

ÇOCUKLARDA TRAKEAL STENOZ VE VASKÜLER HALKALAR

PEDIATRIC TRACHEAL STENOSIS AND VASCULAR RINGS

Gastón Bellia Munzón, Marcelo Martinez-Ferro

Fundación Hospitalaria, Private Children's Hospital, Ciudad Autónoma de Buenos Aires, Argentina

e-mail: gastonbellia@yahoo.com.ar, martinezferro@fibertel.com.ar

Çeviri: Ali Özdülger

doi:10.5152/tcb.2012.31

Özet

Çocuklarda trakeal stenoz daralmış bir solunum yolu lümeni ile karakterize çeşitli antiteleri içerir. Konjenital antiteler iki sınıfa ayrılabilir: (i) trakeal stenozun kısa- (örn: trakeal ağlar) veya uzun-segment formlarından kaynaklanan intrinsik hastalık (örn: trakeal atrezi/agenezi ve primer trakeomalazi) ve (ii) vasküler halkalar ve/veya konjenital tümörler gibi kardiyovasküler anomali kaynaklı ekstrinsik hastalık. Kazanılmış antiteler; entübasyon travması ve trakeostomi ile indüklenmiş granülasyon dokusu oluşumunu içerir. Son 20 yılda gelişen cerrahi ve endoskopik teknikler bu hastaların akibetini önemli ölçüde iyileştirmiştir. Yüksek çözünürlüklü görüntülemenin daha yaygın bir şekilde ulaşılabilir olması ile minör veya subklinik formlar artan oranda saptanmaktadır. Semptomatik olmayan hafif vakalar veya solunum sıkıntısı olmayan semptomatik vakalar beklendiği gibi güvenli olarak tedavi edilebilir. İntrinsik, kısa trakeal stenozlu aşırı semptomatik hastalarda genellikle rezeksiyon ve anastomoz uygulanırken uzun trakeal stenozu olanlarda slide trakeoplasti uygulanır. İntrinsik, uzun trakeal ve bronşiyal stenozu olan hastalarda yama (patch) trakeoplasti uygulanması önerilmektedir. Trakeostomi veya ikinci açık trakeoplasti kaçınılmaz olabilmekle beraber dilatasyon, lazer eksizyon veya stentler gibi endoskopik teknikler komplikasyonlarla başa çıkmada büyük ve giderek artan bir rol oynamaktadır. Kanıta dayalı öneriler ve standartlar yerine, her kurum hasta bakımını uzmanlığına ve geçmiş tecrübelerine dayanarak kişisel bazda sürdürmektedir. Multidisipliner bir yaklaşımda çeşitli hizmetler arasındaki yakın koordinasyon solunum yolu tedavisini optimize edebilir ve çocuk hasta için en uygun uzun süreli sonuçları garanti edebilir.

Anahtar kelimeler: Çocuklarda trakeal stenoz, vasküler halkalar, endoskopi, açık trakeoplasti

Abstract

Pediatric tracheal stenosis includes a variety of entities characterized by a diminished airway lumen. Congenital entities can be classified into (i) intrinsic disease caused by short- (e.g. tracheal webs) or long-segment forms of tracheal stenosis (e.g. tracheal atresia/agenesis and primary tracheomalacia) and (ii) extrinsic disease caused by cardiovascular anomalies such as vascular rings and/or congenital tumors. Acquired entities include intubation trauma and tracheostomy-induced formation of granulation tissue. Surgical and endoscopic techniques developed in the last 20 years have dramatically improved the outcome of these patients. With the wider availability of higher-resolution imaging, minor or subclinical forms are increasingly recognized. Asymptomatic mild cases or symptomatic cases with no respiratory embarrassment can be safely managed in an expectant manner. Very symptomatic patients with an intrinsic, short tracheal stenosis generally undergo resection and anastomosis, whereas in those with a long tracheal stenosis a slide tracheoplasty is performed. Patch tracheoplasty is recommended in patients with intrinsic, long tracheal and bronchial stenosis. Endoscopic techniques such as dilation, laser excision or stents play a large and expanding role in managing complications, although a tracheostomy or second open tracheoplasty might be unavoidable. In place of evidence-based recommendations and standards, patient care remains individualized, based on each institution's expertise and past experience. Close coordination between various services in a multidisciplinary approach can optimize the airway treatment and ensure the most favorable long-term outcome for the child.

Key words: Pediatric tracheal stenosis; vascular rings, endoscopy, open tracheoplasty

GİRİŞ

Havayolunun stenotik hastalıkları konjenital (doğumsal) ve edinsel olmak üzere intraluminal obstrüksiyondan ekstrensek kompresyona (dıştan bası) ve malaziye kadar uzanan bir grup hastalığı kapsamak-

tadır. Etyopatolojik olarak farklılıkları olsa da hepsinde cerrahi veya endoskopik tedavi gerektirebilen bir daralmış havayolu lümeni söz konusudur.

Konjenital trakeal stenoz (TS) nadir görülen yapısal, obstrüktif bir lezyondur ve sıklıkla diğer havayolu veya kardiyovasküler malformasyonlarla birlikte. TS'un

64.500 yenidoğanda bir görüldüğü tahmin edilmektedir ve tüm larengotrakeal stenozların %0.3-1 kadarını oluşturmaktadır (1,2). Pek çoğu ağır malformasyonlardır. Günümüzdeki cerrahi tekniklerin gelişiminden önce özellikle akut havayolu obstrüksiyonu ve etkin medikal tedavinin olmaması gibi nedenlerle mortalite oranının %79 düzeyine çıktığı bildirilmiştir (3). Trakeal serbestleme manevralarının 1950'li yıllarda gelişmesiyle birlikte trakeanın rezeke edilebilir kısmı %25-30 gibi oranlara ulaşırken kardiopulmoner by-pass ve Montgomery T-tüp (Boston Medical Products, Westborough, Massachusetts) (hem stent hem de trakeostomi tüpü olarak kullanım) sık görülen intra- ve postoperatif komplikasyonlara yönelik olarak uygulanmaya başlanmıştır (4). Kimura ve ark. (5) 1982 yılında uzun stenotik segment için kostal kıkırdak trakeoplasti tekniğini tanıttılar. Onların bu çalışmasını 1984 yılında perikardial patch (yama) trakeoplasti tekniğini tanımlayan İdriss ve ark.'nın (6) çalışması taikp etti. Granülasyon dokusu oluşumu ve uzun postoperatif entübasyon sorununa yönelik olarak 1989 yılında Tsang ve ark. (7) daha sonra Grillo (8) tarafından modifiye edilen slide trakeoplasti tekniğini önermişlerdir. Bu cerrahi tekniklerin gelişmesi ile önceleri inoperabl kabul edilen hastaların prognozları belirgin ölçüde düzelmiştir. Buna ilaveten, postoperatif bakım ve komplikasyonların tedavisinin de daha iyi anlaşılmasıyla mortalite oranları %9-21 seviyelerine kadar gerilemiştir (9).

EMBRYOLOJİ

Larengotrakeal oluk 3. haftada (3mm'lik embriyo; evre 10) ön bağırsağın proksimal kesiminde belirir. Larengotrakeal oluk kaudal olarak ilerlerken, lateral çıkıntılar kranial yönde gelişir ve primordial trakeayı oluşturur. Primordial akciğerler ön bağırsağın ventral kısmında çıkıntı şeklinde belirir. Trakea ve özofagusun tam olarak ayrılmaları 6. haftada (11-14 mm'lik embriyo) oluşur. Primordial trakeanın uç kısmı sağ ve sol olmak üzere asimetrik şekilde tomurcuklanarak (4 mm evresi) primordial bronşları oluşturur. Çöломik boşluğu döşeyen hücrelerin proliferasyonu ile oluşan dokudan kıkırdak, kas ve bağ dokusu gelişecektir. Epitelyal-mezenkimal etkileşimler bronş ve akciğer gelişimi için elzemdir. Trakeal bifurkasyon boyundan yavaş yavaş 4. vertebra hizasına iner. Trakeada kıkırdak dokusu 10. haftada belirir.

Larengotrakeal oluk belirildiğinde glottisin öncüsü de 4. ve 6. brankial arklar arasındaki farengeal tabanda median bir SLİT olarak belirir. Primordial epiglottis anterior yerleşimlidir ve aretenoid kabartılar mediale göçlerinden öncedaha lateral yerleşimlidirler.

Ventriküler tomurcuklar başlangıçta solid yapıdadırlar. T- şeklinde bir yarık belirir ve 8. haftada bir lümene açılır. Vokal kordlar (ses telleri) 3. ayda görülürler. Tiroid ve krkoid kıkırdaklar 5. ve 7. haftalarda belirirler. Larengeal kıkırdaklar 4. ve 5. arklardan gelişirler.

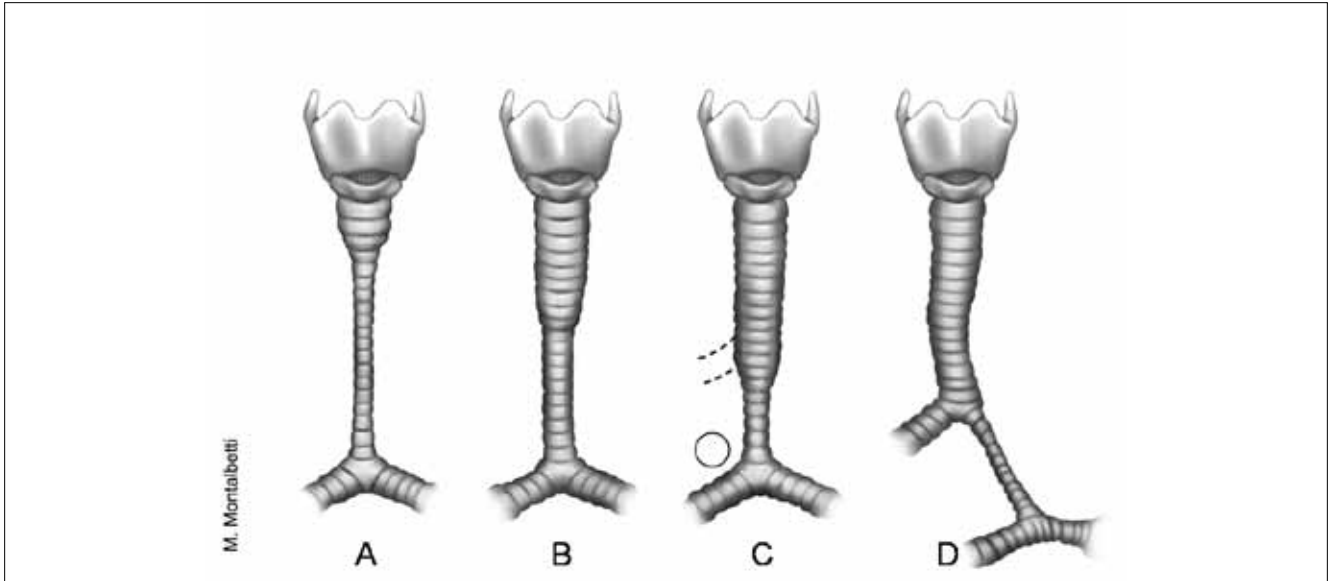
Ön bağırsağın solunum ve sindirim kanallarına tam olarak ayrılmaktaki kusuru en sık görülen defektir ve trakeoözofageal fistüle yol açar. Üst uçta lareksnin yeniden kanalize olamaması ölümcül bir anomali olan atreziye sebep olabilir veya tam bir posterior septum oluşamaz ki bu da larengotrakeoözofageal kleft gelişimiyle sonuçlanır. Trakeal atrezi, stenoz, özofageal atrezi ve trakeoözofageal fistüller daha distalde oluşurlar. Larengeal gelişim sürecinin bronş ve akciğer tomurcuklanmasından kısmen ayrı seyretmesi sonucu, normal lareks ve bronş ağacı varlığında, agenez ve stenoz gibi trakeal malformasyonlar görülebilir (10).

SINIFLAMA

Muhtemelen sebep spektrumunun genişliği, ortaya çıkış ve hastalığın ağırlığı gibi sebeplere bağlı olarak trakeal stenozlar için pek çok sınıflama şeması ortaya atılmıştır. Tanımlamalar morfoloji, hastalığın ağırlığı ve mortalitesine yöneliktir. Trakeal stenozlar genel olarak; edinsel ve konjenital, ekstresek veya intresek ve kısa segment-uzun segment stenozlar olarak ayrılmaktadır.

Trakeal stenozların konjenital tipleri ilk kez Cantrell ve Guild tarafından genel hipoplazi, baca tipi stenoz ve segmental stenoz şeklinde sınıflandırılarak tanımlanmıştır (Şekil 1) (11). Stenotik segment sıklıkla "O" şeklinde tam bir halka olarak gelişmiş kıkırdaktan oluşur. Faklı olarak, deorganize kıkırdak yapılar, çıkıntılar veya kıkırdak plaklar da görülebilir. Hoffer ve ark. (3) Hem tedaviyi hem de mortaliteyi etkileyen iki faktör olan stenotik segmentin uzunluğuna ve eşlik eden anomalilere dikkat çekmişlerdir. Sınıf 1 en iyi prognoza sahip olan (%8 mortalite) kısa segment stenozları içerir; Sınıf 2'de pulmoner veya kardiyovasküler olmayan anomalilerle birlikte olan uzun segment stenozlar (%45 mortalite), Sınıf 3'de ise pulmoner veya kardiyovasküler anomalilerle birlikte olan uzun segment stenozlar (%79 mortalite) bulunur.

Pediyatrik trakeal stenozun edinsel tipleri entübasyon travması ve trakeostomiye bağlı granülasyon dokusu oluşumunu içermektedir. Endotrakeal tüpün oluşturduğu hasar en sık trakeal stenoz sebebidir ve tüp *cuff* (balonu) basıncının trakeal mukozanın ortalama kapiller basıncı olan 20 mmHg üzerinde olmasından kaynaklanır. Kan akımının kesilmesi trakeal yapıda erozyon ve distorsiyona ve dolayısıyla lümende fibröz bir daralmaya yol açar. Bu tür bir striktür 36 saatlik bir



Şeki 1. Doğumsal trakeal stenozun genel sınıflaması. Tip I-III. Cantrell JR ve Guild HC'den yeniden çizilmiştir (10,11) A) Tip I: Uzun segment stenoz, trakeanın çoğu veya tamamı stenotik. B) Tip II, Farklı uzunluk ve lokalizasyonda huni şeklinde darlık. C) Tip III, Zaman zaman anormal bir sağ üst lob bronşu altında görülen kısa segment stenoz. D) Tip IV, Anormal sağ üst lob bronşu ile akciğerin kalan kısmına yatay olarak uzanan bronş. Sağ üst lob bronşu normal karina düzeyindedir. Köprü bronş stenotiktir ve trakeanın üst kesiminde de az miktarda stenoz olabilir. Bazı olgularda trakea gösterdiği gibi uzun olabilir ancak üst lob bronşu yoktur. Daire şeklindeki işaret, eğer mevcutsa, sol pulmoner arter sling lokalizasyonunu gösterir

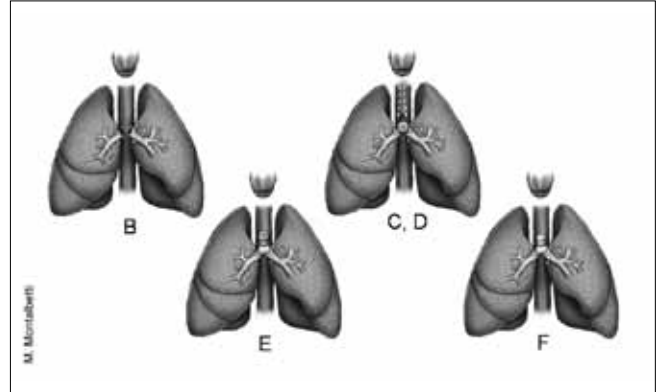
entübasyon sonrasında dahi gelişebilir. Semptomlar ise entübasyondan yaklaşık 5 hafta kadar sonra ortaya çıkarlar (12). Yüksek volüm-düşük basınçlı balonların geliştirilmesi ile endotrakeal entübasyonun tehlikesi belirgin oranda azalmış ve son yayınlara göre uzun süre entübe kalan yenidoğanlarda striktür oranı %20'den %1-8 oranlarına düşmüştür (12).

1. Trakeal Webler

Trakeal *webler* entrensek tip bir kısa segment trakeal stenozdur. Havayolu lümeni kalınlığı değişen bir doku ile çevresel olarak daralmıştır. Kıkırdak dokusu genel olarak bozulmadan kalmıştır (13). Bu lezyonlar çoğunlukla lazer veya kesici aletlerle endoskopik olarak tedavi edilebilirler. Daha sıkı ve uzun segmenti tutanlarda rezeksiyon ve re-anastomoz uygulanan açık cerrahi gerekebilir.

2. Trakeal Atrezi/Agenez

Trakeal atrezi/agenez havayolunun kısmi (trakeal atrezi) veya tam (trakeal agenez) yokluğu ile birlikte olan entrensek tip bir konjenital, uzun segment trakeal stenozdur (Şekil 2). İnsidansı 50.000'de 1'dir, hastaların çoğu prematüredir ve hastaların %94'ünde başka doğumsal anomaliler vardır (15). Genellikle doğum sonrası ölümcül olarak seyredir. Larenks normal şekilde gelişmiş olabilir. Akciğer gelişimi normal veya anormal olabileceği gibi bronko-özofageal bağlantılar da



Şekil 2. Faro ve Grillo (10) sınıflamasına göre yeniden çizilmiş trakeal agenez. Tip A total pulmoner agenezisi ifade etmektedir. Tip B'de her iki bronş özofagusla ayrı ayrı bağlantırken, Tip C'de bronşlar kaynaşmıştır ve bir tek bronkoözofageal fistül (BÖF) mevcuttur. Tip D'de buna ilaveten larenksten BÖF'e uzanan bir atretik bant (Kesik çizgi) vardır. Tip E'de trakeoözofageal bağlantı varken, Tip F'de özofagusla bağlantı bulunmaz. Tip G kısa segment trakeal agenezisi göstermektedir

olabilir. En sık rastlanan şekil normal gelişmiş bronşların merkezi bir bölgede özofagusla bağlantılı olmasıdır. Bu grupta başka doğumsal anomalilerin bulunması olağandır. Fonkalsrud ve ark. (16) özofagusu havayolu olarak kullanarak doğumdan sonra kısa bir süre yaşayan bir yenidoğan olgusu tanımlamışlardır. Büyük bir bronş doğrudan özofagus ile bağlantılı olarak gelişmiş ve akciğerler kısmen stenotik olan trakeadan ayrılan anormal bronşlar tarafından havalandırılıyor olabilir.

Mikrogastrri bu hastalarda sık görülen bir durumdur. Bu anomalinin enderliği, varyasyonları ve defektlerin karmaşıklığı nedenleriyle sistematik bir cerrahi tedavi geliştirilememiştir.

Hiyama ve ark. (17) biri duyulabilen ağlaması olmayan solunum sıkıntılı diğeri de entübasyon zorluğu olan iki hasta tanımlamışlardır. İnfantlardan birinde aşağıdaki işlemlerle başarılı bir tedavi elde edilebilmiştir: gastrostomi ve abdominal özofageal banding, endotrakeal tüp ile translarengeal özofageal entübasyon, trakeostomi daha sonra T-tüp, farengeal drenaj daha sonra servikal özofagostomi (proksimal trakeal segment mevcut) ve üç yaşında kolon interpozisyonu ile özofagus replasmanı.

3. Trakeomalazi

Primer şekli, yetersiz kıkırdak desteği nedeniyle trakeal duvarın bütünlüğünün zayıflamış olması ile karakterize bir entrensek, uzun segment trakeal stenoz tipidir. Sonuçta ortaya çıkan gevşeklik nedeniyle posterior membranöz duvar genişler ve kıkırdak/membranöz duvar oranı 4.5/1'den 2/1 oranına düşer. Genişlemiş bu posterior membranöz duvarın ekspirium esnasında anteriora hareketiyle lümeni daraltması nedeniyle ekspiratuar stridor, öksürük, boyunda hiperekstansiyon ve ağır olgularda refleks apne gelişir. Hastalık prematürelde veya termde yenidoğanlarda görülebilir ve larenomalazi eşlik eden patoloji olarak saptanabilir (13). Tanı spontan soluyan hastada endoskopik muayene ile konabilir çünkü pozitif basınçlı solunumun uygulanması havayolunun dinamik kollapsını işlem süresince kesintiye uğratabilir. Primer trakeomalazi tipik olarak iki yaşa kadar olan sürede kendiliğinden geriler; tedavi yakın takip, postüral drenaj, reflü kontrolü ve hasta yeterince büyüene değin pozitif havayolu basıncı ile sağlanır. Ağır olgular trakeostomi veya stent yerleştirilmesini gerektirebilirler.

Lokal trakeomalazi genişlemiş bir membranöz duvara bağlı olabileceği gibi TEF ve özofageal atrezi tamiri sonrası oluşan bir rezidüel poşa bağlı olarak da gelişebilir. Hasarlı kıkırdak halkalar bu seviyede de bulunabilirler. Filler ve ark. (18) tam açıklaması eksik olmakla birlikte bu birlikteliği infantil trakeomalazinin en sık nedeni olarak görmekte-dirler. TEF sonrası ciddi kollaps gelişirse aortapeksi düşünülebilir (19). Gastroözofageal reflü de mevcut olabileceği için anti-reflü operasyon da gerekebilir.

4. Vasküler Halkalar

Vasküler halkalar doğumsal trakeal stenozların entrensek ve kısa segment tipidir. Kardiyovasküler yapılar ve havayolunun embriyolojik gelişimindeki karmaşıklık

trakea, özofagus veya her ikisinin birden kompresyonu ile sonuçlanabilir. Doğumsal trakeal stenozu olan hastaların %50 kadarında bu tür anomaliler vardır (20).

İnnominat arter kompresyonu vasküler anomaliler arasında belki de en sık görülenidir ve aortadan anormal derecede distal veya orta hattan çıkmasından kaynaklanır. Tipik bronkoskopi bulgusu özofagus kompresyonu olmaksızın trakeanın anterior kesiminde pülzatil bir basının saptanmasıdır (Şekil 3). Hastalarda apne, ekspiratuar stridor veya tekrarlayan pnömoni atakları olabilir (21). Tedavi tipik olarak gözlemdir; ciddi derecede inatçı semptomlar için inominopeksi veya aortapeksi (sternuma) uygulanır.

Çift arkus aorta (tam vasküler halka) cerrahi nüdahale gerektirir (22, 23). Malformasyon hem trakeayı hem de özofagusu birlikte çevresel bir şekilde sıkıştırır (Şekil 4). Genellikle disfaji ve dispne birlikte mevcuttur ve baryumlu özofagus grafisinde tipik olarak posterior bir bası saptanır. Ancak günümüzde tanı için kontrastlı BT veya MRI kullanılmaktadır. Kesin tedavi daha küçük olan aortik arkın kesilip ayrılmasıdır.

Distal trakeal stenozun bir nedeni de sol aberran pulmoner arter, diğer bir adıyla "pulmonary artery sling" olabilir (Şekil 5) (24, 25). Sol pulmoner arter, sağ pulmoner arterin proksimal kesiminden kısmından çıkar ve trakeanın arkasından geçerek sol akciğere ulaşır. Bu hastaların pek çoğunda stenotik alanda tam sirküler "O" kıkırdaklar saptanır. Trakeal stenozun uzunluğu çoğunlukla "pulmonary artery sling" bölgesinin ötesine kadar uzanır.

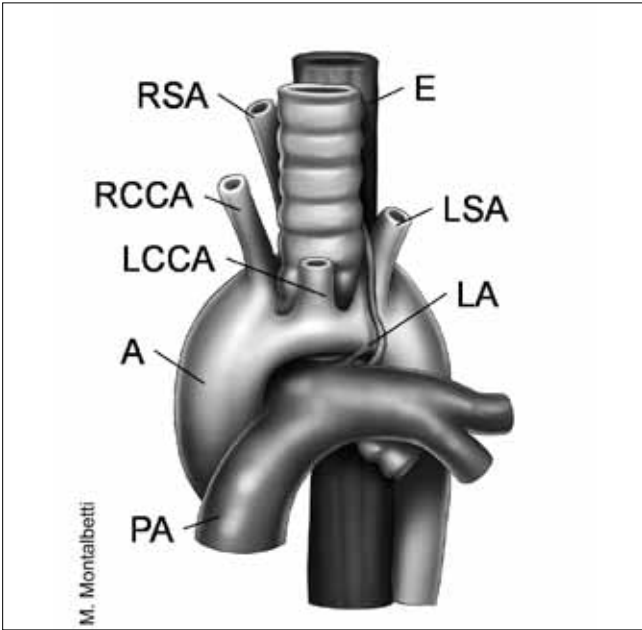
Stenoz veya malazinin mevcut olduğu durumlarda, anormal pulmoner arterin kesilip ana pulmoner artere trakeanın ön tarafından reimplantasyonu havayolu obstrüksiyonunu gidermeyebilir (25, 26). Ligamentum arteriosumun da kesilmesi gerekir. Grillo'nun önerdiği şekilde bazen stenotik trakeal segment rezeke edildikten sonra trakea yeniden anastomoze edilmeden önce arter trakeanın önüne çekilebilir (27, 28). Çocuklarda reimplantasyon sonrası stenoz oranı yüksek olduğu için be teknik önerilebilir. Ancak pulmoner arterial sling olgularında anatomik yapı arterin kesilip reimplante edilmeksizin bu şekilde transpoze edilmesine izin vermez. Arterde oluşan distorsiyon rezeke edilmiş trakeaya bası obstrüksiyonun tekrarlamasına yol açabilir (29).

KLİNİK BULGULAR

Doğumsal trakeal stenoz veya diğer obstrüktif anomalilerin tanısı büyük oranda infant ve çocuklarda görülen solunum sıkıntısından şüphelenmekle başlar. Klasik olarak trakeal stenoz doğumdan sonraki ilk birkaç hafta içinde bifazik stridor ile ortaya çıkar.



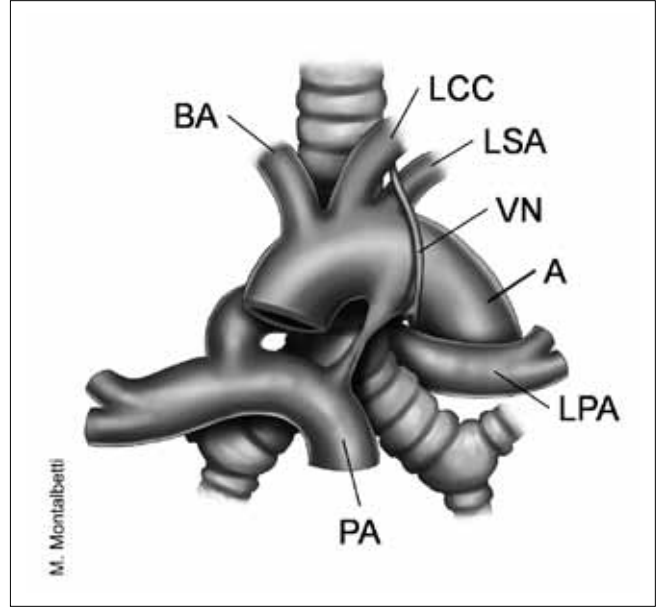
Şekil 3. İnnominat arter basısının bronkoskopik görüntüsü



Şekil 4. Mayo Tip IA: çift arkus aorta, dominant sağ ark. Stewart ve ark. (22)'dan değiştirilerek

A: aorta; E: özofagus; LA: ligamentum arteriosum; PA: pulmoner arter; RCCA, LCCA: sağ, sol karotis arterleri; RSA, LSA: sağ, sol subklavian arterler

İnspiratuar stridor servikal trakeadaki stenozdan ekspiratuvar stridor ise torasik trakeadaki daralma veya kollapsesten kaynaklanır. Eşlik eden semptomlar; metalik ve non-produktif öksürük, “çamaşır makinesi” solunumu, burun kanatlarında açılma, wheezing, interkostal çekilme, inatçı krup ve zaman zaman oluşan siyanozdur. İnanf dar olan havayolunu düzleştirmek için boyununu hiperekstansiyona getirebilir ve hem soluma hem de yeme esnasında artan iş yükünden ötürü gelişip



Şekil 5. Sol pulmoner arter sling ile anatomik komşuluklar. Arkus aorta ve ligamentum arteriosumu gösteren anterior bakış. N. vagus ve n. larengus rekürrens pozisyonuna dikkat edilmesi gerekir

A: aorta; BA: brakiosefalik arter; LCC: sol carotis; LPA: sol pulmoner arter; LSA: sol subklavian arter; PA: pulmoner arter; VN: vagus siniri

büyüyemez. Bir infantın havayolundaki 1 mm'lik daralma havayolu kesitinde %44'lük bir azalmaya yol açar. Darlık %50 seviyesine ulaşana değin semptomlar ortaya çıkmayabilir; dinlenme halinde dispne ise %75'lik bir daralmaya işaret eder (30). Buna göre, semptomların ortaya çıkışı sıklıkla infantta bir üst solunum yolu eneksiyonunun gelişip daralmış lümenine ait bulguları alevlendirmesine ve refleks apne ve dying spells yol açmasına değin gecikebilir.

Ventilasyon için entübasyona bağlı edinsel stenoz, entübasyon (trakeostmi ile birlikte veya değil) anamnezi olan bir bireyde efor esnasında gelişen nefes darlığı ve stridor ile kendini gösterir. Astım tanısı alıp da tedaviye cevap vermeyen çocuklarda organik bir havayolu lezyonundan şüphe edilmelidir. Eğer çocuk daha önce entübe edilmişse bu durum aksi kanıtlanana değin havayolu stenozu olarak kabul edilmelidir.

TANISAL GÖRÜNTÜLEME

Hava trakeogramları ve dikkatli bir floroskopi trakeal anomalinin varlığı ve lokalizasyonu hakkında önemli bilgiler sunar (Şekil 6). BT kesit alanı ve lezyonun genişliğine dair değerli bilgiler verir. Spiral BT'nin bir avantajı hızlı olmasıdır; bu özellikle küçük çocuklarda önemlidir. MRI benzer bilgileri sağlamanın yanında eşlik eden kardiovasküler anomalileri saptamak açısından da özellikle faydalıdır. Anjiyografi daha az kulla-

nılmakla birlikte vasküler anomalileri tam olarak ortaya koymak açısından altın standarttır. Ekokardiografi de kardiovasküler malformasyonları tanımlamak için çok faydalıdır. Baryumlu özofagus grafisi de vasküler halka ve aberran subklavian arteri ortaya koymak için önemli bir tanısal metottur (Şekil 7).

Sanal endoskopi havayolunun iç yüzeyinin helical BT kesitlerinden oluşturulur ve bronkoskopun geçemeyeceği kadar dar olan stenotik bölgelerin görüntü-



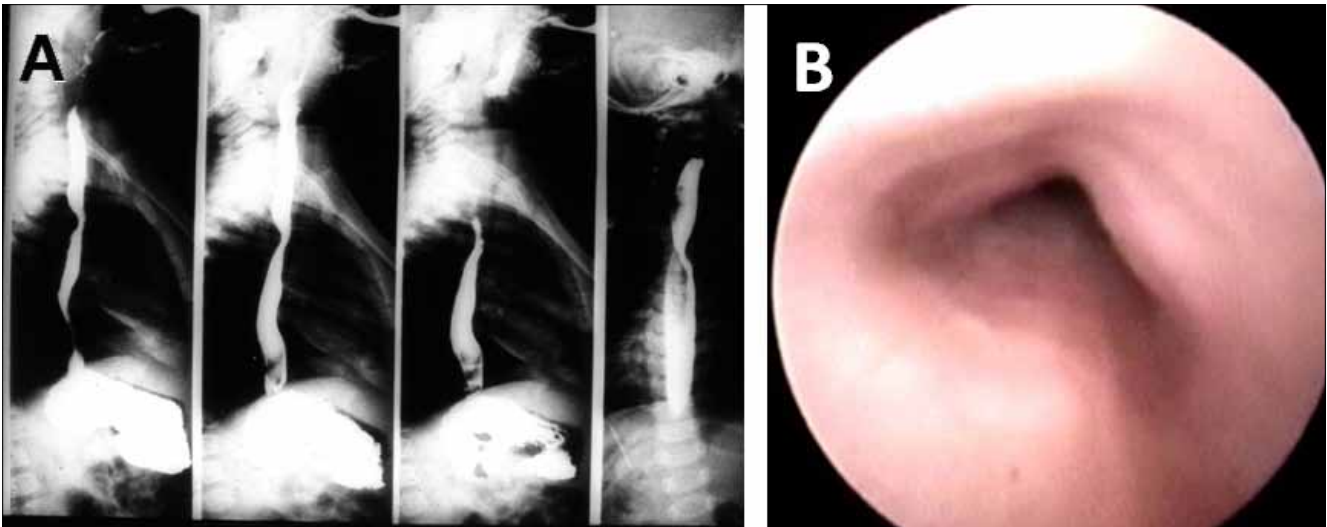
Şekil 6. Serviko-toraksik bileşkede trakeal lümenindeki daralmayı gösteren hava trakeogramı

lenmesini sağlar (Şekil 8). Noninvazive bir teknik olarak, bronkoskopiye kaldıramayacak hastalarda faydalıdır ve santral havayolu stenozlarında %95.5'lik bir oranla fiberoptik bronkoskopi kadar doğruluğu olduğu gösterilmiştir (31, 32). Ancak segmental havayolu düzeyinde tanımlama zayıftır. Tekniğin maksimum çözünürlüğü 1.5 mm olduğundan hafif derecedeki stenotik lezyonları gözden kaçırabilir. Trakeal mukozayı ortaya koyamaz ve havayolunu dinamik olarak görüntüleyemez.

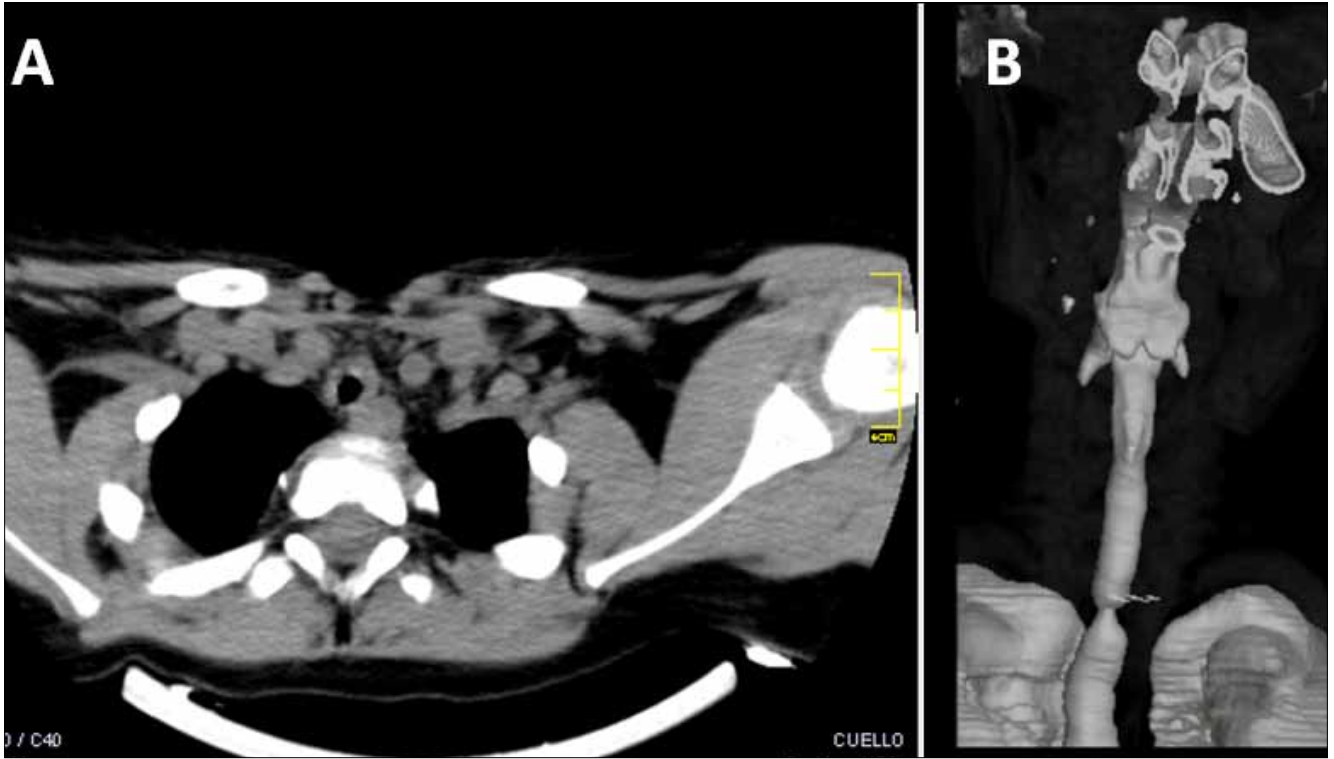
ENDOSKOPI

Pediyatrik fleksibl bronkoskopun doğru şekilde kullanılmasıyla lezyonla ilgili pek çok şey aydınlatılabilir. Ödem ve inflamasyon oluşturarak akut bir obstrüksiyona yol açmamak için bronkoskop sıkı bir darlıktan geçirilmemelidir. Gerçekten de, radyolojik tetkiklerden stenozun var olduğu bilinen ve ciddi derecede semptomatik olan bir çocukta bronkoskopik muayene elektif cerrahi tamir zamanına kadar ertelenebilir. Bu yaklaşım daha az kritik hastalar için de geçerlidir.

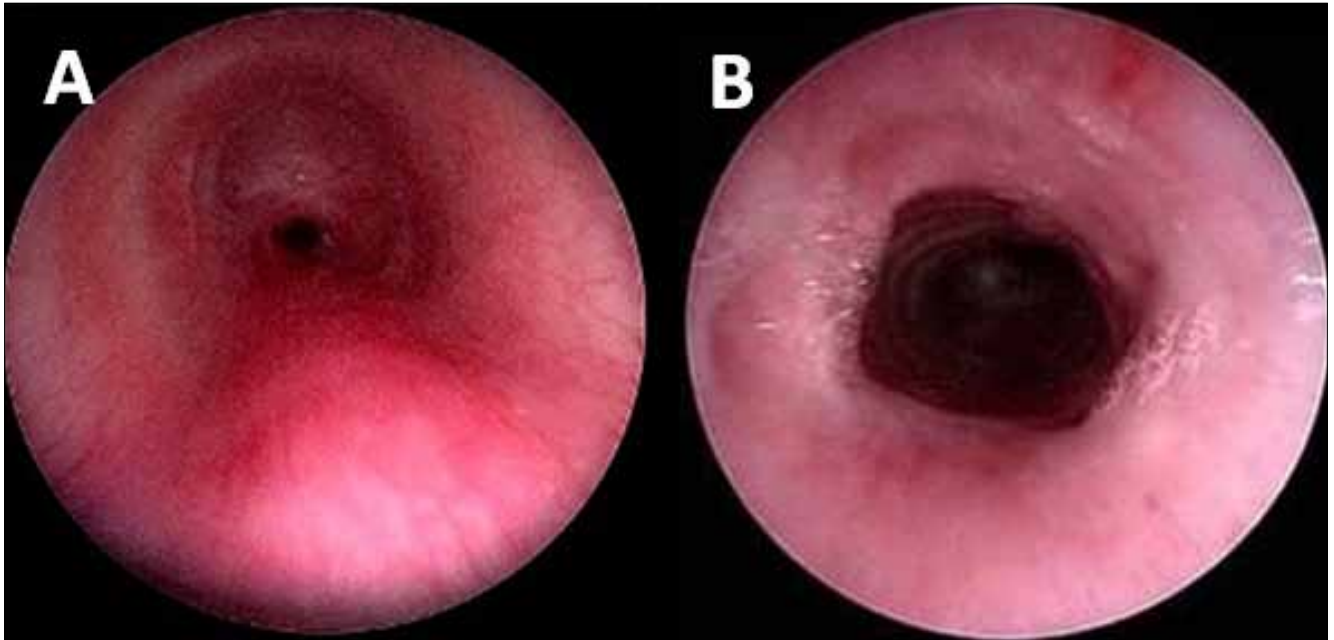
İdeal olarak, lezyonun düzeltilmesi için planlanan elektif cerrahiden hemen önce yapılması doğru olan definitif bronkoskopi (Şekil 9), en iyi Storz marka ventilasyona imkan veren pediyatrik bronkoskoplar ile yapılır. Dış çapı 5.7 mm olan 3.5 mm'lik rijit bronkoskop çok dar bir stenozdan geçmeyecektir. Ancak, bir fleksibl pediyatrik bronkoskop (2.7 mm) veya bir uzun teleskop (Dış Çap 2 mm) daha distal bir bölgenin muayenesine izin verebilir. Bunlar daha geniş bir bronkoskopun (ventilasyonlu) veya bir pediyatrik laringoskopun içinden yerleştirilebilir. Erişkinlerde olduğu gibi, özellikle entübasyon sonrası gelişmiş lezyon varlığında, larenks



Şekil 7. A) Çift arkus aorta olan hastada baryum lokması. B) Anterior ve lateral özofagus lümeninde daralmayı gösteren trakeoskopik görüntü



Şekil 8. A) Etkilenmiş trakeanın kesit yüzeyini gösteren BT. B) Trakenin iç yüzünün helikal BT tetkiki ile yapılmış olan rekonstrüksiyonu



Şekil 9. A) Operasyon öncesi yapılan bronkoskopide edinsel, ağır bir trakeal stenozun görüntüsü. B) Aynı hastanın cerrahi sonrası bronkoskopik görüntüsü

muayene edilmelidir. Rijit bronkoskop veya teleskopun geçirilmesi esnasında glottis gözlenmelidir. Ancak, pediatrik Holinger larengoskopun teleskopla birlikte kullanılması durumunda larengeal yapılar daha iyi şekilde görüntülenebilir (33, 34).

TEDAVİ

Son 20 yıl içinde gelişmiş olan cerrahi ve endoskopik teknikler sayesinde bu hastaların sonuçları belirgin şekilde düzelmiştir. Halen, asıl çaba sağkalımı

uzatmaktan ziyade terapötik işlemlere bağlı gelişen yüksek morbidite oranlarını düşürmeye odaklanmıştır. Mamafih, trakeal stenozlu her hastada cerrahi gerekmemekte; asemptomatik hastalarda beklenebilmekte ve nihayetinde bu hastaların hiçbir zaman cerrahiye gerek duymadıkları gözlenebilmektedir (35). Hastalığın daha iyi anlaşılması semptomlara yönelik tedavinin de daha iyi planlanmasına yol açmıştır (Şekil 10).

1. Konservatif Tedavi

Yüksek çözünürlüklü görüntüleme tetkiki imkanlarının yaygınlaşmasına bağlı olarak trakeal stenozların minör veya subklinik şekilleri daha fazla saptanır olmuştur. Trakeal stenozlu hastaların çoğunluğunda girişim gerekli olsa da bir alt grubun cerrahisiz de takip edilebileceği gösterilmiştir (36, 37). Trakeoplastinin yüksek morbidite ve mortalite riski gözlem ve takibi daha makul bir seçenek haline getirmiştir. Medikal yaklaşım; antireflü tedavi, enfeksiyonlar için antibiyotik, göğüs fizyoterapisi ve nemlendirilmiş havadan oluşmaktadır.

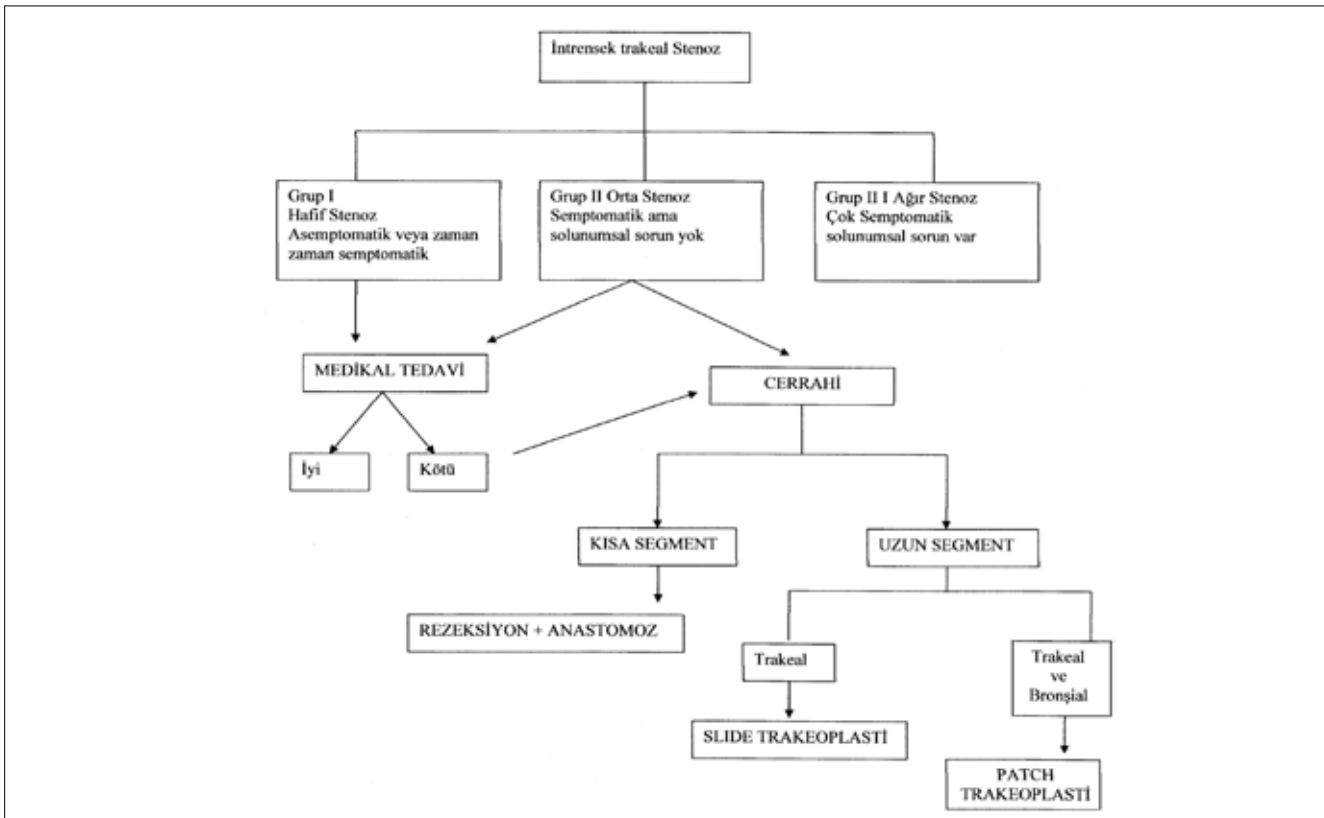
Altı hastanın ortalama 10.6 sene boyunca BT ile takip edildiği bir çalışmada stenotik trakealarda doğal bir catch-up growth sonrası yaklaşık 9 yaşında çocukların normal lümen çaplarına ulaştıkları bulunmuştur (36). Bir diğer çalışmada Rutter ve ark. (37) tam kıkırdak hal-

kası olan on hastayı en az 12 ay takip etmişlerdir. Beş hastada trakeal büyüme sonucu semptomlar gerilemiş, iki tanesinde ise trakeoplasti gerekmiştir; üç hasta ise nihai sonuç belirlenmeden takipten çıkmıştır. Bu verilere dayanarak tam trakeal halkası olan hastaların %10 kadarında cerrahinin gerekmeyeceği hipotezini ortaya koymuşlardır. Klinik olarak, orta derecedeki trakeal stenozlarda operasyonun gerekçe gerkmeyeceğini anlamak için beklemek güvenlidir. Ayrıca, gecikmenin bir diğer avantajı da daha büyük bir infantta trakeoplasti uygulamasının daha kolay olmasıdır (37).

2. Endoskopik Tedavi

Endoskopik tedaviler; lazer eksizyon, dilatasyon ve stent yerleştirilmesini kapsamaktadır. Bu yaklaşımlarla birlikte steroid veya mitomisin topikal olarak uygulanması da sık yapılan ir işlemdir. Trakeal web'ler ve trakeomalazi endoskopik teknikler kullanılarak mükemmel sonuçlarla tedavi edilebilirler.

CO2 lazer sınırlı termal etkisi nedeniyle trakeada neodimium yitrium alüminyum garnet (Nd:YAG) veya potasyum titanil fosfat lazere tercih edilir ancak hemostaz için Nd:YAG lazer daha uygundur (38). Optimal yaklaşım bir mikro trapdoor veya radyal ensizyon oluşturduktan sonra dilatasyon yapılması şeklindedir. Başlıca lazerle çalışma prensipleri skar dokusu



Şekil 10. İntrensek trakeal stenoz tedavi algoritması

gelişmesinden, karina tutulumundan ve kıkırdak desteğin tehlikeye atılmasından kaçınmaktır (21). Vertikal uzunluğu 1-2 cm'den fazla olan lezyonlar genel olarak lazer eksizyon için uygun değildir.

Balon teknikleri geleneksel metal dilatörlerde görülen uzun eksende yırtma etkisi olmaksızın sadece radyal olarak dışarıya doğru germe gücü uygularlar. Larenks veya trakeal mukozadaki travma minimal düzeyde kalır ve balon dilatör kolaylıkla farklı pozisyonlara hareket ettirilebilir. Philippart ve ark. (39) balon dilatasyon tekniğinin palyasyona ilaveten, daha önce yama trakeoplasti tekniği ile opere edilmiş olan hastalarda yeniden açık trakeoplasti gereksinimini de ortadan kaldırdığını bildirmişlerdir. Bu avantajlarına rağmen balon dilatasyon bariz riskler de taşımaktadır. Lazer eksizyonda olduğu gibi yeterince geniş bir havayolu elde etmek için balon dilatasyon işleminin tekrarlanması gereklidir. Komplikasyonlar arasında trakeit, pnömomediastinum, trakeal laserasyon veya perforasyon, stentin kayması bulunur ve hatta bronş kaçağına bağlı ölüm dahi bildirilmiştir (39).

Küçük çaplı kalıcı stentler veya genişleyebilir stentlerin kullanılmasından; çocukla beraber büyümedikleri, kolayca tıkanabildikleri, ilave hasar yaratma potansiyelleri ve çıkarılmalarındaki güçlük nedeniyle kaçınılmalıdır (Şekil 11). Konjenital segmental stenozlarda dilatasyon uygulanmamalıdır çünkü genellikle mevcut olan "O" halka ayrılabilir.

3. Açık Cerrahi Tedavi

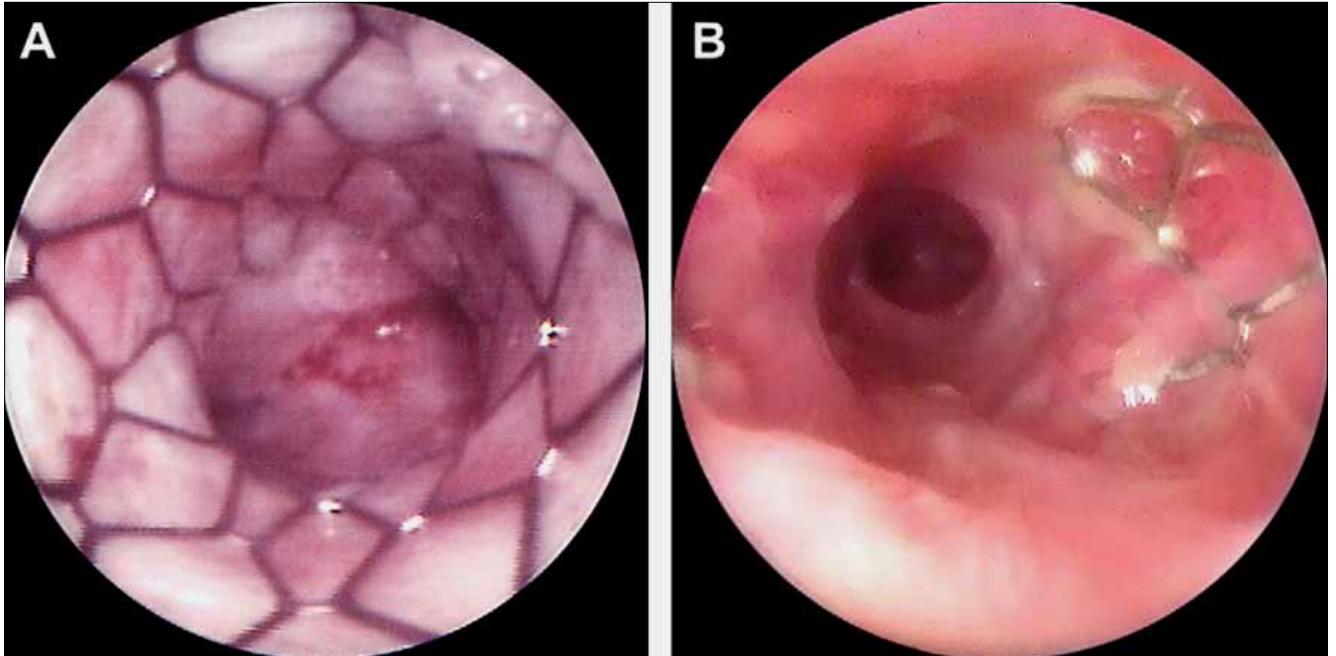
Cerrahi tekniklerin gelişmesi ile doğumsal ve edinsel trakeal stenozlarda, en ölümcül tip olan uzun segment

stenoz da dahil olmak üzere daha iyi tedavi imkanları doğmuştur. Kardiopulmoner by pass ve ECMO intraoperatif olarak tamir esnasında stabil halde kalmasına çok yardımcı olmuştur. Pulmoner arteriyel sling gibi sıklıkla eş zamanlı mevcut olan anomaliler de aynı seansta tamir edilebilmektedir. Granülom oluşumu gibi komplikasyonlara karşı ve yıllarca salim kalacak bir havayolunun sağlanması için postoperatif tedavi ve hastanın pek çok disiplin tarafından takibi şarttır.

4. Rezeksiyon ve Anastomoz

Hem edinsel hem de doğumsal kısa segment stenozlar için trakeal rezeksiyon ve anastomoz gittikçe yükselen başarı oranları ile uygulanmaktadır. Trakeanın %30 kadar kısmı proksimal ve distal kısımların çevresel mobilizasyonu ile güvenle çıkarılabilir (Şekil 12). Anastomoz hattındaki gerilimin azaltılması için lateral traksiyon sütürlerinin kullanılması postoperatif darlıkları azaltmaktadır (Şekil 13). Erişkinler için geliştirilmiş olan teknikler prensip olarak çocuklarda sadece edinsel darlıklarda uygulanabilir zira doğumsal lezyonların uzunluğu rezeksiyon ve rekonstrüksiyonu mümkün kılmaz. Çocuklarda da anastomoz geriliminin yüksekliği, ödem ve sekresyona bağlı postoperatif tıkanmaya ilişkin uyarılar geçerlidir. Teknik hassas ve titiz bir şekilde uygulanmalıdır.

Vicryl sütür materyali; kullanım kolaylığı, güç, reaksiyon azlığı ve en önemlisi granülom, lümen içine sütür erozyonu, anastomoz ayrılması ve stenoz gibi uzun vadeli komplikasyonların azlığı açılarından bu güne değin trakeal anastomoz sütürü olarak sunulan ideale

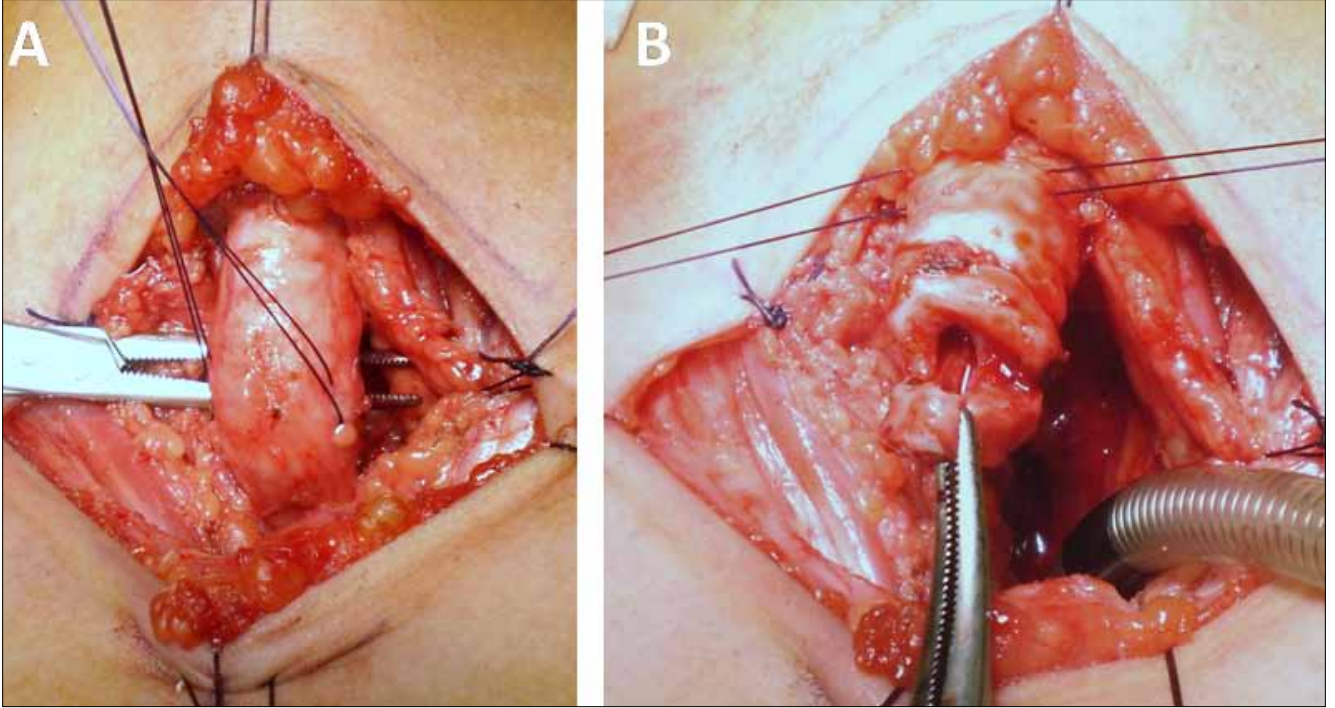


Şekil 11. Üç aylık bir hastada karina üzerine doğru şekilde yerleştirilmiş distal trakeal stent

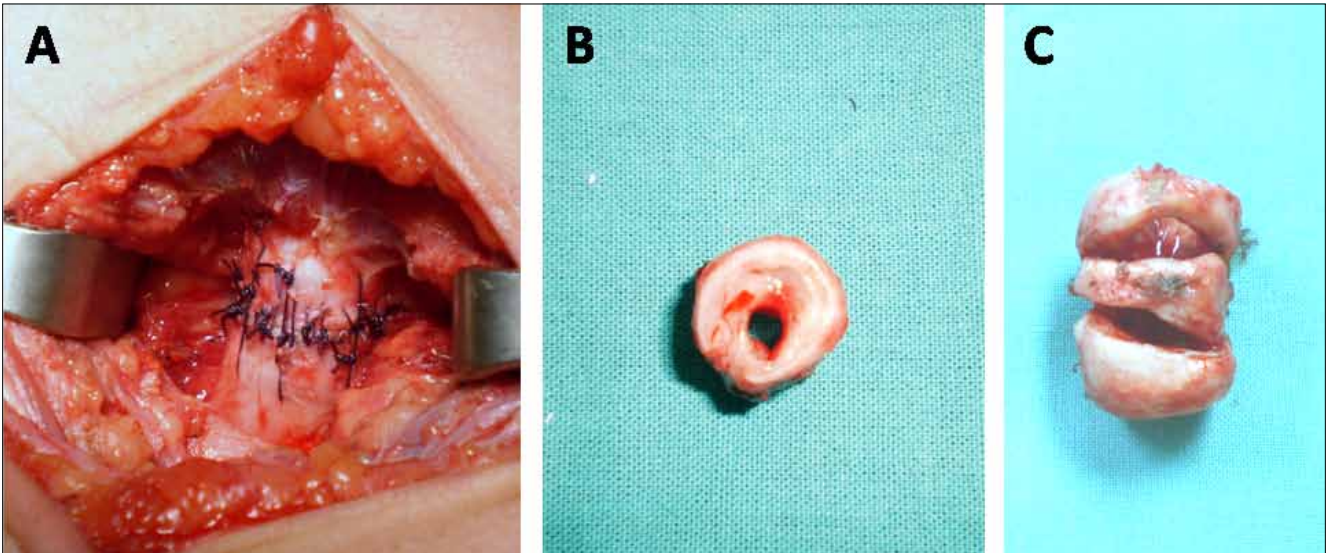
en yakın malzemedir (40). PDS kullanımı biraz daha zordur ve özellikle önerilmesini gerektiren bir ilave avantajı da yoktur.

Grillo ve ark. (41) postentübasyon trakeal stenoz nedeniyle rezeksiyon ve anastomoz uyguladıklarını bildirdikleri serilerinde %87.5 semptomsuz düzelme, %5.7 anastomoz ayrılması ve %2.4 mortalite saptamışlardır. Diğer tek merkezli çalışmalar mortalite oranını %0-16 aralığında bildirmekte; bu durum hasta

seçimin önemini vurgulamaktadır (42, 43). Ekstübasyon zamanı ve anastomoz hattını değerlendirmek için yapılacak takip bronkoskopisinin sıklığı kurumdan kuruma değişmektedir; yazarların kurumunda bu süre hemen postoperatif dönem-yedi gün arasında değişmektedir, endoskopik kontroller ise 1, 3, 6, 12, 24. aylarda yapılmaktadır. Erken dönem komplikasyonlar arasında kaçak, medistinit ve granülom oluşumu vardır. Geç dönemde asıl risk restenozdur.



Şekil 12. A) Çevresel disseksiyon B) trakeal stenoz bölgesinde segmental rezeksiyon yapmaya yönelik



Şekil 13. A) Sütür hattında gerilimi azaltmak için yerleştirilmiş olan lateral traksiyon sütürleri postoperatif daralmayı azaltmıştır. B, C), Rezeke edilmiş trakea segmentleri

5. Slide Trakeoplasti

İlk kez Tsang ve ark. (44) tarafından önerilen ve Acosta (20) tarafından uygulanan bu teknik, uzun segment konjenital stenoz sorununu, lümeni genişletmek için sadece trakea dokusunu kullanarak, stabiliteyi sağlayarak, granülasyon dokusu oluşumunu en az düzeyde tutarak ve daha hızlı bir iyileşme sağlayarak çözer. Tam bir epitelyal yüzey de hemen sağlanmaktadır. Stenoz tam orta noktasından yatay olarak kesilir (Şekil 14A), üst ve alt stenotik parçalar tüm uzunlukları boyunca biri önden diğeri arkadan uzunlamasına kesilirler (Şekil 14B).

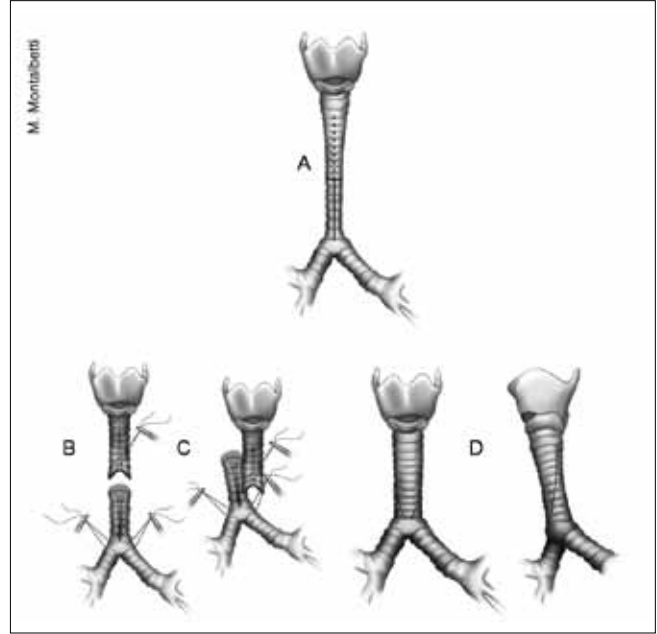
Keskin köşeler alındıktan sonra her iki parça sütüre edilmek üzere üst üste kaydırılırlar (Şekil 14C). Böylelikle trakea çapı iki katına, kesit yüzeyi ise dört katına çıkmış olur. Kıkırdak duvarların kenarları içeriye doğru kıvrılma eğiliminde olduklarından kesit yüzeyi lobüle ve "8" şekline benzer bir görünüm alabilir bu nedenle kesit yüzeyi tam dört kattan biraz daha azdır (Şekil 14D). Bu metotla trakea boyu yarıya indiğinden trakeanın tamamını tutan stenozlarda dahi bu prosedür uygulanabilir.

Otolog yama trakeoplasti ile karşılaştırıldığında, slide (kaydırma) trakeoplastisinde postoperatif entübasyon ve hospitalizasyon daha kısa ve daha benignedir (8, 20, 45). Mortalite oranları Elliot ve ark. (12) tek merkezli çalışmalarına göre %12.5 ve Rutter ve ark. (46) göre de %18 olmak üzere %0-25 arasında değişmektedir (45). Grillo ve ark. (4) ve diğer yazarlar uzun süreli takiplerinde havayolunun açık kaldığını ve postoperatif dönemde de büyüdüğünü göstermişlerdir (Şekil 15).

6. Patch (Yama) Trakeoplasti

Slide (kaydırma) trakeoplastisi etkinliğine rağmen bazı pediatrik stenoz varyasyonlarında kontrendikedir. Bu teknik, "pig" bronş da dahil olmak üzere bronşial tutulum olan olgularda kullanılmamalıdır. Pek çok materyal kullanılmışsa da en çok kabul görenler kostal kıkırdak, perikard, trakeal ototgreftve trakeal allogrefttir. Sentetik greftler yüksek enfeksiyon oranları ve aşırı granülasyon dokusu oluşumu nedenleriyle genelde başarısız olmuşlardır. Anterior kesimde sadece stenozu kapsayan vertikal bir kesi yapılır ancak bu kesi gerekirse karina ve bonşa kadar da uzatılabilir. Daha sonra yama oluşan bu açıklık üzerine lümeni genişletecek tarzda sütüre edilir. Bu işleme kardiopulmoner by passve gerekirse fark edilmeyen trakeo-bronkomalaziye tedavi etmek için stent uygulaması da eklenebilir.

Kot kıkırdağı trakeoplasti için geliştirilmiş ilk başarılı grefttir. Avantajları; düşük donör bölgesi morbiditesi, sağlam destek ve doğrudan kan akımı olmaksızın hayatta kalabilme yeteneğidir.

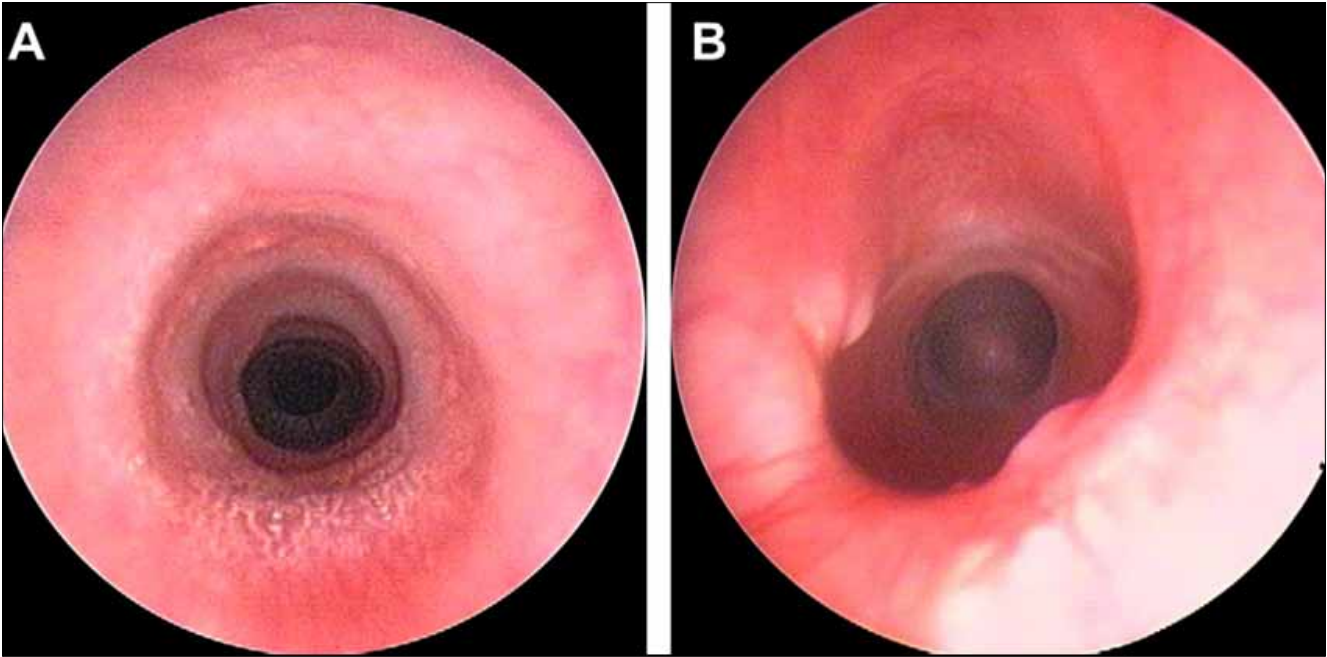


Şekil 14. Slide (kaydırma) trakeoplasti tekniği. A) İntraoperatif muayene ve gerekirse bronkoskopi ile stenozun genişliğinin tam olarak belirlenmesi. Stenotik segment tam ortasından kesilir. Mümkün olan en fazla lateral kan akımını koruyacak şekilde çevresel olarak disseke edilir. Alt stenotik segment anterior yüzünden, üst stenotik segment ise posterior stenoz boyunca vertikal olarak tamamen açılır. B) Trakeanın ortadan kesildiği noktada üst ve alt segmentlerde oluşan keskin köşeler uçlardan alınır. Tek bir traksiyon sütürü üst segmentin alt ucuna ve iki adet traksiyon sütürü de alt segmentin üst ucuna yerleştirilir. Trakeal kan akımını korumak için sadece gerektiği kadar disseksiyon yapılmalıdır. Trakea çevresi iki katına çıkarılacaktır. C) Tüm anastomoz sütürüleri yerleştirildikten ve düzen içine konduktan sonra her iki segment traksiyon sütürleri yardımıyla üst üste kaydırılırlar ve anastomoz sütürleri bağlanır. D) Oblik bir sütür hattı oluşur; trakea çapı iki katına çıktığından kesit yüzeyi de dört kat artmıştır

KOMPLİKASYONLAR

Trakeoplasti sonrası komplikasyon oranları hala yüksek olduğundan operasyon sonrası yakın hasta takibi zorunludur. Zaman trakeostomi veya re-trakeoplasti kaçınılmaz olsa da dilatasyon, lazer eksizyon ve stent uygulamaları komplikasyonların tedavisinde büyük rol oynarlar.

Granülasyon dokusu belki de en sık görülen komplikasyondur ve henüz stabil hale gelmemiş, dar bir havayolunu tıkama riski oluşturur. Granülasyon dokusu, greft ile trakea arasında, lümeneye taşmış bir sütür nedeniyle, stente bağlı olarak veya trakeostomi bölgesinde görülebilir. Yüksek gerilim de granülasyon dokusunun fazlaca gelişmesine yol açabilir. Bu nedenle rezeksiyon+anastomoz gibi gerilim oluşturabilen tekniklerde granülasyon dokusu oluşumu riski daha fazladır. Soğuk eksizyon, lazer ve tekrarlayan balon dilatasyon ile değişen derecelerde başarı elde edil-



Şekil 15. A) Slide trakeoplasti öncesi tam trakeal halka. B) Slide trakeoplasti sonrası tam trakeal halka

miş olmakla birlikte granülasyon dokusunun yeniden oluşması veya artma göstermesi riski vardır. Fibroblast gelişimini önleyen bir ant,metabolit olan mitomisin C ve steroidler topikal olarak tedaviye eklenebilirler.

Herhangi bir açık trakeoplasti tekniğinin restenozla sonuçlanması olağan bir durumdur. Stenozun başlangıçtaki derecesi nüks olasılığını etkileyen majör bir unsurdur (46). Backer ve ark. (43) 18 sene boyunca takip ettikleri 50 pediatrik tam trakeal halka olgusunun perikardial trakeoplasti uygulananların %25'inde (7/28), otogreft uygulananların %17'sinde (2/12), rezeksiyon ve anastomoz uygulanan hastaların %0'ında (0/8) ve slide trakeoplasti uygulanan hastaların %50'sinde (1/2) reoperasyon veya stent gerekliliği saptamışlardır. Grillo ve ark. (4) restenoz oranı ise %0'dır. Tedavi bronkoskopi ile darlığın uzunluk ve tipi (sıkı darlık veya kollaps) belirlendikten sonra tekrarlayan dilatasyon veya stent yerleştirilmesinden oluşur.

SONUÇ

Pediatric tracheal stenosis tedavisi geçmiş birkaç on yıl içinde belirgin şekilde gelişmiştir ve tedavi, nüks, komplikasyonlar ve palyasyon amaçlarıyla uygulanan cerrahi işlemleri kapsamaktadır. Stenotik trakealarda yıllar içinde catch-up growth gözlemlendiğinden hafif olgularda konservatif yaklaşımlar da belirlenmiştir. Nadir görülmeleri nedeniyle randomize, kontrollü, prospektif çalışmalar henüz yoktur, ancak bunlar mutlaka gereklidir çünkü terapötik seçenekler pahalıdır, komplikasyon ve mortalite oranları hala kabul edilebilir

düzeyin üzerindedir. Hasta bakımı kanita dayalı öneriler ve standartlar yerine her kurumun geçmiş tecrübe ve uzmanlığı temelinde bireysel olarak yürütülmektedir. Bununla birlikte, farklı kliniklerin multidisipliner bir yaklaşımla koordinasyonu ile çocuk için en iyi uzun dönem havayolu sonuçlarının alınması sağlanabilir.

KAYNAKLAR

1. Herrera P, Caldarone C, Forte V, et al. The current state of congenital tracheal stenosis. *Pediatr Surg Int* 2007;23:1033-44. [\[CrossRef\]](#)
2. Matute J, Anton-Pacheco J, Berchi F, et al. Lesiones estructurales obstructivas traqueobronquiales. In: Valoria J (eds). *Cirugia pediatrica*. Ediciones Diaz de Santos, Madrid. 1994.
3. Hoffer M, Tom L, Wetmore R, et al. Congenital tracheal stenosis. The otolaryngologist's perspective. *Arch Otolaryngol Head Neck Surg* 1994;120:449-53. [\[CrossRef\]](#)
4. Grillo HC, Wright CD, Vlahakes G, et al. Management of congenital tracheal stenosis by means of slide tracheoplasty or resection and reconstruction, with long-term follow-up of growth after slide tracheoplasty. *J Thorac Cardiovasc Surg* 2002;123:145-52. [\[CrossRef\]](#)
5. Kimura K, Mukohara N, Tsugawa C, et al. Tracheoplasty for congenital stenosis of the entire trachea. *J Pediatr Surg* 1982;17:869-71. [\[CrossRef\]](#)
6. Idriss FS, DeLeon SY, Ilbawi MN, et al. Tracheoplasty with pericardial patch for extensive tracheal stenosis in infants and children. *J Thorac Cardiovasc Surg* 1984;88: 527-36.
7. Tsang V, Murday A, Gillbe C, Goldstraw P. Slide tracheoplasty for congenital funnel-shaped tracheal stenosis. *Ann Thorac Surg* 1989;48:632-5. [\[CrossRef\]](#)

8. Grillo HC. Slide tracheoplasty for long-segment congenital tracheal stenosis. *Ann Thorac Surg* 1994;58:613-9. [\[CrossRef\]](#)
9. Anton-Pacheco J, Cano I, Comas J, et al. Management of congenital tracheal stenosis in infancy. *Eur J Cardiothorac Surg* 2006;29:991-6. [\[CrossRef\]](#)
10. Grillo HC. Congenital and acquired tracheal lesions in children. In: Grillo HC (eds) *Surgery of the trachea and bronchi*. BC Decker Inc., Ontario, 2004.pp.174-8.
11. Cantrell J, Guild H. Congenital stenosis of the trachea. *Am J Surg* 1964;108:297-305. [\[CrossRef\]](#)
12. Elliott M, Roebuck D, Noctor C, et al. The management of congenital tracheal stenosis. *Int J Pediatr Otorhinolaryngol* 2003;67(Suppl 1):S183-92. [\[CrossRef\]](#)
13. Cummings CW, Flint PW, Harker LA (2005). *Otolaryngology head & neck surgery* (print/ digital). 4th edition. Philadelphia: Elsevier Mosby, Philadelphia.
14. Faro RS, Goodwin CD, Organ CH, et al. Tracheal agenesis. *Ann Thorac Surg* 1979;28:295-9. [\[CrossRef\]](#)
15. Heimann K, Bartz C, Naami A, et al. Three new cases of congenital agenesis of the trachea. *Eur J Pediatr* 2007;166:79-82. [\[CrossRef\]](#)
16. Fonkalsrud EW, Martelle RR, Maloney JV Jr. Surgical treatment of tracheal agenesis. *J Thorac Cardiovasc Surg* 1963;45:520-5.
17. Hiyama E, Yokoyama T, Ichikawa T, Matsuura Y. Surgical management of tracheal agenesis. *J Thorac Cardiovasc Surg* 1994;108:830-3.
18. Filler RM, Messineo A, Vinograd I. Severe tracheomalacia associated with esophageal atresia: results of surgical treatment. *J Pediatr Surg* 1992;27:1136-41. [\[CrossRef\]](#)
19. Vazquez-Jimenez JF, Sachweh JS, Liakopoulos OJ, et al. Aortopexy in severe tracheal instability: short-term and long-term outcome in 29 infants and children. *Ann Thorac Surg* 2001;72:1898-901. [\[CrossRef\]](#)
20. Acosta A, Albanese C, Farmer D, et al. Tracheal stenosis: the long and the short of it. *J Pediatr Surg* 2000;35:1612-6. [\[CrossRef\]](#)
21. Bailey BJ, Johnson JT, Newlands SD. *Head & neck surgery otolaryngology*. 4th edition. Philadelphia: Lippincott Williams & Wilkins; 2006.
22. Bluestone CD, Stool SE, Kenna MA *Pediatric otolaryngology*. 3rd edition. Philadelphia: Saunders; 1996.
23. Stewart JR, Kincaid OW, Edwards JE. *An atlas of vascular rings and related malformations of the aortic arch system*. Springfield (IL): Charles C. Thomas; 1964.
24. Clarkson PM, Ritter DG, Rahimtoola SH, et al. Aberrant left pulmonary artery. *Am J Dis Child* 1967;113:373-7.
25. Sade RM, Rosenthal A, Fellows K, Castaneda AR. Pulmonary artery sling. *J Thorac Cardiovasc Surg* 1975;69:333-46.
26. Backer CL, Idriss FS, Holinger LD, Mavroudis C. Pulmonary artery sling. Results of surgical repair in infancy. *J Thorac Cardiovasc Surg* 1992;10:683-91.
27. Jonas RA, Spevak PJ, McGill T, Castaneda AR. Pulmonary artery sling: primary repair by tracheal resection in infancy. *J Thorac Cardiovasc Surg* 1989;97:548-50.
28. Grillo HC. Discussion of Dunn JM, Gordon I, Chrispin AR, et al. Early and late results of surgical correction of pulmonary artery sling. *Ann Thorac Surg* 1979;28:230-8. [\[CrossRef\]](#)
29. Van Sohn JAM, Hamlisch J, Haas GS, et al. Pulmonary artery sling: reimplantation versus antetracheal translocation. *Ann Thorac Surg* 1999;68:989-94. [\[CrossRef\]](#)
30. Lalwani A. *Current diagnosis and treatment in otolaryngology*. 2nd edition. New York: McGraw-Hill Medical; 2007.
31. Koletsis EN, Kalogeropoulou C, Prodromaki E, et al. Tumoral and non-tumoral trachea stenoses: evaluation with three-dimensional CT and virtual bronchoscopy. *J Cardiothorac Surg* 2007;2:18. [\[CrossRef\]](#)
32. Hoppe H, Dinkel HP, Walder B, et al. Grading airway stenosis down to the segmental level using virtual bronchoscopy. *Chest* 2004;125:704-11. [\[CrossRef\]](#)
33. Grillo HC. Congenital and acquired tracheal lesions in children. In: Grillo HC (eds) *Surgery of the trachea and bronchi*. BC Decker Inc., Ontario, 2004.pp.191-2.
34. Grillo HC. Congenital and acquired tracheal lesions in children. In: Grillo HC (eds) *Surgery of the trachea and bronchi*. BC Decker Inc., Ontario, 2004.pp.169.
35. Antón-Pacheco JL, Cano I, García A, et al. Patterns of management of congenital tracheal stenosis. *J Pediatr Surg* 2003;38:1452-8. [\[CrossRef\]](#)
36. Cheng W, Manson D, Forte V, et al. The role of conservative management in congenital tracheal stenosis: an evidence-based long-term follow-up study. *J Pediatr Surg* 2006;41:1203-7. [\[CrossRef\]](#)
37. Rutter M, Willging J, Cotton R. Nonoperative management of complete tracheal rings. *Arch Otolaryngol Head Neck Surg* 2004;130:450-2. [\[CrossRef\]](#)
38. Remacle M, Lawson G, Jamart J, et al. Progressive experience in tracheal stenting with selfexpandable stents. *Eur Arch Otorhinolaryngol* 2003;260:369-73. [\[CrossRef\]](#)
39. Philippart AL, Long JA, Greenholz SK. Balloon dilatation of postoperative tracheal stenosis. *J Pediatr Surg* 1988;23:1178-9. [\[CrossRef\]](#)
40. Hebra A, Powell DD, Smith CD, et al. Balloon tracheoplasty in children: results of a 15-year experience. *J Pediatr Surg* 1991;26:957-61. [\[CrossRef\]](#)
41. Grillo HC, Donahue DJ, Mathisen DJ, et al. Postintubation tracheal stenosis. Treatment and results. *J Thorac Cardiovasc Surg* 1995;109:486-93. [\[CrossRef\]](#)
42. Cotter CS, Jones DT, Nuss RC, et al. Management of distal tracheal stenosis. *Arch Otolaryngol Head Neck Surg* 1999;125:325-8.
43. Backer CL, Mavroudis C, Gerber ME, et al. Tracheal surgery in children: an 18-year review of four techniques. *Eur J Cardiothorac Surg* 2001;19:777-84. [\[CrossRef\]](#)
44. Tsang V, Murday A, Gilbe C, Goldstraw P. Slide tracheoplasty for congenital funnel-shaped tracheal stenosis. *Ann Thorac Surg* 1989;48:632-5. [\[CrossRef\]](#)
45. Yang J, Jun T, Sung K, et al. Repair of long-segment congenital tracheal stenosis. *J Korean Med Sci* 2007;22:491-6. [\[CrossRef\]](#)
46. Rutter MJ, Cotton RT, Azizkhan RG, Manning PB. Slide Tracheoplasty for the Management of Complete Tracheal Rings. *Journal of Pediatric Surgery* 2003;38:928-34. [\[CrossRef\]](#)