

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

**ÇOCUKLARDA TRAKEAL TÜP SEÇİMİ İÇİN
YAŞA DAYALI FORMÜLLER İLE ULTRASONOGRAFİK
ÖLÇÜMLERİN KARŞILAŞTIRIMASI**

**UZMANLIK TEZİ
Dr. Çiğdem AYLAY**

**DANIŞMAN
Doç. Dr. Habip ATALAY**

DENİZLİ – 2019

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

**ÇOCUKLARDA TRAKEAL TÜP SEÇİMİ İÇİN
YAŞA DAYALI FORMÜLLER İLE ULTRASONOGRAFİK
ÖLÇÜMLERİN KARŞILAŞTIRIMASI**

**UZMANLIK TEZİ
Dr. Çiğdem AYLAY**

**DANIŞMAN
Doç. Dr. Habip ATALAY**

DENİZLİ – 2019

ONAY SAYFASI

Doç. Dr. Habip ATALAY danışmanlığında Dr. Çiğdem AYLAY tarafından yapılan "Çocuklarda Trakeal tüp seçimi için ultrasonografi ile yaşa dayalı formüllerin karşılaştırılması" başlıklı tez çalışmasını 22/01/2019 tarihinde yapılan tez savunma sınavı sonrası yapılan değerlendirme sonucu jürimiz tarafından Pamukkale Üniversitesi Tıp fakültesi Anesteziyoloji ve Reanimasyon Anabilim Dalında TIPTA UZMANLIK TEZİ olarak kabul edilmiştir.

BAŞKAN: Prof. Dr. Rıza Hakan ERBAY



ÜYE: Doç. Dr. Habip ATALAY



ÜYE: Prof. Dr. Pervin SÜTAŞ BOZKURT



Yukarıdaki imzaların adı geçen öğretim üyelerine ait olduğunu onaylarım.

Prof. Dr. Osman Çiftçi

Pamukkale Üniversitesi

Tıp Fakültesi Dekanı

TEŞEKKÜR

Uzmanlık eğitimim süresince değerli bilgi ve deneyimlerini benden esirgemeyen ve tezimi başından sonuna kadar destekleyerek her aşamasında yol gösteren tez danışmanım Doç. Dr. Habip ATALAY başta olmak üzere, anabilimdalı başkanımız Prof. Dr. Rıza Hakan ERBAY'a, değerli hocalarım Prof Dr. Simay SERİN'e, Prof. Dr. Hülya SUNGURTEKİN'e, Prof. Dr. Ercan Lütfi GÜRSES'e, Prof. Dr. Erkan TOMATIR'a, Dr. Öğrt. Üyesi Aslı METE'ye, Dr. Öğrt. Üyesi İlknur Hatice AKBUDAK'a,

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

Ultrasonografi öğrenmeme yardımcı olan radyoloji uzmanı arkadaşım Dr. Mehmet DURAN'a

Bugünlere gelmemde büyük katkısı olan her türlü maddi ve manevi desteğini esirgemeyen annem, babam başta olmak üzere tüm aileme, desteğini her zaman yanımda hissettiğim eşim Süleyman AYLA'ya teşekkür ederim.

Dr. Çiğdem AYLA

İÇİNDEKİLER

Sayfa No:

ONAY SAYFASI.....	Hata! Yer işareti tanımlanmamış.
TEŞEKKÜR	IV
İÇİNDEKİLER	V
SİMGELER VE KISALTMALAR	VII
ŞEKİLLER DİZİNİ	VIII
TABLolar DİZİNİ	IX
ÖZET.....	X
SUMMARY	XI
GİRİŞ	1
GENEL BİLGİLER.....	2
2.1. HAVAYOLU ANATOMİSİ.....	2
2.1.1. Farinks	2
2.1.2. Larinks.....	3
2.1.2.1. Larinksin İnnervasyonu ve Kanlanması	5
2.1.2.2. Trakea	6
2.2. ÇOCUKLARDA HAVAYOLU YÖNETİMİ	6
2.2.1. Çocuklarda Havayolu Anatomisi	6
2.2.2. Çocuklarda Laringoskopi ve Entübasyon.....	7
2.2.3. Çocuklarda Kullanılan Endotrakeal Tüpler ve Tüp çeşitleri.....	11
2.2.4. Çocuk Entübasyonunda Komplikasyonlar	14
2.3. ENDOTRAKEAL TÜP SEÇİMİNDE KULLANILAN YÖNTEMLER.	16
2.3.1. Cole Formülü.....	16
2.3.2. Khine Formülü	17
2.3.3. Motoyama Formülü	17
2.3.4. Corfield Formülü	18
2.3.5. Penlington Formülü	18
2.3.6. Steward ve Lerman Yaklaşımı	18
2.3.7. Yeni Yaklaşım (New Recommendation)	18
2.4. ULTRASONOGRAFİ YÖNTEMİ İLE HAVAYOLU DEĞERLENDİRİLMESİ	19
2.4.1. Çalışma Prensipleri.....	19
2.4.2. Ultrasonografi Kullanım Alanları	20
2.4.3. Hava Yolu Değerlendirilmesinde Ultrasonografinin Yeri ve Uygulama Alanları	21

GEREÇ VE YÖNTEM	23
BULGULAR	27
Demografik Veriler	27
Kafli grupların karşılaştırması	29
Kafsız grupların karşılaştırılması	32
TARTIŞMA	36
SONUÇ	46
KAYNAKLAR	48

SİMGELER VE KISALTMALAR

ASA	: American Society of Anesthesiologists
B-mod	: brightness-parlaklık modu
DAB	: Diyastolik Arter Basıncı
ETT	: endotrakeal tüp
ID	: internal diameter(İç çap)
kHz	: Kilo Hertz
KK	: krikoid kıkırdak
KAH	: Kalp Atım Hızı
MRI	: manyetik rezonans görüntüleme
M-mod	: Motion-hareket modu
SAB	: Sistolik Arter Basıncı
OD	: Outer diameter(Dış çap)
PVC	: Poli Vinil Clorid
RAE	: Ring Adaire ve Elwyn
SpO ₂	: Periferik Oksijen Satürasyonu
USG	: Ultrasonografi
VKI	: Vücut Kitle İndeksi
MHz	: MegaHertz
CT	: Computer Tomography (bilgisayarlı tomografi)
PET	: Positron Emission Tomography (Pozitron Emisyon Tomografisi)

ŞEKİLLER DİZİNİ

	Sayfa No:
Şekil 1. Larinksin Anatomik Yapısı	3
Şekil 2. Larinksin İnnervasyonu ve Laringoskopik Görüntüsü.....	5
Şekil 3. Havayolunun Erişkin ve Çocuktaki Anatomik Farklılıkları	7
Şekil 4. Erişkin (A) ve Pediatrik (B) Larinks	9
Şekil 5. Endotrakeal Tüpler	11
Şekil 6. Oral RAE Tüp	13
Şekil 7. Nazal RAE Tüp	13
Şekil 8. Cole tüpü	13
Şekil 9. Kafsız Oxford endotrakeal tüp	14
Şekil 10. Kafalı Oxford endotrakeal tüp	14
Şekil 11. Infant ve Yetişkinlerde Ödem ve Direnç ilişkisi.....	16
Şekil 12. Krikoid ark. ve hava-sütunu ultrasonografik görünümü	21

TABLolar DİZİNİ

	Sayfa No:
Tablo 1. Çocuk Hastalarda Önerilen Tüp Ve Bleyd Numaraları(60).....	18
Tablo 2. Grupların ortalama kaydedilen parametreleri (Ort±SS), n (%).....	27
Tablo 3. Gruplara göre Operasyon Tipleri	28
Tablo 4. Kafli tüp takılan hastaların indüksiyon öncesi ve sonrası hemodinamik değerleri.....	29
Tablo 5. Kafli tüp takılan gruplara indüksiyonda verilen ilaçlar ve End-tidal CO2 ölçümleri	30
Tablo 6. Kafli tüp takılan grupların ortalamakaf basınçları(cmH2O).....	30
Tablo 7. Kafli gruplarda kullanılan tüp boyutları ve tekrar entübasyon değerleri.....	31
Tablo 8. Kafli gruplarda oluşan komplikasyonlar	31
Tablo 9. Kafsız tüp takılan grupların indüksiyon öncesi ve sonrası hemodinamik değerleri.....	32
Tablo 10. Kafsız grupların indüksiyon sırasında verilen ilaçlar ve End-tidal CO2 ölçümü	33
Tablo 11. Kafsız gruplarda kullanılan tüp boyutları ve tekrar entübasyon değerleri.....	34
Tablo 12. Kafsız gruplarda gelişen komplikasyonlar	34
Tablo 13. Ultrasonografi ile yapılan ölçümler.....	35
Tablo 14. Gruplarda ilk kullanılan tüp ölçüleri ile entübasyon tekrarı sonunda kullanılan tüp boyutlarının karşılaştırması.....	35

ÖZET

Uygun entübasyon tüpünün seçimi, özel yapıdaki pediatrik hava yolunda oluşabilecek komplikasyonların önlenmesi açısından hayati önem taşır. Bu çalışmada, entübasyon tüpü seçiminde yaşa dayalı hesaplamalar ile ultrasonografik ölçüm yöntemini karşılaştırmayı ve havayolu değerlendirmesinde ultrasonografinin yerini araştırdık.

Etik kurul onayını aldıktan sonra prospektif ve randomize olarak gerçekleştirilen bu çalışmada 1-10 yaş arası, entübasyon tüpü kafli-kafsız ve çapı ultrason ile belirlenen hastalar (Grup UK-U), yaşa dayalı hesaplama yapılanlar (Grup YK-Y) olmak üzere 51'er hasta seçildi. Ultrasonografi ile tüp çapı hesaplamada, Shibashaki ve ark.'nın(1) çalışmasında yaptıkları analiz sonucu belirlenen formül kullanıldı. İstatistiksel veriler SPSS 24 paket programı kullanılarak analiz edildi.

Çalışmada kafli tüp kullanılan gruplarda oluşan komplikasyonlar, tekrar entübasyon gereksinimine paralel olarak belirgin düzeyde daha azdı. Kafsız tüp uygulanan ve yaş bağımlı hesaplama yapılan grupta (Grup Y), tahminler olması gerekenden küçük kaldığı için tekrar entübasyon gereksinimi çoğunlukla daha büyük numaralarla değişimden kaynaklanmaktaydı. Ultrasonografi gruplarında tekrar entübasyon oranı, yaşa dayalı gruplara göre belirgin olarak daha düşük bulundu. Gruplar arasında hemodinamik ölçümler ve ilk kullanılan tüp numaraları bakımından bir farklılık bulunamadı.

Sonuç olarak ultrasonografi ile tüp seçiminin yaşa dayalı hesaplamalara göre önemli derecede avantaj sağladığını düşünüyoruz. Ancak ultrasonografik ölçümlerle tüp belirleme şansı olmadığında yaşa dayalı hesaplamalar geçerliliğini korumaktadır.

Anahtar Kelimeler: Pediatrik tüp seçimi, Ultrasonografi, Kafli Tüp, Kafsız Tüp, Yaş Bağımlı Formül

SUMMARY

The selection of the appropriate intubation tube is vital for prevention of complications in pediatric airway management. In this study, we aimed to compare ultrasonographic measurements with age-based calculations for intubation tube selection and investigate the role of ultrasonography in airway evaluation.

This prospective and randomized study was approved by local Ethics Committee. Patients age between 1-10 years, were divided into four groups in which tube selection is made with ultrasound and cuffed group (Group UK), uncuffed (Group U), and with age-based formula and cuffed (Group YK), uncuffed (Group Y) to be 51 person in each one. A formula proposed by Shibashaki et al.(1) is used for the ultrasonographic calculation of tube diameter. Statistical data was analyzed using SPSS 24 software package.

Complications in groups intubated with cuffed tube (Group UK-YK) was significantly lesser than uncuffed ones, which is in parallel with re-intubation need. Re-intubation was performed with larger tubes because of tube selection was smaller than must be, in age based uncuffed group (Group Y). Re-intubation rate was significantly lower in ultrasonography groups than age-based groups. No difference was found between groups in terms of hemodynamic measurements and initial tube numbers.

As a result, we suggest that tube selection with ultrasonography provides significant advantages over age-based calculations, besides age based tube selection is still in use when there is no ultrasonographic option.

Keywords: Pediatric intubation, Ultrasonography, Cuffed Tube, Uncuffed tube, Age-based Formula

GİRİŞ

Pediyatrik hastaların, anatomik ve fizyolojik yapıları erişkinlerden farklıdır. Bu farklılık yenidoğanda en üst seviyede iken yaşla birlikte azalarak erişkin değerlerine yaklaşmaktadır. Endotrakeal entübasyon uygulaması sırasında karşılaşılan en önemli zorluk uygun entübasyon tüpünün seçimidir ve bu durum özel yapıdaki pediyatrik hava yolunda oluşabilecek komplikasyonların önlenmesi açısından hayati önem taşır(1). Entübasyon tüp çapının, gereğinden küçük olması halinde; yetersiz ventilasyon, gaz monitorizasyonunda güçlükler, anestezik gaz kaçakları, aspirasyon riskinin artması, gereğinden büyük olması halinde ise; üst hava yolu hasarlarına (lokal iskemi, ülserasyon, skar formasyonu v.s.), potansiyel subglottik stenoz riski oluşturur. Pediyatrik hastalarda, endotrakeal tüp seçimi için klinik olarak; yaş, kilo, boy değerlerinin ölçümüne dayanan farklı metodlar kullanılmıştır(2).

Günümüzde, endotrakeal tüp çapının hesaplanmasında yaşa dayalı formüllerden en bilinenleri: kafsız tüplerde genel olarak Cole formülü [iç çap(mm)=yaş/4+4], kafli tüplerde; yaş gruplarına göre, iki yaş altı için Khine formülü [iç çap=yaş/4+3], iki yaş üstünde ise Motoyama formülü [iç çap(mm)=yaş/4+3,5] kullanılmaktadır(3). Bununla birlikte, sadece hesaplama dayanan tüp seçimlerinde tekrar entübasyon gereksinimi ve komplikasyonlar gelişebilir.

Çalışmamızda, doğru tüp seçimi amacıyla kullanılan yaşa dayalı geleneksel hesaplama yöntemleri ile ultrasonografiye dayanan hesaplamaları karşılaştırmayı ve ultrasonografinin üst havayolundaki değerini araştırmayı amaçladık.

GENEL BİLGİLER

2.1. HAVAYOLU ANATOMİSİ

Hava yolu anatomisi terimiyle genellikle oral kavite, burun, farinks, larinks, trakea ve ana bronşlar kastedilir. Laringeal iskelet, ön arka düzlemde tiroid kıkırdaktan aritenoid kıkırdaklara kadar uzanan vokal kordları barındırır. Tiroid çentiğın 1 -1,5 parmak altında olankrikotiroid membran acil girişimler için önemlidir, tiroid ve krikoid kıkırdak arasında uzanır, dışarıdan palpe edilebilir. Alt havayolları; larinksle başlar ve tabanında yer alan krikoid kıkırdak, trakeal halkalardan oluşan trakeayla devam ederek karınaya kadar uzanır. Daha sonra iki ana bronşa ayrılır, sağ ana bronş orta hattan daha dar bir açıyla ayrılmasına karşın daha geniştir ve yabancı cisim aspirasyonu açısından önemlidir(4).

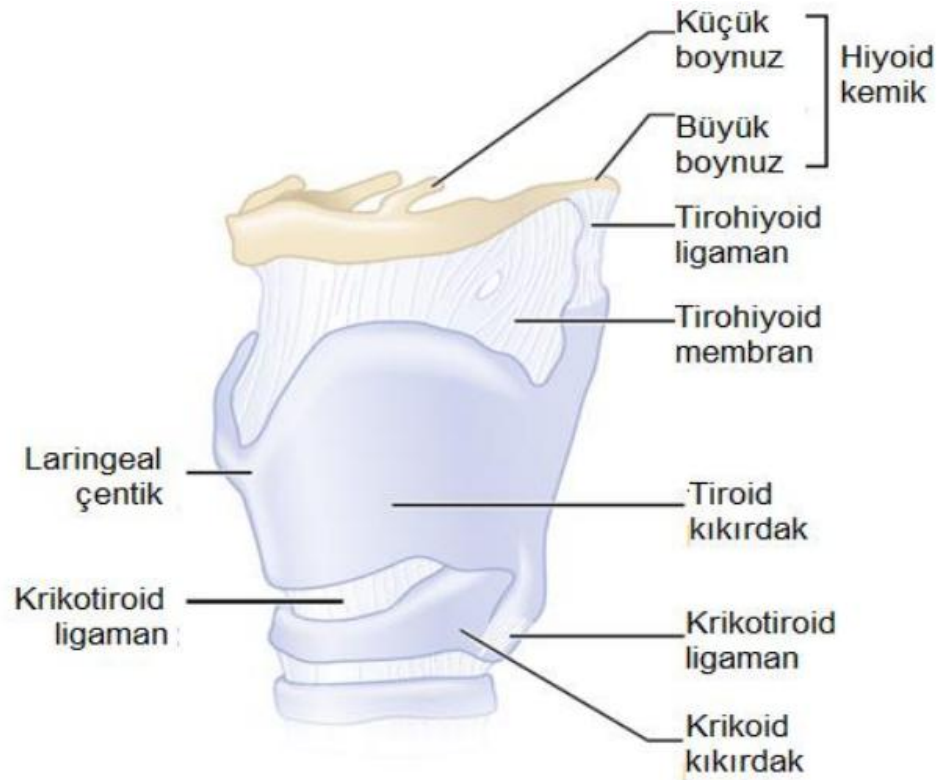
Hava yolunun innervasyonu 9. ve 10. kraniyal sinirler N. glossofaringeus ve N. vagus ile olur. N. glossofaringeus dil tabanından epiglotun ön yüzüne kadar olan bölgenin ve farinksin duysal liflerini barındırır. Epiglot arka yüzü ve vokal kordlara kadar olan bölgenin duysal innervasyonu ile krikotiroid kasın motor innervasyonunu N. vagus'un dalı olan Superior Laringeal Sinir sağlar. Diğer larinks kasları, trakea ve larinksin mukozal yüzeyinin duysal innervasyonunu inferior (Rekürren) Laringeal Sinir sağlar(4, 5).

2.1.1. Farinks

Farinks, solunum ve sindirim sisteminin ortak üst yolunu oluşturur. Sırasıyla nazofarenks, orofarenks ve laringofarenksden oluşur. Farenks girişi lenfoid dokudan zengindir. Hipertrofik adenoidler nazofarenksi kısmen veya tamamen tıkayarak, bebek ve çocuğu ağızdan solumak zorunda bırakabilir. Bu durum burnun havayı ısıtma, nemlendirme işlevini ortadan kaldırır. Hipertrofik tonsiller ise orofarenksin girişini daraltarak özellikle uyku sırasında havayolu obstrüksiyonuna neden olur, uykuapnesi ve hipoksiye neden olabilir. Aynı olasılık anestezi indüksiyonu ve sonrasında da sözkonusu olabilir. Retrofarengeal ve peritonsiller abseler de aynı şekilde zor havayolu nedeni olabilirler. Farinks açıklığı, entübe hastalarda havayolu güvenliği ve uygun gaz değişimi açısından önemlidir(6).

Sedasyon ve anestezi altında veya herhangi bir nedenle şuur değişikliği olduğunda, entübe olmamış hastalarda genioglossus kas tonusunda azalma, dilin posterior farinks duvarına doğru düşmesine ve havayolu obstruksiyonuna neden olabilir. Ayrıca genel anestezi sırasında üst havayolundaki obstruktif olayların sıklıkla yumuşak damak ve epiglottis seviyesinde olduğu gözlenmiştir. Farinkste, velofarinks olarak adlandırılan yumuşak damağa komşu olan bir alan bulunmaktadır. Velofarinks sfinkteri; tensor veli palatini, levator veli palatini, uvula, palatoglossus, palatofarengeus ve superior konstriktör kaslar tarafından oluşturulur ve obstruktif uyku apnesi, konuşma bozuklukları ve anestezi indüksiyonunda havayolu obstruksiyonu açısından önemlidir(7, 8).

2.1.2. Larinks



Şekil 1.Larinksin Anatomik Yapısı

Larinks; birbirine kaslar, fasya ve ligamanlarla bağlanan kıkırdaklardan meydana gelir. Larinks temel olarak üç adet tek: tiroid, krikoid, epiglot ve üç adet çift: aritenoid, kornikülat ve kuneiform (posterior kıkırdaklar) kıkırdaklardan oluşur. Tiroid, krikoid ve aritenoid kıkırdaklar hyalin; diğerleri elastik yapıdadır(9).

Hyalin kıkırdaklar yaşla birlikte ossifiye olma eğilimindedir. Tiroid kıkırdak, laringeal kıkırdakların en uzununu ve larinkste yapıların en büyüğüdür. Embriyonik dönemde iki farklı quadrilateral laminanın orta hatta birleşmesiyle oluşmuştur. Bu birleşme noktasının iç kısmına vestibular ligamanlar ve inferioruna vokal kordlar tutunur. Krikoid kıkırdak, havayolunda tam bir halka şeklinde olan tek yapıdır ve tiroid kıkırdaktan daha güçlüdür. Bu nedenle, havayolu obstrüksiyonuna yol açmadan krikoid kıkırdağa bası uygulayarak pasif regurjitasyonu önlemek mümkündür(9).

Krikoid kıkırdak, tiroid ve aritenoid kıkırdaklarla artikülasyon yapar, ayrıca krikotiroid membranla tiroid kıkırdağa tutunur. Larinksin anatomik alt sınırını oluşturur ve larinksi destekler. Aritenoid kıkırdaklar piramid şeklinde ve krikoid kıkırdağın posterolateralinde yer almaktadır. Aritenoid kıkırdaklar; krikoid kıkırdakla diartrodial eklem yapar, vokal kordların abdüksiyon ve addüksiyonunu kontrol ederler. Bu tür sinoviyal eklemlerin hepsi romatoid artritten etkilenebilir ve bu durumda da hastalarda üst havayolu obstrüksiyonuna yol açabilir(8).

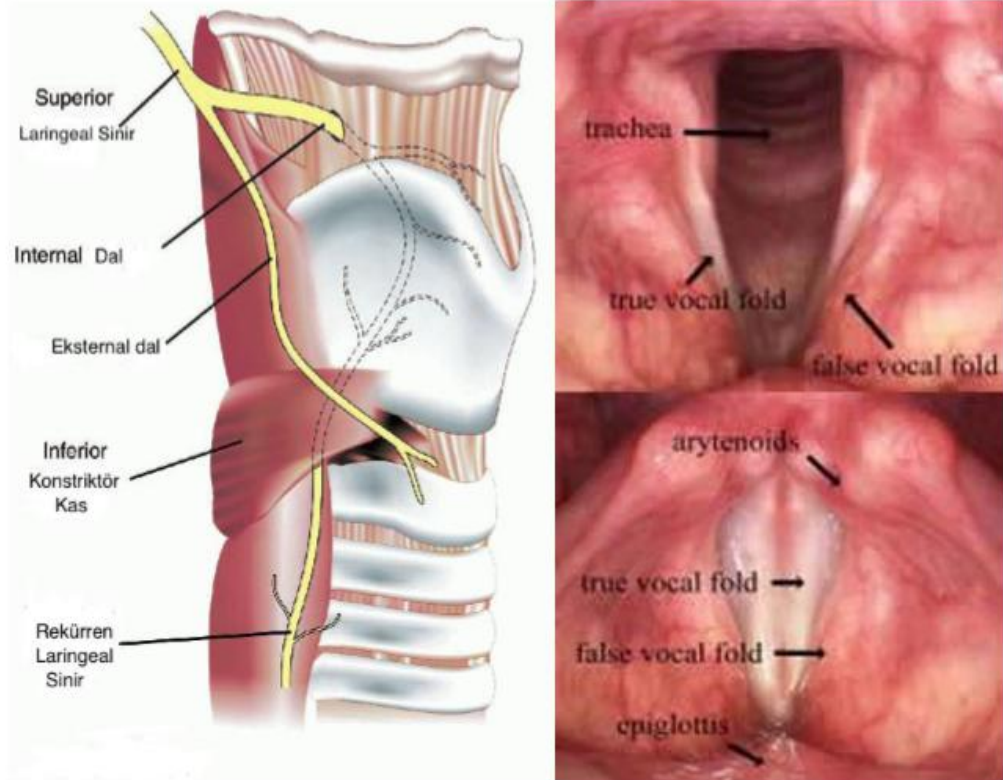
Vokal kordlar, posteriorda aritenoid kıkırdağın vokal proseslerine tutunur. Epiglot, primer olarak fibroelastik kıkırdaktan oluşmuştur, hayat boyunca ossifiye olmamakta ve bir miktar esneyebilme özelliğini korumaktadır. Anterior yüzünün konkav olması laringeal elevasyon sayesinde, yutkunma sırasında havayolunun korunmasına katkıda bulunmaktadır. Yaprak şeklinde olan epiglotun ön kenarı, tiroid kıkırdağın posterior yüzünün orta kısmına tutunmaktadır. Epiglot, hiyoepiglottik ligamanla hiyoid kemiğe ve median glossoepiglotik pilikayla dile tutunmaktadır. Vallecula; epiglotun kenarlarını dilin tabanına bağlayan median ve lateral glossoepiglotik pilikalar arasındaki çöküntüdür(10).

Larinks, hiyoid kemik ile bir seri kıkırdağın birleşiminden oluşur. Krikoid kıkırdak gövdesi, posteriorda tiroid kıkırdağın inferior boynuzu ile eklem yapar.

Üçgen şeklindeki aritenoidler krikoid kıkırdağın superio-posterioruna oturmuştur ve burada tiroid kıkırdak tarafından korunurlar(9, 11-13).

2.1.2.1. Larinksin İnnervasyonu ve Kanlanması

Larinksin innervasyonu, vagusun dalları olan rekürren laringeal sinir ve superior laringeal sinirin eksternal dalı tarafından sağlanır. Aşağıdaki şekil 2'de görülen superior laringeal sinirin eksternal dalı, krikotiroid kası innerve ederken; diğer bütün larinks kasları rekürren laringeal sinir tarafından innerve edilir. Larinksin duyuşal innervasyonu; vokal kordların üstünde kalan alanda superior laringeal sinir, vokal kordların altında kalan alanda ise rekürren laringeal sinir tarafından sağlanır(14).



Şekil 2.Larinksin İnnervasyonu ve Laringoskopik Görüntüsü

Larinksin kanlanması; temel olarak eksternal karotid arter ve subklavian arterden kaynaklanır. Superior laringeal arter eksternal karotid arterden ayrılır ve supraglottik alanı kanlandırır. Inferior laringeal arter tiroservikal arterden ayrılır ve infraglottik alanı besler(8, 15).

2.1.2.2. Trakea

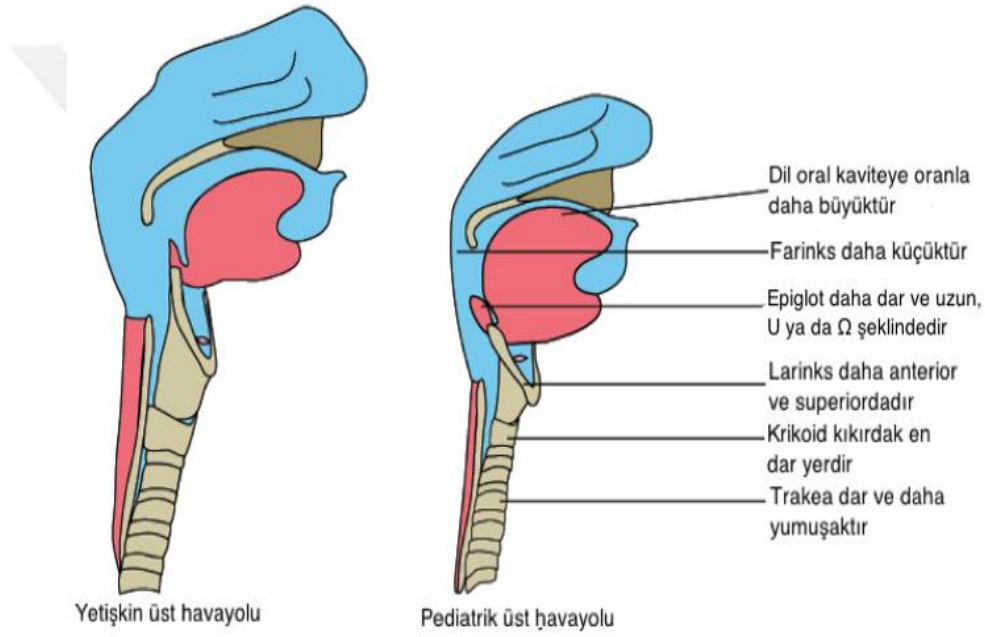
Trakea 6. servikal vertebra seviyesinden başlayan, 5. torakal vertebra seviyesindeki karınaya kadar uzanan, 10-15 cm uzunluğunda, havayolunun silindirik şeklinde olan bölümüdür. Anterior ve lateral duvarları 16-22 adet C şeklinde kıkırdak halkalardan oluşur. Bu halkalar arasında solunum esnasında trakea uzama ve kısalmasına olanak sağlayabilen fibroelastik bağ dokusu bulunur. Posterior duvarını trakeal kas ve trakeal membran oluşturur(14).

2.2. ÇOCUKLARDA HAVAYOLU YÖNETİMİ

Pediyatrik yaş grubundaki anestezi uygulamaları sırasında, hava yolu problemleri morbidite ve mortalite nedenlerinin başında gelmektedir. Bu nedenle hava yolunun anatomik ve fizyolojik özelliklerini, uygulamalar sırasında karşılaşılabilecek zorlukları ve onlarla başa çıkabilmeyi bilmek gerekir. Hava yolunu oluşturan kafatası ağız boşluğu, larinks ve trakeanın gelişimi doğumdan erişkin döneme kadar önemli değişikliklere uğrar. Bu anatomik değişiklikler 2 yaşın altındaki çocuklarda daha belirgin iken, 8 yaş ve üzerindeki çocuklarda erişkinlerdekine benzer hale gelir(16).

2.2.1. Çocuklarda Havayolu Anatomisi

Pediyatrik hastaların baş/vücut oranı daha büyüktür, oksipit çıkıntı daha belirgindir. Uyuyan çocukta meydana gelen fleksiyon nedeniyle hava yolu obstrüksiyonuna neden olabilir. Daha büyük oksiput daha kısa bir boyunla birleşince laringoskopiye zorlaştırabilir(17).Şekil 3'te bütün farklılıkları bir arada gördüğümüz gibi çocuklarda; dil erişkine göre daha büyük, mandibula ise daha kısadır, vücut büyüklüğü dikkate alındığında larinks erişkine göre çocuklarda daha küçüktür(18).Hipofarenks daha kısa ve dar, larinks daha sefalik yerleşimlidir(19, 20).



Şekil 3.Havayolunun Erişkin ve Çocuktaki Anatomik Farklılıkları

Vokal kordlar trakeaya 90 derece dik değildir, anterior-inferior ve posterior-superior eğimde daha köşelidir. Bu durum direkt laringoskopi görüntüsünü etkilemez ancak özellikle net görüntünün olmadığı veya indirekt video laringoskopinin kullanıldığı durumlarda entübasyon işlemini zorlaştırır tüpün kolayca anterior kommissüre doğru yönelmesine neden olabilir. Çocuklarda trakea çapının küçük olması havayolu rezistansında artışa neden olmakta ve bu durum mukozal hasar sonrası daha da artmaktadır. Trakeanın uzunluğu kiloya değil, yaşa ve boya bağlıdır(21).

Çocuklarda krikoid halka 7 yaşına kadar C3-C4 vertebra seviyesindedir, zamanla aşağıya inip ve nihayet 8-10 yaşlarında erişkin seviyesi olan C6'ya ulaşır(22). Krikoid halkanın çocuklarda yüksekte oluşu düz bleydleri kullanımını avantajlı hale getirir. Epiglot erişkinde daha düz iken küçük çocuklarda daha kısa, omega şekillidir ve geriye doğru daha açıktır(22).

2.2.2. Çocuklarda Laringoskopi ve Entübasyon

Çocuklarda endotrakeal entübasyon, bu uygulamanın çok travmatik ve tehlikeli olabileceği kaygısıyla 1940'lı yıllara kadar nadir olarak uygulanmıştır.

Polivinil klorid tüplerin geliştirilmesiyle 1960'larda endotrakeal entübasyon uygulama sıklığı artmıştır ve 1980 sonrasında yaygın kullanım alanı bulmuştur(23). Çocuklarda entübasyon tüp çapının hesaplanmasında ilk olarak 1957 yılında Dr. Frank Cole yaşa dayalı bir formül (tüp çapı=yaş/2) önermiştir. Bu formül daha sonra modifiye edilerek (tüp çapı=yaş/4+4) geliştirilmiştir(24). Günümüzde de halen bu formül kullanılmaktadır.

İnfant ve çocukta direk laringoskopi ve entübasyon uygulanırken omuz veya boyun altına destek koymak önemli bir yaklaşımdır. Dilin sola, laringoskop bleydinin ortaya ve endotrakeal tüpün ağzın sağ köşesine yerleştirildiği üç kompartmana bölerek ağızda görüş alanı oluşturmak en idealidir. Kord vokalleri görüş alanına getirmek için bazen tiroid veya krikoid kartilaj seviyesinde dışarıdan yumuşak bir bası gerekir. Hasta entübe edildikten sonra kapnograf ile entübasyon teyid edilmeli, tek taraflı entübasyon olasılığına karşı her iki akciğerin hareketi izlenmelidir. Çocuklarda trakea kısa olduğundan yanlışlıkla trakeayı geçip ana bronşa girmek çok kolaydır, akciğerin oskültasyonu ile trakeal yerleşim doğrulanmalıdır. Kullanılan formüle göre infant ve çocukta uygun olduğu düşünülen tüp bir numara küçüğü ve bir numara büyüğü de beraber hazırlanır(16).

Kafli bir tüp kullanıldığında, kaf suprasternal çentik üzerinden palpe edilerek doğru derinliğe yerleştirildiği tahmin edilebilir. Kafsız bir tüp kullanıldığında ise, laringoskopi sırasında tüpün üzerindeki iki çizginin, vokal kordlar hizasında olduğunun görülmesi veya tüp ana bronşa kasıtlı olarak itilip karinadan yukarıya doğru 1-2 cm yavaşça geri çekerken bilateral solunum sesleri oskülte edilerek tüpün doğru yerleşimi belirlenebilir(16).

Bebeklerde larinksin en dar yeri krikoid kıkırdaktır, burada subglottik çap yaklaşık 4-5 mm'dir (25).

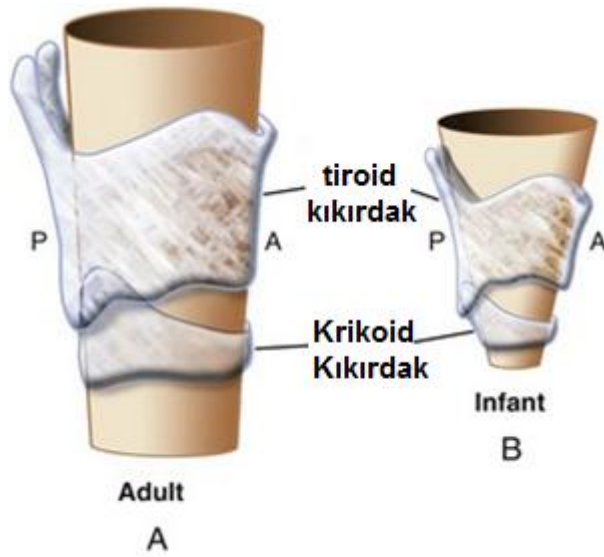
Erişkinlerde ise larinksin en dar yeri rima glottistir. Glottik açıklık geniş olduğundan erişkin hastalarda tüp vokal korddan kolayca geçer ancak bebek ve küçük çocuklardaki darlıktan dolayı subglottik alanda takılabilir, bu nedenle geçmiş yıllarda kafsız endotrakeal tüpler kullanılmaktayken sonraki uygulamalarda kafli tüplerin kullanıldığı görülmektedir. Bununla birlikte mukozal hasar ihtimali

olduğundan kaf etrafında 20 cm H₂O üzerinde bir miktar kaçığa (kaf şişirilmiş veya şişirilmemiş haldeyken) izin verilmelidir(25, 26).

Khine ve arkadaşları kafli ve kafsız tüp kullanımını karşılaştırdıkları çalışmalarında kafli tüp ile tekrar entübasyon gereksiniminin azaldığını göstermişlerdir(27). Çocuklarda kafın aşırı şişirilmesi ve dizaynındaki yetersizlikler sonucu ortaya çıkan laringeal hasar; pediatrik tüplerdeki kafın yerleşimi konusunu önemli hale getirmiştir(28-30).

Weiss 2009 yılında, özel yapıdaki (Microcuff) pediatrik endotrakeal tüp (PET) ile kafsız tüplerin karşılaştırıldığı çalışmada çocuklarda postekstübasyon stridor artışının olmadığını ve kaf basıncının ≤ 20 cm H₂O olarak sınırlandırıldığında kullanımının güvenli olacağını göstermiştir(31).

Aşağıda şekil 4'te görüldüğü gibi çocuklarda huni şeklinde olan trakeada krikoid kıkırdak, tam halka şeklinde olması nedeniyle genişleyebilme kapasitesi yoktur. Sıkı yerleşmiş endotrakeal tüp trakeal mukozaya bası yaparak ödeme ve ekstübasyon esnasında dirence neden olabilir. Bu nedenle, genellikle 8 yaşından küçük hastalarda kafsız endotrakeal tüpler tercih edilebilmektedir(12). 10-12 yaşlarındaki çocuklarda ise krikoidin daralması ve açılması erişkinlerdeki yapılarla benzemeye başlar(12, 32)



Şekil 4. Erişkin (A) ve Pediatrik (B) Larinks

Trakeal lümenin dar olması nedeniyle infantlarda kafsız tüp kullanılır. Kafsız tüpler daha geniş iç çap, daha düşük hava yolu basıncı sağlar, solunum işinin artmasını engeller ve subglottik alandaki travma riskini azaltır. Kafsız tüp boyutunu belirlemede yaşa bağlı formüller mevcut olmasına rağmen her zaman uygun tüp yerleşimi sağlanamayabilir. Hastaların klinik farklılıkları kaçak miktarının fazla olmasına, aspirasyon riskinin artmasına ve tekrarlayan laringoskopilere yol açar(27). Kaçak miktarının fazla olması ventilatör parametreleri, ekshale edilen hacmin ve ekspiryum sonu gazların ölçümlerinin hatalı olmasına yol açar. Bu durum, özellikle yoğun bakım ünitelerinde ve uzun süren major cerrahilerde önemlidir. Ortam havasının kirlenmesi ve daha yüksek taze gaz akışı ihtiyacı da önemli dezavantajlarındandır(33, 34). Ayrıca pulmoner aspirasyon riski de vardır(35).

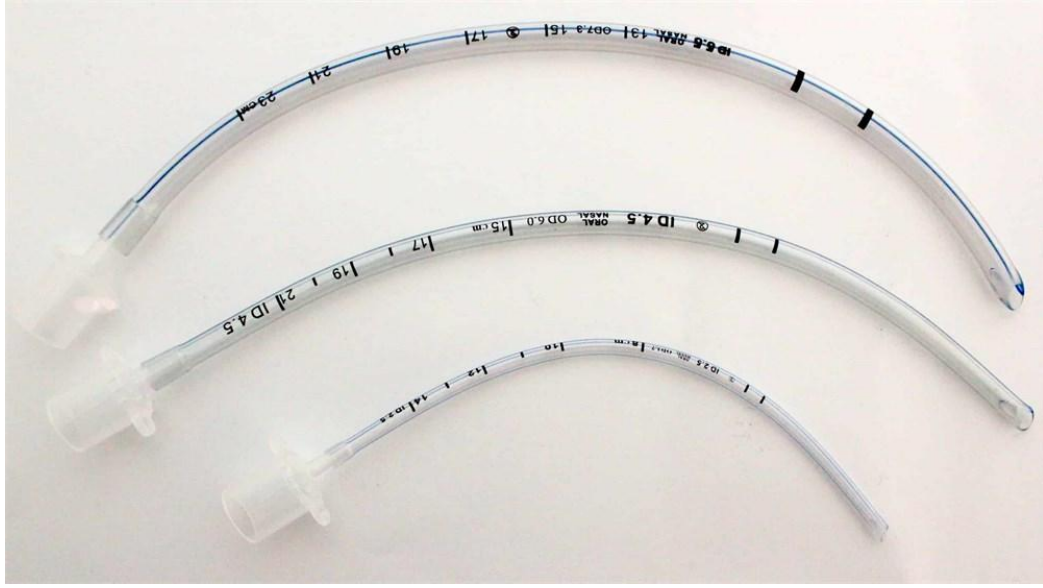
Kafli ve kafsız tüplerin karşılaştırıldığı çalışmalara göre küçük çocuklarda kafli tüpler giderek sevilmiş, düzgün ve güvenilir tasarımlar sayesinde tecrübesiz kullanıcılarda olabilecek hata ve havayolu yaralanmalarının önüne geçilmiştir(28).

Kafın bulunduğu alanda Murphy gözü olmadan trakeal tüp tasarımının daha düzgün olabileceği ileri sürülmektedir. Murphy gözü, tüp trakea duvarına dayandığında yetersiz kanlanmayı ve barotravma riskini önlemesi ya da tüpün ucu trakeal karınaya yerleştiğinde tek taraflı ventilasyona izin verebilmesi gibi avantajlar sağlar. Ancak Murphy gözünün yararları gibi komplikasyonları da olabilir, infantlarda Murphy gözü bulunan tüp kullanılması bronşial entübasyonun tanınmasını güçleştirebilmekte, oskültasyonda her iki akciğer ventile olurken, hastanın hareketi veya ağız açacağı takıldıktan sonra yetersiz ventilasyon ve arteriyel desaturasyon ile ortaya çıkar(36).

En iyi koşulları sağlaması için kafli bir tüpün uzunluk ve kaf pozisyonunu gösteren güvenlik işaretlerinin olması gerekir. Bir başka deyişle, trakeal tüpün distali güvenli bir derinliğe kadar ilerleyebilmeli, özellikle infantlarda Murphy gözünden sakınılmalı, kaf uzunluğu azaltılmalı, kaf olabildiğince distale yerleştirilmeli, entübasyon derinlik işareti trakea içindeki kafın yerini doğru olarak gösterebilmelidir(28).

2.2.3. Çocuklarda Kullanılan Endotrakeal Tüpler ve Tüp çeşitleri

İlk tasarlanan trakeal tüpler, oskültasyon yöntemiyle endobronşiale girmeden ulaşabileceği en derin noktaya göre üretilmişlerdir (37). Pediatrik tüpler, distaldeki 4 cm'lik siyah kısmı aracılığıyla entübasyon sırasında kolay görülebilirler (Şekil 5). Bu özellik aynı zamanda tüpün trakea içinde uygun seviyede yerleştirilmesini sağlar(38, 39).



Şekil 5. Endotrakeal Tüpler

Pediatrik hastalarda yaş bağımlı formüller kullanılarak yapılan tüp seçimi olması gerekenden daha kısa ve daha küçük olan bir numara ile sonuçlanmış, kord vokallerle dişler arası mesafesi daha uzun olan büyük çocuklarda tüp kafi olması gerekenden daha yukarıda kalır. Bu durumla sonuçlanmaması için tüp distalinin yerleştiği mesafenin 'güvenlik işareti' ile kafın üzerinde gösterilmesi gerektiği anlaşılmıştır. Subglottik alanda kaf basıncına bağlı mukoza hasarını önlemek için tüp yerleştirilirken glottik seviyede bu güvenlik işaretlerinin kontrol edilmesi önerilmiştir(40).

Çocuk hastalarda, bir endotrakeal tüpten beklenen kolay ventilasyonu sağlayacak kadar geniş postoperatif kruptan sakınacak ve 20 ila 25 cm H₂O basınç ile kaçığa izin verecek kadar küçük olmasıdır(41, 42).

Uygun tüp numarasının belirlenmesinde önerilen yöntemlerden biri de kaçak testi yöntemidir. Test, istenen basınçlarda (20-25 cmH₂O) tüp ile trakea duvarı arasından gaz kaçıının işitilmesi esasına dayanmaktadır. Yüksek basınçların (maksimum 25 cmH₂O) değerlendirilmesinde gözlemciler arasındaki fark artmaktadır. Finholt, Henry ve Raphaely, nöromuskuler blokajın seviyesinin, taze gaz akımının ve baş pozisyonunun kaçak testini etkileyebileceğini ileri sürmektedirler. Kaçak basıncının optimal limitleri laringeal injuriden sakınmak ve yeterli ventilasyonun sağlanması amacıyla kullanılır (43).

Tüp Çeşitleri

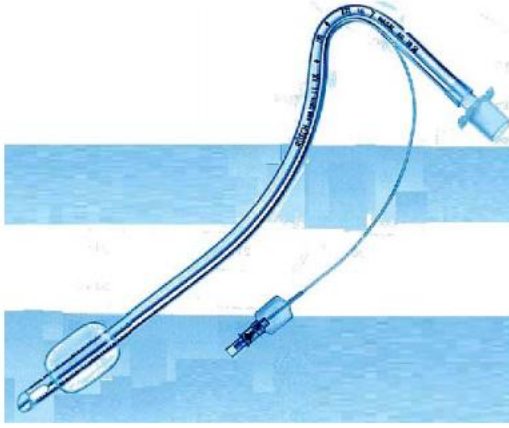
1) Kauçuk tüp: Birden fazla kullanım amacıyla üretilmiş olup kafalı ve kafsız yapıda olabilir. Kolaylıkla bükülebilir ama tekrar kullanımda sertleşebilir.

2) PVC tüp: Günümüzdeki endotrakeal tüplerin çoğunluğu tek kullanımlık ve kafalı/kafsız olarak üretilir. Çoğunluğu toksik olmayan PVC, silikonlu PVC ya da plastikleştirilmiş ve antioksidan olarak sorbitol ilave edilmiş PVC'den oluşmaktadır(44).

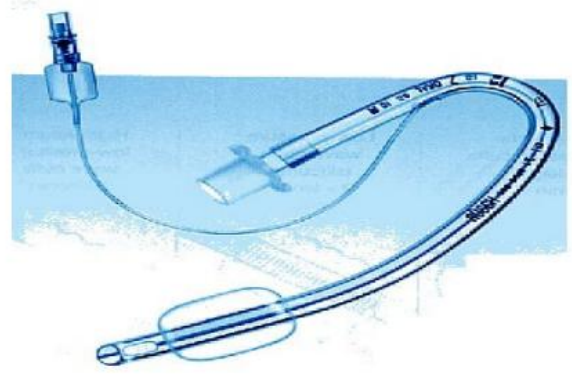
3) RAE (Ring Adaire ve Elwyn) tüp: Bu tüp, üretenlerin (Ring-Adair-Elwyn) isimlerinin baş harfleri ile anılmakta olup hem oral hem nazal kullanım için tasarlanmış kafalı ve kafsız tiptedir. İlk kez pediyatrik kullanım için geliştirilmiştir. Oral tüpler 45-60 derecelik bir eğimle proksimal ucu hastanın alt çenesi üzerinde yatacak şekilde (Şekil 6), nazal tüpler ise konnektör taşıyan kısmı üste gelecek şekilde önceden şekillendirilmiştir (Şekil 7).

RAE tüp'ü, orofasiyal, nazal ve oftalmik cerrahide hem cerrahi görüşü artırır hem de konnektörü cerrahi sahanın dışında tutarak bükülme olasılığını azaltır. Yerleştirilmesi sırasında bir stile kullanılarak tüpün düzleştirilmesi de mümkündür.

Tüpün ticari standart uzunluk/boy oranı, trakea uzunluğundaki anatomik değişkenliklerden dolayı, çocukların yaklaşık %20'sinde endobronşiyal entübasyona neden olabilmektedir. Kafsız olan tiplerinde Murphy gözü, bu komplikasyon durumunda bile iki akciğerin ventilasyonuna olanak sağlayabilir(38, 45, 46).



Şekil 6. Oral RAE Tüp



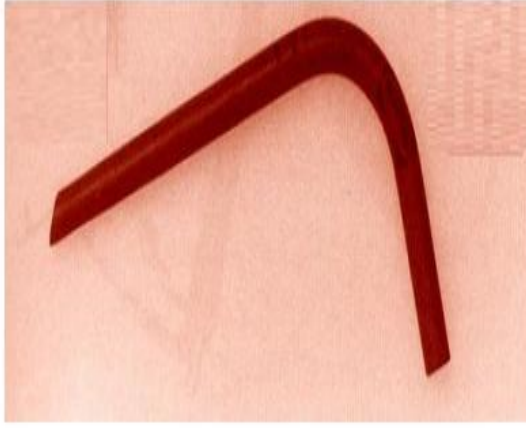
Şekil 7. Nazal RAE Tüp

4) Cole tüpü: Yenidoğanda kullanım için geliştirilmiş kafsız bir tüptür. Distal kısmının lümeni dar, proksimal kısmının lümeni ise hava akışına direnci düşürmek, aspirasyonu ve solunum devresine bağlantıyı kolaylaştırmak için daha geniş düşünülmüştür (Şekil 8). Ancak iki kısmı birleştiren geçiş noktasında türbülansa ve uzun süreli kullanımda larinks zedelenmesine sebep olması başlıca dezavantajlarıdır(47, 48).

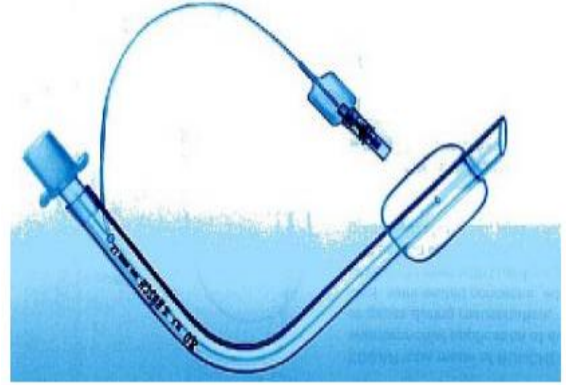


Şekil 8. Cole tüpü

5) Oxford endotrakeal tüp: Orofarinkse gelen kısmında dik açılı oluşturulmuş, kafsız (Şekil 9) ya da kafılı (Şekil 10) tipleri olan önceden şekillendirilmiş tüplerdir. Başlıca dezavantajı, tüpün eğiminin posteriorda olması ve başın fleksiyonu ile posterior trakea duvarının basıya uğraması, lümenin tıkanabilmesidir(39, 49, 50).



Şekil 9. Kafsız Oxford endotrakeal tüp



Şekil 10. Kafalı Oxford endotrakeal tüp

2.2.4. Çocuk Entübasyonunda Komplikasyonlar

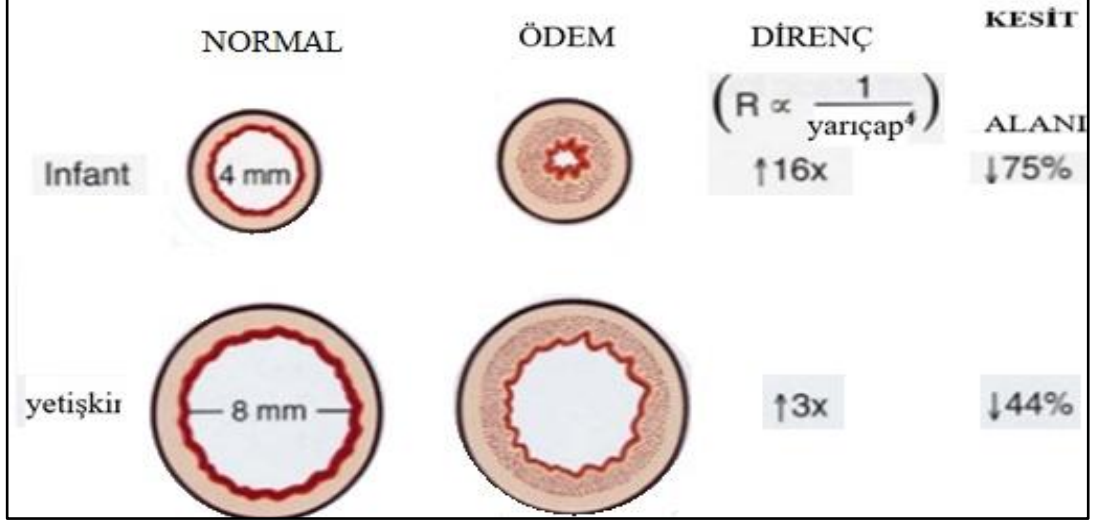
Uygun olmayan tüp kullanılması özellikle pediatrik hastalarda pek çok problemle karşılaşılmasına sebep olabilir. Tüpün olması gerekenden küçük seçilmesi (kaçak testinde 10 cmH₂O basıncında dahi kaçak duyulması), yetersiz ventilasyon, anestezi gazlarının ameliyathane odasına sızarak hava kirliliği oluşturması, end-tidal gaz monitorizasyonun istenilen şekilde yapılamaması, aspirasyon riskinde artışa neden olabilir(51, 52).

Entübasyon tüpünün olması gerekenden büyük seçilmesi ise (20-25 cmH₂O basınçlarda kaçak duyulmaması) larinkste ödem, lokal iskemi, ülserasyon, skar formasyonu ile bunların sonucunda subglottik stenozis, krup ve nefes darlığı gibi postekstübasyon döneminde klinisyenin başetmesi gereken ciddi sorunlar meydana gelebilir(53, 54).

Yenidoğanda krikoid kartilajın şekli ve bütünlüğü, solunumun sağlanması ve devamı için son derece önemlidir. Ancak submukozal olarak daha az yoğun ve vasküler gevşek bağdokusu yer aldığından enfeksiyon veya küçük travmalarda kolaylıkla ödem oluşup solunum sıkıntısına yol açabilmektedir.

Lümenin yarıçapının dördüncü kuvveti ile akım direnci arasında ters orantılı bir ilişki vardır. Şekil 11'de görüldüğü gibi normalde 4-5 mm çapındaki infant

havayolunda 1mm'lik ödem, 12-15 mm çapındaki erişkin havayoluna göre çok daha önemli sonuçlara yol açar(12).



Şekil 11. Infant ve Yetişkinlerde Ödem ve Direnç ilişkisi

2.3. ENDOTRAKEAL TÜP SEÇİMİNDE KULLANILAN YÖNTEMLER

Anestezi pratiğinde ilk zamanlar uygun olan tüpü bulabilmek sorun olmuştur, bu nedenle tahmin edilen tüpün bir büyük ya da bir küçük numarası hazır bulundurulurdu(51, 55). Laringeal çaplardaki varyasyonlar nedeniyle gerektiğinde tüp değişikliği yapılırdı(27, 55).

Anestezi indüksiyonu öncesi tüp boyutunu doğru tahmin etmek için yaşa dayalı formüller ve yönergeler yaygın olarak kullanılmaktadır. Bu formüller genellikle batılı çocukların ölçümlerine dayanan eski yöntemlerden oluşmaktaydı ve günümüzde boy kilo gibi değişkenler de hesaba katılarak kullanılmaktadır(56).

2.3.1. Cole Formülü

Yaşa dayalı formüllerden ilki Cole (1957) tarafından yaş/2 (mm-iç çap) şeklinde önerilmiş, daha sonra yaş+17 (French-dış çap) şeklinde kullanılmıştır(57). Zamanla bu formül yetersiz kaldığı için modifiye edilerek iç çap (mm) = (yaş/4) + 4,0 olarak tanımlanmıştır(24, 57). Avrupa ve Kuzey Amerika'da kullanım yaygınlığı

% 88 olarak tahmin edilen Cole formülü, 1997 yılında ASA tarafından genel geçerli yöntem olarak kabul edildi(58).

2.3.2. Khine Formülü

Khine(27) formülü, 1997 yılında 2 yaşından küçük çocuklar için kaflı tüp seçimi amacıyla önerilmiştir:

$$\text{İç çap (ID) (mm) = (yaş/4) + 3 şeklinde tanımlanmıştır.}$$

Khine ve arkadaşları modifiye Cole formülünü kullanarak 1 yaşından küçük çocuklarda tüp seçimi yapmışlar ve bu yöntemin 2 yaşından küçüklerde genel pratikte kullanılabileceğini önermişlerdir.

2.3.3. Motoyama Formülü

Motoyama(59) formülü, 1990 yılında 2 yaşından büyük çocuklar için kaflı tüp seçimi amacıyla önerilmiştir:

$$\text{İç çap (ID) mm = (yaş/4) + 3,5 şeklinde tanımlanmıştır.}$$

Seçilecek tüp boyutunu belirlemek için kullanılan Motoyama ve Khine formülleri günlük pratikte (obez, yaşlarına göre uzun veya kısa, trakeal farklılıklar) yeterli gelmemekte, çocukların gelişimsel farklılıkları nedeniyle fiziksel muayene ve hastanın genel durumuna göre modifiye edilmesi gerekmektedir(60).

Pediyatrik hastalarda acil durumlarda yapılacak entübasyonlarda, seçilen tüp boyutunun yaklaşık değerlerini oluşturulan pratik tablolar oluşturulur (Tablo 1).

Tablo 1.Çocuk Hastalarda Önerilen Tüp Ve Bleyd Numaraları(60)

Yaş	Önerilen ETT ID (mm)	Önerilen Bleyd Numarası	Tüp Tespit Seviyesi (cm)
Preterm	2.5 kafsız ETT	0	6-7
Term	3.0 kafsız ETT	0-1	8-10
3ay- 1yaş	3.5- 4.0 kafli ETT	1	11
2 yaş	4.5- 5.0 kafli ETT	1-1.5	12
6 yaş	5.0 – 5.5 kafli ETT	1.5-2	15
10 yaş	6.0 – 6.5 kafli ETT	2-3	17
18 yaş	7.0 – 8.0 kafli ETT	3	19

ETT: Endotrakeal Tüp, ID: İç çap

2.3.4. Corfield Formülü

Kafsız tüp için iç çap ID (mm)=(yaş+ 18) / 4 olarak tanımlanmıştır (61).

2.3.5. Penlington Formülü

Kafsız tüp için iç çap (ID) mm = (yaş/4) + 4,5 olarak tanımlanmıştır (62).

2.3.6. Steward ve Lerman Yaklaşımı

Kafsız tüpler için: doğumdan ilk 5 aya kadar iç çap 3 mm, 5 ay-1 yaş arası 3,5 mm, 1 -2 yaş arası 4,0 mm, 2 -4 yaş arası 4,5 mm, 4 -5 yaş arası 5,0 mm olarak önerilmiştir(63). Kafli tüpler için: 3 kg'dan ağır olan yenidoğanlar ile 1 yaşından küçük olan infantlar için iç çap 3,0 mm, 1-2 yaş arası çocuklarda ise 3,5 mm kullanımını tavsiye etmektedir(63).

2.3.7. Yeni Yaklaşım (New Recommendation)

Kafli tüp kullanımı pediatrik anestezi ve yoğun bakım tedavisinde giderek yaygınlaşmaktadır(27, 64-66). Kafli tüpün iç çapı, aynı yaşa göre seçilen kafsız tüpten 0,5 – 1,0 mm daha küçüktür(29, 67).

Entübasyon tüpünün kaf nedeniyle iç çapının azalması; solunum işinin artmasına, obstrüksiyona ve aspirasyonda güçlüğü sebep olduğundan dolayı kafli tüp seçiminin dezavantaj olduğu düşünülmüştür(29, 68).

Bu nedenle son zamanlarda geliştirilen bazı tüplerde (Microcuff pediatrik tüp PET; I-MPEDC) kaf nedeniyle daralan iççap en uygun hale getirilmiştir. Uç kısmına

yerleştirilen işaretler sayesinde distalde kalan tüp uzunluğunun doğru kalması hedeflenmiştir (57). Trakeal tüp numarası; doğumdan ilk 6 aya kadar iç çap 3,0 mm, 6 -18 ay 3,5 mm, 18 ay -3 yaş 4,0 mm, 3 -5 yaş 4,5mm olarak önerilmiştir(57).

2.4. ULTRASONOGRAFİ YÖNTEMİ İLE HAVAYOLU DEĞERLENDİRİLMESİ

2.4.1. Çalışma Prensipleri

Ultrasonografi; basit, taşınabilir, noninvaziv, güvenli, çabuk ulaşılabilen ve hızlı sonuç alınabilen, gerçek zamanlı görüntüleme olanağı sunması gibi özelliklerinden dolayı son yıllarda havayolu değerlendirmesinde kullanılan yöntemlerden biri olmuştur(69, 70).

Ayrıca yumuşak dokuları iyi göstermesi, uzun dönemde yan etkisi olmaması, ağrısız bir işlem olması, iyonizan radyasyon içermemesi, USG eşliğinde biyopsi ve benzer girişimler yapılabilmesi gibi avantajları da bulunmaktadır. Ultrasonografi, insan kulağının duyma eşiği olan 20 kHz üzerindeki ses dalgalarını kullanır.

Medikal uygulamalarda ise ses dalgalarının daha yüksek frekanslı titreşimleri (2,5-10 MHz) kullanılmaktadır(71). Bu ses dalgalarının oluşturulmasında kullanılan probalar piezoelektrik etki oluşturan materyallerden yapılır. Piezoelektrik etki, kristal bir maddeye basınç uygulayarak enerjiyi dönüştüren etkidir, tersine yansıyan ses dalgaları elektrik enerjisine dönüştürülür ve ultrason transduserlerinde bu etkiden faydalanılır. Ses dalgaları transduser içindeki piezoelektrik kristaller tarafından oluşturulur, elektrik pulsları kristallerde sıkıştırılarak istenen frekansta ultrases oluşturur. Ses dalgası incelenecek alana gönderilir ve vücuttan yansır.

Görüntü oluşumuna kadar geçen süreçte ses, yansıma, kırılma, saçılma, absorpsiyon ve iletimden geçer. Kristal, sesi elektrik enerjisine dönüştürürken A-mod (amplitüd-şiddet modu), B-mod (brightness-parlaklık modu) veya M-mod (Motion-hareket modu) ile görüntülenebilir(72). Günlük uygulamada sıklıkla B-mod kullanılır ve bu modda transduser vücudun belli bir kesitini tarayarak iki boyutlu bir görüntü oluşturur. M-mod; doku boyunca tek bir düzlemde, görüntüleri bir biri

ardına sıralanan B-mod görüntü sekanslarından oluşmaktadır. M-mod; tek bir kesite hareketlerin kaydedilmesi ve zamansal incelemesinde kullanılır(73, 74). Probuun şekline ve yerleşimine göre farklı görüntü alanları elde edilir.

Sıklıkla kullanılan lineer ve konveks olmak üzere iki tür transduser vardır. Lineer yüksek frekanslı (7.5 MHz) transduser, ciltten 2-3 cm derinliğe kadar yüzeysel havayolu yapılarının görüntülenmesine uygundur. Konveks düşük frekanslı (5 MHz) transduser ise; submandibular ve supraglottik bölgelerdeki yapıların sagittal ve parasagittal görüntülerini elde etmek için uygundur(74-76)

2.4.2. Ultrasonografi Kullanım Alanları

USG kullanım alanları gelişen teknolojiyle gittikçe artmaktadır. Anestezi pratiğinde rejyonal anestezide nöroaksiyel ve kronik ağrı prosedürleri, vasküler erişim, hava yolu ve akciğerlerin değerlendirilmesi, travma hastalarında hızlı abdomen muayenesi, kalp boşlukları ve kapakçıkları değerlendirmek, safra kesesi taşlarının tespiti ve hatta abdominal aortanevrizması tanısı için de kullanılmaktadır. Santral venöz kateterizasyonu sırasında geleneksel topografik tanımlama yöntemine alternatif olarak da kullanılmaktadır(77).

USG ile yapılan venöz girişimde ven yapısı ve varsa trombozun görülmesi, farklı anatomi varsa tespit edilmesi ve istenmeyen arteriyel girişimin önlenmesinde avantajlar sağlar(78).

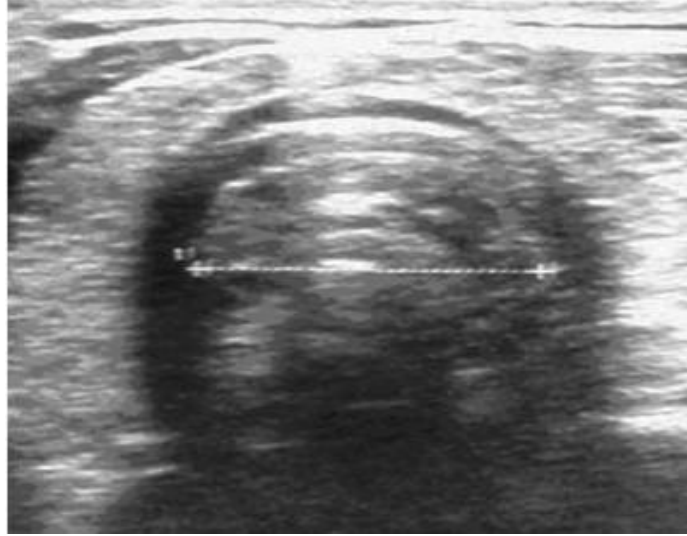
USG işlem öncesi alanı taramak, gerçek zamanlı işlemi veya kateterin yerleşimini görmek için kullanılabilir(77). Arteriyel kanülasyonun USG eşliğinde yapılması tekrarlayan denemeleri azaltmakta, işlemi kısaltmakta ve başarı oranını artırmaktadır(79). Özellikle travma hastalarında hızlı abdominal muayeneye katkı sağlaması, müdahaleyi kolaylaştırması, yatak başı yapılabilir olmasıyla da üstünlük sağlar.

Anestezide USG'nin belki de en yaygın kullanım alanı periferik sinir bloklarıdır. Sinir ve çevresini direkt görmeyi sağlarken, komplikasyonları azaltır ve lokal anestezinin yayılımını gerçek zamanlı gösterir(80). Ağrı yönetiminde sinir kök

bloğu, stellat ganglion bloğu, faset eklem bloğu, transforaminal enjeksiyonlar, epidural kan yaması, periferik sinir stimülatörü yerleştirilmesi gibi işlemlerde rehber olarak kullanılmaktadır(78). Nörolojik muayenede de önemli yer tutmaya başlayan USG ile özellikle travmatik beyin hasarı olan hastalarda optik sinir çapının ölçülmesi dolaylı olarak kafa içi basıncını gösterebilir(77).

2.4.3. Hava Yolu Değerlendirilmesinde Ultrasonografinin Yeri ve Uygulama Alanları

Larinks, yüzeysel konumu nedeniyle ultrasonografinin lineer yüksek frekanslı transduseri kullanıldığında MRI ve CT'den daha yüksek çözünürlükte görüntüler sağlayabilir. Laringeal iskeletin parçaları farklı sonografik özelliklere sahiptir. Epiglot hipoekoik kalırken, tiroid ve krikoid kartilajlar yaşla birlikte kalsifiye olurlar. Yalancı vokal kordlar yağ içeriği nedeniyle daha hiperekoik görünürken, gerçek vokal kordlar kaslar nedeniyle hipoekoik gözlenirler(74).



Şekil 12. Krikoid ark. ve hava-sütunu ultrasonografik görünümü

•Çocuklarda ve genç yetişkinlerde ultrasonografi ile doğru endotrakeal tüp çapının belirlenmesi amacıyla subglottik seviyede trakea çapının ölçülmesinde kullanılır(1).

•Endotrakeal tüp yerinin doğrulanmasında tüpün trakea ya da özefagustaki yerleşimi belirlenebilir(81)

- Ultrasonografi ile entübasyon öncesinde boyundaki yumuşak doku kitleleri ve diğer üst havayolu patolojileri belirlenebilir.(papillom, kist, hemanjiom veya malign lezyon gibi)(81).

- Prenatal yapılan USG ile fetal havayolunda obstruksiyon yapabilecek lenfatik malformasyon veya servikal teratomlar gibi oluşumlar da görülebilir(30).

- Acil krikotiroidotomi; zor havayolu yönetiminde krikotiroid membranın lokalizasyonu, ultrason ile tespit edilebilir(82, 83).

- Cerrahi ve perkütan dilatasyonel trakeostomi işlemlerinde, trakeanın lokalizasyonu, optimum kıkırdak aralığı ve kanül boyutunun belirlenmesine USG kullanımının katkısı bulunmaktadır(84, 85).

- Zor havayolunun öngörülebilmesinde USG kullanımı ile çeşitli sonoanatomik ölçümler yapılmaktadır. (86).

- Çift lümenli tüp boyutunun belirlenebileceği bildirilmektedir(69).

- Havayolu ile ilişkili sinir blokajı; uyanık fiberoptik entübasyon ve laringoskopi amacıyla süperior laringeal siniri bloke etmek için hyoid kemik hizasında sinir ve arter komşuluğundan yararlanır. Ultrasonografi eşliğinde arter tespit edilerek lokal anestezi enjeksiyonu ile blokaj sağlanabilir(87).

- Başarılı ekstübasyonun saptanmasında kullanılabileceği bildirilmektedir(88).

- Plevral ve pulmoner hastalıkların teşhisi; plevral effüzyon, kalınlaşma ve sıvısı miktarının tahmini gibi patolojik durumlar yanında plevra yüzeyinin yaklaşık %70 inin ultrasonografi ile incelenebilmesi mümkündür. Ayrıca ultrasonografi kullanımı X-ray ve tomografi gibi diğer görüntüleme teknikleri ihtiyacının azalmasını sağlar(89).

Tüm bunların yanında ultrasonografi ile havayolu incelemesi, obez hastalarda zor laringoskopinin öngörülmesinde, uyanık entübasyonda entübasyon tüpünü doğru yönlendirmede, subglottik stenozun saptanmasında ve pnömotoraks tanısında da yol gösterici yöntemlerden biri olmaya devam etmektedir.

GEREÇ VE YÖNTEM

Gözleme dayalı, randomize, prospektif tek merkezli olan bu çalışmaya, elektif olarak entübe edildi, 1-10 yaş arası, ASA I-II sınıf, 204 hasta dahil edildi. Hasta sayısı belirlenirken; Shibasaki ve ark.'nın(1) çalışması esas alınarak; etki düzeyi $d=0.5$, %80 güç, %95 güven aralığında sonuçlar elde edebilmek amacıyla 51'er olguluk 4 alt grup oluşturulması gerektiği hesaplandı. Yaş bağımlı ve ultrasonografi ile hesaplanarak tüp seçimi yapılan gruplar olmak üzere 2 ana grupta incelediğimiz çalışmada kafli ve kafsız olarak da alt gruplar oluşturduk. 51 kafli ve 51 kafsız tüp kullanılacak 102 hastaya ultrasonografi ile tüp seçiminde Shibasaki ve ark.'nın(1) çalışmasında hesaplanmış olan regresyon denklemlerinden [Kafli tüpler için: $OD(mm)= 0.46 \times \text{subglottik çap}+1.56$, kafsız tüpler için $OD(mm)= 0.55 \times \text{subglottik çap}+1.16$] kullanılarak hesaplanan tüp boyutuyla hastalar entübe edildi. Diğer 102 hastadan 51 kafsız tüp seçimi yapılmış hastaya Cole formülüyle [iç çap (ID)mm=yaş/4+4], 51 kafli tüp seçimi yapılan hastalara ise yaşlarına göre; iki yaş altı için Khine formülü [iç çap=yaş/4+3], iki yaş üstünde ise Motoyama formülü [iç çap(mm)=yaş/4 +3,5] kullanılarak seçildi, tüpler ile entübasyon yapıldı.

Rutin preanestezik değerlendirmeyi takiben; hastaların demografik verileri, varsa ek hastalıkları, uygulanan cerrahi işlemler, yaşa bağlı formülle hesaplanan tüp çapları, kullanılan tüp çapları ve tüp marka modeli, usg cihazı ile hesaplanan tüp çapları, uygulanan kas gevşetici dozları, tidal volümleri, frekans değerleri, kullanılan kafli veya kafsız tüpün hava yolu basıncı ve entübasyon sonrası-ekstübasyon öncesi kaf basıncı, tekrar entübasyon gereksinimi, aspirasyon kateterinde kan oluşması durumunda mukozal hasar ve entübasyon sonrası farklı tonda ses oluşmasıyla stridor sebebi kaydedilerek tüpün uygunluğu belirlendi. Kaçak testinin sonucuna ve entübasyon sırasında dirençle karşılaşma durumuna göre tüp değişimi yapıldı.

Ultrasonografi (GE Logiq-e, ABD) yapılırken; subglottik çap B modda 5-10 MHz lineer probuyla krikoid kartilajla trakeal halka arasındaki karışıklığı önlemek için vokal kord kıvrımlarından başlanması planlandı(90) Hastanın başı hafif ekstansiyonda ve supin-nötral pozisyonda iken ölçüm yapıldı. Hasta paralize edilmeden önce soluma ve yutkunmayla vokal kordlar belirlenip daha sonra prob

krikoid halkayı yakalamak üzere kaydırıldı. Krikoid halka hiperekoik kenarları olan hipoekoik yuvarlak yapı olarak görüldü.

Hastalar sedatize edildikten sonra transvers hava kolon çapı krikoid kartilajın alt kenarından ölçüldü. Bu ölçümler trakeal çaptaki dalgalanmayı önlemek için hasta ventile edilmedi ve peep (ekspirasyon sonu pozitif basınç) uygulanmadan yapıldı.

Entübasyonu takiben endotrakeal tüpün pozisyonu, kapnograf ve oskültasyonla kontrol edilerek tüp sabitlendi.

Entübasyon sırasında dirençle karşılaşıldığında veya akciğerler 20-30 cmH₂O havayolu inflasyon(şişirme) basıncıyla şişirildiği halde kaçak duyulmadığında tüp çapının büyük olduğu düşünülerek 0.5 mm daha küçük tüple değiştirilmesi planlandı. Buna karşın 10 cmH₂O dan daha küçük inflasyon basınçlarında dahi duyulabilir oranda kaçak oluşursa tüp 0.5 mm büyüğü ile değiştirildi. Tarafsız değerlendirmenin yapılabilmesi için; kaçak testini yapan kişi, ultrasonografik ölçümü yapan kişiden farklıydı. Kafsız veya kafi şişirilmemiş tüp ile entübe olan hastada, akciğerler 10-20 cmH₂O havayolu basıncıyla şişirildiğinde minimal trakeal kaçak tespit edilmesi tüp ölçüsünün optimal olduğu kabul edildi(1)

Çalışmanın Yapılacağı Klinik: Pamukkale Üniversite ameliyathanesinde, hastaların ebeveynleri ayrıntılı olarak çalışma hakkında bilgilendirilerek, gönüllü olanların yazılı olarak onayları alınacak ve sonrasında çalışmaya dahil edildi.

Yapılan Tetkikler: Preoperatif değerlendirmeleri yapıldıktan sonra ameliyathaneye alınan hastaların hemodinamik ölçümleri yapıldı. İndüksiyon aşamasında tüp seçimi yaş bağımlı hesaplanan formülle veya usg ile hesaplanan formülle belirlendi ve çıkan sonuca en yakın tüp boyutuyla entübe edildi.

Entübasyon sonrasında kafli tüp kullanılan grupta kaf basıncı entübasyon sonrası (1.ölçüm) ve ekstübasyon öncesi (2.ölçüm) ölçülerek, bütün gruplarda havayolu basıncı yavaşça arttırılarak kaçak testi yapıp, uygun tüp olup olmadığı belirlendi, gereklilik oluştuğunda entübasyon tekrarı yapıldı. Ekstübasyon sırasında da hastalar değerlendirilerek gruplar karşılaştırıldı.

Ultrasonografi ile entübe edilen hasta grubu: 10 yaşından büyük, ASA 3-4-5, acil cerrahi yapılan hastalar, anestezi ilaç allerjisi olan hastalar, hava yolu irritabilitesi olan hastalar, bas boyun anomalisi olan hastalar, Down Sendromlular, nazotrakeal entübasyon gerektiren hastalar, postoperatif mekanik ventilasyon gereksinimi olan hastalar, daha önceden entübasyon ile komplikasyon gelişen, hastalar çalışmaya alınmadı.

Yaş bağımlı formüller esas alınarak entübe edilen hasta grubu:10 yaşından büyük, ASA 3-4-5, acil cerrahi yapılacak hastalar, anestezi ilaç allerjisi olan hastalar, hava yolu irritabilitesi olan hastalar, bas boyun anomalisi olan hastalar, Down Sendromlular, nazotrakeal entübasyon gerektiren hastalar, postoperatif mekanik ventilasyon gereksinimi olan hastalar, daha önceden entübasyon ile komplikasyon gelişen, hastalar çalışmaya alınmadı.

Verilerin İstatiksel Analizi

Veriler SPSS 24 (SPSS Inc, Chicago, IL, USA) paket programıyla analiz edildi. Sürekli değişkenler (yaş, boy, kilo, Sistolik ve diyastolik arteriyel basınçlar, SpO₂, Kalp tepe atımı) ortalama \pm standart sapma ve kategorik değişkenler (cinsiyet, ASA, komplikasyonlar, tekrar entübasyon oranı gibi ölçümler) sayı ve yüzde olarak ifade edildi. İncelenen değişkenlerin normal dağılıma uygunluğu Shapiro-Wilk testi ile incelendi. Normal dağılıma uyan değerler parametrik testlerle, normal dağılıma uymayan değerler ise non parametrik testlerle incelendi.

Parametrik test varsayımları sağlandığında bağımsız grup farklılıkların karşılaştırılmasında dört grup arasındaki farklılığı tek yönlü varyans analizi (ANOVA) ve iki grup arasındaki farklılığa bakan ortalamalar arasındaki farkın önemlilik testi; parametrik test varsayımları sağlanmadığında ise bağımsız grup farklılıkların karşılaştırılmasında non parametrik bir test olan ve dört grup arasındaki farklılığı inceleyen Kruskal Wallis varyans analizi ve iki grup arasındaki farka bakan Mann-Whitney U testi kullanıldı.

Bağımlı grup (aynı grup içinde bakıldığında) karşılaştırmalarında, parametrik test varsayımları sağlandığında iki eş arasındaki farkın önemlilik testi; parametrik

test varsayımları sağlanmadığında ise Wilcoxon Eşleştirilmiş iki örnek testi kullanıldı. Kategorik değişkenler arasındaki farklılıklar ise Ki kare analizi ile incelendi. Tüm analizlerde $p < 0,05$ istatistiksel olarak anlamlı kabul edildi.

BULGULAR

Demografik Veriler

Çalışmada; ultrasonografi eşliğinde kafli tüp numarası belirlenen grup(Grup UK), kafsız tüp grubu (Grup U), yaş bağımlı formülle kafli tüp seçilen grup(Grup YK), kafsız tüp grubu (Grup Y) olarak 4 grup oluşturuldu ve her bir grupta 51 hasta vardı.

Çalışmaya 68'i kız ve 136'sı erkek olmak üzere toplam 204 çocuk hasta dahil edildi, bunların 178'i ASA 1 idi.

Tablo 2.Grupların ortalama kaydedilen parametreleri (Ort±SS), n (%)

$\bar{X} \pm SS / n (\%)$	Grup UK (n=51)	Grup U (n=51)	Grup YK (n=51)	Grup Y (n=51)	P
Yaş (yıl)	5,46±2,42	4,73±3,14	4,45±2,72	4,14±3,07	0,333
Boy(cm)	113,89±15,72	114,45±17,73	108,30±16,52	109,28±20,94	0,234
Vücut ağırlığı(kg)	20,30±6,60	20,37±11,60	18,90±8,40	19,81±8,79	0,834
Cinsiyet K/E	16/35(%31,4)	16/35(%31,4)	19/32(%37,3)	17/34(%33,3)	0,912
ASA ½	49/ 2(%96,1)	41/10(%80,4)	45 / 6(%88,2)	43/ 8(%84,3)	0,056

Yaş (yıl), boy(cm), kilo(kg), Ort±SS, Cinsiyet K/E, olarak alınmıştır. Hastaların ventilatör modu PCV(basınç kontrollü ventilasyon) olarak uygulandı.

Çalışmaya dahil edilen hastalarda yapılan operasyonlar arasında genel olarak Adenotonsillektomi (A+T) 49 hasta ile çoğunlukta idi, sırasıyla hipospadias 40 hasta ile, sünnet 14 hasta ile ve yabancı cisim çıkarımı 11 hasta ile yoğunlukta idi.

Tablo 3.Gruplara göre Operasyon Tipleri

	UK	YK	U	Y
A+T	20	19	4	6
Adenoid	0	2	1	1
Anal stenoz	0	0	2	2
Ayak Metatars kırığı	1	0	3	1
Ayak tendon kırılma	1	1	1	1
Bilateral koloid kist	0	0	2	1
Deformasyon	2	0	0	2
El kesisi	2	3	3	1
Fıtık	1	2	1	0
Greft onarım	2	0	0	1
Hipospadias	10	14	3	13
İnmemiş testis	0	0	4	3
Kalça rotasyon	0	0	1	1
Omuz cerrahisi	0	0	2	1
Parmak deformitesi	0	2	1	0
Port takılması	0	1	2	1
Sağ atrofik testi	0	0	1	2
Sinir tendon onarımı	1	0	1	0
Sistoskopi	0	0	2	0
Sol diz BX	2	0	0	0
Submandib dren	0	0	1	1
Sünnet	3	4	4	3
Şaşılık	3	0	1	0
Topuk debritleme	0	0	3	1
URS	0	0	0	2
Vt takılması	0	2	0	0
Yabancı cisim	2	5	2	2
Yarı deformasyonu	0	0	2	2
Yüzde kitle	1	2	4	3

Kafli grupların karşılaştırması

Kafli tüp takılan hastaların induksiyon öncesi ve sonrası ölçülen hemodinamik değerleri Tablo 4’de verilmiştir. Hastaların SpO2, kalp atım hızı, sistolik ve diastolik kan basınçları bakımından gruplar arasında istatistiksel olarak anlamlı bir fark bulunamadı(p>0,050). Tüm hastalar basınç kontrollü ventilasyon (pcv)ile ventile edildi.

Tablo 4. Kafli tüp takılan hastaların induksiyon öncesi ve sonrası hemodinamik değerleri

Değişkenler	Grup UK(n=51) $\bar{X} \pm ss$	Grup YK(n=51) $\bar{X} \pm ss$	P
İnd. Öncesi SpO2	99,12±1,35	99,35±1,04	0,326
İnd. Sonrası SpO2	99,15±1,29	99,94±1,28	0,428
İnd. Öncesi kalp tepe atımı	114,71±11,92	115,24±12,84	0,830
İnd. Sonrası kalp tepe atımı	117,31±11,89	116,44±12,08	0,721
İnd. Öncesi Sistolik basınç(mmHg)	95,75±12,51	92,14±04,13	0,164
İnd. Sonrası Sistolik basınç(mmHg)	94,19±11,62	95,79±10,42	0,482
İnd. Öncesi Diastolik basınç(mmHg)	51,00±14,04	48,12±12,10	0,269
İnd. Sonrası Diastolik basınç(mmHg)	50,90±13,86	53,72±10,91	0,257
Ventilatör Mod	Pcv	Pcv	--

Hastaların ventilatör modu PCV olarak uygulandı.

Kafli tüp takılan gruplarda induksiyonda kullanılan ilaç dozları Tablo 5’de verilmiştir. İndüksiyonda intravenöz verilen propofol, rokuronyum, midazolam ve prednol bakımından gruplar arasında istatistiksel olarak anlamlı bir fark bulunamadı(p>0,050). Entübasyon teyidi için kullandığımız End-tidal CO2 ölçümü bakımından gruplar arasında istatistiksel olarak anlamlı bir fark görülmedi(p>0,050).

Tablo 5. Kafli tüp takılan gruplara induksiyonda verilen ilaçlar ve End-tidal CO2 ölçümleri

Değişkenler	Grup UK(n=51) $\bar{X} \pm ss$	Grup YK(n=51) $\bar{X} \pm ss$	P
Propofol(2,5 mg/kg)	46,53±14,53	45,69±23,88	0,830
Rokuronyum (0,6 mg/kg)	10,70±3,31	11,57±6,10	0,421
Midazolam (1 mg)	32 / 51 (%62,7)	30 / 51(%58,8)	0,420
Prednol (1 mg/kg)	16 / 51 (%31,4)	9/ 51(%17,6)	0,083
End-tidal CO2 ölçümü(mmHg)	35,06±1,12	35,34±1,73	0,366

Midazolam İndüksiyon ve Prednol induksiyon var/ yok n (%) olarak alındı. End-tidal CO2 ölçümü sadece entübasyon teyidi amacıyla yapıldı. Hastaların ventilatör modu PCV olarak uygulandı.

Kafli tüp takılan gruplar arasında entübasyon sonrası (1.ölçüm) ve ekstübasyon öncesi (2.ölçüm) ölçülen kaf basınçları bakımından istatistiksel olarak anlamlı bir fark bulunamadı.

Tablo 6. Kafli tüp takılan grupların ortalamakaf basınçları(cmH2O)

Değişkenler(cmH2O)	Grup UK(n=51) $\bar{X} \pm ss$	Grup YK(n=51) $\bar{X} \pm ss$	P
1.ölçüm Kaf basıncı	24,86±1,37	24,44±1,53	0,148
2.ölçüm Kaf basıncı	23,92±4,46	23,33±4,08	0,787

Entübasyon sonrası(1.ölçüm), Ekstübasyon öncesi(2.ölçüm) Hastaların ventilatör modu PCV olarak uygulandı.

Ultrasonografi ile tüp çapı hesaplanan grupta (Grup UK) kaçak testine göre 2 hastada tüp büyük bulunmuş, yaş bağımlı grupta (Grup YK) ise 9 hastada büyük,4 hastada küçük bulunmuş olup 3 hastada ise dirençle karşılaşılması nedeni ile tekrar entübasyon yapılmıştır, bu farklar gruplar arasında istatistiksel olarak anlamlı bulunmuştur (p=0,0001, Tablo 7).

Tekrar entübasyon sonrasında kullanılan tüp boyutları karşılaştırıldığında Grup UK 4,78 mm ortalama tüp çapı hesaplanırken; Grup YK’da 4,51 mm ölçüldü ve istatistiksel olarak anlamlı bir fark bulundu(p=0,035, Tablo 7).

Tablo 7. Kafli gruplarda kullanılan tüp boyutları ve tekrar entübasyon değerleri

Değişkenler	Grup UK(n=51) $\bar{X} \pm ss$	Grup YK(n=51) $\bar{X} \pm ss$	P
Kullanılan Tüp Çapı(mm)	4,82±0,63	4,65±0,78	0,178
Tekrar entübasyon sonunda kullanılan tüp çapı(mm)	4,78±1,20	4,51±0,88	0,035*
Tekrar entübe olan hasta sayısı	2/ 51 (%3,9)	16/51(%31,4)	0,0001*
Tekrar entübasyon sebebi			
Kaçak olmaması	2	9	
Kaçak oranı yüksek	0	4	
Dirence karşılaşma	0	3	

Hastaların ventilatör modu PCV olarak uygulandı.

Kafli tüp kullanılan gruplarda gelişen komplikasyonlar Tablo 8’de görülmektedir. Yaşa dayalı hesaplamayla tüp numarası belirlenen grupta (Grup YK) aspirasyon 2 hastada gelişmiş ancak istatistiksel olarak anlamlı bulunmamıştır. Buna karşın, ultrasonografi ile tüp numarası belirlenen grupta (Grup UK) stridor ve mukozal hasar, tekrar entübasyonla da ilişkili olarak Grup YK’ya göre belirgin olarak daha az görüldü (Tablo 8).

Tablo 8. Kafli gruplarda oluşan komplikasyonlar

Komplikasyonlar (Var/yok)	Grup UK(n=51) n(%)	Grup YK(n=51) n(%)	P
Aspirasyon	0 / 51 (%0)	2 /51(%3,9)	0,657
Stridor	2 /51(%3,9)	18 / 51(%35,3)	0,0001*
Mukozal Hasar	3/ 51 (%5,9)	16/51 (%31,4)	0,0001*

Hastaların ventilatör modu PCV olarak uygulandı.

Kafsız grupların karşılaştırılması

Kafsız tüp takılan hastaların preop değerleri Tablo 9’da verilmiştir. Hastaların induksiyon öncesinde ve sonrasında SpO₂, kalp tepe atımı, sistolik kan basıncı, diastolik kan basıncı ile gruplar arasında istatistiksel olarak anlamlı bir fark bulunamadı(p>0,050). Tüm hastaların ventilatör modu basınç kontrollü ventilasyon (pcv) olarak alındı.

Tablo 9. Kafsız tüp takılan grupların induksiyon öncesi ve sonrası hemodinamik değerleri

Değişkenler	Grup U(n=51) $\bar{X} \pm ss$	Grup Y(n=51) $\bar{X} \pm ss$	P
İnd. Öncesi SpO ₂	99,25±0,94	99,41±1,08	0,435
İnd. Sonrası SpO ₂	99,25±0,94	99,41±1,08	0,435
İnd. öncesi kalp tepe atımı	114,67±13,50	112,78±9,38	0,416
İnd. sonrası kalp tepe atımı	114,67±13,50	112,78±9,38	0,416
İnd. öncesi sistolik basınç	92,36±12,04	95,57±11,76	0,179
İnd. sonrası Sistolik basınç	92,36±12,04	95,57±11,76	0,179
İnd. öncesi Diastolik basınç	50,01±16,63	50,20±10,68	0,944
İnd. sonrası Diastolik basınç	50,01±16,63	50,20±10,68	0,944
Ventilatör Modu	Pcv	pcv	--

Hastaların ventilatör modu PCV olarak uygulandı.

Kafsız tüp takılan gruplarda induksiyonda kullanılan ilaç dozları Tablo 10’da verilmiştir. İndüksiyonda intravenöz verilen propofol, rokuronyum, midazolam ve prednol bakımından gruplar arasında istatistiksel olarak anlamlı bir fark bulunamadı(p>0,050). Entübasyon teyidi için kullandığımız End-tidal CO₂ ölçümü ile gruplar arasında istatistiksel olarak anlamlı bir fark görülmedi(p>0,050 Tablo10).

Tablo 10. Kafsız grupların indüksiyon sırasında verilen ilaçlar ve End-tidal CO2 ölçümü

Değişkenler	Grup U(n=51) $\bar{X} \pm ss$	Grup Y(n=51) $\bar{X} \pm ss$	P
Propofol (2.5 mg/kg)	41,82±17,77	43,00±17,16	0,735
Rokuronyum (0.6 mg/kg)	10,02±4,58	10,90±4,57	0,345
Midazolam(1 mg)	32/ 51(%62,7)	28/ 51 (%54,9)	0,273
Prednol (1 mg/kg)	5/ 51 (%9,8)	6/ 51 (%11,8)	0,500
End-tidal CO2 ölçümü	34,63±1,43	35,04±1,53	0,980

Midazolam İndüksiyon ve Prednol indüksiyon var/yok n (%) olarak Ki-kare testi, End-tidal CO2 ölçümü sadece entübasyon teyidi amacıyla yapıldı. Hastaların ventilatör modu PCV olarak uygulandı.

Ultrasonografi ile tüp çapı hesaplanan grupta yapılan kaçak testine göre 2 hastada tüp büyük, 6 hastada ise küçük bulundu, buna karşın yaş bağımlı grupta ise 9 hastada tüp büyük, 18 hastada küçük bulunmuş, 3 hastada ise direnç nedeni ile tekrar entübasyon yapıldı, gruplar arası fark istatistiksel olarak anlamlıydı (p=0,0001, Tablo 11). Tekrar entübasyon sonrasında kullanılan tüp numaraları bakımından gruplar arasında istatistiksel olarak anlamlı bir fark bulunmamıştır (Tablo 11).

Tablo 11. Kafsız gruplarda kullanılan tüp boyutları ve tekrar entübasyon değerleri

Değişkenler	Grup U(n=51) $\bar{X} \pm ss$	Grup Y(n=51) $\bar{X} \pm ss$	P
Kullanılan tüp Çapı(mm)	4,95±0,73	4,85±0,59	0,097
Tekrar entübasyon sonunda Kullanılan tüp çapı (mm)	5,14±0,75	5,06±0,69	0,125
Tekrar entübasyon oranı	8/51(%15,7)	30/51(%58,8)	0,0001*
Tekrar entübasyon sebebi			
Kaçak olmaması	2	9	--
Kaçak oranı yüksek	6	18	
Dirence karşılaşma	0	3	

Hastaların ventilatör modu PCV olarak uygulandı.

Kafsız gruplarda gelişen komplikasyonlar tablo 12 de görülmektedir. Aspirasyon, Grup U'da 3, Grup Y'de 5 hastada gelişmiş ancak istatistiksel olarak gruplar arasında anlamlı bir fark bulunamadı. Oysa stridor ve mukozal hasar, yaş bağımlı formülle tüp boyutu hesaplanan grupta (Grup Y) ultrasonografi ile tüp boyutu belirlenen (Grup U) gruba göre belirgin olarak fazla görüldü (Tablo 12).

Tablo 12. Kafsız gruplarda gelişen komplikasyonlar

Komplikasyonlar (Var/yok)	Grup U(n=51) n(%)	Grup Y(n=51) n(%)	P
Aspirasyon	3 /51 (%5,9)	5/46 (%9,8)	0,358
Stridor	4 /51 (%7,8)	12 /51 (%24)	0,024*
Mukozal Hasar	5 /51 (%9,8)	29 /51 (%56,9)	0,0001*

Hastaların ventilatör modu PCV olarak uygulandı.

Yapılan kafli ve kafsız grup ölçümlerinde subglottik çaplar arasında istatistiksel olarak anlamlı fark bulunmazken (p=0.422) trakeal çaplar arasında fark görülmesi (p=0.0025) subglottik çapın ölçülmesinin daha etkili olduğunu düşündürmektedir (Tablo 13).

Tablo 13. Ultrasonografi ile yapılan ölçümler

Değişkenler	Grup UK(n=51) $\bar{X} \pm ss$	Grup U(n=51) $\bar{X} \pm ss$	P
Subg. Çap(cm)	0,71 ± 0,12	0,69±0,14	0,422
Trakeal Çap(cm)	0,84±0,16	0,77±0,19	0,0025*
Ölçüm süresi (sn)	32,28±2,98	31,37±2,25	0,088

[Grup UK :OD(mm)= 0.46 x subglottik çap+1.56, Grup U :OD(mm)= 0.55 x subglottik çap+1.16 (1)]
Hastaların ventilatör modu PCV olarak uygulandı.

Gruplarda ilk kullanılan tüp çapları ve entübasyon tekrarından sonraki çapların karşılaştırıldığı Tablo 14’te ilk ölçülen tüp çapları bakımından dört grup arasında fark yoktu. Oysa entübasyon tekrarından sonra ortalama tüp çapları bakımından dört grup arasında fark oluştu (p=0.0001). Entübasyon tekrarından sonra kafli grupların (Gr UK-YK) tüp çapı istatistiksel olarak anlamlı olmayacak derecede azalmış; kafsız gruplarda (Gr U-Y) ise tüp çapı istatistiksel olarak anlamlı derecede artmıştı.

Tablo 14. Gruplarda ilk kullanılan tüp ölçüleri ile entübasyon tekrarı sonunda kullanılan tüp boyutlarının karşılaştırması

$\bar{X} \pm ss$ (Min-Maks)/n (%)	Grup UK (n=51)	Grup U (n=51)	Grup YK (n=51)	Grup Y (n=51)	P
Kullanılan Tüp Çapı(mm)	4,82±0,63	4,95±0,73	4,65±0,78	4,85±0,59	0,112
Entübasyon tekrarı sonunda Kullanılan tüp(mm)	4,78±1,20	5,14±0,75	4,51±0,88	5,06±0,69	0,0001*
Grup içi p	0,358	0,035*	0,079	0,000*	

Hastaların ventilatör modu PCV olarak uygulandı.

TARTIŞMA

Pediyatrik havayolunun en dar yeri krikoid halkadır ve erişkenden farklı olarak burada gelişecek en küçük bir ödem açıklığın tehlikeli şekilde daralmasıyla sonuçlanabilir. Çocuklarda gereğinden büyük endotrakeal tüp kullanılması postekstübasyon krup ve trakeal stenoza, gereğinden küçük endotrakeal tüp kullanılması ise ventilasyon güçlüklerine yol açabileceği ileri sürülmektedir. Bu nedenlerle, pediyatrik hastalarda uygun çapta endotrakeal tüp kullanımı kritik önem taşır.

ocuk hastaya takılacak olan en uygun tp, hava yolu basıncını yükseltmeyecek, yeterli ventilasyon sağlayacak, anestezi gazlarının ameliyathane odasına sızarak ortam kirliliği oluşturmasını önleyecek, end-tidal gaz monitorizasyonunun doğru yapılmasını sağlayacak, aspirasyon riskini azaltacak, laringeal hasara yol amayacak ve ekstübasyon sonrası oluşabilecek ülserasyon, skar formasyonu, subglottik stenoz ihtimalini düşürecek boyutlarda olmalıdır(51, 54).

Hasta için hangi tüpün daha uygun olduğunu anlama amacıyla yapılan laringoskopi denemeleri, havayolunda oluşabilecek hasar ve entübasyon aşamasında meydana gelebilecek komplikasyonlar nedeniyle klinisyenin sakınması gereken bir durumdur(91). Olabilecek uygun tüpü önceden tahmin ederek entübasyon sayısını en aza indirmek temel hedef olmalıdır.

Pediyatrik hastaların uygun tp numarasının tahminini yapabilmek için ilk olarak F.Cole yaşa dayalı bir formül tanımlamıştır (24). Daha sonra geliştirilen formüller sadece yaşa değil boy, kilo, parmak çapı gibi diğer ölümlere dayandırılmıştır. Sadece kafsız tp boyutunu belirlemek için kullanılan Cole formülü daha sonra modifikasyona uğramış ve Corfield, Motoyama, Khine'in formülleri geliştirilmiştir, bunlar sıklıkla kullanılan yaşa dayalı tp tahmin yöntemleridir(57). Bununla birlikte yaşa dayalı olan bu formüller ocuk hastaların büyük çoğunluğunda doğru tüpün belirlenmesinde hatalı sonuç verebileceğinden daha uygun yöntem arayışı devam etmektedir(56).

Çalışmamızda hemodinamik parametrelere bakıldığında kafli ve kafsız gruplar arasında induksiyon öncesi ve sonrası karşılaştırma da fark bulunmadı. Bu durum hastalarda yeterli anestezi koşullarının sağlandığını düşündürüyordu (tablo 4, tablo 9).

Operasyon tipleri bakımından değerlendirmeye aldığımızda kafli gruplarda adenotonsillektomi cerrahisi belirgin olarak daha fazlaydı. Ancak hem ultrasonografi hemde yaş bağımlı gruplarda benzer sayılarda olması nedeniyle sonuçlarda fark yaratmayacağını düşündük.

Ultrasonografi vasküler yapıların tanınmasında anestezi uzmanları tarafından gittikçe daha fazla kullanılan bir görüntüleme yöntemi olmuştur(92). Ultrason kullanıcısının sahip olması gereken önemli bir nokta, bu araştırmaya başlamadan önce laringeal ultrason uygulama becerisini kazanmasıdır. Ultrasonografi ile yeterli eğitim sonrası subglottik ölçümlerin yapılması yaklaşık 30 saniye-1 dakika kadar bir zaman alır (1, 18). Bizim çalışmada USG kullanımı için eğitim 40 hastada verildi ve 30 saniye olacak şekilde ölçüm alışkanlığı kazandırıldı.

Al-Mazrou ve ark.(93) çalışmalarında, kullanılan tüp kafli ya da kafsız olsun genişleyemeyen krikoid ringin çapı ile tüpün dış çapı arasındaki uyumsuzluğun havayolunda meydana gelen lezyonların asıl sebebi olduğunu ve bu nedenle pediatrik hastalarda krikoid hava yolunun internal çapının belirlenmesi gerektiğini ileri sürmüşlerdir.

Yaşa dayalı formüllerden biri olan Cole yöntemine göre kafsız tüp kullanımının belirlendiği pek çok çalışmada önemli oranda tekrar entübasyon gerekliliği bildirilmiştir. Davis ve ark.(94) kafsız tüp kullanarak yaptıkları prospektif çalışmada, 79 olgunun %27'sinde tüp değiştirme gereği duyulduğunu belirlemiştir. Khine ve ark. (27) kafli ve kafsız tüp uygunluğunu araştırdıkları çalışmalarında yaklaşık 250 hastada kafli tüp kullandıklarında % 1.2' sinde tekrar entübasyon gereği görmüşler, kafsız tüp kullandıklarında ise bu oran %23'e yükselmiştir. Çalışmamızda ise yaş bağımlı formüllerle entübe edilen gruplarda tüpü değiştirme oranı; kafli tüplerde 8/51 hastada (%15,7), kafsız tüplerde 30/51 hastada (%58,8) olduğu görüldü.

Çalışmalar arası tekrar entübasyon oranlarının farklılıkların, çalışmamızda yaş bağımlı formüllerden kafli tüp kullanılan gruplarda 2 yaşın altında Khine ($\text{yaş}/4+3$) 2 yaş üzerinde Motoyama ($\text{yaş}/4+3.5$) formüllerinin kullanılması, çalışmada ise yaş sınırı olmadan bütün yaş gruplarında Khine formülü kullanmaları ve kafin şişirilmesiyle kısmen tolere edilebilir olmasından kaynaklandığını düşünüyoruz.

Shibasaki ve arkadaşları(1) ideal entübasyon tüpünün belirlenmesinde ultrasonografi ile subglottik çapı ölçmüş ve mevcut metodlardan daha başarılı olup olmadığını araştırmışlardı. 1 ay ve 6 yaş arası 192 çocuk üzerinde yaptıkları bu çalışmada önce yöntemin gelişme fazında yaşa dayalı formüllerle kafli veya kafsız olarak tüp boyutu belirlenmiş ve gerektiğinde tüp değişikliği yapılarak ideal tüp boyutu belirlenmiş. Ultrasonografi ile subglottik çap ölçülmüş ve bu ideal tüp boyutu kullanılarak regresyon denklemi oluşturulmuştu. Bundan sonra yöntemin geçerlilik fazında ise bu regresyon denklemi kullanılarak tüp çapı belirlenmiş ve klinik olarak ideal olup olmadığı araştırılmıştır.

Çalışmamızda Shibasaki ve arkadaşlarının ultrasonografik ölçüm tekniği kullanılarak tüp hesaplama yöntemi ile yaş bağımlı hesaplamalar olan kafsız tüplerde Cole ($\text{yaş}/4+4$), kafli tüplerde 2 yaş sınırıyla Khine ve Motoyama formüllerini kullanarak karşılaştırma yaptık. Kafli/kafsız tüm gruplarda ultrasonografi ile endotrakeal tüp seçimini daha güvenli bulduk.

Shibasaki ve ark. (1) ultrasonografik ölçüme dayanan tahmini tüp ölçüsü ile son seçilen tüpün uyumunu kafli tüplerde %98, kafsız tüpler de ise %96 olarak bildirmişlerdir. Yaş bağımlı hesaplamalara göre bu uyum oranları kafli tüplerde %35, kafsızlarda %60 olarak bulunmuştur. Çalışmamızda ise uyumluluk, tekrar entübasyon yapılmayan hastaların gruptaki hasta sayısına oranı olarak değerlendirildi. Ultrasonografi ile değerlendirilen kafli grupta %96.1, kafsız grupta % 84.3 oranında uyum bulunurken, yaşa dayalı hesaplamalarda ise kafli grupta % 69, kafsız grupta % 41 oranında tüp uyumu belirledik. İki çalışma arasında yaş bağımlı gruplardaki bu belirgin farklılık, Shibasaki ve ark.(1) çalışmasında alt grupları ağırlığa göre belirlemeleri ve çalışmalarda kullanılan istatistiksel yöntem farklılıkları,

tekrar entübasyon oranlarını vermeden Bland-Altman analizine göre belirleyip uyum oranı vermeleri bire bir karşılaştırma yapmamızı zorlaştırmıştır.

Gupta K ve ark.(95), yaş-boy temelli formüller ile Ultrasonografik tüp tahmin etme yöntemlerini karşılaştırdıkları çalışmalarında USG ile yapılan tüp tahminlerinin klinik olarak yüksek korelasyonu olduğunu bulmuşlardır. Çalışmada, yaş ve boy kullanılarak kafli tüp seçimi yapılan hastalarda %35, ultrasonografik ölçümlerle ise % 98 oranlarında klinik uyum bildirmişlerdir. Çalışmada yaş-boy temelli formüllerin kullanılması, kullanılan istatistiksel yöntemin farklı olması, 3-18 yaş aralığı hasta kullanmaları, bizim çalışmadaki yaşa dayalı kafli gruplarda klinik kabul edilebilir uyum oranlarının daha yüksek olmasına (%69) neden olmuş olabileceğini düşündürdü. Ultrasonografi uygulamalarının çalışmaya benzer şekilde daha başarılı olduğu sonucuna vardık.

Bae JY ve ark. (96), kafsız tüp kullanılan yaş bağımlı formüllerin Ultrasonografik ölçümlerle yapılan tüp seçim yöntemi ile karşılaştırdıkları çalışmalarında ultrasonografik ölçüm yönteminin başarısını % 60, yaş bağımlı formüllerin ise % 30 bildirmişlerdir. Kafsız tüplerin kullanıldığı çalışmada yaş bağımlı formüllerle entübe ettikleri 100 hastadan 69'unda tekrar entübasyon yapılmış bunların içinde ise 63 hastaya olması gerekenden büyük, 6 hastaya ise olduğundan küçük tüp ile değişim yapıldığını belirtmişlerdir. Çalışmamızda ise yaş bağımlı kafsız tüp kullanılan grupta (Grup Y), benzer rakamlarda (%58.8 oranında) tekrar entübasyon yapılmış olup kullandığımız kaçak testi sonucuna göre bunların içinden % 24 oranında tüp büyük, % 35 tüp küçük geldiğinden dolayı değiştirilmiştir. Ultrasonografik ölçümlerle entübasyon sırasında kullanılan formüllerin (tüp iç çapı ile subglottik çap arasındaki regresyon denklemi) farklı olmasından dolayı tüp değişim oranının çalışmada daha yüksek olduğunu düşündürdü. Çalışmamızla benzer olarak USG'nin pediyatrik hastalarda tüp büyüklüğünün yaş temelli formüllerden daha iyi bir tahmin aracı olduğu sonucuna varmışlardır.

Raphael PO ve ark (97), kafalı tüp kullanılan ultrasonografi ile yaş bağımlı tüp boyutunu karşılaştırdıkları çalışmalarında USG ile daha iyi bir tahmin yapıldığını bulmuşlardır. Çalışmalarında uyguladıkları formül geçerlilikleri için yaptıkları regresyon analizinde USG ölçümlerinde kullanılan tüp ile ilişkisi %98,1 uyumlu bulmuş ve yaş bağımlı formüllerden daha güvenilir olarak hesaplanmıştır.

Stugatti ve ark. (98) ultrasonografik subglottik çap ölçümlerine göre belirlenen tüp çapı ile klinik olarak kullanılan tüpler arasında, yaş bağımlı formülle hesaplanana göre daha yüksek bir uyum olduğu ve ultrasonografinin tüp seçimini kolaylaştırabileceğini ve çalışma öncesi kafalı ve kafsız tüp tercihinin yapılması gerektiğini bildirmiştir. Yaş bağımlı formül, boy kullanılan formül ve USG sonuçlarına bağlı tüp kullanımını karşılaştırmışlardır. Kafalı ve kafsız tüm gruplarda ultrasonografi kullanımını güvenli bulmuşlardır. Ayrıca çalışmalarında yaş bağımlı formüllerden kafalı tüp tercihi yapılanlarda kafsız tüp kullanılan gruba göre klinik uyumun daha iyi olduğunu kafsız tüp tercihinde kullanılan Cole formülünün klinik uyumdan daha büyük tüp tahmini ile sonuçlandığını bildirmişlerdir. Ultrasonografi ile % 90'a yakın başarı ve % 10 tekrar entübasyon oranı bildirmişlerdir. Çalışmamızda yaşa dayalı formüllerle kafalı tüp tespiti yapılan hastaların (Grup YK) tüp değişimi 16/51 hasta ile %31,4 olurken kafsız tüp kullanılan grupta (Grup Y) 30/51 hasta ile %58,8 olarak gözlemlendi. Tekrar entübasyon oranının çalışmaya paralel olarak USG ile kafsız tüp çapı hesaplanan grupta yaş bağımlı hesaplama yapılan gruba göre düşük olması (%15,7) USG'nin tüp hesaplamada daha başarılı olduğunu göstermektedir.

Araştırmacılar subglottik alan transvers çapı ölçmek için önce tiroid kıkırdak ve vokal kordları görüntülemiş, ardından probu kaudale yönlendirerek subglottik alanda hörgüç şeklinde krikoid kıkırdağı belirlemiştir. Ölçüm yaptıkları yer krikoid kıkırdak alt kenarları arasındadır. Ölçümlerini ventilasyon veya pozitif ekspiryum sonu basınç uygulamadan yapmışlardır. Bu yöntemle trakeal çapı etkileyecek fluktuasyonların önüne geçmişlerdir. Tüp boyutunun doğruluğunu belirledikleri kaçak testinde izin verilen kaçak aralığını, 10-20 cmH₂O basınç olarak kullanmışlardır (1).

Pediyatrik olgularda uygun boyutta entübasyon tüpü seçiminde tüpün larenkse tam oturmaması, 10- 25 cmH₂O insuflasyon basıncında duyulabilir kaçığa izin verilmesi gerektiği bildirilmiştir (99). Ancak bu yöntemde tüp çevresinden duyulan hava kaçığı nöromusküler blokaj derinliği, kafa hareketleri veya değerlendiren kişiye özel değişebilir(43).

Subglottik alanın şekline ve laringeal alanın ödemeine bağılı olarak kaçık miktarı değişebilir(99). Çalışmamızda uygun tüp boyutunu belirlerken 10-20 cmH₂O insuflasyon basıncında minimal kaçığa izin veren tüpleri kullandık. Kaçık tespiti bahsedilen olumsuzlukları önlemek ve yanlılığın önüne geçmek amacıyla tek kişi tarafından yapılırken, test sırasında hastanın supin, başının ise nötral pozisyonda olmasına dikkat edildi.

Ultrasonografi ile tüp tahmini yapılırken ölçülen subglottik çap, larinksin şekline dolaylı transvers çapının anteroposterior çapından biraz daha küçük olduğundan (59, 67) izin verilen maksimal tüp boyutunu belirlemede en iyi öngörüyü transvers çapın ölçülmesinin sağlayacağı önerilmektedir(96). Çalışmamızda da bu nedenlerden dolayı transvers çap ölçümü yapıldı.

Klinik anestezi pratiğinde genellikle iç çap'a (ID) göre pediyatrik tüp ebatlarını seçeriz. Bununla birlikte, ID ve OD arasındaki ilişki imalatçılar arasında farklılık gösterebildiği bildirilmektedir (1). Bu durum yaş bağımlı pediyatrik tüp boyut seçimini iç çap olarak hesaplandığından dolayı karmaşıktır. Ayrıca, kullanılan kafılı tüp'ler arasında dış çap'ta (OD) herhangi bir farklılık olmamasına rağmen, seçilen OD'lerin, kafsız tüp'lere göre kaf farkından dolayı daha küçük olma eğilimi vardır.

Günümüzde modern tüplerin duvar kalınlığı azalmış olsa da bu farklılıklar hala sorun olmaya devam etmektedir. Ayrıca şimdiye kadar oluşturulmuş formüllerin çoğu tüpün iç çapını belirlemeye yönelik olup havayolunda komplikasyonların esas nedeni olan tüp dış çapı hakkında fikir vermemektedir (93, 100).

Kafli tüp'ler, pediatrik popülasyonlarda güvenle kullanılabilir ve bu durum, kafsız tüp'lerden daha az olumsuz etkiyle sonuçlanır. Yakın zamanda yapılan çalışmalarda, postekstübasyon subglottik ödem için rasemik epinefrin kullanımı, başarılı ekstübasyon oranı veya kafli ve kafsız tüp'lerle arasında entübasyonlar arasında trakeotomi ihtiyacı açısından anlamlı bir fark bulunmamıştır(27, 65, 101).

Krikoid kıkırdağın tam kıkırdak halkası ile bağlı olduğu gibi subglottik çapın pediatrik larinksin en dar kısmı olduğuna inanılmaktadır. Bununla birlikte yakın zamandaki bir rapor, çocuklarda vokal kord ve subvokal kord seviyesinde en dar kısmı belirlemiştir(67). Trakeal çapın sürekli olarak bu seviyelerde ölçülmesi, vokal kordun bulanık ultrasonik görüntülemesi nedeniyle zordur.

Shibasaki ve arkadaşları bu nedenle hipoekojenik krikoid kıkırdağın alt kenarındaki subglottik çapı ölçmüştür(1). Bu ölçüm, hastalar arasında karşılaştırılabilecek güvenilir ve tutarlı bir değeri temsil etmektedir. Aynı formülleri kullanarak ölçüm yaptığımız çalışmamızda Bland-Altman analizine göre uyum oranı karşılaştırması yapmasakta, tekrar entübasyon ve komplikasyon oranlarına baktığımızda Ultrasonografi ile başarı oranı yüksektir.

Büyük çaptaki kafli tüpler trakeanın yüzeyine basınç uygular. Trakea düşük kaf basıncında kapanır. Bu özellikle pediatrik trakeal tüplerde önemlidir, çünkü kaf basıncı trakeanın mukozal perfüzyon basıncını kolayca aşabilir ve bunun entübasyon sonrası hava yolu morbiditesi için risk faktörü olduğu bilinmektedir (102, 103). Çalışmamızda entübasyon sonrası ve ekstübasyon öncesi ölçülen kaf basınçlarında gruplar arasında istatistiksel olarak fark bulunmamıştır. Ayrıca diğer çalışmalarda kullanılan nitröz oksit ameliyathanemizde kullanılmadığından kaf basıncını etkilememiştir.

Kafli veya kafsız tüpün kendine has avantaj ve dezavantajları vardır. Kafsız bir tüp daha büyük bir iç çap sayesinde hava akımına karşı rezistansı ve solunum işini azaltırken, subglottik bölgeyi travmadan koruyabileceği düşünülmektedir. Ancak buna karşın etkin ventilasyon yapabilmek için uygun boyutlu tüpü öngörmek ve kullanmak gereklidir.

Çünkü olması gerekenden daha küçük bir tüp kullanıldığında fazla kaçak nedeniyle etkin ventilasyon yapılamaz, hipoksi, atelektazi gibi komplikasyonlar görülebilir, EtCO₂ monitörizasyonu güvenilirliğini kaybeder, aspirasyon riski artar ve anestezi gazlarla çevre kontamine olur. Kafli bir tüp kullanıldığında kaf nedeniyle tüm bu olumsuzlukların önüne geçilebilir(104).

Bununla birlikte, başlangıç tüp büyüklüğünün seçilmesi tek başına bir formüle uyarlanmıştır ve bu durum gerçekçi klinik uygulamayı yansıtmamaktadır. Ek bir karmaşıklık, bugün bile standart bir tüpün aynı duvar kalınlığına sahip olmamasıdır. Örneğin bir markanın tüpün iç çapı 3.5'in dış çapı 4.8 mm'dir ve tersine başka bir markanın iç çapı 3.5, dış çapı 5.1 mm'dir(104). Kafli bir tüp kullanıldığında bunun daha az önemli hale geldiği tartışılabilir, ancak bu kendi içinde ek bir problem ortaya çıkarır. Genel olarak, entübasyon için seçilen kafli tüp, kafsız tüpten daha küçük olacaktır, çünkü kafli tüpler daha kalın duvarlar ile üretilir ve kaf, trakea ile mühür oluşturmak için ek çapı 'ekler'. Sonuç olarak, kafli bir tüpün seçilmesi, daha küçük bir iç çapa sahip bir tüp kullanılmasına neden olur(105).

Al-Mazrou ve ark.(93) 2-10 yaş arası çocuklardaki MR çalışmalarında, kullanılacak olan tüp dış çapının MR görüntüsünden en az 0.1 mm, en fazla da 0.7 mm küçük olmasını önermektedir. USG ile ölçülen çapın 0.9 ile çarpılarak tüp boyutunun seçilmesini öneren çalışmalar mevcuttur(1). Ancak USG ile ön arka çapın değil transvers çapın ölçümünün yapıldığı, bununla birlikte krikoid kıkırdak ön arka çapının daha geniş olduğu akıldan çıkarılmamalıdır. Amaç kafi mümkün olduğu kadar az şişirip en uygun tüp boyutunu bulmak olduğundan ve üreticilerin sahip olduğu tüp'ler 0.5 mm gibi sınırlı bir aralıkta üretildiğinden bu formüllere dayalı tüp seçimlerinin her zaman doğru olamayabileceğini düşünüyoruz.

Çalışmamızda ölçtüğümüz ultrasonografik ölçüm değerine en yakın tüp çapını kullandık. Sonuçlar olumlu çıkmış olsa da belki de tüp üreticilerinin birbirlerine daha yakın boyutlarda yeni tüpler üretmesi USG ile uygulanan bu yöntem için ihtiyacı karşılayabilir.

Tüp boyutunun hava yolu komplikasyonları için predispozan olduğu düşünöldüğünde glottik bölgede tüpün arka duvar ile olan ilişkisi ve subglottik alanda tüp kafının krikoid mukoza ile ilişkisinin komplikasyon nedeni olduğu gösterilmiştir(106).

Bu çalışmada, USG ile yaş bağımlı hesaplama arasında yapılan karşılaştırmada kafli-kafsız tüm gruplarda ilk kullanılan tüp boyutları arasında istatistiksel olarak anlamlı farklılık bulunmamasına karşın yapılan kaçak testi sonrasında tüp değişimi ve komplikasyon oranlarının daha az görülmesi ultrasonografi ile tüp tahmin yönteminin klinik uyumunun daha iyi olduğunu göstermektedir.

Parsiyel laringospazm bir miktar hava girişı ve inspiratuar stridor ile anlaşılırken; komplet laringospazmda hava girişı ve solunum sesleri olmaz. Her iki durumda da havayolu obstrüksiyon bulguları olarak trakeal çekilme, göğüs ve karnın paradoks hareketleri izlenirken, uzayan vakalarda oksihemoglobin desaturasyonu, bradikardi ve santral siyanoz gelişir (1-3)

Stridor, özellikle ekstübasyon sonrası gözlenen subglottik alan veya vokal kordlardaki ödeme bağlı olan bir semptomdur(107). Entübe edilmiş hastaların %2-15'inde görünen bu komplikasyon hastaların ekstübasyon sonrası tekrar entübe edilmelerine neden olabilir (108, 109).

Çalışmamızda komplikasyonlar açısından bakıldığında Ultrasonografi ve yaş bağımlı tüp tahmin yöntemlerini karşılaştırdığımızda; kafsız tüp kullanılanlarda aspirasyon USG grubunda % 6, yaş bağımlı hesaplama yapılan grupta % 10, stridor % 8'e- % 24, mukozal hasar %10'a- % 60 olarak bulunması USG 'nin komplikasyonlar açısından daha avantajlı olduğunu düşündürmektedir. Kafli gruplara bakıldığında ise USG grubunda komplikasyon çok azalmış; aspirasyon %0, stridor % 4, mukozal hasar % 6 gibi yaş bağımlı gruplarda ise aspirasyon % 4, stridor % 35, mukozal hasar % 31 olarak bulunması tekrar entübasyondan kaynaklandığını düşündürdü.

Ayrıca kaçak testini yapan anestezi doktoru tüp hesaplama yöntemini yapan anestezistle farklı kişiler olsada duyulabilir kaçak oranı hesaplanması ve ekstübasyonla komplikasyonların takibi sırasında sekresyonların temizleme şekli kişiler arasında farklılık gösterebilmektedir.

SONUÇ

Çalışmamızda, hastanın geleneksel yöntemlerden yaşı alınarak hesaplanan formüller ile ultrasonografik ölçüme dayanan hesaplamaları, doğru tüp seçimi bakımından karşılaştırmayı ve ultrasonografinin üst havayolunda kullanımını araştırdığımız bu çalışmada:

1. Hastaların SpO₂, kalp atım hızı, sistolik ve diastolik kan basınçları bakımından gruplar arasında istatistiksel olarak anlamlı bir fark bulunamadı,
2. İndüksiyonda intravenöz verilen propofol, rokuronyum, midazolam ve prednol bakımından gruplar arasında istatistiksel olarak anlamlı bir fark bulunamadı ve entübasyon teyidi için kullandığımız End-tidal CO₂ ölçümü ile gruplar arasında istatistiksel olarak anlamlı bir fark görülmedi
3. Ultrasonografi ile tüp çapı hesaplanan grupta (Grup UK) kaçak testine göre 2 hastada tüp büyük bulunmuş, yaş bağımlı grupta (Grup YK) ise 9 hastada büyük, 4 hastada küçük bulunmuş olup 3 hastada ise dirençle karşılaşılması nedeni ile tekrar entübasyon yapılmıştır ve gruplar arasında anlamlı farklılık görülmüştür,
4. Tekrar entübasyon sonrasında kullanılan tüp boyutları karşılaştırıldığında Grup UK 4,78 mm ortalama tüp çapı hesaplanırken; Grup YK'da 4,51 mm ölçüldü,
5. Ultrasonografi ile tüp numarası belirlenen grupta (Grup UK) stridor ve mukozal hasar, tekrar entübasyonla da ilişkili olarak Grup YK'ya göre belirgin olarak daha az görüldü,
6. Aspirasyon, Grup U'da 3, Grup Y'de 5 hastada gelişmiş ancak istatistiksel olarak gruplar arasında anlamlı bir fark bulunamadı. Oysa stridor ve mukozal hasar, yaş bağımlı formülle tüp boyutu hesaplanan grupta (Grup Y) ultrasonografi ile tüp boyutu belirlenen (Grup U) gruba göre belirgin olarak fazla görüldü,

7. Tekrar entübasyon sonucunda kullanılan tüp çapları incelendiğinde Grup UK en küçük ortalama çap boyutuna (4,78), Grup Y en yüksek ortalama çap boyutuna (5,06) sahipti ve gruplar arasında istatistiksel olarak anlamlı bir farklılık vardı($p=0,000$).
8. Grup içi karşılaştırmalarda Grup UK ve Grup YKda kullanılan tüp çapı ile tekrar entübasyon sonucunda değişim yapılan tüp çapları arasında istatistiksel olarak anlamlı bir farklılık bulunamadı. Grup UK'da ve Grup YK'da kullanılan tüp çapı tekrar entübasyon sonucunda değiştirildikten sonra daha büyük bir çapa sahip tüple değiştirilmiştir ve istatistiksel olarak anlamlı bir farklılık vardı($p=0,000$.),

KAYNAKLAR

1. Shibasaki M, Nakajima Y, Ishii S, Shimizu F, Shime N, Sessler DI. Prediction of pediatric endotracheal tube size by ultrasonography. *Anesthesiology: The Journal of the American Society of Anesthesiologists*. 2010;113(4):819-24.
2. Cho AR, Kim ES, Lee DW, Hong JM, Kwon JY, Kim HK, et al. Comparisons of recursive partitioning analysis and conventional methods for selection of uncuffed endotracheal tubes for pediatric patients. *Pediatric Anesthesia*. 2015;25(7):698-704.
3. Krishna SG, Hakim M, Sebastian R, Dellinger HL, Tumin D, Tobias JD. Cuffed endotracheal tubes in children: the effect of the size of the cuffed endotracheal tube on intracuff pressure. *Pediatric Anesthesia*. 2017;27(5):494-500.
4. Barash PG, Cullen BF, Stoelting RK, Cahalan M, Stock MC, Ortega R, et al. *Clinical Anesthesia Fundamentals: Print+ Ebook with Multimedia*: Lippincott Williams & Wilkins; 2015.
5. Eriksson LI. *Miller's Anesthesia:.... 1*: Elsevier Health Sciences; 2009.
6. Anestezi KZ. ameliyat öncesi değerlendirme ve hazırlık. *Klinik Anestezi (3rd ed)* İstanbul: Logos Yayıncılık. 2007:16-36.
7. Schmitz BU, Griswold JA, Hagberg CA. *Benumof and Hagberg's Airway Management*. 2013.
8. Hagberg CA. *Benumof's airway management*: Elsevier Health Sciences; 2007.
9. Miller RD, Eriksson LI, Fleisher LA, Wiener-Kronish JP, Cohen NH, Young WL. *Miller's Anesthesia E-Book*: Elsevier Health Sciences; 2014.
10. Tran L, Athiraman U, Rich KM, Tempelhoff R. Hyperventilation, Sympathetic and Metabolic Derangements After Endoscopic Third Ventriculostomy. *Journal of neurosurgical anesthesiology*. 2017;29(1):61-2.
11. Wheeler M CC, Todres ID. . *Pediatric airway. A Practice of Anesthesia for Infants and Children 3rd edition*. Ed. Coté CJ, Ryan JF, Todres ID, W. B. Saunders Company,. 2001; p. 79-109.

12. McNiece WL, Dierdorf SF, editors. The pediatric airway. Seminars in pediatric surgery; 2004: Elsevier.
13. Wheeler DS, Spaeth JP, Mehta R, Hariprakash SP, Cox PN. Assessment and management of the pediatric airway. Resuscitation and stabilization of the critically ill child: Springer; 2009. p. 1-30.
14. Mahmutoğlu AS, Ertürk ŞM, Çelebi İ. HAVA YOLU HASTALIKLARI.
15. Roberts JT. Functional anatomy of the larynx. International anesthesiology clinics. 1990;28(2):101-5.
16. Infosino A. Pediatric upper airway and congenital anomalies. Anesthesiology Clinics of North America. 2002;20(4):747-66.
17. Carr RJ, Beebe DS, Belani KG. The difficult pediatric airway. Journal of Critical Care. 2001;20(3):219-27.
18. Hudgins P, Siegel J, Jacobs I, Abramowsky C. The normal pediatric larynx on CT and MR. American journal of neuroradiology. 1997;18(2):239-45.
19. Sunder RA, Haile DT, Farrell PT, Sharma A. Pediatric airway management: current practices and future directions. Pediatric Anesthesia. 2012;22(10):1008-15.
20. Abramson Z, Susarla S, Troulis M, Kaban L. Age-related changes of the upper airway assessed by 3-dimensional computed tomography. Journal of Craniofacial Surgery. 2009;20:657-63.
21. Schmidt AR, Weiss M, Engelhardt T. The paediatric airway: basic principles and current developments. European Journal of Anaesthesiology (EJA). 2014;31(6):293-9.
22. Adewale L. Anatomy and assessment of the pediatric airway. Pediatric Anesthesia. 2009;19:1-8.
23. Costarino AT, Downes JJ. Pediatric anesthesia historical perspective. Anesthesiology Clinics of North America. 2005;23(4):573-95.
24. COLE F. Pediatric formulas for the anesthesiologist. AMA journal of diseases of children. 1957;94(6):672-3.
25. Eckenhoff JE. Some anatomic considerations of the infant larynx influencing endotracheal anesthesia. Anesthesiology: The Journal of the American Society of Anesthesiologists. 1951;12(4):401-10.

26. Bernet V, Dullenkopf A, Maino P, Weiss M. Outer diameter and shape of paediatric tracheal tube cuffs at higher inflation pressures. *Anaesthesia*. 2005;60(11):1123-8.
27. Khine HH, Corddry DH, Kettrick RG, Martin TM, McCloskey JJ, Rose JB, et al. Comparison of cuffed and uncuffed endotracheal tubes in young children during general anesthesia. *Anesthesiology: The Journal of the American Society of Anesthesiologists*. 1997;86(3):627-31.
28. Weiss M, Dullenkopf A, Gysin C, Dillier C, Gerber A. Shortcomings of cuffed paediatric tracheal tubes. *British journal of anaesthesia*. 2004;92(1):78-88.
29. James I. Cuffed tubes in children. *Pediatric Anesthesia*. 2001;11(3):259-63.
30. Garel C, Contencin P, Polonovski J, Hassan M, Narcy P. Laryngeal ultrasonography in infants and children: a new way of investigating. Normal and pathological findings. *International journal of pediatric otorhinolaryngology*. 1992;23(2):107-15.
31. Weiss M, Dullenkopf A, Fischer J, Keller C, Gerber A, Group EPEIS. Prospective randomized controlled multi-centre trial of cuffed or uncuffed endotracheal tubes in small children. *British journal of anaesthesia*. 2009;103(6):867-73.
32. Wheeler M, Cote CJ, Todres ID. The pediatric airway. *A practice of anesthesia for infants and children*. 2009;4:237.
33. Main E, Castle R, Stocks J, James I, Hatch D. The influence of endotracheal tube leak on the assessment of respiratory function in ventilated children. *Intensive care medicine*. 2001;27(11):1788-97.
34. Chang WP, Kau C-w, Hseu S-s. Exposure of anesthesiologists to nitrous oxide during pediatric anesthesia. *Industrial health*. 1997;35(1):112-8.
35. Gopalareddy V, He Z, Soundar S, Bolling L, Shah M, Penfil S, et al. Assessment of the prevalence of microaspiration by gastric pepsin in the airway of ventilated children. *Acta paediatrica*. 2008;97(1):55-60.
36. Verghese ST, Hannallah RS, Slack MC, Cross RR, Patel KM. Auscultation of bilateral breath sounds does not rule out endobronchial intubation in children. *Anesthesia & Analgesia*. 2004;99(1):56-8.

37. Ring WH, Adair JC, Elwyn RA. A new pediatric endotracheal tube. *Anesthesia & Analgesia*. 1975;54(2):273-4.
38. Subhash A. Equipment for Paediatric Anaesthesia. *Indian Journal of Anaesthesia*. 2004;48(5):365-71.
39. Barash PG. *Clinical anesthesia: Lippincott Williams & Wilkins*; 2009.
40. Cavo Jr JW. True vocal cord paralysis following intubation. *The Laryngoscope*. 1985;95(11):1352-9.
41. Koka BV, Jeon IS, Andre JM, MacKAY I, Smith RM. Postintubation croup in children. *Anesthesia and analgesia*. 1977;56(4):501-5.
42. Takita K, Morimoto Y, Okamura A, Kemmotsu O. Do age-based formulae predict the appropriate endotracheal tube sizes in Japanese children? *Journal of anesthesia*. 2001;15(3):145-8.
43. Schwartz RE, Stayer SA, Pasquariello CA. Tracheal tube leak test—is there inter-observer agreement? *Canadian journal of anaesthesia*. 1993;40(11):1049.
44. ÖZALP Y, ÖZDEMİR N. Biyomateryaller ve Biyouyumluluk. *Ankara Üniversitesi Eczacılık Fakültesi Dergisi*. 1996;25(2):57-72.
45. Reilly C, Nimmo W, Rowbotham D, Smith G. *Intravenous anaesthetic agents: Pharmacology. Anaesthesia Blackwell Scientific Publications, Oxford*. 1994:87-105.
46. Eubanks D, Bone R. *Airway Management. Comprehensive Respiratory Care Second Edition CV Mosby Company, St Louis, Missouri p*. 1990;537.
47. Collins VJ. *Principles of anesthesiology: general and regional anesthesia: Lea & Febiger*; 1993.
48. Stone DJ. Airway management. *Anesthesia*. 1994:1403-35.
49. Atkinson RS, Rushman GB, Lee JA. *A synopsis of anaesthesia: Butterworth-Heinemann*; 1987.
50. Friesen R, McIlvaine W. *Basic techniques of paediatric anaesthesia. Textbook of paediatric anaesthesia practice London: Bailliere Tindall*. 1989:113-49.
51. Browning DH, Graves SA. Incidence of aspiration with endotracheal tubes in children. *The Journal of pediatrics*. 1983;102(4):582-4.

52. Oshodi A, Dysart K, Cook A, Rodriguez E, Zhu Y, Shaffer TH, et al. Airway injury resulting from repeated endotracheal intubation: possible prevention strategies. *Pediatric Critical Care Medicine*. 2011;12(1):e34-e9.
53. Sherman JM, Nelson H. Decreased incidence of subglottic stenosis using an “appropriate-sized” endotracheal tube in neonates. *Pediatric pulmonology*. 1989;6(3):183-5.
54. Dillier CM, Trachsel D, Baulig W, Gysin C, Gerber AC, Weiss M. Laryngeal damage due to an unexpectedly large and inappropriately designed cuffed pediatric tracheal tube in a 13-month-old child. *Canadian Journal of Anesthesia*. 2004;51(1):72-5.
55. Fisk G. Variation in sizes of endotracheal tubes for infants and young children. *Anaesthesia and intensive care*. 1973;1(5):418.
56. Eipe N, Barrowman N, Writer H, Doherty D. A weight-based formula for tracheal tube size in children. *Pediatric Anesthesia*. 2009;19(4):343-8.
57. Salgo B, Schmitz A, Henze G, Stutz K, Dullenkopf A, Neff S, et al. Evaluation of a new recommendation for improved cuffed tracheal tube size selection in infants and small children. *Acta anaesthesiologica Scandinavica*. 2006;50(5):557-61.
58. Sothorn MS, Goran MI. *Handbook of pediatric obesity: Etiology, pathophysiology, and prevention*: CRC Press; 2016.
59. Motoyama EK, Davis PJ. *Smith's anesthesia for infants and children*: Cv Mosby; 1990.
60. Miller RD, Eriksson LI, Fleisher LA, Wiener JP, Young KWL. *Millers anaesthesia seventh edition*. Churchill Livingstone Elsevier, United Kingdom; 2009.
61. Corfield H. Orotracheal tubes and the metric system. *BJA: British Journal of Anaesthesia*. 1963;35(1):34-.
62. Penlington GN. Endotracheal tube sizes fur children. *Anaesthesia*. 1974;29(4):494-5.
63. Steward D, Lerman J. *Techniques and procedures of pediatric anesthesia. Manual of Pediatric Anesthesia, 5th ed* New York: Churchill Livingstone. 2001:69-127.

64. Fine GF, Borland LM. The future of the cuffed endotracheal tube. *Pediatric Anesthesia*. 2004;14(1):38-42.
65. Newth CJ, Rachman B, Patel N, Hammer J. The use of cuffed versus uncuffed endotracheal tubes in pediatric intensive care. *The Journal of pediatrics*. 2004;144(3):333-7.
66. Murat I. Cuffed tubes in children: a 3-year experience in a single institution. *Pediatric Anesthesia*. 2001;11(6):748-9.
67. Litman RS, Weissend EE, Shibata D, Westesson P-L. Developmental changes of laryngeal dimensions in unparalyzed, sedated children. *Anesthesiology: The Journal of the American Society of Anesthesiologists*. 2003;98(1):41-5.
68. Ho AH, Aun C, Karmakar M. The margin of safety associated with the use of cuffed paediatric tracheal tubes. *Anaesthesia*. 2002;57(2):169-282.
69. Šustić A. Role of ultrasound in the airway management of critically ill patients. *Critical care medicine*. 2007;35(5):S173-S7.
70. Tsui BC, Hui CM. Challenges in sublingual airway ultrasound interpretation. *Canadian Journal of Anesthesia/Journal canadien d'anesthésie*. 2009;56(5):393.
71. Hatfield A, Bodenham A. Ultrasound: an emerging role in anaesthesia and intensive care. *British journal of anaesthesia*. 1999;83(5):789-800.
72. Gupta PK, Gupta K, Dwivedi AND, Jain M. Potential role of ultrasound in anesthesia and intensive care. *Anesthesia, essays and researches*. 2011;5(1):11.
73. Kılıçaslan A, Topal A, Erol A, Gök F. Havayolu Anatomisinin Ultrasonografik Olarak İncelenmesi ve Klinik Kullanımı. *Selçuk Tıp Derg*. 2015;31(2):88-94.
74. Kristensen M. Ultrasonography in the management of the airway. *Acta Anaesthesiologica Scandinavica*. 2011;55(10):1155-73.
75. Kundra P, Mishra SK, Ramesh A. Ultrasound of the airway. *Indian journal of anaesthesia*. 2011;55(5):456.

76. Singh M, Chin KJ, Chan VW, Wong DT, Prasad GA, Yu E. Use of sonography for airway assessment: an observational study. *Journal of Ultrasound in Medicine*. 2010;29(1):79-85.
77. Chacko J, Brar G. Bedside ultrasonography-Applications in critical care: Part II. *Indian journal of critical care medicine: peer-reviewed, official publication of Indian Society of Critical Care Medicine*. 2014;18(6):376.
78. Terkawi AS, Karakitsos D, Elbarbary M, Blaiwas M, Durieux ME. Ultrasound for the anesthesiologists: present and future. *The scientific world journal*. 2013;2013.
79. Kumar A, Chuan A. Ultrasound guided vascular access: efficacy and safety. *Best Practice & Research Clinical Anaesthesiology*. 2009;23(3):299-311.
80. Koscielniak-Nielsen Z. Ultrasound-guided peripheral nerve blocks: what are the benefits? *Acta Anaesthesiologica Scandinavica*. 2008;52(6):727-37.
81. Emshoff R, Bertram S, Kreczy A. Topographic variations in anatomical structures of the anterior neck of children An ultrasonographic study. *Oral Surgery, Oral Medicine, Oral Pathology, Oral Radiology, and Endodontology*. 1999;87(4):429-36.
82. Nicholls SE, Sweeney TW, Ferre RM, Strout TD. Bedside sonography by emergency physicians for the rapid identification of landmarks relevant to cricothyrotomy. *The American journal of emergency medicine*. 2008;26(8):852-6.
83. Orr J, Stephens R, Mitchell V. Ultrasound-guided localisation of the trachea. *Anaesthesia*. 2007;62(9):972-3.
84. Adhikari S, Zeger W, Schmier C, Crum T, Craven A, Frrokaj I, et al. Pilot study to determine the utility of point-of-care ultrasound in the assessment of difficult laryngoscopy. *Academic Emergency Medicine*. 2011;18(7):754-8.
85. 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.
86. Ezri T, Gewürtz G, Sessler D, Medalion B, Szmuk P, Hagberg C, et al. Prediction of difficult laryngoscopy in obese patients by ultrasound quantification of anterior neck soft tissue. *Anaesthesia*. 2003;58(11):1111-4.

87. Manikandan S, Neema P, Rathod R. Ultrasound-guided bilateral superior laryngeal nerve block to aid awake endotracheal intubation in a patient with cervical spine disease for emergency surgery. *Anaesthesia and intensive care*. 2010;38(5):946.
88. Jiang J-R, Tsai T-H, Jerng J-S, Yu C-J, Wu H-D, Yang P-C. Ultrasonographic evaluation of liver/spleen movements and extubation outcome. *Chest*. 2004;126(1):179-85.
89. Sartori S, Tombesi P. Emerging roles for transthoracic ultrasonography in pulmonary diseases. *World journal of radiology*. 2010;2(6):203.
90. Schramm C, Knop J, Jensen K, Plaschke K. Role of ultrasound compared to age-related formulas for uncuffed endotracheal intubation in a pediatric population. *Pediatric Anesthesia*. 2012;22(8):781-6.
91. Malhotra S, Dutta A. Pediatric endotracheal tubes: the advantage of outer diameter. *Anesthesia & Analgesia*. 2001;93(3):801-2.
92. Verghese ST, McGill WA, Patel RI, Sell JE, Midgley FM, Ruttimann UE. Comparison of three techniques for internal jugular vein cannulation in infants. *Pediatric Anesthesia*. 2000;10(5):505-11.
93. Al-Mazrou KA, Abdullah KM, Ansari RA, Abdelmeguid ME, Turkistani A. Comparison of the outer diameter of the 'best-fit' endotracheal tube with MRI-measured airway diameter at the cricoid level. *European Journal of Anaesthesiology (EJA)*. 2009;26(9):736-9.
94. Davis D, Barbee L, Ririe D. Pediatric endotracheal tube selection: a comparison of age-based and height-based criteria. *AANA journal*. 1998;66:299-303.
95. Gupta K, Gupta PK, Rastogi B, Krishan A, Jain M, Garg G. Assessment of the subglottic region by ultrasonography for estimation of appropriate size endotracheal tube: A clinical prospective study. *Anesthesia, essays and researches*. 2012;6(2):157.
96. Bae JY, Byon HJ, Han SS, Kim HS, Kim JT. Usefulness of ultrasound for selecting a correctly sized uncuffed tracheal tube for paediatric patients. *Anaesthesia*. 2011;66(11):994-8.

97. Raphael PO, Thasim E, Simon BP, Rajagopal P. Comparative study on prediction of paediatric endotracheal tube size by ultrasonography and by age based formulas. *International Journal of Research in Medical Sciences*. 2017;4(7):2528-32.
98. Sutagatti JG, Raja R, Kurdi MS. Ultrasonographic estimation of endotracheal tube size in paediatric patients and its comparison with physical indices based formulae: a prospective study. *Journal of clinical and diagnostic research: JCDR*. 2017;11(5):UC05.
99. Lakhal K, Delplace X, Cottier J-P, Tranquart F, Sauvagnac X, Mercier C, et al. The feasibility of ultrasound to assess subglottic diameter. *Anesthesia & Analgesia*. 2007;104(3):611-4.
100. Kim E, Kim S, Kim W, Kim H, Kil H. Ultrasound measurement of subglottic diameter and an empirical formula for proper endotracheal tube fitting in children. *Acta Anaesthesiologica Scandinavica*. 2013;57(9):1124-30.
101. Dullenkopf A, Kretschmar O, Knirsch W, Tomaske M, Hug M, Stutz K, et al. Comparison of tracheal tube cuff diameters with internal transverse diameters of the trachea in children. *Acta anaesthesiologica Scandinavica*. 2006;50(2):201-5.
102. Erb T, Frei F. The use of cuffed endotracheal tubes in infants and small children. *Der Anaesthesist*. 2001;50(6):395-400.
103. Holzki, J., Brown, K. A., Carroll, R. G., & Coté, C. J. (2018). The anatomy of the pediatric airway: Has our knowledge changed in 120 years? A review of historic and recent investigations of the anatomy of the pediatric larynx. *Pediatric Anesthesia*, 28(1), 13-22.
104. Weber T, Salvi N, Orliaguet G, Wolf A. Cuffed vs non-cuffed endotracheal tubes for pediatric anesthesia. *Pediatric Anesthesia*. 2009;19:46-54.
105. Cox RG. Should cuffed endotracheal tubes be used routinely in children? *Canadian Journal of Anesthesia/Journal canadien d'anesthésie*. 2005;52(7):669-74.
106. Mota LAA, de Cavalho GB, Brito VA. Laryngeal complications by orotracheal intubation: Literature review. *International archives of otorhinolaryngology*. 2012;16(02):236-45.

107. Kastanos N, Estopá RM, Marín AP, Xaubet AM, Agustí-Vidal A. Laryngotracheal injury due to endotracheal intubation: incidence, evolution, and predisposing factors. A prospective long-term study. *Critical care medicine*. 1983;11(5):362-7.
108. De Bast Y, De Backer D, Moraine J-J, Lemaire M, Vandenberght C, Vincent J-L. The cuff leak test to predict failure of tracheal extubation for laryngeal edema. *Intensive care medicine*. 2002;28(9):1267-72.
109. Cheng K-C, Hou C-C, Huang H-C, Lin S-C, Zhang H. Intravenous injection of methylprednisolone reduces the incidence of postextubation stridor in intensive care unit patients. *Critical care medicine*. 2006;34(5):1345-50.