

T.C.
SAĞLIK BAKANLIĞI
TÜRKİYE KAMU HASTANELERİ KURUMU
İZMİR KUZEY KAMU HASTANELERİ BİRLİĞİ GENEL
SEKRETERLİĞİ
SAĞLIK BİLİMLERİ ÜNİVERSİTESİ
TEPECİK EĞİTİM VE ARAŞTIRMA HASTANESİ
ANESTEZİYOLOJİ VE REANİMASYON KLİNİĞİ

EĞİTİM SORUMLUSU
Prof. Dr. Pervin SÜTAŞ BOZKURT

ERİŞKİN HASTALARDA LARİNGOSKOPİ ÖNCESİ YAPILAN
PREOKSİJENİZASYONUN OPTİMAL SÜRESİNİN ÖLÇÜMÜ

TEZ DANIŞMANI
Başasistan Uzm. Dr. Ergin ALAYGUT

UZMANLIK TEZİ
Dr. Atılgan ARIK

İZMİR-2017



T.C.
SAĞLIK BAKANLIĞI
Türkiye Kamu Hastaneleri Kurumu
Bakanlığı İzmir İli Kuzey Bölgesi Kamu Hastaneleri Birliği Genel Sekreterliği
Sağlık Bilimleri Üniversitesi İzmir Tepecik Eğitim ve Araştırma Hastanesi

Toplantı No : 4
Tarih : 03 Mayıs 2017
Karar No : 14

Hastanemiz Anesteziyoloji ve Reanimasyon Asistanı Dr. Atılgan ARIK'ın tez çalışması olarak yapılması planlanan "Erişkin Hastalarda Laringoskopi Öncesi Yapılan Preoksijenasyonun Optimal Süresi Ölçümü" konulu araştırmaya ait dosya görüşülmüş çalışmanın gerekçe, yöntem ve etik açıdan uygun olduğuna, Dr. Atılgan ARIK tarafından Anesteziyoloji ve Reanimasyon Eğitim Görevlisi Doç. Dr. Yücel KARAMAN sorumluluğunda yürütülmesine oy birliği ile karar verilmiştir.

BAŞKAN : Doç. Dr. Şükran KÖSE

ÜYELER : Doç. Dr. Cüneyt Eftal TANER

Doç. Dr. Süheyla SERİN SENER

Doç. Dr. Ahmet KAYA

Doç. Dr. Figen TOKUÇOĞLU

Doç. Dr. Tolga KANDOĞAN (Katılmadı)

Doç. Dr. Özgür ÖZTEKİN

Doç. Dr. Emel Ebru PALA

Uzm. Dr. Ahenk PAKSOY

Doç. Dr. Can ÖZTÜRK

Yrd. Doç. Dr. İ. Eren AKÇİÇEK

Emekli Subay Atıf Can ÖKTEKİN

Avukat Murat BAŞKIRTI

İzmir Kuzey Kamu Hastaneleri Birliği Genel Sekreterliği
Tepecik Eğitim ve Araştırma Hastanesi Yerel Etik Kurulu Yenişehir / İZMİR
Telefon: 0 232 4696969 / 6128 -6708

TEŞEKKÜR

Uzmanlık eğitimim süresince bilgi ve deneyimleri ile bize ışık tutan, bizlere mesleğimizi sevdiren, çalışma disiplini ve bilimselliğini örnek aldığımız, uzmanlık eğitimimi yanında yapmaktan onur duyduğum Hocam Sayın Prof. Dr. Pervin SÜTAŞ BOZKURT'a,

Kliniğimizde bizlere bilimsel bir çalışma ortamı sunan Klinik Şefimiz Sayın Doç. Dr. Yücel KARAMAN'a,

Bilgi ve deneyimleri ile her zaman yanımızda olan Doç. Dr. Gaye AYDIN'a, klinik başasistanlarımız Uzm. Dr. Ergin ALAYGUT ve Uzm.Dr. Meltem ÇAKMAK'a ve tüm klinik uzmanlarımıza,

Birlikte çalışmaktan mutluluk duyduğum asistan arkadaşlarıma,

Kliniğimizin özverili anestezi teknisyen, hemşire ve personellerine,

Beni bugünlere getiren anneme, babama ve bana sonsuz destek veren eşim Burcu ARIK'a

Bana inanan herkese,

Teşekkürler...

ÖZET

Erişkin hastalarda laringoskopi öncesi yapılan preoksijenizasyonun optimal süresinin ölçümü

Dr. Atılgan ARIK, Uzm. Dr. Ergin ALAYGUT, Prof. Dr. Pervin SÜTAŞ BOZKURT

Tepecik Eğitim ve Araştırma Hastanesi, Anesteziyoloji ve Reanimasyon Kliniği,

İzmir/2017

Amaç:

Çalışmamızda genel anestezi altında opere edilecek olan erişkin hastalarda, fraksiyone ekspiryum oksijen konsantrasyonu parametresini kullanarak, 2 dk boyunca yapılan preoksijenizasyonun optimal süresini ölçmeyi hedefledik ve bu ölçülen süreye yaş cinsiyet, sigara içimi gibi durumların etkilerinin olup olmadığını araştırdık.

Method:

Çalışmaya genel anestezi altında elektif cerrahi uygulanacak Amerikan Anesteziyoloji Derneği (ASA) sınıflandırmasına göre, ASA I-II grubundan 20-60 yaş arası 104 hasta dahil edildi. Akciğer hastalığı olan ve zor maske kriteri olan hastalar çalışma dışı bırakıldı. Hastaların yaşları, cinsiyetleri ve sigara içme durumları kaydedildi. 10lt/dk %100 oksijen akımı ile 2 dakika boyunca, yüze sıkıca oturan bir maske aracılığıyla preoksijenizasyon yapıldı. Hastalara normal şekilde nefes alıp vermeleri söylenildi. İşlem sırasında fraksiyone ekspiryum oksijen konsantrasyonu (FeO_2) değerleri, 10 sn aralıklarla kayıt edildi. 2 dakikalık süre içerisinde %90 FeO_2 değerine ulaşan hastaların ulaşma süreleri not alındı.

Bulgular:

%90 FeO_2 değerine ulaşan hastaların (104 hastadan 67'si, %64) yaş ortalamaları dikkate alındığında ulaşamayan hastalara göre istatistiksel olarak anlamlı bir fark bulunamadı. Cinsiyetin, %90 FeO_2 değerine ulaşılmasına etkisi incelendiğinde ise kadın hastaların istatistiksel olarak anlamlı şekilde erkeklerden üstün olduğu gözlemlendi.

Sigara içen kadın ve erkek hastaların %90 FeO₂' ye ulaşma durumları karşılaştırıldığında istatistiksel anlamlı bir sonuç bulunamadı (p=0,134). Sigara içmeyenlerde ise kadınların %90 FeO₂'ye ulaşma oranları erkeklere göre daha yüksekti ve bu oran istatistiksel olarak anlamlı bulundu (p=0,021)

Tüm hastalar için, sigara içen hastalarda %90 FeO₂'ye ulaşma oranı, içmeyen hastalara göre daha az bulundu ve aynı zamanda %90 FeO₂'ye ulaşma süresi sigara içen hastalarda daha uzundu.

Preoksijenizasyon işleminin optimal süresi 2 dakikalık süre içerisinde ulaşan hastalar için 84,82±20,2 sn olarak bulundu.

Yorum:

Yaptığımız çalışmada sonuç olarak preoksijenizasyon yapılan hastalarda yaş, cinsiyet ve sigara içimi faktörleri arasında cinsiyetin ve sigara içiminin, ölçülen FeO₂ değerlerine önemli ölçüde etki ettiği sonucuna vardık.

Kadınların erkeklere göre daha az fonksiyonel rezüdüel kapasiteye sahip olmaları nedeniyle %90 FeO₂'ye ulaşma oranı kadınlarda daha yüksek çıkmış olabilir.

Sigara içimi sonucu oluşan ventilasyon/perfüzyon uyumsuzluğu ve distal havayollarında obstrüksiyonlara bağlı FRC artışı sebebiyle sigara içenlerde daha az oranda ve daha uzun sürede %90 FeO₂ değerine ulaşılmış olabilir.

Optimal süre için bulduğumuz 84,82±20,2 sn'lik değer; çalışmamızda bulunan %90 FeO₂'ye ulaşma oranının önceki yapılan çalışmalardaki oranlarla kıyaslandığında daha az oranda olması sebebiyle geçerliliğinin tartışmalı olduğu kanaatine vardık. Bu yüzden 2 dk'lık preoksijenizasyonun yeterliliği ile ilgili daha fazla çalışma yapılmasına ihtiyaç vardır

Anahtar Kelimeler: Preoksijenizasyon, end tidal oksijen, fraksiyone ekspiratuar oksijen, denitrojenizasyon, optimal süre, sigara, cinsiyet, yaş

ABSTRACT

Measurement of optimal preoxygenation time before laryngoscopy in adult patients

Dr. Atılgan Arık, Uzm. Dr. Ergin ALAYGUT, Prof. Dr. Pervin SÜTAŞ BOZKURT

Tepecik Training and Research Hospital, The Clinic of Anesthesiology and

Reanimation, İzmir/2017

Aim:

In our rearearch, we aimed to measure the optimal duration of preoxygenation for 2 min in adult patients undergoing general anesthesia using fractionated expiratory oxygen concentration parameter and investigated whether the measured duration was affected by age, gender, smoking status.

Method:

104 patients aged 20-60 years were included in the I-II group according to American Society of Amesthesiology (ASA) classification, which will undergo elective surgery under general anesthesia. Patients with pulmonary disease and difficult mask criteria were excluded from the study. The age, sex, and smoking status of the patients were recorded. Preoxygenation was carried out for 2 minutes with a 10 l / min 100% oxygen flow through a mask firmly seated on the face. The patient was told to breathe normally. During the procedure, the fractionated expiratory oxygen concentration (FeO₂) values were recorded at intervals of 10 seconds. The reaching times of patients who reached 90% FeO₂ value were noted.

Results:

There was no statistically significant difference between the patients who reached 90% FeO₂ value (67 patients, 104%, 64%) compared to the patients who could not reach the patients when the mean age was taken into consideration. When the effect of gender on reaching 90% FeO₂ value was examined, it was observed that female patients were statistically significantly superior to men. The rate of reaching 90% FeO₂ in smokers was lower than in

non-smokers and at the same time the duration of reaching 90% FeO₂ was longer in smokers. The optimal duration of preoxygenation was 84.82 ± 20.2 s.

Conclusion:

As a result, we concluded that sex and smoking among the factors of age, gender, and smoking in the patients who underwent preoxygenization treatment had an important effect on the measured FeO₂ values.

Women may have a higher rate of achieving 90% FeO₂ than men because they have smaller functional residual capacity than males.

Smoking may result in less than 90% FeO₂ in cigarette smokers due to ventilatory / perfusion incompatibility and increased FRC due to obstructions in the distal airways.

The value we found for the optimal time was 84.82 ± 20.2 seconds; we concluded that its validity was controversial because the rate of reaching 90% FeO₂ in our study was lower compared to the rates in previous studies. Therefore, further study on the adequacy of 2 minutes of preoxygenation is needed.

Keywords: Preoxygenation, end tidal oxygen, fractionated expiratory oxygen, denitrogenisation, optimal duration, smoking, gender, age

İÇİNDEKİLER

ETİK KURUL ONAY BELGESİ:.....	II
TEŞEKKÜR:.....	III
ÖZET:.....	IV
ABSTRACT:.....	VI
KISALTMALAR:.....	XI
TABLO LİSTESİ:.....	XII
ŞEKİL LİSTESİ:.....	XIII
1.GİRİŞ VE AMAÇ:.....	1
2.GENEL BİLGİLER:.....	3
2.1. Preoksijenizasyon: Fizyolojik Temeli, Efikasitesi ve Yeterliliği:.....	3
2.2. Yüksek Riskli Hasta Popülasyonunda Preoksijenizasyon:.....	9
2.2.1. Gebe Hastalar:.....	9
2.2.2. Morbid Obez Hastalar:.....	10
2.2.3. Pediatrik Hastalar:.....	11
2.2.4. Yaşlı Hastalar:.....	12
2.2.5. Akciğer Hastalığı Olanlar:.....	12
2.2.6. Yüksek Rakımdaki Hastalar:.....	13
2.3 Preoksijenizasyon Teknikleri:.....	13
2.3.1. Spontan Ventilasyon:.....	13
2.3.2. Nasoral Sistem:.....	14
2.3.3. Nasofaringeal Katater:.....	15
2.3.4. Pozitif Basınç:.....	15
2.4. Preoksijenizasyon un Potansiyel Riskleri:.....	17
2.4.1. Özefagial Entübasyonun Geç Teşhisi:.....	17

2.4.2. Absorbsiyon Atelektazisi:.....	17
2.4.3. Reaktif Oksijen Radikallerinin Oluşumu:.....	19
2.4.4. Kardiovasküler Cevap:.....	20
3.GEREÇ VE YÖNTEM:.....	22
4.BULGULAR:.....	24
5.TARTIŞMA:.....	30
6.SONUÇ VE ÖNERİLER:.....	36
7.KAYNAKLAR:.....	37



SİMGELER VE KISALTMALAR

ETO₂: End tidal oksijen konsantrasyonu

FeO₂: Fraksiyone ekspiryum oksijen konsantrasyonu

SpO₂: Pulse oksimetre

FRC: Fonksiyonel rezidüel kapasite

TV: Tidal volum

VO₂: Oksijen tüketimi

FVC: Zorlu vital kapasite

FEV₁: 1. sn'deki zorlu ekspiryum volumü

CC: Kapanma kapasitesi

CO: Karbonmonoksit

FaO₂: Fraksiyone alveolar oksijen

FeN₂: Fraksiyone ekspiryum nitrojen konsantrasyonu

PaO₂: Arteriyel oksijen parsiyel basıncı

FiO₂: Fraksiyone inspiryum oksijen konsantrasyonu

PaCO₂: Arteriyel karbondioksit basıncı

N₂: Nitrojen

O₂: Oksijen

CO₂: Karbondioksit

FGF: Taze gaz akımı

APL: Ayarlanabilir basınç limiti

VKİ: Vucut kitle indeksi

CPAP: Devamlı pozitif havayolu basıncı

PEEP: Pozitif ekspiryum sonu basınç

NIV: Non invaziv ventilasyon

PSV: Basınç destekli ventilasyon

BT: Bilgisayarlı tomografi

DNA: Deoksiribo nükleik asit

ATP: Adenin tri fosfat

ASA: American Society of Anesthesiologists



TABLO LİSTESİ

Sayfa No

Tablo 1: Oda havasında ve %100 Oksijen solunurken vücut oksijen rezervleri.....	3
Tablo 2: Preoksijenizasyon un Evreleri.....	4
Tablo 3: Preoksijenizasyon un yeterliliği ve efikasitesini etkileyen faktörler.....	6
Tablo 4: Preoksijenizasyon teknikleri.....	7
Tablo 5: Anestezi indüksiyonu öncesi verilen FiO_2 değerlerine göre SpO_2 'nin.....	19
%90'a düşme süresine etkisi ve oluşan atelektazi miktarları	
Tablo 6: FeO_2 %90'a ulaşma durumu, cinsiyetleri, sigara içimi ve ASA	24
düzeylerinin oranları	
Tablo 7: 10 saniye aralıklarla kaydedilen ortalama FeO_2 değerleri.....	24
Tablo 8: FeO_2 'nin %90 a ulaşma durumu.....	25
Tablo 9: FeO_2 'nin %90 olduğu süreye (sn), cinsiyet ve sigara içmenin etkisi.....	26
Tablo 10: Sigara içme durumunun hastaların cinsiyetlere göre dağılımı ve bu.....	27
dağılımın %90 FeO_2 'ye ulaşmaya etkisi	
Tablo 11: İlk 40 sn'deki FeO_2 değerlerinin %90 FeO_2 'ye ulaşılmasına etkisi.....	28

ŞEKİL LİSTESİ

Sayfa No

Şekil 1: Preoksijenizasyon anında oksijen volumünün çeşitli dokularda.....3	
varyasyonları	
Şekil 2: Devre absorbanı ve Nasoral sisteminin 20 adet gönüllüde, spontan.....5	
solunum sırasında, 30 sn'lik intervaller ile alınan verilerle ortalama end	
tidal O ₂ ve N ₂ 'un karşılaştırılması	
Şekil 3: Cinsiyet farkına göre %90 FeO ₂ 'ye ulaşma oranları.....25	
Şekil 4: Cinsiyet farkına göre %90 FeO ₂ 'ye ulaşma oranları.....26	
Şekil 5: FeO ₂ 'nin %90 olduğu süreye (sn), cinsiyet ve sigara içmenin etkisi.....27	
Şekil 6: %90 FeO ₂ 'a ulaşan hastaların ortalama sürelerinin, 20 sn'lik.....28	
aralıklara göre dağılımı	
Şekil 7: %90 FeO ₂ 'ye ulaşmak için gereken ortalama süre.....29	
Şekil 8: 2dk'lık %100 oksijen ile yapılan preoksijenizasyonun %90 FeO ₂ 'ye.....29	
ulaşma oranına göre istatistiksel olarak analizi	

1.GİRİŞ VE AMAÇ

Preoksijenizasyonun amacı, vücuttaki oksijen rezervini arttırarak, planlanmış veya beklenmedik apne periyodu durumlarında, hipoksi oluşumunu önlemektir. Denitrojenizasyon terimi ise alveollerdeki nitrojenin, oksijen ile yer değiştirmesini tanımlar ve bazen de preoksijenizasyonun yerine kullanılır. Yine de preoksijenizasyon terimi daha çok kullanılır, çünkü asıl amaç nitrojeni uzaklaştırmak değil, oksijenizasyonu sağlamaktır. Havayolu yönetimi ameliyathanede, yoğun bakımda ve acil serviste en sık uygulanan prosedürlerden biridir. Planlanmış entübasyonlarda veya kritik hastaların acil entübasyonu sırasında zor havayolu ile ilişkili oluşabilecek, hipoksemi ve kardiovasküler kollaps gibi, komplikasyonlar hayati tehlike oluşturabilir^{1,2}. Anestezi indüksiyonu ve trakeal entübasyon öncesi, yüksek fraksiyonlu oksijen ile preoksijenizasyon yapılması, apneye bağlı oksihemoglobin desatürasyonu oluşumunu geciktirmesi ile yıllardır uygulanan ve kabul görmüş bir tekniktir³. Preoksijenizasyon, aspirasyon riski olan hastalarda, hızlı ardışık entübasyonun ayrılmaz bir parçasıdır^{4,5}. Preoksijenizasyon aynı zamanda, zor ventilasyon ya da zor entübasyon düşünülen, oksijen rezervi kısıtlı olan hastalarda da önemlidir^{6,7}. 2003 yılında yayınlanan Amerikan Anesteziyoloji Derneğinin (American Society of Anesthesiologists,ASA) zor havayolu rehberinde ‘‘zor havayolu yönetimine başlamadan önce yüz maskesi ile preoksijenizasyon yapılması’’ yer almaktadır⁸. Preoksijenizasyonun her hastada uygulanabilir ,çünkü ‘‘ventile edilemeyen, entübe edilemeyen’’ hasta ile her an karşı karşıya kalınabilir^{6,9}. 2015 yılında İngiltere Zor Havayolu Derneği tarafından geliştirilen, ön görülemeyen zor entübasyon yönetimi rehberinde, tüm hastalara genel anestezi indüksiyonu öncesi preoksijenizasyon yapılması gerektiği vurgulanmıştır¹⁰.

Preoksijenizasyon, ameliyathanede anesteziistin yüz maskesi ile oksijen vermesi, serviste hemşirenin oksijen kanülü ile oksijen vermesi gibi manalara gelebilecek genel bir

terimdir. Çalışmamızda, bu terim, spontan soluyan hastaya, anestezi indüksiyonu öncesi, %100 oksijenin, yüz maskesi aracılığıyla verilmesi şeklinde kullanıldı.

Preoksijenizasyon için 3 kez maksimum solumadan¹¹, 7 dk tidal volüm solumaya kadar farklı yöntemler geliştirilmiştir¹². Bu yöntemlerin değerlendirilmesinde kullanılan pulse oksimetri (SpO_2) değerleri, hemoglobin dissosiyasyon eğrisinin karakteristik özelliğinden dolayı, saturasyonu hızla %100'e yaklaşan hastalarda optimal hedefi göstermez. Fraksiyone ekspiryum oksijen konsantrasyonu (FeO_2) parametresi ise denitrojenizasyon sırasında preoksijenizasyonun değerlendirilmesi açısından alternatif bir yaklaşım sunar¹³.

Alveolar oksijen konsantrasyon monitörizasyonu, erişkinlerde entübasyon öncesi denitrojenizasyon için optimal zamanı tahmin etmede kullanılmaktadır^{14,15}. Maksimal preoksijenizasyonun ve denitrojenizasyonun hedefi, fraksiyone ekspiryum oksijen konsantrasyonunun (FeO_2) %90, ve fraksiyone expiryum nitrojen konsantrasyonunun (FeN_2) ise %5 olması olarak tanımlanır^{15,20}. Morbid obezite¹⁶ gibi özellikli durumlarda, ventilasyon ve oksijenizasyonun monitorize edilmesi yararlıdır^{17,18}. Bu yöntemin bir avantajı da, özellikli hastalarda tahmin edilen hedefe ulaşılamadığı durumlarda ($FeO_2 < 0.9$), altta yatan bir akciğer patolojisinin varlığını veya metabolik ihtiyacın artmış olduğunu göstermesidir.

Fraksiyone ekspiryum oksijen konsantrasyonu ölçüm cihazının, her anestezi makinesinde, standart olarak bulunmaması nedeniyle, yeterli preoksijenizasyon yapılabilmesi için ortalama sürenin bilinmesi rutin pratikte faydalı olacaktır. Biz bu çalışmada, ASA 1-2 olan erişkin hastalarda, anestezi indüksiyonu öncesi, 2 dakika boyunca FeO_2 parametresini kullanarak, preoksijenizasyonun optimal süresini belirlenmeyi ve yaş, cinsiyet, sigara içimi gibi faktörlerin bu süreye olan etkisini değerlendirmeyi amaçladık.

2.GENEL BİLGİLER

2.1 Preoksijenizasyon: Fizyolojik Temeli, Yararlılığı ve Yeterliliği

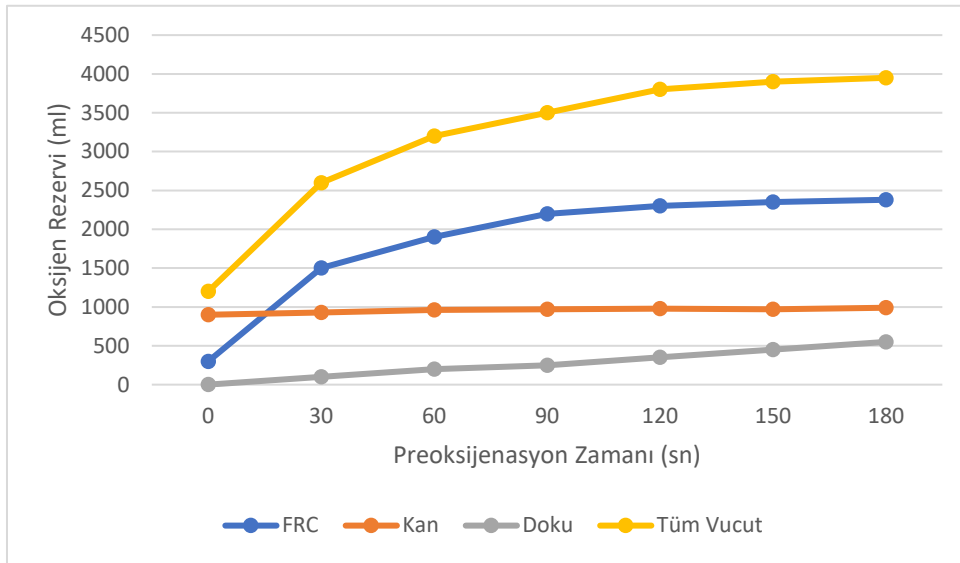
Preoksijenizasyon, oksijen (O_2) rezervini tüm vücutta artırırken ana artış fonksiyonel rezidüel kapasitede olur. Farklı dokulardaki, O_2 volümü artışının kesin değerlendirmesini yapmak zordur; fakat gaz-su partiyon katsayısı kullanılarak tahmini artışlar hesaplanabilir^{19,20}. Tablo 1 ve şekil 1’de, oda havasında ve %100 fraksiyone inspiryum oksijen konsantrasyonu (FiO_2) ile soluma sırasında, çeşitli dokularda ölçülen oksijen rezervleri gösterilmiştir.

Tablo 1. Oda havasında ve %100 Oksijen ile soluma sırasında vücut oksijen rezervleri¹⁹

Vücut Rezervi	Oda Havası	%100 O_2
Akciğerler	450	3000
Kan	850	950
Doku sıvılarında çözünen	50	100
Myoglobine bağlı	200	200
Total	1550	4250

Şekil 1: Preoksijenizasyon anında oksijen volumünün çeşitli dokularda

varyasyonları²⁰



Preoksijenizasyonun etkinliği; yararlılığı ve yeterliliğiyle değerlendirilir⁶. Yararlılık indeksi; fraksiyone alveolar oksijende (FaO_2)^{15,21} ve arteriyel oksijen parsiyel basıncında (PaO_2) artmayı^{23,24}, fraksiyone alveolar nitrojeninde (FaN_2) ise azalmayı^{13,22} ifade eder. Preoksijenizasyonun yeterliliği ise apne sırasında oksihemoglobin desatürasyonundaki azalma ile değerlendirilir^{25,26}.

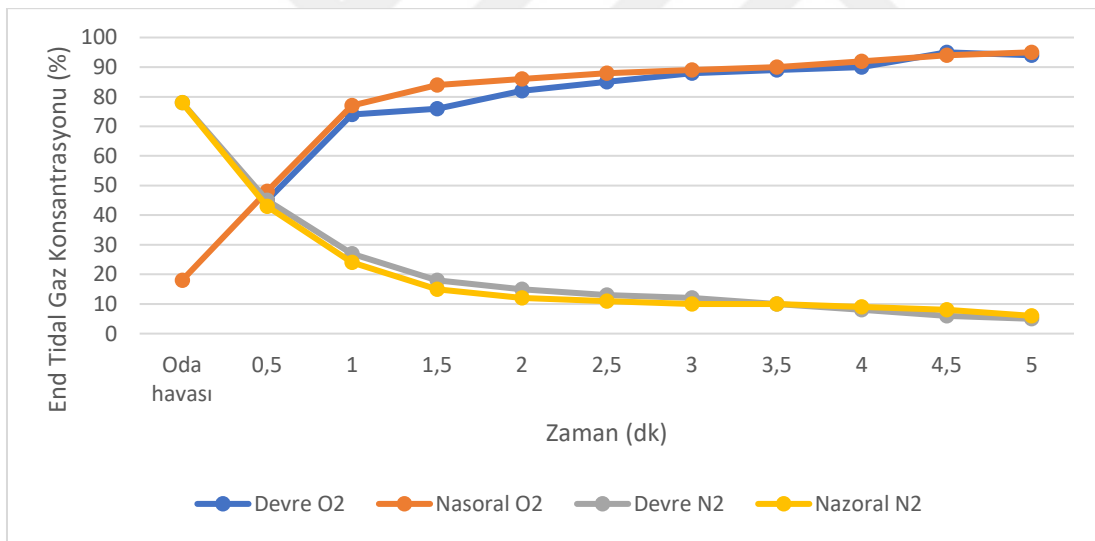
Preoksijenizasyon FaO_2 'yi artırırken FaN_2 'yi azaltır (Şekil 2)²⁷. Maksimal preoksijenizasyona ulaşmanın anahtarı akciğerlerden nitrojenin (N_2) temizlenmesidir. Preoksijenizasyon ve denitrojenizasyon terimleri aynı prosedürü tarif etmek için eşanlamlı olarak kullanılır. Normal sağlıklı bireylerde akciğerlere O_2 'in girişi ve N_2 'un çıkışı, katsayılarla belirlenir ve bunun için bir zaman sabiti eğrisi mevcuttur. Bu zaman sabiti alveolar ventilasyonun fonksiyonel rezüdüel kapasiteye oranıyla doğru orantılıdır. Anestezi induksiyonu öncesi yapılan preoksijenizasyon, yarı kapalı anestezi devresi ile yapıldığından dolayı, devrenin de preoksijenizasyon öncesi tıpkı akciğerlere uygulandığı gibi oksijen ile temizlenmesi gerekir. Bu yüzden preoksijenizasyon 2 evreden oluşur (Tablo 2); devrenin oksijen akımıyla temizlenmesi ve alveolar ventilasyon aracılığıyla fonksiyonel rezüdüel kapasitenin (FRC) nitrojenden temizlenmesi (Şekil 2). Preoksijenizasyonun evreleri tablo 2'de gösterilmiştir.

Tablo 2: Preoksijenizasyonun Evreleri²⁸

Evre	Tanım	Zaman katsayısının belirleyicisi	Öneriler
1	Oksijen akımıyla Anestezi cihazının temizlenmesi	Devrenin büyüklüğü/ O ₂ akım oranı	Yüz maskesi yerleştirilmeden önce yüksek O ₂ akımıyla devre temizlenmeli
2	Alveolar Ventilasyonla FRC temizlenmesi	FRC/Alveolar ventilasyon	O ₂ akım oranı kullanılarak yeniden soluma önlenmeli

Preoksijenizasyon sırasında, devre absorbanı ve Nasoral system kullanılarak, 20 adet gönüllüde spontan solunum sırasında 30 sn'lik aralıklar ile alınan verilere göre ortalama end tidal O₂ ve N₂'un karşılaştırılması şekil 2'de gösterilmiştir.

Şekil 2: Devre absorbanı ve Nasoral sisteminin 20 adet gönüllüde spontan solunum sırasında 30 sn'lik intervaller ile alınan verilerle ortalama end tidal O₂ ve N₂'un karşılaştırılması²⁷



Maksimal preoksijenizasyonun ve denitrojenizasyonun hedefi olan end tidal oksijen konsantrasyonu (FeO₂ veya EtO₂) yaklaşık %90 ve end tidal nitrojen (FeN₂ veya EtN₂) konsantrasyonu ise %5 olarak tanımlanır^{15,20}. Normal fonksiyonel rezüdüel kapasitesi (FRC) ve oksijen tüketimi (VO₂) olan erişkin deneklerde, EtO₂ > %90 olması, akciğerin 2000 ml'den fazla oksijen içerdiğini gösterir ki bu değer VO₂'nin 8-10 katı kadardır⁶. Karbondioksitin (CO₂) rezüdüel volümde zorunlu varlığı ve alveolar gazda suyun buharlaşması nedeniyle EtO₂'in %94 üzerine çıkması zordur.

Preoksijenizasyon sırasında pulse oksimetri ile ölçülen SpO_2 'nin %100 'e ulaşması preoksijenizasyon tamamlandığı anlamına gelmez çünkü verilen oksijen konsantrasyonu, oda havasından (%21 O_2) daha fazla olduğu zaman hemoglobin hemen %100 satüre olur. Bazı çalışmalarda, kan gazında PaO_2 ölçümü yapılarak preoksijenizasyonun değerlendirilmesi önerilmiştir, fakat bu işlem pratikte uygulanabilir bir yöntem değildir. Preoksijenizasyonun değerlendirilmesinde en kullanışlı indikatörlerden olan fraksiyone ekspiryum nitrojen konsantrasyonu (FeN_2) ve fraksiyone ekspiryum oksijen konsantrasyonu (FeO_2) gibi parametreler; alveolar nitrojen (FaN_2) ile alveolar oksijeni (FaO_2) yansıtır. FeO_2 %90'a ulaştığında, FeN_2 ve CO_2 değerleri %5'e düşer. Karbondioksitin %5'lik konsantrasyonu yaklaşık 40 mmHg'lık bir parsiyal basınca denktir. Bunun dışında, ölçülen FeO_2 değeri tek başına güvenli apne zamanını tahmin etmek amacıyla kullanılamaz; çünkü bu zamanı hesaplayabilmek için üç değişkenin daha bilinmesi gerekir; Bu değişkenler FRC, oksijen tüketimi, SpO_2 'yi %90 düzeyinde tutmak için gerekli olan oksijen miktarıdır. Hastalarda bu değerler değiştirilemez. Güvenli apne zamanı, FeO_2 parametresinin kullanıldığı preoksijenizasyon teknikleriyle artırılabilir bu yüzden ölçülen FeO_2 değeri, hedef noktası olarak çalışmalarda karşılaştırma amaçlı kullanılabilir.

Birçok faktör efikasite ve yeterliliği etkiler (Tablo 3)²⁸. Efikasiteyi etkileyen faktörler: FiO_2 (fraksiyone inspiryum oksijen konsantrasyonu), preoksijenizasyon süresi ve alveolar ventilasyonun fonksiyonel rezüdüel kapasiteye oranıdır. FiO_2 'nin 1.0 civarında tutulamamasının sebepleri; yüz maskesinin altından hava kaçağı olması^{29,30}, ekshale edilen gazın yeniden solunması ve yüksek FiO_2 vermeye uyumlu olmayan resüsitasyon balonlarının kullanılmasıdır²⁷. Preoksijenizasyonun yeterliliği ve efikasitesini etkileyen faktörler tablo 3'te gösterilmiştir.

Tablo 3: Preoksijenizasyon un yeterliliği ve yararlılığını etkileyen faktörler²⁸

Yarrarlılık

- Inspire edilen oksijen konsantrasyonu
- Hava kaçağı varlığı
- Kullanılan anestezi sistem
- Taze gaz akımı seviyesi
- Solunum şekli (tidal volüm veya derin solunum)
- Solunumun Süresi
- Alveolar ventilasyon/FRC oranı

Yeterlilik

- Akciğerlerdeki oksijen volümü
- FRC
- Arteryal oksijen içeriği
- Tüm vücut oksijen tüketimi

Sakallı hastalar, dişsiz hastalar, çekik yanaklı yaşlı hastalar, yüz maskesinin yanlış boyda kullanılması, nazogastrik tüpün bulunması gibi sık olabilen sebeplerden ötürü hava kaçakları olabilir ve bu nedenlere bağlı FiO_2 'de düşüş gözlenir. Normal kapnografi trasesinin olmaması ve tahmin edilenden düşük end tidal karbondioksit konsantrasyonunun varlığı devrede kaçak olduğunun göstergesidir⁶. FiO_2 , aynı zamanda solunumun süresinden, solunum tekniğinden ve taze gaz akım (FGF) düzeyinden etkilenir³¹. Maksimal preoksijenizasyona ulaşmak için yeterli zaman gereklidir. FiO_2 1,0 düzeyinde iken birçok sağlıklı erişkin, $EtO_2 > \%90$ seviyesine 2 ila 5 dakikada erişebilir. FiO_2 deki değişikliklerine bağlı FaO_2 değerleri şu formülle hesaplanabilir: $FaO_2 = 0.693 \times (FRC\text{'deki gaz volümü/alveolar ventilasyon})$. FRC'si 2.5 L olan bir kişide alveolar ventilasyon 4 L/dk ise yarı ömür 26 sn iken, alveolar ventilasyon 8 L/dk'ya çıktığında yarı ömür 13 sn'ye düşer⁶. Bu bulgular hiperventilasyonun, O_2 rezervlerini arttırmak için gereken süreyi azalttığını gösterir ki bu da preoksijenizasyon sırasında kullanılan tidal volüm solunumu tekniğinin alternatifi olan derin solunum tekniğinin temelini oluşturur^{24,32,33}. Preoksijenizasyon teknikleri tablo 4'te gösterildiği gibidir²⁸.

Tablo 4: Preoksijenizasyon teknikleri²⁸

Tidal volüm solunumu
Bir vital kapasite solunumunu takiben tidal volüm solunumu
Tek tidal kapasite solunumu
4 kez derin solunum (4 inspiratuar kapasite solunumu)
8 kez derin solunum (8 inspiratuar kapasite solunumu)
Uzatılmış derin solunum (12-16 inspiratuar kapasite solunumu)

Taze gaz akımının (FGF) 5 L'den 10 L'ye çıkarılması ile derin solunum sırasında FiO_2 'de anlamlı bir yükselme gözlenirken, tidal volüm solunumundaki FiO_2 oranını aynı ölçüde yükseltmez³¹. Devre sisteminin çalışma prensiplerinden dolayı derin solunum sırasındaki dakika ventilasyonu FGF'yi geçebilir ve ekshale edilen gazdaki nitrojenin (N_2) yeniden solunumuyla birlikte FiO_2 düşebilir. Yine de tidal volüm solunumu sırasında ekshale edilen gazdaki N_2 'nin yeniden solunumu ihmal edilebilir seviyededir³¹.

Yapılan bütün araştırmalarda preoksijenizasyonun, apne sırasında oluşan arteriyal oksihemoglobin desatürasyonunu geciktirdiğini göstermiştir^{6,13,25,34}. Desatürasyondaki gecikmenin boyutu preoksijenizasyonun efikasitesine, FRC'ye ve VO_2 'ye bağlıdır²⁸. Oksijen taşıma kapasitesi azalmış (azalmış; FRC, PaO_2 veya kardiyak output) veya VO_2 'si artmış olan hastalarda apne sırasında oksihemoglobin desatürasyonu daha hızlı gelişir^{6,25}. Farmery ve Roe apne sırasında oksihemoglobin desatürasyonun oranını açıklayan bir bilgisayar modeli geliştirmişlerdir³⁵. Bu model özellikle oksihemoglobin desatürasyonunun %90'ın altında olduğu değerlerin analizinde kullanışlıdır. Bu değerler insan denekleri için tehlikelidir çünkü oksihemoglobin dissosiyasyon eğrisinin sigmoid şeklinden dolayı, %90 altındaki değerlerde PaO_2 'de dik bir düşüş gözlenir. 70 kg sağlıklı bir hasta apne sırasında FaO_2 progresif olarak 0.87'den (FiO_2 1.0) 0.13'e (hava, $FiO_2=0.21$) düşerken, SpO_2 'nin %60'a düşme süresi 9.9 dk'dan 2,8 dk'ya azalır²⁵.

2.2 Yüksek Riskli Hasta Popülasyonunda Preoksijenizasyon

Anestezi indüksiyonu öncesi preoksijenizasyon; maske ile ventilasyonun kontrendike olduğu, dolu mide şüphesi olan hastalarda, maske ile ventilasyonun zor olacağı tahmin edilen

durumlarda, trakeal entübasyonun normalden daha zor olacağı düşünülen durumlarda çift lümenli tüpün yerleştirilmesi gibi özel havayolu ekipmanlarının kullanılacağı durumlarda, desatürasyona daha fazla yatkın olan obez, gebe, ateşi olan hastalarda ve akciğer hastalığı olan hastalarda özellikle endikedir.

Yoğun bakım ünitelerinde akut solunum yetmezliği entübasyon için ana endikasyondur^{1,2}. Bu tip vakalarda entübasyon işlemi sırasında hipoksemi ve kardiovasküler kollaps oluşma riski özellikle artmıştır. Respiratuvar kas güçsüzlüğüne (ventilatuvar yetmezlik) ve gaz değişiminde bozukluklara (respiratuvar yetmezlik) sıkça rastlanılır. Bu yüzden entübasyon sırasında hayatı tehdit edici komplikasyonların gelişebileceği önceden tahmin edilmeli ve buna göre önlemler alınmalıdır³⁶.

Bazı kritik olmayan hastalar da (elektif cerrahi) havayolu güvenliği açısından riskli olarak değerlendirilebilir. Obezite ve hamilelik, FRC'nin azaldığı ve atelektazi oluşma sıklığının arttığı iki ana gruptur³⁶. Diğer risk altındaki gruplar ise minimal hipoksemiye güvenli bir şekilde tolere edemeyecek (epilepsi, serebrovasküler hastalık, koroner arter hastalığı, orak hücreli anemi vb..) olan hastalardır. Sonuncu olarak, zor entübasyon düşünülen hastalara da yeterli derecede preoksijenizasyon yapılmalıdır. Trakeal entübasyonda sırasında tahmin edilemeyen zorluklarla sık karşıladığından ötürü preoksijenizasyonun genel anestezi indüksiyonu öncesi tüm hastalara uygulanması tavsiye edilmiştir⁶. Özellikle olan bazı elektif cerrahi hastaları aşağıda anlatılmıştır.

2.2.1 Gebe Hastalar

Genel anestezi verilen gebe hastalarda hızlı ardışık entübasyon, sıkça uygulanır ve bu hastalara preoksijenizasyon uygulamak esastır. Maksimal preoksijenizasyonun gebe hastalarda, gebe olmayanlara göre daha hızlı olmasının sebebi gebe hastaların daha yüksek oranda alveolar ventilasyon yapmaları ve daha düşük FRC'ye sahip olmalarıdır^{21,37}. Yine de apne sırasında hamile bayanlarda oksihemoglobin desatürasyonu daha hızlı gelişir çünkü; FRC'leri az olması

sebebiyle O_2 volümü kısıtlıdır ve artmış VO_2 durumu mevcuttur. Apne sırasında supin pozisyonda SpO_2 'nin %95'e kadar düşmesi için gereken zaman hamile hastalarda 173 sn, hamile olmayanlarda ise 243 sn bulunmuştur³⁸. Preoksijenizasyon sırasında 45° baş yukarı pozisyonunu, hamile olmayan bayanlarda desatürasyon zamanını uzatırken, hamile bayanlarda bir etkisi olmadığı gösterilmiştir. Bu durum gebe uterusunun, diaframın aşağı inişini engellemesi ve FRC'de tahmin edilen artışa engel olmasından kaynaklanmaktadır³⁸. Hamile bayanlarda 4 derin solunum tekniğini, 3 dakikalık tidal volüm solunum tekniğinin gerisinde kalmıştır³⁹. Artmış dakika ventilasyonu nedeniyle hamile bayanlarda preoksijenizasyon sırasında 10 L/dk'lık bir oksijen akımı gerekir.

2.2.2 Morbid Obez Hastalar

Çalışmalarda, morbid obez hastalar ($VKI > 40 \text{ kg/m}^2$) obez olmayan hastalarla karşılaştırıldığında, 3 dk tidal volüm solunumuyla yapılan preoksijenizasyonun, apne sırasında SpO_2 'nin %90'a düşme süresini anlamlı ölçüde uzattığı gösterilmiştir^{16,40}. Preoksijenizasyonu takiben apne sırasında normal vücut ağırlığına sahip hastalarda SpO_2 'nin %90'a düşme süresi ortalaması yaklaşık 6 dk iken, morbid obez hastalarında ise bu süre sadece 2.7 dk bulundu¹⁶. Morbid obez hastalarında, ventilasyonun veya entübasyonun zor olduğu durumlarla sık karşılaşıldığı için bu değerleri bilmek önemlidir. Morbid obez hastalarında apne sırasında oksihemoglobin desatürasyonunun hızlı olması, artmış VO_2 ve azalmış FRC nedeniyledir. Supin pozisyonda diaframın sefale doğru yönelmesi FRC'yi daha da fazla azaltır. Morbid obez hastalarında preoksijenizasyon sırasında 25° baş yukarı pozisyonu yapılmasının, güvenli apne zamanını yaklaşık 50 sn uzattığı gösterilmiştir⁴¹.

Bazı anesteziistler tarafından, morbid ve süper morbid ($VKI > 50 \text{ m}^2$) obez hastalarında hızlı ardışık entübasyon yerine uyanık fiberoptik entübasyon tercih edilir. Bu yaklaşımın bir avantajı, spontan solunum sırasında havayolu açıklığı korunurken, rahat bir şekilde trakeal entübasyonun gerçekleştirilebilmesidir. Preoksijenizasyon, entübasyon denemesinden önce yüz

maskesi ile yapılmalı daha sonra ise nasal kanül veya orafarinkse yerleştirilen O₂ katateri aracılığıyla devam ettirilmelidir. O₂ akımının (5 L/dk'ya kadar) fiberoptik bronkoskopun kanalından verilmesiyle, O₂ insuflasyonu yapılabilmesi ve böylece buharlaşmanın önlenmesi ve sekresyonların itilmesi gibi avantajları vardır.

2.2.3 Pediatrik Hastalar

Çalışmalarda maksimal preoksijenizasyonun (EtO₂=%90) çocuklarda, erişkinlerden daha çabuk yapılabildiği gösterilmiştir^{12,42}. Tidal volüm solunumunda %90 EtO₂ değerine 100sn içinde ulaşılmışken, derin solunumda ise bu süre 30 sn'idi^{12,42}. Bununla beraber, çocuklarda erişkinlere göre daha düşük FRC olması ve yüksek oranda VO₂ olması sebebiyle, O₂ sunumunun sekteye uğradığı, apne veya havayolu obstrüksiyonu gibi durumlarda hipoksi gelişimi için çok büyük risk altındadırlar^{43,44}. Tidal volüm solunumunda apne öncesi 1dk, 2dk ve 3dk boyuca O₂ verilen (FiO₂=1.0) 3 grup çocuğun karşılaştırıldığı çalışmada, apne sırasında SpO₂'nin %100'den %95'e ve sonra %90'a düşmesi için gereken zamanın, 1dk O₂ verilen grupta en az, 2 ve 3 dk O₂ verilen gruplarda ise aralarında fark olmadığı gösterilmiştir⁴⁵. Bu bulgular temel alındığında tidal volüm solunumu ile yapılan 2 dk'lık preoksijenizasyonun güvenli apne periyodu için maksimum yarar sağladığı gösterilmiştir⁴⁵. Preoksijenizasyon büyük çocuklarda infantlardan daha yararlıdır. Örnek olarak, 8 yaşındaki bir çocuğun güvenli apne periyodu 0,47 dk'dan preoksijenizasyon ile 5dk'ya kadar çıkarılabilir⁴⁶. Çocuklarda yaş küçüldükçe apne sırasında desatürasyonun başlama süresi kısalır^{44,47}. Birçok çocukta apne başlangıcından, SpO₂'nin %90'a düşme süresi ortalama 70-90 sn olarak ölçülmüştür ve bu süre üst solunum yolu enfeksiyonu varlığında daha da kısalabilir⁴⁸. Pediatrik anesteziolojistler hızlı ardışık entübasyonun çocuklara uygulanmasından endişe ederler³⁶. Bu endişeleri güvenli apne periyodunun kısa olması ve krikoid basınca bağlı potansiyel havayolu obstrüksiyonu olmasından kaynaklıdır. Hızlı sekanslı indüksiyon/entübasyonun modifiye versiyonu olan,

yüksek O₂ konsantrasyonu ile krikoid bası olmadan yavaş ventilasyon yapılması işlemi çocuklar için çok daha uygundur⁴⁹.

2.2.4. Yaşlı Hastalar

Yaşlılık respiratuar sistemde önemli yapısal ve fizyolojik değişikliklerle ilişkilidir⁵⁰. Bu değişiklikler, zayıflamış respiratuar kaslar ve akciğerin elastik yapısında azalmaya neden olan parankimal değişiklikleri içerir. Yaşla birlikte kapanma kapasitesinin artışı, akciğer volümlerinde küçülmeye neden olur ve bunun sonucunda ventilasyon perfüzyon uyumsuzluğu, azalmış pulmoner rezerv, bozulmuş O₂ alımı gibi pek çok patofizyolojik değişiklikler oluşur. Basal VO₂'nin yaşla birlikte azalmasına rağmen, bozulmuş O₂ alımı, apne sırasında daha hızlı desatürasyon oluşmasına neden olur⁵⁰. Yaşlı hastalarda preoksijenizasyon sırasında 3 dk veya daha uzun tidal volüm solunumunun, 4 derin solunumdan daha efektif olduğu gösterilmiştir^{51,52}.

2.2.5. Akciğer Hastalığı Olan Hastalar

Preoksijenizasyonun etkinliğinin göstergelerinden olan efikasite ve yeterlilik, akciğer hastalıklarında zararlı yönde etkilenebilir. Pulmoner hastalıklar; azalmış FRC, yüksek düzeyde ventilasyon-perfüzyon uyumsuzluğu ve artmış VO₂ ile ilişkilidir. Anestezi uygulaması, kronik obstrüktif akciğer hastalarında gaz değişimini daha da bozar⁵³. Anestezi sırasında aspirasyon yapılması gibi ventilasyonun kısa süreli kesildiği durumlarda bile önemli ölçüde desatürasyon oluşabilir. Bu tip hastalarda maksimal preoksijenizasyon için 5 dk veya daha fazla süre, tidal volüm solunumu yapılmalıdır.

2.2.6. Yüksek Rakımdaki Hastalar

Yüksek rakımda inspire edilen O₂'in (%21) konsantrasyonu değişmez; fakat barometrik basıncın azalması, alveolar ve arterial (PAO₂ ve PaO₂) parsiyel basıncının azalmasıyla sonuçlanır⁵⁴. Rakım yükseldikçe PaO₂ kademeli olarak düşer. Yüksek rakımın preoksijenizasyona etkisi ile ilgili herhangi bir çalışma yapılmamıştır. Bu konu ile ilgili yorum yapmak ise, preoksijenizasyonun multipl determinantları olması ve kompensatuar

mekanizmaların potansiyel etkisi (aklimatizasyon) nedeniyle zordur. Yüksek rakımdaki hastalara kabul edilebilir bir koruma sağlaması için daha uzun süre preoksijenizasyon yapılması gerektiği muhtemeldir yine de bu yorumun yapılacak çalışmalarla onaylanması gerekmektedir.

2.3 Preoksijenizasyon Teknikleri

Efektif bir preoksijenizasyon sağlamak için metodolojik yaklaşım gereklidir. İşlem öncesi yüze sıkıca oturmuş maskenin önemi hastaya açıklanmalıdır. Preoksijenizasyon başladıktan sonra, FeO_2 ve FiO_2 değerleri yakından gözlemlenmelidir. Eğer FeO_2 değeri tahmin edildiği gibi yükselmiyorsa anestezi uygulayıcısı maskeyi, iki eliyle tutmalı ve/veya daha uygun bir maskeyle değiştirmelidir. FeO_2 değeri %90'a yaklaşmadan indüksiyona başlanılmamalıdır.

2.3.1. Spontan Ventilasyon

Spontan ventilasyon sırasında birbirleriyle neredeyse eşit derecede etkili bir çok manevra (3-8 vital kapasite, 3 dakika tidal volüm solunumu gibi) mevcuttur^{55,56}. Bazı teknik detaylar preoksijenizasyonun etkinliğini önemli ölçüde değiştirebilir. Birincisi, klinisyen, yüz maskesini hastanın fasial morfolojisine göre uygun boyutta seçmelidir. İkincisi taze gaz akımı, ventilasyonu homojenize etmek ve hava kaçaklarının etkisini azaltmak için yüksek düzeyde kullanılmalıdır^{57,58}. Üçüncüsü, hava kaçakları gevşek rezarvuar balondan veya normal kapnografi dalga-formunun oluşmamasından anlaşılmalı ve önlem alınmalıdır; çünkü bu hava kaçakları preoksijenizasyonun etkisini bozar. Yeni teknolojik gelişimler de bize yardımcı olabilir. Modern anestezi cihazlarında, alveolar parsiyel oksijen basınç (PAO_2) ölçümü yerine fraksiyone ekspiryum oksijen konsantrasyon (FeO_2) parametresi mevcuttur. Hedef ise genel olarak %90 olarak benimsenmiştir⁵⁵. Bu hedefe saf oksijen verildiğinde daha erken ulaşılır. Klinisyen bu işlem sırasında denitrojenizasyona bağlı oluşabilecek atelektazi komplikasyonlarının farkında olmalıdır. Riskli hastalarda entübasyon öncesi FeO_2 'nin %90'a

yaklaştırılarak güvenli apne zamanının uzatılması, preoksijenizasyona bağı atelektazi oluşması riskine göre daha ağır basar.

Kritik hastalarda, uzatılmış preoksijenizasyonun avantajı henüz gösterilememiştir. Bir çoğu akut respiratuar yetmezlik durumunda olmakla birlikte artmış sağdan sola şantı olan ve azalmış FRC'si olan hastalardır. Bu tip hastalar, indüksiyon öncesi oksijen verilmesinden, elektif cerrahi planlanmış olan hastalar kadar fayda görmez⁵⁹. Yapılan bir çalışmada zor entübasyon öncesi 4 dakikalık oksijen terapisinin PaO₂ de ılımlı bir yükselme (62 mmHg'dan 88 mmHg'ya) sağladığını ortaya koymuştur; fakat yapılan preoksijenizasyona rağmen 34 hastanın yarısında entübasyon sırasında ağır hipoksi gözlemlendi.

2.3.2. NasOral Sistem

Spesifik olarak preoksijenizasyon için dizayn edilmiş olan NasOral sistemi; inspiryum sırasında burundan, ekspiryumda ise ağızdan soluk alıp vermeyi, yönsüz valvler aracılığıyla sağlayan ve geri solumayı önleyen bir sistemdir. Bu sistem ile elde edilen FeO₂ değeri yüz maskesinden elde edilen değerlerle benzerdir. Bununla birlikte, nasoral sistemi kullanılarak yapılan preoksijenizasyon sırasında hasta bilincini kaybettiğinde solunum sisteminin değiştirilmesi gereklidir. Üstelik burnundan veya ağızından nefes alamayan hastalarda kullanılamaz. Bu tip kısıtlılıklar ve artı olarak pahalı olmasından dolayı bu sistemin günlük pratikte kullanımı yaygınlaşmamıştır.

2.3.3. Nasofaringeal Katater

Oksijen alveolden alınır ve apne sırasında tüketilir. Kanın CO₂ için yüksek tamponlama kapasitesinden dolayı, O₂ çok daha düşük volümde CO₂ ile yer değiştirir. Bu yüzden, eğer havayolu açık olursa, respiratuar hareketlerin yokluğunda bile, gaz üst havayolundan alveole kadar çekilir. Eğer verilen gaz karışımı başlıca oksijenden oluşuyorsa, vücuda extra oksijen rezerv sağlanır ve güvenli apne zamanı uzatılır. Bu yüzden, organ donörlerine yapılan apne testi sırasında trakeal tüp içinden oksijen verilirse donör hipoksiden korunmuş olur. Bir çalışmada,

nasofaringeal katater ile oksijen (5 L/dk) verilen hastaların 6 dk'lık apne sonunda SpO₂ değeri %100 iken oksijen verilmeyen hastalarda SpO₂'nin %95 e düşme süresi ortalama 3.65 dk bulunmuştur⁶⁰. Başka bir çalışmada 3 L/dk oksijen verilmesinin, apne süresini 7dk'dan 10 dk ya çıkardığını göstermiştir⁶¹. Bu tekniğin obez hastalarda da başarılı olduğu yapılan bir çalışmada, 17 hastanın 16'sında, nasofaringeal kanülden 5lt/dk oksijen verildiğinde güvenli apne süresinin ortalama 2.4 dk'dan 4 dk'ya çıkarması ile gösterilmiştir⁴⁰. Bu tekniğin bir handikapı ise indüksiyon sonrası extra bir manuplasyona ihtiyaç duymasındır.

2.3.4. Pozitif Basınç

Pozitif ekspiyum sonu basınç (PEEP) ile yüksek oksijen akımı verilmesi morbid obez hastalarda bir preoksijenizasyon methodu olarak kullanılmaktadır. Pozitif basıncın preoksijenizasyon methodu olarak kullanılmasındaki amaç havalandırılan akciğer oranını arttırarak FRC'ye katkı sağlamaktır. FRC'deki bu artış akciğerin oksijen rezervini arttırır ve aynı zamanda kapanma kapasitesinin (CC), FRC'nin altında kalmasını sağlar.

2000'li yılların başında bu konu hakkında yapılan ilk çalışmada, 3 dakika boyunca 7 cm H₂O PEEP ile sürekli pozitif havayolu basıncı (CPAP) yapılan morbid obez kadın hastalarda desatürasyon oluşana kadar geçen zamanı uzatmadığı gösterilmiştir. Ancak bu çalışmanın önemli kısıtlılığı; apnenin başlangıcı ve entübasyon arasındaki sürenin ölçülmemesiydi⁶². Daha sonraki yapılan çalışmalarda ise CPAP uygulamasının morbid obez hastalarda yararlı olduğu gösterilmiştir^{63,64}. Preoksijenizasyon sırasında O₂'in tek başına verilmesiyle karşılaştırıldığında, 5 dk boyunca 10 cm H₂O CPAP + O₂ uygulaması, desatürasyon olana kadar ki geçen süreyi uzatır ve entübasyon sonrası oluşan atelektazi miktarını azaltır^{63,64}. Entübasyonun hemen sonrasında atelektazi miktarını belirlemek için çekilen bilgisayarlı tomografi görüntülerinde, sadece oksijen verilen grupta 10% atelektazi saptanmışken, bu oran 10 cm H₂O PEEP yapılan grupta ise yalnızca 2%'idi⁶³.

Morbid obez hastalarda yapılan önemli bir çalışmada, CPAP'ın basınç destekli ventilasyon modunda (PSV) (8 cm H₂O) ve PEEP (6 cm H₂O) ayarlarında 5 dk yapılmasının güvenli, uygulanabilir ve etkili olduğunu gösterilmiştir⁶⁵. Hedef değer olan 90% FeO₂ değerine, CPAP grubu hastalarının 90%' ında ulaşılmışken, yalnızca oksijen verilen grupta 50% hastada ulaşılmıştır⁶⁵. Arteryal kan gazında ise gruplar arasında hem preoksijenizasyonun sonunda hem de entübasyon sonunda anlamlı bir farklılık saptanmamıştır.

Hamile hastalarda CPAP ile preoksijenizasyon yapılmasıyla ilgili aspirasyon riskinden dolayı herhangi bir çalışma yapılmamıştır.

CPAP ile preoksijenizasyon manevrası kritik hastalar için de değerlendirilmiştir. Baillard ve arkadaşlarının yaptığı çalışmada kritik hastalarda, CPAP ile preoksijenizasyon yapılmasının yalnızca oksijen verilmesine göre daha üstün bulmuşlardır⁶⁶. Yapılan randomize kontrollü bir çalışmada entübasyon sonrası 30 dk içinde hipoksemi insidansının CPAP grubunda (PSV 5-15 cmH₂O, PEEP 5-10 cmH₂O, FiO₂ 100%) %7, oksijen grubunda ise %42 bulunmuştur. Kritik hastalarda CPAP yapabilmek için, her yoğun bakım ünitesinde bulunabilecek bir yüz maskesi yeterlidir. Hasta baş yukarı pozisyonunda olmalı, FiO₂ %100'e ayarlanmalı, basınç desteği 6-10 ml/kg tidal volüm oluşturacak şekilde ayarlanmalı ve PEEP ise 5-10 H₂O arasında tutulmalıdır.

2.4. Preoksijenizasyonun Potansiyel Riskleri

2.4.1. Özefagial Entübasyonun Geç Teşhisi

Farkedilmemiş özefagial entübasyon ağır hipoksemiye neden olur. Preoksijenizasyon hipoksemi oluşmadan önceki süreyi uzatır. SpO₂ trakeal entübasyonun bir indikatör olarak kullanıldığında, mide entübasyonu yapıldığının fark edilmesi gecikebilir. Gecikmiş özefagial entübasyon teşhisinin preoksijenizasyona atfeden olgu sunumları^{67,68} dolayısıyla, bazı klinisyenler tarafından bu manevradan vazgeçilmesi gerektiği tavsiye edilmiştir⁶⁹. Yine de bu düşünce, pratikte yararları kanıtlanmış olan bir yöntem için aşırı tepki olarak değerlendirilebilir. Dahası,

entübasyon sonrası normal pulse oksimetri değerleri endotrakeal tüpün doğru yerleştirildiğinin bir kanıtı olarak değerlendirilmemesi gerekir. Nadiren false pozitif ve false negatif sonuçlar verebilmesine rağmen, CO₂'in exhale edilen gazda saptanması, şu an hazırda kullanılan anestezi monitörlerinin çoğunda var olması itibariyle, rutin olarak endotrakeal tüpün doğru yere yerleştirilmesinin indikatörü olarak kullanılmalıdır.

2.4.2. Absorbsiyon Atelektazisi

Genel anestezi alan sağlıklı bireylerin %75-90'ında atelektazi oluşur^{70,71}. Absorbsiyon atelektazisi ise preoksijenizasyonun en sık yan etkisidir. Atelektazi anestezi sırasında 2 mekanizma ile oluşur^{72,73}. Birincisi FRC'nin azalmasıdır. Supin pozisyon ve anestezi indüksiyonu, akciğer volümlerini azaltarak rezüdüel volüm düzeyine düşmesine sebep olur. Ekspiryum sonu volümünün, kapanma kapasitesinden daha az olması, havayollarının kapanmasına yol açar ve depandan bölgeler kollebe olur. İkinci mekanizma ise kompresyon atelektazisidir. Göğüs duvarındaki şekil bozuklukları, omurga ve diafram, intraabdominal basıncı arttırarak torasik kavitenin kompresyonuna ve havayolunun kapanmasına yol açar. Normalde, O₂, alveolar boşluğu diğer gazlarla paylaşır ki bunlardan N₂ gazı plazmada çok az çözünür ve bu yüzden alveolar gaz içinde yüksek konsantrasyonda kalır. Parsiyel veya komplet havayolu kapanması durumunda, gazlar yavaş yavaş alveol dışına çıkar ve replase olmazlar. Normal soluma sırasında, akciğerin boşalması N₂'un yavaş difüzyonu ile sınırlıdır. Preoksijenizasyon sırasında, N₂'un O₂ ile hızla yer değiştirmesi, akciğerden kana oksijen geçişini arttırarak alveolar kollapsa neden olur ve buna absorbsiyon atelektazisi denir^{73,74}.

Absorbsiyon atelektazisini azaltmak için önerilen teknikler; FiO₂ konsantrasyonunu azaltma ve çeşitli rekrutment manevralarını içerir. Bilgisayar modellemesi kullanılarak yapılan çalışmalarda, hastaların gerçek ölçümlerim alındığı bilgisayarlı tomografi kullanılarak yapılan çalışmalarda olduğu gibi, FiO₂ değerinin azaltılmasının atelektazinin büyüklüğünü

ciddi şekilde etkilediğini göstermiştir^{75,76}. Bilgisayar modelinde preoksijenizasyonun 1.0 FiO₂ ile yapılmasının akciğer kollapslarını hızlandığını hesaplanmıştır⁷⁵. Yapılan bir bilgisayarlı tomografi çalışmasında atelektazinin, indüksiyon sırasında %30 O₂ ile ventile edilen hastalarda, %100 oksijen ile ventile edilen hastalara göre daha az olduğu bulunmuştur⁷⁷. Başka bir bilgisayarlı tomografi çalışmasında ise inspire edilen oksijenin aşamalı varyasyonlarının atelektazi büyüklüğü ve arterial desatürasyon zamanı üzerine etkisi incelemiştir (Tablo 5)⁷⁸. Araştırmacılar, atelektazinin %100 O₂ alan hastalarda anlamlı olduğunu fakat %80 ve %60 O₂ alan hastalarda sırasıyla az ve neredeyse hiç olmadığını ve desatürasyon olana kadar geçen zamanın azalan oksijen konsantrasyonlarıyla kısaldığını göstermiştir. Çalışmalar aynı zamanda anestezi uyanma sırasında verilen %100 oksijenin de atelektazi miktarını arttırdığını göstermiştir. Benoit ve arkadaşları FiO₂ 1.0 ile uyanan hastaların %6,8 inde atelektazi saptamıştır; FiO₂ 0.4'e düşürüldüğünde ise bu oran %2,6'ya düşmüştür⁷⁶.

Anestezi indüksiyonu öncesi verilen FiO₂ değerlerine göre SpO₂'nin %90'a düşme süresine etkisi ve oluşan atelektazi miktarları tablo 5'te gösterilmiştir.

Tablo 5: Anestezi indüksiyonu öncesi verilen FiO₂ değerlerine göre SpO₂'nin %90'a düşme süresine etkisi ve oluşan atelektazi miktarları⁷⁸

İndüksiyon Öncesi FiO ₂	SpO ₂ : %90'a düşme süresi (sn)	% Atelektazi
0,6	213 (69)	0,3(0,3)
0,8	303 (59)	1,3(1,2)
1,0	411 (84)	5,6 (3,4)

Recruitment manevraları genellikle genel anestezi altındaki hastalara uygulanır; ancak preoksijenizasyon ile birlikte uygulandığında ise özel bir değeri vardır. Bu manevralar CPAP, PEEP ve/veya reekspansiyon manevralarını içerir. Bir bilgisayarlı tomografi (BT) çalışmasında yüz maskesi ile spontan soluma sırasında CPAP (6 cm H₂O) ile 5 dk'lık preoksijenizasyonun anestezi indüksiyonu sonrası fazladan 5 dk maske ventilasyonu ile kombine edildiğinde,

atelektazi oluşumunun kontrol grubuna göre daha az olduğunu gösterildi⁶². Reekspansiyon manevrası bir vital kapasite manevrasıdır. Rothen ve arkadaşları alveollerin yeniden açılmasının, 40 cm H₂O'luk havayolu basıncı uygulamasının ilk 7-8 saniyesinde olduğunu buldular. Tipik olarak bu manevra entübasyonun hemen sonrasında ve ekstübasyonun ise hemen öncesinde kullanılır.

2.4.3. Reaktif Oksijen Radikallerinin Oluşumu

Oksijen dış halkasında 2 adet eşleşmemiş elektronu bulunan paramanyetik bir atomdur ve genellikle dioksijen formunda bulunur. Biyolojik dokularda, superoksit anyon, hidroksit radikaller ve hidrojen peroksit oluşturur^{79,80}. Reaktif oksijen radikalleri, lipidler, DNA ve protein gibi kritik moleküler komponentlerle reaksiyon vererek, önemli hücresel hasarlara neden olur^{81,82}. Endojenöz antioksidant mekanizması normalde reaktif oksijen radikallerinin yüksek doku konsantrasyonlarından koruyucu olmasına rağmen, bu mekanizmanın yetersiz kalması durumu oksidatif stresle sonuçlanır^{82,83}. Uzun süre %100 FiO₂ kullanımının reaktif oksijen radikallerinin üretimine sebep olduğu bilinmektedir ve bu radikallere bağlı pulmoner ödem, akut respiratuar distres sendromu, retina dekolmanı, prematür retinopatisi ve konvülsiyon gibi klinik manifestolar ortaya çıkabilir⁸⁴. Akciğer hasarının erken belirtileri, yüksek konsantrasyonlu oksijen solumasından 12 saat sonra başlar⁸⁵. Preoksijenizasyon işlemi kısa süreli yapıldığından dolayı reaktif oksijen radikallerine bağlı hücresel hasarı uygulanan preoksijenizasyona bağlı olduğunu düşünmek yanlıştır.

2.4.4. Kardiovasküler Cevap

Birçok çalışmada %100 oksijenle solumanın kalp hızında minimal bir azalmaya yol açtığı ve bunun kardiak output düşüşüyle paralel olduğu gösterilmiştir^{86,87}. Bu değişiklikler kemoreseptör veya baroreseptör kaynaklı refleks döngüsünden kaynaklanır.

Koroner dolaşımında %100 oksijen inhalasyonun etkisinin değerlendirilmesi amaçlı birkaç fizyolojik çalışma yapılmıştır^{88,89}. Hiperoksi devamlı olarak koroner kan akımını azaltır

ve myokardda oksijen tüketimini düşürür. Hiperoksinin direkt koroner vazokonstrüktör etkisi, nitrik oksidin oksidatif inaktivasyonu^{90,91} ve ATP sensitif potasyum kanallarının kapanması nedeniyle olur^{89,92}. Normal koroner artere sahip hastalarda yapılan araştırmalarda, koroner kan akımının azalmasına rağmen, myosit seviyesinde oksijenizasyonun yeterli kaldığı, myokardial laktat atılımının, üretiminden daha fazla olmaya devam etmesiyle gösterilmiştir^{87,88}. Ağır koroner arter hastalığında ise bulgular çelişkilidir. Bazı çalışmalarda bu tip hastalarda O₂ inhalasyonunun myokardial laktat üretimini, ekskresyona çevirdiğini ve böylece yararlı etkisinin olduğu ileri sürülmüşken, karşı görüşteki çalışmalarda ise O₂ inhalasyonunun myokardial laktat üretimini arttırarak iskemik değişikliklere neden olduğu belirtilmiştir⁹⁰.

Yüksek konsantrasyonda O₂ inhalasyonu vasokonstrüksiyon yapması sebebiyle serebral kan akımını azaltır^{93,94}. Bu mekanizmanın nedeni O₂'in direk etkisinden çok, yüksek O₂ solunumu sırasında PaCO₂'nin düşüşüyle ilişkilidir⁹⁵. Oksijenin %100 inhalasyonu sırasında PaO₂'nin yükselmesi, hemoglobin disosiyasyon eğrisini sola kaydırarak (haldane etkisi), hemoglobinin CO₂'e olan afinitesini azaltır. Böylece serebral dokulardaki CO₂ ve hidrojen iyon konsantrasyonu artarak solunum stimule olur ve arterial kanda CO₂ parsiyel basıncı azalarak serebral vazokonstrüksiyon oluşur^{94,96}. Hiperoksinin O₂ tüketimi üzerine etkisi fonksiyonel manyetik rezonans yöntemiyle araştırmacılar tarafından incelenmiştir⁹⁶. Hiperoksinin serebral oksijen tüketimini yaklaşık %20 azalttığı ve bunun azalmış nöronal aktivite ile ilişkili olduğu bulunmuştur⁹⁶. Serebral O₂ tüketimindeki azalmanın sebebi olarak reaktif oksijen radikallerinin lipitlere ve proteinlere hasar vermesi ve oksidatif metabolik yolda enzim aktivitesini azaltması olduğu düşünülmüştür.

Hayvan modellerinde yapılan çalışmalarda hiperoksinin periferel vasküler yatakta, (böbrek, gastrointestinal alan ve ekstremitelerde) vasokonstrüksiyona neden olduğu gösterilmiştir^{93,97,98}. Vasokonstrüksiyonun sebebinin O₂'in vasküler düz kas üzerine direkt etkisinden mi yoksa arteryel kemoreseptörler aracılığıyla mı olduğu bilinmemektedir. Günümüze

kadar yapılan çalışmalarda kardiovasküler sistemle ilgili preoksijenizasyonun yapılmasını kısıtlayacak herhangi bir kanıt bulunmamaktadır.

3.GEREÇ VE YÖNTEM

Bu çalışma için Tepecik Eğitim ve Araştırma Hastanesi Etik Kurulu'ndan 03.05.2017 tarihinde 14 numaralı karar ile onay alındı. Çalışma 03.05.2017-25.08.2017 tarihleri arasında Anesteziyoloji ve Reanimasyon Anabilim Dalı'nda gerçekleştirildi. Genel anestezi altında elektif cerrahi planlanan ASA I-II risk grubunda, yaşları 20-60 arasında değişen, 104 hasta çalışmaya dahil edildi. Kardiovasküler, respiratuar, nörolojik ve endokrin hastalıkları bulunan, zor maske olan, acil operasyon planlanan ve vücut kitle indeksi 30'un üstünde olan hastalar çalışmaya alınmadı.

Ameliyat sabahı anestezi cihazının (Datex Ohmeda, GE Healthcare, Amerika) kalibrasyon ve kaçak testleri yapıldı. Öncelikle hastalardan çalışma için onam alındı. Hastalara aktif sigara içicisi olup olmadıkları sorularak kayıt altına alındı. Premedikasyon yapılmadan ameliyathaneye alınan olgular operasyon masasında 3 yollu EKG, pulse oksimetri ve tansiyon manşonu ile monitorize edildi. Standart monitorizasyona ek olarak olarak FeO₂'yi ölçen E-sCAiO (General Electric Company, GE Monogram, İngiltere) adlı non invaziv gaz monitörünün aparatı solunum devresinin y parçasına yerleştirildi. Her işlem öncesi anestezi devresi, 5 dk boyunca, 15 L/dk akımda ve %100 oksijen ile temizlenerek çalışmaya başlandı. Supin pozisyonunda, 10 L/dk taze gaz akımı ile 2 dakika boyunca, yüze sıkıca oturan bir maske aracılığıyla hastalara %100 oksijen verildi. Ayarlanabilir basınç limiti (APL) valvi açık konumdayken hastalara normal şekilde nefes alıp vermeleri söylendi. İşlem sırasında kronometre kullanılarak FeO₂ değerleri 10 sn aralıklarla olgu rapor formuna kayıt edildi ve

FeO₂ değeri %90'a ulaşan hastaların ulaşma süreleri not alındı. 2dk sonunda FeO₂ %90'a ulaşamayan hastalarda maske tutulması sırasında hava kaçağı olup olmadığı not alındı. Sonrasında anesteziistin tercihine göre anestezi indüksiyonu uygulandı.

İstatistiksel yöntem olarak değişkenlerin analizinde SPSS 22.0 (IBM Corporation, Armonk, New York, United States) PAST 3 (Hammer, Ø., Harper, D.A.T., Ryan, P.D. 2001. Paleontological statistics) ve RStudio programları kullanıldı. Tek değişkenli verilerin normal dağılıma uygunluğu Lilliefors düzeltmeli Kolmogorov-Smirnov testi ile çok değişkenli normal dağılıma uygunluğu için Mardia; (Dornik and Hansen omnibüs) testi ile ve varyans homojenliği Levene testi ile değerlendirildi. Bağımsız iki grubun nicel verilere göre birbiri ile karşılaştırılmasında Independent-Samples T testi Bootstrap sonuçlarıyla birlikte kullanılırken Mann-Whitney U testi Monte Carlo sonuçlarıyla birlikte kullanıldı. Tekrarlı nicel ölçümlerinin gruplara göre etkileşimini incelemek için General Linear Model-Repeated Anova testi kullanıldı. Kategorik değişkenlerin birbiri ile karşılaştırılmasında ise Pearson Chi-Square ve Fisher Exact testleri Monte Carlo Simülasyon tekniği ile test edildi ve anlamlı olanlar için risk büyüklüğünün tespiti için odds ratio %95 güven aralıklarıyla birlikte kullanıldı. Kategorik cevap değişkenin ikili (diotom) ve çoklu (multinomial) kategorilerde açıklayıcı değişkenlerle sebep – sonuç ilişkisini belirlemek için lojistik regresyon modelleri RStudio'da GLM (General linear model) fonksiyon yardımı ile analiz edildi. Nicel değişkenler tablolarda ortalama $\pm$ std (standart sapma) ve medyan Range(Maximum-Minimum), Kategorik değişkenler ise n(%) olarak gösterildi. Değişkenler %95 güven düzeyinde incelenmiş olup p değeri 0,05 ten küçük anlamlı kabul edildi.

4. BULGULAR

Bu çalışma 03.04.2017-25.08.2017 tarihleri arasında Tepecik Eğitim ve Araştırma Hastanesi ameliyathanesinde toplam 104 olgu üzerinde yapılmıştır. Hastaların yaşları, cinsiyetleri, sigara içme/içmeme gibi durumlarının preoksijenizasyon sırasında FeO₂ yüzdesine etkileri incelendi ve preoksijenizasyon için gereken optimal süre hesaplandı. Çalışmaya alınan hastaların FeO₂ %90'a ulaşma durumu, cinsiyetleri, sigara içimi ve ASA düzeyleri tablo 6'da incelenmiştir.

Tablo 6: FeO₂ %90'a ulaşma durumu, cinsiyetleri, sigara içimi ve ASA düzeyleri

	n	%
FeO₂ %90 ulaşma durumu		
Ulaşmadı	37	35,6%
Ulaştı	67	64,4%
Cinsiyet		
Kadın	71	68,3%
Erkek	33	31,7%
Sigara		
Kullanan	46	44,2%
Kullanmayan	58	55,8%
ASA		
I	20	19,2%
II	84	80,8%

Preoksijenizasyon sırasında 10 saniye aralıklarla kaydedilen ortalama FeO₂ değerleri tablo 7'de gösterilmiştir.

Tablo 7: 10 saniye aralıklarla kaydedilen ortalama FeO₂ değerleri

	N	Ortalama±SS.	Medyan (Min. - Max.)
Yaş	104	43,17±10,54	44 (20-60)
FeO ₂ %90 olduğu saniye	67	84,82±20,20	88 (40-120)
FeO ₂ % (0. sn)	104	40,55±11,11	40 (20-74)
FeO ₂ % (10. sn)	104	50,06±10,54	49 (31-75)
FeO ₂ % (20. sn)	104	58,05±10,67	55 (38-80)
FeO ₂ % (30. sn)	104	65,69±10,12	65 (42-88)

FeO ₂ % (40. sn)	104	71,29±9,58	72 (42-90)
FeO ₂ % (50. sn)	103	76,26±8,67	78 (52-90)
FeO ₂ % (60. sn)	95	78,40±7,46	79 (56-90)
FeO ₂ % (70. sn)	92	81,40±6,69	82,5 (65-90)
FeO ₂ % (80. sn)	83	82,43±6,13	84 (61-90)
FeO ₂ % (90. sn)	70	83,64±5,99	85 (60-92)
FeO ₂ % (100. n)	56	83,52±5,54	85 (68-90)
FeO ₂ % (110.sn)	47	83,49±6,08	85 (64-90)
FeO ₂ % (120.sn)	39	82,85±5,90	84 (64-90)

SS.: Standart Sapma / Min. : Minimum - Max.: Maxium

Hastaların ortalama FeO₂ değerleri 1. dk'nın sonunda %78,40±7,46 iken, 2.dk'nın sonunda bu değer %82,85±5,90'a çıkmıştır.

Hastaların yaş, cinsiyet ve sigara içimine göre %90 FeO₂'ye ulaşma durumları tablo 8'de incelenmiştir.

Tablo 8: FeO₂'nin %90'a ulaşma durumu

	FeO ₂ 'nin %90 ulaşma durumu			P Değeri
	Ulaşmadı	Ulaştı	Toplam	
	(n=37)	(n=67)	(n=104)	
	Ortalama±SS. / Min. - Max.	Ortalama±SS. / Min. - Max.	Ortalama±SS. / Min. - Max.	
Yaş	44,49±10,04 / 21 - 60	42,45±10,81 / 20 - 60	43,17±10,54 / 20 - 60	0,331
Cinsiyet	n(%)	n(%)	n(%)	
Kadın	20 (54,1)	51 (76,1)	71 (68,3)	0,028
Erkek	17 (45,9)	16 (23,9)	33 (31,7)	2,7 (1,2-6,4)*
Sigara	n(%)	n(%)	n(%)	
İçiyor	22 (59,5)	24 (35,8)	46 (44,2)	0,024
İçmiyor	15 (40,5)	43 (64,2)	58 (55,8)	2,6 (1,2-6,0)*

Independent T Test (Bootstrap) / Fisher Exact Test(Exact) / Pearson Chi-Square test(Exact) / *Odss Ratio (%95 Güven Aralığı) / SS.: Standard sapma - Min.: minimum - Max. Maximum

Yaş faktörü ele alındığında %90 FeO₂'ye ulaşma açısından istatistiksel olarak anlamlı fark

saptanmamıştır (p=0,331). Kadınların erkeklere göre %90 FeO₂'ye ulaşma düzeyleri daha

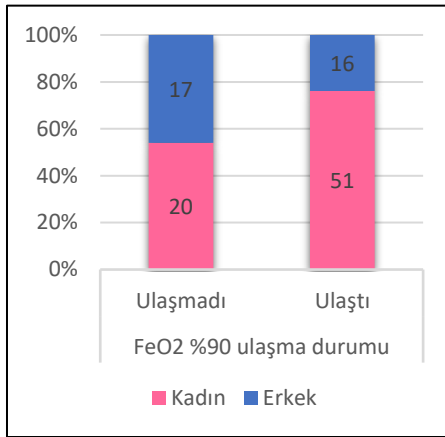
yüksektir (p=0,028) ve bu oran yaklaşık olarak 2,7 kattır (%95 güven aralığı 1,2-6,4). Sigara

içmeyen hastalarda %90 FeO₂'ye ulaşma oranı içen hastalara göre daha fazladır (p=0,024) ve

bu oran yaklaşık 2,6 kattır (%95 güven aralığı 1,2-6,0).

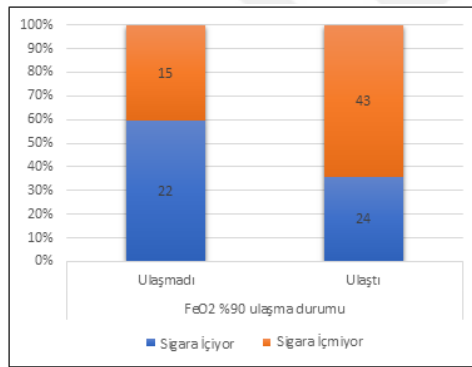
Hastaların cinsiyet farkına göre %90 FeO₂'ye ulaşma oranları şekil 3'de gösterilmiştir.

Şekil 3: Cinsiyet farkına göre %90 FeO₂'ye ulaşma oranları



Hastaların sigara içme durumlarına göre %90 FeO₂'ye ulaşma oranları şekil 4'de gösterilmiştir.

Şekil 4: Sigara içme durumlarına göre %90 FeO₂'ye ulaşma oranları



FeO₂'nin %90 olduğu ortalama süreye cinsiyet, sigara içme durumunun etkisi tablo 9'da gösterilmiştir.

Tablo 9: FeO₂'nin %90 olduğu ortalama süreye (sn), cinsiyet ve sigara içmenin etkisi

		FeO ₂ %90 olduğu süre (sn)		P Değeri
	n	Medyan (Min. - Max.)		
Cinsiyet				
Kadın	51	82 (40 - 120)		0,609
Erkek	16	90 (50 - 116)		
Sigara				
Kullanan	43	82 (40 - 120)		0,033
Kullanmayan	24	95 (50 - 116)		

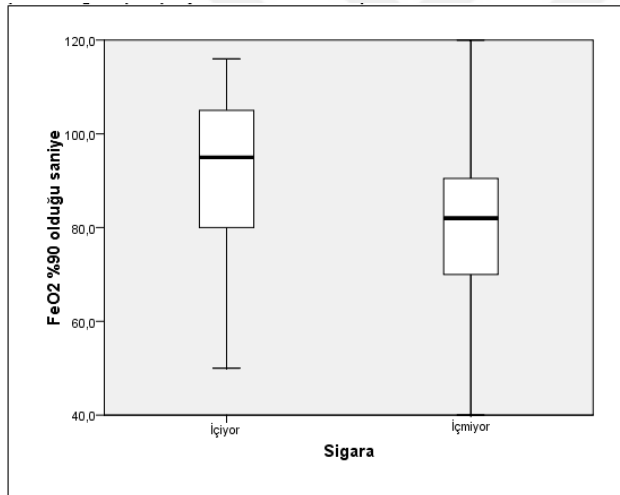
Mann Whitney U Test (Monte Carlo) / Min.:Minimum - Max.Maximum

Kadın ve erkeklerin %90 FeO₂'ulaşma süreleri açısından farkları istatistiksel olarak anlamlı değildir (p=0,609). Sigara içmeyen hastalarda ortalama, %90 FeO₂'ye ulaşma süresi, içen

hastalara göre daha az bulundu ve bu sonuç istatistiksel olarak anlamlıydı ($p=0,033$). Yaş faktörü %90 FeO₂'ye ulaşma oranını etkilemediği için bu istatistiğe alınmamıştır.

FeO₂'nin %90 olduğu süreye (sn) sigara içmenin etkisi şekil 5'da gösterilmiştir

Şekil 5: FeO₂'nin %90 olduğu süreye (sn) sigara içmenin etkisi



Sigara içme durumunun hastaların cinsiyetlerine göre dağılımı ve bu dağılımın %90 FeO₂'ye ulaşmaya etkisi, tablo 10'da incelenmiştir.

Tablo 10: Sigara içme durumunun hastaların cinsiyetlerine göre dağılımı ve bu dağılımın %90 FeO₂'ye ulaşmaya etkisi

Sigara	Cinsiyet	FeO ₂ %90 ulaşma durumu		P Değeri
		Ulaşmadı	Ulaştı	
		n	n	
Kullanan				
	Kadın	10 (45,5)	17 (70,8)	0,134
	Erkek	12 (54,5)	7 (29,2)	

Kullanmayan			
Kadın	10 (66,7)	34 (79,1)	0,021
Erkek	5 (33,3)	9 (20,9)	

Pearson Chi-Square Test(Exact)

Çalışmaya alınan erkeklerde sigara içme oranı 19/33 (%57) iken kadınlarda bu oran 27/71

(%38)'di. Sigara içen kadın ve erkek hastaların %90 FeO₂' ye ulaşma durumları

karşılaştırıldığında istatistiksel anlamlı bir sonuç bulunamadı (p=0,134). Sigara içmeyenlerde

ise kadınların %90 FeO₂'ye ulaşma oranları erkeklere göre daha fazlaydı ve bu oran

istatistiksel olarak anlamlı bulundu (p=0,021)

İlk 40 sn'deki FeO₂ değerlerinin %90 FeO₂'ye ulaşılmasına etkisi tablo 11' gösterilmiştir

Tablo 11: İlk 40 sn'deki FeO₂ değerlerinin %90 FeO₂'ye ulaşılmasına etkisi

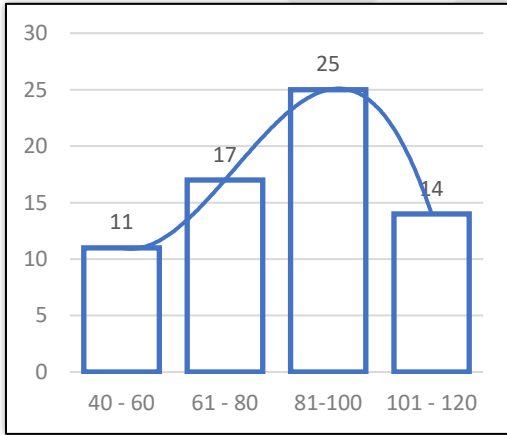
FeO ₂ %90 ulaşma durumu	Ulaşmadı	Ulaştı	Total	P Değeri
	(n=37)	(n=67)	(n=104)	
	Ortalama±SS. / Min. - Max.	Ortalama±SS. / Min. - Max.	Ortalama±SS. / Min. - Max.	
FeO ₂				
0. Sn	38,14±9,80 (20 / 57)	41,88±11,62 (20 / 74)	40,55±11,11 (20 / 74)	0,103
10. Sn	47,43±9,58 (31 / 67)	51,51±10,84 (31 / 75)	50,06±10,54 (31 / 75)	0,058
20. Sn	53,49±9,02 (38 / 78)	60,57±10,73 (42 / 80)	58,05±10,67 (38 / 80)	0,002
30. Sn	60,76±8,75 (42 / 77)	68,42±9,85 (51 / 88)	65,69±10,12 (42 / 88)	0,001
40. Sn	66,54±8,67 (42 / 81)	73,91±9,08 (52 / 90)	71,29±9,58 (42 / 90)	0,002

General Linear Model Repeated Anova (Wilks' Lambda) / SS.: Standard sapma - Min.: minimum - Max. Maximum

Preoksijenizasyonun başlangıcındaki (0.sn) ve 10. sn'deki değerler FeO₂'nin %90'a ulaşmasına bir etkisi olmadı (p>0,103, p>0,058). %90 FeO₂'ye ulaşabilen hastalar, ulaşamayanlarla karşılaştırıldığında 20., 30. ve 40. sn'lerdeki ortalama FeO₂ değerleri istatistiksel olarak anlamlı daha büyük bulundu. (p<0,005).

%90 FeO₂ 'a ulaşan hastaların ortalama sürelerinin, 20 sn'lik aralıklara göre dağılımı şekil 6'de gösterilmiştir.

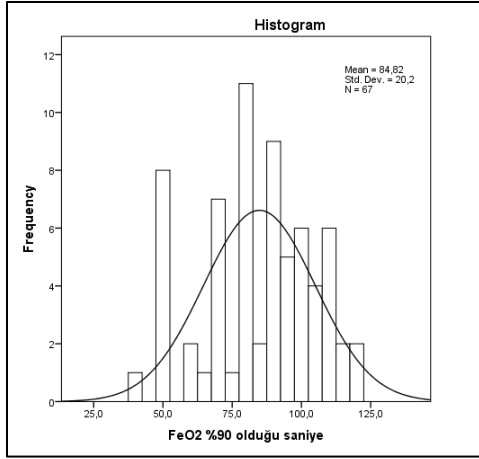
Şekil 6: %90 FeO₂'ye ulaşan hastaların ortalama sürelerinin, 20 sn'lik aralıklara göre dağılımı



Çalışmaya alınan hastalar en sık 81-100 sn aralığında %90 FeO₂'ye ulaştılar.

%90 FeO₂'ye ulaşmak için hesaplanan ortalama optimal süte süre şekil 7'da gösterilmiştir.

Şekil 7: %90 FeO₂'ye ulaşmak için gereken ortalama süre



FeO₂'nin %90 olduğu süre baz alındığında preoksijenizasyon sırasında istatistiksel olarak ortalama $84,82 \pm 20,2$ sn süre ile oksijen verilmesi gerekli olduğu hesaplandı.

5.TARTIŞMA

Preoksijenizasyon, %100 oksijen ile fonksiyonel rezidüel kapasitenin (FRC) denitrojenize edilmesi işlemidir. Alveolar preoksijenizasyon ve denitrojenizasyonun hedefi fraksiyone ekspiryum oksijen konsantrasyonunun (FeO₂) %90 ve fraksiyone ekspiryum nitrojen konsantrasyonunun (FeO₂) ise %5 (rezidüel volümde %5 CO₂ mevcut) olması olarak tanımlanır. Bu yöntemle FRC'deki oksijen rezervi artar, anestezi indüksiyonu sonrası arteriyel desatürasyonun başlama süresi ve apneik period sırasında oluşan hipoksi geciktirilir. Anestezi indüksiyonu sonrası hipoksiden korunmak için birçok preoksijenizasyon methodu geliştirilmiştir. Bunlar arasında sıkça kullanılanlar, 3dk boyunca %100 oksijen ile tidal volüm solunumu, 30sn içinde oksijen ile 4 kez derin vital kapasite solunumu ve 1 dk içinde oksijen ile 8 derin vital kapasite solunumudur^{24,32,99}.

Berry ve arkadaşları¹⁵ 40 tane, 20-64 yaş arası, ASA 1 gönüllüde preoksijenizasyonun FeO₂ ile değerlendirilmesi amacıyla yaptıkları çalışmada 3dk boyunca, 8 L/dk %100 oksijen, maske aracılığıyla spontan solunma sırasında deneklere verildi. Deneklerden sadece 6'sı aktif sigara içicisiydi. %90 FeO₂ 'ye ulaşma oranı %78 bulundu (40 hastadan 31'i) ve katılımcıların

hiçbirisi zor maske değildi. Sigara içimi, yaş ve cinsiyet ile FeO_2 paremetresi arasındaki korelasyona bakılmadı. 60.sn, 120.sn ve 180.sn de ölçülen ortalama FeO_2 değerleri sırasıyla ortalama 0.78, 0,87 ve 0,89 bulundu. Alveolar denitrojenizasyonun %83'ü 60. sn'de tamamlandı daha sonra bu değer 2.dk sonunda %9 arttı. Bir sonraki 60 sn'de ise sadece %2'lik bir denitrojenizasyon artışı izlendi. Sonuç olarak 2.dk sonunda %92'lik bir denitrojenizasyon değeri elde edildi. Biz bu sonuç ışığında literatürdeki çoğu 3 dk ve üzeri sürelerle yapılan çalışmaları tekrar etmek yerine, klinik olarak da yeterli gördüğümüz ve uyguladığımız 2 dk süreli bir preoksijenizasyon çalışması yaptık. Çalışmamızda bulduğumuz 60. ve 120. sn'lerdeki ortalama FeO_2 değerleri sırasıyla $78,40 \pm 7,46$ ve $82,85 \pm 5,90$ ' idi ve bu sonuçlar Berry'nin çalışmasındaki sonuçlarla benzerdi. %90 FeO_2 'ye ulaşma oranı açısından ise bizim çalışmamızda bulduğumuz oran (%67) Berry'nin çalışmasından (%78) daha düşüktü. Yaş aralığı açısından iki çalışma arasında benzerlikler olmasının yanı sıra bu sonucun, bizim çalışmamızdaki aktif sigara içen hasta sayısının (104 hastanın 46'sı) Berry'nin çalışmasındakine kıyasla (40 hastanın 6'sı) daha fazla oranda olmasından kaynaklandığı düşünüldük.

Wahba ve arkadaşlarının yaptıkları çalışmada, yaşlılığın respiratuar sistemde önemli yapısal ve fizyopatolojik değişikliklerle ilişkili olduğunu göstermişlerdir⁵⁰. 20 yaş ile 70 yaş arasında, artan yaşla birlikte, respiratuar kasların zayıfladığını ve akciğerin parankimal yapısının zamanla değişmesi sonucu elastik yapısında azalma olduğunu göstermişlerdir. Akciğer volümlerinin, zamanla kapanma kapasitesinin artmasına bağlı, küçülmesi ve bunun sonucunda artmış ventilasyon perfüzyon uyumsuzluğu, azalmış pulmoner rezerv ve bozulmuş O_2 alımı gibi birçok fizyopatolojik olaylara neden olduğunu göstermişlerdir.

Hyoseok ve arkadaşlarının¹⁰⁰ yaş faktörünün preoksijenasyona etkisini araştırdıkları çalışmada, hastaları yaşlılar (>65 yaş) grubu ve kontrol grubu (25-65 yaş) olarak ikiye ayrıldı. Anestezi cihazı kullanılarak, uygun boyda maske ve %100 oksijen ile 3dk boyunca iki gruba

da %100 oksijen ile preoksijenizasyon yapıldı. Çalışmada %90 FeO₂'ye ulaşma oranı yaşlı hasta grubunda, kontrol grubuna göre daha düşük bulundu. 3dk içinde kontrol grubunun hepsi %90 FeO₂'ye ulaşırken, yaşlılar grubunda ise %90 FeO₂ değerine ulaşan olmadı. Bizim çalışmamızda üst yaş sınırının 60 olması ile birlikte, hastalar arasındaki yaş farkının az olması sebebiyle; istatistiksel açıdan yaş faktörünün %90 FeO₂ değerine ulaşmada bir etkisinin olmadığını düşündük. Hyoseok'un çalışmasında tıpkı bizim çalışmamızda olduğu gibi %90 FeO₂'ye ulaşamayan hastalarda, başlangıç ile ilk 40 sn arasındaki FeO₂ değerleri, %90 a ulaşan gruba göre önemli ölçüde düşük seviyedeydi.

Bhatia ve arkadaşlarının³⁴ genç ve yaşlı hastalarda end tidal oksigrafi ve güvenli apne süresini karşılaştırmak amaçlı yaptıkları çalışmada ASA 1-2 düzeyinde, sigara içmeyen, genç erişkin 25-60 yaş arası hastaları birinci grup, 60 yaş ve üstü hastaları ikinci grup olarak ayırdılar. Bain devresi aracılığıyla 3 dk boyunca, 10lt/dk, %100 oksijen hastalara verildi. Hastalara normal şekilde nefes alıp vermeleri söylendi. FiO₂ ve FeO₂ değerleri simultane kayıt edildi ve FeO₂'nin %90'a ulaşma zamanına bakıldı. Grup 1'de 25 hastadan 23'ü (%92 oran) ortalama 2,62dk'da %90 FeO₂'ye ulaşırken, ikinci grupta 25 hastadan 19'u (%76 oran) ortalama 2,74dk'da ulaştı. FeO₂'nin %90'a ulaşma süreleri benzer bulundu. Her ne kadar bu çalışmada bizim olgularımıza göre, hastalar arasında yaş farkı daha belirgin olsa da bizim çalışmamıza benzer şekilde yaşlar arasında %90 FeO₂'ye ulaşma süresi açısından istatistiksel bir fark bulunamamıştır. Çalışmamızdaki yaş kriteri nedeniyle dahil edilen hastaların yaş ortalamalarının düşük olması, ve bu nedenle akciğerdeki yaşa bağlı oluşabilecek fizyopatolojik değişikliklerin henüz klinik olarak ortaya çıkmaması sebebiyle böyle bir sonuç ortaya çıktığını düşündük.

Aamir ve arkadaşlarının¹⁰¹ cinsiyet varyasyonuna göre respiratuar kas gücü farklılığının, akciğer fonksiyonlarındaki etkisi ile ilgili yaptığı çalışmada yaş boy ve kiloları eşit olan, 25 erkek ve 25 kadını iki gruba ayırmıştır. Her iki grubada akciğer fonksiyon testi

spirometre ile yapılmış ve respiratuar kasların gücünü ölçmek içinde respiratuar basınç ölçer aleti (Maksimum expiratuvar basınç, MEP, maksimum inspiratuvar basınç, MIP) kullanılmış. Ortalama, zorlu ekspiratuvar volum (FEV), 1. sn'deki zorlu ekspiratuvar volüm (FEV1), MEP ve MIP değerleri erkek grupta bayanlara göre önemli ölçüde yüksek bulundu.

Literatürde preoksijenizasyona kadın-erkek cinsiyetin etkisi ile ilgili yapılan birçok çalışma sayısı çok azdır. Malveetil ve Venkateswaran'ın¹⁰³ preoksijenizasyon ve anestezi indüksiyonu sırasında uygulanan pozitif havayolu basıncının güvenli apne süresi üzerine etkisini araştırdıkları randomize, çift kör çalışmada, 18-70 yaş arasında toplam 40 hastayı PEEP uygulanan grup ve kontrol grubu olmak üzere iki gruba ayrıldı. Her iki grubada 5dk boyunca 5L/dk %100 oksijen verildi, PEEP grubuna ise ayrıca Mapleson A devresiyle 5cm H₂O CPAP uygulandı. Anestezi uygulaması sonrası entübe edilen hastaların trakeal tüpleri açıkta bırakılarak SpO₂'nin %93'e düşme zamanı kaydedildi. Güvenli apne süresi anlamlı olarak PEEP grubunda fazla bulundu. Bu çalışmada aynı zamanda güvenli apne periodu ile VKİ, yaş ve sigara içimi gibi parametreler arasında korelasyon bulunamadı. Bizim çalışmamızda ise VKİ 30'un üstü olan hastalar çalışmaya dahi edilmediğinden dolayı kilo değerleri farklı olan gruplar değerlendirilmedi. Herriger ve arkadaşlarının³¹ daha eski tarihli yaptıkları aynı çalışmada ise bu parametrelerden yalnızca cinsiyet ile koreleydi. Kadın hastaların, erkek hastalara oranla non hipoksik apne periodları anlamlı derece düşüktü. Bizim çalışmamızda ise kadınlarda %90 FeO₂'ye ulaşma oranı erkeklere oranla daha yüksek bulundu (p<0.05). Bu sonuç önceki çalışmalarda bulunan, kadınların, erkeklere oranla akciğer kapasitelerinin daha düşük düzeyde olması sonucuyla uyusmaktadır. FRC'si erkeklere göre daha küçük olan kadınlarda, aynı sürede yapılan bir preoksijenizasyon işleminde, %90 FeO₂'ye daha çok oranda ulaşılması beklenir. Bunun dışında sigara içimi de cinsiyetler arası %90 FeO₂'ye ulaşma oranında etkili olabilir. Sigara içen hastalar arasında %90 FeO₂'ye ulaşma oranı açısından kadın ve erkekler arasında istatistiksel anlamlı bir fark yokken

($p=0,134$), sigara içmeyenler arasında ise kadınlar daha yüksek oranda %90 FeO_2 'ye ulaşmışlardır ($p=0,001$). Sigara içme oranının kadınlarda (%38) erkeklere (%57) göre daha az olması da göz önüne alındığında, %90 FeO_2 'ye ulaşma açısından kadınlarda daha yüksek bir oran çıkması beklenen bir sonuçtu.

Sigara içimi ile oluşan değişimler normal sağlıklı kişilerde ilerleyen yaşlarla birlikte solunum fonksiyon testlerinde (SFT) daha erken dönemde ve daha belirgin şekilde görülür. Sigara içimi küçük havayollarında daralma yapar, pulmoner sürfaktan miktarını azaltır ve bunların sonucunda kapanma volümünün artmasına sebep olur. Aynı zamanda kronik sigara içimi ile akciğer karbonmonoksit diffüzyon kapasitesinde azalma, total akciğer kapasitesi ve rezidüel volümde artma oluşmaktadır¹⁰¹. Schwilk ve arkadaşları¹⁰³ yaptıkları çalışmada sigara içen hastalarda re-entübasyon, laringospazm, bronkospazm, aspirasyon, hipoventilasyon, hipoksemi gibi hasta kliniğine bariz şekilde yansıyan olayların sigara içmeyenlere göre daha fazla olduğunu göstermişlerdir. Aynı zamanda sigara içen bayan hastalarda bu riski çok daha yüksek bulmuşlardır. Bizim çalışmamızda ise 2dk içinde %90 FeO_2 'ye ulaşma oranı açısından, sigara içmeyen hastaların oranını (58 hastanın 43'ü) sigara içen hastaların oranından (46 hastadan 24'ü) daha fazla bulduk ($p=0,024$). Sigara içimi sonucu oluşan ventilasyon/perfüzyon uyumsuzluğu ve distal havayollarında obstrüksiyonlara bağlı FRC artışı sebebiyle sigara içenlerde 2 dk içerisinde daha az oranda FeO_2 %90 değerine ulaşılmasına neden olmuş olabilir. %90 FeO_2 'ye ulaşma sürelerine bakıldığında ise cinsiyetin ($p=0,609$) bir etkisi olmamakla birlikte, sigara içiminin ($p=0,033$) bu süreye etki ettiğini görüyoruz. Sigara içmeyen hastalarda beklenildiği gibi %90 FeO_2 'ye ulaşma zamanının (ortalama 82 sn) sigara içenlere göre daha kısa (ortalama 95 sn) olduğunu bulduk ve bu sonuç istatistiksel olarak da anlamlıydı ($p=0,033$). Bu sonuçlar, sigara içiminin, öncelikle distal havayollarını daralmasına bağlı kapanma kapasitesinin artması ile ventilasyon/perfüzyon oranını azaltarak, %100 oksijen verilmesine rağmen, ekspiryumdaki O_2 konsantrasyonun

yeterli derecede yükselmesini önlediğini ortaya koymaktadır. Akciğerin ventilasyonu kötü olan alanlarında, alveolar oksijen basıncı ve karbondioksit parsiyel basıncı değerleri venöz kandaki parsiyel basınçlarla yakındır.

Biz çalışmamızda FeO_2 'nin %90 olduğu süre baz alındığında optimal preoksijenizasyon süresini ortalama $84,82 \pm 20,2$ sn hesapladık. Bu süre istatistiksel analizlere göre yeterli bulunsa da ($p=0,004$) çalışmaya alınan hastaların ancak %64'ünde (104 hastanın 67'si) %90 FeO_2 değerine ulaşmamız nedeniyle sürenin daha uzun tutulması durumunda daha yüksek sayıda hastanın bu değere ulaşabileceğini düşündürmüştür. Berry'nin¹⁵ 3dk'lık tidal volüm solunumu ile yaptığı preoksijenizasyon çalışmasında elde edilen %78 başarı oranı (40 hastanın 31'i) ve Bhatia'nın³⁴ 3dk süren çalışmasında bulduğu %82 başarı oranlarına göre bizim başarı oranımız daha düşük seviyededir. Fakat bu çalışmalarda sigara içen hastaların çalışmaya alınmaması veya sayılarının az olması ve preoksijenizasyonun 3 dk yapılması başarı oranını arttırmış olabileceği göz önüne alınmalıdır.

Altermatt ve arkadaşlarının¹⁰⁵ yaptıkları %90 FeO_2 'ye ulaşma süresine obezitenin etkisiyle ilgili çalışmada, 3dk tidal volüm ile yapılan preoksijenizasyonda kontrol grubunda %90'a ulaşan hasta oranı %69 idi ve bu sonuç bizim çalışmamızla uyumluydu. McCarthy ve arkadaşlarının⁵¹ yaptıkları çalışmada, 2dk'lık tidal volüm solunumunun, 30 sn'de 4 derin solunum yöntemine göre önemli ölçüde güvenli apne periodunu arttırdığı göz önüne alındığında, 2dk'lık preoksijenizasyon süresinin de yeterli olabileceği düşünülebilir.

Glen ve arkadaşlarının¹⁰⁶ yaptıkları çift kör preoksijenizasyon çalışmasında, hedef FeO_2 değerini %85 seçtiler ve bu süreye ortalama $137,8$ sn'de ulaştılar. %90 FeO_2 değerine ise 3 dk içinde hastaların sadece %50'si ulaştı. Bu sonuç, maske tutarken oluşan hava kaçakları sonucu ayarlanan FiO_2 değerinin yeterli kadar hastaya ulaştırılamamasına bağlandı. Bizim çalışmamızda her ne kadar uygulanan yöntem sırasında hava kaçağı olduğu düşünülme de, ölçülen FeO_2 değerlerinin, genel olarak tüm hastalarda düşük olması,

preoksijenizasyon yapan kişi her ne kadar deneyimli bir anesteziist olsada istenmeyen hava kaçağı olmuş olabileceğini düşündürmüştür. Preoksijenizasyon işlemini yapan kişinin işlemle ilgili deneyiminin artmasına bağılı çalışmamızın sonlarına doğru %90 FeO₂ oranındaki artış gözlenmesi de bu yorumu doğrulamaktadır.

Koopere hastalardan 8 vital kapasite solunumu yapması istenerek preoksijenizasyon zamanının 60 sn'ye indirilebileceğı bilinmektedir^{24,33}. Baraka ve arkadaşları²⁴ yaptıkları çalışmada tidal volüm solunumuyla yapılan preoksijenizasyon sırasında hastadan tüm gücüyle ekspiryum yapmasının istenilmesinin, etkin bir yöntem olduğunu savunmuşlardır.

Sonuç olarak çalışmamızda 3 dk ve 5 dk gibi bir kontrol grubu olmaması, güvenli apne süresinin ölçülmemesi gibi nedenlerle bulduğumuz ortalama 84,82±20,2sn'lik optimal preoksijenizasyon süresinin geçerliliğı tartışmalıdır. Bu yüzden 2 dk'lık preoksijenizasyonun yeterliliğı ile ilgili daha fazla çalışma yapılmasına ihtiyaç vardır.

6. SONUÇLAR VE ÖNERİLER

Çalışmamızda %100 oksijen kullanarak 2 dk boyunca yapılan preoksijenizasyon sırasında %90 FeO₂ değerine ulaşma açısından; yaş, cinsiyet, sigara içimi gibi faktörlerin etkilerini karşılaştırdık. Bu faktörler arasında sigara içiminin distal hava yollarında yaptığı harabiyete bağılı preoksijenizasyona negatif etki ettiğini bulduk. Kadın cinsiyetin ise erkeklere göre daha küçük akciğer kapasitelerine sahip olması ve aynı zamanda daha az oranda sigara içmeleri nedeniyle daha yüksek oranda %90 FeO₂'ye ulaştıkları düşüydük. Optimal süre için bulduğumuz 84,82±20,2sn'lik değerin, %90 FeO₂'ye ulaşma oranı önceki yapılan çalışmalardaki oranlarla kıyaslandığında daha düşük oranda olması sebebiyle geçerliliğinin tartışmalı olduğu kanaatine vardık. Bu yüzden 2 dk'lık preoksijenizasyonun yeterliliğı ile ilgili daha fazla çalışma yapılmasına ihtiyaç vardır.

7. KAYNAKLAR

1. Jaber S, Amraoui J, Lefrant JY, Arich C, Cohendy R, Landreau L, et al. Clinical practice and risk factors for immediate complications of endotracheal intubation in the intensive care unit: a prospective multiple-center study. CCM 2006;34:2355e61. .
2. Martin LD, Mhyre JM, Shanks AM, Tremper KK KS 3423 emergency tracheal intubations at a university hospital: airway outcomes and complications. A 2011;114:42e8. .
3. Heller ML WTJP study of arterial oxygenation during apnea in man. NEJM 1961;264:326–330. .
4. Snow RG NJI of anaesthesia in the footdown position for patients with a full stomach. BJA 1959;31:493–497. .
5. Salem MR, Wong AY CVT pediatric patient with a full stomach. A 1973;39:435–440. .
6. Benumof JL. Preoxygenation: best method for both efficacy and efficiency. Anesthesiology. 1999;91:603–605. .

7. Kung MC, Hung CT, Ng KP, Au TK, Lo R LAA desaturation during induction in healthy adults: should preoxygenation be a routine? AIC 1991;19:192–196. .
8. American Society of Anesthesiologists Task Force on Management of the Difficult Airway. Practice guidelines for the management of the difficult airway. Anesthesiology. 2003;98:1269–1277. .
9. Lake A. A response to “Avoiding adverse outcomes when faced with ‘difficulty with ventilation’”, Bell D A 2003; 58: 945-948. A 2004;59:202–203. .
10. Frerk C, Mitchell VS, McNarry AF et al. D airway society 2015 guidelines for management of unanticipated difficult intubation in adults. BJA 2015;115:827–848. .
11. Drummond GB PGA oxygen saturation before intubation of the trachea (An assessment of oxygenation techniques). BJA 1984; 56: 987–993. .
12. Butler PJ, Munro HM KMP in children using expired oxygraphy. BJA 1996; 77: 333–334. .
13. Carmichael FJ, Cruise CJE CR et al. PA study of denitrogenation. AA 1989; 68: 406–409. .
14. Machlin HA, Myles PS BC et al. E oxygen measurement compared with patient factor assessment for determining preoxygenation time. AIC 1993; 21: 409–413. .
15. Berry CB MPP in healthy volunteers: a graph of oxygen using end-tidal oxygraphy. BJA 1994; 72: 116–118. .
16. Berthoud MC, Peacock JE RCE of preoxygenation in morbidly obese patients. BJA 1991; 67: 464–466. .
17. Linko K, Paloheimo M. Monitoring of the inspired and end tidal oxygen, carbon dioxide and nitrous oxide concentrations: clinical applications during anesthesia and recovery. JCM 1989; 5: 149–156. .
18. Morrison JE Jr, Friesen RH KMT oxygram: an unappreciated technique for assessing

- hypoventilation in paediatric anaesthesia. *PA* 1994; 4: 39–43. .
19. Nunn JF. Oxygen. In: Nunn JF, ed. *Nunn's Applied Respiratory Physiology*, 4th ed. Philadelphia PB-H 1993;247–305. .
 20. Campbell IT BPM preoxygenation. *BJA* 1994;72:3–4. .
 21. Russell GN, Smith CL, Snowdon SL BTP and the parturient patient. *A*, 1987;42:346–351. .
 22. Berthoud M, Read DH NJP long? *A* 1983;38:96–102. .
 23. Archer GW Jr MGA oxygen tension during apnoea in parturient women. *BJA* 1974;46:358–360. .
 24. Baraka AS, Taha SK, Aouad MT, El-Khatib MF KNP comparison of maximal breathing and tidal volume breathing techniques. *A* 1999; 91: 612–6. .
 25. Benumof JL, Dagg R BRC hemoglobin desaturation will occur before return to an unparalyzed state following 1 mg/kg intravenous succinylcholine. *A* 1997;87:979–982. .
 26. Heier T, Feiner JR, Lin J, Brown R CJH desaturation after succinylcholine-induced apnea: a study of the recovery of spontaneous ventilation in healthy volunteers. *A* 2001;94:754–759. .
 27. Nimmagadda U, Salem MR, Joseph NJ et al. E of preoxygenation with tidal volume breathing. *C of breathing systems*. *A* 2000;93:693–698. .
 28. Baraka AS, Salem MR. Preoxygenation. In: Hagberg CA, ed. *Benumof and Hagberg's Airway Management*, 3rd ed. Philadelphia PME 2012:657–682. .
 29. Sirian R WJP of apnoea and the benefits of preoxygenation. *CECCP* 2009;9:105–108. .
 30. McGowan P SAP importance of a good face mask seal. *BJA* 1995;75:777–778. .
 31. Herriger A, Frascarolo P, Spahn DR MLT effect of positive airway pressure during preoxygenation and induction of anaesthesia upon duration of non-hypoxic apnoea. *A*

- 2004;59:243–7. .
32. Gold MI, Duarte I MSA oxygenation in conscious patients after 5 minutes and after 30 seconds of oxygen breathing. AA 1981;60:313–315. .
 33. Pandit JJ, Duncan T RPT oxygen uptake with two maximal breathing techniques and the tidal volume breathing technique: a physiologic study of preoxygenation. A 2003; 99: 841–6. .
 34. Bhatia PK, Bhandari SC, Tulsiani KL KYE oxygraphy and safe duration of apnoea in young adults and elderly patients. A 1997;52:175–178. .
 35. Farmery AD RPA model to describe the rate of oxyhaemoglobin desaturation during apnoea. BJA 1996;76:284–291. .
 36. Weiss M GAR sequence induction in children— it’s not a matter of time! PA 2008;18:97–99. .
 37. Byrne F, Oduro-Dominah A KRT effect of pregnancy on pulmonary nitrogen washout. A study of pre-oxygenation. A 1987;42:148–150. .
 38. Baraka AS, Hanna MT, Jabbour SI, Nawfal MF, Sibai AA, Yazbeck VG et al. P of pregnant and nonpregnant women in the head-up versus supine position. AA 1992;75:757e9. .
 39. Norris MC DDP for cesarean section: a comparison of two techniques. A 1985;62:827–829. .
 40. Baraka AS, Taha SK, Siddik-Sayyid SM et al. S of pre-oxygenation in morbidly obese patients using nasopharyngeal oxygen insufflation. A 2007; 62: 769–73. .
 41. Dixon BJ, Dixon JB, Carden JR, Burn AJ, Schachter LM, Playfair JM et al. P is more effective in the 25 degrees head-up position than in the supine position in severely obese patients: a randomized controlled study. A 2005;102:1110e5. discussion 1115A. .

42. Morrison JE Jr, Collier E, Friesen RH LLP before laryngoscopy in children: how long is enough? *PA* 1998;8:293–298. .
43. Kinouchi K, Fukumitsu K, Tashiro C, Takauchi Y, Ohashi Y NTD of apnoea in anaesthetized children required for desaturation of haemoglobin to 95%: .
44. Patel R, Lenczyck M, Hannallah RS MWA and onset of desaturation in apneic children. *CJA* 1994;41:771–774. .
45. Xue FS, Tong SY, Wang XL, Deng XM AGS of the optimal duration of preoxygenation in children. *JCA* 1995;7:93–96. .
46. Hardman JG WJT development of hypoxaemia during apnoea in children: a computational modelling investigation. *BJA* 2006;97:564–570. .
47. Laycock GJ MLH during induction of anaesthesia—an audit of children who underwent general anaesthesia for routine elective surgery. *A* 1988;43:981–984. .
48. Kinouchi K, Tanigami H, Tashiro C, Nishimura M, Fukumitsu K TYD of apnea in anesthetized infants and children required for desaturation of hemoglobin to 95%: the influence of upper respiratory infection. *A* 1992;77:1105–1107. .
49. Priebe HJ. Cricoid force in children. *Br J Anaesth.*2010;104:511. .
50. Wahba WM. Influence of aging on lung function—clinical significance of changes from age twenty. *Anesth Analg.* 1983;62:764–776. .
51. McCarthy G, Elliott P, Mirakhur RK MCA comparison of different pre-oxygenation techniques in the elderly. *A* 1991;46:824–827. .
52. Valentine SJ, Marjot R MCP in the elderly: a comparison of the four-maximal-breath and three-minute techniques. *AA* 1990;71:516–519. .
53. Davies GA, Bolton CE. Age related changes in respiratory system. In: Fillit HM, Rockwood K, Woodhouse KW, eds. Philadelphia, PA: Saunders Elsevier. Brockhurst's Text Book of Geriatric Medicine and Gerontology 7th ed. 2010:97–100. .

54. Leissner KB MFP and pathophysiology at high altitude: considerations for the anesthesiologist. JA 2009;23:543–553. .
55. Samain E, Biard M, Farah E, Holtzer S, Delefosse D MJM expired oxygen fraction in preoxygenation of patients with chronic obstructive pulmonary disease. AFAR 2002;21:14–19. .
56. Tanoubi I, Drolet P DFO preoxygenation in adults. CJA 2009;56:449e66. .
57. Russell EC, Wrench I, Feast M MFP in pregnancy: the effect of fresh gas flow rates within a circle breathing system. A 2008;63:833e6. .
58. Sum Ping SJ, Makary LF VHMF influencing oxygen store during denitrogenation in the healthy patient. JCA 2009;21:183e9. .
59. Mort TC, Waberski BH CJE the preoxygenation period from 4 to 8 mins in critically ill patients undergoing emergency intubation. CCM 2009;37:68e71. .
60. Taha SK, Siddik-Sayyid SM, El-Khatib MF, Dagher CM, Hakki MA BAN oxygen insufflation following pre-oxygenation using the four deep breath technique. A 2006; 61: 427–30. .
61. Teller LE, Alexander CM, Frumin MJ GJP insufflation of oxygen prevents arterial desaturation during apnea. A 1988; 69: 980–2. .
62. Cressey DM, Berthoud MC RCE of continuous positive airway pressure to enhance pre-oxygenation in morbidly obese women. A 2001;56:680e4. .
63. Coussa M, Proietti S, Schnyder P, Frascarolo P, Suter M, Spahn DR et al. P of atelectasis formation during the induction of general A in morbidly obese patients. AA 2004;98:1491e5 [table of contents]. .
64. Gander S, Frascarolo P, Suter M, Spahn DR MLP end-expiratory pressure during induction of general anesthesia increases duration of nonhypoxic apnea in morbidly obese patients. AA 2005;100:580e4. .

65. Delay J, Sebbane M, Jung B, Nocca D, Verzilli D, Pouzeratte Y et al. T effectiveness of non invasive positive pressure ventilation to enhance preoxygenation in morbidly obese patients: a randomized controlled study. AA 2008;5. .
66. Baillard C, Fosse JP, Sebbane M, Chanques G, Vincent F, Courouble P et al. N ventilation improves preoxygenation before intubation of hypoxic patients. AJRCCM 2006;174:171e7. .
67. McShane AJ, Martin JL. Preoxygenation and pulse oximetry may delay detection of esophageal intubation. J Natl Med Assoc. 1987;79:987 991–992. .
68. Salem MR, Baraka A. Confirmation of tracheal intubation. In: Hagberg CA, ed. Benumof and Hagberg's Airway Management. 2nd ed. Philadelphia PME 2007;697–216. .
69. Howells TH RRS of endotracheal intubation. A 1980;35:984–986. .
70. Gunnarsson L, Tokics L, Gustavsson H HGI of age on atelectasis formation and gas exchange impairment during general anaesthesia. BJA 1991;66:423–432. .
71. Lundquist H, Hedenstierna G, Strandberg A, Tokics L BBC of dependent lung densities in man during general anaesthesia. AR 1995;36:626–632. .
72. Joyce CJ BAW is the role of absorption atelectasis in the genesis of perioperative pulmonary collapse? AIC 1995;23:691–696. .
73. Hedenstierna G ELM of atelectasis in the perioperative period. BPRCA 2010;24:157–169. .
74. Lumb AB, Pearl RG. Anaesthesia. In: Lumb AB, ed. Nunn's Applied Respiratory Physiology, 7th ed. Philadelphia PCLE 2010;327–354. .
75. Joyce CJ WAK of absorption atelectasis during anesthesia: a mathematical model. JAP (1985). 1999;86:1116–1125. .
76. Benoît Z, Wicky S, Fischer JF et al. T effect of increased F before tracheal extubation

- on postoperative atelectasis. AA 2002;95:1777–1781. .
77. Rothen HU, Sporre B, Engberg G, Wegenius G, Reber A HGP of atelectasis during general anaesthesia. L 1995;345:1387–1391. .
 78. Edmark L, Kostova-Aherdan K, Enlund M HGO oxygen concentration during induction of general anesthesia. A 2003;98:28–33. .
 79. Jamieson D, Chance B, Cadenas E BAT relation of free radical production to hyperoxia. ARP 1986;48:703–719. .
 80. Turrens JF, Freeman BA CJH increases H release by lung mitochondria and microsomes. ABB 1982;217:411–421. .
 81. Chandel NS BGT cellular basis for diverse responses to oxygen. FRBM 2007;42:165–174. .
 82. Crystal GJ, Malik G, Yoon SH KSI late preconditioning against myocardial stunning is associated with enhanced antioxidant defenses. AAS 2012;56:39–47. .
 83. Jenkinson SG. Oxygen toxicity. New Horiz. 1993;1:504–511. .
 84. Lumb AB WLP oxygen toxicity. AC 2012;30:591–605. .
 85. Lumb AB. Just a little oxygen to breathe as you go off to sleep... is it always a good idea? Br J Anaesth.2007;99:769–771. .
 86. Eggers J, Paley HW, Leonard JJ WJH responses to oxygen breathing in man. JAP 1962;17:75–79. .
 87. Ganz W, Donoso R, Marcus H SHC hemodynamics and myocardial oxygen metabolism during oxygen breathing in patients with and without coronary artery disease. C 1972;45:763–768. .
 88. Neill WA. Effects of arterial hypoxemia and hyperoxia on oxygen availability for myocardial metabolism. Patients with and without coronary heart disease. Am J Cardiol.1969;24:166–171. .

89. Rubanyi GM VPS anions and hyperoxia inactivate endothelium-derived relaxing factor. *AJP* 1986;250:H822–H827. .
90. Bourassa MG, Campeau L, Bois MA ROT effects of inhalation of 100 percent oxygen on myocardial lactate metabolism in coronary heart disease. *AJC* 1969;24:172–177. .
91. Farquhar H, Weatherall M, Wijesinghe M et al. S review of studies of the effect of hyperoxia on coronary blood flow. *AHJ* 2009;158:371–377. .
92. Mouren S, Souktani R, Beaussier M et al. M of coronary vasoconstriction induced by high arterial oxygen tension. *AJP* 1997;272:H67–H75. .
93. Bergofsky EH BPR of regional circulations to hyperoxia. *JAP* 1966;21:567–572. .
94. Lambertsen CJ, Dough RH, Cooper DY, Emmel GL, Loeschcke HH, Schmidt CF. Oxygen toxicity; effects in man of oxygen inhalation at 1 and 3.5 atmospheres upon blood gas transport cerebral circulation and cerebral metabolism. *JAP* 1953;5:471–486. .
95. Purves MJ. Regulation of cerebral vessels by oxygen. *The Physiology of the Cerebral Circulation*. Cambridge UCUP 1972:232–252. .
96. Xu F, Liu P, Pascual JM, Xiao G, Lu H. Effect of hypoxia and hyperoxia on cerebral blood flow, blood oxygenation and oxidative metabolism. *JCBFM* 2012;32:1909–1918. .
97. Kainuma M, Kimura N SYE of acute changes in renal arterial blood flow on urine oxygen tension in dogs. *CCM* 1990;18:309–312. .
98. Flemming B, Seeliger E, Wronski T, Steer K, Arenz N PPO and renal hemodynamics in the conscious rat. *JASN* 2000;11:18–24. .
99. Gold MI. Preoxygenation. *Br J Anaesth* 1989; 62: 241-2. .
100. Hyoseok Kang, Hye Jin Park, Seung Kwon Baek, Juyoun Choi and SJPE of preoxygenation with the three minutes tidal volume breathing technique in the elderly.

- KJA 2010 A 58(4): 369-373. .
101. Aamir Magzoub, Omer Musa, Amir Bashir C. Could the difference in respiratory muscle power explain gender variation in lung function?. International Journal of Latest Research in Science and Technology 2016 Jan;Volume 4 IN 57-60. .
 102. Melveetil S Sreejit VRE of positive airway pressure during pre-oxygenation and induction of anaesthesia upon safe duration of apnoea. IJA 2015 A 59(4): 216–221. .
 103. Schwilk B, Bothner U, Schraag S GMP respiratory events in smokers and nonsmokers undergoing general anaesthesia. AAS 1997;41:348-355. .
 104. Hamilton WK EDA study of denitrogenation with some inhalation anesthetic systems. A 1955;16: 861-867. .
 105. Altermatt FR, Munoz HR, Delfino AE CLP in the obese patient: effects of position on tolerance to apnoea. BJA 2005;95:706e9. .
 106. Glen J., Chalmers C.M., Price R.J ve A novel method of preoxygenation using partial rebreathing in a co-axial Mapleson D circuit - a randomised, double blind crossover trial. A 2011;31:223–71. .