

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

**DÜŞÜK AKIM ANESTEZİSİNDE SALİN VE HAVA İLE ŞİŞİRİLEN  
ENDOTRAKEAL TÜP KAF BASINÇLARININ KARŞILAŞTIRILMASI**

**UZMANLIK TEZİ**

**Dr. Gülşah ERDOĞAN**

**TRABZON - 2016**

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

**DÜŞÜK AKIM ANESTEZİSİNDE SALİN VE HAVA İLE ŞİŞİRİLEN  
ENDOTRAKEAL TÜP KAF BASINÇLARININ KARŞILAŞTIRILMASI  
COMPARISON BETWEEN CUFF PRESSURES OF ENDOTRACHEAL  
TUBES INFLATED WITH SALINE OR AIR IN LOW-FLOW  
ANESTHESIA**

**UZMANLIK TEZİ**

**Dr. Gülşah ERDOĞAN**

**Tez Danışmanı**

**Prof. Dr. Erdem Nail DUMAN**

**TRABZON -2016**

## ÖNSÖZ

Uzmanlık eğitimim süresince bilgi ve deneyimlerinden yararlandığım K.T.Ü. Tıp Fakültesi Anesteziyoloji ve Reanimasyon AD hocalarıma,

Ayrıca tezimin her aşamasında ve ihtisasım süresince sabır ve hoşgörüyü, bilgi ve becerisini benimle paylaşan K.T.Ü. Tıp Fakültesi Anesteziyoloji ve Reanimasyon AD Başkanı ve tez danışmanım **Prof. Dr. Erdem Nail DUMAN**'a ve tez çalışmalarım sırasında gösterdiği duyarlılık ve yardımlarından dolayı hocam **Yrd. Doç. Dr. Ahmet BEŞİR**'e,

Yoğun çalışma temposunda beraber çalıştığım dostluk ve yardımlarını esirgemeyen asistan arkadaşlarıma, anestezi teknisyenlerine, hemşirelere, ameliyathane ve yoğun bakım çalışanlarına;

Bugünlere gelmem için büyük emek harcayan ve her zaman yanımda olup beni destekleyen Annem'e, Babam'a ve kardeşlerime;

Teşekkürlerimi sunarım.

Dr. Gülşah ERDOĞAN

Trabzon, 2016

## İÇİNDEKİLER TABLOSU

ÖNSÖZ.....	i
KISALTMALAR .....	vii
1. GİRİŞ VE AMAÇ .....	1
2. GENEL BİLGİLER.....	3
2.1. Trakea Anatomisi .....	3
2.1.1. Trakea genel yapısı.....	3
2.1.2. Trakeanın beslenmesi .....	4
2.1.3. Trakea ve larenksin inervasyonu .....	6
2.2. Kaf Basıncı .....	6
2.2.1 Endotrakeal Entübasyon.....	6
2.2.2. Entübasyon Endikasyonları .....	7
2.2.2.1. Anestezi Uygulaması Sırasında Endikasyonlar .....	7
2.2.2.2. Anestezi Uygulaması Dışında Endikasyonlar .....	7
2.2.3. Endotrakeal Entübasyon Tekniği .....	8
2.2.4. Entübasyonda Kullanılan Araç ve Gereçler .....	9
2.2.5. Kaf Basıncı ve Manometresi .....	11
2.2.6 Entübasyon Komplikasyonları .....	11
2.3. Düşük Akım Anestezisi .....	13
2.3.1. Düşük Akımlı Anestezi Teknikleri.....	13
2.3.1.1. Yarı Kapalı Yeniden Solutmalı Sistem .....	13
2.3.1.2. Kapalı Yeniden Solutmalı Sistem .....	14
2.3.2 Düşük Akımlı Anestezi Uygulaması .....	16
2.3.3. Düşük Akımlı Anestezinin Uygulanabilirliği .....	17
2.3.4. Düşük Akımlı Anestezinin Avantajları .....	18
2.3.5. Düşük Akımlı Anestezi Yöntemlerinin Riskleri .....	20
2.3.6. Düşük Akımlı Anestezi Yöntemlerinin Kontrendikasyonları .....	23
2.3.6.1 Göreceli kontrendikasyonlar .....	23
2.3.6.2. Mutlak kontrendikasyonlar.....	23
3. GEREÇ VE YÖNTEM.....	24
Verilerin İstatistiksel Analizi.....	26
4. BULGULAR .....	27

5. TARTIŞMA.....	49
6. ÖZET.....	55
7. SUMMARY .....	56
8. SONUÇLAR.....	55
9. KAYNAKLAR.....	59



## TABLÖLAR DİZİNİ

Tablo 1. Düşük Akımlı Anestezi .....	14
Tablo 2. Minimal Akımlı Anestezi .....	14
Tablo 3. Hastaların Sosyo-Demografik Özellikleri.....	27
Tablo 4. Grupların Kalp Atım Hızı Değişimi.....	28
Tablo 5. Grupların Ortalama Arter Basıncı Değişimi .....	30
Tablo 6. Grupların Satürasyon Değişimi.....	32
Tablo 7. Grupların BİS Değişimi .....	34
Tablo 8. Grupların EtCO <sub>2</sub> Değişimi .....	36
Tablo 9. Grupların Kaf Basıncı Değişimi.....	38
Tablo 10. Grupların F <sub>i</sub> O <sub>2</sub> Değişimi .....	40
Tablo 11. Grupların F <sub>i</sub> N <sub>2</sub> O Değişimi.....	42
Tablo 12. Grupların Tepe Havayolu Basıncı Değişimi .....	44
Tablo 13. Grupların İnternal PEEP Değişimi.....	46
Tablo 14. Grupların VAS Değişimi.....	48
Tablo 15. Kaf basıncı ile F <sub>i</sub> O <sub>2</sub> , F <sub>i</sub> N <sub>2</sub> O, İnternal PEEP Korelasyon Analizi .....	49

## GRAFİKLER DİZİNİ

Grafik 1. Grupların Kalp Atım Hızı Değişimi.....	29
Grafik 2. Grupların Ortalama Arter Basıncı Değişimi .....	31
Grafik 3. Grupların Satürasyon Değişimi.....	33
Grafik 4. Grupların BİS Değişimi .....	35
Grafik 5. Grupların EtCO <sub>2</sub> Değişimi .....	37
Grafik 6. Grupların Kaf Basıncı Değişimi.....	39
Grafik 7. Grupların F <sub>i</sub> O <sub>2</sub> Değişimi .....	41
Grafik 8. Grupların F <sub>i</sub> N <sub>2</sub> O Değişimi .....	43
Grafik 9. Grupların Tepe Havayolu Basıncı Değişimi .....	45
Grafik 10. Grupların İnternal PEEP Değişimi.....	47
Grafik 11. Grupların VAS Değişimi.....	48
Grafik 12. Grup H' deki F <sub>i</sub> N <sub>2</sub> O ile kaf basıncı arasındaki korelasyon.....	49

## ŞEKİLLER DİZİNİ

Şekil 1. Trakea Kanlanması.....	5
Şekil 2. Entübasyon tüpü.....	10





**KISALTMALAR**

<b>KBB</b>	: Kulak Burun Boğaz
<b>ID</b>	: İnternal Diameter
<b>DAA</b>	: Düşük Akımlı Anestezi
<b>O<sub>2</sub></b>	: Oksijen
<b>N<sub>2</sub>O</b>	: Azot Protoksit
<b>CO<sub>2</sub></b>	: Karbon Dioksit
<b>EKG</b>	: Elektrokardiyografi
<b>ASA</b>	: American Society of Anesthesiologists
<b>PEEP</b>	: Positive End Expiratory Pressure
<b>İV</b>	: İntravenöz
<b>MAK</b>	: Minimum Alveoler Konsantrasyon
<b>KAH</b>	: Kalp Atım Hızı
<b>BIS</b>	: Bispektral İndex
<b>TOF</b>	: Train of four
<b>OAB</b>	: Ortalama Arter Basıncı
<b>SpO<sub>2</sub></b>	: Periferik Oksijen Saturasyonu
<b>PACU</b>	: Post-op Anesthesia Care Unit
<b>VAS</b>	: Visuel Analog Skala
<b>BMI</b>	: Body Mass İndex
<b>F<sub>i</sub>O<sub>2</sub></b>	: İnspire Edilen Oksijen Fraksiyonu
<b>F<sub>i</sub>N<sub>2</sub>O</b>	: İnspire Edilen Azot Fraksiyonu
<b>ETT</b>	: Endotrakeal Tüp
<b>ETE</b>	: Endotrakeal Entübasyon

## 1. GİRİŞ VE AMAÇ

Endotrakeal entübasyon trakea içine solunum yolunu güvenlik altına almak veya solunumu kontrol etmek amacı ile bir tüp yerleştirilmesidir (1).

Entübasyon işlemi, havayolunun açık tutulması, havayolu ve solunumun kontrol edilebilmesi, solunum eforunun azalması, aspirasyonun önlenmesi, anestezi ve diğer aygıtların sahadan uzaklaşması ile cerrahi rahatlık sağlanması, herhangi bir sorun olduğunda resüsitasyon kolaylığı ve ölü boşluk azalması gibi faydalar sağlarken, işlemin zaman alması ve özellikle güçlük çıktığında özel beceri gerektirmesi, daha derin anestezi gerektirmesi ve bazı komplikasyonlara neden olabilmesi gibi sakıncalar taşır (1). Aksine bir endikasyon yoksa, entübasyon işleminin rutin şekli genel anestezi altında ve tercihen nöromüsküler blok sağlandıktan sonra laringoskopi ile glottisin görülerek, tüpün trakea içine yerleştirilmesidir (2,5). Laringoskop yardımı ile uygun boyuttaki trakeal tüp vokal kordlar arasından geçirilir. Endotrakeal tüpün balonu trakeanın üst kısmında yerleşmeli ancak larinksin aşağısında olmalıdır. Trakea mukozasına yansıyan basıncı azaltmak için tüpün balonu (kaf) pozitif basınçlı ventilasyon sırasında trakeayı kapatarak kaçağı önleyecek en düşük hava volümü ile şişirilir (2,3). Trakea duvarı ile tüp arasından sıvı ve gaz kaçağını önleyerek hem mekanik solunumun etkili olmasını sağlar, hem de mide içeriğinin, kan, mukus ve sekresyonların aspirasyonuna engel olur. Genellikle 2-3 cm uzunluğunda olup, tüp ucundan 1 cm yukarıda sonlanacak şekilde yerleştirilmiştir. Üzerinde balonla birlikte şişen pilot bir baloncuğun bulunduğu bir tüple şişirilir. Balonun şişirilme derecesi önemlidir. Pilot kafın şişkinliğinin önemli bir göstergesidir. Tüpün balonu fazla şişirildiğinde temas ettiği trakea mukozasında kan akımının kesilmesine ve hasara yol açabilir (1). Aspirasyonu engellemek için lateral duvara uygulanan basınç aynı zamanda yeterli hava yolu korumasını sağlamalıdır. Kaf basıncı (20 ile 25 mmHg) korumayı iyi sağlarken trakea mukozasının perfüzyon basıncının (20 ile 35 mmHg) altında olmalıdır. Kaf basıncının yeterliliğinin saptanması için pilot balon basıncının elle hissedilmesi güvenilir bir yöntem değildir. Bu amaçla kaf basınç ölçerleri kullanılmalıdır (3).

Operasyon esnasında azot protoksit ( $N_2O$ ) kaf içine geçerek basıncını arttırabilir (4). Trakeanın mukozal perfüzyonu kaf basıncı 30  $cmH_2O$ 'yu aştığında bozulmaktadır. Hayvan modellerinde trakea mukoza hasarı 40  $cmH_2O$ 'dan büyük basınçlarda ve 15 dk'dan sonra olduğu görülmüş, şaşırtıcı olarak bir çok vakada daha uzun sürede meydana gelmiştir (6).

Düşük akımlı anestezi (DAA) terimi, yarı-kapalı yeniden solutmalı bir sistemle uygulanan ve yeniden solutma oranının enaz % 50 olduğu inhalasyon anestezisi tekniklerini tanımlamak için kullanılmaktadır. Düşük maliyet, artmış nemlilik, azalmış ısı kaybı, ortama saçılan anesteziğin azalması ve solunum gibi fizyolojik değişkenleri daha iyi değerlendirilmesi nedeni ile DAA ne ilgi giderek artmıştır (4). Çalışmamızda son yıllarda kullanımı giderek yaygınlaşan DAA' nin klinik pratiğimizde kullanımını yaygınlaştırmak amacıyla yine rutin pratiğimizde analjezi idamesinde kullanılan  $N_2O$ ' nun boşluklara diffüze olup endotrakeal kaf balonunda da aynı etki ile kaf basınçlarını artırmasına engel olmak için kaf balonlarını hava yerine salin ile şişirerek; bu etkinin azaltılmasına etkisi olup olmayacağını görmeyi amaçladık.

## 2. GENEL BİLGİLER

### 2.1. Trakea Anatomisi

Trakea (Latince: trachia - nefes borusu) ventilasyon, trakeabronşial salgıların temizlenmesi için görev yapan yarı fleksible bir boru vazifesindedir (8,9). Larinksin alt kısmında krikoid kıkırdağın alt sınırından başlayıp, sol ve sağ ana bronş olarak ikiye ayrıldığı karınaya dek uzanır. Trakea komşulukları akımından servikal ve torasik olarak iki bölümde incelenebilir. Servikal trakea boyundaki sternum üst sınırına kadar olan trakea bölümünü ifade eder. Servikal trakeada nötral pozisyonda yenidoğanda yaklaşık 10 kıkırdak halka bulunurken, çocuklarda 8 yetişkinlerde yaklaşık 6 kıkırdak halka bulunur ancak bu kişinin boyun yapısına ve ekstansiyon durumuna göre fark gösterir. Yetişkinlerde servikal trakeanın genellikle ilk 4 halkası tiroid dokusu altındadır. Trakeanın torasik parçası 5-8 cm uzunluğundadır ve sternal çentikten karınada sol ve sağ ana bronş sistemi olarak ikiye ayrıldığı (4. torasik vertebra seviyesinde) noktaya kadar olan trakeayı tanımlar.

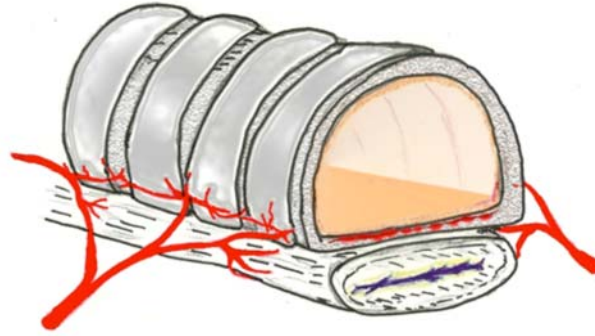
#### 2.1.1. Trakea genel yapısı

Anterolateral kısmında C şeklinde hyalin kıkırdak halkalarından oluşur. Kıkırdak halkalar trakeanın lateral rijiditesini verir ve aynı zamanda bulunduğu düzlem üzerinde rahat hareket etmesini sağlar. Halkalar tüm çapın yaklaşık üçte ikisini oluşturur. Halkaların uçlarını birleştiren membranoz bir posterior duvar lümenin içinde ovoid bir şekil oluşmasını sağlar. Bu bölümde transvers ve longitudinal lifler içeren düz kas bulunmaktadır. Transvers lifler kıkırdak halkaların uçlarını birleştirir ve m.trakealis olarak isimlendirilir (8). Erişkinlerde ovoid olan iç yapı çocuklarda sirküler olup zaman içinde ovoide doğru değişim gösterir, bazı olgularda doğal varyasyon olarak sirküler olarak kaldığı da gözlenmiştir. Trakeanın ortalama erişkinlerdeki uzunluğu; infrakrikoid seviyeden karınanın üstüne kadar 10 ile 13 cm (ortalama

11,8 cm) arasındadır. Her kıkırdak halkanın genişliği ortalama 4 mm olup trakeanın her bir santimetresinde ortalama 2 adet kıkırdak halka bulunmaktadır. Özellikle torasik trakeada bazı halkalar bifid ve inkomplet şekillidir ki buralarda kartilajlar arası mesafe düzenli değildir. Sonuç olarak trakeada toplamda 18-22 adet kıkırdak halka bulunur. Yaklaşık dış çapı erkeklerde koronal 2,3 cm, sagittal 1,8 cm, kadınlarda ise koronal uzunluk 2 cm sagittal ise 1,4 cm'dir (8,10). Erişkinlerde kesitsel şekil neredeyse eliptiktir. Bebeklerde ve çocuklarda şekil tama yakın daireseldir. Lümen içi çapı dinamik olarak hareketler ile değişmektedir. İntraluminal basınç değişim durumlarında (öksürük, solunum ve ventilasyon) bu durumlara birer örnektir. M.Trakealis kası öksürme sırasında arka duvarda kıkırdak halkaların uçlarını çekerek trakea lümenindeki hareketi oluşturmaktadır. Kronik Obstruktif Akciğer Hastalıklarında (KOA) trakeanın kıkırdak halkalarında yumuşama görülebilir. Böyle durumlarda antero-posterior çapta azalma ortaya çıkar. Bunun sonucu olarak posterior duvardaki genişleme ile ekspiryumda veya öksürme esnasında lümenin kapanması gibi sorunlar izlenebilir. Yaşlanma ve KOA durumlarında, antero-posterior çapın artmasına bağlı olarak lateral çap uzunluğunda azalmalar görülebilir ki buna kılıç kını (saber sheath) trakea denilir. Trakeada seyrekte olsa kalsifikasyon görülebilir. Trakeal lümen karınaya doğru yaklaştıkça hafifçe daralır. Sol ana bronş sağ ana bronş sisteminden daha uzundur. Sol ana bronş yaklaşık 5 cm devam eder ardından sol üst lob bronşu ve sol alt lob bronşu olarak ayrılır. Sağ ana bronş sistemi trakeanın pozisyonuna göre daha vertikal şekilde uzanım gösterir. Sağ ana bronştan, karına seviyesinden yaklaşık 1-2 cm sonra, sağ üst lob bronşunu ayrılır. Buradan itibaren sağ bronş sistemi intermediate bronş olarak devam eder.

### **2.1.2. Trakeanın beslenmesi**

Trakeanın beslenmesi tüm uzanımı boyunca lateral duvardan segmental olarak giriş yapan damarlanmalar ile olmaktadır.



**Şekil 1. Trakea Kanlanması**

Trakeanın servikal kısmı inferior tiroid arter tarafından beslenmektedir (11). Damarın dallanmasında yapısal farklılıklar izlenebilir. İnférieur tiroid arterden çıkan 3 adet trakeaözofageal dal servikal trakeanın üst, orta ve alt kısımlarını besler. Bu dallar her iki tarafta da rekürren laryngeal sinirin ön ya da arkasından geçebilir. Superior tiroid arter trakeaya direkt olarak besleme yapmasa da tiroid dokusunun içinde ve etrafında inferior tiroid arter ile anastomoz yapar. Benzer şekilde tiroid dokusunun kapsülünden köken alan küçük besleyici damarlar da indirekt olarak komşu trakea duvarını besler. Torasik kısımda innominate-subklavyan sistemden ve bronşiyal arterlerden alır (5,12). Hava yolu rezeksiyonu ve iskemik komplikasyonları engellemek için arterlerin segmental dağılımı damarın köken aldığı yerden daha önemlidir. Yine inferior tiroid arter her iki taraftan karotid kılıfın posteriorundan ilerler ve torasik trakeaya uzanan dallar da verir. Bronşiyal arterden uzanan dallarla biraraya gelip tam bir longitudinal trakeal anastomoz oluşturlar. Her bir trakeal dal interkartilajöz yumusak dokudan içeriye girip submukozaya ilerler. Burada trakeal kıkırdakların birbiriyle ilişkili kılcal yatağını oluştururlar. Trakeal kıkırdaklar beslenmelerini iç mukozal yüzeyden alırlar. Trakeal kıkırdakların dış yüzünde kılcal damar ağı yoktur. Bu yüzden trakeal mukozanın intralüminal olarak çepeçevre kompresyonu trakeal kıkırdaklarda iskemik nekroza sebep olabilir. Karina ve altında kalan kısım bronşiyal arterlerden beslenmektedir. Tipik dağılımda süperior, orta ve inferior olmak üzere 3 adet bronşiyal arter bulunmaktadır (5,7,12). Trakeanın kalan kısmının beslenmesi innominate-subklaviyan arter sistemindedir. Süperior interkostal, subklaviyan, mammarian arter ve innominate arter başlıca kaynaklardır. Trakeanın venöz dolaşımı submukozal venöz kapillerlerin pleksus

oluşturup servikalde tiroid ven pleksuslarına, toraksda hemiazigos venlerine drenajı şeklindedir. Entübasyon tüpü kaf lümeninin yükselmiş basıncı trakea mukozasına yansır ise trakeada iskemik bozukluklara yol açabilir (4).

### **2.1.3. Trakea ve larenksin inervasyonu**

Rekürren laryngeal sinirler (sağ ve sol) vagus (ilgili tarafın) dalları olup aynı tarafın gerçek vokal kordlarının innervasyonundan sorumludur. Superior lareneal sinir vagustan ayrıldıktan sonra iki dala ayrılır. İnternal dalı tirohyoid memrandan larenkse girer. Doğrudan yutma fonksiyonuyla ilişkilidir. External dalı ise superior tiroid arteriyle yakın komşulukta seyrederek krikotiroid kasa ulaşır. Posteriora ise inferior fareneal konstriktör kası inerve eder. Disfonksiyonun yutma fonksiyonunda bozukluk yanında ses kalitesinde bozulma (tek tonda konuşma gibi) oluşur (13).

## **2.2. Kaf Basıncı**

### **2.2.1 Endotrakeal Entübasyon**

Endotrakeal entübasyon trakea içine solunum yolunu güvenlik altına almak veya solunumu kontrol etmek amacı ile bir tüp yerleştirilmesidir.

Entübasyon işlemi, havayolunun açık tutulması, havayolu ve solunumun kontrol edilebilmesi, solunum eforunun azalması, aspirasyonun önlenmesi, anestezistin ve diğer aygıtların sahadan uzaklaşması ile cerrahi rahatlık sağlanması, herhangi bir sorun olduğunda resüsitasyon kolaylığı ve ölü boşluk azalması gibi faydalar sağlarken, işlemin zaman alması ve özellikle güçlük çıktığında özel beceri gerektirmesi, daha derin anestezi gerektirmesi ve bazı komplikasyonlara neden olabilmesi gibi sakıncalar taşır (1).

## **2.2.2. Entübasyon Endikasyonları**

### **2.2.2.1. Anestezi Uygulaması Sırasında Endikasyonlar (1)**

1. Baş-boyun ameliyatları. Havayolunun cerrahi ekiple paylaşılması ve anesteziistin hava yoluna uzak kalması entübasyon gerektirir.
2. Kas gevşetici verilmesi ve yapay solunum uygulanması gereken durumlar.
3. Havayolunun kontrolünü güçleştiren pozisyonlarda yapılacak girişimler.  
Yüzükoyun, yan ve oturur pozisyonlarda hava yolunun ve ventilasyonun kontrolü garanti edilemez. Aşırı baş aşağı ve litotomi pozisyonunda diyaframın yukarı itilmesi ile ventilasyon güçlüğü ve aspirasyon riski olabilir.
4. Torasik ve abdominal girişimler. İntratorasik girişimlerde gelişen pnömotoraks başlı başına entübasyon gerektiren bir durumdur. Abdominal girişimlerde de kas gevşemesi ve solunumun kontrolü gerekir.
5. Refleks laringospazm gelişebilecek sistoskopi, hemoroidektomi gibi girişimler.
6. Özellikle yeni doğan grubu olmak üzere pediyatrik hastalar.
7. Mide içeriği, kan, mukus veya sekresyon aspirasyonu riski olan hastalar.
8. Hipotermik ve hipotansif yöntemlerin uygulandığı girişimler.
9. Genel durumu düşkün hastalar.
10. Maske ile ventilasyonda anatomik nedenle veya girişimin uzunluğu nedeniyle güçlük olabilecek hastalar.
11. Havayoluna dışarıdan bası yapan oluşumlar, vokal kord paralizi, bu bölgedeki oluşumlar.

### **2.2.2.2. Anestezi Uygulaması Dışında Endikasyonlar (1)**

1. İlaç zehirlenmeleri, sinir-kas hastalıkları, kardiyak arrest veya kafa travmalı, bilinci kapalı hastalarda havayolunu açık tutmak, aspirasyondan korumak.
2. Havayolu obstrüksiyonuna neden olan durumlar (yabancı cisim, tümör, enfeksiyon, laringospazm, iki taraflı vokal kord paralizi vb).



3. Trakeo-bronşiyal temizlik (sinir-kas hastaları, yelken göğüs, larinks travması pnömoni, solunum yetmezliği).
4. Yapay solunum gereken durumlar (çeşitli nedenlerden kaynaklanan solunum yetersizlikleri).

### 2.2.3. Endotrakeal Entübasyon Tekniği (2)

Entübasyon işlemi yapılmadan önce hasta ve klinik durum, hava yolu ve güç entübasyon ihtimali yönünden değerlendirilmelidir. Aksine bir endikasyon yoksa, entübasyon işleminin rutin şekli genel anestezi altında ve tercihen nöromüsküler blok sağlandıktan sonra laringoskopi ile glottisin görülerek, tüpün trakea içine yerleştirilmesidir. Entübasyon sırasında anestezi refleks süpresyon sağlamaya yetecek derinlikte ve kas gevşemesi tam olmalıdır. Entübasyon anesteziyle fakat kas gevşetici kullanmaksızın gerçekleştirilecekse, laringospazm gibi istenmeyen refleksleri önlemeye yetecek anestezi derinliğine ulaşılmalıdır (2,5).

Yeterli anestezi ve gevşeme sağlandığında, herhangi bir kontrendikasyon yoksa hastanın başı klasik “koklama-sniffing” pozisyona getirilir. Boyun hafif fleksiyonda, baş da ekstansiyondadır. Böylece ağız-farinks-larinks hattının düzleşmesi sağlanır. Bunu sağlamak için başın altına 8-10 cm yüksekliğinde küçük bir yastık ya da katlanmış çarşaf konulması yeterlidir. Laringoskop yardımı ile uygun boyuttaki trakeal tüp vokal kordlar arasından geçirilir. Endotrakeal tüpün balonu trakeanın üst kısmında yerleşmeli ancak larinksin aşağısında olmalıdır. Trakea mukozasına yansıyan basıncı azaltmak için tüpün balonu (kaf) pozitif basınçlı ventilasyon sırasında trakeayı kapatarak kaçığı önleyecek en düşük hava volümü ile şişirilir (2,3). Kaf basıncının yeterliliğinin saptanması için pilot balon basıncının elle hissedilmesi güvenilir bir yöntem değildir. Bu amaçla kaf basınç ölçerleri kullanılmalıdır.

Tüpün ucunun ve balonunun yerleşiminin uygun olduğu, elle pilot balon sıkıştırılırken diğer elle sternal çentikte tüpün balonunun palpe edilmesi ile doğrulanabilir. Kaf krikoid kartilaj düzeyinin üzerinde hissedilmemelidir. Çünkü tüp balonunun uzun süreli larinks içi yerleşimi postoperatif ses kısıklığına neden olabilir, kazayla ekstübasyon riskini artırır. Tüpün pozisyonu akciğer grafisi ile de belirlenebilir ancak yoğun bakım dışında buna nadiren ihtiyaç duyulur (3).

## 2.2.4. Entübasyonda Kullanılan Araç ve Gereçler

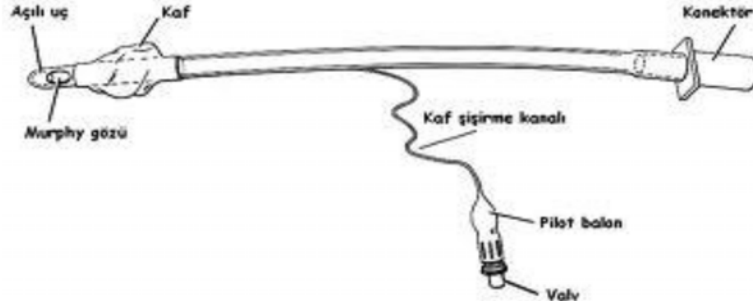
### Endotrakeal tüpler

**Tüplerin tipleri:** Sentetik mineralli kauçuk, polietilen veya polivinil klorid gibi maddelerden yapılır; yapım sırasında bir kısmının duvarı içine tüpün kırılmasını önlemek için spiral şeklinde naylon veya metal tel yerleştirilir (spiral tüp). Balonlu, balonsuz; nazal, oral; saydam veya opak; uç açıklığının eğimi, yönü, buraya yakın delik mevcudiyetine göre farklı modellerde olabilirler. Balonlu tüplerin de balonun esnekliği ve volümüne göre yüksek basınç-düşük volümlü veya düşük basınç-yüksek volümlü tipleri mevcut olup, trakea duvarına daha az bası yapan ikinci tip daha çok kullanılmaya başlanmıştır (1).

Şekillendirilmiş RAE ( Ring, Adair ve Elwyn ) tüpleri KBB ve diğer baş-boyun girişimlerinde kullanılır. Bu tüplere polar tüpler de denir. Oral veya nazal olsun, dar açılı kıvrımı nedeniyle cerrahın, tüpü tespit edilmeden hareket ettirmesine olanak verir. Tüpün kaza ile geri çekilmesine karşı, uç kısmı trakeaya daha yakın olacak şekilde boyu daha uzun tutulmuş ve ucuna yakın olarak, olası bir bronşial entübasyona karşın iki Murphy deliği yerleştirilmiştir.

Başlangıçta yarık dudak ve damak girişimlerinde kullanılan bu tüpler tespit ve kullanım kolaylığı nedeniyle yaygınlaşmıştır. Bazı üstünlüklerine karşın, boyunun uzunluğu nedeniyle olguların % 32'sinde tüpün ucu karinada veya bir ana bronшта bulunmuştur. Diğer bir sorun, tüp içi aspirasyonun güçlüğüdür (1).

Yukarıdakilerden başka, bebeklerde kullanılan balonsuz, ucu giderek daralan (Cole tüpü) bebek tüpleri, endobronşial entübasyon için tek veya çift lümenli olmak üzere endobronşial tüpler; lazerden tutuşmayan tüpler ve jet ventilasyona uygun tüpler de vardır (1).



Şekil 2. Entübasyon tüpü

**Tüplerin boyları ve kalınlıkları:** Bunları ifade etmek için çok çeşitli sistemler kullanılmıştır. Son zamanlarda durumu sadeleştirmek için tüpün iç çapının (ID) "mm" olarak ifade edilmesi yaygınlaşmaktadır. Halen yaygın olarak, ikişer olarak atlayan çift sayılarla ifade edilen Fransız skalası (mm olarak dış çap x 3) kullanılmaktadır. Tüpün çapı büyüdükçe uzunluğu da artar. Tüpler üzerinde hem büyüklükleri, hem de uzunlukları belirtilmektedir.

Normal erişkinde genellikle 8.0 (32)-9.0 (36) no'lu tüpler kullanılmaktadır. İşlemi kolaylaştırdığı ve laringeal hasarı azalttığı için özellikle entübasyonun güç olduğu durumlarda hasta için uygun olandan daha ince bir tüp kullanılması önerilmektedir. Hasta için uygun olduğu düşünülen boydakinden bir küçük ve büyük boy tüpün de hazır bulundurulması gerekir (1).

**Tüp balonları (Kaflar):** Trakea duvarı ile tüp arasından sıvı ve gaz kaçacağını önleyerek hem mekanik solunumun etkili olmasını sağlar, hem de mide içeriğinin, kan, mukus ve sekresyonların aspirasyonuna engel olur. Genellikle 2-3 cm uzunluğunda olup, tüp ucundan 1 cm yukarıda sonlanacak şekilde yerleştirilmiştir. Üzerinde balonla birlikte şişen pilot bir baloncunun bulunduğu bir tüple şişirilir. Balonun şişirilme derecesi önemlidir. Pilot kafın şişkinliğinin önemli bir göstergesidir. Tüpün balonu, fazla şişirildiğinde, temas ettiği trakea mukozasında kan akımının kesilmesine ve hasara yol açabilir. Bu olasılığı azaltmak için büyük volüm, düşük basınçlı tüpler yapılmıştır. Bunlar daha geniş bir yüzeyle ve hafif basınçla tüp ile trakea arasını bir eldiven gibi ve yumuşak şekilde sarar (1).

### 2.2.5. Kaf Basıncı ve Manometresi

Kaf basıncını uygun sınırlarda tutmak için “kafmetre” isimli bir basınç ölçer kullanılmaktadır. Bu çalışmada ölçüm için VBM marka bir kafmetre kullanılmıştır. Kafmetre kabaca dört bölümden oluşur. Birinci bölüm; gösterge ekranı 68 mm çapında 0'dan 120'ye kadar cmH<sub>2</sub>O olarak numaralandırılmış, endotrakeal tüp (20-30 cmH<sub>2</sub>O) ve laringeal tüp (60-70 cmH<sub>2</sub>O) için güvenli aralıkların yeşil renkle gösterildiği yuvarlak ekran. İkinci bölüm; elin kafmetreyi kavramasını ve endotrakeal tüpün pilot balonuna hava akışını sağlayan sap kısmı. Üçüncü bölüm; pilot balona verilen havanın gerektiğinde geri boşaltılmasını sağlayan kısım. Dördüncü bölüm; pilot balonla kafmetre arasındaki bağlantıyı sağlayan bağlantı tüpü (14).

### 2.2.6 Entübasyon Komplikasyonları (1)

#### Entübasyon yapılırken

- Dişler, dudaklar, farenks, larenks ve buruna direk travma
- Servikal vertebra kırık – çıkığı
- Göze travma
- Mediastinal amfizem
- Retrofarengeal abse ve travma
- Gastrik içerik veya yabancı cisim aspirasyonu
- Yanlışlıkla özefagusun entübe edilmesi
- Tüpün yanlış yerleştirilmesi
- Çenede subluksasyon

#### Entübasyon süresince

- Tüpün daralması veya tıkanması
  - Dışardan (ısırılma, ucunun trakea duvarına dayanması)
  - Tüpün kendinden (kırılma, balonun hernie olması)
  - Tüpün içinden (sekresyon, kan, doku parçası)
- Tüpün hastayı rahatsız etmesi
- Trakea veya bronş rüptürü

- Mide içeriği aspirasyonu
- Tüpün yer değiştirmesi
- Yumuşak dokuda ülserasyon, kanama, ödem, enfeksiyon
- Beslenme güçlüğü
- Tüpün tutuşması

#### **Ekstübasyon sırasında**

- Ekstübasyon güçlüğü
- Glottik hasar
- Trakeal kollaps
- Havayolu obstrüksiyonu (larenks spazmı veya ödemi)
- Bronkospazm
- Mide içeriği ve yabancı cisim aspirasyonu
- Kardiak arrest

#### **Postoperatif dönemde**

- **Erken (0 – 72 saat)**
  - Boğaz ağrısı
  - Glottik ödem
  - Enfeksiyon
  - Vokal kord paralizisi
  - Lingual sinir hasarı
- **Geç**
  - Laringeal ülser ve granülom
  - Laringotrakeal membran ve veb
  - Laringeal fibrozis
  - Trakeal fibrozis, stenoz
  - Trakeal dilatasyon
  - Burun deliğinde daralma
  - Disfaji

## 2.3. Düşük Akım Anestezisi

Düşük taze gaz akımlı anestezi yöntemlerine ilgi son yıllarda giderek artmaktadır. Modern anestezi cihazlarının yüksek standarda sahip olması, anestezi gaz bileşimini devamlı ve ayrıntılı bir biçimde analiz eden monitörlerin varlığı ile inhalasyon anesteziklerinin farmakodinami ve farmakokinetikleri konusunda bilgi artışı, düşük akımlı anestezinin güvenli şekilde uygulanabilmesini büyük ölçüde kolaylaştırmaktadır.

Düşük taze gaz akımlı anestezi teknikleriyle ilgili terminoloji yeniden solutma oranına veya taze gaz akım hızına dayandırılabilir. Yeniden-solutma oranını belirleyen en önemli etken taze gaz akım hızıdır (20).

Düşük akımlı anestezi (DAA) terimi, yarı-kapalı yeniden solutmalı bir sistemle uygulanan ve yeniden solutma oranının en az % 50 olduğu inhalasyon anestezisi tekniklerini tanımlamak için sınırlı bir anlamda kullanılmaktadır. Hastalar anestezi devresinden iki gaz solur; anestezi makinesinden verilen gazlar ve önce hasta tarafından ekshale edilen ve ardından yeniden solutulan gazlar. Yeniden solutulan gazdaki anestezi hasta tarafından uzaklaştırıldığı (alınım) için; alınımın miktarı ve yeniden solutulan miktar, inspire edilen anestezi konsantrasyonunu etkiler. Modern yeniden-solutmalı sistemler kullanıldığında, ancak taze gaz akım hızı 2 Lt/dk' nın altına indirilirse, hastaların çoğu için DAA'den söz edilebilir. Düşük maliyet, artmış nemlilik, azalmış ısı kaybı, ortama saçılan anestezinin azalması ve solunum gibi fizyolojik değişkenleri daha iyi değerlendirme kapasitesidir (4).

### 2.3.1. Düşük Akımlı Anestezi Teknikleri (taşıyıcı gaz: O<sub>2</sub>/N<sub>2</sub>O)

#### 2.3.1.1. Yarı Kapalı Yeniden Solutmalı Sistem

Düşük Akımlı Anestezi	0,5 lt/dk O <sub>2</sub> / 0,5 lt/dk N <sub>2</sub> O (Tablo 1)
Minimal Akımlı Anestezi	0,3 lt/dk O <sub>2</sub> / 0,2 lt/dk N <sub>2</sub> O (Tablo 2)

**Tablo 1. Düşük Akımlı Anestezi (15)**

Taze gaz akımı	Sabit, 1 lt/dk
Taze gaz bileşimi	%50 O <sub>2</sub> , %50 Hava
Yeniden-solutma	Kısmen
Gaz fazlası	Var
Anestezik gaz bileşimi	Anestezi süresince değişir
Teknik sınıflandırma	Yarı kapalı sistemle uygulanan anestezi tekniği

**Tablo 2. Minimal Akımlı Anestezi (15)**

Taze gaz akımı	Sabit, 0,5 lt/dk
Taze gaz bileşimi	%60 O <sub>2</sub> , %40 Hava
Yeniden-solutma	Yüksek oranda
Gaz fazlası	Minimal
Anestezik gaz bileşimi	Anestezi süresince değişir
Teknik sınıflandırma tekniği	Yarı-kapalı sistemle uygulanan anestezi

### 2.3.1.2. Kapalı Yeniden Solutmalı Sistem

Kantitatif Olmayan Anestezi

Gaz Hacmi Sabit

Kantitatif Anestezi

Gaz Hacmi ve Anestezik Gaz Bileşimi Sabit

DAA teknikleri (taşıyıcı gaz: O<sub>2</sub>/N<sub>2</sub>O) (15)

#### **Kapalı sistemle kantitatif olmayan anestezi (Gaz Hacmi Sabit) (15)**

- Taze gaz akımı alım ve kaçaklardan kayıp miktarına göre aralıklı olarak değiştirilir
- Taze gaz bileşimi solutma devresindeki O<sub>2</sub> konsantrasyonuna göre aralıklı olarak değiştirilir
- Yeniden solutma CO<sub>2</sub> absorpsiyonundan sonra ekshale edilen gazın tamamı
- Gaz fazlası yok

- Anestezik gaz bileşimi anestezi süresince değişir
- Teknik sınıflandırma: Kapalı sistemle uygulanan anestezi tekniği

### **Kapalı sistemle kantitatif anestezi (Gaz Hacmi ve Anestezik Gaz Bileşimi Sabit)**

- Taze gaz akımı O<sub>2</sub>, N<sub>2</sub>O ve anestezik ajan alınımına göre sürekli değiştirilir
- Taze gaz bileşimi anestezik gaz bileşenlerinin alınımına göre sürekli değiştirilir
- Yeniden solutma CO<sub>2</sub> absorpsiyonundan sonra ekshale edilen gazın tamamı
- Gaz fazlası yok
- Anestezik gaz bileşimi önceden ayarlanan değerlere göre anestezi süresince sabit
- Teknik sınıflandırma: Kapalı sistemle uygulanan anestezi tekniği

Baker akım hızları için standart tanımlamalar vermiştir (16):

- Metabolik akım hızı 250 ml/dk
- Minimal akım hızı 50-500 ml/dk
- Düşük akım 500-1000 ml/dk
- Orta akım 1-2 lt/dk
- Yüksek akım 2-4 lt/dk

Taze gaz akımı, isteğe bağlı olarak dakika hacminin altında olan herhangi bir değere ayarlanabilir. Fakat, taze gaz akımı hiçbir zaman hastanın alımı ve solutma sistemindeki kaçaklar yolu ile olan kayıplardan daha düşük olmamalıdır. Taze gaz akımı azaltıldıkça, sistemden atılan gaz miktarı da o oranda azalmakta, yeniden-solutma oranı artmaktadır. Yeniden solutmalı bir sistem hastanın dakika hacmine eşit miktarda taze gaz akımıyla kullanılırsa, yeniden solutulan gaz oranı ihmal edilebilecek kadar düşük olur. Gerçekte hastanın ekspire ettiği gazın tümü gaz fazlası atılım valfinden dışarı verilir ve hasta neredeyse saf taze gaz solur. Taze gaz akımı 4 lt/dk olarak kullanıldığında yeniden solutma oranı yaklaşık %20'ye yükselir. Akım 2 lt/dk ya da altına düşürüldüğünde ise yeniden solutma oranı %50'ye veya daha üzerine yükselir (15).

Düşük akımlı anestezi teknikleri, bu yöntemlerin güvenle uygulanabileceği uygun monitörizasyonun yapılması, doğru çalışması, alarm sınırlarının dikkatli bir şekilde



ayarlanması ve hasta solutma sistemine bağlandığı andan itibaren alarmların çalışılabilir hale gelmesi koşulu ile uygulanmalıdır. Standart anestezi monitörizasyonu EKG, kan basıncı, pulsoksimetri, kapnometri, vücut ısısı ile birlikte hava yolu basıncı, dakika volümü, inspire edilen oksijen konsantrasyonu, 1 Lt/dk altındaki taze gaz akımlarında solunan gazdaki anestezi ajan konsantrasyonu monitörize edilmelidir (16).

Düşük akımlı anestezi teknikleri, inspire edilen oksijen konsantrasyonunun alt alarm sınırı %28-30'a, bağlantı ayrılma alarmı tepe basıncından 5 cmH<sub>2</sub>O kadar altına, tıkanıklık alarmı 30 cmH<sub>2</sub>O'ya ve ekspire edilen gaz hacmi alt alarm sınırı da istenen dakika hacminin 500 ml altına ayarlanarak uygulanmalıdır (15).

### **2.3.2 Düşük Akımlı Anestezi Uygulaması**

İndüksiyon için normal rutin sıra uygulanır; preoksijenizasyondan sonra IV hipnotik ajan ve kas gevşetici kullanılarak endotrakeal entübasyon yapılır. Hasta daha sonra yeniden solutmalı sisteme bağlanır.

Denitrojenasyon, yüksek akımla %100 oksijenle ventilasyon yaptırılarak kandaki nitrojenin arınmasının sağlanmasıdır. Denitrojenasyon ile akciğerdeki nitrojen uzaklaştırılarak yerini oksijene bırakır; böylece fonksiyonel reziduel kapasite ve oksijen rezervi artar. Denitrojenasyon 4-6 lt/dk arasında taze gaz akım hızı kullanılarak yaklaşık 6-8 dk'da tamamlanmış olur. Düşük akımlı anestezi uygulamak için taze gaz akımı 1 lt/dk'ya düşürülür. Taze gaz akım hızının düşürülmesi yeniden solutma oranında belirgin bir artışla sonuçlanır. Inspire edilen oksijen konsantrasyonunu %30'un üzerinde tutabilmek için akım azaltıldığı anda oksijen konsantrasyonunu en az %40'a, hatta %50'ye yükseltmek gerekir.

Devre dışı vaporizatör kullanıldığında akım hızının azaltılması ile orantılı olarak solutma sistemine verilen anestezi buhar miktarı da düşecektir. Solutulan gaz bileşiminde 0,8 MAK anestezi konsantrasyonunu koruyabilmek için taze gaz bileşimi içindeki anestezi konsantrasyon artırılmalıdır.

Zaman sabitesi, hastaya özgü alınımın sabit olduğu kabul edilirse, kısmen dolaşan gaz hacmiyle doğru orantılı, solutma sistemine verilen ajan miktarı ve taze gaz akımıyla ters orantılıdır. Uzun zaman sabitesi nedeniyle anestezi süresine bağımlı olarak, düşük akımlı

anestezi uygulamasında cerrahi girişimin bitiminden 15-30 dk önce düşük taze gaz akım hızı korunurken, vaporizatör kapatılarak taze gaz bileşimi içine volatil ajan verilmesi durdurulabilir.

Akım ne kadar düşükse, anestezi konsantrasyonundaki düşme o kadar yavaştır. Sonrasında hastanın spontan solunumu yeterli hale gelene kadar elle yardımcı solutma yapılır. Sistemdeki anestezi gazları bütünü ile uzaklaştırmak için ekstübasyondan yaklaşık 5-10 dk önce APL valfi açılır; azotprotoksit kesilir ve oksijen akım hızı 4-6 lt/dk'ya arttırılır. Hastanın erken postoperatif bakımı normal seyirde yapılır (17).

### **2.3.3. Düşük Akımlı Anestezinin Uygulanabilirliği**

Düşük akımlı anestezinin güvenli bir şekilde uygulanabilmesi için tidal volümün taze gaz akımından bağımsız olduğu, sistem direnci düşük anestezi cihazları kullanma olanağı olmalıdır. Rutin bakım yapılmak koşulu ile anestezi makinelerinin neredeyse hepsi 1 Lt/dk' ya kadar düşük bir taze gaz akımıyla anestezi uygulamasına elverişlidir. Ortak Avrupa Standardı EN-740 gereğince, bütün absorpsiyonlu halka sistemlerindeki kaçak testinin sonucu 3 kPa (30 cmH<sub>2</sub>O) basınçta 150 ml/dk sınırının altında olmalıdır (18).

Taşıyıcı gazın bileşimi (hava–oksijen, azotprotoksit-oksijen), toplam taze gaz akımı ve O<sub>2</sub> konsantrasyonu ayarlanır. Taze gaz akımının 0.5 lt/dk' dan daha düşük bir değere ayarlanması olanaksızdır. Yeni nesil anestezi makinalarının çoğu düşük ve minimal akımlı anestezinin kolay ve güvenli bir şekilde uygulanabilmesi için elverişlidir. Taze gaz akımını kompanse etme özelliği vardır. Hastaya verilen gaz hacmi elektronik olarak ölçülür. Ayarlanan tidal hacim verildiği anda ventilatör inspiratuvar stroke' unu durdurur, böylece ventilatörün çalışması taze gaz akımına ayarlanarak tidal hacmin akımdan etkilenmemesi sağlanır (16).

### **2.3.4. Düşük Akımlı Anestezinin Avantajları**

#### **2.3.4. 1. Maliyette Azalma**

Kullanıma giren yeni anestezi ajanları düşük çözünürlükte olması ve maliyetlerinin yüksek olmasından dolayı bu ajanların tüketimini azaltan, düşük akımlı anestezi uygulanması avantajlı olup tercih nedeni olabilir.

Düşük akımlı tekniklerin uygulanmasına yönelik uygun eğitimsel çabalarla inhalasyon ajanlarının tüketimi %65 oranında azaltılabilir.

Düşük taze gaz akımı ile iki saatlik anestezi uygulaması sırasında desfluran kullanılırsa, anestezi ajanı tüketimindeki azalma daha belirgin olacaktır. İnspiratuar desfluran konsantrasyonu %6 volüm iken 4.4 lt/dk yüksek akımda 161 lt desfluran buharı tüketilir. Minimal akımda ise bu miktar 33 lt'ye kadar düşer (16).

Namikii ve ark. (21), pediatrik anesteziye düşük akımlı anestezi uygulaması ile sevofluran tüketimini %86 oranında düşürmüşlerdir.

#### **2.3.4.2. Atmosferin kirliliğinde azalma**

Solunum devrelerinde kaçak olmamasına çok dikkat edilmesine ve atık sistemlerinin kullanılmasına rağmen yüksek akımlı anestezi ile çalışanlar, volatil anesteziyelere maruz kalmaktadırlar. Oluşan bu atmosfer kirliliği, çalışan ameliyathane personelinde konjenital anomali, spontan abortus, karaciğer ve böbrek hastalıkları, kanser insidansını arttırmaktadır. Atık gaz sistemleri ile ameliyathane atmosferinin kontaminasyonu azalmaktadır.

Atık gaz sisteminin olmadığı koşullarda, düşük akımlı anestezinin kullanılması anestezi gazlarına maruziyetin azaltılmasının en kolay yoludur. Düşük akımlı anestezinin kullanımı, atık gaz sistemlerinden atmosfere atılan inhalasyon ajan konsantrasyonunun azalmasını da sağlar.

Troposfer içindeki azotproksit konsantrasyonu her yıl %0,25 artmaktadır. Bu gaz, sera etkisi olarak da bilinen özelliğiyle atmosferin ısınma sürecini hızlandırır. Ozon tabakası

hasarından sorumlu tutulan volatil anesteziikler ise kloroflorokarbon (CFC) grubundaki izofluran, halotan ve enflurandır.

Günümüzde, modern ve ileri teknolojiye sahip yeniden solutmalı sistemlerin akılcı kullanımı ile anesteziik gazların çevre kirliliğindeki payı büyük ölçüde azaltılabilir (16).

#### **2.3.4.3. Anesteziik gaz ikliminde iyileşme**

Nemlenmiş ve ısınmış olan ekshale edilen gazın yeniden solutulma oranının artırılması ve aynı zamanda soğuk ve kuru taze gaz oranının azaltılmasıyla anesteziik gaz iklimi klinik bakımdan önemli ölçüde iyileştirilebilir.

Anesteziik gazların uygun şekilde nemlendirilmesi ve ısıtılmasının, silyalı epitelin işlevi ve mukosilyer aktivite üzerindeki etkisi büyüktür (16).

İnspire edilen gazın oda ısısındaki göreceli nem oranı %50 olduğunda, 10 dakika sonra silyer hareketlerin durduğu gözlenebilir. Üç saat kuru gazlarla solutma, solunum yolu epitelinde morfolojik hasara yol açar. İnspire edilen gazın ısı ve neminin yetersiz olması sekresyonları kurutur, mukus retansiyonuna neden olur. Bronşiyollerde kısmi tıkanıklık ile mikroatelektaziler oluşur. Trakeobronşiyal iklimdeki iyileşme, solunum yolunda ısı ve sıvı kaybını azaltır. Solutulan gazın ısı ve nemliliğinin düzelmesi boğaz ağrısının önemli ölçüde azalmasını sağlar.

Anesteziik solutma sırasında inspire edilen gazın mutlak nemliliğinin 17 ve 33 mmH<sub>2</sub>O/lit, ısısının da 28 ve 32 °C arasında olması uygundur.

Solutulan gazların iklimi; solutma sisteminin teknik tasarımı, absorbanın büyüklüğü, ortam ısı ve yeniden-solutma oranı, hasta hortumlarının boyu ve ısı iletkenliği ile belirlenir. Düşük akımlı anestezi sırasında ölçülen ısı değerleri yüksek akım yöntemi ile ölçülenlere göre daha yüksektir (16).

Bengston ve ark. (22), yeniden solutmalı halka sistemi kullanarak 0,5 lt/dk taze gaz akımıyla 30 dk. sonraki gaz ısısını oda ısısının yaklaşık 6,8 °C üzerinde 28,5°C olarak ölçmüştür.

Düşük taze gaz akımı kullanılan yeniden solutmalı bir sistem ile anestezi uygulandığında, nemlilik oranı yüksek taze akımlarına göre anlamlı düzeyde daha yüksektir.

İnspire edilen gazların nemliliği temel olarak akımdan etkilenirken; ısı, iletkenliğe bağlı ısı kaybından, hortum sisteminin fiziksel özelliklerinden etkilenir. Anestezi altındaki çıplak bir hastada solunum yolu ile ısı kaybı 15 kcal/kg'dır. Toplam enerji kaybının %10'unu oluşturmaktadır (16).

#### **2.3.4.4. Anestezi eğitimine katkısı**

Düşük akımlı anestezi tekniklerinin kuramsal temeli ve klinik özellikleri açısından inhalasyon anestezisine ilişkin bilgilerin daha iyi kavranması gerekmektedir. Eğitimin erken döneminde bu teknikle ilk deneyimler kazanılırken, hem hastanın hem de makinenin daha dikkatli gözlenmesi gereklidir. Dikkatli inceleme ile hastaya yönelik riskler azalmaktadır. İnhalasyon anestezisi sırasındaki fizyolojik süreçlerin ve teknik özelliklerin daha iyi anlaşılması, hasta güvenliğine önemli katkı sağlar (16).

#### **2.3.5. Düşük Akımlı Anestezi Yöntemlerinin Riskleri (18)**

**2.3.5.1. Hipoventilasyon:** Kacaklardan olan gaz kaybı, düşük taze gaz akımları kullanıldığında sistem içinde dolaşan gaz hacmini azaltır; buna bağlı hipoventilasyona ve değişken basınçlı solutmaya neden olabilir. Havayolu basınçlarının izlenmesi zorunlu olduğundan bu durum erken fark edilebilir. Bağlantı ayrılma alarmı tepe basınç değerinin 5 mbar altına ayarlanmalıdır. Kaçağa bağlı gaz kayıplarından kaynaklanan tüm sorunları anestezi makinelerinin uygun şekilde bakımı, hazırlanması ve kullanımıyla en aza indirmek mümkündür.

**2.3.5.2. Hipoksi:** Ulusal ve uluslararası standartların çoğundaki şartlara göre inhalasyon anestezi uygulamasında oksijen konsantrasyonunun sürekli izlemi zorunlu kılınmıştır. Alt alarm sınırı doğru ayarlandığında hastaya yönelik düşük akımlı anesteziye bağlı risk yoktur.

**2.3.5.3. Solutma sistemi içinde karbondioksit birikimi:** Düşük taze gaz akımlı anestezi uygulamasında karbondioksitin etkili biçimde temizlenmesi çok önemlidir. Çünkü yüksek taze gaz akımlı anestezinin tersine, yeniden solutulan hacim büyük olduğundan absorbanın tükenmesiyle solutma sistemi içinde CO<sub>2</sub> konsantrasyonu önemli derecede yükselir. CO<sub>2</sub> izleme olanağı varsa, sodalime bütünüyle tükenene kadar kullanılmalı ve haftada bir değiştirilmelidir. CO<sub>2</sub> ölçüm olanağı olmayan anestezi makinelerinde çift kanister veya tek büyük kanister kullanılmalıdır. Sodalime rutin olarak daha sık aralıklarla, en azından tükenme başlangıcını gösteren renk değişikliği oldukça değiştirilmelidir.

**2.3.5.4. Kazayla volatil anestezi aşırı dozu:** Solutma sistemi içindeki anestezi konsantrasyonunun çok hızlı değişebildiği ve tehlikeli düzeye ulaşabildiği yüksek taze gaz akımlı anestezi ile karşılaştırıldığında, düşük taze gaz akımlı anestezi daha güvenlidir. Solutma sistemi içindeki anestezi gaz konsantrasyonu devamlı izlenemiyorsa, 1 lt/dk'dan daha düşük akımlarla anestezi uygulanmamalıdır. Ortak Avrupa Standardı EN 740'a göre inhalasyon anestezisi konsantrasyonunun sürekli izlenmesi zorunludur.

**2.3.5.5. Kazayla havayolu basıncı artışı:** Tıkanıklık alarmının doğru ayarlanması durumunda ve daha eski ventilatörlerdeki PEEP ayarının her koşulda en yüksek 15 mbar ile sınırlı olması sebebiyle, hastanın yaşamını tehdit eden bir sorun yaratmayacaktır.

**2.3.5.6. Uzun zaman sabitesi:** Düşük taze gaz akımlı anestezi esnasında gerektiği zaman gaz bileşiminde hızlı bir değişiklik yapılmadığından uzun zaman sabitesi özel bir risk taşımaz. Düşük taze gaz akımı sürdürülürken sistemdeki volatil anestezi konsantrasyonunun hızla azaltılabilmesi, odun kömürü tozu filtresi bulunan anestezi makinelerinde mümkündür.

#### **2.3.5.7. Yabancı gaz birikimi:**

**Nitrojen;** Daha çok minimal akımlı ve kapalı sistemle anestezi uygulamaları için bu birikim söz konusu olabilir. Hipoksi olasılığı inspire edilen oksijen izlemi ile kesin olarak

dışlanabildiğine göre nitrojen birikiminin hasta için herhangi bir risk oluşturmadığını vurgulamak gerekir (23,24).

**Karbonmonoksit (CO);** Aşırı sigara içenlerde, hemoliz, anemi, porfiriya, özellikle sigara içen verici kaynaklı kan transfüzyonu durumlarında karbonmonoksit klinik olarak anlamlı değerlere yükselebilir (25). Absorbanın yeterince su içermesi CO oluşumunu önlemektedir. CO oluşum tehlikesini azaltmak için NaOH (sodyum hidroksit) ve KOH (potasyum hidroksit) içermeyen absorban kullanımı etkili bir önlemdir. Düşük akımlı anestezi teknikleri uygulanırken, tekniğe bağlı olarak kazayla CO zehirlenmesi oluşma riskinde artış söz konusu değildir (26).

**Aseton;** Serbest yağ asitlerinin oksidatif metabolizması ile meydana gelir. Açlık, dekompanse diabetes mellitus ve anti-insulin hormonlarının arttığı durumlarda aseton oluşumu artar. Güvenlik sebebi ile dekompanze diabetes mellitusu olan, kan aseton düzeyi yüksek olan hastalarda 1 lt/dk'dan daha düşük taze gaz akımı kullanılması önerilmez.

**Etanol;** Kapalı sistem içinde asetona benzer şekilde birikir. Alkollü bir hastaya acil bir girişim yapılması gerektiğinde yeterli yıkama etkisi sağlayabilmek için taze gaz akımının 1lt/dk'nın altına düşürülmemesi gerekir.

**Hidrojen;** oksijen ve azotprotoksit içinde patlama oluşturabilecek hidrojen konsantrasyonlarına kapalı sistemler ile uzun süreli anestezide bile ulaşılamaz.

**Argon;** Argon gazı birikimi anestezi gaz izlemine etkilemez ve tıbbi acıdan zararsızdır. Her 90 dakikada bir aralıklı yüksek akımlı kısa süreli yıkama yapılırsa, argon gazı birikimi önlenir (26-28).

**Metan;** Metan, toksik olmayan yabancı bir gazdır ve tek önemi oksijen ya da azotprotoksit ile karıştığı zaman patlayıcı özellik gösterebilir. Bu düzeyde metan konsantrasyonlarına uzun süreli kapalı sistem ile anestezide bile ulaşılamaz (29).

**Haloalkenler;** Bazı volatil anestezi gazları, CO<sub>2</sub> absorbanları ile kimyasal etkileşime girerek düşük akımlı anestezi sırasında solutma sistemi içinde volatil haloalkenleri oluşturur. Sevofluran, CO<sub>2</sub> absorbanlarıyla etkileşerek Compound A-E adını alan yıkım ürünlerini oluşturur. Baralime kullanımında ve KOH içeren absorbanlarla oluşumu artmaktadır (30-32).

## 2.3.6. Düşük Akımlı Anestezi Yöntemlerinin Kontrendikasyonları

### 2.3.6.1 Göreceli kontrendikasyonlar

- 10-15 dakikadan daha kısa süren inhalasyon anesteziinde
- Gaz akım ayarlarının düşük akım aralıklarında duyarlı yapılamaması
- Solutma sistemi ya da ventilatörün gaz sızdırmazlığının yeterli olmaması
- Yüz maskesi ile anestezi uygulaması
- Kafsız endotrakeal tüp kullanımı (tüp kenarından çok kaçak olması durumunda)
- Yeniden solutmasız sistemlerin kullanımı
- Rijid bronkoskopi işlemi
- Akut bronkospazmlı hastalarda gaz rezervuarı bulunmayan ve körüğün ekspiratuar dolumu ek bir güçle desteklenmeyen anestezi makinelerinin kullanımı
- Olası tehlikeli eser gaz birikimi riskinde bir artış varsa, sürekli yıkama etkisini güvenle sağlamak için taze gaz akımı en az 1 lt/dk' ya ayarlanmalıdır.

Aşırı derecede düşük taze gaz akımı (minimal akımlı ya da kapalı sistemle anestezi) kullanımının kontrendike olduğu durumlar;

- Dekompanse diabetes mellitus
- Uzun süreli açlık durumu
- Kronik alkoliklerde anestezi uygulaması
- Akut alkol zehirlenmesi olan hastalarda anestezi uygulaması
- Bölgesel kanlanması ileri derecede azalmış ve yoğun transfüzyon yapılan aşırı sigara içicisi hastalar

### 2.3.6.2. Mutlak kontrendikasyonlar

Zehirli gazların sistemden sürekli uzaklaştırılması gereken ya da hastaya özgü gaz alınımının aşırı derecede yüksek olması beklenen;

- Malign hipertermi
- Duman veya gaz zehirlenmesi
- Septisemi varlığında kesin kontrendikedir.



Yeniden solutmalı tekniklerin araç-gerecin hasta güvenliğine yönelik temel gereksinimleri karşılamadığı durumlarda;

- Oksijen monitörü yetersizliği
- Sodalime tükenmesi
- Anestezik ajan monitörü yetersizliğinde kontrendikedir (16)



### 3. GEREÇ VE YÖNTEM

Çalışmamız Karadeniz Teknik Üniversitesi Tıp Fakültesi Hastanesinde 04/05/2016 tarihinde 2016/40 no'lu tez olarak etik kurul onayı ve hasta onamı alındıktan sonra, Mayıs 2016- Temmuz 2016 tarihleri arasında Anesteziyoloji ve Reanimasyon bölümünde prospektif, klinik bir çalışma olarak planlandı. Çalışmaya hastanemiz ameliyathanesinde genel cerrahi, ortopedi ve plastik cerrahi operasyonu yapılacak, ASA I-II grubu, 18-65 yaş arası, beklenen operasyon süresi 60-180 dk arasında olan ve çalışma hakkında bilgilendirilip yazılı ve sözlü onamları alınan hastalar dahil edildi. 8 hasta endotrakeal kaf basıncının 40 üzerine çıkması, 4 hasta havayolu basınçlarının aşırı artması, 2 hastada beklenmeyen zor entübasyon olup ikinci laringoskopi denemesinde entübe edilmesi nedeniyle çalışma dışı bırakılarak toplam 60 hasta çalışmaya dahil edildi.

Herhangi bir nörolojik ve psikiyatrik bozukluk, ciddi kardiyovasküler ve solunum hastalığı, sigara kullanımı öyküsü, son on gün içerisinde üst solunum yolu enfeksiyonu olan ve bu sebeple tedavi alan, morbid obez, kullanılacak anestezi ajanlarına karşı bilinen bir alerjisi bulunan, alkol ya da ilaç bağımlısı, bronkospazm öyküsü, zor entübasyon beklentisi, tahmini cerrahi süresi 60 dk'nın altında yada 180 dk'nın üzerinde olan ve malign hipertermi öyküsü bulunan hastalarla, beklenmeyen zor entübasyon, laringoskopi denemesi ile tek seferde entübe edilemeyen ve takip dönemlerinde kaf basınçları 40 mmHg üstüne çıkan hastalar çalışma dışı bırakıldı. Ayrıca trakeostomili hastalar havayolu anomalisi ya da KOAH gibi akciğer komplians bozukluğu olan hastalar çalışma dışı bırakıldı.

Çalışmamız bilinen laringeal veya trakeal bozukluğu olmayan, baş boyun cerrahisi yapılmayacak, trandelenburg pozisyonunun verilmediği, laparoskopik cerrahi yapılmayacak, baş ve boyunun nötral pozisyonunun korunduğu hastalarda yapıldı. Ayrıca olası intraoperatif uyanıklık sonucu hasta eforuna bağlı olabilecek kaf basınç değişikliklerini engellemek için anestezi derinliği bispektral indeks (BIS) (Spacelabs healthcare, Made in ABD) takibi ile standardize edildi.

Çalışmamızda hastanemiz ameliyathanesinde bulunan yüksek volümlü düşük basınçlı endotrakeal tüpler (Nextech, made in China) kullanıldı. Entübasyon işlemi için Macintosh bleydli laringoskop kullanıldı. Entübasyon işlemi 3- 4 yıllık anestezi deneyimi bulunan hekimler tarafından yapıldı.

Operasyon odasına alınan hastalara, anestezi indüksiyonundan 30 dk önce her iki gruba da premedikasyon amacıyla 0,15 mg/kg midazolam uygulandı. Her iki grup hastaya preoperatif 10 ml/kg /h den %0.9 sodyum klorür (NaCl) infüzyonu 30 dk'lık sürede verildi. Hastalar ameliyat masasına alındıktan sonra rutin monitörizasyon (EKG, pulse oksimetre, non-invaziv arter basıncı) uygulandı. Ek olarak BIS ve Train of four (TOF) (Datex-Ohmeda Aisys Cs2) monitörizasyonu yapıldı.

Çalışmaya dahil edilen hastalar endotrakeal entübasyon sonrası endotrakeal tüplerinin kaf basınçları "kaf manometresi" yardımıyla 25 cm H<sub>2</sub>O olacak şekilde rastgele olarak salın (**Grup S**) ve hava (**Grup H**) ile şişirelerek iki gruba ayrıldı. Kaf basıncı takipleri kaf basınç manometresi (VBM, Medizintechnik GmbH, Almanya) ile yapıldı.

Anestezi indüksiyonunda 1µg/kg fentanil, 1 mg/kg lidokain, 2-3 mg/kg propofol ve 0,6 mg/kg rokuronyum uygulanıp yeterli kas gevşemesi sağlanan hastalara endotrakeal entübasyon işlemi gerçekleştirildi. Erkek hastalara 8.0 - 8.5 mm, kadın hastalara 7- 7.5 mm iç çaplı düz endotrakeal tüpler kullanıldı. Başarılı bir endotrakeal entübasyonu takiben hastalar, tidal volüm 6-8 ml/kg, frekans 10-12/ dk ve end tidal CO<sub>2</sub> (EtCO<sub>2</sub>) 32-35 mmHg olacak şekilde ventile edildi. Her iki grupta da anestezi idamesinde %50 O<sub>2</sub>/N<sub>2</sub>O karışımı ile birlikte % 2-3 sevofluran gaz karışımı ilk 10 dk toplam 6 L/dk akım sonrası akım hızı 1 L/dk ya düşürüldü. Cerrahinin bitmesine 10 dk. kala yeniden 6 L/dk akıma geçilerek N<sub>2</sub>O kapatılarak %100 oksijenle solutuldu. Tüm hastaların; kalp atım hızı, oksijen saturasyonu, ortalama arter basıncı (OAB), BIS değerleri, kaf içi basınç değerleri, en yüksek kaf basıncı değerleri, en yüksek kaf basıncına ulaşma zamanı, EtCO<sub>2</sub>, inspire edilen oksijen ve azot protoksit (N<sub>2</sub>O) değerleri, internal PEEP ve tepe havayolu basıncı değerleri indüksiyon öncesi, entübasyon sonrası, indüksiyon sonrası 10'ar dakikalık aralıklarla ve extübasyondan hemen önce kaydedildi.

İntraoperatif anestezi derinliği BIS değeri 40-60 arası tutularak sağlandı. BIS >60 olduğu durumda sevofluran konsantrasyonu artırılarak istenilen düzeye inmesi planlandı.

Operasyon bitiminde TOF % 25' in üzerinde olduğunda; kullanılan nondepolarizan kas gevşetici 0,04 mg/kg neostigmin + 0,01 mg/kg atropin ile antagonize edilip solunum derinliğinin ve sayısının yeterli, kardiyovasküler bulguların stabil olduğu, TOF %75 üzerinde olduğu görüldüğünde ekstübe edildi. Olgular yeterli kas gücünün (başını kaldırabilme ve emirlere ekstremitelerini oynatabilme şeklindeki yanıtın) gözlemlendiği, ayrıca hava yolu stabilitesinin yeterli olduğunun görüldüğü dönemde operasyon odasından postoperatif derlenme ünitesine alındı. Aldrete skoru  $\geq 9$  olanlar PACU' dan servise gönderildi. Ayrıca postoperatif dönemde 2. ve 24. saatlerde her iki grupta da yutkunmayla ve yutkunma olmaksızın boğaz ağrısı olup olmadığı VAS skorlama sistemi (VAS 0 ağrısızlık ve VAS 10 şimdiye kadar deneyimlenmiş olan en büyük ağrı olarak hastalara tarif edildi) ile çalışma dışındaki bir hekim tarafından değerlendirilerek kaydedildi.

### **Verilerin İstatistiksel Analizi**

Yapılan “power analiz” sonucunda hasta sayısı %80 güç, %95 güven aralığında toplamda 60 olarak belirlendi.

Çalışmada elde edilen bulgular değerlendirilirken, istatistiksel analizinde ortalama ve standart sapma, niteliksel verilerin özetlenmesinde sayı ve yüzde kullanıldı. Çalışma verileri değerlendirilirken tanımlayıcı istatistiksel metotların (Frekans, Yüzde, Ortalama, Standart sapma) yanı sıra normal dağılımın incelenmesi için Kolmogorov - Smirnov dağılım testi kullanıldı.

Parametrelerin gruplar arası karşılaştırmalarında Mann Whitney U test kullanıldı. Parametrelerin grup içi karşılaştırmalarında ise Wilcoxon işaret testi kullanıldı. Ölçümler arası ilişkileri incelemek için Spearman Korelasyon Analizi kullanıldı.

Sonuçlar % 95 güven aralığında,  $p < 0,05$  anlamlılık düzeyinde değerlendirildi.

## 4. BULGULAR

Hastaların ASA, yaş, kilo, boy, BMI, operasyon süreleri Tablo 3'te gösterilmiş olup; gruplar arasında istatistiksel olarak anlamlı fark yoktu ( $p>0,05$ ).

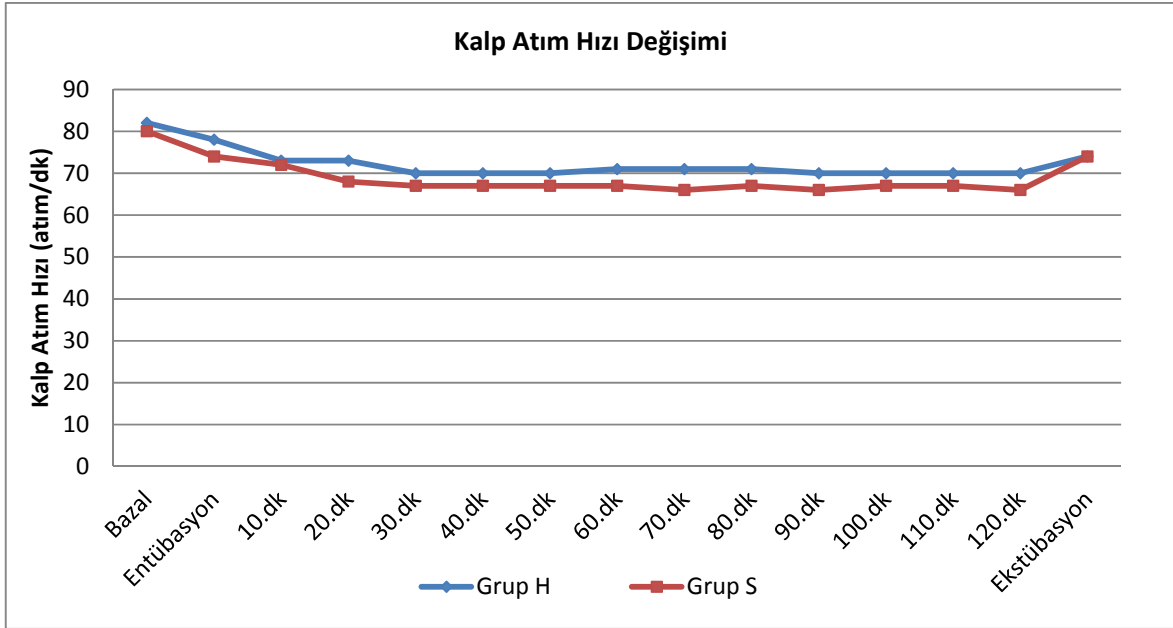
**Tablo 3. Hastaların Sosyo-Demografik Özellikleri**

	<b>Grup H</b>	<b>Grup S</b>	<b>p</b>
	<b>Ort±Ss</b>	<b>Ort±Ss</b>	
Yaş (yıl)	46,330±11,969	46,370±14,840	0,953
Kilo (kg)	79,070±16,383	80,700±13,327	0,700
Boy (cm)	164,930±8,554	167,330±9,003	0,337
BMI /kg/m <sup>2</sup> )	28,670±5,967	28,270±5,930	0,739
ASA (I / II)	10 / 20	17 / 13	0,059
Operasyon Süresi (dk)	107,170±26,707	107,670±28,246	0,929

Hastaların kalp hızı ölçümleri Tablo 4, Grafik 1’de gösterilmiş olup, gruplar arasında istatistiksel olarak anlamlı fark yoktu ( $p>0,05$ ).

**Tablo 4. Grupların Kalp Atım Hızı Değişimi**

	<b>Grup H</b>	<b>Grup S</b>	<b>p</b>
	<b>Ort±Ss</b>	<b>Ort±Ss</b>	
Bazal	82,230±13,318	80,970±17,631	0,379
Entübasyon	78,800±12,313	74,300±14,807	0,105
10.dk	73,667±9,774	72,600±14,073	0,539
20.dk	73,800±9,412	68,633±11,118	0,054
30.dk	70,867±9,691	67,700±9,837	0,166
40.dk	70,267±10,205	67,600±10,779	0,399
50.dk	70,133±11,933	67,567±13,090	0,510
60.dk	71,367±12,727	67,033±8,795	0,242
70.dk	71,035±11,137	66,148±12,578	0,146
80.dk	71,083±9,691	67,042±9,791	0,137
90.dk	70,783±8,878	66,636±9,373	0,131
100.dk	70,842±9,051	67,684±9,086	0,258
110.dk	70,600±8,895	67,389±10,656	0,385
120.dk	70,615±7,816	66,154±8,163	0,181
Ekstübasyon	74,167±12,962	74,067±15,161	0,779



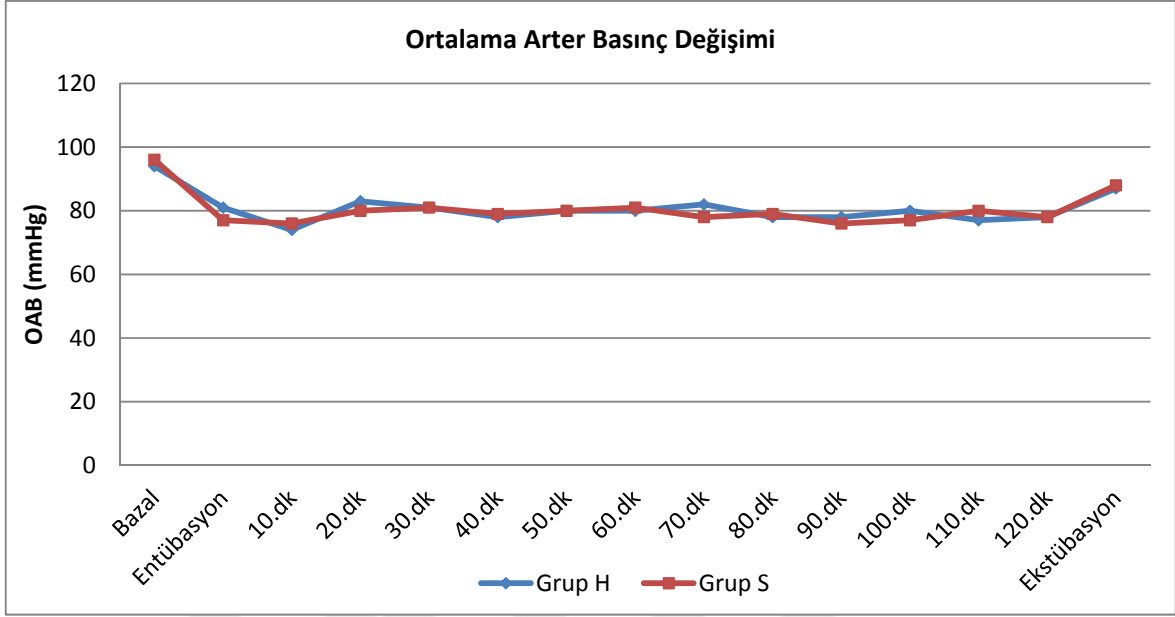
**Grafik 1. Grupların Kalp Atım Hızı Değişimi**

Hastaların takip dönemlerinde ortalama arter basıncı ölçümleri Tablo 5, Grafik 2’de gösterilmiş olup, gruplar arasında istatistiksel olarak anlamlı fark yoktu ( $p>0,05$ ).

**Tablo 5. Grupların Ortalama Arter Basıncı Değişimi**

	<b>Grup H</b>	<b>Grup S</b>	<b>P</b>
	<b>Ort±Ss</b>	<b>Ort±Ss</b>	
Bazal	94,933±14,372	96,467±16,456	0,779
Entübasyon	81,900±13,184	77,667±13,555	0,641
10.dk	74,867±12,746	76,467±9,205	0,311
20.dk	83,233±18,063	80,233±13,890	0,625
30.dk	81,300±15,374	81,100±12,869	0,520
40.dk	78,100±14,849	79,833±14,300	0,853
50.dk	80,267±12,809	80,167±20,232	0,610
60.dk	80,133±13,030	81,733±15,095	0,605
70.dk	82,586±14,196	78,444±13,063	0,734
80.dk	78,609±13,003	79,000±13,816	0,333
90.dk	78,364±13,521	76,955±13,765	0,958
100.dk	80,684±14,663	77,737±12,836	0,672
110.dk	77,933±12,931	80,056±13,233	0,511
120.dk	78,385±15,295	78,385±14,057	0,731
Ekstübasyon	87,867±17,152	88,667±15,940	0,959





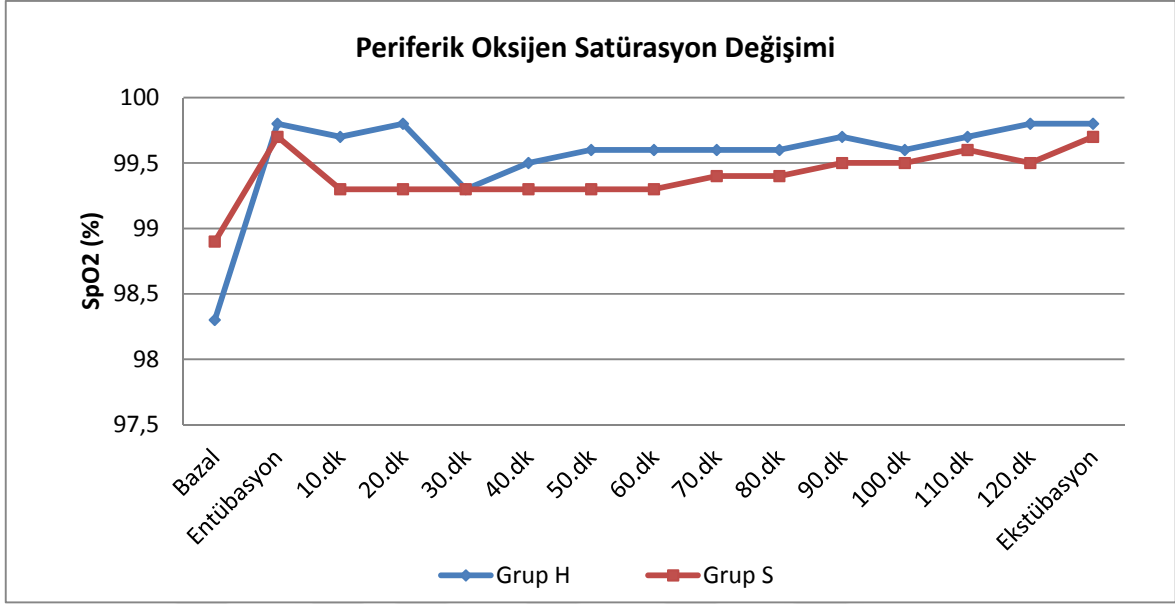
**Grafik 2. Grupların Ortalama Arter Basıncı Değişimi**

OAB: Ortalama Arter Basıncı

Hastaların saturasyon ölçümleri Tablo 6, Grafik 3'te gösterilmiş olup, gruplar arasında istatistiksel olarak anlamlı fark yoktu ( $p>0,05$ ).

**Tablo 6. Grupların Satürasyon Değişimi**

	<b>Grup H</b>	<b>Grup S</b>	<b>p</b>
	<b>Ort±Ss</b>	<b>Ort±Ss</b>	
Bazal	98,300±1,622	98,933±1,112	0,101
Entübasyon	99,767±0,504	99,667±0,547	0,394
10.dk	99,733±0,521	99,333±1,093	0,129
20.dk	99,800±0,407	99,267±1,230	0,138
30.dk	99,267±2,116	99,300±1,208	0,187
40.dk	99,533±0,860	99,333±1,093	0,411
50.dk	99,567±0,679	99,333±1,061	0,421
60.dk	99,600±0,563	99,333±1,213	0,588
70.dk	99,586±0,628	99,444±1,121	0,905
80.dk	99,625±0,576	99,375±0,970	0,447
90.dk	99,696±0,559	99,476±0,750	0,329
100.dk	99,579±0,769	99,526±0,697	0,701
110.dk	99,733±0,458	99,611±0,608	0,620
120.dk	99,769±0,439	99,462±0,660	0,196
Ekstübasyon	99,767±0,504	99,733±0,450	0,601



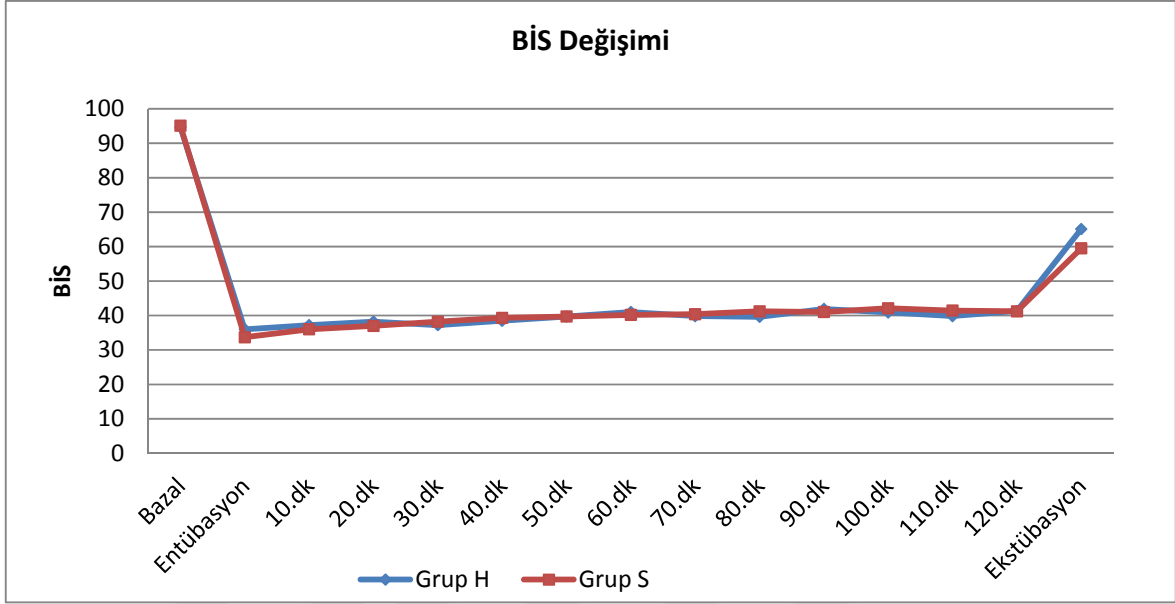
**Grafik 3. Grupların Satürasyon Değişimi**

SpO<sub>2</sub>: Periferik Oksijen Satürasyonu

Hastaların BİS değışimi Tablo 7, Grafik 4'te gösterilmiş olup, gruplar arasında istatistiksel olarak anlamlı fark yoktu ( $p>0,05$ ).

**Tablo 7. Grupların BİS Değişimi**

	<b>Grup H</b>	<b>Grup S</b>	<b>p</b>
	<b>Ort±Ss</b>	<b>Ort±Ss</b>	
Bazal	94,700±2,535	95,133±1,737	0,751
Entübasyon	36,033±5,048	33,767±4,904	0,120
10.dk	37,233±5,557	36,033±6,531	0,300
20.dk	38,200±4,895	37,000±5,705	0,307
30.dk	37,167±6,259	38,200±5,851	0,646
40.dk	38,567±6,981	39,333±6,121	0,894
50.dk	39,733±7,615	39,700±6,706	0,807
60.dk	41,000±6,782	40,200±6,875	0,711
70.dk	39,793±10,328	40,407±8,432	0,857
80.dk	39,667±7,682	41,208±9,855	0,780
90.dk	41,957±7,498	41,046±9,795	0,724
100.dk	40,895±7,957	42,053±9,818	0,942
110.dk	39,800±9,829	41,389±7,755	0,480
120.dk	41,308±8,873	41,286±10,156	0,999
Ekstübasyon	65,100±14,082	59,533±13,289	0,155



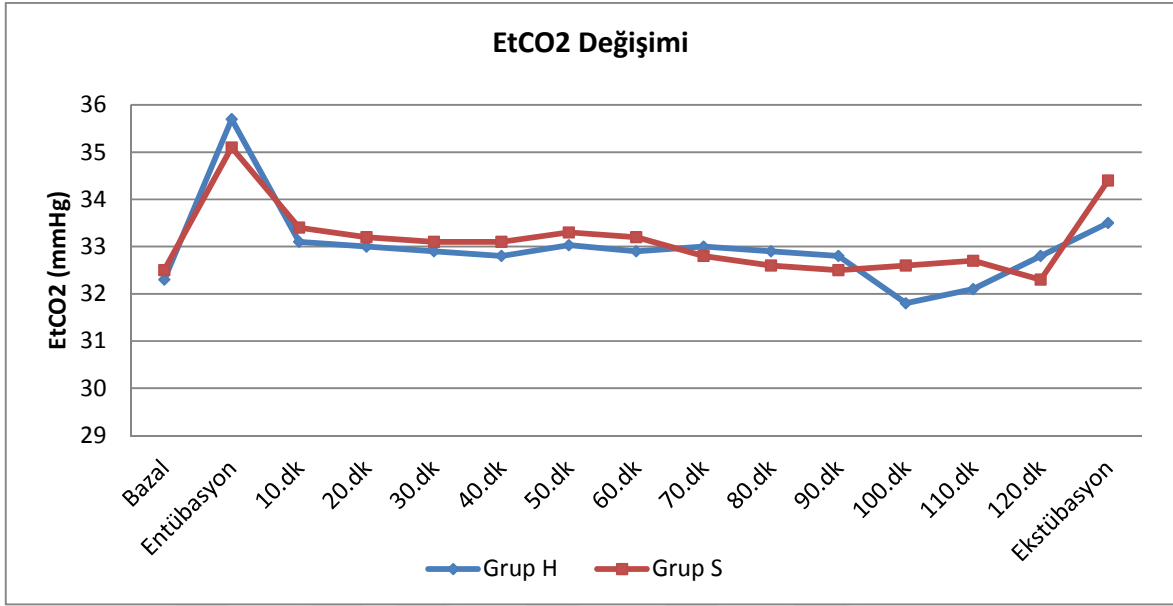
**Grafik 4. Grupların BİS Değişimi**

BİS: Bispektral İndex

Hastaların EtCO<sub>2</sub> ölçümleri Tablo 8, Grafik 5'te gösterilmiş olup, gruplar arasında istatistiksel olarak anlamlı fark yoktu (p>0,05).

**Tablo 8. Grupların EtCO<sub>2</sub> Değişimi**

	<b>Grup H</b>	<b>Grup S</b>	<b>p</b>
	<b>Ort±Ss</b>	<b>Ort±Ss</b>	
Bazal	32,300±3,153	32,467±3,683	0,710
Entübasyon	35,733±3,237	35,133±2,649	0,400
10.dk	33,067±2,303	33,400±2,143	0,569
20.dk	33,000±2,181	33,167±2,574	1,000
30.dk	32,900±2,107	33,100±2,746	0,982
40.dk	32,867±2,763	33,133±2,063	0,817
50.dk	33,033±2,512	33,267±2,377	0,771
60.dk	32,967±2,526	33,200±2,219	0,805
70.dk	33,035±2,612	32,815±2,450	0,804
80.dk	32,958±2,528	32,625±2,356	0,618
90.dk	32,783±2,430	32,500±2,087	0,731
100.dk	31,842±2,316	32,632±1,921	0,226
110.dk	32,133±1,457	32,667±2,196	0,376
120.dk	32,846±1,819	32,308±2,136	0,402
Ekstübasyon	33,533±3,126	34,379±4,288	0,446



**Grafik 5. Grupların EtCO<sub>2</sub> Değişimi**

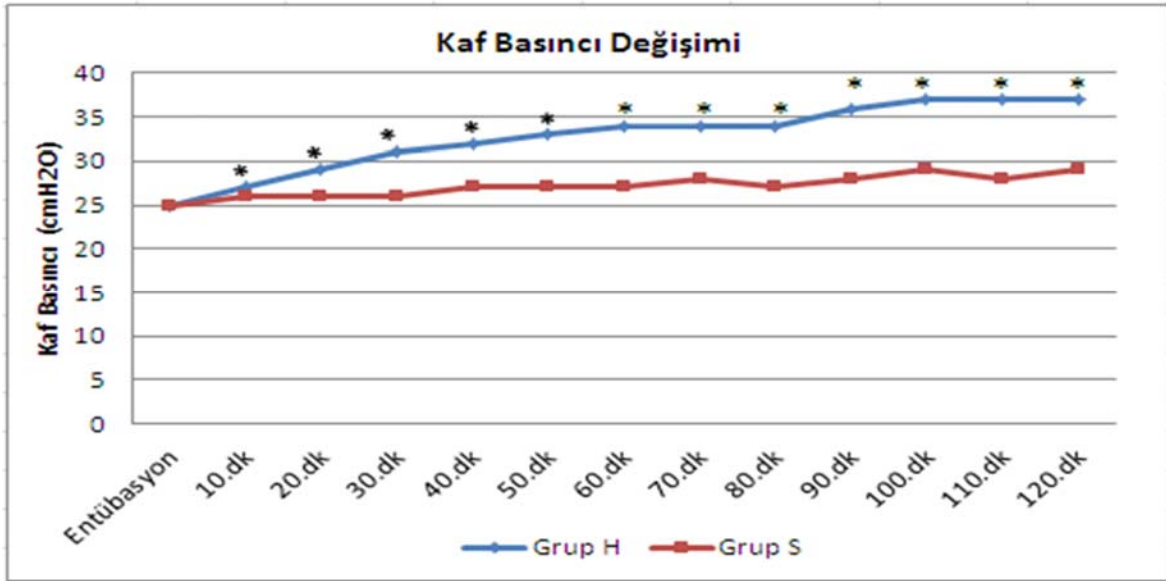
EtCO<sub>2</sub>: End tidal karbondioksit

Grupların kaf basıncı değişimi Tablo 9 ve Grafik 6’da gösterilmiş olup; Grup H’deki hastaların 10.dk, 20.dk, 30.dk, 40.dk, 50.dk, 60.dk, 70.dk, 80.dk, 90.dk, 100.dk, 110.dk, 120.dk ve maximum kaf basıncı düzeyleri, Grup S’deki hastalara göre anlamlı olarak yüksekti ( $p<0,05$ ). Max kaf basıncına ulaşma zamanı açısından Grup H ve Grup S arasında anlamlı fark yoktu ( $p>0,05$ ).

**Tablo 9. Grupların Kaf Basıncı Değişimi**

	Grup H Ort±Ss	Grup S Ort±Ss	p
Entübasyon	25,000±0,000	25,000±0,000	1,000
10.dk	27,933±3,140	26,133±2,501	<b>0,020</b>
20.dk	29,967±3,746	26,533±2,945	<b>0,000</b>
30.dk	31,433±3,401	26,800±3,145	<b>0,000</b>
40.dk	32,100±4,374	27,167±3,640	<b>0,000</b>
50.dk	33,733±4,668	27,433±4,360	<b>0,000</b>
60.dk	34,333±3,889	27,333±4,334	<b>0,000</b>
70.dk	34,655±3,820	28,111±4,237	<b>0,000</b>
80.dk	34,792±4,021	27,917±4,634	<b>0,000</b>
90.dk	36,522±3,369	28,455±3,751	<b>0,000</b>
100.dk	37,222±3,370	29,105±3,604	<b>0,000</b>
110.dk	37,533±3,681	28,833±3,823	<b>0,000</b>
120.dk	37,539±4,176	29,000±4,103	<b>0,000</b>
Max kaf basıncı	37,600±3,169	29,967±3,348	<b>0,000</b>
Max kaf basıncına ulaşma zamanı	83,333±29,634	66,000±42,475	0,122





**Grafik 6. Grupların Kaf Basıncı Değişimi**

\*:  $p < 0,05$

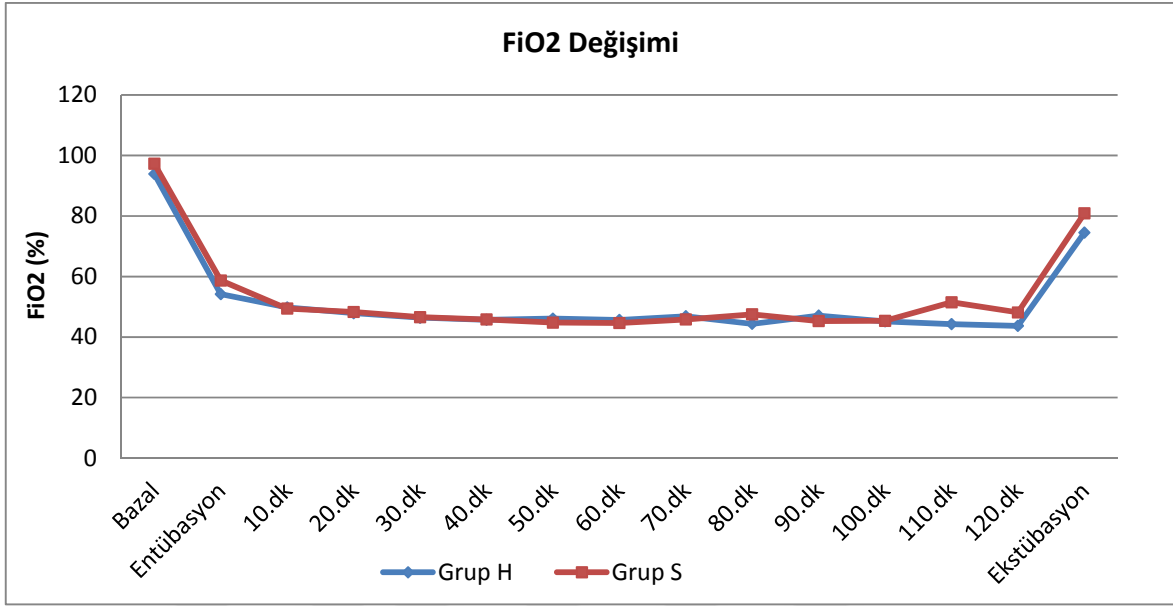
Her iki grup kendi içinde değerlendirildiğinde, Grup H' deki hastalarda, entübasyon kaf basıncı ölçümüne göre, 10.dk kaf basıncı ölçümünde meydana gelen artış istatistiksel olarak anlamlıydı ( $p < 0,05$ ). 10.dk kaf basıncı ölçümüne göre, 20.dk kaf basıncı ölçümünde meydana gelen artış istatistiksel olarak anlamlıydı ( $p < 0,05$ ). 20.dk kaf basıncı ölçümüne göre, 30.dk kaf basıncı ölçümünde meydana gelen artış istatistiksel olarak anlamlıydı ( $p < 0,05$ ). 40.dk kaf basıncı ölçümüne göre, 50.dk kaf basıncı ölçümünde meydana gelen artış istatistiksel olarak anlamlıydı ( $p < 0,05$ ). 80.dk kaf basıncı ölçümüne göre, 90.dk kaf basıncı ölçümünde meydana gelen artış istatistiksel olarak anlamlıydı ( $p < 0,05$ ). 90.dk kaf basıncı ölçümüne göre, 100.dk kaf basıncı ölçümünde meydana gelen artış istatistiksel olarak anlamlıydı ( $p < 0,05$ ). Diğer değişimler istatistiksel olarak anlamlı değildi ( $p > 0,05$ ).

Grup S' deki hastalarda; entübasyon kaf basıncı ölçümüne göre, 10. dk kaf basıncı ölçümünde meydana gelen artış istatistiksel olarak anlamlı değildi ( $p > 0,05$ ). Diğer değişimler istatistiksel olarak anlamlı değildi ( $p > 0,05$ ).

Hastaların  $F_iO_2$  ölçümleri Tablo 10, Grafik 7'de gösterilmiş olup, gruplar arasında istatistiksel olarak anlamlı fark yoktu ( $p > 0,05$ ).

**Tablo 10. Grupların FiO<sub>2</sub> Değişimi**

	<b>Grup H</b>	<b>Grup S</b>	<b>p</b>
	<b>Ort±Ss</b>	<b>Ort±Ss</b>	
Bazal	93,967±9,301	97,333±6,915	0,076
Entübasyon	54,233±9,122	58,733±13,144	0,443
10.dk	49,867±4,918	49,433±2,944	0,455
20.dk	47,900±4,262	48,300±4,356	0,905
30.dk	46,433±3,674	46,600±3,829	0,970
40.dk	45,767±2,569	45,833±3,779	0,732
50.dk	46,067±2,912	44,833±3,007	0,306
60.dk	45,667±2,537	44,667±3,122	0,412
70.dk	46,897±7,370	45,889±5,827	0,220
80.dk	44,375±2,060	47,542±12,176	0,843
90.dk	47,091±11,739	45,318±8,747	0,347
100.dk	45,211±5,692	45,368±9,388	0,351
110.dk	44,267±2,344	51,500±16,205	0,183
120.dk	43,692±1,437	48,154±11,696	0,404
Ekstübasyon	74,500±19,188	80,900±20,898	0,114



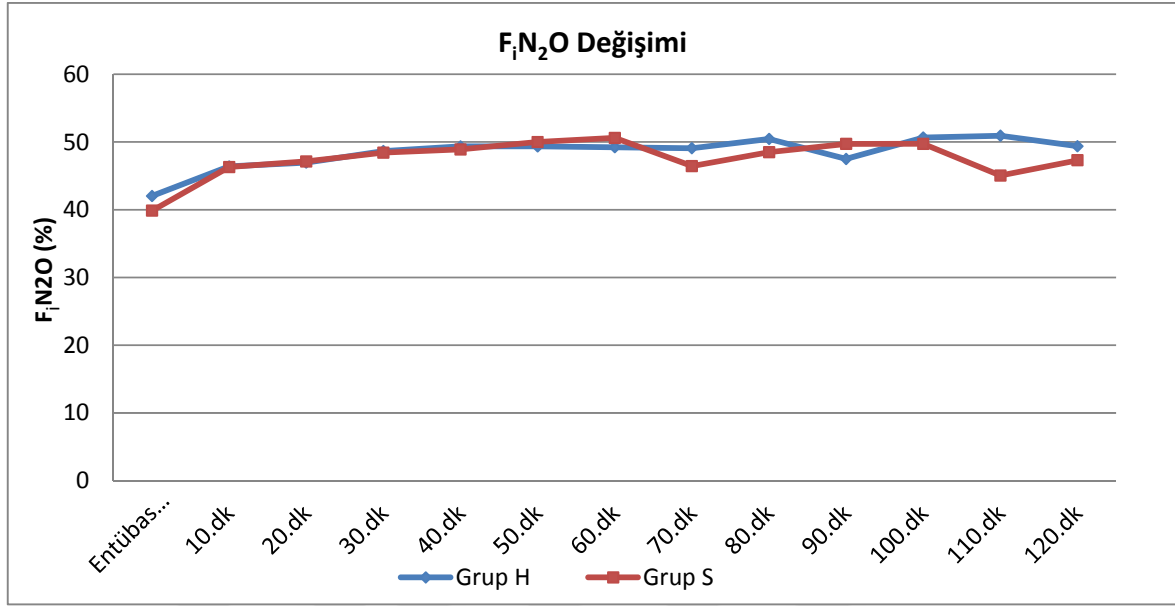
**Grafik 7. Grupların FiO<sub>2</sub> Değişimi**

FiO<sub>2</sub>: İnspire Edilen Oksijen Fraksiyonu

Hastaların  $F_iN_2O$  ölçümleri Tablo 11, Grafik 8’de gösterilmiş olup, gruplar arasında istatistiksel olarak anlamlı fark yoktu ( $p>0,05$ ).

**Tablo 11. Grupların  $F_iN_2O$  Değişimi**

	Grup H Ort±Ss	Grup S Ort±Ss	p
Entübasyon	42,033±6,122	39,867±8,007	0,335
10.dk	46,400±3,136	46,300±1,841	0,543
20.dk	46,967±2,671	47,133±2,837	0,958
30.dk	48,667±2,426	48,433±2,967	0,766
40.dk	49,367±3,479	48,900±3,527	0,917
50.dk	49,367±3,439	50,000±3,051	0,645
60.dk	49,233±3,329	50,600±2,581	0,150
70.dk	49,071±5,091	46,444±13,180	0,728
80.dk	50,458±3,064	48,500±9,864	0,794
90.dk	47,500±10,752	49,727±8,956	0,125
100.dk	50,667±1,782	49,737±6,943	0,902
110.dk	50,933±1,981	45,056±12,041	0,126
120.dk	49,385±8,382	47,308±9,827	0,146



**Grafik 8. Grupların F<sub>i</sub>N<sub>2</sub>O Değişimi**

Her iki grup kendi içinde değerlendirildiğinde, Grup H'deki hastalarda; entübasyon F<sub>i</sub>N<sub>2</sub>O ölçümüne göre, 10. dk F<sub>i</sub>N<sub>2</sub>O ölçümünde meydana gelen artış, 20.dk F<sub>i</sub>N<sub>2</sub>O ölçümüne göre, 30.dk F<sub>i</sub>N<sub>2</sub>O ölçümünde meydana gelen artış, 30.dk F<sub>i</sub>N<sub>2</sub>O ölçümüne göre, 40.dk F<sub>i</sub>N<sub>2</sub>O ölçümünde meydana gelen artış, 90.dk F<sub>i</sub>N<sub>2</sub>O ölçümüne göre, 100.dk F<sub>i</sub>N<sub>2</sub>O ölçümünde meydana gelen artış istatistiksel olarak anlamlıydı (p<0,05). Diğer takip dönemlerindeki diğer değişimler istatistiksel olarak anlamlı değildi (p>0,05).

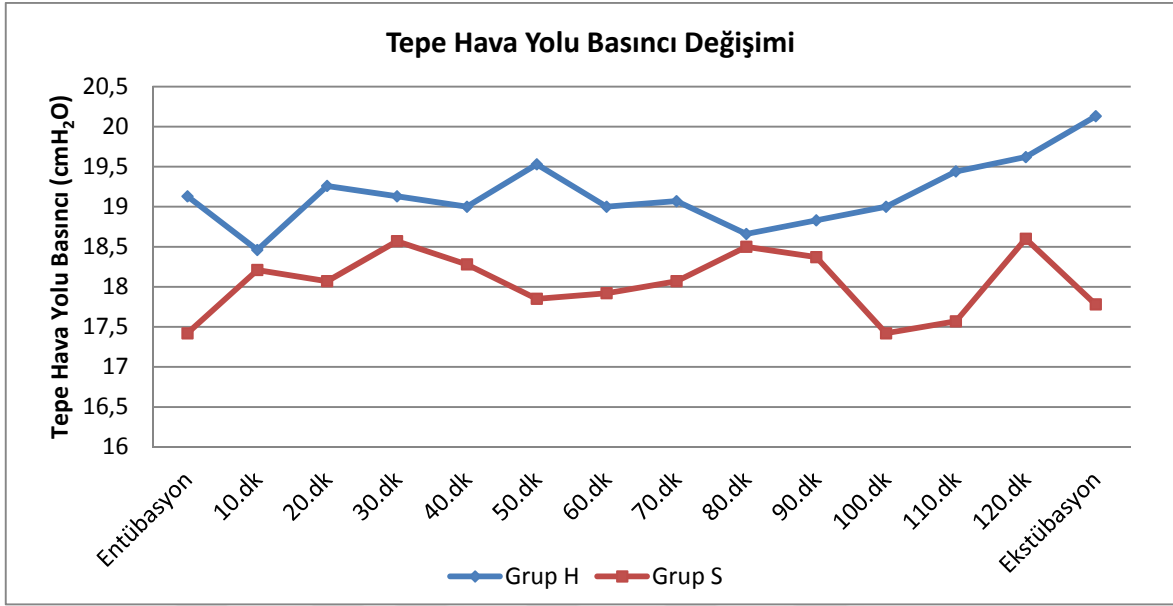
Grup S'deki hastalarda; entübasyon F<sub>i</sub>N<sub>2</sub>O ölçümüne göre, 10.dk F<sub>i</sub>N<sub>2</sub>O ölçümünde meydana gelen artış istatistiksel olarak anlamlıydı (p<0,05). 10.dk F<sub>i</sub>N<sub>2</sub>O ölçümüne göre, 20. dk F<sub>i</sub>N<sub>2</sub>O ölçümünde meydana gelen artış istatistiksel olarak anlamlıydı (p<0,05). 20.dk F<sub>i</sub>N<sub>2</sub>O ölçümüne göre, 30.dk F<sub>i</sub>N<sub>2</sub>O ölçümünde meydana gelen artış istatistiksel olarak anlamlıydı (p<0,05). 30. dk F<sub>i</sub>N<sub>2</sub>O ölçümüne göre, 40.dk F<sub>i</sub>N<sub>2</sub>O ölçümünde meydana gelen artış istatistiksel olarak anlamlıydı (p<0,05). 40.dk F<sub>i</sub>N<sub>2</sub>O ölçümüne göre, 50.dk F<sub>i</sub>N<sub>2</sub>O ölçümünde meydana gelen artış istatistiksel olarak anlamlıydı (p<0,05). 50.dk F<sub>i</sub>N<sub>2</sub>O ölçümüne göre, 60.dk F<sub>i</sub>N<sub>2</sub>O ölçümünde meydana gelen artış istatistiksel olarak anlamlıydı (p<0,05). 100.dk F<sub>i</sub>N<sub>2</sub>O ölçümüne göre, 110.dk F<sub>i</sub>N<sub>2</sub>O ölçümünde meydana gelen düşüş istatistiksel olarak

anlamlıydı ( $p < 0,05$ ). Diğer takip dönemlerindeki değişimler istatistiksel olarak anlamlı değildi ( $p > 0,05$ ).

Hastaların tepe havayolu basıncı ölçümleri Tablo 12, Grafik 9'da gösterilmiş olup, gruplar arasında istatistiksel olarak anlamlı fark yoktu ( $p > 0,05$ ).

**Tablo 12. Grupların Tepe Havayolu Basıncı Değişimi**

	Grup H	Grup S	p
	Ort±Ss	Ort±Ss	
Entübasyon	19,133±5,194	17,429±4,309	0,313
10.dk	18,467±4,882	18,214±4,300	0,930
20.dk	19,267±4,743	18,071±3,562	0,497
30.dk	19,133±4,998	18,571±3,857	0,965
40.dk	19,000±4,660	18,286±3,811	0,629
50.dk	19,533±5,083	17,857±3,325	0,300
60.dk	19,000±4,424	17,929±3,626	0,344
70.dk	19,071±4,514	18,077±4,212	0,447
80.dk	18,667±4,438	18,500±3,719	0,947
90.dk	18,833±4,726	18,375±4,749	0,670
100.dk	19,000±4,397	17,429±2,992	0,325
110.dk	19,444±4,720	17,571±3,259	0,195
120.dk	19,625±4,984	18,600±3,782	0,606
Ekstübasyon	20,133±4,704	17,786±3,745	0,220



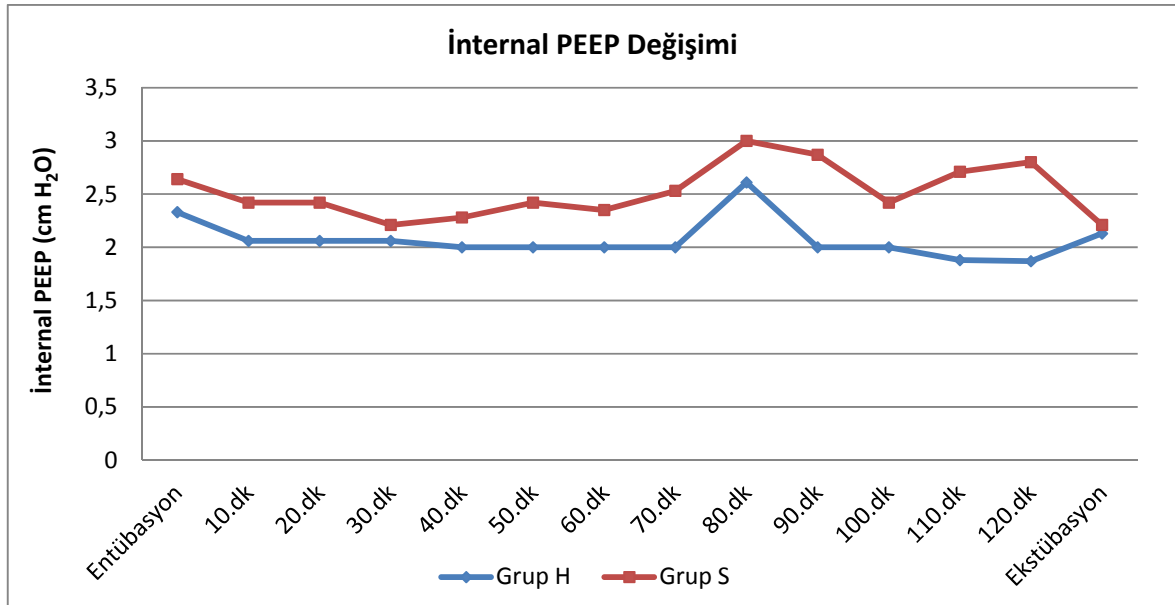
**Grafik 9. Grupların Tepe Havayolu Basıncı Değişimi**

Hastaların internal PEEP (iPEEP) ölçümlerinde meydana gelen değişimler Tablo 13, Grafik 10'da gösterilmiş olup, gruplar arasındaki fark istatistiksel olarak anlamlı değildi ( $p>0,05$ ).

**Tablo 13. Grupların İnternal PEEP Değişimi**

	Grup H	Grup S	p
	Ort±Ss	Ort±Ss	
Entübasyon	2,333±0,724	2,643±0,929	0,430
10.dk	2,067±0,458	2,429±1,223	0,407
20.dk	2,067±0,458	2,429±1,223	0,594
30.dk	2,067±0,458	2,214±0,893	0,868
40.dk	2,000±0,535	2,286±1,267	0,912
50.dk	2,000±0,655	2,429±1,089	0,405
60.dk	2,000±0,535	2,357±1,151	0,621
70.dk	2,000±0,000	2,539±1,198	0,132
80.dk	2,617±0,289	3,000±1,155	0,002
90.dk	2,000±0,000	2,875±1,458	0,068
100.dk	2,000±0,000	2,429±1,134	0,232
110.dk	1,889±0,333	2,714±1,113	0,031
120.dk	1,875±0,641	2,800±1,304	0,132
Ekstübasyon	2,133±0,743	2,214±1,188	0,866





**Grafik 10. Grupların İnternal PEEP Değişimi**

Grupların Vizüel Analog Skala (VAS) değişimleri Tablo 14, Grafik 11’de gösterilmiş olup, Grup H’ deki hastaların postoperatif 2. saatte yutkunurken VAS ortalamaları ( $2,167 \pm 0,986$ ), Grup S’ye ( $0,633 \pm 0,765$ ) göre istatistiksel olarak anlamlı yüksekti ( $p < 0,05$ ).

Grup H’deki hastaların postoperatif 2. saat yutkunma yokken VAS ortalamaları ( $1,533 \pm 1,137$ ), Grup S’ye ( $0,167 \pm 0,461$ ) göre istatistiksel olarak anlamlı yüksekti ( $p < 0,05$ ).

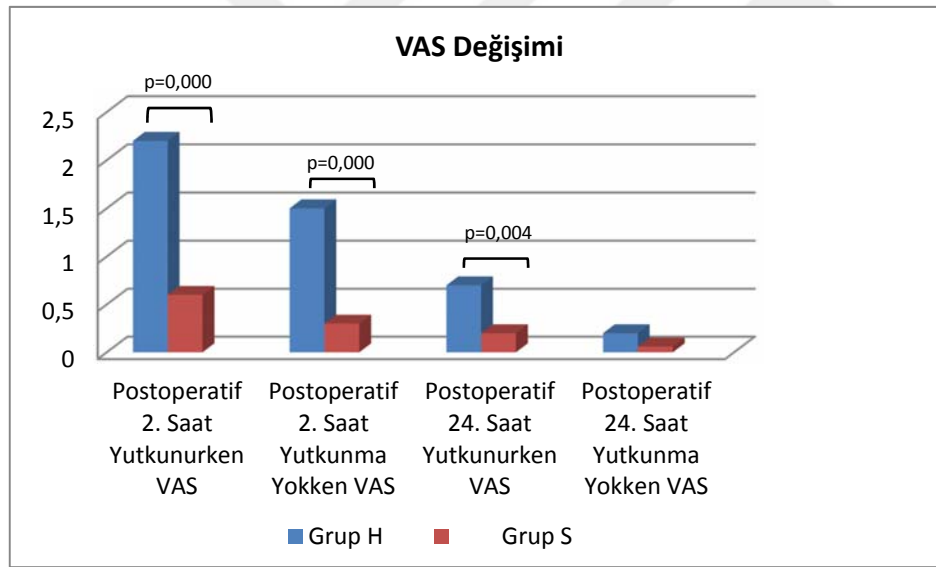
Grup H’deki hastaların postoperatif 24. saat yutkunurken VAS ortalamaları ( $0,733 \pm 0,785$ ), Grup S’ ye ( $0,200 \pm 0,407$ ) göre istatistiksel olarak anlamlı yüksekti ( $p < 0,05$ ).

Her iki grup arasında postoperatif 24. saatte yutkunma yokken VAS değerleri açısından istatistiksel olarak anlamlı fark yoktu ( $p > 0,05$ ).

**Tablo 14. Grupların VAS Değişimi**

	<b>Grup H</b> <b>Ort±Ss</b>	<b>Grup S</b> <b>Ort±Ss</b>	<b>p</b>
Postoperatif 2. Saat Yutkunurken VAS	2,167±0,986	0,633±0,765	<b>0,000</b>
Postoperatif 2. Saat Yutkunma Yokken VAS	1,533±1,137	0,267±0,521	<b>0,000</b>
Postoperatif 24. Saat Yutkunurken VAS	0,733±0,785	0,200±0,407	<b>0,004</b>
Postoperatif 24. Saat Yutkunma Yokken VAS	0,167±0,461	0,067±0,254	0,378

VAS: Vizüel Analog Skala

**Grafik 11. Grupların VAS Değişimi**

VAS: Vizüel Analog Skala

Kaf basıncı ile  $F_iO_2$ ,  $F_iN_2O$ ,  $iPEEP$  ve hava yolu basınçları arasındaki korelasyon analizi Tablo 15’de gösterilmiş olup, Grup H’deki hastalarda;  $F_iN_2O$  ile kaf basıncı arasında %51,9 pozitif yönde anlamlı bir korelasyon bulunmuştur ( $r=0,519$ ;  $p=0,048<0,05$ ) (Grafik12) .

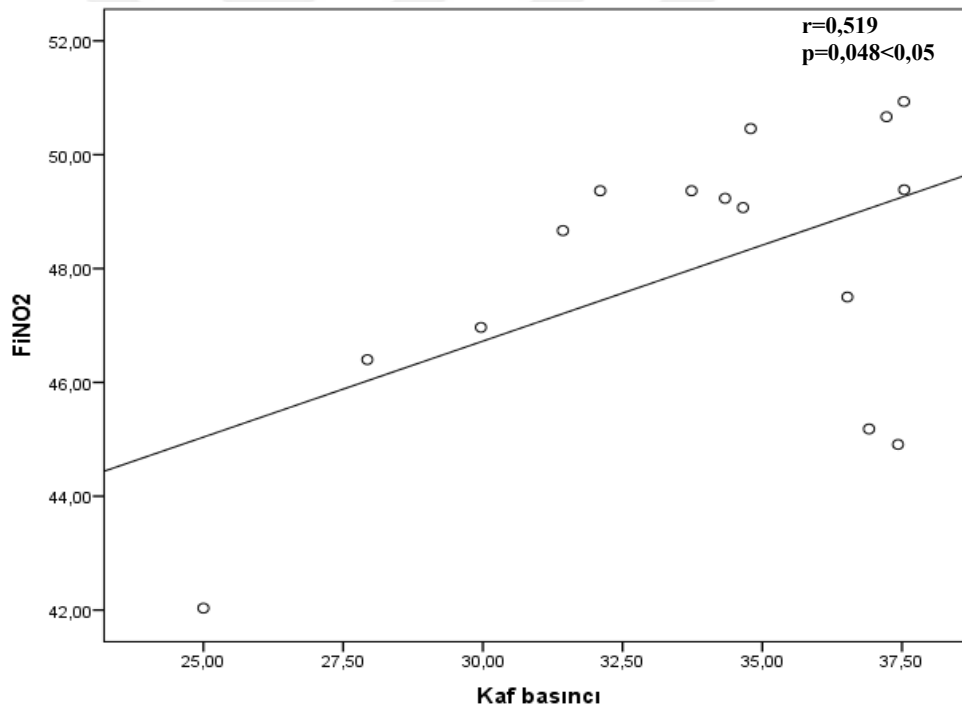
**Tablo 15. Kaf basıncı ile  $F_iO_2$ ,  $F_iN_2O$ , İnternal PEEP İlişkisi için Korelasyon Analizi**

	n	Kaf Basıncı			
		Grup H		Grup S	
		r	p	r	p
$F_iO_2$	16	0,163	0,546	-0,052	0,847
$F_iN_2O$	15	0,519	<b>0,048</b>	0,077	0,785
iPEEP	16	-0,536	<b>0,033</b>	0,629	<b>0,009</b>
Havayolu Basıncı	14	0,378	0,183	-0,057	0,846

$F_iO_2$  : İnspire edilen oksijen

$F_iN_2O$ : İnspire edilen azot protoksit

iPEEP: İnternal PEEP

**Grafik 12. Grup H' deki  $F_iN_2O$  ile kaf basıncı arasındaki korelasyon**

Grup S' deki hastalarda; iPEEP ile kaf basıncı arasında %62,9 düzeyinde pozitif yönde anlamlı ilişki bulunmuştur ( $r=0,629$ ;  $p=0,009 < 0,05$ ).

## 5. TARTIŞMA

Endotrakeal tüp kafı, faringeal içeriğin trakea içine kaçmasını ve pozitif basınçli ventilasyon esnasında hava kaçağının önlenmesi amacıyla kullanılmaktadır. Endotrakeal tüp kafının uygun olmayan basınçlarda Şişirilmesi, trakeal mukoza hasarından, trakea rüptürüne kadar gidebilen çeşitli komplikasyonlara neden olabilmektedir (14).

Endotrakeal tüp kaf basıncı ölçümü ve takibi genel anestezi uygulanan entübe hastalarda veya yoğun bakım ünitelerinde entübe takip edilen hastalarda tam olarak standardize edilmemiŐtir. Rutin uygulamalarda sıklıkla endotrakeal tüp kafının palpasyonu ile ya da "hava kaçağı olmayana kadar Şişirme" yöntemi ile balon basınçları ayarlanmaya çalıŐılmaktadır (22).

Trakeal mukozanın kapiller perfüzyon basını 20-25 mmHg arasındadır (25,26,27,33). Çoğu anesteziist genellikle kaf basıncını 20-30 cmH<sub>2</sub>O arasında tutulmasını tavsiye eder (34,35). Trakeanın mukozal perfüzyonu kaf basıncı 30 cmH<sub>2</sub>O'yu aştığında bozulmaktadır (23). Hayvan modellerinde trakea mukoza hasarı 15 dk'dan sonra olduğu görülmüş, Şaşırtıcı olarak bir çok vakada daha uzun sürede meydana gelmiştir (6). Bernhard WN ve ark.'nın yaptıkları çalışmada 50 cmH<sub>2</sub>O'dan daha fazla kaf basınçları ile 15 dk içinde trakea duvarında iskemik deđiŐiklikler olduğu gösterilmiştir (28). Ayrıca Seegobin ve arkadaşlarının yaptıkları bir çalışmada kaf basınçlarının 50 cmH<sub>2</sub>O'dan daha fazla olmasının trakeal kan akımının total tıkanmasına neden olacağı sonucuna varmıŐlar (27). Bizim alıŐmamızda da takip dönemlerinde kaf basınçlarının 15 dk'dan daha fazla 40 cmH<sub>2</sub>O'nun üzerindeki vakalarda kaf basınçları normal düzeylerine indirilerek bu vakalar çalışma dışı bırakıldı.

Laringotrakeal komplikasyonlar kısa süreli ameliyatlarda dahi görülebilmektedir. Trakeal entübasyon sonrası görülen majör semptomlar; boğaz ağrısı, ses kısıklığı ve yutma güçlüğüdür. Entübasyon sonrası havayolu semptomlarının fizyopatolojisi tam olarak aydınlatılmıŐ olmasa da trakeal morbideteye neden olan esas faktörün kaf basıncı ve volümü olduğu düŐünülmektedir (6). Kaf basınçları, laparoskopik cerrahi, başın operasyon esnasında Trandelenburg yada ters Trandelenburg pozisyonda olması, operasyon esnasında N<sub>2</sub>O

kullanılması, yüksek yada düşük akımlı anestezi kullanılması gibi bir çok faktörden etkilenmektedir (31,38,39). Çalışmamıza baş ve boynun nötral pozisyonunun korunmadığı, laparoskopik cerrahi yapılan, trendelenburg ve ters trendelenburg pozisyonunun verildiği, nazogastrik sonda takılan vakaları kaf basınçlarına etki edeceğini düşündüğümüz için dahil etmedik.

Endotrakeal kafın şişirilmesinde anestezi pratiğinde sıklıkla oda havası kullanılmakta ve bu da vücutta hava dolu bir boşluk oluşturmaktadır (42). N<sub>2</sub>O nitrojene göre kanda 35 kat fazla çözünür (kan/gaz çözünürlük katsayıları N<sub>2</sub>O/N<sub>2</sub> için 0,468/0,013). Bu sebeple kandan endotrakeal kaf gibi suni olarak oluşturulan hava içeren boşluklara kolaylıkla diffüze olur. Kaf basıncının 40 cmH<sub>2</sub>O'dan yüksek olması azot protoksit anestezisinden sonra peroperatif hastalarda %91 görülürken, diğer genel anestezi yöntemleri alan hastalarda %45 olarak bildirilmiştir (41). N<sub>2</sub>O anestezisi esnasında ETT kaf basıncındaki artışı önlemek amacıyla foam-filled kaflar, basınç tahliye valvleri, redifüzyon sistemleri ve kafın N<sub>2</sub>O/O<sub>2</sub> karışımı ile şişirilmesi gibi yöntemler kullanılmıştır (44,45,46,47). N<sub>2</sub>O'nun su/gaz ve kan/gaz çözünürlük katsayıları hemen hemen eşittir (0,468/0,435). Bu sebeple trakeal tüp kaflarını şişirmek için salin yada su kullanılırsa kaftaki basınç ve volüm değişikliği minimal olmaktadır (43). Genel anestezi idamesinde analjezik olarak sıklıkla kullanılan azot protoksitin (N<sub>2</sub>O) kaf içine diffüze olarak basınç ve volüm artışına neden olduğu yapılan bir çok invivo ve invitro çalışmalarda gösterilmiştir (6,25). Stanley TH'nin entübe hastalar üzerinde endotrakeal tüp kaflarında yaptıkları gaz analizinde volüm değişikliğinin %76-88 N<sub>2</sub>O'nun difüzyonundan kaynaklandığı, %2-10 oksijenden dolayı olduğu ve geri kalan küçük bir kısmında 20'den 37 °C'ye olan ısı değişikliğinden kaynaklandığı gösterilmiştir (48).

Literatürde yapılan çalışmalarda intraoperatif kaf basınç değişimlerine genellikle yüksek akım anestezi altında bakılmıştır. Literatürde düşük akımlı anestezi yöntemi ile kaf basınçlarının değerlendirildiği fazla sayıda çalışmaya rastlanmamıştır. Düşük akım anestezisi (DAA) yarı kapalı bir sistemde ekshale edilen havanın en az % 50 sinin geri solutulduğu inhalasyon anestezisi tekniklerini tanımlamak için kullanılmaktadır. DAA'ne yeni inhalasyon anestezisinin keşfi, yeni anestezi makinaları ve modern monitörlerin varlığı ile ekonomik ve ekolojik faydalarından dolayı ilgi giderek artmıştır (49). Diğer bir avantajı artmış geri soluma oranı ile daha iyi gaz iklimlendirmesi sağlamasıdır. DAA'de gazların ısıtılması ve

nemlendirilmesi hem mikroatelektazilerin azaltılmasını sağlar hemde postoperatif pulmoner komplikasyonlardan korur (50,51).

DAA'de N<sub>2</sub>O kullanımına bağlı olarak başlangıç döneminden sonra N<sub>2</sub>O uptake'nin yavaşlamasından dolayı inspire edilen N<sub>2</sub>O fraksiyonu (F<sub>i</sub>N<sub>2</sub>O) artar (35,52).

Postacı ve ark.'nın 70 hasta üzerinde düşük ve yüksek akımlı anestezi uygulamasının, hava ile şişirilen endotrakeal kaf basıncı üzerine F<sub>i</sub>N<sub>2</sub>O'nun etkisini araştırdıkları bir çalışmada N<sub>2</sub>O difüzyonuna bağlı kaf içi basınç artışının her iki grupta akım hızından bağımsız olduğunu, maksimum kaf basınçları arasında anlamlı bir fark olmamasına rağmen DAA'de düşük akıma geçilen dönemde kaf basınçlarının YAA ile karşılaştırıldığında anlamlı olarak daha yüksek olduğunu göstermişler (31). Kitamura ve ark. azot protoksite geçirgenliği daha az olan tüp kullanarak 40 hasta üzerinde yaptıkları çalışmada; oda havası ile şişirilen kafın insüflasyon anından itibaren 180 dk boyunca intraoperatif kaf basınçlarını gözlemlemişler. Geçirgenliği daha az olan tüp kullanılan vakaların kaf basınçlarını diğer gruptan anlamlı olarak düşük bulmuşlar (46). Bizim çalışmamızda da DAA esnasında sabit akım hızına bağlı olarak salin ve hava ile şişirilen kafların F<sub>i</sub>O<sub>2</sub> ve F<sub>i</sub>N<sub>2</sub>O değerleri arasında anlamlı bir fark olmamasına rağmen tüm takip dönemlerinde salin grubunda kaf basınçlarının daha düşük olduğunu ayrıca maksimum kaf basınçlarının da salin grubunda anlamlı olarak düşük olduğunu gözlemledik.

Kaf volüm artış miktarı; inspire edilen N<sub>2</sub>O, kaf kompliansı, kafın şişirme volümü, kaf içi ve inspire edilen gazdaki N<sub>2</sub>O gradientine bağlı iken volümün artış hızı kaf materyalinin N<sub>2</sub>O'ya diffüzyon katsayısına bağlıdır (25,33,36).

Combes ve ark.'nın azot protoksite anestezi esnasında saline ve hava ile şişirilen ETT kaflarının karşılaştırıldığı çalışmada operasyon boyunca hava ile şişirilen grupta devamlı bir artış olurken, saline ile şişirilen grup stabil kalmış ve bu fark istatistiksel olarak anlamlı bulunmuş (6). Düşük akımlı anestezi yöntemi kullanımını klinik pratiğimizde giderek yaygınlaştırmak adına; anestezi idamesinde sıklıkla kullandığımız azot protoksite de kaf basıncındaki artış etkisinden dolayı biz çalışmamızda endotrakeal kafı saline ile şişirerek bu etkiyi azaltmayı amaçladık. Çalışmamızın sonuçlarından biri olarakda; DAA'de N<sub>2</sub>O kullanılmış olup hava ile şişirilen grupta kaf basınçları saline ile şişirilen gruba göre istatistiksel olarak anlamlı daha yüksek bulundu.

Çalışmamızda max kaf basıncına ulaşma süreleri açısından gruplar arasında anlamlı bir fark yoktu. Postacı ve ark. YAA ile DAA'nın karşılaştırıldığı çalışmada max. kaf basıncına ulaşma süresi DAA grubunda daha kısa bulunmuş ve bu artışı düşük akımda ekshale edilen hava içindeki N<sub>2</sub>O'nun birikici etkisi ile açıklamışlar (31). Bizim çalışmamızda ise her iki gruba da DAA uygulandığından ve F<sub>i</sub>N<sub>2</sub>O konsantrasyonları arasında bir fark olmadığından gruplar arasında max kaf basınçlarına ulaşma süreleri arasında anlamlı bir fark çıkmadı.

Boğaz ağrısı ETE sonrası görülen yaygın bir komplikasyondur. Çalışmalar ETE sonrası boğaz ağrısı sıklığını % 14-50 arasında olduğunu göstermiştir (31,53). Postoperatif boğaz ağrısı hastanın yaşı ve cinsiyeti, ETT çapı, kaf dizaynı, entübasyon teşebbüs sayısı, işlemi yapan anesteziistin deneyimi, kaf basıncı ve cerrahi esnasında ETT'nin hareketi gibi bir çok faktörden etkilenir. ETT kaf basıncı artışına bağlı trakeada oluşan lokal mukozal hasar postoperatif boğaz ağrısının başlıca sebebidir (38). Calder ve ark.'nın ortalama genel anestezi süresi 60 dk olan pediatrik günübirlik cerrahilerde postoperatif boğaz ağrısı sıklığını araştırdıkları bir çalışmada, ETT kaf basınçlarındaki artış ile postoperatif boğaz ağrısı artışını; % 0-10'de 0 cmH<sub>2</sub>O, %4'de 11-20 cmH<sub>2</sub>O, %20'de 21-30 cmH<sub>2</sub>O, %68'de 31-40 cmH<sub>2</sub>O, ve %96'da ETT kaf basıncı >40 cmH<sub>2</sub>O olarak tespit edildi (54). Literatürde laparoskopik cerrahide; karbondioksit pnömoperitoneuma bağlı akciğer kompliyansındaki azalma ve tepe hava yolu basıncındaki artış sonucu ETT kaf basınçlarındaki artışıyla ilgili yapılan pek çok çalışma mevcuttur (23,38,39). Yıldırım ve ark. laparoskopik ve açık batın cerrahisi geçiren 40 hasta üzerinde yaptıkları çalışmada; laparoskopik yapılan vakalarda pnömoperitoneumun başlanmasından itibaren açık batın cerrahisi geçirenlere göre kaf basınçlarında anlamlı artış olduğunu göstermiş (23). Ayrıca DAA'de özellikle düşük akıma geçilen dönemde F<sub>i</sub>N<sub>2</sub>O konsantrasyonundaki artış sebebiyle de ETT kaf basınçlarında artış bildirilmiştir (31). Combes ve ark. yaptıkları çalışmada anestezi idamesinde azot protoksitin kullanıldığı 50 hastada endotrakeal kafları hava ve salinle şişirerek intraoperatif kaf basınç değişimleri, trakeal mukozal değişimi ve postoperatif komplikasyonları sorgulamışlar. Kaf basınçları salin grubunda stabil seyrederken hava grubunda büyük artışlar olduğunu gözlemlemişler. Kafları salin ile şişirilen grupta kaf basınçları stabil seyrederken hava ile şişirilen grupta anestezi süresince birkaç kez 40 mmHg nin üzerine çıktığı görülmüş. Ahmad N.L. ve ark.'nın elektif abdominal ve ekstremitte cerrahisi geçirecek, N<sub>2</sub>O anestezisi uygulanan hastalara ETT kaf

basınçlarındaki değişim araştırdıkları bir çalışmada hava ve distile su ile şişirilen kafları karşılaştırmışlar. Çalışmada N<sub>2</sub>O anestezi esnasında distile su ile şişirilen ETT kafların hava ile şişirilen gruba göre operasyon boyunca anlamlı olarak daha düşük seyrettiği gözlemlendi (36). Bizim alışmamızda da benzer olarak saline ile şişirilen grupta ETT kaf basınçlarında anlamlı artışlar olmazken, hava ile şişirilen grupta kaf basınçları anlamlı olarak artış tespit ettik.

Çalışmamızda hastaların demografik özellikleri açısından her iki grup arasında anlamlı fark yoktu. Ancak ETT kafı hava ile şişirilen grupta intraoperatif dönemde yüksek kaf basınçlarına bağlı olarak postoperatif 2. ve 24. saatte yutkunma varken ve yutkunma olmadan boğaz ağrısı saline ile şişirilen gruba göre anlamlı olarak yüksek bulundu. Combes ve ark. N<sub>2</sub>O anestezi esnasında yüksek trakeal kaf basınçları mukozal lezyonların gelişmesinde önemli bir faktör olduğu sonucuna varmışlar (6). Yıldırım ve ark.'nın çalışmasında pnmoperitoneuma bağlı gelişen yüksek trakeal kaf basınçları, ayrıca intraoperatif baş ve boyun pozisyonları postoperatif boğaz ağrısının gelişmesinde önemli olduğunu rapor etmişlerdir (23). Bizim alışmamızda bu çalışmaları desteklemektedir.

Çalışmamızda kaf basıncı takiplerinde kullanılan kaf manometresinin kalibrasyonu her ne kadar yapılmış olsa da kaf basıncı değerlerinin ölümünde hassasiyetinin bilinmemesi, takiplerin ayarlanmış basıncı dengede tutup anestezi gazların difüzyonu ile artan basıncı otomatik olarak düşüren yeni nesil kaf manometreleri ile yapılmamış olması, postoperatif VAS takiplerinin tek bir hekim tarafından yapılmamış olması çalışmamızın limitasyonları idi.

Sonuç olarak; düşük akım anestezine olan ilgi evre, maliyet ve hastaya olan avantajları nedeniyle son yıllarda daha da artmaktadır. Biz de klinik pratiğimizde bu yöntemi daha sık kullanmayı amaçlıyoruz. Ancak bu yöntem için önerilen anestezi yöntemi total intravenöz anestezi olmasına rağmen, maliyetteki artışa neden olması sebebiyle ucuz ve kullanımı daha yaygın olan N<sub>2</sub>O'lu inhalasyon anestezisi tekniği kliniğimizde de tercih edilmektedir. Ancak yapılan çalışmalarda gösterilmiştir ki N<sub>2</sub>O kullanılan düşük akımlı anestezi yönteminde kaf basınçları artışında yüksek akım ile anlamlı bir fark bulunamamış olup, maksimum kaf basıncına daha kısa sürede ulaşması nedeniyle de kaf basınçlarının dikkatlice monitörize edilmesi gerekmektedir. Endotrakeal tüp kafları rutin pratiğimizde hava ile şişirilmektedir. Çalışmamızda yakın kaf basıncı monitörizasyonu yapmış ve intrakaf



basınçlarının anestezi süresince abartılı artışlarına engel olmamıza rağmen hava ile şişirilen grupta salin ile şişirilen gruba göre intraoperatif kaf basınç artışı ve postoperatif boğaz ağrısı anlamlı olarak fazla idi. Bu sebeple düşük akımlı anestezi yöntemini kullanırken endotrakeal kafların salin ile şişirilmesinin rutin kullanımımıza girmesinin daha yararlı olacağı kanaatindeyiz.



## 6. ÖZET

### DÜŞÜK AKIM ANESTEZİSİNDE SALİN VE HAVA İLE ŞİŞİRİLEN ENDOTRAKEAL TÜP KAF BASINÇLARININ KARŞILAŞTIRILMASI

Çalışma genel cerrahi, ortopedi ve plastik cerrahi operasyonu yapılacak, ASA I-II grubu, 18-65 yaş arası, beklenen operasyon süresi 60-180 dk arasında olan toplam 60 hastada iki grubun karşılaştırılması şeklinde prospektif olarak yapıldı. Çalışmaya dahil edilen hastalar endotrakeal entübasyon sonrası endotrakeal tüplerinin kaf basınçları “kaf manometresi” yardımıyla 25 cm H<sub>2</sub>O olacak şekilde rastgele olarak salin (**Grup S**) ve hava (**Grup H**) ile şişirilerek iki gruba ayrıldı. Her iki grupta da anestezi idamesi %50 O<sub>2</sub>/N<sub>2</sub>O karışımı ile birlikte % 2-3 sevofluran gaz karışımı ilk 10 dk toplam 6 L/dk akım sonrası, akım hızı 1 L/dk ya düşürüldükten sonra cerrahinin bitmesine 10 dk. kala N<sub>2</sub>O kapatılıp %100 oksijenle 6 L/dk’den solutularak sağlandı. Tüm hastaların; kalp atım hızı, oksijen saturasyonu, ortalama arter basıncı, BİS değerleri, kaf içi basınç değerleri, en yüksek kaf basıncı değerleri, en yüksek kaf basıncına ulaşma zamanı, EtCO<sub>2</sub>, inspire edilen oksijen ve azot protoksit değerleri, internal PEEP ve tepe havayolu basıncı değerleri induksiyon öncesi, entübasyon sonrası, induksiyon sonrası 10’ar dakikalık aralıklarla ve extübasyondan hemen önce kaydedildi.

Grupların kaf basıncı değişimi Grup H’deki hastaların 10.dk, 20.dk, 30.dk, 40.dk, 50.dk, 60.dk, 70.dk, 80.dk, 90.dk, 100.dk, 110.dk, 120.dk ve maximum kaf basıncı kaf basıncı düzeyleri, Grup S’deki hastalara göre anlamlı olarak yüksekti. Maksimum kaf basıncına ulaşma zamanı açısından Grup H ve Grup S arasında anlamlı fark yoktu.

Grupların Vizüel Analog Skala (VAS) değişimleri Grup H’deki hastaların postoperatif 2. ve 24. saatte yutkunurken, 2 saatte yutkunma yokken ki VAS değerleri Grup S’ye göre istatistiksel olarak anlamlı yüksekti.

Sonuç olarak; N<sub>2</sub>O kullanılan düşük akım anestezi uygulamalarında entübasyon tüp kaflarının salin ile şişirilen grupta hava ile şişirilen gruba göre intraoperatif kaf basınçlarının anlamlı olarak düşük seyrettiği ve postoperatif dönem komplikasyonları azalttığı sonucuna varılmıştır.

**Anahtar kelimeler:** düşük akımlı anestezi, endotrakeal tüp kaf basıncı, N<sub>2</sub>O, salin

## **7. SUMMARY**

### **COMPARISON BETWEEN CUFF PRESSURES OF ENDOTRACHEAL TUBES INFLATED WITH SALINE OR AIR IN LOW-FLOW ANESTHESIA**

This prospective study was performed as comparison between two groups which totally involved 60 patients who are ASA I-II, between 18-65 years old and with operation time ranged between 60-180 min. Enrolled patients were divided into two groups as cuff pressures of endotracheal tubes randomly inflated with either saline (Group S) or air (Group H) to 25 cm H<sub>2</sub>O with the help of “cuff manometer”. Maintenance of anesthesia was provided in both groups by initially allowing patient to breathe a total of 6 L/min flow consisted of %50 of O<sub>2</sub>/N<sub>2</sub>O mixture and %2-3 of sevoflurane; then reducing flow to 1 L/min; and finally ceasing N<sub>2</sub>O and giving 6 L/min of flow with %100 of oxygen during last 10 minutes of surgery. Heart rate, oxygen saturation, mean arterial pressure, BIS values, intracuff pressure values, peak cuff pressure values, amount of time to reach peak cuff pressure, EtCO<sub>2</sub>, inspired values of oxygen and nitrogen protoxide, internal PEEP and peak airway pressure values were recorded before induction, after intubation, in every 10 minutes after induction and just before extubation.

Cuff pressure differences of patients at 10th, 20th, 30th, 40th, 50th, 60th, 70th, 80th, 90th, 100th, 110th and 120th minutes as well as peak cuff pressure levels were significantly increased patients in Group H compared with Group S. However; there was no significant difference between Group H and Group S in terms of amount of time to reach peak cuff pressure.

In terms of Visual Analogue Scale (VAS) differences; VAS scores of patients during swallow at postoperative 2nd and 24th hours as well as at 2nd hours without swallowing were statistically significantly increased in Group H compared with Group S.

In conclusion, it was found that intraoperative cuff pressures in low-flow anesthesia procedures utilizing N<sub>2</sub>O were significantly low and postoperative complications were

decreased in group whose intubation tube cuffs inflated with saline compared with group whose intubation tube cuffs inflated with air.

**Key words:** low flow anesthesia, endotracheal tube cuff pressures, N<sub>2</sub>O, saline



## 8. SONUÇLAR

Çalışma genel cerrahi, ortopedi ve plastik cerrahi operasyonu yapılacak, ASA I-II grubu, 18-65 yaş arası, beklenen operasyon süresi 60-180 dk arasında olan toplam 60 hastada iki grubun karşılaştırılması şeklinde prospektif olarak yapıldı. Çalışmaya dahil edilen hastalar endotrakeal entübasyon sonrası endotrakeal tüplerinin kaf basınçları “kaf manometresi” yardımıyla 25 cm H<sub>2</sub>O olacak şekilde rastgele olarak salın ve hava ile şişirilerek iki gruba ayrıldı. Düşük akım anestezisi uygulanan hastaların kaf içi basınç değerleri, en yüksek kaf basıncı değerleri, en yüksek kaf basıncına ulaşma zamanı, EtCO<sub>2</sub>, inspire edilen oksijen ve azot protoksit değerleri, internal PEEP ve tepe havayolu basıncı değerleri induksiyon öncesi, entübasyon sonrası, induksiyon sonrası 10’ar dakikalık aralıklarla ve extübasyondan hemen önce kaydedildi. Grupların kaf basıncı değerleri ve postoperatif boğaz ağrısı karşılaştırıldı.

- 1:** Grupların kaf basıncı değişimi Grup H’ deki hastaların takip dönemlerinde maximum kaf basıncı düzeyleri, Grup S’deki hastalara göre anlamlı olarak yüksekti.
- 2:** Max kaf basıncına ulaşma zamanı açısından Grup H ve Grup S arasında anlamlı fark yoktu.
- 3:** Grupların Vizüel Analog Skala (VAS) değişimleri Grup H’ deki hastaların postoperatif 2. saatte yutkunurken VAS ortalamaları, Grup S’ye göre istatistiksel olarak anlamlı yüksekti.
- 4:** Grup H’deki hastaların postoperatif 2. saat yutkunma yokken VAS ortalamaları, Grup S’ye göre istatistiksel olarak anlamlı yüksekti.
- 5:** Grup H’deki hastaların postoperatif 24. saat yutkunurken VAS ortalamaları, Grup S’ ye göre istatistiksel olarak anlamlı yüksekti.
- 6:** Her iki grup arasında postoperatif 24. saatte yutkunma yokken VAS değerleri açısından istatistiksel olarak anlamlı fark yoktu.
- 7:** Grup H’deki hastalarda; F<sub>i</sub>N<sub>2</sub>O ile kaf basıncı arasında %51,9 pozitif yönde anlamlı bir korelasyon bulunmuştur.

## 9. KAYNAKLAR

1. Kayhan, Z., Klinik Anestezi, ed. Z. Kayhan. Vol. 3. 2004: Logos Yayıncılık
2. Miller RD, ed. Miller's Anesthesia 6th ed. Philadelphia: Gal TJ. Airway management. Elsevier Churchill Livingstone; 2005; 1617-1652
3. Airway management. In: Morgan GE, Mikhail MS, Murray MJ, editors. Clinical Anesthesiology 5th ed. International Edition: Lange Medical Books; 2015; 309-341
4. Miller anestezi R D Miller alım ve dağıtım Edmond I. Eger 6. Baskı 2010: 131-153.
5. Salassa, J.R.: Gross and microscopic blood supply of the trachea. Ann Thorac Surg. 1977;24:100-107 .
6. Combes X, Schavliege F, Peyrouset O, Motamed C, Kirov K, Dhonneur G, et al. Intracuff pressure and tracheal morbidity: influence of filling with saline during nitrous oxide anesthesia. Anesthesiology 2001;95(5):1120-4.
7. E. W. Cauldwell, R. G. Siekert, R. E. Lininger, B. J. Anson. The bronchial arteries: an anatomic study of 105 human cadavers. Surgery, Gynecology and Obstetrics, v 1948 ; 86: 395-412 .
8. Grillo HC. Surgical Anatomy of the trachea and techniques of resection and reconstruction In: Shields TW, Lo Cicero JL, Penn RB, Rusch VW eds :General Thoracic Surgery (6th Ed). Philadelphia, Lippincott-Williams and Wilkins ;2004. p.1036-1046.
9. Satterfield TS. The thorax. In: Moore KL, ed. Clinically Oriented Anatomy, 3rd ed. Baltimore, MD: Williams and Wilkins; 1992. p.33-125. 10. Gal TJ. Airway management. In: Miller RD, ed. Miller's Anesthesia 6th ed. Philadelphia: Elsevier Churchill Livingstone; 2005; 1617-1652
10. Minnich DJ, Mathisen DJ , Anatomy of the trachea, carina, and bronchi, Thorac Surg Clin, 2007;17:571-585 .
11. Miura T., Grillo, H.C.: The contribution of the inferior thyroid artery to the blood supply of the human trachea. Surg Gynecol. Obstet 1966;123:99-102.
12. Grillo HC. Anatomy of the trachea In: Grillo HC, editor Surgery of the Trachea and Bronchi. Hamilton, Ontario: BC Decker; 2004. P.39-61

13. Tuncer Ü, Sürmelioglu Ö. Superior laryngeal Nerve Injury. *Turkiye Klinikleri J E.N.T.* 2009; 2(1):47-50.
14. Miller anestezi R D Miller alım ve dağıtım Edmond I. Eger 6. Baskı 2010: 131-153
14. Rosenblatt WH. Airway management. In: Barash PG, Cullen BF, Stoelting RK, editors. *Clinical Anesthesia*
15. Baum JA. Düşük akımlı anestezi. Tomatır E. (Çev. Ed). Balkan B K Düşük taze gaz akımlı anestezi yöntemleri. 2. Baskı. Nobel Tıp Kitapevleri. İstanbul. 2002.54-72.
16. Baum, J.A., Dusuk akımlı anestezi, minimal akımlı ve kapalı sistemle anestezi kuram ve uygulama. 2002, İstanbul: Nobel Tıp Kitapevleri
17. Baum J.A klinik uygulamada Düşük akımlı anestezi. Tomatır E. (Çev. Ed.) İstanbul: 2.baskı Nobel Tıp Kitapevleri. 2002; 220-268.
18. Baum J.A. Düşük akımlı anestezi hastası güvenliği boyutu Tomatır E. (Çev.Ed.) İstanbul: Nobel Tıp Kitapevleri. 2002; 191-219.
19. Mehta S, Mickiewicz M. Pressure in large volume, low pressure cuffs: its significance, measurement and regulation. *Intensive Care Med* 1985; 11(5): 267-72.
20. Baum, J., Clinical applications of low flow and closed circuit anesthesia. *Acta Anesthesiology Belg*, 1990. 41(3): p. 239-47.
21. Igarashi M, Watanabe H, Iwasaki H, Namiki A. Clinical evaluation of low-flow sevoflurane anaesthesia for paediatric patients. *Acta Anaesthesiol Scand*. 1999 Jan;43(1):19-23.
22. Galinski M, Treoux V, Garrigue B, Lapostolle F, Borron SW, Adnet F. Intracuff pressures of endotracheal tubes in the management of airway emergencies: the need for pressure monitoring. *Ann Emerg Med* 2006; 47(6): 545-7.
23. Yildirim ZB, Uzunkoy A, Cigdem A, Ganidagli S, Ozgonul A: Changes in cuff pressure of endotracheal tube during laparoscopic and open abdominal surgery. *Surg Endosc* 2012, 26(2):398-401
24. Brandt L, Pokar H. (The rediffusion system. Limitation of nitrous oxide increases the cuff pressure of endotracheal tubes). *Anaesthesist* 1983; 32: 459-464.

25. Karasawa F, Ohshima T, Takamatsu I, Ehata T, Fukuda I, Uchihashi Y, et al. The effect on intracuff pressure of various nitrous oxide concentrations used for inflating an endotracheal tube cuff. *Anesth Analg* 2000; 91: 708-713.
26. Gal TJ. Airway Management. In: Miller RD, editor. *Miller's Anesthesia*. 6th ed. Philadelphia (PA): Churchill Livingstone; 2005. p. 1617-1652.
27. Seegobin RD, Van Hasselt GL. Endotracheal cuff pressure and tracheal mucosal blood flow: endoscopic study of effects of four large volume cuffs. *Br Med J (Clin Res Ed)* 1984; 288: 965-968.
28. Bernhard WN, Yosr L, Joynes D, Cavallo R, Steffee T. Just seal intracuff pressures during mechanical ventilation. *Anesthesiology* 1982; 57: A145
29. Stanley H. Effects of anesthetic gases on endotracheal tube cuff gas volumes. *Anesthesia and Analgesia; Current Research* 1974; 53: 480-2.
30. Patel RI, Oh TH, Epstein BS: Effects of nitrous oxide on pressure changes on tracheal tube cuffs following inflation with air and saline. *Anaesthesia* 1983; 38:44-6
31. Postaci A1, Karabeyoglu I, Erk G, Ayerden T, Sastim H, Barcin S, Dikmen B: A comparison of intra cuff pressures in high-flow and low-flow nitrous oxide anesthesia. *Saudi med J* 2008; vol.29 (12) :1719-1722
32. Baum JA. *Low Flow Anaesthesia. The Theory and practice of low flow , minimal flow and closed system anaesthesia*. 2nd ed. London (UK): Reed Educational and Professional Publishing Ltd; 2001.
33. Brandt L, Pokar H. (The rediffusion system. Limitation of nitrous oxide increases the cuff pressure of endotracheal tubes). *Anaesthesist* 1983; 32: 459-46
34. Chapman J, Pallin D, Ferrara L, et al. Endotracheal tube cuff pressures in patients intubated before transport. *Am J Emerg Med*. 2009;27(8):980-2.
35. Sole ML, Penoyer DA, Su X, et al. Assessment of endotracheal cuff pressure by continuous monitoring: a pilot study. *Am J Crit Care*. 2009;18:133-143.
36. Ahmad, N L; Norsidah, A M. Change in endotracheal tube cuff pressure during nitrous oxide anaesthesia: A comparison between air and distilled water cuff inflation *Anaesthesia and Intensive Care* 29.5 (Oct 2001): 510-4.



37. Lizy C, Swinnen W, Labeau S, Poelaert J, Vogelaers D, Vandewoude K, Dulhunty J, Blot S. Cuff pressure of endotracheal tubes after changes in body position in critically ill patients treated with mechanical ventilation. *Am J Crit Care*. 2014;23(1):e1–8. doi: 10.4037/ajcc2014489.
38. Geng G, Hu J, Huang S. The effect of endotracheal tube cuff pressure change during gynecological laparoscopic surgery on postoperative sore throat: a control study. *J Clin Monit Comput*. 2015 Feb;29(1):141-4. doi: 10.1007/s10877-014-9578-2. Epub 2014 Apr 20
39. Chun-Yu Wu, Yu-Chang Yeh, Ming-Chu Wang, Chia-Hsin Lai and Shou-Zen Fan. Changes in endotracheal tube cuff pressure during laparoscopic surgery in head-up or head-down position . *BMC Anesthesiology* 2014, 14:75
40. Mitchell V, Adams T, Calder I Choice of cuff inflation medium during nitrous oxide anaesthesia. *Anaesthesia*. 1999 Jan;54(1):32-6.
41. Braz JR, Navarro LH, Takata IH, Nascimento Júnior P. Endotracheal tube cuff pressure: need for precise measurement. *Sao Paulo Med J*. 1999; 117(6):243–247.
42. Kleemann PP. Humidity of anaesthetic gases with respect to low flow anaesthesia. *Anaesth Intensive Care* 1994; 22: 396-408.
43. Patel RI, Oh TH, Epstein BS: Effects of nitrous oxide on pressure changes on tracheal tube cuffs following inflation with air and saline. *Anaesthesia* 1983; 38:44–6
44. Loesler EA, Machin R, Colley J, Orr D, Bennett GM, Stanley TH. Postoperative sore throat importance of endotracheal tube conformity versus cuff design. *Anesthesiology* 1978; 49: 430–2.
45. Resnikoff E, Katz JA A modified epidural syringe as an endotracheal tube cuff pressure-controlling device. *Anesth Analg*. 1990 Feb;70(2):208-11
46. Kitamura, Akira; Yamada, Koki; Ishihara, Yukinori; Ogawa, Ryo, 1993: The intracuff pressure changes in nitrous oxide gas-barrier cuff made of a special material. *Japanese Journal of Anesthesiology* 42(6): 826-830
47. Mitchell V, Adams T, Calder I. Choice of cuff inflation medium during nitrous oxide anaesthesia. *Anaesthesia*. 1999 Jan;54(1):32-6.
48. Stanley TH Nitrous oxide and pressures and volumes of high- and low-pressure endotracheal-tube cuffs in intubated patients. *Anesthesiology*. 1975 ;42(5):637-40.

49. Baum JA. Low Flow Anaesthesia. The Theory and practice of low flow, minimal flow and closed system anaesthesia. 2nd ed. London (UK): Reed Educational and Professional Publishing Ltd; 2001.
50. Kleemann PP. Humidity of anaesthetic gases with respect to low flow anaesthesia. *Anaesth Intensive Care* 1994; 22: 396-408.
51. Henriksson BA, Sundling J, Hellman A. The effect of heat and moisture exchanger on humidity in a low-flow anaesthesia system. *Anaesthesia* 1997; 52:144-149.
52. Schirmer U. Lachgas. Entwicklung und heutiger Stellenwert. *Anaesthesist* 1998; 47: 245-255. German
53. Christensen AM, Willemoes-Larsen H, Lundby L, et al. Postoperative throat complaints after tracheal intubation. *Br J Anaesth.* 1994;73(6):786-7.
54. Calder A, Hegarty M, Erb TO, von Ungern-Sternberg BS: Predictors of postoperative sore throat in intubated children. *Paediatr Anaesth* 2012,22(3):239-243.