

T.C.
NECMETTİN ERBAKAN ÜNİVERSİTESİ
MERAM TIP FAKÜLTESİ
ANESTEZİYOLOJİ VE REANİMASYON ANABİLİM DALI

**TONSİLLEKTOMİ OPERASYONU GEÇİRECEK PEDIATRİK HASTALARDA
ENDOTRAKEAL TÜP YERİNİN BAŞ POZİSYONUyla DEĞİŞİMİNİN VE
UYGUN TÜP BOYUTUNUN ULTRASONOGRAFIYLA DEĞERLENDİRİLMESİ**

DR. ESRA GÖGER

UZMANLIK TEZİ

KONYA, 2019

T.C.
NECMETTİN ERBAKAN ÜNİVERSİTESİ
MERAM TIP FAKÜLTESİ
ANESTEZİYOLOJİ VE REANİMASYON ANABİLİM DALI

**TONSİLLEKTOMİ OPERASYONU GEÇİRECEK PEDIATRİK HASTALARDA
ENDOTRAKEAL TÜP YERİNİN BAŞ POZİSYONUyla DEĞİŞİMİNİN VE
UYGUN TÜP BOYUTUNUN ULTRASONOGRAFİYLE DEĞERLENDİRİLMESİ**

DR. ESRA GÖGER

UZMANLIK TEZİ

Danışman: PROF. DR. SELMİN ÖKESLİ

KONYA, 2019

TEŞEKKÜR

Uzmanlık eğitimim süresince değerli bilgi ve deneyimlerini benden esirgemeyen tez danışmanım Prof Dr Selmin ÖKESLİ başta olmak üzere, anabilim dalı başkanım Prof Dr Sema TUNCER UZUN'a, değerli hocalarım Prof Dr Şref OTELCİOĞLU, Prof Dr Aybars TAVLAN, Prof Dr Ruhiye REİSLİ, Prof Dr atilla EROL, Prof Dr Alper YOSUNKAYA, Prof Dr Ahmet TOPAL, Doç Dr Alper KILIÇASLAN, Doç Dr Gamze SARKILAR, Doç Dr Funda GÖK, Dr Öğr Üyesi Şule ARICAN, Dr Öğr Üyesi Gülçin HACIBEYOĞLU' na,

Birlikte çalışmaktan mutluluk duyduğum ve her konuda birbirimize destek olduğumuz değerli asistan arkadaşlarıma,yoğun bakım ve ameliyathane ünitesindeki özverili hemşire, teknisyen,personel ve sekreter arkadaşlarıma,

Bugünlere gelmemde büyük katkısı olan, her türlü maddi manevi desteğini esirgemeyen annem ve kalbimde yaşattığım rahmetli babam başta olmak üzere tüm aileme, her zaman yanımda olan eşim Yunus Emre GÖGER'e ve asistanlık sürecimde hep anlayışlı ve özverili davranan kızlarım İrem Neva ve Begüm Rana'ya sonsuz teşekkür ederim...

ÖZET

Tonsillektomi Operasyonu Geçirecek Pediatrik Hastalarda Endotrakeal Tüp Yerinin Baş Pozisyonuyla Değişiminin ve Uygun Tüp Boyutunun Ultrasonografiyle Değerlendirilmesi, Dr. Esra Göger, Konya, 2019

Amaç: Çalışmamızda, tonsillektomi cerrahisi geçirecek pediatrik hastalarda USG kullanarak uygun çap ve derinlikte ETT tespiti ve sonuçların formül ile hesaplanan ve kullanılan tüp boyutları ile kıyaslanması amaçlanmıştır. Ayrıca, hastalara baş pozisyonu verildikten sonra ETT yerinin USG ile doğrulanması ve yaşa göre hesaplanan tüp derinliği ile karşılaştırılması planlanmıştır.

Yöntem: Çalışmaya, Ekim 2018-Nisan 2019 tarihleri arasında elektif tonsillektomi operasyonu için genel anestezi altında endotrakeal entübasyon uygulanan 90 çocuk hasta dahil edildi. Entübasyon öncesi hastaların boyun USG ile krikoid kıkırdak seviyesinde subglottik çap ölçümleri yapıldı. USG ölçümüne, yaşa göre hesaplanan ve klinisyene göre belirlenen ETT numaraları kaydedildi. USG eşliğinde, yaşa göre hesaplanan tüp derinliğine göre ETT yerleştirildi, USG ile kontrol edilerek uygun pozisyona getirilip tespit edildi. Cerrah tarafından hastaya baş pozisyonu verildikten sonra ETT'nin yerinin ventilasyon için uygunluğu USG ile tekrar kontrol edildi ve en son derinlik seviyesi kayıt altına alındı.

Bulgular: Çalışmaya dahil edilen 90 hastanın (42 kız, 48 erkek) yaş ortalaması 7.4 ± 2.3 yıl olarak hesaplandı. USG ile hesaplanan ortalama ETT numarası 5.6 ± 0.8 , formüle göre 5.2 ± 0.6 ve klinisyene göre belirlenen ortalama ETT numarası ise 5.5 ± 0.8 olarak bulundu ($p < 0.001$). USG ile hesaplanan ve kullanılan ETT numaraları 65 (%72.2) hastada aynı idi. Formül ile hesaplanan ve kullanılan ETT numaraları ise 33 (%36.6) hastada aynı bulundu.

Formüle göre hesaplanan (15.8 ± 1.1 cm), klinisyene göre hesaplanan (16.6 ± 1.5 cm) ve USG ile kaf kontrolü yapıldıktan sonra ölçülen (15.7 ± 1.3 cm) ortalama ETT derinliği arasında anlamlı düzeyde fark bulundu ($p < 0.001$). USG kontrolü sonrasında hastaların 38'inde (%42.2) tüp yerinde herhangi bir değişiklik yapılmadı.

2 hastada USG eşliğinde entübasyon yapılırken tüp geçişi görülmedi, özofagusta tüp hareketine bağlı genişleme görüldü ve özefageal entübasyon olduğu teyit edilerek yeniden entübe edildi.

Sonuç:Pediatric hasta grubunun hava yolu yönetiminde, USG kullanımı özellikle doğru entübasyonda, ETT numarası seçiminde ve ETT derinliğine karar vermede önemli katkı sağlamaktadır.

Anahtar kelimeler:Endotrakeal entübasyon, Endotrakeal tüp, Endotrakeal tüp derinliği, Ultrasonografi



ABSTRACT

The Evaluation of the Changes in the Location of Endotracheal Tube according to Head Position and determine the appropriate Endotracheal Tube Size by Ultrasonography in Pediatric Patients Undergoing Tonsillectomy, Dr. Esra GÖGER, Specialty Thesis, Konya, 2019

Aim: The aim of this study was to determine the appropriate size and dept of ETT using USG in pediatric patients undergoing tonsillectomy and to compare the results with the tube sizes calculated with the formula and with the used tube sizes. In addition, it was planned to confirm the ETT placement by USG after the head position was given to the patients and to compare the tube depth calculated according to age.

Methods: Ninety children who underwent endotracheal intubation for elective tonsillectomy under general anesthesia between October 2018 and April 2019 were included in the study. Subglottic diameter measurements at cricoid cartilage level were performed by neck USG before intubation. ETT numbers calculated by USG measurement and age-based formula and used ETT numbers were recorded. ETT was placed according to the tube depth calculated with the age-based formula and appropriate ETT dept controlled by USG. After the head position was given by surgeon, the location of ETT was checked by USG and the final depth level was recorded which provided the best ventilation.

Results: The mean age of 90 patients (42 female, 48 male) was 7.4 ± 2.3 years. The mean ETT number calculated by USG was 5.6 ± 0.8 , according to the formula was 5.2 ± 0.6 , and the used ETT number was 5.5 ± 0.8 ($p < 0.001$). ETT numbers calculated by USG and the used ETT numbers were same in 65 (72.2%) patients. ETT numbers calculated by the formula and the used ETT numbers were found to be the same in 33 (36.6%) patients.

There was a significant difference between the mean ETT depth calculated according to the formula (15.8 ± 1.1 cm), calculated according to the clinician (16.6 ± 1.5 cm) and measured after cuff control by USG (15.7 ± 1.3 cm) ($p < 0.001$). After the USG control, the tube placement was not changed in 38 (42.2%) of the patients.

In 2 patients, during intubation by USG, ETT passage wasn't visible. Esophageal enlargement due to ETT movement was seen. Esophageal intubation confirmed and these 2 patients reintubated.

Conclusion:In the airway management of the pediatric patient group, the use of USG provides an important contribution, especially in deciding the ETT number, depth of ETT and correct intubation.

Keywords:Endotracheal intubation, Endotracheal tube, Endotracheal tube depth, Ultrasonography



İÇİNDEKİLER:

	Sayfa
TEŞEKKÜR	iv
ÖZET	v
TABLolar	xi
ŞEKİLLER	xii
KISALTMALAR	xiii
1. GİRİŞ ve AMAÇ	1
2. GENEL BİLGİLER	2
2.1. Pediatrik Hava Yolu	2
2.1.1. Hava yolunun gelişimsel anatomisi	2
2.1.2 Larenksin anatomik yapıları	6
2.1.3. Solunum sisteminin fizyolojisi	7
2.2. Hava Yolunun Değerlendirilmesi	8
2.2.1. Hava yolunun klinik değerlendirilmesi	8
2.3. Endotrakeal Entübasyon	10
2.3.1. Endotrakeal tüpler	12
2.3.2. Endotrakeal tüp yerleştirme mesafesi (derinlik)	13
2.4. Hava Yolu Yönetiminde Ultrasonografi	14
2.4.1. Ultrasonografinin çalışma prensibi	14
2.4.2. Hava yolu yönetiminde ultrasonografinin kullanım alanları	15
3. GEREÇ ve YÖNTEM	17
3.1. İstatistiksel Analiz	18
4. BULGULAR	19
4.1. Çalışma Grubunun Demografik Verileri	19
4.2. Hesaplanan ve Kullanılan ETT Numaralarının Karşılaştırılması	19

4.4. Hesaplanan ve Kullanılan ETT Derinliklerinin Karşılaştırılması	22
4.5. Korelasyon Analizi	24
5. TARTIŞMA.....	25
6. SONUÇ ve ÖNERİLER.....	29
7. REFERANSLAR.....	30



TABLÖLAR

	Sayfa
Tablo 2.1. İnfant ve çocuklarda kullanılan ETT boyutları.....	12
Tablo 4.1. Çalışma grubunun demografik verileri.....	21
Tablo 4.2. Farklı ölçüm tekniklerine göre hesaplanan ve kullanılan tüp numaralarının dağılım oranları.....	22
Tablo 4.3.Farklı ölçüm tekniklerine göre hesaplanan ve kullanılan tüp numara ortalamalarının karşılaştırılması.....	23
Tablo 4.4.Hesaplanan ve kullanılan ETT derinliklerinin karşılaştırılması.....	24
Tablo 4.5.USG ile kaf kontrolü sonucuna göre tüp yeri değişim miktarlarının dağılımı	24
Tablo 4.6. Kullanılan ETT numarası ile korelasyon analizi.....	25
Tablo 4.7.Baş pozisyonu verildikten sonra oluşan fark ile korelasyon analizi.....	25

ŞEKİLLER

	Sayfa
Şekil 2.1. Larenksin hayat evrelerine göre yerleşimi.....	3
Şekil 2.2. İnfantlarda lateral boyun radyografisi (A) ve şematik görünümü (B).....	4
Şekil 2.3. Erişkin ve infantta larenksin konfigürasyonu.....	5
Şekil 2.4. Larenks kıkırdaklarının doğal ve ayrılmış görüntüsü.....	6
Şekil 2.5. Ventilasyon ve trakeal entübasyon için doğru pozisyon.....	11
Şekil 2.6. Krikoid kıkırdağın (*) lineer prob ile transvers kesitte USG görüntüsü....	15
Şekil 2.7. Krikoid kıkırdağın (CC) lineer prob ile sol parasagittal kesitte USG görüntüsü.....	16
Şekil 4.1. Bir hastamızda USG ile krikoid kıkırdak seviyesinde subglottik çap ölçümü.....	20
Şekil 4.2. Bir hastamızda USG ile kaf yerinin kontrol edilmesi.....	24

KISALTMALAR

- AD : Anabilim Dalı
BKİ : Beden kitle indeksi
BT : Bilgisayarlı tomografi
ETT : Endotrakeal tüp
IV : İntravenöz
MRI : Manyetik rezonans görüntüleme
NEÜ : Necmettin Erbakan Üniversitesi
PEC : Piezoelektrik kristalleri
USG : Ultrasonografi

1. GİRİŞ ve AMAÇ

Pediyatrik hastalarda entübasyon için uygun tüp seçimi önemlidir. Çocuklarda yaş, kilo, boy gibi birçok faktör tüp seçimini etkilemektedir. Özellikle pediyatrik hastalarda uygun tüp boyutunun seçimi optimum ventilasyonu sağlamada ve laringotrakeal yaralanmayı önlemede çok önemlidir (Marciniak 2009). Pediyatrik popülasyonda havayolunun anatomik yapısının farklı olması nedeniyle zor entübasyon ihtimali daha fazladır. Yanlış çaplı endotrakeal tüp (ETT) seçilmesi ve buna bağlı olarak yanlış yerleştirilmesi; hipoksemi, pnömotoraks, akciğerin kollabe olması, trakeal ödem, bronkospazm hatta geç farkedilirse ölüm gibi ciddi komplikasyonlar ile ilişkilidir. Bu nedenle, ETT'nin uygun çapta olması ve doğru yere yerleştirilmesi en kısa sürede doğrulanmalıdır (Schmolzer 2013).

Bu amaçla birçok formül geliştirilmiştir. Bu formüllerde genellikle yaş, kilo ve boy gibi faktörler kullanılır. Fakat bunların hiçbirisi optimum tüp boyutunu belirlemede tam anlamıyla başarılı değildir. Çünkü bu formüller organların internal büyümelerini hesaba katmaz. Son yıllarda ETT çapının belirlenmesi ve yerinin doğrulanmasında kullanılan non-invaziv bir yöntem de üst hava yolunun ultrasonografi (USG) ile kontrolüdür (Marciniak 2009, Kattwinkel 2010, Schmolzer 2013). Ultrasonografi ile ETT çapının belirlenmesi ve yerinin doğrulanması yöntemi basit, hızlı ve non-invaziv olması nedeniyle özellikle son yıllarda bu yöntemin kullanımı giderek artmaktadır (Kattwinkel 2010). Klinik bulgular, kalorimetrik yöntemler ve akciğer grafisi ile karşılaştırıldığında daha hızlı sonuçlar verdiği gösterilmiştir (Schmolzer 2013). Ayrıca, USG ile tiroid kıkırdak, epiglottis, krikoid kıkırdak ve özofagusun anatomisi ile ilgili veriler non-invaziv olarak elde edilebilir (Galicinao 2007).

Çalışmamızda, tonsillektomi cerrahisi geçirecek pediyatrik hastalarda USG kullanarak uygun çap ve derinlikte ETT tespiti ve sonuçların rutin kullanılan formüllerle ve kullanılan ETT numarası ile kıyaslanması amaçlanmıştır. Ayrıca, bu hastalara cerrah tarafından baş pozisyonu verildikten sonra ETT derinliğinde oluşan değişimin USG ile tekrar değerlendirilmesi ve sonucun yaşa göre hesaplanan ve USG ile karar verilen tüp derinliği ile karşılaştırılması planlanmıştır.

2. GENEL BİLGİLER

2.1. Pediatrik Hava Yolu

Pediatric ve erişkin bireylerin havayollarındaki farklılıklar, kullanılacak anestetik tekniğin belirlenmesinde önemli belirleyicilerdir. Pediatric hastalarda, normal ve patolojik havayolunun anlaşılması ve yönetilebilmesi için, normal anatomik gelişimin ve fizyolojik fonksiyonların bilinmesi gerekmektedir.

2.1.1. Hava yolunun gelişimsel anatomisi

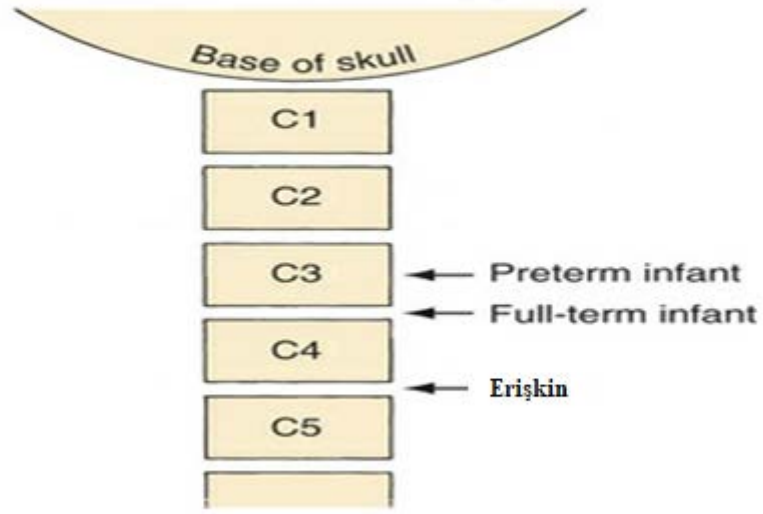
Pediatric ve erişkin bireylerin hava yollarının yapısı ve fonksiyonları ile Negus, Eckenhoff, ile Fink ve Demarest'in yaptıkları çalışmalar ile günümüzde kullanılan bilgiler ortaya konmuştur. Bu çalışmalar neticesinde neonatal ve erişkin hava yollarında 5 majör anatomik farklılık ileri sürülmüştür. Ancak, yakın zamanda yapılan çalışmalarda, uzun süredir doğru kabul edilen bütün inanışların geçerli olmadığı iddia edilmiştir(Charles J. Coté 2019).

Dil

Yenidoğan ve infant döneminde, dil oral kaviteye göre oransal olarak daha büyüktür. Bu nedenle, özellikle yenidoğan döneminde hava yolunu kolaylıkla tıkayabilir. Ancak, 1-11 yaş aralığındaki çocuklar ile yapılan manyetik rezonans görüntülemesi (MRI) çalışmalarında, dil ve diğer yumuşak dokuların oral kaviteyi oluşturan kemik yapılar ile orantılı büyüdüğü gösterilmiştir(Arens 2002). Sedasyon ve anestezi indüksiyonu ile dilin üst hava yolu tıkanmasına etkisi minimaldir. Büyük çocuklarda, bu tıkanma büyük oranda nazofarenks ve epiglottisin kollapsına atfedilmektedir. Ancak, yine de dil tüm yaş gruplarında hava yolu tıkanmasına katkıda bulunabilir(Litman 2005).

Larenksin pozisyonu

Larenks, infantlarda erişkinlere nazaran daha sefalik yerleşimlidir. Klasik olarak, infantlarda C3-4 seviyesinde, erişkinlerde ise C4-5 seviyesindedir (şekil 2.1). Bilgisayarlı tomografi (BT) ve MRI çalışmaları ile larenksin sefalik yerleşimi doğrulanmış , infant ve 2 yaşına kadar olan çocuklarda hyoid kemiğin C2-3 seviyesinde olduğu gösterilmiştir. Sonuç olarak, infantlarda dil, hyoid kemik, epiglottis ve ağız tavanı arasındaki mesafe büyük çocuklardan ve erişkinlerden daha azdır(Hudgins 1997).

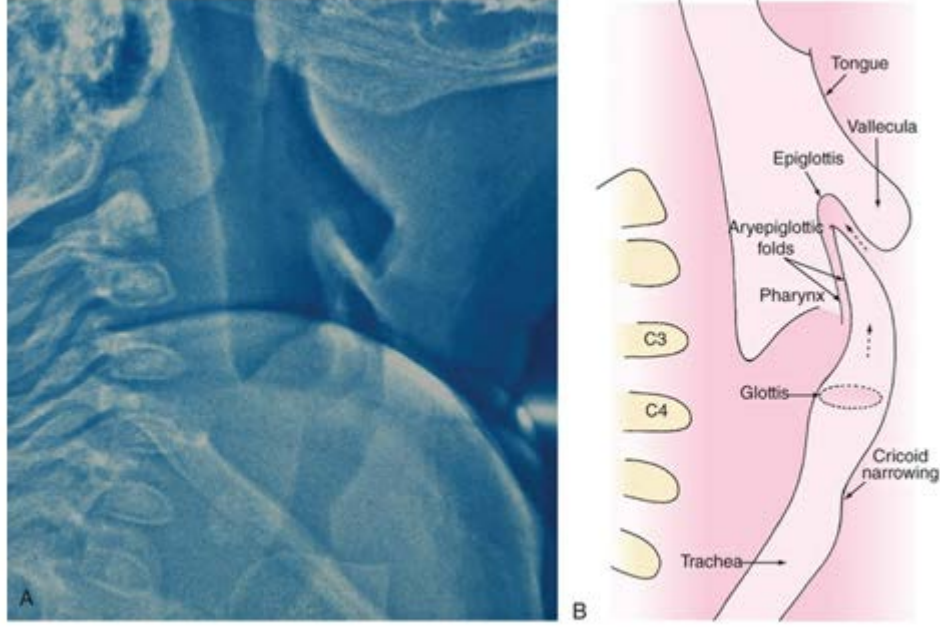


Şekil 2.1. Larenksin hayat evrelerine göre yerleşimi, Pre-term infantlarda larenks 3. servikal vertebranın ortasında, full-term infantlarda C3-4 arasında ve erişkinlerde C4-5 arasında yerleşmektedir(Charles J. Coté 2019).

Dil kökünün larenks üst kısmına yakınlığı nedeniyle dil aksı ile glottik açıklık arasında daha keskin bir açı oluşur ki bu durum, larengeal yapıların görünürlüğünü zorlaştırır. Bu yüzden infantlarda dili görüş alanından kaldırmak için, düz laringoskop bıçağı tercih edilerek larenksin görülmesi kolaylaştırılır. Bu anatomik ilişki, Treacher Collins anomalisi ve diğer mandibular ve midfasial hipoplazi sendromlarında daha komplike hale gelebilir ve glottisin direkt görüntülenmesini zorlaştırabilir. Böyle durumlarda, konvansiyonel rijit laringoskopi ile larenks girişi yerine özofagus girişi görüntülenir. Bu durum, trakeal entübasyon için özel ekipman ve teknik kullanma gerekliliğini doğurur(Charles J. Coté 2019).

Epiglottis

İnfanlarda epiglottis, erişkinlerden farklı olarak dardır ve omega şeklindedir, trakea aksı ile açı oluşturacak şekildedir. Erişkinlerde ise düz ve geniştir, trakea aksına paraleldir (Şekil 2.2). Emzirme esnasında, epiglottis uvulaya yaklaşır, sıvı ile nefes birbirinden ayrılır ve yutkunma ile solunum aynı anda gerçekleştirilebilir. Ancak, laringoskop bleydinin ucu ile epiglottisin kaldırılması zorlaşır(Charles J. Coté 2019).



Şekil 2.2. İnfantlarda lateral boyun radyografisi (A) ve şematik görünümü (B)(Charles J. Coté 2019)

Vokal kordlar

İnfantlarda, vokal kordlar açıktır ve anterior kısmı posteriora göre daha kaudal yerleşimlidir. Erişkinlerde ise kordlar, trakea ile dik açı oluşturmaktadır (Şekil 2.2). Bu anatomik özellik nedeniyle, trakeal tüpün larenks girişine olan açısı değişir ve özellikle nazal yaklaşımlarda entübasyon zorlaşabilir. Böyle durumlarda, ETT'nin ucu anterior komissüre doğru kaldırılabilir(Charles J. Coté 2019).

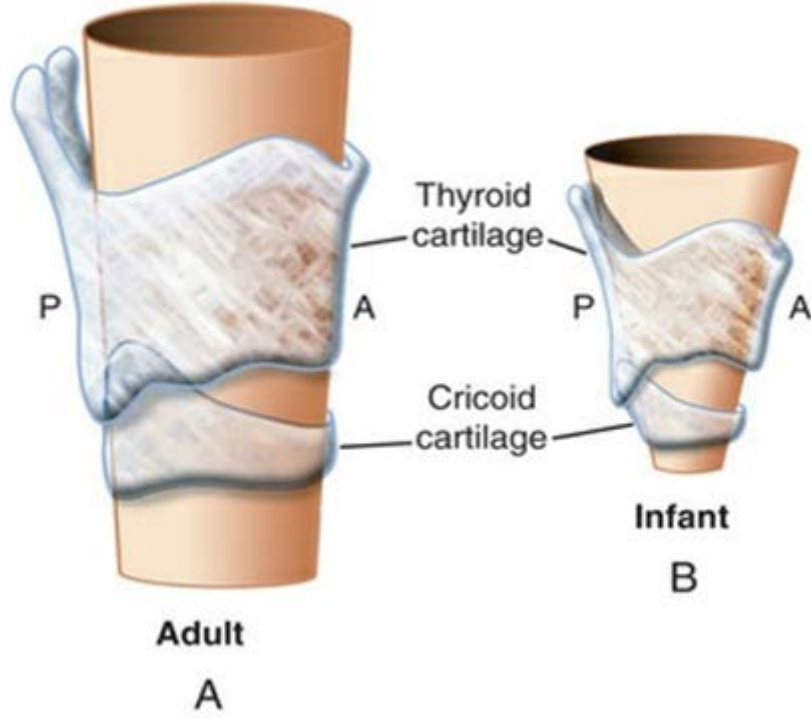
Subglottis

Klasik olarak, infantlarda larenksin en dar yeri krikoid kıkırdak, erişkinlerde ise rima glottistir. Bu bilgi, sedasyon altında spontan solunumu olan 2 yaşından küçük çocuklar için MR ve BT çalışmaları ile de desteklenmiştir(Hudgins 1997, Wani 2016). Bu durumun aksi olacak şekilde, 2 ay-13 yaş aralığındaki çocuklarda, propofol ile sedatize edilen ve spontan solunumun devam ettiği durumda yapılan bir MR çalışmasında, pediatrik larenksin en dar yeri glottik açıklık ve vokal kordun hemen alt seviyesi olarak bulunmuştur(Litman 2003). Bu bulgu, geçmişte yapılan anatomik otopsi çalışmaları ile çelişmektedir(Eckel 1999). Yakın zamanda yapılan çalışmaların spontan solunum altında yapılması ve yumuşak doku kollapsının hava yolunda en dar yer görünümünün krikoid kartilajın üstü olarak görülmesine sebep olması bu tablonun en olası sebebi olarak

düşünülmektedir. Nispeten geniş çapa sahip bir ETT glottik girişten geçerken, genişleyebilen vokal kordların içinden kolaylıkla ilerlerken, genişleyemeyen krikoid halka boyunca bir direnç ile karşılaşabilmektedir. Ancak, bu invivo çalışmalarda da üst hava yolunun fonksiyonel olarak en darı yeri krikoid kıkırdak olarak bildirilmiştir(Charles J. Coté 2019).

Subglottik hava yolu, ilk 2 yıl boyunca hızla büyür. Krikoid ve tiroid kıkırdak 10-12 yaşlarında erişkin boyutlarına ulaşır. Böylelikle, vokal kordların oluşturduğu açığı ve subglottik alandaki darlık kaybolmuş olur(Eckel 1999).

Çocuklarda ve erişkinlerde larenks huni şeklindedir. Bu konfigürasyon infantlarda ve küçük çocuklarda daha belirgin olduğu için daha fazla öneme sahiptir (şekil 2.3).

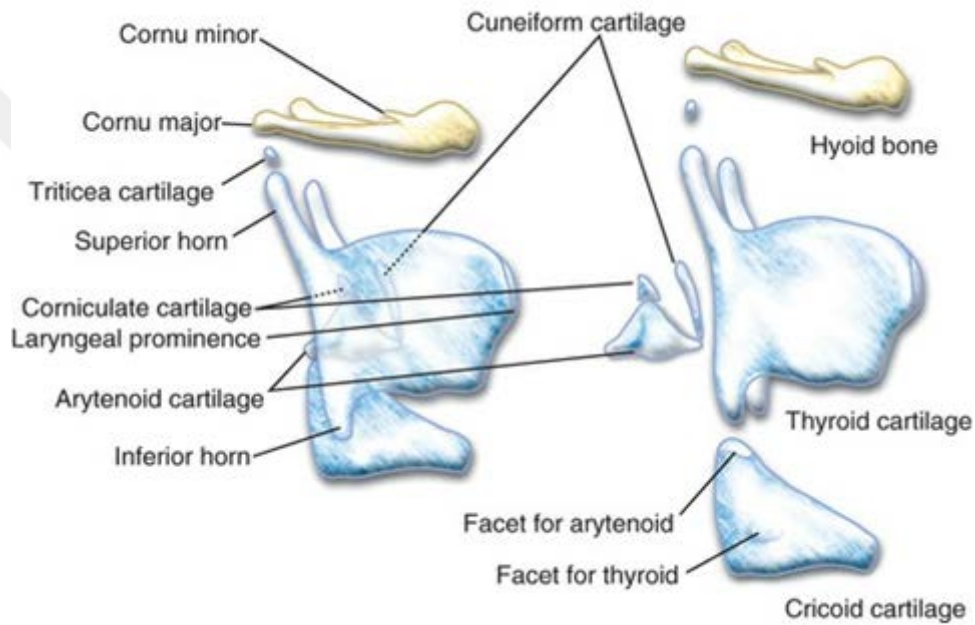


Şekil 2.3. Erişkin ve infantta larenksin konfigürasyonu(Charles J. Coté 2019)

Laringotrakeabronşial hat boyunca tam kıkırdak halka yapısına sahip tek kıkırdak, krikoid kıkırdaktır ve bu nedenle genişleyememektedir. Üst hava yolunun mukozası zayıf psödo çok katlı kolumnar epitel ile döşelidir. Mukoza üzerinde oluşacak basınç ile lümen çapının daralmasına neden olacak şekilde reaktif ödem gelişir. Mukozaya baskı yapacak şekilde bir ETT kullanılması, bu düzeyde inflamasyona ve ETT'nin çıkarılması ile lümen çapını daraltan ve hava yolu direncini artıran ödem gelişmesine sebep olabilir (postekstübasyon krup gibi). İnfantlarda, subglottik bölge erişkinlerden daha küçük olduğu için, aynı derecede ödem daha fazla hava yolu direncine sebep olur(Charles J. Coté 2019).

2.1.2 Larenksin anatomik yapıları

Larenks, 1 kemik (hyoid) ve 11 kıkırdaktan (tek tiroid, krikoid, epiglot ve çift aritenoid, kornikulat, kuneiform ve tritikeal) oluşur. Bu kıkırdaklar ligamanlar ile kafa tabanına asılı durumdadır. Krikoid kıkırdak, posteriorda tiroid kıkırdağın alt kısmı ile eklem yapar. Üçgen şeklindeki aritenoid kıkırdaklar, krikoid kıkırdağın süperioosterior kısmı ile eklem yapar ve tiroid kıkırdağın koruması altındadır. Tritikeal kıkırdaklar, yuvarlak kıkırdak nodülleridir ve erişkinde yaklaşık olarak bir bezelye boyutundadır. Lateral tirohyoid ligamanın kenarına yerleşmişlerdir (Şekil 2.4)(Charles J. Coté 2019).



Şekil 2.4. Larenks kıkırdaklarının doğal ve ayrılmış görüntüsü(Charles J. Coté 2019)

Ağzın oldukça vasküler olan mukozası, larenks ve trakea boyunca devamlılık gösterir. Bu mukoza, squamöz, çok katlı ve psödo çok katlı siliyer epitelden oluşmaktadır. Vokal kordlar çok katlı epitel ile kaplıdır. Mukoza ve submukoza, lenfatik damarlar ve serö-müköz salgı bezleri açısından zengindir ki larengeal katlantıların kayganlığı sağlanır(Charles J. Coté 2019).

Larenksin duysal ve motor inervasyonu nervus vagusun dalları olan rekürren larengeal sinir ve superior larengeal sinir tarafından gerçekleştirilir. Superior larengeal sinirin lokal anestetikler ile blokajı neticesinde, supraglottik bölgeden epiglottisin inferior kenarına kadar olan bölgenin anestezisi ve vokal kordların gevşemesine sebep olacak

şekilde krikotiroid kasın motor blokajı sağlanır. İnfraglottik ve trakeal anestezi için krikotiroid membrandan translaregeal lokal anestetik enjeksiyonu gereklidir.

Larenksin kanlanması, superior ve inferior tiroid arterlerin laregeal dalları ile sağlanır. Rekürren laregeal sinir ve arter birbirine çok yakın seyretmezdir. Bu durum, tiroidektomi esnasında kanama kontrolü için yapılan girişimlerde vokal kord paralizisi gerçekleştirmesinin sebebidir(Charles J. Coté 2019).

2.1.3. Solunum sisteminin fizyolojisi

İnfantların zorunlu olarak nazal nefes aldığı kabul edilmektedir. Anterior veya posterior nazal açıklığın tıkanması ile asfiksi gelişebilir. Solunum eforu ile orofaregeal motor ve duyuşsal input arasındaki koordinasyonun olgunlaşmamış olması zorunlu nazal solunuma katkıda bulunur. Larenksin daha sefalik yerleşmiş olması, orofaregeal yapıların birbirine yakın olması ve dilin ağız tabanını doldurması oral hava yolu obstrüksiyonu ile sonuçlanır(Nandi 1991).

İnfant büyüdükçe, solunum ve yutkunma arasındaki koordinasyon yeteneğı gelişmektedir ve larenks genişlemektedir. Bununla birlikte, boyundakiservikal omurgalar genişledikçe larenks daha kaudale yönlenir ve infant ağızdan yeterli şekilde nefes almaya başlar. Bu olgunlaşma 3-5 ay aralığında gerçekleşir(deAlmeida 1994).

Trakeal ve bronşial çaplar elastiktir, genişletici ve baskıcı kuvvetlerin etkisi altındadır. Erişkinler ile kıyaslandığında, infantların larenks, trakea ve bronşları genişletici ve kompresyona uğraticı kuvvetlerden daha fazla etkilenmektedir. Trakeanın intratorasik kısmının karşılaştığı kuvvetler, ekstratorasik kısmından farklıdır. Ekspirasyon sırasında, intratorasik basınç hafif negatif kalmaya devam ederek, intratorasik trakea ve bronşların açıklığının devamlılığı sağlanır. İnspirasyon esnasında ise daha büyük intratorasik basıncın etkisi ile intratorasik trakea ve bronşlar gerilir. İntratrakeal ve atmosferik basınç arasındaki farkın oluşturduğu dinamik kompresyonun etkisi ile, ekstratorasik trakea, torasik inlet seviyesinde hafifçe daralır. Ancak, trakeanın kıkırdakları ve boyun bölgesindeki kas ve yumuşak dokular hava yolu açıklığını devam ettirir(Charles J. Coté 2019).

Dinamik hava yolu kollapsından kaçınmak oldukça önemlidir. Trakea ve bronşları oldukça hassas olan infant ve çocuklar kollapsa daha yatkındır. Örneğın, şiddetli şekilde ağlayan bir çocukta, luminal basıncın aşırı düşmesi ile kolaylıkla kollaps gelişebilir. Çocukların, bu dinamik kuvvetlere yatkınlığı yaş ile ters orantılıdır(Bhutani 1981). Bu

nedenle, ETT yerleştirmeden önce sedatif ve opioidler çok dikkatli bir şekilde kullanılmalıdır. Zira bu grupta ciddi morbidite ve mortalite ile sonuçlanabilecek şekilde solunum kolaylıkla deprese olabilir veya volunter solunum eforu ortadan kalkabilir(Charles J. Coté 2019).

2.2. Hava Yolunun Değerlendirilmesi

Sedasyon veya anestezi uygulanacak bütün çocuklardan, hava yolu özellikle dikkate alınacak şekilde, tıbbi öykü alınmalı ve bunlara fizik muayene yapılmalıdır. Konjenital sendrom öyküsü veya konjenital anomali bulgusu, hava yolu yönetimindeki olası zorluklar konusunda uyarıcı olmalıdır(Uezono 2001). Özel durumlarda, hastalığın ileri değerlendirmesi ve netleştirilmesi için radyolojik ve laboratuvar çalışmaları gerekebilir. Erişkinlerde, zor hava yolunun değerlendirilmesi ve öngörülebilmesi için birçok yöntem geliştirilmesine rağmen, çocuklarda henüz karşılaştırılabilir yöntemler mevcut değildir(Karkouti 1996). Çocuklarda, artmış boyun çapı horlama, astım, hipertansiyon, diyabet ve perioperatif advers olaylar ile korele olmasına rağmen, zor laringoskopi ile ilişkili bulunmamıştır(Nafiu 2011).

Çocuklarda hava yolunun rutin değerlendirilmesi, zor hava yolu riski hakkında fikir verebilir. Zor entübasyon ile ilişkili sendrom tanısı (Treacher Collins sendromu gibi), ağzı açamama (temporamandibular eklem ankilozu, mikrognati vb.), masif glossoptozis (Beckwith-Wiedemann sendromu gibi), birleşik servikal omurga (Klippel-Feil sendromu gibi) veya orofarengeal yer kaplayıcı lezyon varlığı (kistik higroma veya glossofarengeal tümörler gibi) gibi klinik durumlar zor laringoskopi ve entübasyon için karakteristik bulgulardır. Bazı sendromik durumlarda, hava yolu yaş ilerledikçe düzelirken (Pierre Robin sendromu gibi), bazılarında ise progresif olarak daha zor hale gelebilir (Treacher Collins sendromu gibi)(Charles J. Coté 2019).

2.2.1. Hava yolunun klinik değerlendirilmesi

Tıbbi öykü

Tıbbi öykü alınırken aşağıdaki belirti ve bulgular özellikle araştırılmalıdır. Pozitif bulgu tespit edildiğinde, klinisyen parantez içerisinde belirtilen potansiyel problemler açısından dikkatli olmalıdır(Charles J. Coté 2019).

- Üst solunum yolu enfeksiyonu varlığı (öksürük, laringospazm, bronkospazm, anestezi esnasında desatürasyon, post-entübasyon subglottik ödem ve postoperatif desatürasyona yatkınlık)(von Ungern-Sternberg 2010)
- Horlama, gürültülü nefes alma, obezite (adenoid hipertrofisi, üst hava yolu obstrüksiyonu, obstrüktif uyku apnesi ve pulmoner hipertansiyon)(Cote 2015)
- Öksürük (krup tarzında öksürük subglottik stenoza veya trakeoözofageal fistül tamirine işaret edebilir, produktif öksürük bronşit veya pnömoniye işaret edebilir, öksürüğün kronisitesi ayırıcı tanıları etkileyebilir, örn; ani başlayan persistan öksürük yabancı cisim aspirasyonunun habercisi olabilirken, gece öksürüğü torasik kitlenin trakea basısına bağlı olabilir)
- İnspiratuar stridor (subglottik darlık, laringomalazi, makroglossi, larengeal web, ekstratorasik yabancı cisim ve ekstratorasik trakea basısı)
- Seste kabalaşma (larenjit, vokal kord felci, papillomatozis ve granülom)
- Astım ve bronkodilatör tedavi kullanımı (bronkospazm)
- Tekrarlayan pnömoni (kistik fibroz, bronşiektazi, immün yetmezlik, konjenital kalp hastalığı)
- Yabancı cisim aspirasyonu öyküsü (artmış hava yolu reaktivitesi, hava yolu obstrüksiyonu, nörolojik fonksiyon bozukluğu)
- Geçmişte gelişen anestetik problem (zor entübasyon veya problematik entübasyon)
- Atopi, allerji (artmış hava yolu reaktivitesi)(von Ungern-Sternberg 2010)
- Ebeveynlerinde sigara öyküsü (artmış hava yolu direnci, desatürasyona yatkınlık)(Kooi 2004)
- Prematürite öyküsü (subglottik stenoz, bronkopulmoner displazi, apne, desatürasyon)

Fizik muayene

Fizik muayene aşağıdaki incelemeleri içermelidir(Charles J. Coté 2019).

- Yüz görünümü
- Burun akıntısı
- Ağızdan nefes alma
- Mukozal membranların rengi
- Retraksiyon varlığı (suprasternal, interkostal, subkostal)
- Solunum hızı

- Seste değişkenlik
- Ağız açıklığı
- Ağız boyutu
- Dilin boyutu ve diğer farengeal yapılar ile ilişkisi (Mallampati skoru) (Mansano 2016)
- Diş kaybı veya eksik diş
- Damağın boyutu ve konfigürasyonu
- Mandibulanın boyutu ve konfigürasyonu
- Larenksin mandibulaya göre yerleşimi
- Stridor varlığı
- Oda havasında bazal oksijen satürasyonu
- Genel görünüm; sendrom düşündürecek şekilde konjenital anomali varlığı

2.3. Endotrakeal Entübasyon

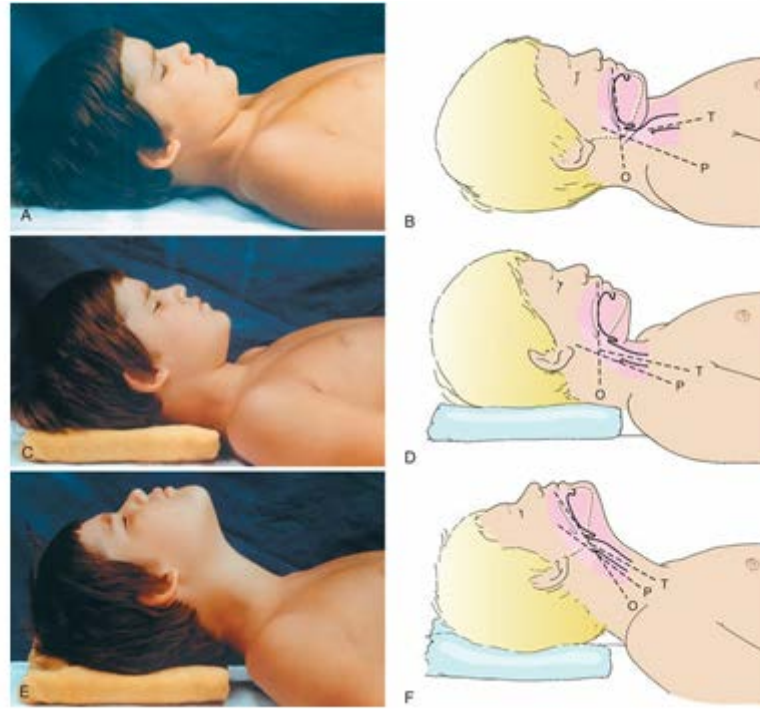
İnfant ve çocuklarda kullanılan entübasyon tekniği erişkinlerden farklıdır. Çocuklarda hava yolu boyutları daha küçük olduğu için, hava yolu yapılarına travmaya sekonder obstrüksiyon riski artmıştır. Bleydi özofagusa doğru itip yavaşça çekerek larenksin görüntülenmesi tekniğinden uzak durulmalıdır. Bu manevra ile, bleydin ucunun özofagus mukozasını, aritenoidleri ve ariepiglottik katlantıları yaralaması sonucu larenkste travma oluşabilir(Charles J. Coté 2019).

İnfantlarda, Miller bleydi ile glottisi ortaya çıkarmak için birçok yaklaşım mevcuttur. Örneğin bir yaklaşımda, laringoskop, dil yüzeyi boyunca görerek ilerletilir, bleydin ucu doğrudan vallekulaya yerleştirilir, sağa döndürülerek dilin sola kayması sağlanır ve dil yeterli miktarda kaldırılarak glottik açıklığa ulaşılır. Bu teknik ile aritenoidlere travmadan kaçınılmış olunur. Dil kökünün kaldırılması ile epiglottis kaldırılmış olur ve glottik açıklık ortaya çıkar. Bu teknik başarısız olur ise epiglottis doğrudan bıçağın ucu ile kaldırılabilir(Henderson 1997).

Laringoskopun optimal pozisyonu yaş ile değişkenlik gösterir. Altı yaşından büyük çocuklarda ve erişkinlerde, oksiputun altına 5-10 cm kalkacak şekilde bir yastık konulması ile trakea kolaylıkla görünür hale gelir(Westhorpe 1987). Atlanto-oksipital eklem düzeyinde başın ekstansiyonu ile klasik koklama pozisyonu elde edilir(Shorten 1995). Bu hareket ile ağız, farenks ve trakeadan oluşan üç hat hizalanmış olur. Böylelikle, larengeal yapılar doğrudan görülebilir hale gelir. Ayrıca, hipofarengeal açıklık iyileştirilmiş

olur(Drummond 1991, Isono 2005) (şekil 2.5). İnfant ve daha küçük çocuklarda ise, oksiput gövdeye oranla büyük olduğu için başın kaldırılmasına gerek yoktur. Yenidoğanlarda, hastanın omuzlarının operasyon masasında yatay olacak şekilde tutulması ve başın hafif ekstansiyona getirilmesi entübasyona yardımcı olabilir. Bazı klinisyenler, yenidoğanın omuzlarının altına rulo haline getirilmiş havlu koyarak entübasyonu kolaylaştırmaktadır. Laringoskopi kullanan kişi oturur pozisyonda ise bu teknik avantajlı, ayakta duruyor ise dezavantajlı olabilir(Charles J. Coté 2019).

Laringoskopi çocuk uyanık iken, derin sedasyon altında spontan solurken veya anestezi altında paralize olduğunda uygulanabilir. Yenidoğanda, entübasyon genellikle uyanık iken yapılırken, daha büyük, koopere olamayan çocuklarda bu genellikle mümkün olmamaktadır. Yenidoğanlarda, uyanık iken entübasyon hızlı ve narin bir şekilde yapılır ise genellikle iyi tolere edilir. Ancak, uluslararası konsensüs grubu, intravenöz (IV) yol hazırda veya hayatı tehdit eden bir durum yok ise bu tekniğin uygulanmamasını önermektedir(Anand 2001, Anand 2004). Preterm ve term infantlarda entübasyon, istenmeyen hemodinamik cevapları minimize etmek için, sedasyon ve paralizi ile daha iyi yönetilmektedir(Lerman 2010).



Şekil 2.5. Ventilasyon ve trakeal entübasyon için doğru pozisyon(Charles J. Coté 2019)

2.3.1. Endotrakeal tüpler

Endotrakeal tüp imalatında kullanılan bütün malzemeler, Amerikan Ulusal Standartlar Enstitüsü Komitesi tarafından 1967 yılında yürürlüğe konulan standartlar gereğince tavşan kasına implante edilmek zorundadır. Tavşanlarda, inflamatuvar cevap ortaya çıkaran materyallerin, ETT üretiminde kullanılmasına izin verilmemektedir(Charles J. Coté 2019).

Çocuklarda, uygun boyutta ETT seçimi bireysel farklılıklar göstermektedir(Slater 1955). Firmalar tarafından sadece iç çap standart olarak üretilmektedir. Dış çap ise ETT'nin üretildiği materyale göre firmalar arasında değişkenlik göstermektedir. Dış çaplardaki bu değişkenlik, uygun ETT boyutunu ve tüp etrafından olası kaçakları kontrol etmeyi zorunlu kılmaktadır. Çocuğun yaşına ve kilosuna uygun kafsız ETT boyutu tahmin edilebilmektedir (tablo 2.1).

Tablo 2.1. İnfant ve çocuklarda kullanılan ETT boyutları

Yaş-kilo	Kafsız boyut (iç çap, mm)	Kaflı boyut (iç çap, mm)
1000 gr	2.5	
1000-2500 gr	3.0	
Yenidoğan - 6 ay	3.0-3.5	3.0-3.5*
6 ay – 1 yaş	3.5-4	3.5-4
1 – 2 yaş	4.0-5.0	3.5-4.5
>2 yaş	(yaş/4)+4	(yaş/4) +3.5

*Bazı yenidoğanlarda, kaflı ETT ile 30 cm H₂O basıncın altında kaçak olmayabilir ve kafsız ETT kullanmak daha uygun olabilir.

Hava yolu boyutundaki değişkenlikten dolayı, hesaplanan boyuttan 0.5 mm daha büyük ve daha küçük iç çapa sahip yedek ETT'ler hazır bulundurulmalıdır. İkinci veya 5. Parmağın terminal falanksının çapına göre ETT seçme yöntemi güvenilir değildir(van den Berg 1997). Down sendromu olan çocuklarda genellikle yaşa göre hesaplanandan daha küçük(Shott 2000), kardiyak hastalığı olanlarda ise daha büyük çapa sahip kaflı ETT

ihtiyacı olur(Azarfarin 2013). Tüp boyutunun uygunluğunu değerlendirmenin birkaç yolu vardır. Örneğin, yaşa göre seçilen tüp subglottik bölgeyi direnç ile karşılaşmadan geçiyor ise tüp boyutu büyük değildir. Tüp stabilize edildikten sonra, 20-25 cm H₂O basıncı ile kaf şişirildiğinde, glottis üzerinde hava kaçağı olup olmadığı dinlenmelidir. Kaçak tespit edilemez ise tüp boyutu büyük gelmiş kabul edilmeli ve 0.5 mm küçüğü ile değiştirilmelidir. Erişkin trakea mukozasında kapiller basıncın devam etmesi için bu basınç düzeyinde hava kaçağının olması önerilmektedir. Lateral duvar basıncı bu miktarın üzerine çıkar ise subglottik mukozada iskemik hasar gelişebilir. Nöromüsküler blokaj yapılmadan entübe edilmiş ise gelişecek laringospazma bağlı olarak gaz kaçağı engellenebilir ve bu durum sıkı yerleşmiş ETT'yi taklit edebilir. Böyle bir şüphe var ise anestezi derinliği arttırıldıktan sonra hava kaçağı değerlendirilmelidir. Baş pozisyonundaki değişikliklerde hava kaçağını artırabilir veya azaltabilir(Finholt 1985). Bu manevralar daha önce fark edilmemiş subglottik stenoz tanısı koyabilmek açısından faydalıdır(Charles J. Coté 2019).

Geleneksel olarak 8 yaşından küçük çocuklarda kafsız ETT kullanılması önerilmektedir. Hava kaçağına izin veren kafsız ETT, krikoid kırırdağın iç yüzeyine minimal bir basınç oluşturur. Böylelikle ekstübasyon sonrası ödem riski azaltılmış olur. Spontan solunumu olan çocuklarda kafsız ETT kullanmanın diğer bir avantajı ise daha az hava yolu direnci oluşmasını sağlayacak şekilde daha geniş iç çapa sahip tüp kullanımına imkan sağlamasıdır(Corfield 1963). Ancak, son zamanlarda bildirilen çalışmalarda, kabul edilen aksine kafil ve kafsız tüpler arasında post-ekstübasyon komplikasyonlar açısından fark bulunamamıştır(Shi 2016).

2.3.2. Endotrakeal tüp yerleştirme mesafesi (derinlik)

Yenidoğanlarda ve 1 yaşından küçük çocuklarda trakea uzunluğu (vokal kordlardan karınaya) 5-9 cm arasında değişmektedir(Fearon 1967). İki yaşında genellikle 12 cm civarındadır. İki yaşından büyüklerde oral entübasyon için yaş ve kilonun değerlendirildiği formüller tanımlanmıştır. Bu amaçla sıklıkla “(yaş/2)+12” formülü kullanılmaktadır(Lau 2006).

Endotrakeal tüp derinliğinin yerini doğrulamak için çeşitli yöntemler kullanılmaktadır. Başlıcaları, suprasternal çentikte kaf palpasyonu, toraks grafisi, en güvenilir yöntemler olarak düşünülen ultrason, fiberoptik bronkoskopi ve toraksın beş farklı noktada bilateral oskültasyonudur. Bunlardan en sık kullanılan kolay uygulanabilirliği nedeniyle oskültasyon yöntemidir(Lau 2006).

2.4. Hava Yolu Yönetiminde Ultrasonografi

2.4.1. Ultrasonografinin çalışma prensibi

Ultrason cihazının temel çalışma prensibini, insan kulağıyla duyulamayacak kadar yüksek frekanstaki (20 kHz) ses dalgalarının kullanılması oluşturur. Ses dalgalarını oluşturmak için kullanılan elektrik enerjisi, piezoelektrik kristalleri (PEC) aracılığıyla akustikenerjiye dönüştürülür. Piezoelektrik kristallerinin kalınlığı ileticinin frekansını, yani derinliğini ve fokusunu belirler. Yüzeysel dokuların görünürlüğü artırılmak için kullanılan düz probalar, daha çok kristal içerir ve yüksek frekanslı dalgalar oluşturur (Gupta 2011, Kline 2011).

Ses dalgaları dokuya ulaştığında yansıtılır, kırılır, dağılır, zayıflar veya emilir. Geriye dönen dalgalar eko oluşturur ve bunlar elektriksel sinyaller dönüştürülür. Genel olarak, sıvılar iyi iletendir. Kemik, kalsifiye dokular ve hava, dalganın çoğunu absorbe eder. Geri dönen dalgalar elektrik enerjisine dönüştürülürken arada geçen süre uzaklık olarak hesaplanır. Yansıtılan ekoların dönüş zamanı ve gücüne göre bir mikroişlemci aracılığı ile her birine bir pozisyon ve gri renk skalasında bir renk verilir (Singh 2010).

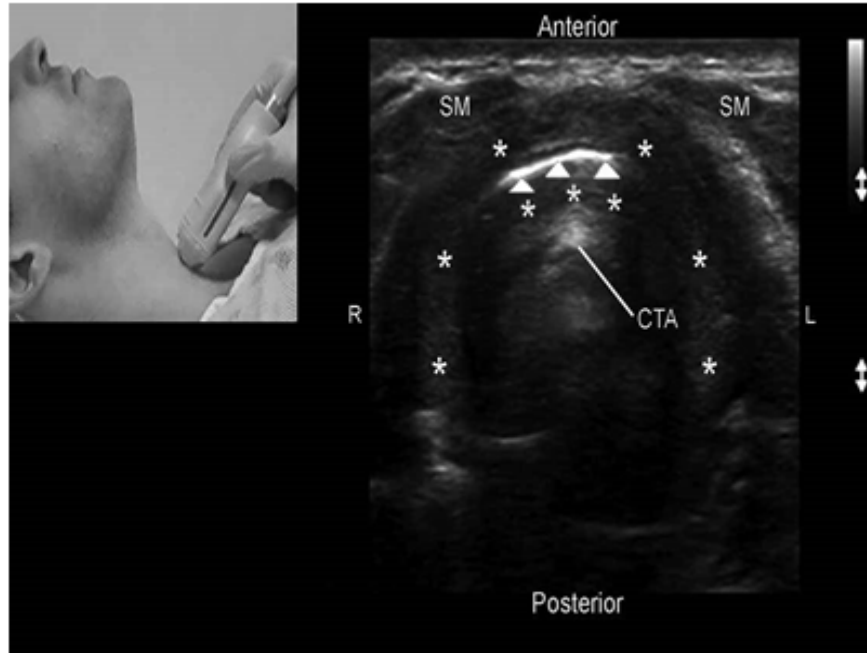
Ses dalgalarını iyi ileten sıvı veya kan gibi yapılar küçük ekolar yansıtır. Bu ekolar hipokoik olarak adlandırılan siyah bir görüntü oluşturur. Dalgaları daha az geçiren ve büyük ekolar yansıtan yağ ve kemik gibi dokular ise hiperekoik görünür ve ekranda beyaz görüntü oluşturur. Düz ileticiler yüksek frekanslı yapılar için kullanılır (10-15 MHz, yüzeysel yapılar için) konveks ileticiler daha düşük frekanslıdır (4-8 MHz) ve derin yapıların değerlendirilmesi için kullanılır (Terkawi 2013). Yüksek frekanslı ileticiler yüksek çözünürlüklü görüntü üretirler, ancak düşük penetrasyona sahiptirler. Tam tersi olarak düşük frekanslı ileticiler de düşük çözünürlükte yüksek doku penetrasyon özelliğine sahiptirler (Gupta 2011).

B-mod, M-mod ve Color-doppler en sık kullanılan USG modaliteleridir. B-mod (iki boyutlu, gerçek zamanlı) temel moddur (Hatfield 1999). Ekonun yoğunluğuna bağlı, parlaklığı değişen piksellerden oluşmuştur. Organları gerçek zamanlı değerlendirmek için kullanılır. Longitudinal veya transvers olarak görüntü alınabilir (Kristensen 2011). M-mod yapıların hareketlerini görüntüler. Kalp boşlukları, damar çeperi ve duvarı ve kapak hareketlerinin değerlendirilmesinde tercih edilir (Gupta 2011, Stefanidis 2011). Doppler mod ise hareket eden bir hedefin değişen frekans aralığını algılar. Genellikle, kan akımını

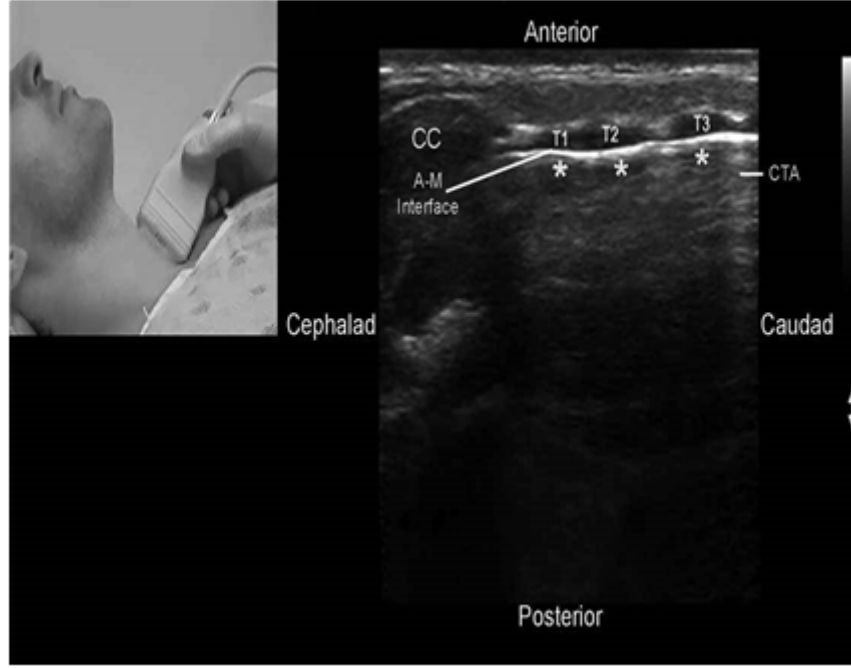
göstermek için kullanılır. Arteriyel ve venöz akımı tespit etmek için renkli imgeler kullanır (Singh 2010).

2.4.2. Hava yolu yönetiminde ultrasonografinin kullanım alanları

Ultrasonografi kullanımı, hava yolunu değerlendirmesinde önem kazanmaktadır ve kullanım sıklığı artmaktadır. Ultrasonografi ile dil, orofarenks, hipofarenks, epiglottis, larenks, vokal kordlar, krikotiroid membran, krikoid kıkırdak, trakea ve servikalözefagus görüntülenebilir (Green 2010) (şekil 2.6-7). Ancak arka farenks ve posterior komissür ile trakeanın arka duvarı USG’de hava artefaktı nedeniyle görüntülenemez (Singh 2010). Doku hava ara yüzü yani hava yolunun içinde veya arkasında olan yapılar (trakeal tüp dahil) kolay görüntülenebilir.



Şekil 2.6. Krikoid kıkırdağın (*) lineer prob ile transvers kesitte USG görüntüsü(Singh 2010)



Şekil 2.7. Krikoid kıkırdağın (CC) lineer prob ile sol parasagittal kesitte USG görüntüsü(Singh 2010)

USG günümüzde hava yolu değerlendirirken zor hava yolu öngörüsü, ETT boyutunun belirlenmesi, ETT'nin yerleşiminin doğrulanması, hava yolu yönetimini zorlaştıracak anatomik patolojilerin görüntülenmesi, uyku apnesi sendromu tahmini, endobronşiyal ve trakeostomi tüplerinin boyutlarının tahmini, hava yolu sinir blokları, perkutan trakeostomi öncesi işlem alanının taranması ve larengeal ödem varlığı veya diyafram hareketlerinin görüntülenmesi gibi ekstübasyon sonrası olası komplikasyonların tahmini açısından kullanılmaktadır. Çocuk hastalarda vokal kord hareketlerinin USG ile belirlenmesi vokal kord paralizili hastaların tanısında başarıyla uygulanmıştır (Vats 2004, Kristensen 2011, Terkawi 2013).

Akciğerlerin USG ile değerlendirilmesinde ise pnömotoraks, pulmoner ödem, pulmoner emboli, akut respiratuvar distress sendromu gibi acil klinik tablolarda hipoksinin ayırıcı tanısı açısından faydalı olmaktadır (Lichtenstein 2008).

3. GEREÇ ve YÖNTEM

Bu gözlemsel prospektif çalışmaya, Necmettin Erbakan Üniversitesi (NEÜ), Meram Tıp Fakültesi, Anesteziyoloji ve Reanimasyon Anabilim Dalı (AD) ameliyathanesinde, tonsillektomi operasyonu için genel anestezi altında endotrakeal entübasyon uygulanan 90 çocuk hasta dahil edildi. Ailelerden operasyon öncesi non-invaziv bir yöntem olan USG ile ölçüm yapılması için onay alındı.

Çalışmaya, Ekim 2018-Nisan 2019 tarihleri arasında elektif cerrahi uygulanan, 2-10 yaş arasında, ASA 1-2 fizyolojik risk grubundaki hastalar dahil edildi. Acil cerrahi planlanan, trakeostomisi olanlar, trakeal ve laringeal patolojiler, hava yolu hiperreaktivitesi veya bronşial astım dahil olmak üzere pulmoner hastalık, beklenen zor hava yolu ve 85 persentil (fazla kilolu) üzerinde ve 5 persentilden (az kilolu) düşük olanlar, zor entübasyon düşünülenler ve bebeveynleri onam vermeyen çocuklar çalışmaya dahil edilmedi.

Hastaların monitorizasyonu EKG, pulse oksimetre, non-invaziv kan basıncı ölçümü, ısı ve kapnografi ile sağlandı.

Anestezi indüksiyonunda inhalasyon ve IV yol kullanıldı. 0,5 mg/kg oral midazolam ile premedikasyon yapılmış çocuk hastalar volatil anestezi indüksiyonu %8 konsantrasyonda sevofluran ile yapıldı. İntravenöz yol açıldıktan sonra IV indüksiyonda 2 mg/kg propofol kullanıldı. Trakeal entübasyon, kas gevşetici olarak 0.4 mg/kg rokuronyum kullanıldıktan 3 dakika sonra uygulandı. İdamede %2 konsantrasyonda sevofluran ve 0,25mcg/kg/dk remifentanil kullanıldı.

Çalışmada, Anesteziyoloji ve Reanimasyon AD'ye ait, rutin olarak kullanılan USG cihazı (esaote mylab six crystaline) ve lineer USG probu kullanıldı. Bir anestezi uzmanı hasta bakımı ile ilgilenirken, çalışmadan sorumlu doktor maske ventilasyonu sırasında USG probunu boynun ön taraf orta kısmına yerleştirerek krikoid kırıldak seviyesinde, subglottik çap ölçümlerini gerçekleştirdi. Subglottik çap ETT dış çapı ile uyumluydu.

“(0.705xsubglottik çap)-0.091” formülü kullanarak ETT iç çapı hesaplandı.

Çalışmada kafli ETT'ler (bıçakçılar) kullanıldı. Formüle göre hesaplanan tüp ile birlikte 1 numara büyük ve küçük numaralı tüpler hazır bulunduruldu. Entübasyon, direkt laringoskopi ile hasta supin ve baş nötral pozisyonda iken vokal kordlar görülerek uygulandı. Eş zamanlı USG ile tüp geçişi görüntülendi. Endotrakeal tüpün trakea geçişi sırasında direnç ile karşılaşırsa veya entübasyondan sonra 20-30 cm H₂O inflasyon

basıncı ile hava kaçağı sesi duyulmuyorsa ETT'nin 0.5 mm daha küçüğü ile değiştirilmesi planlandı. Tersine olacak şekilde, 10 cm H₂O basınçtan daha düşük inflasyon basıncında kaçak sesi duyulur ise ETT'nin 0.5 mm büyüğü ile değiştirilmesi planlandı. Entübasyon sırasında endotrakeal tüpün geçişi USG ile izlendi. Her iki akciğerin üst ve alt zonları stetoskop ile oskulte edildi. Her iki akciğer üst ve alt zonlarda USG ile havalanma belirtisi olan 'lung sliding' hareketi görüntülendi.

Yaşa göretüp çapı Motoyama formülü $[(\text{yaş}/4)+3.5]$ ile hesaplandı. Formül ile hesaplanan ve son olarak kullanılan ETT tüp çapı kayıt altına alındı. Daha sonra USG ile ölçülen veriler, kullanılan tüp çapı ve formül yöntemi ile belirlenen tüp çapları karşılaştırıldı.

Yaşa göre hesaplanan $[(\text{yaş}/2)+12]$ tüp derinliğine göre ve USG eşliğinde ETT yerleştirildi, uygun derinlikte bırakıldı. Hastaya baş pozisyonu verildikten sonra ETT'nin yeri USG ile tekrar kontrol edildi ve en iyi ventilasyon sağlanacak şekilde son derinlik seviyesi kayıt altına alındı. Tüp yerinin değişimi "cm" olarak kayıt edildi. Formüle göre hesaplanan, klinisyene göre hesaplanan ve USG ile karar verilen son derinlik seviyeleri karşılaştırıldı.

Çalışmaya başlamadan önce NEÜ, Meram Tıp Fakültesi, İlaç ve Tıbbi Cihaz Dışı Araştırmalar Etik Kurulu'ndan 2018/1557 tarih ve karar numaralı onay alınmıştır.

3.1. İstatistiksel Analiz

İstatistiksel analizler için IBM SPSS Versiyon 21.0 paket programı kullanıldı. Sayısal değişkenler ortalama \pm standart sapma şeklinde, kategorik değişkenler ise sayı ve yüzde ile ifade edildi. Verilen normal dağılıp dağılmadığı Kolmogrov-Smirnov testi ile incelendi. Bağımlı gruplar arası normal dağılım göstermeyen sayısal verilerin karşılaştırılması için, iki grup varlığında Wilcoxon testi, ikiden fazla grup varlığında Friedman testi kullanıldı. Korelasyon analizi için Spearman testi kullanıldı. Anlamlılık düzeyi $p < 0.05$ olarak kabul edildi.

4. BULGULAR

4.1.Çalışma Grubunun Demografik Verileri

Çalışmaya dahil edilen toplam 90 hastanın 42'si kız, 48'i erkekti ve yaş ortalaması 7.4 ± 2.3 yıl olarak hesaplandı. Hastaların beden kitle indeksi (BKİ) ortalaması ise 18.3 ± 3.5 kg/m² bulundu. Çalışma grubunun klinik ve demografik verileri tablo 4.1'de gösterilmiştir.

Tablo 4.1. Çalışma grubunun demografik verileri

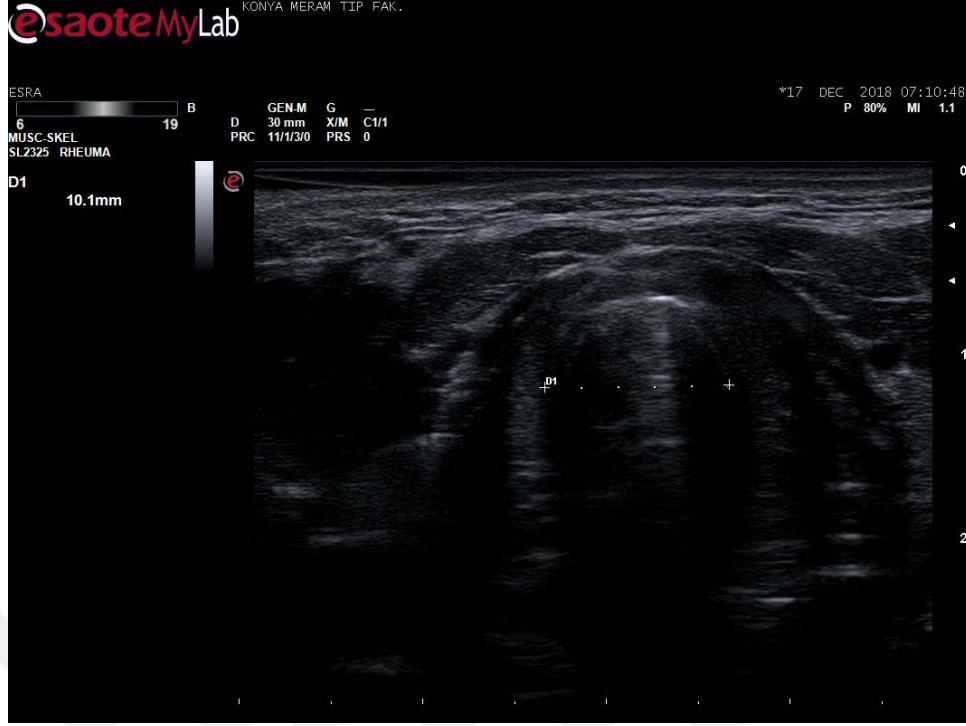
Parametre	n (%) / Ort±SD
Cinsiyet (K/E)	42 (%46.7) / 48 (%53.3)
Yaş (yıl)	7.4±2.3
Kilo (kg)	25.4±7.5
Boy (cm)	116.8±12.8
BKİ (kg/m ²)	18.3±3.5

4.2. Hesaplanan ve Kullanılan ETT Numaralarının Karşılaştırılması

Farklı ölçüm tekniklerine göre hesaplanan ve kullanılan tüp numaralarının dağılımı ve oranları Tablo 4.2'de gösterilmiştir. Hastaların USG ile ölçülen krikoid çap ortalaması 8.2 ± 1.1 (6.5-10.5) mm olarak bulundu (Şekil 4.1). USG ile ölçülen krikoid çap değerlerine göre hesaplanan ortalama ETT numarası ise 5.6 ± 0.8 olarak hesaplandı. Formüle göre hesaplanan ETT numarası ortalaması 5.2 ± 0.6 ve son olarak kullanılan ETT numarası ortalaması ise 5.5 ± 0.8 olarak bulundu.

Tablo 4.2. Farklı ölçüm tekniklerine göre hesaplanan ve kullanılan tüp numaralarının dağılım oranları

Tüp numarası	Formül (n/%)	USG (n/%)	Kullanılan (n/%)
4	2 / %2.2	1 / %1.1	3 / %3.3
4.5	21 / % 3.3	23 / %25.6	15 / %16.7
5	24 / %26.7	8 / %8.9	18 / %20
5.5	17 / %18.9	13 / %14.4	17 / %18.9
6	24 / %26.7	21 / %23.3	13 / %14.4
6.5	2 / %2.2	21 / %23.3	21 / %23.3
7	0	3 / %3.3	3 / %3.3



Şekil 4.1. Bir hastamızda USG ile krikoid kıkırdak seviyesinde subglottik çap ölçümü

Formül ve USG ile hesaplanan ve kullanılan ETT numaralarını karşılaştırdığımızda, bu 3 grup arasında istatistiksel olarak anlamlı düzeyde fark bulundu ($p<0.001$) (Tablo 4.3). Bu farkın hangi iki grup arasındaki farktan kaynaklığını tespit etmek için yaptığımız analizde:

-Kullanılan ve USG ile hesaplanan ETT numaraları arasında anlamlı fark olmadığı ($p=0.072$)

-Formül ve USG ile hesaplanan ETT numaraları ($p<0.001$)

-Formüle göre hesaplanan ve kullanılan ETT numaraları ($p<0.001$) arasındaki farkın istatistiksel olarak anlamlı düzeyde olduğu tespit edildi.

Diğer bir ifadeyle, kullanılan ve USG ile hesaplanan ETT numaraları benzerdi.

Bu 3 grubun kendi aralarındaki tutarlılıklarını incelediğimizde, USG ile hesaplanan ve kullanılan ETT numaralarının 65 (%72.2) hastada aynı olduğu görülmüştür. Formül ile hesaplanan ve kullanılan ETT numaralarının ise 33 (%36.6) hastada aynı olduğu gözlenmiştir.

Tablo 4.3.Farklı ölçüm tekniklerine göre hesaplanan ve kullanılan tüp numara ortalamalarının karşılaştırılması

Parametre	Ort±SD	P
Formül (mm)	5.2±0.6	<0.001
USG (mm)	5.6±0.8	
Kullanılan (mm)	5.5±0.8	

4.4. Hesaplanan ve Kullanılan ETT Derinliklerinin Karşılaştırılması

Yaşa göre ETT derinliği ortalama 15.8±1.1 cm ve klinisyene göre ETT derinliği ortalama 16.6±1.5 olarak hesaplandı. Ultrasonografi ile kaf kontrolü yapıldıktan sonra verilen son pozisyonda ise ETT derinliği ortalama 15.7±1.3 cm olarak hesaplandı (Şekil 4.2). Yaşa göre, klinisyene göre ve USG kontrolü sonrası hesaplanan değerler arasında istatistiksel olarak fark olup olmadığını incelediğimizde, bu 3 hesaplama arasında anlamlı düzeyde fark bulundu ($p<0.001$). Bu farkın hangi iki grup arasındaki farktan kaynaklı olduğunu tespit etmek için yaptığımız analizde (Tablo 4.4):

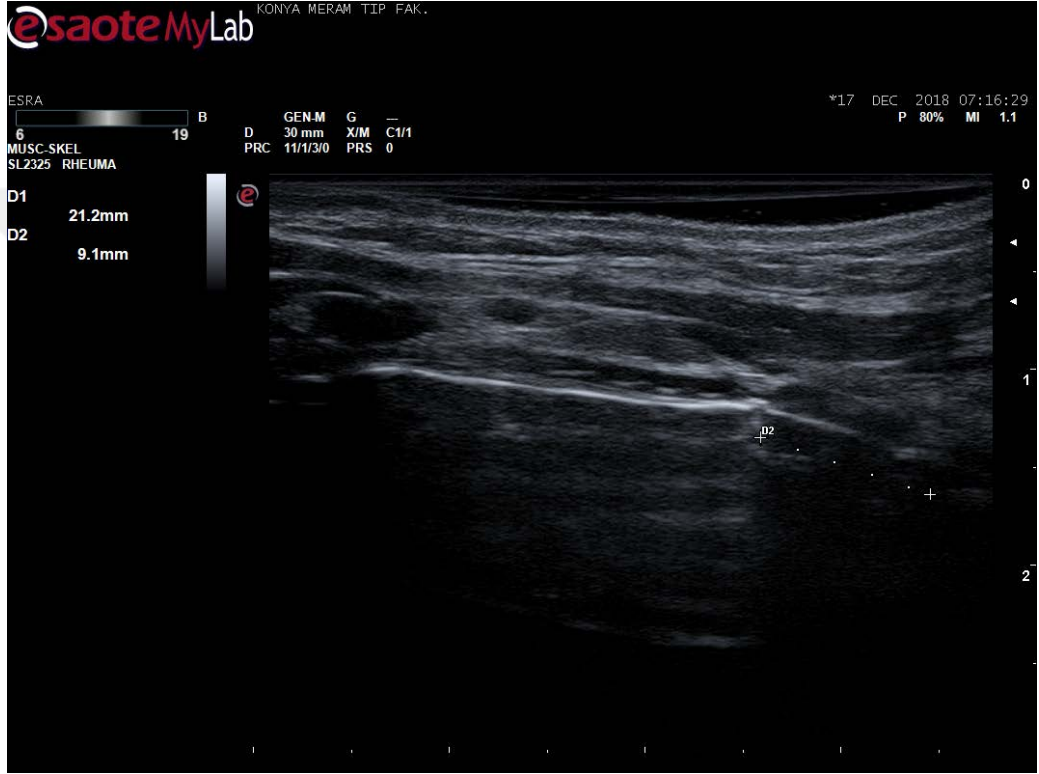
-Formül ve klinisyene göre hesaplanan ETT derinliği arasında anlamlı düzeyde fark olduğu ($p<0.001$)

-Klinisyene göre hesaplanan ve USG ile ölçülen ETT derinliği arasında anlamlı düzeyde fark olduğu ($p<0.001$)

-Formül göre hesaplanan ve USG ile ölçülen ETT derinliği arasında anlamlı düzeyde fark olmadığı ($p=0.105$) tespit edildi.

Tablo 4.4. Hesaplanan ve kullanılan ETT derinliklerinin karşılaştırılması

Parametre	Ort±SD	P
Formül ile (cm)	15.8±1.1	<0.001
Klinisyene göre (cm)	16.6±1.5	
USG kontrolü sonrası (cm)	15.7±1.3	



Şekil 4.2. Bir hastamızda USG ile kaf yerinin kontrol edilmesi

Cerrah tarafından baş pozisyonu verildikten sonra USG ile kontrol edildiğinde ETT, ortalama 0.8 ± 0.8 (0-3) cm sefale kaymıştır. Ultrasonografi kontrolü sonrasında hastaların 38'inde (%42.2), baş pozisyonu verildikten sonra tüp yerinde herhangi bir değişiklik olmamıştır. (Tablo 4.5).

Tablo 4.5. USG ile kaf kontrolü sonucuna göre tüp yeri değişim miktarlarının dağılımı

Değişim	N / %
---------	-------

Yerinde	38 / %42.2
0.8 cm sefale	5 / %5.6
1 cm sefale	23 / %25.6
2 cm sefale	22 / %24.4
3 cm sefale	2 / %2.2

4.5. Korelasyon Analizi

Kullanılan ETT numarası ile diğer parametrik veriler arasındaki ilişkiyi araştırmak için uygulanan korelasyon analizinde, kullanılan ETT numarası ile bu parametrelerin tamamı anlamlı düzeyde korele bulundu. Bu korelasyon; BMI ile orta düzeyde, diğerler parametreler ile kuvvetli düzeydeydi, yanibu parametreler arttıkça kullanılan ETT numarası artmaktaydı (Tablo 4.6).

Tablo 4.6. Kullanılan ETT numarası ile korelasyon analizi

Parametreler	R	P
Yaş	0.765	<0.001
Kilo (kg)	0.802	<0.001
Boy (cm)	0.811	<0.001
BKİ (kg/m²)	0.433	<0.001

Baş pozisyonu verildikten sonra oluşan fark ile klinik ve demografik veriler arasındaki ilişkiyi araştırmak için uygulanan korelasyon analizinde; oluşan fark ile hiçbir parametre arasında anlamlı ilişki bulunamadı (Tablo 4.7).

Tablo 4.7. Baş pozisyonu verildikten sonra oluşan fark ile korelasyon analizi

Parametreler	R	P
Yaş	0.015	0.885
Kilo (kg)	-0.077	0.468
Boy (cm)	0.061	0.567
BKİ (kg/m²)	-0.132	0.215

5. TARTIŞMA

Bu çalışmada, tonsillektomi operasyonu olacak pediatrik hastalarda USG kullanarak uygun boyutlu ETT'yi tespit etmeyi, baş pozisyonu verildikten sonra ETT kaf yerinin USG ile doğrulanmasını ve bu sonuçları rutin kullanılan formüllerle kıyaslamayı amaçlamıştık. Krikoid kırıldak seviyesinde USG ölçümüne göre belirlenen ve kullanılan ortalama tüp numaraları arasında anlamlı fark bulunmadı. Ancak, formül ile hesaplanan ortalama tüp numarası, USG ile hesaplanan ve kullanılan tüp numaralarından anlamlı düzeyde küçüktü. Kullanılan tüp numarasına göre, USG ile hesaplanan tutarlılık oranı %72.2, formül ile hesaplamamın ise %36.6olarak bulundu. Ultrasonografi ile tutarlılık oranı formül ile hesaplanandan daha yüksekti. Ultrasonografi kontrolü ile ölçülen ETT derinliği ve formüle göre hesaplanan ETT derinliği benzer iken, klinisyene göre hesaplanan ETT derinliği, USG ile ölçülen ve formüle göre hesaplanan ETT derinliğinden anlamlı düzeyde daha uzundu. Hastaların yaklaşık yarısında, USG kontrolü ile tüp derinliğinde değişiklik yapılmadı. Kullanılan ETT numarası ile yaş, boy, kilo, BKİ, pozitif korele bulundu

Pediatrik yaş grubunda, tüm yaş gruplarında olduğu gibi, güvenli hava yolu yönetimi ve endotrakeal entübasyon, anestezi esnasındaki en önemli uygulamalardan biridir. Hava yoluna uygun boyutta ETT seçimi, başarılı entübasyon uygulamasının ilk adımıdır. Kullanılması gerekenden küçük numarada ETT seçilmesi; yetersiz ventilasyon, anestezi gazların ameliyathane ortamına sızması ve aspirasyon riskine neden olabilmektedir(Oshodi 2011). Gerekenden büyük tüp kullanımı ise üst hava yolunda bölgesel iskemi, ülserasyon, skar oluşumu ve subglottik stenoz oluşumu ile sonuçlanabilmektedir.Tüp boyutunun yanlış seçilmesinin diğer bir sonucu da kişiye birden fazla laringoskopi ve entübasyon işlemi yapılmasıdır ki bu durum komplikasyon sıklığını artırabilmektedir(Dillier 2004).

Pediatric hastalarda, ETT numarasını belirlemek için farklı klinik parametrelerin kullanıldığı birçok formül tanımlanmıştır. Ancak, bu yöntemler yaş ve gelişimsel farklılıklara bağlı olarak doğru ETT numarasını belirlemede yetersiz kalabilmektedir. Son yıllarda tüp numarasını tespit etmek için, hasta başında kolaylıkla uygulanabilen non-invasiv bir yöntem olarak USG kullanımını artmaktadır ve bu konuda yayınlanan birçok çalışma mevcuttur (Schramm 2012, Kim 2013).

Kim ve arkadaşlarının, 1-72 ay aralığındaki 215 çocuk hastayı dahil ettikleri çalışmada, hastalar yaşa bağlı formül baz alınarak seçilen kafalı ETT'ler ile entübe edilmiş ve hastalara anestezi altında iken boyun USG uygulanmış. Ultrasonografi ile yapılan ölçümlerin validasyonunu göstermek için hastalar entübe edildikten sonra, subglottik seviyede ETT'lerin dış çapları ölçülmüş. Bu ölçümler ile ETT'lerin trakea dışındaki ölçümleri korele bulunmuş. Ultrasonografi ile ölçülen subglottik çap ile yaş, boy ve kiloyu içeren biyografik data 12 aydan küçük çocuklarda zayıf korele, 12 aydan büyük çocuklarda iyi korele bulunmuş. Yazarlar, USG ile yapılan ölçümlerin uygun boyutta ETT seçiminde faydalı olacağı sonucuna varmışlardır (Kim 2013). Benzer şekilde, çalışmamızda kullanılan ETT numarası ile yaptığımız korelasyon analizinde, bu değeryaş, boy, kilo, BKİ ile pozitif korele bulunmuştur.

Shibasaki ve arkadaşlarının, 1 ay-6 yaş aralığındaki 192 hasta ile yaptıkları çalışmada, yaşa bağlı formül kullanılarak tüpler seçilmiş ve bu tüp numaraları baz alınarak en iyi klinik uyuma sahip tüpler yerleştirilmiş. Entübasyon öncesi, subglottik seviyede hava yolu çapı ölçülmüş. Ultrasonografi ile hesaplanan ve kullanılan tüp numaraları arasındaki uyum kafalı tüpler için %98, kafsız tüpler için %96 olarak bulunmuş. Kullanılan ve Yaşa bağlı formül ile hesaplanan tüp numaraları arasındaki uyum kafalı tüpler için %35, kafsız tüpler için %60 olarak bulunmuş ($p < 0.001$) (Shibasaki 2010). Bu çalışmada sadece kafalı tüpler kullanılmıştı ve USG ile hesaplanan ve kullanılan tüp numaraları arasındaki uyum %72.2, formül ile hesaplanan ve kullanılan tüp numaraları arasındaki uyum %36.6 bulunmuştur. Çalışmamızda, USG kullanıldığında ulaşılan uyum oranı, formül ile hesaplanandan daha yüksek olmasına rağmen Shibasaki ve arkadaşlarının çalışması kadar yüksek değildi.

Altun ve arkadaşları, tonsillektomi olacak 1-10 yaş aralığında 152 çocuk hastanında dahil edildiği ve hava yolunun USG ile değerlendirildiği bir çalışma bildirmişlerdir. Bu çalışmada uygun ETT boyutu, subglottik seviyede hava yolu USG'si ile, yaşa göre (Motoyama-Khine) ve kiloya göre (Broselow) hesaplanmış ve bu değerler

son olarak kullanılan en uygun t p boyutları ile karşılaştırılmış. Ultrasonografi ile belirlenen ETT i çapının, hastaların %88'inde en uygun t p numarası ile aynı olduğu ve bu oranın kiloya göre (%59) ve yaşa göre (%47) hesaplanan ETT numaralarının uyumundan daha yüksek olduğu saptanmış. Sonuç olarak, USG ile subglottik çap ölçülerek ETT boyutu hesaplanmasının güvenilir bir belirteç olduğunu iddia etmişlerdir (Altun 2017). Bizim alışmamızda, USG kullanıldığında ulaşılan uyum oranı, yaşa göre hesaplanandan daha yüksek olmasına rağmen Altun ve arkadaşlarının çalışması kadar yüksek değildi.

Schramm ve arkadaşlarının 5 yaşından küçük 50 hastayı dahil ettikleri çalışmada, hastalara entübasyon öncesi boyun USG uygulanmış ve subglottik hava yolunda minimal transvers çap kayıt altına alınmış. Hastalar yaş bazlı formül kullanarak seçilen ETT numarasına göre entübe edilmiş. Hastaların %50'sinden azında ilk seferde doğru ETT ile entübasyon uygulanmış. Kullanılan ETT'nin dış çapı ve USG ile hava yolu ölçümleri arasında kuvvetli ilişki bulunmuş ($r=0.869$). Ultrasonografi ile hesaplanan ve son olarak kullanılan ETT boyutları arasındaki uyum, bizim alışmamızdakinden düşük olacak şekilde, %48 olarak bulunmuş. Yazarlar, USG kullanarak uygun boyutta ETT seçmenin kolaylaştığını ve re-entübasyon sayısının azalabileceğini iddia etmişlerdir (Schramm 2012).

Schramm ve arkadaşları, pediatrik hastalarda USG ile uygun ETT seçiminde kullanılan ideal hava yolu anatomik lokalizasyonunu ve ventilasyon basıncını araştıran bir çalışma daha yayınlamışlardır. Yedi yaşın altında 100 çocuğun dahil edildiği bu çalışmada vokal kordlar, krikoid kıkırdak ve proksimal trakea düzeyinde ve 0 ile 15 mbar ventilasyon basınclarında USG ile ölçümler yapılmış. Kullanılan ETT ile en iyi uyum krikoid kıkırdak seviyesinde elde edilmiş (0 mbar basınçta %70 ve 15 mbar basınçta %83)(Schramm 2017). Biz alışmamızda ventilasyon basıncı ile ilgili analiz yapmamıştık, ancak bu çalışma ile benzer şekilde, USG ölçümlerinde anatomik lokalizasyon olarak krikoid kıkırdadı kullandık. Literatürde, uygun ETT seçiminde USG yöntemini araştıran Shibasaki, Bae, Gupta ve Kim ve arkadaşlarının bildirdikleri iyi dizayn edilmiş çalışmalarda farklı ventilasyon basıncları uygulansa da tamamında anatomik bölge olarak krikoid kıkırdak kullanılmıştır (Shibasaki 2010, Bae 2011, Gupta 2012, Kim 2013).

Endotrakeal entübasyonun bir diğer önemli basamağı ise endotrakeal tüpün doğru seviyede yerleşimidir. Tüpün karına seviyesi ve altında yerleşimi irritasyon, sempatik stimulasyon, endobronşial entübasyon, pnömotoraks, atelektazi ve hipoksemiye neden

olabilmektedir. Çalışmamızda endotrakeal tüp derinliğini hesaplamakta kullanılan yaşa bağlı formüle göre entübasyon gerçekleştirilmiş ve sonrasındaUSG ile kaf yeri kontrol edilerek tüp en uygun derinliğe yerleştirilmiştir. Erişkin hastalarda, USG ile ETT yerinin doğrulanmasını araştıran yayınlar olmasına rağmen, pediatrik grupta bu konuyu inceleyen az sayıda yayın mevcuttur(Chou 2015).

Jaeel ve arkadaşları, infant ve çocuklarda ETT yerinin USG ile değerlendirildiği 12 çalışmayı içeren bir derleme yayınlamışlardır. Bu çalışmalarda, USG ile ETT ucunun >%80 oranında görüntülediği ve ETT yerinin tespitinde, USG yorumları ile direkt grafi bulgularının %73-100 oranında korele olduğu bildirilmiştir. Büyük çocuklarda, suprasternal, substernal ve mid-aksiller interkostal görüntüler kullanıldığı ve sonuç olarak pediatrik hastalarda ETT yerinin tespitinde USG'nin direkt grafi ve kapnografi ile benzer bilgiler verdiği yorumu yapılmıştır (Jaeel 2017).

Marciniak ve arkadaşları, normal hava yoluna sahip 30 sağlıklı çocukta trakeal entübasyon esnasında USG kullanımını araştırmışlardır. Bu çalışmada, tüpün doğru yerleştiği oksültasyon ve end-tidal kapnografi yöntemi ile de teyit edilmiştir. Başarılı trakeal entübasyon şukriterler kullanılarak doğrulanmıştır; trakea ve trakeal halkaların görüntülenmesi, vokal kordların görüntülenmesi, tüpün geçişi esnasında glottisin genişlemesi, tüpün karina üzerinde olması ve viseroparietal plevral yüzde göğüs duvarı hareketinin görüntülenmesi (sliding sign). Yazarlar, ETT'nin vokal kordlardan geçerken nadiren direkt olarak görüntülenebildiğini, ancak indirekt olarak her başarılı entübasyonda glottis tabanında vokal kordların genişlediğini gözlemişlerdir. Bir hastada, sol paratrakeal boşlukta tüpün görüntülenmesi ile özofageal entübasyon fark edilmiştir. Bu çalışmada pediatrik hava yolunun entübasyon sırasında karakteristik ultrasonografik bulguları tanımlanmış ve USG kullanımının, çocuklarda hava yolu yönetiminde faydalı olduğu bildirilmiştir(Marciniak 2009). Çalışmamızda USG eşliğinde entübasyon sırasında, 2 hastada özofagusun genişlediği görülmüş ve hastalar tekrardan entübe edilmiştir.

Tessaro ve arkadaşları, 42 çocuk hastada tüp yerinin doğrulanmasında, salin ile doldurulmuş kafın USG ile görüntülediği bir çalışma yayınlamıştır. Yazarlar, bu tekniği trakeal hızlı USG salin test [tracheal rapid US saline test (TRUST)] olarak tanımlamıştır. Bu çalışmada, ETT fiberoptik bronkoskop yardımı ile ana bronşlara ilerletilmiş, bu seviyede kaf salin ile şişirilmiştir ve USG ile sternal çentik seviyesinde kaf görülene kadar ETT yavaşça geri çekilmiştir. Ultrasonografi ile değerlendirme ortalama 4 saniye sürmüştür. Salin ile şişirilmiş kafın USG ile görüntülenmesi yönteminin doğru ETT yeri

tespitinde ve bronşiyal entübasyonu dışlamada, sensitivitesi %99, spesifitesi %97, pozitif prediktif değeri %97 ve negatif prediktif değeri %99 olarak bulunmuştur (Tessaro 2015).

Lau ve arkadaşları, 1 ay-15 yaş arası 137 çocuk ile yaptıkları retrospektif bir çalışmada formülasyon ($\text{yaş}/2+12$) yönteminin trakeal entübasyonda doğru tüp derinliğini belirlemedeki etkinliği değerlendirilmiştir. Formül ile hesaplanan tüp derinliğinin, uygulanan tüp derinliğinden anlamlı düzeyde daha kısa olduğu tespit edilmiş ve 1 yaş üstü hastalarda orotrakeal tüp derinliğinin hesaplanması için yeni bir formül önermişlerdir ($\text{yaş}/2+13$) (Lau 2006).

Bizim çalışmamızda, her ne kadar USG kontrolü sonrası hastaların yaklaşık yarısında tüp derinliğinde bir değişiklik yapılmamış olsa da, USG ile ölçülen ETT derinliği ve formüle göre hesaplanan ETT derinliği benzer bulunmuş iken, klinisyene göre hesaplanan ETT derinliği, USG ile ölçülen ve formüle göre hesaplanan ETT derinliğinden anlamlı düzeyde daha uzun bulunmuştur. Bu durum, ETT yerleştirirken formül veya USG gibi objektif yöntemler kullanmanın, subjektif yöntemler kullanmaya göre daha güvenli olduğunu ortaya koymaktadır.

Sonuç olarak, pediatrik hasta grubunda USG kullanarak uygun boyutta ETT numarasını tespit etmeye çalıştığımız bu çalışmada, USG ile hesaplanan ve kullanılan tüp numaraları benzer bulunmuştur. Ultrasonografi ile hesaplanan ve kullanılan tüp numaraları arasındaki uyum, formül ile hesaplanandan daha yüksek bulunmuştur. Klinisyene göre hesaplanan ETT derinliği, USG ile ölçülen ve formüle göre hesaplanan ETT derinliğinden anlamlı düzeyde daha uzun bulunmuştur. Bu bulgular, pediatrik hasta grubunda hava yolu yönetiminde USG kullanımının, ETT numarası seçiminde, ETT derinliğine karar vermede önemli katkı sağladığını düşündürmüştür.

6. SONUÇ ve ÖNERİLER

- Ultrasonografi ölçümüne göre belirlenen ortalama ETT numarası ve kullanılan ETT numarası benzer bulunmuştur.
- Formül ile hesaplanan ortalama ETT numarası, kullanılan ve USG ile hesaplanandan anlamlı düzeyde daha küçük bulunmuştur.

- Kullanılan tüp numaraları ve USG ile hesaplanan tüp numaralarının tutarlılık oranı %72.2;kullanılan tüp numaraları ve formül ile hesaplanan tüp numaralarının tutarlılık oranı ise %36.6 bulunmuştur.
- Ultrasonografi ile tutarlılık oranı formüle göre hesaplanandan daha yüksek bulunmuştur.
- Kullanılan ETT numarası ile yaş, boy, kilo, BMI ile pozitif korele bulunmuştur.
- Ultrasonografi kontrolü sonrası ölçülen tüp derinliği ile yaşa göre hesaplanan tüp derinliği arasında anlamlı fark yok iken, klinisyene göre hesaplanan tüp derinliği arasında anlamlı düzeyde fark bulunmuştur.
- Pediatrik hasta grubunun hava yolu yönetiminde, USG kullanımı, doğru entübasyon, ETT numarası seçimine ETT derinliğine karar vermede önemli katkı sağlamıştır.

7. REFERANSLAR

- Altun, D., M. Orhan-Sungur, A. Ali, T. Ozkan-Seyhan, N. Sivrikoz and E. Camci. The role of ultrasound in appropriate endotracheal tube size selection in pediatric patients. *Paediatr Anaesth.* 2017;27(10):1015-20.
- Anand, K. J. and P. International Evidence-Based Group for Neonatal. Consensus statement for the prevention and management of pain in the newborn. *Arch Pediatr Adolesc Med.* 2001;155(2):173-80.
- Anand, K. J. and S. Suresh. Tracheal intubation in neonates, infants, and children: is there a right way? *Crit Care Med.* 2004;32(2):614-6.
- Arens, R., J. M. McDonough, A. M. Corbin, M. E. Hernandez, G. Maislin, R. J. Schwab, et al. Linear dimensions of the upper airway structure during development: assessment by magnetic resonance imaging. *Am J Respir Crit Care Med.* 2002;165(1):117-22.
- Azarfarin, R., M. Seyedhejazi, S. E. Golzari, E. Bilehjani, K. Ghabili and A. Alizadehasl. Do pediatric patients undergoing cardiac surgeries require larger-size cuffed endotracheal tubes? A prospective study. *Paediatr Anaesth.* 2013;23(3):228-32.
- Bae, J. Y., H. J. Byon, S. S. Han, H. S. Kim and J. T. Kim. Usefulness of ultrasound for selecting a correctly sized uncuffed tracheal tube for paediatric patients. *Anaesthesia.* 2011;66(11):994-8.

- Bhutani, V. K., D. Rubenstein and T. H. Shaffer. Pressure-induced deformation in immature airways. *Pediatr Res.* 1981;15(5):829-32.
- Charles J. Coté, J. L., Brian J. Anderson. *A Practice of Anesthesia for Infants and Children.* Philadelphia,: Elsevier; 2019
- Chou, E. H., E. Dickman, P. Y. Tsou, M. Tessaro, Y. M. Tsai, M. H. Ma, et al. Ultrasonography for confirmation of endotracheal tube placement: a systematic review and meta-analysis. *Resuscitation.* 2015;90:97-103.
- Corfield, M. C. A new fraction from oxidized wool. *Biochem J.* 1963;86:125-9.
- Cote, C. J. Anesthesiological considerations for children with obstructive sleep apnea. *Curr Opin Anaesthesiol.* 2015;28(3):327-32.
- deAlmeida, V. L., R. A. Alvaro, Z. Haider, V. Rehan, B. Nowaczyk, D. Cates, et al. The effect of nasal occlusion on the initiation of oral breathing in preterm infants. *Pediatr Pulmonol.* 1994;18(6):374-8.
- Dillier, C. M., D. Trachsel, W. Baulig, C. Gysin, A. C. Gerber and M. Weiss. Laryngeal damage due to an unexpectedly large and inappropriately designed cuffed pediatric tracheal tube in a 13-month-old child. *Can J Anaesth.* 2004;51(1):72-5.
- Drummond, G. B. "Keep a clear airway". *Br J Anaesth.* 1991;66(2):153-6.
- Eckel, H. E., J. Koebke, C. Sittel, G. M. Sprinzl, C. Pototschnig and E. Stennert. Morphology of the human larynx during the first five years of life studied on whole organ serial sections. *Ann Otol Rhinol Laryngol.* 1999;108(3):232-8.
- Fearon, B. and J. S. Whalen. Tracheal dimensions in the living infant (preliminary report). *Ann Otol Rhinol Laryngol.* 1967;76(5):965-74.
- Finholt, D. A., D. B. Henry and R. C. Raphaely. Factors affecting leak around tracheal tubes in children. *Can Anaesth Soc J.* 1985;32(4):326-9.
- Galicinao, J., A. J. Bush and S. A. Godambe. Use of bedside ultrasonography for endotracheal tube placement in pediatric patients: a feasibility study. *Pediatrics.* 2007;120(6):1297-303.
- Green, J. S. and B. C. Tsui. Applications of ultrasonography in ENT: airway assessment and nerve blockade. *Anesthesiol Clin.* 2010;28(3):541-53.

- Gupta, K., P. K. Gupta, B. Rastogi, A. Krishan, M. Jain and G. Garg. Assessment of the subglottic region by ultrasonography for estimation of appropriate size endotracheal tube: A clinical prospective study. *Anesth Essays Res.* 2012;6(2):157-60.
- Gupta, P. K., K. Gupta, A. N. Dwivedi and M. Jain. Potential role of ultrasound in anesthesia and intensive care. *Anesth Essays Res.* 2011;5(1):11-9.
- Hatfield, A. and A. Bodenham. Ultrasound: an emerging role in anaesthesia and intensive care. *Br J Anaesth.* 1999;83(5):789-800.
- Henderson, J. J. The use of paraglossal straight blade laryngoscopy in difficult tracheal intubation. *Anaesthesia.* 1997;52(6):552-60.
- Hudgins, P. A., J. Siegel, I. Jacobs and C. R. Abramowsky. The normal pediatric larynx on CT and MR. *AJNR Am J Neuroradiol.* 1997;18(2):239-45.
- Isono, S., A. Tanaka, T. Ishikawa, Y. Tagaito and T. Nishino. Sniffing position improves pharyngeal airway patency in anesthetized patients with obstructive sleep apnea. *Anesthesiology.* 2005;103(3):489-94.
- Jaeel, P., M. Sheth and J. Nguyen. Ultrasonography for endotracheal tube position in infants and children. *Eur J Pediatr.* 2017;176(3):293-300.
- Karkouti, K., D. K. Rose, L. E. Ferris, D. F. Wigglesworth, T. Meisami-Fard and H. Lee. Inter-observer reliability of ten tests used for predicting difficult tracheal intubation. *Can J Anaesth.* 1996;43(6):554-9.
- Kattwinkel, J., J. M. Perlman, K. Aziz, C. Colby, K. Fairchild, J. Gallagher, et al. Part 15: neonatal resuscitation: 2010 American Heart Association Guidelines for Cardiopulmonary Resuscitation and Emergency Cardiovascular Care. *Circulation.* 2010;122(18 Suppl 3):S909-19.
- Kim, E. J., S. Y. Kim, W. O. Kim, H. Kim and H. K. Kil. Ultrasound measurement of subglottic diameter and an empirical formula for proper endotracheal tube fitting in children. *Acta Anaesthesiol Scand.* 2013;57(9):1124-30.
- Kline, J. P. Ultrasound guidance in anesthesia. *AANA J.* 2011;79(3):209-17.

- Kooi, E. M., E. J. Vrijlandt, H. M. Boezen and E. J. Duiverman. Children with smoking parents have a higher airway resistance measured by the interruption technique. *Pediatr Pulmonol.* 2004;38(5):419-24.
- Kristensen, M. S. Ultrasonography in the management of the airway. *Acta Anaesthesiol Scand.* 2011;55(10):1155-73.
- Lau, N., S. D. Playfor, A. Rashid and M. Dhanarass. New formulae for predicting tracheal tube length. *Paediatr Anaesth.* 2006;16(12):1238-43.
- Lerman, J., C. Heard and D. J. Steward. Neonatal tracheal intubation: an imbroglio unresolved. *Paediatr Anaesth.* 2010;20(7):585-90.
- Lichtenstein, D. A. and G. A. Meziere. Relevance of lung ultrasound in the diagnosis of acute respiratory failure: the BLUE protocol. *Chest.* 2008;134(1):117-25.
- Litman, R. S., N. Wake, L. M. Chan, J. M. McDonough, S. Sin, S. Mahboubi, et al. Effect of lateral positioning on upper airway size and morphology in sedated children. *Anesthesiology.* 2005;103(3):484-8.
- Litman, R. S., E. E. Weissend, D. Shibata and P. L. Westesson. Developmental changes of laryngeal dimensions in unparalyzed, sedated children. *Anesthesiology.* 2003;98(1):41-5.
- Mansano, A. M., N. S. Modolo, L. M. Silva, E. M. Ganem, L. G. Braz, C. Knabe Ade, et al. Bedside tests to predict laryngoscopic difficulty in pediatric patients. *Int J Pediatr Otorhinolaryngol.* 2016;83:63-8.
- Marciniak, B., P. Fayoux, A. Hebrard, R. Krivosic-Horber, T. Engelhardt and B. Bissonnette. Airway management in children: ultrasonography assessment of tracheal intubation in real time? *Anesth Analg.* 2009;108(2):461-5.
- Nafiu, O. O., C. C. Burke, R. Gupta, R. Christensen, P. I. Reynolds and S. Malviya. Association of neck circumference with perioperative adverse respiratory events in children. *Pediatrics.* 2011;127(5):e1198-205.
- Nandi, P. R., C. H. Charlesworth, S. J. Taylor, J. F. Nunn and C. J. Dore. Effect of general anaesthesia on the pharynx. *Br J Anaesth.* 1991;66(2):157-62.

- Oshodi, A., K. Dysart, A. Cook, E. Rodriguez, Y. Zhu, T. H. Shaffer, et al. Airway injury resulting from repeated endotracheal intubation: Possible prevention strategies. *Pediatr Crit Care Med*. 2011;12(1):e34-9.
- Schmolzer, G. M., M. O'Reilly, P. G. Davis, P. Y. Cheung and C. C. Roehr. Confirmation of correct tracheal tube placement in newborn infants. *Resuscitation*. 2013;84(6):731-7.
- Schramm, C., L. S. Eisleben, J. Kessler, K. Jensen and K. Plaschke. Role of ultrasound measuring position and ventilation pressure in determining correct tube size in children. *Paediatr Anaesth*. 2017;27(12):1241-6.
- Schramm, C., J. Knop, K. Jensen and K. Plaschke. Role of ultrasound compared to age-related formulas for uncuffed endotracheal intubation in a pediatric population. *Paediatr Anaesth*. 2012;22(8):781-6.
- Shi, F., Y. Xiao, W. Xiong, Q. Zhou and X. Huang. Cuffed versus uncuffed endotracheal tubes in children: a meta-analysis. *J Anesth*. 2016;30(1):3-11.
- Shibasaki, M., Y. Nakajima, S. Ishii, F. Shimizu, N. Shime and D. I. Sessler. Prediction of pediatric endotracheal tube size by ultrasonography. *Anesthesiology*. 2010;113(4):819-24.
- Shorten, G. D., D. C. Armstrong, W. I. Roy and L. Brown. Assessment of the effect of head and neck position on upper airway anatomy in sedated paediatric patients using magnetic resonance imaging. *Paediatr Anaesth*. 1995;5(4):243-8.
- Shott, S. R. Down syndrome: analysis of airway size and a guide for appropriate intubation. *Laryngoscope*. 2000;110(4):585-92.
- Singh, M., K. J. Chin, V. W. Chan, D. T. Wong, G. A. Prasad and E. Yu. Use of sonography for airway assessment: an observational study. *J Ultrasound Med*. 2010;29(1):79-85.
- Slater, H. M., C. A. Sheridan and R. H. Ferguson. Endotracheal tube sizes for infants and children. *Anesthesiology*. 1955;16(6):950-2.
- Stefanidis, K., S. Dimopoulos and S. Nanas. Basic principles and current applications of lung ultrasonography in the intensive care unit. *Respirology*. 2011;16(2):249-56.

- Terkawi, A. S., D. Karakitsos, M. Elbarbary, M. Blaivas and M. E. Durieux. Ultrasound for the anesthesiologists: present and future. *ScientificWorldJournal*. 2013;2013:683685.
- Tessaro, M. O., E. P. Salant, A. C. Arroyo, L. E. Haines and E. Dickman. Tracheal rapid ultrasound saline test (T.R.U.S.T.) for confirming correct endotracheal tube depth in children. *Resuscitation*. 2015;89:8-12.
- Uezono, S., R. S. Holzman, T. Goto, Y. Nakata, S. Nagata and S. Morita. Prediction of difficult airway in school-aged patients with microtia. *Paediatr Anaesth*. 2001;11(4):409-13.
- van den Berg, A. A. and T. Mphanza. Choice of tracheal tube size for children: finger size or age-related formula? *Anaesthesia*. 1997;52(7):701-3.
- Vats, A., G. A. Worley, R. de Bruyn, H. Porter, D. M. Albert and C. M. Bailey. Laryngeal ultrasound to assess vocal fold paralysis in children. *J Laryngol Otol*. 2004;118(6):429-31.
- von Ungern-Sternberg, B. S., K. Boda, N. A. Chambers, C. Rebmann, C. Johnson, P. D. Sly, et al. Risk assessment for respiratory complications in paediatric anaesthesia: a prospective cohort study. *Lancet*. 2010;376(9743):773-83.
- Wani, T. M., B. Bissonnette, M. Rafiq Malik, D. Hayes, Jr., A. S. Ramesh, M. Al Sohaibani, et al. Age-based analysis of pediatric upper airway dimensions using computed tomography imaging. *Pediatr Pulmonol*. 2016;51(3):267-71.
- Westhorpe, R. N. The position of the larynx in children and its relationship to the ease of intubation. *Anaesth Intensive Care*. 1987;15(4):384-8.