



# Perkütan Trakeostomi

Seda Banu AKINCI\*, Meral KANBAK\*, Ülkü AYPAR\*

\* Hacettepe Üniversitesi Tıp Fakültesi, Anesteziyoloji ve Reanimasyon Anabilim Dalı, ANKARA

Yüzyıllardır uygulanan trakeostomi; yoğun bakım da-  
linda ilerlemeler, değişen endikasyonlar, özellikle de  
yatak başı perkütan tekniklerin gelişmesiyle günü-  
müzde daha da sık kullanılmaktadır. Yirmibirinci  
yüzyılda ise; perkütan trakeostominin (PT) hangi  
hastalarda, hangi yöntemle, ne zaman açılacağı tartı-  
şılmakta ve bu tekniğin hasta sonuçlarını nasıl değiş-  
tirdiği araştırılmaktadır. Bu derlemede; trakeostomi-  
nin tarihçesi, PT tekniğinin gelişimi, cerrahi trakeos-

tomi ile karşılaştırılması, PT avantajları, dezavantaj-  
ları, endikasyonları, kontrendikasyonları ve kompli-  
kasyonları konularına değinilecektir.

## Percutaneous Tracheostomy

**Key Words:** Tracheostomy, Tracheotomy, Percutane-  
ous, Complications, Critical care.

**Anahtar Kelimeler:** Trakeostomi, Trakeotomi, Perkü-  
tan, Komplikasyonlar, Yoğun bakım.

## TRAKEOSTOMİNİN TARİHÇESİ VE PERKÜTAN TRAKEOSTOMİNİN GELİŞMESİ

Trakeostominin eski Mısır döneminden  
(M.Ö. 3500 yılından) beri yapıldığı belirtilmek-  
tedir, fakat ilk elektif trakeostominin M.Ö. 100.  
yılında; kuzeybatı Anadolu topraklarında kurul-  
muş olan Bithynia krallığında yapıldığına dair  
kaynaklar bulunmaktadır<sup>[1,2]</sup>.

Trakeostomi yüzyıllardır yabancı cisim,  
travma veya enfeksiyonlara bağlı üst hava yolu  
tıkanıklıklarında hayat kurtarıcı olmuştur<sup>[1,2]</sup>.  
1909 yılında, Chevalier Jackson halen kullanı-

lan modern cerrahi trakeostomi tekniğini ta-  
nımlayana kadar; trakeostomi tehlikeli bulu-  
nan, korkulan bir cerrahi girişim olmuştur<sup>[3,4]</sup>.  
Jackson, uzun bir insizyon, geniş saha, tiroid  
istmusun bölünmesi, birinci ve ikinci trakeal  
halkalardan kaçınılmasının üzerinde önemle  
durmuştur. Cerrahi teknik esasları böyle yer-  
leşmişken, endotrakeal entübasyonun gelişme-  
si, pek çok olguda trakeostominin aciliyetini  
ortadan kaldırmıştır<sup>[5]</sup>. Aşılama ile difterinin  
kontrol altına alınması, üst hava yolu infeksi-  
yonları için antibiyotiklerin gelişmesi trakeos-  
tomiye pek çok hastada elektif hale getirmiş-

**Yazışma Adresi:** Uzm. Dr. Seda Banu AKINCI

Hacettepe Üniversitesi Tıp Fakültesi, Anesteziyoloji ve  
Reanimasyon Anabilim Dalı, Sıhhiye-ANKARA

Makalenin Geliş Tarihi: 18.10.2002

Makalenin Kabul Tarihi: 25.10.2002

tir<sup>[4]</sup>. Trakeostominin pulmoner ölü boşluğu azaltması, pulmoner sekresyonları temizlemedeki başarısı ve hastaları respiratörden ayırma süresince konfor sağlaması nedenleri ile trakeostomi endikasyonlarına üst hava yolu tıkanıklıklarının yanında, kronik obstrüktif akciğer hastalıkları da dahil olmuştur<sup>[4,6,7]</sup>. Trakeostomi, polioya bağlı solunum yetmezliğinde de başarı ile kullanılmıştır<sup>[4,8]</sup>.

1960'lı yıllarda steril aspirasyon sondalarının gelişmesi ve aspirasyonun steril uygulanmasının yerleşmesiyle, trakeostomin endikasyonları genişlemeye başlamıştır<sup>[4,9]</sup>. Daha sonra, kafli trakeostomi tüplerinin kullanıma girmesi, trakeal stenoz, kaf nedeni ile tüp lümeninin tıkanması veya tüpün yerinden çıkması gibi yeni problemleri de beraberinde getirmiştir<sup>[9-11]</sup>. Düşük basınçlı kafların üretilmesi, trakeostomi komplikasyonlarının azalmasında faydalı olmuştur.

Cerrahi trakeostominin komplikasyon oranlarını daha da düşürebilmek amacı ile trakeal lümenine pretrakeal cilt ve cilt altı dokusunda delik açılarak ulaşılmasını sağlayacak pek çok yöntem geliştirilmiştir<sup>[10-23]</sup>. Yatak başında da yapılabilen bu yöntemlere perkütan trakeostomi (PT) denilmektedir<sup>[12]</sup>.

### TRAKEOSTOMİNİN ZAMANI

Endotrakeal entübasyon süresinin uzayabilmesi trakeostominin zamanı konusunda halen yanıt bulunamamış bir tartışma başlatmıştır<sup>[4]</sup>. Erken trakeostomiye destekleyen yayınlar olsa da; bu konuda yapılan çalışmaların yöntemleri çok eleştirilmiş ve yapılan bir sistematik analizde; trakeostomi zamanı için belirli bir zaman söylenemeyeceği sonucuna varılmıştır<sup>[24,25]</sup>. Düşük basınçlı kafların üretilmesi, trakeostomi komplikasyonlarının azalmasında faydalı olduysa da; düşük basınçlı kafların endotrakeal tüplere (ETT) de eklenmesi, daha uzun süreli endotrakeal entübasyonlara olanak tanımıştır<sup>[10]</sup>.

ETT toleransını arttırmak için yüksek sedasyon ihtiyacı olan hastalarda, trakeostomi hasta açısından daha konforlu olmakta ve sedasyon ajanlarının azaltılması veya kesilmesi de mekanik ventilatörden ayrılmayı kolaylaştırabilmektedir<sup>[26]</sup>. Trakeostomi tüpünün ETT'ye göre hava yolu direncini azaltması; özellikle yüksek solunum sayısı ve sınırdaki solunum mekanikleri olan hastalarda, solunum işini azal-

tabilmektedir. Trakeostominin; hastanın yemek yiyebilmesine, artikülasyonla iletişim kurabilmesine, mobilizasyonuna izin verebilmesi nedeniyle hastaların psikolojilerini düzelttiği, fizik tedaviye yardım ettiği ve kas gücünün düzelmesini sağladığı düşünülmektedir. Geniş çaplı randomize çalışmalarla ispatlanmış olmasa da trakeostominin, mekanik ventilasyon süresini kısalttığına, ventilatöre bağlı pnömoni insidansını azalttığına, hastanın yoğun bakımdan taburculuğunu sağladığına inanılmaktadır. Hastalar mekanik ventilasyonda stabilize edildikten sonra, halen uzun süreli mekanik ventilasyon ihtiyacı söz konusu ise, yukarıda bahsedilen faydaları düşünülerek trakeostomi planlanmalıdır<sup>[26]</sup>.

### PERKÜTAN TRAKEOSTOMİ ENDİKASYONLARI

PT endikasyonları endotrakeal entübasyon ve cerrahi trakeostomiye benzerdir (Tablo 1)<sup>[27,28]</sup>.

### PERKÜTAN TRAKEOSTOMİNİN KONTRENDİKASYONLARI

Zaman içinde deneyimle, gelişen teknik koşullarla daha önce kesin olan PT kontrendikasyonları (acil koşullar, morbid obez hastalar, geçirilmiş trakeostomi gibi) tartışılabilen ve rölatif PT kontrendikasyonlarına dahil olabilmektedirler (Tablo 2)<sup>[28-31]</sup>. Daha önceki yıllar-

**Tablo 1. Perkütan trakeostomi endikasyonları.**

1. Üst hava yolu obstrüksiyonlarında
  - a. Travma
  - b. Yanık ve korosiv madde hasarları
  - c. Larenksin fonksiyonel bozukluklarında (bilateral rekürren larengeal sinir hasarı)
  - d. Yabancı cisimler
  - e. İnfeksiyonlar
  - f. İnflamatuvar hastalıklar
  - g. Tümörler
  - h. Postoperatif
  - i. Obstrüktif uyku apnesi
2. Pulmoner bakım için
3. Uzun süreli ventilasyon desteği için
4. Hava yolunu korumak için
  - a. Kafa travması, koma
  - b. Postoperatif beyin cerrahisi olguları

**Tablo 2. Perkütan trakeostomi kontrendikasyonları.**

- Acil koşullar
- Pediyatrik hastalar
- Pozitif ekspiriyum sonu basıncı (PEEP) > 8 cmH<sub>2</sub>O
- Yüksek oksijen ihtiyacı (FiO<sub>2</sub> > %50)
- Yüksek hava yolu basınçları (> 45 cmH<sub>2</sub>O)
- Kısa boyun
- Stabil olmayan boyun (servikal vertebraya travma)
- Boyun ekstansiyonu kısıtlılığı
- Koagülopati
- Boyunda kitle
- Boyunda yumuşak doku enfeksiyonu
- Mediastinal radyoterapi
- Geçirilmiş cerrahi trakeostomi veya boyunda başka cerrahi girişim
- Artmış kafa içi basıncı

da sternotomi sternal enfeksiyon ve mediastinit riskini arttırabileceği endişesi ile kontrendikasyonlar arasında sayılır; bu hastalarda krikotiroidotomi önerilirdi. Günümüzde, sternotomi sonrası erken PT'nin enfeksiyon oranlarını arttırmadığı ve hatta cerrahi trakeostomiye göre mediastinit riskini azaltabilmesi nedeniyle sternumun iyileşmesi beklenmeden trakeostomi açılabilceği görüşü yerleşmiştir<sup>[32,33]</sup>.

## PERKÜTAN TRAKEOSTOMİ TEKNİĞİ

### a. Boyunun Uygunluk Açısından İncelenmesi

En uygun PT hizasının orta hatta ikinci ve dördüncü trakeal halkalar arasında olduğu belirtilmektedir<sup>[34]</sup>. PT'nin trakeal stenoz, mediastinal damarların hasarlanması gibi geç komplikasyonlarının trakeostomi yerinin çok yüksek ya da çok alçak olması nedeni ile olduğu düşünülmektedir. PT öncesi kontrendikasyonların ayrıntılı sorgulandığı bir hikaye alınmalı ve fizik muayene yapılmalıdır (Tablo 2). Boyun skarlar, guatr, pulsatil şişkinlikler, toraks ise geçirilmiş cerrahi veya santral venöz kanülasyon açısından incelenmelidir<sup>[35]</sup>. Boyun hem nötral pozisyonda hem de ekstansiyonda; trakeanın orta hatta olup olmaması, damarların pozisyonu açısından muayene edilmelidir. Trakeanın rahat palpe edilemediği durumlarda, boyun ultrasonu istenebilir. Ultrason doğru aralığın işaretlenmesi yanında, tiroidin, damarların yerlerinin ve büyüklüklerinin görünülmesinde de faydalıdır<sup>[34]</sup>.

Kısa boyunlu hastalarda (krikoid kırıkdan ile sternumun üst kenarı arası mesafesi 1cm'den küçük olan) cerrahi trakeostominin tercih edilmesi daha güvenli bir seçenektir. Derinde olan bir trakeaya kanülasyon sırasında kanama görüldüğünde; boyunun derinliklerinde kanamanın kontrolü daha zor olabilmektedir<sup>[35]</sup>.

Servikal travma, geçmiş yıllarda PT için kontrendikasyon oluştururken, PT deneyiminin artması sayesinde, spinal kord hasarı olan travma hastalarında bile PT'nin boyun ekstansiyona getirilmeden güvenle açılabilceği gösterilmiştir<sup>[36]</sup>.

### b. Monitörizasyon

PT açılacak hastalar, perioperatif dönemde hemodinamik (kalp hızı, kan basıncı) ve respiratuar (oksijen saturasyonu, "end-tidal" karbondioksit konsantrasyonu, solunum sayısı, ventilatör parametreleri) parametrelerle monitörize edilmelidir. Hasta güvenliği ve trakeostominin korunması açısından hastanın hareketliliği kontrol altına alınmalıdır ve gerekirse hastanın elleri bağlanmalıdır.

### c. Hazırlık ve Ekipman

PT seti, en az iki numara trakeotomi kanülü (altı veya sekiz numara), hemostat, cerrahi dikiş, portegü, bistüri, girişim sırasında kullanılmak üzere açılmalıdır. Bunların yanı sıra laringoskop, ETT, krikotiroidotomi ekipmanı ve cerrahi trakeostomi seti hasta başında hazır olarak bulundurulmalıdır.

PT cerrahlar dışında, eğitilmiş yoğun bakım doktorları tarafından da açılabilir. Genellikle PT açılırken, açan kişinin karşısında bir yardımcı, hasta sedasyonu, hava yolunun kontrolü ve bronkoskopi için bir anesteziyolog ve yoğun bakım hemşiresi, girişim sırasında hastanın yanında bulunmalıdır.

### d. Hastanın Hazırlanması

Omuz altına transvers bir yükselti konarak baş ekstansiyona getirilir. Yatağın başı 30-40° kaldırılır. Boyun betadin ile temizlenerek, steril örtülerle kapatılıp, steril bir çalışma alanı hazırlanır.

### e. Anestezi

Bütün hastalar %100 oksijen ile havalandırılır. Sedasyonda gerektiğinde narkotikler ve benzodiazepinler kullanılır. Tercihen adrenalinli lokal anestezi solüsyonu ile cilt ve cilt altı

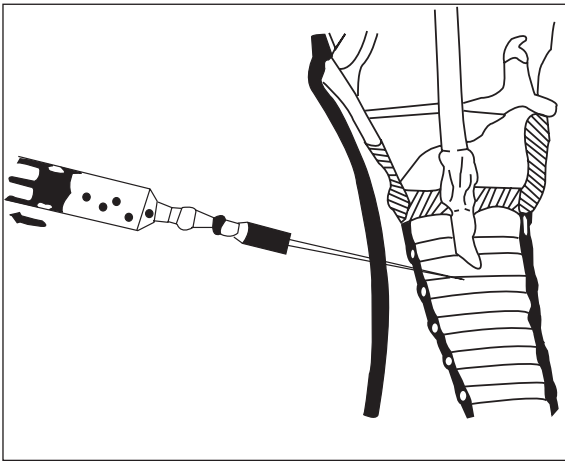
infiltre edilir. Girişim sırasında genel anestezi ve/veya kas gevşetici de kullanılabilir.

#### “Ciaglia” (Sıralı Dilatasyon) Yöntemi<sup>[13]</sup>

Larengoskop veya bronkoskop yardımı ile ETT kafı vokal kordların arasında görülecek şekilde geri çekilir. İkinci-üçüncü trakeal halkaların hizasında 1-1.5 cm'lik bir cilt insizyonu yapılır<sup>[37]</sup>. Orta hattan trakeaya iğne ile girilip hava aspire edilerek iğnenin yeri doğrulanır (Şekil 1). İğnenin içinden J-uçlu bir kılavuz tel ilerletilir ve iğne çıkartılır. Kılavuz telin üzerine bir yönlendirici kateter geçirilir. Bütün dilatasyonlar bu kılavuz tel ve yönlendirici kateter kombinasyonunun üzerinden yapılır. Dilatasyonlara 12 F dilatatör ile başlanır ve 8 mm trakeostomi kanülü için 36 F dilatöre kadar sırayla genişletme yapılır. En son kafı inik trakeostomi kanülü kılavuz tel ve yönlendirici kateter kombinasyonunun üzerinden yerleştirilir. Trakeostomi balonu şişirilir.

#### “Ciaglia Blue Rhino” (Tek Dilatasyon) Yöntemi<sup>[18]</sup>

Klasik “Ciaglia” yönteminde sıralı dilatasyonlar sırasında oluşabilecek posterior duvar hasarı, kanama, hipoksi gibi komplikasyonları ve trakeostomi süresini kısaltmak amacı ile fleksibl, sert lastikten yapılmış, hidrofilik kaplanmış özel bir dilatatör geliştirilmiştir. “Blue Rhino” adı verilen bu dilatatör distile su ile ıslatılarak klasik “Ciaglia” yöntemindeki gibi sıralı dilatasyon yerine kılavuz tel ve yönlendiri-



Şekil 1. “Ciaglia”, “Percutwist” ve “Griggs” perkütan trakeostomi yöntemlerinde ilk olarak trakeaya orta hattan girilip hava aspire edilerek iğnenin yeri doğrulanabilir.

ci kateterin üzerinden tek seferde dilatasyon yapılabilmektedir. Bu yöntemle sıralı dilatasyona göre ortalama altı dakika daha kısa sürede trakeostomi açılabilir (girişim süresi < 3 dakika)<sup>[18]</sup>.

#### Kontrollü Rotasyon (Percutwist) Yöntemi

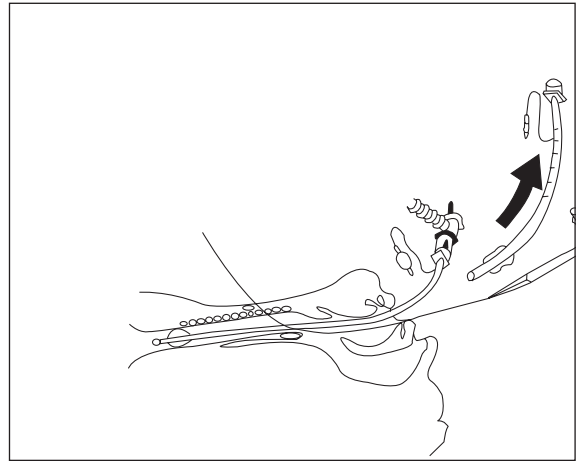
Yeni geliştirilmiş bir yöntemde; yine hidrofilik kaplı, suda kaplaması aktive olan ucu vida şeklinde bir tek dilatatör, kontrollü bir şekilde kılavuz tel üzerinde saat yönünde çevriliyerek pretrakeal dokular ayrılabilir. Dilatatörün en geniş kısmı da trakeaya girdikten sonra, dilatatör ters yönde döndürülerek çıkarılır. Trakeostomi tüpü önceki yöntemler gibi kılavuz tel üzerinden yerleştirilebilir<sup>[20]</sup>.

#### Forseps Dilatasyonu (Griggs) Yöntemi

Kılavuz telin yerleştirilmesine kadar “Ciaglia” yönteminin aynısıdır. Farklı olarak, “Griggs” yönteminde dilatasyon için “Howard-Kelly” forseps kullanılmaktadır. Forsepsin ucundaki delikten kılavuz tel geçirilir, bir veya iki aşamada cilt altı dokular ve trakea forseps açılarak dilate edilir<sup>[21,22]</sup>.

#### Fantoni Translarengeal Yöntemi

Bu yöntemin temel prensibi diğer perkütan yöntemlerden biraz farklıdır (Şekil 2). İlk olarak rijid trakeoskop trakeaya yerleştirilir. Trakeoskopun içinden geçirilen bir fiberoptik bronkoskop yardımı ile trakeoskop trakeostomi için seçilen kıkırdaklar arası mesafeye kadar ilerletilir. Trakeoskopun ucu dışarıdan pal-



Şekil 2. “Fantoni” translarengeal perkütan trakeostomi yönteminde, endotrakeal tüp çıkartılır ve kılavuz telin üzerinden kaydırılan trakeostomi kanülü trakeanın içinden dışarıya çekilir.

pe edilerek veya translüminasyon ile dışarıdan ışık görülerek iğnenin girileceği yer belirlenir. İğne içeriden sürekli kontrol edilerek dışarıdan girilir, 2-3 cm ilerletilir. Metal bir tel iğnenin ve trakeoskopun içinden kraniale doğru ilerletilir ve trakeoskopun ağzından dışarı çıkartılır. Trakeoskop ve iğne çıkartılır, trakeanın alt 1/3'üne bir kateter yerleştirilir. Bu kateter sayesinde hastanın ventilasyonu mümkün olabilmektedir. Telin üzerine setin içinden çıkan özel trakeostomi kanülü yerleştirilir. Boyundan çekilerek bu kanül trakeanın içinden dışarıya çıkartılır. Teleskop kanülün boyundaki ucundan içeri yerleştirilerek kanüle rotasyon yaptırılır. Bu şekilde trakeaya uygun pozisyonda yerleştirilen kanülün kafi şişirilir. Bu yöntem içeriden kontrollü olduğu için çocuklarda veya dışarıdan anatomik olarak trakeostomi yerinin belirlenmesinin zor olduğu durumlarda da kullanılabilir<sup>[23]</sup>.

#### **Hava Yolunun Korunması**

ETT'nin ucunun hizasının belirlenmesinde, "Trachlight" da kullanılabilir. Ucunda ışık olan bu kılavuz sayesinde, ETT geri çekilir. Dışarıdan translüminasyon sayesinde, ışığın görülmesi ve ışığın 1 cm altından trakeostomi iğnesinin girilmesi, ETT kafının patlaması, iğnenin ETT'yi delmesi, kılavuz telinin "Murphy" deliğinden geçmesi gibi komplikasyonların azaltılmasında faydalı olabilir<sup>[38]</sup>.

ETT'ye alternatif olarak PT sırasında hava yolunun korunmasında larengeal maske (LMA) de kullanılabilir. LMA kullanıldığında; operasyon süresinin daha kısa sürdüğü, fiberoptik desteği sırasında trakea ve larenksin daha iyi görüntülenebildiği, girişim sırasında trakeostomi tüpü takılmadan önceki karbondioksit birikiminin, kafın delinmesi veya istemsiz ekstübasyon gibi komplikasyonların endotrakeal tüpe göre daha az olduğu bildirilmiştir<sup>[39]</sup>. Hiperkarbinin ve sebep olduğu asidozun özellikle sorun yaratabileceği hasta gruplarında (örneğin; kapalı kafa travması hastaları) trakeostomi sırasında hava yolunun korunmasında LMA'nın uygun bir alternatif olabileceği düşünülmektedir. LMA'nın dışında, "intubating LMA" (entübasyon LMA), "airway management device (AMD)", "combitube (kombitüp)" de PT sırasında hava yolunun korunmasında kullanılabilir<sup>[40,41]</sup>.

#### **Bronkoskopi**

Bronkoskop, ETT'nin ucundan aşağıya itilip, dışarıdan bronkoskopun ışığı görülerek iğne yönlendirilebilir. Trakeanın içinden iğnenin yeri, kılavuz telin doğru yönlendirilmediği ve trakeostominin yerinin kontrolü açısından bronkoskopi kullanılabilir<sup>[42,43]</sup>. Bronkoskopi kullanımının; pnömotoraks, paratrakeal yerleşim, posterior duvar hasarı gibi komplikasyon oranlarını azalttığı ve endobronşiyal kanama gibi komplikasyonların tedavisinde yararlı olduğu düşünülmektedir<sup>[42]</sup>. Bronkoskopinin en büyük dezavantajı, hipoventilasyon, hiperkarbi ve respiratuar asidozdur. Hiperkarbiyi azaltmak için; en küçük bronkoskop, mümkün olan en kısa süre kullanılmalı ve bronkoskopi sırasında mümkün olduğunca az aspirasyon yapılmalıdır<sup>[43]</sup>.

#### **Ultrason, Doppler Kullanılması**

Bronkoskop yerine steril Doppler problemleri kullanılarak ETT'nin geri çekilmesi daha güvenle yapılabilir. ETT ikinci trakeal kırıkda hizasına geldiğinde türbülanslı hava akımı Doppler tarafından ayırt edilebilmektedir. Bronkoskopi ile karşılaştırıldığında, Doppler yönteminin daha az karbondioksit retansiyonu yaptığı gösterilmiştir<sup>[43]</sup>. Ultrason kılavuzluğunda; trakeostominin yanlışlıkla istenilenden yukarıya yerleştirilmesi engellenmekte ve daha az trakeal hasar görülmektedir<sup>[44]</sup>.

#### **Trakeostomi Kanülünün Yerinin Doğrulanması**

Trakeostomi kanülünün yerinde olup olmadığı, bronkoskop ile kontrol edilebilir. Bronkoskop yoksa, "end-tidal" karbondioksit ölçümü veya küçük bir ipin spontan solunumla hareketi ile trakeostomi kanülünün yeri doğrulanmaya çalışılmalıdır. Hava yolu garantiye alınana kadar ETT yerinde tutulmalıdır. Trakeostomi açıldıktan sonra akciğer grafisi çekilmelidir.

#### **Trakeostomi Tüpünün Tespiti**

Trakeostomi tüpü dikiş atılarak ve boyun bağı ile tespit edilir. Pansumanı için steril spanç kullanılabilir. Trakeostomi tüpünün dikiş atılarak sabitlenmesi ve ilk hafta içinde rutin trakeostomi kanül değişiminin uygulanmıyıp, aynı kanülün sabit tutulması, kanülle ilgili komplikasyonları azaltabilmektedir<sup>[45]</sup>.

## PERKÜTAN TRAKEOSTOMİ KOMPLİKASYONLARI

PT sırasındaki hemodinamik ve respiratuar değişiklikler (satürasyon düşmesi, "end-tidal" karbondioksit konsantrasyonunda artış, kalp hızı, kan basıncı veya solunum sayısında değişiklikler) izlenmelidir. Trakeostomi sahasında aşırı kanama, hava yolunun tıkanması, hava yolu kontrolünün kaybı, hemoptizi, stomada infeksiyon rapor edilmelidir.

Acil trakeostomilerin ve çocuk hastalarda açılan trakeostomilerin komplikasyon oranlarının, erişkinlerde elektif koşullarda açılan trakeostomilere göre daha yüksek olduğu bildirilmiştir<sup>[4]</sup>. Acil koşullarda, örneğin maskelenemeyen, entübe edilemeyen, zor entübasyon koşullarında, oksijenizasyon transtrakeal jet ventilasyon ile sağlanıp, hastanın oksijenizasyonu garantiye alınıp, hastanın satürasyonları stabilize edildikten sonra, PT'ye geçilmelidir<sup>[46]</sup>.

Komplikasyonlarda deneyimin önemi çok büyüktür. Komplikasyonların çoğu PT yöntemine geçilen ilk yılda ve özellikle ilk 20 olguda görülmektedir<sup>[28,47]</sup>. Deneyimsiz kişilerin sık yaptıkları komplikasyonlar arasında (ilk iğneyi çok eğik girip, trakeayı kaçırdıkları için); mediasten amfizemleri ve trakeal mukozal yırtılmalar sayılabilir. Posterior duvar hasarından korkup dilatatörler çok eğik tutulursa da, kılavuz tel bükülebilir ve bunun sonucu pretrakeal doku genişletilebilir. Trakeostomi tüpünün yavaş yerleştirilmesi de amfizeme sebep olabilir. Diğer taraftan iğnenin veya dilatatörlerin çok dik ve kesin yerleştirilmesi de posterior duvar hasarına neden olur<sup>[28]</sup>. PT ile intraoperatif komplikasyon görüldüğünde, cerrahi trakeostomiye dönebilmek için gerekli ekipman ve bu konuda deneyimli bir cerrahın kolay ulaşılabilir olması gereklidir<sup>[47,48]</sup>.

PT ile ölüm nadirdir ve hava yolu kontrolünün kaybı, bronkospazm, aritmi veya innominat arter rüptürü nedeniyle görülebilmektedir<sup>[36]</sup>.

PT'nin yüksek seviyelerde (krikotiroid membran gibi) açılması, trakeal stenoz olasılığını arttırırken, dördüncü trakeal halkanın altında açılması kanama komplikasyonlarını arttırmaktadır<sup>[49]</sup>. PT sonrası yaşayan hastaların "Ciaglia" yöntemi ile dörtte birinde, "Griggs" yöntemi ile yarısında ses değişiklikleri bildirilmiştir<sup>[50-52]</sup>. Sıralı dilatasyon yöntemi ile PT

açılan hastaların üçte birinde ise > %10 trakeal stenoz görülmektedir. Hastaların %6'sında dekanülasyon sonrası trakeal stenoz solunum sıkıntısı yaratmaktadır<sup>[52]</sup>. "Griggs" yöntemiyle hastaların üçte birinde (8/25) trakeal dilatasyon gösterilmiştir. Trakeal dilatasyonun klinik önemi ise henüz aydınlanmamış bir konudur<sup>[51]</sup>. "Griggs" yönteminin bir iki yıllık izleminde, %63 oranında > %10 trakeal stenoz bildirilmiştir<sup>[53]</sup>. PT yöntemlerinin daha uzun dönem izlendiği çalışmalara ihtiyaç duyulmaktadır<sup>[54]</sup>. PT komplikasyonları liste halinde Tablo 3'te görülmektedir<sup>[55-61]</sup>.

## PERKÜTAN TRAKEOSTOMİNİN CERRAHİ TRAKEOSTOMİ İLE KARŞILAŞTIRILMASI

Cerrahi trakeostomi uzun zaman içinde oturmuş bir girişimdir. Daha yeni olan PT'nin ise pek çok avantajı olduğu öne sürülmüştür (Tablo 4)<sup>[4]</sup>. Fakat PT'nin pek çok avantajı yanında, dezavantajlarının da üstünde durulmuştur (Tablo 5).

1999 yılında yayınlanan bir meta-analizde, 1960-1984 yılları arasında yayınlanan cerrahi trakeostomi komplikasyonları, 1985-1996 yıllarındaki cerrahi ve PT komplikasyonları ile karşılaştırılmıştır (Tablo 6)<sup>[4]</sup>. 1985 yılı öncesi, trakeostomi endikasyonlarının daha sıklıkla acil koşulları içermesi nedeni ile ortalama entübasyondan dört gün sonra cerrahi trakeostomiye gidildiği gözlenirken; 1985 yılı sonrasında, bu süre 13. güne kadar uzamıştır<sup>[4]</sup>.

1985-1996 yılları arasında oturmuş olan cerrahi trakeostomi tekniği, 1984 yılı öncesi cerrahi teknik ve PT ile karşılaştırıldığında hem ciddi hem de minör perioperatif komplikasyonlar açısından üstün bulunmuştur (Tablo 6). PT sırasında 10.000'de 83 olguda (< %1) cerrahi tekniğe dönülmek zorunda kalınmıştır. Tüpün zor yerleştirilmesi, yalancı pasaj, subkütan amfizem gibi minör komplikasyonlar da en sık PT grubunda görülmüştür (628/10.000).

Postoperatif komplikasyonlar cerrahi trakeostomilerde 10.000'de 256 olguda ve PT ile ise 10.000'de 238 olguda bildirilmiştir. PT tekniğinin halen gelişmekte olması, pek çok merkezde o dönemde öğrenme eğrisinin tamamlanmamış olması, cerrahi trakeostomi ile karşılaştırıldığında öne sürülen avantajların bu meta-analize yansımamasına gösterilen nedenler arasındadır. Nitekim, komplikasyonların cerrahi teknikle zaman içinde belirgin azaldığı

**Tablo 3. Perkütan trakeostomi komplikasyonları.**

1. Perioperatif komplikasyonlar (trakeostominin açıldığı ilk 24 saat içinde)

- Hipoksi
- Hiperkarbi
- Hava yolunun kontrolünün kaybı
- Majör kanama
- Subkütan amfizem
- Pnömotoraks
- Pnömediasten
- Özefagus hasarı
- Kanülün yanlış yerleştirilmesi
- Endotrakeal tüpün kafının patlaması
- Posterior, lateral veya anterior trakeal hasar
- Kılavuz telin kırılması
- Aspirasyon
- Hipotansiyon
- Kardiyak arrest
- Ölüm

2. Postoperatif komplikasyonlar (trakeostomi açıldıktan > 24 saat sonra)

- Subkütan amfizem
  - Ölüm (kanül değişimi sırasında)
  - Hipoksi (kanül değişimi sırasında)
  - Obstrüksiyon
  - Aspirasyon
  - Stoma infeksiyonu
  - Selülit, kas nekrozu<sup>[59]</sup>
  - Mediastinit
  - Pnömoni
  - Prematür dekanülasyon
  - Trakeostomi kafı herniasyonu
  - Vokal kord paralizisi
  - Yutma güçlüğü
  - Pnömooperitoneum ve abdominal kompartman sendromu<sup>[61]</sup>
  - Trakeoinnominat fistülü
  - Trakeoözefagus fistülü
3. Uzun dönem komplikasyonlar (dekanülasyondan sonra)
- Trakeokütanöz fistül
  - Trakeomalazi
  - Trakeal stenoz
  - Trakeal atrezi<sup>[58]</sup>

**Tablo 4. Perkütan trakeostominin avantajları.**

- Küçük cilt insizyonu
- Diseksiyon ve doku hasarında azalma
- Kanamada azalma
- Stoma infeksiyonunda azalma
- Trakeal problemlerde azalma
- Kozmetik deformitede azalma
- Yatak başı yapılabilmesi
- Ameliyathane gereksinimi olmadığı için transport riski ve masrafında azalma
- Kısa sürede açılabilmesi
- Kolay bir girişim olması
- Personele ve ekipmana gereksiniminin azalması
- Maliyetinin düşük olması
- Komplikasyon oranlarında azalma
- Cerrahi eğitimi olmayan insanlar tarafından da açılabilmesi

**Tablo 5. Perkütan trakeostominin dezavantajları.**

- Trakeal laserasyon
- Trakeoözefageal fistül
- Paratrakeal yerleştirme
- Trakeoinnominat arter fistülü
- Semptomatik subglottik stenoz

**Tablo 6. 1985-1996 yılları arasında yapılan perkütan trakeostominin cerrahi trakeostomi ile karşılaştırılması (komplikasyonların 10.000 girişimde görülme sıklıkları verilmiştir).**

	Cerrahi	Perkütan
Perioperatif komplikasyonlar		
Ölüm	3	44
Kardiyopulmoner arrest	6	33
Pnömotoraks	74	66
Satürasyon düşmesi/hipotansiyon	23	77
Posterior duvar hasarı	6	50
Postoperatif komplikasyonlar		
İntratrakeal kanama	71	39
Pnömotoraks	0	17
Trakeal stenoz	26	99
Trakeal kıkırdak hasarı	3	72
Yara infeksiyonları	271	99
Pnömoni	131	0

göze çarpmaktadır. Yara infeksiyonları ve pnömoni komplikasyonları da en düşük PT yapılanlarda görülmektedir. PT sırasında küçük damarların tamponadı sayesinde, eksternal kanamanın azaldığı öne sürülmektedir<sup>[4]</sup>. PT tekniğinde; diseksiyonun az olması, cilt insizyonunun küçük olması ve paratrakeal ölü boşluğun daha az olması stomal infeksiyon oranını düşürmektedir<sup>[4,62]</sup>.

Diğer PT yöntemleri ile karşılaştırıldığında en düşük komplikasyon oranları endoskopik kontrollü sıralı dilatasyon tekniği kullanılarak yapılan PT tekniğinde bulunmuştur<sup>[4]</sup>.

2000 yılında cerrahi trakeostomiyi kontrollü sıralı dilatasyon tekniği kullanılan PT ile karşılaştıran başka bir meta-analizde; PT yöntemi ile ortalama 10 dakika daha kısa sürede trakeostomi açılabilirdiği gösterilmiştir<sup>[62]</sup>. Girişim sırasındaki komplikasyonlar ve mortalite açısından iki grup arasında fark bulunmazken; PT ile postoperatif komplikasyonların daha az görüldüğü, hem intraoperatif hem de postoperatif kanamanın azaldığı ve postoperatif stoma infeksiyonu insidansının düştüğü gösterilmiştir. Daha az sayıdaki hastada (237 olgu), aynı PT tekniği kullanıldığında alınan bu olumlu sonuca göre; uzun dönem mekanik ventilasyon hastalarında elektif trakeostomi PT yönteminin cerrahi yöntemin yerini alacağı belirtilmiştir. Trakeostominin seyrek görülen komplikasyonları (trakeal laserasyon, trakeoözefageal fistül, paratrakeal yerleştirme, trakeoinnominat arter fistülü, semptomatik subglottik stenoz) açısından PT yöntemi yeterince incelenmemiştir (Tablo 4). Bu komplikasyonlar meta-analizlerde ayrıntılı rapor edilmemiştir. Bunun yanı sıra, meta-analizlere dahil olan çalışmalarda; boyun anatomisi bozuk olan hastalar, önceden servikal cerrahi geçirmiş hastalar, servikal radyasyon almış hastalar, maksillofasial ve boyun travmaları, zor hava yolları ve koagülasyon bozuklukları olanlar çalışma dışı bırakılmışlardır. PT ile yeterli deneyim olana kadar; bu özel durumlarda da, trakeanın görülmeye girildiği cerrahi trakeostominin tercih edilmesi daha güvenli görülmektedir<sup>[62]</sup>.

Yatak başı trakeostomi yöntemleri kritik hastaların transportu sırasında oluşabilecek komplikasyonları ve riskleri azaltır. Ayrıca, trakeostominin (cerrahi veya perkütan) yatak başı yapılabilmesi, ameliyathanenin kullanıl-

maması nedeniyle maliyeti belirgin azaltmaktadır<sup>[62-65]</sup>. Yatak başı yapılan cerrahi ve PT teknikleri Amerika Birleşik Devletleri (ABD)'nde girişim maliyetleri açısından karşılaştırıldıklarında, cerrahi trakeostomi yaklaşık 86 dolara malolup, hastaya 307 dolar olarak fatura edilmekte iken, PT de, bu maliyete 180 dolar PT seti de eklenmektedir. PT ABD'de toplam 266 dolara malolmasına rağmen, 408 dolar bronkoskopi ücreti de eklenerek hastalara 966 dolara fatura edilmektedir. Bu nedenle; bazı merkezlerde halen yatak başı cerrahi trakeostomi, PT'ye maliyet-efektivite ve kaynak kullanımını açısından tercih edilebilmektedir<sup>[47,65]</sup>. Cerrahi teknikle, PT arasında girişim maliyet farkı olmasına rağmen, PT'nin uzun dönem postoperatif komplikasyonları ve dolayısı ile uzun dönem maliyeti azaltacağı düşünülmektedir. Uzun dönem komplikasyon maliyetlerinin de çalışıldığı, yatak başı cerrahi-perkütan yöntemlerinin birbirleriyle karşılaştırıldığı araştırmalara gerek duyulmaktadır.

#### **DEĞİŞİK PERKÜTAN TRAKEOSTOMİ YÖNTEMLERİNİN KARŞILAŞTIRILMASI**

Forseps dilatasyon yöntemi ("Griggs" yöntemi) ile sıralı dilatasyon yöntemi ("Ciaglia" yöntemi) arasındaki en önemli fark trakeal kanülün yerleştirilmesi sırasında doğmaktadır. Her ne kadar, daha uzun, daha rijid bir obtüratörün forseps dilatasyon setine eklenmesiyle, trakeal kanülün yerleştirilmesi "Griggs" yöntemiyle de kolaylaştırılabilirse de; "Ciaglia" yöntemiyle kanülün zor ve yanlış yerleştirilmesi olasılığı forseps dilatasyonuna göre daha azdır<sup>[66]</sup>. "Griggs" yönteminde "Ciaglia" yöntemine göre, daha çok kanama, paratrakeal entübasyon, hava yolunda obstrüksiyon ve infeksiyon görülmektedir<sup>[22]</sup>. Yüzyirmibeş hastanın sıralı dilatasyon veya forseps dilatasyonuna randomize edildiği bir çalışmada; girişim sırasındaki komplikasyonların "Ciaglia" yöntemiyle (%14), "Griggs" yöntemine göre (%31) daha az olduğu görülmüştür. "Ciaglia" yöntemindeki kılavuz telin üzerine geçirilen yönlendirici kateterin trakeal halkalara bası sırasındaki kılavuz telin bükülmesini önlediği ve bu şekilde komplikasyonları azalttığı düşünülmektedir<sup>[22,66]</sup>.

"Griggs" yöntemi (forseps dilatasyon yöntemi) translaregeal trakeostomi yöntemi ("Fan-



toni” yöntemi) ile karşılaştırıldığında ise; iki yöntem perioperatif komplikasyonlar (%4) açısından benzer bulunmuştur. İki yöntemin de deneyimli kişiler tarafından bronkoskopik kontrol ile yapıldığında güvenli olduğu belirtilmiş, sadece intraoperatif kanama riski fazla olan hastalarda kanamanın minimal olduğu translarengeal yöntemin forseps dilatasyon yöntemine özellikle tercih edilebileceği belirtilmiştir<sup>[67]</sup>. Daha yakın tarihli bir çalışmada ise, translarengeal yöntemle %8.5 oranında görülen ciddi komplikasyonların forseps dilatasyon yönteminde %1.8 oranında görüldüğü, “Fantoni” yönteminde %23 oranında teknik zorlukla karşılaşıldığı belirtilmiştir. Daha az komplikasyon ve daha az teknik zorluk olması nedeniyle “Griggs” yönteminin “Fantoni” yöntemine üstün olduğu sonucuna varılmıştır<sup>[68]</sup>.

Benzer şekilde, translarengeal yöntem sıralı dilatasyon ile karşılaştırıldığında; “Fantoni” yöntemi “Ciaglia” yöntemiyle eşit derecede güvenli bulunmuştur. Özellikle üzerinde durulması gereken bir nokta; entübasyon güçlüğü ve aspirasyon riski olan hastalarda (şişmanlık, ileus) “Fantoni” tekniğinin kullanılmaması gerekliliğidir. Bu koşullarda ETT değiştirilirken komplikasyonlar kaçınılmazdır<sup>[69]</sup>.

Sıralı dilatasyon tekniği, “Blue rhino” tek dilatasyon tekniği ile karşılaştırıldığında ise, tek dilatasyon süreyi dört dakika kısaltmaktadır. Tek dilatasyon yönteminin maliyeti de daha çok dilatatör kullanılan klasik yöntemeye göre daha azdır. Her ne kadar tek dilatasyon yönteminin uzun dönem komplikasyonları henüz yayınlanmadıysa da, tek dilatasyon yöntemi sıralı dilatasyon yöntemine göre maliyet-efektif bir alternatif olarak gözükmektedir<sup>[70]</sup>.

Tek seferde dilatasyon teknikleri (“Percutwist” ve “Ciaglia Blue Rhino”) birbirleri ile karşılaştırıldığında ise; “Percutwist” yönteminde muhtemelen yeni öğreniliyor olması nedeni ile daha çok komplikasyonlar (kanülün yerleştirilmesinde zorluk, posterior duvar hasarı gibi) bildirilmiştir<sup>[71]</sup>. “Percutwist” yöntemi daha çok yerleştikten sonra tek seferde dilatasyon yöntemlerinin karşılaştırılması daha doğru sonuçlar verebilir.

Sonuç olarak; PT’nin başarısı trakeostomi yapacak insanın eğitimi, hastanın genel durumu, boyun anatomisi gibi pek çok faktörden etkilenmektedir. PT’nin ne zaman açılacağına,

cerrahi yönetime tercih edilip edilmeyeceğine, hangi yöntemin kullanılacağına, her hastada hastaya, doktora, hastaneye ait özel koşullar göz önüne alınarak karar verilmelidir.

#### KAYNAKLAR

1. Borman J, Davidson JT. A history of tracheostomy: Si spiritum ducit vivit. Br J Anaesth 1963;35:388-90.
2. Frost EAM. Tracing the tracheostomy. Ann Otol 1976;85:618-24.
3. Jackson C. Tracheostomy. Laryngoscope 1909;19: 285-90.
4. Dulguerov P, Gysin C, Perneger TV, Chevrolet JC. Percutaneous or surgical tracheostomy: A meta-analysis. Crit Care Med 1999;27:1617-25.
5. MacEvan W. Clinical observations of introduction of tracheal tubes by mouth instead of performing a tracheostomy. BMJ 1880;ii:122-4.
6. Carte BN, Giuseppe T. Tracheostomy, a useful procedure in thoracic surgery with particular reference to its employment in crushing injury of the thorax. J Thorac Surg 1951;21:495-503.
7. Galloway TC. Tracheostomy in bulbar poliomyelitis. JAMA 1943;128:1096-7.
8. Lassen HCA. A preliminary report on the 1952 epidemic of poliomyelitis in Copenhagen with special reference to the treatment of acute respiratory insufficiency. Lancet 1953;i:37-40.
9. Head JM. Tracheostomy in the management of respiratory problems. N Engl J Med 1960;264:587-91.
10. Karmen JM, Wilkinson CJ. A new low pressure cuff for endotracheal tubes. Anesthesiology 1971;5:482-5.
11. Christensen KT, Duvall AJ. Tracheal stenosis from the cuffed tracheotomy tube. Arch Otolaryngol 1968;87:279-84.
12. Shelden CH, Pudenz RH, Tichy FY. Percutaneous tracheotomy. JAMA 1957;165:2068-70.
13. Ciaglia P, Firsching R, Syniec C. Elective percutaneous dilatational tracheostomy. A simple bedside procedure. Preliminary report. Chest 1985;87:715-9.
14. Schachner A, Ovil Y, Sidi J, et al. Percutaneous tracheotomy-A new method. Crit Care Med 1989; 17:1052-6.
15. Caldicott LD, Oldroyd GJ, Bodenham AR. An evaluation of a new percutaneous tracheostomy kit. Anesthesia 1995;50:49-51.
16. Toy FJ, Weinstein JD. A percutaneous tracheostomy device. Surgery 1969;65:384-9.
17. Cole IE. Elective percutaneous (Rapitrach) tracheotomy: Results of a prospective trial. Laryngoscope 1994;104:1271-5.
18. Byhahn C, Wilke HJ, Halbig S, Lischke V, Westpal K. Percutaneous tracheostomy: Ciaglia Blue Rhino versus the basic Ciaglia technique of percutaneous dilatational tracheostomy. Anesth Analg 2000;91:882-6.

19. Cothren C, Offner PJ, Moore EE, et al. Evaluation of a new technique for bedside percutaneous tracheostomy. *The American Journal of Surgery* 2002;183:280-2.
20. Frova G, Quintel M. A new simple method for percutaneous tracheostomy: Controlled rotating dilatation on a preliminary report. *Intensive Care Med* 2002;28:299-303.
21. Griggs WM, Wortley LIG, Gilligan JE, et al. A simple percutaneous tracheostomy technique. *Surg Gynecol Obstet* 1990;170:543-5.
22. Nates JL, Cooper J, Myles PS, Scheinkestel CD, Tuxen DV. Percutaneous tracheostomy in critically ill patients: A prospective, randomized comparison of two techniques. *Crit Care Med* 2000;28:3734-9.
23. Fantoni A, Ripamonti D. A non-derivative, non-surgical tracheostomy: The translaryngeal method. *Intensive Care Med* 1997;23:386-92.
24. Rodriguez JL, Steinberg SM, Luchetti FA, et al. Early tracheostomy for primary airway management in the surgical critical care setting. *Surgery* 1990;108:655-9.
25. Maziak DE, Meade MO, Todd TRJ. The timing of tracheostomy: A systematic review. *Chest* 1998;114:605-9.
26. Heffner JE. The role of tracheostomy in weaning. *Chest* 2001;120:477-81.
27. Rogers S, Puyana JC. Bedside percutaneous tracheostomy in the critically ill patient. *International Anesthesiology Clinics* 2000;38:95-110.
28. Petros S, Engelman L. Percutaneous dilatational tracheostomy in a medical ICU. *Intensive Care Med* 1997;23:630-4.
29. Dob DP, McLure HA, Soni N. Failed intubation and emergency percutaneous tracheostomy. *Anaesthesia* 1998;53:72-4.
30. Unwin S, Hunt SP. Percutaneous dilatational tracheostomy in the morbidly obese. *Anesthesia* 2000;55:393-4.
31. Meyer M, Critchlow J, Mansharamani N, et al. Repeat bedside percutaneous dilatational tracheostomy is a safe procedure. *Crit Care Med* 2002;30:986-8.
32. Westphal K, Byhahn C, Wilke HJ, Lische V. Percutaneous tracheostomy: A clinical comparison of dilatational (Ciaglia) and translaryngeal (Fantoni) techniques. *Anesth Analg* 1999;89:938-43.
33. Patel NC. Reduction in tracheostomy-associated risk of mediastinitis by routine use of percutaneous tracheostomy. *Ann Thorac Surg* 2002;73:2033-8.
34. Hatfield A, Bodenham A. Portable ultrasonic scanning of the anterior neck before percutaneous dilatational tracheostomy. *Anaesthesia* 1999;54:660-3.
35. Muhammad JK, Major E, Patton DW. Evaluating the neck for percutaneous dilatational tracheostomy. *Journal of Cranio-Maxillofacial Surgery* 2000;28:336-42.
36. Mayberry JC, Wu IC, Goldman RK, Chestnut RM. Cervical spine clearance and neck extension during percutaneous tracheostomy in trauma patients. *Crit Care Med* 2000;28:3436-40.
37. Walz, Schmidt U. Tracheal lesion caused by percutaneous dilatational tracheostomy—a clinico-pathological study. *Intensive Care Med* 1999;25:102-5.
38. Addas BM, Howes WJ, Hung OR. Light-guided tracheal puncture for percutaneous tracheostomy. *Can J Anesth* 2000;47:919-22.
39. Dosemeci L, Yilmaz M, Gurpinar F, Ramazanoglu A. The use of the laryngeal mask airway as an alternative to the endotracheal tube during percutaneous dilatational tracheostomy. *Intensive Care Med* 2002;28:63-7.
40. Wakeling HG. Airway control and percutaneous tracheostomy. *Anaesthesia* 1999;54:1220-34.
41. Johnson R, Bailie R. Airway Management Device (AMD) for airway control in percutaneous dilatational tracheostomy. *Anaesthesia* 2000;55:596-7.
42. Hinerman R, Alvarez F, Keller CA. Outcome of bedside percutaneous tracheostomy with bronchoscopic guidance. *Intensive Care Med* 2000;26:1850-6.
43. Reilly PM, Sing RF, Giberson FA. Hypercarbia during tracheostomy: A comparison of percutaneous, endoscopic, percutaneous Doppler, and standard surgical tracheostomy. *Intensive Care Med* 1997;23:859-64.
44. Sustic A, Kovac D, Zgaljardic Z, Zupan Z, Krstulovic B. Ultrasound-guided percutaneous dilatational tracheostomy: A safe method to avoid cranial misplacement of the tracheostomy tube. *Intensive Care Med* 2000;26:1379-81.
45. Beiderlinden M, Walz MK, Sander A, Groeben H, Peters J. Complications of bronchoscopically guided percutaneous dilatational tracheostomy: Beyond the learning curve. *Intensive Care Med* 2002;28:59-62.
46. Divatia JV, Bhadra N, Kulkarni AP, Upadhye SM. Failed intubation managed with subcricoid transtracheal jet ventilation followed by percutaneous tracheostomy. *Anesthesiology* 2002;96:1519-20.
47. Massick DD, Yao S, Powell DM, et al. Bedside tracheostomy in the intensive care unit: A prospective randomized trial comparing open surgical tracheostomy with endoscopically guided percutaneous dilatational tracheostomy. *The Laryngoscope* 2001;111:494-500.
48. Rowlands RG. Conversion of percutaneous tracheostomy—a practical solution. *The Journal of Laryngology Otolaryngology* 2002;116:319.
49. Muhammad JK, Major E, Wood A, Patton W. Percutaneous dilatational tracheostomy: Hemorrhagic complications and the vascular anatomy of the anterior neck. A review based on 497 cases. *Int J Oral Maxillofac Surg* 2000;29:217-22.
50. Leonard RC, Lewis RH, Singh B, Heerden PV. Late outcome from percutaneous tracheostomy using the Portex kit. *Chest* 1999;115:1070-5.

51. Steele APH, Evans HW, Afaq MA, et al. Long-term follow up of Griggs percutaneous tracheostomy with spiral CT and questionnaire. *Chest* 2000;117:1430-3.
52. Norwood S, Valina VL, Short K, Saigusa M, Fernandez LG, McLarty. Incidence of tracheal stenosis and other late complications after percutaneous tracheostomy. *Annals of Surgery* 2000;232:233-41.
53. Dollner R, Verch M, Schweiger P, et al. Laryngotracheoscopic findings in long-term follow-up after Griggs tracheostomy. *Chest* 2002;122:206-12.
54. Melloni S, Muttni S, Gallioni G. Surgical tracheostomy versus percutaneous dilatational tracheostomy: A prospective-randomized study with long-term follow-up. *Journal of Cardiovascular Surgery* 2002;43:113-23.
55. Walz MK, Peitgen K, Thürauf N, et al. Percutaneous dilatational tracheostomy-yearly results and long-term outcome of 326 critically ill patients. *Intensive Care Med* 1998;24:685-90.
56. Heikkinen M, Aarnio P, Hannukainen J. Percutaneous dilational tracheostomy or conventional surgical tracheostomy? *Crit Care Med* 2000;28:1399-402.
57. Lin JC, Maley RH, Landreneau RJ. Extensive posterior-lateral tracheal laceration complicating percutaneous dilational tracheostomy. *Ann Thorac Surg* 2000;70:1194-6.
58. Klusmann JP, Brochhagen HG, Sittel C, Eckel HE, Wassermann K. Atresia of the trachea following repeated percutaneous dilational tracheostomy. *Chest* 2001;119:961-4.
59. Mohammadi I, Vedrinne JM, Ceruse P, et al. Major cellulitis following percutaneous tracheostomy. *Intensive Care Med* 1997;23:443-4.
60. Maeda K, Ninomiya M, Moyairi T. Mediastinitis after percutaneous dilatational tracheostomy. *Thorac Cardiovasc Surg* 2002;50:123-4.
61. Fraipnt V, Lambermont B, Ghaye B, et al. Unusual complication after percutaneous dilatational tracheostomy: Pneumoperitoneum with abdominal compartment syndrome. *Intensive Care Med* 1999;25:1334-5.
62. Freeman BD, Isabella K, Lin N, Buchman TG. A meta-analysis of prospective trials comparing percutaneous and surgical tracheostomy in critically ill patients. *Chest* 2000;118:1412-8.
63. Bowen CPR, Whitney LR, Truwit JD, Durbin CG, Moore MM. Comparison of safety and cost of percutaneous and surgical tracheostomy. *The American Surgeon* 2001;67:54-60.
64. Freeman BD, Isabella K, Cobb P, et al. A prospective randomized study comparing percutaneous with surgical tracheostomy in critically ill patients. *Crit Care Med* 2001;29:926-30.
65. Grover A, Robbins J, Bendick P, Gibson M, Villalba M. Open versus percutaneous dilatational tracheostomy: Efficacy and cost analysis. *The American Surgeon* 2001;67:297-302.
66. Van Heurn LWE, Mastboom WBJ, Scheeren CIE, Brink PRG, Ramsay G. Comparative clinical trial of progressive dilatational and forceps dilatational tracheostomy. *Intensive Care Med* 2001;27:292-5.
67. Byhahn C, Wilke HJ, Lischke V, Rinne T, Westphal K. Bedside percutaneous tracheostomy: Clinical comparison of Griggs and Fantoni techniques. *World J Surg* 2001;25:296-301.
68. Cantais E, Kaiser E, Le-Goff Y, Palmier B. Percutaneous tracheostomy: Prospective comparison of the translaryngeal technique versus the forceps-dilatational technique in 100 critically ill adults. *Crit Care Med* 2002;30:825-9.
69. Westphal K, Byhahn C, Rinne T, Wilke HJ. Tracheostomy in cardiosurgical patients: Surgical tracheostomy versus Ciaglia and Fantoni methods. *Ann Thorac Surg* 1999;68:486-92.
70. Johnson JL, Cheatham ML, Sagraves SG, Block EFJ, Nelson LD. Percutaneous dilational tracheostomy: A comparison of single versus multiple-dilator techniques. *Crit Care Med* 2001;29:1251-4.
71. Byhahn C, Westphal K, Meininger D, Gürke B, Kessler P, Lischke V. Single-dilator percutaneous tracheostomy: A comparison of PercuTwist and Ciaglia Blue Rhino techniques. *Intensive Care Med* 2002; 28:1262-6.