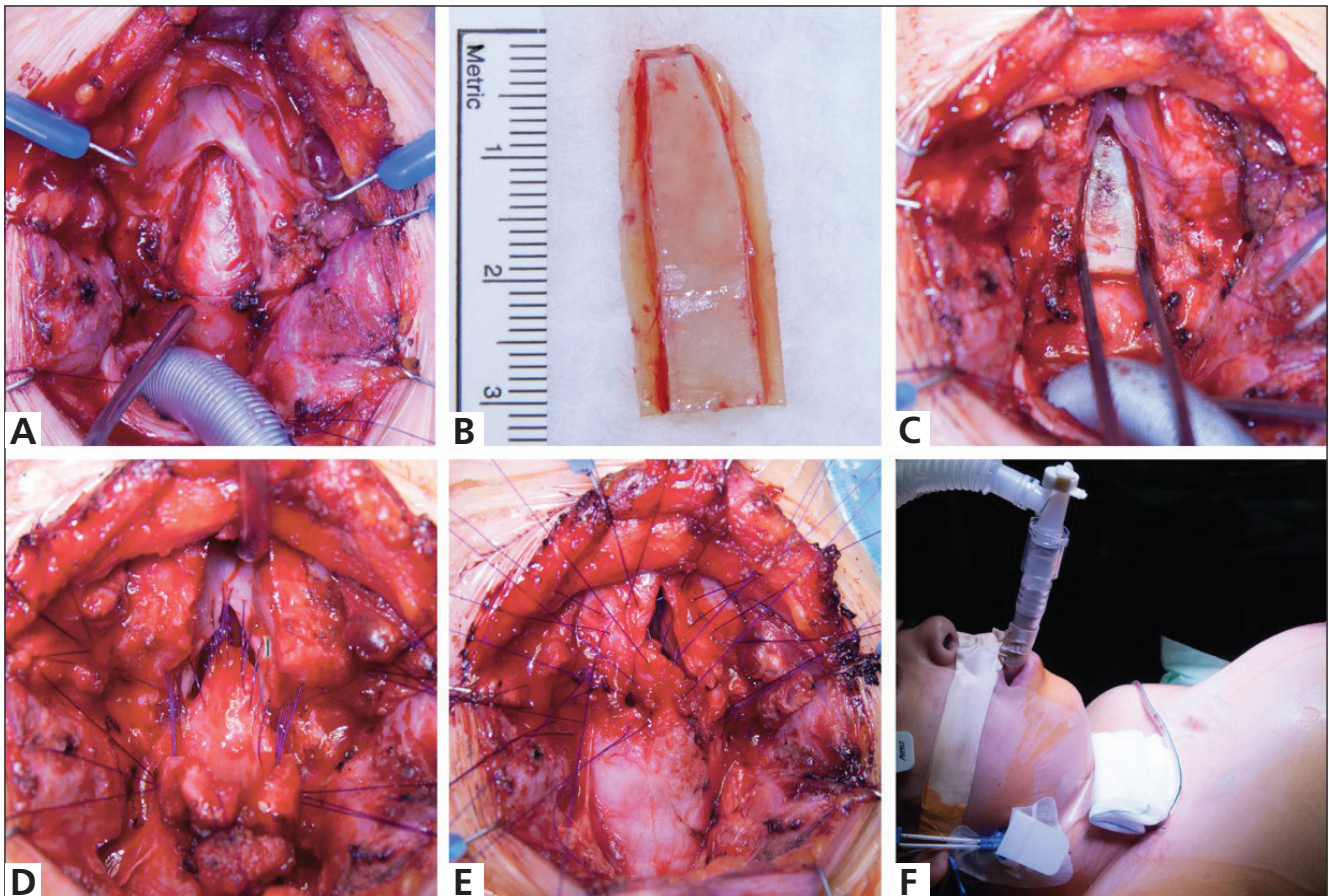


Figure 4. Key steps of a single-stage laryngotracheal reconstruction. Anterior and posterior laryngeal split **A.**, tailored rib cartilage graft **B.** and the cartilage graft interpositioned into the posterior laryngeal split **C.** The cartilage graft is covered with a liberal distal dorsal mucosal flap **D.** and the anterior split is closed with a V-shaped wedge of the distal trachea **E.** After completion of the anastomosis and wound closure, the laryngeal mask can be removed **F.** Adopted from Hoetzenecker et al. (11).

anterior laryngofissure is performed in the midline of the thyroid cartilage. Retraction sutures on both sides facilitate the exposure of the posterior glottis. A complete posterior split is performed by dividing the cricoid plate exactly in the mid-

line (Figure 4A). In case of relevant interarythenoid fibrosis, this scar tissue has to be divided by fine dissecting scissors leaving the mucosa intact. Both parts of the cricoid plate are pushed laterally and detached from the esophageal wall.

This is necessary to create a small pocket, in which the rib cartilage is later inserted beneath.

An incision is made at the costal arch and an approximately 3 cm long cartilage graft is harvested. Special attention should be paid not to injure the pleura. The cartilage is tailored with two lateral flanges, which will prevent the graft from dislocation (Figure 4B). The width and thickness of the cartilage graft have to be adapted to the individual patient. The graft is interpositioned into the divided cricoid plate (Figure 4C). Although the graft is already held in position by the lateral flanges, it can be secured using six 6-0 PDS sutures. At the distal trachea a dorsal mucosal flap is prepared and at the anterior portion of the trachea is shaped in a V-shaped wedge. A Jet ventilation catheter is now introduced through the laryngeal mask and advanced into the distal trachea. Jet ventilation facilitates to create a tubeless operation field and the reconstruction can be completed without the need for intermitting phases of apnea. A 6-0 running PDS suture is placed between the mucosal flap and the glottic mucosal rim (Figure 4D). 4-0 PDS single sutures are placed at the lateral and anterior aspects of the anastomosis. The patient's head is positioned in slight anteflexion and both ends of the anastomosis are gently approximated. Nerve hooks are used to tighten the posterior 6-0 running suture until the cartilage graft is fully covered with the distal mucosal flap. In the anterior portion, the V-shaped wedge of the trachea has to fit into the partial laryngofissure (Figure 4E). The cranial part of the laryngofissure is precisely closed with 4-0 PDS sutures, which is necessary to restore the anterior commissure of the glottis and after that the Jet catheter can be removed and conventional ventilation is presumed through the laryngeal mask. Airway patency, presence of glottic swelling and symmetric reconstruction of the glottis are checked with flexible bronchoscopy. Afterwards, the wound is closed by adapting the strap muscles, subcutaneous tissue and the platysma. The laryngeal mask is removed at the end of the operation (Figure 4F). If significant stridor and respiratory distress becomes evident, a temporary utility tracheostomy is placed distally of the anastomosis. This can be removed after the glottic swelling has resolved within the first days after surgery.

Comment

Although most techniques of subglottic resections were pioneered more than 50 years ago, complex stenoses involving the glottis still represent an ongoing challenge in laryngotracheal surgery (6). Couraud and coworkers established a surgical technique with anterior and posterior cartilage interposition to treat glotto-subglottic stenoses. The classical Couraud repair, however, lacks a mucosal coverage of

the cartilage grafts. To provide stabilization and to prevent excessive granulation formation, prolonged stenting with a Montgomery T-Tube for at least 3-6 months was therefore necessary. Despite this prolonged stenting, decannulation was achieved in most of the patients (3). Using a similar approach, Terra et al. reported a success rate of 80% with a mean follow-up of 23 months (4).

Using the modified technique described herein, the prolonged internal stenting mentioned above is not necessary owing to the fact that the reconstruction is immediately stable, and the rib cartilage is completely covered with healthy mucosa. Our initial experience of five patients has been published in 2016. All patients had an excellent functional outcome (2). Currently, our total experience comprises 12 patients, who were operated using the surgical technique described herein. We could confirm the good functional results in this updated cohort of patients (unpublished data).

CONCLUSION

The management of laryngotracheal stenosis requires a dedicated team of thoracic surgeons, anesthesiologists, ENT surgeons and speech therapists. This is especially important for glotto-subglottic stenosis, representing one of the most challenging conditions in airway surgery. Besides restoration of a sufficient airway patency the preservation of the two other laryngeal functions, namely voice and deglutition, is equally important. In experienced hands, definite treatment without further interventions can be obtained in >95% of patients (2, 7-10). The treatment of such patients, however, should be restricted to specialized centers in order to guarantee good long-term outcomes and a satisfying quality of life of patients suffering from this rare, complex disease.

REFERENCES

1. Yamamoto K, Kojima F, Tomiyama K, et al. Meta-analysis of therapeutic procedures for acquired subglottic stenosis in adults. *Ann Thorac Surg* 2011;91:1747-53.
2. Hoetzenecker K, Schweiger T, Roesner I, Leonhard M, Marta G, Denk-Linnert DM et al. A modified technique of laryngotracheal reconstruction without the need for prolonged postoperative stenting. *J Thorac Cardiovasc Surg* 2016;152:1008-17.
3. Couraud L, Jougon JB, Velly JF. Surgical treatment of nontumoral stenoses of the upper airway. *Ann Thorac Surg* 1995;60:250-9; discussion 59-60.
4. Terra RM, Minamoto H, Carneiro F, Pego-Fernandes PM, Jatene FB. Laryngeal split and rib cartilage interpositional grafting: treatment option for glottic/subglottic stenosis in adults. *J Thorac Cardiovasc Surg* 2009;137:818-23.
5. Monnier P, Lang F, Savary M. Partial cricotracheal resection for pediatric subglottic stenosis: a single institution's experience in 60 cases. *European archives of oto-rhino-laryngology : official journal of the European Federation of Oto-Rhino-Laryngological Societies* 2003;260:295-7.

6. Grillo HC. Development of tracheal surgery: a historical review. Part 1: Techniques of tracheal surgery. *The Annals of thoracic surgery* 2003;75:610-9.
7. Sittel C, Blum S, Streckfuss A, Plinkert PK. Cricotracheal resection in nontracheotomized adults: a prospective case series. *Ann Otol Rhinol Laryngol* 2008;117:288-94.
8. Piazza C, Del Bon F, Paderno A, et al. Complications after tracheal and cricotracheal resection and anastomosis for inflammatory and neoplastic stenoses. *Ann Otol Rhinol Laryngol* 2014;123:798-804.
9. Tanner K, Dromey C, Berardi ML, et al. Effects of voice-sparing cricotracheal resection on phonation in women. *Laryngoscope* 2017;127:2085-92.
10. Timman ST, Schoemaker C, Li WWL, et al. Functional outcome after (laryngo)tracheal resection and reconstruction for acquired benign (laryngo)tracheal stenosis. *Ann Cardiothorac Surg* 2018;7:227-36.
11. Hoetzenecker K, Klepetko W. Subglottic Resections: How I Teach It. *Ann Thorac Surg* 2018;106:1-7.

TEK AŞAMALI LARİNGOTRAKEAL REKONSTRÜKSİYON

SINGLE-STAGE LARYNGOTRACHEAL RECONSTRUCTION

Thomas Schweiger, Walter Klepetko, Konrad Hoetzenecker

Göğüs Cerrahisi Anabilim Dalı, Viyana Tıp Üniversitesi, Avusturya

e-mail: konrad.hoetzenecker@meduniwien.ac.at

DOI: 10.5578/tcb.2021.009

Çeviri: Aykut Cankoc, Ali Çelik

Gazi Üniversitesi Tıp Fakültesi, Göğüs Cerrahisi Anabilim Dalı, Ankara, Türkiye

Özet

Glotto-subglottik darlıklar hava yolu darlıkları arasında özel bir öneme sahiptir. Bu darlıklar sıklıkla sadece stenoz gelişen segmentin çıkarılmasından ziyade larinksin özel bir rekonstrüksiyon tekniğiyle genişletilmesini gerektirirler. Bu genişletme genellikle otolog kostal kırıldak greftlerinin interpozisyonu ile sağlanır. Deneyimli merkezlerde böyle bir onarım, tek aşamalı bir işlemle uzun süreli silikon mold ya da t tüp stent koyulmasını gerektirmeden yapılabilir. Larinksin hassas fonksiyonel yapısını korumak için kusursuz bir cerrahi teknik esastır. Hastalığın vokal kordlara olan yakınlığı, göğüs cerrahisi, anesteziyolojist, KBB cerrahisi ve konuşma terapistini içeren interdisipliner bir takımın oluşturulmasını gerektirmektedir. Deneyimli ellerde uzun dönemli mükemmel sonuçlar elde edilebilir.

Anahtar kelimeler: Hava yolu darlığı, subglottik stenoz, larinkotrakeal rekonstrüksiyon, kartilaj grefti, Montgomery T-Tüp

Abstract

Glotto-subglottic stenoses are a unique entity of airway stenoses. They often require reconstructions techniques with an enlargement of the larynx in contrast to a sole resection of a stenotic airway segment. This enlargement is usually achieved by the interposition of autologous rib cartilage grafts. In experienced centers such a repair can be done in a single-stage procedure without the need of prolonged stenting with T-tubes or silicone molds. A precise surgical technique is essential in order to preserve the delicate function of the larynx. The proximity of the disease to the vocal cords requires dedicated interdisciplinary teams consisting of thoracic surgeons, anesthesiologists, ENT surgeons and speech therapists. In experienced hands excellent long-term outcomes can be achieved.

Keywords: Airway stenosis, subglottic stenosis, laryngotracheal reconstruction, cartilage graft, Montgomery T-Tube

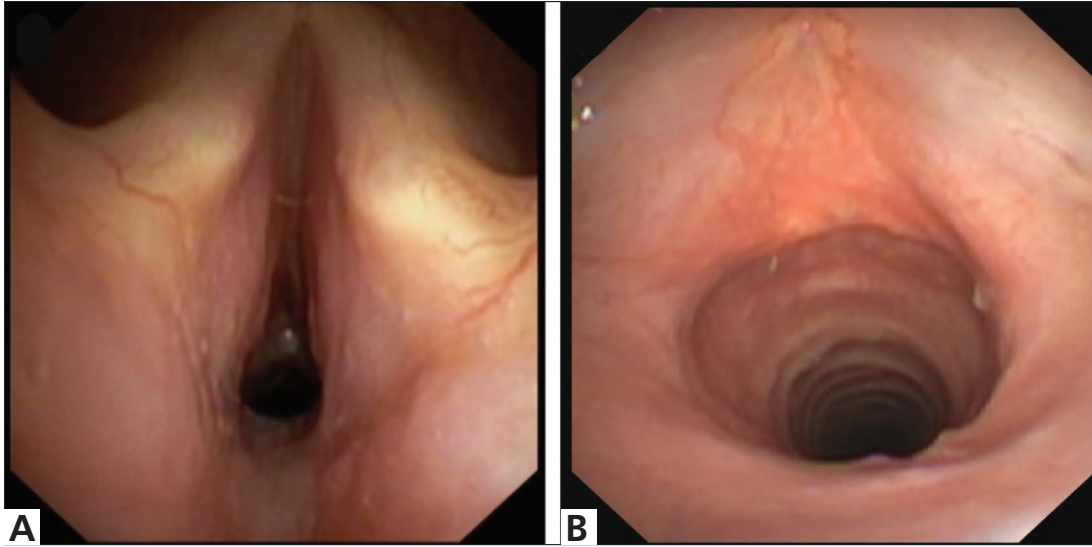
GİRİŞ

Cerrahi ve endoskopik tekniklerdeki gelişmelere rağmen larinkotrakeal darlıkların tedavisi zorlayıcılığını sürdürmektedir. Stenozun subglottik alanda sınırlı olduğu darlıklar krikotrakeal rezeksiyon ile uzun dönemli mükemmel sonuçlar elde edilerek tedavi edilebilir; glottisin etkilenmesi varlığında ise (Resim 1) sıklıkla laringeal çapın genişletilmesini hedefleyen rekonstrüktif tekniklerin de uygulanması gerekir. (1,2) Bu genellikle anterior ve/ya da posterior laringofissür ve kırıldak otogreftlerinin interpozisyonu ile sağlanır. Larinkotrakeal rekonstrüksiyonun tipine bağlı olarak, larinksin Montgomery T-Tüp ya da silikon mold ile stabilizasyonu gerekebilir. (3-5) Yakın zamanda, bu şekilde uzamış bir stabilizasyona ihtiyaç duymayan, larinkotrakeal rekonstrüksiyon için modifiye edilmiş, tek aşamalı bir teknik geliştirdik (Resim 2) (2). Burada,

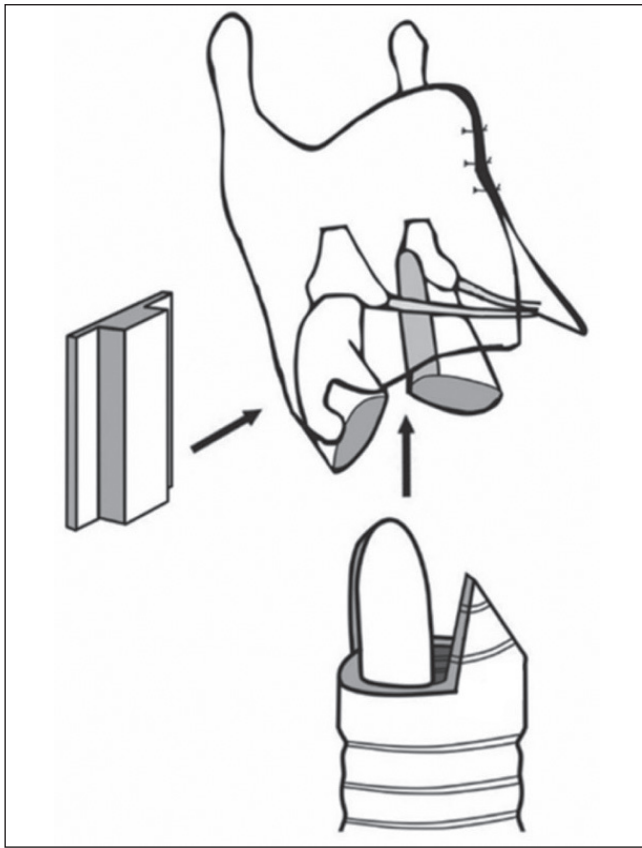
tek aşamalı larinkotrakeal rekonstrüksiyon cerrahi tekniğinin kısa bir özetini sunacağız.

TEK AŞAMALI LARİNGOTRAKEAL REKONSTRÜKSİYONUN CERRAHİ TEKNİĞİ

Total intravenöz anestezi uygulanır ve laringeal maske yerleştirilir. (Resim 3A). Eğer hastanın daha önceden trakeostomisi varsa laringeal maske yerleştirildikten sonra ilaveten trakeostomi de kullanılabilir. Cerrahi işleme başlamadan önce fleksible bronkoskop, cerrahi takım tarafından anastomozun yüksekliğini, derecesini ve uzanımını doğrulamak için tekrar uygulanır. Daha sonra, kostal yayı da içeren cerrahi alan boyanır ve örtülür. Tiroid çentik, krikoid ark ve jugulumu içeren landmarklar tespit edilir. (Resim 3B). Kolar insizyon krikoid arkın üstünden uygulanır. Platizma ve cilt altı doku ayrılır ve mobilize edilir. Strap kaslar orta hattın ayrılır ve trakea, krikoid ve tiroid orta



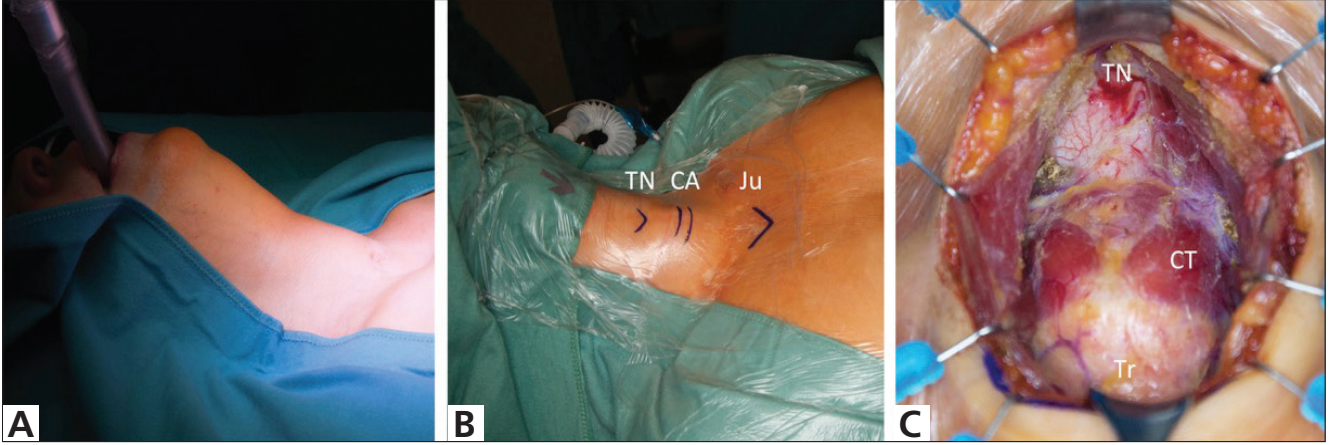
Şekil 1. A. İdiopatik subglottik darlığı olan bir hastada glotto-subglottik “yanyana” stenozu gösteren preoperative bronkoskopi. **B.** tek aşamalı laringotrakeal rekonstrüksiyondan 3 ay sonrasına ait post operatif bronkoskopi. Hoetzenecker ve arkadaşlarından alınmıştır (11).



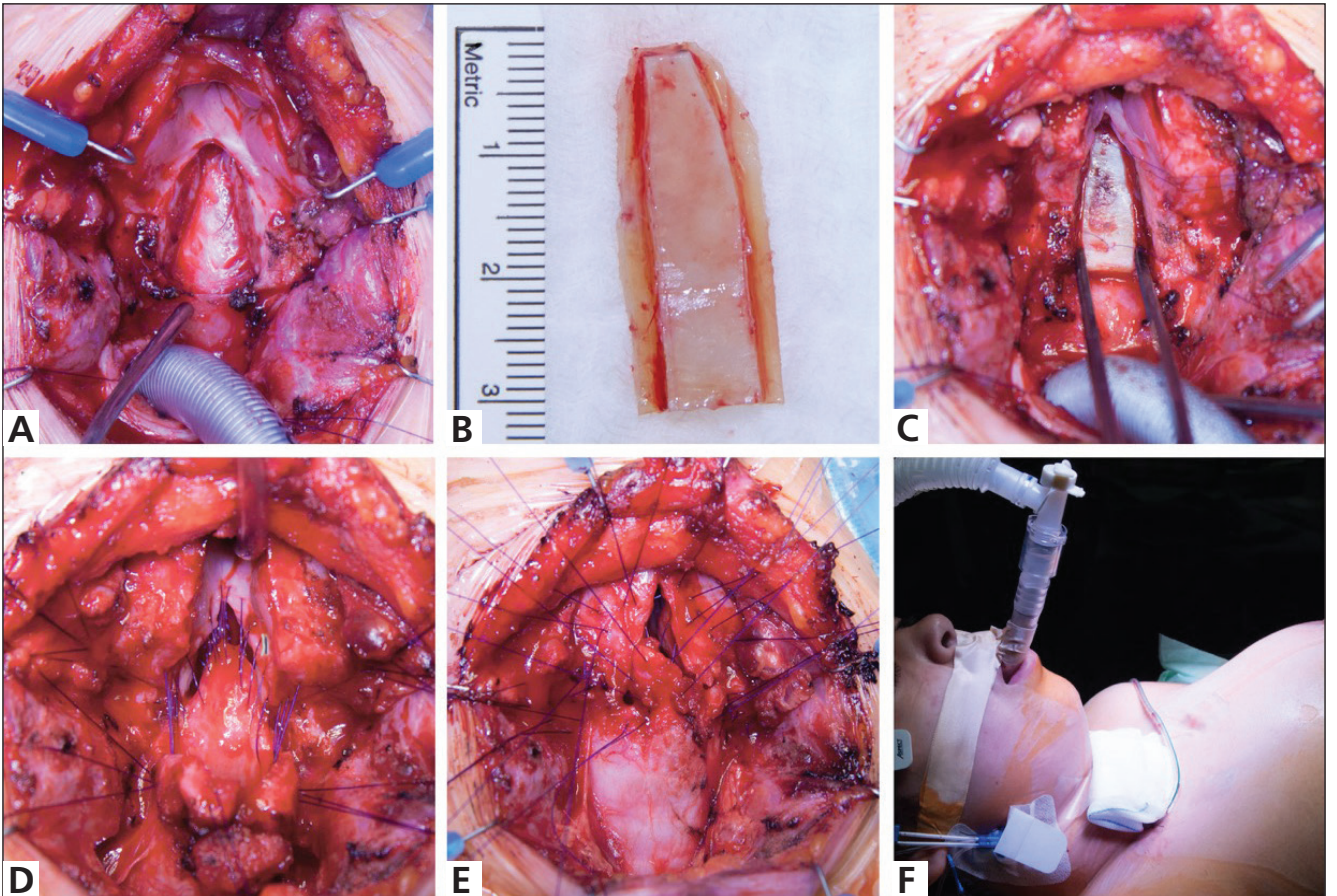
Şekil 2. Cerrahi işlemin şematik bir çizimi. Hoetzenecker ve arkadaşlarından alınmıştır (2).

hattan başlayarak diseke edilir. Retraktör halka yardımıyla cerrahi alan açığa çıkarılır. Tiroid kıkırdak bitişik olan bağ dokusundan tamamen mobilize edilmelidir. (Resim 3C). Krikotiroid kas, krikoid arkta kaldırılmalı ve korunmalıdır. Lateral mobili-

zasyon sırasında reküren sinirlere hasar vermemek için dikkat gereklidir. Makas ve düşük seviyeli koter kullanımı hazırlığında trakeaya yakın kalmak önemlidir. Dahası trakeanın lateral vasküler beslenmesi korunmalıdır. Pretrakeal fasyayı açtıktan sonra, servikal ve torasik trakeanın anterior ve lateral kısımları serbestleştirilmeli ve karınaya ulaşana kadar mobilize edilmelidir. İşlemin sonunda gerilimsiz bir anastomoz elde etmek elzemdir. Krikotiroid membran bölünür ve krikoid ark makas kullanılarak çıkarılır. Bu işlem gereksiz yere larinksi destabilize edeceğinden lateral ark mümkün olduğunca korunmalıdır. Trakea krikoid kıkırdaktan ayrılır ve özafagus üzerinden kaldırılır. Daha sonra intraoperatif ventilasyon steril endotrakeal bir tüple başlatılır. Stenozdan etkilenen distal trakeal halka işlemin bu aşamasında çıkarılabilir. Posterior kıkırdak greftinin daha sonra örtülmesi için yeterli mukozal flep saklanması özen gösterilmelidir. Lateral diseksiyon sırasında istenmeyen bir hasardan kaçınmak için vokal kordlar küçük bir kanca ile işaretlenmelidir. Sonra, eğer krikoid kıkırdakta yara oluşumu aşıkarsa krikoid kıkırdağa dorsal mukozektomi uygulanabilir. Anastomozu gerçekleştirmek için yeterli miktarda kenar hattına ihtiyaç olduğundan mukozektominin sefal sınırı vokal kordlara çok yakın olmamalıdır. Daha sonra tiroid kıkırdağın orta hattından parsiyel anterior laringofissür uygulanır. Her iki tarafa konulan retraksiyon sütürleri posterior glottisin açığa çıkarılmasını kolaylaştırır. Tam posterior ayırma, krikoid kıkırdağı tam olarak orta hattan bölerek sağlanır. (Resim 4A). Uygun interaritenoïd fibrozis olduğu durumda, bu yara dokusu mukozaya intakt bırakılarak iyi bir diseksiyon makası ile bölünmelidir. Krikoid kıkırdağın her iki parçası laterale itilerek özafagus duvarından ayrılır. Bu daha sonra kostal kıkırdağı altına yerleştirmek üzere küçük bir cep oluşturmak için gereklidir.



Şekil 3. A. Hasta laringeal maske yoluyla ventil edilirken operasyon başlatılır. B. Cerrahi landmarkların tespit edilmesi; tiroid çentik (TN), krikoid ark (CA) ve jugulum (Ju). C. Tiroid çentik ile beraber tiroid kıkırdağı (TN), krikoid kası (CT) ve trakea (Tr) açığa çıkarıldıktan sonraki cerrahi konumları.



Şekil 4. Tek aşamalı laringotrakeal rekonstrüksiyon için anahtar adımlar. Anterior ve posterior laringeal ayırma **A.**, biçimlendirilmiş kıkırdağ grefti **B.** ve posterior laringeal yarığa interpoze edilmiş kıkırdağ grefti **C.** Kıkırdağ grefti serbest distal mukozal flep ile örtülmüş **D.** ve anterior yarığın V şeklindeki distal trakea ile kapatılması **E.** Anastomoz tamamlandıktan ve yara kapatıldıktan sonra laringeal maske çıkarılabilir **F.** Hoetzenecker ve arkadaşlarından alınmıştır (11).

Kostal yaydan bir insizyon yapılır ve yaklaşık 3 cm uzunluğunda kıkırdağ grefti alınır. Plevrayı yaralamamak için özen gösterilmelidir. Kıkırdağ grefti, dislokasyondan korumak için iki lateral yakasıyla birlikte çıkarılır (Resim 4B). Kıkırdağ grefti-

tinin genişliği ve kalınlığı hastaya göre ayarlanmalıdır. Greft bölünmüş olan krikoid kıkırdağa interpozisyona edilir (Resim 4C). Greft lateral kenarları tarafından pozisyonda tutulsa da altı tane 6-0 PDS dikiş kullanılarak sabitlenebilir. Distal trakea-

ada dorsal mukozal flep hazırlanır ve trakeanın anterior kısmı v-wedge biçiminde şekillendirilir. Jet ventilasyon katateri laringeal maske üzerinden uygulanır ve trakeanın distaline ilerletilir. Jet ventilasyon, tüpsüz operasyon alanını oluşturmayı kolaylaştırır ve rekonstrüksiyon apne fazları için ara vermeye ihtiyaç duyulmadan tamamlanabilir. 6-0 sürekli PDS sütür mukozal flep ve glottik mukozal kenar arasına yerleştirilir. (Resim 4D). Anastomozun lateral ve anterior kısımlarına 4-0 tek PDS sütür konulur. Hastanın başı hafif antefleksiyon pozisyonuna getirilir ve anastomozun her iki ucu nazikçe yaklaştırılır. Sinir kancaları kıkırdak grefti distal mukozal flep ile tamamen örtünceye kadar, posteriora yerleştirilmiş 6-0 sürekli sütürleri germek için kullanılır. Anterior kısımdaki trakeanın v- wedge şekilli kısmı ile parsiyel laringofisüre tam olarak uymalıdır (Resim 4E). Glottisin anterior komissürünü yapılandırmak için laringofisürün kranial parçası 4-0 PDS sütür ile dikkatlice kapatılmalıdır. Daha sonrasında jet katater çıkarılabilir ve konvansiyonel ventilasyon laringeal maske yardımı ile devam ettirilir. Hava yolu bütünlüğü, glottik şişlik varlığı ve glottisin simetrik rekonstrüksiyonu fleksible bronkoskopi ile kontrol edilir. Son olarak kesi, strap kasları, derialtı doku ve platizma kası dikilerek kapatılır. Operasyon bitiminde laringeal maske çıkarılır (Resim 4F). Eğer ciddi stridor ve solunum sıkıntısı aşikar olursa, anastomozun distaline geçici bir utility trakeostomi konulabilir ve cerrahi sonrası ilk günlerde glottik şişlik çözüldükten sonra çıkarılabilir.

Yorum

Subglottik rezeksiyon tekniklerinin birçoğu 50 yıldan daha önce keşfedilmesine rağmen laringotrakeal cerrahide glottisi içeren kompleks darlıklar hala zorlayıcı olmaya devam etmektedir (6). Couraud ve arkadaşları glotto-subglottik darlıkların tedavi etmek için anterior ve posterior kıkırdak interpozisyonunu içeren bir cerrahi teknik geliştirmişlerdir. Klasik Couraud tamiri kıkırdak greftlerinin mukozal örtüsünden yoksundur. Bu teknikte stabilizasyonu sağlamak ve aşırı granülözasyon oluşumunu önlemek için Montgomery t-tüp ile en az 3-6 aylık uzamış stent gerekmektedir. Uzamış stent konulmasına rağmen dekanülasyon birçok hastada sağlanıyordu. (3). Benzer bir yaklaşımla, Terra ve arkadaşları 23 aylık ortalama takip süresi ile %80'lik bir başarı oranı bildirmişlerdir (4).

Burada tanımlanan modifiye edilmiş teknik kullanıldığında rekonstrüksiyon hemen stabil bir yapıda kaldığından ve kostal kıkırdak sağlıklı mukoza ile tamamen kaplandığından yukarıda bahsedilen internal stent kullanımı gerekli değildir. Bizim 5 hastalık ilk deneyimimiz 2016 yılında yayımlandı. Tüm hastaların mükemmel fonksiyonel sonuçları vardı (2). Halihazırda, bizim toplam deneyimimiz burada tanımlanan

teknik ile opere edilen 12 hastayı kapsamaktadır. Başarılı fonksiyonel sonuçları, hastaların güncellenmiş kohort çalışmasıyla doğrulayabiliriz (yayımlanmamış veri).

Sonuç

Laringotrakeal darlıkların yönetimi; göğüs cerrahisi, anesteziyolojist, KBB cerrahisi ve konuşma terapistinden oluşturulmuş bir takım gerektirmektedir. Bu özellikle hava yolu cerrahileri içinde en zorlayıcı durumlardan biri olan glotto-subglottik darlıklar için önemlidir. Yeterli hava yolu bütünlüğünün onarımının yanısıra diğer iki laringeal fonksiyonun, ses ve yutma, korunması da eşit derecede önemlidir. Deneyimli ellerde, başka bir girişim gerektirmeyen kesin tedavi >%95 hastada elde edilebilir (2,7-10). Bu tarz hastaların tedavisi, uzun dönem iyi sonuçlar ve bu komplike nadir hastalığı çeken hastaların tatmin edici yaşam kalitesine sahip olmasını garanti edebilmek için uzmanlaşmış merkezlerle sınırlandırılmalıdır.

KAYNAKLAR

1. Yamamoto K, Kojima F, Tomiyama K, et al. Meta-analysis of therapeutic procedures for acquired subglottic stenosis in adults. *Ann Thorac Surg* 2011;91:1747-53.
2. Hoetzenecker K, Schweiger T, Roesner I, et al. A modified technique of laryngotracheal reconstruction without the need for prolonged postoperative stenting. *J Thorac Cardiovasc Surg* 2016;152:1008-17.
3. Couraud L, Jougon JB, Velly JF. Surgical treatment of nontumoral stenoses of the upper airway. *Ann Thorac Surg* 1995;60:250-9; discussion 59-60.
4. Terra RM, Minamoto H, Carneiro F. Laryngeal split and rib cartilage interpositional grafting: treatment option for glottic/subglottic stenosis in adults. *J Thorac Cardiovasc Surg* 2009;137:818-23.
5. Monnier P, Lang F, Savary M. Partial cricotracheal resection for pediatric subglottic stenosis: a single institution's experience in 60 cases. *European archives of oto-rhino-laryngology : official journal of the European Federation of Oto-Rhino-Laryngological Societies* 2003;260:295-7.
6. Grillo HC. Development of tracheal surgery: a historical review. Part 1: Techniques of tracheal surgery. *The Annals of thoracic surgery* 2003;75:610-9.
7. Sittel C, Blum S, Streckfuss A, Plinkert PK. Cricotracheal resection in nontracheotomized adults: a prospective case series. *Ann Otol Rhinol Laryngol* 2008;117:288-94.
8. Piazza C, Del Bon F, Paderno A, et al. Complications after tracheal and cricotracheal resection and anastomosis for inflammatory and neoplastic stenoses. *Ann Otol Rhinol Laryngol* 2014;123:798-804.
9. Tanner K, Dromey C, Berardi ML, et al. Effects of voice-sparing cricotracheal resection on phonation in women. *Laryngoscope* 2017;127:2085-92.
10. Timman ST, Schoemaker C, Li WWL, et al. Functional outcome after (laryngo)tracheal resection and reconstruction for acquired benign (laryngo)tracheal stenosis. *Ann Cardiothorac Surg* 2018;7:227-36.
11. Hoetzenecker K, Klepetko W. Subglottic Resections: How I Teach It. *Ann Thorac Surg* 2018;106:1-7.

TRAKEA YARALANMALARININ CERRAHİ TEDAVİSİNDE PÜF NOKTALAR

TIPS AND TRICKS IN SURGICAL MANAGEMENT OF TRACHEAL INJURY

Berk Çimenoglu, Berker Özkan, Alper Toker

İstanbul Üniversitesi Tıp Fakültesi, Göğüs Cerrahisi Anabilim Dalı, İstanbul, Türkiye

e-mail: berkerozkan@yahoo.com

DOI: 10.5578/tcb.2021.010

Özet

Trakeobronşiyal yaralanmalar en sık travma nedeniyle gelişmekle birlikte entübasyona veya bronkoskopiye sekonder olarak da oluşabilir. Penetran boyun travmaları sonrasında %8, künt göğüs-boyun travmalarından sonra ise %2 oranında görülebilmektedir. Genellikle diğer organ yaralanmaları da trakeobronşiyal yaralanmalara eşlik eder. Vakaların çoğu acil birimlerine genel durum bozukluğu ve solunumsal semptomlar ile başvururken, geç dönemde hemoptizi, tekrarlayan pnömoni ve astım benzeri şikayetler de gelişebilir. Tanı-tedavi algoritması karmaşıktır. Hastanın klinik, radyolojik bulguları ve klinisyenin tecrübesine göre diagnostik ve teröpotik öncelikler ve yöntemler değişiklik gösterebilir. Tedavinin en önemli basamağı erken tanı konulmasıdır. Tedavi edilebilecek kadar hayatta kalan hastaların uzun dönem sağ kalımları iyidir fakat striktür gelişimi gibi geç komplikasyonlar gözlenebilir.

Anahtar kelimeler: Trakea, özofagus, fistül, trakeaözofageal fistül

Abstract

Most common cause of tracheobronchial injury is trauma, however it may also develop after intubation and bronchoscopy as well. Tracheobronchial injury can be encountered by 8% after penetrating cervical trauma and by 2% after blunt servicothoracic trauma. It is generally accompanied by other system injuries. In the early phase of the injury, patients present to emergency department with respiratory distress and poor medical condition. Later phase of the injury is associated with hemoptysis, perpetual pneumonias and asthma-like symptoms. Diagnosis and treatment algorithm may be complex. Diagnostic and therapeutic approaches may vary based on radiological and clinical findings and experience of the medical team. The most important step to appropriate management is timely diagnosis. Outcomes are favorable in patients who survive long enough to receive healthcare, however it should be kept in mind that those patients may also present with late complications such as stricture.

Keywords: Trachea, esophagus, fistula, tracheoesophageal fistula

GİRİŞ

Trakeobronşiyal yaralanmaların en sık nedeni trafik kazalarında görülen künt travmadır. Ancak iatrojenik travmaya bağlı trakeobronşiyal yaralanmalar artarak bildirilmektedir. Trakea yaralanmalarının tedavisi, tanımı takiben acil cerrahi onarımdır. Hava yolu yaralanmalarında erken tanı ve tedavi, gelişecek komplikasyonları önlemek ve akciğer fonksiyon kaybını azaltmada önemlidir. Trakeobronşiyal yaralanmaların tanısı ve tedavi yönetimi her aşamasında zorluklar içerir. Bu hastaların çoğu hastaneye ulaşmadan olay yerinde asfiksi ve eşlik eden patolojiler nedeniyle kaybedilmektedirler (1). Yaralanma sıklıkla karinanın 2.5 cm yakınında lokalizedir (2,3). Hastaneye ulaşabilen olgularda sıklıkla değişen derecede solunumsal semptomlar ön plandadır. Hızlı anamnez

ve klinik bulgular doğrultusunda hava yolu güvenliğini sağlayacak acil manevralar gerekebilir ve hızlı müdahale hayat kurtarıcı olacaktır. Fiberoptik bronkoskopi rehberliğinde kontrollü orotrakeal entübasyondan servikal seviyede açık yaralanması olan vakalarda direk yaralanan bölgeden entübasyon tüpüyle acil ventilasyon spektrumunda değişebilen entübasyon-ventilasyon stratejileri mevcuttur.

İnsidans

Penetran trakeobronşiyal yaralanmalar tüm toraks travmalarının %1-2'sini oluşturur (4,5).

Penetran boyun travmalarından sonra trakeobronşiyal rüptür insidansı %3-6, penetran göğüs travmaları sonrasında ise %1 olarak bildirilmektedir.

Künt trakeobronşiyal yaralanmalar ise genellikle distal trakeada veya ana bronşta görülür (6,7). Künt travma nedenli trakeobronşiyal yaralanmaların %60-80'i karinanın 2.5 cm çevresinde, %10'u ise servikal trakeada lokalizedir (7-10).

Sınıflandırma

Trakeobronşiyal sistem yaralanmaları birkaç şekilde sınıflandırılır.

Etiyolojiye göre:

1. Travmatik

Çarpışma, ateşli silah yaralanması, delici kesici alet yaralanması sonucu görülür. Genellikle servikal ve torasik vertebra, büyük damar, akciğer, tiroid, kalp, özofagus yaralanmaları eşlik eder.

2. İatrojenik

Mekanizmaya göre:

1. Künt yaralanma: Genellikle boyun ve göğüs yaralanmaları eşlik eder. Boyunda ciddi ödem gelişmesi durumunda asfiksi, pulmoner ödem ve respiratuar distres sendromu gelişebilir.

2. Penetran yaralanma

Yaralanma bölgesine göre:

1. Servikal trakeal yaralanma
2. Torasik trakeal yaralanma
3. Ana bronş yaralanması
4. Lober/segmenter bronş yaralanması

İlişkili Yaralanmalar

Etkilenen vücut bölgesine göre trakeobronşiyal sistem rüptürlerine eşlik eden yaralanmalar değişiklik gösterir. Künt travmanın multipl ekstratorasik yaralanmalarla ilişkisi yüksektir (11,12). Penetran servikal trakea yaralanmalarına %28 oranda özofagus yaralanması, %13 oranında büyük damar yaralanması, %8 oranında rekürren laringeal sinir

yaralanması ve %3 oranda spinal kord yaralanmasının eşlik ettiği bildirilmiştir (12). Penetran toraks yaralanmalarında ise özofagus yaralanması %11, büyük damar yaralanması %18, kalp yaralanması %5, spinal kord yaralanması %7 ve batin içi yaralanmalar %18 oranında görülür (13). Servikal bölge yaralanmalarının tedavisi hava yolu onarımı ile kontrol edilebilirken, toraks nazif yaralanmalar multidisipliner yaklaşım gerektirebilir.

Patofizyoloji

Künt travmada trakeobronşiyal yaralanmanın gelişimi üç mekanizmayla açıklanmaktadır (14).

1. Glottis kapalıyken oluşan ani hava yolu basınç artışı trakeal veya ana bronşlarda yırtılmaya neden olur. Bu mekanizma künt batin travması sonrası diyaframın ani yer değişikliğine bağlı ortaya çıkan trakeobronşiyal yaralanmaları açıklar.
2. Anteroposterior sıkışma nedeniyle akciğerler laterale doğru hareket eder ve karina çevresinde yaralanmaya neden olur.
3. Ani deselerasyona bağlı, trakeanın fikse krikoid kartilaj ve karina seviyelerine komşu mobil alanlarda yaralanma gelişir.

Trakeobronşiyal yaralanmaların %80'i bu mekanizmalar doğrultusunda karinanın 2.5 cm yakınında meydana gelmektedir.

KLİNİK BULGULAR

Hava yolunda basit mukozal laserasyonlar minör hemoptizi dışında bulgu vermeyebilir. Nefes darlığı, siyanoz, öksürük, hemoptizi, ciltaltı amfizem ve pnömotoraks ciddi hava yolu yaralanmasını gösteren bulgulardır. Trafik kazası veya yüksekten düşme sonucu meydana gelen toraks travmalarında glottisin kapanması sonucu meydana gelen hava yolu içerisindeki basınç artışı trakea ve bronş yırtılmalarına yol açabilir. Vakaların beşte birinde ise ana bronş rüptürü bildirilmiştir (15). Genellikle sağ ana bronş daha fikse olduğu için sağ ana bronş yaralanmalarının sol ana bronş yaralanmalarına göre daha sık meydana geldiği fikri yaygındır ancak sağ ve sol ana bronş rüptürünün benzer oranlarda meydana geldiğini bildiren seriler mevcuttur (16).

Dispne: Hava yolu yaralanmalarında dispne gelişiminin pnömotoraks, hava yolunun sekresyonlara veya hematoma bağlı tıkanması, pulmoner kontüzyon, bronşiyal mukoza ödemi, hematoma basısı gibi çeşitli nedenleri vardır. Ana bronş yaralanmalarının ilk bulgusu genellikle pnömotorakstir ve tansiyon pnömotoraks gelişmesi halinde venöz dönüş azalır ve ani kalp yetersizliği gelişebilir (17). Tüp torakostomi uygu-

Tablo 1. Trakeobronşiyal sistem yaralanmalarında mekanizmalar

Servikal	Vertebranın boynu sıkıştırmasına yol açan direkt kuvvet Kompresyon ve rotasyon Traksiyona ve ayrışmaya yol açan ani hiperekstansiyon Glottis kapalıyken posterior membran ayrışmasına yol açan akut kompresyona bağlı intratrakeal basınç artışı
Göğüs	Karinada kaymaya yol açan ani deselerasyon Glottis kapalıyken posterior membran ayrışmasına yol açan akut kompresyona bağlı intratrakeal basınç artışı

lamasından sonra masif hava kaçağı görülebilir ve akciğer ekpanse olmayabilir. Eski trakeal yaralanmalar granülom oluşumuna bağlı lobar veya segmental atelektazi ile prezente olabilir ve nefes darlığına yol açabilir. Böyle hastalarda rekürren pnömoniler izlenebilir.

Dispneye ek olarak seste kısımla ve boğuklaşma gibi değişiklikler, disfaji ve ağrı diğer sık rastlanan semptomlardır (18).

Ciltaltı ve mediastinel amfizem: Hemoptizi ve dispne olmaksızın ciltaltı veya mediastinel amfizem gelişmesi hava yolu perforasyonunun en önemli bulgularından biridir. Hemen hemen her trakea yaralanmasında pnömomediastinum görülür. Bunu yanı sıra vena cava basısına yol açarak kalp yetmezliği oluşturabilir.

Boyun bölgesinde morluk, abrazyon, hematoma, krepiyasyon ve ciltaltı amfizem, yaradan çıkan hava kabarcıkları izlenebilir (19). Tüp torakostomi sonrası devam eden masif hava kaçağı ve akciğerde ekspansiyon kusuru trakeobronşiyal yaralanma düşündürmelidir (20). Ne yazık ki vakaların sadece üçte birine ilk gün içinde tanı konabilmekte; sıklıkla akciğer kollabe olup, septik komplikasyonlar ortaya çıktıktan sonra saptanmaktadır (3).

Trakeal yaralanmalarda genellikle minör hemoptizi görülür fakat trakea ile beraber bronşiyal arter yaralanması veya fistülü varsa bu duruma majör hemoptizi eşlik eder. Ölümcül travmaya maruz kalan ve hemorajik şoka giren hastalar çoğu zaman hastaneye ulaşmadan kaybedilmektedir.

Mediastinit, bronkoplevral fistül ve atelektazi olan hastalarda bile trakeobronşiyal yaralanma tanısı gecikebilmektedir (21).

Hava embolisi: Özellikle penetran travmalara eşlik edebilecek hava embolisi, nadir ancak mortalitesi yüksek bir durumdur. Hilusta venlerin çevre doku veya akciğer ile çevrili olmadığı bölgeleri etkileyen penetran travmalarda gözlenebilir. Ven içerisine geçen az miktarda hava bile hemodinamik instabilite ve ventriküler fibrilasyon gibi sonuçlara yol açar. Endotrakeal basıncın 60 mmHg'dan yüksek olduğu durumlarda gaz pulmoner venöz sistemden sistemik dolaşıma geçebilir ve koroner arterlerde hava embolisine yol açabilir, bu nedenle entübasyon ve pozitif basınçlı ventilasyon sonrası ani kardiyopulmoner kollaps gelişmesi, fokal-lateralize nörolojik bulgu ve ilk alınan arter kan örneğinin köpüklü olması akla hava embolisini getirmelidir. Göz dibi muayenesinde retinal arterlerde hava görülmesi tanıyı doğrular. Aynı zamanda transözofajal ekokardiyografi ile sağ atriyumda hava görülerek hava embolisi tanısı konulabilir (41). Hava embolisi şüphesi olduğunda mekanik ventilasyondan terci-

hen kaçınılmalı, mekanik ventilasyon şart ise basınçlar en düşük seviyeye çekilmelidir. Mümkünse hasta çift lümenli tüp ile entübe edilip sağlıklı akciğer korunmalıdır. Arteriyel hava embolisi düşünülen vakalarda hasta sırtüstü yatırılmalıdır, bu yolla nitojen atılımı daha hızlı olur. Venöz hava embolisi olgularında ise hastalar sol yanlarına yatırılmalıdır. Acil torakotomi açılarak hilusa klemp konulmalı, kalpte biriken hava kanülle boşaltılmalıdır.

İatrojenik Yaralanma: Trakeotomi (%0.2), entübasyon (%0.1) ve özofajektomi (%0.4) sonrasında ciltaltı amfizem ve pnömotoraks gelişmesi durumunda trakeobronşiyal sistem yaralanması akla gelmelidir. Hafif yaralanmalar kronik süreçte striktür gelişene kadar tanı almayabilir (22).

TANI

Radyolojik Bulgular

Pnömotoraks ve pnömomediastinuma ek olarak trakea kontüründe silinme, endotrakeal tüpün balonunun defektten çıkmış halde izlenmesi patognomoniktir. Multiplanar toraks bilgisayarlı tomografi ve 3D rekonstrüksiyon tanı doğruluğunu %95'in üzerine çıkarır (23,24) vakaların %10'unun radyolojisinin normal olabileceği akılda tutulmalıdır.

Bronkoskopi

Bronkoskopik inceleme trakeobronşiyal yaralanma tanısında altın standarttır (18,19). Entübe hastada entübasyon tüpü geriye çekilerek tüm proksimal hava yolları da dikkatlice incelenmeli, ilk bronkoskopide patoloji saptanmasa dahi trakeobronşiyal yaralanma şüphesi duyuluyorsa bronkoskopi tekrar yapılmalıdır. Yaralanmanın lokalizasyonunun tam tespiti çok önemlidir.

Travma öyküsü olan ve boyunda solunum hareketleri ile birlikte olan hava sesi varlığında servikal trakea rüptüründen şüphelenilebilir fakat torasik trakea ve ana bronş rüptürleri sıklıkla gözden kaçmaktadır. Çarpışma, düşme ve patlamaya bağlı toraks travmalarında trakeal yaralanma dışlanması hayati önem taşımaktadır (25).

Küçük bronşiyal rüptürlerde ve mukozal yaralanmalarda fiberoptik bronkoskopi en önemli tanısal metodlardan biridir. Asemptomatik vakaların tespiti, yaralanmanın derecesini ve yerini doğru tespiti için trakeobronşiyal yaralanma şüphesi olan hastalara erken dönemde bronkoskopi yapılmalıdır (26). Minör laserasyonlar nadiren gözden kaçabilse de bronkoskopi ana hava yolu yaralanmalarını dışlamak için en güvenli yöntemdir. Bununla beraber direkt veya fiber optik laringoskopi boyun travması olan hastalarda servikal rüptürlerin gözden kaçmaması için gereklidir.

Trakeoözofageal veya bronkoplevral fistülü olan hastalarda uzun dönemde trakeal yaralanma tanısını koymak için trakeografi yapılmıştır. Bu yöntem aynı zamanda bronşiyal dilatasyon ve küçük bronşiyal yabancı cisim tanısı gibi tomografi ile tanı konulamayan durumlarda etkilidir.

Servikal trakea rüptürü olan hastalarda boyundaki yarıdan %60 oranda hava kaçağı görülür. Entübasyon sonrası bu hava kaçağının durması tanıyı destekler (27).

TEDAVİ

Konservatif Tedavi

İzole membranöz trakea yerleşimli 2 cm'den küçük yaralanmalarında endobronşiyal tüpün balonu yaralanma distalinde şişirilerek düşük tidal volümlerle spontan iyileşme beklenebilir (20). Ancak semptomatik trakeal kartilaj yaralanmalarında, ciltaltı ve mediastinal amfizemin progrese olduğu olgularda, ventilasyonda zorlanıldığı durumlarda ve mediastinit bulguları ortaya çıkması halinde cerrahi tedavi kaçınılmazdır (28).

Bir santimden küçük mukozal yırtılmalar ise hemen her zaman kendini sınırlar ve cerrahi tedavi gerektirmeyebilir (29,30).

Konservatif Tedavi Endikasyonları

1. 2-3 cm'lik yırtıklar veya yırtığın bronş çapının 1/3'ünden küçük olması.
2. Diğer sistem yaralanmalarının bulunmaması, asemptomatik hasta, enfeksiyon bulgusunun olmaması, hava yolu devamlılığının ve spontan solunumun devam etmesi.
3. Göğüs tüpü takılmasından sonra persistan hava kaçağı veya ekspansiyon kusurunun bulunmaması.

Tüp torakostomi uygulanan hastalarda ekspansiyonu sağlamak için çoğu zaman negatif basınçlı aspirasyon da önerilir. Negatif basıncın şiddetini yırtığın büyüklüğü belirler (31). Ancak ciddi hava kaçağı olan hastalarda tidal volüm negatif aspirasyon ile çekildiği için hastanın solunum sıkıntısı artabileceğine dikkat edilmelidir (32).

Acil Tedavi

Hava yolu yaralanmalarının hemen hepsi acil birimde karşılanır. Hava yolunun devamlılığını korumak ve sekresyonları temizlemek bu hastaların tedavisinde ilk yapılması gerektirir. Ciddi hava kaçağı, nefes darlığı ve genel durumu bozuk olan hastalarda mekanik ventilasyon ihtiyacı doğabilir. Servikal veya üst torasik trakea yaralanmalarında endobronşiyal tüp kafının yırtık distalinde şişirilmesiyle hava kaçağı engellenmiş olur. Ana bronş veya distalindeki yaralanmalarda tek akciğer ventilasyonu gerekebilir ve bunun için

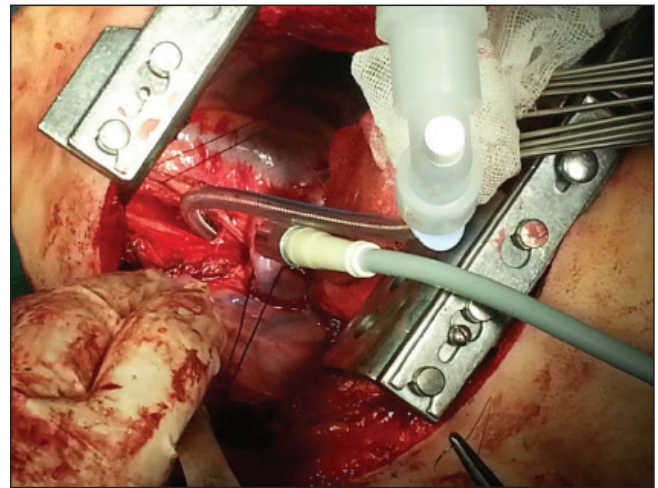
çift lümenli veya uzun ince kalibrasyonlu endobronşiyal tüpler kullanılır. Endobronşiyal tüp kafının yırtık proksimalinde yerleştirilebildiği durumlarda yırtığın genişlememesi ve hava kaçağının arttırılmaması için yüksek basınçlı ventilasyondan kaçınılmalıdır. Böyle durumlarda endobronşiyal tüp subglottise yerleştirilmeli ve yüksek frekanslı ventilasyon yapılmalıdır. Ventile olmayan hastalarda acil torakotomi ihtiyacı olabilir. Son zamanlarda ventilasyon sağlanamayan durumlarında desatürasyonu engellemek için vücut dışı oksijenizasyon sistemleri (ECMO) kullanımı yaygınlaşmıştır (33). Bu metot aynı zamanda tamiri zor olan geniş trakeal yırtıklarda da kullanılmaktadır. Tam kat servikal trakea yaralanmalarında açık trakea bölgesinden entübasyon hayat kurtarıcı olmaktadır.

Cerrahi Hazırlığı

İnce bir endobronşiyal tüp, yaralanma olmayan ana bronşa itilerek, çift lümenli tüp veya bloker kullanılarak ventilasyon ve cerrahi ekspojuz sağlanır. Steril bir anestezi devresi cerrahi sahadan acil ventilasyon için hazır bulundurulmalıdır (Resim 1). Uygun vakalarda tüp içinden ayrı bir kateter yardımıyla distale jet ventilasyon uygulanabilir. Nadiren kardiyopulmoner by-pass veya ECMO desteği gerekebileceği akılda tutulmalıdır.

Cerrahi Tedavi

Prensip olarak trakeobronşiyal yaralanmalar erken dönemde cerrahi tedavi edilmelidir. Erken dönemde ameliyata alınan hastaların ventilasyon parametreleri ve uzun dönem sonuçları diğer hastalara göre daha iyi bulunmuştur (34). Acil operasyona alınmayan hastalarda bronş hattında striktür, enfeksiyon ve yapışıklıklar meydana gelmekte ve bu da cerrahi tedaviyi zorlaştırmaktadır. Trakeobronşiyal yaralanmaların cerrahi tedavisinde primer tamir, uç uca anastomoz, sleeve rezeksiyon, lobektomi/pnöminektomi, otolog doku



Şekil 1. Posterolateral torakotomide steril ventilasyon devresi kullanılarak rüptür alanından distal trakeal ventilasyon.

tamiri veya bronş rekonstrüksiyonu yapılır. Çoğu vakada primer tamir ve anastomoz yeterli olmaktadır. Tanısı geciken hastalarda mediastinit ve enflamatuvar değişikliklere bağlı olarak primer kapama mümkün olmayabilir (39). Ciddi parankim hasarı olan vakalarda bile akciğer rezeksiyonuna genelde gerek duyulmaz. Eski bronşiyal yırtıklarda tek taraflı atelektazinin entübasyon ve lümen içi sekresyonların temizlenmesi sonrasında düzeldiği görülmüştür. Birlikte olan hasarlanmalar da aynı seansta düzeltilmelidir. Özellikle ek olarak özofageal laserasyonu da olan hastalarda çevre sağlıklı doku, kaslar veya omentum kullanılarak onarılan yaralanma bölgeleri destek dokuyla kaplanmalıdır.

İnsizyon Tercih

Yaralanma, trakeanın 2/3 proksimalinde ise collar insizyon tercih edilmelidir. İnsizyon açıldıktan sonra künt diseksiyon ile sternal çentiğin altına girilip trakea serbestlenir. Bu durumlarda gereklilik halinde parsiyel ya da total sternotomi açılır. Eğer yaralanma bölgesi 1/3 distal trakea veya daha aşağıysındaysa sağ posterolateral torakotomi (3-4. interkostal aralıktan) tercih edilmelidir. Gerektiğinde azigos ven kesilerek distal trakea ve karina ortaya konulur. Torakotomi ile eşlik eden diğer sistem yaralanmaları ve hemopnömotoraksa müdahale edilebilir (27). Bazı vakalarda tek insizyon yeterli olmamakta; collar insizyon ile beraber sternotomi, nadiren bilateral torakotomi açılması dahi gerekebilir (39).

Ekspolarasyon

Boyun travmalarında yaralanma bölgesi her zaman sagittal düzlemde veya kıkırdak ile membranöz trakea birleşiminde olur. Torasik trakea yırtığı pnömomediastinum veya hava kaçağı ile prezente olmaktadır. Yırtıkların çoğu (%80) karinanın 2.5 cm etrafında olmaktadır. Trakea yaralanmalarına aynı zamanda kardiyak ve vasküler yaralanmalar da eşlik edebileceği için büyük damar ve kalp eksplorasyonu yapılmalıdır. Ciddi enfeksiyon veya koku varlığında özofagus yaralanması olabileceği unutulmamalıdır.

Cerrahi Teknik

Penetran trakeobronşiyal yaralanma basitçe tamir edilebileceği gibi ateşli silah yaralanması gibi veya künt travmada olduğu gibi geniş bir hava yolu defekti mevcutsa ileride katlanma ve darlık riski yaratacak debritman-primer onarım yerine yaralı segmentin halka şeklinde rezeksiyonu ve uç uca anastomoz tercih edilmelidir. Anastomozda monoflaman emilebilir sütür materyalleri tercih edilmektedir. Seçilecek tekniğe göre tek tek, devamlı, kombine ve teleskopik sütürlerle, düğüm dışarıda olacak şekilde anastomoz yapılmalıdır (35). Plevra, perikard, mediastinel yağlı dokular, timus, interkostal veya rotasyonel kas flepleriyle anastomoz destek-

lenebilir (20). Servikal yaralanmalarda tiroid dokusu destek amaçlı kullanılabilir. Özellikle anastomoz ile özofagus arasına destek doku konulması faydalı olacaktır. Bronşiyal yaralanmalarda lobektomi yapılması gerekebilir ancak ana bronş yaralanması nedeniyle pnömonektomi yüksek morbidite ve mortaliteye neden olacak önerilmeyen bir yöntemdir (35). Anterior servikal trakea yaralanmaları hava yolunun yarısından büyük olmamaları ve ikiden daha az trakeal halkayı içermeleri kaydıyla trakeostomiye çevrilerek tedavi edilebilirler.

Trakeanın yarısını (10 halkaya kadar) etkilemiş defektler bile uygun cerrahi serbestleme teknikleri ile çıkartılabilir. Lateral kan akımının bozulmaması için serbestleme anterior ve posteriora yapılmalıdır. Inferior pulmoner ligamanın divize edilmesi, perikardın açılması ve hiler serbestleme, servikal fleksiyon (çene dikişi, kolar), hyoid serbestleme manevraları kombine edilebilir. Preoperatif dönemde komşu anatomik yapılar normal saptansalar dahi karotis arter, juguler ven, özofagus ve vertebralar eşlik eden yaralanma açısından operasyon esnasında dikkatle incelenmelidir. Trakeobronşiyal yaralanmalarda erken cerrahi onarım en iyi tedavi şeklidir ve hastaları uzun dönemde kalıcı stent ve trakeostomi gibi morbid işlemlerden koruyabilir. Son 50 yıl içinde trakeobronşiyal yaralanma mortalitesi %40'lardan %10'un altına düşmüştür (3). Mortalitede en önemli etken eşlik eden patolojilerdir. Uzun dönemde en sık komplikasyon rekürren larengeal sinir paralizi ve larenks patolojilerine bağlı konuşma problemleridir.

Komplikasyonlar ve Geç Prezantasyon

Anastomoz dehissensi veya restenozu trakea rekonstrüksiyonlarından sonra %5-6 oranında görülmekle beraber travma zemininde olan vakalarda bu oranın bir miktar daha yüksektir (36). Striktür gelişiminin hem konservatif hem de cerrahi yaklaşımda bulunan hastalarda benzer şekilde %25 oranında gözüktüğü fakat opere edilen hastaların hastanede kalma sürelerinin daha kısa olduğunu sunan yazarlar çoğunluktadır (10). Servikal restenoz olgularında ilk ameliyat sonrası 3-6 ay sonra beklenip hava yolu rezeksiyonu ve rekonstrüksiyonu yapılabilir. Bunun yanı sıra hava yolu dilatasyonu veya stent yerleştirilmesini tercih eden yazarlar da vardır. Stentleme-dilatasyon gibi bronkoskopik işlemlerin başarısız olduğu ve re-rezeksiyonun mümkün olmadığı stenoz olgularında Montgomery T tüp diğer bir tedavi seçeneğidir (40). İnnominate artere ya da özofagusa fistül oluşturan anastomotik dehissensler hayatı tehdit eden komplikasyonlardan biridir. Trakea ile innominate arter arasında fistül oluşumu çok nadir görülmekle beraber mortaldir ve acil cerrahi gerektirir. Bu vakalarda innominate arter divizyonu ve hava yolu-büyük damarlar arasına sağlıklı doku grefti yerleştirilmesi gereklidir. Trakeoözofageal fistüller; gastrik drenaj, enteral nütrisyon ve pnömonektomiye yönelik medikasyon ile tedavi edilir.

Genel durumu düzeltilen hastada elektif olarak cerrahi planlanır. Özofagus primer onarımı, trakeal rezeksiyon ve ucuca anastomoz, sütür hatları arasına sağlıklı doku grefti destekleme seçkin tedavi şeklidir ve ilgili bölümde detaylı olarak ele alınmaktadır

Hastalara üç nedenle gecikmiş tedavi uygulanabilir. Birincisi, yaralanma bariz olmayabilir ve ilk anda gözden kaçırılabilir. İkincisi, eşlik eden diğer sistem yaralanmaları bilinen hava yolu yaralanmasının tedavi edilmesine engel olup geciktirmiştir. Üçüncüsü, cerrahi tamir başarısız olarak dehisens ya da stenoz ile sonuçlanmıştır (10).

Kronik trakea rüptürlerinin hemen hemen hepsinde granülasyon ve skar dokusuna bağlı olarak stenoz gelişir. Kronik ana bronş rüptürüne bağlı tek tarafın total ateletazisi hava yolu sekresyonu temizlenmesi ve mekanik ventilasyon ile tamamen düzeltilebilir. Travma üzerinden uzun yıllar geçen vakalarda bile re-implantasyon ile başarılı sonuçlar sunulmuştur (37).

Postoperatif Süreç

Ameliyat sonrasında boyun fleksiyonu sağlamak için alt çene ön göğüs duvarına kalın sütürlerle tespit edilmelidir. Postoperatif birinci haftada bu dikişler alınabilir fakat hastaya iki hafta boyunca boynunu fleksiyonda tutması gerektiği ifade edilmelidir. Bu süreçte boyun yastığı kullanımı faydalıdır.

Cerrahi sonrası hasta ekstübe edilebilir fakat pulmoner kontüzyon eşlik eden olgularda ventilasyon desteği sağlamak için ekstübasyon geciktirilebilir. Entübasyon kafının anastomoz bölgesinde olmamasına dikkat edilmelidir; düşük basınçlı kaflar bile anastomoz hattında iyileşmeyi geciktirir (38).

Ameliyat sonrasında hava yolu devamlılığı korunmalı, trakea nemli tutulmalı, mukolitik ilaçlar verilmeli ve gereğinde fleksible bronkoskop ile sekresyon temizliği yapılmalıdır. Küçük hava kaçağı olan durumlarda 5-10 cmH₂O düzeyinde negatif basınç uygulanmalıdır. Bunun yanı sıra travmaya bağlı pulmoner kontüzyon tedavisi, sıvı kısıtlanması, pulmoner ödem tedavisi iyileşmeyi hızlandırmaktadır. Pulmoner ödem tedavisinin önemli bir bileşeni olmasına rağmen yüksek basınçlı ventilasyon yırtık alanını büyüteceği için trakea-bronşiyal sistem yaralanmalarında önerilmez.

Sonuç

Trakeobronşiyal yaralanmada multidisipliner tedavi yönetiminin her aşaması vakaya özeldir ve tecrübe gerektirir. Bu aşamalar: tanı, güvenli hava yolu sağlanması, eşlik eden patolojilere yaklaşım, selektif entübasyon-ventilasyon stratejileri, anestezi şekli, insizyon tercihi, cerrahi teknik ve pos-

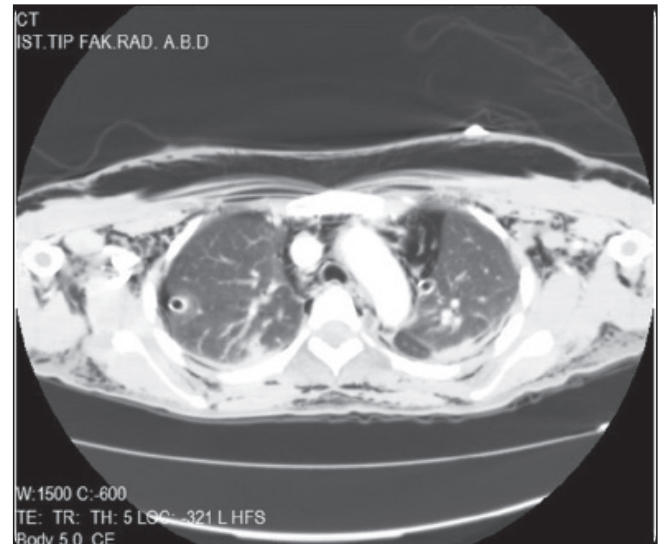
tooperatif rehabilitasyon süreçlerini içerir. Bronşiyal rüptür hastalarında erken tanı ve fiberoptik bronkoskopi eşliğinde entübasyon başarılı tedavi için en önemli basamaktır. Bu hastalarda tanı konulur konulmaz cerrahi tedavi gündeme gelmelidir. Anastomoz hattının gerilimi operasyonun başarısını belirleyen temel faktördür. Anastomozun güvenliği için dikkatli intraoperatif hava yolu kontrolü şarttır. Postoperatif süreçte etkili pulmoner rehabilitasyon uzun dönem sonuçları iyileştirmektedir.

Olgu Örnekleri

İstanbul Üniversitesi İstanbul Tıp Fakültesi Göğüs Cerrahisi Anabilim Dalında 2002-2018 yılları arasında opere ettiğimiz 21 travmatik trakeobronşiyal yaralanma olgusundan ikisi aşağıda sunulmaktadır.

Olgu 1

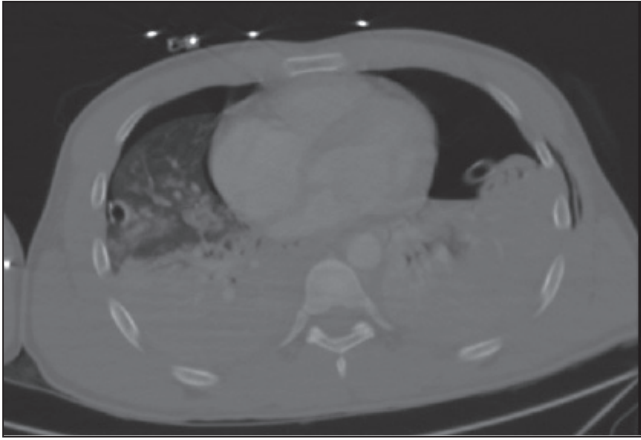
40 yaşında kadın hasta genel anestezi altında orotrakeal entübasyon ile plastik cerrahi girişim sonrası postoperatif birinci günde taburcu edilmiş. Gelişen nefes darlığı şikayetiyle acil cerrahi birimimize başvurdu. PA akciğer grafisinde bilateral pnömotoraks izlenen hastaya bilateral tüp torakostomi uygulandı. Toraks BT'de her iki akciğer ekspansiyon izlendi fakat ciltaltı amfizemine pnömomediastinum eşlik ettiği saptandı (Resim 2). Acil özofagoskopi ve fiberoptik bronkoskopi uygulandı. Özofagoskopide patoloji saptanmadı. Bronkoskopide ise posterior membranöz trakeada vokal kordun 2 cm aşağısından başlayan longitudinal yaklaşık 7 cm'lik yırtık izlendi (Resim 3). Ameliyata alınan hastada servikal kollar insizyon açıldı. Transservikal transtrakeal endoluminal yaklaşımla onarım kararı alındı. Eş zamanlı bronkoskopi ile bronkoskopinin ışığından faydalanılarak trakea anteriorundan horizontal kesi uygulandı. Steril U tüp ile akciğer ventilas-



Şekil 2. Toraks BT'de ciltaltı amfizemi ve pnömomediastinum.



Şekil 3. Bronkoskopide membranöz trakeada longitudinal yaralanma.

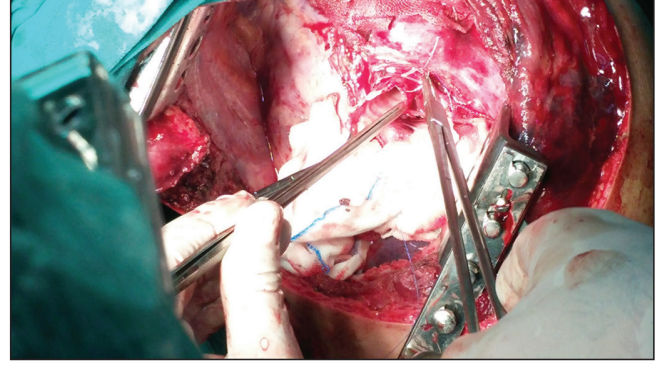


Şekil 4. Preoperatif toraks BT.

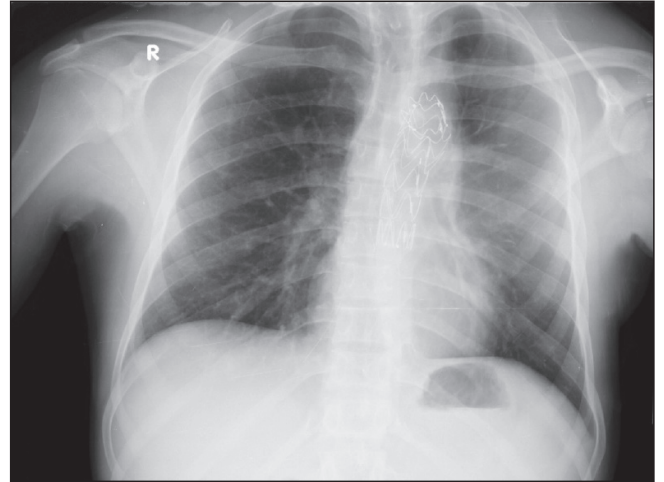
yonu devam ettirildi. Posterior membranöz trakea rüptürü 4/0 PDS sütürler ile devamlı teknik kullanılarak tamir edildi. Anterior trakeal kesi ise separe sütürler ile primer olarak kapatıldı. Ameliyat masasında ekstübe edilerek servise alındı. Postoperatif beşinci günde sorunsuz olarak taburcu edildi.

Olgu 2

22 yaşında erkek hasta araç dışı trafik kazası nedeni ile bilateral tüp toraksotomi uygulanıp hastanemiz acil servisine getirildi. Sol toraks dreninden masif hava kaçağı olduğu gözlemlendi. Çekilen toraks BT'de sol ana bronşta rüptür ve inen aortta psödoanevrizma izlendi (Resim 4). Bronkoskopide sol ana bronş rüptürü tanısı doğrulandı. Sol posterolateral torakotomi açıldı. Eksplozasyonda sol ana bronşun tam kat yırtık olduğu ve karinaya doğru vertikal olarak uzandığı görüldü (Resim 5). Sol üst lobektomi yapıldı, karinaya uzanan yırtık primer olarak tamir edildi. Sol alt lob bronşu sol ana bronşa anastomoze edildi ve hasta yoğun bakım ün-



Şekil 5. Perioperatif görünüm: Sol alt lob bronşu sol ana bronşa anastomoze ediliyor.



Şekil 6. Postoperatif akciğer grafisi; inen aortada endovasküler stent izleniyor.

tesine alındı. İnen aorttaki pseudoanevrizmaya endovasküler stent yerleştirdi ve hasta sorunsuz olarak taburcu edildi (Resim 6).

KAYNAKLAR

1. Burke JF. Early diagnosis of traumatic rupture of the bronchus. JAMA 1962;682-6.
2. Lynn RB, Iyengar K. Traumatic rupture of the bronchus. Chest 1972;61(1):81-3.
3. Kiser AC, O'Brien SM, Detterbeck FC. Blunt tracheobronchial injuries: treatment and outcomes. Ann Thorac Surg 2001;71(6):2059-65.
4. Lee RB. Traumatic injury of the cervicothoracic trachea and major bronchi. Chest Surg Clin N Am 1997;7:285-304.
5. Graham JM, Mattox KL, Beall AC. Penetrating trauma of the lung. J Trauma 1979;19:665-9.
6. Bertelsen S, Howitz P. Injuries of the trachea and bronchi. Thorax 1972;27:188-94.
7. Kemmerer WT, Eckert WG, Gathright JB, et al. Patterns of thoracic injuries in fatal traffic accidents. J Trauma 1961;1:595-9.
8. Symbas PN, Justicz AG, Ricketts RR. Rupture of the airways from blunt trauma: treatment of complex injuries. Ann Thorac Surg 1992;54:177-83.

9. Karmy-Jones R, Jurkovich GJ. Blunt chest trauma. *Curr Probl Surg* 2004;41:211-380.
10. Alassal MA, Ibrahim BM, Elsadeck N. Traumatic intrathoracic tracheobronchial injuries: a study of 78 cases. *Asian Cardiovasc and Thor Ann* 2014;22:16-23.
11. Hwang JJ, Kim YJ, Cho HM, et al. Traumatic tracheobronchial injury: delayed diagnosis and treatment outcome. *Korean J Thorac Cardiovasc Surg* 2013;46:197-201.
12. Ramzy AI, Rodriguez A, Turney SZ. Management of major tracheobronchial ruptures in patients with multiple system trauma. *J Trauma* 1988;28:1353-7.
13. Kelly JP, Webb WR, Moulder PV, et al. Management of airway trauma. I: Tracheobronchial injuries. *Ann Thorac Surg* 1985;40:551-5.
14. Welter S. Repair of tracheobronchial injuries. *Thorac Surg Clin* 2014;24(1):41-50.
15. Palade E, Passlick B. Surgery of traumatic tracheal and tracheobronchial injuries. *Chirurg* 2011;82:141-7.
16. Siegel B, Bent JP, Weinstein S. Tracheal rupture in complicated delivery: a case report and review of the literature. *Int J Pediatr Otorhinolaryngol* 2014;78:1784-8.
17. Cheaito A, Tillou A, Lewis C, et al. Traumatic bronchial injury. *Int J Surg Case Rep* 2016;27:172-5.
18. Corneille MG, Stewart RM, Cohn SM. Upper airway injury and its management. *Semin Thorac Cardiovasc Surg* 2008;20(1):8-12.
19. Prokakis C, Koletsis EN, Dedeilias P et al. Airway trauma: a review on epidemiology mechanisms of injury, diagnosis and treatment. *J Cardiothorac Surg* 2014;9:117-21.
20. Gabor S, Renner H, Pinter H, et al. Indications for surgery in tracheobronchial ruptures. *Eur J Cardiothorac Surg* 2001;202:399-404.
21. Kurgansky IS, Makhutov VN, Lepekhova SA. The methods for the treatment and prevention of cicatrix stenoses of trachea. *Vestn Otorinolaryngol* 2016;81:66-71.
22. Dias A, O'Neill P, Fenton J. Iatrogenic tracheal tear. *West Indian Med J* 2010;59:578-80.
23. Scaglione M, Romano S, Pinto A, et al. Acute tracheobronchial injuries: Impact of imaging on diagnosis and management. *Eur J Radiol* 2006 Sep;59(3):336-43.
24. Faure A, Floccard B, Pilleul F, et al. Multiplanar reconstruction: a new method for the diagnosis of tracheobronchial rupture *Intensive Care Med* 2007;33(12):2173-8.
25. Barrett E. Management of a traumatic tracheal tear: a case report. *AANA J* 2011;79:468-70.
26. Wood JW, Thornton B, Brown CS, et al. Traumatic tracheal injury in children: a case series supporting conservative management. *Int J Pediatr Otorhinolaryngol* 2015;79:716-20.
27. Jennings A, Joe M, Karmy-Jones R. Tracheobronchial trauma. *JSM Burns Trauma* 2017;2(1):1011-17.
28. Koletsis E, Prokakis C, Baltayiannis N, et al. Surgical decision making in tracheobronchial injuries on the basis of clinical evidences and the injury's anatomical setting: a retrospective analysis. *Injury* 2012;43(9):1437-41.
29. Cui Y, Wang X, Zhu W. A case of tracheal tube rupture of an adult patient. *Lin Chung Er Bi Yan Hou Tou Jing Wai Ke Za Zhi* 2014;28:426-7.
30. Brinas P, Bréhin C, Breinig S, et al. Conservative management of tracheal injuries in children: Clinical case and literature review. *Arch Pediatr* 2016;23:1067-70.
31. Altinok T, Can A. Management of tracheobronchial injuries. *Eurasian J Med* 2014;46:209-15.
32. Deslauriers J, Beaulieu M, Archambault G, et al. Diagnosis and long-term follow-up of major bronchial disruptions due to nonpenetrating trauma. *Ann Thorac Surg* 1982;33:32-9.
33. Zhao Z, Zhang T, Yin X, et al. Update on the diagnosis and treatment of tracheal and bronchial injury. *J Thorac Dis* 2017;9(1):50-6.
34. Lui N, Wright C. Intraoperative Tracheal Injury. *Thorac Surg Clin* 2015;25:249-54.
35. Bowling R, Mavroudis C, Richardson JD, et al. Emergency pneumonectomy for penetrating and blunt trauma. *Am Surg* 1985;51(3):136-9.
36. Grillo HC, Zannini P, Michelassi F. Complications of tracheal reconstruction. Incidence, treatment, and prevention. *J Thorac Cardiovasc Surg* 1986;91:322-8.
37. Toker A, Tanju S, Dilege S. Reimplantation of the left lung 17 years after a bronchial rupture. *Ann Thorac Surg* 2008;85:1436-8.
38. Brass P, Hellmich M, Ladra A, et al. Percutaneous techniques versus surgical techniques for tracheostomy. *Cochrane Database Syst Rev* 2016;7:CD008045.
39. Toker A, Bayrak Y, Dilege S, et al. How can we approach a left-sided stab wound in the neck, with isolated tracheal laceration?. *Acta Chirurgica Belgica* 2003;103(4):428-30.
40. Erelel M, Kaya S, Toker A. Anastomotic stenotic complications after tracheal resections. *J Bronchology Interv Pulmonol* 2010;17(2):142-5.
41. Glenski JA, Cucchira RF, Michelfelder JD. Transesophageal echocardiography and transcutaneous O₂ and CO₂ monitoring for detection of venous air embolism. *Anesthesiology* 1986;64:541-5.

SURGICAL TRACHEAL REPLACEMENT AND THE ROLE OF TISSUE ENGINEERING

TRAKEA REPLASMANI VE DOKU MÜHENDİSLİĞİNİN ROLÜ

Pietro Bertoglio, Andrea Viti, Alberto Terzi

IRCCS Sacro Cuore-Don Calabria Hospital, Clinic of Thoracic Surgery, Negrar, Verona, Italy

e-mail: pieberto@hotmail.com

DOI: 10.5578/tcb.2021.011

Abstract

To date researches on the ideal substitute for tracheal replacement have not given satisfactory results due to tracheal peculiar mechanical, anatomical and biological features. Several techniques have been tried and reported using prostheses (artificial and biological), autogenous tissues modelled as trachea or with the use of allografts. Inconsistent long-term outcomes of these studies pushed the researches on tissue engineered trachea. Biological scaffold using cadaver donor trachea seeded with recipient autologous cells in bioreactor have been tried in anecdotal case in a clinical setting with promising outcomes. On the other hand, complete artificial scaffolds were tried only on animal models and their clinical use raised ethical issues. Developments in the understanding of the relationship between scaffold, extracellular matrix and tissues together with advances in minimally invasive surgical technology are necessary for the creation of a functional tracheal substitute.

Keywords: Tissue engineering, tracheal replacement, surgery

Özet

Trakea replasmanının alternatifine ilişkin güncel araştırmalar, trakeanın kendine özgü mekanik, anatomik ve biyolojik özellikleri nedeniyle tatmin edici sonuçlar vermemiştir. Protezler (yapay ya da biyolojik), trakea olarak modellenen otojen dokular veya allogreftlerin kullanımı ile çeşitli teknikler denenmiş ve raporlanmıştır. Bu çalışmaların tutarsız uzun vadeli sonuçları, araştırmacıları doku mühendisliğine yöneltmiştir. Biyoreaktörde alıcı otolog hücreler ile ekilen kadavra donör trakea kullanılan biyolojik iskele, umut verici sonuçlarla klinik ortamda anekdotsal vakada denenmiştir. Diğer taraftan, tamamen yapay iskeleler sadece hayvan modellerinde denenmiş ve klinik kullanımları etik sorunları ortaya çıkarmıştır. Fonksiyonel trakea alternatifleri yaratmak için iskele, ekstraselüler matriks, dokular ve minimal invaziv cerrahi teknolojisindeki gelişmelerin birlikte anlaşılması gerekmektedir.

Anahtar kelimeler: Doku mühendisliği, trakea replasmanı, cerrahi

INTRODUCTION

It is widely accepted that limits of tracheal resection both in case of malignant or benign disease account for 6 cm in adults and 30% of the total extension in children (1); moreover, in case of previous radiation treatment the maximum extent of resection can reach 4 cm due to scar tissue and secondary retraction. In case of a disease that involves a longer tract of the trachea, an end-to-end anastomosis is not generally technically feasible and safe; in these cases, substitution of the whole tract with a new one could solve the problem. Nevertheless, as precisely pointed out by Belsey (2) trachea has well defined peculiar features that must be replicated by

any potential substitute: it must be laterally rigid, but longitudinally flexible and it should preferably have a surface of ciliated respiratory epithelium; the conduit should also be airtight and should become integrated with the adjacent tissues. In addition, some authors (3,4) pointed out that material used for tracheal replacement must be biocompatible, nonimmunogenic, noncarcinogenic and nontoxic. Finally, trachea has a segmental vascularization that make the replacement even more challenging (5).

In the light of these premises, several attempt to find the "holy grail" of tracheal substitution have been made with disappointing or anyway non-satisfactory outcomes. Recent

in vitro and in vivo experiments seem to highlight the role of tissue engineering as the answer of this recurring and challenging question.

TECHNIQUES AND MATERIALS FOR TRACHEAL REPLACEMENT

Prostheses

Two main types of artificial prostheses are available: solid and porous. They can both be constituted by several different materials that can be even meshed together according to their characteristics (5). The main drawbacks of prostheses are dislodgement, obstruction due to formation of granulation tissue and subsequent scar tissue and infection. Moreover, solid prostheses can also cause native tracheal wall erosion and a consequent possible fistula with neighbour organs or vessels (5).

Porous prostheses have been conceived in order to allow epithelium migration (3) and development of new tracheal tissue. Unfortunately, only short segments showed to be covered by viable epithelium, while long segments remained uncovered (6) and prone to bacterial infections. As a result, prosthesis might be helpful to maintain patency of airways for some time, even without a real tissue healing beneath, but favourable outcomes are not predictable (5).

A third type of prostheses are bio-prostheses. The most common bio-prostheses that have been used in experimental clinical setting is the aorta graft; although mechanical features of these grafts seems to be acceptable for airways replacement, they often showed a linear contraction of the graft with substantial deformation of the conduit (5). Nevertheless, a French group recently reviewed outcomes of 20 patients operated on over a eight-year period (7) with aortic graft as replacement of large airways defect, reporting more promising results; moreover, authors find the presence of cartilage and respiratory epithelium development inside the aortic graft after stent removal.

Autogenous Tissues

Since the fifties, experiments on animal models and attempts in a clinical setting on humans have been proposed with inconsistent results (5,8). Techniques are based on free flaps with or without the support of foreign material, vascularized tissue flaps or tube construction with autogenous elements. The first two case reports using free flaps of fascia lata with stainless steel wire after resection of a lateral segment of trachea were published by Belsey in 1950 (2); one of the patients survived for more than six years and afterwards underwent a second similar procedures; the patient was eventually sent back home alive and breathing spontaneously.

Vascularized flaps of muscles or skin with the addition of cartilage grafts or foreign materials were used either for reparation of airways' "window" or circumferential resections; microvascular anastomosis could be necessary in case distant flap positioning (5). Compared to free flaps, vascularized flaps have the advantage of being less prone to necrotize. Similarly, cutaneous tubes have been realized with the support of rigid material (cartilage or foreign material) and then implanted in the recipient (9). Recently, Fabre and his colleagues (10) described the use of a autologous free flap of forearm shaped with the use of rib cartilage. Authors described 12 cases over an eight-year period with promising results in terms of long terms outcome, but they acknowledge the lack of respiratory ciliar epithelium as the main drawback, complicating mucus clearance from the bronchi. Authors conclude that this technique should be reserved to patients with a good preoperative pulmonary function. Finally, some authors described the use of oesophagus or small bowel (11,12), but this may dramatically increase intra- and postoperative morbidity to the procedure.

Tracheal Transplantation

Trachea transplantation have been excited generations of thoracic surgeons, but so far, no satisfactory long terms outcomes have been reached (5,8). The first issue to be solved is concerning the long-lasting immunosuppressive treatment that theoretically exclude patients with tracheal malignancies. Moreover, vascularization of the graft has showed to have a paramount importance in the possible outcomes (5,8). As a matter of fact, fresh or preserved devascularized autograft and allograft have shown a constant fail in animal models; only short segments were able to resist without necrosis, but turning into scar tissue (13,14). In humans, few studies with cadaver tracheal graft have been tried. Two different studies from Jacobs (15) and Propst (16) reported a relatively large experience in transplantation of the cartilaginous part of the trachea from cadaveric donor in children. Results show good survival rate and acceptable quality of life, even though all patients received subsequent stenting procedures and decannulation rate were 60%.

As it has already been addressed before, vascularization of the trachea relies on small vessel and it is mostly segmental, so that revascularization of a graft is challenging. Indirect vascularization by mean of omentopexy for free tracheal graft has been proposed with promising results, even if, in case of long segments, the central part often suffered from ischemia (17,18). In humans, case reports show unsatisfactory results (19-21). More recently, Delaere and colleagues (22) report a similar protocol with implantation of the allograft in the recipient forearm with a gradual withdrawal

of immunosuppressive therapy after implantation. Cryopreserved rather than fresh allograft seems to reduce or even inhibit allogenicity, allowing a significant reduction of acute rejection and an early revascularization.

Lastly, direct revascularization has been tried on animal models by several authors showing good results. In a clinical setting, Strome and colleagues reported the use of a fresh larynx graft en bloc with five tracheal rings, thyroid and parathyroids which received arterial, venous and neural anastomosis. After 40 months the patient was reported to be in good clinical conditions and he regained deglutition and vocal cord motion (23).

TISSUE ENGINEERED TRACHEA

In the current scenario with inconsistent and anecdotal good long-term results, bioengineering seemed to be a possible source of solution. Different approaches are possible in order to construct a bioengineered trachea. The trachea can be made by a bio-prosthesis, which might be a cadaver donor trachea, or it can be totally artificial with the use of bioengineered scaffolds (5).

Scaffold and Extracellular Matrix

The most challenging issues regard the mechanical and biological features of the scaffold that on one hand should reflect all the characteristics of a native trachea and on the other hand should allow regrowth and regeneration of the native epithelium. Moreover, it should be non- or only minimally immunogenic, biocompatible and biodegradable with a programmed and controllable rate with no toxic catabolites (24,25).

The paramount importance of the scaffold mainly relies in the Extra-Cellular Matrix (ECM), that give a 3D framework for cell growth and have crucial influence in the cellular differentiation and tissue formation, modulating cell migration and proliferation and differentiation of repairing cell (26,27). In this perspective, all scaffolds should be highly biocompatible permitting the ingrowth of host cells.

Complete artificial scaffold using nanocomposite and build up with the aid of 3D printers have been proposed. They are based on various biodegradable synthetic materials, including polyglycolic acid (PGA), polylactic acid/polyglycolic acid (PLA/PGA), poly (lactic-co-glycolic acid) (PLGA), polyester urethane, polycaprolactone (PCL). The advantages of whole artificial scaffold would be mainly two: they do not require cadaveric organs, which might not always be available, and it might be precisely tailored on patients features. The majority of the studies report in vitro experiments or on animal models (28-30) with promising results, even though,

to date, reconstruction of functional multi-layered trachea seems to be unfortunately still not possible. Moreover, clinical use has been limited by promising, but inconsistent experimental results and consequent ethical and scientific issues (31).

Compared with complete artificial scaffold, decellularized bio-prostheses maintain native natural ECM simplifying tissue regeneration (32). For this reason, allografts or xenografts bio-prostheses have currently being studied extensively. As far as trachea bio-prostheses are concerned, a complete decellularization is anyway difficult, in particular for the cartilaginous parts which might be the cause of graft rejection (33). Decellularization has been seen as the first critical step of the procedure as it should decellularize the entire organ without compromising the ECM. In fact, although it was firstly reported that no significant changes in trachea mechanical features were seen after decellularization process (34,35), it was eventually reported that up to 30% of bio-prosthetic scaffold tended to collapse unpredictably in in vivo models (36,37). Interestingly, biological vascularized matrices have been realized to support complex biological implants; nevertheless, to date, they are most commonly used in the field of reconstructive surgery, and their possible role in tracheal reconstruction is limited (24).

Tissue Components

Besides ECM and scaffold, complex organs such as trachea require a mix of different tissues that should be organized altogether in order to execute their own function. Cartilage, respiratory epithelium, smooth muscles fibres and vascular elements should be managed in order to give their own place to each of them in the frame of a tissue engineered trachea (24). Unfortunately, to date it is still not possible to manipulate cells' behaviour in order to create complex organs such as trachea (8). For example, chondrocytes tend to dedifferentiate in a 3D model and their bioartificial experimental cartilage do not last for long time (24). Cartilage is the backbone of the trachea and its bioengineered construction is a key point for future developments (38).

As pointed out before, respiratory epithelium is an important element in a replaced trachea, as it might help to prevent infections and to clear lung secretion. Epithelial implants have been successfully achieved by Macchiarini and colleagues (39) but only for short tracheal segments.

Experimental and Clinical Experiences

Bioengineered trachea has been tested in animal models, while their clinical use is to date anecdotal (28-30). In 2008 Macchiarini (40) transplanted the first bioengineered

trachea segment as left main bronchus. His technique was based on a cadaver allograft, that underwent several cycles of decellularization; after that, the bio-prostheses was inserted in a specific bioreactor containing both a fluid culture of recipient nasal mucosa cells and air in order to seed the new organ. The bioengineered organ was then transplanted, showing a new vascularization after few days. After five years (41) the patient was in acceptable clinical conditions, even if the proximal anastomosis between native trachea and bioengineered transplant developed a new stenosis with necessity of repeated stenting procedures. The same authors pursued further clinical experience on a completely artificial bio-engineered trachea using a similar technique and bio-reactors, but his research were criticized on ethical and scientific issues (31).

Concurrently, two paediatric patients affected by congenital airways defects received a tracheal transplantation (37,42,43). Authors used cadaveric donor trachea as scaffold and they isolated mononuclear cells from patients' bone marrow that was then seeded in the graft. Moreover, the tracheal rings of the graft were injected with tissue transforming growth factor beta and trachea was then soaked in human recombinant erythropoietin and granulocyte colony stimulating factor. Although patients underwent several stenting procedures after transplant, authors reported the presence of ciliated epithelium on the graft after four years.

FUTURE PERSPECTIVES

Research on bio-materials is developing tirelessly. The way to the solution for a suitable substitute of tracheal tissue might be still long, but the direction seems to be right. Concurrently, minimally invasive surgery and more precise surgical instruments allow more accurate and detailed surgical interventions. The shared effort of biotechnical research and surgery might bring to clinical results soon, with patient-tailored solutions.

CONCLUSION

To date, tracheal replacement is still a chimera for thoracic surgeons due to peculiar anatomical, physiological and biological features. Nevertheless, the development of tissue engineering has helped to clarify limitations and strength of available techniques and it opened new perspective, joining biological and artificial materials all together. New developments will probably disclose new ethical issues that will need to be faced. On the other hand, until a functional solution will be found, these procedures should be reserved to highly selected patients.

REFERENCES

1. Nakamura T, Ohmori K, Kanemaru S. Tissue-engineered airway and "in situ tissue engineering". *Gen Thorac Cardiovasc Surg* 2011;59(2):91-7.
2. Belsey R. Resection and reconstruction of the intrathoracic trachea. *Br J Surg* 1950;38(150):200-5.
3. Scherer MA, Ascherl R, Geissdörfer K, et al. Experimental bioprosthetic reconstruction of the trachea. *Arch Otorhinolaryngol* 1986;243(4):215-23.
4. Jackson TI, O'Brien EJ, Tuttle W, et al. The experimental use of homologous tracheal transplants in the restoration of continuity of the tracheobronchial tree. *J Thorac Surg* 1950;20(4):598-612.
5. Grillo HC. Tracheal replacement: a critical review. *Ann Thorac Surg* 2002;73(6):1995-2004.
6. Grillo HC. Surgery of the trachea. *Curr Probl Surg* 1970;3-59.
7. Martinod E, Chouahnia K, Radu DM, et al. Feasibility of Bioengineered Tracheal and Bronchial Reconstruction Using Stented Aortic Matrices. *JAMA* 2018;319(21): 2212-22.
8. Udelsman B, Mathisen DJ, Ott HC. A reassessment of tracheal substitutes-a systematic review. *Ann Cardiothorac Surg* 2018;7(2):175-82.
9. Krespi YP, Biller HF, Baek SM. Tracheal reconstruction with a pleuroperiosteal flap. *Otolaryngol Head Neck Surg*, 1983;91(6):610-4.
10. Fabre D, Kolb F, Fadel E, et al. Successful tracheal replacement in humans using autologous tissues: an 8-year experience. *Ann Thorac Surg* 2013;96(4):1146-55.
11. Kato R, Onuki AS, Watanabe M, et al. Tracheal reconstruction by esophageal interposition: an experimental study. *Ann Thorac Surg* 1990;49(6):951-4.
12. Letang E, Sánchez-Lloret J, Gimferrer JM, et al. Experimental reconstruction of the canine trachea with a free revascularized small bowel graft. *Ann Thorac Surg* 1990;49(6):955-8.
13. Aronstam EM, Nims RM, Winn DF. Studies in segmental replacement of the thoracic trachea. *J Surg Res* 1961;1:108-10.
14. Neville WE, Bolanowski PJ, Soltanzadeh H. Homograft replacement of the trachea using immunosuppression. *J Thorac Cardiovasc Surg* 1976;72(4):596-601.
15. Jacobs JP, Elliott MJ, Haw MP, et al. Pediatric tracheal homograft reconstruction: a novel approach to complex tracheal stenoses in children. *J Thorac Cardiovasc Surg* 1996;112(6):1549-58; discussion 1559-60.
16. Propst EJ, Prager JD, Meizen-Derr J, et al. Pediatric tracheal reconstruction using cadaveric homograft. *Arch Otolaryngol Head Neck Surg* 2011;137(6):583-90.
17. Nakanishi R, Shirakusa T, Mitsudomi T. Maximum length of tracheal autografts in dogs. *J Thorac Cardiovasc Surg* 1993;106(6):1081-7.
18. Yokomise H, Inui K, Wada H, et al. Split transplantation of the trachea: a new operative procedure for extended tracheal resection. *J Thorac Cardiovasc Surg* 1996;112(2):314-8.
19. Klepetko W, Marta GM, Wisser W, et al. Heterotopic tracheal transplantation with omentum wrapping in the abdominal position preserves functional and structural integrity of a human tracheal allograft. *J Thorac Cardiovasc Surg* 2004;127(3):862-7.
20. Rose KG, Sesterhenn K, Wustrow F. Tracheal allotransplantation in man. *Lancet* 1979;1(8113):433.

21. Levashov YuN, Yablonsky PK, Cherny SM, et al. One-stage allotransplantation of thoracic segment of the trachea in a patient with idiopathic fibrosing mediastinitis and marked tracheal stenosis. *Eur J Cardiothorac Surg* 1993;7(7):383-6.
22. Delaere P, Vranckx J, Verleden G, et al. Tracheal allotransplantation after withdrawal of immunosuppressive therapy. *N Engl J Med* 2010;362(2):138-45.
23. Strome M, Stein J, Esclamado R, et al. Laryngeal transplantation and 40-month follow-up. *N Engl J Med* 2001;344(22):1676-9.
24. Walles T. Bioartificial tracheal grafts: can tissue engineering keep its promise? *Expert Rev Med Devices* 2004;1(2):241-50.
25. Yi S, Ding F, Gong L, et al. Extracellular matrix scaffolds for tissue engineering and regenerative medicine. *Curr Stem Cell Res Ther* 2017;12(3):233-46.
26. Abbott A. Cell culture: biology's new dimension. *Nature* 2003;424(6951):870-2.
27. Krieg T and LeRoy EC. Diseases of the extracellular matrix. *J Mol Med (Berl)* 1998;76(3-4):224-5.
28. Wu W, Feng X, Mao T, et al. Engineering of human tracheal tissue with collagen-enforced poly-lactic-glycolic acid non-woven mesh: a preliminary study in nude mice. *Br J Oral Maxillofac Surg* 2007;45(4):272-8.
29. Chang JW, Park SA, Park JK, et al. Tissue-engineered tracheal reconstruction using three-dimensionally printed artificial tracheal graft: preliminary report. *Artif Organs* 2014;38(6):E95-E105.
30. Mahoney C, Conklin D, Waterman J, et al. Electrospun nanofibers of poly (ϵ -caprolactone) / depolymerized chitosan for respiratory tissue engineering applications. *J Biomater Sci Polym Ed* 2016;27(7):611-25.
31. The Lancet Editors. Retraction-Tracheobronchial transplantation with a stem-cell-seeded bioartificial nanocomposite: a proof-of-concept study. *Lancet* 2018;392(10141):11.
32. Johnson C, Sheshadri P, Ketchum JM, et al. In vitro characterization of design and compressive properties of 3D-biofabricated/decellularized hybrid grafts for tracheal tissue engineering. *J Mech Behav Biomed Mater* 2016;59:572-85.
33. Crapo PM, Gilbert TW, Badylak SF. An overview of tissue and whole organ decellularization processes. *Biomaterials* 2011;32(12):3233-43.
34. Baiguera S, Jungebluth P, Burns A, et al. Tissue engineered human tracheas for in vivo implantation. *Biomaterials* 2010;31(34):8931-8.
35. Baiguera S, Birchall MA, Macchiarini P. Tissue-engineered tracheal transplantation. *Transplantation* 2010;89(5):485-91.
36. Baiguera S, Del Gaudio C, Jaus MO, et al. Long-term changes to in vitro preserved bioengineered human trachea and their implications for decellularized tissues. *Biomaterials* 2012;33(14):3662-72.
37. Hamilton NJ, Kanani M, Roebuck DJ, et al. Tissue-engineered tracheal replacement in a child: a 4-year follow-up study. *Am J Transplant* 2015;15(10):2750-7.
38. Kojima K, Vacanti CA. Tissue engineering in the trachea. *Anat Rec (Hoboken)* 2014;297(1):44-50.
39. Macchiarini P, Candelier JJ, Coullin P, et al. Use of embryonic human trachea grown in nude mice to patch-repair congenital tracheal stenosis. *Transplantation* 2000;70(11):1555-9.
40. Macchiarini P, Jungebluth P, Go T, et al. Clinical transplantation of a tissue-engineered airway. *Lancet* 2008;372(9655):2023-30.
41. Gonfiotti A, Jaus MO, Barale D, et al. The first tissue-engineered airway transplantation: 5-year follow-up results. *Lancet* 2014;383(9913):238-44.
42. Elliott MJ, Butler CR, Varanou-Jenkins A, et al. Tracheal replacement therapy with a stem cell-seeded graft: lessons from compassionate use application of a GMP-compliant tissue-engineered medicine. *Stem Cells Transl Med* 2017;6(6):1458-64.
43. Elliott MJ, De Coppi P, Speggorin S, et al. Stem-cell-based, tissue engineered tracheal replacement in a child: a 2-year follow-up study. *Lancet* 2012;380(9846):994-1000.

TRAKEA REPLASMANI VE DOKU MÜHENDİSLİĞİNİN ROLÜ

SURGICAL TRACHEAL REPLACEMENT AND THE ROLE OF TISSUE ENGINEERING

Pietro Bertoglio, Andrea Viti, Alberto Terzi

IRCCS Sacro Cuore-Don Calabria Hastanesi, Göğüs Cerrahisi Kliniği, Negrar, Verona, İtalya

e-mail: pieberto@hotmail.com

DOI: 10.5578/tcb.2021.012

Çeviri: Dilvin Özkan, İsmail Cüneyt Kurul

Gazi Üniversitesi Tıp Fakültesi, Göğüs Cerrahisi Anabilim Dalı, Ankara, Türkiye

Özet

Trakea replasmanının alternatifine ilişkin güncel araştırmalar, trakeanın kendine özgü mekanik, anatomik ve biyolojik özellikleri nedeniyle tatmin edici sonuçlar vermemiştir. Protezler (yapay ya da biyolojik), trakea olarak modellenen otojen dokular veya allogreftlerin kullanımı ile çeşitli teknikler denenmiş ve raporlanmıştır. Bu çalışmaların tutarsız uzun vadeli sonuçları, araştırmacıları doku mühendisliğine yöneltmiştir. Biyoreaktörde alıcı otolog hücreler ile ekilen kadavra donör trakea kullanılan biyolojik iskele, umut verici sonuçlarla klinik ortamda anekdotsal vakada denenmiştir. Diğer taraftan, tamamen yapay iskeleler sadece hayvan modellerinde denenmiş ve klinik kullanımları etik sorunları ortaya çıkarmıştır. Fonksiyonel trakea alternatifleri yaratmak için iskele, ekstraselüler matriks, dokular ve minimal invaziv cerrahi teknolojisindeki gelişmelerin birlikte anlaşılması gerekmektedir.

Anahtar kelimeler: Doku mühendisliği, trakea replasmanı, cerrahi

Abstract

To date researches on the ideal substitute for tracheal replacement have not given satisfactory results due to tracheal peculiar mechanical, anatomical and biological features. Several techniques have been tried and reported using prostheses (artificial and biological), autogenous tissues modelled as trachea or with the use of allografts. Inconsistent long-term outcomes of these studies pushed the researches on tissue engineered trachea. Biological scaffold using cadaver donor trachea seeded with recipient autologous cells in bioreactor have been tried in anecdotal case in a clinical setting with promising outcomes. On the other hand, complete artificial scaffolds were tried only on animal models and their clinical use raised ethical issues. Developments in the understanding of the relationship between scaffold, extracellular matrix and tissues together with advances in minimally invasive surgical technology are necessary for the creation of a functional tracheal substitute.

Keywords: Tissue engineering, tracheal replacement, surgery

GİRİŞ

Trakeal rezeksiyon sınırının, hem malign hem de benign durumunda yetişkinlerde 6 cm ve çocuklarda toplam uzunluğun %30'unu oluşturduğu yaygın olarak kabul edilmektedir (1). Dahası cerrahi öncesi radyoterapi durumunda, rezeksiyonun boyutu skar dokusu ve ikincil retraksiyona bağlı olarak maksimum 4 cm'ye ulaşabilmektedir. Daha uzun trakea segmentini içeren bir hastalık durumunda, uçtan uca anastomoz genellikle teknik olarak uygun ve güvenli değildir; bu durumda tüm trakeanın yenisi ile değiştirilmesi tüm problemi çözmektedir. Buna rağmen Belsey (2) tarafından işaret edildiği gibi trakea, herhangi bir potansiyel alterna-

tifinin kopyalanması için gereken, iyi tanımlanmış kendine has özelliklere sahiptir: Yanlarda sert, uzunlamasına esnek ve tercihen yüzeyi silli respiratuar epitel tabakasına sahip, kanal hava geçirmez, bitişik dokularla entegre olmalıdır. Ek olarak bazı yazarlar (3,4) trakea yerine kullanılacak materyalin biyouyumlu, non-immünojen, non-karsinojenik ve non-toksik olması gerektiğine işaret etmektedir. Sonuçta trakea, replasmanı daha da zorlaştıran segmental vaskülarizasyona sahiptir (5). Bunların ışığında trakea yerine kullanılacak "kutsal kase"yi bulmak için yapılan birçok girişim hayal kırıklığı ya da tatmin edici olmayan sonuçlar doğurmuştur. In vitro ve in vivo son çalışmalar, bu yineleyen ve zorlu sorunun doku mühendisliğindeki rolünü aydınlatacak gibi görünmektedir.

TRAKEA REPLASMANI İÇİN TEKNİK VE MATERYALLER

Protezler

İki ana tip yapay protez mevcuttur: katı ve gözenekli. Her ikisi de, özelliklerine göre birbirine bağlanabilen birkaç farklı malzemeden oluşabilmektedir (5). Protezlerin temel dezavantajları yerinden oynama, granülasyon dokusu oluşumu, müteakip skar dokusu ve enfeksiyonuna bağlı tıkanıklıktır. Dahası katı protezler, ana trakeal duvar erozyonuna ve bunun sonucunda komşu organ veya damarlara olası fistüllere neden olabilmektedir (5).

Epitel migrasyonuna ve yeni trakea dokusunun gelişmesine izin vermek için gözenekli protezler tasarlanmıştır (3). Ne yazık ki uzun segmentler açıkta ve bakteriyel enfeksiyonlara eğilimli kalırken, sadece kısa segmentlerin canlı epitelyum ile kaplandığı gösterilmiştir (6). Sonuç olarak, altında gerçek bir doku iyileşmesi olmasa da protezler hava yolu açıklığının sağlanmasında yararlı olabilmektedir ancak olumlu sonuçlar öngörülebilen değildir (5).

Üçüncü tip protezler ise biyoprotezlerdir. Deneysel klinik ortamda kullanılan en yaygın biyoprotezler aort greftidir; bu greftlerin mekanik özellikleri, hava yolu replasmanı için kabul edilebilir gibi görünse de çoğunlukla, kanalın hatrı sayılır deformasyonu ile greft, lineer büzülme göstermektedir (5). Buna rağmen bir Fransız grubu son zamanlarda operasyonunun üzerinden en az sekiz yıl geçmiş, geniş hava yolu defekti aort grefti ile onarılmış 20 hastanın sonuçlarını gözden geçirecek daha umut verici sonuçlar bildirmiştir. Dahası yazarlar stent çıkarıldıktan sonra aort grefti içinde kıkırdak ve solunum epitelinin geliştiğini bulmuşlardır (7).

Otojen Dokular

1950'lerden beri hayvan modelleri üzerinde yapılan deneyler ve insanlar üzerindeki klinik girişimler, tutarsız sonuçlar doğurmuştur (5,8). Teknikler, yabancı madde desteği olsun olmasın serbest flepler, kanlanmış doku flepleri ya da tüp konstrüksiyonu olan otojen elementelere dayanmaktadır. Lateral trakea segment rezeksiyonu sonrası fasya latanın serbest fleplerini kullanan ilk iki olgu, 1950 yılında Belsey tarafından yayınlanmıştır (2). Hastalardan biri altı yıldan uzun süre hayatta kalmıştır ve daha sonra ikinci kez benzer bir prosedür uygulanmıştır; hasta sonunda eve canlı olarak spontan solunumu ile geri dönmüştür.

Kıkırdak greftleri veya yabancı materyallerin eklenmesiyle kasların veya cildin vaskülarize flepleri, ya hava yolları "penceresinin" ya da çevresel rezeksiyonların onarılması için kullanılmıştır; uzak flep pozisyonu halinde mikrovasküler anastomoz gerekli olabilmektedir (5). Serbest fleplere kıyasla, vaskülarize fleplerin nekrotize olmaya daha az eğilimli

olması bir avantajdır. Benzer şekilde sert materyal (kıkırdak veya yabancı madde) desteği ile kutanöz tüpler geliştirilmiştir ve daha sonra alıcıya implante edilmiştir (9). Son zamanlarda, Fabre ve meslektaşları, kaburga kıkırdağı kullanımıyla şekillendirilen önkolun serbest otojen flep olarak kullanımını tarif etmişlerdir (10). Yazarlar, sekiz yıllık bir süre boyunca 12 vakayı uzun vadede sonuç açısından umut verici olarak tanımlamışlardır fakat respiratuar siliyer epitelin yokluğunu, bronştan mukus temizlenmesini zorlaştıran asil engel olarak kabul etmişlerdir. Yazarlar bu tekniğin ameliyat öncesi pulmoner fonksiyonu iyi olan hastalara uygun olduğuna karar vermişlerdir. Son olarak, bazıları özofagus ve ince bağırsak kullanımını önermektedir (10,11) fakat bu intraoperatif ve postoperatif morbiditeyi önemli ölçüde arttırabilmektedir.

Trakea Nakli

Trakea nakli nesiller boyunca göğüs cerrahlarını heyecanlandırırsa da şimdiye kadar uzun dönem tatmin edici sonuçlara ulaşamamıştır (5,8). Çözülmesi gereken ilk konu, uzun süreli immünespresif tedavi ile ilgili olup bu da trakea maligniteleri olan hastaları teorik olarak dışlamaktadır. Dahası greftin vaskülarizasyonu olası sonuçlarda büyük bir öneme sahip olmuştur (5,8). İşin doğrusu, taze veya korunmuş devaskülarize otogreft ve allogreftler, hayvan modellerinde sürekli bir başarısızlık göstermiştir; sadece kısa segmentler nekroz olmadan direnmiştir ancak skar dokusuna dönüşmüştür (13,14). İnsanlarda kadavra trakea grefti ile ilgili az sayıda çalışma denenmiştir. Jacobs (15) ve Propst (16)'dan iki farklı çalışma, trakeanın kıkırdak kısmının kadavradan çocuklara transplantasyonunda nispeten büyük bir deneyim olduğunu bildirmiştir. Sonuçlar iyi sağkalım oranını ve kabul edilebilir yaşam kalitesini göstermektedir. Buna rağmen tüm hastalarda işlemi takiben stent uygulanmıştır ve dekanülasyon oranı %60'tır.

Önceden de belirtildiği gibi trakea vaskülarizasyonu küçük damarlara dayanır ve genellikle segmentaldir; bu yüzden de greftin revaskülarizasyonu zordur. Serbest trakeal greft için ortalama omentopeksi ile indirek revaskülarizasyonun ümit veren sonuçları olsa da uzun segmentler dahil olduğunda santral kısım genellikle iskemiden etkilenmektedir (17,18). İnsanlarda vaka bildirimleri tatmin edici olmayan sonuçlar vermektedir (19-21). Daha yakın zamanlarda, Delaere ve arkadaşları (22) alıcının önkoluna allogreftin implantasyonu ve implantasyondan sonra immünespresif tedavinin tedrici olarak çekilmesi ile benzer bir protokol bildirmektedirler. Dondurarak saklanmış allogreftler, taze olanlara göre akut rejeksiyonda ve erken revaskülarizasyonda belirgin bir azalma sağlayarak allojenisiteyi azaltmaktadır; hatta engelliyor gibi görünmektedir.

Son olarak hayvan modellerinde doğrudan revaskülari-zasyon, iyi sonuç verdiği gösterilerek birkaç yazar tarafından denenmiştir. Klinik bir ortamda, Strome ve arkadaşları, canlı larinks greftinin beş trakeal halkasının, tiroid ve paratiroid ile arteriyel, venöz ve nöral anastomozlar yaparak "en bloc" kullanımını bildirmişlerdir. 40 ay sonra hastanın iyi durumda olduğu, yutma ve vokal kord hareketini yeniden kazandığı bildirilmiştir (23).

DOKU MÜHENDİSLİĞİ İLE TRAKEA

Mevcut senaryoda tutarsız ve anektodsalsal iyi uzun vadeli sonuçlarla, biyomühendislik olası bir çözüm kaynağı gibi görünmektedir. Biyomühendislik ile trakea oluşturmak için farklı yaklaşımlar mümkündür. Trakea, kadavradan alınan biyoprotez bir trakea olabileceği gibi biyomühendislik ile üretilmiş iskelelerin kullanımıyla tamamen yapay olabilmektedir (5).

İskele ve Ekstraselüler Matriks

İskelenin mekanik ve biyolojik özellikleriyle ilgili en zorlayıcı konular, iskelenin bir taraftan trakeanın tüm doğal özelliklerini yansıtması gerektiği; diğer taraftan doğal epitelin yeniden büyümesine ve yenilenmesine izin vermesi gerektiğidir. Dahası toksik katabolitlerin olmadığı, programlanmış ve kontrol edilebilir bir oranda hiç veya sadece minimal immünojenik, biyouyumlu ve biyolojik olarak parçalanabilir olmalıdır (24,25). İskelenin üstünlüğü büyük ölçüde ekstraselüler matrikse dayanmaktadır. Ekstraselüler matriks, hücre büyümesi için hücrel farklılaşma ve doku oluşumunda önemli bir etkiye sahiptir; hücre göçünü, hücre tamiri ve hücre çoğalmasını modüle etmektedir (26,27). Bu açıdan, tüm iskeleler konakçı hücrelerin içe doğru büyümesine izin verecek şekilde yüksek oranda biyouyumlu olmalıdır.

Tamamı yapay iskeleler, nanokompozit kullanarak ve 3D yazıcıların yardımıyla inşa edilmiştir. Biyolojik olarak bozunabilir çeşitli sentetik materyallerden -poliglolikolik asit (PGA), polilaktik asit/poliglolikolik asit (PLA/PGA), poli (laktik-ko-glikolik asit) (PLGA), polyester üretan, polikaprolakton (PCL) gibi- temel almışlardır. Bütün yapay iskelelerin genellikle iki avantajı vardır: Her zaman mevcut olmayan kadavra organlarına ihtiyaç duymazlar ve hastaların özelliklerine tam olarak uyarlabilirler. Çalışmaların çoğu in vitro deneylerde veya hayvan modellerinde umut verici sonuçlar belirtmektedir (28,30); buna rağmen ne yazık ki günümüze dek fonksiyonel çok katmanlı trakea rekonstrüksiyonu hala mümkün görünmemektedir. Dahası klinik kullanım, umut verici ancak tutarsız deneysel sonuçlar ve ortaya atılan etik ve bilimsel konulardan dolayı sınırlı kalmıştır (31).

Tamamı yapay iskelet ile karşılaştırıldığında, hücreden arındırılmış biyoprotezler doku rejenerasyonunu kolaylaş-

tırarak doğal ekstraselüler matriksi korumaktadır (32). Bu sebeple allogreft veya ksenogreft biyoprotezler üzerinde şu anda yoğun olarak çalışılmaktadır. Trakea biyoprotezleri söz konusu olduğunda tam olarak hücreleştirme olayı zaten zordur; özellikle kıkırdak içeren kısımlar greft reddi nedeni olabilmektedir (33). Hücreleştirme prosedürün ilk kritik adımı olarak görülmüştür çünkü ekstraselüler matriks tehlikeye atılmadan tüm organ hücreleştirilmelidir. Aslında, ilk olarak hücreleştirme işleminden sonra trakea mekanik özelliklerinde belirgin değişikliklerin görülmediği bildirilmiştir (34,35). Sonuçta, biyoprostetik iskelelerin %30'unun in vivo modellerde öngörülemez bir şekilde çökme eğiliminde olduğu bildirilmiştir (36,37). İlginç bir şekilde, karmaşık biyolojik implantları desteklemek için biyolojik vaskularize matrisler gerçekleştirilmiştir. Yine de bugüne kadar en yaygın kullanılanları alan rekonstrüktif cerrahi olmakla birlikte trakeal rekonstrüksiyondaki rolleri sınırlıdır (24).

Doku Bileşenleri

Ekstraselüler matriks ve iskele dışında trakea gibi kompleks organlar, kendi işlevini yerine getirmek için birlikte organize edilmesi gereken farklı dokuların karışımını gerektirir. Doku mühendisliği ile üretilen trakea çerçevesinde kıkırdak, solunum epiteli, yumuşak kas lifleri ve damarsal yapılar; kendi yerlerini alacak şekilde yapılandırılmalıdır (24). Ne yazık ki günümüzde trakea gibi kompleks organları oluşturmak için hücre davranışlarını yönlendirmek hala mümkün değildir (8). Örneğin; kondrositler, 3D modelde dediferansiyasyon eğilim göstermektedirler ve biyoyapay deneysel kıkırdaklar uzun süre dayanmamaktadırlar (24). Kıkırdak, trakeanın omurgasıdır ve biyomühendislik yapısı, gelecekteki gelişmeler için önemli bir noktadır (38).

Önceden de belirtildiği gibi solunum epiteli, değiştirilmiş trakeada önemli bir elementtir çünkü enfeksiyonları önleme ve akciğer sekresyonunu temizlemede yardımcıdır. Epitelial implantlar Macchiarini ve arkadaşları tarafından başarı ile yapılmıştır ancak bu sadece kısa trakeal segmentler için geçerlidir (39).

Deneysel ve Klinik Deneyimler

Biyomühendislik ürünü trakea hayvan modellerinde test edilmiştir; klinik kullanımları ise anektodsalsal verilere dayanmaktadır (28-30). 2008'de Macchiarini ilk kez biyomühendislik ürünü trakea segmentini sol ana bronkus olarak transplante etmiştir (40). Tekniği birkaç hücreleştirme döngüsünden geçen kadavra allogreftine dayanmaktadır. Sonrasında biyoprotezler, yeni organı oluşturmak için hem alıcı burun mukozası hücrelerini hem de hava içeren sıvı kültürün bulunduğu spesifik bir biyoreaktöre yerleştirilmiştir. Biyomühendislik ile elde edilen organ daha sonra transplante

edilmiştir ve birkaç gün sonra vaskülarizasyon gösterilmiştir. Beş yıl sonra, doğal trakea ve biyomühendislik sonucu oluşan transplant arasındaki proksimal anastomoz, tekrarlayan stent prosedürü gerektiren yeni stenoz gelişmiş olsa bile hasta kabul edilebilir klinik durumdadır (41). Aynı yazarlar, benzer teknik ve biyoreaktör kullanarak tamamen yapay bir biyomühendislik ürünü trakea üzerinde daha fazla klinik deneyim peşinde koşmaktadırlar ama araştırma etik ve bilimsel konulara takılmıştır (31).

Eş zamanlı olarak konjenital hava yolu defekti olan iki pediatrik hastaya trakea transplantasyonu yapılmıştır (37,42,43). Yazarlar, kadavradan alınan trakeayı iskele olarak kullanmışlardır ve sonrasında greftte ekilmiş olan mononükleer hücreleri hastanın kemik iliğinden izole etmişlerdir. Dahası greftin trakeal halkalarına doku transforme edici büyüme faktörü beta enjekte edilmiştir ve trakea, insan rekombinant eritropoietin ve granülosit koloni uyarıcı faktörüne batırılmıştır. Hastalar transplant sonrası birçok stentleme işlemine maruz kalsa da yazarlar, dört yıl sonra greft üzerinde siliyer epitel varlığını bildirmiştir.

GELECEKTEKİ GÖRÜŞ

Biyolojik materyaller üzerinde yapılan araştırmalar yorulmaksızın gelişme göstermektedir. Uygun bir trakeal doku alternatifini için çözüm yolu hala uzundur ancak istikamet doğru görünmektedir. Aynı zamanda minimal invaziv cerrahi ve daha hassas cerrahi aletler kullanımı, daha doğru ve detaylı cerrahi müdahalelere izin vermektedir. Biyoteknik araştırmaların ve cerrahinin ortak çabası, hastaya özel çözümler ile kısa zamanda klinik sonuçlara yol açabilmektedir.

SONUÇ

Bugüne kadar trakeal replasman; anatomik, fizyolojik ve biyolojik özellikleri nedeniyle göğüs cerrahları için bir kimera dır (yunan mitolojisinde korkutucu anlamında kullanılmaktadır). Bununla birlikte, doku mühendisliğinin gelişimi mevcut tekniklerin sınırlamalarını ve gücünü açıklığa kavuşturmaya yardımcı olmuştur; biyolojik ve yapay materyalleri bir araya getirerek yeni bir bakış açısı açmıştır. Yeni gelişmeler muhtemelen yüzleşilmesi gereken yeni etik konuları açığa vura caktır. Öte yandan, fonksiyonel bir çözüm bulunana kadar bu prosedürler yüksek oranda seçilmiş hastalara ayrılmalıdır.

KAYNAKLAR

1. Nakamura T, Ohmori K, Kanemaru S. Tissue-engineered airway and "in situ tissue engineering". *Gen Thorac Cardiovasc Surg* 2011;59(2):91-7.
2. Belsey R. Resection and reconstruction of the intrathoracic trachea. *Br J Surg* 1950;38(150):200-5.

3. Scherer MA, Ascherl R, Geissdörfer K, et al. Experimental bioprosthetic reconstruction of the trachea. *Arch Otorhinolaryngol* 1986;243(4):215-23.
4. Jackson TI, O'Brien EJ, Tuttle W, et al. The experimental use of homogenous tracheal transplants in the restoration of continuity of the tracheobronchial tree. *J Thorac Surg* 1950;20(4):598-612.
5. Grillo HC. Tracheal replacement: a critical review. *Ann Thorac Surg* 2002;73(6):1995-2004.
6. Grillo HC. Surgery of the trachea. *Curr Probl Surg* 1970;3-59.
7. Martinod E, Chouahnia K, Radu DM, et al. Feasibility of bioengineered tracheal and bronchial reconstruction using stented aortic matrices. *JAMA* 2018;319(21): 2212-22.
8. Udelsman B, Mathisen DJ, Ott HC. A reassessment of tracheal substitutes-a systematic review. *Ann Cardiothorac Surg* 2018;7(2):175-82.
9. Krespi YP, Biller HF, Baek SM. Tracheal reconstruction with a pleuroperioosteal flap. *Otolaryngol Head Neck Surg*, 1983;91(6):610-4.
10. Fabre D, Kolb F, Fadel E, et al. Successful tracheal replacement in humans using autologous tissues: an 8-year experience. *Ann Thorac Surg* 2013;96(4):1146-55.
11. Kato R, Onuki AS, Watanabe M, et al. Tracheal reconstruction by esophageal interposition: an experimental study. *Ann Thorac Surg* 1990;49(6):951-4.
12. Letang E, Sánchez-Lloret J, Gimferrer JM, et al. Experimental reconstruction of the canine trachea with a free revascularized small bowel graft. *Ann Thorac Surg* 1990;49(6):955-8.
13. Aronstam EM, Nims RM, Winn DF. Studies in segmental replacement of the thoracic trachea. *J Surg Res* 1961;1:108-10.
14. Neville WE, Bolanowski PJ, Soltanzadeh H. Homograft replacement of the trachea using immunosuppression. *J Thorac Cardiovasc Surg* 1976;72(4):596-601.
15. Jacobs JP, Elliott MJ, Haw MP, et al. Pediatric tracheal homograft reconstruction: a novel approach to complex tracheal stenoses in children. *J Thorac Cardiovasc Surg* 1996;112(6):1549-58; discussion 1559-60.
16. Propst EJ, Prager JD, Meizen-Derr J, et al. Pediatric tracheal reconstruction using cadaveric homograft. *Arch Otolaryngol Head Neck Surg* 2011;137(6):583-90.
17. Nakanishi R, Shirakusa T, Mitsudomi T. Maximum length of tracheal autografts in dogs. *J Thorac Cardiovasc Surg* 1993;106(6):1081-7.
18. Yokomise H, Inui K, Wada H, et al. Split transplantation of the trachea: a new operative procedure for extended tracheal resection. *J Thorac Cardiovasc Surg* 1996;112(2):314-8.
19. Klepetko W, Marta GM, Wisser W, et al. Heterotopic tracheal transplantation with omentum wrapping in the abdominal position preserves functional and structural integrity of a human tracheal allograft. *J Thorac Cardiovasc Surg* 2004;127(3):862-7.
20. Rose KG, Sesterhenn K, Wustrow F. Tracheal allotransplantation in man. *Lancet* 1979;1(8113):433.
21. Levashov YuN, Yablonsky PK, Cherny SM, et al. One-stage allotransplantation of thoracic segment of the trachea in a patient with idiopathic fibrosing mediastinitis and marked tracheal stenosis. *Eur J Cardiothorac Surg* 1993;7(7):383-6.
22. Delaere P, Vranckx J, Verleden G, et al. Tracheal allotransplantation after withdrawal of immunosuppressive therapy. *N Engl J Med* 2010;362(2):138-45.

23. Strome M, Stein J, Esclamado R, et al. Laryngeal transplantation and 40-month follow-up. *N Engl J Med* 2001;344(22):1676-9.
24. Walles T. Bioartificial tracheal grafts: can tissue engineering keep its promise? *Expert Rev Med Devices* 2004;1(2):241-50.
25. Yi S, Ding F, Gong L, et al. Extracellular matrix scaffolds for tissue engineering and regenerative medicine. *Curr Stem Cell Res Ther* 2017;12(3):233-46.
26. Abbott A. Cell culture: biology's new dimension. *Nature* 2003;424(6951):870-2.
27. Krieg T, LeRoy EC. Diseases of the extracellular matrix. *J Mol Med (Berl)* 1998;76(3-4):224-5.
28. Wu W, Feng X, Mao T, et al. Engineering of human tracheal tissue with collagen-enforced poly-lactic-glycolic acid non-woven mesh: a preliminary study in nude mice. *Br J Oral Maxillofac Surg* 2007;45(4):272-8.
29. Chang JW, Park SA, Park JK, et al. Tissue-engineered tracheal reconstruction using three-dimensionally printed artificial tracheal graft: preliminary report. *Artif Organs* 2014;38(6):E95-E105.
30. Mahoney C, Conklin D, Waterman J, et al. Electrospun nanofibers of poly (ϵ -caprolactone) / depolymerized chitosan for respiratory tissue engineering applications. *J Biomater Sci Polym Ed* 2016;27(7):611-25.
31. The Lancet Editors. Retraction-Tracheobronchial transplantation with a stem-cell-seeded bioartificial nanocomposite: a proof-of-concept study. *Lancet* 2018;392(10141):11.
32. Johnson C, Sheshadri P, Ketchum JM, et al. In vitro characterization of design and compressive properties of 3D-biofabricated/decellularized hybrid grafts for tracheal tissue engineering. *J Mech Behav Biomed Mater* 2016;59:572-85.
33. Crapo PM, Gilbert TW, Badylak SF. An overview of tissue and whole organ decellularization processes. *Biomaterials* 2011;32(12):3233-43.
34. Baiguera S, Jungebluth P, Burns A, et al. Tissue engineered human tracheas for in vivo implantation. *Biomaterials* 2010;31(34):8931-8.
35. Baiguera S, Birchall MA, Macchiarini P. Tissue-engineered tracheal transplantation. *Transplantation* 2010;89(5):485-91.
36. Baiguera S, Del Gaudio C, Jaus MO, et al. Long-term changes to in vitro preserved bioengineered human trachea and their implications for decellularized tissues. *Biomaterials* 2012;33(14):3662-72.
37. Hamilton NJ, Kanani M, Roebuck DJ, et al. Tissue-engineered tracheal replacement in a child: a 4-year follow-up study. *Am J Transplant* 2015;15(10):2750-7.
38. Kojima K, Vacanti CA. Tissue engineering in the trachea. *Anat Rec (Hoboken)* 2014;297(1):44-50.
39. Macchiarini P, Candelier JJ, Coullin P, et al. Use of embryonic human trachea grown in nude mice to patch-repair congenital tracheal stenosis. *Transplantation* 2000;70(11):1555-9.
40. Macchiarini P, Jungebluth P, Go T, et al. Clinical transplantation of a tissue-engineered airway. *Lancet* 2008;372(9655):2023-30.
41. Gonfiotti A, Jaus MO, Barale D, et al. The first tissue-engineered airway transplantation: 5-year follow-up results. *Lancet* 2014;383(9913):238-44.
42. Elliott MJ, Butler CR, Varanou-Jenkins A, et al. Tracheal replacement therapy with a stem cell-seeded graft: lessons from compassionate use application of a GMP-compliant tissue-engineered medicine. *Stem Cells Transl Med* 2017;6(6):1458-64.
43. Elliott MJ, De Coppi P, Speggorin S, et al. Stem-cell-based, tissue engineered tracheal replacement in a child: a 2-year follow-up study. *Lancet* 2012;380(9846):994-1000.

SUBGLOTTİK STENOZ TEDAVİSİNDE TEMEL TEKNİKLER

PRINCIPLES IN SUBGLOTTIC STENOSIS MANAGEMENT

Ümit Aydoğmuş

Pamukkale Üniversitesi Tıp Fakültesi, Göğüs Cerrahisi Anabilim Dalı, Denizli, Türkiye

e-mail: umitbile@yahoo.com

DOI: 10.5578/tcb.2021.013

Özet

Subglottik darlık sıklıkla entübasyon ve trakeostomi ile ilişkili üst hava yollarının güçlükle tedavi edilebilen bir hastalıdır. Bilinen entübasyon öyküsü olmadığı durumlarda tanısında da gecikmeler olabilir. Endoskopik tedavi yöntemlerindeki ilerlemelere rağmen öncelikli tedavi cerrahidir. Larenkse ait bu girişimsel işlemler ve cerrahi teknikler, nefes almayı ve yutma ve konuşma gibi temel işlevleri etkileme potansiyelleri nedeniyle özel dikkat gerektiren hassas prosedürlerdir. Bu yazıda hem endoskopik tedavi yöntemlerinin hem de cerrahi tedavilerin teknik prensiplerinden ve sonuçlarından bahsedilmiştir. Güncel literatür bilgilerinin ışığında iki tedavi türü için endikasyonlar özetlenmeye çalışılmıştır.

Anahtar kelimeler: Subglottik stenoz, tedavi, cerrahi

Abstract

Subglottic stenosis is a difficultly treatable disease of the upper airways, often associated with intubation and tracheostomy. In cases where there is no known intubation history, there may be delays in the diagnosis. Despite advances in endoscopic treatment methods, the primary treatment is surgery. These laryngeal interventional procedures and surgical techniques are delicate procedures that require special attention because of their potential to affect breathing and essential functions such as swallowing and speech. In this article, the technical principles and results of both endoscopic treatment methods and surgical treatments are mentioned. In the light of current literature information, indications for two treatment types have been tried to be summarized.

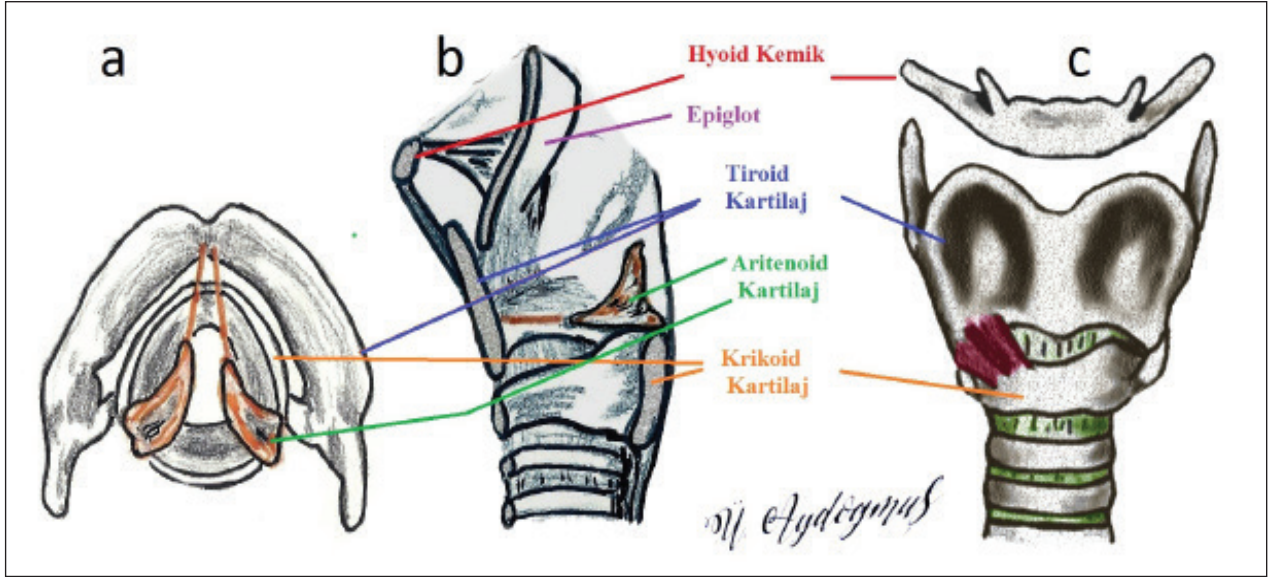
Keywords: Subglottic stenosis, treatment, surgery

GİRİŞ

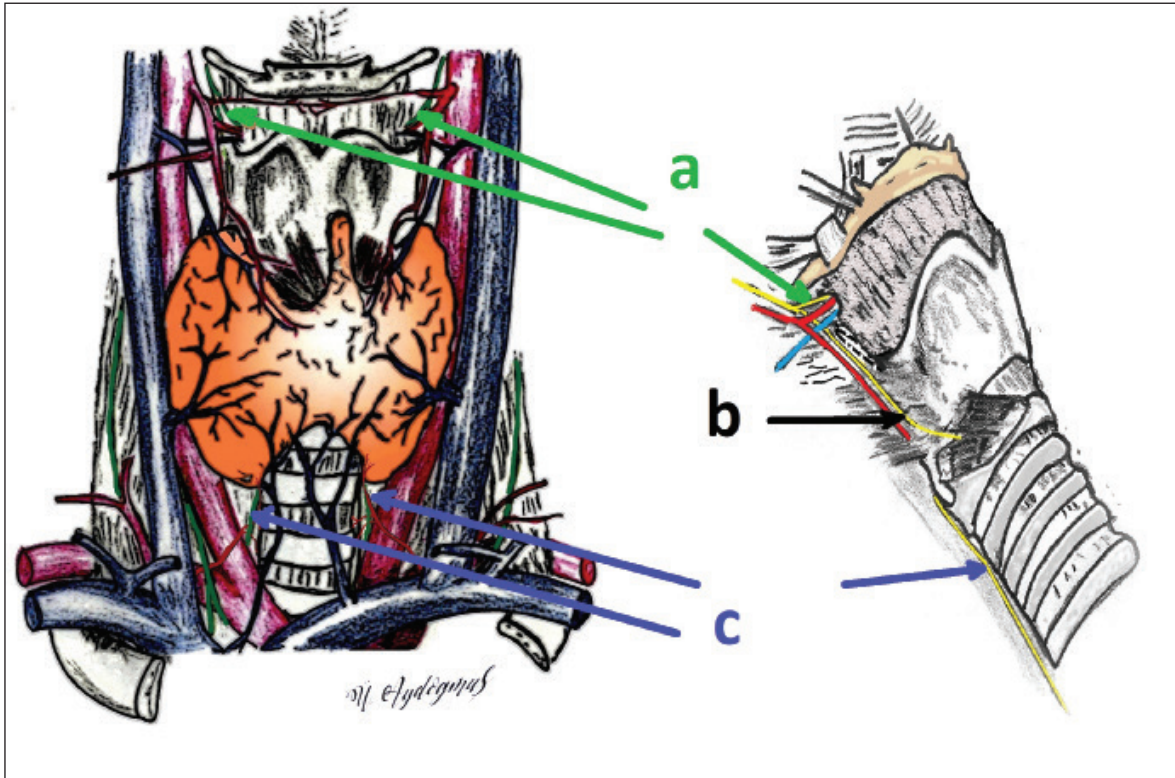
Subglottik alan kord vokallerden birinci trakeal halkaya kadar olan alandır. Benign daha doğru ifade ile malign olmayan subglottik darlıklar bazen basit cerrahi girişimler ile giderilebilir (1,2). Özellikle çocukluk çağı subglottik stenozlarında balon dilatasyonu cerrahi girişim gereksinimini önemli ölçüde azaltmıştır (3-5). Ancak erişkinlerde çoğunlukla onarımı güç bir hava yolu darlığıdır. Endoskopik uygulamalardaki ve cerrahi tekniklerdeki gelişmelere rağmen zorlu bir sorun olmaya devam etmektedir (6-9). Zorluğun iki temel nedeni vardır. Birincisi, cerrahi ve cerrahi dışı uygulamalardaki gelişmelere rağmen, subglottik alanın kompleks kas ve sinir yapılarıdır. İkincisi ise bölge mukozasının, damarsal ağın

zayıflığı nedeniyle, ufak hasarlarda bile yara iyileşmesinin patolojik formu olan fibrotik skar oluşumuyla sonuçlanmasıdır.

Larenks oral kaviteyle alt hava yollarının birleşme bölgesidir ve fizyolojik fonksiyonları nedeniyle hem solunum hem de yutmanın en kritik alanıdır. Üç major kartilajöz yapı (tiroid kartilaj, krikoid kartilaj ve epiglot) üç küçük kartilaj (aritenoid, corniculate ve cuneiform kartilajlar) ve bunların ilişkisini sağlayan kas ve ligaman yapılar larenksi oluşturur (Şekil 1). Larenksin inervasyonunu sağlayan sinir komplekslerinin korunması subglottik darlık cerrahisinde temel prensiplerden biridir (Şekil 2). Süperior larengeal sinir temelde yutma fonksiyonlarıyla ilişkili olup suprahyoid veya infrahyoid serbestleme yapılmıyorsa genellikle zarar görmez. Ancak rekürren laren-



Şekil 1. Subglottik bölge cerrahisinde önemli krtilajların anatomik ilişkisi.



Şekil 2. Laringeal sinirler; **A.** Tirohyoid memrandan giren süpeior laringeal sinir, **B.** Krikotiriod membrandan subglottik alana giren süperior laringeal sinirin eksternal dalı (krikotiriod kası inerve eder), **C.** Paratrakeal seyreden ve krikotiriod eklem seviyesinde larenkse giren rekürren laringeal sinir.

geal sinirin krikotiriod eklemlerle inferior konstriktör kas arasından larenkse girmesi nedeniyle takeobronşial ağacın diğer bölgelerinde uygulanan basit uç uca anastomoz bu bölgede uygulanamaz. Ayrıca superior laringeal sinirin eksternal dalı da krikotiriod kası inerve etmek üzere hemen krikotiriod membrandan subglottik alana girdiği hatırlanmalıdır.

ETYOPATOGENEZ

Hem çocuklarda hem de yetişkinlerde subglottik darlığın birçok nedeni olabilir (1,6,9-11). Bu nedenler Tablo 1'de sıralanmıştır.

Tablo 1. Subglottik darlığın yaygın sebepleri

Malign		Benign	
Primer endotrakeal tümörler	Squamöz hücreli Adenoid kistik Mukoepidermoid Karsinoid	Travma	Künt Keskin Toksik inhalasyon
Primer larinks karsinomu		Polikondrit	
Metastatik tümörler	Renal karsinomlar Akciğer karsinomları Malign melanom	Granülatöz hastalıklar	Wegener Tüberküloz Yabancı cisim
Mediasten tümörleri	Timoma Timik karsinom Germ hücreli Lenfoma	Benign tümör	Konrom Lipom
Tirioid karsinomları		Psödötümör	Amiloidoz Papillomatozis
		Diş bası	Guatr
		Postentübasyon	Hemanjiom
		İyatrojenik	
		Konjenital	

Konjenital Subglottik Darlık

Subglottik bölgenin normalden (yenidoğanda 4 mm, prematürelde 3 mm) dar olmasıdır (11). Histopatolojisi kartilajöz veya membranöz tiptedir. Solunum sıkıntısı nedeniyle entübe edilen yenidoğanlarda darlığın konjenital mi post-entübasyon mu olduğu karışabilir (11-13). Diğer doğuştan patolojiler sıklıkla eşlik eder (13).

Postentübasyon veya Trakeotomi

Subglottik alan darlıkların da en sık nedeni endotrakeal tüp veya trakeostominin oluşturduğu hasara bağlı anormal yara iyileşmesidir. Entübasyon tüpü ve trakeostomiye bağlı darlıklardan kaçınmak için temel dört nokta önemlidir; kaf basıncı, kanül pozisyonu, entübasyon süresi, kanül çapı. En önemli faktörlerden biri şüphesiz yüksek basınçlı kafflardır, bunun yanı sıra trakeostomi kanülün nötral pozisyonda tutulmaması bir diğer faktördür. Kanülün lateral duvarlara basısına bağlı trakeostominin distalinde darlık oluşabileceği gibi trakeostomi kanülünün kraniale doğru fazla gerdirilmesine bağlı trakeostominin hemen üzerinde darlık oluşabilir (Resim 1). Trakeostomi sonrası subglottik darlıklı hastalarda, trakeostomi kanülünün üzerinde subglottik stenoz oluşurken, trakeostomi alanı ve trakeostomi kafının olduğu bölgeyi içeren uzun segment darlıklar oluşabilir. (Resim 2). Bu tür hastalarda çoğunlukla, eşlik eden trakeostomi skarları veya trakea segment darlıkları nedeniyle daha kompleks cerrahi prosedürler gereklidir. Entübasyonun süresi de stenoz gelişimi ile doğrudan ilişkilidir. Özellikle 7-10 günü geçen entübasyonlarda risk artmaktadır. Bir diğer faktör entübasyon tüpünün

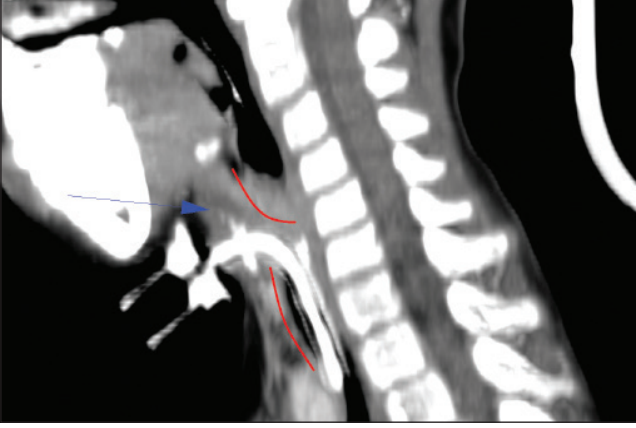


Resim 1. Larengoskopide subglottik darlık.

genişliğidir. Erkekler için 8 mm ve altında, kadınlar için 7 mm ve altında iç çapa sahip entübasyon tüpleri önerilmektedir.

Toksik Inhalasyon

Toksik inhalasyon hassas solunum yolu epitelini irite ederek enflamasyonu başlatabilir. Enflamatuar süreç uyarıldığında ödem ve konjesyon oluşur, bu durum genellikle geçicidir. Ancak mukozada ülser oluşmuşsa fibroblast proliferasyonu ve sonrasında stenozu oluşturan granülasyon dokusu gelişebilir.



Resim 2. Trakeostomili hastada subglottik darlık oluşumu.

İdiyopatik

İyatrojenik veya ekstrensik travma olmayan ve herhangi bir etiyolojik tanı saptanamayan SGS'li olgular idiyopatik subglottik stenoz (İSS) olarak sınıflandırılır (14,15). İSS hemen daima kadınlarda görülür (17,21). İSS'de kesin fizyopatoloji bilinmemektedir. Gastroözefageal reflü, büyüme faktörleri, anormal immün cevap, kronik öksürük ve anormal östrojen cevabının etkili olabileceğini öne sürülmüştür (16,18,19). Son araştırmalarda İSS'li olguların önemli bir bölümünde asidik ve non-asit reflü varlığını göstermektedir (20). Genel olarak vokal kordlardan başlayan 2-3 cm (0.5 ile 5 cm arası) uzunluğunda darlıkla karşımıza çıkar (21).

Malignite Dışındaki Subglottik Stenozun (SGS) Diğer Nedenleri

Toksik inhalasyon, Wegener Granülomatozisi (WG), tüberküloz, difteri, sarkoidoz, polikondritis, tümörü taklit eden oluşumlar (amiloidoz, papillomatozis gibi), dış basıdır (guatr) (6). WG, üst hava yolu tutulumu iyi bilinen otoimmün nekrotizan vaskülitir (18). WG'ye bağlı SGS'de başlangıç tedavisi medikal endoskopiktir (18,22).

SEMPTOMLAR

Konjenital stenozda, darlığın genişliğine göre semptomlar değişir. En sık semptomlar afoni veya zayıf sesle ağlamadır. Semptomlar minimal olabilir ve yıllar boyunca tanı konulmayabilir (11,13). Öksürük ve wheezing nedeniyle hastalar astım tanısıyla takip edilebilir ve çok sonraları efor dispnesiyle tanı konulabilir (11). %50'nin üzerinde darlık olana kadar hastalarda genellikle semptom yoktur (12).

SGS derecesinin zaman içerisinde arttığı hastalarda da (idiyopatik veya WG bağlı olanlar gibi) bulgular sıklıkla astımla karıştırılır ve uzun süre yanlışlıkla astım tedavisi görürler. Bulgular progresif nefes darlığı, wheezing, öksürük ve hoarseness şeklinde de ortaya çıkabilir. Klasik bulgular otur-

duğunda inspiratuar stridor oskültasyona gerek olmadan duyulacak kadar belirgindir.

Eğer entübasyon ve/veya trakeostomi öyküsü varsa tanıya yönelmek daha kolaydır. Öykü yoksa etyopatogenezde rol alabilecek diğer nedenler açısından biyokimyasal ve mikrobiyolojik testlere ihtiyaç duyulabilir.

TANI

Tanıdan kuşkulandırdığında basit iki yönlü servikal grafi yol gösterici olabilir. Solunum fonksiyon testlerinde akım volüm eğrisinde düzleşme bir başka basit bulgudur. Sık kesit aralıklarıyla çekilecek servikal tomografi üç boyutlu değerlendirmeye izin veren yazılımlar yararlıdır.

Tedavi kararı verilmeden bronkoskopik işlemlerde dikkatli olunmalıdır. Oluşacak ödem solunum sıkıntısını artıracaktır, bu nedenle SGS'den şüphelenilen hastalarda, kulak burun boğaz uzmanıyla direkt larengoskopi değerlendirmesi tercih edilebilir (Resim 1). Tabii ki bu şekilde darlığın tam uzunluğunu saptamak mümkün değildir, yine de vokal kordların değerlendirilmesi cerrahinin boyutu hakkında bilgi verir (13). Darlık görüldükten sonra ayrıntılı değerlendirme için yapılacak bronkoskopinin, ameliyathane koşullarında yapılması daha uygun olacaktır.

TEDAVİ

Tedavinin temel amacı kalıcı düzelmeyi en uygun yöntemle sağlamak, bunu yaparken de morbidite ve mortalitenin en aza indirmektir. Ancak bazı hastalarda solunum yolunun açıklığını sağlamak (trakeostomi) ile yetinilmek zorunda kalınabilir. Tedavi seçiminde majör belirleyicileri dört, minör belirleyicileri beş gruba ayrılabilir.

Majör belirleyiciler:

- Dar segmentin uzunluğu,
- Darlığın kord vokalle olan ilişki ve mesafesi, kord vokallerin mobilitesi,
- Darlığın tipine (web veya kompleks),
- Hastanın komorbiditelerinin ve tekrar entübasyon riski oluşturan hastalıklarının kontrol altında olması.

Minör belirleyiciler:

- Darlığın etiyolojisi,
- Hastanın fiziksel yapısına (kifoz gibi boyun hareketini kısıtlayan durumlar),
- Trakeal enfeksiyon varlığı,
- Gastroözofageal reflü,
- Hastanın belirlenen tedaviye uyumu.

Tedavinin iki temel şekli vardır: endoskopik işlemler ve cerrahi girişim.

Endoskopik İşlemler

Endoskopik tedaviler birinci aşama tedavide genellikle tercih edilse de özellikle SGS olgularda uygulama alanı tartışmalıdır. Yamamoto ve arkadaşlarının meta-analizlerinde %40-82 arası başarı sağlanmıştır (23). Endoskopik tedavide özellikle geç restenozun sıklığı nedeniyle uzun süreli takip önerilmektedir. Özellikle sadece dilatasyon yapılması yüksek rekürrens nedeniyle önerilmez ancak asıl tedaviye geçiş süresince solunumun hızla düzelmesini sağlayarak zaman kazandırır (2). Web şeklindeki darlıklarda, Wegener granülematozisinde öncelikle endoskopik tedaviler tercih edilir (18). Benign darlıklarda lazer uygulaması için genellikle daha az mukozal hasar oluşturmasından dolayı CO₂ lazer önerilmektedir (18). Cerrahi olmayan tedaviler palyasyon için en iyi seçimdir. Ancak tekrarlayan işlemler nedeniyle yeni trakeal hasarlar oluşabilir ki bu da cerrahi müdahaleyi güçleştirebilir veya imkansız hale getirebilir (24).

Nadir görülmesi ve fizyopatolojisinin açık olmaması nedeniyle İSS tedavisi tartışmalıdır (18,25). Tüm subglottik stenoz olgularındaki gibi, darlığın glottisi kapsayıp kapsamamasına, dar segmentin uzunluğuna ve granülasyonun şiddetine göre tedavi seçilir. Benign nedenli subglottik stenozlarda en yüksek başarı oranlarıyla rekonstrüktif cerrahiler hala birinci seçenektir (21,26). Cerrahi düzeltme ile Marcillo ve arkadaşları (16), 64 hastalık serilerinde %97, Wang ve arkadaşları (27), 263 hastada %91.3 başarılı sonuç bildirmiştir. Endoskopik tedavilerin palyasyon için iyi olduğu ancak uzun dönemde sık rekürrense seyrettiği belirtilmektedir (14). Bununla birlikte endoskopik tedavi ile yeterli sonuç elde ettiğini bildiren yazarlar da mevcuttur (6). Endoskopik tedavi yöntemlerinden hangisinin yapılacağı da tartışmalıdır. Endoskopik uygulamaların bir parçası olarak mitomisin C uygulanması sıklıkla önerilir (18,25,26). Mitomisin C'nin yararı açık değildir, hatta bazı deneysel çalışmalarda zararlı bulunmuştur (28,29). Dilatasyona eklenecek stent uygulamaları hastada daha uzun süreli palyasyon sağlayarak hastaya, trakeostomi veya daha invaziv işlemlere gerek kalmayan bir seçenek oluşturabilir. Unutulmamalıdır ki stent uygulaması masum bir alternatif değildir. Migrasyon, sekresyonlarla tıkanma, proksimal ve distalinde granülasyon oluşumu gibi ölümcül komplikasyonları olabileceği akılda tutulmalıdır.

Cerrahi Teknikler

Ogura ve Powers (30) 1964'te, hastalık, ses tellerine yakın subglottik bölgeyi içerdiğinde, rezeksiyonun krikoid kıkırdağa genişletilmesi gerekliliğini ve rekürren laringeal sinirlerin her ikisine de zarar verme riskinin yüksek olması

nedeniyle birçok teknik problem varlığından söz ettiler. 1974 yılında, Gerwat ve Bryce'in (31), anterior krikoid kemeri kesmek ve posterior krikoid plakayı korumak için bir eğik çizgi kullanarak problemi aşmaları subglottik stenoz cerrahisinin dönüm noktası olmuştur.

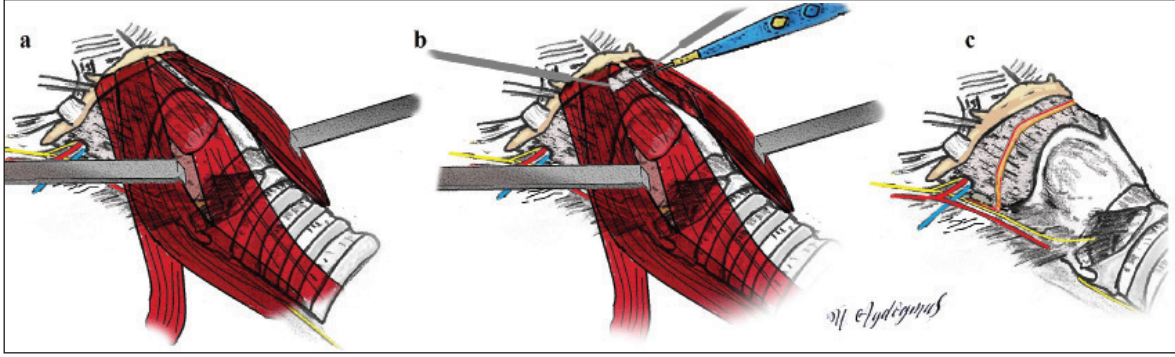
Subglottik bölgede oluşan stenozların tedavisi diğer traheal darlıklara oranla zorlu bir cerrahi gerektirdiği açıktır. Cerrahi tedavi yönteminin seçimi kord vokallerin mobil olup olmamasına ve glottik darlığın eşlik etmesine göre değişir (17). Dar trakeal segmentle birlikte krikoidin anterior kısmının rezeksiyonu ve tiroid kartilajla trakeanın anastomozunu içeren, tek aşamalı onarım teknikleri SGS olgularda genellikle etkilidir (32). Laringokrikotrakeal fissür tekniğinde ise mukoza greftleri ve kartilaj greftleri kullanılmakta ve laringoplasti uygulanmaktadır (33). D'Andrilli ve arkadaşları (8) bu ikinci yöntemi sadece glottisin daraldığı olgularda veya tek aşamalı cerrahinin mümkün olmadığı durumlarda önermektedir. Zalzal ve Cotton (11) ise 10 yaş altı çocuklarda tek aşamalı tekniği uygulamanın zor olduğunu vurgulamıştır.

Darlığın sebebinden ne olursa olsun cerrahiye karar verildi ise hasta uyanırken kord vokal hareketliliği ve yutma fonksiyonları larengoskopiyle değerlendirilmesi uygun olacaktır. Yutma refleksi bozuk hastalarda cerrahi tedaviden vazgeçilmeli, en azından ertelenmelidir.

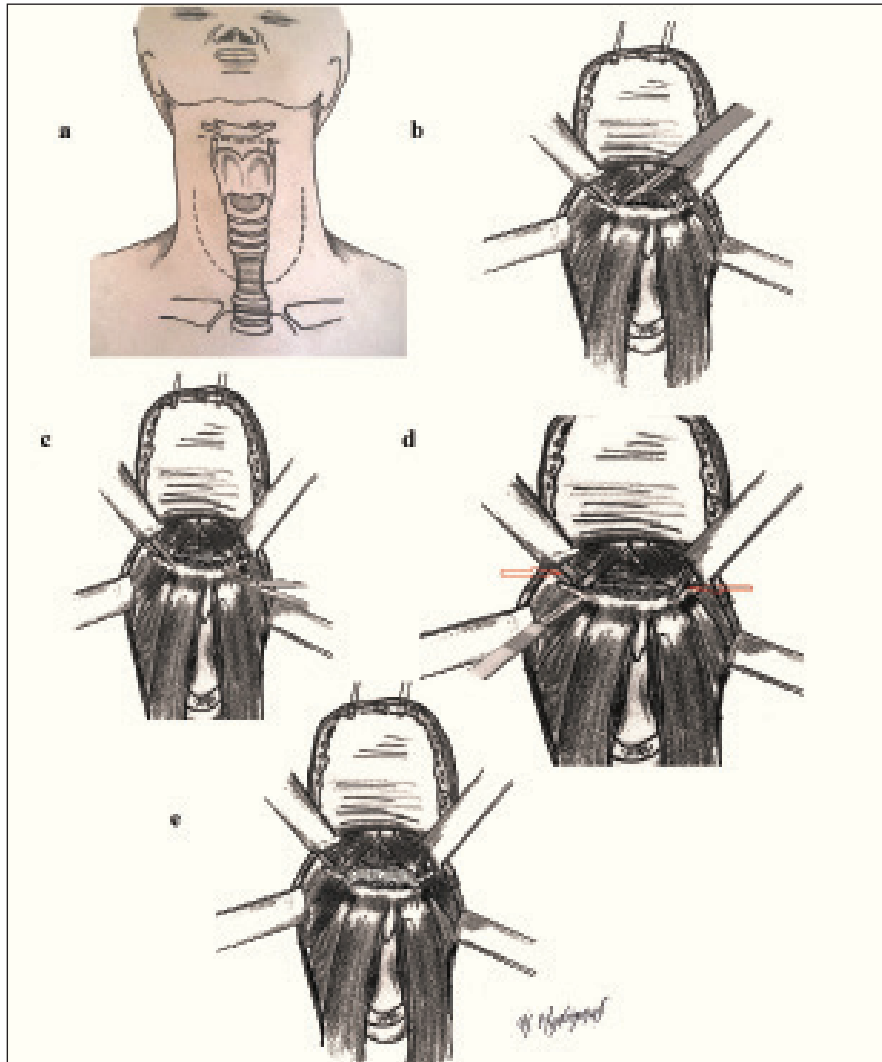
Trakea cerrahisinde başarının temel anahtarları; sağlam mukoza uçları düzgün bir şekilde karşı karşıya getirilmesi ve gerginlik olmamasıdır. Anastomoz hattında gerginlik olmaması dar segmentin uzunluğu ve hastanın boyun yapısıyla (kifoza gibi) doğrudan ilişkilidir. Grillo trakeanın yaklaşık yarısının güvenle rezeke edilebileceğini raporlamıştır (32). Bununla birlikte rezeke edilebilecek alan hastadan hastaya değişir. Axtell ve Mathisen (21), 4 cm'nin üzerinde rezeksiyonlarda ek manevraları önermektedir.

Dedo ve Fishman'nın 1969 yılında infrahyoid serbestleştirme tekniğini tanımlamıştır (34). Bu yöntemde standart kollar insizyonu sonrası cilt ve platizma kası geçilir, tirohyoid membran seviyesinde sternohyoid ve omohyoid kasları laterale ekarte edilerek tiroid kıkırdağın süperior kornuları ortaya çıkartılır. Tirohyoid kasları tiroid kıkırdağın üzerinden kesilir, ardından tirohyoid membran hyoid kemik altından kesilir, bu noktada süperior laringeal sinirin korunması en önemli noktadır. Klasik yöntemde tiroid kıkırdağın süperior kornuları da kesilerek serbestleme tamamlanır (Şekil 3). Sonrasında oluşan yutma problemleri ve aspirasyon nedeniyle daha az tercih edilen serbestleme yöntemidir.

Serbestleştirme tekniklerinin servikal trakea için en kullanışlısı Montgomery (35) tarafından tanımlanmış olan suprahyoid serbestlemedir. İnsizyon Montgomery'nin klasik



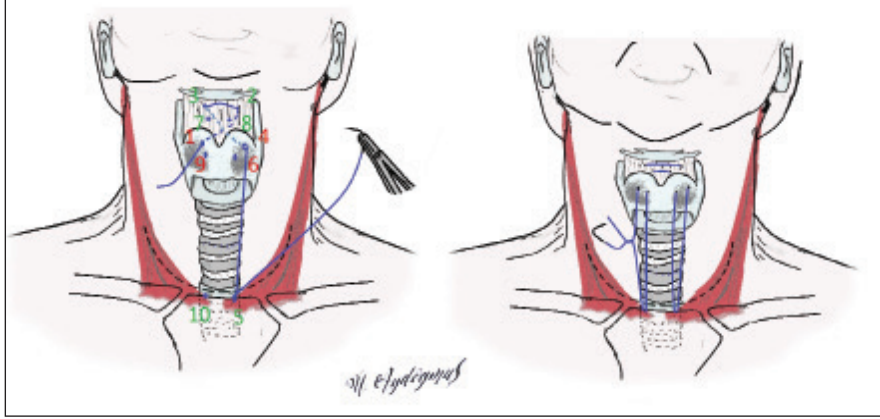
Şekil 3. İnfracervikal serbestleştirme; **A.** Supratiroid kasların lateralizasyonu, **B.** Tirohyoid kasının ayrılması, **C.** Tirohyoid membranının kesilmesi ve tiroid katilaj büyük boynuzunun kesilmesi.



Şekil 4. Supracervikal serbestleştirme; **A.** İnsizyon seçenekleri **B.** Hyoid kemik üst sınırından, hyoid küçük boynuzları arasındaki kas tabakasının kesilmesi **C.** Hyoid küçük boynuzunun kesilmesi **D.** Stilohyoid kasının kesilmesi **E.** Hyoid büyük boynuzlarıyla hyoid gövdesinin ayrılması.

yönteminde U şeklinde tek insizyondur, alternatif olarak hyoid kemiğin üzerine ikinci küçük bir insizyonda uygulanabilir (Şekil 4a). Hyoid kemik üst sınırından, hyoid küçük boy-

nuzları arasındaki kas tabakasının kesildikten sonra hyoid küçük boynuzunun lateral sınırından hyoid kemik kesilmesi ile tamamlanır (Şekil 4). Burada stilohyoid kasın kesilirken



Şekil 5. Laringo sternopeksi yöntemi.

hyoid kemik superiorunda küçük boynuz laterale tutunan digastrik kas ve inferiora tutunan omohyoid kaslar korunur.

Attalah ve arkadaşları (36) yakın zamanda laringo sternopeksi yöntemini tanımlamışlardır. Bu yöntemle tirohyoid membrandan ve tiroid kartilajdan geçen sütürlerle larenks sternuma yaklaştırılmaktadır (Şekil 5). Sütürasyon tiroid kartilajdan başlayıp, tirohyoid membrandan geçerek devam eder. Son olarak sternun periostundan geçilerek tiroid kartilaja dönülür.

Paratrakeal serbestleme küt diseksiyonla veya mediasinoskopi ile yapılabilir. Distal gerilimi azaltmada yardımcıdır.

SGS cerrahisi temelde iki gruba ayrılır: Hermes F. Grillo, F. Griffith Pearson tarafından tariflenen laringotrakeal rekonstrüksiyon ve öncülüğünü William W. Montgomery ve Robin T. Cotton'un yaptığı laringoplasti prosedürleri. Laringo fissür tekniği Pearson (37) ve Couroud (38) tarafından glottik alanı kapsayan stenozlarda önerilmiştir.

Grillo'nun Tekniği

İşleme rijit bronkoskopi ile başlanarak oratrakeal entübasyona olanak sağlayacak dilatasyon yapılır. Collar insizyonu yapılır. Tiroid dokusu istmustan ayrılarak lateralize edilir. Trakeadan keskin diseksiyonla tüm stenotik segment ortaya konulur. Krikoid halkanın postero-lateralindeki krikotiroid eklemin ve rekürren larengeal sinirin hasar görmesinin önlenmesi önemlidir. Trakeanın stenotik segmenti çıkarılır ve distal trakeadan havalanmaya geçilir. Krikoid üzerinde dikkatli diseksiyonla Krikotiroid membran açığa çıkarılır ve 2/3 antero lateral krikoid rezekt edilir (Şekil 6a).

Krikoid posterior tabanın yüzeyinde granülasyon dokusu kadar kürete edilerek krikoid kartilaj yüzeyi açığa çıkarılır (Şekil 6b). Burada sınır aritenoid kıkırdakların inferior ucudur.

Sağlam distal trakeadan uzun bir mukozal flep hazırlanırken kıkırdak halkada öne doğru uzanan bir gaga şeklini alır

(Şekil 6c). Krikoid kartilaj laterali ile distal trakea laterallerine askı sütürleri (2/0 vikril) konulur. Krikoid inferior sınırından ve buraya getirilmesi planlanan mukozal flepden geçen tek tek sütürler 4/0 geçilir (Şekil 6d).

Krikoidin süperiyordaki sağlam mukoza ile trakea mukozal flebinin uç kısımlarına, krikoid halkanın kalan kısmı boyunda 5/0 vikril ile tek tek sütürler konulup sütür uçları klempenir. Sütür aralığı yaklaşık 4 mm olmalıdır (Şekil 6e).

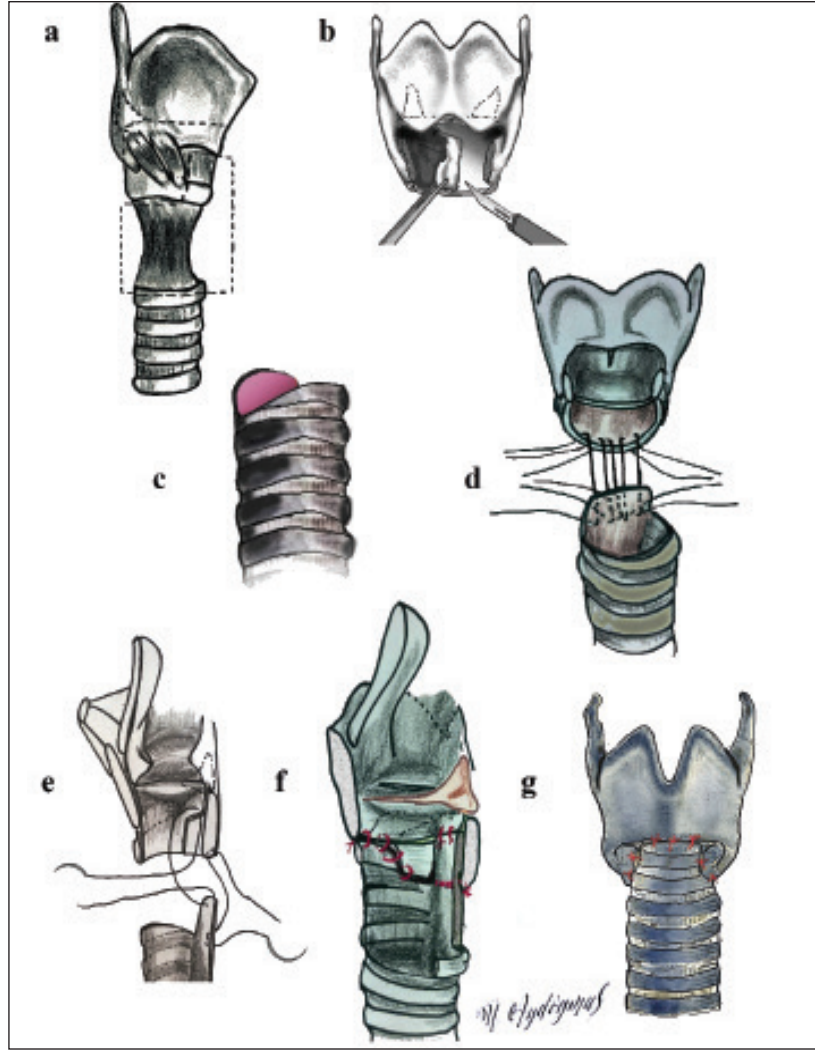
Boyun fleksiyona getirilir ve öncelikle traksiyon sütürleri bağlanır, amaç mukozal sütürlere yük binmesinin önlenmesidir. Ardından mukozal sütürler tek tek düğümlenir ve uçları kısa kesilir (Şekil 6f). Oratrakeal entübasyon tüpü distale ilerletilir ve anterior sütürlere geçilir. Anteriordaki sütürlerde tek tek 3/0 veya 4/0 vikril ile trakea ile tiroid kartilaj arasına konularak anastomoz tamamlanır (Şekil 6g). Boyunu ekstansiyondan koruyacak kalın sütürler çene ile sternum üzerindeki yumuşak dokuya konulur. Burada amaç boynu aşırı fleksiyona getirmek değil, ekstansiyonun önüne geçmektir.

Tümör cerrahisi yapılmadığı için, burada krikoid ve trakeal segmenti en-blok tek seferde eksize etmek çalışmak yersizdir. Fazladan sağlam trakea segmenti eksize etmemek için darlığın olduğu bölgeden trakea anterior yüzünden kesi yapmak uygun olur (22) (Şekil 7). Böylece çıkartılacak trakea bölümü daha kesin belirlenebilecektir. Ayrıca tüm stenozu çepeçevre dönmeden yapılan bu kesi, posterior yüzü ayırma da da yardımcı olur ve gereksiz aşırı diseksiyonun vereceği zarardan korunma sağlar.

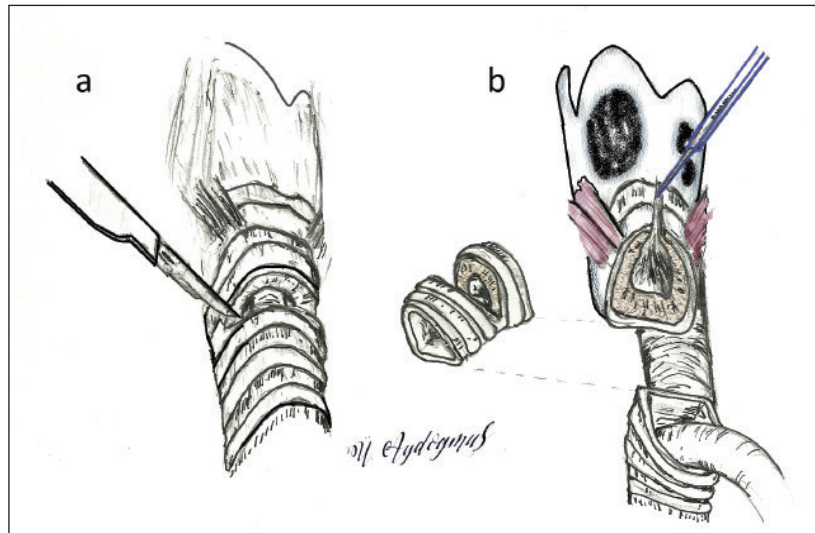
Pearson Tekniği

Grillo'nun tekniğindeki benzer şekilde krikoidin posterolateral tabanı korunarak stenotik segment çıkarılır (Şekil 8a ve Şekil 8b).

Distal trakeanın ilk kıkırdak halkasının mukozal yüzü posteriordan bir sütürle daraltılarak subglottik alanla çap uygunu sağlanır (Şekil 8c). Bu işlemin avantajı tiroid kartilaja tam



Şekil 6. A. Stenotik segmentin ve anterior krikoidin birlikte eksizyonu B. Krikoid tabandan granülasyon dokusunun uzaklaştırılması C. Sağlam trakeada mukozal flep ve kartilaj gaga şeklinin oluşturulması D. Mukozal taban sütürleri D. Mukoza sütürlerinin yönü E. Mukozal sütürlerin düğümlenmiş hali F. Anastomozun tamamlanmış görünümü.



Şekil 7. A. Darlık cerrahisinde trakea anteriorundan kesi B. Dar segmentlerin ve krikoidin aşamalı eksizyonu.

sirküler kartilaj haline gelmiş ilk segmentin anastomozuyla bozulan krikoid anatomisinininkine benzer güçlü bir yapının oluşturulmasıdır.

Mukozal kısım anastomozu 5/0 çelik tel sütür ile dikiş ile dikilip düğümler lümen içinde bırakılır. Anterolateral sütürler ise düğümleri dışarıda olacak şekilde 3/0 veya 4/0 vikril ile yapılır. Anastomozun bitmiş hali Grillo'nun tekniğindeki benzerdir (Şekil 8d). Yine benzer şekilde, boynu ekstansiyondan koruyacak kalın sütürler, çene ile sternum üzerindeki yumuşak dokuya konulur.

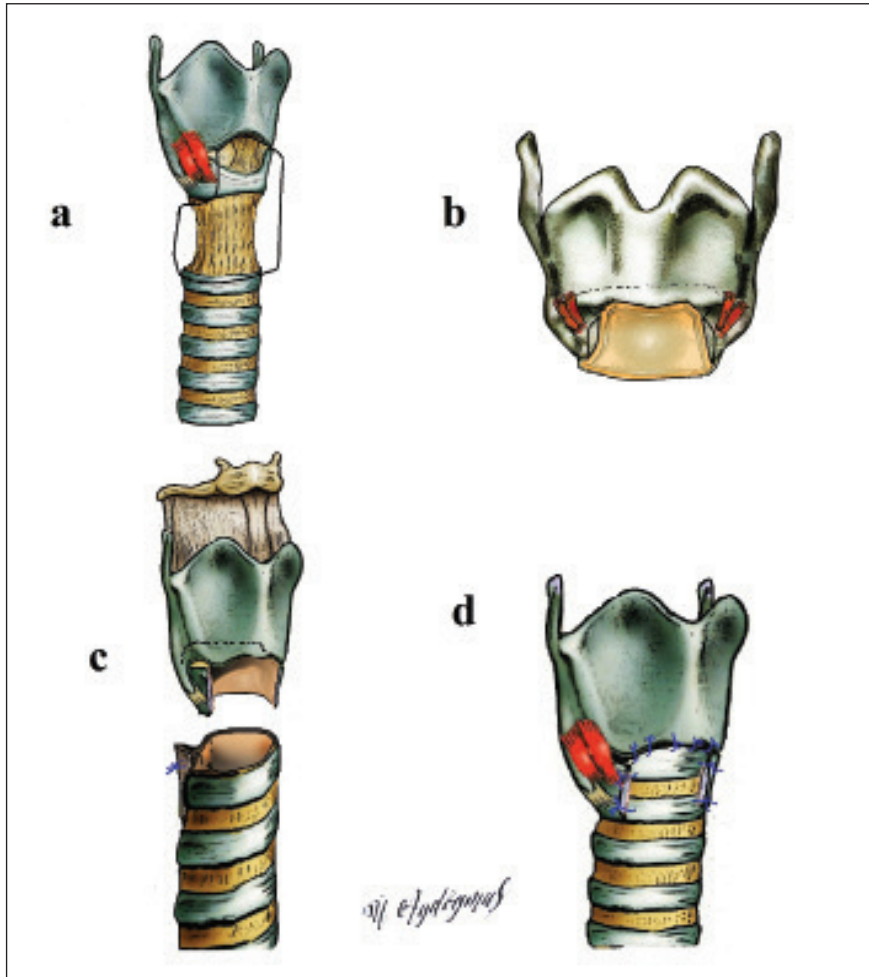
Pearson'un ayrıca tanımladığı laringofissür tekniğinde tiroid kartilaj orta hattan vertikal kesilerek (bistüri veya elektrikli testere ile) glottik stenozlara yaklaşım sağlanır (Şekil 9a). Tiroid kartilajın altındaki mukoza makasla düzgün bir şekilde kesilir. Grillo'nun tekniğindeki benzer bir mukozal flep granülasyon dokusunun temizlendiği krikoid posterior tabanına yerleştirilerek düğümleri lümen içinde kalacak şekilde tek tek dikişlerle glottik alandan itibaren 5/0 çelik tel sütür-

lerle dikilir (Şekil 9b). Çelik sütürlerin düğümleri lümen içinde bırakılır (Şekil 9c). Lümen içine silikon bir T tüp yerleştirilir. T tüpün proksimal ucu laringeal ventriküle kadar gelmelidir. Trakea kartilaj yüzeyi ile tiroid kartilajın anastomozunda ve laringofissürün kapatılmasında 3/0 veya 4/0 vikril kullanılarak anastomoz tamamlanır. (Şekil 9d).

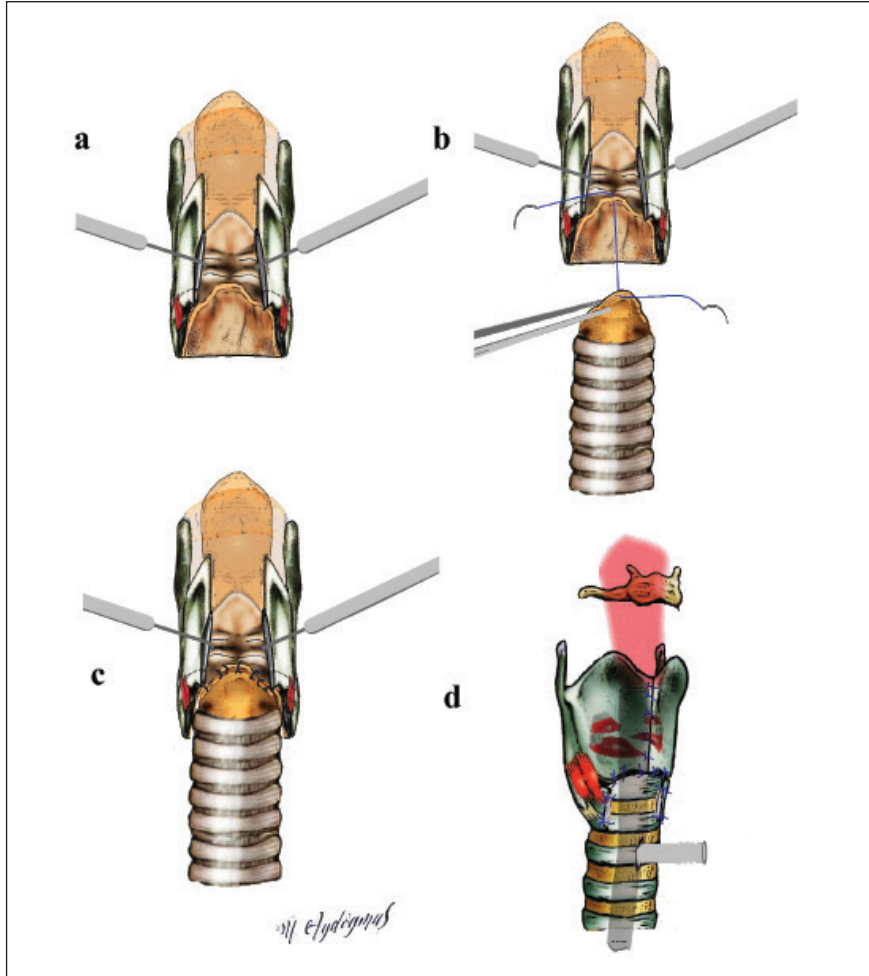
Pearson T tüpü ortalama üç hafta tutmayı önermektedir. T tüpün üst ucu laringeal ventriküle ulaşmalıdır. Bu seviyedeki T tüp genellikle yutma fonksiyonlarını etkilemediği belirtilmiştir (33). Özellikle boyun ekstansiyonunu önlemek için konulan sütürler alındıktan sonra T tüp bir miktar kaudale doğru kayacaktır (24). Bu nedenle ilk günlerde aspirasyon ile karşılaşırsa T tüpe bir müdahale yerine oral alımın bir süreliğine kesilmesi daha uygun olacaktır.

Montgomery'nin Tekniği

Başlangıç olarak darlık lazer ve/veya bujinaj yöntemiyle genişletilir (13). Anestezi trakeostomiden sağlanacaksa bir



Şekil 8. A. Stenotik segment ve krikoid anterior yüzünün eksize edilmesi B. Posterior krikoid tabanının korunması C. Anastomoz edilecek trakeanın mukozal yüzden daraltılması D. Anastomozun tamamlanmış görünümü.



Şekil 9. A. Krikoid anterior kısmının eksizye edilip, tiroid kartilajın orta hattan açılması **B.** Krikoid üzerindeki tüm granülasyon dokusu uzaklaştırıldıktan sonra trakea mukoza flebi ile subglottik mukozanın anastomozu arasında çelik sütür konulması **C.** Düğümleri lümen içinde bırakılmış çelik sütürler **D.** T tüp yerleştirildikten sonra anastomozun tamamlanmış görüntüsü.

buji veya entübasyon tüpü endotrakeal alana bırakılır ki bunlar diseksiyon sırasında orta hatta kalmaya yardımcı olur.

İnsizyon suprahyoid serbestleme yapılmayacaksa tiroid kartilajın alt sınırına yakın horizontal bir insizyon yapılır. Sternohyoid, omohyoid ve tirohoid kaslar lateralize edilerek tiroid kartilajı ortaya çıkarılır. Tiroid kartilajdan başlayarak vertikal olarak ilk iki trakea kırık halka da dahil bir bistüri veya elektrikli testere ile insize edilir (Şekil 10a). Subglottik alandaki tüm granülasyon dokusu kürete edilir. Tiroid kartilajdan krikoid ön ark için eliptik posterior taban için dikdörtgen kartilaj grefti çıkarılır (Şekil 10a). Krikoidin posterior laminası orta hattan 10 numara bistüri ile insize edilir ve lamia kenarları hook kullanılarak laterale çekilir (Şekil 10a). Tiroid kartilajdan alınan dikdörtgen greft ikiye bölünerek tiroid laminasına 3/0 vikril ile tespit edilir (daha sonraları çelik sütür uçlarını pin olarak kullanmıştır) (Şekil 10b). Kalan açıklık faysa grefti kullanılarak kapatılır. Bütün mukozal defekt geniş bir yanak mukoza greftinin direk dokuya tespiti veya uygula-

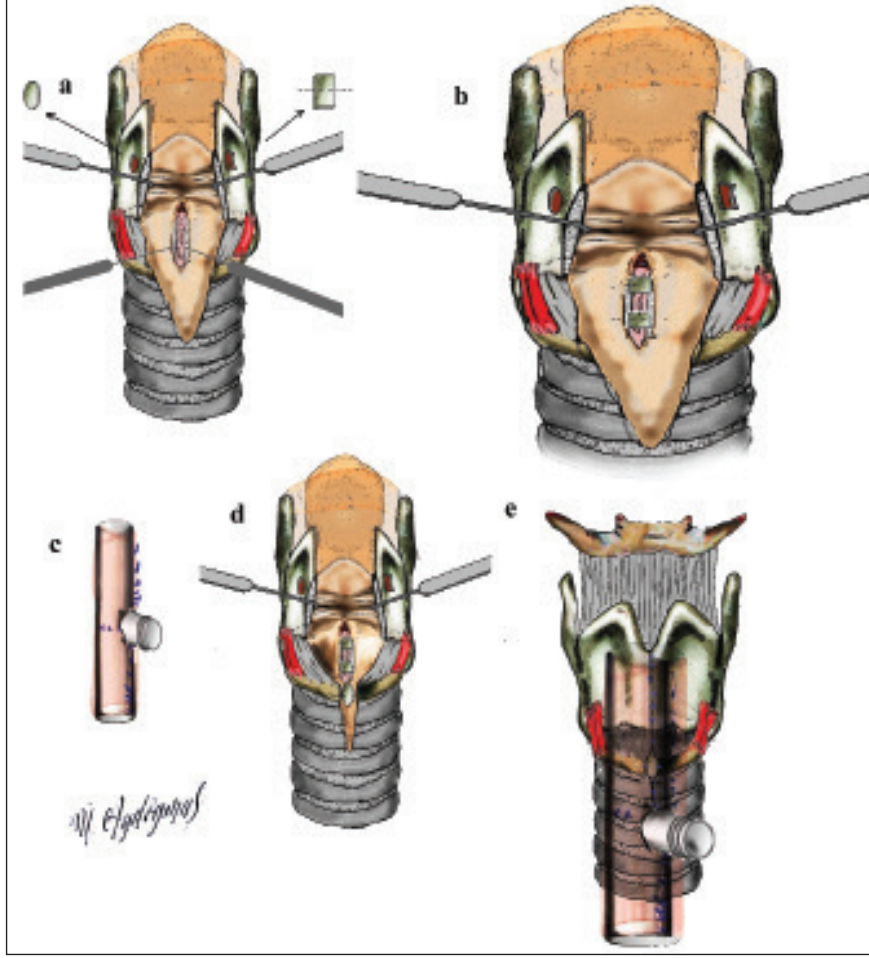
nacak T tüpe tespit edilmesi ile kaplanır (Şekil 10c). Sonraları mukoza greftini direk dokuya tutturmayı tercih etmiştir.

Krikoid ön ucuna eliptik kartilaj grefti yerleştirilir (Şekil 10d). 3-4 hafta süreyle kalacak olan T tüp üst ucu larengeal ventriküller seviyesinde kalacak şekilde yerleştirilir. Tiroid kartilaj ve trakea 3/0 vikril ile dikilerek işlem sonlandırılır (Şekil 10e).

Montgomery ayrıca trakea boyunca devam eden darlık olduğunda bu kısmın rezeksiyonuyla krikoid anastomozunu önermektedir. Ayrıca glottik darlıklar için üzeri mukozayla veya ince deri greftiyle kaplanmış silikon larengeal stentin glottik alana yerleştirmektedir. Böyle bir durumda, distale de ayrı bir T tüp yerleştirerek, iyileşme sağlanana kadar havalanmayı T tüpten sağlamaktadır.

Liberman ve Mathisen'in Tailored Krikoplastisi

Prosedür sadece standart laringotrakeal rezeksiyon yeterli iç lümen alanı olmayan hastalarda uygulanmıştır (39) Bu prosedürde, ön krikoid Grillo tarafından tarif edildiği



Şekil 10. A. Montgomery'nin subglottik stenoz için insizyonu ve tiroid kartilajdan greftlerin alınması B. Posterior krikoidin kartilaj grefti ile genişletilmesi C. T tüpün mukoza grefti ile kaplanması D. Anterior krikoidin kartilaj grefti ile genişletilmesi E. T tüp yerleştirildikten sonra trakea ve tiroid katilajın sütüre edilmiş görünümü.

gibi kaldırılır. Trakea tirokrikoidal anatomiye uygun şekilde eğimlidir (Şekil 11a) Arka plaktan mukozayı düzeltme kararı krikoidin ne kadar anormal olduğuna bağlıdır. Mukoza rezeke edilir (Şekil 11b). Posterior krikoid yüzeyini yeniden oluşturmak için mukoza greftiyle kaplanır (Şekil 11c) Mukoza 5/0 dikişle tutturulur. Burada önemli olan kıkırdağı çok fazla inceltmemek ve krikoidin bütünlüğünü yapısal tehlikeye atılmaktan kaçınmaktır. Daha sonra trakea posteriorda krikoidde, anteriorda tiroid kartilaja anastomoz edilir ve böylece krikoidoplasti tamamlanmış olur (Şekil 11d). Bu yöntemde anastomoz için 4/0 vikril tercih edilmiştir.

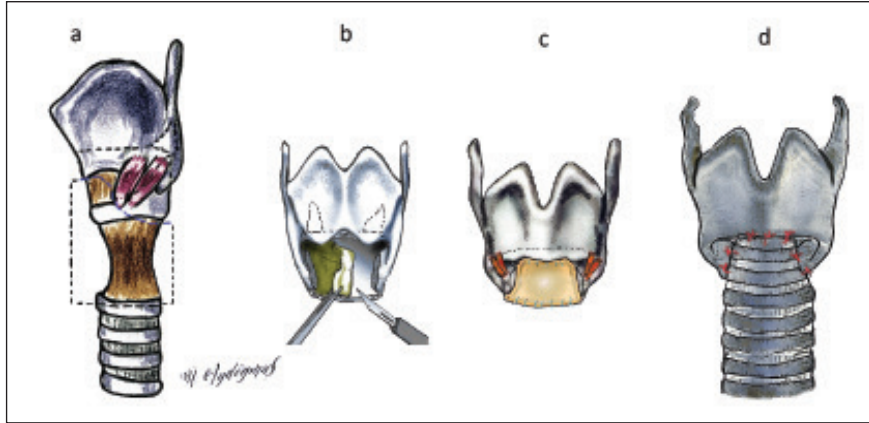
GÜNCEL SONUÇLAR VE TEDAVİ SEÇİMİ

Son zamanlarda bildirilmiş sonuçlar tablo 2 de verilmiştir. Bu ayınlarda başarı genellikle hastanın asemptomatik olmasına veya Myer-Cotton (40) sınıflamasına göre belirtilmiştir.

Benign subglottik stenoz farklı etyolojik nedenlerle oluşan, tedavisi güç bir problemdir. 10 yıllardır birçok tedavi

şekli denenmiştir. Endoskopik uygulamalar genellikle web şeklindeki 1 cm altında darlıklarda tercih edilir. Lazer ve dilatasyon tedavisine eklenen stent uygulamaları, Mitomisin C gibi fibroblast proliferasyonunu inhibe eden ajanların lokal uygulanması tedavi için bir alternatif olabilir. Endoskopik işlemlerde %40-100 arası başarı bildirilmektedir (3,18,26,41-43). Aşağıdaki durumlarda endoskopik tedavi önerilmez (11):

- i. Çepeçevre sikatrisyel granülasyon,
- ii. Dikey boyutta 1 cm'den daha uzun darlık,
- iii. Posterior komissürün interaritenoid bölgesinde fibrotik skar dokusu varlığı,
- iv. Trakeotomize hastada trakeada ciddi bakteriyel enfeksiyon varlığı,
- v. CO₂ eksizyonu sırasında perikondriyum veya kıkırdağ maruziyeti,



Şekil 11. A. Trakea ve krikoid için (tirokrikoidal anatomiye uygun şekilde eğimli) eksizyon hattı, **B.** Krikoid tabanından granülasyonlu mukozanın eksizyonu, **C.** Posterior krikoid yüzeyinin mukoza greftiyle kaplanması, **D.** Trakea posteriorıda krikoidde anteriorıda tiroid kartilaja anastomozu ile krikoidoplastinin tamamlanmış görünümü.

Tablo 2. Benign subglottik darlıklarda işlemlerin başarı oranları

Yazarlar	Hasta sayısı	Etiyoloji	Yaş grubu	Darlık uzunluğu (cm)	İşlem	Başarı oranı	Erken morbidite	Mortalite
Ortiz ²⁶	16	Postentübasyon	Çocuk	Belirsiz	Balon D. + MMC	%94	%6	%0
Gouveris ¹⁸	12	İdiyopatik ve Wegener	Yetişkin	Belirsiz	Balon D. + MMC	%100	%0	%0
Vorasubin ⁴³	11	Karma	Yetişkin	1.7 ± 0.6	Lazer+Balon	%100	%0	%0
Leventhal ⁴¹	16	Belirsiz	Çocuk	1 cm altı	Lazer	%81	%0	%0
Roediger ⁴²	15	İdiyopatik ve Wegener	Yetişkin	1.5 ± 0.6	Lazer + MMC	%40	%0	%0
Talwar ³	33	Belirsiz	Çocuk	Belirsiz	Balon D.	%88 [¥]	%0	%0
Hautefort ⁵	31	Karma	Çocuk	Belirsiz	Balon D.	%65	%0	%0
	21	Cerrahi sonrası	Çocuk	Belirsiz	Balon D.	%81	%0	%9.5 ^β
Fayoux ⁵⁰	27	Karma	Çocuk	Belirsiz	LP	%92.5	%0	%0
Bitar ⁵¹	25	Karma	Karma	Belirsiz	LP	%84	%0	%0
Hasan ⁵²	30	Karma	Yetişkin	Belirsiz	LP	%93.3	%58.3	%0
Smith ⁴⁹	22	Belirsiz	Çocuk	Belirsiz	ssLP	%91	Belirsiz	%0
	62				dsLP	%68		%0
Terra ⁴⁸	14	Postentübasyon	Yetişkin	Belirsiz	LTR	%79	%25	%0
	6				LP	%83	Belirsiz	%0
Morcillo ¹⁶	29	İdiyopatik	Yetişkin	2.2 ± 2.3	LTR	%96.5	%6.9	%0
	30				LP	%96.6	%26.7	%0
Wang ²⁷	227	İdiyoptaik	Yetişkin	Belirsiz	LTR	%91.3	%14.5	%0
Liberman ³⁹	18	Karma	Yetişkin	2.5 halka	LTR	%100	%27.8	%0
Attalah ³⁶	38	Postentübasyon	Yetişkin	6 halka	LTR	%100	%17	%0
D'Andrillij ⁸	10	Postentübasyon	Yetişkin	3.4 ± 0.8	LTR	%90.8	%2	%0
El-Fattah ⁹	35	Postentübasyon	Karma	2.46	LTR	%85.7	%28.6	%2.8

¥ Başlangıçta Myer-Cotton skoru 3 ve üzeri tüm hastalar trakeostomi veya cerrahiye gitmiştir.
β Yenidoğanlar eşlik eden ciddi sorunlar nedeniyle kaybedilmiş.
LP: Laringoplasti, ssLP: Tek aşamalı Laringoplasti, dsLP: İki aşamalı Laringoplasti, LTR: Laringotrakeal rekonstrüksiyon, MMC: Mitomisin C.

vi. Perikondrit ve kondrit,

ix. Kıkırdak iskeletin kayda değer kaybı.

vii. Kombine laringotrakeal stenoz,

Cerrahi seçenekler, segmental rezeksiyonla birlikte parsiyel krikoid kartilaj rezeksiyonundan, laringoplastiye uzanan

viii. Önceki endoskopik prosedürlerin başarısızlığı,

bir yelpazeyi içerir. Fakat hangi tedavi seçeneğinin seçileceğini gösteren randomize bir çalışma yoktur. Metodlar kendi içinde avantaj ve dezavantaj taşır. Tedavi şekli darlığın uzunluğu, hastanın yaşı, kord vokalle ilişkisi gibi faktörler yanında, cerrahın tecrübesine göre değişir. Günümüzde laringotrakeal rekonstrüksiyon daha popülerdir.

Trakea cerrahisinde başarının en önemli noktalardan biri titiz muko-mukozal anastomoz ile sağlıklı kenarların yaklaştırılmasıdır (38,39). Trakea cerrahisinin öncüleri sağlıklı mukozal uçları bir araya getirmeyi amaçlamıştır. Grillo (32) ve Pearson'un (37) tanımladıkları farklı teknikler, temelde distaldeki sağlıklı trakeal mukozanın krikoid kartilajın posterior yüzeyini kaplamasını içerir. Macchiarini ve arkadaşları (44), bu teknikleri modifiye ederek krikoid kartilajı ve krikoid membranı oblik eksizye edip, posterior yüzeyi de devamlı sütünle dikerek kolay uygulanabilir ve efektif bir method tarif etmişlerdir. Montgomery (1,33) ise krikoidi kartilaj greft ile genişletip mukoza grefti kullanmayı tercih etmiştir. Liberman ve Mathisen (39) de geliştirdikleri "modifiye tailored cricoplasty" yönteminde mukozal greft kullanmışlardır. Bizim sonuçlarımız bir mukoza grefti uygulanacaksa damak mukozasının daha elverişli olabileceğini göstermiştir (22,45).

Trakea cerrahisinde anastomoz başarısızlığının bir başka nedeni rezeke edilen segmentin uzunluğudur yani oluşan anastomoz gerginliğidir (21,26,46,47). Laringeal serbestleme teknikleri anastomoz gerginliğini azaltmakta tercih edilir. Bunların en popülerleri olan Montgomery'nin (35) suprahoid serbestleme tekniği kolay uygulanır ve efektif bir yöntemdir. Laringoplastiyi içeren serbest mukoza grefti kullanıldığı yöntemlerde, tiroid kartilajla trakea uç uca anastomoz edilmez, bunun yerine yeniden yapılandırılmış krikoid ile trakea anastomoz edilir. Böylece fazladan 7-10 mm kadar daha mesafe sağlayarak anastomoz hattındaki gerginlik azaltılabilir. Dahası krikoid alan daraltılmamış olacağından, sonradan belli oranda granülasyon oluşsa bile semptomatik darlık oluşmaz. Bu yöntemlerde başarı oranı %68-97 arasındadır (17,48-52). Buna karşın Grillo ve Pearson tekniklerinde serbest greft kullanılmadığından mukozal iyileşmenin daha iyi olması beklenir. Günümüzde en popüler ve başarılı yöntem olarak hala ilk tercih edilecek yöntemlerdir ve başarı %79 ile 100 arasındadır (16,27,36,37,48).

Başarıyı iki temel nokta belirler. Birincisi tedavinin seçimidir. Tedavinin seçiminde darlığın uzunluğu ve kapsadığı alan ile hastaya ait faktörler (darlığın etiolojisi, komorbid durumlar gibi) ön plandadır. Tedavi seçiminde hastaya özgü düşünülmesi kaçınılmazdır. İkinci önemli noktaysa, bölgenin hayati önemi ve komplikasyonların tedavisindeki güçlükler nedeniyle, yöntemlerin ehil ellerde ve dikkatlice uygulanmasıdır.

KAYNAKLAR

1. Grillo HC, Donahue DM, Mathisen DJ, et al. Postintubation tracheal stenosis. Treatment and results. *J Thorac Cardiovasc Surg* 1995;109(3):486-93.
2. Clement P, Hans S, de Mones E, et al. Dilatation for assisted ventilation-induced laryngotracheal stenosis. *Laryngoscope* 2005;115(9):1595-8.
3. Talwar R, Virk JS, Bajaj Y. Paediatric subglottic stenosis - Have things changed? Our experience from a developing tertiary referral centre. *Int J Pediatr Otorhinolaryngol* 2015;79(12):2020-2.
4. Quesnel AM, Lee GS, Nuss RC, et al. Minimally invasive endoscopic management of subglottic stenosis in children: success and failure. *Int J Pediatr Otorhinolaryngol* 2011;75(5):652-56.
5. Hautefort C, Teissier N, Viala P, et al. Balloon dilatation laryngoplasty for subglottic stenosis in children. *Arch Otolaryngol Head and Neck Surg* 2012;138(3):235-40.
6. Ernst A, Feller-Kopman D, Becker HD, et al. Central airway obstruction. *Am J Respir Crit Care Med* 2004;169(12):1278-97.
7. Chhajed PN, Malouf MA, Glanville AR. Bronchoscopic dilatation in the management of benign (nontransplant) tracheobronchial stenosis. *Intern Med J* 2001;31(9):512-6.
8. D'Andrilli A, Maurizi G, Andreetti C, et al. Long-term results of laryngotracheal resection for benign stenosis from a series of 109 consecutive patients. *Eur J Cardiothorac Surg* 2016;50(1):105-9.
9. El-Fattah AMA, Ebada HA, Amer HE, et al. Partial cricotracheal resection for severe upper tracheal stenosis: Potential impacts on the outcome. *Auris Nasus Larynx* 2018;45(1):116-22.
10. Lewis S, Earley M, Rosenfeld R, Silverman J. Systematic review for surgical treatment of adult and adolescent laryngotracheal stenosis. *Laryngoscope* 2017;127(1):191-8.
11. Zalzal GH, Cotton RT. Glottic and Subglottic Stenosis in Cummings Otolaryngology - Head and Neck Surgery. 5th ed. In: Paul W. Flint PW, Haughey BH, Robbins KT, Thomas JR, Niparko JK, Lund VY, Marci M (eds). Philadelphia: Lippincott Williams & Wilkins, 2010.
12. Jefferson ND, Cohen AP, Rutter MJ. Subglottic stenosis. *Semin Pediatr Surg* 2016;25(3):138-43.
13. Montgomery WW. Subglottic stenoz. In: Montgomery WW (ed). *Larinks, Trakea, Özofagus ve Boyun Cerrahisi*. İstanbul: Nobel; 2004:370-80.
14. Ashiku SK, Kuzucu A, Grillo HC, et al. Idiopathic laryngotracheal stenosis: effective definitive treatment with laryngotracheal resection. *J Thorac Cardiovasc Surg* 2004;127(1):99-107.
15. Perotin JM, Jeanfaivre T, Thibout Y, et al. Endoscopic management of idiopathic tracheal stenosis. *Ann Thorac Surg* 2011;92(1):297-301.
16. Morcillo A, Wins R, Gómez-Caro A, et al. Single-staged laryngotracheal reconstruction for idiopathic tracheal stenosis. *Ann Thorac Surg* 2013;95(2):433-9.
17. Rubikas R, Matukaityte I, Jelisiejovas JJ, et al. Surgical treatment of non-malignant laryngotracheal stenosis. *Eur Arch Otorhinolaryngol* 2014;271(9):2481-7.
18. Gouveris H, Karaiskaki N, Koutsimpelas D, et al. Treatment for adult idiopathic and Wegener-associated subglottic stenosis. *Eur Arch Otorhinolaryngol* 2013;270(3):989-93.
19. Mark EJ, Meng F, Kradin RL, et al. Idiopathic tracheal stenosis: a clinicopathologic study of 63 cases and comparison of the pathology with chondromalacia. *Am J Surg Pathol* 2008;32(8):1138-43.

20. Fang H, Codipilly DC, Ravi K, et al. Gastroesophageal reflux characteristics and patterns in patients with idiopathic subglottic stenosis. *Gastroenterol Res Pract* 2018;11(6):8563697.
21. Axtell AL, Mathisen DJ. Idiopathic subglottic stenosis: techniques and results. *Ann Cardiothorac Surg* 2018;7(2):299-305.
22. Aydogmus U, Turk F, Yuncu G. Surgical repair with palatal mucosal graft in subglottic stenosis caused by Wegener's granulomatosis. *Turk Gogus Kalp Dama* 2015;23(3):595-60.
23. Yamamoto K, Kojima F, Tomiyama K-I, et al. Metaanalysis of therapeutic procedures for acquired subglottic stenosis in adults. *Ann Thorac Surg* 2011;91(6):1747-53.
24. Ercan S. Subglottik Darlıklarda Cerrahi Tedavi. In: Bedirhan MA (ed). *Trakea*. Istanbul: Probiz; 2012:213-56
25. Aydoğmuş Ü, Yuncu G, Türk F. A Case of Idiopathic Subglottic and Bilateral Stenosis. *Turk Thorac J* 2016;17(1):28-31.
26. Ortiz R, Dominguez E, De La Torre C, et al. Early endoscopic dilation and mitomycin application in the treatment of acquired tracheal stenosis. *Eur J Pediatr Surg* 2014;24(1):39-45.
27. Wang H, Wright CD, Wain JC, et al. Idiopathic Subglottic Stenosis: Factors Affecting Outcome After Single-Stage Repair. *Ann Thorac Surg* 2015;100(5):1804-11.
28. Iniguez-Cuadra R, San Martín Prieto J, Iniguez-Cuadra M, et al. Effect of mitomycin in the surgical treatment of tracheal stenosis. *Arch Otolaryngol Head Neck Surg* 2008;134(7):709-14.
29. Ekinçi A, Koc S, Erdoğan AS, et al. Prophylactic role of simvastatin and mitomycin C in tracheal stenosis after tracheal damage: study in rats. *Int J Pediatr Otorhinolaryngol* 2018;105:79-84.
30. Ogura JH, Powers WE. Functional restitution of traumatic stenosis of the larynx and pharynx. *Laryngoscope* 1964;74:1081-110.
31. Gerwat J, Bryce DP. The management of subglottic laryngeal stenosis by resection and direct anastomosis. *Laryngoscope* 1974;84:940-57.
32. Grillo HC. Primary reconstruction of airway after resection of subglottic laryngeal and upper tracheal stenosis. *Ann Thorac Surg* 1982;33:3-18.
33. Montgomery WW. Chronic subglottic stenosis. *Otolaryngol Clin North Am* 1984;17(1):107-13.
34. Dedo HH, Fishman NH. Laryngeal release and sleeve resection for tracheal stenosis. *Ann Otol Rhin Laryngol* 1969;78(2):285-96.
35. Montgomery WW. Suprahyoid release for tracheal stenosis. *Arch Otolaryngol* 1974;99:255-9.
36. Atallah I, Aldkhyal A, Castellanos PF. Modified single-stage segmental cricotracheal resection. *Eur Arch Otorhinolaryngol* 2018;275(1):139-46.
37. Pearson FG. Technique of management of subglottic stenosis. *Chest Surg Clin N Am* 1996;6(4):683-92.
38. Couraud L, Jougon JB, Velly JF. Surgical treatment of nontumoral stenoses of the upper airway. *Ann Thorac Surg* 1995;60(2):250-9.
39. Liberman M, Mathisen DJ. Tailored cricoplasty: an improved modification for reconstruction in subglottic tracheal stenosis. *J Thorac Cardiovasc Surg* 2009;137(3):573-9.
40. Myer CM 3rd, O'Connor DM, Cotton RT. Proposed grading system for subglottic stenosis based on endotracheal tube sizes. *Ann Otol Rhinol Laryngol* 1994; 103(4Pt1):319-23.
41. Leventhal DD, Krebs E, Rosen MR. Flexible laser bronchoscopy for subglottic stenosis in the awake patient. *Arch Otolaryngol Head Neck Surg* 2009;135(5):467-71.
42. Roediger FC, Orloff LA, Courey MS. Adult subglottic stenosis: management with laser incisions and mitomycin-C. *Laryngoscope* 2008;118(9):1542-6.
43. Vorasubin N, Vira D, Jamal N, et al. Airway management and endoscopic treatment of subglottic and tracheal stenosis: the laryngeal mask airway technique. *Ann Otol Rhinol Laryngol* 2014;123(4):293-8.
44. Macchiarini P, Verhoye JP, Chapelier A, et al. Partial cricoideotomy with primary thyrotracheal anastomosis for postintubation subglottic stenosis. *J Thorac Cardiovasc Surg* 2001;121(1):68-76.
45. Aydogmus U, Topkara A, Akbulut M, et al. Effectiveness of palatal mucosa graft in surgical treatment of sub-glottic stenosis. *Clin Exp Otorhinolaryngol* 2016;9(4):358-65.
46. Wright CD, Grillo HC, Wain JC, et al. Anastomotic complications after tracheal resection: prognostic factors and management. *J Thorac Cardiovasc Surg* 2004;128(5):731-9.
47. Gomez-Caro A, Morcillo A, Wins R, et al. Surgical management of benign tracheal stenosis. *Multimed Man Cardiothorac Surg* 2011;1:004945.
48. Terra RM, Minamoto H, Carneiro F, et al. Laryngeal split and ribcartilage interpositional grafting: treatment option for glottic/subglottic stenosis in adults. *J Thorac Cardiovasc Surg* 2009;137(4):818-23.
49. Smith LP, Zur KB, Jacobs IN. Single- vs double-stage laryngotracheal reconstruction. *Arch Otolaryngol Head Neck Surg* 2010;136(1):60-5.
50. Fayoux P, Vachin F, Merrot O, et al. Thyroid alar cartilage graft in paediatric laryngotracheal reconstruction. *Int J Pediatr Otorhinolaryngol* 2006;70(4):717-24.
51. Bitar MA, Al Barazi R, Barakeh R. Airway reconstruction: review of an approach to the advanced-stage laryngotracheal stenosis. *Braz J Otorhinolaryngol* 2017;83(3):299-312.
52. Hasan W, Gullane P. Laryngeal split and rib cartilage interpositional grafting: treatment option for glottic and subglottic stenosis in adults. *Thorac Surg Clin* 2018;28(2):189-97.

TRAKEAL LEZYONLARDA BRONKOSKOPİK GİRİŞİMLER

BRONCHOSCOPIC INTERVENTIONS FOR TRACHEAL LESIONS

Volkan Karaçam¹, Kemal Can Tertemiz²

¹ Dokuz Eylül Üniversitesi Tıp Fakültesi, Göğüs Cerrahisi Anabilim Dalı, İzmir, Türkiye

² Dokuz Eylül Üniversitesi Tıp Fakültesi, Göğüs Hastalıkları Anabilim Dalı, İzmir, Türkiye

e-mail: volkankaracam@hotmail.com

DOI: 10.5578/tcb.2021.014

Özet

Endobronşial lezyonlar benign veya malign hastalıklara bağlı gelişebilmektedir. Genel olarak santral hava yolu obstrüksiyonu trakea, ana bronş, intermedier bronş veya bir lobar bronşun %50'den fazla daralması olarak tanımlanır. Endobronşial girişimler hem tanı hem de tedavi amacıyla kullanılabilir. Dıştan bası ile obstrüksiyon yaratan lezyonlarda tedavi seçenekleri; dilatasyon, stent uygulanması ve brakiterapidir. Endoluminal lezyonları için ise birçok endobronşiyal ablatif tedavi yöntemi vardır. Elektif tüm vakalar işlemden önce bilgisayarlı tomografileri ile değerlendirilip fiberoptik bronkoskopileri yapılmalıdır. Endobronşial ablatif tedavi yöntemleri; genellikle sıcak ve soğuk terapiler olarak ikiye ayrılırlar. Sıcak terapiler; laser, elektrokoter ve argon plazma koagülasyonudur. Soğuk tedavi ise kriyoterapidir. Brakiterapi ve fotodinamik tedavi sınıflandırılmayan kategoride yer almaktadır. Her bir tedavi yönteminin kendine özgü avantajları, dezavantajları ve endikasyonları vardır. Endobronşial girişimlerde komplikasyonlar FOB deneyimlerine benzerdir. Endobronşial girişimler ekip çalışması gerektirir. Deneyim arttıkça hem işlem süresi kısalmakta hem de daha periferik hava yollarına ulaşabilmektedir.

Anahtar kelimeler: Trakeal tümörler, tedavi, endobronşial yöntemler

Abstract

Endobronchial lesions may develop due to benign or malignant diseases. In general, central airway obstruction is defined as more than 50% narrowing of the trachea, main bronchus, intermediate bronchus, or a lobar bronchus. Endobronchial interventions can be used for both diagnosis and treatment. Treatment options in lesions causing obstruction by external pressure; dilatation, stenting, and brachytherapy. There are many endobronchial ablative treatment modalities for endoluminal lesions. All elective cases should be evaluated with computed tomography before the procedure and fiberoptic bronchoscopy should be performed. Endobronchial ablative treatment methods; They are generally divided into two as hot and cold therapies. Hot therapies; laser, electrocautery and argon plasma coagulation. Cold therapy is cryotherapy. Brachytherapy and photodynamic therapy are in the unclassifiable category. Each treatment method has its own advantages, disadvantages and indications. Complications in endobronchial interventions are similar to FFB experiences. Endobronchial interventions require teamwork. As experience increases, the duration of the procedure is shortened, more peripheral airways can be reached.

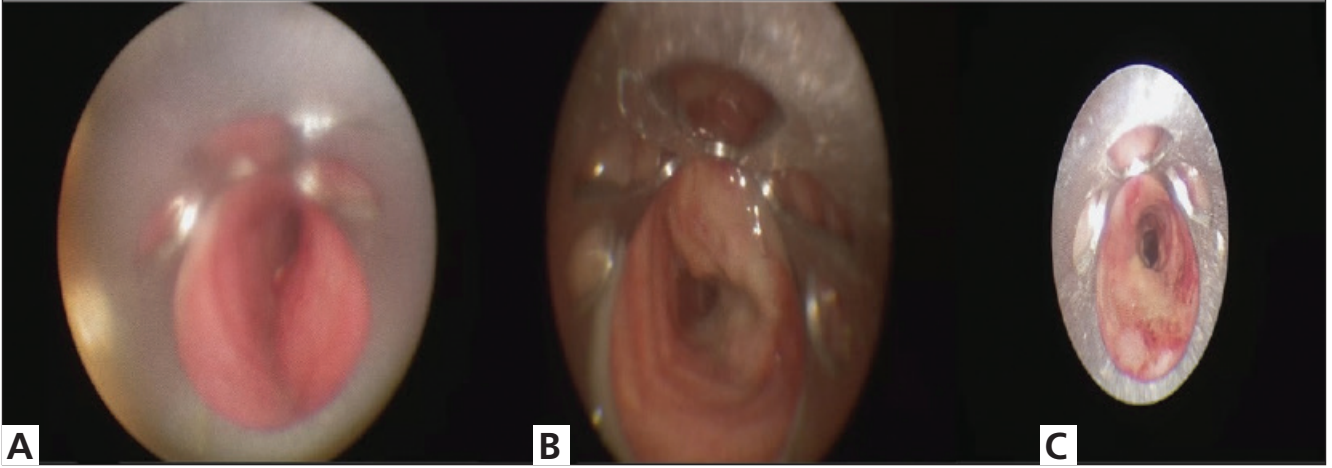
Keywords: Tracheal tumour, treatment, endobronchial methods

GİRİŞ

Endobronşial lezyonlar çeşitli benign veya malign hastalıklara bağlı gelişebilmektedir. Genel olarak santral hava yolu obstrüksiyonu (SHYO) trakea, ana bronş, intermedier bronş veya bir lobar bronşun %50'den fazla daralması olarak tanımlanır (1). Lezyonun tipine, derecesine ve lokalizasyonu bağlı olarak hastalarda dispne, öksürük, postobstrüktif ateletazi, postobstrüktif plevral efüzyon ve hemoptizi semptomları görülebilmektedir (2,3). Bu durumlar bir hastalığın

ilk belirtileri veya tedavi altındaki hastalığın progresyonunu işaret edebilir. Endobronşial girişimler hem tanı hem de tedavi amacıyla kullanılabilir. Palyatif endobronşiyal tedaviler, semptomları ve yaşam kalitesini iyileştirebilir, yaşam beklentisini uzatabilir ve primer hastalığın tedavisi için vakit kazanabilir (4,5).

Lezyonun tipi endobronşial tedavinin şeklini belirler (Resim 1). Dıştan bası ile obstrüksiyon yaratan lezyonlarda tedavi seçenekleri sınırlıdır. Dilatasyon, stent uygulanması ve bra-



Resim 1. A. Trakea dıştan bası, **B.** Endoluminal lezyon, **C.** Postentübasyon stenozu.

kiterapi şu an için mevcut tedavi seçenekleridir. Endoluminal lezyonları için ise birçok endobronşiyal ablatif tedavi yöntemi vardır (2,3). Genellikle başarı şansını artırmak amacıyla bu yöntemler kombine edilerek kullanılır (6). Tedavi yönteminin seçimi; lezyonun büyüklüğüne, lokalizasyonuna, eldeki mevcut tedavi yöntemine ve bronkoskopistin eğitimi ve becerisine bağlıdır. Bu makalede, literatür eşliğinde santral hava yolu obstrüksiyonlarında kendi deneyimlerimizi paylaşarak, çeşitli hastalıkları ve tedavi yöntemlerini gözden geçirmeyi planladık.

Elektif tüm vakalar işlemden önce yeni çekilmiş toraks bilgisayarlı tomografileri (BT) ile değerlendirilip fiberoptik bronkoskopileri yapılmalıdır. Hastaya uygulanacak endobronşiyal girişim tüm tetkikler ışığında planlandıktan sonra girişimler aynı göğüs cerrahisi ve göğüs hastalıkları uzmanı tarafından ameliyathanede genel anestezi ile gerçekleştirilmelidir. Santral hava yollarındaki tüm işlemlerde entübasyon, video rijit bronkoskop ile gerçekleştirilmektedir. Bu sayede çalışma kanalı tamamen açık kalmaktadır. Ameliyathanede salonunda mutlaka bir video fiberoptik bronkoskop da bulundurulmalıdır.

Ablatif Endobronşiyal Girişimlerde Endikasyonlar ve Kontrendikasyonlar

Hava yolunu %50'den fazla daraltan lezyonlar solunumsal semptomlara neden olur ve endobronşiyal girişim ile palyasyon sağlanabilir. Bu lezyonlar irritasyon ve inefektif mukosilyer klerens nedeniyle kronik öksürüğe neden olur. Bu durum atelektaziye ve tekrarlayan pnömonilere neden olabilir. Endoluminal lezyonlar anormal solunum fizyolojisine neden olarak ventilasyon ve perfüzyon uyumsuzluğuna yol açabilir. Ayrıca bu lezyonların parçalanması sonucu hemoptizi gelişebilir (7). Ablatif endobronşiyal tedaviler için tek kontrendikasyon dıştan bası ile lümeni daraltan lezyonlardır. (8).

Burada tamamen normal bronş yapısı mevcuttur ve ablatif tedavi sonucunda hava yolu rüptürü gelişebilir. Distal hava yolu tıkanıklıkları, dört haftadan uzun süre var olan obstrüksiyonlar, 4 cm'den uzun lezyonlar ve bronkoskopi sırasında %40'tan daha fazla fraksiyonlu oksijen (FIO₂) gerektiren hastalarda endobronşiyal girişimler göreceli kontrendikasyon olabilir (7). Ancak ekibin deneyimi artıkça ve işlem süresi kısaltıkça ve hastanın performansı planlanan işleme uygunsu her hasta endobronşiyal girişime adaydır.

Benign Hava Yolu Darlıkları

Benign stenozlar, benign santral hava yolları obstrüksiyonunun çoğunluğunu oluşturur (9). Postentübasyon trakeal stenoz (PETS) ve posttrakeostomi trakeal stenoz (PTTS) en sık nedendir ve bunu idiyopatik ve otoimmün nedenler izler (örneğin; granülomatosisle seyreden polianjitis, sarkoidoz, ülseratif kolit) (10). Striktürler ayrıca endobronşiyal tüberkülozun fibrotik sekeli olarak da ortaya çıkabilir. Akciğer transplantasyonu sonrası ortaya çıkan stenoz doku iskemisine ve enflamatuvar yanıtı bağlıdır (9).

Laringotrakeal stenozun (LTS) yönetiminde çok sayıda uzmanlığın (örneğin; kulak burun boğaz uzmanları, göğüs cerrahları ve girişimsel bronkoskopi uzmanları) işbirliği gerekmektedir (9). LTS'li hastalarda tedavi ve takip stratejilerinin bireyselleştirilmesi için birçok faktör dikkate alınmaktadır. Bunlar; darlığın şiddeti, boyutu, nedeni, stenozun şekli, ses karakteristikleri, yutma ve genel fonksiyonel bozukluğudur (11,12). Multidetektör BT darlığın yerini, boyutunu, şiddetini ve morfolojisini tanımlamak için kullanılır (9). Fiberoptik bronkoskopi (FOB), santral hava yolu darlığı şüphesi olanlarda altın standarttır ve stenozun kantitatif ölçümlerine olanak sağlar (13). Dikey uzunluğu 1 cm'den küçük malazili olmayan stenozlar, lazer veya koter sonrası mekanik dilatasyonla tedavi edilebilir. Bunlarda stent takılmasından kaçınmak ge-

rekir (12). Bununla beraber inoperabl kompleks stenozlarda ise stent yerleştirmek gerekebilir.

Hafif trakeal darlıkta (kesit alanının [KA] %50'den az daralması), basınç düşüşü normal glottik açıklıktan kaynaklanana benzerdir ve bu nedenle genellikle semptomlara neden olmamaktadır (14). Orta derecede darlıkta (KA'nın %51-70'lik daralması), yüksek akış değerlerinde (örneğin; egzersiz sırasında) önemli basınç düşüşleriyle birlikte değişken semptomlarla karakterizedir. Sedanter hastalar bu aşamada genellikle asemptomatiktir. Ciddi darlıkta (KA'nın %71'den fazla daralması), düşük akış hızında bile belirgin basınç düşüşüne neden olarak istirahat ve hafif eforda semptomlara neden olur ve hemen müdahale gerektirebilir (15). Dispne genellikle trakea lümeni 6-8 mm olduğunda ortaya çıkar (9).

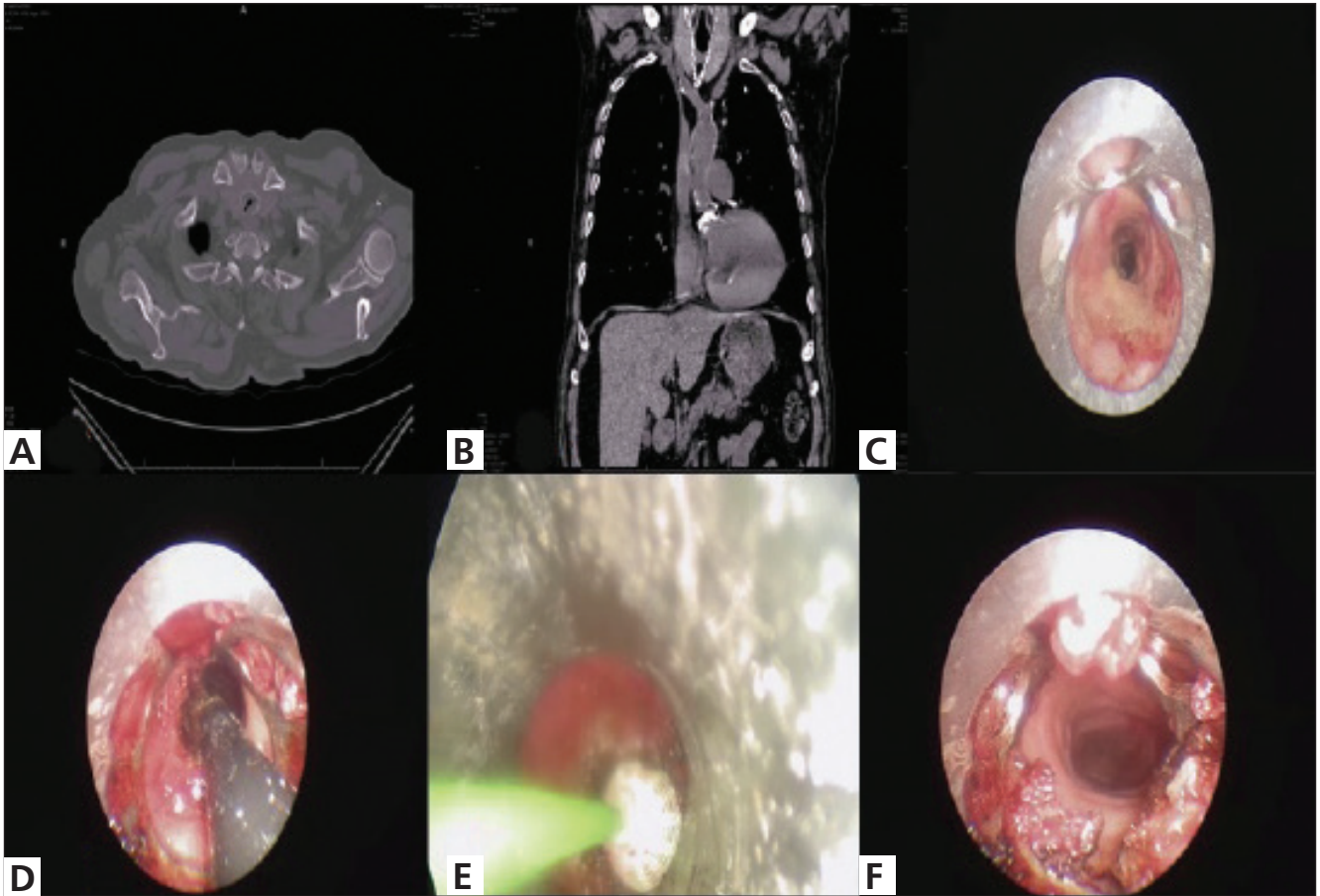
Benign Hava Yolu Darlıklarında Stent Kullanımı

Hipertrofik stenotik dokuların cerrahi rezeksiyonu benign trakeal stenozlu hastaların çoğunda tercih edilen yöntemdir. Bununla birlikte şiddetli komorbiditeler, lokalizasyon (örneğin; yüksek subglottik) veya uzun segment (>4-6 cm), açık

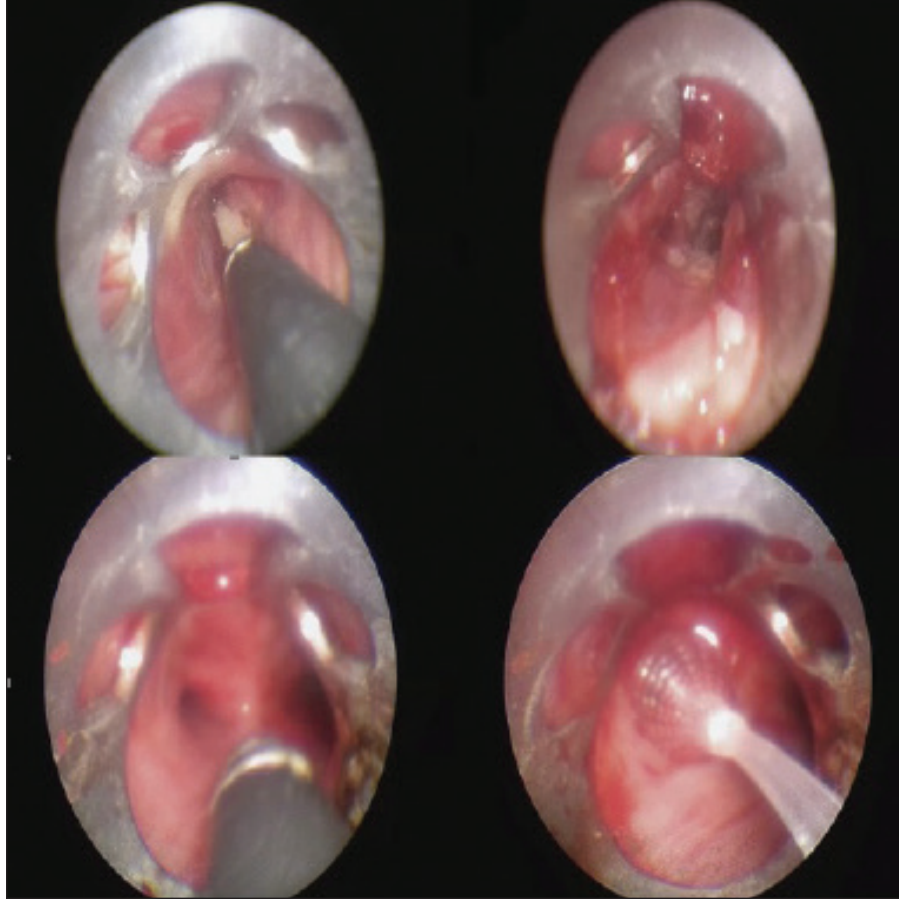
cerrahi müdahaleyi engelleyebilir (9). Biz kliniğimizde benign stenozlu hastalara ilk yaklaşım olarak elektrokoterle ablasyon ve dilatasyon uygulamaktayız (Resim 2). Genellikle nüks ile gelen hastalara bu işlemi 2-3 kez daha tekrarlamaktayız. Buna rağmen stenozu giderilemeyen hastalar ya açık cerrahi yönlendirilmekte ya da dilatasyon sonrası silikon stent uygulanmaktadır. Kendiliğinden genişleyebilen kaplı metalik stentlerin (SEMS) migrasyon ve kırılabilme riskinden dolayı kullanmayı tercih etmiyoruz. Cerrahi aday olmayan veya ameliyatı bekleyen seçilmiş hastalarda, dilatasyon sonrası silikon stent yerleştirilmesi yaşam kalitesini düzelterek alternatiftir (16). Silikon stentlerin geri çıkarılması konusu tartışmalıdır. Erken çıkartılması nüks riskini yükseltirken uzun süre içinde tutulması stente bağlı komplikasyon riskini artırır (9).

Posttransplantasyon bronşiyal stenozlarda dilatasyondan sonra silikon stent yerleştirilmesi, SEMS yerleştirilmesine göre daha az travmatik bir alternatif sunabilir (17).

Endobronşiyal tüberküloz; diffüz endobronşiyal granülasyon, ülserasyonlar veya fibrotik striktürlerle seyredebilir (18). İki sol ana bronş biri sağ ana bronşta olmak üzere üç hastaya balon dilatasyon uyguladık. Bir hastaya balon di-



Resim 2. Postentübasyon trakeal stenoz olgusunda **A** ve **B**. BT görüntüleri, **C**. Rijit bronkoskopi görünümü, **D**. Koter uygulaması, **E**. Balon ile mekanik dilatasyon uygulaması, **F**. Rijit bronkoskop ile mekanik dilatasyon uygulaması.



Resim 3. Tüberküloza bağlı her iki ana bronшта darlık ve balonla mekanik dilatasyon yapılan olgu.

latasyon sonrası 8 mm'lik SEMS uyguladık. Altı ayda stent migrasyonu gerçekleşen hastanın stenti çıkartıldı. Ancak dört ay sonra tekrar stenoz gelişmesi üzerine tekrar stent takılmak zorunda kalındı (Resim 3).

Trakeobronkomalazi (TBM); kıkırdak halkaların gevşemesi ya da tahribatı sonucu trakea ya da ana bronşların zayıflığı ile karakterize santral hava yollarının anormallığıdır. Bazı hastalarda trakeoplasti ve stent uygulaması gerekebilir (19). Biz bu olgularda daima silikon stent tercih etmekteyiz.

Malign santral hava yolu darlığında, palyasyon sağlanabilir, bu nedenle hızlı tanı ve müdahale gerektirir (20). Endobronşial tedavinin amacı, lümen açıklığını yeniden sağlayarak postobstrüktif pnömoniye engellemek, semptomların düzelmesini sağlamaktır. Hava yolu açıklığı çoklu modalitelerle sağlanabilir. Hangi yöntemin kullanılacağı bronkoskopistin tercihinin kalmıştır. İşlem sonrası stent uygulanması kâr-zarar oranı düşünülerek uygulanmalıdır (9). Biz kliniğimizde yeni tanı alan hastalarda endobronşial girişim sonrası tama yakın lümen açıklığı sağlayabiliyorsak stent kullanmasından sakınmaktayız (Resim 4). Ancak tama yakın açıklık sağlayamıyorsak silikon stentle hava yolunu güven altına al-

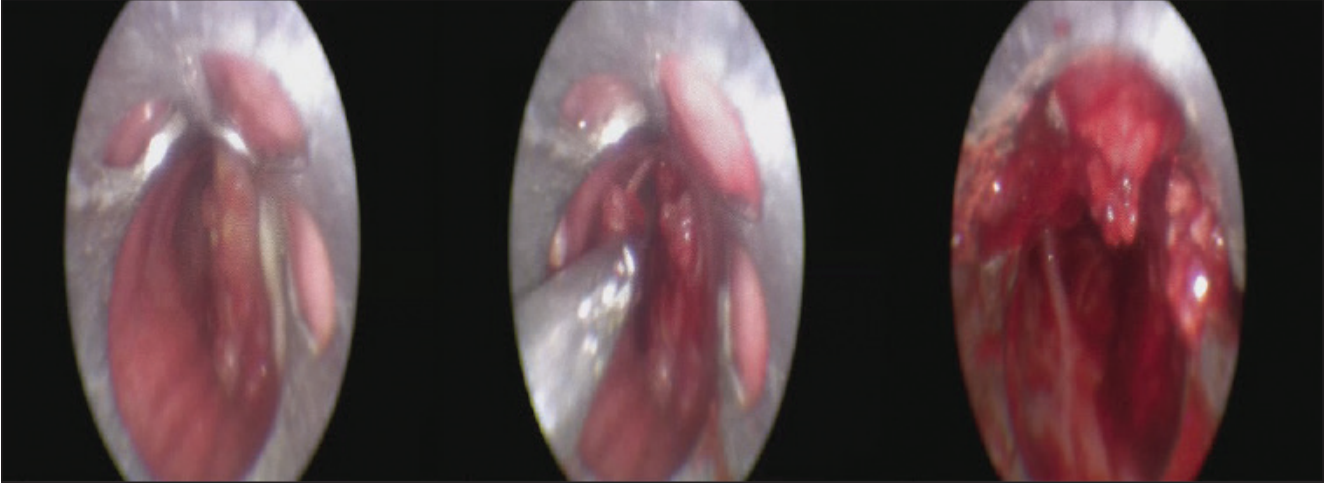
yoruz. Tedavi altında progresyon gelişen olgularda ise definitif tedavi durumuna göre stent takılmasına karar veriyoruz.

Endobronşial Ablatif Tedavi Yöntemleri

Genellikle sıcak ve soğuk terapiler olarak ikiye ayrılırlar. Sıcak terapiler; laser, elektrokoter ve argon plazma koagülasyonudur (APK) ve genel olarak terapötik girişimi sağlamak için ısı enerjisi transferini kullanırlar. Soğuk tedavi ise kriyoterapidir. Brakiterapi ve fotodinamik tedavi (FDT) sınıflandırılmayan kategoride yer almaktadır (7). Her bir tedavi yönteminin kendine özgü avantajları, dezavantajları ve endikasyonları vardır.

Lazer

Bu tedavide, fiberler aracı iletilen ışık enerjisi dokuları yakmak için kullanılır (8). Birkaç türü vardır. Nd: YAG, potasyum titanil fosfat ve itriyum alüminyum pevrozit lazerleri, ışık enerjisini optik fiberler aracılığıyla ilettikleri için bronkoskopide yaygın olarak kullanılmaktadır (8). Öngörülebilir doku etkileri, sadece tedavi alanına etki etmeleri, hızlı etki, tekrarlanabilir olması ve diğer yöntemlerle kombine edilebildiği için tercih nedenleridir (21). Düşük güç ayarında yüzeysel bir etki ile koagülasyon sağlarken yüksek güç ayarında derinlere



Resim 4. Malign trakeal stenoz olgusunda endobronşiyal debalking ve rijit bronkoskop ile mekanik dilatasyon uygulaması.

nüfuz ederek karbonizasyon ve buharlaşma gerçekleştirirler (8). En büyük dezavantajı yüksek maliyetidir.

Elektrokoter

Elektrokoter, ısı üretmek için elektrik akımını kullanır. Isı üretimi, hedef dokularda meydana gelir ve hücre ölümüyle sonuçlanır (2). Elektrokoterin etkileri; lezyonun yapısına, akım dalga biçimine, güç ayarına, makine moduna ve kullanılan prob türüne bağlı olarak değişkenlik gösterir (2,22). Yüksek frekanslı dalga formları, kesici etki yaratırken düşük frekanslı dalga formları, koagülasyona neden olur (22). Yüksek güç ayarları dokuyu buharlaştırır ve karbonize ederken, düşük güç ayarları koagülasyon için kullanılır (22). Benzer şekilde, yüksek güç ayarları dokuya derinden nüfuz ederken, düşük güç ayarları da sığ bir etkiye sahiptir (22). Doku karbonizasyonu ve buharlaşmaya bağlı olarak hemen ablatif bir etki gösterir (22). Ayrıca lazerde olduğu gibi, gecikmiş etkisi de vardır. Gecikmiş etki, komşu dokudaki ısı oluşumunun sitosidal etkisine bağlıdır. Her sağlık merkezinde bulunması nedeniyle maliyeti çok düşüktür (22) Elektrokoter için pek çok uç bulunmaktadır; prob, snare, bıçak ve forseps bunlardan en çok kullanılanıdır. Uçlar lezyona temas ederek etki ettiği için, işlem esnasında sık kirlenir ve temizlenmesi gerekmektedir (7). Bu da vaka süresini lazere kıyasla uzatmaktadır. Biz işlemlerde en çok elektrokoteri kullanılmaktadır. Özellikle rijit bronkoskopi için tasarlanmış olan aspiratör koterler daha geniş etki alanına sahip olduğundan ve kullanım sırasında aspire ettikleri için daha iyi kanama kontrolü sağlamaktadır.

Argon Plazma Koagülatör (APC)

Elektrokoter benzer şekilde çalışır (2). APC'de, elektrik akımının tedavi edilen dokuya aktığı ortam olarak argon gazı kullanılır (2). Argon gazı, APC kateterin ucundaki bir porttan yayılır. Kateterin ucu bir elektrik akımı üreten bir elektrota sahiptir. Etkinleştirildiğinde, elektrik akımı kateterin ucundan

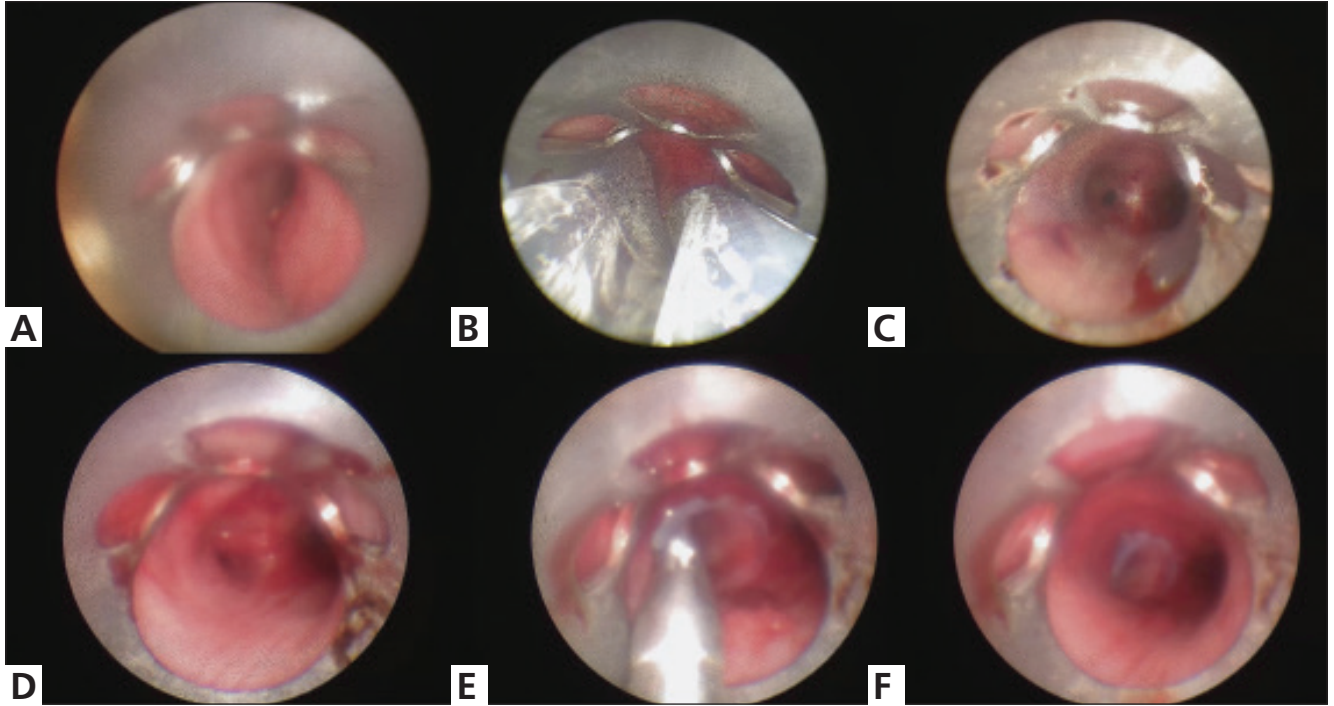
hedef dokuya doğru iletilir. APC, doku üzerinde yüzeysel etkiye sahiptir ve koagülasyon için mükemmel bir seçenektir (2). Ancak ablatif etkisi sınırlıdır (21). Argon gazı her yöne yayıldığı için proba dik açıda olmayan lezyonlara bile etki edebilir (8,21). Lazer ve elektrokoterde olduğu gibi doku üzerinde ani ve geç etkisi vardır

Kriyoterapi

Kriyoterapi, lezyonların dondurucu soğuk ile tedavi edilmesidir (2). Kriyoterapide hızla genişleyen bir gaz özel bir kateterin ucunu -40°C soğutur. Azot oksit veya sıvı azot yaygın olarak kullanılan iki gazdır. Prob dokuya temas ettirilerek 30 ila 60 saniye boyunca aktif soğutulur ve ardından pasif ısınmaya bırakılır (2,23). Maksimal etki için işlem 2-3 kez tekrarlanmalıdır. Kriyoterapinin lazer, elektrokoter veya APC'den daha az arzu edilen bazı etkileri vardır. Kriyoterapi hassas değildir, yüzeysel etkisi vardır ve anında etki göstermez (2,23). Malign doku su içeriğinden dolayı özellikle kriyoterapiye duyarlıdır, oysa kıkırdak ve normal respiratuar doku kriyoterapiye dirençlidir. Maksimal doku nekrozu, kriyoterapiden 1-2 hafta sonra gerçekleşir ve istenen etkiyi elde etmek için tekrarlanması gerekebilir (23).

Brakiterapi

Brakiterapi malign lezyonları tedavi etmek için radyasyon kullanımını ifade eder. FOB ile yerleştirilen özel kateter yardımıyla radyoterapi uygulanır (23). Lezyonun tipine veya lokalizasyonuna bağlı olarak çoklu kateterler kullanılabilir (24). Güvenli hale getirildikten sonra radyasyon tohumları, kateter içinden ve istenen yere iletirilir (23,24). Radyoterapinin akut etkisi yoktur ve dolayısıyla akut semptomların tedavisine etkisi yoktur (23). Maksimum etki, tedaviden birkaç hafta sonra görülür (22). Brakiterapi genellikle uzun endobronşiyal lezyonlarda veya dıştan bası yapan tümörlerde kullanılır (24). Brakiterapi pahalıdır ve özel merkezlerde uygulanmaktadır.



Resim 5. A-C. Trakea bağlı dıştan basıya silikon stent uygulanması. **D-F.** Tüberküloza bağlı sola ana bronş darlığına silikon stent uygulanması.

PDT

PDT, bir foto-duyarlaştırıcı ile ön-muameleye tabi tutulmuş dokulara ışık enerjisinin uygulanmasını ifade eder (2,23). Hastalara işlemden 2-3 gün öncesinden bir fotosensitizasyon ajanı (Photofrin gibi) intravenöz olarak uygulanır. Fotosensitizasyon ajanı malign dokular tarafından yüksek derecede emilir. FOB'la ışık probu yerleştirilir. Işığa duyarlı ajanı aktif hale getirmek için belirli bir frekansta ışık yayılır. Aktive olan ajan, hücresel yapılara zarar veren ve hücre ölümüne yol açan reaktif oksijen türlerinin üretilmesine yol açar. PDT hemen sonuç vermez (2,21). En yüksek etki, birkaç gün sonra görülür. Hastalara uygulamadan 2-4 gün sonra ölü dokuları temizlemek amacıyla tekrar bronkoskopi yapılır. İşlem gerektiği kadar tekrarlanabilir (23).

Stentler

Hava yollarına stent uygulamaları genellikle palyatif olarak uygulanan tedavi yöntemleridir ve bazı durumlarda ise asıl tedavi için zaman kazandırma amaçlı uygulanabilir. Trakeal stent uygulamaları daha çok malign hastalıklarda uygulanırsa da postentübasyon trakeal darlık, trakeobronkomalazi, bronkoplevral fistül ve trakeo özafageal fistül gibi benign hastalıklarda da uygulanabilmektedir (Resim 5) (8,9,16).

Malign olgularda stent uygulamaları trakea ve ana bronş darlıklarında hızlı ve oldukça etkili bir yöntemdir. Darlığın giderilmesi ile birlikte solunum yetmezliği düzelmekte, egzersiz kapasitesi artmakta ve yaşam kalitesi artmaktadır (16).

Ayrıca primer malignitenin asıl tedavisinin uygulanabilmesine zaman kazandırmaktadır. Stentler çok farklı materyal, çap ve şekillerde olabilmektedir. Klinik pratikte en sık kullanılan stent tipi silikon stentlerdir. Silikon stent dışında metal ve hibrit stentlerde bulunmaktadır. Bu stentlerin kendilerine göre avantaj ve dezavantajları vardır.

Yerli üretim sayesinde hastaya özel üretilen, değişik boy ve ebatları stentlere hızlı bir şekilde temin edilebilmektedir.

Endobronşial Girişimlerde Komplikasyon

Çoğu komplikasyon FOB deneyimlerine benzerdir. Solunum yetmezliği, miyokard enfarktüsü, kardiyak aritmi ve ölüm gibi rutin bronkoskopinin nadir komplikasyonları girişimsel bronkoskopi sırasında daha sık görülebilir (25). Bunun nedeni, işlem sırasında verilen uzun süreli sedasyon veya genel anestezi, azalmış fraksiyonel oksijene bağlı olarak uzamış hipoksidir (25).

Trakea perforasyonu lazer, elektrokoter, dilatasyon ve daha az ölçüde APC'ye bağlı gelişebilir (2,21,25). Trakea duvarına dik açıyla yapılan işlemlerde bu risk daha fazladır. Özellikle membranöz trakeada çok dikkatli olunması gerekir. Bu riski azaltmak için girişimi mutlaka hava yoluna paralel uygulamak gerekir. Ayrıca, güç ayarlarına, modlara veya problemlere dikkat ederek, perforasyon riski minimize edilir (2,8).

Elektrokoter, lazer ve mekanik debulking, damarları parçalayarak kanamaya neden olabilir (21,25). APC'nin yüzeyel

etkisinden dolayı kanama riski düşüktür (2). Kriyoterapi, PDT ve brakiterapinin ablasyon yapmadığı için hemoptiziye neden olması muhtemel değildir (23). Bunlarda tedavi sonucu mukozal doku nekrozu ve ülserasyon nedeniyle gecikmiş hemoptiziye neden olabilir (23).

Hava yolu yangınları; lazer, elektrokoter ve APC'nin potansiyel bir komplikasyondur. Girişim sırasında yüksek oksijen seviyeleri varsa, bronkoskop, endotrakeal tüp, dokunun kendisi ve stent ateşlenebilir. (8,21). Bu korkulan komplikasyonu sınırlamak için, oksijen konsantrasyonu mümkün olduğu kadar %30-40'ın altında tutulmalıdır ve girişim rijit bronkoskoplara gerçekleştirilmelidir (8,21). Biz işlem esnasında satürasyon düşüklüğü yaşadığımız hastalarda ara ara oksijen konsantrasyonu artırıp o esnada balon dilatasyon uyguluyoruz. Ayrıca rijit bronkoskoplara entübasyonda hava kaçağı fazla olan hastalarda hastanın ağız içine ıslak spançlar koyarak kaçağı azaltmaya çalışmaktayız. Her şeye rağmen optimum oksijen seviyesine ulaşamıyorsa, prosedür iptal edilmeli ve alternatif bir ablatif teknik kullanılmalıdır.

Sonuç

Endobronşial girişimler ekip işi olup sabırla hastaya nefes verme işlemidir. Deneyim artıkça hem işlem süresi kısalmakta hem de daha periferik hava yollarına ulaşılabilir. Uzun süren vakalarda işlem birkaç seansta gerçekleştirilebilir. Kanamalı girişimlerde hemostatik maddeler tampon etkisi göstermek üzere ilgili segment ya da lob içine yerleştirilebilir.

KAYNAKLAR

- Ost DE, Ernst A, Grosu HB, et al. Therapeutic bronchoscopy for malignant central airway obstruction: success rates and impact on dyspnea and quality of life. *Chest* 2015;147(5):1282-98.
- Bolliger CT, Mathur PN, Beamis JF, et al. ERS/ATS statement on interventional pulmonology. *Eur Respir J* 2002;19:356-73.
- Amjadi K, Voduc N, Cruysberghs Y, et al. Impact of interventional bronchoscopy on quality of life in malignant airway obstruction. *Respiration* 2008;76:421-8.
- Galluccio G, Lucantoni G, Battistoni P, et al. Interventional endoscopy in the management of benign tracheal stenoses: definitive treatment at long-term follow-up. *Eur J Cardiothorac Surg* 2009;35:429-34.
- Boyd M, Rubio E. The utility of interventional pulmonary procedures in liberating patients with malignancy-associated central airway obstruction from mechanical ventilation. *Lung* 2012;190:471-6.
- Hann CC, Prasetyo D, Wright GM. Endobronchial palliation using Nd:YAG laser is associated with improved survival when combined with multimodal adjuvant treatments. *J Thorac Oncol* 2007;2:59-64.
- Seaman JC, Musani AI. Endobronchial Ablative therapies. *Clin Chest Med* 2013(34):417-25.
- Bolliger CT, Sutedja TG, Strausz J, et al. Therapeutic bronchoscopy with immediate effect: laser, electrocautery, argon plasma coagulation and stents. *Eur Respir J* 2006;27:1258-71.
- Murgu SD, Egressy K, Laxmanan B, et al. Central Airway Obstruction: benign strictures, tracheobronchomalacia, and malignancy-related obstruction. *Chest* 2016 Aug;150(2):426-41.
- Gelbard A, Francis DO, Sandulache VC, et al. Causes and consequences of adult laryngotracheal stenosis. *Laryngoscope* 2015;125(5):1137-43.
- Freitag L, Ernst A, Unger M, et al. A proposed classification system of central airway stenosis. *Eur Respir J* 2007;30(1):7-12.
- Ghorbani A, Dezfouli AA, Shadmehr MB, et al. A proposed grading system for post-intubation tracheal stenosis. *Tanaffos* 2012;11(3):10-4.
- Murgu S, Colt HG. Morphometric bronchoscopy in adults with central airway obstruction: case illustrations and review of the literature. *Laryngoscope* 2009;119(7):1318-24.
- Brouns M, Jayaraju ST, Lacor C, et al. Tracheal stenosis: a flow dynamics study. *J Appl Physiol* (1985) 2007;102(3):1178-84.
- Egressy KV, Murgu SD. Current approaches to assessing the degree of airway narrowing in central airway obstruction. *Ann Am Thorac Soc* 2015;12(1):109-10.
- Noppen M, Stratakos G, Amjadi K, et al. Stenting allows weaning and extubation in ventilator- or tracheostomy dependency secondary to benign airway disease. *Respir Med* 2007;101(1):139-45.
- Thistlethwaite PA, Yung G, Kemp A, et al. Airway stenoses after lung transplantation: incidence, management, and outcome. *J Thorac Cardiovasc Surg* 2008;136(6):1569-75.
- Lim SY, Park HK, Jeon K, et al. Factors predicting outcome following airway stenting for post-tuberculosis tracheobronchial stenosis. *Respirology* 2011;16(6):959-64.
- Murgu S, Colt H. Tracheobronchomalacia and excessive dynamic airway collapse. *Clin Chest Med* 2013;34(3):527-55.
- Ernst A, Feller-Kopman D, Becker HD, Mehta AC. Central airway obstruction. *Am J Respir Crit Care Med* 2004;169(12):1278-97.
- Folch E, Mehta AC. Airway interventions in the tracheobronchial tree. *Semin Respir Crit Care Med* 2008;29:441-52.
- Wahidi MM, Unroe MA, Adlakha N, et al. The use of electrocautery as the primary ablation modality for malignant and benign airway obstruction. *J Thorac Oncol* 2011;6:1516-20.
- Vergnon JM, Huber RM, Moghissi K. Place of cryotherapy, brachytherapy, and photodynamic therapy in therapeutic bronchoscopy of lung cancers. *Eur Respir J* 2006;28:200-18.
- Klopp AH, Eapen GA, Komaki RR. Endobronchial brachytherapy: an effective option for palliation of malignant bronchial obstruction. *Clin Lung Cancer* 2006;8:203-7.
- Cavaliere S, Venuta F, Foccoli P, et al. Endoscopic treatment of malignant airway obstructions in 2,008 patients. *Chest* 1996;110:1536-42.

LARİNGOTRAKEAL STENOZLARA FARKLI BİR BAKIŞ

A DIFFERENT LOOK ON LARYNGOTRACHEAL STENOSIS

Tolga Kandoğan

Medipol Üniversitesi Tıp Fakültesi, Kulak Burun Boğaz Kliniği, İstanbul, Türkiye

e-mail: tkandogan@gmail.com

DOI: 10.5578/tcb.2021.015

Özet

Laringotrakeal stenozlar zor havayolu sebepleri arasında önemli bir yer tutar ve sıklıkla cerrahi müdahaleyi gerektirir. Bu yazıda genel olarak nefes darlığı ve özellikle de Laringotrakeal stenoz hastalarının yönetim algoritması anlatılmıştır.

Anahtar kelimeler: Laringotrakeal stenoz, dispne, zor havayolu

Abstract

Laryngotracheal stenosis are among the causes of difficult airway and frequently requires surgery. In this chapter, the management and algorithmia of dypnea in general, focused in laryngotracheal stenosis is mentioned.

Keywords: Laryngotracheal stenosis, dyspnea, difficult airway

Laringotrakeal Stenozlara Giriş

Tanım olarak laringotrakeal stenoz (LTS) supraglottis, glottis, subglottis veya trakeayı tutan konjenital veya akkiz hava yolunda meydana gelen darlıklardır. Bu darlıklar parsiyel veya sirkumferensiyel olabilir. Cerrahlar tarafından pek kullanılmasa da “zor hava yolu” terimi Anestezi ve Reanimasyon Uzmanlığı terminolojisinde sık olarak kullanılan bir terimdir ve hastanın ventile ve/veya entübe edilemediğini gösterir. Zor hava yolunun pek çok sebebi olsa da laringotrakeal stenozlar sebepler arasında önemli bir yer tutar ve sıklıkla cerrahi bir müdahaleyi gerektirir.

Larinksin temelde solunum, fonasyon ve alt solunum yollarını koruma gibi görevleri bulunsa da trakea başlıca ventilasyondan sorumlu bir organdır. LTS konusunu derinlemesine irdelemeden önce laringotrakeal bölgenin çocuk ve erişkin dönem arasındaki temel farklılıklarına da kısaca değinmekte fayda var. Trakeanın “doğumdan adölesan çağa kadar” boyu iki katına, çapı üç katına ve kesit alanı altı katına çıkar. Çocuklarda larinksin yüksek pozisyonundan dolayı servikal trakeal segment göreceli olarak erişkinlere göre daha uzundur. Yaşla beraber trakea aşağıya iner. Yenidoğan-

da nötral pozisyonda sternal çentiğin üzerinde yaklaşık 10 halka vardır. Kişisel değişiklikler olmakla beraber adölesan ve genç erişkinlerde bu bölgede sekiz halka, daha yaşlı kişilerde ise altı ve daha az halka bulunmaktadır ve giderek ossifiye olmaktadır. Halka sayısının fazla olmasından dolayı çocuklarda trakeal rezeksiyon yapmak teknik olarak daha kolaydır. Pediatrik dönemde tirohyoid membranın kısa olmasından dolayı tiroid kartilaj üst kenarı ve tiroid notch hyoid kemiğin arkasında veya hemen altındadır. Bu nedenle laringeal serbestleştirme manevraları erişkinlerin aksine pediatrik dönemde yutma zorluğuna veya aspirasyona hemen hemen hiç neden olmaz. Hava yolundaki 1 mm’lik bir ödemin erişkin ve çocuk hava yolunda meydana getirdiği değişiklik çok farklıdır; hava yolu çocukta %75, erişkinde ise %44 azalır.

Ancak çocuk hastalarda daha fazla olmak üzere LTS; obstrüktif pnömoni, astım, alerji semptomlarını taklit ettiği için uzun süreler alerji, astım, kronik bronşit gibi tanılarla takip edilen ama aslında altta yatan patolojinin bir LTS olduğu vakalar ile de karşılaşmanın mümkün olduğu belirtilmelidir. Tedaviye dirençli veya sık tekrarlayan bir akciğer hastalığı tanısı olan kişiler olası bir LTS açısından da sorgulanmalıdır. Tanıda 18 ayı geçen gecikmelere rastlanmıştır.

Laringotrakeal Stenozda Hasta Değerlendirmesi

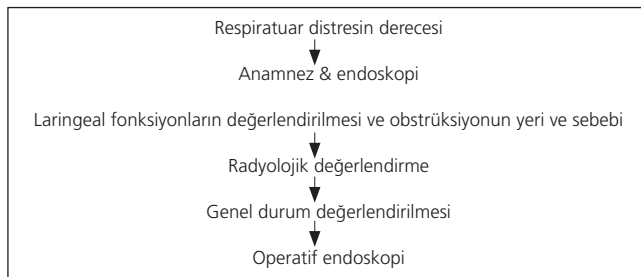
Bu kısa girişten sonra böyle bir hasta ile karşılaştığımızda nasıl bir yol izlememiz gerektiği konusuna gelelim. Aslında LTS bir tanıdır. Bunun bir seviye öncesini, yani solunum sıkıntısıyla başvuran bir hastayla karşılaştığımızı düşünelim. KBB hekimlerinin solunum sıkıntısı ile gelen hastaya yaklaşımı ile ilgili takip ettiğimiz bir algoritma vardır (Şekil 1):

Öncelikle hastanın respiratuvar distressinin derecesini (Şekil 2) belirlememiz ve aciliyet söz konusu ise ona göre bir planlama yapmamız gerekir.

Bu hastalar karşımıza distressin derecesine göre hafif-orta derecede hava yolu yetmezliği, acil hava yolu desteği gerektiren respiratuvar yetmezlik ya da trakeotomi olarak çıkar. Acil hava yolu desteği gerektiren respiratuvar yetmezlik ile karşılaştığımızda eğer ki zaman varsa ve yapılabiliyorsa öncelikle laringoskopi ve bronkoskopi yapılmalıdır çünkü entübe hastada tanı koymak zordur ve tanı için büyük olasılıkla hastanın genel durumu düzeldikten sonra ekstübe edip laringoskopi ve bronkoskopi yapmak gerekecektir. Hatırlamamız gerekir ki hava yolu obstrüksiyonu olan hastayı hava yolu sağlanana kadar sedatize etmemeliyiz; hafif bir sedasyon dahi hastayı ağır bir respiratuvar yetmezliğe sokabilir.

Acil hava yolu desteği gerektiren respiratuvar yetmezlik ile gelen hastaya eğer ki trakeotomi açmak gerekiyorsa burada açılacak trakeotominin yeri çok önemlidir. Trakeotomi mümkünse ya tam stenotik segment üzerinden, ya ona çok yakın bir alandan ya da stenotik segmente mümkün olan en uzak noktadan açılmalıdır (Şekil 3) çünkü hastaya ileri dönemde bir hava yolu cerrahisi planlanıyor ise bu bahsedilen bölgeler dışında açılacak bir trakeotomi ya gereksiz halka rezeksiyonuna yol açacaktır ya da olası bir anastomozu teknik olarak daha zor hale getirecektir çünkü trakeotominin açıldığı alan enfekte kabul edilir; o bölgenin beslenmesi bozulur ve cerrahinin prognozu açısından trakeotomi bölgesinin rezeke edilmesi gerekir.

Respiratuvar distress derecelendirilmesi yapıldıktan sonra mümkünse hastadan veya yakınlarından detaylı bir anamnez alınmalıdır. Özellikle çocuk hastalarda stridorun başlangıç yaşı



Şekil 1. Solunum sıkıntısıyla başvuran bir Laringotrakeal stenoz hastasına yaklaşım.

bunu ağırlaştır eden faktörler ve vücut pozisyonunun stridora etkisi detaylandırılmalıdır. Stridorun doğuştan, konjenital olması bizleri farklı patolojilere, doğum sonrası olması farklı patolojilere yönlendirecektir. Ayrıca ağlamakla, beslenme ile veya zorlamayla dispnenin kötüleşmesi, uykuda kötüleşmesi, yutma esnasında kötüleşmesi, pron pozisyonda veya lateral pozisyonda solunumun azalması veya kötüleşmesi bizleri yine birbirinden farklı patolojilere yönlendirecektir.

Daha sonra obstrüksiyonun yeri, özellikle vokal kordlara uzaklığı hesaplanmalı ve laringeal fonksiyonlar değerlendirilmelidir. Bu, değerlendirmenin en önemli kısmıdır. Hastanın öyküsünde eğer ki solunum sıkıntısının yanında yutma sorunu veya ses ile ilgili bir sorun da varsa tetkikler bunları da göz önünde bulundurarak istenmelidir. Özellikle çocuk hastalarda laringotrakeaosefagal kleft olabilir ve ek olarak ösofagoskopi gerekebilir. Hastada dispneye ek olarak ses bozukluğu varsa vokal kord hareketlerinin değerlendirilmesi önem kazanmaktadır. Endoskopi yaparken bunları da dikkate almalı ve o gözle endoskopi yapmalıyız. İzole trakeal stenozda çok ileri derecede olmadıktan sonra ses bozulmaz. Endoskopi uyanık indirekt laringoskopi veya transnasal fiberoptik laringoskopi (TNFL), uyku TNFL, direkt transoral laringotrakeoskopi, süspansiyon mikrolaringoskopi ve broncho-esophagoscopy altbaşlıkları altında toplayabiliriz. Küçük

Evre 1:

Sesli solunum, hafif dispne göğüste retraksiyonlar
Anksiyete yoktur.
Gıda ve sıvı alımı normal.

Evre 2:

Sesli solunum, hafif dispne göğüste retraksiyonlar
Anksiyete
Gıda ve sıvı alımını reddetme

Evre 3:

Aşırı yorgunluk ve eşlik eden azalmış stridor ve interkostal retraksiyonlar
Solunum sayısında ve nabıza azalma
Cilt kült rengi olur ve terleme
Somnolans

Şekil 2. Respiratuvar Distres semptom evrelendirmesi.



Şekil 3. Laringotrakeal stenoz hastasında trakeotomi yerleri. Stenotik alan dikdörtgen ile gösterilmiştir. İdeal trakeotomi yerleri: stenotik segmentin içinden geçen > segmente yakın alan > segmente en uzak alan (5).

çocuklarda veya genel durum itibarıyla rigid endoskopiye kaldiramayan erişkinlerde fleksibl, diğer hastalarda ise ilk etapta 70 derece teleskop kullanarak hastaların endoskopik değerlendirmesi yapılmaktadır.

Uyku TNFL özellikle vokal kord hareketliliği değerlendirilemeyen hastalarda, obstrüktif uyku apne ilgili obstrüksiyonların değerlendirilmesinde (tonsiller hipertrofi, dil kökü prolapsusu, lokalize veya diffüz trakeo-bronko-malazilerin dinamik görüntülenmesinde ve sekonder hava yolu lezyonlarının bulunmasında (örneğin; trakeomalazi veya ekstrinsik trakeal basılar, suprastomal granülomlar, trakeotomi yerindeki veya kanül ucundaki granülom) önemlidir. Bu patolojileri uyanık laringoskopi sırasında gözden geçiririz. Tek aşamalı planlanan LTS cerrahilerde ve dekanülasyonda yukarıda saydığımız patolojilerin varlığı olumsuzluk yaratacağı için bu tür durumların önceden tespit edilmesi prognoz açısından önemlidir.

Ağır dispnesi olan vakalar acil durum müdahale ekibi ve seti hazır olmadan endoskopiye alınmamalıdır. Endoskopik değerlendirme daha önce de belirtildiği üzere mümkünse mutlaka entübasyon veya trakeotomiden önce yapılmalıdır. Altın standart ameliyathane ortamında yapılan laringotrakeoskopi. 1 mm'lik ödem dahi ciddi pasaj sorunu yaratabilir. Bu yüzden cerrahi ekip her zaman olası bir aciliyet durumu için hazır olmalıdır. Rijid bronkoskoplar her ne kadar tanıda kullanılabilir de acil durumda stenotik segmentin geçilmesini sağlayarak hastanın ventile olmasını sağladığı için özellikle ileri dispneik vakaların muayenesi sırasında mutlaka elimizin altında olmalıdır (Resim 1).

Endoskopide stenozun seviyesi, uzunluğu, vokal kordlara olan mesafesi, başka stenotik alanlar olup olmadığı, krikoaritenoid eklem hareketliliği ve stenozun karakteri değerlendirilmelidir. Glottik tutulum varlığı ve komorbiditeler cerrahi teknik seçimini dahi etkileyeceğinden özellikle stenotik segmentin glottise uzaklığının tam olarak değerlendirilmesi çok önemlidir.

Trakeotomili hastalarımızda stenotik segmentin çapı teleskopun geçmesine izin vermeyecek kadar dar olabilir.



Resim 1. Rijit bronkoskopi.

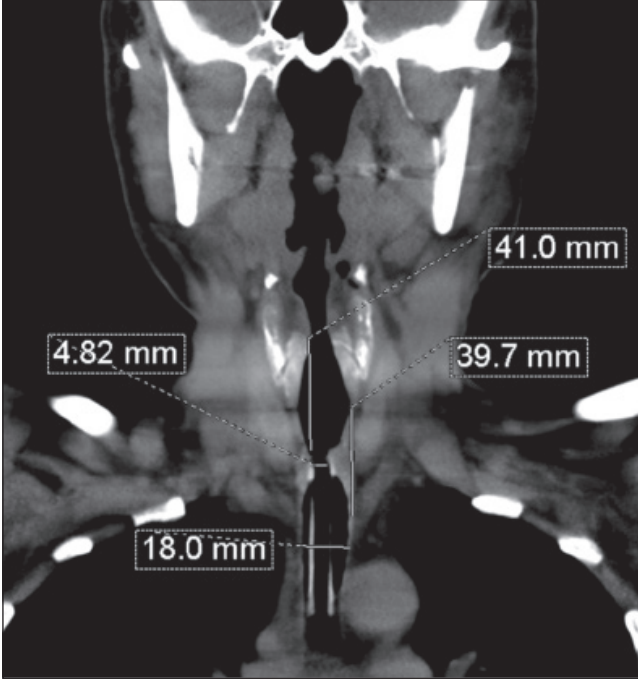
Böyle durumlarda stenotik segment-trakeotomi arasını değerlendirmek için kanülü çıkartıp, teleskobu retrofleks yapıp subglottik alanı aşağıdan değerlendirmek gerekir.

Tekrar belirtmeliyiz ki LTS hastalarında tanı ve değerlendirmede endoskopi altın standarttır. Ancak radyolojik değerlendirmenin de gözardı edilmemesi gerekir. Radyolojik değerlendirme ile her ne kadar trakeal deviasyonda veya opak yabancı cisimlerde düz filmlerden, yumuşak doku kitellerinde MRG'den ve USG'den faydalanabilirsek de bizlere LTS konusunda yarar sağlayacak en değerli yöntem kontrastsız BT'dir. BT stenotik segment ile ilgili (derecesi, uzunluğu, lokalizasyonu vs.) yararlı bilgi verebilse de hafif darlıkları gözden kaçırabilmesi ve hastanın iyonizan ışına maruz kalması gibi dezavantajları vardır. Kontrastsız BT boyun ve toraksta tüm trakea ve ana bronşları içerecek şekilde ince kesit alınmalıdır. Elde edilen ince kesit görüntüler iş istasyonuna aktarılmalı ve bu görüntüler üzerinde multiplanar reformat görüntüler, hava yolunu daha iyi gösteren minimum intensite projeksiyon görüntüler (MinIP) ve sanal endoskopi görüntüsü oluşturan üç boyutlu görüntüler oluşturulmalıdır. Stenotik segment lokalizasyonu, uzunluğu, vokal kordlara uzaklığı, stenoz sonrası sağlam segment varlığı bu reformat görüntüler üzerinden değerlendirilebilir. Ancak çocuklar ve trakeal halkalarda kalfikasyonun henüz gelişmediği genç hastalarda stenoz sonrası sağlam trakeal halkayı saptamak zorlaşabilir. Ayrıca, cerrahi planımızı etkilemese de normal ve stenotik trakea çapları ve yüzey alanlarını da hesaplanabilir. Oluşturulan sanal endoskopi görüntüleri ile endoskopi sırasında geçilemeyen darlıkların distali görüntülenebilir.

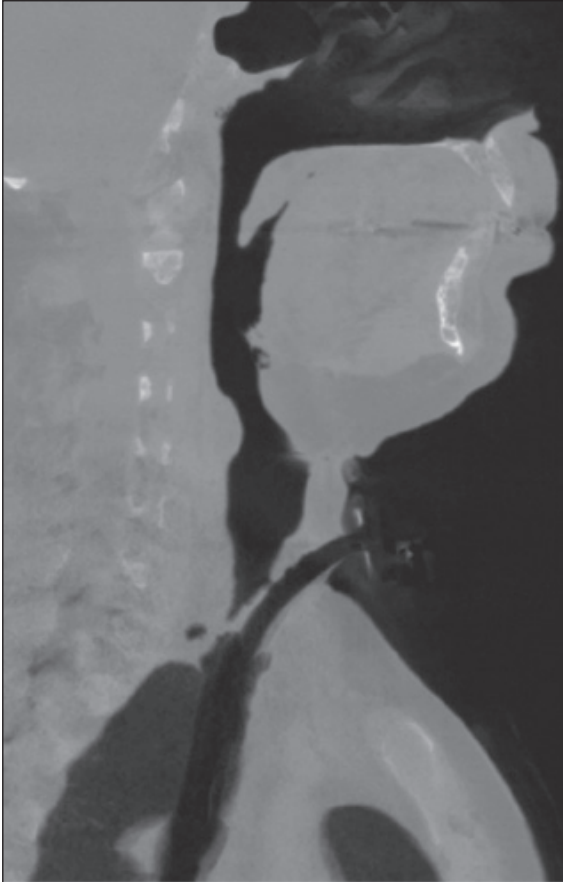
Bunun dışında hastalar konjenital/kazanılmış anomaliler açısından değerlendirilmeli ve cerrahi öncesi detaylı bir nörolojik, kardiyak, akciğer ve gastroözofageal değerlendirmeden geçmelidir.

Respiratuvar distresli bir hasta enterne edildikten sonra takipleri esnasında dikkat edilmesi gereken bazı hususlar da vardır. Bu hastalar nabız, solunum sayısı, O₂ satürasyonu, CO₂ retansiyon derecesi, ek solunum kaslarını kullanılıp kullanılmadığı ve bilinç düzeyi açısından yatış esnasında kontrol altında tutulmalıdırlar. Eğer ki hastada SpO₂ düşmeye başlamışsa veya pCO₂ artmaya başlamışsa veya hastada yüzeysel solunum belirginleşmişse, somnolans bulguları varsa veya solunum sayısı ve nabız düşmeye başlamışsa hastanın daha da kötüleşmesi beklenmeden acilen endoskopik değerlendirme alınmalıdır. En kötü senaryo beklenmemelidir.

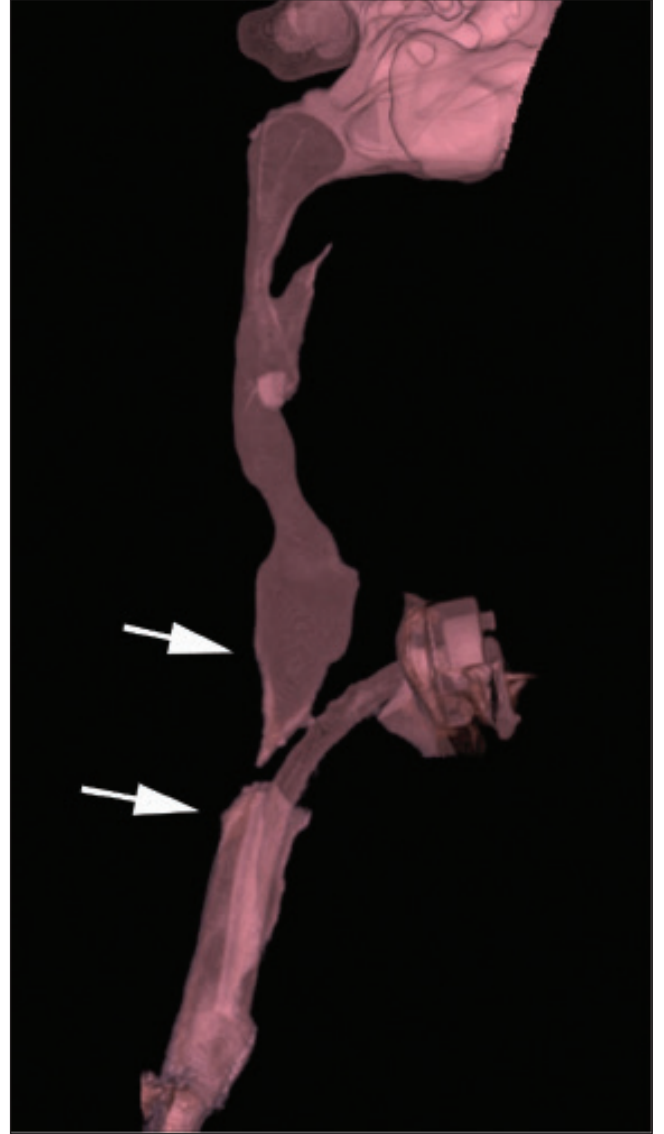
LTS hastasının muayenesiyle ilgili olarak tüm bu bahsedilen değerlendirmelerin atlanmadan yapılmasını sağlamak için LTS hasta değerlendirme formu KBB hekimlerince rutin olarak kullanılmaktadır (Şekil 4).



Resim 2. Kontrastsız BT'de koronal reformat görüntülerde darlık uzunluğu, darlığın vokal korda uzaklığı ve normal distal trakea düzeyi ve çapı saptanabilir.



Resim 3. Kontrastsız BT'de hava yolunu görüntülemeye yönelik minimum intensite projeksiyon (MinIP) görüntülerde trakeostomi düzeyi öncesindeki darlık izleniyor.

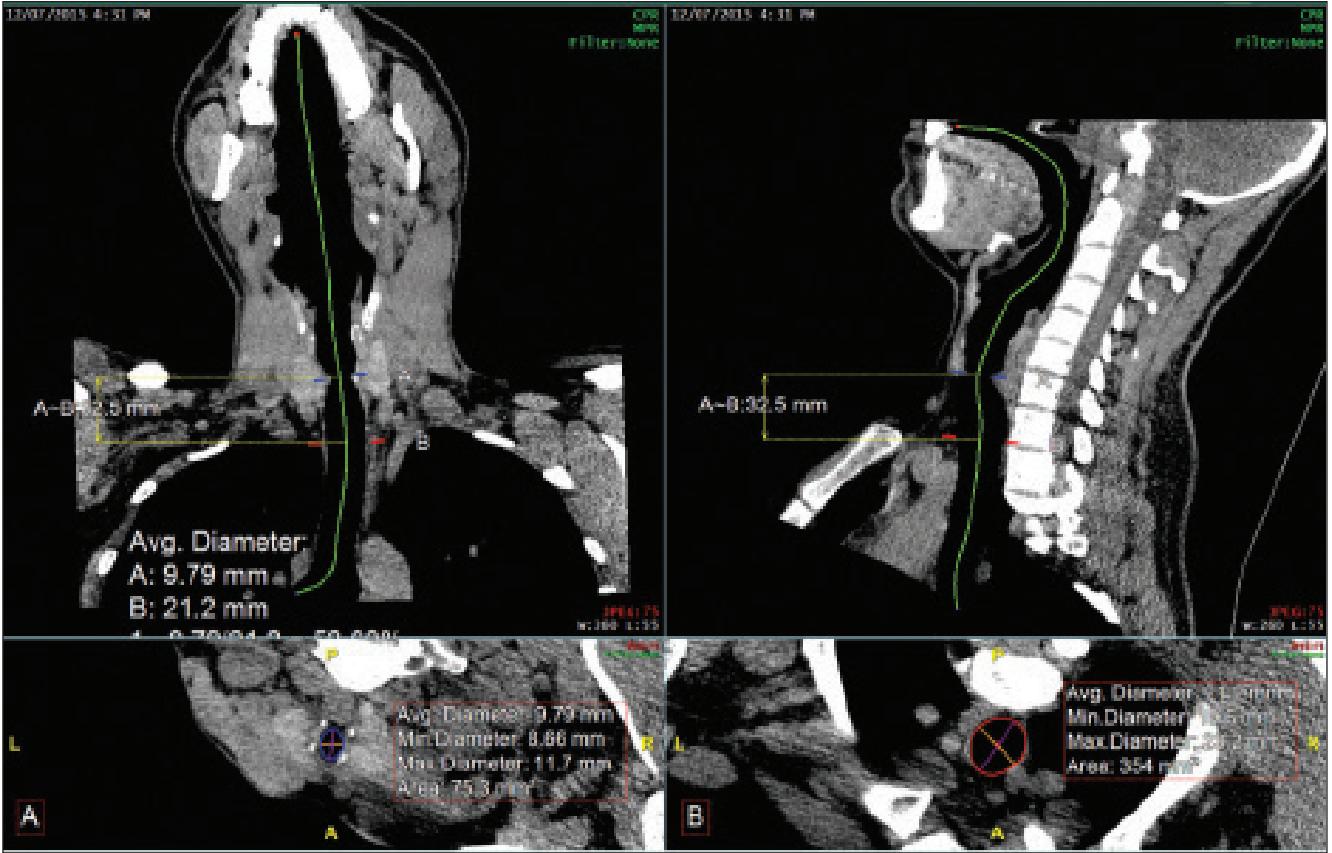


Resim 4. Kontrastsız BT'de görüntüleri üzerinden elde olunan hava yolunu görüntülemeye yönelik üç boyutlu volüme renderin (3D VR) görüntülerde trakeostomi düzeyi öncesindeki darlık izleniyor.

LTS cerrahisi sonrası başarıyı etkileyen faktörler ameliyat öncesi değerlendirilmeli ve hasta ile paylaşılmalı, tüm olasılıklar hastaya anlatılmalıdır. Bu faktörler; vocal kord hareketliliği, glottik ve/veya supraglottik skar, Aritenoid eklem tutulumu (fixasyon), ek trakeal hasar (malazi vs), stomaya veya kanüle bağlı olarak, sekonder hava yolu lezyonları (granulasyon, kollaps vs), OSA- ilgili obstrüksiyonlar, yutma zorluğu (kronik aspiration), Şiddetli GÖR'dür.

Endoskopik Tedavi

Erken evre, yani darlığın %50'den daha az olduğu LTS vakalarında uygulanır. Şekil 6'da erken evre darlıklarında glottik tutulumun ve komorbiditelerin olup olmasına göre tedavi planı şematize edilmiştir.



Resim 5. Kontrastsız BT’de multiplanar reformat görüntüler (MPR) oluşturularak darlık düzeyi, öncesi ve sonrası değerlendirilebilir. Ayrıca eğimli reformat görüntüler ile (CPR) hava yolu işaretlererek darlık düzeyinde, öncesinde ve sonrasında minimum-maksimum çap ve alan ölçümleri yapılabilir.



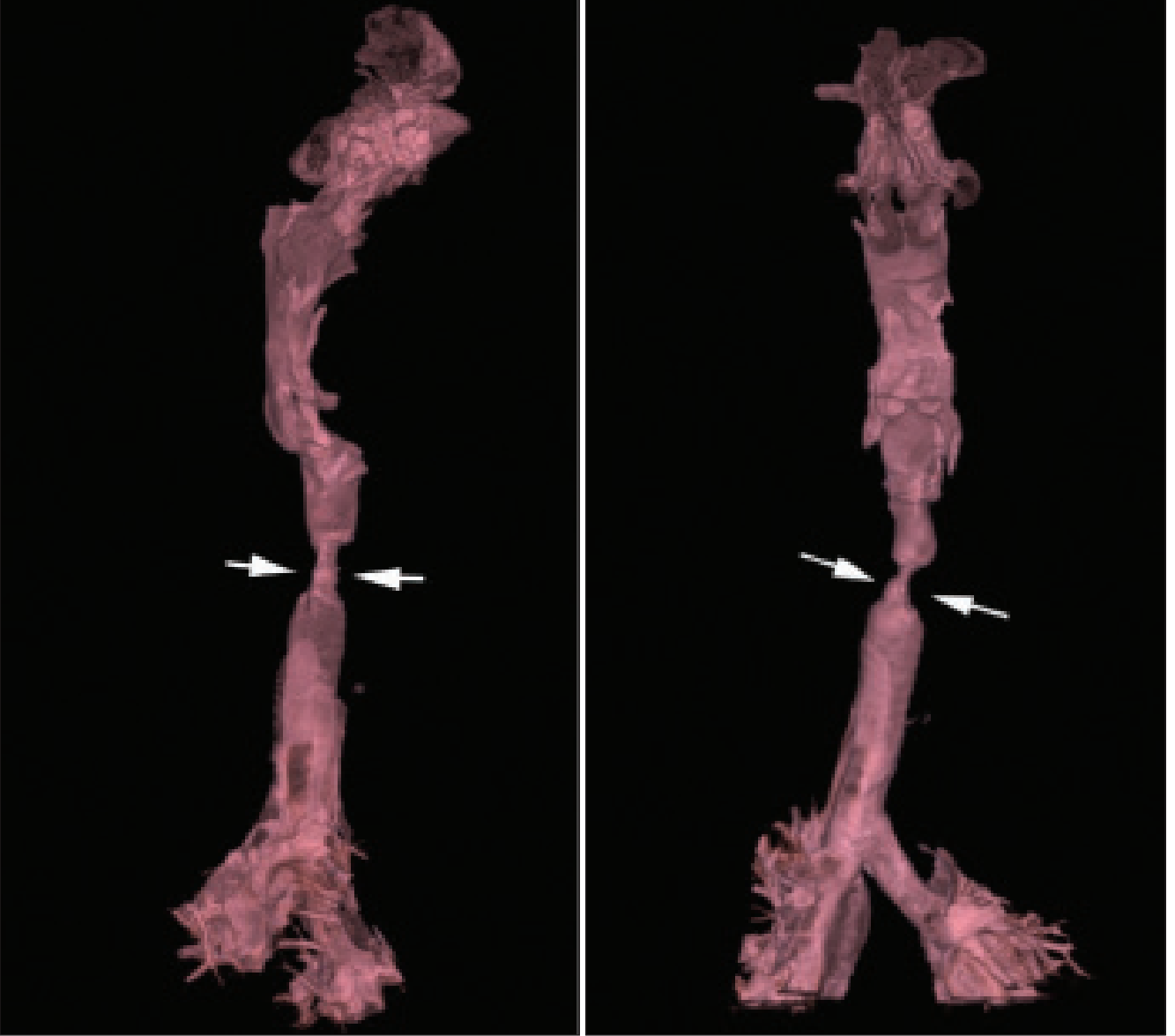
Resim 6. Kontrastsız BT’de koronal ve sagittal reformat (MPR) görüntülerde trakeadaki kısa segment darlık izleniyor.

Cerrahi Tedavi

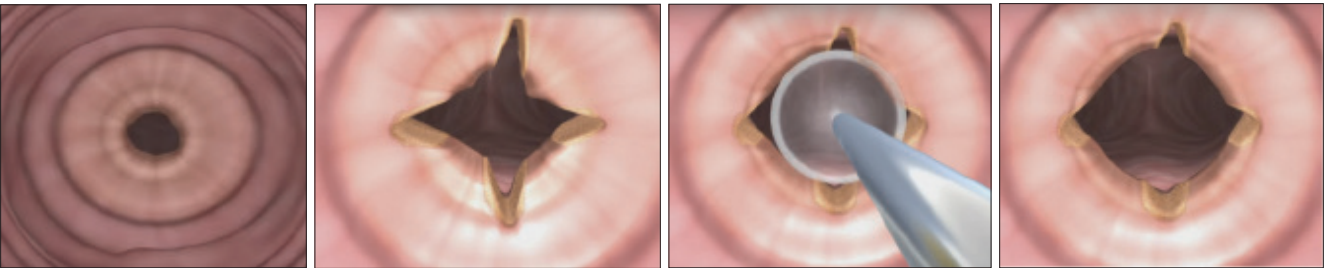
Evre 2, 3 ve 4’te uygulanır. Stenotik segmentin derecesi-ne, glottik tutulumun olup olmadığına göre ve komorbidite olup olmamasına göre cerrahi planlanır. Şekil 7 ve 8’de cerrahi plan algoritması şematize edilmiştir.

Bu cerrahilere göreceli kontrendikasyonlar olarak genel anesteziye engel durumlar, yara iyileşmesini bozan faktörler (örneğin; diabetes mellitus), aktif enflamatuar durum (örneğin; Wegener granulomatosis), vücutta herhangi bir yerde aktif enfeksiyon varlığı, kartilaj kaybı, trakeotomi kökenli ciddi bakteriyel enfeksiyon öyküsü varlığı, posterior glottik stenoz ve aritenoid fiksasyonu, önceden RT almış olmak, immatür granülasyon dokusu mevcudiyeti, endoskopik yöntemlerle çözülebilecek darlıklar (sirkumferensiyel matür skar dokusu, vertikal boyu 0.5 cm), ileri derecede pulmoner disfonksiyon, obezite, DM, HT, KVH, kronik sigara içiciliği (stenoz nüksü insidansını artırır), trakeotomi bağımlılığı (akciğer patolojisine sekonder) ve ileri GÖR sayılabilir. Bu faktörler her hastada bağımsız olarak değerlendirilmelidir.

Bu cerrahiye ideal hasta adayı olarak 45 yaşın altında, tip 2 DM olmayan, konnektif doku hastalığı olmayan, glottisin 2 cm veya daha fazla uzağında olup 2 cm’den daha kısa olan



Resim 7. Kontrastsız BT’de görüntüleri üzerinden elde olunan hava yolunu görüntülemeye yönelik üç boyutlu volüme rendering (3D VR) görüntülerde trakeada kısa segment darlık, darlık öncesi ve sonrası hava yolu izleniyor.



Resim 8. Erken evre LTS vakasında Lazer radyal ensizyon + dilatasyon (1).

ENDOSKOPI: Preoperatif değerlendirme Postoperatif değerlendirme

Uyanık İndirekt Larengoskopi/Uyanık TNFL Evet Hayır

Vokal Fold Hareketleri:

Bilateral Normal Evet Hayır

Kısıtlı Abduksiyon Sol Sağ Bilateral

Bilateral İmmobil Sol Sağ Bilateral

Sedasyon Altında TNFL (GAA Spontan Respirasyonda) Evet Hayır

OSA-İlişkili Darlıkları: Evet Hayır

Burun Nazofarenks Orofaneks Faringolareks

Diğer:.....

Vokal Fold Hareketleri (Uyanık TNFL Yapılamadıysa) Evet Hayır

Trakeomalazi Evet Hayır Diffüz Lokalize

Diğer Havayolu Lezyonları Evet Hayır

Direkt Laringotrakeoskopi +/- Süspansiyon Larengoskopisi (GAA)

Konjenital LTS Evet Hayır

Edinilmiş LTS

Taze, Yeni Başlamış LTS Evet Hayır

Matür, Sikatriyel LTS Evet Hayır

Mix (Konjeniyal Üzerine Edinilmiş LTS) Evet Hayır

Stenoz evresi

I <%50

II %51-70

III %71-99

IV Lümen yok

Stenozun vertikal uzunluğu

<5 mm

>5 mm <15 mm

>15 mm <30 mm

>30 mm

Stenoz evresi

Supraglottik

Glottik

Subglottik

Trakeal

Anormal VF hareketi

Nörojenik VF parezi , Paralizi Tek taraflı Bilateral

VF fiksasyonu Parsiyel tek taraflı Parsiyel bilateral

Tamamen tek taraflı Tamamen bilateral

Posteriot glottik stenoz (PGS) Evet Hayır

İnteraritenoid adezyon (sikatriyek band)

Gerçek PGS Evet Hayır

CAA ile Unilateral CAA ile Bilateral CAA ile

VF web, sineşi Evet Hayır

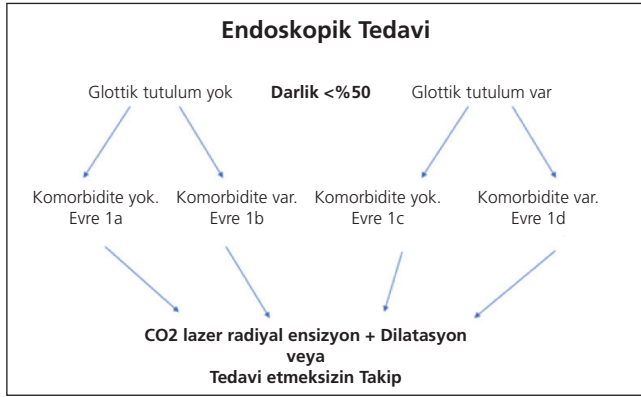
VF uzunluğunun: <%25 %25-50 %50-75 >%75

Trakea	
Stenoz	Evet <input type="checkbox"/> Hayır <input type="checkbox"/>
Malazi	Evet <input type="checkbox"/> Hayır <input type="checkbox"/>
Primer diffüz	Evet <input type="checkbox"/> Hayır <input type="checkbox"/>
Lokalize post-trakeotomi	Evet <input type="checkbox"/> Hayır <input type="checkbox"/>
Eksternal damar basısı	Evet <input type="checkbox"/> Hayır <input type="checkbox"/>
Trakeotomi	Evet <input type="checkbox"/> Hayır <input type="checkbox"/>
Yeri	<input type="checkbox"/> 1.-2. halkalar arası <input type="checkbox"/> 3.-4. halkalar arası <input type="checkbox"/> 5. halkadan sonra
Ek distal trakeal stenoz	Evet <input type="checkbox"/> Hayır <input type="checkbox"/>
Lokalize trakeostoma malazisi	Evet <input type="checkbox"/> Hayır <input type="checkbox"/>
Bronşlar ve özafagus	
Bronkomalazi	Evet <input type="checkbox"/> Hayır <input type="checkbox"/>
Eksternal bronş basısı	Evet <input type="checkbox"/> Hayır <input type="checkbox"/>
GÖR	Evet <input type="checkbox"/> Hayır <input type="checkbox"/>
Eozinofilik özafajit	Evet <input type="checkbox"/> Hayır <input type="checkbox"/>
Bakteriyolojik aspirat	Evet <input type="checkbox"/> Hayır <input type="checkbox"/>
Bronkoalveolar lavaj	Evet <input type="checkbox"/> Hayır <input type="checkbox"/>
Özefajial biyopsi	Evet <input type="checkbox"/> Hayır <input type="checkbox"/>
Diğer.....	
EŞLİKEDEN PATOLOJİLER	Evet <input type="checkbox"/> Hayır <input type="checkbox"/>
Havayolu	Evet <input type="checkbox"/> Hayır <input type="checkbox"/>
OSA-ilişkili darlıklar	Evet <input type="checkbox"/> Hayır <input type="checkbox"/>
Sekonder LTS/malazi	Evet <input type="checkbox"/> Hayır <input type="checkbox"/>
Açıklama.....	
Medikal	Evet <input type="checkbox"/> Hayır <input type="checkbox"/>
Solunum yetmezliği (O ₂ bağımlılığı)	Evet <input type="checkbox"/> Hayır <input type="checkbox"/>
Semptomatik kardiyovasküler hastalık	Evet <input type="checkbox"/> Hayır <input type="checkbox"/>
Nörolojik sekel/mental bozukluk	Evet <input type="checkbox"/> Hayır <input type="checkbox"/>
Yutma güçlüğü/aspirasyon	Evet <input type="checkbox"/> Hayır <input type="checkbox"/>
Semptomatik GÖR	Evet <input type="checkbox"/> Hayır <input type="checkbox"/>
Eozinofilik özafajit	Evet <input type="checkbox"/> Hayır <input type="checkbox"/>
Sendromik/sendromik olmayan anomaliler	Evet <input type="checkbox"/> Hayır <input type="checkbox"/>
Diğer.....	
DEĞERLENDİRME	
<input type="checkbox"/> Ia	<input type="checkbox"/> Ib
<input type="checkbox"/> Ic	<input type="checkbox"/> Id
<input type="checkbox"/> IIa	<input type="checkbox"/> IIb
<input type="checkbox"/> IIc	<input type="checkbox"/> IId
<input type="checkbox"/> IIIa	<input type="checkbox"/> IIIb
<input type="checkbox"/> IIIc	<input type="checkbox"/> IIId
<input type="checkbox"/> VIa	<input type="checkbox"/> VIb
<input type="checkbox"/> VIc	<input type="checkbox"/> VIId
a= Sadece tek alanda etkilenme (supraglottik/glottik/subglottik/trakea)	
b= Herhangi 2 alanda etkilenme	
c= Herhangi 3 alanda etkilenme	
d= Tüm alanlarda etkilenme	
+= Konjenital anomali/komorbidite varlığında skora (+) simgesi eklenmelidir	
TEDAVİ PLANI	Primer cerrahi Revizyon cerrahi <input type="checkbox"/> 1. <input type="checkbox"/> 2. <input type="checkbox"/> 3. <input type="checkbox"/> >3.
Açıklama 1.....	
2.....	
3.....	
4.....	

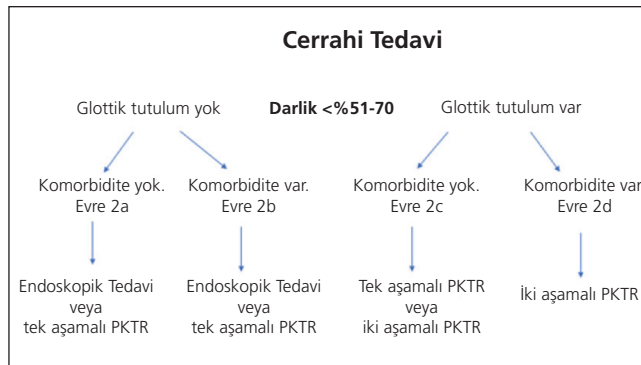
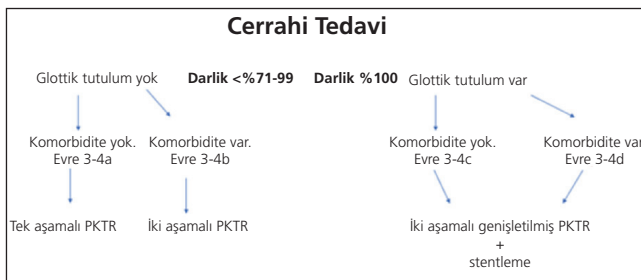
Şekil 4. Hasta değerlendirme formu.

Cotton Meyer Sınıflandırması	izole SGS	izole SGS+ komorbiditeler	izole SGS+ glottik tutulum	izole SGS+komorbiditeler+ glottik tutulum
1	%0-50	1a	1b	1c
2	%51-70	2a	2b	2c
3	%71-99	3a	3b	3c
4	lūmen yok	4a	4b	4c

Şekil 5. Modifiye edilmiş Cotton Meyer sınıflandırması.



Şekil 6. Erken evre darlıklarda tedavi algoritması.

Şekil 7. Evre 2 LTS'de tedavi algoritması.
PKTR: Parsiyel krikotrakeal rezeksiyon.Şekil 8. Evre 3 ve 4 LTS'de tedavi algoritması
PKTR: Parsiyel krikotrakeal rezeksiyon.

stenozlara sahip hastalar tanımlanabilir. Rezeksiyon sonrası distal trakeanın çapı her zaman proksimal trakeadan daha fazladır. Ne kadar rezeksiyon yapıp güvenli bir anastomoz gerçekleştirilebilir sorusunun tam bir cevabı yoktur. Bu; kişinin anatomisine, yaşına, vücut tipine, boyuna ve daha önceden cerrahi olup olmadığına bağlı olarak değişir. Boynun fleksiyona getirilmesi ve trakeanın mediastenden künt diseksiyonu yeterli olmakla beraber, gerekiyorsa gevşetme teknikleri kullanılabilir.

KAYNAKLAR

1. Philippe M. Management of Laryngotracheal Stenosis in Infants and Children Pediatric Airway Surgery. Berlin Heidelberg: Springer-Verlag. 2011.
2. Türkyılmaz A, Aydın Y, Ermancık M, et al. Post-entübasyon trakeal stenozun cerrahi tedavisi. EAJM 2007;39:189-93.
3. Brigger MT, Boseley ME. Management of tracheal stenosis. Curr Opin Otolaryngol Head Neck Surg 2012;20(6):491-6.
4. Monnier PH, Dikkers FG, Eckel H, et al. Preoperative assessment and classification of benign laryngotracheal stenosis: a consensus paper of the European Laryngological Society. Eur Arch Otorhinolaryngol 2015;272(10):2885-96.
5. Hathiram BT, Khattar VS. Atlas Of Operative Otorhinolaryngology And Head & Neck Surgery. Delhi: JP Medical Ltd, 2013.