



**T.C.
AKDENİZ ÜNİVERSİTESİ
TIP FAKÜLTESİ
ANESTEZİYOLOJİ VE REANİMASYON
ANABİLİM DALI**

**MORFOLOJİK YAPININ DİLATASYONEL
TRAKEOSTOMİ GİRİŞİM YERİ VE
KOMPLİKASYONLARINA ETKİSİNİN
ULTRASONOGRAFİ VE FİBEROPTİK
BRONKOSKOPİ İLE DEĞERLENDİRİLMESİ**

UZMANLIK TEZİ

Dr. Esin BULUT

Antalya, 2023



**T.C.
AKDENİZ ÜNİVERSİTESİ
TIP FAKÜLTESİ
ANESTEZİYOLOJİ VE REANİMASYON
ANABİLİM DALI**

**MORFOLOJİK YAPININ DİLATASYONEL
TRAKEOSTOMİ GİRİŞİM YERİ VE
KOMPLİKASYONLARINA ETKİSİNİN
ULTRASONOGRAFİ VE FİBEROPTİK
BRONKOSKOPİ İLE DEĞERLENDİRİLMESİ**

UZMANLIK TEZİ

Dr. Esin BULUT

Tez Danışmanı: Prof. Dr. Melike CENGİZ

“Kaynak gösterilerek tezimden yararlanılabilir”

Antalya, 2023

TEŞEKKÜR

Akdeniz Üniversitesi Tıp Fakültesi Anesteziyoloji ve Reanimasyon Anabilim Dalı'nda eğitim aldığım süreçte bilgi ve tecrübelerini aktaran tez danışmanım Prof. Dr. Melike CENGİZ'e, tezimin her aşamasında bilimsel desteğinin yanında manevi desteğini esirgemeyen çok değerli uzmanım Uzm. Dr. Ülkü ARSLAN YILDIZ'a

Anesteziyoloji ve Reanimasyon Anabilim Dalı Başkanı Prof. Dr. Ayşe Gülbin ARICI başta olmak üzere ihtisasım süresince sabır ve hoşgörüyle bilgi ve becerisini paylaştan tüm anabilim dalı öğretim üyesi hocalarımıza ve uzmanlarımıza,

Tez çalışmamın istatistiksel analizini planlayan ve yapan hocam Doç. Dr. Ali Sait KAVAKLI'ya,

Eğitimim boyunca beraber çalıştığım araştırma görevlisi arkadaşlarıma, Anesteziyoloji ve Reanimasyon Yoğun Bakım Ünitesi ve Algoloji Kliniğinde desteklerini esirgemeyen yan dal uzmanlarımıza,

Bize her zaman güler yüz ve sabırla yaklaşan anabilim dalı sekreterimiz Saime ÖZCAN'a

Tezimin hazırlanması sürecinde hoşgörüyle destek ve yardımcı olan yoğun bakım ünitelerinizde solunum fizyoterapisti olarak görev yapan Esra YILDIZ'a, Özlem ERTUĞRUL'a ve Seray OCAK'a, yoğun bakım ünitesi hemşirelerimize ve personellerimize,

Büyük emek ve fedakârlık göstererek bugünlere gelmemi sağlayan, sevgileriyle, sabırlarıyla ve destekleriyle maddi manevi her zaman yanımda olan canımdan çok sevdiğim aileme

En içten saygı, sevgi ve teşekkürlerimle...

İÇİNDEKİLER

İÇİNDEKİLER	ii
SİMGE VE KISALTMALAR DİZİNİ	iv
ŞEKİLLER DİZİNİ.....	v
TABLolar DİZİNİ	vi
1. GİRİŞ VE AMAÇ.....	1
2. GENEL BİLGİLER	4
2.1. Trakeostomi Tanımı ve Tarihçesi	4
2.2. Havayolu Anatomisi.....	5
2.2.1. Üst Havayolu Anatomisi.....	5
2.2.2. Alt Havayolu Anatomisi	12
2.3. Yoğun Bakımda Trakeostomi Endikasyonları ve Avantajları	15
2.4. Perkütan Trakeostomi Kontraendikasyonları.....	16
2.5. Perkütan Trakeostomi Komplikasyonları	18
2.6. Trakeostomili Hastada Fizyolojik Değişiklikler	21
2.7. Trakeostomi Zamanlaması	22
2.8. Perkütan Trakeostomi ile Cerrahi Trakeostominin Birbirlerine Göre Avantaj ve Dezavantajları.....	23
2.9. Perkütan Trakeostomi Uygulama Yöntemleri	24
2.9.1. Çoklu dilatasyon metodu (Ciaglia tekniği).....	25
2.9.2. Tek adım dilatasyon metodu (Ciaglia blue rhino)	26
2.9.3. Forseps dilatasyon metodu (Griggs)	26
2.9.4. Fantoni translaringeal metodu	27
2.9.5. Kontrollü rotasyon metodu (Percutwist).....	28
2.10. PDT ‘de Ultrasonografi Kullanımı.....	28
2.10.1. İşlem öncesi kullanım	28
2.10.2. İntraoperatif kullanım	29
2.10.3. Post-operatif kullanım.....	30
2.11. PDT’de Fleksible Bronkoskopi Kullanımı.....	30

2.12. Klinik Uygulamalarda Baş-Boyun Ve Havayolu Özelliklerinin Değerlendirilmesi.....	31
2.13. Yoğun Bakımda Perkütan Trakeostomi Uygulamamızın Basamakları	37
2.13.1. Hastanın hazırlanması , değerlendirilmesi ve pozisyonlandırılması ..	37
2.13.2. Anatomik pozisyonun tespit edilmesi.....	40
2.13.3. Lokal anestezi ve ekipmanın hazırlanması	40
2.13.4. İnsizyon ve diseksiyon.....	41
2.13.5. Trakeal ponksiyon.....	42
2.13.6. Trakeostomi kanülünün yerleştirilmesi	43
3. MATERYAL ve METOT.....	44
4. BULGULAR.....	50
5. TARTIŞMA	74
6. SONUÇ.....	84
7. ÖZET	85
8. ABSTRACT.....	88
9. KAYNAKLAR	91

SİMGE VE KISALTMALAR DİZİNİ

ASA	Amerikan Anestezistler Derneği
CT	Cerrahi Trakeostomi
EtCO₂	Ekspiryum Sonu Karbondioksit
ETT	Endotrakeal Tüp
FiO₂	İnspire Edilen Fraksiyone Oksijen
FOB	Fiberoptik Bronkoscopi
HBYS	Hastane Bilgi Yönetim Sistemi
HM	Hiyomental
IQR	Çeyrekler Arası Değerler
KK	Krikoid Kartilaj
KTM	Krikotroid Membran
NC	Boyun Çevresi
P/F	Parsiyel Arteriyel Oksijen Basıncının, İnspire Edilen Fraksiyone Oksijene Oranı
PCO₂	Parsiyel Karbondioksit Basıncı
PDT	Perkütan Dilatasyonel Trakeostomi
PEEP	Pozitif Ekspiryum Sonu Basıncı
PH	Hidrojen Potansiyeli
PO₂	Parsiyel Oksijen Basıncı
TM	Tiromental
TÖF	Trakeaözefageal Fistül
USG	Ultrasonografi
VKI	Vücut Kitle İndeksi
YBÜ	Yoğun Bakım Ünitesi

ŞEKİLLER DİZİNİ

Şekil 2- 1 Farenks anatomisi(8)	7
Şekil 2- 2 Larenks kıkırdak yerleşimi(18)	9
Şekil 2- 3 Ön Boyun Vasküler Yapısı (20)	11
Şekil 2- 4 Trakea Yerleşimi ve Açılanması (21).....	13
Şekil 2- 5 Ciaglia Çoklu Dilatasyon Kiti (66).....	26
Şekil 2- 6 Ciaglia Blue Rhino Yöntemi ile Açılan PDT (67)	26
Şekil 2- 7 Griggs Methodu (68)	27
Şekil 2- 8 Fantoni Translarengeal Trakeostomi Methodu (69).....	28
Şekil 2- 9 Lineer USG Probu ile Trakeanın Longitudinal Görünümü (8)	29
Şekil 2- 10 Lineer USG Probu ile Trakeanın Transvers Görünümü (8)	29
Şekil 2-11 USG ile Anatomik Ölçümler A. Trakea-Cilt arası derinlik ve trakea çap ölçümü B. Trakeal halkalar ve anatomik landmark seviyesi halka aralığının belirlenmesi (KK: Krikoid Kıkırdak, Troid K.: Troid Kıkırdak).....	38
Şekil 2- 12 PDT Öncesi Hazırlık	39
Şekil 2- 13 Klavikula Başlarından Geçen Anatomik İşaret	40
Şekil 2-14 PDT Seti ve Forceps Dilatör	41
Şekil 2-15 Cilt Kesisi ve Mini Diseksiyon.....	41
Şekil 2- 16 PDT Prosedür Basamakları ve Bronkoskopi Görüntüleri	42
Şekil 2- 17 Trakeostomi Kanülünün Yerleştirilmesi	43
Şekil 3-1 Cilt Seviyesinde Dilatörde Bistüri ile Oluşturulan Derinlik İşareti.....	45
Şekil 3- 2 İzlem Formu Örneği Ön sayfa	47
Şekil 3- 3 İzlem Formu Örneği Arka Sayfa	48
Şekil 4- 1 Ultrason ve fiberoptik bronkoskop ile tespit edilen seviyeler arasındaki tutarlılık.....	55
Şekil 4-2 FOB ve USG ile tespit edilen seviyeler için ROC eğrilerinin karşılaştırılması	57
Şekil 4-3 FOB ile tespit edilen seviyeler (trakeal aralık) ile anatomik ölçümler arasında lineer regresyon analizi.....	59
Şekil 4-4 USG ve FOB ile tespit edilen seviyeler için Bland-Altman analizi	60
Şekil 4- 5 Trakea Ponksiyon Deviasyon Durumu.....	66
Şekil 4- 6 Kıkırdak Fraktörü	71

TABLÖLAR DİZİNİ

Tablo 2- 1 Perkütan Trakeostomi Kontraendikasyonları	17
Tablo 2- 2 Perkütan Trakeostomi Komplikasyonları	18
Tablo 2- 3 Zor Havayolu Değerlendirme	32
Tablo 2- 4 Basitleştirilmiş Havayolu Risk Endeksi (SARI) veya El-Ganzouri Risk Endeksi (EGRI)	34
Tablo 2- 5 Arne Risk İndeksi	35
Tablo 4-1 Demografik veriler ve klinik özellikler (Veriler ortalama±standart sapma veya n(%) olarak sunulmuştur)	52
Tablo 4- 2 Boyun anatomisi ve trakeostomi ile ilişkili değişkenler.....	53
Tablo 4- 3 Ultrasonografi ve fiberoptik bronkoskopi ile tespit edilen seviyelerin tutarlı olup olmama durumuna göre değişkenlerin karşılaştırılması.....	56
Tablo 4- 4 PDT açılan trakeal aralık - Morfolojik ölçümlere göre regresyon formülleri.....	58
Tablo 4- 5 Zor Entübasyon Kriterlerine Göre Hasta Gruplarının morfolojik özellikleri, anatomik ölçümleri ve komplikasyonları (Veriler ortalama±standart sapma veya n(%) olarak sunulmuştur)	61
Tablo 4- 6 Trakeal Halka Aralığı (Seviye) ile Anatomik Ölçümlerin Ortalamaları	64
Tablo 4- 7 Trakeal Halka Aralığına (Seviye) göre Komplikasyon Sıklığı	64
Tablo 4- 8 Trakeal ponksiyon yerine göre ponksiyon sayısı dağılımı ve .PDT işlem süresi ortalamaları	65
Tablo 4- 9 Trakeal ponksiyon sayısına göre trakeal ponksiyon yeri, intraoperatif ve postoperatif komplikasyon sayılarının dağılımı	65
Tablo 4- 10 Trakeal deviasyona eşlik eden obezite durumunun morfolojik bulgular ve PDT prosedürü açısından değerlendirilmesi (Veriler ortalama±standart sapma olarak verilmiştir).....	67
Tablo 4- 11 Trakea deviasyonu ve ponksiyon deviasyonu durumu ile anatomik ölçümler, USG ölçümleri, süre, ponksiyon sayısı ve trakeostomi açılan seviye ..	68
Tablo 4- 12 Kangazı Analizleri.....	69
Tablo 4- 13 Komplikasyonlar	70
Tablo 4- 14 Morfolojik yapının kırıldak fraktürü ve diğer komplikasyonlara etkisi	71
Tablo 4- 15 Trakea deviasyonu ve ponksiyon deviasyonu durumunun komplikasyonlar ile ilişkisi	73

1. GİRİŞ VE AMAÇ

Trakeostomi terimi trakeada bir açıklık oluşturmak ve açıklığın kenarlarının boyun derisine sabitlenmesi işlemi için kullanılır. Perkütan, deri yoluyla anlamına gelir. Perkütan trakeostomi hava yolu açıklığını sağlamak ve hastayı ventile edebilmek için yatak başı yapılan bir işlemdir. Uzun süreli mekanik ventilasyon ihtiyacı, kritik hastalarda trakeostominin en yaygın sebebidir. Üst solunum yolu tıkanıklığını gidermek, uzamış translaringeal entübasyon nedeniyle laringeal ve üst solunum yolu hasarını önlemek, aspirasyon ve sekresyonun giderilmesi için alt hava yoluna kolay veya sık erişim sağlamak diğer kullanım amaçlarıdır.

Perkütan trakeostominin kökeni kesin değildir. Çoklu dilatasyon metodu (Ciaglia tekniği), Tek adım dilatasyon metodu (Ciaglia blue rhino), Forceps dilatasyon metodu (Griggs), Fantoni translaringeal metodu ve Kontrollü rotasyon metodu (Percutwist) yıllar içinde tanımlanan tekniklerdir. Bu tekniklerin her birinin avantaj ve dezavantajları bulunmaktadır.

Perkütan dilatasyonel trakeostomi (PDT) işlemi sırasında operatörün kararı ve deneyimine uygun olarak proksimalden distale doğru troid prominens ve krikoid kıkırdak palpasyonu sonrası trakeal halkalar sayılarak ya da her iki klavikula kemiğinin sternal taraf superior uçlarını birleştiren hayali çizgi anatomik işaretleyici olarak kullanılarak trakeostomi açılacak seviye tespit edilir. Morbid obezite, kısa-kalın boyun, minimum boyun ekstansiyonu veya trakeanın orta hatta olmadığı hastalarda palpasyon ile trakeal halkalar sayılamayabilir. Yardımcı görüntüleme tekniği mevcut ise seviye belirleme aşamasında ultrasonografi (USG) ve fiber optik bronkoskoptan (FOB) faydalanılabilir. Yapılmış çalışmalarda girişim yeri genellikle 2 ile 4. kıkırdak aralıkları olarak bildirilmiştir. Krikoid seviyesindeki subglottik boşluk hava yolunun en dar kısmıdır. Subglottik alan vokal kordların alt kenarından krikoid kıkırdağın alt kenarına kadar uzanır. 1. trakeal aralıktan açılan trakeostomiler bu alana yakınlığı sebebi ile daha çok trakeal stenoza yol açacağına inanıldığı için tercih edilmemektedir. Ancak literatür incelendiğinde; stenoz gelişimi, trakeostomi açılan seviyeden çok işlem

sırasında kırıldak fraktürünün granülasyon dokusu oluşumuna sebep olmasına ve kaf basıncına bağlanmıştır (1). Trakeoinnominate arter fistülü, trakeostomi sonrası nadir görülen (<%1) ancak ölümcül bir komplikasyondur (2). İnnominate arter trakeayı 9. halka seviyesinden çaprazlar. Trakeoinnominate arter fistülü, trakeostomi tüpünün birinci ve ikinci veya ikinci ve üçüncü trakeal halkalar arasına yerleştirilmesiyle önlenabilir (3). Kanama, hava yolu kaybı, hipoksi, pnömotoraks, yanlış pasaj, pnömomediastinum, posterior trakeal duvar yaralanması, özefagus yaralanması, cilt altı amfizem, artmış kafa içi basınç, trakeal halka kırılması, atelektazi, trakeostomi kanül tıkanıklığı, enfeksiyon, plansız dekanülasyon, trakeaözofageal fistül (TÖF) trakeostomi işleminin diğer komplikasyonlarıdır. Trakeostomi işlemi öncesinde ve işlem süresince USG ve FOB gibi görüntüleme yöntemlerinin kullanılması kanama, hava yolu kaybı, yanlış pasaj, pnömotoraks, pnömomediastinum, posterior duvar yaralanması gibi komplikasyonların önlenmesinde etkili olacaktır.

PDT uygulaması yapılan merkezlerin tümünde doppler USG ya da FOB kullanılması donanım ve/veya kullanıcı deneyimi eksikliği nedeni ile mümkün olamayabilir. Bu durumda yalnızca anatomik işaretlerin yönlendirmesine dayalı olarak girişim yapılmaktadır. Literatür incelendiğinde anatomik belirteç, USG, FOB kullanımı ile trakeostomi açılmasını işlem güvenliği, süresi ya da gelişen komplikasyonlar açılarından karşılaştıran çalışmalar olduğu görülmüş ancak boynun morfolojik yapısının kılavuz telin trakeaya giriş seviyesi ve ilişkili komplikasyonlara etkisine dair veri bulunamamıştır. Yapılmış çalışmalarda girişim yeri genellikle 2 ile 4. kırıldak aralıkları olarak bildirilmiş ancak bu seviyenin belirlenmesinde etkili olan faktörler, trakeal halkaların PDT işlemlerinde kullanım sıklığı ya da girişim yeri ile ilişkili komplikasyonlar üzerinde durulmamıştır. PDT açılması öncesi girişim bölgesinin doppler USG ile değerlendirilmesi komplikasyonların engellenmesi açısından önerilmektedir. İşlem esnasında FOB kullanılmasının olası yanlış uygulama ve komplikasyonları önleyebileceği ancak aynı zamanda işlem süresinin uzaması, hipoksemi, trakeal travma, kanama gibi riskler de taşıdığı bilinmektedir.

Kliniğimizde PDT açılma kararı sorumlu öğretim üyesi tarafından uzayan mekanik ventilasyon süresi ve hastanın klinik durumu değerlendirilerek

verilmektedir. İşleme başlamadan önce hastaların anatomik belirteç olarak kabul edilen her iki klavikula kemiğinin sternal taraf superior uçlarını birleştiren hayali çizgi seviyesinde trakeostomi açılacak alan belirlenmekte, anatomik belirteçler esas alınarak ölçümler yapılmakta ve USG ile görüntülenerek çevre damarsal yapılar incelenmektedir. Bu çalışmanın birincil amacı, kılavuz tel giriş yerinin anatomik işaretlere göre belirlenmesini takiben FOB ve USG görüntülemesi eşliğinde forseps dilatasyon yöntemi ile açılan PDT’de bireylerin morfolojik yapısının girişim yeri ve komplikasyonlar üzerine etkisini değerlendirmektir. Ayrıca ikincil amacımız farklı morfolojik özelliklere sahip hastalarda optimum trakeostomi açılma seviyelerini ve seviyelerin komplikasyonlar ile ilişkisi belirlemektir.

2. GENEL BİLGİLER

2.1.Trakeostomi Tanımı ve Tarihçesi

Trakeotomi terimi, hava yolunu güvence altına almak için anterior trakeal duvarda bir açıklığın oluşturulmasını ifade etmek için kullanılır. Bu prosedür genellikle geçicidir ve hasta ilerleyen süreçte engelsiz bir üst hava yolundan spontan solunum eforu ile yeterli ventilasyonu sağlayabilirse trakeal açıklık kapatılabilir. Trakeostomi terimi ise trakeada bir açıklık oluşturmak ve açıklığın kenarlarının boyun derisine sabitlenmesini belirtmek için kullanılır. Bu prosedür kesin olmamakla birlikte çoğu zaman kalıcıdır. Terimlerin etimolojisi açıktır ancak kelimelerin uzun yıllar boyunca yaygın olarak birbirinin yerine kullanılmış olması, eşanlamlı oldukları algısını yaratmıştır (4). Trakeotomi açılması işlemi açık ve perkütan olarak iki şekilde uygulanabilir. Açık cerrahi prosedür cerrahlar tarafından ameliyathane şartlarında yapılır ve trakeostomi niteliği taşır. 'Perkütan', deri yoluyla anlamına gelir. Perkütan yöntem hava yolu açıklığını sağlamak ve hastayı ventile edebilmek için yatak başı yapılan bir işlemdir ve aslında tanım olarak trakeotomi olarak isimlendirilmelidir. Ancak yayınlar incelendiğinde 'perkütan trakeostomi' teriminin 'perkütan trakeotomi' ye nispetle daha sık kullanıldığı görülmektedir. Bu nedenle çalışmamızda uygulamış olduğumuz işlem perkütan trakeostomi olarak anılacaktır.

Trakeostomi uygulamaları tıp literatüründe ilkel dönemlerden modern çağa kadar defalarca ve iyi bir şekilde belgelenmiştir. Mısır'da 5000 yıl önce trakeostomi yapıldığına dair anlamlı kanıtlar mevcuttur ve bu bilgi Mısır hiyerogliflerinde de yer almaktadır (4).

Modern tıp tarihinde, 1600-1800 tarihleri arasında literatürde 50'den az, 1800 – 1891 yılları arasında ise 23941 trakeostomi vakası bildirilmiştir. Bahsedilen tarihlerde trakeostominin en sık endikasyonu, enfeksiyonlara sekonder gelişmiş üst solunum yolu obstrüksiyonu olup, boğmaca bu enfeksiyonlardan en sık karşılaşılandır. Poliomyelitte eşlik eden bulbar palsi uzun süreli ventilasyon desteği gerektirmesi nedeniyle salgın sırasında trakeostomi uygulamalarını

yaygınlaştırmış ve bu yıllardan itibaren trakeostominin farklı patolojiler sonucu solunum yetersizliği gelişmiş hastalarda kullanımı artmıştır (5).

Doktor Jackson, uzun bir insizyon, geniş saha, troid isthmusun bölünmesi, birinci ve ikinci trakeal halkalardan kaçınılması önerileriyle 1909 yılında trakeostomiye cerrahi bir yaklaşım getirerek standart, sistematik trakeostomi metodunu tanımlamıştır (6).

Modern tıp uygulamasında yaygın kullanılan yatak başı trakeostominin temeli, 1957'de Sheldon ve Pudenz tarafından perkütan trakeostomi yerleşimi için Seldinger yönteminin tanımlanmasına dayanır. Ancak, 1985 yılında Ciaglia tarafından perkütan dilatasyon yönteminin tanıtılmasına kadar prosedür popüler hale gelmemiştir (7).

2.2.Havayolu Anatomisi

"Havayolu" sadece pasif bir hava kanalı değildir, insan vücudunda dinamik ve önemli bir fizyolojik role hizmet eder. Burundan başlayıp bronşiollerde biten hava geçişi, nemlendirilmiş ve filtrelenmiş havanın alveollere transportu için gereklidir. Hava yolu yapılarının anlaşılması, hava yolunun oluşturulması ve sürdürülmesi için çok önemlidir. Anatomik tanımlama amacıyla havayolu, burundan glottis veya torasik girişe uzanan üst solunum yolu ve trakea, bronşlar ve bronşların alt bölümlerini içeren alt solunum yolu olarak ikiye ayrılır (8).

2.2.1.Üst Havayolu Anatomisi

Burun

Yetişkin insanda, iki nazal fossa burun deliklerinden nazofarenkse 10-14 cm uzanır. Orta hatta septum ile iki nazal kaviteye ayrılmış piramidal bir yapıdır (9). Her bir nazal fossa kıvrımlıdır ve solunan havayı ısıtmak ve nemlendirmek için her iki tarafta yaklaşık 60 cm²' lik bir yüzey alanı sağlar (10). Nazal fossa; alt, orta ve üst konka kemikleri (konka) tarafından alt, orta ve üst meatuslara

ayrılır. Alt konka genellikle burun içinden geçebilecek nazotrakeal tüpün çapını sınırlar ve nazotrakeal entübasyon sırasında tekrarlayan ya da zorlayıcı girişimler sonucu yan duvarda hasar meydana gelebilir. Nazal kavitenin arteriyel beslenmesi esas olarak oftalmik arterin etmoid dallarından, maksiller arterin sfenopalatin ve greater palatin dallarından, fasial arterin superior labial ve lateral nazal dallarından sağlanır. Kiesselbach pleksusu olarak bilinen bu kan damarlarının birleşimi, nazal septumun ön-alt kısmındaki Little bölgesinde yer alır. Bu, klinik olarak anlamlı epistaksislerin yaygın bir kaynağıdır. Paranasal sinüsler (sfenoid, etmoid, maksiller ve frontal) ostia adı verilen açıklıklardan burnun yan duvarına boşalır. Uzamış nazotrakeal entübasyon, ostianın tıkanması ve drenaj olmaması nedeniyle maksiller sinüsün enfeksiyonuna yol açabilir (8).

Ağız

Nazal pasajların nispeten küçük boyutlu olması ve travma riski nedeniyle havayolu gereçleri için genellikle ağız tercih edilir. Ağız boşluğu, orofarenkse açılır ve inferiorda dil, superiorda sert ve yumuşak damakla sınırlıdır. Maksilla ve palatin kemiğinin bölümleri tarafından oluşturulan sert damak, ağız çatısının anterior üçte ikisini oluşturur; yumuşak damak (velum palatinum) ağız çatısının posterior üçte birini oluşturur (11).

Farenks

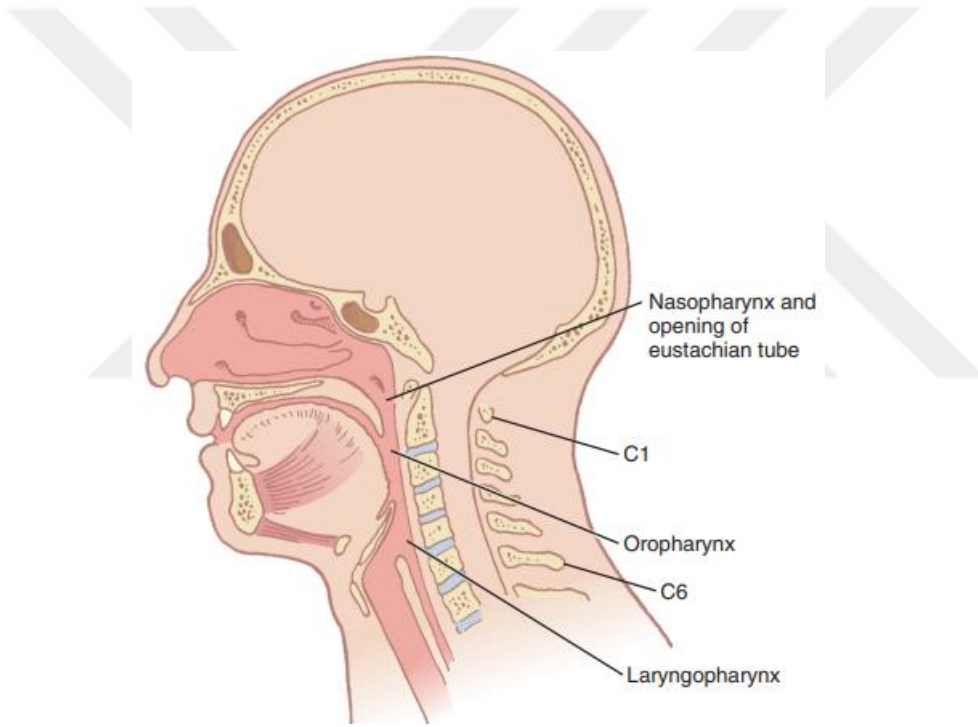
Farenks, kafatası tabanından, önde krikoid kıkırdak seviyesine ve arkada altıncı servikal vertebranın alt sınırına kadar 12-15 cm arasında uzanan gıda ve solunum gazları için ortak bir yol sağlayan kastan oluşan bir yapıdır (Şekil 2-1) (11, 12). Nazofarenks, orofarenks ve hipofarenks olarak üçe ayrılabilir.

Temel olarak solunum fonksiyonuna hizmet eden nazofarenks, konkaların ve nazal septumun sonlanmasının arkasında yer alır ve anatomik olarak yumuşak damağın üst tarafındaki bölge olarak tanımlanır. Posteriora uzanan hayali bir düzlemle orofarenksten ayrılır (8, 13).

Orofarenks birincil olarak sindirim işlevine sahiptir, yumuşak damağın altından başlar ve epiglotun üst kenarına kadar uzanır. Lateral duvarlar, sırasıyla anterior ve posterior bademcikler (tonsiller) olarak da adlandırılan palatoglossal

ve palatofarengial kıvrımları içerir; bu kıvrımlar, hipertrofiye olarak havayolu obstrüksiyonuna neden olabilen palatin tonsilleri içerir (11, 13).

Laringofarenks (hipofarenks), dördüncü ve altıncı servikal omurlar arasında uzanır, epiglot seviyesinde başlar ve krikoid kıkırdak seviyesinde biter; bu seviyeden sonra özefagus olarak devam eder. Larenks, hipofarenkse doğru protrüzyon yapar ve her iki tarafta iki piriform girinti oluşturur (8, 11). Hipofarenks bölgesindeki patolojiler trakeostomi açılmasına neden olabileceği gibi, trakeostomi işlemine bağlı gelişmiş olan komplikasyonlar da bu bölgede yer alan anatomik yapılarda yapısal ve fonksiyonel malformasyonlara yol açabilir.



Şekil 2- 1 Farenks anatomisi(8)

Larenks

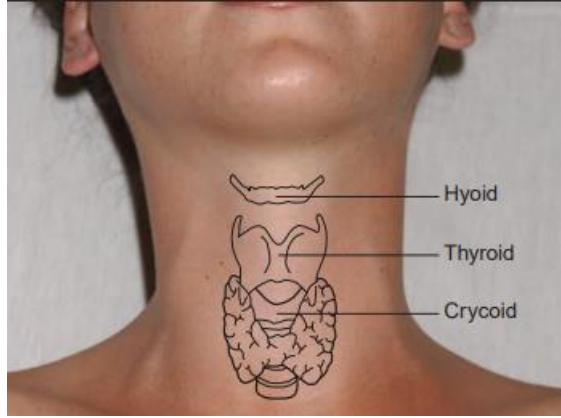
Larenks, trakeaya giriş görevi gören; fonasyon ve havayolunun korunması dahil olmak üzere, çeşitli işlevleri yerine getiren karmaşık bir kıkırdak, kas ve bağ yapısıdır (11). Erişkin larenks uzunluğu, enine çapı ve sagittal çapı erkekte sırasıyla 44, 36 ve 43 mm ve dişide sırasıyla 41, 36 ve 26 mm'dir (8).

Hyoid kemik, solunum ve ses hareketi sırasında larenksi asar. Eşsiz bir U şekline sahip olan kemik, adını upsilon harfi şeklinde anlamına gelen Yunanca hyoeides kelimesinden alır. 2.5 cm genişliğinde ve 1 cm kalınlığında bir gövdeye ve büyük ve küçük boynuzlara (cornua) sahiptir. Hyoid diğer kemiklerle eklem yapmaz. Stilohiyoid bağ ile temporal kemiklerin stiloid proseslerine ve tirohiyoid membran ve kas ile tiroid kıkırdağa bağlanır (14, 15).

Larenksin kıkırdak yapısı dokuz ayrı kıkırdaktan oluşur: tiroid ve krikoid kıkırdaklar; çift aritenoid, kornikülat ve kuneiform kıkırdaklar; ve epiglot. Ligamentler, membranlar ve sinoviyal eklemlerle birbirine bağlanırlar (Şekil 2-2) (11). Ligamentler, mukoza zarlarıyla kaplandıklarında kıvrım olarak adlandırılır. Tiroid, krikoid ve aritenoid kıkırdaklar hyalin kıkırdaktan oluşurken diğer kıkırdaklar elastik kıkırdaktır. Hyalin kıkırdak yetişkinde 25 yaş civarında kemikleşme eğilimi gösterir ve 65 yaşında tamamen kemiğe dönüşür; bu süreç erkeklerde kadınlara göre daha erken gerçekleşir (8).

Larenksin kıkırdak yapısı içerisinde tiroid kıkırdak en büyüğüdür ve larenkste ki yumuşak dokuların çoğunu destekler. Superior tiroid çentiği ve ilişkili laringeal çıkıntı boyunun anteriorundan fark edilir ve perkütan havayolu teknikleri ve laringeal sinir blokları için önemli işaret noktalarıdır (11).

Altıncı servikal vertebra seviyesindeki krikoid kıkırdak, larenksin inferior sınırındadır ve krikotiroid membran (KTM) ile anteriorda tiroid kıkırdağa bağlıdır. Havayolundaki tek tam kıkırdak halkadır. Bu nedenle, pasif regürjitasyonu önlemek amacıyla özofagusu tıkamak için krikoid kıkırdak üzerine dikkatli bir bası hava yolu tıkanıklığı olmadan mümkündür (16). KTM, perkütan veya cerrahi krikotiroidotomi ile hava yoluna erişim sağlayan önemli, tanımlanabilir bir dönüm noktasını temsil eder (17). Aynı zamanda, trakeostomi uygulamalarında cerrahi ya da perkütan girişimin yapılacağı seviyenin belirlenmesinde en önemli belirteç noktalardan birisidir.



Şekil 2- 2 Larenks kıkırdak yerleşimi(18)

Aritenoid kıkırdaklar posterior krikoid ile eklemlenir ve vokal kordların posteriordaki bağlantısıdır. Aritenoid tabanın lateral uzantısından intrinsik laringeal kaslar, lateral ve posterior krikoaritenoidler kaynaklanır. Aritenoid tabanın medial uzantısında vokal kordlar yer alır (8).

Epiglottis birçok otorite tarafından körelmiş olarak kabul edilir. Esas olarak fibroelastik kıkırdaktan oluşan epiglot kemikleşmez ve yaşam boyunca bir miktar esnekliğini korur. Yaprak şeklindedir ve larenks ile ağız tabanı arasında bulunur (8). Direkt laringoskopi sırasında olduğu gibi farenksten bakıldığında larenks, laringeal girişin anterior sınırı olarak görev yapan bir kartilajenöz flep olan epiglot ile başlar. Her ne kadar trakeal aspirasyonu önlemek için başlıca bir rolü olmasa da, yutma eylemi sırasında yiyecekleri larenksten uzaklaştırma işlevi görür. Epiglotun anterior yüzeyi, hiyoepiglottik ligament tarafından hyoid kemiğin üst sınırına bağlanır. Laringeal giriş; lateral olarak ariepiglottik katlantılar, posteriorda ise kornikülat kıkırdaklar ve interaritenoid çentik ile sınırlandırılır. Laringeal girişin inferiorunda, krikoid kıkırdağın alt sınırına kadar olan boşluk laringeal kavitedir. Ventriküler kıvrımlar (vestibüler kıvrımlar veya yalancı vokal kordlar olarak da adlandırılır) laringeal kavite içindeki en superior yapıdır. Bunların altında, posteriorda aritenoidlere ve anteriorda tiroid kıkırdağa bağlanan ve anterior komissürü oluşturmak üzere birleştikleri yerde gerçek vokal kordlar bulunur. Vokal kordların arasındaki boşluğa glottis denir; larenks kavitesinin glottisin üzerindeki kısmı vestibül olarak bilinir ve vokal kordların inferiorundaki kısım subglottis olarak bilinir (11) .

Larenks kasları

Larenksin karmaşık ve hassas işlevleri, küçük bir kas grubu tarafından gerçekleştirilir. Bu kaslar ekstrinsik ve intrinsek gruplara ayrılabilir. Ekstrinsik grup, larenksi hyoid kemik gibi anatomik komşularıyla birleştirir ve larenksin konumunu ve hareketini değiştirir. Bu kaslar; stylohyoid, geniohyoid, mylohyoid, thyrohyoid, digastrik, stylohyoid, omohyoid, sternohyoid, thyrohyoid ve sternohyoid kasları içerir. İntrinsik grup, larenks kıkırdaklarının birbirine karşı hareketini kolaylaştırır ve glottik hareketi doğrudan etkiler (18). İntrinsik kas sisteminin işlevi üç yönlüdür: 1- yutma sırasında kordları ve laringeal girişi kapatmak, 2- inspirasyon sırasında ses tellerini açmak ve 3- fonasyon sırasında kordların gerilimini değiştirmek. Bu kaslar; oblik aritenoid, transvers aritenoid, ariepiglottik, tiroepiglottik, posterior krikoaritenoid, lateral krikoaritenoid, tiroaritenoid, vokalis ve krikotiroid kasları içerir (19).

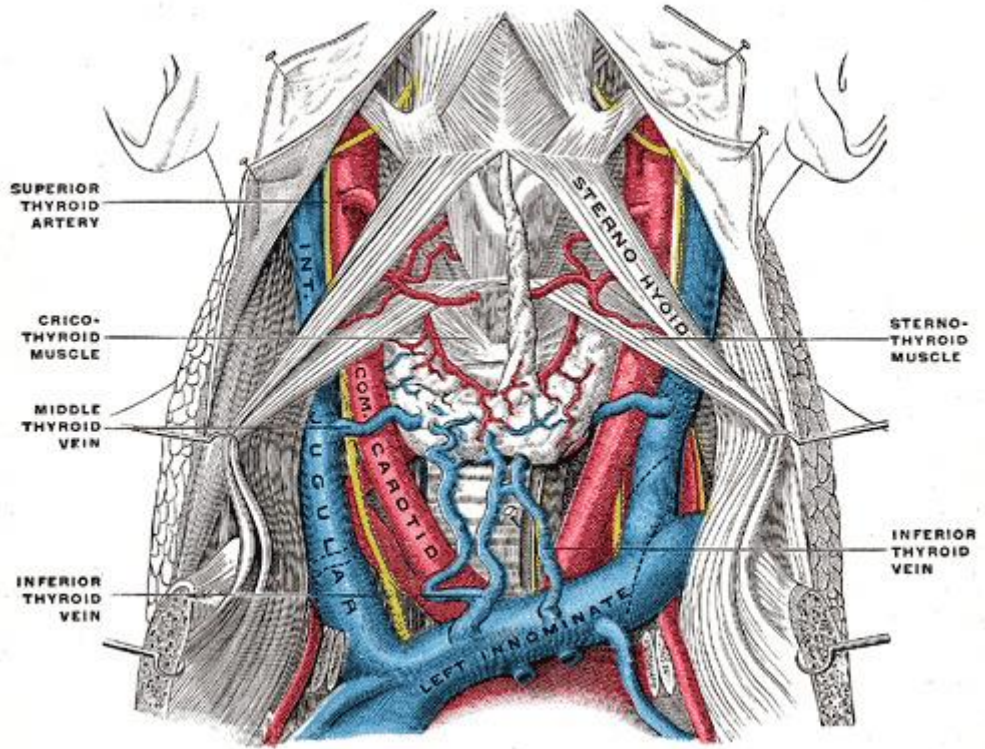
Larenksin Vasküler ve Lenfatik Yapıları

Larenksin vasküler beslenmesi superior ve inferior tiroid arterlerinden sağlanır. Eksternal karotid arter superior tiroid arteri oluşturur. Subklavian arterin anterosuperior yüzeyinden çıkan tiroservikal arter, inferior tiroid arteri ve diğer iki dalı oluşturur.

Larenksin venöz drenajı inferior, orta ve superior tiroid damarları yoluyla olur. Alt tiroid damarları subklavian veya sol brakiosefalik ven yoluyla devam eder. Orta ve üst tiroid damarları, internal juguler vene boşalır (Şekil 2-3).

Trakeostomi işlemi sırasında kanama komplikasyonları genellikle tiroid gland, tiroid venler, anterior juguler venler ve arterlerden kaynaklanmaktadır

Larenksin lenfatik drenajı medialde derin servikal ve paratrakeal nodlar yoluyla, medialde pretrakeal ve prelaringeal nodlar aracılığıyla gerçekleştirilir (19).



Şekil 2- 3 Ön Boyun Vasküler Yapısı (20)

Larenksin İnervasyonu

Rekürrent laringeal sinirler ve superior laringeal sinirlerin iç ve dış dalları, larenksin ana sinirleri olarak işlev görür. Superior laringeal sinirin dış dalı, krikotiroid kasın motor innervasyonunu sağlarken, diğer tüm laringeal kaslar rekürrent laringeal sinir tarafından kontrol edilir. İnternal laringeal sinir hemen hemen dil tabanının posterior yönü, epiglottis yüzeyleri, ariepiglottik kıvrım ve larenksin arkasındaki mukoza zarı için duyu innervasyon sağlayan bir dizi duyu dalına ayrılır. Superior laringeal ve rekürrent laringeal sinirler, vagus sinirinin dallarıdır. Larenkse giden parasempatik lifler, laringeal sinirler boyunca ilerler ve superior servikal gangliyondan gelen sempatik lifler, kan damarlarıyla larenkse gider (8, 19). PDT açılması sırasında da cerrahi yöntemlere göre daha nadir olsa da laringeal sinir yaralanmaları gözlemlenebilir.

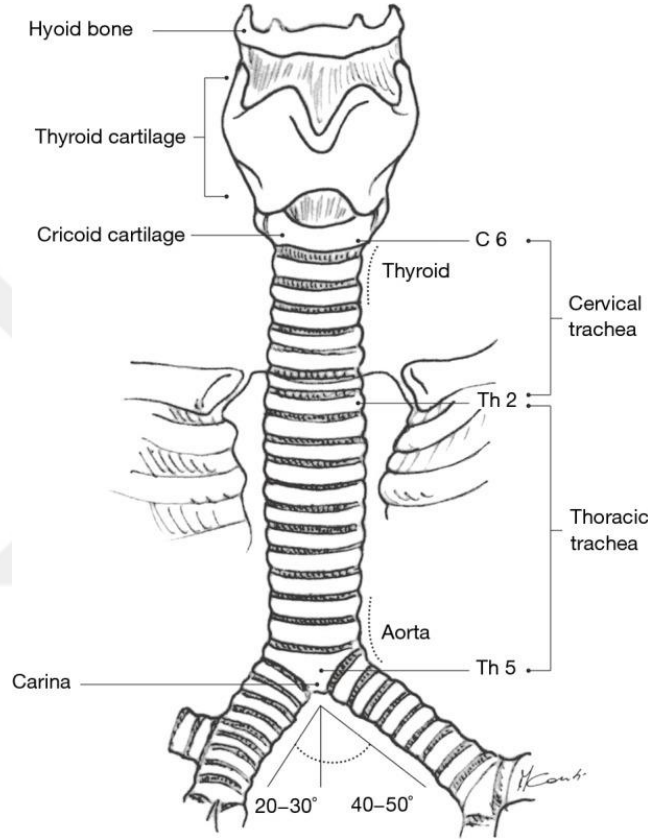
2.2.2.Alt Havayolu Anatomisi

Trakea ve Bronşlar

Trakea, havalandırma ve trakeal, bronşiyal sekresyonların temizlenmesi için bir kanal görevi görür. Trakea, tipik olarak krikoid kıkırdagın hemen altındaki C6 seviyesinden başlar ve T4-T5 seviyesindeki karinaya kadar uzanır; bu uzunluk erişkinde 10- 20 cm'dir. (Şekil 2-4) Trakeanın çapı dinamiktir ve solunumun evresine göre değişir. İnspirasyon sırasında trakea yuvarlak veya oval şekillidir, ekspirasyonla birlikte arka duvar düzleşir ve arka fibromüsküler duvarın esnekliği nedeniyle öne doğru eğilebilir. Erkeklerde nefes alma sırasında trakea koronalde 13-25 mm, kadınlarda nefes alma sırasında trakeanın koronal çapı 10-21 mm'dir (21). Trakea açıklığı posteriora bakan ve fibroelastik doku ile birleşen 16 ile 20 adet C şekilli kıkırdak halkadan oluşur, ilk ve son halkalar diğerlerinden daha geniştir. Krikoid kıkırdak trakeanın en dar kısmıdır ve ortalama çapı erkeklerde 17 mm, kadınlarda 13 mm' dir. Trakealis kası trakeanın posterior duvarını oluşturur. Altıncı halkadan başlayarak, trakea intratorasik hale gelir. Son halkanın alt sınırları, beşinci torasik omur seviyesinde (Louis açısı, ikinci interkostal boşluk) karina oluşturmak üzere iki bronş arasında ikiye ayrılır ve içe doğru kıvrılır. Erişkinlerde sağ ana bronş, sol ana bronştan vertikal eksene daha yakın bir açıyla dallanır; bu yabancı cisimlerin ve endotrakeal tüplerin (ETT) sağ ana bronş lümenine girme olasılığının daha yüksek olmasına neden olur. Genel popülasyonda her 250 kişiden birinde, sağ üst lob bronşunun sağ tarafta trakeal karinanın üstünden açılan anatomik bir varyantı görülebilir (8, 11, 22).

Trakea, boyun ekstansiyonu sırasında vokal kordlar ile sternal çentik arasında uzar. Bu, ağız kenarına sabitlenen bir ETT' nin neden boyun ekstansiyonu ile trakeada ortalama 2 cm yükseldiğini açıklar (23). Trakeal tüpün ucu ses tellerine doğru hareket ederek yanlılıkla ekstübasyon ihtimalini artırır. Fleksiyon sırasında bir ETT, karinaya doğru yaklaşık 2 cm hareket eder ve orijinal tüp pozisyonuna ve fleksiyonun derecesine bağlı olarak ana bronşa girebilir; bu hem yetişkinlerde hem de çocuklarda görülür (24, 25). Sonuç olarak, ETT' nin yer

değiştirmesini saptamak için entübe hastalarda boyun hareket ettirildiğinde sürekli dikkatli olunmalıdır. Benzer şekilde, trakeostomi açılması öncesi hastanın başına verilecek ekstansiyon pozisyonunun derecesi trakeal halkaların çap ve yerini etkiler ve dolayısı ile girişim yeri ve ilişkili komplikasyonlarda belirleyici olabilir.



Şekil 2- 4 Trakea Yerleşimi ve Açılanması (26)

Erişkinlerde sağ ana bronş daha geniş ve kısadır ve sol ana bronşa göre daha dik bir açıyla çıkar. 3 yaşından küçük çocuklarda ise iki bronşun açılanmaları hemen hemen eşittir. Sağ ana bronş üç lobar bronşu, sol ana bronş ise iki lobar bronşu meydana getirir. Büyük ana bronşların çapı 7-12 mm' dir; her bir lobülün orta bronşlarını (4-7 mm çapında) ve küçük bronşları (0.8-4 mm çapında) besleyen 20 bronkopulmoner bölüme ayrılırlar. Bronşioller çapı 0.8 mm'den küçük olan ve duvarlarında kıkırdak bulunmayan bronşlardır. Trakeobronşiyal ağaç, alveollere ve alveollerden gaz akışını iletmeye yarar. Trakeobronşiyal hava

yolları, akciğer hacminin %1'ini kaplar, geri kalan %99' unu büyük damarlar ve akciğer parankimi oluşturur (8, 22).

Bronşiyoller terminal ve respiratuar olmak üzere iki tiptir. Terminal bronşiyoller herhangi bir alveol taşımaz, alveol taşıyan solunum bronşiyollerine açılırlar. Solunum bronşiyolleri alveolar kanallara, alveolar kanallar da alveolar keselere dallanır. Her alveol kesesi ortalama olarak 17 alveol içerir. Tahmin edilen 300 - 500 milyon alveol, ortalama bir yetişkinde gaz değişimi için muazzam bir membran yüzey alanı (50 - 100 m²) sağlar. Gaz değişimi esas olarak alveolokapiller membranın 0.4 µm' den daha ince bölümlerinde gerçekleşir (8, 22).

Akciğerler, pulmoner ve bronşiyal olmak üzere iki dolaşım ile beslenir. Bronşiyal dolaşım sol kalpten doğar ve trakeobronşiyal ağacın metabolik ihtiyaçlarını karşılar. Bronşiyal dolaşım, az miktarda kan akışı sağlar (yani kalp debisinin < %4' ü). Bronşiyal arterin dalları, bronş duvarını besler ve terminal bronşiyollere kadar hava yollarını takip eder. Bronşiyal damarlar seyirleri boyunca pulmoner arter dolaşımı ile anastomoz yapar ve alveolar kanala kadar devam eder. Bronşların venöz drenajı bronşiyal, azigos, hemiazigos ve interkostal venler yoluyla olur. İyatrojenik trakeal yaralanma, uzun süreli trakeal entübasyonun bir komplikasyonu olarak ortaya çıkabilir. ETT' nin kafi, kapiller arteriyel pleksus basıncından daha yüksek bir basınçta (tipik olarak 10 - 22 mm Hg) şişirildiğinde, doku iskemisine yol açarak darlık gelişimine neden olabilir. Trakeanın bu fibrotik daralması genellikle ikinci veya üçüncü torasik omur seviyesinde ve ekstübasyondan sonraki 3 - 6 hafta içinde ortaya çıkar (8, 22).

Diyafram, C3-C5 sinir köklerinden çıkan frenik sinirler tarafından innerve edilir. İnterkostal kaslar, ilgili torasik sinir kökleri tarafından innerve edilir. C5' in üzerindeki servikal kord yaralanmaları, hem frenik hem de interkostal sinirler etkilendiği için spontan ventilasyon ile uyumsuzdur. Vagus sinirleri, trakeobronşiyal ağaca duyu innervasyonu sağlar. Bronşiyal düz kas ve salgı bezlerinin hem sempatik hem de parasempatik otonomik innervasyonu mevcuttur (22).

Servikal Trakea Anatomisi

Trakeanın ekstratorasik veya servikal segmenti, trakeanın nispeten kısa bir kısmıdır ve yaklaşık olarak 2 - 4 cm'dir. Servikal trakeanın bir bölümü boyunda yüzeysel olarak bulunur ve yalnızca kısmen infrahyoid strap kasları tarafından kaplanır. Trakea kaudale doğru ilerlerken arkaya doğru ve sıklıkla aortik arkta orta hattın hemen sağına doğru yer değiştirir (21).

Trakea, boyun ile mediasten arasında seyrederken trakeostomi hazırlığı, uygulaması ve komplikasyonlarını doğrudan etkileyebilecek birçok anatomik yapıyla ilişkilidir. Trakeanın servikal kısmı derinden yüzeye doğru çeşitli yapılar tarafından anterior olarak kaplanmıştır. Bu yapılar sırasıyla; visseral servikal fasya, tiroid bezinin isthmusu (ikinci ve dördüncü trakeal kıkırdakların üzerinden trakeayı geçer), inferior tiroid arterleri, pretrakeal fasya, alt tiroid damarları, timus, pretrakeal lenf nodları, sternohyoid ve sternotiroid kaslarıdır. Özefagus, trakeanın servikal kısmının arkasında bulunur. Lateral komşulukları; altıncı trakeal kıkırdağa kadar aşağı doğru uzanan tiroid bezinin lobları, common karotis arter, alt tiroid arterleri ve dalları, alt laringeal arterler, rekürren laringeal sinir, paratrakeal servikal lenf düğümleridir.

2.3.Yoğun Bakımda Trakeostomi Endikasyonları ve Avantajları

Uzun süreli mekanik ventilasyon ihtiyacı, kritik hastalarda trakeostominin en yaygın sebebidir. Yoğun bakım ünitesi (YBÜ) içerisinde mekanik olarak ventile edilen hastaların %24' üne trakeostomi uygulaması yapıldığı bildirilmiştir (27).

Trakeostomi yoğun bakım hastalarında en yaygın cerrahi girişimdir (28). Buna rağmen, spesifik endikasyonları, ideal teknikleri ve optimal zamanlaması açılarından tartışmalar mevcuttur (29). Trakeostomi genellikle elektif bir işlemdir ve endikasyonları 4 başlık altında toplanabilir (30).

- Tümör, ameliyat, travma, yabancı cisim veya enfeksiyon nedeniyle üst solunum yolu tıkanıklığını gidermek

- Uzamış translaringeal entübasyon nedeniyle laringeal ve üst solunum yolu hasarını önlemek
- Aspirasyon ve sekresyonun giderilmesi için alt hava yoluna kolay veya sık erişim sağlamak
- Uzun süreli mekanik ventilasyon veya oksijenasyon desteğine ihtiyaç duyan bir hastada stabil bir hava yolu sağlamak

Trakeostominin endotrakeal entübasyona göre daha iyi hasta konforu, daha az sedasyon ihtiyacı, etkili iletişim, hava yolu temizliği kolaylığı, yutmanın daha iyi korunması nedeniyle daha erken oral beslenmeye olanak vermesi ve ağız bakımı gibi birçok faydası vardır. Ayrıca YBÜ'nde kalış süresini kısaltır ve ETT'e kıyasla solunum işini azaltarak fizyolojik fayda sağlar (30).

Bir tüp boyunca laminar gaz akışına karşı direnç, Poiseuille denklemi ($\text{viskozite} \times \text{uzunluk/yarıçap}^4$) ile temsil edilir. Trakeostomi tüplerinin uzunluğu ETT'lerden daha kısadır, dolayısıyla hava yolu direncini azaltır. Çeşitli trakeostomi tüpleri mevcuttur ve daha uzun eğrilik yarıçapına ve daha pürüzsüz iç yüzeye sahip olanlar daha düşük akış direnci ile ilişkilidir. Trakeostomi tüpü çapının büyük olması da solunum işini azaltır (7). Trakeostomi translaringeal entübasyon ile karşılaştırıldığında daha düşük ventilatör ilişkili pnömoni riski ve ve mortaliteye sahip olduğunu destekleyen çalışmalar olmakla birlikte henüz fikir birliğine varılamamıştır (30).

2.4.Perkütan Trakeostomi Kontraendikasyonları

Acil durumlarda açılan trakeostomi için kontraendikasyon söz konusu değildir. Ancak entübe edilmesi zor hastaların acil durumunda, krikotirotomi tercih edilen prosedür olarak kabul edilir.

Elektif olarak açılan perkütan trakeostomilerde kontraendikasyonlar mevcut olmakla birlikte uzlaşa sağlanamamıştır. Deneyimli bir operatör farklı nedenler ile risk oluşabilecek klinik durumlarda yardımcı teknikler kullanarak (FOB- USG) PDT yapabilir. PDT' ye başlamadan önce her an cerrahi yönteme

geçilme zarureti oluşabileceği göz önüne alınarak cerrahi ekip ile iletişim kurulmalıdır.

Ne önceki trakeostomi uygulaması ne de diğer boyun cerrahisi türleri kontraendikasyon değildir. Perkütan trakeostomi için mutlak kontraendikasyonlar arasında servikal instabilite, kontrolsüz koagülopati ve planlanan yerleştirme yerinde enfeksiyon yer alır (Tablo 2-1). Göreceli kontraendikasyonlar arasında zor anatomi (kısa boyun, morbid obezite, minimum boyun uzantısı veya trakeal sapma) ve apne dönemlerine dayanamama veya pozitif basınçlı ventilasyonun kaybıyla sonuçlanan ciddi solunum hastalığı yer alır (31).

Tablo 2- 1 Perkütan Trakeostomi Kontraendikasyonları

Kesin kontraendikasyonlar (27)	Göreceli kontraendikasyonlar (27)
1. 8 yaşından küçük hastalar 2. Boyun anatomisinde (patoloji, enfeksiyon) 3. Şiddetli-kontrol edilemeyen koagülopati 4. Stabil olmayan servikal omurga yaralanmaları 5. Operatör deneyimsizliği	1. Büyümüş tiroid bezleri 2. İnversiyon bölgesinde pulsatil damarların varlığı 3. Zor anatomi (kısa boyun, morbid obezite, sınırlı boyun uzantısı, lokal malignite, trakeal deviasyon) 4. Koagülopati 5. Yanıklara veya cerrahi yaralar 6. Yüksek PEEP (Pozitif End Ekspiratory Pressure) veya FiO₂ (Fraction Of Inspired Oxygen) gereksinimleri (FiO₂ >%70, PEEP >10 cm H₂O) 7. Servikal yaralanma veya trakeostomi öyküsü 8. İnnominate arter varlığı 9. Son 4 haftada servikal bölgeye radyoterapi 10. Kontrollü yerel enfeksiyon

2.5.Perkütan Trakeostomi Komplikasyonları

Trakeostomi yerleştirilmesinin en korkulan komplikasyonu hava yolunun kaybıdır. Elverişsiz anatomiye sahip hastalar (obezite, servikal omurga yaralanması, trakeomalazi) açıkça daha büyük bir risk altındadır. Yanlış bir pasaj oluşturulabilir, ancak bu bronkoskopi kullanımı ile önlenabilir. "Kör" teknikler deneyimli ekipler tarafından güvenli bir şekilde uygulanmış olsa da, bronkoskopinin rutin kullanımı prosedürü daha güvenli hale getirir (32).

Komplikasyonların kesin bir sınıflaması yoktur. Perioperatif ve postoperatif, minör ve majör komplikasyonlar olarak ayrılabilir. Ayrıca prosedür sırasında acil veya erken (işlemin 0-7. günü) ve geç (7. günden sonra) komplikasyonlar olarak sınıflanabilir (27, 33). Erken ve geç dönem komplikasyonlar Tablo 2-2’de listelenmiştir.

Tablo 2- 2 Perkütan Trakeostomi Komplikasyonları

PDT işlemi esnasında-Erken Dönem	Geç Dönem
1. Kanama	1. Subglottik stenoz
2. Hava yolu kaybı	2. Plansız dekanülasyon
3. Hipoksi	3. Trakeoinnominate arter kanaması
4. Pnömotoraks	4. Yer değiştirmiş trakeal kanül
5. Yanlış pasaj	5. Dekanülasyondan sonra gecikmiş iyileşme
6. Pnömomediastinum	6. TÖF
7. Posterior trakeal duvar yaralanması	7. Enfeksiyon
8. Özefagus yaralanması	8. Boyunda yara izi
9. Cilt altı amfizem	9. Yutma güçlüğü
10. Bronkoskopta iğne hasarı	10. Kalıcı ses değişiklikleri
11. Artmış kafa içi basınç	
12. Trakeal halka kırılması	
13. Atelektazi	
14. Trakeostomi kanül tıkanıklığı	

Kanama, trakeostominin en yaygın erken komplikasyonudur ve yapılan bir çalışmada başlıca ölüm nedeni olarak tespit edilmiştir (34). Kanülasyon sırasında küçük sızıntılar, lokal bası uygulanması, adrenalın veya traneksamik asit emdirilmiş gazlı bezlerle hafif tamponlama veya kapillerlerin bağlanması-koterizasyonu ile yönetilebilir.

Yapılan bir çalışmada solunum sekresyonları ve mukus tıkaçlarının, hastaların %57' sinde trakeostomi kanülü yerleştirildikten 72 saat sonrasında yapılan incelemede kısmi tıkanıklığa (>%25) sebep olduğu bildirilmiştir (35). Trakeal kanülün hematoma ve şişmiş posterior trakeal duvar ile tıkanması da mümkündür (36).

Pnömotoraks, pnömomediastinum ve/veya subkutanöz amfizem gelişimine, trakeostomi sırasında doku düzlemlerinin aşırı diseksiyonu, kanülün tıkanması, posterior trakeal duvar yaralanması, işlem sırasında bronkoskopi kullanımının sebep olduğu havayolu direnç artışını kompanse etmek için uygulanan çok yüksek basınçlarla ventilasyonun sebep olduğu barotravma, ve insizyon bölgesinden hava kaçağı neden olabilir (37, 38).

Trakeoinnominate arter fistülü, trakeostomi sonrası nadir görülen (<%1) ancak ölümcül bir komplikasyondur (2) ve trakeostomiden 3-4 hafta sonra ortaya çıkabilir. İnnominate arter trakeayı 9. halka seviyesinden çaprazlar. Trakeoinnominate arter fistülü riski, trakeostomi tüpünün arter yerleşimine yakın halkalardan yerleştirilmesi durumunda daha yüksektir. Ayrıca aşırı şişirilmiş kaf veya kanülün uç kısmı trakeal mukozada hasar ve nekroza sebep olarak fistüle yol açabilir (3).

1130 trakeostominin incelendiği retrospektif bir çalışmada, trakeostomi tüpünün yer değiştirmesi insidansı % 1.5 olarak bulunmuştur. Bir trakeostomi prosedürünün hemen ardından, stoma açıklığı olgunlaşmadan önce tüpün yer değiştirmesi ya da çıkması yaşamı tehdit edici olabilir. İstenmeyen dekanülasyon durumlarında trakeostomi kanülü yanlışlıkla paratrakeal olarak farklı bir yola yerleştirilebilir. Cilt trakea mesafesinin 2-4 cm' yi aştığı obez hastalarda, özellikle uzman ellerde değilse, risk daha yüksektir (37).

Trakeal stenoz, entübasyon veya trakeostomi tüpü yerleştirilmesi sonrası fibrozis veya granülasyon dokusu oluşumu nedeniyle trakeal lümenin daralmasıdır. Sadece % 3-12' si klinik olarak önemlidir ve ileri müdahale gerektirir. Kural olarak, lümen normalin < %50' si olduğunda semptomlar gelişir. Stomal stenoz, tüp yerleştirme travması, giriş yerindeki aşırı hareket veya bakteriyel enfeksiyon ve kondrit sonrası tetiklenen granülasyon dokusu oluşumundan kaynaklanır. Kaf stenozu, yüksek kaf basınçlarından kaynaklanan mukozal iskemik yaralanma ile ilişkilidir (3, 39). Trakeal dilatasyon palyatiftir, kesin tedavi trakeal rezeksiyon ve rekonstrüksiyon gerektirir (39).

TÖF çok nadirdir. Stoma oluşturulurken, entübasyon sırasında trakeal arka duvarın yaralanması veya aşırı kaf basınçları nedeniyle trakeostomi kafının posterior trakeal duvardan erozyona uğratması TÖF için potansiyel risk faktörleridir. TÖF beslenme tüpü gibi yemek borusunda yabancı cisim bulunan hastalarda daha sık ortaya çıkar. Hastanın kritik durumu düzeldikten sonra cerrahi onarım endikedir (40-42).

Trakeal sekresyonlar yarayı kolayca kontamine edebildiğinden, trakeostomi yerleştirildikten sonra herhangi bir zamanda stoma enfeksiyonu meydana gelebilir. Uzun süreli trakeostomide, adaptör kenarının sternuma bası uygulaması ve trakeostomi tüpü bakımının kötü olması durumu daha da kötüleştirebilir. 2006' da 1212 hastayı içeren 17 randomize kontrollü çalışmanın bir meta-analizi (43), yatak başı PDT' den sonra yara enfeksiyonu oranının, yatak başında veya ameliyathanede cerrahi trakeostomiye kıyasla önemli ölçüde az olduğunu göstermiştir.

Trakeostomi kanülünün yerleştirilmesi yutmayı güçleştirir. Kanülün کافی fazla şişirilirse bu da özefagusa bası yaparak aspirasyonu artırır. Laringeal elevasyonun azalması, faringeal duyarlılığın azalması, öksürüğe yanıtın azalması ve laringeal kas sisteminin kullanmama atrofişi hava yolunun korunmasını tehlikeye atar ve yutma etkinliğini azaltır, böylece trakeostomili hastada aspirasyon riskini artırır. Trakeostomi tüpü olan hastalarda kaf varlığı sekresyonların, mide içeriğinin ve hatta gıdanın aspirasyonunu engellemez.

Yutmanın bozulmasına bağı olarak sıklıkla klinik olarak sessiz aspirasyon görölmektedir (44).

2.6.Trakeostomili Hastada Fizyolojik Değişiklikler

Trakeostomi sonrası hava yolu anatomisi ve fizyolojisi değişir. Bazı fizyolojik değişiklikler avantajlıdır, diğerleri ise yakın takip ve dikkat gerektirir (45).

- Trakeostomize hastalarda üst hava yolu anatomik ölü boşluğu % 50' ye ulaşabilecek oranda azalabilir. Ölü boşluk, gaz değişiminde yer almadığı için solunum işini artırır. Bu nedenle, ölü boşluğun azalması hastaları mekanik ventilasyondan ayırırken avantajlı olabilir.

- Havanın üst solunum yolu tarafından doğal olarak ısıtılması, nemlendirilmesi ve filtrelenmesi kaybolur.

- Salgılar koyulaşıp ve kuruyarak stomayı veya tüpü kolayca tıkayabilir.

- Vokal kordlar arasından hava pasajı engellendiği için ses oluşumu ve dolayısı ile konuşma ortadan kalkar. Kısıtlı veya eksik seslendirme, sıkıntı ve kaygıya neden olur. Sözsüz iletişim önemlidir. Konuşma ve dil terapistleri ve iletişim panoları yararlıdır.

- Tat ve koku alma duyusu kaybolabilir. Bu, hastanın iştahını azaltabilir. Yutma yeteneği olumsuz etkilenir.

- Değiştirilmiş vücut imajı, dikkatli açıklama ve destekle hafifletilebilen büyük bir psikolojik etkiye sahip olabileceği için önemli bir faktördür. Geçici bir trakeostomiden sonra yara izi minimum düzeyde olmalı ve konuşma geri dönmelidir. Tipik olarak, stoma 4- 6 hafta içinde kapanır ve iyileşir, ancak bu değişkendir.

2.7.Trakeostomi Zamanlaması

Trakeostominin optimal zamanlaması konusunda fikir birliği yoktur ve kurumlar arasında farklılıklar önemli olabilir (46). Entübasyon süresi PDT uygulamaları yaygınlaşmadan önce daha uzun olma eğilimindeydi (47). 1989 yılında düzenlenen bir uzlaş toplantısında (Association of Critical Care and Chest Physicians Consensus) üç haftadan önce trakeostomi açılmasının erken olduğu kabul edilmiştir. Trakeostomi açılma kararı verildikten sonra ise ertelenmeden uygulamaya geçilmesi önerilmiştir (48). Perkütan tekniğin uygulanmaya başlanması ve düşük mortalite-morbiditesinin olduğunun gösterilmesi ile daha erken dönemde trakeostomi açılması gündeme gelmiştir. Hasta eğer 7- 10 gün içinde ventilatörden ayrılamıyorsa trakeostomi düşünülebilir. International Society of Intensive Care Medicine Uzman Panelinde, erken trakeostomi ventilasyonun ilk 7 günü içinde ve geç trakeostomi 7 günden sonra gerçekleştirilen trakeostomi olarak tanımlanmıştır (49). Toplam 1977 hastayı kapsayan, mekanik ventilasyon süresine göre erken (≤ 10 gün) ve geç (> 10 gün) trakeostomi uygulanan 8 çalışmayı içeren bir Cochrane derlemesinde erken trakeostomi grubu daha düşük mortaliteye sahip olarak bulunmuştur. Ancak belirli alt gruplar için yüksek kalitede kanıt olmaması nedeniyle sonuçların düşündürücü olduğu vurgulanmıştır (50). Diğer çalışmalar erken trakeostominin mortalite açısından hiçbir olumlu etkisinin olmadığını göstermiştir (7).

Erken trakeostominin ventilatörle ilişkili pnömoni riskini azaltma yönünde etkisi benzer şekilde belirsizdir. YBÜ kalış süresi ve mekanik ventilasyon süresi üzerindeki etkisine ilişkin veriler de çelişkilidir (7).

2010 yılında yayınlanan bir meta-analizde ventilasyona başlanmasını takiben ilk 72 saate içerisinde yapılan trakeostomi uygulamalarının hastalar üzerinde olumsuz bir etkisinin olmadığı söylenmektedir. Bu çalışmada YBÜ’de trakeostominin ne zaman açılacağı ile ilgili bir algoritma da önerilmiştir. Nöromusküler hastalıklara bağlı respiratuar yetmezlik, ciddi kafa travmaları, yanık vakaları veya üst hava yolu obstrüksiyonunda hastanın erken trakeostomi adayı olabileceği belirtilmektedir (51). 2021 yılında yayınlanan bir diğer meta-analizde, erken trakeostominin YBÜ kalış süresini ve mekanik ventilasyon

süresini azaltabileceği, ancak trakeostomi zamanlamasının mekanik ventilasyon uygulanan kritik hastalarda kısa vadeli klinik değişiklikler ile ilişkili olmadığı öne sürülmüştür (52). Erken trakeostominin belirgin bir üstün yararı olmadığı için klinik karar, hastanın prognozu, mekanik ventilatörden ayrılabilirliği, komorbiditeleri ve uzamış endotrakeal entübasyonla ilişkili riskleri dikkate alınarak verilmelidir. Bahsedilen bilimsel veriler değerlendirildiğinde, trakeostomi zamanlaması konusundaki tercihlerin pratikte merkezler ve klinisyenler arasında neden önemli ölçüde değiştiği anlaşılmaktadır (53).

2.8.Perkütan Trakeostomi ile Cerrahi Trakeostominin Birbirlerine Göre Avantaj ve Dezavantajları

Cerrahi trakeostomide (CT) krikoid kartilaj ve sternal çentik belirlenir. Bu iki noktayı birleştiren çizginin orta noktası insizyon yapmak için uygun noktadır. Transvers ya da vertikal cilt insizyonu yapılır. İnsizyon büyüklüğü cerrahin tecrübesi ve hastanın boyun şekline bağlıdır. Genelde 3- 4 cm yeterli olur. Trakeostominin yeri önemlidir. Çünkü yüksek yerleşimli olursa subglottik trakeal stenoz, aşağıda olursa innominate arterde erozyon oluşur. Cilt ve cilt altı geçilir, kaslar disseke edilir, gerekirse tiroid bezi isthmusu ekarte edilerek trakeaya ulaşılır. 2. ve 3. trakeal halkalar insize edilerek bir pencere açılır. Rekanülasyon kolaylığı için trakea açıklığının kenarları cilde sütüre edilir (54).

PDT uygulamasında, trakeaya bir iğne ile erişildiği ve ardından bir kılavuz telin yerleştirildiği modifiye bir Seldinger tekniği kullanır. Dilatasyondan sonra trakeostomi tüpü kılavuz tel üzerinden ilerletilir.

PDT sırasında cerrahi trakeostomiye göre daha az diseksiyon ve insizyon vardır, bu daha az doku travmasına ve kanamaya neden olabilir. Stoma açıklığının olgunlaşması için gerekli süre CT için 2 - 4 gün, PDT için 7 - 10 gün aralığında değişir. PDT' den sonra trakeostomi tüpünün uygun şekilde sabitlenmesi özellikle önemlidir. Stoma oluşumundan sonraki ilk birkaç gün içerisinde kanülün yerinden çıkması, yakın zamanda dilate olan dokuların orijinal konumlarına geri dönmesine ve yeniden kanül yerleştirmenin zor veya imkansız hale gelmesine neden olabilir.

İlk haftadan sonra, CT ve PDT stomaları arasında pratik açıdan çok az fark vardır (45).

Hem CT hem de PDT, komplikasyon gelişme riski düşük olan kritik hastalarda güvenle uygulanabilir. 22 çalışmanın (1608 hasta) meta-analizi, iki prosedür arasında mortalite, intraoperatif kanama ve postoperatif kanama açılarından anlamlı bir fark olmadığını göstermiştir. Bununla birlikte enfeksiyon oranları ve prosedür süresi açısından PDT daha avantajlı bulunmuştur (55). 1795 prosedürü içeren başka bir meta-analiz, yaşamı tehdit eden potansiyel olay riskinde anlamlı bir fark bulamamıştır. Ancak CT her hastaya uygulanabilirken, PDT' yönteminin anormal anatomi, önceki servikal cerrahi, koagülopatiler veya hastanın zor havayoluna sahip olması gibi çeşitli kontraendikasyonlar tarafından kısıtlandığı vurgulanmıştır (56). Başka bir büyük meta-analizde de yanlış pasaj veya subglottik stenoz komplikasyonlarında anlamlı bir fark olmadığı gösterilmiştir (57).

Güvenilirlik açısından yöntemler arasında belirgin fark olmamakla birlikte PDT, CT'ye kıyasla çeşitli avantajlar sunar. PDT' nin daha düşük yara enfeksiyonu ve stomatit sıklığına, daha kısa işlem süresine ve daha düşük maliyete sahip olduğu gösterilmiştir (7). 2020 yılında yayınlanan 923 hastadan toplanan çok merkezli, gözlemsel bir çalışma, tek dilatör tekniği ile PDT' nin eğitimli yoğun bakım uzmanı tarafından tercih edilen bir modalite olduğunu, PDT ile hemorajik komplikasyonların CT' ye göre daha düşük, işlem süresi açısından daha hızlı ve daha ekonomik olduğunu göstermiştir (58). PDT uygun kritik hastalarda elektif trakeostomiler için tercih edilen prosedür olarak düşünülmelidir.

2.9.Perkütan Dilatasyonel Trakeostomi Uygulama Yöntemleri

Perkütan Trakeostomi uygulamasının kökeni kesin bilinmemektedir, ancak tekniği muhtemelen 16. yüzyılda İtalyan cerrah Sanctorius ilk tanımlayan kişi olmuştur (59). Sheldon ve arkadaşları 1955 yılında perkütan trakeotomi terimini kullanmış ve yöntemi cerrahi yola bir alternatif olarak tanımlamıştır (60). Toye ve Weinstein, 1969 yılında Seldinger kılavuz telini kullanarak tekniği tanıtmıştır

(61). Ciaglia ve arkadaşları tarafından 1985 yılında tanıtılan, künt uçlu dilatörlerle progresif dilatasyon basamakları içeren PDT literatürde en sık kullanılan ve değerlendirilen yöntemdir (62). 1990'da Griggs ve arkadaşları, forseps kullanılan bir PDT tekniğini (63) ve takip eden yıllarda Fantoni ve arkadaşları translaringeal trakeostomi tekniğini bildirmişlerdir (64). 2002 yılında Frova ve Quintel percutwist tekniğini tanıtmıştır (65). Bu tekniklerin her birinin avantaj ve dezavantajları bulunmaktadır. Literatür incelendiğinde en yaygın kullanımın Ciaglia yöntemi olduğu görülmekle birlikte bu araştırmanın yapıldığı üniversite hastanesinde 'Tekli dilatör teknik: Yol gösterici tel dilate edici forseps' (Single dilator technique: Guide wire dilating forceps) tekniği kullanılmaktadır.

2.9.1.Çoklu dilatasyon metodu (Ciaglia tekniği)

Ciaglia tekniği adını aldığı araştırmacı tarafından 1985 yılında yayınlanan makale ile tanımlanmıştır. Tekniğin basamakları şöyle özetlenebilir:

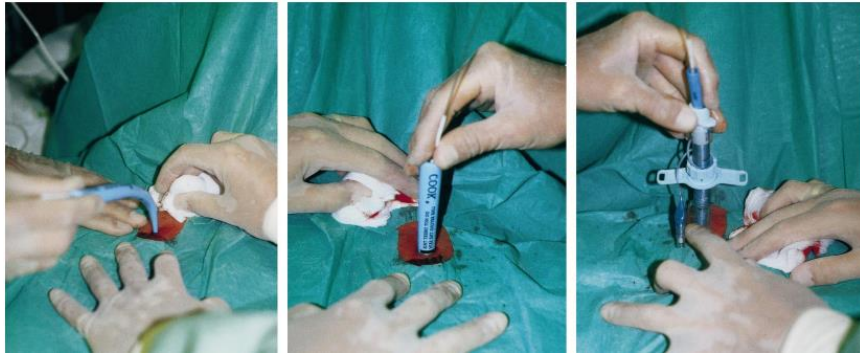
İlk adım, tiroid kıkırdağını ve özellikle krikoid kemiği tanımlamak için dikkatli inceleme ve palpasyon yapılmasıdır. Epinefrinli lidokain, enjekte edilmesinin ardından krikoid kıkırdağın alt kenarının altından başlayıp yaklaşık 1-1.5 cm aşağı doğru dikey kesi yapılır. Dikey bir insizyon gerekli CT prosedürüne geçiş için genişletilebilir. Ardından krikoid kıkırdağın altındaki orta hattaki dokuları hafifçe açmak için klemp kullanılır. ETT kafı söndürülerek yaklaşık olarak vokal kordların hemen altına çekilir. Krikoid kıkırdağın altındaki boşluktan trakeal lümeneye ince bir iğne sokulur. Trakeal lümeneye girer girmez hava kabarcıkları enjektöre aspire edilir. Kanül tutulur, iğne çıkarılır. Kanülün içinden esnek bir J kılavuz teli sokulur ve kanül çıkarılır. Kılavuz telin üzerinden 8-12 F kateter kılavuzu geçirilir. Daha sonra, stoma trakeostomi kanülünün geçirilmesine uygun genişliğe gelene kadar çapı giderek artan dilatatörler ile sıralı dilatasyon sağlanır (Şekil 2-5). 18F dilatör, stomayı 6 mm iç çaplı bir trakeostomi tüpü yerleştirilecek şekilde genişletmek için yeterlidir (62).



Şekil 2- 5 Ciaglia Çoklu Dilatasyon Kiti (66)

2.9.2. Tek adım dilatasyon metodu (Ciaglia blue rhino)

Tek adım dilatasyon metodu Ciaglia tekniğinin tanımlanmasından on yıldan fazla bir süre sonra, 1999' da tanıtıldı. Orijinal kitten farklı olarak tek eğimli kavisli bir hidrofilik dilatör kullanımını gerektirir (Şekil 2-6). Tek dilatör kullanımı, sıralı dilatasyon gerektirmediğinden dilatörlerin stoma içesine geçirilip çıkartılma işlemi sırasında sık karşılaşılan tidal hacim kaybını engeller (27).

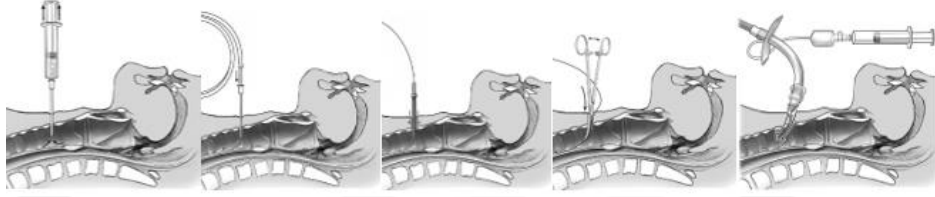


Şekil 2- 6 Ciaglia Blue Rhino Yöntemi ile Açılan PDT (67)

2.9.3. Forseps dilatasyon metodu (Griggs)

Forseps dilatasyon metodu Griggs ve arkadaşları tarafından geliştirilmiştir. Kılavuz telli dilatör forseps tekniği olarak da bilinmektedir. Portex Griggs

perkütan dilatasyonel trakeostomi kiti (Smith Medical TM), pretrakeal ve trakeal boşluktaki dokuların tek adımda dilatasyonu ile sonuçlanacak şekilde kılavuz tel üzerinde özel olarak tasarlanmış bir forseps (modifiye Howard Kelly forsepsi) kullanır (Şekil 2-7). Genişletici forseps, kılavuz tel üzerinde kayacak şekilde tasarlanmıştır. Dilatasyonu takiben trakeostomi tüpü kılavuz tel üzerinden trakeaya yerleştirilir (27).

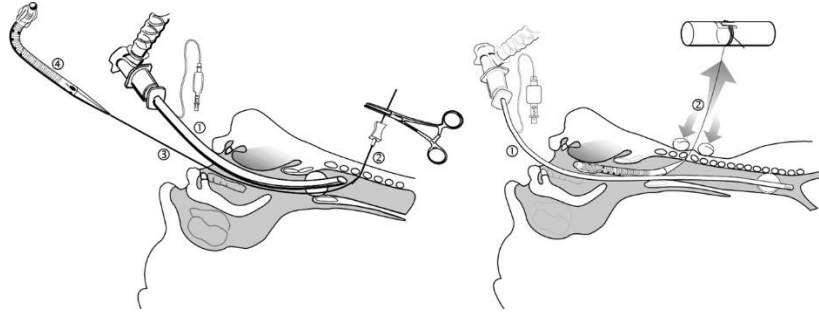


Şekil 2- 7 Griggs Methodu (68)

2.9.4.Fantoni translaringeal metodu

Fantoni translaringeal metodu ilk olarak 1997'de Fantoni ve Ripamonti tarafından tanımlanmıştır. Yöntemin temel prensibi diğer perkütan yöntemlerden biraz farklıdır. Uygulaması külfetlidir ve trakea iğne ile delindikten sonra kılavuz telin vokal kordlardan retrograd olarak geçişini içerir.

İlk olarak rijid trakeoskop trakeaya yerleştirilir. Trakeoskopun içinden geçirilen bir FOB ile trakeoskop trakeostomi için seçilen kıkırdaklar arası mesafeye kadar ilerletilir. Trakeoskopun ucu dışarıdan palpe 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. Bunu, birleşik dilatör ve trakeostomi tüpünün kılavuz tel üzerinden larenks içine ve ön trakeal duvardan dışarıya doğru ilerletilmesi takip eder. Daha sonra trakeostomi tüpü dilatörden ayrılır ve karınaya bakacak şekilde 180° döndürülür (Şekil 2-8). Bu prosedür deneyimli bir operatör gerektirir ve yaygın kullanımı yoktur (27, 64).



Şekil 2- 8 Fantoni Translaryngeal Trakeostomi Methodu (69)

2.9.5.Kontrollü rotasyon metodu (Percutwist)

Bu yöntemde, tek adımlı vidalı tip dilatör kullanılır. İlk olarak 2002 yılında tanımlanmıştır. Hidrofilik dilatör, kılavuz tel üzerinden kaldırma hareketi kullanılarak saat yönünde döndürülür. Dilatörün en geniş kısmı da trakeaya girdikten sonra, dilatör ters yönde döndürülerek çıkartılır. Trakeostomi tüpü, önceki yöntemler gibi kılavuz tel üzerinden yerleştirilebilir (65).

2.10.PDT 'de Ultrasonografi Kullanımı

USG, PDT'de işlem öncesi değerlendirme, intraoperatif kullanım ve işlem sonrası komplikasyonların değerlendirilmesi için yararlı bir yardımcıdır. USG, çoğu YBÜ'nde kolayca bulunabilen ucuz, invaziv olmayan bir araçtır ve kullanımı PDT' nin güvenliğini artırabilir (7).

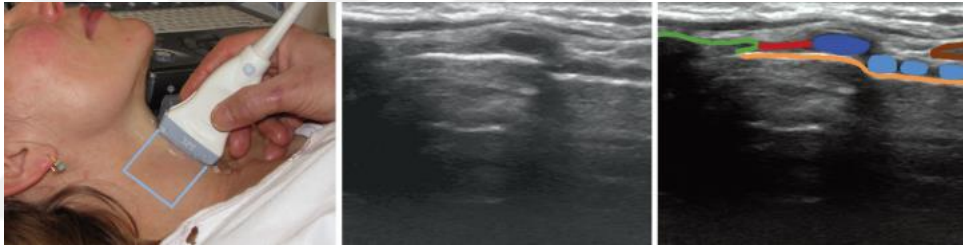
USG'nin PDT' de kullanımı özellikle morbid obez veya zor boyun anatomisi olanlar gibi seçilmiş hasta gruplarında avantajlı olabilir. Ancak tek başına USG'nin intraoperatif kullanımının sınırlamalarından biri, intralüminal hava nedeniyle trakeanın arka duvarının görüntülenememesidir ve PDT sırasında arka duvar hasarı ultrason ile değerlendirilemez (70).

2.10.1.İşlem öncesi kullanım

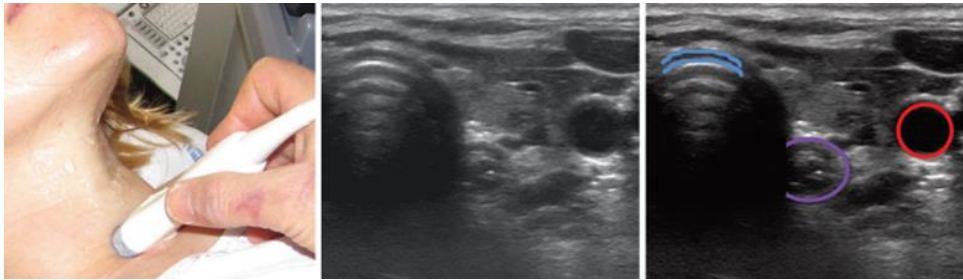
Tiroid ve krikoid kıkırdakları, trakeal halkaları, tiroid bezini ve karotid ve juguler damarları tanımlamak, ponksiyon yerini seçmek için lineer USG probu

kullanılır (Şekil 2-9). Vasküler yapılar doppler ile daha fazla değerlendirilebilir. USG, introdüser iğnenin doğru yerleştirilmesini sağlamaya, deriden trakeaya olan mesafeyi tahmin etmeye, önemli vasküler anatomik yerleri belirlemeye ve vasküler komplikasyonları önlemeye yardımcı olabilir (Şekil 2-10). Özellikle morbid obez veya zor boyun anatomisine sahip, trakeanın hissedilemeyeceği ve orta hatta olmayabileceği hastalarda yararlıdır (45, 71).

72 hastada PDT öncesi USG kullanımını değerlendiren bir çalışma, hastalarda planlanan ponksiyon yerinin subkütan damarların yaralanmasını önlemek için % 24 oranında değiştirildiğini göstermiştir (72). Başka bir çalışmada ise hastaların % 41' inde boyun USG' de planlanan kılavuz tel giriş yerinin üzerinde en sık venler olmak üzere en az bir damar olduğu saptanmıştır (73).



Şekil 2- 9 Lineer USG Probu ile Trakeanın Longitudinal Görünümü (8)



Şekil 2- 10 Lineer USG Probu ile Trakeanın Transvers Görünümü (8)

2.10.2. İntraoperatif kullanım

47 hasta üzerinde yapılan randomize kontrollü bir çalışmada geleneksel anatomik yer işaretlerinin kullanımına kıyasla USG' nin gerçek zamanlı kullanımı, daha yüksek oranda doğru trakeal ponksiyon (% 87' ye karşı % 50, $P=0.006$) ve ilk geçiş başarı oranlarıyla (% 87' ye karşı % 58, $P=0.028$) sonuçlanmıştır (74).

588 hastayı içeren 4 çalışmanın sistematik derlemesinde, USG kılavuzluğunda PDT' nin, FOB kılavuzluğunda PDT' ye kıyasla benzer oranlarda prosedürle ilgili ve klinik komplikasyonları olduğu; ancak anatomik işaret kılavuzluğunda PDT ile karşılaştırıldığında minör komplikasyon oranlarını azalttığı bulunmuştur (75).

2.10.3.Post-operatif kullanım

Kanülün konumlandırılmasından sonra havalanmanın yeterli olduğunun teyidi tercihen kapnografi ile yapılır. Özellikle kapnografinin yokluğunda, yüksek doğrulukla yararlı bir yöntem olan USG ile bilateral akciğer kaymasının varlığı değerlendirilebilir. Bu yöntem tüpün intratrakeal pozisyonunu doğrular. Prosedürün sonunda tüpün trakeanın hangi yüksekliğine yerleştirildiğini değerlendirmek için de USG kullanılabilir. Ayrıca deri altı amfizem, hematoma ve pnömotoraks gibi diğer komplikasyonları dışlamak için USG faydalıdır. Bu komplikasyonların düşük insidansına rağmen USG terapötik önlemlerin erken tanımlanmasına ve uygulanmasına izin verir (76).

2.11.PDT’de Fleksible Fiberoptik Bronkoskopi Kullanımı

Prosedür sırasında FOB kullanımının, iğne yerleşiminin, iğnenin orta hat pozisyonunun, tüp yerleşiminin gerçek zamanlı olarak doğrulanması ve posterior trakeal duvar yaralanmasından kaçınma gibi bazı bariz avantajları vardır YBÜ' de gerçekleştirilen trakeostomilerin yaklaşık % 83 - 98' inde kullanılır (7, 27). Kullanımının paratrakeal ponksiyon ve posterior trakeal duvarda yaralanma riskini azalttığı gösterilmiştir. Trakeostomi tüpünün karina üzerinde uygun şekilde konumlandırıldığını doğrular (77). FOB rehberliği hava yollarının yaralanmasını tamamen engelleyemese de, bir komplikasyonun erken saptanmasına yardımcı olabilir. Zor bir anatomiye sahip, boyun ekstansiyonu sınırlı veya obez hastalarda kullanılması daha önemlidir. Ponksiyon bölgesinin bronkoskopik translüminasyonu, tiroid isthmus ve anterior juguler ven gibi majör vasküler yapılardan kaçınmaya yardımcı olabilir (78).

FOB'un PDT prosedürü sırasında rutin kullanımıyla ilgili endişeler mevcuttur. ETT lümeninin kısmen tıkanmasına sekonder gelişen hiperkarbiden kaynaklanan geçici respiratuar asidoz gelişebilir. Ventilatör ayarlarının uygun şekilde değiştirilmesi, daha küçük çaplı FOB kullanılması, bronkoskopi sırasında aspirasyonun en aza indirilmesi ve FOB'un ETT içinde kalma süresinin kısaltılması ile bu sorunun üstesinden gelinebilir (79). Geçici hiperkarbi genellikle tolere edilebilir olmakla birlikte, asidoz kafa içi basıncın yükselmesine ve serebral perfüzyon basıncının düşmesine neden olabileceğinden intrakraniyal yaralanma/ameliyat olan hastalara özel dikkat gösterilmesi gerekir (80). Stabil olmayan nörolojik durumu veya yüksek FiO_2 konsantrasyonu ve PEEP gereksinimleri olan kritik hipoksik hastalarda, ekspiryum sonu karbondioksit ($etCO_2$) izlemesi ve kısa döngüler şeklinde FOB kullanılması gereklidir (7). Ek olarak, iğne girişi USG rehberliğinde yapılabilir, ardından hiperkarbi risklerini azaltmak için FOB ile doğrulanabilir. ETT' nin iç çapının FOB dış çapından ≥ 2 mm daha büyük olması, tidal hacmin iletimini sürdürmeye ve oto-PEEP gelişimini en aza indirmeye yardımcı olacaktır (81).

FOB, iğne girişi sırasında hasar görmemesi için hava yolu cihazının içinde kalmalıdır. ETT üst trakeal halkaları gizlediğinden, bir üst havayolu aracı kullanılmadıkça veya ETT önemli ölçüde geri çekilmedikçe trakeal ponksiyonun seviyesini belirlemek mümkün olmayabilir. FOB kullanımı ventilasyonu tehlikeye atabilir ve ventilatör ayarında uygun ayarlamalar yapılmasını gerektirir (45).

2.12.Klinik Uygulamalarda Baş-Boyun Ve Havayolu Özelliklerinin Değerlendirilmesi

Geleneksel hava yolu değerlendirmesi, doğrudan laringoskopi ve entübasyonun, supraglottik hava yolunun yerleştirilmesinin ve yüz maskesi ventilasyonunun zor olduğu bir havayolu için risk faktörlerini sınıflandırmak üzere hastanın hava yolu özelliklerine odaklanır (82). PDT sırasında havayolu kontrolünün kaybı ciddi bir komplikasyon olduğu için öncelikli olarak temel havayolu değerlendirmesinin yapılması önemlidir.

2022 Amerikan Anestezistler Derneği (ASA) Zor Havayolunun Yönetimine İlişkin Uygulama Kılavuzuna göre hava yolu muayenesinin amacı üst hava yolu patolojilerinin veya anatomik anomalilerin varlığını belirlemektir. Bu kılavuzda yüz ve çene özelliklerinin ölçümü, anatomik ölçümler ve işaretler, USG veya sanal laringoskopi/bronkoskopi ile görüntüleme, üç boyutlu baskı, hasta başı endoskopisi değerlendirmeler arasında yer almaktadır.

Yüz ve çene özelliklerinin ölçümü ağız açıklığı, prognat yeteneği, baş ve boyun hareketliliği, belirgin üst kesici dişler, sakal varlığı ve üst dudak ısırma testini içerir. Anatomik ölçümler arasında Mallampati ve modifiye Mallampati skorları, tiromental mesafe (TM), sternomental mesafe, kesici diş mesafesi, boyun çevresi, boyun çevresinin TM'ye oranı, boy uzunluğunun TM'ye oranı, hyomental mesafe (HM) ve boy uzunluğunun HM'ye oranı sayılabilir. USG'den elde edilen ölçümlerden en sık kullanılanları deri-hyoid mesafe, dil hacmi ve deriden epiglot'a olan mesafedir (83). Sık kullanılan baş-boyun ve havayolu değerlendirme yöntem ve ölçümleri Tablo 2-3'te gösterilmiştir.

Tablo 2- 3 Zor Havayolu Değerlendirme

Değerlendirme Aracı	Değerlendirme Bulguları	Değerlendirmenin Önemi
Modifiye Mallampati skoru	Sınıf I: faucial sütunların, uvula ve yumuşak damağın görselleştirilmesi Sınıf II: küçük dil ve yumuşak damağın görselleştirilmesi Sınıf III: yumuşak damak ve uvula kökünün görselleştirilmesi Sınıf IV :Yalnızca sert damağın görselleştirilmesi	Sınıf III veya IV, doğrudan laringoskopi ile glottik açıklığın ortaya çıkarılmasının zorluğunun arttığını düşündürmektedir

Tablo 2- 4 Zor Havayolu Değerlendirme (devamı)

TM	≥ 6 cm veya 3 parmak genişliği	< 6 cm kısa TM olarak kabul edilir ve zor direkt laringoskopinin göstergesidir.
Sternomental mesafe	≥ 12.5 cm Suprasternal çentikten mentum arası; ağız kapalı, baş tam ekstansiyonda ölçülür.	< 12 cm Kısa sternomental mesafe olarak kabul edilir ve boyun ekstansiyon derecesinin azaldığını düşündürebilir.
HM	Mentum ile hyoid kemik arasındaki mesafedir	< 4 cm Genellikle zor veya imkansız laringoskopi ve entübasyonla ilişkilidir.
Mandibular protrüzyon	Mandibular protrüzyon veya üst dudak ısırma işleminin kolaylığı	Prognat yapamama, direkt laringoskopi sırasında mandibulanın öne doğru kaldırılmasında zorluk riskini artırır.
Ağız açıklığı	≥ 4 cm veya 3 parmak genişliği	Küçük ağız açıklığı zor laringoskopinin göstergesi olabilir
Boyun hareket açıklığı	Normal atlanto-oksipital ekstansiyon 35° 'dir.	Boyun ekstansiyonunun kısıtlanması glottik açıklığın görselleştirilmesinde zorlukla ilişkilidir.

Havayolu muayenesinde kullanılan ölçüm ve değerlendirmelerin kombinasyonlarının değerliliğini araştıran çalışmalar da mevcuttur. Literatür incelendiğinde Wilson Risk Skoru, El-Ganzouri Risk İndeksi (Tablo 2-4), Arne Risk İndeksi ön plana çıkmaktadır. Zor havayolu yönetimini öngörebilmek hayat kurtarıcı olduğundan bu konuda yapılan çalışmalar devam etmektedir.

Wilson, 1988'de Wilson Risk Toplamı skalasını geliştirmiştir. Vücut ağırlığını (<90 kg, 90-110kg, >110 kg), baş ve boyun hareketini (maksimum ekstansiyon ile fleksiyon arasındaki derece), çene hareketini (5 cm), alt çeneyi ve öne çıkan dişleri içeren 0'dan 2'ye kadar ağırlıklı bir puanlama sistemi kullanarak skalanın anlamlılığını değerlendirdikleri çalışmalarında 6 ve üzeri puan alan hastalarda zor hava yolunu tamamen doğru olarak değerlendirebildiklerini göstermişlerdir. >4 puan zor havayolu düşündürür (84).

El-Ganzouri 1996'da 10507 hasta üzerinde yapılan geniş bir çalışmada ağız açıklığı, Mallampati, boyun hareketi, alt çene çıkıntısı, vücut ağırlığı ile hava yolu yönetimi güçlüğü öyküsü ilişkisini incelemiştir (85).

Tablo 2- 5 Basitleştirilmiş Havayolu Risk Endeksi (SARI) veya El-Ganzouri Risk Endeksi (EGRI)

	Parametre	0 puan	1 puan	2 puan
1	Ağız açıklığı	> 4 cm	< 4 cm	
2	TM	>6.5 cm	6-6.5 cm	<6 cm
3	Mallampati	I veya II	III	IV
4	Boyun hareketi	> 90°	80- 90°	< 80°
5	Çene	Çeneyi dışarı çıkarabilir	Çene dışarı çıkamıyor	
6	Vücut ağırlığı	< 90 kg	90-110 kg	> 110 kg
7	Zor havayolu öyküsü	Zorluk yok	Emin Değil veya Bilinmiyor	Bilinen zorluk

** Skor Toplamı ≥ 4 zor entübasyon göstergesi*

Arne ve arkadaşları 1998 yılında 1200 hasta üzerinde yaptıkları çalışmada Arne risk indeksini geliştirmişlerdir (Tablo 2-5) (86).

Tablo 2- 6 Arne Risk İndeksi

	Risk Faktörü	Değer	Skor
1	Zor entübasyon öyküsü	Mevcut	10
2	Zor entübasyon ilişkili patoloji varlığı	Mevcut	5
3	Havayolu patolojisi klinik semptom varlığı	Mevcut	3
4	TM	< 6.5 cm	4
5	Baş-boyun hareketliliği	80 - 100°	2
		< 80°	5
6	Modifiye Mallampati Skoru	Sınıf I	2
		Sınıf II	6
		Sınıf III	8
7	Ağız açıklığı	3.5 – 5 cm	3
		< 3.5 cm	13

** Skor Toplamı ≥ 11 zor entübasyon göstergesi*

2011 yılında 123 obez (Vücut kitle indeksi-VKI ≥ 27.5 kg m²) ve 125 obez olmayan hastada zor trakeal entübasyon insidansının karşılaştırıldığı bir çalışmada boyun çevresinin (NC-Neck Circumference), TM'ye oranı değerlendirilmiştir. Bu çalışmada, NC/TM oranının >5 olmasının obez hastalarda zor entübasyonu öngördüğü ve VKI ölçümünden ve Mallampati 'den daha iyi bir gösterge olduğu belirtilmiştir (87).

2017 yılında 213 hasta üzerinde yapılan bir çalışmada boyun çevresinin ağız maksimum açık iken ölçülen orta hatta üst ve alt kesici dişler arasındaki mesafeye (IIG: Inter Incisor Gap) oranı değerlendirilmiştir. NC/IIG oranının $\geq 9,5$ olması servikal spondiloz hastalarında zor laringoskopinin iyi bir göstergesi olarak değerlendirilmiştir (88).

2020 yılında Kopanaki ve arkadaşları yaptıkları çalışmada; zor laringoskopinin ve herhangi bir yardımcı entübasyon ihtiyacının öngörücüsü olarak nötral ve tam boyun ekstansiyon pozisyonundaki sternomental mesafe oranının etkinliğini değerlendirmişlerdir. Yardımlı entübasyon oranları, sternomental mesafe oranı 1.7' den düşük olan hastalarda anlamlı derecede daha yüksek bulunmuştur (89).

Zor İnfraglottik Havayolunun Değerlendirilmesi: SHORT(90)

Acil krikotirotomi yapılmasına yönelik mutlak bir kontrendikasyon yoktur. Bununla birlikte, bazı koşullar prosedürün gerçekleştirilmesini zorlaştırabilir veya imkânsız hale getirebilir. Zor krikotirotominin belirleyicilerini tanımlayan prospektif çalışmalar bulunmamakla birlikte, bir dizi klinik raporda cerrahi hava yolu uygulanmasındaki zorluklarla ilişkili durumlar tespit edilmiştir. Anımsatıcı SHORT, zor bir krikotirotomiye işaret edebilecek özellikleri hızlı bir şekilde tanımlamak için kullanılır. Aynı ölçütler zor PDT göstergesi olarak değerlendirilebilir.

S-SURGERY OF THE NECK: Cerrahi/bozulmuş havayolu: Boyun anatomisi önceki ameliyat nedeniyle hafif veya belirgin bir şekilde bozulmuş olabilir, bu da havayoluna erişimi zorlaştırabilir.

H-HAEMATOMA OR INFECTION / Hematom veya enfeksiyon: Krikotirotomi insizyonu yolundaki enfektif bir süreç veya hematom, işlemi teknik olarak zorlaştırabilir ancak yaşamı tehdit eden bir durumda asla kontrendikasyon olarak düşünülmemelidir.

O-OBESITY / Obezite-Erişim sorunu: Obezite, boyun ön kısmına perkütan erişimi sorunlu hale getiren herhangi bir problemin yerine geçebilecek bir durum

olarak düşünölmelidir. Servikal omurganın sabit bir fleksiyon deformitesi gibi durumlar da boyna erişimi zorlaştırabilir.

R-RADIATION / Radyasyon: Geçmişteki radyasyon tedavisiyle ilişkili doku değışiklikleri prosedürü zorlaştırabilir.

T-TUMOUR / Tümör: Hava yolundaki veya çevresindeki tümör hem erişim açısından hem de kanama açısından zorluk yaratabilir.

Literatür incelendiğinde PDT için özel olarak tanımlanmış ‘zor PDT’ risk faktörleri bulunmamakla birlikte morbid obezite, kalın boyun, kısa boyun, boyun ekstansiyon kısıtlılığı, derin trakea risk faktörleri arasında sayılmaktadır.

Yapılan bir çalışmada, krikoid halka ile sternumun üst ucu arasında yaklaşık 1 cm veya daha az trakea bulunan hastalar kısa boyunlu olarak tanımlanmıştır. Çalışmada kısa boyunlu 33 hasta mevcut olup bu hastaların 18’inde PDT uygulaması komplikasyonsuz başarılı şekilde gerçekleştirilmiştir (91).

30 hastayla yapılan PDT öncesi USG ile boyun incelemesini konu alan bir çalışmada yapılan ön inceleme sayesinde ön boyunda orta hatta ya da orta hatta yakın yerleşimli damar yapısı bulunan hastalar dahil olmak üzere 30 hastanın tamamına başarılı bir şekilde PDT uygulanmıştır. Çapı 4 mm altında olan venler kanama komplikasyonu ile ilişkili bulunmamış, 4 mm üzerindeki venler ve arterlerden diseksiyon sırasında kaçınılmıştır (92).

2.13.Yoğun Bakımda Perkütan Dilatasyonel Trakeostomi Uygulamamızın Basamakları

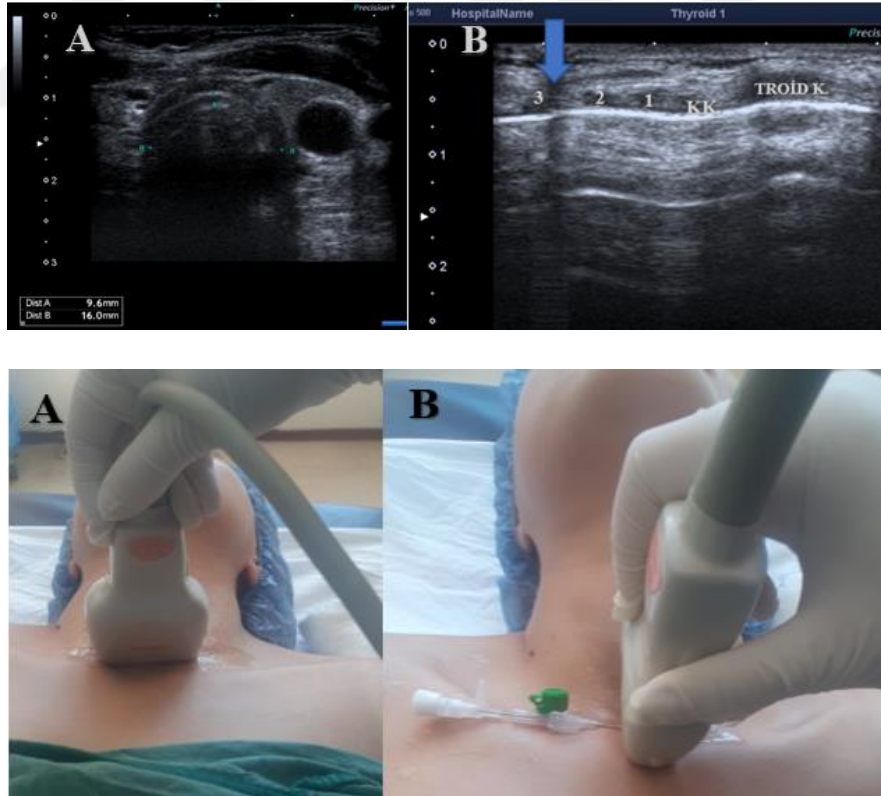
2.13.1. Hastanın hazırlanması, değeriendirilmesi ve pozisyonlandırılması

Klinik değeriendirmeler sonucu PDT endikasyonu belirlenen hastada ilk olarak; onam verebilecek durumda ise hastadan, değilse hastanın yakınından işlem ile ilgili bilgilendirme yapılması sonrası aydınlatılmış onam alınmalıdır. İşlem öncesi fizik muayene ve laboratuvar bulgularının PDT için uygunluğu yeniden

gözden geçirilir. Koagülasyon parametreleri, hemogram, kan gazı değerleri ve biyokimyasal analizler kontrol edilmelidir. Profilaktik ya da teröpatik olarak antiagregan-antikoagulan kullanan hastalarda gerekli düzenlemeler yapılmalıdır. İşlem öncesinde sedatif, analjezik ve nöromusküler bloker ilaçlar verilerek hasta hazırlanır. Gelişebilecek hemodinamik ve solunumsal komplikasyonlar göz önüne alınarak acil ilaç (adrenalin, lidokain, atropin, vb.) ve malzeme (larengoskop, entübasyon tüpleri, vb.) hazır bulundurulmalıdır.

Kontraendikasyon yok ise hastanın omuzların altına yükselti konularak hastanın boynu mümkün olduğunca ekstansiyona getirilir. Prosedür öncesi hastanın cinsiyeti ve morfolojik yapısı göz önünde bulundurularak uygun kanül büyüklüğü seçilir, malzeme hazırlığı tamamlanır.

Anatomik belirteç kullanılarak açılacak olan bölge preoperatif dönemde belirlenir ve USG ile hastanın boyun anatomisi, damarlanma paterni, trakea derinliği değerlendirilir (Şekil 2-11).



Şekil 2-11 USG ile Anatomik Ölçümler A. Trakea-Cilt arası derinlik ve trakea çap ölçümü B. Trakeal halkalar ve anatomik belirteç seviyesi halka aralığının belirlenmesi (KK: Krikoid Kıkırdak, Troid K.: Troid Kıkırdak)

Mekanik ventilatör ayarları kontrol edilir ve FiO_2 işlem sırasında desatürasyonu önlemek amacıyla yükseltilir. Kliniğimizde $FiO_2=1$ olarak ayarlanmaktadır. Yeterli ışık ve prosedür için uygun alan sağlanır. İşleme girecek kişiler için steril önlük, eldiven, bone ve maske ile cerrahiye uygun cerrahi sterilizasyon şartları hazırlanmalıdır. Kliniğimizde PDT işlemi 3 hekim (birisini solunum fizyoterapisti olabilir) tarafından gerçekleştirilmektedir. Prosedürü uygulayacak olan anesteziyoloji ve reanimasyon doktoru hastanın sağ ya da sol yanında konumlanır, ikinci kişi solunum yolu ve ventilasyonun kontrolü görevindedir ve bronkoskopik inceleme yaparak hastanın baş kısmında konumlanır. Mevcut ise 3. kişi operatör yardımcısı olarak operatörün karşısında hastanın diğer yanında konumlanır. Bu sırada oluşabilecek komplikasyonlar ve malzeme tedariği açısından yoğun bakım hemşiresi nonsteril olarak işleme eşlik eder. Steril boyama ve örtünme sağlanır. ETT'ye konnekte edilen mount kataterin üzerindeki açıklık kullanılarak FOB tüp içerisinden ilerletilir (Şekil 2-12). Vokal kordlar seviyesine kadar FOB eşliğinde ETT geri çekilir. Ağız kenarından okunan tüp derinliğinin kadınlarda yaklaşık 15 cm, erkeklerde ise 17 cm olması yeterli kabul edilir (93). Tüm işlem sırasında FOB ile endotrakeal izlem yapılır.



Şekil 2- 12 PDT Öncesi Hazırlık

A. Steril boyama ve örtünme, B. YBÜ’de PDT Prosederü

2.13.2. Anatomik pozisyonun tespit edilmesi

Steril boyama ve örtünmenin ardından ETT geri çekilir ve operatör anatomik belirteç olarak hastanın her iki klavikula kemiğinin sternal taraf superior uçlarını birleştiren hayali çizgiyi belirler (Şekil 2-13). Hazırlık aşamasında USG ile inceleme sırasında; damarlanma, tiroid dokusu varlığı gibi nedenlerle insizyon yerinin değiştirilmeye karar verildiği hastalarda plana uygun olarak palpasyonla değerlendirme yapılır.



Şekil 2- 13 Klavikula Başlarından Geçen Anatomik İşaret

2.13.3. Lokal anestezi ve ekipmanın hazırlanması

Hastaya intravasküler analjezik ve anestezi ilaç uygulanmasına ek olarak anatomik olarak belirlenen bölgede orta hattan aspirasyon yapılarak trakeaya enjektör iğnesi ile ponksiyon yapılır. % 2' lik lidokain ve noradrenalin içeren 2 ml solusyonun yarısı trakeanın içerisine diğer yarısı cilt ve cilt altına dağılacak şekilde enjekte edilir. Amaç lokal anestezi ile hastanın havayolu reaksiyonlarını baskılamak, analjezinin sağlanması ve kanamayı azaltmaktır. İnsizyon öncesinde trakeostomi ekipmanları kontrol edilmeli ve kullanım sırasına göre düzenlenmelidir (Şekil 2-14). Trakeostomi kanülünün kafi kontrol edilmeli ve kayganlaştırıcı jel uygulanmalıdır.



Şekil 2-14 PDT Seti ve Forceps Dilatör

2.13.4. İnsizyon ve diseksiyon

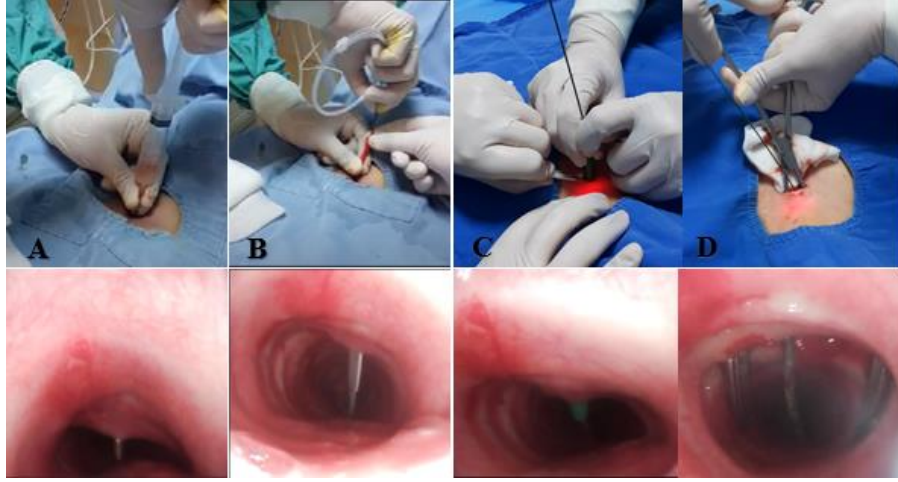
Lokal anestezi uygulaması ardından ponksiyon bölgesi ortada kalacak şekilde yaklaşık 1-1.5 cm çapında cilt ve cilt altını kapsayacak horizontal kesi yapılır. Bu kesi uygun bir disektör yardımı ile çevre dokulara, damar yapılarına dikkat edilerek diseke edilir (Şekil 2-15).



Şekil 2-15 Cilt Kesisi ve Mini Diseksiyon

2.13.5. Trakeal ponksiyon

PDT sırasında en önemli nokta, trakea içerisine doğru noktadan ponksiyon yapılmasıdır. Bu sebeple trakeanın içinde iğnenin konumunu, kılavuz telin doğru yönlenip yönlenmediği kontrol etmek ve PDT açılış seviyesini belirlemek için FOB kullanılır. Ponksiyon yapıp, enjektöre hava geldiği görülür. Branülün trakea içerisindeki varlığı ve ponksiyon açısı kontrol edilir. Ponksiyon açısının deviasyon derecesi $>30^\circ$ ise ponksiyon orta hat hedeflenerek tekrarlanır, ponksiyonun orta hat ya da orta hattan 30° 'den daha az deviye olduğu FOB ile teyit edildikten sonra branülün içerisindeki iğne çıkartılır. Trakea içerisinde bırakılan branül içerisinden kılavuz tel gönderilir. Ardından branül kılavuz tel üzerinden kaydırılarak trakeadan çıkarılır. Kılavuz tel üzerinden dilatör gönderilerek trakea girişi FOB ile takip edilerek dilate edilir. Cilt-trakea arası mesafeyi belirlemek amacı ile dilatörün uç kısmı trakea içerisinde görüldüğü sırada cilt seviyesinde dilatör işaretlenir, ardından dilatör çıkartılır. Kılavuz telinin içinden geçebildiği özel bir delikli forceps kullanılarak trakeal halkalar arası trakeostomi kanülünün yerleşebileceği kadar dilate edilir (Şekil 2-16).



Şekil 2- 16 PDT Prosedür Basamakları ve Bronkoskopi Görüntüleri

A. Guide iğne girişi-hava aspirasyonu B. Guide teli gönderilmesi C. Dilatör ile genişletme D. Forceps ile dilatasyon

2.13.6. Trakeostomi kanülünün yerleştirilmesi

Yeterli dilatasyon sonrası kayganlaştırıcı jel sürülmüş olan trakeostomi kanülü kılavuz teli üzerinden açıklığı kaudale bakacak şekilde yerleştirilir (Şekil 2-17). FOB ile kanül konumu doğrulanır. Kanül içerisinden steril olarak trakeal aspirasyon gerçekleştirilir. Kanama kontrol edilir. Ventilator hortumu ETT'den ayrılarak hızlıca trakeostomi kanülüne bağlanır. Hastanın uygun ve yeterli biçimde ventile olduğu ve etCO₂ oluşumu kontrol edilir. Mekanik ventilasyon ayarları hastanın gereksinimlerine uygun olarak ayarlanır. Kanül trakeostomi bağları kullanılarak sabitlenir. ETT intratrakeal alan kontrol edilerek FOB ile birlikte tamamen çekilir.



Şekil 2- 17 Trakeostomi Kanülünün Yerleştirilmesi

3. MATERYAL ve METOT

Çalışmamız Helsinki Bildirgesi'ne bağlı kalınarak prospektif, gözlemsel olarak tasarlandı. Akdeniz Üniversitesi Hastanesi Klinik Araştırmalar Etik Kurulu'ndan 20.04.2022 tarihli KAEK-274 Karar No'lu etik kurul onayı alınıp, Amerikan Ulusal Sağlık Enstitüsü kayıt protokol sistemine (ClinicalTrials.gov) kaydedildi (No.NCT05845775). Çalışmaya YBÜ'de mekanik ventilatör ile takip edilen, PDT planlanan 18 yaş ve üzeri hastalar dahil edildi. Kendisi veya yasal temsilcisi çalışmaya katılmayı reddeden ya da PDT için onam vermeyen, operasyon bölgesinde herhangi bir nedenle kitlesi olan, işlem yerinde cilt enfeksiyonu olan, koagülopatisi bulunan ve ciddi solunum yetersizliği mevcut olan (PEEP >15 cm H₂O, FiO₂ > 0.80) hastalar çalışmaya dahil edilmedi. Hastaların PDT için uygunluğu gözden geçirildi, hastadan ve/veya hasta yakınından çalışma protokolü hakkında ayrıntılı açıklamalar yapıldıktan sonra işlem için aydınlatılmış onam alındı. Hasta ve/veya hasta yakınına çalışmaya katılmak istediklerine dair gönüllü onam formları imzalatıldı.

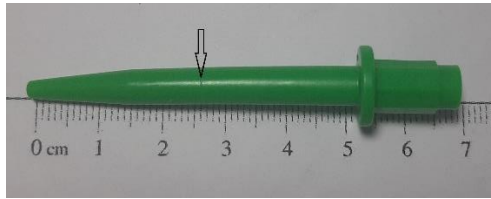
YBÜ'de PDT sırasında rutin olarak uygulanan baş-boyun pozisyon verilmesi, işlem sırasında genel anestezi uygulanması, USG ve FOB ile değerlendirme, solunumsal parametrelerin takibi ve kaydı; arteriyel kan gazı değerlendirmelerine ek olarak baş boyun bölgesinde detaylı morfolojik ölçümler için hazırlık yapıldı.

Tüm PDT işlemleri, yoğun bakım uzmanı ya da yoğun bakım uzmanı eşliğinde en az 2 yıllık anestezi asistanı tarafından uygulandı. Tüm USG ve FOB işlemleri aynı anestezi uzmanı tarafından gerçekleştirildi. Operasyon öncesi ve sırası hastaların hemodinamik bulgularının stabil tutulması amacıyla vazodilatör ilaçlar hazır bulunduruldu. Operasyon boyunca standart ASA monitörizasyonuna ek olarak invaziv arter monitörizasyonu yapıldı. Hastalara anestezi indüksiyonunda 2 mcg/kg fentanil, 0.6 mg/kg rokuronyum ve 0.05 mg/kg midazolam verildi. Klinik takibine göre ihtiyacı olduğunda ek hipnotik ve anestezi ilaç uygulandı. Mekanik ventilatör basınç kontrollü modda 7 ml/kg tidal volüm sağlanacak şekilde ayarlandı ve FiO₂=1 ile 5 dk preoksijenizasyon sağlandı. İşlem öncesinde

hemşireler tarafından ağız içi bakım uygulandı, beslenmeye ara verildi ve beslenme sondalarının serbest drenajı sağlandı. Bütün hastalara Griggs (Forseps Dilatasyon) yöntemi ile PDT açıldı (Bakınız 2.13).

İşlem öncesi hastanın ideal tidal volümüne göre yapılan mekanik ventilatör ayarları ve FiO₂ değeri kaydedildi. Arter kan gazı çalışıldı. Hastanın boynu nötral pozisyonda iken tiroid prominens seviyesinden ve her iki klavikula başı seviyesinden boyun çevresi ölçümü yapıldı, hastaya standart PDT pozisyonu verildikten sonra anatomik ölçümler (mentum – hyoid kıkırdak, hyoid kıkırdak – tiroid prominens, tiroid prominens – krikoid kıkırdak üst kenar, krikoid kıkırdak kalınlık, krikoid kıkırdak alt kenar – anatomik belirteç, anatomik belirteç – jugular çentik arası mesafe) yumuşak bir uzunluk ölçer ile gerçekleştirildi (Şekil 2-13). Girişim bölgesi USG ile değerlendirildi. USG ile hastanın cilt – trakeal halka arasındaki uzaklık ve trakeanın inspiryumda iken koronal çapı ölçüldü. USG ile anatomik belirteç seviyesindeki trakeal halkalar arası seviye belirlendi. Girişim yeri ve çevresindeki vasküler yapılar, tiroid dokusu değerlendirildi (Şekil 2-11).

PDT prosedürü sırasında girişim yeri anatomik belirteç olarak hastanın her iki klavikula kemiğinin sternal taraf superior uçlarını birleştiren hayali çizgi baz alınarak operatör tarafından belirlendi (Şekil 2-13). PDT işlemi süresince FOB ile intratrakeal gözlem yapıldı (Şekil 2-12). İşlem süresi, girişim yeri ve sayısı, kullanılan dilatörde cilt seviyesinden işaretleme ile elde edilen derinlik ölçümü, işleme bağlı gelişen komplikasyonlar kaydedildi (Şekil 3-1).



Şekil 3-1 Cilt Seviyesinde Dilatörde Bistüri ile Oluşturulan Derinlik İşareti

İşlem sonrası hastalar yoğun bakım takipleri süresince erken ve geç dönem komplikasyonlar açısından takip edildi. Gelişen komplikasyonlar kayıt altına

alındı. Trakeostomi uygulaması sırasında veya sonrasında gelişen komplikasyonlar erken ve geç olarak 2'ye ayrıldı. İlk 7 günde gelişen kanama, trakeal kartilaj yaralanması, posterior duvar yaralanması, paratrakeal yerleşim, pnömotoraks, pnömomediastinum, subkutanöz amfizem erken komplikasyon olarak belirtildi. Trakeostomi giriş yeri enfeksiyonları, beklenmedik dekanülasyon, trakeal stenoz, TÖF ve trakeoinnominate fistül gelişimi geç komplikasyon olarak kaydedildi. Yoğun bakımdan taburculuk durumları (Exitus, Ev tipi ventilatör ile taburculuk, Kanüle Spontan Solunumda, Dekanüle) ve yoğun bakım takip süreleri kaydedildi.

Dekanüle, trakeostomize ve/veya ev tipi mekanik ventilatör ile taburcu edilen hastaların sağlık durumlarının anlaşılabilmesi ve geç dönem komplikasyonların saptanması amacı ile Hastane Bilgi Yönetim Sistemi (HBYS) kullanıldı. Ayrıca hasta yakınlarına telefonla ulaşarak güncel veriler elde edildi.

Hastalardan PDT işlemi öncesi, sırası ve sonrası takiplerinin kaydedildiği veri izlem formu örneğine Şekil 3-2 ve Şekil 3-3'te gösterilmiştir.



MORFOLOJİK YAPININ DİLATASYONEL TRAKEOSTOMİ GİRİŞİM YERİ VE
KOMPLİKASYONLARINA ETKİSİNİN ULTRASONOGRAFİ VE FİBEROPTİK
BRONKOSKOPİ İLE DEĞERLENDİRİLMESİ

HASTANIN:

YAŞ:

BOY:

CİNSİYET:

KİLO:

BMI:

APACHEE:

YBÜ KABUL ŞEKLİ: ENTÜBE/SPONTAN

OPERATÖR:

TRAKEOSTOMİ ENDİKASYONU:

MEKANİK VENTİLATÖRDE KALMA SÜRESİ:

BOYUN EKSTANSİYON KISITLILIĞI VARLIĞI:

YÜKSEK RİSKLİ ÖNGÖRÜLEN TRAKEOSTOMİ VARLIĞI

- 1) KOAGULOPATİ
- 2) TROİD KİTLESİ
- 3) ÖNCEKİ TRAKEOTOMİ ÖYKÜSÜ
- 4) MORBİD OBEZİTE
- 5) USG İLE KRİKOİD YA DA 1. KARTILAJ GÖRÜLEMESİ
- 6)

ANATOMİK ÖLÇÜMLER:

- a. BAŞ NÖTRAL POZİSYONDA İKEN
TROİD PROMİNENSİA SEVİYESİNDE BOYUN ÇEVRESİ:
KLAVİKULA ÜZERİNDEN BOYUN ÇEVRESİ:
- b. TRAKEOSTOMİ POZİSYONU VERİLDİKTEN SONRA
MENTUM-HYOİD CM:
HYOİD-TROİDP. CM:
TROİDP.-KRİKOİDÜST CM:
KRİKOİD CM:
KRİKOİD ALT-ANATOMİKL. CM:
ANATOMİKL.-JUGULERNOTCH CM:
MENTUM- JUGULERNOTCH CM:
KRİKOİDALT-JUGULERN. CM:
MENTUM-KRİKOİDÜST CM:
TROİDP.-J.NOTCH CM:

Şekil 3- 2 İzlem Formu Örneği Ön sayfa



USG İNCELEMESİ:

- a. TRAKEA DEVİASYONU VARLIĞI:
- b. TRAKEOSTOMİ AÇILMASI PLANLANAN BÖLGEDE DAMARSAL YAPI VARLIĞI:
VEN/ARTER:
- c. TRAKEAL HALKALARIN BELİRLENEBİLİRLİĞİ:
 - TRAKEAL HALKALARININ SAYILAMAZ İSE SAYILAMAMA NEDENİ
- d. ANATOMİK LANDMARK SEVİYESİNDEKİ TRAKEAL HALKA ARALIĞI:
** (ANATOMİK SEVİYE BELİRLENİRKEN HER İKİ KLAVİKULA KEMİĞİ
ÜST SINIRINDAN GEÇEN HAYALİ ÇİZGİ KULLANILACAKTIR)
- e. TRAKEOSTOMİ AÇILMASI PLANLANAN TRAKEAL HALKA CİLT ARASI MESAFE
- f. TRAKEOSTOMİ AÇILMASI PLANLANAN TRAKEA TRANSVERS ÇAPI ÖLÇÜMÜ
- g. US İNCELEMESİ SONRASI ANATOMİK LANDMARK İLE BELİRLENEN
PLANLANAN PONSİYON YERİNDE DEĞİŞİKLİK OLUP OLMADIĞI VE
NEDENLERİ(TROİD DOKUSU-DAMARLANMA-TRAKEAL DEVİASYON)

TOPLAM TRAKEOSTOMİ AÇILMA SÜRESİ (İĞNE İLE TRAKEAL PONSİYON VE TRAKEOSTOMİ
İLE VENTİLASYONUN BAŞARILI OLARAK SAĞLANMASI ARASI):

TRAKEOSTOMİ AÇILMA SÜRESİNCE TOPLAM PONSİYON SAYISI:

BRONKOSKOPİ İLE KONTROL EDİLEN
TRAKEOSTOMİ AÇILMA SEVİYESİ
POSTERİÖR TRAKEAL DUVAR YARALANMASI VARLIĞI:
PONSİYON YERİNİN ORTA HATTA OLUP OLMADIĞI:

DİLATÖRDE İŞARETLENEN DERİNLİK:

TRAKEOSTOMİ İŞLEMİ SIRASINDA KARŞILAŞILAN KOMPLİKASYONLAR:

ARTERİYEL KAN GAZI İNCELEMESİ: (MV'DE İDEAL TİDAL VOLUMÜ)

- a. TRAKEOSTOMİ AÇILMA İŞLEMİ ÖNCESİNDE HASTANIN MEVCUT MEKANİK
VENTİLATÖR AYARLARI, ARTERİYEL KAN GAZI
FİO₂: PH: PEEP: PO₂: PCO₂: LAKTAT:
- b. HASTANIN TRAKEOSTOMİ AÇILDIKTAN SONRA İŞLEM ÖNCESİNDEKİ FİO₂
YÜZDESİNDE VE MV AYARLARINDA TRAKEOSTOMİ İLE 30 DK VENTİLASYONU
SONRASI ALINAN ARTERİYEL KAN GAZI:
FİO₂: PH: PEEP: PO₂: PCO₂: LAKTAT:

TRAKEOSTOMİ İŞLEMİ SONRASI KARŞILAŞILAN KOMPLİKASYONLAR:

ERKEN DÖNEM:
GEÇ DÖNEM:

YB'DEN ÇIKMA DURUMU:

EXİTUS/ EV TİPİ MV/ KANÜLİZE SPONTAN SOLUNUM/ DEKANÜLE

YB KALIŞ SÜRESİ:

YB'DEN ÇIKAN HASTANIN SON DURUMU:

EVTİPİ/ SPONTAN KANÜLİZE/ DEKANÜLE/ EXİTUS

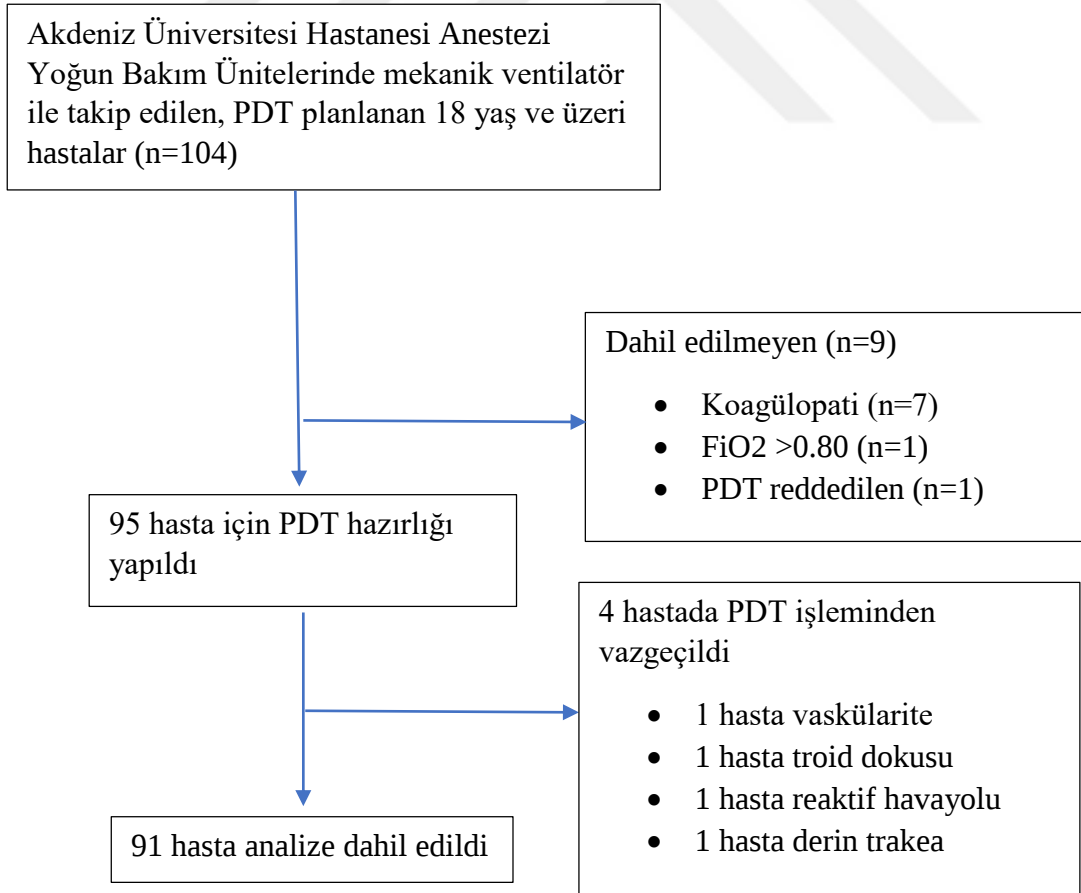
Şekil 3- 3 İzlem Formu Örneği Arka Sayfa

İstatistiksel Analiz

Çalışmada toplanan tüm veriler baş araştırmacı tarafından kaydedildi ve veriler istatistiksel analiz için SPSS version 24 (SPSS Inc. Chicago, Illinois, USA) yazılımına aktarıldı. Sürekli değişkenler ortalama±standart sapma veya minimum maximum ve çeyrekler arası değerleri (IQR) ile birlikte medyan değerleri; kategorik değişkenler ise sayı ve yüzde olarak ifade edildi. Verilerin normal dağılıma uygunluğu Kolmogorov-Smirnov testi ile değerlendirildi. Normal dağılımın sağlandığı durumlarda bağımsız ve bağımlı nicel veriler student-t testi ile, bağımsız nitel veriler ki-kare testi ile analiz edildi. Normal dağılım sağlanamadığında bağımsız nicel veriler için Mann Whitney U, bağımlı nicel veriler için Wilcoxon testi kullanıldı. FOB ile tespit edilen PDT açılma seviyeleri ile anatomik ölçümler arasındaki ilişkileri değerlendirmek için basit doğrusal regresyon analizi kullanıldı. FOB ve USG ile tespit edilen seviyelerin ortalamalarına karşı, her iki yöntemle tespit edilen seviyeler arasındaki farkı göstermek için Bland-Altman grafiği oluşturuldu. $P<0.05$ değerleri istatistiksel olarak anlamlı kabul edildi.

4. BULGULAR

Çalışma için 104 hasta değerlendirildi (Şekil 4-1). Çalışmaya dahil edilme kriterlerini karşılayamayan 9 hastada hipoksemik bozukluklar, koagülopati ya da onam alınamama nedenleri ile trakeostomi girişimi yapılma kararı iptal edildi. Çalışma grubuna alınması planlanarak PDT hazırlıkları tamamlanan hastalardan dördünde USG incelemesi sonrası (tiroid kitlesi, büyük damarsal yapı, uyarılara aşırı reaktif havayolu, çok derin trakea) CT kararı alındı. (Üçüne CT işlemi uygulanmıştır. CT planlama sürecinde bir hastanın yakınları işlemden vazgeçtiği için trakeostomi işlemi o hastaya uygulanmadı.) PDT onam prosedürünün tamamlandığı bir hastada bronkospazm sebebi ile PDT işlemi bir gün ertelendi, bronkodilatör tedaviler sonrası işlem ertesi gün tamamlanabildi ancak peroperatif desatürasyon gözlemlendi. Sonuç olarak 91 hastanın verileri çalışma protokolüne uygun olarak toplandı ve analiz edildi.



Şekil 4-1. Çalışma Algoritması

PDT uygulamalarından 9 tanesi Yoğun Bakım Uzmanı, 15 tanesi Yoğun Bakım asistanlığı sürecinde olan anestezi uzmanı, 63 tanesi ise uzman eşliğinde Anesteziyoloji ve Reanimasyon asistanı (en az 2 yıl deneyimli daha önce 5'ten fazla PDT prosedürüne katılmış) tarafından gerçekleştirildi.

Hastaların demografik verileri Tablo 4-1'de sunulmuştur. Yaş ortalaması 57.3 ± 19.7 idi ve hastaların 66'sını (%72.5) erkek hastalar oluşturuyordu. PDT açılmadan önce mekanik ventilatörde kalma süresi ortalama 11.2 ± 5.8 gün olarak tespit edildi.

Hastaların %60.4'üne iskemik hemorajik hasar, %15.4'üne pulmoner hastalık, %7.7'sine multitravma (serebral hasar hariç), %4.4'üne nöromüsküler hastalık, %12.1 diğer nedenler (sepsisemi, nöroleptik malign sendrom, tekrarlayan cerrahi ve entübasyon planı) ile trakeostomi kararı alındı.

Hastaların 7'sinde (%7.7) PDT işlemi öncesinde boyunda hareket kısıtlılığı mevcuttu. Benzer şekilde 18 (%19.8) hastada trakeal deviasyon tespit edildi. USG incelemede 31 (%34.1) hastada trakeostomi bölgesinde venöz yapı, 5 (%5.5) hastada ise arteriyel yapı tespit edildi.

Kısa boyun (sternomental mesafe < 12 cm) olan 7 hasta, kalın boyun (troid prominence çevresinden ölçülen boyun çevresi ≥ 42 cm) olan 10 hasta, obez sınıflamasında ($VKI > 30$ kg/m²) 19 hasta mevcuttu. Obez sınıflamasında olan 19 hastanın 1'i $VKI > 40$ kg/m² ile morbid obez grubundaydı. Zor entübasyon değerlendirme kriterlerine göre TM < 6 cm olan 24 hasta, HM < 4 cm olan 22 hasta, NC/TM > 5 olan 18 hasta ve El Ganzouri Risk Endeksi (Tablo 2-4) üzerinden hastalarda skorlama yapıldığında 3 hastanın zor entübasyon göstergesi kriterlerini taşıdığı tespit edilmiştir.

Tablo 4-1 Demografik veriler ve klinik özellikler (Veriler ortalama±standart sapma veya n(%) olarak sunulmuştur)

Değişken	n=91
Yaş, yıl	57.3±19.7
Cinsiyet, erkek	66 (%72.5)
Boy, cm	169.1±10
Ağırlık, kg	76.6±14.2
VKI, kg/m ²	26.8±4.6
APACHE-II skoru	21.2±6.6
YBÜ'ne kabulünde solunum durumu	
Spontan solunumda	26 (%28.6)
Entübe	65 (%71.4)
YBÜ'de yatış nedeni	
Nöromusküler hastalık	4 (%4.4)
Multitravma (serebral hasar hariç)	7 (%7.7)
İskemik hemorajik hasar	55 (%60.4)
Pulmoner hastalık	14 (%15.4)
Diğer	11 (%12.1)
Trakeostomi öncesi mekanik ventilasyon süresi, gün	11.2±5.8
YBÜ'de kalış süresi, gün	40.8±23.5

VKI, vücut kitle indeksi; YBÜ, yoğun bakım ünitesi; APACHE-II, Akut Fizyoloji ve Kronik Sağlık Değerlendirmesi

USG ile işlem öncesi tahmin edilen PDT açılma median [IQR (min-max)] seviyesi 3 trakeal aralık [2-3 (1-7)] iken PDT sırasında FOB ile görüntülenen aktüel trakeostomi açılma median seviyesi 2 trakeal aralık [2-3 (1-7)] olarak saptandı (Tablo 4-2). Hastaların PDT işlemi ile ilişkili değişkenleri ve boyun bölgesi anatomik ölçümleri Tablo 2’de sunulmuştur.

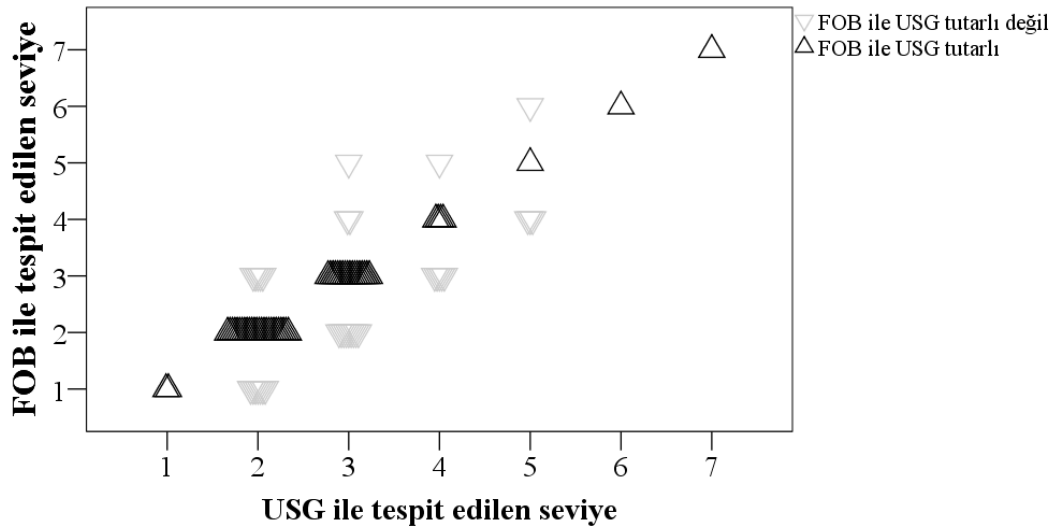
*Tablo 4- 2 Boyun anatomisi ve trakeostomi ile ilişkili değişkenler**

Değişken	n=91
Boyun ekstansiyon kısıtlılığı	7 (%7.7)
Trakeal deviasyon	18 (%19.8)
Trakeostomi bölgesinde venöz yapı varlığı	31 (%34.1)
Trakeostomi bölgesinde arteriyel yapı varlığı	5 (%5.5)
Trakeostomi açılma süresi, sn	425 [325-570 (219-1020)]
Ponksiyon sayısı	1 [1-2 (1-5)]
USG ile tespit edilebilen maksimum halka sayısı (Boyun ekstansiyonda iken)	5 [4-5 (3-9)]
USG ile tahmin edilen ponksiyon seviyesi (trakeal aralık)	3 [2-3 (1-7)]
FOB ile belirlenen ponksiyon seviyesi (trakeal aralık)	2 [2-3 (1-7)]
Tiroid prominence boyun çevresi, cm	37.3[34.8-39.4(29.8-49.3)]
Klavikula seviyesinde boyun çevresi, cm	38.3 [35.4-40.2 (31-49.2)]
Mentum-hyoid arası mesafe, cm	4.5 [4-5 (2.3-6.5)]
Hyoid-tiroid prominence arası mesafe, cm	2.1 [1.7-2.5 (1-4.5)]

<i>Tablo 4- 3 Boyun anatomisi ve trakeostomi ile ilişkili değişkenler* (devamı)</i>	
Troid prominence-krikoid kıkırdak üst kenar arası mesafe, cm	2.1 [1.7-2.4 (1-3.8)]
Krikoid kıkırdak kalınlığı, cm	1.3 [1-1.5 (0.6-2.4)]
Krikoid kıkırdak alt kenarı-anatomik belirteç arası, cm	1.9 [1.5-2.7 (1-6.7)]
Anatomik belirteç-juguler notch arası mesafe, cm	2.5 [2.1-2.8 (1.1-3.8)]
Mentum-juguler notch arası mesafe, cm	14.8 [13.4-15.9 (4-20.1)]
Krikoid kıkırdak alt kenarı-juguler notch arası mesafe, cm	4.4 [3.7-5.3 (2.5-8.9)]
Mentum-krikoid kıkırdak üst kenarı arası mesafe, cm	8.7 [7.8-9.7 (5.4-12.9)]
Tiroid prominence-juguler notch arası mesafe, cm	7.9 [6.9-9.1 (4.4-13.1)]
Cilt-trakea arası mesafe, cm	1.4 [1.2-1.7 (0.9-2.4)]
Trakeanın transvers çapı, cm	1.8 [1.7-2 (1-2.6)]

*(Veriler minimum maximum ve çeyrekler arası değerleri (IQR) veya n(%) olarak sunulmuştur)

Hastaların anatomik işaretleme sonrası USG ile PDT girişimi trakeal aralık seviyesi tahmin edildikten sonra PDT işlemi sırasında FOB ile bu girişim yerinin seviyesi tekrar doğrulandı. Hastaların 57'sinde (%62.6) USG ile tahmin edilen seviyenin FOB ile gözlenen ve altın standart ölçüm yöntemi kabul edilen trakeal aralık ile tutarlı olduğu tespit edilirken 34'ünde (%37.4) bu seviyeler arasında tutarsızlık mevcuttu (Şekil 4-1).



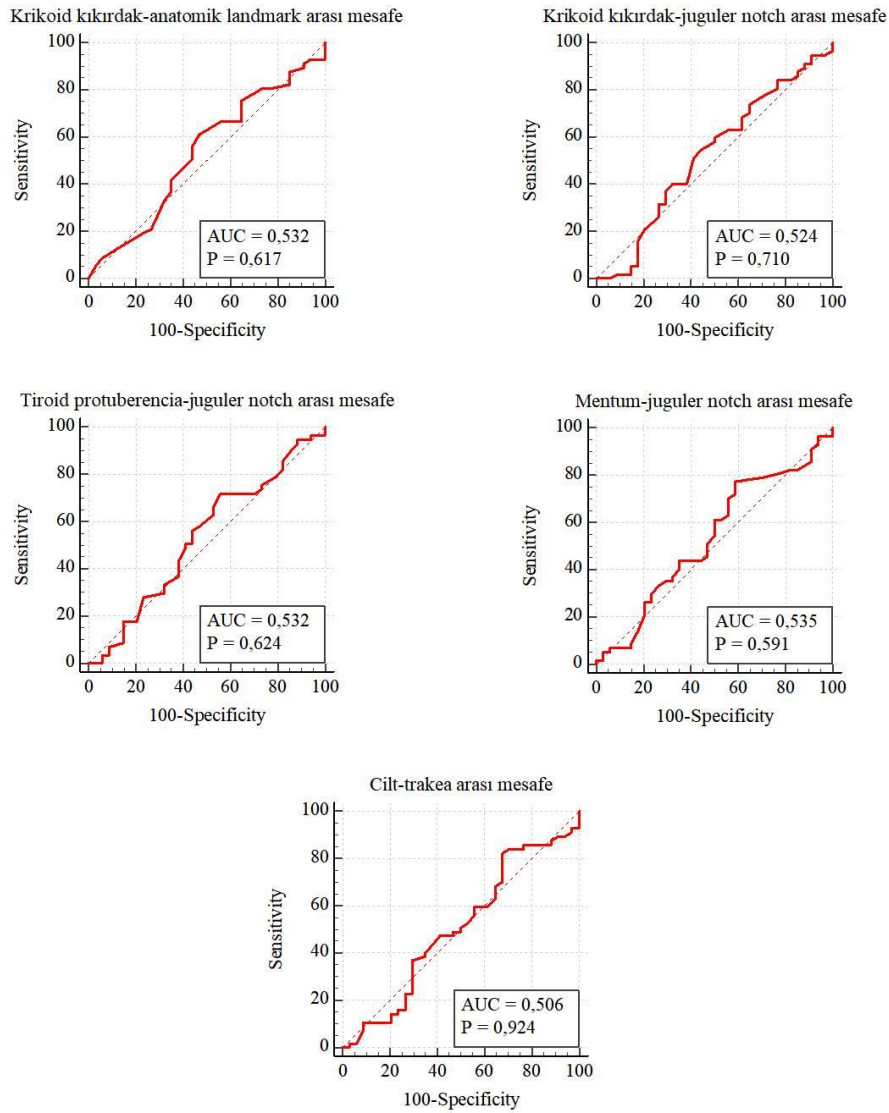
Şekil 4- 1 Ultrason ve fiberoptik bronkoskop ile tespit edilen seviyeler arasındaki tutarlılık

Hastaların demografik verileri ve boyun bölgesi ölçümleri arasında USG ve FOB ile tespit edilen trakeal ponksiyon seviyelerinin tutarlılığı açısından etkili bir faktör tespit edilmedi. Hiçbir morfolojik ölçüm USG ve FOB ile belirlenen trakeal ponksiyon seviyesinin tutarlılığı açısından iyi bir prediktör değildi. (Tablo 4-3). Operatörler USG ve FOB ile tespit edilen seviyelerin tutarlı olma durumlarına göre karşılaştırıldığında 3 grup arasında anlamlı bir fark tespit edilmedi. Trakeostomi açılma süresi, USG ve FOB ile tespit edilen seviyelerin tutarlı olma durumlarına göre karşılaştırıldığında anlamlı bir ilişki bulunmadı. Boyun ekstansiyonu kısıtlılığı varlığı ile USG ve FOB ile tespit edilen seviyelerin tutarlı olma durumları karşılaştırıldığında anlamlı bir ilişki bulunmadı. Ancak boyun ekstansiyonu kısıtlılığı mevcut olan tüm hastalarda USG ve FOB ile tespit edilen seviyelerin tutarlı olduğu görüldü.

Tablo 4- 4 Ultrasonografi ve fiberoptik bronkoskopla tespit edilen seviyelerin tutarlı olup olmama durumuna göre değişkenlerin karşılaştırılması

	USG-FOB tutarsız (n=34)	USG-FOB tutarlı (n=57)	P değeri
Yaş	59.4±18.2	56±20.6	0.426
Cinsiyet, erkek	22 (%61.1)	44 (%80)	0.070
VKI, kg/m ²	27.2±4	26.6±4.9	0.550
Boyun ekstansiyon kısıtlılığı	2 (%5.6)	5 (%9.1)	0.542
Trakeal deviasyon	9 (%25)	9 (%16.4)	0.312
Tiroid prominence boyun çevresi, cm	36.9±2.8	37.8±4	0.284
Klavikula seviyesi boyun çevresi, cm	37.6±3	38.4±3.8	0.302
Mentum-hyoid arası mesafe, cm	4.5±0.7	4.5±0.9	0.769
Hyoid-tiroid prominence arası mesafe, cm	2.1±0.7	2.2±0.6	0.562
Tiroid prominence-krikoid kıkırdak üst kenar arası, cm	2.1±0.6	2.1±0.5	0.822
Krikoid kıkırdak kalınlığı, cm	1.3±0.3	2.1±0.7	0.620
Krikoid kıkırdak alt kenarı-anatomik belirteç arası, cm	2.1±0.7	2.1±0.9	0.922
Anatomik belirteç-juguler notch arası mesafe, cm	2.4±0.5	2.5±0.5	0.868
Mentum-juguler notch arası mesafe, cm	14.6±1.9	14.5-2.3	0.804
Krikoid kıkırdak alt kenarı-juguler notch arası, cm	4.6±1.1	4.5±1.1	0.978
Mentum-krikoid kıkırdak üst kenarı arası mesafe, cm	8.7±1.5	8.8±1.3	0.711
Tiroid prominence-juguler notch arası mesafe, cm	8±1.5	7.9±1.4	0.836
Cilt-trakea arası mesafe, cm	1.4±0.4	1.4±0.3	0.874
Trakeanın transvers çapı, cm	1.8±0.3	1.8±0.2	0.626

FOB ve USG ile kaydedilen seviyelerin tutarlılık durumuna göre krikoid kıkırdak-anatomik belirteç arası mesafe, krikoid kıkırdak-juguler notch arası mesafe, mentum-juguler notch arası mesafe, tiroid prominencia-juguler notch arası mesafe ve cilt-trakea arası mesafeler için ROC analizleri yapıldı. Morfolojik ölçümler için ROC analizleri istatistiksel olarak anlamlı bulunmadı ve hiçbir ölçümün USG ile FOB'un tutarlılığını belirlemede iyi bir prediktör olmadığı belirlendi. Anatomik ölçümlerin USG ve FOB ile tespit edilen seviyelerin tutarlı olmasını öngörme yeteneği arasındaki korelasyon ROC eğrilerinin altında kalan alanın karşılaştırılması ile gösterilmektedir (Şekil 4-2).

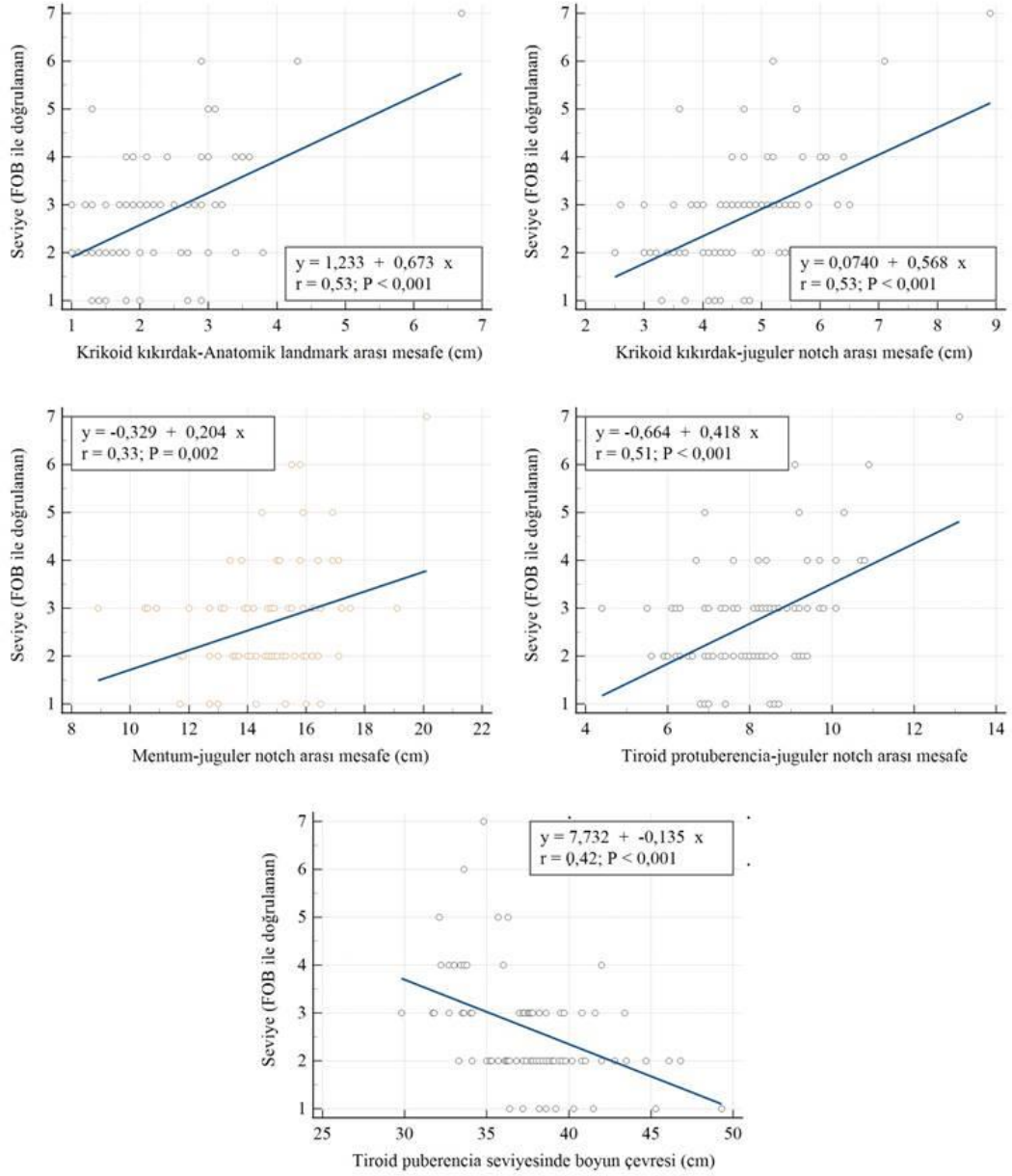


Şekil 4-2 FOB ve USG ile tespit edilen seviyeler için ROC eğrilerinin karşılaştırılması

Hastaların FOB ile doğrulanan PDT açılan trakeal aralık seviyeleri ile anatomik ölçümleri arasında yapılan basit doğrusal regresyon analizlerinde PDT açılan trakeal aralık ile krikoid kıkırdak-anatomik belirteç, krikoid kıkırdak-juguler notch, mentum-juguler notch ve tiroid prominence-juguler notch arası mesafelerde istatistiksel açıdan anlamlı pozitif doğrusal bir ilişki tespit edildi ($r=0.53$, $p=0.001$; ($r=0.53$, $p=0.001$; $r=0.33$, $p=0.002$; $r=0.51$, $p=0.001$; sırasıyla). PDT açılan trakeal aralık ile tiroid puberencia seviyesinden ölçülen boyun çevresi arasında ise istatistiksel açıdan anlamlı negatif yönde doğrusal bir ilişki bulundu ($r=0.042$, $p<0.001$). Basit doğrusal regresyon analizleri için dağılım grafikleri Şekil 4-3'te sunulmaktadır. PDT açılan trakeal aralıklar için hastalarda yapılan morfolojik ölçümlere göre regresyon formülleri aşağıdaki şekilde oluşturuldu (Tablo 4-4).

Tablo 4- 5 PDT açılan trakeal aralık - Morfolojik ölçümlere göre regresyon formülleri

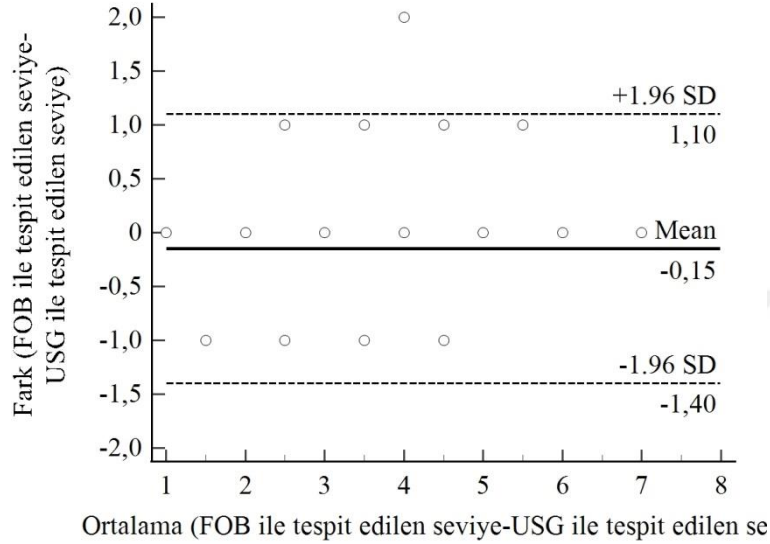
SEVİYE	Morfolojik ölçüme göre hesaplanan regresyon formülleri
Trakeal aralık	$1.233 + (0.673 \times \text{krikoid kıkırdak-anatomik belirteç arası})$
	$0.074 + (0.578 \times \text{krikoid kıkırdak-juguler notch arası})$
	$-0.329 + (0.204 \times \text{mentum-juguler notch arası})$
	$-0.664 + (0.418 \times \text{tiroid protuberencia-juguler notch arası})$
	$7.732 + (-0.135 \times \text{tiroid puberencia seviyesi boyun çevresi})$



Şekil 4-3 FOB ile tespit edilen seviyeler (trakeal aralık) ile anatomik ölçümler arasında lineer regresyon analizi

USG ve FOB ile tespit edilen trakeal aralıklar arasındaki uyumu göstermek için Bland-Altman analizi kullanıldı. Bland-Altman dağılım grafiğinde USG ve FOB ile tespit edilen trakeal aralıklar arasındaki ortalama fark -0.15, %95 uyum

sınırları -1.40 ve 1.10 arasında bulundu. USG ile tespit edilen ve FOB ile gözlenen trakeal aralık seviyeleri arasında istatistiksel olarak anlamlı korelasyon bulunmadı ($r=0.158$, $p=0.145$) (Şekil 4-4).



Şekil 4-4 USG ve FOB ile tespit edilen seviyeler için Bland-Altman analizi

Hastalar morfolojik özelliklerine göre incelendiklerinde obez sınıflamasında ($VKI>30 \text{ kg/m}^2$) 19 hasta olduğu görüldü. Obez olan hastaların boy ortalamaları kısalığı dışında morfolojik özellikler açısından obez olmayanlardan farkları yoktu. Obez hastaların tiroid 38,6 çevresinden ölçülen boyun kalınlığı ortalaması 38.6 cm, TM mesafe ölçümlerinin ortalaması 6.4 cm, HM mesafe ölçümlerinin ortalaması 4.5 cm, boyun uzunluğu ortalaması 14.12 cm, USG ile ölçülen cilt-trakea arası mesafe 1.5 cm ve dilatör ile ölçülen cilt trakea arası mesafe ortalaması 3.05 cm bulundu (Tablo 4-5). Obez hasta grubunda PDT prosedürü sırasında yapılan ponksiyon sayısı medyan değeri 2, açılan trakeal halka aralığı seviyesi medyan değeri 2 ve bu değerler çalışma popülasyonuna benzer bulundu. PDT prosedürü sırasındaki komplikasyonlara göre incelendiğinde obez hastalarda 2 kıkırdak fraktürü (%10.5), 2 intraoperatif kanama (%10.5), 1 desatürasyon (%5.26), 3 hastada postoperatif kanama (%15.78) komplikasyonunun görüldüğü belirlendi. Obez hastalarda morfolojik ölçümler ve

PDT ilişkili faktörlerin komplikasyon oranları ile anlamlı ilişkisi saptanmadı ($p>0.05$).

Tablo 4- 6 Zor Entübasyon Kriterlerine Göre Hasta Gruplarının morfolojik özellikleri, anatomik ölçümleri ve komplikasyonları (Veriler ortalama±standart sapma veya n(%) olarak sunulmuştur)

	Tüm hastalar	Obez VKI>30 kg/m ²)	Kısa Boyun*	Kalın boyun**	TM mesafe <6cm	HM mesafe <4 cm
Hasta Sayısı	91	19	7	10	24	22
VKI (kg/m ²)	26.8±4.6	33.4 ± 3.8	27.7 ±3.6	28.8±2.9	29.3 ±6.1	28.6 ±5.9
Boy (cm)	169.1±10	164 ± 11.6	157.7±10	177 ± 7	164.5±12.2	167.5 ±117
Boyun Kalınlığı (Troidprominens seviyesi) (cm)	37.4±3.6	38.7 ± 4.8	36.4±3.7	44.6± 2.3	36.6 ± 3.6	37.2 ±3.4
TM mesafe (cm)	6.68±1.1	6.4±1.1	4.95 ±0.5	7.22 ± 1	5.6 ± 0.5	5.4 ± 0.8
HM mesafe (cm)	4.5±0.9	4.5±0.9	3.51 ±0.5	5.01 ±1	3.6 ± 0.6	4.9 ± 0.4
Boyun Uzunluğu (cm)	14.71 ± 2	14.12±2.2	10.87 ±1	14.61±1.4	12.8 ±1.7	13.1 ± 1.9
Trakea derinliği (USG) (cm)	1.4±0.3	1.5±0.3	1.6 ± 0.4	1.65 ±0.4	1.46 ± 0.4	1.43 ± 0.4
Trakea derinliği (dilatör)(cm)	2.8±0.4	3.05±1	3.14 ± 1	3.37 ±1.5	2.69 ± 0.8	2.63 ± 0.7
Ponksiyon sayısı (medyan)	2	2	1	1	1	1
Ponksiyon yeri (Trakeal aralık- median)	2	2	3	2	3	3
PDT süresi (san)	460.3±163	475.5±163.5	451.4±160	530.7±250	424.5±144	393.2±128.6
Trakeal deviasyon	18(%19.8)	5(%26.3)	0	2(%20)	4(%16.7)	2(%9.1)
Lateral ponksiyon	33(%36.3)	9(%47.4)	2(%28.6)	3(%30)	11(%45.8)	9(%40.9)
Komplikasyonlar						
Kıkırdak fraktürü	16(%17.6)	2(%10.5)	0	1(%10)	3(%12.5)	2(%9.1)
Erken kanama	11(%12.1)	2(%10.5)	0	1(%10)	2(%8.3)	2(%9.1)
Desatürasyon	1(%1.1)	1(%5.3)	1(%14.3)	0	1(%4.2)	1(%4.6)
Geç kanama	13(%14.3)	3(%15.8)	0	1(%10)	2(%8.3)	2(%9.1)
Subkutan Amfizem	1(%1.1)	0	0	0	0	0
Enfeksiyon	1(%1.1)	0	0	0	0	0
TÖF	1(%1.1)	0	0	0	0	0

* sternomental mesafe < 12 cm

** troid prominencia çevresinden ölçülen boyun çevresi ≥ 42 cm

Hastalar morfolojik özelliklerine göre incelendiklerinde kısa boyunlu (sternomental mesafe < 12 cm) olan 7 hasta saptandı. Bu hastaların ortalama VKI değerinin 27.7 kg/m², TM mesafe ölçümlerinin ortalamasının 4.95 cm, HM

mesafe ölçümlerinin ortalamasının 3.51 cm, boyun uzunluğu ortalamasının 10.87 cm, USG ile ölçülen cilt-trakea arası mesafe ortalamasının 1.62 cm ve dilatör ile ölçülen cilt trakea arası mesafe ortalaması 3.14 cm olduğu görüldü. Kısa boyunlu hasta grubunda PDT prosedürü sırasında yapılan ponksiyon sayısı medyan değeri 1, açılan trakeal halka aralığı seviyesi medyanı 3 bulundu. Prosedür süresi, kalın boyunlu hastalarda ortalama 451.4 sn olarak belirlendi. Kısa boyunlu hastalarda erken ve geç dönem komplikasyonlar görülmedi (Tablo 4-5).

Kalın boyunlu olarak sınıflandırılan (troid prominencia çevresinden ölçülen boyun çevresi ≥ 42 cm) 11 hasta tespit edildi. Bu hastaların ortalama VKI değerinin 28.8 kg/m², TM mesafe ölçümlerinin ortalamasının 7.22 cm, HM mesafe ölçümlerinin ortalamasının 5.01 cm, boyun uzunluğu ortalamasının 14.61 cm, USG ile ölçülen cilt-trakea arası mesafenin 1.65 cm ve dilatör ile ölçülen cilt trakea arası mesafe ortalamasının 3.37 cm olduğu görüldü. Kalın boyunlu hasta grubunda PDT prosedürü sırasında yapılan ponksiyon sayısı medyan değeri 1, açılan trakeal halka aralığı seviyesi medyanı 2 bulundu. Prosedür süresi, kalın boyunlu hastalarda ortalama 530.7 sn idi ve boyun kalınlığı ile işlem süresi arasında anlamlı ilişki tespit edildi. ($p < 0.05$). Kalın boyunlu hastalarda 1 intraoperatif kanama (%1.09), 1 kıkırdak fraktürü (%1.09) görüldü (Tablo 4-5).

En uzun (1020 sn) prosedür süresi, kalın boyunlu ve VKI normal olan erkek hastada; tek ponksiyon ile orta hattan deviye ($< 30^\circ$), 2. trakeal halka aralığından komplikasyonsuz şekilde gerçekleştirilmiş PDT işleminde kaydedildi. İşlem süresinin uzama nedeni trakeanın derin yerleşimli (dilatör ile ölçülen derinlik 6.2 cm) olmasının yarattığı dilatasyon ve kanülasyon güçlüğüdür.

Zor entübasyon değerlendirme kriterleri arasında yer alan kısa TM mesafe (< 6 cm; 24 hasta) ve HM mesafe (< 4 cm; 22 hasta) tanımlamasına uyan hastalarda PDT prosedürü sırasında yapılan ponksiyon sayısı medyan değeri 1, açılan trakeal halka aralığı seviyesi medyan değeri 3 bulundu. Bu hastalarda dilatör ile ölçülen cilt trakea arası mesafe (TM:2.69 cm, HM:2.63 cm) ve prosedür süresi (TM: 424,5 sn, HM: 393,2 sn) ortalamaları toplam hasta ortalamasına göre kısa olarak bulundu. TM mesafesi < 6 cm olan hasta grubunda 3 (%12.5), HM mesafe < 4 cm olan hasta grubunda 2 (%9.09) hastada kıkırdak fraktürü geliştiği

görüldü. Her iki hasta grubunda 2'şer hastada intraoperatif kanama, 1'er hastada desatürasyon, 2'şer hastada postoperatif kanama kaydedildi (Tablo 4-5).

Zor havayolu skorlamalarına göre hastalar değerlendirildiğinde; çalışmaya yalnızca entübe hastaların dahil edilmesi sonucu Wilson skorlaması ve Arne Risk İndeksi hesaplamaları için yeterli veri elde edilememesi nedeniyle bu risk belirteçleri kullanılamadı. El Ganzouri Risk Endeksinde yer alan kriterler (Tablo 2-4) (TM mesafe, boyun hareketi, vücut ağırlığı, zor havayolu öyküsü) değerlendirildiğinde 3 hastanın zor entübasyon riski taşıdığı tespit edildi. 2 hastanın entübasyon öyküsünde zorluk olmadığı öğrenildi, 1 hastanın entübasyon zorluğu konusunda transfer edildiği merkezden bilgi alınamadı. Bu hastaların PDT prosedürü uzman eşliğinde en az 2 yıllık asistan hekim tarafından gerçekleştirildi. Hastalardan bir tanesinin PDT işlem süresi trakeanın derin olması ve 2 kez ponksiyon yapılması gerekliliği nedenleri ile ortalama değerin üzerinde (752 sn) oldu. Hastalarda intraoperatif ya da postoperatif komplikasyon görülmeydi.

Hastaların FOB ile doğrulanan PDT açılma seviyeleri ile bazı anatomik ölçüm değerleri Tablo 4-6'da gösterildi. Troid prominens seviyesinden ölçülen boyun çevresinin PDT açılan trakeal halka aralığı ile ters ilişkili; mentum-jugular notch arası mesafenin (boyun uzunluğu) ve krikoid alt kenar-anatomik işaret arası mesafenin PDT açılan trakeal halka aralığı ile pozitif ilişkili olarak değişkenlik gösterdiği bulundu ($p<0.01$).

FOB ile doğrulanan PDT açılma seviyelerine göre intraoperatif ve postoperatif komplikasyon gelişen hastaların yüzdeleri karşılaştırıldığında (Tablo 4-7) hem intraoperatif hem de postoperatif dönemde gelişen komplikasyonlar arasında istatistiksel olarak önemli farklılık tespit edilmedi ($p>0.05$).

Tablo 4- 7 Trakeal Halka Aralığı (Seviye) ile Anatomik Ölçümlerin Ortalamaları

		Sıklık	Trakeal Derinlik (Dilatör ile Belirlenen) Ortalaması	Troid Prominens Seviyesi Boyun Çevresi Ortalaması* (Cm)	Mentum-Jugular Notch Arası *(Cm)	Krikoid Alt Kenar-Anatomik İşaret Arası* (Cm)
Trakeal Halka Aralığı (Seviye)	1	9	2.9 ± 0.6	40.7 ± 4.2	14.2 ± 1.8	1.85 ± 0.6
	2	37	2.9 ± 1	38.7 ± 3.2	14.35 ± 1.3	1.86 ± 0.8
	3	30	2.8 ± 0.7	36.5 ± 3.2	14.7 ± 2.5	2.1 ± 0.6
	4	9	2.5 ± 0.3	34.5 ± 3	15.6 ± 1.4	2.73 ± 0.7
	5	3	3.1 ± 0.1	34.7 ± 2.3	15.8 ± 1.3	2.5 ± 1
	6	2	2 ± 0.07	34.6 ± 2.9	15.6 ± 0.2	3.6 ± 1
	7	1	2	34.8	20.1	6.7
Total		91	2.78 ± 0.7	37.6 ± 3.7	14.71 ± 1.9	2.13 ± 1

* $p < 0.01$

Tablo 4- 8 Trakeal Halka Aralığına (Seviye) göre Komplikasyon Sıklığı

Trakeal Halka Aralığı (Seviye)	Sıklık (n)	Kıkırdak fraktürü		İntraoperatif kanama		Postoperatif kanama	
		Sıklık (n)	Yüzde (%)	Sıklık (n)	Yüzde (%)	Sıklık (n)	Yüzde (%)
1	9	1	11.1	2	%22.2	4	%44.4
2	37	9	24.3	6	%16.2	6	%16.2
3	30	6	20	1	%3.3	1	%3.3
4	9	0	-	1	%11.1	1	%11.1
5	3	0	-	0	-	0	-
6	2	0	-	0	-	0	-
7	1	0	-	1	%100	1	%100
Total	91	16	%17.6	11	%12.1	13	%14.3

FOB ile tespit edilen trakeal ponksiyon yerinin orta hatta ya da orta hattan deviye olma durumu (Şekil 4-5) ponksiyon sayısı ve prosedür sürelerine göre değerlendirildiğinde işlem süresi ya da ponksiyon sayısı üzerine anlamlı etkisinin olmadığı görüldü ($p>0.05$). Ponksiyon sayısının ise süre ile pozitif korelasyon gösterdiği ($p<0.01$) görüldü (Tablo 4-8). Ponksiyon sayısı ile trakeal ponksiyon yeri, intraoperatif ve postoperatif komplikasyonlar arasında istatistiksel olarak anlamlı ilişki tespit edilmedi ($p>0.05$) (Tablo 4-9).

Tablo 4- 9 Trakeal ponksiyon yerine göre ponksiyon sayısı dağılımı ve PDT işlem süresi ortalamaları

Trakeal Ponksiyon Yeri	Ponksiyon Sayısı*					Total Ortalama Süre (Sn)
	1	2	3	4	5	
Orta Hat	38	9	7	1	1	447,03
Deviye (<30°)	20	12	3	0	0	481,96
Total Ortalama Süre* (Sn)	423,5	500,7	584,5	454	516	460,28

**Ponksiyon sayısı-Süre pozitif korelasyon $p<0.01$*

Tablo 4- 10 Trakeal ponksiyon sayısına göre trakeal ponksiyon yeri, intraoperatif ve postoperatif komplikasyon sayılarının dağılımı

Ponksiyon Sayısı	Orta Hattan Deviasyon		İntraoperatif Komplikasyon			Postoperatif Erken Komplikasyon	
	Orta Hat	Deviye (<30°)	Yok	Kıkırdak Fraktürü	Kanama	Yok	Kanama
1	38	20	43	9	6	50	6
2	9	12	11	6	3	17	4
3	7	3	7	1	2	7	3
4	1	0	1	0	0	1	0
5	1	0	1	0	0	1	0



Şekil 4- 5 Trakea Ponksiyon Deviasyon Durumu

1.Ponksiyon açısı $>30^\circ \rightarrow$ Ponksiyon tekrarı, 2.Orta hat ponksiyonu, 3. Ponksiyon deviasyon açısı $<30^\circ$

Hastaların %63.7'sinde (58 hasta) ilk trakeal ponksiyon orta hatta ya da yakınından ($<30^\circ$) gerçekleştirildi ve kılavuz tel bu lokasyondan trakeaya ilerletildi. Bir kez trakeal ponksiyon yapılan hastaların 20 tanesinde orta hattan 30° 'den daha az deviasyon görüldüğünden ponksiyon tekrarlanmadan PDT işlemine devam edildi. Kalan 33 hastanın 9 tanesinde ikinci ponksiyon tam orta hattan ve 12 tanesinde orta hat yakınından gerçekleşti. On hastada (%11) orta hat ya da yakınından trakeal ponksiyon 3. denemede gerçekleştirilebildi. Uygun trakeal ponksiyon için 3'den fazla girişim yapılan 2 hasta (%2) mevcuttu.

Ponksiyon sayısı 4 ve 5 olan işlemler; YBÜ'ye entübe kabul edilen, iskemik hemorajik hasara bağlı uzamış entübasyon nedeniyle PDT kararı alınan, MV uygulamasının 8 ve 10. gününde uzman eşliğinde asistan doktor tarafından PDT prosedürü uygulanan, işlem sırasında deviasyon açısının $>30^\circ$ olması sebebiyle ponksiyonların tekrarlandığı hastalarda gerçekleştirildi. Uygun trakeal girişimin 4. ponksiyonda 454 saniyede gerçekleştirildiği 45 yaşında erkek hastanın ağırlığı 62 kg, boyu 158 cm, VKI:24.8 kg/m², boyun ekstansiyon kısıtlılığı yok, tiroid prominens seviyesi boyun kalınlığı 32.7 cm, boyun uzunluğu 16.3 cm, HM mesafesi 4.5 cm, TM mesafesi 9 cm kaydedildi. Trakeal deviasyonu mevcut olan hastanın USG ile ölçülen trakea derinliği 1.51 cm, dilatör ile ölçülen mesafe 2.6 cm bulundu. PDT, beşinci ponksiyon yapılan hastada 516 saniye sürdü. 72 yaşındaki kadın hastanın ağırlığı 64 kg, boyu 158 cm, VKI:25.6 kg/m², boyun ekstansiyon kısıtlılığı mevcut, tiroid prominens seviyesi boyun kalınlığı

33.6 cm, boyun uzunluğu 8.9 cm, HM mesafesi 3.2 cm, TM mesafesi 4.5 cm bulundu. Fizik muayenede trakeal deviasyon saptanmayan hastanın USG ile ölçülen trakea derinliği 1.87cm, dilatör ile ölçülen mesafe 3.1 cm idi. Her iki prosedürde de PDT 3. trakeal halka aralığından açıldı, intraoperatif ya da postoperatif erken ve dönem-geç dönem komplikasyonlarla karşılaşılmadı.

Fizik muayenede trakea deviasyonu tespit edilen 18 hastadan 5 tanesinde obezite ($VKI > 30 \text{ kg/m}^2$) mevcuttu. Trakea deviasyonu bulunan hastaların bazı demografik, morfolojik ve işlem ile ilgili verilerinin obezite eşlik edenler ile karşılaştırılması Tablo 4-10'da gösterilmiştir. Obez ve trakea deviasyonu olan 5 hasta komplikasyonlar açısından incelendiğinde sadece 1'inde hem intraoperatif hem de postoperatif erken dönem kanama olduğu görüldü.

Tablo 4- 11 Trakeal deviasyona eşlik eden obezite durumunun morfolojik bulgular ve PDT prosedürü açısından değerlendirilmesi (Veriler ortalama $\pm$ standart sapma olarak verilmiştir)

		Boyun Çevresi* (Cm)	MH** (Cm)	MJ*** (Cm)	Derinlik (USG) (Cm)	Süre (Sn)	Ponksiyon sayısı	Derinlik (Dilatör) (Cm)
Obezite + Trakea Deviasyonu	5	38.5 $\pm$ 3.6	5 $\pm$ 1.2	15 $\pm$ 2.1	1.55 $\pm$ 0.4	417 $\pm$ 175	1	2.8 $\pm$ 0.09
Trakea Deviasyonu	18	37.5 $\pm$ 3.4	4.8 $\pm$ 1	14.9 $\pm$ 1.6	1.46 $\pm$ 0.3	429 $\pm$ 130	1	2.9 $\pm$ 0.5

*Troid Prominens seviyesinden ölçülen

**MH; Mentum hyoid arası mesafe

***MJ; Mentum Jugular Notch arası mesafe

Trakea deviasyonu varlığı ile trakeal ponksiyon yerinin deviye olması arasında anlamlı bir ilişki bulunamadı. Trakea deviasyonu ve ponksiyon deviasyonu durumunun anatomik ölçümler, USG ölçümleri, süre, ponksiyon sayısı ve trakeostomi açılan seviye ile ilişkisi değerlendirilmiş, anlamlılık saptanmadı (Tablo 4-11)

Tablo 4- 12 Trakea deviasyonu ve ponksiyon deviasyonu durumu ile anatomik ölçümler, USG ölçümleri, süre, ponksiyon sayısı ve trakeostomi açılan seviye

Trakea Deviasyonu	Ponksiyon Deviasyonu		Yaş	VKI (Kg/m ²)	Boyun çevresi* (Cm)	TM** (Cm)	Derinlik (USG) (Cm)	Derinlik (Dilatör) (Cm)	Süre (Sn)	Ponksiyon sayısı	Açılan seviye
Yok	Yok	46	53.9±20	26.1±5.2	37.6±3.6	6.8±1.1	1.5±0.3	2.7±0.6	469±169	1	2
	Var	27	58.7±20	27.6±4.1	37.6±4	6.6±1.1	1.5±0.3	2.9±1	467.5±175	1	2
	Total	73	55.8±20	26.7±4.8	37.6±3.8	6.7±1.1	1.5±0.3	2.8±0.8	468.5±170	1	2
Var	Yok	12	62.6 ±19.5	28.2±3.2	37.9±3.4	6.8±1.1	1.6±0.3	2.9±0.4	370±86	1	3
	Var	6	61.3±8.7	26.6±3.2	36.8±3.6	6.6±1.7	1.2±0.2	2.7±0.7	547±128	1-2	3
	Total	18	62.2 ±16.4	27.7±3.2	37.5±3.4	6.7±1.3	1.5±0.3	2.9±0.5	428.9±130	1	3
Total	Yok	58	55.9 ±20.1	26.6±4.9	37.6±3.5	6.8±1.1	1.5±0.3	2.7±0.6	447±159	1	2
	Var	33	59.2±18	27.4±4	37.4±4	6.7±1.2	1.4±0.3	2.9±1	482±168	1	3
	Total	91	57.1 ±19.3	27 ± 4.5	37.6 ± 3.7	6.7 ±1.1	1.5 ±0.3	2.8 ± 0.8	460 ± 163	1	2

Hastaların trakeostomi öncesi ve sonrası arteriyel kan gazı analiz sonuçları Tablo 4-4'te sunulmuştur. Preoperatif ve postoperatif değerler karşılaştırıldığında pH, PO₂, PCO₂ ve P/F değerlerinde istatistiksel olarak anlamlı olumsuz değişiklikler kaydedilmekle birlikte klinik olarak önemli bir ventilasyon ya da oksijenasyon sıkıntısı gelişmedi.

Tablo 4- 13 Kan gazı Analizleri

	Preoperatif	Postoperatif	P değeri
pH*	7.51±0.54	7.49±0.07	0.006
PO ₂ **	125.5±43.2	114.2±37.4	0.009
PCO ₂ ***	33.3±6.6	35.6±9.3	0.008
Laktat	1.6±0.9	1.6±0.8	0.486
P/F****	318.7±132	279.4±136.1	0.002

*pH: Potansiyel Hidrojen, ** PO₂: Parsiyel O₂ Basıncı

PCO₂: Parsiyel CO₂ Basıncı, *P/F: Parsiyel O₂ Basıncı/ FiO₂

İntraoperatif dönemde 16 (%17.6) hastada kırıkdağ fraktürü, 11 (%12.1) hastada kanama, 1 (%1.1) hastada desatürasyon gelişti Postoperatif dönemde 13 (%14.3) hastada kanama gözlenirken, 1(%1.1) hastada subkutanöz amfizem gelişti ve 1 (%1.1) hastada trakeostomi çevresinde enfeksiyon tespit edildi. Postoperatif geç dönemde 1 (%1.1) hastada TÖF geliştiği gözlemlendi (Tablo 4-13).

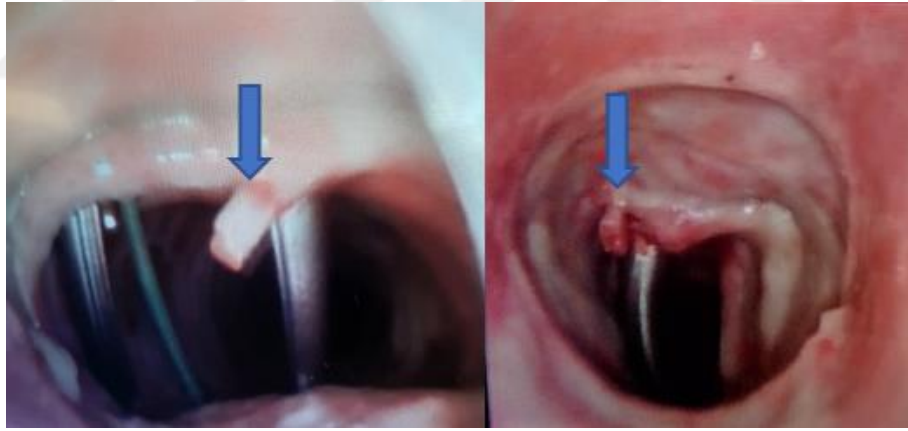
Tablo 4- 14 Komplikasyonlar

İntraoperatif komplikasyonlar	
Kıkırdak fx	16 (%17.6)
Orta hat dışında ponksiyon	
Kanama	11 (%12.1)
Desatürasyon	1 (%1.1)
Postoperatif komplikasyonlar	
Kanama	13 (%14.3)
Subkutanöz amfizem	1 (%1.1)
Trakeostomi çevresinde enfeksiyon	1 (%1.1)
TÖF	1 (%1.1)

İntraoperatif kıkırdak fraktürü (Şekil 4-6) gelişen işlemlerin 12 tanesinin uzman eşliğinde en az 2 yıl deneyimli asistan doktor, 3 tanesinin yoğun bakım uzmanı, 1 tanesinin profesör tarafından açıldığı görüldü. Uygulayıcıların deneyim farklılığı nedeniyle yapılan istatistik değerlendirmede komplikasyon gelişimi ve uygulayıcı hekimin özelliği arasında ilişki saptanmadı. Kıkırdak fraktürü görülen hastaların yaş ortalamasının 64.6 ve en genç hastanın 42 yaşında olduğu, %75'inin (n=12) erkek, VKİ ortalamalarının 25.8 kg/m², %18.75'inde boyun ekstansiyon kısıtlılığının mevcut olduğu anlaşıldı. PDT açılma seviyesinin bir hastada 1. trakeal aralık, 9 hastada (%56.3) 2. trakeal aralık, 6 hastada (%37.5) ise 3. trakeal aralık olduğu tespit edildi. PDT'nin 9 hastada trakeanın orta hattından, 7 hastada deviye (<30°) olarak açıldığı belirlendi. Kıkırdak fraktürü görülen hastaların anatomik ölçümlerine Tablo 4-14'de yer verilmiştir. Kıkırdak fraktürü ile hastaların morfolojik özellikleri ya da uygulamaya ait veriler arasında anlamlı bir ilişki tespit edilmedi (p>0.05).

Tablo 4- 15 Morfolojik yapının kırıldak fraktürü ve diğer komplikasyonlara etkisi

	Kırıldak Fraktürü	İntraoperatif Kanama	Postoperatif Kanama
Yaş	64.6 ± 12.3	64.5 ± 21.9	67.6 ± 21.6
VKI(Kg/m ²)	25.8 ± 4.3	27.67 ± 4.1	27.8 ± 4
Troid prominense seviyesi boyun çevresi (Cm)	37.6 ± 4	37.48 ± 2.6	37.7 ± 4
Klavikula seviyesi boyun çevresi (Cm)	38.1 ± 3.9	38.3 ± 2.9	38.3 ± 4
Mentum-Hyoid (Cm)	4.6 ± 0.6	4.69 ± 0.7	4.83 ± 0.7
Krikoid Alt Kenar-Anatomik Belirteç (Cm)	2.01 ± 0.7	2.53 ± 1.6	2.38 ± 1.5
Anatomik Belirteç-Juguler Notch (Cm)	2.44 ± 0.4	2.12 ± 0.5	2.14 ± 0.4
Mentum- Juguler Notch (Cm)	14.6 ± 1.4	15.04 ± 2.2	15 ± 2.1



Şekil 4- 6 Kırıldak Fraktürü

Hastaların 11 tanesinde (%12) insizyon bölgesinde intraoperatif minör kanama geliştiği; işlemlerin 6 tanesinin uzman eşliğinde en az 2 yıl deneyimli asistan hekim, 4 tanesinin yoğun bakım uzmanı, 1 tanesinin profesör tarafından açıldığı görüldü. Uygulayıcı deneyimi ve komplikasyon sıklığı arasında ilişki saptanmadı. İntraoperatif kanama görülen hastaların yaş ortalaması 64.5, %45.45'inin (n=5) erkek, VKI ortalamalarının 27.67kg/m² olduğu, hiçbirinde boyun ekstansiyon kısıtlılığı bulunmadığı, FOB ile doğrulanan PDT açılma seviyelerinin %18.18 (n=2) 1. trakeal aralıktan , %54.54 (n=6) 2. trakeal aralıktan ve birer hasta da 3, 4 ve 7. trakeal aralıklardan olduğu tespit edildi. Trakea girişimi ve kanülasyon seviyesi ile intraoperatif kanama komplikasyonu arasında ilişki bulunmadı. Trakea ponksiyonu 7 hastada orta hattan, 4 hastada ise deviye (<30°) yapıldı. İntraoperatif kanama görülen hastaların anatomik ölçümlerine Tablo 4-14'te yer verilmiştir.

On üç hastada (%14) insizyon bölgesinde postoperatif kanama geliştiği; işlemlerin 8 tanesinin uzman eşliğinde en az 2 yıl deneyimli asistan doktor, 4 tanesinin yoğun bakım uzmanı, 1 tanesinin profesör tarafından açıldığı görüldü. Hastalardan 8 tanesinde peroperatif başlamış olan kanama postoperatif dönemde de devam etti ve 7 hastanın minör kanaması kompresyon uygulanarak, bir hastada ise kompresyona ek olarak taze donmuş plazma verilerek tedavi uygulandı. Postoperatif kanama gözlenen hastalardan 3 tanesinde işlem sırasında kırıkta fraktürü geliştiği tespit edildi ancak kanama insizyon bölgesinde sınırlı idi ve trakea içerisine kanama gelişmedi. Postoperatif kanama görülen hastaların yaş ortalamasının 67.6, %61.5'inin (n=8) erkek, VKI ortalamalarının 27.8kg/m² olduğu, hiçbirinde boyun ekstansiyon kısıtlılığının bulunmadığı, FOB ile doğrulanan PDT açılma seviyelerinin %30.76 (n=4) hastada 1. trakeal aralıktan olduğu tespit edildi. Diğer kırıkta aralıklarından açılan PDT girişimleri sırasında postoperatif kanama gelişen hastalar, preoperatif dönemde de kanama tespit edilmiş olanlardı. Dokuz hastada PDT'nin orta hattan, 4 hastada deviye olarak açıldığı belirlendi. Postoperatif kanama görülen hastaların anatomik ölçümlerine Tablo 4-15'te yer verilmiştir.

Trakea deviasyonu ve ponksiyon deviasyonu durumunun komplikasyonlar ile ilişkisi değerlendirilmiş, anlamlılık saptanmamıştır (Tablo 4-15)

Tablo 4- 16 Trakea deviasyonu ve ponksiyon deviasyonu durumunun komplikasyonlar ile ilişkisi

Trakea Deviasyonu	Ponksiyon Deviasyon	İntraoperatif Komplikasyonlar			Postoperatif Erken Dönem Komplikasyonlar			Postoperatif Geç Dönem Komplikasyon
		Kanama	Kıkırdak fraktürü	Desatürasyon	Kanama	Subkutanöz Amfizem	TO. Çevresi Enfeksiyon	TÖF
Yok	Yok 46	6	7	0	7	0	0	0
	Var 27	4	6	1	4	1	0	0
	Total 73	10	13	1	11	1	0	0
Var	Yok 12	1	2	0	2	0	0	0
	Var 6	0	1	0	0	0	1	1
	Total 18	1	3	0	2	0	1	1
Total	Yok 58	7	9	0	9	0	0	0
	Var 33	4	7	1	4	1	1	1
	Total 91	11	16	1	11	1	1	1

* TO. : Trakeostomi

Trakeostomi açılan hastaların mortalitesi %55,17 tespit edildi. Mortalite sebeplerinin hiçbirisi PDT ile ilişkili değildi. Hastaların %32,3'ü ev tipi mekanik ventilatörlü, %2,29'u spontan solunumda kanülide, %8,04'ü dekanüle olarak yoğun bakımdan servise taburcu edildi. Dekanüle taburcu edilen hastaların taburculuk sonrası solunum yetersizliği gelişmedi. YBÜ kalış süresi 40,41±23,05 olarak saptandı.

5. TARTIŞMA

Bu çalışmada Akdeniz Üniversitesi Tıp Fakültesi Anesteziyoloji ve Reanimasyon YBÜ'lerinde bir yıllık süre içerisinde PDT açılan 91 hasta prospektif gözlemsel olarak incelendi. Bu çalışmanın birincil amacı, kılavuz tel giriş yerinin anatomik işaretlere göre belirlenmesini takiben FOB ve USG eşliğinde forseps dilatasyon yöntemi ile açılan PDT'de bireylerin morfolojik yapısının girişim yeri ve komplikasyonlar üzerine etkisini değerlendirmek, ikincil amacı ise farklı morfolojik özelliklere sahip hastalarda optimum trakeostomi açılma seviyelerini ve seviyelerin komplikasyonlar ile ilişkisi belirlemektir. Bu ilişkilerin doğrulanması, ultrason veya bronkoskopi rehberliğinin olmadığı durumlarda PDT gerçekleştirmenin güvenliğini daha da arttırabilir. Önceki çalışmalarda hasta demografik özellikleri ile trakeal anatomi arasındaki ilişkiler (örn. uzunluk, AP çapı, enine çap ve kesit alanı) incelenmiştir (94). Ancak literatür incelendiğinde bireylerin morfolojik yapısının PDT girişim yeri ve komplikasyonlar üzerine etkisini değerlendirilmesine odaklanan bir çalışma görülmemiştir.

Trakea, tipik olarak krikoid kıkırdagın hemen altındaki C6 seviyesinden başlar ve T4-T5 seviyesindeki karınaya kadar uzanır; bu uzunluk erişkinde 10 ile 20 cm arasında değişiklik gösterebilir. Trakeanın ekstratorasik veya servikal segmenti nispeten kısa bir kısımdır ve yaklaşık olarak 2 - 4 cm'dir. Servikal trakeanın bir bölümü boyunda derin yerleşimli olarak bulunur ve kısıtlı olarak palpe edilebilir. Bu nedenle palpasyon yolu ile trakeal aralıkların sayılarak PDT girişim yerinin belirlenmesi çoğunlukla mümkün olmaz. Trakea kaudale doğru ilerlerken arkaya doğru ve sıklıkla aortik arkta orta hattın hemen sağına doğru yer değiştirir ve bu durum da alt seviyelerde trakea palpasyonunu güçleştirebilir (22). CT ya da PDT girişimleri trakeanın krikoid kıkırdak ve jugular çentik arasında kalan ön boyun bölgesinden gerçekleştirilmektedir. Tıpkı trakea uzunluğunun bireyler arasında değişiklik göstermesi gibi trakeostomi girişiminin gerçekleştirilebileceği hattın uzunluğu ve yapısı da hastanın morfolojik özellikleri, anatomik varyasyonlar, kitle etkisi gösteren yapılar (tiroid bezi, yağ dokusu vb.), bölgedeki damarsal yapılar ve benzeri faktörlerden etkilenir. CT uygulamalarında

trakeanın fizyolojik darlığı nedeni ile subglottik trakeal stenoz ihtimalini azaltmak için üst aralıklardan, innominate arter erozyonundan kaçınmak için alt aralıklardan kaçınılarak 2. ve 3. trakeal halkalar insize edilecek şekilde cerrahi pencere açılır. Ancak, PDT girişimleri diseksiyon uygulamadan ancak palpasyon ya da USG ile belirlenebildiği için literatürde farklı uygulamalardan bahsedilmektedir. Klinisyenlerin bir kısmı anatomik belirteçlere göre girişim yerini belirlerken, USG konusunda yeterli deneyim ve imkanı olanlar görüntüleme eşliğinde ponksiyon gerçekleştirmektedir. Ancak anatomik nedenler ile trakea halkalarının palpe edilememesi, kısa boyunlu, derin yerleşimli trakeaya sahip olan ya da obez hasta grubunda USG görüntülemeye yaşanan sıkıntılar bugüne kadar PDT uygulamalarında hangi trakeal aralıkların ne sıklıkta kullanıldığı ve bu farklılığın komplikasyon üzerine etkisinin gösterilmesini mümkün kılmamıştır.

Bizim çalışmamızda USG işlemi ponksiyon yapılması sırasında yol gösterici olarak değil, işlem öncesinde morfolojik yapıların değerlendirilmesi ve girişim yapılması planlanan lokasyonun hangi trakeal halkalar arası olacağının tahmin edilmesi için kullanılmıştır. PDT uygulamaları sırasında USG rehberliğinde trakeal ponksiyon yapılması anatomik belirteçler esas alınarak yapılan girişimler ile kıyaslandığında iğne ile girişim sayısının daha düşük ve orta hattan giriş başarısının daha yüksek olduğu daha önce bildirilmiştir (95, 96). Ayrıca, Kristense ve arkadaşları tarafından yapılan derlemede USG'nin hava yolu yönetiminde klinik karar verme ve müdahale için tüm kullanımları ayrıntılı şekilde anlatılmıştır (97). Çalışmamızın amacı USG eşliğinde trakeal ponksiyon yapılmasının güvenilirliği ya da komplikasyonlar üzerine etkisinin araştırılması değil, kılavuz tel giriş yerinin anatomik işaretlere göre belirlenmesini takiben yapılan PDT işleminde bireyler arasındaki morfolojik değişikliklerin PDT prosedürü ve neden olduğu komplikasyonlar üzerine etkisinin belirlenmesidir.

PDT uygulanan hastaların önemli bir kısmında obezite, büyük tiroid gland, kısa ve kalın boyun yapısı nedenleri ile USG görüntülemeye zorluklar yaşanabilir. Ayrıca trakeal deviasyonu olan hastalarda trakeal ponksiyonun boyun orta hattan yapılabilmesi için trakeanın orta hatta çekilmesi sırasında eş zamanlı olarak ultrasonografik değerlendirilmenin yapılması probun pozisyonlandırılma gücünün nedeniyle mümkün olamayabilir. Hastalarda uygun trakeal aralıktan ve orta hattan

trakeal girişim yapılmasının en güvenli yolu trakeostomi bölgesinde cilt-cilt altına içeren insizyon hattı altındaki dokunun künt bir forceps yardımı ile disseke edilerek trakea duvarına yaklaşılmaması ve işlem esnasında eş zamanlı olarak FOB görüntüleme yapılması yoluyla ponksiyonun optimum lokasyondan yapılmasının sağlanmasıdır. Bizim çalışmamızda tüm hastalarda doku diseksiyonu yapılarak ponksiyon yapılacak trakea bölgesi ve etrafındaki dokular (damarsal yapılar, kas ve tiroid bezi) görüntülenmiş, gerekli olduğunda trakea orta hatta çekilmiş ve ponksiyon bu şekilde gerçekleştirilmiştir.

FOB ile girişim yerinin doğrulanması sayesinde, anatomik belirteçler doğrultusunda belirlenen seviyeden yapılacak girişimin gerçekleşmesi beklenen kıkırdak aralıkları ile trakeanın pozisyonlanması sonrası gerçekleşen ponksiyon aralığının 34 (%37.4) hastada benzer olmadığı görülmüştür. Trakea deviasyonu mevcut olan 18 hastanın 5 tanesinde 1 seviye aşağıdan, 3 tanesinde 1 seviye yukarıdan ve 1 hastada ise 2 seviye yukarı kıkırdak aralığından ponksiyon yapıldığı görülmüştür. Trakea deviasyonu olmayan hastalarda USG ile tahmin edilen aralıktan ponksiyon yapılmama oranı ise %30 (25 hasta) bulunmuştur. Mevcut veriler ile yapılan analiz, FOB ile doğrulanan trakeal ponksiyon aralığının USG ile görüntülemeye tahmin edilenden farklı olmasının trakeal deviasyon, trakeanın orta hatta çekilmesi ya da hastanın morfolojik özellikleri ile ilişkili olmadığını göstermiştir. Bir hasta dışında farklı seviyeden yapılan tüm ponksiyonlar bir üst ya da alt trakeal aralıktan gerçekleştirilmiştir. USG'nin trakeotomi yerini tahmin ettirmesindeki düşük güvenilirlik işlem sırasında uygulayıcının diseksiyon yardımıyla trakeal aralığı palpe edebilmesi sonucu iğne ucuna gerekli açıyı vermesi, ya da USG görüntüleme ile trakeanın düzlemsel seyrinin 3 boyutlu anlaşılabilmesi nedenleriyle olabilir. Çalışmamızda ponksiyon USG eşliğinde yapılmamasına rağmen hastaların 67 tanesinde (%74) trakeotomi literatürde en uygun aralıklar olduğu bildirilmiş olan 2. veya 3. aralıklardan yapılmıştır. Hastaların 9 tanesinde (uzun boyunlu hastalar) 5 ila 7.ci, 9 tanesinde (kısa ve kalın boyunlu hastalar) ise 1. trakeal aralıktan trakeotomi yapılmıştır. Bu hastalarda üst ya da alt trakeal aralıkların kullanılmasına bağlı komplikasyon ya da prosedür güçlüğü ile karşılaşılmamıştır. Bu bulgular ışığında trakeostomi için ponksiyon yapılacak aralığın hastaların morfolojik özelliklerine göre değişiklik

göstermesi olasıdır ve girişim öncesi mutlaka değerlendirilmelidir. Çalışmamızda elde edilen bulgular ile farklı morfolojik ölçümler kullanılarak PDT girişimi öncesi anatomik belirteç doğrultusunda yapılacak ponksiyonun trakeal seviyesinin önceden belirlenmesi mümkün olmuştur ve bu hesaplama literatürde ilk defa bildirilmektedir.

Chung W. ve arkadaşları tarafından yapılan bir çalışmada Ciaglia Blue Rhino™ yöntemi kullanılarak, krikotiroid membranın palpasyonu sonrası yaklaşık 2 cm altından trakeostomi açılması işlemi yapılmıştır. Yaptıkları bu çalışma ile PDT'nin krikotiroid membranın 2 cm altına bronkoskop yardımı olmadan güvenle yapılabileceğini bildirmişlerdir (98). Yine Chung ve arkadaşları tarafından yapılan sonraki bir araştırmada bu yöntem ile açılan trakeostomilerde net trakeostomi yerinin bilinmemesi gerekçesi ile farklı nedenlerde üç boyutlu boyun bilgisayarlı tomografisi çekilen hastaların özelliklerinin krikotiroid membran ile ikinci trakeal halka arasındaki mesafeyi tahmin etmede kullanılabilirliği değerlendirilmiştir. Ortalama krikoid kartilaj (KK) - 2. trakeal halka mesafesi 25,26 mm (%95 GA 25,02–25,48 mm) olarak bulunmuştur. Doğrusal regresyon analizi, tahmin edilen 'KK - 2. trakeal halka mesafesinin $[-5,73 + 0,2 \times \text{boy (cm)} + 1,22 \times \text{cinsiyet (erkek: 1, kadın: 0)} + 0,01 \times \text{yaş (yıl)} - 0,03 \times \text{ağırlık}]$ olarak hesaplanabileceğini göstermiştir. Bu sonuçlar, bronkoskop rehberliği olmadan PDT yapılırken, KK – 2. trakeal mesafesinin hasta özelliklerine, özellikle de boy ve cinsiyete bağlı olduğunu göstermiştir. (99). Chung ve arkadaşları tarafından yapılan bu çalışma, bizim çalışmamıza benzer olarak hastaların morfolojik özelliklerinin trakeostomi açılma seviyesine etkisini incelemektedir. Ancak PDT açılma prosedüründe kullanılan anatomik belirteç yöntemleri farklılık göstermektedir. Yoğun Bakım ünitelerimizde uygulanan PDT yönteminde hastanın cinsiyeti ve boyu, trakeal ponksiyonun gerçekleştiği seviye ile ilişkili bulunmazken, hastanın boyun uzunluğunun ve boyun çevresi ölçümünün PDT açılan seviye ile ilişkisi gösterilmiştir.

PDT sırasında FOB kullanımının, pnömotoraks ve cilt altı amfizem gibi komplikasyonları önlediği ve uygun endotrakeal yerleşimi doğruladığı gösterilmiştir (100). Ayrıca prosedür sırasında FOB görüntüleme yapılmasının sakıncalı lokasyonlardan yapılan trakeal ponksiyonlarda dilatasyon yapılmadan

ponksiyon tekrarlanmasına olanak sağladığı da bizim çalışmamızda gösterilmiştir. Ponksiyon yapılması sırasında bronkoskopun trakea içerisinde tutulması iğne ile fiberoptiğe hasar verilmesi potansiyeli taşır. Ancak bizim klinik uygulamamızda ETT, içerisinde FOB bulunduğu sırada görüntüleme eşliğinde 1. trakeal aralık üzerine kadar çekilmiş ve ponksiyon sırasında entübasyon tüpünün içerisinde tutulmuştur. Böylece cihaz hasarları engellenmiştir. Yapılan tüm trakeal ponksiyonlar bütün detayları ile izlenmiş, iğnenin giriş seviyesi ve orta hatta olan yakınlığı kaydedilebilmiştir. İğne giriş yeri ve kanülasyon deviasyonunun trakeal fraktür sıklığını arttırma ihtimali nedeni ile orta hattan 30°C'den daha fazla olan sapmalarda ponksiyon başarılı olununcaya kadar tekrarlanmıştır. Çalışmamızın ikincil amacı farklı morfolojik özelliklere sahip hastalarda optimum trakeostomi açılma seviyelerini ve seviyelerin komplikasyonlar ile ilişkisi belirlemek olduğundan trakeal ponksiyon yapılan trakeal aralığın değiştirilmesi amacıyla tekrarlayan girişim yapılmamıştır.

FOB, cihazın çalışma tüpünün ETT içerisinde manipülasyonu sırasında hiperkarbi ve hipoventilasyon gibi komplikasyonlara neden olabilir (80). Çalışmamızda postoperatif arter kan gazında tespit edilen Ph, pCO₂, pO₂, P/F değerlerindeki preoperatif kontrollere göre olumsuz değişiklikler istatistiksel olarak anlamlı olmakla birlikte klinikte hemodinamik bir etkilenme gelişmemiştir. Kan gazı değişiklikleri prosedür sırasında kısa süreli ventilasyon azalması ya da kesintileri, kan basıncı ve perfüzyon bozuklukları ve hava yolunun bronkoskopun çalışma tüpü mevcudiyeti ile daralması nedenleri ile oluşabilir. Çalışmamızda tüm hastalarda bronkoskopi eşliğinde PDT uygulaması yapıldığı için hava yolu daralmasının kan gazı değerleri üzerindeki gerçek etkisinin tahmin edilmesi mümkün olmamıştır. Ancak, PaCO₂ değerlerinde gözlenen artış daha önce yayınlanmış verilere benzer (101) ve muhtemelen eş zamanlı hipoventilasyonla birlikte FOB'un kısmi hava yolu tıkanıklığına bağlıdır. FOB kullanılmayan PDT tekniklerinde ETT'nin kesit alanı azalmadığından, trakeal kanülün yerleştirilmesinden önce dilatörün neden olduğu geçici tıkanıklık dışında ventilasyonun değişmeden kaldığına inanılmaktadır. Ancak ventilasyon değişmemesine rağmen metabolik aktivitenin artması ya da doku perfüzyonunun azalmasına neden olabilecek eşlik eden faktörler de PaCO₂ değişikliklerinde etkili

olabilir. Çalışmamızda $FiO_2:1$ olmasına rağmen PaO_2 ortalamasının, prosedür sonunda azaldığı tespit edilmiştir. Bu broskopik çalışma tüpünün ETT kesit alanını azaltmasına ve hipoventilasyona bağlanabilir. Hastalarımızdan bir tanesi hariç diğerleri prosedürü hemodinamik ya da majör oksijenasyon problemi gelişmeden tamamlasa da fark edilmemiş respiratuar asidozun zararlı etkileri olabileceği unutulmamalıdır. Bir hastamızda P/F oranı işlem bitiminde <100 tespit edilmiş ancak 24 saatlik takibinde oran preoperatif dönemdeki değerine ulaşmıştır. FOB'un PDT sırasında gelişebilecek komplikasyonların engellenmesi üzerine faydaları ile hiperkarbi ya da hipoventilasyon gibi riskleri değerlendirilerek PDT işlemi sırasında FOB kullanımı kliniğin deneyimine ve tercihine bağlı olmaktadır. PDT prosedürlerinin yaklaşık %70'inde bronkoskopi kullanılmasına rağmen (102), bazı yazarlar ardışık solunumsal asidoz ile birlikte hiperkarbi riskleri nedeniyle PDT sırasında bronkoskopinin rutin kullanımına karşı tavsiyede bulunmakta ve her hasta için bir risk ve fayda değerlendirmesini tavsiye etmektedir (103).

Kanama, trakeostomi sırasında en sık görülen intraoperatif komplikasyonlardan biri olmaya devam etse de majör kanama nadirdir. Tipik olarak kanamanın kaynağı ön juguler venöz sistemdir ve küçük venöz dallar intraoperatif ve postoperatif kanamanın kaynağı olabileceğinden özenle kontrol edilmelidir (41). Preoperatif dönemde vasküler yapının incelenmesi bu sebeple önemlidir. Çalışmamızda PDT prosedürü sırasında 11, postoperatif erken dönemde ise 13 hastada minör kanama tespit edilmiştir. Hastalardan 8 tanesinde peroperatif başlamış olan kanama postoperatif dönemde de devam etmiş ve 7 hastanın minör kanaması kompresyon uygulanarak, yalnızca bir hastada kompresyona ek olarak taze donmuş plazma verilerek tedavi uygulanmıştır. Kanama; hasta, boyun ve trakeanın morfolojik özellikleri, PDT işlemi (süre, ponksiyon sayısı ve yeri vb.) ve eşlik eden komplikasyonlar (kıkırdak fraktürü, desatürasyon) ile ilişkili bulunmamıştır. Majör kanama komplikasyonlarının önlenmesinde işlem öncesi USG görüntüleme ile damarsal yapıların belirlenmesi, cilt insizyonu öncesi trakeal duvar ve üzerindeki yapılara adrenalini solüsyon uygulanması, insizyondan sonra cilt altı dokuların diseksiyonu sayesinde kanama yaratma potansiyeli olan damarsal yapıların girişim alanından

uzaklaştırılması ya da bağlanması etkili olduğu düşüncesindeyiz. PDT öncesi yapılan USG incelemede 31 (%34.1) hastada trakeostomi bölgesinde venöz yapı, 5 (%5.5) hastada ise arteriyal yapı tespit edildi. Geç dönemde gelişen PDT ilişkili kanamaların kanülün lateral ya da kaudal yerleştirilmesine bağlı olabileceği bildirilmiştir (74). Bizim çalışmamızda hastalarda postoperatif geç dönem kanama tespit edilmemesinin nedeni tüm trakeal dilatasyon ve kanülasyonların orta hatta yakın yerleştirilmesi olabilir.

Trakeostomi traktının dilate edilmesi sırasında trakeanın lateral duvarından yapılan dilatasyonlar anterolateral trakeanın oblik seyirli duvarına yönü yukarıdan aşağı doğru olan kuvvet uygulanması ile sonuçlanır. Trakea duvarına uygulanan güç vektörü değişikliği bu gücün trakea duvarında dik değil yatay düzlemde ilerlemesine neden olabilir. Bu durum paratrakeal dilatasyonlar sonucu komşu yapıların hasarlanması ve hava yolu kayıplarına ya da trakea duvarında yaranma ve kıkırdak kırılmaları ile sonuçlanabilir (74). Çalışmamızda hiçbir hastada trakeanın lateral duvarından dilatasyon yapılmamış ve böylece çevre dokuların hasarlanması, havayolu kaybı ya da pnömotoraks komplikasyonu gözlenmemiştir. Rudas ve ark. çalışmalarında eş zamanlı USG kullanılmasıyla orta hat ponksiyon başarısını ve dolayısı ile orta hat kanülasyon sıklığını (%87) peroperatif USG kullanılmayan hastalar (%50) ile kıyaslandığında arttırdığını bildirmişlerdir. Ancak çalışmaları sırasında USG kullanımı sırasında girişimler anatomik belirteç kullanılarak yapılan ponksiyonlara göre daha isabetli bulunmuş olsa da araştırmacılar FOB görüntülemesini kılavuz tel yerleştirilmesi sonrası yapmışlar ve ardından deviyeye olduğu tespit edilen girişlerde prosedüre devam ederek kanülü lateral pozisyonundan (%13) yerleştirmişlerdir. Bizim çalışmamızda ise ilk trakeal ponksiyon sırasındaki orta hat başarısı bahsedilen çalışmadan daha düşük (%64) olsa bile, FOB ile işlem sırasında görüntüleme yapılarak ponksiyon tekrarlanmış ve hastaların tümünde dilatasyon ve kanül yerleşimi orta hat-orta hatta yakın (<30°) (%100) olmuştur. Tekrarlayan ponksiyonlara bağlı olumsuzluk (kanama, trakeal hasar vb.) karşılaşılmamıştır. Bu nedenle trakeanın orta hat dışında dilate edilmesi ve kanülasyonunu önlemekte en güvenilir yolun, ponksiyonun FOB aracılığı ile görüntülenmesi olduğu düşünülmüştür.

PDT sırasında oluşabilecek bir komplikasyon olan trakeal kırık riski trakeanın üst seviyelerinde artmaktadır. Trakeanın toraks girişinde geriye doğru açılması nedeniyle, KK yakınındaki üst seviyede kırıklar arası boşluğu genişletmek için ek kuvvet uygulanması gerekir. KK diğer kırıklar türlerine göre daha yoğun olduğu için kuvvet alt kırığa iletilir ve kırık kırılma riski artar. Daha alt seviyelerdeki PDT, dilatör ile trakea arasındaki açığı azaltır, böylece daha az kuvvete ihtiyaç duyulur (99). Çalışmamızda 16 hastada kırık fraktürü görülmüş olup bu hastalardan yalnızca 1 tanesinde kırılma birinci trakeal aralıktan yapılan girişimde olmuştur. Kalan 15 kırık fraktürünün 2 ve 3.cü trakeal aralıklara yapılan girişimlerde olması literatürde mevcut bilgi ya da varsayımları desteklememiştir. Kırık fraktürü uzun dönemde trakeal stenoz oluşturma potansiyeli nedeniyle önemsenen ancak PDT uygulamalarının çoğu işlem esnasında FOB ile görüntülenmediği için sıklığı tam olarak bilinmeyen bir komplikasyondur. Çalışmamızda tüm PDT prosedürlerinin trakeal ponksiyondan kanül yerleştirilmesine kadar olan süreci FOB aracılığı ile izlenmiş ve daha önce yayınlanmış birçok araştırmadan farklı olarak en sık gözlenen peroperatif komplikasyonun minör kanama değil kırık fraktürü olduğu kaydedilmiştir. Bu nedenle kırık fraktürü ile ilişkili olabilecek morfolojik özellikler, prosedür ile ilgili uygulamalar, uygulayıcı deneyimi konusunda detaylı araştırma yapılmış ancak bu komplikasyonun sıklığını etkileyen faktör tespit edilememiştir. Kısa dönemde kırık fraktürüne bağlı morbidite oluşmasa da uzun dönem komplikasyonları takip edilmediğinden kırık fraktürünün klinik öneminin değerlendirilebilmesi için çalışmalara ihtiyaç olduğu düşünülmektedir.

PDT uygulayıcısının deneyimi komplikasyon sıklığı açısından önemli olabilir. Bizim çalışmamızda girişimlerin %69'u Anesteziyoloji ve Reanimasyon araştırma görevlileri tarafından gerçekleştirildi ve komplikasyon gelişimi, trakeal ponksiyon sayısı ve süreleri açısından diğer uygulayıcılar ile farklılık tespit edilmedi. Klinik uygulamamızda tüm PDT girişimlerinin uzman doktor eşliğinde yapılmış olmasının deneyim eksikliği nedeniyle oluşabilecek komplikasyonları engellediği düşüncesindeyiz.

Obezite, kısa ve kalın boyun, boyun ekstansiyon kısıtlılığı, trakea deviasyonu, girişim yerinde kitlesel lezyonlar ve damarsal yapılar PDT ilişkili

komplikeasyon sıklığında artışı neden olabilir. Çalışmamıza katılan hastaların 19'u obezdi ve 7'sinin kısa boyun, 11'inin kalın boyun, 7'sinin boyun ekstansiyon kısıtlılığı, 18'inin trakeal deviasyonu mevcuttu. PDT öncesi yapılan USG incelemede 36 (%39.6) hastada damarsal yapı tespit edildi. Bahsedilen hastalardaki riskli fiziksel şartlar PDT ilişkili komplikeasyonlarda artışı neden olmamıştır.

Çalışmamızda hastaların cilt ve trakea arasındaki mesafe iki farklı yöntem ile ölçülmüştür. İlki PDT işlemi öncesi USG görüntüleme aracılığı ile yapılan dolaylı ölçümdür. İkinci yöntem ise trakeal dilatasyon sırasında dilatörün ucu trakea duvarı hizasında iken dilatörün cilt hizasından işaretlenmesi yolu ile gerçekleştirilen dolaysız ölçümdür ki bu şekilde yapılan bir değerlendirme daha önce literatürdeki benzer çalışmalarda yer almamaktadır. İki ölçüm yöntemi arasında her bir ölçüm için ortalama 1.4 cm farklılık olduğu tespit edilmiştir. Bu durum USG ile ölçüm yapıldığı sırada ETT'ün ölçüm yapılan seviyede trakea içerisinde bulunmasından kaynaklanmaktadır. ETT kafının hava ile şişirilmiş olmasının trakea ön duvarını ortalama 1 cm. boyun ön duvarına yaklaştırdığı tespit edilmiştir. PDT için trakeal ponksiyon yapılmadan önce ETT kraniyale doğru çekildiğinde trakea fizyolojik konumuna geri döndüğü için gerçek derinlik elde edilmiştir. Bu bulgu entübe olan hastalarda ETT kafının şiş olmasının USG ile trakea derinliği ve çapını tahmin etmek için yapılacak ölçümlerde hata payı oluşturabileceğini literatürde ilk kez açıkça göstermiştir.

PDT süresi ortalaması 460.3 ± 163 sn olarak tespit edilmiştir. En kısa süre 219 sn, en uzun süre ise 1020 sn kaydedilmiştir. PDT süresini etkileyen en önemli faktörün boyun çevresi uzunluğu (kalın boyun) olduğu gösterilmiştir. Uygulayıcı deneyimi, obezite sürenin uzaması ile ilişkili bulunmamıştır.

Trakeostomi açılan hastalarda mortalite %55,17 olmakla birlikte mortalite sebeplerinin hiçbirisi PDT ile ilişkili değildi. Hastaların %60'ından fazlasının iskemik ya da hemorajik ağır serebral hasarlı olmasının yüksek mortaliteye neden olduğu düşünülmüştür. Hayatta kalan hastaların da yaklaşık %10 kadarı spontan solunumda kanülle ya da kanülsüz yoğun bakımdan taburcu edilebilmiştir. Kliniğimizde ağır serebral hasarlı hastalara erken dönemde PDT uygulaması yapılmaktadır. Palyatif bakım olanakları kısıtlı olduğu için bu hastalar dekanüle

edilemedikleri durumlarda servise ev tipi ventilatörlere bağımlı olarak taburcu edilmektedir.

Çalışmamızın kısıtlılıkları bulunmaktadır. Kısıtlılıklardan ilki kaydedilen komplikasyon sıklığının ve çeşidinin sınırlı olması nedeniyle nadir gözlenen komplikasyonlar (pnömotoraks, stoma enfeksiyonu, trakea hasarı, TÖF vb.) ile morfolojik yapının ve PDT protokolümüzün ilişkisi analiz edilememiştir. Yalnızca kırıkta fraktürü ve kanama komplikasyonlarının risk faktörleri araştırılabılmıştır. İkinci kısıtlılık hastaların büyük çoğunluğunu serebral iskemik ya da hemorajik hasarlı 60 yaş üzeri hastaların oluşturmasıdır. Bu grup hasta genç ve koma dışında solunum yetersizliğine neden olan hastalıklara sahip PDT uygulamalarına özgü değişkenlerin yanlış ya da eksik analiz edilmiş olmasına neden olabilir. Üçüncü kısıtlılık hastalarda gelişen uzun dönem komplikasyonların ve dolayısı ile bu komplikasyonlar ile ilişkili morfolojik özelliklerin belirlenememesidir. Dördüncü kısıtlılık trakea ponksiyon deviasyonu açısının kesin bir numerik değer ile belirlenememiş olmasıdır. Açının görüntüleme ve vektörel analiz yoluyla belirlenmesi PDT süresinin uzamasına yol açacağı için deviasyonun 30° altı ya da üzerinde olması uygulayıcının tahminine bırakılmış, ponksiyonun tekrarlanması kararı bu tahmin üzerinden verilmiştir. Tüm bronkoskopi takipleri ve ponksiyon tekrarlama kararları aynı uygulayıcı tarafından yapılmıştır.

6. SONUÇ

Bu araştırma anatomik belirteç esas alınarak gerçekleştirilen PDT uygulamalarında trakeal aralıkların hangi sıklıkta kullanıldığı ve morfolojik yapının kanül yerleşimine etkisini kanıtlayan ve klinisyenlere yol gösterici regresyon formülleri geliştiren ilk ve tek çalışmadır. Trakea kanülasyonu seviyesi boyun uzunluğunu gösteren ölçümler ile doğru, boyun çevresi ile ters orantılı olarak değişmektedir. Eş zamanlı USG kullanılmadan gerçekleştirilen PDT işlemlerinde orta hatta uzak lokasyondan yapılan ponksiyonların trakea deviasyonu olan ve olmayan hastalarda benzer sıklıkta olduğu ve FOB görüntülemesi ile tekrarlayan ponksiyonlar yapıldığında orta hat ponksiyonu başarısının arttırılabileceği kanıtlanmıştır. Trakeal kırıkta fraktürü sıklığı eş zamanlı FOB görüntüleme sayesinde kesin olarak belirlenmiş ve en sık erken komplikasyon olduğu anlaşılmıştır. Uzun dönemde neden olabileceği komplikasyonların ne olacağı belirlenmemiş olmakla birlikte uygulayıcıların dikkatinin çekilmesi gerektiği düşünülmüştür. Ayrıca ETT trakea içerisinde ve kafi hava ile dolu iken yapılan USG görüntülemenin trakea duvarının cilde uzaklığının belirlenmesinde hatalı sonuçlara neden olabileceği gösterilmiştir. Bu durum derin yerleşimli trakeaya sahip hastalarda PDT işlemimde ve kanülasyonda yaşanabilecek güçlüklerin maskelenmesine neden olabilir.

7. ÖZET

Morfolojik Yapının Dilatasyonel Trakeostomi Girişim Yeri ve Komplikasyonlarına Etkisinin Ultrasonografi ve Fiberoptik Bronkoskopi ile Değerlendirilmesi

Giriş: Trakeostomi terimi trakeada bir açıklık oluşturmak ve açıklığın kenarlarının boyun derisine sabitlenmesi işlemi için kullanılır. 'Perkütan', 'deri yoluyla' anlamına gelir. Perkütan yöntem hava yolu açıklığını sağlamak ve hastayı ventile edebilmek için yatak başı yapılan bir işlemdir. Uzun süreli mekanik ventilasyon ihtiyacı, kritik hastalarda trakeostominin en yaygın sebebidir. Yapılmış çalışmalarda girişim yeri genellikle 2 ile 4. kıkırdak aralıkları olarak bildirilmiştir. Perkütan trakeostomi açılması öncesi girişim bölgesinin doppler USG ile değerlendirilmesi komplikasyonların engellenmesi açısından önerilmektedir. İşlem esnasında FOB kullanılmasının olası yanlış uygulama ve komplikasyonları önleyebileceği ancak aynı zamanda işlem süresinin uzaması, hipoksemi, trakeal travma, kanama gibi riskler de taşıdığı bilinmektedir.

Çalışmamızın birincil amacı, kılavuz tel giriş yerinin anatomik işaretlere göre belirlenmesini takiben FOB ve USG görüntülemesi eşliğinde forseps dilatasyon yöntemi ile açılan PDT’de bireylerin morfolojik yapısının girişim yeri ve komplikasyonlar üzerine etkisini değerlendirmektir. İkincil amacımız ise farklı morfolojik özelliklere sahip hastalarda optimum trakeostomi açılma seviyeleri ve seviyelerin komplikasyonlar ile ilişkisi belirlemektir.

Gereç ve Yöntemler: Çalışmamız prospektif, gözlemsel olarak planlandı. PDT planlanan 18 yaş ve üzeri hastalar dahil edildi. Kendisi veya yasal temsilcisi çalışmayı reddeden hastalar, kendisi veya yasal temsilcisi PDT için onam vermeyen hastalar, operasyon bölgesinde herhangi bir nedenle kitlesi olan hastalar, işlem yerinde cilt enfeksiyonu olan, koagülopatisi olan ve oksijenasyon sorunu olan (pozitif ekspirasyon sonu basıncı [PEEP] >15 cm H₂O, solunan oksijen fraksiyonu [FiO₂] >0.80) hastalar çalışmaya dahil edilmedi. İşlem öncesi hastanın boynu nötral pozisyonunda iken troid prominense seviyesinden ve her iki

klavikula başı seviyesinden boyun çevresi ölçümü yapıldı, hastaya standart PDT pozisyonu verildikten sonra anatomik ölçümler yumuşak bir uzunluk ölçeği ile gerçekleştirildi. Girişim bölgesi USG ile değerlendirildi. USG ile hastanın cilt – trakeal halka arasındaki uzaklık ve trakeanın inspiryumda iken koronal çapı ölçüldü. Tüm hastalarda girişim yeri doğal sürecine uygun olarak standart anatomik işaretleme aracılığı ile operatör tarafından belirlendi. PDT işlemi süresince bronkoskopi ile intratrakeal gözlem yapıldı. İşlem süresi, girişim yeri ve sayısı, işleme bağlı gelişen ve geç dönem komplikasyonlar kaydedildi. Tüm trakeostomi işlemleri, yoğun bakım uzmanı ya da yoğun bakım uzmanı eşliğinde en az 2 yıllık anestezi asistanı tarafından gerçekleştirildi. Tüm USG ve FOB işlemleri aynı anestezi uzmanı tarafından uygulandı. Elde edilen bulgular değerlendirilirken, istatistiksel analizler için SPSS 24.0 istatistik programı kullanıldı. İstatistiksel anlamlılık için p değerinin 0,05'ten küçük saptanması koşulu arandı.

Bulgular: Çalışma için 104 hasta değerlendirildi. Dokuz hasta dahil edilme kriterlerini karşılayamadı ve 4 hastada PDT işleminden vazgeçildi. Sonuç olarak 91 hastanın verileri çalışma protokolüne uygun olarak toplandı ve analiz edildi. Yaş ortalaması 57.3 ± 19.7 yıldır ve hastaların 66'sını (%72.5) erkek hastalar oluşturuyordu. Trakeostomi açılmadan önce mekanik ventilatörde kalma süresi ortalama 11.2 ± 5.8 gün olarak tespit edildi. Hastaların demografik verileri ve boyun bölgesi ölçümleri arasında USG ve FOB ile tespit edilen trakeal ponksiyon seviyelerinin tutarlılığı açısından etkili bir faktör tespit edilmedi. FOB ile gözlenen ve USG ile tahmin edilen seviyelerin tutarlılık durumuna göre anatomik ölçümler için ROC analizleri yapıldı. Hiçbir morfolojik ölçüm USG ve FOB ile belirlenen trakeal ponksiyon seviyesinin tutarlılığı açısından iyi bir prediktör değildi. Hastaların FOB ile doğrulanmış trakeostomi açılma seviyeleri ile anatomik ölçümleri arasında yapılan basit doğrusal regresyon analizlerinde trakeostomi açılan seviye ile krikoid kıkırdak-anatomik belirteç, krikoid kıkırdak-juguler notch, mentum-juguler notch ve tiroid protuberance-juguler notch arası mesafelerde istatistiksel açıdan anlamlı pozitif doğrusal bir ilişki tespit edildi. Trakeostomi açılan seviye ile tiroid puberencia seviyesinden ölçülen boyun çevresi arasında ise istatistiksel açıdan anlamlı negatif yönde doğrusal bir ilişki

bulundu. Trakeostomi seviyesi için anatomik ölçümlere göre regresyon formülleri oluşturuldu.

Sonuç: Sonuç olarak; hastaların morfolojik özellikleri, anatomik belirteç seviyesinden açılan trakeostomilerin seviyesini etkilemektedir. Hastaların boyun uzunluğu arttıkça daha kaudal seviyelerden, boyun kalınlığı arttıkça bu seviyenin kraniele doğru yer değiştirdiği gösterilmiştir. USG ile tahmin edilen seviye ile prosedür sırasında FOB ile gözlenen trakeostomi seviyesi arasında tutarsızlıklar mevcuttur. Trakeostomi açılırken FOB kullanılması komplikasyonlar açısından farkındalık yaratmış, orta hat ve orta hatta yakın ponksiyon yapılmasını sağlamıştır. Ancak solunumsal asidoza neden olabilecek hiperkarbi riski belirlenmiş, PDT sırasında bronkoskopinin kullanımına her hasta için bir kar-zarar değerlendirilmesi sonrası karar verilmesi gerektiği düşünülmüştür. FOB ile tespit edilebilen kırıkta fraktürü uzun dönemde trakeal stenoz oluşturma potansiyeli nedeniyle önemli bir komplikasyondur. Çalışmamızda, birçok araştırmadan farklı olarak en sık gözlenen peroperatif komplikasyonun minör kanama değil kırıkta fraktürü olduğu kaydedilmiştir. Kırıkta fraktürü ile ilişkili olabilecek morfolojik özellikler, prosedür ile ilgili uygulamalar, uygulayıcı deneyimi konusunda detaylı araştırma yapılmış ancak bu komplikasyonun sıklığını etkileyen faktör tespit edilememiştir. Kırıkta fraktürünün klinik önemini değerlendirilebilmesi için çalışmalara ihtiyaç vardır.

PDT uygulamasının ultrason veya bronkoskopi rehberliğinin olmadığı durumlarda hastanın her iki klavikula kemiğinin sternal taraf superior uçlarını birleştiren hayali çizgiyi baz alan anatomik belirteç kullanılarak yapılmasının, orta hattan trakeal ponksiyon başarısının %63.7 olduğu, FOB eşliğinde tekrarlayan ponksiyonlar ile orta hat kanülasyonunun garantilenebildiği, %74 oranında 2. ve 3. kırıkta aralığının kullanıldığı, kanülasyon yapılan trakeal aralık nedeniyle komplikasyona rastlanmadığı tespit edildiğinden seçilen anatomik belirtecin güvenilir ponksiyon noktası olarak kullanılabileceğini düşünmekteyiz.

Anahtar Kelimeler: Perkütan Dilatasyonel Trakeostomi, Morfoloji, Ultrasonografi, Bronkoskopi, Komplikasyonlar

8. ABSTRACT

Morphological Evaluation Of The Dilational Tracheostomy Procedure Site And Its Impact On Complications Assessed By Ultrasonography And Fiberoptic Bronchoscopy

Introduction: The term tracheostomy is used to create an opening in the trachea and secure the edges of the opening to the skin of the neck. 'Percutaneous' means 'through the skin.' The percutaneous method is a procedure performed at the bedside to provide an airway opening and ventilate the patient. The most common reason for tracheostomy in critically ill patients is the need for prolonged mechanical ventilation. Previous studies have often reported the intervention site as the 2nd to 4th tracheal cartilage intervals. Evaluation of the intervention site with Doppler ultrasound (USG) before percutaneous tracheostomy is recommended to prevent complications. The use of fiberoptic bronchoscopy (FOB) during the procedure can prevent possible misapplications and complications, but it is known to carry risks such as prolonged procedure time, hypoxemia, tracheal trauma, and bleeding.

The primary aim of our study was to evaluate the impact of individuals' morphological structure on the intervention site and complications following percutaneous dilatational tracheostomy (PDT) using forceps dilatation method, guided by FOB and USG after determining the guide wire entry site based on anatomical landmarks. Our secondary aim was to determine optimal tracheostomy opening levels in patients with different morphological features and their relationship with complications.

Materials and Methods: Our study was prospectively planned as an observational study. Patients aged 18 and older scheduled for PDT were included. Patients who refused to participate or provide consent for PDT, those with masses in the operation area, skin infections, coagulopathies, and oxygenation problems (positive end-expiratory pressure [PEEP] >15 cm H₂O, fraction of inspired oxygen [FiO₂] >0.80) were excluded. Neck perimeter measurements were taken from the thyroid prominence level and bilateral clavicular head levels while the

patient's neck was in a neutral position before the procedure. After giving the patient the standard PDT position, anatomical measurements were performed with a flexible ruler. The intervention site was evaluated with USG, measuring the distance between the patient's skin and tracheal rings and the coronal diameter of the trachea during inspiration. The intervention site was determined by the operator based on standard anatomical marking. FOB was used for intratracheal observation during the PDT procedure. Procedure time, intervention site and number, complications during and after the procedure were recorded. All PDT procedures were performed by an intensive care specialist or an anesthesiology resident with at least 2 years of experience. All USG and FOB procedures were performed by the same anesthetist. Statistical analyses were conducted using SPSS 24.0, and a p-value less than 0.05 was considered statistically significant.

Results: A total of 104 patients were evaluated for the study, but nine did not meet the inclusion criteria and the PDT procedure was cancelled in 4 patients. Consequently, data from 91 patients were collected and analyzed according to the study protocol. The average age was 57.3 ± 19.7 years, with males comprising 72.5% of the patients. The average duration of mechanical ventilation before tracheostomy was 11.2 ± 5.8 days. None of the demographic or neck measurement values were found to be decisive to provide consistency of USG presumption and FOB visualization for the tracheal space used. ROC analyses for anatomical measurements were performed based on the consistency of levels determined by FOB and USG. No ROC analyses were statistically significant, and none of the measurements were identified as a good predictor of the consistency between USG and FOB.

In simple linear regression analyses comparing anatomical measurements with tracheostomy opening levels confirmed by FOB, statistically significant positive linear relationships were found between the tracheostomy opening level and the distances of cricoid cartilage-anatomical landmark, cricoid cartilage-jugular notch, mentum-jugular notch, and thyroid protuberance-jugular notch. A statistically significant negative linear relationship was found between the tracheostomy level and neck circumference measured from the level of the thyroid

prominence. Regression formulas were created for tracheostomy levels based on anatomical measurements.

Conclusion: In conclusion, the morphological features of patients influence the level of tracheostomies opened from the anatomical landmark level. As neck length increases, tracheostomy openings tend to be at more caudal levels, and as neck thickness increases, this level shifts cranially. There was significant discrepancy between the level presumed by USG and the level determined by FOB during the procedure. Using FOB during tracheostomy may create awareness in terms of complications and ensures midline and near-midline puncture. However, considering the risks of hypercarbia associated with respiratory acidosis, the use of bronchoscopy during PDT should be evaluated for each patient after assessing the risks and benefits. Cartilage fracture detected by FOB is a significant complication due to its potential to cause long-term tracheal stenosis. In our study, unlike many others, the most frequently observed intraoperative complication was noted to be cartilage fracture but not minor bleeding. Despite detailed research on morphological features associated with cartilage fracture, procedural practices, and practitioner experience, factors influencing the frequency of this complication could not be identified. Further studies are needed to evaluate the clinical significance of cartilage fracture. Considering the success rate of midline puncture (63.7%), the chance to ensure mid-line cannulation with repetitive punctions, the use of 2nd and 3rd intercartilagenous spaces in a ratio of 74% and the absence of complications resulting from the site of trachea cannulation we believe that the anatomical landmark chosen, based on an imaginary line connecting the superior ends of both clavicle bones on the sternal side, can be used as a reliable method for PDT when USG or FOB guidance is not available

Keywords: Percutaneous Dilational Tracheostomy, Morphology, Ultrasonography, Bronchoscopy, Complications

9. KAYNAKLAR

1. Yadav N, Ahmad SR, Kumar N, Mishra B. Airway Management of a Post Tracheostomy Stenosis Patient With Respiratory Difficulty: Make Sure You Have Fibre Optic Guidance Before Administering a Muscle Relaxant! *Trauma Mon.* 2016;21(3):e20927.
2. Scalise P, Prunk SR, Healy D, Votto J. The incidence of tracheoarterial fistula in patients with chronic tracheostomy tubes: a retrospective study of 544 patients in a long-term care facility. *Chest.* 2005;128(6):3906-9.
3. Epstein SK. Late complications of tracheostomy. *Respir Care.* 2005;50(4):542-9.
4. Pratt LW, Ferlito A, Rinaldo A. Tracheotomy: historical review. *Laryngoscope.* 2008;118(9):1597-606.
5. Graamans K, Pirsig W, Biefel K. The shift in the indications for the tracheotomy between 1940 and 1955: an historical review. *J Laryngol Otol.* 1999;113(7):624-7.
6. Jackson C. Tracheotomy. *The Laryngoscope.* 1909;19(4):285-90.
7. Ghattas C, Alsunaid S, Pickering EM, Holden VK. State of the art: percutaneous tracheostomy in the intensive care unit. *J Thorac Dis.* 2021;13(8):5261-76.
8. Hagberg CA. Hagberg and Benumof's Airway Management, E-Book: Elsevier Health Sciences; 2022.
9. Isaacs RS, Sykes JM. Anatomy and physiology of the upper airway. *Anesthesiol Clin North Am.* 2002;20(4):733-45, v.
10. Reznik GK. Comparative anatomy, physiology, and function of the upper respiratory tract. *Environ Health Perspect.* 1990;85:171-6.
11. Artime CA, Hagberg CA. Airway management in the adult. *Miller's Anesthesia* 9th ed Philadelphia: Elsevier. 2020:1373-412.
12. Beasley P. Anatomy of the pharynx and oesophagus. *Scott-Brown's otolaryngology.* 1987:236.
13. Butterworth J. Airway management. Dalam: Butterworth JF, Mackey DC, Wasnick JD. *Morgan & Mikhail's Clinical anesthesiology.* New York: McGraw Hill Companies; 2013.
14. Roberts J, Pino R. Functional anatomy of the upper airway. *Clinical management of the airway* Philadelphia: WB Saunders. 1994:2-39.
15. Roberts JT. FUNCTIONAL ANATOMY OF THE LARYNX. *International Anesthesiology Clinics.* 1990;28(2):101-5.
16. Zeidan AM, Salem MR, Mazoit J-X, Abdullah MA, Ghattas T, Crystal GJ. The Effectiveness of Cricoid Pressure for Occluding the Esophageal Entrance in Anesthetized and Paralyzed Patients: An Experimental and Observational Glidescope Study. *Anesthesia & Analgesia.* 2014;118(3):580-6.
17. Bennett JD, Guha SC, Sankar AB. Cricothyrotomy: the anatomical basis. *J R Coll Surg Edinb.* 1996;41(1):57-60.
18. Ellis H, Feldman S. *Anatomy for anaesthetists* Harold Ellis, Stanley Feldman 1993.
19. Allen E, Minutello K, Murcek BW. *Anatomy, Head and Neck, Larynx Recurrent Laryngeal Nerve: StatPearls Publishing, Treasure Island (FL); 2022* 2022.
20. Shah A, Cunha B. *Anatomy, Head and Neck: Anterior Cervical Region. StatPearls. Treasure Island (FL)2023.*

21. McCullagh KL, Shah RN, Huang BY. Anatomy of the Larynx and Cervical Trachea. *Neuroimaging Clin N Am*. 2022;32(4):809-29.
22. Butterworth IV JF, Mackey DC, Wasnick JD. *Respiratory Physiology & Anesthesia*. Morgan & Mikhail's Clinical Anesthesiology, 7e. New York, NY: McGraw-Hill Education; 2022.
23. Wong DT, Weng H, Lam E, Song HB, Liu J. Lengthening of the trachea during neck extension: which part of the trachea is stretched? *Anesth Analg*. 2008;107(3):989-93.
24. Toung TJ, Grayson R, Saklad J, Wang H. Movement of the distal end of the endotracheal tube during flexion and extension of the neck. *Anesth Analg*. 1985;64(10):1030-2.
25. Jin-Hee K, Ro YJ, Seong-Won M, Chong-Soo K, Seong-Deok K, Lee JH, et al. Elongation of the trachea during neck extension in children: implications of the safety of endotracheal tubes. *Anesth Analg*. 2005;101(4):974-7.
26. Drevet G, Conti M, Deslauriers J. Surgical anatomy of the tracheobronchial tree. *J Thorac Dis*. 2016;8(Suppl 2):S121-9.
27. Mehta C, Mehta Y. Percutaneous tracheostomy. *Ann Card Anaesth*. 2017;20(Supplement):S19-S25.
28. Freeman BD, Isabella K, Perren Cobb J, Boyle WAI, Schmieg REJ, Kollef MH, et al. A prospective, randomized study comparing percutaneous with surgical tracheostomy in critically ill patients. *Critical Care Medicine*. 2001;29(5):926-30.
29. Blot F, Similowski T, Trouillet JL, Chardon P, Korach JM, Costa MA, et al. Early tracheotomy versus prolonged endotracheal intubation in unselected severely ill ICU patients. *Intensive Care Med*. 2008;34(10):1779-87.
30. Durbin CG, Jr. Tracheostomy: why, when, and how? *Respir Care*. 2010;55(8):1056-68.
31. Hashimoto DA, Axtell AL, Auchincloss HG. Percutaneous Tracheostomy. *N Engl J Med*. 2020;383(20):e112.
32. Susarla SM, Peacock ZS, Alam HB. Percutaneous dilatational tracheostomy: review of technique and evidence for its use. *J Oral Maxillofac Surg*. 2012;70(1):74-82.
33. Madsen KR, Guldager H, Rewers M, Weber SO, Kobke-Jacobsen K, Jensen R, et al. Guidelines for Percutaneous Dilatational Tracheostomy (PDT) from the Danish Society of Intensive Care Medicine (DSIT) and the Danish Society of Anesthesiology and Intensive Care Medicine (DASAIM). *Dan Med Bull*. 2011;58(12):C4358.
34. Simon M, Metschke M, Braune SA, Puschel K, Kluge S. Death after percutaneous dilatational tracheostomy: a systematic review and analysis of risk factors. *Crit Care*. 2013;17(5):R258.
35. Trottier SJ, Ritter S, Lakshmanan R, Sakabu SA, Troop BR. Percutaneous tracheostomy tube obstruction: warning. *Chest*. 2002;122(4):1377-81.
36. Polderman KH, Spijkstra JJ, de Bree R, Christiaans HM, Gelissen HP, Wester JP, et al. Percutaneous dilatational tracheostomy in the ICU: optimal organization, low complication rates, and description of a new complication. *Chest*. 2003;123(5):1595-602.
37. Goldenberg D, Ari EG, Golz A, Danino J, Netzer A, Joachims HZ. Tracheotomy complications: a retrospective study of 1130 cases. *Otolaryngol Head Neck Surg*. 2000;123(4):495-500.
38. Fikkers BG, van Veen JA, Kooloos JG, Pickkers P, van den Hoogen FJ, Hillen B, et al. Emphysema and pneumothorax after percutaneous tracheostomy: case reports and an anatomic study. *Chest*. 2004;125(5):1805-14.
39. Wright CD, Li S, Geller AD, Lanuti M, Gaissert HA, Muniappan A, et al. Postintubation tracheal stenosis: management and results 1993 to 2017. *The Annals of thoracic surgery*. 2019;108(5):1471-7.

40. Reed MF, Mathisen DJ. Tracheoesophageal fistula. *Chest Surg Clin N Am*. 2003;13(2):271-89.
41. Cipriano A, Mao ML, Hon HH, Vazquez D, Stawicki SP, Sharpe RP, et al. An overview of complications associated with open and percutaneous tracheostomy procedures. *Int J Crit Illn Inj Sci*. 2015;5(3):179-88.
42. Wood DE, Mathisen DJ. Late complications of tracheotomy. *Clinics in chest medicine*. 1991;12(3):597-609.
43. Delaney A, Bagshaw SM, Nalos M. Percutaneous dilatational tracheostomy versus surgical tracheostomy in critically ill patients: a systematic review and meta-analysis. *Crit Care*. 2006;10(2):R55.
44. Munoz-Garach M, Moreno-Romero O, Ramirez-Puerta R, Yuste-Ossorio E, Quintana-Luque F, Munoz-Torres M, et al. Accuracy of Modified Blue-Dye Testing in Predicting Dysphagia in Tracheotomized Critically Ill Patients. *Diagnostics (Basel)*. 2023;13(4).
45. Brendan M, Sheila Nainan M. The Patient with a Tracheostomy 2020 12. 259-69 , publisher = Cambridge University Press p.
46. Gomes Silva BN, Andriolo RB, Saconato H, Atallah AN, Valente O. Early versus late tracheostomy for critically ill patients. *Cochrane Database Syst Rev*. 2012(3):CD007271.
47. Fikkers BG. Percutaneous tracheostomy on the intensive care unit: [SI]:[Sn]; 2004.
48. Plummer AL, Gracey DR. Consensus conference on artificial airways in patients receiving mechanical ventilation. *Chest*. 1989;96(1):178-80.
49. Gupta S, Dixit S, Choudhry D, Govil D, Mishra RC, Samavedam S, et al. Tracheostomy in Adult Intensive Care Unit: An ISCCM Expert Panel Practice Recommendations. *Indian J Crit Care Med*. 2020;24(Suppl 1):S31-S42.
50. Andriolo BN, Andriolo RB, Saconato H, Atallah AN, Valente O. Early versus late tracheostomy for critically ill patients. *Cochrane Database Syst Rev*. 2015;1(1):CD007271.
51. Durbin CG, Jr., Perkins MP, Moores LK. Should tracheostomy be performed as early as 72 hours in patients requiring prolonged mechanical ventilation? *Respir Care*. 2010;55(1):76-87.
52. Deng H, Fang Q, Chen K, Zhang X. Early versus late tracheotomy in ICU patients: A meta-analysis of randomized controlled trials. *Medicine (Baltimore)*. 2021;100(3):e24329.
53. Mehta AB, Cooke CR, Wiener RS, Walkey AJ. Hospital Variation in Early Tracheostomy in the United States: A Population-Based Study. *Crit Care Med*. 2016;44(8):1506-14.
54. Cengiz K, Köksal E, Üstün FE. Anestezi ve yoğun bakım pratiğinde trakeostomi. *Harran Üniversitesi Tıp Fakültesi Dergisi*. 2014;11(2):172-83.
55. Johnson-Obaseki S, Veljkovic A, Javidnia H. Complication rates of open surgical versus percutaneous tracheostomy in critically ill patients. *Laryngoscope*. 2016;126(11):2459-67.
56. Klotz R, Probst P, Deininger M, Klaiber U, Grummich K, Diener MK, et al. Percutaneous versus surgical strategy for tracheostomy: a systematic review and meta-analysis of perioperative and postoperative complications. *Langenbecks Arch Surg*. 2018;403(2):137-49.
57. Higgins KM, Punthakee X. Meta-analysis comparison of open versus percutaneous tracheostomy. *Laryngoscope*. 2007;117(3):447-54.

58. Gupta S, Tomar DS, Dixit S, Zirpe K, Choudhry D, Govil D, et al. Dilatational Percutaneous vs Surgical Tracheostomy in Intensive Care Unit: A Practice Pattern Observational Multicenter Study (DISSECT). *Indian J Crit Care Med.* 2020;24(7):514-26.
59. Brandt L, Goerig M. [The history of tracheotomy. I]. *Anaesthesist.* 1986;35(5):279-83.
60. Shelden CH, Pudenz RH, Freshwater DB, Crue BL. A new method for tracheotomy. *J Neurosurg.* 1955;12(4):428-31.
61. Toy FJ, Weinstein JD. A percutaneous tracheostomy device. *Surgery.* 1969;65(2):384-9.
62. Ciaglia P, Firsching R, Syniec C. Elective percutaneous dilatational tracheostomy. A new simple bedside procedure; preliminary report. *Chest.* 1985;87(6):715-9.
63. Griggs WM, Worthley LI, Gilligan JE, Thomas PD, Myburg JA. A simple percutaneous tracheostomy technique. *Surg Gynecol Obstet.* 1990;170(6):543-5.
64. Fantoni A, Ripamonti D. A non-derivative, non-surgical tracheostomy: the translaryngeal method. *Intensive Care Med.* 1997;23(4):386-92.
65. Frova G, Quintel M. A new simple method for percutaneous tracheostomy: controlled rotating dilation. A preliminary report. *Intensive Care Med.* 2002;28(3):299-303.
66. Ambesh SP. Principles and practice of percutaneous tracheostomy 2010.
67. Byhahn C, Lischke V, Halbig S, Scheifler G, Westphal K. [Ciaglia blue rhino: a modified technique for percutaneous dilatation tracheostomy. Technique and early clinical results]. *Anaesthesist.* 2000;49(3):202-6.
68. Sunny SP, David G. Percutaneous tracheotomy: Griggs technique. *Operative Techniques in Otolaryngology-Head and Neck Surgery.* 2007;18(2):95-8.
69. Konopke R, Zimmermann T, Volk A, Pyrc J, Bergert H, Blumenthal A, et al. Prospective evaluation of the retrograde percutaneous translaryngeal tracheostomy (Fantoni procedure) in a surgical intensive care unit: technique and results of the Fantoni tracheostomy. *Head Neck.* 2006;28(4):355-9.
70. Rashid AO, Islam S. Percutaneous tracheostomy: a comprehensive review. *J Thorac Dis.* 2017;9(Suppl 10):S1128-S38.
71. Rudas M, Seppelt I. Safety and efficacy of ultrasonography before and during percutaneous dilatational tracheostomy in adult patients: a systematic review. *Crit Care Resusc.* 2012;14(4):297-301.
72. Kollig E, Heydenreich U, Roetman B, Hopf F, Muhr G. Ultrasound and bronchoscopic controlled percutaneous tracheostomy on trauma ICU. *Injury.* 2000;31(9):663-8.
73. Rees J, Haroon Y, Hogan C, Saha S, Derekshani S. The ultrasound neck imaging for tracheostomy study: A study prompting ultrasound screening prior to percutaneous tracheostomy procedures to improve patient outcomes. *J Intensive Care Soc.* 2018;19(2):107-13.
74. Rudas M, Seppelt I, Herkes R, Hislop R, Rajbhandari D, Weisbrodt L. Traditional landmark versus ultrasound guided tracheal puncture during percutaneous dilatational tracheostomy in adult intensive care patients: a randomised controlled trial. *Crit Care.* 2014;18(5):514.
75. Gobatto ALN, Besen B, Cestari M, Pelosi P, Malbouisson LMS. Ultrasound-Guided Percutaneous Dilational Tracheostomy: A Systematic Review of Randomized Controlled Trials and Meta-Analysis. *J Intensive Care Med.* 2020;35(5):445-52.
76. Menegozzo CAM, Sorbello CCJ, Santos-Jr JP, Rasslan R, Damous SHB, Utiyama EM. Safe ultrasound-guided percutaneous tracheostomy in eight steps and necessary precautions in COVID-19 patients. *Rev Col Bras Cir.* 2022;49:e20223202.

77. Winkler WB, Karnik R, Seelmann O, Havlicek J, Slany J. Bedside percutaneous dilational tracheostomy with endoscopic guidance: experience with 71 ICU patients. *Intensive Care Med.* 1994;20(7):476-9.
78. Bhatti N, Mirski M, Tatlipinar A, Koch WM, Goldenberg D. Reduction of complication rate in percutaneous dilation tracheostomies. *Laryngoscope.* 2007;117(1):172-5.
79. Reilly PM, Sing RF, Giberson FA, Anderson HL, 3rd, Rotondo MF, Tinkoff GH, et al. Hypercarbia during tracheostomy: a comparison of percutaneous endoscopic, percutaneous Doppler, and standard surgical tracheostomy. *Intensive Care Med.* 1997;23(8):859-64.
80. Reilly PM, Anderson HL, 3rd, Sing RF, Schwab CW, Bartlett RH. Occult hypercarbia. An unrecognized phenomenon during percutaneous endoscopic tracheostomy. *Chest.* 1995;107(6):1760-3.
81. Lawson RW, Peters JI, Shelledy DC. Effects of fiberoptic bronchoscopy during mechanical ventilation in a lung model. *Chest.* 2000;118(3):824-31.
82. Hagberg CA, Zheng G, Diemunsch P. Pre-anaesthetic Airway Assessment.
83. Apfelbaum JL, Hagberg CA, Connis RT, Abdelmalak BB, Agarkar M, Dutton RP, et al. 2022 American Society of Anesthesiologists Practice Guidelines for Management of the Difficult Airway. *Anesthesiology.* 2022;136(1):31-81.
84. Wilson ME, Spiegelhalter D, Robertson JA, Lesser P. Predicting difficult intubation. *Br J Anaesth.* 1988;61(2):211-6.
85. el-Ganzouri AR, McCarthy RJ, Tuman KJ, Tanck EN, Ivankovich AD. Preoperative airway assessment: predictive value of a multivariate risk index. *Anesth Analg.* 1996;82(6):1197-204.
86. Arné J, Descoins P, Fusciardi J, Ingrand P, Ferrier B, Boudigues D, et al. Preoperative assessment for difficult intubation in general and ENT surgery: predictive value of a clinical multivariate risk index. *British journal of anaesthesia.* 1998;80(2):140-6.
87. Kim WH, Ahn HJ, Lee CJ, Shin BS, Ko JS, Choi SJ, et al. Neck circumference to thyromental distance ratio: a new predictor of difficult intubation in obese patients. *Br J Anaesth.* 2011;106(5):743-8.
88. Han YZ, Tian Y, Xu M, Ni C, Li M, Wang J, et al. Neck circumference to inter-incisor gap ratio: a new predictor of difficult laryngoscopy in cervical spondylosis patients. *BMC Anesthesiol.* 2017;17(1):55.
89. Kopanaki E, Piagkou M, Demesticha T, Anastassiou E, Skandalakis P. Sternomental Distance Ratio as a Predictor of Difficult Laryngoscopy: A Prospective, Double-Blind Pilot Study. *Anesth Essays Res.* 2020;14(1):49-55.
90. Murphy MF, Doyle DJ. Chapter 1. Evaluation of the Airway. In: Hung O, Murphy MF, editors. *Management of the Difficult and Failed Airway*, 2e. New York, NY: The McGraw-Hill Companies; 2012.
91. Muhammad JK, Major E, Patton DW. Evaluating the neck for percutaneous dilational tracheostomy. *J Craniomaxillofac Surg.* 2000;28(6):336-42.
92. Hatfield A, Bodenham A. Portable ultrasonic scanning of the anterior neck before percutaneous dilational tracheostomy. *Anaesthesia.* 1999;54(7):660-3.
93. Zhao Z, Pan S, Wang D, Wang C, Li Z. Application of a flexible lightwand in percutaneous dilational tracheotomy. *J Crit Care.* 2017;41:322-3.
94. Randestad A, Lindholm CE, Fabian P. Dimensions of the cricoid cartilage and the trachea. *Laryngoscope.* 2000;110(11):1957-61.
95. Kumar P, Kumar S, Hussain M, Singh R, Ahmed W, Anand R. Comparison of percutaneous tracheostomy methods in ICU patients: Conventional anatomical

- landmark method versus ultrasonography method - A randomised controlled trial. *Indian J Anaesth.* 2022;66(Suppl 4):S207-S12.
96. Dugg K, Kathuria S, Gupta S, Gautam PL, Singh T, Bansal H. Comparison of landmark guided and ultrasound guided percutaneous dilatational tracheostomy: Efficiency, efficacy and accuracy in critically ill patients. *J Anaesthesiol Clin Pharmacol.* 2022;38(2):281-7.
 97. Kristensen MS, Teoh WH, Graumann O, Laursen CB. Ultrasonography for clinical decision-making and intervention in airway management: from the mouth to the lungs and pleurae. *Insights Imaging.* 2014;5(2):253-79.
 98. Chung W, Kim BM, Park SI. Simply modified percutaneous tracheostomy using the Cook(R) Ciaglia Blue Rhino: a case series. *Korean J Anesthesiol.* 2016;69(3):301-4.
 99. Park J, Chung W, Song S, Kim YH, Lim CS, Ko Y, et al. Identifying the ideal tracheostomy site based on patient characteristics during percutaneous dilatational tracheostomy without bronchoscopy. *Korean J Anesthesiol.* 2019;72(3):233-7.
 100. Marelli D, Paul A, Manolidis S, Walsh G, Odum JN, Burdon TA, et al. Endoscopic guided percutaneous tracheostomy: early results of a consecutive trial. *J Trauma.* 1990;30(4):433-5.
 101. Grensemann J, Eichler L, Kahler S, Jarczak D, Simon M, Pinnschmidt HO, et al. Bronchoscopy versus an endotracheal tube mounted camera for the peri-interventional visualization of percutaneous dilatational tracheostomy - a prospective, randomized trial (VivaPDT). *Crit Care.* 2017;21(1):330.
 102. Vargas M, Sutherasan Y, Antonelli M, Brunetti I, Corcione A, Laffey JG, et al. Tracheostomy procedures in the intensive care unit: an international survey. *Crit Care.* 2015;19(1):291.
 103. Burrell T, Sampson B, Sundararajan K, Carter A. Percutaneous dilatational tracheostomy consensus statement. Australian New Zealand intensive Care Society (ANZICS). 2014.