

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

**OBEZ HASTA PREOKSİJENASYONU İÇİN DERİN  
SOLUNUMA BASINÇ DESTEĞİ VE SOLUK SONU POZİTİF  
BASINÇ EKLENMESİNİN ETKİLERİ VE GASTRİK  
ULTRASONOGRAFİK DEĞERLENDİRME**

**UZMANLIK TEZİ  
DR. AYLİN ÖZAYDIN**

**DANIŞMAN  
PROF. DR. ERKAN TOMATIR**

**Denizli 2023**

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

**OBEZ HASTA PREOKSİJENASYONU İÇİN DERİN  
SOLUNUMA BASINÇ DESTEĞİ VE SOLUK SONU POZİTİF  
BASINÇ EKLENMESİNİN ETKİLERİ VE GASTRİK  
ULTRASONOGRAFİK DEĞERLENDİRME**

**UZMANLIK TEZİ  
DR. AYLİN ÖZAYDIN**

**DANIŞMAN  
PROF. DR. ERKAN TOMATIR**

**Denizli 2023**

## İÇİNDEKİLER

Sayfa No:

ONAY SAYFASI.....	Hata! Yer işareti tanımlanmamış.
İÇİNDEKİLER .....	III
SİMGELER VE KISALTMALAR .....	IV
ŞEKİLLER DİZİNİ .....	VI
TABLOLAR DİZİNİ .....	VII
ÖZET.....	VIII
SUMMARY .....	IX
GİRİŞ .....	1
GENEL BİLGİLER.....	3
AKCİĞER HACİM VE KAPASİTELERİ.....	3
Fonksiyonel Rezidüel Kapasite .....	4
Obezitenin Solunum Mekanikleri Üzerine Etkileri .....	5
PREOKSİJENASYON .....	6
Preoksijenasyonun Fizyolojisi .....	6
Preoksijenasyonun Değerlendirilmesi .....	7
Preoksijenasyon Teknikleri.....	8
Apneik Oksijenasyon.....	9
Riskli Hasta Grubunda Preoksijenasyon.....	9
Preoksijenasyonun Yan Etkileri.....	11
GEREÇ VE YÖNTEM.....	15
Verilerin İstatistiksel Analizi .....	17
BULGULAR.....	19
TARTIŞMA .....	25
SONUÇ.....	35
KAYNAKLAR .....	36

## SİMGELER VE KISALTMALAR

ark.	: Arkadaşları
ASA	: <i>American Society of Anesthesiologists</i> (Amerikan Anesteziyologlar Derneği)
cmH <sub>2</sub> O	: Santimetre su
CPAP	: <i>Continuous Positive Airway Pressure</i> (Sürekli Pozitif Havayolu Basıncı)
DAB	: Diyastolik arteriyel kan basıncı
DAS	: <i>Difficult Airway Society</i> (Zor Havayolu Derneği)
Dk	: Dakika
DS	: Derin solunum
E	: Erkek
EtCO <sub>2</sub>	: <i>End tidal carbondioxide</i> (Soluk Sonu Karbondioksit)
ETN <sub>2</sub>	: <i>End Tidal Nitrogen</i> (Soluk Sonu Nitrojen)
ETO <sub>2</sub>	: <i>End Tidal Oxygen</i> (Soluk Sonu Oksijen)
FAO <sub>2</sub>	: <i>Fraction of Alveolar Oxygen</i> (Alveolar Oksijen Oranı)
FAN <sub>2</sub>	: <i>Fraction of Alveolar Nitrogen</i> (Alveolar Nitrojen Oranı)
FiO <sub>2</sub>	: <i>Fraction of inspired oxygen</i> (Alınan havanın oksijen yüzdesi)
FRK	: Fonksiyonel rezidüel kapasite
GDB	: <i>Global Burden of Disease</i> (Küresel Hastalık Yüğü)
HFNC	: <i>High Flow Nasal Cannula</i> (Yüksek Akışlı Nazal Kanül)
K	: Kadın

KAH	: Kalp atım hızı
Kg	: Kilogram
L	: Litre
ml	: Mililitre
mmHg	: Milimetre cıva
N	: Hasta sayısı
NIPBV	: Noninvaziv Pozitif Basıncılı Ventilasyon
Ort.	: Ortalama
PaCO <sub>2</sub>	: Parsiyel arteriyel karbondioksit basıncı
PaO <sub>2</sub>	: Parsiyel arteriyel oksijen basıncı
PEEP	: <i>Positive End-Expiratory Pressure</i> (Soluk Sonu Pozitif Basınç)
PSV	: <i>Pressure Support Ventilation</i> (Basınç Destekli Ventilasyon)
PSV-Pro	: <i>Pressure Supported Ventilation-Protect</i> (Basınç Destekli Ventilasyon-Spontane Solunumu Koruyucu)
SAB	: Sistolik arteriyel kan basıncı
SaO <sub>2</sub>	: Arteriyel Oksijen saturasyonu
Sn	: Saniye
SpO <sub>2</sub>	: Periferik oksijen saturasyonu
SPSS	: <i>Statistical Package for the Social Sciences</i> (Sosyal Bilimler için İstatistik Programı)
SS	: Standart sapma
THS	: Tidal Hacimli Solunum
VKI	: Vücut Kitle İndeksi

## ŞEKİLLER DİZİNİ

### Sayfa No:

<b>Şekil 1:</b> Akciğer hacim ve kapasiteleri .....	4
<b>Şekil 2:</b> Mide antrumunun ultrasonografik görünümü. ....	13
<b>Şekil 3:</b> Kuyruklu yıldız (comet tail) görünümü .....	14
<b>Şekil 4:</b> Çalışmanın akış şeması .....	15
<b>Şekil 5:</b> Cerrahi tipi (%).....	19
<b>Şekil 6:</b> EtO <sub>2</sub> 'in %90'a ulaşma süresi (sn).....	22

## TABLULAR DİZİNİ

Sayfa No:

<b>Tablo 1:</b> Akciğer hacim ve kapasiteleri.....	4
<b>Tablo 2:</b> Oda havası ve %100 oksijen solunumu sırasında vücut oksijen depoları ....	6
<b>Tablo 3.</b> Genel demografik veriler (Ort±SS).....	19
<b>Tablo 4.</b> Gruplara ait demografik veriler (Ort±SS).....	20
<b>Tablo 5.</b> Vital bulgular (Ort±SS).....	21
<b>Tablo 6.</b> EtO <sub>2</sub> 'in %90'a ulaşma süresi (sn) (Ort±SS) .....	22
<b>Tablo 7.</b> EtCO <sub>2</sub> (mmHg) (Ort±SS) .....	23
<b>Tablo 8.</b> Mide antrum alanı (cm <sup>2</sup> ) (Ort ± SS).....	23
<b>Tablo 9.</b> İstenmeyen etkiler (n) (%) .....	24

## ÖZET

### **Obez Hasta Preoksijenasyonu İçin Derin Solunuma Basınç Desteği ve Soluk Sonu Pozitif Basınç Eklenmesinin Etkileri ve Gastrik Ultrasonografik Değerlendirme**

Dr. Aylin ÖZAYDIN

Obez hastalarda anatomik ve fizyolojik farklılıkların preoksijenasyonu zorlaştırdığı ve başarısını sınırladığı bilinmektedir. Obez hastalarda preoksijenasyonun etkinliğini artırabilmek için derin solunum, noninvaziv pozitif basınçlı ventilasyon ya da soluk sonu pozitif basınç (*PEEP: positive end-expiratory pressure*) desteğinin yararlı olabileceği ileri sürülmüştür. Bu çalışmada; obez hastalarda preoksijenasyon için derin solunum, derin solunum + basınç destekli ventilasyon (*PSV: pressure support ventilation*) ve derin solunum + PSV + PEEP yöntemlerinin karşılaştırılması ve olası mide distansiyonunun ultrasonografi ile değerlendirilmesi amaçlandı.

Etik Kurul onayı alındıktan sonra elektif ameliyatlar için genel anestezi planlanmış; 18-65 yaşları arasında, vücut kitle indeksi (VKİ)  $\geq 30$  kg/m<sup>2</sup>, ASA 2-3 fiziksel durumunda olan 75 hasta dahil edildi. Hastalar 3 gruba ayrıldıktan sonra Grup 1'e sadece derin solunum, Grup 2'ye derin solunum + 12 cmH<sub>2</sub>O PSV, Grup 3'e derin solunum + 12 cmH<sub>2</sub>O PSV + 6 cmH<sub>2</sub>O PEEP ile preoksijenasyon uygulandı. Çalışma EtO<sub>2</sub> %90'a ulaşıncaya sonlandırıldı. Ayrıca preoksijenasyon işlemi öncesinde ve sonrasında ultrasonografi ile midenin antrum alanı ölçüldü. Hasta özellikleri, işlem öncesi ve sonrası vital değerler, mide antrum alanı ölçümü ve EtO<sub>2</sub>'in %90'a ulaştığı süre kaydedildi.

EtO<sub>2</sub>'in %90'a ulaşma süresi bakımından gruplar benzerdi (sırasıyla 96,4±33,1 sn, 82,2±15,1 sn ve 91,7±22,6 sn). Mide antrum alanı tüm gruplarda işlem öncesine (sırasıyla 5,0±1,8 cm<sup>2</sup>, 4,4±1,3 cm<sup>2</sup> ve 4,4±1,6 cm<sup>2</sup>) göre işlem sonrasında (sırasıyla 5,6±1,8 cm<sup>2</sup>, 5,6±1 cm<sup>2</sup> ve 5,8±2,8 cm<sup>2</sup>) daha büyük (p<0.05) ve Grup 3'teki büyüme Grup 1'dekine göre daha önemli bulundu (p=0,038).

Sonuç olarak; obez hastalarda preoksijenasyon için derin solunum yöntemine PSV ve PEEP eklenmesi hem süreyi kısaltmaz hem de mide distansiyonunu artırabilir.

Anahtar kelimeler: preoksijenasyon, obezite, PSV, PEEP, mide antral alanı



## SUMMARY

### **Effects of Adding Pressure Support and Positive end Expiratory Pressure to Deep Breathing for Obese Patient Preoxygenation and Gastric Ultrasonographic Evaluation**

Dr. Aylin ÖZAYDIN

It is known that anatomical and physiological differences in obese patients make preoxygenation difficult and limit its success. It has been suggested that deep breathing, noninvasive positive pressure ventilation or positive end-expiratory pressure (PEEP) support may be beneficial to increase the effectiveness of preoxygenation in obese patients. In this study it was aimed to compare deep breathing, deep breathing + pressure support ventilation (PSV) and deep breathing + PSV + PEEP methods for preoxygenation in obese patients and to evaluate potential gastric distension with ultrasonography.

Following the approval of the Ethics Committee, 75 patients planned for elective surgeries under general anesthesia, between the ages of 18-65 years, with a body mass index (BMI)  $\geq 30$  kg/m<sup>2</sup> and ASA 2-3 physical status were included. After the patients were divided into 3 groups; Group 1 received only deep breathing, Group 2 received deep breathing + 12 cmH<sub>2</sub>O PSV and Group 3 received deep breathing + 12 cmH<sub>2</sub>O PSV + 6 cmH<sub>2</sub>O PEEP for preoxygenation. The study was terminated when EtO<sub>2</sub> reached 90%. In addition, the gastric antrum area was measured by ultrasonography before and after the preoxygenation procedure. Patient characteristics, pre- and post-procedure vital values, measurement of gastric antrum area and time for EtO<sub>2</sub> to reach %90 were recorded.

The groups were similar in terms of time for EtO<sub>2</sub> reach %90 (96,4 $\pm$ 33,1 sec, 82,2 $\pm$ 15,1 sec ve 91,7 $\pm$ 22,6 sec, respectively). The gastric antrum area was larger after the procedure (5,6 $\pm$ 1,8 cm<sup>2</sup>, 5,6 $\pm$ 1 cm<sup>2</sup> ve 5,8 $\pm$ 2,8 cm<sup>2</sup>, respectively) compared to before procedure (5,0 $\pm$ 1,8 cm<sup>2</sup>, 4,4 $\pm$ 1,3 cm<sup>2</sup> ve 4,4 $\pm$ 1,6 cm<sup>2</sup>, respectively) in all groups (p<0.05) and the growth in Group 3 was found to be more significant compared to Group 1 (p=0.038).

In conclusion, adding PSV and PEEP to the deep breathing method for preoxygenation in obese patients both does not shorten the time and may increase gastric distension.

Keywords: preoxygenation, obesity, PSV, PEEP, gastric antrum area

## GİRİŞ

Genel anestezi en basit tanımıyla; geri dönüşümlü bilinç kaybı durumudur. Ameliyatlarda ağrısız ve güvenli bir şekilde yapılabilmesini sağlar. Geleneksel genel anestezi indüksiyonu sırasında solunum sistemi baskılanır. Normal fizyolojik solunum dursa da yaşamın devamı için bir şekilde oksijenasyonun devam ettirilmesi gerekmektedir. Bu amaçla indüksiyonla beraber solunum durduktan sonra yüz maskesi ile ventilasyon başlatılır; ardından uygun koşullar oluştuğu zaman havayolunun enstrümantasyonu sağlanır. Böylece hasta hiçbir zaman oksijensiz kalmamış olur. Ancak işler her zaman bu kadar nizami bir şekilde ilerlemeyebilir ve yüz maskesiyle ventilasyon ile havayolunun enstrümantasyonu zor veya imkansız olabilir. Beklenmedik apne ve hipoventilasyon dönemleri oluşabilir. Bu tür, hastanın ventile edilemediği zorlu durumlarda havayolu güvenliği sağlanana kadar hipoksi oluşmasını önlemek hayat kurtarıcı olacaktır. Bu ancak vücut oksijen rezervlerinin dolu olmasıyla ve ventile edilemeyen dönemde bu rezervlerin kullanılmasıyla mümkün olacaktır. 'Preoksijenasyon' genel anestezi indüksiyonu öncesi vücut oksijen rezervlerini artırmaya yönelik uygulanan hayat kurtarıcı bir önlemdir. Çeşitli yöntemlerle yüksek oranda saf oksijen uygulanarak gerçekleştirilen bu manevra; 'güvenli apne süresi' olarak adlandırılan desatürasyon gelişmeden tolere edilebilir apne süresini uzatır. Havayolu güvence altına alınana kadar zaman kazandırır.

Dolu mide gibi maske ventilasyonunun istenmediği veya maske ventilasyonunda zorluk beklenen durumlarda, çift lümenli tüpün yerleştirilmesi gibi entübasyonun normalden uzun sürmesi ön görülen veya hamile, obez, ateşli hastalar gibi hızlı desatürasyon beklenen hastalarda preoksijenasyon özellikle gereklidir (1). Ancak 'Entübe edilemez, ventile edilemez' durumunu öngörmek her zaman mümkün olmadığı için anestezi indüksiyonundan önce tüm hastalara preoksijenasyon uygulanması önerilir (2).

Birçok vücut organ ve sisteminde değişikliğe yol açan obezite solunum sistemi mekaniklerini de etkiler. Obez hastalarda preoksijenasyona rağmen genel anestezi indüksiyonu sırasında daha hızlı hipoksi gelişir. Bu hasta grubunda noninvaziv pozitif pozitif basınçlı ventilasyon (NIPBV) teknikleri ile yapılan preoksijenasyonun tolere edilebilir apne süresini uzatabileceği ileri sürülmüştür (3). Ancak, NIPBV az da olsa

rahatsızlık hissi ve gastrik distansiyon ile ilişkilidir. Özellikle acil durumlarda en etkili ve hızlı preoksijenasyon yöntemini uygulamak önem kazanmaktadır. Hasta kooperasyonu gerektiren derin solunum (DS) yöntemi de bu gibi durumlarda uygulanabilecek 'hızlı' bir teknik olarak tanımlanmıştır (1).

Biz de çalışmamızda obez hasta grubunda (VKI  $\geq 30$ ) derin solunum, derin solunum + basınç destekli ventilasyon (*PSV: pressure support ventilation*) ve derin solunum + PSV + soluk sonu pozitif basınç (*PEEP: positive end-expiratory pressure*) ile uygulanan preoksijenasyon tekniklerini ve mide ultrasonografisi ile olası gastrik distansiyonu karşılaştırmalı olarak değerlendirmeyi amaçladık.

## GENEL BİLGİLER

İnsan vücudu oksijeni depolayacak mekanizmalar geliştirmemiştir ve yalnızca birkaç dakika nefessiz kalmak hayatın sonlanmasına neden olabilmektedir. Anestezi indüksiyonundan önce uygulanan preoksijenasyon, bu esnada oluşabilecek planlı veya beklenmedik apne ve hipoventilasyon dönemlerinde oksijenasyonun devam ettirilmesi için gerekli bir güvenlik önlemdir.

### AKCİĞER HACİM VE KAPASİTELERİ

Akciğer hacimlerini akciğer ve göğüs duvarı arasındaki etkileşim belirler; statik akciğer hacimleri solunum işinde ve gaz alışverişinde önemli rol oynar. Dört standart akciğer hacmi; iki veya daha fazla akciğer hacminin birleşiminden oluşan dört akciğer kapasitesi tanımlanmıştır.

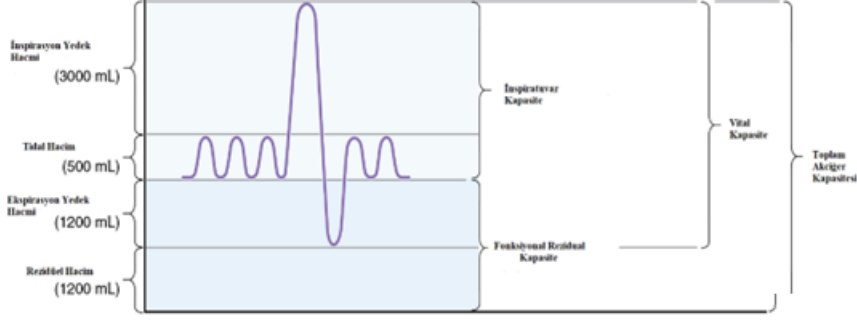
Tidal hacim normal, sakin solunum sırasında alınan ve verilen hava hacmidir. İspirasyon yedek hacmi, maksimum inspirasyon çabası ile tidal hacim üzerine akciğerlere alınabilecek ek gaz hacmi; ekspirasyon yedek hacmi ise tidal hacmin altında en fazla ekspire edilebilecek ek hacim olarak tanımlanır. Maksimum zorlu bir ekspirasyondan sonra akciğerde kalan atılmayan gaz hacmi rezidüel hacimdir.

İspiratuvar kapasite, normal bir ekspirasyondan sonra başlayan maksimum inspirasyon çabası ile akciğere giren gaz miktarıdır. Fonksiyonel rezidüel kapasite (FRK), normal ekspirasyondan sonra akciğerlerde kalan gaz miktarıdır; ekspirasyon yedek hacmi ile rezidüel hacmin toplamına eşittir. Toplam akciğer kapasitesi akciğerlerin maksimum eforla genişletilebildiği en büyük hacmidir. Bütün akciğer hacimlerinin toplamına eşittir. Toplam akciğer hacminden rezidüel hacmin çıkarılmasıyla hesaplanan vital kapasite; en güçlü inspirasyon çabası ile akciğerler sonuna kadar şişirildikten sonra en güçlü ekspirasyon ile akciğerlerden verilen hava miktarı olarak tanımlanır.

Standart spirometre ile akciğer volüm ve kapasitelerinin birçoğu ölçülebilirken rezidüel hacim ve rezidüel hacmi içeren akciğer kapasiteleri (FRK ve toplam akciğer kapasitesi) spirometre ile ölçülemez. FRK, helyum seyreltme ve vücut platismografisi yöntemleri ile belirlenebilir. FRK ölçüldükten sonra, ekspirasyon yedek hacminin

çıkarılmasıyla rezidüel hacim; inspirasyon kapasitesinin eklenmesi ile total akciğer hacmi hesaplanabilir (4,5).

Cinsiyet, yaş, ağırlık, boy, etnik köken, rakım, fiziksel aktivite; spirometre sonuçlarını değerlendirirken göz önünde bulundurulmalıdır, akciğer hacim ve kapasitelerini etkileyebilir (6).



**Şekil 1:** Akciğer hacim ve kapasiteleri

Akciğer hacim ve kapasiteleri Şekil 1’de (4), sağlıklı, genç bireyler için ortalama değerleri ise Tablo 1’de gösterilmiştir (5).

**Tablo 1:** Akciğer hacim ve kapasiteleri

<b>Hacimler (ml)</b>		
Tidal Hacim	400	500
İnspirasyon Yedek Hacmi	1900	3000
Ekspirasyon Yedek Hacmi	700	1100
Rezidüel Hacim	1100	1200
<b>Kapasiteler (ml)</b>		
İnspiratuvar Kapasite	2400	3500
Fonksiyonel Rezidüel Kapasite	1800	2300
Vital Kapasite	3100	4600
Toplam Akciğer Kapasitesi	4200	5800

### **Fonksiyonel Rezidüel Kapasite**

FRK alveolar kollapsı önlemekle beraber, aynı zamanda pulmoner kanın oksijenlenmeye devam etmesini sağlar. Akciğer nefesler arasında tamamen sönerse, perfüzyon devam edeceği için kapalı alveollerden akan kanın oksijen saturasyonu çok düşük olacaktır; bu da akciğerlerden gelen genel kan akımına karışır ve her ekshalasyondan sonra büyük bir desaturasyona neden olur (7).

### ***Fonksiyonel Rezidüel Kapasiteyi Etkileyen Faktörler:***

-Akciğer hastalıkları: FRK'yi restriktif hastalıklar (akciğer veya göğüs duvarı kompliyansını azaltanlar) azaltırken, obstrüktif hastalıklar (amfizem) artırır (8).

-Obezite: Karın içi basıncının artması intratorasik basıncı da artırarak ekspirasyon yedek hacmini ve FRK'yi azaltır (9).

-Gebelik: Büyüyen uterus karın içi basıncı artırarak diyaframın yukarı doğru kaymasına neden olur. Bunun sonucunda oluşan artmış negatif plevral basınç küçük hava yollarının erken kapanmasına, FRK'de azalmaya neden olur (10).

-Yaş: Yaşla birlikte havayolunun kapanması kolaylaşır, hava hapsi artar; FRK ve rezidüel hacim artar (11).

-Cinsiyet: Kadınların göğüs kafesi daha küçük, diyafram uzunluğu daha kısa kaburgaları farklı açıda veya eğimdedir. Bu yapısal farklılık nedeniyle akciğer hacimleri erkeklere kıyasla tipik olarak %10-12 daha küçüktür (12).

-Pozisyon: normal bir kişi ayakta durur pozisyondan, yatar pozisyona geçince FRK üçte bir oranında azalır. 70 kg ağırlığındaki biri için 1 l'lik düşüş demektir.

-Anestezi: supin pozisyona geçilince azalan FRK anestezi indüksiyonu ile birlikte daha da azalır. Dakikalar içinde belirgin düşüşler görülür. Bu 70 kg bir kişide 400 ml daha azalma demektir. Genel olarak intravenöz ajanlar inhalasyon ajanlarına göre FRK'de daha az azalmaya sebep olurken, ketaminin etkisi çok azdır. Nöromüsküler ilaç uygulaması ve mekanik ventilasyon FRK'de ek azalmaya neden olmaz (13).

### **Obezitenin Solunum Mekanikleri Üzerine Etkileri**

Göğüs ve karın bölgesinde yağ birikimi akciğer kompliyansını azaltır. Elastik direncin artması ve kompliyansın azalması supin pozisyonda daha da belirginleşerek sık ve yüzeysel solunuma, artmış solunum işinin artmasına ve maksimum solunum kapasitesinin azalması ile sonuçlanır. Obezite ile ekspirasyon yedek hacmi ve FRK azalırken; rezidüel volüm ve kapanma kapasitesi değişmez. Bu değişiklikler ventilasyon-perfüzyon uyumsuzluğuna, sağdan sola şanta ve hipoksemiye neden olabilir. Anestezi ve supin pozisyon ise bu durumu daha da kötüleştirir. Ayrıca obezite istirahatte bile oksijen tüketimini artırır (14).

## PREOKSİJENASYON

Preoksijenasyon anestezi indüksiyonu öncesinde, hastaya yüksek oranda oksijen vererek vücut oksijen depolarını arttırmaya yönelik uygulanan bir manevradır. Aslında bir denitrojenasyon olayıdır; alveolar nitrojen oksijen ile yer değiştirir (1). Denitrojenasyon olarak adlandırılabilirse de preoksijenasyon terimi, bu stratejinin amacını daha iyi tanımladığı için daha uygundur. Preoksijenasyon apne başlangıcından sonra çeşitli yöntemlerle uygulanan oksijen insüflasyonu ile desatürasyonu geciktirmeyi sağlayan ‘apneik oksijenasyon’ terimini de içerir.

### Preoksijenasyonun Fizyolojisi

Oksijen başlıca akciğerde, kanda ve dokularda depolanır (Tablo 2). Akciğerlerin oksijen deposu FRK’dir (15).

**Tablo 2:** Oda havası ve %100 oksijen solunumu sırasında vücut oksijen depoları

Vücut depoları	Oda havası	%100 Oksijen
Akciğerler	450 ml	3000 ml
Kan	850 ml	950 ml
Doku sıvısında çözülmüş olarak	50 ml	100 ml
Miyoglobin ile birlikte	200 ml	200 ml
Toplam	1550 ml	4250 ml

Oksijen deposu 1335 ml ve oksijen tüketimi 3,5 ml/kg/dk olan 70 kg’lık bir yetişkin modelinde, apne sırasında depoların tüketimi destekleyebileceği süre 5 dk 26 sn’dir (Oksijen deposu/ oksijen tüketimi). Ancak bu teorik hesaplama göre hemoglobin oksijen satürasyonu %0 olmalı ve tüm akciğer depoları kullanılmış olmalıdır. Depolardaki bütün oksijenin kullanılabileceğini varsayar. Bu nedenle pratik uygulamada doğru değildir. Depolar azaldıkça doku oksijen basıncı düşer ve depolarda oksijen olmasına rağmen hipoksi ortaya çıkmaya başlar (16).

Oda havasında hemoglobin doygunluğu neredeyse %100’dür. Ek olarak oksijenin plazma çözünürlüğü de az olduğu için %100 oksijen solunmak kan oksijen deposu üzerinde çok az etkilidir. Preoksijenasyon ile ana artış FRK’de olmaktadır. Böylece kandaki oksijen tükenmeden önce harcanabilecek oksijen deposu

oluşturulmuş olur. Apne başlangıcı ile periferik satürasyonun ( $SpO_2$ ) %90 değerine düşmesi için geçen süre olarak tanımlanan güvenli apne süresini uzatır (1).

### **Preoksijenasyonun Değerlendirilmesi**

Preoksijenasyonun yeterliliğini alveolar oksijen, alveolar nitrojen veya arteriyel parsiyel oksijen basıncı ( $PaO_2$ ) gösterirken, verimliliğini apne sırasında arteriyel oksijen satürasyonundaki ( $SaO_2$ ) düşüş yansıtır. Preoksijenasyon ile alveolar oksijen oranı ( $FAO_2$ : *Fraction of Alveolar Oxygen*) artarken, alveolar nitrojen oranı ( $FNO_2$ : *Fraction of alveolar Nitrogen*) azalır. Preoksijenasyonun yeterliliğini gösteren son noktalar soluk sonu oksijen değerinin ( $EtO_2$ : *End-tidal Oxygen*)  $\geq$  %90 veya soluk sonu nitrojen değerinin ( $EtN_2$ : *End-tidal Nitrogen*)  $\leq$  %5 olmasıdır. Kan gazı ile  $PaO_2$  değerlendirmek rutin kullanıma uygun değildir. Nabız oksimetrede %100  $SpO_2$ 'a ulaşmak preoksijenasyon için yeterli bir gösterge değildir. Çünkü hemoglobin oda havasındaki  $PaO_2$ 'nın sadece biraz üzerinde %100 doymuş haldedir (1,17).

Preoksijenasyon süresi,  $FiO_2$  ve alveolar ventilasyon/FRK oranı preoksijenasyon etkinliğini belirleyen faktörlerdir (18). %100  $FiO_2$ 'nin elde edilememesi, maske altındaki kaçaktan (19) ve resüsitasyon balonu gibi yüksek  $FiO_2$  sağlayamayan sistemlerin kullanılmasından (20) kaynaklanabilir.  $FiO_2$ 'yi etkileyen bir diğer faktör taze gaz akışıdır. Eğer dakika ventilasyonu taze gaz akışını aşarsa ekshale edilen gazlar yeniden solunuma katılabilir. Bu etki derin soluk alma sırasında daha belirgindir. Taze gaz akışını 5 l/dk'dan 10 l/dk'ya yükseltmek tidal hacim solunumu sırasında  $FiO_2$  üzerinde minimum etkili iken, derin solunum yönteminde  $FiO_2$ 'yi artırmıştır (21).

$FiO_2$ 'deki bir birim değişikliğin oluşturduğu  $FAO_2$ 'daki üstel değişikliğin yarı zamanı  $0,693 \times FRK \times$  alveolar ventilasyon denklemiyle hesaplanır. Bu hiperventilasyonun oksijen depolarını doldurmak için gereken süreyi kısaltabileceğini gösterir; derin solunum tekniklerinin temelini oluşturur (2,22).

Preoksijenasyonun verimliliğini, yani apne sırasında arteriyel oksihemoglobin desatürasyonunu geciktirme yeteneğini etkileyen faktörler oksijen dolum kapasitesi, oksijen tüketim hızı ve preoksijenasyonun etkinliği olarak sayılabilir (18). Oksijen dolum kapasitesi azalmış (düşük FRK,  $PaO_2$ , arteriyel oksijen içeriği veya kardiyak



output) veya yüksek oksijen tüketimi olan hastalar daha hızlı desatürasyon geliştirirler (23–25).

### **Preoksijenasyon Teknikleri**

Tidal hacim solunumu (THS) hala en çok kullanılan standart yöntemdir. Uygun yüz maskesi aracılığı ile %100 oksijen verilerek  $EtO_2 \geq \%90$  seviyesine ulaşana kadar hastadan normal şekilde nefes alması istenir. Yaklaşık 3 -5 dk sürer (26).

Hiperventilasyon akciğerdeki havanın oksijen ile yıkanmasını hızlandırabilir. Bu varsayımdan yola çıkarak yürütülen Gold ve meslektaşlarının çalışmasında 30 sn'de 4 derin solunum (4 DS / 30 sn) tekniği tanıtılmış; THS tekniklerinden sonra ölçülen  $PaO_2$  değerlerinin farklı olmadığı bulunmuştur (27). Ancak daha sonra sağlıklı hastalarda yapılan çoğu çalışma bu yöntemin etkinliğinin daha az olduğunu göstermiştir (28). Özellikle hamile kadınlarda, morbid obez ve yaşlı hastalarda, 3 dk'lık THS'nun, 4 DS / 30 sn yöntemine göre daha iyi preoksijenasyon ve apne sırasında hipoksemiye karşı daha uzun koruma sağladığı gösterilmiştir (29,30). DS yöntemini daha uygun hale getirmek için soluk alma süresini uzatmaya ve yüksek taze gaz akışı ( $>10$  l/dk) kullanmaya odaklanan çalışmalar yapılmıştır. Böylece 4 DS / 30 sn tekniğine göre daha iyi etkinlik ve verimlilik elde edilebilmiştir (21,31). 1 dk'da 8 derin solunum yöntemi (8 DS / 60 sn) hızlı bir preoksijenasyon sağlayabilir ancak hasta uyumu ve yüksek taze gaz akışı gerektirir. Acil durumlar için uygulanabilir.

NIPBV tekniklerinin preoksijenasyon için kullanılmasına dair çalışmalar 2000'li yılların başında başlamıştır (32). FRK'de azalma, sağdan sola şant artışı, atelettazi riskinde artış riski olan obez, ciddi hastalığa sahip hastalarda preoksijenasyonun etkinliği azalmış olabilir. Çalışmalarda NIPBV ve/veya PEEP kullanılarak uygulanan tekniklerin hipoksiye yatkın bu hasta grubunda daha hızlı denitrojenasyon sağladığı ve güvenli apne süresini uzattığı gösterilmiştir (33–35).

Solunum yetmezliğinin tedavisinde kullanılan yüksek akışlı kanül (*HFNC: High flow nasal cannula*) son yıllarda preoksijenasyon amacıyla da önerilmektedir. Burundan nemlendirilmiş, 70 l/dk'ya kadar yüksek akışlarda oksijen verilmesini sağlar. Ek olarak apne başladıktan sonra da oksijen uygulama fırsatı sunar (36). Özellikle yoğun bakımda halihazırda HFNC tedavisi almakta olan hastalar için preoksijenasyon amacıyla da kullanmak mantıklı olabilir.

## **Apneik Oksijenasyon**

Apne sırasında uygulanan oksijen insüflasyonunu ifade eder. Fizyolojik temelini apne sırasında alveoler oksijenin akciğerden uzaklaştırılma hızı ile karbondioksitin akciğerlere geçiş hızı arasındaki fark oluşturur. Apne sırasında alveollerden kana oksijen geçişi 250 ml/dk iken, kandan alveollere karbondioksit iletimi sadece 8 – 20 ml/dk'dır. Bunun sonucunda akciğer hacmi başlangıçta azalır ve üst hava yolu ile akciğerler arasında bir basınç farkı oluşur. Bu alveollerdeki negatif basınç üst hava yollarından akciğerlere kütleli gaz geçişine olanak tanır (37,38).

Apneik oksijenasyon için farklı yöntemler kullanılsa da hepsinin ortak yönü üst havayoluna oksijen insüflasyonudur. Oksijen kaynağı havayolunun en distalinden (burun) en proksimaline kadar (trakea ve bronşlar) yerleştirilebilir. Basit nazal kanül, HFNC, nazal kateterle nazofarenkse, bukkal tüp ile orofarinkse ve bir kateter yoluyla trakea veya bronşlara oksijen insüflasyonu gibi yöntemler kullanılabilir (39).

## **Riskli Hasta Grubunda Preoksijenasyon**

### ***Hamile Hastalar***

Gebelikte fizyolojik olarak meydana gelen oksijen tüketiminde artış ve FRK'deki azalma daha hızlı desatürasyon gelişmesine neden olmaktadır. Bu nedenle preoksijenasyon bu hasta grubunda elzemdir. Bir çalışmada 3 dakikalık preoksijenasyondan sonra, supin pozisyonda SpO<sub>2</sub>'nin %95 seviyesine düşene kadar geçen süre gebe grupta ortalama 173 sn, gebe olmayan grupta 243 sn olarak bulunmuştur (40).

Gebelikte dakika alveolar ventilasyonun artışı, azalan FRK'nin daha hızlı oksijen ile yıkanmasını sağlayarak preoksijenasyonu hızlandırır. İki dk THS'nun gebelerde yeterli olduğu gösterilmiştir (30). Ayrıca dakika ventilasyonunun artması preoksijenasyon sırasında yüksek taze gaz akışlarının kullanılmasını gerektirir (41). 4 DS / 30 sn tekniği de gebelerde yetersiz preoksijenasyon sağlar; acil durumlar dışında kullanılması önerilmez (42).

HFNC kullanımının gebelerde etkinliğinin düşük olduğu birçok çalışma ile gösterilmiştir. 73 term gebeyi içeren bir çalışmada 3 dk HFNC ile preoksijenasyonun ardından sadece hastaların %60'ı EtO<sub>2</sub> >%90 hedefine ulaşabilmiştir (43).

### ***Pediyatrik Hastalar***

Çocuklar boyutlarına oranla daha düşük bir FRK'ye ve daha yüksek metabolik hıza ve oksijen tüketimine sahip oldukları için çok daha hızlı desatüre olurlar ve çocuk ne kadar küçükse desatürasyon o kadar hızlı başlar (44,45). Preoksijenasyonun faydası da büyük çocuklarda daha belirgindir. Preoksijenasyon 8 yaşındaki bir çocukta güvenli apne süresini havayolu açıklığı sağlandığında 0,5-1 dk'dan 5 dk veya daha fazla uzatabilir (46).

Çocuklarda etkin preoksijenasyon daha hızlı elde edilir. Hemen hemen tüm çocuklar THS ile 60 – 100 sn içinde  $EtO_2 \geq \%90$  hedefine ulaşır. Çocuk büyüdükçe bu süre de uzar (47). 1, 2, 3 dk % 100  $O_2$  ve THS ile preoksijenize edilen 3 çocuk grubunun karşılaştırılmasında  $SpO_2$ 'nin %100 den %98, %95, %90'a düşmesi için gereken süre 1 dk preoksijenasyon uygulanan grupta en kısa olmuş, 2 ve 3 dakika preoksijenasyon uygulananlar arasında ise fark bulunmamıştır. Bu bulgulara göre, çocuklarda THS ile 2 dk preoksijenasyon maksimum fayda sağlıyor ve en az 2 dk güvenli apneye izin veriyor gibi görünmektedir (48).

### ***Geriyatrik Hastalar***

Yaşlanma ile akciğerin elastik kuvvetleri ve göğüs duvarının kompliyansı azalır, solunum kasları zayıflar, parankimal değişiklikler meydana gelir. Total akciğer kapasitesi çok değişmese de kapanma hacmi artar; dolayısıyla normal tidal hacim solunumu sırasında kapanmaya daha meyillidir. Bu değişiklikler yaşlılarda ventilasyon/perfüzyon uyumsuzluğu, azalmış pulmoner rezerv ve azalmış oksijen alımı ile sonuçlanır (49). Bu değişikliklerin sonucu olarak THS ile preoksijenasyon uygulanırken  $EtO_2$  artışı genç bireylere göre daha yavaş olmaktadır. Etkin preoksijenasyon için 3 dk'dan daha fazla süreye ihtiyaç vardır (50).

### ***Obez Hastalar***

Obezite, FRK'de azalma ve yüksek oksijen tüketimi ile ilişkilidir; apne sırasında  $SpO_2$ 'de daha hızlı düşüş sergiler. Azalan FRK'nin oksijen ile daha hızlı yıkanmasına olanak tanıdığı için en yüksek  $EtO_2$  değerine ulaşma süresi ağırlıkla ters orantılıdır (51). Supin pozisyon, karın içeriği tarafından diyaframın sefale doğru itilmesiyle FRK'yi daha da azaltır. Ciddi obez hastalarda 25 derece baş-yukarı pozisyonunun desatürasyon süresini 50 sn uzattığı gösterilmiştir (52).

Genel anestezi obez olmayan bireylerde bile pulmoner atelektaziye ve intapulmoner şanta neden olur. Bu etki obez hastalarda ise çok daha belirgindir (53). Preoksijenasyon için sürekli pozitif havayolu basıncı (*CPAP: Continuous Positive Airway Pressure*) ve PEEP uygulaması atelektaziye azaltarak güvenli apne süresini artıran ve önerilen tekniklerdir (54). HFNC de morbid obezlerde etkili bulunmuş bir preoksijenasyon yöntemidir (55). Ancak yapılan bir çalışmada noninvaziv yöntem daha üstün bulunmuştur (56).

### ***Kritik Hastalığı Olan Hastalar***

Kritik hastalığı olan hastalar entübasyon sırasında sıklıkla desatürasyon riski altındadır. Bu hastaların çoğu alveoler – arteriyel fark ile temsil edilen pulmoner hasara sahiptir. Akciğerlerde depolanan oksijen kana daha zor geçtiği için, akciğerler depo olarak daha az kullanışlıdır. Bu hastalarda preoksijenasyon için sadece denitrojenasyon yeterli bir gösterge değildir. Alveoler – arteriyel fark arttıkça, akciğerde depolanan oksijen hemoglobini doyurmada yetersiz kalabilir. Denitrojenasyondan ziyade arteriyel oksijen içeriğinin iyileştirilmesi hedeflenmelidir. Mosier ve ark.'nın önerilerine göre preoksijenasyon maksimum ekshalasyon ile başlamalı ve sonrasında sıkı oturan bir maske ile en az 3 dk yüksek akışlı oksijen uygulamalıdır. Eğer maske altından kaçak varsa nazal kanül kullanılabilir (57). Ancak bu hastalarda standart preoksijenasyon daha az etkilidir. NIPBV (58) ve HFNC teknikleri kullanılarak preoksijenasyonun etkinliği ve verimliliği artırılabilir (59,60).

2018 yılında DAS tarafından kritik hastaların entübasyonuna ilişkin kılavuz yayımlanmıştır. EtO<sub>2</sub>'in  $\geq$  %85 hedeflenmesi, havayolu yönetimi boyunca nazal oksijen uygulaması, preoksijenasyon için CPAP kullanılması, hasta halihazırda HFNC kullanıyor ise standart nazal kanül veya non invaziv ventilasyon yerine seçilebileceği tavsiyelerini içermektedir (61).

### **Preoksijenasyonun Yan Etkileri**

#### ***Reaktif Oksijen Türlerinin Üretimi***

Peroperatif yüksek FiO<sub>2</sub> kullanılması reaktif oksijen türlerinin üretilmesine neden olabilir (62). İnsanlarda toksisite belirtileri 12 saatin üzerinde yüksek konsantrasyonda oksijen solunmasından sonra başlar. Preoksijenasyonda ise kısa

sürekli bir yüksek konsantrasyonda oksijen maruziyeti vardır. Bu sürenin reaktif oksijen türlerinden kaynaklanan hücresel hasara neden olmayacağı düşünülmektedir (63).

### ***Özofagus Entübasyonunun Gecikmiş Tanısı***

Entübasyonun doğrulanması için nabız oksimetresi kullanılan ve özofagus entübasyonunun gecikmiş tanısını preoksijenasyona bağlayan vakalar bildirilmiştir (64). Ancak nabız oksimetresinin entübasyonun doğrulanmasında direkt bir parametre olarak kullanılamayacağı, yanlış entübasyon varlığında hipoksi derinleşene kadar SpO<sub>2</sub>'nin düşmeyebileceği unutulmamalıdır. Nadiren yanlış negatif ve pozitif sonuçlara rağmen kapnograf ile EtCO<sub>2</sub> tespiti entübasyonun doğrulanması için en doğru yöntemdir.

### ***Kardiyovasküler Yanıtlar***

Sağlıklı erkekler üzerinde yapılan çalışmalar %100 oksijen solumanın kalp hızında ve kalp debisinde azalmaya ve kan basıncında artışa neden olduğunu göstermiştir (65). Hiperoksi myokardiyal oksijen tüketimini azaltırken koroner vazokonstriksiyona bağlı koroner kan akımında belirgin azalmaya neden olur (66).

### ***Atelektazi***

Anestezi sırasında birbiriyle ilişkili 3 mekanizma atelektazi oluşmasına neden olabilir. Anestezi indüksiyonu sonrası azalan FRK, ekspirasyon sonu akciğer hacminin kapanma kapasitesinin altına düşmesine neden olarak havayolunun kapanmasına ve akciğerin kollabe olmasına neden olabilir. İkincisi; Diafram ve göğüs duvarı pozisyonundaki değişiklikler, intraabdominal basıncın göğüs boşluğunu sıkıştırmasına izin vererek hava yolunun kapanmasına neden olabilir. Bu, kompresyon atelektazisidir. Absorbsiyon atelektazisi ise hava yolu kapanması veya daralması varlığında alveollerdeki gazın kana difüze olmasıyla meydana gelir. Alveollerdeki gazın absorbe olması tek başına atelektazi sebebi değildir. Yukarıdaki iki mekanizmadan herhangi biri meydana geldiğinde kollapsı hızlandırır. Oksijen azota göre kana daha hızlı difüze olur. Yüksek oranda oksijen solunması, oda havasına göre kana daha fazla gaz geçişine neden olarak absorbsiyon atelektazisinin oluşmasına katkı sağlar (67).

Anestezi indüksiyonu sırasında PEEP ve NIPBV tekniklerinin kullanımı atelektazi oluşumunu azaltabilir. (68). FiO<sub>2</sub>'yi azaltmak da atelektazi riskini

azaltabilir. Bununla birlikte azalan FiO<sub>2</sub>'nin güvenli apne süresini de azaltabileceği unutulmamalıdır (69).

### ***Mide Distansiyonu***

Preoksijenasyon esnasında özellikle pozitif basınç uygulanarak yapılan teknikler ile mideye gaz geçişi olabilmektedir (70).

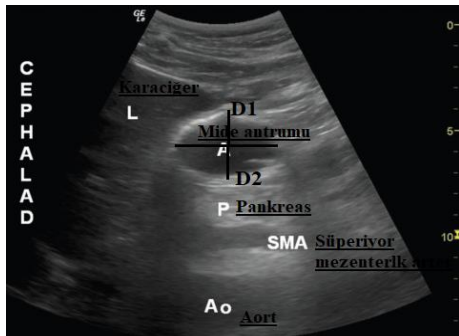
Ameliyat öncesi mide doluluğunun ultrasonografi ile değerlendirilmesi özellikli hasta grupları için önerilen bir uygulamadır. Mide antrum alanı ölçülerek niceliksel ve mide içeriğinin görünümüne göre niteliksel değerlendirme yapılabilmektedir. Mide ultrasonografisi mideye gaz geçişini değerlendirmek için de çalışmalarda kullanılmıştır (71).

Mide ultrasonu supin, sağ lateral ve yarı yatar pozisyonda yapılabilmektedir.

Sağ lateral pozisyon mide içeriğinin değerlendirilmesinde daha değerlidir. Yetişkin hastalarda ultrasonun konveks probu kullanılır. Mide antrumunu görüntülemek için prob epigastrik alanda, ksifoid çıkıntının altına cilde dik, sagittal olarak yerleştirilir. Probun gösterge çentiği baş tarafına bakmalıdır. Daha sonra prob soldan sağa veya sağdan sola kaydırılarak antrum karaciğerin önünde, aort seviyesinde kısa eksende görüntülenmeye çalışılır. Karaciğer, aort, süperiyor mezenterik arter ve pankreas işaret noktaları olarak kullanılarak ve proba eğim verilerek şekil 2'deki gibi optimum şekilde mide görüntülenmeye çalışılır.

Antral alan, serozadan serozaya kraniyokaudal çap (D1) ve anteroposterior çap (D2) ölçülerek şu formülle hesaplanır:

Antral Alan = [anteroposterior çap] × [kraniyokaudal antral çap] × π/4 (72,73).



**Şekil 2:** Mide antrumunun ultrasonografik görünümü (74).

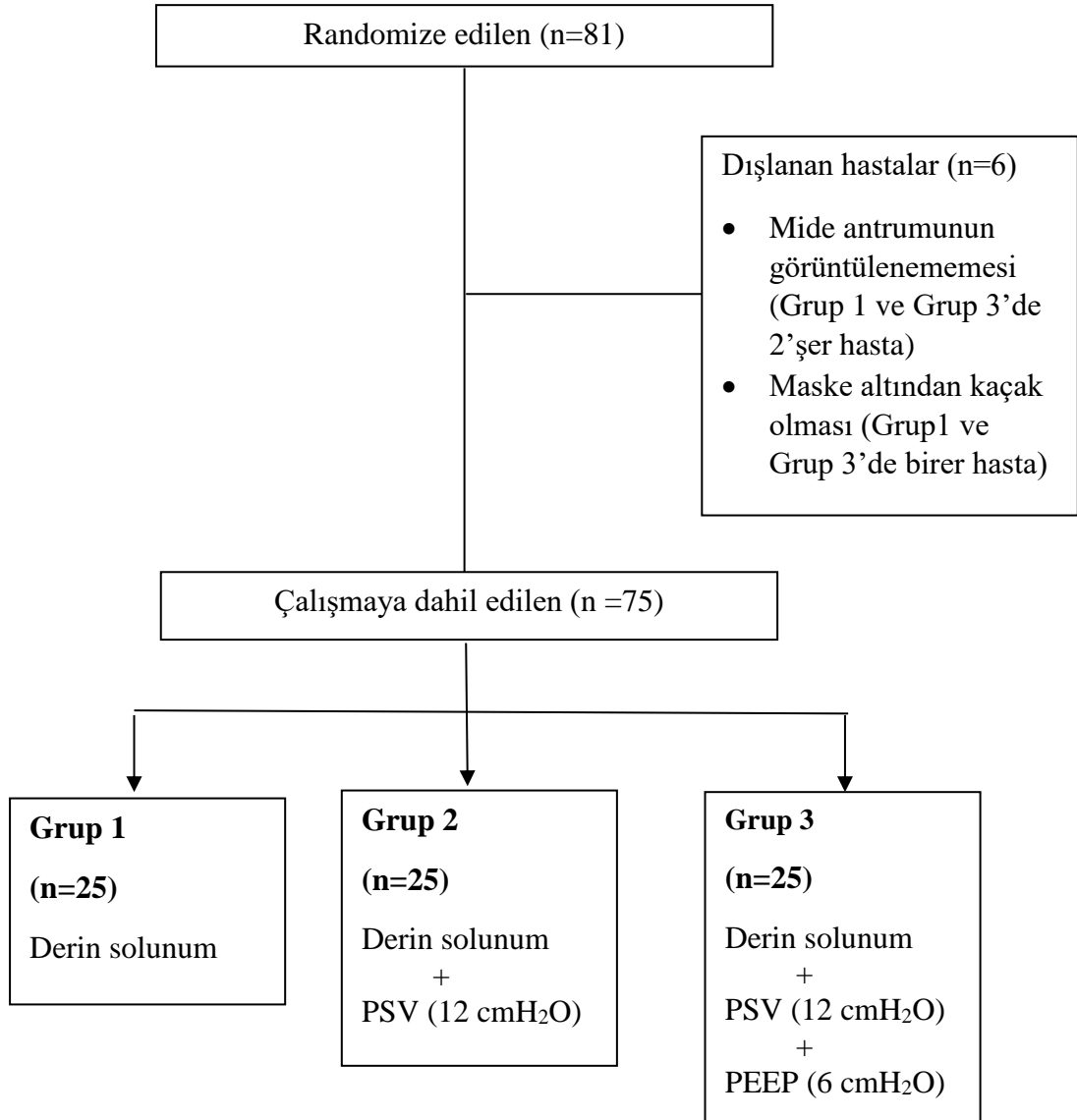
Gastrik insüflasyon ultrason ile niteliksel olarak da değerlendirilebilir. Midedeki gaz akustik gölgeler oluşturabilir. Bu görünüm ‘kuyruklu yıldız (comet tail)’ olarak adlandırılır.



**Şekil 3:** Kuyruklu yıldız (comet tail) görünümü (75).

## GEREÇ VE YÖNTEM

Bu çalışma: Pamukkale Üniversitesi Girişimsel Olmayan Klinik Araştırmalar Etik Kurulu'nun 30.11.2021 tarihli ve 21. kurul toplantısının 60116787-020-137047 sayılı onayı ile Pamukkale Üniversitesi Hastanesi ameliyathanelerinde elektif ameliyatlar için genel anestezi planlanan 18-65 yaşları arasında, VKİ  $\geq 30$  kg/m<sup>2</sup> olan, ASA 2-3 fiziksel durumundaki 75 hasta üzerinde gerçekleştirildi. Tüm hastalar ameliyat öncesinde bilgilendirildi, yazılı onamları alındı.



Şekil 4: Çalışmanın akış şeması



Hemodinamik olarak stabil olmayan, kooperasyonu zor, preoperatif dönemde oksijen desteği gereken, kafa veya göz içi basınç artışı gibi pozitif basınçlı ventilasyonun dolaylı olarak zararlı olabileceği durumlara sahip, gebe, acil cerrahi geçirecek, sakallı, daha önce mide ile ilgili operasyon geçirmiş ve mide antrumunun ultrasonografi ile gösterilemediği hastalar çalışmaya dahil edilmedi. Grup 1 ve Grup 3’de ikişer hasta mide antrumu görüntülenemediği için; Grup 1 ve Grup 3’de birer hasta preoksijenasyon sırasında maske altından kaçak olduğu için çalışmaya dahil edilmedi

Hastalar premedikasyon uygulanmaksızın ameliyat salonuna alındı. Demografik verileri kaydedildikten sonra 20-25 derece baş-yukarı pozisyon verilerek yatırıldı. Monitörize edilerek noninvaziv sistolik kan basıncı (SKB) ve diyastolik kan basıncı (DKB), kalp atım hızı (KAH) ve periferik oksijen saturasyonu (SpO<sub>2</sub>) değerleri kaydedildi.

Anestezi makinesi kaçak kontrolü yapıldıktan sonra, hastanın yaş ve vücut ağırlığına göre ayarlandı. Gaz analiz hattının bir tarafı halka sisteminin ucundaki y parçası ile maske arasına yerleştirilen filtre arasına, bir tarafı da anestezi cihazının kalibre edilmiş gaz modülüne bağlandı. Böylece hastanın inhale ve ekshale ettiği havadaki oksijen ve karbondioksit yüzdelерinin ölçülebilmesi sağlandı. Tüm gruplarda 3 l’lik balon kullanıldı. Sistem içindeki kontamine gazın temizlenmesi için oksijen baypas valfi (flush) aktive edilerek devre 30 saniye yıkandı.

Hastaların yüz yapısına uygun boyuttaki, burun ve ağız çevreleyen maskeler, hava sızıntısını ve oda havasının içeri sürüklenmesini önlemek için hastanın yüzüne sıkıca oturtuldu. Ayarlanabilir basınç sınırlama valfi tamamen açıldı; 12 l/dk %100 oksijen akışı başlatıldı. Hastalardan sakin ve yavaş bir biçimde alabilecekleri kadar derin soluk alıp vermeleri istendi. EtO<sub>2</sub> ve EtCO<sub>2</sub> değerleri başlangıçta ve gözlem süresi boyunca 30 saniye aralıklarla kaydedildi. EtO<sub>2</sub> değeri %90 seviyesine ulaştığında çalışma sonlandırıldı.

Birinci gruptaki hastalara (Grup 1); anestezi cihazı balon – ventilatör seçme anahtarı balon – maske tarafındayken, 12 l/dk %100 oksijen akışı sağlanarak EtO<sub>2</sub> %90’a ulaşana kadar derin solunum preoksijenasyonu uygulandı.

İkinci gruptaki hastalara (Grup 2); anestezi makinesi mandalı mekanik ventilatör yönüne çevrildikten sonra spontan solunumu koruyucu basınç destekli ventilasyon

(PSV-Pro: Pressure Supported Ventilation-Protect) modunda 12 cmH<sub>2</sub>O basınç desteği ve 12 l/dk %100 oksijen akışı ayarlanarak EtO<sub>2</sub> %90'a ulaşana kadar derin solunum yöntemi uygulandı.

Üçüncü gruptaki hastalara (Grup 3) ise Grup 2'ye uygulanan yönteme ek olarak 6 cmH<sub>2</sub>O soluk sonu pozitif basınç eklenerek EtO<sub>2</sub> %90'a ulaşana kadar derin solunum yöntemi uygulandı.

EtO<sub>2</sub> %90'a ulaşıncaya preoksijenasyon sonlandırıldı ve tekrar SKB, DKB, KAH ve SpO<sub>2</sub> değerleri ölçülerek kaydedildi.

Ayrıca preoksijenasyon sırasında gelişebilecek olası mide distansiyonunu değerlendirmek için hastalara mide ultrasonu yapıldı. LOGIQ-e Quick Card ultrasonunun düşük frekanslı (2-5 MHz) konveks probu kullanıldı. Preoksijenasyon öncesinde ultrason probu epigastriyuma sagittal planda yerleştirildi. Karaciğerin sol lobu ve aort referans noktası kabul edildi ve proba eğim verilerek mide antrumu görüntüledi. Görüntüyü standardize etmek için preoksijenasyon boyunca probun yeri değiştirilmedi. Preoksijenasyondan hemen önce (yüz maskesi daha hastaya oturtulmadan önce) ve EtO<sub>2</sub> %90'a ulaşır ulaşmaz peristaltik kontraksiyonlar arasında görüntü dondurularak antrumun longitudinal (D1) ve antero-posterior (D2) çapları ölçülerek aşağıdaki formülle antral alan hesaplandı:

$$\text{Antral Alan} = [\text{anteroposterior çap}] \times [\text{kranioyokaudal antral çap}] \times \pi/4 \quad (74).$$

Gastrik distansiyonu değerlendirmek için epigastrium gözlemlendi ve 0 ile 3 arasında (0: yok, 1: hafif, 3: belirgin) ölçeklendirildi. Rahatsızlık hissi, semptomatik reflü ya da geçirme olup olmadığı not edildi.

### **Verilerin İstatistiksel Analizi**

Benzer bir çalışmadan (70) elde edilen bilgiler doğrultusunda yapılan güç analizinde, ETO<sub>2</sub>'in %90'a ulaşma zamanı temel alındığında, etki büyüklüğünün kuvvetli düzeyde olduğu (d=0,83) görüldü. Daha düşük düzeyde bir etki büyüklüğü de elde edilebileceği (f=0.4) düşünülerek ve çalışmada 3 grup olacağı tanımlanarak yapılan güç analizi sonucunda; çalışmaya en az 66 kişi (her grup için en az 22 kişi) alındığında %95 güven düzeyinde %80 güç elde edilebileceği hesaplandı. Hasta kaybı oluşabileceği göz önüne alınarak her gruba 25 kişi alınması planlandı.

Veriler SPSS (Statistical Package for the Social Sciences: Sosyal Bilimler için İstatistik Programı) 21.0 paket programı kullanılarak analiz edildi. Sürekli değişkenler ortalama  $\pm$  standart sapma ve kategorik değişkenler sayı ve yüzde olarak verildi. Sürekli değişkenlerin normal dağılıma uygunluğunu değerlendirmek için görsel (histogram ve olasılık grafikleri) ve analitik yöntemler (Kolmogorov-Smirnov ve Shapiro-Wilk testleri) kullanıldı. Araştırmada kategorik değişkenler arasında fark olup olmadığını göstermek için Ki Kare Testi kullanıldı. Bağımsız gruplarda sürekli değişkenlerin parametrik özellikler taşıyanlarının karşılaştırılmasında Student-t Testi veya One Way ANOVA, parametrik özellikler taşımayanların karşılaştırılmasında ise Mann Whitney U Testi veya Kruskal Wallis Varyans Analizi; bağımlı gruplarda sürekli değişkenlerin parametrik özellikler taşıyanlarının karşılaştırılmasında T Testi, parametrik özellikler taşımayanların karşılaştırılmasında ise Wilcoxon Testi kullanıldı. İstatistiksel anlamlılık düzeyi  $p < 0,05$  olarak kabul edildi.

## BULGULAR

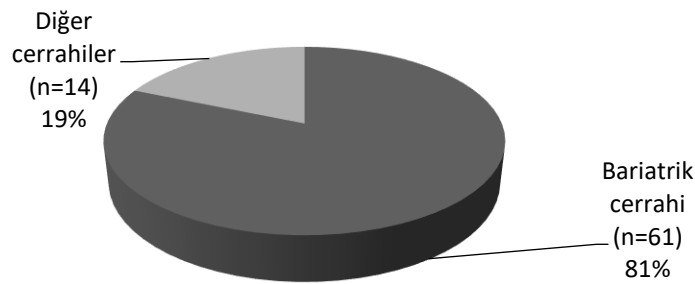
Çalışmamıza 60 (%80,0) kadın, 15 (%20,0) erkek olmak üzere toplamda 75 hasta dahil edildi. Çalışmada yer alan hastaların yaş ortalaması  $37,2\pm 10,6$  yıl iken; VKİ ortalaması  $41,1\pm 6,5$   $\text{kg/m}^2$  idi. Hastaların %50,7'sinin ASA 2, %49,3'ünün ASA 3 fiziksel durumunda olduğu tespit edildi (Tablo 3).

**Tablo 3.** Genel demografik veriler (Ort $\pm$ SS)

		n=75
Yaş (yıl)		37,2 $\pm$ 10,6
Vücut ağırlığı (kg)		111,6 $\pm$ 19,2
Boy (cm)		164,8 $\pm$ 8,6
VKİ (kg/m <sup>2</sup> )		41,1 $\pm$ 6,5
Cinsiyet n (%)	<i>K</i>	60 (80,0)
	<i>E</i>	15 (20,0)
ASA n (%)	2	38 (50,7)
	3	37 (49,3)

*VKİ: Vücut kitle indeksi*

Çalışmaya dahil edilen hastaların %81'i obezite cerrahisi için ameliyata alınan hastaları içeriyordu (Şekil 5).



**Şekil 5.** Cerrahi tipi (%)

Üç eşit gruba ayrılan hastaların yaş ortalaması Grup 1’de 38,3±10,0 yıl, Grup 2’de 35,4±10,4 yıl ve Grup 3’de 38,0±11,7 yıl iken; vücut ağırlıkları Grup1’de 108,8±20,7 kg, Grup 2’de 110,6±17,2 kg ve Grup3’de 115,2±19,9kg; VKİ değerleri Grup 1’de 40,9±7,4 kg/m<sup>2</sup>, Grup 2’de 41,8±6,7 kg/m<sup>2</sup> ve Grup 3’de 40,5±5,5 kg/m<sup>2</sup> olarak saptandı. Grup 1’deki hastaların %60’ı ASA 2, %40’ı ASA 3 iken, Grup 2’deki hastaların %40’ı ASA 2, %60’ı ASA 3 ve Grup 3’deki hastaların ise %52’si ASA 2, %48’i ASA 3 fiziksel durumunda idi. Grup 1’deki hastaların %88’i kadın, %12’si erkek, Grup 2’deki hastaların %84’ü kadın, %16’sı erkek, Grup 3’deki hastaların %68’i kadın, %32’si erkek olarak saptandı. Bu demografik veriler bakımından gruplar benzerdi (Tablo 4). Bariatrik cerrahi için operasyona alınan hastalar Grup1’de hastaların %72’sini, Grup 2’de %84’ünü, Grup 3’de 88’ini oluşturuyordu (Tablo 4).

Boy ortalaması Grup 1’de 163,0±5,7 cm, Grup 2’de 162,9±8,7 cm ve Grup 3’de 168,4±10,0 cm bulundu; Grup 3’deki değer hem Grup 1 hem de Grup 2’ye göre anlamlı düzeyde yüksekti (p=0,035) (Tablo 4).

**Tablo 4.** Gruplara ait demografik veriler (Ort±SS)

		<b>Grup 1</b>	<b>Grup 2</b>	<b>Grup 3</b>	<b>p</b>
		<b>(n=25)</b>	<b>(n=25)</b>	<b>(n=25)</b>	
<b>Yaş (yıl)</b>		38,3±10,0	35,4±10,4	38,0±11,7	0,578
<b>Vücut ağırlığı (kg)</b>		108,8±20,7	110,6±17,2	115,2±19,9	0,434
<b>Boy (cm)</b>		163,0±5,7	162,9±8,7	168,4±10,0*	0,035
<b>VKİ (kg/m<sup>2</sup>)</b>		40,9±7,4	41,8±6,7	40,5±5,5	0,638
<b>Cinsiyet n (%)</b>	<b>K</b>	22 (88,0)	21 (84,0)	17 (68,0)	0,174
	<b>E</b>	3 (12,0)	4 (16,0)	8 (32,0)	
<b>ASA n (%)</b>	<b>2</b>	15 (60,0)	10 (40,0)	13 (52,0)	0,363
	<b>3</b>	10 (40,0)	15 (60,0)	12 (48,0)	
<b>Cerrahi tipi n (%)</b>	<b>Bariatrik cerrahi</b>	18 (72)	21 (84,0)	22 (88,0)	0,319
	<b>Diğer</b>	7 (28,0)	4 (16,0)	3 (12,0)	

VKİ: vücut kitle indeksi

\*p=0,035: Grup 1 ve 2’ye göre

Preoksijenasyon işleminden önce ve sonraki SKB ve DKB ölçümleri bakımından hem grup içi hem de tüm gruplar arasındaki fark istatistiksel olarak anlamlı değildi. KAH preoksijenasyon öncesi üç grupta da benzer iken, preoksijenasyon sonrası Grup 3’de Grup 1’e göre anlamlı olarak daha yüksek bulundu ( $p=0,049$ ). Preoksijenasyon öncesi ve sonrası KAH farkı Grup 1 ve Grup 2’de anlamlı değilken, Grup 3’de preoksijenasyon sonrası daha yüksekti ( $p=0,039$ ). Preoksijenasyon öncesi SpO<sub>2</sub> Grup 2’de Grup 1’e göre anlamlı olarak düşük bulundu ( $p=0,032$ ). Preoksijenasyon sonrası SpO<sub>2</sub> açısından gruplar benzerdi. Tüm gruplarda preoksijenasyon sonrasında ölçülen SpO<sub>2</sub> preoksijenasyon öncesine göre anlamlı olarak yüksek bulundu ( $p<0,001$ ) (Tablo 5).

**Tablo 5.** Vital bulgular (Ort±SS)

		<b>Grup 1 (n=25)</b>	<b>Grup 2 (n=25)</b>	<b>Grup 3 (n=25)</b>	<b>p</b>
<b>SKB</b> (mmHg)	<b>İşlem öncesi</b>	136,7±18,5	137,8±18,1	144,8±18,7	0,249
	<b>İşlem sonrası</b>	134,9±19,7	138,9±20,5	144,4±17,1	0,127
<b>DKB</b> (mmHg)	<b>İşlem öncesi</b>	74,4±11,9	79,7±11,5	81,3±13,0	0,130
	<b>İşlem sonrası</b>	74,1±12,7	78,5±12,0	78,6±11,2	0,316
<b>KAH</b> (atım/dk)	<b>İşlem öncesi</b>	79,0±11,6	81,0±11,5	84,1±12,5	0,306
	<b>İşlem sonrası</b>	78,1±11,9	84,1±14,4	87,5±13,6 <sup>†</sup>	0,049
<b>SpO<sub>2</sub> (%)</b>	<b>İşlem öncesi</b>	97,5±1,3	96,3±1,8*	96,8±1,6	0,032
	<b>İşlem sonrası</b>	100,0±0,2 <sup>i</sup>	99,9±0,3 <sup>i</sup>	99,7±0,5 <sup>i</sup>	0,053

SKB: Sistolik kan basıncı, DKB: Diyastolik kan basıncı, KAH: Kalp atım hızı, SpO<sub>2</sub>: Periferik oksijen satürasyonu

\*  $p=0,032$ : Grup 1’e göre

<sup>†</sup> $p=0,049$ : Grup 1’e göre

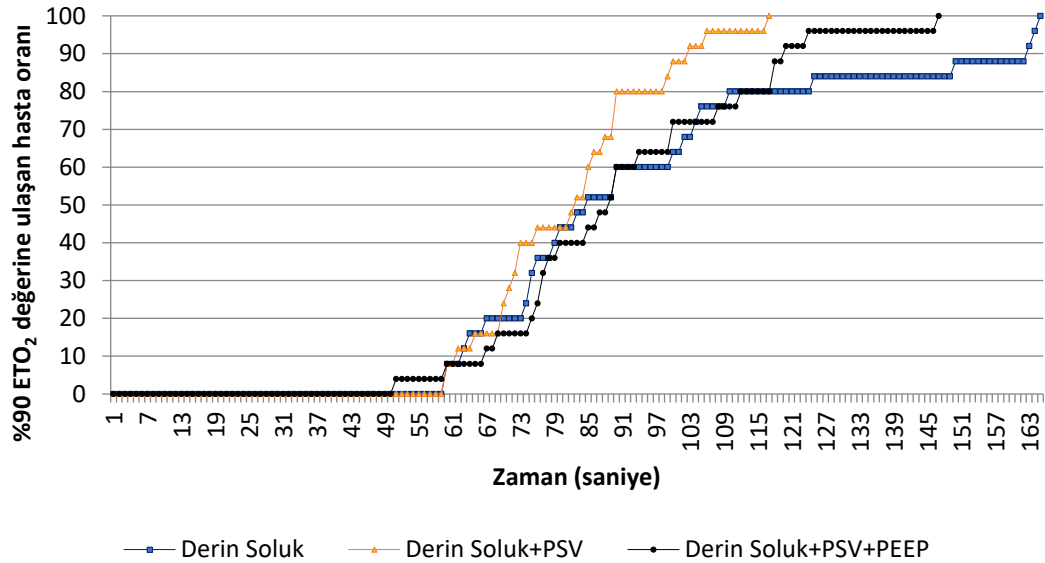
<sup>i</sup> $p<0,001$ : Grup 1,2 ve 3 işlem öncesine göre

<sup>v</sup> $p=0,039$ : İşlem öncesine göre

EtO<sub>2</sub>'in %90 değerine ulaşma süresi Grup 1'de 96,4±33,1 sn, Grup 2'de 82,2±15,1 sn ve Grup 3'de 91,7±22,6 sn olarak bulunmuş olup, gruplar arası fark anlamlı değildi. Grup 1 ve Grup 2'de EtO<sub>2</sub> %90 değerine en kısa ulaşma süresi 60 sn iken, Grup 3'de 51 sn idi. EtO<sub>2</sub> %90'a en geç ulaşma süresi ise Grup 1'de 165 sn, Grup 2'de 117 sn ve Grup 3'de 147 sn idi (Şekil 6) (Tablo 6).

**Tablo 6.** EtO<sub>2</sub>'in %90'a ulaşma süresi (sn) (Ort±SS)

	Grup 1	Grup 2	Grup 3	p
Hasta sayısı	25	25	25	
EtO <sub>2</sub> 'in %90 ulaşma süresi (sn)	96,4±33,1	82,2±15,1	91,7±22,6	0,261
En kısa – en uzun (sn)	60,0-165,0	60,0-117,0	51,0-147,0	



**Şekil 6.** EtO<sub>2</sub>'in %90'a ulaşma süresi (sn)

İşlem öncesi EtCO<sub>2</sub> Grup 1'de Grup 3'e göre daha yüksekti (p=0,014). İşlem sonrasında ise EtCO<sub>2</sub> hem Grup 2 hem Grup 3'e göre Grup 1'de daha yüksek saptandı (p=0,012). Tüm gruplarda işlem sonrasındaki EtCO<sub>2</sub> işlem öncesine göre istatistiksel olarak anlamlı derecede daha düşük bulundu (p<0,001). EtCO<sub>2</sub>'deki azalma bakımından ise gruplar arasında önemli bir fark yoktu (Tablo 7).

**Tablo 7.** EtCO<sub>2</sub> (mmHg) (Ort±SS)

	Grup 1	p <sub>1</sub>	Grup 2	p <sub>1</sub>	Grup 3	p <sub>1</sub>	p <sub>2</sub>
<b>EtCO<sub>2</sub> (mmHg)</b>							
<b>İşlem öncesi</b>	34,2±4,3*	<0,001	32,5±3,5	<0,001	31,0±3,3	<0,001	0,014
<b>İşlem sonrası</b>	31,8±4,4†		29,1±3,5		28,8±3,6		0,012
<b>Fark</b>	(-2,4)±2,3		(-3,4)±2,6		(-2,3)±2,3		0,203

p<sub>1</sub>: grup içi p<sub>2</sub>: gruplar arası

\*p=0,014: Grup 3'e göre

†p=0,012: Grup 2 ve 3'e göre

Ultrasonografi ile ölçülen mide antrum alanı preoksijenasyon işlemi öncesinde Grup 1'de 5,0±1,8 cm<sup>2</sup>, Grup 2'de 4,4±1,3 cm<sup>2</sup> ve Grup 3'de 4,4±1,6 cm<sup>2</sup> iken, işlem sonrasında Grup 1'de 5,6±1,8 cm<sup>2</sup>, Grup 2'de 5,6±1,7 cm<sup>2</sup> ve Grup 3'de 5,8±2,8 cm<sup>2</sup> bulunmuş olup, gruplar arasındaki fark anlamlı değildi. Bütün gruplarda preoksijenasyon sonrası mide antrum alanı öncesine göre artmıştı (p<0,01). Mide antrum alanındaki artış Grup 3'de Grup 1'e göre daha yüksek bulundu (p=0,038) (Tablo 8).

**Tablo 8.** Mide antrum alanı (cm<sup>2</sup>) (Ort ± SS)

	Grup 1	p <sub>1</sub>	Grup 2	p <sub>1</sub>	Grup 3	p <sub>1</sub>	p <sub>2</sub>
<b>Antral alan (cm<sup>2</sup>)</b>							
<b>İşlem öncesi</b>	5,0±1,8	0,001	4,4±1,3	0,000	4,4±1,6	0,000	0,342
<b>İşlem sonrası</b>	5,6±1,8		5,6±1,7		5,8±2,8		0,942
<b>Fark</b>	0,6±0,8		1,2±0,9		1,5±1,7*		0,038
<b>Fark (%)</b>	17,2±27,4		29,0±20,0		34,0±35,5		

p<sub>1</sub>: grup içi p<sub>2</sub>: gruplar arası

\*p=0,038: Grup 1'e göre

İstenmeyen etkiler nadir olduğu için istatistiksel olarak değerlendirilmedi, sayı ve yüzde olarak belirtildi. Çalışmamızda Grup 2 ve Grup 3'de birer hastada hafif epigastrik distansiyon gözlemlendi. Hiçbir hastada semptomatik reflü ve geğirme gözlemlenmedi (Tablo 9).



**Tablo 9.** İstenmeyen etkiler (n) (%)

	<b>Grup 1</b>	<b>Grup 2</b>	<b>Grup 3</b>
<b>Rahatsızlık hissi</b>	-	-	-
<b>Epigastrik şişkinlik</b>	-	1 (%4)	1 (%4)
<b>Semptomatik reflü</b>	-	-	-
<b>Geğirme</b>	-	-	-

## TARTIŞMA

Sağlıklı olarak kabul edilen, belirli bir boy için olması gerekenden fazla ağırlığa sahip olmak olarak tanımlanan obezite, dünya çapında sağlık tehlikesi haline gelmiştir. Küresel Hastalık Yüğü (*GBD: The Global Burden of Disease*) verilerine göre 2017’de, 1980’den beri obezite prevalansı 70’ten fazla ülkede ikiye katlanmış ve birçok ülkede sürekli olarak artmıştır (76). Dünya Sağlık Örgütü’nün (DSÖ) 2022’de yayınlanan Avrupa verilerine göre ise Türkiye obezitede ilk sırada yer almaktadır, ayrıca obezitenin salgın boyutuna ulaştığı belirtilmektedir (77). Birçok çalışmada belirtildiği gibi obezite prevalansı, başta gelişmiş ülkeler olmak üzere, tüm dünyada artmaya devam edecek gibi görünmekte; dolayısıyla giderek daha fazla obez hasta ameliyat için başvurmaktadır. Özellikle son 20 yılda laparoskopi tekniklerinin de gelişmesiyle beraber obezite cerrahisi yaygınlaşmıştır. Bu nedenle anesteziistlerin obezitenin neden olduğu değişiklikleri iyi bilmeleri, bu hasta grubuna anestezi uygularken gelişebilecek komplikasyonların farkında olmaları ve doğru şekilde yönetmeleri oldukça önemlidir.

Havayolu yönetimi anesteziistlerin en öncelikli uygulamalarından biridir. Havayolu yönetimi komplikasyonları hasta açısından ciddi morbidite ve mortalite sebebidir. Bu sırada apne gelişmesi ölüme kadar gidebilen aritmi, hemodinamik bozulma, hipoksik beyin hasarı gibi sonuçlar doğurabilir (78). Anesteziye bağlı malpraktis davalarının da önemli bir kısmını oluşturur. 2007 ve 2016 yılları arasında, Kanada Tibbi Koruma Derneği tarafından, uzman anesteziistlerin yer aldığı havayolu yönetimine dair kapanmış hukuk davaları incelenmiş; 406 kapanmış davanın 46’sının (%11) havayolu ile ilgili olduğu belirlenmiştir (79). Preoksijenasyon, havayolu yönetimi sırasında oluşabilecek apne dönemlerinde desatürasyon oluşmasını geciktiren bir güvenlik önleimidir. Aslında denitrojenasyonu ifade eder. Tarihte İlk olarak 1955’te Hamilton ve Eastwood, 5 l/dk oksijen taze gaz akışı ile dairesel bir anestezi sisteminde, normal tidal hacimlerde nefes alan bir bireyde denitrojenasyonun 2-3 dk içinde %95 oranında tamamlandığını göstermiştir (80). Amerikan Anesteziyologlar Derneği’nin (*ASA: American Society of Anesthesiologists*) zor havayolu yönetimi uygulama kılavuzlarının ilk versiyonunda preoksijenasyon yer almazken, güncellenen 2003 raporunda “zor hava yolunun yönetimine başlanmadan önce yüz maskesi preoksijenasyonu” konusu eklenmiştir (81). 2015 yılında Zor

Havayolu Derneği (*DAS: Difficult Airway Society*) tarafından beklenmeyen zor entübasyonun yönetimi için geliştirilen kılavuzlarda ise genel anestezi indüksiyonundan önce tüm hastalara preoksijenasyon uygulanması önerilmiştir (82). Günümüzde preoksijenasyon, anestezisti ve hastayı koruyan, anestezi indüksiyonunun ayrılmaz bir parçası olarak kabul edilmektedir.

Obez bireylerde hem fizyolojik hem de yapısal farklılıklar nedeniyle havayolu komplikasyonları artmaktadır. Obezitenin zor entübasyon riskini artırdığına dair çelişkili çalışmalar olsa da zor maske ventilasyonu için risk faktörü olarak kabul edilmektedir (83). Ayrıca normal popülasyona göre daha hızlı desatüre olan bu kritik hasta grubunda preoksijenasyon vazgeçilemeyecek bir güvenlik önlemidir.

2022 yılında yapılan bir meta-analizde de gösterildiği gibi baş-yukarı pozisyon hem obez hem de obez olmayan popülasyonda güvenli apne süresini artırır (84). Biz de çalışmamızda preoksijenasyona başlamadan önce bütün hastalara 20-25 derece baş yukarı olacak şekilde pozisyon verdik.

Atmosferik basıncın yüzdesi olarak ifade edilen EtO<sub>2</sub> FRK'nin oksijen oranını gösterir ve preoksijenasyonun yeterliliğinin göstergesidir (1). Biz de çalışmamızda preoksijenasyon etkinliğini göstermek için EtO<sub>2</sub> monitorizasyonu kullandık. Eşik değer olarak EtO<sub>2</sub>'i %90 ve üzerine çıkarmayı hedefledik. Çalışmamızda bütün hastalar üç dakika içerisinde EtO<sub>2</sub> ≥%90 hedefine ulaştı. Preoksijenasyon için standart yöntem olan 3-5 dakikalık THS tekniğine ek olarak zaman içerisinde 2 dakikaya kadar uzatılabilen DS ve NIPBV, HFNC gibi yöntemler geliştirilmiştir (bkz. Preoksijenasyon teknikleri). Rapaport ve ark.'nın 20 obez hasta üzerinde yaptıkları çalışmada 3 dk'lık THS ile 1 dk / 8 DS tekniklerinin EtO<sub>2</sub>'i yükseltmede eşit derecede etkili oldukları (sırasıyla %88±5, %84±4) ve SpO<sub>2</sub>'nin %95'e düşmesi için gereken süre açısından fark bulunmadığı saptanmıştır (85). 1 dk / 8 DS tekniği hızlı preoksijenasyon istenilen durumlarda kullanılabilir. Obez bireylerde FRK'deki azalma nedeniyle preoksijenasyondan görülen fayda azalmıştır. Preoksijenasyon sırasında NIPBV ve PEEP tekniklerinin FRK'yi artırıp, atelektaziyi azalttığı gösterilmiştir (86,87). Özellikle obez hasta popülasyonunda NIPBV tekniklerinin kullanılmasının güvenli apne süresini artırabileceği ileri sürülmektedir (88). Ancak literatür taraması yaptığımızda derin solunum ve NIPBV yöntemlerini karşılaştıran ya da birleştiren bir çalışmaya rastlanamamıştır. Biz çalışmamızda obez hastalarda derin solunum ve derin

solunuma PSV ve PSV + PEEP eklenmesini karşılaştırmayı amaçladık. Yukarıda bahsedilen Rapaport ve ark.'nın çalışmasında (84) derin solunum yöntemi kullanılırken derin ekspirasyondan sonra 1 dk'da 8 vital kapasite solunumu uygulanmıştır. Ancak bu hem hastaları yorabileceği hem de yüksek kooperasyon gerektirdiğinden uygulaması daha zor olabileceği için hastalarımızdan sakin ve yavaş bir biçimde yapabildikleri kadar derin solunum yapmalarını istedik.

Giderek artan obez hasta popülasyonu daha fazla acil ve elektif olarak ameliyata alınan obez hasta ile karşı karşıya gelmemize neden olmaktadır. Özellikle zaman ile yarışılan acil operasyonlarda preoksijenasyonun etkinliği kadar preoksijenasyonu en hızlı şekilde sağlamak da önem kazanır. Literatürde preoksijenasyon hızına odaklanan az sayıda çalışma vardır. Biz çalışmamızda VKİ  $\geq 30$  kg/m<sup>2</sup> olan hasta grubunda 3 farklı preoksijenasyon tekniğinin başarıya ulaşma süresini karşılaştırdık. 12 l/dk taze gaz akışında, yüz yapılarına uygun sıkı bir maske oturtulduktan sonra bütün hastalardan yavaş ve sakin bir biçimde derin solunum yapmaları istendi. EtO<sub>2</sub>'in %90'a ulaşma süresi sadece derin solunum yöntemi uyguladığımız Grup 1'de 96,4±33,1 sn, derin solunuma PSV-Pro modunda 12 cmH<sub>2</sub>O basınç ekleyerek preoksijenize ettiğimiz Grup 2'de 82±15,1 sn, derin solunum altında ve PSV-Pro modunda 12 cmH<sub>2</sub>O basınca ek olarak 6 cmH<sub>2</sub>O PEEP uyguladığımız Grup 3'de 91,7±22,6 sn olarak bulunmuştur. Gruplar arasında preoksijenasyonun başarıya ulaşma süresi açısından istatistiksel olarak farklılık yoktu. Çalışmada seçtiğimiz basınç değerleri de literatürdeki benzer çalışmalara dayanmaktadır. Delay ve ark.'nın (70) yürüttüğü, VKİ  $\geq 40$  kg/m<sup>2</sup> olan, 28 hastanın dahil edildiği, prospektif randomize kontrollü çalışmada; preoksijenasyon için 5 dakika boyunca THS ile PSV + PEEP (ilk 20 sn 6 cmH<sub>2</sub>O basınç desteği + 4 cmH<sub>2</sub>O PEEP uygulandıktan sonra, en az 8 ml/kg ekspiratuvar tidal hacmi elde etmek için basınç desteği 8-10 cmH<sub>2</sub>O + PEEP 6 cmH<sub>2</sub>O olacak şekilde yükseltilmiştir) uygulanan 2 grubun karşılaştırılması yapılmış; en yüksek EtO<sub>2</sub> seviyesine ulaşma süresi PSV + PEEP grubunda (185±46 sn), THS grubuna (222±42 sn) kıyasla kısa bulunmuştur (p=0,02). Bizim sonuçlarımız Delay ve ark.'nın sonuçlarıyla örtüşmemektedir. Ayrıca çalışmamızda başarılı preoksijenasyona ulaşmak için gereken sürelerin, Delay ve ark.'nın çalışmasından belirgin derecede kısa olduğu görülmektedir. Bunun nedeni Delay ve ark. çalışmalarında THS ve PSV + PEEP yöntemlerini kullanarak en yüksek EtO<sub>2</sub> değerine

ulaşma süresini değerlendirirken, biz derin solunum ve derin solunuma eklenen PSV ve PEEP yöntemleri ile EtO<sub>2</sub>'in %90'a ulaşması için gereken süreyi karşılaştırdık. Tanrıverdi'nin 203 hasta üzerinde yürüttüğü çalışmada (89) 5 dk THS ile preoksijenasyon uygulanan kontrol grubu ile 3 dk'lık THS sonrası EtO<sub>2</sub> değeri %90'a ulaşamayan hasta grubunda kademeli olarak PSV ve PEEP eklenerek preoksijenasyona devam edilen çalışma grubu karşılaştırılmış; NIPBV yöntemleri eklendikçe EtO<sub>2</sub>'in %90'a ulaşması için gereken sürenin kısaldığı bulunmuştur (p=0,003). VKİ  $\geq 30$  kg/m<sup>2</sup> olan alt grup karşılaştırmasında ise 3 dakika sonunda THS ile EtO<sub>2</sub> değeri %90'a ulaşamayan hastalarda PSV eklenmesi 5 dk THS uygulanmasına göre anlamlı fark oluşturmamıştır (sırasıyla, 229,28 $\pm$ 33,03 sn, 236,27 $\pm$ 40,73 sn). Obez alt grubunda çıkan sonuç bizim çalışmamızla örtüşmektedir. Ancak bizim çalışmamızla hem çalışma yöntemi olarak farklıdır hem de Tanrıverdi'nin çalışmasında VKİ  $\geq 40$  kg/m<sup>2</sup> olan morbid obez hasta grubu dahil edilmemiştir. 2015 yılında Hanouz ve ark. tarafından 150 hasta (90) ile 2023 yılında Taxak ve ark. (91) tarafından 132 hasta üzerinde yapılan çalışmalarda preoksijenasyon için geleneksel yöntem olan THS, sadece PSV (12 cmH<sub>2</sub>O) ve PSV + PEEP (12 cmH<sub>2</sub>O + 6 cmH<sub>2</sub>O) yöntemleri karşılaştırılmıştır. Yüz maskesinin konumlandırılmasından EtO<sub>2</sub>'in %90'a ulaşması için gereken süre Hanouz ve ark.'nın çalışmasında THS grubunda 190 (130-264) sn, PSV grubunda 153 (120-218) sn ve PSV + PEEP grubunda 140 (100-200) sn; Taxak ve ark.'nın çalışmasında ise THS grubunda 193 $\pm$ 21,9 sn, PSV grubunda 161 $\pm$ 17,9 sn ve PSV + PEEP grubunda 142 $\pm$ 20,2 sn olarak bulunmuştur. Her iki çalışmada da EtO<sub>2</sub>'in %90'a ulaşması için gereken süre istatistiksel olarak anlamlı şekilde PSV + PEEP grubunda en kısa değerlendirilmiş, bunu sırasıyla PSV ve THS grubu takip etmiştir (Sırasıyla p=0,002, p=0,001). Abou Arab ve ark.'nın (92) VKİ 35 kg/m<sup>2</sup> altında olan 50 hasta üzerinde yaptığı çalışmada EtO<sub>2</sub>'in %90'a ulaşması için geçen süre THS grubunda 245 (151-435) sn ile PSV + PEEP grubunda (4 cmH<sub>2</sub>O + 4 cmH<sub>2</sub>O) 190 (159-225) sn bulunmuş olup fark istatistiksel olarak anlamlı saptanmıştır (p=0,037). Çalışmamızın sonuçları bu üç çalışmanın sonuçlarından da farklı görünmektedir. Ancak bu çalışmalar obez olmayan hastalar üzerinde yürütülmüştür. Ayrıca biz çalışmamızda bütün gruplara derin solunum yaptırдық. Her üç çalışmada da THS grubunda başarılı preoksijenasyona ulaşmak için gereken süresinin 190 sn civarında olduğu görülmüştür. Çalışmamızda sadece derin solunum uygulanan grupta

ise EtO<sub>2</sub>'in %90'a ulaşma süresi 96±33,1 sn bulunmuş olup belirgin olarak kısadır. Bu hem obez hastaların azalmış FRK'lerinin daha hızlı oksijen ile yıkanmasına hem de derin solunum ile artırılan dakika ventilasyonuna atfedilebilir. Pandit ve ark.'nın (93) 5 hasta üzerindeki fizyolojik çalışması ile Chiron ve ark.'nın (94) 20 gebe hasta üzerinde yaptığı çalışmada vital kapasite solunumu ile 1 dk'da EtO<sub>2</sub>'in %90'a ulaşabileceği bulunmuştur. Biz ise çalışmamızda eğitimi verilmiş vital kapasite yerine, hastalarımızdan yavaş yavaş derin soluklar almalarını istedik. Ancak Rapaport ve ark.'nın (85) obez hastalarda derin ekspirasyondan sonra vital kapasite solunumu uyguladıkları çalışmada da 1 dk sonunda EtO<sub>2</sub> değeri %84±4 bulunmuş olup %90'a ulaşmak için daha fazla süreye ihtiyaç olduğu açıktır. Nimmagadda ve ark.'nın (21) 24 sağlıklı gönüllüde yaptığı çalışmada farklı taze gaz akışları kullanılarak THS ve 2 dk'ya kadar uzatılan DS yöntemleri karşılaştırılmış olup 10 l/dk taze gaz akışı ile 1 dk / 8 DS yöntemiyle EtO<sub>2</sub>'in %90'a ulaşamadığı, bunun için derin solunumu 1,5-2 dk'ya uzatmak gerektiği bulunmuştur. Bu sonuç açısından bakıldığında bizim çalışmamızla benzerdir. Nimmagadda ve ark. hastalara 7,5 sn'de bir derin soluk almalarını söylerken biz süre sınırı koymadan yapabildikleri kadar derin solunumlar yapmalarını istedik. Bu konuda farklı hasta gruplarında uygulanan, derin solunum tekniğini net olarak tanımlayan yüksek hasta sayılarını içeren ileri çalışmalara ihtiyaç vardır. 2022 yılında obez olmayan hastalarda yapılan bir çalışmada (95) 25 hastada uygulanan 10 l/dk taze gaz akışı altında DS + CPAP (5 cmH<sub>2</sub>O) yöntemi ile EtO<sub>2</sub>'in %90'a ulaşması için gereken sürenin 70,2±19,91 sn olduğu bulunmuş olup; çalışmamızdaki DS + PSV grubunda saptanan süre (82±15,1 sn) ile yakın olduğu görülmektedir. Bizim çalışmamızda istatistiksel olarak anlamlı olmasa da DS + PSV + PEEP grubu (Grup 3) EtO<sub>2</sub> %90 değerine DS + PSV grubundan (Grup 2) daha geç ulaşmıştır. Bunun sebebi olarak da hastaların PEEP uygulamasına uyumunun daha zor olabileceği gösterilebilir. Nitekim PEEP uygulanan Grup 3'de bazı hastaların ventilatör ile uyum sağlayana kadar ilk solunumlar sırasında zorlandıkları, yeterli tidal hacim oluşturamadıkları gözlenmiştir. Anlamlı bir fark olmasa da PEEP grubundaki gecikmenin sebebi bu olabilir. Literatürdeki çalışmaların çoğu güvenli apne süresine dayanmaktadır ve 2022 yılında yayınlanan bir meta-analizde (3) obez hastalar üzerinde yapılan 4 çalışmanın sonuçları değerlendirildiğinde NIPBV grubunun anlamlı ölçüde güvenli apne süresini uzattığı bulunmuştur. Başarılı preoksijenasyon süresini

değerlendiren az sayıda çalışmaya rastlanmıştır. Biz yaptığımız çalışmada hastaları apnede bırakmayı, güvenli ve etik açıdan doğru bulmadığımız için güvenli apne süresini değerlendirmedik. Obez hasta grubunda en hızlı preoksijenasyon yöntemini bulmayı hedeflediğimiz çalışmamızda bütün gruplara derin solunum uyguladık. Çalışmamızda hiçbir hasta grubunda çalışmayı durduracak bir rahatsızlık görülmesine de obez hasta grubunda uzun süreli en yüksek solunum çabası yorulmaya neden olabilir. Hastaların hepsi maske altından sızıntıları önlemek, en yüksek  $FiO_2$ 'yi sağlamak için sıkıca yüze oturtulan maskeyi tolere edebildi. Burada işlem öncesinde yeterli bilgilendirme ve maskeyi hastanın yüzüne tutarak nasıl bir his olduğu konusunda ön çalışma yapmanın faydası var gibi görünmektedir. Nitekim çalışma dışı, yeterli bilgilendirme yapılmadığında maske uyumunun daha kötü olduğu gözlenmektedir.

Hipokapni oksijen tüketiminde artış, serebral vazokonstriksiyon, baş dönmesi, bulantı gibi istenmeyen etkilere neden olabilir. Nimmagadda ve ark.'nın çalışmasında (21) 12 DS / 1,5 dk ve 16 DS / 2 dk yöntemleri ile  $EtCO_2$ 'de azalma görülmüştür ( $p<0,05$ ). 5 kişi baş dönmesi, 1 kişi mide bulantısı bildirmiş olup bu şikayetler 2 dk'lık DS yöntemi uygulanan hastalarda görülmüştür. Çalışmamızdaki bütün gruplarda  $EtCO_2$  değerinde preoksijenasyon sonrasında öncesine göre azalma saptanmıştır ( $p<0,001$ ). Bu azalma açısından ise gruplar arasındaki fark anlamlı bulunmamıştır. Bu nedenle  $EtCO_2$ 'deki azalmada PSV ve PEEP'in ek katkısının olmadığı düşünülebilir. Hiç bir hastada baş dönmesi ve mide bulantısı gibi bir şikayet olmamıştır.

Genel anestezi koruyucu reflekslerin baskılanması sonucu mide içeriğinin aspirasyonuna neden olabilir. 1848'de Simpson (96) tarafından anesteziye bağlı mide içeriğinin aspirasyonuna dair ölümle sonuçlanan ilk vaka raporu yayınlandığından beri bu konu anesteziistlerin gündeminde olmuştur. Anesteziye bağlı pulmoner aspirasyon nispeten nadir görülen bir komplikasyon olsa da ölümcül pnömoniye neden olabilir. Yıllar içinde bu konuda çok sayıda çalışma yapılmış, risk faktörleri belirlenmiş, preoperatif açlık önerilerini içeren kılavuzlar yayınlanmıştır (97). Mahajan ve ark. (98) zayıf hastalara kıyasla morbid obez hastaların daha fazla regürjitasyon ve pulmoner aspirasyon riski altında olduğunu göstermiştir. Yine 2017 yılında British Journal of Anesthesia isimli dergide yayınlanan bir çalışmada (99) obezitenin dolu mide açısından bağımsız risk faktörü olduğu belirtilmiştir. NIPBV'un da mide

insüflasyonuna ve çoğu zaman az da olsa distansiyona neden olduğu bilinmektedir. Biz de çalışmamızı obez hastalar üzerinde yürüttüğümüz ve NIPBV tekniğini kullandığımız için mide distansiyonunu değerlendirmeyi amaçladık. Mide içeriğini ve hacmini değerlendirmek amacıyla ilk olarak Perlas (100) tarafından uygulanan midenin ultrasonografik değerlendirmesi günümüzde özellikle aspirasyon riski altındaki hastalarda preoperatif olarak önerilen bir uygulama haline gelmiştir. Mide antrumunun niceliksel olarak alanını ölçmek ve niteliksel olarak içeriğini değerlendirmek mide içeriğinin ve hacminin güvenilir bir şekilde tahmin edilmesini sağlar (101). Mide ultrasonu ile mide içeriğini doğrulayan çok sayıda çalışma olsa da mideye hava girişini doğrulayan çalışmalar nadirdir. Son yıllarda mide distansiyonunu değerlendirmek için de midenin antral kesit alanını ultrason ile değerlendiren çalışmalar yapılmıştır. Gaz gölgesinin neden olduğu 'kuyruklu yıldız artefaktları' da mide insüflasyonunu değerlendirmek amacıyla kullanılmıştır (102). Yapılan bir çalışmada (103) maske ventilasyonu sırasında mide insüflasyonuna neden olmayan tepe havayolu basıncını belirlemek için mide ultrasonografisi ve oskültasyon yöntemleri kullanılmış; 15 cmH<sub>2</sub>O tepe havayolu basıncının 20 cmH<sub>2</sub>O ile karşılaştırıldığında benzer ventilasyon parametreleri sağlarken mide distansiyonunun daha az olduğu bulunmuştur. Ayrıca antrumun gerçek zamanlı ultrasonografisinin mide insüflasyonunu yüksek hassasiyetle tespit edebildiği belirtilmiştir. Biz de çalışmamızda preoksijenasyon için yüz maskesini yerleştirmeden hemen önce ve EtO<sub>2</sub> %90'a ulaşır ulaşmaz mide ultrasonografisi yaparak antrum alanını hesaplayıp mideye gaz geçişini değerlendirmeyi amaçladık.

Çalışmamızda mide antrum alanı tüm gruplarda işlem öncesine (sırasıyla 5,0±1,8 cm<sup>2</sup>, 4,4±1,3 cm<sup>2</sup> ve 4,4±1,6 cm<sup>2</sup>) göre işlem sonrasında (sırasıyla 5,6±1,8 cm<sup>2</sup>, 5,6±1 cm<sup>2</sup> ve 5,8±2,8 cm<sup>2</sup>) daha büyük bulunmuştur (p<0.05). Bu artış Grup 2'de Grup 1'e göre, Grup 3'de de Grup 2'ye göre daha fazla olsa da istatistiksel anlamlılığa ulaşmamıştır. Ancak Grup 3 ve Grup 1 arasındaki antral büyüme istatistiksel olarak da anlamlı bulunmuştur (p=0,038). Delay ve ark.'nın (70) preoksijenasyon için THS ve PSV + PEEP yöntemlerini karşılaştırdığı çalışmada gastrik distansiyon, laparoskopinin başlamasından önce preoksijenasyon yöntemine kör olan bir cerrah tarafından değerlendirilmiştir. Distansiyon 0'dan 100'e kadar bir ölçek ile derecelendirilmiş olup; PSV + PEEP grubunda, THS grubuna kıyasla ılımlı ancak



istatistiksel olarak anlamlı bir artış görülmüştür (sırasıyla  $3.8 \pm 5.6$ ,  $17.6 \pm 13.5$ ,  $p=0.01$ ). Hastaların preoksijenasyonu iyi tolere ettikleri belirtilmiştir. Cressey ve ark.'nın (32) VKİ  $35 \text{ kg/m}^2$  üzerinde olan 20 kadın hasta üzerinde yaptığı çalışmada preoksijenasyon için geleneksel THS ve  $7,5 \text{ cmH}_2\text{O}$  basınç ile CPAP yöntemlerinin mide distansiyonuna etkisi karşılaştırılmış olup; bunun için hasta solunum devresine bağlandıktan sonra nazogastrik tüp takılıp  $50 \text{ ml}$ 'lik bir şırınga ile midedeki gaz aspire edilmiştir. Aspire edilen gazın hacmi CPAP grubunda çok az miktar fazla bulunsa da gruplar arasında istatistiksel olarak anlamlı bulunmamıştır ( $14 \text{ ml}$ 'ye karşı  $16 \text{ ml}$ ). Bulgularımız farklı yöntem kullanılsa da Delay ve ark.'nın sonuçlarını destekliyor gibi görünmektedir. Ancak yalnızca Grup 3 ve Grup 1 arasındaki antral büyüme farkı istatistiksel anlamlılığa ulaştığı için bu konuda daha yüksek hasta sayısı ile daha ileri çalışmalara ihtiyaç vardır. Cressey ve ark.'nın çalışmasında ise mide distansiyonu açısından gruplar arasında anlamlı fark bulunmamasının sebebi düşük basınç kullanılmasından, mide distansiyonunun değerlendirilme yönteminden veya yetersiz hasta sayısından kaynaklanmış olabilir. Bu çalışmalardan yola çıkarak mideye gaz insüflasyonunu değerlendirmek için ultrasonografi, laparoskopik görünüm ve havanın nazogastrik tüp ile aspirasyonunu içeren yöntemleri karşılaştıran ileri bir çalışma yapılabilir. Literatürde preoksijenasyon tekniklerinin mide distansiyonuna etkisini değerlendiren bu ikisi dışında çalışmaya rastlanmamıştır. Bu konuda daha fazla çalışmaya ihtiyaç vardır. Bizim çalışmamızda bütün gruplarda mide distansiyonu ultrasonografik olarak saptansa da bunun klinik etkileri bilinmemektedir. Nitekim hiçbir hastamızda semptomatik reflü ve regürjitasyon görülmedi. Ancak bizim çalışma grubumuzdaki hastaların hepsi en az 6 saatlik açlık sonrası operasyona alınan hastaları içeriyordu. Dolu mide olarak operasyona alınmak zorunda kalan hastalar için bu mide distansiyonu regürjitasyon riskini artırabilir. Ayrıca çalışmamızda epigastriyumun inspeksiyonla değerlendirmesinde sadece 2 hastada hafif distansiyon gözlemlendi. Buradan epigastriyumun inspeksiyon ile gözlenmesinin mide distansiyonunu objektif şekilde yansıtmayacağı sonucunu çıkarabiliriz. Çalışmamıza obez hasta grubunun dahil edilmesi de bunun sebebi olabilir. Çalışmamızın sonucuna göre özellikle mide içeriğinin aspirasyonu için risk faktörü olan hastalarda, pozitif basınçlı ventilasyon teknikleri ile preoksijenasyon yaparken mide distansiyonu ve dolayısıyla regürjitasyon gelişebileceği akılda tutulmalıdır. Bu gibi durumlarda (dolu

mide veya mide boşalmasının geciktiği durumlar) preoksijenasyon amacıyla HFNC kullanımını düşünülebilir. Nitekim 2023 yılında yayınlanan 210 hasta üzerinde yürütülen bir çalışmada (104), genel anestezi indüksiyonu için HFNC ve 15 cmH<sub>2</sub>O basınç ile basınç kontrollü yüz maskesi ventilasyonu uygulanan iki grup, oksijenasyon ve mide insüflasyonu açısından karşılaştırılmıştır. Mide insüflasyonu gerçek zamanlı ultrasonografi kullanılarak antrumda akustik gölgelenme ve/veya kuyruklu yıldız artefaktının görülmesi olarak değerlendirilmiş; midenin antral kesit alanının değişimi de karşılaştırılmıştır. HFNC grubunun basınç kontrollü ventilasyon grubuna göre daha düşük mide insüflasyonuna neden olduğu bulunmuştur. Çalışmada antral kesit alanı her iki grupta artsa da basınç kontrollü ventilasyon grubunda anlamlı derecede daha yüksek bulunmuştur (p=0,004). Ayrıca antral alandaki artışın mide insüflasyonu ile korele olduğu da gösterilmiştir (p<0,001). Bu çalışmada yapılan karşılaştırma kas gevşetici uygulamasından sonra yürütülmüştür. Ancak Zhou ve ark.'nın çalışmasında (105) ise spontan solunum yapan gebelerde 20 dk uygulanan HFNC'nin mide ultrasonografisi ile değerlendirildiğinde mide hacmini artırmadığı belirtilmiştir. Bu çalışmalarla kendi çalışmamızı karşılaştırdığımızda, dolu mide olarak ameliyata alınması gereken hastalarda genel anestezi indüksiyonundan önce preoksijenasyon için NIPBV teknikleri yerine HFNC yöntemi düşünülebilir.

NIPBV ve PEEP uygulanmasının hemodinamik etkileri olabilmektedir. İntatorasik basıncın artması, venöz dönüş ile kalp debisini azaltarak potansiyel olarak hipotansiyona neden olabilir. Hemodinamik komplikasyonlar hastanın kardiyovasküler durumuna, volüm durumuna, hastalığın ciddiyetine göre değişmektedir (106). %100 oksijen solunması da kalp hızında hafif bir azalma ve buna paralel olarak kalp debisinde azalmaya ve arter kan basıncında artışa neden olur (107). Bizim çalışmamızda tüm gruplarda SKB ve DKB açısından preoksijenasyon sonrasında öncesine göre anlamlı bir fark gözlenmedi. KAH ise yalnızca Grup 3'te istatistiksel olarak anlamlı arttı (p=0,039). Grup 2'de de KAH'da artış görülse de anlamlı değildi. Bu sonuç obez veya obez olmayan gruplarda yürütülen literatürdeki diğer çalışmalarla benzerdir (32,70,91). Bu durum nispeten basınçların düşük tutulmasından ve kısa süreli uygulamadan kaynaklanıyor olabilir. Çalışmamızda istatistiksel bakımdan anlamlı olmasa da Grup 2 ve Grup 3'deki KAH artışının sebebi olarak PSV ve PEEP uygulamasının verdiği rahatsızlık hissi olduğu düşünülmektedir.

Preoksijenasyon için çoğu zaman 3-5 dk gibi kısa bir süre yeterli olsa da günlük pratikte özellikle çok acil durumlarda bu kadarlık bir zaman bile ayrılamayabilir. Üstelik bu gibi durumlarda hastaların çoğu dolu mide olabilmektedir. Bu tür acil vakalarda obez hasta grubunda en hızlı ve mide distansiyonunu artırmayacak preoksijenasyon yöntemini bulmaya yönelik yürütülen çalışmamızda literatürde daha önce karşılaşmadığımız derin solunum ile PSV ve PEEP tekniklerini birleştirdik. Mide insüflasyonunu değerlendirmek için de ultrasonografi kullandık. Yöntemlerin PaO<sub>2</sub> ve preoksijenasyon uygulamasının sebebi olan güvenli apne süresine etkilerini değerlendirmememiz çalışmamızın bir kısıtlılığı olarak sayılabilir. Ayrıca ultrasonografiyi yapan uygulayıcı çalışmaya kör değildi ve çalışmamızda ultrasonografi sırasında tek ölçüm değeri kullandık. Birden fazla ardışık ölçümlerin ortalaması hata payını azaltabilirdi. Çalışmanın obez hastalar üzerinde yürütülmesi de midenin daha zor görüntülenmesine sebep oldu.

## SONUÇ

Obez hastalarda preoksijenasyon için Grup1'e yalnızca derin solunum, Grup 2'ye derin solunum + PSV (12 cmH<sub>2</sub>O) ve Grup3'e derin solunum + PSV (12 cmH<sub>2</sub>O) + PEEP (6 cmH<sub>2</sub>O) yöntemlerini uyguladığımız ve olası mide distansiyonunu ultrasonografi ile değerlendirdiğimiz çalışmamızda;

1. Gruplar cinsiyet dağılımı, yaş, vücut ağırlığı, VKİ ve ASA fiziksel durumu açısından benzerdir. Boy ise Grup 3'de Grup 1 ve 2'ye göre daha yüksek saptanmıştır (p=0,035).
2. SKB ve DKB ölçümleri preoksijenasyon öncesinde ve sonrasında hem grup içinde hem de gruplar arası benzer bulunmuştur.
3. Preoksijenasyon öncesi KAH üç grup arasında benzer iken, preoksijenasyon sonrası KAH Grup 3'de Grup 1'e göre anlamlı olarak daha yüksek bulunmuştur (p=0,049). Grup içi preoksijenasyon öncesi ve sonrası KAH farkı Grup 1 ve Grup 2'de anlamlı değilken, Grup 3'de KAH işlem sonrasında öncesine göre anlamlı olarak daha yüksektir (p=0,039).
4. SpO<sub>2</sub> her üç grupta da preoksijenasyon sonrasında öncesine göre artış göstermiştir (p<0,001).
5. EtO<sub>2</sub>'in %90'a ulaşma süresi Grup 1'de 96,4±33,1 sn, Grup 2'de 92,2±15,1 sn ve Grup 3'de ise 91,7±22,6 sn bulunmuş olup, istatistiksel bakımdan önemli bir fark yoktur.
6. EtCO<sub>2</sub> tüm gruplarda preoksijenasyondan sonra düşmüştür (p<0,001).
7. Mide antrum alanı tüm gruplarda işlem öncesine (sırasıyla 5,0±1,8 cm<sup>2</sup>, 4,4±1,3 cm<sup>2</sup> ve 4,4±1,6 cm<sup>2</sup>) göre işlem sonrasında (sırasıyla 5,6±1,8 cm<sup>2</sup>, 5,6±1 cm<sup>2</sup> ve 5,8±2,8 cm<sup>2</sup>) daha büyük (p<0.05) ve Grup 3'teki büyüme Grup 1'dekine göre daha önemli bulunmuştur (p=0,038).
8. Epigastrik distansiyon Grup 2 ve 3'de yalnızca birer hastada ve hafif derecede gözlenmiş; hiçbir hastada semptomatik reflü ya da geçirme görülmemiştir.

Sonuç olarak; obez hastalarda preoksijenasyon için derin solunum yöntemine PSV ve PEEP eklenmesinin hem süreyi kısaltmadığı hem de klinik bakımdan önemli düzeyde olmamakla birlikte mide distansiyonunu artırabileceği kanısına varıldı.

## KAYNAKLAR

1. Tanoubi I, Drolet P, Donati F. Optimizing preoxygenation in adults. *Can J Anesth* 2009;56(6):449-66.
2. Benumof JL. Preoxygenation: best method for both efficacy and efficiency. *Anesthesiology* 1999;91(3):603-5.
3. Chiang TL, Tam KW, Chen JT, Wong CS, Yeh CT, Huang TY, et al. Non-invasive ventilation for preoxygenation before general anesthesia: a systematic review and meta-analysis of randomized controlled trials. *BMC Anesthesiol* 2022;22(1):306.
4. Costanzo LS. Respiratory physiology. In: Costanzo LS, eds. *Costanzo Physiology*. 7th Ed. Philadelphia: Elsevier 2022:195-250.
5. Hall JE, Hall ME. Pulmonary ventilation. In: Hall JE, eds. *Guyton and Hall textbook of medical physiology*. 14th Ed. Philadelphia: Elsevier 2021:491-501.
6. Lutfi MF. The physiological basis and clinical significance of lung volume measurements. *Multidiscip Respir Med* 2017;12(3).
7. Kavanagh BP, Hedendtierna G. Respiratory physiology and pathophysiology. In: Gropper MA, eds. *Miller's anesthesia*. 9th Ed. Philadelphia: Elsevier 2020:354-83.
8. Levitzky MG. (Çev. Dikmen Y) Alveolar ventilasyon. Levitzky MG, Hall S, Kaye AD, McDonough K. Eds. (Dikmen Y. Çev Ed.), Ankara: Nobel Tıp Kitapevleri, 2021:185-92.
9. Steier J, Lunt A, Hart N, Polkey MI, Moxham J. Observational study of the effect of obesity on lung volumes. *Thorax* 2014;69(8):752-9.

10. LoMauro A, Aliverti A. Respiratory physiology of pregnancy: Physiology masterclass. *Breathe (Sheff)* 2015;11(4):297-301.
11. Skloot GS. The effects of aging on lung atructure and function. *Clin Geriatr Med* 2017;33(4):447-57.
12. Bellemare F, Jeanneret A, Couture J. Sex differences in thoracic dimensions and configuration. *Am J Respir Crit Care Med* 2003;168(3):305-12.
13. Levitzky MG. (Çev. Dikmen Y) Anestezinin pulmoner fonksiyona etkisi. Levitzky MG, Hall S, Kaye AD, McDonough K. Eds. (Dikmen Y. Çev Ed.), Ankara: Nobel Tıp Kitapevi, 2021:251-65.
14. Fernandez-Bustamante A, Bucklin BA (Çev. Beirli N, Erkent FD.) Anestezi ve Obezite. Barash PG, Cullen BF, Stoelting RK, Cahalan MK, Stock MC, et al. (Çev Ed. Işık B, Kurtipek Ö.), Ankara: Güneş Tıp Kitapevi, 2021:1277-93.
15. Lumb AB, Thomas CR. Oxygen. In: Thomas CR, eds. *Nunn and Lumb's applied respiratory physiology*. 9th Ed. Philadelphia: Elsevier 2021:136-63.
16. Ramos M, Tau Anzoategui S. Preoxygenation: from hardcore physiology to the operating room. *J Anesth* 2022;36(6):770-81.
17. Berry CB, Myles PS. Preoxygenation in healthy volunteers: a graph of oxygen "washin" using end-tidal oxygraphy. *Br J Anaesth* 1994;72(1):116-8.
18. Roberts F, Behringer EC, Patel A. Perioxygenation. In: Hagberg CA, Artime CA, Azız MF, eds. *Hagberg and Benumof's airway management*. 5th Ed. Philadelphia: Elsevier 2023:275-98.

19. McGowan P, Skinner A. Preoxygenation--the importance of a good face mask seal. *Br J Anaesth* 1995;75(6):777-8.
20. Nimmagadda U, Salem MR, Joseph NJ, Lopez G, Megally M, Lang DJ, et al. Efficacy of preoxygenation with tidal volume breathing: comparison of breathing systems. *Anesthesiology* 2000;93(3):693-8.
21. Nimmagadda U, Chiravuri SD, Salem MR, Joseph NJ, Wafai Y, Crystal GJ, et al. Preoxygenation with tidal volume and deep breathing techniques: the impact of duration of breathing and fresh gas flow. *Anesth Analg* 2001;92(5):1337-41.
22. Pandit JJ, Duncan T, Robbins PA. Total oxygen uptake with two maximal breathing techniques and the tidal volume breathing technique: a physiologic study of preoxygenation. *Anesthesiology* 2003;99(4):841-6.
23. Benumof JL, Dagg R, Benumof R. Critical hemoglobin desaturation will occur before return to an unparalyzed state following 1 mg/kg intravenous succinylcholine. *Anesthesiology* 1997;87(4):979-82.
24. Farmery AD, Roe PG. A model to describe the rate of oxyhaemoglobin desaturation during apnoea. *Br J Anaesth* 1996;76(2):284-91.
25. Hayes AH, Breslin DS, Mirakhur RK, Reid JE, O'Hare RA. Frequency of haemoglobin desaturation with the use of succinylcholine during rapid sequence induction of anaesthesia. *Acta Anaesthesiol Scand* 2001;45(6):746-9.
26. Bouroche G, Bourgain JL. Preoxygenation and general anesthesia: a review. *Minerva Anesthesiol* 2015;81(8):910-20.
27. Gold MI, Duarte I, Muravchick S. Arterial oxygenation in conscious patients after 5 minutes and after 30 seconds of oxygen breathing. *Anesth Analg* 1981;60(5):313-5.

28. Gagnon C, Fortier LP, Donati F. When a leak is unavoidable, preoxygenation is equally ineffective with vital capacity or tidal volume breathing. *Can J Anaesth* 2006;53(1):86-91.
29. McCarthy G, Elliott P, Mirakhur RK, McLoughlin C. A comparison of different pre-oxygenation techniques in the elderly. *Anaesthesia* 1991;46(10):824-7.
30. Russell GN, Smith CL, Snowdon SL, Bryson TH. Pre-oxygenation and the parturient patient. *Anaesthesia* 1987;42(4):346-51.
31. Baraka AS, Taha SK, Aouad MT, El-Khatib MF, Kawkabani NI. Preoxygenation: comparison of maximal breathing and tidal volume breathing techniques. *Anesthesiology* 1999;91(3):612-6.
32. Cressey DM, Berthoud MC, Reilly CS. Effectiveness of continuous positive airway pressure to enhance pre-oxygenation in morbidly obese women. *Anaesthesia* 2001;56(7):680-4.
33. De Jong A, Futier E, Millot A, Coisel Y, Jung B, Chanques G, et al. How to preoxygenate in operative room: healthy subjects and situations "at risk". *Ann Fr Anesth Reanim* 2014;33(7-8):457-61.
34. Baillard C, Fosse JP, Sebbane M, Chanques G, Vincent F, Courouble P, et al. Noninvasive ventilation improves preoxygenation before intubation of hypoxic patients. *Am J Respir Crit Care Med* 2006;174(2):171-7.
35. Weingart SD, Levitan RM. Preoxygenation and prevention of desaturation during emergency airway management. *Ann Emerg Med* 2012;59(3):165-75.
36. Patel A, Nouraei SA. Transnasal humidified rapid-insufflation ventilatory exchange (THRIVE): a physiological method of increasing apnoea time in patients with difficult airways. *Anaesthesia* 2015;70(3):323-9.



37. Teller LE, Alexander CM, Frumin MJ, Gross JB. Pharyngeal insufflation of oxygen prevents arterial desaturation during apnea. *Anesthesiology* 1988;69(6):980-2.
38. Wong DT, Yee AJ, Leong SM, Chung F. The effectiveness of apneic oxygenation during tracheal intubation in various clinical settings: a narrative review. *Can J Anaesth* 2017;64(4):416-27.
39. Patel A, El-Boghdadly K. Apnoeic oxygenation and ventilation: go with the flow. *Anaesthesia* 2020;75(8):1002-5.
40. Baraka AS, Hanna MT, Jabbour SI, Nawfal MF, Sibai AA, Yazbeck VG, et al. Preoxygenation of pregnant and nonpregnant women in the head-up versus supine position. *Anesth Analg* 1992;75(5):757-9.
41. Russell EC, Wrench I, Feast M, Mohammed F. Pre-oxygenation in pregnancy: the effect of fresh gas flow rates within a circle breathing system. *Anaesthesia* 2008;63(8):833-6.
42. Norris MC, Dewan DM. Preoxygenation for cesarean section: a comparison of two techniques. *Anesthesiology* 1985;62(6):827-9.
43. Tan PCF, Millay OJ, Leeton L, Dennis AT. High-flow humidified nasal preoxygenation in pregnant women: a prospective observational study. *Br J Anaesth* 2019;122(1):86-91.
44. Dupeyrat A, Dubreuil M, Ecoffey C. Preoxygenation in children. *Anesth Analg* 1994;79(5): 1027.
45. Patel R, Lenczyk M, Hannallah RS, McGill WA. Age and the onset of desaturation in apnoeic children. *Can J Anaesth* 1994;41(9):771-4.

46. Hardman JG, Wills JS. The development of hypoxaemia during apnoea in children: a computational modelling investigation. *Br J Anaesth* 2006;97(4):564-70.
47. Morrison JE, Collier E, Friesen RH, Logan L. Preoxygenation before laryngoscopy in children: how long is enough? *Paediatr Anaesth* 1998;8(4):293-8.
48. Xue FS, Tong SY, Wang XL, Deng XM, An G. Study of the optimal duration of preoxygenation in children. *J Clin Anesth* 1995;7(2):93-6.
49. Davies GA, Bolton CE. Age related changes in the respiratory system In: Fillit HM, Rockwood K, Young JB, eds. *Brocklehurst's textbook of geriatric medicine and gerontology*. 8th Ed. Philadelphia: Elsevier 2017:101-5.
50. Kang H, Park HJ, Baek SK, Choi J, Park SJ. Effects of preoxygenation with the three minutes tidal volume breathing technique in the elderly. *Korean J Anesthesiol* 2010;58(4):369-73.
51. Jense HG, Dubin SA, Silverstein PI, O'Leary-Escolas U. Effect of obesity on safe duration of apnea in anesthetized humans. *Anesth Analg* 1991;72(1):89-93.
52. Dixon BJ, Dixon JB, Carden JR, Burn AJ, Schachter LM, Playfair JM, et al. Preoxygenation is more effective in the 25 degrees head-up position than in the supine position in severely obese patients: a randomized controlled study. *Anesthesiology* 2005;102(6):1110-5.
53. Eichenberger A, Proietti S, Wicky S, Frascarolo P, Suter M, Spahn DR, et al. Morbid obesity and postoperative pulmonary atelectasis: an underestimated problem. *Anesth Analg* 2002;95(6):1788-92.
54. Gander S, Frascarolo P, Suter M, Spahn DR, Magnusson L. Positive end-expiratory pressure during induction of general anesthesia increases duration of nonhypoxic apnea in morbidly obese patients. *Anesth Analg* 2005;100(2):580-4.

55. Wong DT, Dallaire A, Singh KP, Madhusudan P, Jackson T, Singh M, et al. High-flow nasal oxygen improves safe apnea time in morbidly obese patients undergoing general anesthesia: a randomized controlled trial. *Anesth Analg* 2019;129(4):1130-36.
56. Vourc'h M, Baud G, Feuillet F, Blanchard C, Mirallie E, Guitton C, et al. High-flow nasal cannulae versus non-invasive ventilation for preoxygenation of obese Patients: the PREOPTIPOP randomized trial. *E Clinical Medicine* 2019;13:112-9.
57. Preoxygenation: physiology and practice. *Lancet* 1992;339(8784):31-2.
58. Baillard C, Fosse JP, Sebbane M, Chanques G, Vincent F, Courouble P, et al. Noninvasive ventilation improves preoxygenation before intubation of hypoxic patients. *Am J Respir Crit Care Med* 2006;174(2):171-7.
59. Besnier E, Guernon K, Bubenheim M, Gouin P, Carpentier D, Béduneau G, et al. Pre-oxygenation with high-flow nasal cannula oxygen therapy and non-invasive ventilation for intubation in the intensive care unit. *Intensive Care Med* 2016;42(8):191-2.
60. Doyle AJ, Stolady D, Mariyaselvam M, Wijewardena G, Gent E, Blunt M, et al. Preoxygenation and apneic oxygenation using transnasal humidified rapid-insufflation ventilatory exchange for emergency intubation. *J Crit Care* 2016;36:8-12.
61. Higgs A, McGrath BA, Goddard C, Rangasami J, Suntharalingam G, Gale R, et al.; Difficult Airway Society; Intensive Care Society; Faculty of Intensive Care Medicine; Royal College of Anaesthetists. Guidelines for the management of tracheal intubation in critically ill adults. *Br J Anaesth* 2018;120(2):323-52.
62. Lumb AB, Walton LJ. Perioperative oxygen toxicity. *Anesthesiol Clin* 2012;30(4):591–605.

63. Lumb AB. Just a little oxygen to breathe as you go off to sleep...is it always a good idea? *Br J Anaesth* 2007;99(6):769-71.
64. McShane AJ, Martin JL. Preoxygenation and pulse oximetry may delay detection of esophageal intubation. *J Natl Med Assoc* 1987;79(9):987-92.
65. Daly WJ, Bondurant S. Effects of oxygen breathing on the heart rate, blood pressure, and cardiac index of normal men--resting, with reactive hyperemia, and after atropine. *J Clin Invest* 1962;41(1):126-32.
66. Farquhar H, Weatherall M, Wijesinghe M, Perrin K, Ranchord A, Simmonds M, et al. Systematic review of studies of the effect of hyperoxia on coronary blood flow. *Am Heart J* 2009;158(3):371-7.
67. Lumb AB, Thomas CR. Anesthesia. In: Nunn and Lumb's applied respiratory physiology. 9th Ed. Philadelphia: Elsevier 2021:244-67.
68. Rusca M, Proietti S, Schnyder P, Frascarolo P, Hedenstierna G, Spahn DR, et al. Prevention of atelectasis formation during induction of general anesthesia. *Anesth Analg*. 2003;97(6):1835-1839.
69. Edmark L, Kostova-Aherdan K, Enlund M, Hedenstierna G. Optimal oxygen concentration during induction of general anesthesia. *Anesthesiology* 2003;98(1):28-33.
70. Delay JM, Sebbane M, Jung B, Nocca D, Verzilli D, Pouzeratte Y, et al. The effectiveness of noninvasive positive pressure ventilation to enhance preoxygenation in morbidly obese patients: a randomized controlled study. *Anesth Analg* 2008;107(5):1707-13.

71. Ye Q, Wu D, Fang W, Wong GTC, Lu Y. Comparison of gastric insufflation using LMA-supreme and I-gel versus tracheal intubation in laparoscopic gynecological surgery by ultrasound: a randomized observational trial. *BMC Anesthesiol* 2020;20(1):136.
72. Haskins SC, Kruisselbrink R, Boublik J, Wu CL, Perlas A. Gastric ultrasound for the regional anesthesiologist and pain specialist. *Reg Anesth Pain Med* 2018;43(7):689-98.
73. Huddleston LL, Breyer E.W. Point-of-care-ultrasound. In: Pardo MC eds. *Miller's Basics of Anesthesia*. 8th. Ed. Philadelphia: Elsevier: 383-99.
74. Van de Putte P, Perlas A. Ultrasound assessment of gastric content and volume. *Br J Anaesth* 2014;113(1):12-22.
75. Vasudevan A, Srinivasan S, Vinayagam S, Ramkumar G, Senthilnathan M. Assessment of effectiveness of cricoid pressure in preventing gastric insufflation during bag and mask ventilation: A randomized controlled trial. *Saudi J Anaesth* 2018;12(4):606-11.
76. Afshin A, Forouzanfar MH, Reitsma MB, Sur P, Estep K, Lee A, et al. Health effects of overweight and obesity in 195 countries over 25 Years. *N Engl J Med* 2017;377(1):13-27.
77. World Health Organization (WHO). *European Regional Obesity Report 2022*. <http://www.who.int/europe/publications> Erişim tarihi: 18 Ekim 2023.
78. Mort TC. The incidence and risk factors for cardiac arrest during emergency tracheal intubation: a justification for incorporating the ASA Guidelines in the remote location. *J Clin Anesth* 2004;16(7):508-16.

79. Crosby ET, Duggan LV, Finestone PJ, Liu R, De Gorter R, Calder LA. Anesthesiology airway-related medicolegal cases from the Canadian Medical Protection Association. *Can J Anaesth* 2021;68(2):183-195.
80. Hamilton WK, Eastwood DW. A study of denitrogenation with some inhalation anesthetic systems. *Anesthesiology* 1955;16(6):861-7.
81. American Society of Anesthesiologists Task Force on Management of the Difficult Airway. Practice guidelines for management of the difficult airway: an updated report by the American Society of Anesthesiologists Task Force on Management of the Difficult Airway. *Anesthesiology* 2003;98(5):1269-77.
82. Frerk C, Mitchell VS, McNarry AF, Mendonca C, Bhagrath R, Patel A, et al.; Difficult Airway Society intubation guidelines working group. Difficult Airway Society 2015 guidelines for management of unanticipated difficult intubation in adults. *Br J Anaesth* 2015;115(6):827-48.
83. Moon TS, Fox PE, Somasundaram A, Minhajuddin A, Gonzales MX, Pak TJ, et al. The influence of morbid obesity on difficult intubation and difficult mask ventilation. *J Anesth* 2019;33(1):96-102.
84. Hung Tsan S, Viknaswaran N, Lau J, Cheong C, Wang C. Effectiveness of preoxygenation during endotracheal intubation in a head-elevated position: a systematic review and meta-analysis of randomized controlled trials. *Anaesthesiol Intensive Ther* 2022;54(5):413-24.
85. Rapaport S, Joannes-Boyau O, Bazin R, Janvier G. Comparison of eight deep breaths and tidal volume breathing preoxygenation techniques in morbid obese patients. *Ann Fr Anesth Reanim* 2004;23(12):1155-9.
86. Coussa M, Proietti S, Schnyder P, Frascarolo P, Suter M, Spahn DR, et al. Prevention of atelectasis formation during the induction of general anesthesia in morbidly obese patients. *Anesth Analg* 2004;98(5):1491-5.

87. Rusca M, Proietti S, Schnyder P, Frascarolo P, Hedenstierna G, Spahn DR, et al. Prevention of atelectasis formation during induction of general anesthesia. *Anesth Analg* 2003;97(6):1835-39.
88. Bignami E, Saglietti F, Girombelli A, Briolini A, Bove T, Vetrugno L. Preoxygenation during induction of anesthesia in non-critically ill patients: a systematic review. *J Clin Anesth* 2019;52:85-90.
89. Tanrıverdi Ç. Preoksijenasyon için algoritmik yaklaşım: tidal hacimli solunum yetersiz kaldığında, aşamalı olarak basınç desteği ve soluk sonu pozitif basınç eklenmesi (Tıpta Uzmanlık Tezi). Denizli, Pamukkale Üniversitesi, 2021.
90. Hanouz JL, Lammens S, Tasle M, Lesage A, Gérard JL, Plaud B. Preoxygenation by spontaneous breathing or noninvasive positive pressure ventilation with and without positive end-expiratory pressure: A randomised controlled trial. *Eur J Anaesthesiol* 2015;32(12):881-7.
91. Taxak S, Gupta M, Bala R, Govil V, Lallar A. A prospective randomized study to evaluate the efficacy of pressure support ventilation with and without positive end expiratory pressure for preoxygenation in adult patients. *Med Gas Res* 2023;13(4):187-91.
92. Abou-Arab O, Guinot PG, Dimov E, Diouf M, de Broca B, Biet A, et al. Low-positive pressure ventilation improves non-hypoxaemic apnoea tolerance during ear, nose and throat pan-endoscopy: A randomised controlled trial. *Eur J Anaesthesiol* 2016;33(4):269-74.
93. Pandit JJ, Duncan T, Robbins PA. Total oxygen uptake with two maximal breathing techniques and the tidal volume breathing technique: a physiologic study of preoxygenation. *Anesthesiology* 2003;99(4):841-6.

94. Chiron B, Laffon M, Ferrandiere M, Pittet JF, Marret H, Mercier C. Standard preoxygenation technique versus two rapid techniques in pregnant patients. *Int J Obstet Anesth* 2004;13(1):11-4.
95. Mathew G, Manjuladevi M, Joachim N, Kothari AN. Effect of high fresh gas flow and pattern of breathing on rapid preoxygenation. *Indian J Anaesth* 2022;66(3):213-19.
96. Simpson JY. Remarks on the alleged case of death from the action of chloroform. *The Lancet* 1848;51(1276):175-6.
97. Ng A, Smith G. Gastroesophageal reflux and aspiration of gastric contents in anesthetic practice. *Anesth Analg* 2001;93(2):494-513.
98. Mahajan V, Hashmi J, Singh R, Samra T, Aneja S. Comparative evaluation of gastric pH and volume in morbidly obese and lean patients undergoing elective surgery and effect of aspiration prophylaxis. *J Clin Anesth* 2015;27(5):396-400.
99. Bouvet L, Desgranges FP, Aubergy C, Boselli E, Dupont G, Allaouchiche B, et al. Prevalence and factors predictive of full stomach in elective and emergency surgical patients: a prospective cohort study. *Br J Anaesth* 2017;118(3):372-9.
100. Perlas A, Chan VW, Lupu CM, Mitsakakis N, Hanbidge A. Ultrasound assessment of gastric content and volume. *Anesthesiology* 2009;111(1):82-9.
101. Bouvet L, Mazoit JX, Chassard D, Allaouchiche B, Boselli E, Benhamou D. Clinical assessment of the ultrasonographic measurement of antral area for estimating preoperative gastric content and volume. *Anesthesiology* 2011;114(5):1086-92.



102. Vasudevan A, Srinivasan S, Vinayagam S, Ramkumar G, Senthilnathan M. Assessment of effectiveness of cricoid pressure in preventing gastric insufflation during bag and mask ventilation: A randomized controlled trial. *Saudi J Anaesth* 2018;12(4):606-11.
103. Bouvet L, Albert ML, Augris C, Boselli E, Ecochard R, Rabilloud M, et al. Real-time detection of gastric insufflation related to facemask pressure-controlled ventilation using ultrasonography of the antrum and epigastric auscultation in nonparalyzed patients: a prospective, randomized, double-blind study. *Anesthesiology* 2014;120(2):326-34.
104. Zhou X, Huang X, Zhou Z, Xu Q, Mei A, Mazomba LX, et al. Effect of transnasal humidified rapid-insufflation ventilatory exchange on gastric insufflation during anaesthesia induction: A randomised controlled trial and multivariate analysis. *Eur J Anaesthesiol* 2023;40(7):521-8.
105. Zhou S, Cao X, Zhou Y, Xu Z, Liu Z. Ultrasound assessment of gastric volume in parturients after high-flow nasal oxygen therapy. *Anesth Analg* 2023;137(1):176-81.
106. Corp A, Thomas C, Adlam M. The cardiovascular effects of positive pressure ventilation. *BJA Educ* 2021;21(6):202-9.
107. Nimmagadda U, Salem MR, Crystal GJ. Preoxygenation: Physiologic basis, benefits and potential risks. *Anesth Analg* 2017;124(2):507-17