T.C.

MARMARA ÜNİVERSİTESİ

TIP FAKÜLTESİ ANESTEZİYOLOJİ ANABİLİM DALI

PEDİATRİK HASTALARDA KULLANILAN KAFLI VE KAFSIZ ENDOTRAKEAL TÜPÜN KARŞILAŞTIRILMASI

Dr. Tuğba KARARTI GÜNAL

UZMANLIK TEZİ

İSTANBUL 2014

T.C.

MARMARA ÜNİVERSİTESİ

TIP FAKÜLTESİ ANESTEZİYOLOJİ ANABİLİM DALI

PEDİATRİK HASTALARDA KULLANILAN KAFLI VE KAFSIZ ENDOTRAKEAL TÜPÜN KARŞILAŞTIRILMASI

Dr. TUĞBA KARARTI GÜNAL

UZMANLIK TEZİ

Danışman: Doç. Dr. ALPER KARARMAZ

İSTANBUL 2014

iÇiNDEKiLER

Sayfa No.

ÖZET ……iii
İNGİLİZCE ÖZET …….....v
SİMGELER VE KISALTMALAR DİZİNİ ……..vi
1. GİRİŞ VE AMAÇ …….....1
2. GENEL BİLGİLER ……..4
2.1. Pediyatrik Havayolunun Anatomik Farklılıkları …….....4
2.1.1. Kafa ……...4
2.1.2. Dil ……..4
2.1.3. Farenks …….....5
2.1.4. Larinks ……..5
2.1.5. Epiglot ……...9
2.1.6. Vokal Kordlar ……10
2.1.7. Trakea ve Bronşlar ……11
2.2. ETT çeşitleri ve özellikleri 11
2.2.1. Uç tasarımı 12
2.2.2. Tüp işaretleri 13
2.2.3. Kaf sistemleri 14
2.2.4. Özel tüpler 15
2.2.4.1. Şekillendirilmiş tüpler 15
2.2.4.2. Cole tüpleri 16
2.2.4.3. Ekstra uzun krup tüpleri 17
2.2.4.4. Güçlendirilmiş tüpler 17
2.2.4.5. Lazer tüpler 18
2.2.4.6. Akciğer izolasyon tüpleri 19
2.3. Uygun ETT seçiminde kullanılan formül ve yöntemler.....19
2.3.1. Yaşa dayalı formüller 21
2.3.1.1. Cole formülü 22
2.3.1.2. Penlington formülü 22
2.3.1.3. Khine formülü 22
2.3.1.4. Motoyoma formülü 22
2.3.2. Kiloya dayalı formüller.....22
2.3.3. Uzunluğa dayalı formüller 23

2.3.4. Çoklu değişkenlere dayalı formüller 23
2.3.5. Diğer yöntemler 24
2.3.5.1. Broselow şeridi 24
2.3.5.2 Parmak çapı 24
2.3.5.3. Kaçak testi 25
2.3.6. Görüntüleme yöntemleri 26
2.4. Havayolu değerlendirilmesinde ultrasonografi 26
2.4.1. Larinks 28
2.4.2. Vokal kordlar 29
2.4.3. Krikoid kartilaj ve krikotroid membran 30
2.4.4. Subglottik çapın ölçülmesi 31
2.5. Kaflı ve kafsız tüpler 31
2.5.1. Kafsız tüp kullanımının avantajları 31
2.5.2. Kafsız tüp kullanımının dezavantajları 33
2.5.3. Kaflı tüp kullanımının avantajları 34
2.5.4. Kaflı tüpten kaçınma nedenleri 35
2.5.4.1. Dizayn farklılığı 35
2.5.4.2. Yerleştirme zorluğu 36
2.5.4.3. Kaf basıncıyla ilişkili problemler 38
2.5.4.4. Subglottik stenoz riski 39
2.6. Endotrakeal tüp komplikasyonları 40
2.6.1. Entübasyon sırası ve süresince görülen komplikasyonlar 40
2.6.2. Ekstübasyon sırası ve sonrasında görülen komplikasyonlar .41
2.6.3. Laringospazm 42
2.6.4. Post-ekstübasyon laringeal ödem veya krup 45
2.6.5. Postekstübasyon stridoru.....45
2.6.6. Laringotrakeal (subglottik) stenoz 46
3. GEREÇ VE YÖNTEM 48
3.1. İstatiksel İncelemeler 54
4. BULGULAR …….55
5. TARTIŞMA ……..73
6. SONUÇ ……..87
7. KAYNAKLAR ……..88

Özet

Pediyatrik Hastalarda Kullanılan Kaflı ve Kafsız Endotrakeal Tüpün Karşılaştırılması

Amaç: Bu çalışmamızda uygun boyutta ETT seçiminde, yaş ve kilo bazlı formüllerin, serçe parmak çapının, USG ile ölçülen subglottik çapın ve son olarak laringoskopi sırasında gözlem yaparak tahmin yöntemlerinden hangilerinin uygun boyutta tüpü saptamada daha etkin olduğunu bulmaya çalıştık. Ayrıca kaflı ve kafsız tüpleri komplikasyonlar yönünden karşılaştırdık. Son olarak, ultrasonografik olarak ölçtüğümüz subglottik çap ile endotrakeal tüp dış çapı arasındaki farkın hava yolu komplikasyonlarıyla olan ilişkisini araştırdık.

Gereç ve Yöntem: Genel anestezi altında opere olacak ve endotrakeal entübasyon uygulanacak, 6 ay-5 yaş arası, 133 çocuk çalışmaya dahil edildi. Hastalar randomize olarak kaflı ya da kafsız entübe olanlar şeklinde iki gruba ayrıldı. Hastalar % 100 oksijen altında yüz maskesi ile ventile edilirken ultrason ile transtrakeal subglottik çap ölçümü yapıdı. Entübasyon öncesi tüp hazırlığı için yaş bazlı formüller kullanıldı. Entübasyonda kullanılacak tüp direk laringoskopi sırasında gözleme dayalı olarak seçildi ve hastalar endotrakeal yoldan entübe edildi. Kumpas yardımıyla ölçülen serçe parmak distal falanks çapı kaydedildi. Gözleme dayalı olarak seçilen ilk tüp numarası, entübasyon sayısı, tüp değişim gerekçeleri ve uygun olduğuna karar verilen son tüpün numarası kaydedildi. Ekstübasyon sonrası laringospazm, stridor ve krup kaydedildi.

Bulgular: Yaş bazlı formüllerin doğru endotrakeal tüpü saptama oranları %5-43; kilo bazlı olanların ise %25-38 olarak saptandı. Kullandığımız tüm yöntem ve formüllerin içinde uygun endotrakeal tüp boyutunu en iyi tahmin eden yöntem ultrosonografi ikinci olarak da gözlem metodu olarak bulundu. Subglottik çap ile tüpün dış çapı arasındaki fark 1.95 mm'nin üstüne çıktığı hiçbir hastada postoperatif stridor gözlemedi. Yine bu

çapın 2.3 mm üstüne çıktığı hastalarda kaçak miktarı % 30'u geçti. En çok kaçak nedeniyle tüp değiştirildi. Kafsız tüplerde kaçak miktarı ve reentübasyon oranı kaflı tüp kullanılan gruba göre anlamlı derece yüksek bulundu ($p<0.0001$). Komplikasyon açısından değerlendirildiğinde iki grup arasında istatistiksel olarak anlamlı bir fark gözlenmedi.

Sonuç: Yaş ve kilo bazlı formüllerin doğru endotrakeal tüp saptamadaki başarıları düşüktür. Ultrasonografi ile ölçülen subglottik çap ve direkt gözlem yöntemi, uygun tüp boyutu belirlemede diğer yöntemlerden daha başarılıdır. Tüpün kaflı veya kafsız olmasının havayolu komplikasyonları üzerine anlamlı bir etkisi yoktur. Dış çapı subglottik çaptan 1.95 mm küçük tüplerin seçilmesi ile postoperatif hava yolu komplikasyonları azaltılabilir.

Anahtar Kelimeler: Endotrakeal tüp, pediyatrik hasta, ultrasonografi, subglottik çap, havayolu komplikasyonları

SUMMARY

Comparison of Cuffed and Uncuffed Endotracheal Tubes in Pediatric Patients

Objective: In this study, we aimed to determine the most efficient method, among which are age and weight based formulas, fifth finger diameter, measurement of subglottic diameter with ultrasound and estimating the size by inspection during laryngoscopy, to choose the appropriate endotracheal tube size. We also compared cuffed and uncuffed tubes by the complications encountered. Finally, we tried to determine the relation of the difference between the subglottic diameter measured by ultrasound and outer diameter of endotracheal tube on airway complications.

Methods: 133 children aged between 6 months to 5 years, who were to be endotracheally intubated and operated under general anesthesia were enrolled in the study. Patients were randomized into two groups as intubated with a cuffed or uncuffed endotracheal tube. Transtracheal subglottic diameter measurement was carried out by ultrasound while the patient was ventilated via facemask with 100% oxygen. Endotracheal tube selection was executed according the formulas regarding age before the intubation. The size of the endotracheal tube was determined by inspection during direct laryngoscopy and then patients were intubated. The diameter of the distal phalanx of the fifth finger was measured by a caliper and recorded. The size of the endotracheal tube determined by inspection, number of intubation attempts, the reason of changing the endotracheal tube and the size of the tube considered to be appropriate in the end, were also recorded. Laryngospasm, stridor and, croup encountered after extubation were also noted.

Results: The success rates in detecting appropriate endotracheal tube size were lower when age based and weight based formulas were used (% 5-43 and % 25-38,

respectivelly). Measuring the subglottic diameter by ultrasound was the best, inspection method was the second best method of all the methods and calculations we have used to estimate the appropriate size of the endotracheal tube. None of the patients suffered postoperative stridor if the difference between his subglottic diameter and external diameter of the endotracheal tube used is above 1,95 mm. Also, if this difference is above 2,3 mm, the leak was more than 30%. Leakage was the leading cause of tube switching. Uncuffed tubes had statistically higher rates of reintubation and higher amount of leakage as compared to cuffed tubes ($p<0.0001$).

There was no statistical difference between the two groups in regard of complications.

Result: Age and weight based formulas have low success rates in detecting appropriate endotracheal tube size. Measuring subglottic diameter by ultrasound and direct visualization are better than the other methods in assessing the correct tube size. Having the tube uncuffed or cuffed has no significant effect on airway complications. Postoperative airway complications may be diminished if tubes, which have an external diameter 0,95mm less then subglottic diameter, are preferred.

Key Words: endotracheal tube, pediatric patient, ultrasonography, subglottic diameter, airway complications

SİMGELER ve KISALTMALAR

ETT: Endotrakeal tüp

CT:Komputorize tomografi

MRI: Manyetik rezonans görüntüleme

USG:Ultrasonografi

PVC:Polivinilklorid

ID:İÇ çap

Mm:Milimetre

OD: Dış çap

HVLP:Yüksek volüm düşük basınç

mmHg:Milimetre civa

cmH_2O:Santimetre su

F: French

CO_2:Karbondioksit

N_2O:Azot protoksit

ROC: Receiver operating curve

S:Subglottik alan çapı

1. GİRİŞ VE AMAÇ

Uygun endotrakeal tüp (ETT) boyutunu tahmin etmek pediyatrik hastalarda havayolu yönetimi için son derece önemlidir. Yıllardır bu amaçla birçok farklı ağırlık, boy ve/veya yaş bazlı formül geliştirilmiş ve bu formüllerin birbirleriyle karşılaştırıldığı klinik çalışmalarla uygun endotrakeal tüpü en iyi tahmin eden yöntem bulunmaya çalışılmıştır (1).

Ancak geliştirilen formüllerden hiçbirisi uygun tüp boyutunun tespitinde yüksek özgüllüğe ve duyarlılığa sahip değildir. Başlangıçta doğru olarak belirlenemeyen ETT nedeniyle tekrarlanan laringoskopi girişimleri havayolunda travma riskini artırır ve entübasyon süresi de uzar (2).

Bu nedenle bilim adamları uygun ETT bulma konusunda arayışlarını sürdürürken görüntüleme yöntemlerinden yararlanma fikri ortaya konulmuş. Yapılan yeni çalışmalar sonucu X-Ray, CT (3), MRI (4) ve USG (5) gibi yöntemlerle laringeal yapıları daha net ortaya koymuş ve uygun ETT boyutunu belirlemeye yardımcı olacak yeni formüller türetmişlerdir.

Bunlardan CT ve MRI'ın sadece ETT yi bulma amaçlı rutin olarak kullanımı mümkün olmayıp, X-Ray'in daha ucuz bir yöntem olmasına karşılık radyasyon riskinin bulunması USG yi bu konuda avantajlı kılmıştır.

USG'nin taşınabilir olması, güvenilir hızlı sonuçlar vermesi, gerçek zamanlı dinamik görüntüler elde edilmesi ve radyasyon riskinin olmaması bu avantajlar arasında sayılabilir. Özellikle anestezistler, acil tıp ve yoğun bakım doktorları havayolu yönetimi konusunda giderek daha yaygın bir şekilde USG'yi kullanmaya başlamışlardır (6).

Bilim dünyasını yıllardır meşgul eden diğer bir konu; "pediyatrik hastalarda kullanılan ETT' ler kaflı mı kafsız mı olmalıdır" sorusuna verilecek cevabı bulmaya çalışmak olmuştur.

Geleneksel olarak 8 yaş altı çocuklarda kafsız ETT'ler kullanılmıştır (7). İlk üretilen tüplerin boyutları arasında çok farklılıklar olması, derinlik işaretlerinin yetersiz ve eksik oluşu nedeniyle kaflı tüpler yeterince güvenli bulunmamıştır (8).

Ancak daha sonra geliştirilen özellikle yüksek volüm-düşük basınçlı kafa sahip ETT'lerin modern dizaynı sayesinde bu sorunların üstesinden gelinmiştir (9).

Çok küçük kafsız bir ETT ile entübasyon, yetersiz ventilasyon, güvenilir olmayan end-tidal gaz monitorizasyonu, tüp kenarından kaçak nedeniyle anestezik gazların ameliyathane ortamını kirletmesi ve aspirasyon riskinde artış ile sonuçlanmaktadır. ETT nin gereğinden büyük olması ya da kafının fazla şişirilmesi ise, üst hava yollarında ödem, lokal iskemi, ülserasyon, skar formasyonu ve bunların sonucunda subglottik stenoz gibi hasarlara neden olmaktadır (5).

Hastaya faydaları yanında kaflı ve kafsız tüp ekonomik açıdan karşılaştırıldığında (10) ve hem doğaya hem de çalışanların sağlığına etkisi göz önüne (11) alındığında kaflı tüpler artık avantajlı gibi görünmektedir.

Geçmişte yapılan çalışmalardan bazılarının retrospektif olması ve kayıtların güvenilir olmaması, bazılarının belli bir etnik kökende yapılması nedeniyle tüm popülasyona uygulanabilirliğinin olmaması ya da sadece belli yaş gruplarını kapsaması ve tüpler arası standardizasyonun olmaması gibi nedenlerden ötürü bu konuda hala çalışmaya ihtiyaç olduğu bir gerçektir.

Bu çalışmamızda uygun boyutta ETT seçiminde, yaş ve kilo bazlı formüllerin, serçe parmak çapının, USG ile ölçülen subglottik çapın ve son olarak laringoskopi sırasında gözlem yaparak, tahmin yöntemlerinden hangilerinin uygun boyutta tüpü saptamada daha etkin olduğunu bulmaya çalıştık. Diğer yandan kaflı ve kafsız tüpleri, doğru tüpü bulana dek yapılan entübasyon sayısı ve kaçak miktarları bakımından karşılaştırdık.

Yine her iki tüpü, peroperatif dönemde endobronşiyal entübasyon veya istemsiz

ekstübasyon olup olmaması, laringospazm, krup, stridor gibi komplikasyonların görülüp görülmemesi ve ekstübasyon sonunda reentübasyon ya da yoğun bakım ihtiyacı olup olmaması bakımından da karşılaştırmayı planladık.

Son olarak literatürde bilindiği kadarıyla havayolunun iç çapıyla ETT'nin dış çapı arasında kanıtlanmış güvenli bir sınır bulunmadığından, bu çalışmayla ultrasonografik olarak ölçtüğümüz subglottik çap ile ETT dış çapı arasındaki farkın hava yolu komplikasyonlarıyla olan ilişkisini belirlemeye çalıştık.

2. GENEL BİLGİLER

2.1. PEDİYATRİK HAVAYOLUNUN ANATOMİK FARKLILIKLARI

Pediyatrik yaş grubunda hava yolu problemleri anestezi uygulamaları sırasında morbidite ve mortalite nedenlerinin başında gelmektedir. Bu nedenle hava yolunun anatomik ve fizyolojik özelliklerini, uygulamalar sırasında karşılaşılabilecek zorlukları ve onlarla başa çıkabilmeyi bilmek gerekir (12).

Çocukların anatomik ve fizyolojik özellikleri erişkinden ve gelişim durumuna göre birbirinden çok farklıdır. Hava yolu doğumdan erişkin döneme kadar önemli değişikliklere uğrar. Bu değişiklikler kafatası, ağız boşluğu, larinks ve trakea gelişimini etkiler. İnfant ve erişkin havayolu arasındaki tüm farklılıklar çocuk büyüdükçe ortadan kalkar. Genellikle 10 yaşına gelindiğinde erişkin havayolunun karakteristik özellikler i kazanılmış olur (13).

2.1.1. Kafa

Kafa ve oksiput infantlar ile küçük bebeklerde gövdeye göre büyüktür. Bu durum supin pozisyonda iken boynun fleksiyona gelmesi ve potansiyel hava yolu tıkanıklığına neden olur. Nispeten büyük oksiput nedeniyle omuz altına rulo konulması bu yaş grubunda maske ventilasyonu yapılmasını ve direk laringoskopiyi rahatlatır (13).

2.1.2. Dil

Oral kavite doğumda küçükken yaşamın ilk yılında alt çene ve dişlerin gelişimiyle büyür (12). İnfantların dili büyük olduğundan daha büyük çocuk ve erişkinlere göre oral kavitede kapladığı yer de büyüktür. Yenidoğanlarda dil larinksin daha anteriorundadır. Böylece epiglot yumuşak damakla temas eder ve eş zamanlı olarak solunuma ve emmeye izin verir. Ayrıca yumuşak dokuların kemikli yapılara oranı daha yüksek olduğundan bu durum infantlarda büyük çocuklara oranla hava yolu obstrüksiyonuna

yatkınlığı arttırırken, laringoskopi sırasında da teknik güçlüklere neden olur (14).

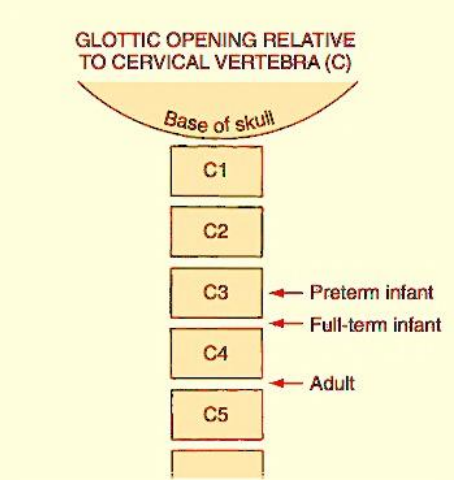
2.1.3. Farenks

Solunum ve sindirim sisteminin ortak üst yolunu oluşturur. Sırasıyla nazofarenks, orofarenks ve laringofarenksden oluşur (15). Farenks girişi lenfoid dokudan zengindir. Hipertrofik adenoidler nazofarenksi kısmen veya tamamen tıkayarak, bebek ve çocuğu ağızdan solumak zorunda bırakabilir. Bu durum burnun havayı ısıtıcı, nemlendirici işlevini ortadan kaldırır. Hipertrofik tonsiller ise orofarenksin girişini daraltır. Bu durumda özellikle uyku sırasında havayolu obstrüksiyonu yaparak obstriktif uyku apnesi ve hipoksiye neden olabilir. Aynı olasılık anestezi sırası ve sonrasında da söz konusudur (16).

2.1.4. Larinks

İnfant larinksi erişkin larinkisinin minyatür bir versiyonu değildir. İki organ arasında temel farklılıklar vardır. Bu farklılıklar boyut, yerleşim yeri ve konfigürasyonla ilişkilidir (14).

İnfant ve küçük çocukların larinksi erişkinlere göre daha yukarıdadır. Erişkin larinksi C4-5 de lokalizasyon gösterirken infantda C3-4 seviyesindedir ve larinksin sefalad yerleşimi oral ventilasyonu zorlaştırır (**Şekil 1**). Bu nedenle süt çocukları yaşamın ilk yılında zorunlu olarak burun solunumu yaparlar (13).



Şekil 1: İnfant ve erişkinde larinks lokalizasyonu (A Practice of Anesthesia for Infants and Children)

Yıllardır infant ve çocuklarda larinksin huni şeklinde olduğu ve en dar yerinin çıkışı olduğu kabul edilmiştir.

Eckenhoff 1951 yılında 'bir çocuk büyüdükçe larinksin transvers kesitindeki şekli erişkindeki gibi silindirikleşir' bilgisini, 1897 de Bayeux'un 15 çocuk üzerinde yaptığı kadavra çalışmasının sonuçlarına dayanarak söylemiş fakat bulunan ölçümlerin yaşayanlara tamamen uymayabileceğini eklemiştir (17).

Daha sonra Litmann 0-14 yaş arası, 99 çocuğun larinkslerini derin sedasyon altında ve spontan solunumları varken MRI ile incelemiştir. Eckenhoff' un aksine, transvers kesitte larinksin koni şeklinde ve koninin apeksinin vokal kordlar olduğunu, antero-posterior kesitte ise silindirik olduğunu, gelişim boyunca değişmediğini bulmuştur (4).

Dalal ve arkadaşları 6 ay-13 yaş arası, 128 çocuğun laringeal boyutlarını inceledikleri çalışmada, çocuk larinksinin koni şeklinden daha çok erişkindeki gibi silindirik olduğunu ve yaşla değişmediğini bulmuşlardır. Sonuçların Litmann ile benzer çıkması açısından bu çalışma önemlidir.

İki çalışma arasındaki en önemli farklardan biri ise hasta popülasyonunun durumudur. Dalal'ın çalışması hastalar anestezi altında, paralize ve apneik iken yapılan video-bronkoskopik görüntülemeye dayanmaktadır.

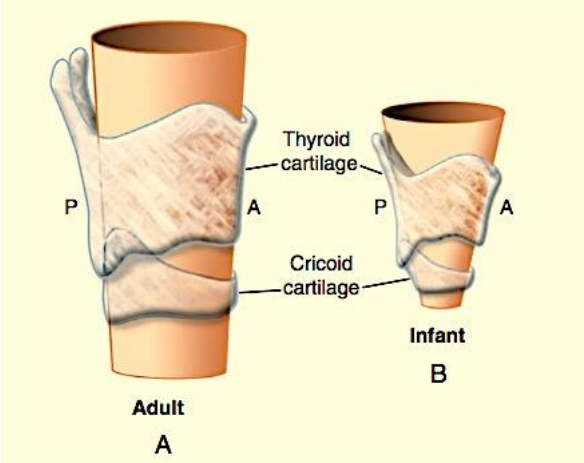
Litmann'nın çalışmasında solunum döngüsünün belli bir evresinde görüntü elde etmek için hiçbir girişim yapılmadığı gibi, spontan solunumda vokal kordlar hareketli iken ölçüm yapılmıştır. Ancak her iki çalışmada da krikoidin hafif eliptik şekilde olduğu gösterilmiştir (18).

Bayeux ve Eckenhoff larinksin çocuklarda larinksin en dar yerinin krikoid halka olduğunu vurgulamışlardır. Dalal ve arkadaşları larinksin en dar yerini rima glottis olarak bulmuşlardır (18).

Litmann ise her ne kadar spontan solunumda larinksin en dar kısmını glottik açıklık olarak tarif etse de paralize olmayan çocuklarda, rijid krikoid halka larinksin en dar fonksiyonel bölümüdür diye belirtmiştir. Bu Litman ve arkadaşlarının işaret ettiği otopsi çalışmalarında uzamış entübasyona maruz kalan çocuklarda tüm larinks boyunca en ağır hasarın vokal kortlar seviyesinde görülmesini anlamlı kılabilir (4).

Sonuç olarak yeni bilgiler ışığında sıkı oturan bir ETT uygulandığında eliptik krikoid halkanın transvers mukozasında anteriorposterior segmentinden daha fazla bası ve iskemi olacaktır denilebilir (18).

MRI çalışmalarında larinksin en dar yerinin glottik seviyede olduğunun görülmesine rağmen bu veriler yetersizdir ve subglottik seviyenin en dar, supraglottik seviyenin ise en geniş olduğu düşünülür (12). Erişkinde en dar kısım glottis olduğundan vokal kordları geçen bir endotrakeal tüp kolayca trakea içinde ilerlerken, infant ve küçük çocuklarda krikoid kıkırdaktaki darlık nedeniyle vokal kordları geçen bir endotrakeal tüp subglottik bölgede sıkışabilir (19) (**Şekil 2**) .



Şekil 2: Erişkin (A) ve infant (B) larinksinin konfigrasyonu (A Practice of Anesthesia for Infants and Children)

Larinks erişkinlere kıyasla gevşek yapılar ile çevrilmiştir. Direk laringoskopi sırasında daha fazla anteriorda görülür ve entübasyonu mümkün kılan pozisyonu sağlamak için dış manüplasyon ile kolayca hareket ettirilebilir (12).

Krikoid kıkırdak küçük boyutu ve genişleyemeyen tam bir halka şeklinde olması nedeniyle bu bölgede mukozal ödem gelişmesi durumunda solunum yolunu ciddi tehlike altına sokabilir (15).

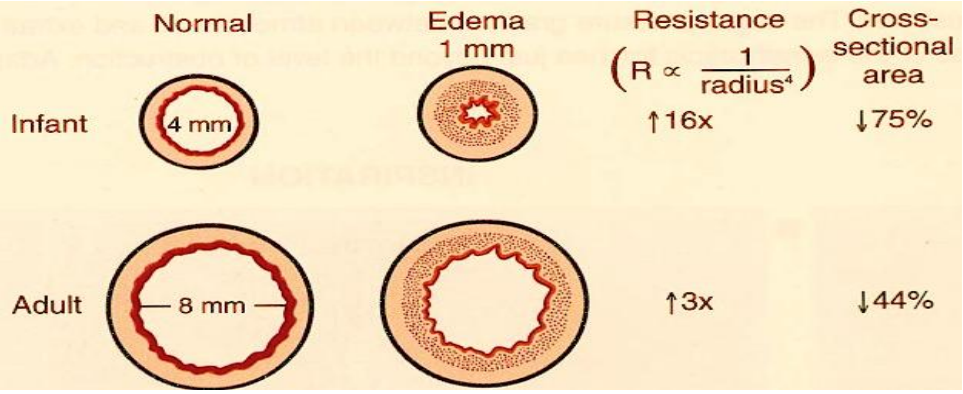
Havayolu direnci (R), bir ünite akıma (V) düşen basınç (P) olarak tanımlanır ve $cmH_2O/L/sn$ birimi ile ifade edilir. Akımın laminar olduğu varsayılırsa; direnç havayolunun uzunluğu (l), yarıçapı (r) ve içinden geçen gazın viskozitesine (η) bağlıdır.

$$R = 8l\eta / \pi r4$$

Direnç, yarıçapın 4. kuvveti ile ters orantılı olduğu için bunlar içinde çap, dirence en etkili olandır. Bu nedenle direnç, havayolunun dar olduğu bebeklerde, çocuk ve erişkinlerden daha fazladır (20).

Süt çocuğu larinkisinde 1 mm lik bir çevresel ödem kesit alanını %75 azaltıp rezistansı

16 kat arttırırken, erişkindeki 1 mm lik ödem kesit alanında %44 azalmaya ve rezistansda 3 kat artışa sebep olur. Bu durum erişkin için önemli olmayacak enflamasyon veya sekresyonun bebeklerde hayati tehlike oluşturmasına neden olur (14).



Şekil 3: İnfant ve yetişkinde havayolunda ödemin etkisi (A Practice of Anesthesia for Infants and Children)

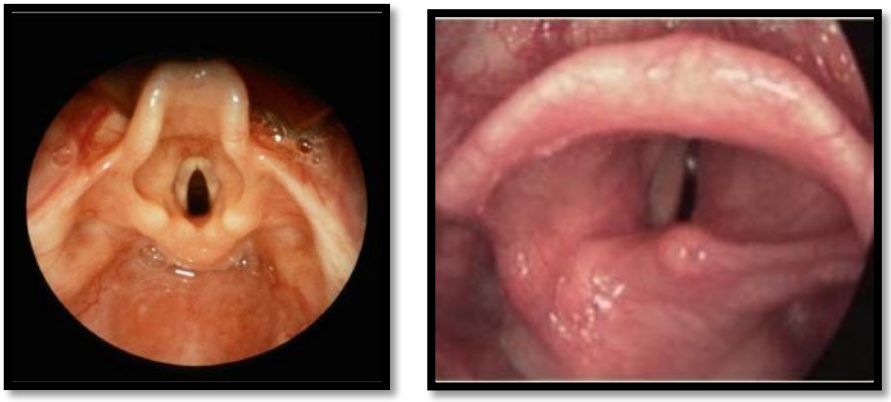
Gelişen subglottik ödem ekstübasyon sonunda hafif bir krup ya da stridor yanında, trakeal stenoza varabilen ciddi sonuçlara neden olabilir (13). Trakeal lümeni daralmış olabilecek uzun süreli entübasyon öyküsü olanlarda, yeni üst solunum yolu enfeksiyonu geçirenlerde veya krup olanlarda özellikle sedasyon sırasında dikkat etmek gerekir (13).

2.1.5. Epiglot

Epiglot erişkinlere göre bebekte uzun, dar, yumuşak ve sıklıkla U, V veya omega şeklindedir (**Şekil 4**). Bu şekil ve eğimi nedeniyle laringeal girişi engeller . Özellikle burun tıkanıklığı olan çocuklarda sedasyondan sonra etkin ventilasyon yapılamazsa tehlikeli durumlar ortaya çıkabilir (14).

Tipik olarak epiglot direk laringoskopi sırasında posteriora doğru açılandığından vokal kordların direk görünümünü engeller. Bu nedenle infant ve küçük çocuklarda epiglotun bleyd ucu ile yukarı kaldırılması laringoskopiyi ve entübasyonu kolaylaştırır. Bu

nedenle dar uçlu düz bleydler, epiglotun kaldırılmasını kolaylaştırdığı için çok küçük bebeklerin entübasyonunda kullanılmaları eğri bleydlerden daha yararlı olabilir (14).



Şekil 4: Omega şeklinde infant epiglotu ve erişkin epiglotu (Benjamin B: Atlas of Paediatric Endoscopy, Anatomy and assessment of the pediatric airway)

Larink girişi ve epiglotun alt yüzü nervus vagus tarafından innerve edildiğinden epiglot düz laringoskop bleydi ile kaldırıldığında vagal refleks sonucu bradikardi ve hipotansiyon gelişebilir (15). Eğimli bleydler ise dil tabanı ve epiglot arasındaki açıya yerleştirilir. Epiglotun üst yüzeyi ve vallekula glossofarengeal sinir tarafından innerve edildiğinden teorik olarak bradikardi riski daha düşük olur (15) (21).

2.1.6. Vokal kordlar

Vokal kordlar erişkinde trakea ile dik açı yaparken, bebek ve küçük çocukta trakeaya doğru eğimli olarak uzanırlar. Bebeklerde vokal kordların açısı körlemesine itilen tüpün ön komissürde takılmasına neden olarak trakea içine girmesine engel olmaktadır (19)(16).

2.1.7. Trakea ve Bronşlar

İnfantlarda trakea yetişkinlerden daha küçüktür. Solunum sırasındaki işlevi pasiftir ve iki yaş grubu arasındaki anatomik farklılıklar larinkste olduğu kadar belirgin değildir. Trakeanın küçük internal çapı havayolu rezistansında önemli artışa sebep olur ve bu mukozal hasar sonrasında daha da artar (14). Trakeanın boyu çocuğun vücut ağırlığından ziyade yaşı ve boyu ile ilişkilidir (22) (23).

Yenidoğanda göreceli olarak kısa olup 4 cm kadardır. Endobronşial entübasyona olanak vermemek için tüpün ucu vokal kordları 1 cm den fazla geçmemelidir. Erişkinde sağ ana bronş orta hatla daha dar bir açı yaparken çocuklarda her iki bronş eşit açılarla ayrılır (16).

2.2. ETT ÇEŞİTLERİ VE ÖZELLİKLERİ

Çocuklar anatomik ve fizyolojik farklılıkları nedeniyle anestezik açıdan özel ekipman gerektirirler. Bu ekipmanın uygun zamanda ve uygun boyutta olanının kullanılmasıyla olası komplikasyonlar en aza indirilebilir. Anestezistler çocuk için uygun tüpü seçerken ve uygularken, tüpler arasında önemli farklar bulunduğunun bilincinde olmalıdırlar. Trakeal tüplerin tasarım özellikleri ve üretim şartları birçok ulusal rehber tarafından dikte edilmiştir. Son yıllarda pediyatrik trakeal tüplerde bir çeşitlilik vardır. Bunun nedeni tüplerin tasarımı ve kullanılan malzemenin iyileştirilmesi üzerine odaklanan çalışmalardır (24).

ETT ler kaflı, kafsız, nazal, oral, saydam veya opak, uç açıklığının eğimi, yönü ve buraya yakın delik mevcudiyetine göre farklı modellerde olabilirler.

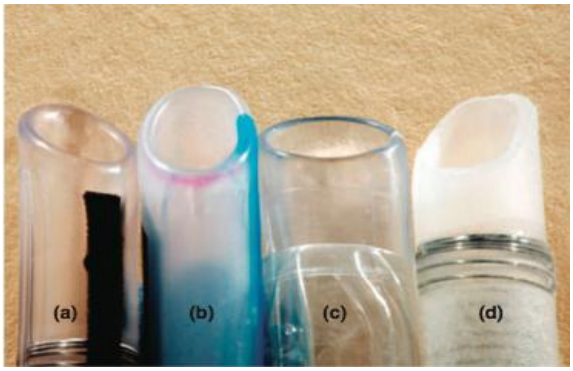
Çoğu trakeal tüp havayolunun şekli ve vücut sıcaklığı ile yumuşayacak şekilde, lateks içermeyen, termoplastik, şeffaf, ucuz, toksik olmayan, polivinil kloridden (PVC)

yapılmıştır. Silikondan yapılmış olan yumuşak tüpler, uzun süreli entübasyon için daha uygundur (24).

Tüp lümeni genellikle yuvarlaktır. Klinik kullanımda genellikle hava akımının geçtiği iç çapıyla (ID) isimlendirilir ve milimetre (mm) cinsinden boyutlandırılırlar. Boyutlar 0.5 mm lik artışlar halinde büyür. Dış çap (OD), üreten firma ve kullanılan malzemeye göre değişiklik gösterebilir. En küçük ETT 2 mm ID'ye sahiptir (24). Tüpleri boyutlandırmada ikişer ikişer atlayan çift sayılar şeklinde, tüpün çevresini ve dış çapı ifade eden french büyüklükleri de (fransız skalası, mm olarak dış çap x 3) kullanılmaktadır. Tüpler steril bir şekilde üretilir ve tek kullanımlıktır. Tüp uygulanmadan önce kafı mutlaka şişirilmeli, simetrisi ve tek yönlü valv sistemi kontrol edilmelidir (19).

2.2.1. Uç Tasarımı

Tüp dizaynının çeşitli özelliklerinin tüpün glottisten ilerlemesini etkileyebileceği ileri sürülmüştür. Pediyatrik tüplerin ucundaki yumuşak eğim entübasyon sırasındaki lokal travmayı azaltmak için tasarlanmıştır. Uç dizaynı ağırlıklı olarak yetişkinlerde fiberoptik ile yapılan entübasyonun gözlenmesiyle, tüpün glottis arasından daha kolay bir şekilde ilerletilmesini sağlamak amacıyla tasarlanmış ve kama şeklindeki eğim daha yumuşak hale getirilmiştir (24) (25).



Şekil 5: Farklı ETT uçlarının görünümü

Birçok pediyatrik tüpün eğiminin karşı tarafında, distalde murphy gözü denilen bir delik vardır. Bu tüpler murphy tüp olarak adlandırılırlar. Göz, tüpün ucu trakeal duvara dayanıp tıkandığında veya istenmeyen bronşiyal entübasyon olduğunda ventilasyonu sağlar (26).

Murphy gözü nedeniyle bildirilen komplikasyonlar da vardır. Çoğunluğunu, tüp değiştiriciler, fiberoptik ve aspirasyon kateterleri gibi ekipmanların göze takılarak çeşitli sorunlara neden olması oluşturur. Ayrıca murphy gözü her iki akciğerin havalanmasına neden olarak endobronşiyal entübasyonun tanınmasını güçleştirebilir. Murphy gözü solunum yolu obstrüksiyon nedeni olarak da bildirilmiştir (27) (26).

Eğer ETT de Murphy gözü yoksa sadece basit eğimli bir uca sahipse bu tüplere magill tüp denir ve kaf, tüp ucuna yakın yerleştirilir (24).

2.2.2. Tüp İşaretleri

Tüp işaretleri için hiçbir uluslararası standart yoktur ve farklı farklı olduklarından kafa karışıklığına neden olabilirler (28).

İşaretler tüpün uzunluğu boyunca santimetre (cm) cinsinden belirtilir ve tüp ucundan uzaklığı gösterirler. Ancak bazen dizide boşluklar olabilir ve bu durum tüpün derinliğini doğru tahmin etmede zorluklara neden olabileceğinden, bunların görünürlüğünün geliştirilmesi gerektiği ileri sürülmüştür (29) (30) (31) (9).

Farklı üreticiler arasında ve hatta aynı üreticiye ait kaflı ve kafsız tüpler arasında, tüpün ucundaki kılavuz işaretler değişkendir (8).

Üreticinin adı, ID ve OD ölçümleri, entübasyon için beklenen ağız ve burun derinlikleri arasındaki bir sınır hattı da tüp üzerinde işaretlenmiştir. Lazer ve güçlendirilmiş tüpler dışında çoğu tüpün distal ucunda veya tüpün uzunluğu boyunca bir radyoopak işaret

vardır (24).

2.2.3. Kaf Sistemleri

Birçok üretici firma pediyatrik kullanım için özel olarak tasarlanmış kaflı tüpler üretmektedir. Kaf sistemleri; kaf, inflasyon tüpü ve pilot balondan oluşur.

Bir kafın varlığı OD yi önemli ölçüde arttırdığından, kısmen şişirilmiş veya şişirilmemiş kafın trakea yüzeyinde hasara neden olabileceği ileri sürülmüştür (32).

Balonun esnekliği ve volümüne göre düşük volüm-yüksek basınçlı veya yüksek volüm-düşük basınçlı (HVLP) tipleri mevcut olup, trakea duvarına daha az bası yapan ikinci tip daha çok kullanılmaya başlanmıştır (16).

Aspirasyonu engellemek için lateral duvara uygulanan basınç aynı zamanda yeterli hava yolu korumasını sağlamalıdır. Kaf basıncı (20-25 mmHg) korumayı iyi sağlarken, trakea mukozasının perfüzyon basıncının (25-35 mmHg) altında olmalıdır (19).

HVLP li tüplerde kaf basıncı 25 cmH_2O altında tutulur ve bu kaflar trakeal mukozanın iskemik yaralanma riskini azaltmak için tasarlanmıştır (9).

Operasyon sırasında nitröz oksit kaf içine geçerek kaf basıncını arttırabilir. HVLP kullanılarak ve kabul edilebilir uzunluktaki (24 saatten kısa süren) vakalarda bu basınç problem yaratacak boyutlara çıkmaz. Buna rağmen operasyon esnasında kafın pilot balonu kontrol edildiğinde basınç yüksek ise ya da trakea mukozasının dolaşımının bozulacağı düşünülüyorsa, klinisyen balondan küçük volümlerde hava alarak kafı rahatlatabilir (19).

Kaflar genelikle PVC veya silikon gibi esnek bir malzemeden yapılır. Ancak poliüretan gibi çok ince, daha yeni materyaller de başarıyla kullanılmıştır (9).

PVC kaflar 50-80 mikrometre kalınlığa sahipken, poliüretan kaflarda kalınlık 10 mikrometredir. İnce poliüretan kaflarda nitrözoksit difüzyonu daha fazladır. Ancak kaf basıncındaki artış PVC kaflarınki ile benzerdir (24).

Bazı kaflar daha stabil bir basınç verir (silikon kaflardan hava difüze olur). Su veya tuzlu salin ile doldurulurlar. Başlangıçta kararlı basıncı elde etmek uzun sürebilir ve kısa süreli kullanım için tasarlanmıştır (24).

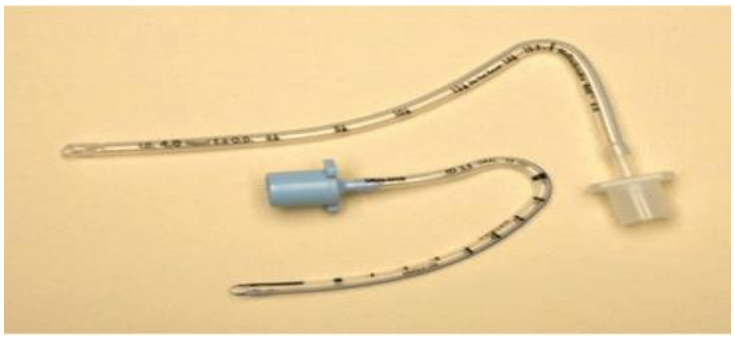
Murphy gözü yokluğunda kaf, laringeal seviyede olması ve endobronşiyal entübasyon riskini azaltması açısından, tüp ucuna daha yakın bir yere yerleştirilebilir (24).

2.2.4. Özel Tüpler

2.2.4.1. Şekillendirilmiş tüpler (Ring, Adair, Elwin)

Şekillendirilmiş tüplerin bir nazal, iki oral olmak üzere üç dizaynı mevcuttur. Kaflı veya kafsız olabilirler (**Şekil 6**). ETT lerdeki bükülme riskini ve istenmeyen ekstübasyonları azaltmak, baş boyun cerrahisini kolaylaştırmak amacıyla tasarlanmıştır. Oral tüp ya kaudale bakar ve çeneye bantlanır ya da sefale bakar ve alın üzerine tespit edilebilir. Tüp tespit edilmediğinde de dar açılı kıvrımı nedeniyle cerrahın tüpü ileri geri hareket ettirmesine olanak verir.

Dezavantajları ise; tüp boyu uzun olduğundan endobronşiyal entübasyona neden olabilmesi ve tüp içi aspirasyon güçlüğüdür (24). Dudak trakea arası mesafe uzun ya da kısa olduğunda, tüplerin dudak kenarına tespiti de zor olacaktır (19).

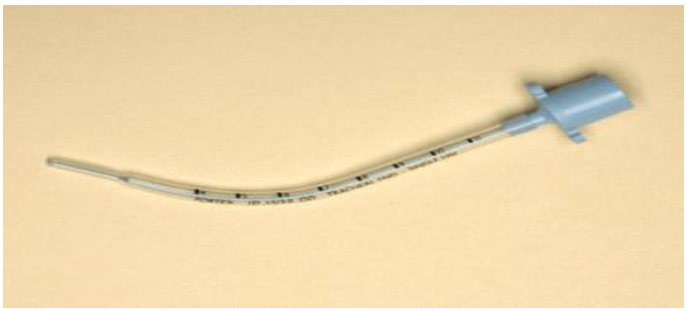


Şekil 6: Şekillendirilmiş tüp (REA) / Yukardaki nazal tüp, Aşağıdaki oral-caudal tüp

2.2.4.2. Cole tüpleri

Kafsız, oral, yenidoğan tüpleridir **(Şekil 7**). Uca doğru daralan bu tüplerde tüp seçimi, geride kalan kısmın iç çapına göre belirlenir. Hava akımı direncini azaltmak için tasarlanmıştır. Bu tüpün diğer avantajları; şekli ve sertliği nedeniyle yerleştirme kolaylığı ve geniş kısmının glottis üzerinde kalmasıyla istenmeyen endobronşial entübasyon olasılığını azaltmasıdır. Ancak tüpün geniş kısmının yanlışlıkla glottisi geçmesi sonucu yaptığı basınca bağlı olarak lokalize trakeomalazi veya subglottik stenoz gibi havayolu hasarlarına neden olabilir (33) (34).

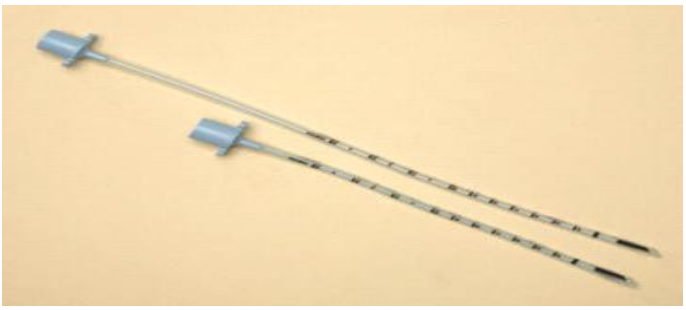
Bu tüplerin uzun süreli ventilasyonda değil sadece yenidoğan resusitasyonunda kullanılması tavsiye edilmiştir (33).



Şekil 7: Cole tüpü

2.2.4.3. Ekstra uzun krup tüpleri

Krup tüpleri aynı iç çapa sahip standart ETT den daha uzundur ve yaşa uygun tüp kullanımını engelleyen, ciddi havayolu daralması meydana getiren durumlarda (krup, trakeal stenoz) kullanılır (24).



Şekil 8: Ektra uzun tüp (3mm ID)- Standart tüp (3mm ID)

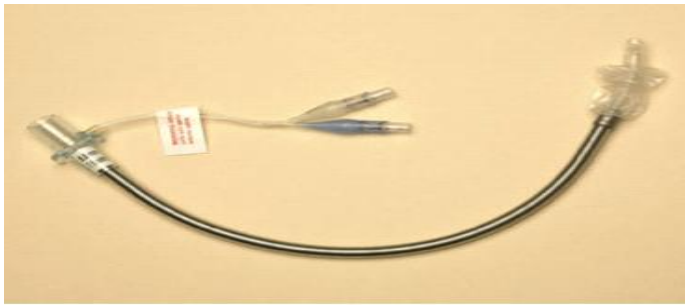
2.2.4.4. Güçlendirilmiş (flexometalik, spiralli) tüpler

Tüp duvarına daha fazla esneklik kazandırılması ve bükülme riskinin azaltılması

amacıyla, bir metal veya naylon telin, spiral şeklinde PVC veya silikon tüp içine yerleştirilmesiyle yapılmıştır. Artan esneklik nedeniyle tüpün yerleştirilmesi daha zor olabilir. Isırılmaları durumunda ise kalıcı olarak deforme olabilirler. Gastroskopi ve transözafageal eko probu ya da mediastinal kitle gibi eksternal bası yapan durumlarda tüp daha az etkilenir (24). Tüpün trakeostomi ya da larenjektomi ağzından yerleştirileceği olgularda, başın aşırı fleksiyona getirileceği ve tepe basıncının yüksek olacağı operasyonlarda, özellikle baş-boyun cerrahisinde tüpün bükülme olasılığına karşı bu tüpler kullanılır (19).

2.2.4.5. Lazer tüpler

Kaflı veya kafsız olabilirler. Lazer tüpler lazerin gücü yüksek olduğunda veya uzun bir süre için lazer ışınına maruz kaldığında yine de alev alabilirler. Tüpün ucu ve kaf kısmı savunmasız yeridir. Kafsız olanında pürüzsüz, eğimli, paslanmaz çelikten yapılmış bir distal uç varken, kaflı olanda daha büyük bir OD, PVC uç, iki adet PVC kaf ve bir murphy gözü bulunur. Kaflar tuzlu salin ile doldurulmalıdır (24).



Şekil 9: Paslanmaz çelik lazer tüp

2.2.4.6. Akciğer izolasyon tüpleri

Çift lümenli tüpler, trakeal ve endobronşiyal tüplerin birleşiminden oluşmuştur. Kolaylıkla kullanılabilen en küçük boyu 26 F' dir. Bu 8-10 yaşlarında bir çocuk için uygun olup, 6.5 mm ID li tüpe denk gelmektedir. Daha küçük boyutta olanları varolsa da kullanımları yaygın değildir (24).

Bronşial blokörlü tüpler ise içinde hareketli bronşiyal blokör içeren, konkav tarafında küçük bir iç kanala sahip, silikondan yapılmış tüplerdir. Mevcut küçük boyu 6-10 yaşlarındaki çocuklara uygundur ve 6 mm ID li tüp ile benzerdir. Blokör yerleşimi için fiberoptik bronkoskop gereklidir ve blokör geri çekildiğinde tüp postoperatif ventilasyon amacıyla da kullanılabilir. Çift lümenli tüp ve bronşial blokörlerin çok küçük çocuklar için uygun boyutu olmadığından, trakea veya bronş içine doğru yerleştirilmiş trakeal tüpler ile de toraks cerrahisi yapılmaktadır (24).

2.3.UYGUN ETT SEÇİMİNDE KULLANILAN FORMÜL VE YÖNTEMLER

Uygun boyuttaki ETT'yi tahmin etmek ve tüpün ilerletileceği uygun mesafeyi belirlemek pediyatrik hastalarda hava yolu yönetiminde son derece önemlidir.

Hasta entübe edildikten sonra öncelikle , göğsün inip kalktığının görülmesiyle ve varsa kapnograf kullanılarak tüpün trakea içinde olup olmadığı doğrulanmalıdır (13).

İkinci aşama tüpün uygun derinlikte olup olmadığının kontrolüdür. ETT'nin doğru derinlikte yerleştirilmesi özellikle pediyatrik popülasyonda istenmeyen endobronşiyal entübasyon ve ekstübasyonu önlemek için gereklidir (28). İnfantlarda ve çocuklarda trakea kısa olduğundan, trakeayı geçerek yanlışlıkla ana bronşa girmek kolaydır . Kaflı bir tüp kullanıldığında krikoid kartilaj ve sternal çentik arasından kafın palpe edilmesi ile tüpün doğru derinliğe yerleştirildiği tahmin edilebilir . Kafsız bir tüp kullanıldığında

ise direk laringoskopi sırasında vokal kordlar arasından tüpün geçtiğinin görülmesi veya ana bronşa kasıtlı olara k girilip endotrakeal tüpü karinadan yukarıya doğru 1-2 cm yavaşça geri çekerek ve eş zamanlı bilateral solunum sesleri oskülte edilerek endotrakeal tüpün doğru yeri tahmin edilebilir (13).

Bu klinik değerlendirmelerin dışında tüpler üzerindeki derinlik işaretleri de bize yol gösterici olabilir. Ancak yapılan bir çalışma kaflı ve kafsız tüplerde bu konuda standardizasyon olmadığını açık bir şekilde göstermiştir (8).

Daha sonra yeni endotrakeal tüplerin kullanıma girmesiyle, uygulacılar arasında geçmişte oluşan kafa karışıklığı büyük ölçüde rahatlamıştır (9).

Tüplerde derinlik işaretleri 3 cm den başlayıp, her cm düzenli olarak belirtilmeli ve karışıklığın önlenmesi için farklı firmaların tüpleri arasında standardizasyon yapılmalıdır (35).

Tek başına işaretlerin kullanılması tüp derinliğinin doğruluğunu garanti edemez. Bu nedenle beraberinde klinik kriterler de kullanılmalıdır (25).

Ameliyat sırasında baş pozisyonundaki değişiklikler endotrakeal tüpün konumunda değişikliklere neden olabilir. Bu nedenle başın yeni pozisyonundan sonra tüpün konumunun doğruluğunu yeniden değerlendirmek gerekebilir (12) (36) (37).

Kafsız bir endotrakeal tüp kullanılırsa, 20-30 cmH_2O pik inflasyon basıncında uygun ölçüde tüp kullanımı küçük bir gaz kaçağ ına izin vermelidir . Kaflı bir endotrakeal tüp kullanıldığında ise, kafsız bir ETT'ye kıyasla yarım numara daha küçük olanı seçilmeli ve 20-30 cmH_2O pik inflasyon basıncında kaf etrafında küçük bir kaçak olacak şekilde kaf basıncı ayarlanmalıdır. Azot protoksit içeren anestezi uygulaması sırasında periyodik olarak kaf basıncı kontrol edilmelidir (16).

Kullanılan tüp hastaya uygun değilse bir büyük ya da bir küçük numaralı ETT ile

değiştirmek gerekir . Entübasyon öncesinde kullanacağımız formüle ve hastaya uygunluğuna göre tahminen bir tüp boyutu belirlenmeli, bulunan ölçünün bir büyük ve bir küçük boyutu da hazırda bulundurulmalıdır (13).

Uzun yıllar boyunca uygun ETT boyutunu belirlemede, en iyi tahmini veren yöntemi bulmak ve geliştirmek amacıyla farklı formüller türetilerek kullanılmıştır. Çocuğun yaşı, boyu, kilosu, parmak çapı, parmak genişliği ve hatta tırnak genişliği formüllerde kullanılan parametreler arasındadır. Aşağıdaki tablo 2'de uygun ETT seçimi ve tüpün yerleşimi için sunulan önerilerden bazıları yer almaktadır (20).

Tablo 2: Uygun ETT Seçimi Ve Yerleştirilmesi İçin Formüller

TABLE 12-1. Airway Device Details

Age	Preterm	Full-Term Birth	6 mos	1 yr	2 yr	3 yr	4 yr	5 yr	6 yr	8 yr	10 yr	12 yr	14 yr	Adult
Average weight (kg)		3.5	7	10	12	14	16	18	20	25	30	40	50	70
Approx. BSA (m^2)		0.25	0.38	0.49	0.55	0.64	0.74	0.76	0.82	0.95	1.18	1.34	1.5	1.73
ETT size (age + 16)/4	2.5-3	3-3.5	3.5-4	4	4.5	4.5	5	5	5.5	6	6.5	7	7	7.5-8
Teeth to midtrachea (cm)	7-8	9	11	12	13	14	14	15	15	16	17	18	20	20
Nare to midtrachea (cm)	8-9	10	12	14	15	16	17	18	19	20	21	22	23	24
Laryngeal mask airway		1	1.5	1.5	2	2	2	2	2.5	2.5	2.5	3	3	4

Calculations for estimating the internal diameter (ID) of an endotracheal tube:
(16 + age in years)/4
(Age in years/4) + 4
The diameter of the fifth finger
Calculations for estimating the length required for an orotracheal tube:
Height (in cm)/10 + 5
Weight (in kg)/5 + 12
Advance the endotracheal tube:
30 times the ID from the alveolar ridge
(Age in years/2) + 12
Insert the endotracheal tube to the first or second black line marked on the tube.
Advance the endotracheal tube into a bronchus, then withdraw it, 2 cm.
BSA, Body surface area; *ETT*, endotracheal tube.

2.3.1. Yaşa dayalı formüller

Yaşa dayalı formül ilk olarak Cole tarafından tanımlanmış ve daha sonra modifiye edilmiştir. Yaşa dayalı formüller bir veya daha çoklu varyant olarak günümüzde hala yaygın bir şekilde kullanılmaktadır (38).

2.3.1.1. Cole formülü

Kafsız ETT için ID(mm) = (yaş + 16) / 4

2.3.1.2. Penlington formülü

Kafsız ETT için ID(mm) = (yaş / 4) + 4,5

2.3.1.3. Khine formülü

Kafsız ETT için ID (mm) = (yaş / 4) + 4

Kaflı ETT için ID (mm) = (yaş / 4) + 3

Khine ve arkadaşları yenidoğan (3 kg ve üzeri) ve infantlarda (1 yaş altı) 3 mm kaflı tüp, 1-2 yaş arası çocuklarda ise 3.5 mm kaflı tüp kullanmayı önermişlerdir.

2.3.1.4. Motoyoma formülü

Kaflı tüpler için ID (mm) = (yaş / 4) + 3.5

Bu araştırmacılar dışında aynı formülleri kullanarak başka bilim adamları da çalışmalar yapmış, yaş bazlı formüller kendi aralarında ve diğer yöntemlerle karşılaştırılmıştır.

2.3.2. Kiloya dayalı formüller

Yaş bazlı kullanılan formüller uygun tüp boyutunu tespit etmede yeterince başarılı olmayınca özellikle aşırı beslenme alışkanlığı olan hastalar ya da malnutrisyonlu çocuklar gibi farklı popülasyonlarda kiloyu baz almanın daha uygun olabileceği düşünülmüştür. Kilo kullanımı sıklıkla önerilmesine rağmen 2002' ye kadar sadece Eck kilo bazlı formülü değerlendirmiştir. Eck ve arkadaşları kafsız ETT ler için ID (mm) = 3,6 mm + (kilo / 12) formulünü kullanmışlardır (38).

Daha sonra Eipe ve arkadaşları 1-18 yaş arası çocuklarda diğer formüle göre daha yüksek korelasyon katsayısına sahip ve paydası 10 olduğu için kullanımı daha pratik

olan ID (mm) = 3,5 mm + (kilo / 10) formülünü geliştirmişlerdir (38).

2.3.3. Uzunluğa dayalı formüller

a- 1951’ de Woodbridge; (boy (inç) + 34) / 3 = French

Formül basit olduğu halde ölçek birimi olarak inç kullanıldığından çok pratik değildir.

b- 1974’ te Keep ID (mm) = (boy x 0.045) + 0.8

Günlük klinik kullanım için çok komplike bir formüldür. Günümüzde pek kullanılmaz.

c- 1997’ de Wang ID (mm) = 2+ (boy / 30)

Bu formüle göre 3 ay-6 yaş arası 533 çinli ve daha sonra da 306 çinli çocuk üzerinde yapılan çalışmada optimal tüp büyüklüğü % 82.4 oranında hesaplanmış.

d- 2002’de Eck ID (mm) =1.85 + (boy / 27)

Retrospektif yapılan çalışmada multivaryant formüllerin yanısıra tek değişkenli ve boy bazlı formül geliştirmiştir. 1-7 yaş arası çocuklarda formül daha doğru sonuçlar vermiştir (39).

2.3.4. Çoklu değişkenlere dayalı formüller

1 yaş altı; ID (mm) = 2.45 + (yaş x 0.6) + (boy x 0.009) + (kilo x 0.05)

1-7 yaş arası; ID (mm) = 3.25 + (yaş x 0.15) + (boy x 0.008) + (kilo x 0.018)

7 yaş ve üstü; ID (mm) = 2.44 + (yaş x 0.1)+(boy x 0.02) + (kilo x 0.016)

Eck ve arkadaşları tarafından yapılan çalışmada, 7 yaşa kadar olan çocuklarda uygun trakeal tüp seçimi için yaş, boy ve kilo ayrı ayrı değerlendirildiğinde çoklu değişkenler kullanılarak türetilen formülün en iyi tahmini verdiği bulunmuştur. Ancak bu formüle

göre tüp boyutunu belirlemek, ameliyathanede bilgisayar ya da hesap makinesi kullanımı gerektirmektedir (40).

2.3.5. Diğer yöntemler

2.3.5.1. Broselow şeridi

Acil pediyatrik hastalarda kullanılmak üzere çocuğun boy uzunluğuna dayanarak , vücut ağırlığının ve ETT boyutu tahmininin yanısıra , ilaç dozlarını göstermek üzere tasarlanmış bir şerittir. Bu şerit, Advanced Trauma Life Support ve Pediatric Advanced Life Support tarafından son yıllarda önerilmiştir . Avrupa ve Amerika'da pediatrik hastalarda ETT tüp seçiminde kullanımı onaylanmıştır (41).

Şeritde bazı renk kodları sıralı kutular halinde bulunmaktadır. Şeridin sonundaki kırmızı renkli ok supin pozisyonda yatan çocuğun başına hizalanır ve paralel uzatılır . Çocuğun ayağının bitişine denk gelen renkteki kutu tahmini dozlar, sıvı miktarı, ETT numarası, ilaçlar ve diğer aletlerin tahmini değerlerini gösterir . Bu yöntem , ezberden kurtarıp , matematiksel hataları gidermeyi ve acil tedaviye konsantre olmayı sağlamaktadır (42).

Şeridin kullanılmasıyla yapılan ETT tahminleri yaşa dayalı yapılan tahminlerden daha doğrudur. Bu yöntem kiloyu bir miktar daha düşük hesapladığından yaş bazlı formüllere göre seçilen ETT' lerle sık görülen havayolu travmasından da hastayı koruduğu düşünülür (41).

2.3.5.2. Parmak çapı

Yapılan bazı çalışmalarda uygun trakeal tüp boyutunu tahmin etmede serçe parmağın distal falanks çapı, genişliği ve hatta yine serçe tırnağın genişliği kullanılmış ve bu yöntem yaş bazlı formül ile karşılaştırılmıştır (43).

Literatürde bu amaç için parmak çapını değerlendiren benzer başka çalışmalar da mevcuttur (44).

2.3.5.3. Kaçak testi

Uygun boyutta ETT değerlendirilmesinde diğer bir yöntem olarak kaçak testi tavsiye edilir. Test ETT ile trakea arasından gazın duyulabilir bir ses şeklinde çıkmasıyla basıncın değerlendirilmesi esas alınarak yapılır.

Yeterli ventilasyonu sağlamak ve laringeal yaralanmalardan kaçınmak için optimal kaçak basıncı sınırları açıkça tanımlanmamıştır.

Khine'nin çalışmasında kaflı veya kafsız tüp etrafında 20-30 cmH_2O basınçta duyulabilir bir kaçak olmadığında mevcut tüp bir numara küçüğü ile, 10 cmH_2O basınç altında kaçak olduğunda ise tüp bir büyüğü ile değiştirilmiştir (11).

Koka ve arkadaşları > 25 cmH_2O kaçak basıncında postentübasyon krup insidansını daha yüksek bulmuşlar. İnsidans artışı ayrıca hastanın 1-4 yaş arası olması, cerrahinin 1 saatten fazla sürmesi ve ameliyat sırasındaki pozisyon değişikliği ile ilişkili bulunmuş (45).

Lee, Templeton ve Dougal önceden krup öyküsü olmayan hastalarda postentübasyon krup ve ETT uygunluğu arasında bir ilişki olmadığını ileri sürmüş , öyküsü olan hastalarda ise 20 cmH_2O üstünde kaçak basıncı ile krup insidansı daha yüksek bulunmuştur (46).

Litman ve Keon krubu daha sıkı kriterlerle tanımlamıştır. >40 cmH2O üzerinde kaçak olduğunda ETT yi rutin değiştirmişlerdir. Operasyon süresi bir saati aşması beklenen 242 hastanın hiçbirinde postentübasyon krup gözlenmemiştir (47).

Ancak kaçak basıncı belirlerken gözlemciler arasında fark olabilmektedir. Kaçak basıncı arttıkça bu fark daha da artar. Bu nedenle ETT lerin değiştirilmesi için kaçak basıncına katı bir üst sınır belirlemenin anlamsız olduğu bildirilmiştir (46). Finholt, Henry ve Raphaely paralizi ve baş pozisyonunun da kaçak testini etkilediğini

bulmuşlardır (48).

2.3.6. Görüntüleme yöntemleri

Bazı araştırmacılar, CT ve MRI ile yüksek kalitede laringeal görüntüler elde edilebildiği halde bu tetkiklerin rutin kullanımları mümkün olmadığı için, trakea çapını değerlendirmek amacıyla çoğu hastada preoperatif olarak çekilen X-Ray grafi kullanmayı önermişlerdir. Ancak çalışmaları sonunda CT ve X-Ray arasında klinik olarak anlamlı bir korelasyon olmadığını, uygun tüp boyutunu bulmak için X-Ray kullanmanın uygun bir yöntem olmadığı sonucuna varmışlardır (3).

Bu konuda yapılan başka bir çalışmada göğüs X-Raydeki C7 vertebra hizasındaki trakeal çapın göğüs CT sindeki krikoid halka ile paralellik gösterdiği öne sürülmüş ve X-ray ölçümleri baz alınarak uygun trakeal tüp bulmaya yardımcı olacak bir formül geliştirilmiştir. Bu formülün yaş bazlı formüllere kıyasla uygun tüpü bulma konusunda daha başarılı olduğunu belirtmişlerdir (49).

Daha sonra USG ile yapılan çalışmalarda özellikle subglottik çap ölçümünde USG'nin güvenilir bir araç olduğu vurgulanmıştır (50).

Yapılan bir diğer çalışmada ETT dış çapı ile ultrosonografik olarak ölçülen subglottik çap arasında yüksek derecede korelasyon saptanmış ve USG ölçümlerinin uygun tüpü bulma konusunda ne derecede başarılı olduğu test edilmiştir (5).

2.4. HAVAYOLU DEĞERLENDİRİLMESİNDE ULTRASONOGRAFİ

Ultrasonografinin birçok potansiyel avantajı vardır. Bunlar arasında güvenilir olup, hızlı sonuçlar vermesi, kolayca tekrarlanabilir ve taşınabilir olması, gerçek zamanlı dinamik

görüntüler elde edilmesi, radyasyon riskinin olmaması sayılabilir. Havayolu yönetiminde USG'den maksimum faydalanabilmek için prosedürler esnasında öncesi ve sonrasında dinamik olarak kullanılması gerekir (6).

USG anestezi indüksiyonu öncesinde havayolu yönetiminin planlanması sırasında, bu yönetimi etkileyen çeşitli koşulları teşhis etmedeki prediktif değerinin yüksekliğiyle ilgili yeterli kanı oluştuğundan bu tür hastalara yaklaşımda rutin olarak tavsiye edilebilir (6).

Tıbbi görüntüleme amacıyla genellikle 2-15 MHz aralığında ultrason dalgaları kullanılır. Ultrason probları hem sesi yayan piezoyu hem de yansıyan sesi alan alıcıları içerirler. Dokular farklı akustik empedans gösterirler ve farklı tip dokular sesi farklı şekilde yansıtırlar. Bazı dokular (örneğin; yağ ve kemik) güçlü bir eko verirler. Bu yapılar **hiperekojen** yapılar olarak adlandırılır ve **beyaz** görünürler. Diğer dokular (örneğin; damarlardaki kan ve sıvı koleksiyonları) ultrason ışınının kolayca geçmesine izin verdiğinden çok az eko oluştururlar. Bunlara **hipoekoik** yapılar denir ve ekranda **siyah** olarak görünürler.

B mode USG, vücut kesitlerinden eş zamanlı olarak 2 boyutlu görüntüler elde edilmesini sağlar. M mode (motion=hareket) B moddan gelen taramaları organ olarak ve hareketli bir şekilde görmemizi sağlar. Renki doppler B mode görüntülerin üstüne renk kodlamalı bir kaplama yapar. Havayolu yönetiminde kullanılan tüm modern USG cihazları transduserlerinin görüntüyü iyileştirmek amacıyla tarama sırasında ayarlanabilen bir frekans aralığı vardır (6).

Mentum, rami mandibula, hyoid kemik ve sternum gibi kemik yapılar, hipoekoik akustik gölge altında parlak hiperekoik lineer yapılar şeklinde görülür. Tiroid ve krikoid kıkırdaklar gibi kartilaginöz yapılar homojen bir şekilde hipoekoiktir. Kaslar ve bağ dokusu zarları da hipoekoik fakat daha heterojen ve çizgili görünüme sahiptir. Submandibuler ve tiroid bezleri gibi glandüler yapılar komşu yumuşak dokular ile

karşılaştırıldığında glandüler parankimindeki yağ içeriğine bağlı olarak homojen ve hafifden şiddetliye hiperekoiktir. Üst solunum yolunu döşeyen mukoza ve içindeki hava arasındaki herhangi bir arayüzün (hava-mukoza arayüz) parlak, hiperekoik, lineer bir görünümü vardır. İntraluminal hava, arka farinks, posterior komissür ve trakea arka duvarı gibi yapıların görüntülenmesini engeller (51).

Solunum yolu görüntülemesi hyoid üstü ve hyoid altı yapılar olarak ikiye ayrılabilir. Suprahyoid bölgede ağız tabanı, dil, orafarinks, tükrük bezleri gibi yapılar incelenebilir.

2.4.1. Larinks

Larinks yüzeysel konumu nedeniyle lineer yüksek frekanslı transduser kullanıldığında MRI ve CT den daha yüksek çözünürlükte görüntüler sağlar. 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 vokal kaslar nedeniyle hipoekoik gözlenirler (6).

Tirohyoid membran hyoid kemiğin alt sınırıyla tiroid kartilajın üst sınırı arasında yer alır ve transvers düzlemde lineer transduser kullanımıyla tüm hastalarda epiglot görüntülenebilir. Epiglot tirohiyoid membran boyunca görüntülenebilen , parasagitalde ve transvers görüntülerde hipoekoik eğrilerden oluşur . Lineer transduser ile transvers düzlemde görüntülenebilir. Dil kökünün inferiorunda ayrı bir hareketli yapı olarak, dilin protrüzyonu ve yutkunma hareketi ile epiglottisin tanınabilmesi kolaylaştırılabilir (51). Krikotiroid bölgede vokal kord ve arytenoid kartilajı değerlendirmek için prop kraniyale yerleştirilir. Ve daha sonra krikoid kartilaj ve subglottisin değerlendirilmesi amacıyla distale doğru hareket ettirilir. Paramedian pozisyonda transvers görüntüleme yaparken kraniyal olarak başlayıp distal olarak hareket ederek şu bölgeler görüntülenebilir: Tonsiller, lateral dil tabanı, lateral vallekula, troid kartilajın laminası, lateral krikoid kartilaj, servikal özafagus ve posterior preform sinüsler (6). Laringeal kartilaj çocukta

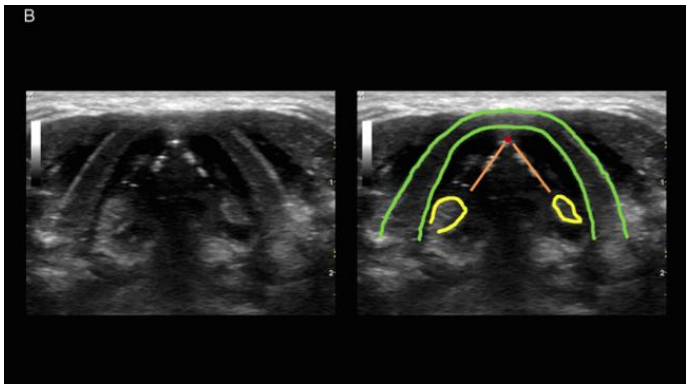
kalsifiye değildir fakat bazı bireylerde 20 yaşından önce kalsifikasyon başlar ve yaşla birlikte artış gösterir. Kartilajı kalsifiye olmayan hastalarda lineer hipoekoik bir yapı olarak tiroid kartilaj sagittal ve parasagittal görüntülemede gözlenir. Transvers görüntülemede V şeklinde olan yanlış ve doğru vokal kordlar görüntülenir(51).

2.4.2. Vokal kordlar

Lineer bir transduser yönlendirilerek transvers alanda vokal kordlar görüntülenebilir ve 3 farklı lokalizasyonda yeri belirlenebilir: 1- Tirohiyoid membrane, 2-Tiroid kartilaj, 3- Krikotiroid membran.

Tiroid kartilaj bizim uygulamamızda vokal kord görüntüsünün en iyi sağlandığı bir pencere oluşturur . Tiroid kartilajın üzerinde sefalokaudal yönde transduserin yönlendirilmesiyle asıl ve yalancı vokal kordlar ayırt edilir. (**Şekil 10**) Asıl vokal kordlar 2 trianguler hipoekoik yapı (vokal kaslar), hiperekoik vokal ligamentlerin ortasında görüntüsünü yansıtır.

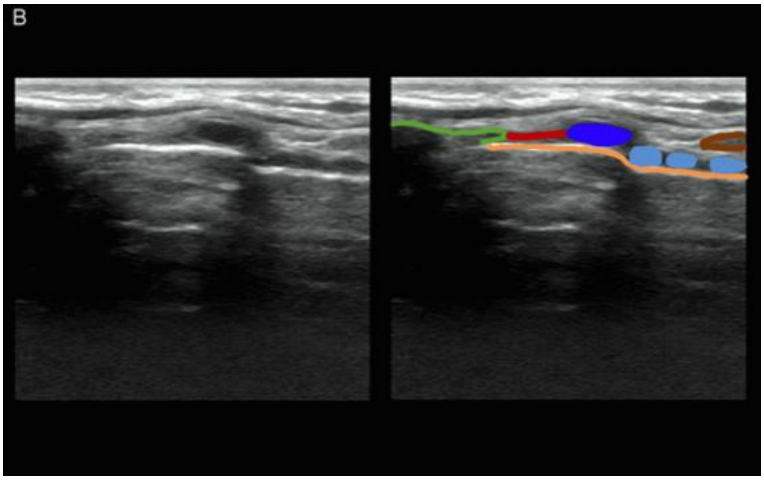
Yalancı vokal kordlar paralel olarak uzanır, asıl kordlara göre sefaliktir ve daha hiperekoik bir görüntü çizer. Vokal kordlar, aynı zamanda krikotiroid membran boyunca da görüntülenebilir, ancak gerçek ve yalancı vokal kordlar ayırt edilemez . Tirohiyoid membran vokal kordları görüntülemede daha elverişsizdi (51).



Şekil 10: Vokal kortların görünümü (Tiroid kartilaj: Yeşil, Vokal kordların serbest kenarı: Turuncu, Anterior komissür: Kırmızı, Arytenoid kartilaj: Sarı

2.4.3. Krikoid kartilaj ve krikotroid membran

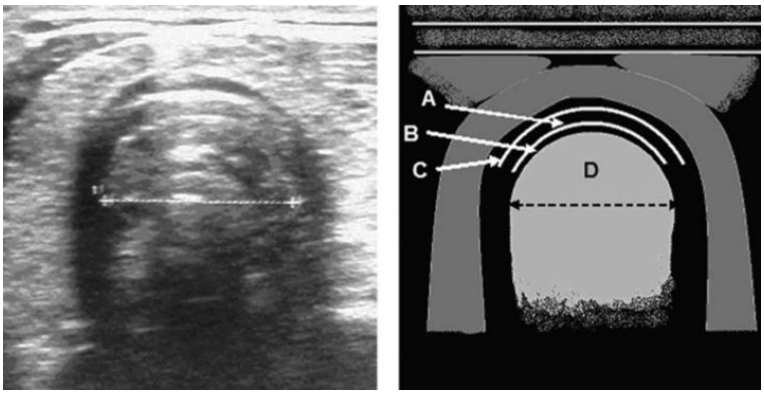
Krikotroid membrane troid kartilajın kudal sınırı ve krikoid kartilajın sefalad kenarı arasında uzanmaktadır. Sagittal (**şekil 11**) ve parasagittal görüntülemede hiperekoik bandın hipoekoik tiroidi ve krikoid kartilajı birbirlerine bağladığı net bir şekilde görülmektedir. Krikoid kartilaj parasagital dairesel hipoekoik ve transversde ise bir yay görünüme sahiptir (51).



Şekil 11: Tiroid kartilaj gri, krikoid kartilaj koyu mavi, trakeal halkalar açık mavi, krikotroid membrane kırmızı, doku/hava sınırı turuncu, tiroid glandın istmusu kahverengi, turuncu çizgilerin aşağısı artefaktlar.

2.4.4. Subglottik Çapın Ölçülmesi

Anestezist maske ventilasyonu uyguladığı esnada USG B modunda (aydınlık mod, 2 boyutlu imaj), lineer propla (40 mm çap, 7-15 megahertz frekans aralığında), boynun anterior orta hattına konumlandırılmış bir şekilde uygulanır. Krikoid kartilaj ve trakea arasındaki karışıklığı önlemek için ultrasonografi prosedürü asıl vokal kordların görüntülenmesiyle başlar. Sonra prop krikoid arkı görüntülemek için kaudal olarak ilerletilir (50) (**Şekil 12**).



Şekil 12: Krikoid kartilaj hipoekoik yapı. (A-Medulla, B-İnternal perikondrium, C-Eksternal perikondrium) D-Hava kolonunun hiperekoik görünüp posterior akustik gölge oluşturması. Mukoza-hava arayüzü hipoekoik kenarı ile kolayca tanınır. Noktalı çizgi ölçülen hava sütunu genişliğini temsil eder).

2.5. KAFLI VE KAFSIZ TÜPLER

Geçmişte geleneksel olarak 8 yaş altındaki çocuklarda entübasyon amacıyla sadece kafsız tüpler kullanılmıştır (20).

Son 10 yıldır yapılan çalışmalarla bu öğreti sorgulanmaya başlanmış ve kaflı tüpler pediyatrik yaş grubunda yaygın olarak kullanılır hale gelmiştir (10).

Her iki tüpü kullanmanın kendine göre avantaj ve dezavantajları vardır.

2.5.1. Kafsız Tüp Kullanımın Avantajları

Çocuklarda kafsız tüp kullanımının en önemli nedeni, daha geniş iç çapa sahip ETT kullanımı sağlamasıdır. Tüpün çapı arttıkça hava akışına karşı rezistans düşmekte sürekli soluk alıp veren hastada solunum işini azaltmaktadır. Kafsız tüp kullanımının

ikinci önemli nedeni ise kaflı tüpün neden olduğu subglottik travmadan korumasıdır. Pediyatrik havayolunun en dar bölgesi krikoid kartilajdır (52). Ve bu bölgede kaflı olsun veya olmasın büyük ölçekli bir ETT konumlandırması büyük bir P meydana getirir. Kafsız ETT kullanımının sonucu olarak ortaya çıkan bu tatminkar avantajlar pediyatrik anestezide uygulayıcıların kafsız tüpü benimsemesine neden olmuştur. Battersyb ve ark. (53) kafsız ETT' lerle uzun süreli nazoendotrakeal entübasyonun subglottik stenoza neden olmadığını belirtmişlerdir. Black ve ark. (54) ise uzun süreli kafsız ETT kullanımında 25 cmH_2O basınçta hava kaçağı olmasına rağmen, yaklaşık 3000 çocukta subglottik stenoza rastlandığına dair bir kanıt ortaya koymamıştır. Bu tür raporlar kafsız tüplerin yaygın olarak klinik kullanımını desteklemiş ve çocuk bakımında kısa veya uzun dönem entübasyonda bir standart olarak kabul edilmesine vesile olmuştur (10).

2.5.2. Kafsız Tüp Kullanmanın Dezavantajları

Kafsız tüpler küçük boyutta kullanıldığında meydana gelen dezavantajları geçmişteki çalışmalarda bulunmuştur. Bunlar; değişken hava kaçağı, atelektazi veya akciğer hastalığı olanlarda efektif ventilasyon zorluğu, anestezik gazlarla çevrenin kontaminasyonu, aspirasyon riski ve end-tidal CO_2 konsantrasyonunun tam ölçümündeki zorlukları içerir. Bu potansiyel sorunlara rağmen kafsız pediyatrik ETT kullanımı hala popülerdir (55).

Akciğer kompleyansı değiştikçe kaçak yüzdesi de değişmektedir. Modern ventilatörler kompliyans, rezistans gibi pulmoner fonksiyon parametrelerini ölçer ancak akciğer fonksiyon ölçümleri büyük bir kaçak durumunda tutarsız olmaktadır (10) (11)

İlave olarak ventilasyon modu gözönünde bulundurulduğunda hava kaçak miktarındaki farklılıklar tidal volümde ve ventilatör basıncında oluşan değişikliklerle sonuçlanabilir.

Ve bu da gaz değişiminde çok büyük dalgalanmalara neden olmaktadır.

Bazı uygulayıcılar kaçağı azaltmak için boğazı gazlı pedle kapatmayı tercih edebilirler. Fakat özellikle entübasyon süresi uzun olan durumlarda bu ideal bir yöntem değildir (10).

Kafsız tüpler büyük boyutta kullanıldıklarında ise laringeal hasar, trakeal hasar ve subglottik stenoza yol açabilir. Entübasyonlardaki travma entübasyon prosedürünün kendisinden ziyade, aşırı derece büyük bir tüp kullanımına bağlıdır (56).

2.5.3. Kaflı Tüp Kullanımının Avantajları

Kaflı tüp kullanımının avantajı, kaf volümünün kaçak durumunda ayarlanabilir olmasıdır (20 cmH_2O' ya kadar). Kafsız tüp kullanırken farklı ölçekte yeni bir tüp konumlandırmak için yeniden laringoskopi yapmak gerekirken, kaflı tüplerdeki kaçak kafa hava eklenmesiyle engellenebilir. Entübasyon bağlantılı travmalarda çoklu entübasyon bağımsız bir risk faktörüdür (11). Bu nedenle tekrarlayan entübasyonlardan kaçınmak önemlidir.

Kaflı ETT ile kaçağın önlenmesi pozitif end ekspiratuar basıncın güvenli kullanımına izin verir. Aynı zamanda inspire ve ekspire edilen gaz kompozisyonunun doğru bir şekilde monitörize edilmesi ile, düşük akımlı anestezi gibi tekniklerin uygulanmasına da imkan sağlar (57). Böylece volatil ajanların tüketimini azalır, anestezi maliyeti düşer ve aynı zamanda atmosferik kirlilik azalır. Kafsız tüp kullanımının çevre kirliliği üzerine etkisini ortaya koyan Khine, artan kaçak miktarının ameliyat odası anestezik gaz seviyelerini ulusal iş sağlığı güvenliği enstitüsü önerilerinin üzerine çıkarabileceğini ve bu kirliliğin de hamile çalışanlar arasında düşük insidansına neden olabileceğini belirtmiştir (11). American National Institute tarafından iş sağlığı ve güvenliği (NIOSH) için N_2O' ya maruz kalmayla ilgili tolerasyon sınırının 25 ppm olduğu gözönünde

bulundurulduğunda bu sonuçlar önemlidir (55).

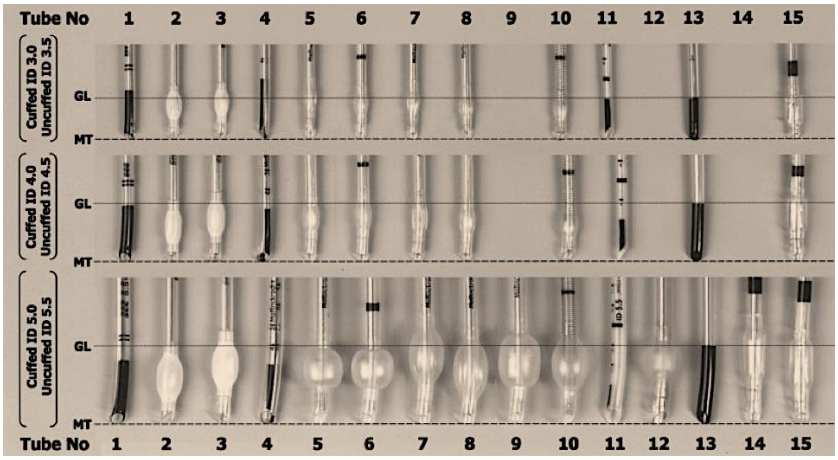
Kaflı ETT kullanımı dolu midesi (58) olan çocuklarda gastrik içeriğin aspirasyon (59)(60) riskini azaltmak için de çok yararlıdır (58) (59) (60).

Gopalareddy ve arkadaşları, havalandırılan çocukların trakeal aspiratında gastrik pepsin ölçümü yaparak mikroaspirasyon değerlendirdikleri çalışmada kaflı ETT grubunda trakeostomi veya kafsız ETT grubuna göre, mikroaspirasyon oranının daha düşük olduğunu göstermişlerdir (61).

2.5.4. Kaflı Tüpten Kaçınma Nedenleri

2.5.4.1. Dizayn farklılığı

Kaflı tüp kullanımında en önemli sorunlardan biri; üretici sayısının çokluğu ve kaf dizayn tiplerinin farklı farklı olmasıdır. Weiss tarafından yapılan bir çalışmada 4 üretici firmanın, 15 farklı tüpü test edilmiş ve bu konudaki karmaşa net bir şekilde gözler önüne serilmiştir (**Şekil 13**).



Şekil 13: Kaflı ve kafsız tüplerin pozisyonu (MT= Mid-trakea, GL=Glottik seviye)

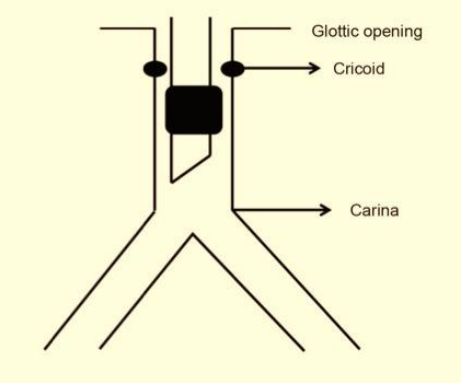
Çalışmada, farklı üreticilere ait, benzer iç çaplı tüplerde, dış çaplar arasında ve hatta aynı üretici firmanın, aynı iç çaplı, kaflı ve kafsız tüplerinin dış çapları arasında oldukça bariz farklılıklar olduğu, derinlik işaretlerinin birçok tüpte bulunmadığı, mevcut olanlardaki işaretlerin ise yaşa bağlı trakeal uzunluğa göre yüksekte yer aldığı ve bunun da tehlikeli olabileceği belirtilmiştir. Sonuçta kaflı tüplerin çoğunun, özellikle küçük boyutta olanlarının kötü dizayn edildiği ancak yüksek volüm düşük basınçlı kafa sahip tüplerin dizaynının daha iyi olduğu vurgulanmıştır (62).

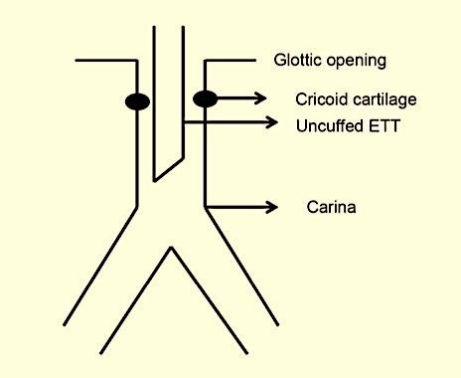
2.5.4.2. Yerleştirme zorluğu

Mukozal hasar riskini en aza indirmek için tüpün doğru konumlandırılması önemlidir. Kaflı ve kafsız tüplerin her ikisi de laringeal mukozanın posterolateraline maksimal basınç uygularlar. Ancak kafsız tüp kullanıldığında basınç sadece posterolateralde kalmaz, tüpün uç kısmının değdiği trakeanın anterior kısmında da baskı oluşur. James kaflı tüplerde, kafın posterior duvardan ve tüp ucunun da trakea duvarının anteriorundan uzağa konumlandırılabileceğini belirtmiştir (63).

Kaflı ETT kullanıldığında kaf, krikoid kıkırdağın genişlemeyen seviyesi altında konumlandırılmalı ve bu sayede krikoid halkanın üzerindeki basınçtan kaçınılmalıdır. Aynı zamanda kaf çok fazla aşağıya konumlandırılmamalı ve tüpün ucu bronkusa girmemelidir (**Şekil 14**).

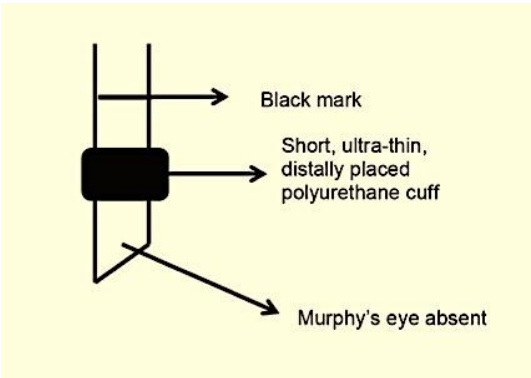
Şişirilen kaf krikoid kartilaj ve sternal çentik seviyesi arasında hissedildiğinde doğru konumlandırma gerçekleşmiş kabul edilir(10). İnfantlarda kafsız tüpün ucunun palpasyonu mümkün olabilse de yaşlılarda ve özellikle obezlerde bu palpasyon daha zordur (**Şekil 14**).





Şekil 14: Kaflı ve kafsız ETT nin trakea içindeki ideal pozisyonu (Neerja Bhardwaj, Pediatric cuffed endotracheal tubes, Journal of Anaesthesiology Clinical Pharmacology , Jan-Mar 2013, Vol 29 , Issue 1)

İdeal pediyatrik kaflı tüp; yüksek volüm-düşük basınçlı, kısa bir kafı olan, yeterli derinlik işaretleri sayesinde subglottik bölgede kafın şişirilmesine müsade etmeyecek şekilde olmalıdır. Weiss bu amaçla yaptığı çalışmada, yeni mikrocuff pediyatrik trakeal tüpler ve üzerindeki derinlik işaretlerine dikkat çekerek, doğumdan adelösan döneme kadar endobronşiyal entübasyon riski olmaksızın, kafsız bir subglottik zon ile, entübasyon tüpünün uygun yerleştirilebildiğini vurgulamıştır (**Şekil 15**) (64).



Şekil 15: Mikrocuff Endotrakeal Tüp (Neerja Bhardwaj, Pediatric cuffed endotracheal tubes, Journal of Anaesthesiology Clinical Pharmacology, Jan-Mar 2013,Vol 29)

2.5.4.3. Kaf basıncıyla ilişkili problemler

Kaflı tüplerdeki kaf basıncı, kafın hareketi, kas gevşemesi ve anestezi derinliği gibi lokal faktörlerden ve ısı etkisi, gaz değişimi gibi nedenlerden ötürü sabit kalmamaktadır. Artan kaf basıncı mukozal hasarı artırırken, düşen basınç kaçağa neden olabilir (55).

Genel anestezi sırasında N_2O hala sıklıkla kullanılmaktadır. Birçok çalışmada anestezi sırasında N_2O/oksijen gaz karışımı kullanıldığında, kaf içine azotun difüzyonu nedeniyle kaf basıncının arttığı ortaya konmuştur (65).

Bu nedenle birkaç çalışma N_2O ile anestezi sırasında kaf aşırı şişmesini engellemek için kafın çeşitli yöntemlerle doldurulmasını incelemiştir. Tu, kafı N_2O, oksijen gaz karışımı ile doldurmayı önermiş ve bu yöntem kullanılarak postentübasyon larengeal mukozal lezyonların daha az meydana geldiğini göstermiştir (66) . Combes, kaf normal salinle doldurulduğunda daha az ciddi larengeal mukozal lezyon olduğunu ortaya koymuştur. Fakat bu teknik önerilmez. Çünkü kaflı EET'ler ona uygun dizayn edilmemiştir (55).

N_2O ile anestezi sırasında en güvenilir yaklaşım kaf basınç monitörünü sürekli takip etmek ve yaklaşık 20 cmH_2O basınç değerini korumak amacıyla gerektiğinde gaz tahliyesi yapmak olacaktır (65) (67).

Diğer çözüm anestezi sırasında azot kullanmamaktır. Bununla birlikte azot kullanımından kaçınmak birincil kaf yüksek basınç riskini engellememektedir. Gerçekte trakeal entübasyon sonrasında kafı hızlı bir şekilde doldurmak aşırı şişmeye neden olabileceğinden kaf basıncının başlangıçta kontrolü tavsiye edilmektedir (67).

Trakeda meydana gelen hasarlar trakeal perfüzyon basıncının düşmesi nedeniyle de olabilir (66) Yetişkin hastaları inceleyen bir çalışma trakeadaki mokuzal kapiller basıncın 25-30 mmhg aralığında seyrettiğini ortaya koymuştur (68). Çocuklarda mukozal kapiller basınç değeri bilinmemektedir. Fakat muhtemelen bu değer

çocuklarda daha düşüktür. Çünkü yaş düştükçe sistemik basınç da fizyolojik olarak düşmektedir. Meyer ve arkadaşları, uzun dönemli larengotrakeal komplikasyonlarla acil entübasyon sırasında ortaya çıkan şokun kuvvetli bir ilgisi bulunduğunu, kaflı tüp kullanımının ise bu hususla ilgili olmadığını ortaya koymuştur (69).

Kaflı tüplerin kullanımında biraz hava kaçağına izin vermek mukozal iskemiyi önlemek amacıyla tercih edilen bir yöntem olarak savunula gelmiştir. Bazı anestezistler kafı sadece 20 cmH_2O'ya (muadili 16 mmHg) şişirerek iskemik hasardan kurtulma fikrini desteklemektedirler. Bununla birlikte büyük bir hava kaçağının bulunması zorluklara neden olabilir. Bu durumu karmaşıklaştıran şey kaçak miktarının hastanın pozisyonuna, sedasyon seviyesine ve kas gevşemesine bağlı olarak büyük değişiklikler göstermesidir (10).

2.5.4.4. Subglottik stenoz riski

Kaflı veya kafsız olsun ETT ile entübasyon larengeal hasar, trakeal hasar ve subglottik stenoza yol açabilir. Trakeostomi veya laringeal ve trakeal rekonstriksiyon gerektirecek uzun dönem morbiditelere neden olabilir. Başlangıçta yazarlar sublottik stenoza tek başına uzun süreli entübasyonun neden olduğunu düşünseler de, larengeal kartilajdaki ciddi hasarın; bireysel hasta faktörleriyle birlikte, entübasyon işleminin erken komplikasyonu olduğu sonucuna vardılar. Kaflı ETT kullanımına karşı üretilen major argümanlar kaflı tüplerin kafının fazla şişirilerek kullanımı sonucunda ortaya çıkan larengeal hasarlara işaret eden ilk tecrübelere dayanmaktadır. Bununla birlikte bu raporlarda kullanılan ETT lerdeki kaf yüksek basınç-alçak volüm tipindeyken, yeni tüplerde kaf düşük basınç-yüksek volüm tipinde dizayn edilmiştir.

Çalışmalarda kaflı ve kafsız tüpün uzun dönem kullanımı karşılaştırıldığında subglottik stenoz gibi komplikasyon oluşum oranlarında bir fark ortaya konmamaktadır (59) (11).

2.6. ENDOTRAKEAL TÜP KOMPLİKASYONLARI

Pediatrik perioperatif havayolu yönetimi hastanın trakeal entübasyonu ile başlayıp trakeal ekstübasyon sonrasını da içerir (70).

Komplikasyonları entübasyon sırası ve süresince olanlar, ekstübasyon sırası ve sonrasında olanlar şeklinde sınıflandırabiliriz.

2.6.1. Entübasyon Sırası ve Süresince Görülen Komplikasyonlar

Özellikle laringoskopi sırasında laringoskop doğru kullanılmadığında ve laringoskopi zamanı uygun olmadığında komplikasyonlar görülebilir.

En çok dudak, diş eti gibi yumuşak dokularda yaralanma ve varsa dişlerin zarar görmesi yaşanabilir. Yetersiz anestezi altında yapılan laringoskopi; öksürme, laringospazm, bronkospazm, ve kusmaya neden olabilir. Hipoksemi ve bradikardi gelişebilir (19). ETT'nin yerleştirilmesi sırasında dental travma ve aritmi insidansı %32-%68 arasında değişmektedir (71). Entübasyon işlemi sırasında farinks, larinks ve trakeaya hasar verilebilir. Nazal entübasyon yapılıyorsa nazal ve nazofaringeal yapılarda hasarlanma ile birlikte en sık burun kanaması görülebilir. Özafagus entübasyonu da sık görülen komplikasyonlar arasındadır. Entübasyon sırasında vokal kordlar görülse bile bu durum yaşanabilir ve kapnogram da bazen yanıltıcı olabilir. Mide içeriği aspirasyonu entübasyon sırasında görülebilecek diğer bir komplikasyondur. Yerleştirilen tüp küçükse ya da yetersiz şişirilmiş bir balona sahipse aspirasyon entübasyon yapıldıktan sonra da görülebilir (19).

Özellikle lazer cerrahisinde tüpün tutuşması nedeniyle havayolu yanıkları görülebilir. Çok nadir görülmesine rağmen ciddi bir komplikasyon olan trakea veya bronş rüptürü ise stile kullanımı, aşırı kuvvet uygulanan entübasyon girişimleri, tüp balonunun aşırı

şişirilmesi gibi nedenlerden ötürü meydana gelebilir. Tüpün hasta tarafından ısırılması, trakea duvarına dayanması veya ucunun kan, doku parçası, sekresyon gibi maddelerle tıkanması sonucu havayolu obstrüksiyonu olabilir (16).

Endobronşiyal entübasyon özellikle küçük çocuklarda vokal kordlar ile karinanın arasındaki mesafenin çok kısa olduğu durumlarda görülür. Bir yaşın üzerindeki hastalarda sağ endobronşiyal entübasyon fazladır. Endobronşiyal entübasyon hipoksemi, bronkospazm, atelektazi ile sonuçlanır. Tüpün biraz geri çekilmesi ile de sorun çözülebilir. Ancak zor havayolu olduğu durumlarda dikkatli olunmalıdır. Tanısı için oskültasyon ve göğüs hareketlerinin izlenmesi önerilir. Fiberoptik bronkoskopi diagnostiktir (19).

Tüp doğru yerleştirilmiş olsa bile pozisyon değişikliklerinde ve başın hareket ettirilmesinde tüpün yeri kolayca değişebilir. Küçük çocuklarda pozisyon değişikliklerinde, cerrahi işlemler sırasında, baş hareketlendiğinde ve öksürükle bile istenmeyen ekstübasyonlar görülebilir (19).

2.6.2. Ekstübasyon Sırası ve Sonrasında Görülen Komplikasyonlar

Ekstübasyon sonrası havayolunun kontrolü tüm havayolu yönetiminde önemli bir kısmı oluşturmasına rağmen ekstübasyon öncesi ve ekstübasyondan hemen sonrasını kapsayan bir rehber bulunmamaktadır (70). Üstelik ekstübasyonla ilişkili komplikasyon insidansı entübasyon sırasında oluşan komplikasyon insidansını geçebilir (72). 1985-1999 yılları arasında zor havayolu yönetimi ile ilgili ASA Closed Claims Veritabanında bulunan 156 davanın 18'i operasyon odasında ekstübasyonla ilişkilidir (73).

Ekstübasyon hasta derin anestezi altında iken veya tamamen uyanıkken yapılabilir. Kas gevşemesi geri döndüğünde derin anestezi altındaki ekstübasyon hastalarda yeterli solunum derinliği ve hızına olanak sağlar. Tam uyanıklıkla derin anestezi arasındaki ekstübasyon ise laringospazma zemin hazırlar (19).

Ekstübasyonla ilişkili havayolu komplikasyonları lokal travma, boğaz ağrısı, öksürük, desatürasyon, nefes tutma, laringospazm, havayolu obstrüksiyonu ve aspirasyonu içerir (70).

2.6.3. Laringospazm

Laringospazm anormal uyarı sebebiyle glottisin koruyucu bir refleks olarak kapanmasıdır (74).

Klasik bildirilerde (Fink) laringospazmın iki tipi tanımlanmıştır. Ekspiratuar stridor addüktör spazmına sekonder glottisin aktif kapanması ve inspiratuar stridor ise glottisin top-valf mekanizmasına sekonder olarak pasif kapanmasıdır (75). Laringospazm devam ederse hipoksi ve hiperkapniye sepep olabilir. Çoğunlukla spazm sınırlı kalır ve hipoksi kısa sürelidir (74). Bununla birlikte nadir durumlarda ciddi morbidite, kardiyak arrest, aritmi, pulmoner ödem, bronkospazm veya aspirasyon meydana gelebilir (76) (77) (78).

Ekstübasyonu izleyen süreçte havayolu obstrüksiyonunun en önemli sebeplerinden birisidir. Post-ekstübasyon havayolu obstrüksiyonunun yaklaşık %40'ını oluşturur (74). Pediatrik popülasyonda laringospazm insidansı %0,04-14 arasında değişmektedir (76) (79) (80) (81).

Derin anestezi altında olmayan fakat laringeal stimuluslara hassas olan, uyanık olmadığı için vokal kord stimuluslarına (endotrakeal tüpün çıkartılması, aspire kan) yeterli yanıt oluşturacak düzeyde laringeal refleksleri geri gelmemiş çocuklarda ani ekstübasyon sonucunda meydana gelebilir. Laringospazm yüz maskesi ile ventilasyon sırasında, olası ani havayolu kollapsına bağlı olarak, pozitif basınçlı ventilasyonun kesilmesiyle de oluşabilir (74). Risk faktörleri 3 grupta toplanabilir.

1. Anestezi ile ilişkili faktörler

En önemli anestezi ilişkili faktör; yüzeyel anestezidir (74).

Yüzeyel anestezi altında ağrı, servikal omurganın hareketi, nazogastrik tüp yerleştirilmesi laringospazma neden olabilir. Ayrıca, volatil anestezikler, sekresyon, mukus, kan, laringoskopi bleydi ve aspiratör kateteri laringospazmı indükleyebilir. Deneyimsiz anesteziyolog laringoskopi riskinde artmayla ilişkili bulunmuştur (82) (83).

Birden fazla endotrakeal entübasyon ve laringeal maske yerleştirme girişimleri laringospazm riskini artırır (81) (84) (85).

2. Hasta ilişkili faktörler

En önemli hasta ilişkili faktör hastanın genç olmasıdır (76) (80) (83).

Bazı çalışmalar üst solunum yolu enfeksiyonu ile laringospazm arasında ilişki bulamasa da (86) birçok çalışmada üst havayolu enfeksiyonu laringospazm riskini 2.3-5 kat artırmaktadır (83) (87) (88).

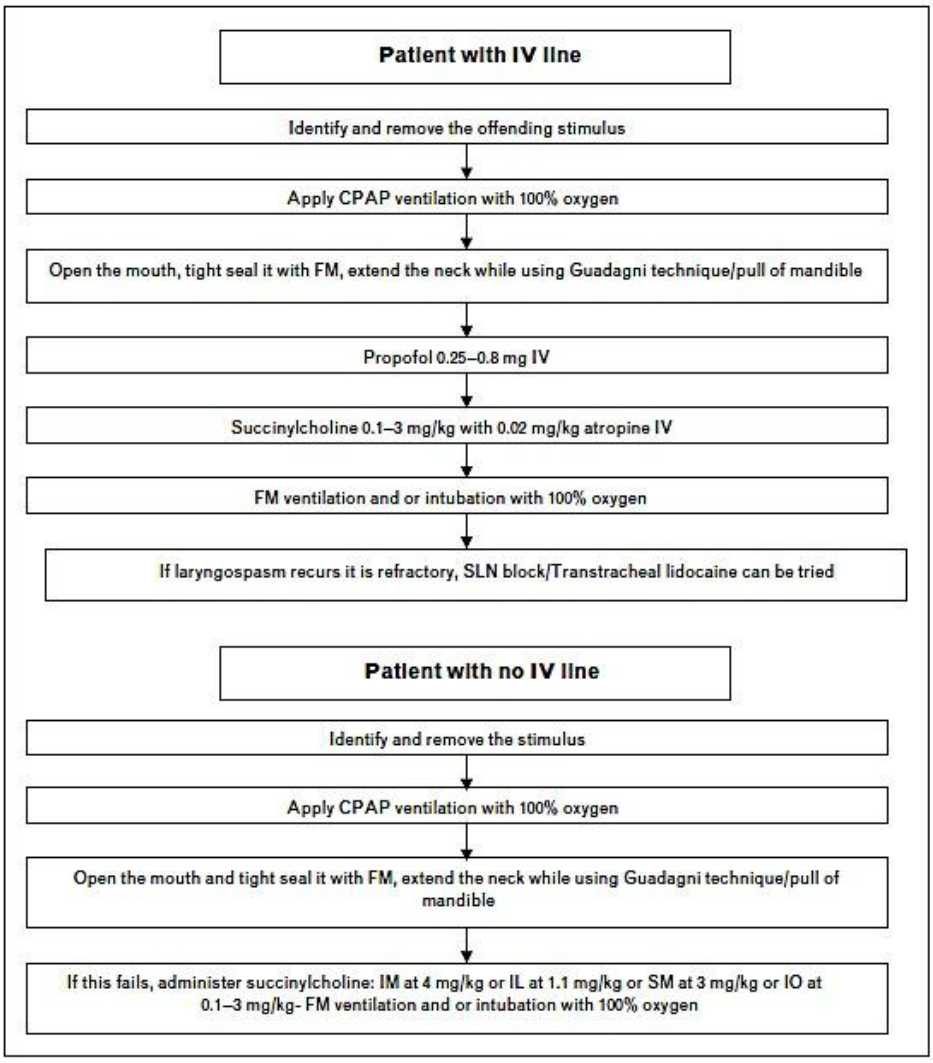
3. Cerrahi ile ilişkili faktörler

Tüm cerrahi tipleri içerisinde, bronkoskopiyi de içeren havayolu prosedürleri, laringospazm için en yüksek insidansa sahiptir. Tonsillektomi ve adenoidektomi cerrahisinde insidans %21-27'dir (83) (89) (90) (91) (92). Apendektomi, hypospadias, çocuklarda transplant laringospazm için artmış riskle ilişkilidir (76) .

Laringospazmın tedavisi pozitif basınçlı ventilasyondur. Refrakter vakalarda süksinilkolin 0.1-0.3 mg/kg vokal kordu rahatlatmak amacıyla kullanılabilir (74).

Şekil 16: Laringospazm tedavisi için algoritm (Achir Ahmad Al-alamia, Pediatric laryngospasm: prevention and treatment. Current Opinion in Anaesthesiology)

Figure 2 An algorithm for treatment of laryngospasm



CPAP, continuous positive airway pressure; i.m., intramuscular; i.v., intravenous.

2.6.4. Post-ekstübasyon Laringeal Ödem Veya Krup

Perioperatif post-entübasyon krup (post-ekstübasyon krup olarak da adlandırılır) çocukların %0.1-1 arasında görülmektedir (93).

Krup riskini artıran faktörler çocuğun havayoluna göre dış çapı çok büyük endotrakeal tüp(>25 cm H_2O basınçta kaçak olmaması veya endotrakeal tüpün yerleştirilmesi sırasında rezistans), işlem sırasında pozisyonun değişmesi, supin dışındaki bir pozisyon, tekrarlayan entübasyon girişimleri, travmatik entübasyon, 1-4 yaş arası çocuk hasta, cerrahinin 1 saatten uzun sürmesi, çocuğun krup öyküsünün olmasıdır .

Eşlik eden üst havayolu enfeksiyonu bildirilen çalışmalarda hem bir risk faktörüdür hem de krup açısından ilişkisizdir (93).

Post-entübasyon krup tedavisinde nemlendirilmiş buhar, nemlendirilmiş epinefrin ve deksametazon kullanılmaktadır. Bu tedavilerin yapılmasının gerekçesi enfeksiyöz kruplu çocukların tedavileri üzerine yapılan deneylere dayanmaktadır. Post-entübasyon krubun kontrollü deneylerle kanıtlanmış kesin bir tedavisi yoktur. Uzamış entübasyonu olan çocuklarda ekstübasyon öncesinde deksametazon verilmesinin etkilerinin incelendiği çalışmanın sonuçları tartışmalıdır; bazı çalışmalar deksametazonun stridoru azalttığı yönünde olsa da bazıları da azaltmadığını göstermektedir.

Bu endikasyonla intramusküler olarak verilen metilprednizolonun post-entübasyon stridorunu azalttığı bildirilmiştir (93).

2.6.5. Postekstübasyon Stridoru

Kaflı tüp kullanımından geleneksel olarak havayolu mukoza hasarı korkusu nedeniyle küçük çocuklarda kaçınılmıştır. Hasarı artırdığı düşünülen risk faktörleri

- Endotrakeal tüp dış çapının aşırı büyük olması
- Kötü dizayn edilmiş tüpler
- Yanlış yerleştirilmiş tüpler

- ETT kafının aşırı şişirilmesi

Hepsi post-ekstübasyon stridoruna sebep olur. Kafsız endotrakeal tüp kullanılan hastalarda post-ekstübasyon stridor sıklığı literatürde yaklaşık olarak %2,5'tir (94).

Yeni kaflı endotrakeal tüplerin üretilmesiyle post-ekstübasyon stridorunun sıklığının kafsız endotrakeal tüplerle karşılaştırıldığı bir çalışmada kaflı endotrakeal tüp kullanılması post-ekstübasyon sıklığını artırmamıştır (95).

2.6.6. Laringotrakeal (Subglottik) stenoz

Kazanılmış subglottik stenozların %90'ı endotrakeal entübasyona (özellikle uzamış entübasyona) bağlıdır. Preterm süt çocukları ve yenidoğanlar krikoid kıkırdaklarının rölatif immatüritesinden dolayı uzamış entübasyondan sonra subglottik stenoz açısından daha az insidansa sahiptir. Bu yaşlarda kıkırdak yapısı hiperselüler ve matriks yüksek oranda sıvı içeriğine sahiptir bu da yapıları daha dirençli ve iskemik hasara daha az duyarlı hale getirmektedir (93).

Kazanılmış subglottik stenozun patogenezi endotrakeal tüpün lateral duvar basınçlarına sekonder iskemik hasar kaynaklıdır. İskemi mukozada ödem, nekroz ve ülserasyonla sonuçlanır. Kıkırdak maruziyetine bağlı olarak sekonder enfeksiyon gelişir. 48 saat içinde, bu ülserasyonların içinde granülasyon dokusu oluşmaya başlar. Sonuç olarak, skar dokusu oluşur ve havayolunda daralma meydana gelir (93).

Çocuklarda parsiyel krikotrakeal rezeksiyon spesmenlerinde squamoz metaplazili epitel ile ciddi ve sklerotik skarlaşma dokusu, bezlerin ve elastik fiberlerin (tunika elastika) kaybı, kalan bezlerde kistik oluşumlu dilatasyonlar bulunmuştur. Ayrıca krikoid kıkırdak internal ve eksternal taraftan da etkilenmiştir. İç taraftan perikondriumun geri dönüşümsüz kaybı ve her iki taraftan kıkırdağın makrofajlar tarafından rezorbsiyonu saptanmıştır (93).

Subglottik stenoza predispoze olan faktörler büyük çaplı endotrakeal tüp ile entübasyon,

laringeal travma (travmatik entübasyon, kimyasal veya termal inhalasyon, eksternal travma, cerrahi travma, gastrik reflü), uzamış entübasyon (özellikle 25 günden uzun), tekrarlayan entübasyon, sepsis ve enfeksiyon, kronik hastalıklar ve kronik inflamatuvar hastalıktır (93).

3. GEREÇ VE YÖNTEM

Çalışma Marmara Üniversitesi Tıp Fakültesi Pendik Eğitim Araştırma Hastanesi ameliyathanesinde tek merkezli, prospektif, randomize ve gözlemsel olarak planlandı. Çalışma için Yeditepe Üniversitesi etik komite kurulundan onay alındı (Etik kurul no: 366). Bilgilendirilmiş gönüllü olur formları tüm hastaların ebeveynleri tarafından imzalandı. Hastaların kaflı yada kafsız tüple entübe edilmelerine hasta operasyon odasına alınmadan hemen önce randomizasyonla karar verildi. Her ayın tek günlerine denk gelen çocuklar kaflı, çift günlerine denk gelen çocuklar kafsız ETT ile entübe edildi.

Çalışmaya genel anestezi altında opere olacak olan, endotrakeal entübasyon uygulanacak ve ameliyathanede ekstübe edilmesi planlanan 6 ay-5 yaş arası çocuklar alındı. Hastaların çalışmaya dahil edilme ve dışlanma kriterleri aşağıda belirtilmiştir.

Dahil Etme Kriterleri:

Genel anestezi altında endotrakeal entübasyon uygulanarak opere olacak,

Operasyon odasında ekstübe edilmesi planlanan,

6 ay-5 yaş arası çocuklar

Dahil Etmeme Kriterleri:

Ebeveynlerin çalışmaya onay vermemesi,

Acil operasyonlar,

ASA III-IV hastalar,

Bilinen havayolu anomalisi olan ve anomali olabilecek sendromu bulunan çocuklar,

Zor entübasyon olanlar,

Havayolu obstrüksiyonu yada akciğer patolojisi bulunanlar

Hastalar operasyon odasına alınmadan önce premedikasyon amaçlı 0.05 mg/kg intravenöz yoldan midazolam (Zolamid ampul, Defarma ilaç, Türkiye) uygulandı. Ameliyat odasında rutin monitorizasyona ek olarak nöromusküler monitorizasyon da (*TOF-Watch*®, Braun, Almanya) yapıldı. Herbirine tiyopental sodyum (Pental Sodyum flakon, İ.E.Ulagay İlaç Sanayii, Türkiye) 5-7 mg/kg, kas gevşetici ajan rokuronyum (Esmeron, Merck Sharp&Dohme İlaç, Türkiye) 0.6 mg/kg, opioid ajanlardan fentanil (Talinat ampul, Vem İlaç Sanayii, Türkiye) 3 mcg/kg ile intravenöz indüksiyon uygulandı.

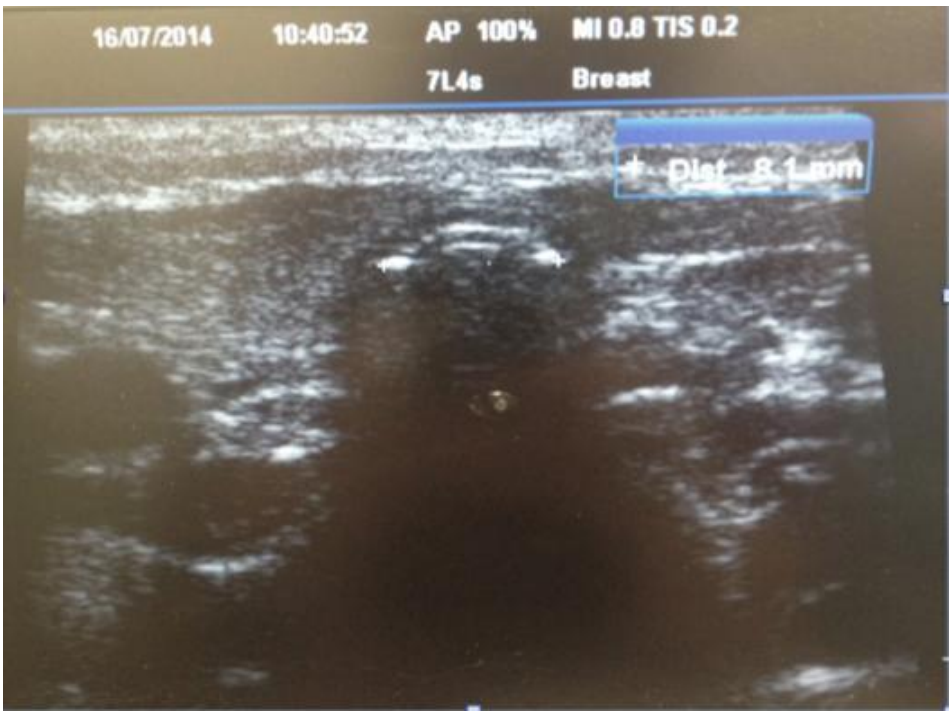
Hastalar % 100 oksijen altında yüz maskesi ile ventile edilirken USG (Mindray M5 sonogram®, Mindray, China) ile transtrakeal subglottik çaplarının ölçümü yapılarak kaydedildi. USG hasta sırtüstü yatarken, başı nötral pozisyonda ve hafif ekstansiyondayken yapıldı. Tüm USG ölçümleri aynı kişi tarafından yapıldı. Lineer USG probu 6-13 Mhz, boynun anterior yüzünde orta hatta yerleştirildi. Prop ile transvers olarak önce vokal kordlar lokalize edilip, daha sonra krikoid arkı görüntülemek üzere kaudale doğru ilerletildi ve krikoid kartilajın alt kenarından subglottik çap ölçümleri yapılarak kaydedildi (**Şekil:17, 18, 19**).



Şekil 17: Hasta supin, baş nötral pozisyonda iken USG ile subglottik çapın ölçülmesi



Şekil 18: ETT yerleştirilmeden önce havayolunun transvers çapı



Şekil 19: ETT yerleştirildikten sonra USG'de tüpün kenarlarının görünümü

Entübasyon öncesi tüp hazırlığı amacıyla kafsız tüp kullanılacak grupta Cole formülü ID (mm) = (yaş/4) + 4 kullanılarak, çıkan tüp numarasından 0.5 mm büyük ve küçük tüpler de hazırlandı. Kaflı tüplerin hazırlığında ise Khine formülü ID (mm) = (yaş/4) + 3 kullanılarak yine bir büyük ve bir küçük boyutu hazır bulunduruldu. TOF 0 olduğunda entübasyon aşamasına geçildi.

Entübasyonda kullanılacak tüp (kaflı ve kafsız ETT, Foreks marka, Almanya), direk laringoskopi sırasında gözleme dayalı olarak seçildi ve hastalar endotrakeal yoldan entübe edildi. Tüp ilerletilme aşamasındayken direnç veya zorlanma hissediliyorsa bir boy küçük tüpe (-0.5 mm ID) geçildi. Entübason sırasında tüpün çok küçük olduğu gözlendiyse ve tüpün geçişi çok rahat olduysa bir boy büyük tüp (+0.5 mm ID) kullanıldı.

Tüpün trakea içinde olduğu göğsün inip kalkması ve kapnogram ile doğrulandıktan

sonra her iki akciğerin bilateral oskültasyonuyla derinlik seviyesi tespiti yapıldı. Yerleştirilen tüp boyutunun uygun olup olmadığına kaçak testi ile karar verildi. Test kişiler arası varyasyonları önlemek için tüm hastalarda USG'yi yapan anestezist tarafından entübasyonu yapan anestezistin de gözlemi altında değerlendirildi. Test hasta supin, baş nötral pozisyondayken yapıldı. Havayolu basıncı 10 cmH_2O iken ağızda dışarıdan duyulabilir şekilde kaçağı olan hastalar bir boy büyük tüp (+0.5 mm ID) ile yeniden entübe edildi. 20 cmH_2O altında duyulabilir kaçağı olmayan hastalarda tüpün büyük olduğu düşünülerek bir numara daha küçüğü (-0.5 mm ID) ile değiştirildi.

Kafsız tüp grubunda uygulanan tüp büyük geldiğinde ve bir boy küçüğe geçildiğinde kaçak miktarı fazla ise (büyük tüp büyük, küçük tüp küçük geldiyse), küçük tüp tercih edilerek boğaz pedi kullanıldı. Kaflı tüplerde, kaf balonu kaf basıncı 20 mmHg'yı geçmeyecek ve ağızdan kaçağı engelleyecek şekilde hava ile şişirildi. Operasyon sonuna kadar kaf basıncı dijital kaf manometresi (VBM, Almanya) ile monitörize edilerek, basıncın sabit tutulması sağlandı.

Her iki grupta da total taze gaz akımı 3lt/dakika, 1/2 oranında oksijen ve azot olacak şekilde ayarlanarak ventilasyona başlandı (Mindray, Wato EX-65, China). Ventilasyonda volüm kontrollü mekanik ventilasyon modu kullanıldı.

Hastaların cinsiyet, yaş, kilo gibi demografik bilgileri kaydedildi. Hastaların yaşı belirlenirken aşağı yuvarlama tekniği kulalnıldı.Örneğin; 12-24 ay arası bir bebek 1 yaşında kabul edildi. Kafsız tüpler için yaş bazlı Cole ve Perlington'nun, kilo bazlı Eck ve Eipe'nin geliştirdiği formüller kullanılarak bulunan tüp numaraları not edildi. Kaflı tüpler içinse yaş bazlı formüllerden Khine ve Motoyoma'nın geliştirdiği formüllere dayanarak aynı şekilde bulunan tüp numaraları not edildi. Tüm hastalarda serçe parmak distal falanks çapı da kumpas yardımıyla ölçülerek kaydedildi. Gözleme dayalı olarak seçilen ilk tüp numarası, entübasyon sayısı, tüp değişim gerekçeleri ve uygun olduğuna karar verilen son tüpün numarası kaydedildi.

Ayrıca intraoperatif olarak plato ve peak inspiratuar basınç değerleri, end-tidal karbondioksit değeri, saturasyon değeri, kaçak miktarı, yanlışlıkla endobronşial entübasyon veya istemsiz ekstübasyon olup olmadığı not edildi. Hastalar TOF % 70 ve üstü olduğunda, uykuda iken ekstübe edildi. Olgular derlenme odasında 20 dakika tutuldular. Ekstübasyon sonrası laringospazm, stridor ve krup oluşup oluşmadığına ameliyathane ve derlenme odasında bakılarak kaydedildi. Ekstübasyon sonrası yeniden entübasyon ya da yoğun bakım ihtiyacı olup olmadığı da kaydedilen diğer bir parametreydi.

3.1. İstatistiksel incelemeler

Khine ve arkadaşları çocuklarda yaş bazlı formüller ile uygun ETT'nin %77 oranında saptanabileceğini rapor etmişlerdir (Anesthesiology 1997;86:627-31). ETT'yi doğru tahmin etmede çalışmamızda kullandığımız formüllerin arasındaki %30'luk farklılığı saptayabilmek için 0.05 tip I hata olasılığı ve %80 güç ile her bir grup (kaflı, kafsız) için en az 61 hastanın gerektiğini hesapladık. Verilerin dağılımının normalitesi Kolmogorov-Smirnov testi ile değerlendirildi. Dağılımı normal olan ikili verilerin karşılaştırılmasında Student-t testi, dağılımı normal olmayanlarınkinde Mann-Whitney-U testi kullanıldı. Ordinal verilerin analizi ki kare kullanılarak yapıldı. ETT çapı ve kullanılan formüllerin ilişkisi korelasyon analizi ile araştırıldı ve Spearman yöntemi kullanıldı. Regresyon eşitliğini elde etmek için "linear" regresyon yöntemi kullanıldı. USG ile ölçülen subglottik çap ile ETT çapı arasındaki ilişkinin düzeyi ayrıca Bland-Altman yöntemi ile incelendi. "Receiver operating curve" (ROC) kullanılarak subglottik çap - ETT dış çapı farkının postoperatif stridor ile ilişkisi araştırıldı, eşik değerin (cutoff) saptanmasında "Youden's index" (J = Duyarlılık + Özgüllük – 1) kullanıldı. Veriler ortalama ± standart sapma ya da sayı (%) olarak gösterildi. $P < 0.05$ istatistiksel anlamlı farklılık olarak kabul edildi. İstatistiksel analiz için SPSS yazılımı (ver. 21.0; SPSS Inc., Chicago, IL, USA) kullanıldı.

4. BULGULAR

Çalışmamıza Marmara Üniversitesi Pendik Eğitim Araştırma Hastanesinde, Kasım 2013 - Temmuz 2014 tarihleri arasında, genel anestezi altında entübe edilerek ameliyat olan, 6 ay - 5 yaş arası 133 hasta dahil edildi. Olguların 66'sında kaflı, 67'sinde kafsız ETT kullanıldı. Çalışma kapsamına alınan hastaların demografik bilgileri **tablo 3** dedir.

Tablo 3: Olguların Özellikleri (Ortalama ± SD)

	Kaflı Grup (n=66)	**Kafsız Grup** (n=67)
Cinsiyet (E/K)	55 / 11	53 / 14
Yaş (ay)	33,1 ± (14,4)	30,5 ± (18,3)
Ağırlık (kg)	13,9 ± (3,3)	13,6± (4,1)

Hastalara uygulanan cerrahi prosedürlerin dağılımı **tablo 4** dedir.

Tablo 4: Cerrahi Prosedürlerin Gruplara Dağılımı

Cerrahi Prosedür	Kaflı Grup	Kafsız Grup
Ortopedi	5	6
Çocuk cerrahisi	43	36
Göz	7	8
Üroloji	7	7
Nöroşirurji	0	3
Kulak burun boğaz	4	7

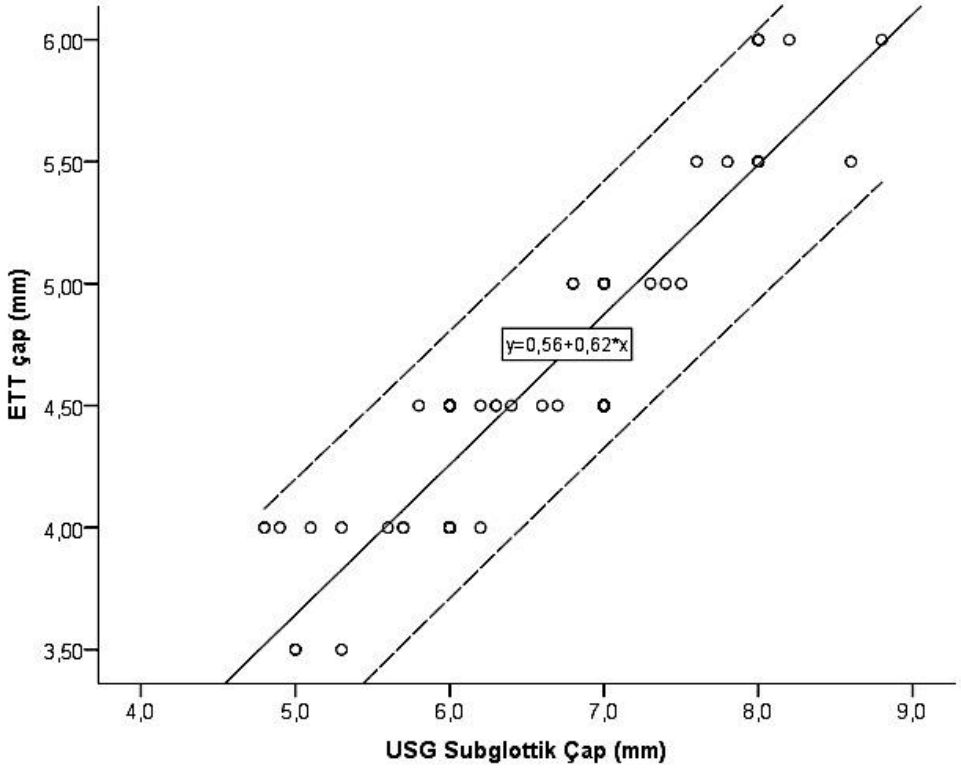
Çalışmada kullanılan endotrakeal tüplerin iç (ID) ve dış çapları (OD) **tablo 5** dedir. Her iki grupta aynı iç çapa sahip tüplerin dış çapları da aynı büyüklüktedir.

Tablo 5: Kaflı Ve Kafsız Tüplerin İç Ve Dış Çapları

ID	OD
3	4
3.5	4.7
4	5.3
4.5	6
5	6.7
5.5	7.3
6	8

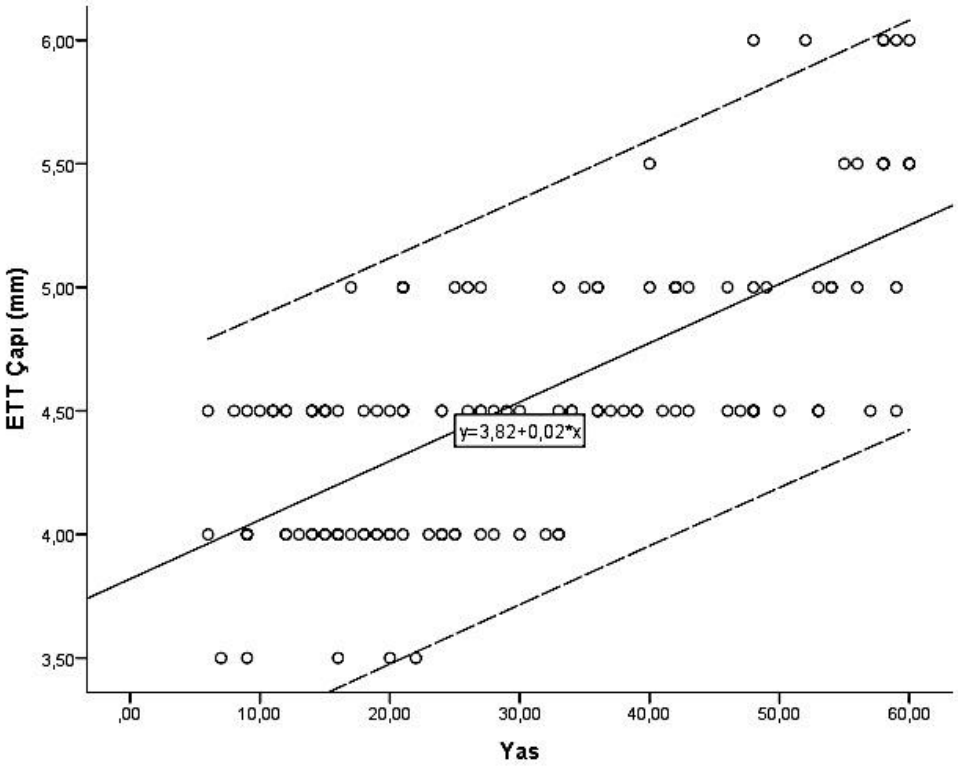
Çalışmaya dahil edilen 86 olguda üst hava yolu ultrasonografik incelemesi yapıldı ve subglottik alan çapı ölçüldü. Subglottik hava yolu çapı ve ETT dış çapı arasında oldukça anlamlı düzeyde istatistiksel ilişki saptandı ($R=0.897$, $p < 0.0001$)

(**Şekil 20**). Bu iki çap arasındaki regresyon eşitliği 0.62 × subglottik çap + 0.56 olarak bulundu. Subglottik hava yolu çapı ve ETT dış çapı için uygulanan Bland-Altman analizinde bu iki çap farkları ortalaması 1.96, uyum sınırları (ort ± 2SD) 2.84 - 1.08 olarak saptandı.



Şekil 20: ETT çapı ile USG' de ölçülen subglottik çapa ait regresyon eğrisi

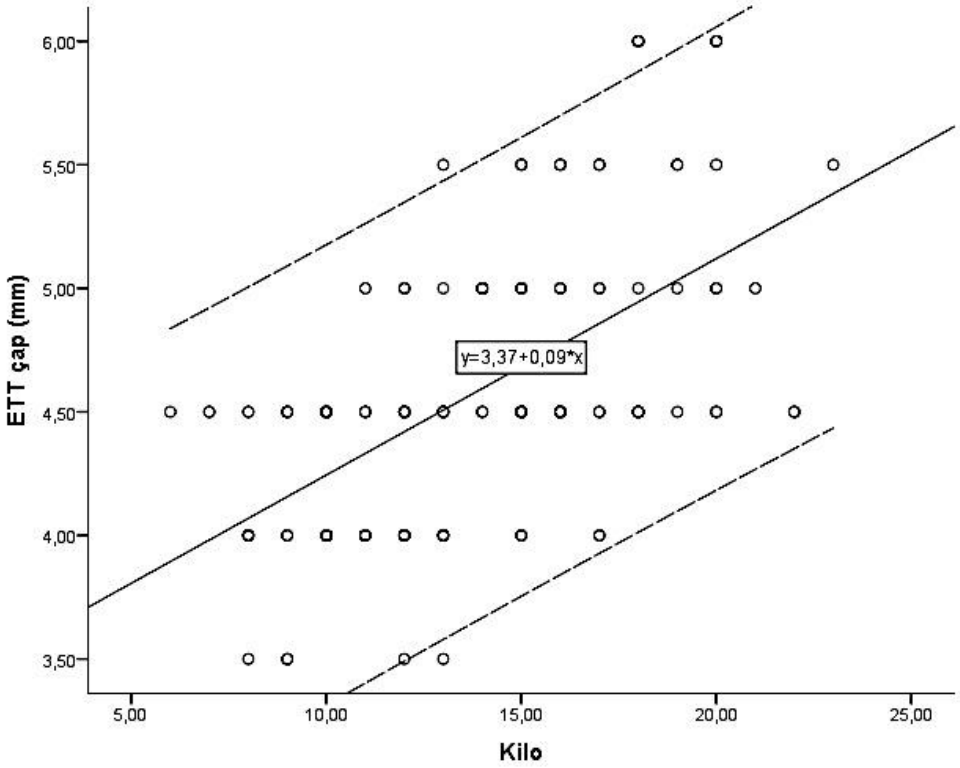
Yaş (ay) ve endotrakeal tüp dış çapı arasında da istatistiksel anlamlı ilişki mevcuttu (R= 0.693, p < 0.0001) (**Şekil 21**). Bu iki veri arasındaki regresyon eşitliği 0.02 × Yaş (ay) + 3.82 olarak bulundu.



Şekil 21: ETT çapı (mm) ve yaş (ay) arasındaki regresyon eğrisi

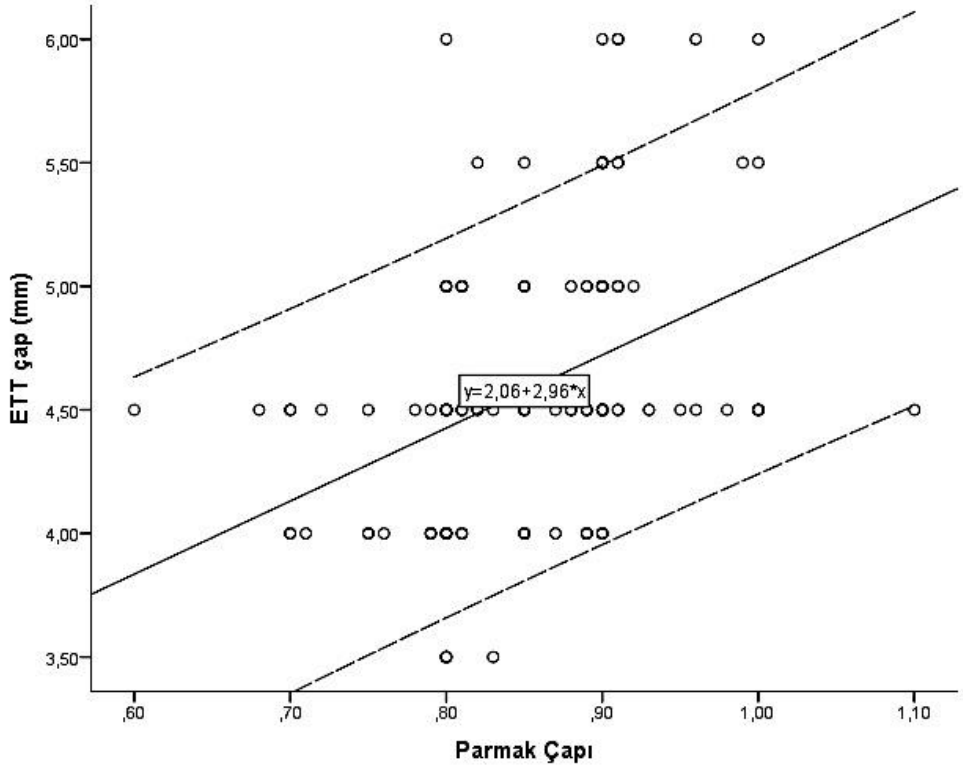
Benzer şekilde ağırlık (kg) ve ETT dış çapı arasında da istatistiksel anlamlı ilişki mevcuttu (R= 0.577, p < 0.0001) (**Şekil 22**).

Regresyon eşitliği ETT = 0.09 × Ağırlık (kg) + 3.37 olarak bulundu.



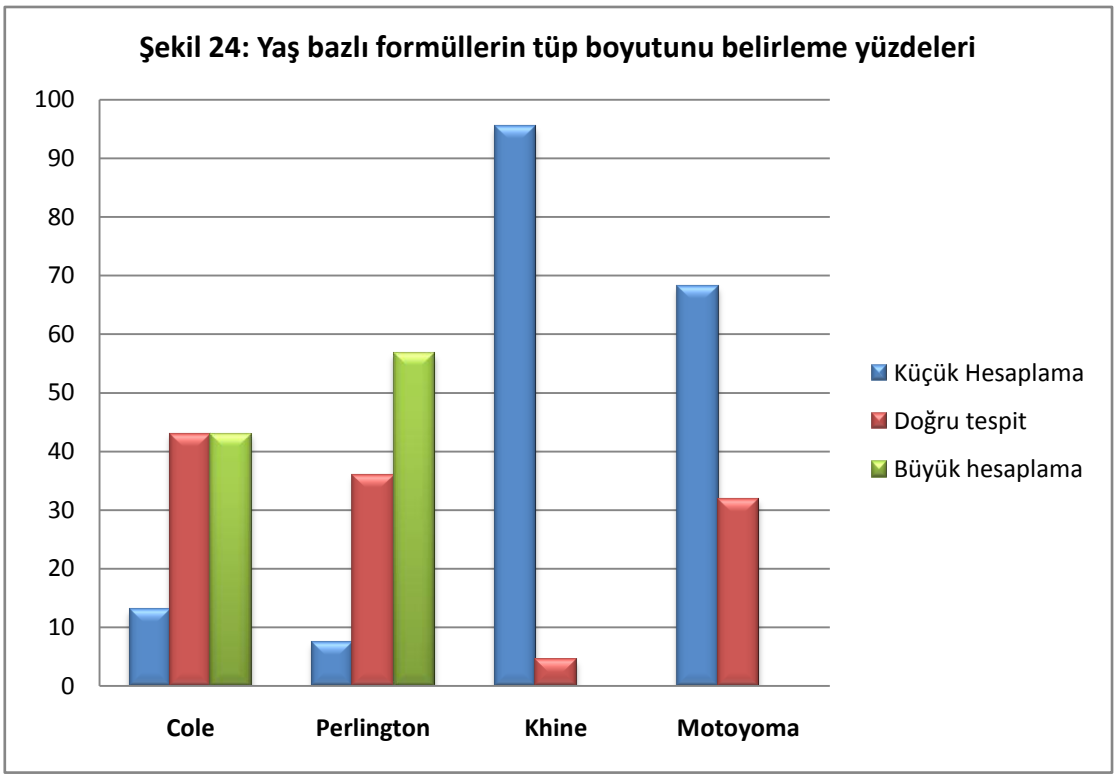
Şekil 22: ETT çapı (mm) ve kilo arasındaki regresyon eğrisi

Serçe parmak çapı ve ETT dış çapı arasında istatistiksel anlamlı düzeyde ilişki mevcuttu (R = 0.39, p<0.0001) (**Şekil 23**). Regresyon eşitliği ETT = 2.06 × parmak çapı (mm) + 2.96 olarak hesaplandı.

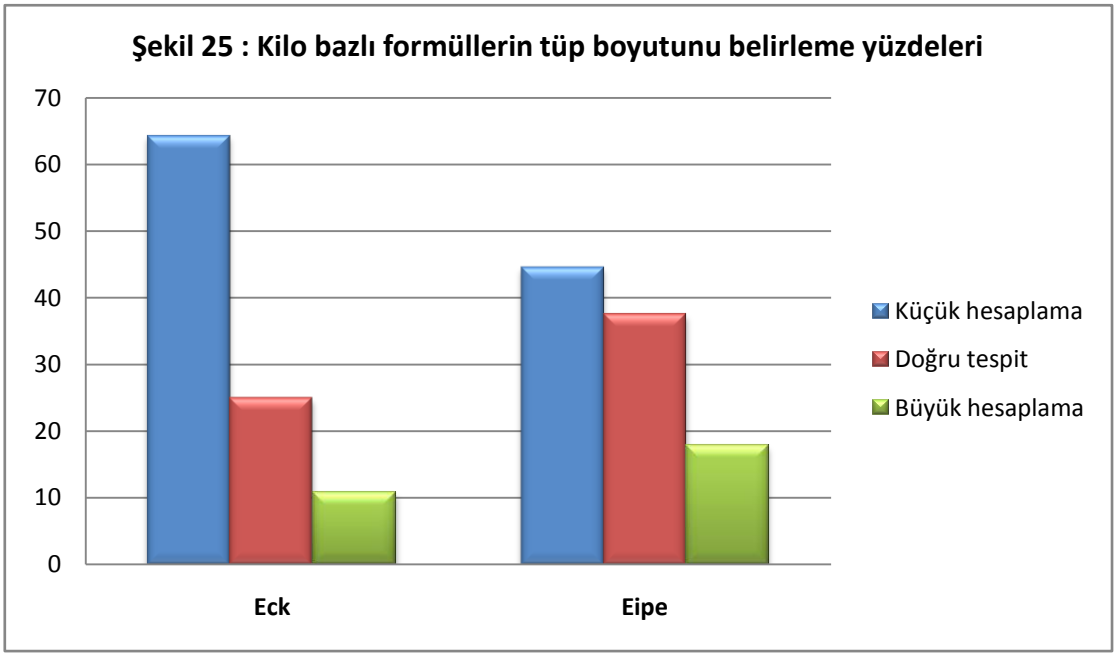


Şekil 23: ETT çapı (mm) ve parmak çapı (mm) arasındaki regresyon eğrisi

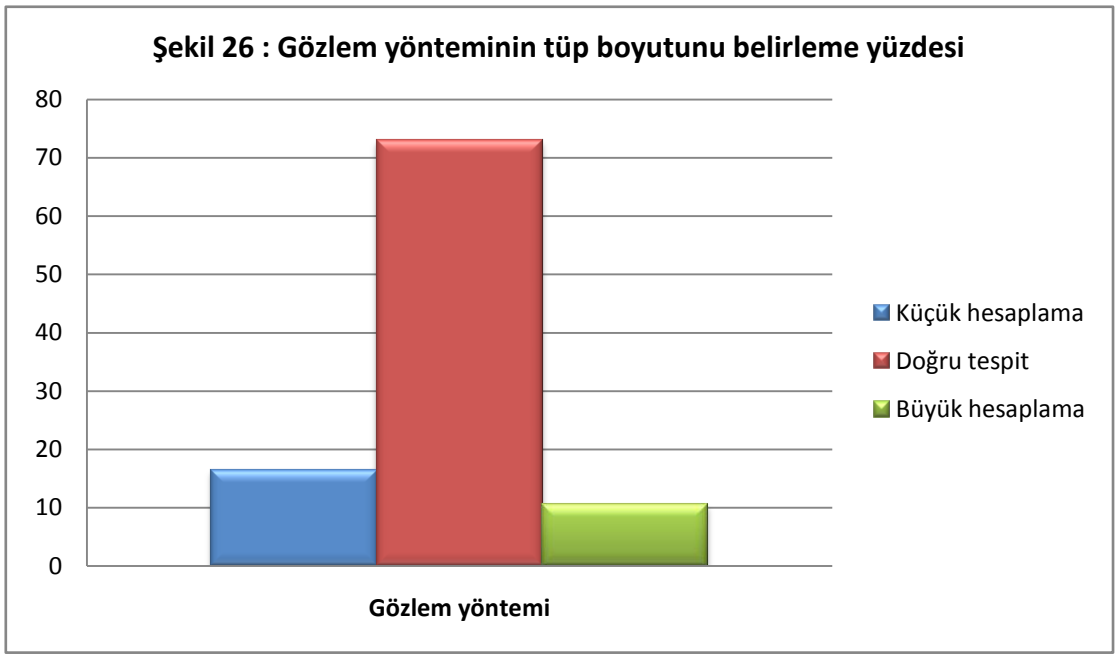
Çalışmada kullanılan yaş bazlı formüllerin ETT'yi doğru tahmin etmedeki etkinlikleri **Şekil 24** te gösterilmiştir. Khine doğru tüpü saptamada en düşük performansa sahipti. Khine ve Motoyama ETT çapını genel olarak gerekenden daha küçük olarak hesaplamaktadır. Kafsız tüpler için Cole ETT'yi doğru tespit etmede Perlingtondan daha başarılı iken her ikisi de tüpü olması gerekenden daha büyük hesaplama eğilimindedir.



Çalışmada kullanılan kilo bazlı formüllerin ETT'yi doğru tahmin etmedeki etkinlikleri **Şekil 25** te gösterilmiştir. Kilo bazlı formüllerde Eipe doğru tüp tespitini bulmada daha başarılı olurken genel olarak iki formülde tüp boyutunu olması gerekenden küçük hesaplama eğiliminde bulunmuştur.

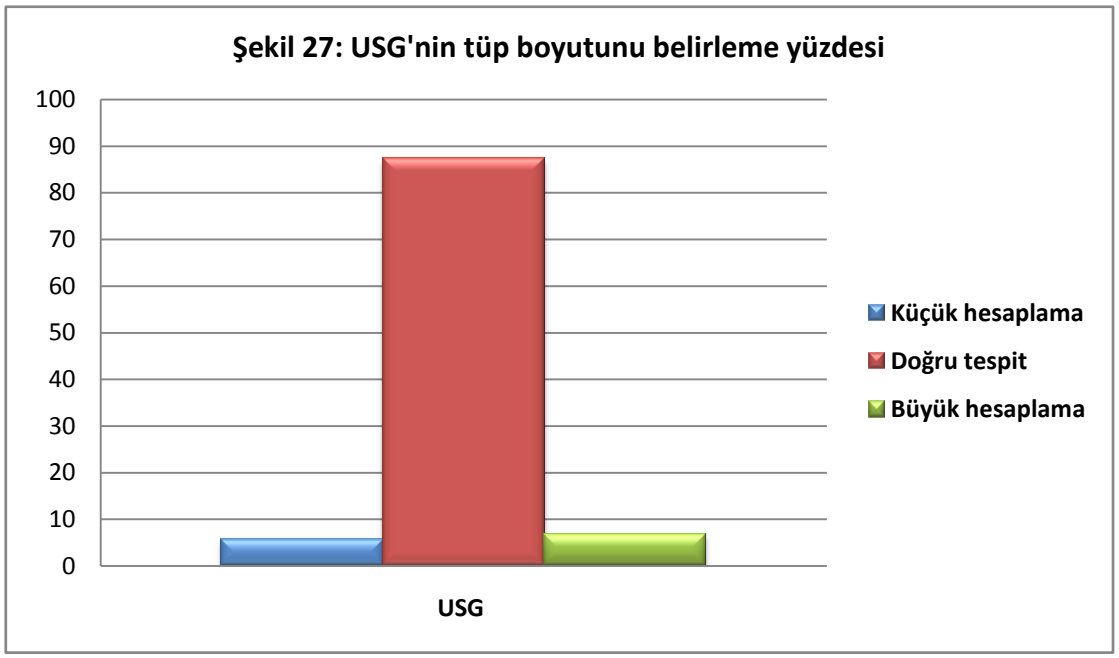


"Gözlem" yöntemi kilo ve yaş bazlı formüllerden daha başarılı olarak 97 (%73) olguda ETT'yi doğru olarak saptadı. (**Şekil: 26**)

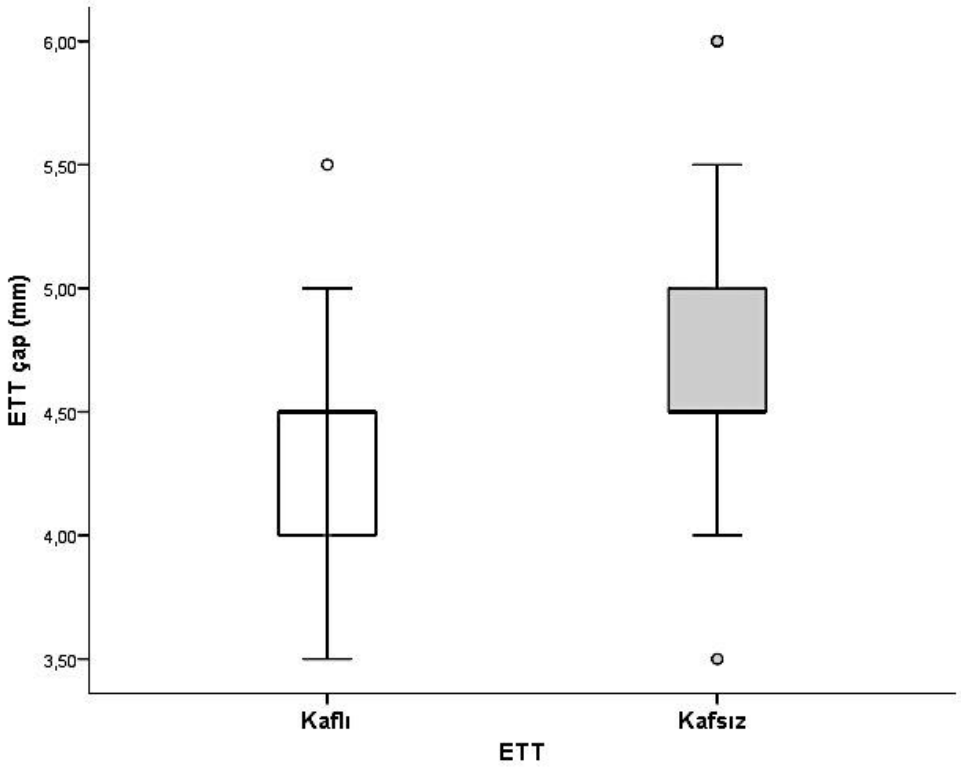


Kullandığımız parametreler içinde ETT'yi doğru tahmin etmede en başarılı olan yöntem USG ile subglottik çapın ölçülmesine dayalı olarak yapılandır. Bu yöntemle 76 (% 87) olguda tüp boyutu doğru olarak belirlenmiştir (**Şekil: 27**).

Doğru ETT'yi tahmin etmedeki başarı oranları USG %87, gözlem %73, yaş bazlı formüllerden başarısı en yüksek olan Cole %43 ve kilo bazlı formüllerden başarısı en yüksek olan Eipe %38 olarak saptandı. USG yöntemi en başarılı yöntemken (gözlem yöntemi için $p= 0.005$, diğer yöntemler için $p<0.0001$), gözlem yöntemi de diğer iki yöntemden bariz şekilde daha başarılıydı ($p<0.0001$). Yaş ve kilo bazlı formüller arasında istatistiksel anlamlı farklılık saptanmadı.



Kaflı tüp kullanılan olgularda ETT iç çapı kafsız tüp kullanılanlardan daha küçüktü ($p < 0.0001$) (**Şekil 28**).



Şekil 28: Kaflı ve kafsız tüplerin çapa göre dağılımı

Kaflı ve kafsız ETT kullanılan olgular arasında entübasyon süresi, pik ve plato hava yolu basınçları, $ETCO_2$ basınçları arasında farklılık yok iken kaçak miktarı kafsız ETT kullanılan olgularda daha yüksekti ($p<0.0001$) (**Tablo 6**).

Tablo 6: Grupların Entübasyon Süreleri, Havayolu Basınçları, Etco2 Değerleri ve Kaçak Miktarları

	Kaflı Grup (n=66)	**Kafsız Grup** (n=67)
Entübasyon süresi	115,1 ± (50,3)	106,1 ± (48,0)
Hava yolu pik basıncı	16,5 ± (3,4)	15,3 ± (3,8)
Hava yolu plato basıncı	7,5 ± (1,3)	7,1 ± (1,3)
EtCO2	35,1 ± (2,6)	37,4 ± (14,3)
Kaçak miktarı	5,3 ± 9,1	13,1 ± 20,3*

* $p < 0.0001$

Tüp değişim sayıları ve nedenleri **Tablo 7** de verilmiştir. Kaflı ETT ile entübe edilen olgularda 7 (%11), kafsız ETT ile entübe edilen olgularda ise 29 (%43) olguda reentübasyon gerekliliği oldu. Farklılık istatistiksel olarak anlamlı düzeyde idi ($p < 0.0001$). En çok fazla kaçak nedeniyle tüp değiştirildi ve fazla kaçak nedeniyle tüp değişim oranı kafsız ETT kullanılanlarda daha yüksekti ($p <0.0001$).

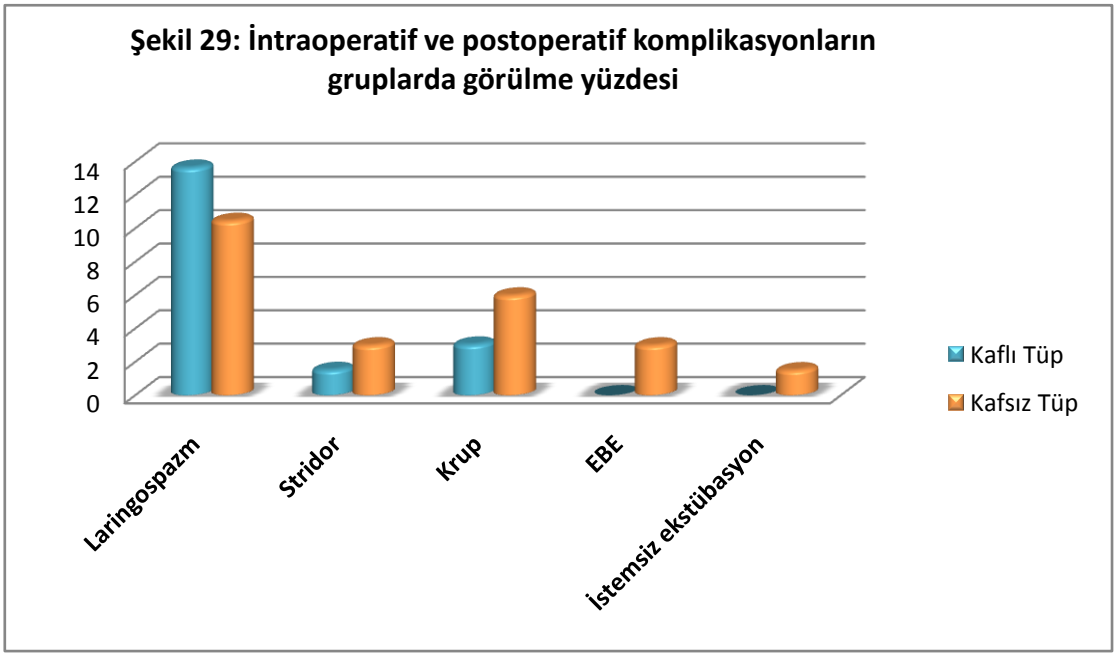
Reentübe olan 36 hastanın 24'üne USG yapmış olduğumuz görüldü. Bu 24 hastada eğer ilk seçilen tüp USG yöntemiyle belirlenmiş olsaydı aslında 23'ünde reentübasyona gerek olmayacağı, kalan 1 hastada ise USG yönteminin de tüpü yanlış tahmin ettiği görüldü. Yani USG'ye dayalı tüp tahmininin %96 (23/24) oranında reentübasyonu önlediği tespit edildi.

Tablo 7: Tüp Değişim Nedenleri Ve Tüp Değişim Sayısının Gruplara Göre Dağılımı

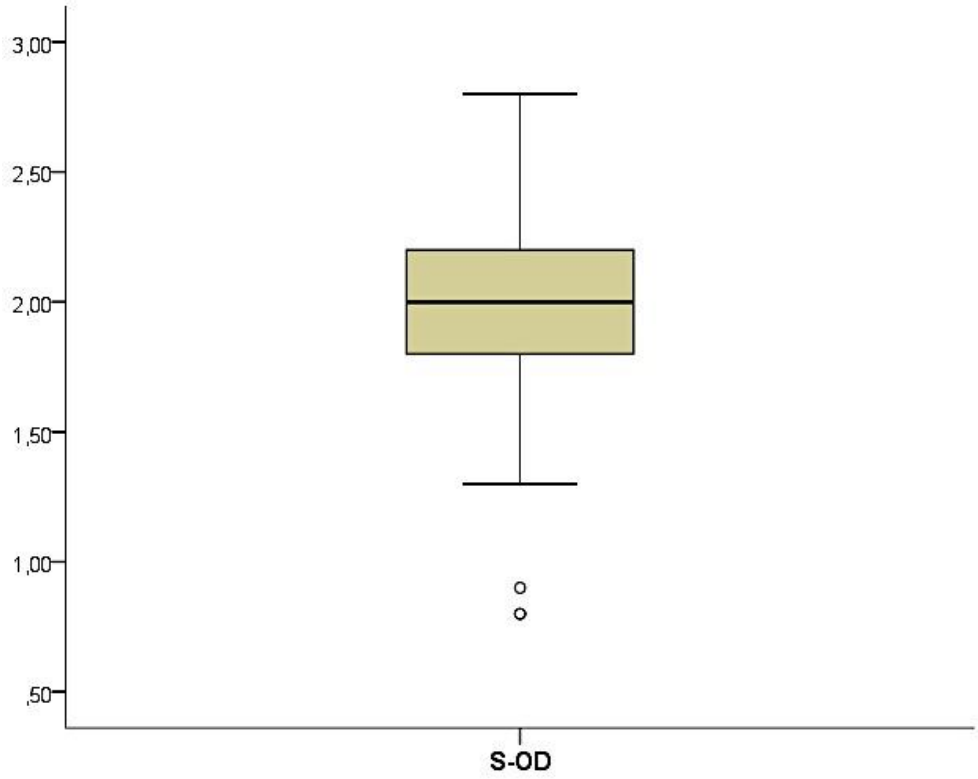
Tüp değişim nedeni	**Kaflı Grup**	**Kafsız Grup**	**P**
İlerletirken rezistans	4	5	Ns
Kaçak olmaması	1	5	Ns

Fazla kaçak olması	2	24*	<0.0001
Tüp değişim sayısı			
1 kez entübe edilen	59	38	<0.0001
2 kez entübe edilen	7	24	<0.0001
3 kez entübe edilen	0	5	
Boğaz paketi kullanma	0	3	

Şekil 29 da ekstübasyon sonrası hava yolları ile ilgili komplikasyonlar gösterilmektedir. Toplam 22 (%17) olguda üst hava yolu komplikasyonları gözlendi. En sık görülen komplikasyon laringospazm (%12) olup, olguların % 5 krup ve % 2 stridor gözlendi. Postoperatif havayolu komplikasyonları yönünden gruplar arası istatistiksel anlamlı düzeyde farklılık saptanmadı. Komplikasyonların yaş, entübasyon süresi, entübasyon sayısı ile de ilişkisi bulunamamıştır.

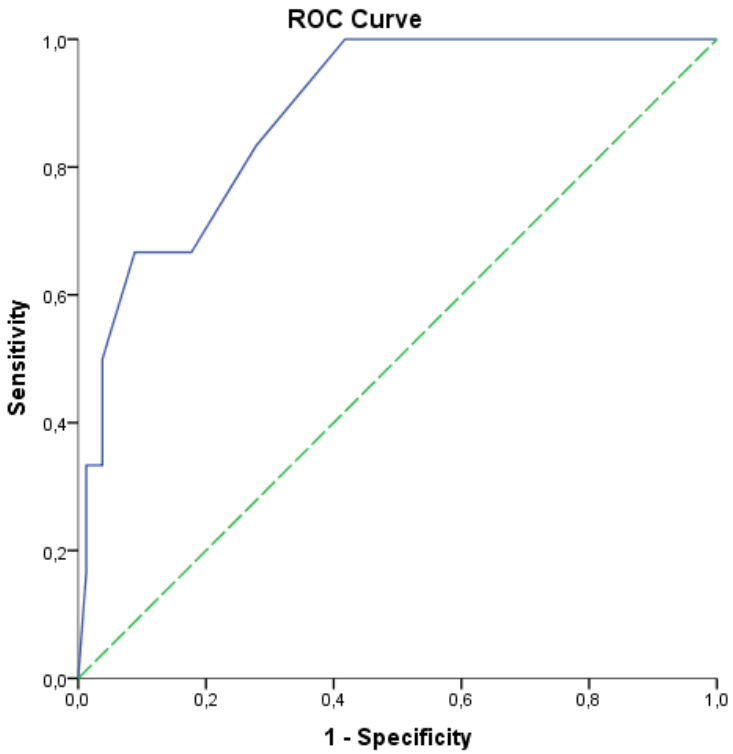


Olguların ETT-üst hava yolu uyumunu değerlendirebilmek için subglottik alanın çapı (S) ile endotrakeal tüpün dış çapı (OD) arasındaki farkı (S-OD) hesapladık. S-OD farkı dağılımı **Şekil 30**' da verilmiştir. Tüm olguların S-OD farkı 1.95 ± 0.36 [%95 güven aralığı = 1.87-2.03] mm olarak bulundu. Kaflı ya da kafsız tüp kullanılan olgularda S-OD farkları benzer iken, kaçak miktarı kaflı tüp kullanılan olgularda daha azdı ($p<000.1$).



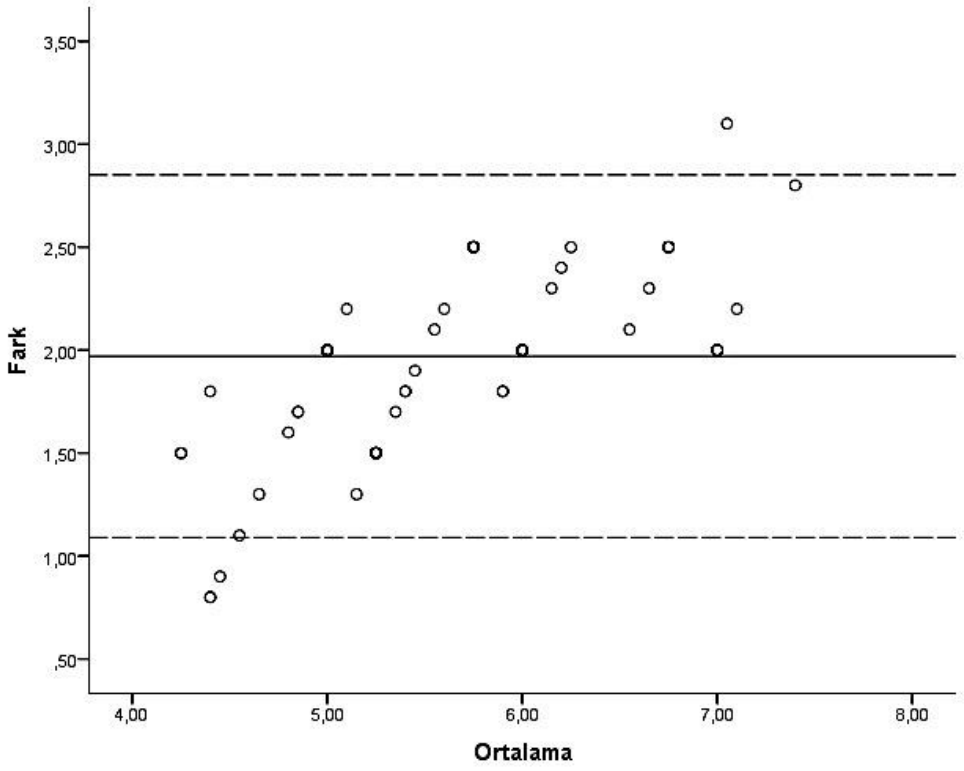
Şekil 30: Subglottik çap ile OD farkı dağılımı

Toplam 6 (%7) olguda postoperatif stridor gözlendi. S-OD farkı ile postoperatif stridor arasındaki ilişkiyi incelemek için çizdirdiğimiz ROC eğrisi altında kalan alan 0.884±0.06 [%95 güven aralığı=0.771-0.991] idi (p=0.002) (**Şekil 31**). ROC eğrisinde S-OD farkı için eşik değer 1.95 mm seçildiğinde özgüllük (% 58) ve duyarlılık (%100) en yüksek idi.

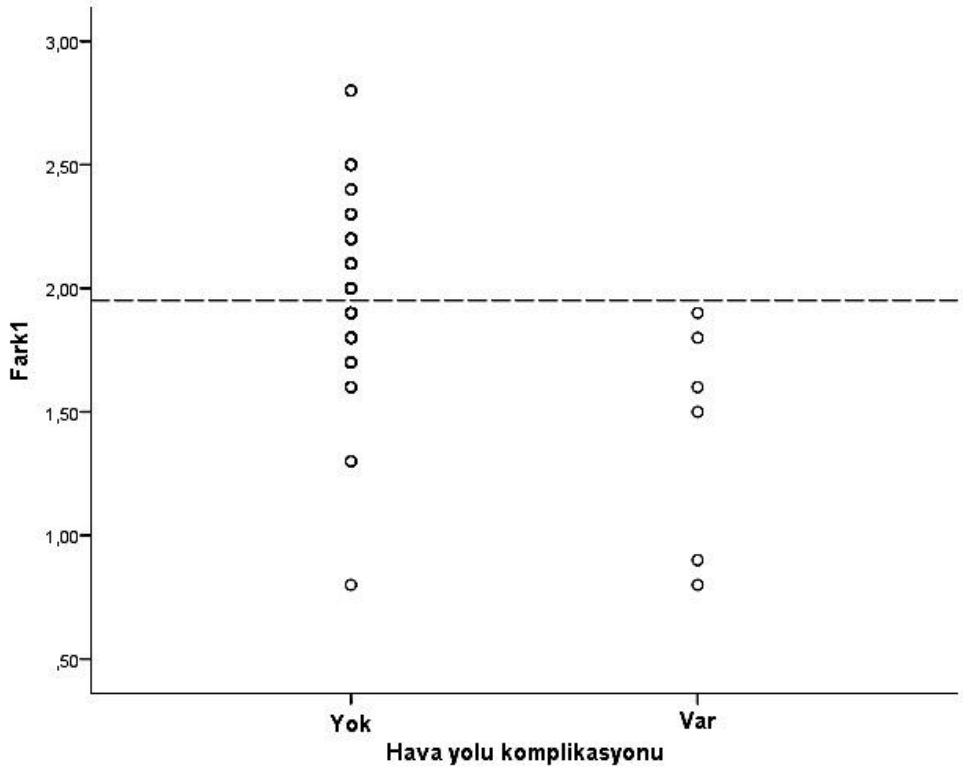


Şekil 31: S-OD ve stridor arasındaki ilişkiyi gösteren ROC eğrisi

S-OD farkı için 1.95 mm değerinin duyarlılığının %100 olması stridor gelişen bütün olgularda S-OD farkının 1.95 mm'nin altında olduğunu göstermektedir (**Şekil 33**). Yani S-OD farkı 1.95 mm'den büyük olan olguların hiç birinde stridor gelişmedi. Kafsız olgularda S-OD farkı 2.3 mm'nin üzerine çıktığında kaçak miktarı %30'dan daha büyüktü.



Şekil 32: Subglottik çap ve ETT dış çapı arasındaki ilişkiyi gösteren Bland-Altman grafiği.



Şekil 33: S-OD farkı ve havayolu komplikasyonu

Her iki grupta da ekstübasyondan sonra reentübe edilen ya da yoğun bakım ihtiyacı bulunan hasta olmamıştır.

5. TARTIŞMA

Sonuçlarımız, pediatrik olgularda endotrakeal tüpün seçilmesinde geleneksel olarak kullanılan yaş ve kilo bazlı formüllerin doğru endotrakeal tüp saptamadaki başarılarının düşük olduğunu direk gözlem yönteminin ise daha başarılı olduğunu göstermektedir. Ultrasonografi ile ölçülen subglottik çapın uygun tüp boyutu belirlemede diğer yöntemlerden daha başarılı olduğunu da saptadık. Kafsız tüp kullanılan olgularda tüp değişim insidansı ve kaçak miktarının daha yüksek oduğunu gözledik. Postoperatif hava yolu komplikasyonları açısından kaflı veya kafsız tüp kullanılmasının bir farklılık yaratmadığını saptadık. Ayrıca sonuçlarımız dış çapı subglottik çaptan 1.95 mm küçük tüplerin seçilmesi ile postoperatif hava yolu komplikasyonlarının azaltılabileceğini de göstermektedir.

Endotrakeal entübasyon anestezi uygulamaları sırasında hava yolu güvenliğini sağlamak ve mekanik ventilasyon uygulamak amacıyla ve yoğun bakımda havayolu açıklığını korumak, oksijenasyonu sağlanmak ve pozitif basınçlı ventilasyonu kolaylaştırmak amacıyla kullanılan bir tekniktir. Geleneksel olarak entübasyon süreleri ve endikasyonlarına bakılmaksızın 8 ve 10 yaş altındaki çocuklarda sadece kafsız tüpler kullanılması gerektiği önerilmekteydi. Önceleri yaygın olarak kabul görmesine karşın bu öğretiler küresel manada değişmektedir. Son literatürler bu yaş grubundaki çocuklarda sadece kafsız tüp kullanılmalıdır efsanesini artık demode hale getirmiştir (10).

Kaflı veya kafsız tüpün kendine has avantaj ve dezavantajları vardır. Kafsız bir ETT daha büyük bir ID 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 ETT kullanıldığında fazla kaçak nedeniyle

etkin ventilasyon yapılamaz, hipoksi, atelektazi gibi komplikasyonlar görülebilir, $EtCO_2$ monitörizasyonu güvenilirliğini kaybeder, aspirasyon riski artar ve anestezik gazlarla çevre kontamine olur. Kaflı bir tüp kullanıldığında kafı sayesinde tüm bu olumsuzlukların önüne geçilebilir (55). Ancak kaflı tüplerde de yetersiz dizayn, uygunsuz konumlandırma ve kafdan kaynaklanan problemler olabilir (96).

Optimum ventilasyonu sağlamak için uygun boyutta endotrakeal tüpün saptanması ile havayolunun gereksiz travmalardan korunması da mümkün olabilir. Bu nedenle doğru tüp boyutunu belirlemek amacıyla çeşitli yöntemler geliştirilmiştir (43).

Uygun ETT hazırlığının olmaması hem entübasyon süresini hem de entübasyon girişim sayısını arttıracağı için sakıncalıdır. Entübasyon süresinin uzaması hipoksemi ve onun komplikasyonlarına maruz kalmaya yol açabilir. Gereğinden çok sayıda entübasyon girişimi ya da büyük boyutta tüp kullanma ise havayolu travmasına sebep olmakta ve postoperatif krupu arttırmaktadır (2). Çalışmamızda kafsız tüp kullanımında reentübasyon oranı ve kaçak miktarı kaflı tüp grubundan anlamlı derece fazla bulunurken, her iki grup arasında komplikasyonlar açısından bir fark gözlenmedi.

Pediatrik olgularda uygun boyutta ETT seçiminde tüpün larenkse tam oturmaması, 10-25 cmH_2O insuflasyon basıncında duyulabilir kaçağa izin vermesi gerekmektedir (97). Ancak bu yöntemde ETT çevresinden duyulan hava kaçağı nöromusküler blokaj derinliği, kafa hareketleri veya değerlendiren kişiye özel (46) değişebilir. Subglottik alanın şekline ve laringeal alanın ödemine bağlı olarak kaçak miktarı değişebilir (97). Çalışmamızda uygun ETT'yi belirlerken 20 cmH_2O insuflasyon basıncında duyulabilir kaçağa izin veren tüpleri kullandık. Kaçak tespiti yukarda bahsedilen olumsuzlukları bertaraf etmek amacıyla tek kişi tarafından yapılırken, test sırasında hastanın supin, başının ise nötral pozisyonda olmasına dikkat edildi. Nöromusküler blokaj derinliği TOF monitörizasyonu ile standardize edildi.

ETT' yi tespit etmede en çok kullanılan ve üzerinde en çok çalışma yapılan parametrelerin başında yaş gelmektedir. Geleneksel olarak kafsız tüplerde modifiye cole formülüne göre, kaflı tüplerde ise Motoyoma veya Khine formülüne göre ETT seçilir (98).

Geleneksel Cole formülü, Khine'nin çalışmasında (11) % 77, Shibazaki'de (5) 60, Hofer'in çalışmasında (41) %41, Scraam ve ark.da (99) %24, Bae ve ark.nın çalışmasında (100) 31, Park ve ark.nın çalışmasında (49) ise %32 oranında doğru tüpü tespit etmiştir. Cole formülünün uygun boyutta ETT saptamadaki başarısını %41 oranında bulduk. Doğru boyutta tüp saptamadaki başarı oranının %24-77 aralığında değişmesinin bir nedeni çalışmaların değişik yaş gruplarında ve değişik genetik özelliğe sahip popülasyonlarda yapılmış olması olabilir. İlk iki çalışma dışında aslında bu formülün doğru tüpü bulma oranı %50'nin altındadır.

Perlington'nun formülü, Scraam ve ark.da (99) % 40, Park ve ark.nın çalışmasında (49) 43, bizim çalışmamızda ise %36 başarı oranı göstermiştir.

Khine ve Motoyoma'nın formülü; Khine kendi çalışmasında kendi formülünün doğru boyutta ETT'yi bulma oranını %99, Shibazaki %35, Duracher ve ark. %21 bulmuştur. Bizim çalışmamızda Khine'nin formülünün başarı oranı çok düşükken (%5), Motoyoma'nın %32 dir. Duracher, Khine'nin formülünün tüpü olması gerekenden küçük hesapladığını ve kaflı tüpler için Motoyoma formülünü kullanmanın daha uygun olacağını belirtirken bizim çalışmamızın bulguları onu desteklemektedir. Ancak bizim çalışmamıza göre Motoyoma'nın formülü de oldukça yüksek oranda (%68) tüpü olması gerekenden küçük hesaplamaktadır.

Çalışma sonuçlarından da anlaşıldığı gibi değişik ülke toplumlarında çocukların yaşa göre büyüme gelişme oranları arasında çok belirgin farklar olduğu halde, hem kaflı hem kafsız tüpler için türetilmiş yaş bazlı formüllerin başarı oranı genel olarak çok düşüktür. Formüller tüpün ID'sini hesaplamaktadır ve tüplerin OD'leri arasında büyük farklılıklar

mevcuttur. Bu durum da yaş bazlı formüllerin uygun boyutta ETT'yi doğru tahmin etmesindeki başarısını azaltmaktadır. Aslında bu durum ID'yi hesaplayan tüm formüller için geçerlidir. Yaş bazlı formüllerde yaşın yukarı ya da aşağı yuvarlanması da ayrı bir karışıklık nedenidir. Bu yönteme göre örneğin; 25 aylık bir çocukta, 35 aylık bir çocukta 2 yaşında olmaktadır. Bu aralık marjının genişliği özellikle büyüme gelişme çağındaki küçük çocuklarda aya göre fiziksel gelişimin çok değişken olması nedeniyle tüp boyutunu hesaplarken hatalara neden oluyor olabilir. Belki de çocuğun yaşını sene olarak değil de ay olarak baz alan ve tüpün ID'sini değil OD'sini öngören yeni bir yaş bazlı formül türetilmesi daha uygun olabilir.

Yaş bazlı formüller çocukların % 60 ında tutarsız bulununca (41) araştırmacılar başka formül arayışlarına girmiştir. Pediyatrik hastalarda kilo farmakolojik hesaplamalarda kullanılmaktadır ve uygun boyutta ETT seçiminde de kullanılabileceği düşünülmüştür.

Kilo bazlı oluşturulan formüllerin temeli yarık damak dudağa sahip, beslenme eksikliği olan çocuklar üzerinde yapılan gözlemlere dayanmaktadır. Bu çocuklarda ETT boyutunu seçerken kilonun yaş bazlı formüllerden daha doğru sonuçlar verebildiği saptanmıştır (101). 2009 yılında Eipe ve arkadaşları malnutrisyonlu çocuklar üzerindeki hipotezlerini ilk kez normal pediyatrik popülasyon üzerinde test etmek amacıyla (yaş/4)+4 formülü ile (kilo/10)+3,5 formülünü karşılaştıran bir çalışma yapmışlardır. Bu çalışmada tüp boyutu ve kilo arasındaki korelasyon 0.70 bulunmuştur. Kilo bazlı formülün doğru tüpü bulma oranı %45 iken, hastaların % 43'ünde tüpü olması gerekenden büyük hesapladığı tespit edilmiştir. Eck'in kiloyu baz aldığı ID=3.6mm+(kg/12) formülü ise tüp boyutu ile kilo arasındaki korelasyon katsayısını 0.496 gibi çok daha düşük bir değer olarak ortaya koymuştur (38).

Bizim çalışmamızda kilo ve tüpün iç çapı arasındaki korelasyon 0.577 bulunmuştur. Eipe'nin formülü Eck'den biraz daha yüksek oranda doğru tüpü tespit ederken (%38 e karşılık % 25) her iki formül de Eipe ve ark.larının bulgularının aksine tüpü olması

gerekenden daha küçük (%64, %45) hesaplamıştır. Bizim bulgularımızdaki farklılıklar Eipe'nin çalışmasındaki kısıtlılıklar ile açıklanabilir. Onların çalışmasında entübasyon sırasında kaçak testleri ve komplikasyonlar gibi anestezik kayıtların düzensiz olarak dökümente edilmesi, çalışmanın retrospektif dizaynda olması ve ek olarak tüp ölçeği seçimini etkilemiş olabilecek premedikasyon, anestezik teknik, entübasyon tekniği ve kas gevşeticilerin kullanımı gibi diğer değişkenlerin kontrolünün eksikliği seçilen tüp boyutunun hatalı olma ihtimalini beraberinde getirmektedir.

Kilonun da bir parametre olarak yer aldığı ek olarak yaş ve boy gibi değişkenleri içeren bir formül (ID (mm) = 3.25 + (yaş x 0.15) + (boy x 0.008) + (kilo x 0.018)) daha türetilmiştir (40). Yapılan çalışma sonucuna göre formülün yaş, boy ve kilonun ayrı ayrı değerlendirilmesine kıyasla ETT seçiminde en iyi tahmini verdiği rapor edilmiştir. Ancak bu formülün hasta başında pratik olarak kullanılamaması dezavantajıdır (40).

Yarık damak dudaklı çocuklarda ETT seçiminde kilonun yaş bazlı formüllerden daha iyi sonuç vermesi (101) belki de tüp ölçeği belirlerken genel popülasyonda değil de büyümesi geri olan sendromik çocuklar ya da obez olan çocuklar gibi kilonun bir farklılık oluşturabileceği vakalarda baz alınması daha doğru olabilir. Çünkü hem bizim çalışmamızda hem de diğer çalışmalarda (38) (102) görüldüğü gibi genel popülasyonu içeren çocuklarda tüp çapı ile kilonun korelasyonu yüksek bulunmamıştır.

Serçe parmağa ait ölçümlerle ilgili en ayrıntılı çalışma King ve ark. tarafından yapılmıştır (43). Çalışmalarında serçe parmak genişliği, serçe parmak çapı ve serçe parmağın tırnak genişliğini baz alarak doğru tüp boyutunun öngörüsünü test etmişlerdir. Parmak genişliği ve çapı sırasıyla % 11 ve %14 gibi düşük oranlarda uygun tüpü tespit ederken, her ikisi de tüpü olması gerekenden büyük belirlemiştir. Tırnak genişliği ise % 91 başarı oranı göstererek yaş bazlı formülden sonra gelmiştir. Çalışmada serçe parmak genişliği ve çapının uygun tüp boyutu tespitinde kullanmanın uygun olmadığı sonucu çıkarken, öncelikle yaş bazlı formülün kullanılması gerektiği eğer çocuğun yaşı

bilinmiyorsa beşinci tırnak genişliğinin kullanılabileceği bildirilmiştir. Van den Berg'in çalışmasında ise işaret ve küçük parmağın distal falanks çapının ETT dış çapını öngörüp öngörmediği test edilmiş, parmak çapının tüpün OD'si ile kötü korelasyon gösterdiği bulunmuştur (44). Bizim çalışmamızda da yukardaki çalışmalara benzer şekilde, kullanılan tüm formül ve yöntemlerin içinde ETT'nin OD'si ile en kötü korelasyonu gösteren serçe parmak genişliği olmuştur. (R=0.39)

Çalışmamızda test ettiğimiz bir diğer yöntem de gözleme dayalı tüp seçimidir. Çalışma metodumuzda yer aldığı gibi kurumumuzda rutin pratikte pediyatrik hastalarda entübasyona hazırlık yapılırken ETT'ler yaş bazlı formülün öngördüğü numara, bir küçüğü ve bir büyüğü dahil hazır bulundurulur. Entübasyonu yapan kişi direk laringoskopi sırasında vokal kordları görerek uygun tüp seçimini yapar ve hastayı entübe eder. Gözlem metodu adını verdiğimiz bu yöntem çalışmamızda uygun ETT'yi bulmada % 73 gibi bir oranla oldukça başarılı olmuştur. Pediyatrik yaş grubu entübasyonunda sürekli kullandığımız ve en alışık olduğumuz yöntem olduğundan çalışmamızdaki başarı yüksekliği de buna bağlanmıştır. Fakat gözlem yöntemi laringoskopi sırasında yapılabildiği için uygun büyüklükteki tüplerin önceden hazır bulundurulması gerekmektedir. Yani tüp hazırlığı sırasında bize bir faydası yoktur.

USG infantlarda, çocuklarda ve yetişkinlerde (103) laringeal yapıların değerlendirilmesinde önerilen bir araçtır. Günümüzde acil tıp hekimleri ve anestezistler tarafından oldukça yaygın olarak kullanılmaya başlanmıştır. Solunum yollarıyla ilgili zor havayolu tanınması, obstrüktif sleep apne tanısı, endotrakeal tüpün yerinin doğrulanması, trakeostomi açılması sırasında trakea lokalizasyonu, pnömotoraks tanısı ve ETT seçimi için subglottik çapın ölçümü gibi birçok durumda USG'nin yardımına başvurulabilir (6).

Çocuklarda laringeal yapıların ölçümünde MRI altın standart bir teknik olmasına rağmen CT ve MRI çekimi sırasında sıklıkla anestezi verilmesi ya da entübasyon

gerekmektedir. Üstelik bu girişimler sırasında laringeal yapılar deforme olabilir ve ölçümler zarar görebilir. Sadece trakeal çapın belirlenmesi amacıyla her hastaya CT ya da MRI yapılması hem zaman kaybı hem de ekonomik yük nedeniyle mümkün değildir. USG' de radyasyon riski bulunmaz. Yatakbaşında kolayca yapılabildiği gibi özellikle bebeklerde MRI ve CT'de olduğu gibi immobilite gerektirmemesi de gözardı edilemez bir avantajdır. Laringeal kartilajın fizyolojik kalsifikasyonu genellikle gençlik yılları ve otuzlu yaşlarda başladığından kalsifikasyonlar erişkin USG'sinde önemli bir sınırlama teşkil ederken pediyatrik yaş grubunda USG kullanımını makul kılmaktadır. Operatör bağımlı bir teknik olması dezavantajı gibi görünmesine rağmen öğrenilmesi son derece kolaydır. Ölçümler tekrarlanabilir ve güvenilir veriler elde etmek için bir operatörün sadece 15 prosedüre ihtiyacı olmaktadır. (97) Çalışmalarda da belirtildiği gibi subglottik çapın USG ile ölçülmesi 20-30 saniye gibi kısa bir zaman diliminde gerçekleştirilebilmektedir (5).

Yapılan pekçok çalışma subglottik çap ölçümünde USG'nin başarısını ortaya koymuştur. Ancak Husein ve arkadaşları 1-20 yaş arası, 9 hastayı inceledikleri çalışmada bu görüşün aksini savunarak subglottik çapın doğru ölçümünde USG'nin yetersiz olduğunu bildirmişlerdir (104). Ancak onların hasta sayısı çok az olduğu gibi bu sonuç farklı noktalarda transvers çapın ölçülmesi nedeniyle de olabilir. Lakhal ve ark.nın yaptıkları çalışmada laringeal ölçümlerde noninvaziv MRI görüntüleme ile ultrasonografi karşılaştırılmıştır. İki teknikle ölçülen krikoid lümen transvers çapları arasında güçlü korelasyon (r=0.99) bulunmuş ve subglottik çap ölçümünde USG'nin güvenilir bir araç olduğu vurgulanmıştır (97).

Daha sonraki çalışmalar bu çapın USG ile ölçümünün uygun ETT'yi tespit etmedeki rolü ve başarısını araştırmak üzerine odaklanmıştır. Son yıllarda yapılan üç yayın çocuklarda uygun ETT seçimi için USG ile ölçülen subglottik çapın bir rehber olarak kullanılabileceğini bildirmiştir (5) (100) (99).

Scraam ve ark.nın yaptıkları çalışmada USG ile subglottik çap ölçümünün yaş bazlı formüllere kıyasla ETT boyutu öngörmede daha iyi olduğunu belirlemelerine rağmen başarı oranı %48 bulunmuş. Bu oranın düşüklüğünü kullandıkları çeşitli ETT çaplarının farklı olmasına bağlamışlardır. Ayrıca çalışmada subglottik çap ölçümü sırasında kas gevşekliği standardize edilmemiş ve dikkate alınmamıştır. Ölçümler sırasında solunum döngüsünün önemli olduğu belirtilerek, ekspiryumda yapılan ölçümlerin bireysel farklılıkları ortadan kaldırabileceği söylenmiştir (99).

Bae ve ark.nın yaptığı çalışmada ise ETT'nin iç çapı ile subglottik çap ölçümleri yüksek derecede korele çıkmıştır. USG'nin doğru tüpü bulma oranı (%60) bu çalışmada da yaş bazlı formüle göre daha yüksek bulunmuş. Ancak USG'nin doğru tüpü tespit etmedeki başarı oranının çok yüksek olmadığı vurgulanmıştır. Başarı düşüklüğünün sadece tek seviyede subglottik çap ölçülmesi, ölçümlerde kullanıcıya göre varyasyonlar olabilmesi ve tüp dış çapının firmalara göre değişmesi gibi nedenlere bağlı olabileceği belirtilmiş (100).

Çalışmamızda USG'nin uygun boyutta ETT'yi tespit etme oranı (%87) yukardaki iki çalışma sonucuna kıyasla oldukça yüksek bulunmuştur. Bunun nedeni tüm hastalarda kullandığımız ETT'lerin tek üretici firmaya ait olup dış çaplarının benzer olması ve ölçüm işleminin tüm hastalarda tam kas gevşekliği sağlandıktan sonra ve tek kullanıcı tarafından yapılması olabilir.

Yine shibasaki ve arkadaşları da USG ile ölçülen subglottik çap ve ETT dış çapı arasında çok güçlü bir korelasyon göstermişlerdir (0.9) (5). USG, kafsız tüplerde % 96, kaflı tüplerde %98 gibi yüksek oranda klinik olarak seçilen uygun ETT boyutunu öngörmüştür. Yaş ve boy ile uygun tüp boyutu arasındaki korelasyon, subglottik çapta bulunandan daha zayıftır.

Larinksin şeklinden dolayı transvers subglottik çap anteroposterior çaptan biraz daha küçük olduğundan (4) (18) izin verilen maksimal ETT boyutunu belirlemede en iyi

öngörüyü transvers çapın ölçülmesinin sağlayacağı kanısına varılmıştır (100).

Kullanılan tüp kaflı ya da kafsız olsun genişleyemeyen krikoid r ingin çapı ile tüpün OD'si arasındaki uyumsuzluk havayolunda meydana gelen lezyonların asıl sebebidir. Bu nedenle pediyatrik hastalarda krikoid hava yolunun internal çapının belirlenmesi gerekmektedir (105).

Ek olarak uygun ETT çapı ID'ye göre değil , OD'ye göre seçilmelidir. Çünkü üretilen tüplerin iç çapları aynı olmasına rağmen OD'leri arasında farklılıklar mevcuttur . Günümüzde modern tüplerin duvar kalınlığı azalmış olsa da bu farklılıklar hala sorun olmaya devam etmektedir. Ayrıca şimdiye kadar oluşturulmuş formüllerin çoğu ETT'nin iç çapını belirlemeye yönelik olup havayolunda komplikasyonların esas nedeni olan ETT OD'si hakkında fikir vermemektedir (105) (102) (5).

Khalid ve arkadaşları MRI kullanarak yaptıkları çalışmada yaş ile krikoidin internal çapı arasında yüksek, boy ile orta ve kilo ile zayıf derecede bir korelasyon bulmuşlardır (105). En uygun ETT OD'sinin korelasyonu da benzer şekilde yaş ile daha yüksek bulunmuştur.

Literatürde bilindiği kadarıyla havayolunun iç çapıyla ETT'nin dış çapı arasında kanıtlanmış güvenli bir sınır yoktur. Bulgularımız subglottik çaptan en az 1.95 mm daha küçük dış çapa sahip tüp seçimi ile postoperatif stridor insidansının azaltılabileceğini göstermektedir. Khalid'in ve ark. uygun ETT OD'si ile krikoid seviyede hava yolu çapı arasındaki fark 0,1–1,7 mm arasında rapor edilmiştir (105). Bu çalışmada entübasyon süresi MRI görüntüleme süresi ile sınırlıdır ve hiç bir olguda stridor gelişmediği için güvenli farklılık ile ilgili yorum yapabilmek mümkün değildir.

Tüpün etrafında kaçak fazla olduğunda solunum parametrelerinin güvenli izlenmesi imkansız hale gelir. Güncel anestezi makineleri yenidoğan ve bebekler için gerekli küçük volümleri sağlayabilen ventilatörler ile donatılmıştır. Ekshale edilen volümler ve

EtCO2 intraoperatif ventilasyon yönetiminde bize rehberlik eder. Ek olarak EtCO2 trasesi dalga formu bize hava yolu, solunum devresi ve pulmoner kan akımının yeterliliği ile ilgili değerli bilgiler verir. ETT etrafından kaçak fazla olduğu zaman dalga formu kötüdür ve kapnografinin kalitesi düşer (106). Weiss ve ark.nın yaptığı 2246 çocuğun dahil edildiği bir çalışmada intraoperatif kapnografi trasesinin güvenilirliği bakımından kaflı ve kafsız tüpler arasında istatistik olarak anlamlı derecede fark bulunmuştur. Kaflı tüp kullanılan grupta %98.6, kafsız tüp kullanılan grupta ise kapnografi trasesi %95.6 güvenilir bulunmuş (107). Çalışmamızda iki grup arasındaki $EtCO_2$ değerlerinde anlamlı bir fark saptamadık. Protokolümüzde kullandığımız yöntemle yapıln ETT tüp seçimi ile kafsız tüp kullanılan olgularda da $EtCO_2$ monitorizasyonunun yapılabileceğini düşünüyoruz.

Pediyatrik anestezi pratiğinde tüp değişim insidansı yetişkine göre daha yüksektir ve özellikle kafsız tüp kullanıldığında bu insidans daha da artar (11). Khine ve ark.nın (11) kafsız tüp grubunda % 23 olan reentübasyon oranı Weiss ve ark.nın (107) çalışmasında %30, Scraam ve ark.nın (99) yakın zamanda yaptığı çalışmada ise %46 bulunmuş. Bizim çalışmamızda ise bu oran benzer şekilde %43' tü ve kaflı tüp kullanılanlardan oldukça daha yüksekti.

Kaflı tüplerdeki reentübasyon oranlarına baktığımızda Khine'de %1.2, Weiss'te %2.1 iken çalışmamızda % 11'dir. Çalışmamızda oranın diğer çalışmalardan yüksek olmasının bir nedeni uygun boyutta tüpü belirlemede kullandığımız kaçak testinin kaf şişirilmeden yapılmış olması olabilir.

Tüketilen tüp miktarlarına baktığımızda kaflı tüp grubundaki 66 hastada uygun boyutta tüpü bulana dek 73 adet ETT, kafsız tüp grubunda ise 67 hasta için toplam 101 adet ETT sarfiyatımız olmuştur. Kaflı tüp kullanımında reentübasyon oranı bizden çok daha düşük (%1-2) olan çalışmalarda maliyet farkı daha da belirgin hale gelir ve bu durum kaflı tüp kullanımını avantajlı hale getirebilir.

Scraam'ın çalışmasında (99) ayrıca entübasyonu yapan anestezist USG ölçümlerine kör olmasa tekrar entübe edilenlerin %35'inde reentübasyonun önlenebileceği sonucu ortaya konulmuştur. Bizim bulgularımıza göre reentübe olan 36 hastanın 24'üne USG yapmıştık. Bu 24 hastada eğer ilk seçilen tüp USG yöntemiyle belirlenmiş olsaydı 23'ünde USG doğru tüp boyutunu başarılı bir şekilde tahmin ettiğinden %96 gibi büyük bir oranda reentübasyon önlenmiş olacaktı. Scraam'a göre bu oranın çok daha yüksek çıkmasının nedeni olarak USG ile doğru tüpü bulma başarımızın da aynı oranda Scraam ve ark.nın çalışmasındakinden yüksek olması gösterilebilir. (%48 e karşılık %87)

Kaflı ETT kullanımı tüp etrafından hava kaçağını azaltmaya olanak sağlar. Yine kaflı ETT ile trakeal entübasyon yeterli pozitif basınçlı ventilasyonu sağlamak için güvenilir bir yöntemdir. Nitekim havayolu basınçları ve tidal volüm kafsız tüp ile mekanik ventilasyonda hava kaçağı olması durumunda bariz bir şekilde değişebilir. Aksine özellikle düşük akciğer kompliyanslı hastalarda hava kaçağı olmadığında, tidal volüm ve havayolu basıncı gibi respiratuar parametreler daha net ve kesintisiz elde edilmektedir. Kaflı ETT kullanımı $EtCO_2$ basıncının güvenli şekilde monitorize edilmesine olanak sağlar. Gaz kaçağını azaltır, aynı zamanda inspire ve ekspire edilen gaz kompozisyonunun doğru bir şekilde monitörize edilmesi ile düşük akımlı anestezi gibi tekniklerin uygulanmasına imkan sağlar (55) (57).

Çalışmamızda kafsız ETT kullanılanlarda kaçak miktarı bariz şekilde fazlaydı ve en çok fazla kaçak nedeniyle tüp değiştirildi. Kafsız ETT grubundaki kaçak nedeniyle ortamın da daha fazla anestezik gaz ile kontamine olması mümkündür.

Pediyatrik hastalarda havayolu yönetimi sırasında entübasyon aşamasından başlayıp, ekstübasyon sonrasını da içerecek şekilde bazı komplikasyonlar görülebilir.

Trakeal tüp yerleştirme sırasında; travma, hipoksi, bradikardi, kardiyak arrest, özafagus

entübasyonu, mekanik ventilasyon sırasında selektif bronşiyal entübasyon, trakeal tüp tıkanıklığı, yanlışlıkla ekstübasyon, ekstübasyon sırasında ve sonrasında ise; disfoni, larenjit, stridor, laringospazm, reentübasyon gerekliliği gibi komplikasyonlar görülebilir (71). Biz çalışmamızda her iki grubu komplikasyon olarak peroperatif dönemde istenmeyen ekstübasyon ve endobronşiyal entübasyon, postoperatif dönemde de laringospazm, krup ve stridor görülme sıklığı açısından değerlendirdik.

İstenmeyen ekstübasyon hipoksi oluşumuyla, yeniden laringoskopi ve entübasyon ihtiyacına neden olur. Çoğunluğu hastanın direk eylemi nedeniyle olmakla birlikte uygunsuz yapılan prosedürler ve mekanik ventilasyon devresinin ağırlığı nedeniyle de olabilir. Mekanik ventilasyon sırasında yanlışlıkla ekstübasyon vakaların %1-16' sında olmak üzere sıktır (71). Bizim çalışmamızda sadece kafsız tüp grubunda olmak üzere bir hastada (%1.4) istenmeyen ekstübasyon gerçekleşmiştir.

Endobronşiyal entübasyon çocuklarda vokal kordlar ile karina arasındaki mesafe kısa olduğundan erişkinden daha sık görülebilir. Endobronşiyal entübasyon tek akciğerde hipoventilasyon ve atelektaziyi proveke ederken diğerinde hiperdistansiyona neden olarak barotravma riskini arttırabilir ve bazen fizik muayene ile farkedilmeyebilir. %4-9.6 oranında da selektif entübasyon görülür (71). Bizim çalışmamızda yine sadece kafsız tüp grubunda olmak üzere %3 oranında tespit edilmiştir.

Pediatrik popülasyonda laringospazm insidansı %0,04-14 arasında değişmektedir (74). Bizim çalışma sonuçlarımıza göre laringospazm oranları literatürle benzer olup, kaflı tüp grubunda %14, kafsız tüp kullanılanlarda ise % 10 bulunmuştur. İki grup arasındaki istatistik olarak anlamlı bir farklılık yoktur.

Deakers ve arkadaşlarının 7 aylık bir periyodda pediyatrik yoğun bakımda 282 çocuk üzerinde yaptıkları prospektif çalışmada ise hastalar postekstübasyon stridor ve uzun dönem sekel açısından değerlendirilmiştir. Postekstübasyon stridor insidansı genel olarak %14.9 muş. 2 hasta kaflı tüp grubundan, 4 hasta da kafsız tüp grubunda şiddetli

postekstübasyon stridor nedeniyle reentübe edilmiş. Diğer parametrelerde gruplar arası anlamlı bir fark bulunmayan çalışmada, uzun dönem sekel ve postekstübasyon stridor insidansında artışla kaflı tüp arasında bir ilişkili olmadığı sonucu bulunmuştur (59).

Weiss'in 2246 çocuk üzerinde kaflı ve kafsız tüpler kullanarak yaptığı çalışmada postekstübasyon stridor oranları karşılaştırıldığında kafsız tüp grubunda %4.7 bulunurken, kaflı tüp grubunda bu oran %4.4 müş (107).

Bizim çalışmamızda kaflı tüp grubunda stridor oranı %2 iken kafsız tüp grubunda %3 bulunmuştur. Stridor açısından gruplar arasında istatistiksel anlamlı bir fark bulunmazken, reentübasyon ya da yoğun bakım ihtiyacı hiçbir hastada gerekmemiştir.

Khine ve ark.nın çalışmasında krup semptomları kafsız grupta %1.3 oranında görülürken, kaflı tüp kullanılan hastalarda %1.2 bulunurken, çalışmaya dahil edilen hastaların hiçbirine reentübasyon gerekmemiş (11).

Dullenkoph ve arkadaşlarının doğumdan 13 yaşa kadar 500 çocuğu mikrokaf tüp kullanarak entübe ettikleri çalışmada ise solunum yolu morbiditesi çok düşük bir oranda (tedavi gerektiren krup % 0.4) bulunmuş (106).

Bizim çalışmamızda kaflı tüp grubunda krup insidansı %3 iken kafsız tüp grubunda %6 bulunmuş ancak iki grup arasında krup bakımından istatistiksel olarak bir fark bulunmamıştır.

2004 yılında Newth ve arkadaşları yoğun bakımda, uzun süreli entübasyon gerektiren, 5 yaşa kadar olan, 597 çocuktan, 1 yıl süreyle veri toplamışlar. Bunlardan 240 tanesi kaflı tüple entübe edilmiş. Çalışma sonuçlarına göre başarılı ekstübasyon oranları, ekstübasyon sonu gelişen subglottik ödem için rasemik epinefrin kullanma veya trakeostomi ihtiyacı açısından iki grup arasında anlamlı bir fark gözlenmemiş (106).

Yapılan çalışmalardan da görüldüğü gibi gerek uzun dönem gerek postoperatif dönemde yapılan çalışmalarda tüpün kaflı olması komplikasyon artışına neden olmamıştır. Kaf basıncı monitörize edildiğinde ve uygun boyutta tüp kullanıldığında kaflı tüp kullanılan grupta kafsız tüp kullanılan gruba göre havayolu komplikasyonlarında artış olduğunu gösteren bir çalışma bulunmamaktadır (108).

Gözlenen travma ve komplikasyonlar entübasyon prosedürünün kendisinden ziyade, aşırı derece büyük bir tüp kullanımına(56), 25 cmH_2O basınçta tüp kenarından kaçak olmaması ve anestezistin deneyimsiz olmasına bağlanmıştır (106).

Postoperatif stridor gibi komplikasyonların insidansı ile ilgili daha doğru yorumlar yapabilmek için daha yüksek örnek hacimli çalışmalara gereksinim vardır. Kaçağın neden olduğu ortam kirliliğini monitorize edememiş olmamız çalışmamızın bir kısıtlılığıdır. Ayrıca kaçağa bağlı maliyet analizinin de yapılmamış olması başka bir kısıtlılıktır.

6. SONUÇ

Bulgularımız yaş ve kilo bazlı formüllerin doğru ETT saptamada başarılarının düşük olduğunu göstermektedir. Fakat tüp hazırlığı yapılırken bu formüllerin kullanılması bir küçük ve bir büyük tüpün hazır bulundurulması olguların çoğu için yeterlidir. Hazırlık aşamasından sonra hangi tüpün kullanılacağına gözlem yöntemi ile karar verilmesi ile başarı şansı artırılabilir. Ultrasonografi ile ölçülen subglottik çap uygun tüp boyutu belirlemede diğer yöntemlerden daha başarılıdır. Kafsız tüp kullanımının daha çok tüp değişimi, daha fazla kaçak gibi sakıncaları vardır. Pediyatrik anestezi pratiğinde kaflı tüpler de kaf basıncının monitorizasyonu şartıyla güvenle kullanılabilir. Dış çapı subglottik çaptan 1.95 mm'den daha küçük tüplerin seçilmesi ile postoperatif hava yolu komplikasyonları azaltılabilir.

7- KAYNAKLAR

1. Von Rettberg M, Thil E, Genzwürker H, Gernoth C, Hinkelbein PDDJ. Endotrachealtuben bei Kindern. Anaesthesist. Springer; 2011;60(4):334–42.

2. Shih M, Chung C, Su B, Hung C, Wong S, Wong TK. Accuracy of a New Body Length-based Formula for Predicting Tracheal Tube Size in Chinese Children. Chang Gung Med J. 2008;31(3):276–80.

3. Sakuraba S, Serita R, Kuribayashi J, Kosugi S, Arisaka H, Yoshida K, et al. Comparison of Tracheal Diameter Measured by Chest X-Ray and by Computed Tomography. Anesthesiol Res Pract. 2010;2010:3–6.

4. S.Litman R, E.Weissend E, Shibata D. Developmental Changes of Laryngeal Dimensions in Unparalized, Sedated Children. Anesthesiology. 2003;98(1):41–5.

5. Shibasaki M, Shimizu F, Shime N, Ph D, Sessler DI. Prediction of Pediatric Endotracheal Tube Size by Ultrasonography. Anesthesiology. 2010;113(4):819–24.

6. Krıstensen MS. Ultrasonography in the management of the airway. Acta Anaesthesiol Scand. 2011;55(10):1155–73.

7. Davis PJ, Cladis FP, Motoyama EK. Smith's Anesthesia for infants and children. 8th ed. Natasha Andjelkovic JM, editor. Philadelphia: Elselvier Mosby; 2011.

8. Weiss M. Shortcomings of cuffed paediatric tracheal tubes . Br J Anaesth [Internet]. 2004 Jan 1 [cited 2014 Oct 19];92(1):78–88. Available from: http://bja.oxfordjournals.org/lookup/doi/10.1093/bja/aeh023

9. Weiss M, Gerber a C, Dullenkopf a. Appropriate placement of intubation depth marks in a new cuffed paediatric tracheal tube. Br J Anaesth [Internet]. 2005 Jan [cited 2014 Oct 19];94(1):80–7. Available from: http://www.ncbi.nlm.nih.gov/pubmed/15486002

10. F.Fıne G, Borland LM. The future of the cuffed endotracheal tube. Paediatr Anaesth. 2004;14(1):38–42.

11. H.Khine H, David H.Corddry, G.Kettrick R. Comparison of Cuffed and Uncuffed Endotracheal Tubes in Young Children During General Anesthesia. Anesthhesiology. 1997;86(3):627–31.

12. Schmidt AR, Weiss M, Engelhardt T. The paediatric airway: Basic principles and current developments. Eur J Anaesthesiol [Internet]. 2013 Nov 14 [cited 2013 Dec 27];30(6):1–7. Available from: http://www.ncbi.nlm.nih.gov/pubmed/24247412

13. Infosino A. Pediatric upper airway and congenital anomalies. Anesthesiol Clin North America. 2002;20(4):747–66.

14. Ferrari LR. The Pediatric Airway: Anatomy, Challenges, and Solutions. In: Mason KP, editor. Pediatric Sedation Outside of the Operating Room [Internet]. New York, NY: Springer New York; 2012 [cited 2014 Oct 19]. p. 61–76. Available from: http://link.springer.com/10.1007/978-0-387-09714-5

15. Adewale L. Anatomy and assessment of the pediatric airway. Paediatr Anaesth [Internet]. 2009 Jul [cited 2014 Oct 2];19(SUPPL. 1):1–8. Available from: http://www.ncbi.nlm.nih.gov/pubmed/19572839

16. Kayhan Z. Klinik Anestezi. 3rd ed. İstanbul: Logos Yayıncılık; 2007.

17. Eckenhoff JE. Some anatomic considerations of the infant larynx influencing endotracheal anesthesia. Anesthesiology. LWW; 1951;12(4):401–10.

18. Motoyama EK. The Shape of the Pediatric Larynx: Cylindrical or Funnel Shaped? Anesth Analg [Internet]. 2009 May [cited 2014 Sep 27];108(5):1379–81. Available from: http://www.ncbi.nlm.nih.gov/pubmed/19372310

19. Miller RD. Miller Anestezi. 6. ed. Aydın D, editor. İzmir: Güven Kitabevi; 2010.

20. Davis PJ, Cladis FP, Motoyama EK. Smith's Anesthesia for infants and children. 8th ed. Andjelkovic N, Mirra J, editors. Philadelphia: Elsevier Mosby; 2011.

21. Society A, Williams L. The Macintosh Laryngoscope Blade. Anesthesiology. 2005;102(1):241–3.

22. Hunyady AI, Pieters B, Johnston TA, Jonmarker C, Ph D. Front Teeth – to – Carina Distance in Children Undergoing Cardiac Catheterization. Anesthesiology. 2008;108(6):1004–8.

23. Weiss M, Gerber AC, Dullenkopf A. Appropriate placement of intubation depth marks in a new cuffed paediatric tracheal tube. Br J Anaesth [Internet]. 2005 Jan [cited 2014 Oct 19];94(1):80–7. Available from: http://www.ncbi.nlm.nih.gov/pubmed/15486002

24. Leong L, Black AE. The design of pediatric tracheal tubes. Paediatr Anaesth [Internet]. 2009 Jul [cited 2014 Oct 19];19(Suppl.1):38–45. Available from: http://www.ncbi.nlm.nih.gov/pubmed/19572843

25. Mariano ER, Ramamoorthy C, Chu LF, Chen M, Hammer GB. A comparison of three methods for estimating appropriate tracheal tube depth in children. Paediatr Anaesth [Internet]. 2005 Oct [cited 2014 Oct 19];15(10):846–51. Available from: http://www.ncbi.nlm.nih.gov/pubmed/16176312

26. Sugiyama K, Yokoyama K, Satoh K, Nishihara M, Yoshitomi T. Does the Murphy Eye Reduce the Reliability of Chest Auscultation in Detecting Endobronchial Intubation? Anesth Analg. 1999;88(6):1380–3.

27. Krzanowski TJ, Mazur W. A complication associated with the Murphy eye of an endotracheal tube. Anesth Analg [Internet]. 2005 Jun [cited 2014 Oct 19];100(6):1854–5. Available from: http://www.ncbi.nlm.nih.gov/pubmed/15920226

28. Sinha R, Thangaswamy CR, Khanna P. Confusion due to endotracheal tube markings. Pediatr Anesth. 2008;18:1212–3.

29. Goel S, Lım S-L. The intubation depth marker : The confusion of the black line. Pediatr Anaesth. 2003;13(7):579–83.

30. Neema PK, Manikandan S, Jayant A, Rathod RC. The depth markings on Portex blue-line pediatric tracheal tubes need to be re-organized for enhanced safety. Paediatr Anaesth [Internet]. 2007 Oct [cited 2014 Oct 19];17(10):1006–15. Available from: http://www.ncbi.nlm.nih.gov/pubmed/17767646

31. J.Wallace C, Bell GT. Tracheal tube markings. Pediatr Anaesth. 2004;14(8):279–85.

32. Diller CM, Trachsel D, Baulig W. Laryngeal damage due to an unexpectedly large and inappropriately designed cuffed pediatric tracheal tube in a 13-month-old child. Can J Anesth Anesth. 2004;51(1):72–5.

33. Mitchell MD, Bailey CM. Dangers of neonatal intubation with the Cole tube. Br Med J. 1990;301:602–3.

34. C.Brewis, J.P.Pracy, Albert DM. Localized tracheomalacia as a complication of the Cole tracheal tube. Pediatr Anaesth. 1999;9(6):531–3.

35. Sinha R, Thangaswamy CR, Khanna P, Nanda SK. Confusion due to endotracheal tube markings. Paediatr Anaesth [Internet]. 2008 Dec [cited 2014 Oct 19];18(12):1212–3. Available from: http://www.ncbi.nlm.nih.gov/pubmed/18673315

36. Jin-Hee K, Ro Y-J, Seong-Won M, Chong-Soo K, Seong-Deok K, Lee JH, et al. Elongation of the Trachea During Neck Extension in Children: Implications of the safety of Endotracheal Tubes. Anesth Analg [Internet]. 2005 Oct [cited 2014 Oct 19];101(4):974–7. Available from: http://www.ncbi.nlm.nih.gov/pubmed/16192505

37. Weiss M, Knirsch W, Kretschmar O, Dullenkopf A, Tomaske M, Balmer C, et al. Tracheal tube-tip displacement in children during head-neck movement-a radiological assessment. Br J Anaesth [Internet]. 2006 Apr [cited 2014 Oct 19];96(4):486–91. Available from: http://www.ncbi.nlm.nih.gov/pubmed/16464981

38. Eipe N, Barrowman N, Writer H, Doherty D. A weight-based formula for tracheal tube size in children. Pediatr Anaesth. 2009;19(4):343–8.

39. Rettberg M vo., Thill E, H.Genzwürker. Endotrachealtuben bei Kindern. Anaesthesist. 2011;60(4):334–42.

40. B.Eck J, Dear L, Phillips-Bute BG. Prediction of tracheal tube size in children using multiple variables. Pediatr Anaesth. 2002;12(6):495–8.

41. Hofer CK, Ganter M, Tucci M, Klaghofer R, Zollinger A. How reliable is length-based determination of body weight and tracheal tube size in the paediatric age group ? The Broselow tape reconsidered. Br J Anaesth. 2002;88(2):283–5.

42. Varghese A, K.Vasudevan V, Dinakar C, Rao SDS. Do the Length-based (Broselow)Tape,APLS, Argall and Nelson's Formulae Accurately Estimate Weight of ındian children. Indian Pediatr. 2006;43(10):889–94.

43. King BR, Baker MD, Braitman LE, Seidl-Friedman J, Schreiner MS. Endotracheal Tube Selection in Children : A Comparison of Four Methods. Ann Emerg Med. 1993;22(3):530–4.

44. Berg A va. den B, T.Mphanza. Choise of tracheal tube size for children:finger size or age-related formula? Anaesthesia. 1997;52(7):695–703.

45. Babu K, Jeon IS, M.Andre J, Mackay I, Smith RM. Postintubation Croup in Children. Anesth Analg. 1977;56(4):501–5.

46. Schwartz RE, Stayer SA, A.Pasquariello C. Tracheal tube leak test - is there inter-observer agreement ? Can J Anesth. 1993;40(11):1049–52.

47. Litman RS, Keon TP. Postintubation Croup in Children. Anesthesiology. 1991;75(6):1122–3.

48. Finholt DA, Henry DB, Mo RCR. Factors affecting leak around tracheal tubes in children. Can Anaesth Soc. 1985;32:326–9.

49. Park H, Hwang J, Lee J-H, Nahm FS. Predicting the appropriate uncuffed endotracheal tube size for children : a radiograph-based formula versus two age-based formulas. J Clin Anesth [Internet]. Elsevier Inc.; 2013;25(5):384–7. Available from: http://dx.doi.org/10.1016/j.jclinane.2013.01.015

50. Lakhal K, Delplace X, Cottier J-P, Mercier C. The Feasibility of Ultrasound to Assess Subglottic Diameter. Anesth Analg. 2007;104(3):611–4.

51. Singh M, Chin KJ, Chan VWS, Wong DT, Prasad GA, Yu E. Use of Sonography for Airway Assessment. Am Inst Ultrasound Med. 2010;29(1):79–85.

52. J.E.Eckenhoff. Some Anatomic Considerations of the Infant Larynx Influencing Endotracheal Anesthesia. Anesthesiology. 1951;12(4):401–10.

53. Battersby F, Hatch DJ, Towey M. The effects of prolonged naso-endotracheal intubation in children. Anaesthesia. 1977;32(2):154–7.

54. Black AE, Hatch DJ N-MN. Complications of nasotracheal intubation in neonates, infants and children: a review of 4 year's experience in a children's hospital. Br J Anaesth. 1990;65:461–7.

55. Weber T, Salvi N, Orliaguet Gi. Cuffed vs non-cuffed endotracheal tubes for pediatric anesthesia. Pediatr Anaesth. 2009;19(1):46–54.

56. J.Holzki. Laryngeal damage from tracheal intubation. Paediatr Anaesth. 1997;7(11):435–7.

57. Engelhardt T, Kumar MM, Johnston G. Comparison of cuffed , uncuffed tracheal tubes and laryngeal mask airways in low flow pressure controlled ventilation in children. Pediatr Anaesth. 2006;16(2):140–3.

58. Murat I. La protection des voies aériennes supérieures chez l ' enfant à estomac plein Airway protection in children with a full stomach. Ann Fr Anesth Reanim. 2003;22(7):659–62.

59. Deakers TW, Reynolds G, Stretton M, J.Newth C. Cuffed endotracheal tubes in pediatric intensive care. J Pediatr. 1994;125(1):57–62.

60. Browning DH, Graves SA. Incidence of aspiration with endotracheal tubes in children. J Pediatr. 1983;102:2–4.

61. 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 Paediatr. 2008;97(1):55–60.

62. Weiss M, Dullenkopf A, Gysin C, Dillier CM, Gerber AC. Shortcomings of cuffed paediatric tracheal tubes. Br J Anaesth. 2004;92(1):78–88.

63. I.James. Cuffed tubes in children. Paediatr Anaesth. 2001;11(4):259–63.

64. Weiss M, Gerber AC, Dullenkopf A. Appropriate placement of intubation depth marks in a new cuffed paediatric tracheal tube. Br J Anaesth. 2005;94(1):80–7.

65. Combes X, Schauvliege F, Peyrouset O, Motamed C. Intracuff Pressure and Tracheal Morbidity Influence of Filling Cuff with Saline during Nitrous Oxide Anesthesia. Anesthesiology. 2001;95(5):1120–4.

66. Tu HN, N.Saidi, Lieutaud T, Duvaldestin P. Nitrous Oxide Increases Endotracheal Cuff Pressure and the Incidence of Tracheal Lesions in Anesthetized Patients. Anesth Analg. 1999;89(1):187–90.

67. Felten M, Schmautz E, Delaporte-cerceau S, Orliaguet GA. Endotracheal Tube Cuff Pressure Is Unpredictable in Children. Anesth Analg. 2003;97(6):1612–6.

68. Alan Tonnesen, Lowell Vereen JA. Endotracheal Tube Cuff Residual Volume and Lateral wall pressure in a model trachea. Anesthesiology. 1981;55(6):680–3.

69. Meyer PG, Orliaguet G, Charron B, Sauverzac RDE, Carli P. Complications of emergency tracheal intubation in severely head-injured children. Pediatr Anaesth. 2000;10(3):253–60.

70. Priebe H. Airway management at the end of anaesthesia : extubation and related issues [Internet]. ESA. 2011. p. 1–6. Available from:

http://www.esahq.org/~/media/ESA/Files/Refresher Courses/2011/Airway management at the end of anaesthesia Extubation and related issues (2011).ashx

71. S. N, B. W. Original Article c OMplicatiOns Of tRacheal intubatiOn in pediatRics. Rev Assoc Med Bras. 2010;56(1):646–50.

72. Asai T, K.Koga, Vaughan RS. Respiratory complications associated with tracheal intubation and extubation. Br J Anaesth. 1998;80(6):767–75.

73. Peterson GN, Domino KB, Caplan robert A, Lee LA. Management of the Difficult Airway. Anesthesiology. 2005;103(1):33–9.

74. Al-alami AA, Markakis M, Shehata A. Pediatric laryngospasm : prevention and treatment. Curr Opin İn Anaesthesiol. 2009;22(3):388–95.

75. Fınk BR. THE ETIOLOGY AND TREATMENT OF LARYNGEAL SPASM .7.pdf. Anesthesiology. Anesthesiology; 1956;17(4):569–77.

76. Hallen B, Olsson L. Laryngospasm During Anaesthesia . A Cornputer- Aided Incidence Study in 136 929 Patients. Acta Anaesthesiol Scand. 1984;28:567–75.

77. Roy, W. L. JL. Education Article Laryngospasm in paediatric anaesthesia. Can J Anesth. 1988;35(1):93–8.

78. Mulkey Z, Yarbrough S, Guerra D, Roongsritong C, Nugent K, Phy MP. Postextubation pulmonary edema : A case series and review. Respir Med [Internet]. Elsevier Ltd; 2008;102(11):1659–62. Available from: http://dx.doi.org/10.1016/j.rmed.2008.07.002

79. Burgoyne LL, Doralina L. Intervention steps for treating laryngospasm in pediatric patients. Pediatr Anaesth. 2008;18(4):297–302.

80. Schreiner M, O'Hara I, Markakis D, Politis G. Do Children Who Experience Laryngospasm Have an Increased Risk of Upper Respiratory Track Infection? Anesthesiology. 1996;85(3):475–80.

81. Ungern-sternberg BS Von, Boda K, Schwab C, Sims C. Laryngeal Mask Airway Is Associated with an Increased Incidence of Adverse Respiratory Events in Children with. Anesthesiology. 2007;107(5):714–9.

82. Mevorach L. The Management and Treatment of Recurrent Postoperative Laryngospasm. Anesth Analg. 1996;83:1110–1.

83. Mamie C, Habre W, Delhumeau C, Morabia A. Incidence and risk factors of perioperative respiratory adverse events in children undergoing elective surgery. Pediatr Anaesth. 2004;14:218–24.

84. Suominen P, Taivainen T, Tuominen N, Voipio V, Korpela R, Karjalainen T. Optimally fitted tracheal tubes decrease the probability of postextubation adverse events in children undergoing general anesthesia. Paediatr Anaesth. 2006;16(6):641–7.

85. P.Murray-Caldereon, M.Connolly. Laryngospasm and Noncardiogenic Pulmonary Edema. J PeriAnesthesia Nurs. 1997;12(2):89–94.

86. Cohen MM, Cameron CB. Should You Cancel the Operation When a Child Has an Upper Respiratory Tract Infection ? Anesth Analg. 1991;72(3):282–8.

87. Flick RP, Wilder RT, Er STEPHENFPIEP, Vin KE, Ko VAN, Erd E V, et al. Risk factors for laryngospasm in children during general anesthesia. Pediatr Anaesth. 2008;18(4):289–96.

88. Maceri DR, Zim S. Laryngospasm : An Atypical Manifestation of Severe Gastroesophageal Reflux Disease (GERD). The Laryngoskope. 2001;111(11):1976–9.

89. Koç C an, Kocaman F, Aygenç E, Özdem C, Çekiç A li. The use of preoperative lidocaine to prevent stridor and laryngospasm after tonsillectomy and adenoidectomy. Otolaryngol Neck Surg. 1998;118(6):880–2.

90. Gulhas N, Durmus M, Demirbilek S, Togal T, Ozturk E, Ersoy MO. The use of magnesium to prevent laryngospasm after tonsillectomy and adenoidectomy : a preliminary study. Pediatr Anaesth. 2003;13(1):43–7.

91. K. L, T.J. C, Hsu JC, Y. Y. Postoperative nausea and vomiting in arthroscopic day-case surgery : a comparison between desflurane and isoflurane. Anesthesia. 1998;53(9):910–24.

92. Yatındra Kumar Batra, Maya Ivanova SSA. The efficacy of a subhypnotic dose of propofol in preventing laryngospasm following tonsillectomy and adenoidectomy in children. Pediatr Anaesth. 2005;15(12):1094–7.

93. Cote, Lerman T. Practice of Anesthesia In Infants and Children. 2009.

94. Crankshaw D, Mcviety J, Entwistle M. A review of cuffed vs uncuffed endotracheal tubes in children. Pediatr Anesth Crit Care J. 2014;2(2):70–3.

95. Weiss M, Dullenkopf A, Fischer JE, Keller C, Gerber AC. Prospective randomized controlled multi-centre trial of cuffed or uncuffed endotracheal tubes in small children. Br J Anaesth. 2009;103(6):867–73.

96. Combes X, Dhonneur G, Duvaldestin P, D M. Intracuff Pressure and Tracheal Morbidity Influence of Filling Cuff with Saline during Nitrous Oxide Anesthesia. Anesthesiology. 2001;95(5):1120–4.

97. Lakhal K, Delplace X, Cottier J-P, Tranquart F, Sauvagnac X, Mercier C, et al. The feasibility of ultrasound to assess subglottic diameter. Anesth Analg [Internet]. 2007 Mar [cited 2014 Mar 4];104(3):611–4. Available from: http://www.ncbi.nlm.nih.gov/pubmed/17312218

98. B.Salgo, A.Schmitz, G.Henze, Stutz K, Dullenkopf A, S. Neff, A. C. Gerber MW. Evaluation of a new recommendation for improved cuffed tracheal tube size selection in infants and small children. Acta Anaesthesiol Scand. 2006;50(5):557–61.

99. Schramm C, Knop J, Jensen K, Plaschke K. Role of ultrasound compared to age-related formulas for uncuffed endotracheal intubation in a pediatric population. Pediatr Anaesth. 2012;22(8):781–6.

100. Bae J, Byon H, Han S, Kim H, Kim J. Usefulness of ultrasound for selecting a correctly sized uncuffed tracheal tube for paediatric patients. Anaesthesia. 2011;66(11):994–8.

101. Eipe N, Alexander M, Alexander R, Choudhrıe R. Failure to thrive in children with cleft lips and palates Authors ' reply. Pediatr Anaesth. 2006;16(1):892–902.

102. E.J.Kım, S.Y.Kım, W.O.kım, H.Kım. Ultrasound measurement of subglottic diameter and an empirical formula for proper endotracheal tube fitting in children. Acta Anaesthesiol Scand. 2013;57(9):1124–30.

103. Carp H, Bundy A. A Preliminary Study of the Ultrasound Examination of the Vocal Cords and Larynx Respiratory Obstruction in the Recovery Room Morbidity in the Postanesthesia Care Unit Combined Spinal and Extradural Anesthesia. Anesth Analg. 1992;75:639–40.

104. M H, JJ M, R P, Patenaude Y, Drouin S, Giguère C. Ultrasonography and videobronchoscopy to assess the subglottic diameter in the paediatric population. J Otolaryngol. 2002;31(4):220–6.

105. 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. Eur Soc Anaesthesiol. 2009;26(9):736–9.

106. Taylor C, Subaiya L, Corsino D. Pediatric Cuffed Endotracheal Tubes : An Evolution of Care. Ochsner J. 2011;11(1):52–6.

107. Weiss M, Dullenkopf A, Fischer JE, Keller C, Gerber AC. Prospective randomized controlled multi-centre trial of cuffed or uncuffed endotracheal tubes in small children. Br J Anaesth. 2009;103(6):867–73.

108. Bhardwaj N. Pediatric cuffed endotracheal tubes. J Anesthesiol Clin Pharmacol. 2013;29(1):13–8.